

TEMPERATURA IN SLANOST SEVERNEGA JADRANA
V ODVISNOSTI OD DOTOKA REČNE VODE

TEMPERATURE AND SALINITY OF THE NORTH ADRIATIC
IN DEPENDECE ON THE INFLUX OF THE RIVER WATER

FRANCE BERNOT

IZVLEČEK

UDK 911.2:551.46(262.3)=863

Temperatura in slanost severnega Jadrana v odvisnosti od dotoka rečne vode

Avtor obravnava temperaturne in slanostne razmere severnega Jadrana, ki so bile izmerjene na devetih oceanografskih križarjenjih v letu 1965, in raziskuje mešanje rečne vode z morskno. Ugotavlja učinke gibanja vode Pada po izlivu v morje proti vzhodu oziroma jugovzhodu, ko dospe celo do Rovinja na zahodni obali Istre.

ABSTRACT

UDC 911.2:551.46(262.3)=20

Temperature and Salinity of the North Adriatic in Dependence on the River Water

The author discusses the temperature and salinity conditions of the North Adriatic that have been measured on the nine oceanographic cruises in the year 1965 and researches mixing between the river and the sea water. The main point is, that the Po (Pad) water after influxing the sea flows towards southeast (SE) and was detected by Rovinj, on the west coast of the Istrian peninsula.

Naslov:

Dr. France Bernot, geograf
Carja Dušana 16
61000 Ljubljana
Jugoslavija

1. UVOD

Leta 1870 sta pričela na Reki s prvimi sistematičnimi meritvami temperature in slanosti morja profesorja na tamkajšni Vojaški pomorski akademiji, Julius Wolf in Josef Luksch. Že leta 1874. sta na ladji Nautilus opravila prvo križarjenje po Kvarnerju, ki sta ga naslednje leto ponovila. Leta 1876 sta zaplula že na odprti Jadran ter kmalu nato (l. 1880) skozi Otrantski preliv v Sredozemsko morje, kjer sta križarila med Sicilijo, Italijo in Grčijo (Wolf, Luksch, 1875, 1887).

V letih 1891—1893 so avstrijske oceanografske ekspedicije raziskovale celo Rdeče morje (Luksch, 1897). V to obdobje pada tudi začetek sistematičnih meteoroloških in magnetskih opazovanj ter opazovanj temperature in razgibanosti morja v Pulju.

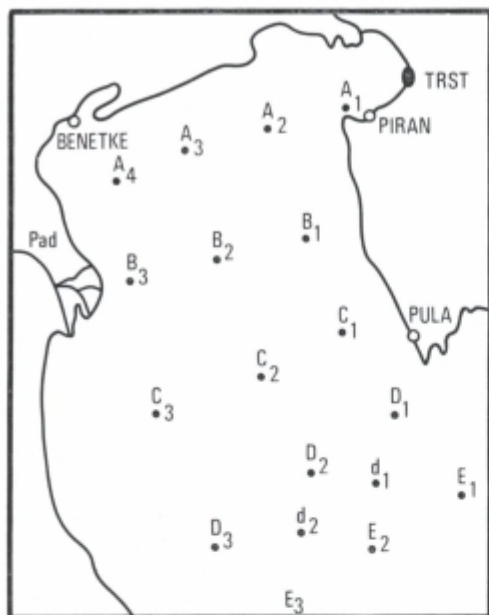
Leta 1910 je v Benetkah zasedala mešana avstrijsko-italijanska komisija za raziskovanje Jadrana. Da bi raziskovalno delo potekalo bolj smotrno, so določili delokrog in program posameznim odpravam. Italijani so v letih 1911—1914 opravili na ladji Ciclope deset križarjenj na štirih prečnih presekih, Avstrijci pa dvanajst potovanj na Najadi, na prav tako štirih prečnih presekih. Vsa potovanja so se pričela domala istega dne v mesecu, vendar v različnih letnih časih (Berichte — »Najade« 1912—1915; Bolletino-Ciclope 1914). Na vnaprej določenih točkah — postajah so opravljali fizikalno-kemične ter biološke in meteorološke meritve in opazovanja. Našteta oceanografska potovanja so v letih 1913 in 1914 dopolnjevala še potovanja »Vile Velebita« po Kvarnerju, Kvarneriču in Velebitskemu kanalu z enakim delovnim programom.

Predmet našega raziskovanja je severni Jadran. Obe ladji (»Najade« in »Ciclope«) sta na svojih potovanjih severni Jadran samo prečkali, saj sta v tem predelu imeli le »leteče postaje«. Zato o tem delu Jadrana nimamo iz te dobe popolnejših podatkov.

V dobi med obema vojnama je raziskovanje Jadrana stagniralo. Opravljenih je bilo le nekaj krajših križarjenj (Vatova, 1929, 1933; Vercelli, 1937; Tesić, 1963).

Oceanografsko delo pa ne obsega samo bolj ali manj redna križarjenja po odprtem morju in kasnejšo obdelavo zbranega gradiva. Zato je v toku časa nastalo več ustanov, ki raziskujejo predvsem biološko problematiko priobalnih voda (Rovinj, Portorož, Trst, Benetke, Fano) ter istočasno še njihove fizične in kemične lastnosti ter dinamiko.

Leta 1965 je takratni Zavod SRS za raziskovanje morja s sedežem v Portorožu organiziral devet oceanografskih križarjenj po severnem Jadranu, na katerih so na vnaprej določenih stalnih točkah, ki leže na presečiščih treh po-



Sl. 1. Razpored postaj na severnem Jadranu.

Fig. 1 Map of the stations in the region of the North Adriatic.

dolžnih profilov s petimi prečnimi preseki, na t. i. postajah (sl. 1), bile opravljene sistematične fizikalno-kemične in biološke meritve ob naslednjih terminih in z naslednjimi ladjami:

1. med 26. in 28. januarjem 1965 — M/L Argonavt I;
2. med 25. in 27. februarjem 1965 — M/L Argonavt I;
3. med 24. in 28. marcem 1965 — M/L Argonavt I;
4. med 7. in 9. majem 1965 — M/L Argonavt I;
5. med 26. in 27. majem 1965 — M/L Argonavt I;
6. med 28. junijem in 6. julijem 1965 — M/L Argonavt I;
7. med 6. in 8. avgustom 1965 — M/L Zlatorog;
8. med 15. in 17. septembrom 1965 — M/L Zlatorog;
9. med 13. in 30. decembrom 1965 — M/L Rašica, kasneje preimenovana v M/L Argonavt II.

Avtor se je udeležil februarskega in decembrskega križarjenja. Na obeh potovanjih je opravljal meteorološke meritve in opazovanja ter sodeloval pri merjenju temperature morja in zajemanju vodnih vzorcev na standardnih nivojih: na površini (globina 30—50 cm) ter na vsakih 10 m globine do dna (10 m, 20 m, 30 m, ...).

V literaturi naletimo na različne omejitve severnega Jadrana. Eni dele Jadran samo na dva dela, na severni in na južni (Duplaničič, 1959; Roglič, 1962). Drugi ga dele na tri dele, na severnega, na srednjega in na južni Jadran (Melik, 1949; Smirčić, 1985). Razlike med posameznimi mejami

so neznatne. Po Melikovem mnenju omejuje področje severnega Jadrana izobata 50 m. Le-ta se nekako ujema s črto Pulj—Ancona. To je namreč predel, ki so ga alpske reke najmočneje zapolnile s svojimi nanosi.

Povodje severnega Jadrana je asimetrično. V Istri so vodotoki razmeroma kratki in malo vodnati, medtem ko so reke, ki imajo svoje povirje v Alpah in Apeninih, daljše ter bolj vodnate. Med njimi je — po dolžini rečnega toka in po vodnatosti — na prvem mestu Pad. Asimetrija vodotokov in njihovo sezonsko kolebanje vodnatosti, kar povzroča v tem delu Jadrana specifične temperaturne in slanostne razmere, je navedlo avtorja, da je skušal na osnovi podatkov o temperaturi in saliniteti v l. 1965., v primerjavi s količinami dotekajoče vode, ugotoviti, kam se širi rečna voda po izlivu v morje. Naše ugotovitve bomo dopolnili še z odkritji po l. 1965.

Podatki o temperaturi in slanosti morja so bili vnešeni v ustrezne podolžne in prečne preseke ter v geografske karte, ki so tej razpravi priložene. Karte so risane v merilu 1 : 2 500 000, a globine so 2500-krat povečane.

Žal na naših križarjenjih niso bili merjeni morski tokovi (smer in hitrost). Iz literature (R o u c h , 1948; V u č e t i ć , 1963; A l f i r e v i ć , 1965; V u č a k , 1965) zremo, da obstajajo poleg direktnih metod za ugotavljanje morskih tokov tudi indirektna metode. Pri direktnih metodah merijo smer in hitrost morskoga toka na zasidranih ladjah s ustreznimi instrumenti. Z indirektnimi metodami opazujemo biološke, fizikalne in kemične lastnosti vode ter zasledujemo njene sukcesivne spremembe. Po biološki metodi bi zasledovali žirjenje določene vrste planktona. Ta metoda daje dovolj natančne in dobre rezultate (V u č e t i ć , 1963). Pri fizikalno-kemičnih metodah pa raziskujemo temperaturo, saliniteto ali kak drug merljiv element, nakar z ustreznimi izolinijami omejujemo vodne mase z istimi lastnostmi (vrednostmi), a iz njihove oblike sklepamo na smer širjenja (gibanja) vode (R o u c h , 1948).

Temperaturna metoda je že zelo stara. Uporabil jo je že B. Franklin v drugi polovici 18. stol. za ugotavljanje nadaljevanja Zalivskega toka (Atlantski tok) na Atlantiku. Zaradi enostavnosti in zanesljivosti jo uporabljamo še danes.

Zavodu za raziskovanje morja v Portorožu se za podatke, na podlagi katerih je nastala ta študija, iskreno zahvaljujemo.

2. VERTIKALNI IN HORIZONTALNI PRESEKI TEMPERATURNIH IN SLANOSTNIH RAZMER SEVERNEGA JADRANA

Ob obali Istre je morje najbolj ohlajeno v prvih dneh meseca februarja (B e r n o t , 1959, 1966). Temu obdobju so najbližji podatki, ki so bili zbrani na križarjenju med 26. in 28. januarjem 1965. Zaradi viharja, ki je oviral delo na krovu majhne oceanografske ladje »Argonavt«, imamo podatke samo za nekaj postaj.

Močni viharji, zlasti v plitvih morjih, temeljito premešajo morsko vodo ter porušijo temperaturno in slanostno stratifikacijo. Po prestanku viharja mora poteči več dni, da se zopet uveljavi prvotna stratifikacija temperature in salinitete, kakršna je normalna za to področje in takratni letni čas (B e r n o t , 1966; K r ü m m e l , 1907).

Januarja 1965 je bila že pred viharjem ugotovljena homotermija, zato lahko podatke pred in po viharju brez posebnih pomislekov in predpostavk med seboj primerjamo.

Na vseh vertikalnih, podolžnih in prečnih temperaturnih presekih (sl. 2) potekajo izoterme — z redkimi izjemami — od površja do dna vertikalno (izotermija = homotermija). Ponekod je tanka površinska plast nekoliko hladnejša od spodnjih plasti.

Na zahodnem podolžnem preseku, med postajama »C-3« in »D-3« ter na ustreznem prečnem preseku med zahodno obalo ter nekaj vzhodnje od postaje »D-3«, oklepa izoterma 9° hladnejšo vodo Pada. Rahlo izbočenje proti vzhodu nakazuje širjenje hladnejše rečne vode (sl. 2).

Podobno, vendar nekoliko izrazitejšo sliko dotekanja in širjenja rečne vode po sev. Jadranu nam dajo slanostne razmere (sl. 3). Na zahodnem podolžnem preseku, med postajama »C-3« in »D-3«, transgredira rečna voda, ki se je že v znatni meri pomešala z morsko, proti vzhodu, kar je dokaj dobro opazno še na prečnih presekih med postajami »D-2« in »D-3« ter »C-2« in »C-3«. Na horizontalnih presekih v spodnjih plasteh širjenje rečne vode ni zaznavno. Pač pa se na površinskem horizontalnem preseku dobro vidi, do kod je že prispela rečna voda.

Prvi in zadnji dan potovanja »Argonavta«, med 25. in 27. februarjem 1965, je bilo morje mirno. Drugi dan potovanja (26. feb. 1965) je bila morska površina zaradi vetra ob prehodu hladne fronte zelo razgibana. Zato smo morali meritve in opazovanja prekiniti in se zateči v Pulj (B e r n o t, 1966). Po podatkih obalnih meteoroloških postaj je bil vihar lokalno omejen in ni bistveno učinkoval na temperaturno stratifikacijo morja, ki je v tem času najhladnejše.

Na vseh treh februarskih vertikalnih profilih je opazen učinek Pada, ki je dovajal mrzlo vodo. Na zahodnem in na srednjem preseku omejuje hladno in manj slano vodo izoterma 7°, ki se na svoji poti proti vzhodu čedalje bolj transformira (sl. 4). Širjenje hladne vode Pada proti vzhodu nakazuje tudi krivljenje izoterm površinske plasti in v globini 10 m proti vzhodu. Podobne so tudi slanostne razmere (sl. 5). Na zahodnem in na osrednjem podolžnem preseku narašča slanost proti jugovzhodu, kar tudi kaže koncentrično širjenje izohalin na površini in v globini 10—20 m.

V marcu se prične morje ogrevati. Opazna je sprememba lege izoterm na vertikalnih presekih (sl. 6). Le-te potekajo v 10 m debeli površinski plasti bolj ali manj horizontalno, v morju se pojavljajo različno ogrete plasti. To je t. i. »doba slojanja« (M a r i n k o v i ć - R o j e, 1959; V a t o v a, 1933). Mesec marec je namreč izrazito prehodno obdobje iz homotermije v slojanje, o čemer pričajo tudi podatki o temperaturi morja pri Banjolu in v Limski dragi (tab. 1).

Merjenje med 24. in 26. marcem je ugotovilo močan zaslaževalni učinek Pada. Preko sev. Jadrana teče prava »velika sladka reka« (sl. 7).

Vzrok velikega zaslaževanja je v vodnatosti rek, ki se izlivajo v severni Jadran. Žal v tabelah navedeni pretoki ne obsegajo enakega obdobja. So pa edini objavljeni podatki.

Povprečna vodnatost Pada, Brente in Adiže v marcu 1965 je razmeroma blizu dolgoletnim povprečkom. Večji odklon je le pri Adiži (70 %).

Tabela 1. Tabelarnični pregled temperature morja pri Banjolu in v Limski dragi v marcu 1961 in 1962 (B o ž i č s sodelavci 1963)

Table 1. Table revision of the sea temperature by the Banjol island and in Lim ditch in March 1961 and March 1962 (B o ž i č s sodelavci 1963)

Banjol Datum/globina	0,5 m	15,0 m	29,0 m	
3. marec 1961	10,1	10,1	10,0	
10. marec 1961	10,6	10,4	10,4	
31. marec 1961	11,4	11,4	11,4	
6. marec 1962	9,0	8,9	8,9	
19. marec 1962	8,6	8,6	3,7	

Limski draga Datum/globina	0,5 m	5,0 m	10,0 m	18,0 m
13. marec 1962	10,1	9,1	9,1	9,1

Tabela 2. Povprečni pretoki v mesecu marcu (v m³/sec)

Table 2. Average flux in March (in cubic meter per second)

Vodotok	Adiža	Brenta	Pod
Povpreček marca 1965	118	50,1	1290
Dolgoletni povpreček	152	52,1	1220
V obdobju	1951—64	1955—64	1918—64

Na vseh treh rekah je pretok vode v teku meseca naraščal ter dosegel višek v dneh, ko je naša ladja opravljala meritve. Na površinski karti izohalin za marec 1965 pade v oči koncentrično širjenje izohalin ob ustju Pada, kar dokazuje velikost zaslajevalnega učinka.

V literaturi večkrat beremo, da se voda Pada pojavlja pri Rovinju (postaja »B-1«) (Marinković-Roje, 1959; Marinković, 1958). V mesecu marcu 1965 ugotavljamo iz poteka izohalin, da se zaslayena voda ne širi naravnost proti Rovinju, temveč bolj proti jugovzhodu, proti otoku Unije. V literaturi o tej ugotovitvi ni besede. Zato lahko domnevamo: ali na gibajočo vodno maso učinkuje Coriolisova sila in odklanja vodni tok v desno, ali da manj slana voda pri otoku Unije ni voda iz Pada, temveč iz Reškega zaliva.

V aprilu 1965 se oceanografska ladja ni podala na pot. Zato sta bili v maju opravljeni dve potovanji: prvo, ki naj bi ilustriralo zamujene aprilске razmere, je bilo med 7. in 9. majem, drugo, ki reprezentira majske razmere pa med

26. in 27. majem 1965. Slika 8, ki predstavlja temperaturne razmere 7.—9. maja 1965, kaže na vertikalnih temperaturnih presekih izrazito temperaturno plastovitost. Na zahodnem in na srednjem vertikalnem profilu je plitvo jezero relativno toplejše vode, ki plava na bolj slani vodi. Tik pod njo je termoklina plast, ki je sicer tanka, vendar je padec temperature v njej zelo občuten: npr. na postaji »B-2« pade od površja (17,6°) do globine 10 m (12,2°) temperatura vode za 5,4°. Do dna (globina 30 m, temperatura 9,4°) se voda ohladi samo za 2,8°.

Pri dnu se vleče preko sredine severnega Jadrana stržen hladne vode. Ta voda je bolj slana in hladna od površinske, zato je specifično težja in se drži dna.

Izoterme na vseh horizontalnih presekih se pred delto Pada izrazito krivijo proti Rovinju. Njihova vrednost pa se proti vzhodu zmanjšuje.

Slanostne razmere v začetku maja (sl. 9) so vsaj v gornji plasti domala enake termalnim. Slanost morja v njegovem zahodnem delu z globino naglo narašča in je — predvsem ob ustju Pada — »jezero« manj slane vode plavalo na bolj slani. Med točkama »C-2« in »C-1« se je zaslajevalni učinek naglo zmanjševal, saj se izohaline strmo dvigajo proti površju. Vzrok za razmeroma šibko mešanje morske z rečno vodo je v majhnem dotoku sladke vode (tab. 3).

Tabela 3. Povprečni pretoki v maju (v m³/sec)

Table 3. Average flux in May (in cubic meter per second)

Vodotok	Adiža	Brenta	Pad
Povpreček v l. 1965	171	122	597
Povpreček 1918—1964	266	112	1630

Normalni majski pretok Pada (vodomerska postaja Pontelagoscuro) obdobja 1918—1964 znaša 1630 m³/sec, a v maju 1965 je bil samo 597 m³/sec ali le 37 % od normalnega. Zato je bil tok reke upočasnjjen in zmanjšan učinek mešanja.

Ugotovljene razmere 26. in 27. maja so skoro do potankosti podobne tem iz prve dekade tega meseca (sl. 10). Razlika je le v stopnji ogretosti celotne vodne mase, ki je bila ob koncu meseca za 2—4 stopinje višja. Temperaturna plastovitost je v morju izrazitejša. Izoterme so malodane vodoravne, v 10 m debeli površinski plasti bolj zgoščene ter kažejo lego termokline plasti.

Pomladansko temperaturno »slojanje« v morju dokazujejo tudi meritve pri otoku Banjolu in v Limski dragi (tab. 4).

Pri otoku Banjolu je bil anotermni razpored, medtem ko je 4. maja 1961 vladala v Limski dragi skoro še idealna homotermija. Dobro leto kasneje (15. maja 1962) pa je tudi v Limski dragi ugotovljena za ta čas normalna plastovitost morja.

Tabela 4. Temperatura morja pri otoku Banjolu in v Limski dragi v maju 1961 in 1962 v °C

Table 4. Sea temperature by the Banjol island and in Lim ditch in May 1961 and May 1962

Banjoli:				
Datum/globina	0,5 m	15,0 m	29,0 m	
3. maj 1961	15,8	15,2	14,0	
13. maj 1961	16,8	15,7	14,5	
25. maj 1961	16,9	16,3	15,9	
3. maj 1962	12,3	11,8	11,6	
16. maj 1962	15,6	15,5	13,5	
25. maj 1962	16,8	15,8	14,6	

Limski draga:				
Datum/globina	0,5 m	5,0 m	10,0 m	18,0 m
4. maj 1961	11,9	11,9	11,8	11,6
19. maj 1962	17,2	16,1	15,8	15,4

V normalnih razmerah je morje ob koncu maja za nekaj stopinj toplejše kakor v začetku meseca. V zadnji dekadi maja (26. in 27. maj 1965) (sl. 10) se je na površju centralnega dela severnega Jadrana izoblikovalo obsežno jezero relativno toplejše vode (omejuje ga izoterma 18°). Tak raspored različno ogrete vode ob koncu maja je nasproten ugotovitvam v literaturi (Melik, 1949) in je v zvezi z močno zmanjšanim dotokom rečne vode v maju 1965. Povprečni majski pretok Pada v obdobju 1918—1964 je znašal 1630 m³/sek, v maju 1965. leta pa samo 597 m³/sec, (dobra 1/3 normalnega pretoka). Podobne razmere so vladale tudi na Adiži, Brenti, Piavi, Tilmentu in Soči (Annali idrologici, 1965, 1966).

Ob drugem majskem križarjenju (sl. 11) se je slanost skoro na celotnem severnem Jadranu zvišala zaradi upada vodnatosti Pada. Dne 20. maja 1965 je znašal njegov pretok pri Pontelagoscuro samo 343 m³/sec (= 21 % od dolgotrajnega povprečnega pretoka v maju). Proti koncu meseca se je vodnatost Pada sicer nekoliko zvišala, vendar na slanost morja ni bistveno učinkovala.

Oscilacija slanosti v spodnjih plasteh morja je bila neznatna. V glavnem je bila slanost pridnene vode blizu oziroma nekoliko nad 38 ‰.

Posledica upadanja vodnatosti pritokov severnega Jadrana je ta, da je na karti izohalin površinske vode viden samo še jezik manj slane vode (omejuje izohalina 35 ‰). Zaradi dolgotrajnega nizkega vodostaja Pada se je zmanjšala hitrost dotekanja in razlivanja rečne vode (transgresija — dilatacija) ter pomikanje vode proti vzhodu. Povečalo pa se je mešanje s spodnjimi plastmi morske vode. Zato so v globini 20 in 30 m slanostne razmere bolj izenačene (okoli 38 ‰).

Poleti sta bili opravljene dve potovanji: prvo na prehodu junija v julij (28. junij—6. julij), drugo pa z ladjo »Zlatorog« med 6. in 8. avgustom.

Tudi za dneve ob koncu junija ter v začetku julija 1965 ugotavljamo, da potekajo izoterme na podolžnih in prečnih vertikalnih presekih horizontalno (doba slojanja). Temperatura morja se znižuje od površja proti dnu (anotermija) (sl. 12).

Plast enako ogrete vode v vzhodnem delu obravnavanega področja je debelejša kot na zahodu, najverjetneje zaradi dotoka rečne vode, ki je v juniju še razmeroma hladna, saj je to v bistvu snežnica iz Alp. V času, ko se v celoti cirkulacijski sistem atmosfere premakne proti severu in le skrajni južni deli polarne fronte obdobjno motijo mirno sončno vreme (Chromov, 1942), pride v obalnem pasu do dnevne izmenjave zraka med kopnim in morjem.

O normalnosti anotermičnega razporeda v morju v juniju pričajo tudi podatki pri Rovinju in v Limeski dragi (tab. 5 in 6). Na površinskem horizontalnem preseku med 28. junijem in 6. julijem je največja temperaturna heterogenost. Med Tržaškim zalivom in Rovinjem spremlja obalo širok pas tople vode (obdaja izoterma 22°). Ob zahodni obali, od Benetk mimo delte Pada pa se širi pas hladnejše vode, ki ga na vzhodu omejuje izoterma 21°. Zelo ostra je temperaturna meja proti srednjemu Jadranu, kjer so izoterme 20°, 23° in 24° zgoščene. V globini 10 m (kot preje na površju) je vzhodna polovica toplejša od zahodne (potek izoterm v meridionalni smeri). Porast temperature od zahoda proti vzhodu je omejen na razmeroma ozko področje (20—25 km). Tak temperaturni razpored razlagajo s cirkulacijo vode v severnem Jadranu. Ob vzhodni obali morski tok dovaja toplo vodo iz srednjega Jadrana. Po izbočenosti izoterm v predelu jugovzhodno od ustja Pada pa sklepamo na prodiranje hladnejše vode proti vzhodu (na črti Fano—Unije). Podoben temperaturni razpored ugotavljamo tudi na horizontalnih presekih v globini 20 in 30 m.

Na zahodnem podolžnem preseku je močna transgresija sladke vode v gornji, 10 m debeli plasti (sl. 13). Močno zaslanjena voda, ki doteka od Severnoitalske nižine, ne sega niti do centralnega podolžnega profila. Na najsevernejšem prečnem profilu je znižanje salinitete najmočnejše blizu Benetk, znižala se je celo pod 30 ‰. Slanost se povečuje proti srednjemu Jadranu in od zahoda proti vzhodu. Saliniteta pridenih plasti je najvišja (v glavnem preko 38 ‰).

Zadnje poletno oceanografsko križarjenje je bilo med 5. in 8. avgustom. V prvi dekadi avgusta je morje ob slovenski obali najbolj ogreto (Bernot, 1966). Potek izoterm na vseh prečnih in podolžnih presekih je bil bolj ali manj horizontalen (sl. 14). Na vzhodnem, zlasti pa na srednjem podolžnem vertikalnem profilu se od severozahoda proti jugovzhodu izoterme polagoma spuščajo v globino. Torej so plasti enako tople vode na prehodu v srednji Jadran debelejša kot ob severnoitalijanski obali. Na zahodnem in na centralnem podolžnem preseku se odraža na površini približno 5 m debela plast tople vode (omejuje jo izoterma 25°). Pod njo se morje sprva počasi ohlaja (redke izoterme), v globini 10—20 m pa so izoterme zgoščene (termoklina plast) (Bernot, 1959). V trikotniku med Puljem, Benetkami in Savudrijo je bilo morje najhladnejše, le ustje Tržaškega zaliva delno zapira izoterma 24°. Da je morje v tem predelu

Tabela 5. Temperatura morja pri otoku Banjolu v juniju in juliju 1957—1960
 Table 5. Sea temperature by the Banjol island in June and in July 1957—1960

Datum/globina	0 m	15 m	29 m
1. junij 1957	16,0	14,3	13,9
7. junij 1957	17,9	17,4	15,2
15. junij 1957	18,9	16,3	15,3
20. junij 1957	22,7	19,7	16,8
27. junij 1957	21,2	17,1	15,6
3. julij 1957	23,3	20,8	17,5
12. julij 1957	22,9	19,7	17,5
19. julij 1957	22,4	20,4	18,1
26. julij 1957	23,6	21,6	17,7
3. junij 1958	20,2	16,4	14,8
14. junij 1958	20,8	16,9	13,8
24. junij 1958	21,8	18,7	14,7
2. julij 1958	22,8	18,2	17,2
11. julij 1958	22,8	20,5	17,3
16. julij 1958	24,2	21,0	18,0
22. julij 1958	23,5	22,2	16,2
29. julij 1958	24,6	21,4	16,7
4. junij 1959	18,4	17,6	15,6
13. junij 1959	18,4	17,4	17,5
9. julij 1959	23,3	17,5	16,9
17. julij 1959	24,9	18,8	15,5
24. julij 1959	24,2	17,4	16,6
14. junij 1960	21,8	16,7	15,6
28. junij 1960	22,2	19,7	17,0
5. julij 1960	21,5	20,0	17,0
11. julij 1960	22,1	19,3	17,9
18. julij 1960	23,2	20,9	18,2
28. julij 1960	22,5	21,4	19,0

Tabela 6. Temperatura morja v Limski dragi v juliju 1957—1960
 Table 6. Sea temperature in the Lim ditch in July 1957—1960

Datum/globina	0 m	5 m	10 m	18 m
15. julij 1957	24,4	21,5	20,4	19,3
17. julij 1958	22,5	20,3	20,0	16,4
25. julij 1958	24,3	23,6	22,2	18,0
21. julij 1959	25,3	21,9	21,0	17,2
21. julij 1960	24,9	21,9	20,8	18,9

toplejše, sklepamo po temperaturah morja pri Kopru dne 8. avg. 1965 (25,9°). V Trstu je bila pa 24,8° (Bernot, 1959; Annuario 1966).

Med delto Pada in obalo Istre je na horizontalnem temperaturnem preseku v globini 10 m obsežno homotermno področje, ki ga na severu obdaja hladnejša, na jugu pa toplejša voda. Na prečnem profilu »A« se temperatura spreminja na majhne razdalje, kar sklepamo iz sinusoidne oblike izoterme 23°. V globini 20 in 30 m so izoterme bolj razgibane, v glavnem prevladuje meridionalna smer, a temperatura vode narašča od zahoda proti vzhodu.

Potek izohalin v avgustu 1965 se na vertikalnih prečnih in podolžnih presekih malo razlikuje od stanja iz junija v julij 1965 (sl. 15). Ob zahodnem profilu je slanost površinske vode manjša, ob vzhodnem večja. Vmesni podolžni profil predstavlja prehodno fazo. Dasi je Pad v tem letnem času manj vodnat, se — v ožjem pasu — kljub temu pozna njegov razredčevalni učinek na zmanjšanje slanosti. Večja ukrivljenost izohalin proti vzhodu samo dokazuje, do kam je segel učinek povečanega dotoka rečne vode, medtem ko zakrivljenost izohalin v južnem delu severnega Jadrana dokazuje nasprotno, tj. prodiranje slane vode od vzhoda proti zahodu.

Tudi v avgustu je slanost pridnene vodne plasti bolj enakomerna, brez večjih razlik med posameznimi predeli.

V globini 10 m je voda v vzhodni polovici sev. Jadrana bolj slana kot na zahodu. Izohalina 38 ‰ je na prehodu v srednji Jadran. V globini 20 m je areal manj slane vode (saliniteta pod 37 ‰) omejen na področje ob delti Pada, pas bolj slane vode (saliniteta preko 38 ‰) pa sega iz srednjega Jadrana do Puija. V globini 30 m zaliva celotno področje voda, katere slanost je večja od 38 ‰. Samo ob delti Pada je manjši areal rahlo zaslažene vode (saliniteta pod 38 ‰).

Septembra se morje na površju ohlaja, medtem ko se v spodnjih plasteh še ogreva. Temperaturne razlike med površinsko in pridneno vodo se zmanjšujejo. Izoterme na vertikalnih temperaturnih presekih postajajo bolj strme (sl. 16). Plast tople vode ob vzhodni obali je debelejša od enako ogrete ob italijanski obali. Nedvomno je tudi v tem primeru razpored, oz. potek izoterm posledica splošne vodne cirkulacije v Jadranu: dotokanje toplejše vode ob vzhodni obali in otekanje hladnejše in nekoliko manj slane vode v nasprotno smer ob zahodni obali. Na severnem obrobju ne sega učinek zaslaževanja morja daleč na odprto morje. Vzrok za to je znatno manjša vodnatost rek, nekaj pa rotacija Zemlje (Sverdrup s sodel., 1955; Krümmel, 1907). Pa tudi morski tok, ki je v tem predelu usmerjen proti zahodu, preprečuje sladki vodi širjenje proti odprtemu morju.

Tudi maloštevilni podatki o temperaturi morja, ki so bili izmerjeni pri otoku Banjolu in v Lirski dragi v septembru 1963 in 1964, pričajo o tem, da se temperaturna razlika med površinsko in danjo vodo manjša, posledica česar je nastanek popolne homotermije (tab. 7).

Po področjih in v isti globini se temperature najmanj razlikujejo v globini 10 m. Med najhladnejšo vodo (postaja »A-4«), v bližini Benetk in najtoplejšo vodo (postaji »C-2« in »C-3«) jugovzhodno od delte Pada je razlika komaj 1°. Na površju in v globini 20 m znaša razlika med najhladnejšo in najtoplejšo vodo 3°, v globini 30 m pa 4,7°. Na površju je morje najhladnejše ob severnoitalski

Tabela 7. Temperatura morja pri otoku Banjolu in v Linski dragi v septembru 1963 in 1964

Table 7. Sea temperature by the Banjol island and in Lim ditch in September 1963 and September 1964

Banjol Datum/globina	0 m	15,0 m	29,0 m	
24. sept. 1963	22,7	19,7	16,9	
22. sept. 1964	21,7	19,4	—	

Limska draga Datum/globina	6 m	5,0 m	10,0 m	18,0 m
23. sept. 1963	22,6	22,1	20,2	18,0
10. sept. 1964	22,9	23,0	22,7	21,2

obali pri ustju Piave (postaja »D-1« = 22,0°). Temperaturni gradient je le ob severni obali (na prečnem preseku »A«), kajti tam se temperatura občutneje spremeni, medtem ko je skoro celotno ostalo področje brez temperaturne razlike. V globini 10 m so temperaturne razlike tako majhne, da skoro ne moremo vrisati izoterm. Drugačna sta preseka v globini 20 in 30 m. Močna koncentracija izoterm v centralnem delu namreč dokazuje izdatno spremembo temperature na majhne razdalje. Področje toplejše vode je na vzhodu, področje hladnejše vode je na zahodni strani. Izoterme v spodnjih plasteh bi se dalo do neke mere razložiti s splošno cirkulacijo sev. Jadrana, medtem ko bo vzrok za skoro idealno izotermijo v gornji, 10 m debeli plasti, treba iskati drugod. Mogoče je močan veter premešal površinsko plast in jo na ta način »termično homogeniziral«, za kar pa meteorološki postaji Koper in Trst ne govorita. Mogoče je bil vihar le na odprtem morju (primerjaj: B e r n o t , 1965).

Slanost morja je bila predvsem v zahodnem delu, na skrajnem severnem prečnem preseku, nižja kot v kateremkoli prehodnem mesecu. Na postaji »A-3« se je v površinski plasti znižala celo pod 28 ‰, kar izpričuje močan dotok vode iz Alp (sl. 17). Ostali vertikalni prečni preseki dokazujejo povečan dotok rek, ki se izlivajo v zahodnem delu severnega Jadrana, predvsem Pad.

V mesecu septembru se vodnatost rek, ki se izlivajo v severni Jadran, običajno zelo zniža. Septembra 1965 je bila zaradi obilice padavin vodnatost velika (tab. 8), zato se je v širokem pasu vzdolž Italije slanost morja zelo znižala. V tem času se je zopet močneje pojavila »široka velika zasledena reka«. Iz poteka izohalin je razvidno, da ne teče proti Rovinju, temveč proti Pulju. Vzrok za ta odstop ni znan. S severnega dela srednjega Jadrana se širi namesto običajne izohaline 38 ‰ izohalina 37 ‰. Tudi tod je bilo morje v septembru 1965 manj slano, kar se ujema s prejšnjimi ugotovitvami o spreminjanju površinske slanosti morja ob vzhodni obali Jadrana v toku leta.

Tabela 8. *Povprečni pretoki v mesecu septembru v m³/sec*
 Table 8. *Average flux in September (in cubic meter per second)*

Vodotok	Adiža	Brenta	Pad
Povpreček 1965	548	218	2630
Dolgoletni povpreček	213	61,1	937
v obdobju	1951—64	1955—64	1918—64

Zgoščenost izohalin v centralnem in južnem delu severnega Jadrana kaže, do kam je segel zaslajevalni učinek Pada, oz. kje se mešata zaslayena voda severnega Jadrana s slano vodo, ki doteka iz srednjega Jadrana. Smer gibanja obeh različno slanih vodnih mas pa razberemo iz oblike izohalin: v srednjem delu severnega Jadrana teče voda proti vzhodu, oz. vzhodu-jugovzhodu, v južnem pa proti zahodu. Enak razpored je v globini 10 m, vendar so razlike znatno manjše. Celo v globini 20 m opažamo, predvsem ob ustju Pada, še sledove »velike sladke reke«. Prvtako obliva manj slana voda še obalo Severnoitalijanske ravnice. V globini 30 m je sredi severnega Jadrana področje z bolj slano vodo (preko 38 ‰).

Za meseca oktober in november l. 1965 nimamo podatkov, ker »Argonavt« zaradi okvare glavnega ladijskega stroja ni mogel na pot. Podatki o temperaturi in slanosti so na razpolago samo še za mesec december 1965. Potovanje ladje »Rašica« je trajalo od 13.—28. decembra 1965, vendar je na področju, ki ga obravnavamo, opravila meritve dne 26. in 27. dec. 1965.

Decembra je morje že zelo ohlajeno. Tiste dni je vladala v pretežnem delu sev. Jadrana homotermija. Le ob zahodnem podolžnem preseku so bile razlike v temperaturi površinske in pridnene vode (sl. 18), vendar minimalne. K tako izraziti homotermiji je v veliki meri prispevalo slabo vreme. Burja in jugo sta se izmenjavala in le malo je bilo ugodnega, mirnega vremena oz. morja, da je bilo možno opraviti meritve na posameznih postajah. Valovanje je premešalo vodo, kljub temu je v območju postaje »B-3« očitno znižanje salinitete (sl. 19).

Zaradi valov tudi pridnena voda nima visoke slanosti, saj je povsod pod 28 ‰. Kljub močni premešanosti morja Pad močno zniža slanost, medtem ko zaslajevalni učinek rek, ki imajo svoja ustja med Trstom in Benetkami, ni opa-

Tabela 9. *Povprečni pretoki v mesecu decembru v m³/sec*
 Table 9. *Average flux in December (in cubic meter per second)*

Vodotok	Adiža	Brenta	Pad
Povpreček 1965	125	42,1	1150
Dolgoletni povpreček	185	80,5	1970
v obdobju	1961—64	1955—64	1918—64

zen. Izohaline potekajo zato v glavnem v meridionalni smeri in se le ob delti Pada nekoliko izbočijo.

Slanost površinske vode je v normalnih razmerah ob italijanski obali najmanjša v decembru (Scaccini, 1956; Scacc'ni-Citadelli, 1956, 1957, 1962). V našem primeru pa je zaradi zmanjšanega dotoka rečne vode v sev. Jadran (v dec. 1965), bila slanost površinske vode višja.

V globini 10 m je še rahlo zaznaven »zametek velike zaslake morske reke«, medtem ko v naslednjih dveh nivojih (20 in 30 m) ni več razlik v slanosti. Od srednjega Jadrana sega na obravnavano področje jezik malo bolj slane vode.

V splošnem ugotavljamo, da so vse spremembe salinitete severnega Jadrana odvisne od vodnatosti rek, ki se vanj izlivajo ter od splošne cirkulacije vode v tem delu Jadrana.

3. ZAKLJUČKI

Iz razporeda temperature in slanosti morja je možno ugotavljati morske tokove. Na severnem Jadranu imamo ob vsej italijanski obali močen dotok sladke vode, medtem ko je dotok sladke vode ob obali Istre zanemarljivo majhen. Skupna množina vode, ki jo dovajajo vodotoki v severni Jadran med ustjem Pada in Ancono je komaj 6 ‰ povprečne letne množice Pada, zato je učinek teh vodotokov na stopnjo zaslake morja v tem predelu Jadrana zelo majhen (M. Scaccini-Cicatelli, 1956). Večji so vodotoki v severni Jadran med Trstom in delto Pada. Skupni povprečni letni pretok Adiže in Brente znaša 296 m³/sec, kar je 20 ‰ povprečne letne množine Pada. Če predpostavimo, da vodotoki med Trstom in delto Pada dovajajo v morje povprečno 200 m³/sec vode, potem se zviša skupni dotok vode na ca. 500 m³/sec, kar je 34 ‰ povprečne letne množine vode, ki jo v istem času dovede Pad. Če upoštevamo še množino vode, ki priteče iz Istre, se odstotek nekoliko spremeni. Povprečni letni pretoki znašajo: za Rižano 5,0 m³/sec, za Dragonjo 1,6 m³/sec. Po Soči priteče v morje povprečno ca. 118 m³/sec (podatki Hidrometeorološkega zavoda SRS), po Mirni 17,5 m³/sec (Nožina, 1973). Po naštetih vodotokih priteče torej okoli 142 m³/sec sladke vode. Če prištejemo še množino vode, ki se izliva v sev. Jadranu med ustjem Soče in delto Pada (ca. 500 m³/sec), se v časovni enoti izlije v morje še 642 m³/sec, kar je 43 ‰ one množine vode, ki jo v istem času dovede v severni Jadran Pad.

S temperaturami smo širjenje vode Pada lahko zasledovali le tedaj, ko je med rečno in morsko vodo bila zaznavna temperaturna razlika. Metoda ugotavljanja smeri morskoga toka na osnovi podatkov o saliniteti je v našem primeru uporabnejša, saj skozi vse leto ne odpove.

Podatke, dobljene po obeh metodah, smo vgradili v že obstoječo shemo cirkulacije vode severnega Jadrana. Čim dospe voda Pada v morje, pride do njene dilatacije. Zato se ji zmanjša hitrost. Razlivanje rečne vode ni pahljačasto, temveč zaradi morskoga toka in Coriolisove sile nekoliko deformirano. Zato glavnina vode ne teče proti vzhodu, temveč proti jugovzhodu, kar razberemo iz izolinij temperature in slanosti, ki so nekoliko odklonjene (razpotegnjene proti jugovzhodu). Podoben primer, oziroma razpred izohalin navaja Krümm-

me l (1907) za področje ob izlivu Konga v Atlantik. Tamkaj so izohaline zaradi dominantnega Benguelskega toka razvlečene proti severu.

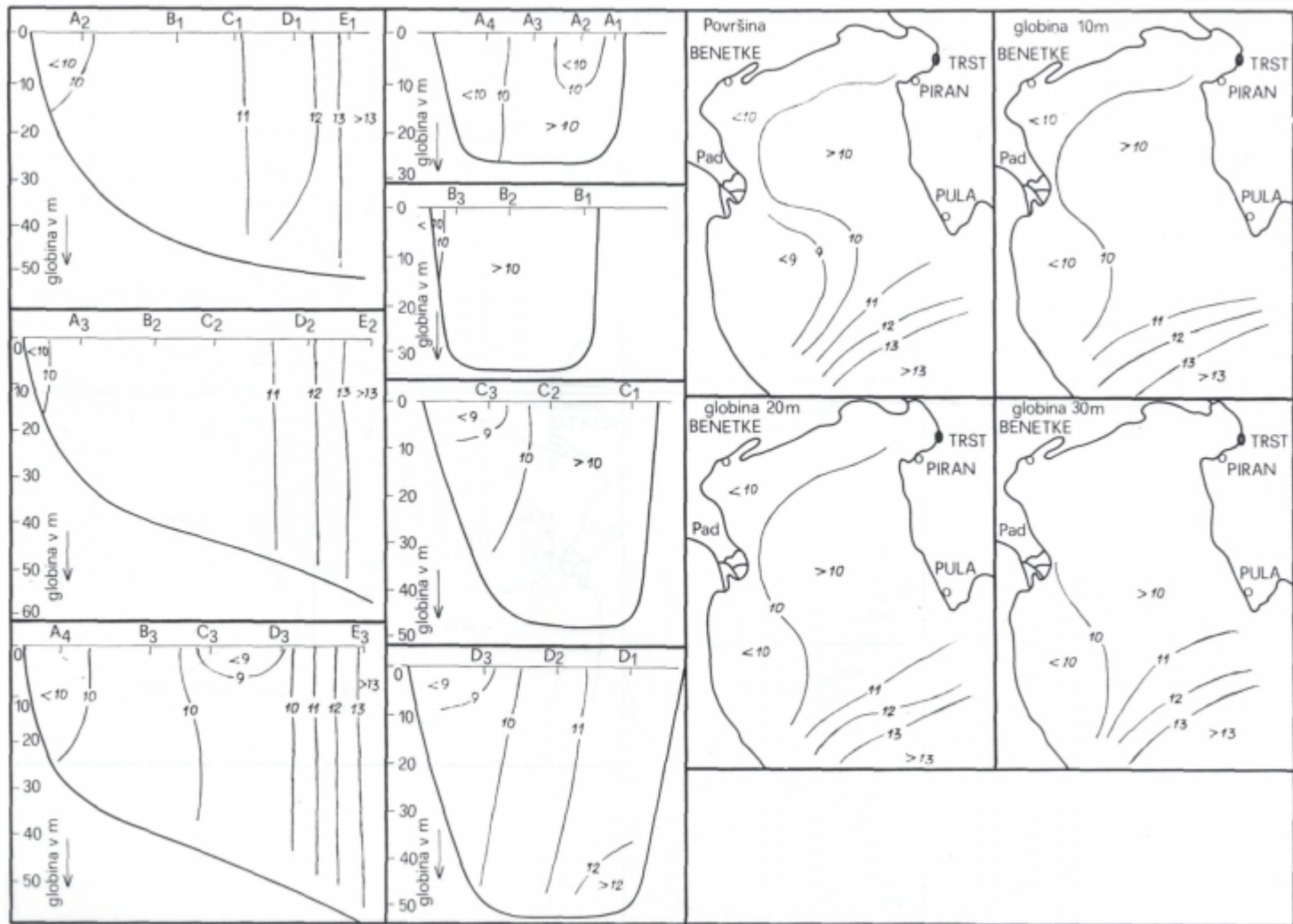
Če za zaključek vnesemo na ustrezni karti črte, ki tečejo od ustja Pada proti točki maksimalnega izbočenja izolinij proti vzhodu, dobimo sliko, ki ju predstavljata karti št. 20 in 21. Po eni in drugi metodi je šop rezultat zgoščen v pasu med prečnima profiloma »B« in »C«. Dolžina puščice pa predstavlja, do kam je segal največji učinek rečne vode na temperaturo in saliniteto površinske vode. Na osnovi tega prikaza upravičeno sklepamo, da se od ustja Pada proti obali Istre predvsem med Rovinjem in Puljem, širi voda, ki jo dovaja Pad. Opisana dilatacija in transgresija rečne vode je neposredno odvisna od vodnatosti Pada. Zato v danem primeru, zlasti kadar je Pad zelo vodnat, govorimo o močni transgresiji rečne vode, morda celo o morskem toku, ki je usmerjen proti vzhodu.

Točnost našega sklepa potrjuje tudi navedba v literaturi. Tako se je voda Pada pojavila pri otoku Banjolu pri Rovinju dne 20. junija 1957 in dne 22. maja 1958. Ugotovili so jo z zmanjšano saliniteto in zmanjšano prozornostjo morja s Seccijevo ploščo (M a r i n k o v i ć - R o j e, 1959).

G. Jerlov (1958) je zasledoval širjenje v Padovi vodi suspendiranih delcev. Ugotovil je, da se trdni delci, ki jih nosi Pad s seboj, usedajo v smeri rezultat (sl. 20 in 21). Najprej se usedejo na dno večji in težji delci, naprej, proti vzhodu pa vedno drobnejši.

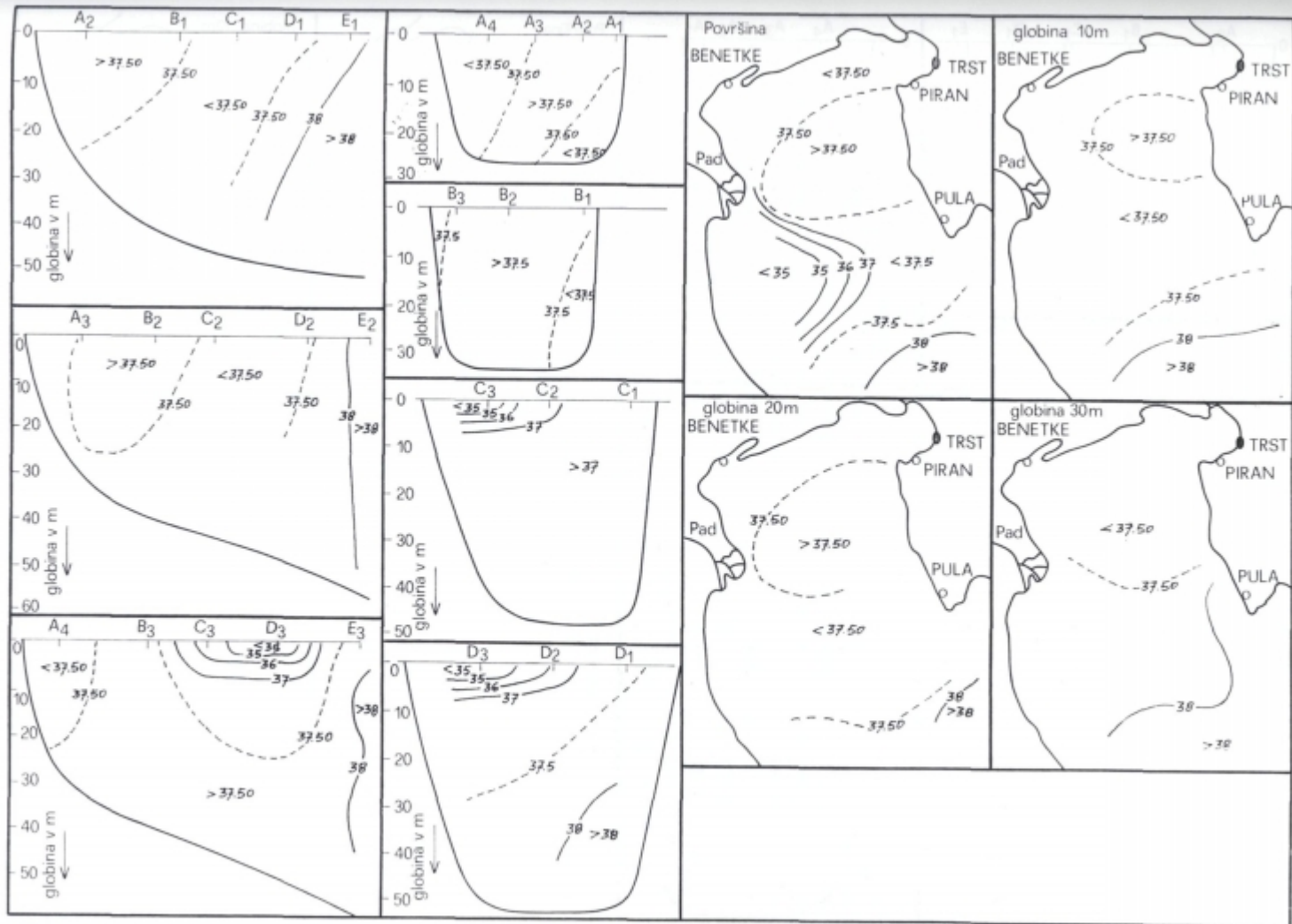
Kasnejše raziskave sedimentov Jadrana o katerih poročata v a n S t r a t e n, 1970 in S t i p a n i č e v, 1981, povzema pa jih V u č a k, 1985, potrjujejo v severnem Jadranu ugotovitve J e r l o v a.

Naša ugotovitev, da teče od ustja Pada proti Rovinju plitev površinski morski tok, čigar voda je manj slana od okoliške vode (zato smo ga preje nazvali tudi »velika morska reka« ali »velika sladka reka«), se dobro ujema z najnovejšimi ugotovitvami V u č a k a, 1985, ki navaja v disertaciji: »Karta rezidualnih tokov jasno kaže, da voda reke Po nadaljuje svoj tok od ustja proti vzhodu. Ta tok pa se pred istrsko obalo razdvaja in severno formira ciklonalno cirkulacijo, a južno anticiklonalno cirkulacijo, ki je nasprotna trendu strujanja.«

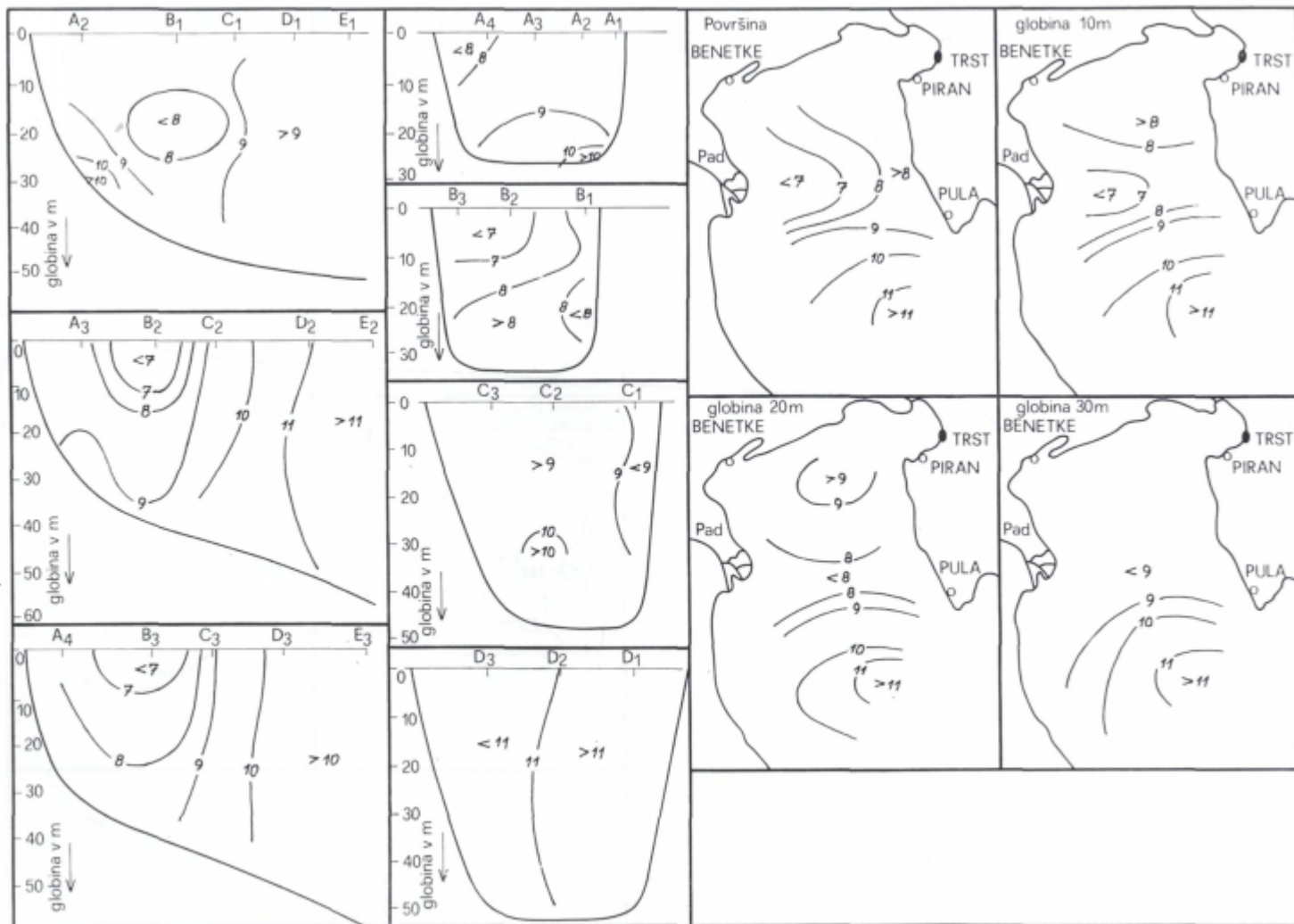


Sl. 2. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer (v °C) severnega Jadrana med 26. in 28. jan. 1965.

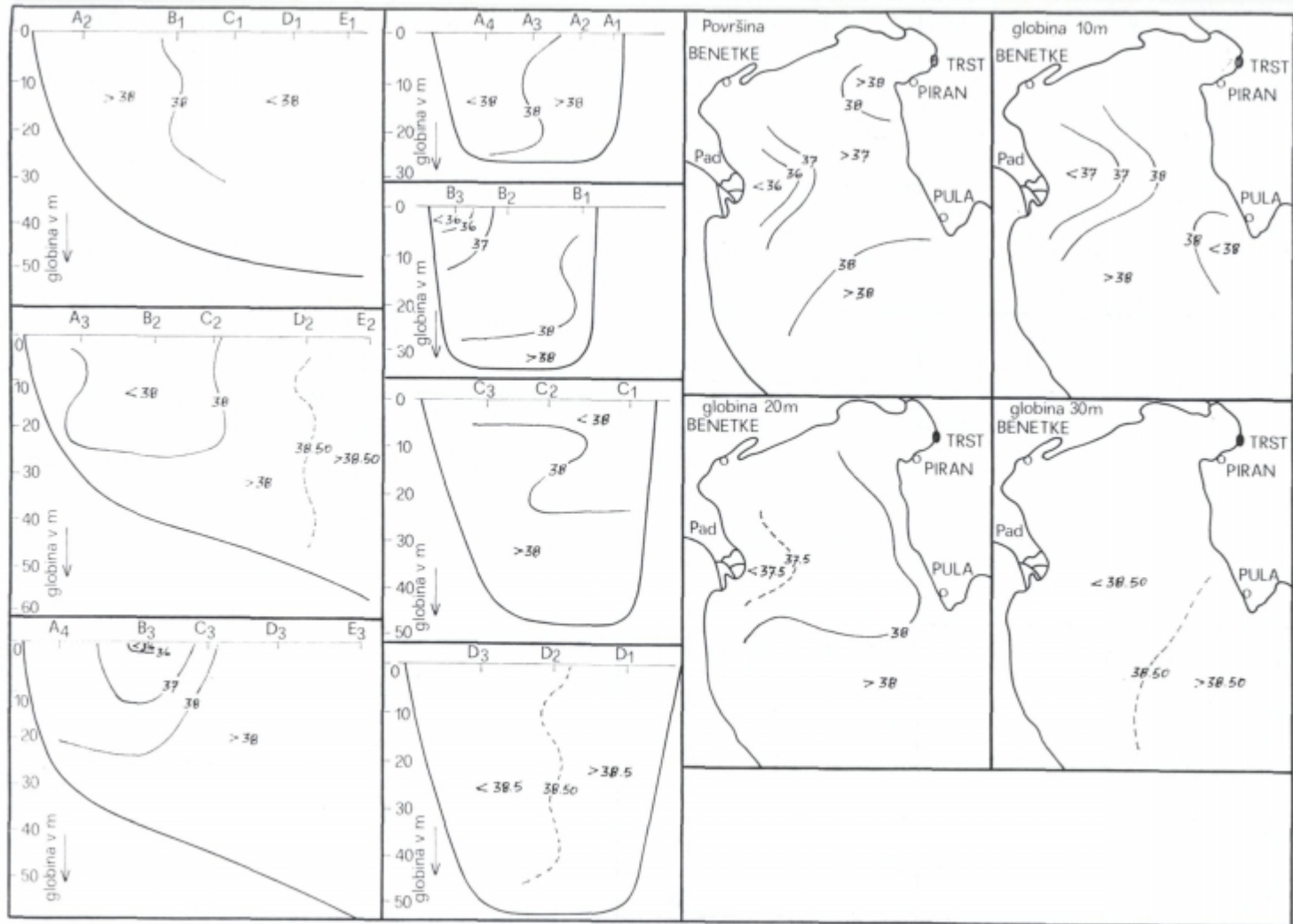
Fig. 2. Vertical and horizontal profiles of temperature conditions of the North Adriatic from 26. to 28. of January 1965.



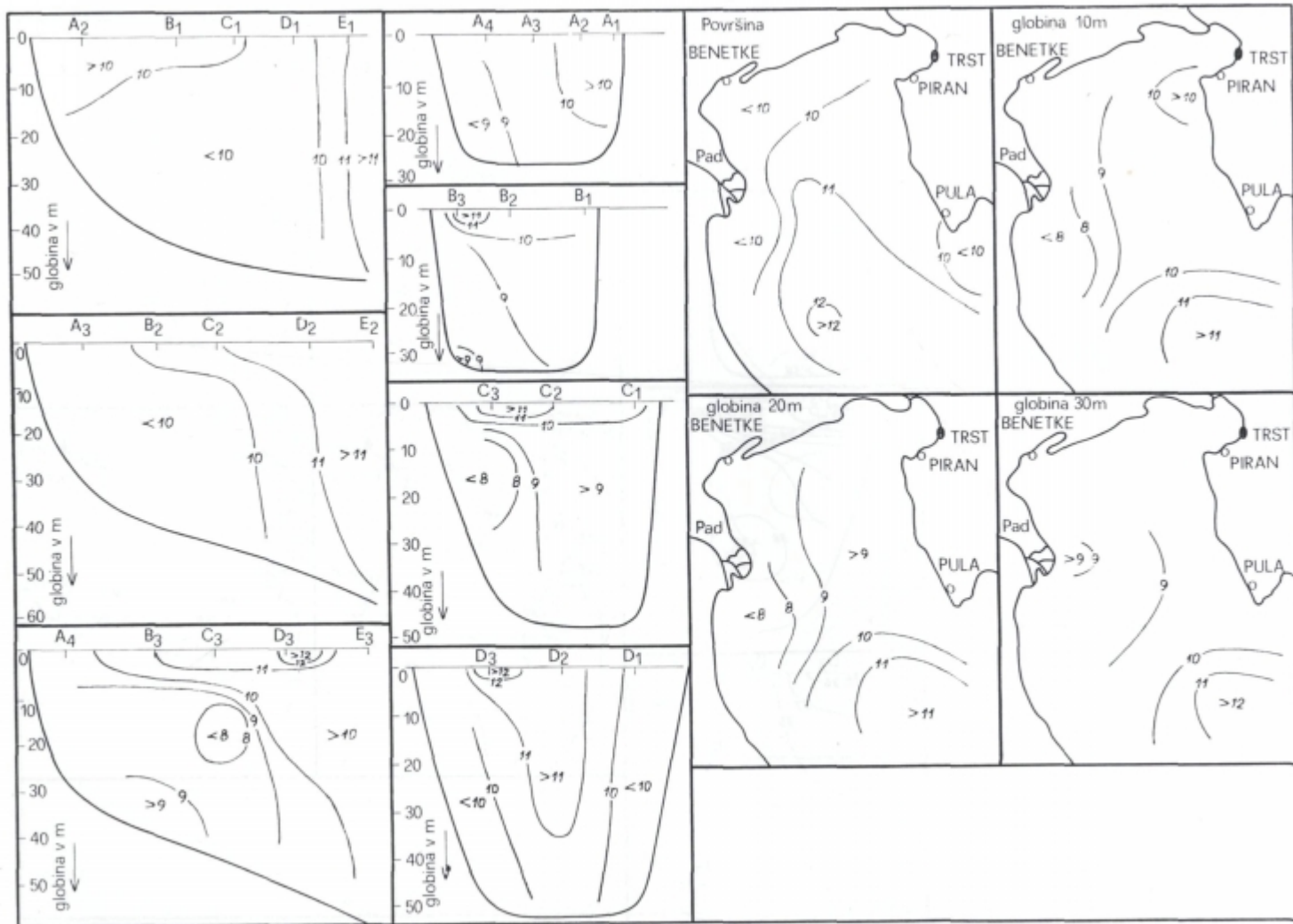
Sl. 3. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 26. in 28. jan. 1965.
 Fig. 3. Vertical and horizontal profiles of salinity condition (in promiles) of the North Adriatic from 26. to 28. of January 1965.



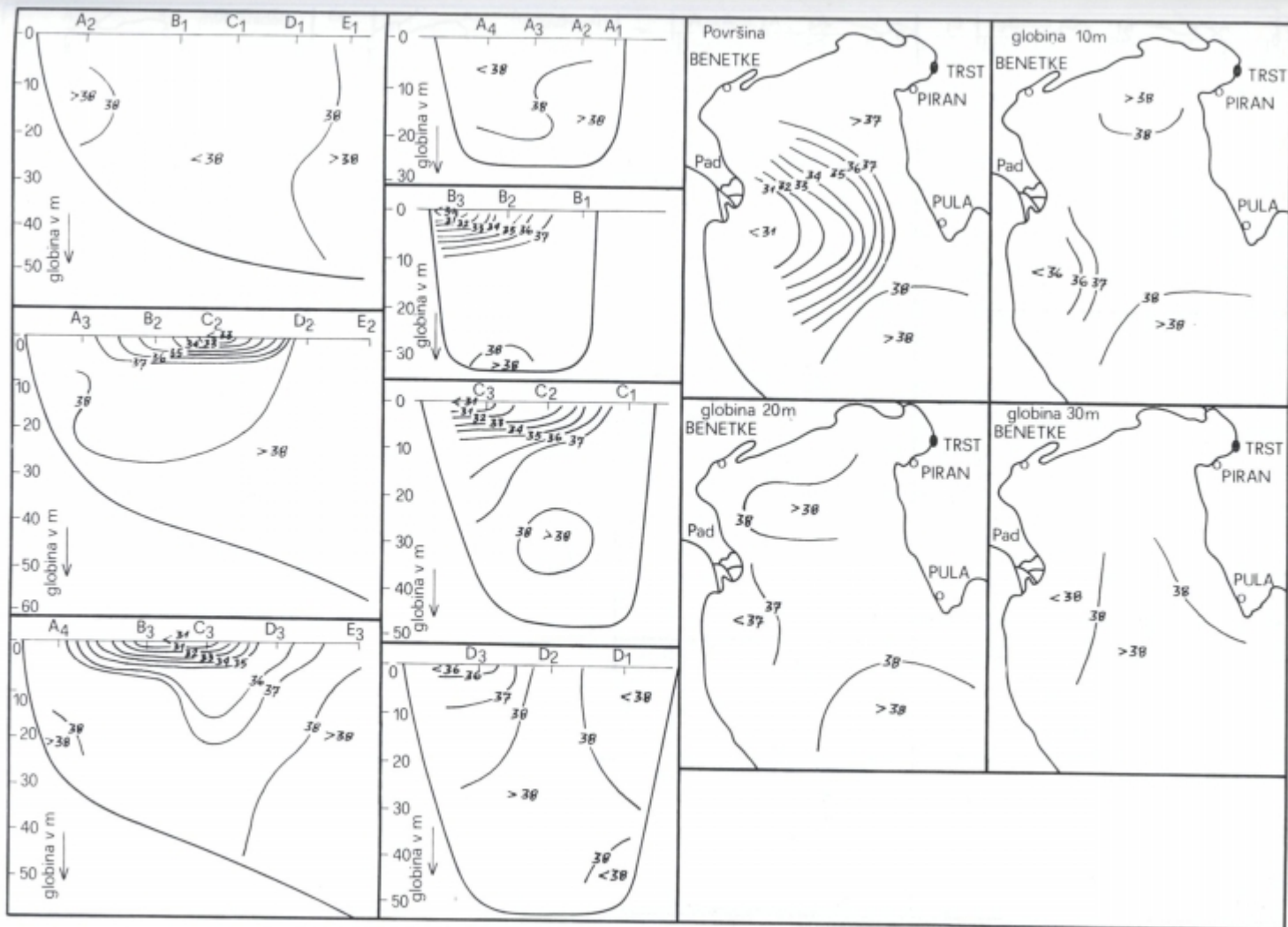
Sl. 4. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer (v °C) severnega Jadrana med 25. in 27. febr. 1965.
 Fig. 4. Vertical and horizontal profiles of temperature conditions of the North Adriatic from 25. to 27. of February 1965.



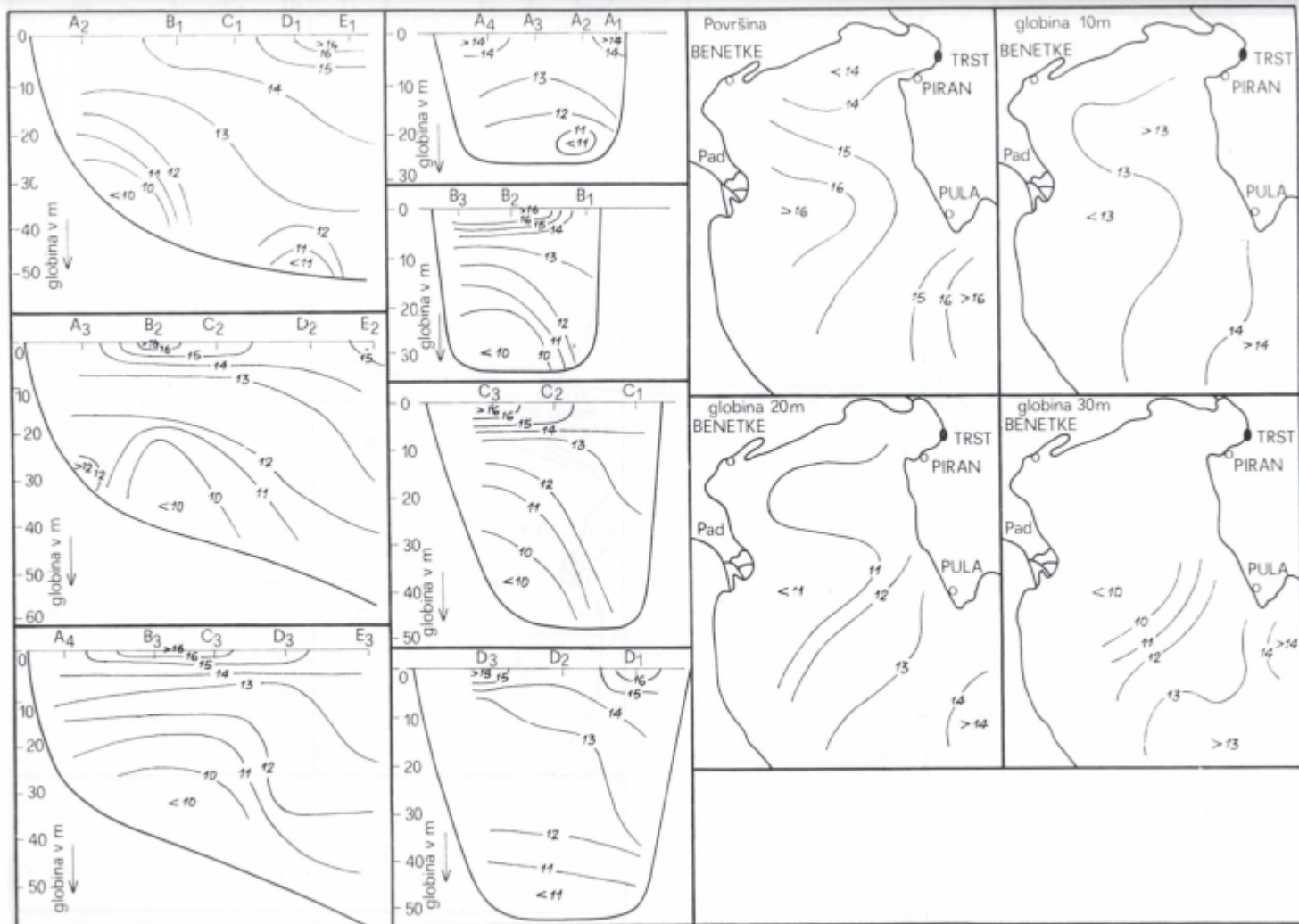
Sl. 5. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 25. in 27. feb. 1965.
 Fig. 5. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 25. to 27. of February 1965.



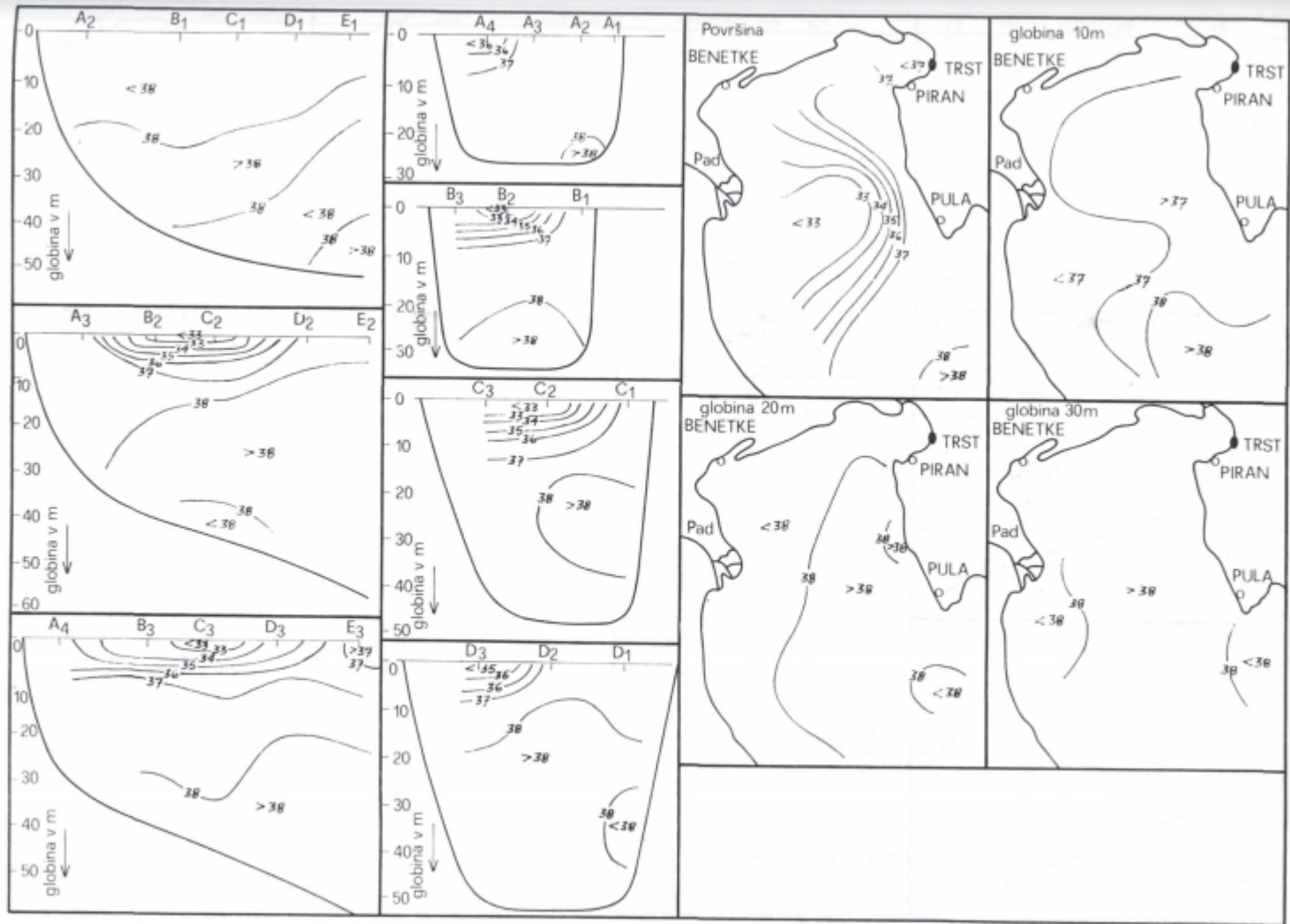
Sl. 6. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer (v °C) severnega Jadrana med 24. in 28. marcem 1965.
 Fig. 6. Vertical and horizontal profiles temperature conditions of North Adriatic from 24. to 28. of March 1965.



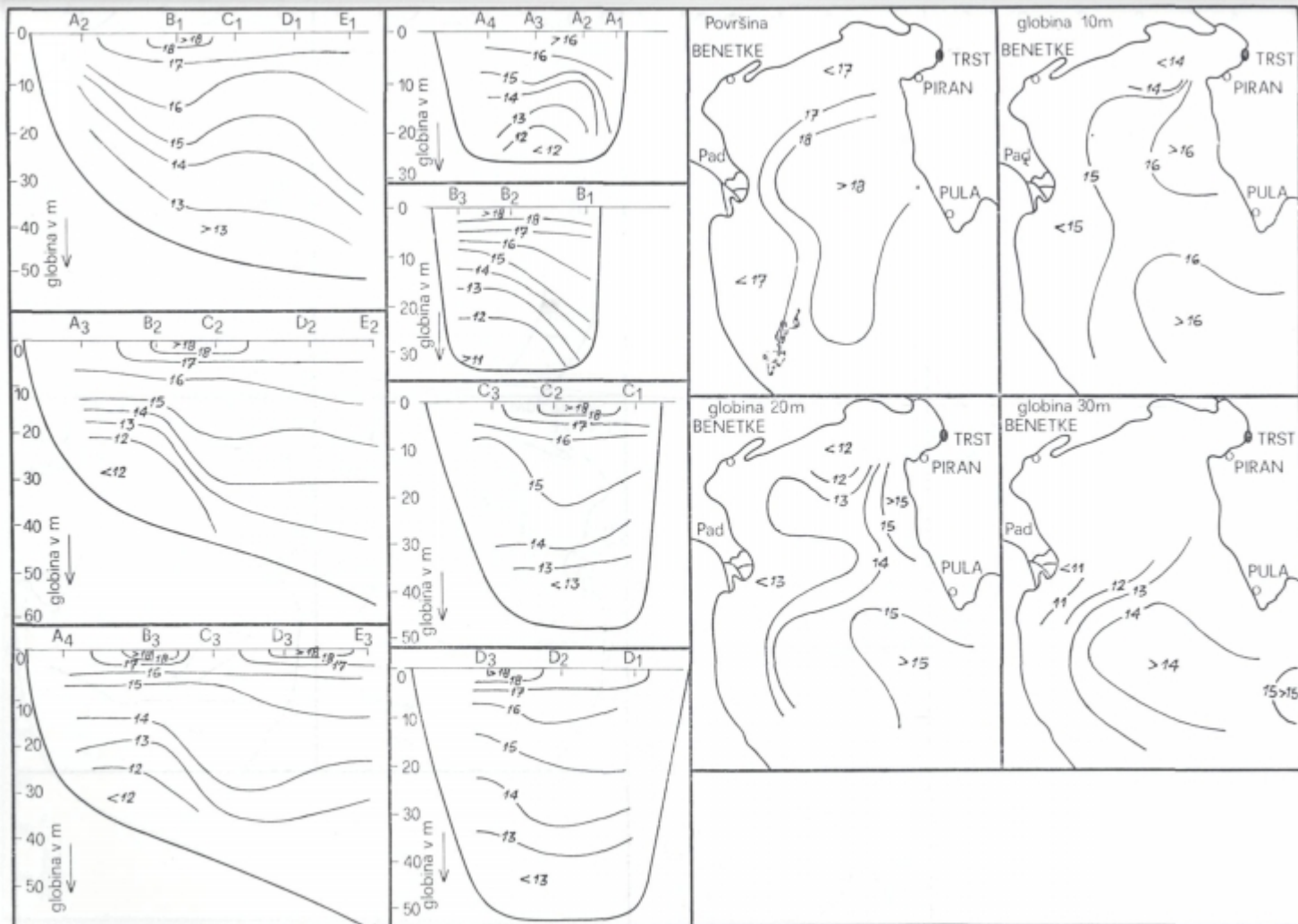
Sl. 7. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 26. in 28. marcem 1965.
 Fig. 7. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 26. to 28. of March 1965.



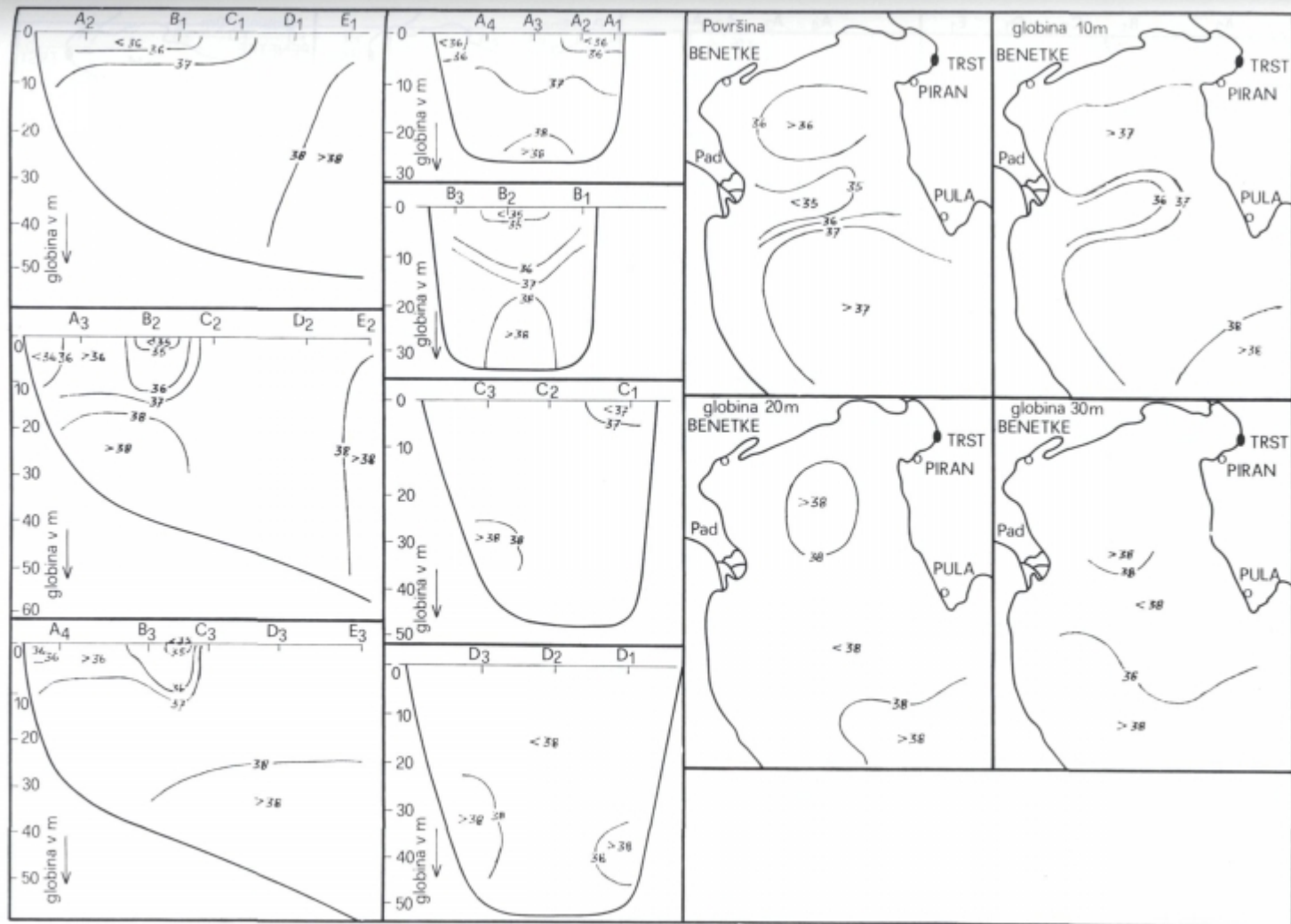
Sl. 8. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer (v° C) severnega Jadrana med 7. in 9. majem 1965.
 Fig. 8. Vertical and horizontal profiles temperature conditions of North Adriatic from 7. to 9. May 1965.



Sl. 9. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 7. in 9. majem 1965.
 Fig. 9. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 7. to 9. May 1965.

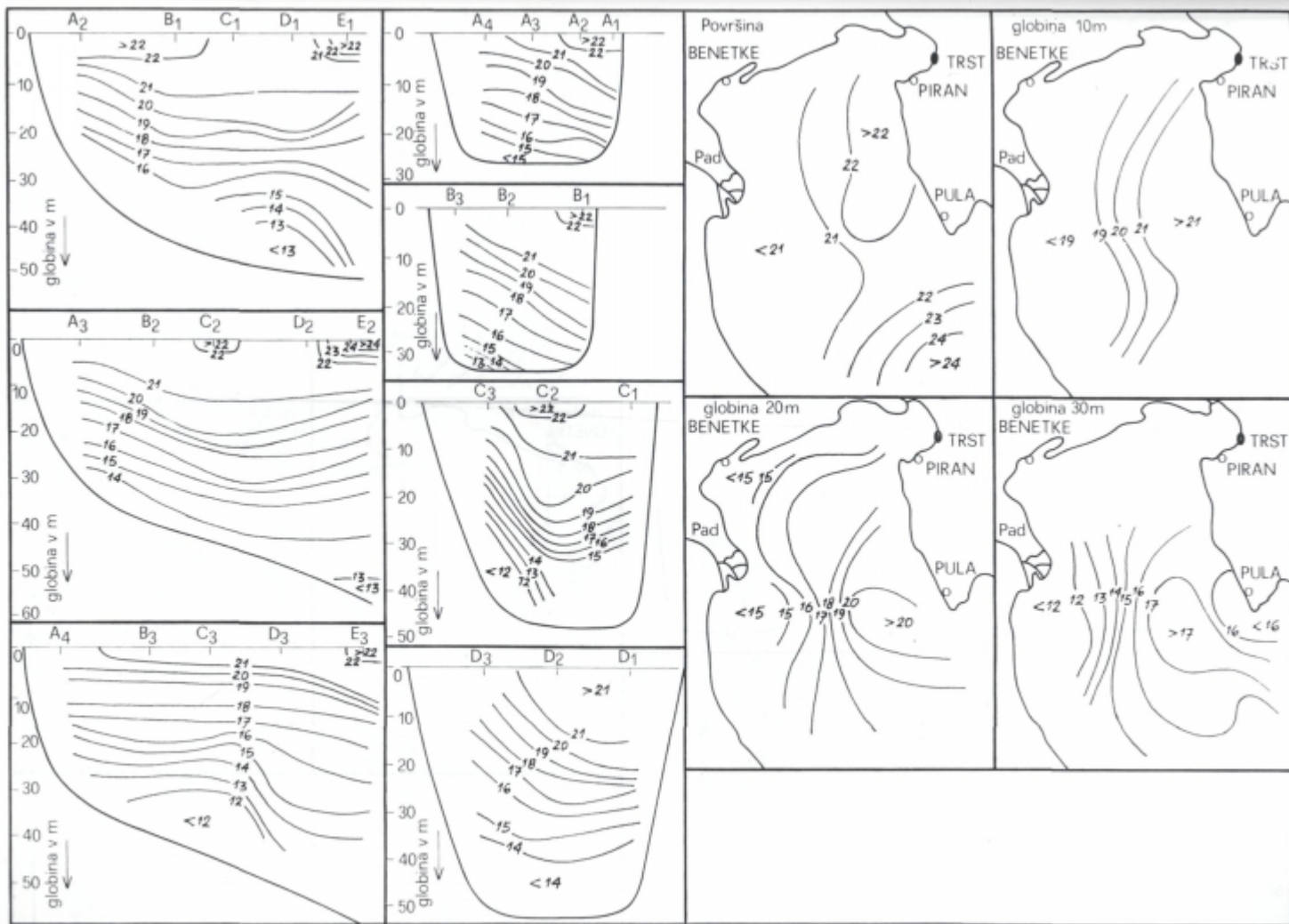


Sl. 10. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer ($v^{\circ}C$) severnega Jadrana med 26. in 27. majem 1965.
 Fig. 10. Vertical and horizontal profiles temperature conditions of North Adriatic from 26. to 27. May 1965.

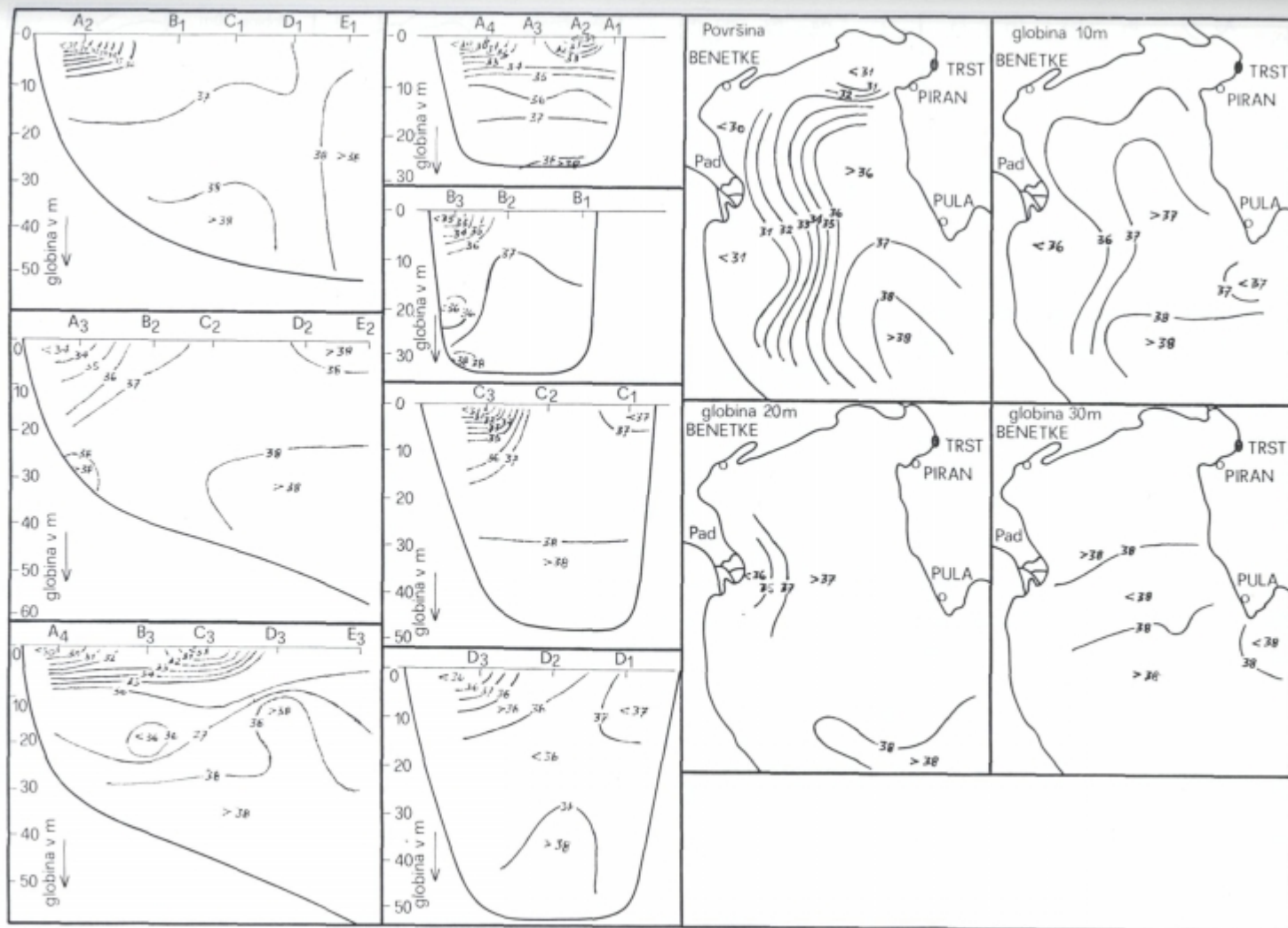


Sl. 11. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 26. in 27. majem 1965.

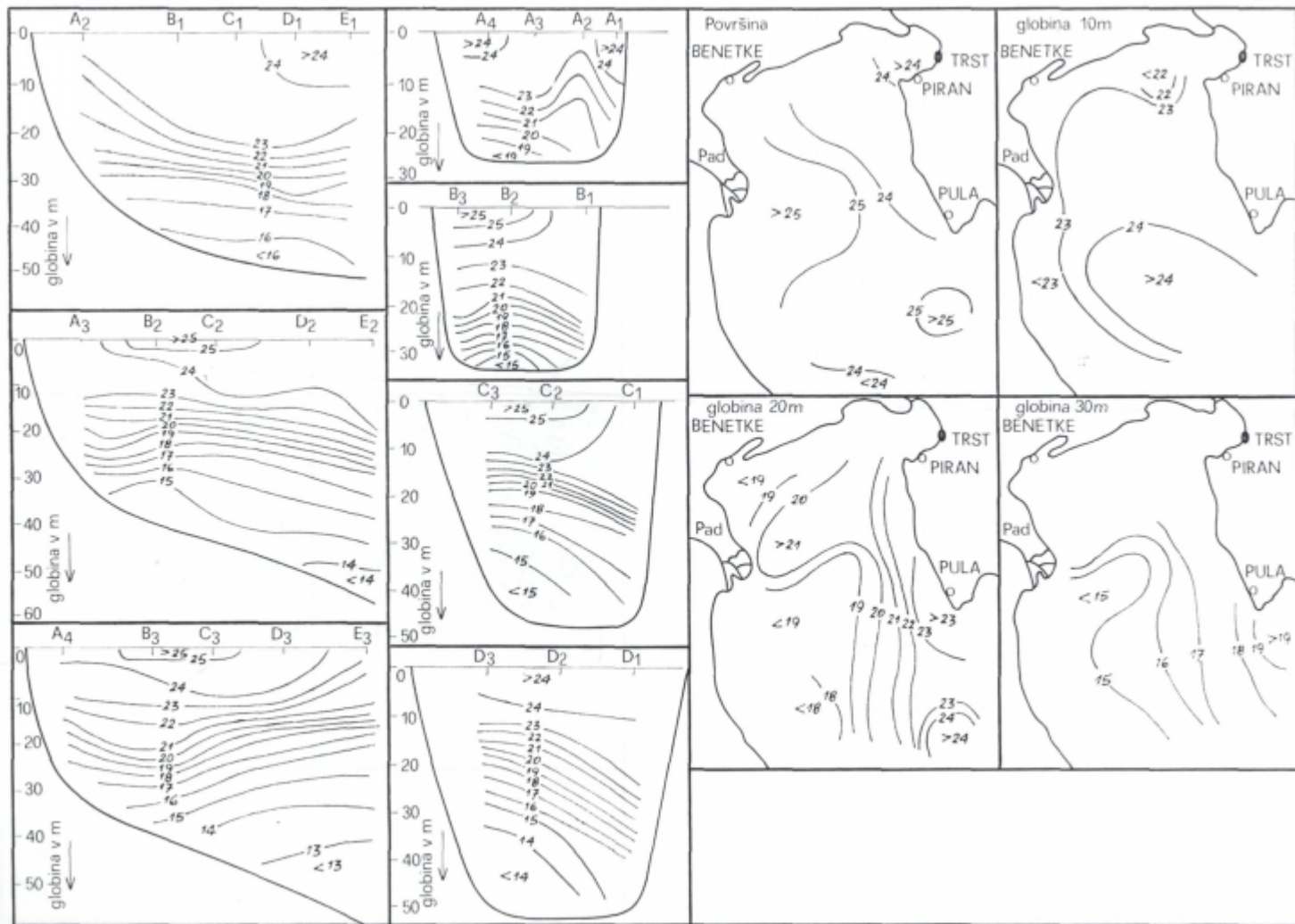
Fig. 11. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 26. to 27. May 1965.



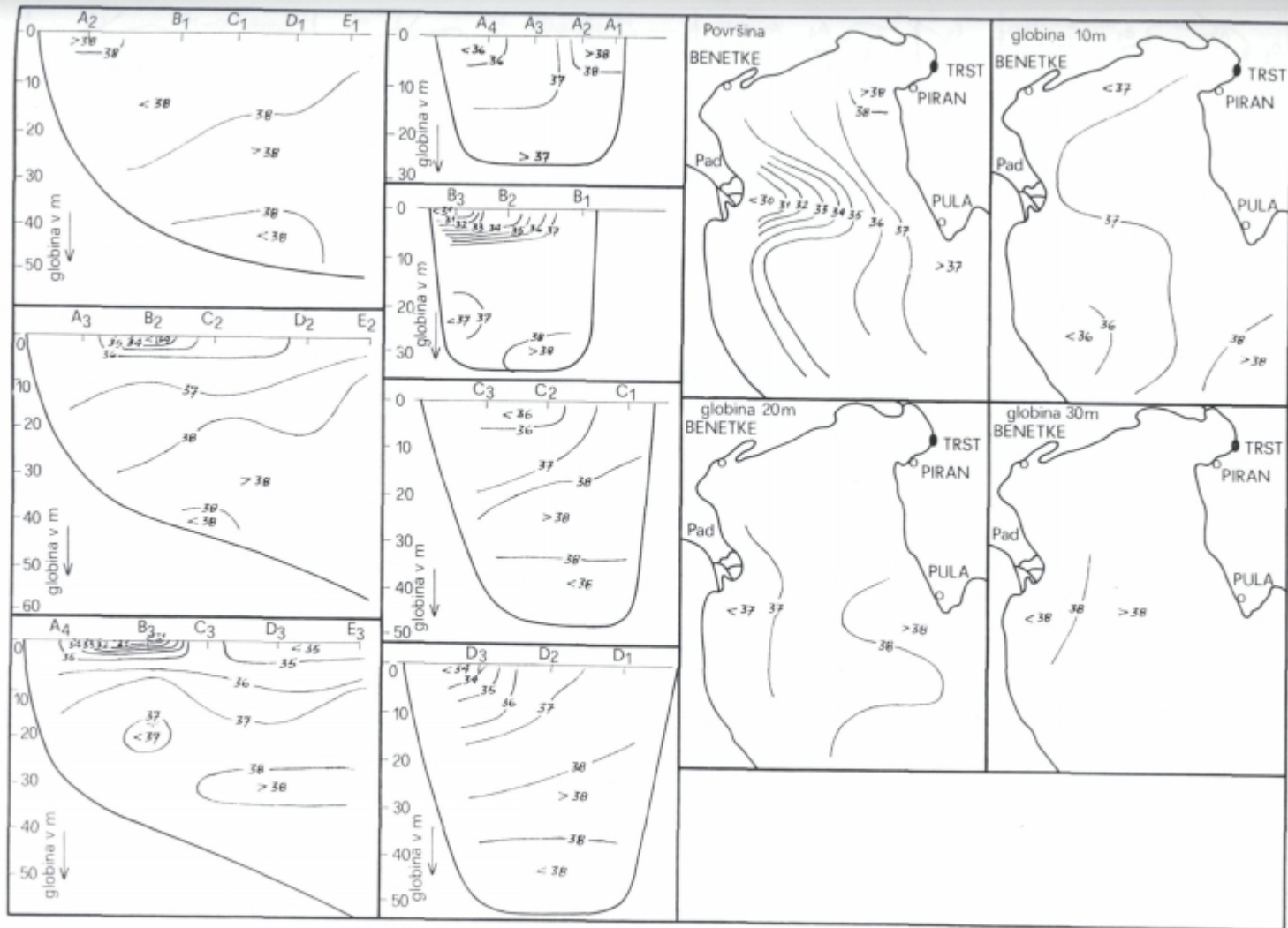
Sl. 12. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer ($v^{\circ}\text{C}$) severnega Jadrana med 28. junijem in 6. julijem 1965.
 Fig. 12. Vertical and horizontal profiles temperature conditions of North Adriatic from 28. of June to 6. July 1965.



Sl. 13. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 28. junijem in 6. julijem 1965.
 Fig. 13. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 28. of June to 6. July 1965.

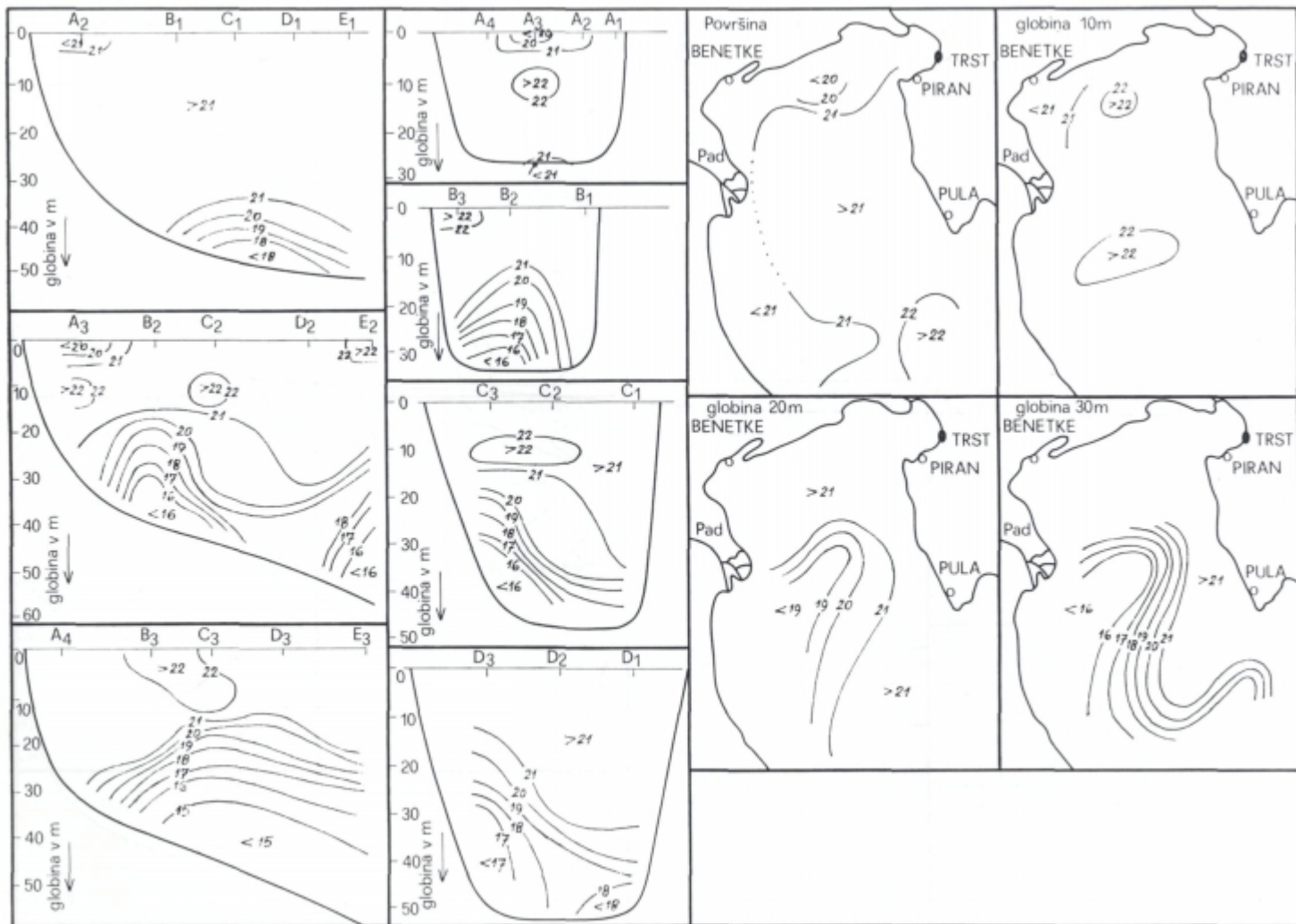


Sl. 14. Vertikalni in horizontalni preseki temperaturnih razmer (v° C) severnega Jadrana med 5. in 8. avgustom 1965.
 Fig. 14. Vertical and horizontal profiles temperature conditions of North Adriatic from 5. to 8. August 1965.



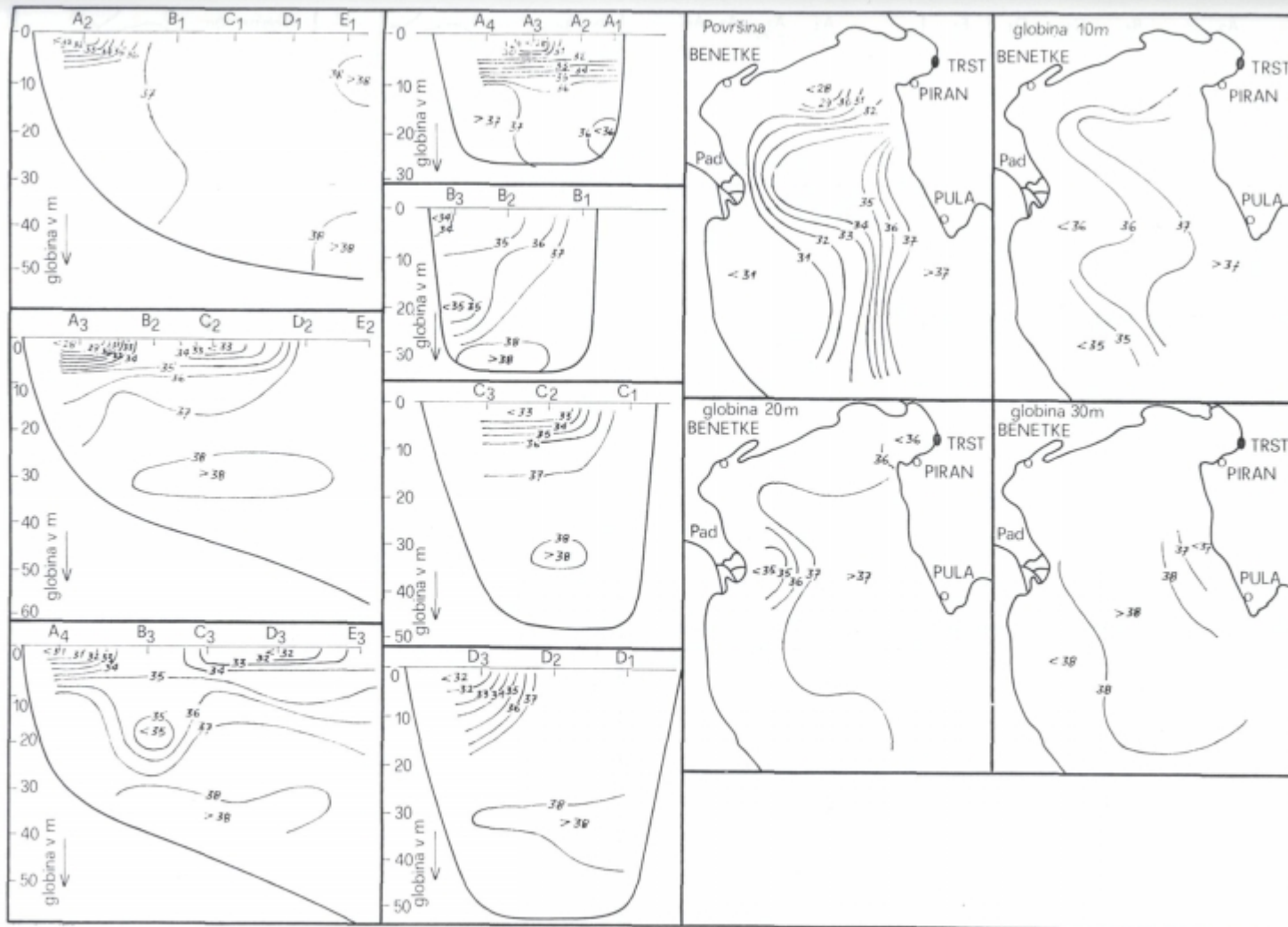
Sl. 15. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 5. in 8. avgustom 1965.

Fig. 15. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 5. to 8. August 1965.

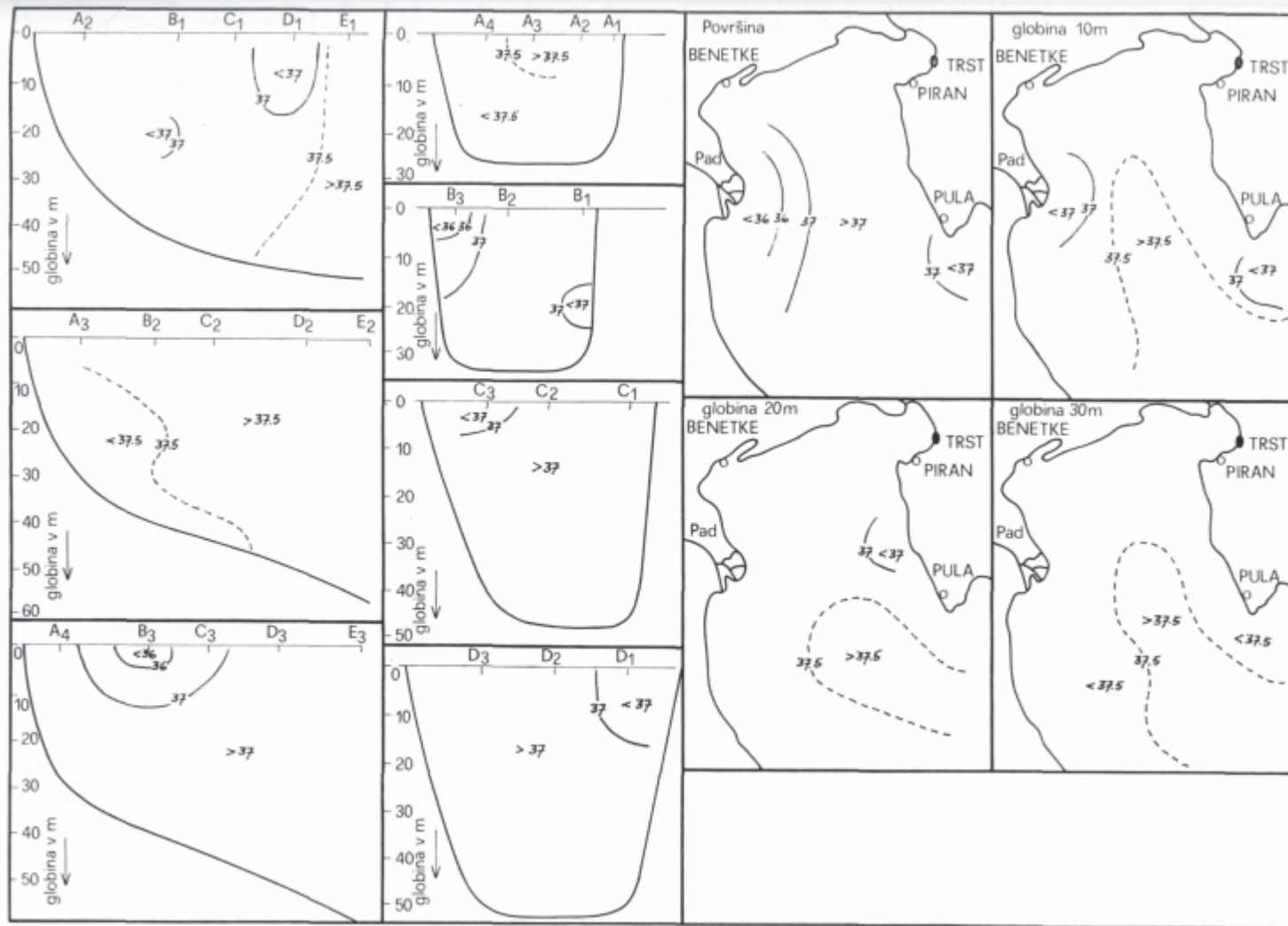


Sl. 16. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 15. in 17. sept. 1965.

Fig. 16. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 15. to 17. September 1965.

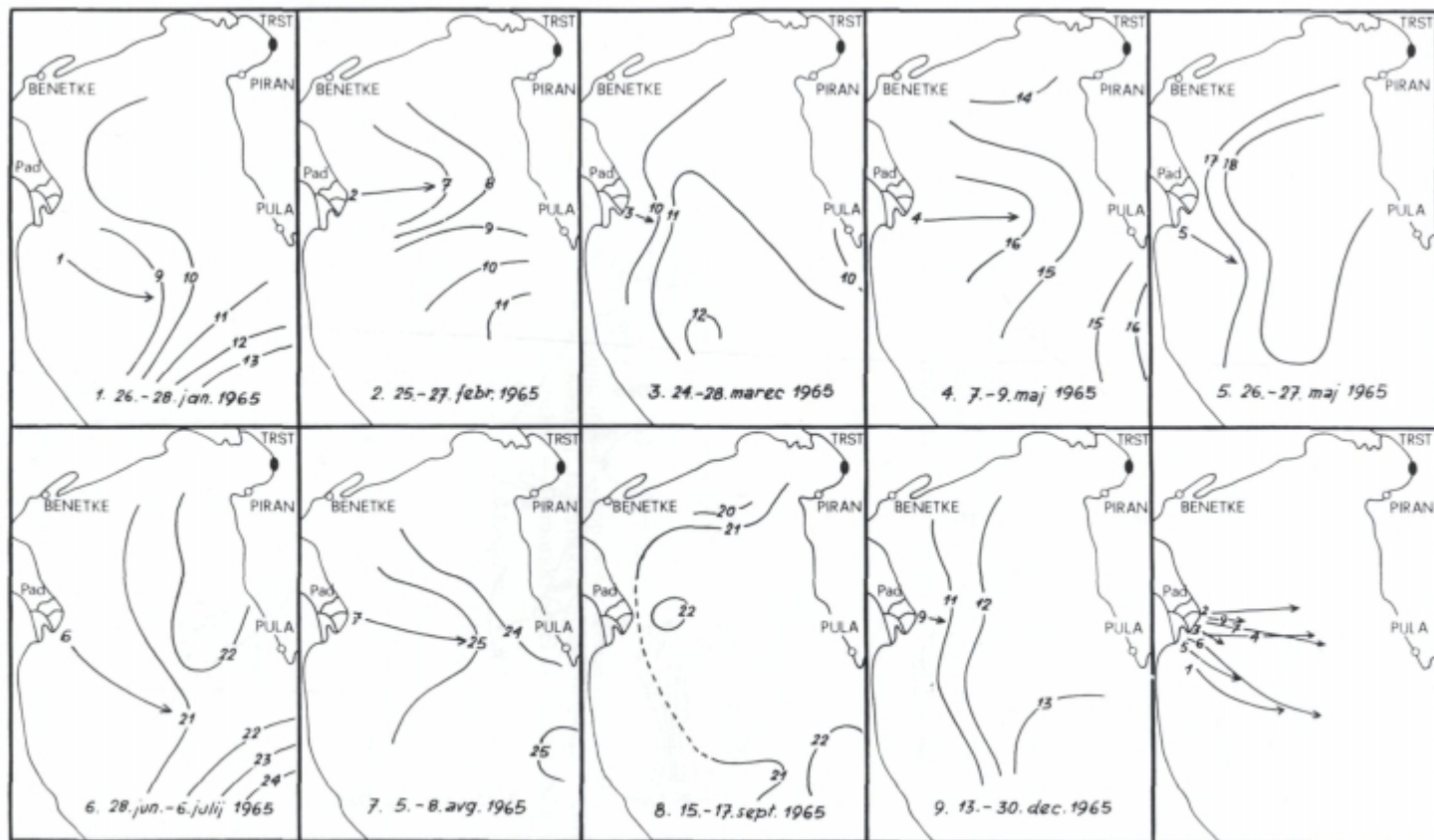


Sl. 17. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 15. in 17. sept. 1965.
 Fig. 17. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promiles) of North Adriatic from 15. to 17. September 1965.

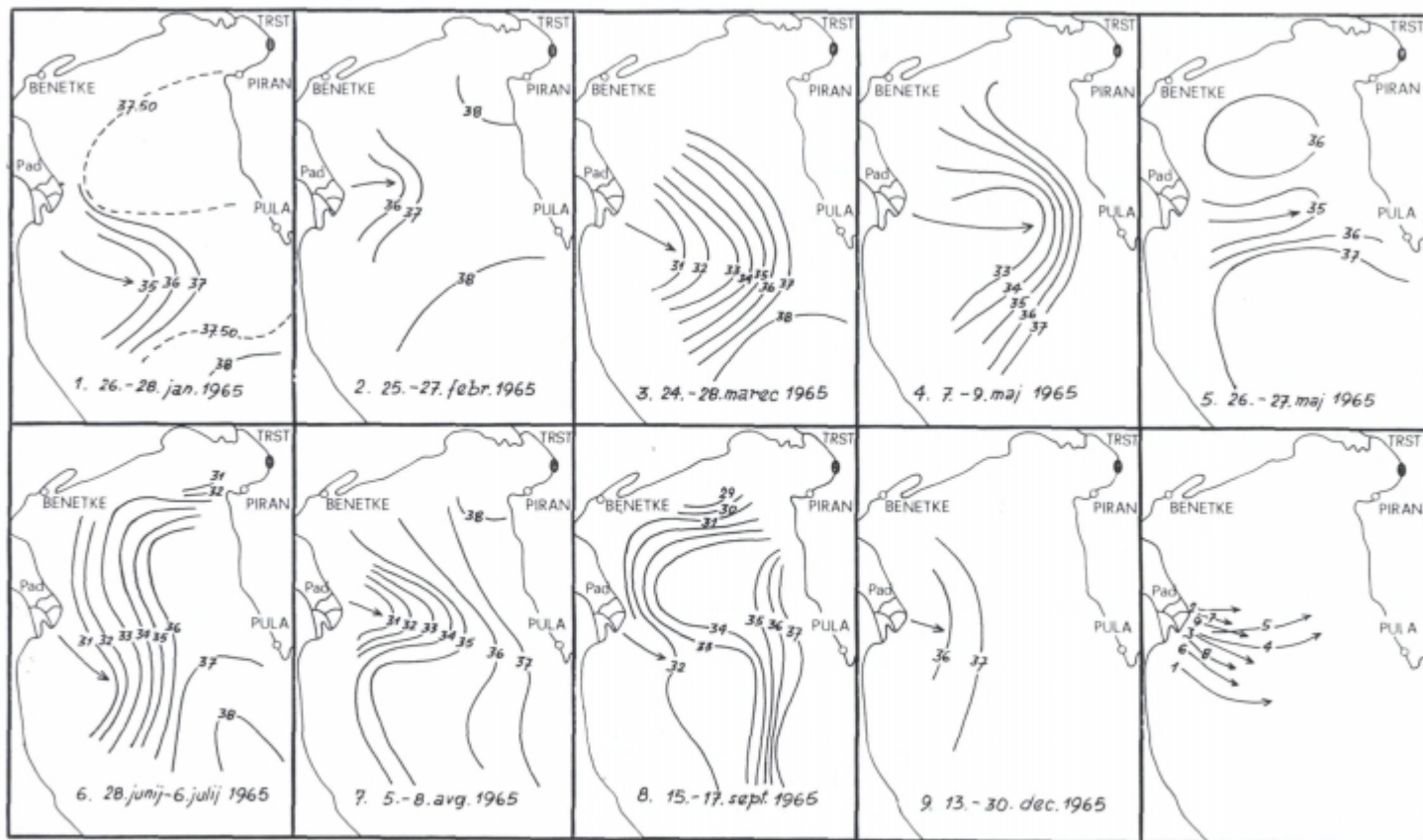


Sl. 19. Vertikalni in horizontalni preseki slanostnih razmer (v ‰) severnega Jadrana med 13. in 30. dec. 1965.

Fig. 19. Vertical and horizontal profiles of salinity conditions (in promilles) of North Adriatic from 13. to 30. December 1965.



Sl. 20. Rezultante smeri gibanja vode Pada v letu 1965 — ugotovljene na osnovi razporeda temperature površinske vode.
 Fig. 20. The resultants of direction of moving of the water from the river Pad (Po) in the year of 1965 established on the base of the disposition of the temperature of the surface water.



Sl. 21. Rezultante smeri gibanja vode Pada v letu 1965 — ugotovljene na osnovi razporeda salinitete v površinski plasti.
 Fig. 21. The resultants of direction of mowing of the water from the river Pad (Po) in the year of 1965 established on the base of the disposition of the salinity of the surface water.

LITERATURA

- Alfirević, S., 1965, Geologija Jadrana — Split.
- Annali idrologici, 1965, 1966, Parte seconda — Ministero dei lavori pubblici — Servizio idrografico — Roma.
- Annuario, 1965, 1966, Istituto sperimentale talassografico — Trieste.
- Berichte über Terminfahrten »Najade« 1911—1914, 1912—1915, Permanente internationale Kommission für die Erforschung der Adria — Österr. Teil, Wien.
- Bernot, F., 1959, Temperatura morja pri Kopru. Geografski vestnik 31, Ljubljana.
- Bernot, F., 1965, Temperatura morske vode pri Trstu in Kopru. Razprave — Papers V, Ljubljana.
- Bernot, F., Ladijska opazovanja ob prehodu hladne fronte čez severni Jadran, 25.—27. februar 1965. Razprave — Papers VI, Ljubljana.
- Bernot, F., 1966, Ekstremne temperature morja pri Kopru v obdobju 1958—1965. Razprave — Papers VII, Ljubljana.
- Bernot, F., 1967, Temperaturne razmere severnega Jadrana v letu 1965. Geografski vestnik 38, Ljubljana.
- Bernot, F., 1967, Prispevek k spoznavanju temperature morja ob slovenski obali. Razprave — Papers IX, Ljubljana.
- Bollettino delle crociere periodiche, 1912—1914, Ricerche italiane eseguite dal R. Comitato talassografico («Cicloppe» 1911—1914). Commissione internazionale permanente per lo studio dell'Adriatico, Venezia I—III.
- Božić, E., Hrs-Brenko, M., Marinković-Roje M., Nikolić, M., 1963, Hidrografska opažanja na področju Rovinja in Limskog kanala u 1961. i 1962. godini. Hidrografski godišnjak 1962, Split.
- Božić, E., Hrs-Brenko, M., Marinković-Roje, M., 1965, Oceanografska opažanja na področju Rovinja i Limskog kanala u 1963. i 1964. godini. Hidrografski godišnjak 1964, Split.
- Chromov, S. P., 1942, Einleitung in die synoptische Wetteranalyse, Wien.
- Duplančić, Č., 1959, O rajoniranju Jadranskog mora za zaštitu pomorstva. Vijesti pomorske meteorološke službe — Pomorski odjel Hidrometeorološkog zavoda NRH u Splitu, br. 1, leto V., Split.
- Hann, J., 1901, Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig.
- Jerlov, G., 1958, Distribution of suspended material in the Adriatic sea. Arch. Oceanogr. Limnol XI, Venezia.
- KrümmeI, O., 1907, Handbuch der Ozeanographie, Stuttgart.
- Luksch, J., 1897, Wissenschaftliche See-Expeditionen Österreich-Ungarns in der Adria, im Mittelländischen und im Rothen Meere. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Klubs II, Rijeka.
- Marinković-Roje, M., 1959, Oceanografska istraživanja na području Rovinja i u Limskom kanalu. Hidrografski godišnjak, 1958, Split.
- Marinković-Roje, M., Nikolić, M., 1961, Oceanografska istraživanja na području Rovinja in Limskog kanala 1959—1961. godine. Hidrografski godišnjak 1960, Split.
- Marinković, M., 1958, Terminska hidrografska zapažanja kod Rovinja (1955—1957). Thalassia Jugoslavica, vol. I, No. 6, 10, Zagreb.
- Melik, A., 1949, Jugoslavija. Ljubljana.
- Nožina, I., 1973, Rijeke sjevernog Jadrana i njihov utjecaj na fizičke osobine mora. Magisterski rad, Beograd.
- Roglić, J., 1962, Reljef naše obale. Pomorski zbornik, I., Zagreb.

- Rouch, J., 1948, *Traité d'océanographie physique III. Les mouvements de la mer*, Paris.
- Scaccini, M., 1956, Le variazioni della salinità delle acque costiere dell'Adriatico a Fano in rapporto col defluso del Po e di altri fiumini minori. *Bollettino di pesca, piscicoltura e idrobiologia*, Anno XXXI, Vol. X, fasc. 2, Roma.
- Scaccini-Cicatelli, M., 1957, La temperatura e la salinità nelle acque superficiali dell'Adriatico a Fano dal 1951 al 1956. *Note del laboratorio di biologia marina di Fano*, Vol. I, No. 10, Bologna.
- Scaccini-Cicatelli, M., 1962, Studio delle variazioni di salinità delle acque costiere adriatiche a Fano in rapporto con le portate del Po. *Note del Laboratorio di biologia marina di Fano*, Vol. I, No. 15, Bologna.
- Smirčić, A., 1985, Površinski valovi otvorenog Jadrana uzrokovani vjetrom u vidu prirodnogeografskih svojstava — Disertacija. Univerza E. Kardelja, Ljubljana.
- Stipančević, D. 1981, *Mer Adriatique. Carte des sediments recents*, Annex (E) D, FAO Fisheries Report, No. 233, Second technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic, Ancona.
- Straaten, L. M. J. U. van, 1970, Holocen and Late — Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. *Geol. Rdsch.*, 60/1, Stuttgart.
- Tesić, M., 1963, Naučnoistraživačka oceanografska delatnost u Jadranskom moru. *Hidrografski godišnjak 1963*, Split.
- Vatova, A., 1929, Sul minimi termici verificati nell'Alto Adriatico nel febbraio e nel marzo 1929 e loro effetti sul ittiofauna. *Mem. CLVII*, Com. tal. it. No. 15, Venezia.
- Vatova, A., 1933, Osservazioni sul regime termoolino dell'Adriatico presso Rovigno nel 1930—1931, *Not. Ist. Biol.*, Rovigno, N. 9, Venezia.
- Vercelli, F., 1937, *I Mari Italiani. Terre e nazioni*, Milano.
- Vučak, Z., 1965, Istraživanje struja pomoću boca plovaka. *Hidrografski godišnjak*, 1964, Split.
- Vučak, Z., 1985, Strujanje u sjevernom Jadranu u vidu uzroka i posljedica. *Disertacija*, Univerza E. Kardelja, Ljubljana.
- Vučetić, T., 1963, Upotreba zooplanktonskih organizama kao indikatora vodenih masa ili tipova voda. *Hidrografski godišnjak*, 1962, Split.
- Wolf, J., Luksch, J., 1875, Vorexpedition mit dem Dampfboote »Nautilus« längs der Ostküste des Adriatischen Meeres, Sommer 1874, Rijeka.
- Wolf, J., Luksch, J., 1878, *Physikalische Untersuchungen im Quarnero*, IV. Bericht. Quarnerofaren mit den Dampfern »Deli« und »Nautilus« in verkchiedenen Jahreszeiten von 1875 bis 1877, Rijeka.
- Wolf, J., Luksch, J., 1877, *Physikalische Untersuchungen in der Adria*, Wien.

TEMPERATURE AND SALINITY OF THE NORTH ADRIATIC IN DEPENDENCE ON THE INFLUX OF RIVER WATER

Summary

The Institution for the research of the sea situated in Portorož organised nine oceanographic cruises in the region of North Adriatic in the year of 1965. The author, who participated in the cruises in February and in December, put the data of sea temperature and salinity in corresponding vertical profiles of temperature and salinity and corresponding maps of isotherms and isohalines. On the most of the vertical profiles and maps the influence of the flow of the river water is observed, mainly the Po (Pad) water.

The river water with the specific height smaller than the sea water is slowly mixing with the sea water. The velocity of moving of the river water and the step of mixing of it are dependent upon the quantity of the inflowing water.

In time, when the difference between the temperature of the sea and the river water is big, the dilatation and moving of this water towards SE is nicely observed. This method is not useful in case of isothermy between river and salt water. Detecting the dilatation of the river water and its progressive mixing with salt water on a base of changes of salinity is useful through the whole year.

On some profiles (vertical and horizontal) and corresponding charts of isotherms and isohalines where these lines are maximally curved we can see how far the river water reached.

The river water moves like a shallow stream from the delta of the river Pad towards Rovinj which it reaches in 72 hours. The water from the river Po (Pad) was detected near Rovinj because of increased disturbance and lower salinity of the sea water.

The other authors (Jerlov, Smirčić-Vučak) discovered the direction of dilatation of the Po (Pad) water on the base of the sediments. This is nearly the same direction as the one in the maps of the resultants. The effect of the river water which flows into the North Adriatic between Trieste and the delta of the river Po (Pad) is neglected because of small quantities of the river water.

With new and more frequent measurements it will be necessary to investigate the dilatation of the river water into the North Adriatic more exactly. The water from the river Pad pollute the Istrian coast.