

Varijabilnost padalina u Osijeku

Mladen Maradin

U radu je analizirana varijabilnost padalina u Osijeku u tri tridesetogodišnja razdoblja, od 1901. do 1990. godine. U razdoblju od 1931. do 1990. godine glavni je, ljetni, maksimum padalina u lipnju, a sekundarni, jesenski, u studenom. Glavni minimum je u zimi, u ožujku, a sekundarni u jesen, u rujnu. U promatranom razdoblju ukupna količina padalina se smanjila, kao i srednja relativna varijabilnost padalina. Smanjenje padalina je najveće u jesen, u mjesecu listopadu. Srednja relativna varijabilnost u promatranom razdoblju također se smanjila. Najmanja varijabilnost je u lipnju, mjesecu s najviše padalina, a najveća je u listopadu, iako je najmanja količina padalina krajem zime, u ožujku. Jedan od razloga maksimuma varijabilnosti mjeseca listopada je značajno smanjenje količine padalina u tom mjesecu.

Ključne riječi: padaline, varijabilnost padalina, klimatske promjene, Osijek

Variability of Precipitation in Osijek

This paper analyses variability of precipitation in Osijek in three periods of thirty years, starting from the year 1901 till 1990. In period from 1931 till 1990 primary maximum of precipitation was in summer (June), and secondary maximum was in autumn (November). Primary minimum of precipitation was at the end of winter (March), and secondary minimum was in autumn (September). In researched period total amount of precipitation decreased, same as average relative variability. Largest decrease was in autumn (October). Average relative variability in researched period has also decreased. Minimum of variability was in June, a month with maximum precipitation and maximum of variability was in October, although the minimum of precipitation was in March. One of the reasons for maximum variability in October is a significant decrease of precipitation amount in that month.

Key words: precipitation, precipitation variability, climate changes, Osijek

UVOD

Promjenama klime u zadnjih nekoliko godina je posvećena velika pažnja. Pri tome je posebna pozornost usmjerena analizi padalina, zbog njihovog utjecaja na poljoprivredu, vodoopskrbu, proizvodnju hidroenergije. Velika se pažnja posvećuje varijabilnosti padalina, tj. činjenici da u jednom razdoblju padne više ili manje padalina od višegodišnjeg prosjeka. U tom smislu velika je uloga padalina za poljoprivredu istočne Hrvatske (Kovačević 1998,

Mađar i dr. 1998). Budući da se količina padalina smanjuje prema istoku, krajnji istočni dijelovi Hrvatske primaju najmanju količinu padalina.

Ovaj rad bavi se varijabilnosti padalina u Osijeku u tri tridesetogodišnja razdoblja od 1901. do 1990. godine. Varijabilnost padalina određena je metodama odstupanja od srednjaka. Osim toga, određene su i promjene količine padalina u navedenom razdoblju, kako bi se ustanovilo da li kretanje količine padalina i varijabilnosti pokazuje neku pravilnost.

Varijabilnost padalina je srednje odstupanje godišnjih padalina od višegodišnjeg srednjaka. Za ovako definiranu varijabilnost točnije bi bilo upotrebljavati naziv srednja apsolutna varijabilnost padalina. Zbog usporedivosti varijabilnosti u radu se najčešće koristi srednja relativna varijabilnost padalina. Pri određivanju promjena klime veliku važnost imaju srednjaci na osnovu kojih se određuje varijabilnost nekog klimatskog elementa. U klimatologiji se često uzimaju tridesetogodišnji srednjaci kao osnova, međutim, to uvijek nije pouzdano. U slučaju određivanja varijabilnosti padalina i nekih drugih klimatskih elemenata neki autori za srednjak uzimaju prosjek dužeg vremenskog razdoblja. Naime, promatranje tridesetogodišnjih razdoblja zbog nepostojanosti padalina može dati krive rezultate i time dovesti do pogrešnih zaključaka (Juras 1985, Šegota 1969). Stoga je u radu, pri izračunavanju varijabilnosti padalina u kraćim vremenskim razdobljima, kao osnova korišten srednjak šezdesetogodišnjeg razdoblja.

PRETHODNA ISTRAŽIVANJA I PODACI

U prošlom stoljeću objavljen je niz radova koji se bave padalinama u Hrvatskoj. Premda se svi oni ne bave problematikom padalina u Osijeku, važni su za razumijevanje godišnjeg hoda i varijabilnosti padalina u Osijeku. O padalinama u Osijeku pisano je u brojnim radovima koji se bave analizom klime u okviru šireg područja. Padalinama su se bavili A. Gavazzi (1929.), S. Škreb i dr. (1942.), O. Oppitz (1939.), J. Goldberg (1953.), B. Penzar (1959., 1976.), T. Šegota (1969., 1986.), D. Furlan (1977.), B. Penzar, I. Penzar (1979-81., 1982-83.), J. Juras (1985.), B. Penzar i dr. (1992.), A. Filipčić (1992.), L. Cvitan (1998.).

Analizirajući kretanje količine padalina kroz duže vremensko razdoblje više je autora; B. Penzar, I. Penzar, (1979-81.), J. Juras (1985.), naglasilo značajno smanjenje padalina u listopadu u kontinentskom dijelu Hrvatske. Proučavajući klimu Zagreba J. Juras (1985.) je utvrdio porast padalina u ljetnim mjesecima i osjetno osušenje mjeseca listopada. Osim toga, isti autor preporučuje korištenje pedesetogodišnjih ili šezdesetogodišnjih srednjih vrijednosti, jer je razdoblje od trideset godina suviše kratko za izračunavanje pouzdanih normalnih vrijednosti. Promjene u hodu padalina više ukazuju na postojanje oscilacija nego na neki stalni trend. T. Šegota (1969.) daje razne metode određivanja fluktuacije padalina te također upotrebljava šezdesetogodišnje srednjake padalina zbog nepouzdanosti srednjaka kraćih vremenskih razdoblja.

Raspravljajući o godišnjem hodu padalina u istočnoj Hrvatskoj B. Penzar, I. Penzar (1979-81., 1982-83.), B. Penzar (1976.), T. Šegota, A. Filipčić (1996.) navode da prostor

istočne Hrvatske, ima tip godišnjeg hoda padalina koji karakterizira glavni ljetni maksimum u lipnju ili srpnju te sporedni jesenski maksimum u studenom ili prosincu. Minimumi se javljaju krajem zime (pretežno ožujak) i u prvom dijelu jeseni (u rujnu ili listopadu) i oni su podjednaki, odnosno razlika među njima je manja od 20% godišnje amplitude.

Proučavajući promjene klime došlo se do zaključka da se u razdobljima u kojima ima više padalina javlja minimum varijabilnosti (Šegota, Filipčić 1996). Načelno vrijedi i obratno.

Podaci korišteni u ovom radu podaci su Državnog hidrometeorološkog zavoda za meteorološku postaju Osijek u razdoblju od 1901. do 1990. godine. U nizu podataka ne postoji vrijednost količine padalina za veljaču 1928. godine, čija je vrijednost izračunata metodom linearne interpolacije.

METODE RADA

Pri utvrđivanju varijabilnosti padalina najčešće se promatraju odstupanja vrijednosti padalina od neke konstante (Conrad, Pollak 1950). Za vrijednost konstante najčešće se uzima aritmetička sredina padalina u nekom razdoblju. Razlike između količine padaline i aritmetičke sredine padaline u nekom razdoblju pokazivat će stupanj varijacije, a što su one veće, veći je i stupanj varijabilnosti i obratno.

U klimatološko-statističkoj analizi često se kao mjera disperzije uzima srednja apsolutna varijabilnost. Ona se računa pomoću formule

$$\bar{V}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |P_i - \bar{P}_g|$$

gdje je P_i vrijednost padalina u i -toj godini promatranog razdoblja, a \bar{P}_g srednja vrijednost padalina. Kako bi dobiveni podaci bili usporedivi za različite nizove vremenskih podataka, kao mjera za prosječno postotno odstupanje od srednjaka, upotrebljava se srednja relativna varijabilnost, koja se računa pomoću izraza

$$\bar{V}_r = \frac{100 \bar{V}_a}{\bar{P}_g} \%$$

Varijabilnost padalina može se odrediti pomoću standardne devijacije i koeficijenta varijacije. Standardna devijacija, σ , izračunava se pomoću izraza

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n}}$$

Standardna devijacija označava prosječno odstupanje padalina od njihovog prosjeka u apsolutnim iznosima. Koeficijent varijacije, V_k , je postotni omjer standardne devijacije i aritmetičke sredine, a omogućuje uspoređivanje varijabilnosti padalina različitih postaja ili vremenskih razdoblja. Koeficijent varijacije dobiva se pomoću izraza

$$V_k = \frac{100 \sigma}{\bar{P}} \%$$

Mjesečne i godišnje količine padalina u promatranom razdoblju mogu biti veće ili manje od prosjeka. Kako bi se smanjile fluktuacije frekvencija i time istaknuo osnovni tok pojave u radu su određeni klizni srednjaci. Određeni su desetogodišnji i tridesetogodišnji klizni srednjaci padalina. Tridesetogodišnji klizni srednjaci određeni su koristeći izraz

$$\bar{P}_{(k-5)(k-4)} = \frac{1}{10} (\bar{P}_{k-9} + \bar{P}_{k-8} + \dots + \bar{P}_{k-1} + \bar{P}_k)$$

dok su tridesetogodišnji klizni srednjaci određeni prema izrazu

$$\bar{P}_{(k-15)(k-14)} = \frac{1}{30} (\bar{P}_{k-29} + \bar{P}_{k-28} + \dots + \bar{P}_{k-1} + \bar{P}_k)$$

Kako bi se u promatranom razdoblju utvrdio trend kretanja količine padalina izračunat je linearni trend, koristeći formulu

$$y_t = a + bx$$

gdje je $b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}$

dok se a izračunava iz izraza $a = \bar{y} - b \bar{x}$.

U navedenim izrazima x je vrijeme, odnosno godine, a y padaline.

Klizni srednjaci i linearni trend ne pokazuju kada je došlo do promjene vrijednosti trenda u promatranom razdoblju. Vrijeme promjene trenda može se dobiti koristeći metodu kumulativnih odstupanja od srednjaka. Kako bi ih se moglo uspoređivati, kumulativna odstupanja različitih vremenskih nizova izražena su u postocima. Relativno odstupanje u svakoj pojedinoj godini izračunava se prema izrazu

$$y_n = 100 \sum_{i=1}^n \frac{P_i - \bar{P}}{\bar{P}}$$

Zbrajajući sukcesivne članove niza dobivamo niz suma.

Kako bi se ustanovilo postoji li statistički značajna veza između trendova padalina i trendova varijabilnosti u radu je određena varijabilnost i srednjaci sukcesivnih desetogodišnjih razdoblja (1901.-1910., 1911.-1920, ... 1981.-1990.) te su izračunate jednadžbe linearnog trenda. Naime, ako bi se varijabilnost cijelog razdoblja odredila prema jednom srednjaku, onda bi vrijednost trenda varijabilnosti u sebi sadržavala i vrijednost trenda padalina, tj. vrijednost trenda padalina i trenda varijabilnosti bi se podudarale. Potrebno je stoga odrediti varijabilnost kraćih vremenskih razdoblja. Na taj način dobiveni su nizovi desetogodišnjih srednjaka padalina i varijabilnosti. Navedeno je učinjeno za mjesečne, sezonske i godišnje vrijednosti padalina i varijabilnosti. Osim toga, kako bi se dobiveni rezultati mogli provjeriti isto je učinjeno i za tridesetogodišnja razdoblja (1901.-1930., 1906.-1935., 1911.-1940., ... 1961.-1990.).

Dobivene su jednadžbe pravaca koji prezentiraju kretanje padalina i varijabilnosti sukcesivnih desetogodišnjih srednjaka (Sl. 3).

	padaline	varijabilnost
siječanj	$y = 42,10 + 0,5762 x$	$y = 46,50 - 0,0637 x$
veljača	$y = 39,11 + 0,6972 x$	$y = 48,57 + 0,1467 x$
ožujak	$y = 49,60 - 0,8030 x$	$y = 55,35 - 1,7817 x$
travanj	$y = 78,47 - 3,6132 x$	$y = 44,07 - 0,8100 x$
svibanj	$y = 80,05 - 2,4698 x$	$y = 42,81 + 0,2200 x$
lipanj	$y = 81,50 + 0,3555 x$	$y = 51,54 - 2,4567 x$
srpanj	$y = 56,93 + 0,5667 x$	$y = 42,41 - 0,6400 x$
kolovoz	$y = 52,06 + 0,8580 x$	$y = 38,99 + 1,1283 x$
rujan	$y = 69,48 - 3,4850 x$	$y = 42,69 + 1,4633 x$
listopad	$y = 82,94 - 4,7550 x$	$y = 44,33 + 1,6233 x$
studeni	$y = 64,50 - 0,5770 x$	$y = 50,63 - 0,9633 x$
prosinac	$y = 56,14 - 0,4773 x$	$y = 40,11 + 1,1650 x$
proljeće	$y = 208,12 - 6,8860 x$	$y = 22,19 + 0,3002 x$
ljet	$y = 190,49 + 1,7802 x$	$y = 28,71 - 0,6472 x$
jesen	$y = 216,92 - 8,8170 x$	$y = 29,53 + 0,1260 x$
zima	$y = 137,34 + 0,7960 x$	$y = 26,17 + 0,0372 x$
godina	$y = 752,87 - 13,1268 x$	$y = 15,52 - 0,4400 x$

Dobivene su jednadžbe pravaca koji prezentiraju kretanje padalina i varijabilnosti tridesetogodišnjih srednjaka (1901.-1930., 1906.-1935., 1911.-1940., ... 1961.-1990.).

	padaline	varijabilnost
siječanj	$y = 41,62 + 0,5483 x$	$y = 41,56 + 0,2506 x$
veljača	$y = 39,60 + 0,7277 x$	$y = 50,59 + 0,1544 x$
ožujak	$y = 49,19 - 0,7133 x$	$y = 54,48 - 0,7932 x$
travanj	$y = 66,21 - 1,0782 x$	$y = 43,01 - 2,5320 x$
svibanj	$y = 75,54 - 1,1881 x$	$y = 46,23 - 0,2467 x$
lipanj	$y = 75,92 + 0,6459 x$	$y = 51,06 - 1,3435 x$
srpanj	$y = 52,20 + 1,2019 x$	$y = 41,38 - 0,0034 x$
kolovoz	$y = 54,31 + 0,3768 x$	$y = 36,53 + 1,0009 x$
rujan	$y = 61,18 - 1,5296 x$	$y = 44,00 + 0,9965 x$
listopad	$y = 82,85 - 3,2848 x$	$y = 41,39 + 2,2752 x$
studeni	$y = 65,19 - 0,2102 x$	$y = 50,91 - 0,7395 x$
prosinac	$y = 51,62 + 0,6166 x$	$y = 40,41 + 0,5081 x$
proljeće	$y = 190,94 - 2,9796 x$	$y = 25,50 + 0,0344 x$
ljet	$y = 182,42 + 2,2239 x$	$y = 30,39 - 0,5723 x$
jesen	$y = 209,21 - 5,0255 x$	$y = 26,87 + 0,9449 x$
zima	$y = 132,84 + 1,8925 x$	$y = 22,30 + 0,6502 x$
godina	$y = 715,43 - 3,889 x$	$y = 16,76 - 0,2876 x$

Kako bi se utvrdilo koliko je veza između dobivenih vrijednosti količine i varijabilnosti padalina statistički značajna učinjena je statistička analiza dobivenih vrijednosti padalina i varijabilnosti za desetogodišnja (1901.-1910., 1911.-1920, ... 1981.-1990.) i tridesetogodišnja (1901.-1930., 1906.-1935., 1911.-1940., ... 1961.-1990.) razdoblja, koristeći koeficijent linearne korelacije (Tab. 5). On se određuje pomoću izraza

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}}$$

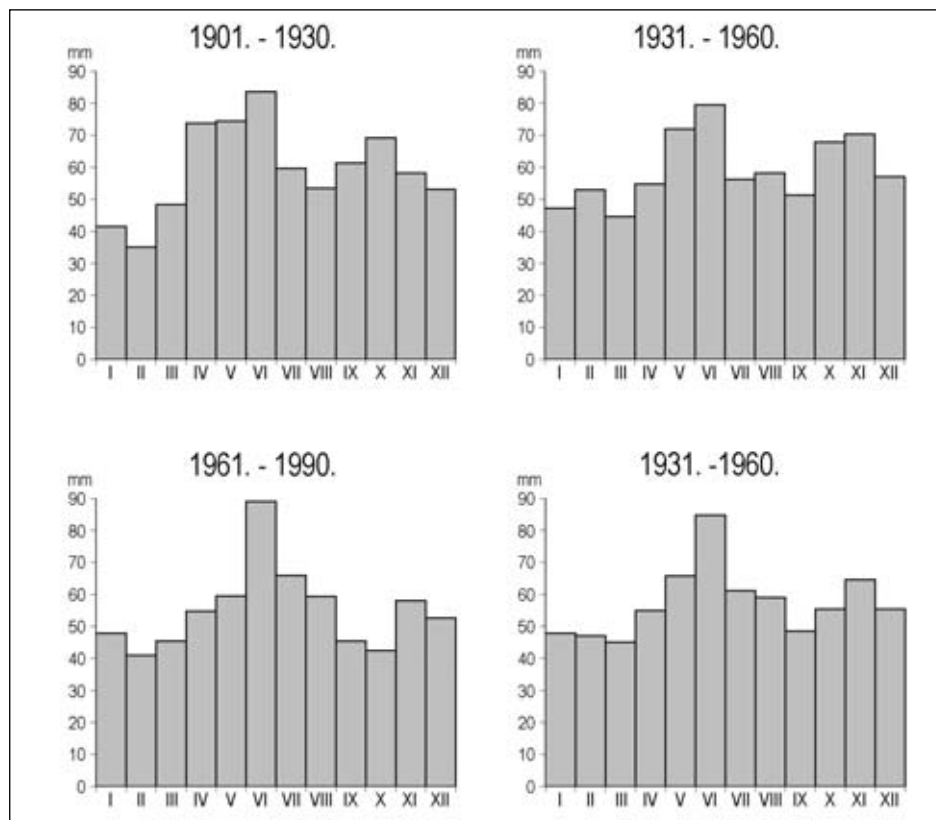
Pri tome je pažnja posvećena negativnim vrijednostima koeficijenta linearne korelacije. Naime, negativne vrijednosti pokazuju da su vrijednosti trendova dviju pojava suprotne, tj. dok vrijednost jedne pojave raste, vrijednost druge se smanjuje. Prema V. Conradu i L. W. Pollaku (1950.) te I. Šošiću i V. Serdaru (2002.) vrijednosti koeficijenta linearne korelacije između -0,50 i 0,50 pokazuju da je linearna veza između varijabli mala ili je nema. Vrijednosti između 0,50 i 0,80, odnosno -0,80 i -0,50 pokazuju da je veza umjerenom pozitivna, odnosno negativna. Vrijednosti između 0,80 i 0,95 odnosno -0,95 i -0,80 pokazuju da je veza statistički značajno pozitivna, odnosno negativna. I na kraju, ako je koeficijent linearne korelacije veći od 0,95, odnosno manji od -0,95, onda varijable imaju jaku pozitivnu, odnosno negativnu vezu.

REZULTATI

Opće značajke padalina

U radu je analizirana varijabilnost padalina u Osijeku u razdoblju, koje obuhvaća tri tridesetogodišnja razdoblja, od 1901. do 1930., od 1931. do 1960. i od 1961. do 1990. godine. U promatranim tridesetogodišnjim razdobljima količina padalina u Osijeku se mijenja. U prvom tridesetogodišnjem razdoblju ukupna godišnja količina padalina je iznosila 705,8 mm, u drugom 705,5 mm, a u trećem 650,4 mm. Zapaženo je smanjenje količine padalina u zadnjem tridesetogodišnjem razdoblju, pri čemu valja naglasiti da se unutar tridesetogodišnjih srednjaka mogu kriti klimatske promjene nižeg reda, koje se iz srednjaka ne mogu vidjeti.

Kako bi se odredila varijabilnost potrebno je odrediti razdoblje, koje će davati reprezentativnu sliku godišnjeg hoda padalina u Osijeku. Godišnji hod padalina u tridesetogodišnjim razdobljima u Osijeku znatno se razlikuje (Sl. 1). U svim tridesetogodišnjim razdobljima glavni maksimum padalina je u lipnju. Sporedni maksimum je u prvom razdoblju u listopadu, dok je u druga dva tridesetogodišnja razdoblja u studenom. Mjesec s najmanje padalina u prvom tridesetogodišnjem razdoblju je veljača, u drugom ožujak, a u trećem opet veljača. Sporedni minimum u prvom razdoblju je u kolovozu, u drugom u rujnu, dok je u trećem tridesetogodišnjem razdoblju u listopadu. Prema tome, ni jedno tridesetogodišnje razdoblje ne daje reprezentativnu sliku godišnjeg hoda padalina. Da bi se odredilo reprezentativno razdoblje potrebno je duže vremensko razdoblje (Juras 1985, Šegota 1969). U šezdesetogodišnjem razdoblju od 1931. do 1990. godine glavni maksimum je u lipnju, a sekundarni maksimum u studenom. Glavni minimum je u ožujku, a sekundarni u rujnu. Stoga je navedeno šezdesetogodišnje razdoblje uzeto kao relevantno i na osnovu njega se određuje varijabilnost padalina u Osijeku.



Sl. 1. Tridesetogodišnji i šezdesetogodišnji srednjaci padalina

Fig. 1 Thirty-year and sixty-year averages of precipitation

Prema navedenom režimu padalina Osijek ima kontinentski tip godišnjeg hoda padalina, jer na ljetne padaline (travanj-rujan) otpada 368,2 mm (54,3%), dok na zimske padaline (listopad-ožujak) otpada 309,7 mm (45,7%), od ukupnih 677,9 mm padalina koliko iznosi šezdesetogodišnji prosjek. Prema Köppenovoj klasifikaciji godišnji hod padalina označava se s *fwx*, što označava godišnji hod padalina gdje prema Köppenu nema sušnog razdoblja; mjesec s najmanje padalina je u zimskom polugodištu, a najviše padalina je u rano ljetno i proljeće, a kasno ljetno i jesen su vedriji (Penzar, Penzar 1982-83). Sezonski srednjaci pokazuju da u razdoblju od 1931. do 1990. godine najviše padalina ima ljeti (201,4 mm), a najmanje zimi (147,5 mm).

Varijabilnost padalina

Budući da je šezdesetogodišnje razdoblje od 1931. do 1990. godine uzeto kao reprezentativno, prvo će varijabilnost biti određena u odnosu na navedeno razdoblje. Ljetni padne najveća količina padalina, pa je i varijabilnost najmanja (Tab. 1). Najveća je varijabilnost

u jesen, u razdoblju godine u kojem je i mjesec s najvećom varijabilnosti, listopad. Ipak, najmanja količina padalina nije u jesen, već zimi, što ukazuje na određena odstupanja od navedenog pravila. U tridesetogodišnjim razdobljima, postoje odstupanja od prosjeka. Tako je u razdoblju od 1931. do 1960. godine najmanja varijabilnost zabilježena u proljeće, a ne u ljeto, kada je bilo najviše padalina. Tek je u posljednjem tridesetogodišnjem razdoblju najveća varijabilnost zabilježena zimi, što odgovara minimumu padalina u tom godišnjem dobu.

Tab. 1. Sezonska i godišnja srednja relativna varijabilnost padalina (%) određena prema srednjacima razdoblja 1931.-90.

Tab. 1 Seasonal and annual average relative variability of precipitation (%) calculated using the 1931-90 means

	proljeće	ljeto	jesen	zima	godina
1901.-1930.	31,1	26,7	31,4	28,1	16,1
1931.-1960.	27,5	28,3	48,3	24,6	16,2
1961.-1990	26,7	23,0	28,4	32,4	13,4
1901.-1990.	28,4	26,0	36,0	28,3	15,2

Još vjerniji prikaz godišnjeg hoda varijabilnosti dobiva se koristeći srednje relativne varijabilnosti mjesečnih padalina (Tab. 2). Do izražaja dolaze dva maksimuma varijabilnosti; jesenski s maksimumom u listopadu i zimski s maksimumom u veljači. Najveća varijabilnost u razdoblju od 1901. do 1990. godine, u odnosu na razdoblje od 1931. do 1990. godine, zabilježena je u listopadu, odnosno u razdoblju sporednog minimuma padalina, a tek onda u veljači, tj. u razdoblju glavnog minimuma. To se može objasniti činjenicom da je za listopad u kontinentском dijelu Hrvatske, u drugoj polovici 20. stoljeća, utvrđeno smanjenje količine padalina (Penzar, Penzar 1979-81, Juras 1985). Kako su korišteni tridesetogodišnji srednjaci padalina to smanjenje količine padalina ne dolazi do izražaja, ali se može uočiti iz varijabilnosti. U jesenskim i zimskim mjesecima varijabilnost padalina veća je nego u proljetnim i ljetnim mjesecima, s time da se kao sekundarni maksimum ističe veljača, a ne ožujak. Činjenica da je u promatranom razdoblju (1901.-1990.) srednja mjesečna količina padalina najmanja upravo u veljači, potkrepljuje točnost dobivenih rezultata.

Tab. 2. Mjesečna srednja relativna varijabilnost padalina (%) određena prema srednjacima razdoblja 1931.-90.

Tab. 2 Monthly average relative variability of precipitation (%) calculated using the 1931-90 means

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1901.-1930.	48,4	48,7	59,0	58,0	55,3	47,9	39,8	40,3	60,8	62,8	51,0	40,8
1931.-1960.	32,4	57,1	49,1	45,5	46,8	40,6	41,1	39,5	52,8	71,8	49,3	44,8
1961.-1990	53,5	47,2	41,2	37,0	43,3	31,8	43,6	48,6	53,2	51,4	43,0	48,9
1901.-1990.	44,8	50,9	49,8	46,8	48,5	40,1	41,6	42,8	55,5	61,9	47,7	44,8

Varijabilnost je manja u mjesecima s većom količinom padalina. Postoje dva minimuma varijabilnosti padalina. Prvi minimum obuhvaća gotovo cijelo proljeće i ljeto, s najmanjom varijabilnosti u lipnju, koji je mjesec s najvećom količinom padalina. U tom minimumu nešto veću varijabilnost padalina ima mjesec svibanj. Drugi minimum varijabilnosti javlja se u studenom i prosincu i vezan je za sekundarni maksimum padalina. Ipak, manja ja varijabilnost u prosincu nego u studenom.

U razdoblju od 1901. do 1931. godine ljetni je minimum varijabilnosti bitno smanjen (Tab. 2). Najmanja varijabilnost zabilježena je u srpnju, premda je lipanj bio mjesec s najviše padalina. Najveća varijabilnost bila je u listopadu. Varijabilnost u ovom razdoblju dosta se razlikuje od varijabilnosti u razdoblju od 1931. do 1990. godine. U drugom tridesetogodišnjem razdoblju, od 1931. do 1960. godine do izražaja dolazi minimum varijabilnosti u zimi. Najmanja varijabilnost zabilježena je u siječnju. Najveća je varijabilnost bila u listopadu. Posljednje tridesetogodišnje razdoblje najmanju varijabilnost ima u lipnju, a najveću u rujnu. Varijabilnost padalinu u tridesetogodišnjim razdobljima pokazuje odstupanja od višegodišnjih srednjaka, što potvrđuje pretpostavku da je potrebno šezdesetogodišnje razdoblje, koje bi reprezentativno pokazivalo obilježja padalina u Osijeku.

Prema tome, godišnji hod varijabilnosti u gradu Osijeku ima dva maksimuma i dva minimuma. Glavni minimum vezan je za proljeće i ljeto s najmanjom varijabilnosti u lipnju, rjeđe srpnju i kolovozu; sporedni minimum, koji se javlja u zimi, je sekundarni i puno je manje izražen, a najmanja varijabilnost može biti u studenom ili prosincu. Maksimalna je varijabilnost u jesen, u listopadu, ili rjeđe rujnu, a sporedni je maksimum varijabilnosti u proljeće, u veljači. Važno je spomenuti da se u razdoblju glavnog minimuma u proljeće i ljeto izdvaja mjesec svibanj s nešto većim vrijednostima srednje relativne varijabilnosti, što se može objasniti smanjenjem količine padalina u tom mjesecu.

Dosadašnja razmatranja odnosila su se na varijabilnost u odnosu na srednjak razdoblja od 1931. do 1990. godine. Ako se varijabilnost tridesetogodišnjih razdoblja odredi u odnosu na srednjake pripadajućih razdoblja još će više do izražaja doći razlike u varijabilnosti pojedinih razdoblja. Varijabilnost padalina u cijelom promatranom razdoblju pokazuje sličnost s varijabilnosti u odnosu na razdoblje od 1931. do 1990. godine. Izdvajaju se glavni minimum u proljeće i ljeto te sporedni minimum u studenom, prosincu, pa i siječnju (Tab. 3). Glavni maksimum se javlja u veljači ili ožujku, a sporedni u rujnu ili listopadu. Naravno, unutar svakoga tridesetogodišnjeg razdoblja postoje odstupanja. Isto vrijedi i za varijabilnost promatranog perioda, od 1901. do 1990. godine u odnosu na pripadajuće srednjake. Maksimum varijabilnosti je u rujnu i listopadu i gotovo je izjednačen, a u zimskom minimumu su više naglašeni prosinac i siječanj u odnosu na studeni.

Tab. 3. Mjesečna srednja relativna varijabilnost padalina (%) određena prema pripadajućim srednjacima

Tab. 3 Monthly average relative variability of precipitation (%) calculated using corresponding means

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1901.-1930.	51,7	50,3	55,3	39,7	48,5	48,0	40,1	43,5	50,5	46,6	53,3	41,2
1931.-1960.	32,5	50,2	49,4	45,2	43,8	42,1	43,3	38,5	50,4	60,0	45,6	42,9
1961.-1990	53,5	50,5	41,1	37,0	45,1	30,5	43,2	48,2	61,3	61,3	43,3	49,8
1901.-1990.	46,0	53,8	48,7	42,4	47,1	40,1	41,6	43,8	57,9	57,9	48,4	45,0

Sezonske vrijednosti varijabilnosti (Tab. 4) određene na isti način pokazuju da je za cijelo promatrano razdoblje najmanja varijabilnost u proljeće, a zatim u ljeto. Najveća varijabilnost je zabilježena u jesen, pa onda u zimi. Ako se promatraju tridesetogodišnja razdoblja, maksimum varijabilnosti u dva standardna razdoblja, od 1901. do 1930. i od 1961. do 1990. godine je zimi. U razdoblju od 1931. do 1960. zimi je zabilježena najmanja varijabilnost. U svim je razdobljima najmanja količina padalina bila zimi. Slično tome, varijabilnost padalina je najmanja ljeti, osim u periodu 1931.-1960., kada je u proljeće varijabilnost bila manja. Ovi rezultati pokazuju kolika su odstupanja varijabilnosti padalina, pogotovo ako se određuju u odnosu na srednjake kraćih vremenskih razdoblja. Tada ekstremni uvjeti još više dolaze do izražaja. Nesumnjivo je da bi odstupanja bila još veća, da se određivala varijabilnost kraćih vremenskih razdoblja, npr. petogodišnjih srednjaka.

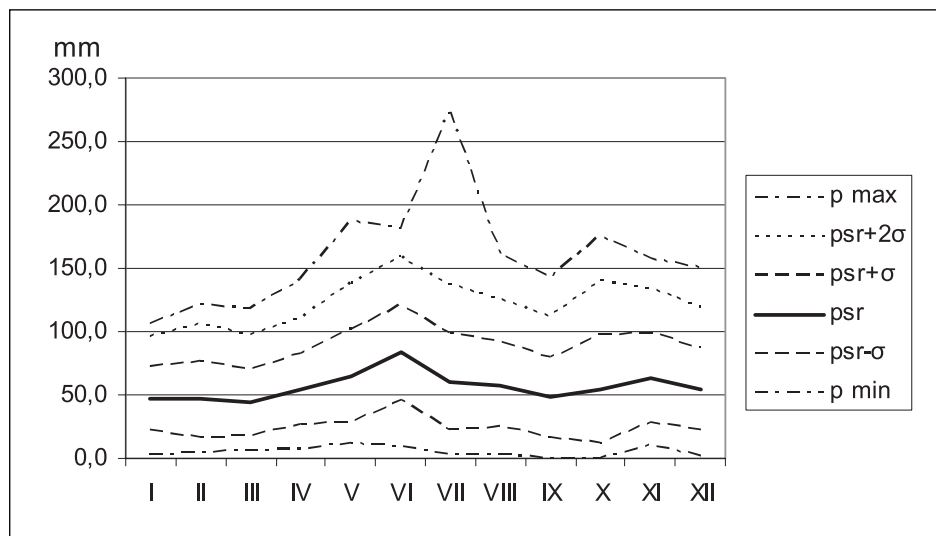
Tab. 4. Sezonska i godišnja srednja relativna varijabilnost padalina (%) određena prema pripadajućim srednjacima

Tab. 4 Seasonal and annual average relative variability of precipitation (%) calculated using corresponding means

	proljeće	ljeto	jesen	zima	godina
1901.-1930.	26,0	27,2	26,2	28,2	16,2
1931.-1960.	26,4	28,4	41,3	22,8	15,4
1961.-1990.	26,7	21,7	27,9	33,0	13,0
1901.-1990.	26,8	26,2	34,6	29,0	15,2

Mjera kojom se također može izraziti varijabilnost je standardna devijacija, odnosno koeficijent varijacije. U radu je izračunata standardna devijacija padalina u promatranom razdoblju kao odstupanje od srednjaka razdoblja od 1931. do 1990. godine. Odstupanje padalina od srednjaka, izraženo standardnim devijacijama prikazano je na slici 2. U klimatologiji se uzima sljedeće grupiranje u odnosu na standardne devijacije (Conrad, Pollak 1950):

iznad $+3 \sigma$	ekstremno iznad normalnog
između $+2 \sigma$ i $+3 \sigma$	jako iznad normalnog
između $+\sigma$ i $+2 \sigma$	iznad normalnog
između $+\sigma$ i $-\sigma$	normalno
između -2σ i $-\sigma$	subnormalno



Sl. 2. Srednje mjesečne padaline u šezdesetogodišnjem razdoblju 1931.-90. i varijabilnost mjesečnih padalina.

Fig. 2 Average monthly precipitation for period 1931-90 and the variability of precipitation

Prema tome, sve mjesečne vrijednosti količine padalina čije je odstupanje unutar jedne standardne devijacije su normalne, dok su padaline izvan tih vrijednosti rijetke ili vrlo rijetke. U promatranom razdoblju većina je odstupanja bila unutar jedne standardne devijacije. Najviše normalnih padalina bilo je u ljetnim i jesenskim mjesecima, s maksimumom u srpnju (od 90 promatranih godina u 74 godine su padaline u srpnju bile normalne). Najmanje mjeseci s rasponom padalina unutar jedne standardne devijacije bilo je u zimi i proljeću. Najmanje, 56 puta u 90 godina su padaline bile normalne u mjesecu siječnju, a tek nešto više u ožujku, travnju i svibnju.

Sezonske standardne devijacije upućuju na to da su najveća odstupanja od normalnih vrijednosti u proljeće i jesen. Standardna devijacija cijelog promatranog razdoblja pokazuje da su u 59 godina padaline imale obilježje normalno, po 13 subnormalno i iznad normalnog, 4 jako iznad normalnog, a jedna ekstremno iznad normalnog.

Rezultati dobiveni standardnom devijacijom, premda se nešto razlikuju, u biti su slični rezultatima dobivenim izračunavanjem srednjih relativnih varijabilnosti. Koeficijent varijacije pokazuje da je varijabilnost manja u proljeće i ljeto s minimumom u lipnju, a veća u jesen i zimi s maksimumom u listopadu.

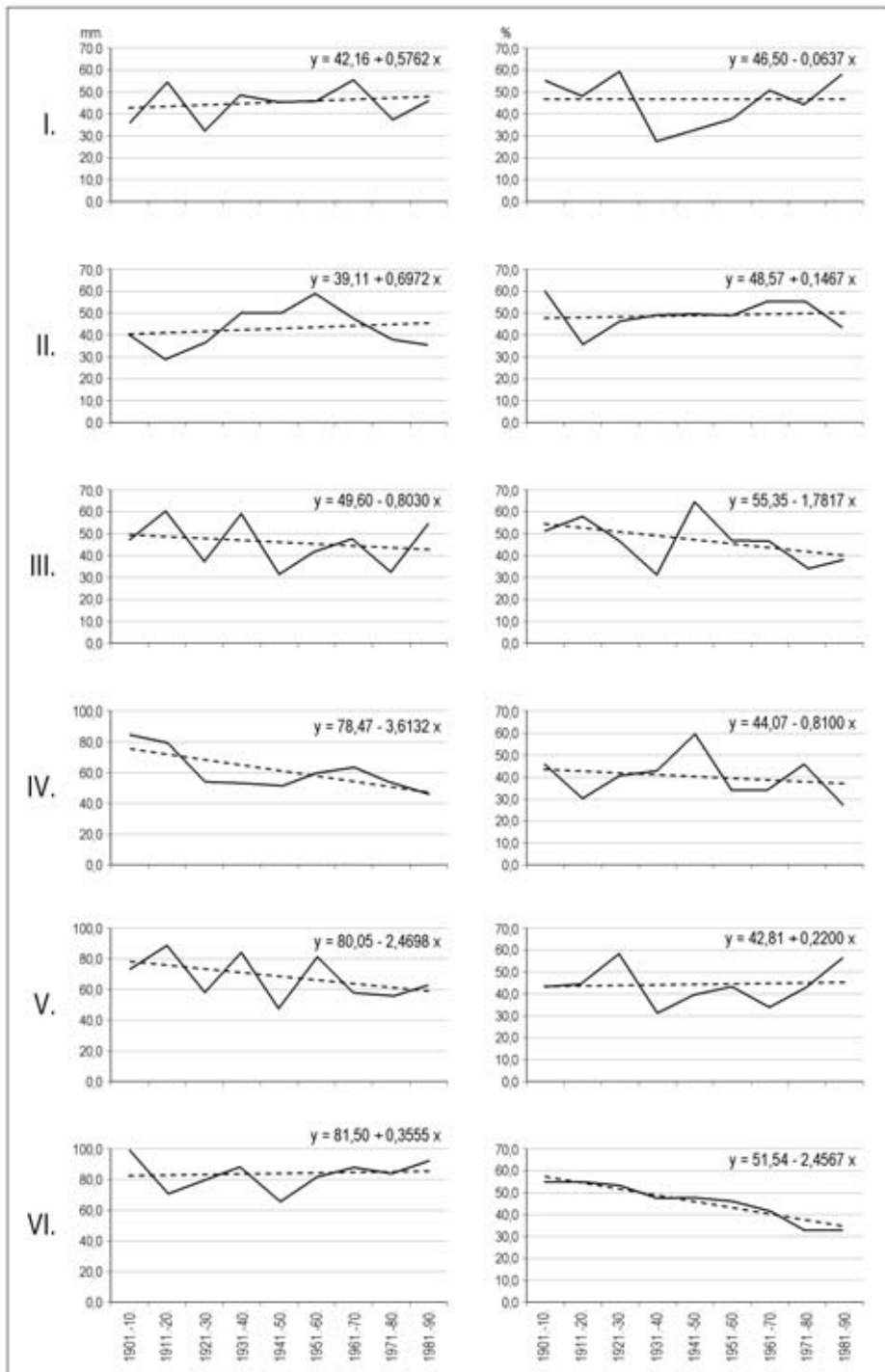
Analiza trendova padalina i varijabilnosti

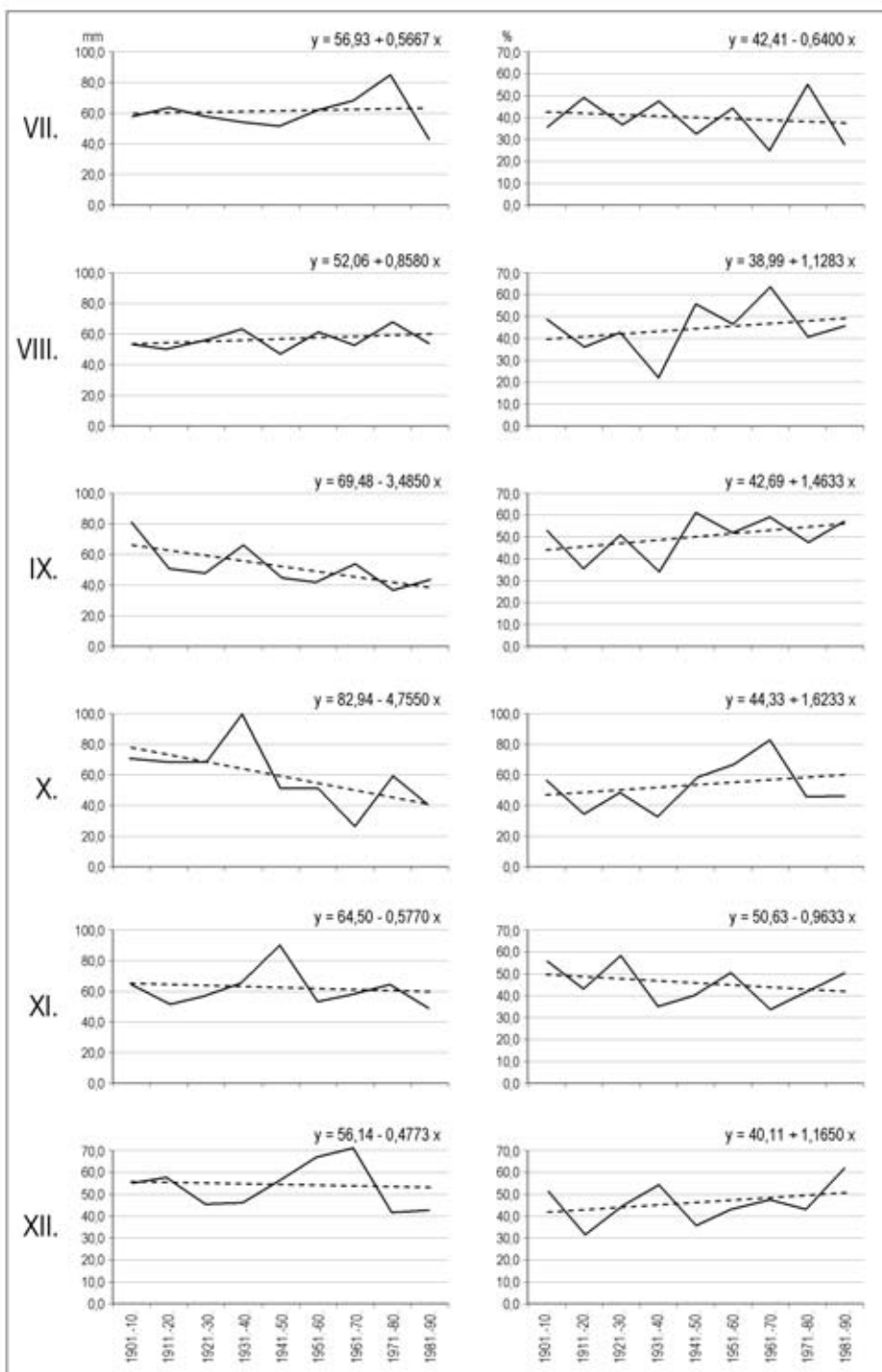
Najmanja je varijabilnost padalina u Osijeku u mjesecu s najviše padalina, što odgovara dosadašnjim spoznajama o varijabilnosti padalina. Međutim, najveća varijabilnost je u razdoblju sporednog, a ne glavnog minimuma padalina. Mjesec s najvećom varijabilnosti je listopad. Maksimalna varijabilnosti koji se javlja u listopadu mogao bi se objasniti smanjenjem količine padalina u drugoj polovici dvadesetog stoljeća koje je zabilježeno u tom mjesecu. Da bi se to potvrdilo treba poći od pretpostavke da se povećanjem količine padalina smanjuje varijabilnost, i obratno, smanjenje količine padalina dovest će do povećanja varijabilnosti. Veća je varijabilnost vjerojatnija što je količina padalina manja. Načelno vrijedi i obratno (Šegota, Filipčić 1996).

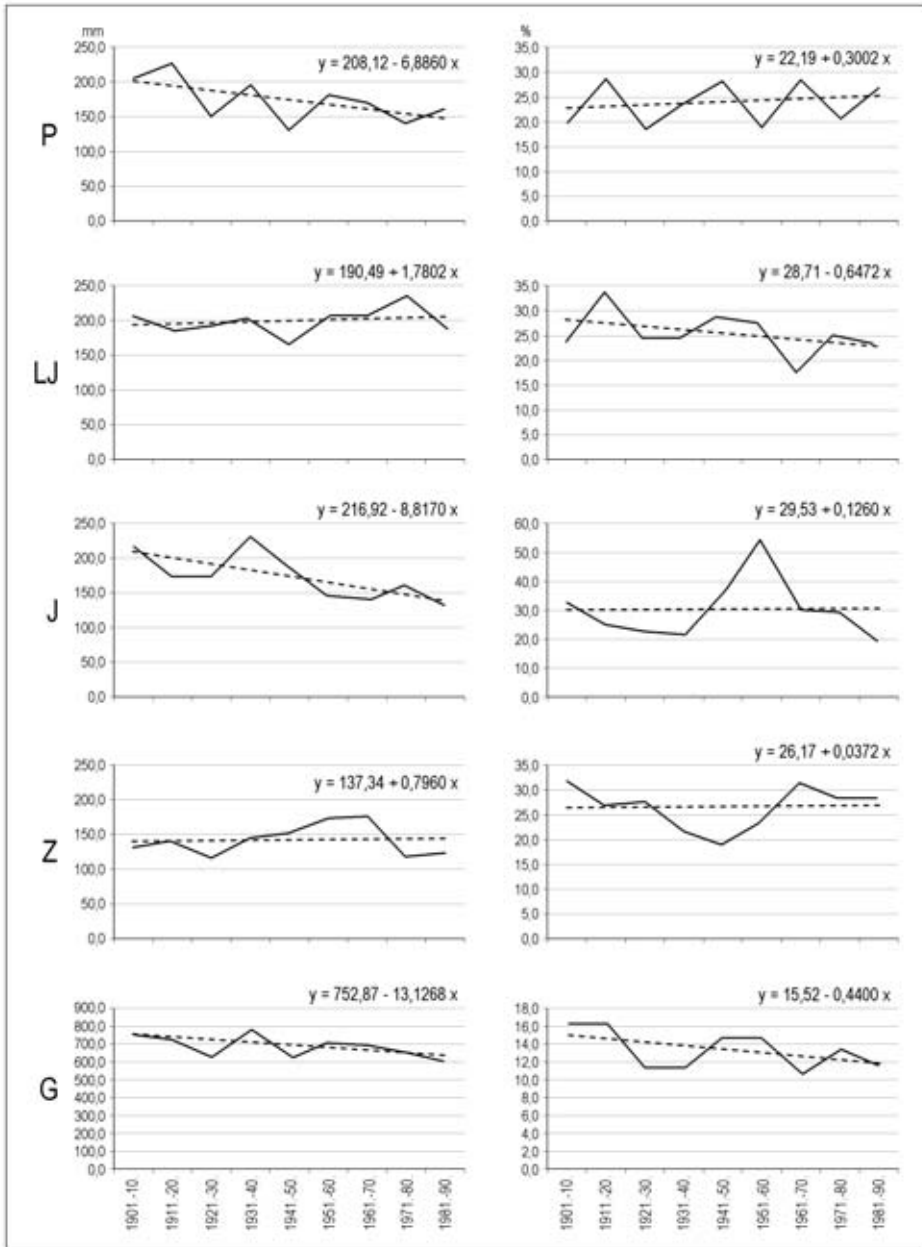
Analiza linearnih trendova sukcesivnih desetogodišnjih srednjaka varijabilnosti i padalina pokazala je da su očekivani rezultati (povećanje količine padalina i smanjenje varijabilnosti, i obratno) dobiveni za mjesece siječanj, svibanj, lipanj, srpanj, rujanj, listopad i prosinac, te za proljeće, ljeto i jesen (Sl. 3). Godišnja količina padalina se smanjuje, ali se u istom razdoblju smanjuje i varijabilnost. U čak pet mjeseci zabilježeno je smanjenje varijabilnosti te smanjenje količine padalina, ili obratno. Smanjenje količine padalina i povećanje varijabilnosti zabilježeno je u proljeće i jesen, povećanje količine padalina i smanjenje varijabilnosti zabilježeno je u ljeto, dok je povećanje padalina i povećanje varijabilnosti zabilježeno u zimi.

Analiza tridesetogodišnjih srednjaka (1901.-1930., 1906.-1935., 1911.-1940., ... 1961.-1990.) varijabilnosti i padalina pokazuje još manju podudarnost. Povećanje količine padalina i smanjenje varijabilnosti zabilježeno je u lipnju i srpnju te u ljeto. Smanjenje količine padalina i povećanje varijabilnosti zabilježeno je u rujnu i listopadu te u proljeće i jesen. U ostalim mjesecima i godišnjim dobima, kao i za godišnje vrijednosti, veza količine padalina i varijabilnosti pokazivala je sličnosti u trendovima promjene.

Korelacijska analiza desetogodišnjih srednjaka padalina i varijabilnosti (Tab. 5) pokazala je da umjerena negativna veza postoji u kolovozu i listopadu. Statistički značajna negativna veza nije utvrđena. Korelacijska analiza tridesetogodišnjih srednjaka (Tab. 5) pokazala je da umjerena negativna veza postoji u lipnju i rujnu. Statistički značajna negativna veza postoji u listopadu i u ljeto. Jaka negativna veza nije utvrđena ni u jednom slučaju. Također, postoji veća podudarnost između umjerenih i značajnih negativnih veza nego što je to slučaj s pozitivnim vezama.







Sl. 3. Dekadski srednjaci mjesečne, sezonske i godišnje količine padalina (lijevo) i varijabilnosti padalina (desno). Isprekidane crte prikazuju linearni trend

Fig. 3 Monthly, seasonal and annual precipitation for successive decades (left) and the variability of precipitation (right). Broken lines represent the linear trend

Tab. 5. Korelacijska analiza desetogodišnjih i tridesetogodišnjih srednjaka padalina i varijabilnosti

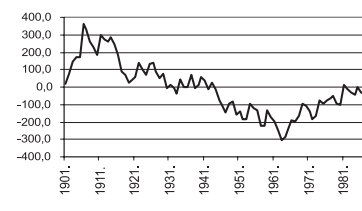
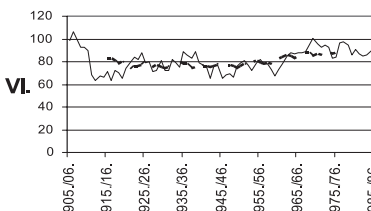
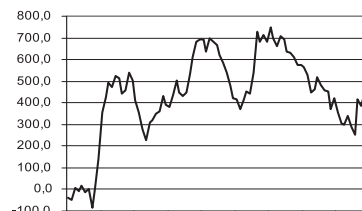
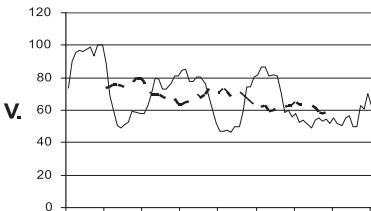
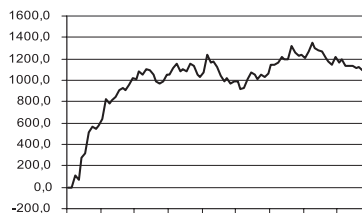
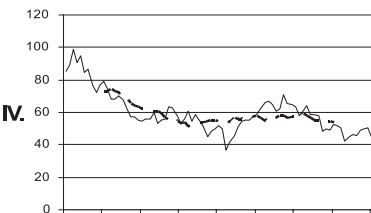
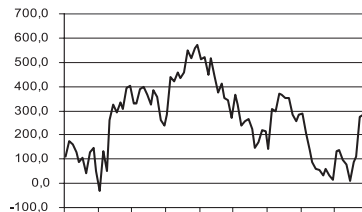
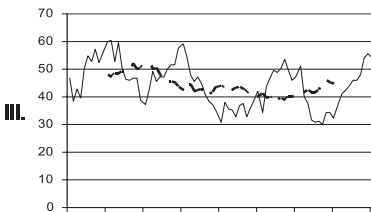
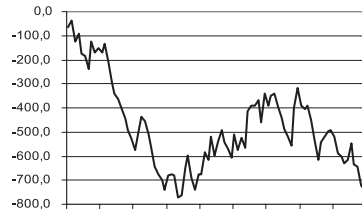
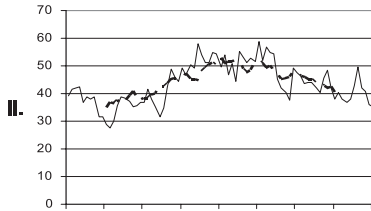
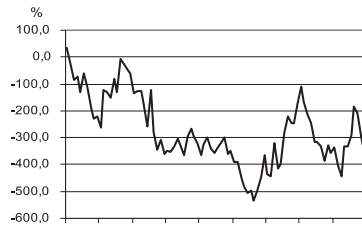
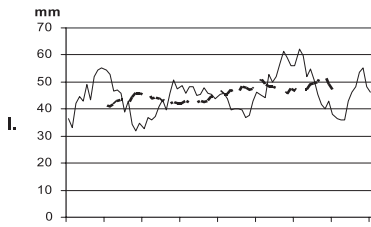
Tab. 5 *Correlation analysis of ten-year and thirty-year averages of precipitation and variability*

	KOEK. KORELACIJE SREDNJAKA	
	desetogodišnjih	tridesetogodišnjih
siječanj	-0,3028	0,0145
veljača	0,3739	0,5070
ožujak	-0,2341	0,1758
travanj	-0,0984	-0,4530
svibanj	-0,2014	0,1872
lipanj	-0,2646	-0,7134
srpanj	0,5726	0,0170
kolovoz	-0,5073	0,0312
rujan	-0,2181	-0,6828
listopad	-0,7671	-0,8719
studenj	-0,3237	0,0674
prosinac	-0,3526	-0,2023
proljeće	0,0893	-0,0050
ljet	-0,4312	-0,8564
jesen	-0,1979	-0,3967
zima	-0,2405	-0,0097
godina	0,3187	0,8624

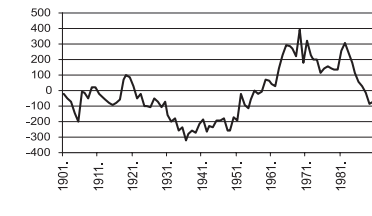
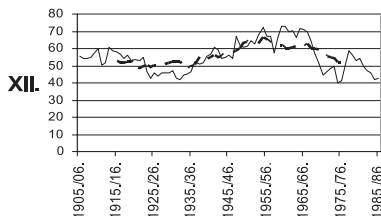
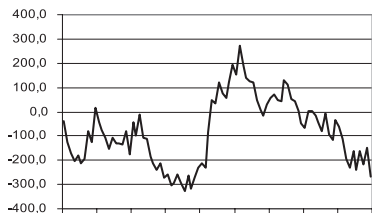
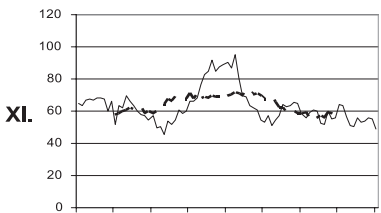
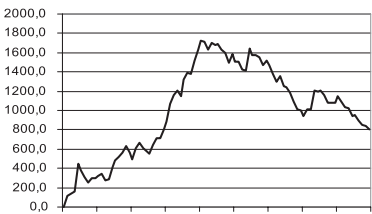
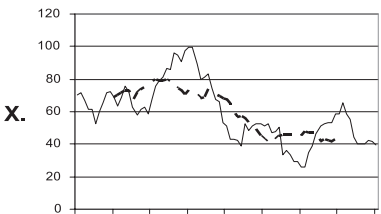
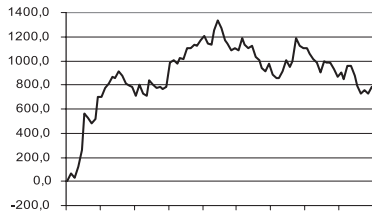
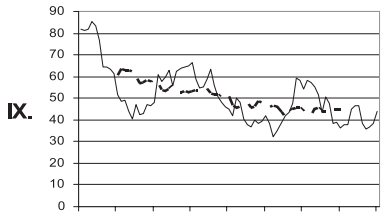
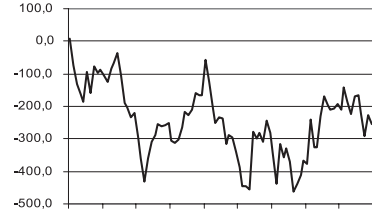
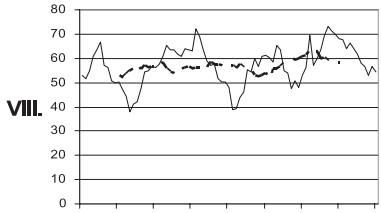
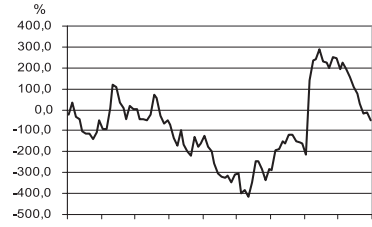
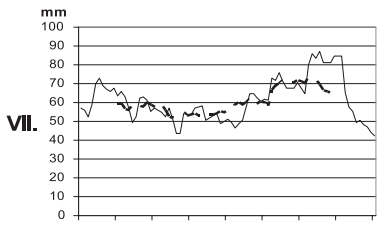
Pokazalo se da veza promjene količine padalina i varijabilnosti nije jednostavna. Povećanje količine padalina ne mora dovesti do smanjenja varijabilnosti i obratno. Može se pretpostaviti da će veliki porast ili pad količine padalina dovesti do odgovarajućeg smanjenja ili povećanja varijabilnosti, ali rezultati rada nisu pokazali pod kojim točno uvjetima. Ne smije se isključiti ni utjecaj mogućih čimbenika koji na tu vezu utječu, prije svega na one procese koji uvjetuju nastanak padalina u Osijeku (Penzar, Penzar 1979-81). Ipak, u nekim je mjesecima smanjenje količine padalina i povećanje varijabilnosti, kao i obratni proces, moguće dovesti u vezu. Posebno to dolazi do izražaja u listopadu. Listopad je mjesec koji ima najveće trendove smanjenja padalina, a i najveći trend porasta varijabilnosti. Valja napomenuti da je i u lipnju, mjesecu s najvećom količinom padalina u kojem je zabilježen blagi porast količine padalina, zabilježen i pad varijabilnosti.

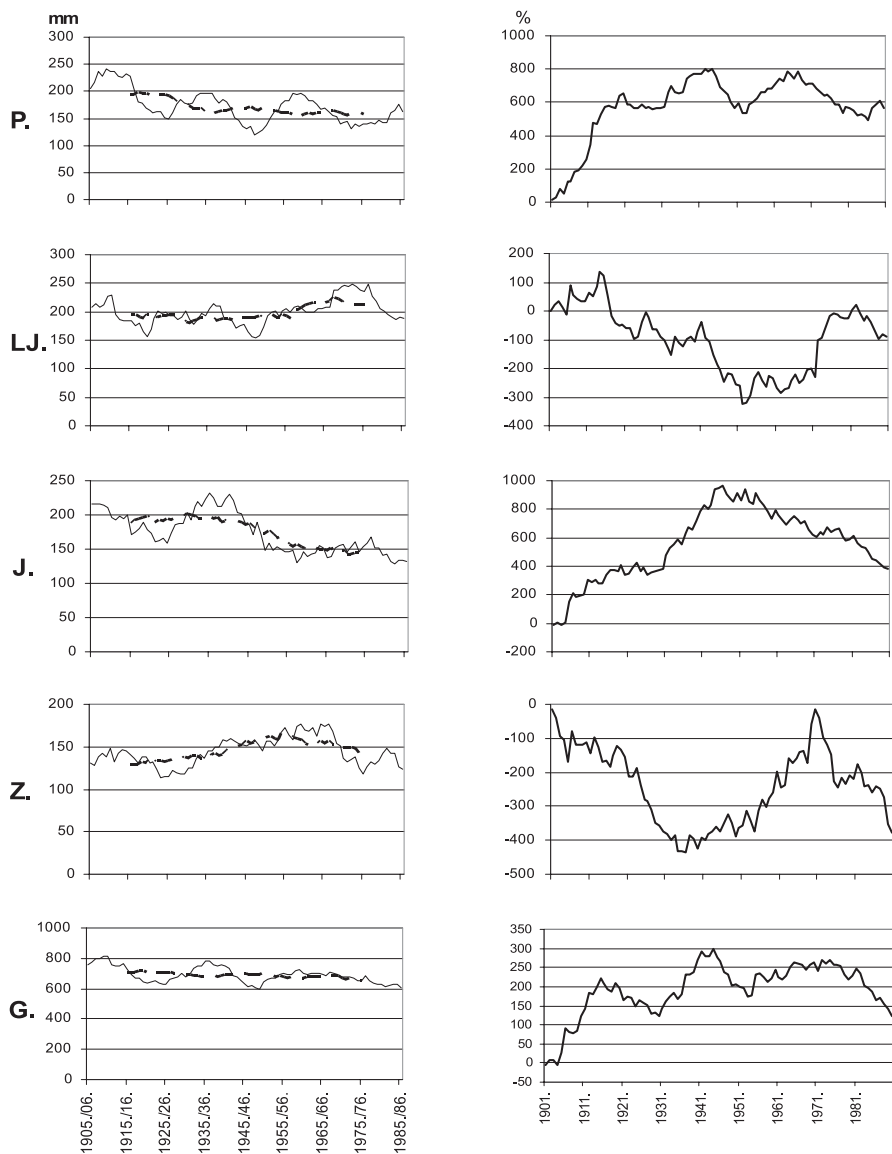
Promjena količine padalina 1901.-1990.

Do sada je analiziran godišnji hod varijabilnosti, a sada će biti razmotrena promjena količine padalina u promatranom razdoblju. Slika 4. prikazuje desetogodišnje i tridesetogodišnje klizne trendove i kumulativna odstupanja. Kumulativna odstupanja dobro pokazuju promjene u kretanju količine padalina, odnosno vrijeme kada se količina padalina počinje smanjivati ili povećavati. Pri kumulativnim odstupanjima valja biti oprezan budući da kumulativno odstupanje u nekoj godinu, osim u prvoj, u sebi sadržava sva prethodna odstupanja.



Mladen Maradin – Varijabilnost padalina u Osijeku





Sl. 4. Desetogodišnji i tridesetogodišnji (iscrtkana krivulja) klizni srednjaci padalina (lijevo) i kumulativna odstupanja od srednjaka 1931.-90. (desno)

Fig. 4 Ten-year and thirty-year (broken curve) moving averages of precipitation (left) and cumulative percentual deviations of precipitation from the 1931-90 mean (right)

Slika 4. pokazuje da količina padalina u promatranom razdoblju ima trend povećanja u ljetu i zimu, dok se količina padalina smanjuje u proljeće i jesen. Pad količine padalina naročito je izražen u jesen, gdje se ističe mjesec listopad. Značajan pad zabilježen je i u mjesecu svibnju.

Kretanje godišnje količine padalina podsjeća na fluktuacije, premda to nisu, jer fluktuacije imaju iste minimalne i maksimalne vrijednosti, što ovdje nije slučaj (Šegota 1969). Uvjetno možemo govoriti o dvije fluktuacije. Tako prva fluktuacija traje od 1915. do 1944. godine, a druga od 1944. do 1974. godine. Srednja količina padalina u prvoj fluktuaciji iznosi 700,4 mm, a u drugoj 676,1 mm. Prema tome možemo govoriti o smanjenju padalina u drugoj fluktuaciji u odnosu na prvu. Također, zadnji maksimum druge fluktuacije slabo je naglašen, što ukazuje na pad količine padalina u drugoj polovici 20. stoljeća. Srednja relativna varijabilnost također je veća u razdoblju prve fluktuacije, i iznosi 15,0%, nego u razdoblju druge, kada je bila 14,6%, što je u skladu s dosadašnjim razmatranjima.

Godišnje kretanje količine padalina prosjek je svih mjesečnih, odnosno sezonskih kretanja količine padalina. Sve one pokazuju veća ili manja odstupanja količine padalina u odnosu na godišnji hod padalina. Za svaki mjesec ili godišnje doba postoje promjene količine padalina u promatranom razdoblju. Tako se iza pada količine padalina u proljeće, uvjetno govoreći, kriju tri fluktuacije (s time da kraj zadnje još nije u potpunosti jasan). Promjene količine padalina u proljeće mogu biti uzrok slabe veze između količine padalina i varijabilnosti. S druge strane, u ljetu i jesen kretanje količine padalina pokazuje, uvjetno govoreći, samo jednu potpunu fluktuaciju, što bi moglo objasniti veću pravilnost između količine padalina i varijabilnosti. Ljeti, nakon smanjenja padalina, od 1952. do 1982. godine dolazi do kontinuiranog rasta količine padalina. U jesen, nakon 1946. godine dolazi do kontinuiranog pada količine padalina.

Kretanje mjesečne količine padalina pokazuje još veća odstupanja. Ipak, postoje određene pravilnosti. Naime, što padaline pokazuju duže vrijeme isti trend, postoji veća vjerojatnost da će se dobiti očekivani rezultat. Vidljivo je to u listopadu. U tom mjesecu količina padalina raste od 1941. godine, nakon čega, uz manja odstupanja, kontinuirano pada. Nešto slično postoji i u lipnju. Ipak, godišnja promjena količine padalina i varijabilnosti ne može se u potpunosti objasniti na ovaj način. Smanjenje varijabilnosti može biti rezultat prosjeka različitih odstupanja količine padalina pojedinih mjeseci. Zbog brojnih oscilacija padalina linearna analiza trendova dat će dobre rezultate samo u slučaju da linearni trend dobro predstavlja kretanje količine padalina i varijabilnosti u danom razdoblju. Naravno, valja uzeti u obzir i činjenicu da varijabilnost ne mora u svim slučajevima ovisiti isključivo o smanjenju ili povećanju količine padalina, odnosno da postoje i drugi razlozi promjene varijabilnosti padalina.

ZAKLJUČAK

Za Osijek je karakterističan kontinentski tip godišnjeg hoda padalina. Glavni maksimum padalina je u lipnju, a sekundarni u studenom. Glavni minimum je u ožujku, a sporedni je u rujnu. Najviše padalina padne u ljeto, a najmanje u zimi.

Najmanja je varijabilnost ljeti, s minimumom u mjesecu lipnju. Sporedni minimum varijabilnosti javlja se u zimi, a najizraženiji je u prosincu. Maksimum varijabilnosti ne javlja se u mjesecu s najmanje padalina, već u vrijeme sporednog minimuma padalina u listopadu. Sporedni maksimum varijabilnosti je zimi, u veljači.

Korelacijskom analizom trendova padalina i varijabilnosti desetogodišnjih i tridesetogodišnjih srednjaka nije utvrđena jasna veza između ispitivanih varijabli u svim mjesecima. Ipak, postoji umjerena, odnosno značajna veza između povećanja varijabilnosti i smanjenja padalina u listopadu, što znači da je smanjenje padalina u listopadu dovelo do povećanja varijabilnosti. Slično je dobiveno i za ljeto. U ostalim mjesecima i godišnjim dobima ne postoji statistički relevantna negativna veza. Unatoč značajnog smanjenja godišnje količine padalina, varijabilnost se također smanjila.

Veza između promjene količine padalina i varijabilnosti složena je. Povećanje ili smanjenje količine padalina, do određene razine, ne mora dovesti do povećanja ili smanjenja varijabilnosti, ali nije dobivena jasna veza koja bi objašnjavala taj odnos. Razlog može biti u činjenici što linearni trend ne predstavlja dobro kretanje istraživanih parametara, zbog brojnih oscilacija količine padalina u promatranom razdoblju.

LITERATURA

- Conrad V., Pollak L. W.**, 1950: *Methods in Climatology*. Harvard University Press, Cambridge, 1950, 459 pp.
- Cvitan L.**, 1998: Desetogodišnji i tridesetogodišnji oborinski ciklusi u Zagrebu i Splitu. u Zbornik radova znanstvenog skupa s međunarodnim sudjelovanjem "Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama", Zagreb, 41-46
- Filipčić A.**, 1992: Klima Hrvatske. *Geografski Horizont*, 38/2, 26-35
- Furlan D.**, 1977: *The Climate of Southeast Europe*. u Walden C. C. (ur.) *Climates of Central and Southern Europe*, Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, 185-235
- Gavazzi A.**, 1929: Horizontalni raspored najvećih i najmanjih prosječnih mjesečnih množina padalina na Balkanskom poluotoku. *Hrvatski geografski glasnik*, 1, 14-21
- Goldberg J.**, 1953: Prilozi istraživanju klimatskih fluktuacija u Jugoslaviji. *Radovi/ Geofizički institut, serija III.*, br. 3.
- Juras J.**, 1985: Neke karakteristike promjene klime Zagreba u posljednjem tridesetljeću. *Geofizika*, Vol.2, 93-102
- Kovačević V.**, 1998: Oborinski i temperaturni režim kao čimbenici prinosa kukuruza i pšenice u Istočnoj Hrvatskoj i mogućnosti njihovom prilagođavanju. u Zbornik radova znanstvenog skupa s međunarodnim sudjelovanjem "Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama", Zagreb, 189-194
- Mađar S., Šoštarić J., Tomić F., Marušić J.**, 1998: Neke klimatske promjene i njihov utjecaj na poljoprivredu Istočne Hrvatske. u Zbornik radova znanstvenog skupa s međunarodnim sudjelovanjem "Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama", Zagreb, 127-133
- Oppitz O.**, 1939: Verteilung der Niederschlagsinten auf der Balkanhalbinsel nach den Jahreszeiten. *Glasnik geografskog društva*, VIII-IX-X, 167-174
- Penzar B.**, 1959: Razdioba Schulzeovih koeficijenata godišnjeg hoda padavina u FNRJ. *Vesnik hidrometeorološke službe FNRJ*, Beograd, 8, 1-2, 32-38
- Penzar B.**, 1976: Klima makroregionalnih gradova SR Hrvatske. u Cvitanović, A. (ur.) *Centralna naselja i gradovi SR Hrvatske*, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, 163-191
- Penzar B., Penzar I.**, 1979-81: O položaju i uzrocima ekstrema u godišnjem hodu oborine u Hrvatskoj. Dio I. i II. *Geografski glasnik*, 41-42, 27-48; 43, 27-49
- Penzar B., Penzar I.**, 1982-83: Prikaz godišnjeg hoda oborine u Hrvatskoj pomoću Köppenove sheme. *Radovi/ Geografski odjel* 17-18, 3-9
- Penzar B., Penzar I., Juras J., Marki A.**, 1992: Brief review of the climatic fluctuations recorded in Zagreb between 1986 and 1990. *Geofizika*, Vol. 9, 57-67
- Šegota T.**, 1969: Sekularne fluktuacije padaline u Zagrebu. *Geografski glasnik* 31, 5-55
- Šegota T.**, 1986: Relativni udio padalina u Jugoslaviji u toploj i hladnoj polovici godine. *Radovi*, 21, 3-6
- Šegota T., Filipčić A.**, 1996: *Klimatologija za geografe*. Školska knjiga, Zagreb, 472 pp.
- Škreb S. i dr.**, 1942: *Klima Hrvatske*. Geofizički zavod, Zagreb
- Šošić I., Serdar V.**, 2002: *Uvod u statistiku*. Školska knjiga, Zagreb, 363 pp.

SUMMARY

Variability of Precipitation in Osijek

Mladen Maradin

This paper analyses variability of precipitation in Osijek in three periods of thirty years, starting from the year 1901 till 1990. Precipitation variability has been defined using different methods of mean arithmetic deviation. Besides that, the changes in precipitation amount were determined in order to establish regularity between changes in precipitation amount and variability.

Precipitation variability is the average of all deviations of the precipitation, disregarding their signs. Therefore a proper term for variability, defined as above, would be the average absolute variability of precipitations. In order to compare different time series, average relative variability is most frequently used in paper. Standard deviation and coefficient of variation were used in the paper as measure of variability.

Sixty-year period has been determined from the year 1931 till 1990, because none of the thirty-year period was representative. A primary minimum of precipitation is at the end of winter and at the beginning of spring (March), while secondary minimum is in autumn (October). Primary maximum is at spring and summer (June), and secondary maximum is in autumn (October). Seasonal averages show that precipitation maximum is in summer and minimum in winter.

Analyses of precipitation variability reveal that annual variability course is characterized with two maximums and two minimums of variability. Primary minimum of variability is in spring and summer (minimum in June, rarely in July or August) and secondary is in winter (minimum in November or December). Primary maximum of variability is in autumn (maximum in October, rarely in September) and secondary maximum is in spring (maximum in February). It is important to notice that May is enhanced in the period of primary minimum in spring and summer, with a slightly higher relative average variability.

Standard deviation of precipitation is calculated as average deviations from period mean (1931-90). The results of this method are similar to results that are calculated using the average relative variability. Coefficient of variation shows that variability is lower in spring and summer (minimum in June), than in autumn and winter (maximum in October).

Correlation analysis of ten-year precipitations averages and variability shows that there is a moderate negative connection in August and October. Correlation analysis of thirty-year averages shows that there is a moderate negative connection in June and September. Statistically, close negative connection is in October and in summer, but no strong negative connection is determined. Course of precipitation amount and variability in observed period shows close positive connection.

It has been determined that relationship between change of precipitation and variability is not simple. Increase of precipitation amount does not have to cause variability decrease. It can be assumed that larger increase or decrease of precipitation amount can cause adequate decrease or increase of variability, but the research results did not point under what circumstances that happens. Influence of possible factors of that connection could not be excluded, especially the influence of processes that cause precipitation genesis in Osijek. Nevertheless, during some months a decrease of precipitation amount and variability increase (and vice-versa), can be connected, like it is a case in October.

It is important to consider a fact that linear analyses trend will gain good results only if linear trend can present approximate course of precipitation amount and variability, due to many fluctuations between researched variables. It must also be considered that variability must not in all cases depend on decrease or increase of precipitation amount, but the fact, that there are other causes of variability change.

Primljeno (Received): 27 - 04 - 2007

Prihvaćeno (Accepted): 05 - 10 - 2007

Mladen Maradin, asistent-znanstveni novak
Geografski odsjek, Prirodoslovno-matematički
fakultet,
Marulićev trg 19/II, Zagreb, Hrvatska
e-mail: mmaradin@geog.pmf.hr