

Lijundros trukmė ir meteorologinės bei sinoptinės formavimosi sąlygos Lietuvoje

Indrė Gečaitė,

Egidijus Rimkus

Vilniaus universitetas,

M. K. Čiurlionio g. 21/27,

LT-03101 Vilnius

El. paštas: indre.gecaite@gf.stud.vu.lt;

egidijus.rimkus@gf.vu.lt

Gečaitė I., Rimkus E. Lijundros trukmė ir meteorologinės bei sinoptinės formavimosi sąlygos Lietuvoje. *Geografija*. 2011. T. 47(2). ISSN 1392-1096.

Šiame straipsnyje analizuojama lijundros trukmės pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje 1961–2010 m. Nagrinėjama reiškinio trukmės kaita per metus ir parą, daugiametės pokyčių tendencijos. Taip pat įvertintos lijundrai formuotis palankios meteorologinės ir sinoptinės sąlygos. Panaudoti 18-os Lietuvos meteorologijos stočių kasdieniai lijundros trukmės duomenys. Nustatyta, kad ilgiausiai šis reiškinys šaltuoju sezonu trunka Žemaičių aukštumoje. Tai nulemia vietos aukštis, šlaitų ekspozicija vyraujančiai oro advekcijai, oro temperatūra bei didesnis rūkų skaičius. Beveik visoje Lietuvos teritorijoje per pastaruosius 50 metų fiksuota lijundros trukmės mažėjimo tendencija.

Palankiausia lijundros formavimuisi sinoptinė situacija susidaro per Lietuvą praslenkiant šiltiems ir šilto tipo okliuzijos frontams. Dažniausiai tomis dienomis atmosferos stovymėje buvo fiksuojamas šilto oro sluoksnis, kurio temperatūra >0 °C ir inversija 1 000 hPa. Susidarant lijundrai dažniausiai priežemio oro temperatūra svyruoja apie 1–3 °C, fiksuojamas didelis santykinis oro drėgnis ir pučia silpnas (<4 m/s), dažniausiai pietinių rumbų vėjas.

Raktažodžiai: lijundra, lijundros trukmė, lijundros formavimasis

ĮVADAS

Dauguma atmosferos reiškinių yra glaudžiai susiję su žmogaus veikla ir turi įtakos tokioms ūkio šakoms kaip energetika, statyba, transportas, ryšiai, žemės ir miškų ūkis, turizmas ir rekreacija. Neretai pasitaiko, jog atmosferos reiškiniai daro neigiamą poveikį, ypač kai pasiekia stichinį ar net katastrofinį mastą. Mūsų Respublikoje jų kiekybinės vertės yra nustatytos ir nurodytos Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarime „Ekstremalių įvykių kriterijai“ (Lietuvos Respublikos Vyriausybė, 2006, 2009).

Nepalankiems žmogaus veiklai reiškiniais priskiriama ir lijundra. Tai yra ledo sluoksnis, susidarantis užšalus lietaus, dulksnos arba rūko lašeliams ant daiktų, kurių paviršiaus temperatūra yra lygi 0 °C arba žemesnė. Šaltojo periodo klimato sąlygos Lietuvoje yra palankios lijundrai susidaryti (didelis santykinis oro drėgnis, dažna temperatūros kaita) (Bukantis, 1994). Ji nėra reta ir visoje Europoje (Carriere ir kt., 2000). Šis reiškinys turi tiesioginės įtakos tiek žmogaus sveikatai, tiek materialiniam turtui bei sukelia daugelį nepatogumų, pavyzdžiui, elektros tiekimo sutrikimus dėl ledo apkrovos ant laidų, medžių šakų ar net pačių medžių lūžimą,

eismo sąlygų pablogėjimo nulemtą didesnę avaringumą ir kt. Ilgėjant lijundros trukmei išauga ir didesnė jos padarytos žalos tikimybė.

Užsienio mokslininkų darbuose daug dėmesio lijundrai skiriama daugiausiai dėl kylančio pavojaus skrydžių saugumui, kadangi nelaimių, susijusių su šiuo reiškiniu, vis dar pasitaiko, nepaisant įvairių ledėjimą stabdančių priemonių. Analizuojamos teritorijų, kur stipriausiai pasireiškia apledėjimo poveikis orlaiviams, orų sąlygos tiek prie žemės paviršiaus, tiek apatinėje bei vidurinėje troposferoje. Tiriama oro masės, atmosferos frontų pobūdis, jų judėjimo greitis ir trajektorija, barinių darinių padėtis. Tokiu būdu stengiamasi pagerinti pilotams teikiamos informacijos kokybę tobulinant šių regionų dinaminį ir termodinaminį procesų modeliavimą bei lijundros prognozę (Khomenko ir kt., 2007; Shakina ir kt., 2006; Isaac ir kt., 2001; Carriere ir kt., 2000; Bernstein ir kt., 1998). Pažymėtina, jog tai, ar susiformuos lijundra, labai priklauso nuo vietovės ypatumų, todėl konkrečios teritorijos lijundros formavimuisi palankių sąlygų analizė tampa ypač svarbi (Robbins, Cortinas, 2002; Bernstein, 2000).

Taip pat daug dėmesio tyrimuose skiriama antžeminiam transportui bei keleivių saugumui, komunikacijų linijoms.

Kai kuriuose regionuose šis reiškinys pridaro itin daug materialinės žalos, todėl ten rengiami lijundros poveikio sušvelninimo planai, teikiami įspėjimai bei rekomendacijos (Bezrukova ir kt., 2006; Splawinski ir kt., 2011).

Stichinių meteorologinių reiškinų apskaitą ir apžvalgą vykdo Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. Čia jie registruojami ir jų tyrimų rezultatų pagrindu yra parengtas leidinys „Smarki lijundra“. Jame nurodoma, jog smarki lijundra laikoma stichiniu meteorologiniu reiškiniu, kai ant standartinio lijundros stovo laidų susidaro 20 mm skersmens ir storesnis apšalas. Jų Lietuvoje pasitaiko gana retai. Per 1961–1995 m. užregistruoti keturi stichiniai lijundros atvejai. Beveik visi jie susidarė rytinėje Lietuvos dalyje ir Žemaičių aukštumos pietvakariniuose šlaituose (LHMT, 2000).

Apie įvairius lijundros Lietuvoje parametrus (trukmę, masę, svorį) bei pasireišimo laiką per metus, palankias formavimuisi sąlygas rašė A. Bukantis (Bukantis, 1994, 1997) bei LHMT autorių kolektyvas (Galvonaitė ir kt., 2007). Bene išsamiausia informacija apie lijundros rodiklius pateikiama J. Pečiūrienės publikacijoje (Pečiūrienė, 1988). Autorės nustatyta, jog 1965–1980 m. lijundra trumpiausiai truko pajūryje (150 val.), o ilgiausiai ties Žemaičių aukštuma (500 val.). Dažniausiai reiškinys formavosi iš vakarų slenkančio ciklono priekinėje dalyje šiltame atmosferos fronte, kurio greitis 15–30 km/val. Palankiausia priežeminė oro temperatūra nurodoma -0,1– -4 °C bei vėjo greitis 5–10 m/s (Pečiūrienė, 1988). Lijundros poveikis eismo sąlygoms analizuojamas J. Kažio darbuose (Kažys ir kt., 2004; Kažys, 2005). Čia nurodoma, jog didžiausia avarių tikimybė yra esant lijundrai, kuri turi tiesioginę įtaką kelio dangos pokyčiams, ir tokiu būdu tampa sudėtingos eismo sąlygos. Didžiausias avaringumas fiksuojamas lijundros pradžioje.

Šio straipsnio tikslas – nustatyti lijundros trukmės pasiskirstymą ir pokyčius Lietuvos teritorijoje 1961–2010 m. bei įvertinti palankias reiškinio formavimuisi sąlygas.

PAVARTOTI DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Lietuvos meteorologijos stotyse vizualiai lijundros reiškiniai stebimi nuo 1945 m., o instrumentiniu būdu – nuo 1952 m. (LHMT, 2000). Lijundros apšalas matuojamas lijundros stovu su keturiais laidais: nustatomas apšalo susidarymo ir irimo greitis, storis, skersmuo ir svoris (LHMT, 2004).

Darbe pavartoti 18-os meteorologijos stočių (MS) 1961–2010 m. laikotarpio (išskyrus Dūkšto MS, kur matuota 1971–2010 m.) šaltojo sezono kasdieniai lijundros trukmės duomenys. Šaltuoju sezonu laikomas laikas nuo spalio iki balandžio, todėl jis apima dvejus sandūroje esančius metus. Apibūdinant lijundrą Lietuvoje naudota vidutinė reiškinio trukmė per šaltąjį sezoną ir reiškinio maksimali bei minimali trukmė per metus analizuojamu laikotarpiu. Šių rodiklių grafiniam atvaizdavimui panaudota GIS (Geografinių informacinių sistemų) programa (ArcMap 9.3.1). Erdvinei interpoliacijai pasirinktas polinominis spline metodas, kurio algoritmas pagrįstas atstumo tarp interpoliuojamų taškų įtaka. Lijundros

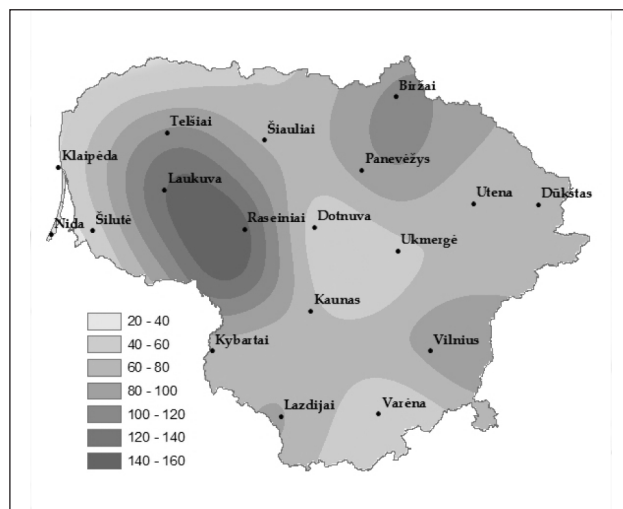
trukmės rodiklių daugiametės sekos sklaida įvertinta variacijos koeficientu (C_v). Reiškinių kaita per parą nustatyta remiantis kasdieniais Vilniaus ir Klaipėdos MS 2001–2010 m. lijundros pradžios ir pabaigos laiko duomenimis.

Nagrinęjant meteorologines sąlygas lijundros susidarymo pradžios metu, pavartoti meteorologijos stotyse kas 3 valandos matuotų oro temperatūros, vėjo greičio ir krypties bei santykinio drėgnumo duomenys. Šie duomenys gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos meteorologinių duomenų bazės. Oro temperatūra įvairiuose atmosferos sluoksniuose lijundros susidarymo metu analizuojama remiantis Nacionalinės vandenyno ir atmosferos valdybos NCEP / NCAR reanalizės duomenų baze. Sinoptinė situacija įvertinta naudojant Vokietijos orų centro Wetterzentrale (<http://www.wetterzentrale.de>) sinoptinių žemėlapių archyvą. Meteorologinių ir sinoptinių lijundros formavimosi sąlygų analizė atlikta išnagrinėjus visus 60 lijundros atvejų, užfiksuotų 2001–2010 m.

Lijundros trukmės pokyčių tendencijos Lietuvos teritorijoje nustatytos visam 1961–2010 m. laikotarpiui remiantis tiesinės regresijos krypties koeficiento dydžiais. Duomenų trendų statistiniam reikšmingumui tikrinti pasirinktas Manno–Kendallo testas. Kritiniu pasirinktas $\alpha = 0,05$ statistinio reikšmingumo lygmuo. Statistiškai reikšmingais buvo laikyti tie kintamųjų pokyčiai, kai Manno–Kendallo statistikos reikšmė buvo didesnė nei 1,959 arba mažesnė už -1,959. Skaičiavimai atlikti specialia Švedijoje sukurta programa MULTMK/PARTMK (Libiseller, 2002).

LIJUNDROS TRUKMĖ LIETUVOJE

Lijundros trukmę Lietuvoje lemia šaltuoju metų laiku vyravusios meteorologinės sąlygos. Pagal 1961–2010 m. duomenis vidutiniškai šaltuoju periodu lijundra truko nuo 23 (Nidos MS) iki 145 (Raseinių MS) valandų (1 pav.).



1 pav. Vidutinė šaltojo sezono lijundros trukmė (val.) Lietuvos teritorijoje 1961–2010 m.

Fig. 1. Mean duration (h) of cold season freezing precipitation in Lithuania, 1961–2010

1 paveiksle matyti, jog didžiojoje Lietuvos dalyje vidutinė lijundros trukmė patenka į 60–80 valandų intervalą, o tai atitinka ir bendrą teritorinį vidurkį – 75 valandos. Mažiausiomis parametro reikšmėmis pasižymi Lietuvos pajūrio regionas iki Žemaičių aukštumos, taip pat Vidurio bei Pietryčių Lietuva. Kadangi lijundros susidarymui būtinos specifinės sąlygos (lietus, dulksna ar rūkas bei 0 °C ar žemesnė pažemio oro bei paklotinio paviršiaus temperatūra), todėl jos pasikartojimo dažnumui bei trukmei labai didelę įtaką turi mezoklimatinės vietovės klimato sąlygos, kurios savo ruožtu priklauso nuo daugelio fizinių geografinių veiksnių.

Minėtuose Lietuvos regionuose meteorologinių parametrų kompleksas yra mažiausiai palankus lijundros formavimuisi. Pajūryje didžiąją šaltojo periodo dalį oro temperatūra yra aukštesnė nei 0 °C. Tai, jog šaltuoju metų laiku vyraujančios vakarų pernašos atneštas drėgnas oras daugiausiai savo drėgmės praranda priešvėjiniuose Žemaičių aukštumos šlaituose, lemia mažesnę kritulių kiekį ir tuo pačiu trumpesnę lijundros trukmę Vidurio Lietuvoje.

Ilgiausiai lijundra šaltuoju sezonu trunka Žemaičių aukštumoje. Čia įtakos turi aukštumos šlaitų ekspozicija vyraujančios oro advekcijos krypties atžvilgiu. Svarbu ir tai, jog dėl absoliutinio aukščio įtakos Žemaičių aukštumos stotyse neretai fiksuojama neigiama temperatūra, tuo tarpu aplinkiniuose rajonuose ji aukštesnė nei 0 °C. Pažymėtina, jog Raseinių MS vidutinės šaltojo sezono lijundros trukmės variacija analizuojamuoju laikotarpiu mažiausia, taigi kiekvienais metais šis reiškinys čia trunka sąlyginai panašų laiką ir dažniausiai ilgiau nei 100 valandų.

Kaip minėta, lijundros trukmės pasiskirstymui Lietuvos teritorijoje įtakos turi vietos aukštis virš jūros lygio. Šių rodiklių koreliacinis ryšys ($r = 0,54$) yra statistiškai reikšmingas ($\alpha = 0,05$). Aukštesnėse vietovėse vidutinė lijundros trukmė išauga. Rusijos mokslininkų atlikti tyrimai patvirtina šį teiginį. Jų teigimu, palankiausias apledėjimui sąlygos yra aukštesnio reljefo vietose, ypač ten, kur oras kyla jų šlaitais (Bezrukova ir kt., 2006).

Vidutiniškai visoje Lietuvos teritorijoje ilgiausia lijundros trukmė fiksuojama gruodį–sausį, tačiau gana dažnas šis reiškinys ir lapkritį bei vasarį (2 pav.). Daugumoje meteorologijos stočių lijundra ilgiausiai trunka gruodį, išskyrus Dotnuvą, Kybartus, Varėną ir Klaipėdą, kur maksimali vidutinė trukmė užfiksuota sausį. Gruodis išsiskiria itin permainingais orais, o vidutinė oro temperatūra didžiojoje Lietuvos teritorijos dalyje yra artima 0 °C. Labai dažnai naktį paklotinis paviršius bei oras virš jo atvėsta žemiau nei 0 °C, tuo tarpu aukštesniuose atmosferos sluoksniuose išlieka teigiama temperatūra.

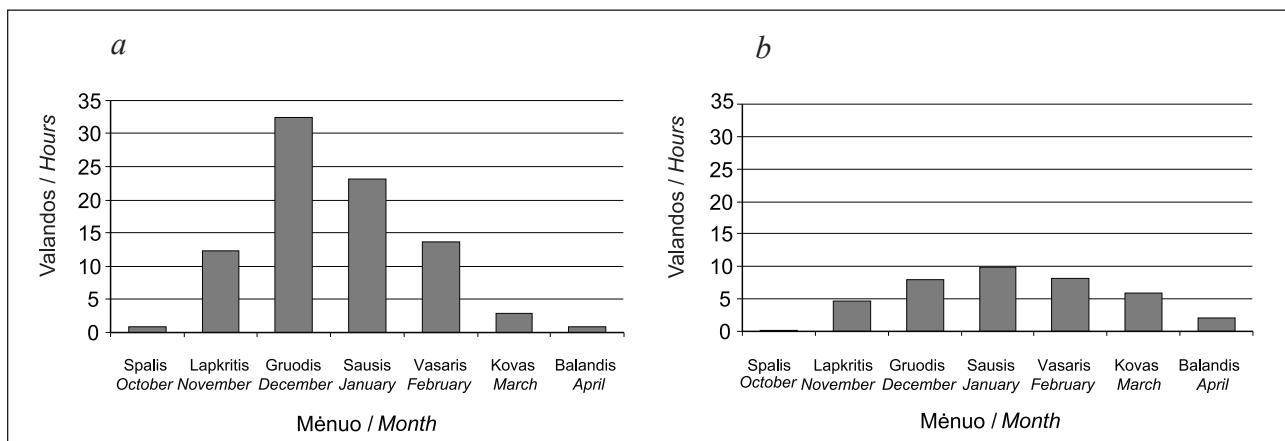
Rytinėje Lietuvos dalyje lijundra dažniausia gruodį ir sausį, tuo tarpu pajūryje lapkritį–kovą išlieka gana panaši lijundros trukmė (2 pav.). Spalį per analizuojamą laikotarpį lijundra fiksuota ne visose meteorologijos stotyse: Nidoje ir Šilutėje tokių atvejų nepasitaikė.

Lijundros iškritimo tikimybė skirtingu paros metu gana nevienoda. Analizuojant lijundros pasiskirstymą per parą, paaiškėjo, jog dažniausiai reiškinys fiksuojamas naktį (3–7 val.), tuo tarpu rečiausiai – popietinėmis valandomis (12–18 val.). Vilniaus MS reiškinio kaita per parą tolygesnė nei Klaipėdos MS, tačiau maksimumo ir minimumo laikas sutampa (3 pav.).

Lijundros šaltojo sezono trukmės absoliutus maksimumas užfiksuotas Laukuvoje. Čia 1995–1996 m. šaltuoju sezonu bendra lijundros trukmė siekė net 926 val., t. y. beveik 20 % viso šaltojo sezono trukmės. 1968–1969 m. šaltuoju sezonu Lazdijuose lijundra truko iš viso 642 val., Panevėžyje – 596 val., Dotnuvoje – 432 val. (lentelė).

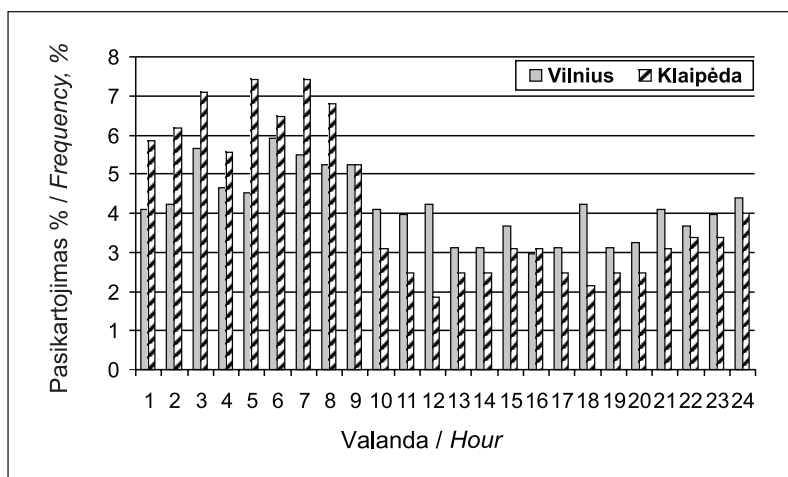
Viso analizuojamo laikotarpio šaltojo sezono lijundros trukmės sumų maksimumų amplitudė labai didelė: nuo 95 (Nidos MS) iki 926 (Laukuvos MS) valandų (lentelė). Vertinant maksimalią lijundros trukmę atskirais mėnesiais, ilgiausiai ji tęsėsi Lazdijuose 1969 m. gruodį (464 val.).

Dažniausiai viena lijundra netrunka ilgiau nei vieną parą, vidutinė jos trukmė yra 7–8 val. Tačiau pasitaikė atvejų, kai reiškinys buvo be pertrūkio fiksuojamas keletą



2 pav. Vidutinė lijundros trukmė (val.) skirtingais šaltojo sezono mėnesiais pagal 1961–2010 m. duomenis: a – Vilniuje, b – Klaipėdoje

Fig. 2. Mean monthly duration of freezing precipitation (h) in Vilnius (a) and Klaipėda (b), 1961–2010



3 pav. Lijundros pasikartojimas per parą Vilniaus ir Klaipėdos MS pagal 2001–2010 m. duomenis

Fig. 3. Diurnal variation of freezing precipitation in Vilnius and Klaipėda, 2001–2010

dienų ir stebėtas didžiojoje Lietuvos dalyje. Pavyzdžiui, 2007 m. gruodžio 22–28 d. Raseinių MS lijundra tęsėsi net 150 val. Šiuo laikotarpiu lijundra, nors ir su pertrūkiais, buvo fiksuota ir visose kitose analizuojamose meteorologijos stotyse. Tokią ilgai truncančią lijundrą lėmė gruodžio 22 d. didžiąją dalį Europos apėmusi labai aukšto slėgio sritis, kurios centras buvo ties Vengrija, bei žemyno šiaurėje vyraujantis gilėjantis ciklonas. Susiduriant kontrastingam orui generavosi daug frontinių sistemų, kurios slinkdamos per Lietuvą nešė kritulius. Šiuo laikotarpiu praslinko trys šilti atmosferos frontai,

kurių temperatūra 1–1,5 km aukštyje buvo vidutiniškai teigiama. Esant neigiamai paviršiaus temperatūrai (-3 – -11 °C) susidarė itin palankios sąlygos lijundrai formuotis.

LIJUNDROS FORMAVIMUISI PALANKIOS METEOROLOGINĖS SĄLYGOS

Lijundros susidarymui didžiausią reikšmę turi sinoptiniai procesai, lemiantys orus tam tikroje teritorijoje. Didelės įtakos turi ir tam tikrų vietovių klimato ypatumai: tą pačią

Lentelė. Lijundros trukmės absoliutūs šaltojo sezono maksimumai ir minimumai 1961–2010 m.

Table. Cold season freezing precipitation absolute maximum and minimum duration, 1961–2010

Stotis Station	Maksimali trukmė val. Maximum duration, h	Metai Year	Minimali trukmė val. Minimum duration, h	Metai Year
Biržai	372	1969–1970	7	2009–2010
Dotnuva	432	1969–1970	–	2009–2010
Dūkštas	219	1973–1974	–	2004–2005, 2005–2006
Kaunas	319	1969–1970	–	1989–1990, 1990–1991
Kybartai	276	1969–1970	9	1975–1976
Klaipėda	200	1978–1979	–	1988–1989, 1990–1991, 1991–1992, 1992–1993, 2008–2009
Laukuva	926	1995–1996	10	2006–2007
Lazdijai	642	1969–1970	–	1974–1975
Nida	95	2005–2006	–	1988–1989, 1990–1991, 1991–1992
Panevėžys	596	1969–1970	6	1962–1963
Raseiniai	346	1968–1969	–	1975–1976
Šiauliai	294	1995–1996	3	2006–2007
Šilutė	235	1995–1996	–	1975–1976
Telšiai	463	1968–1969	6	1991–1992
Ukmergė	287	1969–1970	–	2001–2002, 2003–2004, 2004–2005, 2006–2007, 2009–2010
Utena	245	1963–1964	3	2009–2010
Varėna	172	1968–1969	–	1993–1994, 2001–2002, 2004–2005
Vilnius	254	1968–1969	3	1975–1976

dieną lijundra gali lokalizuotis skirtingose Lietuvos teritorijos vietose, nepaisant palankių lijundrų formavimuisi sinoptinių sąlygų virš visos šalies.

Išanalizavus 2001–2010 m. (60 atvejų) lijundros susidarymo pradžioje buvusias 1 000–700 hPa atmosferos sluoksnio termines sąlygas ties Vilniaus MS nustatyta, jog 88 % atvejų šiame oro sluoksnyje buvo šiltas oras, kurio temperatūra aukštesnė nei 0 °C, 12 % – vidutinė sluoksnio oro temperatūra buvo žemesnė. 60 % atvejų terminė inversija buvo susidariusi ties 1 000 hPa lygiu, 23 % – 925 hPa ir 17 % – 850 hPa lygyje. Šilto oro sluoksnio atmosferos stovymėje atsiradimas sudaro palankias sąlygas lietaus ar dulksnos pavidalo krituliams, kurie pasiekę neigiamą ar artimą 0 °C temperatūrą turinčius paviršius prišąla ir sudaro lijundrą. Tokią situaciją neretai sukuria praslenkantys priežeminiai atmosferos frontai, o temperatūros profilis priklauso nuo jų pobūdžio.

Daugumą (43 %) lijundros atvejų lėmė praeinantys šilti atmosferos frontai, 30 % – šilto tipo okliuzijos frontai ir 21 % – anticikloninė cirkuliacija. Lijundros intensyvumas didėja augant oro masių kontrastingumui: kai fronto priekyje vyrauja neigiama temperatūra, o užnugaryje – daug aukštesnė už nulį. Tada atmosferos stovymėje fiksuojamos galingos inversijos. Tokios sąlygos šaltuoju sezonu tampa ypač palankiomis smarkioms lijundroms formuotis.

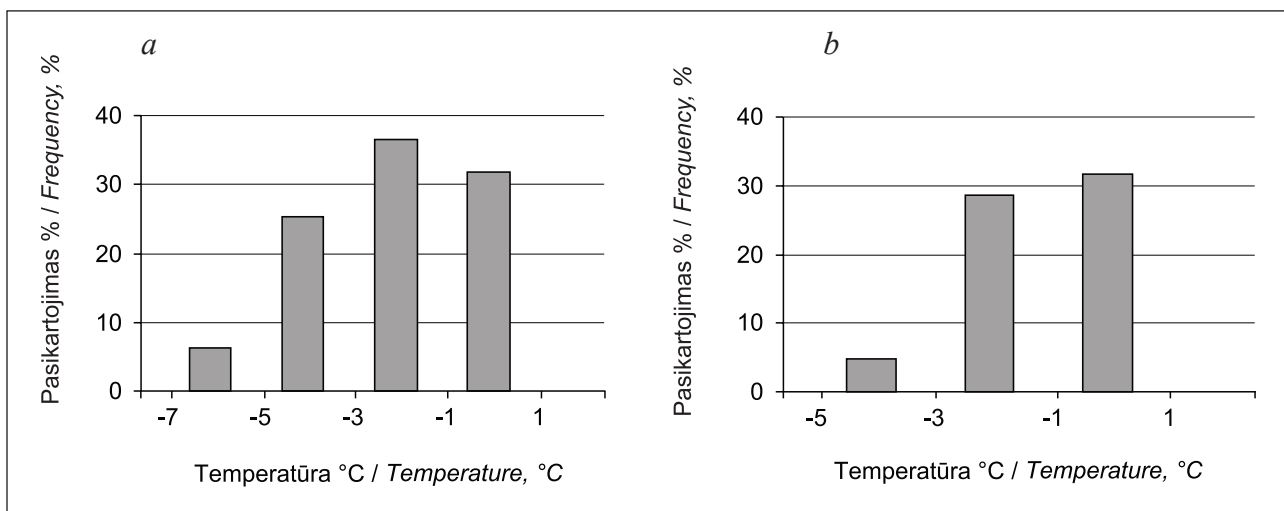
Vieni svarbiausių priežemio meteorologinių elementų, lemiančių lijundros formavimąsi, yra oro temperatūra, santykinis oro drėgnis bei vyraujanti vėjo kryptis ir greitis. Nustatant meteorologines sąlygas lijundros metu 2001–2010 m. 18-oje Lietuvos meteorologijos stočių buvo išanalizuoti 787 lijundros atvejai. Nustatyta, jog dažniausiai šis meteorologinis reiškinys fiksuojamas esant 1 – 3 °C oro temperatūrai, iš viso 77 % atvejų (4 pav.). Dažniausiai lijundra tęsiasi iki tol, kol dėl šilumos advekcijos pažemio sluoksnyje temperatūra tapdavo teigiama. Kaip greitai tai įvyksta, priklauso nuo sinoptinės situacijos:

šiltų ir šiltų okliuzijos atmosferos frontų slinkimo greičio, gyvavimo trukmės bei temperatūros gradiento atmosferos profilyje. Tiriamu laikotarpiu pažemio oro temperatūra lijundros susidarymo pradžioje kito nuo 0,5 iki –11,2 °C. Temperatūrai žemėjant lijundra fiksuota vis rečiau (4 pav.).

Lijundros susidarymui bei trukmei didelės įtakos turi ir santykinis oro drėgnis. Kuo ore daugiau drėgmės, didesnis lašelių judėjimo greitis (iki 12 m/s), tuo sparčiau formuojasi apšalas, jis būna tankesnis ir pavojingesnis (LHMT, 2004). Nustatyta, jog tiriamu laikotarpiu šis meteorologinis reiškinys dažniausiai susidarė esant santykiniam oro drėgniui didesniai nei 95 %, o 25 % analizuotų atvejų santykinis oro drėgnis siekė 99–100 %. 96 % atvejų lijundros susidarymo pradžioje santykinis oro drėgnis buvo didesnis nei 90 %.

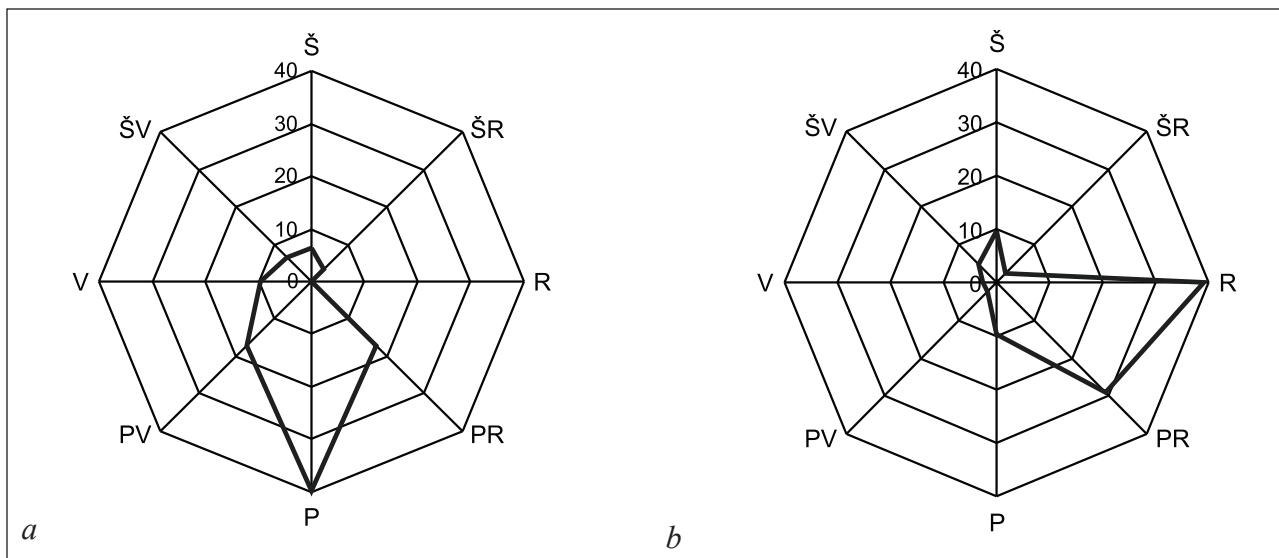
Anksčiau atliktų tyrimų metu nustatyta, jog vėjo kryptis gerai koreliuoja su lijundros formavimosi dažniu (Stuart, Isaac, 1999). 5 paveiksle (a) matyti, jog Vilniuje lijundra dažniausiai susidaro pučiant pietinių rumbų (pietryčių, pietų, pietvakarių) vėjams. Visų Lietuvos meteorologijos stočių duomenimis, 64 % atvejų būtent šių krypčių vėjai buvo fiksuojami lijundros susidarymo pradžioje. Tuo tarpu šalies vakaruose lijundra dažniausiai fiksuojama pučiant rytų, pietryčių krypties vėjams (5 pav., b). Rečiausiai lijundra susidaro pučiant šiauriniams vėjams.

Nepaisant to, kad vėjo parametrai labai priklauso nuo lokalių sinoptinių procesų, vėjo krypties teritorinė analizė byloja, jog vėjas priežeminiame oro sluoksnyje neblogai parodo advekcinių oro srautų kryptį (Bukantis, 1994). Todėl vėjo krypties pokyčiai lemia kitų meteorologinių elementų reikšmes. Itin ryškus oro temperatūros priklausomumas nuo vėjo krypties. Žiemą šalčiausia būna pučiant šiaurės, šiaurės rytų, rytų vėjams ir esant štiliui, o pučiant pietvakarių, vakarų vėjams net 50 % atvejų temperatūra būna aukštesnė



4 pav. Lijundros susidarymo pradžioje fiksuota oro temperatūra pagal 2001–2010 m. duomenis: a – Vilniaus MS, b – Klaipėdos MS

Fig. 4. Air temperature at the beginning of freezing precipitation formation in Vilnius (a) and Klaipėda (b), 2001–2010



5 pav. Lijundros susidarymo pradžioje fiksuota vėjo kryptis (atvejai %): a – Vilniaus MS, b – Klaipėdos MS 2001–2010 m.

Fig. 5. Wind direction at the beginning of freezing precipitation formation in Vilnius (a) and Klaipėda (b), 2001–2010

už 0 °C (Bukantis, 1994). Taigi šaltuoju sezonu atėjus šiltam orui iš pietinių, pietvakarinių rajonų susidaro palankios sąlygos lijdros formavimuisi.

Pažymėtina, jog lijdros dažniausiai susidaro pučiant silpnam vėjui arba esant tykai. 70 % analizuotų atvejų lijdros pradėjo formuotis, kai vėjo greitis buvo ne didesnis kaip 4 m/s (6 pav.).

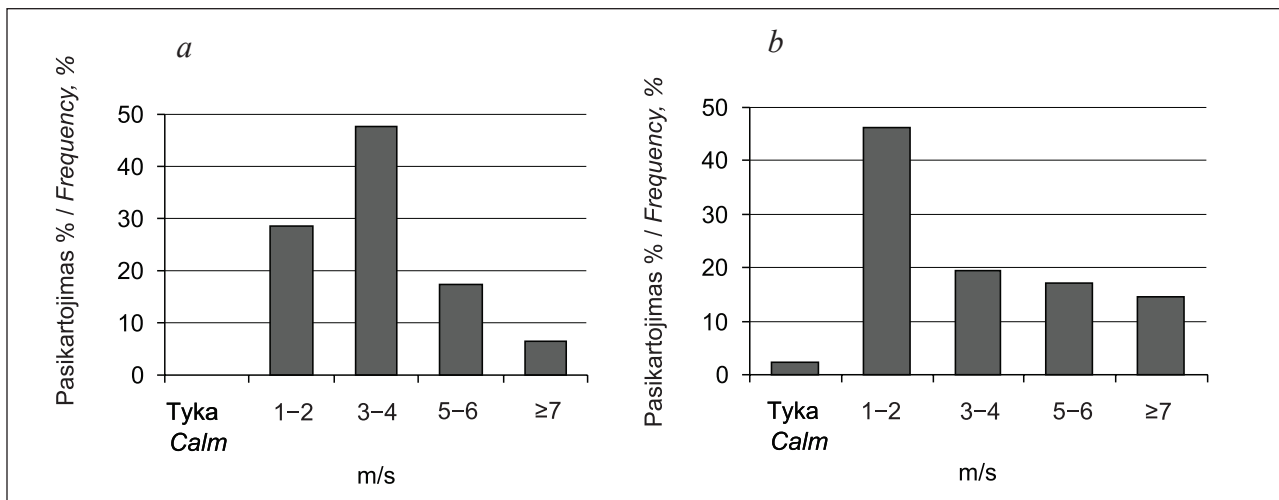
LIJUNDROS TRUKMĖS POKYČIŲ TENDENCIJOS

Tyrimo metu nustatyta, jog analizuojamuoju laikotarpiu Lietuvos teritorijoje lijdros trukmė mažėjo. Ši tendencija fiksuota visose meteorologijos stotyse, išskyrus Dūkšto MS.

Tai galima paaiškinti trumpesne Dūkšto MS duomenų seka (nuo 1971 m.). Tuo tarpu ilgiausiai analizuojamuoju laikotarpiu lijdros trukmė buvo 1961–1970 m.

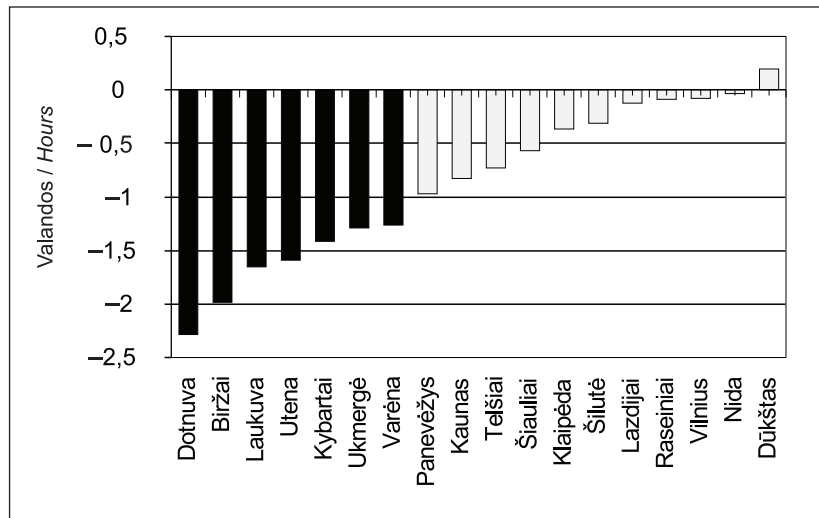
Vidutiniškai Lietuvos teritorijoje lijdros trukmė mažėjo apie 0,9 val. per metus, t. y. per visą analizuojamą laikotarpį tai sudarytų 45 val. Didžiausias neigiamas trendas nustatytas Dotnuvos ir Biržų MS, tuo tarpu Nidoje, Vilniuje, Raseiniuose ir Lazdijuose pokyčiai buvo labai menki. Didelėje Lietuvos teritorijos dalyje pokyčiai yra statistiškai reikšmingi (7 pav.).

Ryškiausias neigiamas trendas nustatytas sausį. Utenos MS sausį lijdros trukmė 1961–2010 m. trumpėja net po 1,1 val./metus, Laukuvoje – 1,0 val./metus. Taip pat pakankamai ryški trukmės mažėjimo tendencija nustatyta ir gruodį.



6 pav. Lijundros susidarymo pradžioje fiksuotas vėjo greitis 2001–2010 m. (atvejai %): a – Vilniaus MS, b – Klaipėdos MS 2001–2010 m.

Fig. 6. Wind speed at the beginning of freezing precipitation formation in Vilnius (a) and Klaipėda (b), 2001–2010



7 pav. Lijundros trukmės (val.) pokyčio per metus trendai Lietuvos meteorologijos stotyse 1961–2010 m. Juodi stulpeliai žymi statistiškai reikšmingus trendus

Fig. 7. Trends of freezing precipitation duration per year, 1961–2010. Black column shows statistically significant trends

Dėl klimato pokyčių pastaraisiais dešimtmečiais lijundrai palankios formavimosi sąlygos susidaro vis rečiau. Viena priežasčių yra kylanti šaltojo sezono vidutinė oro temperatūra, dažniau fiksuojamos šiltesnės už normą žiemos. Tokiu būdu krituliai, kurie iškrisdavo kaip lijundra, atšilus orams iškrenta kaip lietus. Šiuo požiūriu ypač jautrūs šaltojo sezono pradžios ir pabaigos mėnesiai. Labai svarbiu veiksniu išlieka sinoptinė situacija ir frontų judėjimo greitis. Lietuvoje vis dažniau fiksuojamas stiprus vakarų srautas nuo Šiaurės Atlanto (šilto ir drėgno oro advekcija, esant teigiamai Šiaurės Atlanto osciliacijos fazei), o tai lemia aukštą žiemos mėnesių temperatūrą.

Pavyzdžiui, 2007 m. sausį vidutinė oro temperatūra buvo anomaliai aukšta ir kai kuriose stotyse, ypač vakariniuose rajonuose, siekė net 3,8 °C. Tik trijose Lietuvos MS (Laukuvos, Raseinių, Panevėžio) buvo užregistruota lijundra, kurios trukmė vos siekė 4 val. Lygiai taip pat nepalankios sąlygos susidaro anomaliai šaltomis, be ryškesnių atodėkių žiemomis, kai visą mėnesį išsilaiko žema temperatūra (pvz., 2010 m. sausį).

IŠVADOS

1. Ilgiausiai lijundra Lietuvos teritorijoje trunka Žemaičių aukštumoje, trumpiausiai – Lietuvos pajūryje. Absoliutus maksimumas nagrinėjamoju laikotarpiu nustatytas Laukuvos meteorologijos stotyje, kai per visą šaltąjį 1995–1996 m. sezoną reiškinio trukmė sudarė 926 val.

2. Lijundra Lietuvoje susidaro spalį–balandį, vidutiniškai ilgiausiai ji trunka gruodį–sausį. Dažniausiai reiškinys yra registruojamas naktį (3–7 val.), tuo tarpu rečiausiai – popietinėmis valandomis (12–18 val.).

3. Lijundrai formuotis palankiausios sąlygos susidaro praslenkant virš Lietuvos šiltesniams ir šilto tipo okliuzijos frontams. 53 % visų analizuotų atvejų apatinėje troposferoje buvo teigiamos oro temperatūros sluoksnis su inversija 1 000 hPa lygyje.

4. Dažniausiai lijundros susidarymo pradžioje meteorologinės sąlygos yra: oro temperatūra 1– -3 °C, didelis santykinis oro drėgnis (>95 %), pietinių rumbų vėjo kryptis ir santykinai nedidelis vėjo greitis (1–4 m/s).

5. Lietuvos teritorijoje lijundros trukmė trumpėja (labiausiai Dotnuvoje (-2,3 val./metus) ir Biržuose (-2,0 val./metus)). Didžiausi neigiami trukmės pokyčiai fiksuoti sausį bei gruodį.

Gauta 2011 09 07
Priimta 2011 10 21

Literatūra

- Bernstein B. C., Omeron T. A., Politovich M. K., McDonough F. 1998. Surface weather features associated with freezing precipitation and severe in-flight aircraft icing. *Atmospheric Research*. 46: 57–73.
- Bezrukova N. A., Jeck R. K., Khalili M. F., Minina L. S., Naumov A. Ya., Stulov E. A. 2006. Some statistics of freezing precipitation and rime for the territory of the former USSR from ground-based weather observations. *Atmospheric Research*. 14(82): 203–221.
- Bukantis A. 1994. *Lietuvos klimatas*. Vilnius.
- Bukantis A. 1997. *Neįprasti gamtos reiškiniai Lietuvos žemėse XI–XX amžiuose*. Vilnius.

5. Carriere J. M., Lainard C., Le Bot C., Robart F. 2000. A climatological study of surface freezing precipitation in Europe. *Meteorological Applications*. 7(3): 229–238.
6. Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Vilnius.
7. Isaac G. A., Cober S. G., Strapp J. W., Korolev A. V., Tremblay A., Marcotte D. L. 2001. Recent Canadian research on aircraft in-flight icing. *Canadian Aeronautics and Space Journal*. 47(3): 1–9.
8. Kažys J. 2005. Eismui nepalankių meteorologinių sąlygų poveikis avaringumui Vilniaus mieste. *Geografija*. 41(2): 10–16.
9. Kažys J., Valiukas D., Rimkus E. 2004. Meteorologinių sąlygų nulemta potencialaus avaringumo Lietuvos keliuose įvertinimas. *Geografija*. 40(2): 5–10.
10. Khomenko I. A., Ivanova A. R., Chakina N. P., Skriptunova E. N., Zavyalova A. A. 2007. Freezing precipitation in Russia and the Ukraine. *Advances in Geoscience*. 10: 25–29.
11. LHMT. 2000. *Smarki lijundra*. Vilnius.
12. LHMT. 2004. *Meteorologinių stebėjimų nuostatai*. Vilnius.
13. Libiseller C. 2002. A Program for the computation of Multivariate and Partial Mann–Kendall Test. Linköping University, Department of Mathematics.
14. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2006. Ekstremalių įvykių kriterijai. *Valstybės žinios*. 2006-03-14. Nr. 29-1004.
15. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2009. Nutarimas dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. kovo 9 d. nutarimo Nr. 241 „Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo“ pakeitimo. *Valstybės žinios*. 2009-12-28. Nr. 153-6928.
16. Pečiūrienė J. A. 1988. Usloviya obrazovaniya gololyoda. *Pogodoobrazuyushchiye protsessy i opasnyye yavleniya pogody nad Litvoy i Kaliningradskoy oblasti*. Vilnius.
17. Robbins C. C., Cortinas J. V. 2002. Local and synoptic environments associated with freezing rain in the contiguous United States. *Weather and Forecasting*. 17: 7–65.
18. Shakina N. P., Skriptunova E. N., Zavyalova A. A. 2006. Conditions for freezing precipitation at some airports of Russia and the CIS: IV. Airport of Nizhni Novgorod. *Russian Meteorology and Hydrology*. 32(7): 431–440.
19. Splawinski S., Gyakum J. R., Atallah E. H. 2011. Atmospheric circulation structures associated with freezing rain in Quebec City, Quebec. *McGill Science Undergraduate Research Journal*. 6(1): 50–55.
20. Stuart R. A., Isaac G. A. 1999. Freezing precipitation in Canada. *Atmosphere-Ocean*. 37(1): 87–102.

Indrė Gečaitė, Egidijus Rimkus

FREEZING PRECIPITATION IN LITHUANIA: DURATION AND METEOROLOGICAL CONDITIONS OF FORMATION

Summary

An analysis of freezing precipitation parameters in Lithuania in 1961–2010 is presented. Their spatial distribution and distribution throughout the year as well as diurnal cycle were analysed. Favourable synoptic and meteorological conditions for freezing precipitation formation were determined. Also, an analysis of the phenomenon duration changes during the study period was made. The statistical significance of the observed trends was examined using the Mann–Kendall test. Data of 18 Lithuanian meteorological stations for the period 1961–2010 were used.

The mean cold season freezing precipitation duration in 1961–2010 in Lithuania was 75 hours (Fig. 1). The highest values of freezing precipitation parameters were determined in the Žemaičiai Highland. Western Lithuania can be characterized as having the least duration of this phenomenon. During the study period the absolute maximum duration was fixed in the Laukuva station (926 hours, 1995–1996). The longest mean freezing precipitation duration occurred in the 1969–1970 cold season (Table 1). The spatial distribution of freezing precipitation duration depends on meteorological conditions and the geographical characteristics of a station such as absolute height and orientation to the predominant air mass advection.

The analysis has shown that freezing precipitation in Lithuania can occur in October–April. The longest duration was determined in December–January (Fig. 2). The most frequent freezing precipitation was registered at night (3–7 h) and the least in the afternoon (12–18 h) (Fig. 3).

The most favourable synoptic conditions for freezing precipitation formation are warm and warm-occluded fronts when in the atmosphere a layer of positive temperature occurs and temperature inversion is present. In such cases, inversion was determined at 1 000 hPa level (53%). Usually, freezing precipitation was formed when the air temperature was 1–3 °C, at high relative humidity (>95%), SE, S, SW wind directions and a low wind speed (1–4 m/s) (Figs. 4–6).

The mean duration of freezing precipitation decreased on average by 45 hours during the study period. The largest negative changes were observed in Dotnuva (115 hours) and Biržai (100 hours). Only in the most eastern part of Lithuania (Dūkštas) the tendencies of freezing precipitation duration indices were positive (Fig. 7). The most negative trends were observed in January and December.

Key words: freezing precipitation, freezing precipitation duration, freezing precipitation formation