
Pleistoceno nuogulø sandaros ir formavimosi ypatybës Ðiaurës Lietuvoje

Valentinas Baltrūnas,
Bronislavas Karmaza,
Danguolë Karmazienë

Baltrūnas V., Karmaza B., Karmazienë D. Structure and formation peculiarities of Pleistocene deposits in Northern Lithuania. *Geologija*. Vilnius. 2005. No. 52. P. 22–33. ISSN 1392-110X.

A new geological material on the structure of the Pleistocene strata deposits and formation peculiarities of subglacial tills in Northern Lithuania is presented. Pleistocene strata deposits in the study site are subdivided into three complexes. The Middle Pleistocene subglacial complex is stratified mainly in the depressions of sub-Quaternary surface. It is formed by a glacier which moved from the north-west and accumulated non-uniformly hashed alien and local (Upper Devonian) clastic material. Of intermorainic deposits, of great interest are basin sediments whose OSL age is 86–81 thousand years. They are overlain by a glacial complex of the Baltic stage of the Nemunas (Weichselian) Glaciation. It is formed by a glacier that advanced from the north and accumulated tills of two phases.

Key words: Pleistocene deposits, till, formation, stratigraphy, Baltija stage, North Lithuania

Received 02 June 2005, accepted 25 August 2005

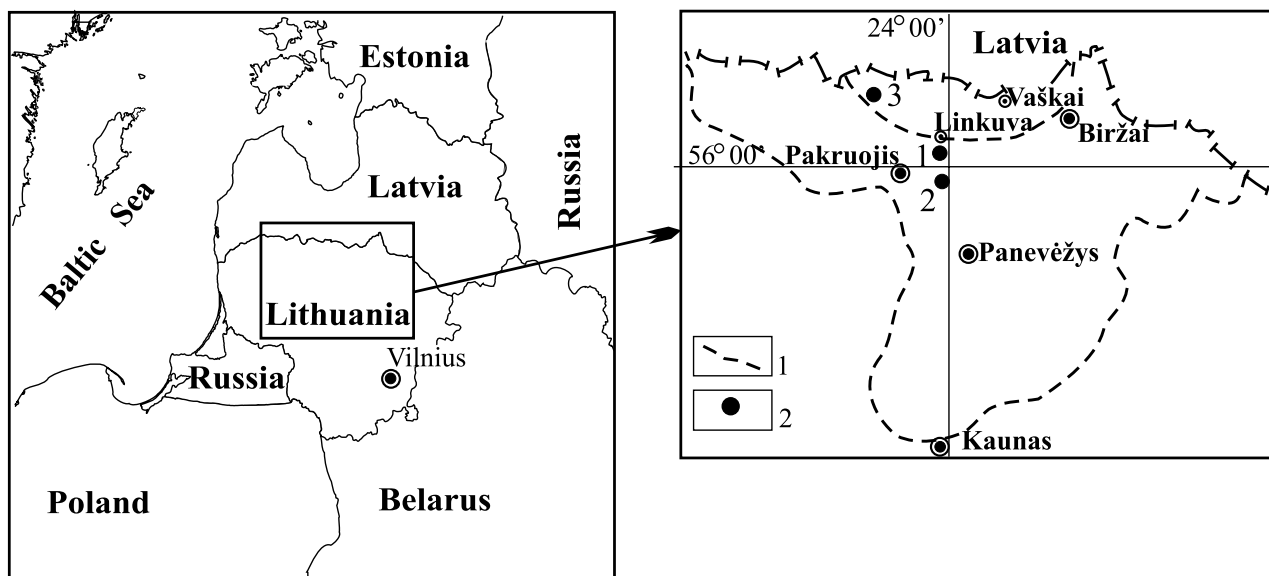
Valentinas Baltrūnas, Bronislavas Karmaza, Institute of Geology and Geography, T. Ðevènkos 13, 03223 Vilnius, Lithuania. E-mail: baltrunas@geo.lt; karmaza@geo.lt

Danguolë Karmazienë, Geological Survey of Lithuania, S. Konarskio 35, 011001 Vilnius, Lithuania. E-mail: danguole.karmaziene@lgt.lt

ÁVADAS

Ðiaurës Lietuvos regionas nuo seno þinomas kaip vyraujanèios ledyninës egzaracijos zona, kurioje kvartero nuogulø storis tik paleoárëþiuose retkarèiais pasiekia 30–40 m. Tai bûdinga ir Mûðos-Nemunëlio lygumai (Lietuvos..., 1981), kurioje nestorà kvartero nuogulø storumø sudaro vidurinio pleistoceno Medininkø apledëjimo bei vëlyvojo pleistoceno Nemuno apledëjimo Grûdos ir Baltijos stadijò sluoksniuotos morenos, fliutingø ir drumlinø litogenetiniai dariniai, taip pat nedidelio storio tarpmoreninës ir pavirðinës fliuvioglacialinës bei limnoglacialinës nuogulos (Áãéããèãñ, 1971; Áãéããèãñ, Ì àðöèí èÿãè÷þñ, 1982; Ì àðöèí èÿãè÷þñ, 1988; Buceviëiûtë, Dobkeviëius, Marcinkeviëius, 1992). Skirtingai nuo kitø Lietuvos regionø, kuriuose vyravo ledyninë akumuliacija, Ðiau-

rës Lietuvoje ir Vidurio Lietuvos ðiaurinëje dalyje ásigalëjo uolienø egzaracijos bei susmulkintos medþiagos transportavimo procesai. Ðios procesø intensyvumas ir pobûdis yra uþfiksuoti suklostytø moreninio nuogulø storumëje bei jos struktûroje. Moreninio nuogulø, Ðiaurës Lietuvoje sudaranio didesnø pleistoceno storumës dalá, tyrimo aktualumà lemia ðios storumës stratigrafinio skaidymo bei koreliavimo sunkumai, susijæ su morenø nevienalytiðkumu ir daugiasluoksniðkumu. Ávairiais aspektais tai tirta ir gretimuose kraðtuose (Ì àðãããã, 1976; Áãí èòèí üø, 1989; Rzechowski, 1980; Ber, 2000 ir kt.). Tokio reidþkinio paplitimas ir iðtyrimas kitø ðaliø pleistoceno morenose bei dabartinio apledëjimo rajonuose leidþia konstatuoti ávairias prieþastis, tarp kuriø paminëtina vyraujanti ledo, ledo-vandens ar tik vandens aplinka, tirpstanio ledo facijos, ledyno dinaminë bû-



1 pav. Tirtø geologinio pjūvio lokalizacija:

1 – Nemuno (Weichselian) apledėjimo stadijų ir fazių ribos (pagal Gaigalas, 2001); 2 – detaliai tirti geologiniai pjūviai: 1 – Petrašiūnø (N 55°59'56", E 23°54'16"), 2 – Klovainiø (N 55°56'13", E 23°56'46"), 3 – Skaistgirio (N 56°17'56", E 23°23'27")

Fig. 1. Location of the geological cross-section studied:

1 – boundaries of stages and phases of the Nemunas (Weichselian) Glaciation (according to Gaigalas, 2001); 2 – geological cross-sections investigated in detail: 1 – Petrašiūnai (N 55°59'56", E 23°54'16"), 2 – Klovainiai (N 55°56'13", E 23°56'46"), 3 – Skaistgirys (N 56°17'56", E 23°23'27")

sena, glaciotektonikos pasireiðkimas ir kitos (Dreimanis, 1989; Brodzikowski and van Loon, 1991; Ehlers, 1996; Èääðøèí, 1980; 1991; Czerwonka et al., 1997; Khatwa and Tulaczyk, 2001; Knight et al., 2000; Lysá and Lüne, 2001; Müller and Schlüchter, 2001; Waller, 2001; Boulton et al., 2001; Alley et al., 1997; Piotrowski et al., 2001; Stea and Pe-Piper, 1999; Ñäðááðýí í ùé, Í ðëí à, 1989; Stokes and Clark, 2002 ir kt.).

Ðio straipsnio tikslas – pateikti naujà medþiaga apie pleistoceno stormës sandaros ir pagrindiniø morenø susidarymo ypatybes Ðiaurës Lietuvoje, todėl ávairiais metodais buvo tiriama pleistoceno nuogulø danga ðiuo metu eksploatuojamuose gretimuose dolomito karjeruose prie Petrašiūnø ir Klovainiø miesteliø Pakruojo rajone (1 pav.). Minëti karjerai, vienas nuo kito nutolá 7–8 km, yra Múðos-Nemunëlio lygumoje, paskutiniojo apledėjimo Baltijos stadijos Vidurio Lietuvos fazës zonoje. Netoli, apie 5–6 km á Ðiaurá nuo Petrašiūnø karjero, matoma Baltijos stadijos Ðiaurës Lie-

tuvos fazës riba, kurià fiksuoja ryðkus moreninis Linkuvos gûbrys. Palyginimui taip pat pateikiami Baltijos stadijos moreninio komplekso tyrimai Skaistgirio dolomito karjere (Joniðkio r.), Ðiaurës Lietuvos fazës zonoje (Ðiemgalos lyguma).

METODIKA

Tyrimø metodika buvo naudojama trejopo pobūdþio uþdaviniams spræsti. Kvartero sistemos, tiksliau – jos pleistoceno stormës ir pado struktūros, tyrimui naudotas karjerø sieneliø makroskopinis apraðymas, grafinis fiksavimas ir fotografavimas, taip pat, remiantis gausia graþiniø informacija, programine áranga sudarytas erdvinis vaizdas. Petrašiūnø karjero ir jo apylinkiø pleistoceno nuogulø storiui ir prekvartero uolienø pavirðiui apibūdinti buvo sudarytos pleistoceno nuogulø storio ir pado kartoschemos M 1:5000. Medþiaga kartoschemoms buvo surinkta ið dolomito telkinio paieðkø ir þvalgybos ataskaitø, saugomø Lietu-

1 lentelë. Tarpmoreninio nuosëdø Petrašiūnø-1 pjūvyje datavimo OSL metodu rezultatai

Table 1. Results of OSL dating of intermorainic sediments in Petrašiūnai-1 section

Mëginio Nr. No of sample	Gylis m Depth, m	Laboratorinis kodas Laboratory code	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	$D_{ext\ sed}$ ($\mu Gy/a$)	P_s (Gy)	OSL amþius tūkst. m. OSL age, ka
1.	1,3–1,4	TLN 1507-093	1,00	3,70	1,76	2150	232,50	81,6 ± 6,5
2.	1,7–1,8	TLN 1508-093	1,20	3,36	1,77	2185	242,00	84,4 ± 13,7
3.	2,3–2,4	TLN 1509-093	0,99	3,92	1,93	2212	248,00	86,1 ± 9,3

vos geologijos tarnybos geologiniame fonde. Buvo išrinkti duomenys apie pleistoceno nuogulų storą patikslintas dalies grafinių žioėiø absoliutus aukštis pagal topografiną žemėlapià M 1:10000. Vėliau EXEL programa buvo parengtas duomenø masyvas, kuris panaudotas grafinėje SURFER programoje sudarant Petrašiūnø dolomito telkinio bei jo apylinkiø kompiuterinius storio ir pado erdvinio kartoschemø (blokinio diagramø) variantus. 35 km² ploto kartoschemoms sudaryti buvo panaudoti 479 grafiniø duomenys.

Pleistoceno storymės stratigrafiniam suskaidymui buvo atlikta tarpmoreninio aleurito granulimetrinė analizė sietø ir pipetės būdu Lietuvos geologijos tarnybos laboratorijoje. Mėginiai pjūvyje paimti kas 5 cm. Išskirtos šios frakcijos: 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; 0,005–0,002; 0,002–0,001 ir smulkesnė uþ 0,001 mm. Iš karjero sienelės kas 10 cm paimtus mėginius tiriant Lietuvos geologijos tarnybos laboratorijoje buvo atlikta tø paėiø nuosėdø palinologinė (sporø ir pėdadulkiø) analizė. Šiø nuogulø absoliutus amþius nustatytas optiðkai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu Talino technikos universiteto Geologijos instituto Kvartero geochronologijos tyrimø laboratorijoje. Buvo datuoti trys makroskopiðkai besiskiriantys aleurito ir smėlingo aleurito sluoksniai (1 lentelė).

Stratigrafiniam glacialiniø nuogulø identifikavimui taip pat panaudoti morenø granulimetrinės, cheminės ir petrografinės sudėties tyrimø rezultatai. Išskirtos šios frakcijos: >2,5; 2,5–1,0; 1,0–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,1; 0,1–0,05; 0,05–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,001; <0,001 mm. Stambianuotrupinės medþiagos (Ø 5–30 mm) petrografinė sudėtis, ilgøjø aðiø orientacija ir polinkis nustatyti pagal A. Gaigalo metodikà (Åääääääñ, 1971; 1979). Tø paėiø mėginiø moreninei medþiagai, smulkesnei uþ 1 mm, atlikta daugiaelementė (grupinė) emisinė spektrinė analizė spektrografu DFS-13, spektro linijas deðifruojant mikrodensitometru DM-100. Sr nustatytas rentgenofluorescencine analize (analizatorius ARF-6). Gauti duomenys buvo apibendrinti taikant dispersinės analizės statistikos metodus ir panaudojant statistikos duomenø apdorojimo paketà STATENG (Tarakanovas, 1999).

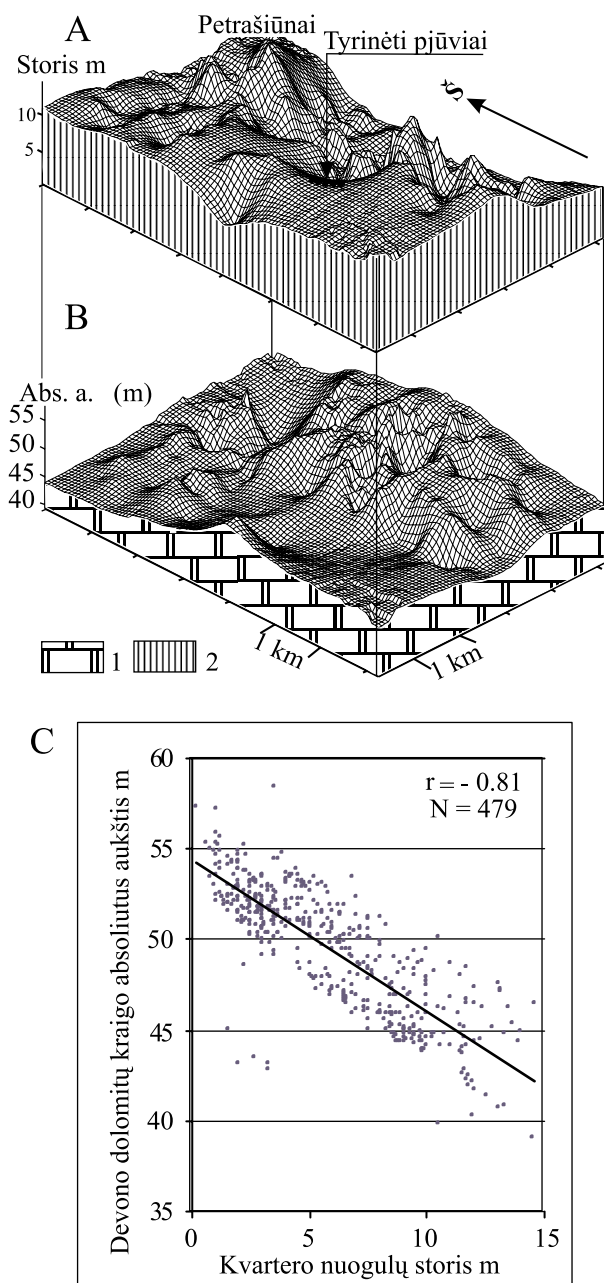
REGIONO PREKVARTERO UOLIENØ PAVIRÐIUS IR PLEISTOCENO STORYMĖS SANDARA

Prekvartero uolienø pavirðius. Centrinėje Ðiaurės Lietuvos dalyje tiesiog po pleistoceno nuogulø dangà slūgso virðutinio devono dolomito, mergelio, klinties, molio, gipso sluoksniai. Ðiø uolienø nevienodas atsparumas mechaniniam ir cheminiam poveikiui, skirtingos jø slūgsojimo ir tektoninės sąlygos lėmė skirtingà egzracijos ir erozijos mastà ávairiose regiono vietose pleistoceno apledėjimø ir tarpledynmeėiø metu. Turimi duomenys rodo, kad Ðiam pa-

leoreljefui būdingos ávairios pakilumos, atskiros uþdaros daubos bei lomos, taip pat siauri ir ilgi paleoárėþiai (Ðliaupa, 1997; 2004). Ryðkiai išsiskiria meridianinės krypties lomos pavidalo paþemėjimas, kurio aðis tásiasi per Vaðkus link Panevėþio. Iš rytø ir vakarø Ði loma yra juosiami +40 m izohipsės. Tarp Puðalotø ir Pumpėnø loma praplatėja iki 30 km. Ties Panevėþiu ji susiaurėja iki 18–20 km, o dugnas truputà pakyla. Abipus Vaðkø–Panevėþio lomos prekvartero uolienø pavirðius pamapu kyla. Ðios egzracinės lomos vakariniame Ðlaite kaip tik ir yra detaliai tyrinėti Petrašiūnø ir Klovainiø dolomito karjerø dangos pjūviai. Vyraujanėiame +30 m aukšėio paleolomos pavirðiuje išsiskiria siauri (0,5–2,0 km ploėio) ir palyginti gilūs (10–30 m) árėþiai. Daugelis árėþiø atkarpø sutampa su dabartiniø upiø slėniais. Tai ypaė akivaizdu iðilgai Mūðos ir Pyvesos upiø slėniø (Ðliaupa, 1997; 2004). Jeigu Paleopyvesos árėþio meridianinė kryptis artima slinkusiø ledynø krypėiai, tai subplatuminės krypties Paleomūðos árėþis, tásantis Ðiek tiek Ðiauriau tyrinėtø Petrašiūnø ir Klovainiø pjūviø, priešingai, buvo skersinė kliūtis slinkusiems ledynams.

Pleistoceno storymės sandara. Regiono kartografiniø grafiniø duomenimis, kvartero sistemos nuogulø storymæ sudaro pleistoceno skyriaus du glacialiniø nuogulø kompleksai. Pagal Lietuvos geologijos tarnybos naudojamà kraðto kvartero stratigrafijos schemà, Ðios glacialinės nuogulos paprastai priskiriamos vidurinio pleistoceno Medininkø bei virðutinio pleistoceno Virðutinio Nemuno ledynmeėiams (svitoms) (Lietuvos kvartero..., 1994). Pleistoceno storymėje daþnos tarpmoreninės fluivioglacialinės ir limnoglacialinės nuosėdos. Iš patikimai nustatytø tarpledynmeėiø nuogulø nuo seno þinomas tik vienas Merkinės tarpledynmeėio pjūvis prie Pasvalio (Narbutas, Kondratienė, 1958). Regione yra paplitusios Medininkø svitos glacialinės nuogulos, išskyrus vietas, kuriose jas erodavo vėliau slinkæ ledynai. Medininkø svitos glacialinės nuogulos slūgso ant virðutinio devono uolienø. Daþniausiai tai moreninis priemėlis, reėiau – priemolis, paprastai rudas, pilkai rudas, raudonai rudas, nors pasitaiko ir vyraujanti pilka spalva. Ði morena yra labai kompaktiðka, kieta ir sausa. Didþiausias jos storis (38 m) aptiktas paleoárėþyje netoli Degėsiø kaimo (24 km á Ðiaurės vakarus nuo Pakruojo). Vyraujantis morenos storis yra 10–15 m, nors prekvartero uolienø pavirðiaus pakilimuose jis sumaþėja iki 3–5 m. Medininkø ledyno paliktoje morenoje pasitaiko átrauktø devono uolienø luistø. Didþiausias jø storis (21 m) konstatuotas graþinyje apie 28 km Ðiauriau Pakruojo.

Virðutinio Nemuno svitos glacialinės nuogulos dengia visà teritorijà. Jos slūgso ant Medininkø svitos, reėiau – tiesiog ant virðutinio devono nuogulø. Iš virðaus vietomis jos pridengtos fluivioglacialinėmis, limnoglacialinėmis, kitos kilmės nuogulomis. Morenos padas nenusileidþia þemiau +20 m abso-



2 pav. Pleistoceno nuogulø storis (A), ikikvarterinio uolienø paleopavirðius (B) bei storio ir paleopavirðiaus koreliacijos pobûdis (C) Petraðiùnai plote:

1 – virðutinio devono dolomitas (D_3), 2 – pleistoceno nuogulø storimë

Fig. 2. Thickness of Pleistocene deposits (A), sub-Quaternary palaeosurface (B) and the character of correlation between thickness and palaeosurface (C) in Petraðiùnai area: 1 – Upper Devonian dolomite (D_3); 2 – Pleistocene strata deposits

liutaus aukðëio. Didþiausias pragrëptas jos storis (34 m) aptiktas paleoãduboje Ðeimelio apylinkëse. Daþniausiai tai moreninis priesmëlis, reëiau priemolis. Vyrauja pilkøvai ruda spalva, reëiau – pilka ar ruda. Ðio glacialinio kompleksø virðutinei daliai bûdinga gelsvai ruda spalva. Joje daþnai aptinkami ávairaus smëlio, þvirgðdo, molio (iki 2,2 m storio) laðiai.

PETRAÐIÛNØ PLOTO PLEISTOCENO STORYMËS SANDARA IR SUDËTIS

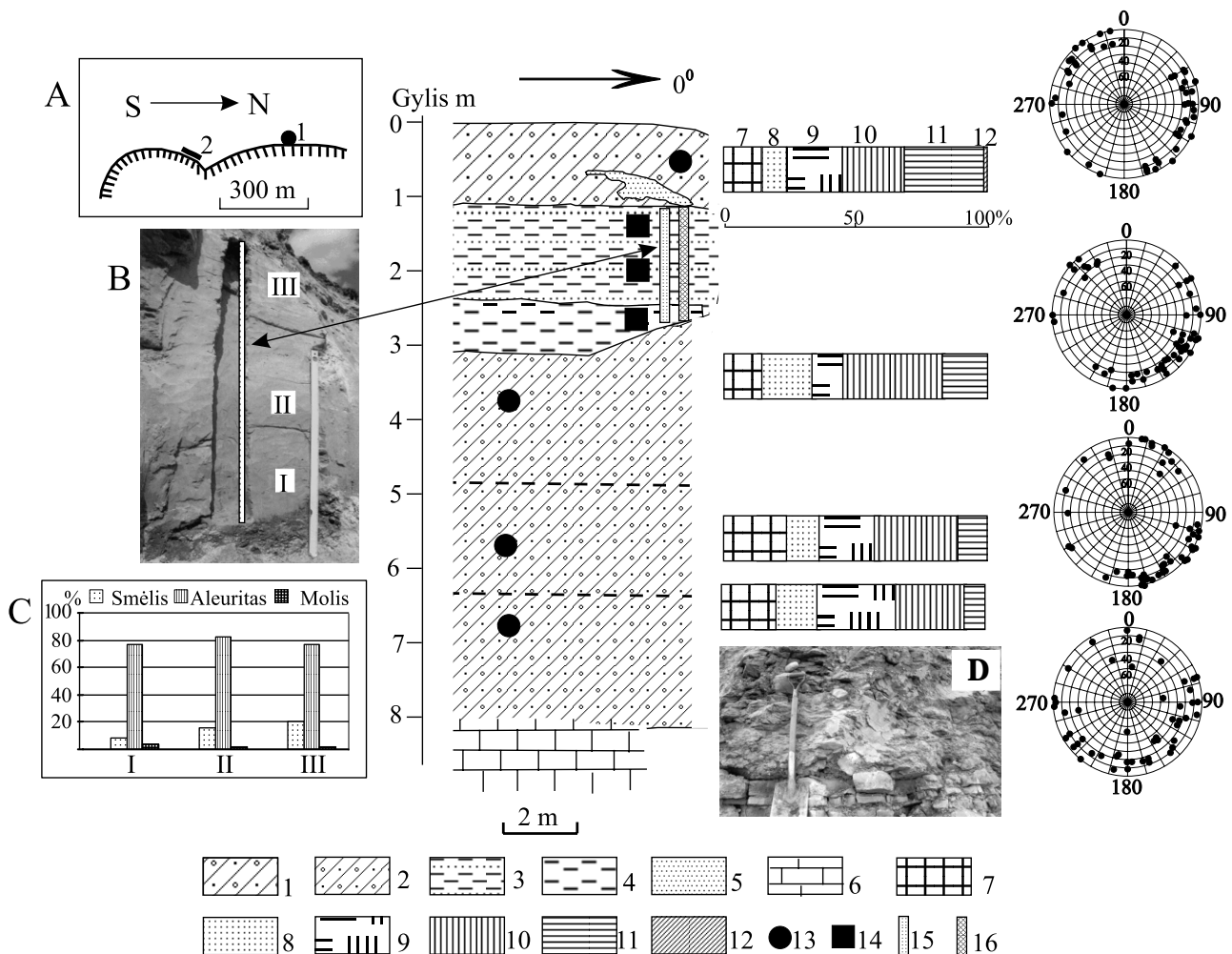
Pokvarterinis pavirðius, kurã ðioje vietovëje sudaro virðutinio devono Stipinø svitos dolomitas su mergelio ir molio tarp sluoksniais, detaliai iðtirtame Petraðiùnø plote yra gana kaitus (2 pav.). Jo absoliutus aukštis svyruoja nuo +39 iki +58 m. Ðio paleopavirðiaus vyraujantis paaukðtëjimas stebimas ploto rytinëje dalyje, ëia jis pasiekia +50 – +55 m. Didþiausias pleistoceno nuogulø storis, priešingai, yra vakarinëje ploto dalyje ir siekia 14 m (2 pav.). Minimalus jø storis aptinkamas rytinëje dalyje – 1–2 m. Pleistoceno nuogulø storis yra glaudþiai ir atvirkðëiai proporcingai susijæs su prekvartero uolienø pavirðiaus aukðëiu. Didþiausias ðio nuogulø storis paprastai aptinkamas devono uolienø kraigo paþemëjimuose. Bendras (vidurkinis) pleistoceno nuogulø storio ir prekvartero uolienø pavirðiaus koreliacijos koeficientas yra –0,81.

Pleistoceno storymës sandara ir stratigrafija.

Fondinës ir literatûrinës medþiagos apie Petraðiùnø plotà perþiurëjimas bei naujausi moreniniø ir tarpmoreniniø nuogulø tyrimai leido autoriams pleistoceno storymëje sàlygiðkai iðskirti ðiuos tris litostratigrafinius kompleksus: apatinã (senesnã) moreninã, tarpmoreninã ir virðutinã (Nemuno apledëjimo Baltijos stadijos).

Apatiniam (senesniam) moreniniam kompleksui

vietomis bûdinga trinarë struktûra. Tai apatinis (iki 1,8 m storio) rudas ir molingas, kietas moreninis priemolis su neiðreikðta þvirgðdo ir gargðdo ilgøjø aðiø orientacija, vietomis palaipsniui pereinantis á vidurinã (iki 1,5 m storio) pilkã, maþiau molingã ir labiau þvirgðdingã moreninã priesmëlã (3 pav.). Ðis pilkas moreninis priesmëlis, pasiþymintis þvirgðdo ir gargðdo ilgøjø aðiø vyraujanëia orientacija ÐV–PR kryptimi, ryðkia spalvine ir staigia riba pereina á rudã analogiðkai molingã ir þvirgðdingã stambianuotrupinës medþiagos su ilgøjø aðiø orientacija moreninã priesmëlã Pastarasis pasiþymi horizontaliu skryumu, kaiëiu storiu (iki 1,7 m). Lyginant pagal granulimetrinã sudëtã panaðius ðiuos morenos sluoksnius, matyti, kad pilkojoje yra didesnis virðutinio devono dolomito, mergelio bei smiltainio kiekis þvirgðdo ir smulkaus gargðdo frakcijoje, daugiau Zr, Y, P ir maþiau Ca, Sc frakcijoje, smulkesnëje uþ 1 mm (2 lentelë). Tuo tarpu abi rudosios morenos dalys pagal Zr, Y, Sc, P yra identiðkos. Tai liudija morenos vidurinã pilkãjà dalã esant praturtintã vietine devono nuogulø nuotrupine medþiaga, kuri nebuvo iki galo asimiliuota morenos susidarymo metu. Ðiã vietinã medþiagã sudaro virðutinio devono Stipinø svitos dolomito storymës virðutinio sluoksniø uolienos. Tai minkøtas, ðviesiai pilkas su gelsvu ir þalsvu atspalviu dolomitas, susisluoksniavæs su mergeliu ir moliu (Narbutas, 1994), kurie pasiþymi bûdinga mikroelementø sudëtimi (Kadûnas, Katinas ir kt., 2004). To-



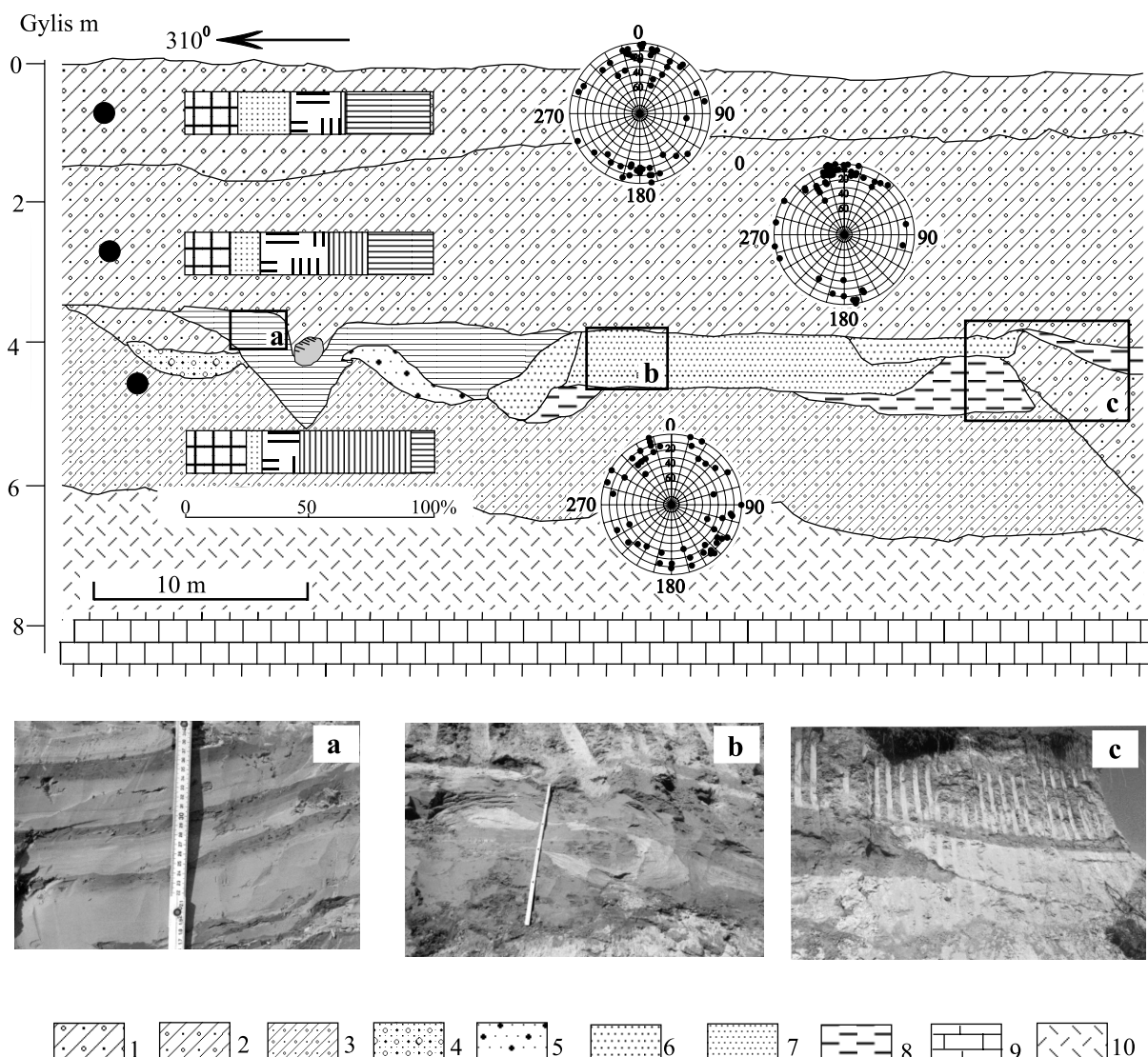
3 pav. Pleistoceno nuogulų pjūvis Petračiūnai-1 dolomito karjero pietvakarinėje dalyje (2002 08 24): A – Petračiūnai-1 ir Petračiūnai-2 pjūvių išsidėstymas, B – tarpmoreninių nuosėdų fotovaizdas, C – tarpmoreninių nuosėdų granulimetrinė sudėtis atskirose sluoksnio dalyse (I, II, III), D – moreninio priemolio kontakto su devono dolomitu fotovaizdas.

1 – Vidurio Lietuvos fazės moreninis smėlis ir priemolis, 2 – vidurinio (?) pleistoceno moreninis priemolis ir priemolis, 3 – smėlingas aleuritas, 4 – aleuritas, 5 – smulkutis smėlis, 6 – dolomitas (D_3), 7–12 – įvairgūdžio ir gargūdžio petrografinės grupės (7 – kristalinės uolienos, 8 – smiltainis, 9 – dolomitas, 10 – ordoviko ir silūro klintys, 11 – kitos klintys, 12 – kitos uolienos ir mineralai); 13 – moreninių nuogulų granulimetrinės, geocheminės, įvairgūdžio ir gargūdžio petrografinės sudėties (diagramos) bei jų ilgųjų ašies orientacijos ir polinkio (stereogramos) nustatymo vietos, 14 – tarpmoreninių nuosėdų amžiaus nustatymo vietos optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu, 15 – granulimetrinės sudėties nustatymo profilis; 16 – sporų ir priedadulkių nustatymo profilis

Fig. 3. Cross-section of Petračiūnai-1 Pleistocene deposits in the southwest part of dolomite quarry (24-08-2002): A – location of cross-sections Petračiūnai-1 and Petračiūnai-2; B – photograph of intermorainic sediments; C – gran-size composition in separate parts (I, II, III) of intermorainic sediments; D – photograph of contact Devonian dolomite with till. 1 – Middle Lithuanian phase morainic sand and sandy loam, 2 – Middle (?) Pleistocene morainic loam and sandy loam, 3 – sandy silt, 4 – silt, 5 – very fine sand, 6 – dolomite (D_3), 7–12 – petrographic groups of gravel and pebbles (7 – crystalline rocks, 8 – sandstones, 9 – dolomites, 10 – Ordovician and Silurian limestones, 11 – other limestones, 12 – other rocks and minerals); 13 – points of measuring the grain size, geochemical and petrographic (diagrams) composition, orientation and inclination (stereograms) of the long axes; 14 – point of intermorainic deposits dated by the optically stimulated luminescence (OSL) method; 15 – profile of measuring the grain size composition; 16 – profile of measuring spore and pollen

kių pradinėje stadijoje asimiliuojamą pagrindų uolienų dažniausiai randama ties morenos padu (3 pav.). Kai kur šioje morenoje pasitaiko iki 5 m ilgio ir iki 0,5 m storio vandeningo įvyro laišai, taip pat vėlesnio apledėjimo „išjudinto“ moreninio priemolio blokai (4 pav.).

Apibūdintas apatinis (senesnis) moreninis kompleksas pagal šeimiau pateiktus tarpmoreninių nuogulų tyrimo duomenis gali priklausyti vidurinio pleistoceno Medininkų posvitei arba viršutinio pleistoceno Apatinio Nemuno posvitei. Moreninių nuogulų įvairgūdžio ir gargūdžio ilgųjų ašies orientacija bei jų pet-



4 pav. Pleistoceno nuogulø pjûvis Petraðiûnø-2 dolomito karjero pietvakarinėje dalyje (2002 08 24):

1 – Vidurio Lietuvos fazës moreninis smëlis ir priemëlis, 2 – Baltijos stadijos maksimalios fazës moreninis priemëlis, 3 – vidurinio (?) pleistoceno moreninis priemolis, 4 – þvirgþdingas smëlis, 5 – ávairus smëlis, 6 – smulkus smëlis, 7 – smulkutis smëlis, 8 – aleuritas, 9 – dolomitas (D_3), 10 – deliuvis; a – tarpmoreninio juostuoto molio (varvø) fotonuotrauka, b – tarpmoreninio dislokuoto smëlio fotonuotrauka, c – dislokuotos apatinës morenos fotonuotrauka. Kiti sutartiniai þenkliai 3 pav.

Fig. 4. Cross-section of Petraðiûnai-2 Pleistocene deposits in the southwest part of dolomite quarry (24-08-2002):

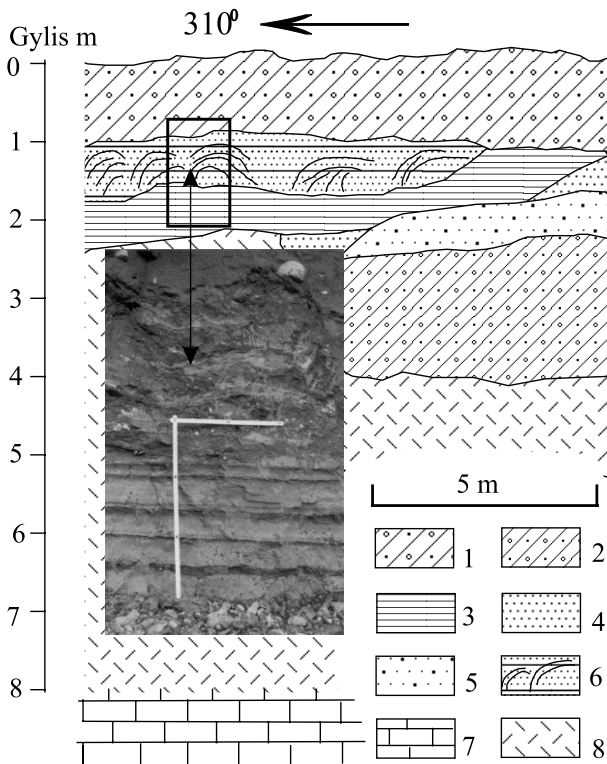
1 – morainic sand and sandy loam of Middle Lithuanian phase, 2 – morainic sandy loam of Baltija stage maximum phase, 3 – morainic loam of Middle (?) Pleistocene, 4 – pebbly sand, 5 – various grained sand, 6 – fine sand, 7 – very fine sand, 8 – silt, 9 – dolomite (D_3), 10 – diluvium, a – photograph of intermorainic varved clay, b – photograph of dislocated sand, c – photograph of dislocated lower till. Other symbols as in Fig. 3

rografinë sudëtis nëra būdinga Medininkø posvitës morenomis ir labiau panaði á Nemuno svitos Grûdos bei Varduvos morenø savybes. Pastaroji morena neprieðtarauja OSL metodu nustatytam aukðëiau slûgsanëio tarpmoreninio nuosëdø amþiui.

Tarpmoreninis kompleksas Petraðiûnø karjero aplinkoje pasiþymi plaëiu paplitimu, didele litologine ávairove, taëiau nedideliu storiu (iki 2 m) (3, 4, 5 pav.). Gelsvai pilkas ir pilkðvai geltonas aleuritas, taip pat smëlingas aleuritas bei smulkutis aleuritingas smëlis vietomis yra dengiami iki metro storio

varvø sluoksniu su storomis (10–12 cm) pilko mikrosluoksniuoto aleurito ir plonomis (1–3 cm) rudo molio juostomis. Vietomis varvos yra sujauktos, su þvirgþdo ir gargþdo tarpais (5 pav.).

Petraðiûnø karjero pietvakarinës sienelës Petraðiûnø-1 pjûvyje virð rudo ir tamsiai rudo kieto moreninio priemëlio slûgsø 0,45 m storio kompaktiðkas, subhorizontaliai sluoksniuotas, su neryðkiomis bangavimo ruzgomis pilkas aleuritas, apatinėje dalyje pilkðvai rudas, ðiek tiek molingesnis uþ aukðëiau slûgsantá (3 pav.). Já dengia 0,8 m storio labiau smë-



5 pav. Petrašiūnai-2 pjūvio šiaurės vakarų dalies (2003 06 17) vaizdas, liudijantis tarpmoreninio juostuoto molio (varvė) kilimą bei jo viršutinės dalies dislokavimą (pr. 4 pav.): 1 – Vidurio Lietuvos fazės moreninis smėlis ir priemolis, 2 – vidurinio (?) pleistoceno tankus moreninis priemolis ir priemolis, 3 – juostuotas molis (varvos), 4 – smulkus smėlis, 5 – įvairus smėlis, 6 – dislokuotas molis su aleurito gniutuliais, gargždų ir rieduliais, 7 – dolomitas (D_3), 8 – deliuvium

Fig. 5. Northwestern part of the Petrašiūnai-2 section (17-06-2003) showing an uplift of intermorainic varve and their dislocation to the upper part (see Fig. 4): 1 – morainic sand and sandy loam of Middle Lithuanian phase, 2 – compact morainic loam and sandy loam of Middle (?) Pleistocene, 3 – varved clay, 4 – fine sand, 5 – various grained sand, 6 – dislocated clay with inclusions of silt, pebble and boulder, 7 – dolomite (D_3), 8 – diluvium

lingas, ypač vidurinėje dalyje, rusvai pilkas smulkiai aštriškai sluoksniuotas aleuritas, viršutinėje dalyje (40 cm) – su smulkiais (taškiniiais) molio gniutulėliais. Viršutinę kompleksą sudaro 0,50 m storio dar smėlingesnis, ypač viršutinėje dalyje, neryškiai horizontaliai sluoksniuotas, pilkšvai geltonas aleuritas su dviesiai pilko smulkučio smėlio dėmėmis.

A. Grigienės atlikta šio 1,75 m storio aleurito sporų bei pėdadulkio analizė patvirtina, kad pėdadulkės išlikusios gerai, tačiau jų koncentracija labai maža. Santykinai daugiau pėdadulkio ir sporų yra pjūvio apatinėje dalyje. Vyrauja medžių pėdadulkės, tarp kurių daugiau pušies (*Pinus*), beržo (*Betula*), alksnio (*Alnus*) ir eglės (*Picea*). Rasta pavienių liepos, ąžuolo, skroblo, lazdyno, kėnio (*Abies*) ir maumedžio (*Larix*) pėdadulkio. Polinių augalų kiekis ir įvairovė taip pat nedidelė. Daugiau rasta sporų, ypač paparėjų (*Poly-*

podiaceae). Aptikta ir prekvartero amžiaus sporė. Tai leidžia teigti, kad plačialapių bei lazdyno pėdadulkės taip pat perklostytos. Dalis pušies pėdadulkio galėjo būti vėjo atneštos iš piečiau buvusio miškingesnės teritorijos. Taigi aleurito ir smėlingo aleurito klostymosi metu klimatas buvo šaltas, o augalijos dangą skurdė. Pagal gautus sporų ir pėdadulkio spektrus neįmanoma tiksliau nustatyti nuosėdų amžių. Tuo pačiu nuosėdų absoliutus amžius nustatymas OSL metodu rodo, kad jos buvo suklotos prieš 86,1–81,6 tūkst. metų (1 lentelė). Toks amžius ir vėsių paleoklimatinės sąlygos atitinka vėlyvojo pleistoceno izotopinę stadiją 5a, kuri gali būti Lietuvoje koreliuojama su Merkinės (Eemio) tarpledynmečio pabaiga (Gaigalas, 2001; Gaigalas, Fedorowicz, 2002) arba su Ankstyvojo Nemuno atšilimu (termomeru) Jonionys-2, o Centrinėje Europoje – su Odderade interstadialu (Satkūnas, 1999).

Viršutinis (Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos) moreninis kompleksas yra dvinaris. Šios stadijos maksimalios fazės rudo molingo moreninio priemolio storis siekia iki 3 m (4 pav.). Jis ne visur išlikęs ir kartu su tarpmoreninėmis varvomis uždėjęs hipso-metrinį lygį. Įvirgždų ir gargždų petrografinei sudėčiai, skirtingai nuo žemiau slūgsanės morenos, būdingas mažesnis iš toliau atneštos nuotrupinės medžiagos (ordoviko ir silūro klinėjų) ir didesnis vietinės nuotrupinės medžiagos (devono dolomitų ir klinėjų) kiekis, taip pat įvirgždų ir gargždų ilgųjų ašies D–P krypties orientacija. Mikroelementų sudėties frakcijoje, smulkesnėje už 1 mm, pasižymi nedideliu B, Ba, Cr, Ga gausėjimu bei Zr, Sr, Mn sumažėjimu, lyginant su senesniąja (apatinė) morena (2 lentelė).

Baltijos stadijos Vidurio Lietuvos fazės dviesiai rudos, rausvai rudos (ochros) ir rusvai geltonos spalvos moreninis smėlis bei priemolis sudaro 1,5 m storio paviršinią dangą. Molinga dalis (smulkesnės nei 0,01 mm frakcijos) tesudaro 6,7–8,3%. Morena masyvi, trapi, lengvai subyranti, su didesniu gargždų kiekiu ir būdingais išdūlėjusiais gneisais, ties padu smėlingesnė. Apatinė riba su smėliu ir aleuritu ryški, staigi, su „užgriebto“ smulkučio smėlio ir aleurito pailgais tarpais. Apatinė riba su moreniniu priemoliu spalvinga, ryški, kai kur su perplovimo požymiais, taip pat žemiau slūgsanės moreninio priemolio smulkiais (Ø 5–6 cm) tarpais smėlingoje morenoje (3, 4, 5 pav.). Šiai morenai būdingas mažesnis iš toliau atnešto ordoviko ir silūro klinėjų kiekis ir net išnykimas, lyginant su senesnėmis morenomis, kai kur – kristalinių uolienų sumažėjimas (išdūlėjimas) stambianuotrupinėje dalyje. Akivaizdžiai mažiau Fe, Al, Co, Cr, Ga, Li, Mn, Ni, Sc, V, Zn bei didelė Zr kaita smulkesnėje nei 1 mm frakcijoje (2 lentelė).

PLEISTOCENO STORYMĖS IR MORENŲ FORMAVIMOSI YPATYBĖS (DISKUSIJA)

Kaip matyti iš jau pateiktos medžiagos, didžiausią pleistoceno storymės dalį šiaurės Lietuvoje sudaro glacia-

2 lentelë. Kai kuriø makro- ir mikroelementø kiekis Petraðiùnø, Klovainiø ir Skaistgirio pjûviø morenose (mëginio vietas 3, 4, 6, 7 pav.

Table 2. Values of some macro- and microelements in till of Petraðiùnai, Klovainiai and Skaistgirys sections (point of samples in Figs. 3, 4, 6, 7)

Elementas Element	Regioninis fonas* Regional background	PETRAÐIÛNØ-1				PETRAÐIÛNØ-2			KLOVAINIØ			SKAISTGIRIO					
		Mëginio Nr. nuo apaèios Sample No from bottom															
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4		
Ag	0,03	0,04	0,045	0,045	0,035	0,045	0,045	0,045	0,045	0,052	0,035	0,04	0,045	0,04	0,06		
Al		4,3	4,6	4,6	3,2	4,3	4,2	3,5	4,6	4,2	4,4	3,2	4,6	4,5	5,4		
B	33	54	50	42	29	45	58	40	60	56	49	37	57	52	58		
Ba	400	420	280	350	230	260	280	230	180	260	230	180	230	230	230		
Ca		4,8	4,2	6,2	6,4	5	5,7	4,7	4,7	6,8	7	8	6,4	5,7	5,2		
Co	5,6	9,4	8,6	8,8	5,2	8,4	9	5,2	8,8	9,4	9,2	5,2	8,2	8,2	11		
Cr	37	50	35	46	23	45	52	27	42	54	44	22	45	42	60		
Cu	6	11	9	11	11	11	13	9	11	13	13	11	13	13	13		
Fe		1,7	1,3	1,55	1,05	1,4	1,5	0,88	1,6	1,65	1,65	1	1,6	1,6	2,2		
Ga	7,4	5,6	4,5	5,8	3,2	4,7	5,6	2,5	4,7	6,2	5,2	2,4	4,7	4,8	6,4		
La	26	24	36	30	24	27	24	26	33	24	24	20	32	30	37		
Li	16	19	11	16	7	12	17	6	14	17	14	5	11	13	18		
Mg		4	3,8	3,3	3,5	3,4	3,8	3,8	4,6	4,4	3,9	6,2	4,2	3,8	4		
Mn	460	390	340	400	300	410	360	300	330	390	400	400	390	340	520		
Mo	0,92	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	1	0,7	0,82	0,7	0,7	0,7		
Nb	9	19	17	15	13	15	15	15	14	15	13	11	14	14	16		
Ni	16	28	20	25	12,5	24	28	14,5	27	27	24	12	25	24	33		
P	600	450	600	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450		
Pb	11,8	10	9	13	10	12	11	10	10	12	11	9	11	11	15		
Sc	7,3	10	6,6	10,5	5,2	8,2	10	3,4	7,8	10	10	5	9	9	13		
Sn	1,4	2,3	2,1	2,2	2	2,1	2,1	1,8	2	2,5	2,3	1,6	2,1	2,2	2,6		
Sr	11	105	135	120	125	140	100	120	120	115	110	145	125	120	140		
Ti	2300	3300	3600	3600	2600	3600	3400	3300	4000	3300	3200	2100	3600	3600	4100		
V	35	70	66	64	34	70	76	40	78	72	64	25	70	70	88		
Y	23	31	45	29	25	34	25	30	38	23	21	26	30	30	40		
Yb	2,5	2,2	2,7	2,5	1,9	1,9	2	2,3	2,3	2,2	1,6	1,7	2,3	2,2	3,1		
Zn	25	25	20	24	10	45	30	18	19	29	17	24	24	16	34		
Zr	220	500	1000	450	420	600	360	900	560	390	310	480	500	420	430		

* Mikroelementø medianinis kiekis Ðiaurës Lietuvos moreniniame priesmëlyje pagal Kadùnà, Katinà ir kt, 2004.

Al, Ca, Fe ir Mg kiekis %, mikroelementø – ppm (mg/kg). Vertikalus brùkònys þymi statistiškai reikðmingus skirtumus tarp mëginio.

Values of Al, Ca, Fe and Mg are in % and of microelements in ppm (mg/kg). Vertical line marks statistically significant difference among the samples.

linës nuogulos. Jø sedimentacijos dinamines sàlygas geriausiai atspindi stambianuotrupinës medþiagos ilgøjø aðiø orientacijos ir polinkio matavimø duomenys, kartais – granulometrinës sudëties santykinës entropijos rodiklio kitimas. Kalbant apie apatinæ (senesnæ) apraðytàjà morenà Petraðiùnø karjere, reikia pastebëti, kad jai bûdingas nevienalytiðkumas, stambianuotrupinës medþiagos ilgøjø aðiø vyraujanti orientacija ÐV–PR kryptimi su jø bûdingu polinkiu pietryeiø link (3, 4 pav.). Tiktai morenos apatinëje dalyje nematyti bûdingos orientacijos ir polinkio. Vyraujantis moreninis priesmëlis (smulkesnës uþ 0,01 mm frakcijos sudaro 17,3–18,3%) pasiþymi nedidele santykinë entropija, rodanëia menkà moreninës medþiagos iðmaiðymà (3 lentelë).

Baltijos stadijos maksimalios fazës moreninis priesmëlis pasiþymi molingumu (smulkesnës uþ 0,01 mm

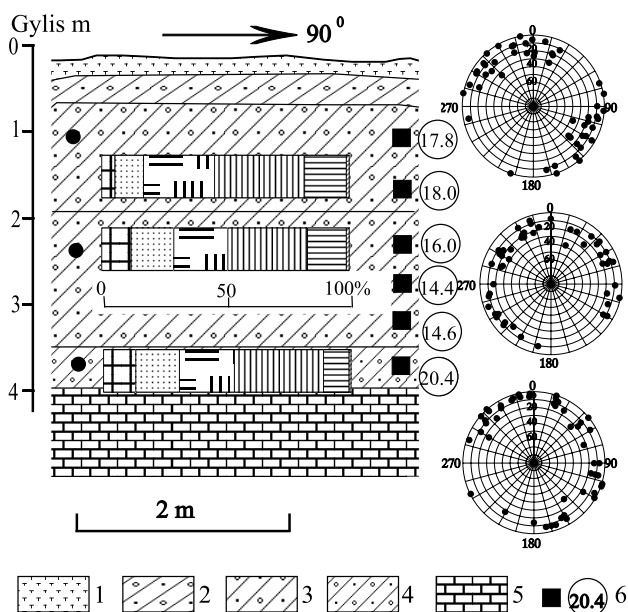
frakcijos sudaro 25%), didele granulometrinës sudëties santykinë entropija bei vyraujanëia þvirgþdo ir gargþdo ilgøjø aðiø Ð–P krypties orientacija, bûdingu jø polinkiu ðiaurës link. Vidurio Lietuvos fazës moreniniam smëliui ir smëlingam moreniniam priesmëliui Petraðiùnø plote bûdinga nedidelë granulometrinës sudëties santykinë entropija (blogas iðmaiðymas), nors ir ne identiðka, taèiau gerai iðreikðta þvirgþdo ir gargþdo ilgøjø aðiø orientacija bei jø polinkis (3 lentelë, 3, 4 pav.). Panaðiai virðutinio sluoksniø stambianuotrupinë medþiaga orientuota Klovainiø (Vidurio Lietuvos fazës zona) bei Skaistgirio (Ðiaurës Lietuvos fazës zona) karjeruose (6, 7 pav.).

Petraðiùnø pjûviuose vietomis matomas apatinës (senesnës) morenos praturtinimas þemiau slûgsanëia

3 lentelė. Morenø granulometrinės sudėties medianos ir santykinės entropijos kaita Petražiūnø, Klovainiø ir Skaistgiriø pjūviuose (mėginio vietos 3, 4, 6, 7 pav.)

Table 3. Variation patterns of median and relative entropy values of grain size distribution of the till in the Klovainiai, Petražiūnai and Skaistgirys sections (point of samples in Figs. 3, 4, 6, 7)

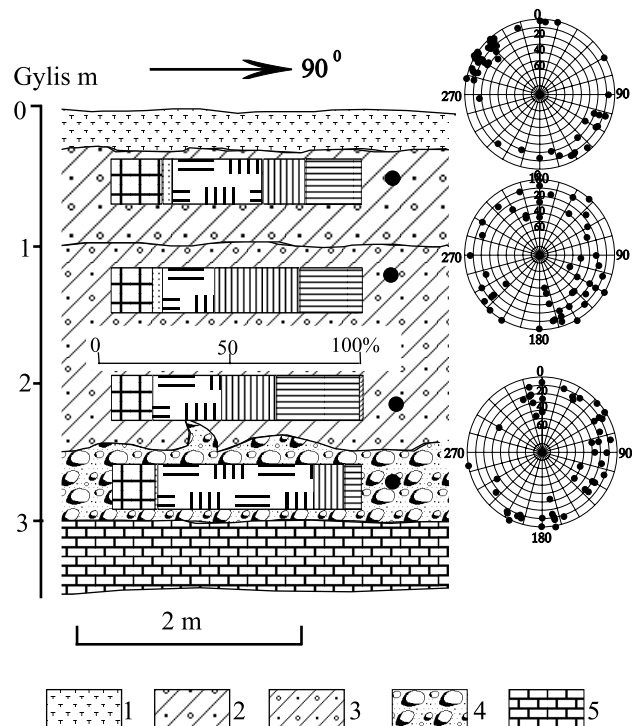
Pjūvis Section	Mėginio Nr. nuo apaèios Sample No from bottom	Frakcija Fraction < 0,01 mm (%)	Mediana Median (mm)	Santykinė entropija Relative entropy
Petražiūnø-1	4	8,31	0,171	0,8884
	3	18,33	0,088	0,8885
	2	17,30	0,084	0,8998
	1	24,65	0,069	0,9155
Petražiūnø-2	3	6,74	0,178	0,8617
	2	24,95	0,068	0,9244
	1	18,36	0,090	0,9107
Klovainiø	3	23,57	0,076	0,9109
	2	23,49	0,069	0,9026
	1	25,41	0,070	0,9190
Skaistgiriø	4	17,95	0,091	0,9232
	3	19,36	0,085	0,9098
	2	21,82	0,075	0,9097
	1	6,93	0,269	0,9180



6 pav. Baltijos morenos pjūvis Klovainiø karjere:

1 – aleuritas, pereinantis á durpæ ir dirvoþemá 2 – perlautas moreninis smėlingas priemėlis, 3 – masyvus trupantis moreninis priemėlis, 4 – tankus masyvus moreninis priemolis, 5 – dolomitas (D_3), 6 – radioaktyvumo nustatymo duomenys (mR/h). Kiti sutartiniai þenkliai 3 pav.

Fig. 6. Baltija till section in the Klovainiai quarry: 1 – silt grading into peat and soil, 2 – washed sandy loam, 3 – massive, friable sandy loam, 4 – compact, massive loam, 5 – dolomite (D_3), 6 – radioactivity measuring data (mR/h). Other symbols as in Fig. 3



7 pav. Baltijos morenos pjūvis Skaistgiriø karjere:

1 – dirvoþemis, 2 – trupantis moreninis priemėlis, 3 – masyvus ir tankus moreninis priemėlis su subvertikaliomis pilkomis juostelėmis, 4 – neapzulinatas þvirgþdas, gargþdas ir rieduliai, 5 – dolomitas (D_3). Kiti sutartiniai þenkliai 3 pav.

Fig. 7. Baltija till section in the Skaistgirys quarry: 1 – soil, 2 – friable sandy loam, 3 – massive and compact sandy loam with sub-vertical narrow grey bands, 4 – angular gravel, pebble and boulders, 5 – dolomite (D_3). Other symbols as in Fig. 3

vietine devono uolienø medþiaga (ypaè gelsvai ir þalsvai pilku dolomitu su mergelio ir molio tarp sluoksniais), taip pat ið moreninio sluoksnio stambaus luisto „iðjudinimas ir átraukimas“ á jaunesnæ Baltijos stadijos maksimalios fazës morenà (3, 4 pav.). Tai liudija, kad ðios morenos Petraðiùnø apylinkëse formavosi ne tik ið tolimesnës ledyno atvilkotos nuotrupinës medþiagos (kristalinës uolienos, ordoviko ir silûro klintys), bet ir ið intensyviai egzaruotø bei asimiliuotø vietiniø senesnio amþiaus nuogulø.

Lyginant tyrinëtus virðutinio pleistoceno morenines nuogulas su detaliai iðtirtomis panaðiomis nuogulomis Pietø Lietuvos regione, kur dapniausiai vyravo moreninës medþiagos perneðimo ir nusodinimo procesai, akivaizdþiai vyrauja maþesnis morenos molingumas ir didesnë jo kitimo amplitudë Petraðiùnø, Klovainiø bei Skaistgirio pjûviuose. Jeigu Birðtono apylinkëse frakcijos, smulkesnës uþ 0,01 mm, sudaro 28–34%, Daugø ir Varënos – 22–29%, Druskininkø – 23–28% (Baltrûnas, 1995), tai Ðiaurës Lietuvos tyrinëtuose pjûviuose – 6–25% (3 lentelë). Lyginant tø paèiø morenø granulimetrinës sudëties santykinës entropijos rodiklã matyti, kad tiek Pietø Lietuvos (Baltrûnas, Pukelytë, 2003; Baltrûnas, Gaigalas, 2004), tiek ir Ðiaurës Lietuvos tyrinëtuose pjûviuose (3 lentelë) esminiø skirtumø nėra. Ðio rodiklio kaita, matyt, yra susijusi su ávairios granulimetrinës sudëties nuogulø iðmaiðymu bei jø nusodinimu morenine medþiaga prisotinus slenkanëiã apatinæ ledyno dalã Petraðiùnø pjûviuose akivaizdus maþesnis santykinës entropijos rodiklis besiformuojanëioje Vidurio Lietuvos fazës morenoje, kuri pieèiau esanëiame Klovainiø pjûvyje yra molingesnë, geriau iðmaiðyta ir maþiau besiskirianti nuo Baltijos stadijos maksimalios fazës morenos (6 pav., 3 lentelë).

Jau ankstesniø metø Vidurio ir Ðiaurës Lietuvos morenø tyrimø medþiaga patvirtino paskutiniojo (Nemuno) apledëjimo moreninio komplekso daugianariðkumà (daugiasluoksniðkumà), kurio storumëje detalio tyrimø dëka nustatytos progresyviø ir regresyviø etapø morenos, taip pat Baltijos stadijos atsi-traukimo fazio palikti sluoksniai pulsuojanëio ledyninio skydo pade (Åàéããããã, 1971; Åàéããããã, Åàéããããã, Åàéããããã, 1982; Åàéããããã, 1988). Naujai pateikta medþiaga patvirtina teiginã, kad de-graduojanëio ledyno suaktyvëjimo ar stabilizacijos fazio metu ledyninio skydo vidinëje dalyje buvo akumuliuojami nauji morenos sluoksniai su bûdingais aktyvaus ledyno poþymiais.

IÐVADOS

1. Ðiaurës Lietuvos regione vyraujanëios nedidelio storio (iki 30–40 m) pleistoceno nuogulos yra skaidomos á tris litostratigrafinius kompleksus: vidurinio pleistoceno (Medininkø posvitës) arba virðutinio pleistoceno (Apatinio Nemuno posvitës) apatinã glacialinã kompleksã, virð jo slûgsanëias 86–81 tûkst.

metø senumo tarpmorenines nuosëdas bei virðutinã paskutiniojo apledëjimo Baltijos stadijos moreniniø nuogulø kompleksã.

2. Apatinis (senesnis) glacialinis kompleksas, slûgsantis pokvarterinio reljefo paþemëjimuose, yra suformuotas ið ðiaurës vakarø slinkusio ledyno, jo sąlyëio su ðiaurës ir rytø link palinkusiu pokvarteriniu pavirðiumi. Akumuliuota morena turi tiek ið toli atneðtiniø kristalinø uolienø, ordoviko ir silûro klinties, tiek ir vietiniø pokvarteriniø virðutinio devono uolienø (dolomito, klinties, mergelio, smiltainio) medþiagos.

3. Virðutinio pleistoceno paskutiniojo (Nemuno) apledëjimo vëlesnës Baltijos stadijos glacialinã kompleksã sudaro ið ðiaurës slinkusio ledyno dviejø atsi-traukimo fazio metu akumuliuoti sluoksniai. Ðie nuo senesniø morenø skiriasi maþesniu ið toliau atneðtos nuotrupinës medþiagos bei didesniu vietinës egzaruotos medþiagos kiekiu, o tarpusavyje – granulimetri-ne sudëtimi bei medþiagos iðmaiðymo laipsniu.

PADEKA

Autoriai dëkoja Talino technikos universiteto Geologijos instituto Kvartero geochronologijos tyrimø laboratorijos vadovui dr. A. Molodkovui, Lietuvos geologijos tarnybos palinologei A. Grigienei bei Geologijos ir geografijos instituto jaunesniajai mokslinei bendradarbei V. Pukelytei uþ pagalbã tiriant Ðiaurës Lietuvos pleistoceno nuogulø pjûvius bei apibendrinant jø tyrimo rezultatus.

Literatûra

- Alley R. B., Cuffey K. M., Evenson E. B., Strasser J. C., Lawson D. E. A. and Larson G. J. 1997). How glaciers entrain and transport basal sediment: physical constraints. *Quaternary Science Reviews*. **16**(9). 1017–1038.
- Baltrûnas V. 1995. Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija. Vilnius: Academia. 179 p.
- Baltrûnas V., Pukelytë V. 2003. Pleistoceno morenø granulimetrinës sudëties santykinës entropijos kaitos ypatumai Pietø Lietuvoje. *Geologija*. **42**. 45–50.
- Baltrûnas V. and Gaigalas A. 2004. Entropy of Pleistocene till composition as an indicator of sedimentation conditions in Southern Lithuania. *Geological Quarterly*. **48**(2). 115–122.
- Ber A. 2000. Plejstocen Polski póinocno-wschodniej w na-wiãzaniu do góbszego podioya obszarów sãsiednich *Prace Pañstwowego Instytutu Geologicznego*. **CLXX**. Warszawa. 89 p.
- Boulton G. S., Dobbie K. E. and Zatsepin S. 2001. Sediment deformation beneath glaciers and its coupling to the subglacial hydraulic system. *Quaternary International*. **86**(1). 3–28.
- Brodzikowski K. and van Loon A. J. 1991. Glacigenic Sediments. Amsterdam: Elsevier. 674 p.

- Bucevičiūtė S., Dobkevičius M., Marcinkevičius V. 1992. Rajono geologinės ir hidrogeologinės sąlygos. Karstinio rajono gamtinė ir technogeninė situacija. *Geologija*. **13**. Vilnius. 30–49.
- Dreimanis A. 1989. Tills: Their genetic terminology and classification. In: Genetic classification of glacial deposits (eds. R. P. Goldthwait and C. L. Madsen). Rotterdam – Broodfield: Balkema. 17–84.
- Ehlers J. 1996. Quaternary and glacial geology. John Wiley & Sons. 578 p.
- Gaigalas A. 2001. Viršutinio (vėlyvojo) pleistoceno stratigrafija ir geochronologija. *Akmens amžius Pietų Lietuvoje* (red. V. Baltrūnas). Vilnius. 7–24.
- Gaigalas A., Fedorowicz S. 2002. Termoluminescence dates of Mid- and Late Pleistocene sediments in Vilkiškės exposure, Eastern Lithuania. *Geologija*. **38**. 31–40.
- Kadūnas V., Katinas V., Radzevičius R., Taraškevičius R. 2004. Nuosėdų mikroelementinės sudėties kaita sedimentacijos paleobazinose ir geocheminių anomalijų susidarymas. *Lietuvos Pėmės gelmių raida ir išteklių* (ats. red. V. Baltrūnas). Vilnius: Petro ofsetas. 123–144.
- 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., 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.
- Lietuvos kvartero stratigrafijos schema. 1994. *Valstybinio geologinio tyrimo taisyklės ir metodinės rekomendacijos*. Vilnius, Lietuvos geologijos tarnyba. 1994. 17 p.
- Lietuvos TSR atlasas. 1981. Maskva. 216 p.
- 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.
- 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.
- Narbutas V. 1994. Dolomitas. *Lietuvos geologija* (red. A. Grigelis ir V. Kadūnas). Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla. 254–262.
- Narbutas V., Kondratienė O. 1958. Kai kurie nauji duomenys apie tarpledynmetinį karstiną procesą Žiaurės Lietuvoje. *Geografinis metraštis*. **1**. Vilnius. 321–328.
- Piotrowski J. A., Mickelson D. M., Tulaczyk S., Krzyżkowski D. and Junge F. W. 2001. Were deforming subglacial beds beneath past ice sheets really widespread. *Quaternary International*. **86**(1). 139–150.
- Rzechowski J. 1980. An attempt of lithostratigraphical subdivision of the Vistulian Glaciation tills in Poland. *Quaternary Studies in Poland*. **2**. 107–120.
- Satkūnas J. 1999. The Upper Pleistocene stratigraphy and geochronology in Lithuania. *Litosfera*. **3**. 43–57.
- Stokes CH. R. and Clark CH. D. 2002. Are long subglacial bedforms indicative of fast ice flow? *Boreas*. **31**(3). 239–249.
- Šliaupa A. 1997. The sub-Quaternary relief of Lithuania and of adjacent territories. *Litosfera*. **1**. 46–57.
- Šliaupa A. 2004. Prekvartero uolienų paviršius. *Lietuvos Pėmės gelmių raida ir išteklių* (ats. red. V. Baltrūnas). Purnalo „Litosfera“ leidinys. Vilnius. 254–260.
- Tarakanovas P. 1999. Statistinių duomenų apdorojimo programos paketas „Selekcija“. Vilnius. 56 p.
- Van der Meer J. J. M., Menzies J. and Rose J. 2003. Subglacial till: the deforming glacier bed. *Quaternary Science Reviews*. **22**. 1659–1685.
- Waller R. I. 2001. The influence of basal processes on the dynamic behaviour of cold-based glaciers. *Quaternary International*. **86**(1). 117–128.
- Åaí eðei úø Í . Í . 1989. Æyðei ðððeðððà è èääí èei áúé í ðððí áái aç. Ðeää: Çei àoi á. 284 ñ. Ææääæän Å. È. 1971. Ñððeððððà, ðæñðððà è áái àðe-áñèèà ðaçí í æái í ñðè í ñí í áí úð í ðái . Ñððí áí æà è í ðððí áái aç Ñððí áí æèðí áñèè è í ðððí í è ðááí è í ú. Æèúí þñ. 28–87.
- Åæääæän Å. È. 1979. Æyðei ñáæèí áí ðæðei í í úà ðèèèú í èæñðí ðái à Èeðáú. Æèúí þñ: Í í èñèän. 98 ñ.
- Åæääæän Å. È. Í àððei ýyæe-þñ Å. È. 1982. Ñei èñðí à ñððí áí èà è áái açèñ ðí ðí èí ææèí í í-áðyáí áí áí èáái èei áí áí ðæúáðà í à ñááðà Èeðáú. *Áí èí áey*. **3**. 69–79.
- Èääðððei Þ . Å. 1980. Í æei ðí ðúá í áú èà áí ðí ñú í ðái í í áí ñáæèí áí ðí áái açà. *Í ðí ðáññú èí ðèí áí-òæúí í áí èèðí áái açà* (í ðà. ðáá. Å. Å. Ø áí ðáð). Í í ñèää: Í áóèà. 123–135.
- Í àððei ýyæe-þñ Å. È. 1988. Õí ðí èðí áái èà ðèçèèí-í àðái è-áñèèè ñái èñðà í í ðái í úð í ðèí æái èè í í ñèääí áái í èááái áí èy Ñððí áí è Èeðáú. *Áí èí áey*. **9**. 125–136.
- Í àðáááá Å. Å. 1976. Èáái èei ááy òí ðí àðèy áí ððí í í áái à Áæèí ðóññèè. Í èí ñè: Í áóèà è ðáí èèà. 160 ñ.
- Ñáðááðyí í úé È. Ð., Í ðei á Å. Å. 1989. Ñáæèí áí ðí èí æe-áñèèèè í í áoi á è èçð-áí èþ í ðái . Ñí áðái áí í í à í í ðái í ðí ðí èðí áái èà: í ðí ðáññú è í áñðái í æè. *Í ððáí ú - èñðí-í èè æeyðei èí-æe-áñèèè èí ðí ðí àðèè*. Í í ñèää: Í áóèà. 65–137.

Valentinas Baltrūnas, Bronislavas Karmaza, Danguolė Karmazienė

STRUCTURE AND FORMATION PECULIARITIES OF PLEISTOCENE DEPOSITS IN NORTHERN LITHUANIA

Summary

A new geological material on the structure of the Pleistocene strata deposits and formation peculiarities of subglacial tills in Northern Lithuania is presented. Morainic (subglacial till) and intermorainic deposits in quarries of Upper

Devonian dolomite in Petraðiünai and Klovainiai (Pakruojis district), located in the Middle Lithuanian phase of the Baltija (Pomeranian) stage of the Nemunas (Weichselian) Glaciation were studied. For comparison, results of a study of subglacial till in the Skaistgirys quarry located in the North Lithuanian phase of the Baltija stage are given. The sections were described in detail, the orientation and inclination of the long axes of gravel and pebbles were measured, and samples for petrographic, grain-size and geochemical analysis of till were taken. Intermorainic silt was measured for the grain size, spore and pollen composition and was dated by the optically stimulated luminescence (OSL) method.

On an investigated site near Petraðiünai area the thickness (up to 16 m) of Pleistocene strata deposits directly depends on the depth of sub-Quaternary surface. Pleistocene strata deposits on the investigated site were subdivided into three complexes. The Middle Pleistocene (?) subglacial complex is stratified mainly in the depressions of sub-Quaternary surface. It is formed by a glacier which moved from the north-west and accumulated non-uniformly mixed alien and local (Upper Devonian) clastic material. Of intermorainic deposits, of great interest are basin sediments whose OSL age is 86–81 thousand years. They are overlain by a glacial complex of the Baltija stage of the Nemunas (Weichselian) Glaciation. It is formed by a glacier that advanced from the north and accumulated tills of two phases. From those more ancient they differ by a lower content of alien clastic material and increased content of local material. Among themselves the till phases differ in grain size and the degree of their mixing.

Åaëáí ðeí añ Åaëððóí añ, Åðííeñëååñ Èaðí açà, Åaí ðóí eà Èaðí açáí á

**Í ÑÍ ÅÁÍ Í Í ÑÒÈ ÑÒÐÍ ÁÍ Èß È
ÓÍ ÐÌ ÈÐÍ ÅÁÍ Èß Í ÈÅÉÑÒÍ ÓÁÍ Í ÅÕÕ
Í ÕËÍ ÅÁÍ ÈÉ ÑÅÅÁÐÍ Í É ÈÈÕÅÕ**

Ð á ç þ í á

Í ðaãnoaaëái í í á ú é åaí eí ãe-añëëé ì àðaðëåé èçó-aí èý ñòðí áí èý í eåeñòí ðáí í áí é ðí èù è é ì ñí ááí í ñòáé òí ðí èðí ááí èý í ñí í áí ú ò í ðáí Ñååáðí í é Èëðáù. Èçó-aëëñü í í ðáí í ú á è í æí í ðáí í ú á í ðëí æáí èý á ñí ñåáí èð èáðüáðáð

åaððí åååáí í ñëè ãí èí ì èí á Í ýððáðþí áé è Èëí åáéí ýé (Í æððí èñëé ðáéí í), ðañí í èí æáí í ú ò á çí í á Ñðááí á-èèðí añëí é òaçú Åaëðëéñëí é ñòååé í í ñëåáí åáí í eååáí áí èý. Åëý ñðááí áí èý í ðeáí åýòñý åáí í ú á èçó-aí èý æýðëåëüí ú ò í ðëí æáí èé á èáðüáðá Ñëåéñðáèðëñ, ðañí í èí æáí í í áí á çí í á Ñååáðí-èèðí añëí é òaçú Åaëðëéñëí é ñòååé. Èñí í èüçí åáí ú åáí í ú á í áððí áðáðë-añëí áí èçó-aí èý ñí ñòååå í í ðáí í ú ò áðååéí í-ååë-a-í ú ò í æéí èí á, çàí áðí á í ðeáí ðèðí áé è í æéí í á èð æéí í ú ò í ñáé, áðáí èéí í áððë-añëí áí é åáí ðeí è-añëí áí ñí ñòååå í í ðáí. Í æí í ðáí í ú á ååññáéí í ú á í ðëí æáí èý èçó-aëëñü áðáí èéí í áððë-añëé, í æéí í èí æ-añëé è í áðí áí Í ÑÈ æëý í í ðåååéí èý èð ååñí èþðí í áí áí çðañò. Í á èçó-aí í í í áí çëá Í ýððáðþí áé ó-añðëá í í ú í ñòü (áí 16 m) í eåeñòí ðáí í áí é ðí èù è æëåáí ú í í áðaçí çååñèð ì ð ååñí èþðí í é áçñí ðú çååååí èý í í á-aðåáððë-í í é í í åaððí í ñè. Í eåeñòí ðáí í áý ðí èù á í á ýðí ó-añðëá ðañ-eáí ýáòñý í á ñðááí áí eåeñòí ðáí í á ú á (í ýæ-í éí èñëåý í í åñåðá) èëé åaððí áí eåeñòí ðáí í á ú á (í eáí áí ýí óí ñëåý í í åñåðá) æýðëåëüí ú á í ðëí æáí èý, çååååþù èá í áá í èí è í æéí í ðáí í ú á ååññáéí í ú á í ðëí æáí èý, áí çðañò èí ðí ðú ñí ñòååýáð 81–86 òñ. èáð í í Í ÑÈ, á ðáéåá æýðëåëüí ú é èí í í eåeñ òaçëåëüí ú ò í ðáí Åaëðëéñëí é ñòååé í í ñëåáí åáí í eååáí áí èý. Í æáí eåá áðááí èé æýðëåëüí ú é èí í í eåeñ çååååáð á í ñí í áí í í á í í í eáí èý ò í í á-aðåáððë-í í áí ðáéüçá. Í í ñòí ðí èðí ááí eåáí èéí í, í ðí ååéååðè ñý ñ ñååáðí-çáí ååá è æééí òéèðí åååðèí í áðááí í í áðí í í áðáí áðáí í ú é è çååååèá í ðëí åñáí í ú é ðáððëåáí í ú é í áððëåé èðëñòáéëé-añëèð í í ðí á, èçååñòí ýé á í ðáí æëá è ñëéððá, á ðáéåá í åñòí ú é í æéí í í-í ú é í áððëåé åaððí åååáí í ñëèð í í ðí á (áí èí ì èðá, èçååñòí ýéá, í áðååý, æéí ú, í åñ-aí eéá). Åaððí áí eåeñòí ðáí í á ú é æýðëåëüí ú é èí í í eåeñ Åaëðëéñëí é ñòååé í í ñëåáí åáí í eååáí áí èý ñòí ðí èðí ááí eåáí èéí í, í ðí ååéååðè ñý ñ ñååáðá è æééí òéèðí åååðèí í í ðáí ú åáóó òaç. Í ò áí eåá áðááí èð í í é í ðëé-aþòñý ðí áí ú ò áí eáí ñí åaðæáí èý èçåååèá í ðëí åñáí í í áí í æéí í í-í í áí í áððëåèá è óååé-aí eáí - í åñòí í áí. Í ææó ñí áí é òaçëåëüí ú á í í ðáí ú ðaçëé-aþòñý í í áðáí èéí í áððë-añëí í ó ñí ñòååé è í í ñòáí áí è åáí í áðáí áðéååí èý.