

Kritulių kiekio vėjo pataisa Lietuvoje: chronologinė kaita ir teritorinis pasiskirstymas

Gintaras Valiuškevičius,

Indrė Zukaitė

Vilniaus universitetas,

M. K. Čiurlionio g. 21,

LT-03101 Vilnius

El. paštas: gintaras.valiuskevicius@gf.vu.lt,

indre.zukaite@gf.stud.vu.lt

Valiuškevičius G, Zukaitė I. Kritulių kiekio vėjo pataisa Lietuvoje: chronologinė kaita ir teritorinis pasiskirstymas. *Geografija*. 2010. T. 46(1–2). ISSN 1392-1396.

Straipsnyje nagrinėjama kritulių kiekio pataisos K_2 kaita ir erdvinis pasiskirstymas Lietuvoje. Analizei pasirinkta 17-a Lietuvos meteorologijos stočių (MS), kurių duomenų sekos apėmė 1951–2000 m. (dėl pernelyg trumpos duomenų sekos atsisakyta Dūkšto MS), t. y. pagrindinių Lietuvos MS tinklo duomenys. Nagrinėto laikotarpio duomenys – gana viena-rūšiai. Kritulių pokyčio 1951–2000 m. analizei panaudojus koeficientą K_2 , sudaryti chronologiniai grafikai trims tipines teritorijos sąlygas apibūdinančioms stotims: Biržų, Klaipėdos ir Varėnos MS. Tiriant vėjo pataisų kaitą, laikotarpis suskirstytas į smulkesnius periodus – 1951–1980 m., 1961–1990 m., 1971–2000 m., o jų duomenys palyginti tarpusavyje. Nagrinėjant vėjo pataisų teritorinį pasiskirstymą, sudaryti 1971–2000 m. P' ir ΔP_2 reikšmių pasiskirstymo žiemos bei vasaros sezonais Lietuvoje žemėlapiai; taip pat nagrinėti koreliaciniai ryšiai tarp vėjo pataisų ir kritulių kiekio, tarp vėjo pataisų ir vėjo greičio.

Nustatyta, kad kritulių kiekio vėjo pataisos Lietuvoje XX a. antroje pusėje nuolat mažėja. Tai įrodo ir šiame darbe atlikti vėjo pataisos chronologinės kaitos tyrimai, ir darbo rezultatų palyginimas su ankstesnių tyrėjų duomenimis. Svarbiausiu vėjo pataisos mažėjimo tendenciją lemiančiu veiksniu laikytinas vidutinio vėjo greičio mažėjimas Lietuvoje. Šaltuoju laikotarpiu vėjo pataisos daug didesnės nei šiltuoju, ir tai sietina su didesniu kietųjų kritulių, nepatenkančių į kritulmatį, kiekiu. Atlikus koreliacinę analizę, išsiaiškinta, kad vėjo pataisa daug geriau koreliuoja su vėjo greičio nei su kritulių kiekio rodikliais.

Raktažodžiai: kritulių kiekis, vėjo pataisa, kritulių matavimo tikslumas, vandens balansas

ĮVADAS

Krituliai – vienas svarbiausių meteorologinių elementų, lemiančių upių ir ežerų hidrologinį režimą, drėgmės atsargas dirvožemyje bei dirvodaros procesus, sausrų masę ir pasikartojimą. Jie yra itin reikšminga hidrologinio ciklo dalis, lemianti kitų vandens balanso dėmenų pasiskirstymą.

Optimizuojant vandens išteklius, be kokybinių ir kiekybinių kritulių charakteristikų, svarbu žinoti ir jų teritorinį pasiskirstymą. Kritulių kiekis, išmatuotas tuo pačiu laikotarpiu skirtinguose (net ir nedidelės teritorijos) taškuose, gali gerokai skirtis. Tarp svarbiausių veiksnių, turinčių poveikį kritulių teritoriniam pasiskirstymui, Lietuvoje paminėtini atmosferos cirkuliacija, atstumas nuo jūros, vietovės geografinė padėtis, reljefas, stambūs vandens telkiniai bei miškų masyvai (Bukantis, 1994). Šie skirtumai labai priklauso

ir nuo stebėjimų laikotarpio trukmės. Neabejotinai svarbiausias veiksnys, lemiantis tikslią informaciją apie kritulių teritorinį pasiskirstymą, – matavimo tinklo tankis (krituliai yra itin diskretiški teritorijos atžvilgiu).

Nuo stočių tinklo tankio priklauso ir kritulių pasiskirstymo per metus duomenys. Teigiama (Galvonaitė ir kt., 2007), kad vidutiniškai 62–71 % metinio kritulių kiekio Lietuvoje iškrenta šiltuoju laikotarpiu (balandžio–spalio mėn.). Tai tipišką pereinamojo (iš jūrinio į žemyninį) klimato tipo požymis vidutinėse platumose, tačiau tai – tik daugiametis vidurkis. Apskritai krituliams būdingi labai dideli svyravimai atskirais metais (antai Vilniuje 1911 m. iškrito tik 394 mm, o 1945 m. – 918 mm), todėl analizuojant skirtingus laikotarpius, kritulių pasiskirstymas per metus gali gana smarkiai skirtis.

Lietuvos kritulių matavimo punktų tinklas nuo matavimų pradžios nuolat ir gana smarkiai kito, todėl jame

sukauptą duomenų bazę neretai yra sunku apdoroti, jai būdingas nevienalytiškumas. Ypač sudėtinga panaudoti tų laikotarpių duomenis, kai stebėjimo punktų skaičius staiga pasikeisdavo (tipiškas pavyzdys: 1999 m. Lietuvos hidrometeorologijos tarnybai priklausė 95, o 2000 m. beliko vos 67 nuolat veikiantys kritulių matavimo punktai (Masaitytė ir kt., 2002)).

Šios nuolatinių teritorinių pasiskirstymą lemiančiais veiksniais bei stočių tinklo tankio optimizavimu susijusios problemos ir jų poveikis bendroms kritulių kieki apibūdinančioms charakteristikoms jau ne kartą yra aptartos įvairių autorių darbuose (Bukantis, 1994; Bukantis ir kt., 1998; Masaitytė ir kt., 2002; Galvonaitė ir kt., 2007). Kita vertus, Lietuvoje kiek primirštas dar vienas nemažą poveikį kritulių kiekiu rodikliams turintis klausimas – pataisų, įvedamų matuojant kritulius, efektas.

Šiuo metu Lietuvos meteorologijos stočių (MS) pateikiama suminiai kritulių kiekiai yra su įtrauktomis instrumentinėmis (K_1) ir kritulių matavimo kibirėlio suvilgymo (K_2) pataisomis, tačiau neskaičiuojama vėjo pataisa (K_3), pagal kurią vertinami krituliai, nepatekę į kritulių matavimo kibirėlį. Neįtraukus K_2 pataisos, neatsižvelgiama į matavimo netikslumus, kylančius dėl to, kad pučiant vėjui kritulmačiai surenka ne visus kritulius. Kuo vėjas stipresnis, tuo didesni netikslumai.

Krituliai su vėjo pataisomis ypač aktualūs skaičiuojant vandens balansą bei atskirus jo dėmenis. Tokie skaičiavimai dažniausiai domina hidrologijos, hidrogeologijos, hidrotechnikos, vandentvarkos ir panašių sričių specialistus. Lietuvoje susiklostė daugeliui Rytų Europos šalių būdinga tradicija griežtai atskirti hidrologinius ir meteorologinius matavimus. Kritulių matavimai mūsų šalyje traktuojami kaip meteorologinių matavimų programos dalis, todėl meteorologams bei klimatologams ne itin aktuali vėjo pataisa krituliams beveik niekada nebuvo įtraukiama.

XX a. 7-ajame dešimtmetyje vėjo pataisos krituliams K_2 Lietuvoje buvo kelis kartus apskaičiuotos, tačiau šių skaičiavimų duomenys praktiškai beveik niekur nebuvo panaudoti. Paskutinį kartą vėjo pataisos vidutinėms mėnesių bei metų kritulių reikšmėms Lietuvoje buvo apskaičiuotos 1968 m. (*Spravochnik po...*, 1968). Pabrėžtina, kad Lietuva šiuo atžvilgiu nėra išskirtinė šalis: Pasaulinės meteorologijos organizacijos oficialiuose dokumentuose (Sevruck ir kt. 1989; Goodison ir kt., 1998) pažymima, jog iki šiol nėra žinoma, kiek šalių savo kritulių matavimų duomenis skelbia su pataisomis (skelbdamos realų kritulių kiekį), o kiek – be pataisų (išmatuotą kritulių kiekį).

Šio darbo tikslas – įvertinti vėjo pataisos poveikį kritulių kiekiui Lietuvoje įvairiais laikotarpiais bei pamėginti išsiaiškinti šios pataisos dydį lemiančius veiksnius atskiruose regionuose. Darbo rezultatai turėtų būti vertingi visiems hidrologijos, klimatologijos ir joms artimų mokslų sričių atstovams, taip pat tyrėjams, besidomintiems vandens balanso skaičiavimais bei dirvodaros procesais.

DARBO METODIKA IR ANKSTESNI TYRIMAI ŠIA TEMA

Per visą kritulių matavimo laikotarpį Lietuvoje (nuo 1891 m.) buvo naudojami keturių tipų prietaisai: iki 1921 m. (išskyrus Vilniaus MS, kur jis pakeistas naujo tipo lietmačiu 1918 m.) – GFO lietmačiai; 1922–1944 m. – Gelmano lietmačiai; 1945–1952 m. – lietmačiai su Niferio apsauga, kurie nuo 1952 m. per kelerius metus pakeisti Tretjakovo kritulmačiais (*Spravochnik po...*, 1968). Šios konstrukcijos kritulmačiai naudojami iki šiol. Analizei buvo pasirinkta 17-a Lietuvos meteorologijos stočių, kurių duomenų sekos apėmė 1951–2000 m., atsisakyta tik Dūkšto MS (dėl trumpos duomenų sekos). Nagrinėto laikotarpio duomenys – gana vienarūšiai. Teigti, kad jie visiškai homogeniški, negalima, nes Tretjakovo kritulmačiai Lietuvos MS pradėti naudoti 1952 m., todėl XX a. 6-ojo dešimtmečio duomenys mažiau patikimi nei vėlesnių metų matavimų rezultatai.

Kaip minėta, pagrindinė vėjo sukeltų kritulių netikslų matavimų priežastis – dalies kritulių nepatekimas į kritulmatį. Dėl savito oro srautų režimo, susidarančio aplink kritulmatį, virš jo bei jo viduje, kritulmatis surenka tik dalį realių kritulių. Kadangi vėjo pataisos reikšmės visada yra teigiamos (t. y. išmatuojamas kritulių kiekis visada mažesnis už realų), svarbiausią vėjo sukeltų paklaidų priežastį „grubiai“ galima pavadinti nupūtumu (nors neabejotina, kad vykstant turbulencijai, dalis kritulių ir įpučiama). Be vėjo stiprumo, paklaidos dydis taip pat priklauso nuo kritulių fazinės sudėties: snigant į matavimo kibirėlį nepatenka daugiau kritulių nei lyjant, nes snaigių tankis ir kritimo greitis dažniausiai daug mažesnis nei lietaus lašų. Šiame darbe kritulių fazinės sudėties poveikis vėjo pataisai išsamiai nenagrinėtas.

Šiuo metu pasaulyje sukurta gana daug įvairių vėjo pataisos krituliams apskaičiavimo metodikų. Jos skiriasi priklausomai nuo regione naudojamų kritulmačių, vyraujančio kritulių tipo bei laikotarpio, kuriam skaičiuojama pataisa. Tačiau daugelyje metodikų (Shver, 1976; *Rekomendacii po...*, 1989; Habib ir kt., 1999; Allerup ir kt., 2000; Bogdanova ir kt., 2002; Ren ir kt., 2007; Bryazgin ir kt., 2010) pataisos skaičiavimą lemiantys rodikliai – oro temperatūra ir vėjo greitis – išlieka tie patys. Paanalizavus metodus nutarta, kad Lietuvos teritorijai priimtinausia skaičiuoti vėjo pataisą krituliams K_2 pagal rusišką metodiką, pritaikytą Tretjakovo kritulmačiams. Šis metodas tinka tik mėnesio kritulių sumų pataisoms skaičiuoti. Metodo pasirinkimą daugiausia nulėmė nesudėtingas jo pritaikymas ir tai, kad ir anksčiau pagal panašias metodikas buvo skaičiuotos vėjo pataisos Lietuvoje.

Vėjo pataisa krituliams K_2 yra koeficientas, iš kurio reikia padauginti kritulių kiekį, įtraukus K_1 ir K_3 pataisas. Niekas nenurodo, kodėl Lietuvos MS neįtraukiami vėjo pataisos koeficientai. Suprantama, kad K_2 pataisa nėra itin tiksli, ir kasmet jos reikšmė gali skirtis. Nuo daugelio veiksnų priklausančios pataisos K_2 nustatomos eksperimentiniu būdu, todėl kintant sąlygoms yra koreguojamos.

Pradedant skaičiavimus pirmiausia būtina perskaiciuoti vėjo greitį, nes MS šis rodiklis matuojamas 10 m aukštyje, todėl jis buvo perskaiciuotas 2 m (kritulmačio) aukščio lygyje pagal formulę (Rekomendacijų po..., 1989):

$$v/v_1 = (z/z_1)^m; \quad (1)$$

čia: v – vidutinis vėjo greitis vėjarodžio aukštyje z ; v_1 – vidutinis vėjo greitis aukštyje z_1 ; m – paklotinio paviršiaus šiurkštumo rodiklis, kuris lygioje atviroje vietoje vasarą lygus 0,24, rudenį – 0,17, žiemą – 0,17, pavasarį – 0,19.

Pradiniai kritulių duomenys pateikiami su įtrauktomis instrumentinėmis (K_1) ir vilgymo (K_3) pataisomis, tad jų skaičiuoti nebereikia (realiai K_3 pataisa Lietuvoje įtraukiama tik nuo 1966 m., tačiau šiame darbe panaudoti duomenys su įtrauktomis pataisomis). Skaičiuojant koeficientą K_2 atsižvelgiama į oro temperatūrą ir vėjo greitį (*Metodicheskie ukazaniya...*, 1985):

• Jei temperatūra viršija +2 °C, koeficientas skaičiuojamas pagal lygtį:

$$K_2 = \frac{100}{100 - 0,038Nu}; \quad (2)$$

čia: $N = 95 - 3,4t$, t – temperatūra °C, u – perskaiciuotas vėjo greitis 2 m aukštyje m/s;

• Jei temperatūra tarp -2 °C ir +2 °C, naudojama lentelė (*Metodicheskie ukazaniya...*, 1985), padedanti nustatyti K_2 pagal vidutinį vėjo greitį (joje nurodomos vėjo greičio reikšmės iki 13,9 m/s);

• Jei temperatūra žemesnė nei -2 °C, K_2 taip pat nustatomas pagal specialią lentelę (*Metodicheskie ukazaniya...*, 1985), tačiau joje pateikta maksimali vidutinio vėjo greičio reikšmė jau siekia 15,9 m/s, o koeficientų reikšmės viršija 2. Tai rodo, kad esant žemesnei oro temperatūrai, vėjo įtaka kritulių matavimo tikslumui didesnė.

Vykdamas tolesnius skaičiavimus pirmiausia teko atkurti kai kurias vėjo greičio duomenų sekas (pagal artimiausios MS duomenis). Keliose stotyse (Šiaulių MS, Laukuvos MS, Utenos MS, Kauno MS, Kybartų MS, Lazdijų MS) nebuvo pateiktos tik pavienių mėnesių vidutinės mėnesio vėjo greičio reikšmės, o keliose stotyse (Telšių MS, Varėnos MS) jų trūko iš visų mėnesių ar net metų. Duomenys rinkti iš meteorologinių mėnraščių (*Spravocchnik po...*, 1951–1965; *Meteorologicheskij ezhemesyachnik*, 1966–2000). Kadanai nuo 1955 m. kovo iki 1964 m. gegužės Vilniaus MS visai nepateiktas vidutinis mėnesio vėjo greitis, taip pat trūko kai kurių 1965–1970 m. mėnesių duomenų, šios stoties duomenys naudoti tik aptariant K_2 pataisų teritorinį pasiskirstymą ir braižant žemėlapius nuo 1971 metų. Kitų stočių duomenys atkurti pagal arčiausiai esančios MS duomenis.

Pati vėjo pataisa krituliams dažniausiai pateikiama ne kaip koeficientas, iš kurio reikia padauginti kritulių kiekį, bet kaip papildomas kritulių kiekis (mm), kurį reikia pridėti. Tai leidžia lengviau palyginti ją su kitomis pataisomis ir bendru kritulių kiekiu. Milimetrais išreikštos pataisos (ΔP_2)

skaičiavimui naudojama itin paprasta lygtis (*Metodicheskie ukazaniya*, 1985):

$$\Delta P_2 = P'(K_2 - 1); \quad (3)$$

čia: P' – suminis mėnesio kritulių kiekis, išmatuotas Tretjakovo kritulmačiu, K_2 – vėjo pataisa kiekvienam mėnesiui. Įvertinus pataisą, kritulių kiekis apskaičiuojamas pagal formulę (*Metodicheskie ukazaniya*, 1985):

$$P_1 = P' + \Delta P_2. \quad (4)$$

Gauti mėnesio kritulių kiekiai P_1 , įvedus ir vėjo pataisą, vadinami perskaiciuotu kritulių kiekiu.

Darbo analizei pasirinktos trys kryptys: 1) kritulių pokyčio 1951–2000 m., įvedus vėjo pataisą, tyrimai; 2) pačių pataisų šiuo laikotarpiu analizė; 3) pataisų teritorinio pasiskirstymo įvairiais laikotarpiais bei sezonais tyrimai.

Analizuojant kritulių pokytį 1951–2000 m. ir panaudojus koeficientą K_2 , sudaryti trijų pagrindinių Lietuvos teritoriją atspindinčių stočių – Biržų MS, Klaipėdos MS ir Varėnos MS – chronologiniai grafikai. Pasirinktos stotys apibūdina didelę Lietuvos teritorijos dalį, be to, pasižymi itin ryškiais vėjo ir oro temperatūros režimo skirtumais. Chronologiniai grafikai sudaryti visam laikotarpiui, atspindinčiam išmatuotą kritulių kiekį, vėjo pataisą ir perskaiciuotą kritulių kiekį. Tiriant vėjo pataisų kaitą, nagrinėjamas laikotarpis suskirstytas į smulkesnius periodus – 1951–1980 m., 1961–1990 m., 1971–2000 m., o jų duomenys palyginti tarpusavyje. Nagrinėjant vėjo pataisų teritorinį pasiskirstymą, sudaryti 1971–2000 m. laikotarpio P' ir ΔP_2 reikšmių pasiskirstymo žiemos bei vasaros sezonais Lietuvoje žemėlapiai, taip pat nagrinėti koreliaciniai ryšiai tarp vėjo pataisų ir kritulių kiekio, tarp vėjo pataisų ir vėjo greičio.

Braižant žemėlapius naudota „ArcGis 9.2“ programa. Panaudojus mažiausio paviršiaus kreivumo interpoliacijos būdą „spline“, Lietuvos teritorija interpoliuota 17-os MS atžvilgiu. Šis metodas pasirinktas palyginus juo dirbant gautus rezultatus su kitais interpoliacijos metodais gaunamais rezultatais (palyginimas rodo, kad kitos interpoliacijos metodikos smarkiai iškreipia analizuojamų parametrų erdvinę sklaidą). Izolinijos buvo brėžiamos pritaikius „counter“ funkciją. Gauti žemėlapiai atskleidžia išmatuotų kritulių, vėjo pataisų ir perskaiciuotų kritulių pasiskirstymo dėsninumus neatsižvelgiant į kraštovaizdį. Pasienuose regionuose, kur vietomis išryškėjo programos „mechaniskai“ atliktos interpoliacijos netikslumai, izolinijos buvo pakoreguotos atsižvelgiant į kraštovaizdžio elementų teritorinį išsidėstymą.

Aptariant ankstesnius šios mokslų srities tyrimus pagrįstina, kad vėjo pataisos krituliams problema dažniausiai nagrinėja šiaurės šalių mokslininkai. JAV (Habib ir kt., 1999; Smith, 2008), Kanados (Mekis ir kt., 1999), Norvegijos (Førland ir kt., 2000), Rusijos (Bogdanova ir kt., 2002; Bryazgin ir kt., 2010) ir kitų šiaurės šalių tyrėjai daugiausia dėmesio skiria vėjo poveikio įvairioms kritulių formoms analizei bei tiksliai kritulių matavimui. Daugelyje jų atliktų tyrimų remiamasi ilgomis duomenų sekomis, apibūdinančiomis

tyrimus šiaurinių platumų regionuose. Tai labiausiai sietina su dideliais sniego tipo kritulių kiekiais šiose šalyse ir vėjo pataisos poveikiu jiems, todėl analizuojant panašius klausimus vidutinių platumų regiono šalyse (Allerup ir kt., 2000; Ren ir kt., 2007) pirmiausia akcentuojamas vėjo poveikis sniego tipo krituliams. Be to, šiose šalyse gana dažnai buvo keičiami matavimams naudojamų kritulmačių tipai bei juos nuo vėjo apsaugančios konstrukcijos. Taigi ten, kur dažniau susiduriama su kietaisiais krituliais, aktyviai analizuotas ir skirtingais prietaisais išmatuotų kritulių duomenų homogeniškumas (Shver, 1976; Yang, 1999).

Lietuvoje vieni pirmųjų vėjo poveikį krituliams nagrinėjo J. Jablonskis ir R. Verzaitė (1968), skaičiuodami bendrojo garavimo reikšmes. Jiems įtraukus vėjo pataisą, metinių kritulių norma įvairiuose Lietuvos regionuose, palyginus su ankstesniais duomenimis, padidėjo nuo 14 iki 32 %. Šiais skaičiavimais remtasi ir vėlesniuose tyrimuose sudarant Lietuvos kritulių kiekio su visomis pataisomis metų žemėlapi (Resursy poverkhnostnykh..., 1969). Pabrėžtina, kad vėliau tie patys autoriai (Jablonskis ir kt., 1978) suabejojo vėjo poveikio sukeltos pataisos realumu. Labiausiai juos nustebino vidutinės metų kritulių sumos pokytis (sudaręs apie 20 %) dėl vėjo pataisos, apskaičiuotos visiems matavimo punktam (Spravochnik po..., 1968). Kita vertus, J. Jablonskis ir R. Verzaitės (1968) apskaičiuota vidutinė metų kritulių kiekio reikšmė su pataisa K_2 (748 mm) iki šiol pateikiama hidrologams svarbiuose darbuose (Gailiūšis ir kt., 2001) kaip geriausiai apibūdinanti vandens balanso elementų sąveiką. Tai dar kartą patvirtina nagrinėjamos problemos aktualumą.

Pastaraisiais metais Lietuvoje šios srities tyrimus vykdė E. Rimkus. Pirmajame šiai tematikai skirtame jo straipsnyje (Rimkus, 1996) plačiau analizuoti kritulių matavimo netikslumai, kylantys dėl jų fazinės sudėties, bet užsiminta ir apie vėjo poveikį. Remdamasis Vilniaus oro uosto, Panevėžio ir Klaipėdos MS 1960–1995 m. stebėjimų duomenimis, E. Rimkus apskaičiavo, kad, įtraukus vėjo pataisą, kritulių kiekis žiemos sezoną yra vidutiniškai 28 % didesnis už išmatuotą. Vidutinis metinis kritulių kiekis Vilniuje išaugo 12 %. Vėliau šis autorius mėgino įvertinti vėjo poveikį kritulių matavimo tikslumui Lietuvoje ir patikslinti vidutinį kritulių kiekį, apskaičiuotą pagal 1961–1990 m. matavimų duomenis 19-oje Lietuvos MS (Rimkus, 1998). Įvertinus vėjo poveikį gauta, jog vidutinis metų kritulių kiekis Lietuvoje padidėjo 77 mm, arba 11 %. Nustatyta, kad tiksliausiai krituliai išmatuoti Varėnoje (ten, kur silpniausias vėjas). Be to, suskirsčius metus į šaltą ir šiltą laikotarpį, nustatyti labai padidėję XI–III mėnesiais išmatuoti ir perskaiciuoti kritulių kiekio skirtumai (Rimkus, 1998). Dalis E. Rimkaus darbo (1998) metodikos pritaikyta ir šiame darbe.

VĖJO PATAISŲ CHRONOLOGINĖ KAITA

Nagrinėjant kritulių kiekio kaitą 1951–2000 m. pasirinktos trys tipines skirtingų Lietuvos regionų sąlygas atspindinčios stotys: Biržų MS, Klaipėdos MS ir Varėnos MS. Pirmiausia

jose nagrinėta išmatuoto kritulių kiekio P' ir vėjo pataisos ΔP_2 chronologinė kaita (1 pav.).

Mažiausias išmatuotas kritulių kiekis P' per metus nagrinėjamu laikotarpiu Biržų ir Klaipėdos MS užfiksuotas 1975 m., o Varėnos MS – 1971 metais. Minimaliausios metinės P' reikšmės šiose MS atitinkamai siekė 434 mm, 405 mm bei 423 mm. Vidutiniškai per nagrinėtus penkiasdešimt metų Biržų MS kasmet iškrisdavo 620 mm, Klaipėdos MS – 727 mm, o Varėnos MS – 663 mm kritulių. Didžiausios metinės išmatuotų kritulių reikšmės nustatytos: Biržų MS – 1998 m. (871 mm), Klaipėdos MS – 1981 m. (1084 mm), Varėnos MS – 1960 m. (860 mm).

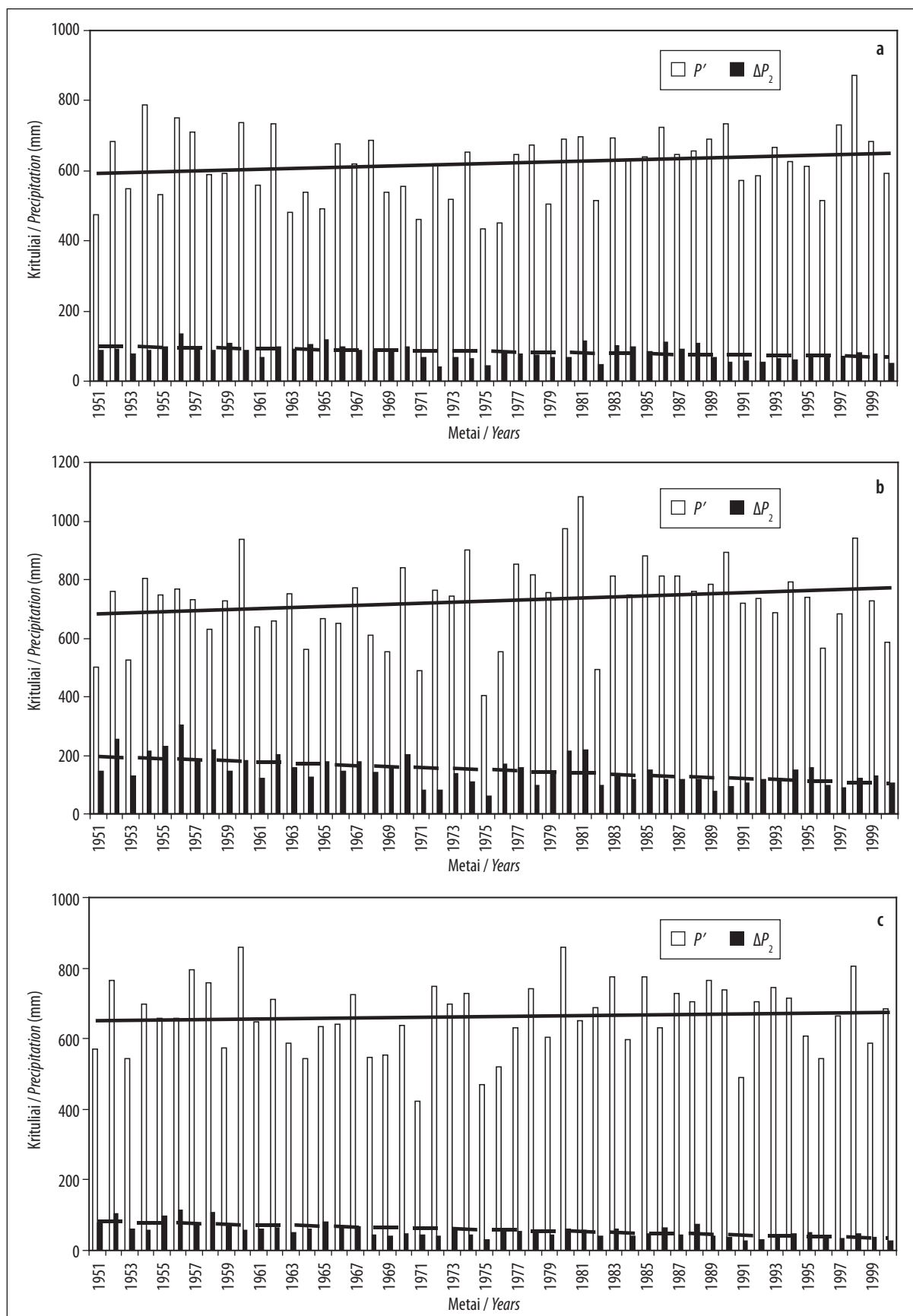
Tiek šie duomenys, tiek pateiktas grafikas (1 pav.) rodo, kad P' metinėms reikšmėms pasirinktose reprezentacinėse MS tiriamuoju laikotarpiu buvo užfiksuoti du didesniais kritulių kiekiais pasižymėję (1951–1962 m. ir 1977–2000 m.) bei vienas sausesnis (1963–1976 m.) periodai. Per visą laikotarpį išmatuoti krituliai išlaikė bendrą kiekio didėjimo tendenciją, kurią atspindi tiesinio trendo kilimas. Labiausiai ši tendencija būdinga Klaipėdos MS, kur per metus kritulių kiekis vidutiniškai išaugo 1,85 mm, o menkiausiai pastebima Varėnos MS (vidutinis augimas per metus – 0,49 mm).

Visai kitokias tendencijas galima įžvelgti vėjo pataisų kritulių ΔP_2 kaitoje. Mažiausios suminės ΔP_2 per metus Biržų MS buvo 1972 m. (41 mm), Klaipėdos MS – 1975 m. (61 mm), o Varėnos MS – 1991 m. (28 mm). Vidutinės vėjo pataisų reikšmės 1951–2000 m. šiose stotyse atitinkamai siekė 81, 146 bei 56 mm. Maksimalios ΔP_2 visose MS buvo 1956 m.: Biržuose – 13, Klaipėdoje – 30, Varėnoje – 115 mm.

Be to, 1-ame paveiksle pateiktas vėjo pataisos kaitą atspindintis tiesinis trendas (punktirinė linija grafiko apačioje) rodo aiškią ΔP_2 mažėjimo tendenciją. Kaitos tendencingumas, kaip ir P' atveju (tik priešingos krypties), vėlgi labiausiai išryškėjo Klaipėdoje: čia ΔP_2 suminės reikšmės per metus vidutiniškai sumažėdavo 1,90 mm, tačiau menkiausios šįsyk buvo Biržuose (0,61 mm per metus). Taigi išmatuotų kritulių ir vėjo pataisos chronologinės kaitos tendencijos yra priešingos krypties, ir tai rodo ryškų vėjo pataisos procentinės dalies bendrame kritulių kiekyje (su visomis įtrauktomis pataisomis) mažėjimą. Pabrėžtina ir tai, kad ΔP_2 reikšmėms būdinga didesnė kaita nei išmatuotam kritulių kiekiui, tad galima teigti, kad didesnė dalis ΔP_2 procentinio pokyčio sietina ne su kritulių kiekiu, o su vėjo greičio kaita.

Išryškėjus tokioms tendencijoms, susidomėta jas sukeliančiomis priežastimis, todėl nutarta panagrinėti P' ir ΔP_2 reikšmes konkrečiais mėnesiais. Pirmoje lentelėje pateikiama išmatuotų kritulių kiekio ir vėjo pataisos kaitos analizuojamu laikotarpiu režimo analizė. Siekiant atskleisti šių dydžių chronologinius pokyčius, apskaičiuotos vidutinės jų reikšmės konkrečiais įvairių trisdešimtmečių (1951–1980 m., 1961–1990 m., 1971–2000 m.) mėnesiais ir 1951–2000 metais. Be realios ΔP_2 reikšmės (mm), lentelėje pateikta ir jos procentinė dalis nuo P' .

Kaip ir E. Rimkaus tyrimuose (Rimkus, 1998), išryškėjo (1 lentelė), kad nepriklausomai nuo pasirinkto periodo visose



1 pav. Išmatuoto kritulių kiekio P' ir vėjo pataisos ΔP_2 chronologinė kaita 1951–2000 m. Biržų (a), Klaipėdos (b) bei Varėnos (c) MS. Linijos – daugiametės kaitos tiesiniai trendai: — išmatuoto kritulių kiekio, - - - vėjo pataisos

Fig. 1. Chronological change of the measured precipitation P' and the wind-induced error correction ΔP_2 in 1951–2000 in three meteorological stations: Biržai (a), Klaipėda (b) and Varėna (c). Lines – permanent change in linear trend: — measured precipitation, - - - wind correction

1 lentelė. Išmatuoto kritulių kiekio (P'), vėjo pataisos (ΔP_2) ir jos procentinės dalies (%) kaita Biržų MS, Klaipėdos MS ir Varėnos MS įvairiais skirtingų laikotarpių mėnesiais

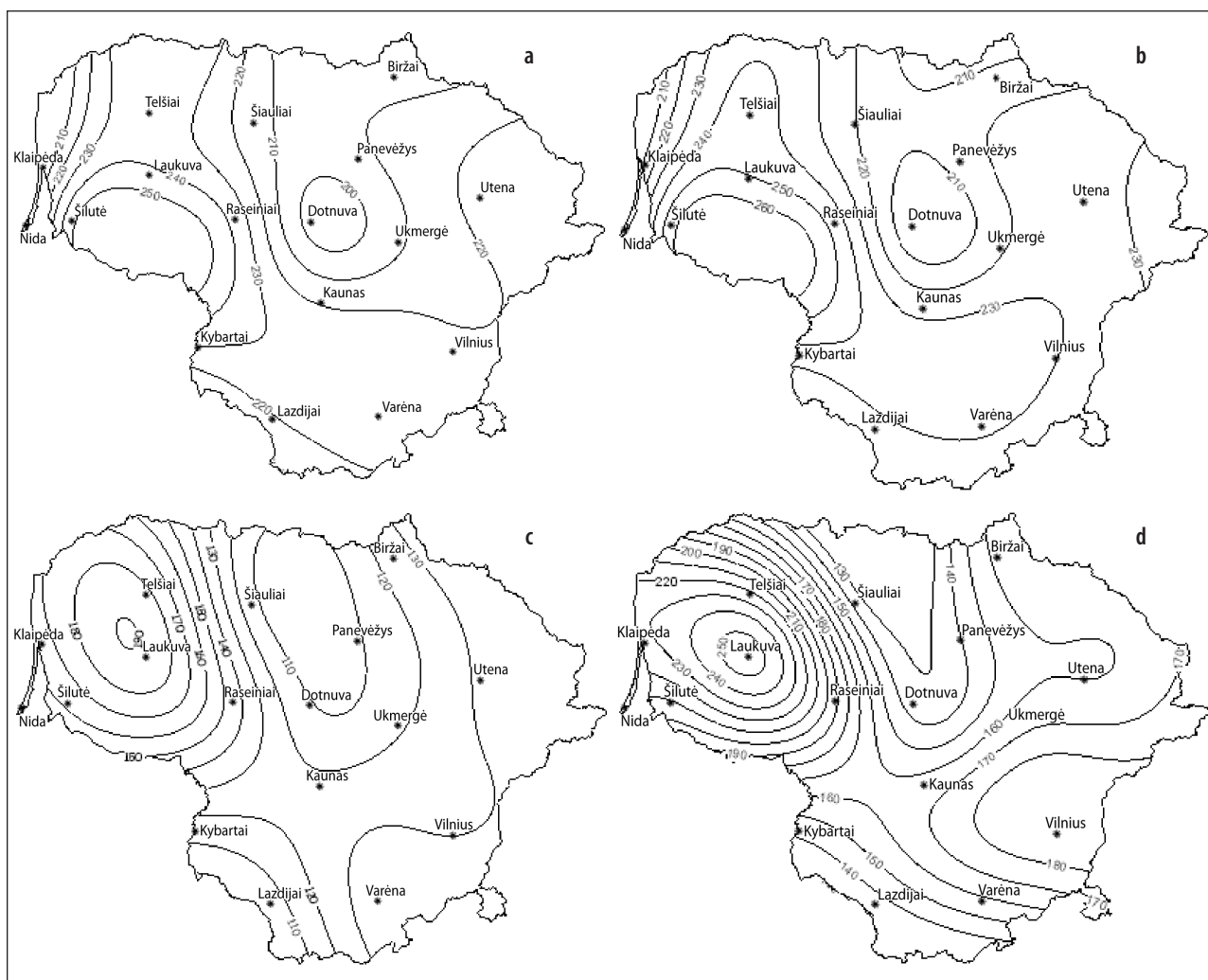
Table 1. Measured precipitation (P'), wind-induced error correction (ΔP_2) and its percentage change (%) in Biržai, Klaipėda and Varėna meteorological stations in different months of various periods

	Metai / Years	I			II			III			IV			V			VI			
		P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	
Biržai	1951–1980	31	12	39	27	9	35	30	7	22	44	4	9	49	3	6	60	2	4	
	1961–1990	32	13	40	24	9	36	33	7	20	40	4	9	52	3	6	58	2	4	
	1971–2000	41	14	34	32	9	27	35	6	17	39	3	9	50	3	5	65	2	3	
	1951–2000	37	13	36	31	9	31	34	6	19	41	4	9	52	3	6	65	2	4	
	Metai / Years	VII			VIII			IX			X			XI			XII			
		P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	
	1951–1980	67	2	3	78	2	3	61	5	9	58	8	13	51	16	32	43	14	33	
	1961–1990	77	2	3	71	2	3	64	5	7	55	6	11	52	13	25	46	16	35	
	1971–2000	81	2	3	60	2	3	61	4	6	59	5	9	50	7	14	52	15	30	
	1951–2000	72	2	3	71	2	3	62	5	7	58	7	11	50	13	25	47	15	32	
	Klaipėda	1951–1980	45	29	64	33	18	55	30	9	30	37	5	13	38	4	9	55	3	6
		1961–1990	50	23	47	31	13	42	39	10	25	36	4	11	39	3	7	56	3	5
1971–2000		58	25	43	36	12	35	42	9	22	36	4	10	41	3	7	60	3	5	
1951–2000		53	28	52	36	16	45	37	10	26	37	4	12	41	3	8	58	3	5	
Metai / Years		VII			VIII			IX			X			XI			XII			
		P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	
1951–1980		78	4	6	82	5	6	88	14	15	77	18	23	76	28	36	62	26	42	
1961–1990		73	4	5	83	4	5	89	10	12	80	13	16	90	24	27	68	25	37	
1971–2000		66	3	5	79	3	4	82	7	8	90	11	12	89	18	20	72	25	35	
1951–2000		68	4	5	82	4	5	87	11	12	83	15	18	80	23	29	65	26	39	
Varėna		1951–1980	35	9	26	32	8	26	36	6	17	45	3	7	59	3	4	76	2	3
		1961–1990	41	9	21	28	6	22	37	4	12	44	3	6	62	2	4	75	2	3
	1971–2000	45	8	18	34	6	17	40	4	9	45	3	6	53	2	4	75	2	3	
	1951–2000	41	9	21	34	7	22	39	5	13	44	3	6	58	2	4	76	2	3	
	Metai / Years	VII			VIII			IX			X			XI			XII			
		P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	P'	ΔP_2	%	
	1951–1980	81	2	2	77	2	2	59	4	7	51	5	10	53	11	21	48	8	18	
	1961–1990	84	2	2	69	2	2	63	3	5	51	4	8	53	7	13	51	9	18	
	1971–2000	88	2	2	64	1	2	66	3	4	54	3	6	48	4	8	57	9	16	
	1951–2000	82	2	2	72	2	2	64	3	5	50	4	8	51	8	16	52	8	16	

reprezentacinėse stotyse didžiausias vėjo pataisos reikia įtraukti šaltuoju metų laikotarpiu (XI–III mėn.). Maksimalios ΔP_2 reikšmės 1951–2000 m. Biržų MS buvo nustatytos gruodį (15 mm), Klaipėdos ir Varėnos MS – sausį (atitinkamai 28 ir 9 mm). Analogiškai ΔP_2 maksimumai procentais: Biržų MS ir Klaipėdos MS – sausį (36 ir 52 %), o Varėnos MS – vasarį (22 %).

Pirmos lentelės duomenys patvirtina ir pagal 1-ame paveiksle pateiktus trendus nustatytą vėjo pataisos procentinės dalies mažėjimą. Šišk jau galima drąsiai teigti, kad

ΔP_2 procentinė dalis mažėja skaičiuojant ją ne tik metų, bet ir mėnesių kritulių sumoms. Iš trijų nagrinėtų stočių tik Biržų MS pavyko rasti kelis mėnesius (gruodį, sausį ir vasarį), kai ΔP_2 vidutinė procentinė dalis, lyginant 1951–1980 m., 1961–1990 m. ir 1971–2000 m. periodų reikšmes, kažkiek padidėjo. Tačiau šie padidėjimai buvo labai nedideli: maksimalus ΔP_2 vidutinės procentinės dalies prieaugis, užfiksuotas tarp 1951–1980 m. ir 1961–1990 m. laikotarpių, Biržų MS tesudarė vos ~2 %.



2 pav. Išmatuoto P' ir perskaičiuoto kritulių kiekio P_1 teritorinis pasiskirstymas Lietuvoje 1971–2000 m. vasarą (a – išmatuoti, b – perskaičiuoti) ir žiemą (c – išmatuoti, d – perskaičiuoti)

Fig. 2. The spatial distribution of measured P' and adjustment P_1 precipitation in Lithuania in summer (a – measured, b – adjustment) and winter (c – measured, d – adjustment), 1971–2000

VĖJO PATAISŲ TERITORINIS PASISKIRSTYMAS IR JŲ LEMIANČIOS PRIEŽASTYS

Antroje lentelėje pateikti duomenys atspindi ir gana ryškų teritorinį nevienalytiškumą, būdingą kritulių vėjo pataisoms. Siekiant jį panagrinti plačiau, buvo sudaryti 1971–2000 m. išmatuotų P' ir perskaičiuotų kritulių kiekio P_1 erdvinio pasiskirstymo žemėlapiai (2 pav.). Žinant nemenką vėjo pataisos priklausomybę nuo kritulių fazinės sudėties (Shver, 1976; Yang ir kt., 1999), nutarta analizei pasirinkti du metų sezonus, labiausiai besiskiriančius kritulių fazine sudėtimi: vasarą ir žiemą. Pavasaris ir rudenį, dažnai pasižymintys mišriais krituliais, nenagrinėti.

Įdėmiau išžiūrėjus į izolinijų išsidėstymo pokyčius, atspindinčius išmatuoto ir perskaičiuoto kritulių kiekio teritorinį pasiskirstymą, galima pastebėti, kad vakarinėje Lietuvos dalyje labiau pakinta kritulių reikšmės, tuo tarpu rytuose nemenkai pasikeičia ir bendras izohietų išsidėstymo erdvėje vaizdas. Šios tendencijos būdingos tiek vasaros, tiek žiemos

2 lentelė. Koreliacijos koeficientai: tarp vėjo pataisos ir išmatuoto kritulių kiekio ($R_{\Delta P_2 - P'}$) ir tarp vėjo pataisos bei vidutinio vėjo greičio ($R_{\Delta P_2 - v}$), apskaičiuoti pagal 17-os MS duomenis 1971–2000 m.

Table 2. Correlation coefficients: $R_{\Delta P_2 - P'}$ – between the wind-induced error correction and measured precipitation; $R_{\Delta P_2 - v}$ – between the wind-induced error correction and average wind speed. Calculation based on data of 17 meteorological stations for the period 1971–2000

Ryšys Correlation	Sezonas / Season			
	Pavasaris Spring	Vasara Summer	Ruduo Autumn	Žiema Winter
$R_{\Delta P_2 - P'}$	0,02	0,16	0,83	0,68
$R_{\Delta P_2 - v}$	0,72	0,87	0,83	0,84

sezonams. Tai leidžia daryti pradinę prielaidą, kad esminiu veiksnium, formuojančiu vėjo pataisą ir lemiančiu jos dydį, galima laikyti vėjo greitį. Vakarų Lietuvos regionui (nuo Baltijos jūros iki Žemaičių aukštumos) būdingas santykinai didelis vidutinis vėjo greitis ir gana tolygi jo mažėjimo nuo vakarų į rytus tendencija. Esant tokioms sąlygoms, vėjai čia

nulemia pakankamai didelę (daug didesnę už kitų veiksmų suformuotą) ΔP_2 dalį, teritoriškai pasiskirstančią panašiai kaip ir kritulių kiekis, todėl teritoriniai izohietų pasikeitimai Vakarų Lietuvoje pernelyg neišryškėja. Vėjams susilpnėjus, Rytų Lietuvoje santykinai didesnę poveikį įgyja kiti veiksniai (pirmiausia – kritulių forma ir kiekis, be to, įtakos turi jų intensyvumas, lašų dydis ir pan.), todėl čia labiau skiriasi ne tik 2-o paveikslu a ir b bei c ir d dalyse pateiktos P' ir P_1 reikšmės, bet ir jas vaizduojančios izolinijos. Spėtina, kad žiemos metu esminiu veiksmu, lemiančiu izohietų erdvinio išsidėstymo skirtumus (2 pav., c ir d), laikytina kritulių fazinė sudėtis: Lietuvos rytuose iškrepta daugiau kietųjų kritulių nei vakaruose, o kitos fazinės būklės krituliai labiau reaguoja į vėjo pūtimą.

Tačiau analizuojant žemėlapius tai tegali būti tik prielaida. Būtina neužmiršti, kad analizei pasirinkti sezonai pasižymi visiškai skirtingos fazinės sudėties krituliais (tam jie ir buvo išskirti iš kitų), todėl nutarta panagrinėti koreliacijos koeficientus tarp vėjo pataisos ΔP_2 ir išmatuoto kritulių kiekio P' bei vidutinio vėjo greičio v (gauti rezultatai pateikiami 2-oje lentelėje).

Joje esantys skaičiai jau nebeleidžia abejoti ankstesnių prielaidų teisingumu: aiškiai matyti, kad vėjo pataisa krituliams ΔP_2 visais sezonais gana gerai koreliuoja su vidutiniu vėjo greičiu, tuo tarpu ΔP_2 koreliacija su išmatuotu kritulių kiekiu P' išryškėja tik rudenį ir žiemą. Tai – beveik neabejotinas kietos formos kritulių poveikio vėjo pataisai įrodymas, juolab kad ir vėjo pataisos rudens bei žiemos sezonais gerokai viršija pavasario ir vasaros metu apskaičiuojamas pataisų vertes (1 lentelė).

Tiesa, galima kiek suabejoti dėl itin skirtingas koreliacijos koeficientų $R_{\Delta P_2 - P'}$ reikšmes pavasarį ir rudenį nulėmusių priežasčių, juk formaliai šie pereina sezonai turėtų pasižymėti panašiomis sąlygomis. Matyt, labiausiai tai sietina su nevienodu teritoriniu kritulių pasiskirstymu Lietuvoje pavasarį ir rudenį.

1971–2000 m. pavasarį krituliai šalies teritorijoje pasiskirstydavo gana tolygiai: P' kito nuo kiek mažesnių nei 120 mm reikšmių ir retai kur viršijo 140 mm. Tuo tarpu rudens sezonui šiuo laikotarpiu buvo būdingas kur kas raiškesnis P' teritorinis pasiskirstymas: pietinėje Lietuvos dalyje išmatuotų kritulių kiekis nesiekė 150 mm, o vakaruose viršijo 260 mm. Greičiausiai būtent tai ir nulėmė aukštą koreliacijos koeficiento $R_{\Delta P_2 - P'}$ reikšmę rudens sezonu.

Nustatyta ΔP_2 reikšmių mažėjimo tendencija, kaip minėta, pirmiausia sietina su jau ankstesniuose klimatologų tyrimuose (Bukantis ir kt., 1998) nustatytu nuolatiniu vidutinio vėjo greičio mažėjimu Lietuvoje XX a. antrojoje pusėje. Kita vertus, negalima atmesti ir kritulių duomenų sekos nehomogeniškumo poveikio, kurį galėjo sukelti tik 1952 m. pradėti diegti Tretjakovo kritulmačiai. Nors manytina, jog pastaroji priežastis neturėjo didesnio poveikio ΔP_2 pokyčiams, tačiau pateikti duomenys (1 pav., 1 lentelė) rodo, kad skaičiuoti vėjo pataisą pagal viso 1951–2000 m. laikotarpio duomenis šiuo atveju būtų nekorektiška. Nuspręsta, kad logiškiausia pateikti pagal 1971–2000 m. apskaičiuotas vėjo pataisų reikšmes (3 lentelė), juolab kad šiuo metu tai yra paskutinis „apvaliais“ skaičiais besibaigiantis trisdešimtmetis, pagal kurio duomenis galima skaičiuoti klimatinės normas. Vėjo pataisos

3 lentelė. Rekomenduojamos Lietuvos meteorologijos stočių vėjo pataisos ΔP_2 (mm) ir pataisų koeficientai K_2 , apskaičiuoti pagal 1971–2000 m. duomenis (I–XII – metinės; IV–X – šiltojo metų laikotarpio; XI–III – šaltojo metų laikotarpio), ir ankstesnių tyrimų (Spravochnik po..., 1968) analogiški rodikliai

Table 3. Recommended wind-induced error correction ΔP_2 (mm) and correction coefficients K_2 for Lithuania meteorological stations calculated on 1971–2000 data (I–XII – annuals, IV–X – warm seasons, XI–III – cold seasons) and identical characteristics from previous research (Spravochnik po..., 1968)

MS	Pataisos, gautos pagal 1971–2000 m. duomenis Corrections calculated on 1971–2000 data						1968 m. skaičiavimų rezultatai Calculation results, 1968					
	ΔP_2 (mm)			K_2			ΔP_2 (mm)			K_2		
	I–XII	IV–X	XI–III	I–XII	IV–X	XI–III	I–XII	IV–X	XI–III	I–XII	IV–X	XI–III
Biržai	6	3	10	1,12	1,05	1,24	9	7	12	1,18	1,11	1,36
Dotnuva	4	2	7	1,08	1,04	1,18	11	8	15	1,22	1,13	1,45
Kaunas	7	3	14	1,13	1,05	1,34	10	7	13	1,19	1,11	1,39
Kybartai	5	3	8	1,10	1,05	1,20	11	7	15	1,21	1,12	1,44
Klaipėda	10	5	18	1,16	1,08	1,30	17	10	28	1,32	1,17	1,58
Laukuva	10	4	18	1,15	1,06	1,28	12	9	17	1,19	1,12	1,37
Lazdijai	5	3	8	1,10	1,05	1,22	9	7	13	1,19	1,11	1,43
Nida	10	5	17	1,17	1,08	1,32	14	8	22	1,25	1,13	1,44
Panėvėžys	5	3	8	1,10	1,05	1,21	8	6	11	1,17	1,10	1,36
Raseiniai	7	4	13	1,12	1,06	1,26	12	8	17	1,23	1,12	1,50
Šiauliai	4	2	6	1,08	1,03	1,15	8	6	10	1,18	1,11	1,36
Šilutė	8	4	13	1,12	1,06	1,23	12	8	18	1,19	1,11	1,35
Telšiai	6	3	11	1,09	1,04	1,18	11	8	16	1,19	1,12	1,36
Ukmergė	7	3	12	1,13	1,05	1,30	10	7	14	1,20	1,11	1,44
Utena	5	3	8	1,09	1,05	1,18	9	6	12	1,18	1,10	1,36
Varėna	4	2	6	1,07	1,03	1,13	9	6	12	1,17	1,10	1,33
Vilnius	9	4	16	1,16	1,06	1,36	11	7	16	1,23	1,13	1,50
Vidurkis	6,6	3,3	11,4	1,12	1,05	1,24	10,6	7,3	15,2	1,21	1,12	1,41

pateikimas pagal trumpų periodų duomenis, ypač neatsižvelgiant į kritulių fazinę sudėtį, taip pat būtų netikslus, nes žinoma, kad ΔP_2 reikšmės pasižymi nemenka kasmetine kaita. Būtent trisdešimtmečio periodas yra tinkamiausias vėjo pataisų skaičiavimui, ir tai sietina su tuo, kad ΔP_2 labiausiai domina hidrologus, kaip ir ilgų laikotarpių vandens balanso elementų santykis (Gailiūšis ir kt., 2001). Trisdešimties metų vidurkių tinkamumą ΔP_2 reikšmėms vertinti yra akcentavę ir kiti tyrėjai (Rimkus, 1998).

Pasirinkus 1971–2000 m., o ne 1951–2000 m. laikotarpį, atsirado galimybė praplėsti stočių, kurioms apskaičiuotos vidutinės vėjo pataisos metinėms kritulių sumoms, skaičių. Jei per visą nagrinėjamą laikotarpį buvo galima naudoti 12-os MS duomenis, tai per paskutinį trisdešimtmetį pavyko surinkti duomenis iš 17-os Lietuvos MS (3 lentelė). Šioje lentelėje pateikiamos metinių kritulių sumų, taip pat šiltojo (IV–X mėn.) bei šaltojo (XI–III mėn.) metų laikotarpių ΔP_2 ir K_2 reikšmės, kurias galima laikyti rekomenduojamomis, jei, atliekant skaičiavimus, daugiamečio laikotarpio kritulių normą būtų nutarta pateikti su visomis pataisomis. Kartu atsirado galimybė palyginti paskutinio trisdešimtmečio duomenimis pagrįstų tyrimų rezultatus su anksčiau atliktais tyrimais (*Spravochnik po...*, 1968). Matome, kad, lyginant su 1968 m. skaičiavimais, šiuo metu gaunamos vėjo pataisos krituliams yra smarkiai sumažėjusios: tarp visų ΔP_2 ir K_2 reikšmių 17-oje MS galima aptikti tik du išimtinus atvejus – Kauno ir Laukuvos MS, kai ΔP_2 reikšmė 1971–2000 m. šaltuoju laikotarpiu gauta didesnė nei pagal 1968 m. duomenis (3 lentelė). Labiausiai (daugiau nei du kartus) sumažėjo vėjo pataisų reikšmės šiltuoju laikotarpiu. Kaip rodo 1-os lentelės duomenys, didžiausią poveikį bendram šiltojo metų laikotarpio vėjo pataisos sumažėjimui turėjo tendencingi šios pataisos pokyčiai rugsėjo ir spalio mėnesiais.

IŠVADOS

1. 1951–2000 m. vėjo pataisa krituliams ΔP_2 bei jos procentinė dalis Biržų, Klaipėdos ir Varėnos MS nuolat mažėjo (nors išmatuotam kritulių kiekiui P' buvo būdinga didėjimo tendencija). Šiose MS ΔP_2 mažėjimas būdingas absoliučiai daugumai atskirų mėnesių kritulių kiekių sumoms. Vėjo pataisos krituliams ΔP_2 mažėjimo tendencija analizuojamu laikotarpiu labiausiai sietina su nuolatinio vidutinio vėjo greičio mažėjimu Lietuvoje XX a. antrojoje pusėje.

2. Vėjo pataisos krituliams (tiek išreiškiant ją ΔP_2 , tiek K_2) sumažėjimas būdingas daugumai iš 17-os analizuotų MS. Tai patvirtina pagal 1971–2000 m. duomenis apskaičiuotų vėjo pataisų palyginimas su 1968 m. tyrimų rezultatais. Nuo 1968 m. sumažėjo ir metinės, ir šiltojo bei šaltojo sezonų ΔP_2 ir K_2 reikšmės. Ypač smarkiai sumažėjo šiltojo sezono pataisų reikšmės.

3. Vėjo pataisos krituliams ΔP_2 1971–2000 m. (apskaičiuotos 17-ai Lietuvos MS) šaltuoju metų laikotarpiu (XI–III mėn.) yra daug didesnės nei pataisos šiltuoju metų laikotarpiu (IV–X mėn.). Šaltuoju laikotarpiu ΔP_2 reikšmės

svyravo nuo 6 mm (Šiaulių ir Varėnos MS) iki 18 mm (Klaipėdos ir Laukuvos MS), o šiltuoju laikotarpiu – nuo 2 mm (Dotnuvos, Šiaulių ir Varėnos MS) iki 5 mm (Klaipėdos ir Nidos MS).

4. Vėjo pataisų poveikis išmatuotų kritulių kiekiui (pagal 1971–2000 m. duomenis) rytinėje ir vakarinėje šalies dalyje yra skirtingas. Vakarinėje Lietuvos dalyje, įtraukus vėjo pataisas, labiau pakinta pačios kritulių reikšmės (bet išlieka panaši izolinijų tinklo struktūra), tuo tarpu rytuose nemenkai pasikeičia ir bendras izohietų išsidėstymas erdvėje. Šios tendencijos būdingos tiek vasaros, tiek žiemos sezonams.

5. Esminiu veiksniumi, formuojančiu vėjo pataisų ir lemiančiu jos dydį Lietuvoje, galima laikyti vėjo greitį. Tą įrodo: a) tendencingas vėjo pataisos krituliams reikšmių mažėjimas 1951–2000 m. ir daug mažesnės pataisos, gautos pagal 1971–2000 m. duomenis, lyginant jas su 1968 m. tyrimų rezultatais, ir tai sietina su vidutinio vėjo greičio mažėjimu šiuo laikotarpiu; b) P' ir P_1 izohietų erdvinio pasiskirstymo palyginimas (jis neišryškėja stipresnių vėjų zonoje ir aiškiai matomas ten, kur vėjai silpnesni); c) aukštos koreliacijos koeficientų tarp vidutinio vėjo greičio ir vėjo pataisos krituliams reikšmės.

6. Darbe pateiktos vėjo pataisos krituliams, apskaičiuotos pagal 1971–2000 m. duomenis, gali būti sėkmingai naudojamos vandens balanso skaičiavimams artimiausius dešimt metų. Vėliau būtina apsispręsti dėl naujos pataisų skaičiavimo metodikos adaptacijos Lietuvoje. Tai leistų panaudoti kur kas daugiau duomenų (ypač iš automatinų MS tinklo) ir patikslinti bei palengvinti vėjo pataisos skaičiavimo procedūrą.

Gauta 2010 09 09

Priimta 2010 10 30

Literatūra

- Allerup P., Madsen H., Vejen F. 2000. Correction of precipitation based on off-site weather information. *Atmospheric Research*. 53: 231–250.
- Bogdanova E. G., Dragomilova I. V. 2002. Application of a comprehensive bias-correction model to precipitation measured at Russian North Pole drifting stations AMS. *Journal of Hydrometeorology*. 3(6): 700–713.
- Bryazgin N. N., Radionov V. F. *Empirical method of correction of monthly precipitation totals for climatic studies*. Prieiga per internetą: [http://acsys.npolar.no/reports/archive/solidprecip/2 Abstracts/Radionov1.pdf](http://acsys.npolar.no/reports/archive/solidprecip/2%20Abstracts/Radionov1.pdf) (paskutinį kartą žiūrėta 2010 06 03).
- Bukantis A. 1994. *Lietuvos klimatas*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- 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: Geografijos institutas.
- Førland J. E., Hanssen-Bauer I. 2000. Increased precipitation in the Norwegian Arctic: true or false? *Climatic change*. 46(4): 485–509.

7. Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. 2001. *Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis*. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas.
8. Galvonaitė M., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Vilnius: ARX Baltika.
9. Goodison B. E., Louie P. Y. T., Yang D. 1998. World Meteorological organization. *Instruments and Observing Methods*. Report No. 67. WMO solid precipitation measurement intercomparison. Final report. WMO/TD-No. 872.
10. Habib E., Krajewski W. F., Nešpor V., Kruger A. 1999. Numerical simulation studies of raingage data correction due to wind Effect. *Journal of Geophysical Research*. 104(D16): 19723–19734.
11. Yang D., Goodison B. E., Metcalfe J. R., Louie P., Leavesley G., Emerson D., Hanson C. L., Golubev V. S., Elomaa E., Gunther T., Pangburn T., Kang E., Milkovic J. 1999. Quantification of precipitation measurement discontinuity induced by wind shields on national gauges. *Water Resources Research*. 35(2): 491–508.
12. Jablonskis J., Verzaitė R. 1968. Sumarinis garavimas Lietuvos ir Kaliningrado srities upių baseinuose. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 1: 267–282.
13. Masaitytė M., Rimkus E. 2002. Meteorologiniai matavimai Lietuvoje 1777–2002 metais. *Geografijos metraštis*. 35(1–2): 307–321.
14. Mekis E., Hogg W. D. 1999. Rehabilitation and analysis of Canadian daily precipitation time series. *Atmosphere-Ocean*. 37: 53–85.
15. *Meteorologicheskij ezheimesyachnik*. 1966–2000. Vilnius: UGSL.
16. *Metodicheskiye ukazaniya po korektirovke mesyachnykh sum osadkov v punkte nabludeny*. 1985. Leningrad: Gidrometeoizdat.
17. *Rekomendacii po opredeleniyu klimaticheskikh vetroenergeticheskikh resursov*. 1989. Leningrad: Gidrometeoizdat.
18. Ren Z., Li M. 2007. Errors and correction of precipitation measurements in China. *Advances in Atmospheric Sciences*. 24(3): 449–458.
19. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR*. 1969. Vypusk 3. T. 4. Leningrad: Gidrometeoizdat.
20. Rimkus E. 1996. Žiemos sezono įvairios fazinės sudėties kritulių trukmė bei jų kiekio nustatymo tikslumas skirtinguose Lietuvos rajonuose. *Geografijos metraštis*. 29: 145–153.
21. Rimkus E. 1998. Kritulių kiekio nustatymo tikslumas Lietuvoje. *Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse. Mokslinės konferencijos pranešimai*. Vilnius, kovo 23. 69–74.
22. Sevruck B., Klemm S. 1989. World meteorological organization. *Instruments and Observing Methods*. Report No. 39. Catalogue of national standart precipitation gauges. WMO/TD-No. 313.
23. Shver T. A. 1976. *Atmosfernye osadki na territorii SSSR: izmenenie vo vremeni i geograficheskoe raspredelenie kharakteristik osadkov s ispol'zovannem rezul'tatov issledovaniya pribornykh oshibok*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
24. Smith D. C. 2008. *Correcting the wind bias in snowfall measurements made with Geonor T-2008 precipitation gauge and alter wind shield*. Prieiga per internetą: <http://ams.confex.com/amspdfpapers/118544.pdf>.
25. *Spravochnik po klimatu SSRS*. Chast' 4: Veter. 1951–1965. Leningrad: Gidrometeoizdat.
26. *Spravochnik po klimatu SSRS. Vlazhnost' vozdukh, atmosferynye osadki, snezhnyi pokrov*. 1968. Vypusk 6. Leningrad: Gidrometeoizdat.

Gintaras Valiuškevičius, Indrė Zukaitė

THE WIND-INDUCED ERROR CORRECTION OF PRECIPITATION DATA IN LITHUANIA: CHRONOLOGICAL CHANGE AND SPATIAL DISTRIBUTION

Summary

For the analysis, 17 Lithuanian meteorological stations (MS) were selected. The data series covered the period 1951–2000. For data inefficiency, the Dūkštas MS was rejected. The analysis includes the main Lithuanian MS data network. Throughout the period, the data are rather homogeneous. Unfortunately, the Tretyakov precipitation gauge had been used in Lithuanian MSs since 1952, therefore, data of the sixth decade of the 20th century are less reliable than the subsequent measurements. To study the change in precipitation from 1951 to 2000 (after introducing the wind correction coefficient K_w), chronological diagrams were made for three typical MSs: Biržai, Klaipėda and Varėna. In the analysis of wind correction change, the study period is divided into sub-periods of 1951–1980, 1961–1990 and 1971–2000, and their data were compared. For the territorial distribution analysis of wind correction, distribution charts of P' and ΔP_2 values (in winter and summer seasons) in Lithuania for the period 1971–2000 were compiled. Also, the correlations between wind correction and precipitation amount as well as between wind correction and wind speed were explored.

Wind speed is the key factor that influences wind correction and the determinants of its size in Lithuania. This is demonstrated by: a) a tendentious decline of precipitation wind correction values in 1951–2000 (Fig. 1), associated with a decrease of the average wind speed during this period; b) P' and P_1 isohyets' spatial distribution comparison (which is not revealed in the stronger wind areas and is clearly visible where winds are weaker) (Fig. 2); c) high coefficients of correlation between the mean wind speed and wind correction values (Table 3).

Key words: precipitation, wind-induced error, precipitation measurement accuracy, water balance