

SEZONINIO IŠALO TRUKMĖ LIETUVOJE

Julius Taminskas, Kęstutis Švedas

Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-08106, Vilnius

El. paštas: juta.geogr@vpu.lt, geogr.kat@vpu.lt

Jana Konstantinova

Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223, Vilnius

El. paštas: jana.konstantinova@geo.lt

Ivadas

Pasaulinis glaciologinių duomenų centras (*World Data Centre for Glacialology*) informuoja, kad Šiaurės pusrutulyje daugiametis išalas išplitęs 24%, o sezoninis išalas – 60% sausumos teritorijos. Panašų plotą (55–60% sausumos) nurodo ir kiti autoriai (Zhang et al., 1999). Taigi Šiaurės pusrutulyje išalas nuolat ar sezoniškai sukausto daugiau nei pusę sausumos ploto.

Lietuvoje sezoninis išalas apima visą teritoriją, anksčiausiai jis susidaro spalį, o ilgiausiai išlieka iki gegužės pradžios. Vidutiniškai žemė išala iki 0,5–0,6 m, bet kai kuriais metais, priklausomai nuo šilumos apykaitos tarp dirvožemio ir atmosferos, išalo gylis gali labai skirtis nuo vidutinio daugiametio.

Lietuvoje enciklopediniai ir praktikoje naudojami normatyviniai išalo rodikliai dažniausiai nustatomi naudojantis 1945–1980 m. arba dar ankstesnių (Температура..., 1965) išalo matavimų duomenimis. Giliausias išalas susidaro Vilniaus apylinkių priesmėliuose (170 cm – 2% tikimybė, 134 cm – 10%) bei Biržų apylinkių priemoliuose (154 cm – 2% tikimybė, 113 cm – 10%). Šalčiausiomis žiemomis mažiausiai išala smėliniai ir pelkiniai gruntai Šilutės apylinkėse (108 cm – 2% tikimybė, 79 cm – 10%) (Statybinė..., 1995).

Paskutiniaus XX a. dešimtmečiais dėl visuotinio klimato kaitos pasikeitė kai kurių su klimato kaita susijusių hidrometeorologinių rodiklių vertės. Kaip antai, maždaug šiuo laikotarpiu nustatyta padidėjusi žiemos vidutinė oro temperatūra ir kritulių kiekis (Bukantis, Rimkutė, Kazakevičius, 1998), upių nuotėkio kaita, karstinio proceso suintensyvėjimas ir kt. (Taminskas, Marcinkevičius, 2002). Kita vertus, prognozuojama, kad XXI a. dėl visuotinio klimato pašiltėjimo oro temperatūros amplitudė viršys paskutinio tūkstantmečio natūralų temperatūros svyravimą ir gali būti didesnė nei per paskutinį tarpledynmetį (Crowley, 2000). Taigi jau šiandien daugelis išalą apibūdinančių rodiklių reikšmių gali skirtis nuo buvusiųjų iki devinto XX a. dešimtmečio.

Sezoninį išalą apibūdinantys pagrindiniai rodikliai yra išalo susidarymo ir išnykimo data, trukmė, išalo ir atitirpusio sluoksnio storis. Kiekvienas jų įvairiu mastu atspindi teritorijos klimato sąlygas, šilumos apykaitą tarp atmosferos ir dirvožemio bei grunto sluoksnių. Šie rodikliai akivaizdžiai atspindi klimato kaitą (Smith, Burgess, Nixon, 2001; Tools..., 1996).

Formuodamasis ir nykdamas išalas keičia dirvožemio struktūrą, lemia regioninį vandens balansą – paviršinių ir požeminių vandenų apykaitą, biogeninių medžiagų prietaką į dirvožemį ir dirvožemio derlingumą. Todėl jo tyrimai svarbūs tiek teoriniu, tiek praktiniu požiūriu. Praktiniu požiūriu išalo tyrimai svarbūs statybų darbams, infrastruktūros įrengimui ir žemės ūkio veiklai.

Įšalas taip pat gali turėti įtakos geriamojo vandens ištekliams, nes jo trukmės ir gylio pokyčiai gali sumažinti ar padidinti paviršinio vandens infiltraciją. Įšalo tyrimai teoriniu požiūriu, be kitų mokslo sričių, yra svarbūs kaip klimato kaitos indikatoriai.

Norint įsitikinti kaip pasikeitė iki devinto XX a. dešimtmečio pradžios nustatytos įšalo rodiklių (išalo susidarymo data, trukmė, ištirpimo data) reikšmės, jos buvo palygintos su vėlesniais analogiškais duomenimis.

Šio darbo tikslas – įvertinti klimato kaitos poveikį sezoninio įšalo susidarymui, ištirpimui ir trukmei. Buvo tiriamas tik Lietuvos teritorijoje susidarantis sezoninis įšalas. Darbo pagrindiniai uždaviniai:

1. Pirmųjų įšalo reiškinų pasirodymo ir pastovaus įšalo susidarymo erdvėlaikinė analizė;
2. Sezoninio įšalo atitirpimo erdvėlaikinė analizė;
3. Sezoninio įšalo išnykimo erdvėlaikinė analizė;
4. Sezoninio įšalo trukmės erdvėlaikinė analizė.

1. Metodika

Įšalas matuojamas šaltuoju metų laiku, kuomet užšąla dirvos kapiliaruose esantis vanduo. Jo gylis ir trukmė priklauso nuo daugelio veiksnių: augalijos, grunto litomorfologinės sudėties, reljefo, įvairių klimato veiksnių ir kt. Molio ir priemolio dirvožemiuose plonesniuose kapiliaruose esantis vanduo užšąla žemesnėje temperatūroje. Kita vertus, drėgnas dirvožemis išąla mažiau, nes užšalant vandeniui išsiskiria vandens kristalizavimosi šiluma, sulėtinanti tolesnį dirvos temperatūros kritimą. Sniego danga ir augmenija taip pat apsaugo dirvą nuo gilaus įšalimo. Miške dėl esančios paklotės sluoksnio, taip pat vienodesnės ir storesnės sniego dangos įšalimo gylis ypač sumažėja. Įšalo gylis labiau nei jo susidarymo ir ištirpimo datos priklauso nuo vietos fizinių sąlygų, todėl šiame darbe, nagrinėjant klimato kaitos poveikį įšalo rodikliams, apsiribota įšalo susidarymo ir ištirpimo laikotarpių, kurie labiau priklauso nuo klimato sąlygų, analize.

Lietuvoje dirvožemio įšalimo gylis nuo 1955 m. buvo matuojamas A. Danilino pašalomačiu. Stebėjimai vykdyti meteorologijos stotyse kiekvieną parą, o agrometeorologijos postuose – kas penktą. Maždaug nuo 2000 m. įšalo stebėjimai atliekami tik meteorologijos stotyse. Matavimų vietos ir metodika per visą stebėjimų laikotarpį šiek tiek keitėsi. Dabar įšalas matuojamas 21 vietovėje: Vėžaičiuose, Šilutėje, Telšiuose, Tauragėje, Raseiniuose, Šiauliuose, Radviliškyje, Dotnuvoje, Panevėžyje, Biržuose, Rokiškyje, Utenoje, Ukmergėje, Švenčionyse, Kaune, Trakuose, Vilniuje, Kybartuose, Marijampolėje, Lazdijuose ir Varėnoje.

Atliekant erdvėlaikinę sezoninio įšalo analizę buvo lyginami du laikotarpiai: 1960–1979 ir 1980–2000 metų. Analizei pasinaudota 17 esamų ir buvusių meteorologijos stočių ir postų (Biržai, Telšiai, Šiauliai, Utena, Raseiniai, Šilutė, Ukmergė, Kaunas, Marijampolė, Varėna, Lazdijai, Tauragė, Dotnuva, Panevėžys, Trakai, Vilainiai, Vėžaičiai) įšalo matavimų duomenimis (Agrometeorologiniai..., 1960–2000). Kitų stočių matavimo duomenų eilės yra labai trumpos ir nehomogeniškos, todėl jų duomenimis nesinaudota arba naudotasi minimaliai, užpildant analizuojamų stočių duomenų spragas. Kai kuriose analizuojamų duomenų stotyse įšalo matavimo duomenų sekos buvo pertrauktos, ir norint homogenizuoti lyginamąsias duomenų sekas trūkstamus duomenis teko atkurti stočių analogų metodu. Homogenizuotos įšalo duomenų sekos analizuotos statistinės analizės metodais.

Nustatant įšalo susidarymo datą buvo nagrinėti du rodikliai: pirmųjų įšalo reiškinų ir pastovaus įšalo susidarymo datos. Įšalas laikomas pastovus, kai šaltojo laikotarpio pradžioje jis išsilaiko daugiau nei dešimt dienų.

Erdvėlaikinė įšalo susidarymo, ištirpimo ir trukmės analizė bei duomenų grupavimas atliktas Vardo (Ward's) klasterinės analizės metodu (Девис, 1977) – juo buvo lyginama įšalo susidarymas, ištirpimas ir trukmė skirtingose matavimo vietose. Vardo metodas nuo kitų klasterinės analizės metodų skiriasi tuo, kad juo nagrinėjant skirtingus priartėjimus daugiau įvertinama ne klasterių koreliacija, bet atstumas tarp jų. Šis metodas labai tinka sudarant mažos apimties klasterius. Klasterinės analizės metodu sugrupavus tirtąsias įšalo matavimų vietas atliktas Lietuvos teritorijos rajonavimas pagal įšalo susidarymo ir ištirpimo datą bei trukmę.

2. Įšalo susidarymas

1960–1979 metais ankstyvasis (10% tikimybė) pirmasis įšalas pasirodydavo spalio pabaigoje (10-26–31). Toks ankstyvas įšalas, apėmęs didelę šalies dalį (1 lent.), buvo tik du kartus – 1966 ir 1979 metais. Kitoje šalies dalyje (Panevėžyje, Raseiniuose, Utenoje, Trakuose ir Šilutėje) ankstyvasis įšalas 1960–1979 metais pasirodydavo tik lapkričio pradžioje. 1980–2000 m. ankstyvasis (10% tikimybė) pirmasis įšalas taip pat susidarydavo paskutinėmis spalio dienomis, tačiau jis paplisdavo beveik visoje šalies teritorijoje, išskyrus Marijampolę, Tauragę ir Šilutę, ir buvo nustatytas dažniau – 1980, 1982, 1987 ir 1988 metais (1 lent.).

Vidutinio ankstyvumo (50% tikimybė) pirmasis įšalas 1960–1979 m. susidarydavo lapkričio 16–25 dienomis, tik šiaurinėje Lietuvos dalyje (Biržai ir Dusetos) jis pasirodydavo keliomis dienomis anksčiau, o vakarinėje (Šilutė, Telšiai) – kiek vėliau. 1980–2000 metais vidutinio ankstyvumo pirmasis įšalas susidarydavo anksčiau. Beveik visoje šalyje, išskyrus pietvakarinę dalį, jis nustatytas lapkričio 11–20 dienomis, o šiaurės rytinėje dalyje – dar anksčiau (1 lent.).

Vėlyvasis (90% tikimybė) pirmasis įšalas 1960–1979 m. pasirodydavo lapkričio 26–gruodžio 5 dienomis, o Dotnuvoje, Ukmergėje, Trakuose ir Šilutėje – vėliau. 1979–2000 metais vėlyvasis pirmasis įšalas didesnėje šalies teritorijoje buvo nustatytas vėliau – gruodžio 6–10 dienomis, o Ukmergėje, Dotnuvoje, Marijampolėje, Tauragėje ir Šilutėje – dar vėliau. 1979–2000 metais 90% tikimybės pirmasis įšalas nustatytas anksčiausiai Biržuose ir Dusetose (1 lent.).

1 lentelė. Pirmojo įšalo susidarymo tikimybė 1960–2000 metais.

Table 1. Probability of the first date of freezing in 1960–2000.

Tikimybė, Probability, %	Metai Year	Biržai	Telšiai	Šiauliai	Dusetos	Utena	Raseiniai	Šilutė	Ukmergė
10	1960–1979	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	11-01–05	11-01–05	11-01–05	10-26–31
	1980–2000	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	11-01–05	10-26–31
50	1960–1979	11-11–15	11-26–30	11-16–20	11-11–15	11-16–20	11-16–20	11-26–30	11-16–20
	1980–2000	11-06–10	11-11–15	11-11–15	11-06–10	11-11–15	11-06–10	11-21–25	11-16–20
90	1960–1979	12-01–05	12-01–05	12-01–05	12-01–05	11-26–30	12-01–05	12-20–26	12-11–15
	1980–2000	11-26–30	12-06–10	12-06–10	11-26–30	12-06–10	12-01–05	12-20–26	12-11–15
		Kaunas	Marijampolė	Varėna	Lazdijai	Tauragė	Dotnuva	Panevėžys	Trakai
10	1960–1979	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	10-26–31	11-01–05	11-01–05
	1980–2000	10-26–31	11-01–05	10-26–31	10-26–31	11-01–05	10-26–31	10-26–31	10-26–31
50	1960–1979	11-16–20	11-21–25	11-16–20	11-21–25	11-21–25	11-21–25	11-16–20	11-21–25
	1980–2000	11-16–20	11-21–25	11-11–15	11-11–15	11-21–25	11-11–15	11-11–15	11-16–20
90	1960–1979	12-01–05	12-01–05	11-26–30	12-01–05	12-01–05	12-06–10	11-26–30	12-16–20
	1980–2000	12-06–10	12-20–26	12-06–10	12-06–10	12-16–20	12-11–15	12-06–10	12-06–10

1960–1979 metais ankstyvasis (10% tikimybė) pastovusis išalas susidarydavo lapkričio 11–20 dienomis, tik Ukmergėje, Dotnuvoje, Tauragėje ir Šilutėje – šiek tiek vėliau (2 lent.). 1980–2000 metais ankstyvasis pastovusis išalas didesnėje šalies teritorijoje susidarydavo anksčiau – lapkričio 6–10 dienomis, o Biržuose, Dusetose ir Trakuose – dar anksčiau. Vėliausiai pastovusis išalas susiformuodavo Šiauliuose ir Šilutėje. Palyginus šias datas su pastoviojo išalo anksčiausiomis datomis 1924–1964 m. matyti, kad pastovusis ankstyvasis išalas XX a. 3–6 dešimtmečiais susidarydavo dar anksčiau, spalio 26–lapkričio 5 dienomis (Температура..., 1965).

Vidutinė pastoviojo išalo susidarymo data 1924–1964 m. įvairiose šalies vietose kito nuo gruodžio 2 iki 22 dienos (Температура..., 1965). Vidutinio ankstyvumo (50% tikimybė) pastovusis išalas 1960–1979 m. didesnėje šalies teritorijoje susidarydavo gruodžio 6–15 dienomis, o Tauragėje ir Šilutėje – šiek tiek vėliau (2 lent.). 1980–2000 metais vidutinio ankstyvumo pastovusis išalas atsirasdavo panašiu laikotarpiu arba šiek tiek vėliau – gruodžio 11–15 dienomis, tik Biržuose ir Dusetose jis, kaip 1960–1979 m., susidarydavo labai anksti – gruodžio 6–10 dienomis. Vėliausiai vidutinio ankstyvumo pastovusis išalas susiformuodavo Šiauliuose ir Šilutėje (2 lent.).

Vėlyviausia pastoviojo išalo susidarymo data 1924–1964 m. buvo sausio 5 d.–vasario 5 d. (Температура..., 1965). Vėlyvasis (90% tikimybė) pastovusis išalas 1960–1979 m. susidarydavo anksčiau – gruodžio 16–sausio 15 dienomis. Didžiojoje šalies dalyje jis susidarydavo gruodį, o Šilutėje, Marijampolėje, Telšiuose, Šiauliuose, Kaune, Tauragėje ir Ukmergėje – sausio pirmoje pusėje (2 lent.). 1980–2000 metais didesnėje šalies dalyje vėlyvasis išalas susidarydavo šiek tiek vėliau – sausio 10–25 dienomis, tik Šilutėje, Telšiuose ir Šiauliuose – sausio 21–31 dienomis (2 lent.).

2 lentelė. Pastoviojo išalo susidarymo tikimybė 1960–2000 metais.

Table 2. Probability of permafrost formation in 1960–2000.

Tikimybė, Probability, %	Metai Year	Biržai	Telšiai	Šiauliai	Dusetos	Utena	Raseiniai	Šilutė	Ukmergė
10	1960–1979	11-11–15	11-16–20	11-16–20	11-11–15	11-11–15	11-16–20	11-21–25	11-21–25
	1980–2000	11-01–05	11-06–10	11-16–20	11-01–05	11-06–10	11-06–10	11-11–15	11-06–10
50	1960–1979	12-06–10	12-11–15	12-06–10	12-06–10	12-06–10	12-06–10	12-20–25	12-11–15
	1980–2000	12-06–10	12-11–15	12-16–20	12-06–10	12-11–15	12-11–15	12-16–20	12-11–15
90	1960–1979	12-26–31	01-10–15	01-01–05	12-26–31	12-26–31	12-26–31	01-10–15	01-10–15
	1980–2000	01-10–15	01-21–25	01-26–31	01-10–15	01-16–20	01-16–20	01-26–31	01-16–20
		Kaunas	Marijampolė	Varėna	Lazdijai	Tauragė	Dotnuva	Panevėžys	Trakai
10	1960–1979	11-11–15	11-11–15	11-11–15	11-11–15	11-21–25	11-21–25	11-16–20	11-11–15
	1980–2000	11-06–10	11-06–10	11-06–10	11-06–10	11-06–10	11-06–10	11-06–10	11-01–05
50	1960–1979	12-11–15	12-06–10	12-06–10	12-06–10	12-16–20	12-06–10	12-06–10	12-06–10
	1980–2000	12-11–15	12-11–15	12-11–15	12-11–15	12-11–15	12-11–15	12-11–15	12-11-15
90	1960–1979	01-01–05	01-01–05	12-26–31	12-26–31	01-10–15	12-26–31	12-26–31	12-26–31
	1980–2000	01-16–20	01-10–15	01-16–20	01-16–20	01-16–20	01-16–20	01-16–20	01-16–20

3. Išalo ištirpimas

Pastaraisiais metais padažnėjo žiemų, kai išalas susidaro ir ištirpsta net kelis kartus. Vėliausiai Lietuvoje išalas buvo nustatytas gegužės pirmą dekadą, nors tai gana reti atvejai, tačiau 1963 m. gegužės pirmą dekadą išalas buvo Biržuose, Panevėžyje, Dusetose, Telšiuose ir Lazdijuose. Tais metais išalas gana ilgai išsilaikė visoje šalyje. Anksčiausiai 1963 metais jis ištirpo Marijampolėje – pirmą balandžio dekadą. 1969 metais gegužės pirmą dekadą išalas

buvo Telšiuose, Šiauliuose, Dotnuvoje, Kaune ir Lazdijuose. 1924–1964 metais įšalas iki gegužės pradžios kai kuriais metais išsilaikė Biržuose, Telšiuose, Panevėžyje, Dusetose ir Marijampolėje. Nuo 1980 iki 2000 metų tokio vėlyvo įšalo atvejų nenustatyta.

Paskutiniais XX a. dešimtmečiais įšalas ištirpdavo daug anksčiau. Ankstyvas įšalo ištirpimas (10% tikimybė) 1960–1979 m. buvo nustatytas nuo kovo 6 iki 31 dienos, o 1980–2000 m. – nuo sausio 11 iki kovo 25 dienos (3 lent.). Vidutinio ankstyvumo įšalo ištirpimas (50% tikimybė) 1960–1979 m. nustatytas balandžio 6–15 dienomis, o 1980–2000 m. – nuo kovo 26 d. iki balandžio 5 d. Vėlyvas įšalo (90% tikimybė) ištirpimas 1960–1979 m. nustatytas nuo balandžio 21 d. iki gegužės 5 d., o 1980–2000 m. – balandžio 11–20 dienomis (3 lent.).

Dažniausiai (50% tikimybė) įšalas visoje Lietuvoje ištirpsta iki balandžio pirmos dekados (3 lent.), o tikimybė, kad įšalas ištirtų iki kovo pabaigos, yra tik 20–40%.

Anksčiausiai įšalas ištirpo 1989 metais – Pajūrio žemumoje ir Žemaičių aukštumoje gruodžio pabaigoje arba pirmą sausio dekadą. Tuo tarpu Vidurio lygumoje ir Baltijos aukštumose jis išsilaikė iki vasario paskutinės dekados. Gana anksti įšalas ištirpo ir 2000 metais – Švenčionyse, Trakuose, Tauragėje ir Marijampolėje sausio pirmą dekadą. Tuo tarpu Varėnoje, Lazdijuose, Ukmergėje, Utenoje ir Šilutėje jis išsilaikė iki kovo pabaigos. Ankstyvojo įšalo galutinio ištirpimo tikimybė nėra didelė, tikimybė, kad įšalas ištirtų iki kalendorinės žiemos pabaigos, yra tik 5–10% (3 lent.).

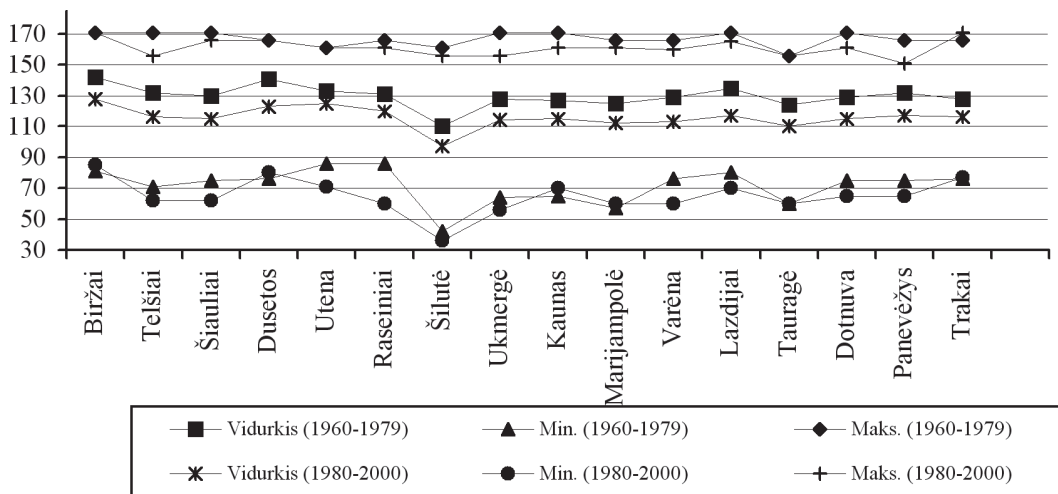
3 lentelė. Įšalo ištirpimo tikimybė 1960–2000 metais.

Table 3. *Probability of thaw in 1960–2000.*

Tikimybė, Probability, %	Metai Year	Biržai	Telšiai	Šiauliai	Dusetos	Utena	Raseiniai	Šilutė	Ukmergė
10	1960–1979	3-26–31	3-21–25	3-11–15	3-26–31	3-21–25	3-21–25	3-06–10	3-06–10
	1980–2000	2-26–28	3-11–15	3-11–15	3-16–20	3-16–20	2-26–28	1-11–15	3-11–15
50	1960–1979	4-16–20	4-06–10	4-06–10	4-11–15	4-11–15	4-11–15	4-01–05	4-06–10
	1980–2000	4-01–05	4-01–05	3-26–31	3-26–31	4-01–05	3-26–31	3-26–31	3-26–31
90	1960–1979	4-26–30	5-01–05	4-26–30	4-26–30	4-26–30	4-26–30	4-21–25	4-26–30
	1980–2000	4-16–20	4-16–20	4-11–15	4-16–20	4-16–20	4-16–20	4-16–20	4-11–15
		Kaunas	Marijampolė	Varėna	Lazdijai	Tauragė	Dotnuva	Panevėžys	Trakai
10	1960–1979	3-06–10	3-11–15	3-11–15	3-11–15	3-01–05	3-11–15	3-26–31	3-11–15
	1980–2000	2-21–25	2-21–25	2-21–25	3-06–20	1-16–20	3-01–05	2-21–25	2-16–20
50	1960–1979	4-06–10	4-06–10	4-06–10	4-06–10	4-06–10	4-06–10	4-11–15	4-06–10
	1980–2000	3-26–31	3-26–31	3-26–31	3-26–31	3-26–31	3-26–31	3-26–31	3-26–31
90	1960–1979	4-26–30	4-21–25	4-21–25	4-26–30	4-21–25	4-26–30	4-21–25	4-21–25
	1980–2000	4-16–20	4-16–20	4-11–15	4-11–15	4-16–20	4-16–20	4-11–15	4-16–20

4. Sezoninio įšalo trukmė

Sezoninio įšalo trukmė kito nuo 36 iki 171 paros, vidutiniškai sudarė 123 paras. Šaltomis žiemomis įšalo trukmė visoje šalyje būna labai panaši (160–171 para). Tuo tarpu šiltomis žiemomis skirtingose šalies vietose įšalo trukmės įvairovė didesnė. Trumpiausiai įšalas laikosi Šilutėje, o ilgiausiai (171 diena) – daugelyje šiaurinių, rytinių ir centrinių šalies rajonų. 1960–1979 metais vidutinė įšalo trukmė skirtingose šalies vietose kito nuo 110 iki 142 parų, o 1980–2000 m. – nuo 97 iki 128 dienų (1 pav.). Vidutinis sezoninio įšalo laikotarpis Lietuvoje per paskutinius du XX a. dešimtmečius sutrumpėjo dviem savaitėm. Regioninių dėsningumų tarp skirtingo įšalo trukmės sutrumpėjimo nenustatyta. Manytina, kad įšalo trukmės pokyčių regioniniai skirtumai (nuo 8 iki 18 dienų) labiausiai priklauso nuo matavimų paklaidos ir mikroklimato ypatybių, kurie išryškėja šiltomis žiemomis.



1 pav. Įšalo trukmės (paros) kaita XX a. antroje pusėje.

Fig. 1. Variations of freeze timescale (days) in the second half of the 20th century (average).

Visose įšalo matavimo vietose matyti įvairaus masto įšalo trukmės mažėjimas (1 pav.). 1960–1979 metais šaltomis žiemomis (10% tikimybė) įšalas laikydavosi nuo 151 iki 166 dienų. Ypač šaltomis žiemomis kai kur jis trukdavo iki 171 paros. 1980–2000 metų šaltomis žiemomis daugelyje šalies vietų įšalo laikotarpis buvo šiek tiek trumpesnis (4 lent.), nors kai kur (Biržai, Dusetos, Utena, Tauragė) jis beveik nepakito (1 pav.).

1960–1979 metais vidutinio šaltumo žiemomis (50% tikimybė) įšalas laikydavosi nuo 106 iki 146 dienų. 1980–2000 metais jo trukmė sutrumpėjo visose šalies vietose, ir buvo nuo 95 iki 131 dienos (4 lent.).

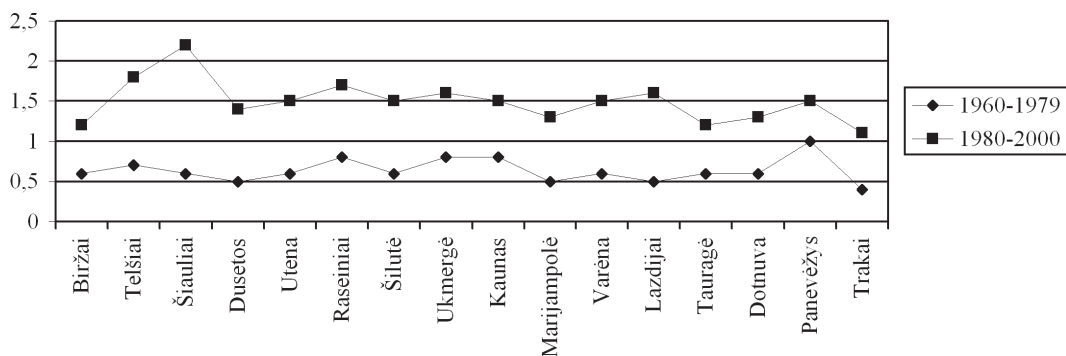
1960–1979 metais šiltomis žiemomis (90% tikimybė) įšalas laikydavosi nuo 48 iki 106 dienų, o 1979–2000 m. beveik visoje šalyje jo trukmė sumažėjo nuo kelių iki kelių dešimčių dienų (4 lent.).

4 lentelė. Įšalo trukmės (paros) tikimybė 1960–2000 metais.

Table 4. Probability of freeze timescale (days) in 1960–2000.

Tikimybė, Probability, %	Metai Year	Biržai	Telšiai	Šiauliai	Dusetos	Utena	Raseiniai	Šilutė	Ukmergė
		10	1960–1979	166	151	156	161	156	159
	1980–2000	161	156	156	161	151	151	146	151
50	1960–1979	141	136	131	146	136	131	106	131
	1980–2000	131	120	120	126	120	118	95	115
90	1960–1979	121	101	76	121	100	106	48	71
	1980–2000	90	75	70	85	80	66	42	71
		Kaunas	Marijampolė	Varėna	Lazdijai	Tauragė	Dotnuva	Panevėžys	Trakai
10	1960–1979	160	154	155	160	156	151	161	156
	1980–2000	151	150	146	147	146	161	146	156
50	1960–1979	126	131	126	136	131	135	131	131
	1980–2000	115	117	115	116	110	116	120	111
90	1960–1979	96	80	100	100	85	80	111	85
	1980–2000	77	70	65	85	80	65	66	77

Kaip matyti iš išalo susidarymo ir ištirpimo datų, paskutinius du XX a. dešimtmečius išalas dažniausiai susidarydavo anksčiau nei 1960–1979 m., tačiau 1960–1979 metais buvo maža tikimybė, kad išalas per žiemą ištirtų ir vėl susidarytų kelis kartus. Šiuo laikotarpiu buvo 35% tikimybė, kad susidaręs išalas visoje šalyje neatitirps visą žiemą. Tuo tarpu paskutinius du dešimtmečius tokio reiškinių tikimybė buvo nulinė. 1979–2000 metais vidutiniškai per žiemą išalas atitirpdavo 1–2 kartus, o 1997 m. žiemą atitirpo net 5 kartus. Kai kuriose vietose fiksuota net iki septynių išalo atitirpimų per sezoną. Toks išalo atitirpimo padažnėjimas visoje šalyje (2 pav.) rodo, kad per paskutinius du XX a. dešimtmečius turėjo iš esmės pasikeisti šaltojo laikotarpio infiltracinės sąlygos ir minimalusis nuotėkis. Kita vertus, kelis kartus per sezoną susidarantis ir atitirpstantis išalas galėjo paveikti dirvodarinius procesus bei sutrumpinti dirbtinių dangų ir kitų išorinių konstrukcijų eksploataavimo laiką.



2 pav. Išalo atitirpimų skaičiaus kaita XX a. antroje pusėje.

Fig. 2. Variation of the number of thaws in the second half of the 20th century.

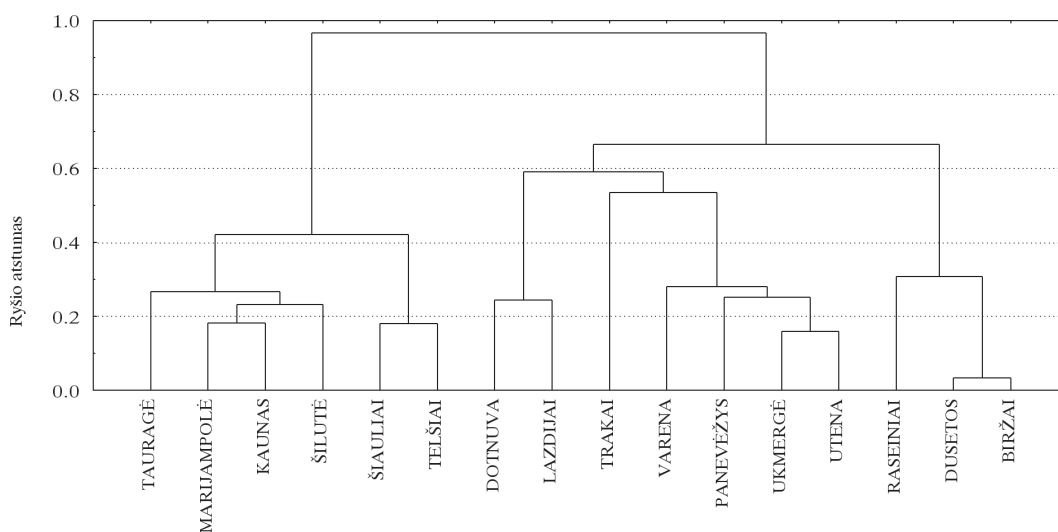
5. Išalo susidarymo, ištirpimo ir trukmės regioninės sklaidos analizė

Išalo susidarymas, trukmė ir išnykimas tiesiogiai priklauso nuo Lietuvos klimato skirtingumų, kuriuos geriausiai atspindi klimatiniai porajoniai: Pajūrio, Žemaičių, Vidurio ir Rytų (Styra, 1958). Pirmiems dviems poveikio turi Atlanto vandenynas, todėl čia ryškesni jūrinio klimato bruožai. Vidurio ir Rytų porajoniams būdingos kontinentalesnės sąlygos su dažnesniais ir stipresniais atšalimais, kas rečiau pasitaiko Pajūryje. Be to, Pajūryje žiemą daugiau būna atodrėkių, rečiau stabilizuojasi sniego danga. Čia didesni bendrosios Saulės spinduliuotės gradientai. Rytinė šio porajonio riba sutampa su Žemaičių aukštumos vakarine papėde.

Žemaičių aukštumoje iškrinta daugiausiai kritulių. Čia eina $-4,5^{\circ}\text{C}$ sausio izoterma ir reguliariai susidaro sniego danga. Šio porajonio riba sutampa su vandenskyrinio kalvyno centrene ašimi.

Visa kita teritorija padalyta į du porajonius (Styra, 1958). Vieną sudaro Žemaičių aukštumos rytinis šlaitas su Lietuvos vidurio žemuma, antrą – Rytų Lietuvos aukštumos. Sausio izotermos čia -5°C ir $-5,5^{\circ}\text{C}$. Rytų Lietuvos aukštumose temperatūra pasiskirsto įvairiai. Čia susiformuoja oro temperatūros minimumai, storesnė sniego danga. Aukštai pakilęs ir būdamas toliausiai nuo jūros šis porajonis yra šalčiausias. Todėl ir dirva čia išała giliausiai, o išalas išsilaiko ilgiausiai. Pažymėtina, kad klimatinė porajonių riba ne visiškai sutampa su autorių nustatytais grunto išalimo, ištirpimo ir trukmės pasiskirstymo ribomis. Tai savaime suprantama, nes rajonavimas atliktas naudojantis skirtingomis metodikomis, duomenų sekomis.

Vardo metodu atlikus įšalo susidarymo, ištirpimo ir trukmės klasterinę analizę visas įšalo matavimo vietas galima suskirstyti į tris grupes. Pirmai grupei priklausytų Marijampolė, Kaunas, Šilutė, Tauragė, Šiauliai ir Telšiai. Šioje grupėje galima išskirti du pogrupius: vieną sudarytų Šiauliai ir Telšiai, kitą – Marijampolė, Kaunas, Šilutė ir Tauragė (3 pav.). Pirmos grupės, pavadintos jūrinio klimato įtakos zona, vietų duomenų panašumą, matyt, lemia didesnis jūrinio oro poveikis. Antrą grupę, pavadintą tarpinio klimato zona, sudaro Ukmergė, Utena, Panevėžys, Varėna, Trakai, Dotnuva ir Lazdijai. Šią grupę galima apibūdinti kaip tarpinę zoną tarp jūrinio ir kontinentinio oro masių poveikio zonų. Trečioje grupėje, pavadintoje kontinentinio klimato poveikio zona, yra Biržai, Dusetos ir Raseiniai. Ją galima apibūdinti kaip didesnio kontinentinių oro masių poveikio zoną, tačiau nėra aišku, kodėl į šią grupę patenka Raseiniai. Tai gali būti susiję su mikroklimatinėmis Raseinių meteorologijos stoties sąlygomis, išskirtinėmis dirvožemio savybėmis arba kitais veiksniais. Nerasus ši reikšmingų paaškinančių priežasčių nutarta sezoninio įšalo trukmės erdvėlaikinei analizei Raseinių įšalo trukmės duomenimis nesinaudoti.



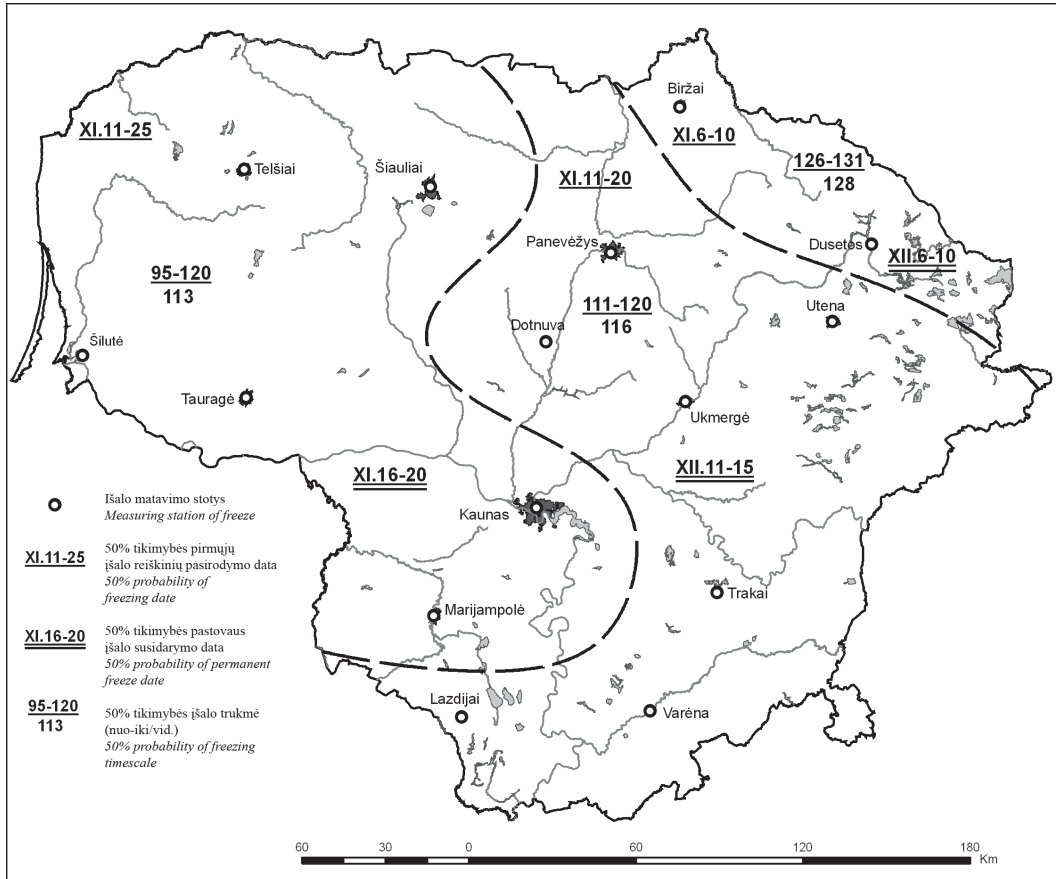
3 pav. Įšalo susidarymo, ištirpimo ir trukmės klasterinė diagrama.

Fig. 3. Cluster diagram of freezing, thaw and timescale.

Jūrinio klimato poveikio zonoje tiek pirmieji įšalo reiškiniai, tiek pastovūs įšalas susidaro vėliausiai. 50% tikimybės pirmieji įšalo reiškiniai čia susidaro lapkričio 11–25 dienomis, vėliausiai – Baltijos jūros ir Kuršių marių priekrantėje. 50% tikimybės pastovūs įšalas čia susidaro gruodžio 16–20 dienomis. Tos pačios garantijos įšalo trukmė – 95–120 dienų, mažiausia – Šilutėje, didžiausia – Telšiuose ir Šiauliuose (vidutinė įšalo trukmė zonoje – 113 d.). 50% tikimybės įšalo ištirpimo data – kovo 26–31 diena (4 pav.).

Tarpinio klimato zonoje 50% tikimybės pirmieji įšalo reiškiniai pasirodo spalio 11–20 dienomis, pastovūs įšalas susidaro gruodžio 11–15 dienomis, o įšalo trukmė kinta nuo 111 iki 120 dienų (vidutinė įšalo trukmė zonoje – 116 d.). 50% tikimybės įšalo ištirpimo data sutampa su jūrinio klimato poveikio zonos (4 pav.).

Kontinentinio klimato poveikio zonoje pirmieji įšalo reiškiniai ir pastovūs įšalas susidaro anksčiausiai. 50% tikimybės pirmieji įšalo reiškiniai čia stebimi lapkričio 6–10 dienomis, o pastovūs įšalas susiformuoja gruodžio 6–10 dienomis. Tos pačios garantijos įšalo trukmė – 126–131 diena (vidutinė įšalo trukmė zonoje – 128 d.). 50% tikimybės įšalo ištirpsta kovo 26 d.–balandžio 5 d. (4 pav.).



4 pav. Rajonavimas pagal išalo susidarymo datą ir trukmę.

Fig. 4. Regionalization according to freezing dates and timescale.

Apibendrinimas

Lietuvoje pirmasis išalas anksčiausiai susidaro spalio pabaigoje. Daugelyje šalies vietų 50% tikimybės pirmasis išalas susidaro iki lapkričio antros dekados, tačiau Marijampolėje, Tauragėje ir Šilutėje tokios tikimybės pirmojo išalo pasirodymo data – paskutinė lapkričio dekada. Jūriškesnio klimato veikiamose teritorijose – Šilutėje, Tauragėje ir Marijampolėje – pirmasis išalas kartais pasirodo tik paskutinę gruodžio dekadą (95% tikimybė).

1980–2000 metais, lyginant su 1960–1979 m., tikimybė, kad pirmasis išalas pasirodys spalio 26–31 dienomis, padidėjo nuo 10 iki 15%. Vidutinio ankstyvumo pirmasis išalas (50% tikimybė) 1979–2000 metais susidarė 5–10 dienų anksčiau, tačiau vėlyvasis pirmasis išalas pasirodė dar vėliau – didesnėje šalies dalyje gruodžio 6–10 dienomis. Pirmųjų išalo reiškinių susidarymo datos didesnę variaciją galima susieti su visuotinio klimato kaita ir galbūt su landšafto šiluminės talpos sumažėjimu per paskutinius du dešimtmečius. Landšafto šiluminė talpa sumažėjo padidėjus melioruotų ir bemiškių teritorijų plotui bei sumažėjus organogeninių dirvožemių plotui.

Pagal pirmųjų išalo reiškinių pasirodymo datą, šiltų žiemų pradžioje didesnio jūrinių oro masių poveikio riba eina per Telšius–Šiaulius–Panevėžį–Ukmergę–Trakus–Varėną. Šaltomis žiemomis, kada vyrauja kontinentinių oro masių pernaša, beveik visoje Lietuvoje

įšalas pasirodo vienu metu. Tačiau didžiausias jūrinių oro masių poveikis pirmųjų išalo reiškinių pasirodymui išryškėja tik vakarinėje šalies dalyje – iki linijos, einančios per Šilutę–Tauragę–Marijampolę.

Ankstyvasis pastovusis išalas (10% tikimybė) Lietuvoje susidaro lapkričio 1–25 dienomis. Vidutinio ankstyvumo pastovusis išalas (50% tikimybė) Lietuvoje susiformuodavo gruodžio 6–25 dienomis. Skirtingais XX a. dešimtmečiais jo susidarymo datos buvo labai panašios. Vėlyvasis pastovusis išalas (90% tikimybė) Lietuvoje susidaro gruodžio 26–sausio 31 dienomis.

Įšalas ištirpsta vis anksčiau. XX a. pradžioje vidutinė išalo ištirpimo data buvo balandžio 1–12 d., o amžiaus pabaigoje – kovo 26 d.– balandžio 5 d. Tačiau kai kuriais metais išalas išsilaikydavo net iki gegužės pradžios. Analizuojant išalo ištirpimo datų erdvinę sklaidą regioninių dėsningumų, panašių į išalo susidarymo laikotarpio, nenustatyta.

Sezoninio išalo trukmė Lietuvoje kinta nuo 36 iki 171 paros, vidutiniškai išalas trunka 123 paras. Šaltomis žiemomis išalo trukmė visoje šalyje yra labai panaši (160–171 para). Tuo tarpu šiltomis žiemomis išalo trukmės įvairovė skirtingose šalies vietose yra didesnė. Per paskutinius XX a. dešimtmečius išalo trukmė sutrumpėjo vidutiniškai dviem savaitėm. Regioninių išalo trukmės sutrumpėjimo dėsningumų nenustatyta.

1960–1979 metais susidaręs išalas dažniausiai laikydavosi visą žiemą, jo visiško atitirpimo ir kartotinio užšalimo tikimybė buvo tik 35%. Tuo tarpu 1980–2000 metais tikimybė, kad išalas per visą žiemą neatitirptų ir vėl susidarytų, buvo nulinė. Šiuo laikotarpiu per žiemą išalas vidutiniškai atitirpdavo 1–2 kartus. Kai kuriose šalies vietose per sezoną užfiksuota net iki septynių išalo atitirpimų. Toks išalo atitirpimų padažnėjimas visoje šalyje rodo, kad per paskutinius du XX a. dešimtmečius iš esmės turėjo pasikeisti šaltojo laikotarpio vandens infiltracinės sąlygos, upių minimalusis nuotėkis ir pavasarinio potvynio hidrogramos pobūdis. Kita vertus, kelis kartus per sezoną pasikartojantis išalas galėjo paveikti dirvodaros procesus bei sutrumpinti dirbtinių dangų ir kitų išorinių konstrukcijų eksploatavimo laiką.

Padėka

Straipsnio autoriai nuoširdžiai dėkoja Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos vyriausiajai meteorologei Daliai Skeivelienei, vyresniajai specialistei Irutei Švedienei ir kitiems darbuotojams už suteiktą galimybę pasinaudoti meteorologinių stebėjimų duomenimis ir patarimus bei konsultacijas rengiant spaudai šį straipsnį bei panašios tematikos magistro darbą.

Gauta 2005-03-10

Literatūra

Agrometeorologiniai metraščiai (1960–2000)/Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, Vilnius.

Bukantis A., Rimkutė L., Kazakevičius S. (1998). Atmosferos krituliai. *Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje*, Vilnius, p. 19–41.

Crowley T. J. (2000). Causes of Climate Change Over the past 100 Years, *Science*, Vol. 289, p. 270–277.

Styra B. (1958). Lietuvos klimatiniai parajoniai. Lietuvos TSR fizinė geografija, Vilnius, d.1, p. 201–205.

Smith S. L., Burgess M. M., Nixon F. M. (2001). Response of Active-Layer and Permafrost Temperatures to Warming During 1998 in the Mackenzie Delta, Northwest Territories and at Canadian Forces Station Alert and Baker Lake, Nunavut. *Geological Survey of Canada, Current Research 1001-E5*, 8 p.

Statybinė klimatologija (1995). *Respublikinės statybos normos/LR Statybos ir urbanistikos m-ja*, p. 120–121.

Taminskas J., Marcinkevičius V. (2002). Karst Geoindicators of Environmental Change: The Case of Lithuania, *Environmental Geology*, Vol. 42, p. 758–766.

Tools for Assessing Rapid Environmental Changes (1996). *The 1995 Geoindicator Checklist*, p. 102.

Zhang T., Barry R. G., Knowles K., Heginbottom J. A., Brown J. (1999). Statistics and Characteristics of Permafrost and Ground Ice Distribution in Northern Hemisphere, *Polar Geography*, Vol. 23(2), p. 147–169.

Девис Д. (1977). Анализ многомерных данных. *Статистика и анализ геологических данных*, с. 485–520.

Температура воздуха и почвы (1965). *Справочник по климату СССР*. Вып. 6.

Julius Taminskas, Kęstutis Švedas
Vilnius Pedagogical University

Jana Konstantinova
Institute of Geology and Geography, Vilnius

Fluctuation of the timescale of seasonal freeze in Lithuania

Summary

Changes of the timescale and depth of seasonal freeze which may substantially affect the water regime, soil formation processes and exploitation of buildings and communications have been observed over the last two decades of the 20th century.

The aim of the present work was to evaluate the impact of climate changes on seasonal freeze. For this purpose the freeze indices (date of freezing, timescale of freeze, and date of thaw) before the ninth decade of the 20th century were compared with the indices measured in later years.

Investigations of seasonal freeze embraced only the territory of Lithuania. Two time spans were compared: 1960–1979 and 1980–1999. Analysis was based on the measuring made by 17 meteorological stations every five days using Danilin's freeze measurer.

Seasonal freeze in Lithuania occurs in its whole territory. October is the earliest date of freeze which lasts till the first days of May. The average depth of freeze reaches 0.5–0.6 m.

The timescale of freeze in Lithuania ranges from 36 to 171 days (123 days on the average). In cold winters, the timescale of freeze is comparable over the country (160–171 days). In warm winters, the variations of the timescale in different Lithuanian regions are more noticeable. In the last decades of the 20th century, the timescale of freeze reduced by two weeks on the average.

In 1960–1979, freeze would persist throughout the whole winter season. The probability of thaw/freeze was only 35%. Whereas in 1980–2000, the probability that thaw/freeze would not occur throughout winter was zero. In the winters of this time frame thaws would occur 1.5 times on the average. In some regions even 7 thaw events were recorded per season.