

PRIMERJAVA MERITEV CIRKUMGLOBALNEGA IN GLOBALNEGA
OBSEVANJA V LJUBLJANI (1971 - 1973)

COMPARISON BETWEEN CIRKUMGLOBAL AND GLOBAL RADIATION
DATA MEASURED AT LJUBLJANA (1971 - 1973)

551.521.12

JOŽE RAKOVEC

Katedra za meteorologijo FNT, Ljubljana

ANDREJ HOČEVAR

Biotehnična fakulteta, Ljubljana

SUMMARY:

Comparison between circumglobal radiation measured with Bellani spherical pyranometer manufactured by Physikalisch Meteorologischen Observatorium Daves, and global, radiation measured with Kipp-Zonnen solarrigraph, was made for data obtained at Ljubljana ($\varphi = 46^{\circ} 4' N$, $\lambda = 14^{\circ} 31' E$, height above MSL = 299,6 m) during the period 1971 - 1973. The term circumglobal radiation (Zirkumglobale Strahlung) was introduced into German meteorological nomenclature by Flach /1/.

Three groups of data were treated, viz. all the data, data for days without snow cover and data for days of snow lying. Frequency distributions of these data are given on figs. 1, 2 and 3. Repartition of data in the above groups was made because of the influence of albedo on values of circumglobal radiation. Namely, Bellani spherical pyranometer is sensing from the surface reflected short wave radiation, as well.

In the group of all the data the most numerous are days with low values - up to $200 \text{ cal cm}^{-2}\text{day}^{-1}$. Numerous are also days with values $150 - 250 \text{ cal cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ of circumglobal and $300 - 450 \text{ cal cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ of global radiation. Many of the low values were obtained at winter days of snow lying. In addition to astronomical factors which make the insolation small, fog and low cloudiness - weather, which is rather frequent at Ljubljana during winter time, are reducing the values of circumglobal and global radiation.

High correlation was found between sets of data (table 1). Using the least square method regression lines were calculated for all three groups

of data (eqs. 1 - 12). Correlation coefficients were improved only a little if the quadratic term was added in regression equations.

According to regression lines Bellani spherical pyranometer gives values - about 20% at the mean value - at zero values of global radiation, already. The cause for this difference must be hidden in the different forms and dimensions of both sensors. Bellani spherical pyranometer is more sensitive for diffuse sky radiation than solarigraph.

Values of circumglobal radiation are for 33% lower than the values of global radiation, taking into account all the data. For the group of data for days with snow lying the difference is 5 - 6 times smaller. It amounts to 6% only (table 2).

1. UVOD

V razgibanem reliefu se količine sončnega obsevanja močno spreminjajo od lokacije do lokacije. Te vrednosti sicer s podatki lokacije in s poznavanjem astronomskih in meteoroloških parametrov lahko približno izračunamo, vendar moramo imeti za preverjanje rezultatov na razpolago tudi meritve. Glede na to, da so natančni instrumenti za merjenje sončnega obsevanja dragi in neprikladni za občasna terenska merjenja, moramo za te meritve izbrati cenene in enostavne instrumente, prikladne za terensko delo. Seveda moramo tak instrument primerjati s standardnim in s tem omogočiti navezavo občasnih terenskih meritev na stalno opazovalno mrežo.

Za naše terensko delo smo izbrali krogelni piranometer tipa Bellani. Ta ima nekaj prednosti, kot so: enostavnost, neodvisnost od vira za napajanje in cenenost, pa tudi pomanjkljivosti: instrument je manj natančen, ne omogoča registracije izmerjenih vrednosti, uporabne so le dnevne vrednosti in še nekaj je teh pomanjkljivosti /1/. Če upoštevamo oboje, lahko trdimo, da je ta instrument zelo primeren za terensko delo, posebno za potrebe biometeorologije. Značilnost tega instrumenta je, da ima sprejemni element v obliki krogle s premerom 5 cm in so izmerjene količine preračunane na enoto krogelne površine. Glede na to, da je instrument obdan s steklom, sprejema samo kratkovalovno sevanje ($<3.0\mu$), vendar z vseh strani, torej tudi od tal odbito sončno sevanje in to direktno in difuzno. Zaradi tega rabi Flach /2/, za izmerjeno obsevanje izraz cirkumglobalno obsevanje. Ta izraz se nam zdi primeren in ga zato privzemamo.

Meritve z instrumentom tipa Bellani so nekateri avtorji že primerjali z meritvami, opravljenimi z nekaterimi drugimi instrumenti za merjenje sončnega sevanja /3/. Ker pa je od tal odbita komponenta globalnega

obsevanja, ki jo vključuje meritev z instrumentom tipa Bellani, močno odvisna od površine, nad katero je ta piranometer postavljen, rezultati primerjav niso splošno uporabni, temveč le za pogoje, podobne tistim, v katerih so bile meritve opravljene. Ob primerjavi piranometra tipa Bellani z instrumentom za merjenje globalnega obsevanja - sprejemni element krogla ali pa horizontalna ploskev - igra vlogo tudi geografska širina. Zato moramo, če hočemo imeti za naše kraje veljavno relacijo med podatki obeh instrumentov, v naših razmerah vsaj nekaj časa meritvi z obema instrumentoma. Te meritve smo opravili in rezultate primerjave podajamo v tem delu.

2. MERITVE

Za primerjavo imamo na razpolago paralelna niza podatkov, ki so bili izmerjeni s krogelnim piranometrom tipa Bellani /4/ in solarigrafom tipa Kipp-Zonnen /5/. Opazovanja so bila na meteorološkem observatoriju HMZ SRS za Bežigradom ($\varphi = 46^{\circ}04'N$, $\lambda = 14^{\circ}31'E$, $h_s = 299,6$ m). Sprejemni element solarigrafa znamke Kipp-Zonnen je postavljen na stolpu observatorija skupaj s še nekaterimi instrumenti in antenami, tako da je od tal dvignjen za 14,60 m. Po kablu je zvezan z registrirnim instrumentom. Iz zapisa tega instrumenta se planimetrično dobe polurne, s seštevanjem le-teh pa dnevne vrednosti jakosti globalnega obsevanja. Bellanijev piranometer izdelave Physikalischer-Meteorologischer Observatorium Davos pa je bil postavljen na opazovalnem prostoru observatorija za Bežigradom v višini 150 cm nad s travo poraslimi tlemi. V oddaljenosti 10 m od instrumenta je bilo nizko sadno drevje, živa meja in lesena lopa, vendar ti objekti direktnega sončnega obsevanja instrumenta niso motili. Vrednosti cirkumglobalnega obsevanja so bile odčitane trikrat dnevno. Če je opazovana vrednost ob 14^h presegala višino 20 cm predestilirane alkohola, je bil instrument ponovno nastavljen. Izračunane vrednosti za čas od sončnega vzhoda do 7^h, od 7^h do 14^h in od 14^h do sončnega zahoda dajejo tako vrednosti vpadlega sončnega sevanja na enoto krogelne površine sprejemnega elementa v teh časovnih intervalih, vsota pa vrednost za dan.

Opazovanja so bila od 15.6.1971 do 30.6.1973. Rezultati merjenj za prve dni opazovanj verjetno niso najboljši (neprivajenost opazovalcev na nov instrument), zato se pri obdelavi omejimo na obdobje dveh let, torej na čas od 1.7.1971 do 30.6.1973.

3. REZULTATI

Ob primerjavi obeh nizov podatkov moramo poudariti, da merita oba instrumenta različne komponente sončnega sevanja. Solarigraf meri globalno obsevanje, ki predstavlja vsoto direktnega in difuznega sončnega se-

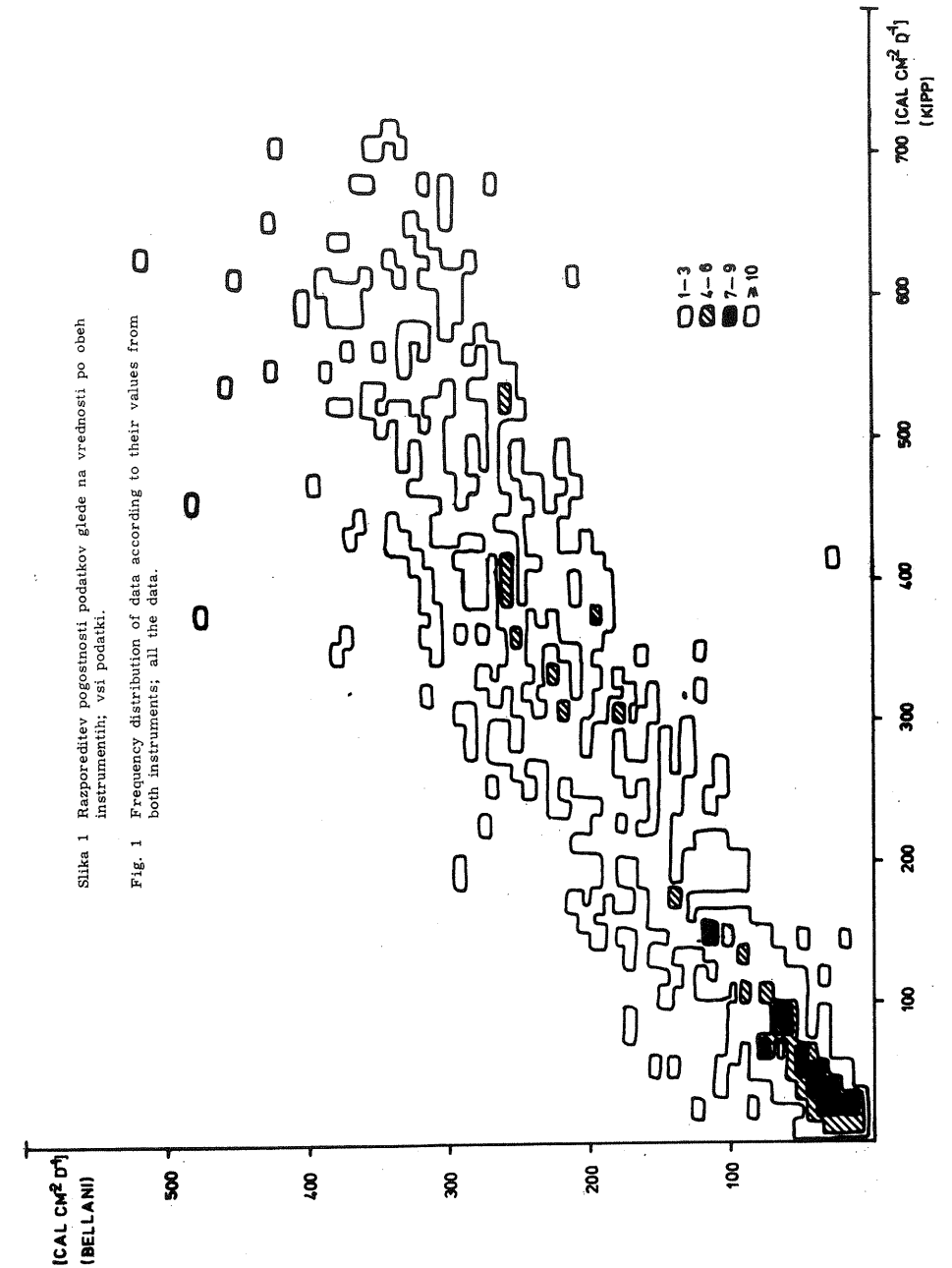
vanja, ki pade iz polprostora na enoto horizontalne sprejemne površine (torej samo iz zgornje strani), piranometer tipa Bellani pa meri cirkumglobalno obsevanje, to je vsoto direktnega, difuznega in od tal odbitega direktnega in difuznega sončnega sevanja, ki pade na sprejemni element - kroglo z vseh strani.

Ob raznih vrednostih albeda in enakem globalnem obsevanju bo cirkumglobalno obsevanje torej različno. Vrednosti albeda travnate površine se po podatkih Dirmhironove /7/ spreminjajo z letnim časom, pa tudi z meteorološkimi pogoji; ob jasnem vremenu je vrednost 15-30%, ob oblačnem pa 12-25%. Ta vrednost se močno poveča, če tla prekrije snežna odeja, saj znaša pri novem snegu 75-95% /8/. Ker pri naših meritvah nismo imeli na razpolago albedometra, da bi spremembe albeda, ki najbolj vplivajo na spremembo zveze med obema nizoma, pri primerjavi podatkov natančneje upoštevali, smo poleg primerjave obeh kompletnih nizov posebej obdelali tudi podatke za dni s koprnimi tlemi in za dni s snežno odejo in tako razdelili podatke v skupine, vsaj glede na velike spremembe albeda.

Osnovne karakteristike obeh nizov

Vseh podatkov imamo za dve leti, torej za 731 dni in sicer za vsak dan dnevni vrednosti globalnega in cirkumglobalnega obsevanja ($\text{cal cm}^{-2}\text{dan}^{-1}$) po Kippu in Bellaniju. To je dovolj podatkov, da jih je mogoče smiselno obdelati z računalnikom, posebno, ker smo jih razdelili na tri skupine, tako da imamo 731 krat 2 podatka za vse dni skupaj, 587 krat 2 podatka za dni s koprnimi tlemi in 144 krat 2 podatka za dni s snežno odejo na tleh. Napravili smo torej program, ki primerja podatek po Kippu s tistim po Bellaniju, jih razvršča in šteje ter frekvenco pojavljanja izpisuje v polje, kjer je ena koordinata vrednost po Kippu, druga pa po Bellaniju. Zaradi večje preglednosti smo v tem polju potegnili izolinijske frekvenc pojavljanja, posebej za vsako od treh skupin (vsi podatki sl. 1, tla kopna sl. 2, tla s snežno odejo sl. 3). Obkrožena so področja s pogostnostjo 1 do 3, široko šrafirana so področja s pogostnostjo 4 do 6, gosto šrafirana so polja s pogostnostjo 7 do 9 in počrtnjena tista s pogostnostjo 10 ali več.

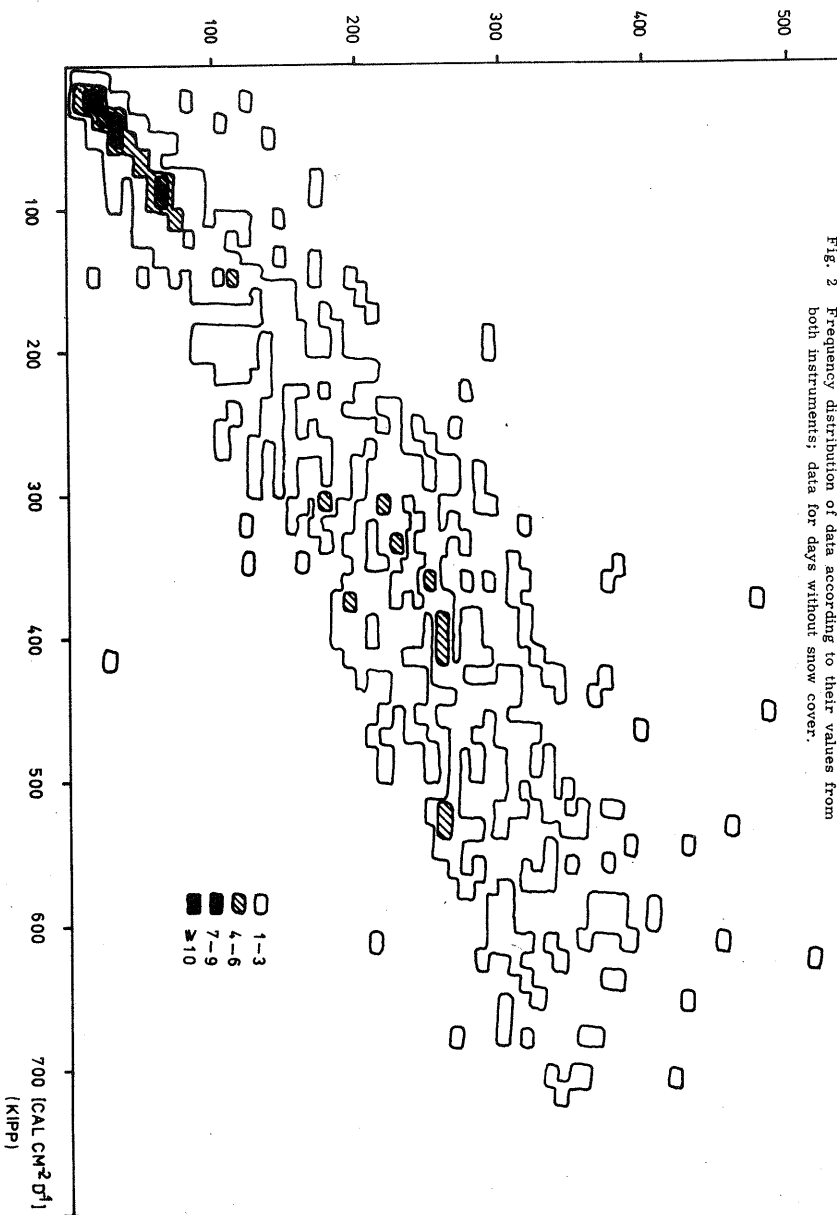
Oglejmo si najprej sliko 1 za vseh 731 dni. Vidimo, da so najpogostnejši primeri, ko oba instrumenta dajeta sorazmerno majhne vrednosti - do $200 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$. Pa tudi med 300 in $450 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$ po Kippu ali 150 in $250 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$ po Bellaniju imamo precej primerov. Res smo potrdili ta vtis, ko smo s programom UNISTAT1 iz paketa statističnih programov STATJOB, ki so ga nastavili v University of Wisconsin Computing Center in ga za CDC 6600 priredili na Institutu Jožef Stefan, analizirali oba niza podatkov. 50% vseh podatkov po Kippu je do vrednosti $212 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$, pri čemer je izrazito najpogostnejša vrednost



Slika 1 Razporeditev pogostnosti podatkov glede na vrednosti po obeh instrumentih; vsi podatki.

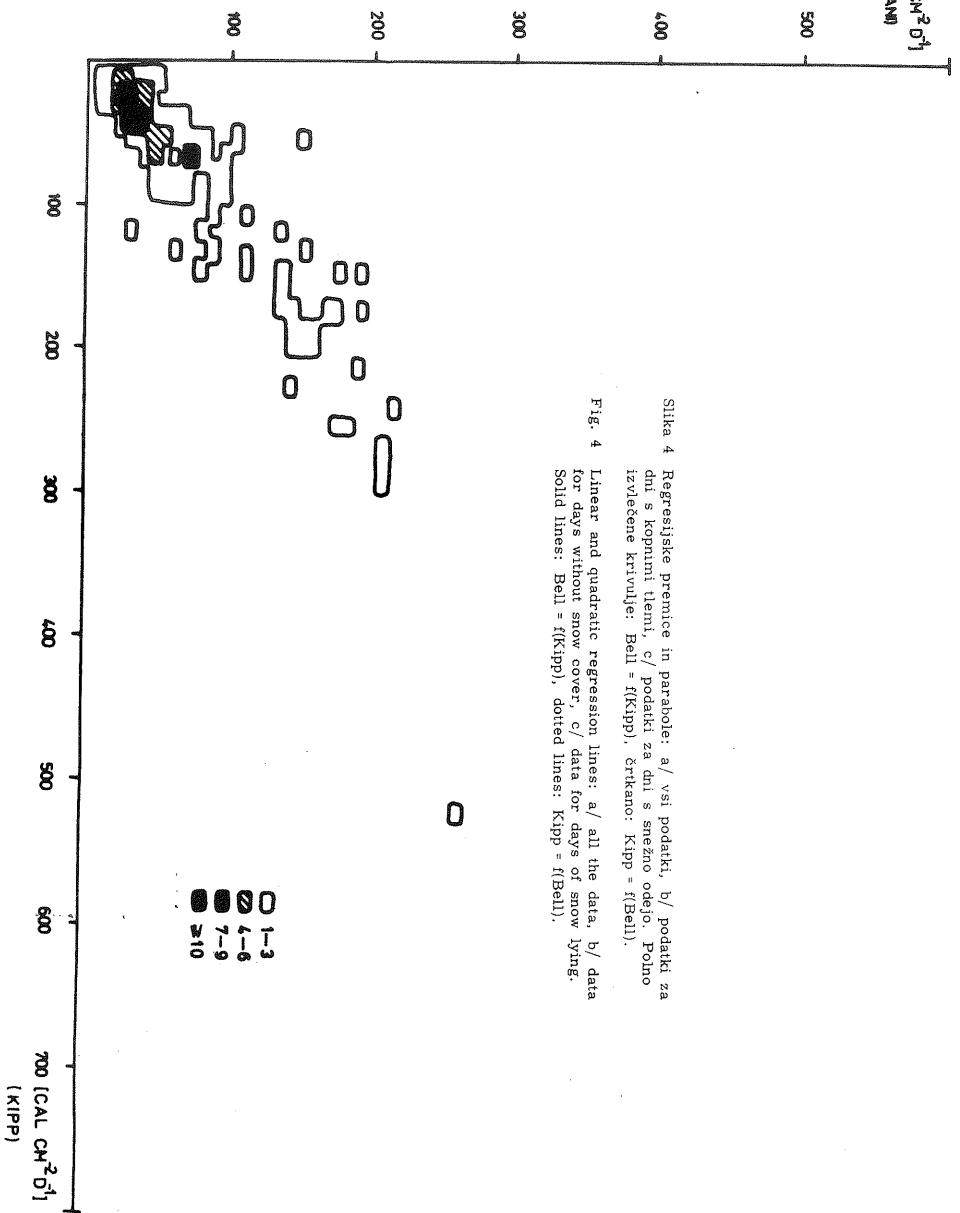
Fig. 1 Frequency distribution of data according to their values from both instruments; all the data.

[CAL CM² D⁻¹]
(BELLANI)



Slika 2 Razporeditev pogostosti podatkov glede na vrednosti po obeh instrumentih; podatki za dni s kopnim tlom.
Fig. 2 Frequency distribution of data according to their values from both instruments; data for days without snow cover.

[CAL CM² D⁻¹]
(BELLANI)



Slika 4 Regresijske premice in parabole: a/ vsil podatki, b/ podatki za dni s kopnim tlom, c/ podatki za dni s snežno odejo. Polno izvlečene krivulje: Bell = f(Bell), crtkano: Kipp = f(Kipp).
Fig. 4 Linear and quadratic regression lines: a/ all the data, b/ data for days without snow cover, c/ data for days of snow lying.
Solid lines: Bell = f(Bell), dotted lines: Kipp = f(Kipp).

okrog $60 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$, pogoste pa so tudi vrednosti okrog 300 in $420 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$. Po Bellaniju je 50% vseh vrednosti do $159 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$, najpogostnejše so tiste okrog $50 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$, močno zastopane pa tudi tiste od 200 do $300 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$.

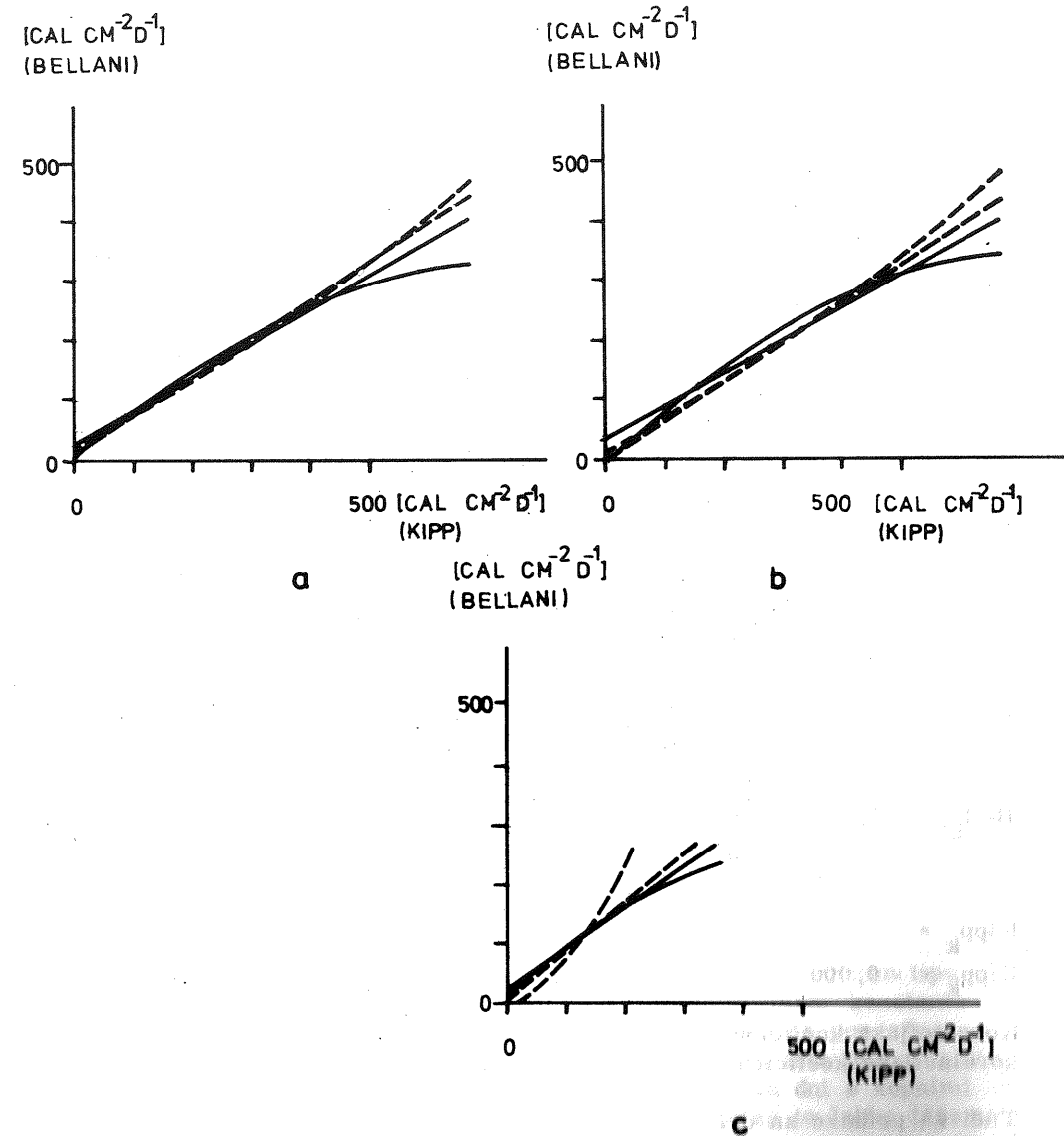
Če si ogledamo še sliki 2 in 3, ki nam kažeta, kako so vrednosti razporejene v dneh s kopnimi tlemi ali pa s snežno odejo, vidimo, da precejšen del nizkih vrednosti odpade na dni s snežno odejo. Toda tudi dnevi, ko ni bilo snega, so pogosto imeli zelo malo sončnega obsevanja. To je (poleg astronomskih vzrokov) tudi posledica tega, da sta v Ljubljani megla ali pa nizka oblačnost, ki močno oslabi sončno sevanje, pozimi zelo pogosti, v zadnji zimi (1972/1973) pa smo imeli tudi dosti dni, ko ni bilo snega na tleh. Tako odpade precejšen del podatkov z nizkimi vrednostmi tudi na dni s kopnimi tlemi. Visoke vrednosti po obeh instrumentih pa so bile seveda dosežene v topli polovici leta, torej vse v dneh, ko snega ni bilo.

Pri vseh treh skupinah podatkov že iz slike vidimo, da daje Bellanijev instrument manjše vrednosti kot Kippov, da pa že daje neko dnevno vrednost, ko Kippov instrument še nič ne pokaže. To bomo obravnavali kasneje, ob primeru izračunane regresije. Iz slik je videti še, da sipanje okrog eventualne regresijske linije niti ni tako močno, posebej ne za dni s snežno odejo (slika 3). Res pa so tedaj tudi izmerjene vrednosti manjše in torej odkloni prav tako.

Že omenjeni UNISTAT1 program smo uporabili tudi za risanje histogramov za niza po Kippu ali Bellaniju in za niz razlik med vrednostmi po Kippu in tistimi po Bellaniju za vse tri skupine podatkov. Opisovanje značilnosti teh nizov je sicer zunaj okvira problema, ki ga obravnavamo, opozorimo le na eno značilnost, ki kaže, da ima vzrok v naravi obeh instrumentov. Opazno je namreč, da so za vse tri skupine (vsi podatki, podatki za dni s kopnimi tlemi in podatki za dni s snežno odejo) razlike najpogostnejše pri vrednostih, ki so manjše od najpogostnejših vrednosti po Kippu in po Bellaniju. Tudi to utegne biti v zvezi z dejstvom, da Bellanijev instrument pri zelo nizkih vrednostih že daje neko vrednost, Kippov pa še nič. Ker pa je prav pri nizkih vrednostih največ podatkov, so tudi razlike tam najpogostnejše, seveda pa so majhne.

Medsebojna zveza obeh nizov

Da bi ugotovili kvantitativno zvezo med obema nizoma za posamezne skupine (vsi podatki, podatki za dni s kopnimi tlemi, podatki za dni s snežno odejo), smo po programu STEPREG1 izračunali premice in parabole najboljšega prilaganja (slika 4), kot tudi korelacijske ter multiple (večkratne) in delne korelacijske koeficiente. Koeficienti v regresijskih enačbah (1 - 12) imajo dimenzije, ki ustrezajo izmerjenim vrednostim v $\text{cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$.



Slika 4 Regresijske premice in parabole: a/ vsi podatki, b/ podatki za dni s kopnimi tlemi, c/ podatki za dni s snežno odejo. Polno izvlečene krivulje: $\text{Bell} = f(\text{Kipp})$, črtkano: $\text{Kipp} = f(\text{Bell})$.

Fig. 4 Linear and quadratic regression lines: a/ all the data, b/ data for days without snow cover, c/ data for days of snow lying. Solid lines: $\text{Bell} = f(\text{Kipp})$, dotted lines: $\text{Kipp} = f(\text{Bell})$.

Obdelava vseh podatkov, izmerjenih s solarigrafom tipa Kipp (Kipp) in tistih, izmerjenih s pirametrom tipa Bellani (Bell), daje naslednji zvezi:

$$\text{Bell} = 0,552 \text{ Kipp} + 28,7 \quad (1)$$

$$\text{Bell} = -0,0005 \text{ Kipp}^2 + 0,834 \text{ Kipp} + 5,5 \quad (2)$$

Pri tem je korelacijski koeficient za linearno zvezo 0,927, pri paraboli pa je večkratni korelacijski koeficient 0,937. Parcialni korelacijski koeficienti za posamezne člene (kvadratni člen, linearni člen in konstanta) so skupaj s korelacijskimi koeficienti in multiplimi korelacijskimi koeficienti za vse skupine podani v tabeli 1.

Izračunani sta tudi zvezi, kjer je podatek piranometra tipa Bellani neodvisna spremenljivka. Ti zvezi sta:

$$\text{Kipp} = 1,555 \text{ Bell} - 10,1 \quad (3)$$

$$\text{Kipp} = -0,007 \text{ Bell}^2 + 1,798 \text{ Bell} - 23,9 \quad (4)$$

V zvezi z enačbo (4) naj dodamo, da je multipli korelacijski koeficient odvisen od tega, katerega izmed podatkov vzamemo za neodvisno spremenljivko. Zato se multipla korelacijska koeficienta razlikujeta (tabela 1).

Podobne zveze smo izračunali tudi za podatke, ko so tla kopna (indeks k):

$$\text{Bell}_k = 0,546 \text{ Kipp}_k + 30,7 \quad (5)$$

$$\text{Bell}_k = -0,0005 \text{ Kipp}_k^2 + 0,863 \text{ Kipp}_k - 1,2 \quad (6)$$

in

$$\text{Kipp}_k = 1,517 \text{ Bell}_k + 2,8 \quad (7)$$

$$\text{Kipp}_k = -0,0009 \text{ Bell}_k^2 + 1,846 \text{ Bell}_k - 18,6 \quad (8)$$

Korelacijska koeficienta, multipla korelacijska koeficienta in parcialne korelacijske koeficiente najdemo v tabeli 1.

Tudi za podatke za dni s snežno odejo (indeks s) smo izračunali zveze na enak način:

$$\text{Bell}_s = 0,686 \text{ Kipp}_s + 18,3 \quad (9)$$

$$\text{Bell}_s = -0,0009 \text{ Kipp}_s^2 + 0,970 \text{ Kipp}_s + 6,6 \quad (10)$$

Z izbiro podatka, ki ga daje piranometer tipa Bellani za neodvisno spremenljivko pa dobimo:

$$\text{Kipp}_s = 1,215 \text{ Bell}_s - 10,0 \quad (11)$$

$$\text{Kipp}_s = 0,0039 \text{ Bell}_s^2 + 0,399 \text{ Bell}_s + 17,0 \quad (12)$$

Kako tesne so te zveze nam spet povedo korelacijski koeficienti, ki jih dajemo v tabeli 1.

Tabela 1 Korelacijski koeficienti (KK) ter multipli (MKK) in parcialni korelacijski koeficienti (PKK) med nizoma podatkov za tri skupine: vsi podatki, podatki za dni s kopnimi tlemi (indeks k), podatki za dni s snežno odejo (indeks s).

Table 1 Correlation coefficients (KK), multiple (MKK) and partial correlation coefficients (PKK) between sets of data for three groups: all the data, data for days without snow cover (index k), data for days of snow lying (index s).

	KK	MKK	PKK		
			kvadr. člen	linear. člen	konstanta
			quadr. term	linear term	constant
Bell - Kipp	0,927	0,937	-0,317	0,750	0,064
Kipp - Bell	0,927	0,928	-0,116	0,638	0,108
Bell _k - Kipp _k	0,910	0,923	-0,369	0,720	-0,011
Kipp _k - Bell _k	0,910	0,912	-0,145	0,619	-0,089
Bell _s - Kipp _s	0,913	0,931	-0,456	0,843	0,182
Kipp _s - Bell _s	0,913	0,930	0,434	0,221	0,236

Ob pregledu enačb (1), (5) in (9) ugotovimo, da daje piranometer tipa Bellani že neko vrednost, tedaj ko solarigraf še ne reagira; konstanta je namreč v vseh treh enačbah pozitivna. Če pogledamo še poprečne vrednosti za posamezne skupine, vidimo, da je ta konstanta pri skupini vseh podatkov 18% od srednje vrednosti, pri podatkih za dni s kopnimi tlemi 16%, za dni s snežno odejo pa kar 27%. Vzrok za to lahko iščemo v večji površini in krogelni obliki sprejemnega elementa instrumenta tipa Bellani, ki omogočata boljše zaznavanje difuznega sevanja, kar je pomembno ob oblačnih in meglenih dneh, posebno pa, če tla pokriva snežna odeja.

Glede na visoke vrednosti korelacijskih koeficientov za linearne zveze (tabela 1), ki jih komaj kaj spremenimo, če dodamo še kvadrat neodvisne spremenljivke, lahko z izračunanimi zvezami dovolj dobro prevedemo

vrednosti, izmerjene z enim instrumentom, v vrednosti izmerjene z drugim instrumentom.

Za grobo oceno navedimo še rezultate primerjav srednjih vrednosti obeh nizov in srednjih razlik, ki smo jih izračunali za posamezne skupine. Tabela 2 kaže, da se srednje vrednosti razlikujejo, Relativna razlika med dvema nizoma se v vsem letu močno spreminja. V poprečju daje instrument tipa Bellani za 33% manjše vrednosti kot solarigraf. Ker je ta razlika fizikalno pogojena - saj meri instrument tipa Bellani tudi odbito komponento kratkovalovnega sončnega sevanja, ki je solarigraf ne zazna - so razlike seveda odvisne od karakterja zemeljske površine. Zato so razlike za čas, ko so tla kopna, večje kot v poprečju (relativna razlika glede na globalno obsevanje je 35%). Za čas, ko leži na tleh sneg, je ta delež znatno manjši (relativna razlika 6%). Pri kopnih tleh je torej procentualni delež razlike 5 do 6 krat tolikšen kot ob snežni odeji. Ugotovimo lahko, da dobimo isti faktor tudi, če poiščemo razmerje med albedom svežega snega in albedom travnate površine. Manjše razlike med poprečnimi vrednostmi obeh nizov za dni s snežno odejo so v dobršni meri prav posledica znatno večjega albeda.

Tabela 2 Pregled srednjih vrednosti in standardnih deviacij ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dan}^{-1}$) ter relativnih razlik (v odstotkih vrednosti Kippa) za tri skupine podatkov: vsi podatki, podatki za dni s kopnimi tlemi (indeks k), podatki za dni s snežno odejo (indeks s).

Table 2 Arithmetic means, standard deviations (both in $\text{cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and relative differences (in percents of values from Kipp) for three groups of data: all the data, data for days without snow cover (index k), data for days of snow lying (index s).

	srednja vrednost	standardna deviacija	relativna razlika
	arithmetic mean	standard deviation	relative difference
Bell	164,3	110,9	
Kipp	245,5	186,2	33
Bell _k	187,9	108,8	
Kipp _k	287,9	181,3	35
Bell _s	68,3	52,8	
Kipp _s	73,0	70,3	6

4. SKLEP

Primerjava podatkov o cirkumglobalnem in globalnem obsevanju, izmerjenih v Ljubljani v dveletnem obdobju 1971 do 1973 nam daje naslednje rezultate:

Potrjuje nam uporabnost cenene in enostavnega piranometra tipa Bellani, saj je korelacija med podatki, izmerjenimi s tem instrumentom in tistimi, izmerjenimi s solarigrafom tipa Kipp Zonnen nad 0,91.

Z metodo najmanjših kvadratov izračunane regresijske premice in parabole nam omogočajo kvantitativno prevedbo podatkov, izmerjenih z enim od instrumentov v vrednosti, ki bi jih izmerili z drugim.

Regresijske premice za posamezne skupine podatkov nam kažejo, da piranometer tipa Bellani že izmeri neko vrednost, ki je solarigraf še ne zazna. Ta vrednost je znatna, saj znaša v prvi skupini, v kateri so združeni vsi podatki, 18% od srednje vrednosti, v drugi skupini, v kateri so obravnavani podatki s kopnimi tlemi 16%, v tretji skupini, v kateri so podatki, izmerjeni tiste dni, ko so bila tla pokrita s snežno odejo, pa kar 27% od srednje vrednosti. Vzrok za to lahko iščemo v večji površini in krogelni obliki sprejemnega elementa tega instrumenta, ki omogoča boljše zaznavanje difuznega sevanja, ki predstavlja velik del cirkumglobalnega obsevanja, zlasti ob oblačnih in meglenih dneh, posebno pa, če so tla pokrita s snežno odejo.

V poprečju daje instrument tipa Bellani za 33% nižje vrednosti kot solarigraf in za toliko je cirkumglobalno obsevanje manjše od globalnega. Za dni s kopnimi tlemi je ta razlika še nekoliko večja in znaša 35%. Če pa primerjamo srednji vrednosti po obeh nizih za dni s snežno odejo, pa se relativna razlika zmanjša za faktor 6 in znaša le 6%. Isti faktor dobimo, če poiščemo razmerje med albedom svežega snega in albedom travnate površine. V dneh s snežno odejo se vrednosti, izmerjene z enim ali drugim instrumentom ne razlikujejo dosti.

Primerjava podatkov, izmerjenih s piranometrom tipa Bellani in solarigrafom Kipp Zonnen, ki smo jo napravili v tem delu, nam torej daje dovolj kvantitativnih informacij, da lahko občasna merjenja s piranometrom navežemo na rezultate meritev s solarigrafom v stalni opazovalni mreži; to pa je prav tisto, kar smo želeli dobiti.

Delo je del raziskovalne teme "Kvantitativna ocena sončnega obsevanja v razgibanem reliefu", ki jo financira RSS SKLAD BORISA KIDRIČA.

LITERATURA

- /1/ Hočevar A.: Agrometeorologija - osnove. Univerza v Ljubljani, Ljubljana 1971.
- /2/ Flach E.: Vergleichende bioklimatologische Untersuchungen zum Verhalten der Sonnenscheindauer und der kurzwelligen Wärmestrahlung im Hochgebirge und Flachland. Zeitschrift für angewandte Bäder- und Klimaheilkunde, 15. Jahrgang, Nummer 1; Stuttgart 1968.
- /3/ Basnayake B. K.: Comparison of the field performance of three types of solar radiation measuring instruments. Climatological bulletin No 8, Montreal 1970.
- /4/ Hočevar A.: Poročilo o delu v letu 1971/72, Kmetijstvo I. projekt, naloga 1 - 7, tema 5, Ljubljana 1972.
- /5/ HMZ SRS: Poročilo HMZ SRS, Leto XIX julij do leta XXI junij, Ljubljana 1971 - 1973.
- /6/ Dirmhirn I.: Das Strahlungsfeld im Lebensraum. Akad. Verlagsges., Frankfurt a.M. 1964.
- /7/ Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 3. Aufl., Braunschweig 1950.