

Šaltų orų keliamo terminio diskomforto Lietuvoje vertinimas

Judita Liukaitytė

*Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba
prie Aplinkos ministerijos,
Rudnios g. 6, LT-09300 Vilnius
El. paštas: judita.liukaityte@gmail.com*

Liukaitytė J. Šaltų orų keliamo terminio diskomforto Lietuvoje vertinimas. *Geografija*. 2011. T. 47(1). ISSN 1392-1096.

Straipsnyje pateikiami vėjo žvarbumo indekso, kuris nusako šalčio keliamą diskomfortą šaltuoju metų laiku, reikšmių skaičiavimo rezultatai. Šis indeksas parodo žmogaus jaučiamą oro temperatūrą ir priklauso nuo realiai išmatuotos oro temperatūros bei vėjo greičio. Analizuojamu 1993–2006 m. laikotarpiu apskaičiuoti indekso dydžiai šaltuoju sezonu stambiausiuose Lietuvos miestuose.

Apibendrinant gautus rezultatus pažymėtina, kad skirtumas tarp vėjo žvarbumo ir išmatuotos temperatūros tiriamojo laikotarpio žiemos mėnesiais Vilniuje dažniausiai yra -3 – -4 °C, Kaune ir Klaipėdoje -4 – -5 °C. Mažiausios vidutinės vėjo žvarbumo indekso reikšmės visoje Lietuvoje fiksuojamos nuo gruodžio pabaigos iki sausio pradžios ir sausio paskutinę dekadą. Absoliutus tiriamojo laikotarpio vėjo žvarbumo minimumas ($-38,6$ °C) užfiksuotas 1996 m. gruodžio 27 d. Vilniuje. Vėjo žvarbumo temperatūra žemiau pavojingos (-25 °C) ribos pasitaiko vidutiniškai 0,8–3 % nuo bendro šalčio sezono dienų skaičiaus.

Raktažodžiai: vėjo žvarbumas, terminiai indeksai, terminis komfortas

ĮVADAS

Biometeorologinė aplinka – meteorologinių sąlygų kompleksas, lemiantis žmonių sveikatos būklę ir komfortiškumą. Oro temperatūra, Saulės ir Žemės spinduliuotė, santykinis drėgnumas ir vėjo greitis kartu su asmeniniais individualiais kintamais dydžiais, t. y. apranga ir metabolizmo lygiu, yra veiksniai, kurie formuoja energijos balansą tarp žmogaus ir jo aplinkos. Šis balansas turi įtaką asmens terminiam komfortui. Dar 1938 m. K. Büttner aprašė šilumos balansą žmogaus organizme. Jis pastebėjo, kad aplinkos terminis poveikis žmogaus kūnui – tai bendras visų terminių parametru efektas (Höppe, 1997).

R. Steadman laikomas vienu garsiausių mokslininkų, dirbusių su terminiais indeksais. 1965 m. apgynė daktaro disertaciją, kurioje analizuojama, kaip temperatūra ir drėgmė prasiskverbia per drabužius pučiant vėjui (Steadman, 1965). Toliau plėtodamas šios srities tyrimus jis aprašė vėjo žvarbumo poveikį apsirengusiam žmogui ir taip patobulino vėjo žvarbumo indekso skaičiavimo formulę (Steadman, 1971). Taip pat autorius tyrinėjo kaitros poveikį ir sukūrė temperatūros–drėgmės indeksą, nustatinėjo vėjo, Saulės spinduliuotės bei atmosferos slėgio poveikį jutiminei temperatūrai (Steadman, 1979 a, b).

Ankstyvąjį vėjo žvarbumo indeksą 1940 m. sukūrė P. Siple ir C. Passel, atlikdami tyrinėjimus Arktikoje ir stebėdami, per kiek laiko vanduo užšals plastikiniame cilindre atsižvel-

gus į oro temperatūrą ir vėjo greitį (Siple ir kt., 1945). Vėjo žvarbumo indeksas daugelio mokslininkų buvo tobulinamas. M. Bluestein ir J. Zecher (1999) sukūrė naują vėjo žvarbumo indeksą, remdamiesi P. Siple ir C. Passel indeksu (1945). R. G. Quayle ir kiti (2000) paskelbė įvairių autorių sukurtų vėjo žvarbumo indeksų palyginimą. Vykdam tyrimus, skirtus šalčio stresui apibūdinti, indeksas buvo vis tobulinamas, kol 2001 m. JAV ir Kanados meteorologijos tarnybos pradėjo skelbti vėjo žvarbumo prognozes jau pagal naują vėjo žvarbumo indeksą (Osczevski ir kt., 2005). Vėjo žvarbumo prognozės skelbiamos daugelyje šalių, o remiantis šiuo indeksu atliekami skaičiavimai biometeorologiniuose tyrimuose. Kadangi indeksas nusako kompleksinį vėjo ir temperatūros poveikį atviroms kūno vietoms, gali būti vartojamas visame pasaulyje. Tai pagrindinis indeksas, vartojamas nustatyti šalčio stresą. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba nuo 2008 m. šalčio sezono taip pat pradėjo teikti vartotojui vėjo žvarbumo indekso prognozes.

Šio darbo tikslas – įvertinti šalčio keliamo terminio diskomforto dydį Lietuvos teritorijoje, atlikti vėjo žvarbumo indekso reikšmių dinamikos šaltuoju metų laiku bei per parą vertinimą, nustatyti teritorinius skirtumus. Be to, darbe siekiama įvertinti sinoptines sąlygas, lemiančias ekstremaliai žemus indekso dydžius.

Lietuvos mokslinėje literatūroje apie šalčius rašyta palyginti nedaug (Bukantis, 1994, 1996; Bukantis ir kt., 2005; LHMT, 2009; Stankūnavičius, 2000, 2009). Šiuose darbuose

daug dėmesio skiriama šalčių susidarymo sinoptinėms sąlygoms, jų pasikartojimo dinamikai. Tuo tarpu išsamių mokslinių studijų, skirtų šalčio poveikio žmonėms (sveikatai bei mirtingumui) vertinimui, kol kas neatlikta.

PANAUDOTI DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Karščio diskomfortui apibūdinti vartojama labai daug įvairių indeksų, tuo tarpu žiemos sezonu yra vienas pagrindinis – *vėjo žvarbumo*. 2001 m. JAV nacionalinė meteorologijos tarnyba paskelbė atnaujintą indekso versiją, kuri šiuo metu plačiai naudojama ne tik JAV, Kanadoje, bet ir daugelyje Europos ar kitų šalių. Daugelis šalių šaltuoju metų laiku skelbia šio indekso prognozes. Vėjo žvarbumo indeksas (WCT) nusako temperatūros ir vėjo poveikį žmonių komfortui (Massen, 2001):

$$WCT = 13,13 + 0,62 \times T - 13,95 \times V_{10m}^{0,16} + 0,486 \times T \times V_{10m}^{0,16}; \quad (1)$$

čia T – oro temperatūra (°C), V – vėjo greitis dešimties metrų aukštyje.

Indeksas parodo žmogaus jaučiamą temperatūrą, t. y. kokią realią temperatūrą jaus neuždengtos kūno vietos esant žemoms oro temperatūros reikšmėms ir stipresniam nei 1,5 m/s vėjui (1 lentelė). Nors indeksas apima tik šiuos du parametrus, tačiau vėjo stiprumas ir oro temperatūra yra pagrindiniai elementai, darantys poveikį žmogaus terminiam komfortui šaltuoju sezonu.

Dėl pučiančio vėjo jutiminė temperatūra šaltuoju metų laiku yra žemesnė nei esanti oro temperatūra. „Naujoji“ ir darbe vartojama (1) formulė buvo sukurta pasirinkus šilumos perdavimo teoriją apie šilumos praradimą nuo kūno ir jo aplinkos, esant šaltoms ir vėjuotoms dienoms (Massen, 2001). Ji pritaikyta žmogaus veidui, nes tai kūno vieta, kuri būna neuždengta, ir nusako, per kiek laiko šiluma bus nupūsta nuo odos paviršiaus ir oda atvės. Vėjo greičio riba

1,5 m/s pasirinkta, nes vidutiniškai šitokiu greičiu žmogus vaikšto. Esant daugiau nei 5 laipsniams šilumos ar silpniam nei 1,5 m/s vėjui, vėjas žvarbumo jau nesukelia (Environment Canada, 2009).

Vėjo žvarbumas turi poveikio sveikatai gradacijas (2 lentelė). Jos išskiriamos pagal nušalimų pavojų ir komfortiškumą. Indekso autoriai pavojinga sveikatai riba laiko, kai vėjo žvarbumas siekia -28 °C, tada reikalinga papildoma apsauga (apsirengimas, fizinis aktyvumas) būnant lauke (Environment Canada, 2009).

Kadangi Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje yra sukurta elektroninė kiekvieno meteorologinio matavimo termino (kas 3 valandos) nuo 1993 m. duomenų bazė, todėl analizei buvo pasirinktas 1993–2006 m. laikotarpis. Keturiolikos metų laikotarpis yra pakankamas padaryti pirminėms išvadoms apie terminio komforto sąlygas įvairiuose Lietuvos regionuose.

Darbe vėjo žvarbumo reikšmių skaičiavimui naudoti kiekvieno matavimo termino oro temperatūros ir vidutinio vėjo greičio duomenys. Pavojus sveikatai atsiranda, kai vėjo žvarbumo indekso reikšmė nukrinta iki -28 °C, tai nutinka gruodį–kovą. 1993–2006 m. tokia indekso reikšmė anksčiausiai buvo fiksuota gruodžio pirmomis dienomis Kaune, vėliausiai – kovo pradžioje Kaune ir Vilniuje (3 lentelė). Pučiant gūsingam vėjui, pavojingos indekso reikšmės pavieniais laiko momentais gali būti pasiektos ir anksčiau, tačiau atsižvelgus į tai, kad tai nutinka trumpą laiką, darbe naudojama tik vidutinis vėjo greitis. Nekomfortiškos sąlygos ir ilgesnį laiką būnant lauke atsiradęs hipotermijos pavojus gali pasitaikyti visą šaltąjį sezoną. Tad skaičiavimai buvo atliekami lapkritį–kovą, nuo 1993 m. sausio 1 d. iki 2006 m. gruodžio 31 d. penkiems stambiesiems Lietuvos miestams.

Duomenys apie sinoptinę situaciją ekstremalių indeksų reikšmių metu buvo išrinkti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos archyve saugomų priežeminių ir barinės topografijos žemėlapių. Priežeminiai

1 lentelė. Vėjo žvarbumo priklausomumas nuo oro temperatūros ir vėjo greičio

Table 1. Calculation of wind chill considering the effects of wind and temperature on the human body

Vėjo greitis / Wind speed, V_{10}	Temperatūra / Temperature, °C									
	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
1,5	4	-2	-7	-13	-19	-25	-30	-36	-42	-47
2	3	-2	-8	-14	-20	-26	-32	-37	-43	-49
4	2	-4	-10	-17	-23	-29	-35	-41	-47	-53
6	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-44	-50	-56
8	0	-6	-13	-19	-26	-32	-39	-45	-52	-58
10	0	-7	-14	-20	-27	-34	-40	-47	-53	-60
12	-1	-8	-14	-21	-28	-35	-41	-48	-55	-61
14	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63
16	-2	-9	-16	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-64
18	-2	-9	-16	-23	-30	-38	-44	-51	-58	-65
20	-2	-9	-16	-23	-30	-38	-45	-52	-59	-66
22	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66
25	-3	-10	-17	-25	-32	-39	-46	-53	-60	-68

2 lentelė. Vėjo žvarbumo poveikis ir nušalimų pavojus (Environment Canada, 2009)

Table 2. Wind chill hazards and what to do (Environment Canada, 2009)

Vėjo žvarbumas °C Wind chill, °C	Nušalimų pavojus Risk of frostbite	Poveikis sveikatai Health concerns
0 iki -9	Nedidelis	– sumažėja komfortas būnant lauke
-10 iki -27	Mažas	– nekomfortiškos orų sąlygos – ilgesnį laiką būnant lauke be atitinkamos apsaugos atsiranda hipotermijos pavojus
Atsiranda pavojus sveikatai -28 iki -39	Padidėja pavojus: atviros kūno vietos gali nušalti per 10–30 minučių	– patikrinti veidą ir galūnes (pirštus, pėdas, ausis ir nosį), ar nesustingę ir nepabalę – ilgesnį laiką būnant lauke be atitinkamos apsaugos atsiranda hipotermijos pavojus
-40 iki -47	Didelis pavojus: atviros kūno vietos gali nušalti per 5–10 minučių	– patikrinti veidą ir galūnes (pirštus, pėdas, ausis ir nosį), ar nesustingę ir nepabalę (nušalę) – ilgesnį laiką būnant lauke be atitinkamos apsaugos atsiranda hipotermijos pavojus
-48 iki -54	Labai didelis pavojus: atviros kūno vietos gali nušalti per 2–5 minutes	– patikrinti veidą ir galūnes (pirštus, pėdas, ausis ir nosį), ar nesustingę ir nepabalę (nušalę) – būnant lauke be atitinkamos apsaugos atsiranda didelis hipotermijos pavojus
-55 ir šalčiau	PAVOJINGA: atviros kūno vietos gali nušalti per mažiau nei 2 minutes	PAVOJUS SVEIKATAI! – lauke būti pavojinga

3 lentelė. Anksčiausia ir vėliausia šaltojo sezono data (1993–2006 m.), kai vėjo žvarbumo reikšmė buvo mažesnė ar lygi -28 °C

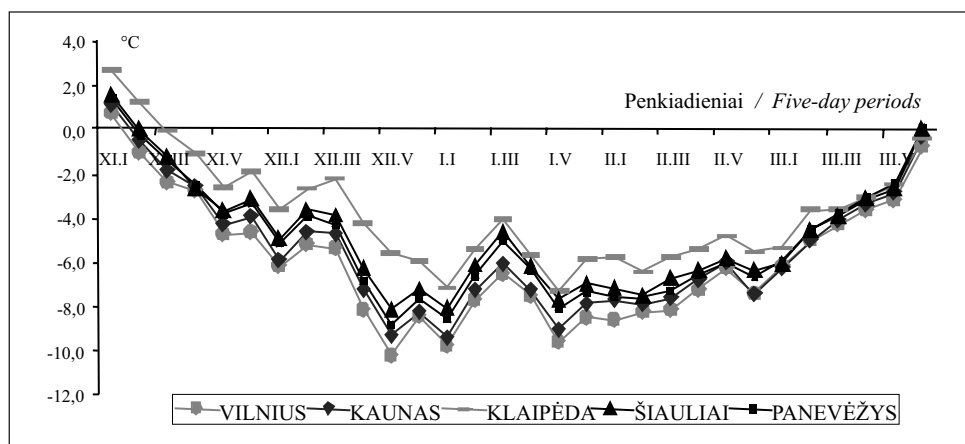
Table 3. The earliest and latest dates of cold season when wind chill value reached -28 °C, 1993–2006

Meteorologijos stotis / Meteorological station	Anksčiausia data / Earliest date	Vėlyviausia data / Latest date
Kaunas	XII.2	III.2
Klaipėda	XII.30	II.9
Panevėžys	XII.16	II.13
Šiauliai	XII.26	II.12
Vilnius	XII.16	III.2

žemėlapiai sudaromi kas tris valandas Pasaulinės meteorologijos organizacijos nustatytais terminais. 850 ir 500 hPa izobarinių paviršių aukščio žemėlapiai sudaromi dukart per parą (00 ir 12 valandą pagal suderintą pasaulinį laiką – UTC). Remiantis jais identifikuota konkrečių dienų sinoptinė situacija bei pernašos kryptys ir intensyvumas.

VĖJO ŽVARBUMO REIKŠMIŲ SEZONINĖ IR PAROS KAITA

Šaltuoju sezonu žmogaus terminį komfortą nusako vėjo žvarbumo indeksas. Darbe analizuojama vėjo žvarbumo indekso kaita šaltojo sezono penkiadieniais (1 pav.).



1 pav. Vidutinės vėjo žvarbumo paros reikšmės šaltojo sezono penkiadieniais Lietuvos miestuose 1993–2006 m.

Fig. 1. Mean daily wind chill of different cold season five-day periods in Lithuania, 1993–2006

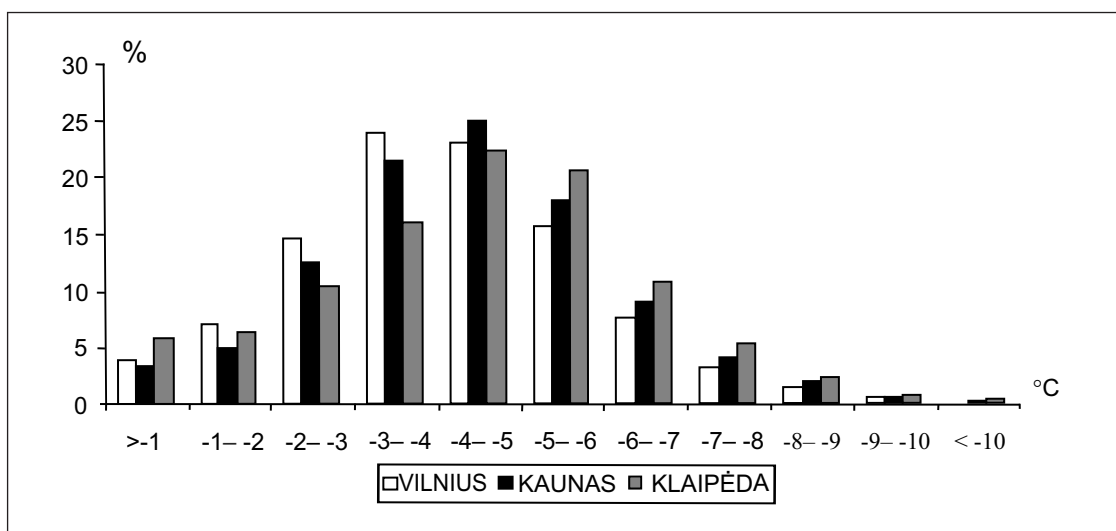
Mažos vidutinės indekso reikšmės visoje Lietuvoje nustatytos nuo gruodžio ketvirto iki sausio pirmo penkiadienio, taip pat sausio penktą penkiadienį. Minimalios vidutinės indekso reikšmės daugelyje miestų pasitaiko šiuo laikotarpiu (mažiausias vidutinis vėjo žvorbumas Vilniuje $-10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Išsiskiria tarpiniai trys sausio penkiadieniai, kai vidutinės indekso reikšmės yra didesnės nei ankstesniais ar vėlesniais laikotarpiais. Tuo laikotarpiu Lietuvoje dažnesni atodrėkiai, vidutinė temperatūra yra maždaug 3 laipsniais aukštesnė nei gretimais laikotarpiais.

Vėjo žvorbumo reikšmės toliau nuo jūros esančiuose stambiuosiuose Lietuvos miestuose skiriasi mažai ir kinta labai sinchroniškai. Vilniuje ir Kaune jos šiek tiek mažesnės, o Panevėžyje ir Šiauliuose didesnės. Dėl terminio jūros poveikio šio indekso kaita Klaipėdoje turi gana savitą eigą. Beveik visą laikotarpį čia vėjo žvorbumo reikšmės yra di-

desnės nei kituose miestuose ir tik kovą jau ima nebesiskirti nuo kitų miestų. Taip pasireiškia šildantis jūros poveikis, nors pajūryje pučia stipresnis vėjas, oro temperatūra išlieka aukštesnė, palyginti su kitais miestais.

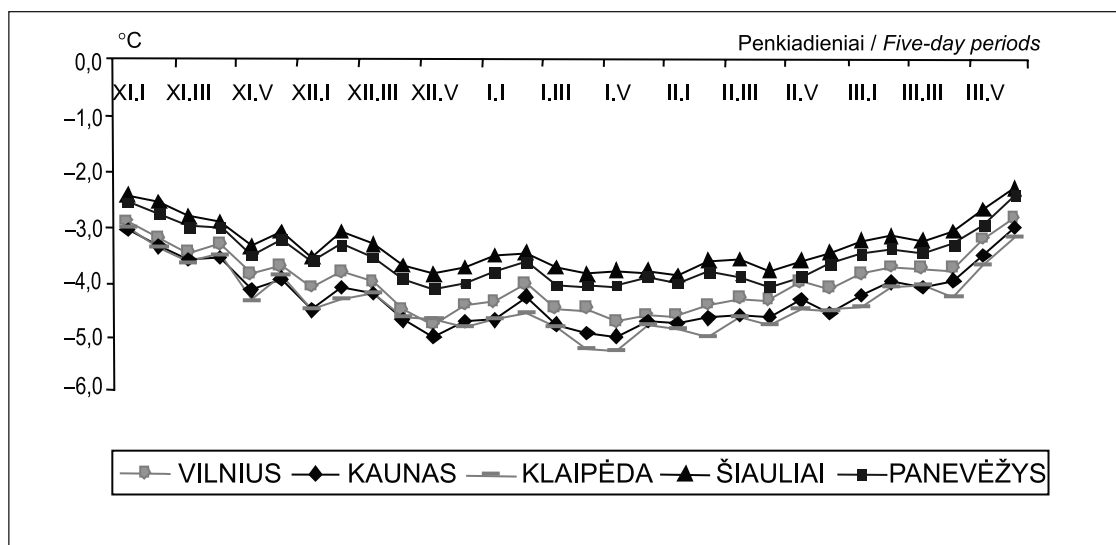
Įvertinant vėjo žvorbumo reikšmes yra svarbu išsiaiškinti vidutines minimalias penkiadienių reikšmes šaltuoju laikotarpiu. Kaita mažai skiriasi nuo vidutinių reikšmių kaitų, tik minimalios reikšmės yra apie $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ mažesnės nei vidutinis paros vėjo žvorbumas.

Skirtumas tarp vėjo žvorbumo ir išmatuotos temperatūros tiriamuoju laikotarpiu stambiuosiuose Lietuvos miestuose būna iki $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dažniausiai skirtumas būna 3–6 laipsniai: Vilniuje modalinis intervalas $-3\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$, Kaune ir Klaipėdoje $-4\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Klaipėdoje daug dažniau nei kitose vietovėse skirtumas didesnis nei $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (~40 % atvejų). Retais atvejais šis skirtumas gali būti ir didesnis kaip 10 laipsnių (2 pav.).



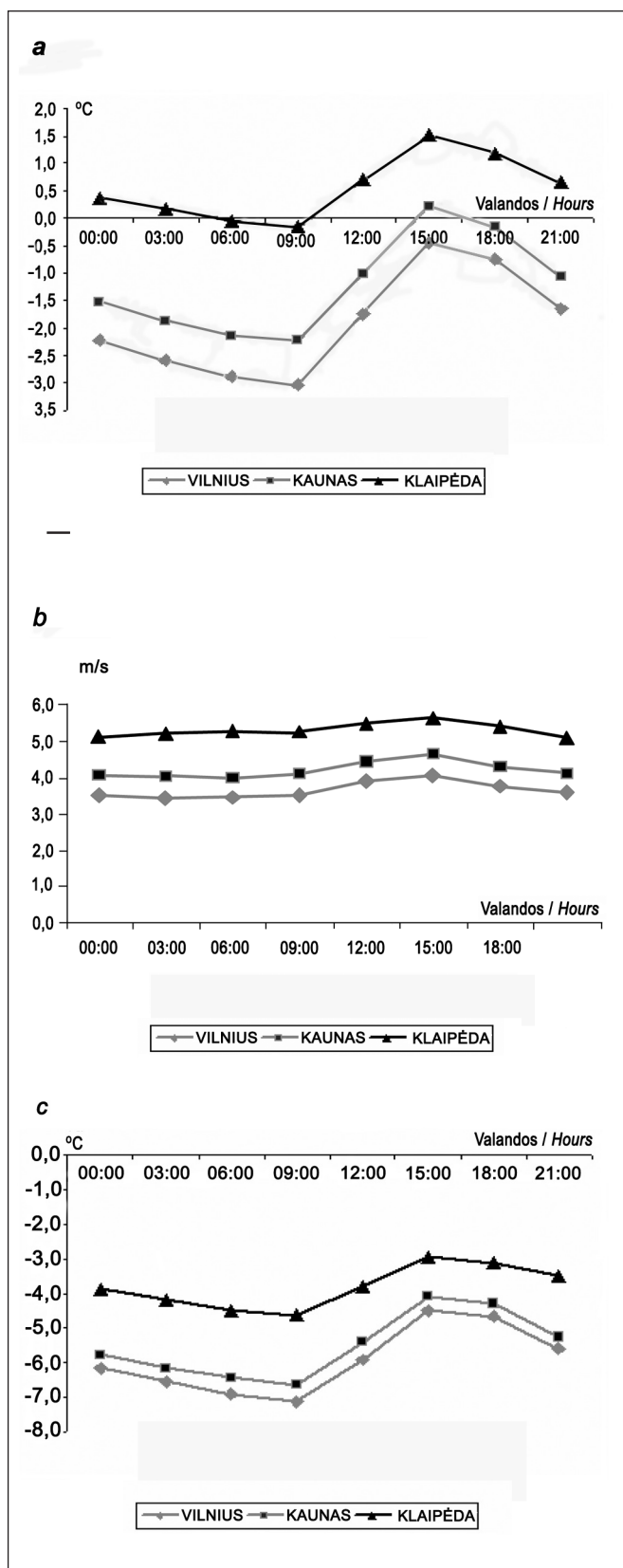
2 pav. Skirtumas tarp vėjo žvorbumo ir išmatuotos oro temperatūros šaltuoju sezonu Vilniuje, Kaune ir Klaipėdoje 1993–2006 m.

Fig. 2. Difference between calculated wind chill value and measured air temperature in Vilnius, Kaunas and Klaipėda during cold seasons, 1993–2006



3 pav. Vidutinis skirtumas tarp vėjo žvorbumo reikšmių ir išmatuotos oro temperatūros šaltojo sezono penkiadieniais 1993–2006 m.

Fig. 3. Mean difference between calculated wind chill value and measured air temperature of different cold season five-day periods, 1993–2006



4 pav. Vidutinės oro temperatūros (a), vidutinio vėjo (b) ir vėjo žvarbumo (c) reikšmės per parą Lietuvos miestuose 1993–2006 m. vasaros mėnesiais

Fig. 4. Mean diurnal variation of air temperature (a), wind speed (b), wind chill (c) values in Lithuania during cold seasons, 1993–2006

Pagrindinis komponentas, turintis įtakos atsirasti tokiems skirtumams, yra stiprus vėjas. Šaltasis sezonas Lietuvoje pasižymi aktyvia ciklonine veikla, o didžiausi skirtumai visais atvejais užfiksuoti tada, kai orus lėmė ciklono užnugaris.

Vilniuje didžiausias skirtumas tiriamuoju laikotarpiu užfiksuotas 2007 m. lapkričio 29 d. ir gruodžio 13 d., kai vėjo žvarbumo temperatūra buvo net 10,7 laipsnio žemesnė nei reali ir siekė $-25,3$ °C. Vilniuje per tiriamąjį laikotarpį buvo 10 parų, kai skirtumas tarp išmatuotos temperatūros ir vėjo žvarbumo buvo daugiau nei 10 laipsnių.

Kaune tokių atvejų, kai vėjo žvarbumo ir išmatuotos temperatūrų skirtumas buvo didesnis kaip 10 laipsnių, užfiksuota daugiau – 29, Klaipėdoje pasitaikė net 41 atvejais. Klaipėdoje didžiausias skirtumas tarp išmatuotos temperatūros ir vėjo žvarbumo net 3 dienas siekė 11,7 laipsnio. Nors tuo metu oro temperatūra buvo -3 – -7 °C, vėjo žvarbumas nukrisdavo iki -15 – -9 °C.

Didžiausias vidutinis skirtumas tarp vėjo žvarbumo reikšmių ir išmatuotos oro temperatūros užfiksuotas taip pat Klaipėdoje (3 pav.). Čia visą laikotarpį indekso reikšmė yra 3–4 laipsniais mažesnė nei išmatuota temperatūra ir tik kai kuriais penkiadieniais skirtumai yra didesni Vilniuje. Nors pajūryje temperatūra ir būna aukštesnė šaltuoju metu, pučia stipresni vėjai, Šiauliuose šis skirtumas mažiausias ir tik šalčiausiais mėnesiais vidutinis jutiminės ir išmatuotos oro temperatūros skirtumas didesnis nei 3 laipsniai.

Oro temperatūra ir vėjo greitis turi panašią paros eigą (4 pav., a, b). Oro temperatūros minimumas šaltuoju laikotarpiu fiksuojamas 9 valandą, maksimumas 15 valandą. Vėjo greičio minimumas yra fiksuojamas naktį ir įvairiuose miestuose skirtingu metu, o maksimumas, kaip ir temperatūros, 15 valandą. Vilniuje yra žemiausios oro temperatūros reikšmės ir silpniausios vėjas, o Klaipėdoje, priešingai, – aukščiausios oro temperatūros reikšmės ir stipriausias vėjas. Vėjo žvarbumo reikšmių paros kaita yra panaši (4 pav., c). Minimali indekso reikšmė matavimo terminais fiksuojama 9 valandą ir kinta nuo $-4,6$ (Klaipėdoje) iki $-7,1$ (Vilniuje).

DIDELIŲ VĖJO ŽVARBUMO REIKŠMIŲ PASIKARTOJIMAS

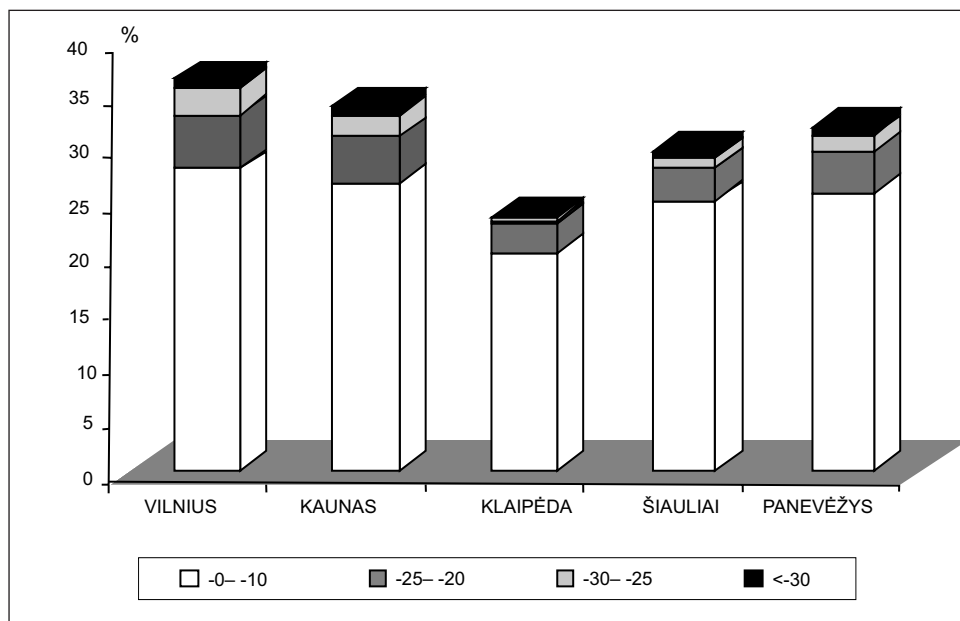
Nustatyta, jog dienos, kurių bent vieno iš matavimų terminų metu yra pasiekama -10 °C vėjo žvarbumo ribinė reikšmė, sudaro vidutiniškai nuo 23 (Klaipėdoje) iki 36 % (Vilniuje) bendro šaltojo sezono dienų skaičiaus (5 pav.). Minimaliai oro temperatūrai esant žemesnei kaip -25 °C pasiekiamas

pavoingo reiškinio kriterijus – šaltis. Tokių atvejų, kai vėjo žvorbumo temperatūra būna žemiau šios ribos, pasitaiko rečiau: vidutiniškai 0,8–3 % nuo bendro šaltojo sezono dienų skaičiaus.

Absolūtus tiriamojo laikotarpio vėjo žvorbumo minimumas užfiksuotas $-38,6$ °C Vilniuje 1996 m. gruodžio 27 d. Tuo metu labai mažos indekso reikšmės fiksuotos ir kituose miestuose – Kaune $-38,4$ °C. Panevėžyje žemiausia reikšmė $-36,5$ °C užfiksuota viena diena prieš. Labai mažos indekso reikšmės fiksuotos ir 2006 m. sau-

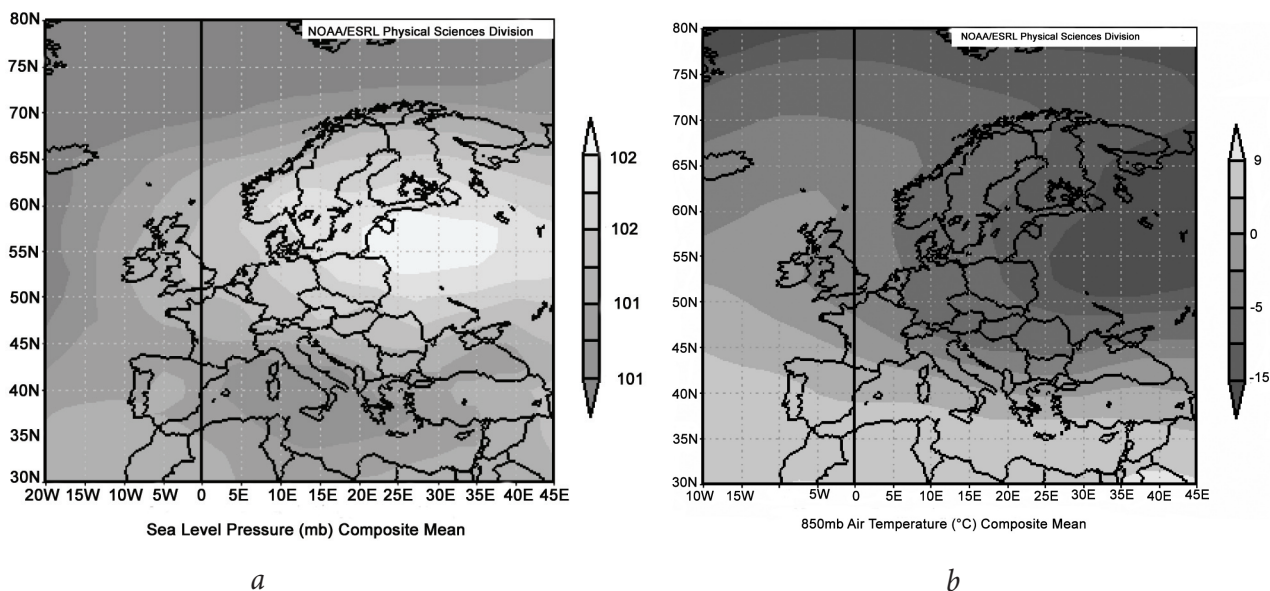
sio 20 d. dėl arktinio anticiklono įtakos orams. Tą naktį rytiniame šalies pakraštyje buvo pasiektas ir stichinio meteorologinio reiškinio kriterijus, oro temperatūra nukrito žemiau kaip -30 °C.

Dienų su žemiausiomis vėjo žvorbumo reikšmėmis sinoptinė analizė parodė, jog visais atvejais, kai fiksuotos labai mažos vėjo žvorbumo reikšmės, orus lėmė anticiklono šaltoji dalis. Lietuvos orus lėmė arktiniai anticiklonai (6 pav.), kurių centras būdavo virš Lietuvos ar netoli jos. Esant labai žemai oro temperatūrai ir nestiprus vėjas labai



5 pav. Dienų, kai vėjo žvorbumo reikšmė nukrisdavo žemiau nei -10 °C, skaičius (%) 1993–2006 m. šaltuoju sezonu

Fig. 5. Number of days with daily wind chill minimum above -10 °C during cold periods, 1993–2006



6 pav. Kompozicinė sinoptinė situacija, kai orus lemdavo anticiklonas; suvidurkintos reikšmės: a – slėgis jūros lygyje (mb), b – oro temperatūra 850 hPa izobariniame paviršiuje (°C) (NOAA / ESRL..., 2010)

Fig. 6. Reanalysis of anticyclonic synoptical situation (composite mean): a – sea level pressure (mb), b – 850 hPa air temperature (°C) (NOAA / ESRL..., 2010)

sumažindavo vėjo žvarbumo reikšmę. 850 hPa izobarinio paviršiaus aukštyje virš Lietuvos oro temperatūra buvo žemesnė nei $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

IŠVADOS

1. Žemos vidutinės vėjo žvarbumo indekso reikšmės visoje Lietuvoje fiksuojamos laikotarpiu nuo gruodžio ketvirtą iki sausio pirmo penkiadienio bei sausio penktą penkiadienį.

2. Skirtumas tarp vėjo žvarbumo ir išmatuotos temperatūros tiriamojo laikotarpio žiemos mėnesiais Vilniuje dažniausiai yra $-3\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$, Kaune ir Klaipėdoje $-4\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Retais atvejais šis skirtumas gali būti didesnis nei 10 laipsnių. Absoliutus tiriamojo laikotarpio vėjo žvarbumo minimumas $-38,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ užfiksuotas Vilniuje 1996 m. gruodžio 27 d.

3. Visais analizuojamais atvejais, kai buvo fiksuotos žemiausios vėjo žvarbumo reikšmės, Lietuvos orus lėmė Arkties anticiklonai. 850 hPa izobarinio paviršiaus lygyje oro temperatūra būdavo žemesnė nei $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Vėjo žvarbumas žemiau pavojingos ribos ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) pasitaiko vidutiniškai 0,8–3 % nuo bendro šaltojo sezono dienų skaičiaus.

Gauta 2011 06 14

Priimta 2011 06 30

Literatūra

- Bluestein M., Zecher J. 1999. A new approach to an accurate wind chill factor. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80: 1893–1899.
- Bukantis A. 1994. Ekstremalios žiemos Baltijos jūros regione. *Geografijos metraštis*. 28: 394.
- Bukantis A. 1996. *Neįprasti gamtos reiškiniai Lietuvos žemėje XI–XX amžiuose*. Vilnius: Geografijos institutas.
- Bukantis A., Bartkevičienė G. 2005. Thermal effects of the North Atlantic Oscillation on the cold period of the year in Lithuania. *Climate Research*. 28: 221–228.
- Environment Canada. 2009. *Canada's Wind Chill Index*. <http://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=En&n=5FBF816A-1>
- Höppe P.R. 1997. Aspects of human biometeorology in past, present and future. *International Journal of Biometeorology*. 40: 19–23.
- LHMT. 2009. *Pavojingų meteorologinių reiškinų įtaka ūkio šakoms*. Vilnius: Petro ofsetas.
- Massen F. 2001. *The new windchill formula*. A short explanation. http://www.restena.lu/meteo_lcd/papers/windchill/newwindchill.html
- NOAA / ESRL Physical Sciences Division. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/> (paskutinį kartą žiūrėta 2010 12 15).
- Osczevski R., Bluestein M. 2005. The new wind chill equivalent temperature chart. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 86(10): 1453–1458.
- Quayle R. G., Nicodemus M. L., Schwerdt R. W., Matthews M., Kalkstein L. S. 2000. Comparison of recently published wind chill scales. *12th Conference on Applied Climatology, AMS*. 216–219.
- Siple P., Passel C. 1945. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*. 89: 177–199.
- Stankūnavičius G. 2000. *Ilgalaikių oro temperatūros anomalijų sinoptinės sąlygos*. Disertacinis darbas. Vilnius: Vilniaus universitetas.
- Stankūnavičius G. 2009. Ilgalaikių oro temperatūros ir kritulių anomalijų numatymo galimybės Lietuvoje. *Geografija*. 45(1): 33–43.
- Steadman R. G. 1965. *Simultaneous Heat and Moisture Transfer through Clothing Textiles in the Presence of Wind*. Ph. D. thesis. University of New South Wales.
- Steadman R. G. 1971. Indices of windchill of clothed persons. *Journal of Applied Meteorology*. 10: 674–683.
- Steadman R. G. 1979a. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology*. 18: 861–873.
- Steadman R. G. 1979b. The assessment of sultriness. Part II: Effect of wind, extra radiation, and barometric pressure on apparent temperature. *Journal of Applied Meteorology*. 18: 874–884.

Judita Liukaitytė

EVALUATION OF COLD STRESS RISK DUE TO COLD WEATHER IN LITHUANIA

Summary

On the basis of thermal indices, national meteorological services present the forecasts of felt temperature and inform people about the comfortability or the level of cold stress outside. The Lithuanian Hydrometeorological Service under the Ministry of Environment started forecasting the wind chill in winter 2008.

In the research, the levels of thermal discomfort caused by cold in Lithuania are estimated, the dynamics of wind chill in winter is assessed, the territorial differences are determined, and the daily rate of the indicator is estimated. Also, the weather conditions that determine the extreme values of the index are evaluated.

Low average wind chill values have been recorded in Lithuania for the period from the end of December to early January; also, low values were determined for the first five days of January. The minimum average index values occur in many cities during this period (the lowest average wind chill in Vilnius is $-10.2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Wind chill values in the cities of Lithuania that are farther from the sea differ very little and fluctuate very simultaneously.

The difference between wind chill and temperatures in the winter months in major Lithuanian cities is usually rather significant. In Vilnius, the modal interval is $-3\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$; in Kaunas and Klaipėda it varies within $-4\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$. In Klaipėda, much more frequently than in other areas, the difference exceeds $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (~ 40% of cases). In rare cases this difference exceeded 10 degrees.

The number of days on which, at least in one of the measurement time-limits, the threshold value of $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ is reached

makes on the average 23% (Klaipėda) to 36% (Vilnius) of the total number of days in the cold season. When the minimum air temperature drops below $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, the criterion of a dangerous phenomenon – cold – is achieved. Cases when the wind chill temperature is below this threshold are less frequent and reach approximately 0.8 to 3% of the total number of days in the cold season.

The absolute minimum of the reference period was recorded for December 27, 1996 in Vilnius ($-38.6\text{ }^{\circ}\text{C}$). At that time, very low index values were fixed also in other cities. In all cases when the lowest values of wind chill were recorded, the weather in Lithuania was influenced by arctic anticyclones whose centre was over or close to Lithuania. At the level of 850 hPa isobaric surface, the air temperature was below $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Key words: wind chill, thermal indices, thermal comfort