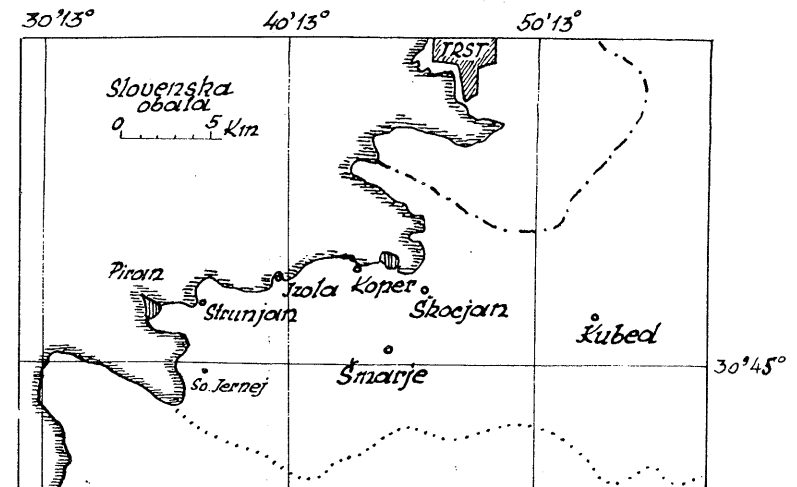


PRISPEVEK K PROUČEVANJU TEMPERATURE ZRAKA NAD MORJEM

CONTRIBUTION TO THE INVESTIGATION OF THE AIR TEMPERATURE
ABOVE SEA SURFACE

F. Bernot

Ob priliki merjenja temperature morske vode v raznih globinah v Koprskem zalivu /sl. 1/ je bila merjena tudi temperatura zraka nad vodno površino v raznih višinah. V ta namen so bili električni uporovni termometri pritrjeni na posebnem plavajočem stojalu, privezanem k splavu /sl. 2/, ki je bil zasidran približno 60 m od obale pri Giusterni.



Slika 1:

Meritve so bile opravljene z merilnim instrumentom firme Ph. Schenk-Dunaj.

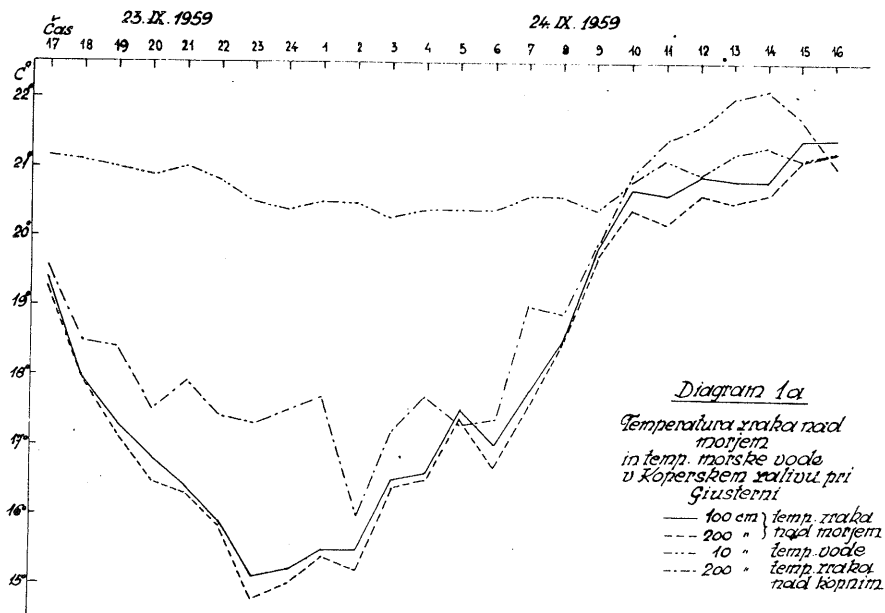
Merilni električni upori niso bili zaščiteni niti ventilirani, izpostavljeni pa so bili pod enakimi pogoji. Zato imajo odčitani podatki svojo določeno vrednost. Napaka, ki je nastala zaradi žarčenja, je zaradi oblačnega vremena, posebno še v nočnih urah, minimalna.

Opazovanja in merjenja so opravljali dipl. met. Paradiž, stud. met. Clement in dipl. geogr. Bernot.

Glavna opazovanja so bila vsakournna, trajala so od 17. ure 23. sept. do 16. ure 24. septembra 1959. Od 22. ure pa do konca meritev so bila vsaka pol ure opravljena dopolnilna merjenja zračne temperature.

Stanje vremena. Oblačnost je v večernih in nočnih urah pojemala /med 20. in 22. uro je bilo nebo popolnoma jasno/. O polnoči je oblaknost v prav kratkem času narasla na 9/10, ob 4-ih zjutraj pa na 10/10, nakar je ostalo nebo še preko konca meritev /preko 16. ure/ popolnoma prekrito z oblaki. Sonce je le dvakrat malo posijalo izza oblakov, tako da je heliograf registriral med 10. in 11. uro 0,2 med 13. in 14. uro pa 0,1 ure sončnega sija.

Stanje morja. Morje je bilo ves čas meritev mirno /glej sliko 2/, kar je bil pogoj za uspeh meritev temperature morske. Le obdobje ga je rahlo nakodral kopni ali morsk veter. Vendar tudi v tem primeru višina valov ni presegala 4 cm.



Najprej si oglejmo diagram 1 a in diagram 1 b. Že na prvi pogled vidimo, da je temperatura zraka nad vodno površino močnejše kolebala od temperature morske vode, ki je bila merjena 10 cm pod gladino, in da se je temperatura zraka nad kopnim bolj spreminjala od temperature zraka nad morsk površino, vendar je razlika med obema temperaturama ekstremoma nad kopnim nekoliko manjša. Dnevna amplituda temperature zraka nad kopnim znaša 6,1°C /maks. 22,10°C; min. 16,00/, nad morjem 6,40° /maks. 21,20°; min. 14,80°/ - ob podatka sta bila merjena v višini 200 cm nad kopnim oz. morjem -, a dnevna amplituda temperature morske vode znaša samo 1,00° /maks. 21,30°; min. 20,30°/.

Ako podatek o dnevni temperaturni amplitudi morske vode primerjamo s podatki drugih avtorjev /1,2/ vidimo, da je bila sicer zelo visoka, vendar še v okviru normalnih vrednosti. Podatki o temperaturi zraka nad kopnim se nanašajo na sinop. meteor. postajo Koper, ki leži v nadmorski višini 25 m in je od kraja obravnavanih meritev oddaljena cca 300 m.

Dejstvo, da je bila temperaturna amplituda zraka nad morjem večja od one nad kopnim, ni v skladu z navedbami Hanna /1/, kajti zaradi različne specifične toplote podloge /tla, voda/ oz. zaradi različne toplotne prevodnosti podloge in s tem povezanim vžarevanjem in izžarevanjem bi pričakovali prav narobe, t.j. večjo temperaturno amplitudo nad kopnim. Vzrok za to, da je v našem primeru obratno, leži v tem, ker so bila merjenja opravljena preblizu obale. Tovrstni podatki, ki jih najdemo v literaturi so večinoma povprečni nekajdnevni opazovanj na odprtem morju, daleč od kopnega, medtem ko v našem primeru obdelujemo enkrat opazovane vrednosti, kar moramo stalno upoštevati.

V začetku je bilo rečeno, da je bila temperatura zraka nad vodo merjena v raznih višinah. Termometri so bili nameščeni v višini 10, 20, 50, 100 in 200 cm nad morsk gladino. Za primerjavo se poslužujemo še temperature morske vode v globini 10 cm. Diagrama 1a in 1b nam prikazujeta, kako se je temperatura zraka in morske vode menjala od ure do ure. V gornjih potezah je bil potek temperature v vseh višinah v zraku enak. Iz diagramov, ki prikazujejo spremembo temperature z višino, je dobro razvidno, da je bil zrak v spodnjih plasteh /blizu vodne gladine/ toplejši in da je z višino njegova temperatura polagoma padala /diagram 2/. Mimo tega opazamo, da se je v višini 50 cm pogosto pojavljala temperaturna inverzija. Temperatura zraka je - kot kaže vertikalna razporedba, ki je značilna za razdobje med 17. uro 23. sept. in 05. uro 24. sept. 1959 /z izjemo ob 20. uri prvega in 03. uri drugega dne/ - od morske površine navzgor spočetka naglo, nato počasneje padala, nakar se je za malenkost dvignila /podatek iz višine 100 cm/ in nato zopet prav polagoma padala. Iz navedenega spoznamo v vmesni plasti slabo temperaturno inverzijo.

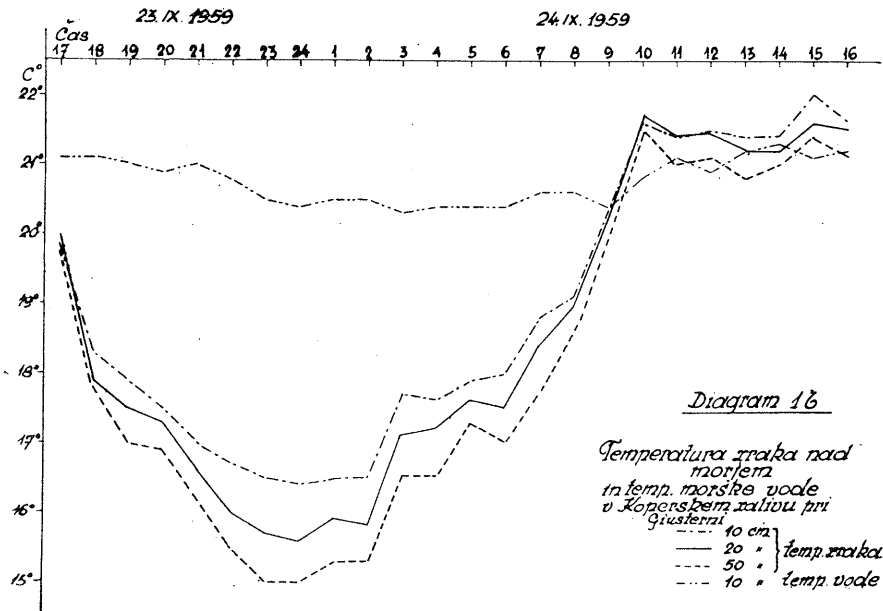
Obstoj temperaturne inverzije v omenjenem časovnem razdobju je tembolj zanimiv, ker je v večini primerov pihal rahel veter. Ob začetku opazovanja je pihal z morja. Po sončnem zahodu je med 18. in 19. uro vladalo brezveterje, nakar se je pojavil rahel veter s kopnega, ki je ponehal /z izjemo ob 02. uri 24. sept. 1959/ šele ob 9. uri, t.j. skoro tri ure po sončnem vzhodu, nakar se je ob 10. uri že zopet uveljavil, vendar iz nasprotne smeri. Pihal je z morja. Kdaj je prestal, ni znano, kajti ob koncu meritev /ob 16. uri 30 min./ je še vedno pihal. Zakasnitev nastopa morskega vetra bo treba verjetno pripisati oblaknosti, ki je ovirala insolacijo. Podatki o vetru veljajo le

za opazovanja, opravljena na splavu, kajti v dnevniku opazovanj sinop. meteor. postaje Koper je zabeležena precej večkrat tišina.

Naša nadaljnja preudarjenja bomo posvetili gibanju temperature zraka nad morjem v toku noči in dneva, kakršno nam odkrivajo naši podatki.

Spreminjanje temperature zraka z višino /v spodnji 2-meterski plasti/ nad morjem se ponoči do neke mere razlikuje od tistega nad kopnim, kakor sta ga opazila Geiger in Milosavljević /4,5/. Vzrok za ta pojav leži nedvomno v različnih fizikalnih lastnostih podloge /voda-prst/. Nad kopnim, ki se v nočnih urah hitreje in močneje ohlaja, se tudi zrak hitreje in močneje ohlaja. Na ta način nastane v najspodnji plasti temperaturna inverzija, ki se razbline kmalu potem, ko prevlada inselacija.

Naj na kratko ponovimo: v nočnih urah je bila privodna plast zraka najtoplejša. Njena temperatura je najprej z višino padala /podatek iz višine 20 in 50 cm nad gladino/, nato zopet naraščala /podatek iz višine 100 cm/, nakar je zopet rahlo padala /podatek iz višine 200 cm/. V toku dneva se je vertikalni potek temperature spremenil. Temperatura zraka je z višino enakomerno padala /z izjemo ob 10. uri, ko se je pojavila inverzija v najspodnji plasti zraka /diagram 2/. Prehod iz ene v drugo situacijo je potekal polagoma in ga na osnovi podatkov, izmerjenih ob 07., 08. in 09. uri dobro zasledujemo. Med 09. in 10. uro se je zrak nad kopnim ogrel nad temperaturo morske vode /glej diagram 1a/, medtem ko je zrak 2 m nad morjem dosegel temperaturo morske vode šele ob 15. uri. Temperatura zraka v višini 10 cm nad morjem je že



že ob 09. uri dosegla temperaturo morske vode, nakar se je še nadalje dvigala. Koliko je znašal dnevni maksimum, ne moremo povedati z gotovostjo zaradi prekinitve opazovanj.

Med 15. in 16. uro se je v višini 100 cm nad morjem zopet pojavila temperaturna inverzija v vmesni plasti, kar nakazuje prehod v nočni vertikalni potek temperature.

Znano je, da se zrak nad morjem v toku dneva ogreje nad temperaturo morske vode /1,2/, vendar so razlike med temperaturo zraka in vode minimalne, saj temperatura zraka pade - v povprečju - komaj za 0,9° pod oziroma naraste za 0,5° nad temperaturo morske vode /tabela/. Po naših podatkih - ki niso povprečki - zasledimo dokaj večje temperaturne razlike. V privodni plasti /10 cm/ se je zrak ogrel največ za 0,9° nad temperaturo morske vode, pod njeno vrednost pa se je ohladil za 4,1°. V višini 200 cm se razlike še občutnejše: pod temperaturo morja se je zrak ohladil kar za 5,7°, nad njo pa se ni povzpel, saj je ob 15. in 16. uri zrak komaj dosegel temperaturo morske vode. Nadalnje spreminjanje temperature zraka in morske vode nam je zaradi zaključitve opazovanj nepoznano. Dnevni hod temperature - kot ugotavlja J. Hann - je skoro neodvisen od kolebanja temperature vodne površine. Dnevni tok temperature zraka nad oceani mora biti potemtakem v prvi vrsti odvisen neposredno od absorpcije sončnih žarkov in od žarčenja. Zato so pod temi razmerami dnevne spremembe temperature zraka nad morjem zelo majhne /1/. To velja seveda le za temperaturne razmere na odprtem morju, daleč od kopnega. V našem primeru, kjer

Ura	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	Pov. - Pretek
voda	19,8	19,7	19,8	19,8	20,0	20,1	20,1	20,2	20,1	20,0	19,9	19,9	19,9
zrak	18,9	18,9	19,0	19,2	19,6	20,2	20,6	20,6	20,3	19,7	19,3	19,0	19,6
T	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4	-0,1	-0,5	-0,4	-0,3	0,3	0,6	0,8	0,3

Tabela: Dnevni hod temperature vode in zraka nad Atlantikom v geogr. širini 30°N v poletju. Podatki so povprečki 126 - dnevni opazovanj, opravljenih na ladji Challenger/iz J. Hann-Lerbuch der Meteorologie/.

nastopajo dokaj večje difference, so te posledica močnejšega ohlajanja kopnega ponoči in izmenjave zraka med kopnim in morjem /kopni veter/ v nočnih urah. Tej izmenjavi pripisujemo razmeroma močan padel temperature zraka nad morjem ponoči /pod temperaturo morske vode/. Čez dan učinek kopnega odpade zaradi morskega vetra, ki dovaja relativno hladnejši zrak, zato se v toku dneva temperatura zraka le za malenkost dvigne nad temperaturo morske vode.

Za podrobnejšo analizo temperaturnega kolebanja zraka nad morsko gladino bo treba pravkar obravnavana merjenja ponoviti. Opazovanja bodo morala trajati dalj časa. Splav pa bo treba zasidrati bolj daleč od obale.

SUMMARY

The air temperature above the sea-water has been measured by electrical thermometers between 5 p.m. 23 rd September, and 4 p.m. 24 September 1959. During the observation period the weather was mostly cloudy and the sea was calm.

Diagrams 1 a and 1 b show the variations of the temperature of the air above the sea and above the land as well as the temperatures of the sea-water. The daily range of the air temperature is greater above the sea than that one above the land, which is not normal. On the other hand, the daily range of the temperature of the sea-water was normal. The author explains this anomaly with the land breeze during the night. A heating effect of the land during the day is eliminated by the sea breeze.

Diagram 2 shows lapse rate of the air temperature in the 2.m thick layer near the surface of the water. An inversion of temperature occurred during the night, while during the day-time the temperature of the air was falling with the height. Before the end of the measurement period, an inversion of temperature occurred again in the intermediate layer /50 - 100 cm above the surface/. Amidst both types of the diurnal variations of temperature, there is also on intermediate e.g. isothermal type.

The land breeze began shortly after the sunset, while the sea breeze, was some hours in retard, owing to cloudiness hampering the heating of the land.

For comparison the table shows the temperatures of the air and of the sea-water on the Atlantic. In the case under consideration, greater differences occur. The temperature of the air above the sea was as much as 4.1 degrees centigrade under that of the sea-water itself. When the temperature was rising, the temperature of the air never rose above that of the sea-water. That strong relative fall of the temperature is due, to the land breeze during the night because the raft carrying instruments was anchored only some 60 m from the coast so that the air coming from the land could not be transformed. Only the lowest layer of the air, lying immediately above the sea surface has warmed up a little.

Literatura:

1. L. Hann-Lerbuch der Meteorologie, Leipzig 1901;
2. O. Krümmel-Hanbudch der Ozeanographie, Stuttgart 1907;
3. F. Bernot - Temperatura morja pri Kopru- Geogr.vestnik, Ljubljana, 1959;
4. R. Geiger - Das Klima der bodennahen Luftschicht;
5. M. Milosavljević - Klimatologija, Beograd 1951.

