

## Pleistoceno morenų granulimetrinės sudėties santykinės entropijos kaitos ypatumai Pietų Lietuvoje

---

Valentinas Baltrūnas,  
Violeta Pukelytė

Baltrūnas V., Pukelytė V. Variability peculiarities of relative entropy of Pleistocene till grain-size in South Lithuania. *Geologija*. Vilnius. 2003. No. 42. P 45–50. ISSN 1392-110X.

Assessment of relative entropy has been performed on the basis of averaged data on grain-size for separate till beds identified stratigraphically. Calculation of relative entropy for South Lithuanian Pleistocene tills and determination of their variability peculiarities enabled to conclude that relative entropy of till composition describing the uniformity in component distribution according to conditional parameters (fraction intervals) in fact reveals formation of tills by means of matter dispersion (mixing) and compacting (concentration). Relative entropy of a number of till components (grain-size fractions) in glacial beds of different age differs and indicates different parameters of glacier dynamics and movement routes. It also became obvious that relative entropy of till grain-size in the direction of glacier movement is notable for repetition of variations due to saturation of lower glacier layers with till matter up to its maximum concentration and related settling. Saturation of ice with till matter takes place during the process of grinding and mixing of transitional and local exarational matter to a till mixture with its density (volumetric weight) being the highest, *i.e.* close to optimum mixture.

**Keywords:** South Lithuania, Pleistocene till, grain-size, relative entropy

Received 10 February 2003, accepted 12 March 2003

Valentinas Baltrūnas, Violeta Pukelytė. Institute of Geology and Geography, T. Ševčenkos 13, LT-2600 Vilnius, Lithuania. E-mail: [valbal@geologin.lt](mailto:valbal@geologin.lt)

---

### ĮVADAS

Pleistoceno morenų sudėtis (granulimetrinė, mineralinė, cheminė ir kt.) nuo seno naudojama pleistoceno storymių stratigrafiam skaidymui ir gretinimui. Tačiau didelė sudėties kaita to paties sluoksnio pjūvyje ar tįsoje (plote) vertė naudoti įvairius statistinius metodus (faktorinę, klasterinę, koreliacinę analizę ir pan.), kurie leido gana patikimai apibūdinti morenų sudėtį vienos ar kelių komponentų atžvilgiu lyginamuose pjūviuose ar plotuose. Tos pačios morenos sudėties ir savybių kitimo ypatumai konkrečiuose pjūviuose dažnai yra fiksuojami ir traktuojami kaip genetinių atmainų, faciųjų, pakartotinių

ledyno užslinkimų, vietinių uolienu asimiliacijos netolygumo, ledyno dinamikos, posedimentacinių ir kitokių procesų pasireiškimas. Tebesitęsia diskusija apie tai, kas lemia pagrindinės morenos didelį tankį: ar ledyno statinis ir dinaminis slėgis nuogulų akumuliacijos metu (Lavrushin, 1980; Gaigalas ir kt., 1985), ar tik granulimetrinių frakcijų santykis (Kriger, 1978), ar glacialinė nuogulų genezė (Vereisky, 1978). Ledyno apatinėje dalyje vykstantiems procesams pažinti padeda panašių procesų tyrimai dabartiniuose ledynuose (Boulton et al., 1999, 2001; Hindmarsh, 1996; Khatwa and Tulaczyk, 2001; Knight, 1997; Knight et al., 2000; Lyså and Lønne, 2001; Müller and Schlüchter, 2001; Piotrowski et al., 2001; Wal-

ler, 2001). Žemyninio apledėjimo periferinėse dalyse, ypač senesnio amžiaus morenų, giliai slūgsančių, nematomų atodangose ir pasiekiamų tik gręžiniais, granulimetrinės sudėties kaita ledyno slinkimo kryptimi tebėra mažai pažinta. Šio darbo tikslas – pasinaudojant morenų sudėties granulimetrinių tyrimų medžiaga, atlikti stratigrafiškai identifikuotų morenų sudėties santykinės entropijos kitimo analizę.

Šios publikacijos autoriai santykinę entropiją yra naudoję pleistoceno storumės litologiniam kaitumui įvertinti atskiruose Pietų Lietuvos plotuose (Baltrūnas, 1995). Visos gręžinių pjūviuose rastos nuogulos skaičiavimams buvo suskirstytos į tris grupes: 1 – moreninės nuogulos, 2 – molis ir aleuritas, 3 – žvyras, žvirgždingas smėlis ir smėlis. Taigi maksimali trikomponentė sistemos entropija  $H_m$  sudarė 1,0986. Kiekvieno gręžinio pjūvio entropija ( $H_r$ ) ir santykinė entropija ( $S = H_r / H_m$ ) buvo apskaičiuojamos pagal formules (Miller, Kahn, 1965). Atsižvelgiant į pokvarterinio ir dabartinio paviršiaus ypatumus, buvo sudarytos atskirų plotų pleistoceno storumės santykinės entropijos (litologinės kaitos) schemas. Praktikoje dažniau ir sėkmingiau entropijos funkcija naudojama įvertinant įvairios genezės nuosėdų išrūšiuotumą ir nustatant sedimentacijos zonas (facijas) (Brieva, Montes, 1995 ir kt.).

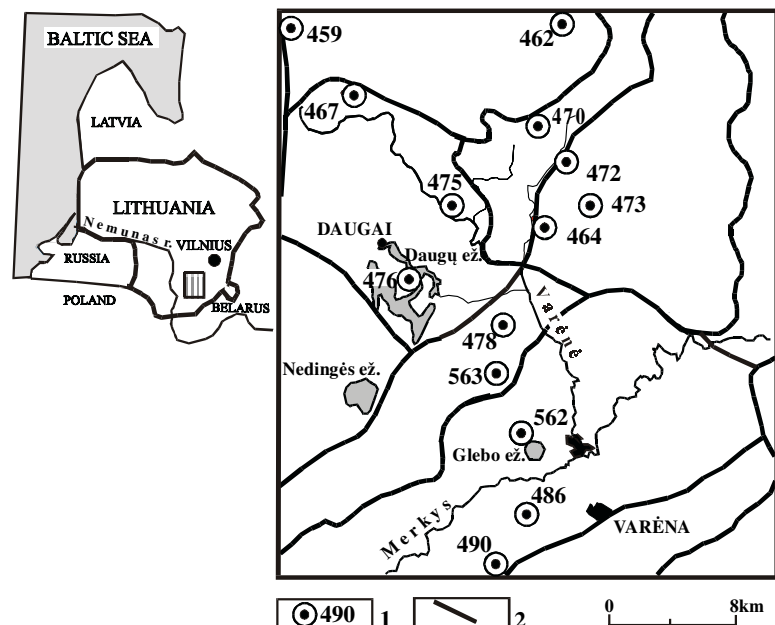
Taip pat pabandyta įvertinti pleistoceno morenų granulimetrinės sudėties santykinės entropijos (toliau –  $S$ ) kaitą pagal sluoksnio tįsą ledyno slinkimo kryptimi (Baltrūnas, 1995; 2002). Tam buvo panaudota atskirų nuodugnai tirtų plotų stratigrafiškai identifikuotų morenų vidurkinė granulimetrinė sudėtis (8-ių frakcijų) ir apskaičiuota jų  $S$ . Lyginant trijų nutolusių plotų morenų granulimetrinės sudėties  $S$ , buvo nustatyta, kad ledyno slinkimo kryptimi (ir jai artima)  $S$  reikšmė truputį padidėja visuose 5–6 stratigrafiškai identifikuotuose morenų sluoksniuose. Visų morenų  $S$  padidėjimas kas kilometrą yra panašus, tarp kai kurių morenų reikšmių panašumas didesnis. Tačiau paaiškėjo, kad granulimetrinės sudėties  $S$  kaita tarp atskirų morenų tuose pačiuose plotuose yra labai skirtinga. Manoma, kad atskirų plotų duomenų suvidurkinimas slepia daug vertingos informacijos, taip pat ir apie sedimentacijos ypatybes.

## METODIKA

Įvertinant morenų sudėties kaitą ledyno slinkimo kryptimi buvo panaudotas santykinės entropijos metodas, kuris jau senokai taikomas geologijoje (Mil-

ler, Kahn, 1965). Tai – termodinamikoje naudojamos funkcijos pritaikymas. Termodinaminės būsenos gali būti pusiausvirosios ir nepusiausvirosios (Kalačė ir kt., 1982). Termodinaminė pusiausvirosi būseną yra tada, kai į ją patekusi sistema savaime iš jos nebegali išeiti. Tokioje būsenoje parametrai nekinta. Nepusiausvirosi termodinaminė būseną yra tuomet, kai būsenos parametrai kinta arba jų pastovumą palaiko išorinės sąlygos. Tokiose sistemose susidaro tam tikri srautai, pavyzdžiui, pernešama masė, energija, elektros krūvis ir pan. Jeigu ledyno formuojamą moreną (ją sudarančių komponentių mišinį) traktuosime kaip daugiakomponentę sistemą, tai pusiausvirosios būsenos sistemos modelį galėsime taikyti jau akumuliuotai (nusėdusiai) morenai, o nepusiausvirosios – dar ledyne besiformuojančiai morenai. Mūsų atliktame tyrime jau akumuliuota morena traktuojama kaip izoliuota sistema sąlygiškai pusiausvirosios būsenos. Entropija  $H$ , kaip būsenos funkcija, yra išreiškiamą:  $H = -\sum p_i \log p_i$ ; čia  $p_i$  i-tosios komponentės dalis sistemoje, o  $\sum p_i = 1$ . Naudojama santykinė entropija išreiškia stebimos sistemos entropijos santykį su maksimalia sistemos entropija:  $S = H_r / H_m$ . Pastaroji išraiška yra patogi palyginti skirtingas sistemas (morenas) ir pavaizduoti grafiškai.

Analizei buvo pasirinktas gana gerai ištirtas 1200 km<sup>2</sup> plotas Daugų ir Varėnos miestelių apylinkėse Pietų Lietuvoje (1 pav.). Tyrimo objektu pasirinktas pilniausias ir stratigrafiškai patikimiausias identifikuotas pleistoceno storumės pjūvis per 4 grę-



1 pav. Pleistoceno morenų granulimetrinės sudėties santykinės entropijos kaitos tyrimų plotas Pietų Lietuvoje. 1 – tirtas gręžinys ir jo numeris, 2 – geomorfologinio mikrorajono riba (pagal Pukelytė, 2001)

Fig. 1. Area of Pleistocene till grain-size relative entropy studies in South Lithuania. 1 – borehole and its number, 2 – boundary of geomorphological microregion (according to Pukelytė, 2001)

žinius bei vidurinio pleistoceno Žemaitijos (Dniepr, Zaale, Odra) morenos Š–P krypties pjūvis per 10 gręžinių. Storumės stratigrafinis suskaidymas ir koreliacija atlikti pagal regione seniai naudojamus biostratigrafinius ir litostratigrafinius kriterijus (Kondratienė, 1996; Gaigalas, 1979, 1989, 1995, 2001; Baltrūnas, 1995; 2002). *S* kitimas įvertintas pagal atskirų stratigrafiškai identifikuotų morenų sluoksnių granulimetrinės sudėties vidurkinius duomenis. Granulimetrinės sudėties *S* buvo skaičiuojama tų pačių mėginių trijų granulimetrinių frakcijų grupių (mm): 1) 5–2; 2–1; 1–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,1; 0,1–0,05; 0,05–0,01; 0,01–0,005; <0,005; 2) 5–1; 1–0,1; 0,1–0,05; <0,05 ir 3) 5–1; 1–0,1; 0,1–0,01; <0,01.

### PLEISTOCENO MORENŲ GRANULIOMETRINĖS SUDĖTIES SANTYKINĖ ENTROPIJA IR JOS KAITA

Nagrinėtas stratigrafiškai pilniausias ir patikimiausias identifikuotas pleistoceno storumės pjūvis per keturis gręžinius (Nr. 459, 467, 475 ir 478), kuris jau yra skelbtas spaudoje (Baltrūnas, 1995; 2002). Šis pjūvis orientuotas ŠV–PR kryptimi išilgai palaidoto pokvarterinio paviršiaus paleoįrėžio, išsgraužusio pro kreidos karbonatines, molingas ir smėlingas nuogulas bei kai kur pasiekusio molingas triaso (Nr. 475) nuogulas. Pleistoceno storumę, kuri vietomis apima 262,5 m (Nr. 490), sudaro vidurinio ir viršutinio pleistoceno glacialinės, fluvioglacialinės, limnoglacialinės, taip pat patikimai identifikuotų Bu-

tėnų (Holšteino, Lichvino) ir Merkinės (Eemio, Mikulino) tarpledynmečių nuogulos. Nuodugnių litostratigrafinių tyrimų dėka išskirta 11 moreninių sluoksnių, kurie priklauso Dzūkijos ( $dz_1$  ir  $dz_2$  sluoksniai), Dainavos ( $dn_1$  ir  $dn_2$ ), Žemaitijos ( $žm_1$ ), Medininkų ( $md$  arba  $žm_2$ ), Varduvos ( $vr$ ), Grūdų ( $gr(d)$ ,  $gr(b)$ ,  $gr(žg)$ ) ir Baltijos ( $bl$ ) posvitėms.

Iš lentelės matyti, kad visų morenų granulimetrinės sudėties *S* atskirų frakcijų grupių yra panaši ir kinta tarp 0,662–0,919; vyrauja 0,850–0,890 reikšmės. Mažiausia *S* svyravimų amplitudė (0,768–0,919) yra 9-oje, o didžiausia (0,662–0,901) – antroje frakcijų grupėje. Tai daugiausia susiję su < 0,05 mm frakcijos didžiausia dalimi kai kuriose morenose, ir tai sumažina kiekybinio pasiskirstymo tolygumą tarp frakcijų. *S* vidurkis yra didžiausias pirmoje frakcijų grupėje (0,875), šiek tiek mažesnis trečiojoje (0,865) ir mažiausias antroje (0,852). Tai liudija didesnį frakcijų skaičiaus tolygesnį kiekybinį pasiskirstymą visoje pleistoceno storumėje.

Morenų granulimetrinių frakcijų *S* skirtumai tarp atskirų stratigrafiškai identifikuotų morenų taip pat akivaizdūs: didžiausia *S* yra Medininkų morenoje, kiek mažesnė – Baltijos ir Grūdų morenose. Mažiausia *S* būdinga Žemaitijos (pagal pirmą ir trečią frakcijų grupę) bei Varduvos morenai (pagal antrą frakcijų grupę). Morenų granulimetrinės sudėties *S* kaita sluoksniuose ŠV–PR kryptimi pasižymi kai kuriomis ypatybėmis. Štai nuo Butrimonių k. (gręž. Nr. 459) iki Sibiriškių k. (gręž. Nr. 467) visose morenose devynių frakcijų *S* kas kilometrą didėja

Lentelė. Pleistoceno morenų granulimetrinės sudėties santykinės entropijos (*S*) kaita Nr. 459, 467, 475 ir 478 gręžiniuose

Table. Relative entropy (*S*) changes of Pleistocene till grain-size distribution in boreholes Nos. 459, 467, 475 and 478

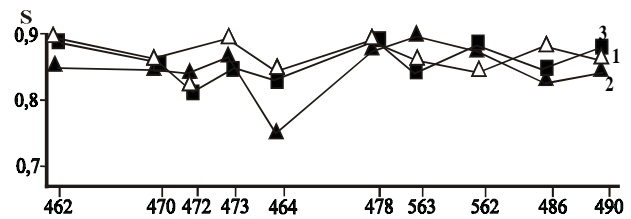
Indeksas Index	9 frakcijų <i>S</i> (I variantas) <i>S</i> of 9 fractions				4 frakcijų <i>S</i> (II variantas) <i>S</i> of 4 fractions				4 frakcijų <i>S</i> (III variantas) <i>S</i> of 4 fractions			
	Nr. 459	Nr. 467	Nr. 475	Nr. 478	Nr. 459	Nr. 467	Nr. 475	Nr. 478	Nr. 459	Nr. 467	Nr. 475	Nr. 478
<b>bl</b>	0,833	0,889	0,873	–	0,879	0,887	0,862	–	0,915	0,875	0,850	–
<b>gr</b>	0,880	0,884	0,872	0,919	0,873	0,787	0,854	0,892	0,879	0,859	0,854	0,909
<b>vr</b>	0,869	0,859	–	0,890	0,824	0,795	–	0,839	0,863	0,860	–	0,893
<b>md</b> ( $žm_2$ )	0,891	0,907	0,887	0,892	0,862	0,884	0,871	0,891	0,872	0,881	0,877	0,889
<b>žm</b> ( $žm_1$ )	0,853	0,895	0,768	0,894	0,895	0,885	0,662	0,892	0,851	0,857	0,716	0,900
<b>dn<sub>2</sub></b>	0,838	–	–	–	0,864	–	–	–	0,843	–	–	–
<b>dn<sub>1</sub></b>	–	0,889	0,879	0,789	–	0,878	0,870	0,663	–	0,869	0,865	0,799
<b>dz<sub>2</sub></b>	–	0,895	0,893	–	–	0,892	0,868	–	–	0,885	0,884	–

0,0007–0,009 dalimi. Nuo Sibiriškių k. iki Vaikantonių k. (grėž. Nr. 475) pastebimas  $S$  mažėjimas kas kilometrą 0,001–0,01 dalimi, o nuo Vaikantonių k. iki Gailių k. (grėž. Nr. 478)  $S$  vėl didėja. Toks pasikartojantis kitimas, tik kartais visiškai priešingas, pastebimas ir keturių sustambintų frakcijų  $S$  kaitoje.

Siekiant geriau suprasti morenų granulimetrinės sudėties entropijos kaitą pagal sluoksnio tįsą ledyno slinkimo kryptimi, buvo nuodugniau panagrinėtas geriausiai teritorijoje išsilaikiusios vidurinio pleistoceno Žemaitijos morenos pjūvis. Šis pjūvis tęsiasi 42 km iš Š į P per 10 grėžinių nuo Režnyčios k. (grėž. Nr. 462) iki Lavysos k. (grėž. Nr. 490). Jame 60–110 m gylje nenutrūkstamai tęsiasi 4–18 m storio dažniausiai rudas dolomitingas moreninis priemolis ir priemolis su retais smėlio ir molio lėšiais bei kreidos sistemos uolienu luistais. Ledyno slinkimo kryptimi morenos padas žemėja nuo +65 m iki –7 m absoliutaus aukščio. Prie pokvarterinio paviršiaus, sudaryto iš kreidos sistemos karbonatinių uolienu (kreidos, mergelio), morena tiesiogiai priartėja tik dviejose vietose (grėž. Nr. 473 ir Nr. 486). Keturiuose vietose (grėž. Nr. 462, 470, 478 ir 490) ši morena slūgso virš palinologiškai identifikuotų Butėnų (Holšteino, Lichvino) tarpledynmečio ežerinių nuosėdų. Priklausomai nuo morenos storio buvo paimta 1–10 mėginių analitiniais tyrimams. Šios morenos granulimetrinės sudėties  $S$  kiekviename grėžinyje buvo suvidurkinta į vieną arba dvi reikšmes.

Morenos trijų granulimetrinių frakcijų grupių  $S$  kaitai ledyno slinkimo kryptimi būdingas pasikartojimas (ritmiškumas), kartais antipodinis (2 pav.). Tai liudija, matyt, „sunkios“ moreninės medžiagos akumuliaciją (nusėdimą) tam tikru atstumu (kas 5–15 km), per kurį slenkantis ledas pasiekdavo didžiausią moreninės medžiagos koncentraciją, tankį bei svorį. Tai gali būti susiję su morenų granulimetrine sudėtimi, artima optimaliai mišinio sudėčiai, kuriai esant nuogulų tankis yra didžiausias. Iš dalies tai patvirtina gautų rezultatų palyginimas su Vidurio Lietuvos paskutiniojo apledėjimo morenos fizikinių ir mechaninių savybių bei sudėties formavimosi tyrimų duomenimis. Šie tyrimai parodė, kad Vidurio Lietuvos paskutiniojo apledėjimo skirtingo amžiaus moreninių nuogulų granulimetrinė sudėtis dažnai identiška arba artima optimalių mišinių granulimetrinei sudėčiai, o tai ir lėmė didelį morenų tankį (Marcinkevičius, 1988). Moreninių nuogulų tankiui savo ruožtu didelę reikšmę turi aukščiau slūgsančių nuogulų bei vėlesnių apledėjimų sukeltas slėgis.

Morenos granulimetrinės sudėties  $S$  palyginimas tarpusavyje pagal atskiras frakcijų grupes, taip pat su pokvarteriniu reljefu, iš dalies paaiškina vienokio ar kitokio kitimo struktūrą. Štai grėž. Nr. 472 devynių granulimetrinių frakcijų sumažėjusi  $S$  yra susijusi su ryškiau 0,5–0,25 mm frakcijos kiekio sumažė-



2 pav. Vidurinio pleistoceno Žemaitijos morenos granulimetrinės sudėties santykinės entropijos ( $S$ ) kaita šiaurės pietų kryptimi per grėžinius Nr. 462, 470, 472, 473, 464, 478, 563, 562, 486, 490. 1, 2, 3 – granulimetrinės sudėties variantai.

Granulimetrinių frakcijų grupės (mm):

1 – 5–2; 2–1; 1–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,1; 0,1–0,05; 0,05–0,01; 0,01–0,005; <0,005; 2 – 5–1; 1–0,1; 0,1–0,05; <0,05; 3 – 5–1; 1–0,1; 0,1–0,01; <0,01

Fig. 2. Relative entropy changes of Middle Pleistocene Žemaitija (Dniepr, Zaal, Odra) till grain-size distribution in the north-south direction through the boreholes Nos. 462, 470, 472, 473, 464, 478, 563, 562, 486, 490. 1, 2, 3 – grain-size variants.

Groups of grain-size fractions (mm):

1 – 5–2; 2–1; 1–0.5; 0.5–0.25; 0.25–0.1; 0.1–0.05; 0.05–0.01; 0.01–0.005; <0.005; 2 – 5–1; 1–0.1; 0.1–0.05; <0.05; 3 – 5–1; 1–0.1; 0.1–0.01; <0.01

jimu ir 0,25–0,1; 0,1–0,05 ir 0,05–0,01 mm frakcijų kiekio padidėjimu, o grėž. Nr. 562 – su 0,05–0,01 ir 0,01–0,05 mm frakcijų sumažėjusiu bei 0,5–0,25 ir 0,1–0,05 mm frakcijų padidėjusiu kiekiu.

Mintis, kad morenų granulimetrinės sudėties  $S$  kaita pagal ledyno slinkimo kryptį gali būti susijusi su geologinių struktūrų poveikiu glacialinei sedimentacijai, kol kas nepasitvirtino. Gautų  $S$  skaičiavimų palyginimas su išskirtais geomorfologiniais mikrorajonais (Pukelytė, 2001), šiame plote dažnai sutampantais su geologinėmis struktūromis (Baltrūnas, Bitinas, 1984), akivaizdaus ryšio neatskleidė. Štai grėžinių eilėje, einančioje iš ŠV į PV išilgai pokvarterinio paleoįrėžio bei dabartinio geomorfologinio mikrorajono (grėžiniai Nr. 467, 475, 478), visų tirtų morenų  $S$  kinta gerokai mažesniais atstumais (1 pav., lentelė). Tas pats pastebima ir nuodugniau tirtoje Žemaitijos morenoje (2 pav.).

Pastebėta, kad pokvarterinio paviršiaus uolienu poveikis Žemaitijos morenos sudėčiai tirtame pjūvyje yra vietinio pobūdžio ir pasireiškia pakitusia stambianuotrupinės medžiagos sudėtimi. Likusi morenos dalis pagal 9 frakcijų  $S$  yra palyginti gerai (tolygiai) išrūšiuota, didelio tankio. Didelė moreninės medžiagos koncentracija apatiniuose ledo sluoksniuose nors ir sudarė palankias sąlygas pagrindo uolienu abraziškai, vis tik stabdė šių ledo sluoksnių judėjimą ir spartino jų virtimą mažai ledinga ir pakankamai tankia morenine mase (Gaigalas, 1989; Khatwa and Tulaczyk, 2001; Lavrushin, 1980; Müller and Schlüchter, 2001; Piotrowski et al., 2001; Serebryanny, Orlov,

1989 ir kiti). Reikia sutikti, kad moreninių nuogulų sedimentacijai taip pat turėjo įtakos terminės ir hidraulinės sąlygos ledyno priedugninėje dalyje (Boulton et al., 2001; Waller, 2001; Knight, 1997; Serebryanny, Orlov, 1989 ir kiti), kurios tam tikromis aplinkybėmis galėjo iš esmės pakeisti sedimentogenezės pobūdį. Reikšmingiausias pagrindinės morenos komponentų išmaišymo ir tankio formavimo veiksnys vis tik yra glacialinė aplinka ledyno priedugninėje dalyje, kuri lėmė optimaliam mišiniui artimų moreninių nuogulų susidarymą ir nusėdimą, nors ir pasižymėjo kaičiomis dinaminėmis, terminėmis bei hidraulinėmis sąlygomis.

## IŠVADOS

1. Morenų granulimetrinės sudėties santykinė entropija, apibūdinanti komponentų pasiskirstymo tolygumą pagal sąlygiškus parametrus (šiuo atveju – frakcijų intervalus), iš esmės atskleidžia morenų sudėties formavimą egzaracinės medžiagos smulkinimo, išmaišymo, išsklaidymo ir tankinimo (koncentracijos didinimo) keliu. Morenų įvairių granulimetrinių frakcijų pasiskirstymo santykinė entropija skirtingo amžiaus glacialiniuose sluoksniuose skiriasi ir liudija nevienodus ledynų dinamikos parametrus bei slinkimo kelius.

2. Morenų granulimetrinės sudėties santykinė entropijai ledyno slinkimo kryptimi būdingas jos kaitos pasikartojimas (kas 5–15 km), kurį nulėmė ledyno priedugninės dalies nuolatinis prisotinimas morenine medžiaga iki didžiausios jos koncentracijos ir nusėdimo. Ledo prisotinimas terigenine medžiaga vyksta iki tokio moreninio mišinio, kurio tankis yra didžiausias, t. y. artimas optimaliam. Didžiausio tankio moreninis mišinys susidaro devynių granulimetrinių frakcijų santykinė entropijai artėjant prie 0,9.

3. Morenų granulimetrinės sudėties santykinės entropijos kaita erdvės požiūriu nėra aiškiai susijusi su dabartiniais geomorfologiniais mikrorajonais, dažnai paveldėjusiais geologinių struktūrų, galėjusių paveikti moreninės medžiagos sedimentaciją, kontūrus.

## PADEKA

Straipsnio autoriai nuoširdžiai dėkoja dr. Vytautui Marcinkevičiui už vertingas pastabas rengiant šią publikaciją spaudai, taip pat savo kolegoms, geologinio kartografavimo specialistams dr. Aleksandrui Šliaupai, Angelei Juškevičiūtei ir Ignui Norvaišui, padėjusiems šiame rajone tyrinėti pleistoceno storumės sandarą ir sudėtį, atlikti visą kompleksą ekspedicinių ir laboratorinių tyrimų. Autoriai taip pat dėkingi savo bendradarbei Liudmilai Statkūnienei, atlikusiai didelio kruopštumo reikalaujančius santykinės entropijos skaičiavimus.

## Literatūra

- Baltrūnas V., Bitinas A. 1984. Pietryčių Lietuvos kvartero nuogulų sandaros ypatybės. *Pabaltijo ir gretimų rajonų kvartero periodo paleogeografija ir stratigrafija*. Vilnius. 74–80 (rusų k.).
- Baltrūnas V. 1995. Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija. Vilnius. 180 p.
- Baltrūnas V. 2002. Stratigraphical subdivision and correlation of Pleistocene deposits in Lithuania (methodical problems). Vilnius. 74 p.
- Brieva J. A., Montes L. 1995. El analisis de entropia. Un metodo para determinar el grado de seleccion en un sedimento. Aplicacion en un area del Caribe Colombiano. *Geologia Colombiana*. **19**. 145–152.
- Boulton G. S., Dobbie K. E. and Zatzepin S. 2001. Sediment deformation beneath glaciers and its coupling to the subglacial hydraulic system. *Quaternary International*. **86(1)**. 3–28.
- Boulton G. S., Van der Meer J. J. M., Beets D. J., Hart J. K. and Ruegg G. H. J. 1999. The sedimentary and structural evolution of a recent push moraine complex: Holmstrømbreen, Spitsbergen. *Quaternary Science Reviews*. **18(3)**. 339–371.
- Gaigalas A. 1979. Glaciated sedimentation cycles of the Lithuanian Pleistocene. Vilnius. 98 p. (rusų k.).
- Gaigalas A., Ekman I., Melešytė M. 1985. Apie pleistoceno morenų granulimetrinės sudėties formavimą. *Baltarusijos kainozojaus nuogulų mineralogija ir geochemija*. (Mineralogija i geochimija kainozoiskich otloženij Belorussii). Minsk. 23–28 (rusų k.).
- Gaigalas A. I. 1989. Composition of macro-detrital material and moraine structure. *Moraines as a source of glaciological information*. Editor Kotljakov V. M. Moscow. 1989. 19–38 (rusų k.).
- Gaigalas A. 1995. Klastinių nuogulų ir uolienu granulimetrinė klasifikacija. Mokomoji priemonė. Vilnius. 25 p.
- Gaigalas A. 2001. Viršutinio (vėlyvojo) pleistoceno stratigrafija ir geochronologija. *Akmens amžius Pietų Lietuvoje*. Vilnius. 7–24.
- Hindmarsh R. C. A. 1996. Sliding of till over bedrock: scratching, polishing, comminution and kinematic-wave theory. *Annals of Glaciology*. **22**. 41–48.
- Khatwa A. and Tulaczyk S. 2001. Microstructural interpretations of modern and Pleistocene subglacially deformed sediments: the relative role of parent material and subglacial processes. *Journal of Quaternary Science*. **16(6)**. 507–517.
- Knight P. G. 1997. The basal ice layer of glaciers and ice sheets. *Quaternary Science Reviews*. **16(9)**. 975–993.
- Knight P. G., Patterson C. J., Waller R. I., Jones A. P. and Robinson Z. P. 2000. Preservation of basal-ice sediment texture in ice-sheet moraines. *Quaternary Science Reviews*. **19(13)**. 1255–1258.
- Kondratienė O. 1996. The Quaternary stratigraphy and paleogeography of Lithuania based on paleobotanic studies. Vilnius. 209 p. (rusų k.).
- Kruger N. I. 1978. Formation of physico-mechanical properties of a moraine (till). *Material composition of ground moraines* (Materials of the International Symposium). Moscow. 1978. 134–154 (rusų k.).

- Lavrushin Yu. A. 1980. Some general problems of morainic sedimentogenesis. *Processes of continental lithogenesis*. Editor Shanzer E. V. Moscow. 123–135 (rusų k.).
- Lyså A. and Lønne I. 2001. Moraine development at a small High-Arctic valley glacier: Rieperbreen, Svalbard. *Journal of Quaternary science*. 16(6). 519–529.
- Marcinkevičius V. 1988. Formation of physical and mechanical peculiarities of the moraines of the last glaciation in Middle Lithuania (Formation of the composition of moraine deposits). *Geologija*. 9. 125–136 (rusų k.).
- Müller B. U. and Schlüchter C. 2001. Influence of the glacier bed lithology on the formation of a subglacial till sequence-ring-shear experiments as a tool for the classification of subglacial tills. *Quaternary Science Reviews*. 20(10). 1113–1125.
- Piotrowski J. A., Mickelson D. M., Tulaczyk S., Krzyszkowski D. and Junge F. W. 2001. Were deforming subglacial beds beneath past ice sheets really widespread? *Quaternary International*. 86(1). 139–150.
- Pukelytė V. 2001. Reljefo įvairovė ir geomorfologinis rajonavimas. *Akmens amžius Pietų Lietuvoje*. Vilnius. 89–100.
- Serebryanny L. R., Orlov A. V. 1989. Sedimentational approach to the studies of moraines. Modern moraine forming: processes and settings. Analysis of the glacier formation and reconstruction of glaciodynamic settings. *Moraines as a source of glaciological information*. Editor Kotljakov V. M. Moscow. 65–137 (rusų k.).
- Vereisky N. G. 1978. Engineering-geological peculiarities of ground moraines of the Russian plain. *Material composition of ground moraines* (Materials of the International Symposium). Moscow. 155–165 (rusų k.).
- Waller R. I. 2001. The influence of basal processes on the dynamic behaviour of cold-based glaciers. *Quaternary International*. 86(1). 117–128.

Valentinas Baltrūnas, Violeta Pukelytė

**VARIABILITY PECULIARITIES OF RELATIVE ENTROPY OF PLEISTOCENE TILL GRAIN-SIZE IN SOUTH LITHUANIA**

**S u m m a r y**

The research was targeted at two identified Pleistocene sections, the fullest and most reliable stratigraphically, in South Lithuania. Assessment of relative entropy has been performed on the basis of averaged data on grain-size for separate till beds identified stratigraphically. Calculation of relative entropy for South Lithuanian Pleistocene tills and determination of peculiarities in their variability enabled to conclude that relative entropy of till composition describing uniformity in component distribution according to conditional parameters (fraction intervals) in fact reveals formation of tills by means of matter dispersion (mixing) and compacting (concentration). Relative entropy

of a number of till components (grain-size fractions) in glacial beds of different age differs and indicates different parameters of glacier dynamics and routes of their movement. It also became obvious that relative entropy of till composition in the direction of glacier movement is notable for repetition of variations due to saturation of lower glacier layers with till matter up to its maximum concentration and related settling. Saturation of ice with till matter takes place during the process of grinding and mixing of transitional and local exarational matter to a till mixture with its density (volumetric weight) being the highest, *i.e.* close to optimum mixture.

Валентинас Балтрунас, Виолета Пукялите

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ МОРЕН ЮЖНОЙ ЛИТВЫ**

**Р е з ю м е**

Для оценки изменений гранулометрического состава плейстоценовых морен Южной Литвы по направлению движения ледника был применен известный в геологии метод относительной энтропии. Объектом исследования явились наиболее полный, надежно стратиграфически идентифицированный разрез плейстоценовой толщи СЗ–ЮВ направления, а также разрез С–Ю направления широко распространенной среднеплейстоценовой жямайтской (днепровской, заалеской, одраской) морены. Оценка изменений относительной энтропии гранулометрического состава морен была выполнена для трех групп гранулометрических фракций. Определение и оценка относительной энтропии позволили выявить ряд особенностей ее изменения как в стратиграфическом разрезе, так и по простиранию одной и той же морены.

Значения относительной энтропии гранулометрического состава разновозрастных морен являются разными, однако повторяющимися по простиранию и свидетельствующими о постоянном факторе их осаждения. Повторяемость значений относительной энтропии, скорее всего, связана с измельчением и перемешиванием переносимого в леднике экзарационного материала до смеси, близкой к оптимальной. Моренные отложения наибольшей плотности (объемного веса) образуются при приближении их состава к составу оптимальной смеси, на которую косвенно указывают увеличивающиеся значения относительной энтропии распределения частиц по гранулометрическим фракциям.