

BIOMETEOROLOGINĖS PROGNOZĖS KAIP ADAPTACIJOS PRIEMONĖ KLIMATO KAITOS KONTEKSTE

Ieva Nariūnaitė¹, Judita Liukaitytė²

Vilniaus universitetas¹, Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos²

El. paštas: ¹Ieva.Nariunaite@gf.stud.vu.lt; ²Judita.Liukaityte@gf.vu.lt

Anotacija. Klimato kaitos ir žmogaus tarpusavio ryšys yra neabejotinai stiprus, jis turi nesustabdomą tąsą laike, kuri lemia vis didesnę fizinę ar psichologinę žmogaus reakciją. Biometeorologija gerai perteikia judviejų sąsajas ir apibūdina esamą bei būsimą klimato kaitos poveikį, žmogaus pojūčius tokioje aplinkoje. Tad šiame darbe aptariamos Lietuvoje plėtojamos biometeorologinės prognozės, jų sudarymo principai, galimybės bei nauda prisitaikant prie klimato kaitos.

Reikšminiai žodžiai: biometeorologinės prognozės, klimato kaita, adaptacija.

Įvadas

Klimatas ir orai visuomet turėjo didžiulį poveikį žmogaus sveikatai bei savijautai. Besikeičiantis klimatas keičia daugelio ekosistemų funkcionavimą, augalų ir gyvūnų rūšių buveines, daro nemenką įtaką žmonijos sveikatai (McMichael *et al.* 2003; Bukantis *et al.* 2007).

Apie įvairių gamtos elementų ir oro sąlygų poveikį žmogaus sveikatai jau buvo žinoma labai seniai. Pirmasis šia tema išleistas darbas yra Hipokrato veikalas „Apie orą, vandenį ir vietovę“. Nemažai informacijos apie tai aptinkama ir liaudies medicinoje. Tačiau šios srities aukso amžiumi galima vadinti XX a. 3–6 dešimtmečius, tai buvo medicininės meteorologijos klestėjimo laikas (Sargent II 1982). Paskutiniaus dešimtmečiais pradėjus vis dažniau kalbėti apie besikeičiantį klimatą ir kaitos poveikį žmogui, vėl pagausėjo tyrimų šioje srityje. Visos klimato sistemos pokyčiai skatina vis labiau išsigilinti į tiesioginį (ar netiesioginį) ekstremalių reiškinių poveikį aplinkai bei žmonių sveikatai.

Pasak Valstybinio aplinkos sveikatos centro (VASC 2009), kiekvienas organizmas turi genetinę informaciją, imuninę sistemą ir yra prisitaikęs prie tam tikrų klimato sąlygų, o joms kintant prie jų privalo adaptuotis. Deja, išaugęs ligų ir mirčių skaičius (dėl ekstremalių klimato reiškinių padidėjimo, karščio bei šalčio bangų poveikio ir sustiprėjusios ultravioletinės radiacijos), psichikos sutrikimų skaičius (dėl padažnėjusių ir sustiprėjusių gamtinių stichijų) – klimato kaitos padarinys. Poveikis sveikatai gali būti ir netiesioginis, pasireiškiantis užkrečiamųjų ligų plitimu, ligų ir mirčių skaičiaus didėjimu dėl oro taršos, žiedadulkių sezoniškumo ir kraujasiurblių vabzdžių bei

erkių plintamų ligų pokyčių, ekstremalių reiškinių (povyinių, vėjo audrų, sausrų, karščio bangų) poveikio.

Augant populiacijai, pavojus sveikatai stiprėja, nors iš dalies tai suteikia galimybę fiziškai, psichologiškai ir finansiškai pasiruošti ir vėliau tinkamai reaguoti į tam tikrą ekstremalų orų reiškinį (Epidemiology 2008). Tad vienintelis būdas apsisaugoti ar bent sušvelninti klimato kaitos poveikį sveikatai – laiku suteikti reikalingą informaciją apie būsimus orų ir meteorologinius parametrus, lemiančius žmonių savijautą.

Šio darbo tikslas – apžvelgti Lietuvoje sudaromas biometeorologines prognozes, jų reikalingumą ir pagalbą prisitaikyti prie klimato kaitos.

Duomenys ir darbo metodika

Gerėjant supratimui apie klimato ir orų poveikį žmogui, šiai sričiai vis daugiau dėmesio skiriama ir nacionalinėse orų tarnybose. Daugelis jų teikia informaciją ir prognozes, kaip prisitaikyti prie nepalankių sveikatai meteorologinių sąlygų ir sumažinti aplinkos veikimą bei keliamą stresą (WMO 2004).

Biometeorologinėms prognozėms, kurios yra skelbiamos įvairiose tarnybose, priskiriama:

- terminų indeksų prognozės;
- ultravioletinės spinduliuotės prognozės;
- medicininės meteorologinės prognozės;
- oro užterštumo prognozės;
- žiedadulkių kiekio ore prognozės.

Iki 2008 m. iš visų plačiai pasaulyje naudojamų biometeorologinių prognozių tik ultravioletinės radiacijos indekso prognozė buvo skelbiama Lietuvos hidrometeo-

rologijos tarnyboje prie Aplinkos ministerijos (LHMT). Ir tik praėjusiais metais pradėta sudarinėti karščio ir vėjo žvurbumo indeksų prognozės, šios prognozių grupės ir bus pristatytos šiame darbe.

Skaičiuojant naudoti LHMT meteorologijos stočių 1993–2006 m. duomenys.

Darbe naudojamas karščio indeksas – „Humidex“ (°C):

$$\text{Humidex} = T + 5/9 \times (e - 10), \quad (1)$$

čia: T – oro temperatūra, °C; e – vandens garų slėgis (hPa), apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e = (6,112 \times 10^{\frac{7,5 \times T}{237,7 + T}}) \frac{f}{100}, \quad (2)$$

čia: f – santykinis oro drėgnis, %. Šį indeksą 1979 m. Kanados atmosferos aplinkos centre sukūrė J. Mastertonas ir F. Ričardsonas (Masterton, Richardson 1979). LHMT, remdamasi šiuo indeksu, sudarinėja karščio indekso prognozes.

Vėjo žvurbumo indeksas (WCT) nusako temperatūros ir vėjo poveikį žmonių komfortui:

$$\text{WCT} = 13,13 + 0,62 \times T - 13,95 \times V_{10m}^{0,16} + 0,486 \times T \times V_{10m}^{0,16}, \quad (3)$$

čia: T – oro temperatūra, °C; V – vėjo stiprumas dešimties metrų aukštyje (Massen 2001).

Skaičiuojant ultravioletinės saulės spinduliuotės indeksą (UVI) naudojami Kauno meteorologijos stoties 2001–2005 m. eriteminės radiacijos paros maksimumo duomenys.

Terminių indeksų prognozės

Aukštos oro temperatūros daro poveikį žmonių sveikatai, o dažnai tampa ir mirties priežastimi. O labai karštos dienos ir neretai karščio bangų metu tvankios naktys sukelia kai kurias ligas ar jų paūmėjimą (Kirch *et al.* 2005; Dessai 2002; Gosling *et al.* 2007).

Tik po 2003 m. buvusios karščio bangos daugelis Europos šalių ėmėsi efektyvios politikos, kaip elgtis karščio bangų metu. Prieita prie vieningos nuomonės, kad Europos šalyse reikalinga bendra karščio perspėjimo sistema. Šiuo metu daugelis šalių jau turi savo perspėjimo sistemas, kurios skelbia karščio pavojų. Ir dažniausiai remiasi aukščiausios ar vidutinės temperatūros terminių indeksų reikšmėmis (WHO 2004).

Terminis žmogaus komfortas priklauso nuo keleto meteorologinių parametrų: oro temperatūros ir drėgnumo, vėjo greičio, trumpabangės saulės bei žmogų supančio

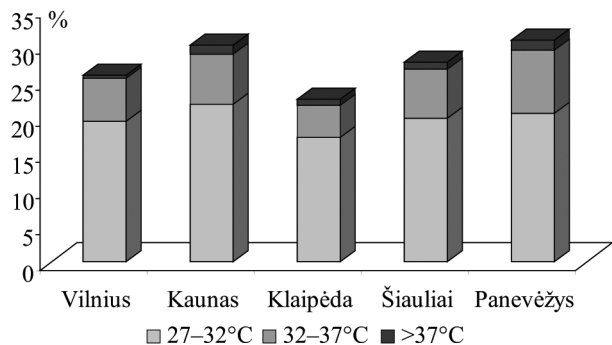
paklotinio paviršiaus ilgabangės spinduliuotės intensyvumo. Žmonių jaučiamam karščio diskomfortui apibūdinti pasaulyje sukurta nemažai teorinių ir empirinių indeksų, kurie į skaičiavimus įtraukia pavienius meteorologinius elementus ar jų kompleksus. Daugelis jų jau aptarti įvairių autorių darbuose (Matzarakis *et al.* 2004, 2007; Unger 1999; Höppe 1999).

Terminis šiltojo laikotarpio komfortas dažniausiai skaičiuojamas naudojant oro temperatūrą ir drėgnumą, o žiemos – oro temperatūrą bei vėjo greitį. Tai svarbiausi parametrai, lemiantys terminį žmogaus diskomfortą skirtingu metų laiku. Remiantis šiais indeksais, jau šiais metais pradėdama skelbti ir terminių indeksų prognozes Lietuvoje.

Šiltuoju sezonu skelbiama karščio indekso prognozė. Indeksas apskaičiuojamas vidudieniui esant aukščiausiai temperatūrai ir tuo metu esančių santykinio oro drėgnumo reikšmių.

Šio indekso naudojimo galimybės J. Liukaitytės ir E. Rimkaus (2008) buvo įvertintos kaip tinkamos naudoti Lietuvoje.

Maksimalios „Humidex“ indekso reikšmės Lietuvos teritorijoje fiksuojamos paskutinę liepos dekadą ir rugpjūčio pradžioje. Jos didžiausios Panevėžyje, kur paskutinį liepos penkiadienį vidutinė dienos matavimų indekso reikšmė siekia 26,1 °C. Pajūryje dėl vėsinančio Baltijos jūros poveikio jos yra kiek mažesnės. Tyrimai parodė, kad karščio diskomfortą sukelianti reikšmė viršijama 22–31 % visų vasaros dienų.

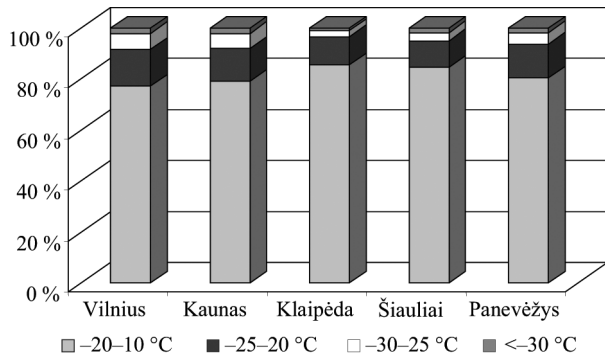


1 pav. Dienų, kai „Humidex“ indekso reikšmė viršijo 27 °C, skaičius (%) vasaros mėnesiais (1993–2006 m.)

Fig. 1. Number of days with daily “Humidex” index maximum above 27 °C in summer time 1993–2006

Remiantis šia prognoze, apie artėjančią karščio bangą galima pradėti informuoti žmones, pateikti jiems jutiminės temperatūros prognozę (kokią temperatūrą jie jaus išėję į lauką ir koks bus sukliamas poveikis sveikatai).

Šaltuoju metų laiku (lapkričio–kovo mėnesiais) pradėta skelbti vėjo žvurbumo prognozė, informuojanti apie žmogaus jaučiamą temperatūrą esant žemoms oro temperatūros reikšmėms ir stipresnio nei 1,5 m/s vėjo. Tai paprastas indeksas, apimantis tik šiuos du parametrus, tačiau vėjo stiprumas ir oro temperatūra yra pagrindiniai elementai, turintys poveikį žmogaus komfortui šaltuoju metų sezonu.



2 pav. „Vėjo žvurbumo“ reikšmių pasiskirstymas šaltuoju metų sezonu (1993–2006 m.)

Fig. 2. “Wind chill” values in cold season 1993–2006

Kaip ir karščio indeksas, vėjo žvurbumas taip pat turi savo gradaciją. Ji apibūdina poveikį sveikatai bei nušalimo galimybę. Pavojinga riba laikoma tada, kai vėjo žvurbumo indekso reikšmė yra žemesnė nei -27°C . Prognozės yra sudaromos 30 valandų į priekį, 6 valandų intervalu.

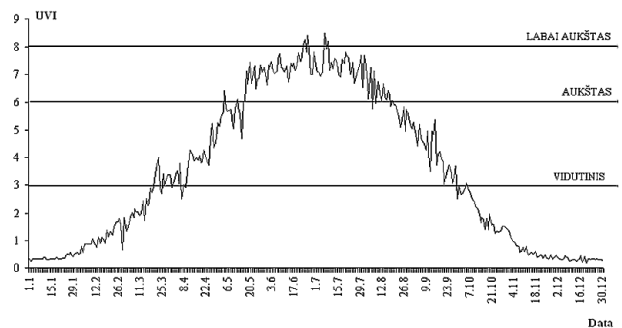
Šiuo metu nėra atlikta tikslių tyrimų, kiek žmonių nukentėję išvyravus karšties ar šaltiems orams Lietuvoje. Prognozuojama, kad ateityje Lietuvoje karščio bangų gausės, o tai žmonėms sukels daug sveikatos problemų, nes pastatai nepritaikyti apsaugoti nuo karščio bangų bei nėra įrengta kondicionavimo sistemų (Kažys *et al.* 2008). Sumažėjus šalčio bangų, mažiau žmonių patirs nušalimų, nukentės nelaimingų atsitikimų metu, įvairių šalčio sukeltų ligų komplikacijų (plaučių uždegimo, gripo) ar mirs nuo sušalimo. Tačiau manoma, kad tai greičiausiai nekompensuos to pavojaus, kuris numatomas žmonių sveikatai karščio bangų metu.

Egzistuoja ir tokių terminių indeksų, kurie gali būti taikomi įvertinant žmogaus juntamą temperatūrą ištiesus metus (tiek šiltuoju, tiek šaltuoju metų laiku), tai – universalūs indeksai. Vienas iš populiariausių, plačiai žinomų ir labiausiai naudojamų – fiziologiškai ekvivalentinės temperatūros (PET) indeksas. Jis apibūdina terminės aplinkos poveikį žmogui (Matzarakis, Gulyas 2006) ir suvokiamas kaip tinkamos aprangos bei terminio komforto rezultatas, tiesiogiai susijęs su kūno ir aplinkos šilumos mainais (Höppe 1999).

PET prognozės Latvijoje jau yra teikiamos. Lietuvoje šis indeksas naudojamas tik moksliniais tikslais, norint atskleisti šio indekso reprezentatyvumą bei pritaikymo galimybes Lietuvos teritorijai. LHMT artimiausiu metu šias prognozes planuoja pradėti skelbti plačiai visuomenei.

Ultravioletinės spinduliuotės prognozė

Pavojus sveikatai, įdegimas ir odos vėžys sukelia žmonių domėjimąsi ultravioletinės spinduliuotės (UV) tyrimais. UV yra vienas iš aplinkos veiksnių, kuris turi labai didelę įtaką žmogui. Nors ši įtaka buvo žinoma jau daugelį metų (Riemerschmid 1938), tačiau labiau ja buvo susidomėta tik paskutiniais dešimtmečiais (Elwood, Jopson 1997; WMO 2002). Susidomėjimą sukėlė stratosferinio ozono sluoksnio plonėjimas, taip pat pastaraisiais dešimtmečiais išaugęs susirgimų odos vėžiu skaičius. Dėl tų pačių priežasčių kilo poreikis žmonėms suteikti daugiau informacijos apie UVI.



3 pav. Vidutinių maksimalių UVI reikšmių kaita Kaune 2001–2005 m. ir UVI pavojingumo kategorijos

Fig. 3. Mean maximal UVI values in Kaunas in 2001–2005 and riskiness level

Lietuvoje UVI maksimalios reikšmės pasiekia birželio–liepos mėnesiais (3 pav.). Tačiau pavojingas jis tampa, kai UVI pasiekia 3. Tuo metu žemės paviršius pasiekęs UV kiekis jau gali sukelti įdegimą. Dažniausiai tai nutinka antroje kovo pusėje ir išlieka iki spalio mėnesio. Šį periodą skelbiama ir UVI prognozė. Ji sudaroma trijų dienų laikotarpiui, informuoja apie UVI pavojingumo laipsnį, tinkamą gyventojų fizinį aktyvumą atvira ore ir aprangos tipą bei kitas apsaugojimo priemones.

Tikėtina, kad ateityje UVB spinduliuotės kiekiai, pasiekiantys Lietuvos teritoriją, šiltuoju metų laiku didės, todėl būtina sukurti gyventojų informavimo apie kylančią grėsmę sistemą ir laiku teikti perspėjimus bei rekomendacijas (Kažys *et al.* 2008).

Kitos biometeorologinės prognozės

Oro užterštumo prognozės. Didėjant populiacijos tempams ir žmonių poreikiams, oro užterštumas tampa neatsiejama klimato kaitos proceso dalimi. Dėl didėjančio ozono kiekio priežeminiame oro sluoksnyje ar tiesiog nepalankių meteorologinių sąlygų teršalams sklaidytis ateityje oro užterštumas vis didės. O dažnesnės priežeminės temperatūrinės inversijos šiltuoju metų laiku lems padidėjusią oro taršą ir intensyvesnę alerginę reakciją. Tai turės poveikį padidintos rizikos žmonių grupės sveikatos būklės blogėjimui (IPCC 2001). Dėl oro kokybės prastėjimo jau padaugėjo įvairių ligų: astmos, širdies nepakankamumo, plaučių vėžio ir daugelio kitų. Pasak Pasaulinės sveikatos organizacijos (WMO), dėl oro užterštumo kiekvienais metais miršta apie 2 mln. žmonių. Oro kokybės prognozės leidžia apsirūpinti būtinomis priemonėmis, o perspėjimai – sumažinti atmosferos užterštumo pavojų.

Šiuo metu Lietuvoje oro užterštumo prognozes skelbia Aplinkos apsaugos agentūra. Priklausomai nuo tam tikros teršalų koncentracijos ore, pateikiama gradacija, kaip žmonės turėtų elgtis, kad išvengtų žalingo poveikio sveikatai.

Žiedadulkių kiekio ore prognozės. Šiltėjant klimatui, ilgėja vegetacijos laikotarpis ir įvairių augalų žydėjimo periodas, tad daugėja ir žiedadulkių (alergenų) kiekis ore. Nustatyta, kad gerai išsivysčiusiose valstybėse nuo žiedadulkių sukeltos alergijos kenčia apie 20 % gyventojų, Lietuvoje kiek mažiau (Černiauskaitė 2006). Tikėtina, kad ateityje dėl žiedadulkių sezono pailgėjimo padaugės ir joms alergiškų žmonių (ši tendencija pastebima jau dabar). Taip pat numatomas bronchinės astmos ir polinozės (šienligės) suaktyvėjimas.

Vilniaus, Klaipėdos ir Šiaulių aerobiologinėse stotelėse vykdomas žiedadulkių koncentracijos ore monitoringas. Jų kiekiai priklauso nuo daugelio meteorologinių parametrų: oro temperatūros, debesuotumo, vėjo krypties ir greičio, kritulių ir pan. (Černiauskaitė 2006). Didelė žiedadulkių koncentracija susidaro nusistovėjus sausiems, karštiems ir saulėtiems orams (Liukaitytė 2007) – tokios vasaros vyraus jau šį tūkstantmetį.

Lietuvoje žiedadulkių kiekio ore prognozės nėra sudaromos. Remiantis atliktais tyrimais, kad ateityje didėjant žiedadulkių koncentracijai ore, išaugs ir alergiškų žmonių skaičius, šių prognozių sudarymas ir skelbimas bus būtinas, kad leistų lengviau susidoroti ar net išvengti alergijos simptomų.

Medicininės meteorologinės prognozės. Slėgis, temperatūra bei drėgmė yra svarbūs meteorologiniai parametrai, kurie turi įtakos tiek fiziniams, tiek psichologi-

niams žmonių susirgimams (Orgaz *et al.* 2002; Liukaitytė *et al.* 2008). Yra žinoma, kad staigūs orų pasikeitimai, slenkantys atmosferos frontai ar kiti orų pokyčiai daro pastebimą poveikį žmogaus sveikatai.

Šveicarijos meteorologijos tarnyba išskyrė svarbiausius atmosferos cirkuliacijų tipus, turinčius poveikį žmonių sveikatai. Ilgesniam laikui nusistovėjus aukšto slėgio sričiai, padidėja oro užterštumas, o tai sukelia kvėpavimo takų sutrikimų, plaučių ligų ir reumato paūmėjimų. Esant staigiems ar ne tokiems staigiems orų pasikeitimams, pakyla kraujospūdis, padažnėja epilepsijos priepuolių, spazminių skausmų, pasireiškia galvos skausmas ar apima depresija, padidėja miokardo infarktų (Liukaitytė *et al.* 2008). Žmonėms, jautriai reaguojantiems į orų pokyčius, dažnai reikalinga tam tikra terapija ar specialus režimas (Jendritzky, Bucher 1992). Todėl esamų ir būsimų orų sąlygų įvertinimas yra vienas iš medicininių meteorologinių prognozių tikslų.

Lietuvoje indėlį į medicininę meteorologinę sritį įdėjo A. Martinkėnas, V. Kaminskas ir G. Varoneckas, kurie 2007 m. atliko Palangos pajūrio tyrimą, apimančią medicininių meteorologinių orų tipų įvertinimą bei empirinius prognozavimo modelius. Sudarytas medicininių meteorologinių klasių modelis leidžia tiksliau vertinti ir prognozuoti orus pagal jų palankumą (nepalankumą). Toks vertinimas gali pagelbėti mažinant orų įtaką ligoniams, įgyvendinant efektyvias meteoprofilaktikas ir panašiai (Martinkėnas *et al.* 2007).

Išvados

1. Išankstinis visuomenės informavimas teikiant prognozes yra tinkama priemonė, padedanti prisitaikyti prie vykstančios klimato kaitos.

2. Norint sušvelninti ar visiškai išvengti neigiamo poveikio sveikatai, turi būti pradėtos sudarinėti ir visuomenei skelbti biometeorologinės prognozės, kuriose būtų pateikiama informacija apie nepalankias sveikatai meteorologines sąlygas ar staigius orų pasikeitimus.

3. Šiuo metu Lietuvoje skelbiamos karščio indekso, vėjo žvurbumo, ultravioletinės spinduliuotės ir oro užterštumo prognozės.

4. Karščio sukeliamas diskomfortas jaučiamas 22–31 % visų vasaros dienų. Maksimalios „Humidex“ indekso reikšmės Lietuvos teritorijoje fiksuojamos paskutinę liepos dekadą bei rugpjūčio pradžioje.

5. Lietuvoje UVI maksimalios reikšmės pasiekia birželio–liepos mėnesiais. Tačiau pavojingas jis tampa, kai UVI pasiekia 3. Dažniausiai tai nutinka antroje kovo pusėje ir išlieka iki spalio mėnesio.

4. Į Lietuvoje skelbiamų biometeorologinių prognozių sąrašą įtraukus ir kitas biometeorologines prognozes, prisitaikymas (ar apsisaugojimas) prie klimato kaitos būtų daug efektyvesnis.

Literatūra

- Bukantis, A.; Šinkūnas, P.; Taločkaitė, E. 2007. *Žmogaus sveikata. Klimato kaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje*. Vilnius.
- Černiauskaitė, V. 2006. Meteorologinių sąlygų įtaka *alnus*, *betula* ir *corylus* žiedadulkių sklaidai, iš *Konferencijos „Ap-linka ir pasaulis“ pranešimų santraukų rinkinys*. Šiauliai, 12–13.
- Dessai, S. 2002. Heat stress and mortality in Lisbon. Part I: model construction and validation, *International Journal of Biometeorology* 47(1): 6–12. doi:10.1007/s00484-002-0143-1
- Elwood, M.; Jopson, J. 1997. Melanoma and sun exposure: an overview of published studies, *Journal Cancer* 73: 198–203.
- Epidemiology. 2008. *Impact of and Adaption Extreme Weather Event in Changing Climate. ISEE 20th Annual Conference* 19(6). Pasadena, California: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Gosling, S. N.; McGregor, G. R.; Páldy, A. 2007. Climate change and heat-related mortality in six cities part I: model construction and validation, *International Journal of Biometeorology* 51(6): 525–540. doi:10.1007/s00484-007-0092-9
- Höppe, P. 1999. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment, *International Journal of Biometeorology* 43: 71–75. doi:10.1007/s004840050118
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Jendritzky, G.; Bucher, K. 1992. Medical-meteorological fundamentals and their utilization in Germany, in *Proceedings of the Weather and Health Workshop* 42–59.
- Kažys, J.; Rimkus, E.; Liukaitytė, J. 2008. Globalios klimato kaitos poveikis žmogaus sveikatai, iš *Biota ir globali kaita*, I knyga, 91–106.
- Kirch, W.; Menne, B.; Bertollini, R. 2005. *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Springer-Verlag. doi:10.1007/3-540-28862-7
- Liukaitytė, J. 2007. *Žiedadulkių kiekis ore artimiausiomis dienomis didės* [žiūrėta 2009 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.lrytas.lt/?id=11774475731175754280&view=4>>.
- Liukaitytė, J.; Rimkus, E. 2008. Karštų orų keliamo terminio diskomforto Lietuvoje vertinimas, *Geografija* 2: 58–65.
- Liukaitytė, J.; Savanevičius, J.; Rimkus, E. 2008. Atmosferos cirkuliacijos poveikio gyventojų sveikatos būklei Lietuvoje įvertinimas, iš *11-oji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios 2008 m. balandžio 3 d., straipsnių rinkinys*. Vilnius: Technika, 65–72.
- Martinkėnas, A.; Kaminskas, V.; Varoneckas, G. 2007. Forecast model of impact of meteorological factors on coronary artery disease patients, *Informatica* 3: 407–418.
- Massen, F. 2001. *The New Windchill Formula. A Short Explanation* [žiūrėta 2009 m. kovo 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.restena.lu/meteo_lcd/papers/windchill/newwindchill.html>.
- Masterton J. M.; Richardson, F. A. 1979. *A Method of Quantifying Human Discomfort due to Excessive Heat and Humidity*. Environment Canada.
- Matzarakis, A.; de Freitas, C.; Scott, D. 2004. *Advances in Tourism Climatology*. Freiburg.
- Matzarakis, A.; Gulyas, A. 2006. A contribution to the thermal bioclimate of Hungary – mapping of physiologically equivalent temperature, *Landscape, Environment and Society Studies* 479–488.
- McMichael, A. J., et al. 2003. *Climate Change and Human Health - Risks and Responses*. Campbell-Lendrum, World Health Organization (WHO).
- Orgaz M. D. et al. 2002. *Influence of Weather and Climate on Infectious Diseases. An Investigation in Aveiro Region* [žiūrėta 2009 m. kovo 3 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.iugg.org/members/nationalreports/portugal-iamas.pdf>>.
- Riederschmid, R. 1938. Zur Entwicklung der natuerlichen ultravioletstrahlung, *Radiologica* 2: 126–137.
- Sargent II, F. 1982. *Hippocratic Heritage: a History of Ideas About Weather and Human Health*. New York.
- Unger, J. 1999. Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city, *International Journal of Biometeorology* 43(3): 139–143. doi:10.1007/s004840050129
- VASC. 2009. Klimato kaita ir sveikata [žiūrėta 2009 m. kovo 2 d.]. Prieiga per internetą: <http://vasc.sam.lt/klimatas_ir_sveikata.pdf>.
- WHO. 2002. Global Solar UV index. A Practical Guide.
- WHO. 2004. Heat-waves: risks and responses. *Health and Global Environment Change* 2.
- WMO. 2004. Guidelines on Biometeorology and Air Quality Forecasts. *WMO/TD* No. 1184.

BIOMETEOROLOGICAL FORECASTS AS ADAPTATION MEASURES IN THE CONTEST OF CLIMATE CHANGE

I. Nariūnaitė, J. Liukaitytė

Summary

The basic aim of this paper is to review biometeorological forecasts in Lithuania as well as their necessities and adjustments toward climate change. Weather alterations and climate anomalies make a substantial impact on human health (physical and psychological), and therefore biometeorological forecasts are useful to foresee and elude some negative climate influence.

Keywords: biometeorological forecasts, climate change, adaptation.