

RAZGLEDI**TEMPERATURA, SLANOST IN GOSTOTA MORSKE VODE
V SEVERNEM JADRANU**

AVTORJA

Zlatimir Bičanić*Naziv: dr., diplomirani inženir vojaškega pomorstva, izredni profesor**Naslov: Visoka pomorska šola v Splitu, Zrinjsko Frankopanska 38, HR – 21000 Split, Hrvaška**Telefon: +385 021 380 779, 021 380 699**Faks: +385 021 380 759***Tonko Baković***Naziv: mag., profesor matematike, višji predavatelj**Naslov: Visoka pomorska šola v Splitu, Zrinjsko Frankopanska 38, HR – 21000 Split, Hrvaška**Telefon: +385 021 380 779, +385 021 380 699**Faks: +385 021 380 759*

UDK: 551.46(262.3-17)

COBISS: 1.02

IZVLEČEK

Temperatura, slanost in gostota morske vode v severnem Jadranu

Članek je analiza in sinteza merjenj temperature, slanosti in gostote morske vode v severnem Jadranu med letoma 1909 in 1990. V preglednicah so prikazane najpomembnejše prvine za termohalinske analize: srednja mesečna temperatura, slanost in gostota vode na površini in na dnu, tehtana srednja mesečna temperatura, slanost in gostota vode ter ekstremne vrednosti za temperaturo, slanost in gostoto vode. Dolgoletna merjenja kljub manjši natančnosti merilnih instrumentov v začetnem obdobju zagotavljajo zanesljivost analiz.

KLJUČNE BESEDE

temperatura, slanost, gostota, termohalinski, kontinentalni, maritimni, Jadransko morje, hidrologija, hidrogeografija, oceanologija

ABSTRACT

Temperature, salinity, and density of seawater in the Northern Adriatic Sea

The article is an analysis and synthesis of long-term measurements of the temperature, salinity, and density of the seawater in the Northern Adriatic taken between 1909 and 1990. The tables show the most important elements of the thermocline analyses: mean monthly temperature, salinity and density of water at the surface and at the bottom, the weighed mean monthly temperature, salinity and density of water, and the extreme values for temperature, salinity, and density of water. In spite of the poorer quality and lower precision of the measuring instruments during the initial period, the long-term measurements have ensured the reliability of the analyses.

KEY WORDS

temperature, salinity, density, thermocline, continental, maritime, Adriatic Sea, hydrology, hydrogeography, oceanology

Uredništvo je prispevek prejelo 8. septembra 1999.

1. Uvod

Raziskovanje severnega Jadrana poteka že od leta 1909. Rezultati so bili objavljeni v številnih strokovnih poročilih in znanstvenih delih. Ker so meritve izvajali na odprtem in priobalnem morju, so danes na razpolago dobro selektirani in urejeni podatki o termohalinskih vrednostih na severnem Jadranu. Meniva, da jih najina temeljita statistična obdelava oziroma pregled vrednosti temperature, slanosti in gostote morske vode za obdobje med letoma 1909 in 1990 koristno dopolnjuje.

Podatke prikazujeva s preglednicami in le skromnimi besedilnimi pojasnili, saj nisva želela ponavljati razlag termohalinskih razmer, ki so predstavljena že v drugih delih (Bičanić 1992). Tak statistični pregled predstavlja svojevrstno obliko zaključka o termohalinskih vrednostih ter njihovem spreminjanju, ekstremih in podobnem. Ob tem ne izključujeva možnosti drugačnega metodološkega pristopa ali dopolnitve najinega pristopa.

Avtorja želiva analizirati tudi termohalinske razmere v številnih manjših območjih slovenskega primorja, kar bi izboljšalo razumevanje zakonitosti fizično-oceanografskih procesov v morski vodi južnega dela Tržaškega zaliva, interaktivnih odnosov med morjem, kopnim in atmosfero ter povečalo možnosti za spremljanje ali celo predvidevanje spreminjanja vrednosti termohalinskih parametrov.

Glavni pomen poznavanja spreminjanja vrednosti termohalinskih parametrov je njihov vpliv na živi svet v morju oziroma na povezanost morja s kopnim in ozračjem.

Termohalinski parametri so temeljni vzročniki kinematike vodnih mas, zato neposredno vplivajo tudi na razporeditev kemijskih in bioloških parametrov v morju. Dinamiko morske vode je vsekakor treba povezati s sodobnimi svetovnimi problemi onesnaževanja in varovanja okolja, kar je za Tržaški zaliv zaradi njegove značilne geografske lege še posebej pomembno.

2. Območje raziskave, podatki in metodološki pristop

Območje raziskave (slika 1) je razdeljeno na tri prereze s podatki 12 oceanografskih postaj. Ta delitev je stara okoli 30 let (Vučak s sodelavci 1982). Vse dosedanje raziskave so potekale približno po tej shemi, odvisno od razlogov in namenov kratkoročnih projektov.

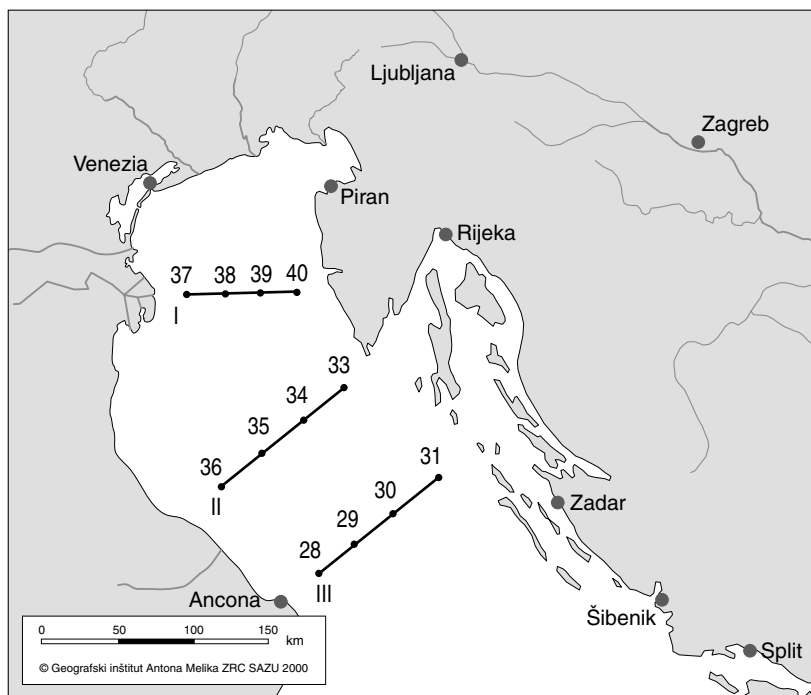
Po sodobni delitvi naj bi meja med severnim in srednjim Jadranom potekala po črti med Ancono in otokom Premuda. Severni Jadran leži v plitvem kontinentskem šelfu. Največje globine so pri Anconi, kjer presegajo 70 m, proti severu pa se zmanjšujejo. Območje je pod močnimi celinskimi podnebnimi vplivi, kar neposredno vpliva na vrednosti termohalinskih parametrov. Pomemben je tudi sladkovodni dotok, ki neposredno vpliva na temperaturne in halinske vrednosti ter posredno na gostoto morske vode (Bernot 1971).

Za severni Jadran je značilna intenzivna dinamika morske vode. Vzdolž vzhodne obale teče proti severozahodu vhodni jadranski tok, ki se ob severni obali ciklonsko obrača proti zahodni obali in ob njej teče proti jugovzhodu kot izhodni jadranski tok (Buljan in Zore-Armanda 1971). Poleg priobalnega kraka je prisoten še en ciklonski krak, ki se od vhodnega toka pri Kamenjaku, južnem rtu polotoka Istre, prav tako ciklonsko odcepi proti zahodni obali.

Raziskave so potrdile samostojno sezonsko dinamiko morske vode v Tržaškem zalivu (Bičanić 1992) in občasni površinski morski tok iz širšega območja ustja Pada proti območju Rovinja na vzhodni obali. To gibanje morskih tokov imenujemo *rezidualno gibanje* (Vučak 1985).

Raziskava temelji na podatkih, zbranih v oceanografskih raziskovanjih severnega Jadrana med letoma 1909 in 1990. Hrani jih hrvaški Državni hidrografski institut. Uporabila sva okoli 28.000 podatkov za temperaturo, slanost in gostoto morske vode.

Metodološki pristop je zasnovan na prvinah, ki omogočajo celovit prikaz termohalinskih razmer v severnem Jadranu. V preglednicah so izmed vseh podatkov prikazane srednja mesečna temperatura, slanost in gostota vode na površini in na dnu, tehtana srednja mesečna temperatura, slanost in gostota vode, ekstrem-



Slika 1: Območje raziskave ter razporeditev postaj in prerezov.

ne vrednosti za temperaturo, slanost in gostoto vode, povprečna mesečna in letna temperatura zraka ter povprečne letne vrednosti za reprezentativne postaje: 37, 38, 39, 36, 34, 31, 29 in 30 (slika 1).

V preglednici 8 so prikazane povprečne površinske in danjske temperature ter ekstremne vrednosti temperature, slanosti in gostote za obdobje med letoma 1911 in 1990.

Meniva, da ima prikaz s preglednicami v oceanologiji in v podobnih znanstvenih disciplinah prednost pred slikovnim in besedilnim prikazom. Besedilo naj bi bilo samo nevsiljiv vodič, kar je še vedno svetovna tendenca v naravoslovnih znanostih.

V preglednicah so navedene tudi vrednosti za tehtano srednjo mesečno temperaturo, slanost in gostoto vode celotnega vodnega stolpca. Vrednosti v vodnem stolpcu se merijo na standardnih oceanografskih globinah (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100 m ...). Aritmetično sredino vrednosti v vodnem stolpcu je treba nadomestiti s tehtano sredino zato, ker razlika med dvema globinama v vodnem stolpcu ni v vsem stolpcu enaka. Tehtana sredina se izračuna tako, da se najprej za vsak par sosednjih standardnih globin ugotovi srednja vrednost parametra in pomnoži z razliko globin, nato se zmnožki seštejejo, vsota zmnožkov pa deli s skupno globino.

3. Maksimalne, minimalne, srednje in ekstremne temperature

V severnem Jadranu se minimalne površinske temperature morske vode pojavljajo februarja, le na postaji 31, ki leži v kraku vhodnega severozahodnega toka (vzdolž vzhodne obale), marca. Te ugotovitve opravičujejo sezonsko razdelitev mesecev v oceanologiji, ki za zimske mesece šteje januar, februar in marec, ne pa december. Minimalna srednja površinska temperatura je najnižja na postaji, najbližji ustju Pada (slika 1), okoli 8,09°C. Najvišja srednja minimalna je na postaji 29, in sicer 11,80°C. Razlika je 3,71°C. Najvišje srednje

maksimalne površinske temperature so avgusta. Njihov razpon je od 23,22 do 28,82°C (preglednica 1). Minimalne srednje temperature pri dnu se javljajo februarja, razen na postajah 37 in 31, kjer je takšno stanje marca. Maksimalne temperature so v južnih delih območja konec jeseni, v severnih delih pa konec poletja in na začetku jeseni (Bičanić 1991), ko je voda v tem območju dobro premešana.

Tehtana sredina srednjih maksimalnih temperatur se redno pojavlja avgusta, razen na postaji 31, ki je pod neposrednim vplivom vhodnega severozahodnega jadranskega toka. Minimalne vrednosti so februarja in marca, odvisno od vremenskih značilnosti v posameznih letih.

Na vseh postajah se termalni absolutni maksimumi redno pojavljajo avgusta, minimumu pa februarja.

Letne tehtane sredine se na vseh postajah severnega Jadrana (slika 1) gibljejo med 14,25 in 15,79°C (preglednice od 1 do 7), tako da je razpon samo 1,54°C. Na severnem prerezu so vrednosti nižje, na odprtem morju in južneje pa višje.

Najnižja izmerjena temperatura na odprtem morju, 6,30°C, je bila izmerjena februarja leta 1965 na postaji 37, najvišja, 26,48°C, pa prav tako na postaji 37. Vzrok je močan zimski celinski podnebni vpliv in hitrejša poletno segrevanje morske vode v plitvem območju, kjer leži postaja 37.

4. Maksimalna, minimalna, srednja in ekstremna slanost

Maksimalna površinska slanost se giblje med 37,55 in 38,48 ‰ in se pojavlja od novembra do marca. Najnižja maksimalna vrednost je na prerezu I (od 37,55 do 37,73 ‰) januarja. Slanost se povečuje od severa proti jugu. Maksimalna površinska slanost je najpogostejša pozimi, odvisno od vremenskih razmer v posameznih letih, in lahko nastopi bolj zgodaj ali pa bolj pozno kakor na postajah 31 in 34 (preglednica 8).

Minimalna površinska slanost se giblje med 31,48 in 37,53 ‰. Najpogostejša je avgusta. Na severnem prerezu je minimum površinske slanosti konec pomladi na postaji ob ustju Pada. Na srednjih postajah tega prereza je minimum v mesecih z obilnimi padavinami.

Maksimalna slanost ima pri dnu razpon od 38,11 do 38,96 ‰. Pojavlja se od oktobra do junija. Čas njenega nastopa je povezan z značilnostjo prevladujočih vremenskih in dinamičnih oziroma maritimnih faktorjev. Minimalna slanost se pri dnu giblje med 36,02 in 38,21 ‰. Zakonitosti njenega nastopa še ne znamo točno določiti, vendar se iz podatkov da razbrati, kako je plitvo morje odvisno od dinamičnih maritimnih ter istočasnih celinskih in podnebnih vplivov.

Maksimalne vrednosti tehtanih sredin nastopajo predvsem pozimi, najpogosteje januarja. Od tega odstopa samo halinsko stanje na postaji 31, verjetno zaradi njene lege v kraku vhodnega severozahodnega toka ob vzhodni jadranski obali. Na postajah bližje zahodni jadranski obali se minimumi tehtanih sredin pojavljajo konec poletja, posebno na postaji 37 po sušnih obdobjih.

Maksimalna ekstremna slanost ima vrednosti med 38,53 in 39,22 ‰, minimalna ekstremna slanost pa med 17,05 in 36,20 ‰.

5. Maksimalna, minimalna, srednja in ekstremna gostota

Maksimalne vrednosti površinske gostote se gibljejo med 28,98 in 29,32 in se z manjšimi odstopanji pojavljajo v zimskem obdobju, od januarja do marca: na prerezu I januarja, na prerezu II februarja in na prerezu III marca.

Minimalne vrednosti so na vseh postajah avgusta, razen na postaji, najbližji ustju Pada, kjer je minimalna vrednost 21,63 junija.

Pri dnu so maksimumi marca, razen na postajah 37 in 35, kjer zaradi dotoka sladke vode iz Pada in značilnosti režima morskih tokov nastopajo mesec kasneje. Na vseh postajah ima gostota morske vode visoke vrednosti. To vodi do sklepa, da je to obdobje, ko pojavljanje težke severnojadranske vode

Preglednica 1: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (%) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postajo 37 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	9,88	37,73	29,12	11,06	37,91	29,05	9,96	37,79	29,15	8,70	37,48	28,95	11,08	38,28	29,49	6,6
februar	8,09	36,58	28,51	8,79	37,81	29,38	8,60	37,44	29,11	6,30	35,21	27,70	9,18	38,17	29,72	8,6
marec	9,49	35,28	27,28	8,67	36,81	28,61	8,57	37,26	28,98	8,10	30,01	22,92	11,00	38,24	29,76	9,4
april	11,78	33,73	25,65	9,02	36,02	27,93	9,90	35,27	27,20	8,10	26,85	20,40	15,14	38,05	29,30	13,7
maj	17,60	34,45	24,97	10,30	38,00	29,26	13,06	37,02	27,93	9,72	31,40	21,95	20,38	38,28	29,58	19,3
junij	21,50	31,48	21,63	11,09	38,11	29,19	15,26	36,84	27,30	9,96	25,88	16,33	26,48	38,35	29,49	21,8
julij	23,69	34,74	23,55	13,84	37,87	28,45	19,05	36,94	26,46	12,24	32,41	21,59	24,75	38,15	28,86	23,9
avgust	23,22	35,75	24,77	14,50	37,92	28,38	20,26	37,05	26,27	11,60	34,25	23,09	26,00	38,87	28,87	22,6
september	21,05	33,68	23,48	15,29	37,68	27,99	19,13	36,86	26,39	14,49	17,68	11,33	24,40	38,51	28,50	19,6
oktober	19,38	34,73	24,73	16,73	37,86	27,79	18,96	36,93	26,52	14,73	31,87	22,48	22,03	38,15	28,42	17,6
november	13,88	31,66	23,61	15,76	37,67	27,88	15,60	36,73	27,19	10,04	17,05	13,03	16,53	37,83	28,03	9,9
december	12,21	35,36	26,84	12,58	37,65	28,47	12,69	37,20	28,16	9,11	20,79	15,40	13,80	37,92	28,70	9,0
povprečje	15,98	34,60	25,35	12,30	37,61	28,53	14,25	36,94	27,56							15,2

veletne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 6,30 (februar 1965), minimalna slanost 17,05 (november 1972), maksimalna temperatura 26,48 (junij 1967), maksimalna slanost 38,87 (avgust 1972)

Preglednica 2: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (%) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postaje 38 in 39 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	9,86	37,55	28,98	10,64	37,89	29,11	10,12	37,63	28,99	8,70	37,18	28,85	11,48	38,14	29,27	7,0
februar	8,41	35,69	27,76	8,91	36,38	28,24	8,73	37,14	28,33	6,97	21,03	16,19	10,57	38,21	30,12	8,9
marec	9,83	36,30	28,00	9,12	38,04	29,49	9,23	37,43	29,21	7,27	34,22	25,82	12,94	38,40	29,84	10,1
april	13,12	35,41	26,69	10,59	38,11	29,29	11,46	37,23	28,75	9,10	30,93	22,70	15,76	38,44	29,51	14,0
maj	18,06	35,31	25,50	10,77	37,75	28,96	14,11	36,79	27,91	9,79	32,22	22,80	19,93	38,77	29,78	18,1
junij	20,87	36,36	25,58	11,42	38,03	29,07	15,78	36,60	27,95	9,98	30,88	20,19	25,23	38,35	29,43	21,2
julij	23,31	35,66	24,35	12,54	37,92	28,76	18,51	37,06	27,10	11,34	34,26	23,39	25,22	38,15	29,06	23,5
avgust	23,78	35,14	23,80	14,32	37,56	28,10	19,96	36,57	26,33	11,63	31,14	20,90	26,33	38,37	28,78	23,1
september	21,61	34,83	24,22	15,27	37,74	28,04	19,56	36,51	26,38	12,99	26,09	17,72	22,68	38,13	28,71	21,2
oktober	20,53	36,52	25,82	16,88	38,09	27,92	19,32	37,43	26,84	15,12	34,83	24,61	22,06	38,33	28,30	18,0
november	16,21	37,05	27,29	16,75	37,67	27,64	16,50	37,39	27,47	14,89	34,46	25,60	17,78	38,10	28,19	12,7
december	12,55	37,28	28,27	13,24	37,64	28,40	12,92	37,50	28,35	11,48	36,40	27,35	14,54	37,92	28,72	9,3
povprečje	16,51	36,09	26,36	12,54	37,74	28,59	14,68	37,10	27,80							15,6

veletne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 6,97 (februar 1913), minimalna slanost 21,03 (februar 1914), maksimalna temperatura 26,33 (avgust 1911), maksimalna slanost 38,77 (maj 1913)

Preglednica 3: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (‰) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postajo 36 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	12,39	38,44	29,20	12,34	38,44	29,21	12,38	38,44	29,21	11,98	38,31	29,17	12,70	38,53	29,27	10,2
februar	10,47	38,05	29,26	10,12	38,16	29,35	10,14	38,02	29,28	8,88	37,59	29,08	11,46	38,48	29,45	10,8
marec																
april	14,55	36,17	26,99	11,88	38,33	29,21	13,37	37,54	28,68	11,46	35,25	26,25	14,70	38,44	29,28	14,6
maj	17,94	37,63	27,32	11,86	38,22	29,14	13,81	38,09	28,80	11,86	37,63	27,32	17,94	38,22	29,14	18,9
junij	19,59	37,94	27,13	12,30	38,26	29,08	17,33	38,12	28,06	12,00	37,37	26,68	19,67	38,60	29,19	19,6
julij																
avgust	25,82	34,93	23,05	12,68	37,77	28,62	20,40	36,68	28,81	11,86	34,18	22,51	25,96	38,04	28,99	25,6
september	21,99	36,88	25,67	17,55	37,94	27,65	20,13	37,34	26,85	13,72	35,68	24,07	24,35	38,44	28,82	20,9
oktober	15,32	36,66	27,09	16,28	38,60	28,47	17,98	37,99	27,72	10,16	35,55	25,07	20,54	38,78	29,10	18,6
november	16,52	38,32	28,19	16,36	38,28	28,21	16,56	38,19	28,11	15,99	38,02	27,91	17,06	38,48	28,38	11,7
december																
povprečje	17,18	37,22	27,10	13,48	38,22	28,77	15,79	37,82	28,17							16,8

večetne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 8,88 (februar 1911), minimalna slanost 34,18 (avgust 1911), maksimalna temperatura 25,96 (avgust 1969), maksimalna slanost 38,78 (oktober 1968)

Preglednica 4: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (‰) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postajo 34 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	12,17	38,20	29,05	11,97	38,26	29,14	12,14	38,24	29,16	11,05	37,79	28,91	12,62	38,63	29,32	10,8
februar	10,18	37,97	29,25	10,51	38,34	29,49	10,17	38,10	29,38	9,17	37,63	29,14	11,20	38,69	29,70	10,6
marec	11,22	38,00	29,09	11,02	38,51	29,52	11,08	38,32	29,43	10,50	37,10	28,43	11,70	38,78	29,70	10,4
april	13,42	38,27	28,85	12,34	38,30	29,10	12,90	38,25	28,98	11,76	38,10	28,65	14,36	38,37	29,20	14,0
maj	16,56	36,99	27,16	12,83	38,22	28,93	14,37	37,73	28,46	11,53	36,22	26,37	18,02	38,62	29,51	18,4
junij	20,31	37,79	26,82	13,80	38,41	28,88	17,65	37,96	27,79	13,42	36,40	26,24	21,40	38,68	29,05	20,9
julij																
avgust	23,68	36,62	24,98	14,66	38,21	28,55	20,73	37,34	26,76	13,56	35,53	23,60	25,52	38,64	28,83	23,3
september	21,62	36,95	25,79	14,72	38,22	28,51	18,89	37,59	27,44	12,80	35,28	23,81	24,33	38,63	28,86	21,1
oktober	19,57	37,87	27,20	15,57	38,51	28,65	18,54	38,05	27,72	15,28	37,29	26,61	20,58	38,62	28,72	18,3
november	15,69	37,83	28,01	14,33	38,26	28,64	15,30	37,98	28,23	12,73	37,56	27,74	16,58	38,44	28,78	13,4
december	13,11	37,83	28,58	13,16	38,46	29,02	13,17	37,68	28,19	12,66	33,43	25,24	13,50	38,57	29,07	10,0
povprečje	16,19	37,67	27,71	13,17	38,34	28,95	14,99	37,93	28,32							15,6

večetne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 9,17 (februar 1911), minimalna slanost 33,43 (december 1912), maksimalna temperatura 25,52 (avgust 1969), maksimalna slanost 38,78 (marec 1968)

Preglednica 5: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (%) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postajo 31 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	13,18	38,25	28,89	12,67	38,34	29,06	13,03	38,34	28,99	12,00	37,99	28,64	13,40	38,43	29,19	11,7
februar	12,43	38,20	29,01	12,33	38,28	29,09	12,38	38,30	29,09	11,96	38,08	28,82	12,89	38,36	29,22	11,2
marec	11,94	38,32	29,20	11,43	38,53	29,46	11,72	38,48	29,36	10,80	37,85	28,83	12,57	38,66	29,60	10,2
april	14,49	38,26	28,62	12,90	38,42	29,08	13,48	38,32	28,88	12,70	38,10	28,33	15,21	38,43	29,13	16,1
maj	17,90	37,88	27,52	13,05	38,20	28,88	14,60	38,13	28,48	11,79	37,23	26,93	18,66	38,71	29,15	18,5
junij	21,25	37,95	26,68	13,45	38,37	28,92	16,23	38,29	28,21	12,42	37,53	25,91	23,20	38,78	29,28	20,9
julij	22,90	37,73	26,05	13,98	38,54	28,95	17,10	38,44	28,11	13,18	36,67	24,90	24,58	38,69	29,09	22,8
avgust	23,30	37,30	25,56	14,37	38,34	28,70	17,30	38,11	27,79	12,78	36,20	24,01	25,82	38,67	28,94	23,1
september	21,94	37,45	26,11	15,18	38,43	28,58	18,06	38,19	27,64	14,40	37,12	25,95	22,80	38,70	28,82	20,5
oktober	19,96	38,45	27,42	14,79	38,65	28,85	17,68	38,53	28,05	14,31	38,26	27,27	20,74	38,80	28,86	19,1
november	17,42	38,46	28,08	16,57	38,47	28,29	17,14	38,47	28,19	15,78	38,13	27,85	18,26	38,65	28,62	14,5
december	14,82	38,17	28,60	14,33	38,10	28,53	14,30	38,18	28,59	13,70	37,61	28,26	14,76	38,55	28,78	12,6
povprečje	17,63	38,04	27,65	13,75	38,39	28,87	15,25	38,32	28,45							16,8

veletne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 10,80 (marec 1965), minimalna slanost 36,20 (avgust 1979), maksimalna temperatura 25,82 (avgust 1979), maksimalna slanost 38,80 (oktober 1968)

Preglednica 6: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (%) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postajo 29 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	13,17	38,47	29,06	12,79	38,48	29,15	13,07	38,43	29,08	12,49	37,37	28,28	13,61	38,56	29,26	11,3
februar	10,56	38,10	29,28	10,57	38,11	29,29	10,55	38,13	29,35	8,95	37,70	29,09	12,19	38,62	29,55	9,9
marec	11,35	38,23	29,24	10,97	38,35	29,41	10,85	38,23	29,37	10,24	38,08	29,18	12,30	38,40	29,50	9,6
april	15,14	37,85	28,16	12,69	38,46	29,15	13,32	38,22	29,00	11,32	37,82	28,11	15,25	38,46	29,38	15,9
maj	18,72	37,28	26,87	12,60	38,46	29,19	14,98	38,09	28,81	11,01	35,30	25,21	19,60	38,86	29,57	19,6
junij	20,92	37,54	26,46	12,22	38,49	29,27	16,55	38,24	28,59	11,34	36,33	25,44	22,02	39,22	29,79	19,4
julij	23,04	37,43	25,78	12,39	38,23	29,03	17,77	37,88	28,08	11,60	35,66	24,16	24,84	38,78	29,37	22,9
avgust	23,65	36,12	24,56	14,74	38,21	28,85	19,72	37,39	27,68	12,21	33,71	22,24	25,70	38,96	29,23	24,0
september	21,39	37,23	26,10	13,60	38,39	28,91	18,23	37,81	27,98	13,05	36,63	25,55	22,16	38,62	28,98	21,8
oktober	18,87	38,09	27,44	14,26	38,44	28,79	17,28	38,31	28,23	12,96	37,90	27,29	19,02	38,99	29,07	14,9
november	15,71	37,50	27,80	15,27	38,31	28,66	15,64	37,86	28,20	12,07	35,87	26,57	17,54	38,69	28,93	13,2
december	12,39	37,04	25,81	14,80	38,02	28,36	14,00	36,62	28,17	11,40	32,48	24,77	15,00	38,95	29,03	14,0
povprečje	17,08	37,33	27,21	13,08	38,33	29,01	15,16	37,93	28,54							16,4

veletne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 8,95 (februar 1913), minimalna slanost 32,48 (december 1910), maksimalna temperatura 25,70 (avgust 1960), maksimalna slanost 39,22 (junij 1967)

Preglednica 7: Srednje mesečne vrednosti temperature (°C), slanosti (‰) in gostote morske vode na površini in dnu, mesečne tehtane sredine in ekstremne mesečne vrednosti za postajo 30 (vir: banka podatkov DHI).

mesec	temperatura na površini	slanost na površini	gostota na površini	temperatura na dnu	slanost na dnu	gostota na dnu	tehtana sredina temperature	tehtana sredina slanosti	tehtana sredina gostote	absolutni minimum temperature	absolutni minimum slanosti	absolutni minimum gostote	absolutni maksimum temperature	absolutni maksimum slanosti	absolutni maksimum gostote	temperatura zraka
januar	13,21	38,43	29,02	12,91	38,46	29,11	13,17	38,42	29,03	12,84	38,34	28,99	13,53	38,57	29,21	11,4
februar	11,80	38,30	29,20	12,30	38,23	29,11	12,20	38,34	29,12	9,93	37,90	28,97	13,34	38,62	29,33	13,3
marec	11,93	38,48	29,32	12,70	38,53	29,51	11,82	38,49	29,43	10,68	38,25	29,00	18,80	38,71	29,67	12,0
april	15,00	38,24	28,48	12,53	38,42	29,16	13,72	38,31	28,94	12,12	38,06	28,26	15,40	38,25	29,21	15,4
maj	18,28	37,94	27,47	12,43	38,39	29,15	15,14	38,25	28,71	12,20	36,83	26,41	19,10	38,69	29,36	18,8
junij	20,76	38,16	27,06	12,27	38,37	29,17	16,35	38,30	28,53	12,06	37,66	26,13	22,45	38,77	29,48	20,6
julij	23,01	37,78	26,01	13,12	37,59	28,39	17,83	38,10	28,01	12,62	35,58	25,38	24,29	38,96	29,28	22,4
avgust	23,38	37,63	25,83	13,43	38,47	29,01	19,32	38,13	27,90	12,89	37,10	25,36	24,58	38,63	29,12	24,0
september	22,25	36,88	25,60	13,60	38,38	28,90	18,44	37,69	27,81	13,35	36,47	25,13	22,80	38,57	29,02	21,1
oktober	19,92	38,15	27,20	14,20	38,53	28,88	18,04	38,35	28,18	12,77	37,62	26,31	21,94	38,72	29,06	19,0
november	17,14	37,53	27,43	15,86	38,24	28,29	16,84	37,82	27,79	15,32	37,03	26,65	18,90	38,38	28,52	14,2
december																
povprečje	17,88	37,96	27,51	13,21	38,33	28,97	15,72	38,20	28,50							17,5

večletne absolutne vrednosti: minimalna temperatura 9,93 (februar 1911), minimalna slanost 35,58 (julij 1969), maksimalna temperatura 24,58 (avgust 1969), maksimalna slanost 38,96 (julij 1969)

Preglednica 8: Srednje vrednosti temperature (°C), slanosti (‰) in gostote morske vode na površini in dnu, tehtane sredine in ekstremne vrednosti po posameznih postajah med letoma 1911 in 1990 (vir: banka podatkov DHI).

Postaja	Maksimalna temperatura na površini	Minimalna temperatura na površini	Maksimalna temperatura na dnu	Minimalna temperatura na dnu	Tehtana sredina maksimalne temperature	Tehtana sredina minimalne temperature	Absolutna maksimalna temperatura	Absolutna minimalna temperatura
29	23,38 avgust	11,80 februar	15,86 november	12,30 februar	19,32 avgust	11,82 februar	24,58 avgust	9,93 februar
30	23,65 avgust	10,56 februar	14,80 december	10,57 februar	19,72 avgust	10,55 februar	25,70 avgust	8,95 februar
31	23,30 avgust	11,94 marec	15,18 september	11,43 marec	18,06 september	11,72 marec	25,82 avgust	11,79 februar
34	23,68 avgust	10,18 februar	15,57 oktober	10,51 februar	20,73 avgust	10,17 februar	25,52 avgust	11,20 februar
35	25,82 avgust	10,47 februar	17,55 september	10,12 februar	20,40 avgust	10,14 februar	25,96 avgust	8,88 februar
37	23,22 avgust	8,09 februar	15,29 september	8,67 marec	20,26 avgust	8,57 marec	26,00 avgust	6,30 februar
38,39	23,78 avgust	8,41 februar	16,88 oktober	8,91 februar	19,96 avgust	8,73 februar	26,33 avgust	0,77 februar
	Maksimalna slanost na površini	Minimalna slanost na površini	Maksimalna slanost na dnu	Minimalna slanost na dnu	Tehtana sredina maksimalne slanosti	Tehtana sredina minimalne slanosti	Absolutna maksimalna slanost	Absolutna minimalna slanost
29	38,48 marec	37,53 november	38,96 junij	37,03 november	38,49 marec	38,69 september	38,96 julij	35,30 maj
30	38,47 januar	36,12 avgust	38,49 avgust	38,02 december	38,43 januar	36,62 december	39,22 junij	35,58 julij
31	38,46 november	37,30 avgust	38,65 oktober	38,10 december	38,53 oktober	38,11 avgust	38,80 oktober	36,20 julij
34	38,27 april	36,62 avgust	38,57 marec, oktober	38,21 avgust	38,25 januar, april	37,34 avgust	38,78 marec	35,28 september
35	38,44 januar	34,93 avgust	38,60 oktober	37,77 avgust	38,44 januar	36,68 avgust	38,53 januar	34,18 avgust
37	37,73 januar	31,48 junij	38,11 junij	36,02 april	37,79 januar	36,73 november, julij	38,87 avgust	17,05 november
38,39	37,55 januar	34,83 september	38,11 april	36,38 februar	37,63 januar	36,51 september	38,77 maj	21,03 februar
	Maksimalna gostota na površini	Minimalna gostota na površini	Maksimalna gostota na dnu	Minimalna gostota na dnu	Tehtana sredina maksimalne gostote	Tehtana sredina minimalne gostote	Absolutna maksimalna gostota	Absolutna minimalna gostota
29	29,32 marec	25,83 avgust	29,51 marec	28,29 november	29,43 marec	27,81 september	29,43 marec	27,79 november
30	29,28 februar	24,56 avgust	29,41 marec	28,36 december	29,35 februar	27,68 avgust	29,79 junij	28,93 november
31	29,20 marec	25,66 avgust	29,46 marec	28,29 november	29,36 marec	27,64 september	29,60 marec	24,01 avgust
34	29,25 februar	24,98 avgust	29,52 marec	28,51 september	29,43 marec	26,76 avgust	29,70 februar, marec	23,60 avgust
35	29,26 februar	23,05 avgust	29,35 februar	27,65 september	29,28 februar	26,85 september	29,45 februar	22,51 avgust
37	29,12 januar	21,63 junij	29,38 februar	27,79 oktober	29,15 januar	26,27 avgust	29,76 marec	28,03 november
38,39	28,98 januar	23,80 avgust	29,49 marec	27,64 november	29,21 marec	26,33 avgust	30,12 februar	28,19 november

doseže svoj maksimum. Vrednosti gostote so višje od 29,40, razen na postajah 37 in 35. Minimalne vrednosti gostote morske vode pri dnu so bile izmerjene v jesenskem obdobju (preglednica 8).

Tehtane sredine so najvišje pozimi, najmanjše pa poleti (avgust in september, 26,33 do 27,81). Povečujejo se od severa proti jugu. Absolutni maksimumi praviloma nastopajo pozimi in imajo zelo visoke vrednosti (29,43 do 30,12).

Predhodne analize kažejo, da statistični pristop k obdelavi podatkov temperature in gostote morske vode daje dobre rezultate pri določevanju trendov in gibanja njihovih vrednosti. Pri halinskih vrednostih se pojavljajo anomalije, povezane z maritimnimi ter kontinentalnimi klimatskimi in hidrološkimi parametri, ki vplivajo na slanost in njeno spreminjanje med leti. To dokazuje manjšo *konzervativnost* slanosti v primerjavi s temperaturo in gostoto morske vode.

6. Sklepi

Analiza in sinteza podatkov za obdobje med letoma 1911 in 1990 sta izpolnili pričakovanja in dali eksplicitne rezultate o časovnih spremembah pojavljanja ekstremnih stanj in splošnih značilnostih parametrov morske vode v severnem Jadranu.

Minimalne vrednosti površinske temperature so februarja, razen v jugovzhodnem delu območja, kjer je minimum marca. Minimalna srednja vrednost je ob ustju Pada, in sicer okoli 8,09° C. Srednje maksimalne površinske vrednosti so redno avgusta (preglednica 8). Takrat se pojavljajo tudi srednje maksimalne vrednosti v stolpcu (tehtana sredina), minimumi pa februarja ali marca, odvisno od letnih vremenskih značilnosti.

V celotnem območju severnega Jadrana so termalni maksimumi avgusta, minimumi pa februarja. Februarja leta 1965 je bila izmerjena tudi najnižja temperatura, 6,30° C na postaji 37. Tudi najvišja, 26,48° C, je bila junija leta 1967 izmerjena na isti postaji. Razlog je intenzivni zimski kontinentalni vpliv in hitrejša poletno segrevanje manj slane vode v plitvem morju.

Slanost se povečuje od severa proti jugu. Maksimalne površinske vrednosti so najpogostejše pozimi, minimalne pa poleti, avgusta. Na prerezu I je najnižja površinska slanost konec pomladi na postaji ob ustju Pada. Na srednjih postajah tega prereza je najnižja slanost v mesecih z največ padavin. Vrednosti pri dnu so povezane s številnimi dejavniki, zato pojavljanja maksimalnih in minimalnih vrednosti ne moremo natančneje vklopiti v nobeno zakonitost.

Tehtane sredine slanosti so največje pozimi, najpogosteje januarja, najmanjše pa konec poletja, na koncu sušnih obdobj, torej v času minimalnega rečnega dotoka.

Maksimalne ekstremne vrednosti slanosti (preglednica 8) so od 38,53 do 39,22 ‰, minimalne pa od 17,05 do 36,20 ‰.

Zimske maksimalne vrednosti površinske gostote morske vode se gibljejo od 28,98 do 29,32. Na prerezu I nastopijo januarja, na prerezu II februarja, na prerezu III pa marca. Če izključimo manjša odstopanja, lahko sklenemo, da ima časovni zamik smer sever–jug. Minimalne vrednosti površinske gostote so avgusta, le na postaji 37 junija. Maksimumi pri dnu so marca, razen na postajah 37 in 35, kjer je maksimum pri dnu zaradi vpliva Pada in kinematike vodnih mas šele maja.

Tehtane sredine gostote morske vode imajo največje vrednosti pozimi in najmanjše poleti. Absolutni maksimumi nastopijo pozimi in imajo zelo visoke vrednosti, od 29,43 do celo 30,12.

7. Viri in literatura

Banka podataka. Hrvatski hidrografski institut. Split, 1991.

Bernot, F. 1971: Spreminjanje temperaturnih in slanostnih razmer severnega Jadrana v korelaciji z dotokom rečne vode. Doktorska disertacija, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

- Bićanić, Z. 1992: Nova saznanja o termohalinskim svojstvima sjevernog Jadrana (novi pristup analizi u funkciji fizičko geografskih obilježja). Doktorska disertacija, Oddelek za geografiju Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Bićanić, Z. 1992: Termohalinski odnosi u sjevernom Jadranu. *Acta Geographica Croatica*. Zagreb.
- Buljan, M., Zore-Armanda, M. 1971: Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije. Split.
- Vučak, Z. s sodelavci 1982: Andrija Mohorovičić 1974–76, Izvještaj i rezultati oceanografskih istraživanja Jadranskog mora. Split.
- Vučak, Z., 1985: Strujanje u sjevernom Jadranu u vidu uzroka i posljedica. Doktorska disertacija, Oddelek za geografiju Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

8. Summary: Temperature, salinity, and density of seawater in the Northern Adriatic Sea

(translated by Mateo Zore and Wayne J. D. Tuttle)

Since the Northern Adriatic Sea has the distinct characteristics of a continental sea with small depths, intensive movement of water masses, strong continental water and climate influences, and complex interactive processes between the sea, the land, and the atmosphere; thermocline analyses of its water are therefore very demanding.

The analysis and synthesis of temperatures, salinity, and density of the seawater for the period between 1911 and 1990 demonstrate that the continental climatic and water elements and the incoming northwestern sea current greatly influence the distribution of the seawater and its thermocline characteristics.

The tables and brief descriptions illustrate the changes in temperature, salinity, and density of the seawater in the Northern Adriatic Sea in terms of time and space.

Over the shallow Northern Adriatic shelf, the stratification in the water column reveals two layers: at the surface and at the bottom. This influences the living creatures of the sea, a topic, however, that is the subject of research by other branches of oceanology.