

Lietuvos kvartero nuogulø genetiniai tipai ir potipiai: granuliometrinës sudëties ypatumai

Zigmas Malinauskas

Malinauskas Z. Genetic types and subtypes of Quaternary deposits in Lithuania: characteristics of granulometric content. *Geologija*. Vilnius. 2004. No. 45. P. 27–40. ISSN 1392–110X.

Statistical parameters of the granulometric composition of 744 samples of quaternary deposits from four geological-geographical regions of Lithuania (marginal and island uplands, planes above carbonates and planes above thick Quaternary) were statistically explored using correlation, factorial, cluster, and disperse analysis.

The indices of granulometric content were identified. The factors that influence grain distribution, and the characteristics of genetic subtypes and types according to certain variables and to the whole complex of variables were also established.

It was found that the main factor influencing the characteristics of Quaternary deposits is grains size. Other important factors include sorting-out and border magnitudes of the distribution fractions.

The disperse analysis of separate variables showed that according to the value of H_r 0.75 it is possible to separate glacial (gl), intraglacial (os, cmm, gt, cmlg), proglacial (fd, sd, ftr) deposits, and deposits of the secondary formation (alluvian, marine deposits, eolic). From these, according to the asymmetry (A) it is possible to identify marine deposits and eolian marine deposits according to (E)–fd excess.

The obtained statistical tables of all 16 subtypes of Quaternary deposits and their 95% reliability intervals (Tables 4–12) are recommended as a standard for determining the origin of buried deposits of unknown genesis.

Key words: granulometric investigations, genetic types, content, geological-geomorphological areas, Quaternary deposits, Lithuania

Received 20 October 2003, accepted 5 December 2003.

Zigmas Malinauskas. Department of Quaternary Geology, Institute of Geology and Geography, T. Ðevènkos 13, LT-2600 Vilnius, Lithuania

ÁVADAS

Dël kvartero sistemos nuogulø litologinës sudëties ir specifiðkumo sudëtinga nustatyti jø amþio ir formavimosi sàlygas, arba genezæ. Ávairios genezës nuosëdø tiek granuliometrinë, tiek mineralinë sudëtis formavosi tirpstant ledynams, susidarant morenai. Vëliau didelë dalis nuosëdø ilgà laikà buvo hidrodinamiðkai performuojamos: pirmiausia paðalinamos molio ir aleurito dalelës, kuriø vietoje lieka stambianuolaupinës nuosëdø frakcijos, paskui smëlio ir aleurito dalelës transportuojamos á ávairià aplinkà. Ðie nuosëdø performavimo procesai atsispindi granuliometrinëje sudëtyje bei jos statistinëse charakteristikose. Taigi pleistoceno nuogulø sudëtis ir savybës slepia turtingà jø atsiklojimo paleogeografinæ ir amþiaus informacijà. Tà-èiau jos atkûrimas, daugiausia besiremiantis pavirðiniø nuosëdø tyrimais, tampa problema, kai bandoma

tuos tyrimus pritaikyti giliau slûgsanëiai kvartero storiemei. Taip atsitinka dël to, kad dël grãþimo technologijos keliant kernà netenkama dalies litologinës informacijos (tekstûrø, stambianuolaupiniø frakcijø ir kt.), o tiriant pavirðines nuogulas kaip tik daug dëmesio skiriama tiems komponentams. Be to, tiriant pavirðines nuosëdas Lietuvoje bûta ir metodologiniø trûkumø: ilgà laikà nuosëdø daleliø tyrimui buvo naudojami 6 ar 12 sietø komplektai, kurie apsunkina patikimø statistiniø parametrø gavimà.

Nuosëdø genetinės priklausomybës atkûrimas yra bûtinas ir aktualus nustatant visos kvartero storiemës formavimosi dësningumus bei aktualus geonuotraumø, statybiniø medþiagø, vandens paieðkø darbams, ávairioms prognozëms ir kitiems taikomosios geologijos tikslams.

Tyrimø tikslas – nustatyti ir ávertinti kvartero nuogulø granuliometrinius dësningumus remiantis gra-

nuliometriniais statistiniais parametrais, pasiūlyti genetinės kilmės nustatymo metodiką, padedančią identifikuoti palaidotą nuogulę ledynmečio ir tarpledynmečio sąlygas.

Genetinių potipių etaloninių granulimetrinių statistinių parametrų skaitinės reikšmės buvo nagrinėjamos matematiniais statistikos metodais: koreliacijos, klasterine faktorine ir dispersine analizėmis. Tai leido nustatyti statistinių parametrų asociacijas, sudaryti 95% jų patikimumo intervalų diagramas, nustatyti genetinių potipių viena rūšies grupes, nuosėdų savybes nulemiančius veiksnius ir kt.

NUOGULŲ GENEZĖ

Pemyninių kvartero sistemos nuogulų genetinė priklausomybė dažniausiai Lietuvoje yra nustatoma remiantis teoriniais E. V. Šancerio (Шанцер, 1966) darbais apie genetinius tipus. Pagal nuosėdų pernešimo pobūdį ir jo etapus jis nuosėdas skirsto į kilmės kompleksus. Nuosėdų kompleksų dalys priklausomai nuo jų morfogenetinės specifikos ir dinaminės akumuliacijos formų priskiriamos atskiroms grupėms ir pogrupiams, iš kurių išskiriami genetiniai tipai. Kiekvienam genetiniam tipui būdinga sava slūgsojimo forma, ryšys su reljefo elementais, vertikali ir horizontali facijinė litologinė kaita. Šiais principais nuosėdas klasifikavo A. Gai-galas (Гайгалас и др., 1974; Гайгалас, Ярцев, 1992), A. Jurgaitis ir G. Juozapavičius (Юргайтис, 1984; Jurgaitis, Juozapavičius, 1989) ir kiti. Nors genetinių tipų sąvairovė yra didelė (1 lentelė), daugiausia nuosėdų yra ledyninės kilmės – tai paties ledyno ir jo tirpsmo vandenų nuosėdos. Pastarosios A. Jurgaitis, G. Juozapavičius ir kt. (Юргайтис, 1984; Juozapavičius ir kt., 1991) yra sudarę detalesnes genetines klasifikacijas (2 lentelė). Tačiau marginalinio genetinio tipo išskyrimas iš vidinio ledo pagal panašią nuogulų vidinę sandarą yra abejotinas. Litologiškai tiriant nuogulas dažniausiai iedkoma skirtumų tarp tipų ir potipių, tačiau jie dar mažai tiriama ploto atžvilgiu. Todėl tikras genetinių parametrų įvertinimas tebėra problematinis.

Kiti užsienio tyrinėtojai nuogulų klasifikacijos pagrindą ima terigeninės sedimentacijos aplinką – išskiriamos ledynų, upių, ežerų, jūros, lygumų aplinkos. Tarp ledyninių ir prieledyninių nuosėdų yra ozų, keimų, deltų, zandrų, ledyninių ežerų ar tekančių vandenų nuosėdos (Рейнек, Сингх, 1981; Рединг, 1990). Sedimentologai aplinką nustato facijų pagrindu. Jie pemyninių facijų grupėje išskiria ledyninę ir prieledyninę aplinkas ir kaip subaplinkos vienetus nurodo ežerų, ozų ir kt. facijas (Walker, 1984, Leeder, 1985) arba kraštutiniu atveju atsisako aprašyti kvartero geologijoje geomorfologinių vienetų ir subaplinkas dažnai skirsto į facijas (Brodzickowski, Van Loon, 1991). Pastaruoju metu P. Dinkūnas ir A. Jurgaitis (1998, 1998) irgi pradėjo taikyti šią iš papirus „modernią“, bet diskutuotiną nuosėdų klasifikaciją Lietuvos sąlygoms (tik supainiojo sąvokas faci-

1 lentelė. Kvartero nuosėdų genetinė klasifikacija			
Table 1. Genetic classification of Quarternary deposits			
Kilmė	Grupė	Pogrupis	Genetinis tipas
Ledyninė	Paties ledyno		Moreninis: abliacinis kraštinis duginis
	Ledyno tirpsmo vandenų	Ledyninis upių	Vidinio ledo Prieledyninis
		Ledyninis ežerų	Ledyninis ežerų
Vandens	Vaginių srautų		Aliuvis Proliuvis
	Ežerų		Ežerinis
Vėjo	Perpustytų nuosėdų		Eoliniai smėliai Liosai
Jūrinė			Terasinis Krantinis ir lagūninis Povandeninių volų
Dlaitinė (koliuvinė)	Gravitacinė	Kritimo koliuvis	Kritimo sancaupų Nubyrėjimai
		Šliaužimo koliuvis	Šliaužimo sancaupų (akumuliacija) Solifliukcinis
	Deliuvinė		Deliuvis
Eliuvinė (dūlėjimo) pluta	Dirvožemio		Dirvožemio
	Dūlėjimo plutos		Dūlėjimo plutos
Požeminio vandens	Ozų		Nuotėkio ir terigeninis
	Đaltinių		Klintiniai tufai ir travertiniai
Mišri			Eliuvinis-deliuvinis
			Deliuvinis-solifliukcinis

2 lentelë. Þvyro, smëlio ir molio telkinio genetinë klasifikacija (Juozapaviëius ir kt., 1991)
Table 2. Genetic classification of gravel, sand and clay (pagal Juozapaviëius et al., 1991)

Grupë	Pogrupis	Tipas	Potipis
Dûlëjimo þievës (e)		Eliuvis (e)	Termofrakcinis (et) Kriogeninis (ek) Chemogeninis (ech)
Deliuvinë (d)		Deliuvis (d)	
Fliuivialinë (f)		Aliuvis (a)	Vaginis (ar) Salpinis (ap) Deltos (ad)
Limninë (l)		Eþerinis (l)	Priekrantës (lp)
Ledyninë (g)		Pagrindinës morenos (g)	Lokaliuos morenos (gl)
Akvaglacialinë (ag)	Fliuvioglacialinis (fg)	Vidinio ledo (fgv)	Keimo (cm) Ozo (az)
		Marginalinis (fgm)	Kraðtinio gûbrio (fgt)
		Prieledyninis (fgp)	Zandro (sd) Deltos (fd) Terasos (ftr)
	Limnoglacialinis (lg)	Vidinio ledo (lgv)	Keimo (cm)
		Marginalinis (lgm)	Kraðtinio gûbrio (lgt)
		Prieledyninis (lgp)	Periferinës baseino dalies (lgpp) Duginis (lgd)
Eolinë (v)	Perfliacinis (vp)	Eolinio smëlio (vp)	
	Superfliacinis (vl)	Lioso (vl)	
Jûrinë (m)		Jûrinis (m) Sëklias (mm) Gëlavandenis (mg)	Priekrantës (mp)

3. lentelë. Kvartero nuosëdø genezë ir aplinka
Table 3. Genesis and surrounding of Quarternary deposits

Aplinka	Perneðimo	Srautas	Vanduo			Oras
		Ledas	Ledyno tirpsmo vandenø		Tarpledyninë	Prieledyninë
	Sedimentacijos	Ledyninë	Vidinio ledo	Prieledyninë	Tarpledymneëio	Tarpledymneëio
Nuosëdos	Morena (gl)	Ozø (oz)	Fliuvioglacialinio deltø (fd)	Upinës (al)	Eolinës (v)	
		Kraðtinio gûbrio (gt)	Fliuvioglacialinio terasø (ftr)	Jûrinës (m)		
		Keimø: miðriø (cmm), limnoglacialinio (lgl)	Zandrø (sd)	Eþerinës (l)		
			Prieledyninio eþerø (lg)			

jas skirstydami á litofacijas). Facijø ir litofacijø tyrimo metodikos naudojimas sedimentacijos produktams tirti yra teigiamas reikšminys, bet jø grupavimas pagal nuosėdø pernešimą ir nuosėdø kilmæ (morenos, deltø ir t. t.), ignoruojant geomorfologinæ sedimentacijos aplinkà, apsunkina klasifikacijos pritaikymà aplinkos paleogeografijos vystymosi rekonstrukcijai. Pagaliau nuosėdø tyrimo sėkmė yra ne naujø klasifikacijos sąvokø ar vienetø ieškojimas, o paėiø nuosėdø tyrimas.

Kvartero nuogulø medžiaginė diferenciacija priklauso nuo medžiagos sedimentacijos tam tikrose zonos. Medžiaga buvo perklostoma ledyno, ledyno tirpsmo vandens, vandens ir vėjø srautø. Nuo aplinkos specifiškumo ir srauto intensyvumo priklauso trupininės medžiagos diferenciacija, kuri didėja nuo moreninø link fluvioglacialiniø ir antrà kartà perforuotø nuogulø (3 lentelė).

KVARTERO NUOGULØ GRANULIOMETRINIAI TYRIMO METODAI IR DUOMENØ PALEOGEOGRAFINÈ REIKDMÈ

Granulimetriniai tyrimo metodai

Uolienø struktūra, arba granulimetrinė sudėtis, yra labai svarbi uolienos charakteristika. Granulimetrijos duomenys padeda klasifikuoti uolienas, išskirti frakcijas sudėties tyrimams, nustatyti atskiras frakcijas kaip naudingàjà iðkasenà, suskirstyti storumæ ir atlikti koreliacijà bei nustatyti buvusias aplinkas.

Sietø analizė yra vienas ið seniausiø ir efektyviausiø granulimetrinės sudėties nustatymo metodø. Egzistuoja àvairūs sietø standartai su skirtingu skaièiumi sietø, kurie suskirsto 2,5–0,04 mm daleles á granulimetrines klases. Standartà apibrėžia dviejø kaimyniniø sietø akueiø dydþiø santykis, vadinamas geometrinės progresijos rodikliu (GPR). Sietø kompleksus sudaro 36 (GPR – 1,1), 19 (GPR – 1,2), 12 (GPR – 1,2–1,6), 6 sietai (GPR – 2,2; 2,5; 1,0).

Lietuvoje iki 1975 m. buvo naudojamos ðeèiø (Geologijos valdybos organizacijose) ir dvylikos frakcijø (Geologijos institute) analizės. Ðiuose abiejuose kompleksuose nebuvo iðlaikytos tolygios geometrinės progresijos sąlygos. Detalesniems nuosėdø struktūros tyrimams reikėjo sietø standartø su didesniu granulimetriniø klasiø skaièiumi. Todėl straipsnio autorius, 1975 m. nvykæs á Kabardino-Balkarijos deimantiniø instrumentø gamyklà Tereke, suorganizavo 19 sietø komplekto tiekimà ir ádiegimà Geologijos institute. Ðis standartas, vykdant litologinius tyrimus, yra optimaliausias (Батурин, 1947; Рухин, 1969; Малинаускас, 1981; Методы..., 1984; Романовский, 1977, 1988).

Pirminiai granulimetrijos ir morfometrijos analizø duomenys, iðreikšti masės ir tūrio vienetais, yra

neiðraiškūs ir sunkiai palyginami, todėl juos dažniausiai tenka papildomai apdoroti grafiškai arba statistiškai. Pastaruoju metu vis daugiau tyrėjø siūlo statistikos parametrus skaièiuoti tik analitiškai.

Analitiniø rezultatø apdorojimas yra pagrastas empiriniø pasiskirstymo kreiviø statistikos parametruø apskaièiavimu naudojant momentø metodà. Ðis skaièiavimo būdas neturi alternatyvos. Ðiuo metu Lietuvoje taikoma G. Roþkovo ir F. Kulikovo (Рождков, Куликов, 1975) statistikos parametruø apskaièiavimo metodika ir programa, R. Zinkutės adaptuota asmeniniams kompiuteriams ir pavadinta „Sietan“. Programos ádiegimu institute autorius rūpinosi 1976–1980 metais. Ji ávertina pasiskirstymo dėsningumus, empirinio pasiskirstymo kreivės modališkumą, apskaièiuoja statistikos parametrus pagal svorà ir grūdeliø skaièiø, taip pat visus pasaulyje þinomus statistikos rodiklius bei kitus duomenis.

Granulimetriniø duomenø paleogeografinė reikdmė

Granulimetriniø duomenø interpretacija laikoma labai svarbiu nuosėdiniø uolienø tyrimo etapu. Ið jø charakteristikos stengiamasi atkurti sedimentacijos aplinkà (paleogeografijà) ar sąlygas (paleosedimentacijà), o gauti parametrai laikomi etaloniniais nustatant neþinomos genezės nuosėdas.

Iðskiriamos kelios granulimetriniø tyrimø kryptys (Malinauskas, 1994). Pirmos krypties atstovai pagal statistikos parametrus ar kitus kintamuosius sudarinėja àvairias genetines diagramas. Tokie darbai apima apie 80% struktūriniø tyrimø (Петтиджон и др., 1976). Ði kryptis turi senas tradicijas. Ðinomi garsūs R. Falko (1968), L. Ruchino (Рухин, 1969), D. Viðerio (1969) ir kitø darbai, kuriuose buvo ieškoma labiausiai informatyviø granulimetriniø rodikliø. Kita tyrėjø grupė nuosėdø grupes išskiria naudodama trikampiø diagramas, histogramas, kumuliatyvines kreives ir pan. Treèia tyrėjø grupė kartografuoja àvairius paleobasiniø granulimetrinius parametrus ir bando susieti statistikos parametrus su paleosedimentacinėmis aplinkos savybėmis ar jas atkurti (Malinauskas, 1979).

Tarp Lietuvos tyrėjø pirmà genetinæ diagramà smėlio-þvyro nuoguloms pasiūlė A. Jurgaitis (Юргайтис, 1969). Ji nepritaikyta giluminėms nuoguloms, nes $M_a > 1,0$ mm. Ribos iðvestos prisilaikant L. Ruchino genetinės diagramos ribø, nors faktinė medžiaga tokio ribø nerodo.

1980 m. genetinæ diagramà H_T-X , pritaikyta ir giluminėms Lietuvos kvartero nuoguloms, pasiūlė Z. Malinauskas, iðskyræs ledyniniø, vidinio ledo ir prieledyniniø nuogulø laukus.

1984 m. A. Jurgaitis pateikė naujà genetinæ diagramà Pabaltijo ir Ðiaurės Baltarusijos þvyringoms

nuosëdoms. Deja, ji taip pat netinka giluminëms nuoguloms, nes $M_a > 1,0$ mm. Riba tarp vidinio ledo ir priedyniniø nuosëdø pravesta pagal δ reikðmæ, lygià 0,75. Taëiau faktinë medþiaga rodo, kad kai kurie potipiai lokalizuojasi abiejuose laukuose, – taip daþnai atsitinka, kai tiriamas per platus nevienalytis rajonas.

Tokà persidengimà tiksliai pastebëjo G. Juozapaviëius ir kiti (Юозапавичюс и др., 1989), kaip prieþastà nurodydami skirtingus iðrûðiavimo lygius ávairiuose geologiniuose-geografiniuose rajonuose, besiskirianëiuose karbonatinø paleozojiniø uolienø kiekiu. Taëiau jei pripaþãstamas prekvartero uolienø poveikis granulimetriniams parametrams, tai rajonavimas turi bûti atliekamas ne pagal morfologinius poþymius, o pagal ledyniniø tëkmio kelià. Tà patvirtina G. Juozapaviëiaus darbai apie pavirðinio smëlio nuogulø terigeniná-mineraloginá rajonavimà, kai iðskirti trys rajonai sutampa su ledyniniø tëkmio paplitimu.

Nepaisant ðio pastebëto priedaringo rajonavimo, pats rajonavimo principas yra naujas ir reikia jà toliau tikslinti. Beje, tada ir genetines diagramas reikëtø sudarinëti daug maþesniems rajonams.

Kartu minëtame darbe autoriai pateikë ir naujà genetiniø tipø atskyrimo diagramà, nevadindami jos genetinę, nors ið esmës ji tokia yra. Pagal diagramoje naudojamà vienà iðrûðiavimo parametrà (δ) autoriai ið þvyringø nuogulø iðskiria: I – deltø, II – tekanëio srovio (zandrai, fluvio-glacialinës terasos, ozai) bei III – keimø ir kraðtiniø fluvio-glacialiniø gûbriø laukus. Pagal ðià diagramà tik ozø nuosëdos pakliûva á bendrà laukà (su III). Kadangi ozai nėra labai paplitæ gamtoje, tai I ir II laukai rodo priedynines nuogulas. Keimø ir marginaliniø gûbriø buvimas kartu rodo, koks abejotinas A. Jurgaiëio naujo marginalinio genetinio tipo iðskyrimas, nes to nepatvirtina esminiai nuosëdø poþymiai – jø litologinës savybës. Ði diagrama negali bûti taikoma palaidotoms nuoguloms, kadangi sudaryta pagal stambianuolaupiniø frakcijø duomenis ($M_a > 1$ mm).

Kitoje fluvio-glacialinio smëlio H_r reikðmiø dispersijø diagramoje autoriai teiðskiria du laukus: fluvio-glacialiniø deltø ir terasø bei visø likusiø nuogulø (glt, sd, os, cmm). Autoriai tai pat neigia esant bet kokià H_r parametro reikðmæ, pagal kurià bûtø galima atskirti priedynines ir vidinio ledo nuosëdas, nors ðioje diagramoje nėra ledyno, aliuviniø, jûrinio, eolinio nuosëdø. Todël tyrimas yra tik preliminarus, nes netirti kiti statistikos parametrai. Ið pateikto straipsnio neaiðku, kokiu faktinë medþiagos kiekiu pagrãsta diagrama.

1994 m. P. Ðinkûnas pateikë originalias trikampes diagramas, jas pavadinamas genetinėmis. Jø virðûnëse atidëta tam tikrø mineralø grupiø sudëtis, o genetinės ribos pravedamos vëliau atsiþvelgiant á pavyzdþiø granulimetrinio iðrûðiavimo H_r reikðmës; ëia

keimø ir fluvio-glacialinëms nuoguloms suteikiamos H_r reikðmës $>0,8$, vaginiø srautø – 0,75–0,8, priedyniniø eþerø ir fluvio-glacialiniø deltø – $<0,75$ ir tarpledynmeëiø – maþiausios H_r reikðmës. Ðiuo atveju mineraloginë analizë netenka prasmës, nes ribos iðskiriamos pagal granulimetrinius duomenis. Paëiø mineralø sudëtis virðûnëse pakinta, pakitus duomenø masyvui, dël to ribos nėra pastovios, nors skirtingø duomenø masyvai bûtø ið to paties geologinio-geografinio rajono. Taigi diagramos ne genetinės, o atspindi koreliacinius ryðius tarp mineralø ir ið anksto fiksuotø H_r reikðmiø. Nuosëdø etaloniniø grupiø iðskyrimas pagal nurodytas H_r reikðmes yra nepagrãstas, nes tokio duomenø nėra. Matyt, ðiuo atveju minëtam parametrui suteiktos tokios pat δ reikðmës kaip G. Juozapaviëiaus ir kt. darbe (1989). Beje, ten δ parametras apskaiëiuotas stambiagrûdëms ($M_a > 1$ mm), bet ne smëlinëms nuoguloms.

Klajojanëiø ribø diagramø sudarymo metodika yra diskutuotina, nes pagal koreliacinës analizës duomenis iðskiriamos mineralø grupës tik su teigiamais ryðiais. Vëliau ið faktorinës analizës duomenø panaudojami mineralø su teigiamomis apkrovomis duomenys. Kai tas pats mineralas yra keliuose veiksmuose, imamas tik vienas atvejis. Taigi statistikos metodø, naudojamø panaðiø asociacijø vidiniams ryðiams tirti, matematinis taikymas yra labai problemiškas. Be to, trikampio forma verëia duomenis perskaiëiuoti á 100% sistemà, kurioje daþnai atsiranda „melagingi“ koreliaciniai ryðiai.

Tai, kad ávairiampiø ir skirtingos genezës nuogulø duomenys skaiëiuojant neiðskiriami, sukelia keliaujanëiø ribø efektà, nes kitame duomenø masyve, pakitus genetiniø atmainø proporcijoms, pakinta ir ribø padëtis. Todël tokio diagramø sudarymas pagal pateiktà metodikà verëia abejoti jø geologine prasme.

KVARTERO NUOGULØ GENETINIØ POTIPIØ IR JØ GRUPIØ GRANULIOMETRINËS SAVYBËS

Norint iðaiðkinti kvartero nuogulø granulimetrinës sudëties dësningumus, bûdingus genetinius rodiklius, ávertinti atskiro statistiniø parametro indëlà nustatant nuogulø genezæ, kompleksiskai iðnagrinëta visø kvartero nuogulø 16 genetiniø potipiø: vidinio ledo (ozø, miðriø ir limnoglacialiniø keimø, kraðtiniø gûbriø), priedyninio (fluvio-glacialiniø deltø, fluvio-glacialiniø terasø, zandrø, limnoglacialo) ir antrinio formavimo (aliuvio, eoliniu būdu susiformavusiø ið aliuvio, fluvio-glacialo, limnoglacialo) smëlio nuogulø ið keturiø Lietuvos geologinio-geografinio rajonø (marginaliniø ir saliniø aukðtumø, lygumø, esanëiø virð karbonatø, ir lygumø, esanëiø virð storo kvartero) 632 eksperimentiniø pavyzdþiø granulimetrinës sudëties statistikos parametrai (1 pav.). Be to, pa-



1 pav. Tyrimo vietas

Fig. 1. Investigation sites (distribution of the explored granulometric samples in Lithuania)

naudoti 36 tarpledynmeėio aliuvio pavyzdėiø ir 76 ávairiø moreniniø horizontø pavyzdėiø duomenys. Buvo ištirti nuogulø granulometrinio pasiskirstymo 2,5–0,04 mm intervale statistiniai rodikliai. Visi granulometrinės sudėties statistiniai rodikliai buvo ávertinti statistiniais metodais.

Koreliacinė analizė buvo panaudota tiriant tø parametror tarpusavio ryðius, iðryðkintø jø asociacijos ir būdingi parametrai.

Faktorine analize buvo ávertinta statistiniø charakteristikø struktūra bei nustatyti sudėties kaità lemiantys veiksniai, taip pat pagal artimus poþymius sugrupuotos nuosėdos.

Dispersinės analizės metodu buvo apskaičiuojamos kiekvieno genetinio potipio granulometrinio pasiskirstymo statistikos parametror, arba kintamøjø, vidurkinės reikėmės, apskaičiuojamas jø 95% patikimumo intervalas ir iðskirti reikėmingai besiskirià nuosėdø pogrupiai. Be to, rezultatai buvo pateikti grafikais. Grafikoje vertikaliajje ašyje atidėtos parametror reikėmės. Ant genetiniø 95% patikimumo kintamøjø tiesiø þenklu – paþymėta kintamojo vidurkinė reikėmė, þenklas --- rodo vidutinà genetiniø potipio kintamojo reikėmà.

Nuosėdø genetiniø potipio santrumpø reikėmės: gl – ledyninės, os – ozø, cmm – miðriø keimø, cmlg – limnoglacialiniø keimø, gt – kraðtiniø gūbrĩø, fd – fliuvioglacialiniø deltø, ftr – fliuvioglacialiniø terasø, sd – zandrø, lgl – limnoglacialinės, al – aliuvinės, m – jūrinės, va – eolinės ið perpustytø aliuviniø, vm – eolinės ið perpustytø jūrinĩø, vf – eolinės ið perpustyto fliuvioglacialio, vlg – eolinės ið perpustyto limnoglacialio, al – tarpledynmeėio aliuvio nuosėdos.

Klasterine analize iðskirtos panaðiø ir skirtingø grupiø nuosėdos.

Statistinėms charakteristikoms nustatyti panaudoti STATISTICA (Versija 5.0) ir SPSS for Windows (Versija 8.0.0) programø paketai.

Kvartero nuogulø granulometrinės sudėties rodikliai ir veiksniai, lemiantys grūdeliø pasiskirstymo savybes

Siekiant nustatyti nuogulø granulometrinės sudėties rodikliø vaidmenà grūdeliø pasiskirstyme, koreliacine ir faktorine analizėmis buvo ávertinti pasiskirstymo kreiviø granulometriniai statistikos rodikliai. Ávertinimui panaudoti devyni pagrindiniai statistikos parametrai: vidurkinis grūdeliø dydis (X), medianinis dydis (Md), maksimalus grūdeliø dydis – 99% (C_{max}), minimalus grūdeliø dydis – 1% (C_{min}), 0,04–0,05 mm frakcijos kiekis (F_{45}), asimetrija (A), ekscesas (E), santykinė entropija (H_r) ir variacijos koeficientas (V).

Þiø parametror koreliacinė analizė parodė teigiamà koreliacijà tarp grūdeliø dydþius nusakaniø parametror: X , Md , C_{max} , C_{min} . Jø ryðys su V neigiamas, t. y. didėjant pirmiesiems, V maþėja. Pastarasis turi teigiamà ryðà su 0,04–0,05 mm frakcijos kiekiu, o tai reiðkia, kad parametrai V turi átakos smulkia-dispersinės frakcijos ir kad tie parametrai gali būti keičiami vienas kitu. Kitas iðrūðiavimo laipsnio koeficientas H_r turi teigiamà ryðà su C_{max} ir kiek maþesnà su C_{min} . Tai natūralu, nes iðrūðiavimo koeficiento dydis priklauso nuo kraðtiniø frakcijø reikėmiø. H_r didþiausio teigiamo tarpusavio ryðio su C_{max} buvimas rodo kiek didesnà stambesniø frakcijø poveikà H_r dydþiui bei tai, kad jà ávairiose diagramose galima keisti á C_{max} , kaip tai daro R. Passega (1957), R. Passega ir R. Byramje (1963). H_r turi ir neigiamà ryðà su ekscesu, nes, plátėjant pasiskirstymo kreivei arba esant didesniam daleliø kiekiui kraðtutinėse frakcijose, kreivė tampa bukesnė. Taip pat H_r turi teigiamà ryðà su V . Pastarasis turi neigiamus ryðius su grūdeliø dydþiais, tai yra grūdeliø dydþiams ir frakcijø spektrams plátėjant, jis maþėja. Visa tai rodo, kad iðrūðiavimo laipsniui apibūdinti geriau tinka H_r .

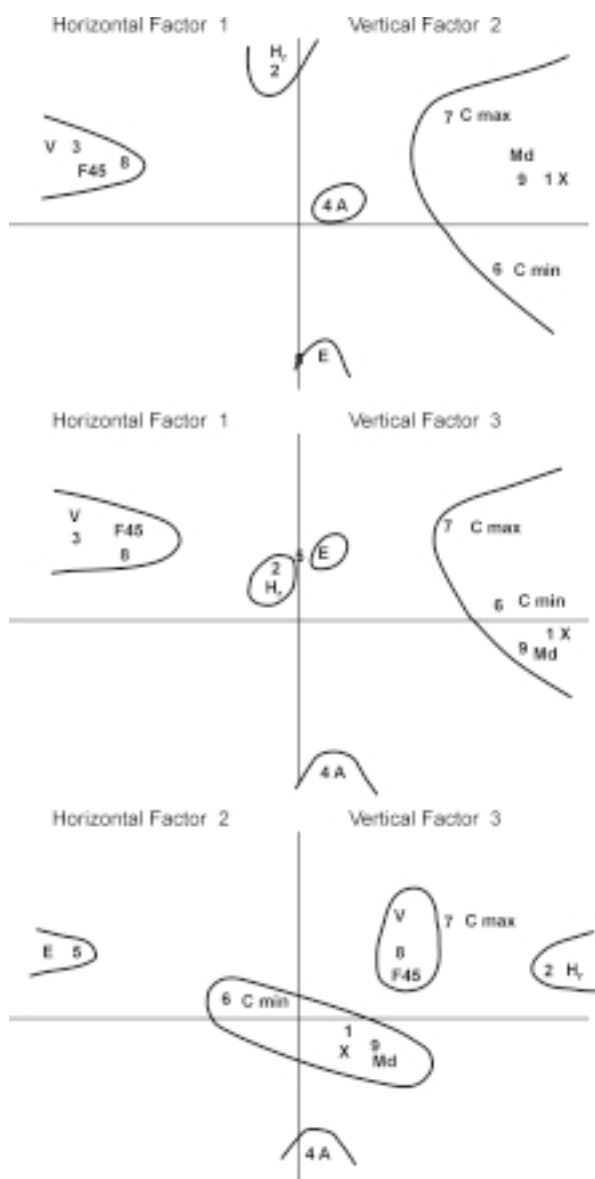
Kadangi grūdeliø dydþiai turi teigiamus tarpusavio ryðius arba sinchroninà kintamøjø kitimà, tai dydþius nusakyti galima viena ið tø reikėmiø. Sudarant dvi-komponentes diagramas ypaè reikėtø atkreipti dėmesà á koreliacinius statistikos parametror ryðius. Geriausia naudoti komponentus su silpnesniais ryðiais.

Koreliacinė analizė iðryðkino ðias statistiniø komponentø asociacijas: 1) X , Md , C_{max} , C_{min} , 2) H_r , 3) V , F_{45} , 4) A , 5) E . Norint nustatyti granulometrinio statistikos parametrus, jø grupiø ánaðà á granulometrinio kvartero nuogulø spektro formavimàsi, taikyta faktorinė analizė. Ji atskleidė, kad granulometrinio spektro susiformavimà nulemia trys veiksniai.

Veiksny	Indeksas	Kintamieji su teigiamomis reikðmëmis	Kintamieji su neigiamomis reikðmëmis
Dydis	F ₁	X, Md, C _{min} , C _{max}	V, F45
Iðrûðiavimo laipsnis	F ₂	H _r , C _{max}	E
Kraðtinës frakcijos	F ₃	C _{max} , C _{min} , F45	A

Pirmo veiksnio svoris yra 33,9%, antrojo – 26,3%, o treëiojo – 13,5%.

Pagrindinis veiksnys (F₁), nulemiantis genetiniø potipiø granulimetriniø spektrø susiformavimà, yra grûdeliø dydá nusakantys kintamieji. Vykstant mechaninei nuosëdø diferenciacijai, priklausomai nuo dinaminio srauto intensyvumo jie kinta labiausiai.

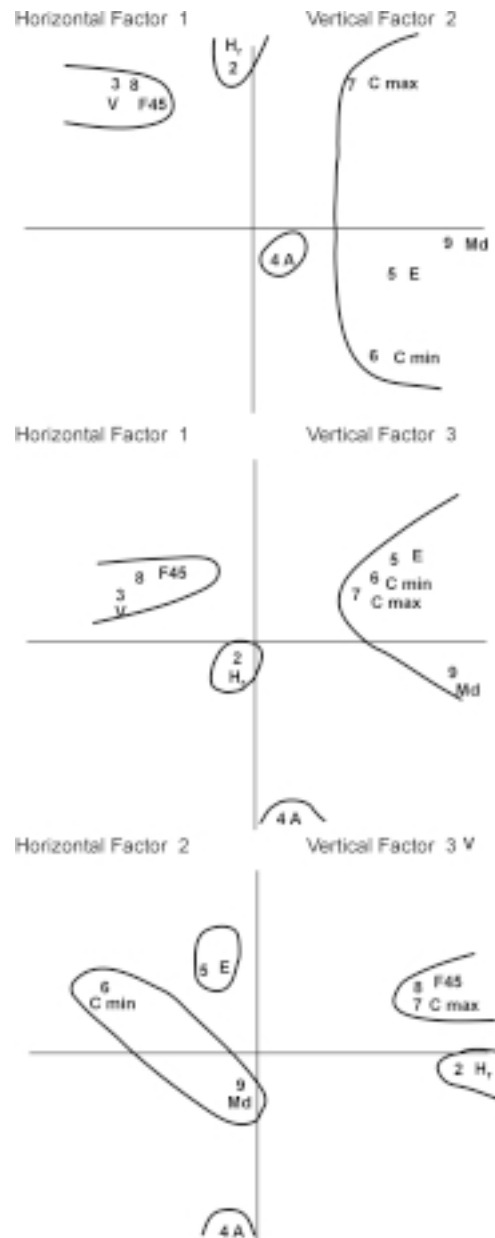


2 pav. Statistikos parametø pasiskirstymas veiksnio reikðmiø koordinaciø sistemoje

Fig. 2. Statistical distribution of parameters in the coordinate system of factor values

Kintamieji V, F45 su neigiamais þenkais rodo, kad jie maþėja didëjant X, Md, C_{min}, C_{max} reikðmëms.

Iðrûðiavimo laipsnio veiksnys yra antrasis, formuojantis nuosëdas ir nusakantis jø buvimo trukmæ tam tikroje hidrodinaminëje aplinkoje. Su neigiamu þenklu á já áina ir ekscesas, kuriam maþëjant H_r ir C_{max} reikðmës didëja.



3 pav. Statistikos parametø pagal genetiniø potipiø vidurkines reikðmes pasiskirstymas veiksnio reikðmiø koordinaciø sistemoje

Fig. 3. Statistical distribution of parameters according to the mean of genetic subtypes in the coordinate system of factor values

Trečias yra kraštinių dydžių veiksnys. Ją sudaro C_{max} , C_{min} , F45 kintamieji su neigiamomis reikšmėmis ir asimetrija su neigiama reikšme.

Šių veiksnių kintamųjų susigrupavimą, jų struktūrą, reikšmes ir artimumą vienas kitam geriausiai atskleidžia kintamųjų išsidėstymas veiksnių reikšmių koordinatinėje sistemoje (2 pav.).

Statistikos parametrų vaidmuo, nustatant kvartero nuogulų granulimetrinio spektro savybes, buvo papildomai tikslintas naudojant kiek modifikuotą tą patį duomenų masę – genetinių potipių kintamųjų vidurkinės reikšmės. Faktorine analize nustatytas toks statistikos parametrų sąrašas: genetinių grupių struktūrą formavimą: $X = 49,5$, $H_r = -24,2$, $V = 15,4$, $A = 6,6$, $E = -1,9$, $C_{min} = 1,4$, $C_{max} = 0,8$, F45 – 0,3, Md – 0,1%. Šių veiksnių kintamųjų susigrupavimas veiksnių reikšmių koordinatinėje sistemoje parodytas 3 paveiksle.

Struktūrinės genetinių potipių grupės pagal atskirus kintamuosius

Siekiant išaiškinti genetinių potipių ypatybes, patikslinti kintamųjų genetinį informatyvumą bei litologinius granulimetrinius kriterijus ledynmečių ir tarp-ledynmečių sąlygoms detalizuoti, dispersine analize buvo ištirti visų rajonų genetinių tipų ir potipių parametrai, arba kintamieji, ir pagal tai nustatytos vienuose genetinės grupės.

Grūdelių pasiskirstymo aritmetinį vidurkį (X) nulemia du veiksniai – sedimentacinės aplinkos savybės ir transportuojamos medžiagos pirminiai dydžiai. Kaip rodo hidrologiniai eksperimentai, X kaita daugiausia susijusi su srauto tekėjimo greičio pokyčiais.

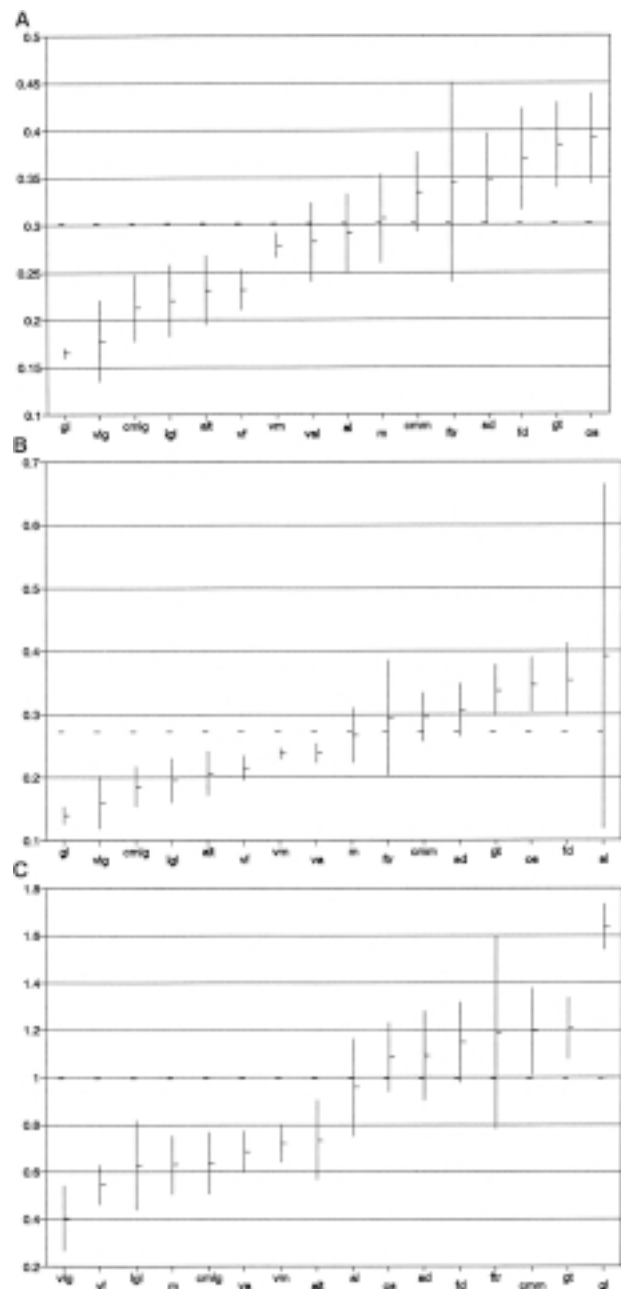
Tirtų kvartero nuogulų X pasiskirstymo reikšmės yra nuo 0,1599 iki 0,4509 mm. Pagal tuos duomenis reikšmingai ($>0,05$) besiskiria dvi grupės: ledyninė (gl), kuri skiriasi nuo ozų (os), fluvioglacialinių delto (fd), kraštinių, arba marginalinių, gūbrių (gt), ir eolinė iš perpustyto limnoglacialo (vlg), kuri skiriasi nuo ozų ir kraštinių gūbrių. Taigi reikšmingai yra atskirtos genetinės grupės su minimaliomis ir maksimaliomis reikšmėmis, bet tai netikslu, nes ledyninės nuogulos skiriasi nuo visų, išskyrus vlg.

Iš pateikto duomenų grafinio vaizdo matyti (4 pav., A), kad galima išskirti dvi grupes: os, gt, fd, fr, sd, cmm ir gl, vlg, cmlg, lgl, alt, vf, taip pat tarpinė grupė vm, va, al, m, vm. Nors vidurinės grupės X 95% patikimumo intervalai šiek tiek dengia abi grupes, tačiau vidurkinės reikšmės pakankamai skiriasi nuo kitų dviejų. Atlikta analizė leidžia padaryti išvadą, kad turint neaiškios genezės palaidotą nuogulų pavyzdžių vidutinę X reikšmę, galima nustatyti jų priklausomybę genetinei grupei. Grafikas rodo logišką X, o kartu ir srauto greičio mažėjimą

sedimentacijos metu nuo os link gt, fd, fr, sd, cmm, m, al, va, vm, vf, alt, lgl, cmlg, vlg.

Medianinis (Md) pasiskirstymas yra artimas X. Tirtų nuogulų Md pasiskirstymo reikšmės yra nuo 0,125 iki 0,89 mm. Grafinis duomenų vaizdas (4 pav., B) artimas X duomenims. Išryškėja trys nuosėdų grupės, labiau besiskiriančios vidurkinėmis reikšmėmis.

Maksimali pasiskirstymo reikšmė (Cmax), arba 99% kiekio parametras, išpopuliarėjo po to, kai R. Passega (1957, 1968) sudarė C_{max} – Md dinaminės diagramas. Šis rodiklis ypač svarbus aiškinantis paleobazinę sedimentaciją, nes suteikia informacijos apie prinešimo šaltinio nuotolą, medžiagos atne-



4 pav. A – X, B – Md, C – C_{max} pasiskirstymai
Fig. 4. A – X, B – Md, C – C_{max} distributions

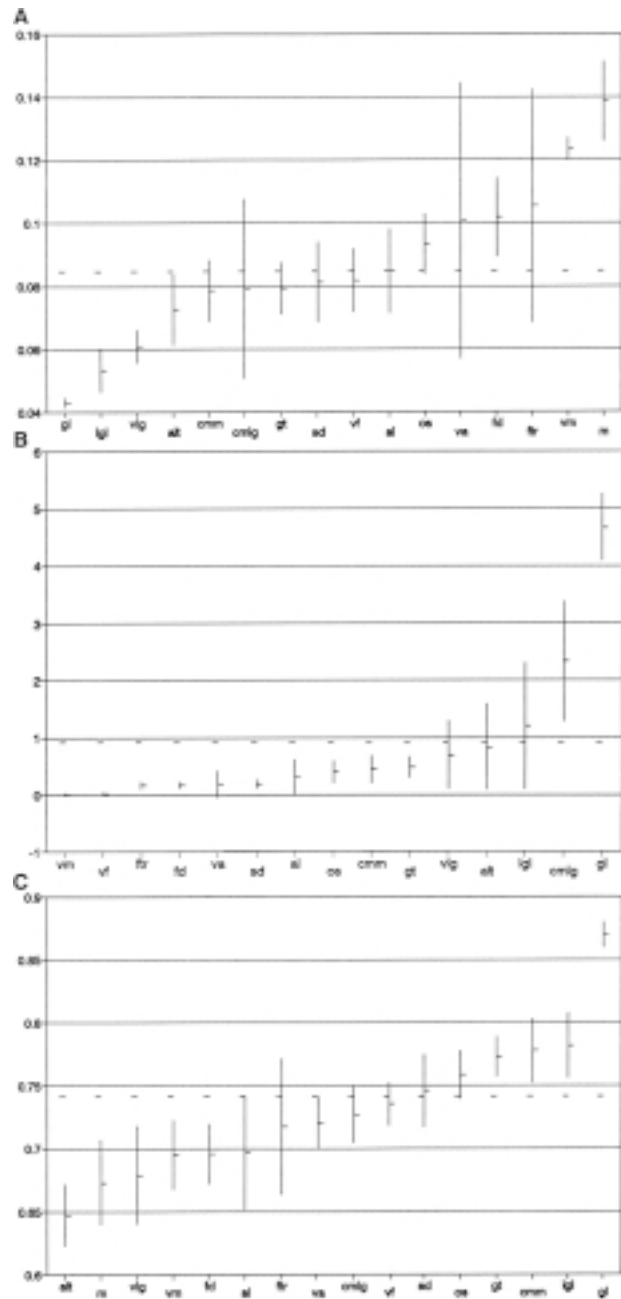
ðimo kelius. Kvartero nuogulø C_{max} parametras taip pat rodo stambesnës medþiagos artumà ir paleodinaminës aplinkos aktyvumà. Tirtø nuogulø C_{max} 95% patikimumo intervalo pasiskirstymo reikðmës yra nuo 0,011 iki 1,731 mm. Pagal ðiuos duomenis reikðmingai besiskiria dvi grupës: gl skiriasi nuo vlg, vf, lgl, m, cmlg, va, m, alt ir vlg skiriasi nuo os, sd, fd, ftr, cmm, gt. Duomenø grafinis vaizdas (4 pav., C) nurodo panaðias grupes. Ryðkiausiai iðsiskiria ledyniniø nuogulø maksimali reikðmë. Po to eina tekanëiø vandenø – al, os, sd, fd, ftr, cmm, gt ir eoliniø, upiniø bei jûrinio nuosëdø grupë – vlg, vf, lgl, m, cmlg, va, vm, alt.

Minimali pasiskirstymo reikðmë (C_{min}), arba 1% kiekio parametras, taip pat rodo sedimentacijos aplinkos hidrodinaminà aktyvumà. Tirtø nuosëdø 95% patikimumo intervalas svyruoja nuo 0,041 iki 0,153 mm. Reikðmingai besiskirianëios grupës yra m nuo gl, lgl, vlg, alt ir vm nuo gl, lgl. Duomenø grafinis vaizdas (5 pav., A) rodo maþiausia reikðmæ turintà gl. Kita grupë yra lgl, vlg, treëia – alt, cmlg, cmm, gt, sd, vf, al, os ir ketvirta – va, fd, vf, penkta – vm, m. Taigi pagal C_{min} parametrà galima atskirti vm, m, lg, vlg, cmlg nuo likusiojõ.

0,04–0,05 mm frakcijos kiekio (F45) parametras panaudotas todël, kad literatûroje kartais nurodomas kaip diagnostinis poþymis, apibûdinantis sedimentacinës aplinkos judrumà. Tirtø kvartero nuogulø 95% patikimumo intervalo pasiskirstymo reikðmës yra nuo 0,09 iki 5,248 mm. Reikðmingai nuo visø kitø iðsiskiria ledyninë grupë ir cmlg skiriasi nuo m, vm, vf, ftr, fd, va, sd, al. Duomenø grafinis vaizdas (5 pav., B) rodo, kad pagal F45 reikðmes ypaè gerai nuo kitø atsiskiria gl.

Santykinës entropijos (H_r) dydis atspindi empirinio pasiskirstymo kreivës (EPK) platumà, arba nuosëdø iðrûðiavimo laipsnà. Parametro dydis priklauso nuo polidispersinës medþiagos patekimo á sedimentacinæ aplinkà ir parodo ne tiek srauto greitá, kiek jo turbulentiðkumà. Didþiausias H_r reikðmës tarp þemyniniø nuogulø turi masinio transportavimo nuosëdos. Tirtø kvartero nuogulø 95% patikimumo intervalo pasiskirstymo reikðmës siekia nuo 0,64 iki 0,88 mm. Pagal jas reikðmingai skiriasi gl nuo alt, m, vlg, vm, al, fd, ftr, va, cmlg, vf, sd, os ir, nors nenurodyta, ið tiesø ryðkiausiai skiriasi nuo gt, cmm, lg. Taip pat reikðmingai skiriasi lgl nuo alt, m, vlg bei cmm nuo alt, m ir alt nuo os, gt, lgl, gl.

Pateiktas grafinis duomenø vaizdas (5 pav., C) leidþia patikslinti reikðmingus skirtumus. Ið jo matyti, kad $<0,75$ turi visos antrà kartà performuotos nuosëdos – alt, m, vlg, vm, al, va, vf bei prieledyninës fd, ftr ir cmlg. Ftr potipio apie 17% pavyzdþiø turi $>0,75H_r$ reikðmæ, didesnæ reikðmæ turi apie 37% zandro pavyzdþiø.



5 pav. A – C_{min} , B – F45, C – H_r pasiskirstymai
Fig. 5. A – C_{min} , B – F45, C – H_r distributions

Á prieledyninë grupæ patenka ir limnoglacialiniø keimø (cmlg) nuosëdos. Jø genezæ reikia patikslinti pagal kitus statistikos parametrus. Vidinio ledo arba arti medþiagos iðneðimo ðaltiniø esanëiø limnoglacialiniø nuogulø X yra $>0,1$ mm, C_{max} – 0,5–0,6 mm, o H_r – 0,7. Tuo tarpu paëiø limnoglacialiniø (ir eperiniø) nuosëdø parametrai tokie: X – 0,04–0,1 mm, H_r – 0,21–0,60, C_{max} – 0,1–0,2 mm, reëiau 0,3–0,4 mm (Малинаукас, 1981). Straipsnyje pateikiami vlg, lgl nuosëdø parametrai nėra tipiðkø limnoglacialiniø nuosëdø, o tekanëiø srautø, tiksliau deltø, parametrai.

Vidinio ledo nuosėdø H_r reikðmė yra $>0,75$. Tai – cmm, gt, os nuosėdos. Ið analizavus genetiniø poti-piø H_r reikðmes galima padaryti iðvadà, kad pagal ribinà 0,75 reikðmà atskiriamos gl, antrà kartà performuotos, priededyninės ir vidinio ledo nuogulos. Tik ftr, gal dėl maþo (13) pavyzdþiø skaièiaus, ir sd reikðmės yra kiek didesnės uþ ðià ribà. Gali būti, kad sd didesnės H_r reikðmes nulėmė tai, kad nuogulos ið per plataus regiono, be to, dalis pavyzdþiø ið marginaliniø aukðtumø laikytini vidinio ledo nuogulomis.

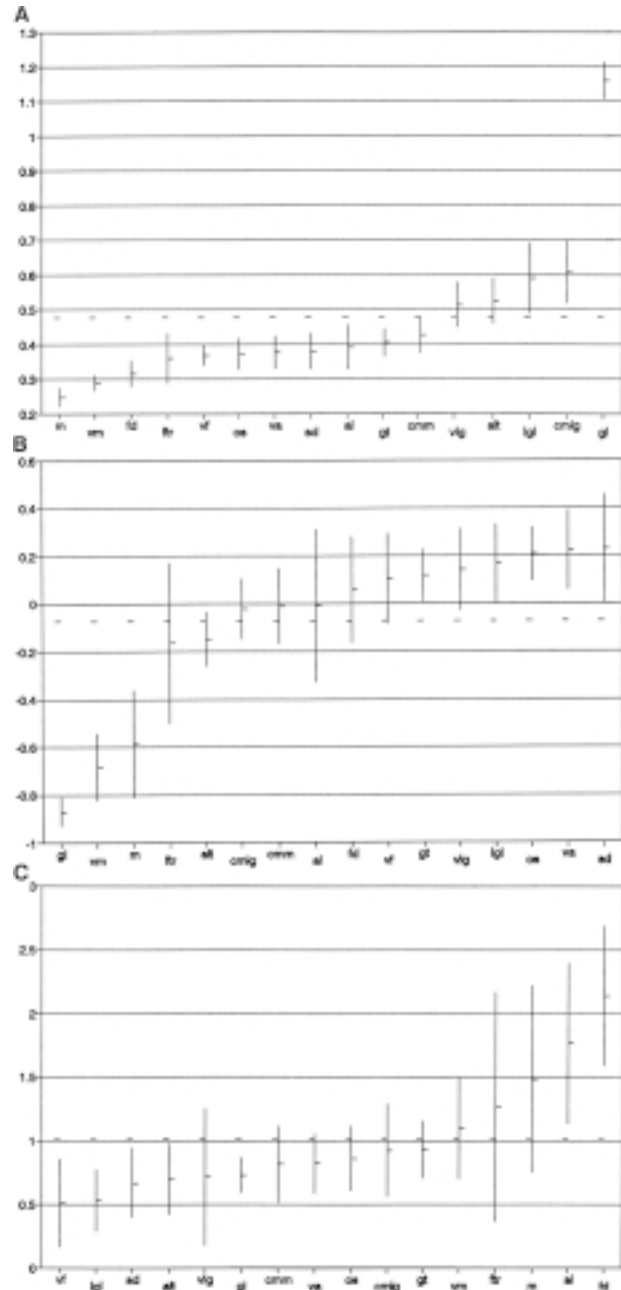
Ið analizavus genetiniø poti-piø santykinės entropijos reikðmes, galima padaryti iðvadà, kad G. Juozapavièiaus ir kitø (1989) abejonės dėl H_r kokios nors reikðmės buvimo, pagal kurià būtų galima atskirti priededynines ir vidinio ledo nuogulas, yra abejotinos.

Variacijos koeficientas (V) taip pat apibūdina nuosėdø iðrūdiavimo laipsnà. Tirtø nuosėdø V reikðmės yra nuo 0,268 iki 1,214. Reikðmingai skiriasi gl bei vlg, lgl, cmlg ir m nuo kitø. Taiçi pagal V reikðmes galime atskirti baseinines ir ledynines nuogulas nuo dinaminio būdu susiformavusio nuosėdø (6 pav., A).

Asimetrija (A) nusako EPK kreivumà, kuris priklauso nuo daleliø transporto pobūdþio ir sedimentacijos sàlygø. Tirtø nuogulø 95% patikimumo intervalo reikðmės yra nuo 0,929 iki 0,388 mm. Reikðmingai nuo kitø skiriasi gl bei vm ir m nuo kitø genetiniø poti-piø. Duomenø grafinis vaizdas (6 pav., B) rodo panašià situacijà. Kadangi gl nuo vm ir m galima atskirti remiantis kitais statistiniais parametrais, tai A reikðmė leidþia puikiai iðskirti jūrinės nuogulas ið antrà kartà performuotø nuosėdø.

Ekscesas (E) rodo EPK virðūnės lėkðtumà ir yra sunkiai geologiškai interpretuojamas dydis. Tirtø nuogulø 95% patikimumo reikðmės yra nuo 0,167 iki 2,688 mm. Maþas reikðmingai besiskirianèiø grupiø skaièius (fd nuo vf, lgl) patvirtina menkà ðio parametro diagnostinà informatyvumà. Ið grafinio vaizdo matyti, kad fd turi daug didesnè vidurkinè reikðmè uþ kitas nuogulas (6 pav., C).

Ið analizavus kvartero nuosėdø granulimetrinės sudėties empiriniø pasiskirstymo kreiviø statistikos rodiklius, galima teigti, kad granulimetriniai statistikos parametrai yra informatyvūs nustant genetinè aplinkà. Visø pirma pagal H_r reikðmes gerai išsiskiria: 1) gl ($H_r > 0,85$), 2) vidinio ledo – cmm, gt, os ($H_r > 0,75$) ir 3) antrinio performavimo – m, vm, va, vlg, al, alt bei priededyninės fluvio-glacialinės – fd, ftr, sd ($H_r < 0,75$) nuogulos. Tik ftr (ið viso 13 pavyzdþiø) ir zandrø nuogulø H_r reikðmės ðiek tiek perþengia 0,75 ribà. Todėl reikalingi papildomi tyrimai, kurie patikslintø sd H_r reikðmiø priklausomybà nuo ledyno kraðto etaloniniuose plotuose. Zandro priklausomybà ðiam tipui galima papildomai patiks-



6 pav. A – V, B – A, C – E pasiskirstymai
Fig. 6. A – V, B – A, C – E distributions

linti pagal vidurkinės X , Md , ypaè C_{max} , C_{min} , reikðmes, kurios yra artimos al, fd, ftr. Todėl pageidautina, nustatinėjant palaidotø nuosėdø genezà, pirmiausiai pjúvà suskaidyti pagal artimus statistikos parametrus ir papildomai apskaièiuoti parametrø vidurkius. Ið treèios grupės lengvai iðskiriamos m, vm pagal neigiamà $A < -0,5$ reikðmè. Ekscesas gali padėti identifikuojant fd nuogulas. Tikslinant neþinomà genezà, nuosėdø kilmè, galima naudoti ir kitø parametrø reikðmes.

Pateiktos EPK statistikos parametrø lentelės ir 95% patikimumo intervalø reikðmiø grafikai laikyti-

ni etaloniniai nustatant neþinomos genezës palaidotø nuosëdø kilmæ.

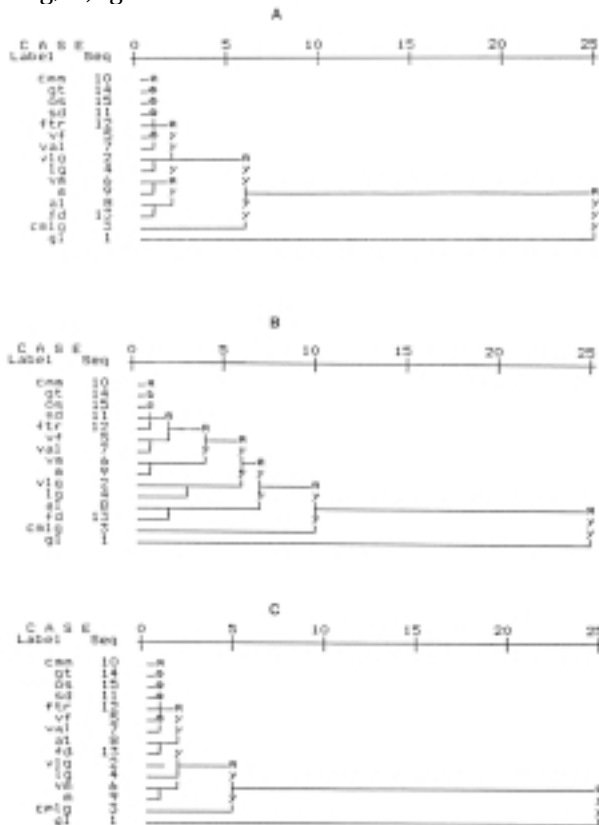
Genetinės grupės pagal kintamøjø visumą

Siekiant kompleksidkiau ávertinti analizuojamø kvartero nuosëdø bendrybes ir skirtumus, papildomai atlikta visø duomenø klasterinë analizë septyniais metodais bei genetiniø potipiø statistikos parametrø vidurkiø faktorinë analizë.

Klasterinės analizës tikslas – ið 15 ar 16 genetiniø potipiø iðskirti vienarũdës grupes, kuriø nuosëdos yra panaðios, ir nevienarũdës atskiras grupes, kurias galima traktuoti kaip kokybiðkai skirtingas. Analizës rezultatai pateikti jas vizualizuojant struktûriniumi bũdu.

Tarpgrupiniu vidurkiniu metodu ið 15 genetiniø potipiø (be alt) iðskirtos ðios genetinės grupës (7 pav., *A*): 1) cmm, gt, os, sd, ftr, vf, va, 2) vm, m, al, fd, 3) vlg, gl, 4) cmlg, 5) gl.

Pagal vidurkiná (grupës viduje) metodá iðskirtos ðios genetinės grupës (7 pav., *B*): 1) cmm, gt, os, sd, ftr, 2) vf, val, 3) vm, m, 4) vlg, lgl, 5) al, fd, 6) cmlg, 7) gl.



7 pav. Nuosëdø gentiniø potipiø grupës pagal klasterinės analizës ávairius metodus (*A* – tarpgrupiná, *B* – vidurkiná (grupës viduje), *C* – paprastá vidurkiná)

Fig. 7. Groups of sedimentary genetic subtypes according to various methods of cluster analysis (*A* – between-group linkage, *B* – within-group linkage, *C* – simple average linkage)

Paprastas vidurkinis metodas padëjo iðskirti tokias grupes (7 pav., *C*): 1) cmm, gt, os, sd, ftr, 2) vf, va, 3) al, fd, lgl, 4) vm, m, 5) vlg, cmlg, 6) gl.

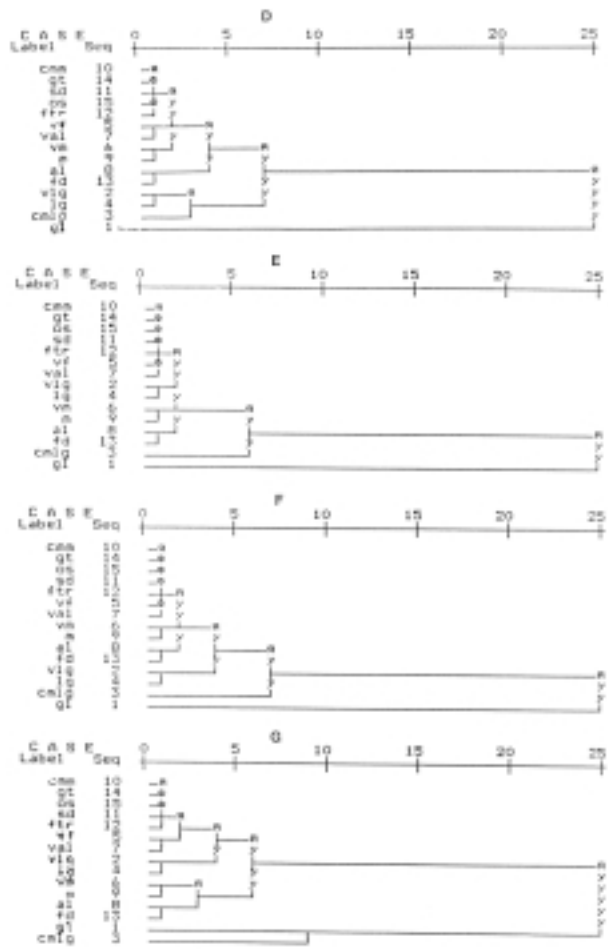
Visaverëio ryðio metodu iðskirtos ðios grupës (8 pav., *D*): 1) cmm, gt, os, sd, ftr, 2) vf, va, vm, m, al, fd, 3) vlg, lgl, 4) cmlg, 5) gl.

Centroidiniu metodu (8 pav., *E*) iðskirtos tokios genetiniø potipiø grupës: 1) cmm, gt, os, sd, ftr, va, vf, 2) vlg, lgl, al, fd, 3) vm, m, cmlg, 4) gl.

Medianiniu metodu iðskirtos ðios skirtingos genetinės grupës (8 pav., *F*): 1) cmm, gt, os, sd, ftr, vf, va, 2) al, fd, 3) vm, m, vlg, lgl, 4) cmlg, 5) gl.

Pagal Wardo metodá nustatytos tokios grupës (8 pav., *G*): 1) cmm, gt, os, sd, ftr, 2) vf, va, 3) vlg, lgl, 4) vm, m, al, fd, 4) cmlg, 5) gl.

Iðanalizavus klasterinės analizës duomenis galima padaryti iðvadá, kad ji visø pirma iðskyrë cmm, gt, os (vidinio ledo), sd, ftr (prieledyninės kilmës) prie jø prijungdama vf, va. Taigi klasterinë analizë



8 pav. Nuosëdø gentiniø potipiø grupës pagal klasterinės analizës ávairius metodus (*D* – viso ryðio, *E* – centroidiná, *F* – medianiná, *G* – Wardo)

Fig. 8. Groups of sedimentary genetic subtypes according to various methods of cluster analysis (*D* – complete linkage, *E* – centroid linkage, *F* – median linkage, *G* – Ward's linkage)

atskleidė sd ir ftr atskyrimo nuo vidinio ledo nuosėdų problematiką. Kitos grupės yra prieledyninės ir antrą kartą performuotų nuosėdų: 2) ftr, vm, m, 3) al, fd, lgl ar al, fd. Gerai išsiskiria cmlg ir gl nuosėdos. Tai, kad lgl pakliūva á al, fd ar vm, m, fd grupę rodo, kad limnoglacialinių nuogulų etalonas yra netipiškas ir netiksliai identifikuojamas.

Klasterinė analizė taip pat buvo atlikta 16 genetinio potipio naudojant tik X , C_{max} , H_r , A ir E kintamųjų reikšmes. Gerai išsiskyrė: 1) gl, 2) cmlg, 3) al, fd, 4) vlg, lgl, alt, bet visada prie cmm, gt, os, sd, ftr priskirtos vf, va. Kai kuriais metodais išskirtos tik trys grupės nuosėdų: 1) gl, 2) cmlg, 3) visi likusieji. Tai rodo, kad vykdant klasterinę analizę tikslingiau panaudoti daugiau kintamųjų.

Vienarūšės grupės išskirtos ir faktorine analize naudojant genetinio grupių kintamųjų vidurkines reikšmes. Faktorinė analizė atlikta dviem būdais: R ir Q metodais.

R metodu atikta genetinio grupių koreliacija išskyrė tik du veiksnys. Pirmą sudarė genetinės grupės, turinčios didesnę X reikšmę, o kitą – su mažesne X reikšme (cmlg, gl, lg, vlg, alt). Veiksnio koordinatėse sistemoje tik tos dvi grupės ir išsiskyrė.

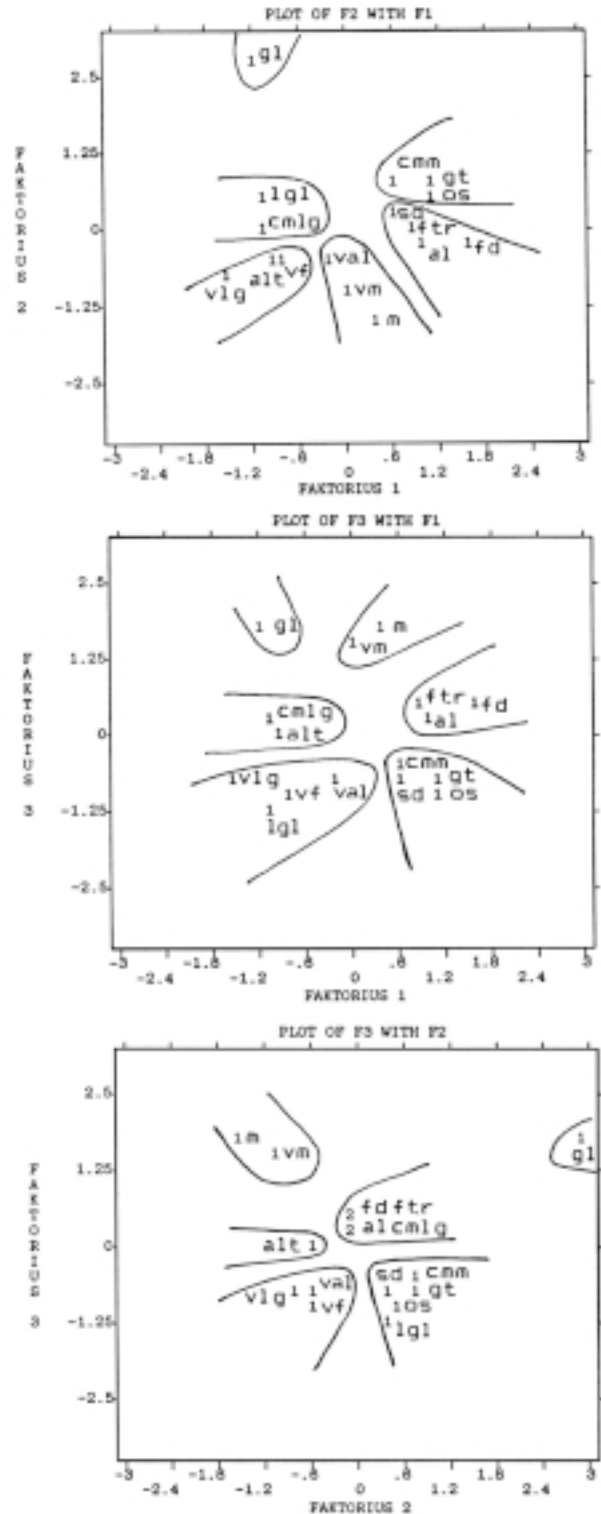
Faktorinės analizės Q metodas daug realiau išskyrė veiksnys:

Veiksnys	Teigiami kintamieji	Neigiami kintamieji
F_1	fd, os, gtr, vl, ftr, cmm, sd	vlg, lgl, gl, cmlg, alt
F_2	gl, cm, os	m, vm, vlg, alt
F_3	gl, m, vm	os, lgl, gt, sd, va

Pirmą veiksną sudaro abu veiksniai, išskirti Q metodu, tik eia jie su skirtingais ženklais. F_2 ir F_3 sudaro nuosėdų kombinacijos, turinčios didžiausias ir mažiausias X reikšmes.

Genetinio grupių išsidėstymas veiksnio koordinatėse sistemoje (9 pav.) išskyrė šias grupes: 1) gl, 2) cmlg, lg, 3) vlg, vf, alt, 4) va, vm, m, 5) al, fd, ftr, 6) cmm, gt, os, sd.

Ávertinus klasterinę ir faktorinę analizę, išskyrė šios genetinės grupės: 1) gl, 2) cmlg, 3) vlg, vf, alt, lgl, va, 4) vm, m, 5) ftr, fd, al, 6) cmm, gt, os, sd. Taigi kvartero nuosėdų granulimetrinėje sudėtyje uþfiksuota paleogeografinė informacija leidžia išskirti ledynines, vidinio ledo, prieledynines, jūrinės nuosėdas. Prie vidinio ledo nuosėdų sd atsiskyrė dėl to, kad sd pavyzdžiai iš marginalinio aukštumo faktiškai priklauso vidinio ledo genetinio tipo nuosėdoms. Tą patvirtina ir H_r parametro reikšmės (tik dalis jų viršija 0,75 ribą).



9 pav. Genetinio potipio pasiskirstymas pagal veiksnio reikšmes

Fig. 9. Distribution of genetic subtypes according to the factor values

IŠVADOS

Pirmą kartą statistiškai išnagrinėtas visų kvartero 16 genetinio potipio 744 pavyzdžių granulimetrinio em-

piriniø pasiskirstymo kreiviø statistikos parametø kompleksas. Iðskirtos ðios jø asociacijos: 1) X, Md, C_{max} , C_{min} , 2) H_r , 3) V, F45, 4) A, 5) E. Pagrindinis veiksnys, nulëmiàs kvartero nuosëdø savybes, yra grûdeliø dydis. Kiti veiksniai yra iðrûðiavimo laipsnis ir kraðtiniai pasiskirstymo frakcijø dydþiai.

Dispersine, klasterine ir faktorine analizëmis iðtirtø X, Md, C_{max} , C_{min} , F45, H_r , V, A ir E parametø specifika atskleidë didelá struktûrinio duomenø informatyvumà nustatant genezæ. Nustatyta, kad pagal atskirus kintamuosius ir ypaè H_r reikðmæ (0,75) galima iðskirti ledynines (gl), vidinio ledo (os, cmm, gt, cmlg), priedlynines (fd, sd, ftr) ir antrinio performavimo nuogulas – aliuvines, jûrines, eolines. Ið jø pagal A galima identifikuoti jûrines ir eolines jûrines, o pagal E – fd.

Kvartero nuosëdø viënarûðiø genetiniø potipiø grupiø iðskirimà patvirtino klasterinës ir faktorinës analizës, kurios iðskiria 6–7 viënarûðes grupes: 1) gl, 2) cmlg, 3) vl, vf, alt, val, lgl, 4) m, vm, 5) al, fd, ftr, 6) cm, gt, os, sd. Iðskiriant ávairius genetinius tipus, būtina panaudoti tø nuogulø geologinius poþymius – bendrà pjûviø sandarà, o tarpledynmeëio (al, l) – organikos kieká, faunos buvimà ir kità.

Gautos visø kvartero nuogulø 16 genetiniø potipiø statistikos lentelës ir 95% patikimumo intervalai rekomenduotini kaip etaloniniai nustatant neþinomos genezës palaidotø nuogulø kilmæ.

Iðanalizavus visus struktûrinius duomenis ir jø statistikos parametrus pasiûlyta tokia palaidotø nuogulø genezës nustatymo metodika:

1. Nudumblintø pavyzdþiø turinys iðsijojamas pro 19 sietø komplektà, ir pagal tuos rezultatus, naudojant G. Roþkovo ir V. Kulikovo (1975) adaptuotà programà „Sietan“, apskaiëiuojami pasiskirstymø kreiviø statistikos parametrai.

2. Pagal statistikos parametø dydþius geologinis pjûvis suskirstomas á reikðmingai besiskirianëius intervalus ir apskaiëiuojamos jø vidurkinës reikðmës.

3. Jos palyginamos su etaloninëmis 16 genetiniø potipiø statistikos parametø (ypaè H_r , A, C_{max} ir kitomis) reikðmëmis, 95% patikimumo diagramø intervalais ir pagal tai nustatoma genetinë priklausomybë.

4. Nustatant genetinius tipus taip pat būtina naudotis nuogulø geologiniais poþymiais – bendra sandara, organikos, faunos buvimu ir kita.

PADEKA

Autorius nuoðirdþiai dëkoja dr. G. Juozapaviëiui uþ 595 pavyzdþiø duomenis ir dr. R. Zinkutei uþ atliktus statistinius apskaiëiavimus.

Literatûra

Brodzickowski K., Van Loon A. J. 1991. Glacigenic sediments. Amsterdam. P. 674.

Falk R. L. 1968. Petrology of sedimentary rocks. Austin, Texas, Hemphill's Bode Stone. P. 170.

Leeder M. R. 1982. Sedimentology. London. P. 344.

Malinauskas Z. 1979. Merkinës tarpledynmeëio nuogulø susidarymo sàlygos. *Geografinis metraštis*. **16**. 41–49.

Malinauskas Z. 1994. Lietuvos kvartero nuogulø litologinio kriterijø tikslinimas ledynmeëio ir tarpledynmeëio sàlygomis detalizuoti. Ataskaita. Vilnius. 103 p. *Lietuvos geologijos tarnybos fondai, Geologijos ir geografijos instituto biblioteka*.

Passega R. 1957. Texture as characteristic of clastic deposition. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.* **41**(9).

Passega R., Byramje R. 1969. Grain-size image of clastic deposits. *Sedimentology*. **13**(3–4). 233–252.

Visher G. S. 1969. Grain size distribution and depositional process. *Journ. Sed. Petrology*. **39**. 1074–1106.

Ðinkûnas P. 1994. Tarpmoreniniø nuogulø nuotrupinës meþþiagos diferenciacija. *Gelmiø geologinio tyrimo, naudojimo ir apsaugos problemos Lietuvoje*. Vilnius. 42–44.

Ðinkûnas P., Jurgaitis A. 1998. Glacigeninës sedimentacijos tyrimø litogenetiniai aspektai. *Geologija*. **23**. 99–105.

Ðinkûnas P., Jurgaitis A. 1998. Ledyniniø nuogulø litologija ir sedimentacija. Vilnius. 71 p.

Walker R. G. 1984. Facies models. Hamilton. Ontario. P. 317.

Батурич В. П. 1947. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. Москва. 338 с.

Гайгалас А., Малинаускас З., Балтрунас В. 1974. Генетические типы отложений Литвы и палеогеоморфологический анализ. Вильнюс. 61–65.

Гайгалас А., Ярцев В. И. 1992. Методическая основа изучения четвертичных отложений. Вильнюс. 108 с.

Малинаускас З. 1981. Генетическая интерпретация гранулометрического состава моренных и межморенных отложений плейстоцена Литвы. *Комплексное изучение опорных разрезов нижнего и среднего плейстоцена Европейской части СССР*. Москва. 100–104.

Малинаускас З. 1981. К вопросу определения генезиса плейстоценовых отложений Литвы. *Достижения и исследования по геологии Литовской ССР*. Вильнюс. 31–32с.

Малинаускас З. 1991. Строение и состав межморенных комплексов плейстоцена Литвы. Вильнюс. 128 с. Методы палеогеографических реконструкций. 1984. Ленинград. 286 с.

Петтиджон Ф., Потер П., Сивер Р. 1976. Пески и песчаники. Москва. 535 с.

Рединг Х. И и др. 1990. Обстановки осадконакопления и фации. Москва. 2. 381 с.

Рейнек Г. Э., Сингх И. Б. 1981. Обстановки терригенного осадконакопления. Москва. 439 с.

Романовский С. И. 1988. Физическая седиментология. Ленинград. 240 с.

Романовский С. И. 1977. Седиментологические основы литологии. Ленинград. 408 с.

Рождков Г. Ф., Куликов В. Д. 1975. Методика автоматической обработки результатов дробного ситового анализа. *Литолого-палеогеографические исследования при поисках неструктурных залежей углеводородов*. Ленинград. 94–126.

Рухин Л. Б. 1969. Основы литологии. Ленинград. 703 с.

Шанцер Е. В. 1966. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. Москва. 239 с.

Юозапавичюс Г. А., Микалаускас А., Юргайтис А. Седиментогенез флювиогляциальных отложений на территории Литовской ССР (2. Гранулометрическая, минералого-петрографическая и геохимическая дифференциация флювиогляциальных отложений). Тр. АН ЛитССР. Сер. Б 5(174), 152–161.

Юозапавичюс Г. А., Юргайтис А. А., Малинаускас З. А. 1983. Литологические исследования закономерностей формирования четвертичных и эоловых отложений. Аллювий. Пермь. 59–68.

Юозапавичюс Г. А., 1987. Дифференциация обломочного материала области скандинавского оледенения. Москва. 102 с.

Юргайтис А. А. 1969. Генетические типы и литология песчано-гравийных отложений Литовской ССР. Вильнюс. 173 с.

Юргайтис А. А., Микалаускас А. П., Юозапавичюс Г. А. 1982. Слоистые текстуры флювиогляциальных отложений Прибалтики. Вильнюс. 51 с.

Юргайтис А. А. 1984. Литогенез флювиогляциальных отложений последнего оледенения. Москва. 184 с.

Zigmas Malinauskas

GENETIC TYPES AND SUBTYPES OF QUATERNARY DEPOSITS IN LITHUANIA: CHARACTERISTIC OF GRANULOMETRIC CONTENT

Summary

Statistical parameters of the granulometric composition of 744 samples of Quaternary deposits from four geological-geographical regions Lithuania (marginal and island uplands, planes above carbonates and planes above thick Quaternary) were statistically explored using correlation, factorial, cluster, and disperse analysis.

The indices of granulometric content were identified. The factors that influence grain distribution as well as the characteristics of genetic subtypes and types according to certain variables and according to the whole complex of variables were also established.

It was found that the main factor influencing the characteristics of Quaternary deposits is grain size. Other im-

portant factors include sorting-out and border magnitudes of the distribution fractions.

The disperse analysis of separate variables showed that according to the value of H_r 0.75 it is possible to separate glacial (gl), intraglacial (os, cmm, gt, cmlg), proglacial (fd, sd, ftr) deposits and deposits of the secondary formation (alluvian, marine, eolic). From these, according to the asymmetry (A) it is possible to identify marine deposits and eolian marine deposits according to (E)–fd excess.

The obtained statistical tables of all 16 subtypes of Quaternary deposits and their 95% reliability intervals (Tables 4–12) are recommended as a standard for determining the origin of buried deposits of unknown genesis.

Зигмас Малинаускас

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ПОДТИПЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЛИТВЫ: ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Резюме

Статистические параметры гранулометрического состава 744 образцов из четырех геолого-географических районов Литвы были исследованы статистически-корреляционным, факторным, кластерным и дисперсионным анализами.

При исследовании были установлены статистические показатели гранулометрического состава и факторы, определяющие распределение зерен и свойства генетических подтипов и групп по отдельным переменным и их комплексу.

Установлено также, что основным фактором, определяющим свойства четвертичных отложений, является размер зерен, далее следуют сортировка и крайние значения распределений.

Дисперсионный анализ отдельных переменных показал, что по значению $H_r < 0,75$ можно выделить ледниковые, внутрiledниковые, приледниковые отложения и отложения вторичной переработки. Из них по асимметрии можно определить морские и эоловые, образовавшиеся из морских, по эксцессу – fd.

Полученные статистические данные и их 95%-ные интервалы достоверности 16 генетических типов и подтипов четвертичных отложений Литвы рекомендуются как эталонные для определения погребенных отложений неизвестного генезиса.