

RAZPRAVE

PAPERS

XIX

VSEBINA - CONTENTS:

J. Pristov, M. Trontelj:	Zimski temperaturni ekstremi Winter temperatur extremes	5
Z. Petkovšek:	Uporabnost pilotbalonskih opazovanj za določitev gibanj in stratifikacije zraka v kotlinah Utility of pilot-balloon observations for determination of air movements and air stratification in basins	21
A. Hočevar:	Analiza podatkov o trajanju sončnega obsevanja v treh vinorodnih območjih Slovenije (1965 - 1974) Analysis of data on sunshine duration at three wine-growing regions of Slovenia (1965 - 1974)	37

ZIMSKI TEMPERATURNI EKSTREMI

WINTER TEMPERATUR EXTREMES

551.524.36

551.551.521

JANKO PRISTOV, MIRAN TRONTELJ

Meteorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY

Minimum temperatures, reached in clear-sky nights, depend very much on the conditions of soil surface, namely, if there is snow cover or not. We studied two cases and made a comparison. In the first case (February 1969) in Slovenia clear sky conditions prevailed for a few days and soil surface was covered with snow. In the second case (February 1967) the atmospheric conditions were nearly the same but the soil was without the snow cover, except at a few higher located stations.

At both cases synoptic situations were not completely the same but for temperature conditions at the ground the similarity was large enough; the temperature field at the 850 mb level was nearly the same and at the surface it was calm.

We found that, at stations in basins, in the case with snow cover minimum temperatures were 6 to 10° lower than in the case without the snow cover. At stations on slopes and summits these differences were smaller - only from 0 to 6°C. These differences are also relatively small at stations with urban climate. However, it is hard to estimate these differences in the region of Primorska, as this region was without the snow cover also in the first case, and strong wind "Bora" was often observed.

The difference of maximum temperatures between both cases, i.e. at stations in basins and at stations on slopes and summits, are comparatively small. It may be concluded, therefore, that daily temperature variations are much larger when the surface is covered with snow than in the case of surface being without the snow cover.

Po mnenju Republiškega sekretariata za prosveto in kulturo št. 421 -
1/74 je revija oproščena temeljnega davka od prometa proizvodov.

POVZETEK

Pri prognozi minimalnih temperatur za Slovenijo, nas zanima temperaturna razporeditev v jasnih zimskih nočeh, ko leži snežna odeja, oziroma ko snežne odeje ni.

Izbrali smo dve sinoptično podobni situaciji. V prvi (februar 1969) je ležala snežna odeja, v drugi (februar 1967) pa je ni bilo. Razlika med minimalnimi temperaturami so bile v kotlinskih postajah od 6° do 10°C, nižje so bile v dneh s snežno odejo. Na pobočnih postajah in na postajah na vrhovih pa so bile te razlike le od 0° do 6°C.

UVOD

O temperaturah zraka v Sloveniji /1/, kakor tudi o ekstremnih temperaturah zraka, so pisali že mnogi avtorji /2, 3, 4/. Večina razprav je obravnavala poprečne temperature in vertikalne temperaturne gradiente v najnižjem sloju za posamezne vremenske situacije /5, 6/. Pri prognozi minimalnih temperatur za Slovenijo pa nas zanima temperaturna razporeditev v jasnih zimskih nočeh, ko se je v nižjih plasteh ozračja zadrževal mrzel zrak in to pri snežni odeji, kakor tudi v primeru, da snežne odeje ni.

Zaradi izrazitejšega pojavljanja ekstremnih pogojev, smo izbrali situaciji v sredini februarja, ko so lahko temperature še ekstremno nizke, hkrati pa je tudi že znatna insolacija ob jasnih dneh. Izbrali smo dve krajši obdobji s približno enakimi temperaturnimi razmerami na 850 mb ploskvi, s to razliko, da je v enem primeru na tleh snežna odeja, v drugem pa je ni. Pogoj za izbiro situacije je bil tudi ta, da prevladuje nekaj dni jasno vreme, in je s tem omogočena ekstremna radiacija in podnevi insolacija. Vsekakor dopuščamo pojavljanje megle, ki je spremljajoč pojav v nekaterih kotlinah. Pri izbiri situacij smo zahtevali, da je v nižinah razmeroma mirno ozračje. Pri razlagi pojavljanja ekstremnih temperatur smo upoštevali vse temperaturne podatke na območju Slovenije, vendar nismo risali temperaturnih kart, ker so za razlago neprikladne. Nemogoče je namreč izvleči izoterme zaradi velikih razlik med temperaturnimi podatki v kotlinah, na pobočjih, vrhovih, pa tudi na ravninah. S tabelami bomo primerjali le tem-

perature med posameznimi postajami, na katerih so bile izmerjene ekstremne vrednosti.

IZBOR SINOPTIČNIH SITUACIJ

Kot smo že omenili, bomo obravnavali samo dve sinoptični situaciji. V prvi je bila v Sloveniji snežna odeja povsod razen na Primorskem, pri drugi pa je bila snežna odeja le v višjih legah, to je približno od 450 m nadmorske višine navzgor.

Prva situacija: od 9. do 12. februarja 1969

Za hladno fronto, ki se je 9.2. pomaknila prek Slovenije proti jugovzhodu, se je zgradil neizrazit greben visokega zračnega pritiska, oziroma je nastalo šibkogradientno pritiskovo polje. Po prehodu fronte se je kmalu razjasnilo. Iz arktične zračne mase se je izločilo samostojno višinsko jedro, ki je zajelo celotno srednjo Evropo in del Baltika. Temperature so bile na 850 mb ploskvi nad vzhodnimi Alpami okoli -12°C in na 500 mb ploskvi pod -40°C. V noči od 11. na 12. februar je pričel dotekati v višjih plasteh že toplejši zrak, zračna masa pri tleh pa se še ni spremenila.

Druga situacija: od 14. do 17. februarja 1967

Ta situacija se od prve v sinoptičnem pogledu precej razlikuje. V tem primeru je bilo obsežno področje visokega zračnega pritiska z jedrom nad Severnim morjem in je zajemalo pretežno del srednje in vzhodne Evrope. Slovenija je bila na južni strani tega obsežnega anticiklona in ob vzhodnih vetrovih je bil predvsem v nižjih plasteh ozračja mrzel zrak. 16. februarja se je anticiklon toliko umaknil, da je bila Slovenija vedno bolj na zahodnem obrobju tega obsežnega anticiklona in 17. 2. se je od zahoda že približalo padavinsko območje. Podobnost s prvo vremensko situacijo je v tem, da je prevladovalo v tem obdobju jasno vreme, in da so bile na 850 mb ploskvi približno enake temperature kot v prvem primeru.

TEMPERATURNE RAZMERE

V prvem primeru, ko je bila pri tleh snežna odeja, so bile najnižje minimalne temperature okoli -24° v krajih, kjer se pri tleh zelo hitro nabere hladen zrak (tabela 1). Izjema so le nekatere postaje na Notranjskem (posamezni kraji na Bloški planoti in Rakitni), kjer so bile temperature med -25° in -29°C . Za vse te kraje lahko trdimo, da se hladen zrak steka iz okolice, in da so torej lokalni vplivi vzrok za ekstremno nizke temperature. Med te spadajo tudi postaje, ki so skoraj popolnoma v ravnini (Murska Sobota). Pri teh ohlajen zrak ne more odtekat. To pa ne velja za kraje z mestno klimo (Ljubljana, Maribor), kjer mikrolokacija preprečuje nemoteno zbiranje hladnega zraka in tudi ne za kraje v nižinah, kjer je omogočen odtok najhladnejšega zraka, ki se lahko - vsaj v začetku - še vedno zbira v še nižjih legah (Planica, Jezersko, Volčji potok itd.). Vidimo, da je takih krajev največ, in da so v njih izmerjene minimalne temperature v velikem razponu: od onih, ki se približujejo zelo nizkim vrednostim, do tistih, ki se približujejo temperaturam v prosti atmosferi, to je temperaturnim vrednostim na pobočnih postajah ali na vrhovih.

Najbolj izraziti postaji na vrhu, oziroma na pobočju, sta Šmarna gora, kjer je postaja na samem vrhu, in Javorje, ki je pobočna postaja. Ti dve postaji sta na višini med 600 in 700 m. Izmerjene temperature kažejo, da višina postaje ni zelo pomembna, pomembna je predvsem lega postaje. Te so lahko zelo nizko (Mestni vrh, Podlehnik, Jeruzalem), ali pa že na znatnih višinah (Šmartno na Pohorju, Poljana). Minimalne temperature se v ekstremnih primerih na postajah z isto nadmorsko višino, vendar z različno lego, lahko razlikujejo med seboj tudi do 19°C (Babno polje - Šmartno na Pohorju, 11.2.1969). Drugod so temperaturne razlike nekoliko manjše, vendar jih je zelo veliko okoli 10°C .

Insolacija je v sredini meseca februarja že tolikšna, da se ob ekstremno nizkih nočnih temperaturah zraka vsaj plitva jezera hladnega zraka čez dan toliko segrejejo, oziroma se zrak premeša z okoliškim, da dosežejo le malo nižjo maksimalno temperaturo, kot jo imajo podnevi pobočne postaje, oziroma postaje, ki so na vrhovih. Z drugimi besedami rečeno, toplotna bilanca je pri arktični zračni masi že uravnotežena. Vsekakor je pomembna lega postaje. Če na kraj, kjer je postaja, sije sonce, so temperature lahko nekaj stopinj višje od tistih na postaji, ki je popolnoma v senčni legi.

Najvišja dnevna temperaturna amplituda (razlika med minimalno in maksimalno dnevno temperaturo) je 27°C na Babnem polju in v Novi vasi; 20° pa doseže ob jasnem in mrzlem vremenu v prvi polovici februarja v mnogih krajih (tabela 1).

Vzrok za te velike temperaturne amplitude ni močno segrevanje zraka čez dan, kot je to v pomladanskih mesecih, temveč izredno močno nočno ohlajevanje zaradi radiacije iz snežne podlage. Velike amplitude nastopijo le v krajih, kjer je hladen zrak razmeroma plitev, ponekod le nekaj 10 m (Murska Sobota - Lendava).

Podatki o maksimalnih temperaturah kažejo zelo enakomerno porazdelitev temperatur po vsej Sloveniji, ne glede na zelo veliko razliko pri minimalnih temperaturah. Izstopajo le področja z večjo nadmorsko višino, ko povzročajo že normalni vertikalni temperaturni gradient znatno nižje temperature, kot so v nižinah. Poznajo se tudi posamezne senčne lege, kjer je pričelo nastajati jezero hladnega zraka (Barje). Te nekoliko odstopajo od postaj na južnih pobočjih (Golnik), vendar je razlika v temperaturah majhna in je največ nekaj stopinj Celzija.

Temperaturne razlike se od dne do dne malenkostno menjajo, dokler se vremenska situacija ne spremeni. Tudi to kaže na ustaljeno toplotno bilanco.

Kot je iz opisa sinoptičnih situacij razvidno, se drugi primer znatno razlikuje od prvega. Nad srednjo Evropo ni stacionarnega anticiklona, temveč je Slovenija na obrobju anticiklona in doteka mrzel zrak od vzhoda. Na 850 mb ploskvi pihajo NNE vetrovi s hitrostjo 8 m/s, kar omogoča večjo razgibanost ozračja tudi v prizemni plasti. Skupna lastnost obeh sinoptičnih situacij je jasno vreme, ki omogoča nemoteno žarčenje. V kotlinah se nabira hladen zrak in je pod temperaturno inverzijo razmeroma mirno, zato smo mnenja, da vsaj za kotline lahko primerjamo temperaturne razmere med primeroma s snežno odejo, oziroma brez nje.

Druga situacija sicer ni tako značilen primer, kot je situacije s snežno odejo. V teh dneh je, poleg vetrovnosti v prosti atmosferi, še ležal, predvsem na severnih pobočjih, sneg. Najbolj značilne postaje, na katerih ni bilo snežne odeje, a so imele razmeroma nizke temperature, so bile: Brnik, Celje, Zg. Bitnje, Volčji potok, Pragersko, Nova vas v Poljanski dolini in Mirna na Dolenjskem. Te postaje so

Datum						
Postaja	10.2.69.	11.2.69.	12.2.69.	14.2.67.	15.2.67.	16.2.67.
Planica	-22.0	-23.0	-20.7	-19.9	-17.0	-16.6*
864 m	-2.0	-4.0	-2.2	-2.6	-1.0	-0.8
	20.0	19.0	18.5	17.3	16.0	15.8
Stara Fužina	-25.3	-26.3	-23.3	-15.5	-15.2	-15.6*
547 m	-2.3	-4.0	1.5	1.5	1.0	1.5
	23.0	22.3	21.8	17.0	16.2	17.1
Zgornje Bitnje	-21.3	-21.3	-17.7	-13.0	-13.0	-12.6
378 m	0.0	-3.5	-1.5	1.1	2.5	2.9
	21.3	17.8	16.2	14.1	15.5	15.5
Jezerško	-20.0	-22.0	-23.0	-16.6	-17.1	-15.7*
879 m	-4.4	-4.2	-2.4	-1.4	-1.3	1.8
	15.6	17.8	20.6	15.2	15.8	17.5
Brnik	-24.4	-24.8	-24.6	-15.8	-15.4	-15.0
362 m	-2.2	-4.6	-4.3	1.3	2.2	2.4
	22.2	20.2	20.3	17.1	17.6	17.4
Volčji potok	-20.2	-20.2	-20.5	-13.0	-12.5	-12.0
360 m	-0.8	-5.0	-4.5	1.8	2.0	3.1
	19.4	15.2	16.0	14.8	14.5	15.1
Šmartno pri Sg.	-23.5	-21.9	-24.0	-13.8	-15.9	-13.4*
452 m	-2.0	-4.0	-2.3	0.7	1.9	2.3
	21.5	17.9	21.7	14.5	17.8	15.7
Celje	-24.8	-24.2	-24.6	-14.5	-14.4	-14.0
244 m	-2.5	-2.4	0.8	1.6	1.8	4.2
	22.3	21.8	25.4	16.1	16.2	18.2
Starše	-24.0	-25.0	-24.8	-7.4	-10.5	-9.9
240 m	0.3	-0.5	1.5	1.3	1.9	3.1
	24.3	24.5	26.3	8.7	12.4	13.0
Pragersko	-21.8	-22.1	-22.5	-13.0	-12.8	-11.0
251 m	1.5	-1.5	3.0	1.0	2.8	4.0
	23.3	20.6	25.5	14.0	15.6	15.0
Murska Sobota	-25.9	-23.6	-25.2	-8.8	-9.0	-9.8
184 m	-0.1	-2.6	-1.0	2.0	2.0	3.3
	25.8	21.0	24.2	10.8	11.0	13.1
Bizeljsko	-18.0	-21.1	-19.5	-8.7	-10.0	-9.7
170 m	-2.3	-4.4	-3.6	1.6	1.6	2.7
	15.7	16.7	15.9	10.3	11.6	12.4
Nova vas (P.d.)	-24.0	-23.7	-22.9	-13.5	-14.3	-14.2
480 m	-2.8	-1.6	-2.6	-0.2	0.3	4.5
	21.2	22.1	20.3	13.3	14.6	18.7

Datum						
Postaja	10.2.69.	11.2.69.	12.2.69.	14.2.67.	15.2.67.	16.2.67.
Rakitna	-25.0	-27.0	-27.5	-10.7	-16.0	-17.0*
787 m	-5.1	-2.9	-2.6	-3.3	-1.8	1.4
	19.9	24.1	24.9	7.4	14.2	18.4
Nova vas (Bl.)	-28.7	-28.2	-28.4	-11.2	-13.3	-16.9*
722 m	-3.6	-6.2	-1.2	-3.0	1.8	3.5
	25.1	22.0	27.2	8.2	15.1	20.4
Babno polje	-27.5	-29.3	-28.5	-16.4	-19.0	-18.7*
756 m	-4.5	-2.6	-1.5	-2.6	-1.4	3.7
	23.0	26.7	27.0	13.8	17.6	22.4
Mirna na Dol.	-20.4	-22.5	-22.0	-13.0	-12.6	-12.5
260 m	-1.1	-2.1	-0.5	1.1	1.5	3.4
	19.3	20.4	21.5	14.1	14.1	15.9
Kostanjevica	-17.5	-20.5	-20.1	-11.0	-10.3	-11.0
158 m	0.8	-1.4	-2.4	1.1	2.0	3.0
	18.3	20.2	17.5	13.2	13.6	9.4

Tabela 1 Minimalne in maksimalne temperature in amplitude za ravninske in kotlinske postaje v dneh s snežno odejo (februar 1969) in v dneh brez nje (februar 1967).

* na teh postajah je bila tudi v drugem primeru snežna odeja

Table 1 Minimum and maximum temperatures and amplitudes for stations on plane and in basins during the days when soil surface had snow cover (February 1969) and during the days when it was without it (February 1967)

* At these stations snow cover was observed in the second case as well

Postaja	Datum					
	10.2.69.	11.2.69.	12.2.69.	14.2.67.	15.2.67.	16.2.67.
Planina pod Gol. 950 m	-15.0 -3.8 11.2	-14.6 -5.0 9.6	-14.5 -3.0 11.5	-12.5 -1.0 11.5	-12.5 -1.2 11.3	-13.5 -1.0 12.5
Golnik 500 m	-10.3 -3.4 6.9	-12.8 -4.3 8.5	-13.2 1.0 14.2	-11.0 1.6 12.6	-11.1 2.1 13.2	-9.6 3.9 13.5
Lendava 195 m	-17.1 0.5 17.6	-17.1 0.4 17.5	-16.7 -2.2 14.5	-8.4 1.8 10.2	-9.4 1.9 11.3	-6.5 3.5 10.0
Uršlja gora 1696 m	-16.4 -10.1 6.3	-17.2 -12.8 4.4	-16.4 -9.0 7.4	-17.4 -7.6 9.8	-12.5 -7.6 4.9	-10.9* -5.5 5.4
Miklavški hrib 385 m	-12.4 -0.5 11.9	-15.1 0.0 15.1	-15.1 0.5 15.6	-10.3 1.6 11.9	-11.4 0.9 12.3	-11.3 4.4 15.7
Mestni vrh 260 m	-11.3 -0.5 10.8	-12.3 -0.9 11.4	-12.4 0.5 12.9	-7.6 0.0 7.6	-8.2 1.0 9.2	-7.3 2.1 9.4
Šmartno na Poh. 785 m	-9.8 -4.0 5.8	-10.5 -3.9 6.6	-10.5 -1.9 8.6	-9.8 -4.0 5.8	-8.6 -1.5 7.1	-8.6* -0.6 7.9
Jeruzalem 345 m	-8.0 0.9 8.9	-10.0 -0.3 9.7	-10.0 -0.8 9.2	-8.0 -1.4 6.6	-6.5 0.5 7.0	-6.0 3.0 9.0
Podlehnik 300 m	-10.4 -2.6 7.8	-13.2 0.4 13.6	-10.9 -0.2 10.7	-8.4 2.4 10.8	-8.2 3.5 11.7	-6.8 1.8 8.6
Javorje 695 m	-9.6 -2.3 7.3	-11.5 -1.9 9.6	-11.5 -2.3 9.2	-9.9 -0.5 9.4	-8.2 -0.5 7.7	-8.6 2.1 10.7
Lipoglav 524 m	-11.4 -1.6 9.8	-13.9 -0.5 13.4	-13.2 -2.8 10.4	-8.9 -0.6 8.3	-10.0 0.0 10.0	-9.9 2.4 12.3
Nova sela 554 m	-11.7 -4.0 7.7	-16.4 -2.5 13.9	-16.0 -0.5 15.5	-11.4 -1.4 10.0	-12.9 -0.9 12.0	-12.5* 3.0 15.5
Šmarna gora 665 m	-9.2 -2.0 7.2	-11.4 -3.1 8.3	-11.0 -2.4 8.6	-9.4 1.5 10.9	-9.2 2.4 11.6	-8.4 2.5 10.9

Postaja	Datum					
	10.2.69.	11.2.69.	12.2.69.	14.2.67.	15.2.67.	16.2.67.
Pišcece 230 m	-13.8 2.6 16.4	-17.4 -1.8 15.6	-18.6 -1.9 16.7	-8.3 0.8 9.1	-10.3 0.7 11.0	-9.8 2.8 12.6
Sremič 300 m	-10.8 0.0 10.8	-11.8 -1.0 10.8	-10.8 -2.0 8.8	-7.2 1.5 8.7	-8.8 2.3 11.1	-8.8 2.3 11.1
Planina pod Mirno goro 740 m	-11.7 -4.3 7.4	-14.0 -4.2 9.8	-9.8 -2.0 7.8	-10.3 -3.6 6.7	-10.1 -3.4 6.7	-10.0 -0.4 9.6

Tabela 2 Minimalne in maksimalne temperature in amplitude za postaje na vrhovih in pobočjih v dneh s snežno odejo (1969) in v dneh brez nje (1967).

* na teh postajah je bila tudi v drugem primeru snežna odeja

Table 2 Minimum and maximum temperatures and amplitudes for stations on summits and slopes during the days when soil surface had snow cover (February 1969) and during the days when it was without it (February 1967)

* At these stations snow cover was observed in the second case as well

imele minimalne temperature okoli -13°C , le Brnik in Celje okoli -15° , in so vse kotlinske, ali pa ležijo v ravnini, vendar v zatišni legi.

Presenečajo nas temperature v Murski Soboti in Staršah, pri čemer je vsaj v Murski Soboti skoraj mirno ozračje. Domnevamo, da je ohlajevanje brez snežne odeje toliko manjše, da je talna inverzija zelo nizka in ima tako hladen zrak možnost, da se nabira v najnižji legi, to je pod omenjenima postajama, ki sta v tem primeru že nad talno inverzijo. Obe postaji imata namreč enake minimalne temperature kot postaje na pobočjih. Masa hladnega zraka je tolikšna, da odteka v še nižje lege.

Razlika med temperaturami na postajah v kotlinah in onimi na vrhovih ali pobočjih je v tej situaciji znatno manjša, kot je bila v primeru s snežno odejo. Le na Brniku in v Celju je minimalna temperatura za okoli 7°C nižja, kot na višje ležečih postajah, s tem da upoštevamo tudi vertikalni temperaturni gradient.

Na splošno imajo pobočne postaje (tabela 2) minimalne temperature, odvisno pač od višine postaje, med -7° in -10°C , postaje v kotlinah brez snežne odeje pa med -10° in -15°C , torej so za okoli 3 do 5° nižje. V to skupino pa, razumljivo, ne sodijo postaje, kjer prevladuje mestna klima, kot sta npr. Ljubljana in Maribor. Na teh postajah so temperature bolj blizu onim, na pobočnih postajah.

Najvišje dnevne temperature so ob tej situaciji zelo izenačene. Temperatura se niža le z višino, kar je popolnoma normalno, kadar se talne inverzije porušijo.

Ob primerjavi minimalnih temperatur zasledimo, da so te v kotlinskih postajah (tabela 1) lahko tudi za 10°C nižje v dneh s snežno odejo, od onih, ko snežne odeje ni bilo. To je sicer ekstremna vrednost, seveda če izvzamemo one postaje v višjih legah, ki so v drugem primeru imele vetrovno vreme in zato radiacijsko ohlajevanje zraka ni bilo opazno.

Obenem pa so bile minimalne temperature skoraj izenačene na tistih pobočnih postajah ali postajah na vrhovih (tabela 2), ki so toliko visoko, da so bile že nad spodnjo inverzno plastjo. Mednje pa vsekakor ne spada Mestni vrh nad Celjem, ki ima sicer relativno visoke minimalne temperature, vendar so nižje od onih na višje ležečih krajih.

Podobne razmere so tudi na drugih postajah, katerih nadmorska višina ne presega 200 m. Med take, nekoliko hladnejše, postaje spadajo tudi tiste, ki so na znatnih nadmorskih višinah, a imajo kakorkoli oviran nemoten odtok ohlajenega zraka.

V kotlinah in nižinah so razlike med minimalnimi temperaturami v dneh s snežno odejo in v onih brez nje nekako med 6° in 10°C . Na pobočjih ali nižjih vrhovih pa so te razlike od 0° do 5°C , odvisno spet od lege postaje in tudi od drugih vremenskih pogojev.

Razlika med najvišjimi dnevnimi temperaturami je med obema primeroma, to je med primerom s snežno odejo, oziroma brez nje, znatno manjša. V kotlinah, kjer se je nabralo največ hladnega zraka (slika 1), so v prvem primeru temperature nekoliko pod 0° , medtem ko so v ravninskem svetu (Starše, Pragersko), kjer se je zrak čez dan popolnoma premešal, že malo nad 0°C . Tudi na pobočjih in vrhovih so maksimalne temperature večinoma malo pod 0°C . V drugem primeru (slika 2), to je takrat, ko ni bilo snežne odeje, so dnevne temperature večinoma malo nad 0°C , izstopajo le višje ležeči kraji, kjer so najvišje dnevne temperature ves čas pod 0°C .

Temu primeru so tudi dnevna temperaturna nihanja v primerih s snežno odejo znatno večja, kot v dneh brez snežne odeje. Velike amplitude, ki dosežejo v ekstremnem primeru okoli 27° , lahko razložimo z močnim radiacijskim ohlajevanjem, medtem ko se pregreti zrak ob snežni odeji ne pojavlja.

Manjša razlika med temperaturnimi ekstremi v dneh s snežno odejo, oziroma brez nje, je tudi pri mestni klimi (tabela 3), kjer najnižje temperature niso tako nizke, kakor v okolici, pa čeprav leži postaja v samem jezeru hladnega zraka (Ljubljana).

Primeri, ki povzročajo v notranjosti Slovenije velike temperaturne razlike, so na Primorskem le malo izraženi (tabela 4). Tu običajno ni snežne odeje, vendar so okoliški hribi (nad Ajdovščino, Ilirsko Bistrico) pod snežno odejo in lahko vplivajo na zbiranje hladnega zraka. Pojavlja pa se tu drug problem, to je burja, ki vpliva na temperaturne razmere znatno bolj, kot snežna odeja. Vidimo, da ima npr. Ilirska Bistrica v drugem primeru znatno nižje minimalne temperature, kot v prvem primeru.

Datum	10.2.69.	11.2.69.	12.2.69.	14.2.67.	15.2.67.	16.2.67.
Postaja						
Ljubljana 299 m	-13.5 -1.5 12.0	-16.1 -4.0 12.1	-16.3 -3.9 12.4	-10.0 1.8 11.8	-10.2 2.5 12.7	-9.9 3.0 12.9
Maribor 275 m	-12.8 0.4 13.2	-15.9 -0.4 15.5	-18.6 1.1 19.7	-8.4 1.4 9.8	-9.0 1.4 10.4	-11.0 2.5 13.5

16

Tabela 3 Minimalne in maksimalne temperature in amplitude za postaje z mestno klimo v dneh s snežno odejo (1969) in v dneh brez nje (1967).

Table 3 Minimum and maximum temperatures and amplitudes for stations with urban climate during the days when soil surface had snow cover (1969) and during the days when it was without it (1967)

Datum	10.2.69.	11.2.69.	12.2.69.	14.2.67.	15.2.67.	16.2.67.
Postaja						
Vedrijan 258 m	-3.8 2.0 5.8	-7.4 3.0 10.4	-5.4 0.6 6.0	-3.4 5.3 8.7	-1.7 7.0 8.7	-3.1 8.0 11.1
Ajdovščina 110 m	-1.9 1.5 3.4	-8.3 3.3 11.6	-7.9 1.2 9.1	-2.7 3.6 6.3	-1.4 4.6 6.0	-2.5 7.7 10.2
Ilirska Bistrica 414 m	-6.5 0.3 6.8	-11.2 0.4 11.6	-12.6 0.9 13.5	-10.0 3.9 13.9	-13.5 5.9 19.4	-13.5 5.9 19.4
Koper 33 m	-1.6 3.9 5.5	-4.6 2.3 6.8	-3.7 3.7 7.4	-2.7 6.4 9.1	-2.4 7.4 9.8	-2.8 7.0 9.8

17

Tabela 4 Minimalne in maksimalne temperature in amplitude za Primorske postaje v dneh s snežno odejo (1969) in v dneh brez nje (1967).

Table 4 Minimum and maximum temperatures and amplitudes for stations in region of Primorska during the days when soil surface had snow cover (1969) and during the days when it was without it (1967)

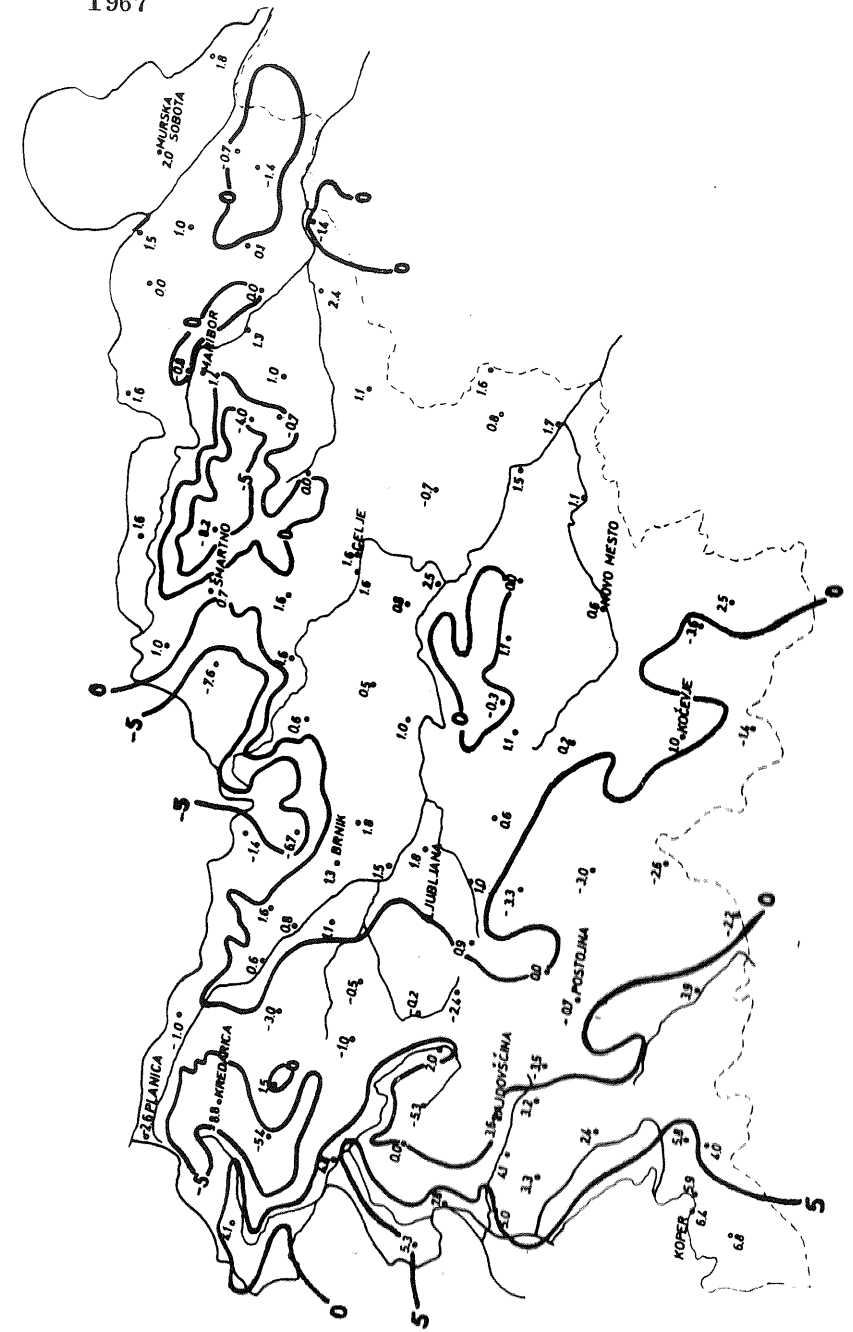
Slika 1 Polje maksimalnih temperatur v Sloveniji 10. II. 1969

Fig. 1 Field of maximum temperatures in Slovenia on February 10, 1969



Slika 2 Polje maksimalnih temperatur v Sloveniji 14. II. 1967

Fig. 2 Field of maximum temperatures in Slovenia on February 14, 1967



LITERATURA

- /1/ Furlan D.: Temperature v Sloveniji, Dela 15, Slov. akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana 1965.
- /2/ Reya O.: Najnižje in najvišje temperature v Sloveniji, Geografski vestnik, XV., 1-4, Ljubljana 1939.
- /3/ Košir D.: Primerjava med terminskimi in ekstremnimi temperaturami, Letno poročilo HMZ SRS za leto 1966, Ljubljana.
- /4/ Manohin V.: Letno kolebanje zimskih temperatur v Ljubljani, Razprave - Papers VII, Ljubljana 1966.
- /5/ Manohin V.: Nekaterne značilnosti zimskih temperatur v Ljubljani v zadnjih 115 letih, Razprave - Papers VI, Ljubljana 1965.
- /6/ Petkovšek Z.: Double inversion over the Bohinj valley, Weather 15 (4), London 1960.

UPORABNOST PILOTBALONSKIH OPAZOVANJ ZA DOLOČITEV
GIBANJ IN STRATIFIKACIJE ZRAKA V KOTLINAH

UTILITY OF PILOT-BALLOON OBSERVATIONS FOR DETERMINATION
OF AIR MOVEMENTS AND AIR STRATIFICATION IN BASINS

551.507.321

551.524.4

ZDRAVKO PETKOVŠEK

Katedra za meteorologijo FNT, Ljubljana

SUMMARY

Vertical wind profiles, which can be used for the study of air movements in cold air lakes in basins, are very scarce and not precise enough. Useful data on inversion layer heights up to about 400 m is also scarce, because radio-sonde measurements in vertical and horizontal direction are spaced too widely.

In this paper, pilot-balloon observations and their characteristics for conditions in basins are evaluated from a critical point of view - with Ljubljana basin serving as an example. A method for analysing pilot-balloon observations is established, on the basis of which the inversion layer height can be estimated; frequency of these heights and strong wind shear at the ground is given.

From the obtained estimates it is possible to make same conclusions about air circulation in the basin below the blocking inversion layer. These air movements determine dispersion of air pollution in basins at critical weather conditions.

POVZETEK

Zelo malo je meritev vertikalnih vetrovnih profilov do take višine in s tako natančnostjo, da bi bilo mogoče določati gibanja v kotlinskih je-

zerih hladnega zraka. Prav tako je zelo malo ustreznih podatkov višin inverzij do višine okrog 400 m, ker so radiosondne meritve za te namene tako v horizontalni kot v vertikalni smeri preredke.

V tem delu je podana kritična presoja pilotbalonskih meritev in njihove značilnosti za pogoje v kotlinah - na primeru za Ljubljansko kotlinu. Izdelana je metoda analize pilotbalonskih opazovanj, na osnovi katere je mogoče ocenjevati višino inverzij; podana je pogostnost višin in tudi močnega prizemnega vetrovnega striženja. Iz dobljenih ocen je mogoče dalje sklepati na nekatere karakteristike cirkulacije zraka v kotlinah pod zaporno inverzno plastjo. Ta gibanja so odločilna za širjenje onesnaženja zraka v kotlinah prav ob kritičnih vremenskih razmerah.

UVOD

Neposredne meritve gibanj zraka v mezometeorološki skali so zelo zahtevne in tudi v svetu sorazmerno redke /1/. Zato je potrebno do kraja izkoristiti vse podatke, ki so na razpolago. Svojevrstno pomoč pri ugotavljanju vetrovnih razmer in stratifikacije nam po metodi, ki smo jo tu izdelali, lahko nudijo pilotbalonska opazovanja, čeprav so v splošnem za take potrebe po vertikali preredka. Objavljenih del analiz tovrstnih podatkov s področja SFRJ ni /2/ in tudi sicer se ta vizualni sistem določanja višinskih vetrov opušča, ker v slabših vremenskih razmerah ni izvedljiv.

Razmere v Ljubljanski kotlini smo obdelali na osnovi pilotbalonskih opazovanj v Ljubljani (Bežigrad) in sicer podatke dveh zim - od oktobra do februarja v letih 1958-59 in 1959-60, to je iz časa, ko so bila pilotbalonska merjenja dokaj redna. S tem smo zajeli skupaj deset mesecev zimske dobe, ki je glede onesnaženja zraka najbolj kritična.

Koristno je pri tem upoštevati, da so bile meritve v mestu, kar šteje med zelo hrapav teren /3/. V mestih je tudi nivo turbulentne izmenjave relativno višji in jakost povečana za 20 do 30%. Pri tem je v splošnem in zlasti pri šibkih vetrovih, ki prevladujejo pri nas, termična turbulenca v zvezi s toplotnim otokom važnejša od dinamične.

Pri šibkih vetrovih se razvije tudi samostojna konvergentna cirkulacija, ki smo jo tudi za Ljubljano ugotovili z meritvami ivja /4/.

PRESOJA OPAZOVANJ

Vizualna pilotbalonska opazovanja, pri katerih spremljamo pilotažni balon z optičnim teodolitom, so možna le, če je dovolj dobra vidnost, in so za splošne potrebe smiselna le, če je baza oblakov dovolj visoko. Zato teh opazovanj ni ob megli, ob padavinah in ob nizkih oblakih. Tako se izkaže, da so pravzaprav take meritve, ki naj bi bile štirikrat dnevno, bolj izjemne kot redne. V zajetih dveh zimah je bilo namreč od 1208 možnih pilotbalonskih terminov izvedenih le 312 pilotbalonskih merjenj, kar je slaba četrтина - natančneje 24%.

Z vidika onesnaženja zraka in njegovega širjenja je še posebej neugodno to, da ni teh opazovanj ob megli, ter moramo na vetrovne razmere v njej sklepati iz podatkov sosednjih terminov. Pregled števila pilotbalonskih opazovanj, ki so odpadla zaradi megle v zajeti dobi, nam po terminih daje tabela 1. Ta kaže, da smo ob podatke pilotbalonskih opazovanj zaradi megle največkrat v jutranjem terminu, kar je v skladu z dnevno razporeditvijo naše radiacijske megle; v celoti pa zajemajo primeri z meglo 32% vseh odpadlih pilotbalonskih opazovanj.

Gumijast pilotažni balon, napolnjen z vodikom, se dviga sprva nekoliko hitreje, nato pa z dokaj konstantno hitrostjo (okrog 180 m/s). Lega balona v prostoru se s teodolitom določa vsako minuto, nakar se vrednosti po Molčanovem krogu /5/ preračunajo tako, da dobimo podatke poprečnih hitrosti zanosa balona - hitrosti vetra, v posameznih standardnih plasteh. Razporeditev višin za najspodnejše plasti kaže slika 1.

Pri določanju gibanja zraka v kotlini bi nas zanimali predvsem podrobnejši podatki iz I. plasti. Takih podatkov pa za naše kotline ni, z izjemo nekaterih meritev v Idrijski kotlini /6/. Vendar pa bomo videli, da se ob primerni presoji da ugotoviti nekatere značilnosti gibanja zraka in stratifikacije prizemnih zračnih plasti tudi iz standardnih pilotbalonskih opazovanj.

Termin	01	07	13	19
Štev. odpadlih pilotov	87	109	23	48
Štev. vseh zajetih pilotov ($v \leq 1$ m/s)	48	34	96	62

24

Tabela 1 Piloti, ki so odpadle zaradi megle v posameznih terminih in število obdelanih pilotov (terminski maksimum bi bil 302).

Table 1 Pilot-balloon observations which failed because of fog at particular hours of observation and number of observations analysed (Highest number of possible observations at particular hour of observation is 302)

Plast	Meje (m)	Srednja višina (m)	Primer	
			smer (o)	hitrost (m/s)
IV	801	707	270	6,2
III	612	513	315	4,5
II	414	315	330	4,0
I	216	108	88	0,7
	0			
			veter pri tleh C	

25

Slika 1 Standardne meje srednje višine spodnjih plasti in primer podatkov pilotbalonskih opazovanj in obdelave.

Fig. 1 Standard values of mean heights of lower air layers, and example of pilot-balloon observations and its analysis

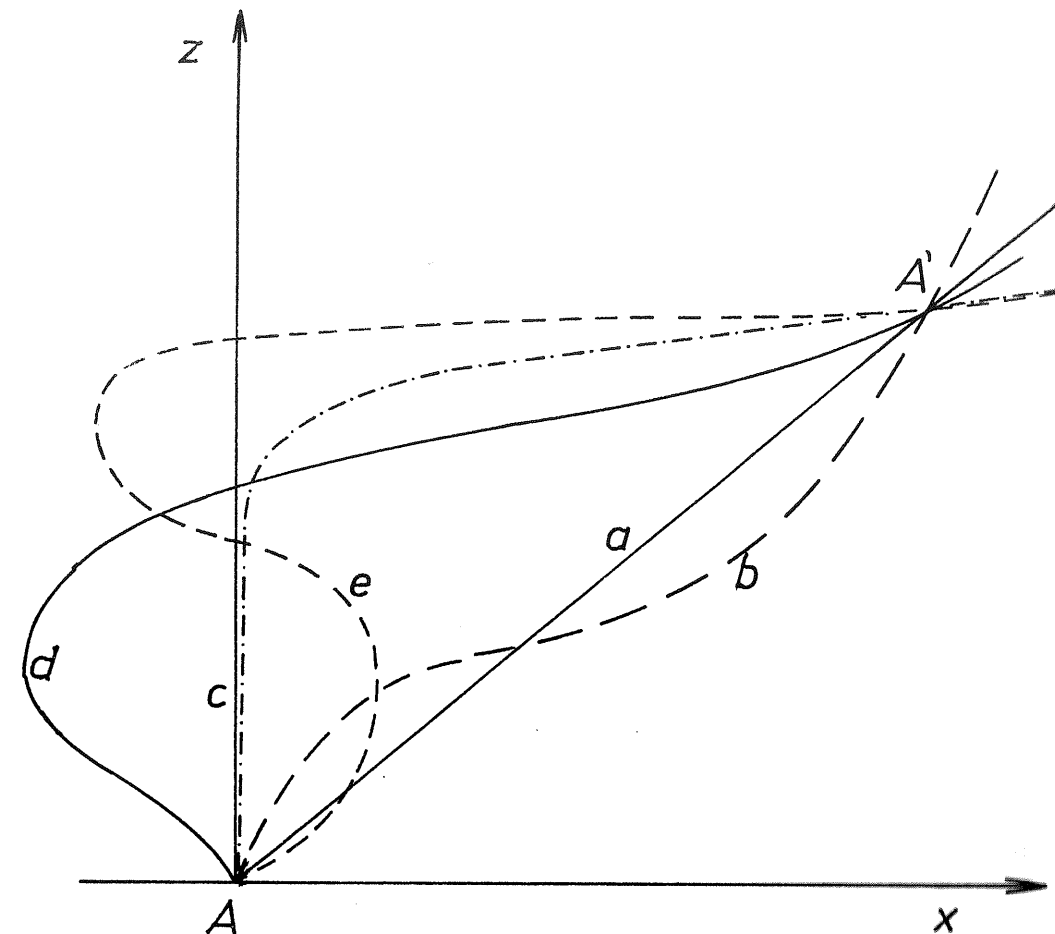
Kot je razvidno s slike 1, je pri vsaki pilotaži podan tudi veter pri tleh. To nam v primerjavi s poprečnimi vetrovi v prvi plasti lahko marsikaj pove o vetrovnih razmerah in o stabilnosti zraka pri tleh. Nas v zvezi z onesnaženjem zraka zanimajo predvsem primeri, ko so pri tleh vetrovi šibki ali ko je tam brezvetrje.

Podatek prve plasti kot popreček, ki naj bi veljal na višini 108 m, je zelo fiktiven. Slika 2 kaže za primer nekaj možnih projekcij poti balona ob enaki poprečni vrednosti hitrosti v plasti I. Iz nje vidimo, da so lahko dejanske razporeditve hitrosti zelo različne, zlasti zato, ker lahko nastopajo v stabilni atmosferi, posebno pa pri inverzijah, izredno močna vertikalna vetrovna striženja - nad $7 \text{ m s}^{-1}/100 \text{ m}$. Pilotbalon lahko z mesta spusta (točka A) pride v točko na zgornji meji plasti (A') naravnost (pot a), ali pri "normalni" vertikalni razporeditvi hitrosti po poti b; če sega jezero hladnega zraka skoraj do vrha plasti I in miruje, bi veljala pot c, če pa ima svojo posebno cirkulacijo - kar je še najverjetneje - pa pot d ali e; nad inverzijo lahko namreč pihajo zelo močni vetrovi. Zato nam šele primerjava podatkov I. plasti z vetrom pri tleh in vetrom v plasti nad njo omogoča nekaj zaključkov o vetrovnih razmerah in celo o stratifikaciji teh plasti. Pri tem je ugodno, da so višine inverzij, kot smo ugotovili na osnovi posebnih opazovanj z Golega, največkrat blizu zgornje meje plasti I in pilotažne vrednosti te plasti veljajo prav za celotno jezero hladnega zraka v kotlini, poprečne vrednosti v plasti II pa za pogoje nad njim. Prav analiza razlik med tema dvema plastema pa nam to potrjuje.

ANALIZA VETROVNIH STRIŽENJ

Kot je bilo že povedano, nas zanimajo predvsem primeri, ko je bilo pri tleh brezvetrje ali veter pod 1 m/s , kar je glede na natančnost merjenj hitrosti vetra praktično isto. Brezvetrje pri tleh je bilo zabeleženo v večini primerov izvedenih pilotbalonskih opazovanj ali točneje, v 76% vseh pilotbalonskih opazovanjih zajete dobe.

Glede na to je koristno ugotoviti jakost prizemnega vetrovnega striženja, ali pa pri kako močnem poprečnem vetru v plasti I je še možno pri tleh brezvetrje. V zajeti dobi je bilo to 24.2. 1960 ob 19. uri pri poprečnem vetru v plasti I $7,1 \text{ m/s}$; drugi primeri z nad 5 m/s v



Slika 2 Nekaj možnih projekcij poti balona v vertikalnem preseku spodnje plasti pilotaže.

Fig. 2 Few possible projections of pilot-balloon path through lower air layers on vertical plane

plastí I pa so razvidni s tabele 2. Pri tem je značilno, da so tako močna vetrovna striženja možna le ponoči, nastopajo pa predvsem zvečer, ko vemo, da se pojavljajo močne in nizke temperaturne inverzije. Tako je posredno močan veter v plasti I ob sočasnem brezvetrju pri tleh indikator zelo močne prizemne temperaturne inverzije in obenem verjetno le plitvega jezera hladnega zraka, kar je glede na genezo najpogosteje v večernih urah.

Na drugi strani nas posebej zanimajo primeri, ko je brezvetrje - točneje rečeno poprečna hitrost - tudi v plasti I enaka nič. Takih primerov je bilo v zajeti dobi 10 in kažejo, da leži tedaj inverzija skoraj gotovo višje od 216 m nad dnom kotline. To velja zlasti tedaj, če so poprečni vetrovi v plasti II sorazmerno močni.

V naslednji stopnji analize ugotavljamo vetrovne razlike med posameznimi plastmi, pri čemer je ob reševanju našega problema najzanimivejši odnos med plastmi I in II. Pri tem ugotavljamo poleg razlik v hitrosti, seveda tudi razlike v smeri poprečnih vetrov. Izsek iz posebej za analizo prirejenega materiala, je kot primer podan v tabeli 3 za čas od 16. do 18. 10. 1959. Kot vidimo, so zaradi nazornosti smeri vetra podane s puščicami, pri čemer je sever zgoraj, hitrosti pa številčno v m/s in to za srednje višine posameznih plasti v skladu s sliko 1.

S primera v tabeli 3 vidimo npr., da je 16. 10. ob 01. uri v prvi plasti sorazmerno šibek poprečen veter od NW, v plasti nad njim pa zmeren od NNE. Menimo, da na veter v plasti I lahko nekoliko vpliva veter v plasti II zaradi turbulentnega prenosa gibalne količine, ker smeri nista bistveno različni, veter zgoraj pa je precej močnejši. Ta vpliv pa je lahko izražen le, če je inverzija pod zgornjo mejo plasti I, in zato označimo njeno "višino" s P - najspodnejša vrsta. Podobno je 17. 10. ob 13. uri; precej drugače pa je npr. 18. 10. ob 01. uri, ko je veter v plasti II (tudi v III) močno različen od tistega v plasti I ter ima celo nasprotno komponento; iz tega lahko sklepamo, da je v tem primeru inverzija nad (N) zgornjo mejo plasti I. Ob 07. uri prvega dne je megla (☉) in ni podatkov, ob 13. uri pa se veter počasi spreminja in krepí navzgor in ni opaziti inverzije (O), podobno kot 17. 10. ob 19. uri, ko je veter vseskozi navzgor po smeri enak in vpliva do tal. Tudi dne 18. 10. ob 13. uri inverzije zagotovo ni, saj segajo tedaj močni vetrovi do tal in je mešanje izdatno - toda teh primerov, kot smo že rekli, ne obravnavamo. Na osnovi prikazanega sistema smo tako na grobo ocenili višino inverzij v Ljubljanski kotli-

Razred v	5. 0-5. 4	5. 5-5. 9	6. 0-6. 4	6. 5-6. 9	7. 0-7. 5
Število primerov	6	2	3	0	1
Termin	01	07	13	19	
Število primerov	3	0	0	9	

Tabela 2 Število primerov brezvetrja pri tleh tedaj, ko je bil v plasti I poprečni veter enak ali večji od 5 m/s - po razredih hitrosti in po terminih opazovanja.

Table 2 Number of cases with calm at surface, when mean wind velocity in layer I was equal to or greater than 5 m/sec according to velocity intervals and hours of observation.

Dan	16.				17.				18.			
	01	07	13	19	01	07	13	19	01	07	13	19
Plast III	↙ 3,8	↘ 1,7	↘ 1,7	↘ 6,6	↘ 6,3	↘ 6,3	↘ 7,8	↘ 7,8	↘ 6,8	↘ 6,8	↘ 9,0	↘ 9,0
Plast II	↙ 4,0	↘ 1,4	↘ 1,4	↘ 3,0	↘ 6,3	↘ 6,3	↘ 8,4	↘ 8,4	↘ 6,3	↘ 6,3	↘ 6,0	↘ 6,0
Plast I	↘ 0,7	↘ 1,0	↘ 1,0	↘ 1,6	↘ 1,1	↘ 1,1	↘ 7,5	↘ 7,5	↘ 1,2	↘ 1,2	↘ 1,5	↘ 1,5
Pri tleh	C	≡	C	C	C	≡	C	↘ 0,5	C	≡	↘ 3,9	m/s
Inverzija	P		O	N		P	O	N				

Tabela 3 Primer - izsek iz posebej za tovrstne analize prirejenih podatkov pilotbalonskih meritev za čas od 16. do 18. X. 1959 (za simbole glej tekst).

Table 3 An example - part taken from pilot-balloon observation data prepared especially for such analysis, for time period 16th - 18th October 1959 (symbols are given in text).

ni. Poleg razloženih simbolov pomeni T talno inverzijo, kar označimo tedaj, ko je pri tleh brezvetrje (C), poprečni vetrovi v plasti I pa večji od 3 m/s ali enaki tej vrednosti. Nadalje smo s H označili primere, ko je inverzija na višinah nad plastjo II; z "z" pa smo neodvisno označili primere, ko ima plast I relativni maksimum hitrosti - veter v plasti II je šibkejši (in seveda pri tleh tudi). Pregled tako klasificiranih primerov obravnavane dobe je podan v tabeli 4.

Iz te tabele vidimo, da je med zajetimi primeri le tretjina takih, ko v razporeditvi vetrov ni indikacije za inverzijo (primeri O), kljub temu, da je zaradi megle odpadlo veliko število primerov, ko nastopa inverzija praviloma. V 30% vseh zajetih primerov je inverzija višje od plasti I to je nad 216 m, v 14% je nekje v zgornjem delu plasti I, v 15% je zelo nizka - talna in le v 8% primerov je inverzija visoko zgoraj nekje med 400 in 500 m relativne višine; višje plasti pa v tej obravnavi niso zajete. Ti podatki ali ocene višin inverzij so v dokaj dobrem soglasju z rezultati opazovanj zgornje meje megle v Ljubljanski kotlini, opazovane z Golega.

SPODNJA PLAST IN SKLEP

Posebej so zanimivi primeri, ko ima hitrost vetra sorazmerno blizu tal v plasti I sekundarni maksimum (low level jet - stolpec z v tabeli 4). V takih primerih je gibanje zraka okrepljeno z vplivi, ki verjetno delujejo prek lokalnih sprememb zračnega pritiska kot posledica toplotnega otoka ali advekcije toplejšega in hladnejšega zraka v odvisnosti od reliefnih razmer. Takih primerov je sorazmerno veliko - skupaj 38, njihova razporeditev po opazovalnih terminih pa je razvidna s tabele 5. Očitno je relativno več takih primerov zvečer in ponoči, kar povezujemo z zlivanjem hladnega zraka s pobočij in stranskih kotlin ob nastajanju jezera hladnega zraka v kotlini. Morda pa gre pri tem včasih tudi za enoten usmerjen tok zraka skozi kotlino ob iztoku čez najnižje predele obrobni grebenov - tega iz teh podatkov ni mogoče trditi, ker so smeri najrazličnejše in ne prevladuje NW komponenta, kar bi bilo v skladu z reliefom; je pa tudi Yoshino /7/ ugotovil, da so vetrovi na robovih kotlin in blizu njihovega dna najbolj zamotani.

		N	P	O	H	T	z
Oktober	1958	3	8	10	5	1	7
November		1	3	2	1	1	2
December		2	3	9	1	2	5
Januar	1959	11	2	9	0	6	8
Februar		21	2	10	4	9	2
Oktober	1959	12	5	17	2	5	6
November		8	0	5	0	3	1
December		2	0	1	1	1	1
Januar	1960	6	5	6	3	2	4
Februar		6	4	8	2	6	2
Skupaj		72	32	77	19	36	38
Skupaj v %		30	14	33	8	15	

Tabela 4 Pogostnost posameznih višin inverzij po posameznih mesecih in skupno; za simbole glej tekst.

Table 4 Frequency of particular inversion heights according to months and their sum. Symbols denote: inversion height above (N) and under (P) 216 m; O - no inversion, H - high inversion, T - surface inversion; z - the wind in layer I has relative maximum.

Termin	01	07	13	19
Pogostnost	8	3	16	11
Pogost. v % glede na štev. pilotbalonskih opazovanj	17	9	17	18

Tabela 5 Pogostnost primerov z relativno najmočnejšim vetrom v plasti I (sekundarni maksimum) po posameznih terminih.

Table 5 Frequency of cases with the relatively strongest wind in layer I (secondary maximum) according to particular hours of observation

Termin	01	07	13	19
Popr. hitrost (m/s)	2,0	1,7	1,5	2,7
Štev. meritev	48	34	96	62

Tabela 6 Poprečne hitrosti vetra v plasti I po terminih in število zajetih opazovanj.

Table 6 Mean wind velocities in layer I according to hours of observations and number of observations studied.

Ker se prav v plasti I širi večina onesnaženja zraka v kotlinah, zasluži ta še nekaj pozornosti. Iz nadaljnje obravnave izločimo primere O, ko ni bilo inverzije, in T, ko je bila inverzija le nizko pri tleh. Tako dobimo grobo sliko o gibanju zraka v celotnem jezeru hladnega zraka, ko je ta zgoraj omejen z inverzijo tipa N in P - žal velja to le za skupno oziroma poprečno gibanje celotne plasti I. Te hitrosti in pogostnosti primerov po urah so razvidne s tabele 6.

Iz tabele 6 vidimo, da so v zajeti zimski dobi največje hitrosti zvečer in ponoči in najmanjše opoldne. To je prav nasprotno, kot velja za izvenkotlinске pogoje zlasti nad ravninami, kjer se gibalna količina geostrofskih vetrov prenaša navzdol najboljše opoldne, ko je labilnost ozračja največja. Očitno delujeta v kotlini vsaj dva faktorja, ki postavljata zadevo na glavo. Prvi je inverzija v zgornjem delu jezera hladnega zraka, ki preprečuje kakršnikoli vpliv geostrofskih vetrov v samo jezero. Na drugi strani - čisto pri tleh - pa je zlasti ponoči zrak tudi močno stabilno stratificiran, tako da je zaviralni vpliv hrapavosti tal močno zmanjšan: nad talno - nekaj deset metrov debelo plastjo zelo ohlajenega zraka, drsi le nekoliko toplejši zrak lokalne cirkulacije kotlinskega jezera hladnega zraka - bodisi zaradi stekanja s pobočij in stranskih dolin bodisi zaradi konvergentnih gibanj ob toplotnem otoku mesta. Ker je talna inverzija najbolj izrazita zvečer in poprečna hitrost v plasti I tedaj največja, pomeni to, da je v zimskem času ta "izglajevalni učinek" talnih inverzij na hrapavost tal med najpomembnejšimi za kotlinske tokove in širjenje onesnaženja v njih. Deloma pa so maksimalne hitrosti ob 19. uri posledice tudi tega, da so tedaj stekanja zraka v kotlino, ko se jezero prične polniti, najmočnejša in jih skoraj ni zjutraj, ko je vsaj v spodnjem delu kotlina že zapolnjena.

Opoldne oziroma ob 13. uri labilizacija zraka v prizemni plasti poveča zunanje trenje, eventualna vertikalna gibanja pa tudi notranje trenje horizontalnih gibanj pod inverzno plastjo, ki pogosto vztraja ves dan. Zato so horizontalna gibanja in izmerjeni poprečni vetrovi v plasti I ob 13. uri najšibkejši in ne najmočnejši, kot so sicer nad ravninami.

Potrditvev o največji pogostnosti inverzij na višinah okrog zgornje meje plasti I nam daje primerjava smeri vetrov - vetrovni striženj smeri med to in višjo plastjo. Vzemimo, da mora biti razlika v smeri vetrov ene in druge plasti več kot 90° kar pomeni, da imata vetrova neko nasprotno komponento. Ugotovimo pogostnost takih primerov za

para plasti I in II ter za II in III - ustrezni števili sta 56 za prvi par in 17 za drugi par. Močna vetrovna striženja so vsekakor znak diskontinuitete, ki pa je le izjemoma brez vzporedne diskontinuitete v stratifikaciji atmosfere. Tudi iz tega lahko torej sklepamo, da so inverzije blizu meje med plastema I in II na višini malo nad 200 m več kot trikrat pogostnejše kot na višinah okrog 400 m.

S to obdelavo smo očitno dobili nove vpoglede v dogajanja v jezerih hladnega zraka v kotlinah in o višini njegove zgornje meje v Ljubljanski kotlini. Vidimo, da so gibanja v kotlinah zares zelo specifična in je širjenje onesnaženja zraka pogosto izrazito stratificirano, to je, omejeno na posamezne zračne plasti, kjer so zato lahko koncentracije zelo visoke.

Delo je del raziskovalne naloge "Širjenje onesnaženja zraka v kotlinah - II", Sklad Borisa Kidriča, RSS - 2-784/1395-74.

LITERATURA

- /1/ Munn R.E.: Airflow in urban areas, Urban Climates, WMO No. 254, TP 141, Geneva 1970.
- /2/ Dobrilović B.: Visinsko strujanje iznad Jugoslavije i prizemni karakteristični vetrovi, Rasprave 3, Prir. - matematički fakultet, Beograd 1960.
- /3/ Oke T.R.: Review of Urban Climatology, WMO No. 383, Geneva 1974.
- /4/ Petkovšek Z.: Širjenje onesnaženja zraka v kotlinah, Zaštita atmosfere 3, JDČV, Sarajevo 1974
- /5/ Reger J.: Aerologische Messmethoden; Technik der Gummiballone, Handbuch der Met. Instrumente, Jul. Springer Verlag, Berlin 1935.
- /6/ Petkovšek Z. in sod.: Študija o klimatskih razmerah in gibanju zraka na območju mesta Idrije, ekspertiza FNT, Ljubljana 1973 (neobjavljeno).
- /7/ Yoshino M.M.: Climate in a Small Area, University of Tokyo Press, 1975.

ANALIZA PODATKOV O TRAJANJU SONČNEGA OBSEVANJA V TREH
VINORODNIH OBMOČJIH SLOVENIJE (1965-1974)

ANALYSIS OF DATA ON SUNSHINE DURATION AT THREE WINE-
GROWING REGIONS OF SLOVENIA (1965-1974)

551.521.1

551.576.2

ANDREJ HOČEVAR

Biotehniška fakulteta, Ljubljana

SUMMARY

Analysis of hourly data of sunshine duration observed at three stations in Slovenia, viz. Vedrijan, Novo mesto and Jeruzalem, is presented. On the basis of a ten year observation period (1965-1974) mean hourly values of particular months were calculated and are graphically presented for all months of the year, for each station separately (figs. 1, 2, 3 and 4). Correlation coefficients between all possible pairs of hourly values at the same station and at different stations were calculated and are given on tables (Tables 1, 2, 3, 4, 5 and 6).

Daily courses of mean hourly values of sunshine duration show that in winter months maximum values are obtained in the afternoon but in summer before noon. The course is rather smooth.

Hourly values at the same and at different stations are more or less correlated. Climatic coherence can be found between the stations Novo mesto and Jeruzalem. It changes during the year; maximum values are found in April and in September. Data of sunshine duration at Vedrijan do not correlate with the ones at the other two stations. This proves that, according to the presented climatic parameter, Vedrijan has a very different climate in comparison with Novo mesto and Jeruzalem.

POVZETEK

V delu je prikazana analiza urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja na treh postajah v Sloveniji: Vedrijanu, Novem mestu in Jeruzalemu. Na osnovi desetletnega opazovalnega obdobja 1965 do 1974 so izračunane in grafično prikazane srednje urne vrednosti za vse mesece leta in za vsako postajo posebej (slike 1, 2, 3 in 4). Izračunani so tudi korelacijski koeficienti med posameznimi urnimi vrednostmi na isti postaji ter korelacijski koeficienti med vrednostmi ob isti ali kakšni drugi uri na različnih postajah (tabele 1 do 6).

Dnevni poteki srednjih urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja kažejo, da so pozimi maksimalne vrednosti dosežene v popoldanskih, poleti pa v dopoldanskih urah, potek pa je precej izglajen. Na vseh postajah je v večji ali manjši meri povezanost urnih vrednosti med seboj. Klimatsko koherentni sta le postaji Novo mesto in Jeruzalem, ta klimatska povezanost pa se tekom leta menja. Najmočnejša je aprila in septembra. Vedrijan z drugima dvema postajama nima nobene povezave, kar dokazuje, da ima glede trajanja sončnega obsevanja povsem drugačno klimo kot drugi dve postaji.

UVOD

Pri oblikovanju modela za kvantitativno določanje sončnega obsevanja v poljubnih lokacijah reliefa v naravnih pogojih naletimo na številne težave. Za vključitev vpliva oblačnosti moramo npr. poznati trajanje sončnega obsevanja ali kakšnega podobnega parametra v posameznih urah med dnevom in med letom /1/. Taki podatki so sicer za posamezne ure in dneve dosegljivi, ni pa srednjih urnih vrednosti za vsak mesec posebej. Ker smo v model za kvantitativno določanje sončnega obsevanja želeli vključiti reprezentativne vrednosti, smo se zato odločili, da obdelamo desetletno opazovalno dobo (1965-1974) po mesecih in za celotno obdobje skupaj. Za obdelavo smo izbrali urne podatke trajanja sončnega obsevanja treh postaj: Vedrijana (Goriška), Novega mesta (Dolenjska) in Jeruzalem (Štajerska), ki leže vsaka v drugem vinorodnem območju, za katera je sončno obsevanje še posebej pomembno pa tudi klimatsko so ti kraji med seboj različni.

Značilnosti lokacij opazovalnih postaj, katerih podatke smo obdelali, so naslednje /2/: V Novem mestu je lokacija zelo dobra, čeprav je bila postaja v obdobju, ki ga obdelujemo, prestavljena (4. 12. 1972). Na začetni lokaciji so bile ovire nad horizontom tudi poleti v kotu od vzhoda do zahoda sonca nižje od 5° , na drugi pa pod 4° , z izjemo ovire v smeri 300° , ki je visoka 6° . V Vedrijanu je lokacija nekoliko slabša. V smereh od 60 do 105° so ovire visoke do 8° , nato pa z izjemo češnje v kotu od 190 do 220° , ki je visoka kar 24° , ves čas pod 5° . Najslabša je bila lokacija v Jeruzalemu, ki je bila v obdobju, ki ga obdelujemo, prestavljena (10. 9. 1970) na ustreznije mesto. Na prvi lokaciji so bile ovire na horizontu izredno velike: V smereh od 140 do 200° so bile visoke 24° (listnato drevje) oziroma celo 35° (smreka), v smereh 200 do 300° so bila posamezna drevesa in grmovje visoka nad 10° , v smeri 305° pa je bil še zvonik visok 24° . Nova lokacija postaje v Jeruzalemu je znatno boljše. Nad večino horizonta, ki je za trajanje sončnega obsevanja pomembna, so ovire nižje od 4° , edino v smeri 230 do 240° je listnato drevje z višino do 14° . Kljub sistematsko prenizkim vrednostim v prvih popoldanskih urah pozimi, ki so posledica naštetih ovir na prvi lokaciji, so mesečne in letne vrednosti trajanja sončnega obsevanja v Jeruzalemu največje v tem delu Slovenije /2/. Zato smo Jeruzalem kljub napakam vključili v obdelavo.

Vpliv značilnosti postaj na izmerjene vrednosti trajanja sončnega obsevanja lahko ocenimo tako, da ugotovimo napake, ki se bodo zaradi neidealne lege postaje (neodkrita dela horizonta od vzhoda do zahoda sonca) pojavljale. Pri tem moramo seveda upoštevati tudi občutljivost merilnega instrumenta, saj je napaka zaradi majhne občutljivosti instrumenta lahko večja od napake zaradi ovir na horizontu.

Pri obdelavi podatkov trajanja sončnega obsevanja za Beograd so npr. ugotovili, da tudi ob jasnih jutrih in jasnih večerih pri zenitnih kotih sonca, večjih od 85° , heliograf zabeleži trajanja sončnega obsevanja le v 36 do 38% primerov /3/. Temu je vzrok prav gotovo previsok prag občutljivosti heliografa Campbell - Stokes, ki je pri $0,3 \text{ cal/cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ /4/. Iz dela /5/ povzemamo ugotovitev, da je v Beogradu delež trajanja sončnega obsevanja v zenitnem kotu sonca od 90 do 85° v letni vsoti manjši od 0,5%, delež trajanja sončnega obsevanja v zenitnem kotu sonca med 90 in 80° pa velikostnega reda 5%. Motnje nad horizontom, ki so visoke do 5° so torej povsem zanemarljive pa tudi motnje, visoke do 10° , nimajo velikega vpliva, čeprav niso zanemarljive.

Urne vrednosti trajanja sončnega obsevanja, opazovane s heliografom /2/, smo prenesli na luknjane kartice, te podatke pa obdelali s programom DSTAT 2 na računalniku CDC 6600. Dobili smo srednje urne vrednosti trajanja sončnega obsevanja za posamezne mesece, njih standardne deviacije, variance ter korelacijske koeficiente (časovne in krajevne) med posameznimi urnimi vrednostmi na isti lokaciji in med različnimi lokacijami. Ker je število podatkov, na osnovi katerih so te vrednosti izračunane, razmeroma veliko (v januarju je vsaka srednja urna vrednost izračunana na osnovi 310 podatkov) so srednje vrednosti reprezentativne, kljub razmeroma veliki standardni deviaciji, saj je standardna napaka majhna /6/.

V tem delu bomo prikazali dnevne poteke trajanja sončnega obsevanja na posameznih postajah za vsak mesec posebej ter opozorili na nekatere njihove značilnosti, kakor tudi na značilnosti časovnih in prostorskih korelacij urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja.

DNEVNI POTEKI TRAJANJA SONČNEGA OBSEVANJA

Za zimske mesece; december, januar in februar lahko ugotovimo, da so vrednosti trajanja sončnega obsevanja v vseh treh krajih najmanjše v januarju, medtem ko se največje vrednosti pojavljajo v Novem mestu in Jeruzalemu februarja z vrednostjo okoli 0,40, v Vedrijanu pa decembra z vrednostjo 0,50 (slika 1). Medtem, ko je srednji dnevni potek trajanja sončnega obsevanja v Vedrijanu decembra simetričen, razporeditev v Novem mestu in Jeruzalemu ni simetrična. Decembra in januarja imajo na teh dveh postajah popoldanske ure večje vrednosti trajanja sončnega obsevanja kot dopoldanske, kar lahko pripišemo zadrževanju megle v jutranjih urah, ki je v teh mesecih najbolj pogostna /7/, in stratusni oblačnosti. V februarju zasledimo že obratno razporeditev na vseh treh postajah.

V spomladanskih mesecih; marcu, aprilu in maju zasledimo zvišanje urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja od marca do maja, izjema je Jeruzalem, kjer se te vrednosti v aprilu neznatno znižajo (slika 2). Značilna je oblika srednjega dnevnega poteka. Že v februarju smo zasledili, da so urne vrednosti trajanja sončnega obsevanja v dopoldanskih urah večje kot v popoldanskih. Ta značilnost pride v spom-

ladanskih mesecih še močneje do izraza, najbolj pa v maju. V tem mesecu so tudi dosežene najvišje vrednosti trajanja sončnega obsevanja v spomladanskem času. Med dnevom so le-te dosežene najprej v Jeruzalemu (med 9 in 10^h), nekoliko kasneje v Novem mestu (med 10 in 11^h) in najkasneje v Vedrijanu (med 11 in 12^h).

Najvišje letne urne vrednosti so dosežene poleti v mesecu juliju, prav tako kot spomladi, še v dopoldanskih urah (slika 3). Tako lahko ugotovimo vrednost 0,72 v Novem mestu (med 10 in 11^h), vrednost 0,71 v Jeruzalemu (med 9 in 10^h) ter vrednost 0,76 v Vedrijanu (med 10 in 11^h). V avgustu nesimetrija dnevnega poteka trajanja sončnega obsevanja, glede na najvišji položaj sonca na nebu, ki je v juniju in juliju še znatna, zamre.

Prva jesenska meseca; september in oktober imata zelo visoke urne vrednosti trajanja sončnega obsevanja (slika 4). Vedrijan doseže najvišjo vrednost oktobra (0,66) pa tudi drugi dve postaji imata vrednost nad 0,60, čeprav dosežeta najvišjo vrednost v septembru (Novo mesto 0,62 in Jeruzalem 0,63). Dnevni potek je v jesenskih mesecih spet znatno bolj simetričen glede na najvišji položaj sonca na nebu. Naj opozorimo na velik skok urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja, ki ga opazimo, če primerjamo poteka v oktobru in novembru, kar so ugotovili tudi za podatke Beograda /5/. Najbolj je izrazit ta skok v Vedrijanu, kjer so bile najvišje srednje urne vrednosti v oktobru 0,66, v novembru pa komaj 0,38. Manj izrazit vendar še vedno velik skok je v Novem mestu - oktobra 0,61 in novembra 0,39 - in v Jeruzalemu - oktobra 0,61 in novembra 0,42.

Ta pojav lahko povežemo z naslednjimi dejstvi: da je v novembru dosežen maksimum trajanja ciklonske aktivnosti v zahodnem Sredozemlju, da se v tem mesecu pojavlja največja intenziteta depresij in največje število močnih depresij /8/, katerih vpliv na oblačnost oziroma na trajanje sončnega obsevanja opada od morja proti Panonski nižini.

Pri analizi dnevnih potekov urnih vrednosti trajanja vseh mesecev zasledimo zelo pomembno skupno značilnost, ki se kaže v tem, da so srednje vrednosti visje v sredini dneva in manjše v prvih jutranjih in zadnjih večernih urah. Za majhne srednje urne vrednosti ob sončnem vzhodu in zahodu je to logična posledica spreminjanja dolžine dneva v mesecu. Za najvišje vrednosti v sredini dneva pa na najdemo drugega vzroka kot ustrezen hod količine in vrste oblačnosti z manjšim vplivom na trajanje sončnega obsevanja v tem času.

Pri analizi medsebojne povezanosti podatkov nas je zanimalo, če so vrednosti v neki določeni uri v kakšni zvezi z vrednostmi po tej uri na isti postaji ali z vrednostmi v isti uri ter pred njo in po njej na kaki drugi postaji. Odgovor na to nam da korelacijska matrika, ki smo jo izračunali z računalnikom. Komentirali bomo le korelacijske koeficiente z vrednostjo nad 0,600, ki so glede na veliko število podatkov, iz katerih so izračunani - okrog 300 parov podatkov -, visoko signifikantni (nad mejo 0,01 stopnje tveganja) /6/.

V zimskem času je časovna korelacija najbolj izrazita v februarju. Še posebej je izrazita v Vedrijanu, kjer je urna vrednost trajanja sončnega obsevanja med 7 in 8^h povezana kar z devetimi naslednjimi vrednostmi (tabela 1). Podobno zvezo najdemo v Jeruzalemu, kjer je urna vrednost med 8 in 9^h povezana s sedmimi naslednjimi urnimi vrednostmi. V Novem mestu je zveza med posameznimi urnimi vrednostmi manj tesna. Šele urna vrednost med 10 in 11^h je povezana s štirimi naslednjimi urnimi vrednostmi, kar lahko pripišemo nerednemu pojavu megle, če obravnavamo vse dneve skupaj in ne ločeno po tipih vremena.

Prostorska korelacija v zimskem času je v januarju omejena le na nekaj vrednosti med postajama Novo mesto in Jeruzalem. Številnejša je v februarju, ko najdemo štiri urne vrednosti v Novem mestu - dve dopoldne (od 9 do 11^h) in dve popoldne (od 15 do 17^h) - korelirane z urnimi vrednostmi v Jeruzalemu. Še več pa je korelacij med časovno premaknjenimi urnimi vrednostmi (tabela 2).

V spomladanskih mesecih je časovna korelacija kar na vseh treh postajah najštevilnejša v aprilu (tabela 3). V Vedrijanu so z urno vrednostjo med 7 in 8^h in 8 in 9^h povezane urne vrednosti kar osmih naslednjih ur. V Novem mestu je časovna korelacija manj številna. Urna vrednost med 7 in 8^h je povezana z urnimi vrednostmi šestih naslednjih ur. V Jeruzalemu pa sta šele urni vrednosti med 9 in 10^h ter 10 in 11^h povezani z vrednostmi šestih naslednjih ur.

Prostorska korelacija je med leta najštevilnejša v aprilu, omejuje pa se na postaji Novo mesto in Jeruzalem, medtem ko Vedrijan ni povezan niti s prvo niti z drugo postajo. Kar deset urnih vrednosti (med

6 in 17^h) v Novem mestu je koreliranih z vrednostmi v Jeruzalemu. Še znatno več (38) pa je korelacij med časovno premaknjenimi urnimi vrednostmi (tabela 2).

Časovna korelacija je v poletnih mesecih (juniju, juliju in avgustu) najmanj izrazita in ne kaže posebnih značilnosti niti iz meseca v mesec niti od ure do ure. Največkrat so urne vrednosti korelirane z vrednostjo eno ali dve uri kasneje. Izjemo predstavlja Jeruzalem, kjer je v avgustu vrednost med 8 in 9^h povezana kar z vrednostmi šestih naslednjih ur (tabela 4).

Prostorska korelacija, ki je glede na izbrane kriterije - komentiramo samo korelacijske koeficiente nad 0,600 - v juniju ne zasledimo ob nobeni uri, se v juliju že pojavi. Še številnejša pa je v avgustu, ko je med seboj povezanih sedem istočasnih vrednosti oziroma 28 časovno premaknjenih vrednosti (tabela 5).

Časovna korelacija je v jesenskih mesecih: septembru, oktobru in novembru med meseci podobna, svoje značilnosti pa kažejo posamezne postaje. Če si ogledamo podatke za september (tabela 6), opazimo, da je v Novem mestu z največ kasnejšimi vrednostmi (petimi) povezana urna vrednost med 11 in 12^h. Druge vrednosti so glede na to uro v precejšnji meri simetrično razporejene. V Vedrijanu je slika povsem drugačna. Na največjo persistenco procesov, ki določajo vrednost trajanja sončnega obsevanja, kažejo jutranji podatki. Urna vrednost med 7 in 8^h je povezana kar z devetimi vrednostmi naslednjih ur. Jeruzalem je deloma podoben Vedrijanu. Tudi tu kažejo jutranje vrednosti na večjo persistenco procesov v primerjavi z drugimi med dnevom.

Prostorska korelacija jeseni je najštevilnejša v septembru potem pa do novembra naglo opada. V spetembru je med seboj povezanih sedem istočasni urnih vrednosti v Novem mestu in Jeruzalemu in 36 časovno premaknjenih vrednosti (tabela 5). Klimatska koherenca /9/ je torej jeseni najbolj izrazita v septembru. Vedrijan izstopa in ne kaže nobene klimatske koherence z drugima dvema postajama.

Grobo predstavo o pogostnosti prostorske korelacije po posameznih mesecih med letom, ki jo v določenem smislu lahko enačimo z letnim potekom klimatske koherentnosti med obema krajema, nam da slika 5. Na diagramu je nanešeno število urnih vrednosti Novega mesta, ki so korelirane z urnimi vrednostmi Jeruzalema ($r \geq 0,600$ oziroma $r \geq 0,700$). Ker so imele urne vrednosti v Jeruzalemu med 12 in 13^h ter

13 in 14^h sistematično napako, je ta potek le približen. Minimalne vrednosti so namreč dosežene decembra, januarja in junija, ko pride ta napaka najbolj do izraza in je potrebno nekatere urne vrednosti korigirati. Kljub temu je prikazani letni potek pogostnosti prostorske korelacije karakterističen. Še zlasti jasno izstopata oba maksimuma aprila in septembra. Videno pa je tudi splošno zviševanje v poletnih mesecih in padanje v jesenskih, kar kaže na zvišanje klimatske koherence v prvem in na padec klimatske koherence med obema krajema v drugem obdobju.

SKLEP

S tem delom smo dobili kvantitativne podatke urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja po posameznih mesecih, ki so potrebni za izračunavanje količin sončnega obsevanja. Ti podatki pa kažejo tudi na nekatere značilnosti, na katere želimo opozoriti. V vseh mesecih leta je dosežen maksimum urne vrednosti trajanja sončnega obsevanja v urah blizu poldneva. Izrazito močnega vpliva konvektivne oblačnosti na dnevni potek trajanja sončnega obsevanja torej ne zaznamo v nobenem mesecu leta. Ugotovimo pa lahko, da se večje vrednosti trajanja sončnega obsevanja pojavljajo v dopoldanskih urah v marcu, aprilu, maju in juniju, na kar vsekakor vpliva dnevni hod konvektivne oblačnosti. Značilen je tudi obratni potek - večje urne vrednosti trajanja sončnega obsevanja v popoldanskem času - v novembru, v decembru in v januarju, ko vpliva na manjše vrednosti trajanja sončnega obsevanja v dopoldanskem času zadrževanje megle (Novo mesto) ali stratusna oblačnost. Ti rezultati se skladajo z opazovanji drugih avtorjev, ki so analizirali ta parameter v jugoslovanskem prostoru /5/.

Podatki o časovni in prostorski korelaciji kažejo številne značilnosti, od katerih moramo omeniti predvsem naslednje. Časovna korelacija urnih vrednosti je največja v Vedrijanu, kjer je septembra in decembra vrednost med 7 in 8^h povezana kar z devetimi naslednjimi vrednostmi. Časovna korelacija v Novem mestu je bistveno drugačna. V septembru je z največ urnimi vrednostmi povezana šele vrednost med 11 in 12^h, čemur je najbrže vzrok megla, ki se pojavi ali ne pojavi v jutranjih urah. Urne vrednosti pred to uro in po njej so povezane z manj in manj naslednjimi urnimi vrednostmi.

Prostorska korelacija kaže na klimatsko koherenco med postajama Novo mesto in Jeruzalem, medtem, ko je Vedrijan povsem nekaj drugega in nima z njima nobene statistične povezave. Omenjena klimatska koherenca ima svoj letni hod. Največja je v aprilu in septembru, najmanjša pa v decembru, v januarju in v juniju. Po tem lahko sklepamo, da so makro- in mezoklimatski meteorološki procesi, ki določajo trajanje sončnega obsevanja v teh mesecih na eni in drugi postaji, vsaj po svojem vplivu med seboj različni.

ZAHVALA

Zahvaljujem se sodelavcema J. Rakovcu in J. Roškarju, ki sta pomagala priti do teh rezultatov in tudi pri njihovem grafičnem prikazu.

Delo je del raziskovalne teme: Kvantitativna ocena sončnega obsevanja v razgibanem reliefu, ki jo financira Sklad Borisa Kidriča RSS pod številko 481/1538-74.

NOVO MESTO

+4h				.620																
+3h			.641	.676	.692	.637														
+2h	.668	.701	.758	.780	.770	.716	.662													
+1h	.665	.829	.859	.861	.862	.889	.854	.823	.771											
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	(ure)										

JERUZALEM

+7h		.631																		
+6h		.662	.629																	
+5h		.654	.675																	
+4h		.641	.704	.657	.629															
+3h		.723	.658	.711	.722	.603														
+2h	.637	.772	.793	.717	.763	.692	.730													
+1h	.775	.865	.888	.883	.807	.845	.877	.845	.620											
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	(ure)										

VEDRIJAN

+9h	.621																			
+8h	.629	.638																		
+7h	.653	.700	.648																	
+6h	.652	.740	.729	.646																
+5h	.673	.728	.783	.739	.663															
+4h	.673	.785	.788	.816	.781	.693														
+3h	.723	.788	.847	.836	.860	.818	.736													
+2h	.794	.842	.873	.892	.893	.856	.790													
+1h	.876	.915	.926	.932	.952	.947	.911	.934	.842											
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	(ure)										

Tabela 1 Časovne korelacije urnih vrednosti v februarju

Table 1 Time correlations between hourly values of sunshine duration in February

FEBRUAR

Jeruzalem

+1h	.627				.601	.634														
0	.633	.622								.610	.603									
-1h		.649	.611	.610																
-2h		.607		.623																
-3h				.618																
	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	(ure)											

Novo mesto

APRIL

Jeruzalem

+4h				.603																
+3h		.630	.623	.636	.636															
+2h		.625	.702	.659	.701	.619	.604	.642												
+1h	.607	.618	.696	.733	.698	.656	.605	.673	.617											
0	.676	.652	.677	.724	.694	.627	.605	.624	.690	.684										
-1h			.664	.661	.708	.642		.606		.616	.646									
-2h				.653	.646	.648	.631	.611		.608										
-3h					.621		.605	.665												
-4h								.624												
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	16-17	(ure)							

Novo mesto (ure)

Tabela 2 Prostorska korelacija med urnimi vrednostmi trajanja sončnega obsevanja v Novem mestu in Jeruzalemu (v vrsti 0 so istočasne vrednosti, v drugih pa so označeno številko ur premaknjene)

Table 2 Space correlations between hourly values of sunshine duration at Novo mesto and Jeruzalem (at line zero correlations between simultaneous values are given and at other lines correlations between marked non simultaneous ones)

AVGUST									
Jeruzalem									
+4h			.612						
+3h		.623	.630	.628	.624				
+2h	.606	.616	.652	.658	.681	.615			
+1h	.652	.633	.638	.669	.680	.656			
0	.618	.677	.640	.656	.672	.601	.600		
-1h		.648	.676	.664	.666				
-2h			.671	.677	.642				
-3h				.677	.653				
-4h				.614	.663				
	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	(ure)	
									Novo mesto

SEPTEMBER									
Jeruzalem									
+3h		.627	.600						
+2h	.600	.636	.623	.615	.609				
+1h	.620	.654	.688	.633	.630	.606			
0	.611	.654	.697	.666	.675	.629	.601		
-1h		.636	.642	.699	.701	.635			
-2h		.627	.616	.626	.748	.662	.603		
-3h			.615		.667	.693	.646		
-4h				.608		.633	.664		
-5h					.622	.609	.602		
-6h						.632			
-7h							.607		
	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	(ure)	
									Novo mesto

Tabela 5 Prostorska korelacija med urnimi vrednostmi trajanja sončnega obsevanja v Novem mestu in Jeruzalemu (v vrsti 0 so istočasne vrednosti, v drugih pa za označeno število ur premaknjene)

Table 5 Space correlations between hourly values of sunshine duration at Novo mesto and Jeruzalem (at line zero correlations between simultaneous values are given and at other lines correlations between marked non simultaneous ones)

NOVO MESTO											
+5h						.604					
+4h					.611	.672	.635				
+3h				.614	.656	.703	.726	.674			
+2h		.633	.652	.688	.771	.757	.790	.778	.748		
+1h	.698	.827	.803	.817	.870	.915	.850	.875	.868	.843	.723
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
											(ure)

JERUZALEM											
+5h		.617	.642	.602	.608						
+4h		.644	.707	.679	.619	.684					
+3h		.676	.745	.765	.699	.716	.708	.652			
+2h		.727	.791	.811	.805	.798	.746	.770	.716		
+1h	.662	.824	.873	.894	.893	.907	.865	.855	.865	.798	.621
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
											(ure)

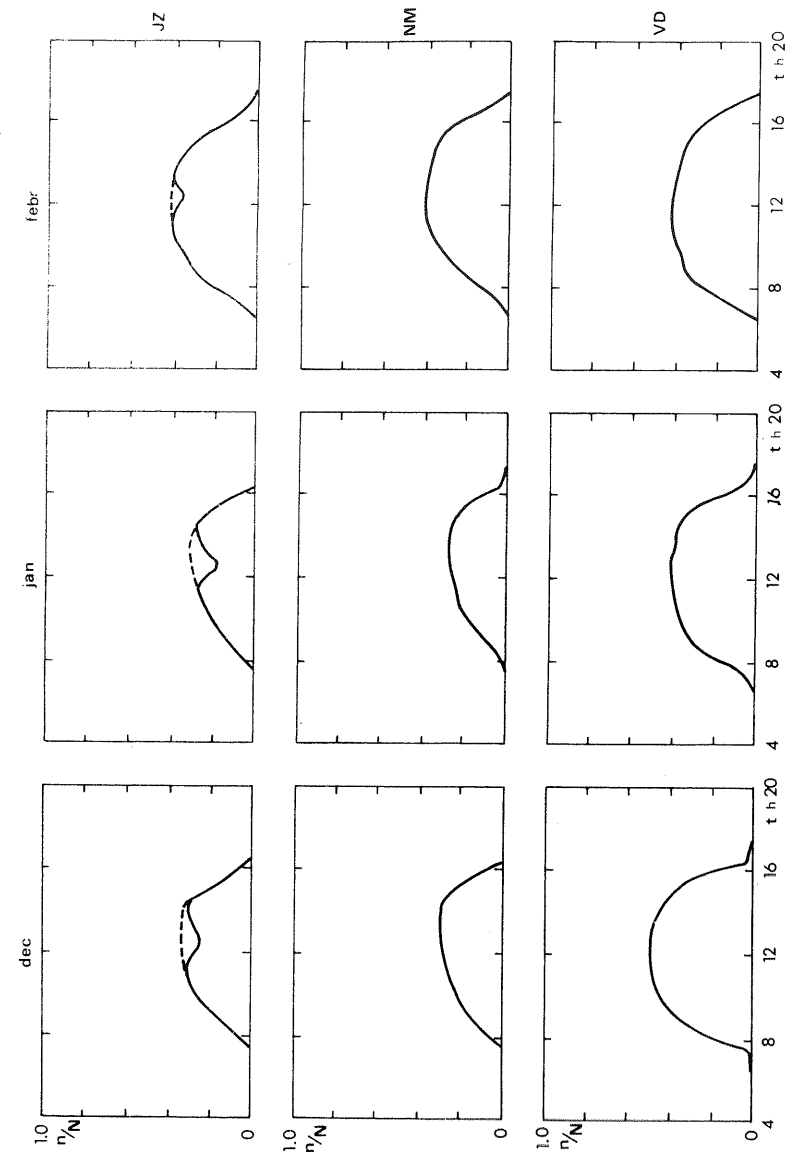
VEDRIJAN											
+9h		.608									
+8h		.605									
+7h		.647									
+6h		.636	.628	.631							
+5h		.697	.652	.679	.645						
+4h		.741	.733	.714	.699	.603					
+3h		.775	.807	.797	.722	.708	.649	.611			
+2h		.777	.853	.848	.835	.762	.793	.719	.673		
+1h	.709	.861	.887	.916	.881	.889	.878	.884	.845	.807	.636
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
											(ure)

Tabela 6 Časovne korelacije urnih vrednosti v septembru

Table 6 Time correlations between hourly values of sunshine duration in September

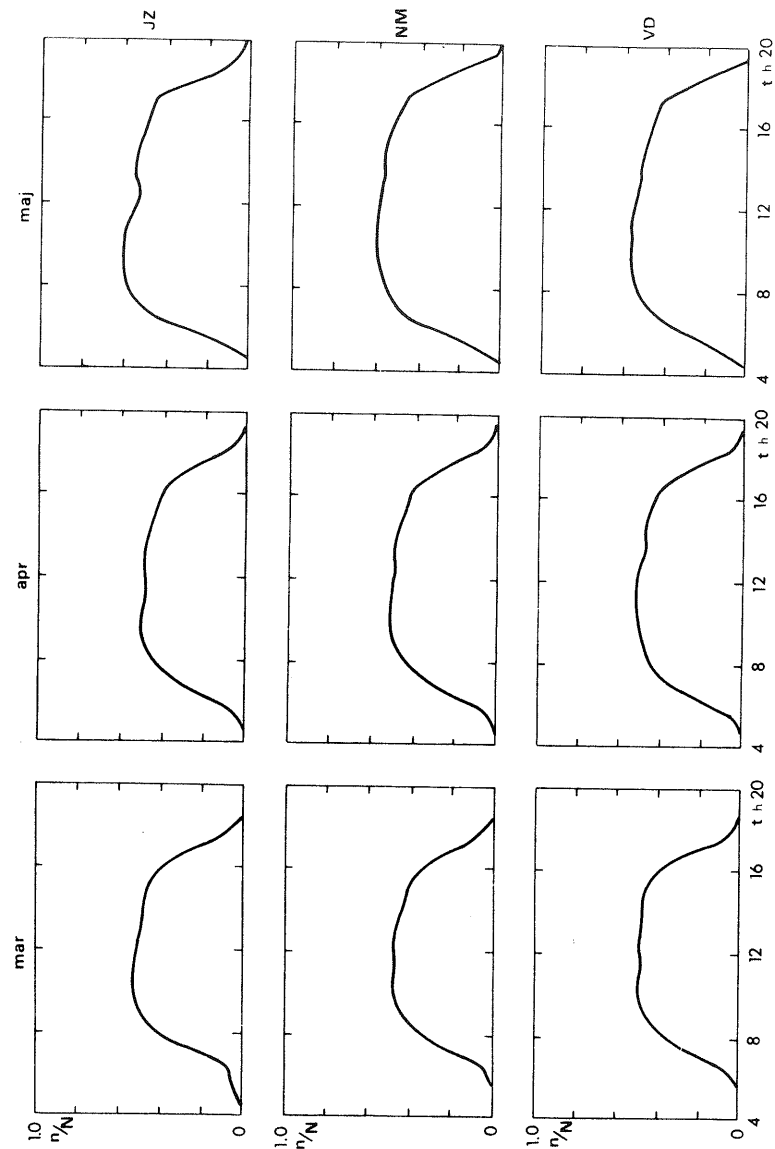
LITERATURA

- /1/ Robinson N.: Solar Radiation. Elsevier Publishing Company, Amsterdam 1966.
- /2/ Arhiv Meteorološkega zavoda SR Slovenije, Ljubljana.
- /3/ Vujičić - Gamser K.: Efekt instrumentalne greške heliografa. VIII. Savetovanje klimatologa Jugoslavije. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd 1972.
- /4/ Bider M.: Über die Genauigkeit der Sonnenscheinautographen. Archiv. für Met., Geoph. und Biokl. Serie B. Band 9, Wien 1958.
- /5/ Vujičić - Gamser K.: Prilog metodici odredjivanja relativnog trajanja sijanja sunca. VIII. Savetovanje klimatologa Jugoslavije. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd 1972.
- /6/ Crowley F.J. and Cohen M.: Statistics. Collier Books, New York 1963.
- /7/ Petkovšek Z.: Pogostnost megle v nižinah in kotlinah Slovenije. Razprave-Papers XI. Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana 1969.
- /8/ Radinović Dj. i Lalić D.: Ciklonska aktivnost u Zapadnom Sredozemlju. Rasprave i studije 7. Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd 1959.
- /9/ Conrad V. and Pollak L.W.: Methods in Climatology. Harvard University Press, Cambridge 1962.



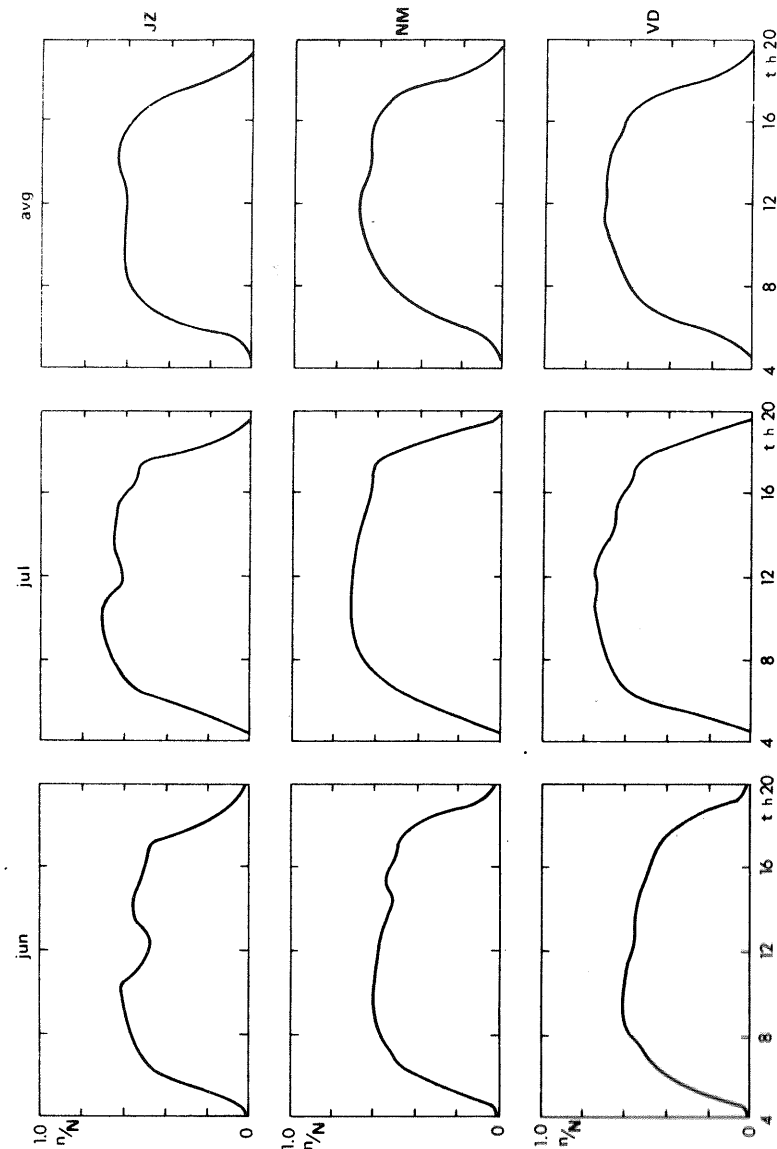
Slika 1 Dnevni poteki srednjih urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja v zimskih mesecih; v decembru, v januarju in v februarju (--- pomeni korigirane vrednosti v Jeruzalemu)

Fig. 1 Daily courses of mean hourly values of sunshine duration in winter months: December, January and February (--- corrected values at Jerusalem)



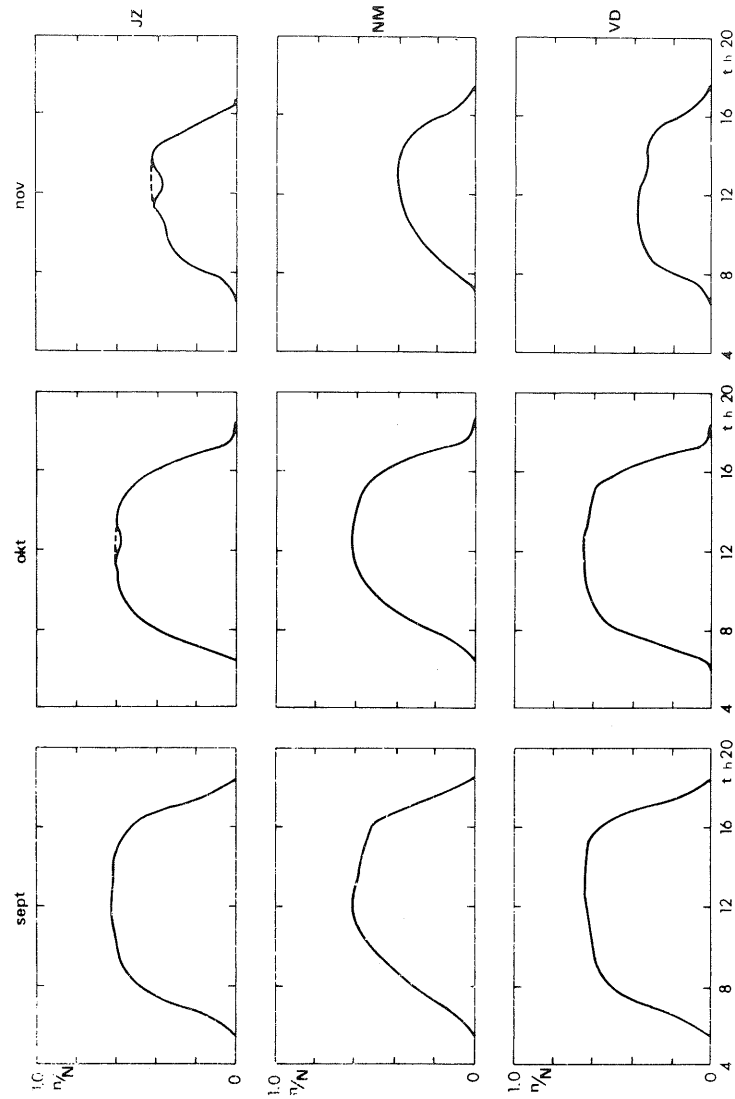
Slika 2 Dnevni poteki srednjih urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja v spomladanskih mesecih; v marcu, v aprilu in v maju

Fig. 2 Daily courses of mean hourly values of sunshine duration in spring months: March, April, and May



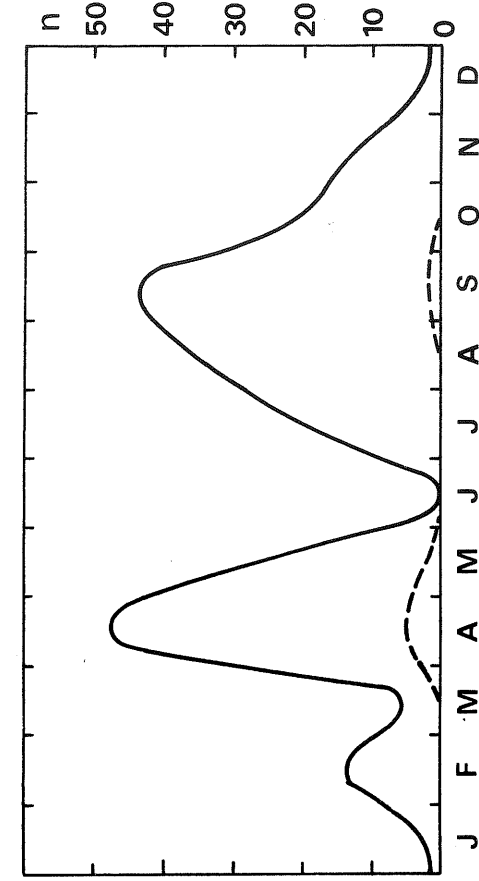
Slika 3 Dnevni poteki srednjih urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja v poletnih mesecih; v juniju, v juliju in v avgustu

Fig. 3 Daily courses of mean hourly values of sunshine duration in summer months: June, July and August



Slika 4 Dnevni poteki srednjih urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja v jesenskih mesecih; v septembru, v oktobru in v novembru (--- pomeni korigirane vrednosti v Jeruzalemu)

Fig. 4 Daily courses of mean hourly values of sunshine duration in fall months: September, October and November (----corrected values at Jerusalem)



Slika 5 Letni potek števila koreliranih urnih vrednosti trajanja sončnega obsevanja (n) v Novem mestu in Jeruzalemu (polno - število koreliranih vrednosti z $r \geq 0,600$ in črtkano - število koreliranih vrednosti z $r \geq 0,700$)

Fig. 5 Yearly course of the number of correlated hourly values of sunshine duration (n) between data at Novo mesto and Jeruzalem (full line - number of correlated values with $r \geq 0,600$ dashed line - number of correlated values with $r \geq 0,700$)