

UDK 911.2:556 (497.5)  
Primljeno (Received): 21.12.1994  
Prihvaćeno (Accepted): 25.3.1995.

Izvorni znanstveni članak  
*Original Scientific Paper*

## **PRILOG POZNAVANJU NEKIH OCEANOGRFSKIH I HIDROGRAFSKIH OBILJEŽJA VRANSKOG JEZERA I JUGOZAPADNOG PRIOBALNOG PODRUČJA CRESA**

**(Hidrografski premjer Vranskog jezera)**

ZLATIMIR BIČANIĆ

U radu se razmatraju oceanografska obilježja i rezultati hidrografskog premjera Vranskog jezera na otoku Cresu. Naime, izmjeren je znatan pad razine vode u jezeru, pa se razmatraju razlozi tog pojavi. Javlja se povremeno (Ridanović, 1994.). Nije poznato da li postoji fizička komunikacija jezero-more na zapadnoj obali Cresa, ili dubokopodzemna veza između jezera i ponornica u Liki (Pomorska enciklopedija, 1975.), što ne potvrđuju rezultati jednokratnog istraživanja u jesen, 1990. Također nema ni tragova slatke vode u morskoj, u području zapadno od Cresa, osim možda u tankom površinskom sloju. Budući su mjerenja obavljena jednokratno, sigurno je da bi višegodišnja sezonska/mjesečna dala pouzdanije rezultate. U jugozapadnom dijelu Vranskog jezera postoji subdepresija, vjerojatno zatrpana recentnim sedimentom i ne predstavlja aktivni odvodni kanal. Rad predstavlja smjernice za buduća istraživanja. Daljnja sustavna istraživanja trebala bi objasniti drastične promjene vodostaja u jezeru, glede ukupnog dotoka slatke vode (oborina i kapacitativno ograničeni izvori u sjevernom dijelu), kao i utjecaj isparavanja i drugih značajnih čimbenika.

### **SOME OCEANOGRAPHIC AND HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE LAKE VRANSKO JEZERO AND SOUTHWESTERN COASTAL PART OF THE ISLAND OF CRES**

(Hydrographic survey in Vransko jezero)

*This paper deals with some oceanographic characteristics and result of the hydrographic survey in Vransko jezero on the island of Cres. A significant falling of the water level in the lake been recorded, therefore it was necessary to investigate the reasons for such phenomenon. It occurs occasionally (Ridanović, 1944). There is no evidence of existence of a physical communication between the lake and the sea near the western coast of Cres, nor of a deep underground connection between the lake and the underground streams of Lika (Pomorska enciklopedija, 1975). Such attitudes were not confirmed by the results obtained from the survey carried out in autumn 1990. The sea water in the area west of island of Cres does not contain any traces of fresh water, except in its thin surface layer. As these measurements were performed only, it is likely that season/monthly measurements of several years series would give better results. In the southwestern part of Vransko jezero there is a subdepression, probably covered up with recent sediments, not representing an active draining canal. This paper provides fundamental lines for future systematic researches, the principal objective of which will be to explain drastic changes of the water level in the lake, with regard to the total inflow of the fresh water (precipitation and springs with limited capacity in the northern part) as well as to the influence of evaporation and other significant factors.*

## UVOD

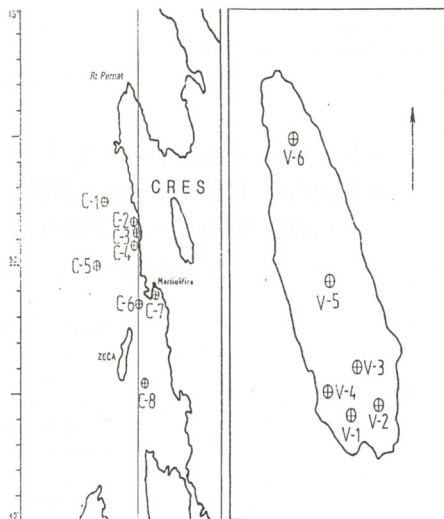
Temperatura, slanost i gustoća temeljna su svojstva vode. Njihove se vrijednosti izravno odražavaju na druge parametre fizičke, kemijske, biološke i geološke oceanografije i druge discipline. Njihov prostorni raspored označava trenutačna termohalinska stanja u mediju. Statističkom rasčlambom dnevnih, sezonskih i godišnjih hodova vrijednosti tih parametara i njihovog odnosa prema drugima, mogu se predviđati stanja s korektnom točnošću. Aplikativnost njihovog proučavanja višestruka je i u znanosti odavno prihvaćena.

Oceanografska istraživanja obavljena su u jesen, 1990., usporedno s hidrografskim premjerom. Pokretanje ovih djelatnosti potaknula je izrazita nestabilnost i znatno kolebanje vodene razine u jezeru. Naime, registrirano je opadanje vodostaja, za više od 5 metara. Svrha oceanografskog premjera i obrazlaganja podataka ustanoviti je postojanje moguće respektabilne komunikacije i fizičke veze između jezerske i morske vode u širem području otoka Zeča i mjesta Martinšćica (lokacija intenzivnog i vrlo aktivnog podmorskog izvora slatke vode), raspored i odnose oceanografskih parametara temperature, slanosti i gustoće vode i eventualni međuutjecaj jezerske i morske vode.

*Značaj istraživanja ogleda se u važnosti jezerske vode za snabdijevanje cresko-lošinjskog vodovoda.*

## METODOLOGIJA, PODACI I OBRADA

Metodološki pristup imperativno je prilagođen svrsi rada, pa su oceanografska mjerenja obavljena jednokratno, u studenome, 1990. Izvedena su na šest postaja u Vranskom jezeru (sl.1.), označenima V-1 do V-6. Izbor i raspored postaja napravljen je na



Slika 1 - Raspored postaja

*Fig. 1 - Arrangement of stations*

temelju procjene položaja mogućeg istjeka vode iz jezera u more (V-1).

U području otok Zeča - Martinšćica (zapadna obala o. Cresa) obrađeno je osam postaja (sl.1). Označena su sa C-1 do C-8. Postaja C-3 je na poziciji vrulje. Izbor drugih uvjetovao je metodološki pokušaj registracije smjera širenja osladene morske vode od pozicije vrulje.

Za mjerenje vrijednosti parametara temperature, slanosti i gustoće vode korištena je multisonda "Sea Bird Sond". Spuštanjem od površine prema dnu, memorira podatke. Daljnjom obradom u sprezi s osobnim računalom (PC), podaci se obrađuju sa željenom rezolucijom. Za ovaj rad to je za svaki dubinski metar. U obradi i interpretaciji korišteni su sa standardnih oceanografskih dubina (0, 5, 10, 20, 30 m itd.) i pri dnu. Samo na postajama C-3 i C-4 sa svakog metra, radi malih dubina.

Na svim postajama u Vranskom jezeru obavljeno je uzorkovanje recentnog nanosa na dnu. Rasčlamba uzoraka napravljena je granulometrijskim načinom.

Hidrografski premjer obavljen je prema međunarodnim standardima (International Hydrographic Organisation), odnosno s po 25-metarskim razmacima između premjeranih usporednih crta. Tehnički dio posla obavljen je integriranim hidrografskim sustavom (sustav "Mini-Ranger IV", "Falcon Surveyor" i ultrazvučni dubinomjer "Atlas Desso-10"). Referentne stanice pozicionog sustava postavljene su na točke s koordinatama u državnoj geodetskoj mreži. U geodetskim radovima korišten je teodolit T-2, distomat DI-38, nivelir NI-007 i računalo HP-75 s paketom geodetskih programa (Hewlett Packard, USA) (Rezultati geodetsko-hidrografskih istraživanja, 1991.).

Mjerenja su obavljena u jesen. To je prijelazno razdoblje. Smanjuje se vertikalni gradijenti parametara i u vodenom stupcu postupno nastupa izometrijsko stanje. Zbog jednokratnog mjerenja tretirana je samo prostorna, a ne i vremenska komponenta. Korišteni su podaci o vertikalnom rasporedu vrijednosti parametara temperature, slanosti i gustoće vode (sl.2 i 3. tablice 1 i 2).

Rezultati upućuju na zaključak o potrebi rasčlambe ljetnih i rano jesenskih termohalinskih stanja. To je vrijeme intenzivnog zagrijavanja i početka hlađenja vodenih masa. Za temu je posebno značajna ljetna sezona kad je u vodenom stupcu najveća raslojenost (stratifikacija). Veliki prilog, također, dala bi i rasčlamba dinamike morske vode, posebno za ljeto (vrijeme tišina). Bilo bi neumjereno naglašavati da bi mjesečna mjerenja u peoodišnjem razdoblju dala sasvim zadovoljavajuće rezultate.

Istraživanja su obavljena u specifičnim vremenskim uvjetima. Neposredno nakon višednevnog puhanja jake bure. Uvjetovala je konvektivno miješanje brzim hlađenjem površinskih vodenih slojeva.

Sve visine i dubine odnose se na srednju morsku razinu.

## OPĆI PETROGRAFSKI SASTAV O. CRESA I NEKA GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA

Većim dijelom otok je građen od krednih vapnenaca. U središnjem dijelu ispod njih izbijaju dolomiti. Slojevi su sedlasto nabrani (antiklinala), a dolomiti čine jezgru. Više su zastupljeni na južnom otočnom dijelu (Pomorska enciklopedija, 1975.).

Površina o. Cresa je 405.65 km<sup>2</sup> (Srdelić, 1994.).

Zavala Vranskog jezera nastala je erozijom dolomitske jezgre. Dno je 68 m ispod srednje morske razine. Očito je zavala nastala u vrijeme kad se materijal mogao evakuirati, odnosno, kad je dno bilo iznad morske razine (Pomorska enciklopedija, 1975.).

Izrazita veza otočnog reljefa u središnjem otočnom dijelu posebno se ogleda na primjeru najvećeg obalnog oblika (zaljev Valun), zavale Vranskog jezera u smjeru jug-jugoistok i uvale Koromačna, na istočnoj obali. Obala sjevernog dijela otoka strma je i nepristupačna, za razliku od južne, bogate zaljevima, žalima, rtovima i drugim obalnim oblicima.

Cres je bezvodan otok, ali brojne vrulje dokazuju da se cirkulacija podzemnih voda odvija duboko u podmorju i podzemlju.

Vransko jezero prirodno je spremište slatke vode. Obujam veći od 200 000 000 m<sup>3</sup>, duljina mu je 5.5 km, širina 1.5 km i površina 5.75 m<sup>2</sup> (Pomorska enciklopedija, 1975.).

U kišnim razdobljima voda u jezero dotječe potocima s padina na južnom dijelu. U sjevernom dijelu aktiviraju se manje-više intenzivni izvori. Postoje opravdane sumnje da ukupni izvori slatke vode, dotoci i oborina, imaju dostatnu kapacitativnu moć u održavanju relativno stabilne razine. Ne smiju se zanemariti ni evaporativni efekti. Usporedbe radi, prema nekim proračunima

za morsku vodu, godišnje isparavanje u Jadranu je 106 cm (Zore-Armanda, 1969.).

Postoje pretpostavke o dubokopodzemnim komunikacijama između jezera i ponornica na kopnu (Pomorska enciklopedija, 1975.).

## HIDROGRAFSKI PREMJER (MJERENJE DUBINA)

Usporedno s oceanografskim premjerom napravljen je i hidrografski. U radu je o potonjem data sažeta informacija.

Za izvođenja hidrografskog premjera vodena razina očitavana je na vodomjernoj letvi. Nulta točka na letvi je 8,759 m inad geodetske razine. Raspon dnevnih vrijednosti bio je od 42 do 46 cm.

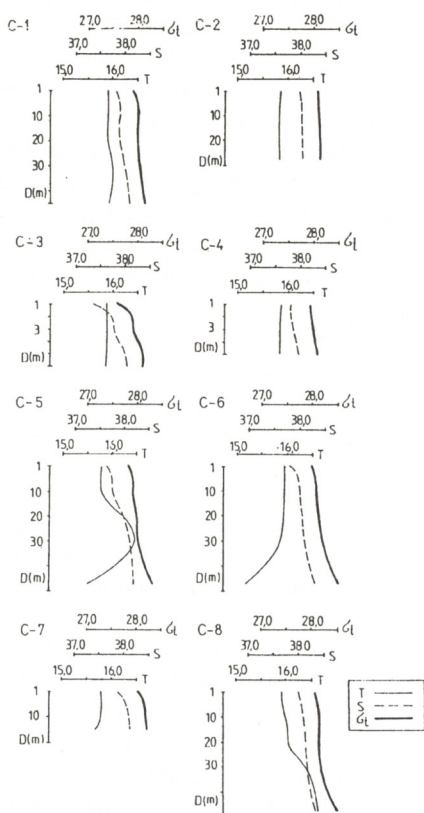
Ustanovljeno je relativno ravno dno u jezeru do oko 40 m ispod geodetske razine. Istočna i zapadna obala jezera strme su do dna. Gradijent pada je oko 1 m/5 m duljine. Gradijent na južnom obronku dvostruko je manji (1 m/10 m duljine), a još manji na sjevernom, 1 m/30 m duljine.

Od općeg geomorfološkog oblika treba izdvojiti izraženu depresiju u jugozapadnom dijelu jezera (V-1, sl.1). Ima ovalni oblik (oko 150x200 m). Najveća dubina je -61,3 m (oko 70,49 m). Dno joj je ravno i ima površinu oko 75x105 m i približne dubine -60 do -61 m. Na padinama depresije vjerojatno postoje špilje i drugi geomorfološki oblici. To se zaključuje na temelju rasčlambe lotograma (grafičkog zapisa dubina) (Rezultati geodetsko-hidrografskih istraživanja, 1991.).

## REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. Vertikalni raspored parametara temperature, slanosti i specifične mase morske vode u području o. Zeča-Martinšćica

Unatoč nevelikoj daljini između postaja (sl.1) vertikalni raspored vrijednosti parametara pokazuje stanovite razlike. Na



Slika 2 - Vertikalni raspored parametara temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), slanosti (ppt) i gustoće morske vode u području o. Zeča-Martinšćica

Fig.2 - Vertical disposition of sea water temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinity (ppt) and density parameters in the area of island of Zeča-Martinšćica

najsjevernijoj postaji, od površine do dna vlada homometrija s neznatnim poremećajem. Isto stanje je i na postajama C-2 i C-4 (sl.2). Na sve tri postaje slanost je nešto niža u površinskom sloju. Na postaji C-3, u samoj vrulji, registrirana je izotermija i znatnije razlike u vrijednostima slanosti i gustoće od površine do dna. Neznatne promjene u ritmu kojim se te dvije vrijednosti povećavaju

daju naslutiti aktivnost dinamičnih procesa na tom mjestu. Vizualni izgled vrulje obećavao je znatnije oslađenje, ali to mjerenja nisu potvrdila. Vjerojatno zato jer slanost nije mjerena u vrlo tankom površinskom sloju. Najniža slanost je površinska, 37,360 ppt. To je i najniža vrijednost u cijelom području. Na ovoj postaji registrirana je i najmanja specifična masa, 1.02759 (u daljnjem tekstu gustoća, 27.59) na površini.

Termohalinska stanje na postajama C-6 i C-7 tipično je za jesen. Na drugim dvjema opažaju se poremećaji u vertikalnom rasporedu temperature. Posebice na C-5. Temperatura u sloju od 10 do 30 m raste s 15.76 na 16.47°C. Do dna opada na 15.52°C (tablica 1). Puhanje bure uvjetovalo je površinsko ohlađenje. Cijelo područje smješteno je u djelomičnoj zavjetrini, a bura na vodenu masu djeluje u tanjem površinskom sloju. Tako ohlađen površinski sloj debel je oko 20 m. Dublji je zadržao ranija termalna obilježja. Za očekivati je brzi nastup konvektivnog strujanja, miješanja vode i uspostavljanje statičke stabilnosti u vodenom stupcu. Razlog da se poremećaj na postaji C-8 drugačije odrazio na raspored temperature je u njezinom položaju (sl.2). Utjecaj vjetrova bio je manje intenzivan.

Gustoća vode funkcija je vrijednosti termohalinskih parametara. Na slici 2 približan oblik halinske i SIGMA-t krivulje pokazuje da je na gustoću u ovom području prevladavajući utjecaj imao halinski parametar, a manje termalni.

Najniža zabilježena temperatura u pridnenom je sloju na postaji C-6, 15.21°C. Najviša je 16.47°C na 30 m dubine na C-5. Slanost je u granicama od 37.360 (površinska na C-3) do 38.364 ppt (dno na C-8). Gustoća je od 27.59 do 28.51 (tablica 1).

| Postaja | Dubina(m) | T(°C) | Tež.sr. | S (ppt) | Tež.sr. | SIGMA-t | Tež.sr. |
|---------|-----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| C-1     | 1         | 15.93 | 15.95   | 37.814  | 37.942  | 27.93   | 28.03   |
|         | 5         | 15.93 |         | 37.878  |         | 27.98   |         |
|         | 10        | 15.93 |         | 37.887  |         | 27.99   |         |
|         | 20        | 15.92 |         | 37.896  |         | 28.00   |         |
|         | 30        | 16.01 |         | 37.983  |         | 28.04   |         |
| 45      | 15.93     |       | 38.073  |         | 28.13   |         |         |
| C-2     | 1         | 15.86 | 15.84   | 37.974  | 38.020  | 28.07   | 28.11   |
|         | 5         | 15.84 |         | 38.020  |         | 28.11   |         |
|         | 10        | 15.84 |         | 38.020  |         | 28.11   |         |
|         | 20        | 15.84 |         | 38.030  |         | 28.12   |         |
|         | 27        | 15.84 |         | 38.030  |         | 28.12   |         |
| C-3     | 1         | 15.88 | 15.89   | 37.360  | 37.797  | 27.59   | 27.95   |
|         | 2         | 15.89 |         | 37.743  |         | 27.89   |         |
|         | 3         | 15.89 |         | 37.776  |         | 27.91   |         |
|         | 4         | 15.90 |         | 37.883  |         | 27.99   |         |
|         | 5         | 15.88 |         | 37.991  |         | 28.08   |         |
|         | 6         | 15.87 |         | 38.027  |         | 28.11   |         |
| C-4     | 1         | 15.88 | 15.86   | 37.810  | 37.875  | 27.94   | 27.99   |
|         | 2         | 15.86 |         | 37.812  |         | 27.95   |         |
|         | 3         | 15.85 |         | 37.873  |         | 27.99   |         |
|         | 4         | 15.86 |         | 37.921  |         | 28.03   |         |
|         | 5         | 15.86 |         | 37.960  |         | 28.06   |         |
| C-5     | 1         | 15.78 | 16.01   | 37.652  | 37.975  | 27.84   | 28.04   |
|         | 5         | 15.77 |         | 37.750  |         | 27.92   |         |
|         | 10        | 15.76 |         | 37.760  |         | 27.93   |         |
|         | 20        | 16.18 |         | 37.960  |         | 27.99   |         |
|         | 30        | 16.47 |         | 38.100  |         | 28.02   |         |
|         | 48        | 15.52 |         | 38.190  |         | 28.32   |         |
| C-6     | 1         | 15.95 | 15.80   | 37.804  | 38.087  | 27.98   | 28.17   |
|         | 5         | 15.97 |         | 37.983  |         | 28.05   |         |
|         | 10        | 15.96 |         | 38.001  |         | 28.07   |         |
|         | 20        | 15.94 |         | 38.048  |         | 28.11   |         |
|         | 30        | 15.89 |         | 38.090  |         | 28.15   |         |
| 47      | 15.21     |       | 38.327  |         | 28.49   |         |         |
| C-7     | 1         | 15.81 | 15.80   | 37.910  | 38.068  | 28.03   | 28.16   |
|         | 5         | 15.82 |         | 38.073  |         | 28.16   |         |
|         | 10        | 15.81 |         | 38.112  |         | 28.19   |         |
|         | 15        | 15.73 |         | 38.127  |         | 28.22   |         |
| C-8     | 1         | 15.92 | 15.89   | 37.986  | 38.170  | 28.07   | 28.21   |
|         | 5         | 15.92 |         | 38.061  |         | 28.12   |         |
|         | 10        | 15.93 |         | 38.103  |         | 28.14   |         |
|         | 20        | 16.05 |         | 38.137  |         | 28.15   |         |
|         | 30        | 16.12 |         | 38.177  |         | 28.17   |         |
| 48      | 15.25     |       | 38.364  |         | 28.51   |         |         |

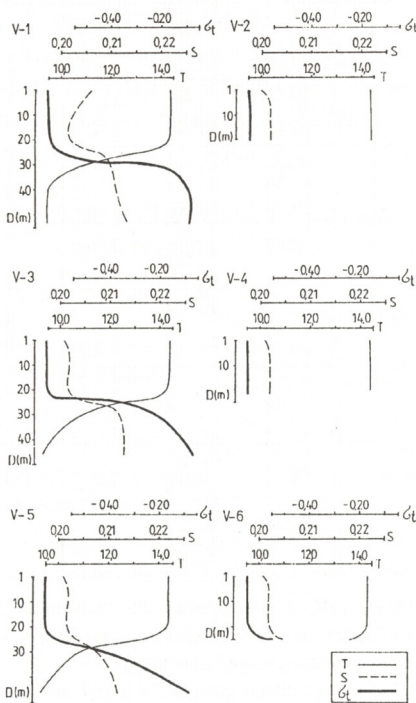
Tablica 1 - Vrijednosti parametara temperature, slanosti i gustoće morske vode i težinski srednjaci za postaje u području o. Zeča-Martinšćica

Tab.1 - Sea water temperature, salinity and density parameters and weighted means for the stations in the area of island Zeča-Martinšćica

## 5.2. Vertikalni raspored parametara temperature, slanosti i gustoće vode u Vranskom jezeru

Raspored na postajama u jezeru pokazuje slična termohalinska obilježja. U površinskom sloju, do oko 25 m dubine, krivulje imaju sličan izgled. Izuzetak je samo halinsko stanje na središnjoj postaji V-1 (sl.1 i 3). Tu je registrirana umjerena termoklina u sloju od 20 do 30 m. Intenzitet joj je oko 0.35°C/m. Zbog krupnog mjerila na apscisi slika pokazuje veliki ascendent na 20 do 30 m dubine. Međutim, to nije piknoklina, jer je porast vrijednosti gustoće samo 0.43, odnosno, 0.043/m (tablica 2).

U površinskom sloju 20 m debelom registriran je i pozitivan halinski gradijent. To je atipično stanje u vertikalnom rasporedu



Slika 3 - Vertikalni raspored parametara temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), slanosti (ppt) i gustoće vode u Vranskom jezeru (o. Cres)

Fig. 3 - Vertical disposition of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinity and density parameters of the water in Vransko jezero (Cres island)

halinskih vrijednosti. Jasno je da se odvijaju manje intenzivni dinamični procesi na toj postaji. Na 10 do 20 m dubine postoji blagi potpovršinski minimum slanosti. Sladoj površinskoj vodi smanjila se temperatura i povećala gustoća pod utjecajem hladne bure. Time i specifična težina, pa je počela tonuti. Do dna vjerojatno neće ni dospjeti radi usputnog miješanja. Tonuću je vjerojatno svoj obol dao i dinamični moment, jer nije registrirano na susjednim postajama, V-2, V-3 i V-4. Sigurno je da na postaji V-1 u površinskom

sloju 30 m debelom postoje složena gibanja masa jezerske vode. Prostorno su malog dometa.

Na drugim postajama u jezeru nisu zabilježena netipična termohalinska stanja. Najniža temperatura je  $9.31^{\circ}\text{C}$  na V-3. Najviša  $14.40^{\circ}\text{C}$  u površinskom sloju na postaji V-4. Najniža slanost je površinska na V-2, 0.200 ppt. Najviša je 0.213 ppt. Razlika je neznatna.

Nema svrhe uspoređivati halinske i SIGMA-t vrijednosti u dva istraživana područja. Međutim, treba ustanoviti razliku između najmanjih i najviših termalnih vrijednosti. Za Vransko jezero to posebno vrijedi zbog male površine. Ta razlika u morskoj vodi je  $1.26^{\circ}\text{C}$  (tablica 1), a u jezerskoj je čak  $5.19^{\circ}\text{C}$  (tablica 2).

| Postaja | Dubina (m) | T ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Tež. sr. | S (ppt) | Tež. sr. | SIGMA-t | Tež. sr. |
|---------|------------|--------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|
| V-1     | 1          | 14.39                    | 12.70    | 0.206   | 0.207    | -0.65   | -0.39    |
|         | 5          | 14.39                    |          | 0.204   |          | -0.65   |          |
|         | 10         | 14.38                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 20         | 14.33                    |          | 0.202   |          | -0.64   |          |
|         | 30         | 10.84                    |          | 0.210   |          | -0.21   |          |
|         | 53         | 9.47                     |          | 0.211   |          | -0.09   |          |
| V-2     | 1          | 14.36                    | 14.33    | 0.200   | 0.202    | -0.65   | -0.64    |
|         | 5          | 14.34                    |          | 0.202   |          | -0.64   |          |
|         | 10         | 14.33                    |          | 0.202   |          | -0.64   |          |
|         | 19         | 14.31                    |          | 0.202   |          | -0.64   |          |
| V-3     | 1          | 14.38                    | 12.48    | 0.201   | 0.207    | -0.65   | -0.42    |
|         | 5          | 14.38                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 10         | 14.37                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 20         | 14.35                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 46         | 9.31                     |          | 0.213   |          | -0.21   |          |
| V-4     | 1          | 14.40                    | 14.39    | 0.201   | 0.202    | -0.65   | -0.65    |
|         | 5          | 14.40                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 10         | 14.39                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 21         | 14.37                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
| V-5     | 1          | 14.39                    | 12.50    | 0.201   | 0.205    | -0.65   | -0.43    |
|         | 5          | 14.38                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 10         | 14.38                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 20         | 14.37                    |          | 0.202   |          | -0.65   |          |
|         | 46         | 10.81                    |          | 0.208   |          | -0.21   |          |
| V-6     | 1          | 14.33                    | 14.25    | 0.201   | 0.202    | -0.64   | -0.63    |
|         | 5          | 14.34                    |          | 0.202   |          | -0.64   |          |
|         | 10         | 14.33                    |          | 0.202   |          | -0.64   |          |
|         | 25         | 13.60                    |          | 0.205   |          | -0.54   |          |

Tablica 2 - Vrijednosti parametara temperature, slanosti i gustoće vode i težinski srednjaci za postaje u Vranskom jezeru

Tab.2 - Water temperature, salinity and density parameters and weighted means for the stations in Vransko jezero

## ZAKLJUČAK

Oceanografska istraživanja i izvođenje hidrografskog premjera u Vranskom jezeru na otoku Cresu potaknula je izrazita i neočekivana destabilizacija vodene razine, u smislu njezinog smanjenja. Budući je jezero jedini izvor i akumulator pitke vode koji snabdijeva cresko-lošinjski vodovod, dakle, ima egzistencijalni značaj, trebalo je obaviti istraživanja kao prilog pronalaženju odgovora takovom stanju i mogućem rješenju problema.

Svrha oceanoloških istraživanja i hidrografskog premjera bila je i ustanoviti eventualno postojanje protočne komunikacije jezero - more, u području zapadne obale Cresa (postaja C-3, sl.1), gdje je u dužem godišnjem razdoblju vrlo aktivan podmorski izvor slatke vode - vrulja.

Metodološki pristup prilagođen je svrsi rada, pa su istraživanja obavljena jednokratno, radi brze elaboracije i davanja konkretnih prijedloga za usmjeravanje daljnjih djelatnosti.

Manjkavost oceanoloških rasčlambi je u kasnojesenskim podacima. Znatno vredniji prilog bili bi ljetni. Bilo bi moguće točnije određenje koncentracije vodenih masa različitih obilježja i njihovo gibanje. Mjesečna istraživanja u petogodišnjem razdoblju bila bi nužan prilog za donošenje jasnih zaključaka.

Mjerenja bi trebalo sustavno obavljati, a u blizini jezera postaviti registrirajuće meteorološke instrumente za mjerenje količine oborine, insolacije, isparavanja, vjetra i drugo.

Pouzdaniji pokazatelji izmjene vode Vransko jezero - more bili bi Rodhamin B. (bojanje vode) i pokus s radioaktivnim izotopima.

Rasčlamba oceanoloških parametara pokazala je velike prostorne razlike u temperaturama morske i slatke jezerske vode. U

morskoj vodi razlika između najniže i najviše temperature je 1.26°C (tablica 1). U jezerskoj čak 5.19°C (tablica 2).

Predstavljeni presjek termohalinskih odnosa u morskoj i jezerskoj vodi ne može smatrati se pravilom ili tipičnim stanjem. Zato treba obaviti višegodišnja sezonska/mjesečna mjerenja. Osim toga, iz ovih rezultata ne može se pouzdano uočiti postojanje izravne fizičke veze između jezerske i morske vode. Nisu registrirani ni tragovi međusobnih utjecaja.

Vransko jezero depresija je s najdubljim dijelom u jugozapadnom području. Iz tog područja voda je vjerojatno najduže otjecala. To je uvjetovalo i ograničeno zatrpavanje. Prestalo je postupnim začepljenjem odvodne podzemne komunikacije.

Sedimentološka rasčlamba recentnog taloga registrira taloženje krupnijeg materijala (šljunak, pijesak) uz obalu, a dalje sitnijeg (granulometrijski svrstan u glinu, Rezultati geodetsko-hidrografskih istraživanja, 1991.).

## LITERATURA

RIĐANOVIĆ, J. (1994): Usmeno priopćenje.

SRDELIŠ, M. (1994): Usmeno priopćenje.

ZORE-ARMANDA, M. (1969): Water exchange between the Adriatic and the eastern Mediterranean, *Deep. Sea Res.*, 16, 171 - 178.

\* \* \* IZVADAK, (1991): Rezultati geodetsko-hidrografskih istraživačkih radova na Vranskom jezeru (otok Cres), Split, (Državni hidrografski institut).

\* \* \* Proceedings the international symposium "Geomorphology and sea". Department of geography, Zagreb, 1992.

## Summary

### SOME OCEANOGRAPHIC AND HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE LAKE VRANSKO JEZERO AND SOUTHWESTERN COASTAL PART OF THE ISLAND OF CRES (Hydrographic survey in Vransko jezero)

Zlatimir Bičanić

The reason for carrying out of oceanographic researches and hydrographic survey in the lake of Vransko jezero on the island of Cres was due to a considerable and unexpected falling of the water level. As the lake is the only source and accumulator of the fresh water which supplies and the water supply of Cres and Lošinj, and therefore of existential importance, the surveys should have been carried out to investigate causes and find possible solutions to the problem.

The objective of oceanographic researches and hydrographic survey was to ascertain possible existence of a free communication between lake and sea in the area of the western coast of Cres (station C-3, Fig.1), where a submarine fresh water springs is very active for a longer period of the year.

Methodological approach has been adapted to the purpose of this work, therefore the survey was done once, for quick elaboration and in order to give particular suggestions for taking further actions.

Deficiency of oceanographic analyses is in dealing with late-autumn data. Summer data would provide a much more worthwhile contribution. It would be possible to determine more precisely concentration of the water masses of different characteristics as well as their movements. Monthly researches in a period of five years would be a necessary contribution for drawing well-defined conclusions.

Measurements should be carried out systematically, while meteorological instruments for measuring precipitation, insolation,

evaporation, wind etc. should be installed in the vicinity of the lake.

True indications of the water exchange Vransko jezero - sea would be Rodhamin B. (water colouring) and an experiment with radio-active isotopes.

Analysis of oceanographic parameters indicated great spatial variations in the temperatures of sea water and fresh lake water. As far as the sea water is concerned, the difference between the lowest and the highest temperature is 1.26°C (Tab.1). In the lake water this difference comes even to 5.19°C (Tab.2).

The representation of thermohaline relations in the sea water and lake water cannot be regarded as a rule or a typical situation. Therefore, seasonal/monthly measurements of several years series should be carried out. Besides, the results do not point at the existence of a direct physical connection between lake and sea water. No trace of interaction influences has been recorded either.

Vransko jezero is a depression with its deepest part in the southwestern area. The water from this area must have been flowing away over the longest period. This had led to a restricted covering up, which ceased with a gradual plugging of underground draining communication.

Sedimentologic analysis of the recent sediments indicated the deposition of coarser material (gravel, sand) along the coast, and the finer sediments (granulometrically classified as clay, Rezultati geodetsko-hidrografskih istraživanja, 1991) farther.

Dr. Zlatimir Bičanić, istraživač  
Hrvatska vodoprivreda  
41000 ZAGREB, Hrvatska  
Ulica grada Vukovara bb