

DUGOPERIODSKE FLUKTUACIJE TEMPERATURE VAZDUHA I
PADAVINA U JUGOSLAVIJI

STEVAN PANIN

Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd

Sažetak: U radu su prikazani rezultati proučavanja srednjih januarskih i julkasnih temperatura kao i suma padavina hladne i tople polovine godine filtriranih pomoću filtrâ niskog propusta. Filtrirani nizovi sadrže prirodne vrednosti amplituda talasa sa talasnim dužinama 100 i više godina. Talasi talasnih dužina 20 i manje godina ne vide se u filtriranim nizovima. Nadjeno je da se dugoperiodske fluktuacije srednjih januarskih i julkasnih temperatura kao i količina padavina tople i hladne polovine godine javljaju u nizovima posmatranih stanica u Jugoslaviji.

Abstract: The paper contains the results obtained by studying mean January and July temperatures and precipitation totals for cold and warm half of a year filtered by a low-pass filter. Filtered series contain the natural values of wave amplitude for wavelength of 100 and more years. Waves with wavelength of 20 or less years are not visible in filtered series. It was found that long-term fluctuations of mean January and July temperatures as well as precipitation amounts for warm and cold half of a year appear in series of considered stations in Yugoslavia.

1. UVOD

Informacije dobijene na osnovu analiza nizova podataka temperature vazduha i količina padavina predstavljaju značajan doprinos rasvetljavanju problema klimatskih fluktuacija. Ovaj rad sadrži opis dugoperiodskih fluktuacija srednjih januarskih i julkasnih temperatura i suma padavina hladne i tople polovine godine (oktobar-mart i april-septembar) za pet stanica u Jugoslaviji. Posređna proučavanja temperature i suma padavina u hladnom i toplo delu godine preduzeta su sa ciljem da se doprine upoznavanju karakteristika dugoperiodskih kolobanja klime koje bi inače mogle biti skrivene ako bi se vršila proučavanja samo srednjih godišnjih vrednosti. Rezultati prikazani u radu predstavljaju uglavnom statističke činjenice koje mogu posle primene složenijih statističkih testova, dati više informacija o prirodi samih fluktacija.

2. NIZOVI PODATAKA

Za analizu dugoperiodskih fluktuacija temperature i padavina upotrebljeni su podaci meteoroloških stanica na kojima su do 1984 godine postojala osmatranja za 90 ili više godina. To su stanice Ljubljana-Beograd (od 1859, 1863), Zagreb-Grič (od 1862, 1863), Beograd-Vračar (od 1888, 1888), Sarajevo-Bjelave (1892, 1882) i Crikvenica (1892, 1893) (drugi broj u zagradama ozna-

čava godinu početka merenja padavina). Poslednja medju navedenim stanicama nalazi se na severnom delu jadranske obale a ostale četiri stanice smeštene su u severnim i centralnim delovima zemlje.

3. DUGO-PERIODSKE FLUKTUACIJE SREDNJIH JANUARSKIH I JULSKIH TEMPERATURA VAZDUHA

Za opis dugoperiodskih fluktuacija srednjih januarskih i julkasnih temperatura korišćena je tehnika propusta niskih frekvencija. Dužina filtra odredjena je pomoću formule

$$M = \frac{2 f_N}{f_r - f_e}$$

gde f_N označava Nyquist frekvenciju koja je sa vremenskim intervalom vezana izrazom $f_N = 0.5 \Delta t$ (Currie, 1981), f_r je frekvencija prevrtanja (roll-off) a f_e je frekvencija odsecanja (cut-off). Filter h_k u obliku

$$h_k = \frac{\sin(2\pi f_1 k \Delta t) \sin(2\pi f_2 k \Delta t)}{2\pi^2 f_2^2 (k \Delta t)^2}$$

je Ormsby-ev filter koga su koristili M. Colacic i A. Rovelli (1983) i koji ima

jedinični izlaz i nulto pomeranje faze tj. ne menja amplitudu signala i ne dovodi do bilo kakvog pomeranja prisutnih harmonika. Simbol $f_1=0.5$ (f_r+f_c) i $f_2=0.5$ (f_r-f_c) a $\Delta t=1$ godina. Vrednosti za f_r i f_c za datu dužinu niza odabранe su tako da se eliminišu fluktuacije sa periodom manjim od 20 godina. Konačno, mora se dodati da su rezultati ove vrste analize manje tačni na početku i na kraju filtriranog niza pošto su filtrirane vrednosti asimetrično izračunate zbog nedostatka podataka levo i desno od posmatranog perioda.

Ako je N broj podataka, filtrirana vrednost se dobija pomoću formule

$$x_t = \sum_{k=-M}^{M} h_k x_{t-k} \quad t=1, 2, \dots, N$$

gde je $M=24$.

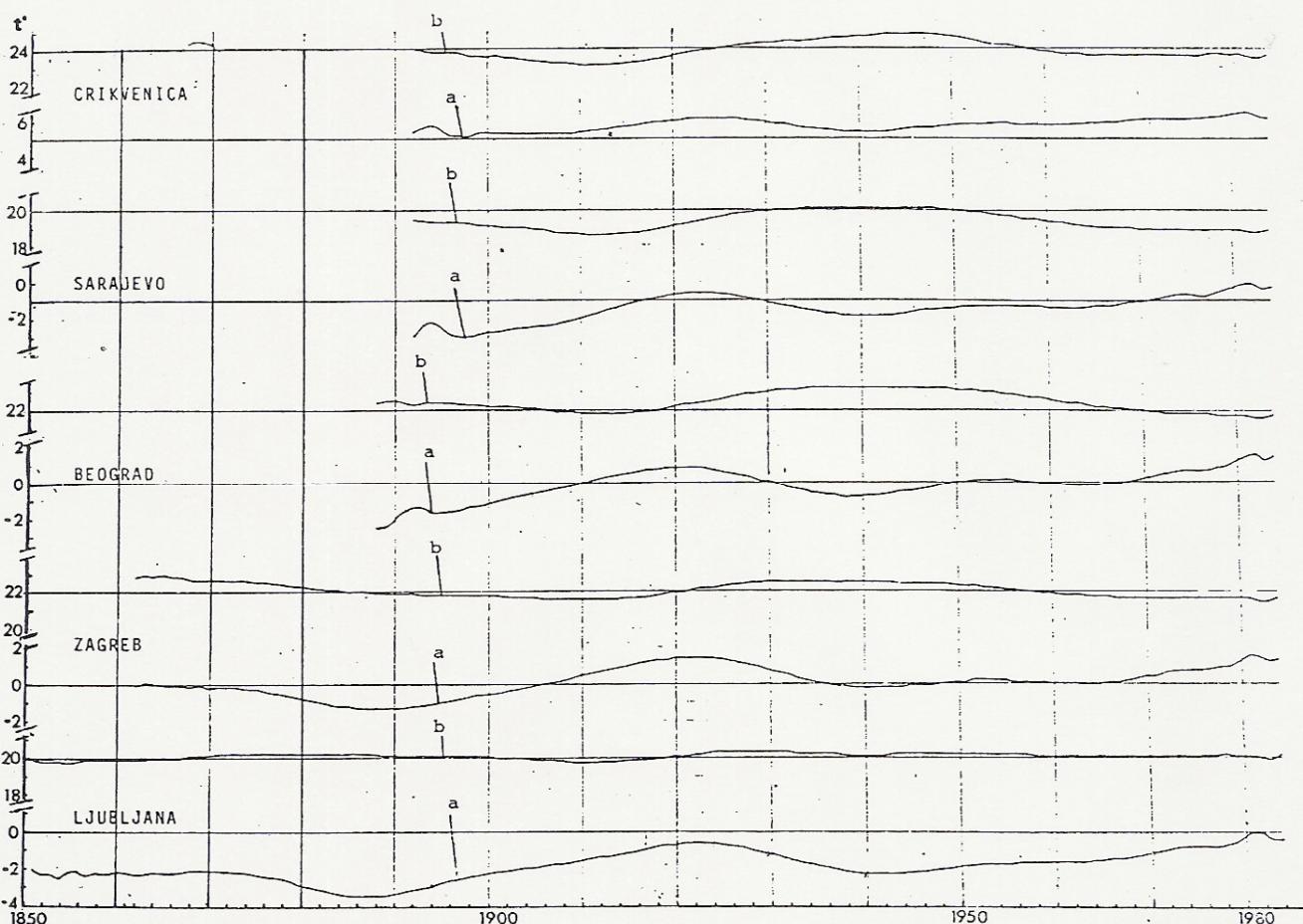
Srednje januarske temperature (slika 1) pokazuju, prema podacima Ljubljane, negativan trend u periodu od 1875 do 1886 i od 1923 do 1941 godine a pozitivan trend od 1887 do 1922 i od 1942 do kraja posmatranog perioda. Iste karakteristike trenda pokazuju krive ostalih 5 stanica u periodu u kome se raspolaže sa podacima.

Srednje julske temperature sadrže pozitivan trend do 1880, od 1913 do 1928, od 1940 do 1953, a negativan trend javlja se od 1881 do 1912, od 1929 do 1939 i od 1954 do kraja posmatranog perioda.

Prikazani grafici ne pružaju informacije o prirodi trenda srednjih januarskih i julske temperatura. Poznato je, na primer da na temperaturu vazduha u naseljenim mestima utiče povećanje naselja. Ljudske aktivnosti koje utiču na sastav zemljine atmosfere (tj. na povećanje količine CO_2 , aerosola itd.) imaju takodje uticaja na temperaturu vazduha. Konačno, astronomski faktori određuju tok temperature zemljinog omotača u dugo-periodskim ciklusima.

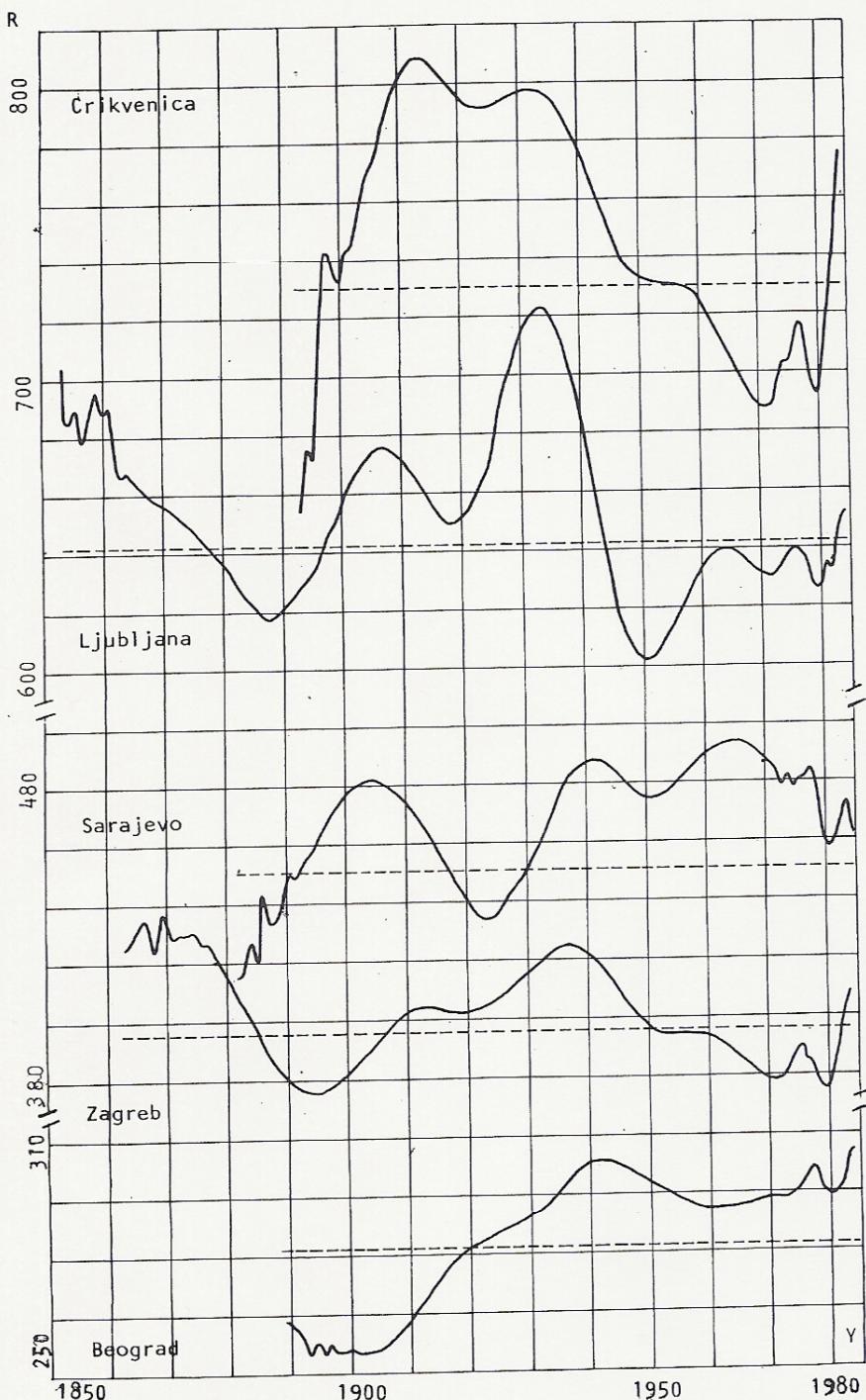
4. DUGOPERIODSKE FLUKTUACIJE SUMA PADAVINA HLADNE I TOPLJE POLOVINE GODINE

Za opis dugo-periodskih fluktuacija suma padavina hladne i tople polovine godine, korišćena je tehnika filtriranja primenjena na srednje januarske i julske temperature. Rezultati su prikazani na slikama 2a i 2b. Grafici suma padavina hladne polovine godine sadrže jasno vidljive minimalne i maksimalne vrednosti. Na kontinentalnim stanicama najniži minimum javlja se u poslednjoj



Slika 1. Dugoperiodske fluktuacije srednjih mesečnih temperatura a) januar b) jul

Figure 1. Long-term fluctuations of monthly mean temperatures a) January, b) July



Slika 2a. Dugo-periodske fluktuacije suma padavina hladne polovine godine

Figure 2a. Long-term fluctuations of precipitation totals of cold season

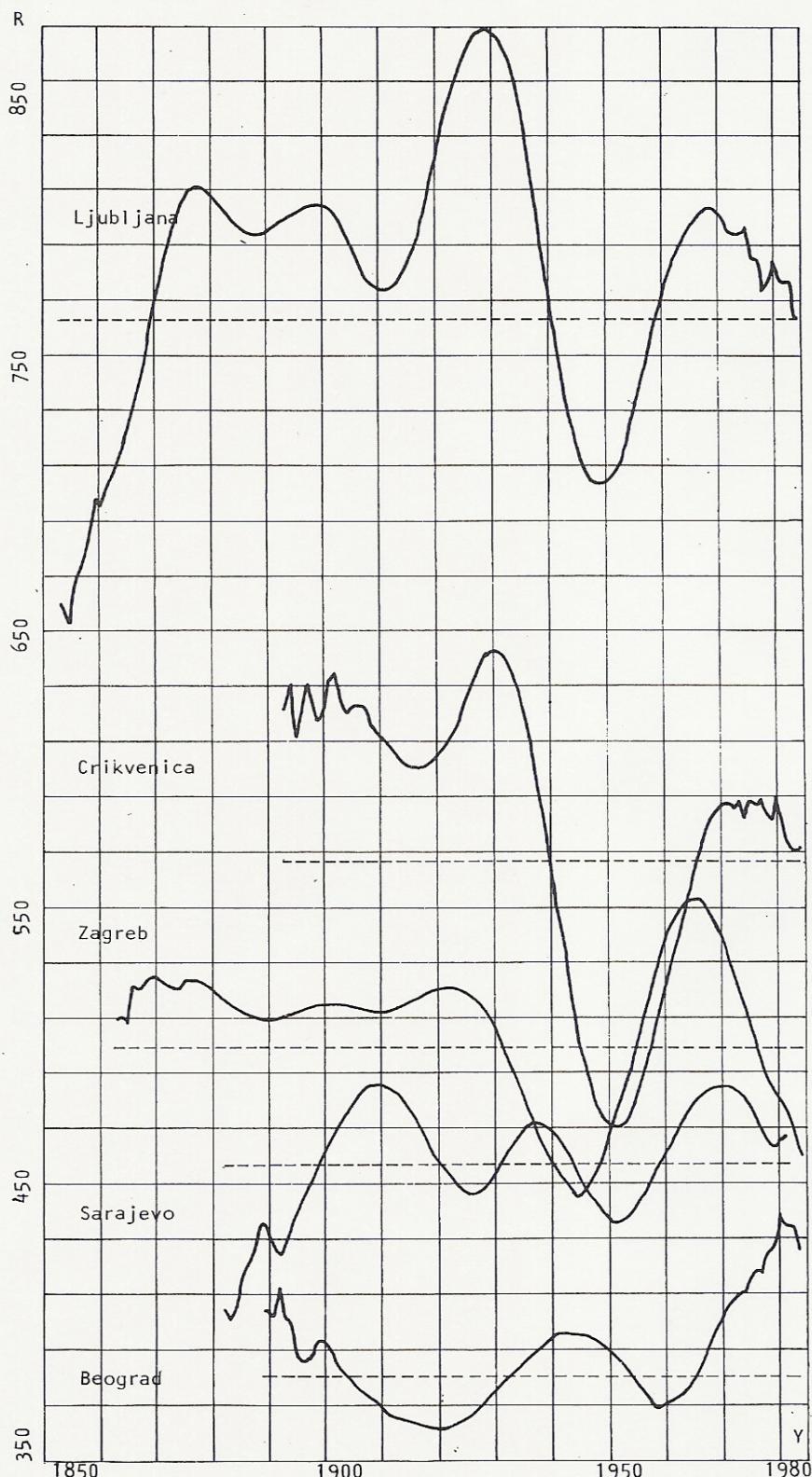
dekadi prošlog veka a najviši maksimum u petoj dekadi ovog veka. Maksimumi u prvoj i sedmoj dekadi ovog veka imaju znatno niže vrednosti od glavnog maksimuma sa izuzetkom Sarajeva gde se maksimalne vrednosti međusobno ne razlikuju značajno. Vredno je napomenuti da krive filtriranih suma

padavina Beograda i Sarajeva imaju pozitivan trend, a krive Ljubljane i Zagreba zadržavaju nepromenjen odnos prema srednjim sumi. Niz primorske stanice (Crikvenica) sadrži jedan izrazit maksimum, a minimum izgleda da postoji u početku perioda. Međutim, zbog nepotpunog filtriranja na grę

nicama, ovo zapažanje se ne može smatrati pouzdanim.

Grafici suma padavina tople polovine godine imaju talasni oblik. Nizovi podataka stanica u zapadnom delu zemlje (Zagreb, Ljubljana i Crikvenica) sadrže jasno izražene maksimume oko tridesetih godina i minimume

u petoj dekadi ovog veka. U nizovima suma padavina toplog dela godine Beograda i Sarajeva, sličnost sa oblicima grafika prve tri stanice nije uočljiva. Konačno, može se dodati da opšti tok krivih ne pokazuje značajan trend u odnosu na srednje vrednosti čitavog niza.



Slika 2b. Dugo-periodske fluktuacije suma padavina tople polovine godine

Figure 2b. Long-term fluctuations of precipitation totals of warm season

6. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Očevidno je da srednje januarske i julkanske temperature sadrže fluktuacije sa periodom dužim od 20 godina. Amplitude talasa su veće u januaru nego u julu.

Nizovi suma padavina hladne i tople po-

lovine godine sadrže izrazite fluktuacije. Pored toga, sume padavina hladne polovine godine stanica Beograd i Sarajevo imaju u posmatranom nizu pozitivan trend dok ostale tri stanice u zapadnom delu zemlje izgleda da ne karakteriše ova pojava.

LITERATURA

Colacino M. i A. Rovelli, 1983: Srednje godišnje temperature vazduha u Rimu od 1782 do 1975. Tellus, Vol. 35A, No. 5.

Currie R.G., 1981: Solar Cycle Signal in Air Temperature in North America: Amplitude, Gradient, Phase and Distribution. J. Atmos. Sci., 38, No. 4.

LONG-TERM FLUCTUATIONS OF AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATIONS IN YUGOSLAVIA

PANIN STEVAN

Federal Hydrometeorological Institute, Beograd

Summary

Series of mean monthly January and July air temperatures have been studied as well as precipitation sums of the cold and warm half of the year for 5 stations having observations for 90 or more years. The description of long-term fluctuation has been made by the means of the low pass filtering technique. Ormsby filter has been used for computing the filtered values. This filter is characterized by the zero phase shift and unit gain for the given frequency.

It is evident that January and July mean temperatures show wave shaped fluctuations with the period of more than 20 years. Amplitude of waves are greater in data sets of mean January temperatures than those of mean July.

Precipitation totals of cold and warm seasons show marked fluctuations. In addition to that, precipitation totals of cold season at stations Beograd and Sarajevo show rising trend while other three stations in the western part of country seem not to have the similar feature.