

Sausrų Lietuvoje diagnozė naudojant skirtingus kritulių rodiklius ir klasifikacijos metodus

Neringa Jakimavičiūtė,

Gintautas Stankūnavičius

Vilniaus universitetas,
M. K. Čiurlionio 21/27,
LT-03101 Vilnius

El. paštas: gintas.stankunavicius@gf.vu.lt
neringa.jakimaviciute@gf.stud.vu.lt

Jakimavičiūtė N. Stankūnavičius G. Sausrų Lietuvoje diagnozė naudojant skirtingus kritulių rodiklius ir klasifikacijos metodus. *Geografija*. 2008. T. 44. Nr. 2. ISSN 1352-1096.

Darbo tikslas – ištirti indeksų, kurių skaičiavimui naudojami tik mėnesių kritulių kiekio duomenys, informatyvumą nustatant 1960–2000 m. sausringus laikotarpius Lietuvos teritorijoje. Darbas paremtas sausringų laikotarpių įvertinimais pagal Standartizuotą kritulių indeksą (SPI) bei Procentinio nuokrypio nuo normos indeksą (PN). Antroje darbo dalyje nustatytas ryšys tarp kritulių indeksais fiksuojamų sausringų laikotarpių Lietuvoje bei atmosferos cirkuliacijos rodiklių pasitelkus klasterinę (KA) bei pagrindinių komponentų analizę (PKA).

Raktažodžiai: sausringi laikotarpiai, kritulių indeksai

ĮVADAS

Sausra – tai atmosferoje ir dirvoje vykstantis reiškinys, kuris atsiranda esant kritulių trūkumui, aukštai oro temperatūrai, ilgai Saulės spindėjimo trukmei bei intensyviai garavimui. Visa tai sutrikdo vandens balansą, paveikia ekonomiką, aplinką bei visuomenę (Buitkuvienė, 1999).

Pagal Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. kovo 9 d. nutarimą „Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo“ stichine sausra laikoma tuomet, kai drėgmės atsargos 0 ÷ 10 cm dirvos sluoksnyje yra ≤ 10 mm ir ≤ 60 mm, arba hidroterminis koeficientas HTK yra mažesnis nei 0,5 ir toks išsilaiško vieną mėnesį (Lietuvos Respublikos Seimas, 2006).

Sausroms, jų intensyvumui, mastui įvertinti naudojami tam tikri rodikliai (indeksai), kurie kritulių ar nuotėkio duomenis įtraukia į vieną hidrologinę sistemą. Sausringumo indeksą, t. y. tam tikrą skaičių, daug lengviau interpretuoti nei didelį kiekį pradinės informacijos. Yra keletas rodiklių, rodančių, kaip kritulių kiekis atitinka normą per pasirinktą laikotarpį. Nenustatyta, kuris indeksas geriausiai tinka visiems sausroms atvejams – vienas tinkamesni laikomi vieni rodikliai, o kitur – kiti (National Drought..., 2006).

Įvairūs šaltiniai pagal sausringumo būklę, daromą poveikį išskiria skirtingus sausrų tipus. Nacionalinis sausrų mažinimo centras (JAV) pateikia tris sausras: meteorologinę, žemės ūkio bei hidrologinę.

Šio darbo tikslas – ištirti indeksų, kurie apskaičiuoti remiantis tik mėnesių kritulių kiekio duomenimis, informatyvumą nustatant 1961–2000 m. sausringus laikotarpius Lietuvoje. Darbas paremtas sausringų laikotarpių įvertinimais pagal Standartizuotą kritulių indeksą (SPI – *Standardised Precipitation Index*) bei Procentinio nuokrypio nuo normos

indeksą (PN – *Percent of Normal*). Antroje darbo dalyje nustatytas ryšys tarp kritulių indeksais fiksuojamų sausringų laikotarpių bei atmosferos cirkuliacijos rodiklių.

SAUSRŲ TYRIMŲ APŽVALGA

Vienas pagrindinių sausrų tyrimų Lietuvoje aprašytas straipsnyje „Sausros Lietuvoje – klimato kitimo rodiklis?“ (Buitkuvienė, 1999), kuriame pagal mažas produktyviosios drėgmės atsargas diagnozuojama 13 sausringų sezonų (1963, 1964, 1967, 1969, 1970, 1971, 1975, 1976, 1979, 1982, 1983, 1992, 1994 m.). Tiriama 1961–1996 m. laikotarpis.

E. Stonevičius, G. Stankūnavičius bei P. Jalinskas (2006) pritaikė Efektyvų sausrų indeksą (EDI – *The Effective drought index*) Lietuvos upėms šiltuoju sezonu. EDI yra informatyvus diagnozuojant stiprias sausras upių baseinuose. Siekiant atskirti pakankamai drėgnus sezonus nuo anomaliai drėgnų ar sausringų, atlikta klasterinė analizė.

B. Lloyd-Hughes tyrė sausras Europoje. Viename iš darbų (Lloyd-Hughes, 2003) aprašytos stipriausios, didelę žalą padariusios sausras, antrame darbe (Lloyd-Hughes, Saunders, 2002) pateikiama sausrų Europoje klimatologija. Abiejuose darbuose sausrų diagnostika paremta SPI indekso reikšmių analize.

Standartizuotas kritulių indeksas (SPI) plačiai taikomas ir kitų šalių sausrų identifikacijai: A. Loukas ir L. Vasiliades (2004) analizavo Graikijos sausras, P. Spasovas su bendraautoriais SPI pritaikė sausrų tyrimams Serbijoje (Spasov ir kt., 2001), L. Labeledzki (2007) bei R. Faratas ir M. Kepinska-Kasprzak (1998) tyrinėjo Lenkijos sausras. M. Trnka su bendraautoriais (2003) meteorologines sausras analizavo pietryčių Čekijoje bei šiaurės rytinėje Austrijos dalyje pagal SPI bei Palmer sausrų stiprumo indeksą (PDSI – *Palmer Drought Severity Index*).

S. Vicente-Serrano ir bendraautorai (2004) analizavo Valencijos sausras, 1951–2000 metais. A. U. Komuscu (2001) nagrinėjo drėgmės sąlygas bei jų priklausomybę nuo atmosferos cirkuliacijos, sausras Turkijoje.

P. Schmidt-Thomé'as, aprašydamas natūralius ir techninius pavojus, aptarė sausringumo grėsmę tam tikriems Europos regionams. Skaičiavimai paremti Europos regionų klasterizavimo metodu. Dalis Lietuvos, Lenkijos ir Latvijos, taip pat nemaža dalis Vidurio Europos priskiriama ketvirtai – didelio kritulių deficito – kategorijai (Schmidt-Thomé, 2005).

J. Rodriguezas (2000) specialioje ataskaitoje pateikė pagal klasterius atliktą rajonavimą bei Europos sausrų tyrimus. Didelis dėmesys buvo kreipiamas į upių baseinus ir jų ribas. Suradus didžiausius ryšius tarp kintamųjų išskirta 10 grupių. Lietuvos teritorija priskiriama Vidurio Europos daliai, kurioje sausras tampa vis dažnesnės.

PRADINIAI DARBO DUOMENYS IR METODIKA

Pradiniai darbo duomenys – septynių Lietuvos meteorologijos stočių (Kauno, Klaipėdos, Lazdijų, Panevėžio, Šiaulių, Utenos ir Varėnos) mėnesių kritulių kiekis. Tyrimui pasirinkti 1961–2000 metai.

Šiame darbe šiltojo laikotarpio (balandžio–spalio mėn.) sausroms įvertinti pasirinkti du kritulių indeksai: Standartizuotas kritulių indeksas (SPI) bei Procentinio nuokrypio nuo normos indeksas (PN).

SPI skaičiavimo metodika paremta kritulių duomenų sekos pritaikymu normaliam skirstiniui ir tolesniu jos normalizavimu į skirtingus laiko intervalus (pavyzdžiui, vieno, trijų mėnesių, pusės metų ir t. t.). Ši metodika pateikta sausrų Europoje klimatologiją nagrinėjančiame B. Lloyd-Hughes'o ir M. A. Souderso (2002) darbe. SPI indeksas apskaičiuotas specialia programine įranga, platinama Nacionalinio sausrų mažinimo centro tinklapyje (*National Drought Mitigation Center*: <http://drought.unl.edu/>). Skaičiavimai atlikti pagal 1, 3, 6, 12, 24, 48 mėnesių laiko žingsnius, kurie tekste įvardijami kaip SPI1, SPI3, SPI6, SPI12, SPI24 bei SPI48. Didžiausias dėmesys skiriamas SPI1, SPI3, SPI6 laiko intervalams.

Žiemos metu, kai nevyksta vegetacija, SPI indeksas Lietuvos atžvilgiu tampa neinformatyvus, todėl skaičiuojamas visas periodas (pagal SPI metodiką duomenys sumuojami slankiųjų vidurkių metodu, todėl neįmanoma apskaičiuoti tik tam tikrų mėnesių), o pateikiama tik 4–10 mėn. analizė.

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

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

Reikšmės / Values	Interpretacija / Interpretation
≥ 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>Moredately 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>Very dry</i>
≤ –2	Ekstremaliai sausa / <i>Extremely dry</i>

PN yra vienas paprasčiausių ir lengviausiai apskaičiuojamų indeksų. Skirtingai nei SPI, kuris turi reikšmių lentelę, PN reikšmės neskirstomos į sausringumo klases, todėl į sudarytus du intervalus patekusios reikšmės šiame darbe iliustruoja ekstremaliai sausringą (0–10%) bei labai sausringą (10–20%) laikotarpį.

$$PN = \frac{x_i}{\bar{x}} \times 100\%; \quad (1)$$

čia x_i – konkretaus mėnesio kritulių kiekio reikšmė;
 \bar{x} – vidutinė daugiametė kritulių kiekio reikšmė.

Klasifikuojant sausras inicijuojančius ir jas palaikančius atmosferos procesus buvo naudojami du skirtingi metodai: pasuktų pagrindinių komponentių analizė (PKA) ir klasterinė analizė (KA). PKA buvo vykdoma vadinamojoje S modyje, kad vienietiniai kovariacinės matricos vektoriai reprezentuotų erdvinę cirkuliacijos tipą, o pagrindinės komponentės – jų kaitą laike (kaip cirkuliacijos indeksas). Nustačius pagrindinių komponentių skaičių pagal paaiškinamos variacijos dalį hierarchinio KA būdu, panašus klasterių skaičius buvo išskirtas iš visos geopotencialaus aukščio duomenų variacijos. Vėliau K vidurkių metodu buvo išskirtos atmosferos cirkuliacijos erdvinės struktūros.

Analizei buvo naudojami geopotencialaus aukščio 500 hPa anomalijų (AH500) dešimtadienių duomenys, apimantys teritoriją tarp 20° v. ilg. ir 40° r. ilg., 35° š. pl. ir 75° š. pl. Šie duomenys surinkti iš NOAA Žemės sistemos tyrimų laboratorijos elektroninės duomenų bazės (Earth System Research Laboratory, 2008). Šioje darbo dalyje ilgesni ekstremaliai sausringi laikotarpiai buvo išskirti pagal SPI 1, 3, 6 mėn. laiko žingsnius. Iš viso į KA ir PKA įtrauktas 91 sausringas dešimtadienis.

ŠILTOJO LAIKOTARPIO SAUSRŲ VERTINIMAS LIETUVOJE

Pagal Standartizuotą kritulių indeksą diagnozuoti sausringi laikotarpiai

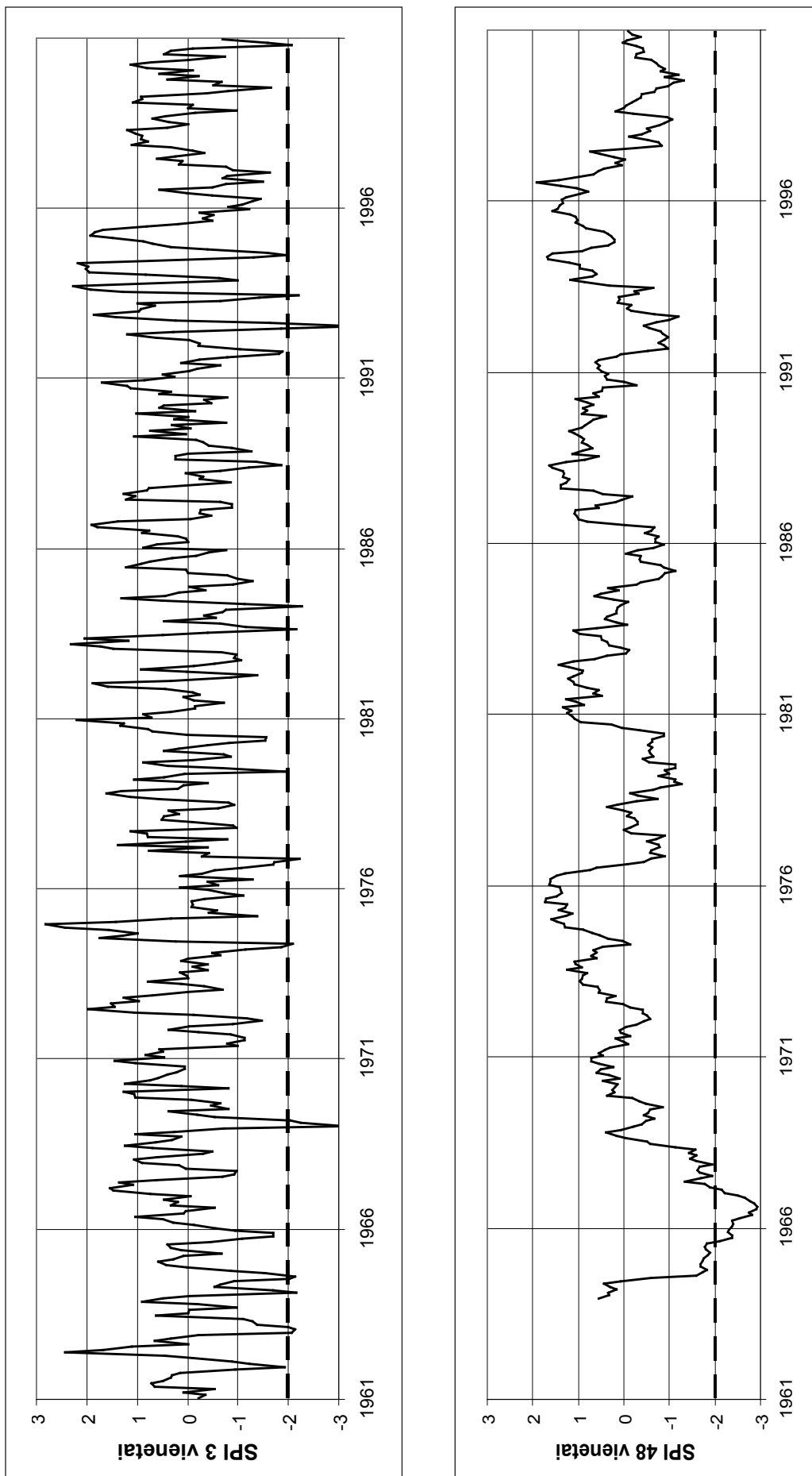
Nuo SPI pasirinkto laiko žingsnio labai priklauso gauti rezultatai bei jų interpretacija. Analizė atliekama pasitelkiant šešis laiko žingsnius, nes tai teikia žinių ne tik apie sausrų skaičių, bet ir apie sausringo laikotarpio trukmę.

SPI1, SPI3 ir SPI6 būdingi aukšto dažnio svyravimai. Iš tikrųjų čia galioja paprasta taisyklė: kuo laiko žingsnis didesnis, tuo kreivės žymi mažesnius svyravimus (1 pav.). Svyravimų pobūdis yra panašus analizuotose stotyse, išskyrus Klaipėdą.

1992 m. ekstremaliai sausringą laikotarpį (ESL) SPI indeksas užfiksavo pagal 1, 3, 6 ir 12 laiko žingsnius. Pagal 24 ir 48 laiko žingsnius šie metai laikomi vidutiniškai sausringais.

Remiantis SPI 48 kaita, išskiriami 4 ciklai (1 pav.). Pirmasis ciklas (1965–1976 m.) truko vienuolika metų. Nuo laikotarpio pradžios iki 1976 m. vyravo teigiamas trendas, po kurio ėjo staugus „šuošis“ ir šešerius metus reikšmės buvo žemesnės. Antrasis ciklas (1977–1983) pasižymi mažesne kaitos amplitude, o kilimo ir slūgimo fazės yra gerokai trumpesnės nei pirmojo ciklo, tačiau slūgimo fazė labiau išžėsta. Trečiasis ciklas (1983–1992) truko devynerius metus, o kilimo ir slūgimo fazių trukmė buvo labai panaši. Ketvirtojo ciklo (1992–1999 m.) kreivės forma panaši į trečiojo, tačiau slūgimo fazė intensyvesnė ir pastovesnė.

Kaune pagal 1, 3, 6, 12 mėnesių laiko intervalus identifiкуotų ekstremaliai sausringų mėnesių (ESM) skaičius vienodas (2 lentelė), o SPI24 tenka netgi 17 mėnesių.



1 pav. SPI reikšmių kaita Kaune naudojant 3 (viršuje) ir 48 mėn. (apačioje) laiko žingsnius. Punktūrinė linija rodo ekstremaliai sausringų reikšmių ribą
 Fig. 1. The dynamics of SPI values in Kaunas on a 3 (upper panel) and 48 (lower panel) month time scale. Dashed line shows extremely dry values

ESM dažniausiai fiksuojami birželį (SPI1), SPI3 duomenimis – liepos bei rugpjūčio mėn., SPI6 – balandžio ir rugsėjo mėnesiais.

Daugiausia labai sausringų laikotarpių užfiksuota Varėnoje, o ekstremaliai sausringų – Klaipėdoje ir Šiauliuose (2 lentelė). Šie rezultatai gerai dera su A. Bukančio ir M. Pankausko (2006) tyrimo išvadomis, kad Vakariniėje Lietuvos dalyje nustatytas neigiamas kritulių kiekio trendas 1 % patikimumo ribose.

2 lentelė. Stotims tenkantis ekstremaliai sausringų mėnesių skaičius pagal skirtingus SPI laiko žingsnius 1961–2000 m. (balandžio–spalio mėn.)

Table 2. The number of extremely dry months indicated by SPI at different time scales during 1961–2000 warm seasons (April–October)

Stotys / Stations	SPI (laiko žingsnis mėn. / Time scale, month)					
	1	3	6	12	24	48
Kaunas	8	8	8	8	17	3
Klaipėda	7	10	13	7	2	0
Lazdijai	7	4	5	1	7	0
Panevėžys	6	6	8	9	4	7
Šiauliai	6	6	8	7	3	3
Utena	10	6	7	5	10	5
Varėna	11	6	9	6	9	4

Lyginant keturis dešimtmečius (1961–1970, 1971–1980, 1981–1990 bei 1991–2000), matyti, kad septintasis bei aštuntasis dešimtmečiai pasižymi didesniu ESM skaičiumi nei devintasis bei dešimtas (2 pav.). Tokia situacija gaunama sudėjus visų stočių duomenis. Visgi atskirų stočių duomenys gana panašūs: Lazdijuose, Kaune sausringiausias septintasis dešimtmetis, Šiauliuose (2 pav.) – aštuntasis.

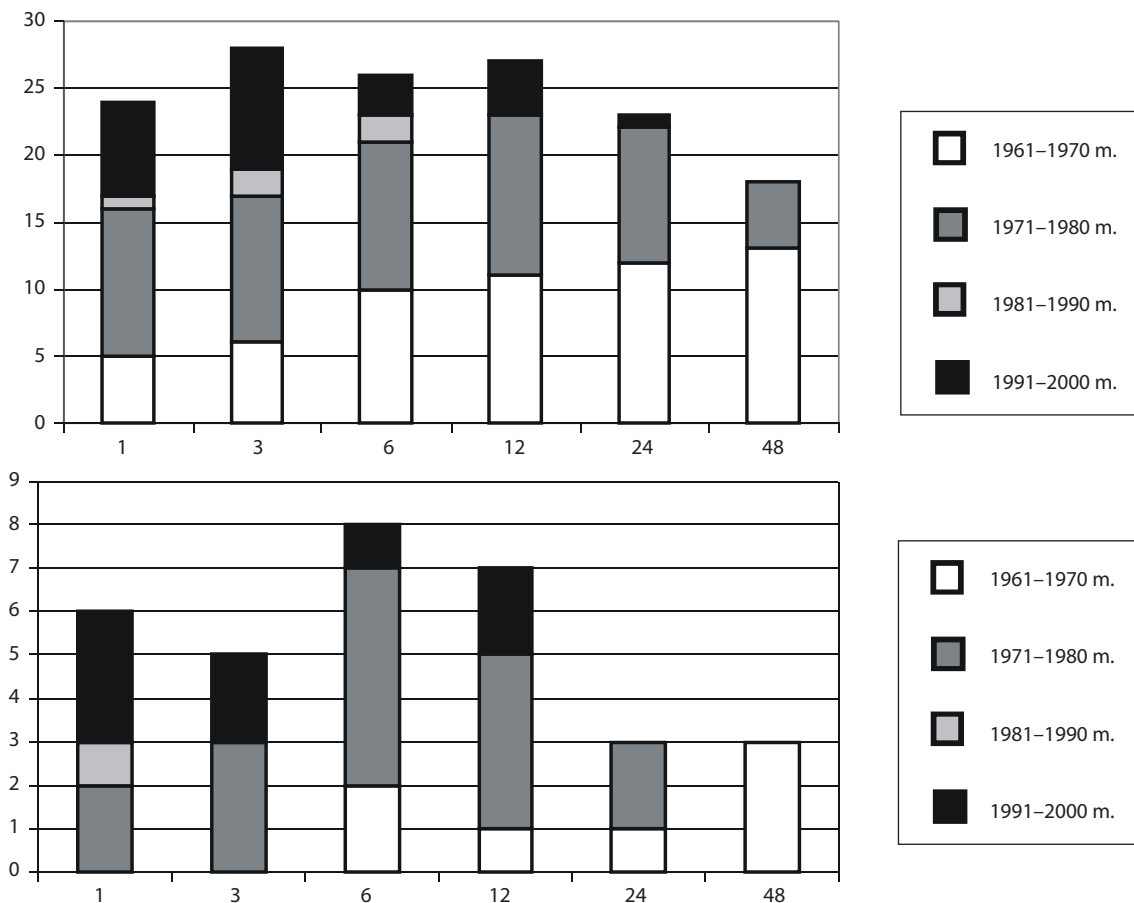
Pagal SPI 12, 24 bei 48 mėnesių laiko žingsnius devintajame dešimtmetyje nefiksuojama ekstremaliai sausringų mėnesių. Šiauliuose pagal SPI1 šiam dešimtmėčiui tenka tik vienas ekstremaliai sausringas mėnuo.

Lyginant su ankstesniais sausrų tyrimais, šiame darbe, naudojant Standartizuotą kritulių indeksą, identifikuojama didžioji dalis aprašytų sausrų. Didinant laiko žingsnį, į ekstremaliai sausringų mėnesių eilę patenka ir tie laikotarpiai, kurie oficialiai nebuvo paskelbti sausringais.

Pagal procentinio nuokrypio nuo normos indeksą diagnozuoti sausringi laikotarpiai

Pagal PN pasiskirstymą ekstremaliai sausringi ir labai sausringi laikotarpiai laikytini 0–10% bei 10–20% intervalai (3 lentelė).

Pagal PN indeksą diagnozuojami sausringi laikotarpiai gerai dera su SPI1 rezultatais: iš 12 sausringų mėnesių, pagal PN



2 pav. ESM skaičius, tenkantis atskiriems dešimtmečiams visose stotyse (kairėje) ir atskirai Šiauliuose (dešinėje). X ašyje – SPI laiko žingsniai, y – ekstremaliai sausringų mėnesių skaičius

Fig. 2. Number of extreme dry months in different decades at all stations (left) and separately in Šiauliai (right). X axis – SPI time scales, y – number of extremely dry months

3 lentelė. Sausringų mėnesių skaičius, patenkantis į skirtingus PN reikšmių intervalus

Table 3. Number of extremely dry months falling into two PN intervals

PN intervalai / PN intervals	Stotys / Stations						
	Kaunas	Klaipėda	Lazdijai	Panevėžys	Šiauliai	Utena	Varėna
0%–10%	3	5	2	3	4	3	2
10%–20%	6	3	7	5	8	5	11

indeksą atitinkančių ESM kriterijus, vienuolika identifikuojama (ir SPII indekso) kaip ekstremaliai sausringi.

Klaipėdoje 1994 m. visą liepos mėnesį nebuvo kritulių, taigi pagal indekso skaičiavimo formulę PN reikšmė lygi nuliui. Iš likusių šešių stočių penkiose šis mėnuo taip pat pateko į ekstremaliai sausringų arba labai sausringų reikšmių intervalą. Tuo pačiu laikotarpiui kaip Klaipėdoje, Šiauliuose per visą laikotarpį fiksuojama mažiausia reikšmė.

Lazdijuose, Varėnoje bei Kaune mažiausios PN reikšmės tenka 2000 m. spalio mėnesiui, Utenoje – 1974 m. balandžio mėnesiui.

Iš tikrųjų ekstremaliai sausringi laikotarpiai formuojasi susidarius labai anomalioms atmosferos cirkuliacijos sąlygoms bei veikiant ilgos trukmės kritulių deficitui kelis šiltesnius sezonus. Tuo tarpu mažiau sausringų laikotarpių genezei svarbiausias yra tik kritulių deficitas. Labai sausringų laikotarpių skaičiumi pirmauja Varėna, o ekstremaliai sausringų – Klaipėda ir Šiauliai (3 lentelė).

Palyginus pagal procentinio nuokrypio nuo normos indeksą gautus rezultatus su ankstesniais sausrų tyrimais matyti, jog PN indeksas diagnozuoja tik 44% anksčiau aprašytų sausrų.

Atmosferos cirkuliacijos procesų, palankių sausrų formavimuisi, klasifikacija

Klasterinės analizės procese išskirti šeši klasteriai. Daugiausia sausringų dekadų patenka į šeštąjį (23) bei pirmąjį (20) klasterius. Panašus dekadų skaičius tenka antrajam, trečiajam bei ketvirtajam klasteriams (atitinkamai 14, 12, 13), o penktasis pasižymi mažiausiu skaičiumi.

Šeštajam klasteriui būdinga atmosferos cirkuliacija pasižymi Vidurio Europoje vyraujančiu aukštuminiu anticiklonu ir didele žemo slėgio sritimi šiaurės rytinėje Atlanto dalyje (3 pav. a). Baltijos regiono apatinėje troposferoje vyrauja pietų ir pietvakarių krypties pernaša. Oro masės slenka iš Viduržemio jūros regiono šiaurinės Rusijos dalies link. Toks atmosferos cirkuliacijos tipas labiausiai būdingas 1992 m. liepos mėnesio II–III dekadoms.

Pirmojo klasterio (3 pav. b) vidutinis H500 anomalijų laukas rodo cikloninę cirkuliaciją virš Skandinavijos pusiasalio ir nuo jo per Vidurio Europą besidriekiantį slėnį. Anticikloninė anomalija užima didesnę dalį Šiaurės Atlanto vandenyno. Apatinėje troposferoje vyrauja silpna pietrytinė oro masių pernaša, atnešanti šiltą sausą orą nuo pietinės Rusijos bei Ukrainos teritorijų. Tokia situacija labiausiai būdinga 1964 m. sausringam 7–9 mėn. laikotarpiui, 1975 m. birželio mėn. pirmai pusei ir 1970 m. liepos bei 1994 m. rugpjūčio mėnesių antrosioms dekadoms.

Antrasis klasteris (3 pav. c) reprezentuoja blokuojantį procesą Šiaurės Atlante ir dideles teigiamas geopotencialaus aukščio anomalijas Islandijos ciklono rajone, o neigiamas – virš Azorų regiono. Virš Baltijos regiono vyrauja intensyvi šiaurės–šiaurės rytų anticikloninė cirkuliacija. Virš Lietuvos teritorijos prie Žemės paviršiaus susidarė silpna šiaurės rytų pernaša – vėsi ir sausa žemyninė poliarinė oro masė, iš šiaurės Rusijos dalies atslinkusi į Baltijos regioną. Daugiausia tokių situacijų užfiksuota 1975 m. šiltuoju sezonu. Likusieji klasteriai taip pat reprezentuoja anticikloninę cirkuliaciją prie Žemės paviršiaus virš Lietuvos, tačiau tos cirkuliacijos formos yra mažiau pastovios laike.

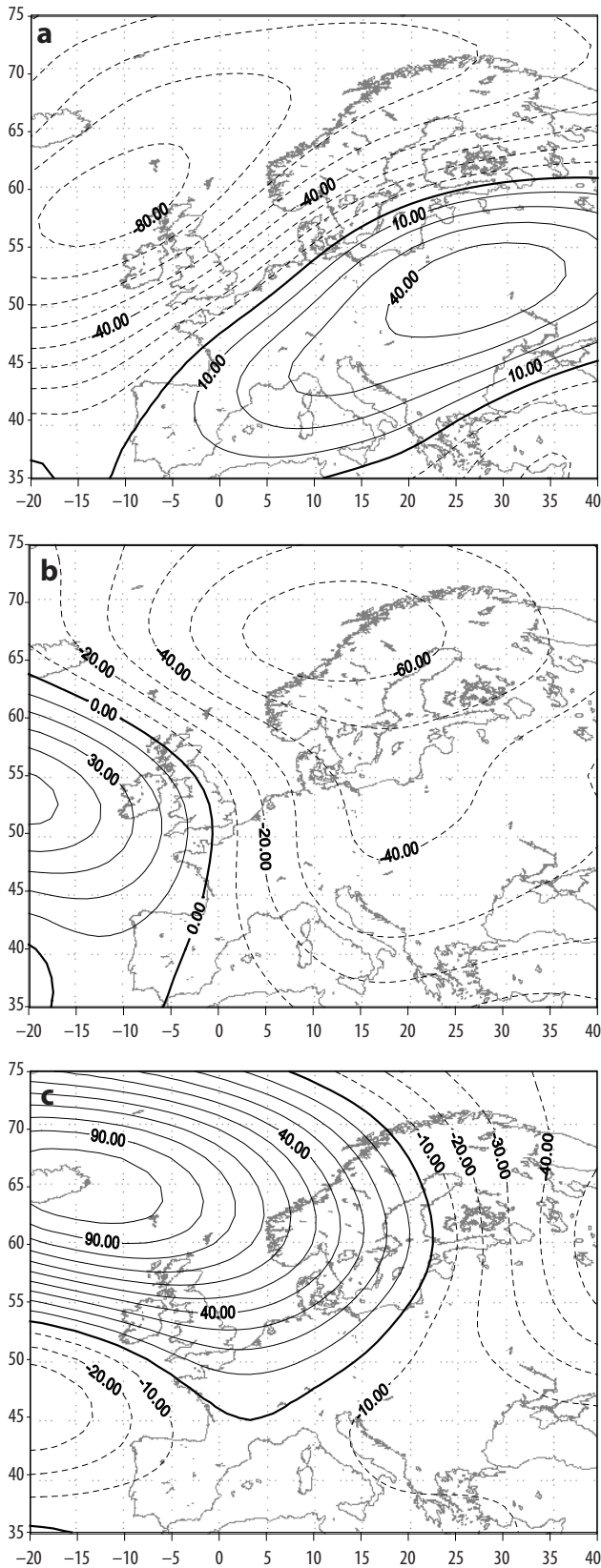
Pagrindinių komponentių analizės metodu buvo išskirtos penkios pagrindinės komponentės, kurios paaiškina 77,2% bendrosios dispersijos. Pirmosios komponentės indėlis yra 20,3%, antrosios – 14,8%, trečioji komponentė paaiškina kiek daugiau nei antroji – 17,5 %, o ketvirtoji ir penktoji – atitinkamai 10,7% ir 13,8%.

Pirmosios komponentės (4 pav. a) teigiami svorio koeficientai reprezentuoja blokuojantį procesą virš Vakarų Europos. Teigiama anomalija vyrauja Islandijos bei Norvegijos pakrantėse. Lietuvoje prie Žemės paviršiaus vyrauja šiaurės vakarų–šiaurės pernaša bei mažai debesuoti orai. Tokia cirkuliacija labiausiai būdinga 1964 bei 1976 metų sausringų laikotarpių pabaigai (9–10 mėn.).

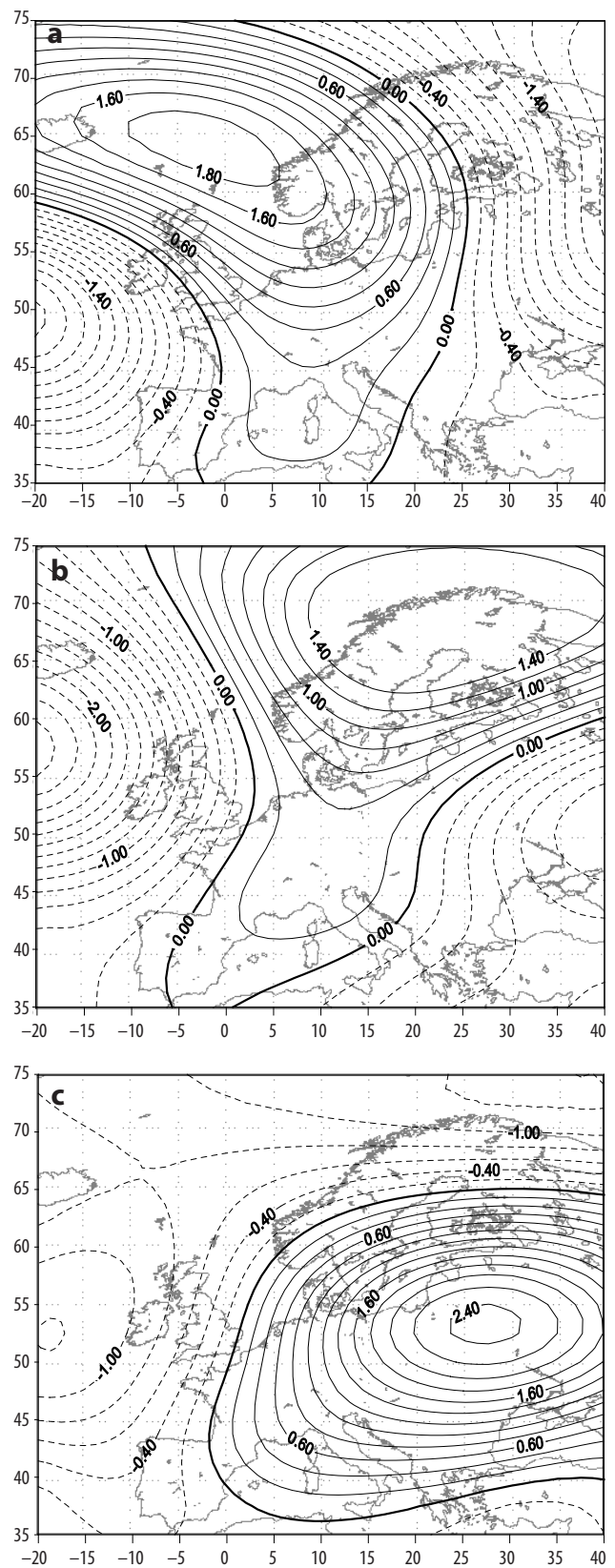
Priešingos fazės metu (esant neigiamiems svorio koeficientams) Lietuvos teritorija patenka į neigiamos anomalijos fazę. Tokios cirkuliacijos pavyzdžiai – 1971 m. liepos bei 1976 m. rugpjūčio mėnesiai.

Antroji komponentė (4 pav. b) yra tipiška Fenoskandijos anticikloninė situacija. Poliarinė žemyninė oro masė juda iš rytų į pietvakarius. Priešingos fazės metu Lietuvoje vyrauja pietų–pietvakarių pernaša, lemianti labai šiltus ir vidutiniškai drėgnus orus. 1964 m. rugpjūčio mėn. būdinga teigiama antrosios komponentės cirkuliacija, 1975 m. rugsėjo mėn. – neigiama. Reikėtų pažymėti, kad teigiamos fazės metu sausringiausia būna šiaurinėje ir vakarinėje, o neigiamos – pietrytinėje Lietuvos dalyse.

Anticikloninę cirkuliaciją reprezentuoja trečioji komponentė (4 pav. c), apimanti beveik visą Europą. Mažų gradientų aukšto slėgio laukas, vyraujantis prie Žemės paviršiaus didesnėje Europos dalyje, lemia giedrus orus ir silpnus vėjus. Priešingos fazės metu Lietuvoje vyrauja rytų, šiaurės rytų pernaša ir labai netolygus teritorinis kritulių pasiskirstymas (nepalankus susidaryti sausroms visoje teritorijoje).



3 pav. H500 izobarinio paviršiaus aukščio anomalijų vidurkių pasiskirstymas (gpm): a – šeštajame klasteryje, b – pirmajame klasteryje, c – antrajame klasteryje
 Fig. 3. Average values of geopotential height anomalies of H500 surface (gpm) in the: a – sixth cluster, b – first cluster, c – second cluster



4 pav. Komponentių įverčių pasiskirstymas erdveje: a – pirmosios, b – antrosios, c – trečiosios
 Fig. 4. Spatial distribution of loadings: a – PC1, b – PC2, c – PC3

IŠVADOS

1. Taikant skirtingą Standartizuoto kritulių indekso laiko žingsnį, gauti sausringumo laikotarpiai sutampa su ankstesniuose sausrų tyrimuose taikytų metodų rezultatais. Didinant laiko žingsnį, į ekstremaliai sausringų mėnesių grupę patenka ir tie laikotarpiai, kurie oficialiai nebuvo paskelbti sausringais.

2. Remiantis Procentinio nuokrypio nuo normos indeksu diagnozuojama tik apie 44% ankstesniuose tyrimuose aprašytų sausrų.

3. Pasitelkus Standartizuoto kritulių indekso mažiausius laiko žingsnius (1, 3, 6 mėn.) nustatytas sausringiausias 8 dešimtmetis, ilgesnius laiko žingsnius (12, 24, 48 mėn.) – 7 dešimtmetis. Procentinio nuokrypio nuo normos indeksas rodo, kad sausringiausi buvo 8 ir 10 dešimtmečiai.

4. Daugiausia ekstremaliai sausringų mėnesių pagal Procentinio nuokrypio nuo normos indeksą gauta vakarinėje Lietuvos dalyje (Klaipėdos ir Šiaulių regionuose). Standartizuoto kritulių indekso trumpų laiko žingsnių dėka daugiausia ekstremaliai sausringų mėnesių užfiksuota Klaipėdos, Utenos bei Varėnos regionuose, ilgų – Kauno ir Panevėžio regionuose.

5. Būdingiausia atmosferos cirkuliacijos forma, kuriai esant susidaro ir išsilaiko Lietuvoje sausringi laikotarpiai, yra anticikloninė cirkuliacija, vyraujanti didžiojoje Europos dalyje arba tik Rytų ir Vidurio Europoje.

6. Visų klasterinės analizės gautų atmosferos cirkuliacijos formų bendras bruožas – virš Lietuvos teritorijos egzistuoja teigiama geopotencialaus aukščio anomalija, kuri tiesiogiai susijusi su kritulių deficitu.

Gauta 2008 09 20

Parengta 2008 10 13

Literatūra

- Buitkuvienė M. S. (1999). Sausros Lietuvoje – klimato kiti-mo rodiklis? *Mokslas ir gyvenimas*. 10.
- Farat R., Kepinska-Kasprzak M. ir kt. (1998). Droughts in Poland, 1951–1990. *Drought Network News*. 10: 1. <http://www.drought.unl.edu/pubs/dnn/dnnarchive.htm>
- Komuscu A. U. (2001). An analysis of recent drought conditions in Turkey in relation to circulation patterns. *Drought Network News*. 13: 2–3. www.ndmc.unl.edu/pubs/.
- Labeledzki L. (2007). Estimation of local drought frequency in Central Poland using the Standardized Precipitation Index SPI. *Irrig. and Drain*. 56: 67–77.
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2006). Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 24, 2006 m. kovo 9 d. *Valstybės žinios*. 29: 1004.
- Lloyd-Hughes B. (2003). Summer drought ravages Europe. *ALERT – The Newsletter of Benfield Hazard Research Center*. 10: 2. <http://www.benfieldhrc.org/activities/alerts>
- Lloyd-Hughes B., Saunders M. A. (2002). A drought climatology for Europe. *International Journal of Climatology*. 22: 1571–1592.
- Loukas A., Vasilades L. (2004). Probabilistic analysis of drought spatiotemporal characteristics in Thessaly region, Greece. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 4: 719–731.
- National Drought Mitigation Center. (2006). Drought indices. <http://drought.unl.edu>
- Pankauskas M., Bukantis A. (2006). Baltijos jūros regiono klimato humidiškumo dinamika 1950–2004 metais. *Annales Geographicae*. 39: 5–14.
- Rodriguez J. A. (2000). Regionalization and drought characterisation in Europe. *ARIDE Technical report*. 9. www.hydrology.uni-freiburg.de/
- Schmidt-Thome P. (ed.) (2005). Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions. *ESPON project*. Geological Survey of Finland. 1–197.
- Spasov P., Spasova D., Petrovic P. (2001). Changes in drought occurrences in Serbia. *ICID-CIID: Intl. conf. on drought mitigation and prevention of land desertification*. April 21–25. Bled, Slovenia.
- Stonevičius E., Stankūnavičius G., Jalinskas P. (2006). The warm season runoff dependence on the drought index in Lithuania. <http://balwois.mpl.ird.fr/balwois/>
- Trnka M., Semerádova D. ir kt. (2003). *Selected methods of drought evaluation in South Moravia and Northern Austria*. Institute for Landscape Ecology, Mendel University of Agriculture and Forestry Brno. www.ufa.cas.cz/dub/crop/
- Vicente-Serrano S. M. ir kt. (2004). Drought patterns in the Mediterranean area: the Valencia region (Eastern Spain). *Climate Research*. 26: 5–15.

Neringa Jakimavičiūtė, Gintautas Stankūnavičius

ANALYSIS OF DRY SPELLS IN LITHUANIA USING DIFFERENT PRECIPITATION INDICES AND CLASSIFICATION TECHNIQUES

Summary

The analysis of dry spells in Lithuania covers a period of forty years: from 1961 to 2000. The identification of dry spells was managed without additional soil moisture and temperature parameters and involved only various precipitation indices. For this reason, the monthly precipitation rates recorded at Lithuanian meteorological stations were used in this paper. Such precipitation indices were the Standardized Precipitation index (SPI) and Percentage of Normal (PN) index. The SPI was designed to quantify the precipitation deficit for multiple time scales. Dry spell was identified at 1-, 3-, 6-, 12, 24-, 48-month timescales. These timescales define different types of drought and reflect the impact of drought on the different water resources. The second index (PN) reflects one of the simplest methodologies, but easy to interpret.

Using SPI 1-, 3- and 6- month timescales, there were eight extremely dry spells (ESL) – in 1964, 1971, 1974, 1975, 1976, 1992, 1996, 2000 warm seasons. Additional five ESL were identified using reduced SPI timescales (mostly 1- and 3-month): 1969, 1970, 1983, 1994, and 1999. Other officially recognized droughts were also identified using

only one SPI timescale index. Such dry spells were recorded in 1972, 1963, 1983 and 1997.

The cluster and principal component analysis (by the varimax rotation technique) was applied to the daily 500 hPa level geopotential height field (averaged to ten days) during identified periods of dry spells. Extracted six clusters and five principal components showed several most prominent atmospheric circulation patterns responsible for the formation and maintenance of droughts in Lithuania. These atmospheric patterns are related either to the Scandinavian anticyclonogenesis or to the small-gradient anticyclonic field occupying larger Europe. The other patterns describing the rest of data variance represent blocking flow and large-scale wave patterns.