

skirtingai nuo pastarojo, orientuoti siauresnei problematikai. Metodologiniu požiūriu labai vertingos apibendrinančios studijos apie akmens amžiaus archeologinių tyrinėjimų medžiagą kartu su to meto gamtine aplinka ir jos kitimu, ypač gretimose Lietuvai šalyse (Człowiek i środowisko..., 1983; Калечиц, 1984; Левковская, 1987; Estonia: Nature, Man and..., 1992; The Archaeology..., 1992; Coastal Estonia..., 1996; Ландшафтно-климатические изменения..., 1999).

Atliktų darbų aktualumą lėmė tai, kad ligšiol nėra tikslaus ir iki galo atlikto archeologinių paminklų kartografavimo, trūksta žinių apie akmens amžiaus paleogeografines sąlygas, stokojama bendrų kompleksinių tyrimų medžiagos aiškinantis Lietuvos apgyvendinimo akmens amžiuje klausimus, ypač Europos kultūrų raidos ir lietuvių tautos etnogenezės kelyje. Atliktų darbų rezultatas yra dvejojo pobūdžio: pirma – tai gausi ir vertinga nauja faktinė medžiaga bei mokslinė informacija apie archeologinius paminklus ir radinius juose, vietovių geologinius pjūvius ir jų analitinių tyrimų rezultatus, geomorfologinių kompleksų apibūdinimai; antra – tai Pietų Lietuvos teritorijos regioninė charakteristika geologiniu, geomorfologiniu, paleogeografiniu bei archeologiniu požiūriu, medžiagą apibendrinant kartografiniais modeliais bei įvairiomis suvestinėmis schemomis.

Pirmojoje knygos dalyje nagrinėjamos Pietų Lietuvos vėlyvojo pleistoceno ir holoceno aplinkos sąlygos. Geologiniai, geomorfologiniai, paleogeografiniai ir paleoekologiniai duomenys atskleidė sudėtingą gamtinės aplinkos raidą per pastaruosius 120 tūkst. metų, o ypač per paskutiniuosius 12 tūkst. metų. Būtent paleogeografinių ir paleoekologinių sąlygų, apie kurias informacija užfiksuota geologiniuose sluoksniuose, raida ir lėmė pirmųjų Lietuvos gyventojų atsiradimą bei išsikūrimą, migravimo kelius ir gyvenimui būtinus gamtos išteklius. Antroji ir trečioji knygos dalys skirtos Pietų Lietuvos akmens amžiaus archeologinių paminklų detalių kompleksinių tyrimų rezultatams bei žmogaus materialiosios kultūros regione raidai akmens amžiuje. Konkrečių vietovių geologiniai, geomorfologiniai, paleogeografiniai ir paleoekologiniai tyrimai papildė akmens amžiaus archeologinių gyvenviečių kasinėjimų rezultatus, padeda giliau suprasti senųjų gyventojų materialiosios ir dvasinės kultūros raidą.

Reikia pripažinti, kad dėl labai gausios kompleksinių tyrimų medžiagos ir trumpo jos nagrinėjimo laiko autoriams nepavyko išsamiau ir giliau apibendrinti, juolab kad archeologiniams tyrinėjimams šiame Lietuvos krašte dar nematyti galo. Tad knygoje pateikti geologiniai, paleogeografiniai ir paleoekologiniai duomenys dar ilgai galės būti naudojami akmens amžiaus palikimui įvertinti.

Knyga skirta geologijos, geografijos ir archeologijos specialistams, taip pat pedagogams, gamtosaugininkams, paminklosaugininkams ir kraštotyrininkams. Programos vykdytojai ir knygos autoriai nuoširdžiai dėkoja Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondui už suteiktą savalaikę paramą.

1. APLINKOS SĄLYGOS PIETŲ LIETUVOJE VĒLYVAJAME PLEISTOCENE IR HOLOCENE

1.1. Viršutinio (vėlyvojo) pleistoceno stratigrafija ir geochronologija

Lietuvos kvartero nuogulų stovėjimo stratigrafinis suskirstymas yra paremtas klimato stratigrafiais kriterijais, t.y. ledynmečių ir tarpledynmečių, stadijų ir tarpstadijų, taip pat ledyno dangos raidos fazių ir tarpfazių išskyrimu. Paskutiniojo ledynmečio klimato raidoje atkuriami ir keletas atšilimų bei atšalimų, kurie atitinka apledėjimo stadijas ir tarpstadijas su savo fazėmis ir tarpfazėmis (Stankowski, 1995).

Paskutinysis – Merkinės (Emio, Mikulino) tarpledynmetis ir paskutinysis – Nemuno (Vyslos, Valdajaus) ledynmetis kartu paėmus sudaro vieną visą makrociklą pleistoceno klimato ritmuose Lietuvoje (1.1 lentelė). Nemuno ledynmetis dalijamas į tris atskirus padalinius: ankstyvasis Nemunas (prieš 70–60 tūkst. metų), vidurinis Nemunas (prieš 60–30 tūkst. metų) ir vėlyvasis Nemunas (prieš 30–10 tūkst. metų). Kiekvienu laikotarpiu ledyno veikla buvo skirtinga, todėl galima surasti ledyno dangos suaktyvėjimo periodus ir išskirti ledyno raidos stadijas, t.y. Varduvos (prieš 70–65 tūkst. metų), Bičių (prieš 50–45 tūkst. metų) ir pagrindinį ledyno pasistūmėjimą į priekį (prieš 25–15 tūkst. metų). Šios ledyno stadijos yra viena nuo kitos atskirtos tarpstadijinių klimato atšilimų: Rokų – prieš 60–50 tūkst. metų, Biržų – 45–30 tūkst. metų ir Pavytės – prieš 18–17 tūkst. metų.

Paskutiniojo ledynmečio pradžioje Pietų Lietuvoje vyravo periglacialinės sąlygos. Kai kuriuose stratigrafiniuose pjūviuose surandami du tarpstadijų klimato atšilimai (Jonionių I ir Jonionių II). Ankstyvojo Nemuno periglacialinės nuogulos nuo vidurinio Nemuno nuogulų atskiria fluvioiglacialinės sąnašos. Nemuno ledynmečio pirmasis ledyno suaktyvėjimas ir pasistūmėjimas, kuris paliko morenas šiaurėje, nepasiekė Pietų Lietuvos¹. Kaip patvirtina elektroninio sukamojo rezonanso (ESR), optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) ir radiokarboniniai (¹⁴C) datavimai, vidurinio Nemuno megatarpstadijo nuosėdos nusėdo maždaug prieš 60000–30000 metų.

Vidurinio Nemuno laikotarpio periglacialinės nuogulos susiklostė miško tundros gamtinių sąlygų aplinkoje. Vėlyvajame Nemune ledyno dangos padengė beveik visą Lietuvos plotą. Ledyno stadijų ir fazių ribas žymi galinių morenų ir ledyno kraštinių darinių kalvos žemės paviršiuje (1.1 pav.). Tuos pėdsakus paliko recesuojantis ledyno pakraštys. Ypač ryškios yra degraduojančio ledyno pakraščio sustojimo vietose išlikusios fazinės morenos.

Radiokarboninio datavimo kalibruota laiko skalė leidžia vėlyvojo Nemuno ledyno pagrindinio paplitimo epizodą priskirti 25000–53000 metų laikotarpiui ir jo maksimalų išplitimą Pietų Lietuvoje datuoti buvus maždaug prieš 20000 metų. Grūdų stadijos ledyno paplitimas galėjo įvykti maždaug prieš 25000–21500 metų, Žiogelių fazės – prieš 19700–8600 metų ir Baltijos stadijos – prieš 17500–15300 metų (1.2 lentelė).

Trumpa istorinė apžvalga. Paskutiniojo tarpledynmečio ir paskutiniojo ledynmečio nuogulos ir nuosėdos, taip pat reljefo formos Lietuvoje yra daug nuodugniau tyrinėtoms negu kitų pleistoceno laikotarpių.

Nemuno ledynmečio bei Merkinės tarpledynmečio sluoksnių stratigrafinio suskirstymo pažiūrų raidoje galima atskleisti keletą periodų ir tyrinėjimo laikotarpių (Гуделис, 1961, 1973; Вайтекунас, 1967, 1969; Kondratienė, 1960; Кондратене, 1965; Вонсавичюс, 1967, 1984; Гайгалас, 1979, 1984, 1988; Gaigalas, 1994, 1995; Gaigalas ir Satkūnas, 1994, 1996; Satkūnas, 1996; Gaigalas ir Hütt, 1996 ir kt.).

Tarpledynmečio nuogulos ir nuosėdos Lietuvoje buvo žinomos dar praėjusio šimtmečio viduryje. Vėliau atodangų, kuriose užfiksuotos šios nuogulos ir nuosėdos, daugėjo, jos buvo palaipsniui tyrinėjamos. Daugelis tarpledynmečių nuogulų pjūvių yra susitelkę Pietų Lietuvoje, piečiau Baltijos aukštumų, kurios yra suformuotos paskutiniojo Nemuno ledynmečio ledynų pakraščio zonoje, vykstant intensyviai ledyninei marginalinei akumuliacijai ir klostantis periglacialinėms nuoguloms.

¹ Šiuo klausimu knygos autoriai nėra vieningos nuomonės (red. pastaba).

1.1.lentelė. Lietuvos viršutinio pleistoceno stratigrafija ir geochronologija (A. Gaigalas, 1997)

Table 1.1. Stratigraphy and geochronology of Upper Pleistocene in Lithuania (A. Gaigalas, 1997)

Tarpledynmetis ir ledynmetis	Tarpstadija ir stadija	Tarpfazė ir fazė	Datavimai			Amžius m.	
			¹⁴ C	ESR	OSL		
Nemuno ledynmetis	Viršutinis (glacialas)	Virš. Driaso fazė				10900	
		Žiemgalos vėlyvasis ledynmetis (gotiglacialas)	Aleriodo tarpfazė	11970±180			11900
			Vidur. Driaso fazė	11500±430			12300
			Biolingo tarpfazė	12160±120			12800
		Baltijos stadija (daniglacialas)	Šiaurės Lietuvos fazė				13500
			Linkuvos tarpfazė				
			Vidurio Lietuvos fazė	14040±240			14500
			Šušvės tarpfazė				
			Pietų Lietuvos fazė				15900
			Punios tarpfazė				
	Rytų Lietuvos fazė					16500	
	Grūdų stadija	Pavytės tarpstadialas					
		Žiogelių fazė				18000	
		Krikštonių tarpfazė					
	Vidurinis (megatarpstadialas)	Rokų megastadija	Biržų megatarpfazė (tarpstadija)	24430±280		Ka 31±3	
				27800±340		32±4	
				33460±1060		36±10	
				34000±1500		38±3	
			34910±510		36±3		
			37590±820		38±8	37000	
		Bičių megafazė (stadija)	39±4				
			39±7				
			39±2				
		Rokų megatarpfazė (tarpstadija)	40±6				
			40±4				
			42±6			42000	
			52000±1690		51±4		
					62±8		
Apatinis (periglacialas)	Varduvo stadija	Jonionių II tarpfazė			Ka 61±9		
					Ka 41±3		
					Ka 62±7		
					62±18		
				Ka 63±6			
				Ka 70±3			
		Jonionių I tarpfazė			70±8		
				Ka 95±12			
				86±7	70000		
Merkinės tarpledynmetis		M ₅ spygl. miškų fazė		Ka 101±11			
		M ₄ mišri spygliuočių plačialapių miškų fazė		Ka 70±10			
				Ka 85±8			
		M ₃ plačial. miškų fazė		Ka 110±2	Ka 90±12		
		M ₂ mišri spygliuočių plačialapių miškų fazė		Ka 112±25	Ka 114±11		
		M ₁ spygl. miškų fazė				120000	

1.2 lentelė. Vėlyvojo Nemuno stadijos

Table 1.2 Stages of the Late Nemunas

Stadija	Amžius tūkst.m.	Tarpstadija
Baltijos	15,3	Pavytės
	17,5	
Žiogelių (fazė)	18,6	Krikštonių (tarpfazė)
	19,7	
Grūdų	20,5	
	25	

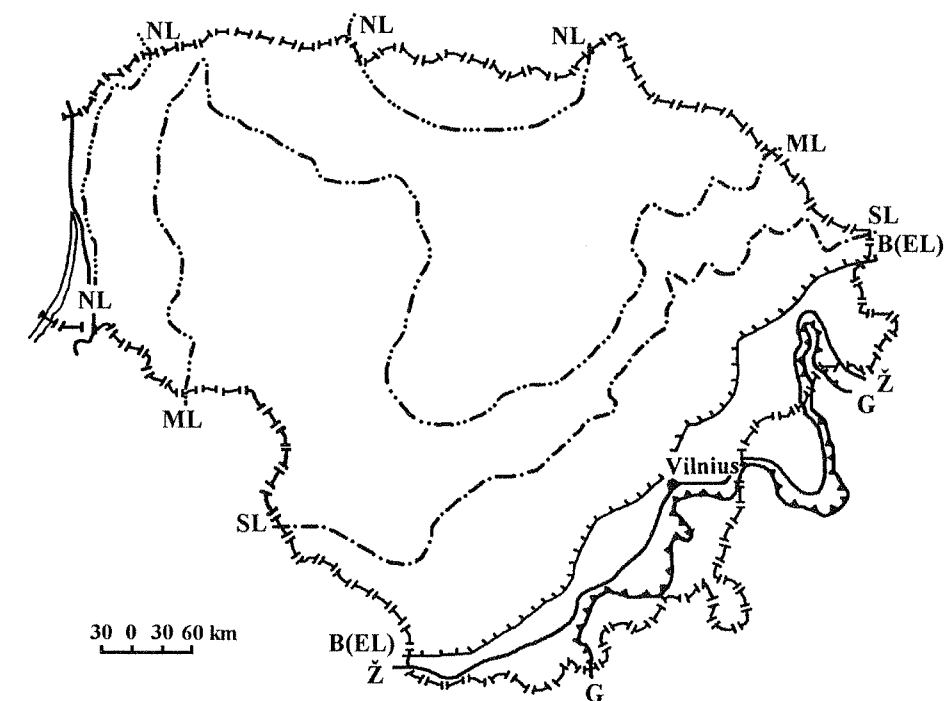
1935 m. Č. Pakuckas surado keletą atodangų su palaidotomis durpėmis ir gitija Nemuno slėnyje Merkinės, Jonionių, Netiesų, Maksimonių kaimų apylinkėse ir kitur.

1941–1943 metais B. Halickis ir A. Jaroševič-Halicka, tyrinėdami Nemuno ir Neris upių slėnių atodangas, rado keletą naujų vietovių su tarpledynmečių nuogulomis ir nuosėdomis. Jie surinko iš Jonionių, Maksimonių ir Netiesų tarpledynmečio pjūvių

pavyzdžius palinologinei analizei. B. Halickis 1948 m. ir M. Bremuvna kartu su M. Sobolevska 1950 m. paskelbė palinologinių tyrimų duomenis kartu su kai kuriomis paleogeografinėmis ir stratigrafinėmis išvadomis apie šiuos pjūvius.

Detalūs ir nuoseklūs geologiniai tyrinėjimai Lietuvoje prasidėjo po Antrojo pasaulinio karo. Vertinga informacija ir gausi faktinė medžiaga buvo surinkta reguliarios geologinės nuotraukos metu. Po Baltijos kraštų ir Baltarusijos kvartero specialistų regioninio pasitarimo, kuris įvyko 1955 m. Vilniuje, pastebimai suintensyvėjo kvartero nuogulų tyrimai. Ši konferencija sudarė Baltijos kraštų ir Baltarusijos kvartero regioninę stratigrafinę schemą, kuri buvo paskelbta konferencijos darbuose 1957 m. Taip buvo padėtas Lietuvos kvartero nuogulų stratigrafinės schemos tolimesnės raidos pagrindas (Gaigalas, Satkūnas, 1994).

Lietuvos kvartero stratigrafiniams vienetams suteikti lietuviški, vietiniai vardai. Lietuvos regioninė stratigrafinė schema buvo daug kartų tikslinama ir pritaikoma valstybiniam geologiniam kartografavimui. Antroje Baltijos kraštų stratigrafinėje konferencijoje, įvykusioje 1993 m. Vilniuje, buvo pasiūlyta nauja kvartero stratigrafinio suskirstymo schema (Gaigalas, Satkūnas, 1994).



1.1 pav. Nemuno ledynmečio ledyno antslinkių ribos: G – Grūdų stadialas, Ž – Žiogelių fazė, B – Baltijos stadijos (EL – Rytų Lietuvos fazė), SL – Pietų Lietuvos fazė, ML – Vidurio Lietuvos fazė, NL – Šiaurės Lietuvos fazė

Fig. 1.1. Limits of glacial advances: G – Grūdų stadialas, Ž – Žiogelių fazė, B – Baltijos stadijos (EL – East-Lithuanian phasial), SL – South-Lithuanian phasial, ML – Middle-Lithuanian phasial, NL – North-Lithuanian phasial

Paskutiniojo tarpledynmečio (Emio, Mikulino, Merkinės) ir paskutiniojo ledynmečio (Vyslos, Valdajaus, Nemuno) geochronologijos ir geologijos bruožai buvo identifikuoti daugelyje Vakarų ir Rytų Europos šalių. Nuomonės išsiskyrė dėl laiko ribos tarp paskutiniojo tarpledynmečio ir prasidėjusio naujo ledynmečio pravedimo ir tų įvykių gretinimo su deguonies izotopų skalės aukštais ir subaukštais. Tarpledynmečio ir ledynmečio kaitos ribą žymi atšalimas ir sausesnis klimatas. Pravedant ribą tarp tarpledynmečio ir periglacialinio klimato sąlygų pasikeitimo Europoje egzistuoja dvi nuomonės: 1) apie 105 tūkst. metų ir 2) apie 75–70 tūkst. metų. V. Siadbravos ir kt. (1986) nuomone, Emio tarpledynmetis atitinka santykinai trumpą laiko tarpą (tik apie 10000 metų) ir yra koreliuojamas su deguonies izotopų skalės 5e faze, t.y. buvo prieš 120000–132000 metų. Ši nuomonė iš dalies atsispindėjo mūsų sudarytoje Lietuvos paskutiniojo ledynmečio raidos diagramoje (Gaigalas, 1995). Tačiau gavus naujus optiškai stimuliuotos liuminescencijos, radiokarbono ir elektroninio sukamojo rezonanso datavimus buvo patikslinta Merkinės tarpledynmečio ir Nemuno ledynmečio nuogulų sekos chronologija (Gaigalas, 1994).

Pažiūros apie viršutinio (vėlyvojo) pleistoceno stratigrafiją buvo plėtojamos ir vystomos V. Gudelio (1958, 1961, 1973), O. Kondratienės (1960, 1965, 1996), P. Vaitiekūno (1960, 1969), V. Vonsavičiaus (1967, 1984) ir kt. darbuose. Tarpledynmečių palinologinių tyrimų Lietuvoje medžiagą apibendrino O. Kondratienė 1996 m. (Кондратене, 1996). Aiškiai nustatyta, kad Lietuvoje vėlyvajame pleistocene buvo tik vienas tarpledynmetis – Merkinės. Vėlyvojo pleistoceno tarpledynmečio nuogulų susidarymas turėjo ryšį su Emio transgresija Vakarų Europoje ir borealio transgresija Rytų Europos lygumos šiaurės vakarinėje dalyje. Visi kiti anksčiau tyrinėtojų siūlyti vėlyvojo pleistoceno tarpledynmečiai pasirodė esantys netikri (Liivrand, 1991). Tai, kad vėlyvojo pleistoceno pradžia sutampa su Merkinės tarpledynmečio pradžia, pripažįsta šiuo metu visi Lietuvos kvartero tyrinėtojai. Merkinės tarpledynmečio nuogulos sudaro svarbią atraminę stovymą pleistoceno stratigrafijoje.

Kai kurių viršutinio pleistoceno nuogulų pjūvių Lietuvoje paleokarpologinę analizę atliko M. Riškienė, O. Kondratienė (Ришкене, 1972, 1979; Кондратене, Ришкене, 1983) ir F. Veličkėvič (Величкевич, 1982). E. Loseva (Лосева, 1981) tyrinėjo diatomėjas iš Merkinės tarpledynmečio tipišku pjūvių. Mažo seklaus ežero nuosėdose buvo atskleistas diatomėjų floros kompleksas. Detaliai diatomėjas tyrinėjo V. Šeirienė (1996). Ji ištyrė Merkinės tarpledynmečio ir ankstyvojo Nemuno laikotarpių diatomėjas.

Pleistoceno morenų litostratigrafiją nagrinėjo A. Gaigalas (1979), kuris kartu su kolegomis ištyrinėjo Rokų ir Jonionių pjūvių sedimentacijos sąlygas bei geochronologiją (Гайгалас, 1984, 1988; Gaigalas ir kt., 1994; Gaigalas, Hütt, 1996; Гайгалас и др., 1986, 1987 ir kt.).

Tyrimo metodai ir duomenys. Šiuolaikinis stratigrafinis Merkinės tarpledynmečio ir Nemuno ledynmečio nuogulų suskirstymas yra pagrįstas paleobotaninių ir litostratigrafinių tyrimo metodų duomenimis. Tarpledynmečio ir tarpstadialų stratigrafija daugiausia remiasi sporų ir žiedadulkių analizės rezultatais. Analizuojant palinologines diagramas išryškinti Merkinės tarpledynmečio miškų raidos pagrindiniai bruožai. Palinologinę analizę patikslina ir papildo paleokarpologiniu metodu gauti duomenys. Pastaruoju metu sistemingiau yra taikomas diatomėjų tyrimo metodas ežerinėse Merkinės tarpledynmečio ir ankstyvojo Nemuno nuosėdose. Kai kurie duomenys buvo gauti paleozoologiniais metodais, tačiau jie negausūs, atsitiktiniai. Tyrinėti ostrakodai, graužikai ir kt.

Nemuno ledynmečio ledyninės nuogulos (morenos) detalai buvo ištyrinėtos petrografiniu metodu. Šio metodo duomenimis yra paremtas litostratigrafinis morenų suskirstymas Pietų Lietuvoje. Atlikta kai kurių pjūvių sedimentologinė analizė, kuri padėjo įvertinti klimato ir kitų veiksnių nulemtus sedimentacijos pokyčius. Sedimentologinės analizės duomenų įvertinimas buvo reikalingas interpretuojant kitais metodais gautus rezultatus, taip pat imant pavyzdžius geochronologiniams tyrimams.

Atliekant darbus panaudoti šie absoliutaus amžiaus datavimo metodai: optiškai stimuliuota liuminescencija, elektroninio sukamojo rezonanso ir radiokarboninio datavimo. Minėtų metodų rezultatai padėjo pirmą kartą tiksliau įvertinti pagrindinių stratigrafinių ribų ir įvykių amžių, sudaryti patikimą Jonionių, Netiesų, Rokų ir Biržų pjūvių koreliacijos schemą.

Naudotų tyrimo metodų ir jų rezultatų dėka pirmą kartą sudaryta Merkinės tarpledynmečio ir Nemuno ledynmečio Pietų Lietuvoje detalaus stratigrafinio suskirstymo geochronologinė schema ir įvertinti laikotarpiai, kada Pietų Lietuvoje buvo palankios gyvenimo sąlygos seniesiems akmens amžiaus žmonėms.

Merkinės tarpledynmetis

Merkinės tarpledynmečio sluoksniai yra sudaryti iš ežerų ir pelkių nuosėdų (gitijos, durpių, molių, dumblių, aleuritų ir smėlių su organinėmis liekanomis). Šių nuosėdų storis skiriasi. Kai kuriuose pjūviuose jis siekia tik 2–3 m, tuo tarpu kitose vietose pasiekia net daugiau negu 20 m.

Merkinės tarpledynmečio nuosėdos, palyginus su kitų tarpledynmečių, yra gana plačiai išplitusios. Jos surandamos įvairiose Lietuvos vietose, išskyrus vakarinę jos dalį. Tačiau daugiausia šio tarpledynmečio nuosėdų pjūvių buvo surasta Pietų Lietuvoje. Šiuo metu Lietuvoje yra ištyrinėta daugiau negu 30 Merkinės tarpledynmečio pjūvių. Merkinės tarpledynmečio tipiški nuogulų pjūviai surasti netoli Merkinės, Jonionių–Maksimonių apylinkėse. Panašūs pjūviai buvo tyrinėti prie Netiesų, Kibyšių, Druskininkų (Pušyno pjūvis ir pjūvis fizkultūros parke), Ratnyčios, Liškiavos, Giraitiškių, Smalininkų, Kmitų, Puponių-674, Medininkų (2, 3, 117 grėž.), Mickūnų-Gaidūnų (5, 7, 9 grėž.), Bezdonių-296 ir 78, Arvydų-79, Skersabalių-110, Kurklių, Bukiškių-25 ir 80, Gervelės-330, Gaurės ir kt. grėžiniuose.

Rajonas tarp Merkinės ir Druskininkų yra laikomas Merkinės tarpledynmečio atraminio rajonu. Pjūviai, būdingi Merkinės tarpledynmečiui, dažniausiai surandami Merkinės apylinkėse. Merkinės tarpledynmečiui vardas suteiktas pagal šio miestelio pavadinimą (Кондратене, 1965; Вайтекунас, 1967). Kaip minėjome, Merkinės tarpledynmečio nuosėdos yra plačiai paplitusios. Dauguma pjūvių buvo tyrinėta tarp Merkinės ir Druskininkų. Jonionių ir Maksimonių radimvietės prie Merkinės yra pripažintos tipiškomis šiam tarpledynmečiui. Nuosėdų susidarymo amžius Jonionių atodangų pjūviuose ir kitose vietose atitinka ne tik Merkinės tarpledynmetį, bet taip pat siekia Medininkų ir Nemuno ledynmečius.

Jonionys. Jonionių pjūvis atidengia Merkinės tarpledynmečio nuogulas natūralioje atodangoje kairiajame Nemuno krante apie 3 km į vakarus nuo Merkinės.

Pjūvis kerta Nemuno antrosios terasos cokolį. Geologinis pjūvis iš apačios (vandens lygis Nemune) į viršų yra toks:

1 – gIIImd – morena (moreninis priemolis), vidurinio pleistoceno, Medininkų ledynmečio, pilkai ruda, storis – 0,4 m;

2 – IgIIImd–IIIImr – smėlingas aleuritas, Medininkų ledynmečio pabaigos ir Merkinės tarpledynmečio pradžios (M_1 – *Pinus sylvestris*, *Picea obovata*, *Betula*), 0,2 m;

3 – IIIImr – molingai aleuritingas smėlis su žvirgždu, tamsiai pilkas, su smulkiomis moliuskų kriauklėmis ir geldelėmis bei detritu (M_2 – M_{3a} – *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Ulmus glabra*, *Ulmus levis*, *Caulina flexilis*, *Scirpus lacustris*), 0,4 m;

4 – IIIImr – geltonai pilkas smėlis, vidutiniškai grūdėtas, humusingas, su smulkiomis moliuskų geldelėmis ir kriauklėmis bei detritu (M_{3b} – *Tilia tomentosa*, *T. platyphyllos*, *T. cordata*, *Vitis*, *Hedrea*, *Acer compestre*, *A. platanoides*, *Alisma plantago aquatica*, *Ceratophyllum demersum*), 0,5 m;

5 – IIIImr – aleuritingas smėlis, pilkai rudos spalvos, smulkiagrūdis, humusingas, su medienos liekanomis (M_{3c} – *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Tilia tomentosa*, *T. platyphyllos*, *Caulina flexilis*, *Lemna trisulca*, *Osmunda cinnamomea*, *O. regalis*, *Ligustrum*, *Vitis*), 0,4 m;

6 – IIIImr–IIIInm₁ – smėlingai aleuritingas molis, pilkai melsvas (apatinė dalis, apie 0,1 m, priklauso Merkinės tarpledynmečiui, M_5 – *Pinus sylvestris*; viršutinė dalis, apie 0,3 m, priklauso apatiniam Nemunui, NmIa – *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa*, *Acea obovata*, *Selaginella selaginoides*, *Sparganium simplex*, *Chenopodium album*, *Menyanthes trifoliata*) su retomis moliuskų geldelėmis ir kriauklėmis bei medienos smulkiomis dalelėmis, 0,4 m;

Jonionių pjūvyje virš Merkinės tarpledynmečio slūgso ankstyvojo Nemuno sluoksniai:

8 – IIIInm₁ – aleuritas su smėlio lėšiais, tamsiai pilkas, humusingas, su suanglėjusios medienos likučiais (J_1 – *Juniperus communis*), 0,1 m;

9 – IIIInm₁ – molingai smėlingas pilkas aleuritas su rusvu atspalviu, humusingas, horizontaliai sluoksnuiotas (J_1 – *Juniperus communis*, *Potamogeton perfoliata*), 0,15 m;

10 – IIIInm₁ – aleuritingas smėlis, pilkas su rusvu atspalviu, humusingas (J_1 – *Betula alba*, *Alnus glutinosa*, *Pinus sylvestris*, *Potamogeton filiformis*, *Scirpus lacustris*, *Lycopodium clavatum*), 0,1 m;

11 – IIIInm₁ – aleuritingas molis, pilkas, humusingas, masyvus (J₁ – *Betula alba*, *Alnus glutinosa*, *Pinus sylvestris*, *Potamogeton filiformis*, *Scirpus lacustris*, *Lycopodium clavatum*), 0,15 m;

12 – IIIInm₁ – apgeležėjęs smėlis, pilkas su rusvu atspalviu, vidutiniškai grūdėtas, masyvus (Nm_{1b} – *Najas marina*, *Urtica dioica*, *Botrychium* sp.), 0,2 m;

13 – IIIInm₁ – smėlis, rudas, smulkiagrūdis, horizontaliai sluoksniuotas, su aleurito juoste (Nm_{1b} – *Selaginella selaginoides*, *Hippuris vulgaris*, *Lycopodium alpinum*, *Botrychium boreale*, *Betula nana*), 0,15 m;

14 – IIIInm₁ – smėlingai aleuritingas molis, pilkas su rusvu atspalviu, masyvus (Nm_{1b} – *Alnus glutinosa*, *Thalictrum*, *Betula nana*, *Lycopodium alpinum*, *Selaginella selaginoides*, *Botrychium boreale*, *Salix*, *Alnaster*, Cyperaceae, Gramineae, Chenopodiaceae), 0,15 m;

15 – IIIInm₁ – pilkas, su rusvu atspalviu smėlis, su aleurito juostelėmis ir tekėjimo arba bangavimo razgomis, silpnai humusingas, su retu detritu, apatinėje dalyje pasitaiko *Anadonta* (Nm_{1b} – J₂ – *Betula alba*, *Pinus sylvestris*; rodentų fauna: *Apodemus* sp., *Arvicola aff. terrestris* L., *Lemmus sibiricus* Kerr., *Microtus* sp., *M. agrestis*, *M. orvalis*, Poll), 0,8 m;

16 – IIIInm₂ – šviesiai pilkas smėlis, viršutinėje dalyje gelsvas, su tamsiai rudos gitijos juostelėmis (R₁ – *Betula alba*, *B. nana*, *B. pubescens*, *Polygonum* sp., *Pinus sylvestris*, *Quercus* sp., Cyperaceae, Gramineae, *Lycopodium elevatum*, *L. annolinum*; rodentų fauna: *Sorex* sp., *Arvicola aff. terrestris* L., *Microtus oeconomus* Pall., *M. sp.*, *Pitymys cf. subterraneus* Sel.-Long., *Alces* sp.), 0,4 m;

17 – IIIInm₂ – molingai aleuritingas smėlis, tamsiai pilkas, silpnai humusingas, viršutinis kontaktas – erozinis (R₁ – *Betula nana*; rodentų fauna: *Polygonum lapatifolium*), 0,1 m;

18 – IIIInm₃ – smėlis, geltonas, įvairiagrūdis, su gitijos alochtoniniais gabalais, viršutinis kontaktas – erozinis, 0,1 m;

19 – aIIIInm₃ – aliuvinis smėlis-žvirgždas-gargždas, mišrios nuogulos su pavieniais, gerai suapvalintais rieduliais iš nuosėdinių uolienuų, 0,25 m;

20 – aIIIInm₃ – aleuritingas smėlis, šviesiai gelsvai pilkas, smulkiagrūdis, 2,0 m.

Šiame pjūvyje ežerinės ir pelkių nuosėdos formavosi per visą Merkinės tarpledynmetį ir Nemuno ledynmetį (1.3 lentelė) periglacialinėse sąlygose (Кондратене, 1996).

Sudarytos Merkinės tarpledynmečio pjūvių žiedadulkių diagramos Pietų Lietuvoje nesiskiria nuo paskutiniojo tarpledynmečio žiedadulkių diagramų Vakarų ir Rytų Europoje. Jų bendri bruožai: 1) daug mišrių ažuolų miškų žiedadulkių; 2) mišrių ažuolų miškų maksimume žiedadulkės einant į viršų paplinta tokia tvarka: *Quercus*, *Tilia*, *Carpinus*; 3) *Corylus* žiedadulkių didelis kiekis sąlygoja aštrų kreivės maksimumą (dažniausiai daugiau kaip 100%), kuris yra tarp ažuolo ir liepos žiedadulkių maksimumų.

Merkinės interglacialio žiedadulkių diagramose Pietų Lietuvoje išsiskiria penkios miškų raidos fazės: 1) spygliuočių miškų su beržų-pušu, eglių-pušu ir beržų-pušu subfazėmis; 2) mišrių miškų (spygliuočiai, įvairūs plačialapiai ir ažuolai); 3) mišrių ažuolų miškų su ažuolų bei guobų, liepų-ažuolų su *Corylus*, taip pat skroblų miškų subfazėmis; 4) mišrių miškų (spygliuočiai ir mišrūs su ažuolais); 5) spygliuočių miškų su pušų-beržų, pušų ir pušų-beržų miškų subfazėmis (Кондратене, 1996).

1996 m. Jonionių-4 atodangos pjūvyje diatomėjų tyrimus atliko V. Šeirienė (1996). Ji Merkinės tarpledynmetyje ir ankstyvojo Nemuno nuogulose išskyrė penkis diatomėjų kompleksus. Tarpledynmečio diatomėjos mažai skyrėsi nuo apatinio Nemuno diatomėjų. Jonionių paleoežere vyravo šarminė aplinkos reakcija. Sedimentacijos sąlygos buvo mezotropinės-eutrofinės. Didžiausias tropiškumas paleoežere buvo penktoje, paskutinėje, ežero raidos stadijoje, kuri atitinka Jonionių II tarpstadiją. Trečiasis ir ketvirtasis diatomėjų kompleksai priklauso Jonionių I tarpstadialui, o pirmasis ir antrasis – Merkinės tarpledynmečiui.

1.3 lentelė. Jonionių pjūvis

Table 1.3. Jonionys section

Gylis m	Sluoks-nio Nr.	Litologija	OSL ir ¹⁴ C datos tūkst.m.	OSL pavyzdžių Nr.	Chronostratigrafija
0,00–2,00	20	Aleuritingas smėlis	3 ± 2 (viršutinė dalis) 10 ± 2 (vidurinė dalis) 27 ± 3 (apatinė dalis)	7 6 34	Vėlyvasis Nemunas
2,00–2,25	19	Smėlis, žvirgždas, gargždas su pavieniais rieduliais			
2,25–2,35	18	Smėlis su gitijos gabalais	14 ± 2,4		
2,35–2,45	17	Molingai aleuritingas smėlis su negausiu detritu			Vidurinis Nemunas
2,45–2,85	16	Smėlis su gitijos tarp sluoksniais	41 ± 5 (apatinė dalis)	32	
2,85–3,65	15	Smėlis su aleurito tarp sluoksniais, apatinėje dalyje pasitaiko <i>Anadonta</i> geldelės	>52,8 (vidurinė dalis) 61 ± 9 (apatinė dalis)	5	
3,65–3,80	14	Smėlingai aleuritingas molis			
3,80–3,95	13	Smėlis su aleurito tarp sluoksniu	61 ± 11	4	
3,95–4,15	12	Masyvus smėlis			
4,15–4,30	11	Aleuritingas smėlis, humusingas, masyvus	38 ± 8		Ankstyvasis Nemunas
4,30–4,40	10	Aleuritingas smėlis, humusingas	62 ± 7	3	
4,40–4,55	9	Molingai smėlingas aleuritas, sluoksniuotas, humusingas			
4,55–4,65	8	Aleuritas su smėlio lėšiais, humusingas, su suanglėjusios augmenijos likučiais			
4,65–5,05	7	Smėlingai aleuritingas molis			
5,05–5,25	6	Smėlinga gitija su medienos likučiais			
5,25–5,65	5	Aleuritingas smėlis, humusingas, su mediena	70 ± 10	2	Merkinės tarpledynmetis
5,65–6,15	4	Smėlis, humusingas, su moliuskų geldelėmis ir detritu	83 ± 8	1	
6,15–6,55	3	Molingai aleuritingas smėlis su žvirgždu, moliuskų geldelėmis ir detritu	114 ± 11 (vidurinė dalis)	38	
6,55–6,75	2	Smėlingas aleuritas			Medininkų ledynmetis
6,75–7,15	1	Morena			

Merkinės apylinkių viršutinio kvartero pjūvių analizė leidžia tvirtinti, kad atsitraukus Medininkų ledynmečio ledynui čia susidarė ežerai, kurie telkšojo Jonionių, Maksimonių, Netiesų ir Pašilingės apylinkėse Pietų Lietuvoje. Panašių ežerų būta prie Druskininkų. Merkinės apylinkėse tuose ežeruose sedimentacija vyko per visą tarpledynmetį ir tęsėsi be pertraukos įsivyravus periglacialinėms sąlygoms Nemuno ledynmečio metu. Jonionių pjūvyje ankstyvajame Nemune išryškėja du tarpstadijų atšilimai, kurie yra tarpinėje pereinamojoje zonoje iš tarpledynmečio į ledynmetį. Pirmasis Jonionių tarpstadijas buvo šaltesnis už antrąjį. Šių, Jonionių I ir Jonionių II, tarpstadijų nuosėdos nei viršuje, nei apačioje niekur nėra atskirtos ledyninių nuogulų. Tai patvirtina mintį, kad Nemuno apledėjimo pradžioje Pietų Lietuvoje buvo periglacialinės sąlygos, t.y. ledynai nesiekė tų vietų (Kondratienė, 1965).

Netiesos. Netiesų atodanga yra dešiniajame Nemuno krante apie 6 km pasroviui nuo Merkinės miestelio. Kontinentines Merkinės tarpledynmečio nuogulas šiame pjūvyje sudaro durpės, gitija ir smėlis, nusėdę paleoežere. Iš apačios (Nemuno vandens lygis) einant į viršų atsidedgia tokie sluoksniai:

- 1 – gII_{md} – morena (moreninis priemolis), Medininkų ledynmečio, rudos spalvos, su gausiomis devono dolomitų nuotrupomis, 0,5 m;
- 2 – IgII_{md}–III_{mr} – Medininkų ledynmečio pabaigos ir Merkinės tarpledynmečio pradžios smėlingas aleuritas, šviesiai pilkas, karbonatingas, masyvus, ežero raidos pradžios nuogulos išplautos iš apačioje slūgsojusios morenos, 1,45 m;
- 3 – III_{mr} – smulkiagrūdis smėlis, šviesiai pilkas, durpingas, su moliuskų kiauteliais ir medienos likučiais, 0,68 m;
- 4 – III_{mr} – dėl humuso rūgščių poveikio žalsvai pilkas aleuritas, 0,1 m;
- 5 – III_{mr} – tamsi, beveik juoda gitija, su skalumo plyšeliais ir smėlio tarpstuoksniais, pasitaiko moliuskų kiautelių ir medienos, 4,92 m;
- 6 – III_{mr} – tamsios spalvos gitija su durpių tarpstuoksniais ir medienos radiniais, apatinėje dalyje smėlinga, su moliuskų kiauteliais, 1,13 m;
- 7 – III_{mr} – durpė su gana gausiais medienos likučiais, tamsiai ruda, su moliuskų kiauteliais apatinėje dalyje, 0,85 m;
- 8 – III_{mr} – gargždas su rieduliais, 0,7 m;
- 9 – III_{mr} – smulkiagrūdis smėlis, šviesiai pilkas, įstrižai sluoksnijuotas, karbonatingas, 5,7 m;
- 10 – aIII_{nm₃} – stambiagrūdis smėlis, trečiosios Nemuno terasos vaginis aliuvis, gelsvai pilkas, 3 m;
- 11 – aIII_{nm₃} – įvairiagrūdis smėlis, salpinis aliuvis, gelsvai pilkas, 2,3 m;
- 12 – pdIV – dirvožemis, 0,3 m.

Durpių ir gitijos pavyzdžių palinologinę analizę atliko O. Kondratienė (Кондратене, 1996). Sporų ir žiedadulkių diagramoje ji išskyrė keturias (M₁–M₄) Merkinės tarpledynmečio miškų raidos palinozonas. Virš durpių slūgsančių smėlių žiedadulkės netyrinėtos. Šie smėliai nusėdo tame pačiame ežere kaip ir apačioje susidariusi gitija bei durpės.

Keturi 9-o sluoksnio smėlio pavyzdžiai buvo datuoti OSL metodu Estijoje Geologijos instituto laboratorijoje (Gaigalas, Hütt, 1997). Jie susidarė prieš Nemuno ledynmečio pradžią (Merkinės tarpledynmečio M₅ fazė). Pavyzdžiai buvo surinkti iš skirtingų smėlio sluoksnio dalių: du pavyzdžiai buvo paimti iš apatinės ir du iš viršutinės dalies. Apatinių pavyzdžių amžius siekia 95000 ir 86000 metų. Jie yra senesni už viršutinius du pavyzdžius, kurių amžius nustatytas apie 70000 metų. Šis amžius atitinka Jonionių atodangos Merkinės tarpledynmečio pabaigą Pietų Lietuvoje.

Buvo nustatytas pavyzdžių, paimtų iš gitijos apatinės dalies bei durpių ir gitijos kontakto viršuje, gėlavandenių moliuskų kiautelių amžius. Netiesų moliuskų faunos datavimas ESR metodu buvo atliktas Taline, Geologijos institute. Gautos M₁ ir M₂ zonų žiedadulkių datos siekia apie 112 ± 25 tūkst. metų ir M_{3c} bei M₄ zonų – 101 ± 11,5 tūkst. metų (Gaigalas, Molodkov, 1997).

Šios datos papildo Merkinės tarpledynmečio geochronologijos duomenis. Jos koreliuojasi su datomis, nustatytomis vykdant projekto darbus Jonionių atodangoje.

Nemuno ledynmetis

Nemuno ledynmečio gamtinių sąlygų raida buvo daug sudėtingesnė. Jiesios slėnyje prie Rokų kaimo esantys pjūviai geriausiai atskleidžia ledynmečio laikotarpio įvykius.

Rokai. Rokų atodanga yra dešiniajame Jiesios upės krante. Supanti moreninė lyguma viršuje yra perdengta juostuotais varviniais moliais (1.2 pav.). Geologinis atodangos pjūvis nuo Jiesios vandens lygio einant į viršų yra toks:

- 1 – gII_{md} – morena (moreninis priemolis), vidurinio pleistoceno, pilkos pelenų spalvos, su gausiomis kreidos mergelių nuotrupomis, 0,8 m;
- 2 – aIII_{nm₁} – įstrižai sluoksnijuotas žvirgždas su gargždu, su apgeležėjusiomis juostelėmis ir aleurito tarpstuoksniais (R₁ – Centaurea, Asteraceae, Artemisia, Nymphaeaceae), 2,5 m;

3 – aIII_{nm₂} – smėlingas žvirgždas, įvairiagrūdis, su lešiais, kuriuose pastebimas augalijos alochtoninis detritas sluoksnio apatinėje dalyje (R₂ – *Betula nana*, *B. sec. Fructicosea*, *Picea sec. Eupicea*, *Alnus*, *Alnaster*, *Larix*, Rosaceae, Asteraceae, *Artemisia*, Cyperaceae, Nymphaeaceae), horizontaliai sluoksnijuotas, 1,2 m;

4 – III_{nm₂} – šviesus smėlis, smulkiagrūdis, juostuotas, su aleurito tarpstuoksniais (R₃ – *Picea sec. Eupicea*, *Alnus*, *Alnaster*, *Betula sec. Fructicosea*, *Betula nana*, *Quercus*, *Tilia*, *Carpinus*, Caryophyllaceae, *Artemisia*, Cyperaceae, Nymphaeaceae), 1,0 m;

5 – aIII_{nm₂} – polimiktinės sudėties smėlingas žvirgždas, su apgeležėjimo pėdsakais, įstrižai sluoksnijuotas, 1,4 m;

6 – III_{nm₂} – kvarco smėlis, smulkiagrūdis, šviesios spalvos, horizontaliai sluoksnijuotas, 2,4 m;

7 – III_{nm₂} – aleuritingas smėlis, šviesiai pilkas, horizontaliai sluoksnijuotas, su aleurito tarpstuoksniais, 1,0 m;

8 – pdIII_{nm₂} – jaurinio dirvožemio smėlis su aleurito infiltraciniais lašais ir horizontais viršutinėje dalyje (R₄ – *Bryale*, *Selaginella selaginoides*, *Dryas*, *Menianthes*, *Botrychium boreale*, *Lycopodium pungens*, *L. appressum*), 0,95 m;

9 – III_{nm₂} – kvarco smėlis, šviesus, smulkiagrūdis, su aleurito tarpstuoksniais, horizontaliai sluoksnijuotas (R₄ – Caryophyllaceae, Polygonaceae, *Compositae*, Asteraceae, *Selaginella selaginoides*, *Bryales*, *Sphagnum*, Polypodiaceae), 1,36 m;

10 – pdIII_{nm₂} – humusingas aleuritas su augalijos detritu (hidromorfinis dirvožemis), ledo gyslų ir pleištu pseudomorfozėmis (R₄ – *Dryas*, *Menianthes*, *Botrychium boreale*, *Lycopodium pungens*, *L. appressum*), 0,36 m;

11 – III_{nm₂} – baltas aleuritingas smėlis, su aleurito tarpstuoksniais, smulkiagrūdis, horizontaliai sluoksnijuotas (R₅ – *Picea obovata*, *P. sec. Eupicea*, *Alnus*, *Pinus sylvestris*, *Betula nana*, *Selaginella selaginoides*), 0,99 m;

12 – III_{nm₂} – smulkiagrūdis smėlis, šviesus, su aleurito tarpstuoksniais (R₆ – *Pinus sylvestris*, *Picea sec. Eupicea*, *Betula sec. Albae*, *B. sec. Fructicosae*, *Lycopodium pungens*, *L. alpinum*, *L. clavatum*, *L. complanatum*, *Selaginella selaginoides*), 1,75 m;

13 – III_{nm₂} – aleuritingas smėlis, šviesiai žalsvai pilkas, horizontaliai sluoksnijuotas, su šalčio involiucijomis ir aleurito tarpstuoksniais, su apgeležėjusiomis juostelėmis apatiniame kontakte (R₇ – *Bryales*, *Betula nana*, *B. sec. Albae*, *B. sec. Fructicosae*, *Picea sec. Eupicea*, *Pinus sylvestris*, *Alnus*, *Alaster*), 0,99 m;

14 – gIII₃ gr – morena (moreninis priemolis), rusvai pilka, Grūdų stadijos, karbonatinga, 5,3 m;

15 – gIII₃ žg – morena (moreninis priemolis), žalsvai pilka, Grūdų stadijos Žiogelių fazės, nuo apatinio morenos sluoksnio atskirta smėlio tarpstuoksnium, 3,1 m;

16 – gIII₃ bl₁ – morena (moreninis priemolis), pilkai ruda, Baltijos stadijos Rytų Lietuvos fazės, nuo apatinio morenos sluoksnio atskirta smėlio tarpstuoksnium, 3,0 m;

17 – gIII₃ bl₂ – morena (moreninis priemolis), raudonos spalvos, Baltijos stadijos Pietų Lietuvos fazės, nuo apatinio morenos sluoksnio atskirta smėlio tarpstuoksnium, 5,1 m;

18 – gIII₃ bl₂ – juostuoti varviniai moliai, rudos spalvos, horizontaliai juostuotuoti, 1,1 m.

Rokų pjūvio sedimentologinė analizė, datavimas ir palinologija. Vidurinio Nemuno Rokų megatarpstadijo nuogulų viršutinėje dalyje 1962 m. ežerinėje smėlių stovymėje buvo surastas smėlingų durpių tarpstuoksnis (Гайгалас, 1971).

1982 m. Rokų atodangos apačioje aliuvio stovymėje surasta alochtoninių medienos likučių. Šie organiniai radiniai buvo datuoti keliose radiokarboninėse laboratorijose. Apatinio datuoto pavyzdžio radiokarboninis amžius (LU-1432 : 52000 ± 1690 metų) atitinka Nemuno ledynmečio vidurio pradžią, viršutinių pavyzdžių datos grupuojasi 34000–24000 metų intervale ir rodo vidurinio Nemuno laikotarpio pabaigą. Taigi Rokų atodangoje radiokarboninėmis datomis ir optiškai stimuliuotos liuminescencijos metodu yra tiksliai užfiksuotos vidurinio Nemuno aliuvinės ir ežerinės nuogulos (1.4 lentelė). Pagal turimas datas galima datuoti ribą tarp vidurinio ir vėlyvojo Nemuno. Vėlyvojo Nemuno stovymėje yra išreikšta ledyninė nuogulomis – morenomis. Vidurinio Nemuno neledyninis intervalas prasidėjo maždaug prieš 60 tūkst. metų ir baigėsi maždaug prieš 25–24 tūkst. metų (1.4 lentelė).

1.4 lentelė. Rokų pjūvis

Table 1.4. Rokai section

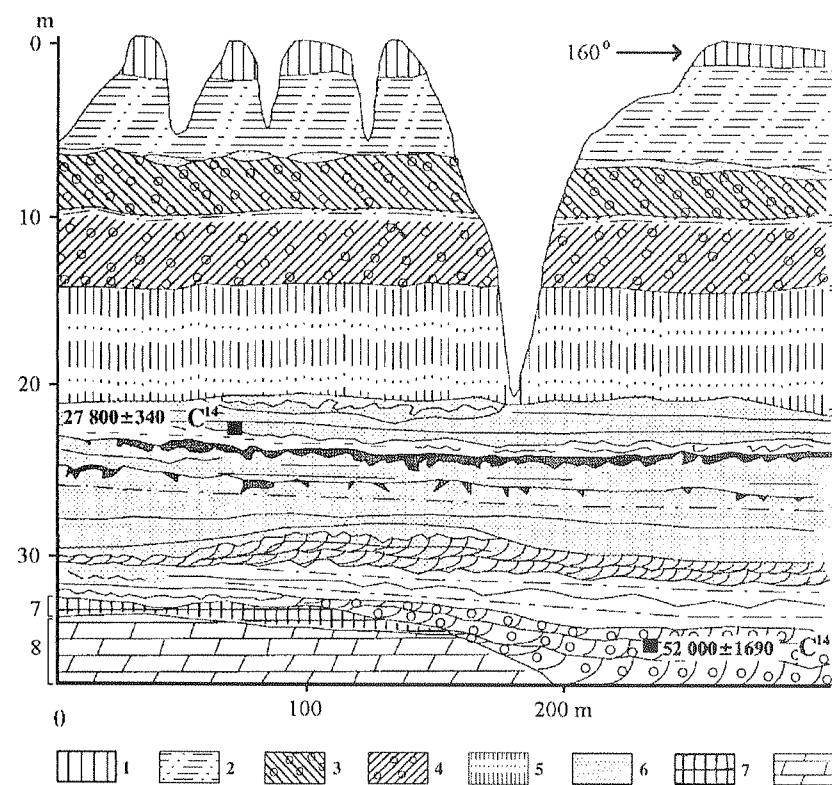
Gylis m	Sluoks- nio Nr.	Litologija	OSL ir ¹⁴ C datos tūkst.m.	OSL pavyz- džių Nr.	Chronostratigra- fija
0,00–1,10	18	Juostuotas molis	14 ± 05 (juostuoti moliai)		Vėlyvasis Nemunas
1,10–6,20	17	Raudonai ruda morena			
6,20–9,20	16	Pilka ruda morena			
9,20–12,30	15	Pilka morena			
12,30–17,60	14	Pilka morena			
17,60–18,60	13	Aleuritingas sluoksniuotas smėlis su šalčio involiucijomis	32 ± 4 31 ± 3 35 ± 05	11 50	Vidurinis Nemunas
18,60–20,35	12	Smėlis su aleurito tarp sluoksniais	36 ± 10	10	
			37,5 ± 0,8		
			39 ± 4	12	
			40 ± 5	13	
			40 ± 4	49	
42 ± 6	14				
20,35–21,35	11	Aleuritingas smėlis su aleurito tarp sluoksniais	38 ± 3	9	Vidurinis Nemunas
21,35–22,30	10	Aleuritas su humusu ir hidromorfinis dirvožemis su šalčio pleištu ir gyslų pseudomorfozėmis			
22,30–23,65	9	Smėlis su aleurito tarp sluoksniais	38 ± 8	8	
23,65–24,60	8	Jaurinio dirvožemio smėlis, aleurito lašai ir humuso priemaiša viršutinėje dalyje			
24,60–25,60	7	Aleuritingas smėlis su aleurito tarp sluoksniais	39 ± 7	7	
25,60–28,00	6	Juostuotas smėlis	36 ± 3 39 ± 2	5 6	
28,00–29,40	5	Įstrižai sluoksniuotas smėlingas žvirgždas			
29,40–30,40	4	Smėlis su aleurito tarp sluoksniais	40 ± 6	4	
30,40–31,60	3	Smėlingas žvirgždas su retu detritu	51 ± 4 47 ± 2 52 ± 1,7	2 3	
31,60–34,10	2	Gargždingas žvirgždas su aleurito tarp sluoksniais	63 ± 6 62 ± 18	57 1	
34,10–34,90	1	Kreidos mergelių nuotrupų turtinga morena			Medininkų ledynmetis

Rokų atodangos apačioje slūgso Medininkų ledynmečio moreninis priemolis, talpinantis milžinišką kreidos mergelių luistą, iš kurio prieš karą buvo eksploatuojama žaliava kalkėms degti. Moreninio priemolio kraigas vietomis pakyla 4,7 m virš Jiesios upės vandens lygio (1.2 pav.).

Ant išplauto rusvai pilko ir žalsvai pilko arba pelenų spalvos moreninio priemolio paviršiaus slūgso smėlingo žvirgždo horizontaliai ir įstrižai sluoksniuotos nuogulos su aleurito tarp sluoksniais. Nuogulose pasitaiko nuosėdinių uolienu, gargždo. Bazinėje dalyje nuogulų medžiaga yra stambesnė, einant į viršų ji smulkėja. Tai reiškia, kad šis sluoksnis formavosi iš tos pačios medžiagos, ją pakartotinai perklostant. Skirtingų lygių nuogulose pastebimos rudos ir raudonos juostelės, nudažytos geležies oksidų ir hidroksidų. Šios nuogulos susidarė juos išplovus iš moreninio priemolio, slūgsančio apačioje. Jų storis kinta nuo 0,5 m iki 3 m. Gali būti, kad sluoksnio apatinės dalies nuogulos yra fluvioglacialinės kilmės, o šiek tiek aukščiau jos pereina į aliuvį. Iš stagnatinio aliuvio lėšio fluvinėse nuogulose apie 2,5 m aukščiau upės vandens lygio buvo paimtas minėtas medienos likučių pavyzdys radiokarboniniam datavimui (apie 52000 metų senumo).

Aukščiau slūgso smulkiagrūdis dulkėtas kvarcinis smėlis su žalsvai pilko aleurito tarp sluoksniais. Sluoksnių viduje retkarčiais stebimas įstrižas sluoksniuotumas. Ne mažiau kaip dviejuose lygiuose matomi feritizacijos pėdsakai. Geležies oksidai ir hidroksidai suteikia tokioms apgeležėjusioms juostelėms rudą arba raudoną spalvą. Šio smėlio sluoksnio storis svyruoja nuo 1,2 iki 3 m. Nuogulos susidarė ežero sąlygose.

Anksčiau aprašytos nuogulos perdengiamos lygiagrečiai sluoksniuotais įvairiagrūdžiais smėliais su nuosėdinių ir kristalinių uolienu žvirgždu ir gargždu. Šios nuogulos yra rusvos spalvos, vietomis limonitizuotos per visą sluoksnį pagal horizontalų sluoksniuotumą. Limonitizacija vyko kartu su nuogulų kaupimusi. Atskirais atvejais šis procesas galėjo būti vėlesnis ir vyko nuosėdoms susiklojus, t.y. sluoksnyje. Sluoksnio storis – 0,6–2,5 m.



1.2 pav. Rokų atodanga (Gaigalas ir Melešytė, 1996).

1 – limnoglacialiniai juostuoti moliai, 2 – Baltijos stadijos Pietų Lietuvos fazės morena, 3 – Baltijos stadijos Rytų Lietuvos fazės morena, 4 – Grūdos stadijos Žiogelių fazės morena, 5 – vidurinio Nemuno interstadijo aleuritas, smėlis, žvirgždas, 7 – Medininkų ledynmečio morena, 8 – kreidos mergelių luistas

Fig. 1.2. Rokai outcrop (Gaigalas ir Melešytė, 1996).

1 – varved clay of glaciolacustrine origin, ~ 1 m, 2 – till of the South-Lithuanian phase of Baltija stade, ~ 6 m, 3 – till of the East-Lithuanian phase of Baltija stade, ~ 3 m, 4 – till of Žiogeliai phase of Grūda stade, ~ 4 m, 5 – till of Grūda stade, ~ 6 m, 6 – silt sand, gravel and pebble of the Middle Nemunas interstade, ~ 15 m, 7 – till of the Medininkai glaciation, 0.5 m, 8 – dislocated Cretaceous marls, 4.5 m

Aukščiau atodangoje ritmiškai kaitaliojasi įstrižai sluoksniuoti smulkiagrūdžiai smėliai, šviesūs su gelsvu atspalviu. Jų tekstūra juostuota: vieną juostelę sudaro stambesnė medžiaga, o kitą – smulkesnė. Stambesnėje medžiagoje yra daugiau feldšpatų, kurie galbūt atsirado dėl šalčio sukkelto fizinio dūlėjimo ir susikaupė veikiant ežerinių nuosėdų gamtinei diferenciacijai. Sluoksnelių storis paprastai siekia 2–5 cm. Retkarčiais smėlyje pasitaiko 1 cm storio žalsvai pilkos spalvos aleurito tarp sluoksniai, atskiri aleurito lėšiai ir kišenės su organika, kuri suteikia tamsią spalvą. Į viršų medžiaga smulkėja, storis – 3,5–5 m.

Aprašytą smėlį perdengia smėlis su dviem žalsvos spalvos aleurito sluoksniais. Aleurito tarp sluoksnių storis – 2–3 cm. Apatinis aleurito tarp sluoksnis blogiau išreikštas ir silpniau pastebimas. Bendras sluoksnio storis kinta nuo 0 iki 0,7 m. Jis atstovauja hidromorfiniui pelkių pakrantės dirvožemiui, sudarytam iš dviejų aukštų. Šis dirvožemis atsirado nusekus ežerui sausesnių laikotarpių metu. Po dirvožemiu yra silpnai ochrozuotas smėlis.

Aukščiau surandamas smulkiagrūdis smėlis su vidutiningrūdžio priemaiša. Šiame smėlyje pasitaiko feldšpatų koncentracijos, smėlio tekstūra – ritmiškai juostuota.

Juostelių paviršius yra banguotas. Į viršų medžiaga smulkėja. Metinės juostelės susideda iš dviejų dalių: vasaros – stambesnės medžiagos ir žiemos – smulkesnės struktūros. Smėlyje aptinkamos, pavienės žalsvo aleurito linijos (1–2 cm storio) ir atskiros tamsios humuso dėmės. Sluoksnio storis – 2–2,20 m. Šio smėlio genezė yra ežerinė. Ežere ryškiai buvo išreikšta sezoninė nuosėdų sedimentacija.

Virš aprašyto sluoksnio atodangoje slūgso žalsvai pilkas aleuritas. Tokią spalvą nulemia organikos priemaišos. Apatiniame kontakte nuosėda sucementuota geležies hidroksidu. Ji išsiskiria ruda spalva. Aleuritas užpildo šalčio plyšius ir formuoja 70 cm ilgio žemės pleištus. Taigi aleurito sluoksnį keliose vietose perkerta ledo gyslos, pseudomorfozės, kurios užpildytos iš viršaus patekusių smėliu. Šias šalčio pleiščių ir gyslų pseudomorfozes mes aprašėme anksčiau (Гайгалас, 1984). Į viršų aleuritas darosi smėlingesnis. Be to, jame atsiranda pilkos spalvos smėlio tarp sluoksniai. Šis sluoksnis primena palaidotą dirvožemį. Viršutinėje dalyje aleuritas reaguoja su HCl todėl, kad į jį vėliau buvo įplauti karbonatai iš aukščiau slūgsančių nuosėdų. Sluoksnio storis – 0,2–0,7 m.

Aprašytas aleurito sluoksnis yra perdengtas žalsvai pilko smulkiagrūdžio kvarcinio smėlio su gelsvu atspalviu. Makroskopiškai smėlis yra ritmiškai horizontaliai sluoksnijuotas, t.y. išsiskiria juostuota tekstūra. Vasaros juostelę sudaro stambesnė medžiaga, o žiemos – smulkesnė. Sluoksnyje surasti du 1–2 cm storio aleurito tarp sluoksniai. Jie dalija kvarcinio smėlio sluoksnį į tris beveik lygias dalis. Bendras sluoksnio storis yra 2–3 m. Smėlis yra ežerinės kilmės.

Tarpstadijinių nuogulų stovymą užbaigia smulkiagrūdis smėlis su žalsvai pilko aleurito juostelėmis ir lizdais. Juostelės įmantriai vingiuotos, kilpėtos ir mazguotos. Tai suteikia sluoksniui fluidinę tekstūrą. Spalva – gelsvai pilka. Smėlis vietomis siek tiek apgeležėjęs, ochriškas, rudos spalvos. Tekstūra leidžia daryti išvadą, kad jį veikė užslenkančio ledyno plastiškas, plyktyvus tekėjimas ir solifliukcinės involiucijos. Sluoksnio storis – 0–1,8 m, smėlių kilmė – ežerinė. Vidurinio Nemuno megastadijos smėliai Rokų atodangoje perdengti vėlyvojo Nemuno ledyninių nuogulų – morenų. Bendras perdengiančios moreninės stovymės storis siekia 18–20 m. Morenų pjūvyje išsiskiria Nemuno ledynmečio maksimalios Grūdės stadijos Pietų Lietuvoje morenos sluoksnis ir jos regresuojančios Žiogelių fazės morena, taip pat regresuojančios Baltijos stadijos Rytų Lietuvos ir Pietų Lietuvos recesinės fazės dviejų morenų sluoksniai.

Visų keturių morenų litologiją išreiškia riedulingi priemoliai. Žiogelių fazės morenos viršutinė dalis yra paveikta baseino vandenų. Maksimalias Grūdės fazės ir Žiogelių fazės morenas nuo Baltijos stadijos Rytų Lietuvos ir Pietų Lietuvos morenų atskiria nestoras (iš viso 0,6 m storio) gelsvai pilko, horizontaliai sluoksnijuoto aleurito sluoksnis. Tikriausiai tai Grūdės–Baltijos tarpstadijo nuogulos, kurių surandama ir kitose Jiesios atodangose. Šiame aleurite V. Čepulytė (1965) surado retas išbarstytas žiedadulkes. Grūdės ir Baltijos stadijas skyrusį tarpstadiją vadiname Pavytės tarpstadija. Pavytės tarpstadijo palinologiniam įvertinimui reikalingi nauji tyrinėjimai, šią tarpstadiją reprezentuojanti nauja medžiaga.

Moreninė stovymė viršuje yra perdengta juostuotais moliais, nusėdusiais limnoglacialiniame baseine, kuris čia telkšojo pasitraukus Baltijos stadijos Pietų Lietuvos recesinės fazės ledynui. Po Pietų Lietuvos fazės sekęs naujas ledyno pasistūmėjimas į priekį šiauriniame Kauno pakraštyje suformavo Vidurio Lietuvos recesinės fazės galinę moreną, H. Mortenseno pavadintą pagrindine Lietuvos galine morena.

Iš pirmųjų sporų ir žiedadulkių bei paleokarpologinių tyrinėjimų (Кондратене, Ришкене, 1983) matyti, kad vidurinio Nemuno tarpstadijo metu klimato svyravimai buvo nedideli. Sporų ir žiedadulkių duomenys patvirtino, kad susidarant vidurinio Nemuno tarpstadijo smėlio viršutinei daliai, netoli ledyno pakraščio vyravo periglacialinės tundros sąlygos. Rokų atodangos floros sudėtis yra panaši į vidurinio Valdajaus floros sudėtį, viršutinės dalies flora – į Liejasciemio florą Latvijoje. Tačiau Liejasciemio pjūvyje nustatyta flora buvo būdinga šaltesniam klimatui. Vidurinio Nemuno tarpstadijo metu teritorija buvo mažai miškinga. Žiedadulkių spektre vyrauja žolinė augmenija (iki 80%). Medžių žiedadulkių kiekis keičiasi nuo 20 iki 58%.

Tarp medžių vyrauja beržų (10–30%, daugiausia krūminės rūšies) ir pušų žiedadulkės (iki 80%). Eglių ir alksnių žiedadulkės paplitusios sporadiškai pavieniais grūdais. Žolinei augmenijai atstovauja varpiniai, viksviniai ir įvairių rūšių kiečiai. Rasta žaliųjų samanų sporų. Sporiniams augalams atstovauja tundrinės rūšys: *Lycopodium pungens*, *L. alpinum*, *L. appresum*, *Selaginella selaginoides*. Surasta *Dryas* žiedadulkių. Palinologiniai ir paleokarpologiniai tyrimai rodo tundrinių augalų išplitimą. Viršutinėje tarpstadijos nuogulų dalyje vyrauja vandens augalai. Surasti dviejų rūšių karpoidai: *Menyanthes trifoliata* ir *Selaginella selaginoides* (didelis kiekis).

Vėliau vidurinio Nemuno megatarpstadijo nuogulų palinologinę analizę atliko T. Kazarceva (1.3 pav.). Žiedadulkių ir sporų diagrama skelbiama pirmą kartą. Ji apima visą Rokų atodangos vidurinio Nemuno laikotarpio pjūvį.

Rokų pjūvyje užfiksuoti trys dideli floros raidos etapai (Гайгалас и др., 1987). Pirmasis ir trečiasis augalijos raidos etapai atspindi klimato atšilimą, o antrasis – stiprų atšalimą.

Pirmasis augalijos raidos etapas apibūdina ankstyvąjį klimato atšilimą. Jis apima tris sporų ir žiedadulkių kompleksus (I–III).

I sporų ir žiedadulkių kompleksas yra nustatytas keturiuose pavyzdžiuose, paimtuose iš įvairigrūdžio žvirgždo su smulkaus gargždo pavieniais intarpais. Bendrame spektre medžių žiedadulkės ir sporos sudaro vidutiniškai 40–42%. Žolių žiedadulkių kiekis neviršija 19%. Tarp medžių žiedadulkių vyrauja *Pinus sylvestris*, antroje vietoje yra *Betula nana* ir *Betula* sect. *Fruticosae*, retkarčiais pasitaiko *Picea* sect. *Eupicea*, *Alnus* ir *Alnaster*.

Žolinių augalų grupėje vyrauja Rosaceae, Asteraceae, *Artemisia*, Cyperaceae žiedadulkės. Pasitaiko vandens augalų žiedadulkių šių šeimų: Potamogetonaceae ir Nymphaeaceae. Tarp sporų vyrauja žaliųjų samanų sporos.

Šis I sporų ir žiedadulkių kompleksas primena dabartinės miško tundros augaliją. Klimatas buvo šaltas ir drėgnas. Jo sąlygos buvo palankios samanų dangai susidaryti. Žemuose krūmynuose augo reti beržai keružiai ir žemaūgės pušys.

II sporų ir žiedadulkių kompleksas nustatytas dviejuose pavyzdžiuose. Jame vyrauja sporos (64–68%). Medžių žiedadulkių kiekis neviršija 18–25%, o žolių – 7–15%. Spektuose vyrauja žaliųjų, dikraninių ir sfagninių samanų sporos. Tarp medžių rūšių daug (67%) nustatyta *Betula nana*, nedaug surasta *Pinus sylvestris* (20–25%) ir *Betula* sect. *Fruticosae* (iki 14%) žiedadulkių, pavienės *Alnus* ir *Alnaster* žiedadulkės. Žolių žiedadulkių surasta nedaug.

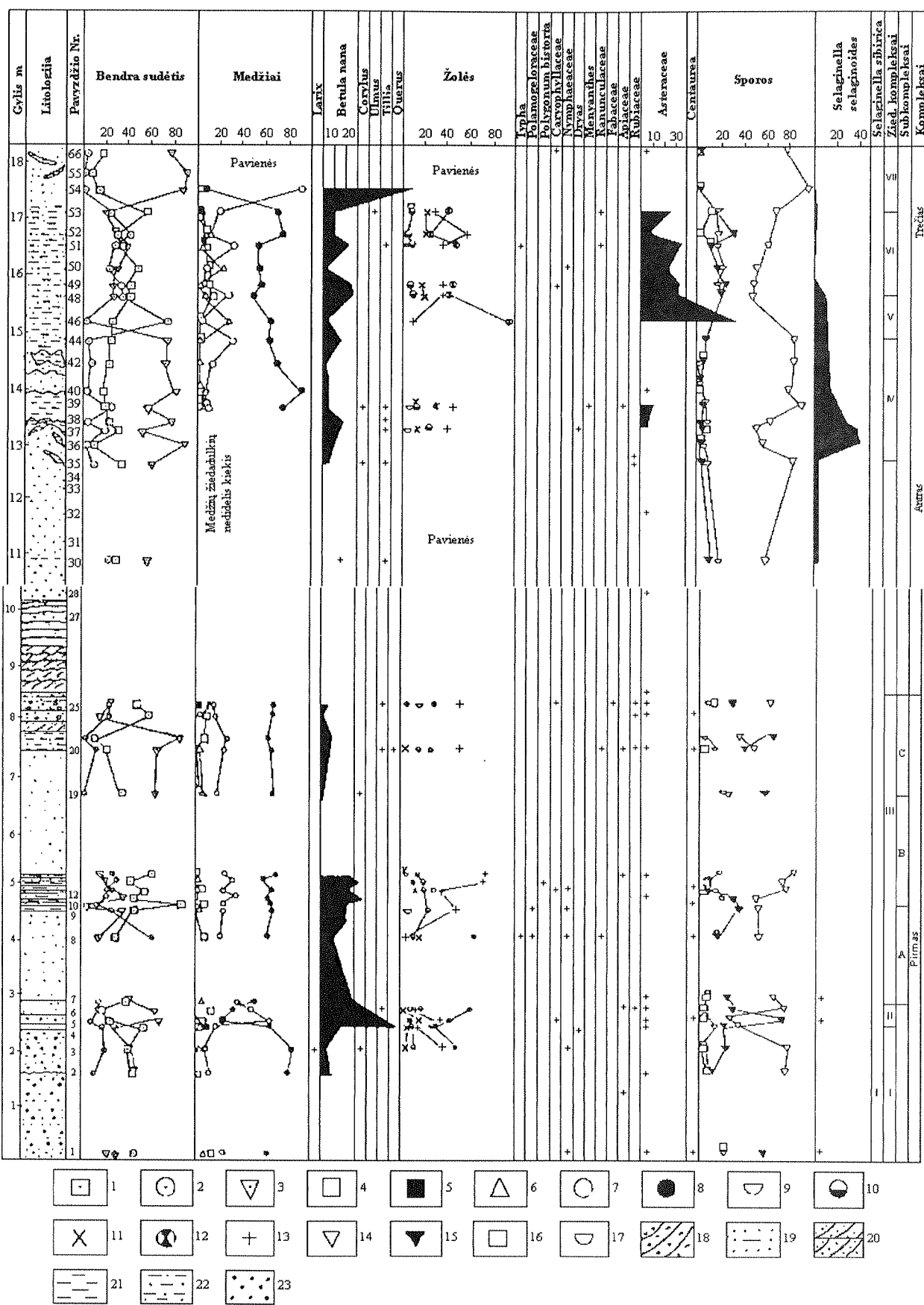
Sporų ir žiedadulkių analizės duomenys parodo, kad tuomet vyravo krūmų ir samanų bendrijos. Greičiausiai augalija buvo artima pietinių tundrų augalijai, šiuo metu augančiai Mažosios ir Didžiosios žemės tundrose. Labiausiai paplito keružiai beržai, žalios, sfagninės ir dikraninės samanos. Žolių danga buvo skurdi. Ją sudarė Polygonaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, *Gramineae*, Cyperaceae, Rubiaceae, Umbelliferae, *Compositae* šeimos. Nedaug augo kiečių ir balandų.

III sporų ir žiedadulkių kompleksas gautas išanalizavus 14 pavyzdžių. Šis kompleksas dar suskirstytas į tris subkompleksus.

Komplekso bendroje sudėtyje pradžioje vyrauja sporos (43%) ir žolių žiedadulkės (iki 58%), vėliau – medžių žiedadulkės (40–86%) ir vėl įsivyrauja sporos (62–85%).

Tarp medžių žiedadulkių daugiau surasta *Pinus sylvestris* (nuo 53 iki 72%). Antroji vieta šiame komplekse priklauso *Betula nana* ir *B.* sect. *Fruticosae* žiedadulkėms. Kitų miško medžių palyginti mažai. Jiems atstovauja *Pinus obovata*, *P.* sect. *Eupicea*, *Haploxyton*, *Larix*, *Alnus*, *Alnaster*. Tarp žolių pradžioje pirmąją įvairių žolių žiedadulkės: Asteraceae, Rosaceae, *Compositae*, Umbelliferae, Rubiaceae, Leguminosae, vėliau – kiečių žiedadulkės. Surandama viksvų ir balandų. Pasitaiko vandens ir pakrančių augalų žiedadulkių šių šeimų: Nymphaeaceae, Potamogetonaceae, Ranunculaceae ir kt. Tarp sporinių vyrauja žaliosios ir sfagninės samanos.

Viršutinis ir apatinis subkompleksai, sprendžiant iš bendros sudėties pagrindinių grupių procentinio santykio, formavosi greičiausiai miško tundros sąlygose. Šiltesnis klimatas buvo tada, kai susidarė vidurinis subkompleksas. Tuomet augo žemaūgiai retoki miškai. Tarp medžių vyravo žemaūgės paprastos pušys, kurios augo kartu su negausiomis eglėmis (dažniausiai *Picea exelsa*, rečiau – *P. obovata*).



13 pav. Rokų atodangos vidurinio Nemuno megatarpstadialo nuogulų palinologinė diagrama (analizavo N. Kazarceva, 1996). 1– medžių žiedadulkės, 2– žolių žiedadulkės, 3– sporos, 4– *Alnus*, 5– plačialapių medžių bendras kiekis, 6– *Picea*, 7– *Betula*, 8– *Pinus*, 9– *Cypareceae*, 10– *Poaceae*, 11– *Chenopodiaceae*, 12– žolių žiedadulkių bendras kiekis, 13– *Artemisia*, 14– *Bryales*, 15– *Sphagnum*, 16– *Lycopodium*, 17– *Polypodiaceae*, 18– įstrižai sluoksniuotas

žvirgždas ir gargždas, 19– smėlis su aleurito tarp sluoksniais, 20– smėlis su žvirgždu, 21– aleuritas, 22– horizontaliai sluoksniuotas smėlis su aleurito tarp sluoksniais, 23– žvirgždas su gargždu

Fig. 1.3. Pollen diagram from Rokai outcrop (analysed by N. Kazarceva, 1996). 1 – trees, 2 – herbs, 3 – spores, 4 – *Alnus*, 5 – total sum of broad-leaved, 6 – *Picea*, 7 – *Betula*, 8 – *Pinus*, 9 – *Cypareceae*, 10 – *Poaceae*, 11 – *Chenopodiaceae*, 12 – total sum of herbs, 13 – *Artemisia*, 14 – *Bryales*, 15 – *Sphagnum*, 16 – *Lycopodium*, 17 – *Polypodiaceae*, 18 – diagonally laminated gravel and sand, 19 – sand with silt laminas, 20 – sand with gravel, 21 – silt, 22 – horizontally laminated sand with silt laminas, 23 – gravel with pebbles

Retokas buvo maumedis, kuris, matyt, augo karbonatinėse dirvose. Nuolat nedaug surandama suaugusių pušų ir alksnių žiedadulkių. Oro ir dirvos temperatūra buvo žema. Lygesni žemės plotai – užpelkėję. Pelkėse gausiai augo *Betula nana* ir *Alnaster*. Samanų danga buvo gerai išsivysčiusi, ją sudarė dažniausiai žaliosios samanos, rečiau – sfagninės samanos. Ribotai paplitusios buvo kerpės ir paparčiai. Iš plūdžių surasta *Lycopodium clavatum*, *L. pungens*, *L. appressum*. Pavieniui augo *Selaginella selaginoides* ir *S. sibirica*, taip pat *Botrychium boreale*. Žolių mažai paplitusios ir joms atstovavo įvairios sudėties žolės, taip pat vandens ir pakrantės rūšys iš šių šeimų: *Nymphaeaceae*, *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae*. Sausesnėse ir labiau išylančiose vietose augo šalčiamėgiai kiekiai ir balandos, taip pat asteriniai.

Antrasis augalijos raidos etapas atspindi šalto klimato sąlygas. Jis atskleidžia augalijos raidą nuo miško tundros iki arktinės tundros ir vėl iki miško tundros. Galimas dalykas, kad šis klimato atšalimas atitinka Liejasciemio atšalimą, nustatytą Latvijoje Gaujos upės atodangoje.

Deja, palinologiškai apibūdintos tik antroje šaltojo laikotarpio pusėje susidariusios nuogulos. Pirmosios pusės pavyzdžiuose žiedadulkių ir sporų arba visai nerasta, arba pasitaikė tik pavieniai egzemplioriai. Šiame etape išskirti du sporų ir žiedadulkių kompleksai (IV ir V).

IV sporų ir žiedadulkių kompleksas sudarytas iš tyrus aštuonių pavyzdžių spektrus. Šie pavyzdžiai buvo surinkti iš aleurito sluoksnių, jo lęšių ir aleuritingų smėlių.

Spektrų sudėtyje vyrauja (55–90%) sporos. Dažniausiai joms atstovauja *Bryales* (50–90%) ir *Selaginella selaginoides* (15–41%). Medžių rūšių žiedadulkių kiekis svyruoja 10–20% ribose, rečiau pasiekia 30%. Surasta *Betula nana* ir *Pinus sylvestris* žiedadulkių, retkarčiais pasitaikė *Picea sect. Eupicea*, *Alnus*, *Alnaster*, *Betula sect. Albae*, *B. sect. Fruticosae* pavienių žiedadulkių. Žolių žiedadulkių aptikta komplekso viršutinėje dalyje: daugiausia varpinių, kiekų, balandų. Randama *Dryas* ir *Menianthes* žiedadulkių.

Šis sporų ir žiedadulkių kompleksas rodo, kad šioje vietoje augo tundros augalijos bendrijos, kurios dabar stebimos Šiaurės rytų Europos arktinėse tundrose. Absoliučiai pirmavo žaliosios samanos ir selaginėlos. Žolių augo nedaug. Jos buvo būdingos arktinei ir alpių arktinei zonoms. Labai nedaug, kaip priemaiša, augo *Betula nana* ir prie žemės prisiglaudusios *Pinus sylvestris* atmainos. Paplito šiaurinės plūdės. Augo *Botrychium boreale*, *Lycopodium pungens* ir *L. appressum*.

Viršutiniuose trijuose pavyzdžiuose surasta daug pušų žiedadulkių, tačiau sumažėja juose *Selaginella selaginoides* sporų. Tai greičiausiai atspindi perėjimą į šiaurės tundrą.

V sporų ir žiedadulkių kompleksas sudarytas iš tyrus vos vieną pavyzdį. Šio pavyzdžio spektras būdingas dabartinės šiaurės tundros sąlygoms. Bendroje spektro sudėtyje vyrauja žolinių augalų žiedadulkės (74%). Apie 25% atitenka medžių žiedadulkėms. Sporų kiekis neviršija 1%. Tarp medžių rūšių žiedadulkių pasitaiko pavienės *Picea obovata*, *Picea sect. Eupicea*, *Alnus*, dažniau *Pinus sylvestris* ir *Betula nana* žiedadulkės. Žolių grupėje daugiausia yra įvairiarūšių žolių iš *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Compositae* ir *Asteraceae* šeimų. Dažnos *Selaginella selaginoides*, *Bryales* ir *Sphagnum*, kartais *Polypodiaceae* sporos.

Palinologinis spektras atspindi žolių ir samanų bendrijas su nedidele keružių beržų (*Betula nana*) ir žemaugių pušų (*Pinus sylvestris*) priemaiša. Panašios augalų bendrijos dabar auga šiaurės tundrų juostoje.

Trečiąjį augalijos raidos etapą charakterizuoja VI ir VII sporų ir žiedadulkių kompleksai.

VI sporų ir žiedadulkių kompleksą apibūdina šešių pavyzdžių spektrai. Pavyzdžiai buvo paimti iš smulkiagrūdyje smėlyje slūgsojusiu aleurito tarp sluoksnių. Bendroje žiedadulkių sudėtyje medžių rūšys vidutiniškai neviršija 40%. Žolių žiedadulkių yra nuo 23 iki 42%, sporos sudaro 25–40%. Tarp medžių vyrauja paprastosios pušies (*Pinus sylvestris*) žiedadulkės. Su jomis pasitaiko ir *Pinus* iš *Haploxyton*

porūšio. Nuolat yra *Picea sect. Eupicea*. Didelį procentą spektruose sudaro *Betula nana* (iki 25%) žiedadulkės, mažiau *Betula sect. Albae* (8–15,2%) ir *Betula sect. Fruticosae* (iki 19%). *Alnus* ir *Alnaster* žiedadulkės sudaro iki 10% bendro kiekio. Žolėms atstovauja asterinių ir kiečių žiedadulkės, mažiau yra balandų, varpinių ir viksvų. Tarp sporų daugiausia nustatyta žalių ir sfagninių samanų sporų. Nedaug, tačiau nuolat, yra paparčių, plūdžių (*Lycopodium pungens*, *L. alpinum*, *L. clavatum*, *L. complanatum*), taip pat *Selaginella selaginoides* sporų.

Šis sporų ir žiedadulkių kompleksas tikriausiai charakterizuoja pietinės ir miško tundros augalijos bendrijas. Teritorijos miškingumas buvo nedidelis.

VII sporų ir žiedadulkių kompleksas atspindi pereinamąjį laikotarpį į naują atšalimą. Jį apibūdina trijų pavyzdžių sporų ir žiedadulkių spektrai. Juose absoliučiai vyrauja sporos (77–80%). Medžių žiedadulkių kiekis svyruoja tarp 8–19, o žolių – 1–4%. Spektruose daugiausia *Bryales* sporų. Viename pavyzdyje dažnos *Betula nana* žiedadulkės, o kituose dviejuose jos yra retesnės. Retai pasitaiko *Picea sect. Eupicea*, *Pinus sylvestris*, *Alnus* ir *Alnaster* žiedadulkių.

Šiame sporų ir žiedadulkių komplekse atsispindi tuomet gyvavusios samanų ir beržų cenozės. Taigi trečiasis augalijos raidos etapas rodo, kad Pietų Lietuvoje vidurinio Nemuno tarpstadijoje išivyravo periglacialinė miško tundra, kurią palaipsniui pakeitė samanų ir krūmų tundra. Pradžioje augo pušų retmiškis, kuriame tarp medžių rūšių nedaug buvo *Picea sect. Eupicea*, *Betula sect. Albae*, *B. sect. Fruticosae*, *Alnus*. Šlapesnėse vietose plito samanos, keružiai beržai ir krūmiški alksniai. Plačiai vešėjo žolės: įvairiarūšės varpinių, balandų ir sudėtingų žiedinių šeimų atmainos. Sausesnėse vietose augo šalčiamėgiai kiečiai. Retmiški palaipsniui pakeitė užpelkėję atviri plotai, kuriuose augo krūmiški beržai ir žaliosios samanos.

Aprašyta sporų ir žiedadulkių diagrama atspindi vidurinio Nemuno augalijos raidos vaizdą Pietų Lietuvoje ir gretimose teritorijose. Jis atitinka augalijos raidą kitose Rytų Europos šalyse viduriniame Valdajuje.

Pirmajame augalijos raidos etape augalijos kaita vyko tokia tvarka: miško tundra – pietų tundra – miško tundra – šiaurės miškas – miško tundra. Šilčiausiame laikotarpyje (III b subkompleksas) vyravo pušų retmiškis, panašus į dabartinį šiaurės taigos tipą. Pirmajame etape ryškiai išsiskiria trumpas atšalimas (II kompleksas), kurio metu paplito augalija, labai panaši į dabartinės pietų tundros augaliją.

Antrasis augalijos raidos etapas atitinka šalčiausią laikotarpį ir atspindi dėsninę tundrinės augalijos raidos seką pradėdant pietine tundra iki arktinės ir baigiant vėl pietų tundra. Antrojo etapo augalijos kaita tikriausiai buvo tokia: pietų tundra – šiaurės tundra – arktinė tundra – šiaurės tundra – pietų tundra. Šalčiausio laikotarpio metu vyravo bendrijos, panašios į dabar augančias arktinėse tundrose.

Geochronologiniai, paleobotaniniai, stratigrafiniai ir kriolitologiniai (šalčio deformacijos) duomenys leidžia šį smarkaus atšalimo laikotarpį palyginti su Liejasciemio atšalimu. Liejasciemio atšalimo nuogulos surastos daugelyje Fenoskandijos apledėjimo rytinio sektoriaus rajonų, taip pat Lietuvai gretimose teritorijose.

Trečiasis augalijos raidos etapas pasižymėjo miško tundros formacijų paplitimu. Šis tarpstadialas gali būti gretinamas su Briansko tarpstadialu rytuose.

Sporų ir žiedadulkių spektrai, nustatyti Rokų pjūvyje, gerai derinasi su vidurinio Valdajaus spektrais Baltarusijoje, kurie gauti tyrinėjant Borisovaja Gora (28170 ± 750 m.), Šapurovo (36400 ± 800 m.), Viazynka (37200 ± 910 m.), Slaboda (37960 ± 1000 m.) ir Krasnaja Gorka (46260 ± 800 , 46030 ± 1710 , 46770 ± 830 m.). Juose buvo atkurtos dabartinės miško tundros augalijos sąlygos, buvusios netoli miško šiaurinės ribos, arba šiaurės miškų sąlygos.

Rokų pjūvio apatinės dalies medžio liekanų data yra vienintelė seniausia (52000 ± 1690 -LU-1438 m.) radiokarboninė data, datuojanti vidurinio Nemuno (vidurinio Valdajaus) tarpstadialą Rytų Europoje. Pagal deguonies izotopų geochronologinę skalę (3 izotopų aukštas), vidurinio Nemuno megatarpstadialas patenka į ~58–27 tūkst. metų intervalą. Tai visiškai patvirtina gausios datos, gautos datuojant Rokų megatarpstadialo nuosėdas OS� ir ^{14}C metodais. Duomenys yra pateikti 1.4 lentelėje.

Nuogulų, susidariusių vidurinio Nemuno megatarpstadialo metu, surasta ir kitose Lietuvos vietovėse: Ventos gyvenvietėje Akmenės rajone ir Biržuose. Tyrinėtose Biržų pjūvio nuogulos susikaupė nuo 40000 iki 25000 metų per kelis kartus, keičiantis klimato sąlygoms tarpstadijos metu. Čia augo vidurinės taigos tipo miškai.

Nemuno ledynmečio ledyninės dangos išplitimo Pietų Lietuvoje maksimumas.

Ankstyvajame ir viduriniame Nemuno laikotarpiu ledyno dangos nepasiekė Pietų Lietuvos. Minėtais laikotarpiu jų nebuvo taip pat daugelyje vietų Vakarų ir Rytų Europoje. Ten ledyno maksimumas siekė tarp 25000 ir 15000 metų. Petrografiniai, litologiniai ir litostratigrafiniai metodai leidžia išskirti Lietuvoje vėlyvojo pleistoceno dviejų savarankiškų vėlyvojo Nemuno ledynmečio Grūdės ir Baltijos stadijų morenų horizontus, kurie koreliuojami su Brandenburgo ir Pomeranijos stadijų morenomis. Tokią morenų padėtį vėlyvojo Nemuno laikotarpio nuogulų pjūvyje patvirtina gausūs datavimai. Vėlyvojo Nemuno ledynas pasiekė Pietų Lietuvą ir ją dengė neilgą laiką, maždaug tarp 23000 ir 13000 metų. Šis ledynas padengė ne visą Lietuvos plotą: už ledyno pakraščio ribos liko Medininkų ir Eišiškių aukštumos. Ten vyko aukštesnių vietų denudacija, o žemesnėse vietose kaupėsi periglacialinės nuogulos.

Ledyno nepadengtoje pietrytinėje Lietuvos dalyje dabar surandami nuogulų pjūviai, kuriuose Merkinės tarpledynmečio nuogulos perdengtos Nemuno ledynmečio periglacialinėmis nuogulomis. Tokiuose pjūviuose ledyninių nuogulų (morenų) nerasta. Medininkų (117A) grėžinio pjūvio tyrinėjimai (Gaigalas, Satkūnas, 1996) patvirtina, kad paskutiniai apledėjimai nedengė Pietryčių Lietuvos. Limnoglacialinis aleuritas ir molis, dengiantys ežerines nuosėdas ir durpes, susikaupė prieš 29800–23770 metų, t.y. prieš paskutiniojo apledėjimo ledyno išplitimą. Nemuno ledynmečio maksimumo nuogulos taip pat yra ne ledyninės kilmės. Jos sudarytos iš periglacialinių facijų – limnoglacialinių aleuritų ir molių, susikaupusių per 23000–15000 metų laikotarpį, kuris atitinka Nemuno ledyno maksimumą Pietų Lietuvoje. Šios aleurito ir molio nuogulos susidarė vandens aplinkoje veikiant tirpstančio vėlyvojo Nemuno Grūdės stadijos ledyno vandenims. Pietryčių Lietuvoje nesurasta ledyninių nuogulų, priklausančių vėlyvajam pleistocenui.

Vėlyvojo pleistoceno morenų horizontai. Lietuvoje vėlyvojo pleistoceno morenų litologiniai tyrimai išryškino dviejų savarankiškų morenų horizontus, kuriuos sudarė Grūdės ir Baltijos stadijų ledynai (Gaigalas, 1979).

Petrografiniai morenų sudėties tyrimai parodė, kad Nemuno ledynmečio Grūdės stadijos morena turi eratinės medžiagos, kilusios iš Vidurio Švedijos, Alandų salų ir Baltijos jūros dugno uolienų masyvų (Gaigalas, 1995). Grūdės morena yra praturtinta mezozojaus nuosėdinių uolienų medžiaga. Grūdės stadijos ledynas slinko iš šiaurės vakarų į pietryčius. Slinkdamas iš Švedijos jis įstrižai kirto Baltijos jūros depresiją. Pasitraukdamas ledynas dar kartą pasistūmėjo į priekį, palikdamas Žiogelių fazės moreną Pietų Lietuvoje.

Baltijos stadijos morena, nusėdusi naujo ledyno antslinkio iš šiaurės metu, turi didesnį dolomitų nuotrupų, kilusių iš devono sluoksnių Pabaltijyje, kiekį. Ledyno slinkimo kryptis įvairiose Lietuvos vietose buvo skirtinga. Atslinkdamas Baltijos stadijos ledynas padengė Lietuvos teritoriją trimis plaštakomis: Vakarų Lietuvos, Vidurio Lietuvos ir Rytų Lietuvos. Kiekvienos plaštakos ledyninės nuogulos siek tiek skyrėsi kristalinių ir nuosėdinių nuotrupų sudėtimi. Pagrindinės ledo masės atslinko iš šiaurės per Pabaltijo paleozojaus uolienas, todėl Baltijos stadijos morena turi daug paleozojaus nuosėdinių uolienų ir kristalinių uolienų nuotrupų, kilusių iš Pietų Suomijos. Atsitraukdamas ir recesuodamas Baltijos stadijos ledynas paliko keletą fazinių morenų ruožų, kurios iš pietų į šiaurę viena kitą pakeičia ir yra atribotos pakraščio morenų, išsidėsčiusių tokia tvarka: Rytų Lietuvos, Vidurio Lietuvos ir Šiaurės Lietuvos. Šios fazinės morenos gerai matomos šiuolaikiniame reljefe (1.4 pav.). Atsitraukiančio Baltijos stadijos ledyno fazinės morenos yra paplitusios lokaliai, todėl jų litostratigrafinė seka atskleidžiama nuosekliai sekant ledyno atsitraukimo kryptimi ir jas koreliuojant visame Lietuvos plote (Gaigalas, Melešytė, 1997).

Po kiekvieno recesinio ledyno pasitraukimo jo pakraštyje pasitvenkdavo ledyno tirpsmo vandenys ir susidarydavo limnoglacialiniai baseinai. Juose formavosi varvinių molių klodai. Dabar Lietuvos paviršiuje surandami keli varvinių molių išplitimo plotai. Šių juostuotų molių varvometriniai matavimai leidžia sudaryti recesuojančio Baltijos stadijos ledyno pasitraukimo iš Lietuvos geochronologijos skalę ir nustatyti jų klostymosi seką (Gaigalas, Kazakauskas, 1997).