

OKVIRNE VREDNOSTI SONČNEGA OBSEVANJA NA BALKANSKEM
POLOTOKU

ROUGH VALUES OF RADIATION AT BALKANIAN PENINSULA

551.521.1

DANILO FURLAN

Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

SUMMARY:

Global radiation at Balkanian Peninsula is studied using data of five stations. Three of them - Athens, Skopje and Beograd are representing conditions at peninsula in the meridional direction and two others Ljubljana and Bucharest together with Belgrade, conditions in the zonal direction at the northern border of the peninsula. Global radiation is diminishing for 1,3% moving 1 degree latitude north. In the zonal direction no differences were found. Deep basins and carst poljes lack appr. 20% of global radiation. The cause for that might be frequent fog especially during cold half of the year and intense convective cloudiness during warm half of the year.

During the six years observation period (1964 - 1969) the highest values of global radiation were obtained at Athens - mean yearly value 132 545 ly, and the smallest values at Ljubljana - 94 641 ly. It should be noticed that Ljubljana lies most northerly and is located in a broad basin.

All stations obtain maximal values of global radiation in July, and not in June as should be expected, and minimal values in December.

Data of quasi-global radiation on vertical surfaces oriented in main directions of the sky are presented only for Beograd - Zeleno brdo and are given in percents of the value of global radiation. The most uniform yearly course have data of quasi-global radiation obtained by the east oriented wall. It obtains about 50% in March and 60% in January. Conditions are most different on the south oriented wall. It gets less than 50% in June and July, but more than 140% in November.

Some data for direct solar radiation obtained by a horizontal surface are given for Beograd - Zeleno Brdo. Its maximal values at clear sky and mean air turbidity are at noon viz. at summer solstice 1.09 ly/min, at winter solstice 0.40 ly/min, at spring equinox 0.84 ly/min and at fall

equinox 0.80 ly/min. Maximal hourly value is 64 ly/min. Daily summs are between extreme values viz. 114 ly/day in January and 538 ly/day in June.

UVOD

Podatki o sončnem obsevanju spadajo med najredkejšo meteorološko dokumentacijo. V Jugoslaviji je bilo sevanje že večkrat obravnavano, vendar so razprave zajele najpogosteje globalno obsevanje, redkeje tudi direktno. V tem prispevku, ki tudi obravnava predvsem globalno obsevanje, je odpravljena ena izmed poprejšnjih pomanjkljivosti, namreč časovna nehomogenost opazovalnega niza.

Izbranih je bilo 5 postaj in to tako, da je Balkanski polotok zajet v zonalni smeri, določene postaje so bile Bukarešta, Beograd in Ljubljana, kot tudi v meridionalni smeri, kjer so bile določene postaje poleg Beograda še Skopje in Atene.

Hkrati je bilo v letih 1968 - 1971 merjeno tudi s 5 solarigrafi Moll-Gorczyński.

Tudi za direktno sevanje so v razpravi le podatki observatorija Beograd - Zeleno brdo, opazovalni niz je tekkel v letih 1957 - 1966, instrument pa je bil do srede leta 1958 kompenzacijski pirheliometer Ångström, zatem pa aktinometer Linke-Feussner.

Opazovalni niz je tekkel v letih 1964 - 1969. Opravljena je bila torej 6-letna opazovalna doba. Srednje vrednosti verjetno niso najbolj pravilne, saj je 6 let prekratka doba, da bi bile tako dobljene srednje vrednosti zelo blizu normalnim vrednostim, ki jih, žal, ne poznamo. Kljub temu pa so dobrodošle, saj dovoljujejo strokovno dovolj utemeljeno grobo primerjavo globalnega sevanja klimatsko močno različnih področij, ki jih ločijo tudi velike razdalje (za evropske razmere): v zonalni smeri prek 8 širinskih stopinj, v meridionalni pa prek 14 dolžinskih stopinj.

Podatke o direktnem sevanju imamo iz daljšega opazovalnega niza, iz obdobja 10 let (1957 - 1966), žal le za eno postajo, Beograd - Zeleno brdo. Prikazani pa so vendarle, saj so s smiselnimi korekcijami uporabljivi na celotnem področju Balkanskega polotoka.

GLOBALNO SEVANJE

Celoletne vsote globalnega sevanja izbranih 5 postaj /1/, kažejo sistematično manjšanje sevanja v smeri jug-sever, kar je v skladu z razpo-

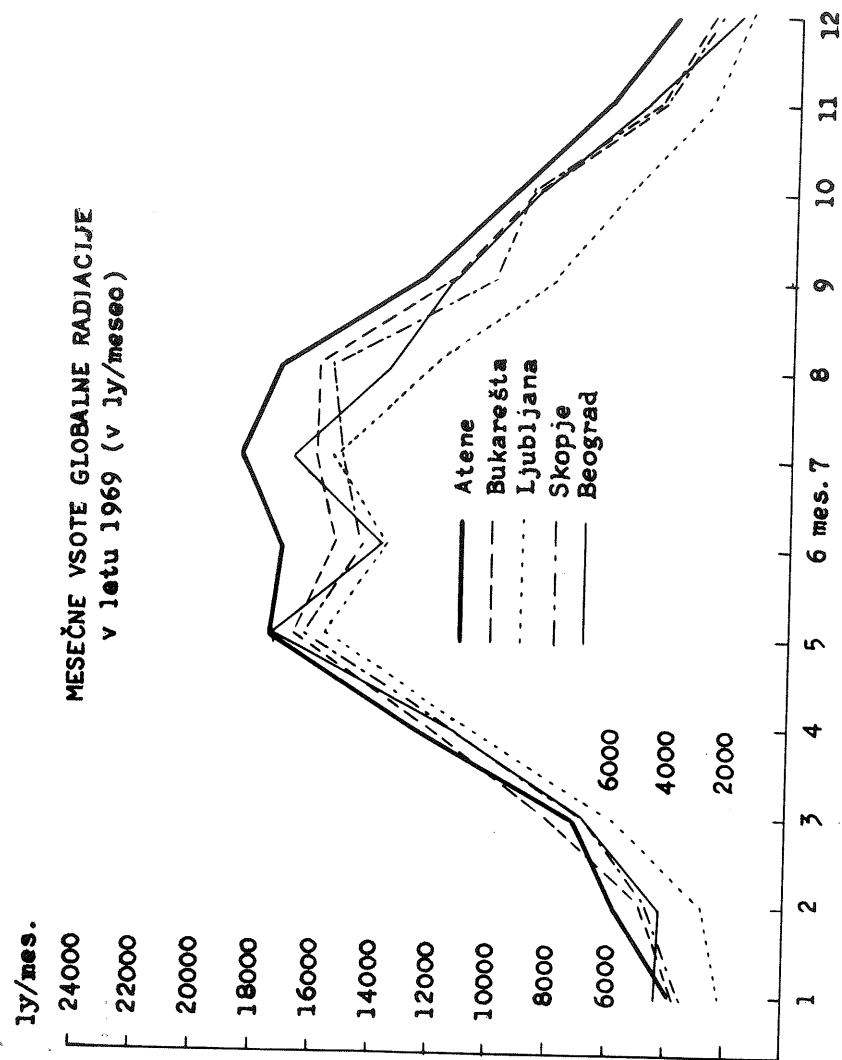
reditvijo tega elementa na severni poluti. (tabela 1). Za vsako širinsko stopinjo se v poprečju letne vsote proti severu zmanjšajo za ca. 1,3%. V zonalni smeri ni zaslediti podobnega pojava. Kolikor gre za področja s podobnimi klimatskimi razmerami, kot na primer med južnim delom Panonske nižine (Zagreb, Beograd) in Vlaško nižino (Bukarešta), so si celoletne vrednosti močno podobne /1, 3/. Bistveno drugačno pa je sevanje v gorskem svetu, na primer na kraških poljih in v globljih kotlinah. Po podatkih observatorija v Ljubljani pride v kotlinah lahko celo do prek 20% primanjkljaja. Vzrok za to moramo iskati predvsem v številnih dneh z meglo, ki jih ima najnižji, jugovzhodni del Ljubljanske kotline, kar prek 150 na leto /4/. Drugi vzrok je zelo intenzivna konvektivna oblačnost v goratem svetu. Medtem ko pomeni megla glavno slabitev za sevanje v hladni polovici leta, nastopi druga ovira v času tople polovice.

Tabela 1 Poprečne vsote mesečnega in letnega globalnega obsevanja (ly/mes., ly/leto). Opazovalni niz 1964 - 1969.

Table 1 Mean monthly and yearly summs of global radiation (ly/month, ly/year) for the period 1964 - 1969.

Mesec	Kraj	Athens	Skopje	Bucharest	Belgrade	Ljubljana
I		4832,3	4530,3	3849,9	3985,1	2395,5
II		6339,3	6186,1	5555,3	5404,1	3940,1
III		9539,7	9209,9	9060,3	8689,2	6772,0
IV		13244,3	12385,4	12496,4	11807,4	10149,5
V		16416,8	16165,5	16100,5	15165,3	13333,0
VI		16805,8	16570,3	16887,0	16062,2	13951,3
VII		18275,9	17778,5	17288,0	17476,2	14074,1
VIII		16125,3	15935,3	15378,0	14564,0	11955,4
IX		12233,9	12123,9	11340,6	11063,2	8114,7
X		8894,7	8945,0	8149,8	8404,2	5392,3
XI		5486,4	4492,9	3516,4	4056,3	2291,9
XII		4350,9	3101,6	2537,7	2535,2	1470,2
Skupaj		132545,3	127424,7	122159,9	119212,4	94040,8

Na vseh 5 obravnavanih postajah je mesec z maksimalnim globalnim sevanjem julij in ne junij, kot bi bilo pričakovati zaradi višine sonca. Vzrok za to so pogosti junijski prodori polarnega zraka prek osrčja Evrope daleč proti jugovzhodu, tudi nad vzhodni del Sredozemskega morja. Prodori so sicer tudi v juliju, vendar so kratkotrajnejši in manj izraziti /5/. Južna Evropa, še prav posebno velja to za njen vzhodni del, je tedaj v območju visokega pritiska, njegovi učinki segajo v



Slika Mesečne vsote globalne radiacije v letu 1969 (v ly/mesec).

Figure Monthly means of global radiation in the year 1969 (ly/month).

severne kraje Jugoslavije, kažejo pa se ti učinki s pojavom sekundarnega padavinskega ninima v juliju in z manjšo oblačnostjo. Posledica je med drugim tudi julijski maksimum globalnega sevanja.

Najnižje je globalno sevanje tudi na Balkanu, podobno kot drugod na severni hemisferi, v decembru.

Če izvzamemo globlje kotline in kraška polja, potem moramo računati na Balkanu v januarju s poprečnimi mesečnimi vrednostmi od ca. 4 000 ly/mes. na severu do ca. 5 000 ly/mes. na jugu. Ustrezni vrednosti za julij sta ca. 15 000 in blizu 19 000 ly/mesec.

Letni hod globalnega sevanja je na vseh 5 postajah izrazito podoben, saj kažejo srednje mesečne vrednosti le manjše medsebojne razlike po vrstnem redu. Poudariti pa je treba, da velja ta ugotovitev le za poprečni hod.

V posameznih letih so razlike občutne. Deloma so razhajanja v posameznih letih očitna že iz zveznic za poedine postaje v letu 1969, še mnogo bolj pa iz tabele 2, ki temelji na celoletnih vsotah. Za vsako postajo sta za 6 letni opazovalni niz vpisana le 2 znaka. Znak + v letu, v katerem je bilo na postaji globalno sevanje največje, in znak - v letu, ko je bilo najmanjše. Rezultat razčlenjenja tabele 2 nas resnično preseneti!

Skopje, Atenam najbližja postaja, je imelo najmanjše sevanje v istem letu (leta 1964), ko so v Atenah zabeležili največje sevanje. Prav obratno pa je bilo v letu 1968. Podobno je bilo med Ljubljano in Beogradom v letih 1964 in 1967. Največje razlike so bile v letu 1964, ko sta observatorija v Ljubljani in Atenah imela med vso 6 letno opazovalno dobo največje globalno sevanje, preostale 3 postaje pa najmanjše.

Tabela 2 Leto ekstremnega globalnega obsevanja. Opazovalni niz 1964 - 1969; znak + pomeni maksimalno letno obsevanje v nizu, znak - pa minimalno.

Table 2 The year of extreme global radiation for the period 1964 - 1969; + denotes maximum and - minimum of radiation in the above period

Obser.	Leto	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Atene		+				-	
Skopje		-					+
Beograd		-			+		
Bukurest		-	+				
Ljubljana		+			-		

Tolikšne razlike, kot jih kažeta tabela 2 in slika, so možne le, če imajo zajeta področja bistveno različne klimatske razmere. V našem primeru je situacija prav takšna, saj imajo Atene pravo mediteransko klimo, Ljubljana modifikirano kontinentalno klimo, Bukarešta pa pravo kontinentalno klimo. Velike razlike v letnem hodu (poedinih let) so torej razumljive.

KVAZIGLOBALNO OBSEVANJE VERTIKALNIH PLOSKEV

Do sedaj je obravnavanih nekaj podrobnosti o globalnem obsevanju, ki velja za horizontalno ploskev. V tabeli 3 pa so vrednosti kvaziglobalnega sevanja, ki jih prejmejo med letom vertikalne ploskve, obrnjene proti glavnim stranem neba /6/. Mesečne vsote so izražene v procentih in ne v absolutnih vrednostih. Kot osnovo smo vzeli poprečno mesečno obsevanje na horizontalno ploskev in sicer v Beogradu, kjer smo hkrati opazovali globalno obsevanje na horizontalno in na 4 vertikalne ploskve v letih 1968 - 1971.

Tabela 3 Poprečne mesečne in letne vsote kvaziglobalnega obsevanja na vertikalnih ploskvah. Vsote so izražene v procentih globalnega obsevanja. Opazovalni niz 1968 - 1971, postaja Beograd - Zeleno brdo (po: Gamser 1967).

Table 3 Mean monthly and yearly sums of quasi-global radiation falling on vertical surfaces in percents of global radiation for station Beograd - Zeleno brdo and for the period 1968 - 1971 (after Gamser 1967).

Mesec	Stran neba	Vzhod Est	Jug South	Zahod West	Sever Nord
I		58,0	128,5	76,4	41,6
II		57,4	106,0	69,5	42,7
III		50,9	83,4	64,0	35,1
IV		54,7	68,4	61,6	30,2
V		54,6	53,7	55,2	30,9
VI		55,3	47,8	53,2	34,0
VII		52,5	47,7	55,9	31,5
VIII		53,5	60,5	61,0	31,6
IX		54,7	83,0	66,8	32,2
X		54,0	116,5	73,6	29,6
XI		55,8	137,0	73,0	34,0
XII		56,6	110,6	72,6	47,4
Skupaj		54,3	71,8	61,5	32,9

Izražanje v procentih je smiselnejše od izražanja v absolutnih vrednostih, saj omogoča, da na najkrajši način dobimo iskano vrednost za poljubno postajo, če so le na razpolago vrednosti globalnega sevanja (na horizontalno površino).

Nekaj značilnosti iz tabele 3

Med vsemi štirimi vertikalnimi ploskvami je najbolj obsevana južna, saj se približa skoraj trem četrtinam tiste vrednosti, ki jo prejme horizontalna ploskev. Druga po vrsti je zahodna, tretja vzhodna in končno severna. Ta prejme le 1/3 tiste vrednosti, ki jo prejme horizontalna ploskev. Toliko o razmerju celoletnih vsot.

V letnem hodu pa so te značilnosti: najmanjša kolebanja med letom izkazuje vzhodno usmerjena, med 50% v marcu in 60% v januarju. Vrstni red naslednjih pa je: druga je zahodna, tretja severna in končno južna. Na južno usmerjeni so razlike med letom večje od pričakovanja, saj prejme na primer vertikalna ploskev v novembru za dobro tretjino več kot horizontalna ploskev (137%). Nasprotno pa prejme v juniju in juliju kar za več kot 50% manj kot horizontalna ploskev (48%).

Vrednosti v tabeli 3 so bile ugotovljene v Beogradu, veljajo pa praktično tudi za druga področja. Seveda pa jih moramo uporabljati smiselno, to je, ob upoštevanju klimatskih specifičnosti (letni hod megle, konvektivne oblačnosti) izbrane postaje, področja.

DIREKTNO OBSEVANJE

Direktno obsevanje merimo le pri jasnem nebu. Odločilno vlogo igra zato motnost ozračja in zlasti zemljepisna širina (višina sonca). To omogoča uporabo podatkov iz ene same postaje na mnogo širšem področju, se pravi prek meja poedinih klimatskih območij. V tabeli 4 so podatki observatorija Beograd - Zeleno brdo, opazovalni niz pa je zajel 10 let, 1958 - 1967 /7/.

Nekaj izbranih podatkov: maksimalna vrednost direktnega obsevanja na horizontalno ploskev ob brezoblačnem nebu in srednjih motnostih znaša opoldne in v času poletnega solsticija 1,09 ly/min; v času zimskega solsticija 0,401 ly/min, 0,841 ly/min; ob pomladanskem in jesenskem ekvinoxu pa 0,801 ly/min.

Maksimalna vrednost na uro znaša 64 ly/h, dnevne vsote pa so med ekstremnima vrednostima 114 ly/dan v januarju in 538 ly/dan v juniju.

Tabela 4 Intenzitete direktnega obsevanja na horizontalno ploskev ob jasnem vremenu in srednjih faktorjih motnosti (v ly/min). Opa-zovalni niz 1957 - 1966, postaja Beograd - Zeleno brdo (po: Popović /6/).

Table 4 Intensity of direct solar radiation, falling on horizontal surface at the days of clear sky and mean air turbidity (in ly/min) for station Beograd - Zeleno brdo and for the period 1957 - 1966 (after Popović /6/).

Mesec	Dan	Ura							
		12 ^h	11 ^h 13 ^h	10 ^h 14 ^h	9 ^h 15 ^h	8 ^h 16 ^h	7 ^h 17 ^h	6 ^h 18 ^h	5 ^h 19 ^h
III	21	0,84	0,81	0,69	0,52	0,32	0,11	0,00	0,03
VI	22	1,09	1,05	0,94	0,79	0,59	0,37	0,17	
IX	23	0,80	0,77	0,66	0,51	0,30	0,10		
XII	22	0,40	0,37	0,27	0,13	0,01			

ZAHVALA

Prisrčno se zahvaljujem prof. Koviljki Gamser, Beograd, za posredovane podatke o globalnem sevanju in o instrumentih.

Enako se zahvaljujem tudi tov. Popoviću M., dipl. met., Beograd, ker mi je dal na razpolago vso svojo dokumentacijo o globalnem sevanju na vertikalne površine, pa čeprav je njegova razprava, iz katere je omenjena dokumentacija, šele v tisku, torej še neobjavljena.

LITERATURA

- /1/ A. I. Voeikov: Solar radiation balance data. Monthly published, Leningrad.
- /2/ M. Milosavljević: Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd 1963.
- /3/ A. Hočevar: Globalno sevanje v Ljubljani. Razprava-Papers VIII, DMS, Ljubljana 1967, str. 3-30.
- /4/ D. Furlan: Megla v Ljubljani. Letno poročilo meteorološke službe, HMZ SR Slovenije, Ljubljana 1955, str. 24-42.
- /5/ D. Furlan: O uveljavljanju srednjeevropskih singularitet na področju Jugoslavije. Geografski vestnik XXXI/1959, Geografsko društvo Slovenije, Ljubljana 1959, str. 121-130.

/6/ M. Popović: Sume sunčanog zračenja izmerene u Beogradu na vertikalno orijentiranim površinama. X. Savetovanje klimatologa Jugoslavije, Pale - Sarajevo 1973. V tisku. (Savezni hidrometeorološki zavod).

/7/ F. in K. Gamser: Zamučenost atmosfere i direktno zračenje u Beogradu. Zbornik Radova, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd 1967, str. 21-55.