

Stevan PROHASKA,¹ Nedeljko TODOROVIĆ,²
Milena JELOVAC,¹ Nikola BOŽOVIĆ,¹



IDENTIFIKACIJA POJAVE PERIODA KIŠNIH I SUŠNIH GODINA U VIŠEGODIŠNJOJ SERIJI SUMA GODIŠNJIH PADAVINA NA TERITORIJI GRADA BEOGRADA

REZIME

U radu su dati rezultati kvantifikacije (identifikacije) perioda kišnih i sušnih godina u višegodišnjoj vremenskoj seriji suma godišnjih padavina na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar. U osnovi korišćene su serije godišnjih suma padavina registrovanih u višegodišnjem period od 1888. do 2016. godine. Kvantifikacija navedenih karakterističnih perioda izvršena je na bazi „kliznog“ sumiranja sume padavina susednih godina, primenom procedure pokretnog sumiranja, bazirane na principu metode „moving average“. Vremenski korak pokretnog sumiranja definisan je na osnovu karakteristika spektralne funkcije. Identifikovani periodi najznačajnijih cikličnosti definisali su veličine koraka „kliznog“ sumiranja, koji u konkretnom slučaju iznose: jednogodišnji, dvogodišnji, trogodišnji, petogodišnji, desetogodišnji, četrnaestogodišnji i dvadesetogodišnji. Na ovaj način formirane su nove vremenske serije za sve navedene vremenske korake, koje su tretirane na isti način.

Za svaku nevedenu vremensku seriju definisani su trendovi i izvršeno je rangiranje svakog člana serije po značajnosti (veličini). Svrstavanje ekstremnih vrednosti članova niza, u opadajući, odnosno rastući niz, omogućilo je definisanje redosleda pojave perioda kišnih i sušnih godina, za sve navedene vremenske korake pokretnog sumiranja. Ekstrakcijom i sortiranjem istih identifikovane su godine, odnosno karakteristični periodi pojave kišnih i sušnih godina u višegodišnjem nizu sume padavina u okolini Beograda.

Rezultati ove analize prikazani su numerički u odgovarajućim tabelarnim prikazima i grafički za sve razmatrane vremenske korake.

Ključne reči: godišnje sume padavina, kišne godine/periodi, sušne godine/periodi, „klizno“ sumiranje, rangiranje, cikličnost, statistička značajnost

UVODNE NAPOMENE

Osnovno polazište za sprovedene analize je pretpostavka da je vremenska serija sume godišnjih padavina jedna realizacija stohastičkog procesa koja se u osnovi može razložiti na dve osnovne komponente: determinističku i stohastičku. Uvedena je pretpostavka da determinističku komponentu sačinjavaju linearni trend i ciklična (periodična) komponenta. Stohastičku komponentu čine slučajne veličine koje se pokoravaju nekom zakonu raspodele verovatnoće. Ciklična komponenta je u osnovi deterministička i sastavljena iz niza periodičnih komponente koji imaju svoju amplitudu, periodu i fazno pomeranje. Posledica toga je da rezultujuća vremenska serija suma godišnjih padavina, sastavljena od determinističke i stohastičke komponente, ima ciklični karakter, koji se ogleda u zakonomernom smenjivanju kišnih i sušnih godina (perioda). Jedan ciklus sadrži jedan kišni i jedan sušni period, čija ukupna dužina trajanja predstavlja period ciklusa. Identifikacija najzastupljenijih perioda u seriji

godišnjih sume padavina izvršena je preko spektralne funkcije.

Za potrebe iznalaženja najvlažnijih i najsušnijih godina, odnosno višegodišnjih perioda primenjena je procedura „kliznog“ sumiranja sume godišnjih padavina. Dužine koraka „kliznog“ sumiranja određene su na osnovu spektralne funkcije serije godišnjih sume padavina. Najvlažnije i najsušnije godine, odnosno višegodišnji periodi, definisani su putem sprovedene procedure rangiranja članova serija slučajnih veličina po unapred utvrđenoj značajnosti (kišna ili sušna).

PROCEDURA PRORAČUNA

Višegodišnja vremenska serija godišnjih sume padavina na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar za period 1888–2016. godine usvojena je za definisanje i identifikaciju kišnih i sušnih godina (višegodišnjih perioda) za područje grada Beograda.

Prof. dr Stevan PROHASKA, dipl. inž. građ.¹ Nedeljko TODOROVIĆ, dipl. met.² Milena JELOVAC, dipl. inž. polj.¹ Nikola BOŽOVIĆ, dipl. fiz.¹

¹ Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd

² Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd

Karakter višegodišnje cikličnosti serije godišnjih suma padavina određen je preko spektralne funkcije, koja definiše najznačajnije periode cikličnih komponenti od kojih je ista sastavljena. Za proračun spektralne funkcije, odnosno identifikaciju dužine perioda cikličnih komponenti korišćena je procedura izložena u literaturi (Prohaska, 2017). Identifikovane dužine perioda cikličnih komponenti bile su osnova za definisanje dužina koraka „kliznog“ sumiranja članova razmatrane serije godišnjih suma padavina. Na taj način, za svaku usvojenu dužinu koraka „kliznog“ sumiranja dobijene su nove vremenske serije. Ukupan broj novoformiranih serija jednak je broju usvojenih koraka „kliznog“ sumiranja.

Novoformirane vremenske serije dobijene u postupku „kliznog“ sumiranja su zatim podvrgнуте proceduri rangiranja članova serija po značajnosti. U konkretnom slučaju primenjena je procedura detaljno prikazana u literaturi (Prohaska et al., 2017). Rangiranje je izvršeno sa dva aspekta:

- identifikacije kišnih godina, odnosno višegodišnjih perioda
- identifikacije sušnih godina, odnosno višegodišnjih perioda.

Konačni rezultati prikazuju se u vidu suma padavina za odabrane dužine koraka „kliznih“ perioda, ili pak srednje prosečne vrednosti suma padavina za iste perode.

PRIKAZ REZULTATA PRORAČUNA

S ciljem identifikacije periodičnih komponenti u dugogodišnjoj seriji godišnjih suma padavina na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar izvršen je proračun diskretnog spektra, odnosno periodograma. Proraračun je izvršen na bazi osnovne (originalne serije), kao i za verziju ublažene (uglačane) serije po metodi LOWESS (Prohaska, 2017) u kojima je eliminisan uticaj mikrocikličnosti. Rezultati proračuna spektralne funkcije serije godišnjih suma padavina za meteorološku opservatoriju Beograd-Vračar

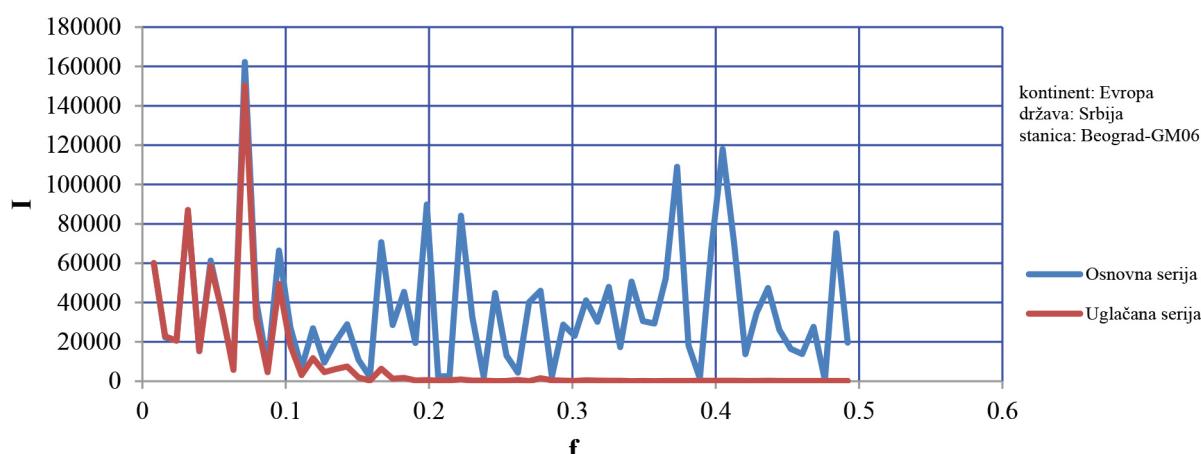
prikazani su grafički u vidu periodograma na slici 1 i numerički u tabeli 1 preko vrednosti perioda, odnosno frekvenci, za tri (T_1 , T_2 i T_3), po redosledu najznačajnije identifikovane ciklične (periodične) komponente u razmatranoj dugogodišnjoj vremenskoj seriji.

Tabela 1. Prikaz najzastupljenijih perioda u dugogodišnjoj seriji godišnjih suma padavina na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar

R. br. najzastupljenijih perioda	Frekvenca	Period (u godinama)
T_1	0.0714	14.00
T_2	0.4048	2.47
T_3	0.3730	2.68

Rezultati proračuna spektralne analize su ukazali da najznačajnija periodična komponenta u dugogodišnjoj seriji godišnjih suma padavina na opservatoriji Beograd-Vračar ima period cikličnosti od 14 godina, a da se periodi druge i treće komponente po značajnosti kreću u intervalu 2–3 godine. U vezi sa ovim proizlazi da je pri izboru dužine koraka za potrebe „kliznog“ sumiranja godišnjih suma neophodno uključiti ove vrednosti perioda od 14 godina, zatim dve i tri godine. Osim ovih perioda, s ciljem sveobuhvatnog prikaza karaktera sušnih i kišnih perioda odabrane su i dužine koraka „kliznog“ perioda u iznosu od: jedna godina, pet, deset i dvadeset godina.

Postupak „kliznog“ sumiranja godišnjih vrednosti padavina izvršen je za sve navedene dužine koraka „kliznog“ sumiranja. Na taj način dobijeno je novih šest serija suma padavina za navedene dužine koraka. Na osnovu podataka iz tih serija izvršeno je rangiranje za značajnosti primenom procedure prikazane u literaturi (Prohaska, 2017), s tim što su kod rangiranja kišnih perioda korišćeni uređeni podaci u opadajućem nizu, a kod rangiranja sušnih perioda u rastućem nizu. Rezultati najznačajnijih, prvih deset po veličini ekstremnih vrednosti suma padavina za sve tretirane dužine koraka od jedne godine, dve, tri, pet, deset, četrnaest i dvadeset godina prikazani su tabelarno i to za kišne godine/periode u tabeli 2/1, a za sušne u tabeli 2/2.



Slika 1. Prikaz periodograma (diskretnog spektra) originalne i uglačane (po metodi LOWESS) serije godišnjih suma padavina na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar



Tabela 2/1. Prikaz najkišnijih godina/perioda na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar

R.br.	Dužina koraka „kliznog“ sumiranja u godinama													
	1-god.		2-god.		3-god.		5-god.		10-god.		14-god.		20-god.	
	god	mm	Od-do	mm	Od-do	mm								
1	2014	1095	1954-55	1787	2014-16	2539	1937-41	4104	1972-81	7578	1898-11	10579	1963-82	14588
2	1999	1051	2014-15	1779	1954-56	2523	1977-81	4037	1973-82	7551	1896-09	10564	1937-56	14567
3	1937	983	1980-81	1759	1953-55	2484	1952-56	3967	1974-83	7515	1894-07	10434	1964-83	14561
4	1954	926	2013-14	1702	1939-41	2463	1951-55	3948	2001-10	7497	1917-30	10288	1968-87	14511
5	1974	910	1940-41	1680	1980-82	2453	1978-82	3939	1969-78	7437	1895-08	10262	1995-14	14502
6	1980	908	2009-10	1670	1979-81	2447	1936-40	3900	1971-80	7422	1916-29	10257	1936-55	14488
7	1919	905	1974-75	1659	1937-39	2424	1995-99	3872	2005-14	7399	1897-10	10247	1996-15	14485
8	2001	889	1937-38	1641	1940-42	2403	1974-78	3862	1933-42	7387	1904-17	10223	1966-85	14473
9	2010	866	1936-37	1640	1978-80	2394	2006-10	3845	1932-41	7369	1901-14	10217	1962-81	14465
10	1941	861	1998-99	1636	2013-15	2387	1938-42	3844	1936-45	7358	1905-18	10196	1997-16	14456

Tab. 2/2 Prikaz najsušnjih godina/perioda na meteorološkoj opservatoriji Beograd - Vračar

R.br.	Dužina koraka "kliznog" sumiranja u godinama													
	1 - god.		2 - god.		3 .god.		5 - god.		10 - god.		14 - god		20 - gd	
	god.	mm	Od-do	mm	Od-do	mm	Od-do	mm	Od-do	mm	Od-do	mm	Od-do	mm
1	1907	325	1907-08	820	1906-08	1388	1904-08	2551	1902-11	5604	1969-82	8270	1904-23	12217
2	2000	368	1906-07	893	1907-09	1462	1903-07	2665	1898-07	5881	1968-81	8464	1892-11	12243
3	1928	421	1917-18	960	1916-18	1533	1905-09	2697	1901-10	5895	1967-80	8516	1890-09	12287
4	1923	423	1916-17	1025	1905-07	1561	1907-11	2714	1899-08	5904	1970-83	8528	1902-21	12317
5	1911	436	1961-62	1036	1928-30	1562	1959-63	2759	1903-12	5913	2001-14	8536	1901-20	12391
6	1917	452	1928-29	1046	1961-63	1575	1958-62	2806	1900-09	5936	1974-87	8586	1893-12	12401
7	1961	465	1060-61	1050	1960-62	1622	1957-61	2837	1957-66	6018	1997-10	8588	1903-22	12402
8	1920	468	1022-23	1057	1959-61	1649	1906-10	2646	1904-13	6028	2003-16	8625	1891-10	12403
9	1898	472	2011-12	1063	1902-04	1654	1960-64	2872	1956-65	6062	1966-79	8635	1916-34	12427
10	1894	475	1898-99	1082	1988-90	1658	1902-06	2889	1958-67	6136	1965-78	8637	1898-17	12449

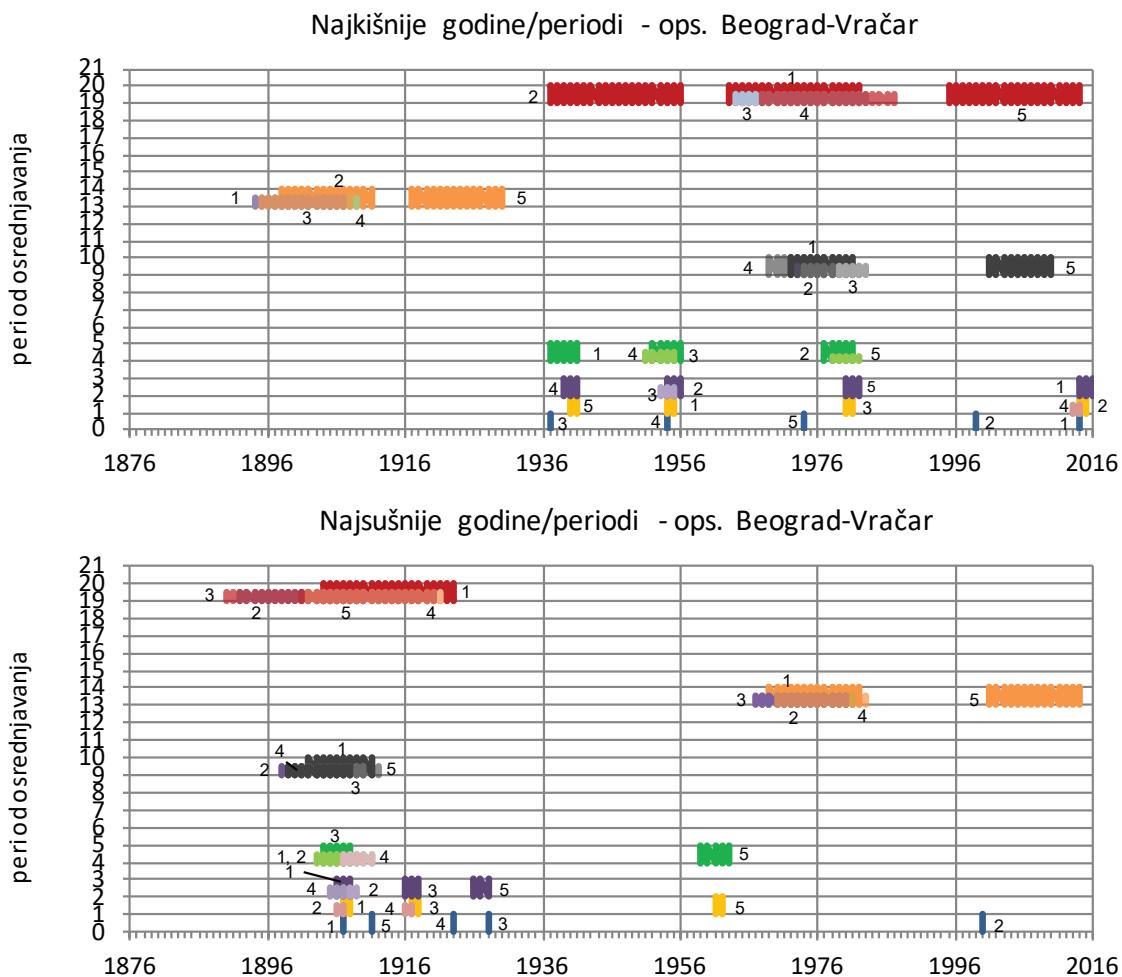
Grafička interpretacija hronološkog prikaza pojave ekstremnih kišnih i sušnih godina, odnosno perioda data je na slici 2.

Kao što se vidi na slici 2, postoji značajna disharmonija u pojavi kišnih i sušnih perioda. Najekstemnije godine, po vodnosti i sušnosti ne pripadaju istim tretiranim višegodišnjim periodima, odabranim kao dužine koraka „kliznog“ osrednjavanja. To nam samo ukazuje na svu složenost u procesu formiranja suma padavina u višegodišnjem periodu. Generalno se može zaključiti da su sušni periodi preovladavali krajem pretprošlog i početkom prošlog veka. Za razliku od njih, kišni periodi su bili više zastupljeni od polovine prošlog veka pa sve do početka ovoga veka.

Što se tiče pojedinačnih jednogodišnjih suma padavina najkišnija je bila 2014. godina sa ukupno 1095 mm, što je za 62% više od višegodišnjeg proseka koji za meteorološku opservatoriju Beograd-Vračar iznosi 676 mm. Druga po značajnosti je bila 1999. godina, sa ukupnom sumom padavina od 1051 mm, zatim slede 1937. godina sa 983 mm, 1954. godina sa

926mm itd. Najsušnija godina sa jednogodišnjom sumom padavina je bila 1907. godina sa ukupno 325 mm, što je za 52% niže od višegodišnjeg proseka. Redosled godina po sušnosti je: na drugom mestu je 2000. godina sa ukupnom godišnjom sumom padavina od 368 mm, zatim sledi 1928. godina sa 421 mm, 1923. godina sa 423 mm itd.

Kod dvogodišnjih suma padavina najkišniji period je bio 1954-1955. godina sa ukupnom sumom padavina od 1787 mm, što je za 32% više od višegodišnjeg proseka, koji iznosi 1352 mm. Drugi po značajnosti suma padavina je bio period 2014-2015. godine sa ukupnom sumom padavina od 1779 mm, zatim slede periodi 1980-1981. godina sa 1759 mm, pa 2013-2014. godina sa 1702 mm itd. Najsušniji dvogodišnji period registrovan je 1907-1908. godine sa iznosom suma padavina od 820 mm, što je za 39% manje od višegodišnjeg perioda. Prethodni dvogodišnji period 1906-1907. godine je drugi po sušnosti u iznosu od 893 mm, zatim slede dvogodišnji periodi 1916-1918. godine sa 960 mm, pa period koji mu prethodi 1916-1917. godine sa 1025 mm itd.



Slika 2. Hronološki prikaz pojave prvih pet po redosledu ekstremnih kišnih i sušnih godina/perioda na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar

Sa gledišta trogodišnjih suša situacija se uglavnom ponavlja. Najkišniji trogodišnji period je 2014–2016. godine sa ukupnom sumom padavina u iznosu od 2539 mm, što je za 25% više od višegodišnjeg proseka, koji iznosi 2026 mm. Drugi po značajnosti trogodišnji period je 1954–1956. godina sa ukupnim iznosom padavina od 2523 mm itd. Najsušniji trogodišnji period je ponovo 1906–1908. godina sa iznosom padavina od 1388 mm, što je za 31% manje od višegodišnjeg proseka. Na drugom mestu ostaje takođe isti vremenski period, dok je na trećem mestu trogodišnji period 1916–1918. godine sa ukupnom sumom od 1533 mm.

Kod najkišnijih petogodišnjih perioda situacija se znatno menja. Najkišniji petogodišnji period je 1937–1941. godina sa ukupnim iznosom padavina od 4104 mm, što je za 22% više od višegodišnjeg proseka, koji iznosi 3369 mm. Drugi po značajnosti je petogodišnji period 1977–1981. godina, sa ukupnim iznosom padavina od 4037 mm, zatim sledi petogodišnji period 1952–1956. godina sa ukupnom sumom padavina od 3967 mm. Najsušniji petogodišnji period je uverljivo 1904–1908. godina sa ukupnom sumom padavina u iznosu od 2551 mm, što je za 24% manje

od višegodišnjeg proseka. Na drugom, trećem i četvrtom mestu po sušnosti su petogodišnji periodi koji ga neposredno slede – pre i posle njega.

Za desetogodišnje periode uverljivo je najkišniji period 1972–1981. sa ukupnim iznosom od 7578 mm, što je za 13% više od višegodišnjeg proseka, koji iznosi 6736 mm. Na drugom i trećem mestu po vodnosti su desetogodišnji periodi koji ga neposredno slede. Sa gledišta suše najsušniji desetogodišnji period je 1902–1911. godine sa ukupnog sumom padavina od 5604 mm, što je za 17% manje od višegodišnjeg proseka. Na drugom, trećem, četvrtom i petom mestu po sušnosti su desetogodišnji periodi koji mu uglavnom prethode ili slede.

Slika vodnosti i sušnosti se drastično menja za dužinu perioda najzastupljenije periodične komponente u seriji godišnjih suma padavina na metorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar, u iznosu od 14 godina, identifikovane preko spektralne funkcije (slika 1). Prema toj analizi najkišniji četrnaestogodišnji period je 1898–1911. godina, sa ukupnim iznosom padavina od 10579 mm, što je za 12% više od višegodišnjeg proseka, koji iznosi 9420 mm. Na drugom, trećem



i petom mestu po vodnosti su četrnaestogodišnji periodi koji mu prethode, a na četvrtom mestu četrnaestogodišnji period 1917–1930. godine. Po sušnosti najsušniji je četrnaestogodišnji period 1969–1982. godina, sa ukupnim iznosom sume padavina od 8270 mm, što je za 12 % manje od višegodišnjeg proseka. Na dugom i trećem mestu su četrnaestogodišnji periodi koju mu neposredno prethode.

Za dvadesetogodišnji period najkišniji je 1963–1982. godine, sa ukupnom sumom padavina u iznosu od 14588 mm, što je za 8% više od višegodišnjeg proseka koji iznosi 13448mm. Na drugom mestu po vodnosti je dvadesetogodišnji period 1937–1956. godine. Na trećem i četvrtom mestu po vodnosti su dvadesetogodišnji periodi koji slede navedeni najkišniji period, a to su: 1964–1983. godine i 1968–1987. godine. Ubedljivo najsušniji dvadesetogodišnji period je 1904–1923. godina, sa ukupnom sumom

padavina od 12217 mm, što je za 9% manje od višegodišnjeg proseka. Sledećih deset mesta po sušnosti zauzimaju dvadesetogodišnji periodi koji mu uglavnom prethode.

S ciljem sveobuhvatnijeg sagledavanja značajnosti razmatranih višegodišnjih perioda po vodnosti i sušnosti u tabelama 3/1-2 dati su rezultati upoređivanja registrovanih suma padavina sa odgovarajućim višegodišnjim prosecima za period 1888–2016. godina, za po pet najznačajnijih kišnih, odnosno sušnih godina/perioda.

Prikazani rezultati u tabeli 3/1 ukazuju na to da procenat previšenja registrovanih suma padavina u odnosu na odgovarajuće prosečne višegodišnje vrednosti raste sa opadanjem perioda sumiranja godišnjih suma padavina. Tako na primer, taj se procenat previšenja prosečne višegodišnje vrednosti, kod najvodnijih godina/perioda u razmatranom dugogodišnjem

Tabela 3/1. Uporedni prikaz najkišnijih godina/perioda na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar sa višegodišnjim prosecima

Period		Redosled najkišnijih godina/perioda				
		1	2	3	4	5
Jedno-godišnji	god./period	2014	1999	1937	1954	1974
	Suma padavina (mm)	1095	1051	983	926	910
	Višegodišnji prosek (mm)	676	676	676	676	676
	%	162	155	145	137	135
Dvo-godišnji	god./period	1954-55	2014-15	1980-81	2013-14	1940-41
	Suma padavina (mm)	1787	1779	1759	1702	1680
	Višegodišnji prosek (mm)	1352	1352	1352	1352	1352
	%	132	132	130	126	124
Tro-godišnji	god./period	2014-16	1954-56	1953-55	1939-41	1980-82
	Suma padavina (mm)	2539	2523	2484	2463	2453
	Višegodišnji prosek (mm)	2026	2026	2026	2026	2026
	%	125	125	123	122	121
Peto-godišnji	god./period	1937-41	1977-81	1952-56	1951-55	1978-82
	Suma padavina (mm)	4104	4037	3967	3948	3939
	Višegodišnji prosek (mm)	3369	3369	3369	3369	3369
	%	122	120	118	117	117
Desetogodišnji	god./period	1972-81	1973-82	1974-83	2001-10	1969-78
	Suma padavina (mm)	7578	7551	7515	7497	7437
	Višegodišnji prosek (mm)	6736	6736	6736	6736	6736
	%	113	112	112	111	110
Četrnaestogodišnji	god./period	1898-11	1896-09	1894-07	1917-30	1895-08
	Suma padavina (mm)	10579	10564	10434	10288	10262
	Višegodišnji prosek (mm)	9420	9420	9420	9420	9420
	%	112	112	111	109	109
Dvadesetogodišnji	god./period	1963-82	1937-56	1964-83	1968-87	1995-14
	Suma padavina (mm)	14588	14567	14561	14511	14502
	Višegodišnji prosek (mm)	13448	13448	13448	13448	13448
	%	108	108	108	108	108

Tabela 3/2. Uporedni prikaz najsušnijih godina/perioda na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar sa višegodišnjim prosećima

Period		Redosled najsušnijih godina/perioda				
		1	2	3	4	5
<i>Jedno-godišnji</i>	god./period	1907	2000	1928	1923	1911
	Suma padavina (mm)	325	368	421	423	436
	Višegodišnji prosek (mm)	676	676	676	676	676
	%	48	54	62	63	64
<i>Dvo-godišnji</i>	god./period	1907-08	1906-07	1917-18	1916-17	1961-62
	Suma padavina (mm)	820	893	960	1025	1036
	Višegodišnji prosek (mm)	1352	1352	1352	1352	1352
	%	61	66	71	76	77
<i>Tro-godišnji</i>	god./period	1906-08	1907-09	1916-18	1905-07	1928-30
	Suma padavina (mm)	1388	1462	1533	1561	1562
	Višegodišnji prosek (mm)	2026	2026	2026	2026	2026
	%	69	72	76	77	77
<i>Peto-godišnji</i>	god./period	1904-08	1903-07	1905-09	1907-11	1959-63
	Suma padavina (mm)	2551	2665	2697	2714	2759
	Višegodišnji prosek (mm)	3369	3369	3369	3369	3369
	%	76	79	80	81	82
<i>Desetogodišnji</i>	god./period	1902-11	1898-07	1901-10	1899-08	1903-12
	Suma padavina (mm)	5604	5881	5895	5904	5913
	Višegodišnji prosek (mm)	6736	6736	6736	6736	6736
	%	83	87	88	88	88
<i>Četrnaestogodišnji</i>	god./period	1969-1982	1968-81	1967-80	1970-83	2002-14
	Suma padavina (mm)	8270	8464	8516	8528	8536
	Višegodišnji prosek (mm)	9420	9420	9420	9420	9420
	%	88	90	90	91	91
<i>Dvadesetogodišnji</i>	god./period	1904-23	1892-11	1890-09	1902-21	1901-20
	Suma padavina (mm)	12217	12243	12287	12317	12391
	Višegodišnji prosek (mm)	13448	13448	13448	13448	13448
	%	91	91	91	92	92

nizu, kreće u granicama od 8% kod desetogodišnjeg perioda a do 62% kod godišnjeg perioda. Kod prvih pet godina/perioda postoji trend opadanja procenat previšenja prosečne višegodišnje vrednosti, s tim što se stepen opadanja značajno smanjuje sa porastom perioda sumiranja godišnjih suma padavina. Najveći je kod jednogodišnjeg perioda, gde kod prvih pet vrednosti po značajnosti trend opada za 27% (od 162% na 135%), dok kod dvadesetogodišnjeg perioda stepen opadanja stagnira, tj. trend je jednak nuli.

Analogni prikaz rezultata za analizirane sušne godine/periode dat je u tabeli 3/2, preko prikaza procenata smanjenja registrovanih suma padavina u odnosu na odgovarajuće prosečne višegodišnje vrednosti. Evidentan je, u apsolutnim vrednostima, porast procenata smanjenja sa porastom perioda sumiranja godišnjih suma padavina. Najmanji procenat smanjenja je kod jednogodišnjeg perioda sumiranja, u iznosu od 48%, a najveći kod

dacadesetogodišnjeg perioda sumiranja i iznosi 91%. Za razliku od prethodnog slučaja kod analiziranih sušnih perioda, odnosno kod prvih pet najznačajnijih suša, postoji trend porasta procenata previšenja prosečne višegodišnje vrednosti, s tim što se stepen porasta značajno smanjuje sa porastom perioda sumiranja godišnjih suma padavina. Najveći je kod jednogodišnjeg perioda, gde kod prvih pet vrednosti po značajnosti trend raste za 18% (od 48% na 64%), dok kod dvadesetogodišnjeg perioda stepen takoreći stagnira, tj. trend je 1.

ZAKLJUČAK

Srovedene analize stohastičke strukture serije godišnjih suma padavina na meteorološkoj opservatoriji Beograd-Vračar su ukazale da je proces cikličan sa najzastupljenijim periodom cikličnosti od 14 godina i da su, osim nje, statistički značajne još dve

periodične komponente u dijapazonu od dve do tri godine.

Rangiranjem članova razmatrane vremenske serije, kao i izvedenih serija putem „kliznog“ sumiranja, za dužine kliznog koraka koji odgovaraju najzastupljenijim periodima, i još nekoliko proizvoljno usvojenih dobijeno je sledeće:

Za kišne godine/periode:

- Najkišnija je bila 2014. godina, a zatim slede 1999, 1937, 1954, 1974. itd.
- Najkišniji dvogodišnji period je bio 1954–1955, a zatim slede 2014–2015, 1980–1981, 2013–2014, 1940–1941. itd.
- Najkišniji trogodišnji period je bio 2014–2016, a zatim slede 1954–1956, 1953–1955, 1939–1941, 1980–1982. itd.
- Najkišniji petogodišnji period je bio 1937–1941, a zatim slede 1977–1981, 1952–1956, 1951–1955, 1978–1982. itd.
- Najkišniji desetogodišnji period je bio 1972–1981, a zatim slede 1973–1982, 1974–1983, 2001–2010, 1969–1978. itd.
- Najkišniji četrnaestogodišnji period je bio 1898–1911, a zatim slede 1896–1909, 1894–2007, 1917–1730, 1895–1908. itd.
- Najkišniji dvadesetogodišnji period je bio 1963–1982, a zatim slede 1937–1956, 1964–1983, 1968–1987, 1995–2014. itd.
- Za sušne godine/periode:
- Najsušnija je bila 1907. godina, a zatim slede 2000, 1928, 1923, 1911. itd.
- Najsušniji dvogodišnji period je bio 1907–1908, a zatim slede 1906–1907, 1917–1918, 1916–1917, 1961–1962. itd.
- Najsušniji trogodišnji period je bio 1906–1908, a zatim slede 1907–1909, 1916–1918, 1905–1907, 1928–1930. itd.

- Najsušniji petogodišnji period je bio 1904–1908, a zatim slede 1903–1907, 1905–1909, 1907–1911, 1959–1963. itd.
- Najsušniji desetogodišnji period je bio 1902–1911, a zatim slede 1898–1907, 1901–1910, 1899–1908, 1903–1912. itd.
- Najsušniji četrnaestogodišnji period je bio 1969–1982, a zatim slede 1968–1981, 1967–1980, 1970–1983, 2001–2014. itd.
- Najsušniji dvadesetogodišnji period je bio 1904–1923, a zatim slede 1892–1911, 1890–1909, 1902–1921, 1901–1920. itd.

Na kraju se može izvesti generalni zaključak da su sušni periodi preovladavali krajem devetnaestog i početkom prošlog veka. Za razliku od njih kišni periodi su bili više zastupljeni od polovine dvadesetog veka pa sve do početka dvadesetprvog veka.

ZAHVALNOST

Predstavljeni rezultati i analize su predmet istraživanja naučnog projekta „Ocena uticaja klimatskih promena na vodne resurse Srbije“ (TR-37005) za period 2011–2017. godine Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije. Autori se zahvaljuju ministarstvu na pruženoj finansijskoj pomoći i podršci.

LITERATURA

1. Prohaska S. (2017): *Hidrologija III Deo – Stohastička hidrologija*, Institut „Jaroslav Černi“, Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd, ISBN 987-86-82565-48-2.
2. Prohaska S., Todorović N., Božović N., Jelovac M. (2017): *Kvantitativne karakteristike zimskog perioda 2016/2017. godine sa ocenom statističke značajnosti*, Voda i sanitarna tehnika, broj 3-4/2017, Beograd, YU ISSN 0350-5949, str. 43-54.