

Analiza količina oborine na različitim vremenskim skalama

Domagoj Mihajlović, Ksenija Cindrić, Josip Juras
Državni hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb
email: mihajlovic@cirus.dhz.hr; cindric@cirus.dhz.hr

Uvod

Na području Hrvatske postoji znatna prostorna i vremenska promjenjivost količina oborine. Tijekom ljeta u kontinentalnom području su zabilježene veće količine oborina u odnosu na hladniji dio godine. Suprotna je situacija u područjima Hrvatske uz Jadransko more gdje su najveće mjesečne količine oborina zabilježene tijekom jeseni i zime. S obzirom na iznimno važan utjecaj vode na život ljudi i na stanje okoliša statistička analiza odstupanja količina oborine je neophodan korak prema razumijevanju toka vode iz atmosfere prema Zemlji.

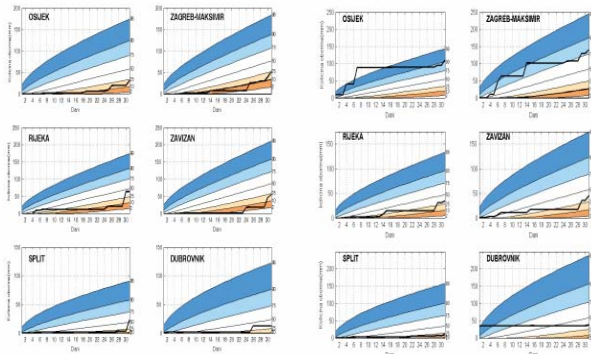
Nedavno je uspostavljen Centar za praćenje suše u jugoistočnoj Europi (Drought Management Centre in SEE – DMCSEE, www.dmcsee.eu) koji je djelomično financiran od Transnational Cooperation Program za jugoistočnu Europu. Glavni cilj centra je unapređenje pripravnosti (pripremom procjene rizika i uspostave sustava ranog upozorenja) za sušu odnosno smanjenje njezina utjecaja. Nužno je osigurati regionalno praćenje suše pomoću analize i produkata ranog upozorenja koji trebaju biti raspoloživi u približno realnom vremenu.

Na DHMZ-u se operativno provode dva statistička modela za proračun odstupanja količina oborine na različitim vremenskim skalama.

Analiza dnevnih količina oborina

1. Kumulativna količina oborine se prati od početka do kraja pojedinog mjeseca i uspoređuje se s teorijskim percentilima koje omogućuju ocjenu koliko trenutno stanje odstupa od prosječnog. Teorijske krivulje su dobivene iz mjesečnih količina oborine iz dugogodišnjeg razdoblja (1961-2000.) primjenom normalne razdiobe drugim korjenom (Juras i Cindrić, 2009). Za pojedini dan u mjesecu vrijednost akumulirane količine oborine koja je manja od 25. percentile (prvi kvartil) upućuje na relativno sušno razdoblje za taj dio godine, dok vrijednosti veće od 75. percentile (treći kvartil) ukazuju na kišne prilike (slika 1). Prekoračenje 2. ili 98. percentila može se očekivati jednom u 50 godina i takvi slučajevi se mogu smatrati ekstremnim događajima

2. Analiza sljedova sušnih i kišnih dana s dnevnim količinom oborine, Rd, manjom i većom od 1 mm. Diskretni autoregresivni model pokretnog srednjaka prvog reda (DARMA (1,1)) za procjenu vjerojatnosti pojavljivanja sušnog/kišnog razdoblja pojedinog trajanja (Tablica 1).



Slika 1. Kumulativne količine oborine (mm) u srpnju (lijevo) i kolovozu (desno) 2010., te pripadni 98., 90., 75., 50., 25., 10. i 2. percentil za razdoblje 1961.-2000. (meteo.hr)

Tablica 1. Očekivana duljina sušnih razdoblja za kategoriju 1 mm (u danima) na pojedinoj meteorološkoj postaji (S) za povratne periode (T) 5, 10, 50 i 100 godina, po sezonama.

Sezona	ZIMA				PROLJEĆE				LJETO				JESEŃ						
	S	T	5	10	50	100	S	T	5	10	50	100	S	T	5	10	50	100	
osj	21.7	25.3	33.5	37.1	19.6	22.7	29.9	33.0	19.6	22.7	29.9	33.0	23.4	27.3	36.3	40.1			
zab	20.8	24.1	31.9	35.2	18.6	21.4	28.1	31.0	19.5	22.4	29.4	32.4	21.2	24.6	32.5	35.9			
rij	21.6	25.0	33.1	36.5	19.5	22.5	29.6	32.7	18.2	21.1	27.6	30.4	23.6	26.3	34.9	38.5			
kor	25.5	29.8	39.8	44.1	20.3	23.6	31.1	34.4	17.5	20.2	26.5	29.2	23.2	27.0	35.8	39.6			
var	25.5	29.8	39.8	44.1	19.7	22.8	30.0	33.1	17.0	19.5	25.5	28.1	23.4	27.3	36.3	40.2			
mg	23.5	27.4	36.4	40.3	19.2	22.3	29.3	32.3	17.3	20.0	26.1	28.8	22.3	25.9	34.3	37.9			
zav	24.2	28.2	37.6	41.6	19.5	22.6	29.8	32.9	17.4	20.0	26.2	28.9	22.5	26.2	34.7	38.3			
spa	22.1	25.6	34.0	37.5	18.9	21.8	28.7	31.7	19.1	22.0	28.9	31.9	22.1	25.7	34.1	37.7			
kor	20.8	24.1	31.9	35.2	17.9	20.7	27.1	29.9	18.3	21.2	27.7	30.6	20.8	24.2	32.0	35.4			
zav	19.0	22.0	29.0	32.0	16.9	19.5	25.5	28.2	19.2	22.2	29.2	32.3	19.3	22.4	29.5	32.6			
rij	18.6	18.0	23.6	26.0	15.5	17.9	23.8	25.8	21.5	25.0	33.0	36.5	18.9	21.9	28.9	31.9			
kor	20.0	23.2	30.6	33.8	15.1	17.4	23.8	25.1	15.5	17.9	23.4	25.7	19.7	22.9	30.3	33.5			
zav	21.6	25.0	33.1	36.5	21.0	24.3	32.2	35.5	21.5	25.0	33.2	36.7	23.5	27.4	36.4	40.3			
kor	20.6	24.0	31.6	35.0	17.6	20.3	26.6	29.3	23.7	27.6	36.7	40.6	21.0	24.4	32.3	35.7			
kor	23.1	26.9	35.7	39.5	20.8	24.2	32.0	35.3	27.3	32.0	42.9	47.6	23.5	27.4	36.4	40.3			
rij	26.0	30.4	40.5	44.9	20.9	24.3	32.2	35.5	21.0	24.3	32.1	35.4	22.8	26.5	35.2	39.0			
kor	23.5	27.4	36.4	40.3	20.7	24.0	31.7	35.1	24.0	28.0	37.3	41.3	22.8	26.5	35.2	39.0			
kor	27.1	31.8	42.5	47.1	24.8	29.0	38.6	42.8	29.0	34.1	45.0	51.0	25.7	30.0	40.0	44.3			
kor	24.7	28.8	38.4	42.5	23.9	27.9	37.1	41.0	29.9	35.2	47.4	52.6	24.2	28.2	37.5	41.5			
kor	23.3	27.1	36.1	39.9	23.8	27.7	36.8	40.7	32.5	38.3	51.9	57.8	24.0	28.0	37.3	41.3			
kor	23.3	27.1	36.0	39.9	24.2	28.2	37.5	41.6	33.8	40.0	54.3	60.4	25.3	29.5	39.4	43.6			
kor	23.1	26.9	35.7	39.5	24.0	27.9	37.1	41.1	34.6	40.9	55.6	61.9	24.6	28.7	38.3	42.4			
kor	24.1	28.1	37.4	41.4	25.6	29.9	39.9	44.2	39.8	47.5	65.3	73.0	25.4	29.6	39.6	43.9			
kor	23.0	26.8	35.6	39.4	26.6	31.1	41.6	46.2	43.2	50.6	69.9	78.2	26.8	31.3	42.0	46.5			
kor	21.3	24.7	32.7	36.1	23.7	27.6	36.8	40.7	38.3	45.6	62.4	69.7	25.2	29.5	39.3	43.5			

$$T = \frac{N_g}{F(SR \geq n)}$$

Ng: broj analiziranih godina
F: kumulativna čestina pojavljivanja sušnih razdoblja trajanja n i više dana

Literatura

Aaron P. Sims, Dev dutta S. Niyogi and Sethu Raman, 2002: Adopting drought indices for estimating soil moisture: A North Carolina case study. Geophysical Research Letters, Vol. 29, 1-4.
Cindrić K.: 2006: Statistical analysis of wet and dry spells in Croatia by the binary DARMA (1,1) model. Hrv. meteor. čas. (Croatian Meteorological Journal), 41: 43-51.
Juras J, Cindrić K.: 2009. Analiza količina oborine unutar različitih vremenskih intervala. In: Proceedings of the 8th conference of applied climatology, 17-22.11.2009.
Lloyd-Huges, B. and Saunders, M., 2002: A drought climatology for Europe. Int. J. Climatol. 22, 1571-1592.
McKee TB, Doeksen NJ, Kleist J.: 1993: The relationship of drought frequency and duration on time scales. In Proceedings of the 8th conference of applied climatology, 17-22 January, Anaheim, CA. American Meteorology Society: Boston M:179-184.
Szalai, S., Szinell, C.S., and Zoboki, J., 2000, Drought monitoring in Hungary, in Early warning systems for drought preparedness and drought management. World Meteorological Organization. Lisboa, pp. 182-199.

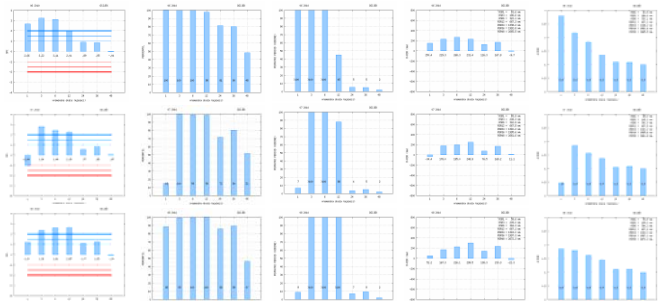
Analiza mjesečnih i više mjesečnih količina oborine

Standardizirani oborinski indeks, SPI (eng. *Standardized Precipitation Index*) na različitim vremenskim skalama u svrhu analize kišnih i sušnih uvjeta su razvili T. Mckee, N. Doesken i J. Kleist (1993). Proračun SPI ovisi samo o podacima za količinu oborina. Njegova osnovna karakteristika je da može biti izračunat za različite vremenske intervale (1, 2, 3, ...,6, ...,12, ...,24, ...,48 mjeseci). Ova raznolikost omogućava da SPI prati kratkoročne vodene zalihe (važno za agronomiju; Aaron et. al, 2002.) i dugoročne vodene zalihe koje su povezane s protokom vode u rijekama, razinom vode u jezerima i podzemnim bunarima vode (važno za hidrologiju; Szalai et. at. 2000). Spособnost SPI-a da se promatraju različite vremenske skale omogućava da se suša pravovremeno registrira i prati tijekom trajanja.

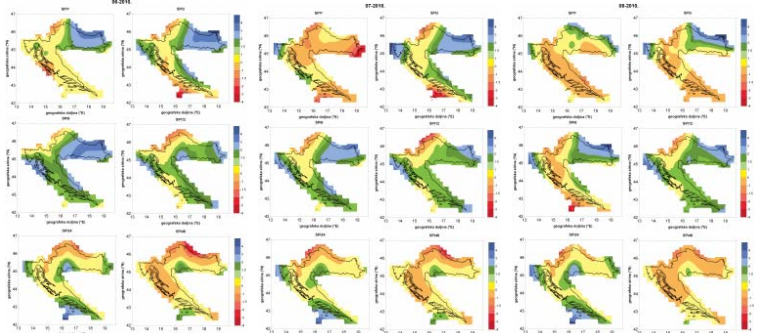
Mjesečne količine oborina sa 23 postaje u Hrvatskoj tijekom razdoblja siječanj 1961 - prosinac 2000. godine služe za proračun SPI-a (više informacija o matematičkom izvodu proračuna SPI-a se može pronaći u radu od Huges i Saunders, 2002). Pozitivne vrijednosti SPI-a odgovaraju pozitivnim odstupanjem anomalija količina oborine dok negativne vrijednosti SPI-a odgovaraju negativnom odstupanju anomalije količina oborine (Tablica 2).

Tablica 2. Klasifikacijska skala za definiranje kišnih i sušnih uvjeta

Vrijednosti SPI	Klasa	Kumulativna vjerojatnost (Sp)
2.0 i više	ekstremno kišno	Sp<0.023
1.5 do 1.99	vrlo kišno	0.023 - Sp<0.067
1.0 do 1.49	umjereno kišno	0.067 - Sp<0.159
-0.99 do 0.99	u granicama normale	0.159 - Sp<0.841
-1.0 do -1.49	umjereno suho	0.841 - Sp<0.933
-1.5 do -1.99	vrlo suho	0.933 - Sp<0.977
-2.0 i manje	ekstremno suho	0.977 - Sp<1



Slika 2. Rezultati statističke analize (SPI, percentil, povratni period, razlika izmjerene i srednje količine oborine, omjer izmjerene i srednje količine oborine) na različitim vremenskim skalama (1, 3, 6, 12, 24, 36 i 48 mjeseca) tijekom mjeseci, srpnja i kolovoza 2010. godine na mjerne postaji Osijek



Slika 3. Prostorne razdiobe SPI-a na različitim vremenskim skalama (1, 3, 6, 12, 24 i 48 mjeseca) tijekom lipnja, srpnja i kolovoza 2010. godine