ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

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 (CO_2, CH_4, N_2O 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°C per dešimtmetį, o globalus trendas – 0,05°C per dešimtmetį (Pawlak, 2006).

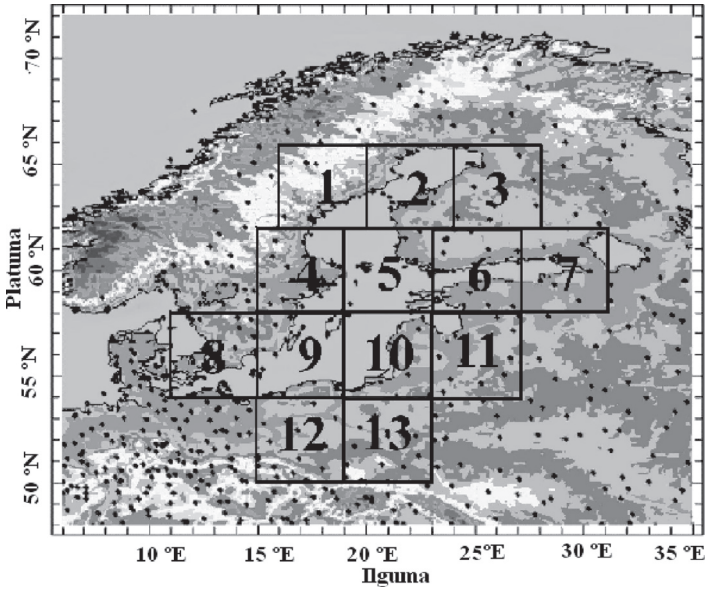
Nors BJR vyrauja vakarinė oro masių pernaša, o Atlanto vandenynas bei Baltijos jūra formuoja drėgną klimatą (Bukantis, 2002), globalaus klimato šiltėjimo kontekste vis dažniau pasitaikė sausrų ir kaitrų, pavyzdžiui, 1992, 1994, 2002, 2006 m. (Alosevičienė, 2001; Bukantis, 1993; Bukantis, Valiuškevičienė, 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 vienų rajonų į kitus. Debesys, kaip kritulių šaltinis, susiję su barinių darinių aktyvumu. Todėl vertinant vietovės klimatines (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 agroklimatines 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)*

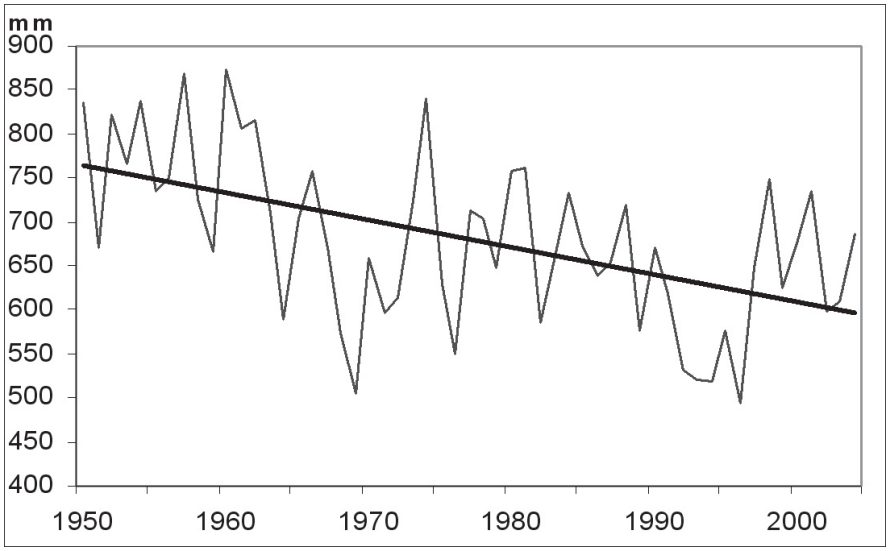
Tyrimui duomenys buvo gauti iš NOMADS (NOAA Operational Model Archive Distribution System) meteorologijos duomenų bazės (Rutledge ir kt., 2003) bei NCEP (National Centers for Environmental Prediction) ir NCAR (National Center for Atmospheric Research) centrų (National..., 2006a, b). Tai atmosferos būseną 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*):

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

Bo – indeksas; *P* – turbulentinis šilumos srautas (W/m^2); *LE* – šilumos srautas, susijęs su faziniais vandens virsmais (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

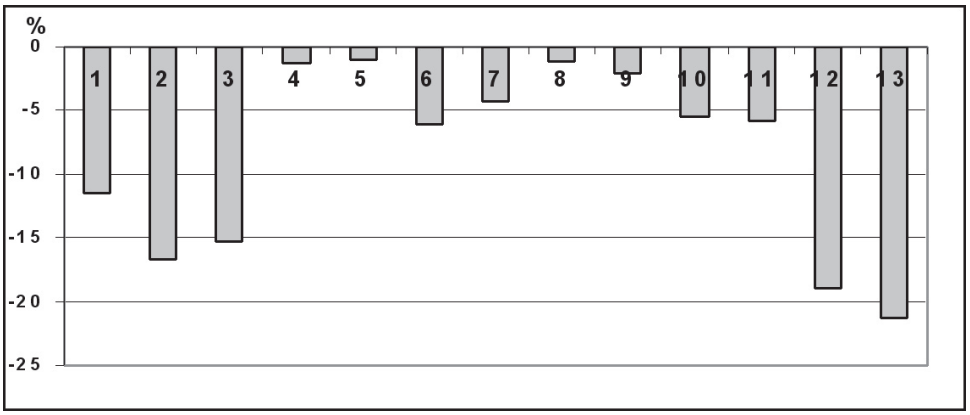
Per metus vidutiniškai visame BJR iškrinta 679 mm kritulių. Atlikus analizę, paaiškėjo, kad bendras Baltijos jūros regiono vidutinis kritulių kiekis per tiriamąjį 1950–2004 m. laikotarpį sumažėjo 8% – tiesinis trendas siekia 99% statistinio patikimumo lygį (2 pav.). Visame regione galima išskirti du 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*

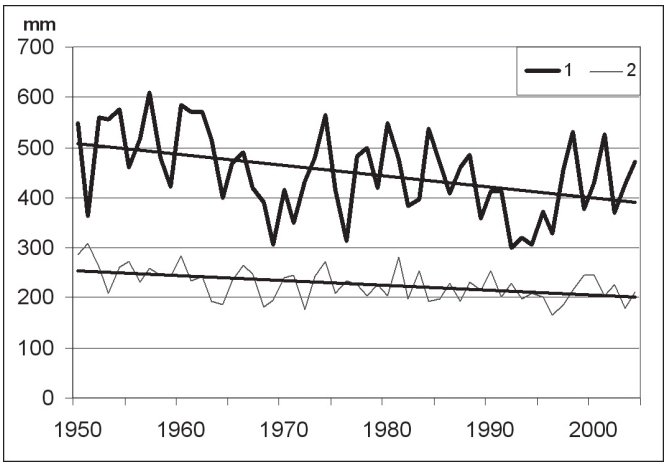
Įvairių teritorijos sektorių metinio kritulių kiekio kaitos trendų analizė parodė, kad per 1950–2004 m. kritulių kiekis sumažėjo nevienodai (3 pav.). Labiausiai kritulių sumažėjo šiaurinėje ir pietinėje BJR dalyse. Visus BJR sektorius pagal kritulių kiekio kaitos trendą galima suskirstyti į tris grupes: 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.). Ryškius (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 formas, 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 didesnį kritulių kiekį. Vyraujant meridianinei cirkuliacijai dažniau formuojasi blokuojantys gūbriai, dėl kurių vasarą (žiemą) 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 klimatinių 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*

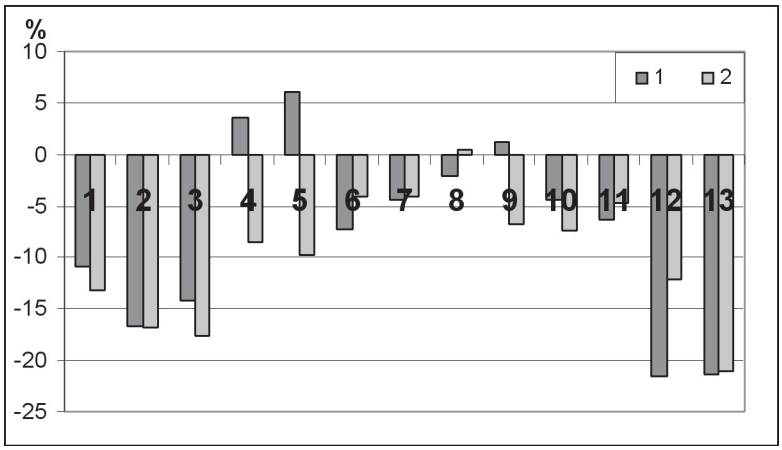
siekia 95% ir 99% garantijos lygmenį. Šiltojo laikotarpio kritulių kiekio svyravimai atkartoja metinių kritulių kiekio svyravimus, o kritulių sumos, skirtingai nuo šaltojo, pasižymi didesne metine kritulių kiekio kaita. Tai rodo, kad šiltojo tarpsnio kritulių kiekio kaita metinių kritulių sumoje vaidina didesnį vaidmenį formuojant klimatines 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*

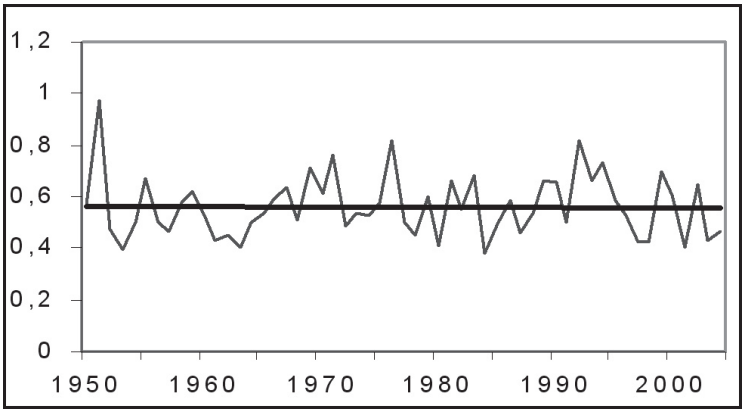
Šiltojo ir šaltojo laikotarpio kritulių kiekio teritorinėje kaitoje pagal kritulių kiekio pokyčio dydį šiaurinės ir pietinės (1–3, 12, 13 sekt.) sritys skiriasi nuo vakarinių bei rytinių (pietrytinių) sričių. Šiaurinėse ir pietinėse srityse tiek šaltuoju, tiek šiltuoju laikotarpiu kritulių kiekis sumažėjo dešimt ir daugiau procentų (5 pav.). Toks šiltojo ir šaltojo tarpsnių kritulių kiekio sumažėjimas (kai kur atitinkamai iki 130 mm ir 55 mm) galėjo atsiliepti 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 hidrotermines 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 (%)1950–2004 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.



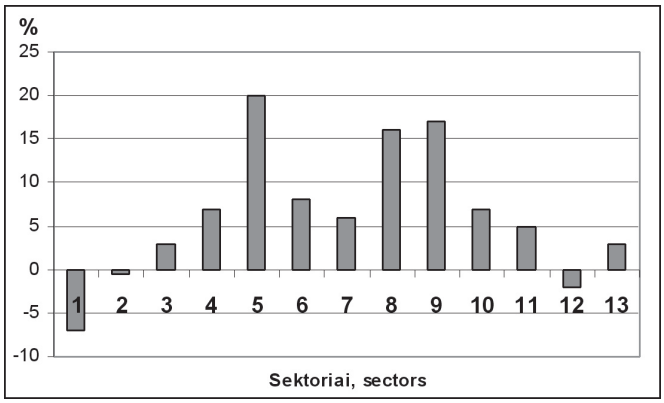
6 pav. BJR šaltojo ir šiltojo laikotarpio kritulių kiekio santykio kaita 1950–2004 metais
Fig. 6. *Fluctuation of precipitation proportion in cold and warm periods in BSR in 1950–2004*

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 konvekcinės kilmės. Konvekciniai krituliai iškrinta 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 konvekciniams. Per tiriamąjį laikotarpį (1950–2004) didžiojoje BJR dalyje vasaros mėnesiais konvekcinių 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 konvekcinių kritulių kiekis didėjo Skandinavijos pusiasalį apimančiuose sektoriuose.



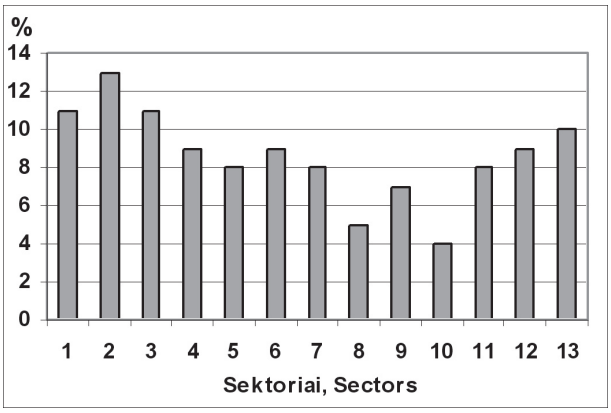
7 pav. Konvekcinio (*Kk*) ir metinio kritulių (*Km*) kiekio santykio pokytis (%) BJR 1–13 sektoriuose
Fig. 7. *The change of proportion of convectional (Kk) and annual precipitation amount (Km) in BSR (%)*

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.).

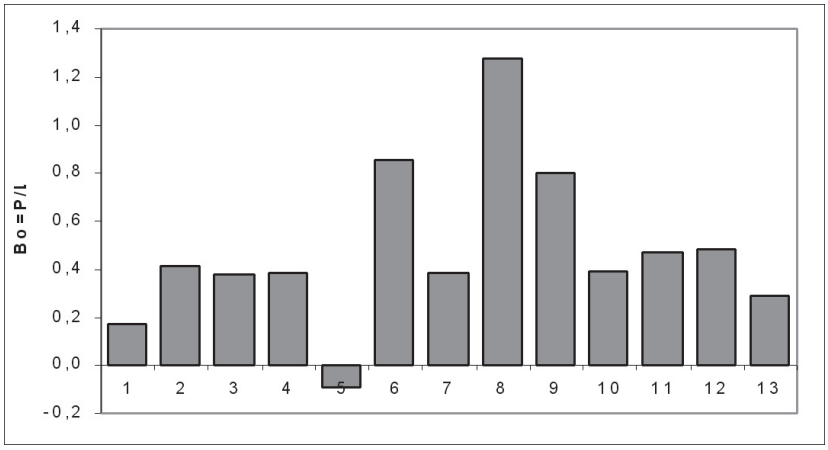


8 pav. Metinio debesuotumo sumažėjimas (%) Baltijos jūros regione 1950–2004 m. Statistinio patikimumo lygis siekia 95%
Fig. 8. *The decrease of annual nebulosity (%) in the Baltic Sea region in 1950–2004. The level of statistical reliability reaches 95%*

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 (*Bo*) visą tiriamąjį laikotarpį.

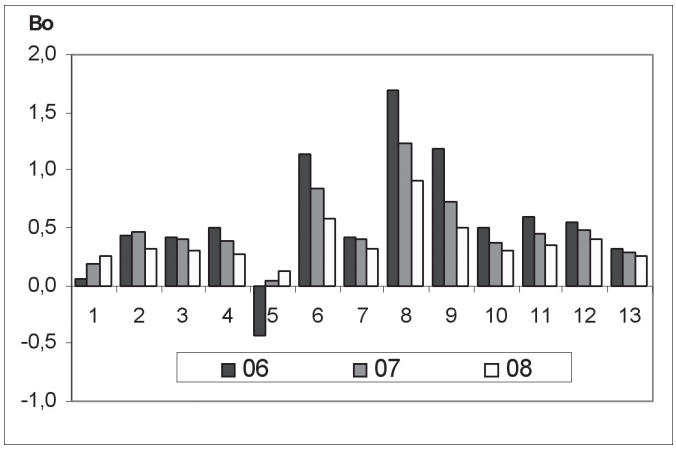


9 pav. Vasaros (VI–VIII mėn.) Bo indekso reikšmės Baltijos jūros regione 1950–2004 metais (1–13 sekt.)
Fig. 9. *The average values of Bo index during the VI–VIII months of 1950– 2004 in the Baltic Sea region (1–13 sectors)*

Bo 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 (*Bo* = 1,3), čia daugiau energijos sunaudojama turbulentiniam šilumos srautui nei garinimui. Tai turėtų būti šilčiausias ir sausringiausias sektorius visame BJR. Žinoma, skirtingos *Bo* 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 *Bo* reikšmės pateiktos 10 paveiksle. Jame matyti, kad beveik visuose regiono sektoriuose (išskyrus 1 ir 2) didžiausios *Bo* reikšmės gautos birželio, o mažiausios – rugpjūčio mėnesiais. Tai susiję su didesniu kritulių kiekiu rugpjūtį. Ypač dideli *Bo* skirtumai (iki 0,5–0,8) tarp birželio ir rugpjūčio mėnesių buvo gauti 6, 8 ir 9 sektoriuose.

Bo indekso svyravimo BJR amplitudės pateiktos 2 lentelėje. Matyti, kad svyravimo amplitudės gali viršyti net vidutines *Bo* reikšmes (pavyzdžiui, pietiniuose ir pietvakariniuose sektoriuose). Didelės *Bo* 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 *Bo* anomalijos (sausros arba šlapymečiai) apimdavo visą BJR. Minimalios *Bo* reikšmės dažniausiai svyruodavo apie 0,1–0,2, o maksimalios sausringomis vasaromis pakildavo iki 1,5 ir daugiau.



10 pav. Vidutinių VI–VIII mėnesių *Bo* reikšmių pasiskirstymas BJR 1950–2004 metais
Fig. 10. *The distribution of average Bo 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 *Bo* indekso svyravimo amplitudės BJR 1–13 sektoriuose 1950–2004 metais
Table 2. T*he amplitudes of summer Bo index values fluctuation in BSR sectors in 1950–2004*

Sektorius *Sector*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bo amplitudė *Bo 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 *Bo* kaitos tendencijų pasiskirstymą labiausiai sausringumas stiprėja pietinėje (12 ir 13 sekt.) ir šiaurinėje (2, 3 sekt.) BJR dalyse. *Bo* indekso reikšmės per 1950–2004 metų laikotarpį minėtuose sektoriuose pakilo 0,1–0,2. Vakarinėje BJR dalyje klimato humidiškumas padidėjo, o rytinėje ir centrinėje *Bo* 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 *Bo* 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 lygio.

2. Metinis kritulių kiekis visuose Baltijos jūros regiono sektoriuose sumažėjo. Regioną pagal kritulių kaitos trendą 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 (*Bo*) reikšmės didesnėje Baltijos regiono dalyje svyruoja 0,4–0,8 ribose ir patenka į vidutinėms platumoms būdingą intervalą (*Bo* = 0,5–0,8). Daugelyje BJR sektorių didžiausios *Bo* reikšmės nustatytos birželiui (sausringiausias vasaros mėnuo), o mažiausios – rugpjūčiui (drėgniausias mėnuo). Sprendžiant iš *Bo* 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 Paull 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 Commision, 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. Zwieflhofer and N. Kreitz, World Scientific, 106–129. Reading, UK.

http://nomads.ncdc.noaa.gov/publications/nomads–ecmwf–2002–rutledge–final–one.pdf.

Martynas Pankauskas, Arūnas Bukantis
Vilnius University

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 atmosphericall 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 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.

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 convectional 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 droughty BSR sectors are the southern and northern ones.

ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

SEZONINIO ĮŠALO GYLIO KAITA LIETUVOJE

Julius Taminskas, Kęstutis Švedas, Irutė Švedienė
Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-08106, Vilnius
El. paštas: juta.geogr@vpu.lt, geogr.kat@vpu.lt

Taminskas J., Švedas K., Švedienė I. The Changes in Seasonally Frozen Ground Depth in Lithuania. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.
Abstract. The aim of the present work is to analyse the temporal and spatial changes in seasonally frozen ground depth from the end of the 18th century until the beginning of the 21st century. According to the data of 16 meteorological stations on the maximal values of seasonally frozen ground in 1960–2000, the depth of ground frost in different regions of the country were calculated. Based on the average air temperature of cold seasons (November–February) the variations of the depth of ground frost at the end of the 18th century through to the beginning of the 21st century were also determined. The obtained results show that the reduction of the depth of ground frost due to increasing seasonal values of air temperature has been lasting for more than 200 years. However, it is also possible to trace out a cyclical (90–100 years) character of frozen ground variations. On the other hand, the amplitudes of the depth of frozen ground have been reducing.
References 10, Figs 5, Tables 2. In Lithuanian, summary in English.

Keywords: seasonaly frozen ground, climate change.

Received: 21 February 2006, accepted: 12 October 2006.

Įvadas

Enciklopediniai ir praktikoje naudojami normatyviniai sezoninio įšalo rodikliai nustatyti naudojantis 1945–1980 m. arba dar ankstesnių įšalo matavimų duomenimis (Справочник..., 1965; Statybinė..., 1995). Kai kur nurodoma, kad Lietuvoje giliausias įšalas susidaro Vilniaus apylinkių priesmėliuose (170 cm 2% ir 134 cm 10% tikimybės) ir Biržų apylinkių priemoliuose (154 cm 2% ir 113 cm 10% tikimybės). Tuo tarpu mažiausiai įšąla Šilutės apylinkių (108 cm 2% ir 79 cm 10% tikimybės) smėliniai ir pelkiniai gruntai (Statybinė…, 1995). Tačiau Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje atliekami įšalo matavimai rodo, kad gilus įšalas yra labai retas reiškinys, o gilesnio nei 150 cm įšalo Lietuvoje niekada nebuvo išmatuota. Todėl praktikoje dažnai stokojama dabartinį laikotarpį reprezentuojančių įšalo gylio duomenų.

Kita vertus, pastaraisiais metais vis dažniau pasitaiko žiemų, kuriomis įšalas būna trumpalaikis ir labai menkas. Susidaro įspūdis, kad sezoninio įšalo gylis gana sparčiai mažėja. Tačiau neturint informacijos apie įšalo gylį iki jo matavimų pradžios, neįmanoma įrodyti, kad tai nėra cikliškas įšalo mažėjimo laikotarpis. Norint pailginti didžiausio sezoninio įšalo duomenų seką, teko jį apskaičiuoti pagal šaltojo sezono temperatūros reikšmes.

Kita šiame straipsnyje nagrinėjama problema – regioniniai sezoninio įšalo savitumai. Žinia, vakarinėje šalies dalyje klimatą, taip pat įšalo gylį, lemia jūrinės oro masės. Tuo tarpu rytinėje ir pietrytinėje dalyse yra stipri žemyninių oro masių įtaka. Tarp šių dviejų regionų esančios teritorijos klimato rodikliai skiriasi nuo aukščiau tekste paminėtų regionų. Straipsnyje klasterine analize panagrinėtos regioninės sezoninio įšalo ypatybės.

Šis darbas skirtas Lietuvos teritorijoje susidarančio didžiausio metinio įšalo gylio kaitos nuo XVIII a. pabaigos iki XXI a. pradžios bei jo regioninių savitumų analizei.

Sezoninis įšalas matuojamas šaltuoju metų laikotarpiu, kuomet užšąla dirvos kapiliaruose esantis vanduo. Nors įšalo gylis labai priklauso nuo vietos fizinių sąlygų, jo kaitos trendai ir daugiamečiai statistiniai rodikliai panašaus klimato zonose mažai kinta. Šiame straipsnyje nenagrinėta įšalo priklausomybė nuo vietos fizinių sąlygų, nes tai plačiai nušviesta daugelyje mokslo darbų (Hanks, Ashroft, 1986; Гречищев, 1970; Ершов, 1971). Sezoninio įšalo trukmė jau aptarta anksčiau (Taminskas, Švedas, Konstantinova, 2005). Šiame darbe analizuojama didžiausio sezoninio įšalo gylio kaita per instrumentinių XX a. įšalo matavimų laikotarpį ir kaitos trendas nuo XVIII a. pabaigos iki XXI a. pradžios.

Darbo tikslas – sezoninio įšalo gylio kaitos ir regioninių skirtumų analizė. Darbo uždaviniai:

- didžiausio sezoninio įšalo gylio kaitos analizė instrumentinių matavimų laikotarpiu;
- didžiausio sezoninio įšalo kaitos XVIII–XXI a. analizė;
- regioninių didžiausio sezoninio įšalo gylio skirtumų 1960–2000 m. analizė.

1. Metodika

Lietuvoje sezoninio įšalo gylis pradėtas matuoti 1923–1924 metais, tačiau iki 1957 metų įšalo matavimai lapkritį–kovą buvo daromi tik kartą per mėnesį, iškertant sušalusio grunto monolitus iki neįšalusio grunto ribos (Справочник..., 1965). Tokie matavimai labai sudėtingi ir jų periodiškumas neužtikrino tikslaus didžiausio įšalo gylio nustatymo. Todėl nuo 1955–1957 metų įšalo gylį pradėta matuoti A. Danilino pašalomačiu. Šie matavimai meteorologijos stotyse buvo vykdomi kiekvieną parą, o agrometeorologijos postuose – kas penktą parą. Maždaug nuo 2000 metų įšalo stebėjimai atliekami tik meteorologijos stotyse. Matavimų vietos ir metodika per stebėjimų laikotarpį šiek tiek keitėsi. Dabar įšalo matavimai atliekami 21 vietovėje: Vėžaičiuose, Šilutėje, Telšiuose, Tauragėje, Raseiniuose, Šiauliuose, Radviliškyje, Dotnuvoje, Panevėžyje, Biržuose, Rokiškyje, Utenoje, Ukmergėje, Švenčionyse, Kaune, Trakuose, Vilniuje (Trakų Vokė), Kybartuose, Marijampolėje, Lazdijuose ir Varėnoje.

Atliekant erdvėlaikinę sezoninio įšalo gylio analizę naudotasi 1960–2000 m. duomenimis, gautais matuojant A. Danilino pašalomačiu. Šiai analizei panaudoti 17 esamų ir buvusių meteorologijos stočių ir postų (Biržai, Telšiai, Šiauliai, Utena, Raseiniai, Šilutė, Ukmergė, Kaunas, Marijampolė, Varėna, Lazdijai, Tauragė, Dotnuva, Panevėžys, Trakai, Vilainiai, Vėžaičiai) įšalo matavimų duomenys (Agrometeorologiniai..., 1960...2000). Kitų stočių matavimo duomenų sekos yra labai trumpos ir nehomogeniškos, todėl jomis nesinaudota arba naudotasi tik minimaliai – atkuriant trūkstamus analizuojamų stočių duomenis. Kai kuriose analizuojamose stotyse įšalo matavimo duomenų sekos buvo pertrauktos, todėl, norint homogenizuoti lyginamąsias duomenų sekas, trūkstamus duomenis teko atkurti stočių analogų metodu. Homogenizuotos įšalo duomenų sekos analizuotos statistinės analizės metodais (Боровиков, 2001).

Kita vertus, nustatyti statistiniai 1960–1979 m. ir 1980–2000 m. įšalo gylio rodikliai buvo lyginami ir su analogiškais 1948–1957 metų rodikliais (Справочник..., 1965). Nors Lietuvoje įšalas pradėtas matuoti palyginti neseniai, tačiau kiti instrumentiniai meteorologiniai stebėjimai pradėti jau XVIII a. pabaigoje. Norint nustatyti įšalo gylio kaitos trendus per ilgesnį stebėjimų laikotarpį, buvo panaudoti Vilniaus meteorologijos stoties, veikusios su mažomis pertraukomis nuo 1780 m, vidutinių mėnesinių oro temperatūrų duomenys. Prieš tai buvo nustatomi koreliaciniai ryšiai tarp metinės arba įvairios trukmės šaltojo sezono oro temperatūros ir didžiausio įšalo gylio. Nors glaudžiausias ryšys buvo nustatytas tarp didžiausio įšalo gylio ir neigiamų šaltojo sezono temperatūros sumos, dėl turimų meteorologinių duomenų specifikos (yra tik 200 metų laikotarpio vidutinės mėnesio temperatūros), retrospektyvinei įšalo gylio analizei buvo panaudota priklausomybė tarp didžiausio įšalo gylio ir vidutinės oro temperatūros XI–II mėnesiais.

Erdvėlaikinė įšalo gylio analizė ir duomenų grupavimas atlikta Vardo (Ward's) klasterinės analizės metodu (Девис, 1977) – juo buvo lyginamas didžiausias įšalo gylis

skirtingose matavimo vietose. Vardo metodas nuo kitų klasterinės analizės metodų skiriasi tuo, kad juo nagrinėjant skirtingus priartėjimus daugiau įvertinama ne klasterių koreliacija, o atstumas tarp jų. Šis metodas yra labai veiksmingas sudarant mažos apimties klasterius.

2. Didžiausias įšalo gylis 1948–2000 metais

Nors kai kuriuose literatūros šaltiniuose nurodoma, kad didžiausias įšalo gylis Lietuvoje gali siekti 1,7 m (Statybinė…, 1995), tokio gylio įšalo Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba nėra nustačiusi (Agrometeorologiniai..., 1960...2000). Tai, matyt, yra skaičiuota mažos tikimybės įšalo reikšmė arba įšalas nustatytas „sujudinto“ grunto statybvietėse. Didžiausias įšalo gylis buvo išmatuotas 1966 metais Dusetose – 1,46 m. Panašaus gylio įšalas susidarė 1969 m. Lazdijuose ir Trakuose (1 lent.).

Kaip matyti 1 lentelėje, lyginant iki 1957 metų matuotą didžiausią įšalo gylį (Справочник..., 1965) su vėlesniais matavimais (Agrometeorologiniai..., 1960...2000), didžiausias įšalo gylis beveik visoje Lietuvoje buvo nustatytas 1960–1979 metais. Ypač mažas įšalas buvo paskutinius du XX a. dešimtmečius. 1960–1979 metais, lyginant su 1948–1957 metais, didžiausias įšalo gylis vidutiniškai padidėjo apie 27 cm, o 1980–2000 metais jis sumažėjo maždaug 6 cm. Lyginant paskutinių dviejų XX a. dešimtmečių didžiausią įšalo gylį su 1960–1979 metų, matyti, kad įšalo gylis sumažėjo apie 33 cm (1 lent.). Galima teigti, kad 5–6 dešimtmečiais maksimalus įšalas buvo labai panašus į įšalo gylį, nustatytą per paskutinius du XX a. dešimtmečius, tačiau, kaip nurodyta klimato žinyne (Справочник..., 1965), 1948–1957 m. matavimų rezultatus dėl nelabai patikimos įšalo matavimų metodikos reikia vertinti kritiškai.

1 lentelė. Įvairiais laikotarpiais išmatuotas didžiausias įšalo gylis
Table 1. *Maximal depth of frozen ground measured at different time spans*

Vieta *Location*	1948–1957	1960–1979	Skirtumas *Difference*	1980–2000	Skirtumas *Difference*	Skirtumas *Difference*
Biržai	102	140	38	110	8	-30
Telšiai	80	113	33	98	18	-15
Šiauliai	71	130	59	105	34	-25
Dusetos	65	146	81	116	24	-30
Utena	92	116	24	101	9	-15
Raseiniai	79	141	62	78	-1	-63
Šilutė	85	94	9	106	21	12
Ukmergė	92	140	48	85	-7	-55
Kaunas	108	113	5	80	-28	-33
Marijampolė	124	113	-11	93	-31	-20
Varėna	120	138	18	90	-30	-48
Lazdijai	–	145	–	132	–	-13
Tauragė	93	117	24	81	-12	-36
Dotnuva	107	98	9	101	-6	3
Panevėžys	104	134	30	47	-57	-87
Trakai	–	145	–	100	–	-45

Analizuojant patikimesnius įšalo matavimo duomenis paaiškėjo, kad visose įšalo matavimo vietose antroje XX a. pusėje didžiausias įšalo gylis mažėjo. 1960–1979 metais šaltomis žiemomis (10% tikimybės) įšalo gylis net Šilutėje viršijo 0,78 m, o ypač šaltomis žiemomis kai kur jis siekė 1,46 m. 1980–2000 metų šaltomis žiemomis daugelyje šalies vietų įšalas buvo daug mažesnis (2 lent.).

1960–1979 metais vidutinio šaltumo (50% tikimybės) žiemomis didžiausias įšalo gylis buvo nuo 0,37 m iki 1,03 m. 1980–2000 metais jo storis sumažėjo visose šalies vietose ir buvo nuo 0,21 m iki 0,71 m (2 lent.).

1960–1979 metais šiltomis žiemomis (90% tikimybės) didžiausias įšalo gylis buvo nuo 0,16 m iki 0,4 m, o 1980–2000 metais beveik visoje šalyje jis taip pat sumažėjo (2 lent.).

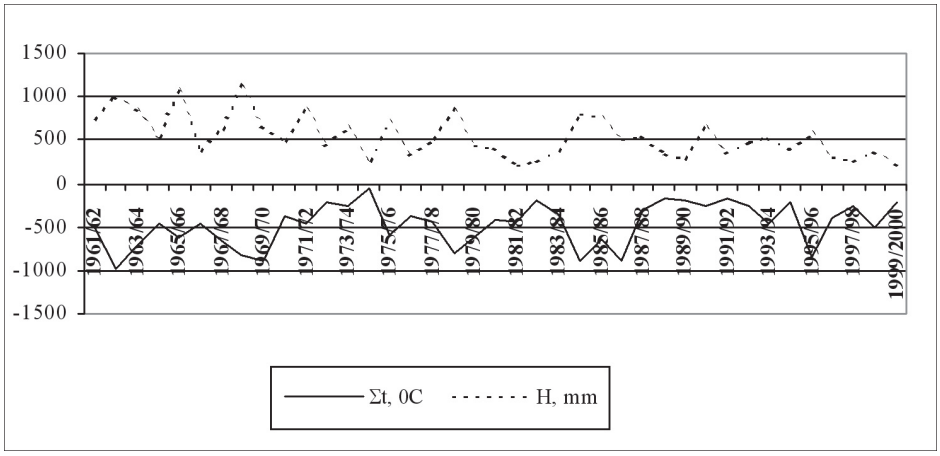
2 lentelė. Didžiausio įšalo gylio tikimybė 1960–1979 ir 1980–2000 metais
Table 2. *Probability of maximal seasonal freeze depths in 1960–1979 and 1980–2000*

Tikimybė *Probability*	Metai *Year*	Biržai	Telšiai	Šiauliai	Dusetos	Utena	Raseiniai	Šilutė	Ukmergė
10%	1960–1979	88	93	96	121	103	107	78	111
	1980–2000	87	43	40	104	88	67	55	76
50%	1960–1979	72	47	63	103	74	44	37	55
	1980–2000	38	21	22	71	47	36	28	45
	1960–1979	30	29	27	40	28	19	16	24
90%	1980–2000	24	10	12	20	16	18	9	18
Tikimybė *Probability*	Metai *Year*	Kaunas	Marijampolė	Varėna	Lazdijai	Tauragė	Dotnuva	Panevėžys	Trakai
10%	1960–1979	97	89	102	138	99	97	92	119
	1980–2000	70	65	76	77	57	70	45	74
50%	1960–1979	55	59	76	76	42	61	44	56
	1980–2000	43	38	51	55	35	41	23	37
	1960–1979	17	30	32	30	10	21	20	24
90%	1980–2000	26	11	26	23	10	28	15	25

3. Didžiausio įšalo gylio priklausomybė nuo oro temperatūros

Palyginus šaltojo sezono didžiausią įšalo gylį su sezono neigiamos oro temperatūros suma, buvo nustatyta gana glaudi priklausomybė. Koreliacijos koeficientas tarp šių dydžių skirtingose stotyse kito nuo 0,6 iki 0,88. Kita vertus, apskaičiavus kelių meteorologijos stočių didžiausio įšalo gylio ir šaltojo sezono neigiamos temperatūros sumos vidurkius, 1961–2000 metais išryškėjo įšalo mažėjimo trendas (1 pav.).

Palyginus šaltojo sezono maksimalų įšalo gylį su įvairių laikotarpių vidutine oro temperatūra ir skaičiavimui naudojant 40 porų imtis, gautos skirtingo glaudumo priklausomybės. Koreliacijos koeficientas nustatytas tarp metinės temperatūros ir įšalo gylio siekė 0,6.



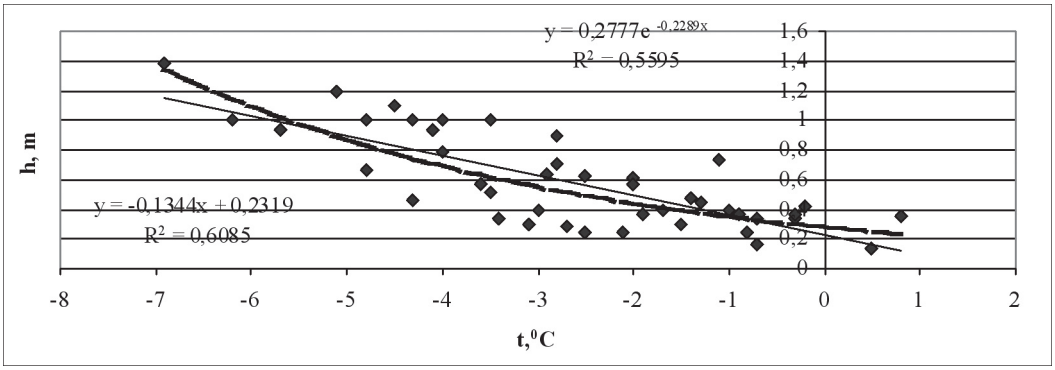
1 pav. Šaltojo sezono maksimalaus įšalo gylio ir neigiamos temperatūros sumos vidurkių kaita; vidurkis apskaičiuotas Biržų, Dotnuvos, Dūkšto, Kybartų, Lazdijų, Šilutės, Telšių, Utenos ir Varėnos meteorologijos stočių stebėjimų duomenimis
Fig. 1. *Variations of the sum of maximal seasonal freeze depths and negative air temperatures in cold season. The average value was calculated based on the data of Biržai, Dotnuva, Dūkštas, Kybartai, Lazdijai, Šilutė, Telšiai, Utena and Varėna meteorological stations*

Šiek tiek glaudesnis ryšys ir aukštesnis koreliacijos koeficientas (0,67) gautas lyginant didžiausią įšalo gylį ne su kalendorinių, o su hidrologinių metų (XI–X mėn.) vidutine oro temperatūra. Dar didesnis koreliacijos koeficientas nustatytas tarp didžiausio įšalo gylio ir įvairių šaltojo sezono laikotarpių vidutinės temperatūros. Pats didžiausias koreliacijos koeficientas (0,75) nustatytas tarp vidutinės XI–II mėnesių oro temperatūros ir didžiausio įšalo gylio. Toks aukštas koreliacijos koeficientas rodo, kad ryšio patikimumas yra didesnis nei 95% (Смирнов, 1981). Taigi skaičiuojant didžiausią metų įšalo gylį pagal XI–II mėnesių vidutinę oro temperatūrą, šio laikotarpio vidutinė temperatūra didžiausią įšalo gylį atspindi panašiai kaip ir šaltojo sezono neigiamos temperatūros suma.

4. Didžiausio įšalo gylio kaita XVIII– XXI a.

Lietuvoje sistemingi įšalo matavimai pradėti tik trečiame XX a. dešimtmetyje, maža to, iki septinto dešimtmečio pradžios matavimų metodika neužtikrino reikiamo matavimų tikslumo. Todėl geriausiai įšalo gylį atspindi nuo 1960 metų atliekami matavimai. Analizuojant juos visose matavimų vietose matyti labai aiškus didžiausio įšalo gylio mažėjimo trendas. Norint išsiaiškinti, ar įšalo gylio mažėjimas per šį trumpą laikotarpį nėra natūralus ir santykinai trumpalaikis procesas, reikėjo atlikti įšalo gylio retrospektyvinę analizę.

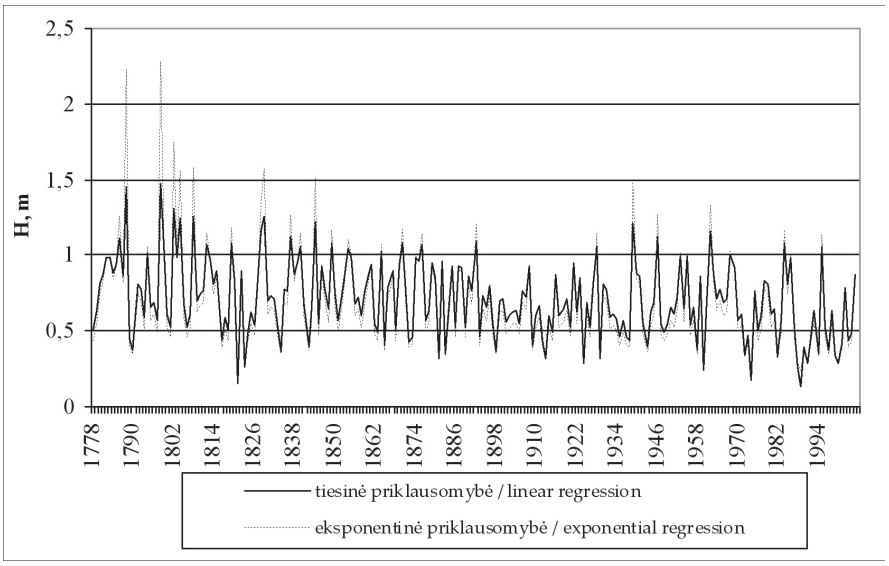
Remiantis nustatyta tiesine priklausomybe tarp Trakų Vokės meteorologijos stotyje išmatuoto didžiausio įšalo gylio ir XI–II mėnesių vidutinės oro temperatūros (2 pav.), buvo nustatyta didžiausio įšalo gylio kaita Vilniuje nuo 1779 iki 2005 metų (3 pav.). Analizės rezultatai rodo gana aiškų didžiausio įšalo gylio mažėjimo trendą per visą instrumentinių oro temperatūros matavimų laikotarpį. Paskutinių XVIII a. dešimtmečių didžiausio įšalo gylio vidurkis atitinkamai buvo 0,9 ir 0,8 m, o paskutinį XX a. dešimtmetį ir XXI a. pradžioje jis sumažėjo iki 0,5 m (3 pav.). Kaip matyti 3 pav., pats mažiausias įšalo gylis buvo paskutinį praėjusio amžiaus dešimtmetį ir šio amžiaus pradžioje. Tai patvirtina ir visų Lietuvos meteorologijos stočių stebėjimai. Panašus įšalo gylis buvo ir XIX a. pabaigoje bei pirmais XX a. dešimtmečiais – apie 0,6 m. Tačiau įdomiausia yra tai, kad gana staigiai įšalo gylis sumažėjo XVIII, XIX ir XX amžių pabaigoje (3 pav.). Tyrimo rezultatai rodo maždaug 100 metų įšalo kaitos ciklus, tačiau kiekvieno ciklo įšalo kaitos amplitudė yra mažesnė už prieš tai buvusiojo.



2 pav. Priklausomybė tarp 1960–2000 metais Trakų Vokės stotyje išmatuoto didžiausio įšalo gylio ir vidutinės XI–II mėnesių oro temperatūros

Fig. 2. *Dependence between the depth of ground frost in the Trakų Vokė meteorological station and the average air temperature in November–February, 1960–2000*

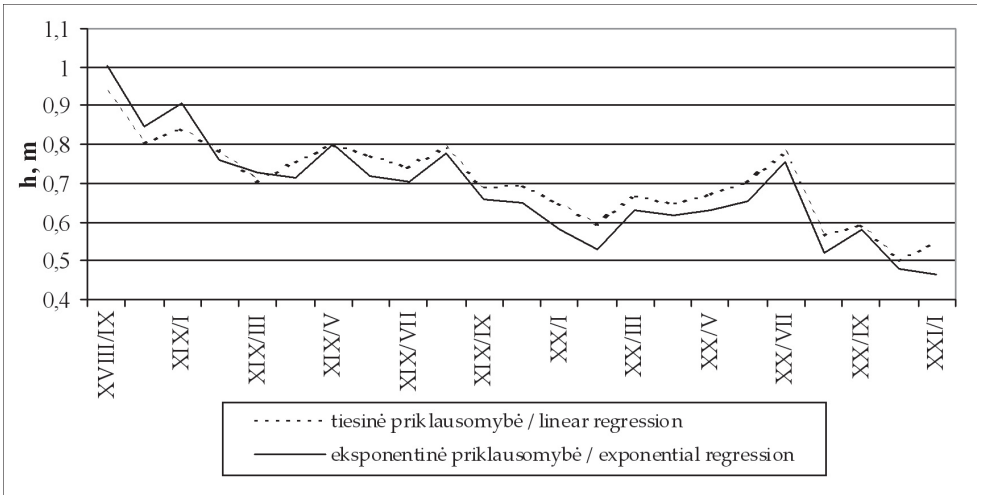
Kaip matyti 2 paveiksle, skaičiuojant didžiausią įšalo gylį tiesine priklausomybe, gaunamos didelės ekstremalių reikšmių paklaidos. Joms nustatyti geriau tiktų naudoti eksponentinę priklausomybę, nors jos koreliacijos koeficientas yra šiek tiek mažesnis nei nustatytosios tiesine priklausomybe (2 pav.). Eksponentine priklausomybe nustatytas didžiausias įšalo gylis XVIII a. pabaigoje galėjo būti virš dviejų metrų (3 pav.). Mažiausias įšalo gylis, nustatytas tiesine priklausomybe, per instrumentinių matavimų laikotarpį buvo 0,15 m (1821) ir 0,13 m (1989), tuo tarpu eksponentine priklausomybe – 0,24 m (3 pav.).



3 pav. Didžiausio įšalo gylio kaita Vilniuje (XI–II mėn. vidutinės temperatūros duomenimis)
Fig. 3. *Variations of the depth of ground frost in Vilnius (calculated according to the average values of air temperature in November–February).*

Nuo XVIII a. pabaigos trunkantį įšalo gylio mažėjimą lėmė vis šiltėjančios žiemos. Nors didžiausio įšalo gylio mažėjimas tęsiasi ne mažiau kaip 200 metų, šis procesas ypač suintensyvėjo nuo 7-tojo praėjusio amžiaus dešimtmečio. Tai gali būti susiję su natūralaus žiemos pašiltėjimo ciklo, panašaus į buvusį XIX a. pabaigoje ir XX a. pradžioje, sutapimu su ilgalaikiu įšalo gylio mažėjimu. Tokiu atveju artimiausiu laiku lauktinas įšalo gylio didėjimas, tačiau jis neturėtų būti didesnis nei 5–8 dešimtmečiais buvęs įšalo gylis.

Taigi, lyginant su įšalo kaita XVIII–XIX a., galima teigti, kad 1948–1957, 1960–1979 ir 1980–2000 metais nustatyti įšalo gylio rodikliai atspindi skirtingas šaltojo sezono klimato sąlygas. Pirmajam laikotarpiui būdingos gana šiltos žiemos su mažesniu įšalu, dar šiltesnės žiemos ir mažesnis įšalas būdingas trečiajam laikotarpiui. Tuo tarpu antrajam laikotarpiui būdingos šaltos žiemos su giliu įšalu. Panašios klimatinės situacijos yra buvusios ir anksčiau, tačiau paskutinius keturis dešimtmečius besitęsiantis labai mažo įšalo laikotarpis rodo ilgalaikį ir anksčiau nebūdingą klimato šiltėjimą (4 pav.).



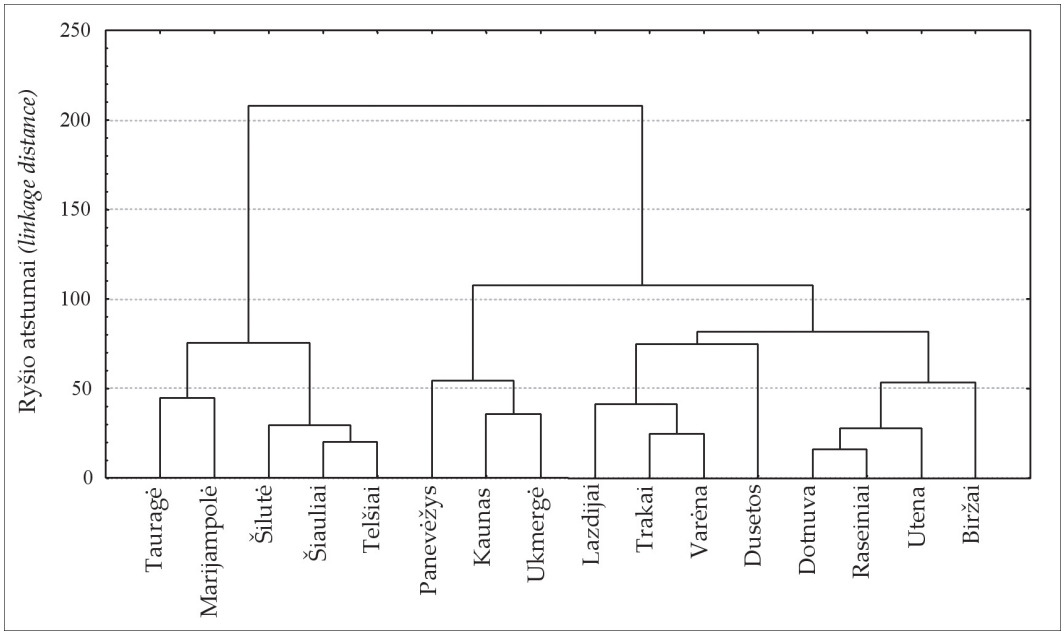
4 pav. Didžiausio įšalo gylio dešimtmečių vidurkių kaita Vilniuje nuo XVIII a. devinto dešimtmečio iki XXI a. pradžios šaltojo sezono oro temperatūros duomenimis
Fig. 4. *Variation of the ten-year averages of the depth of ground frost in Vilnius from the 80ties of the 18th century until the beginning of the 21st century calculated according to air temperatures of cold season*

5. Įšalo gylio regioninės sklaidos analizė

Vardo metodu atlikus didžiausio sezoninio įšalo gylio klasterinę analizę, visas įšalo matavimo vietas galima suskirstyti į dvi grupes. Pirmai grupei priklauso Tauragė, Marijampolė, Šilutė, Šiauliai ir Telšiai. Šioje grupėje, kurioje įšalo gylį lemia jūrinis klimatas, būtų skiriami du pogrupiai (5 pav.). Panaši jūrinio klimato veikiama vietovių grupė išsiskiria ir analizuojant įšalo susidarymo ir trukmės laikotarpius (Taminskas ir kt., 2005). Antrą grupę sudarytų kitos analizuotos teritorijos, kur ryškesnė žemyninio klimato įtaka. Šioje grupėje galima išskirti tris pogrupius (5 pav.). Pirmąjį pogrupį sudarytų teritorijos, kur didžiausia žemininio klimato įtaka (Dusetos, Varėna, Trakai, Lazdijai), antrą – teritorijos, kur žemininio klimato įtaka mažesnė (Utena, Biržai, Dotnuva ir Raseiniai), trečią – teritorijos, kur mažiausia kontinentinio klimato įtaka (Panevėžys, Kaunas ir Ukmergė).

Pirmos grupės vietovės rodo teritoriją, kur yra stipri jūrinio klimato įtaka: 1960–2000 metų didžiausio įšalo gylio duomenimis, 95% tikimybės įšalas čia kinta nuo 6 cm iki 11 cm, vidurkis – 9 cm. 50% tikimybės įšalas kinta nuo 34 cm iki 52 cm, vidurkis – 43 cm. Tuo tarpu 5% tikimybės įšalas yra labai panašus į antros grupės antro pogrupio ir kinta nuo 95 cm iki 113 cm, vidurkis – 104 cm.

Nors pagal klasterinę analizę kita šalies dalis priklausytų vienam klasteriui, čia galima išskirti tris pogrupius. Pirmam pogrupiui priklauso teritorija, kur yra didžiausia žemyninio klimato įtaka. Čia išryškėja šaltų žiemų įšalo gylis. 5% tikimybės įšalas kinta nuo 120 cm iki 146 cm, vidurkis – 134 cm. Gana skirtingas ir 50% tikimybės įšalas. Jis kinta nuo 39 cm iki 76 cm, vidurkis – 59 cm. Kiek mažiau skiriasi 95% tikimybės įšalas, kuris kinta nuo 11 cm iki 27 cm, vidurkis – 20 cm. Pirmos grupės antram pogrupiui artimiausias antros grupės antras pogrupis, kuriame 5% tikimybės įšalas kinta nuo 98 cm iki 114 cm, vidurkis – 106 cm. 50% tikimybės įšalas čia kinta nuo 40 cm iki 58 cm, vidurkis – 50 cm. 95% tikimybės įšalas šiame pogrupyje kinta nuo 15 cm iki 23 cm, vidurkis – 18 cm. Labiausiai antroje grupėje išsiskiria trečias pogrupis. Jo 50% tikimybės įšalas panašesnis į pirmos grupės ir kinta nuo 33 cm iki 52 cm, vidurkis – 43 cm. Tuo tarpu 5% tikimybės įšalas čia labai mažai skiriasi nuo antros grupės antro pogrupio ir kinta nuo 100 cm iki 118 cm, vidurkis – 112 cm. Nuo antros grupės antro pogrupio mažai skiriasi ir 95% tikimybės įšalas, kuris kinta nuo 14 cm iki 18 cm, vidurkis – 16 cm. Taigi šios teritorijos išskirtinumas išryškėja vidutinio šaltumo žiemomis. Tai gali lemti arti esančios didelės (Nevėžio, Šventosios, Nemuno) upės.



5 pav. Didžiausio sezoninio įšalo gylio klasterinė diagrama
Fig. 5. *Cluster diagram of depth of ground frost*

Apibendrinimas

Nors kai kuriuose literatūros šaltiniuose nurodytas galimas didžiausias 2% tikimybės įšalo gylis Lietuvoje yra 1,7 m, nuo 1948 m. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba tokio didelio įšalo gylio nėra išmatavusi. Didžiausias Dusetose išmatuotas įšalo gylis 1966 m. – 1,46 m.

Turimais duomenimis, penktame ir šeštame XX a. dešimtmečiais didžiausias išmatuotas įšalo gylis buvo labai panašus į išmatuotąjį per paskutinius du XX a. dešimtmečius, tačiau ankstesnius matavimus dėl nelabai patikimos metodikos reikia vertinti kritiškai. Tuo tarpu 7–8 dešimtmečiais sezoninio įšalo gylis buvo didžiausias per visą įšalo matavimo laikotarpį. Apibendrinus 1948–2000 metų didžiausio įšalo gylio duomenis, matyti labai aiškus įšalo gylio mažėjimo trendas.

Norint nustatyti įšalo gylį, neturint tiesioginių jo matavimo duomenų, naudojami kiti meteorologiniai rodikliai – dažniausiai oro temperatūra. Iš šių duomenų koreliacijos matyti, kad skaičiuojant didžiausią metų įšalo gylį pagal oro temperatūrą, geriausia naudotis šaltojo sezono neigiamos temperatūros suma arba XI–II mėnesių vidutine oro temperatūra.

Pagal XI–II mėnesių vidutinę oro temperatūrą apskaičiuotasis įšalo gylis parodė, kad įšalo gylis mažėja jau ne mažiau kaip 200 metų, tačiau per šį laikotarpį buvo bent trys esminiai proceso pokyčiai – ketvirtame ir devintame XIX a. dešimtmetyje bei devintame XX a. dešimtmetyje. Nuo XIX a. ketvirto dešimtmečio matyti didžiausio įšalo gylio ir jo amplitudės sumažėjimas. Nuo devinto dešimtmečio didžiausias įšalo gylis sumažėja dar labiau ir, nors XX a. 5–8 dešimtmečiais jis šiek tiek padidėja, jau nepasiekia XVIII a. pabaigoje ir XIX a. pradžioje buvusio dydžio. Ypač staigiai įšalo gylis ėmė mažėti devintame XX a. dešimtmetyje. Tai gali būti susiję su natūralaus žiemos pašiltėjimo ciklo, panašaus į buvusį XIX a. pabaigoje ir XX a. pradžioje, sutapimu. Tokiu atveju artimiausiu laiku lauktinas įšalo gylio didėjimas, tačiau jis neturėtų viršyti 7–8 dešimtmečių įšalo gylio. Taigi tyrimai rodo, kad sezoninio įšalo mažėjimo trendas sutampa su jo svyravimo ciklais, kurių periodas yra apie 90–100 metų.

1960–2000 metų didžiausio įšalo klasterinė analizė parodė, kad visą Lietuvos teritoriją pagal šį rodiklį galima skirstyti į dvi dalis. Pirmojoje įšalo formavimuisi didžiausią įtaką turi jūrinės, antrojoje – žemyninės oro masės. Tačiau pagal žemyninių oro masių poveikį antrojoje teritorijos dalyje (vietovių grupėje) galima išskirti tris pogrupius. Pirmajame šios grupės pogrupyje jūrinio oro masių įtaka yra minimali. Tuo tarpu antrame ir trečiame pogrupiuose šiltomis žiemomis įšalo gylį, matyt, lemia toli į šalies teritoriją prasiskverbiančios jūrinio oro masės. Tokie atvejai paskutinius du dešimtmečius buvo ypač dažni.

Padėka

Straipsnio autoriai nuoširdžiai dėkoja Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos vyriausiajai meteorologei Daliai Skeivelienei ir kitiems darbuotojams už suteiktą galimybę pasinaudoti meteorologinių matavimų duomenimis ir patarimus bei konsultacijas rengiant šį straipsnį.

Literatūra

Agrometeorologiniai metraščiai (1960...2000)/Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, Vilnius.
Hanks R. J., Ashroft G. L. (1986). Applied Soil Physics: 2ed Printing. Berlin: Springer.
Statybinė klimatologija (1995). *Respublikinės statybos normos*. / LR Statybos ir urbanistikos ministerija, p. 120–121.
Taminskas J., Švedas K., Konstantinova J. (2005). Sezoninio įšalo trukmė Lietuvoje, *Geografijos metraštis*, t. 38, p. 19–29.
Боровиков В. (2001). STATISTICA искусство анализа данных на компьютере для профессионалов. С–ПБ: Питер, 656 с.
Девис Д. (1977). Анализ многомерннх данных. *Статистика и анализ геологических данных*, Москва, с. 485–520.
Гречищев С. Е. (1970). К основам методики прогноза температурных напряжений и деформаций в мерзлых грунтах, Москва: Изд-во ВСЕГИНГЕО.
Ершов Э. Д. (1971). Приближенная количественная оценка влияния различных факторов природной обстановки на температурный режим пород. *Мерзлотые исследованния*, вып. XI, Москва: Изд-во МГУ.
Справочник по климату СССР, вып. 6. Температура воздуха и почвы (1965).
Смирнов Б. И. (1981). Корреляционные методы при парагенетическом анализе, Москва: Недра, 176 с.

Julius Taminskas, Kęstutis Švedas, Irutė Švedienė
Vilnius Pedagogical University

The Changes in Seasonally Frozen Ground Depth in Lithuania

Summary

The aim of the present work is to analyse the changes in seasonally frozen ground depth and regional differences. The tasks are:

- to analyse the changes in seasonally frozen ground depth at the time of instrumental measuring;
- to analyse the changes in seasonally frozen ground depth in the 18th–21st centuries;
- to analyse the regional differences in seasonally frozen ground depth in 1960–2000.

The seasonally frozen ground depth is measured in cold season when the capillary soil water gets frozen. Though the depth of frozen ground depends on the local physical conditions its change trends and long-term statistical indices in climatically comparable zones are almost similar. The present article does not go deeper into the frozen ground dependence on the local physical conditions. It is focused on analysis of the depth of seasonally frozen ground at the time of instrumental measuring and on the trend of its depth changes from the 18th through to the beginning of the 21st century.

Measuring of the depth of seasonally frozen ground in Lithuania were started in Lithuania in 1923–1924 but until 1957 they had been performed only once a month in November–March by hewing out monoliths of frozen ground till the boundary of unfrozen soil. This measuring technique is very complicated therefore periodicity of measuring did not ensure the determining of precise depth of frozen ground. Since 1955–1957, the depth of frozen ground has been measured by the aid of A. Danilin's frozen ground gauge. The measuring in meteorological stations were done every day or every fifth day. Most reliable data on frozen ground depth have been obtained since 1960. Therefore the present work is based on the frozen ground measuring data obtained in 1960–2005.

Frozen ground observations showed that deep seasonal ground freeze has become a rare phenomenon in Lithuania. Since 1948, frozen ground depth has never reached more than 150 cm though according to literary data, in earlier years this depth of ground frost would occur from time to time.

Recently, winters with short-lasting and small depth frozen ground have become more frequent. Comparison of the data obtained in the last decades with the data from the 60ties–70ties of the 20th century (when the seasonal frozen ground depths were greatest during the history of measuring) shows that depth of ground frost is markedly reducing. This can be explained by the impacts of global climate warming. In order to test the presumption that the reducing depth of seasonally frozen ground is related with the cycles of warm years and is a periodically recurring phenomenon we analysed the changes of the seasonally frozen ground depth since the end of the 18th until the beginning of the 21st century.

According to the obtained results, the reduction of the depth of seasonally frozen ground has been lasting for more than 200 years. The data also prove a cyclical character of depth variations of seasonally frozen ground (cycles of 90–100 years). However, the amplitudes of these variations have been slackening. The greatest reduction of the frozen ground depth was taking place at the end of the 20th–the beginning of the 21st centuries. We assume that this trend is related with global warming which is evident from the temperature variations in cold season.

It was determined that the maximal depth of seasonally frozen ground varies from region to region of the country. The cluster analysis of the measuring data of 1960–2000 was further used for analysis of the regional patterns of frozen ground. The localities where seasonally frozen ground depth was measured can be divided into two groups. The first group includes the western part of Lithuania (dominant impact of marine climate) and the second includes the central and eastern parts of Lithuania (dominant impact of continental climate).

ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

FOSFORO ŠALTINIAI IR NUOTĖKIS ŽUVINTO BASEINE

Julius Taminskas, Rita Linkevičienė, Rasa Šimanauskienė
Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223, Vilnius
El. paštas: julius.taminskas@geo.lt, rita.linkeviciene@geo.lt, rasa.simanauskiene@geo.lt

Taminskas J., Linkevičienė R., Šimanauskienė R.. Sources and Loads of Phosphorus in the Žuvintas Catchment. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.
Abstract. Investigation of the main sources of phosphorus in the Žuvintas Lake catchment was carried out in 2004–2005. Water samples were taken from lakes, their influents and effluents, other sites of Spernia-Bambena River, wells of urban areas, precipitation, etc. The obtained data were used for evaluation of phosphorus balance and sources in the lakes of Žuvintas catchment.
The article contains data on phosphorus balance in the Simnas and Žuvintas lakes. It was determined that concentrations of anthropogenic phosphorus in the Žuvintas Lake catchment twice and even thrice exceed the concentrations of natural phosphorus. Presumably this is one of the causes of rapid eutrophication of the lake.
References 15, Figs 3, Tables 2. In Lithuanian, summary in English.

Keywords: phosphorus loads, phosphorus retention, water quality.

Received: 3 July 2006, accepted: 13 November 2006.

Įvadas

Biogenų perteklius vandens telkinyje sukelia natūraliomis sąlygomis nebūdingą pernelyg spartų augalų ir kitų organizmų vystymąsi. Tai, savo ruožtu, lemia vandens masės fizinių ir cheminių savybių kaitą, skatina vandens telkinių uždumblėjimą, biotopų kaitą ir rekreacinių išteklių sumažėjimą. Ištirta (Taminskas, 2001; Taminskas, Linkevičienė, 2003), kad agrariniame kraštovaizdyje, nesant reikšmingos taškinės taršos, dažniausiai eutrofikaciją ribojantis biogenas yra fosforas. Dėl jo stokos intensyvios ir nedarnios žemdirbystės laikotarpio pabaigoje – per paskutinį XX a. dešimtmetį azoto perteklių turinčiuose vandens telkiniuose stabilizavosi eutrofikacijos procesai. Tačiau telkiniuose, kur yra fosforo perteklius, šie procesai tęsiasi.

Perteklinis biogenų kiekis ypač akivaizdžius pokyčius sukelia tuose vandens telkiniuose, kur akumuliuojama daug nešmenų. Tokioms vietoms galima priskirti pratakius sekliuosius ežerus. Vienas jų būtų Žuvinto biosferos rezervato eutrofinis Žuvinto ežeras (1 lent.). Jo plotas nuo 1934 iki 1960 metų sumažėdavo maždaug po 0,2 ha per metus, o vandens tūris per šį laikotarpį sumažėjo beveik perpus (Bieliukas, Stanaitis, 1962). XX a. antroje pusėje ežero plotas ir tūris ir toliau mažėjo (Taminskas, Linkevičienė, Žikulinas, 2005). Ežere sparčiai plečiasi plūduriuojančiųjų makrofitų sąžalynai. Viena pagrindinių jų vešėjimo priežasčių yra didelė biogenų, ypač fosforo, ir organinių medžiagų prietaka. Nustatyta, kad nuo 1953 iki 1985 metų į Žuvintą įtekančioje Bambenoje N_{min} koncentracija padidėjo 2 kartus, o P_{min} – net 10 kartų (Tamošaitis, Klimkaitė, Lasinskas, 1986). Pastaraisiais metais vandenyje fosforo labai padaugėjo ir paspartėjo eutrofikacijos procesai aukščiau baseine telkšančiame Simno ežere.

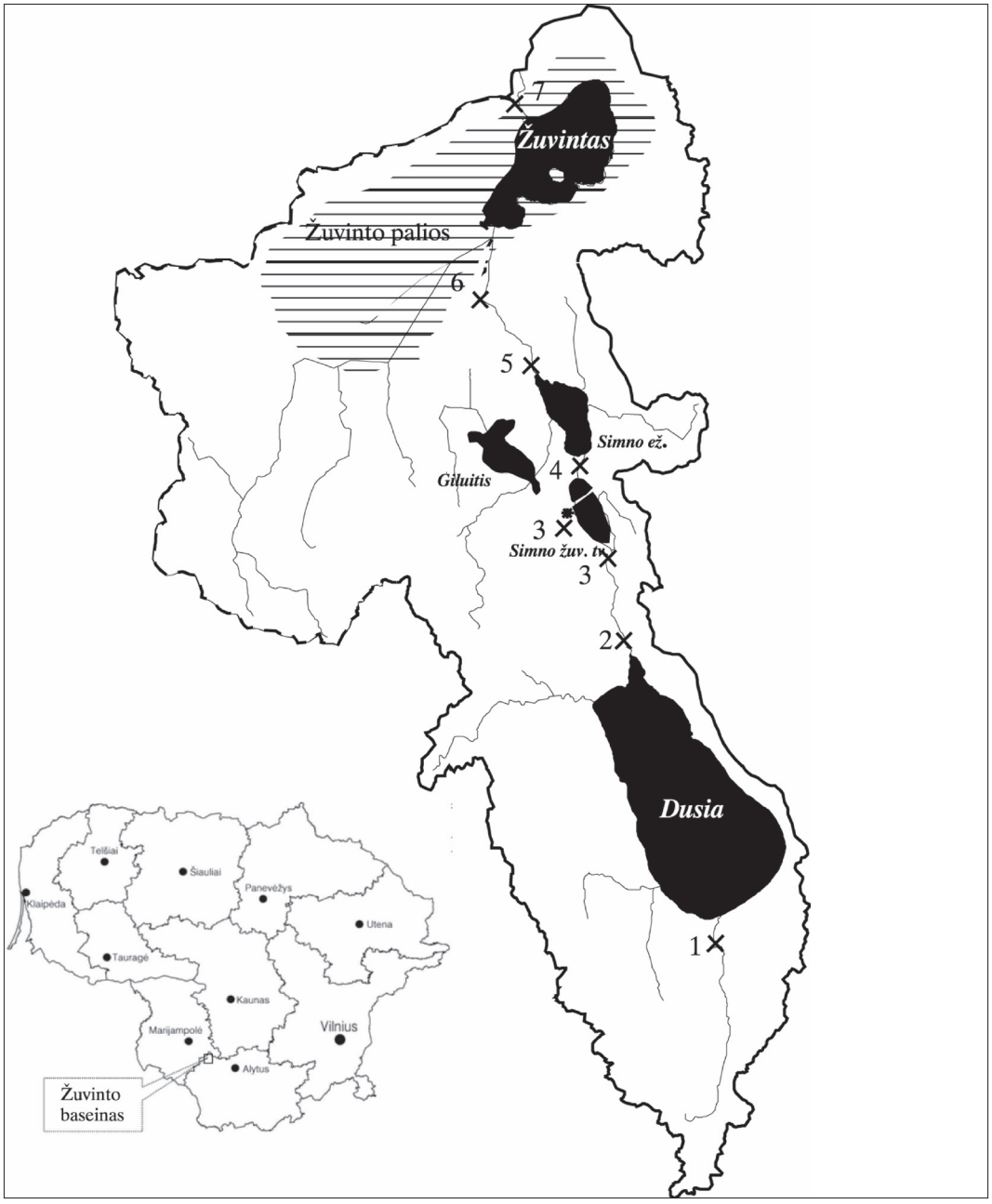
Agrarinio kraštovaizdžio vandens telkiniuose fosforo pagausėjimas daugiausia susijęs su nesubalansuotu tręšimu arba trąšų plovimu eroduojamose žemėse, tačiau eutrofikaciją gali didinti fosforo šaltiniai. Pavyzdžiui, labai mažo miškingumo, su gausiomis melioravimo sistemomis agrariniame Žuvinto ežero baseine yra keli taškiniai objektai, iš kurių gali susidaryti ne ką mažesnis fosforo nuotėkis, negu jo plovimas iš dirbamų žemių.

Informacijos apie pagrindinius fosforo šaltinius stoka apsunkina darnią baseino tvarkybą, todėl, norint nustatyti didžiausius fosforo šaltinius, buvo tiriamas jo kiekis krituliuose, požeminiame ir paviršiniame vandenyje.

Šio darbo tikslas – nustatyti pagrindinius fosforo šaltinius Žuvinto baseine ir įvertinti jų dalį Žuvinto ežero fosforo balanse.

1. Tyrimų objektas ir metodai

Žuvinto baseine yra keturi didesni nei 100 ha skirtingos trofinės būklės ežerai (1 pav.).



1 pav. Žuvinto baseinas ir vandens mėginių ėmimo 2004–2005 m. vietos
Fig. 1. *Žuvintas basin and sampling sites*

Kiti baseino ežerai labai maži. Dusia – didžiausias ir mažiausiai eutrofikuotas baseino ežeras, jo vanduo atsinaujina daugiau nei per 16 metų (1 lent.). Nors didžiausią Dusios baseino dalį užima žemės ūkio naudmenos (2 lent.), dėl palyginti reto hidrografinio tinklo ir gausių aklinų daubų tiesioginė biogenų prietaka į ežerą sumažėja. Į Dusią įteka 9 maži upeliai, o išteka Spernia – taip vadinasi Dovinės aukštupys. Baseino miškingumas labai mažas, ir dėl to būtų galima tikėtis didesnio fosforo plovimo (Gergel et al., 2002), tačiau labai seniai čia sukultūrintas kraštovaizdis (daugiausia ganyklų ir pievų) lemia tai, kad didžiausią dalį fosforo absorbuoja grunto dalelės arba jis kaupiasi beveik nejudrioje organinėje medžiagoje (Holton, Kamp-Nielsen, Stuanes, 1988).

1 lentelė. Didžiųjų Žuvinto baseino ežerų morfometriniai rodikliai
Table 1. *Morphometric indices of the large lakes of Žuvintas basin*

Ežeras *Lake*	Ežero plotas, *Lake area ha*	Vidutinis gylis *Average depth, m*	Didžiausias gylis *Greatest depth, m*	Baseino plotas *Basin area, km²*	Vandens apykaita, metai *Water turnover, years*
Dusia	2334	15,4	32,6	107,8	16,67
Simnas	244	2,3	4,0	176,8	0,17
Giluitis	234	9,14	22,0	34,8	2,85
Žuvintas	971	1,2	3,4	344,9	0,19

Tarp Dusios ir Simno ežerų yra nedidelis Kalesninkų tvenkinys, patvenktas hidroenergetikos tikslais, tačiau dabar hidroenergetikai jis nenaudojamas, o iš šio tvenkinio, kurio pakrantėje įsikūrusi Kalesninkų gyvenvietė, vanduo imamas žemiau tvenkinio esantiems Simno žuvininkystės tvenkiniams pripildyti (jie buvo įrengti 1965 m., bendras plotas – 113 ha) (1 pav.). Upė, į kurią išleidžiamas žuvininkystės tvenkinių vandens perteklius, teka ištiesinta ir pagilinta vaga šalia tvenkinių. Tvenkiniuose žuvivaisai auginamas mailius. Didelė jo dalis tvenkiniuose žūva ir gali būti reikšmingas fosforo šaltinis. Be to, žiemos pabaigoje į tvenkinius išpilama mėšlo, kurio kiekis, preliminariais vertinimais, gali siekti 100 tonų.

Žemiau žuvininkystės tvenkinių yra Simno miestelis, kurio tik nedidelė dalis buitinių nuotekų patenka į Simno centrinę nuotekų surinkimo ir valymo sistemą. Kitos miestelio dalies nuotekos iš surinkimo duobių ir tvartų su gruntiniu vandeniu arba vietos kanalizacijos sistemomis pasiekia Spernios upelį, Giluičio ir Simno ežerus. Dalis centralizuotai surinktų Simno miestelio nuotekų po valymo išleidžiama tiesiai į Simno ežerą.

Simno ežeru pratekanti upė iki ežero vadinama Spernia, o žemiau jo – Bambena. Taip pat į šį ežerą užpelkėjusiu slėniu iš Giluičio ežero atiteka 35,7 km² baseiną turintis Simnyčios upelis.

2 lentelė. Ežerų baseinų žemėnauda, %
Table 2. *Land use in lake basins, %*

Ežeras *Lake*	Žemės ūkio naudmenos *Farmlands*	Urbanizuota teritorija *Urban area*	Miškai *Forests*	Šlapynės *Wetlands*	Ežerai *Lakes*
Dusia	65	0,9	7,7	3,2	23,2
Simnas	68,9	1,8	8,3	4,3	16,7
Žuvintas	47,1	1,2	10	29,2	12,5

Į Giluičio ežerą, kuris turi keturius nedidelius intakus, patenka dalis Simno miestelio nuotekų ir biogenų iš agrarinės ežero baseino dalies. Šis ežero vanduo atsinaujina palyginti lėtai (1 lent.).

Žemiau Simno ežero Bambena teka agrarine teritorija, o prieš pat Žuvintą ištiesinta vaga kerta žemapelkę. Pelkėje į Bambeną įteka Kiaulyčia, turinti žemės ūkyje intensyviai naudojamą 98 km² baseiną. Be Bambenos, į Žuvintą įteka Rudžio upelis, tačiau jis drenuoja tik Žuvinto pelkę.

Žuvinto, jo intakų ir kitų baseino ežerų hidrocheminiai tyrimai buvo pradėti 1953 metais (Klimkaitė, 1962). Šiuo laikotarpiu baseino ūkinis naudojimas buvo labai ekstensyvus – naudojama mažai trąšų ir chemikalų, pramoninės taršos objektų ir žuvininkystės tvenkinių nebuvo, daugelis pelkių buvo nesausintos ir kt. Detalesni fosforo tyrimai Dovinės baseine prasidėjo tik 1985 metais. Tada fosforo kiekis buvo matuojamas Dusios, Simno ir Žuvinto ežeruos bei jų intakuose (Lietuvos TSR..., 1986). Šis laikotarpis priskirtinas intensyvios nesubalansuotos žemdirbystės laikotarpiui.

Norint nustatyti natūralų fosforo plovimą, reikėtų rasti Žuvinto baseine žemės ūkyje nenaudojamą ir taškinės taršos šaltinių neturinčią teritoriją. Žuvinto baseine ar greta jo tokių teritorijų nepavyko rasti, todėl natūraliam fosforo plovimui iš ekstensyviai naudojamo agrarinio kraštovaizdžio nustatyti buvo panaudoti XX a. 6–7 dešimtmečiais atliktų fosforo kiekio tyrimų duomenys.

Fosforo kiekiui antropogenizuotame Žuvinto baseine nustatyti buvo pasinaudota 2004–2005 m. hidrocheminių tyrimų duomenimis. 2004 metais, norint nustatyti žuvininkystės tvenkinių išleidžiamo vandens poveikį upės ir žemiau esančių ežerų vandens kokybei, spalio 8 d.–lapkričio 22 d. buvo tirta fosforo koncentracija vandenyje – nuo žuvininkystės tvenkinių iki Žuvinto ežero (1 pav.). 2005 metais, norint įvertinti fosforo kiekį skirtingose baseino dalyse, vandens tyrimai kartą per mėnesį buvo atliekami visame ežero baseine. Vandens mėginiai imti Dusios, Simno, Giluičio, Žuvinto ežeruose, įvairiuose upės skerspjūviuose (1 pav.), šalia upės ir ežerų esančių gyvenviečių šuliniuose, Simno nutekamųjų vandenų išleistuve, Simno žuvininkystės tvenkiniuose, uždarame tvenkinyje Simno miestelyje ir kritulių vandenyje.

Paimtuose vandens mėginiuose bendrasis fosforas (P_b) buvo nustatomas spektrometriniu metodu. Rūgščioje terpėje oksiduojant amonio persulfatu, bet kurio pavidalo vandenyje esantys fosforo junginiai buvo paverčiami tirpiu ortofosfatu, kurio koncentracija nustatoma molibdatu, redukuojant askorbo rūgštimi, kai dalyvauja stibio jonai. Mineralinis fosforas nustatomas rūgščioje terpėje ortofosfatui reaguojant su molibdatu. Redukavus šį junginį susidaro intensyvios mėlynos spalvos molibdeno kompleksas. Matuojant šio komplekso absorbciją nustatoma ortofosfato koncentracija (Fosforas, 1994).

Žuvinto baseine buvo paimta palyginti nedaug kritulių vandens mėginių, todėl, norint tiksliau įvertinti vidutinį fosforo kiekį krituliuose, papildomai buvo naudotasi fosforo matavimų kitų upių baseinuose duomenimis (Runoff..., 1994). Su krituliais iškritusio fosforo kiekis (PI, kgP m^{-1}) buvo skaičiuojamas pagal vidutinį fosforo kiekį krituliuose (mg l^{-1}) ir vidutinį metinį kritulių kiekį (mm) Lazdijų bei Žuvinto meteorologijos stotyse.

Įvertinant natūralią fosforo prietaką (SR_N, kg m^{-1}) į limnoglacialinio reljefo upelius ir ežerus bei natūraliomis sąlygomis fosforo nuotėkį iš ežerų (SR'_N, kgP m^{-1}), buvo pasinaudota ankstesniais fosforo kiekio Dovinės baseine tyrimais (Sūduvos..., 1960). 1960 metais buvo nustatyta, kad P_b kiekis Dusios ir kituose šio regiono ežeruose buvo labai mažas – iki 0,05 mgP l^{-1} ir didėjo didėjant gyliui. Paviršiniame vandens sluoksnyje (iki 5 m gylio) dažniausiai fosforo visai nebuvo. Ežeruose P_b kiekis kito nuo 0,01 iki 0,04 mgP l^{-1} (Sūduvos..., 1960). Kiti šaltiniai (Tamošaitis, Klimkaitė, Lasinskas, 1986) taip pat nurodo, kad XX a. šeštame dešimtmetyje neužterštame ežere foninis P_b kiekis buvo apie 0,01–0,02 mgP l^{-1}. Pagal tai buvo nustatyta vidutinė P_b koncentracija beveik natūraliomis sąlygomis (be pramonės, bet ekstensyvaus žemės ūkio sąlygomis): įtekančiuose į ežerus upeliuose – apie 0,05 mg l^{-1}, iš ežerų ištekančiuose – 0,02 mg l^{-1}. Paviršinis vandens nuotėkis buvo nustatytas pagal priimtą bendrą baseino hidromodulį – 5,8 l s^{-1} km^2 (Gailiušis, Jablonskis, Kovalenkovienė, 2001).

Žemės ūkio poveikis fosforo nuotėkiui buvo vertinamas naudojantis ankstesnių tyrimų medžiaga (Lietuvos TSR..., 1986) ir 2005 m. atliktų tyrimų mažuose agrariniuose subbaseinuose duomenimis.

Dėl antropogeninio poveikio žemiau ežero susidarančio fosforo kiekis (SR'_{ANT}, kg m^{-1}) buvo skaičiuojamas kaip skirtumas tarp realaus ir natūralaus (SR'_N) fosforo nuotėkio iš ežero.

Vertinant antropogeninę taršą buvo atsižvelgta ir į JAV vandens kokybės kriterijus (US Environmental..., 1986). Pagal juos, į ežerą įtekančios upės P_b kiekis neturi viršyti 0,05 mg l^{-1}, iš ežero ištekančios – 0,025 mg l^{-1}, o upėje, netekančioje per ežerą, – 0,1 mg l^{-1}.

Dalyje baseino, neturinčio paviršinio hidrografinio tinklo, yra tik gruntinio vandens nuotėkis. Čia fosforo nuotėkis (*GD*, kgP m^{-1}) buvo vertinamas pagal gruntinio vandens nuotėkio modulį ir fosforo koncentraciją gruntiniame vandenyje. Gruntinio vandens nuotėkis yra labai panašus visame Dovinės baseine – apie 2 l s^{-1} km^{-2} (Симнишкайте, 1972).

2004–2005 metais buvo nustatytas labai didelis fosforo kiekis Spernios–Bambenos slėnyje esančių gyventojų šulinių vandenyje. Tai atspindi fosforo kiekį urbanizuotų teritorijų gruntiniame vandenyje. Todėl balansui buvo apskaičiuotas fosforo nuotėkis su gruntiniu vandeniu iš urbanizuotų teritorijų (*DS*, kgP m^{-1}), susidaręs dėl grunto erozijos, gyvenamųjų namų nuotekų sėmimo, srutų pylimo ir kitokios buitinės taršos. Jis buvo skaičiuojamas pagal urbanizuotų teritorijų plotą, vidutinį gruntinio nuotėkio modulį ir gruntinio vandens užterštumą urbanizuotose teritorijose.

Fosforo sulaikymas ežeruose (*RET*, kgP m^{-1}) buvo skaičiuojamas pagal skirtumą tarp ištekančio iš ežero ir į ežerą įvairiais būdais patenkančio fosforo kiekio.

Nustatant svarbiausius fosforo taškinius šaltinius buvo analizuojami 2004 ir 2005 metų tyrimų rezultatai. Analizė parodė, kad didžiausia fosforo prietaka, galinti turėti įtakos Simno ir Žuvinto ežerų eutrofikacijai, susidaro atkarpoje tarp Kalesninkų tvenkinio ir Simno ežero. Be minėtų fosforo šaltinių, šioje atkarpoje papildomai buvo nustatyti šie šaltiniai: Simno vandens valymo įrenginių išleidžiamas fosforo kiekis (*MW*, kgP m^{-1}) ir žuvininkystės tvenkinių fosforo nuotėkis (*FI*, kgP m^{-1}).

Fosforo nuotėkis (*OF*, kgP m^{-1}) iš Simno ir Žuvinto ežerų buvo apskaičiuotas 2004–2005 metų tyrimų duomenimis, o sulaikymas ežeruose (*RET*, kgP m^{-1}) nustatytas pagal tų metų fosforo kiekio balanso pajamų ir išlaidų skirtumą.

2. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

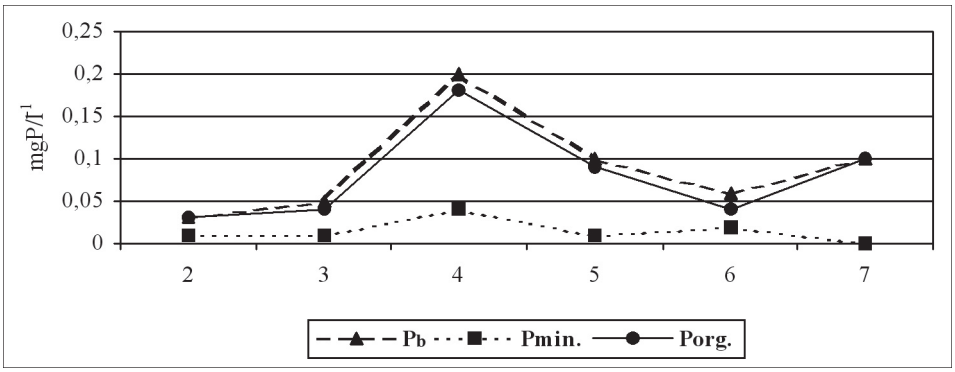
Intensyvios ir nedarnios žemdirbystės laikotarpiu, XX a. 7–9 dešimtmečiais, į Dusios ežerą iš agrarinių plotų su intakų vandeniu patekdavo apie 970 kgP $m.^{-1}$ (0,18 kgP ha^{-1}). Pastaraisiais metais šis kiekis sumažėjo iki 700 kgP $m.^{-1}$ (0,13 kgP ha^{-1}). Tuo tarpu iš ankstesnių tyrimų (Sūduvos..., 1960; Tamošaitis, Klimkaitė, Lasinskas, 1986) duomenų matyti, kad iš mažai antropogeniškai paveikto baseino į ežerą per intakus galėjo patekti tik apie 490 kgP m^{-1} (<0,1 kgP ha^{-1}). Su krituliais ant ežero paviršiaus iškrinta apie 1420 kgP $m.^{-1}$ P_b. Dar apie 100–120 kgP $m.^{-1}$ patenka su požeminiu nuotėkiu iš neurbanizuotos baseino dalies. Apie 20–40 kgP $m.^{-1}$ taršą sukelia rytinėje ežero dalyje esančios gyvenvietės. Iš viso į Dusią su paviršiniu ir požeminiu nuotėkiu patenka tik 830–850 kgP $m.^{-1}$ (vidutiniškai 0,1 kgP ha^{-1}). Tuo tarpu su krituliais ant ežero paviršiaus P_b iškrinta 1,7 karto daugiau.

Iš Dusios ežero ištekančiame vandenyje (2 pav., 2 taškas) vidutinis metinis bendrojo fosforo kiekis buvo 0,036 mgP l^{-1} (maksimalus – 0,055 mgP l^{-1}). Tai nedaug viršijo neužterštų ežerų bendrojo fosforo kiekį (iki 0,03 mgP l^{-1}).

Vidutinis P_b nuotėkis iš Dusios ežero – 0,071 kgP ha^{-1}. Beveik 2/3 į Dusią patekusio P_b (apie 1500 kgP $m.^{-1}$) kaupiasi ežere.

Tarp Dusios ežero ir Simno žuvininkystės tvenkinių (1 pav., 3 taškas) fosforo kiekis kito labai panašiai – nuo 0,044 iki 0,055 mgP l^{-1}. Didžiausias kiekis buvo nustatytas ne vegetacijos tarpsniu. Tuo tarpu vegetacijos metu fosforo kiekis svyravo tik nuo 0,017 iki 0,039 mgP l^{-1}. Pagrindinis fosforo šaltinis šioje atkarpoje yra Kalesninkų gyvenvietė, kurioje nėra nuotekų surinkimo ir valymo įrenginių.

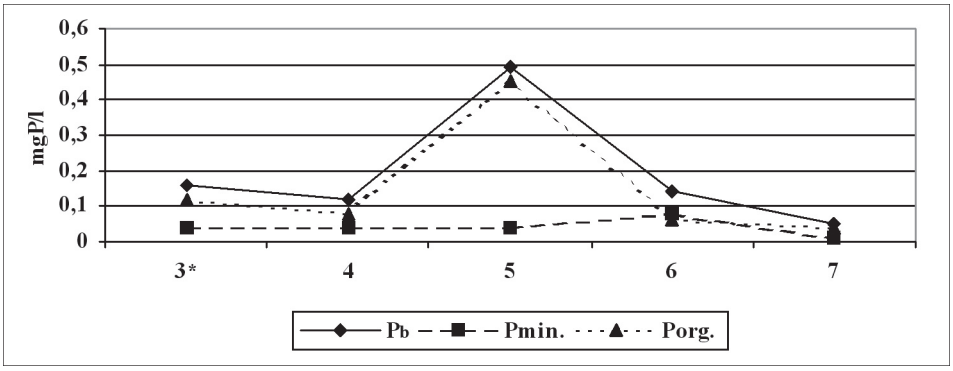
Atkarpoje nuo Dusios iki Simno ežero (1 pav., nuo 2 iki 4 taško) iš urbanizuotų teritorijų į upę su gruntiniu nuotėkiu patenka apie 150 kgP $m.^{-1}$. Kai kurie Simno miestelio gyvenamieji namai ir visuomeninės paskirties pastatai prijungti prie centrinės nuotekų surinkimo ir valymo sistemos, tačiau dėl pasenusios valymo technologijos ir mažo



2 pav. Fosforo kiekio kaita išilginiame Spernios–Bambenos pjūvyje 2005 metais: 2 – žemiau Dusios ežero; 3 – aukščiau Simno žuvininkystės tvenkinių; 4 – aukščiau Simno ežero; 5 – žemiau Simno ežero; 6 – aukščiau Žuvinto, 7 – žemiau Žuvinto

Fig. 2. *Phosphorus distribution in the longitudinal section of Spernia–Bambena in 2005: 2 – downstream from the Dusia Lake; 3 – upstream from the Simnas fishery ponds; 4 – upstream from the Simnas Lake; 5 – downstream from the Simnas Lake; 6 – upstream from the Žuvintas Lake; 7 – downstream from the Žuvintas Lake*

pajėgumo nuotekos neišvalomos iki reikiamo lygio. Į Simno ežerą iš valymo įrenginių išleidžiamose nuotekose bendrojo fosforo koncentracija siekia 2,76 mg*P* l^{-1}, $P_{org.}$ – 0,333 mgP l^{-1}, P_{min}. – 2,43 mgP l^{-1}. 2004–2005 metais iš Simno miestelio nuotekų sistemos į Simno ežerą buvo išleista apie 100 kgP m^{-1} (*MW*). Šioje upės atkarpoje didokas fosforo šaltinis yra Simno žuvininkystės tvenkiniai. Kadangi nėra griežto žuvininkystės tvenkinių vandens išleidimo grafiko ir patikimos išleidžiamo vandens nuotėkio bei kokybės stebėsenos, gana suku tiksliau įvertinti iš žuvininkystės tvenkinių patenkančio fosforo kiekį. Tvenkinių vanduo išleidžiamas maždaug per du mėnesius, tačiau labai netolygiai. Dėl to nepavyko paimti vandens mėginių esant didžiausiam išleidžiamo vandens debitui, tačiau net išleidžiant mažą vandens kiekį, žemiau žuvininkystės tvenkinių (3 pav., 3* taškas) P_b fosforo koncentracija svyravo nuo 0,07 iki 0,42 mgP l^{-1}, $P_{min.}$ – nuo 0,03 iki 0,05 mgP l^{-1}, $P_{org.}$ – 0,03 iki 0,39.



3 pav. Fosforo kaita Dovinės išilginiame pjūvyje 2004 metais: 3* – Spernia žemiau Simno žuvininkystės tvenkinių, 4 – aukščiau Simno ežero; 5 – žemiau Simno ežero; 6 – aukščiau Žuvinto, 7 – žemiau Žuvinto

Fig. 3. *Phosphorus variations in the longitudinal section of Dovinė in 2004: 3* – Spernia downstream from the Simnas fishery ponds; 4 – upstream from the Simnas Lake; 5 – downstream from the Simnas Lake; 6 – upstream from the Žuvintas Lake; 7 – downstream from the Žuvintas Lake*

Jeigu Spernioje iš žuvininkystės tvenkinių išleidžiamas vanduo P_b koncentraciją padidina nuo 0,04 iki 0,16 mgP l^{-1}, iš tvenkinių į upę per du tvenkinių išleidimo mėnesius patenka apie 630 kg fosforo. Tačiau žinant, kad tam tikromis tvenkinių vandens išleidimo fazėmis teka labai drumstas vanduo, galima manyti, kad su skendinčiosiomis ir ištirpusiomis medžiagomis iš žuvininkystės tvenkinių išleidžiamas daug didesnis P_b kiekis. Kita vertus,

išleidžiant tvenkinius ir po jų išleidimo žemiau Simno P_b kiekis vandenyje padidėja net 4 kartus (3 pav., 5 taškas). Darant prielaidą, kad išleidžiant tvenkinių vandenį Simno ežere susikaupęs P_b vėliau, maždaug per du mėnesius, išnešamas iš ežero, apskaičiuota, kad per šį laikotarpį iš Simno ežero išnešamas fosforo kiekis sudaro 2640 kgP m^{-1}. To kiekio apie 270 kgP m^{-1} yra su SR_N , SR_{ANT}, *DS*, *PI* ir *MW* patekęs fosforas (3 ir 4 lygtys). Labai sunku įvertinti, kiek fosforo per šiuos du mėnesius susikaupia ežere. Jeigu fosforas ežere sulaikomas tolygiai visus metus, tai, 2005 m. fosforo balanso duomenimis, Simno ežere per du mėnesius sulaikoma apie 350 kgP. Tokiu atveju fosforo prietaka iš žuvininkystės tvenkinių turėjo būti apie 2020 kgP m^{-1} (3 lygtis). Taigi labai didelis fosforo nuotėkis iš žuvininkystės tvenkinių gali būti viena ekstremalaus fosforo kiekio padidėjimo Spernios atkarpoje tarp žuvininkystės tvenkinių ir Simno ežero (2 pav., 4 taškas) priežasčių.

$$5490\ \boldsymbol{IF} - 3100\ \boldsymbol{OF} = 2390\ \boldsymbol{RET} \quad (1)$$
$$5160\ \boldsymbol{SR} + 180\ \boldsymbol{GD} + 150\ \boldsymbol{PI} - 3100\ \boldsymbol{OF} = 2390\ \boldsymbol{RET} \quad (2)$$
$$1400\ \boldsymbol{SR_N} + 3760\ \boldsymbol{SR_{ANT}} + 180\ \boldsymbol{GD} + 150\ \boldsymbol{PI} - 650\ \boldsymbol{SR'_N} - 2450\ \boldsymbol{SR'_{ANT-}} = 2390\ \boldsymbol{RET} \quad (3)$$
$$3760\ \boldsymbol{SR_{ANT}} = 150\ \boldsymbol{DS} + 100\ \boldsymbol{MW} + 2020\ \boldsymbol{FI} + 1490\ \boldsymbol{SR_{AGR}} \quad (4)$$

Be Spernios upelio, kuris į Simno ežerą atneša 4870 kgP m^{-1}, dar apie 290 kgP m^{-1} patenka iš Giluičio ežero (2 lygtis – *SR*). Į Giluičio ežerą, lyginant su Dusia, didesnis fosforo kiekis patenka dėl intensyviau naudojamo jo agrarinio baseino – 0,255 kgP m^{-1} ha. Nuleidžiant Simno žuvininkystės tvenkinius, iš Simno ežero ištekančiame vandenyje P_t koncentracija ypač didelė (iki 1,215 mg/l^{-1}). Labiausiai ji padidėja spalio antroje pusėje – praėjus maždaug 1–1,5 mėnesio nuo ežero vandens leidimo pradžios. Vadinasi, Simno ežeras palaipsniui kaupia išleidžiamų žuvininkystės tvenkinių fosforą (*IF*). Į mezotrofinį Simno ežerą patenka apie 5490 kgP m^{-1}, šiek tiek mažiau nei pusė šio kiekio sulaikoma ežere (1 lygtis). Išleidžiant tvenkinių vandenį Simno ežere eutrofikaciją ribojantis biogenas buvo azotas, nes P:N santykis siekė 1/2. Simno ežero vanduo pasikeičia maždaug per 2 mėnesius, todėl iki pavasario potvynio ežero vandenyje fosforo sumažėja, o vidutinės metinės fosforo ir azoto koncentracijos santykis buvo jau 1/20. Simno ežerą, kuriame per metus fosforo sulaikoma beveik 4 kartus daugiau nei labai panašaus dydžio Giluičio ežere, dėl intensyvaus fosforo kaupimosi nuosėdose ir ypač greitos ežero eutrofikacijos galima priskirti probleminiams ežerams. Simno vanduo nepajėgia apsivalyti nuo jame esančio fosforo, todėl per metus iš jo papildomai išnešama apie 2450 kgP m^{-1} (3 lygtis).

$$4680\ \boldsymbol{IF} - 2160\ \boldsymbol{OF} = 2520\ \boldsymbol{RET} \quad (5)$$
$$3880\ \boldsymbol{SR} + 190\ \boldsymbol{GD} + 610\ \boldsymbol{PI} - 2160\ \boldsymbol{OF} = 2520\ \boldsymbol{RET} \quad (6)$$
$$2580\ \boldsymbol{SR_N} + 1300\ \boldsymbol{SR_{ANT}} + 190\ \boldsymbol{GD} + 610\ \boldsymbol{PI} - 1260\ \boldsymbol{SR'_N} - 900\ \boldsymbol{SR'_{ANT-}} = 2520\ \boldsymbol{RET} \quad (7)$$

Tarp Simno ir Žuvinto ežerų fosforo kiekis Spernios upės vandenyje šiek tiek sumažėja. Tai gali lemti palyginti natūralus ir užpelkėjęs šios upelio atkarpos slėnis. Čia pats didžiausias fosforo kiekis (0,376 mg/l^{-1}) nustatytas žuvininkystės tvenkinių vandens išleidimo pabaigoje. Iš Žuvinto ežero ištekančioje Dovinėje P_b kiekis buvo labai mažas net išleidžiant žuvininkystės tvenkinių vandenį, ir tik kartą (2004-10-11) viršijo 0,01mg/l^{-1}. Vadinasi, ežeras sulaiko didesnę dalį iš žuvininkystės tvenkinių patenkančio fosforo. Pastaraisiais metais į ežerą pateko 4680 kgP m^{-1}, su nuotėkiu buvo išnešta nuo 2160 kgP m^{-1} , sulaikyta 2520 kgP m^{-1} (5 lygtis). Didžiausią fosforo balanso pajamų dalį sudaro į ežerą su paviršiniu nuotėkiu patenkantis fosforas, su krituliais patenka apie 13%, o su požeminiu nuotėkiu – apie 5% fosforo (6 lygtis). Beveik 2/3 į ežerą atnešamo fosforo yra antropogeninės kilmės. Ežeras nepajėgia apsivalyti nuo vandenyje esančio fosforo, todėl per metus iš Žuvinto papildomai išnešama apie 900 kgP (7 lygtis).

Apibendrinimas

2004–2005 m. Žuvinto ežero baseine buvo atlikti fosforo tyrimai. Vandens mėginiai buvo imami 4 didžiuosiuose baseino ežeruose, jų intakuose ir ištakose, kitose Spernios–Bambenos upės atkarpose, urbanizuotų teritorijų šachtiniuose šuliniuose, krituliuose ir kt. Gauti duomenis buvo panaudoti įvertinant Žuvinto baseino ežerų fosforo balansą ir nustatant reikšmingiausius fosforo šaltinius.

Natūraliomis sąlygomis į Žuvinto baseino hidrografinį tinklą per metus turėtų patekti apie 3160 kg P, tačiau tyrimais nustatyta, kad šis kiekis viršijamas keletą kartų. Vien keturiuose didžiuosiuose baseino ežeruose per metus sulaikoma daugiau nei du kartus didesnis fosforo kiekis (6930 kg P). Didžiausias jo kiekis sulaikomas Žuvinto (36%) ir Simno ežeruose (34%). Nustatyta, kad apie 40% viso Simno ir Žuvinto ežeruose sulaikyto fosforo patenka iš Simno žuvininkystės tvenkinių.

Spernios upeliu į Simną patenkantis fosforas beveik tris kartus viršija natūralų fosforo nuotėkį. Paviršinis fosforo nuotėkis į Žuvinto ežerą yra apie 50% didesnis už natūralųjį.

Įvertinus Žuvinto baseine sulaikyto ir iš jo išnešamo fosforo kiekį, matyti, kad baseine antropogeninės kilmės fosforo yra 2–3 kartus daugiau nei natūralios kilmės. Autorių nuomone, šis reiškinys yra viena pagrindinių Simno ir Žuvinto ežerų sparčios eutrofikacijos priežasčių.

Padėka

Autoriai dėkoja *PIN-Matra* projekto rėmėjams ir vykdytojams už finansinę paramą ir kolegišką bendradarbiavimą atliekant Dovinės baseino tyrimus. Taip pat dėkingi Lietuvos gamtos paveldo fondui, Alytaus rajono savivaldybei ir Žuvinto biosferos rezervato darbuotojams už geranorišką pagalbą ir vertingus patarimus.

Literatūra

Bieliukas K., Stanaitis A. (1962). Žuvinto ežero morfometrinių rodiklių kitimas: Moksliniai praneš. Ežerotyra, t. 14, sąs. 2, p. 39–62.

Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkovienė M. (2001). Lietuvos upės: hidrografija ir nuotėkis, Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 790 p.

Gergel S. E., Turner M. G., Miller J. R., Melack J. M., Stanley E.H. (2002). Landscape Indicators of Human Impacts to Riverine Systems, *Aquatic Sciences*, Vol. 64, p. 118–128.

Holton H., Kamp-Nielsen L., Stuanes A. O. (1988). Phosphorus in Soil, Water and Sediment: An overview, *Hydrobiologia*, Vol. 170, p. 19–34.

Fosforas (1994). Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimo metodai, I dalis. Cheminiai analizės metodai/LR Aplinkos apsaugos m-ja, Vilnius, p. 117–122.

Klimkaitė I. (1962). Žuvinto ežero nuosėdų cheminė charakteristika: Moksliniai praneš. Ežerotyra, t. 14, sąs. 2, p. 139–162.

Lietuvos TSR ežerų eutrofikacijos tyrimai ir jų raidos prognozė: Zoologijos ir parazitologijos in-to Geografijos sk. ataskaita (1986), 266 p.

Runoff of Nutrients from Minija River Basin: Final Report of VKI (Danmark), GI and KU (Lithuania) (1994), 105 p.

Sūduvos aukštumų ežerų fizinė geografinė charakteristika. Geologijos ir geografijos in-to ataskaita, (1960) 257 p.

Taminskas J. (2001). Bendrojo fosforo ir azoto kaita Lietuvos ežeruose, *Geografijos metraštis*, t. 34(1), p. 31–41.

Taminskas J., Linkevičienė R. (2003). Šventosios aukštupio ūkinio naudojimo poveikis Sartų ežero vandens kokybei, *Geografijos metraštis*, t. 36(1), p. 34–44.

Taminskas J., Linkevičienė R., Žikulinas J. (2005). Antropogeninis poveikis Žuvinto ežerui: hidrografinio tinklo pertvarkymai, *Geografijos metraštis*, t. 38(1), p. 167–171.

Tamošaitis J. Klimkaitė I., Lasinskas M. (1986). Antropogenizacijos įtaka Žuvinto ežero režimui, *Geografijos metraštis*, t. 22–23, p. 167–171.

US Environmental Protection Agency (1986). Quality Criteria for Water. US EPA Rep. 440/5-86-001. US EPA, Office of Water Regulations and Standards US. Gov. Print. office (PT87-226759).

Симнишкайте И. Ч. (1972). Подземный сток в реках Советской Литвы и Калининградской области РСФСР: Автореф. дис. канд. геогр. н., Вильнюс, 27 с.

Julius Taminskas, Rita Linkevičienė, Rasa Šimanauskienė
Institute of Geology and Geography, Vilnius

Sources and Loads of Phosphorus in the Žuvintas Catchment

Summary

Approximately until the last decade of the 20th century, the loads of nitrogen and phosphorus in many Lithuanian lakes had been high due to unsustainable agriculture. High concentrations of the mentioned chemicals were responsible for rapid eutrophication processes. The Žuvintas Lake situated in the Žuvintas Biosphere Reserve can be mentioned as one of such lakes. In 1934–1960, its area had been annually reducing by about 0.2 ha and the water volume during the same time span had reduced almost twice. The same tendencies continued in the second half of the century. The lake area reduced due to expanding overgrowths of macrophytes. High inputs of biogens, phosphorus in particular, and organic material are one of the main causes of macrophytes flourishing. It was determined that since 1953 until 1985, the concentration of N_{min} in the Bambena tributary of Žuvintas had increased twice and the concentration of P_{min} had increased even by ten times. Recently, the input of phosphorus and eutrophication have noticeably intensified in the Simnas Lake situated upstream from Žuvintas.

The present work deals with the main sources of phosphorus in the Žuvintas Lake catchment. In 2004–2005, the water samples were taken from the four largest lakes of the basin, their effluents and influents, other sections of the Spernia–Bambena River, wells of urban areas, precipitation, etc. In 2004, the investigation was carried out only at the time of draining of the Simnas fishery ponds and in 2005 throughout the year. The obtained data were used for evaluation of phosphorus balance in the lakes of Žuvintas catchment and for determining the main sources.

It was determined that phosphorus input into the Simnas Lake with the waters of Spernia stream more than three times exceeds the natural phosphorus loads. The surface input of phosphorus into the Žuvintas Lake is by 50% higher than the natural one. About 40% of phosphorus input into the Simnas and Žuvintas lakes comes from the Simnas fishery ponds.

The content of enthropogenic phosphorus in the Žuvintas catchment exceeds the content of natural phosphorus by 2–3 times. This is, presumably one of the causes of rapid eutrophication of the lake.

ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

THE BŁĘDÓW DESERT (PUSTYNIA BŁĘDOWSKA) – A UNIQUE PHENOMENON OF THE POLISH LANDSCAPE

Ojmahmad Rahmonov, Tadeusz Szczypek, Jerzy Wach
University of Silesia, Faculty of Earth Sciences, Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Poland
El. paštas: ojmahmad@wnoz.us.edu.pl; bajkal@poczta.onet.pl; geograf10@poczta.onet.pl

Rahmonov O., Szczypek T., Wach J. The Błędów Desert (Pustynia Błędowska) – a Unique Phenomenon of the Polish Landscape. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.
Abstract. The Błędów Desert, located in the southern part of Poland, is an anthropogenic creature: it has originated in the early Middle Ages and later in the 16th century, owing to deforestation being the result of the develepment of contemporary lead and silver ores mining and metallurgy. A typical aeolian "desert" relief developed in the uncovered sandy area under the influence of NW and W winds.
It survived until the 1960-ties, when vegetation was introduced into this area to fix mobile sands. At present, the old "desert" landscape of the Błędów Desert is intensively disappearing.
References 8, Figs 6. In English, summary in Lithuanian.

Keywords: Błędów Desert, Silesian Upland, Southern Poland, aeolian landforms, psammophylous vegetation
Received: 21 March 2006, accepted: 15 October 2006.

Introduction

The Błędów Desert is one of the most interesting – as far as landscape forms are concerned – areas in Poland. It is a geographical concept introduced into literature in the second half of the 19th century to describe vast sandy areas without vegetation. It is not, for obvious reasons, a real climatic desert, however for 800–900 years of its existence it has maintained a specific "desert" landscape. This paper is an attempt to present the current changes in that area.

1. Methodology

The research was carried out basing on analysis of historical sources, the author's perennial field research works and analysis of aerial pictures of different years at an approximate scale 1: 10 000. Pictures of 1958 and 1987 were applied to present relief changes and pictures of 1955 and 1995 were applied to present changes of vegetation distribution. Analysis of the relief changes was carried out long time ago (Szczypek, Wach, Wika, 1994), while analysis of vegetation changes were made much later. Therefore, aerial images have been applied for the purpose. The geomorphological map of the state in 1995 was not prepared as before the eighties of the last century the dunes had already been formed and vegetation distribution was based on the latest period when the last available images were taken.

2. Origin of the Błędów Desert

The Błędów Desert is located in the eastern part of the Silesian Upland in the vicinity of the Upper Jurassic cuesta of the Cracow-Wielun Upland (Fig.1). Accumulation of sand-gravel sediments, 60–70 m thick, is related to the Pleistocene, mainly – as it results from the latest investigations (Lewandowski, 1990) – the period of the Odranian (Riss) and the Vistulian (Würm) glaciations. The material is mostly of riverine–extraglacial or riverine–prolluvial origin. The area of the Cracow–Wielun Upland, where the material was

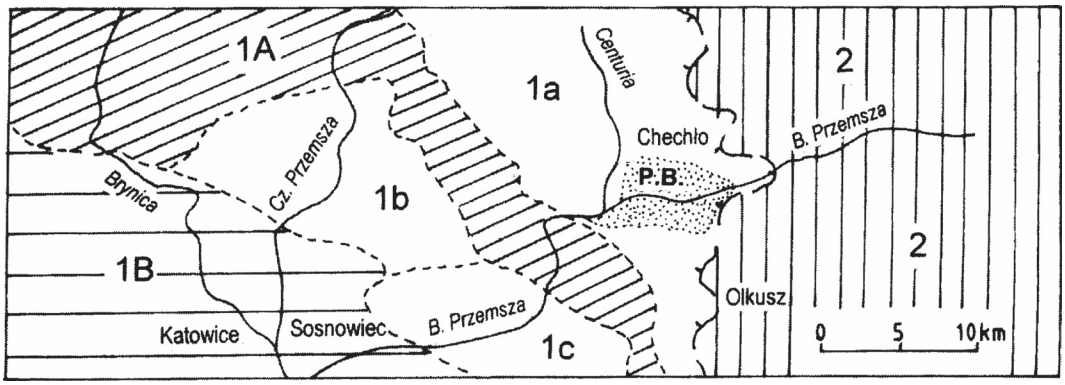


Fig. 1. Location of Błędów Desert in the southern part of Poland: 1 – Silesian Upland: 1A – Middle Triassic Cuesta, 1B – Southern Silesian Upland, 1a – Mitręga Basin, 1b – Dąbrowa Basin, 1c – Biskupi Bór Basin; 2 – Cracow-Wieluń Upland; P. B. – Błędów Desert

1 pav. *Blenduvo dykuma Pietų Lenkijoje: 1– Silezijos aukštuma: 1A – viduriniojo triaso kvesta, 1B – Pietų Silezijos aukštuma, 1a – Mitrengos baseinas, 1b – Dombrovos baseinas, 1c – Biskupi Bór baseinas; 2 – Krokuvos–Veliūnės aukštuma; P. B. – Blenduvo dykuma*

accumulated as fluvioglacial one during the Sanian glaciation (Mindel), was its source. It was transported from that place by rivers and filled the system of pre-Quaternary deep valleys (currently fossil ones) (Szczypek, Wach, 1989 et al.).

Since the beginning of the Holocene, the area of the Błędów Desert has been covered by a dense mixed forest, which, probably already in the subboreal period (5100 BP), was predominated by pine-trees (Szczypek, Wach, Wika, 1994). Such form of the Błędów Desert existed till the beginning of the Middle Ages, when due to development of lead and silver ores mining and metallurgical industry and due to usage of the forests as a source of fuel for primitive iron works they were completely destroyed uncovering sandy bed layer. Under such conditions, the main morphogenetic role – not for the first time in the history – was played by W and NW winds, which were mostly a driving force of deflation. Hence, vast deflation surfaces occurred in the area of the contemporary Błędów Desert. The second activation of aeolian sands in that area caused by the same reasons, took place there in the 16th century. Therefore, it can be stated that "arid" landscape of the Błędów Desert is of an anthropogenic character.

3. Current Changes of the Relief and Vegetation in the Błędów Desert

The first geomorphological investigations, carried out at the end of the 1950-ties (Alexandrowiczowa, 1962), proved that the Błędów Desert – as today – was composed of two significantly varying parts: northern and southern ones, divided by an "oasis-like" area – a humid, green valley of the Biała Przemsza River. The northern part of „the desert" was characterised, as now, by a dominating, typical deflation relief. While a system of dunes, transverse in the western part and longitudinal in the eastern part, at various stages of development existed within the limit of the southern part of the area. Among the dunes more or less vast deflation surfaces and basins occurred (Fig. 2A).

The area of the Błędów Desert is surrounded in the north and south by forest complexes. The neighbourhood of forests is also characteristic of a part of the edge of the Biała Przemsza valley vicinity. Hence, characteristic dune border ridges have been formed on the verge between the flat sandy surface and the forest.

Since the 1960-ties, the area of the Błędów Desert has started to change rapidly, due to secondary human interference, into a "desert" environment. However, that interference was completely different than it had been before. The vegetation was not destroyed but intensively planted to stabilise quick sands. There were mainly shrubs of willows *Salix acutifolia* and *S. arenaria*, as well as pines (*Pinus sylvestris*) and alders (*Alnus*).

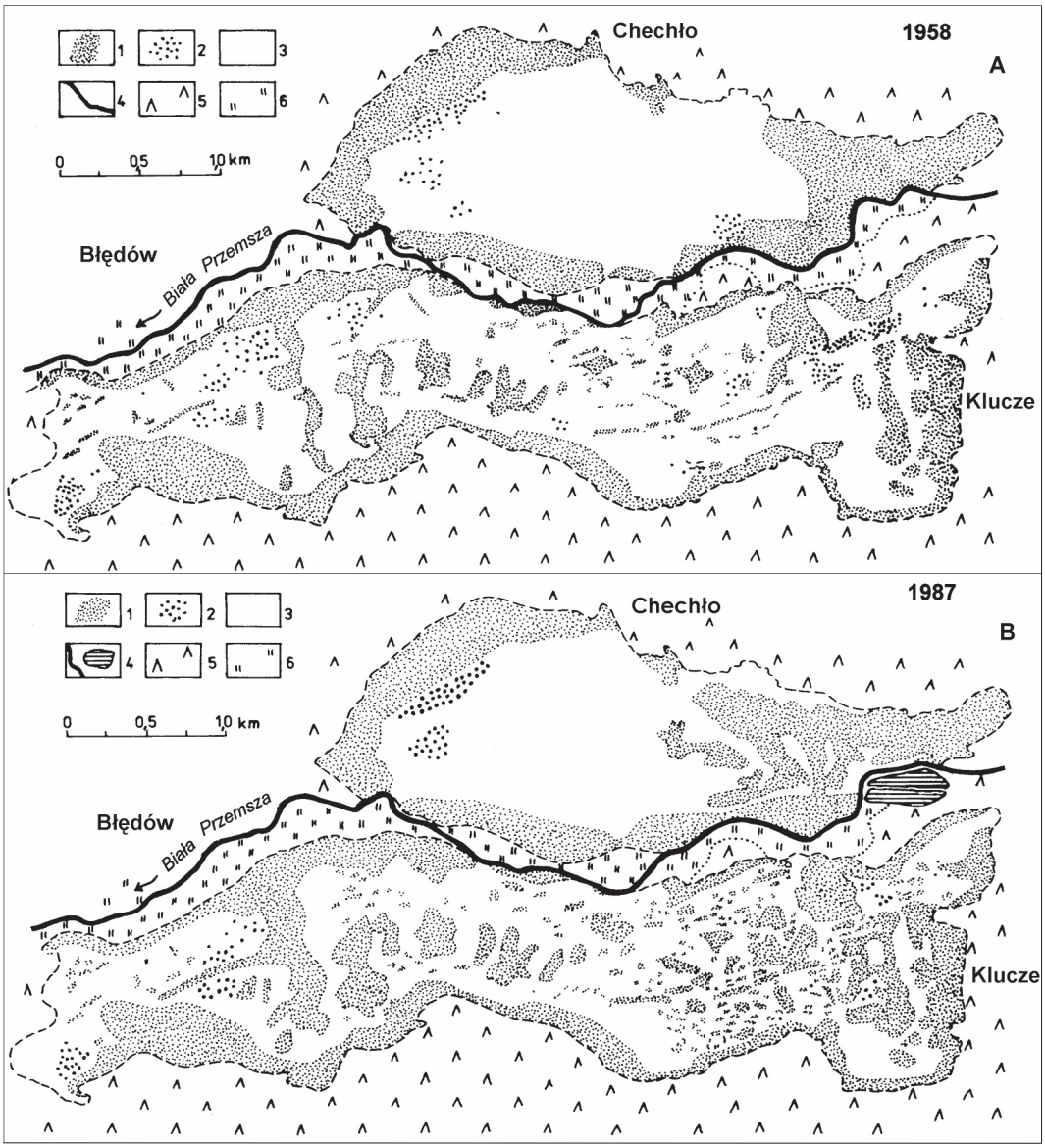


Fig. 2. Distribution of dunes in the Błędów Desert in 1958 (A) and 1987 (B) – photo-interpretation sketch maps: 1 – large dunes, 2 – small dunes, 3 – deflation field, 4 – hydrographic net, 5 – forest, 6 – meadows
2 pav. *Kopų išsidėstymas Blenduvo dykumoje 1958 m. (A) ir 1987 m. (B) – scheminių žemėlapių fotointerpretacija: 1 – didžiosios kopos, 2 – mažosios kopos, 3 – defliacinė lyguma, 4 – hidrografinis tinklas, 5 – miškas, 6 – pievos*

Since the 1970-ties, hydrological and hydrogeological conditions in the discussed area have also changed significantly. Until the mentioned year, the ground water level had been 3–8 m below the level of the ground. Later, it lowered abruptly by 20–30 m due to currentdeep exploitation of zinc and lead ores occurring in the neighbourhood. However, the change of those conditions has not caused any changes in vegetation as the above-mentioned species have adapted to the new water regime and continued to grow under arid conditions.

Considering the results obtained by Z. Alexandrowiczowa (1962), as well as analysis of aerial images of 1958 and 1987 (relief) and of 1955 and 1995 (vegetation), the trends of the landscape changes can be determined in terms of the aeolian relief and vegetation (Fig. 3).

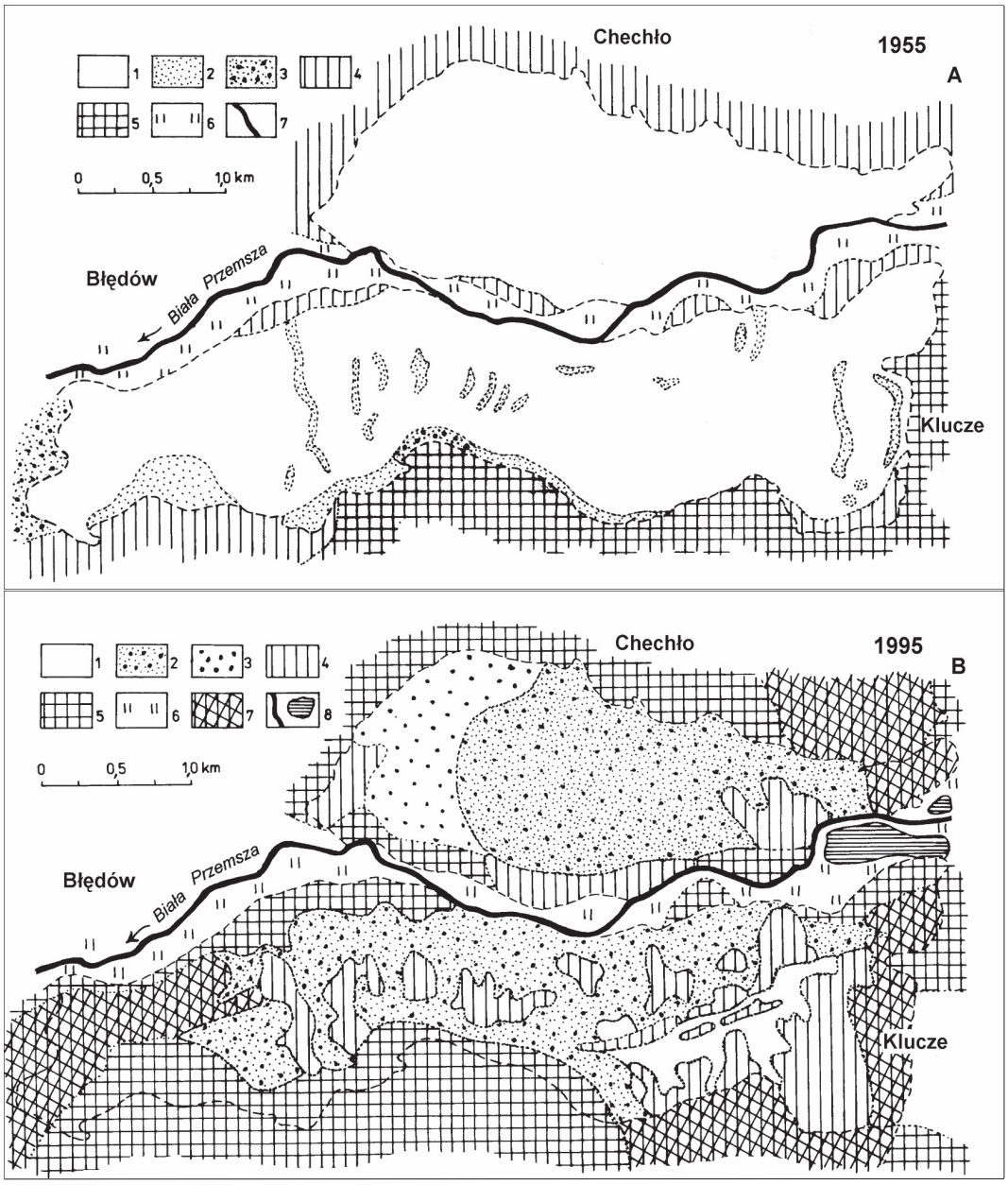


Fig. 3. Distribution of vegetation in the Błędów Desert and adjacent areas in 1955 (A) and 1995 (B) – photo-interpretation sketch maps: A – 1 – sandy areas without vegetation, 2 – initial psammophylous communities Corynephoretum canescentis and Koelerietum glaucae, 3 – psammophylous communities with shrubs, 4 – young pine forest, 5 – pine forest, 6 – riverside communities, 7 – hydrographic net; B – 1 – sandy areas without vegetation, 2 – psammophylous vegetation with shrubs, 3 – shrubs (Salix – Betula – Populus – Pinus), 4 – young pine forest, 5 – pine forest, 6 – riverside communities, 7 – artificial plantations, 8 – hydrographic net

3 pav. *Augalijos pasiskirstymas Blenduvo dykumoje ir gretimose teritorijose 1955 m. (A) ir 1995 m. (B) – scheminių žemėlapių fotointerpretacija: A – 1 – smėlio plotai be augalijos, 2 – pirmykštės psamofitų bendrijos Corynephoretum canescentis ir Koelerietum glaucae, 3 – psamofitų bendrijos su krūmynais, 4 – jaunas pušynas, 5 – pušynas, 6 – paupio bendrijos, 7 – hidrografinis tinklas; B – 1 – smėlio plotai be augalijos, 2 – psamofitų danga su krūmynais, 3 – krūmai (Salix – Betula – Populus – Pinus), 4 – jaunas pušynas, 5 – pušynas, 6 – paupio bendrijos, 7 – užsodinta augalija, 8 – hidrografinis tinklas*

During the 30-year period (1958–1987), significant changes of the aeolian relief took place in the analysed area. They occurred both in the northern and southern parts of the "desert". In the northern part, the dune forms were separated and their number slightly increased, also edge dunes grew in size, but deflation relief was still dominating there (Fig. 4). Changes of the relief were much more varied in the southern part: they became less significant in the western fragment and more significant in the eastern one, where intensive complexity of the relief occurred. It included all dune forms. Typical, small, longitudinal dunes were formed there, the outlines of transverse dune forms changed and numerous small dunes, which had not existed there before, appeared. Deflation surfaces decreased significantly (Szczypek, Wach, Wika, 1994; Szczypek et al. 2001; Fig. 2B, 5).

All changes of the relief of the Błędów Desert were related to distribution of vegetation. According to analysis of the aerial pictures, almost all the area under consideration was still free of vegetation in 1955. Only grass vegetation partly covered most of the small dunes, while dune border ridges were covered with forest vegetation. Shrubs played only a minor role then (Fig. 3A).

In 40 years (in 1995), due to the mentioned human interference and also due to natural succession and expansion of willow shrubs and grass vegetation, the areas covered by plants have significantly increased. Young pine forests and psammophilous vegetation (mainly *Corynephorus canescens, Koeleria glauca, Festuca ovina*, rarely *Elymus arenarius*) with *Salix acutifolia* shrubs and *S. arenaria* covered almost the whole investigated area and the previous young forests had changed into mature ones (Rahmonov, 1999; Szczypek et al., 2001; Fig. 3B). Therefore, the unique "desert" character of Błędów Desert has almost completely disappeared. Currently (the years 2004–2005), the areas without vegetation – old active deflation basins (in SE part of the "desert") are minute, they do not play their morphogenetic role and they are covered by clumps of *Salix arenaria*, forming characteristic phytogenic hills (Рахмонов, Снытко, Щипек, 2005; Fig. 6).

Fig. 4. Northern part of Błędów Desert – general view – in 2005 (photo by T. Szczypek)
4 pav. *Bendras Blenduvo dykumos šiaurinės dalies vaizdas 2005 metais (nuotraukos autorius T. Szczypek)*

Fig. 5. Southern part of the Błędów Desert – small deflation areas – in 2005 (photo by O. Rahmonov)
5 pav. *Maži defliaciniai plotai pietinėje Blenduvo dykumos dalyje 2005 metais (nuotraukos autorius O. Rahmonov*

Fig. 6. Southern part of the Błędów Desert – phytogenic hillocks – in 2005 (photo by O. Rahmonov)
6 pav. *Fitogeniniai kupstai pietinėje Blenduvo dykumos dalyje 2005 metais (nuotraukos autorius O. Rahmonov)*

Final Remarks

On the one hand, the existence of Błędów Desert is connected with a natural factor, a large mass of sand. On the other hand, it is related with the anthropogenic factor as well – destruction of forest cover in the Middle Ages and later in the 16th century. Currently, due to secondary human interference the "desert" has been disappearing intensively. 25–30 years ago, when the "desert" landscape was still dominating there and covered approximately 32 km^2, its uniqueness and unusual character was disregarded. Now, when the "desert" has almost disappeared ("desert" areas, without vegetation cover altogether from several dozen hectares to slightly over 1 km^2), the loss has been realized (Вах и др., 2005). There are attempts to cut and remove willow shrubs from certain areas, motocross routes and hiking and horse-riding trails have been marked out. All these efforts are made to attract current and potential tourists by the existing remnants of, not only Polish, landscape phenomenon. The future of the Błędów Desert depends strongly on inventiveness of local authorities and available financial means. If they are not sufficient – it must be said with great sorrow – the "desert" will finally disappear in 10–15 years. It will remain only as a name on a map…

References

Alexandrowiczowa Z. (1962). Piaski i formy wydmowe Pustyni Błędowskiej, *Ochrona Przyrody*, t. 28, p. 227–253.

Lewandowski J. (1990). Wiek i geneza osadów kopalnej doliny Białej Przemszy (Wyżyna Śląska). *Biul., PIG*, t. 364, p. 97–126.

Rahmonov O. (1999). Procesy zarastania Pustyni Błędowskiej, WNoZ UŚ, Sosnowiec, 72 p.

Szczypek T., Wach J. (1989). Accumulation phases of the Quaternary deposits in the Błędów Desert based on lithological studies, *Quaestiones Geographicae*, SI 2, UAM Poznań, p. 137–145.

Szczypek T., Wach J., Wika S. (1994). Zmiany krajobrazów Pustyni Błędowskiej, WNoZ UŚ, Sosnowiec, 87 pp.

Szczypek T., Wika S., Czylok A., Rahmonov O., Wach J. (2001). Pustynia Błędowska – fenomen polskiego krajobrazu, Kubajak, Krzeszowice, 72 p.

Вах Е., Рахмонов О., Снытко В. А., Щипек Т. (2005). Социально-географическая характеристика Блендовской пустыни (Польша). *Современные проблемы социальной географии*, ИГ СО РАН, Вост.-Сиб. отд. РГО, Иркутск, с. 78–80.

Рахмонов О., Снытко В. А., Щипек Т. (2005). Фитогенные бугры на территории Блендовской пустыни в Южной Польше, *География и природные ресурсы*, т. 2, с. 144–147.

Ojmahmad Rahmonov, Tadeusz Szczypek, Jerzy Wach
Silezijos universitetas, Gamtos mokslų fakultetas, Sosnovecas, Lenkija

Blenduvo dykuma – unikalus Lenkijos kraštovaizdžio objektas

Santrauka

Blenduvo dykuma – vienas įdomiausių Lenkijos kraštovaizdžių. Šia geografine sąvoka apibūdinami platūs smėlio tyrai be augalų dangos. Žinoma, tai nėra tikroji klimatinė dykuma, tačiau per 800–900 metų ji visada išsiskyrė dykumai būdingu kraštovaizdžiu.

Nuo holoceno pradžios iki ankstyvųjų viduramžių smėlėtosios Blenduvo dykumos vietoje augo tankus mišrusis miškas. Vėliau, vystantis tuometinei švino ir sidabro metalurgijai, miškai buvo iškirsti, paviršiuje atsidengė smėlio substratas. Tokiomis sąlygomis vyraujantys šiaurės vakarų ir vakarų krypties vėjai ėmė pustyti smėlį ir formuoti defliacinį reljefą. Tuometinės Blenduvo dykumos vietoje plytėjo defliacinė lyguma. Dėl tų pačių priežasčių eoliniai procesai vėl sustiprėjo XVI amžiuje. Taigi „dykuminis“ Blenduvo dykumos kraštovaizdis yra antropogeninės kilmės. Dykumos pirmykštis vaizdas praktiškai nekito kelis šimtus metų, beveik iki XX amžiaus vidurio.

Nuo septintojo XX amžiaus dešimtmečio Blenduvo dykumos vaizdas ėmė smarkiai keistis žmogui vėl įsikišus į „dykuminės“ aplinkos gyvenimą. Šį kartą įsikišimo pobūdis buvo visiškai kitoks: augalai nebebuvo naikinami: atvirkščiai, norint sutvirtinti judantį smėlį, buvo formuojama augalų danga. Pirmiausia buvo sodinami karklynai *Salix acutifolia* ir *S. arenaria*, taip pat pušys (*Pinus sylvestris*) ir alksniai (*Alnus* sp.). Pastaraisiais metais dėl šios kartotinės intensyvios žmogaus veiklos „dykuma“ baigia išnykti.

ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

THE EXAMINING QUARTZ GRAINS OF SEDIMENTARY ROCKS BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

József Lóki[1], Csaba Cserháti[2]
[1] *University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformatics, Egyetem tér 1, H-4010, Debrecen*
[2] *University of Debrecen, Department of Solid State Physics, Egyetem tér 1, H-4010, Debrecen*
E-mail: jloki@delfin.klte.hu, cserhati@delfin.klte.hu

Lóki J., Cserháti C. Examining Quartz Grains of Sedimentary Rocks by Scanning Electron Microscope. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.
Abstract. In the Carpathian Basin in the lowland areas of Hungary sediments have been accumulated in significant thickness since the Late Tertiary. Studying the material of the strata exploring deep drillings, many new data were gained about the geological development of the area. Examining the surface of quartz grains 0.63–1.0 mm in diameter taken from the sandy strata of the sedimentary rocks by electron microscope enables separating wind blown sand from that deposited by the water. Different roundedness types were defined based on detailed SEM images and determining the transporting media. On the ground of obtained results, the Quaternary development may be further specified.
The main characteristic of the deep drillings is that aeolian strata are embedded into fluvial sediments at several places. The investigations undoubtedly prove that wind-blown sand was formed several times before the Upper Pleniglacial in the Quaternary. The sand was reworked for several times in the difficult course of alluvial fan development in several places where the surface was dried.
References 12, Figs 11. In English, summary in Lithuanian.

Keywords: aeolian, fluvial sedimentary rocks, electron microscope images, roundedness of quartz grains.

Received: 3 April 2006, accepted: 10 October 2006.

Introduction

A new drainage pattern was formed after the filling of the Pannonian Sea in the Carpathian Basin. Rivers arriving from the surrounding mountains filled the areas lying deeper in the basin by building alluvial fans and forming sediment series of significant thickness. Dryer and wetter climatic periods were alternating during the formation of the alluvial fans. Due to this, not only water but wind as well participated in the development of the surface of alluvial fans.

Significant advances took place in studying the geological development of the Hungarian Great Plain in the Late Tertiary and Early Quaternary in the second half of the last century. About 10 000 shallow (up to 10 m in depth) and almost 30 deep drillings (up to 100–1 500 m) were drilled within the frame of the long term complex research programme launched by the Lowland Division of the Geological Institute of Hungary in 1964. Processing the material of the drillings in the context of sedimentology and palaeontology, many new valuable geological-developmental, palaeoclimatologi-cal and hydrogeological data were obtained. The form and thickness of the Quaternary sediments and the hydrogeological–hydrodynamical characteristics of the several dozens of sand beds lying at differ-ent depths became known in a large area.

However numerous unsolved questions still remain concerning certain details. The determination of the rate of the aeolian strata in the sand layers of the Quaternary sediments is one among them. Estimating the erosion conditions of loose sediments and sedimentary rocks involves determining the roundedness of the quartz grains.

The fluvial or aeolian origin of the sandy sediments used to be determined on the basis of sand grains erosion – primarily, by the method of Miháltz and Ungár (1954).

On the basis of data about domestic and foreign fluvial and aeolian samples Borsy Z. (1965, 1974) it can be stated that the fluvial sand may be strongly rounded (Fig. 1). Thus the method of Mihaltz is uncertain with regard to several factors considering transporting media determination. Therefore, for accurate distinguishing between fluvial and wind-blown sand it is not enough to apply classic roundedness examinations.

In the late 1970ties, we applied the method of SEM as the resolution and depth of field seemed to be excellently applicable for studying the surface of sand grains. Under photo optic microscopes at small magnification, only the circumference can be observed and it cannot be decided whether the given appearance is a result of wearing or chemical solution or chemical crusting. In other words, it is not possible to study the circumference and the fine structure of the surface of the grains at a time.

We made images on samples taken from different domestic and foreign erosion surfaces. On the SEM images depicting typical fluvial, aeolian, marine and glacier sediment grains, the details can be observed that enabled the accurate determination of the origin (the transporting media) of the studied sediments.

After the initial success, the SEM examination of the sand strata of the deep drillings in the Great Plain was started. Such investigations of the sand sediments of the drillings (Borsy, Félszerfalvi, Lóki, 1982, 1983, 1984; Borsy et al. 1985, 1987; Franyó, Lóki, 2004) significantly contributed to correcting the late Tertiary and Quaternary surface development of the Great Plain.

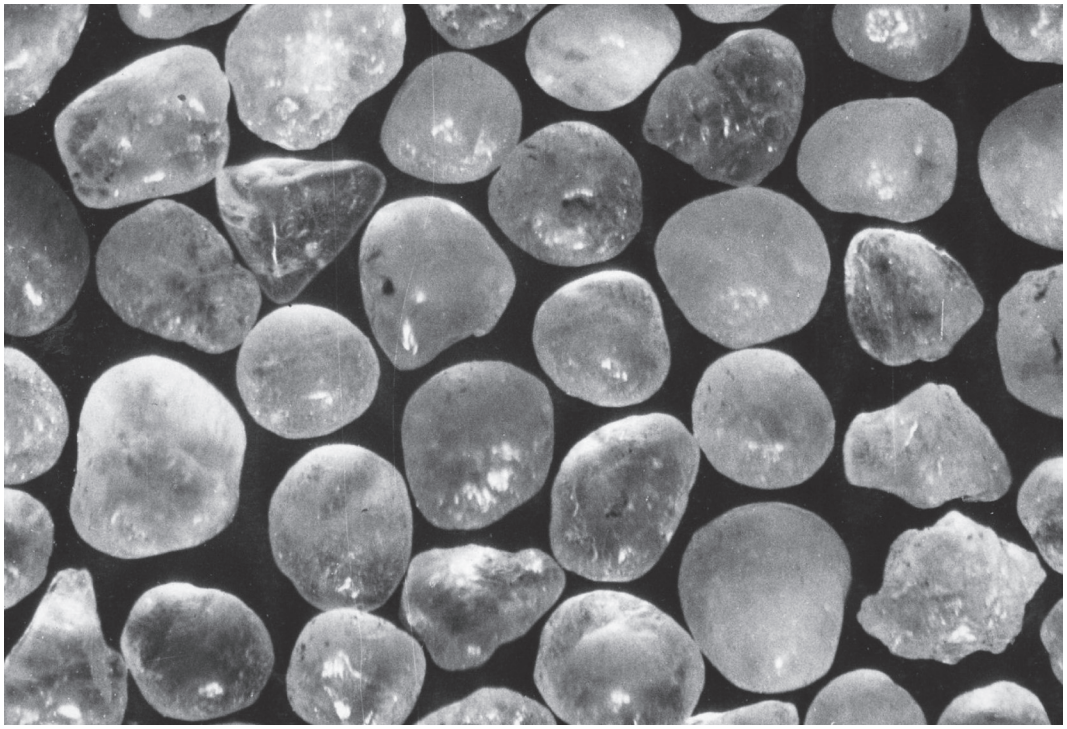


Fig. 1. Sand with a diameter of 0.63–1.0 mm of the Bug River at Zegerz (North of Warsaw)
1 pav. *Bugo upės prie Zegerco (į šiaurę nuo Varšuvos) 0,63-1,0 mm skersmens smiltelės*

1. Applied Method

Quartz grains 0.63–1.0 mm in diameter from the sand layers were used for the investigations. According to our former observations, we cannot be certain whether sands are wind-blown or fluvial based only on studying the fine fraction of the sands. Borsy Z. (1974) reported that the small and small-medium-grained wind-blown sand is dominantly saltated in the course of aeolian transport; therefore the grains are poorly rounded (Fig. 2.).

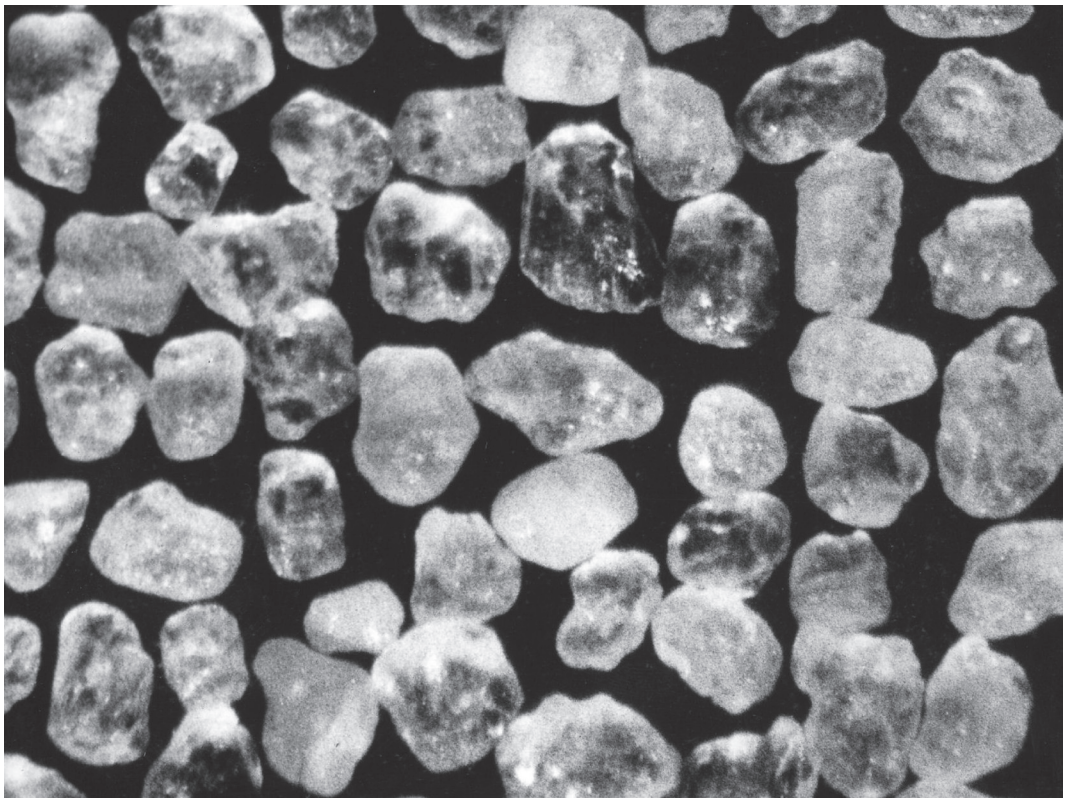


Fig. 2. Image of wind-blown sand with a diameter of 0.2-0.1 mm made by optic microscope
2 pav. *Optiniu mikroskopu gautas vėjo supustyto smėlio 0,2–0,1 mm skersmens dalelių vaizdas*

The coarse grained windblown sand, however, is rolled – primarily by the energy of the smaller grains bombing the larger ones – and saltation occurs only in very strong wind gusts. During rolling, certain marks occur on the grains within a very short time enabling us to separate the grains from the fluvial ones. In the case of fluvial transport, grains are mainly saltated thus they are poorly rounded. This is also a result of lower energy demand for grain collision in the water than in the case of wind transport.

First, the mechanical composition of the samples taken from the drillings was determined by sieving and by using Köhn pipette. Then the grains with a diameter of 0.36–1.0 mm were separated from the layers containing coarse fraction for the microscopic examination. Photos were taken from these grains both by the traditional way and by the scanning electron microscope.

For the SEM measurements, the grains were cleaned by the Krinsley and Takahashi, (1964) method. After this, the grains fixed on aluminium stumps were coated by a gold layer with a thickness of 20 nm by vacuum vaporization. Images were taken from at least 10–15 grains from each sand sam-ple for a more accurate study of the their surface. Finally, the images were interpreted on the basis of research completed at different areas (Margolis, 1968; Krinsley, Cavalerro, 1970) and of experience gained from the study of images on typical fluvial and wind-blown sands.

2. The Principles of the SEM

The scanning electron microscope (SEM) is one of the most versatile instruments for the examination and analysis of solid objects. The primary reason for its usefulness is the available high resolution (about 4 nm) and the more-or-less three-dimensional appearance of the image, which is a direct result of the large depth of field. The SEM covers a wide range

of magnification (about x10 to x1 000 000) which is useful in geological and archaeological studies as well as in other fields.

The basic components of the SEM are the lens system, electron gun, visual and recording cathode ray tube, the vacuum system and the electronics associated with them. In the SEM, a finely fo-cused electron beam (one of only several nanometres) scans the specimen's surface. Different signals emit from each point of the scanning due to the interaction of the electron beam and the sample. The emitted information is then converted into an electric signal and fed into an observation screen. On the screen the information is used for controlling the contrast and the brightness of the corresponding spot. The spot on the observation screen is shown synchronously with the electron beam scanning the surface of the sample. Thus the information emitted from the specimen surface is displayed on the screen as an image (Fig. 3).

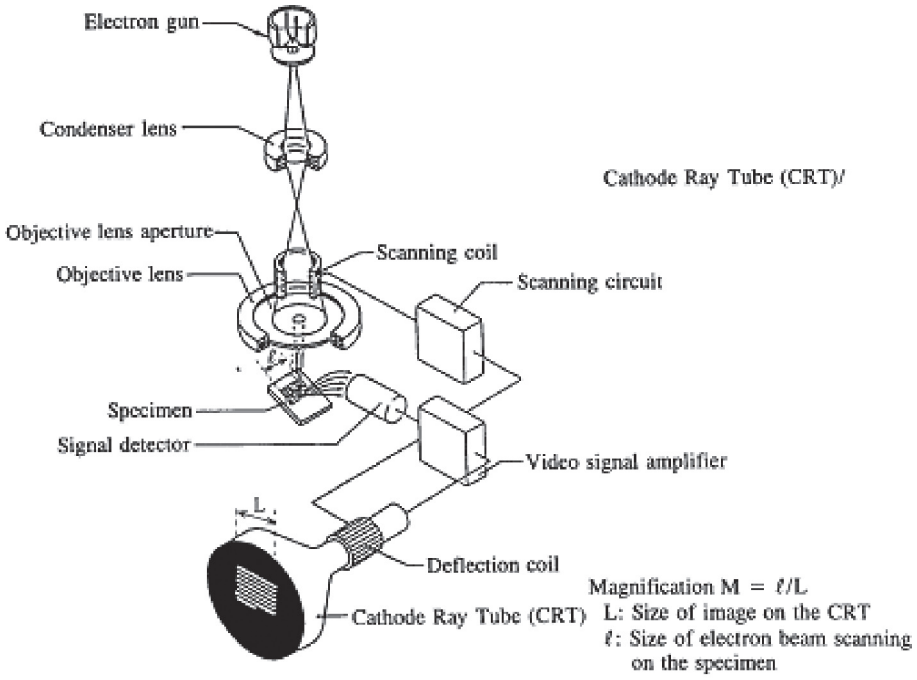


Fig. 3. Principles underlying the SEM
3 pav. *Skenuojančio elektroninio mikroskopo veikimo principas*

The type of information obtained can be various, depending on the interaction of the beam and the irradiated surface. Fig. 4. on the left shows the different type of signals obtained, while on the right it shows the regions from where the information is produced.

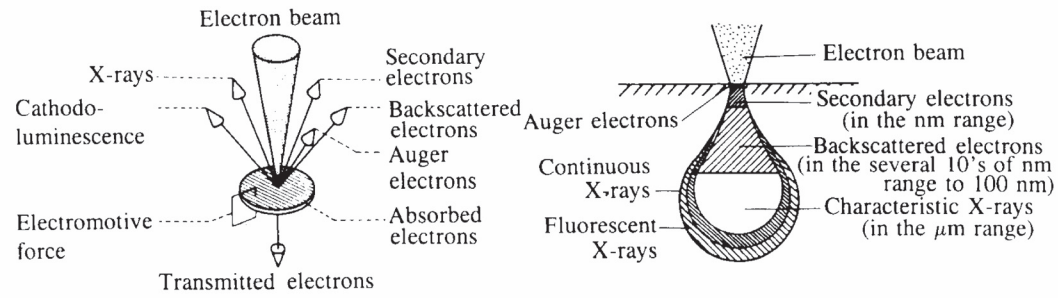


Fig. 4. Signals obtained and regions of information produced in the SEM
4 pav. *Skenuojančio elektroninio mikroskopo siunčiami signalai ir informacijos pobūdis*

The various kinds of signals carry different types of information and are used for different purposes.

The energy of the secondary electrons is very low (<50eV), thus they are emitted from the thin layer of the specimen surface meaning that the secondary electrons (SEI) can be used for topographic observations.

The energy of the backscattered electrons (BSE) is very much higher than that of the secondary electrons; they carry information from deeper layers of the surface. The number of BSE depends on the average atomic number of the sample and the incident angle of the electron beam, i.e. compositional difference can be distinguished with the backscattered electron image as well as a topographic image can be made.

Characteristic X-rays are emitted from the specimen when the electron beam irradiates it. De-tecting and analyzing the characteristic X-ray radiation, it is possible to make qualitative analysis; moreover by measuring the intensities of the characteristic X-ray lines a quantitative elemental analy-sis can be performed.

2.1. The X-ray Analysis

Thus, the addition of an X-ray analyzer to the SEM extended its capability, i.e. topographic, crystallographic and compositional information can be obtained rapidly, efficiently and simultane-ously from the same area. There are two methods to analyze characteristic X-rays; one by measuring its wave-length (wave-length dispersive X-ray spectrometry WDS) and the other by measuring its energy (energy dispersive spectrometry EDS). EDS is used more widely, because of operational ease and because it allows overall quantitative analysis to be carried out within a short time. With the EDS, X-rays are detected by an Si(Li) semiconductor detector which is separated from the vacuum system of the SEM by a thin window. The height of the current pulses generated by X-ray radiation is propor-tional to the energy of incident X-rays. Using a calibrated multi-channel analyzer, characteristic X-rays from an unknown specimen can be measured for element identification. The X-ray intensities can be converted to concentrations using one of the several methods.

2.2 Specimen Preparation

As with other microscopic techniques, the preparation of the specimen is the key of a good image. Fortunately the process which is used for optical microscopes is good enough. There is only one restriction: the sample has to be conductive. If it is not, it should be coated with conductive mate-rial, such as gold or carbon.

2.3. Experimental Technique

For the measurements an AMRAY 1830I, a scanning electron microscope was used with EDAX energy dispersive X-ray analyser. The specimens were coated with gold for imaging and with carbon for X-ray analysis. We used carbon, because the X-ray detector applied is not sensitive for light ele-ments such as C, O or N.

3. Results

During the interpretation of the images on the quartz grains separating the fluvial and aeolian grains different types were observed.

From the roundedness of the fluvial grains the distance of the erosion area can be inferred. Grains transported by water for only a small distance are worn only slightly on their edges (Fig. 5.). It is easy to interpret the fluvial transportation of strata containing such grains dominantly.

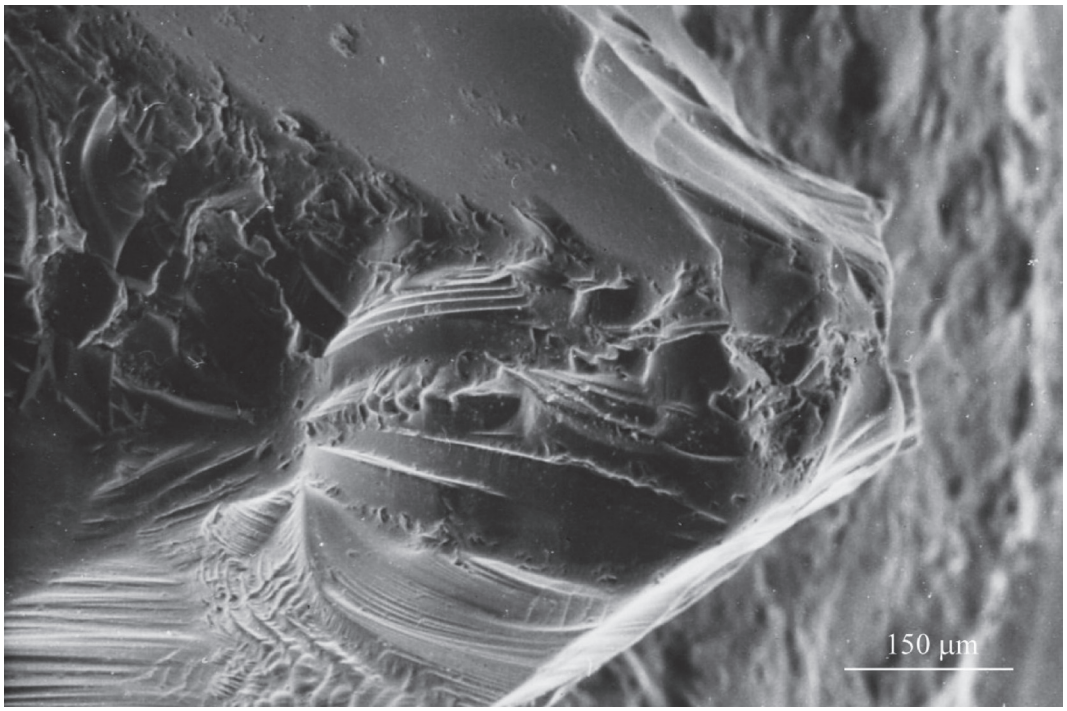


Fig. 5. Fluvial grain worn only slightly on its edges
5 pav. *Mažai apzulinta upinio smėlio dalelė*

There are sand grains worn stronger on their edges as well in fluvial strata (Fig. 6.). Differently worn grains suggest that the material of the strata originates from different regions of the catchment. Due to the effect of wearing away the breaking steps also slowly disappear.

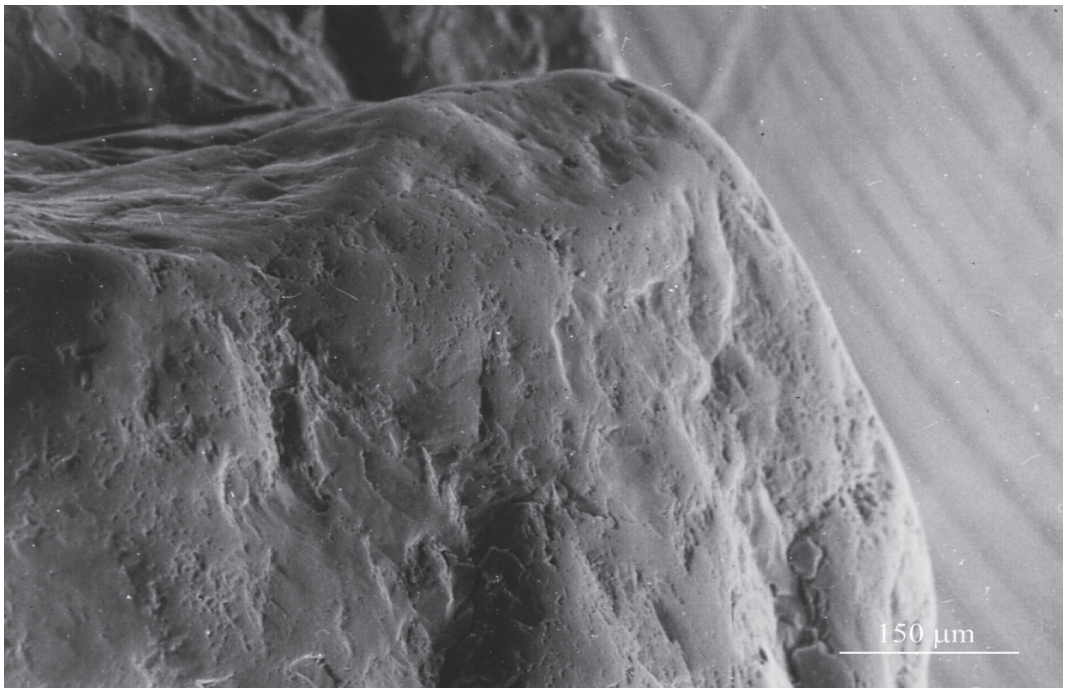


Fig. 6. Fluvial sand grain worn stronger on its edges
6 pav. *Stipriau apzulinta upinio smėlio dalelė*

On the surface of the more worn grains, the long-distance travelling depressions formed by solution also occur. It can be also observed that the edges of these depressions are also worn away due to the long water transport (Fig. 7).

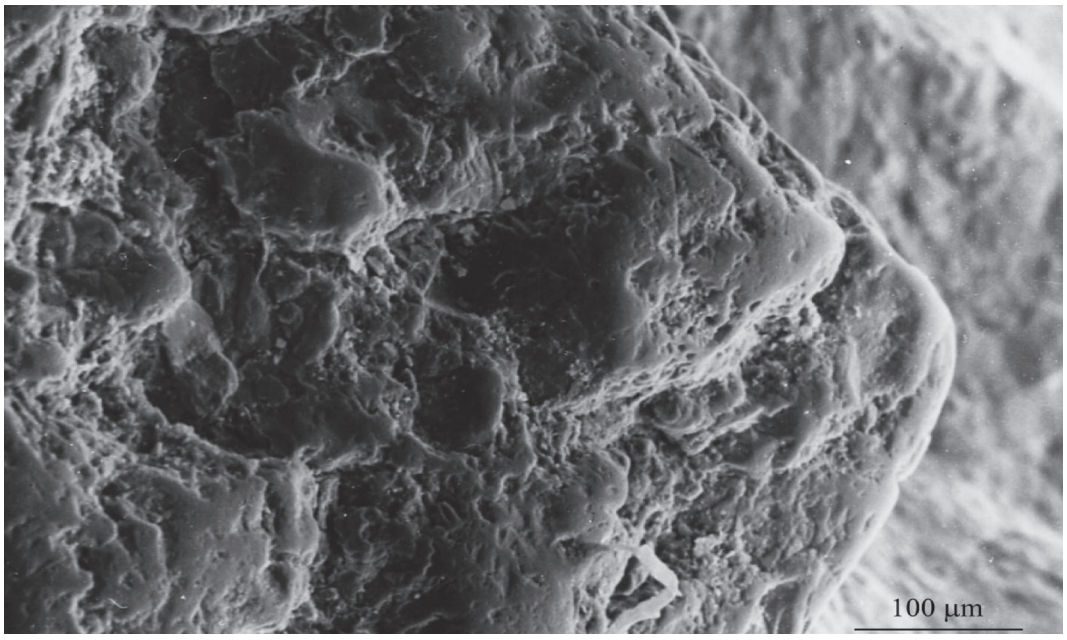


Fig. 7. Fluvial sand grain with solution marks with worn edges
7 pav. *Apzulinta ir aptirpusi upinio smėlio dalelė*

Grains from greater depth of the cored drillings show marks of strong solution (Fig. 8.). These solution marks were formed during the long time passed since the sediment was deposited. When the way of transport is to be determined on a grain like these, only those surface areas should be studied that are void of solution marks.

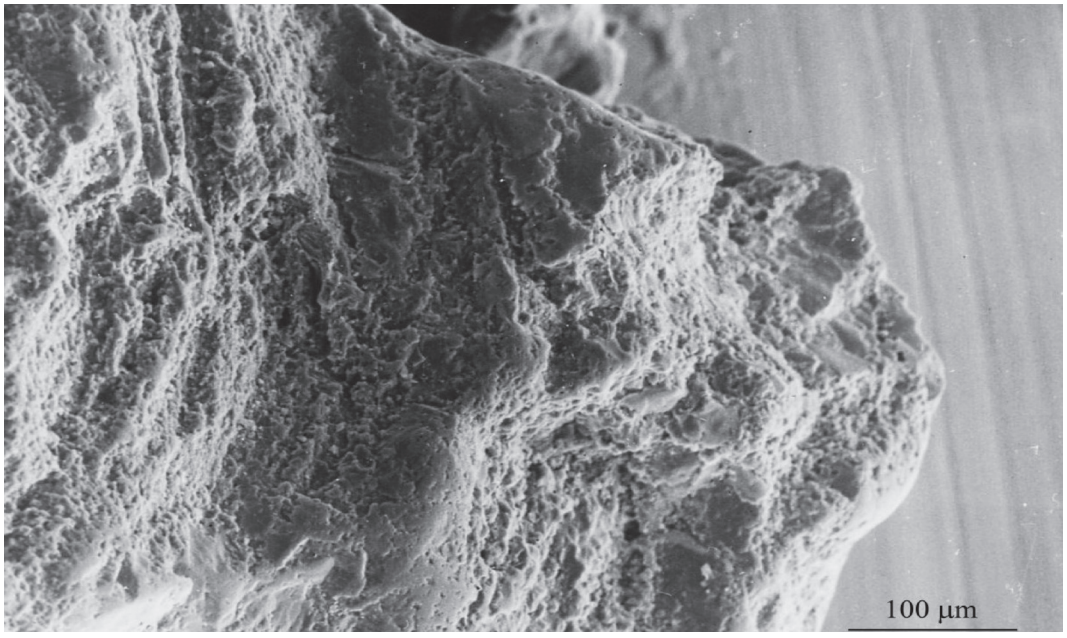


Fig. 8. Fluvial sand grain with solution marks taken from a depth of 480 m
8 pav. *Iš 480 m gylio paimto upinio smėlio aptirpusi dalelė*

Grains in shallow marine, lakeside environment are well-rounded due to the rolling back-and-forth (Fig. 9.). Drillings exposed fluvial strata containing such well-rounded grains in several places from the thick Quaternary sediment series of the Carpathian Basin. These grains were eroded and transported by the river from the sediments of shores of the Pannonian Sea/Lake.

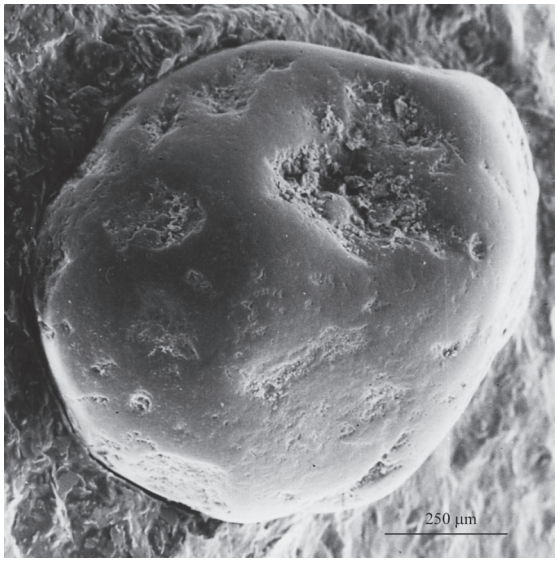


Fig. 9. Well rounded sand grain from shore environment. Solution marks are visible on the surface of the grain originating from a depth of 535 m
9 pav. *Suapvalinta priekrantės smėlio dalelė, paimta iš 535 m gylio. Matomos tirpimo žymės*

The mat surface of the wind-blown sand grains can be observed under the binocular optical microscope as well. On the SEM images at even small magnification the impacts formed by the colli-sion of the grains are well detectable (Fig. 10.). Basically this helps to separate aeolian and fluvial grains relatively easily.

Fig. 10. Part of the surface of wind-blown sand with former solution marks
10 pav. *Vėjo supustyto smėlio aptirpusios dalelės paviršius*

Regarding roundedness, however, there are significant differences between the given wind-blown sand grains. In areas where the fluvial sand is splintery and the material blown form them is moved for a relatively short distance the roundedness of the wind-blown sand is small as well. After longer water transportation coarse sand grains become rounded as well. Therefore the roundedness of the quartz grains transported by different rivers is different and even the roundedness of the grains of the alluvial fans built by the same river may be different depending on the distance of the erosional area of the grains.

This results in the different roundedness values of grains taken from the same aeolian sample suggesting that there was significant difference in the roundedness of the sediments presenting the source of the wind-blown sand that could not have been removed by aeolian sand transport (Fig. 11.). Former solution marks can be observed on the aeolian samples as well.

The variability of the sand material of certain strata is increased by that rivers depositing the source material of the wind-blown sands sometimes eroded the area of formerly formed wind-blown sand mixing its material with the load of the river.

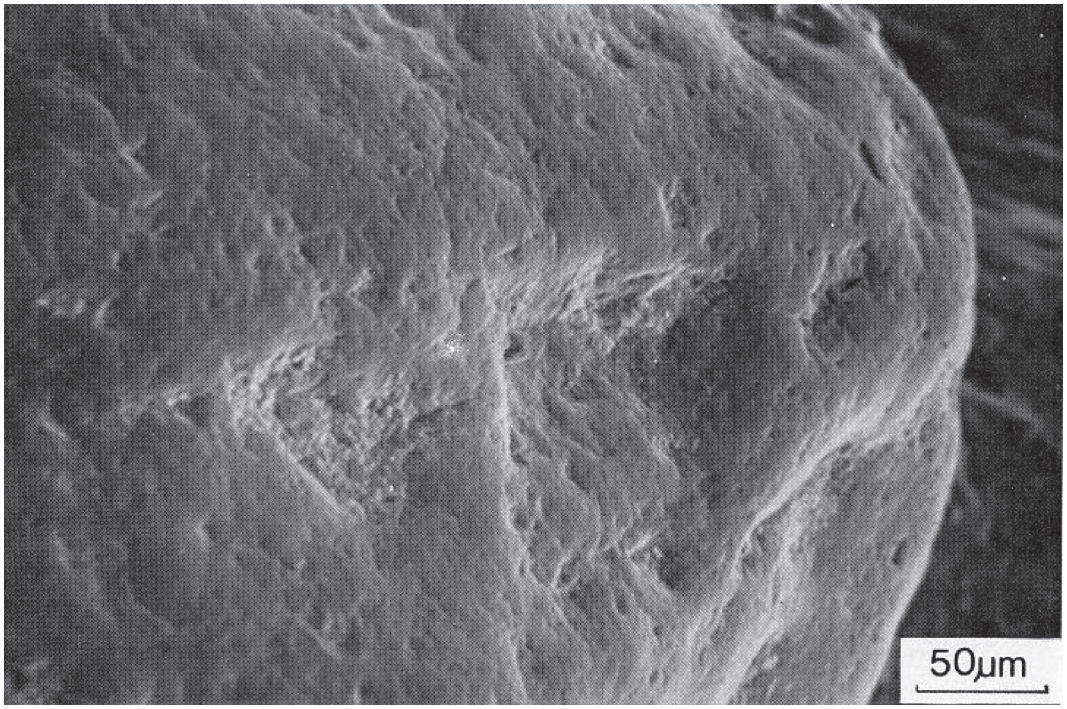


Fig. 11. Part of the surface of a wind-blown sand grains. Breaking steps characteristic of fluvial sand are still well observable at places (Jánoshalma 18)
11 pav. *Vėjo supustyto smėlio dalelės paviršiaus dalis. Vietomis gerai matyti upinėms nuosėdoms būdingos išmušimo žymės (Jánoshalma 18)*

Conclusion

Studying the surface of quartz grains taken from the sand sediments of sedimentary rocks enables determining the transporting medium. One of the main characteristics of the deep drillings is that aeolian strata are embedded into fluvial sediments. Examinations proved undoubtedly that wind-blown sand was formed several times before the Upper Plenniglacial of the Quarternary. In the difficult course of the alluvial fan formation sands were reworked several times in certain parts of the dried surface. These strata were moved into great depths at places due to tectonic movements.

References

Borsy, Z. (1965). Görgetettségi vizsgálatok a magyarországi futóhomokon. (Roundedness studies on Hungarian wind-blown sands), *Földrajzi Értesítő*, p. 1–16.

Borsy, Z. (1974). Folyóvízi homok vagy futóhomok? (A homokszemcsék vizsgálatának értékelése, problémái). (Fluvial sand or wind-blown sand (Evaluation and problems of examining sand grains), *Földrajzi Közlemények*, p. 1–13.

Borsy, Z., Félszerfalvi, J., Lóki, J. (1982). A jánoshalmi MÁFI alapfúrás homoküledékeinek elektronmikroszkópos vizsgálata. (Elektron microscopic investigation of the sand sediments int he core drilling of MÁFI at Jánoshalma), *Acta Geographica Debrecina*, Vol. 20, p. 35–50.

Borsy, Z., Félszerfalvi, J., Lóki, J. (1983). A komádi alapfúrás negyedidőszaki homoküledékeinek elektronmikroszkópos vizsgálata. (Electron microscopic analysis of Quarternary sand levels int he base borehole at Komádi.), *Alföldi Tanulmányok*, p. 31–58.

Borsy, Z., Félszerfalvi, J., Lóki, J. (1984). Electron microscopic investigation of the sand material from the loess exposure at Paks. *Lithology and Stratigraphy of Loess and Paleosols* (Ed. Pécsi, M.), Budapest, p. 71–87.

Borsy, Z., Félszerfalvi, J., Franyó, F., Lóki, J. (1985). A Tótkomlós III./P.-jelű magfurás homoküledékeinek elektronmikroszkópos vizsgálata. (SEM examination of the sand sediments of the cored drilling Tótkomlós III/P.), *Acta Geographica Debrecina*, Vol. 22, p. 47–63.

Borsy, Z., Félszerfalvi, J., Franyó, F., Lóki, J. (1987). Electron Microscopic Investigations of Sand Material in the Core Drillings in the Great Hungarian Plain, *GeoJournal*, Vol. 15(2), p. 185–195.

Franyó, F., Lóki, J. (2004). A csongrádi 1200 m talpmélységű MÁFI alapfúrás homokrétegeinek elektronmikroszkópos vizsgálata. (Elektron-microscopic study of the sand layers of the 1200 meters deep drilling in Csongrád conducted by the MÁFI.), *Acta Geographica Debrecina*, Vol. 37, p. 7–20.

Krinsley, D. H., Takahashi, T. (1964). A tecnique for the study of surface textures of sand grains with electron microscopy, *Journal Sedimentary Petrology*, Vol. 34, p. 923–925.

Krinsley, D. H., Cavalerro, L. (1970). Scanning electron microscopy of periglacial eolian sands from Long Island, New York, *Journal Sed. Petrology*, Vol. 40, p. 1345–1350.

Margolis, S. V. (1968). Electron microscopy of chemical solution and mechanical abrasion features on quartz sand grains, *Sedimentary Geology*, Vol. 2., p. 243–256.

Miháltz I., Ungár T. (1954). Folyóvízi és szélfújta homok megkülönböztetése (Separating fluvial and wind-blown sands), *Földtani Közlemények*, Vol. 84, p. 17–28.

József Lóki, Csaba Cserháti
Debreceno universitetas, Vengrija

Nuosėdinių uolienų kvarco dalelių tyrimai skenuojančiu elektroniniu mikroskopu

Santrauka

Storas nuosėdų sluoksnis Vengrijos žemumose slūgsančiame Karpatų baseine kaupėsi nuo pat vėlyvojo terciaro. Daug naujų duomenų apie tiriamosios teritorijos geologinį vystymąsi buvo gauta išstudijavus nuosėdų sluoksnius gręžiniuose. Elektroniniu mikroskopu išanalizavus 0,63–1,0 mm skersmens iš smėlio sluoksnių paimtų smiltelių paviršių, atsirado galimybė skirti vėjo ir vandens suneštą smėlį. Smiltelių apzulinimo tipai buvo išskirti remiantis skenuojančiu elektroniniu mikroskopu gautais vaizdais ir nustačius pernešimo terpę. Remiantis tyrimų rezultatais galima toliau tikslinti kvartero laikotarpio bruožus.

Giliaisiais gręžiniais ištirta, kad eoliniai sluoksniai keliose vietose yra įsiterpę į upines nuosėdas. Atlikti tyrimai nepalieka vietos abejonėms, kad jau prieš viršutinįjį pleniglacialą ir kvarterą eoliniai procesai suformavo kelis smėlio sluoksnius. Ten, kur paviršius išdžiūdavo, aliuvinis smėlis iki susidarant laukams buvo ne kartą perpustytas.

ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

NAUJA LIETUVOS DIRVOŽEMIŲ KLASIFIKACIJA: LYGINAMOJI KRITINĖ ANALIZĖ

Daina Galvydytė
Vilniaus universitetas, M.K.Čiurlionio g. 21/27, LT-03101, Vilnius
El. paštas: info@geo.lt

Galvydytė D. New Classification of Lithuanian Soils: Comparative Critical Analysis. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.
Abstract. Development of a new classification of Lithuanian soils based on the WRB is related with global and local new problems. One of the local problems is related with the loss of huge experience and knowledge as well as relation with other sciences in the course of replacing the old classification with the new one (international) and changing the names of soils. Classificators applied on a lower level (II) are often limited by strict quantitative indices and are almost inapplicable under field conditions. Classificators are also used disregarding the hierarchical requirements. The new atlas of European soils demonstrates varying interpretation of the same types of soils by soil researchers of different countries. References 16. In Lithuanian, summary in English.

Keywords: the new classification of Lithuanian soils, problems, classificator, *Regosols*, delluvium, *Cambisols*.

Received: 15 February 2006, accepted: 15 October 2006.

Įvadas

Šiame darbe norisi pateikti kritišką požiūrį į naująją Lietuvos dirvožemių klasifikaciją. Autorės samprotavimai šia tema pagrįsti ir kitų šalių dirvožemio mokslo specialistų, susiduriančių su panašiomis problemomis, teiginiais. Diskutuotinų klausimų yra gana daug, bet dėl ribotos straipsnio apimties galima aptarti tik dalį jų.

Lietuvai atgavus nepriklausomybę, įvyko dideli pokyčiai dirvožemio moksle, ypač jų klasifikavimo srityje. Lietuvos dirvožemininkų grupė (Buivydaitė ir kt., 2001), konsultuojami užsienio specialistų, remdamiesi tarptautiniais literatūros šaltiniais, sukūrė naują, šiuolaikinę, 1999 metais priimtą, Lietuvos dirvožemių klasifikaciją. Klasifikacijos pagrindą sudaro Pasaulio dirvožemių žemėlapio (FAO – UNESCCO JSRIC, 1997) legendoje išskirtiems taksonominiams vienetams pateikti pagrindiniai nurodymai Pasaulio dirvožemio ištekliams apibūdinti (WRB – World Referente Base for soil resources, 1998). Iš pirmo žvilgsnio, naujos klasifikacijos priėmimas turėjo skatinti mūsų dirvožemių mokslo pažangą. Vis dėlto žengus šį žingsnį, be globalių dirvožemių klasifikavimo problemų, pradėjo ryškėti ir kitos naujosios savosios klasifikacijos spragos. Pradėjus naudotis Lietuvos dirvožemių naująja klasifikacija, paaiškėjo, kad daugeliu atveju ją sunkoka suprasti ir pritaikyti praktikoje. Iki šiol naudota gana paprasta, bet logiška senoji klasifikacija buvo pakeista nauja sudėtinga, griozdiška, dažnai menkai moksliniais tyrimais paremta klasifikacija su tarptautiniais dirvožemių pavadinimais ir apibūdinimais, atitrūkusi nuo gausaus senojo praktinio patyrimo ir sukauptų žinių (Столбовой, Шеремет, 2000).

Lietuvos naujosios dirvožemių klasifikacijos pagrindą sudaro dirvožemių grupės, paimtos iš Pasaulinės referencinės dirvožemių bazės (WRB – 1998) (joje išskirta 30 grupių). Tarptautinėje literatūroje nurodoma, kad tai yra ne klasifikacija, o savotiškas informacinis įvairių nacionalinių klasifikacijų sąvadas, nepakeičiantis nacionalinių klasifikacijų (Почвенная..., 1999), sukurtų įvairių mokyklų, tiriančių originaliais metodais, diagnostiniais

principais, taigi šis sąrašas praranda praktinį pritaikomumą (Столбовой, Шеремет, 2000). Lietuvai, tokiai mažai geografiniu požiūriu vienalytei teritorijai, pritaikyta gana daug, net 12, kartu su tarptautiniais pavadinimais, dirvožemių grupių. Rusijos dirvožemininkai, kurie taip pat pastaraisiais metais sukūrė naują dirvožemių klasifikaciją, derintą su tarptautine (Классификация..., 2000), teigia, kad senosios terminologijos pakeitimas naująja yra žalingas, nes apsunkina dirvožemio pažinimą. Todėl jie savo naujoje klasifikacijoje pasistengė kiek galima daugiau remtis senosios klasifikacijos terminais. Tuo tarpu Lietuvos dirvožemių naujojoje klasifikacijoje beveik visi senieji terminai pakeisti naujaisiais, todėl šis žingsnis iš karto apsunkino dirvožemių pažinimą.

Be to, Austrijos dirvožemininkas V. Bliumas (Блум, 2001), aptardamas dabartines dirvožemio mokslo problemas, nurodo, jog pastaraisiais metais Pasaulyje ženkliai mažėja fundamentalių dirvožemio tyrimų finansavimas. Ir kaip vieną šio reiškinio priežasčių jis nurodo dirvožemio mokslo su kitais gamtos mokslais ryšio praradimą, kuris nutrūko sukūrus labai sudėtingas dirvožemio klasifikacijas, nesuprantamas kitų šio mokslo šakų atstovams. Praktiškos klasifikacijos nebuvimas prilyginamas pagrindo netekimui. Siūloma tobulinti klasifikacijas ne tik vietos, bet ir globaliu lygiais.

Kad būtų aiškesnė Lietuvos dirvožemių mokslo dabartinė padėtis, pakaktų detaliau panagrinėti nors vieną dabar pagal WRB klasifikaciją išskirtą naują dirvožemių grupę, kuri suskirstyta dar į keturias pakopas, pavadintas lygiais (I–IV). Pirmieji sąraše eina pirmo lygio dirvožemiai – pradžiažemiai (*Regosols*) (Buivydaitė ir kt., 2001).

1. Pradžiažemiai (*Regosols*)

Lietuvos dirvožemininkai juos skiria neįmirkusiuose paviršiuose su puria, net užpilta mineraline uoliena (išskyrus karbonatingą žvyrą), kur paplitę smarkiai eroduoti arba nukasti silpnai išsivystę dirvožemiai, galintys turėti neryškių įmirkimo (glėjiškumo) žymių, taip pat įgiję diagnostinį pilkšvąjį (*ochrik*) horizontą (Buivydaitė ir kt., 2001). Senojoje klasifikacijoje jų atitikmenį sudarė ne tipo lygmens eroduoti, nukasti, užpilti ir sutvirtintų šlaitų „kiti dirvožemiai“ (Buivydaitė ir kt., 2001).

Pirmiausia reiktų aptarti uolienas, kuriose skiriami šie dirvožemiai. Neaišku, kodėl iš visų purių nuogulų dirvožemių išskirtas karbonatingas žvyras, t.y. jis pateiktas kaip išimtis ir priskirtas visai kitų, kalkžemių (*Leptosols*) karbonatingųjų, taip pat menkai išsivysčiusių dirvožemių grupei. Vėlgi neaišku, kada priskirti žvyrą vienai ar kitai grupei, nes tarp pradžiažemių taip pat skiriami ir karbonatingi dirvožemiai. Neaišku, kada žvyrą laikyti labiau ar mažiau karbonatingu, kadangi tyrimai rodo, kad fliuvioglacialinis žvyras išsiskiria labai dideliu sluoksniuotumu, nevienalytiškumu. Pavyzdžiui, Trakų Vokės laukuose atlikti tyrimai rodo (Lukauskas, 1990), kad skeleto kiekis gali kisti net 1 m gylio ir pločio juostoje, t.y. vertikaliai ir horizontaliai 10–70%, kartu kintant ir karbonatingumui; kas kelios pėdos galima skirti net tris skirtingus pirmo lygio dirvožemius: smėlžemius (*Arenosols*), pradžiažemius (*Regosols*) ir kalkžemius (*Leptosols*). Tokio pobūdžio išimtys sukuria sąlygas dideliam subjektyvumui. Be to, tarptautinėje literatūroje, Prancūzijos dirvožemių žinyne (Почвенный..., 2000), pradžiažemiams priskiriami visi purių ir net kietų uolienų dirvožemiai, kurie dūlėjimo visai nepaveikti arba jo silpnų požymių aptinkama iki 10 cm storio sluoksnyje nuo paviršiaus. Jiems priskiriami įvairios genezės smėliai, turintys labai mažai arba visai neturintys organinės medžiagos, nuardyti arba užnešti paviršiai (išskyrus deliuvį), antropogeniniai, t.y., pagal mus, iškasti, pavyzdžiui, karjerų dugno paviršiai, įvairūs nuardyti paviršiai, vadinami „bedlendais“ ir visų kietų nuosėdinių uolienų (kreidos, dolomitų, mergelių ir kt.) paviršiai. Toks šių dirvožemių skyrimas yra labai paprastas ir logiškas. Tuo tarpu Lietuvos klasifikacijoje, kaip minėta, jau be karbonatingo žvyro kietosios įvairios nuosėdinės uolienos, turinčios menkai išsivysčiusius dirvožemius, priskiriamos kitai grupei – kalkžemiams (*Leptosols*). Taigi prancūziškas pradžiažemių suskirstymas artimas mūsų senajai klasifikacijai, t.y. visos nuogulos, kurių paviršiuje

dirvodaros požymiai yra labai silpni arba jų visai nėra, priskiriami stipriai eroduotiems dirvožemiams. Šiuo atveju nereikėtų skirti naujos kalkžemių (*Leptosols*) dirvožemių grupės. Užtektų juos priskirti pradžiažemių žemesniems (III arba IV) lygiams (pakopoms). Naujoji klasifikacija sutrumpėtų, taptų paprastesnė, suprantamesnė.

Naujosiose klasifikacijose naudojami diagnostiniai horizontai apibūdinami pagal morfologines, chemines ir fizines savybes. Jie atspindi dirvožemio savybes, dirvodaros procesus ir genetinę klasifikacijos esmę (Лебедева, Тонконогов, Герасимова, 1999). JAV klasifikacija (*Soil Taxonomy*) remiasi vieno diagnostinio horizonto buvimu ar nebuvimu, kuris nustatomas tiktai pagal griežtus įvairius kiekybinius rodiklius, daugiausia laboratorijose. Suprantama, panašūs reikalavimai labai sumažina dirvožemių nustatymo lauko sąlygomis galimybes. Todėl JAV Žemės ūkio departamentas pradėjo mažinti reikalavimus analitinių duomenų kiekiui ir daugiau dėmesio skirti diagnostinių horizontų nustatymui pagal jų morfologines savybes. Rusijoje pastaraisiais metais taip pat imtasi vadovautis diagnostiniais horizontais, kaip kitose klasifikacijose, tačiau jų apibūdinimas skiriasi, ypač nuo JAV sistemos, dėl nustatomų skirtingų kiekybinių ribų, ypač antropogeniniuose dariniuose. Jie atsisakė griežtų formalių kiekybinių ir morfologinių rodiklių, teigdami, kad jų taikymas gali dirbtinai atskirti to paties dirvodaros proceso dirvožemius, netgi esančius vieno kasinio atskirose sienelėse, tačiau turinčius skirtingus kokybinius rodiklius (Лебедева, Тонконогов, Герасимова, 1999).

Lietuvos dirvožemių 1999 m. naujojoje klasifikacijoje taip pat išskirti ir apibūdinti diagnostiniai horizontai (Buivydaitė ir kt., 2001), pavyzdžiui, pradžiažemiams ir kitiems dirvožemiams priskiriamas pilkšvasis (*ochrik*) horizontas. Jam apibūdinti pateikiama daugybė rodiklių, tarp kurių yra tokių, kurie visai nebūdingi mūsų dirvožemiams ir kurių pas mus nėra, galbūt pritaikomų globaliu mastu. Tačiau pasigendama aiškesnių mūsų dirvožemių apibūdinimų, ypač tai pasakytina apie minėtąjį pilkšvąjį horizontą gamtiniuose dirvožemiuose, kuriuose keičiasi ne tik horizonto storis, bet ir paties humuso kiekis, sudėtis (Galvydytė, 2001). Pavyzdžiui, stipriai eroduotuose dirvožemiuose pilkšvasis horizontas, kaip rodo tyrimai, atsiranda per kelerius metus, bet jo storis, humuso kiekis, nekinta (Александровский, 1995) daug metų (ne storesnis kaip 10 cm), nes tai atitinka mūsų gamtines sąlygas (akumuliaciją ir irimą). Tačiau ariamame dirvožemyje jo storis jau priklauso nuo arimo gylio, humuso kiekio, o savybės – nuo naudojimo būdo ir t.t.

Antrame lygyje mūsų pradžiažemiai suskirstyti į tris vienetus: karbonatinius, pasotintus ir nepasotintus bazėmis, t.y. visiškai priešingai, palyginus su Rusijos dirvožemių klasifikacija, kurioje atsisakyta cheminių terminų, pavyzdžiui, „rūgštus“, „nepasotintas“ ir kt. (Классификация..., 2000), t.y. laboratorinių tyrimų duomenys naudojami tiktai patikslinti, vengiant klasifikacijoje formalių kiekybinių rodiklių. Galima ir sutikti su karbonatingų dirvožemių atskyrimu nuo nekarbonatingų, nors ir šiuo atveju galimos klaidos. M. Eidukevičienė (Эйдукявичене, 1980) įrodė, kad ne tik lauko sąlygomis, bet ir laboratorijoje ne visada pasiseka teisingai nustatyti karbonatų buvimą naudojant šaltą druskos rūgštį tuo atveju, jeigu karbonatus sudaro dolomitas. Tokie atvejai labai dažni, kadangi pirmiausiai išsiplauna kalcitas ir lieka ne toks tirpus dolomitas, o dirvožemis gali būti jau priskirtas pasotintam, o ne karbonatiniam dirvožemiui.

Skirstymas pradžiažemių, taip pat kitų dirvožemių į pasotintus ir nepasotintus bazėmis, apskritai yra nerealus, ypač šiuos rodiklius įspraudus į griežtus 50% rėmus, nors ir teigiama, kad galima orientuotis pagal pH (H_2O). Esant dirvožemio pH<5,5, pasotinimo bazėmis laipsnis turėtų būti mažesnis kaip 50% (Lietuvos..., 2001). Tačiau šioje monografijoje pateiktose lentelėse ne visur šio teiginio laikomasi. Šio rodiklio taikymo nepagrįstumą rodo ir tokie faktai: ištirta, kad pakalkinti rūgštūs dirvožemiai tik laikinai įgauna aukštesnį pasotinimo bazėmis laipsnį, kartotinai nekalkinami jie greitai virsta nepasotintais, išskyrus tuos atvejus, kada dirvožemis stipriai sukultūrintas.

Be to, šios klasifikacijos problemiškumą rodo ir minėtoje monografijoje (Lietuvos..., 2001): 6.1 lentelėje pateikti pasotintų pradžiažemių agrocheminių savybių pavyzdžiai.

Pirmiausia, pagal naująją klasifikaciją jų negalima priskirti pradžiažemiams, nes visi turi B horizontus, t.y. jie nėra stipriai nuardyti, o tik vidutiniškai ir turėtų būti priskirti kitai grupei, t.y. arba eroduotiems balkšvažemiams, arba išplautžemiams. Be to, daugelio B horizontų pH (KCl) yra 3,8–4,4, kai kuriuose horizontuose nemažai judriojo Al, tačiau vis dėlto visų šių dirvožemių horizontų pasotinimo bazėmis laipsnis (neaišku, kokiais duomenimis remiantis) žymiai didesnis nei 50%, t.y. jie parodyti pasotintais, nors 9.9 lentelėje, kurioje pH (KCl) yra 4,9–5,4, panašūs dirvožemiai jau priskirti nepasotintiems balkšvažemiams. Tie pavyzdžiai rodo naujosios klasifikacijos netobulumą, nesugebėjimą klasifikuoti dirvožemius netgi turint laboratorinius duomenis. Be to, labai keistai atrodo pradžiažemių paplitimo schema. J. Juodžio sudarytoje schemoje (Lietuvos..., 2001, 6.2 pav.) šie dirvožemiai, pasirodo, randami tiktai didžiųjų upių slėnių šlaituose. Aišku, kad atsiranda problema, kada dirvožemiai priskirtini pradžiažemiams ar eroduotiems kitos grupės dirvožemiams. Taip pat neaišku, kada jį pavadinti eroduotu balkšvažemiu, o kada rudžemiu ar išplautžemiu.

Trečiame pradžiažemių klasifikavimo lygyje tikslinamos antrame lygyje išskirtų karbonatingų, pasotintų ir nepasotintų dirvožemių savybės, atskiriant normalaus drėkinimo ir giliau glėjiškus dirvožemius. Tačiau įdomiausia yra tai, kad neaišku, kodėl dar išskirti pradžiažemių antropogeniniai trečio lygio dirvožemiai, t.y. įvairūs užpilti šiukšlėmis, statybų atliekomis, netgi galintys turėti iki 50 cm storio trąšios žemės sluoksnį, žmogaus suformuoti visai kitų savybių dirvožemiai. Tai tiesiog nesusipratimas. Kyla klausimas, kaip tokius dirvožemius atskirti nuo kitos grupės tikrųjų trąšažemių (*Anthroposols*). Tai rodo miesto dirvožemių tyrimai Vilniaus mieste (Galvydytė, Taraškevičius, Prapiestienė, 1988). Ką tai reiškia naujai užpilti, kaip tą naujumą ar senumą atskirti, nustatyti? Vėlgi klasifikacinė painiava ir sąlygos subjektyvumo faktoriui.

2. Kitų grupių dirvožemiai

Kai kurie, pavyzdžiui, rudžemių (*Cambisols*), išplautžemių (*Luvisols*) ir balkšvažemių (*Albeluvisols*) genezės klausimai jau buvo šiek tiek aptarti anksčiau (Galvydytė, 1999, 2001). Tačiau jų klasifikavimo klausimai dar nenagrinėti, išskyrus kai kuriuos atvejus, aptartus analizuojant pradžiažemius, pavyzdžiui, jų skirstymą į karbonatingus, pasotintus ir nepasotintus. Naujojoje klasifikacijoje panašus skirstymas, išskyrus išplautžemius, išlieka ir antrame lygyje papildomai dar pridedant glėjiškus. Šių dirvožemių tokį skirstymą negalima laikyti vykusiu. Pirmiausia, tai tokie dirvožemių klasifikatoriai (modifikatoriai), kaip pasotinti, nepasotinti ir glėjiški, yra nevienodo lygio. WRB klasifikacijoje (Почвенная..., 1999) nurodoma, kad skirstant aukštesnes grupes į žemesnį lygį, klasifikatoriai, kurių yra nuo 6 iki 27, turi griežtą reikšmių hierarchiją, t.y. pirmoje vietoje visada turi būti klasifikatorius, nurodantis glėjiškumą, o po to jau tik žemesniame (III) lygyje galima užsiminti ir apie pasotinimą bazėmis, jeigu tai įmanoma. Vadinasi, mūsų minėti dirvožemiai antrame lygyje turėtų būti pirmiausiai skirstomi į normalaus drėkinimo ir turinčius įmirkimo žymių – glėjiškus, o jau toliau, trečiame lygyje, gali atsirasti įvairių kitų variantų: eroduoti, glėjiški arba kaip diferenciacijos kriterijų galima pritaikyti karbonatų slūgsojimo gylį ir t.t. Tai gali būti aptarta ir kitą kartą.

Dar vienas labai opus ir keistas klasifikavimo posūkis – tai naujos klasifikacijos deliuvinių dirvožemių priskyrimas rudžemiams. Senojoje klasifikacijoje jie priskirti ne tipo lygio dirvožemiams (Buivydaitė ir kt., 2001). O palyginus šioje monografijoje aprašytus rudžemių požymius su mūsų deliuviniais dirvožemiais, negalima suprasti, ką jie turi bendra su rudžemiais. Tiesa, Prancūzijos žinyne (Почвенный..., 1995) rudžemių klasifikacijoje jie įtraukti į koliuvyje susiformavusius rudžemius. Tačiau tai visai nesusiję su mūsų deliuviu, nes tas koliuvis – nuogulos, atsiradusios dėl nuošliaužų, nuogriuvų kalnuose (pavyzdžiui, Vogėzuose) labai seniai, prieš tūkstančius metų, paveiktos rudžemiškojo dirvodaros proceso. Tačiau apkritai išskiriama atskira koliuvinių (deliuvinių) dirvožemių

grupė ir teigiama, kad tai yra dirvožemiai, užimantys ypatingą padėtį kraštovaizdyje ir turintys specifinių savybių; randami šlaituose, slėniuose, be diagnostinių horizontų, turintys dažniausiai A ir jaunus netipingus horizontus, silpnai diferencijuotus dėl trumpo dirvodaros proceso ir nesusijusius su po juo esančiu sluoksniu. Jo storis į šlaito apačią didėja dėl koliuvio kaupimosi. Jiems priskiriami dirvožemiai, jeigu koliuvis (deliuvis) yra storesnis nei 50 cm. Jeigu po deliuviu galima dar nustatyti po juo slūgsantį dirvožemį, tai rašoma, kad tai deliuvis ant tokio ir tokio dirvožemio. Visa tai tinka ir mūsų dirvožemiams, todėl nėra reikalo mūsų klasifikacijoje sukurti tokią painiavą klasifikuojant taip plačiai Lietuvoje paplitusius dirvožemius. Tai dirvožemiai, randami visoje Lietuvoje, kalvotame–banguotame reljefe, dirbamuose laukuose ir itin paplitę miškuose, kurie atsiradę buvusių dirbamų laukų vietoje. Juos plačiai aprašė ir ištyrinėjo I. Baužienė (Baužienė, 1999). Juos priskyrus rudžemiams, gausime gana „įdomų“ vaizdą: pavyzdžiui, kalvos viršūnėje pradžiažemis arba rudžemis, arba išplautžemis, šlaite balkšvažemis, papėdėje deliuvyje vėl rudžemis ir t.t. Dingsta bendra dirvodaros procesų tam tikroje reljefo formoje arba teritorijoje samprata.

Kai kurios Lietuvos naujos dirvožemių klasifikacijos problemos išryškėjo naujajame Europos dirvožemių atlase (Soil..., 2005). Penktame žemėlapyje, kuriame yra naujas Lietuvos dirvožemių žemėlapis kartu su kaimynių šalių dirvožemių žemėlapiais, išryškėjo žymiai didesnis Lietuvos dirvožemių kontūrų detalumas, smulkumas, rodantis teritorijos detalesnį ištirtumą. Tačiau blogai yra tai, kad dauguma išskirtų dirvožemių kontūrų staiga nutrūksta ties valstybės siena, t.y. neturi tęstinumo už Lietuvos ribų. Tuo tarpu tarp kaimyninių šalių, pavyzdžiui, Latvijos ir Estijos dirvožemio kontūrų suderinamumo laipsnis žymiai didesnis. Blogiausia yra tai, kad didžiausias Lietuvos dirvožemių kontūrų nesutapimas išryškėja tuo atveju, kada tie patys dirvožemiai, pagal Pasaulio dirvožemių žemėlapį, priskiriami skirtingoms grupėms. Ypač tai pasakytina apie didžiulio Vidurio Lietuvoje esančio rudžemių (*Cambisols*) dirvožemių kontūro išskyrimą, kuris Latvijoje ties valstybės siena staiga virsta išplautžemiais (*Luvisols*). Tai rodo ir skirtingą įvairių šalių dirvožemininkų tų pačių dirvožemių interpretavimą, taip pat geografinių dėsningumų nepaisymą, kadangi rudžemiai yra zoniniai Vidurio ir Pietų Europos dirvožemiai.

Išvados

1. Sudarant naująją Lietuvos dirvožemių klasifikaciją, paremtą Pasaulio dirvožemių žemėlapio legenda, atsirado naujų – ne tik savų, bet ir globalių problemų.
2. Naujojoje dirvožemių klasifikacijoje pakeitus senąją terminologiją naująja, kartu buvo prarastas sukauptas senasis patyrimas ir žinios.
3. Naujojoje klasifikacijoje dirvožemiams žemesniame lygyje taikant tam tikrus klasifikatorius, nesilaikoma jų hierarchinio lygmens. Jais paversti nenaudotini kintantys, griežtai ribojami agrocheminiai duomenys (pasotinti, nepasotinti bazėmis ir t.t.).
4. Įvairiose šalyse Pasaulio dirvožemių žemėlapio legendos taksonominių vienetų skirtingą interpretaciją rodo dažnas Europos žemėlapyje, taip pat ir Lietuvos, esančių įvairių dirvožemių kontūrų ribų sutapimas su valstybės siena.

Literatūra

Baužienė I. (1999). Deliuvinių dirvožemių granuliometrinės sudėties ypatybės, *Geografijos metraštis*, t. 32, p. 213–220.
Buivydaitė V., Vaičys M., Juodis J., Motuzas A. (2001). Lietuvos dirvožemių klasifikacija. *Lietuvos mokslas*, kn. 34, 137 p.
Galvydytė D., Taraškevičius R., Prapiestienė R. (1988). Miesto dirvožemiai ir jų klasifikacijos problemos. *Antropogeninis poveikis dirvožemiams: respublikinės dirvožemininkų konferencijos tezės*. Kaunas, p. 15–16.
Galvydytė D. (1999) Naujoji dirvožemių klasifikacija ir su ja susijusios problemos, *Geografija*, t. 35(1), p. 5–8.
Galvydytė D. (2001). Senosios Lietuvos dirvožemių klasifikacijos papildymai ir pataisymai, *Geografija*, t. 37(1), p. 5–16.
Lietuvos dirvožemiai (2001). *Lietuvos mokslas*, kn. 32, p. 12–44.
Lukauskas E. (1990) Mechaninė sudėtis, pH, karbonatų, kalio ir fosforo pasiskirstymas vertikaliame ir horizontaliame dirvožemio dangos pjūvyje (T. Vokė): kursinis darbas/VU, Bendrosios geografijos ir kartografijos k-dra. 37 p.
Soil Atlas of Europe (2005). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 128 p.
Александровский А. И. (1995). Эволюция почвенного покрова Русской равнины в голоцене, *Почвоведение*, т. 3, с. 2090–2097.
Блум В. (2001). Проблемы и задачи почвоведения в XXI веке, *Почвоведение*, т. 8, с. 901–908.
Эйдукявичене М. И. (1980). Глубина выщелачивания карбонатов как критерий возраста моренных отложений на рпимере Литовской ССР: авторев. канд. дис.
Классификация почв России (2000). Почвенный ин-тут им. В. В. Докучаева. Москва. 235 с.
Лебедева И. И., Тонконогов В. Д., Герасимова М. И. (1999). Диагностические горизонты в субстантивно-генетических классификациях почву, *Почвоведение*, т. 9, с. 1068–1075.
Почвенная номенклатура и корреляция (1999)/Карельский научн. центр Российской АН, Петрозаводск. 135 с.
Почвенный справочник (2000). (Referentiel pedologique, 1995, Paris), Smolensk: Oikumena. 285 с.
Столбовой В. С., Шеремет Б. В. (2000). Корреляция легенд почвенной карты СССР масштаба 1:2,5 млн. и почвенной карты мира FAO, *Почвоведение*, т. 3, с. 277–287.

Daina Galvydytė
Vilnius University

New Classification of Lithuanian Soils: Comparative Critical Analysis

Summary

Development of a new classification of Lithuanian soils based on the WRB is related with global and local new problems. Among the global ones we can mention as the most important one the circumstance that the list of 30 groups was compiled based on joining national classifications of different research schools following their own diagnostic principles. Due to this, the soils of different groups are not interrelated.

Among the local problems related with the new classification we can point out the one that is related with the loss of huge experience and knowledge as well as relation with other sciences in the course of replacing the old classification with the new one (international) and changing the names of soils. Moreover, classificators applied on a lower level (II) are often limited by strict quantitative indices and are almost inapplicable under field conditions. Classificators are also used disregarding the hierarchical requirements. On a higher level, the soils of different groups must be first of all classified taking into account their saturation degree. Such classificators as saturated or unsaturated (based on the data of laboratory analysis) may be used only at lower levels, e.g. at level 4. Another local problem is that references of different classifications abound in various undefined exceptions which open the way for subjective valuations. For example, the description of *Regosols* points out that they may be identified in various friable sediments except medium- and coarse-grained gravel, which are attributed to the group of *Leptosols*. Yet knowing that gravel in most cases belong to the group of fluvioglacial sediments marked by heterogeneity and variability of stratification, it is possible to distinguish different and even unrelated types of soils even in a segment of one metre; there are no criteria which would allow simple attributing gravel to *Regosols* or *Leptosols*.

Unaccountable is the identification of anthropogenic soils among *Regosols* on the third level when they are underlying a thin layer of piled fertile soils. There is no explanation how they should be distinguished from the real anthropogenic *Anthrosols* – soils of different group, etc. Really, there is an indication that the mentioned soils are newly piled. However, it is not clear how the newness should be identified. Some researchers may consider these soils new, some others older or even old. There is again a slot for subjectivity. Unaccountable is also the classification of deluvial soils as *Cambisols* as they have no properties characteristic of this group.

The new atlas of European soils reveals varying interpretation of the same types of soils by soil researchers of different countries. This is why the contour lines of one type of soils end by the state borders. For example, the Lithuanian *Cambisols* are unexpectedly converted to *Luvisols* in the territory of Latvia.

ISSN 0132–3156 Annales Geographicae 39(1) t., 2006

MAŽIAU PALANKIŲ ŪKININKAUTI TERITORIJŲ ŽEMĖNAUDOS KONVERSIJOS YPATYBĖS

Gintaras Ribokas[1], Vytautas Rukas[2]
[1]*Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223, Vilnius*
[2]*Vilniaus universitas, M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101, Vilnius*
El. paštas: gintaras.ribokas@geo.lt, sakurgmf@yahoo.de

Ribokas G., Rukas V. Land Use Conversion Patterns in the Territories Unsuitable for Farming. *Annales Geographicae* 39(1), 2006.
Abstract. Many private small plots of land appeared whose owners were not ready to use them for farming. The farm lands were abandoned and rapid uncontrolled renaturalization processes set in. There appeared recommendations how to manage the territories unsuitable for farming. Forestation, development of untraditional farming and rural tourism were indicated as the most rational solutions. Yet little attention was paid to the opinion of land owners themselves. The present article is an attempt to find out the opinion.
References 9. Figs 5. In Lithuanian, summary in English.

Keywords: renaturalization, agrolandscape, land transformation, unproductive lands.

Received: 15 February 2006, accepted: 25 October 2006.

Įvadas

Lietuvai atgavus nepriklausomybę, agrarinio kraštovaizdžio pokyčiai įgavo didžiulį mastą. Buvo iš esmės pakeista žemės valdymo forma, sovietmečiu kolektyviai (valstybės) valdoma žemė surado savo šeimininkus, savininkus. Dėl žemės grąžinimo (restitucijos) buvo suformuota daugybė privačių, dažnai mažo ploto, žemės sklypų, kurių savininkai nebuvo pasirengę agrarinei veiklai. Be to, iš esmės pasikeitė žemės ūkio gamybos ekonominiai ryšiai, realizavimo rinkos, rinkos ekonomikos sąlygomis pagrindiniu prioritetu tapo žemės ūkio pelningumas. Todėl ūkininkaujantieji nelabai tinkamoje žemės ūkiui teritorijoje atsidūrė žymiai blogesnėje padėtyje nei ūkininkaujantieji geroje žemėje. Konkurencija su ES ūkininkais dar pakoregavo žemės ūkio produktų kainas, specializacijas ir pan. Kai kuriuose Lietuvos regionuose, esant dabartinei sudėtingai situacijai, žemės ūkio veikla tapo nepelninga, žemės ūkio naudmenos buvo apleistos, prasidėjo spartūs, nevaldomi renatūralizacijos procesai. Greitai pasirodė įvairių rekomendacijų, kaip reikėtų ūkininkauti nederlingos žemės vietovėse, kad racionaliausia būtų įveisti miško želdinius, plėtoti netradicinius verslus, kaimo turizmą ir kt. Tačiau iki šiol mažai kam rūpėjo, ką mano patys žemės savininkai. Šiame straipsnyje pabandyta išsiaiškinti, kokia yra žemės „šeimininkų“, nuo kurių tiesiogiai priklauso sėkminga žemėnaudos konversijos eiga, nuomonė bei paanalizuoti ne tokių palankių ūkininkauti teritorijų specifiką šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje. Pati sąvoka „žemėnaudos konversija“ suprantama kaip sąmoningas, valdomas žemės ūkio paskirties teritorijos naudojimo pakeitimas.

1. Mažiau palankių ūkininkauti teritorijų išskyrimo kriterijai

Žemės savininkai, ūkininkaujantys kalvoto agrokraštovaizdžio teritorijose, susiduria su daugybe kliūčių, trukdančių sėkmingai plėtoti žemės ūkio veiklą. Tokių teritorijų savininkai, negaudami paramos, nesugebės sėkmingai konkuruoti su derlingesnėse

žemėse įsikūrusiais ūkininkais. Todėl gana svarbus tokiomis sąlygomis uždavinys yra „mažiau palankių ūkininkavimui“, arba „nelabai tinkamų ūkininkavimui“, teritorijų išskyrimas. Teritorijos tinkamumas žemės ūkio veiklai priklauso tiek nuo gamtinių veiksnių (dirvožemio, jo kokybinių rodiklių, agroklimatinių sąlygų, reljefo raižytumo ir kt.), tiek nuo įvairių antropogeninių dalykų (sklypų dydžio, melioracijos sistemų būklės, drėkinimo ir pan.). Įtaką daro ir įvairios socialinės, demografinės ypatybės (gyventojų tankumas, prieaugis, darbingų žmonių kiekis ir kt.).

Ne tokios palankios ūkininkauti teritorijos buvo atrenkamos vadovaujantis ES Tarybos reglamentais, pritaikius juos Lietuvos sąlygomis. Nelabai tinkamų ūkininkauti vietovių atranka pradėta priėmus atitinkamą žemės ūkio ministro įsakymą (Dėl mažiau..., 2002), vėliau pagal patikslintą dokumentą (Dėl mažiau..., 2004), pagaliau remiantis galutiniu žemės ūkio ministro įsakymu 2004 m. patvirtintu dokumentu (Dėl žemės..., 2004). Pagal šio dokumento nuostatas skiriamos teritorijos, kurioms suteiktas mažiau palankių ūkininkauti vietovių statusas. Pagrindiniai tokio skirstymo kriterijai penki:

1. Mažo našumo žemės naudmenų (<32 balai) dalis žemės ūkio naudmenose yra >23% ;
2. Grūdinių kultūrų derlingumas (<2,18 t/ha), t.y. <80% šalies vidurkio;
3. Gyventojų tankumas (<15,4 gyv./km²), t.y. <50% šalies vidurkio;
4. Vidutinis metinis gyventojų skaičiaus regresas yra >0,5% ;
5. Darbingo amžiaus gyventojų, užimtų žemės ūkyje, medžioklėje ir miškininkystėje, dalis >15%.

Mažiau palankios ūkininkauti teritorijos buvo išskirtos savivaldybių ir seniūnijų lygmenimis, kai ne visa savivaldybės teritorija, o tik kai kurios seniūnijos atitinka minėtus atrankos kriterijus. Taip pat nelabai tinkamoms ūkininkauti vietovėms buvo priskirtos teritorijos, kurios atitiko ne visus kriterijus, tačiau ten buvo specifinių gamtinių kliūčių, pvz., karstinio proceso paplitimas.

Iš viso mažiau palankioms ūkininkauti teritorijoms buvo priskirta 19 savivaldybių (visos), kurių plotas sudarė 1094 872 ha, bei 51 seniūnija – 345 190 ha ir 8 seniūnijos intensyvaus karsto regione – 26 921 ha (Dėl mažiau..., 2004). Taigi iš viso Lietuvoje tokios kategorijos žemių yra 1466 983 ha ir tai sudaro 22% šalies teritorijos. Iš viso Lietuvoje yra tik 7 savivaldybės, kuriose nėra nei vienos seniūnijos, priskirtos mažiau palankių ūkininkauti vietovių kategorijai (1 pav.).

Beveik visas kalvotas moreninis kraštovaizdis yra priskiriamas mažiau palankių ūkininkauti teritorijų kategorijai. Todėl neatsitiktinai analizei buvo pasirinkta šiaurės rytinė Lietuvos dalis, kurioje yra bene daugiausiai kliūčių sėkmingai žemės ūkio veiklai.

Pasirinkimą, kad detaliam analizavimui buvo apsistota ties Utenos aps. Tauragnų ir Vidiškių seniūnijomis, lėmė tai, kad šiame regione surinkta gana daug detalios informacijos, leidusios palyginti žemėnaudos konversijos eigą bei ypatybes. Patvirtintais kriterijais, Utenos apskritis atitinka ir gerokai viršija mažiau palankioms ūkininkauti teritorijoms taikomus rodiklius (Lietuvos..., 2004), o detalesnei analizei atrinktos Tauragnų ir Vidiškių seniūnijos net bendrame Utenos apskrities fone atrodo gerokai prasčiau (žemės ūkio veiklos atžvilgiu). Pavyzdžiui, Tauragnų seniūnijoje darbingo amžiaus gyventojai sudaro tik 49%, o pensinio – 44%; atitinkamai Vidiškių seniūnijoje – 55% ir 24% (Utenos..., 2003). Šiose teritorijose žymiai didesnis gyventojų skaičiaus regresas. Seniūnijos kaimuose natūralusis prieaugis yra dar mažesnis nei jų centruose – Tauragnuose ar Vidiškėse. Nuo 1959 iki 2005 metų gyventojų šiose seniūnijose sumažėjo daugiau nei 3 kartus. Minėtųjų seniūnijų demografinė situacija atspindi bendrąsias demografines tendencijas kaimiškose, nenašių žemių teritorijose (Agrarinės..., 2000). Dėl gyventojų senėjimo, mažo gimstamumo ir didelio mirtingumo gyventojų natūralusis prieaugis ir toliau išlieka neigiamas, tęsiasi intensyvi depopuliacija, o kad pagerėtų demografinė situacija – tokių prielaidų nėra. Daug smulkių kaimų, vienkiemių yra arti išnykimo ribos. O ir sovietmečiu išaugusiose gyvenvietėse pastaraisiais metais gyventojų mažėja tiek dėl migracijos, tiek dėl neigiamo gyventojų prieaugio.

1 pav. Mažiau palankių ūkininkauti teritorijų klasifikacija (pagal: Dėl žemės..., 2004)
Fig. 1. *Classification of lands unsuitable for farming (Source: Dėl žemės…, 2004)*

Todėl logiška manyti, kad žemėnaudos konversija turėtų būti sparčiausiai vykdoma panašiose, itin nepalankiose ūkininkauti teritorijose, esančiose atokiau nuo realizavimo rinkų (didesniųjų miestų). Visa tai lėmė, kad detaliam tyrimui buvo pasirinktos dvi minėtos seniūnijos, kurios galėtų būti etaloninės Šiaurės rytų Lietuvai.

2. Socialinės žemėnaudos konversijos ypatybės (sociologinės apklausos duomenimis)

Didesnėje šiaurės rytų Lietuvos dalyje jau seniai nustatytas žemės ūkio naudmenų, ypač ariamosios žemės, ploto mažėjimas. Dar 1999 metais Utenos apskrities Saldutiškio seniūnijoje tyrimais buvo nustatyta, kad apie tris ketvirtadalius buvusios ariamosios žemės dirvonuoja ir didesnė jos dalis iš viso nėra ne tik ariama, bet ir nei ganoma, nei šienaujama (Pakalnis, Milius, 1999).

Sėkminga žemėnaudos konversijos eiga pirmiausiai priklauso nuo žemės savininkų veiklos, todėl buvo pabandyta išsiaiškinti, ką jie mano apie kuriamas rekomendacijas, kaip turėtų būti tvarkomos mažiau palankios ūkininkauti teritorijos (Ribokas, Milius, 2001). Tam tikslui buvo pasinaudota minėtose teritorijose 2000–2005 m. atliktomis žemės savininkų apklausomis. 2005 metais vykdyta žemės savininkų apklausa buvo detalesnė, todėl kai kurie žemėnaudos konversijos bruožai analizuoti tik iš joje surinktų duomenų. Atliekant apklausas dar buvo labai mažai juntamas Europos Sąjungos paramos (mažiau palankioms ūkininkauti teritorijoms) efektas, todėl būtų įdomu atlikti analogiškus tyrimus dar po kelerių metų, kai žemės savininkai pradės gauti realias lėšas, kurių dalis bus skirta žemėnaudos konversijai.

Atliekant apklausą norėta išsiaiškinti, kiek svarbi gyventojams žemės ūkio veikla kaip

pragyvenimo šaltinis ir kaip žemėnaudos konversija paveiktų jų gyvenimo sąlygas. Kitas svarbus klausimas, ką žmonės mano apie žemėnaudos konversiją apskritai, ar norėtų, kad būtų įvykdyta žemės naudmenų transformacija (žemė užsodinta mišku). Ne mažiau buvo svarbu sužinoti, ką žemės savininkai ketina ateityje daryti su savo žeme. Be to, pabandyta nustatyti, ar yra respondentų nuomonių skirtumų, suskirsčius juos į amžiaus grupes, taip pat pagal išsilavinimą ar valdomo ūkio dydį.

Analizuojant tiriamoje teritorijoje atliktos apklausos duomenis, paaiškėjo, kad didžiąją dalį žemės savininkų, kartu ir apklausiamųjų sudaro vyresni nei 60 metų asmenys, turintys gana menką išsilavinimą (beveik 40% – tik pradinį). Tai gali turėti įtakos žemėnaudos konversijos eigai, nes senesniems žmonėms yra sunkiau suprasti ir išaiškinti, kas dabar vyksta Lietuvoje ir kaip turėtų būti tvarkomas šiuolaikiškas ūkis.

Teritorijoje vyrauja smulkūs ir vidutiniai ūkiai: iki 5 ha ūkiai sudaro net 56% (visų apklaustųjų atžvilgiu), ūkiai nuo 5 iki 20 ha – 44%. Vidutinis ūkio dydis – apie 9 ha. Vis dėlto analizuotosios teritorijos dirvožemio našumo balas yra mažas, dauguma apklaustųjų savo žemę vertina kaip vidutinio našumo.

Dauguma respondentų (apie 60%) savo žemę naudoja žemės ūkio produkcijos gamybai, kiti – rekreacijai, kitoms reikmėms arba nenaudoja iš viso. Poilsiui žemę dažniausiai naudoja ne nuolatos šiose vietose gyvenantys žemės savininkai. Nepaisant to, kad dauguma respondentų žemę naudoja agrariniams tikslams, pats naudojimo intensyvumas nėra didelis ir iki šiol mažėjo. Paskutiniais metais ryškėja tendencija, kad žemė vėl pradedama intensyviau naudoti, nes už tai pradėtos mokėti įvairios išmokos iš ES fondų. Todėl ateityje prognozuojama, kad žemės ūkio naudmenų plotai neturėtų mažėti, o gal net kiek ir padidės.

Pajamas iš žemės ūkio veiklos, kaip vienintelį savo pragyvenimo šaltinį, nurodė tik apie 15% respondentų, tačiau Tauragnų seniūnijoje šis skaičius buvo kiek didesnis nei Vidiškių. Tuo tarpu pensiją, kaip pagrindinį pragyvenimo šaltinį, nurodė beveik 50% apklaustųjų. Matyt, kad pajamos iš žemės ūkio veiklos šiame regione daugeliui žemės savininkų yra tik papildomas pragyvenimo šaltinis, o ūkininkavimas vietiniams gyventojams yra daugiau įprotis nei būtinybė pragyventi. Be to, paklausus, kaip pasikeistų šeimos pajamos užsodinus žemės ūkio naudmenas mišku, tik apie 60% respondentų nurodė, kad prarastų tik papildomą (ne pagrindinį) pajamų šaltinį. Trečdaliui respondentų atrodė, kad tai neturėtų jokios įtakos jų pajamoms. Akivaizdu, kad žemėnaudos konversija mažai pakeistų kaime gyvenančių žmonių pajamas, kartu ir gyvenimo lygį.

Kadangi regiono demografinė padėtis labai prasta ir greitai gali nelikti kam ūkininkauti, labai svarbus lieka klausimas, ar kas nors iš šeimos narių ateityje galėtų ir norėtų perimti ūkį ir tęsti žemės ūkio veiklą. Atsakymai tiek Tauragnų, tiek Vidiškų seniūnijose buvo mažai paguodžiantys. Pasidomėjus, ar kas nors perims ūkį savininkams mirus ar pasenus, tik 7% buvo užtikrinti, kad taip bus, tuo tarpu beveik 30% respondentų tuo nebuvo tikri, o dar didesnė dalis jų nurodė, kad po jų nebebus kam ūkininkauti. Taigi, akivaizdu, kad didelės dalies šiuo metu dirbamos žemės ateityje nebebus kam dirbti ir kad gana greitai žemės pradės dirvonuoti. Šį procesą gali pakoreguoti iš ES fondų gaunamos lėšos, tačiau apie tai dar anksti kalbėti, nes reali pagalba kaimo gyventojams tik vos pradedama jausti, ir kas bus po 5 ar 10 metų, prognozuoti kol kas sunku.

Kadangi didžioji dalis kaimo gyventojų mano, kad po jų žemė liks dirvonuoti, labai svarbus klausimas buvo, ar jie norėtų savo žemę apsodinti mišku (konvertuoti). Atsakymai buvo labai netikėti. Tiek Tauragnų, tiek Vidiškių seniūnijų žemės savininkai (>70% respondentų) to daryti nenorėtų. Vidiškių seniūnijoje respondentai buvo nusistatę dar kategoriškiau, čia didesnis procentas nenorėtų savo žemės užsodinti mišku. Todėl nenaudojamų žemių ateityje turėtų daugėti, o jų tvarkymo problema būtų vis aktualesnė. Susidaro keista situacija, kai žmonės savo žemę, įvardydami nenašia, išnaudoja neintensyviai, tačiau nenori, kad ji būtų visiškai transformuota (užsodinta mišku). Tik nedidelė dalis (kiek daugiau nei 6%) sutiktų, kad jų žemė būtų ištisai apsodinta mišku.

Dar vienas įdomus faktas yra tas, kad nei vienas respondentas nepageidavo gauti geresnės kokybės žemės kitoje vietoje, jei jų žemė būtų apsodinama mišku privaloma tvarka. Tai rodo labai didelį prisirišimą prie nuosavos (tėvų, senelių) žemės ir tai, kad svetima žemė (nors ir geresnė) nėra toks reikšmingas veiksnys. Visa tai gali tapti didele kliūtimi atliekant žemėnaudos konversijos projektavimo, ypač vykdymo darbus.

Be to, net ir užsodinus dirbamas žemes mišku (jei tai įvyktų), 80% respondentų atsakė, kad vis tiek liktų kaime, nes nenori ar neturi kur išvykti, taip pat kad jiems brangi tėvų žemė, kurioje jie gimė, išaugo. Ir tik apie 5% sutiktų išvykti.

Norint, kad žemėnaudos konversija vyktų sėkmingai, reikalingas pakankamas ir savalaikis finansavimas. Nė vienas iš apklaustų respondentų neatsakė, kad miškų sodinimas nenašiose žemės ūkio naudmenose būtų atliktas tik už žemės savininkų (t.y. jų pačių) lėšas. Iš visų apklaustųjų tik 15 % sutiktų bendrai pasidalyti išlaidas, apie 30% mano, kad tuo turėtų rūpintis valstybė, tačiau dauguma iš viso nenorėtų, kad jų žemės būtų apsodintos mišku, ir pinigai jiems lyg ir nesvarbu.

3. Skirtingų respondentų grupių nuomonės dėl žemėnaudos konversijos analizė

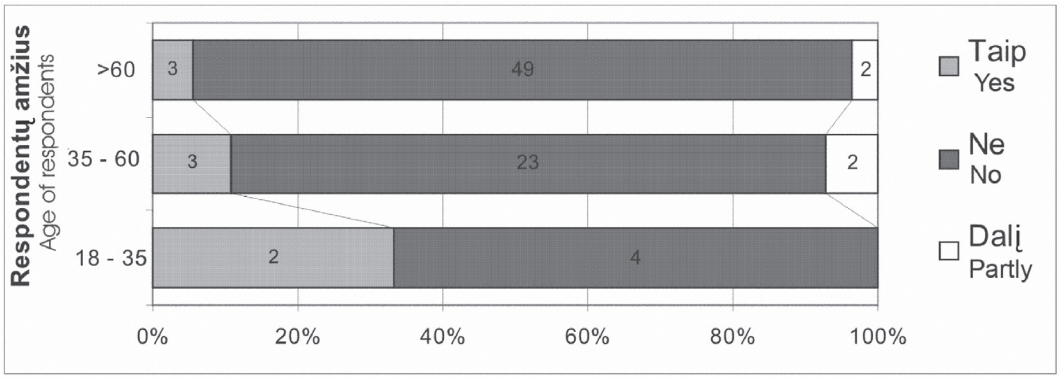
Analizuojant apklausos duomenis, susijusius su žemėnaudos konversija, išryškėjo kai kurie skirtumai, kurie priklauso nuo pačių respondentų – jų amžiaus, išsilavinimo ar net nuo to, kokio dydžio žemės plotus jie valdo. Tai gana svarbu dėl tos priežasties, kad su įvairiomis žemės savininkų grupėmis reikės dirbti skirtingą aiškinamąjį darbą, norint pakeisti jų nuomonę ir kad žemėnaudos konversijos eiga būtų sėkminga. Analizė atlikta Vidiškių seniūnijoje, kadangi būtent joje 2004–2005 metais vykdyti tyrimai ir gauti naujausi ir detaliausi duomenys (Rukas, 2006).

Apklaustieji žemės savininkai buvo suskirstyti į tris grupes: jaunesnieji – nuo 18 iki 35 metų, vidutinio amžiaus – 35–60 metų ir vyresnieji – >60 metų.

Palyginus skirtingo amžiaus gyventojų išsilavinimą, matyti, kad jaunesni turi dažniausiai vidurinį išsilavinimą, tačiau aukštesniojo ar aukštojo išsilavinimo gyventojų beveik nėra. Tuo tarpu vidutinio amžiaus grupėje 19% respondentų įgiję aukštąjį ar aukštesnįjį išsilavinimą, o tarp vyresniųjų tokių yra tik apie 4%. Be to, tarp vyresniojo amžiaus respondentų net 82% turimas išsilavinimas žemesnis nei vidurinis. Tokie skirtumai paaiškinami tuo, kad jauniausiosios amžiaus grupės apklaustųjų kaime gyvena gana nedaug, o sugebėję įgyti geresnį išsilavinimą paskutinį praėjusio amžiaus dešimtmetį emigravo į miestus. Vyresnieji gyventojai, turintys aukštesnį nei vidurinis išsilavinimą, jau turėjo darbą ir jų išvažiavo mažiau. Gana didelį vyresniojo amžiaus gyventojų, neturinčių viduriniojo išsilavinimo, skaičių lemia istorinės priežastys.

2 paveiksle kuriame parodyta atsakiusių į klausimus respondentų procentas ir skaičius, matyti, kad keisti žemės paskirtį (apsodinti mišku) sutiktų 33% jauniausios grupės respondentų. Vyresnieji gerokai konservatyvesni (18% vidutinio amžiaus apklaustųjų sutiktų, o vyresniųjų tik – 10%). Skirtumas tikriausiai nulemtas laisvesnio jaunų žmonių požiūrio į žemę, jie ne tokie sentimentalūs. Vyresniųjų amžiaus grupių argumentai daugiausiai buvo ne ekonominiai ir dažnai neracionalūs („mano tėvas čia mišką kirto ir kelmus rovė, tai negi dabar vėl viską užsodint?“).

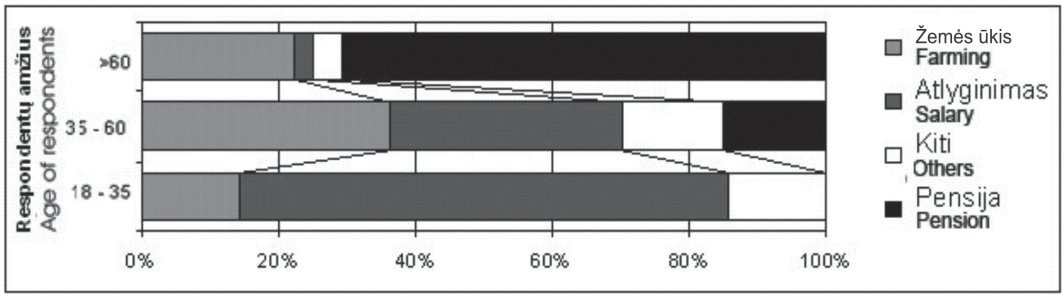
Žemės ūkis, kaip pagrindinis pragyvenimo šaltinis svarbiausias vidutinio amžiaus grupei (net 46 %). Tai būtų galima paaiškinti tuo, kad jaunimas gali greičiau keisti kvalifikaciją, išvažiuoti kitur, susirasti geriau apmokamą darbą, o vyriausieji dažniausiai turi pastovias pajamas, nesusijusias su žemės ūkio veikla (pvz., pensiją). Tik 17% jauniausios grupės respondentų atsakė, kad pajamos iš žemės ūkio veiklos jiems yra pagrindinės. Matyti, kad jauni dirbantys žmonės turi mažiau laiko ir noro užsiiminėti palyginti mažai naudos duodančia žemės ūkio veikla (3 pav.).



2 pav. Įvairių amžiaus grupių žemės savininkų nuomonė dėl to, „ar norėtų keisti žemės paskirtį“
Fig. 2. *Opinion of different age groups of land owners about land conversion*

Geriausiai savo finansinę padėtį vertina jauniausieji respondentai (83% jų teigia gyvenantys vidutiniškai, 17% – skurdžiai). Kitų amžiaus grupių požiūriai šiuo klausimu sutampa ir yra gerokai pesimistiškesni (prie skurdžiai gyvenančių save priskiria 35% apklaustųjų). Matyt, kad optimistiškiausiai į esamą padėtį žvelgia jauniausioji karta. Turbūt jaunimas jaučia mažiausiai sentimentų, trukdančių mąstyti racionaliau.

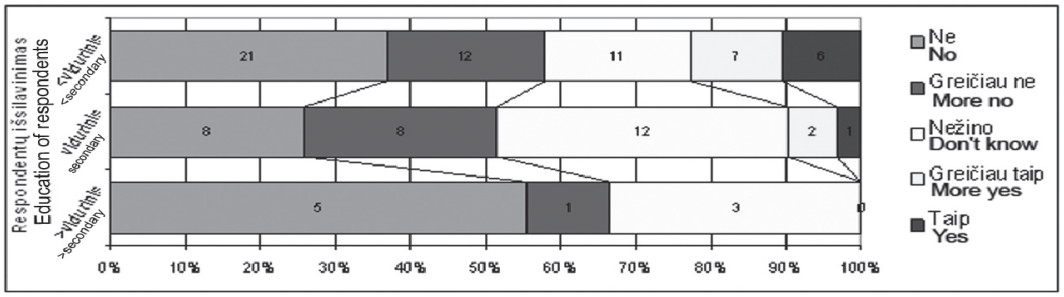
Skirtumų galima pastebėti ir lyginant skirtingo išsilavinimo respondentų grupes. Geriausiai savo žemę vertina vidurinį išsilavinimą turintys respondentai (tik 29% apibūdino ją kaip prastesnę už vidutinę). Tačiau būtent jie nepalankiausiai nusiteikę prieš žemės apsodinimą mišku (net 19%). Turintys kitokį išsilavinimą žemę vertina gerokai prasčiau (apie 45% mano, kad žemė yra bloga), tačiau keisti jos paskirtį norėtų tik 10% .



3 pav. Įvairių amžiaus grupių žemės savininkų pajamų šaltiniai
Fig. 3. *Sources of living of different age groups of land owners*

Žemės ūkio veikla kaip pagrindinis pajamų šaltinis visiškai nesvarbus turintiems aukštąjį išsilavinimą. Žemesnį išsilavinimą turintys kaimo gyventojai žemės ūkį, kaip svarbų pajamų šaltinį nurodė gerokai dažniau (apie 35%). Tai paaiškinama tuo, kad aukštesnį išsilavinimą turintys respondentai turi ir geriau apmokamą darbą

Paklausus, ar kas nors perims ūkį, nuomonės pasiskirstė priklausomai nuo išsilavinimo lygio: kuo aukštesnis respondentų išsilavinimas, tuo rečiau jie tikisi, kad ūkis bus perimtas (4 pav.). Tarp turinčių aukštąjį išsilavinimą apklaustųjų neatsirado nė vieno, kuris tikėtųsi kam nors palikti ūkį, o iš mažiausiai išsilavinusių „taip“ ir „tikriausiai taip“ atsakė net 23% respondentų. Natūralu, kad didžioji dalis „jaunesniųjų“ respondentų neturėjo atsakymo į klausimą, ar kas nors po jų perims ūkį. Juk būsimieji paveldėtojai dar maži ar net visai negimę. Kad ūkis bus perimtas ir žemė dirbama toliau, labiausiai įsitikinę vyriausieji žmonės, bet vis tiek jų skaičius tesiekė 20%.



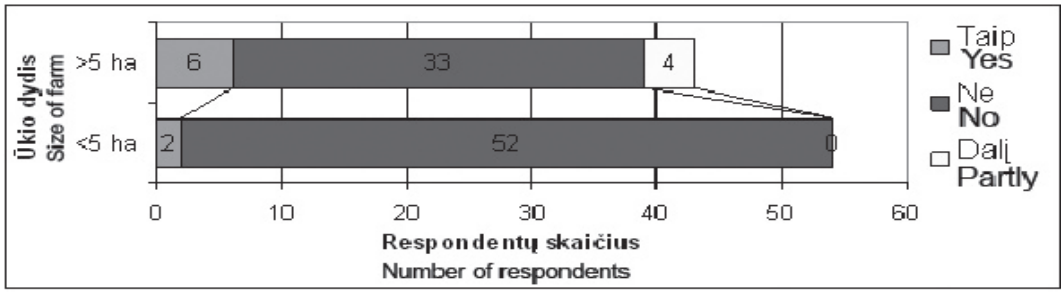
4 pav. Ūkio paveldimumo priklausomybė nuo žemės savininkų išsilavinimo
Fig. 4. *Dependence of farm land inheritance on the education of land owners*

Buvo pabandyta nustatyti skirtumus tarp respondentų, valdančių skirtingus žemės plotus. Analizuojant buvo pasirinkti ūkininkai, turintys mažiau 5 ha žemės ir daugiau nei 5 ha žemės.

Pasirodo, didžiąją dalį didesnių kaip 5 ha ūkių valdo vyriausiosios amžiaus grupės atstovai. Priežastis tikriausiai ta, kad vyriausiosios kartos atsiimta tėvų žemė dar nėra išdalyta vaikams ir anūkams.

Nors žemės kokybę blogai ir labai blogai abiejose grupėse įvertino vienoda dalis respondentų, tačiau didesnių nei 5 ha ūkių grupėje įvertinimas „gerai“ sudarė 7%, o kitoje grupėje tokio vertinimo iš viso nebuvo. Taigi žemės kokybę palankiau vertina didesnių ūkių savininkai. Gali būti ir taip, kad didesniuose ūkiuose žemė iš tikrųjų yra kiek geresnė.

Keisti žemės paskirtį (visą užsodinti mišku) norėtų tik 4% mažesnių ūkių savininkų. Tai gerokai mažiau, palyginti su didesnių ūkių savininkais, tarp kurių pakeisti žemės paskirtį sutiktų net 23% respondentų (5 pav.). Tai susiję su dar nepriklausomybės pradžioje suformuotais mažažemių, taip vadinamų „trihektarininkų“ ūkiais, kurie gautą žemę dažniausiai naudoja savo reikmėms tenkinti.



5 pav. Skirtingų ūkių dydžių žemės savininkų nuomonė dėl to, „ar norėtų keisti žemės paskirtį“
Fig. 5. *Opinion of different size land owners about land conversion*

Tik 13% mažųjų ūkių savininkų tikisi, kad kas nors paveldės jų ūkį. Tai mažiau, palyginus su didesnių ūkių savininkais, kur ūkį kažkam palikti planuoja 21% respondentų. Priežastis gali būti ir ta, kad mažesnių ūkių savininkai yra palyginti jaunesni, tad daugelis dar neplanuoja savo ūkio perduoti kitiems.

Išvados

1. Nors žemės ūkis tradiciškai laikomas kaimo gyvenimo pagrindu, jis padeda pragyventi tik maždaug trečdaliui analizuotojo regiono kaimo gyventojų. Todėl žemės ūkio veikla Šiaurės rytų Lietuvoje yra papildomas, bet ne pagrindinis pragyvenimo šaltinis ir žemėnaudos konversija (užsodinimas mišku) kaimo gyventojų pragyvenimo lygiui didesnės

įtakos neturėtų. Nuomonė, kad žemės ūkis yra pagrindinis kaimo žmonių pragyvenimo šaltinis, yra mitas, nes tik 34% respondentų nurodė jį kaip pakankamai svarbų.

2. Daugiau kaip pusę žemės ūkiu užsiimančių žmonių sudaro asmenys, vyresni kaip 60 metų, kurie netolimoje ateityje žemės nebegalės dirbti ir turės ūkį perduoti kitiems. Tačiau tik 7% apklaustųjų yra visiškai tikri, kad bus kam paveldėti jų ūkį. Todėl žemės ūkyje naudojami plotai artimiausiu laiku neturėtų plėstis.

3. Nors dauguma žemės savininkų mano, kad jiems mirus ar pasenus jų ūkio nieks neperims, daugiau nei 70% užsodinti savo žemės mišku nenorėtų, dažniausiai dėl neracionalių priežasčių. Todėl renatūralizacijos procesai regione vyksta ir vyks nekontroliuojami.

4. Keisti žemės paskirtį (apsodinti mišku) sutiktų 33% jauniausios grupės respondentų, kurie ne taip sentimentalūs ir „neprisirišę" prie žemės. Vyresnieji gyventojai – gerokai konservatyvesni (18% vidutinio amžiaus apklaustųjų mišku apsodinti žemę sutiktų, o vyresniųjų tik – 10%). Užsodinti mišku savo žemę norėtų tik 4% mažesnių ūkių savininkų. Tai gerokai mažiau, palyginti su didesnių ūkių savininkais, tarp kurių pakeisti žemės paskirtį sutiktų net 23% respondentų.

5. Žemės ūkis, kaip pragyvenimo šaltinis svarbiausias vidutinio amžiaus žemės savininkams (net 46%), nes jaunimas gali greičiau keisti kvalifikaciją ar išvažiuoti, o vyresnieji turi pastovias pajamas, nesusijusias su žemės ūkio veikla (pvz., pensiją).

6. Norint, kad žemėnaudos konversijos darbai būtų sėkmingi, reikalingas plataus masto ir atskiras aiškinamasis, šviečiamasis darbas su skirtingomis žemės savininkų grupėmis.

Literatūra

Agrarinės žemėnaudos konversijos pasekmių prognozė : Ataskaita (2000) / Geografijos in-tas, Vilnius.

Dėl žemės ūkio ministro 2004 m. vasario 27 d. įsakymo Nr. 3D-72 „Dėl mažiau palankių ūkininkauti vietovių" pakeitimo (2004), *Valstybės žinios*, 2004, Nr. 78-2735.

Dėl mažiau palankių ūkininkauti vietovių (2004), *Valstybės žinios*, 2004, Nr. 34-1111.

Dėl mažiau palankių ūkininkauti vietovių patvirtinimo (2002), *Valstybės žinios*, 2002, Nr. 6-246.

Lietuvos apskritys (2004) / Statistikos departamentas, Vilnius

Pakalnis R., Milius J. (1999). Žemėveikslių struktūros kaita, vertinant kraštovaizdžio mozaikiškumą, sąskaidą, žemėnaudos pokyčius: Ataskaita/Botanikos in-tas, Vilnius.

Ribokas G., Milius J. (2001). Agrarinės žemėnaudos transformacijos XX a. sudėtingų ūkinių sąlygų teritorijose, *Geografija*, 37(2), p. 65–72.

Rukas V. (2006). Žemėnaudos konversija Rytų Lietuvoje (Ignalinos rajono savivaldybės Vidiškių kadastrinės vietovės pavyzdžiu): Diplominis darbas (vad. G. Ribokas) / Vilniaus un-tas.

Utenos apskrities kaimo gyvenamosios vietovės ir jų gyventojai (2003) / Statistikos departamentas, Vilnius.

Gintaras Ribokas[1], Vytautas Rukas[2]
[1]*Institute of Geology and Geography, Vilnius*
[2]*Vilnius University*

Land Use Conversion Patterns in the Territories Unsuitable for Farming

Summary

After restoration of self-dependence the changes of agrolandscape take place on a huge scale. The form of land management was changed in essence. The land of collective use in the Soviet years today regained its owners. After the land restitution, many private small plots of land appeared whose owners were not ready to use them for farming. In some Lithuanian regions the farming activity became unprofitable. The farm lands were abandoned and rapid uncontrolled renaturalization processes set in. There appeared recommendations how to manage the territories unsuitable for farming. Forestation, development of untraditional farming and rural tourism were indicated as the most rational solutions. Yet little attention was paid to the opinion of land owners themselves. The present article is an attempt to find out the opinion of land owners about successful land use conversion.

Though farming is traditionally considered as a basis of rural life it helps to earn living only to one third of rural population of analysed region. Therefore, farming in East Lithuania is a supplementary but not basic source of living. The land use conversion (forestation) would not noticeably influence the living standard of rural population. The opinion that farming is the main source of living of rural population is a myth as only 34% of respondents indicated it as really important one.

More than a half of people engaged in farming are represented by persons aged sixty and more. In the nearest future, they will be unable to work and will farm out. Yet only 7% of them are sure that their farm will be succeeded. Thus, the area used for farming will not expand in the nearest future.

Though the majority of land owners have no successors, about 70% are irrationally unwilling to forest their lands. The renaturalization processes will, presumably, continue uncontrolled.

About 33% of respondents would agree to have their land forested. They belong to the group of younger land owners and are not sentimentally attached to the land. The older respondents are more conservative (18% of middle-aged and only 10% of elderly land owners would agree to have their land forested).

Farming is a source of living for middle-aged land owners (even 46%). The young people more readily change their qualification and leave villages whereas elderly people have stable incomes from other than farming sources (e.g. pensions).

Only 4% of small land owners would like to forest their land. This is quite a few in comparison with the owners of larger plots of land. Even 23% of the latter would agree with the land conversion.

Successful conversion of farm lands requires wide-scale educational work with different groups of land owners.