

# Analiza senzibilnih tokova topline u Jadranu

---

**Penović, Karlo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, University of Split, Faculty of science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:466821>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-06**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Science](#)



Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Odjel za fiziku

Karlo Penović

**ANALIZA SENZIBILNIH TOKOVA  
TOPLINE U JADRANU**

**ANALYSIS OF SENSIBLE HEAT FLUX  
OVER THE ADRIATIC**

Završni rad

Mentor: prof. dr. sc. Darko Koračin

Split, rujan 2015.

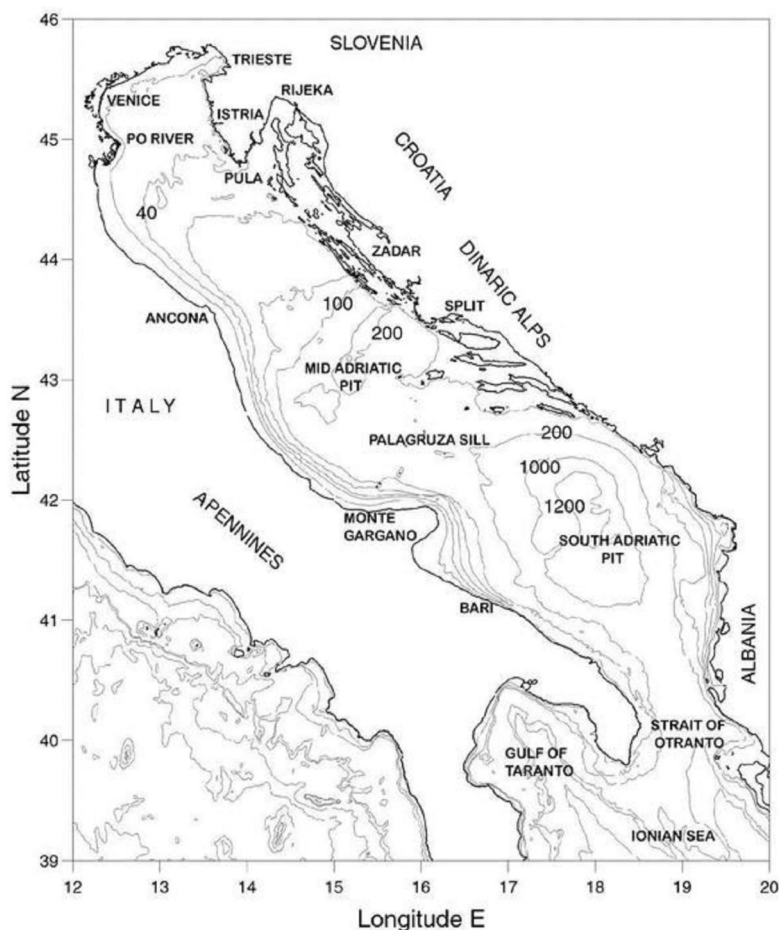
# Sadržaj:

1. UVOD .....	3
1.1. Općenito o Jadranskom moru .....	3
1.2. Senzibilni tokovi topline i način izračuna .....	4
1.3. Podatci - dugogodišnja brodska mjerenja na potezu Split-Gargano .....	6
2. ANALIZA REZULTATA .....	8
2.1. Grafički i tablični prikazi podataka potrebnih za analizu.....	8
2.2. Diskusija rezultata analize .....	17
3. ZAKLJUČAK.....	20
4. LITERATURA.....	23

# 1. UVOD

## 1.1. Općenito o Jadranskom moru

Jadransko more je poluzatvoreni bazen u sklopu najsjevernijeg dijela Mediterana. Površina mu je 138 600 km<sup>2</sup>. Proteže se u smjeru sjeverozapada od 40° do 45°45' sjeverne geografske širine. Otrantska vrata povezuju južni dio Jadranskog mora s Jonskim morem te omogućavaju izmjenu vodenih masa između ta dva bazena. Najdublji dio Jadranskog mora je upravo njegov južni dio, a maksimalna dubina tu iznosi 1223 m. Jadransko more je okruženo Dinaridima na istoku, Apeninima na zapadu i Alpama na sjeveru.



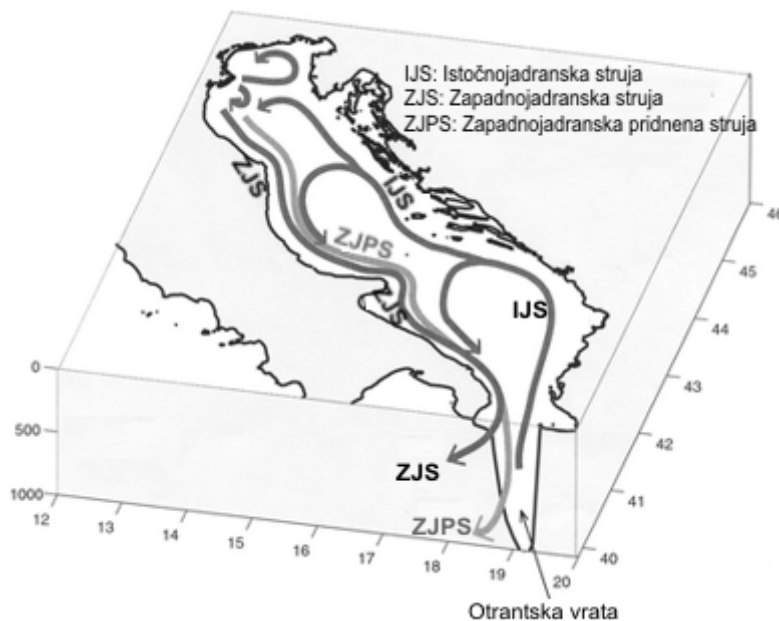
Slika 1.1. Topografija Jadranskog mora (Cushman-Roisin *et al.*, 2001)

Pritoci slatke vode i oborine nadmašuju isparavanje u Jadranu. Posljedica toga je sniženje saliniteta, dok s druge strane imamo dotok slane mediteranske vode kroz Otrantska vrata koji

povećava salinitet. Salinitet je zbog toga viši u južnom Jadranu dok je niži u njegovom sjevernom dijelu, gdje je najizraženiji dotok slatke vode upravo rijeka Po. Na sezonske varijacije saliniteta mogu utjecati i meteorološki čimbenici, poput ekstremnih oborina, izraženijih perioda ispravanja i sl.

Površinske temperature Jadranskog mora uglavnom se kreću od zimskih 10-13°C do ljetnih 25-28°C. Izraženije oscilacije u temperaturi javljaju se osobito na sjevernom dijelu gdje bura puše češće i izraženije nego na južnom dijelu. Također, sjeverni dio je i dosta plići (prosječne dubine oko 50 m) pa se ljeti taj dio lakše i brže zagrije. U južnom dijelu Jadrana su ove oscilacije slabije izražene zbog periodične izmjene vode sa Jonskim morem.

Generalno strujanje u Jadranu je u "ciklonalnom" smjeru (obrnuto od kazaljke na satu). Točnije rečeno, uz istočnu obalu se javlja ulazno strujanje koje transportira slanu levantinsku vodu u Jadran, dok se uz zapadnu obalu odvija izlazno strujanje, tj. istjecanje manje slane vode iz Jadrana. Uzrok ove opće cirkulacije su gradijentske struje i sezonske promjene smjera vjetrova, pa je ljeti izraženiji izlazni tok, a zimi ulazni tok.



Slika 1.2. Shema opće cirkulacije u Jadranu (skola.gfz.hr)

## 1.2. Senzibilni tokovi topline i način izračuna

Da bi se shvatilo na koji se način odvija interakcija mora i atmosfere u Jadranu i kakve su klimatske promjene te interakcije potrebno je izučiti senzibilne i latentne tokove topline.

Uslijed nejednolikih klimatskih promjena temperature mora i atmosfere, mogu se očekivati i

promjene navedenih tokova topline. To ukazuje na promjene stabilnosti mora i atmosfere, te promjene morskih strujanja, polja vjetra i naoblake.

Latentna toplina je toplina potrebna za promjenu agregatnog stanja neke tvari (isparavanje tekuće vode). Npr. pri vrenju vode se ne mijenja temperatura, već je ona konstantna, tj. iznosi 100°C. Toplina koja se dodaje vodi koja vrije naziva se latentnom toplinom. Dakle, toplina koja uzrokuje promjenu stanja, a bez promjene temperature, jest latentna toplina.

Naprotiv tome, senzibilna toplina je toplina koju uzorak (čest) dobije ili izgubi pri promjeni temperature, a da pri tom agregatno stanje česti ostane nepromijenjeno.

Sada možemo i matematički definirati način na koji računamo senzibilne tokove topline. Za takvo nešto moramo poznavati gustoću zraka ( $\rho=1,225 \text{ kg/m}^3$ ), specifični toplinski kapacitet pri konstantnom tlaku ( $c_p=1005 \text{ J/kgK}$ ), koeficijent transfera topline  $c_h$ , površinsku temperaturu mora  $T_s$ , temperaturu zraka na visini anemometra  $T_a$  (cca 10 m) i apsolutni iznos brzine vjetra  $|V|$ .

Sumarno, formula za računanje senzibilnog toka topline glasi:

$$HF = \rho c_p c_h (T_s - T_a) |V| \quad (1),$$

gdje je HF senzibilni tok topline, izražen u mjernim jedinicama  $\text{W/m}^2$ .

Koeficijent transfera topline  $c_h$  odabiremo na osnovu brzine vjetra. Ovisno o intervalu u koji upada brzina vjetra, vrijednosti  $c_h$  pridružujemo jednu od konstantnih vrijednosti. Odabir navedenog koeficijenta radi se prema sljedećoj tablici:

Tablica 1.1. Koeficijent transfera topline  $c_h$  ( $W/m^2K$ ) u ovisnosti o brzini vjetra

Brzina vjetra [m/s]	CH
[0,1]	0,0018
(1,2]	0,00108
(2,3]	0,0011
(3,4]	0,00115
>4	0,0012

### 1.3. Podatci - dugogodišnja brodska mjerenja na potezu Split-Gargano

Istraživački brodovi Instituta za oceanografiju i ribarstvo (IZOR) su od 1950. godine počeli vršiti (kvazi)kontinuirana mjerenja velikog broja parametara. Mjerni parametri uključuju temperature mora na 0 i 10 metara, temperature suhog termometra, brzinu i smjer vjetra, relativnu vlažnost zraka, tlak zraka, tlak zasićene vodene pare i temperaturu mokrog termometra na potezu Split-Gargano na točno određenim lokacijama.

U ovom radu analizirani su podaci od 1950. do 1983. godine.

U to vrijeme još uvijek nije bilo suvremenih meteoroloških instrumenata, pa je često dolazilo do višemjesečnih prekida mjerenja pojedinog meteorološko-oceanografskog parametra.

Ipak, unatoč tome, uzevši u obzir da se radi o dugogodišnjem klimatološkom nizu godina možemo zanemariti sporadične nedostatke/manjke informacija u mjerenjima.

Napomenimo još i to da na nekim lokacijama mjerenja počinju/završavaju koju godinu prije/kasnije u odnosu na druge, no to nam također nije problematično, jer ono što nas zanima su vremenski trendovi toplinskih tokova, prostorna promjena toplinskih tokova, te korelacija toplinskih tokova s nestabilnosti u moru.

Analizirali smo 7 lokacija na kojima su vršena mjerenja.

Tablica 1.2. Mjerne lokacije i pripadajuće koordinate

Redni broj lokacije	Naziv lokacije	Koordinate
1	Kaštelanski zaljev	43°32' N, 16°22' E
2	Pelegrin	43°12' N, 16°19' E
3	Stončica	43°00' N, 16°20' E
4	Sušac	42°48' N, 16°18' E
5	Palagruža	42°22' N, 16°13' E
6	Južnojadranska kotlina	42°05' N, 17°37' E
7	Gargano	42°08' N, 16°10' E

Na nekim postajama (npr. Kaštelanski zaljev) mjerenja su vršena i po nekoliko puta u sezoni (u godišnjem dobu), dok primjerice na postajama poput Južnojadranske kotline i Gargana, imamo uglavnom jedno ili dva mjerenja u sezoni, ponekad čak i rjeđe.

Također, u nekim situacijama podaci su bili izrazito problematični, u vidu razmaka među mjerenjima. Recimo, na postaji Kaštelanski zaljev, dogodilo se da smo imali mjerenja po nekoliko dana za redom ljeti, dok je zimi zabilježeno tek jedno mjerenje. Naravno da nam takva godina ne bi bila reprezentativni uzorak, pa smo bili prisiljeni eliminirati pojedina mjerenja kako bi imali barem približno učestala mjerenja, tj. približno slične vremenske razmake među njima.

Sada kad smo jasno definirali mjerne parametre koji nam služe za računanje toplinskih tokova, lokacije, vremenski niz i ostale bitne stvari za razumijevanje analize, možemo prikazati mjerne postaje na sljedećoj slici.

Brojevi koji su pridruženi pojedinoj lokaciji su redni brojevi iz Tablice 1.2.





Slika 1.3. Lokacije mjernih postaja označene crvenom bojom

U sljedećem odlomku grafički ćemo prikazati senzibilne tokove za pojedine lokacije, a osim toga prikazat ćemo i trend kretanja temperatura mora na 0 i 10 metara, kao i njihovu razliku, kako bi uvidjeli eventualnu korelaciju između trendova temperatura mora i trendova tokova topline.

Inače, valja spomenuti da je ovo prva analiza navedenih oceanografskih podataka IZOR-a. Do sada se još nije razmatrao vremenski i prostorni trend i raspored senzibilnih tokova topline u Jadranu u znanstvenim radovima.

## 2. ANALIZA REZULTATA

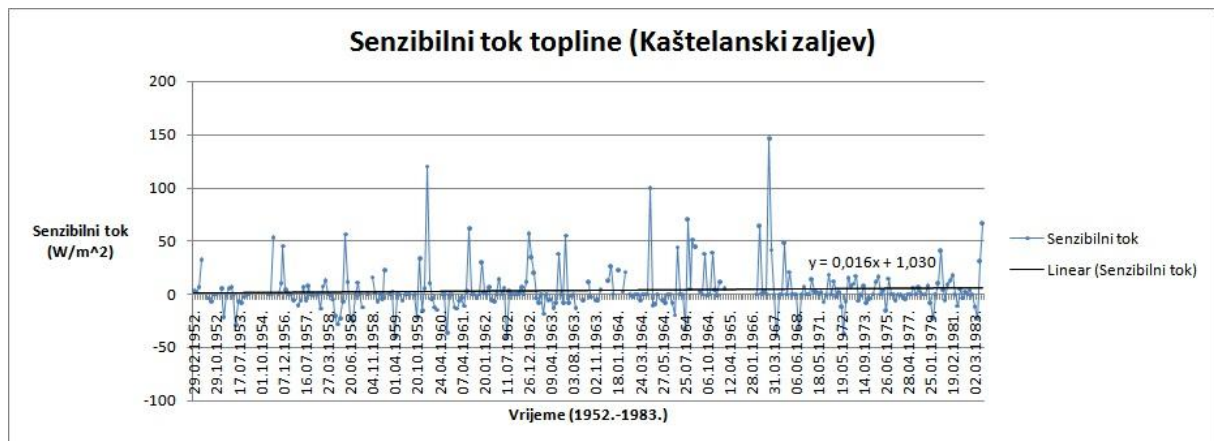
### 2.1. Grafički i tablični prikazi podataka potrebnih za analizu

Za svaku lokaciju bit će prikazana tri grafa. Na prvom će biti senzibilni tok topline kroz vremenski period. Na tom će grafu biti prikazan i linearni trend toka, kao i jednačba koja

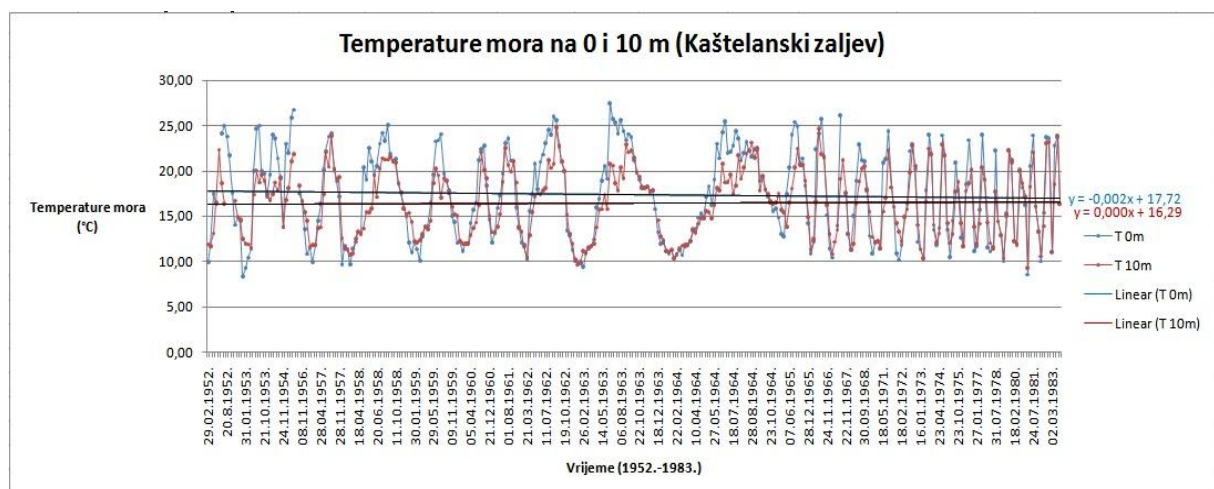
opisuje takav pravac da bi se mogao utvrditi njegov nagib, tj. vremenski trend toplinskog toka u klimatološkom periodu. Valja spomenuti da je mjerna jedinica toplinskog toka  $W/m^2$ . Na drugom grafu bit će u različitim bojama prikazana temperatura mora na 0 i 10 metara dubine, kao i linearni trendovi za obje temperature s pripadajućim jednadžbama pravaca.

I naposljetku, na trećem grafu prikazat ćemo razliku površinske temperature mora ( 0 m ) i temperature mora na dubini od 10 m. Kroz diskusiju rezultata ćemo vidjeti zašto smo uveli i taj graf.

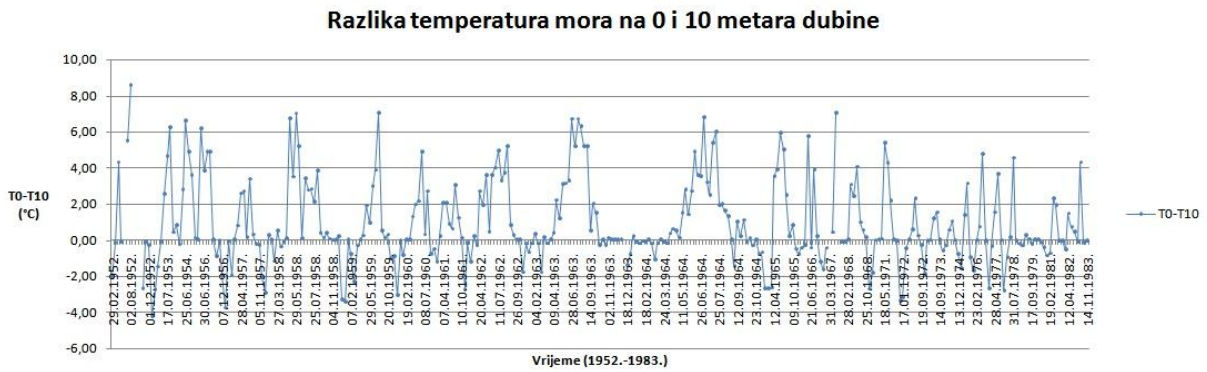
1. lokacija: **Kaštelanski zaljev** ( $43^{\circ}32' N$ ,  $16^{\circ}22' E$ )



Slika 2.1. Senzibilni tok topline i trend

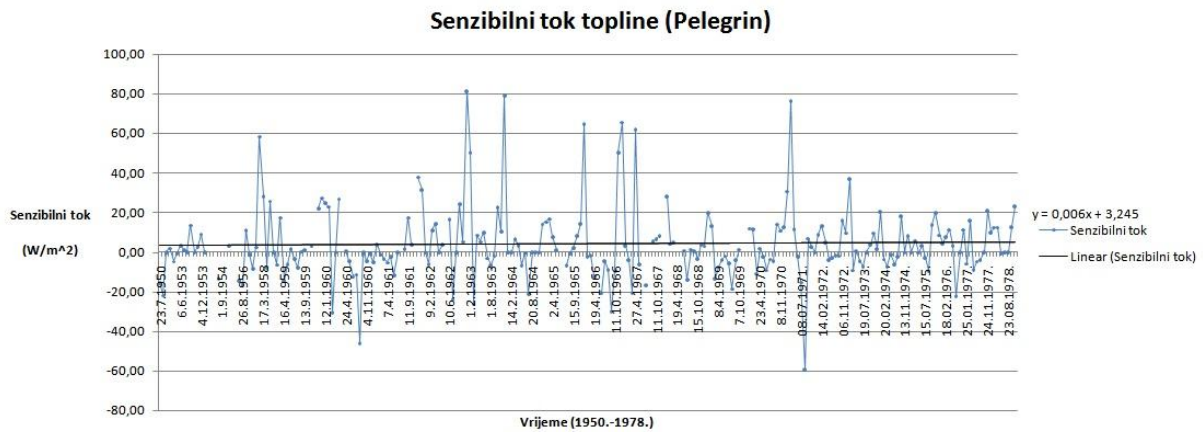


Slika 2.2. Temperature mora i trendovi

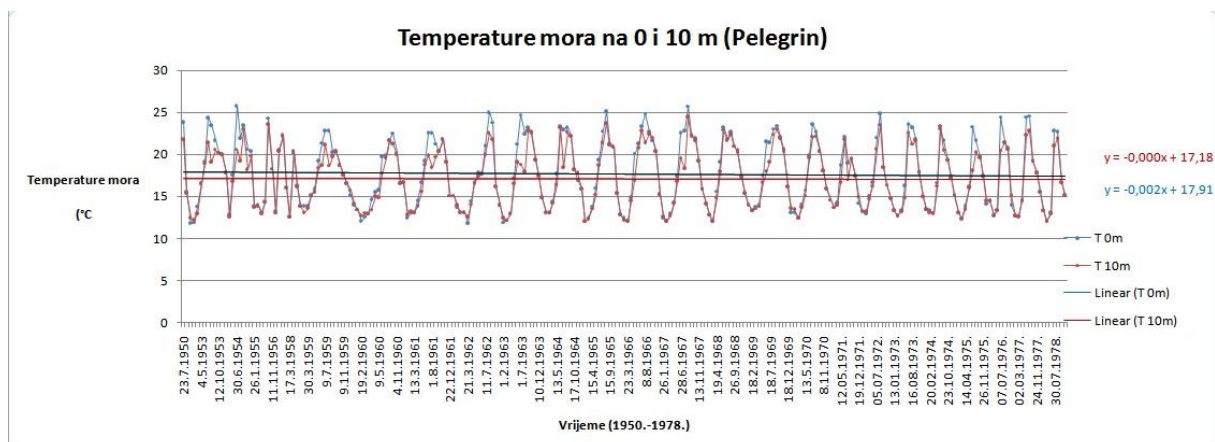


Slika 2.3. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

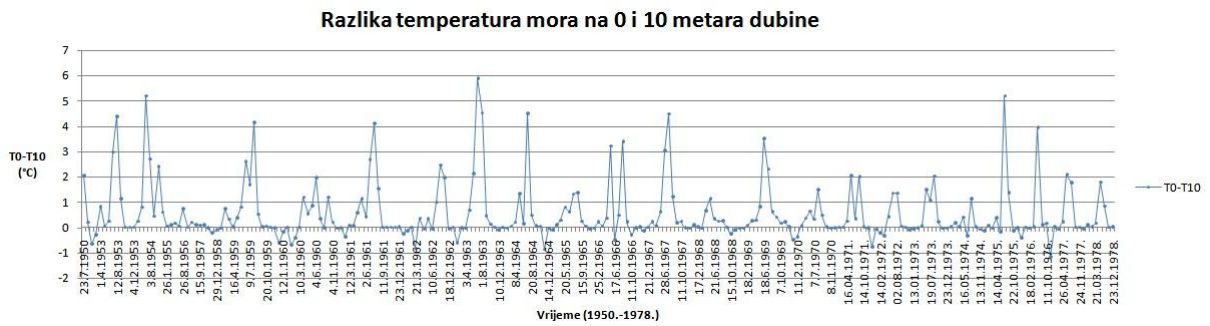
## 2. lokacija: **Pelegrin** (43°12' N, 16°19' E)



Slika 2.4. Senzibilni tok topline i trend

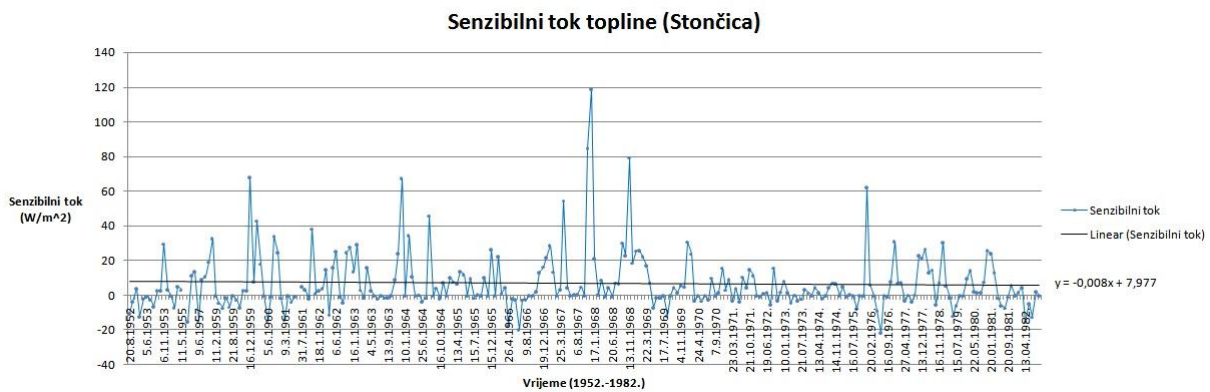


Slika 2.5. Temperature mora i trendovi

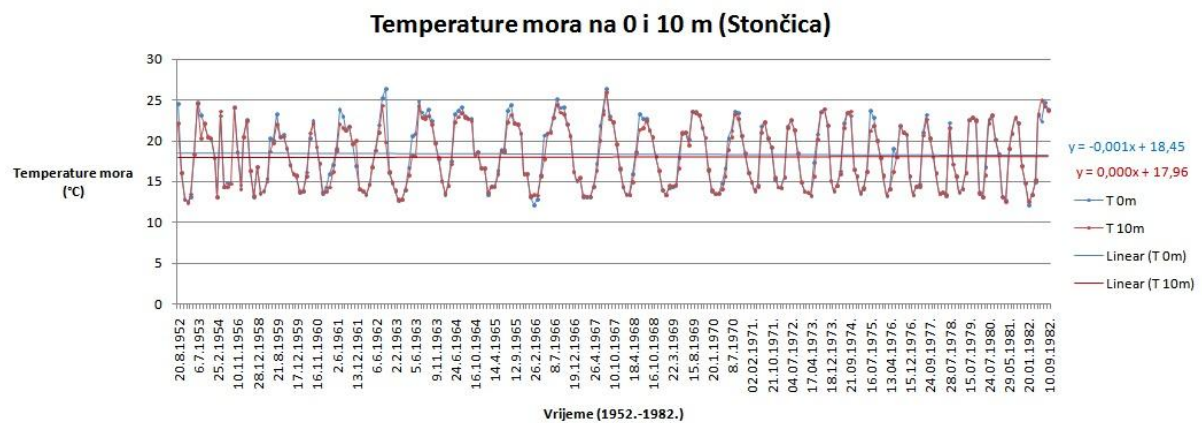


Slika 2.6. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

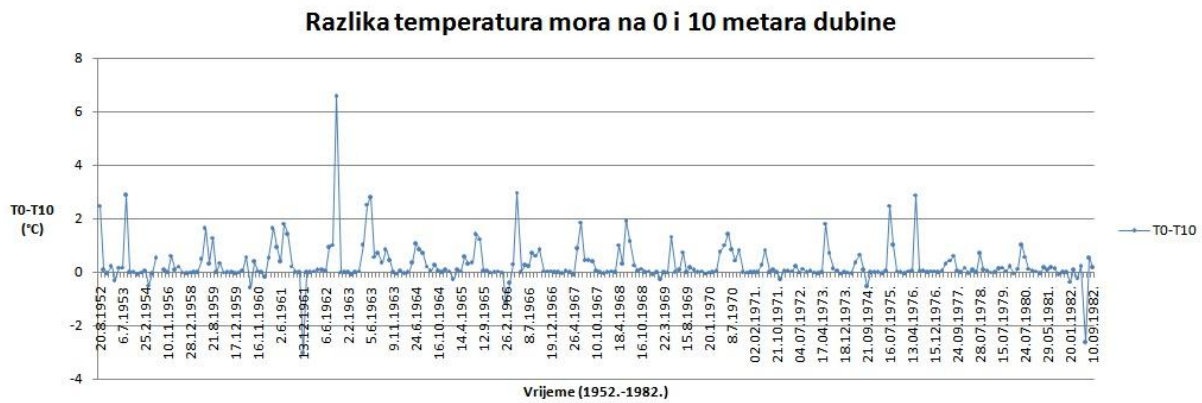
### 3. lokacija: **Stončica** (43°00' N, 16°20' E)



Slika 2.7. Senzibilni tok topline i trend

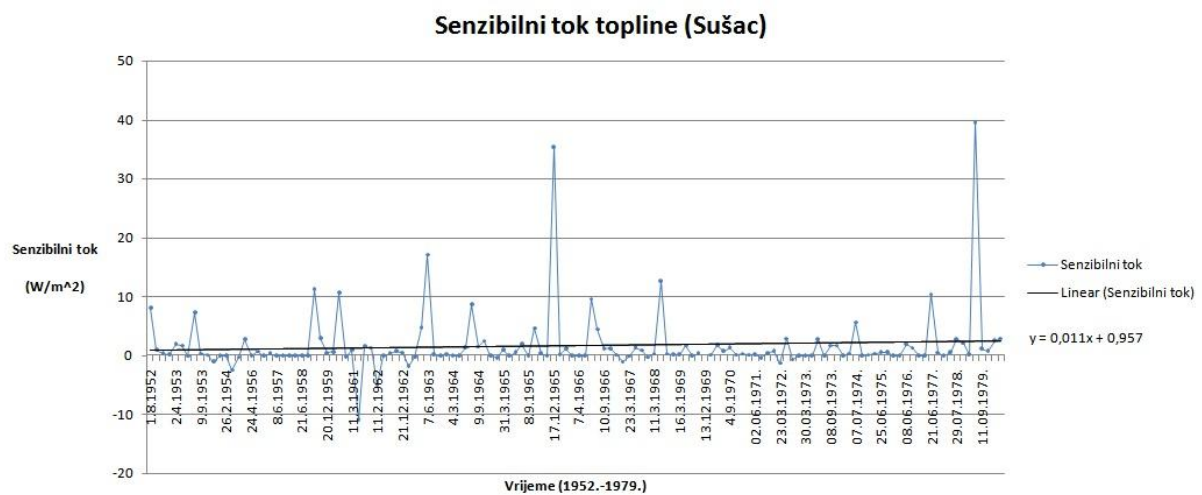


Slika. 2.8. Temperature mora i trendovi

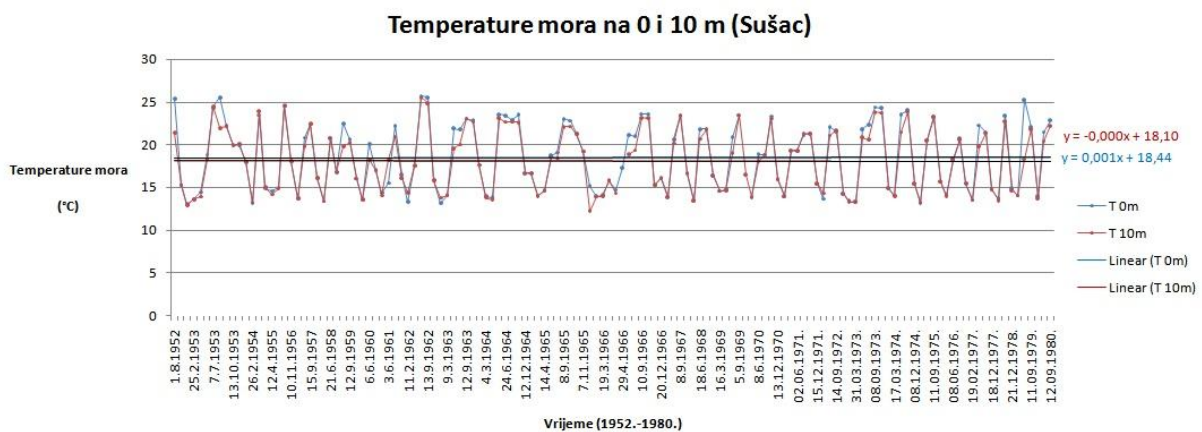


Slika 2.9. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

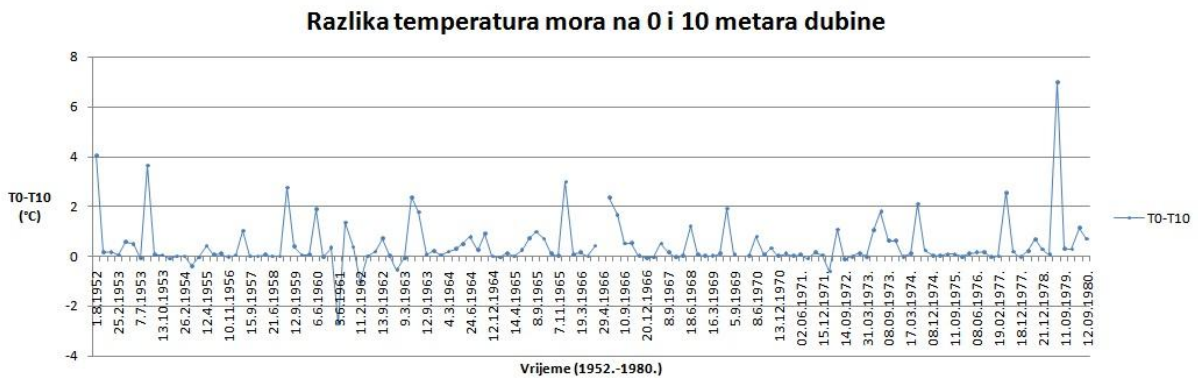
4. lokacija: **Sušac** (42°48' N, 16°18' E)



Slika 2.10. Senzibilni tok topline i trend

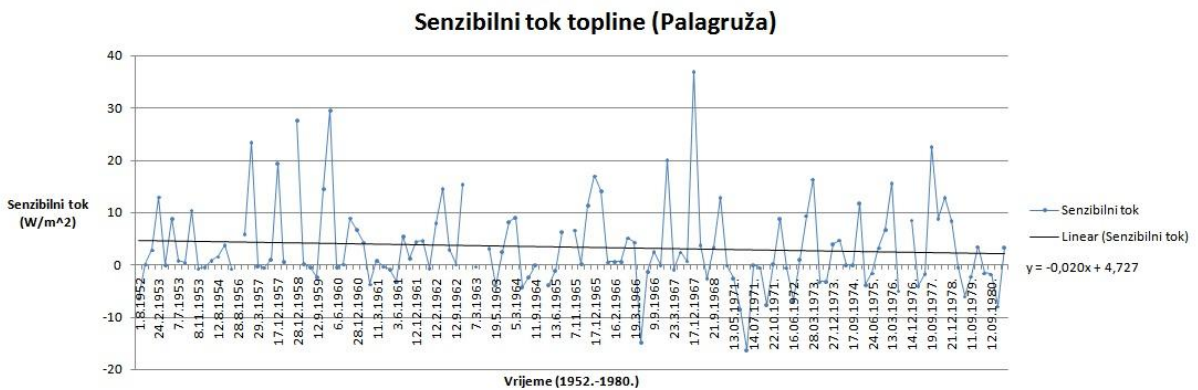


Slika. 2.11. Temperature mora i trendovi

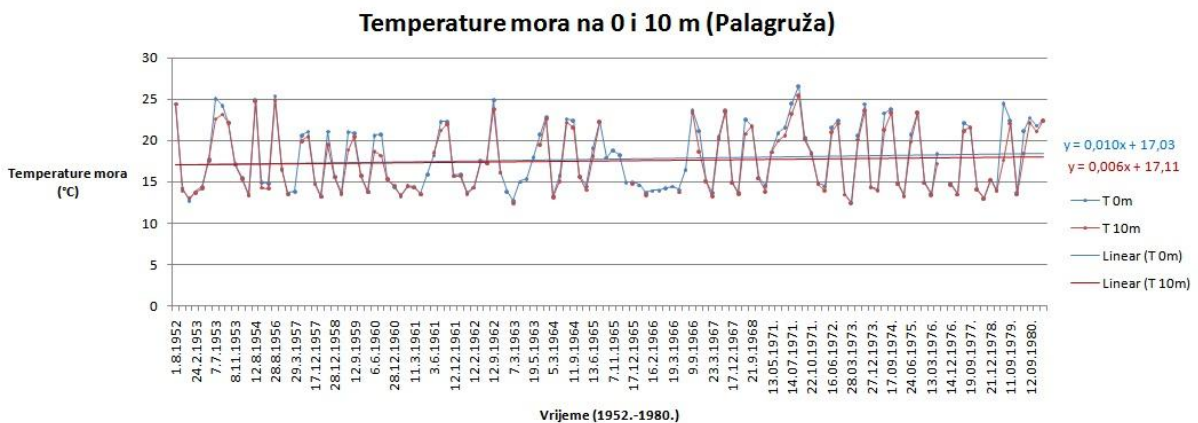


Slika 2.12. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

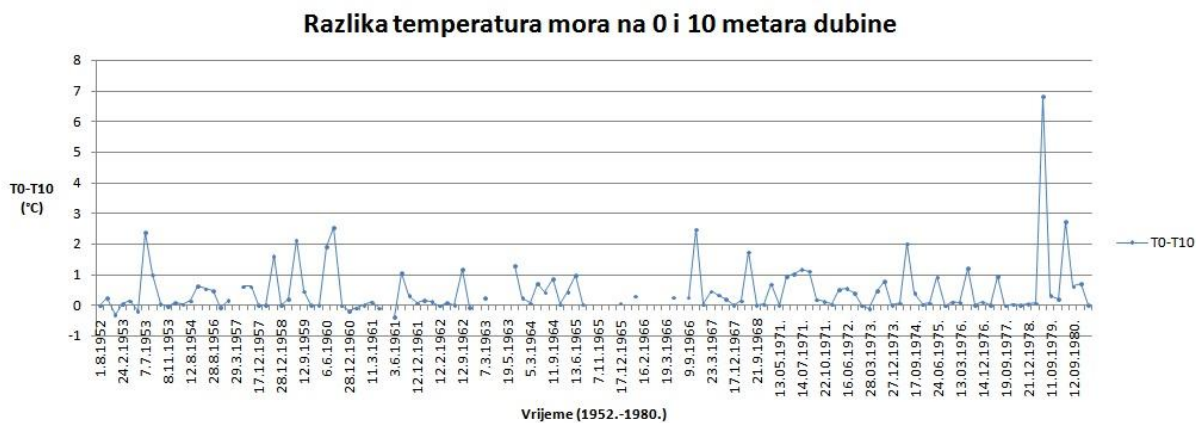
5. lokacija: **Palagruža** (42°22' N, 16°13' E)



Slika. 2.13. Senzibilni tok topline i trendovi



Slika. 2.14. Temperature mora i trendovi

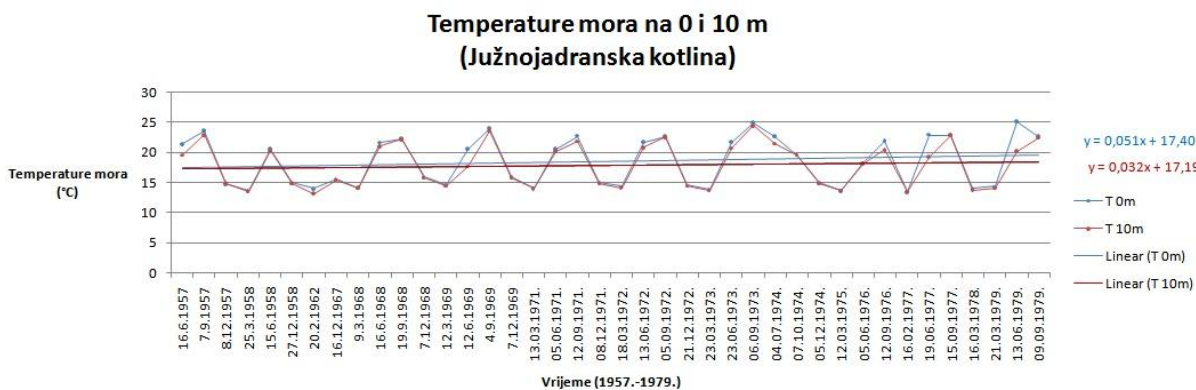


Slika 2.15. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

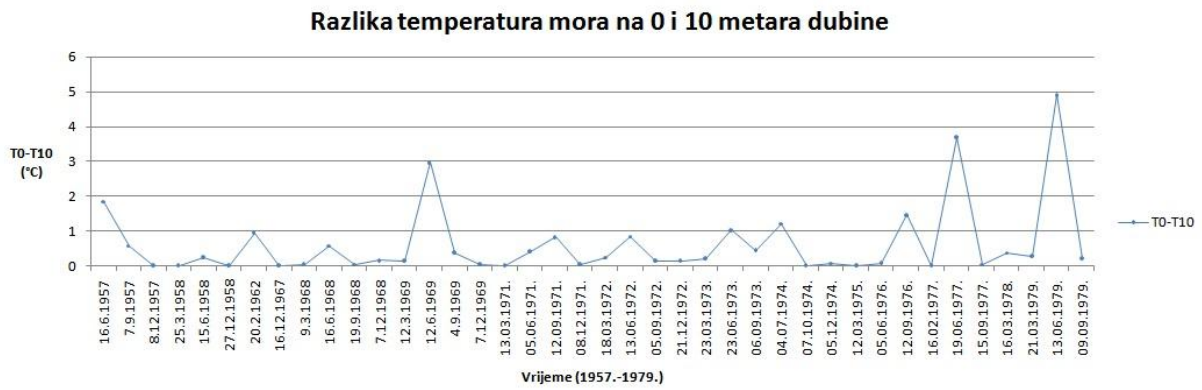
## 6. lokacija: Južnojadranska kotlina (42°05' N, 17°37' E)



Slika. 2.16. Senzibilni tok topline i trend

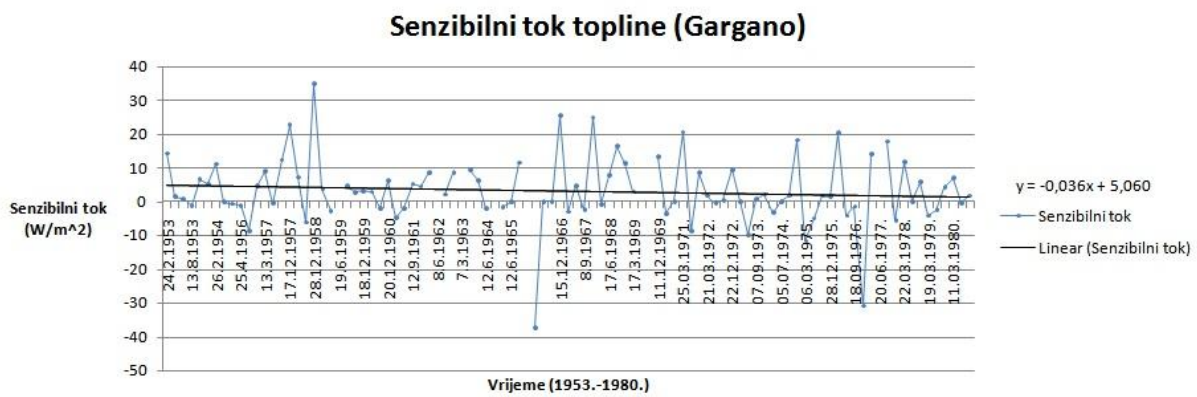


Slika. 2.17. Temperature mora i trendovi

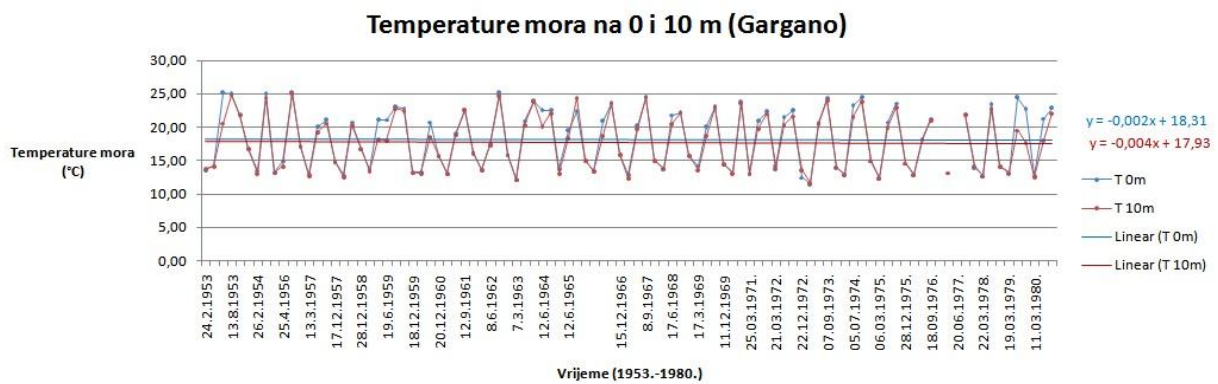


Slika 2.18. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

7. lokacija: **Gargano** (42°08' N, 16°10' E)

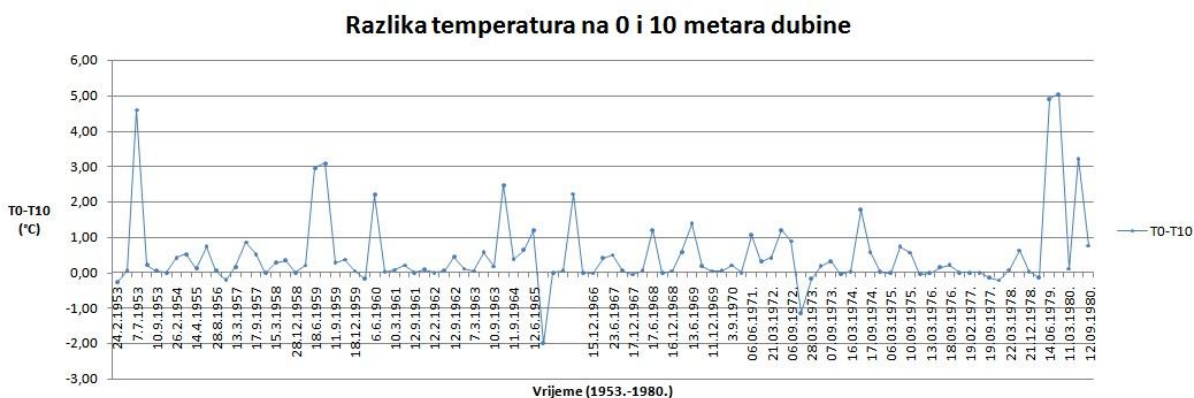


Slika. 2.19. Senzibilni tok topline i trend



Slika. 2.20. Temperature mora i trendovi





Slika 2.21. Razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine

Nakon što smo grafički prikazali sve parametre potrebne za analizu, sad još tablično prikažimo koeficijente i interceptore linearnih trendova senzibilnih tokova topline te trendova temperatura na 0 i 10 metara dubine za svaku od pojedinih lokacija.

Tablica 2.1. Jednadžbe pravaca linearnih trendova za senzibilne tokove te temperature mora

Lokacija	Linearni trend toka	Linearni trend T0	Linearni trend T10
Kaštelanski zaljev	$0,016x+1,030$	$-0,002x+17,72$	$0,000x+16,29$
Pelegrin	$0,006x+3,245$	$-0,002x+17,91$	$0,000x+17,18$
Stončica	$-0,008x+7,977$	$-0,001x+18,45$	$0,000x+17,96$
Sušac	$0,011x+0,957$	$0,001x+18,44$	$0,000x+18,10$
Palagruža	$-0,020x+4,727$	$0,010x+17,03$	$0,006x+17,11$
Južnojadranska kotlina	$-0,252x+11,83$	$0,051x+17,40$	$0,032x+17,19$
Gargano	$-0,036x+5,060$	$-0,002x+18,31$	$-0,004x+17,93$

Kao što smo u uvodu spomenuli, učestalost, pa samim time ni broj mjerenja nije isti na svim postajama. Osim toga moramo na umu, pri usporedbi rezultata, imati i činjenicu da mjerni period na svim lokacijama ne počinje i završava u istim godinama. Stoga nam je zgodno u

sljedećoj tabeli prikazati period i ukupan broj izvršenih mjerenja za svaku pojedinačnu lokaciju.

Tablica 2.2. Mjerni period i broj mjerenja na svim lokacijama

Lokacija	Period (god)	Ukupan broj mjerenja
Kaštelanski zaljev	1952-1983	318
Pelegrin	1950-1978	248
Stončica	1952-1982	264
Sušac	1952-1979	135
Palagruža	1952-1980	132
Južnojadranska kotlina	1957-1979	40
Gargano	1953-1980	98

Valja uočiti kako na ovim lokacijama udaljenijim od hrvatskog kopna (Gargano, Južnojadranska kotlina) imamo dosta manji broj mjerenja nego na ostalim. Osim toga, u Južnojadranskoj kotlini imamo prekid mjerenja (iz nepoznatih razloga) od 1963.-1966. godine, pa stoga tu lokaciju nećemo uzimati kao reprezentativni uzorak za usporedbu trendova s ostalim lokacijama.

Također, kao što je vidljivo i sa na Slici 1.3. upravo ta postaja jedina odstupa od "poteza" Split-Gargano, tako da ćemo nju samo koristiti pri usporedbi intenziteta senzibilnih tokova u odnosu na lokacije koje su bliže kopnu.

## 2.2. Diskusija rezultata analize

Nakon što smo u prethodnom poglavlju tekstualno, grafički i tablično predstavili sve obrađene podatke, sada nam preostaje pokušati pronaći odgovore na neka zanimljiva pitanja. Kroz diskusiju ćemo vidjeti:

1) Kakav je vremenski trend senzibilnih tokova topline na pojedinim postajama te u kakvom su odnosu tokovi sa sinoptičkim situacijama (objašnjenje ekstremnih vrijednosti)?

2) Kakva je razlika senzibilnih tokova topline među pojedinim lokacijama te odnos tokova topline na otvorenom moru i u priobalnom dijelu?

3) Da li se može uspostaviti veza (korelacija) između tokova topline i razlika temperatura mora na 0 i 10 metara dubine, tj. da li je nestabilnost stupca mora izravno povezana s prijenosom topline na granici more/atmosfera ?

Slijedi diskusija motivirana ovim pitanjima.

Odsječci linearnog trenda na ordinati (y-osi) su na svim lokacijama pozitivni ( $>0$ ) što znači ako je koeficijent nagiba linearnog trenda pozitivan, tada se radi o povećanju prijenosa topline iz mora u atmosferu kroz promatrani period. To zaključujemo prema jednadžbi (1). Ako je član  $(T_s - T_a)$  pozitivan (ostali članovi su strogo pozitivni) tada imamo prijenos topline iz mora u atmosferu.

Ako je pak koeficijent nagiba linearnog trenda negativan tada možemo zaključiti da se radi o smanjenju prijenosa senzibilne topline iz mora u atmosferu kroz isti period. Budući da nam linearni trend senzibilnog toka topline u nijednom slučaju ne siječe x-os, tj. prosječan toplinski tok ostaje pozitivan, pa možemo reći da na nijednoj od navedenih lokacija u obrađenom periodu, nije zabilježen dominantni prijenos toka topline iz atmosfere u more. Točnije rečeno, na svim postajama je kroz obrađene periode ukupan prijenos topline iz mora u atmosferu dominantan u odnosu na prijenos topline u obratnom smjeru.

U Kaštelanskom zaljevu, u analiziranom razdoblju od 30 godina, zabilježen je blagi trend porasta senzibilnog toka topline s koeficijentom nagiba od 0,016 (Tablica 2.1.). Kao što smo već spomenuli, točka presjecišta grafa linearnog trenda je pozitivna ( $+1,030$ ), što znači da je kroz 30-godišnji period dominantan prijenos topline iz mora u atmosferu.

Na Slici 2.1. imamo i kontinuirani prikaz senzibilnog toka topline kroz mjerni period. Valja spomenuti kako i na toj slici, kao i na ostalim slikama senzibilnih tokova topline preostalih postaja, možemo uočiti nekoliko izoliranih visokih vrijednosti tokova topline. U

tim se slučajevima uglavnom radilo o nekoj jakoj ciklonalnoj aktivnosti (vrlo jakom vjetru) ili zaista velikoj razlici temperatura mora i atmosfere, a može biti i spoj ova dva slučaja.

Pošto nam je u jednadžbi (1) član  $(T_s - T_a)$  veći od nule kada nam je temperatura mora veća od temperature zraka, možemo zaključiti da je do jakog prijenosa topline iz mora u atmosferu dolazilo pri prodorima izrazito hladnog zraka zimi, pa bi u tim slučajevima temperatura zraka pala na vrijednosti oko ili ispod  $0^\circ\text{C}$ , a iz grafova koji prikazuju temperature mora, može se primijetiti da se na ovim navedenim postajama zimi one kreću uglavnom između  $10$  i  $15^\circ\text{C}$ . Ta velika pozitivna razlika uz primjerice jaku buru (koja je svojstvena prodorima hladnog zraka) bit će idealna za ostvarenje visokih pozitivnih vrijednosti tokova topline.

Primijetimo također, kako na analiziranim postajama nema baš toliko učestalih ni izraženih tokova topline negativnog predznaka. To je zato što ćemo vrlo rijetko imati obratnu situaciju u kojoj imamo kombinaciju jakog vjetra te temperature zraka koja je  $15^\circ\text{C}$  viša od temperature mora .

Za primjer možemo pretpostaviti da je ljetna temperatura zraka  $38^\circ\text{C}$ , temperatura mora  $26^\circ\text{C}$ , ali u tim situacijama uglavnom nema jakog vjetra kao po zimi ! To znači da će toplinski tok biti manje apsolutne vrijednosti nego kod prethodno opisane situacije.

Vratimo se sada na Tablicu 2.1. te pogledajmo sljedeće lokacije: Pelegrin i Stončicu. To su postaje kod Hvara, odnosno Visa, respektivno. Pelegrin bilježi trend vrlo blagog porasta toka topline, dok Stončica bilježi trend vrlo blagog pada. Koeficijenti nagiba su im  $0,006$  i  $-0,008$ , respektivno.

Sljedeća postaja je Sušac, na kojoj se tokovi topline ponašaju vrlo slično kao i kod Kaštelanskog zaljeva. I koeficijenti nagiba linearnog trenda i odsječak na y-osi su vrlo slični, tj. ukupan senzibilni tok topline je, dakako, pozitivan sa trendom blagog porasta.

Za kraj nam preostaju postaje Palagruža, Južnojadranska kotlina i Gargano. Na sve tri postaje prisutan je trend smanjenja tokova topline, dok je on najizraženiji u Južnojadranskoj kotlini (koeficijent nagiba  $-0,252$ ), a na druge dvije postaje je ipak osjetno blaži ( Palagruža  $-0,020$  , Gargano  $-0,036$ ).

Južnojadranska kotlina bilježi značajniji pad tokova topline, ali kao što smo u početku spomenuli, ovu lokaciju treba uzimati s određenom dozom opreza, jer je na njoj izvršeno i više nego dvostruko manje mjerenja u odnosu na ostale dvije postaje. Osim toga na njoj su

mjerenja počela tek 1957. godine, što nam daje dodatni razlog da ne smijemo bezrezervno tumačiti rezultate dobivene podacima s navedene lokacije.

Prije nego što sve sumiramo u zaključku, pogledajmo još da li postoji korelacija nestabilnosti stupca mora s intenzitetima u prijenosu senzibilne topline.

Kao što se vidi iz grafova razlika temperatura mora na 0 i 10 metara, očito je da na postajama otvorenog mora imamo vrlo rijetke slučajeve gdje je temperatura na dubini od 10 metara osjetno viša od površinske temperature. Dakle, svi takvi grafovi s lokacija otvorenog mora (Gargano, Južnojadranska kotlina, Palagruža, Sušac, Stončica) imaju gotovo sve pozitivne vrijednosti, ili vrijednosti oko nule. To znači da su situacije u kojima dolazi do vertikalnog miješanja ( $T_0 - T_{10} < 0$ ) stupca mora, vrlo rijetke.

Čak i kad imamo takve situacije, razlika tih dviju temperatura bude uglavnom u rasponu od maksimalno 1-2°C.

Jedino Kaštelanski zaljev, postaja koja je najbliže kopnu (mjerenja na Palagruži su također blizu kopna, ali to kopno nema ni vjetrovni ni termički ni topografski učinak zbog male visine te površine), pokazuje relativno čestu izloženost nestabilnostima stupca mora. Budući da samim promatranjem grafova nikakva korelacija ne može biti lako uočljiva, pokušao sam potražiti korelaciju promatrajući individualna mjerenja u excel file-u, no ni tamo zaista nije zamijećena nikakva pravilnost u odnosu razlika temperatura mora i senzibilnih tokova topline.

### 3. ZAKLJUČAK

U ovom odjeljku pokušajmo sumirati sve što smo naveli u proteklim odjeljcima. Znači, za pisanje ovog rada bilo je potrebno prvo u Excel upisati mnogobrojne meteorološko-oceanografske podatke koji su se nalazili u starim knjigama IZOR-a iz druge polovine prošlog stoljeća.

Cilj rada je bio vidjeti kako se vremenski i prostorno mijenjaju tokovi topline, odnosno njihovi trendovi. Osim toga, pokušali smo vidjeti da li postoji povezanost nestabilnosti vertikalnog profila mora s prijenosom topline more-atmosfera ili atmosfera-more.

Prvo smo u poglavlju 1. definirali sve potrebne parametre za izračun senzibilnih tokova topline.

Eksplisitni izraz za račun toka je dan jednadžbom (1).

Zatim smo grafički prikazali ovisnost senzibilnih tokova topline o vremenu, kao i ovisnost temperatura mora na 0 i 10 metara o vremenu. No sami grafovi temperatura o vremenu nam ne govore ništa osim trenda temperatura mora u vremenu što nam samo po sebi i nije toliko važno, pa smo na sve to još ucrtali i grafove razlike tih dviju temperatura, što bi nam potencijalno moglo biti poprilično korisno.

Analizom grafova toplinskih tokova te usporedbom njihovih linearnih trendova ustanovili smo kako je na svim lokacijama na potezu Split-Gargano očita dominacija prijenosa topline iz mora u atmosferu. Ona je izraženija na otvorenom moru, nego uz kopno. To možemo zaključiti iz presjecišta pravca linearnog trenda s y-osi. Kod Kaštelanskog zaljeva presjecište je oko 1, dok je za Pelegrin, Stončicu, Palagružu, Južnojadransku kotlinu i Gargano 3.2, 7.9, 4.7, 5.0, respektivno. Kod Južnojadranske kotline presjecište je 11.8 ali smo već u prethodnim poglavljima objasnili zašto tu vrijednost ne uzimamo kao potpuno reprezentativnu.

Što se tiče ovisnosti senzibilnih tokova o vremenu, možemo zaključiti kako postaje bliže kopnu (Kaštelanski zaljev i Pelegrin) bilježe blagi trend rasta, tj. povećanje prijenosa topline iz Jadranskog mora u atmosferu, dok postaje otvorenog mora bilježe većinom trend blagog smanjenja senzibilnog toka iz mora u atmosferu. Iznimka je postaja Sušac koja se "ponaša" vrlo slično Kaštelanskom zaljevu. Tu se može raditi o nekim mikroklimatskim efektima, što se tiče brzine vjetera ili, da se tako izrazim, nekoj vrsti slučajnosti.

Navedenu slučajnost bih definirao kao nedostatak sasvim kontinuiranih mjerenja, nepravilne razmake u mjerenjima pa čak i moguća pogrešna očitavanja mjernih parametara s tadašnjim instrumentima. Osim toga, budući da su u to vrijeme knjige pisane pisaćim mašinama, nerijetko su, prilikom unošenja podataka u kompjutor, zabilježene i tiskarske greške pa i tu dolazi do povremenih mogućnosti za pogrešku.

Bilo bi zaista korisno da smo možda imali i još pokoju mjernu postaju u blizini Sušca, tj. između Sušca i Palagruže, ili između Sušca i Stončice, pa bi onda mogli vidjeti da li je ponašanje na lokaciji Sušac tzv. slučajnost ili se ipak radi o nekakvim posebnim mikroklimatskim uvjetima u moru i zraku na tom području.

Što se tiče pokušaja uspostavljanja korelacije između nestabilnosti stupca mora i toplinskih tokova, uspješnošću toga se ne možemo pohvaliti. Analiza (ne)stabilnosti u moru zahtijeva posebnu analizu.

Ali, prilikom proučavanja tog dijela, zamijetili smo nešto što se također čini zanimljivim: lokacije na otvorenom moru zaista bilježe i manje izražene i manje učestale nestabilnosti (nestabilnost predstavlja situaciju kad imamo površinsku temperaturu mora nižu od one na dubini od 10 metara).

Jedan od uzroka leži u tome što, primjerice, učestale bure koje pušu s kopna, najveće brzine dosežu upravo podno planina, tj. u samom obalnom dijelu.

Efekt tih jakih bura je jednostavno "otpuhivanje" sloja tople površinske vode prema otvorenom moru što dovodi do nestabilnosti u obalnom pojasu mora. Na površini ostaje hladniji sloj koji ima nižu temperaturu nego sloj na dubini od 10 metara gdje bura nije uzrokovala nikakav efekt.

Dakle nestabilnost u stupcu mora koja nastaje u ovoj situaciji, prema našim analizama, nije povezana eksplicitno s toplinskim tokom. Razlog tome vjerojatno leži u činjenici da na temperature u moru utječu i morske struje, te općenito razne vrste transporta energije u moru. Primjerice, mjerenja IZOR-a na Lastovu 2006. zabilježila su značajne dnevne oscilacije termokline, čak po nekoliko metara. Uz sve to, postoji još puno parametara i čimbenika koje bi trebalo uključiti da bi se pronašla direktna poveznica toplinskih tokova s nestabilnošću morskog stupca.

Daljnji rad bi mogao uključiti evaluaciju satelitskih mjerenja površinske temperature mora te evaluaciju klimatskih modela obzirom na temperaturu mora i atmosfere.

## 4. LITERATURA

-Buljan Miljenko, Zore-Armanda Mira, *Acta Adriatica: Hidrografski podaci za Jadransko more sabrani u razdoblju od 1952. do 1964. godine*, IZOR, Split 1966.

-Acta Adriatica, IZOR, Split 1979.

-Acta Adriatica, IZOR, Split, 1991.

-Dunić Natalija, *Mapping Of Oceanographic Profiles On The Palagruža Sill By Using Neural Networks*, Diplomski rad, Split 2014.

-Mala škola internet oceanografije, [skola.gfz.hr](http://skola.gfz.hr)