

KONTROLA PODATAKA POVRŠINSKE TEMPERATURE MORA

Krešo Pandžić
Državni hidrometeorološki zavod
pandzic@cirus.dhz.hr

1. Uvod

Iako temperatura mora nije tipičan meteorološki parametar, jer je izvan atmosfere, njezina važnost za procese u atmosferi je izuzetna jer ukazuje na toplinsko stanje ogromnih vodenih masa sadržanih u jezerima, morima i oceanima (u daljnjem tekstu će se navoditi samo more). Termička svojstva vode su različita od kopna. Naime, voda ima veći termički kapacitet od kopna pa se ona sporije grije i hladi nego kopno. Voda je prozirna pa se toplina koja pristigne zračenjem od Sunca raspoređuje na veći volumen nego na kopnu i konačno voda je fluid pa se strujanjem i turbulencijom voda iz dubine i okoline miješa s onom na površini te tako utječe na površinsku temperaturu.

Redovna mjerenja temperature mora obavljaju su na obalnim i brodskim postajama ili pomoću meteoroloških satelita. Kovencionalni način mjerenja temperature vode obavlja se pomoću termometra na dubini oko 30 cm na reprezentativnom mjestu gdje voda nije plića od 1.8 m. Na brodskim postajama temperatura se mjeri s pomoću kante napunjene morskom vodom na trasi broda. Temperatura mora se može kontinuirano mjeriti pomoću elektroničkih osjetnika ugrađenih na donju stranu plutača koje se lancem usidre za betonski blok na dnu mora (Pandžić ur., 2008). Konačno, nasuvremeniji način mjerenja površinske temperature mora je daljinski, pomoću meteoroloških satelita, premda to ne znači da su *in situ* mjerenja suvišna. Naprotiv, sve vrste mjerenja se na neki način nadopunjuju, a ne isključuju. Za vrijeme mjerenja i prijenosa podataka temperature mora moguće su pogreške pa je podatke prije upotrebe potrebno kontrolirati.

2. Površinska temperatura mora u Jadranu

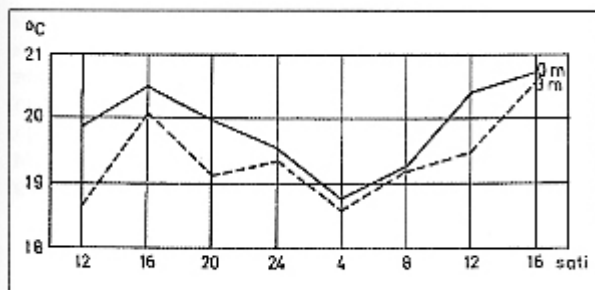
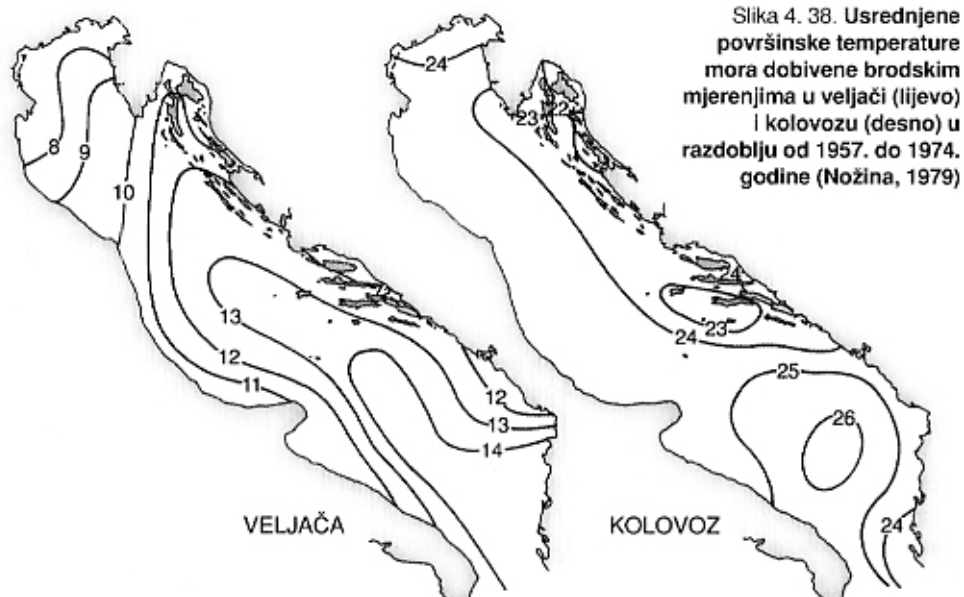
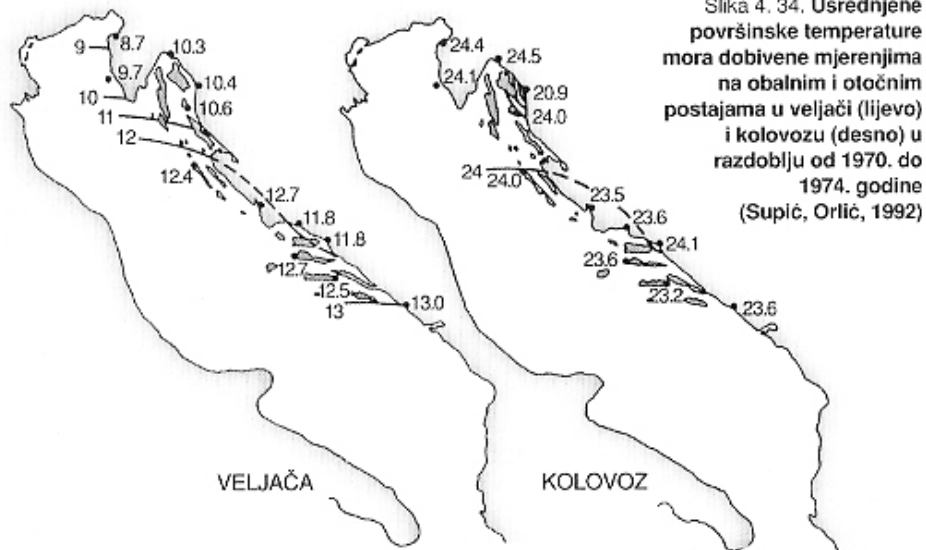
Analiza površinske temperature mora sažeto je prikazana u knjizi «Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana» autora Branke i Ivana Penzar te Mirka Orlića. Za tu je svrhu korištena iscrpna literatura većinom autora koji se bave oceanografijom. Stoga je preporučljiva daljnja suradnja s oceanografima po ovom predmetu (Penzar et al., 2001).

U navedenoj su knjizi odvojeno korišteni rezultati mjerenja površinske temperature mora na obalnim postajama, brodovima te satelitima. Posebno je razmatran vertikalni presjek temperature mora po dubini na području Stončice kod Visa. Razmatrani su godišnji hodovi većinom površinske temperature kao i dnevni hod za područje Splita.

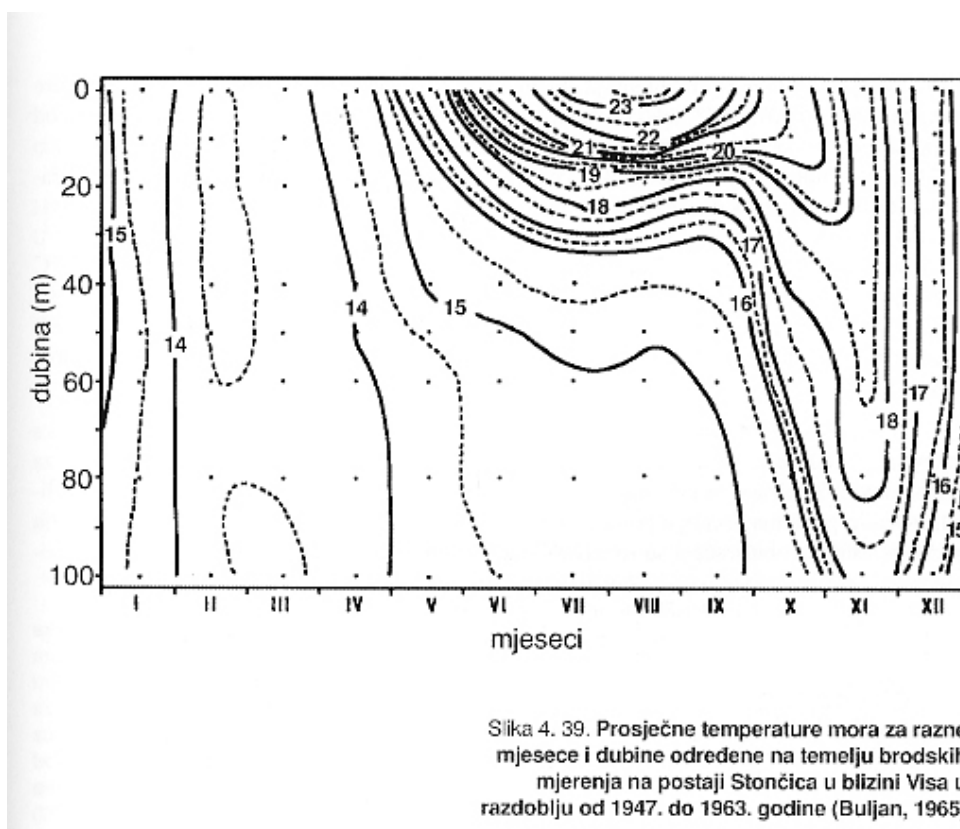
Rezultati pokazuju da su srednje mjesečne temperature površine mora najniže u veljači, a najviše u kolovozu. Taj rezultat pokazuje da su nastupi ekstremnih površinskih temperatura mora pomaknuti za jedan mjesec u odnosu na one u prizemnoj atmosferi što je u skladu s teorijom (Slika 4.34 i 4.38). Najniže vrijednosti temperature mora u veljači (ispod 10°C) pojavljuju se na sjevernom Jadranu dok su u kolovozu one izjednačene (do 24°C) osim za područje Velebitskog kanala koji je pod jakim utjecajem podzemnih vrulja i djelovanja bure (oko 20°C).

Najniža temperatura na Jadranu, primjerice u razdoblju od 1911. do 1964. godine, bila je 4.1°C, a najveća 28.8°C. Mogu se očekivati određena kolebanja površinske temperature mora

u odnosu na višegodišnji prosjek za oko $+5^{\circ}\text{C}$. Također postoje i dnevna kolebanja temperature mora ne veća od 2 do 3°C (Slika 4.37).

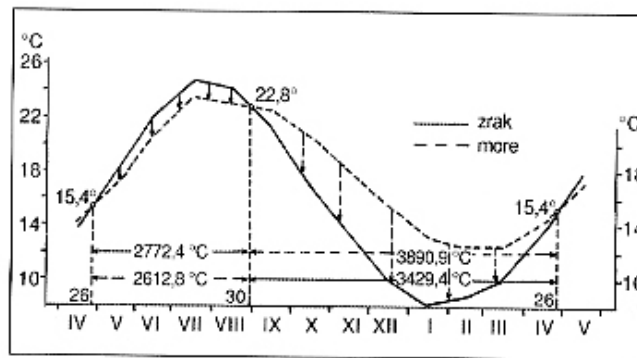


Temperatura mora se tijekom godine mijenja do nekih 100 m dubine, a najviše u površinskom sloju (Slika 4.39). Tijekom ljeta na dubini oko 20 m stvara se granica između relativno ugrijanog i hladnijeg mora koja se zove *termoklina*. Čak i u tom dijelu godine termoklina se može izdići pa se lokalno mogu pojaviti relativno niske temperature mora (čak do 15°C). U proljeće se temperature na površini izjednače s onima po dubini pa nastaje *homotermija*. Tijekom jeseni, kada se površinski sloj počinje hladiti, zbog težine relativno hladnija voda prodire u dubinu i na taj način povlači još uvijek relativno toplu vodu iz površinskog sloja u veće dubine. Sredinom zime ponovo nastupa homotermija to jest dolazi do uspostave konstantne temperature po dubini.



Slika 4. 39. Prosječne temperature mora za razne mjeseci i dubine određene na temelju brodskih mjerenja na postaji Stončica u blizini Visa u razdoblju od 1947. do 1963. godine (Buljan, 1965)

More, kako je već spomenuto za razliku od kopna, zbog tromosti ugrijavanja i hlađenja ublažava dnevna i sezonska kolebanja površinske temperature mora i zraka. Sasvim općenito se može reći da je more toplije od zraka (Penzar et al., 2001). Preciznije, primjerice u Splitu more je toplije od zraka, u prosjeku, od rujna do travnja, a hladnije od svibnja do kolovoza (Slika 4.51). Dakle u 8 mjeseci u godini more je u Splitu toplije od zraka, a samo u četiri hladnije od njega. Mogu postojati i izuzeci u «rubnim» mjesecima to jest u travnju i rujnu. U 50 % slučajeva srednja je mjesečna temperatura mora u Splitu bila veća od temperature zraka barem za 2°C (jedanput čak 8°C), u 32% slučajeva temperature mora i zraka razlikovale su se manje od 2°C dok je u preostalim slučajevima zrak bio topliji od mora za 2 do 4°C.



Slika 4. 51. Srednji godišnji hodovi temperature mora i zraka u Hvaru (Stipaničić, 1975). Razdoblje kad je zrak topliji od mora traje od 26. travnja do 30. kolovoza što iznosi 126 dana, a sezona kupanja određena srednjom temperaturom mora višom od 20 °C traje 132 dana, tj. od 13. lipnja do 23. listopada u prosjeku. Naznačeni su i temperaturni zbrojevi za zrak i za more u sezonama kad je zrak topliji od mora i kad je hladniji.

3. Granice za kontrolu površinske temperature mora u Jadranu

Granice površinske temperature mora mogu se definirati pomoću srednjeg godišnjeg hoda za pojedine postaje uz dodani raspon $+5^{\circ}\text{C}$. Korištenjem srednjih mjesečnih vrijednosti iz spomenutog udžbenika Penzar et al. (2001) dobiveni su rasponi za kontrolu temperature mora koji su prikazani u Tablici 1.

Tablica 1. Rasponi površinske temperature mora ($^{\circ}\text{C}$) za obalne postaje na Jadranu.

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Piran	5-14	4-13	5-14	7-17	12-22	17-27	18-29	19-29	17-27	12-22	9-19	6-16
Sv. Ivan	5-15	5-15	5-15	6-16	9-20	15-25	18-28	19-29	17-27	12-23	9-20	7-17
Rijeka	6-16	5-15	5-15	7-17	10-20	15-25	19-29	19-29	15-25	12-22	9-19	7-17
Senj	5-15	5-15	5-15	6-16	9-20	14-24	14-24	15-25	13-23	10-20	9-19	7-17
Rab	5-15	5-15	6-16	7-18	12-22	14-26	17-28	19-29	16-26	12-22	9-19	7-17
Veli Rat	8-18	7-17	7-17	8-18	11-21	15-25	17-27	19-29	17-27	14-24	11-21	9-19
Šibenik	7-17	7-17	7-17	9-19	12-22	16-26	17-28	18-29	17-27	13-24	11-21	9-19
Split	7-17	7-17	7-17	8-19	12-22	16-26	17-28	18-29	16-27	13-24	11-21	8-18
Makarska	7-17	7-17	7-17	8-19	12-22	15-25	17-28	18-29	17-27	13-24	11-21	8-18
Hvar	8-18	8-18	8-18	9-19	12-22	15-25	17-27	18-29	17-28	15-25	12-22	9-19
Sestrice	8-18	8-18	8-18	9-19	12-22	15-25	17-27	18-29	17-27	15-25	12-22	9-20
Dubrovnik	8-18	8-18	8-18	9-19	12-22	16-26	18-28	18-29	17-27	13-24	11-21	9-19
Mljet-m.j.	5-20	5-20	5-20	7-21	10-24	14-28	16-30	16-31	15-29	11-26	9-22	7-21
Mljet-v.j.	6-19	6-19	6-19	8-20	9-23	13-27	17-29	17-30	16-28	12-25	10-21	8-20
Mljet-o.m.	8-18	8-18	8-18	9-19	12-22	16-26	18-28	18-29	17-27	13-24	11-21	9-19

Napomena: Na području Mljeta temperature mora se mjere na tri mjesta Mljet – Malo jezero, Mljet – Veliko jezero te Mljet – otvoreno more. U Malom se jezeru očekuje izraženije kolebanje temperature nego u Velikom jezeru odnosno otvorenom moru. Za otvoreno more je uzet raspon kolebanja temperature kao za Dubrovnik, za Veliko jezero 2, a za Malo jezero 4°C veći raspon temperature nego za Dubrovnik. Nakon nekoliko godina potrebno je

navedene granice korigirati na temelju stvarnih podataka na odgovarajućim postajama koji sada nedostaju. Slična se praksa može primijeniti i za ostale obalne postaje koje tek započinju s radom.

Osim navedenih raspona površinske temperature mora za kontrolu ispravnosti podataka može se promatrati razlika temperature u dva uzastopna termina mjerenja koja ne bi trebala biti veća od 4°C (ovo je dvostruka vrijednost od stvarno izmjerene koja obično ne prelazi 2°C). Nadalje, može se promatrati razlika u temperaturi između pojedinih postaja. Ona ne bi trebala biti veća od 10°C (stvarne razlike su do oko 5°C). Postoji mogućnost povezivanja temperature mora s temperaturom zraka premda se u ovoj fazi u to neće ulaziti te korištenje prognostičkih vrijednosti.

Prema preporukama Svjetske meteorološke organizacije podatke ne bi trebalo ispravljati nego označavati prema određenom sustavu kao na primjer u Tablici 2.

Tablica 2. Primjer označavanja kvalitete podataka

Zastavica	Kvaliteta mjerenja
1	ispravno
2	vjerojatno ispravno
3	vjerojatno pogrešno
4	pogrešno

U našem slučaju možemo se za sada zadržati na dvije kategorije: «ispravno» ako je podatak u granicama navedenim u Tablici 1 te «pogrešno» ako je izvan tih granica. Pogrešni podaci, primjerice, mogu se označiti zvjezdicom ili izostaviti.

Reference

- Pandžić, K. (urednik), 2008: *Naputak za opažanja i mjerenja na glavnim meteorološkim postajama*. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb. 342 pp.
- Penzar, B., Penzar, I. i M. Orlić, 2001: *Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana*. Nakladna kuća Dr. Feletar. Zagreb. 258 str.