

## BALTIJOS JŪROS REGIONO KLIMATO HUMIDIŠKUMO DINAMIKA 1950–2004 METAIS

Martynas Pankauskas, Arūnas Bukantis

Vilniaus universitetas, M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101, Vilnius  
El. paštas: martynas.pankauskas@gmail.com, arunas.bukantis@gf.vu.lt

---

Pankauskas M., Bukantis A. THE DYNAMICS OF THE BALTIC SEA REGION CLIMATE HUMIDITY IN 1950–2004. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.

**Abstract.** The Baltic Sea region climate humidity was evaluated on the basis of annual precipitation amount fluctuations and using Bowen's method. The consistent of convectional precipitation repartition and regional nebulosity territorial peculiarities were evaluated. The analysis of above mentioned rates was accomplished on the basis of the geographical grid data.

References 12, Figs 10, Tables 2. In Lithuanian, summary in English.

**Keywords:** Baltic Sea region, precipitation, Bowen's method, climate humidity, nebulosity.

Received: 10 May 2006, accepted: 20 October 2006.

---

### Įvadas

Spartus pramonės vystymasis bei išmetami dideli šiltnamio efektą sukeliančių dujų ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  ir kt.) kiekiai lemia atmosferos sudėtį, stiprina šiltnamio efektą ir keičia Pasaulio, kartu ir regionų klimatą. Manoma, kad šiltėjant klimatui regioniniai klimato rodiklių svyravimai bus ryškesni nei globalieji. Pavyzdžiui, oro temperatūros teigiamas trendas per 1861–2000 metų laikotarpį Baltijos jūros regione (BJR) buvo  $0,08^\circ\text{C}$  per dešimtmetį, o globalus trendas –  $0,05^\circ\text{C}$  per dešimtmetį (Pawlak, 2006).

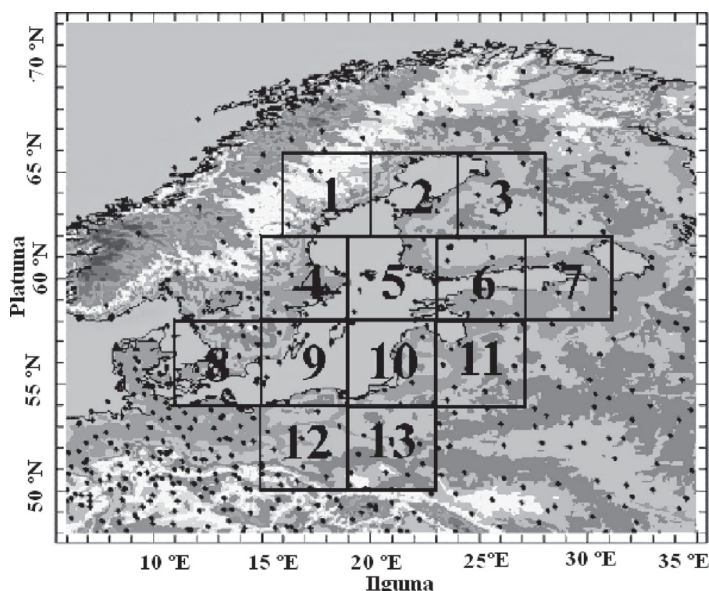
Nors BJR vyrauja vakarinė oro masių pernaša, o Atlanto vandenynas bei Baltijos jūra formuoja drėgną klimatą (Bukantis, 2002), globalaus klimato šiltėjimo kontekste vis dažniau pasitaikė sausrų ir kaitrų, pavyzdžiui, 1992, 1994, 2002, 2006 m. (Alosevičienė, 2001; Bukantis, 1993; Bukantis, Valiuškevičienė, 2005). Kritulių pasiskirstymas ir kaita per metus yra vienas pagrindinių veiksnių, lemiančių vietovės klimato humidiškumą. Baltijos jūros regiono kritulių kiekio kaita daugiausia tyrinėta visos Europos kontekste bei remiantis pavienių meteorologijos stočių kritulių kiekio rodikliais. Metinių kritulių trendo reikšmės Šiaurės ir Pietų Europoje skiriasi: Šiaurės Europoje kritulių kiekis per XX a. padidėjo 10–40%, tuo tarpu kai kuriose Pietų Europos srityse kritulių kiekio trendai sumažėjo 20% (Maracchi, Sirotenko, Bindi, 2005).

Kritulių kiekis priklauso nuo drėgmės, kuri debesų pavidalu keliauja iš vieno rajonų į kitus. Debesys, kaip kritulių šaltinis, susiję su barinių darinių aktyvumu. Todėl vertinant vietovės klimatinės (humidines) sąlygas, svarbu atsižvelgti ne tik į kritulių, bet ir debesuotumo pasiskirstymą. Be to, nuo drėgmės išteklių priklauso hidrologiniai procesai bei daugelis ūkio šakų. Krituliai – vienas svarbiausių meteorologinių elementų, lemiančių upių ir ežerų hidrologinį režimą, potvynius ir poplūdžius, drėgmės atsargas dirvožemyje bei dirvodaros procesus, taip pat sausrų mastą bei pasikartojimą. Kritulių kiekio analize galima įvertinti praeities ir dabarties agroklimatinės vietovės sąlygas ir jų kaitą bei prognozuoti ateities klimatą.

Šiame darbe Baltijos jūros regiono klimato humidiškumas tirtas remiantis kritulių kiekio bei debesuotumo rodikliais. Vietovės sausringumas įvertintas Boweno indeksu.

## 1. Duomenys ir tyrimo metodika

Baltijos jūros regiono, esančio tarp 50° ir 70° š. pl. bei 10° ir 35° r. ilg., klimato humidiškumo dinamika tirta naudojantis 1950–2004 metų laikotarpio duomenimis. Regionas buvo suskirstytas į trylika sektorių, kur vieno sektoriaus sienelė lygi keturiems platumos ir ilgumos laipsniams (1 pav.). 4 x 4 laipsnių skiriamosios gebos geografiniame tinklelyje galima įvertinti klimato humidiškumą ne vienos, o keliolikos meteorologijos stočių reprezentuojamoje teritorijoje. Tai sumažina nepageidaujamą ne tik vietos sąlygų, bet ir kritulių pasiskirstymo netolydumo poveikį nustatomoms klimato kaitos tendencijoms.



1 pav. Baltijos jūros regionas ir jo suskirstymas į sektorius (1–13)  
Fig. 1. Baltic Sea region and its partition into sectors (1–13)

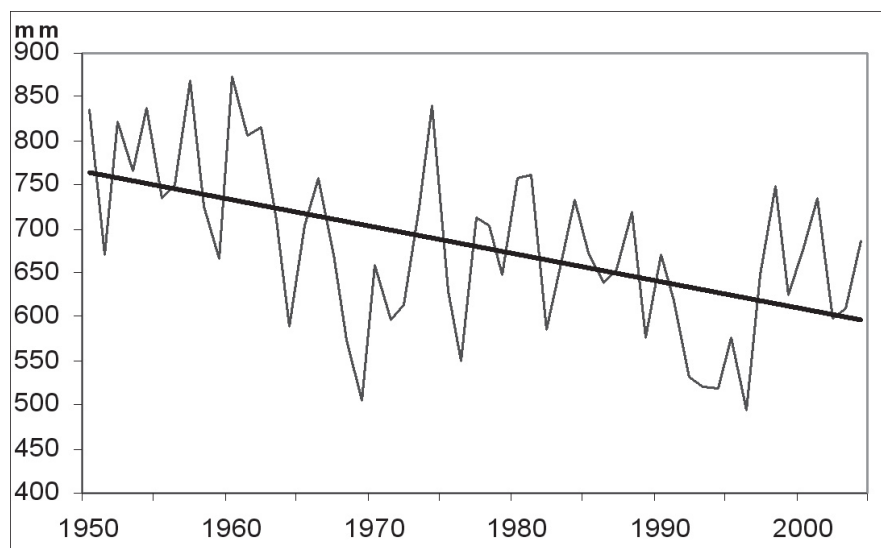
Tyrimui duomenys buvo gauti iš NOMADS (NOAA Operational Model Archive Distribution System) meteorologijos duomenų bazės (Rutledge ir kt., 2003) bei NCEP (National Centers for Environmental Prediction) ir NCAR (National Center for Atmospheric Research) centrų (National..., 2006a, b). Tai atmosferos būseną charakterizuojančios kiekvienos paros meteorologinių rodiklių sekos: kritulių kiekis (mm), konvekcinių kritulių kiekis (mm), bendrasis debesuotumas (%), slaptosios garavimo šilumos ( $W/m^2$ ) ir turbulencinės šilumos srauto ( $W/m^2$ ) duomenys. Pastarieji visų trylikos sektorių 1950–2000 metų duomenys toliau buvo apdoroti statistiškai. Priklausomai nuo analizuojamojo rodiklio buvo skaičiuojamos metinės, šiltojo (IV–X mėn.), šaltojo (XI–III mėn.) laikotarpio bei sezoninės (žiemos ir kt.) rodiklių vertės. Analizuotos viso regiono ir sektorių minėtų rodiklių kaitos tendencijos (trendai). Vietovės hidroterminėms sąlygoms įvertinti buvo apskaičiuotas šiltojo ir šaltojo laikotarpių kritulių bei konvekcinių kritulių kiekio ir oro temperatūros vasaros mėnesiais (VI–VIII) santykis. Sausringumo dinamika įvertinta Boweno indeksu ( $Bo$ ):

$$Bo = P/LE, \quad (1)$$

$Bo$  – indeksas;  $P$  – turbulentinis šilumos srautas ( $W/m^2$ );  $LE$  – šilumos srautas, susijęs su faziniais vandens virsmis ( $W/m^2$ ). Kai  $Bo > 1$  – vyrauja turbulentinis šilumos atidavimas atmosferai; kai  $Bo < 1$  – daugiausiai šilumos suvartojama garavimui. Taigi kuo vietovėje mažiau drėgmės, tuo didesnė energijos balanso dalis suvartojama turbulentiniam šilumos srautui. Vidutinėse platumose dažniausiai šio indekso reikšmės svyruoja 0,4–0,8 ribose.

## 2. Kritulių kiekio kaita

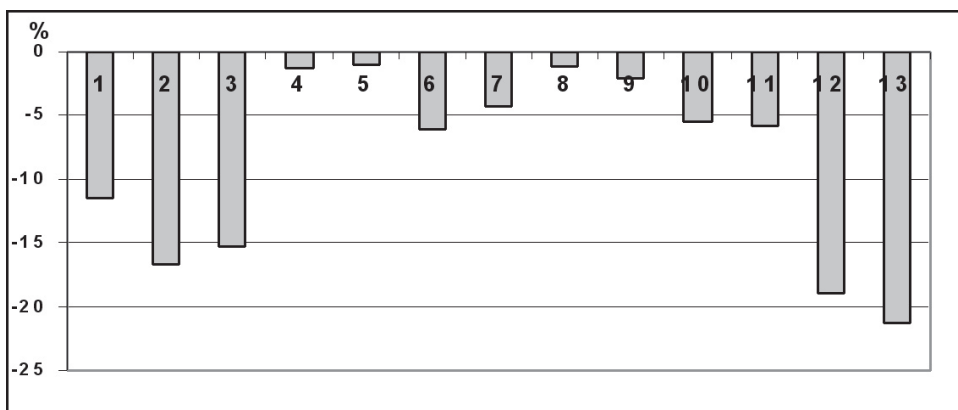
Per metus vidutiniškai visame BJR iškrinta 679 mm kritulių. Atlikus analizę, paaiškėjo, kad bendras Baltijos jūros regiono vidutinis kritulių kiekis per tiriamąjį 1950–2004 m. laikotarpį sumažėjo 8% – tiesinis trendas siekia 99% statistinio patikimumo lygį (2 pav.). Visame regione galima išskirti du sausringus laikotarpius: 1965–1973 metų ir 1992–1997 metų. Tais laikotarpiais visoje Europoje buvo dažnos ypač sausringos vasaros (Pankauskas, 2006). Per pirmąjį sausringą laikotarpį vidutiniškai iškrisdavo 600 mm, per antrąjį – 550 mm kritulių (daugiametis vidurkis – 679 mm). Didžiausiu kritulių kiekiu išsiskyrė 1950–1963 m. tarpsnis, kai metinis kritulių kiekis viršijo 800 mm net septynis kartus. Vėliau toks kritulių kiekis iškrito tik kartą (1957).



**2 pav.** Baltijos jūros regiono metinio kritulių kiekio kaita (mm) bei tiesinis trendas 1950–2004 metais  
**Fig. 2.** Precipitation amount fluctuation (mm) in the Baltic Sea region and the linear trend in 1950–2004

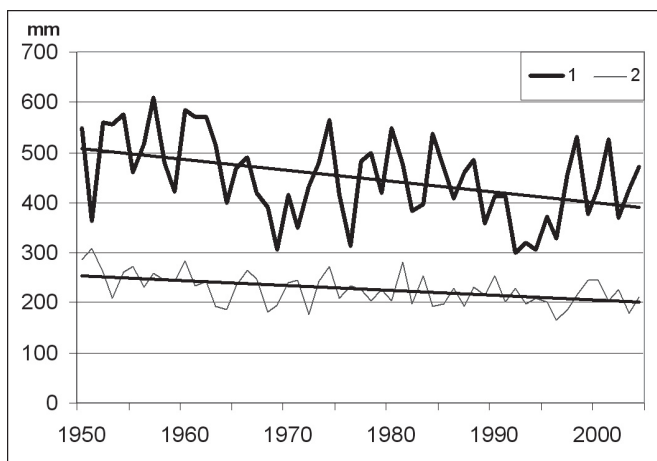
Įvairių teritorijos sektorių metinio kritulių kiekio kaitos tendrų analizė parodė, kad per 1950–2004 m. kritulių kiekis sumažėjo nevienodai (3 pav.). Labiausiai kritulių sumažėjo šiaurinėje ir pietinėje BJR dalyse. Visus BJR sektorius pagal kritulių kiekio kaitos tendrą galima suskirstyti į tris grupes: 1. Vakariniai ir centriniai (4, 5, 8, 9); 2. Rytiniai (6, 7, 10, 11); 3. Šiauriniai ir pietiniai (1–3; 12, 13). Pirmojoje kritulių kiekis sumažėjo nežymiai (iki 2%) ir neturėjo stipriai pakeisti agroklimatines sąlygas. Antrojoje sumažėjimas buvo iki 6%, tai vidutiniškai per tiriamąjį laikotarpį sudarė 40 mm (3 pav.). Ryškūs (net virš 20%) šiaurinių ir pietinių sektorių kritulių kiekio neigiamus pokyčius galėjo lemti atmosferoje vykstantys cirkuliacijos procesai. Pavyzdžiui, tuo laiku, kai BJR prasidėjo sausesnis tarpsnis (1965–1975), pagal Paull Hess ir Helmut Brezowski išskirtas cirkuliacijos formos, virš Europos vyravo meridianinė cirkuliacijos forma (45% visų atvejų). Mišriajai ir zoninei cirkuliacijos formoms teko maždaug po 25–30% visų atvejų (Katalog..., 1993). Kaip žinia, zoninės cirkuliacijos formai virš Europos būdinga jūrinių oro masių vyravimas – tai lemia didesnę kritulių kiekį. Vyraujant meridianinei cirkuliacijai dažniau formuojasi blokuojantys gūbriai, dėl kurių vasarą (žiema) susidaro palankios sąlygos radiaciniam Žemės paviršiaus ir oro įšilimui (atšalimui), vyrauja sausesni orai.

Analizuojant vidutinių platumų kritulių kiekį, svarbus rodiklis yra šiltojo (balandžio–spalio) ir šaltojo (lapkričio–kovo) laikotarpių kritulių kiekiai, nes pastarųjų svyravimai atspindi sezonų klimatinę sąlygų kaitą. BJR sezoninis kritulių kiekio pasiskirstymas būdingas vidutinėms platumoms, t.y. apie 65% kritulių iškrinta šiltuoju tarpsniu. Regione tiek šiltojo, tiek šaltojo laikotarpio kritulių kiekis sumažėjo po 10%, o trendas atitinkamai



3 pav. BJR (1–13 sektoriai) metinio kritulių kiekio kaita (%) 1950–2004 metais  
 Fig. 3. Variation of annual precipitation amount (%) of BSR (1–13 sectors) in 1950–2004

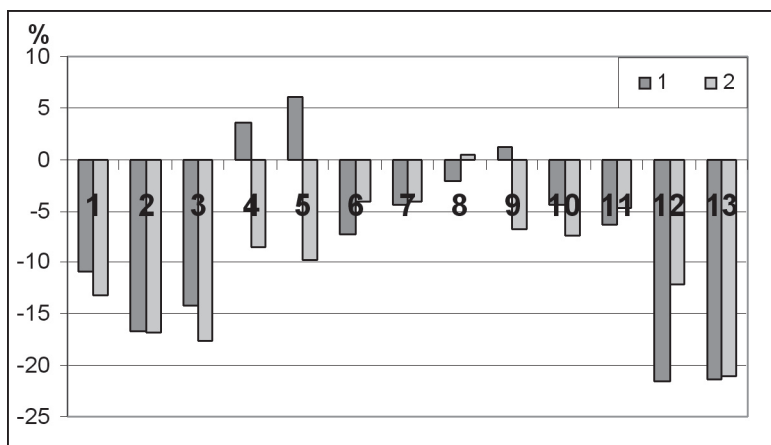
siekia 95% ir 99% garantijos lygmenį. Šiltojo laikotarpio kritulių kiekio svyravimai atkartoja metinių kritulių kiekio svyravimus, o kritulių sumos, skirtingai nuo šaltojo, pasižymi didesne metine kritulių kiekio kaita. Tai rodo, kad šiltojo tarpsnio kritulių kiekio kaita metinių kritulių sumoje vaidina didesnę vaidmenį formuojant klimatinės sąlygas BJR (4 pav.).



4 pav. BJR šiltojo (1) ir šaltojo (2) laikotarpių kritulių kiekio kaita bei tiesinis trendas 1950–2004 metais  
 Fig. 4. Fluctuation of precipitation in warm (1) and cold (2) periods and linear trend of BSR in 1950–2004

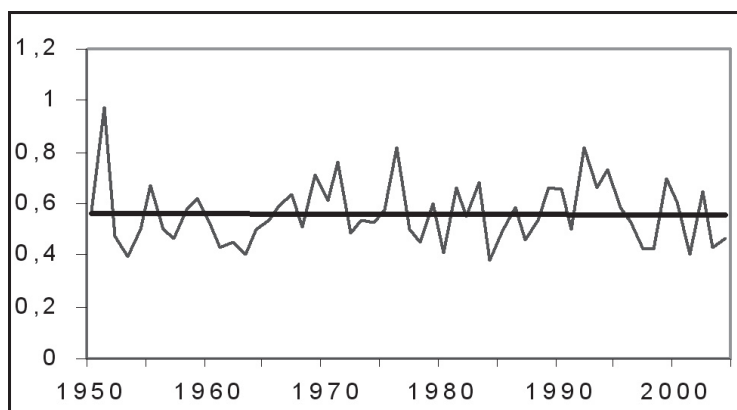
Šiltojo ir šaltojo laikotarpio kritulių kiekio teritorinėje kaitoje pagal kritulių kiekio pokyčio dydį šiaurinės ir pietinės (1–3, 12, 13 sekt.) sritys skiriasi nuo vakarinių bei rytinių (pietrytinių) sričių. Šiaurinėse ir pietinėse srityse tiek šaltuoju, tiek šiltuoju laikotarpiu kritulių kiekis sumažėjo dešimt ir daugiau procentų (5 pav.). Toks šiltojo ir šaltojo tarpsnių kritulių kiekio sumažėjimas (kai kur atitinkamai iki 130 mm ir 55 mm) galėjo atsiliiepti pietinių ir šiaurinių Baltijos jūros regiono sektorių sausumos ekosistemoms. Vakarinėje ir rytinėje (4–11 sekt.) Baltijos jūros dalyse šie pokyčiai taip pat daugiausiai yra neigiami, tačiau sumažėjimas tris ir daugiau kartų mažesnis. Srityse, kur dalį ploto užima jūra (4, 5, 9 sekt.), šiltojo laikotarpio kritulių netgi padaugėjo nuo 1 iki 6%. Šiltojo bei šaltojo laikotarpių kritulių kiekio kaitoje didžiausiais pokyčiais išsiskiria giliau žemyne esančios BJR sritys.

Nors vidutinėse platumose didžioji dalis kritulių iškrinta šiltuoju metų laiku ir vidutiniškai tik apie 35% bendro kiekio – šaltuoju, vertinant vietovės hidroterminės sąlygas, svarbu nustatyti šiltojo (IV–X mėn.) ir šaltojo (XI–III mėn.) laikotarpių kritulių kiekio santykio kaitą. 6 paveiksle matyti, kad bendras BJR šaltojo ir šiltojo tarpsnių kritulių kiekio santykio kaitos trendas yra neutralus, t.y. regione per visą tiriamą laikotarpį šaltojo ir šiltojo laikotarpių



5 pav. BJR 1–13 sektorių šiltojo (1) ir šaltojo (2) laikotarpio kritulių kiekio pokytis (%)1959–2004 metais  
**Fig. 5.** Fluctuation of precipitation in warm (1) and cold (2) periods (%) of BSR (1–13 sectors) in 1959–2004

kritulių proporcijos nepakito. Regione visuomet daugiau kritulių iškrisdavo šiltuoju laiku nei šaltuoju. Kreivėje atsispindi aštuntame ir dešimtame dešimtmetyje buvę sausringi laikotarpiai, kuomet šaltuoju laikotarpiu kritulių iškrisdavo tik apie 20% mažiau nei šiltuoju.



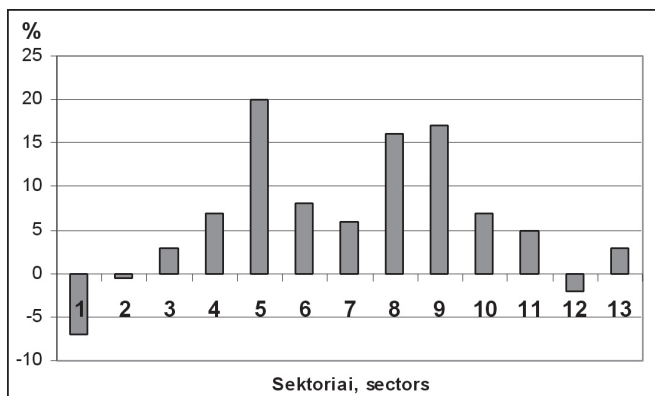
6 pav. BJR šaltojo ir šiltojo laikotarpio kritulių kiekio santykio kaita 1950–2004 metais  
**Fig. 6.** Fluctuation of precipitation proportion in cold and warm periods in BSR in 1950–2004

BJR įvairių sektorių šaltojo ir šiltojo periodų kritulių kiekio santykio kaitos analizė parodė, kad BJR rytuose ir pietuose (2, 6, 7, 11–13 sekt.) krituliai per metus pasiskirsto vis tolygiau, nes šaltojo tarpsnio kritulių kiekis didėja, o vakaruose (1, 3–5, 8–10 sekt.) vis didesnę dalį sudaro šiltojo laiko krituliai. Labiausiai šis santykis pasikeitė pietinėje (12 sekt.) ir vakarinėje (4 sekt.) žemyninėse bei vidurio (5 ir 9 sekt.) BJR dalyse. Pietinėje žemyninėje BJR dalyje (12–13 sekt.) šaltojo ir šiltojo laikotarpių kritulių kiekio santykis sumažėjo 0,10 vieneto dalimi, kas rodo vasarų sausringumo didėjimą.

### 3. Konvekciniai krituliai

Šiltuoju metų laiku dalis kritulių yra konvekcines kilmės. Konvekciniai krituliai išskrinda iš kamuolinių lietaus debesų, todėl dažniausiai būna vietinio pobūdžio, trumpalaikiai, intensyvūs, pasižymi dideliu teritoriniu netolydumu. Šiame darbe buvo analizuoti vasaros (VI–VIII mėn.) konvekcinių kritulių santykio su bendru kritulių kiekiu chronologinės ir teritorinės ypatybės BJR per 1950–2004 metų laikotarpį. Manoma, kad trumpalaikių, didelio intensyvumo šiltojo laikotarpio kritulių reikšmių dažnesnis pasikartojimas paskutiniais metais yra vienas klimato kaitos padarinių. Bendras Baltijos jūros regiono konvekcinių ir

metinių kritulių santykis padidėjo 2%, tačiau trendas nėra statistiškai patikimas. Regione vasaros mėnesiais vidutiniškai 48% kritulių tenka konvekciniais. Per tiriamąjį laikotarpį (1950–2004) didžiojoje BJR dalyje vasaros mėnesiais konvekcinį kritulių dalis bendrame iškritusių kritulių kiekyje išaugo 3–20%. Tik šiaurės vakariniuose (1–2 sekt.) bei pietiniuose (12 sekt.) sektoriuose užfiksuotas nedidelis neigiamas pokytis (7 pav.). Labiausiai konvekcinį kritulių kiekis didėjo Skandinavijos pusiasalį apimančiuose sektoriuose.



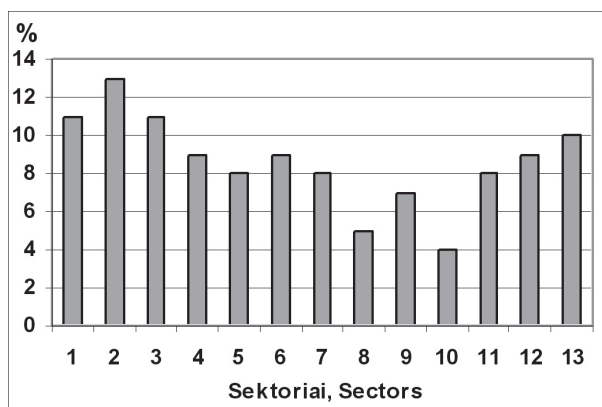
7 pav. Konvekcinio ( $K_k$ ) ir metinio kritulių ( $K_m$ ) kiekio santykio pokytis (%) BJR 1–13 sektoriuose  
 Fig. 7. The change of proportion of convective ( $K_k$ ) and annual precipitation amount ( $K_m$ ) in BSR (%)

#### 4. Debesuotumas

Klimato kaita dažniausiai tyrinėjama remiantis oro temperatūros ir kritulių kiekio rodikliais, tačiau ne mažiau svarbūs ir kiti klimato elementai, kurie klimato kaitos procese taip pat vaidina svarbų vaidmenį. Išsivysčius palydovinei meteorologijai, atsirado galimybė objektyviau įvertinti ir debesuotumo lauką.

BJR vidutinis metinis debesuotumas yra 50%, o pavasario – 46%, vasaros – 49%, rudens – 52% ir žiemos – 51%. Įvertinus debesuotumo kaitą, buvo nustatyta, kad debesuotumas regione sumažėjo vidutiniškai 9%. Didžiausi pokyčiai nustatyti žiemos ir pavasario mėnesiais – po 10%, o mažiausias sumažėjimas yra vasaromis – 7%.

Analizuojant įvairius BJR sektorius, labiausiai išsiskiria 8–10 sektoriai, kur debesuotumo pasikeitimai buvo mažiausi – 4–7%. Labiausiai debesuotumas sumažėjo šiauriniuose (1–3) ir pietiniuose (12 ir 13) sektoriuose – 9–13% (8 pav.). Aukščiau buvo minėta, kad pastarųjų sektorių nustatytas ir ryškiausias neigiamas kritulių kiekio trendas (3 pav.).



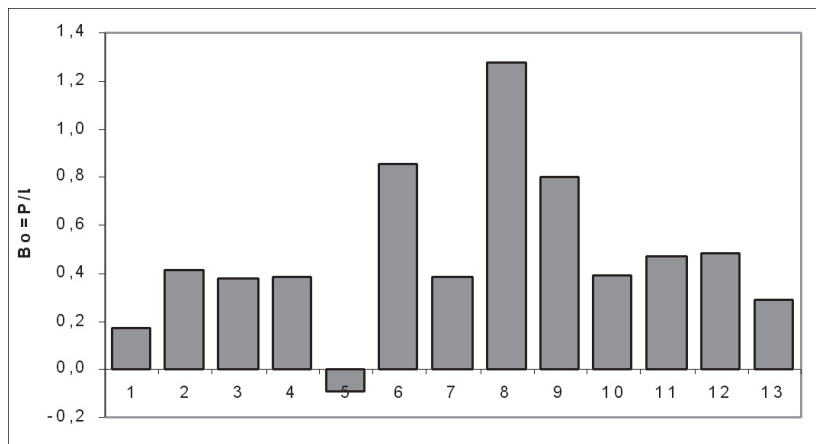
8 pav. Metinio debesuotumo sumažėjimas (%) Baltijos jūros regione 1950–2004 m. Statistinio patikimumo lygis siekia 95%

Fig. 8. The decrease of annual nebulosity (%) in the Baltic Sea region in 1950–2004. The level of statistical reliability reaches 95%

## 5. Sausringumo kaita

Siekiant visapusiškai apibūdinti BJR klimato humidiškumą, būtina įvertinti ir išanalizuoti ne tik debesuotumo ir kritulių kiekio charakteristikas, bet ir jų vaidmenį bendrajame teritorijos vandens ir energijos balanse. Žinia, dalis kritulių garų pavidalu grįžta į atmosferą, kiti sudaro paviršinį ir požeminį nuotėkį ir išnešami į kitas teritorijas. Kuo didesnis kritulių kiekis, tuo daugiau energijos eikvojama jų išgarinimui. Žinant, kokia dalis paklotinio paviršiaus energijos balanso yra sunaudojama vandens garinimui, o kokia – turbulentinei šilumos apykaitai, galima spręsti apie vietovės sausringumo laipsnį.

Baltijos jūros regiono sausringumo kaitai įvertinti ir išanalizuoti buvo naudojamas Boweno indeksas (žr. 1 sk.). 9 paveiksle parodytas įvairių BJR sektorių vasaros vidutinis Boweno indeksas ( $B_o$ ) visą tiriamąjį laikotarpį.

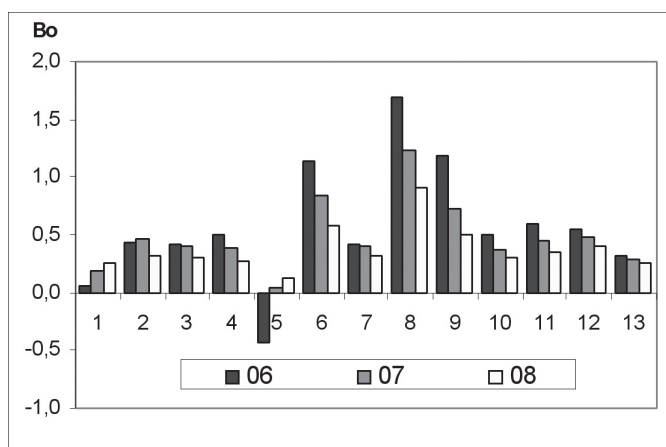


**9 pav.** Vasaros (VI–VIII mėn.)  $B_o$  indekso reikšmės Baltijos jūros regione 1950–2004 metais (1–13 sekt.)  
**Fig. 9.** The average values of  $B_o$  index during the VI–VIII months of 1950–2004 in the Baltic Sea region (1–13 sectors)

$B_o$  reikšmės didesnėje Baltijos regiono dalyje svyruoja 0,4–0,8 ribose (t.y. daugiau energijos eikvojama drėgmei išgarinti). Tai optimalaus humidiškumo klimato sąlygos, būdingos vidutinių platumų miškams ir pievoms. Labiausiai išsiskiria aštuntas sektorius ( $B_o = 1,3$ ), čia daugiau energijos sunaudojama turbulentiniam šilumos srautui nei garinimui. Tai turėtų būti šilčiausias ir sausringiausias sektorius visame BJR. Žinoma, skirtingos  $B_o$  vertės tarp gretimų sektorių gali būti ir skirtingų vietinių sąlygų pasekmė. Penktas sektorius išsiskiria iš kitų tuo, kad didesnę šio sektoriaus ploto dalį apima vanduo. Čia turbulentinis šilumos srautas ( $P$ ) vasarą dažnai įgauna neigiamas reikšmes, nes vandens temperatūra būna žemesnė už oro. Tuomet  $P$  srautas būna nukreiptas iš atmosferos į vandens paviršių ir įgauna neigiamą reikšmę.

Vidutinės vasaros mėnesių  $B_o$  reikšmės pateiktos 10 paveiksle. Jame matyti, kad beveik visuose regiono sektoriuose (išskyrus 1 ir 2) didžiausios  $B_o$  reikšmės gautos birželio, o mažiausios – rugpjūčio mėnesiais. Tai susiję su didesniu kritulių kiekiu rugpjūtį. Ypač dideli  $B_o$  skirtumai (iki 0,5–0,8) tarp birželio ir rugpjūčio mėnesių buvo gauti 6, 8 ir 9 sektoriuose.

$B_o$  indekso svyravimo BJR amplitudės pateiktos 2 lentelėje. Matyti, kad svyravimo amplitudės gali viršyti net vidutines  $B_o$  reikšmes (pavyzdžiui, pietiniuose ir pietvakariniuose sektoriuose). Didelės  $B_o$  amplitudės rodo didelius vasarų humidiškumo svyravimus, o kartu ir sinoptinių sąlygų kaitą. Taigi galima teigti, kad optimalus drėkinimas BJR gali būti gana stipriai sutrikdytas. Nustatyta, kad didžiausios  $B_o$  anomalijos (sausros arba šlapymečiai) apimdavo visą BJR. Minimalios  $B_o$  reikšmės dažniausiai svyravo apie 0,1–0,2, o maksimalios sausringomis vasaromis pakildavo iki 1,5 ir daugiau.



10 pav. Vidutinių VI–VIII mėnesių  $B_o$  reikšmių pasiskirstymas BJR 1950–2004 metais  
**Fig. 10.** The distribution of average  $B_o$  values in VI–VIII months of 1950–2004 in the Baltic Sea region

Ankstesniuose autorių tyrimuose buvo analizuotos sausringų ir lietingų šiltųjų metų laikotarpių atmosferos cirkuliacijos sąlygos. Nustatyta, jog ilgalaikes sausras (> 30 d.) gali lemti trys atmosferos cirkuliacijos tipai (atsižvelgiant į vyravusią priežeminę barinę situaciją): Ia) Azorų anticiklono rytinis gūbrys (gūbrio menama ašis PV – ŠR – PŠ); IIa) aukšto slėgio srities, esančios virš Baltijos regiono, centrinė dalis; IIIa) aukšto slėgio srities, esančios Rytų Europos lygumoje, vakarinė periferija. Pirmas tipas apima 60%, antras ir trečias tipai – atitinkamai 24% ir 16% visų atvejų (1 atvejis – 1 mėnuo). Pavyzdžiui, Lietuvoje sausiausia būna esant antrojo tipo barinei situacijai. Esant šiam tipui užfiksuotos didžiausios dvidešimtojo amžiaus sausros. Anomaliai lietingų mėnesių atmosferos cirkuliaciją taip pat galima suklasifikuoti į 3 tipus: I) Skandinavijos žemo slėgio srities pietinė arba pietrytinė periferija; II) Šiaurės rytų Europos žemo slėgio srities vakarinė arba pietvakarinė periferija; III) mažų gradientų barinis laukas. Pirmas tipas apima 68%, antras ir trečias tipai – po 16% visų atvejų. Lietuvoje drėgniausia būna vyraujant pirmojo tipo cirkuliacijai (Pankauskas, 2003).

2 lentelė. Vasaros  $B_o$  indekso svyravimo amplitudės BJR 1–13 sektoriuose 1950–2004 metais  
**Table 2.** The amplitudes of summer  $B_o$  index values fluctuation in BSR sectors in 1950–2004

Sektorius Sector	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$B_o$ amplitudė $B_o$ amplitude	0,8	0,7	0,7	0,5	1,8	1,2	0,7	1,7	0,9	0,9	1,4	1,1	0,9

Pagal  $B_o$  kaitos tendencijų pasiskirstymą labiausiai sausringumas stiprėja pietinėje (12 ir 13 sekt.) ir šiaurinėje (2, 3 sekt.) BJR dalyse.  $B_o$  indekso reikšmės per 1950–2004 metų laikotarpį minėtuose sektoriuose pakilo 0,1–0,2. Vakarinėje BJR dalyje klimato humidiškumas padidėjo, o rytinėje ir centrinėje  $B_o$  pasiskirstęs skirtingai: ties Suomijos įlanka trendas neutralus, pietryčiuose 10 sektoriuje padidėjo 0,05, o 5 ir 11 sektoriuose sumažėjo 0,1–0,2. Statistiškai reikšmingi  $B_o$  indekso trendai gauti 1, 2, 5, 12, 13 sektoriuose ir viršija 90% garantijos lygį.

## Išvados

1. Per metus vidutiniškai visame BJR iškrinta 679 mm kritulių. Baltijos jūros regione bendras vidutinis kritulių kiekis sumažėjo 8%, o tiesinis trendas siekia 99% statistinio patikimumo lygį.

2. Metinis kritulių kiekis visuose Baltijos jūros regiono sektoriuose sumažėjo. Regioną pagal kritulių kaitos tendą galima suskirstyti į tris dalis: 1. Baltijos jūros regiono



vakarinė ir jūrinė dalys (4, 5, 8, 9 sekt.); 2. Rytinė – jūrinė ir kontinentinė dalys (6, 7, 10, 11 sekt.); 3. Šiaurinė ir pietinė dalys (1–3, 12, 13 sekt. Pirmojoje kritulių sumažėjo iki 2%, antrojoje – iki 6%, o trečioje – net iki 20%.

3. Regione šiltojo ir šaltojo laikotarpių kritulių kiekis sumažėjo vidutiniškai po 10%, o trendas atitinkamai siekia 95% ir 99% garantijos lygio. Šiaurinėse ir pietinėse srityse tiek šaltuoju, tiek šiltuoju laikotarpiu kritulių sumažėjo per 10%. Vakarinėje ir rytinėje (4–11 sekt.) dalyse sumažėjimas buvo tris ir daugiau kartų mažesnis.

4. Šaltojo ir šiltojo laikotarpių kritulių kiekio santykio kaitos trendas yra neutralus. Pagal sektorių santykio kaitos pasiskirstymą regionas pasidalija į dvi sritis: pirmoji – rytinė ir pietinė (2, 6, 7, 11–13 sekt.), kur trendas teigiamas, antroji – vakarinė (1, 3–5, 8–10 sekt.), kur trendas neigiamas.

5. Vasaros mėnesių (VI–VIII) konvekcinių kritulių dalis bendrame iškritusių kritulių kiekyje per 55 metus didesnėje regiono dalyje išaugo 3–20%. Tik šiaurės vakarinėje (1–2 sekt.) bei pietinėje (12 sekt.) srityse užfiksuotas nedidelis jų sumažėjimas.

6. BJR vidutinis metinis debesuotumas – 50%. Per tiriamąjį laikotarpį labiausiai debesuotumas sumažėjo žiemą ir pavasarį – po 10%, o mažiausias sumažėjimas nustatytas vasarą – 7%.

7. Boweno indekso ( $B_o$ ) reikšmės didesnėje Baltijos regiono dalyje svyruoja 0,4–0,8 ribose ir patenka į vidutinėms platumoms būdingą intervalą ( $B_o = 0,5–0,8$ ). Daugelyje BJR sektorių didžiausios  $B_o$  reikšmės nustatytos birželiui (sausringiausias vasaros mėnuo), o mažiausios – rugpjūčiui (drėgniausias mėnuo). Sprendžiant iš  $B_o$  kaitos tendencijų, sausringumas stiprėja pietinėje (12 ir 13 sekt.) ir šiaurinėje (2, 3 sekt.) BJR dalyse.

## Literatūra

- Alosevičienė G.** (2001). Didelės kaitros Lietuvoje, *Geografijos metraštis*, t. 34, p. 22–30.
- Bukantis A.** (1993). 1992–jų metų sausra Lietuvoje, *Geografija*, t. 29, p. 51–53.
- Bukantis A.** (2002). Application of Factor Analysis for Quantification of Climate-forming Processes in the Eastern Part of Baltic Sea Region, *Climate Research*, Vol. 20(2), p. 135–140.
- Bukantis A., Valiuškevičienė L.** (2005). Ekstremalių oro temperatūros ir kritulių rodiklių kaita bei juos lemiantys veiksniai Lietuvoje XX amžiuje, *Geografijos metraštis*, 38(1), p. 7–17.
- Katalog der Grosswetterlagen Europas nach Paul Hess und Helmut Brezowski 1881–1992** (1993), Offenbach an Main, Deutchen Wetterdienst.
- Maracchi G., Sirotenko O., Bindi M.** (2005). Impacts of Present and Future Climate Variability on Agriculture and Forestry in the Temperate Regions: Europe, *Climatic Change*, Vol. 70, p. 117–135.
- National Centers for Environmental Prediction, NCEP** (2006a): <http://www.ncep.noaa.gov/>
- National Center for Atmospheric Research, NCAR** (2006b): <http://www.ucar.edu/>
- Pankauskas M.** (2006). Baltijos jūros regiono klimato humidiškumo dinamika 1950–2004 metais: magistro darbas/Vilniaus un-tas.
- Pankauskas M.** (2003). Atmosferos cirkuliacijos poveikis Pietų ir Pietryčių Lietuvos sausringumo dinamikai 1950–2000 metais: bakalauro darbas/Vilniaus un-tas.
- Pawlak J. F.** (2006). On Behalf of the Helsinki Commission, HELCOM *Thematic Assessment Report on Climate Change in the Baltic Sea Area Based on the BALTEX Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin (BACC)*, Helsinki Commission, Vers. 18.
- Rutledge G.K., J. Alpert, R. J. Stouffer and B. Lawrence** (2003). The NOAA Operational Archive and Distribution System (NOMADS). Proceedings of the Tenth ECMWF Workshop (2002) on the Use of High Performance Computing in Meteorology – Realizing TeraComputing. Ed. W. Zwiefelhofer and N. Kreitz, World Scientific, 106–129. Reading, UK.
- <http://nomads.ncdc.noaa.gov/publications/nomads-ecmwf-2002-rutledge-final-one.pdf>.

## The Dynamics of the Baltic Sea Region Climate Humidity in 1950–2004

### Summary

The Baltic Sea region (BSR) is situated between the 50° and 70° N and 10° and 35° E. Although the western atmospheric mass movement is dominating in this region and the Atlantic Ocean and the Baltic Sea model the damp climate, still the draughty periods (such as in 1992, 1994 and 2002) occur in the context of global warming. Supposedly, while the climate is getting warmer, the regional fluctuation will get more intensive. Therefore in the process of global climate shift, it is essential to evaluate regional fluctuations of meteorological rates. The evaluation of humidity and nebulosity is essential in order to understand the causes of climate shifts and to avoid the negative consequences for the state economics.

The BSR humidity was evaluated on the basis of annual precipitation amount fluctuations and using Bowen's method. The consistent of convective precipitation repartition and regional nebulosity territorial peculiarities were evaluated. The analysis of above mentioned rates was accomplished on the basis of the geographical grid data.

The average amount of precipitation in the BSR is 679 mm. The general average precipitation amount decreased by 8% during the study period. In different BSR sectors the trends of annual precipitation amount were negative. According to the precipitation fluctuation trend, the region can be divided into three sectors: 1. BSR western and marine sectors; 2. Eastern marine and continental sectors; 3. Northern and southern sectors. In the first sector the amount of precipitation declined by 2%, in the second by 6%, in the third by 20%.

During the warm and cold periods the amount of precipitation in the BSR decreased by 10%. The trend of BSR warm and cold periods is neutral, what means that during the whole period, which was studied (cold and warm), the conditions of humidity were stable.

During the study period, the part of convective precipitation increased general precipitation amount. The average nebulosity in the region is 50%, and the minimal seasonal occurs in spring time – 46 %. The nebulosity is lower in the northern part of the BSR. The maximal nebulosity was in the southern sectors. The increase of nebulosity is going from north to south.

In the larger part of Baltic region, *Bo* rates are between 0.4-0.8 and are typical for medium latitudes. In all regional sectors the maximal *Bo* rates are in June, and minimal – in August. According to *Bo* trends, the most draughty BSR sectors are the southern and northern ones.