

Pietø Lietuvos paleogeografija vëlyvojo pleistoceno Nemuno (Weichselian) apledëjimo metu

Kaštutis Ðvedas,
Valentinas Baltrūnas,
Violeta Pukelytë

Ðvedas K., Baltrūnas V., Pukelytë V. Palaeogeography of South Lithuania in Nemunas (Weichselian) Glaciation of Late Pleistocene. *Geologija*. Vilnius. No. 45. P. 6–15. ISSN 1392–110X.

The recurring permafrost and cryogenic structures in the soils were an important phenomenon in the periglacial zone in the southeastern part of Lithuania. During the permafrost degradation an intensive transformation of the slopes took place, influencing the development of loess cover formations. The 3–4 lithocomplexes identified in the system of these formations correlate with the Weichselian biostratigraphic elements in Lithuania and Central Europe. The specific character of the Late Weichselian Baltic deglaciation was predetermined by a wide (30–40 km) dead ice elevation and the Simnas–Balbieriðkis–Stakliðkës glaciolacustrine basin between it and the younger South Lithuanian glacier. The excess water of this basin washed out a great part of the middle Nemunas valley in the southern direction. The middle part of the territory, extending from southwest to northeast (by most researchers regarded as part of Vilnius–Warsaw–Berlin Urstromtal), in the Weichselian of the Late Pleistocene was subject to an intensive interstadial erosion and accumulation, glacier exaration and sedimentation, and subsequent accumulation in glaciofluvial sandurs and cascade glaciolacustrine basins. Repeated glaciofluvial (alluvial) erosion and accumulation took place in the Urstromtal zone in late glaciation, leaving many terraces over the flood plains of the Middle Nemunas and the Lower Merkys.

Key words: Palaeogeography, Late Pleistocene, periglacial zone, cryogenic structure, Nemunas valley, South Lithuania

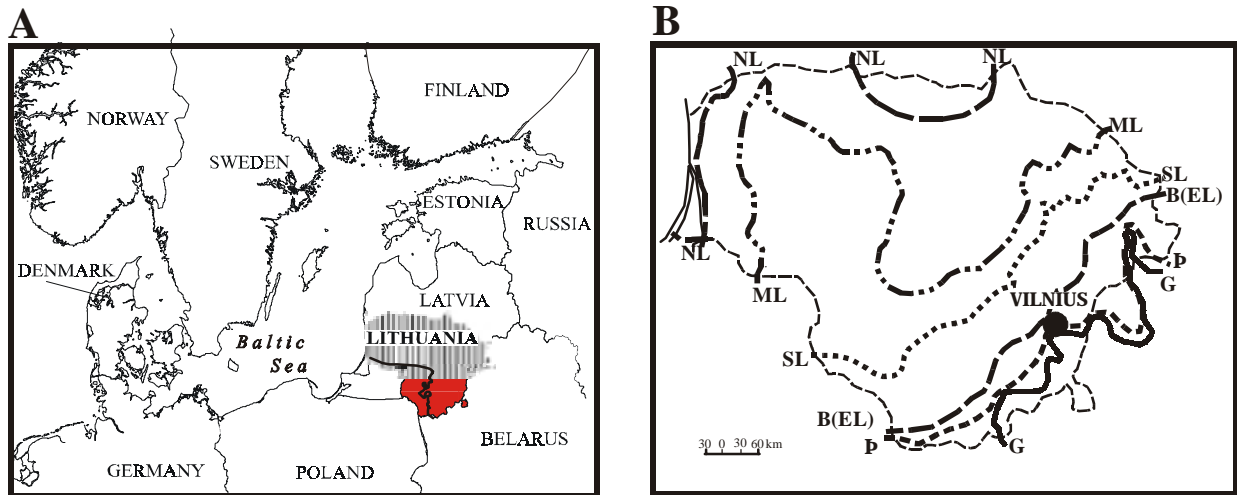
Received 7 October, accepted 20 November 2004

Kaštutis Ðvedas and Valentinas Baltrūnas. Vilnius Pedagogical University, Studentø 39, LT-2034, Vilnius, Lithuania. E-mail: geogr.kat@vpu.lt, Baltrunas@geo.lt
Violeta Pukelytë. Institute of Geology and Geography, T. Ðevëenkos 13, LT-2600, Vilnius, Lithuania. E-mail: Pukelyte@geo.lt

ÁVADAS

Pietø Lietuvos teritorija, bûdama geologiniu ir geomorfologiniu poþiûriu ávairiaampþe ir poligenetinë, vëlyvojo pleistoceno Nemuno (Weichselian) apledëjimo metu patyrë skirtingà paleogeografinæ raidà (1 pav.). Ðio kraðto vëlyvojo pleistoceno paleogeografijos klausimams yra skirta nemaþai publikacijø. Dalis jø yra teorinio pobûdþio, apsiribojusio bendra ir schematiðka regiono paleogeografijos charakteristika, tapusio teorine ir metodologine baze naujiems tyrimams (Basalykas, 1965; Dvareckas, 1993; Gaigalas, 1979, 1995; Gudelis, 1973; Kabailienë, 1990; Kondratienë, 1996; Kudaba, 1983; Micas, 1963; Vaitiekūnas, 1968; ir kiti). Kita dalis studijø yra labiau specializuotos, nagrinëjanëios vienà ar kità objektà, taëiau savo fundamentinëmis iðvadomis labai prisidëjusios prie aptariamojo laikotarpio paleogeografi-

nio sàlygø raidos paþinimo. Visø pirma tai – Pietø Lietuvos ir gretimø rajonø paskutiniojo tarpledynmeëio ir ledynmeëio, taip pat holoceno pjûvio sporø ir þiedadulkiø tyrimai, biostratigrafiðkai iðtirtø pjûvio koreliavimas su kitais regionais (Kabailienë, 2001; Kondratienë, 1979, 1996; Kunkskas, 1984; Seibutis and Savukynienë, 1998; Satkūnas, Grigienë, Robertsson, 1998; Satkūnas, 1999; ir kiti). Prie paleogeografinës aplinkos paþinimo daug prisidëjo geocheminiai, litologiniai, petrografiniai ir tekstūriniai (Baltrūnas, 1995, 2001, 2002; Gaigalas, 2001; Mikalauskas, 1985; Ðinkūnas, Stanëikaitë ir kt., 2001; Ðvedas, 2001 ir kiti), taip pat geomorfologiniai ir kvartero nuogulø storumës struktūriniai (Basalykas, Dvareckas, Diceviëienë, 1984; Dvareckas, Diceviëienë, 1987; Ber, 1981, 2000; Karabanov, 1987; Komarovskiy, 1996; Vaitonienë, 1976; Voznyachuk, Valczyk, 1978; ir kiti) vertingi tyrimai. Taëiau tenka pripaþinti, kad paleo-



1 pav. Pietø Lietuvos teritorija paskutiniojo (Nemuno, Weichselian) apledëjimo deglaciacijos kontekste (pagal A. Gaigalà, 2001): G – Grūdos stadija, P – Pìogeliø fazë, B(EL) – Baltijos stadija (Rytø Lietuvos fazë), SL – Pietø Lietuvos fazë, ML – Vidurio Lietuvos fazë, NL – Ðiaurës Lietuvos fazë

Fig. 1. South Lithuania in the context of deglaciation of the last (Nemunas, Weichselian) glaciation (after A. Gaigalas, 2001): G – Grūda stadial, P – Pìogeliai phasial, B(EL) – Baltija stadial (East-Lithuanian phasial), SL – South-Lithuanian phasial, ML – Middle-Lithuanian phasial, NL – North-Lithuanian phasial

grafiniø sàlygø kompleksinis àvertinimas ir tikslesnis jø kartografinis vaizdavimas nebuvo plaëiau realizuojami, be to, vëlyvojo pleistoceno stratigrafiniø ávykiø Lietuvoje koreliacija nebuvo atidþiau siejama su periglacialiniø sàlygø kaita.

Daugiameiø áðalo gruntø struktūros yra nuodugnai apraðytos specialioje literatūroje (Dylik, 1966; Jahn, 1975; French, 1976, 1988; Murton, 1994; Washburn, 1979). Daugelyje darbø iðanalizuotos periglacialiniø zonø pavirðinës nuosëdos. D. Koppas (1972) jas pavadino periglacialinës perstrukcijos serijomis, susidedanëiomis ið skirtingø sluoksniø. Dabartiniu metu daug naujø periglacialinës zonos tyrimo duomenø yra paskelbæ Lenkijos ir Baltarusijos mokslininkai. Jø tyrimø rezultatai yra svarbūs Lietuvos geografams ir geologams todël, kad Vidurio Lenkijos teritorija, kaip ir Medininkø ar Aðmenos aukðtumos, Nemuno (Weichselian) metu nebuvo apledëjusios. Ðios teritorijos buvo atsidurusios tose paëiose ekstraglacialinëse sàlygose. Taigi naujø tyrinëjimø duomenys leidþia patikimiau atkurti paleogeografinius praeities ávykius. Reikðmingø darbø Lenkijoje yra paskelbæ S. Kozarskis (1993), I. Gozdikas (1987), Z. Jary (1996, 2002), J. Kida (2001), K. Issmeras (1999) ir kt., o Baltarusijoje – A. Karabanovas (1987), M. Komarovskis (1996), A. Sanko (1987) ir kt. Jø darbuose „dengiamieji dariniai“ traktuojami kaip á liosus panaðios (liosioðkos) nuogulos. Jos paplitusios kartu su tipingais liosais arba yra ðalia. Tai pavirðinis smulkiagrūdës medþiagos sluoksnis, kuris susidarë pirmines nuogulas veikiant fizinio ir cheminio dūlëjimo, eoliniams, kriogeniniams, deliuviniams ir kitokiems procesams. Ðiais klausimais vertingø dar-

bø yra paskelbæ ir kitø ðaliø tyrinëtojai (Huijzer, 1993; French, 1976; Murton, 1994; Vandenberghe, 1993; Washburn, 1979 ir kt.).

METODIKA

Pietø Lietuvos pavirðiuje slūgsanëios kvartero nuogulos yra identifikuotos ir charakterizuotos pagal jø susidarymo laikà ir kilmæ, panaudojus glacialiniø nuogulø (morenø) granulimetrinës, mineralinës (0,25–0,1 ir 0,1–0,05 mm frakcijose), petrografinës (30–10, 10–5 ir 5–2 mm frakcijose) ir geocheminës (<1 mm frakcijoje) sudëties tyrimus, tarpdelynmeiø ir poledynmeiø nuosëdø sporø, þiedadulkiø ir diatomëjø analizës rezultatus, taip pat absoliutaus amþiaus nustatymà pagal C^{14} . Visa ði medþiaga yra paskelbta pastarøjø metø publikacijose (Baltrūnas, 1995, 2001, 2002; Gaigalas, 2001; Gaigalas, Meleðytë, 2001; Kabailienë, 2001 ir kiti).

Nuosëdø kilmë nustatyta remiantis morfometriniais, struktūriniais-tekstūriniais, litologiniais ir geocheminiais tyrimø duomenimis. Palaidotø dirvoþemio horizontø tyrimø dëka buvo iðryðkinta ir atkurta nuosëdø stratifikacija ir paleogeografinë raida. Geocheminei aplinkai apibūdinti buvo nustatytas organinës medþiagos (C_{org}) kiekis, aplinkos rūgðtingumas (pH), geleþies Fe, Fe^{+2} , Fe^{+3} kiekis, karbonatai $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$ ir molio mineralø sudëtis. Spekttrinës analizës būdu nustatyti kai kuriø mikroelementø (Mn, Cr, Ni, V, Zn, Ti) kiekiai. Kriogeniniø struktūrø iðtyrimas pavirðiniame sluoksnyje leido nustatyti daugiameiø áðalo poveikà ledyninëms nuosëdoms, iðplutusioms ekstraglacialinëse zonose. Nuosëdø sto-

rymą skiriantys palaidotų dirvožemių sluoksniai ir kriogeninės struktūros (pseudomorfozės, involiucijos) padėjo išskirti nevienodo amžiaus nuosėdų litokompleksus ir nustatyti jų susiformavimo laikotarpą (Dvedas, 1995, 2001).

Rengiant paleogeografinius žemėlapius M 1:200 000 pasinaudota anksčiau sudarytu tokio paties mastelio Pietų Lietuvos kvartero nuogulų geologinio žemėlapio bei geomorfologinio rajonavimo žemėlapio faktine medžiaga, gausiais atskirų geologinių objektų tyrimais, kurių rezultatai pateikti kituose darbuose (Baltrūnas, 2001; Pukelytė, 2001). Šių žemėlapių teorine ir konceptualia baze daugiausia buvo anksčiau paminėtų publikacijų išvados. Paleogeografiniai žemėlapiai, kurie šiame straipsnyje pateikiami supaprastintomis paleogeografinėmis schemomis, buvo sudaryti pagal originalią metodiką ir legendą (Baltrūnas, 1997).

PAVIRŠIAUS GEOLOGINĖS IR GEOMORFOLOGINĖS SĄLYGOS

Amžiumi, kilme ir sudėtimi Pietų Lietuvos paviršius yra labai nevienalytis, susijęs su kelių ledynmečių, taip pat poledynmečių vykusiais geologiniais procesais, skirtinga paleogeografinė raida. Anksčiausiai susidariusios nuogulos yra patyrusios vėlesnių (posedimentacinių) procesų poveiką kriogenezei, solifliukcijai, glaciokarstui, erozijai, defliacijai, pelkėjimui ir kitus. Nuo šios nuogulų sudėties, sandaros ir pasklidimo priklauso gruntinio vandens gylis ir paplitimas, upelių vandeningumas, augalijos ir gyvūnijos pobūdis miškuose, kai kurių žmogui reikalingų žaliavų (titažo, kreidos, molio, riedulio ir kt.) sklaida. Šiandieninis visų procesų rezultatas užfiksuotas kvartero nuogulų geologiniame bei geomorfologinio rajonavimo žemėlapiuose (Baltrūnas, 2001; Pukelytė, 2001).

Priešpaskutiniojo apledėjimo glacigeniniai dariniai paplitę pietrytinėje tirtos teritorijos dalyje – Ašmenos aukštumoje ir Eišiškio (Lydos) plynaukštėje. Tai seniausios nuogulos Lietuvoje, nors iki pastarojo metu nėra vieningos jų amžiaus tikslesnės stratigrafinės ir geochronologinės interpretacijos (Kudaba, 1983; Baltrūnas, 1995; Gaigalas, Satkūnas, 1994; Kondratienė, 1996 ir kt.). Paskutiniojo (Nemuno, Weichselian) apledėjimo glacigeniniai dariniai labai paplitę ir randami tirtos teritorijos vidurinėje bei šiaurės vakarinėje dalyje. Remiantis švairaus pobūdžio tyrimais šiuo metu laikomasi nuomonės, kad Pietų Lietuvos paviršiuje yra paskutiniojo (Nemuno, Weichselian) apledėjimo dviejų stadijų (Grūdų ir Baltijos) bei jų suaktyvėjimo fazių dariniai.

Pietų Lietuvos geomorfologinę švairovą lemė priešpaskutiniojo apledėjimo ledynų sustumtos bei vėlesnių geologinių procesų performuotos aukštumos ir plynaukštės pietrytiniame regiono pakrautyje, vi-

durinėje dalyje iš šiaurės rytų ir pietvakarių nutūsusios tirpsmo vandenų suformuota Pietryčių smėlėtoji lyguma, užimanti pietinę pietvakarių tirtos teritorijos dalį taip pat paskutiniojo apledėjimo ledynų paliktos ir performuotos aukštumos bei plynaukštės šiaurinėje šiaurės vakarų dalyje bei šio apledėjimo ledyninių plaštakų išgulėta lyguma vakaruose. Atsižvelgiant ir tirtos teritorijos reljefo amžiaus, kilmės bei sandaros skirtumus, Pietų Lietuvoje išskiriami šie fiziniai geografiniai rajonai: Ašmenos aukštuma, Eišiškio (Lydos) plynaukštė, Pietryčių (Dainavos) lyguma, Pietų Lietuvos aukštuma, Nemuno vidurinio plynaukštė, Nemuno žemupio lyguma (Basalykas, 1965, 1969; Lietuvos TSR atlasas, 1981). Kiekvienas šis rajonas skaidomas ir mikrorajonus, kurie apima vienaamžius, genetiškai ir morfologiškai panašius litologinius bei geomorfologinius kompleksus. Tirtose teritorijose išskirti šediasdeimt devyni mikrorajonai, pasižymintys geomorfologiniu ir geologiniu savitumu, tam tikra žmogaus ūkine veikla (Pukelytė, 2001).

DENGIAMŪJŲ DARINIŲ STRUKTŪRA PRIEŠPASKUTINIOJO APLEDĖJIMO ZONOJE

Medininkų aukštumos paviršius dengia storas 5–7 metrų priemolio ir dulkių pavidalo medžiagos sluoksnis. Detaliu lauko ir laboratorinio tyrimo metu jame pavyko išskirti 3, o kai kur 4 litokompleksus (2 pav.), beskiriančius medžiagos sudėtimi, spalva, geležies ir karbonatų sankaupomis bei juose esančiomis kriogeninėmis struktūromis. Šiuos litokompleksus skiria nestori sluoksniai su susikaupusia organine medžiaga. Tiesa, C_{org} kiekis nėra didelis – 0,28–0,70%. Šie sluoksniai atitinka hidromorfinius silpnai išsivysčiusius dirvožemius. Analogiškus palaidotus dirvožemius savo ekstraglacialinėse zonose yra aprašę Lenkijos geografiniai. Ten nustatytas 0,01–0,63% C_{org} kiekis. Tokio tipo dirvožemiai formuojasi ir ant dabartinių daugiamečių žolės grūdų.

Apatinė 1–3 m litokompleksą sudaro nesluoksnuotas smulkiagrūdis smėlis, priemolis su dulkių pavidalo ir įvirgždų sankaupomis, susidariusiomis dėl medžiagos segregacijos. Šia būdinga greita litofacijų kaita ir švairios kriogeninės kilmės involiucijos.

Vidurinis litokompleksas, kurio vidutinis storis yra apie 2 m, taip pat sudarytas iš smulkiagrūdės priemėlėjusios medžiagos. Jame gausu juostuotų geležies oksidų sankaupų, raukšlinių involiucijų, švairaus dydžio pseudomorfozių, susidariusių buvusio ledo pleišto vietose.

Viršutinį litokompleksą sudaro bestruktūris smulkiagrūdis smėlis, priemolis ir aleuritas su retomis įvirgždų sankaupomis. Jo storis 1–2 m. Šia involiucijos mažiau išraiškingos, o pseudomorfozės retesnės. Viršutinį litokompleksą dengia dabartinis dirvožemis.



2 pav. Dengiamøjø dariniø litokompleksai Eišiðkiø plynaukðtėje (Kalesninkø apylinkės): 1 – apatinis litokompleksas, 2 – vidurinis litokompleksas, 3 – viršutinis litokompleksas

Fig. 2. Lithocomplexes of cower formations in Eišiðkës Plateau (Kalesninkai environs): 1 – lower lithocomplex, 2 – intermediate lithocomplex, 3 – upper lithocomplex

Didelis smulkiagrūdës medþiagos kiekis litokompleksuose (0,1–0,05 mm frakcija – 48,4%, 0,05–0,01 mm frakcija – 23,5%, molio dalelës (< 0,01) – nuo 9,8% iki 18,4%) rodo stiprø kriogeniniø ir kitø procesø poveikà gruntams. Daugkartinis uþðalimo ir atitirpimo ciklas labai pagreitina uolienø dūlėjimà, todël sparëiai kaupiasi dulkiø pavidalo bei molio dalelës, ir gruntai tampa panaðūs á liosus (liosidki).

Ðalëio poveikà gruntams patvirtina ir gausios kriogeninës struktūros. Tyrinëjant litokompleksus aptikti

buvæ ledø pleiðtai ir gyslos dabar yra uþpildyti þemio gruntu. Yra þinoma, kad ledø pleiðtai formuojasi tiek veikliajame, tiek ir nuolatinës neigiamos temperatūros sluoksnyje gruntui staiga áðalus. Áðalæs pavirðinis sluoksnis sutrūkinëja ávairaus dydþio daugiakampiais su atsivërusiais plyðiais. Atðilus pavirðiniam sluoksniui plyðiai uþsipildo vandeniu ir uþðala. Procesui nuolat kartojantis susiformuoja dideli ledø pleiðtai. Klimatui atðilus ir ledui iðtirpus, tuðtumos uþsipildo gruntu ir virsta pseudomorfozėmis. Neigiamose reljefo formose susidarë kelio metrø smulkiagrūdës medþiagos storumë. Ðios nuosëdos taip pat yra iðtirtos ávairiais aspektais, todël gali bûti naudojamos stratigrafiniams tikslams.

PALEOGEOGRAFINIØ SÁLYGØ KAITA PRIEDPASKUTINIOJO APLEDËJIMO TERITORIJOJE IR JØ KORELIACIJA SU KITAIØ REGIONAIS

Pavirðiniø liosidkø dariniø struktūros ir litologijos kaita daugiausia atspindi klimato sálygø pokyčius. Pagal nuosëdø sudëtà Medininkø ledynmeëio pabaigos ir Merkinës tarpledynmeëio laikotarpá galima suskirstyti á tris dalis. Pirmoji sutampa su Medininkø (Salian) ledynmeëio pabaiga ir Merkinës (Eemian) tarpledynmeëio pradþia, antrji atitinka tarpledynmeëio klimato sálygø optimumà, o treëioji atspindi tarpledynmeëio pabaigà ir Nemuno (Weichselian) apledėjimo pradþià (3 pav.).

AMPIUS tūkst. m.	IZOTOPINË STADIJA	CHRONOSTRATIGRAFIJA (pagal Mangerud, 1991 Satkūnas, 1999)	AUGALIJA (pagal Behre, 1989)				LIOSØ SUSIFORMAVIMØ CIKLAS PIETVAKARIØ LENKIJOJE (pagal Jary, 1996)		DENGIAMIEJI LIOSIDKI DARINIAI ; MEDININKØ AUKŠTUMØJE IR EIÐIÐKIØ PLYNAUKÐTËJE					
			STEPË	TUNDRÁ	MDKATUNDRË	MIDMAS	ÞALAS	LIOSØ AKUMULIACIJA, PLYNINIS SVYRUMAS		PROCESAI IR NUOSËDOS				
12	1	HOLOCENAS						Juodžemlų ir rudžemlų susidarymas	Dabartinës dirvožemių dangos susidarymas					
24	2	VIRÐUTINIS (UPPER)						Intensyvi liosų akumuliacija. Ðlaifiniai procesai	Viršutinio litokomplekso susidarymas					
	3	VIDURINIS (MIDDLE)	NEMUNAS 2e NEMUNAS 2d	NEMUNAS 3 BALTIJA GRŪDA				Lëta liosų akumuliacija, glëjinių ir tundrinų dirvožemių formavimasis. Pedogenezë ir liosų akumuliacija, modifikuota klimato sálygø kaitos	Lëta smulkiagrūdës liosðskos medþiagos akumuliacija ir redukuotų tundrinų dirvožemių formavimasis					
59								4	NEMUNAS 2c NEMUNAS 2b				Liiosų akumuliacija liiosų zonos pakraščiuose. Dirvų degradacija. Daugiamecio þsalo susidarymas	Vidurinio litokomplekso formavimasis ir daugiamecio þsalo su krioturbacijomis iþplëtimas
74								5a	NEMUNAS 2a (VARDUVA)					Miðko formavimasis, velënjimas ir velëniniių dirvožemių susidarymas. Pseudogljëjiniai procesai
	5b	APATINIS (LOWER)	NEMUNAS 1b					Dirvų degradavimas, periglacialiniai procesai, deflacija ir lokali liosų akumuliacija	Apatinio litokomplekso susidarymas. Dirvodaros procesai nuosëdø kaupimosi metu. Periglacialinių procesų suintensyvëjimas ir krioturbacijų atsiradimas liosðskose nuosëdose					
	5c											Miðko formavimosi procesai, dirvodaros procesai		
	5d							NEMUNAS 1a					Dirvų degradacija, Ðlaifiniai procesai, lokalius eoliniai procesai	
117	5e	MERKINË (EEMIAN)						Dirvodaros procesai ir įvairių tipų dirvožemių formavimasis	Įvairių tipų dirvožemio dangos formavimasis					
130														

3 pav. Pietvakariø Lenkijos ir Pietø Lietuvos vėlyvojo pleistoceno periglacialiniø dariniø koreliacija
Fig. 3. Correlation of periglacial formations of Southwest Poland and South Lithuania

Remiantis gausiais Lietuvos, Lenkijos, Baltarusijos ir kitų šalių tyrinėtojų darbais, aiškėja tokia švėkė raida regione. Paviršinių dengiamųjų darinių apšėoje esantis humusingas sluoksnis su dirvodaros požymiais galėjo susikaupti, kai šėalui atitirpstant prasidėjo termokarstiniai procesai, kurių metu paėemėjimuose kaupėsi vanduo. Klimatui atšėilus pradėjo augti šėvairūs augalai, o vandens telkiniuose šėmė kauptis sapropelis, pradėpioje su smulkiagrūdėpio smėliu, o vėliau – aleuritingas. Kalvotame reljefe virš humusingo sluoksnio laipsniškai kaupėsi smulkiagrūdė medėpiaga. Medininkų ledynmeėio pabaigoje klimatas buvo vėsus, sšlygos buvo palankios klastogeninės medėpiagos kaupimuisi. Klimatui šėylant pradėjo augti augalai, susilpnėjo šėlaitų procesai, bet paspartėjo šėalo degradavimas, suaktyvėjo ir termokarstas.

Merkinės (Eemian) tarpledynmeėiu pradėpioje augo spygliuėiai, o vėliau – mišrūs ir lapuėiai medėpiai. Tarpledynmeėio pabaigoje augo eglėnai ir pušėnai, buvo palankios sšlygos formuoti šėvairaus tipo dirvoėemiu dangai. Lenkijos ekstraglacialinės zonos tyrinėtojai apatiniame sluoksnyje išskiria kelis dirvodaros pėdsakus – 8,5 m ir 5,0 m gilyje (Krajewska, 1994; Szustakewicz, 1996 ir kt.). Šėie sluoksniai pavadininti tundros tipo glėjiniais dirvoėemiais. Vėlesnio atšėalimo metu apatinis sluoksnis buvo deformuotas grunte susidariusiu krioturbacijų. Aukšėiau esantis dirvoėemis yra šėviesiai rusvos spalvos ir atitinka tundros arktinšė silpnai išsivysėiusšė tipšė. Medininkų aukštumai ir Eišėiškė plynaukšėtei analogiškos apatinio sluoksnio struktūros aprašytos daugelyje lenkų (Jarsak, 1991; Majka, 1991) ir kitų šėalių tyrinėtojų publikacijose.

Po šėilto klimato tarpledynmeėiu sekė dirvų degradacijos laikotarpis, susijęs su šėaltu klimatu Nemuno (Weichselian) apledėjimo pradėpioje. Jo metu giliai šėaldavo gruntas, formavosi šėalėio plyšėiai. To laikotarpio grunte aptinkamos šėalėio plyšėiuose susidariusios pseudomorfozės, involiucijos ir kitokia krioturbacijos bei segregacijos metu susikaupusi stambiagrūdė medėpiaga. Tuometiniai eoliniai procesai perklostė apatinio litokomplekso smulkiagrūdės daleles. Šėie šėvėkiai būdingi ankstyvajam Nemunui (Early Weichselian) (3 pav.).

Po ilgai trukusio atšėalimo nusistovėjo vidutiniškai šėaltas klimatas, spygliuėiu miškuose prasidėjo silpni dirvodaros procesai. Jos pėdsakų aptikta po smulkiagrūdės medėpiagos danga. Vėliau sekęs atšėalimas sujaukė suklostytas nuosėdas, pradėjo formuotis naujos krioturbacijos. To laikotarpio medėpiaga yra prisotinta geleėies oksidų, be to, būdingos karbonatų sankaupos ir neišėvairuotos pseudomorfozės. Šėio sluoksnio susidarymas siejamas su viduriniu Nemunu. Laikotarpio pabaigoje vėl formavosi smulkiagrūdė liosiška medėpiaga, kuri palaidojo dirvodaros pa-

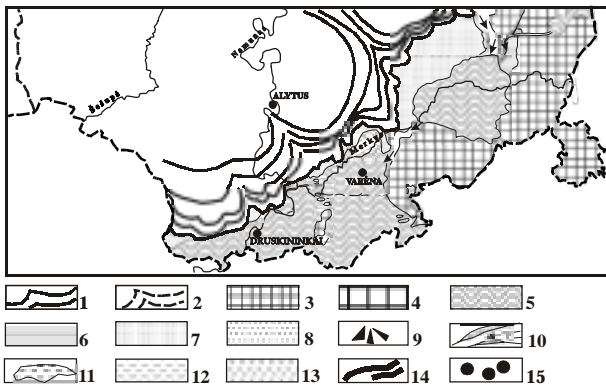
lietus horizontus ir kriogenines struktūras. Po to nusistovėjo sausas ir vėsus klimatas, tapatinamas su vidurinio Nemuno pabaiga. Vėl formavosi daugiametis šėalas ir degradavo dirvadarinis horizontas. Tarp nuosėdų aptinkama ir solifliukcinės sluoksniuotos medėpiagos.

Paskutinis dirvodaros etapas susijęs su vidutiniškai šėaltu klimatu viršutinio pleniglacialio metu. Jo metu vėl formavosi pseudoglėjiniai dirvoėemiai. Baigiamojoje stadijoje klimatui atšėalus labai padidėjo šėalusio grunto sluoksnis, suintensyvėjo dūlėjimas, formavosi viršutinio litokomplekso sluoksnis, aptinkamos išėvairuotos krioturbacijos. Laikotarpio pabaigoje klimatui šėiltėjant ir degraduojant daugiameėiam šėalui, padaugėjo sujaukto grunto, liudijanėio procesų intensyvumšė.

PIETŖ LIETUVOS PALEOGEOGRAFIJA PASKUTINIOJO APLEDĖJIMO ZONOJE

Po Merkinės (Eemian) tarpledynmeėio buvo sudėtingas Nemuno (Weichselian) laikotarpis. Jeigu anksatyvojo Nemuno paleogeografinė charakteristikšė pagal sporų ir piedadulkių tyrimus paskutiniojo apledėjimo išplitimo zonoje geriausiai nusako buvusio Jonionių–Maksimonių paleobasėino pjūviai, aptikti Nemuno slėnyje prie Merkinės miestelio, tai vidurinio Nemuno – Mickūnų–Gaidūnų paleobasėino pjūviai, surasti jau Rytų Lietuvoje, šėiaurės rytus nuo Vilniaus (Kondratienė, 1996; Satkūnas, 1999). Vėlyvojo Nemuno metu didelė Pietų Lietuvos dalis buvo padengta išėiaurės vakarų atlinkusio ledyno, kurio pakraštys Grūdų (Brandenburg, Late Weichselian) stadijos metu šėjo Adėmenos aukštumos vakarine pšpėde ir tik išė dalies dengė Eišėiškė plynaukšėtes vakarinė dalšė (1, 4 pav.). Labai aiškėio galinių morenų neaptikta. Buvusio, matyt, nestoro ledyno kraštšė jymišė neaukštos, apskalautos, smėlingos ir priesmėlingos kalvos, šėiek tiek stambesnės ties Skroblaus slėniu, kuriame ušėfiksuota ryškesnė jau besitraukianėio ledyno osciliacija. R. Guobytė, remdamasi savo interpretacija, tvirtina, kad Pietų Lietuvoje paskutiniojo apledėjimo ledynas nesiekė Eišėiškė plynaukšėtes pšpėdėpio ir šėjo šėiauriau Vokės bei Merkio slėnių (Guobytė, 2002).

Paskutiniojo (Nemuno, Weichselian) apledėjimo maksimalios Grūdų (Brandenburg, Late Weichselian) stadijos ledyno degradavimas pasireiškė gausiu tirpsmo vandenų pasitvenkimu tarp nykstanėio ledyno ir pieėiau esanėio moreninių aukštumų. Tokiu būdu susidarydavo priedėdyninės marios, kurių vandens lygis iš pradėpio siekė 180–160 m virš dabartinio jūros lygio. Vanduo išėtekėdavo pietų link ėemiausiais tarpėubriniais kloniais ties Verseka, Ditva, Juodupe (Basalykas, 1987). Paleogeografinės raidos poėiuriu su šėia faze sietina šėiek tiek ankstyvesnė le-



4 pav. Nemuno ledynmečio Piogelio (Frankfurto) fazės paleogeografinė situacija Pietø Lietuvoje: 1 – aktyvus ledynas, 2 – negyvas tirpstantis ledynas, 3 – kriogeninio ir solifliukcinio reiškinio paveiktas priešpaskutiniojo (Medininkø, Saalian) apledėjimo kraštinių darinių kalvotas reljefas, 4 – paskutiniojo (Nemuno, Weichselian) apledėjimo kraštinių darinių kalvotas reljefas, 5 – limnoglacialinis baseinas, 6 – limnoglacialinė lyguma, 7 – besiformuojanti zandrinė lyguma, 8 – zandrinė lyguma, 9 – fluvio-glacialinė delta, 10 – slėnis, terasa ir vandens tekėjimo kryptis, 11 – ežeras, 12 – besiformuojantis eolinis reljefas, 13 – pelkės, 14 – atsinaujinančios rinos, 15 – glaciokarstiniai reiškiniai

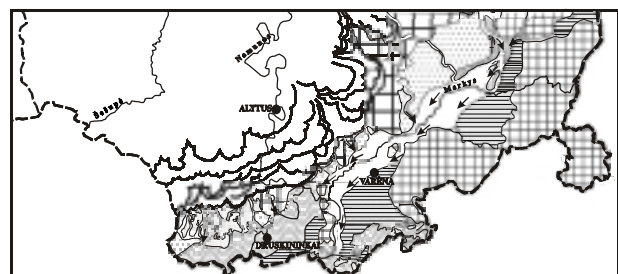
Fig. 4. Palaeogeographical situation of Piogel (Frankfurt) phasal of Nemunas (Weichselian) glaciation in South Lithuania: 1 – active glacier; 2 – dead and thawing glacier; 3 – hilly relief of marginal deposits of next-to-last (Medininkai, Saalian) glaciation exposed to cryogenic and solifluction processes; 4 – hilly relief marginal deposits of the last (Nemunas, Weichselian) glaciation; 5 – glaciolacustrine basin; 6 – glaciolacustrine plain; 7 – formed sandur (glaciofluvial) plain; 8 – sandur (glaciofluvial) plain; 9 – glaciofluvial delta; 10 – valley, terrace and direction of water flush, 11 – lake; 12 – formed eolian relief; 13 – moor plain; 14 – regenerated subglacial channel; 15 – glaciokarst phenomenon

ledyno osciliacija ties dabartiniu Skroblaus slėniu (4 pav.). Būtent su ledyno pakraūiu prie Skroblaus susijæs priedyninio mariø, pasitvenkusio Merkio þemupio–Katos ledyno plaðtakos iðgulëtoje dubumoje, lygis, esantis apie 140 m virø jūros lygio. Vilnios, Merkio vidurupio ir Merkio þemupio–Katos limnoglacialiniai vandens baseinai sudarë savotiškà kas-kadinà sistemà iðilgai buvusio ledyno pakraūio.

Nauja ir ryðki ledyno stovëjimo **Piogelio (Frankfurto) fazë** paliko lengvai kartografuojamus kraðtinius moreninius darinius deðiniakrantëje Merkio pusëje, slūgsanëius ant limnoglacialinės kilmës smulkaus ir smulkuëio Grūdos (Brandenburg) stadijos smëlio. Glaudþia limnoglacialinio baseino raidos ir fluvio-glacialinio (zandrø ir zandrinio deltø) nuogulø formavimosi sàsajà patvirtina pastarøjø pavirðiaus absoliutus aukðtis, palaipsniui þemëjantis nuo +160 m ðiaurës rytiniame ledyno pakraūtyje (Senieji Trakai) iki +130–125 m pietvakariniame (Kapëiamiestis).

Kartu tai rodo ir asinchroniškà jø formavimàsi. Galima teigti, kad Piogelio (Frankfurto) fazës metu ledyno pakraūio stabilizacija ties Kapëiamiesëiu, Leipalingiu, Liðkiava, Nedinge, Matuizomis, Onuðkiu ir Trakais buvo susijusi su trumpalaikiu klimato atðalimu, kuris savo ruoþtu suaktyvino morenines medþiaigos prietakà á marginalinà (būsimo gūbrio) ledyno zonà, pristabdë solifliukcijos ir atnaujino prigesusius kriogeninius procesus Aðmenos aukðtumoje bei Eiðiðkiø plynaukðtëje, atsirado Merkio senslënio uþuomazga Merkio vidurupio zonoje.

Baltijos (Pomeranijos) stadijos metu tirtø regiono paleogeografija susijusi su ið ðiaurës atslinkusia Nemuno vidurupio ledyno plaðtaka. Toks slinkimo krypties pasikeitimas, kurà patvirtina budingøjø riedulio sudëtis, ávyko, matyt, tarpstadijinio laikotarpio, kai degradavusà Baltijos ledynines tëkmës Kurðo (Nemuno þemupio) srautà pakeitë tos paëios tëkmës Rygos (Vidurio Lietuvos) ledyninis srautas. Sprendþiant ið turimø geologinio ir geomorfologinio duomenø, ðios stadijos ledyno Pietø Lietuvoje bûta nestoro, nepajëgusio „áveikti“ Piogelio fazës aukðto moreninio gūbrio. Jeigu ledyno atslinkimo ir stabilizacijos metu ties Veisiejais, Merkinë, Dusmenimis ir Semeliðkëmis anksëiau suformuotas reljefas patyrë kriogeninius procesus, tai prasidëjusi jo degradacijà lydëjo solifliukcijos, erozijos, o kai kur ir abrazijos reiškiniai (5 pav.). Nemuno vidurupio ledyno plaðtakos tirpsmo vandenø drenapæs vyko Piogelio moreninà ir zandrinà reljefà skrodþianëiais kloniais á platø aliuviná (fluvio-glacialinà) lateralinà senslënà Vokës–Merkio zonoje ir ekstraglacialinà vandens baseinà Nemuno zonoje aukðëiau Merkinës. Lateraliniu senslëniu plūstantys tirpsmo vandenys ið Þeimeynos ir Vilnios baseinø klostë nuo +135 m aukðëio (Vokës þemupys) iki +125 m (Kabeliai) þemëjantà pavirðio, kurà formavo meandruojantys, daþnai patvinstantys ir keiðiantys vagà vandens srautai su ðalia paliktomis plaëiomis senvagëmis. Lateraliniu senslëniu plūstantys srautai atkirto Matuizø erozinà „pa-

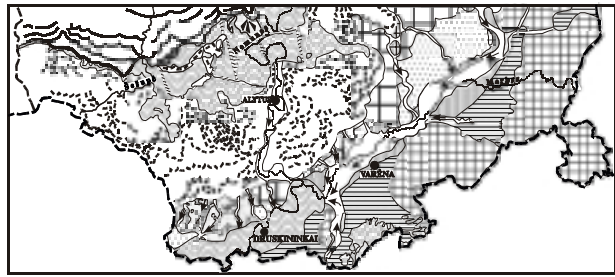


5 pav. Nemuno ledynmečio Baltijos (Pomeranijos) stadijos paleogeografinė situacija Pietø Lietuvoje. Sutartiniai þenkliai 4 pav.

Fig. 5. Palaeogeographical situation of Baltija (Pomeranian) stadial of Nemunas (Weichselian) glaciation in South Lithuania. Conventional signs as in Fig. 4

likuoną“ nuo ęiauriau paplitusio Plogelių fazės moreninio ruožo, taip pat vietomis pralaužę neaukštą Skroblaus moreninio gūbrio ęiauriná tęsiną, iki tol buvusą savotiškų barjerų ir tirpsmo vandens nukreipusią Grūdų senslėnių link Katros–Ėepkelio vandens baseino. Pastarasis siauromis sąsmaukomis jungėsi su netoliese esančiu Baltosios Anėios baseinu. Tarp lateralinio senslėnio ir Ađmenos aukštumos bei Lydos plynaukštės plytėjo banguotos ir smėlingos limnoglacialinės lygumos, kurias dar kaustė po truputį atsileidęiantis ęđalas. Ledyno degradavimo **Pietų Lietuvos fazė** pasiųymėjo recesiniu stabtelėjimu ęiek tiek pieėiau Virbalio ir Marijampolės, ties Igliauka ir Prienais (6 pav.). Tarp ledyno ir Viđtyėio aukštumos, daug kur padengtos dar tebetirpstanėio negyvo moreningo ledo danga, egzistavo rytų link tirpsmo vandens drenuojantis eęeringas klonis, atsiveriantis ą didelį Simno–Balbieriđkio–Stakliđkių limnoglacialiną baseiną. ęio baseino kitą (pietiną ir rytiną) krantą sudarė taip pat vietomis negyvo moreningo ledo danga padengtos Dzūkų ir Sūduvių aukštumos, tarp kurių pietų link plaėiu paęmėjimu iš baseino plūdo tirpsmo vandens perteklius. Būtent tuo metu pradėjo formuotis Nemuno vidurupio Merkinės–Punios senslėnio atkarpa, suformuota iš ęiaurinio (Simno–Balbieriđkio–Stakliđkių) baseino ą pietiną (Baltosios Anėios) tekanėiu negilų vandens srautų. Pradinėje stadijoje „persiliejanėiu“ baseinų vandens lygis buvo atitinkamai +125 ir +120 m. ęiuo laikotarpiu formavosi ir Prienų zandrinė delta, kurios virđutinė dalis klostėsi baseino vandens lygyje (+125 m). Toliau degraduojant ledynui, Simno–Balbieriđkio–Stakliđkių baseino vandens lygis paęmėjo iki +115 m, o Vidurio Lietuvos fazės metu – iki +110 m. Tuo tarpu pietinio baseino lygis buvo stabilėsnis, ir tai lėmė pastovus bei intensyvus tirpsmo vandens plūsmas lateralinium senslėnių iš Rytų Lietuvos. Matyt, su ęiuo laikotarpiu sietina vandens tekėjimo krypties inversija Nemuno senslėnyje, kai pietinio baseino vandens perteklius, be persilieėjimo Valkuđankos upės slėnių ą Beępos baseiną, taip pat pradėjo tekėti Merkinės–Punios atkarpa ą nslūgusą ęiauriná baseiną. Tai liudija aukštųjų terasų reti fragmentai bei deltos pobūđpio nuogulos ęiauriau Panemuninkų, Punios ęilo pietinėje dalyje. Tokiai inversijai turėjo ątakos ir prasiđėjęs Lietuvos pietinų pakrađėiu glaciozostazinis klimas, sutapęs su kai kurių struktūrų neotektoniniu kilimu (ęliaupa, 2000).

Ankstyvojo holoceno, ypaė borealio, laikotarpis pasiųymėjo intensyviais, reljefą formuojanėiais procesais. Borealyje atsinaujino ir baigėsi glaciokarsto ir dubaklonių (rinų) regeneravimo reiškiniai. Tai vyko visoje paskutiniojo apledėjimo zonoje ir palietė beveik visus genetinius tipus. Kitas reikđmingas buvo eolinis procesas, kuris vyko išđpiūvusiuose smulkaus smėlio plotuose, daugiausia limnoglacialiniuo-



6 pav. Nemuno ledynmeėio Pietų Lietuvos fazės paleogeografinė situacija Pietų Lietuvoje. Sutartiniai paėklai 4 pav.

Fig. 6. Palaeogeographical situation of South-Lithuanian phasial of Nemunas (Weichselian) glaciation in South Lithuania. Conventional signs as in Fig. 4.



7 pav. Borealio (ankstyvojo holoceno) paleogeografinė situacija Pietų Lietuvoje. Sutartiniai paėklai 4 pav.

Fig. 7. Palaeogeographical situation of Boreal (Early Holocene) in South Lithuania. Conventional signs as in Fig. 4.

se, kiek maęiau – aliuviniuose. Borealio eoliniai procesai naujai suformavo nedidelius kauburiuotus plotus ir vietomis ęiek tiek performavo senesnius stambių kopų masyvus.

Su ęiuo laikotarpiu sietinas Vokės upės atsiradimas ir grauęimasis ęiaurės kryptimi link Neries. Būdingas borealio krađtovaizdępio elementas – dideli eęerai, uęėmę visas didesnes depresijas; ęiuo metu telikę maęesni eęerai ir pelkės. Ypaė dideli buvo Puvinio, Amalvo, Dusios–Metelio–Obelijos, Kirsnos, Daugų, Nedingio ir kai kurie kiti eęerai. Borealiu metu didesnėje Pietų Lietuvos dalyje augo miđrūs miđkai, kuriuose klestėjo puđis ir berępas su guobos ir lazdyno priemaiđa.

Geomorfologiniu požiūriu borealio reljefą intensyviai formavo ąvairūs procesai (glaciokarstiniai, eoliniai, eroziniai, abraziniai, pelkėjimo, dirvodaros ir kt.). Vėliau reljefas „seno“, darėsi lygesnis. Poborealiniu (atlantis, subborealis, subatlantis) laikotarpiu regiono paleogeografinės sąlygos kito palyginti nedaug. Klimato temperatūros bei drėgmės parametrai kaita labiausiai veikė augaliją ir gyvūniją, plaėiai išplitusiu miđkų savitą raidą. Upių slėniuose formavo-

si I viršsalpinë ir salpinë terasos, seko ir skaidësi dideli, bet seklūs ešerai, didesnius plotus upëmë pelkëjimo ir durpëjimo procesai. Œio laikotarpio paleogeografinës sàlygos buvo palankios mezolito ir neolito Œmogui áskurti Pietø Lietuvoje (Kabailienë, Stanëikaitë, Ūsaitytë, 2001).

IŠVADOS

1. Pietø Lietuvos teritorija, geologiniu ir geomorfologiniu popiūriu bŪdama ávairiaamþë ir poligenetinë, vëlyvojo pleistoceno Nemuno (Weichselian) laikotarpio patyrë skirtingà paleogeografinà raidà, kurios etapus fiksuoja ávairiais metodais gauti tyrimø rezultatai. Jeigu pietrytinà teritorijos pakraðtà veikë ilgalaikës periglacialinës sàlygos, áiaurës vakarinà dalà – paskutiniojo (Nemuno) apledëjimo Þiogelio (Frankfurto) ir Baltijos (Pomeranijos) stadijos glacialinë sedimentacija, tai viduriná, iðtásusià ið pietvakariø á áiaurës rytus, – labai intensyvūs tirpsmo vandenø eroziniai, akumuliaciniai (fliuvioglacialiniai ir limnoglacialiniai), o vëliau ir intensyvūs eoliniai bei pelkëdaros procesai.

2. Pietø Lietuvoje esanëios Medininkø aukðtumos ir Eidiðkiø plynaukðtës, suformuotos priedþpaskutiniojo apledëjimo (Medininkø, Saalian), paleogeografiniø ávykiø pëdsakai yra upfiksuoti virðutinëje liosiðkø dengiamøjø dariniø stovymëje. Œios dangos susidarymui ir jos struktūrai didelá poveiká turëjo daugiametis áðalas. Jo paveiktame grunte susiformavo ledo pleiðtai ir gyslos, pseudomorfozës, involiucijos ir kitos kriogeninës struktūros. Susikaupë didelis kiekis sudulëjusios dulkiø pavidalo medþiagos.

3. Tyrinëjant periglacialiniø zonø reljefo struktūrà, iðryðkëja klimato sàlygø kaitos ciklai. Pietø Lietuvoje juos atspindi trys smulkiagrūdës medþiagos dengiamøjø dariniø litokompleksai, kuriuos skiria dirvodaros procesø paveikti posluoksniai su negausiu organinës medþiagos kiekiu. Minëti litokompleksai formavosi klimatui atðalus, kadangi juose gausu kriogeniniø struktūrø. Organinë medþiaga kaupësi áiltesniu metu. Palaidotø dirvoþemio horizontai byloja apie litokompleksø formavimosi pertraukas, todël suteikia galimybæ struktūrizuoti nuogulø vertikalius pjūvius bei suprasti klimato kaità apledëjimø ir tarpledynmeëio metu. Œiuos duomenis sukoreliavus su kitø metodø (paleobatoniniø, absoliutaus amþiaus nustatymo ir kt.) duomenimis, galima patikimiau atkurti ávykiø raidà Pietø Lietuvoje vëlyvojo pleistoceno metu ir poledynmeëiu.

4. Paskutiniojo (Nemuno) apledëjimo Baltijos stadijos ledyno deglaciacijos specifikà lëmë susidariusi plati (30–40 km) negyvo ledo aukðtuma, tarp jos ir jaunesnio Pietø Lietuvos fazës ledyno pasitvenkæs Simno–Balbieriðkiø–Stakliðkiø limnoglacialinis baseinas, kurio vandens perteklius pietø kryptimi iðgrau-

þë didelá Nemuno vidurupio dalá Œio baseino vëlesnis slūgimas bei teritorijos pietinio pakraðëio glaciozostazinis kilimas lëmë plūstanëio vandenø kryptá áiaurës link ir jø pasitvenkimà ties Vidurio Lietuvos fazës ledyno pakraðëiu netoli Kauno.

5. Vidurinë, ið pietvakariø á áiaurës rytus iðtásusi teritorijos dalis, daugelio autoriø laikoma Vilniaus–Varðuvos–Berlyno lateralinio senslënio (urðtromo) dalimi, vëlyvojo pleistoceno Nemuno laikotarpiu patyrë intensyvià tarpstadijiná erozijà ir akumuliacijà, ledyno egzracijà ir sedimentacijà, tolimesnà akumuliacijà fliuvioglacialiniuose zandruose bei kaskadinio tipo limnoglacialiniuose baseiniuose, o vëlyvojo ledynmeëio pabaigoje – daugkartiná fliuvioglacialiná (aliuviná) erozijà ir akumuliacijà, palikusia Nemuno vidurupyje bei Merkio þemupyje daug viršsalpiniø terasø. Ankstyvasis holocenas pasiþymëjo paskutiniais intensyviais, reljefà formuojanëiais procesais, visø pirma glaciokarstiniais ir eoliniais.

Literatūra

- Baltrūnas V. 1995. Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija. Vilnius: Academia.
- Baltrūnas V. 1997. Lietuvos tarpledynmeëio paleogeografiniø sàlygø atkŪrimo metodika. *Litosfera*. **1**. Vilnius. 58–67.
- Baltrūnas V. 2001. Pavirðiaus geologinës sàlygos. *Akmens amþius Pietø Lietuvoje*. Vilnius. 82–89.
- Baltrūnas V. 2002. Stratigraphical subdivision and correlation of Pleistocene deposits in Lithuania (methodical problems). Vilnius, Geologijos institutas.
- Basalykas A. 1965. Lietuvos TSR fizinë geografija. **2**. Vilnius.
- Basalykas A. 1987. Some geomorphological problems concerning the Varëna district. *Geografija*. **23**. 67–74 (in Russian).
- Basalykas A., Dvareckas V., Diceviëienë L. 1984. The Sand Plain of Southeastern Lithuania and its place in the European system of ice marginal streamways. *Geografijos metraštis*. **21**. 7–21 (in Russian).
- Behre K.-E. 1989. Biostratigraphy of the last glacial period in Europe. *Quaternary Science Reviews*. **8**. 25–44.
- Ber A. 1981. Pojezierze Suwalsko-Augustowskie. Przewodnik geologiczny. Warszawa (in Polish).
- Ber A. 2000. Pleistocene of north-eastern Poland and neighbouring areas against crystalline and sedimentary basement. Warszawa (in Polish).
- Dylik I. 1966. Problems of ice – wedge structures and frost – fissure polygons. *Biul. Perygl.* **16**.
- Dvareckas V. 1993. The development of the Lithuanian river valleys in late glacial and holocene. *Geografija*. **29**. 13–18.
- Dvareckas V., Diceviëienë L. 1987. Palaeogeographical aspects of relief in the Varëna district. *Geografija*. **23**. 56–64 (in Russian).
- Gaigalas A. 1979. Glaciodenudation cycles of the Lithuanian Pleistocene. Vilnius (in Russian).
- Gaigalas A. 1995. Glacial history of Lithuania. *Glacial deposits in North-East Europe* (eds. J. Ehlers, S. Kozarski and Ph. Gibbard). 127–135.

- Gaigalas A. 2001. Viršutinio (vėlyvojo) pleistoceno stratigrafija ir geochronologija. *Akmens amžius Pietø Lietuvoje*. Vilnius. 7–24.
- Gaigalas A., Satkūnas J. 1994. Evolution of the Quaternary stratigraphic scheme in Lithuania. *Geologija*. **17**: 152–158.
- Goędzik I. S., Pazdur M. F. 1987. Frequency distribution of C¹⁴ dates from the territory of Poland in the time interval 12–45 BP and its paleogeographical implication. *Zesz. Nauk. Politechniki ũlęnskiej*. **56**. *Geochronometrija*. **4**: 27–42.
- Gudelis V. 1973. Relief and Quaternary of the East Baltic Region. Vilnius. 264 p. (in Russian).
- Huijzer A. S. 1993. Cryogenic microfabrics and macrostructures: interrelation processes and paleoenvironmental significance. Sassepheim.
- French H. M. 1976. The periglacial environment. Longman London, New York.
- French H. M., Goędzik I. S. 1988. Pleistocene epigenetic and syngenetic frost fissures Belchatów. Poland. *Canadian Journ. Earth Sei.* **25**.
- Issmer K. 1999. Vistulian loess deposits of the Dalkow Hills. *Geological Quaterly*. **43(1)**: 113–120.
- Jahn A. 1975. Problems of the Periglacial zone. Warszawa: PWN.
- Jary Z. 1996. Chronostratygrafia oraz warunki sedymentacji lessów Polski południowo – zachodniej na przykłdzie Płaskowyżu Głubczyckiego i Wzgórz Trzebnickich. *Acta Universitatis Wratislaviensis*. 1766. *Studia Geograficzne*. **63**. Wrocław.
- Jary Z., Kida J., Snihur M. 2002. Lessy i osady lessopodobne w południowo-zachodniej Polsce. Inst. Geogr. Univ. Wrocław.
- Jersak I. 1991. Lessy formacji umiarkownie wilgotnej na Płaskowyżu Głubczyckim. *Less i osady dolinne. Prace Nauk. Univ. Śląskiego w Katowicac*. **1107**: 51–92.
- Kabailienė M. 1990. Lietuvos holocenas. Vilnius.
- Karabanov A. K. 1987. Grodno upland. Minsk (in Russian).
- Kida J., Jary Z. 2001. Liessy i utwory lessopodobne w południowo-zachodniej Polsce. Wrocław, Inst. Geogr. Univ. Kondratienė O. 1979. Tarpledynmeėiø klimatas Lietuvoje. *Geografinis metraštis*. **16**: 61–65.
- Kondratienė O. 1996. The Quaternary stratigraphy and paleogeography of Lithuania based on paleobotanic studies. Vilnius (in Russian).
- Komarovsky M. E. 1996. Minsk and Oshmiany uplands. Minsk (in Russian).
- Kopp D., Jager K. D. 1972. Das Perstruktions und Horizontprofil als Trennmerkmal periglaziärer und extraglaziärer Oberflächen ins nordeuropaischen Tiefland. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst – Moritz – Arnold Universität Greifswald*.
- Kunskas R. 1984. Pelkyno raida. *Ėepkelio rezervatas*. Vilnius. 39–45.
- Kozarski S. 1993. Late Plenivistulion deglaciation and the expansion of the periglacial zone in NW Poland. *Geol. en Mijnbouw*. **72**: 143–157.
- Krajewska B. (1994). Charakterystyka litologicznostrukturalna profilu lessowego z Księginic Małych w Masywie Ślązy. *Arch. Inst. Geogr. Univ. Wrocław*.
- Majka R. 1991. Cechy strukturalne lessów wybranych profili płaskowyżu Głubczyckiego. *Arch. Inst. Geogr. Univ. Wrocław*.
- Mangerud J. 1991. The Last Interglacial / Glacial Cycle in Northern Europe. *Quaternary Landscapes*. Minneapolis. 38–75.
- Mikalauskas A. 1985. Gliaciofluvial plains of Lithuania. Vilnius (in Russian).
- Micas L. 1963–1964. Merkio slėnio geomorfologiniai ir litologiniai bruožai. *Geografinis metraštis*. **6–7**: 43–54.
- Murton I., French H. M. 1994. Cryostructures in permafrost. *Tuktoyaktuk coastlands, Western arctic Canada*. 737–747.
- Pukelytė V. 2001. Reljefo ávairovė ir geomorfologinis rajonavimas. *Akmens amžius Pietø Lietuvoje*. Vilnius. 89–100.
- Sanko A. F. 1987. Neopleistocene of Northeastern Belarus and adjacent Russian regions. Minsk (in Russian).
- Satkūnas J. 1999. The Upper Pleistocene stratigraphy and geochronology in Lithuania. *Litosfera*. **3**: 43–57.
- Satkūnas J., Grigienė A., Robertsson A.-M. 1998. An Eemian – Middle Weichselian sequence from the Jonionys site, Southern Lithuania. *Geologija*. **25**: 82–91.
- Seibutis A. 1974. Ūlos interstadialinio sluoksniø susidarymo mąslė. *Geografijos metraštis*. **13**: 23–36.
- Szustakiewicz A. (1996). Własciwości geotechniczne lessów wybranych profili Masywu Ślązy i Płaskowyżu Głubczyckiego. *Arch. Inst. Geogr. Univ. Wrocław*.
- Dvedas K. 2001. Medininkø aukštumos paleogeografinė raida vėlyvajame Pleistocene. *Geografijos metraštis*. **34(1)**: 95–105.
- Vaitiekūnas P. 1968. Stratigraphical problems of Neopleistocene in Lithuania. *Kwartalnik Geologiczny*. **12(3)**: 246–264.
- Vandenberghe J., Pissart A. 1993. Permafrost Changes in Europe during the last glacial. *Permafrost and Periglacial Processes*. **4**: 121–135.
- Voznyachuk L. N., Valczyk M. A. 1978. Morphology, geology and development of the Niemen valley in Neopleistocene and Holocene. Minsk (in Russian).
- Washburn A. L. 1979. Geocryology a Survey of periglacial processes and environments. London.

Kęstutis Dvedas, Valentinas Baltrūnas, Violeta Pukelytė

PALAEOGEOGRAPHY OF SOUTH LITHUANIA IN NEMUNAS (WEICHSELIAN) GLACIATION OF LATE PLEISTOCENE

S u m m a r y

The Late Pleistocene Weichselian history of the South Lithuanian territory – of different age and polygenetic from the point of view of geology and geomorphology – included different palaeogeographical events, which may be followed up on the basis of data obtained by different methods. The recurring permafrost and cryogenic structures in the ground were an important phenomenon taking place in the southeastern periglacial zone. An intensive slope transformation took place together with permafrost degradation and influenced a loess-like cover formation. These events were followed by the processes of soil formation. The 3–4 lithocomplexes of these cover formations correlate with the Lithuanian and Middle European Late Pleistocene Weichselian (Nemunas) biostratigraphic divisions. The boundary of the maximal spread of Grūda (Brandenburg) stage glaciation (Late Nemunas, Late Weichselian) is conditionally drawn along the poorly preserved and sporadically distributed abraded hills at the foot of the Medininkai Upland and at the edge of the Eidiökės Plateau. The marginal hilly formations left by

the glacier of the Piogeliai (Frankfurt) phase of the Grūda stage are clearly marked by a high morainic ridge on the right bank of the Merkys. The specific character of the Baltija (Pomeranian) deglaciation was predetermined by a wide (30–40 m) dead ice elevation and the Simnas-Balbieriškis–Stakliškės glaciolacustrine basin dammed between it and the younger south Lithuanian phase. Its water excess eroded a great part of the Middle Nemunas between Punia and Merkinė in the southern direction. The subsequent subsidence of this basin and the glacioisostatic uplift of the southern edge of the territory were responsible for the northward turn of the water flow and its damming by the Middle Lithuanian glacier edge at Kaunas. The middle part of the territory, extending from southwest to northeast, by many authors regarded as part of Vilnius–Warsaw–Berlin Urstromtal (lateral old valley)) in Late Pleistocene Weichselian time frame endured an intensive interstadial erosion and accumulation, glacier exaration and sedimentation, and the subsequent accumulation in glaciofluvial sandurs and cascade glaciolacustrine basins. Recurring glaciofluvial (alluvial) erosion and accumulation took place in the late glacial old valley and left many terraces over the flood plain of the Lower Merkys.

The Early Holocene was marked by the final intensive relief-forming processes – glaciokarst and eolian. The regeneration of glaciokarst and channel lake renewed and finished the Boreal in the whole zone of the last glaciation and touched almost all genetic types. The eolian process took place in dry areas of fine-grained sand – mostly glaciolacustrine and partly glaciofluvial and alluvial. The eolian processes of the Boreal again formed small hillocky areas and in some places slightly transformed the massifs of large hills. The first terrace over the flood plains of valleys and presumably in some sectors the second one were forming.

**Кястутис Швядас, Валентинас Балтрунас,
Виолета Пукялите**

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ЮЖНОЙ ЛИТВЫ ВО ВРЕМЯ НЯМУНСКОГО (ВЕКСЕЛИАНСКОГО, ВАЛДАЙСКОГО) ОЛЕДЕНЕНИЯ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА

Резюме

Территория Южной Литвы является разновозрастной и полигенетической вследствие разного палеогеографического развития отдельных ее участков во время нямунского (векселианского, валдайского) оледенения позднего плейстоцена. Расположенная в юго-восточной части Литвы перигляциальная зона претерпела повторяющуюся многолетнюю мерзлоту. Это подтверждают криогенные структуры, обнаруженные в грунтах. Деградация многолетней мерзлоты сопровождалась выколаживанием склонов, образованием покровных лесовидных отложений, а затем и образованием почв. В Южной Литве установлен-

ные 3–4 литокомплекса покровных образований сопоставляются с биостратиграфическими подразделениями нямунского (векселианского, валдайского) оледенения Литвы и Средней Европы. Граница максимальной (грудаской, бранденбургской) стадии последнего (нямунского, векселианского, валдайского) оледенения условно проводится по распространению плохо сохранившихся спорадических мелких холмов в подножье Мядининкской (Ошмянской) возвышенности и Эйшишкского (Лидского) плато. Краевые холмистые образования последующей жегяльской (франкфуртской) фазы четко фиксированы высокой моренной грядой на правом берегу р. Мяркис. Специфику дегляциации ледника балтийской (померанской) стадии обусловила образовавшаяся широкая (30–40 км) возвышенность мертвого льда; между ней и ледником более молодой южно-литовской фазы образовался озерно-ледниковый бассейн Симнас–Бальберишкис–Стаклишкес. Излишек вод этого бассейна в южном направлении образовал значительный участок первоначальной долины среднего течения р. Нямунас между поселками Пуния и Мяркине. Последующее снижение уровня вод озерно-ледникового бассейна и гляциоизостатическое поднятие южной окраины территории обусловили изменение направления стока вод на север и их подпруживание у края ледника средне-литовской фазы у г. Каунас. Средняя часть территории, протянувшаяся с северо-востока на юго-запад, рядом авторов рассматривается как часть латеральной прадолины (урштрома) Вильнюс–Варшава–Берлин. Эта часть прадолины во время нямунского оледенения позднего плейстоцена претерпела интенсивную межстадийную эрозию и аккумуляцию, ледниковую экзарацию и седиментацию, а также последующую зандровую аккумуляцию и осадконакопление в озерно-ледниковых бассейнах каскадового типа. В позднее ледниковье в прадолине преобладали многократная флювиогляциальная и аллювиальная эрозия и аккумуляция, в среднем течении р. Нямунас и в нижнем течении р. Мяркис сформировавшие значительное количество надпойменных террас. Ранний голоцен ознаменовался последними интенсивными рельефообразующими процессами, во-первых, гляциокарстовыми и эоловыми. В бореале возобновились и главным образом завершились процессы гляциокарста и регенерации рытвин в области последнего оледенения. Эоловый процесс развивался на участках высохшего мелкозернистого песка, главным образом озерно-ледникового, реже – флювиогляциального и аллювиального генезиса. Были сформированы новые небольшие эоловые бугристые участки, а местами – незначительно перевеяны более древние массивы дюн. В долинах формировалась первая надпойменная терраса, а местами, возможно, еще и вторая.