

Gausūs krituliai Lietuvoje 1961–2008 metais

Justas Kažys,

Egidijus Rimkus,

Arūnas Bukantis

Vilniaus universitetas,

M. K. Čiurlionio 21,

LT-03101 Vilnius

El. paštas: justas.kazys@gf.vu.lt

egidijus.rimkus@gf.vu.lt

arunas.bukantis@gf.vu.lt

Kažys J., Rimkus E., Bukantis A. Gausūs krituliai Lietuvoje 1961–2008 metais. *Geografija*. 2009. T. 45(1). ISSN 1392-1096.

Straipsnyje analizuojama gausių kritulių teritorinė sklaida ir pasikartojimo kaita Lietuvoje bei atmosferos cirkuliacija jų metu. Darbe naudojami 1961–2008 m. kasdieninių kritulių matavimų duomenys iš 17 meteorologijos stočių. Metinės gausių kritulių tikimybės apskaičiuotos naudojant tolydų bendrąjį ekstremalių dydžių skirstinį, o daugiametį pokyčių statistinis patikimumas – Mann-Kendallo testą. Atmosferos cirkuliacijos tipai gausių kritulių metu išskirti remiantis P. Hesso ir H. Brezowskio cirkuliacijos formų klasifikacija. Nustatyta, jog gausių kritulių atvejų daugiausiai fiksuojama Žemaičių aukštumoje bei Pajūrio žemumoje. Čia didžiausios ir vidutinių metinių vienos bei trijų parų maksimumų reikšmės. Vakarų Lietuvoje gausūs krituliai dažniausiai pasitaiko antroje vasaros pusėje bei rudenį, tuo tarpu likusioje šalies dalyje jie dažniausi vasaros mėnesiais. Išryškėjo teigiamos visų analizuojamų rodiklių daugiametės kaitos tendencijos. Aštuntojo dešimtmečio vidurys – devintojo pabaiga visoje Lietuvoje išsiskyrė dideliu gausių kritulių atvejų skaičiumi. Dažniausiai jie iškrenta vyraujant zoninei cirkuliacijos formai, o virš Lietuvos užslinkus centrinei ciklono daliai yra didelė tikimybė, jog gausūs krituliai apims visą šalies teritoriją.

Raktažodžiai: gausūs krituliai, kritulių tikimybė, atmosferos cirkuliacija

ĮVADAS

Bendras iškritusių kritulių kiekis suteikia tik dalinę informaciją, kurios dažnai nepakanka norint tiksliai įvertinti vietovės humidiškumo sąlygas. Dienų su krituliais skaičius bei gausių kritulių pasikartojimas yra priskiriami prie pačių svarbiausių kritulių rodiklių.

Kintančio klimato sąlygomis prognozuojamas visuotinis kritulių kiekiui didėjimas, tačiau kartu stiprės ir jų ekstremalumas (Climate..., 2007). Tuo tarpu Lietuvoje metinis kritulių kiekis kis nedaug: numatoma, jog jis didės žiemą ir mažės vasarą (Rimkus ir kt., 2007). Labai tikėtina, jog vasaros mėnesiai pasižymės netolygiomis drėkinimo sąlygomis: užsitęsusias sausras keis trumpalaikiai bei gausūs ar net ekstremalūs krituliai.

Gausių kritulių dinamikos įvertinimas yra labai svarbus klimato bei jo kaitos diagnozės uždavinys. Lietuvoje atlikta nemažai darbų, kuriuose analizuojama metinė ar atskirų sezonų kritulių kiekio kaita, tuo tarpu šiame darbe pagrindinis dėmesys skiriamas trumpalaikiams vienos ar trijų dienų trukmės krituliams. Panašaus pobūdžio darbų Lietuvoje kol kas nėra labai daug. Pirmuosius tyrimus apie kritulių anomalijų pasikartojimą, erdvinę sklaidą bei sinoptines formavimosi sąlygas vykdžiusios J. Pečiūrienė ir E. Tylienė analizavo stiprių liūčių ir stipraus snigio atvejus Lietuvoje (Pečiūrienė,

1973; Pečiūrienė, 1988; Tylienė, 1988). Lietingų laikotarpių šiltuoju metų laiku susidarymą ir geografinį pasiskirstymą nagrinėjo A. Galvonaitė (Galvonaitė, 1998). Įvairios trukmės teigiamos kritulių kiekio anomalijos analizuotos monografijoje *Klimato svyravimo poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje*, čia statistiškai reikšmingų anomalijų skaičiaus pokyčių trendų XX a. pabaigoje nenustatyta. Šiame tyrime analizuoti ir įvairios fazinės sudėties kritulių anomalijas lemiantys atmosferos cirkuliacijos tipai (Bukantis ir kt., 2001). A. Bukantis ir L. Valiuškevičienė tyrinėjo kritulių kiekio paros maksimumų kaitą, taip pat parų skaičių su įvairiu kritulių kiekiu trijose Lietuvos meteorologijos stotyse. Darbe nustatytos neigiamos metinių paros maksimumų tendencijos 1925–2003 metais. Didžiojoje Lietuvos teritorijos dalyje mažėjo gausių vienos dienos kritulių atvejų ir tik pajūryje jų skaičius augo (Bukantis, Valiuškevičienė, 2005). Monografijoje *Lietuvos klimatas* pateikiamas bei apibendrinamas kai kurių kritulių ekstremalumą apibrėžiančių rodiklių pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje (Galvonaitė ir kt., 2007). Gausių kritulių pokyčių 1991–2006 m. palyginimas su anktesniu laikotarpiu trumpai apžvelgiamas ir Lietuvos Aplinkos apsaugos agentūros užsakymu vykdytame tyrime. Nustatyta, jog pastaraisiais metais gausių kritulių atvejų skaičius bei kiekis išaugo Vidurio ir Rytų Lietuvoje, tuo tarpu Vakarų Lietuvoje kiek sumažėjo (Lietuvos..., 2008).

Šiame tyrime įvertinta gausių vienos ir trijų parų kritulių Lietuvoje 1961–2008 m. erdvinė sklaida bei dinamika, apskaičiuota ekstremalių kritulių tikimybė, analizuotos gausių kritulių formavimosi lemiančios cirkuliacinės sąlygos. Tyrimą rėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

PANAUDOTI DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Darbe analizuojami 1961–2008 m. gausių kritulių atvejai, registruoti 17-oje Lietuvos meteorologijos stočių. Atskirai tirtos vienos ir trijų kalendorinių parų kritulių sumos. Buvo pasirinkti šie gausius kritulius apibūdinantys rodikliai: atvejų skaičius, kai per parą iškrito daugiau nei 10 ir 20 mm; metinis paros kritulių maksimumas; atvejų skaičius, kai per tris paras iškrito daugiau nei 20 ir 30 mm kritulių; metinis trijų parų kritulių kiekio maksimumas. Šie dydžiai pasirinkti atsižvelgus į vienos ir trijų parų kritulių variacinės eilutės procentilių reikšmes: vienos paros 10 mm kritulių kiekis artimas 95 procentiliui (nuo 7,7 mm Dotnuvoje iki 11,0 mm Laukuvoje), 20 mm – 99 procentiliui (nuo 16,7 mm Dotnuvoje iki 21 mm Telšiuose); atitinkamai trijų parų 20 mm kritulių kiekis sietas su 97,5, 30 mm – su 99 procentiliu.

Tyrime įvertintos pagrindinės gausių kritulių atvejų skaičiaus bei jų metu iškritusio kritulių kiekio charakteristikos. Nustatytas tokių atvejų metinis pasiskirstymas įvairiuose Lietuvos regionuose, taip pat apskaičiuotos metinių vienos ir trijų parų kritulių maksimumų tikimybės naudojant tolydų bendrąjį ekstremalių dydžių (*Generalized Extreme Value* – GEV) skirstinį. Šis bendrasis skirstinys sujungia tris kitus skirstinius – Gumbelio, Fréchet, Weibullio (I, II ir III tipo), naudojamus ekstremalioms reikšmėms apibūdinti. Kuriam iš šių skirstinių jis yra artimesnis, nurodo skirstinio formą apibūdinantis parametras.

GEV skirstinys pastaruoju metu yra taikomas trumpalaikių (iki kelių parų) ekstremalių liūčių metu iškritusių kritulių kiekio tikimybei įvertinti. Nors kol kas nėra vieningos nuomonės, kuris iš daugelio skirstinių geriausiai apibrėžia ekstremalius kritulius abiejose skirstinio spektro dalyse (Jutla ir kt., 2008), daugelyje šalių vykdyti tyrimai rodo, jog GEV labai gerai apibrėžia kritulių ekstremalumą ir yra vienas tinkamiausių (Kysely, Picek, 2007; Wang, Zhang, 2008; Hanel, Buishand, 2009).

GEV skirstinio funkcija turi tokią išraišką:

$$G(z) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{z - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{-1}{\xi}} \right\}; \quad (1)$$

čia μ , σ ir ξ dydžiai apibūdina atitinkamai skirstinio duomenų padėtį, sklaidą bei skirstinio formą (Coles, 2001).

Šiame darbe skirstinio parametrai bei ekstremalių dydžių tikimybės buvo apskaičiuotos naudojant *EasyFit 5.0 Professional* programinę įrangą.

Naudojantis *ArcView GIS 3.2a* programinės įrangos pakuotu sudaryti Lietuvos teritorijos gausių kritulių atvejų skaičiaus bei iškritimo tikimybių žemėlapiai. Duomenų interpoliacijai (17 meteorologijos stočių) naudotas *Spatial Analyst* programės *spline* metodas, dažniausiai taikomas erdviniam kritulių rodiklių pasiskirstymui vaizduoti.

Šiame darbe įvertintos ir gausių kritulių atvejų pasikartojimo tendencijos 1961–2008 metais. Buvo analizuojama vienos paros kritulių, viršijančių 10 ir 20 mm, bei trijų parų kritulių, viršijančių 20 ir 30 mm, atvejų skaičiaus, jų procentinės dalies metinėje kritulių sumoje bei vienos ir trijų parų metinių maksimumų kaita. Nagrinėtos tik 16-os meteorologijos stočių tendencijos. Dūkšto meteorologijos stoties duomenų seka yra trumpesnė, todėl į chronologinių tendencijų analizę nebuvo įtraukta. Šiame darbe pokyčių ženklas ir dydis bei trendų statistinis patikimumas buvo įvertintas neparametriiniu Manno-Kendallo testu. Šis testas bei jo modifikacijos pasižymi paprastumu, be to, jį galima naudoti net ir esant trūkiams duomenų sekose. Tiesinės regresijos koeficientai yra labai jautrūs išskirtims, todėl analizuojant didele asimetrija pasižymintį parametrus (pavyzdžiui, gausius kritulius) labiau tinka neparametriniai testai.

Manno-Kendallo testo statistika S yra skaičiuojama pagal formulę:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sign}(x_i - x_j); \quad (2)$$

$$\text{čia } \text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jei } x > 0 \\ 0, & \text{jei } x = 0 \\ -1, & \text{jei } x < 0. \end{cases}$$

Teigiama S reikšmė rodo analizuojamo rodiklio didėjimą, neigiama – mažėjimą. Testo statistikos dydis ir statistinis reikšmingumas priklauso nuo narių skaičiaus. Darbe kritiniu buvo pasirinktas 0,05 statistinio reikšmingumo lygmuo α . Statistiškai reikšmingais buvo laikyti tie kintamųjų pokyčiai, kai Manno-Kendallo testo reikšmė didesnė nei 1,959 arba mažesnė už $-1,959$. Skaičiavimai atlikti MULTMK / PAR-TMK programa (Libiseller, 2002).

Padalijus tiriamą laikotarpį į dvi dalis, buvo palyginti metiniai vienos ir trijų parų kritulių maksimumų vidurkiai.

Siejant gausius kritulius su vyrausiomis sinoptinėmis sąlygomis buvo panaudota P. Hesso ir H. Brezowskio cirkuliacijos formų klasifikacija (Gerstengarbe, Werner, 2005). Ši klasifikacija skirta Vidurio Europai, todėl, naudojant Europos-Atlanto sektoriaus priežeminio atmosferos slėgio ir 500 hPa izobarinio paviršiaus tipinių orų sąlygų situacijų schemas, kiekvienai cirkuliacijos formai papildomai buvo nustatytas atmosferos cirkuliacijos pobūdis virš Lietuvos. Iš viso išskirtos 3 cirkuliacijos formos, 6 oro sąlygų tipai bei 30 oro sąlygų situacijų (1 lentelė). Kiekvienai analizuojamai parai priskiriama viena iš trisdešimties galimų oro sąlygų situacijų. Kadangi pateiktos klasifikacijos duomenų bazė pasibaigia 2004 m., paskutiniųjų 4 metų laikotarpis (2005–2008 m.) į skaičiavimus nebuvo įtrauktas.

1 lentelė. Orų sąlygų tipai ir situacijos pritaikius P. Hesso ir H. Brezowskio cirkuliacijos formų klasifikaciją Lietuvos teritorijai (pagal Gerstengarbe, Werner, 2005)

Table 1. Weather types and conditions of P. Hess and H. Brezowski circulation form classification adapted for Lithuania (under Gerstengarbe, Werner, 2005)

Cirkuliacijos forma / Circulation form	Orų sąlygų tipas / Weather type	Orų sąlygų situacija / Weather conditions
Zoninė / Zonal	A Vakarinis / Western	WA, WS, WZ
Mišri / Mixed	B Pietvakarinis / South western; Šiaurės vakarų / North western; Aukšto slėgio centras / High pressure centre	SWA, SWZ, TRW, WW; HNZ, NWA; BM, HM, SA, SEA
	C Žemo slėgio centras / Low pressure centre	NWZ
	D Šiaurinis / Northern	HB, HNA, NA, NZ
Meridianinė / Meridional	E Šiaurės rytų / North eastern; Rytinis / Eastern	HFNA, HFNZ, NEA, NEZ, TRM; HFA, HFZ
	F Pietrytinis / South eastern; Pietinis / Southern	SEZ, TB; SZ, TM

Makrosinoptinė situacija pagal cirkuliacijos pobūdį skirstoma į zoninę, mišrią ir meridianinę. Zoninė cirkuliacija vyksta tada, kai tarp subtropinės aukšto slėgio srities virš Šiaurės Atlanto ir žemo slėgio srities subpoliariniame rajone egzistuoja aiški vakarų–rytų krypties pernaša (A orų sąlygų tipas). Mišrioje cirkuliacijoje vienodai svarbios yra zoninė ir meridianinė pernašos. Skirtingų geografinių platumų oro masių kaita vyksta ne trumpiausiu keliu, bet veikiant zoninei pernašai (B ir C orų sąlygų tipai). Meridianinei cirkuliacijos formai būdingas stacionarumas, blokuojančios aukšto slėgio sritys tarp 50° ir 60° š. pl. Šiai makrosinoptinei situacijai priskiriami visi gūbriai, turintys šiaurės–pietų krypties ašį (D, E ir F orų sąlygų tipai).

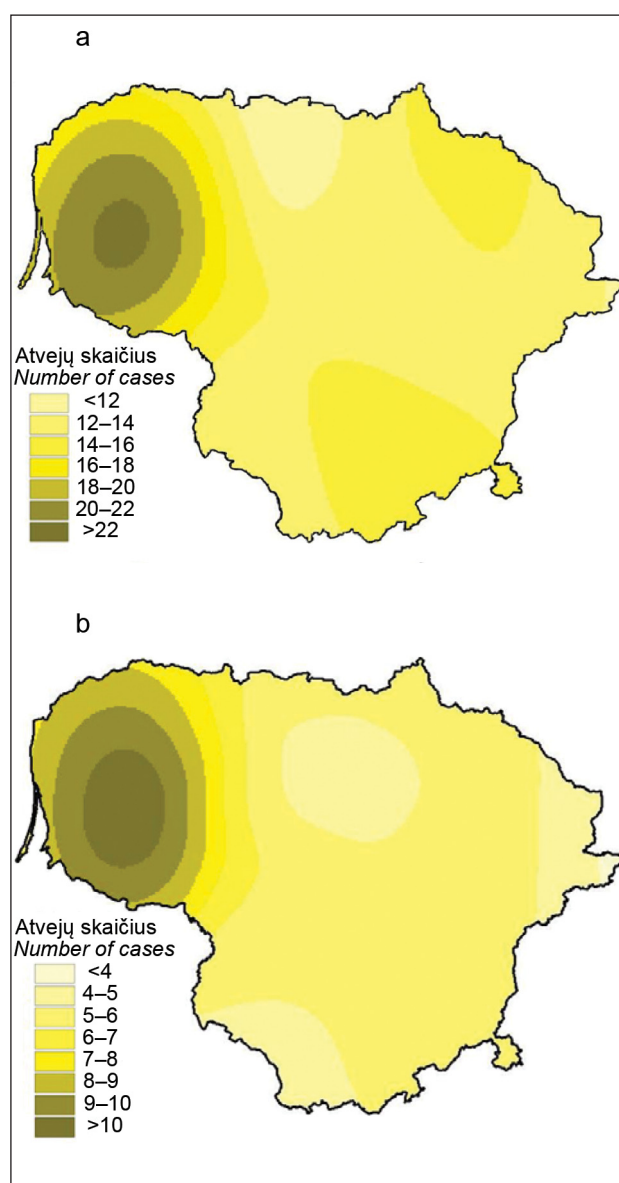
Kiekviena tyrime analizuojamo laikotarpio para buvo priskirta vienam iš šešių orų sąlygų tipų (1 lentelė). Apskaičiuotas procentinis orų sąlygų tipų pasikartojimas tais atvejais, kai kritulių kiekis buvo <10 mm bei >10 mm per parą. Vertinant gausnesnius nei 10 mm kritulius atsižvelgta, kokiaje teritorijos dalyje jie iškrinta. Iškirtos trys galimos situacijos, kai fiksuojami gausūs krituliai: ≤3, 4–10, ≥11 meteorologijos stočių.

Detalesnės oro sąlygų situacijos pateiktos esant ekstremaliems krituliams, kai vienoje meteorologijos stotyje kritulių kiekis balandžio–spalio mėnesiais sudarė >80 mm per parą, o lapkričio–kovo mėnesiais – >30 mm.

GAUSIŲ KRITULIŲ ERDVINĖ SKLAIDA LIETUVOJE

Vidutinis atvejų skaičius per metus, kai per parą iškrenta daugiau nei 10 mm kritulių, svyruoja nuo 12,4 (Šiauliuose) iki 21,9 karto (Laukuvoje). Daugiausia tokių atvejų fiksuojama Pajūryje bei Žemaičių aukštumoje (vidutiniškai daugiau nei 17), tuo tarpu šios aukštumos užuovėjoje gausių kritulių labai sumažėja ir vidutiniškai pasitaiko 12–15 kartų per metus (1 pav., a).

Panašia teritorine sklaida pasižymi ir atvejai, kada iškrenta 20 mm kritulių. Laukuvoje, Telšiuose ir Šilutėje jų pasitaiko vidutiniškai 4,1 karto per metus, o Biržuose tokių liūčių analizuojamu laikotarpiu būdavo tik po 2,3 karto. Artimi Vakarų



1 pav. Vidutinis atvejų skaičius per metus, kai vienos paros kritulių kiekis viršija 10 mm (a), trijų parų – 20 mm (b) Lietuvoje 1961–2008 m.

Fig. 1. Mean number of cases when daily precipitation exceeded 10 mm (a) and 3-day precipitation exceeded 20 mm (b) in Lithuania in 1961–2008

Lietuvai ir pačiuose šalies pietryčiuose išmatuoti dydžiai, Vilniuje ir Varėnoje tokių atvejų būta po 3,2 karto. Pietryčių Lietuvoje kiek didesnę gausių kritulių skaičių gali lemti ir mikroklimatinės vietos sąlygos (didelis miškingumas, smėlingos dirvos), ir tai, jog ypač gausius kritulius iš pietų atnešantys ciklonai kartais apima tik dalį Lietuvos teritorijos.

Atvejų, kai trijų parų kritulių suma viršija 20 mm, skaičius atskirose Lietuvos dalyse skiriasi kone dvigubai – nuo 5,3 Panevėžyje iki 10,5 karto Laukuvoje (1 pav., b). Vakarų Lietuvoje vidutinis metinis tokių atvejų skaičius viršija 8, o kitur svyruoja tarp 5–7.

Daug mažiau fiksuojama trijų dienų kritulių sumų, viršijančių 30 mm. Vidutiniai metiniai dydžiai tik Vakarų Lietuvoje viršija tris kartus (daugiausia Laukuvoje – 4,4), tuo tarpu kai kuriose Vidurio ir Rytų Lietuvos stotyse (Biržuose, Panevėžyje, Ukmergėje) šis dydis nesiekia ir dviejų kartų.

Vidutinis maksimalus metinis vienos paros kritulių kiekis kinta nuo 31 mm (Dūkšte) iki 39 mm (Šilutėje ir Telšiuose) (2 pav., a). Pasiskirstymas išlieka panašus į anksčiau minėtuosius ir yra artimas suminio kritulių kiekio skilaidai – rytinėje Lietuvos dalyje gausios liūtys yra silpnesnės. Vidutinės maksimalios metinės trijų parų kritulių sumos pietryčių Lietuvoje kiek išsiskiria iš aplinkinių regionų (50–52 mm), nors ir nesiekia Žemaičių aukštumoje fiksuojamų dydžių (57–58 mm) (2 pav., b). Nustatyta, jog per visą 1961–2008 m. laikotarpį tik Vilniuje trijų dienų kritulių suma tris kartus viršijo 120 mm. Penkiose stotyse tokie atvejai pasitaikė tik kartą, o likusioje teritorijos dalyje tokių atvejų neužfiksuota. Kaune 100 mm riba buvo viršyta triskart, kaip ir Vilniuje. Miestas gali turėti įtakos krituliodarai dėl padidė-

jusio kondensacijos branduolių skaičiaus bei šilumos salos poveikio, šurkštaus paklotinio paviršiaus ir stipresnių vertikalių turbulencijos srautų, tačiau bendras miesto poveikis stiprių liūčių charakteristikoms kol kas nėra iki galo aiškus (Shepherd, 2005).

Todėl suprantama, jog Vilniuje išsiskiria ir pagal GEV skirstinį apskaičiuotos kartą per 10, 30 ir 100 metų galinčių iškristi vienos ir trijų parų kritulių tikimybės (2 lentelė). Dešimties metų kritulių iškritimo tikimybės teritorinė sklaida yra panaši į jau analizuotų gausių kritulių sklaidą, t. y. didžiausios reikšmės tikėtinos Vakarų Lietuvoje (apie 55–60 mm per parą ir apie 75–85 mm per tris paras) (3 pav.). Vilniui apskaičiuoti dydžiai yra artimi šioms reikšmėms. Tikėtina, jog per parą Rytų Lietuvoje iškris ne daugiau nei 45–50 mm, o per tris – 60–70 mm. Per 30 ir 100 metų vienos paros tikimybių teritorinė amplitudė išauga (rezultatų kartografavimas yra sudėtingas), o jų fone išsiskiria Vilnius ir Telšiai: kartą per 100 metų tikėtina, jog per kalendorinę parą iškris daugiau nei 100 mm kritulių.

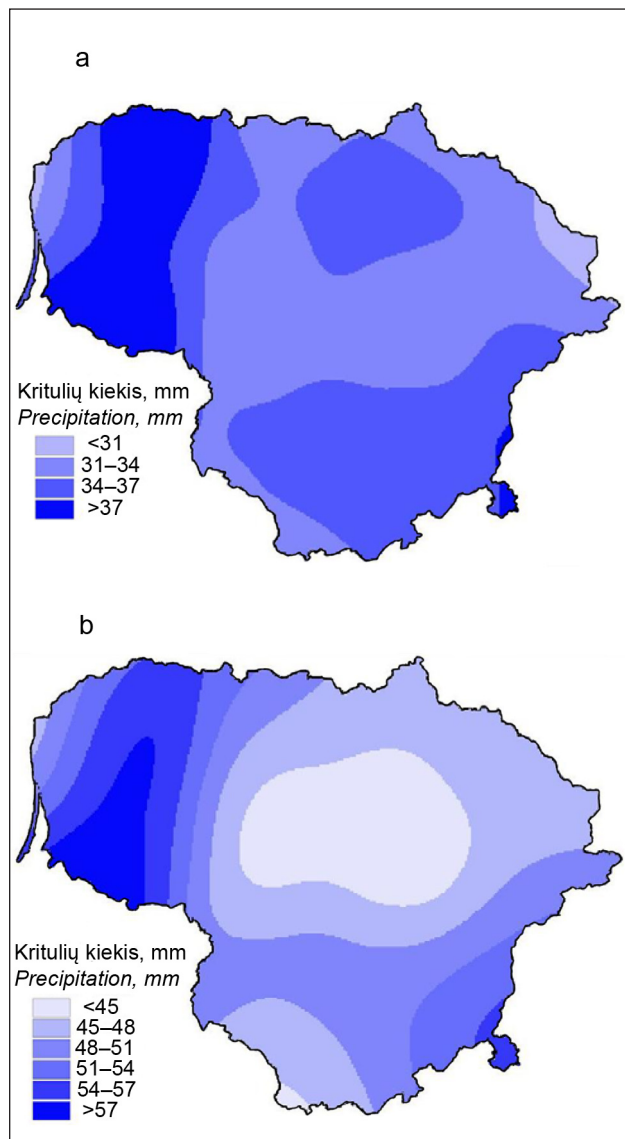
Tuo tarpu 100 mm tikimybės riba trijų dienų krituliams kartą per 30 metų ir 140 mm riba kartą per 100 metų viršijama Nidoje, Šilutėje ir Vilniuje. Darbe analizuotu 48 metų laikotarpiu vieno karto per 100 metų paros kritulių tikimybė buvo viršyta keturiose, trijų parų – šešiose meteorologijos stotyse (2 lentelė). Tuo tarpu didžiausias 2005 m. rugpjūtį Nidoje užfiksuotas per tris paras iškritęs 188,3 mm kritulių kiekis atitinka vieno karto per 400 metų tikimybę ($p = 0,0025$).

Gausių kritulių pasiskirstymas per metus atskiruose Lietuvos regionuose stipriai skiriasi (4 pav.). Kaune ir Utenoje

2 lentelė. Vienos ir trijų parų kritulių sumos maksimumo tikimybė (mm), apskaičiuota pagal bendrąjį ekstremalių dydžių (GEV) skirstinį (paryškintos 1961–2008 m. viršytos vieno karto per 100 metų tikimybės reikšmės)

Table 2. Probability of daily and 3-day precipitation maxima (mm) estimated from Generalized Extreme Value (GEV) distribution. 100-year probability is marked in bold if exceeded during the study period (1961–2008)

Meteorologijos stotis / Meteorological station	Paros kritulių maksimumo tikimybė / Probability of daily precipitation maxima			Trijų parų kritulių maksimumo tikimybė / Probability of 3-day precipitation maxima		
	Kartą per 10 metų / A 10-year event	Kartą per 30 metų / A 30-year event	Kartą per 100 metų / A 100-year event	Kartą per 10 metų / A 10-year event	Kartą per 30 metų / A 30-year event	Kartą per 100 metų / A 100-year event
Biržai	51	68	92	67	91	124
Dūkštas	45	51	58	65	77	90
Kaunas	52	68	90	70	93	128
Kybartai	51	66	86	73	99	138
Klaipėda	49	64	83	72	93	122
Laukuva	56	71	88	79	93	109
Lazdijai	50	64	81	65	85	111
Nida	55	72	94	83	108	142
Panevėžys	53	70	94	63	86	120
Raseiniai	45	56	71	62	74	88
Šiauliai	49	58	68	67	84	104
Šilutė	59	75	93	86	112	145
Telšiai	58	77	106	79	98	119
Ukmergė	47	58	71	62	78	97
Utena	48	60	74	65	77	90
Varėna	51	64	79	75	100	135
Vilnius	56	75	100	81	115	168

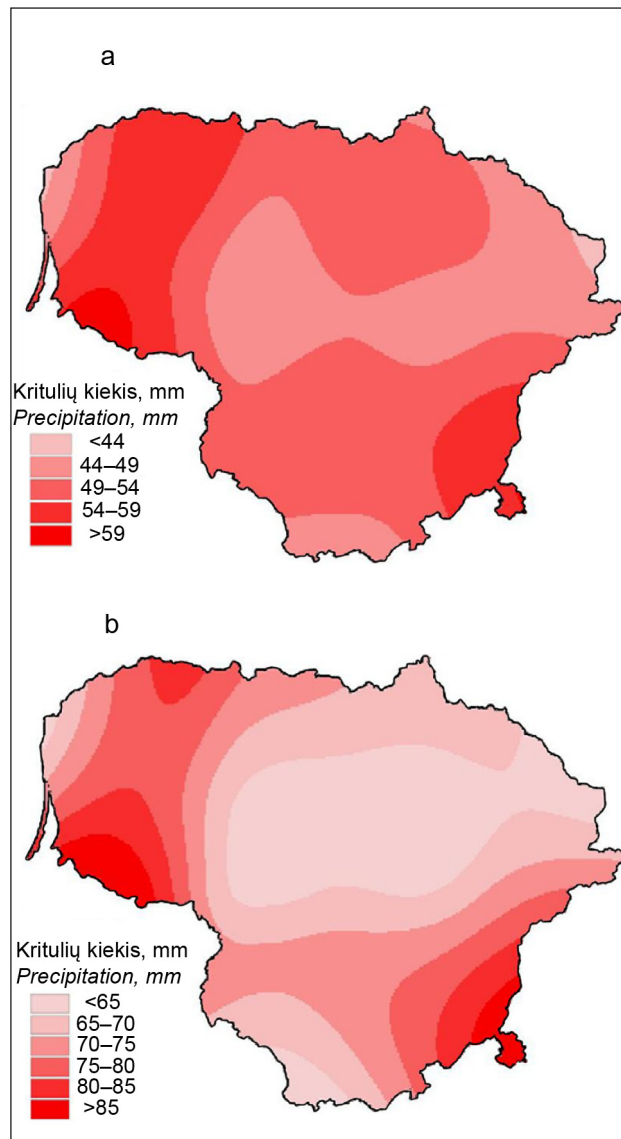


2 pav. Vidutinis maksimalus vienos paros (a) ir trijų parų (b) kritulių kiekis (mm) Lietuvoje 1961–2008 m.

Fig. 2. Mean value of annual daily (a) and 3-day (b) precipitation maxima (mm) in Lithuania in 1961–2008

tik vasarą vidutiniškai per mėnesį būna daugiau nei dvi liūtys, viršijančios 10 mm kritulių ribą, o gruodį–kovą vidutinis gausių kritulių atvejų skaičius neviršija 0,6. Vakarų Lietuvą bei Pajūrį reprezentuojančiose Telšių ir Klaipėdos MS gausių kritulių pasikartojimo maksimumas (>2 karto) apima liepą–lapkritį. Be to, gana dažnai gausūs krituliai fiksuojami birželio bei gruodžio mėnesiais, o Telšiuose ir sausį (4 pav., a). Rudenį ir žiemą, suintensyvėjus oro masių pernašai iš vakarų, gausiausi krituliai krinta santykinai šiltame pajūryje ir priešvėjiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose. Gausūs vienos dienos krituliai labiausiai tikėtini liepą Kaune, rugpjūtį Telšiuose ir Utenoje, spalį Klaipėdoje.

Trijų dienų kritulių, viršijančių 20 mm, pasiskirstymas per metus (4 pav., b) yra artimas jau aprašytam, tik absoliutūs



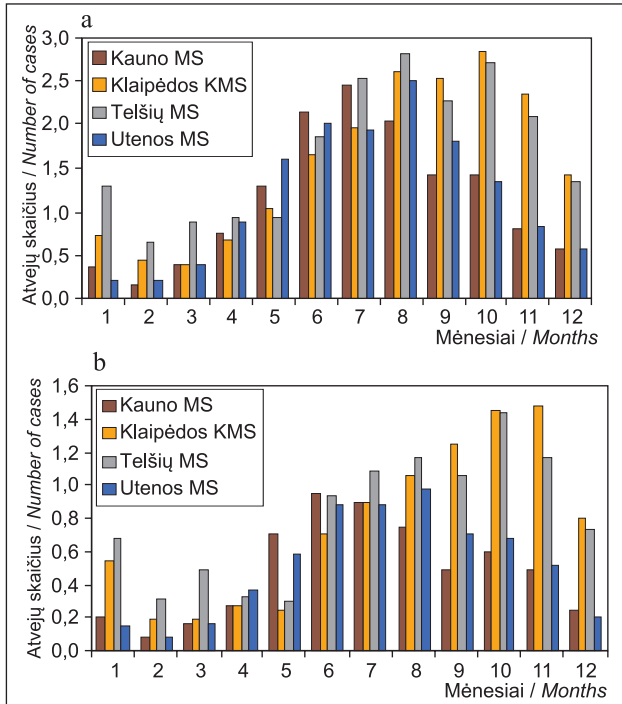
3 pav. Vienos paros (a) ir trijų parų (b) kritulių kiekio (mm) maksimumo tikimybė per 10 metų Lietuvoje

Fig. 3. 10-year probability of daily (a) and 3-day (b) precipitation maxima (mm) in Lithuania

dydžiai yra mažesni. Utenoje ir Kaune vidutinis atvejų skaičius per mėnesį vasarą siekia 0,8–1, o žiemą – vos 0,1–0,3. Vakarų Lietuvoje tokių įvykių žiemą fiksuojama kelis kartus daugiau (vidutiniškai 0,2–0,8), o pasikartojimo maksimumas pasislenka į antrąją rudens pusę (Telšiuose į spalį, o Klaipėdoje į lapkritį).

GAUSIŲ KRITULIŲ KAITOS TENDENCIJOS

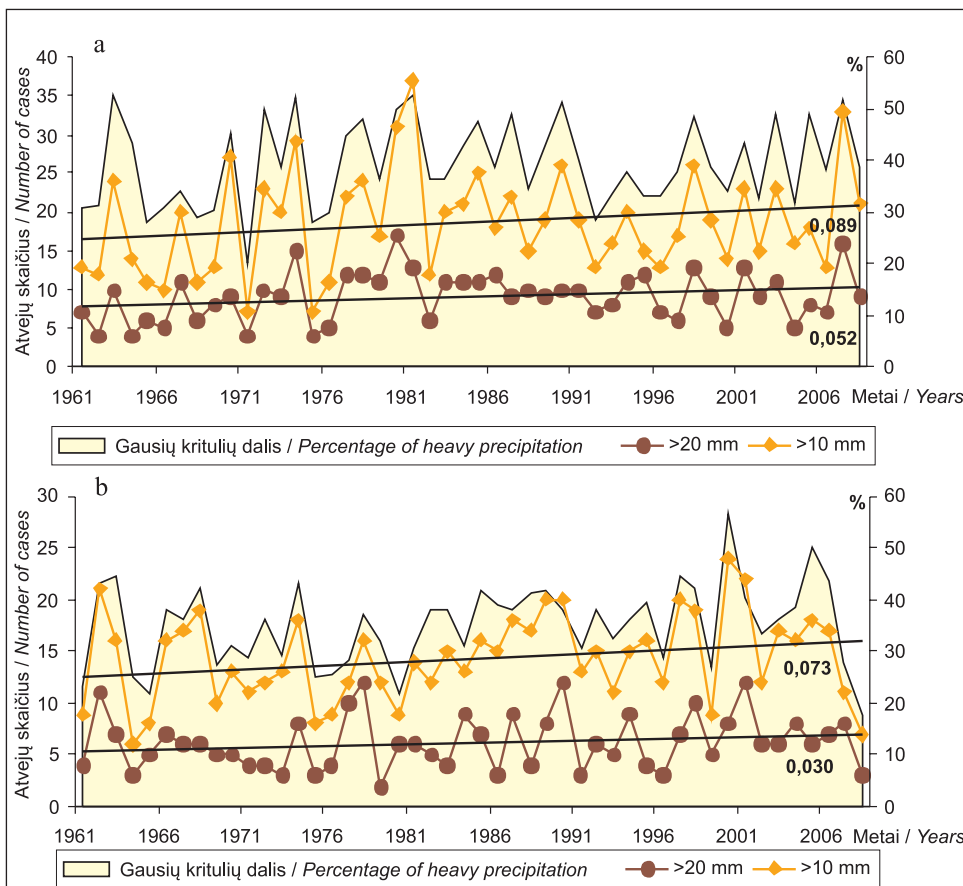
Kadangi kritulių režimas Lietuvoje įvairiais metais labai varijuoja, tai ir vienos paros kritulių, viršijančių 10 mm, pasikartojimų skaičius atskirais metais gali skirtis net keliolika kartų. Daugiausia jų (net 37 atvejai) tiriamuoju laikotarpiu buvo užfiksuota Klaipėdoje ir Šilutėje (1981 m.) bei Telšiuose (2007 m.).



4 pav. Vidutinio atvejų skaičiaus, kai vienos paros kritulių kiekis viršija 10 mm (a), 3 parų – 20 mm (b), kaita per metus įvairiuose Lietuvos regionuose 1961–2008 m.
 Fig. 4. Distribution of the mean number of cases when daily precipitation exceeded 10 mm (a) and 3-day precipitation exceeded 20 mm (b) in different parts of Lithuania in 1961–2008

Tuo tarpu Šiauliuose 2005 m. vos du kartus paros kritulių kiekis viršijo 10 mm ribą. Analizuojant pokyčius nustatyta, jog tokių atvejų skaičius Lietuvoje nuolat auga (3 lentelė), tačiau išskirti šalies regionus su ryškesnėmis pokyčių tendencijomis gana sunku. Statistiškai reikšmingi pokyčiai nustatyti tik pavienėse skirtingas teritorijos dalis reprezentuojančiose stovyse (Nidoje, Raseiniuose, Ukmergėje, Varėnoje). Mažiausiai tokių atvejų skaičius kito Vilniuje. Apibendrinant rodiklio kaitos tendencijas visoje Lietuvos teritorijoje būtina pastebėti, jog pirmasis tiriamo laikotarpio trečdalis (1961–1976 m.) išsiskyrė mažu gausių kritulių atvejų skaičiumi, laikotarpio viduryje tokių atvejų buvo vidutiniškai 20 % daugiau, o amžių sandūroje jų vėl sumažėjo, tačiau nepasiekė pirmojo analizuojamo laikotarpio lygio (5 pav.).

Svarbus rodiklis, apibūdinantis kritulių režimą, yra gausių kritulių kiekio dalis bendrame kritulių kiekyje. Vidutiniškai šis dydis Lietuvoje kinta nuo 33 % Šiauliuose iki 44 % Laukuvoje. Atskirais metais jis gali priartėti ir prie 60 % ribos (2002 m. – 59 % Varėnoje). Vasaros bei rudens mėnesiais šio dydžio reikšmės yra didesnės, nes, kaip jau minėta, būtent šiuo metų laiku dažniausiai užfiksuojama gausių kritulių. Apskaičiuota, jog procentinė gausių kritulių dalis taip pat auga beveik visoje Lietuvoje (3 lentelė), nors statistiškai reikšmingi pokyčiai nustatyti tik Lazdijuose. Tik Panevėžyje gauta neigiama nors ir labai artima nuliui tendencija. Tai reiškia, jog per pastaruosius dešimtmečius sustiprėjo netolygaus kritulių pasiskirstymo laike tendencija (ypač vasaros mėnesiais).



5 pav. Atvejų skaičiaus su gausiais krituliais (>10 mm per parą bei >20 mm per tris paras) bei procentinės gausių kritulių dalies metinėje kritulių sumoje kaita Klaipėdoje (a) ir Utenoje (b) 1961–2008 m (po tiesinio trendo linija pateikta regresijos koeficiento reikšmė (mm / metus))
 Fig. 5. Trends of the number of heavy precipitation (>10 mm daily and 20 mm 3-day) events and percentage in total annual amount in Klaipėda (a) and Utena (b) in 1961–2008. Below the trendline, regression coefficients (mm per year) are presented

3 lentelė. Gausių vienos ir trijų parų kritulių pasikartojimo pokyčių tendencijos 16-oje meteorologijos stotijų 1961–2008 m. (lentelėje pateiktos Manno-Kendallo statistikos reikšmės, paryškinti statistiškai reikšmingi ($\alpha = 0,05$) dydžiai)

Table 3. Changes of various daily and 3-day heavy precipitation characteristics in 16 meteorological stations in 1961–2008. Values of Mann–Kendall test statistics are presented. Statistically significant values are marked in bold

Meteorologijos stotis / Meteorological station	Vienos paros krituliai / Daily precipitation				Trijų parų krituliai / 3-day precipitation			
	Atvejų skaičius / Number of cases		Metinis maksimumas / Annual maxima	Gausių kritulių (>10 mm) dalis metiniame kritulių kiekyje / Percentage of heavy precipitation (>10 mm) in total annual sum	Atvejų skaičius / Number of cases		Metinis maksimumas / Annual maxima	Gausių kritulių (>20 mm) dalis metiniame kritulių kiekyje / Percentage of heavy precipitation (>20 mm) in total annual sum
	>10 mm	>20 mm			>20 mm	>30 mm		
Biržai	1,52	2,87	2,48	1,33	1,63	1,52	2,64	1,39
Kaunas	1,91	1,06	1,28	1,74	0,44	-0,29	1,45	0,44
Kybartai	0,47	0,23	0,92	0,85	0,34	-0,07	1,26	0,69
Klaipėda	1,19	1,34	0,28	1,21	1,29	1,02	2,06	1,48
Laukuva	0,60	1,26	0,55	0,64	0,27	-0,35	0,81	-0,41
Lazdijai	1,79	2,31	2,46	2,03	2,66	1,12	0,97	1,85
Nida	2,20	1,93	0,90	1,49	2,12	1,54	1,64	1,71
Panevėžys	0,80	-0,09	0,44	-0,09	0,66	0,18	0,74	-0,32
Raseiniai	2,09	0,33	1,74	1,24	1,71	0,71	2,02	1,53
Šiauliai	1,42	2,37	1,35	1,24	1,29	1,32	1,18	1,14
Šilutė	0,41	0,20	0,60	0,14	-0,16	-0,56	1,13	-0,53
Telšiai	1,12	1,12	-0,04	0,92	1,36	0,34	1,56	1,12
Ukmergė	2,60	0,70	-0,24	0,80	1,05	0,06	0,58	-0,11
Utena	1,79	2,26	1,60	1,78	1,09	-0,07	1,03	0,69
Varėna	2,41	0,96	1,24	1,49	2,16	2,24	1,96	1,62
Vilnius	0,15	0,72	1,88	0,48	-0,80	0,12	1,30	-0,50

Šiltuoju metų laiku kritulių kiekis beveik nekinta, o kai kur išryškėja ir neigiami pokyčiai (Bukantis, Rimkus, 2005).

Atvejų, kai vienos paros kritulių kiekis kasmet viršija 20 mm ribą, pasitaikė tik Šilutėje ir Telšiuose. Kitose meteorologijos stotyse atskirais metais paros kritulių kiekio maksimumas yra mažesnis nei 20 mm. Vyraujanti parametro moda teritorijoje – 1 ar 2 atvejai, tik Laukuvoje, Varėnoje ir Vilniuje moda siekia 3, o Nidoje net 5 atvejus. Daugiausia tokių atvejų per metus (2007 m.) užfiksuota Nidoje ir Šilutėje (13 kartų). Statistiškai reikšmingi teigiami rodiklio pokyčiai per analizuojamą periodą pastebėti Biržuose, Lazdijuose, Šiauliuose ir Utenoje, tik Panevėžyje užfiksuota labai silpna neigiama kaitos tendencija.

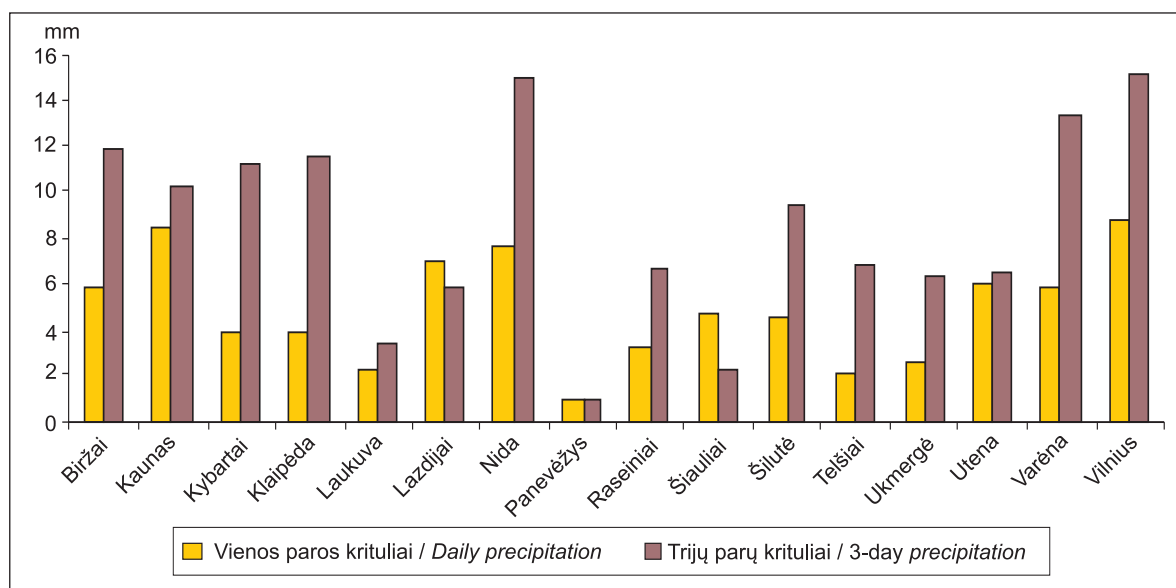
Darbe taip pat analizuotos ir gausių trijų parų kritulių pasikartojimo tendencijos. Kaip ir vienos paros kritulių atveju, vyrauja teigiamos pokyčių tendencijos, nors statistiniu požiūriu ir ne tokios ryškios (3 lentelė). Atvejų skaičius, kai per tris paras iškrenta 20 mm kritulių, kinta nuo 0 (1979 m. Vilniuje) iki 20 (1980 m. Telšiuose). Tokių kritulių dalis bendroje sumoje yra gana didelė: vidutiniškai nuo 27 % Ukmergėje ir Lazdijuose iki 41 % Laukuvoje. 1978 m. ši dalis Šilutėje siekė net 64 %.

Ryškiausi teigiami atvejų, kai per tris paras iškrenta daugiau nei 20 mm, skaičiaus pasikeitimai nustatyti Lazdijuose. Statistiškai reikšmingos tendencijos taip pat gautos Nidoje ir Varėnoje. Vėlgi sunku išskirti aiškius kiek didesnius šalies regionus su stipresnėmis ar silpnesnėmis pokyčių tendencijomis. Tuo tarpu neigiami, nors ir statistiškai nereikšmingi, pokyčiai užfiksuoti Šilutėje bei kiek stipresni – Vilniuje (3 lentelė).

Išanalizavus atvejų, kai trijų parų kritulių suma viršija 30 mm, kaitą, nustatyta, jog tik Laukuvoje ir Telšiuose tokių atvejų pasitaikydavo kasmet. Daugiausia jų (10) užfiksuota 1978 m. Šilutėje bei 1980 ir 1990 metais Laukuvoje. Būtent šiose stotyse nustatytas dažniausias pasikartojimų skaičius per metus – keturi. Dar vienoje Vakarų Lietuvai priklausančioje Klaipėdos stotyje tokių atvejų dažniausiai būna trys, o likusioje teritorijoje moda svyruoja tarp 1 ir 2. Įdomu, jog Nidoje, išsiskiriančioje dažnu gausių vienos paros (>20 mm) kritulių pasikartojimu, per tris dienas 30 mm iškrenta gana retai. Tai gali būti sietina su stoties, įsikūrusios tarp jūros ir marių, vietovės ypatumais. Siaura Kuršių Nerijos juosta mažai paveikia iš vakarų lietuvių atnešančių barinių darinių judėjimo greitį, tačiau padidina turbulenciją, todėl čia labiau būdingi kiek intensyvesni, bet trumpesni krituliai.

Šeštame paveiksle pavaizduoti dviejų tiriamo laikotarpio dalių kritulių maksimumų skirtumai. Visi dydžiai yra teigiami. Tai reiškia, jog pastaraisiais metais kritulių ekstremumai darosi vis ryškesni. Didžiausi vienos paros kritulių vidutiniai pokyčiai užfiksuoti Kaune ir Vilniuje (atitinkamai 8 ir 9 mm), o mažiausi – Panevėžyje (1 mm). Pastarajame mieste mažiausi ir maksimalios metinės trijų parų kritulių sumos pokyčiai (1 mm), kai tuo tarpu Vilniuje ir Nidoje jie siekia 15 mm.

Manno-Kendallo testo rezultatai kiek skiriasi (3 lentelė). Statistiškai reikšmingi vienos paros kritulių pokyčiai nustatyti Biržuose ir Lazdijuose, o trijų parų – Biržuose, Klaipėdoje, Raseiniuose ir Varėnoje. Šio testo rezultatai rodo ir silpnas neigiamas vienos paros kritulių maksimumų tendencijas Telšiuose ir Utenoje. Nesutapimas atsiranda dėl tendė verti-



6 pav. Maksimalaus metinio vienos paros ir trijų parų kritulių kiekio skirtumai 1985–2008 m. ir 1961–1984 m. laikotarpiais

Fig. 6. Differences between mean annual daily and 3-day precipitation maxima (mm) in meteorological stations for periods 1985–2008 and 1961–1984

nančių metodų skirtumų: Manno-Kendallo testas yra mažiau jautrus pavieniams, labai išsiskiriantiems kritulių ekstremumams ir, autorių nuomone, kiek tiksliau atspindi daugiamešes tendencijas.

Tiriamuoju laikotarpiu didžiausia vienos paros kritulių suma užfiksuota Telšiuose – 1978 m. rugpjūčio 9 d. prilijo 103,8 mm kritulių. Tuo tarpu 1991 m. Vilniuje paros maksimumas siekė vos 13,4 mm. Rekordinė 188,3 mm trijų parų kritulių sumos reikšmė užfiksuota 2005 m. Nidoje – tiek lietaus rugpjūčio 9–11 d. atnešė pietinis ciklonas.

ATMOSFEROS CIRKULIACIJA GAUSIŲ KRITULIŲ METU

Dažniausiai gausių kritulių (>30 mm per parą) galima tikėtis slenkant banguotiems šaltiems frontams arba intensyvių vidumasinių procesų metu. Stipriems konvekciniams srautams formotis susidaro palankios atmosferos makrocirkuliacijos sąlygos: virš Vakarų Europos ir Skandinavijos vyrauja cikloninė cirkuliacija, tuo tarpu Rytų Europoje – anticikloninė. Virš Lietuvos teritorijos vidurinėje troposferoje įsivyroja pietinė pernaša (Tylienė, 1988). Daug margesni makrocirkuliaciniai procesai lemia gausių (>10 mm) kritulių iškritimą (4 lentelė). Jų galima laukti esant visiems orų sąlygų tipams (1 lentelė). Orų sąlygų tipai buvo išskiriami atsižvelgiant tik į vyraujančias oro srautų kryptis ir neįvertinant kritulių iškritimo tikimybių ar galimo cirkuliacijos formų persislinkimo laike. Dėl šios priežasties kartais pasitaiko tam tikri neatitikimai priskiriant realias oro sąlygas Lietuvoje prie nustatytų orų sąlygų tipų Vidurio Europoje, tačiau bendri pasiskirstymo dėsniniai išlieka. Gausūs krituliai Lietuvoje per 1961–2004 m. nors vienoje iš 17 stočių nustatyti 21 % visų dienų. Daugiau nei 2 / 3 atvejų jie fik-

suoti tik keliose stotyse, o didžiąją dalį teritorijos apimančių atvejų skaičius sudarė tik 4 %.

Iš 4 lentelėje pateiktų skaičių matyti, kad mišrios pernašos (B orų sąlygų tipas) sąskaita itin ūgteli zoninei pernašai (A tipas) būdingų orų sąlygų situacijų pasikartojimas. Ypač šis pokytis ryškus tuomet, kai krituliai apima didesnę dalį Lietuvos teritorijos. Zoninės pernašos svarbą gausių kritulių susidarymui geriausiai iliustruoja dažniausiai pasitaikanti WZ orų sąlygų situacija (vakarinė cikloninė). Jos pasikartojimas, lyginant atvejus su ir be gausių kritulių, išaugo nuo 14 % iki 27 %. Bemaž visoje teritorijoje gausūs krituliai iškrenta dažniau, kai virš Lietuvos būna centrinė ciklono dalis (C tipas).

4 lentelė. Gausių (>10 mm) kritulių paplitimas teritorijoje priklausomai nuo orų sąlygų tipų bei dažniausios situacijos (WZ) pasikartojimas (%) 1961–2004 m.

Table 4. Spatial distribution of heavy precipitation (>10 mm) under different weather types and most probable condition (WZ) frequency (%) in 1961–2004

Orų sąlygų tipai / Weather types	Meteorologijos stočių skaičius, kuriose užfiksuoti >10 mm krituliai / Number of meteorological stations where >10 mm precipitation was observed			
	0	≤3	4–10	≥11
A	22	35	38	37
B	40	24	22	15
C	5	7	7	10
D	10	15	11	13
E	16	13	16	14
F	6	5	5	8
U	1	1	1	3
Visi / All	100	100	100	100
WZ	14	24	27	27

* U – orų sąlygų situacijos nustatyti nepavyko / Index U is used when weather conditions are impossible to determine.

Gausių kritulių iškritimo tikimybė padidėja ir virš Lietuvos esant šiaurinei (D tipas) bei pietinei (F tipas) oro masių pernašai, nes jų metu susidaro palankios sąlygos konvekciniam procesams.

1961–2008 m. balandžio–spalio mėnesiais pasitaikė 8 atvejai, kai gausių kritulių kiekis viršijo 80 mm per parą, ir 17 atvejų, kai kritulių kiekis lapkritį–kovą buvo didesnis nei 30 mm. Daugiau nei 80 mm kritulių iškrenta birželį–rugpjūtį. Telšiuose ir Vilniuje tokių atvejų būta po du kartus. Didesnėje Lietuvos teritorijos dalyje (5 meteorologinės stotys) gausūs krituliai iškrito tik 2005 m. rugpjūčio 9 d. Telšių meteorologijos stotyje daugiausia kritulių (103,8 mm) iškrito 1978 m. rugpjūčio 9 d. virš Lietuvos esant centrinei ciklono daliai (D tipas). Vasarą vyraujančius makrocirkuliacinius procesus išskirti gana sudėtinga, itin gausius kritulius lemia įvairūs orų sąlygų tipai.

Tuo tarpu lapkričio–gruodžio mėnesiais aiškiai išsiskiria zoninė pernaša (A tipas) – daugiau nei 2/3 visų analizuojamų atvejų. Didžioji dalis atvejų (11) tenka lapkričio mėnesiui, kai vakarinė pernaša yra intensyviausia. Teritoriškai išsiskiria vakarinė Lietuvos dalis: Laukuvoje pasitaikė 6, Telšiuose – 5, o Nidoje – 4 atvejai, kai kritulių kiekis viršijo 30 mm per parą. Būtent Nidoje, virš Lietuvos esant nedidelio ciklono centrui (C tipas), 2008 m. lapkričio 25 d. užfiksuotas didžiausias kritulių kiekis (72,6 mm). Penkis kartus ypač stiprūs (>30 mm) šaltojo sezono krituliai užfiksuoti 2–3 stotyse vienu metu. Keturis kartus krituliai iškrito esant zoninei pernašai, o vienas atvejis sietinas su E cirkuliacijos tipu.

IŠVADOS

Daugiausia gausių kritulių atvejų fiksuojama Žemaičių aukštumoje bei Pajūrio žemumoje. Panašus ir vidutinių metinių vienos bei trijų parų maksimumų pasiskirstymas. Kiek didesnėmis nei aplinkinės teritorijos reikšmėmis Pietryčių Lietuva išsiskiria analizuojant ypač gausių (>20 mm per parą) kritulių pasikartojimą, be to, Vilniuje dažniausiai fiksuotos 100 mm viršijančios trijų dienų kritulių sumos.

Vakarų Lietuvoje gausūs krituliai ypač būdingi antrai vasaros pusei bei rudeniiui, tuo tarpu likusioje šalies dalyje jų moda apima vasaros mėnesius.

Tiriamu 1961–2008 m. laikotarpiu gausių vienos ir trijų parų kritulių atvejų skaičius, jų kiekio procentinė dalis bendrame kritulių kiekyje, taip pat ir metiniai maksimumai augo. Ypač stipriomis teigiamomis tendencijomis išsiskyrė atvejų, kai paros kritulių kiekis viršija 10 mm, ir trijų parų metinio kritulių kiekio maksimumų kaita. Pagal Manno-Kendallo testo rezultatus, ryškiausi gausių kritulių pokyčiai nustatyti Biržuose, Lazdijuose ir Nidoje, tuo tarpu Panevėžyje ir Vilniuje analizuojamų parametrų reikšmės kito nestipriai. Laikotarpis nuo 8-ojo dešimtmečio vidurio iki 9-ojo pabaigos visoje Lietuvoje išsiskyrė dideliu gausių kritulių atvejų skaičiumi.

Daugiau nei trečdalis gausių kritulių Lietuvoje iškrenta esant zoninei atmosferos cirkuliacijai. Tokie krituliai būdingi

ir centrinei ciklono daliai. Tuo tarpu esant dažniausiai pasitaikančiai mišriai (šiaurės vakarinei, pietvakarinei) pernašai, gausių kritulių tikimybė sumažėja. Daugiau nei ketvirtadaliu atvejų (27 %) gausius kritulius Lietuvoje lemia iš vakarų atslinę ciklonai (WZ oro sąlygų situacija).

Gauta 2009 04 30

Parengta 2009 05 15

Literatūra

1. Bukantis A., Gulbinas Z., Kazakevičius S., Kilkus K., Mikelinienė A., Morkūnaitė R., Rimkus E., Samuila M., Stankūnavičius G., Valiuškevičius G., Žaromskis R. 2001. *Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje*. Vilnius: Geografijos institutas, Vilniaus universitetas.
2. Bukantis A., Rimkus E. 2005. Climate variability and change in Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*. 15(2): 100–104.
3. Bukantis A., Valiuškevičienė L. 2005. Ekstremalių oro temperatūros ir kritulių rodiklių kaita bei juos lemiantys veiksniai Lietuvoje XX amžiuje. *Geografijos metraštis*. 38(1): 6–16.
4. *Climate Change 2007: The Physical science basis*. IPCC, 2007. In: Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., Miller H. L. (eds.). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
5. Coles S. 2001. *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. Springer Verlag.
6. Galvonaitė A. 1998. Lietingųjų laikotarpių šiltuoju metų laiku susidarymas ir geografinis pasiskirstymas Lietuvoje. *Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse*. Mokslinės konferencijos pranešimai. Vilnius. 86–89.
7. Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.
8. Gerstengarbe F. W., Werner P. C. 2005. *Katalog der Grosswetterlagen Europas nach Paul Hess und Helmut Brezowski (1881–2004)*. Potsdam: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung.
9. Hanel M., Buishand T. A. 2009. A non-stationary index-flood model for precipitation extremes in transient RCM runs. *Geophysical Research Abstracts*. 11: EGU2009–4346.
10. Jutla A., Flores A., Vogel R., Islam S. 2008. On probability distribution of extreme precipitation events. *Geophysical Research Abstracts*. 10: EGU2008-A-10258.
11. Kysely J., Picek J. 2007. Probability estimates of heavy precipitation events in a flood-prone entral-European region with enhanced influence of Mediterranean cyclones. *Advances in Geosciences*. 12: 43–50.
12. Libiseller C. 2002. *A Program for the computation of Multivariate and partial Mann-Kendall test*. Linköping University, Department of Mathematics.
13. *Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida*. 2008. Vilnius: Aplinkos apsaugos agentūra.

14. Pečiūrienė J. 1973. Analiz uslovių vypadeniya znachitelnogo snega na territorii Yuzhnoi Pribaltiki. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 6: 109–115.
15. Pečiūrienė J. 1988. Silnyie snegopady i meteli. *Pogodoobrazuyushchiye protsessy i opasnye yavleniya pogody nad Litvoi i Kaliningradskoi oblasti*. Leningrad. 108–113.
16. Rimkus E., Kažys J., Junevičiūtė J., Stonevičius E. 2007. Lietuvos klimato pokyčių XXI amžiuje prognozė. *Geografija*. 43(2): 56–64.
17. Shepherd J. M. 2005. A review of current investigations of urban-induced rainfall and recommendations for the future. *Earth Interactions*. 9(12): 1–27.
18. Tylienė J. 1988. Obilnyie dozhdi i usloviya ikh vypadeniya. *Pogodoobrazuyushchiye protsessy i opasnye yavleniya pogody nad Litvoi i Kaliningradskoi oblasti*. Leningrad. 102–107.
19. Wang J., Zhang X. 2008. Downscaling and projection of winter extreme daily precipitation over North America. *Journal of Climate*. 21(5): 923–937.

Justas Kažys, Egidijus Rimkus, Arūnas Bukantis

HEAVY PRECIPITATION EVENTS IN LITHUANIA IN 1961–2008

Summary

The number of days with heavy precipitation has always been one of the most important characteristics. Daily precipitation data from 17 meteorological stations of Lithuania were used in this research which covers the period from 1961 to 2008. Characteristics of heavy precipitation events were determined and total sums were calculated. Daily and 3-day annual maxima probabilities were also calculated using the Generalized Extreme Value (GEV) distribution. Also, the spatial distribution of heavy precipitation and the trends of heavy precipitation recurrence were identified. Finally, atmospheric circulation processes during heavy precipitation events were derived using the adapted Hess & Brezowski macrocirculation form classification (Table 1).

The largest number of heavy precipitation events was observed in the Žemaičiai Highlands and coastal lowlands (Fig. 1). The mean annual number of cases when daily precipitation exceeded 10 mm fluctuated from 12.4 (Šiauliai) to 21.9 (Laukuva), and from 5.3 (Panevėžys) to 10.5 (Laukuva) when 3-day precipitation exceeded 20 mm. The spatial distribution of mean annual precipitation maxima was almost the same (Fig. 2).

The probability of 10-year heavy precipitation events was very similar to its spatial distribution, the values being highest in the western part (55–60 mm daily and 75–85 mm in 3-days) (Fig. 3). Only in Vilnius heavy precipitation exceeded the level of 120 mm (3-day period) three times. Therefore, GEV gave the highest probability of heavy precipitation maxima events per 30 and per 100 years for the Vilnius meteorological station (Table 2).

The annual distribution of heavy precipitation events was different in the Lithuanian regions (Fig. 4). In the western part, the highest recurrence of heavy precipitation was determined in late summer and autumn. Meanwhile, in other parts of Lithuania, those were most frequent in summertime.

The number of heavy precipitation events, their percentage per total precipitation sums and annual maxima were increasing in 1961–2008 (Table 3). The highest positive trends were noted for heavy precipitation cases (daily >10 mm) and changes in annual maxima (3-day period). Most significant changes were determined in Biržai, Lazdijai and Nida by the Mann–Kendall test. Also, positive trends of mean annual maxima of heavy precipitation were calculated in all meteorological stations (Fig. 5) by splitting the period 1961–2008 into two parts. The period from the middle of the 80s to the end of the 90s was abundant in heavy precipitation events.

More than one third of heavy precipitation events were recorded for the zonal atmospheric circulation mode (Table 4). Meanwhile, during mixed atmospheric circulation, heavy precipitation quite rarely covered a large part of Lithuanian territory.

Key words: heavy precipitation, probability of precipitation, atmospheric circulation