

Lietuvos kelių orų sąlygų (KOS) stotelių duomenų taikymas erdvinio temperatūros lauko analizei

Lauryna Šidlauskaitė,

Justas Kažys

Vilniaus universitetas,
M. K. Čiurlionio g. 21,
LT-03101 Vilnius
El. paštas: lauryna.sidlauskaitė@gf.vu.lt;
justas.kazys@gf.vu.lt

Šidlauskaitė L., Kažys J. Lietuvos kelių orų sąlygų (KOS) stotelių duomenų taikymas erdvinio temperatūros lauko analizei. *Geografija*. T. 48(2). ISSN 1392-1096.

Visame pasaulyje jau seniai kelių orų sąlygų informacinės sistemos (KOSIS) automatinių meteorologijos stočių duomenys naudojami daug plačiau nei vien tik kelio dangos apledėjimo (slidumo) prognozei. Darbo tikslas – pritaikyti Lietuvos automatinių KOS stotelių duomenis erdvinio temperatūros lauko analizei.

Darbe analizuojama teritorija yra vidurio Lietuvoje, daugiausiai Kauno bei šalia esančios apskritys. Panaudoti duomenys buvo iš automatinių KOSIS (KOS stotelių) ir meteorologijos stočių (MS). Duomenys surinkti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (LHMT) bei Lietuvos automobilių kelių direkcijos (LAKD) archyvų. Analizuojamasis laikotarpis – 2007 ir 2009 m.

Visų pirma buvo įvertintas duomenų tinkamumas temperatūros lauko analizei. Erdvinei analizei atlikti buvo brėžiami 2009 m. mėnesio temperatūros lauką ir metinę temperatūros amplitudę vaizduojantys žemėlapiai. Pasirinktas interpoliacijos metodas – splainų. Buvo lyginti laukai, brėžti tik iš kontrolinių MS duomenų, su laukais, gautais iš visų analizuojamų stočių reikšmių.

Nustatyta, jog į erdvinę temperatūros lauko analizę įtraukus KOS stotelių duomenis išryškėja didelių gradientų zona tarp Babtų ir Gynėvės KOS, kuri sudaro didelius skirtumus teritorijos šiaurinėje dalyje. Be to, buvo išskirta santykinai mažesnė temperatūros anomalija regiono pietuose netoli Dzūkų aukštumos ir nedidelė teigiama temperatūros anomalija žiemą pietrytinėje teritorijos dalyje. Nuspręsta, jog KOS stotelės yra pakankamai reprezentatyvios analizuojant bendrą temperatūros lauko konfigūraciją ir jų duomenys yra tinkami naudoti analizėms. Tačiau yra rekomenduojama naudoti kiek įmanoma daugiau stočių duomenų vertinant KOS stotelių reprezentuojamos teritorijos aplinką bei mikroklimatą.

Raktažodžiai: KOSIS, meteorologijos stočių tinklas, oro temperatūra, temperatūros lauko pasiskirstymas, duomenų reprezentatyvumas

IVADAS

Siekiant sumažinti neigiamą atšiaurių orų sąlygų poveikį automobilių transportui, daugelyje šalių pradėtos diegti pažangios technologijos, leidžiančios objektyviai įvertinti kelyje esančias meteorologines sąlygas. Taip iš anksto stengiamasi pasiruošti nepalankiems reiškiniams arba perspėti kelyje esančius vairuotojus. Šių technologijų vi-

suma – kelių orų sąlygų informacinė sistema (toliau – KOSIS; angl. *RWIS – road weather information system*).

KOSIS yra technologijų ir sprendimų priėmimo sistema, naudojanti istorinius ir realaus laiko kelių bei orų sąlygų duomenis, reikalingus efektyvesnei kelių priežiūrai užtikrinti ir suteikti aktualią informaciją vairuotojams (Lietuvos automobilių..., 2009). Tarptautinė kelių eismo informacinių

sistemų diegimo patirtis Europos Sąjungoje ir kitose pasaulio valstybėse rodo, kad KOSIS sistemos yra plačiai taikomos bei duoda gerų rezultatų didinant eismo saugą keliuose, sprendžiant eismo intensyvumo problemas, didinant eismo dalyvių informuotumą ir gerinant kelių priežiūrą (Lietuvos automobilių..., 2007). Ši sistema Lietuvoje pradėta diegti 1998 m., kai buvo įrengta 20 pirmųjų automatinių meteorologijos stotelių (toliau – KOS stotelių). Per visus šiuos metus stočių tinklas plėtėsi ir tobulėjo, o 2012 m. jau įrengtos ir veikia 100 šiuolaikiškų „Vaisala“ KOS stotelių. Jos kaupia didesnę meteorologinių parametrų rinkinį ir yra daug patikimesnės, tačiau senųjų stotelių sukaupta duomenų bazė neturėtų būti pamiršta.

Modeliuojant meteorologinius procesus, sudarant jų prognozes ar analizuojant buvusias orų sąlygas, dažnai susiduriama su duomenų trūkumu. KOSIS sistema gali labiau išplėsti Lietuvos meteorologinių stočių tinklą. Vartotojai, pavyzdžiui, Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba (LHMT) ar kitos suinteresuotos institucijos, gali naudoti šiuos duomenis ir tiksliau įvertinti buvusią meteorologinę situaciją bei lengviau priimti reikiamus sprendimus. KOS stotelės yra įrengiamos šalia automobilių kelių, senosios statytos nesilaikant visų meteorologinėms stotims nustatytų reikalavimų, taigi jų integracija į bendrą meteorologinių stočių tinklą gali būti sudėtinga. Prieš pradėdant naudoti KOS stotelių duomenis, būtina patikrinti jų tinkamumą.

Siekiant įvertinti susidarančius skirtumus tarp KOS stotelių ir LHMT meteorologijos stočių, buvo atliktas šis darbas, kurio tikslas – pritaikyti Lietuvos automobilių KOS stotelių duomenis erdvinio temperatūros lauko analizei. Taip pat šiuo darbu siekiama įvertinti KOS stotelių duomenų reprezentatyvumą. Darbe siekta išsiaiškinti, ar KOS stotelių teikiami duomenys yra pakankamai reprezentatyvūs ir ar juos galima lyginti su meteorologijos stočių duomenimis.

DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Analizuojama teritorija yra Lietuvos Respublikoje, esanti tarp 23°8'–24°4' rytų ilgumos bei 54°1'–55°2' šiaurės platumos. Ši teritorija buvo pasirinkta atsižvelgiant į tuomet buvusį KOS stotelių bei MS tinklą, siekta, kad būtų kuo mažesni atstumai tarp visų stočių (didžiausias atstumas – tarp

Seirijų KOS ir Raseinių MS – 130,6 km). Analizuojamasis laikotarpis – nuo 2007 m. sausio 1 d. 00:00 val. Grinvičo laiku iki 2007 m. gruodžio 31 d. 23:30 val. Grinvičo laiku bei nuo 2009 m. sausio 1 d. 00:00 val. Grinvičo laiku iki 2009 m. gruodžio 31 d. 23:45 val. Grinvičo laiku. 2008 m. buvo praleisti, kadangi tada buvo pakeistas matavimo terminų laikas KOS stotelėse. Duomenys ir kita reikiama informacija apie stočių įrengimo specifiką buvo surinkti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (LHMT) bei Lietuvos automobilių kelių direkcijos (LAKD) archyvų.

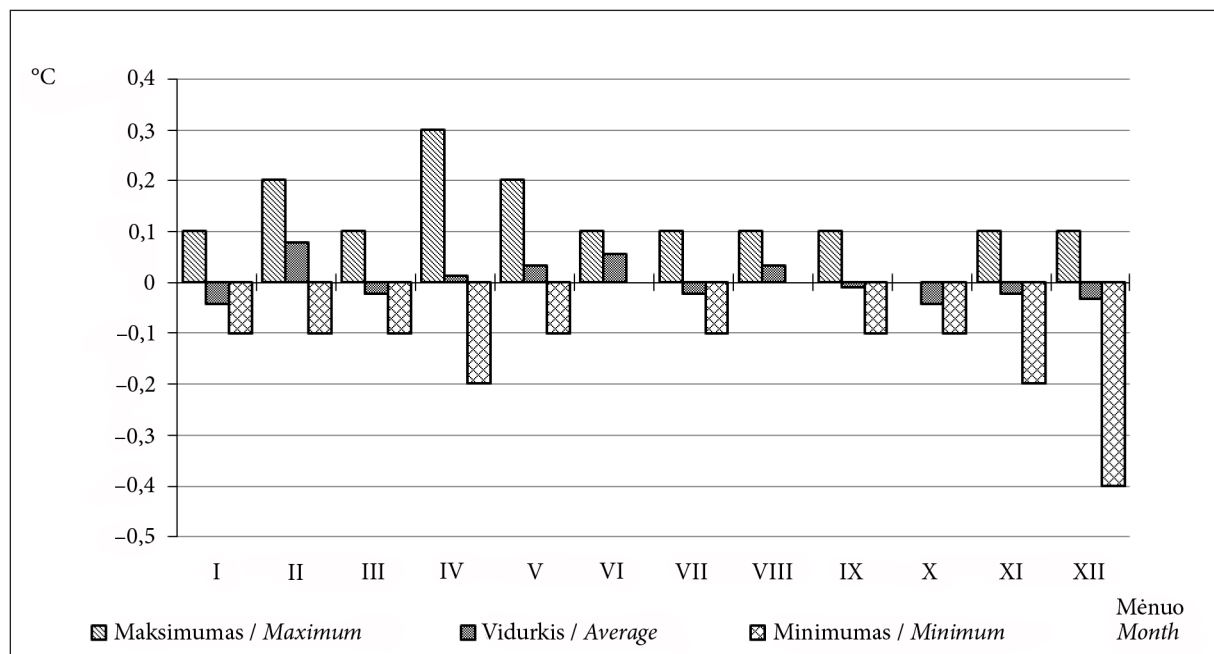
Darbe panaudoti kelių skirtingų stočių duomenys:

1. Automatinių meteorologijos stotelių duomenys, gauti 30 min. (2007 m.) ir 15 min. (2009 m.) intervalais.
2. Meteorologijos stočių duomenys kas 3 val. bei paros vidurkis (kontrolinės stotys – Dotnavos ir Kauno, pagalbinės – Raseinių, Kybartų, Lazdijų, Varėnos, Ukmergės). Vidutinėms daugiametėms reikšmėms įvertinti buvo naudoti 1971–2000 m. vidutiniai mėnesio duomenys.

Dėl įvairių techninių problemų KOS duomenys nebuvo perduoti tiksliai kas 30 min. ar kas 15 min. Daug kur pasitaikė vienos ar keleto valandų, pusės dienos ilgio laiko tarpai arba net ilgi trūkiai – daugiau negu savaitės ar mėnesio (pvz., visiškai nėra Rumšiškių KOS duomenų 2007 m. gegužės mėn.). 2007 m. nuo birželio 18 d. 10:00 valandos iki spalio 16 d. 10:00 valandos Lietuvos laiku duomenys visose stotyse buvo perduodami tik kas valandą. Būtent dėl šių priežasčių reikėjo filtruoti analizei naudojamus duomenis.

Prieš atliekant pagrindinius skaičiavimus bei interpretaciją buvo įvertinti skirtumai tarp KOS mėnesio vidutinių reikšmių, nustatant jas dviem būdais: iš duomenų kas 15 min. ir kas 3 val. (1 pav.). Nustatyta, jog gauti vidurkiai skiriasi nereikšmingai, pvz., 50,9 % gautų temperatūros reikšmių visiškai sutampa, o likę skirtumai svyruoja $\pm 0,2$ °C. Ši riba viršyta tik Seirijų KOS balandžio mėn. (skirtumas buvo $-0,3$ °C) ir Babtų KOS gruodžio mėn. (skirtumas – $-0,4$ °C). Taigi vidurkiai buvo nustatomi iš duomenų kas 15 min.

Nustatant paros statistinius parametrus buvo užsibrėžta riba, kad iš 48 terminų per parą 2007 m. būtų bent 18, o 2009 m. iš 96 terminų bent 36. Šios ribos pasirinktos dėl duomenyse atsirandančių



1 pav. Minimalus, vidutinis ir maksimalus skirtumas tarp temperatūros mėnesio vidurkių, įvertintų naudojant duomenis kas 15 min. ir kas 3 val.

Fig. 1. The minimum, average and maximum difference between mean monthly temperature calculated in two ways: using data every 15 minutes and every 3 hours

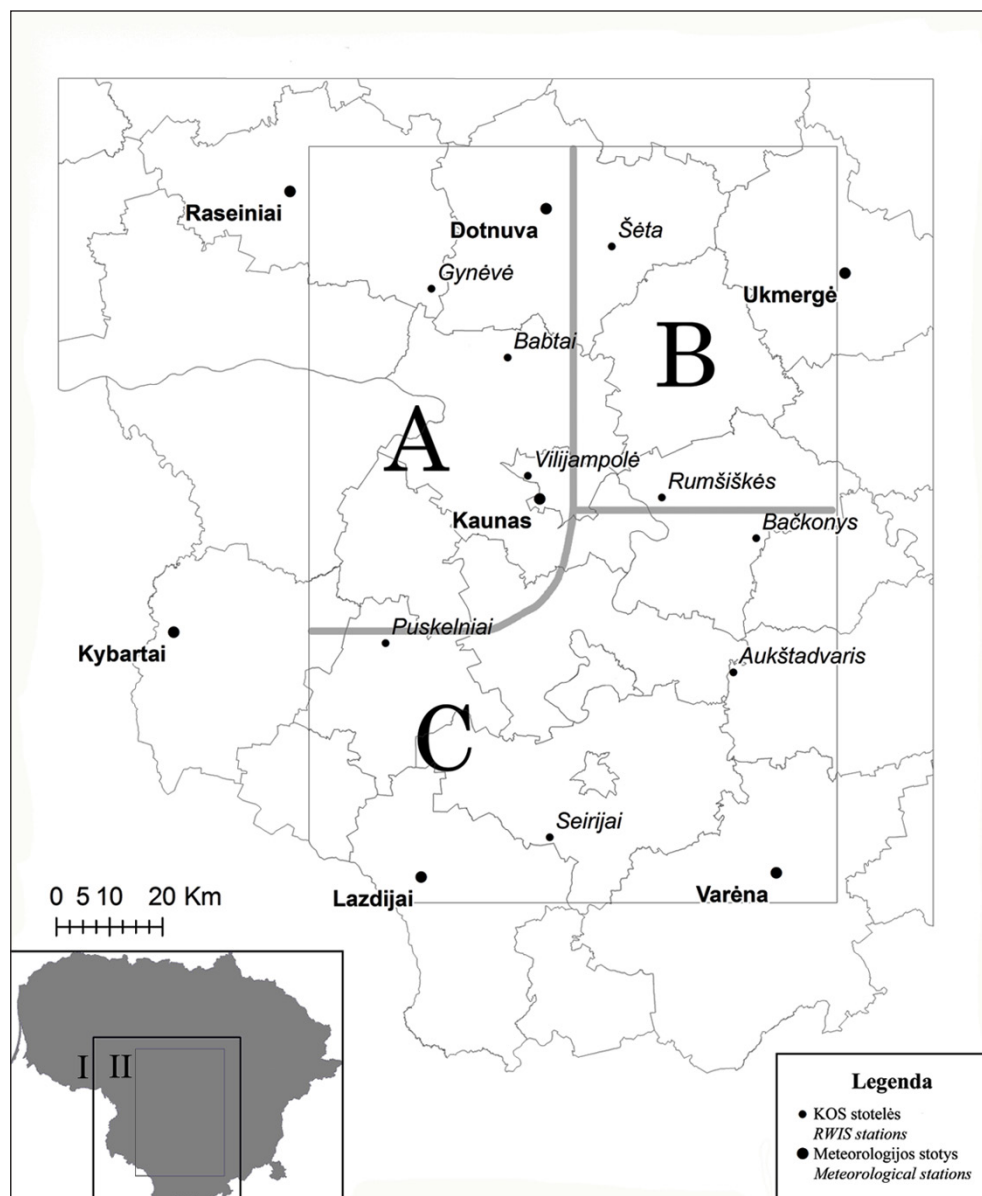
trūkių. Prieš atliekant analizę visi duomenys buvo tikrinami, kad būtų išvengta kitų klaidų, pvz., paros vidurkis nebūtų apskaičiuotas tik iš nakties terminų. Gynėvės KOS stotelės duomenys, kuriuose buvo itin didelių trūkių, nenaudoti birželio mėn. terminio lauko analizei.

Buvo atliktos dvi analizės, siekta patikrinti KOS stotelių reprezentatyvumą. Pirmosios tikslas buvo įvertinti duomenų tinkamumą erdvinei temperatūros lauko analizei. Apskaičiuoti atskirų KOS stotelių temperatūros nuokrypiai bei koreliaciniai ryšiai su kontrolinėmis ir pagalbinėmis MS bei įvertinta ryšių kaita tolstant nuo kontrolinių MS. Taip pat buvo nustatyta duomenų trūkių įtaka analizei, apskaičiuota nuokrypio nuo mėnesio vidurkio amplitudė. Antrosios analizės tikslas buvo ištirti atsirandančius temperatūros lauko skirtumus įtraukiant KOS stotelių duomenis. Analizuojant buvo nubrėžti keturių rūšių temperatūros laukų žemėlapiai:

- naudojant tik MS duomenis;
- naudojant MS ir KOS duomenis;
- a) ir b) laukų skirtumo;
- metų amplitudės (skirtumas tarp šilčiausio ir šalčiausio mėnesių).

2 pav. pateikta Lietuvos teritorijos dalis, kuri buvo naudota temperatūros laukų tyrime. Didesnioji apibrėžta teritorija (I) buvo naudojama terminio lauko interpoliacijai, tačiau galutinis rezultatas pateikiamas iškirpus mažesniąją dalį (II). Taip siekiama išvengti programinių klaidų ir nukrypimų analizuojamos teritorijos kraštuose. Analizuojamoje teritorijoje buvo išskirtos 3 sritys, kurios paaišduotos 2 pav. (A, B ir C). Šių sričių ribos yra santykinės ir skirtos tik lengviau pateikti analizės rezultatus. Ribos buvo pasirinktos atsižvelgiant į skirtingas jų geografines savybes ir susidarantį temperatūros lauko dėsningumus:

- A – šiaurės vakarinė analizuojamos teritorijos dalis, kur santykinai didesnis absoliutus aukštis (didėjantis einant į šiaurės vakarus), vyrauja vidutinis ir lengvas priemolis, upių slėniuose yra smulkaus smėlio. Susidaro dideli temperatūros gradientai;
- B – regionas į šiaurės rytus nuo Kauno bei neturintis stambių veiksnių, galinčių iškreipti temperatūros lauką (stambių miškų masyvų, aukštumų ar didelių vandens telkinių), išskyrus Kauno marias, tačiau jų sukiamas efektas yra pastebimas tik virš paties vandens ir nedidelėje



2 pav. Duomenų interpoliacijai (I) ir analizei (II) naudota teritorija bei stotys. A, B, ir C dalys – sritys, pasižyminčios skirtingomis geografinėmis sąlygomis bei temperatūros lauko dėsningumais ir skirtos aiškiau pateikti analizės rezultatus

Fig. 2. Stations and territories used for data interpolation (I) and analysis (II). A, B and C parts represent territories with different geographical properties and temperature field patterns and are used for more clear-cut presentation of results

kranto zonoje. Vidutiniškai mažo temperatūros gradiento laukas;

- C – pietinis analizuojamos teritorijos regionas, dirvožemis smėlingas ir žvyringas, dvi stambios pelkės: Žuvintas ir Ežerų plynė (Ežerėlio pelkė), dideli miškų masyvai: Kazlų Rūdos miškai ir dalis Dainavos girios teritorijos pietryčiuose. Santykinai žemesnės temperatūros sritis.

Temperatūros lauko duomenų interpoliacijai pasirinktas metodas – splainų (tipas – reguliuotas; taškų svoris – 0,1; taškų skaičius – 12), kurio pagrindinis trūkumas yra kraštinių reikšmių hiperbolizavimas. Šis metodas rekomenduojamas naudoti tada, kai siekiama išžvelgti pagrindines lauko tendencijas, o ne ieškoma reikšmių konkrečiuose teritorijos taškuose (Collins, 2012 10 15).

KOS STOTELIŲ DUOMENŲ TINKAMUMAS

KOS stotelės buvo surūšiuotos pagal atstumą ir pagal koreliacijos koeficientą tarp jų ir MS stočių. Įvertintas eilės numerio skirtumas tarp šių dviejų sąrašų (1 lentelė; visi koeficientai viršijo 99,95 % patikimumo lygmenį bei naudoti 2009 m. duomenys kas 3 val.). Šis skirtumas parodo KOS stotelės ir MS temperatūros svyravimo sinchroniškumą ir kartu leidžia įvertinti jo priklausomybę nuo atstumo. Teigiamus pokyčius, t. y. kai koreliacijos koeficientai yra aukštesni, nors stotys yra toliau viena nuo kitos, sukelia panašios aplinkos sąlygos, o neigiamus – atvirkščiai. Pvz., Šėtos KOS stotelės reitingo pokytis Ukmergės MS sąraše lygus +8. Toks reitingo pokytis rodo, jog abi duomenų sekos pasižymi tampriu ryšiu, nors atstumas tarp jų yra didelis.

Mažiausiai pokyčių buvo koreliuojant su kontrolinėmis Dotnuvos ir Kauno MS (1 lentelė). Kitų MS reitingų pokyčiai didesni. Labiausiai pakito Ukmergės ir Varėnos sąrašai. Toks didelis skirtumas galėjo atsirasti dėl Ukmergės ir Varėnos MS išskirtinumo: šios MS įrengtos neigiamose reljefo formose, todėl jose dažniau pasitaiko didesnių temperatūros skirtumų, palyginti su aplinkinėmis teritorijomis.

Didžiausiais koreliacijos koeficientais pasižymi Kauno ir Dotnuvos MS (atitinkamai $r \in [0,997; 0,989]$ ir $r \in [0,996; 0,983]$), o pačius mažiausius turi Ukmergės ir Varėnos MS (atitinkamai $r \in [0,991; 0,981]$ ir $r \in [0,986; 0,976]$). Mažiausius koeficientus turi Aukštadvario (vidutiniškai $r = 0,983$) ir Seirijų KOS (vidutiniškai $r = 0,986$).

Anksčiau užsienyje atliktais tyrimais buvo nustatyta (Hesse, 2001; Federal Highway..., 2004), jog kai kur, KOS stotelių duomenimis, temperatūra dažniausiai būna žemesnė nei aukštesnė. Be to, yra itin svarbu įvertinti stotelių padėtį ir jų aplinką, kadangi jos gali būti šalčio sutekėjimo zonose, neigiamose reljefo formose, ir šie nuokrypiai gali tapti dar ryškesni naktimis (Gustavsson ir kt., 1997). Didelę reikšmę turi ir kelio šešėliavimas dėl šalia KOS stotelės augančių medžių ar pastatų (Bogren ir kt., 2000), ypač pereinamaisiais sezonais – pavasarį ir rudenį. Užsienio šalyse yra kuriami įvairūs metodai ir modeliai, skirti atrasti tinkamiausią vietą KOS stotelei (Eriksson, Norrman, 2001).

2007 m. duomenų analizė parodė, jog tolstant nuo MS stočių išauga teigiamų nuokrypių skaičius. Sumažėja apytiksliai lygių (kai KOS stotelės nuokrypis neviršija $\pm 0,2$ °C) ir neigiamų nuokrypių (mažiau nei $-0,2$ °C) kiekis. Tai reiškia, jog tolstant nuo meteorologijos stočių, temperatūra pagal KOS duomenis vis dažniau įgyja aukštesnes reikšmes nei MS. Pvz., Vilijampolės KOS duomenys sutampa su Kauno MS duomenimis net 50 %, teigiamų nuokrypių dalis išauga (daugiau nei $+0,2$ °C), o toliau esančių KOS stotelių šie rodikliai mažėja. Panaši tendencija pastebėta ir tolstant nuo Dotnuvos MS, tačiau čia išsiskiria pirmos dvi artimiausios stotys – Šėta ir Gynėvė. Jose užregistruota daugiau teigiamų nuokrypių nei toliau esančiose KOS.

Siekiant įvertinti galimą duomenų trūkių poveikį rezultatams, apskaičiuoti KOS stotelių perduotų duomenų kiekis 2009 m. Nustatyta, jog būtent Seirijų ir Aukštadvario KOS stotelės perdavė daugiausiai

1 lentelė. KOS stotelių reitingo pokytis: skirtumas tarp sąrašo eilės numerio (rūšiuojant pagal atstumą nuo MS) ir pagal koreliacijos koeficientus tarp jų (naudoti 2009 m. duomenys; terminai – kas 3 val.)

Table 1. The difference between sequence numbers in two different lists – sorting according to distances between RWIS and meteorological stations and according to their correlation (data every 3 hours, 2009)

Eil. Nr.	Dotnuva	Kaunas	Kybartai	Lazdijai	Raseiniai	Ukmergė	Varėna
1	0	0	0	0	0	Šėta +8	Aukštadvaris +1
2	Gynėvė +1	Rumšiškės +1	Vilijampolė +3	0	0	0	Seirijai +1
3	Babtai –1	Babtai –1	Seirijai –1	Aukštadvaris +1	0	Rumšiškės +3	Bačkonys +6
4	0	0	0	Vilijampolė +2	0	Babtai +4	Rumšiškės +1
5	0	0	Babtai –2	0	Vilijampolė +1	Vilijampolė –4	Puskelniai +3
6	0	0	0	Rumšiškės +1	Puskelniai –1	Gynėvė –1	0
7	0	Aukštadvaris +1	Aukštadvaris +2	Bačkonys –4	0	0	Babtai –6
8	0	Šėta +1	0	0	0	Puskelniai –5	Šėta –4
9	0	Seirijai –2	Bačkonys –2	0	0	Seirijai –5	Gynėvė –2

duomenų: atitinkamai 96,3 % ir 95,5 %. Trečioje vietoje yra 95 % duomenų perdavusi Šėtos KOS, mažiausiai – 89,2 % – Puskelnių KOS.

Seirijų KOS aplinkoje yra krūmų, nedidelių medžių (1999 m. duomenimis; iki 2009 m. ši situacija galėjo labai pasikeisti). Nors klimatą švelninančių veiksnių ir nėra, tačiau stotis yra Sūduvos aukštumų rajone. Aukštadvario KOS įrengta atviroje ir aukščiausioje kelio vietoje (180 m virš jūros lygio) – ant Gedanonių kalvos pietrytinio šlaito (jos viršūnė yra 257,4 m virš jūros lygio).

Seirijų ir Aukštadvario KOS stotelių aukščiausios koreliacijos koeficientai yra su Kauno ir Lazdijų MS. A. Bukantis ir J. Turčinienė (2009) nustatė, jog sinchroniškai oro temperatūra svyruoja tarp tų MS, kurių geografinės sąlygos yra panašios ir atstumas tarp jų nėra didelis. Į tokių stočių poras įtraukiamos ir Kauno bei Lazdijų MS. Kadangi šių KOS duomenų kiekis yra didžiausias bei jų aplinkos sąlygos gana panašios, tai galėjo ir lemti aukšto koreliacijos koeficiento egzistavimą.

Kadangi Varėnos MS pasižymi aukštesnėmis maksimaliomis reikšmėmis bei žemesnėmis minimaliomis, jos nuokrypių amplitudė yra didžiausia (2 lentelė). Tokią pačią amplitudę turi ir Aukštadvario KOS, kurią lemia dideli nuokrypiai žiemos mėnesiais, tai paaiškintų KOS absoliutus aukštis. Didesnių nuokrypių tendencija žiemos mėnesiais būdinga ir Seirijų KOS.

Be to, nemaža amplitudė pasižymi Gynėvės KOS (2 lentelė). Ši stotis įrengta šalia vandens talpyklos, kuri daro poveikį tos teritorijos mikroklimatui. Vandens talpykla (kai ji nėra užšalusi) sumažina šiltojo sezono oro temperatūrą. Ši stotelė pasižymi neigiamais nuokrypiais beveik ištisus metus. Kitų KOS nuokrypiai nuo mėnesio vidurkio yra lygūs nuliui arba artimi jam. Mažiausia amplitudė pasižymi Kauno MS ir Rumšiškių KOS (po 0,3 °C).

Apibendrinant galima teigti, kad KOS stotelių duomenys tinkami erdvinei temperatūros lauko analizei. Temperatūros duomenų svyravimai yra sinchroniški su MS duomenų svyravimais, nuokrypiai yra nedideli ir jų amplitudės neviršija MS nuokrypių amplitudžių.

ERDVINIS TEMPERATŪROS LAUKAS

2009 m. sausio mėn. viso lauko vidutinė temperatūra buvo šiek tiek aukštesnė už vidutinę daugia-

2 lentelė. **Stočių duomenų nuokrypio nuo mėnesio vidurkio metų amplitudė (MS stotys paryškintos) (2009 m. duomenys)**

Table 2. The yearly amplitude of deviations from mean monthly data (meteorological stations are in bold) (2009)

Stotis / Station	Nuokrypio amplitudė Amplitude of deviations
Varėnos MS	1,3
Aukštadvario KOS	1,3
Gynėvės KOS	0,8
Seirijų KOS	0,8
Dotnuvos MS	0,7
Ukmergės MS	0,7
Kybartų MS	0,7
Raseinių MS	0,6
Lazdijų MS	0,5
Šėtos KOS	0,4
Vilijampolės KOS	0,4
Babtų KOS	0,4
Puskelnių KOS	0,4
Bačkonių KOS	0,3
Kauno MS	0,3
Rumšiškių KOS	0,3

metę (pvz., Kauno MS sausio mėn. vidutinė daugiametė reikšmė yra –3,7 °C, o 2009 m. mėnesio vidutinė temperatūra lygi –3,4 °C). Ji pasiskirsčiusi intervale nuo –2,6 °C iki –3,8 °C (3a pav.). Šalčiausia zona yra pietrytinėje analizuojamos teritorijos dalyje (C sritis), šilčiausia – šiaurės rytuose (B sritis). Prie šio lauko pridėjus KOS stoteles (3b pav.) situacija tampa daug įvairesnė: didesni gradientai, ryškesni nuokrypiai. Atsiranda aukštesnės temperatūros zona šiaurės rytuose (B sritis) ir dvi žemesnės temperatūros zonos pietryčiuose (C sritis) bei šiaurės vakaruose (A sritis). 3c pav. pateikiamas skirtumas tarp lauko, nubrėžto naudojant tik MS duomenis, ir lauko, naudojant MS bei KOS duomenis. Šiame paveiksle akivaizdžiai išsiskiria dvi teritorijos su didžiausiais nuokrypiais – tai anksčiau minėta vėsesnė sritis A šiaurės vakaruose bei šiltesnė sritis B šiaurės rytuose. Abiem atvejais nuokrypis yra teigiamas, t. y. į analizę įtraukus KOS, temperatūra gaunama žemesnė.

Ši aukštesnių ir žemesnių temperatūros zonų tendencija pastebima beveik visais mėnesiais, išskyrus lapkritį ir birželį. Temperatūros skirtumai

gali atsirasti dėl programinio interpoliavimo netikslumų ir neatitikti realių sąlygų. Interpoliacija gali būti klaidinga arba perdėtai paryškinanti buvusių meteorologinių parametrų skirtumus. Dėl šios priežasties kiekvienos srities temperatūros lauko dėsningumai turi būti įvertinti tik paaiškinus natūralias jų atsiradimo priežastis.

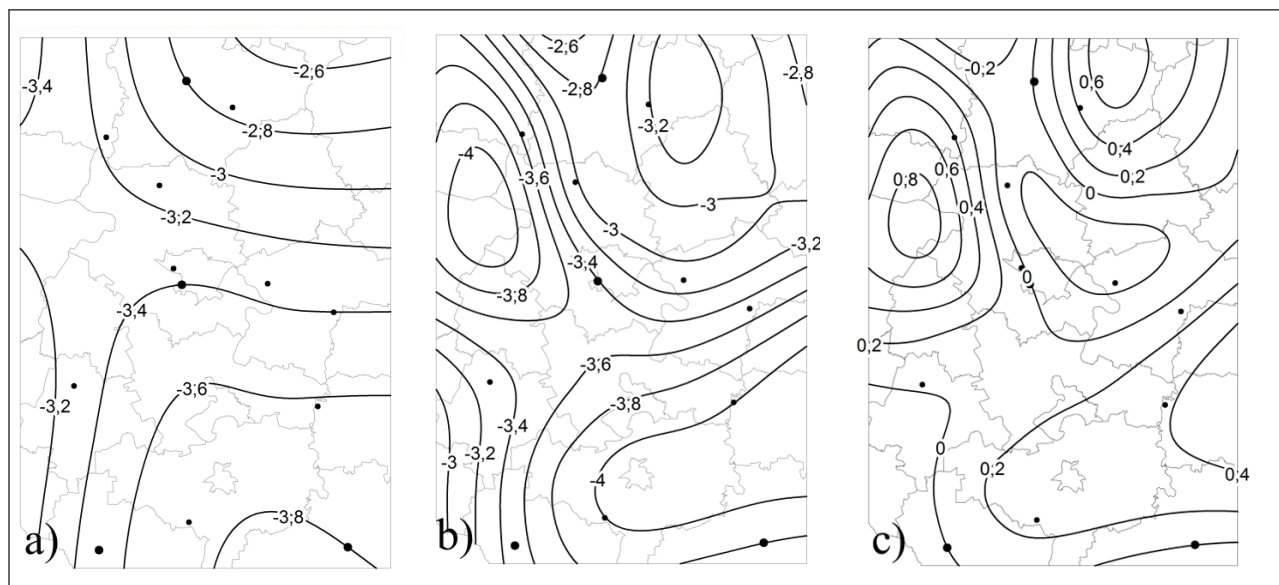
A srityje visus 2009 m. susidaro santykinai šaltesnių orų zona (pagal MS duomenis; 3a–5a pav.). Tokia situacija galima dėl absoliutaus aukščio kaitos bei smėlingesnių dirvožemių. Taigi šios lauko dalies interpoliacijos rezultatai atitinka realias sąlygas. Tik dėl stočių teritorijos pakraščiuose trūkumo bei interpoliavimo būdo ypatumų nustatant temperatūros lauko reikšmes gali atsirasti dirbtinis gradiento padidėjimas.

Į tyrimą įtraukus KOS stotelių duomenis, A srityje susidaro didelių gradientų zona tarp Babtų ir Gynėvės. Gradientas per metus kinta intervale 1,56–6,25 °C/100 km, mažesnės reikšmės žiemą ir vasarą, didesnės – pereinamaisiais sezonais. Dėl šių temperatūrų skirtumų ir stočių trūkumo Raseinių, Kauno ir Kybartų ribojamoje teritorijoje 5 mėnesius iš 12 apskaičiuojama žemesnių temperatūros reikšmių zona (sausį – 3b pav.; kovą–gegužę

ir spalį – 4b pav.). Įtraukus papildomų stočių duomenis į analizę, pakistų rezultatai.

KOS stotelių įrengimo specifika ir aplinkos mikroklimato sąlygos gali iškreipti temperatūros lauką. Gynėvės KOS yra įrengta prie Gynėvės vandens saugyklos, 1,5 m nuo atitvaro prie įvažiavimo į kavinę „Pastogė“. Jau iš anksto buvo numatyta, jog ten dėl šalia esančios vandens talpyklos dažnai būna drėgnas oras ir žema temperatūra ramiomis naktimis, tai itin svarbu kelio dangos būklės prognozei bei užtikrinant eismo dalyvių saugumą. Taigi dažnai pasitaikančios ramios naktys galėjo sumažinti apskaičiuojamą mėnesio temperatūros vidurkį. Babtų KOS įsikūrusi ant aukšto šlaito, aplink atvira vieta, iki kelio dangos – apie 50 m. Čia situacija visiškai kitokia – šalia stoties nėra vandens telkinių ar miško, todėl temperatūros duomenys neturėtų būti smarkiai iškreipiami.

Siekiant patikrinti, ar stotelių duomenys nėra klaidingi ir atsitiktiniai, buvo įvertinta koreliacija tarp Gynėvės ir Babtų KOS stotelių. Gautas koeficientas aukštas bei patikimas – viršija 99 % patikimumo lygmenį (visais atvejais, t. y. skaičiuojant ir iš mėnesio vidurkių, ir iš duomenų kas 15 min.). Be to, buvo nustatytas skirtumas tarp Gynėvės ir



3 pav. Oro temperatūra (°C) 2009 m. sausio mėn.: a) naudojant MS duomenis; b) naudojant MS ir KOS duomenis; c) skirtumas tarp a) ir b), kur teigiama reikšmė – temperatūros pažemėjimas, palyginti su kontroliniu (MS) lauku
Fig. 3. Air temperature (°C) in January, 2009: a) using only meteorological stations, b) using meteorological and RWIS stations, c) the difference between a) and b), where positive numbers represent decreased temperature compared to meteorological stations' data

Babū KOS. 86,8 % atvejų reikšmė gauta neigiama, t. y. Gynėvės KOS stotelėje išmatuota temperatūra yra žemesnė už Babū KOS (aukštesnė ir lygi atitinkamai 10,5 % ir 2,7 % atvejų). Gauta vidutinė reikšmė apie $-0,7$ °C (amplitudė 14,1 °C). Dieną vidutinis skirtumas mažesnis nei naktį – atitinkamai $-0,6$ °C ir $-0,8$ °C (amplitudės 14,1 °C ir 12 °C).

Gynėvės KOS stotelės gaunamų duomenų stipri priklausomybė nuo aplinkos sąlygų iškreipia gaunamus rezultatus. Be to, tai įrodo, kad itin svarbu plėsti stočių tinklą, atskleisti vis detalesnį temperatūros lauką.

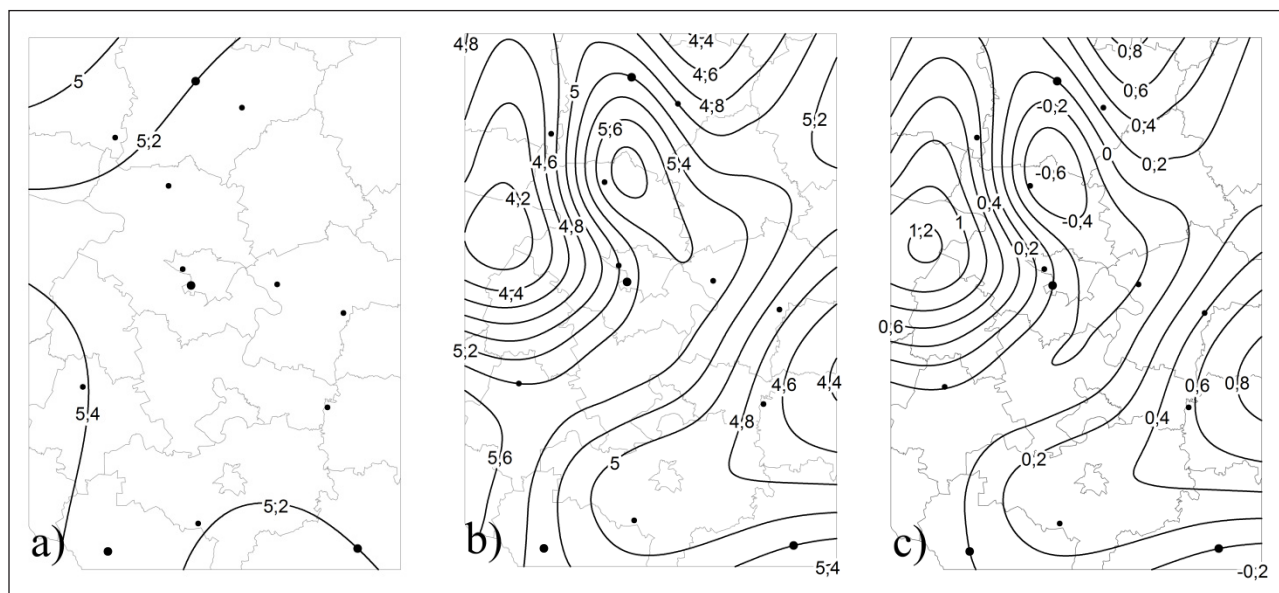
Antroji teritorija – B sritis. Pagal MS duomenis, ši sritis neturėtų ypatingai išsiskirti: ji arba pratęsia A srityje susidarančias izotermas (pvz., 3a pav.), arba išlaiko mažo gradiento vidutinį lauką (4a pav.). Pridėjus KOS stoteles atsiranda šilumos zona vidutiniškai Kauno, Dotnuvos ir Rumšiškių ribojamoje zonoje arba dar piečiau (3b ir 4b pav.). Šioje srityje nėra jokių stipriai paveikti temperatūros lauką galinčių veiksnių: stambių miškų masių, aukštumų ar didelių vandens telkinių. Tiesa, į šią teritoriją pakliūna Kauno marios, tačiau jų sukeltas efektas yra labai menkoje kranto zono-

je, palyginti su analizuojamąja teritorija (Bukantis, 1994). Be to, net arčiausiai esanti Rumšiškių KOS nepakliūna į šią įtakos zoną.

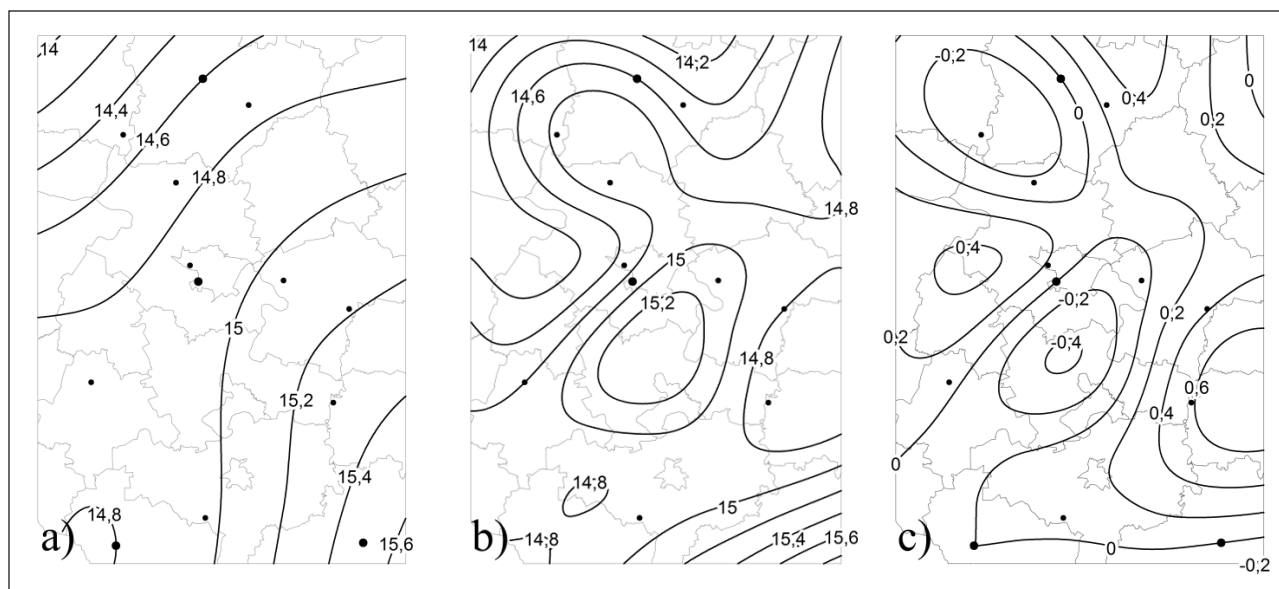
Galima daryti išvadą, jog ši šilumos zona buvo nustatyta programos algoritmo, o ne egzistuojanti realybėje. Taip galėjo atsitikti dėl jau anksčiau A srities analizėje minėtų didelių gradientų tarp Gynėvės ir Babū KOS. Kadangi dėl duomenų trūkų birželio mėn. žemėlapiai buvo nubrėžti be Gynėvės stoties (5 pav.).

2009 m. birželio mėn. buvo šaltas, palyginti su vidutinėmis daugiametėmis reikšmėmis: temperatūra analizuojamoje teritorijoje buvo nuo 14,0 °C iki 15,5 °C, kai vidutinės daugiametės (1971–2000 m.) reikšmės yra nuo 15,1 °C iki 15,7 °C. Į analizę įtraukus KOS stoteles temperatūros laukas gaunamas detalesnis, tačiau ryškių šilumos ar šalčio zonų tendencijos nėra. Egzistuoja tik santykinai šiltesnė teritorija piečiau Kauno ir nėra uždaros 14,8 °C izotermos.

Trečioji zona, apimanti didžiąją analizuojamos teritorijos dalį, yra C sritis. Joje temperatūros laukui didelę įtaką turi absoliutus aukštis, kadangi teritorijos pietryčiuose yra dalis Dzūkų aukštumos. Visu analizuojamuoju laikotarpiu susidaro gradientas



4 pav. Oro temperatūra (°C) 2009 m. spalio mėn.: a) naudojant MS duomenis; b) naudojant MS ir KOS duomenis; c) skirtumas tarp a) ir b), kur teigiama reikšmė – temperatūros pažemėjimas, palyginti su kontroliniu (MS) lauku
Fig. 4. Air temperature (°C) in October, 2009: a) using only meteorological stations, b) using meteorological and RWIS stations, c) the difference between a) and b), where positive numbers represent decreased temperature compared to meteorological stations' data

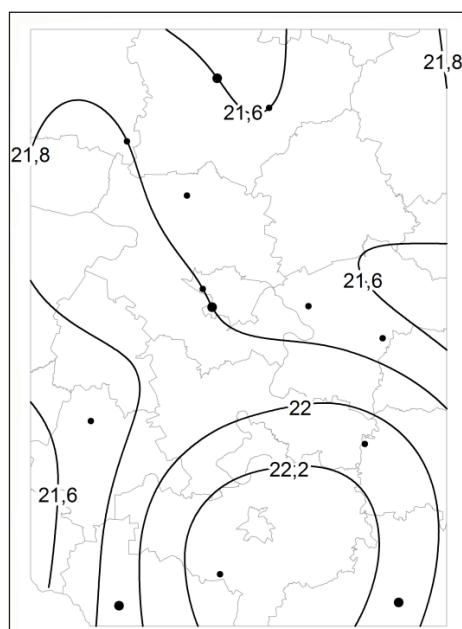


5 pav. Oro temperatūra (°C) 2009 m. birželio mėn.: a) naudojant MS duomenis; b) naudojant MS ir KOS duomenis; c) skirtumas tarp a) ir b), kur teigiama reikšmė – temperatūros pažemėjimas, palyginti su kontroliniu (MS) lauku
Fig. 5. Air temperature (°C) in June, 2009: a) using only meteorological stations, b) using meteorological and RWIS stations, c) the difference between a) and b), where positive numbers represent decreased temperature compared to meteorological stations' data

arba šaltesnio oro sritis teritorijos pietryčiuose virš ten esančių aukštumų. Šiame gamtiniame rajone įrengtos Lazdijų MS bei Aukštadvario ir Seirijų KOS stotelės, kurios ją puikiai reprezentuoja, sudarydamos santykinai žemesnių temperatūrų lauką (3b ir 4b pav.).

Kiti svarbūs temperatūros pasiskirstymą lemiantys veiksniai – paklotinio paviršiaus sandara, smėlingas dirvožemis bei pačiame teritorijos pakraštyje esanti Dainavos girios dalis. Dideli miškų masyvai šaltąjį sezoną šiek tiek padidina vidutinę oro temperatūrą dėl mažesnio efektyviojo išspinduliavimo ir albedo (pvz., A. K. Betts ir J. H. Ball teigimu (1997), žiemą spygliuočių miškuose jis apytiksliai lygus 0,13 ir retai viršija 0,3). Dėl šios priežasties žiemą temperatūra Varėnos stotyje dažnai yra aukštesnė nei kitose Dzūkų aukštumų stotyse (3b ir 4b pav.).

Šalia terminio lauko analizės vertėtų paminėti ir temperatūros amplitudės tarp šilčiausio ir šalčiausio mėnesių pasiskirstymą analizuojamoje teritorijoje. 6 pav. matyti, jog reikšmės mažai skiriasi: nuo 21,6 °C iki 22,2 °C, tačiau išsiskiria analizuojamos teritorijos pietuose atsirandantis izolinijų



6 pav. Temperatūros amplitudė (°C) tarp šilčiausio ir šalčiausio 2009 m. mėnesių
Fig. 6. The difference between temperatures (°C) of the warmest and the coldest month in 2009

sutankėjimas. Tai parodo, jog šioje teritorijoje yra aukštesnės maksimalios bei žemesnės minimalios reikšmės. Jos susidaro dėl teritorijos smėlingumo bei reljefo kilimo einant pietų link. Be to, santykinai didesnių amplitudžių „liežuvis“ nutįsta į šiaurės vakarus bei įtraukia Gynėvės KOS stotelę. Tai patvirtina jos mikroklimato išskirtinumą.

Apibendrinant analizuojamą teritoriją (visas tris sritis) vertėtų paminėti, jog temperatūros lauką, kai naudojami visi duomenys, labiausiai iškreipia Gynėvės KOS stotelė. Tokius skirtumus galima pašalinti dviem būdais: analizėje nenaudoti Gynėvės KOS arba įtraukti daugiau matavimo taškų, t. y. plėsti stočių tinklą. Antrasis būdas efektyvesnis, nes viena iš tinklo plėtimo funkcijų ir yra parametrų pasiskirstymo erdvėje detalizavimas, kuriuo atkreipiamas dėmesys į regionų mikroklimato ypatybes.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS NAUDOJANT KOSIS DUOMENIS

- Prieš pradėdant analizuoti KOS duomenis, rekomenduojama atidžiau pasidomėti jų aplinkos sąlygomis. Šalia esantis miškas, upė ar ežeras gali pakeisti vidutinį foninį meteorologinių parametrų pasiskirstymą, taigi pirmiausia reikia įvertinti stočių tinkamumą ir tik tada jų duomenis įtraukti į analizę.
- KOS stotelių duomenys yra reprezentatyvūs temperatūros lauko analizei. Reikšmės kinta sinchroniškai visose stotyse, t. y. aptikti ryšiai yra stiprūs ir statistiškai reikšmingi (duomenų kas 3 val. koreliacijos koeficientai lygūs 0,981–0,997, viršytas 99,95 % patikimumo lygmuo). Be to, apskaičiuoti koreliacijos koeficientai yra mažesni, o nuokrypiai didesni tarp toliau nei arčiau viena nuo kitos esančių stočių, kas parodo, jog nustatyti ryšiai nėra atsitiktiniai.
- Temperatūros skirtumus, susidarančius dėl vienos ar dviejų stočių duomenų, galima pašalinti dviem būdais: nenaudoti jos / jų analizei arba įtraukti dar daugiau taškų su reikšmėmis, t. y. plėsti meteorologinių stočių tinklą. Antrasis būdas būtų efektyvesnis, nes tinklo plėtimo viena iš funkcijų ir yra parametrų pasiskirstymo erdvėje detalizavimas, atkreipiantis daugiau dėmesio į mikroklimato regionų ypatybes.
- Į erdvinę temperatūros lauko analizę įtraukus KOS stotelių duomenis išryškėja didelių

gradientų zona tarp Babtų ir Gynėvės KOS (gradientai svyruoja 1,56–6,25 °C/100 km), tai lemia šalia Gynėvės KOS stotelės esančios vandens talpyklos vėsinantis efektas. Dėl interpoliacijos metodo ypatumų dažnai susidaro anomaliai žemos temperatūros zona šiaurės vakaruose ir aukštos šiaurės rytuose. Be to, šis temperatūros pasiskirstymas nulemia realių sąlygų neatitinkantį temperatūros lauko netolygumą teritorijos šiaurinėje dalyje.

- Pietinėje teritorijos dalyje yra santykinai mažesni temperatūros nuokrypiai dėl Dzūkų aukštumos poveikio (vidutiniškai 0,4–1,4 °C). Žiemos mėnesiais pastebimas nedidelis temperatūros kilimas (vidutiniškai 0,2–1 °C) teritorijos pietryčiuose dėl klimatą švelninančio Dainavos girios efekto.
- KOS stotelės yra reprezentatyvios analizuojant bendrą temperatūros pasiskirstymą. Jų duomenys yra tinkami naudoti įvairių laikotarpių (para, mėnuo ir t. t.) temperatūros lauko analizei, tačiau mažiau tinkami temperatūros ekstremumų tyrimams.

Gauta 2012 10 22

Priimta 2012 11 19

LITERATŪRA

1. Betts A. K., Ball J. H. 1997. Albedo over the boreal forest (abstract). *Journal of Geophysical Research*. 102 (D24): 28 901–28 909.
2. Bogren J., Gustavsson T., Karlsson M., Postgård U. 2000. The impact of screening on road surface temperature. *Journal of Applied Meteorology*. 7(2): 97–104.
3. Bukantis A. 1994. *Lietuvos klimatas*. Vilnius.
4. Bukantis A., Turčinienė J. 2009. Oro temperatūros erdvinio lauko Lietuvoje tyrimas. *Geografija*. 45(2): 131–138.
5. Collins F. C. Jr. *A Comparison of Spatial Interpolation Techniques in Temperature Estimation* (žiūrėta 2012 10 15). http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CDRM/sf_papers/collins_fred/collins.html
6. Eriksson M., Norrman J. 2001. Analysis of station locations in a road weather information system. *Meteorological Applications*. 8(4): 437–448.
7. Gustavsson T., Karlsson M., Bogren J., Lindqvist S. 1997. Development of Temperature Patterns during Clear Nights. *Journal of Applied Meteorology*. 37(6): 559–571.
8. Hesse J. W. 2001. *Comparison of RWIS and AWOS/ASOS Temperatures and Dewpoint Temperatures*

- in Relation to the Southwest Iowa Heat Pool Effect* (žiūrėta 2012 10 15). <http://mesonet.agron.iastate.edu/pubs/seniorthesis/fireman/thesis.html>
9. Lietuvos automobilių kelių direkcija. 2007. *Valstybinės reikšmės kelių eismo informacinė sistema*. Investicinis projektas / galimybių studija. Vilnius.
 10. Lietuvos automobilių kelių direkcija. 2009. *Valstybinės reikšmės kelių eismo informacinės sistemos pirkimas*. Pirkimo dokumentai, techninės specifikacijos. T. 3. Vilnius.
 11. Federal Highway Administration under U. S. Department of Transportation. 2004. *Collaborative Research on Road Weather Observations and Predictions By Universities, State Dots and National Weather Service Forecast Offices* (žiūrėta 2012 10 15). <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/its/04109/section4.cfm>

Lauryna Šidlauskaitė, Justas Kažys

THE APPLICATION OF LITHUANIAN ROAD WEATHER INFORMATION SYSTEM (RWIS) DATA IN SPATIAL TEMPERATURE FIELD ANALYSIS

Summary

Data from Road Weather Information Systems (RWIS) automatic stations have been used all over the world for a wider range of purposes than just icy (slippery) road surface forecasts. The aim of this paper was to apply Lithuanian RWIS data to spatial temperature field analysis.

The research area is central Lithuania, consisting mainly of Kaunas and the neighboring districts. The

data used in the research were obtained from two different types of stations: automatic RWIS stations and meteorological stations. This information was compiled from the archives in Lithuanian Hydrometeorological Service and Lithuanian Road Administration. The chosen time period was 2007 and 2009 (GMT).

Firstly, the evaluation of data suitability for spatial analysis was performed. Secondly, the analysis itself was done by drawing two types of maps representing the monthly mean temperature and a map of the yearly amplitude (year 2009). The first mean monthly temperature map type included data only from meteorological stations, whereas the second type was made combining data from both meteorological stations and RWIS. The chosen method for data interpolation was based on spline functions.

It was found that if RWIS data is included into temperature field, a vast gradient appears between Babtai and Gynėvė RWIS stations. This results in considerable disparity in temperature zones in the northern area. It was also noted that there is a relatively smaller temperature anomaly in the southern region near Dzūkai Highlands and a slight positive temperature anomaly in the south-eastern part of the region during winter months. It was concluded that RWIS stations represent their background temperature field well and their data can be used in further analyses. Nevertheless, it is recommended to use data from as many stations as possible and to take into consideration the impact of dependency on the local environment and microclimate.

Key words: RWIS, net of meteorological stations, air temperature, configuration of temperature field, data representativeness