

# Vidutinės oro temperatūros dinamika Lietuvoje

Ana Mickievič,

Egidijus Rimkus

Vilniaus universitetas,  
M. K. Čiurlionio g. 21/27,  
LT-03101 Vilnius  
El. paštas: a.mickievic@gmail.com;  
egidijus.rimkus@gf.vu.lt

Mickievič A., Rimkus E. Vidutinės oro temperatūros dinamika Lietuvoje. *Geografija*. 2013. T. 49(2). ISSN 1392-1096.

Darbe pateikta Vilniaus meteorologijos stoties vidutinės oro temperatūros 1778–2012 m. kaitos analizė bei atliktas 1850–2012 m. Vilniaus MS mėnesinės vidutinės oro temperatūros tendrų palyginimas su globalios ir Šiaurės pusrutulio temperatūros tendrais. Pokyčių tendencijos Vilniuje palygintos ir su pokyčiais kituose Lietuvos regionuose. Taip pat apskaičiuotos 16 Lietuvos meteorologijos stočių vidutinės, minimalios ir maksimalios oro temperatūros anomalijų kaitos tendencijos 1961–2010 m. Įvertintas nustatytų pokyčių statistinis reikšmingumas.

Nustatyta, jog Vilniuje vidutinė metinė oro temperatūra 1778–2012 m. pakilo 1,4 °C. Didžiausi pokyčiai – žiemos mėnesiais, mažiausi – šiltuoju metų laiku. Palyginus globalios, Šiaurės pusrutulio ir Vilniaus miesto oro temperatūros anomalijų kaitos tendencijas, nustatyta, kad Vilniuje oro temperatūra auga beveik dvigubai sparčiau. Žiemą globalių ir Vilniaus oro temperatūros anomalijų ženklas sutampa dažniau nei vasarą. 1961–2010 m. nustatyti oro temperatūros pokyčiai įvairiuose Lietuvos regionuose yra labai panašūs: ryškiausia vidutinės oro temperatūros kilimo tendencija apskaičiuota žiemą, o rudenį, taip pat kaip ir gegužės bei birželio mėn., oro temperatūra kito labai nedaug. Dienų su teigiamomis oro temperatūros anomalijomis skaičius Lietuvoje statistiškai reikšmingai augo, o neigiamų – mažėjo. Nedidelis suminio anomalijų skaičiaus augimas rodo Lietuvos klimato ekstremalumo didėjimo tendenciją.

**Raktažodžiai:** oro temperatūra, oro temperatūros anomalijos, oro temperatūros kaita Lietuvoje, globali oro temperatūra

## ĮVADAS

Oro temperatūra labiausiai atspindi klimatą formuojančių atmosferos reiškinių ir procesų metinį bei paros ritmą. Klimato kitimą pirmiausiai parodo oro temperatūros režimo pokyčiai (Galvonaitė, 2007). Viso pasaulio visuomenei vis didesnį susirūpinimą kelia su klimato kaita susiję reiškiniai: nepalankiai sveikatą veikiančios karščio bangos, dideli temperatūros svyravimai, potvyniai, užkrečiamųjų ligų skaičiaus didėjimas, sausras, naujos ligos, parazitų plitimas. Keičiantis klimatui kinta ir orų sąlygos, padidėja ekstremalių oro sąlygų pasikartojimo tikimybė, tuo pačiu ir oro temperatūros anomalijų, ypač ekstremalių karščių tikimybė. Per pastaruosius dešimtmečius dėl anomalijų karščių

Europoje išaugo žmonių mirtingumas (Climate..., 2007). Tad orų anomalijų dinamikos tyrimai yra svarbi bendrų klimato kaitos tyrimų dalis.

Dauguma mokslininkų teigia, jog klimato atšilimas – tai antropogeninės veiklos rezultatas (Cook, 2013), mažesnė dalis tai sieja su natūralios kilmės veiksniais (Carter, 2007). Akivaizdžių klimato pokyčių fone bet kuriuo atveju būtina išsami regioninių oro temperatūros tendencijų analizė, leidžianti tiksliau parinkti prisitaikymo priemones. Regioninių pokyčių dydis ir ženklas gali ir nesutapti su analogiškais globalių pokyčių rodikliais (Morice ir kt., 2012). Baltijos jūros regione buvo atlikta nemažai tyrimų, kurie įvertino atskirų regiono dalių (Jaagus, 2006; Anisimov ir kt., 2007; Rusak, 2009; Tietäväinen ir kt., 2009; Klavins ir Rodinov, 2010;

Ustrnul ir kt., 2012) arba viso regiono (Omstedt ir kt., 2004) oro temperatūros ir jų anomalijų trendus.

Lietuvoje oro temperatūra pradėta matuoti 1770 m. Vilniaus universiteto Astronomijos observatorijoje. Duomenys išlikę nuo 1777 m. Pirmieji Lietuvos klimato aprašymai randami XIX a. rusų ir lenkų mokslininkų darbuose. Vėliau apie tai rašė lietuvių mokslininkai: K. Pakštas, S. Olšauskas, J. Krikščiūnas ir kt. (Bukantis, 1994). Ypač daug lietuvių mokslininkų įsitraukė į klimato tyrimus XX a. II pusėje. Išsamus tyrimas apie oro temperatūros anomalijas ir oro temperatūros trendus atliktas A. Bukančio ir L. Rimkutės (Bukantis ir kt., 1998). Oro temperatūros bei jos ekstremumų tendencijai analizuoti ir vėlesniuose tyrimuose (Bukantis ir kt., 2001; Bukantis, Valiūškevičienė, 2005). Paskutinės mokslinės publikacijos referuojamuose mokslo žurnaluose šia tema buvo išspausdintos beveik prieš dešimtmetį (Bukantis, Rimkus, 2005; Rimkus ir kt., 2006). Kintančio globalaus klimato sąlygomis būtina nuolat pateikti naujausius klimato kaitos tendencijų vertinimo rezultatus, svarbius regioninių klimato pokyčių vertinimui.

Šio tyrimo tikslas – įvertinti Lietuvos vidutinės oro temperatūros kaitos tendencijas. Darbe analizuojama vidutinės oro temperatūros chronologinė kaita Lietuvos meteorologijos stotyse, o gauti rezultatai lyginami su globalios temperatūros trendais. Taip pat įvertintos oro temperatūros anomalijų pasikartojimo kaitos tendencijos Lietuvos teritorijoje.

## PRADINIAI DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Darbe buvo panaudoti Lietuvos meteorologijos stočių (MS) oro temperatūros duomenys, gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos archyvų bei globalios ir Šiaurės pusrutulio oro temperatūros anomalijų sekos, gautos iš Rytų Anglijos universiteto, Klimato tyrimo padalinio, duomenų bazės (Jones ir kt., 2012). Darbe analizuojamos duomenų sekos:

- 1778–2012 m. vidutinė mėnesio oro temperatūra Vilniaus MS;
- 1850–2012 m. globalios, Šiaurės pusrutulio ir Vilniaus MS vidutinės mėnesio oro temperatūros nuokrypiai nuo 1961–1990 m. vidurkio;
- 1961–2010 m. Klaipėdos, Laukuvos, Kauno, Utenos vidutinės mėnesio oro temperatūros ir jų anomalijos. Išvardintos stotys reprezentuoja ketu-

ris Lietuvos klimatinis rajonus: Pajūrio, Žemaičių, Vidurio žemumos ir Pietryčių aukštumos;

- 1961–2010 m. 16 Lietuvos meteorologijos stočių vidutinės, maksimalios ir minimalios paros oro temperatūros ir jų anomalijos.

Pirmajame darbo etape yra analizuojama viena ilgiausių Rytų Europoje Vilniaus MS vidutinės oro temperatūros seka nuo 1778 m. Nustatant vidutinę daugiametę oro temperatūrą buvo apskaičiuotos vidutinės viso tiriamojo laikotarpio reikšmės bei paskutiniojo 30 m. laikotarpio (1981–2010) vidurkiai ir įvertintos kaitos tendencijos. Be to, atlikta 1778–2012 m. Vilniaus MS oro temperatūros sekos slankiųjų trisdešimtmečių tendencijų kaitos analizė.

Antrajame darbo etape globalios ir Šiaurės pusrutulio vidutinės oro temperatūros sekos 1850–2012 m. yra lyginamos su Vilniaus MS vidutinės oro temperatūros seka. Tyrimo metu buvo palygintas Vilniaus ir globalios bei Vilniaus ir Šiaurės pusrutulio temperatūros nuokrypių ženklas.

Trečiajame darbo etape buvo lyginamos Lietuvos oro temperatūros kaitos tendencijos 1961–2010 m. skirtinguose šalies regionuose.

Paskutinėje darbo dalyje analizuojamos 16 Lietuvos MS vidutinės, maksimalios ir minimalios oro temperatūros teigiamų ir neigiamų anomalijų bei suminio dienų su anomalijomis skaičiaus kaitos tendencijos. Tuo tikslu vidutinė daugiametė oro temperatūra ( $t_{\text{vid.}}$ ) ir standartinis nuokrypis ( $s$ ) lyginami su konkrečios dienos faktine temperatūra ( $t$ ). Darbe anomalija oro temperatūra laikoma, kai  $t_{\text{vid.}} - s \geq t$  arba  $t_{\text{vid.}} + s \leq t$ .

Mann–Kendell testas buvo panaudotas siekiant įvertinti pokyčių statistinį reikšmingumą. Tai neparаметrinis testas tendencijų nustatymui laiko sekoje (Helsel, Hirsch, 1992). Statistiškai reikšmingais laikyti tos testo statistikos reikšmės, kurių tikimybė  $p$  buvo mažesnė nei 0,05. Įvertinus tiesinio trendo statistinį patikimumą, papildomai buvo apskaičiuotas trendo tiesinės regresijos koeficientas. Gauti rezultatai kartografuoti naudojant ArcGis programą. Taškiniams, tarpusavyje palyginamiems, duomenims konvertuoti į ištisinį paviršiaus modelį buvo panaudotas *Spline* interpoliavimo metodas.

## VILNIAUS ORO TEMPERATŪROS KAITA

Vilniui būdingas vidutinių platumų klimatas su žemiausia temperatūra sausį ir aukščiausia liepą (Galvonaitė ir kt., 2007). Vidutinė daugiametė

oro temperatūra 1778–2012 m. lygi 5,7 °C ir kito nuo 3,0 °C (1799) iki 7,7 °C (1934, 1989, 2000, 2008). Žemiausia vidutinė mėnesio oro temperatūra užfiksuota 1803 m. sausį (–20,5 °C), aukščiausia – 2010 m. liepą (21,8 °C). Net keturi rekordiški šilti mėnesiai užfiksuoti XXI a., o paskutinis šalčio rekordas buvo 1952 m. (1 lentelė).

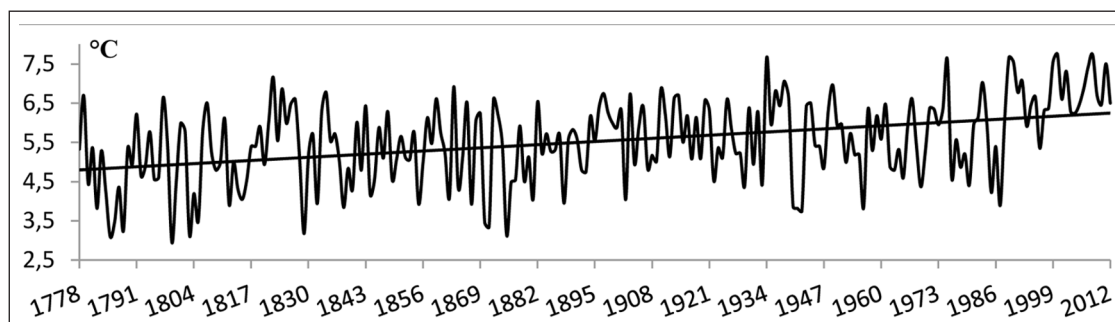
Didžiausias oro temperatūros kintamumas (remiantis vidutiniu kvadratinu nuokrypiu) nustatytas žiemos mėnesiais, atitinkamai sausį–kovą, o mažiausias šiltuoju metų laiku – birželį, liepą, rugpjūtį ir rugsėjį (1 lentelė).

Per 1778–2012 m. laikotarpį išryškėjo vidutinės metinės oro temperatūros augimo tendencija. Statistiškai reikšmingo trendo regresijos koeficientas lygus +0,062 °C/10 m. Tai reiškia, jog per analizuojamąjį periodą oro temperatūra išaugo 1,4 °C (1 pav.). Tokius pokyčius daugiausiai lėmė oro temperatūros augimas per pastaruosius tris dešimtmečius (nuo 1988 m.). Vidutinė oro temperatūra visais 1981–2010 m. mėnesiais (išskyrus lapkritį) yra didesnė nei vidutinė temperatūra 1778–2012 m. (didžiausias skirtumas sausio mėn. siekia 2,1 °C) (1 lentelė).

1 lentelė. Oro temperatūros rodikliai (°C) Vilniuje

Table 1. Air temperature (°C) parameters in Vilnius

| Mėnuo<br>Month | Oro temperatūra / Air temperature     |           |                  |                        |                 |               | Vidutinis kvadratinis nuokrypis<br>Standard deviation |
|----------------|---------------------------------------|-----------|------------------|------------------------|-----------------|---------------|-------------------------------------------------------|
|                | Vidutinė daugiametė<br>Mean long-term |           | Maksimali<br>Max | Metai<br>Year          | Minimali<br>Min | Metai<br>Year |                                                       |
|                | 1778–2012                             | 1981–2010 |                  |                        |                 |               |                                                       |
| I              | –6,3                                  | –4,2      | 0,8              | 1989                   | –20,5           | 1803          | 3,8                                                   |
| II             | –5,3                                  | –4,1      | 2,9              | 1990                   | –16,3           | 1929          | 3,4                                                   |
| III            | –1,3                                  | –0,1      | 5,1              | 2007                   | –9,4            | 1942, 1952    | 2,8                                                   |
| IV             | 5,5                                   | 6,8       | 11,3             | 2000                   | –0,1            | 1839          | 2,1                                                   |
| V              | 12,3                                  | 12,7      | 17,5             | 1906                   | 5,9             | 1864          | 2,1                                                   |
| VI             | 15,5                                  | 15,6      | 19,6             | 1999                   | 10,4            | 1806          | 1,7                                                   |
| VII            | 16,7                                  | 17,8      | 21,8             | 2010                   | 12,9            | 1832          | 1,6                                                   |
| VIII           | 16,0                                  | 16,9      | 21,1             | 1846                   | 13,2            | 1884, 1885    | 1,6                                                   |
| IX             | 11,4                                  | 11,8      | 15,7             | 1866                   | 8,1             | 1894          | 1,5                                                   |
| X              | 6,3                                   | 6,6       | 10,7             | 1907                   | 0,4             | 1805          | 1,8                                                   |
| XI             | 1,0                                   | 1,0       | 5,2              | 1926                   | –7,7            | 1786          | 2,2                                                   |
| XII            | –3,5                                  | –3,0      | 3,1              | 2006                   | –19,0           | 1788          | 3,3                                                   |
| I–XII          | 5,7                                   | 6,5       | 7,7              | 1934, 1989, 2000, 2008 | 2,95            | 1799          | 1,0                                                   |



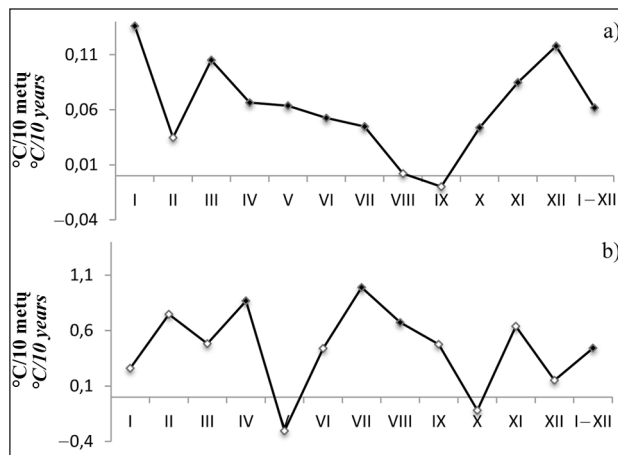
1 pav. Vidutinės metinės oro temperatūros kaita Vilniuje 1778–2012 m.

Fig. 1. The dynamics of annual mean air temperature in Vilnius in 1778–2012

Latvijoje ir Estijoje taip pat nustatyta oro temperatūros kilimo tendencija. Remiantis Rygos universiteto meteorologinės stoties 1795–2007 m. laikotarpio duomenimis, nustatyta, kad vidutinė metinė temperatūra padidėjo 1,0 °C. Tiek Latvijoje, tiek Estijoje nuo 1970 m. nustatytas staigus oro temperatūros augimas (Jaagus, 2006; Klavins, Rodinov, 2010). Suomijoje oro temperatūra 1909–2008 m. išaugo 0,93 °C. Jei per visą analizuojamąjį periodą labiausiai išaugo pavasario temperatūra, tai antroje jo pusėje daugiausiai šilo žiemos (Tietäväinen ir kt., 2009). Europinėje Rusijos dalyje nustatytas 0,5 °C vidutinės metinės oro temperatūros padidėjimas XX a. (Anisimov ir kt., 2007).

Analizuojant vidutinės metinės oro temperatūros trendus atskirais tiriamojo laikotarpio trisdešimtmečiais nustatyti trys stipraus oro temperatūros kilimo laikotarpiai. Pirmasis toks laikotarpis išskirtas 1799–1828 m., kai trendo reikšmė siekė 0,65 °C/10 metų. 1870–1899 m. trendas buvo lygus 0,53 °C/10 metų. Trečiuoju 1976–2005 m. laikotarpiu taip pat apskaičiuotas statistiškai reikšmingas trendas, lygus 0,65 °C/10 metų. Stipriausias oro temperatūros kritimas 1821–1850 m. buvo lygus –0,38 °C/10 metų. Nuo 1960 m. fiksuojami tik teigiami trendai (2 pav.).

Skirtingais mėnesiais oro temperatūra Vilniuje kito nevienodai. Didžiausi pokyčiai 1778–2012 m. nustatyti žiemos mėnesiais, mažiausi – šiltuoju metų laiku. Oro temperatūros trendai rodo, jog labiausiai oras atšilo sausio mėn. (3,2 °C). Taip pat stiprūs temperatūros trendai nustatyti gruodžio ir kovo mėn. Nedidelė oro temperatūros žemėjimo tendencija pastebima rugsėjo mėn. Rugsjūtis, kuris pagal paskutiniuosius 1778–2004 m. duomenis dar išsiskyrė neryškia oro temperatūros žemėjimo tendencija (Rimkus ir kt., 2006), dabar įgijo nulinį trendą. Dauguma pokyčių statistiškai reikšmingi (3a pav.).



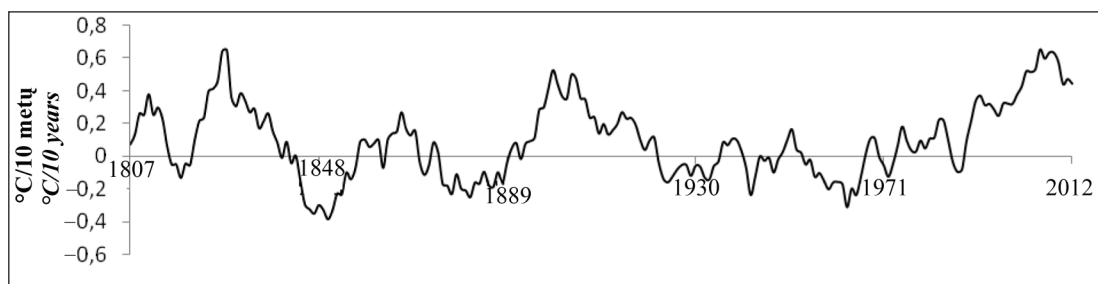
**3 pav.** Vidutinės mėnesio oro temperatūros kaitos tendencijos (°C/10 metų) Vilniuje: a) 1778–2012 m.; b) 1981–2010 m. (juodai pažymėti statistiškai reikšmingi trendai)

**Fig. 3.** Mean monthly air temperature trends (°C/10 years) in Vilnius: a) 1778–2012, b) 1981–2010 (statistically significant trends marked in black)

1981–2010 m. temperatūros kaitos tendencijos išsiskiria didesniu svyravimo diapazonu (skirtingai nei anksčiau analizuoto laikotarpio). Statistiškai reikšmingi pokyčiai apskaičiuoti tik balandį, liepą, rugpjūtį bei vidutiniškai per metus. Per paskutinį trisdešimtmetį oro temperatūra Vilniuje pakilo 1,3 °C. Be to, skirtingai nei 1778–2012 m., neigiami trendai nustatyti gegužės ir spalio mėn., o itin spartus oro temperatūros kilimas pastaruoju metu fiksuojamas šiltuoju laikotarpiu (3b pav.).

### GLOBALIOS, ŠIAURĖS PUSRUTULIO IR VILNIAUS ORO TEMPERATŪROS KAITOS TENDENCIJOS 1850–2012 M.

Globali ir Šiaurės pusrutulio 1850–2012 m. laikotarpio vidutinė metinė oro temperatūra augo, o pokyčiai yra statistiškai reikšmingi.



**2 pav.** Vilniaus MS 1778–2012 m. trisdešimtmečių trendų dydžių kaita °C/10 metų

**Fig. 2.** The dynamics of the thirty-year period trend values (°C/10 years) in Vilnius in 1778–2012

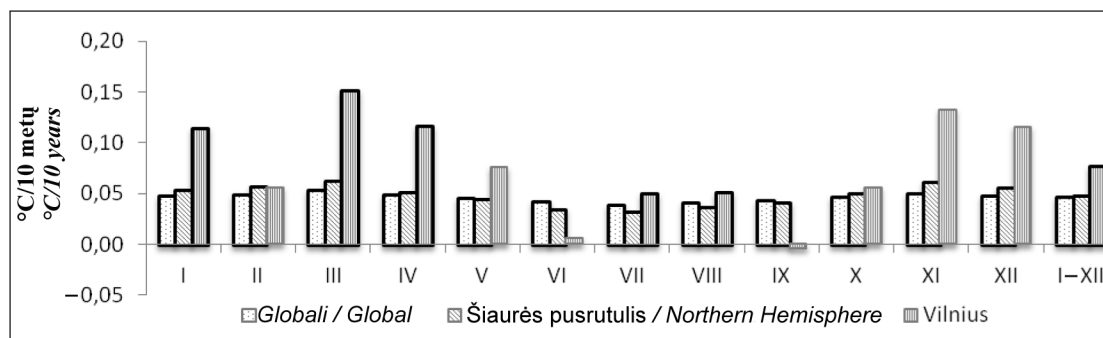
Apskaičiuoti regresijos koeficientai atitinkamai lygus  $+0,046\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$  ir  $+0,048\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$ . Vilniaus MS nustatytas statistiškai reikšmingas teigiamas tiesinis trendas, kurio regresijos koeficientas lygus  $+0,077\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$ , t. y. oro temperatūra Vilniuje auga greičiau (4 pav.).

Labiausiai skiriasi pokyčiai šaltuoju laikotarpiu (4 pav.). Vilniuje pokyčiai yra kur kas didesni, o oro temperatūros augimas kovo mėn. per 1850–2012 m. siekia net  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , t. y. beveik trigubai daugiau nei globaliu mastu. Taip pat išsiskiria kiti šaltojo laikotarpio mėnesiai (tik vasarį pokyčių mastas beveik sutampa). Birželį Vilniaus oro temperatūros augimo tendencija yra silpnesnė negu globalios ar Šiaurės pusrutulio, o rugsėjo mėn. Vilniuje apskaičiuotas silpnas neigiamas tiesinis trendas ( $-0,004\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$ ), kai globaliu mastu oro temperatūra auga.

Regioniniai pokyčiai pasižymi didesniais sezoniniais skirtumais (atskiris mėnesiai pokyčių ženklas gali ir nesutapti su globalių pokyčių ženklu). Kuo didesnė teritorija, tuo tolygiau per metus išsidėsto oro temperatūros tendų reikšmės, be to, mažėja tarpmetinė oro temperatūros kaita. Didžiausią įtaką daro vandenynai, kurie ypač stipriai

didina terminį analizuojamos teritorijos inertiškumą. Aukštesiose šiaurės pusrutulio platumose oro temperatūra auga sparčiau nei vidutiniškai Žemėje (Morice ir kt., 2012), todėl ir Vilniuje teigiami oro temperatūros trendai yra didesni.

Regioniniai oro temperatūros svyravimai ne visada sutampa su globalios oro temperatūros kitimu. Gali skirtis ne tik anomalijos dydis, bet ir nuokrypio ženklas. Nustatyta, kad Vilniaus ir globalios metinės oro temperatūros nuokrypio nuo vidurkio ženklo sutapimas lygus 58 %, o Šiaurės pusrutulio – vienu procentu didesnis. Šiaurės pusrutulio oro temperatūros svyravimai daugiausiai lemia globalios oro temperatūros nuokrypius, kadangi šiame pusrutulyje yra didesni sausumos plotai su ryškesniais oro temperatūros svyravimais. Dažniausiai Šiaurės pusrutulyje ir Lietuvoje nuokrypių ženklas sutampa sausio, kovo ir lapkričio mėn. Tais mėnesiais Lietuvoje dominuoja advekciniai procesai (Bukantis, 1994). Mažiausiai sutampa liepos ir rugsėjo mėn. Šiltuoju metų laiku atmosferos cirkuliacijos intensyvumas yra mažiau intensyvus (Galvonaitė ir kt., 2007) ir galimos dažnesnės lokalios oro temperatūros anomalijos (2 lentelė).



**4 pav.** Globalios, Šiaurės pusrutulio ir Vilniaus MS vidutinės mėnesio oro temperatūros trendo reikšmės 1850–2012 m. (juodai paryškinti statistiškai reikšmingi trendai)

**Fig. 4.** Global, Northern Hemisphere and Vilnius MS mean monthly air temperature trend values in 1850–2012 (statistically significant trends marked in black)

**2 lentelė. Atvejų skaičius (%) 1850–2012 m., kai sutapo vidutinės mėnesinės oro temperatūros nuokrypio nuo vidurkio ženklas**

**Table 2. Number of cases (%) in 1850–2012 when the anomaly sign of the mean monthly air temperature coincided**

| Mėnuo<br>Month                                                | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | I–XII |
|---------------------------------------------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-------|
| Globali – Vilnius<br>Global – Vilnius                         | 62 | 56 | 64  | 58 | 56 | 55 | 50  | 57   | 46 | 58 | 63 | 55  | 58    |
| Šiaurės pusrutulis – Vilnius<br>Northern Hemisphere – Vilnius | 67 | 59 | 66  | 61 | 55 | 61 | 54  | 56   | 50 | 63 | 66 | 56  | 59    |

Nustatyta, jog net ir ilgalaikiai globalios metinės oro temperatūros ciklai ne visada sutampa su regioniniais. Tik XX a. vid. prasidėjęs oro temperatūros mažėjimas, po to staigus augimas vienodai sėkmingai aptinkamas ir Vilniaus, ir globaliose sekose. Tik jei didžiausias oro temperatūros augimas Vilniuje prasidėjo 1988 m., tai globaliu mastu oro temperatūros kilimo pradžia fiksuota 1977 m.

### ORO TEMPERATŪROS KAITOS TENDENCIJOS LIETUVOS TERITORIJOJE 1961–2010 M.

Lietuvoje 1961–2010 m. ryškiausia vidutinės oro temperatūros kilimo tendencija nustatyta žiemą. Šiuo metų laiku didžiausi trendai apskaičiuoti visose analizuojamose meteorologijos stotyse. Labiausiai šilo rytiniai Lietuvos rajonai (vidutiniškai  $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$ ), kiek mažiau pajūris ( $0,54\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$ ) ir Vakarinė Lietuvos dalis ( $0,53\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$ ).

Stipriausi pokyčiai nustatyti sausį – nuo  $0,63\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$  pajūryje iki  $0,90\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ metų}$  Pietryčių aukštumos rajone. Statistiškai reikšmingi trendai buvo tik Vidurio žemumos ir Pietryčių aukštumos rajonuose. Visuose Lietuvos regionuose statistikai reikšmingi trendai buvo balandį, liepą, rugpjūtį. Taip pat statistikai reikšmingai visoje teritorijoje augo ir vidutinė metinė oro temperatūra. Rudenį, taip pat kaip ir gegužės bei birželio mėn., oro temperatūra kito labai nedaug. Birželį bei rugsėjį kai kuriuose Lietuvos regionuose užfiksuotos ir statistikai nereikšmingos neigiamos oro temperatūros tendencijos (5 pav.).

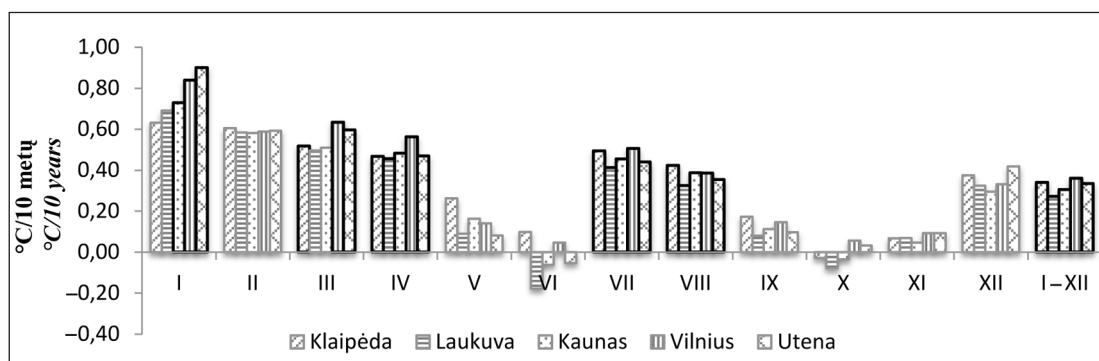
Būtina paminėti, jog oro temperatūros tendencijos, užfiksuotos Vilniuje, yra labai artimos užfiksuotoms kituose Lietuvos miestuose (net ir netoliese esančioje Utenoje). Galima daryti išvadą, jog nepaisant, kad kito Vilniaus meteorologijos stoties vieta, be to, temperatūros režimui įtakos galėjo daryti miesto plėtra (paminėtina, jog antroje tiriamojo laikotarpio dalyje Vilniaus MS buvo už miesto ribų), nustatytos tendencijos Vilniaus mieste yra reprezentatyvios, temperatūros kaitos tendencijos (apskaičiuotos nuo 1778 m.) gerai atspindi regionines kaitos tendencijas.

### TEMPERATŪROS ANOMALIJŲ SKAIČIAUS KAITOS TENDENCIJOS LIETUVOJE

Analizuojant dienų su anomalijomis kaitos tendencijas nustatyta, jog vidutinės oro temperatūros suminis dienų su anomalijomis skaičius didėja (6a pav.). Tai susiję su tuo, kad teigiamų anomalijų skaičius augo greičiau nei mažėjo neigiamų.

Lietuvoje per 1961–2010 m. laikotarpį vidutinės oro temperatūros dienų su teigiamomis anomalijomis skaičius per metus išaugo ir pokyčiai visoje šalies teritorijoje yra statistikai reikšmingi. Didžiausi vidutinės oro temperatūros pasikeitimai nustatyti šiaurinėje Lietuvos dalyje bei Kuršių nerijoje –  $>10$  dienų/10 metų. Mažiausi teigiami pokyčiai nustatyti Pietryčių Lietuvoje (6b pav.).

Dienų su neigiamomis anomalijomis per pastarąjį penkiasdešimtmetį visoje Lietuvoje sumažėjo. Nustatyti trendai yra statistikai reikšmingi. Didžiausi neigiami regresijos koeficientai nustatyti šiaurinėje Lietuvos dalyje, Pajūrio rajone. Pietryčių



**5 pav.** Lietuvos MS vidutinės mėnesio temperatūros trendo reikšmės (juodai paryškinti statistikai reikšmingi trendai)

**Fig. 5.** The trend values of mean monthly temperature of meteorological stations located in Lithuania (statistically significant trends marked in black)

aukštumos klimatiname rajone bei Laukuvos MS apskaičiuoti mažiausi neigiami trendai (6c pav.).

Didžiausi teigiami suminiai dienų su anomalijomis pokyčiai analizuojamuoju 1961–2010 m. laikotarpiu nustatyti Aukštaičių klimatiname parajonyje (vidutiniškai 2,7 dienų/10 metų). Kiek

mažesni pokyčiai nustatyti vakarinėje Lietuvos dalyje ir Pajūrio rajone. Apskaičiuoti suminiai dienų su anomalijomis pokyčiai nėra statistiškai reikšmingi (6a pav.).

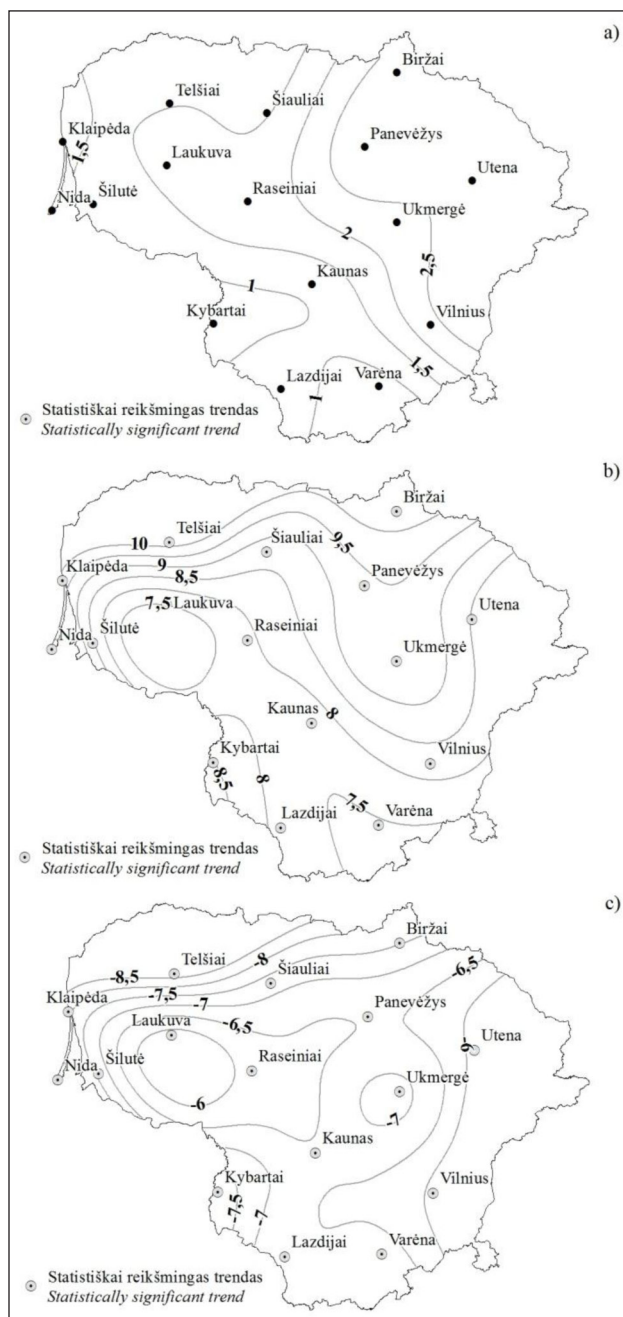
## IŠVADOS

1. Vidutinė oro temperatūra Vilniuje 1778–2012 m. pakilo  $1,4^{\circ}\text{C}$ . Didžiausi pokyčiai nustatyti žiemos mėnesiais (sausį –  $3,2^{\circ}\text{C}$ ), mažiausi – šiltuoju metų laiku. Analizuojant trisdešimties metų laikotarpius nustatyta, jog nuo 1959–1988 m. fiksuojami tik teigiami oro temperatūros trendai. Tai daugiausiai lėmė spartus oro temperatūros augimas Lietuvoje, prasidėjęs 1988 m. 1981–2010 m. Vilniuje oro temperatūra pakilo  $1,3^{\circ}\text{C}$ , o oro temperatūros kaitos tendencijos atskirais mėnesiais išsiskiria didesniu svyravimo diapazonu.

2. Vilniuje oro temperatūra 1850–2012 m. augo greičiau nei globaliu mastu (ypač šaltuoju metų laikotarpiu). Pokyčiai kovo mėn. beveik trigubai didesni. Vienodo ženklo kaitos tendencijos užfiksuotos visais metų mėnesiais, išskyrus rugsėjį. Nustatyta, kad Vilniaus ir Šiaurės pusrutulio metinės temperatūros nuokrypių ženklas dažniausiai sutampa sausio, kovo ir lapkričio mėn., kai Lietuvoje dominuoja advekciniai procesai. Mažiausiai – liepos ir rugsėjo mėn. Tai sietina su didesne regioninių oro temperatūros anomalijų galimybe šiltuoju metų laiku.

3. Lietuvoje 1961–2010 m. ryškiausia vidutinės oro temperatūros kilimo tendencija nustatyta žiemą (stipriausi pokyčiai – sausį). Šiuo metų laiku labiausiai šilo Rytų Lietuva. Visuose Lietuvos regionuose statistiškai reikšmingi trendai buvo balandį, liepą, rugpjūtį. Taip pat statistiškai reikšmingai visoje teritorijoje augo ir vidutinė metinė oro temperatūra, o rudenį, taip pat kaip ir gegužės bei birželio mėn., oro temperatūra kito labai nedaug.

4. Lietuvoje per 1961–2010 m. laikotarpį teigiamų vidutinės oro temperatūros paros anomalijų skaičius per metus išaugo, o neigiamų anomalijų skaičius – sumažėjo. Nustatyti trendai beveik visoje Lietuvoje yra statistiškai reikšmingi. Nustatyta, jog suminis dienų su anomalijomis skaičius auga (pokyčiai daugeliu atvejų nėra statistiškai reikšmingi). Tai susiję su tuo, jog teigiamų anomalijų skaičius augo greičiau nei mažėjo neigiamų. Galima teigti, jog analizuojamuoju



**6 pav.** Vidutinės paros oro temperatūros suminio (a), teigiamų (b) ir neigiamų (c) anomalijų (dienomis per dešimtmetį) skaičiaus kaitos tendencijos 1961–2010 m.  
**Fig. 6.** Changes (number of days per decade) of total (a), positive (b) and negative (c) anomalies reoccurrence of mean daily air temperature in 1961–2010

laikotarpiu Lietuvos klimato ekstremalumas mažai padidėjo.

Gauta 2013 10 14  
Priimta 2013 11 21

## LITERATŪRA

1. Anisimov O. A., Lobanov V. A., Reneva S. A. 2007. Analysis of changes in air temperature in Russia and empirical forecast for the first quarter of the 21st century. *Russian Meteorology and Hydrology*. 32: 620–626.
2. Bukantis A. 1994. *Lietuvos klimatas*. Vilnius.
3. Bukantis A., Gulbinas Z., Kazakevičius S., Kilkus K., Mikelinskienė A., Morkūnaitė R., Rimkus E., Samuila M., Stankūnavičius G., Valiuškevičius G., Žaromskis R. 2001. *Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje*. Vilnius: Geografijos institutas, Vilniaus universitetas.
4. Bukantis A., Kazakevičius S., Korkutis P., Markevičienė I., Rimkus E., Rimkutė L., Stankūnavičius G., Valiuškevičienė L., Žukauskaitė L. 1998. *Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje*. Vilnius.
5. Bukantis A., Rimkus E. 2005. Climate variability and change in Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*. 15(2): 100–104.
6. Bukantis A., Valiuškevičienė L. 2005. Ekstremalių oro temperatūros ir kritulių rodiklių kaita bei juos lemiantys veiksniai Lietuvoje XX amžiuje. *Geografijos metraštis*. 38(1): 7–17.
7. Carter R. M., de Freitas C. R., Goklany I. M., Holland D., Lindzen R. S. 2007. Climate Science and the Stern Review. *World Economics*. 8(2): 161–182.
8. *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson. Cambridge, Cambridge University Press: 7–22.
9. Cook J., Nuccitelli D., Green S. A., Richardson M., Winkler B., Painting R., Way R., Jacobs P., Skuce A. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters*. 8 024024. DOI:10.1088/1748-9326/8/2/024024.
10. Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Vilnius.
11. Helsel D. R., Hirsch R. M. 1992. Statistical methods in water resources. *Studies in Environmental Science*. 49. New York: Elsevier.
12. Jaagus J. 2006. Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. *Theoretical and Applied Climatology*. 83: 77–88.
13. Jones P. D., Lister D. H., Osborn T. J., Harpham C., Salmon M., Norrie C. P. 2012. Hemispheric and large-scale land surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2010. *Journal of Geophysical Research*. 117 (D5), 16. DOI: 10.1029/2011JD017139.
14. Klavins M., Rodinov V. 2010. Influence of large-scale atmospheric circulation on climate in Latvia. *Boreal environment research*. 15: 533–543.
15. Morice C. P., Kennedy J. J., Rayner N. A., Jones P. D. 2012. Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: The HadCRUT4 data set. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*. 117 (D8). DOI: 10.1029/2011JD017187.
16. Omstedt A., Pettersen C., Rodhe J., Winsor P. 2004. Baltic Sea climate: 200 yr of data on air temperature, sea level variation, ice cover, and atmospheric circulation. *Climate Research*. 25: 205–216.
17. Rimkus E., Bukantis A., Stankūnavičius G. 2006. Klimato kaita: faktai ir prognozės. *Geologijos akiračiai*. 1(61): 10–20.
18. Russak V. 2009. Changes in solar radiation and their influence on temperature trend in Estonia (1955–2007). *Journal of Geophysical Research*. 114 (D00D01). DOI:10.1029/2008JD010613.
19. Tietäväinen H., Tuomenvirta H., Venäläinen A. 2010. Annual and seasonal mean temperature in Finland during the last 160 years based on gridded temperature data. *International Journal of Climatology*. 30: 2247–2256.
20. Ustrnul Z., Wypych A., Kosowski M. 2012. Extreme temperatures and precipitation in Poland – an evaluation attempt. *Meteorologische Zeitschrift*. 21(1): 37–47. DOI: 10.1127/0941-2948/2012/0336.

Ana Mickievič, Egidijus Rimkus

## DYNAMICS OF MEAN AIR TEMPERATURE IN LITHUANIA

### *Summary*

Regional peculiarities of climate change can vary a lot and often do not coincide with global tendencies. Therefore the precise evaluation of regional trends is a very important part of climatic research. The main task of this work is to evaluate the air temperature changes in Lithuania. The following parameters have been evaluated:

- The mean monthly air temperature in Vilnius meteorological station (MS) in 1778–2012;
- Global, Northern Hemisphere and Vilnius MS mean monthly air temperature anomalies in 1850–2012;
- Dynamics of mean monthly air temperatures in Klaipėda, Laukuva, Kaunas, Utena (stations represent all four different Lithuanian climatic regions);
- Dynamics of number of daily air temperature anomalies in 16 Lithuanian MS in 1961–2010.

Statistical significance of determined trends was evaluated using nonparametric Mann–Kendall test.

The mean air temperature in Vilnius rose by 1.4 °C in 1778–2012. The maximum increase was observed in winter months (in January – 3.2 °C), and the smallest during March–October. Analysis of thirty-year periods shows that only positive temperature trends were recorded from 1960. This is mainly due to the rapid air

temperature rise since 1988. During the 1981–2010 period air temperature in Vilnius increased by 1.3 °C.

Air temperature in Vilnius has grown faster than global (especially during the cold period) in 1850–2012. Changes in March are almost three times larger. The same positive sign of the trends was recorded in all months with exception of September.

The largest air temperature rise in Lithuania in 1961–2010 was measured in winter (the strongest increase in January). Changes in Eastern Lithuania were the largest during this time of the year. In all regions of Lithuania statistically significant trends were determined in April, July, and August. Mean annual air temperature also significantly increased. Meanwhile air temperature changes in autumn as well as in May and June were very small.

The annual number of the positive temperature anomalies has increased, while number of the negative anomalies decreased in 1961–2010. Almost all trends are statistically significant. It was found that the total number of days with anomalies increased (in most cases changes are not statistically significant). This is due to the fact that the number of positive anomalies grew faster than decreased the number of negative anomalies. Therefore, it can be concluded that extremity of climate in Lithuania slightly increased.

**Key words:** air temperature, air temperature anomalies, air temperature changes in Lithuania, global air temperature changes