

Sausringi laikotarpiai Vilniuje 1891–2010 m.

Donatas Valiukas

*Vilniaus universitetas,
M. K. Čiurlionio g. 21/27,
LT-03101 Vilnius
El. paštas: donatas.valiukas@meteo.lt*

Valiukas D. Sausringi laikotarpiai Vilniuje 1891–2010 m. *Geografija*. 2011. T. 47(1). ISSN 1392-1096.

Šiame darbe analizuojami sausros ir sausringi laikotarpiai 1891–2010 m. Vilniuje. Sausringiems mėnesiams ir laikotarpiams įvertinti buvo pasitelktas Standartizuotas kritulių indeksas (SPI). Vertinant vasaros ir jos mėnesių sausringumą naudotasi SPI bei Seleninovo hidroterminiu koeficientu (HTK). SPI skaičiuoti buvo naudojamos viso laikotarpio mėnesių kritulių sumos, o HTK – vidutinė paros oro temperatūra ir kritulių kiekis vasarą. SPI apskaičiuotas įvairiais laiko žingsniais.

Nustatyta, kad skaičiuojant SPI, patogiau naudotis ilgalaike rekonstruota kritulių duomenų seka. Tiriamuoju laikotarpiu ekstremaliai sausa buvo dažniau negu ekstremaliai drėgna. Mažiausios SPI reikšmės ir daugiausia ekstremaliai sausringų mėnesių visuose SPI laiko žingsniuose, išskyrus SPI1, fiksuota praėjusio šimtmečio pradžioje. SPI1 laiko žingsniu daugiausia ekstremalių sausrų fiksuota paskutinį trisdešimtmetį. Pastarųjų dešimtmečių vasarą mažais SPI laiko žingsniais mažų reikšmių SPI indeksas fiksuojamas dažniau. Skaičiuojant vieno vasaros mėnesio sausringumą, ekstremaliai sausringa HTK reikšmė $<0,5$ atitinka SPI1 reikšmę $<-1,5$.

Raktažodžiai: standartizuotas kritulių indeksas, sausra, sausringi laikotarpiai, hidroterminis koeficientas

ĮVADAS

Sausra – natūralus meteorologinis reiškinys. Lietuva pagal fizines geografines sąlygas priklauso perteklinio drėkinimo zonai, t. y. per metus kritulių iškrinta daugiau negu išgaruoja, todėl mūsų šalyje sausros nėra itin dažnas reiškinys. Vis dėlto įvairaus intensyvumo ir trukmės sausros Lietuvą aplanko beveik kasmet. Keičiantis klimatui, kylant oro temperatūrai, mažėjant kritulių kiekiui ir dienų su lietumi skaičiui šiltuoju metų laikotarpiu, apie sausras tenka kalbėti dabar ir dar daugiau teks kalbėti ateityje, nes manoma, kad jos tik dažnės ir intensyvės.

Dėl sausrų sukeltų padarinių didžiulių nuostolių patiria žemės ūkio, energetikos, socialinis, gamtinis ir kiti sektoriai. Paprastai sausra apibūdinama trimis pagrindinėmis charakteristikomis: trukme, intensyvumu ir išplitimo teritorija (Wilhite ir kt., 2000).

Sausra skiriasi nuo kitų meteorologinių reiškinų tuo, kad ji yra padariny, suformuotas tam tikrų meteorologinių sąlygų bei reiškinų. Nėra labai paprasta nustatyti sausrų pradžią ir trukmę, kadangi per ilgesnį laiką šiomis sąlygomis padaromas vis didesnis poveikis.

Dažniausiai yra išskiriami keturi pagrindiniai sausrų tipai: meteorologinė, agrometeorologinė, hidrologinė ir socioekonominė (Ceglar ir kt., 2008).

Meteorologinė sausra priklauso tik nuo kritulių kiekio.

Agrometeorologinė sausra susidaro tada, kai dirvožemio drėgmė sumažėja tiek, kad vandens kiekis, reikalingas augalui vegetacijos metu, tampa nepakankamas. Tai siejama ne tik su krituliais, bet ir su evapotranspiracija. Svarbūs ir kiti parametrai: oro temperatūra, oro drėgnumas, dirvožemio tipas, augalo rūšis. Paprastai agrometeorologinė sausra formuojasi jau esant meteorologinei sausrai.

Hidrologinė sausra susiformuoja tada, kai po ilgesnio laikotarpio be kritulių krinta upių, ežerų, tvenkinių vandens lygis. Paprastai šis sausros tipas susiformuoja jau esant meteorologinei ir agrometeorologinei sausroms (National Drought..., 2006).

Taigi pirmiausia formuojasi meteorologinė sausra, vėliau ji perauga į agrometeorologinę, o agrometeorologinė sausra – į hidrologinę sausrą.

Socioekonominė sausra fiksuojama tada, kai vandens trūkumas labai paveikia žmonių gyvenimą bei ūkio sektorių veiklą. Socioekonominė sausra ją įvertinančio indekso neturi, ji yra vienos ar visų, kitų trijų, sausros tipų sukeltų padarinių rezultatas. Meteorologinei, agrometeorologinei ir hidrologiniai sausroms nusakyti vartojami įvairūs sausringumo indeksai. Mokslininkai teigia, kad pasaulyje tokių indeksų yra per aštuoniasdešimt, nors būtų galima rasti ir dvigubai tiek. Todėl jau kurį laiką ieškoma universalių

sausras nusakančių indeksų, kurie tiktų visoms šalims. Vartojant universalius indeksus sausrų apibrėžimas tapo aiškesnis, būtų galima identifikuoti sausras didesnėse teritorijose, ypač kai jos apima keletą valstybių (National Drought..., 2006).

Pasaulinė meteorologijos organizacija (WMO) 2009 m. pasiūlė VI regiono hidrometeorologijos tarnyboms (šiam regionui priklauso ir Lietuva) kaip universalų meteorologinės sausras indeksą vartoti SPI (standartizuotas kritulių indeksas). Universalų agrometeorologinės ir hidrologinės sausrų indeksų paieškos dar tebevyksta.

Lietuvoje sausroms identifikuoti vartojamas HTK bei produktyviosios drėgmės atsargos dirvoje. Pagal Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. kovo 9 d. nutarimą „Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo“, stichinė sausra būna tada, kai: drėgmės atsargos 0–10 cm dirvos sluoksnyje yra, atitinkamai, ≤ 10 mm ir ≤ 60 mm, arba hidroterminis koeficientas HTK yra mažesnis nei 0,5 ir toks išsilaiko vieną mėnesį (Lietuvos Respublikos Seimas, 2006). Vietinės reikšmės stichinė sausra būna tada, kai ją konstatuoja viena ar kelios stotys, o jei sausra apima $\geq 1/3$ Lietuvos teritorijos, ji jau gali sukelti šalies masto nelaimę (Klimato žinybas, 2000).

Lietuvoje tyrimų apie sausras nėra atlikta daug. Apie jas yra rašiusi S. Buitkuvienė: pagal produktyviosios drėgmės atsargas išanalizavusi 1961–1996 m. laikotarpį, išskyrė 13 sausringų sezonų (Buitkuvienė, 1999). E. Stonevičius, G. Stankūnavičius, P. Jalinskas (2006) analizavo sausras upių baseinuose šiltuoju laikotarpiu, pasitelkdami efektyvų sausrų indeksą (EDI). N. Jakimavičiūtė, G. Stankūnavičius šiltojo laikotarpio sausringumą analizavo naudodamiesi dviem indeksais: SPI bei procentinio nuokrypio nuo normos indeksu (PN), jie taip pat nustatė indeksais fiksuotų sausrų bei atmosferos cirkuliacijos ryšį (Jakimavičiūtė, Stankūnavičius, 2008). A. Dirsė ir L. Trapatauskienė įvertino vegetacijos laikotarpio drėgmingumą pagal hidroterminį koeficientą ir prof. A. Dirsės pasiūlytą kompleksinį drėgmingumo koeficientą (K), kuris įvertina dirvožemio drėgmės sąlygas (Diršė, Trapatauskienė, 2010).

A. Ceglar ir kt., pasitelkdami standartizuotą kritulių (SPI) bei Palmerio sausringumo indeksus, analizavo sausras Slovėnijoje 1900–2006 m. Nustatyta, kad sausringiausi buvo 1947 ir 2003 m. Nustatyta gera koreliacija tarp SPI9 ir SPI12 bei SPI9 ir Palmerio sausringumo indeksų (Ceglar, 2008). A. Bussay ir kt., vartodami SPI ir Palmerio sausringumo indeksus, tyrė sausras Vengrijoje, SPI diagnozavo ir meteorologines sausras Rūro baseine (Bussay ir kt., 1998, 1999). Šis mokslininkas apskaičiavo SPI trendus įvairiems mėnesiams naudodamas skirtingus laiko žingsnius. Trendo kilimas ar kritimas priklauso nuo SPI laiko žingsnio ir mėnesio, kuriam jis skaičiuojamas (Khadr ir kt., 2009). SPI ir kitais indeksais Turkijoje Kamlidero upės baseino sausras tyrė F. Keskin, A. Sorman (2010) dviem laikotarpiais: 1926–1966 ir 1967–2008 m. Jie nustatė naudotų indeksų ir Šiaurės Atlanto bei Pietų osciliacijos indeksų ryšį. P. Spasov su bendraautorais,

vartodami SPI, tyrė sausras Serbijoje 1950–2000 m. Jų gauti rezultatai rodo sausrų dažnėjimą paskutinį dvidešimtmetį, 1981–2000 m. (Spasov ir kt., 2005).

Mokslininkų grupės atlikta sausrų analizė Skandinavijoje parodė, kad sausras Pietryčių Skandinavijoje nuo 1960 m. šiek tiek ilgėja. Suomijoje intensyviausios XX a. sausras buvo 1940–1942 m. Danijoje 1874–1998 m. laikotarpiu 16 stočių fiksavo šiek tiek mažėjantį sausrų dažnumo trendą, o 22 stotys – kylantį trendą (Hisdal, 2003).

R. Farat ir M. Kepinska-Kasprzak (1998) SPI pritaikė tyrinėdami sausras Lenkijoje, jie identifikavo 14 sausrų 1951–1990 m. laikotarpiu ir nustatė, kad daugiausia sausrų kildavo 1951–1960 ir 1981–1990 m.

Šio darbo tikslas – išanalizuoti sausringus laikotarpius Vilniuje pagal ilgalaikę 120 metų (1891–2010) laikotarpio duomenų seką vartojant SPI, atskirai išnagrinėti vasaros, jos mėnesių sausringumą, pasitelkiant SPI bei HTK.

PRADINIAI DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Vertinant sausringumą pagal SPI buvo reikalingos analizuojamo 1891–2010 m. laikotarpio visų mėnesių kritulių sumos. Tačiau HTK skirtas skaičiuoti sausringumą vegetacijos laikotarpiu, kai vidutinė oro temperatūra yra >10 °C, todėl buvo vertinami tik vasaros mėnesiai: birželis, liepa, rugpjūtis. Šiam tikslui buvo reikalingi kasdieniai analizuojamo laikotarpio vasaros kritulių ir temperatūros duomenys. Deja, kritulių ir oro temperatūros duomenų sekos nėra visiškai vienalytės. Yra keletas duomenų trūkių, kada meteorologiniai stebėjimai Vilniuje nebuvo atliekami. Todėl buvo surinkti tiek interpoluoti, tiek neinterpoluoti mėnesio kritulių duomenys.

Visi reikalingi duomenys buvo išrinkti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos archyvo.

Skaičiuojant ir išskiriant sausringus laikotarpius svarbiausias komponentas yra krituliai, nes net keletas ar kelio milimetrų kritulių jau gali pakeisti skaičiavimo rezultatus. Ypač tai aktualu, kai vartojami ilgalaikės duomenų sekos duomenys, kurie yra susiję tarpusavyje (pvz., SPI indekso skaičiavimo atveju). Vasaros laikotarpiu, kai gana dažnai pasitaiko liūtinių kritulių ir jie gali būti labai lokalūs, kritulių matavimai turi būti kuo tikslesni. Kai remiamasi meteorologijos stoties duomenimis, didesnių keblumų neiškyla. Tačiau, esant duomenų trūkiams ilgalaikėje sekoje, atsiranda tam tikrų nesklandumų. Žinoma, duomenų sekos yra gana tiksliai rekonstruojamos, tačiau kyla klausimas, kuriuos duomenis geriau vartoti: ar rekonstruotas duomenų sekas, ar duomenų sekas su trūkiais, kurie atsiranda tada, kai matavimai nebuvo atliekami?

Todėl pradžioje buvo atlikti du SPI skaičiavimo SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, SPI48, SPI60 laiko žingsniais variantai: su rekonstruotomis duomenų sekomis (t. y. ištisa duomenų seka, kai laikotarpiai be meteorologinių matavimų interpoliacijos būdu yra užpildomi artimiausių stočių

duomenimis) ir nerekonstruotomis sekomis, t. y. skaičiuojant SPI interpretuojami duomenys, tik tiesiogiai išmatuoti Vilniaus meteorologijos stotyje.

Skaičiuojant SPI ir tam tikroje laiko skalėje nesant duomenų, tos tuščios vietos yra ne interpretuojamos, o tiesiog praleidžiamos, todėl didėjant laiko žingsniui, didėja ir trūkių ilgumas gauto SPI duomenų sekoje.

Dėl šios priežasties buvo atlikta analizė, kaip skiriasi dviem būdais gauti rezultatai visoje SPI apskaičiuotoje duomenų sekoje.

SPI skaičiavimo metodika paremta kritulių duomenų sekos pritaikymu normaliam skirstiniui ir tolesniu jos normalizavimu į skirtingus laiko intervalus (pvz., vieno, trijų mėnesių, pusės metų ir t. t.) (Jakimavičiūtė, Stankūnavičius, 2008). SPI skaičiuojamas specialia programine įranga, kuri visiems prieinama Nacionalinio sausrų mažinimo centro tinklalapyje (*National Drought Mitigation Center*). Skaičiavimai, atlikti pagal 1, 3, 6, 12, 24 mėnesių laiko žingsnius, tekste dar įvardijami SPI1, SPI3, SPI6, SPI12, SPI24, SPI48 bei SPI60. Vieno mėnesio laiko žingsnis reiškia, kad SPI skaičiavimo metodikoje vartojami vieno mėnesio kritulių kiekio duomenys, t. y. to mėnesio, kuriam ir skaičiuojamas SPI (skaičiuojamasis laikotarpis – 1 mėnuo). SPI3 skaičiavimui reikalingi trijų mėnesių kritulių kiekio duomenys, t. y. to mėnesio, kuriam skaičiuojamas SPI, ir prieš tai buvusių dviejų mėnesių (pvz., liepos SPI3 apima liepos, birželio ir gegužės kritulių sumas), o tai reiškia, kad SPI3 parodo trijų mėnesių laikotarpio sausumą ar drėgnumą. Skaičiuojant SPI12, apimamos to mėnesio, kuriam jis skaičiuojamas, ir prieš tai buvusių 11 mėnesių kritulių sumos (iš viso 12 mėnesių), o indekso reikšmė apima vienerių metų sausumą ar drėgnumą.

Anot B. Loyd-Hughes ir A. Saunders (2002), naudojant skirtingus laiko žingsnius, galima identifikuoti visus sausrų tipus. Vienas svarbiausių šio indekso privalumų yra jo paprastumas, nes užtenka vien kritulių duomenų. Tačiau kritulių duomenų seka turi būti mažiausiai 30 metų laikotarpio, o tai neretai gali tapti ir nemenku indekso trūkumu. 1 lentelėje pateiktos SPI reikšmės ir jų interpretacija.

T. B. McKee siūlo sausras pradžia laikyti tada, kai SPI nukrinta žemiau kaip $-1,0$, o sausras pabaiga tada, kai indeksas pasiekia teigiamą reikšmę. Ir šį sausras apibūdinimo bei trukmės vertinimo apibrėžimą taikyti visiems laiko žingsniams (Hayes, 2006).

1 lentelė. SPI reikšmių interpretacija (*National Drought...*, 2006)

Table 1. Interpretation of SPI values (*National Drought...*, 2006)

Reikšmė / Value	Interpretacija / Interpretation
$\geq 2,0$	Ekstremaliai drėgna / <i>Extremely wet</i>
1,5–1,99	Labai drėgna / <i>Very wet</i>
1,0–1,49	Vidutiniškai drėgna / <i>Moderately wet</i>
-0,99–0,99	Artima normaliam / <i>Near normal</i>
-1– -1,49	Vidutiniškai sausa / <i>Moderately dry</i>
-1,5– -1,99	Labai sausa / <i>Severely dry</i>
$\leq -2,0$	Ekstremaliai sausa / <i>Extremely dry</i>

G. Seleninovas, vertindamas sausringumą, vartojo vegetacijos laikotarpio kritulių ir temperatūros duomenis. Parų vidutinės oro temperatūros sumą, sumažinęs 10 kartų, prilygina garingumui ir laikotarpio drėgnumą-sausumą siūlo vertinti pagal hidroterminį koeficientą (Golcberg, 1966):

$$HTK = \frac{K}{0,1 \sum t_{10}};$$

čia K – skaičiuojamo laikotarpio kritulių suma mm; t_{10} – paros vidutinės oro temperatūros, didesnės nei 10°C , suma per tą patį laikotarpį.

Vegetacijos laikotarpio (kai oro temperatūra $>10^{\circ}\text{C}$) HTK reikšmės pateiktos 2 lentelėje.

Tokia reikšmių interpretacija naudojama vienam mėnesiui, vienai saurai, kuri trunka ilgiau nei mėnesį, ar vienam vegetacijos laikotarpiui apibūdinti.

Galima vertinti ir visos vasaros HTK reikšmę. Pagal G. T. Seleninovą ir S. Sapožnikovą, HTK, apskaičiuotas birželį–rugpjūtį, t. y. vienam vasaros laikotarpiui, gali nusakyti įvairias drėgnumo juostas. Sausringą vasarą apibūdina HTK $<1,0$, o labai sausringą vasarą – HTK $<0,7$ (Čirkov, 1988).

Taigi šiame darbe buvo apskaičiuotos tiek atskirų vasaros mėnesių, tiek visos vasaros HTK reikšmės.

2 lentelė. HTK reikšmių interpretacija (Dirsė, 2001)

Table 2. Interpretation of HTC values (Dirsė, 2001)

Reikšmė / Value	Interpretacija / Interpretation
$>1,5$	Šlapia / <i>Excessively wet</i>
1,0–1,5	Pakankamai drėgna / <i>Optimally wet</i>
0,8–1,0	Nepakankamai drėgna / <i>Weak drought</i>
0,6–0,7	Sausringa / <i>Medium drought</i>
0,4–0,5	Sausa / <i>Severe drought</i>
$<0,3$	Labai sausa / <i>Very severe drought</i>

REKONSTRUOTŲ IR NEREKONSTRUOTŲ DUOMENŲ SEKŲ REZULTATŲ ANALIZĖ

Skaičiuojant įvairiais laiko žingsniais SPI reikšmes rekonstruota ir nerekonstruota duomenų seka, dėl SPI skaičiavimo metodikos specifikos (kritulių duomenų seka pritaikyta normaliam skirstiniui ir toliau normalizuota), tais pačiais skirtingų sekų (rekonstruotos ir nerekonstruotos) mėnesiais dalis SPI reikšmių sutampa, tačiau didesnė dalis tų pačių mėnesių reikšmių skiriasi. Todėl, atlikus rekonstruotos ir nerekonstruotos duomenų sekos SPI reikšmių skaičiavimus, gauti tų pačių mėnesių rezultatai buvo palyginti tarpusavyje. Jie iš esmės nesikeičia, visais laiko žingsniais koreliacijos koeficientas tarp tų pačių mėnesių SPI reikšmių yra labai didelis (3 lentelė), čia egzistuoja tik viena tendencija – koreliacijos koeficientas šiek tiek krinta didėjant laiko žingsniui. Su koreliacijos koeficientu didėja ir vidutiniai bei maksimalūs skirtumai tarp tų pačių mėnesių SPI reikšmių: SPI1 atveju maksimalūs skirtumai ne didesni kaip 0,07, tuo tarpu SPI48 atveju jie jau siekia 1,05. Vidutiniai skirtumai kur kas

mažesni: SPI1 atveju 0,005, SPI48 atveju 0,239 (3 lentelė). Dėl per didelių SPI duomenų sekos trūkių, nerekonstruotoje SPI60 laiko žingsnio sekoje, koreliacijos koeficientai nebuvo skaičiuojami.

Didžiausi skirtumai esant didžiausioms SPI reikšmėms, t. y. ekstremaliems dydžiams, tačiau pažymėtina, kad tokiu atveju ekstremalus dydis sumažėja nuo itin ekstremalaus iki ekstremalaus, pvz., SPI $-2,8$ nerekonstruotoje duomenų sekoje tampa $-2,6$ rekonstruotoje duomenų sekoje, tai iš esmės rezultatų nekeičia. Ištininė duomenų seka skirtingais laiko žingsniais rodo viena ar keliomis ekstremaliomis sausromis mažiau, arba tos sausros nėra tokios ekstremalios (tai sakytina ir apie itin drėgnus laikotarpius, tačiau čia skirtumai kur kas mažesni nei sausų laikotarpių atveju). Apskritai nerekonstruotos duomenų sekos rodo šiek tiek mažesnes SPI reikšmes, t. y. kiek sausesnius laikotarpius.

Kadangi skirtumai yra nedideli ir didesnės įtakos bendriems rezultatams neturi, patogiausiu būdu naudoti rekonstruotas duomenų sekas. Dar vienas rekonstruotų sekų duomenų privalumas yra tai, kad skaičiuojant dideliais laiko žingsniais nerekonstruotose SPI9, SPI12, SPI24, SPI48 duomenų sekose susidaro labai dideli duomenų trūkiai (1 pav.), kurių galima išvengti rekonstruotoje duomenų sekoje, ir tokios sekos tampa kur kas informatyvesnės. Rekonstruotoje

duomenų sekoje atlikus SPI skaičiavimus gaunamos visų laiko žingsnių reikšmės visais mėnesiais. Nerekonstruotoje duomenų sekoje didėjant laiko žingsniui didėja ir mėnesių skaičius, kuris neinterpretuojamas SPI reikšme. Dėl šios priežasties, apskaičiavus skirtingų laiko žingsnių SPI reikšmes nerekonstruotoje duomenų sekoje, skirtingo SPI laiko žingsnio rezultatų analizė ir lyginimas tarpusavyje tampa komplikuoatas.

Dėl šių priežasčių nutarta remtis rekonstruotą duomenų seka.

SAUSŲ IR DRĖGNŲ LAIKOTARPIŲ VERTINIMO REZULTATAI

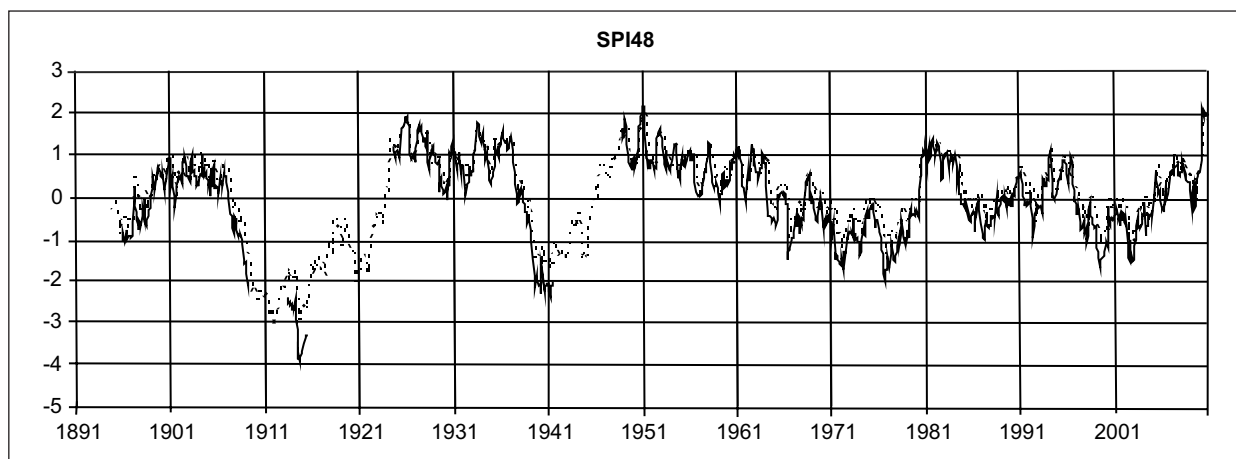
Buvo apskaičiuotos SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, SPI48 ir SPI60 laiko žingsnių reikšmės. Labai aiškiai išryškėja tendencija, kad kuo didesnis laiko žingsnis, tuo mažesni ir kreivės pokyčiai. Šią tendenciją taip pat pastebėjo ir aprašė N. Jakimavičiūtė ir G. Stankūnavičius (2008). Taigi kuo didesnis laiko žingsnis, tuo sausringų laikotarpių mažiau, tačiau jie ilgesni, ir kuo mažesnis laiko žingsnis, tuo sausringų laikotarpių daugiau, tačiau jie trumpesni (2 pav.).

Žvelgdami į skirtingų laiko žingsnių SPI duomenų sekas (2 pav.) galime matyti gana ryškų ekstremaliai sausringą

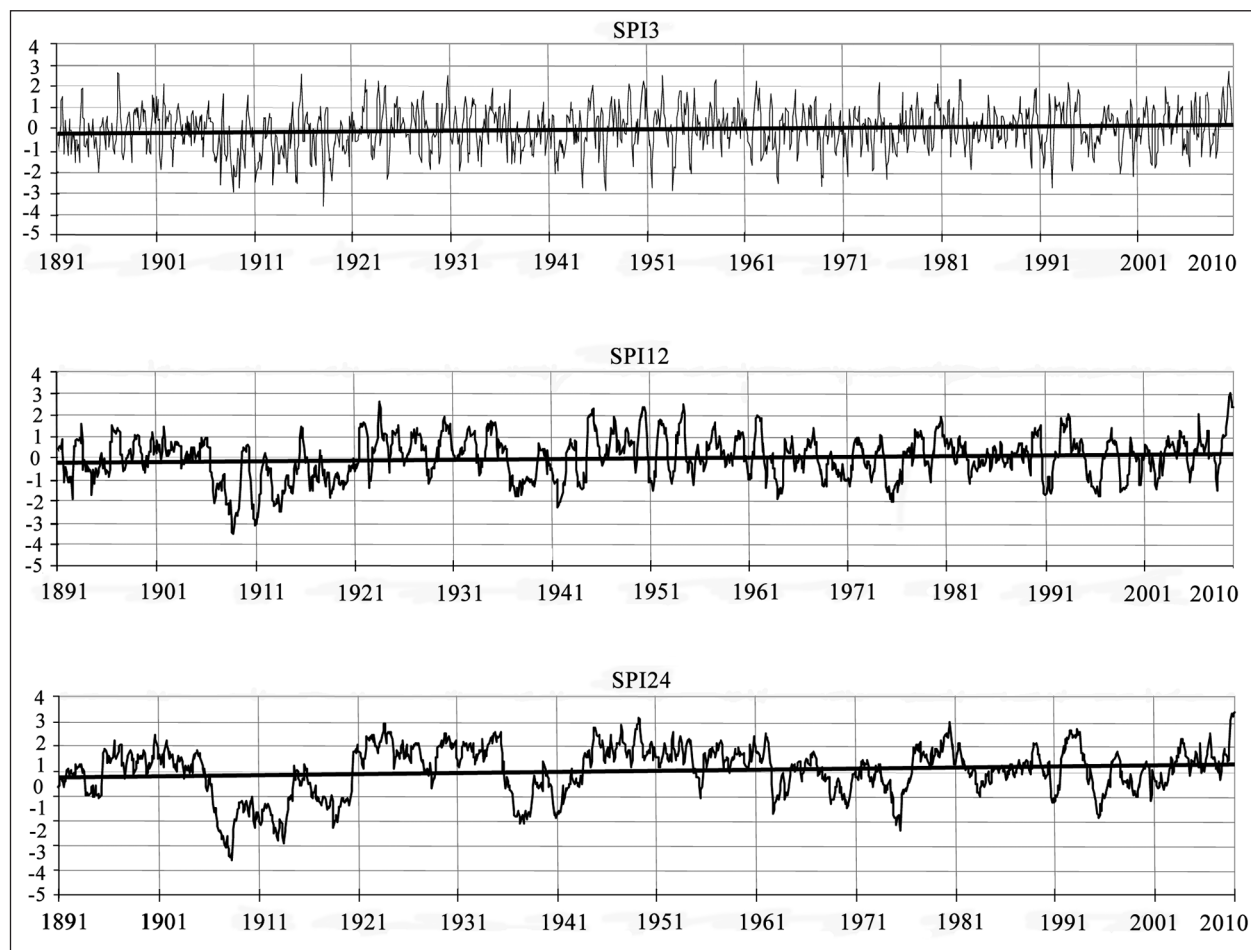
3 lentelė. Rekonstruotų ir nerekonstruotų duomenų sekų palyginimas

Table 3. Comparison of time scales based on the reconstructed and unreconstructed data sequences

SPI laiko žingsnis SPI time scale	Koreliacijos koeficientas Correlation coefficient	Vidutinis skirtumas Mean difference	Maksimalus skirtumas Max. difference
SPI1	0,9999	0,005	0,07
SPI3	0,9998	0,014	0,09
SPI6	0,9997	0,033	0,15
SPI9	0,9997	0,047	0,19
SPI12	0,9995	0,063	0,33
SPI24	0,9997	0,123	0,43
SPI48	0,9995	0,239	1,05



1 pav. SPI48 reikšmės kaita pagal rekonstruotą (punktūrinė linija) ir nerekonstruotą (ištininė linija) duomenų sekas Vilniuje
Fig. 1. SPI48 value dynamics based on the reconstructed (dashed line) and unreconstructed data sequence (solid line) in Vilnius



2 pav. SPI reikšmių kaita ir trendas Vilniuje, naudojant skirtingus laiko žingsnius, 1891–2010 m.

Fig. 2. Dynamics of different time scales and trend line of SPI values for the period 1891–2010 in Vilnius

laikotarpį praėjusio šimtmečio pradžioje. Trendai rodo tam tikrą SPI reikšmių augimą, kuris neženkliai didėja didėjant SPI laiko žingsniui. Analizuodami ilgesnio laiko žingsnio SPI24 (2 pav.), SPI48 (1 pav.) duomenų sekas, galime pastebėti didesnę SPI reikšmių kaitą sausesniais ir drėgnesniais laikotarpiais pradedant praėjusio amžiaus viduriu.

Mažiausia vieno mėnesio laiko žingsnio SPI reikšmė $-4,8$ fiksuota 1934 m. gruodį, šį mėnesį iškrito tik 1 mm kritulių. SPI3 mažiausia reikšmė fiksuota 1918 m. gegužę, per tris mėnesius (kovą, balandį, gegužę) iškrito vos 29 mm

kritulių. Vienerių metų SPI12 mažiausia reikšmė fiksuota 1912 m. sausį, kai per 12 mėnesių iškrito vos 385 mm kritulių. SPI6, SPI9 ir SPI12 mažiausios reikšmės tarpusavyje susijusios, t. y. SPI12 yra SPI6 ir SPI9 sausrų tąsa. Taip pat galime pastebėti, kad visos minimalios reikšmės fiksuotos praėjusio šimtmečio pirmoje pusėje (4 lentelė).

Didžiausias SPI reikšmių kartojimasis visais laiko žingsniais fiksuojamas $-0,99$ – $0,99$ intervale (5 lentelė). Yra laikoma, kad SPI kintant šiame intervale, drėkinimo sąlygos yra artimos įprastiniam drėkinimui. Taigi įprastinis drėkinimas,

4 lentelė. Įvairių laiko žingsnių mažiausios SPI reikšmės Vilniuje 1891–2010 m.

Table 4. The lowest values of SPI in different time scales for the period 1891–2010 in Vilnius

SPI laiko žingsnis SPI time scale	Metai Year	Mėnuo Month	Reikšmė Value	Kritulių kiekis mm Precipitation, mm
SPI1	1934	12	$-4,8$	1
SPI3	1918	5	$-3,58$	29
SPI6	1909	5	$-3,44$	105
SPI9	1909	6	$-3,44$	117
SPI12	1909	10	$-3,5$	397
SPI24	1915	7	$-3,24$	962
SPI48	1912	2	$-3,1$	1983
SPI60	1912	1	$-3,2$	2504

skaičiuojant skirtingais laiko žingsniais, per tiriamąjį laikotarpį vyravo 66–70 % viso laikotarpio. Ekstremalios reikšmės, tiek esant ekstremaliai sausa, tiek esant ekstremaliai drėgna, per tiriamąjį laikotarpį įvairiais laiko žingsniais fiksuotos 3,5–5,5 % atvejų. Tiesa, ekstremaliai drėgnų reikšmių SPI60 laiko žingsnyje iš viso nebuvo užfiksuota, o ekstremaliai drėgna buvo rečiau negu ekstremaliai sausa visuose SPI laiko žingsniuose. Pavyzdžiui, SPI1 laiko žingsnyje buvo fiksuotas 51 ekstremaliai sausas mėnuo, arba 3,5 % viso laikotarpio mėnesių buvo ekstremaliai sausi, o ekstremaliai drėgnas buvo 29 mėnuo, arba 2,0 % viso laikotarpio mėnesių buvo ekstremaliai drėgni.

Nagrinėdami, kaip tarpusavyje koreliuoja skirtingo laiko žingsnio SPI reikšmės (6 lentelė), galime pastebėti, kad geriausia koreliacija yra tarp SPI9 ir SPI12 laiko žingsnių reikšmių. Koreliacijos koeficientai tarp kitų reikšmių yra labai artimi tiems, kurie buvo aprašyti A. Ceglari ir kt. (2008), nagrinėjant ilgalaikes sausras Liublianoje bei vengrų mokslininkų tirtas sausras Vengrijoje (Bussay ir kt., 1998, 1999). SPI1 labai gerai koreliuoja su vieno mėnesio HTK, o SPI3, t. y. vasaros laikotarpio SPI reikšmė, – su visos vasaros bendra HTK reikšme.

Remiantis T. B. McKee ir kt. (1993) nurodytu kriterijumi, kad sausra prasideda, kai SPI reikšmė mažesnė kaip -1 , o baigiasi, kai ji pasiekia teigiamą reikšmę, buvo suskaičiuotos sausras bei sausringi laikotarpiai per tiriamąjį laikotarpį visuose laiko žingsniuose. Taip pat apskaičiuota, kiek kartų tokių sausringų laikotarpių metu bent vie-

ną mėnesį buvo pasiektas ekstremalios sausras kriterijus (7 lentelė).

Kuo SPI žingsnis mažesnis, tuo daugiau trumpesnių sausrų fiksuojama. Ir atvirkščiai, kuo SPI žingsnis didesnis, tuo sausrų mažiau, bet jos ilgesnės. Pavyzdžiui, SPI1 laiko žingsniu buvo identifikuota 163 sausras, kurių bendra trukmė 334 mėnesiai, arba 23 % viso laikotarpio, vidutinė vienos sausras trukmė 2 mėnesiai. O SPI12 atveju vieno sausringo laikotarpio trukmė 15 mėnesių, iš viso buvo identifikuota 30 sausringų laikotarpių (7 lentelė).

Vertinant pagal šį kriterijų, sausra prasideda, kai SPI reikšmė krinta žemiau kaip -1 , o baigiasi, kai indeksas pasiekia teigiamą reikšmę. Tačiau ekstremalus sausras kriterijus yra pasiekiamas ne kiekvienos tokios sausras metu: pvz., iš 81 SPI3 laiko žingsnių fiksuotos sausras ekstremalus kriterijus buvo pasiektas tik 22 atvejais (7 lentelė).

Apskritai tokie sausringi atvejai sudaro gana mažą procentinę analizuojamojo laikotarpio dalį (7 lentelė). Todėl vertinant sausras ar sausringus laikotarpius daugiau dėmesio reikėtų skirti ekstremaliai sausras kriterijui, kai sausra įgyja pavojingiausią lygį.

Naudojantis ilgesniais laiko žingsniais, t. y. SPI24, SPI48, SPI60, fiksuotas sausras derėtų vadinti nebe sausromis, o sausringais laikotarpiais. Esant trumpesniai analizuojamam laikotarpiui, sausringi laikotarpiai gali būti išskiriami ir pagal SPI12 ar dar trumpesnius laiko žingsnius. Tokiais atvejais sausras apibrėžimas – $SPI < -1$ – gali būti tinkamas ir naudojamas norint išskirti sausringus laikotarpius,

5 lentelė. SPI reikšmių kartojimasis Vilniuje 1891–2010 m. (%)

Table 5. The frequency of SPI values (%) in Vilnius, 1891–2010

SPI reikšmė SPI value	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12	SPI24	SPI48	SPI60
$\leq -2,0$	3,5	2,7	2,4	2,1	2,8	3,9	4,7	4,3
-1,99–1,5	4,3	4,7	5,8	5,3	4,1	5,2	4,4	5,1
-1,49–1,0	8,1	8,8	8,6	9,8	10,7	8,3	7,4	5,6
-0,99–0,01	32,2	32,5	31,3	30,4	28,9	25,0	28,9	28,3
0,0–0,99	36,3	36,0	36,7	36,5	37,9	42,5	40,2	41,6
1,0–1,49	10,2	8,6	8,3	9,1	9,7	11,9	11,3	13,4
1,49–1,99	3,4	4,7	4,7	5,4	4,5	2,7	3,0	1,7
> 2	2,0	2,0	2,2	1,4	1,4	0,5	0,1	0,0

6 lentelė. Koreliacija tarp SPI1 ir SPI24, vasaros laikotarpio SPI ir HTK reikšmių Vilniuje 1891–2010 m.

Table 6. Cross-correlation between SPI1 and SPI24, SPI and HTC for summer seasons in Vilnius, 1891–2010

	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12	SPI24	SPI48	SPI60
SPI1	1,00	0,56	0,38	0,30	0,26	0,21	0,17	0,17
SPI3		1,00	0,69	0,54	0,47	0,36	0,29	0,31
SPI6			1,00	0,80	0,68	0,51	0,43	0,41
SPI9				1,00	0,86	0,62	0,52	0,49
SPI12					1,00	0,70	0,60	0,56
SPI24						1,00	0,81	0,74
SPI48							1,00	0,93
SPI60								1,00
HTK	0,94							
HTK3		0,97						

7 lentelė. Sausringi laikotarpiai Vilniuje 1891–2010 m. (sausros pradžia, kai SPI < -1, sausros pabaiga, kai SPI > 0)

Table 7. Number of dry periods in 1891–2010 in Vilnius (drought begins at SPI < -1 and ends at SPI > 0)

SPI laiko žingsnis SPI time scale	Sausrų skaičius Cases of droughts	Vienos sausros trukmė mėn. Duration of one drought, months		Vidutinė vienos sausros trukmė mėn. Mean duration of one drought, months	Bendra sausringų periodų trukmė % Total duration of dry periods, %	Sausrų skaičius, kai buvo pasiektas ekstremalus kriterijus The number of droughts with extreme value
		nuo/from	iki/till			
SPI1	163	1	9	2	23	43
SPI3	81	1	24	5	28	22
SPI6	51	2	27	8	29	17
SPI9	40	1	37	11	30	8
SPI12	30	2	59	15	31	4
SPI24	14	3	110	28	28	4
SPI48	5	41	178	80	29	1
SPI60	3	35	181	99	21	1

kurie gali būti svarbūs identifikuojant bei analizuojant agrometeorologinę ar hidrologinę sausras. Norint fiksuoti labai sausringus mėnesius trumpais SPI laiko žingsniais, T. B. McKee apibrėžimas, kad sausros pradžia, kai SPI mažesnis kaip -1, nelabai tinkamas ir objektyviau būtų naudoti mažesnes SPI reikšmes ekstremaliai sausringiems mėnesiams identifikuoti.

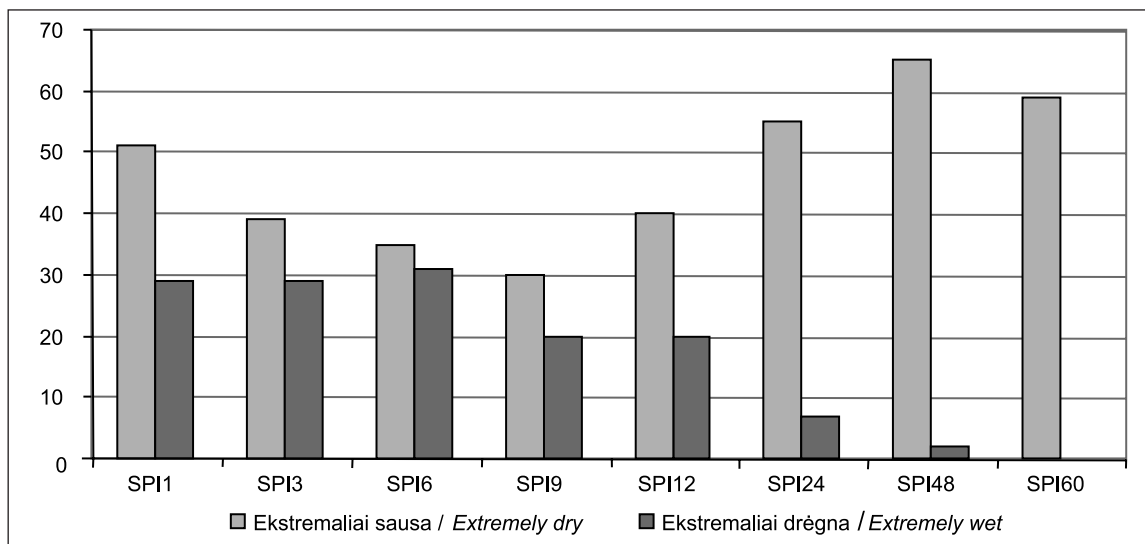
EKSTREMALIAI SAUSI MĖNESIAI

Ekstremaliai sausų mėnesių visuose laiko žingsniuose buvo kur kas daugiau nei ekstremaliai drėgnų (3 pav.). Pavyzdžiui, SPI1 atveju fiksuoti 51 ekstremaliai sausas ir tik 29 ekstremaliai drėgni mėnesiai, o SPI60 atveju ekstremaliai drėgnų mėnesių iš viso nefiksuota, bet buvo net 59 ekstremaliai sausi mėnesiai.

Nemažai mėnesių, kurie yra ekstremaliai sausringi ar ekstremaliai drėgni pagal didelio žingsnio SPI skaičiavimus,

nėra apibrėžiami kaip sausringi mažo žingsnio SPI skaičiavimuose, nes keli sausringi mėnesiai nebūtinai patenka į keleto metų sausringą laikotarpį, ir atvirkščiai. Pagal visus laiko žingsnius SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, SPI48, SPI60 ekstremaliai sausringas laikotarpis (išskyrus SPI48) užfiksuotas tik 1909 metais.

Žvelgiant į tai, kurį metų mėnesį dažniausiai ar rečiausiai fiksuojamos mažos SPI reikšmės, konkretesnių apibendrinimų padaryti negalima. Ekstremaliai sausi mėnesiai nefiksuoti tik SPI6 liepą. Visų SPI žingsnių atvejais ekstremaliai sausringų mėnesių pasiskirstymas per metus panašus. Didelių SPI žingsnių atveju tai suprantama, nes ekstremalūs laikotarpiai, trukdami pakankamai ilgai, po keliolika ar net keliasdešimt mėnesių, apima ir visus metų mėnesius, tačiau, pvz., SPI1 atveju abu ekstremalūs liepos mėnesio indeksai fiksuoti tik praėjusio šimtmečio pabaigoje (1992, 1994 m.). Pastebima tendencija, kad mažuose SPI laiko žingsniuose, pastarųjų dešimtmečių vasaros mėnesiais, mažų reikšmių SPI fiksuojamas dažniau.



3 pav. Ekstremaliai sausų ir ekstremaliai drėgnų mėnesių skaičius įvairiais SPI laiko žingsniais Vilniuje 1891–2010 m.

Fig. 3. The number of extremely dry and extremely wet months in different SPI time scales in Vilnius, 1891–2010

VASAROS LAIKOTARPIO EKSTREMALIOS SAUSROS PAGAL HTK IR SPI

Vasaros mėnesiai buvo nagrinėti atskirai, mažo žingsnio SPI reikšmes lyginant su HTK reikšmėmis. Vasaros mėnesiai pasirinkti dėl to, kad tuo metu sausras pavojingiausios, o HTK gali būti apskaičiuotas tik tiems mėnesiams, kai oro temperatūra didesnė kaip 10 °C, t. y. vegetacijos laikotarpiui. Kadangi gegužę ir rugsėjį įvairiais metais oro temperatūra būna gana skirtinga ir ne visada visą mėnesį didesnė kaip 10 °C, tad apsiribota tik vasaros mėnesiais, laikantis nuostatos, kad tuo metu oro temperatūra visada būna aukštesnė kaip 10 °C. SPI1 ir SPI3 laiko žingsniais apsiribota, nes siekiama įvertinti 1–3 mėnesių trukmės sausras, t. y. vienerių metų vieno vasaros mėnesio ar visos vasaros sausringumą. Labai dideliais laiko žingsniais (SPI48, SPI60) ekstremaliai sausi mėnesiai buvo fiksuoti tik pirmąjį tiriamojo laikotarpio trisdešimtmetį, 1891–1920 m., kai buvo viena ekstremali ir ilga sausra. Panaši situacija ir su SPI24 laiko žingsniu. SPI6, SPI9, SPI12 atvejais taip pat daugiausia ekstremaliai sausringų vasaros mėnesių fiksuota pirmąjį tiriamojo laikotarpio trisdešimtmetį, tai yra padarinys to paties ilgai vyravusio sausringo laikotarpio (4 pav.). SPI1 atveju pirmąjį trisdešimtmetį (1891–1920) buvo tik vienas ekstremaliai sausringas mėnuo, antrąjį (1921–1950) ir trečiąjį (1951–1980) trisdešimtmečiais ekstremaliai sausringų vasaros mėnesių padaugėja iki 3, o paskutinį trisdešimtmetį (1981–2010) fiksuojami jau keturi ekstremaliai sausringi vasaros mėnesiai. SPI3 laiko žingsnis – tai tarpinis variantas tarp SPI1 ir SPI6–SPI60, t. y. daugiausia sausringų vasaros mėnesių buvo pirmąjį trisdešimtmetį, antrąjį – jų nefiksuota iš viso, o trečiąjį ir ketvirtąjį – užfiksuoti atitinkamai 2 ir 3 ekstremaliai sausringi mėnesiai (4 pav.).

Per tiriamąjį laikotarpį fiksuoti 23 ekstremaliai sausi mėnesiai, kai HTK buvo <0,5. Tokių ekstremaliai sausų mėnesių su SPI1 reikšmėmis fiksuota vos 10, t. y. daugiau nei

dvigubai mažesnis skaičius. Taigi SPI identifikuoja ne visas HTK indeksu apskaičiuotas sausras, o tik mažiau nei pusę iš jų. Jei SPI reikšmę imtume ne $SPI < -2$, o $SPI < -1,5$, tai tada pagal SPI būtų nustatytos visos sausras, kurios buvo fiksuotos ir HTK. Tačiau papildomai būtų užfiksuoti 4 ekstremaliai sausringi mėnesiai. Trys birželio ir vienas rugpjūčio, o tai gerokai nulemta ir to, kad šie mėnesiai buvo kiek vėsesni, jų vidutinių oro temperatūrų suma mažesnė, ir dėl šios priežasties HTK kiek didesnis.

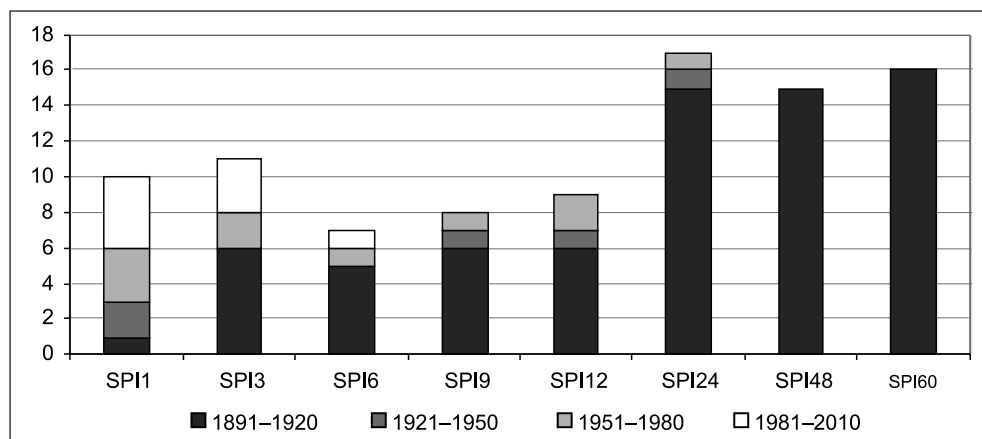
Pagal HTK per tiriamąjį laikotarpį identifiikuotos 3 vasaros, kai HTK buvo <0,7, o tai, anot G. T. Seleninovo ir S. Sapožnikovo, yra labai sausringa vasara (Čirikov, 1988). SPI3 laiko žingsniu identifiukuotos tos pačios 3 vasaros, kai $SPI < -2,0$, t. y. ekstremaliai sausa. Taigi pagal abu koeficientus identifiukuotos tos pačios trys 1914, 1964 ir 1992 m. ekstremaliai sausras vasaros.

HTK ir SPI1 bei visos vasaros HTK ir SPI3 gerai koreliuoja tarpusavyje (6 lentelė). Vieno mėnesio HTK ir SPI1 koreliacijos koeficientas siekia 0,94, o visos vasaros HTK ir SPI3 – 0,97.

Taigi, norint identifiukuoti vieno mėnesio sausringumą, SPI ekstremalus sausringumo kriterijus $SPI1 < -2$ gerai identifiukuoja ekstremaliausiai sausus mėnesius, anksčiau fiksuotus pagal HTK. Tačiau norint, kad SPI identifiukuotų visus anksčiau buvusius sausringus mėnesius pagal HTK, jo reikšmė turi būti ne -2 , o mažesnė, t. y. $HTK < 0,5$ turėtų atitikti $SPI1 < -1,5$.

Nuo 1961 iki 2010 m. Vilniuje buvo fiksuotos 3 oficialios stichinės sausras 1971, 1992, 1994 m. (Klimato žinynas, 2000). 1971 m. sausra prasidėjo liepos antroje pusėje ir tęsėsi iki rugpjūčio antros pusės. SPI1 liepą buvo $-1,98$, o rugpjūtį $-1,4$. Rugpjūčio SPI reikšmės mažėjimas susijęs su antroje mėnesio pusėje iškritusiais krituliais.

1992 m. ekstremali sausra fiksuota liepą ir rugpjūtį. SPI1 ekstremalią sausrą fiksuoja birželį ir liepą, atitinkamai $-2,19$ ir $-2,2$, o rugpjūčio SPI jau tik $-0,59$.



4 pav. Ekstremaliai sausringi vasaros mėnesiai įvairiais trisdešimtmečiais 1891–2010 m.

Vilniuje. X ašyje – SPI laiko žingsnis, Y ašyje – ekstremaliai sausringų mėnesių skaičius

Fig. 4. The number of extremely dry months in different thirty-year periods for summer seasons in 1891–2010 in Vilnius. X axis – SPI time scale, Y – number of extremely dry months

1994 m. ekstremali sausra taip pat fiksuota liepą ir rugpjūtį, šiais mėnesiais SPI1 atitinkamai $-2,66$ ir $-0,35$.

Kaip matyti, ekstremaliausią sausrą SPI identifikuoja, tačiau jis paremtas ne mėnesio kritulių kiekiu, o HTK kasdieniais duomenimis, todėl SPI negali identifikuoti laikotarpio, jei jis prasideda ne nuo mėnesio pradžios, o nuo vidurio.

IŠVADOS

1. Atlikus SPI skaičiavimus įvairiais laiko žingsniais, naudojantis rekonstruota ir nerekonstruota ilgalaikė kritulių Vilniuje duomenų seka, ir palyginus gautus rezultatus nustatyta, kad patogiau naudoti rekonstruotą duomenų seką, kuria ir remtasi šiame darbe. SPI reikšmėse, gautose naudojant rekonstruotą kritulių duomenų seką, nėra SPI reikšmių trūkių, kurie atsiranda naudojant nerekonstruotą duomenų seką ir didėja didėjant SPI laiko žingsniui. Rekonstruota duomenų seka suteikia platesnes galimybes analizuoti ir interpretuoti įvairių laiko žingsnių SPI reikšmes.

2. Kuo SPI laiko žingsnis trumpesnis, tuo sausrų fiksuojama daugiau, tačiau jos trumpesnės. Ir atvirkščiai, kuo SPI laiko žingsnis ilgesnis, tuo sausrų mažiau, bet jos ilgesnės. Ši tendencija būdinga įvairaus intensyvumo sausroms. Tačiau nemažai mėnesių, ekstremaliai sausringų ar ekstremaliai drėgnų pagal didelio žingsnio SPI skaičiavimus, nėra ekstremaliai sausringi mažo žingsnio SPI skaičiavimuose.

3. Nustatyta geriausia skirtingų laiko žingsnių SPI reikšmių tarpusavio koreliacija: SPI9 ir SPI12 koreliacijos koeficientas $0,86$. Taip pat labai gerai koreliuoja SPI1 su vieno mėnesio HTK ir SPI3 su visos vasaros HTK reikšme: koreliacijos koeficientai atitinkamai $0,94$ ir $0,97$.

4. Ekstremalus sausras kriterijus $SPI < -2$ yra pasiekiamas ne kiekvienos T. B. McKee apibrėžtos sausras metu (sausras pradžia fiksuojama SPI reikšmei esant mažesnei kaip -1 , o pabaiga – SPI reikšmei tapus teigiama). Kadangi tokio tipo sausrų susidaro gana nemažai, daugiau dėmesio reikėtų skirti ekstremaliai sausringiems mėnesiams identifikuoti. Skaičiuojant vieno vasaros mėnesio sausringumą Lietuvoje oficialiai naudojama ekstremaliai sausringa HTK reikšmė $< 0,5$ atitinka SPI1 reikšmę $< -1,5$. Ekstremaliai sausringos vasaros kriterijus HTK $< 0,7$ atitinka ekstremalų apibrėžimą $SPI < -2$.

5. Pagal visus laiko žingsnius SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, SPI48, SPI60 ekstremaliai sausringas laikotarpis (išskyrus SPI48) užfiksuotas tik 1909 m. Mažiausios SPI reikšmės visais laiko žingsniais fiksuotos praėjusio šimtmečio pradžioje. Tiriamuoju laikotarpiu ekstremaliai sausa visuose laiko žingsniuose buvo dažniau nei ekstremaliai drėgna.

6. SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI48, SPI60 laiko žingsniuose daugiausia ekstremaliai sausringų vasaros mėnesių fiksuota pirmąjį tiriamojo laikotarpio trisdešimtmetį (1891–1920 m.), o SPI1 laiko žingsnyje – paskutinį trisdešimtmetį (1981–2010 m.). Matyti tendencija, kad mažuose SPI laiko

žingsniuose pastarųjų dešimtmečių vasaros mėnesiais mažų reikšmių SPI fiksuojamas dažniau. Tiek pagal SPI3, tiek pagal visos vasaros HTK reikšmes identifiikuotos 3 ekstremaliai sausringos vasaros: 1914, 1964 ir 1992 m.

Gauta 2011 05 16

Priimta 2011 06 16

Literatūra

1. Buitkuvienė M. S. 1999. Sausros Lietuvoje – klimato kitimo rodiklis? *Mokslas ir gyvenimas*. 10.
2. Bussay A., Szinell C., Hayes M., Svoboda M. 1998. Monitoring drought in Hungary using the standardized precipitation index. *Annales Geophysicae, Supplement 11 to Vol. 16. The Abstract Book of 23rd EGS General Assembly, C450. April 1998, Nice, France*.
3. Bussay A., Szinell C., Szentimery T. 1999. *Investigation and Measurements of Droughts in Hungary*. http://www.drought.unl.edu/monitor/EWS/ch14_Szalai.pdf
4. Ceglar A., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. 2008. Analysis of meteorological drought in Slovenia with two drought indices. *BALWOIS 2008, Ohrid, Republic of Macedonia, 27–31 May 2008*.
5. Čirkov J. I. 1988. *Osnovy agrometeorologii*. Gidrometeoizdat. 153–156.
6. Dirsė A. 2001. Žemės ūkio augalų vegetacijos laikotarpių drėgmingumas. *Žemės ūkio mokslai*. 3: 51–56.
7. Dirsė A., Trapatauskienė L. 2010. Drėgmingumo kaita augalų vegetacijos metu ir jo vertinimo metodų palyginimas. *Žemės ūkio mokslai*. 17(1–2): 9–17.
8. Farat R., Kepinska-Kasprzak M., Kowalczak P., Mager P. 1998. Droughts in Poland, 1951–1990. *Drought Network News*. 10: 1. <http://www.drought.unl.edu/pubs/dnn/dnnarchive.htm>
9. Golcberg I. A. 1966. Otsenka vlogoobespechennosti sel'skokhozyaystvennykh kultur na zemnom share. *Trudy glavnoy geofizicheskoy observatorii*. 192.
10. Hayes M. J. 2006. National Drought Mitigation Center. *Drought Indices*. <http://drought.unl.edu>
11. Hisdal H., Holmqvist E., Hyvarinen V., Jonsson P., Kuusisto E., Laresen S., Lindstrom G., Ovesen N., Roald L. 2003. Long time series. A review of Nordic studies. *Report by the CWE Long Time Series Group. CHIN / Nordic Council of Ministers, Rejkjavik*.
12. Jakimavičiūtė N., Stankūnavičius G. 2008. Sausrų Lietuvoje diagnozė naudojant skirtingus kritulių rodiklius ir klasifikacijos metodus. *Geografija*. 44: 50–57.
13. Keskin F., Sorman A. U. 2010. Assessment of the dry and wet period everity with hidrometeorological index. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*. 2: 29–39.
14. Khadr M., Morgenschweis G., Schlenkhoff A. 2009. Analysis of meteorological drought in the Ruhr Basin by Using the Standardized Precipitation Index. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 57. <http://www.waset.org/journals/waset/v57.php>
15. Klimato žinynas. 2000. *Stichiniai meteorologiniai reiškiniai 1961–1995*. LHMT.

16. Lietuvos Respublikos Seimas. 2006. Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 24, 2006 m. kovo 9 d. *Valstybės žinios*. 29: 1004.
17. Lloyd-Hughes B., Saunders M. A. 2002. A drought climatology for Europe. *International Journal of Climatology*. 22: 1571–1592.
18. McKee T. B., Doesken N. J., Kleist J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *8th Conference on Applied Climatology, January 17–22, Anaheim, California*. 179–184.
19. National Drought Mitigation Center. 2006. *Drought Indices*. <http://drought.unl.edu>
20. Spasov P., Spasova D., Petrovic P. 2005. Changes in drought occurrences in Serbia. *International Conference of Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification 21–25 April, 2005, Bled, Slovenia*.
21. Stonevičius E., Stankūnavičius G., Jalinskas P. 2006. *The Warm Season Runoff Dependence on the Drought index in Lithuania*. http://balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-598.pdf
22. The BACC Author Team. 2008. *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*.
23. Wilhite D. A., Hayes M. J. C., Knutson K. H. 2000. Planning for drought: Moving from crisis to risk management. *Journal of American Water Resources Association*. 36(4): 697–710.

Donatas Valiukas

DRY PERIODS IN 1891–2010 IN VILNIUS

Summary

In the paper, two indexes – the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Seleninov Hydrothermal Coefficient (HTC) – were used for the identification of droughts. SPI was used for the whole period. Also, summer periods were analyzed using the HTC and SPI. Droughts and dry periods were identified using different SPI time scales: SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, SPI48 and SPI60. Different time scales might define different types of droughts.

The SPI values obtained with and without data set reconstruction were compared. The results showed that it was better to use data sets with data reconstruction.

A comparison of the SPI index in different time scales and of the SPI and HTC values (Table 6) showed the highest correlation between SPI3 and summer HTC and between one-month HTC and SPI1.

The SPI as a time scale is lower, the greater the shorter-term droughts recorded. By contrast, the SPI time scale is longer if there are less droughts but they are longer (Table 7). This tendency is characteristic of droughts of varying intensity. However, a number of extremely dry and extremely wet months according to SPI long time scale calculations aren't defined as extremely dry according to SPI low-step scale calculations.

Extremely dry months (except SPI48) according to all time scales (SPI1, SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI24, SPI48, SPI60) were recorded only in 1909. The lowest SPI values across all the time steps were fixed at the beginning of the last century (Table 4). The number of extremely dry months was higher than that of extremely wet ones across all the time steps during the study period (1891–2010) (Fig. 3).

The driest summer months were fixed in the first thirty years of the study period (in 1891–1920) in SPI3, SPI6, SPI9, SPI12, SPI48, SPI60 time steps, while in the SPI1 time step the driest months were fixed in the last thirty years (1981–2010) (Fig. 4). There is a tendency that the low values of the SPI index are recorded more frequently for SPI in low time steps over the past decades in the summer months. According to both SPI3 and all summer HTC values, three extremely dry summers – 1914, 1964 and 1992 – were identified.

Key words: Standardized Precipitation Index, drought, dry periods, hydrothermal coefficient