

dr. Gregor GREGORIČ *

Andrej CEGLAR**

MONITORING SUŠE - REGIONALNI ASPEKT

UVOD

Agencija RS za okolje je po uspešni kandidaturi, zaključeni s tajnim glasovanjem na sedežu Svetovne meteorološke organizacije v Ženevi, zadolžena za organizacijo Centra za upravljanje s sušo v Jugovzhodni Evropi. Dogovorjene naloge centra obsegajo širok spekter dejavnosti - od monitoringa suše in ugotavljanja in upravljanja s tveganji do organizacije izobraževalnih seminarjev. Prva naloga pa je uvedba monitoringa suše v regiji. To ni lahka naloga, ker so posledice suše običajno zelo lokalno pogojene. Opredeljujejo se preko veličin, ki so neposredno povezane z manifestacijo suše - npr. namočenostjo tal, stresom rastlin ali pretoki vodotokov. Za širši, regionalni pregled suše pa potrebujemo bolj standardizirane pokazatelje. Izkušnje (zlasti ameriškega centra za spremljanje suše) namreč kažejo, da nam regionalni pregled prikaže nove dimenzije pojava suše. Zlasti pri izdelavi mednarodnih preglednih kart - kakršne bo moral razviti Center za upravljanje s sušo - pa je standardizacija neizogibna. Pri izdelavi preglednih kart se je v literaturi največkrat uporabljal t.i. Palmerjev sušni indeks (PDSI), ki predstavlja tipizirano vodno bilanco površja. V zadnjem času pa ga pri operativni rabi nadomešča standardizirani padavinski indeks (SPI), ki kot vhodni podatek uporablja le količino padavin; pojav suše je namreč v največji meri pogojen z manjkom padavin glede na povprečne razmere.

STANDARDIZIRAN PADAVINSKI INDEKS

SPI nam omogoča določevanje pogostosti ekstremno sušnih oz. ekstremno mokrih dogodkov na določeni časovni skali za katerokoli lokacijo, ki ima arhiviran padavinski niz podatkov. SPI je bil izpeljan z namenom, da bi lahko izmerili presežke oz. primankljaje padavin na različnih časovnih skalah. Različne časovne skale nam omogočajo določiti vpliv padavinskega primankljaja oz. presežka na razpoložljivost vodnih zalog pri različnih vodnih virih. Sam izračun SPI je v osnovi precej preprost; gre za standardni odmik količine padavin od povprečja v kalibracijskem obdobju. Ker količina padavin ni normalno porazdeljena, je potrebno najprej poiskati primerno porazdelitev (empirično se lahko porazdelitvi precej približamo z uporabo t.i. gama porazdelitve (Thom, 1966), ki pa ni definirana pri vrednosti 0. Pri obravnavi suše se seveda lahko zgodi, da v izbranem obdobju ne pade nič padavin, zato je potrebno gama porazdelitev ustrezno modificirati in nato kumulativno vrednost v porazdelitvi "prevesti" na normalno porazdelitev.

Hayes s sod. (1999) je ugotovil prednosti in slabosti uporabe SPI. Prednosti pri uporabi SPI so naslednje:

1. Prva in glavna prednost je enostavnost uporabe tega indeksa. SPI temelji le na padavinskih nizih ter zahteva izračun samo dveh parametrov (Palmerjev sušni indeks npr. zahteva izračun 68 parametrov). Ker SPI ni odvisen od parametrov vlažnosti v tleh, ga lahko uporabimo za izračun v zimskem in poletnem času. Nanj ravno tako ne vpliva topografija.
2. Druga prednost je variabilna časovna skala izračuna; tako lahko opišemo sušne razmere v smislu meteorološke, kmetijske ter hidrološke uporabe. Tovrstni časovni značaj indeksa nam omogoča analizo sušne dinamike (določitev začetka ter konca suše).
3. Tretja prednost SPI izhaja iz njegove standardizirane narave. Ta nam omogoča, da so frekvence ekstremnih sušnih dogodkov na katerikoli lokaciji ter katerikoli časovni skali med seboj primerljive.

* dr. Gregor GREGORIČ, univ. dipl. meteorolog, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Vojkova 1B, 1000 Ljubljana, **Andrej CEGLAR, univ. dipl. meteorolog, Biotehniška fakulteta, p.p. 2995, 1001 Ljubljana, andrej.ceglar@bf.uni-lj.si

Po drugi strani pa ima SPI tri pomankljivosti:

1. Prva pomankljivost izhaja iz predpostavke, da obstaja primerna teoretična verjetnostna porazdelitev, s katero opišemo gole padavinske podatke; to seveda zahteva določeno količino kvalitetnih podatkov. McKee in sod. (1993) predlagajo vsaj 30 letni padavinski niz za določitev parametrov gama porazdelitve.
2. Druga omejitev izhaja iz standardizirane narave indeksa; ekstremne suše se bodo v daljšem obdobju pojavljale z isto frekvenco na vseh lokacijah. SPI zato ni zmožen identificirati področij, ki so bolj »naklonjena« ekstremnim sušam od drugih.
3. Tretji problem se pojavi, ko uporabimo SPI na krajših časovnih skalah (1 mesec, 2 meseca) na območjih, kjer je sezonska količina padavin majhna. V tem primeru se lahko pojavijo zavajajoče visoke pozitivne ali negativne vrednosti indeksa SPI.

SPI je primerno orodje za operativno, regionalno in mednarodno primerljivo definicijo suše. Posamezen sušni dogodek se začne, ko je vrednost SPI neprekinjeno negativna ter pade pod -1 (grobo rečeno, odmik od povprečja za standardno deviacijo) in traja toliko časa, dokler se vrednost SPI v časovni vrsti zopet ne dvigne nad 0. Običajna lestvica s klasifikacijo suše je v preglednici 1.

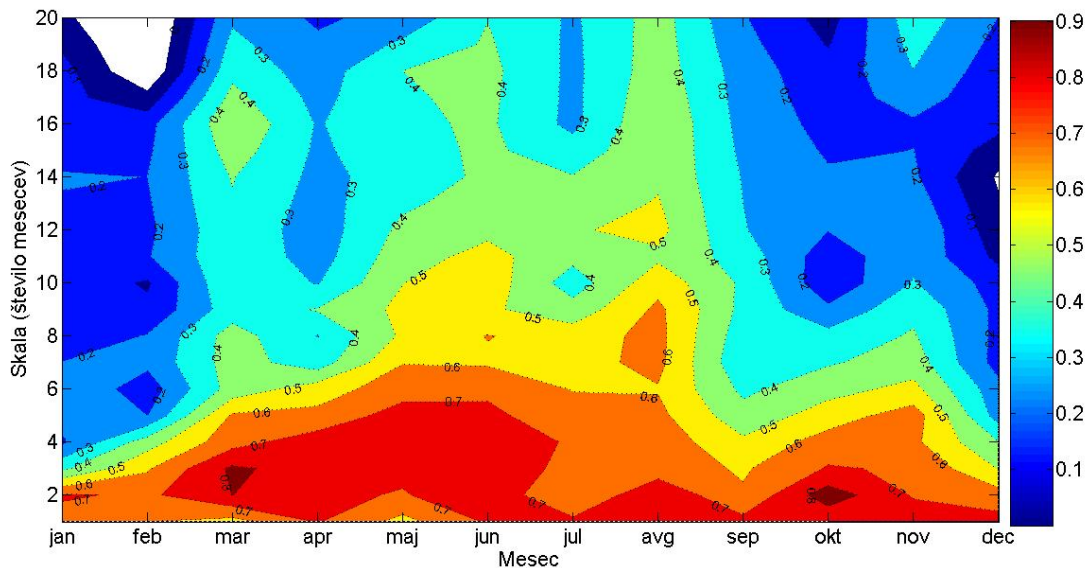
Preglednica 1: Klasifikacija suše ter pripadajoča verjetnost za pojav sušnega dogodka pri SPI

SPI	Klasifikacija	Verjetnost (%)
2.00 ali več	ekstremno mokro	2.3
1.50 do 1.99	zelo mokro	4.4
1.00 do 1.49	zmerno mokro	9.2
0 do 0.99	normalno	34.1
0 do -0.99	normalno	34.1
-1 do -1.49	zmerna suša	9.2
-1.50 do -1.99	huda suša	4.4
-2.00 ali manj	ekstremna suša	2.3

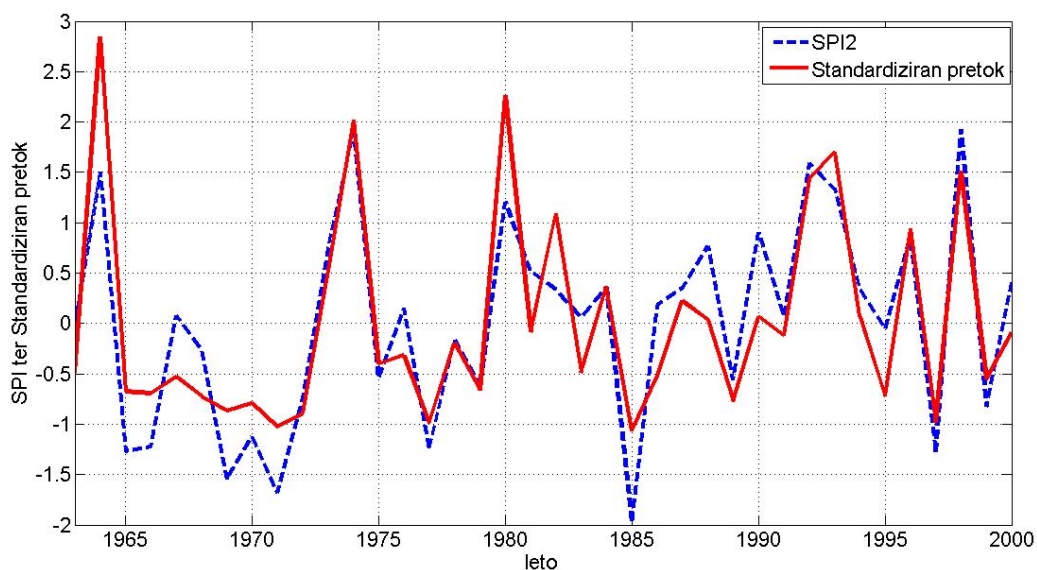
SPI IN NIZKI PRETOKI

Za primerjavo med SPI ter nizkimi pretoki sva izbrala reko Savinjo. SPI je izračunan iz povprečnih izmerjenih padavin na postajah Celje in Laško, primerjava je narejena s podatki srednjega mesečnega pretoka (Qs) za Laško. Qs je bil standardiziran z normalno porazdelitvijo. Na sliki 1 so prikazane mesečne korelacije med standardiziranimi pretoki ter SPI na časovnih skalah od 1 do 20 mesecev. Najvišja korelacija je med oktobrskim SPI2 ter standardiziranim oktobrskim pretokom; ta znaša 0,86. Visoka je tudi marčevska korelacija med SPI3 ter standardiziranim marčevskim pretokom; ta znaša 0,82. Višje korelacije med standardiziranimi pretoki ter SPI na časovni skali 4 mesece ter manj je v splošnem zaznati spomladi ter pozni jeseni. Korelacija je najslabša v februarju, ko ta ne preseže vrednosti 0,70 (v februarju je najvišja korelacija z SPI na dvomesečni časovni skali – 0,68). Najvišjo korelacijo med pretoki ter SPI na dvomesečni časovni skali je zaznati v januarju, februarju, juniju, avgustu ter oktobru. Mesečni SPI pa se najbolj ujema s pretoki v juliju, septembru, novembru in decembru. Sredi leta (maj – avgust) je korelacija nekoliko višja tudi pri SPI na večjih časovnih skalah (6 – 10 mesecev).

Slika 2 prikazuje časovno vrsto oktobrskega SPI na dvomesečni časovni skali ter standardizirane vrednosti oktobrskega pretoka, ko je bila korelacija med tema dvema spremenljivkama največja. Najbolj sušen vodostaj je bil zabeležen v letu 1985, ko je srednji mesečni pretok znašal le 6,92 m³/s. Nizki srednji pretoki so bili izmerjeni še v letih 1971, 1977, 1997.



Slika 1: Mesečne korelacije med standardiziranimi pretoki ter SPI na časovnih skalah od 1 do 20 mesecev.



Slika 2: Časovna vrsta oktobrskega SPI na dvomesečni časovni skali (povprečje za Celje in Laško) ter standardizirane vrednosti oktobrskega pretoka Savinje

SKLEPNE MISLI

Suša je v mnogočem poseben naravni fenomen, zaradi njenih časovnih značilnosti jo težko primerjamo z drugimi naravnimi nesrečami. Njene posledice so zelo lokalno pogojene, zato je zgolj z neposrednimi vplivi in škodami težko opredeljevati prostorske razsežnosti suše. Zato so bili razviti različni sušni indeksi, ki omogočajo večjo primerljivost in boljšo oceno prostorskih razsežnosti suše. Poleg tega nam spremljanje vrednosti indeksov (ali njihovega prostorskega prikaza) omogoča tudi prejšnje zaznavanje nastopa suše ter s tem potencial zgodnjega opozarjanja. SPI, ki je obravnavan na enem primeru v tem prispevku, je eden izmed njih. V zadnjem času je SPI med sušnimi indeksi največkrat omenjen in uporabljen zaradi dobrih lastnosti (fleksibilna časovna skala, uporaba zgolj padavinskih podatkov, ki v vsakem primeru determinirajo večino variabilnosti sušnih indeksov).

LITERATURA

Hayes MJ, Svoboda MD, Wilhite DA, Vanyarkho OV. 1999. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index. *Bulletin of the American Meteorological Society* 80: 429–438

McKee TB, Doesken NJ, Kliest J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 17–22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society: Boston, MA; 179–184.

Thom, Herbert C. S. *Some Methods of Climatological Analysis*. World Meteorological Organization Technical Note No. 81, Geneva, Switzerland, 1966, 43 pp.