

VILNIAUS UNIVERSITETAS
GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS
GEOLOGIJOS IR GEOGRAFIJOS INSTITUTAS

JURGITA PAŠKAUSKAITĖ

**LIETUVOS PAJŪRIO PLEISTOCENO NUOGULŲ
SANDARA IR SEDIMENTACIJOS SĄLYGOS**

Daktaro disertacija
Fiziniai mokslai, geologija (05 P)

Vilnius, 2015 metai

Disertacija rengta 2008-2013 metais Gamtos tyrimo centro Geologijos ir Geografijos institute.

Mokslinis vadovas

Prof. dr. Petras Šinkūnas (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, geologija – 05 P).

TURINYS

ĮVADAS / 4

1. ANKSTESNI LIETUVOS PAJŪRIO PLEISTOCENO NUOGULŲ
TYRIMAI IR STRATIGRAFINIO SKAIDYMO PROBLEMOS / 11

2. GEOLOGINĖ MEDŽIAGA IR METODAI / 21

2.1 Faktinė geologinė medžiaga / 21

2.2 Statistinė moreninių nuogulų litologinių duomenų analizė / 23

2.3 Pleistoceno nuogulų storumės struktūrinė analizė / 27

3. PLEISTOCENO NUOGULŲ STRATIGRAFINIO SKAIDYMO IR
KORELIACIJOS LITOLOGINIAI KRITERIJAI / 32

3.1 Pleistoceno moreninių nuogulų mineralinė ir petrografinė sudėtis
/ 34

3.2 Moreninių nuogulų vizualinės-litologinės savybės / 54

3.3 Tarpmoreninių nuogulų tyrimų rezultatai ir jų panaudojimas
pleistoceno nuogulų stratigrafijai / 58

4. PLEISTOCENO NUOGULŲ SANDAROS YPATUMAI / 63

5. PLEISTOCENO NUOGULŲ STRATIGRAFINIS SUSKIRSTYMAS
IR KORELIACIJA / 76

6. PLEISTOCENO NUOGULŲ SEDIMENTACIJOS SĄLYGOS
LIETUVOS PAJŪRYJE / 87

IŠVADOS / 98

LITERATŪROS SĄRAŠAS / 100

Autorės publikacijų sąrašas / 108

ĮVADAS

PROBLEMOS FORMULAVIMAS

Nepaisant daugybės geologinių tyrimų ir bandymų atkurti Lietuvos pajūrio paleogeografinės sąlygas, pleistoceno nuogulų sandara, jų stratigrafija ir sedimentacijos sąlygų raida vis dar kelia nemažai klausimų. Pastarųjų metų tyrimai pajūryje tik dar labiau išryškino čia egzistuojančias pleistoceno nuogulų sandaros ir stratigrafijos problemas ir parodė būtinybę apibendrinti turimą geologinę informaciją apie pajūrio pleistoceno nuogulų savybes, sandarą ir stratigrafiją, bei atlikti nuogulų sedimentacijos sąlygų interpretaciją. Tuo labiau, kad nauji tyrimų duomenys gauti ne tik Lietuvoje, bet ir kaimyninėse šalyse, verčia naujai pažvelgti į turimus geologinius faktus, juos išanalizuoti ir interpretuoti šiuolaikinių mokslinių pažiūrų ir žinių kontekste.

DARBO AKTUALUMAS

Dėl savo geografinės padėties, unikalaus kraštovaizdžio, ekonominės ir rekreacinės svarbos pajūris yra vienas iš sparčiausiai besivystančių šalies regionų. Tačiau nuolat augant ir vystantis ekonomikai, pramonei ir su tuo susijusioms įvairioms infrastruktūroms (statybos ir pan.), bei plečiantis turizmo ir rekreacijos sektoriui kartu auga ir gamtos išteklių bei žemės gelmių panaudos galimybės. Neatsiejamai nuo to iškyla žemės gelmių apsaugotumo problemos ir aplinkos užterštumo rizika (atliekų laidojimas ir pan.). Visa tai skatina domėjimąsi mus supančia geologine aplinka, jos būkle. Vertinat ir prognozuojant jos pasikeitimus ateityje, neatsiejamai tenka atsižvelgti ir į praeityje vykusius procesus. Todėl pleistoceno nuogulos ir nuosėdos, plačiai išplitusios pajūrio regione ir slūgsančios žemės paviršiuje arba po nestora holoceno nuosėdų danga ir tiesiogiai veikiamos žmogaus ūkinės veiklos yra svarbios, tiek praktiniu, tiek ir moksliniu požiūriais. Taip pat ir dabartinis uostų gilinimas ir plėtra, atsinaujinančių energetinių resursų planavimas didina kvartero, o tuo pačiu ir pleistoceno nuogulų sandaros žinojimo ir iširtumo poreikius. Tokiu būdu pajūrio pleistoceno nuogulų sandaros, geologinės raidos pažinimas, o taip pat čia vykusių geologinių procesų suvokimas yra ypač

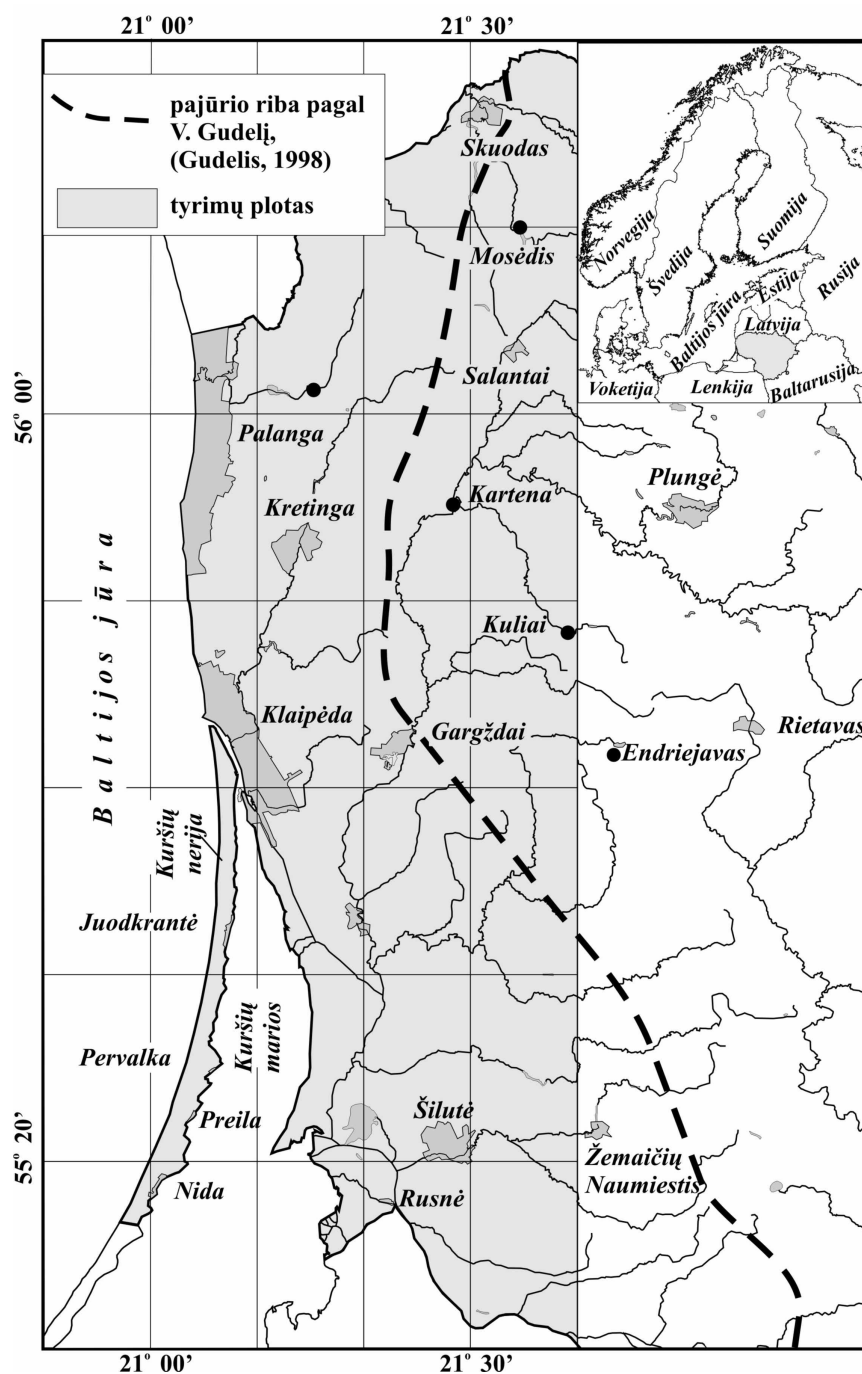
aktualus, sprendžiant įvairius praktinius klausimus. Tačiau ne ką mažesnę susidomėjimą ir disputus tarp mokslininkų kelia šių nuogulų ir nuosėdų genezės, jų sedimentacijos sąlygų, stratigrafijos klausimai bei paleogeografinių sąlygų atkūrimo galimybė.

TYRIMŲ OBJEKTO CHARAKTERISTIKA

Tyrimams pasirinkta teritorija įvardijama – Lietuvos pajūriu, t. y. apibrėžtas tyrimų plotas apima beveik 40 km pločio sausumos ruožą besitęsiantį į rytus nuo Baltijos jūros kranto, per pajūrio žemumos, Nemuno deltos rajonus, link vakarinių Žemaičių aukštumos (plynaukštės) šlaitų (Basalykas, 1965), išvedant tiesią liniją, išilgai $21^{\circ}40'$ dienovidinio (1 pav.). Tyrimų plotas iš dalies atitinka pajūrio plotą pagal V. Gudelio (Gudelis, 1998) pateiktą sampratą, išskyrus tik rytinę ploto ribą.

Pagal V. Gudelį (Gudelis, 1998) „... pajūriu vadintina ir suprastina sausumos dalis, esanti prie jūros. ... Lietuvos pajūris apimtų Pajūrio žemumą su Nemuno delta, Kuršių neriją ir Kuršių marias. Klimato pagrindu vedama pajūrio kraštinė rytinė riba turėtų apytiksliai sutapti su +40 m izohipse, kuri tęsiasi iš šiaurės į pietus Žemaičių aukštumos vakarų pašlaitėmis. Todėl Lietuvos pajūriui tenka priskirti Skuodo, Gargždų, Kretingos, Žemaičių Naumiesčio ir Pagėgių miestus“. Ta riba kirstų Nemuną ties Vilkiškių kalvagūbriu (Rambynu)“. Kadangi šiame darbe nagrinėjama visa pleistoceno nuogulų storumė, kurios ribas sunku tapatinti su dabartinėmis landšaftinėmis ribomis, todėl techninių sprendimų palengvinimui rytine riba buvo pasirinkta linija einanti per $21^{\circ}40'$ meridianą.

Tyrimų objektas – nuogulos ir nuosėdos susiklosčiusios kvartero periodo, pleistoceno epochos metu, maždaug tarp 730-12 tūkst. m. (Satkūnas ir kt., 2007) bei plačiai išplitusios pajūryje ir sudarančios gana didelio storio (nuo kelių dešimčių iki beveik 150 metrų) sluoksniuotą nuogulų storumę. Nuogulos slūgso ant paleojūrežiais suskaidyto (Šliaupa, 2004) pokvarterinio paviršiaus ir yra padengtos įvairaus storio holoceno nuogulų sluoksniu arba tiesiogiai atsidengia žemės paviršiuje. Šių nuogulų ir nuosėdų sedimentacija tiesiogiai susijusi su klimato svyravimais vykusiais pleistoceno metu.



1 pav. Tyrimų ploto situacinė schema

Pasikartojantys apledėjimai šaltų laikotarpių arba ledynmečių metu, besikaitaliojantys su jų atsitraukimu ir visišku ištirpimu šiltais periodais arba tarpledynmečiais, sudarė ciklišką sedimentacijos sąlygų kaitą, pasireiškiančią laiks nuo laiko pasikartojančia litologiškai panašių nuogulų sedimentacija. Tokiu būdu susidarė sudėtingas nuogulų ir nuosėdų kompleksas, įtakotas dar ir

pasikartojančios ledyninės egzracijos, ledynų tirpsmo ir upių vandens erozijos ir kitų geologinių procesų. Dėl šių priežasčių pleistoceno nuogulų sandaros nustatymas, jos stratigrafinis skaidymas ir koreliacija yra sudėtingi. Pajūryje didžiąją pleistoceno nuogulų stovymės dalį sudaro moreninės nuogulos susidariusios tiesiogiai tirpstant ledynų ledui, o tuo tarpu tarpmoreninės nuogulos, susidariusios dėl sedimentacijos ledynų ledo tirpsmo vandens srautuose ir ežeruose, yra tik sporadiškai paplitusios plote. Tarpledynmečių nuosėdos tiriamajame plote yra itin retai aptinkamos. Tačiau vienas tarpmoreninių nuosėdų kompleksas šiame plote yra plačiai išplitęs, todėl šiame darbe jam skiriamas gerokai didesnis dėmesys. Šis kompleksas pasitarnavo stratigrafiškai skirstant ir koreliuojant pleistoceno nuogulas pajūryje, nes biostratigrafinių ir nuogulų datavimo duomenų, leidžiančių pagrįsti nuogulų amžių yra mažai. Taip pat, kaip parodė tyrimų rezultatai, ir moreninių nuogulų sluoksnių skaidymas bei koreliacija šiame plote yra sudėtingi. Matyt, todėl, dėl šio regiono paleogeografinių sąlygų raidos vis dar vyksta diskusijos. Nesutariama, ar ši teritorija buvo apledėjusi ar nuledėjusi vienu ar kitu laikotarpiu. Visos šios nuogulų stratigrafinės ir sedimentacijos sąlygų raidos problemos, egzistuojančios pajūryje, ir nulėmė tyrimų ploto ir objekto pasirinkimą.

PRAKTINĖ DARBO REIKŠMĖ

Turima geologinė informacija ir šių duomenų interpretacija, pritaikant kompiuterines programas, leido sudaryti pleistoceno nuogulų sandaros skaitmeninį (3D) modelį, kuris gali pasitarnauti įvairių sričių specialistams (geologams, ekologams, architektams ir kt.), sprendžiant įvairius praktinius klausimus (gamtosauginius, prognozuojant naudingų iškasenų, vandeningų horizontų paplitimą ir pan.) susijusius su žemės gelmių sandara ir jos eksploatacija. Tokie vizualiai išraiškingi modeliai įvairių sričių specialistus gali aprūpinti reikiama geologine informacija (pjūviai, nuogulų slūgsojimo, paviršių, išplitimo schemas ir pan.), leidžiančia analizuoti nuogulų stovymės sandarą, pritaikant tai savo reikmėms ar numatant naujas perspektyvas tolimesniems tyrimams. Erdvinio modelio pagrindu pagal poreikį lengvai

galima sudaryti įvairias schemas (nuogulų išplitimo, storių ir kt.). Panašiai buvo sudarytas ir schemų komplektas, atspindintis nuogulų sedimentacijos sąlygas įvairiais laikotarpiais, kurie yra svarbūs paleogeografinių sąlygų raidos atkūrimui.

TYRIMŲ TIKSLAS

Turimos geologinės informacijos pagrindu ištirti Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų sandarą ir nustatyti jų sedimentacijos sąlygas.

DARBO UŽDAVINIAI

- nustatyti ir įvertinti kriterijus pleistoceno nuogulų stratigrafiniam skaidymui ir koreliacijai;
- remiantis nustatytais kriterijais atlikti Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų stratigrafinį suskirstymą ir koreliaciją;
- sudaryti pleistoceno nuogulų storumės sandaros skaitmeninį erdvinį (3D) modelį;
- nustatyti pleistoceno nuogulų sandaros ir slūgsojimo sąlygų ypatumus;
- nustatyti moreninių ir tarpmoreninių nuogulų sedimentacijos sąlygas.

GINAMI TEIGINIAI

1. Lietuvos pajūryje moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinė sudėtis yra panaši, o jų skirtumai ryškesni smėlio frakcijos mineralinėje sudėtyje.
2. Lietuvos pajūryje plačiausiai išplitusių Pamario nuosėdų komplekso ir kitų tarpmoreninių nuogulų padėtis pleistoceno storumėje leidžia moreninių nuogulų kompleksus priskirti stratigrafiniams padaliniams.
3. Geologinės informacijos pagrindu sudarytas skaitmeninis erdvinis (3D) modelis leidžia kontroliuoti pleistoceno nuogulų sandaros ir stratigrafijos tyrimo rezultatų patikimumą.

DUOMENŲ ŠALTINIAI

Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų storumės sandaros analizei buvo panaudota ankstesnių tyrimų geologinė medžiaga, t. y. įvairaus mastelio geologinio kartografavimo (Рупшлауките и др., 1962a, 1962b; Шименас и др., 1989; Bitinas ir kt., 1997, 2000) paieškų ir žvalgybos darbų metu pajūryje

išgręžtų gręžinių kerno aprašymai, morenų žvigždo, gargždo petrografinės ir mineralinės sudėties tyrimo rezultatai. Pleistoceno nuogulų stratigrafiniam skaidymui ir identifikacijai buvo panaudoti paleobotaninių tyrimų ir absoliutaus amžiaus datavimo duomenys, skelbti įvairiuose moksliniuose straipsniuose (Bitinas et al., 2011; Molodkov et al., 2010; Kondratienė, Damušytė, 2009; Damušytė ir kt., 2011; Bitinas et al., 2013 ir kt.) arba geologinio kartografavimo ir specialių mokslo tiriamųjų darbų ataskaitose (Малинаускас и др., 1986 ir kt.), saugomose Lietuvos geologijos tarnybos fonduose.

DARBO MOKSLINIS NAUJUMAS

Remiantis naujausia geologinių tyrimų medžiaga (gręžinių kerno aprašymais, nuogulų paleobotaninių, absoliutaus amžiaus datavimo, petrografinės ir mineralinės sudėties tyrimų duomenis) buvo naujai sudarytas Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų sandaros modelis, atskleidžiantis pajūrio pleistoceno nuogulų sandarą, slūgsojimo sąlygas ir stratigrafiją. Nustatytos kitų tyrėjų išskirtų naujų pleistoceno stratigrafinių padalinių nuogulos, patikslinta nuogulų stratigrafinė padėtis sandaros modelyje. Visa tai iliustruojama pjūviais, nuogulų paplitimo, storių, slūgsojimo paviršių schemomis. Nuogulų storumės stratigrafiniam skaidymui ir koreliacijai pagrįsti panaudoti duomenų kanoninės ordinacijos metodai. Nustatytos moreninių ir tarpmoreninių nuogulų sedimentacijos sąlygos Lietuvos pajūryje.

MOKSLINIO DARBO APROBACIJA

Mokslinių tyrimų rezultatai disertacijos tema pristatyti tarptautinėje mokslinėje konferencijoje ir paskelbti dviejuose periodiniuose mokslo leidiniuose. Rengiant disertaciją, buvo panaudoti duomenys gauti Valstybinio mokslo ir studijų fondo remtame projekte „Geogeninės kilmės Baltijos rifų-moreninių gūbrių, kilmė, raida ir ekologinė reikšmė“.

DARBO STRUKTŪRA

Disertaciją sudaro įvadas, 6 skyriai, išvados, naudotos literatūros sąrašas, autorės publikacijų sąrašas. Disertacijos apimtis: 109 puslapiai teksto, 44 paveikslai, 5 lentelės.

PADĖKA

Autorė dėkoja savo darbo vadovui prof. dr. P. Šinkūnui, Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos instituto Kvartero tyrimų laboratorijos vadovei dr. V. Šeirienei bei darbuotojams už pagalbą ir patarimus ruošiant darbą. Taip pat dr. A. Damušytei už suteiktą naujai išgręžtų gręžinių aprašymų medžiagą, ir dr. A. Bitinui už vertingą geologinę informaciją ir konsultacijas.

1. ANKSTESNI LIETUVOS PAJŪRIO PLEISTOCENO NUOGULŲ TYRIMAI IR STRATIGRAFINIO SKAIDYMO PROBLEMOS

Patys svarbiausi ir detaliesi pleistoceno nuogulų tyrimai siejami su kvartero geologinio kartografavimo darbais, nors nemažai geologinės informacijos gauta ir lokalių tyrinėjimų pajūryje metu. Dažniausiai, ypač ankstesniuose darbuose, pleistoceno nuogulų sandara buvo iliustruojama atskirų stratigrafinių kompleksų (moreninių ar tarpmoreninių) išplitimo, storio ir sudėties schemomis (Ignatavičius, 1959; Čepulytė, 1959, 1973; Вонсавичюс, 1967; Малинаускас, 1991), paremtomis litologinių ir paleobotaninių nuogulų tyrimų duomenimis. Ir tik XX a. pabaigoje pajūryje geologinio kartografavimo metu buvo pradėtas taikyti optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodas, leidžiantis nustatyti smėlingų tarpmoreninių nuogulų amžių (Bitinas ir kt., 1997, 2000). Tačiau, kaip pažymi dauguma tyrėjų, pajūrio pleistoceno nuogulų stratigrafinis skaidymas ir koreliacija, o tuo labiau jų susidarymo amžiaus nustatymas vis dar išlieka problematiški. Kaip rodo ankstesnių tyrimų rezultatai, dažniausios problemos aiškinantis pleistoceno nuogulų sandarą čia susijusios su vienu plačiai išplitusių tarpmoreninių nuogulų sluoksnių amžiaus interpretavimu bei su moreninių nuogulų skaidymu ir koreliacija. Su tuo susijusi ir visų pleistoceno nuogulų stratigrafijos, jų sandaros ir susidarymo interpretacija (Paškauskaitė, Šinkūnas, 2014).

1961-1962 m. šiaurinėje ir pietinėje pajūrio dalyse vykusio kompleksinio geologinio-hidrogeologinio kartografavimo 1:200 000 masteliu metu pirmąkart kvartero nuogulos buvo suskaidytos į apatinio (pagal tuo metu Lietuvoje naudotą kvartero stratigrafijos schemą), vidurinio ir viršutinio pleistoceno dalis (Рупшляуките и др., 1962a, 1962b) (1.1 lentelė). Pleistoceno nuogulose buvo išskirti keturi moreninių nuogulų horizontai, priskirti apatinės ir viršutinės Berezinos, Dniepro ir Nemuno apledėjimams, persisluoksniuojantys su atitinkamais tarpmoreninių nuogulų kompleksais. Tarpmoreninius horizontus sudarančių nuogulų sluoksniuose kai kur (manoma) buvo nustatytos tarpledynmečio nuosėdos.

1.1 lentelė. Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų stratigrafinių schemų sugretinimas

Skaidma	Skirsnis	Jūrinės izotopinės stadijos (MIS)	Amžius, tūkst. m.	Pleistoceno nuogulų stratigrafinė schema pagal Rupšlaukytę ir kt., 1962	Pleistoceno nuogulų stratigrafinė schema pagal Vonsavičių, 1967	Pleistoceno nuogulų stratigrafinė schema pagal Gaigalą ir Saladžių, 1974	Pleistoceno nuogulų stratigrafinis suskirstymas pagal Bitiną ir kt., 1997, 2000	Pleistoceno nuogulų stratigrafinis suskirstymas pajūryje atsižvelgiant į naujausius duomenis Bitinas et al., 2011, 2013; Damušytė ir kt., 2011; Molodkov et al., 2010				
Pleistocenas	Viršutinis	2	12	Nemunas	Prūsija Q ₃ pr	Baltija - Q ₃ bl	gl Q _{III} ⁴	Viršutinis Nemunas - nm ₃	Baltija - bl	Viršutinis Nemunas - nm ₃		
		3	24			Vidurinis - Q ₃ nm ₃	Ūla - Q ₃ ul		Q _{III} ³		Grūda - gr	
							Akmens - Q ₃ ak		gl Q _{III} ²		Vidurinis Nemunas - nm ₂	?
		4	59			Vidurinis - Q ₃ nm ₂	Dangė - Q ₃ dg	Vidurinis Nemunas - nm ₂			?	
		74	Apatinis - Q ₃ nm ₁									Kurzemė - Q ₃ kr (Varduva)
		5a-d				117	Murava - Q ₃ mr	Merkinė - Q ₃ mr			Merkinė - Q _{III} ¹	
	5e	130	Dniepras	Žemaitija - Q ₂ žm	gl Q _{II} ⁴	Merkinė - mr	Merkinė - mr	Medininkai - md Pamarys - pm				
	6	140-160				Viršutinis - Q ₂ dp ₃	gl Q _{II} ⁴		Medininkai - md Pamarys - pm	Medininkai - md		
	7	198				Vidurinis - Q ₂ dp ₂		Q _{II} ³			Žemaitija - žm	Žemaitija - žm
	8-10	252				Apatinis - Q ₂ dp ₁		gl Q _{II} ²				
	11	302	Starobinas - Q ₂ sr	?	Butėnai - Q _{II} ¹	Butėnai - bt	Butėnai - bt					
	12	428	Berezina	Lietuva Q ₁ lt	Dainava - Q ₁ dn	gl Q _I ⁴	Dainava - dn	Dainava - dn				
	13	480			Viršutinis - Q ₁ br ₃	Turgeliai - Q ₁ tr	Dzūkija - Q ₁ dz					
	14	512			Vidurinis - Q ₁ br ₂							
	687			Apatinis - Q ₁ br ₁								

Jos buvo priskirtos Starobino arba Butėnų (grėž. Barzdžiai-35 (9606), grėž. Skuodas-40 (9625), grėž. Vilkyčiai-18 (10376), grėž. Dituva-21 (10423)) ir Muravos arba Merkinės (grėž. Pervalka-1 (26566)) tarpledynmečiams. Šių nuosėdų sluoksnių išplitimas vakarinėje Lietuvos dalyje buvo įsivaizduojamas gerokai didesnis, nei manoma dabar. Vėliau, pagausėjus geologinės informacijos ir ypač atsižvelgiant į nuosėdose nustatytų augalų liekanų rūšinės sudėties spektrų fragmentiškumą, išvadų apie tarpledynmetinę jų kilmę buvo išvis atsisakyta. Šiuo metu manoma, kad tirtame plote Butėnų tarpledynmečiui yra priskirtinos nuosėdos, nustatytos tik dviejuose grėžiniuose: grėž. Žadeikiai-27 (10425) ir grėž. Skomantai-22 (10379). Tuo tarpu Merkinės tarpledynmečio nuosėdų Lietuvos pajūryje išvis nėra nustatyta (Кондратене, 1996; Kondratienė, Šeirienė, 2003; Šeirienė, Kondratienė, 2004).

Kaip vienas iš ryškesnių pajūrio pleistoceno nuogulų sandaros elementų buvo kartografiuota plačiai, beveik vienodame absoliučiajame aukštyje išplitusios smėlingos-aleuritingos, daug kur su organikos priemaiša tarpmoreninės nuogulos su durpių tarpfluksniais. Šių tarpmoreninių nuogulų sluoksniai lyg markiruojantis horizontas gerokai gelbsti nustatant visos pleistoceno nuogulų stovymės sandarą, tačiau jų amžius ir susidarymo sąlygos taip pat kelia nemažai diskusijų. Pagrindinė to priežastis – šios nuosėdos viršutinėje pleistoceno nuogulų dalyje slūgso tarp nevienareikšmiškai koreliuojamų moreninių nuogulų kompleksų. Be to, jose pasitaikančių augalų liekanų rūšinės sudėties spektrai yra labai fragmentiški, o jų kaita yra nepanaši į kitų žinomų tarpledynmečių augalų liekanų kaitą. Visa tai kartu su sudėtinga litofacijų kaita pjūviuose lėmė skirtingas jų susidarymo laiko ir padėties interpretacijas. Tačiau tuo metu šios tarpmoreninės nuogulos, atsižvelgiant į nuogulų slūgsojimo sąlygas ir palinologinius duomenis, kurie pasirodė esą nepanašūs nei į Muravos (Merkinės), nei į Starobino (Butėnų) tarpledynmečių, buvo priskirtos tuomet dar apatinio pleistoceno, vidurinės Berezinos arba Turgelių svitai. Tačiau autoriai neatmetė galimybės, kad šios nuogulos galėjo susikloti ir Butėnų tarpledynmečiu, nes jos, kaip ir palinologiškai ištirtos

Būtėnų tarpledynmečio nuosėdos pajūryje, slūgso panašiam absoliučiam aukštyje.

Po geologinio kartografavimo darbų pasirodė keletas mokslinių straipsnių, skirtų šių problematiškų tarpmoreninių nuogulų, pagal jų aptikimo vietas pavadintų Purmalių-Gvildžių vardu, stratigrafinės padėties ir paleogeografijos klausimams (Кондратене 1967, 1971; Kondratienė, 1976; Гуделис, 1973). Tačiau dėl šių tarpmoreninių nuosėdų amžiaus tyrėjų nuomonės gerokai skyrėsi, svyruodamos viso pleistoceno skaidmos diapazone (Kondratienė ir kt., 2003). Vyraavo dvi nuomonės: viena, kad šie sluoksniai yra jauni, pleistoceno užbaigiamojo etapo dariniai; antra, kad jie seni, iš pirmosios pleistoceno pusės (Kondratienė, 1976). Pirmieji bandymai datuoti šias nuosėdas ^{14}C metodu buvo nesėkmingi, – nuosėdos pasirodė esančios senesnės, nei siekia šio datavimo metodo galimybių ribos (Kondratienė, 1976). Tik gerokai vėliau, kompleksinio geologinio kartografavimo metu, buvo gautos šių nuosėdų OSL datos (Bitinas ir kt., 1997, 2000).

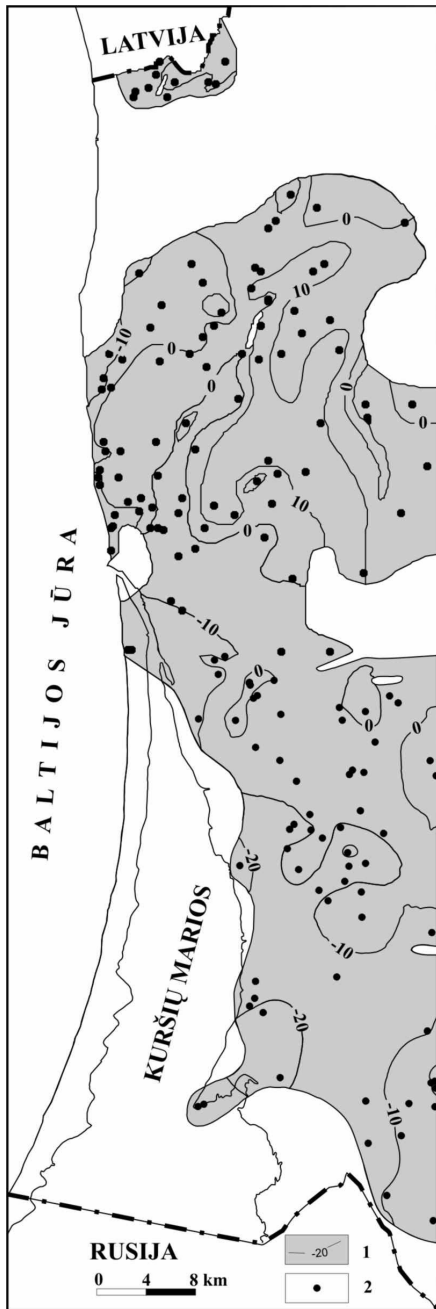
Dar viena svarbi studija, skirta kvartero nuogulų sandarai pietvakariniame Baltijos regione, buvo pristatyta V. Vonsavičiaus 1967 m. (Вонсавичюс, 1967). Joje pateikiami nuogulų detalios kompleksinės struktūrinės-facijinės analizės rezultatai, panaudojant moreninių nuogulų vizualią charakteristiką, jų gargždo petrografinių, smulkiosios frakcijos mineraloginių ir tarpmoreninių nuogulų palinologinių tyrimų duomenis. Pajūryje buvo išskirti penki savarankiški moreniniai horizontai, persiluoksniuojantys su tarpmoreninėmis nuogulomis. Taip pat buvo sudarytos įvairaus amžiaus moreninių ir atitinkamai tarpmoreninių nuogulų išplitimo schemos bei geologiniai pjūviai. Esminis nuogulų stratigrafinio skaidymo skirtumas, lyginant su ankstesniais darbais, buvo vidurinio ir viršutinio pleistoceno skirsnių skaidymas ir su tuo susijusios nuogulų amžiaus interpretacijos (1.1 lentelė). V. Vonsavičius viduriniame pleistocene išskyrė tik vieną moreninį horizontą. Viršutiniame pleistocene jis išskyrė net tris moreninius horizontus: Kurzemės (Varduvos), Akmenos (Grūdos) ir Baltijos, sudarančius Prūsijos anhorizontą, arba Nemuno pakopą. V. Vonsavičiaus

laikėsi kitokios nuomonės dėl plačiai išplitusių tarpmoreninių ir tarpledynmetinių nuosėdų amžiaus. Jo manymu nuosėdos, turinčios gana didelį išplitimą pajūryje ir slūgsančios panašiam absoliučiajame aukštyje virš litologiškai gerai identifikuojamų Žemaitijos moreninių nuogulų komplekso, negalėjo susidaryti skirtingu laiku. Tačiau, nors jis beveik visas šias nuosėdas priskyrė Žemaitijos-Kurzemės tarpmoreniniams dariniams, dalį jų priskyrė Kurzemės-Akmenos tarpmoreniniams dariniams – Dangės tarpstadialui. Stratigrafiškai skaidydamas ir koreliuodamas morenines nuogulas, autorius Žemaitijos moreninių nuogulų kompleksą išskyrė atraminio horizontu, anot jo, pasižyminčiu išskirtinėmis vizualinėmis savybėmis (ruda spalva ir didesniu kompaktiškumu). Tačiau virš šio atraminio horizonto slūgsančių dviejų moreninių kompleksų (Kurzemės ir Akmenos) koreliacija kėlė sunkumų, mat vizualiai juos sudarančios moreninės nuogulos yra labai panašios, todėl jų atskyrimas, anot autoriaus, galimas tik atlikus kruopščią geologinių pjūvių struktūrinę–facijinę analizę (Вонсавичюс, 1967).

1974 m. A. Gaigalas ir V. Saladžius (Гайгалас, Саладжюс, 1974) šiaurės vakarinėje Lietuvos dalyje pagal litostratigrafinius kriterijus taip pat išskyrė 5 moreninius horizontus. Tačiau jie laikėsi kitokios nuomonės dėl kai kurių iš jų stratigrafinės padėties (1.1 lentelė). Viduriniame ir viršutiniame pleistocene jie išskyrė po du moreninių nuogulų horizontus, kuriuos A. Gaigalas vėliau įvardijo atitinkamai Žemaitijos ir Medininkų bei Grūdų ir Baltijos pavadinimais, ir tik vieną moreninį horizontą priskyrė apatiniam pleistocenui.

Atliekant Baltijos jūros dugno geologinį kartografavimą 1:200 000 masteliu (Шименас и др., 1989), kartu su tyrimais Baltijos jūroje išilgai pakrantės per visas kvartero nuogulas buvo išgręžta trylika gręžinių. Buvo išskirtos Dainavos, Žemaitijos ir Nemuno (Varduvos ir Baltijos) sritų glacialinės nuogulos, persisluoksniuojančios su tarpmoreninėmis. Viename iš gręžinių Kuršių nerijoje, Pervalkos apylinkėse (gręž. Pervalka-9 (18686)) palinologiškai ištirtos nuosėdos buvo priskirtos Butėnų tarpledynmečiui, tačiau po vėlesnių kartografavimo darbų, išgręžus papildomą gręžinį ir

paleobotaniškai ištyrus nuosėdas, tokių išvadų buvo atsisakyta (Bitinas ir kt., 2000).



1.1 pav. Pamario svitos nuosėdų išplitimo pajūryje schema (pagal Bitiną ir kt., 1997, 2000); sutariniai ženklai: 1-nuosėdų paplitimas ir jų kraigo izohipsė; 2-gręžinys, kuriame aptiktos svitos nuosėdos

kartografavimo rezultatus, Pamario svitos stratigrafinė padėtis buvo peržiūrėta

Buvo priimta prielaida, kad nuosėdos kaupėsi gėlo vandens baseine, kurio vandenys, matyt, skalavo ir perklostė netoliese slūgsojusias Butėnų tarpledynmečio nuogulas.

1997-2000 m. pajūryje buvo baigtas kompleksinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu Šilutės ir Kretingos plotuose. Jo metu pajūryje, kvartero nuogulose buvo išskirtos keturių apledėjimų moreninės nuogulos, persiluoksniuojančios su tarpmoreninėmis (Bitinas ir kt., 1997, 2000). Atlikus geologinį kartografavimą buvo įvestas naujas stratigrafinis vienetas – Pamario svita (1.1 lentelė, 1.1 pav.), atitinkanti ankstesnėse Lietuvos kvartero stratigrafinėse schemose išskiriamos diskutuotinos Snaigupėlės svitos vietą. Tai tos pačios plačiai išplitusios tarpmoreninės nuosėdos, kartografuotos ir ankstesnių darbų metu.

Atsižvelgiant į nuosėdų absoliutaus amžiaus datavimo (OSL) rezultatus (tarp 140-160 tūkst. metų), kvartero stratigrafinėje schemoje jos buvo išskirtos tarp Žemaitijos ir Medininkų svitų. Kiek vėliau, darsyk revizavus geologinio

ir 2005 m. publikuotoje Lietuvos geologijos tarnybos Lietuvos kvartero stratigrafinėje schemoje (Satkūnas ir kt., 2007) šios svitos nuosėdos traktuojamos kaip susiklosčiusios Medininkų ledynmečio pabaigoje, t. y. įvardijamos jau kaip Pamario termostadialas.

Pastarųjų geologinio kartografavimo darbų pradžioje, gavus pirmuosius OSL datavimo ir kitų tyrimų rezultatus, buvo akivaizdu, kad anksčiau naudotą kvartero stratigrafinę schemą teks revizuoti. Dėl to 1996 metais, Lietuvos pajūryje rengiant INQUA Apledėjimų komisijos Peribaltijos grupės tarptautinį lauko simpoziumą, geologinių tyrimų rezultatai buvo apibendrinti ir pristatyti pagal tuo metu kartografavimo darbuose naudotą laikiną darbinę stratigrafinę schemą, pateikus jos preliminarią koreliaciją su Lietuvos ir Europos kvartero stratigrafinėmis schemomis (Geological..., 1996). Po to pagal šią schemą sudaryti geologiniai pjūviai su minėtais laikiniais svitų pavadinimais (Karklės, Kalotės, Tauralaukio ir pan.) pateko į tuo metu rengtą V. Gudelio monografiją „Lietuvos įjūris ir pajūris“ (Gudelis, 1998; 287-288 pp.), kur iliustruoja Lietuvos pajūrio žemyninės dalies kvartero geologinę sandarą. Vėliau šie stratigrafinių vienetų pavadinimai niekur daugiau nebebuvo naudojami.

Pamario svitos priskyrimas aiškiai buvo sąlyginis, nes autoriai šioms nuosėdoms, kurios iš tiesų yra geras markiruojantis horizontas gana dideliame pajūrio plote, dėl senesnių ir jaunesnių moreninių nuogulų stratigrafinio skaidymo ir koreliacijos sunkumų, taip pat ir dėl OSL datavimo rezultatų nevienareikšmiškumo, pateikė net keletą galimų kitokių stratigrafinio interpretavimo variantų. Kita problema, su kuria susidūrė tyrėjai, – tai moreninių nuogulų skaidymas ir koreliacija. Trūkstant biostratigrafinių ir nuosėdų datavimo duomenų, autoriai stratigrafinėms problemoms spręsti taikė tradicinius litostratigrafinius metodus: moreninių nuogulų žvirgždo-gargždo petrografinės ir geocheminės sudėties tyrimus, taip pat amfibolų grupės mineralo raginukės grūdelių tipomorfinių savybių tyrimų rezultatus (Bitinas et al., 1999). Taikytų litostratigrafinių metodų efektyvumas pasirodė gana abejotinas, todėl ir galutinis atsakymas dėl nuogulų stratigrafinio skaidymo ir koreliacijos nėra vienareikšmiškas.

Pastarųjų metų tyrimai, inicijuoti dėl numatomos Klaipėdos ir Šventosios uostų plėtros, apėmė ir kvartero nuogulų sandaros tyrimus. Jų metu gauta naujos vertingos geologinės (nuogulų slūgsojimo, litologijos, paleobotaninės, absoliutaus amžiaus) informacijos (Bitinas et al., 2011; Molodkov et al., 2010; Kondratienė, Damušytė, 2009; Damušytė ir kt., 2011; Bitinas et al., 2013). Remiantis šia nauja informacija buvo išskirtas dar vienas moreninių nuogulų kompleksas, siejamas su dalį ar net visą Vakarų Lietuvos teritoriją viduriniojo Nemuno laikotarpiu užklojusi kontinentinio apledėjimo ledynu (Molodkov et al., 2010; Damušytė ir kt., 2011; Bitinas et al., 2011). Iki tol duomenų, rodančių ledynų antslinkių buvimą viduriniojo Nemuno laikotarpiu Lietuvoje, nebuvo paskelbta. Ilgą laiką tarp Lietuvos mokslininkų vyravo nuomonė, kad Lietuvos teritorija nebuvo padengta kontinentinio ledyno nuo pat Merkinės tarpledynmečio pabaigos per visą ankstyvojo ir viduriniojo Nemuno laikotarpį, iki pat vėlyvojo Nemuno (Satkūnas, 2011). Nors kai kurie mokslininkai manė, kad beledyninis laikotarpis visgi buvo neilgas ir ledynas, ko gero, jau ankstyvojo Nemuno laikotarpiu padengė Lietuvos teritoriją (Вонсавичюс, 1967, 1984; Baltrūnas, 2002), tačiau didelio palaikymo ši idėja neįgijo, todėl visose vėlesnėse stratigrafinėse schemose šio laikotarpio stratigrafiniams padaliniais priskiriamos nuogulos nebuvo siejamos su teritorijos apledėjimu. Naujausi lokalūs tyrimai pajūryje, Šventosios apylinkėse, parodė, kad tarp dviejų datuotų ir paleobotaniškai tirtų smėlio sluoksnių (viršmoreninio smėlio datos kinta maždaug 49-44 tūkst. metų, o pomoreninio – 113-84 tūkst. metų intervaluose) slūgsančios moreninės nuogulos susidarė viduriniojo Nemuno laikotarpiu (Damušytė ir kt., 2011). Autoriai taip pat atkreipė dėmesį, kad pirmą kartą Lietuvos teritorijoje viršutinio pleistoceno pjūviuose, Šventosios apylinkėse, smėlio sluoksniuose buvo rasta negausių jūrinių rūšių diatominių dumblių liekanų. Atsižvelgiant į gautus rezultatus buvo padarytos prielaidos, kad ankstyvojo ir viduriniojo Nemuno metu dabartines Lietuvos pakrantes galėjo pasiekti jūra (Damušytė ir kt., 2011) arba vyko Merkinės tarpledynmečio jūrinių nuosėdų perklostymas (Bitinas et al., 2013). Remiantis gautais tyrimų rezultatais galima priimti jau anksčiau tyrinėtojų padarytą

prielaidą (Bitinas et al., 2011; Molodkov et al., 2010), kad Klaipėdos sąsiaurio apylinkes, o kartu ir dalį Vakarų Lietuvos 4-osios jūrinės izotopinės stadijos (MIS) metu galimai buvo užklojęs ledynas. Šis ledyno antslinkis buvo susietas su seniausia paskutiniojo apledėjimo stadija, pavadinta Melnragės vardu (Bitinas et al., 2011; Damušytė ir kt., 2011). Kol kas nėra publikuotų Lietuvos kvartero stratigrafinių schemų, turinčių padalinį, su kuriuo būtų siejamos Melnragės apledėjimo moreninės nuogulos. V. Vonsavičius 1967 m. ir 1984 m. Lietuvos kvartero stratigrafinėse schemose (Вонсавичюс, 1967, 1984) virš Merkinės svitos išskyręs Varduvos, arba Kurzemės svitą laikėsi nuomonės, kad šios svitos glacigeninės nuogulos yra suformuotos savarankiško apledėjimo, padengusio visą Lietuvos teritoriją. Tačiau šiuo metu tyrėjai mano, kad „Vakarų Lietuvoje nustatytų viduriniojo Nemuno glacigeninių nuogulų nederėtų tapatinti su Varduvos svita, o reikėtų traktuoti kaip paskutiniojo Nemuno apledėjimo ankstyviausios stadijos metu suformuotus darinius“ (Damušytė ir kt., 2011). Panašios nuomonės dėl Varduvos amžiaus laikėsi ir A. Klimašauskas (Вонсавичюс, 1967; Климашаускас, 1967), remdamasis moreninių nuogulų mineralinės sudėties analizių duomenimis. Jis manė, kad šio apledėjimo nuogulos yra neopleistoceno maksimalios apledėjimo stadijos dariniai. Aiškesnėms Varduvos svitos ir Melnragės posvitės stratigrafinėms sąsajoms nustatyti, matyt, dar reikia gauti daugiau duomenų. Taip pat reikėtų nustatyti, kiek toli į rytus Lietuvos teritoriją šis ledynas galėjo būti užklojęs. Tuo tarpu plačiai išplitusios Pamario svitos tarpmoreninių nuosėdų stratigrafinė padėtis, atsižvelgiant į naujausius nuosėdų IR-OSL datavimo rezultatus, jau patikslinta, siejamą stratigrafinį padalinį išskiriant Medininkų svitos posvite. Mokslininkai, pastaruoju metu tyrę Lietuvos pajūrio kvartero nuogulų sandarą mano, kad ši smėlinga storumė formavosi kelių sedimentacinių ciklų metu, pradedant vėlyvuuju Medininkų ledynmečio ir baigiant viduriniojo Nemuno laikotarpiais (Bitinas et al., 2013). Absoliutaus amžiaus ir palinologinių tyrimų rezultatai rodo, kad ji, greičiausiai, formavosi su sedimentacinėmis pertraukomis, bet gana ilgą laiką. Sedimentacija, vykusi maždaug prieš 160-140 tūkst. metų vėlyvajame Medininkų ledynmetyje,

nutrūko, o vėliau baseine atsinaujino maždaug prieš 118-119 tūkst. metų ir, greičiausiai, tęsėsi visą ankstyvojo Nemuno, kol teritoriją viduriniojo Nemuno laikotarpiu padengė Nemuno apledėjimo Melnragės stadijos ledynas (MIS 4), o jam atsitraukus, vėl kaupėsi ežerinės ar jūrinės nuosėdos (Bitinas et al., 2013).

Apibendrinant pleistoceno nuogulų tyrimus, atliktus Lietuvos pajūryje, galima teigti, kad svarbiausios problemos sietinos su moreninių nuogulų kompleksų skaidymu ir koreliacija bei su šiuo metu Pamario posvitei priskiriamos plačiai išplitusių tarpmoreninių smėlingų nuosėdų amžiaus nustatymu bei susidarymo sąlygų interpretacija. Laikui bėgant šios problemos išliko ir tebėra aktualios. Nepaisant to, kad ankstesniuose tyrimuose stratigrafiškai skaidant ir koreliuojant pleistoceno nuogulas pajūryje nebuvo absoliutaus nuogulų amžiaus datavimų, o buvo remiamasi tik paleobotaninių ir litologinių tyrimų duomenimis, kai kurių mokslininkų iškeltos idėjos apie pleistoceno nuogulų sandarą ir jų formavimąsi yra gana artimos dabartiniam supratimui.

Pastarųjų metų tyrimai dar labiau išryškino egzistuojančias pleistoceno nuogulų stratigrafijos problemas pajūryje ir parodė būtinybę išsamiam turimos geologinės informacijos apie pajūrio pleistoceno nuogulų sandarą apibendrinimui. Gauti nauji tyrimų duomenys ne tik Lietuvoje, bet ir kaimyninėse šalyse verčia iš naujo analizuoti turimus geologinius faktus, įvertinant šiuolaikines mokslines pažiūras ir žinias. Viena iš tokių informacijos apibendrinimo formų galėtų būti pleistoceno nuogulų sandaros 3D modeliai. Akumuliuodami visą geologinę informaciją, tokie modeliai ne tik padeda iš naujo pažvelgti į pleistoceno nuogulų sandarą, spręsti iškylančias stratigrafines problemas, bet ir sudaro prielaidas patikimiau interpretuoti nuogulų sedimentacijos sąlygas ir jų raidą viso pleistoceno metu. Tokių modelių sudarymas aiškiau parodo moreninių ir tarpmoreninių nuogulų akumuliacijos ypatybes, leidžia įžvelgti pleistoceno nuogulų sedimentacijos sąlygų raidos dėsninumus.

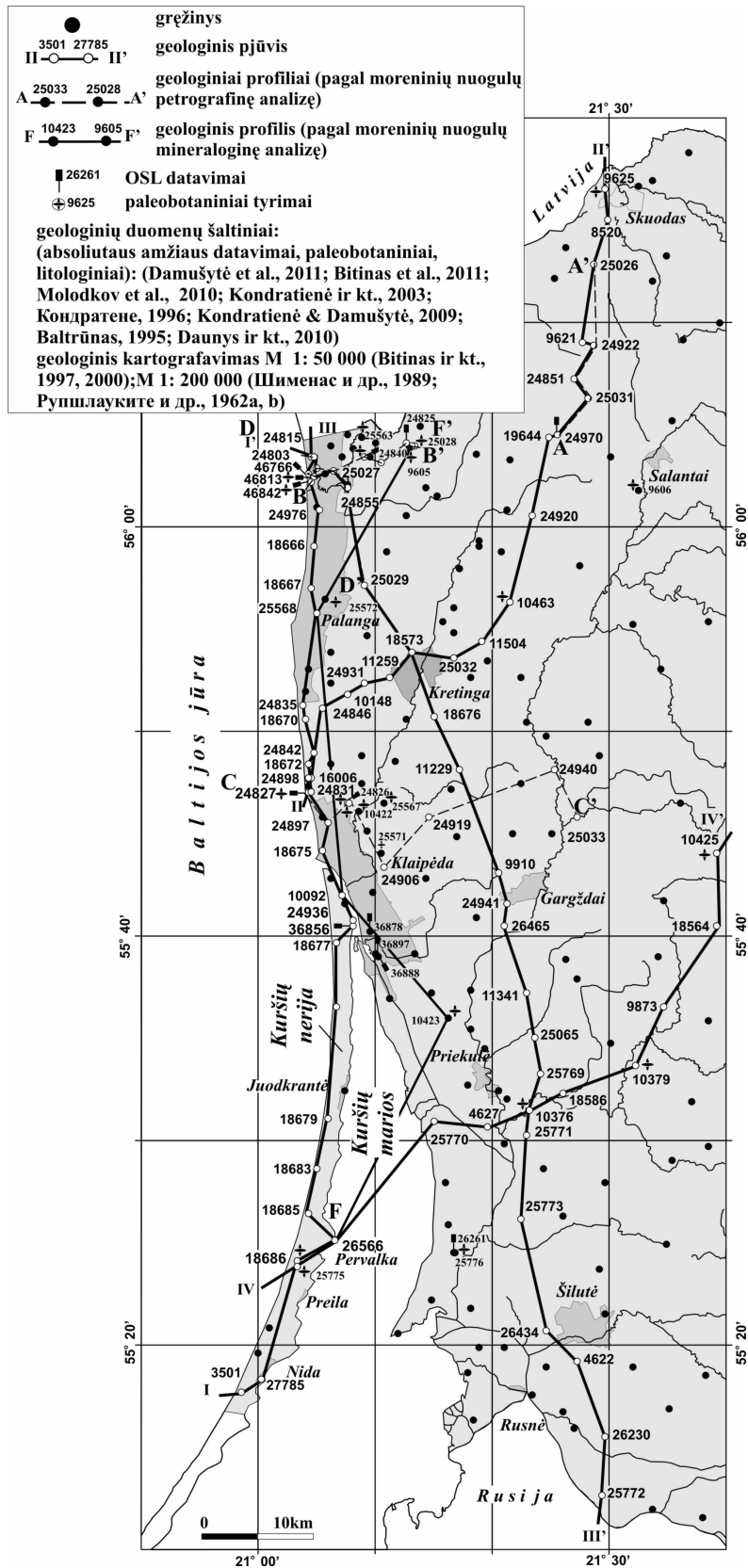
2. GEOLOGINĖ MEDŽIAGA IR METODAI

2.1 Faktinė geologinė medžiaga

Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų stovymės sandaros analizei buvo pasinaudota Lietuvos geologijos tarnybos atliktų geologinio kartografavimo M 1:50 000 Šilutės ir Kretingos plotuose (Bitinas ir kt., 1997, 2000) bei geologinio ir geologinio-hidrogeologinio kartografavimo M 1:200 000 jūroje ir pajūryje (Шименас и др., 1989; Рупшляуките и др., 1962a, 1962b) geologine medžiaga (2.1 pav.). Ši medžiaga buvo papildyta publikuotais įvairių autorių paleobotaninių, litologinių ir geochronologinių tyrimų duomenimis (Bitinas et al., 2013; Bitinas et al., 2011; Damušytė ir kt., 2011; Molodkov et al., 2010; Kondratienė, Damušytė, 2009; Kondratienė ir kt., 2003; Kondratienė, 1976, 1962; Вонсавичюс, 1967 ir kt.).

Moreninių nuogulų žvirgždo, gargždo petrografinės analizės duomenys

Stratigrafiniam moreninių nuogulų skaidymui ir koreliacijai buvo panaudota virš 250 mėginių petrografinės analizės rezultatų. Didžiąją dalį mėginių, taikydama standartinę metodiką (Гайгалас, 1965, 1979) ir išskirdama informatyviausias petrografines uolienu grupes (kristalines uolienas, dolomitus, silūro, ordoviko, kitas (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus) klintis, smiltainius, mergelius bei kitas uolienas) išanalizavo M. Melešytė atliekant geologinį kartografavimą ar vykdant mokslinius tiriamuosius darbus pajūryje (Bitinas ir kt., 1997; Шименас и др., 1989; Малинаускас и др., 1986; Гайгалас, Саладжюс, 1974). Kita dalis publikacijose paskelbtų, duomenų yra gauta specialių tyrimų metu: Baltrūno (1995) – analizavo P. Šinkūnas, Daunio ir kitų (2010) – analizavo J. Paškauskaitė, pritaikant tą pačią tyrimų metodiką. Darbe buvo naudojami petrografinės sudėties tyrimų duomenys iš skirtingų šaltinių, todėl buvo tirtos įvairaus skersmens nuotrupų (dalelių) frakcijos: 3-5 mm, 3-7 mm, 5-7 mm, 5-10 mm, 7-10 mm.



2.1 pav. Tyrimų plotas ir gręžinių išsidėstymo schema bei geologinių pjūvių, tirtų profilių linijos

Didžiausią duomenų dalį sudaro 5-7 mm ir 5-10 mm skersmens dalelių petrografinės sudėties analizės rezultatai. Nors dalelių dydis gali būti vienas iš galimų nuogulų skaidymo ir koreliacijos pagal dalelių petrografinę sudėtį paklaidų šaltinių, tačiau, kaip rodo petrografinės analizės rezultatai, petrografinės sudėties skirtumai gretimose frakcijose nėra labai dideli (Гайгалас, 1979).

Moreninių nuogulų mineraloginės analizės duomenys

Moreninių nuogulų skaidymui ir koreliacijai taip pat buvo panaudota virš 60 mėginių mineraloginės analizės rezultatų. Mėginiai mineraloginei analizei buvo paimti iš 6 pajūrio grėžinių (2.1 pav.). Mineraloginę analizę atliko P. Šinkūnas 0,25-0,1 mm frakcijai, kurioje buvo atskirai analizuojami sunkieji ir lengvieji mineralai, prieš tai juos atskyrus sunkiuoju skysčiu – bromoformu. Mėginiuose nustatyta 16-os sunkiųjų ir 6-ių lengvųjų mineralų kiekiai procentais.

Paleobotaninių (palinologinių ir diatominių dumblių) tyrimų duomenys

Pleistoceno nuogulų stratigrafijai buvo panaudoti ir paleobotaninių tyrimų duomenys. Didžioji paleobotaninių tyrimų dalis, taikant standartines metodikas (Grichiuk, 1940; Battarbee, 1986), buvo atlikta geologinio kartografavimo metu (Bitinas ir kt., 1997, 2000; Шименас и др., 1989; Рупшляуките и др., 1962a, 1962b). Kita dalis rezultatų, paskelbtų atskirose publikacijose (Damušytė ir kt., 2011; Kondratienė, Damušytė, 2009; Kondratienė ir kt., 2003; Šeirienė, Kondratienė, 2004; Kondratienė, Šeirienė, 2003; Kondratienė, 1976, 1962; Кондратене 1996, 1971; Малинаускас и др., 1986) buvo gauta kitų lokalių tyrimų metu (2.1 pav.).

2.2 Statistinė moreninių nuogulų litologinių duomenų analizė

Moreninių nuogulų mineralinės ir petrografinės sudėties duomenys statistiškai buvo apdorojami panaudojant statistinį paketą CANOCO (Ter Braak and Šmilauer, 1998), o gauti rezultatai pasitarnavo patikimesniam

pleistoceno nuogulų (ypač moreninių) pjūvių stratigrafiam skaidymui ir koreliacijai. Tokiu būdu statistiškai buvo apdoroti virš 300 nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinės ir smėlio frakcijos mineralinės sudėties tyrimų rezultatų, kurių pagrindu buvo atliktas virš 60 grėžinių pjūvių skaidymas ir koreliacija. Beveik pusę panaudotų duomenų sudaro giliųjų grėžinių duomenys, o likusieji – sekliųjų.

Tinkamiausio statistinio metodo, o taip pat svarbiausių gradientų paieškai pirmiausiai buvo atliekama netrendinė atitikties analizė (DCA). Esant DCA pirmos ašies ilgiui ne mažesniame nei 2 standartinio nuokrypio (atsižvelgiant į ordinacijos metodų rekomendacijas (Ter Braak and Šmilauer, 1998)), statistiniam duomenų apdorojimui buvo pritaikyta pagrindinių komponentų analizė, kurios pagalba buvo įvertinti įvairiaamžių moreninių nuogulų petrografinės ir mineralinės sudėties skirtumai ir kurių pagrindu moreninės nuogulos buvo suskaidytos į atskirus litologinius kompleksus. Papildomai buvo atlikta trijų grėžinių kanoninė atitikties analizė (CCA) leidžianti nustatyti moreninių nuogulų mineralinės ir petrografinės sudėties tarpusavio priklausomybę. Ordinacijos metodų pasirinkimą duomenų analizei nulėmė turimų daugiamačių duomenų matrica (eilė matavimų, rūšių), kurią sudaro dešimtys ar šimtai mėginių, iš kurių kiekvieną charakterizuoja vėl įvairūs požymių (kintamųjų) kiekis. Todėl duomenų išdėstymas ant ordinacijos ašių gerokai palengvina jų grafinį pavaizdavimą bei interpretavimą, nes duomenų masyvas pasukamas taip, kad būtų matomi maksimalūs sudėties skirtumai, o gauti papildomi statistiniai skaičiavimai paaiškina jų koreliacinius ryšius. Dar vienas svarbus aspektas, tai, kad pajūrio pleistoceno nuogulos, ypač įvairiaamžės moreninės, pasižymi panašia medžiagine sudėtimi apsunkinančia jų skaidymą ir koreliaciją (Bitinas ir kt., 1997, 2000; Bitinas et al., 2011; Gaigalas et al., 1997; Малинаускас и др., 1986), todėl šių metodų panaudojimas duomenų analizei leido patikimiau įvertinti duomenų struktūrą bei interpretuoti faktorius nulėmusius tokią požymių kaitą tyrimo objektuose ir vertinti tuos faktorius, sąlygojusius tokią duomenų struktūrą. Be to, ankstesnių tyrimų rezultatai rodo, kad šių statistinių metodų taikymas gan sėkmingai

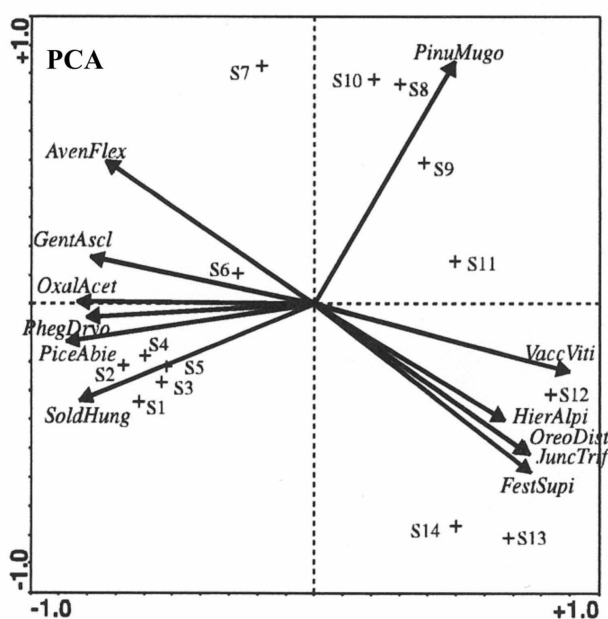
pasitarnavo patikimesniam tarpmoreninių nuogulų sedimentacinių sąlygų, aplinkų nustatymui ir interpretacijai (Šinkūnas et al., 2006; Šinkūnas, Barzdžiuvienė, 2004), o tai paskatino taikyti šiuos metodus ir moreninių nuogulų skaidymui ir koreliacijai.

CANOCO arba Canonical community ordination (kanoninės ordinacijos) paketas apima kompleksą statistinių metodų, pritaikytų kanoninei požymių (kintamųjų) asociacijų (tam tikrų reikšmių grupė, rūšis, bendrija) ordinacijai nustatyti, t. y. būdas asociacijos požymių reikšmių kaitą statistiškai susieti su aplinkos pokyčiais. Ordinacijos metodų pagalba gaunamos (dvimatės ar trimatės) diagramos kuriose požymiai (kintamieji, rūšys), tyrimo objektai ir faktoriai (aplinkos parametrai arba kintamieji) yra išsidėstę taip, kad optimaliai parodytų, kaip kinta požymių (kintamųjų) asociacijos sudėtis, kintant faktorių reikšmėms (aplinkos parametrams). Taigi interpretuojant tokias diagramas įvertinama ne tik duomenų struktūra, jų variacijos pobūdis, bet kartu gali būti iškeliami hipotezė (kodėl) arba įvedus papildomus aplinkos faktorius atliekama tos hipotezės patvirtinimo funkcija.

Analizuojant daugiamačius duomenis kyla klausimas, kurią analizės rūšį pasirinkti, kad ji tenkintų sprendžiamų problemų poreikius. Dažnai reikia rinktis tarp tiesioginių ir netiesioginių analizės metodų. Tiesioginė gradientinė analizė (pvz. kanoninė atitikties (CCA)) leidžia statistiškai tirti didesnę ar mažesnę požymių asociacijos variacijos dalį, kurią galima būtų paaiškinti išorinių arba aplinkos parametru grupė. Netiesioginėje gradientinėje analizėje (pvz. pagrindinių komponentų (PCA), netrendinė atitikties (DCA)) dėmesys koncentruojamas į požymių asociacijos variacijos pobūdį, o variacijos pobūdžio ryšį su išoriniais aplinkos parametrais bandoma nustatyti vėliau. Tokiu būdu netiesioginiai metodai sukuria pagrindą hipotezių generavimui, o vėlesnį hipotezių tikrinimą atlieka kiti tikslesni statistiniai metodai.

Pats paprasčiausias ir dažniausiai naudojamas ordinacijos metodas yra pagrindinių komponentų analizė (PCA), kurios pagalba yra nustatomi pagrindiniai komponentai, kurių pagrindu mėginiai suskirstomi į grupes, suformuotas skirtingų faktorių, pavyzdžiui geologinių. PCA diagramoje

kiekvieno požymio reikšmės kaita ordinacijos ašių apribotoje erdvėje atspindi rodyklė jungianti požymio tašką su diagramos centru, o tirti objektai arba mėginiai pažymėti taškais. Tokia diagrama, kurioje mėginiai pažymėti taškais, o kintamieji – rodyklėmis, yra dvimatė (Gabriel, 1971) (2.2.1 pav.). Rodyklė čia nukreipta maksimalios požymių variacijos kryptimi, o jos ilgis yra proporcingas maksimaliam požymio kaitos laipsniui. Požymiai esantys diagramos pakraščiuose (toli nuo centro) yra svarbiausi, nustatant skirtumus tarp objektų, o požymiai, esantys arti centro - ne tokie svarbūs.

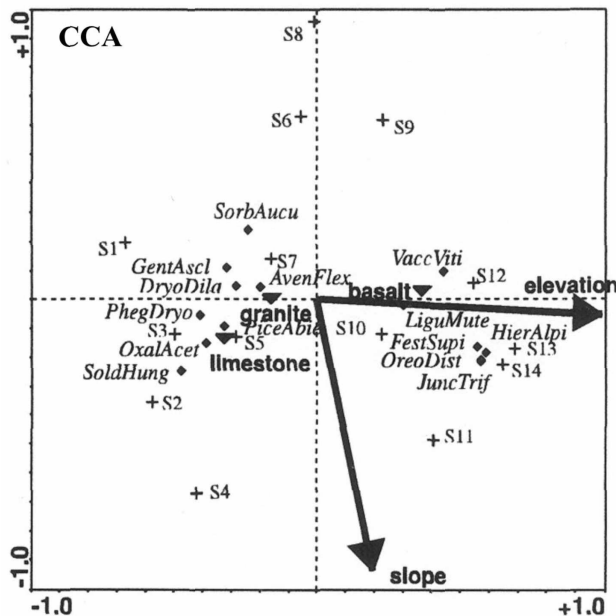


2.2.1 pav. Pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagramos interpretavimo pavyzdys (Lepš, Šmilauer, 2003)

Kanoninė atitikties analizė (CCA) yra tiesioginė gradientinė analizė, kuri susieja požymių reikšmes su aplinkos parametrais ar kitais nepriklausomai išmatuotais kintamaisiais, kurie priklauso tiems patiems tyrimo objektams (Gauch, 1982). Dažniausiai tenka analizuoti ne keletą, o daugybę požymių, nustatant jų ryšį su daug aplinkos komponentų ir visa tai grafiškai

pavaizduoti. Šiems poreikiams tenkinti yra pritaikyta kanoninė atitikties analizė. Kanoninės atitikties analizės, kaip ir standartinės ordinacijos metodo, tikslas yra įvertinti ir grafiškai pavaizduoti požymių asociacijos kaitos pobūdį, o taip pat ir požymių verčių pasiskirstymą išilgai aplinkos parametru reikšmių kaitos vektorių. Kanoninės atitikties analizės (CCA) diagramoje požymių reikšmės perskaičiuotos taip, kad atitiktų vienmodalinį paviršių, sudarytą aplinkos parametru kaitos linijinės kombinacijos atžvilgiu. Tokiu būdu CCA diagramoje požymiai yra vaizduojami taškais, atitinkančiais požymių

aproksimuotam optimumui dviejų dimensijų aplinkos erdvėje, o aplinkos parametrai – rodyklėmis atitinkančiomis jų kaitos kryptį ir laipsnį toje erdvėje (2.2.2 pav.).



2.2.2 pav. Kanoninės atitikties analizės (CCA) interpretavimo pavyzdys (Lepš, Šmilauer, 2003)

Tinkamiausia taisyklė CCA ordinacijos diagramai interpretuoti (Ter Braak, 1986) yra tokia: kiekviena rodyklė, atitinkanti aplinkos komponentų reikšmių kaitą, tuo pačiu yra ir ašis diagramoje; kiekvienas požymių (kintamųjų) reikšmių taškas gali būti suprojektuotas į šią ašį (2.2.2 pav.). Tokių projekcijų taškų seka apytiksliai atitinka požymių reikšmių svertinių

vidurkių klasifikaciją (ordinaciją) aplinkos komponentų reikšmių atžvilgiu. Kadangi šis atitikimas yra apytikslis tai ir svertinio vidurkio parodoma požymių reikšmių pasiskirstymo išilgai aplinkos komponentų ašies vieta yra apytikslė arba vidurkinė.

2.3 Pleistoceno nuogulų storumės struktūrinė analizė

Pleistoceno nuogulų storumės sandaros analizei tyrimų plote buvo atlikta virš 200 grėžinių pjūvių koreliacija, įvertinant grėžinių kerno aprašymuose fiksuotas nuogulų savybes, sluoksnių slūgsojimo sąlygas, paleobotaninių, litologinių ir absoliutaus amžiaus nustatymo duomenis (2.1 pav.). Visa ši geologinė informacija pasitarnavo kaip pirminė medžiaga pleistoceno nuogulų storumės 3D sandaros modelio sudarymui. Sudarant 3D pleistoceno nuogulų storumės sandaros modelį buvo pasinaudota tokių modelių

sudarymo Geologijos ir geografijos institute (Šinkūnas et al., 2002; Barzdžiuvienė, Šinkūnas, 2004) patirtimi. 3D modelis yra pagrįstas nuogulų sluoksnių slūgsojimo paviršių absoliutaus aukščio duomenimis, gautais atlikus nuogulų stratigrafinę koreliaciją. Šių duomenų bazės pagrindu, naudojant kompiuterines programas *Rockwoks* ir *Surfer*, sudarant įvairiakrypčius pjūvius, nuogulų sluoksnių paviršių, storio ir išplitimo schemas, buvo atlikta pleistoceno storumės sandaros analizė (2.3.1 pav.). Tai leido geriau įvertinti nuogulų koreliacijos pagrįstumą, patikslinti nuogulų koreliaciją ir sudaryti galutinį 3D pleistoceno nuogulų storumės sandaros modelį.

Pats pleistoceno nuogulų sandaros modeliavimas vyko keliais etapais:

1) geologinių duomenų (litologinių, paleobotaninių, geochronologinių bei nuogulų sluoksnių slūgsojimo elementų) bazių sudarymas;

2) pirminis moreninių nuogulų stratigrafinis skaidymas ir koreliacija, statistinės analizės metodų pagalba įvertinant petrografinės ir mineralinės sudėties duomenų struktūrą;

3) pirminio pleistoceno nuogulų sandaros modelio sudarymas arba moreninių ir tarpmoreninių nuogulų sluoksnių pirminė koreliacija, įvertinant nuogulų slūgsojimo sąlygas, litologiją, vizualines savybes, paleobotaninius ir geochronologinius duomenis;

4) pleistoceno nuogulų koreliacijos pagrįstumo kontrolė – įvairiakrypčių pjūvių, nuogulų sluoksnių storio ir išplitimo, paleopaviršių schemų sudarymas ir „galutinio“ sandaros modelio formavimas.

Kadangi pats pleistoceno nuogulų sandaros modelis sudarytas specialia kompiuterine programa, jo vizualizacijai darbe pateikiami 4 reprezentaciniai pjūviai, sudaryti *Rockworks* ir *Coreldraw* programų pagalba. Tokie pjūviai tiriamame plote kompiuterinės programos pagalba gali būti generuojami per bet kuriuos gręžinius ir bet kuria kryptimi.

Galutinės įvairiaamžių moreninių ir tarpmoreninių nuogulų išplitimo, storio ir paleopaviršių schemas yra sudarytos panaudojant *Surfer* kompiuterinę programą, taikant „kriging“ interpoliacijos metodą. *Surfer* kompiuterinės programos sudaromos schemas yra labai apibendrintos.

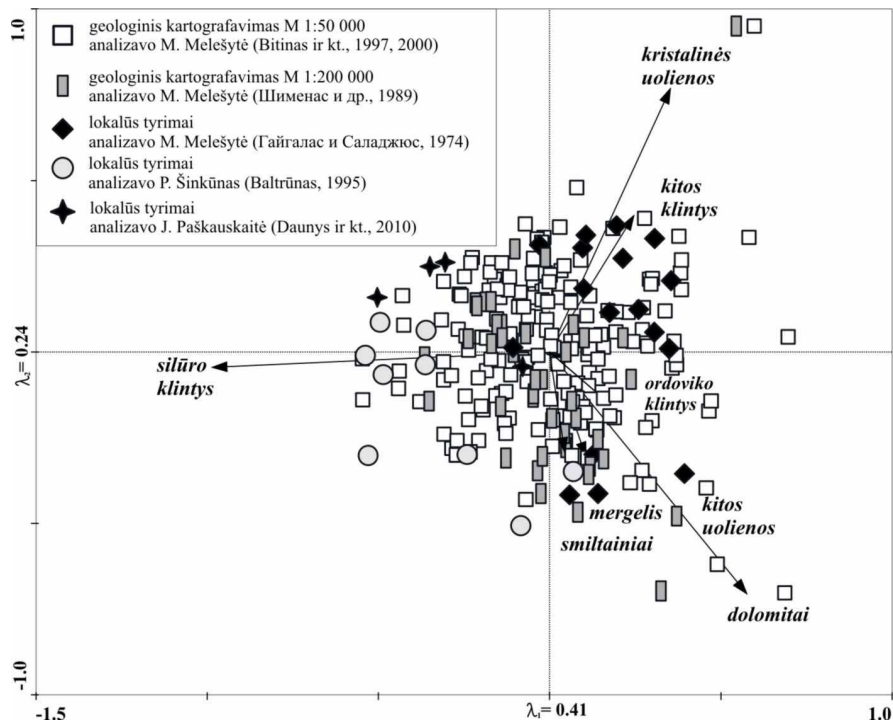
Jose nesimato daugelio niuansų, kurie galėtų būti pavaizduoti, tačiau tai leidžia gauti apibendrintą informaciją palengvinančią kai kurias interpretacijas.

Duomenų patikimumas. Pats svarbiausias uždavinys nustatant pleistoceno stovymės sandarą bei interpretuojant šių nuogulų sedimentacijos raidą buvo sukurti kuo patikimesnį pleistoceno stovymės sandaros modelį, kurio patikimumas iš esmės priklauso nuo turimų geologinių duomenų kokybės ir kiekybės bei nuo pačio modeliuotojo žinių, patirties ir vizijos, kurios iš esmės ir atsispindi sukurtame modelyje (Bardžiuvienė, Šinkūnas, 2004; Bitinas, 2011). Sukurtas pleistoceno nuogulų sandaros modelis iš esmės yra interpretacinis ir paremtas turima geologine informacija, kuri laikui bėgant gali kisti didėjant pleistoceno nuogulų ištirtumui bei keičiantis mokslinėms pažiūroms apie jų formavimąsi. Todėl šio skaitmeninio modelio mobilumas bei vaizdumas ir yra jo didžiausias privalumas, o ne „išbaigtumas“, kadangi gavus naujos informacijos visiškai nesunku ją panaudoti, papildomai patikslinant ir, jei reikia, perinterpretuojant turimus duomenis, perdaryti visą modelį.

Petrografinės ir mineraloginės nuogulų sudėties analizių duomenų kokybė yra labai svarbi, nes šie rezultatai, dažniausiai nesant kitų geologinių duomenų nulemia moreninių ir tarpmoreninių nuogulų koreliacijos, o taip pat ir jų stratigrafinės interpretacijos pagrįstumą. Viena iš galimų problemų – tai nepakankamas duomenų kiekis ir netolygus jų išsidėstymas plote. Tyrimų plote statistinei analizei buvo panaudoti 29 kertančių visą pleistoceno stovymę ir 37 sekliųjų grėžinių pjūvių moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinės sudėties duomenys (iš viso 251 mėginys). Visi šie tyrimai atlikti šiaurinėje ploto dalyje, o ploto pietinėje dalyje moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinės analizės duomenų praktiškai nėra, išskyrus kelis grėžinius Kuršių nerijoje. Tuo tarpu mineralinės analizės duomenys yra gauti iš 6 grėžinių pjūvių (66 mėginiai), kurie gerokai nutolę viens nuo kito ir išsidėstę vakarinėje ploto dalyje (2.1 pav.). Taigi, netolygus ištirtų grėžinių tinklas, o taip pat skirtingas įvairiaamžių moreninių nuogulų storis ir išplitimas nulėmė moreninių nuogulų kompleksų nevienodą ištirtumą. Tuo tarpu grėžiniuose, kur moreninių nuogulų petrografiniai ir mineraloginiai tyrimai nebuvo atlikti, jų

koreliacija paremta išskirtų moreninių nuogulų kompleksų vizualinėmis litologinėmis charakteristikomis bei nuogulų slūgsojimo ypatybėmis.

Papildomų netikslumų gali atsirasti ir dėl skirtingų tyrėjų atliktos žvirgždo ir gargždo petrografinės analizės rezultatų panaudojimo. Šiame darbe buvo naudoti skirtingų autorių, skirtingais laikotarpiais (nors didžioji dalis tyrimų yra atlikta M. Melešytės, tik skirtingu metu), bet remiantis ta pačia metodika atliktų tyrimų duomenys. Kad įvertinti šių duomenų patikimumą buvo atlikta skirtingų autorių, skirtingu metu gautų rezultatų pagrindinių komponentų analizė. Jos rezultatai parodė, kad didžioji dalis to paties tyrėjo, nors ir skirtingu metu, atliktų tyrimų duomenų yra sulyginami (2.3.2 pav.), mėginiai koncentruojasi diagramos centre, o pakraščiuose išsidėsto kitų tyrėjų analizuoti mėginiai. Skirtumai tarp skirtingų tyrėjų rezultatų greičiausiai nulemti atskirų tyrėjų skirtingos uolienuų atpažinimo metodikos. Todėl pirmiausiai statistiškai buvo apdorojami atskirų tyrėjų duomenys, analizuojant juos atskiruose pjūviuose bei nustatant sudėties kaitos pobūdį ir tik vėliau, atsižvelgiant į kitų tyrėjų duomenis, buvo atliekamas moreninių nuogulų sluoksnių skaidymas ir koreliacija bei stratigrafinė interpretacija.



2.3.2 pav. Skirtingų autorių moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinės sudėties duomenų pagrindinių komponentų analizės rezultatai

3. PLEISTOCENO NUOGULŲ STRATIGRAFINIO SKAIDYMO IR KORELIACIJOS LITOLOGINIAI KRITERIJAI

Pleistoceno nuogulų stratigrafinis skaidymas ir koreliacija, o tuo pačiu ir nuogulų sedimentacijos sąlygų nustatymas remiasi geologiniais kriterijais fiksuojamais įvairių geologinių tyrimų metu (Чепулите, 1968; Baltrūnas, 1995; Bitinas, 2011). Tokiais kriterijais charakterizuojančiais įvairiaamžių moreninių nuogulų storymes dažnai esti jų litologinė charakteristika, apimanti medžiaginės sudėties (pvz. petrografinės, mineralinės, geocheminės ar granulimetrinės sudėties) charakteristikas bei vizualines-litologines savybes ir kurių sudėties kaita leidžia priskirti jas atskiriems glaciosedimentaciniams ciklams (Гайгалас, 1979). Litologiniai kriterijai, net ir nesant paleobotaninių ar absoliutaus amžiaus datavimo duomenų, leidžia gan patikimai suskaidyti ir sukoreliuoti morenines nuogulas plote.

Tokiu būdu, pajūryje panaudojus statistinę analizę, remiantis moreninių nuogulų petrografine ir mineraline sudėtimi bei vizualinėmis-litologinėmis jų savybėmis ir atsižvelgiant į jų slūgsojimo sąlygas bei paleobotaninius ir nuogulų datavimo duomenis, buvo išskirti 6 litologiniai moreninių nuogulų kompleksai. Jie pasižymi skirtingomis litologinėmis charakteristikomis. Šie būdingiausi požymiai gali tarnauti pajūrio pleistoceno moreninių nuogulų stratigrafinio skaidymo ir koreliacijos litologiniais kriterijais. Atsižvelgiant į išskirtų litokompleksų būdingus vizualinus-litologinius požymius ir jų slūgsojimo sąlygas pleistoceno nuogulos buvo stratigrafiškai suskaidytos ir koreliuojamos tuose pajūrio gręžinių pjūviuose, kuriuose neatlikti petrografiniai ir mineraloginiai tyrimai.

Stratigrafiškai skaidant ir koreliuojant morenines nuogulas pajūryje labai pagelbėjo, plačiai išplitusios plote tarpmoreninės, vietomis datuotos, ir gerai plote vizualiai-litologiškai išsiskiriančios nuosėdų storymės slūgsojimas panašiam hipsometriniame aukštyje. Todėl remiantis šios tarpmoreninių nuogulų storymės stratigrafinė padėtimi bei slūgsojimo sąlygomis, visa pleistoceno nuogulų storymė buvo tarsi „padalyta“ į dvi dalis, kur moreninių

nuogulų skaidymą ir koreliaciją koregavo statistinės analizės rezultatai. Taip pat, tiriamame plote, dviejuose grėžiniuose buvo palinologiškai nustatytos tarpledynmetinės nuosėdos. Nors visa tai ir palengvino darbą, tačiau stratigrafiškai skaidant ir koreliuojant morenines nuogulas iškilo ir nemažai problemų.

Dėl moreninių nuogulų formavimosi ypatumų (greičiausiai dėl tų pačių egzracijos šaltinių, panašių ledyninių srautų krypčių, postsedimentacinių procesų), lėmusių įvairiaamžių moreninių nuogulų sudėties panašumus ir kaitą, net ir panaudojus statistinės analizės metodus, ne visur pavyko patikimai sugrupuoti ir sugretinti morenines nuogulas, todėl jų priskyrimas atitinkamiems litokompleksams visgi vietomis išliko diskutuotinas ir nevienareikšmiškas. Neretai gauti moreninių nuogulų sudėties analizės rezultatai prieštarauja nuogulų slūgsojimo logikai, todėl atsižvelgiant į turimą geologinę informaciją buvo pasirinktas vienoks ar kitoks interpretavimo variantas, galbūt vietomis ir prieštaraujantis statistinei duomenų analizei. Ypač tai gerai matosi, kur moreninės nuogulos slūgsančios žemiau ir aukščiau datuotos tarpmoreninių nuogulų storumės pasižymi sudėties panašumu, kas leidžia jas interpretuoti kaip luistus jaunėsnėse nuogulose, arba sudėties panašumas yra nulemtas kitų geologinių faktorių. Iškilus klausimui, kuriam litokompleksui priskirti nuogulas, buvo atliekama papildoma pagrindinių komponentų analizė, panaudojant kitas ordinacijos ašis, kurios leido geriau įvertinti sudėties skirtumus ir priskyrimą atitinkamiems litokompleksams, nors nevisada ir tai davė teigiamų rezultatų. Pasitaiko atvejų, kai mėginiai atrodytų paimti iš vizualiai neskaidomo sluoksnio (pagal grėžinių kerno aprašymus) pasižymi labai kaičia sudėtimi (diagramose išsimėto skirtingų litokompleksų išsidėstymo laukuose), todėl jų priskyrimą vienam ar kitam litokompleksui labiau lėmė jų slūgsojimo sąlygos. Tokiu būdu, litokompleksų išskyrimui pagrįsti duomenys buvo detaliam statistiškai analizuojami, tačiau dėl vietos stokos darbe pateikiama tik dalis rezultatų. Detalių tyrimų plotuose, skirtingos litologinės sudėties mėginiai patekę į statistiškai išskirtus litokompleksus (anomalios reikšmės) buvo interpretuojami kaip senesnių nuogulų luistai,

užgriebti ir asimiliuoti jaunesnėse moreninėse nuogulose. Moreninių nuogulų sudėtį taip pat galėjo įtakoti ir vietinės pokvarterinių uolienu medžiagos lokali asimiliacija ar dūlėjimo procesai. Tačiau dėl techninių galimybių (nuogulų sluoksnių slūgsojimo hierarchijos amžiaus prasme) sudarant pleistoceno nuogulų sandaros modelį, tokie mėginiai buvo priskiriami atitinkamam litologinam kompleksui, remiantis jų slūgsojimo sąlygomis ir stovymės sandaros modelyje nėra atskirai išskirti. Tuo tarpu moreninių nuogulų skaidymą ir apjungimą į litologinius kompleksus lėmė visų turimų ir gautų geologinių duomenų sintezė, jų suskaidymą ir koreliaciją pateikiant kaip galutinį rezultatą. Visos šios skaidymo ir koreliacijos problemos leidžia daryti prielaidą, kad galima kitokia pleistoceno nuogulų sandaros interpretacija, tikintis, kad ateityje atsiras veiksmingesni moreninių nuogulų skaidymo ir koreliacijos metodai, leisiantys atlikti patikimesnę pleistoceno nuogulų stratigrafinę koreliaciją.

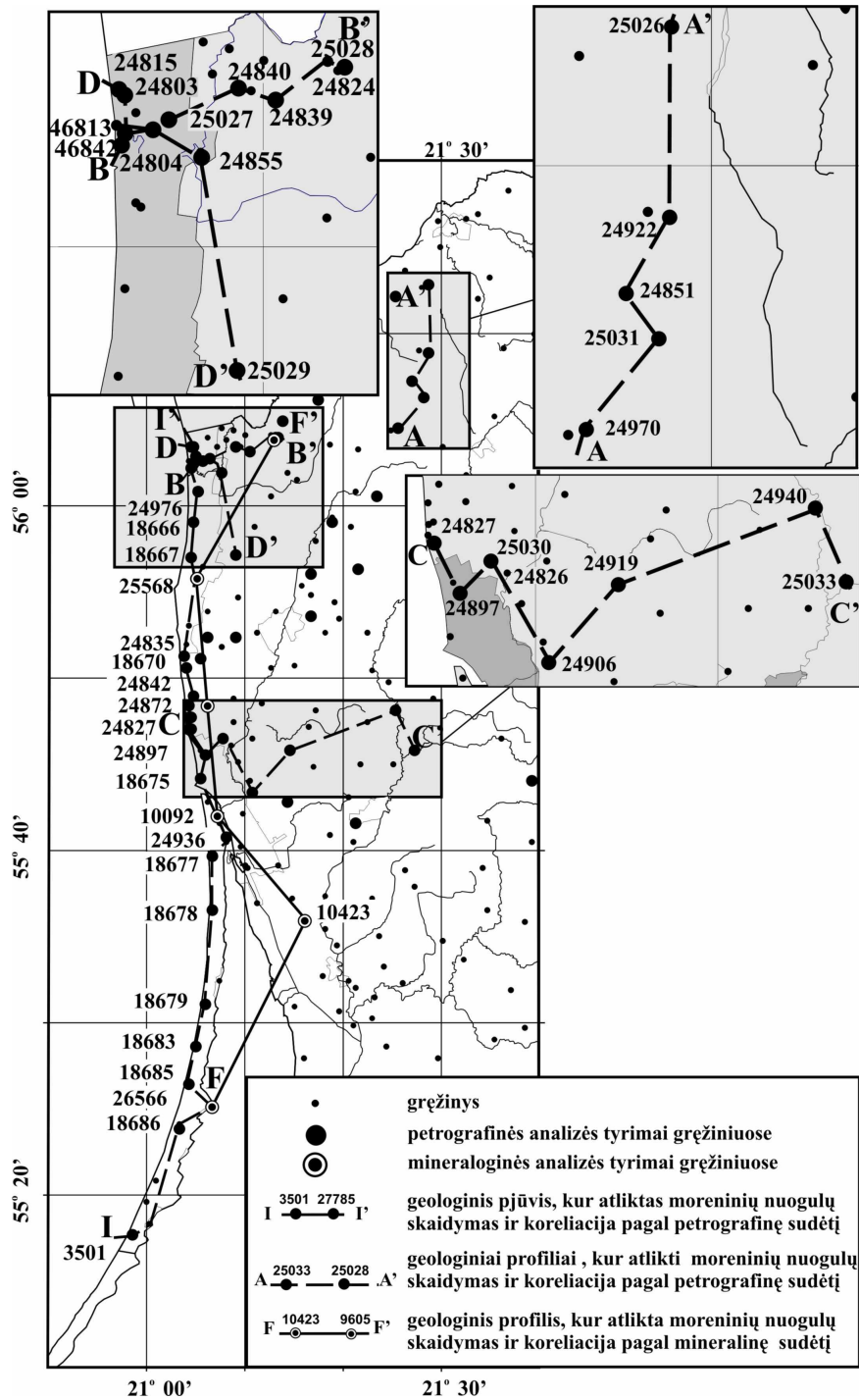
3.1 Pleistoceno moreninių nuogulų mineralinė ir petrografinė sudėtis

Pleistoceno moreninių nuogulų mineralinės ir petrografinės savybės iš esmės priklauso nuo ledynų slinkimo krypties ir pokvarterinių uolienu litologijos t. y. kokiomis uolienomis slinko ledynai, egzaruodami ir paskleisdami jas savo judėjimo kelyje (Гайгалас, 1979). Kaip rodo petrografinės ir mineralinės sudėties moreninių nuogulų tyrimų rezultatai (Гайгалас, 1965, 1979; Климашаускас, 1965, 1967) skirtingo amžiaus moreninės nuogulos pasižymi medžiaginės sudėties santykių kaita, įtakota skirtingos litologinės sudėties kristalinių, paleozojinių ar mezozojinių uolienu paplitimo pokvarteriniame paviršiuje ir pasikartojančių ledynų slinkimo krypčių, kas ir nulėmė jų petrografinės ir mineralinės sudėties ypatumus bei ritmišką kaitą įvairiaamžiuose litokompleksuose (Гайгалас, 1979; Климашаускас, 1965, 1967; Šinkūnas, 1998). Tą patvirtina ir mezozojaus ir paleozojaus uolienu kiekių santykių skirtumai įvairiaamžėse moreninėse

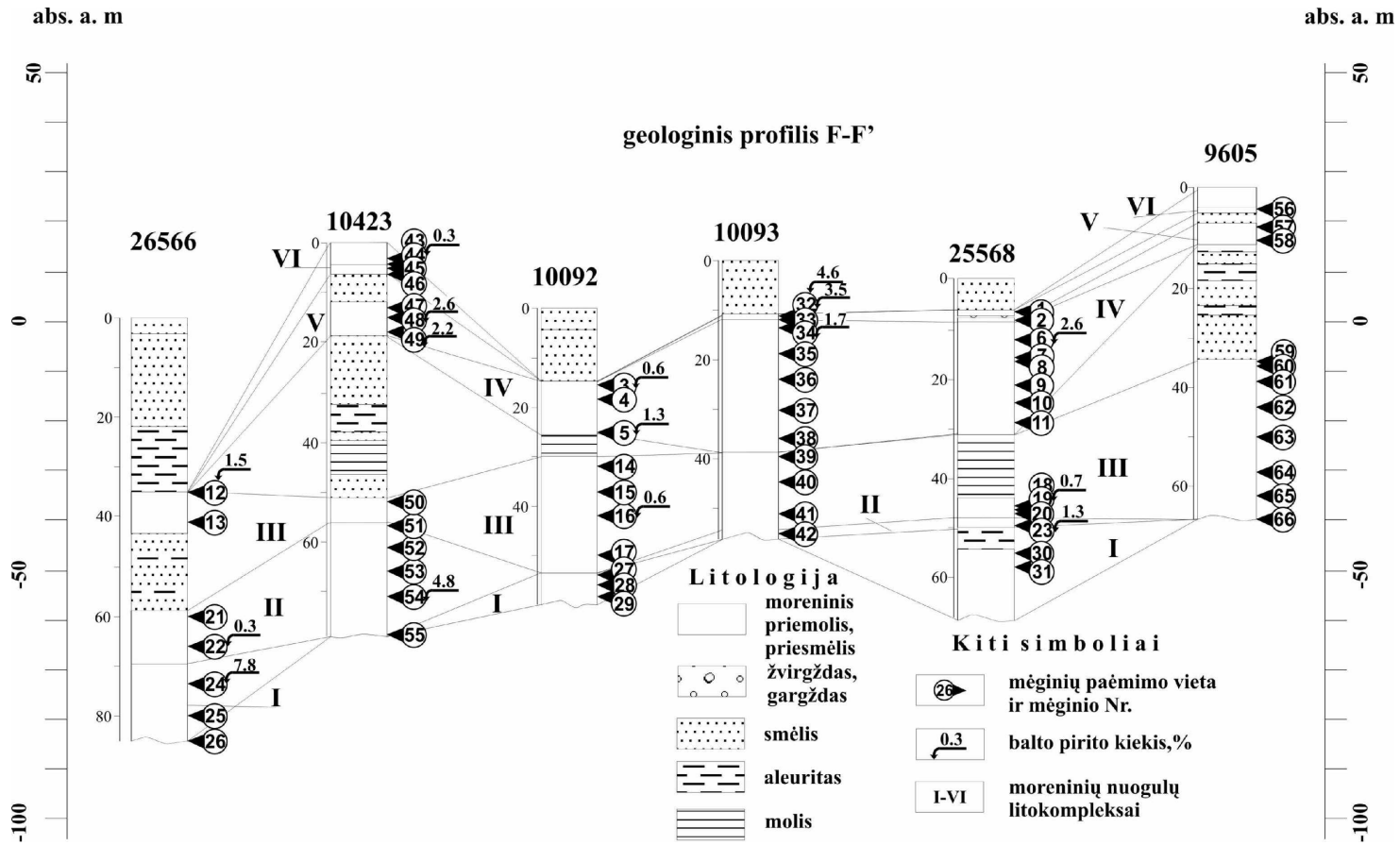
nuogulose (Šinkūnas, Jurgaitis, 1998). Todėl petrografinės ir mineralinės sudėties pokyčiai gali pasitarnauti kaip pagrindinis kriterijus leidžiantis skaidyti ir koreliuoti įvairiaamžes morenines nuogulas.

Tokiu būdu moreninių nuogulų petrografinė ir mineralinė sudėtis buvo įvertinta statistiškai apdorojus 66 pajūrio grėžinių pjūvių petrografinės ir mineraloginės analizių duomenis (317 mėginių) (3.1.1 pav.), kurių pagrindu moreninės nuogulos buvo suskaidytos į litokompleksus, charakterizuotus pagal vyraujančias uolienų ir mineralų grupes. Tačiau reiktų pažymėti, kad moreninės medžiagos šaltiniais gali būti ne tik skirtingos sudėties prekvartero uolienos, bet ir ankstesnių apledėjimų ar jų tirpsmo vandens suklostytos nuogulos ir tarpledynmetinės nuosėdos, o mineralų šaltiniais – skirtingos uolienos, kas vėlgi gali apsunkinti jų skaidymą ir koreliaciją.

Mineralinė moreninių nuogulų sudėtis įvertinta tik 6 pajūrio grėžiniuose, tačiau statistinės analizės rezultatai rodo ryškesnius mineralinės (Paškauskaitė, Šinkūnas, 2014), nei petrografinės sudėties skirtumus tarp atskirų litokompleksų (3.1.1, 3.1.2 pav.). Tuo tarpu apskaičiuotos mineralinės sudėties vidurkinės reikšmės rodo įvairiaamžius kompleksus skiriantis tik kai kurių mineralų vidurkiniais kiekiais atskiruose litokompleksuose (3.1.1 lentelė). Bendra nustatyta vidutinė pajūrio įvairiaamžių moreninių nuogulų smėlio dalelių mineralinė sunkiosios frakcijos sudėtis yra tokia: rūdiniai mineralai – 15,7%, geležies oksidai ir hidroksidai – 7,8%, piritas – 10,3%, baltas piritas – 0,5%, leukoksenas – 3,4%, rutilas – 0,2%, cirkonas – 0,6%, staurolitas – 0,7%, distenas – 0,2%, turmalinas – 1,6%, granatai – 17,4%, apatitas – 0,5%, epidotas – 5,3%, fosfatai – 2,3%, amfibolai – 27,6%, piroksenai – 6,0%. Tyrimais nustatyta, kad litostratigrafiškai skaidant ir koreliuojant įvairiaamžes morenines nuogulas labiausiai tam tinka retų mineralų ar mineralų indikatorių ir jų tipomorfinių atmainų kiekių santykiai (Климашаускас, 1965, 1967; Гайгалас, 1979).



3.1.1 pav. Grėžinių, kuriuose atlikti moreninių nuogulų petrografinės ir mineraloginės analizės tyrimai, išsidėstymas plote ir detalesnių litologinių tyrimų plotai



3.1.2 pav. Pleistoceno moreninių nuogulų koreliacija pagal jų mineralinę sudėtį

3.1.1 lentelė. Skirtingų litokompleksų moreninių nuogulų smėlio frakcijos mineralinė sudėtis. Mineralų santrumpas pagal D. L. Whitney ir B. W. Evans (2010)

Moreninių nuogulų litokompleksai	VI	V	IV	III	II	I
Mėginių skaičius	5	9	14	21	9	8
Sunkiųjų mineralų vidurkiniai kiekiai (%)						
Ilmenitas ir magnetitas (Ilm)	16.78	15.06	12.46	17.36	14.90	17.86
Geležies oksidai ir hidroksidai (Feoh)*	18.04	4.98	3.06	7.95	11.52	8.04
Piritas (Py)	3.36	10.56	3.37	10.23	15.56	20.99
Baltas piritas (bPy)*	0.06	1.43	0.44	0.13	0.71	0.98
Leukoksenas (Lec)*	2.50	3.78	2.67	3.19	4.66	4.08
Rutilas (Rt)	0.06	0.28	0.27	0.06	0.20	0.13
Cirkonas (Zrn)	0.60	0.42	0.38	0.55	0.64	1.13
Staurolitas (St)	0.52	0.50	0.93	0.66	0.64	0.65
Distenas (Dis)*	0.06	0.36	0.18	0.08	0.37	0.31
Turmalinas (Tur)	2.16	1.86	1.69	1.84	1.17	0.93
Granatai (Grt)	17.24	15.49	23.24	16.71	15.42	13.76
Apatitas (Ap)	0.50	0.37	0.61	0.49	0.52	0.26
Epidotas (Ep)	4.26	6.48	7.99	4.16	4.11	3.94
Fosfatai (Phs)*	2.08	2.23	1.75	2.57	2.58	2.71
Amfibolai (Amp)	23.12	28.72	34.09	28.20	23.49	20.26
Piroksenai (Px)	8.66	7.50	6.86	5.81	3.51	4.03
Lengvųjų mineralų vidurkiniai kiekiai (%)						
Kvarcas (Qtz)	73.32	70.49	77.46	69.70	70.18	68.64
Feldšpatai (Fsp)	13.22	12.08	14.29	17.32	15.51	12.04
Biotitas (Bt)	1.16	0.63	0.45	0.27	0.84	0.43
Chloritas (Ch)*	0.00	0.23	0.00	0.00	0.09	0.04
Glaukonitas (Glt)	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42	4.09
Karbonatai (Crb)*	12.30	16.57	7.81	12.31	9.96	14.78

* mineralų nenurodytų D. L. Whitney ir B. W. Evans (2010) santrumpas

Įvairiaamžės moreninės nuogulos skiriasi mineralų atneštų iš Baltijos kristalinio skydo (fenoskandiškų), bet beveik neaptinkamų prekvarterinėse uolienose (amfibolų, piroksenų, granatų, turmalino ir kt.) bei vietinių mineralų

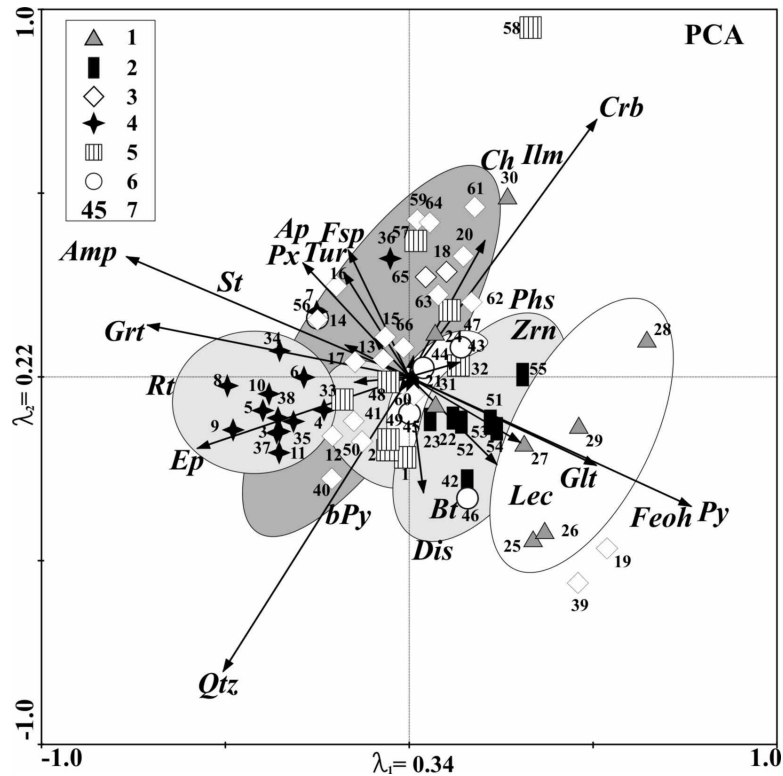
(glaukonito, piritu, geležies oksidų ir hidroksidų) kiekiais savo sudėtyje (Климашаускас, 1965, 1967).

V. Vonsavičius tyręs kvartero nuogulas vakarų Lietuvoje yra pastebėjęs, kad, mineralogiškai geriausiai išsiskiria Žemaitijos moreninės nuogulos (Вонсавичюс, 1969). Jos pasižymi didesniais staurolito, titano mineralų ar andalūzito, biotito kiekiais. Baltas piritas yra svarbus indikatorius atpažįstant Žemaitijos morenines nuogulas (Климашаускас, 1965; Вонсавичюс, 1969; Гайгалас, 1979), tačiau šio mineralo praktiškai nėra aptinkama kitų apledėjimų paliktose nuogulose. Tuo tarpu, pajūryje šis mineralas nedideliais kiekiais aptinkamas praktiškai visame pūvyje, nors didžiausi jo kiekiai fiksuojami apatinėje ir viršutinėje pūvio dalyse (3.1.2 pav.).

Mineralinės sudėties pagrindinių komponentų analizė (PCA) rodo įvairiaamžių moreninių nuogulų mėginius diagramoje grupuojantis išilgai pagrindinių komponentų – kvarco, piroksenų, geležies oksidų ir hidroksidų, amfibolų, granatų, epidoto ir karbonatų vektorių (3.1.3 pav.).

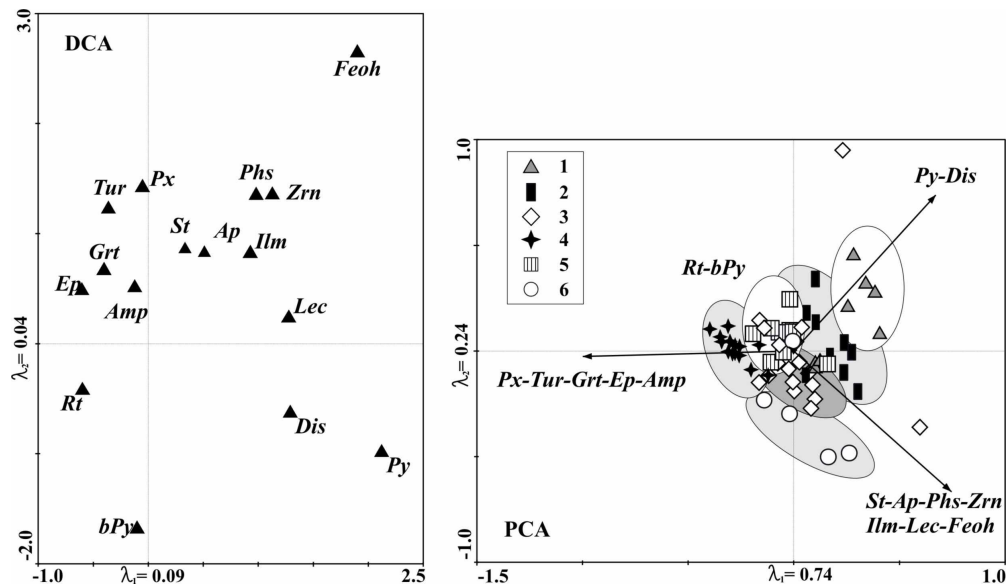
Moreninių nuogulų mėginių grupavimasis išilgai pagrindinės ašies $\lambda_1=0,34$ gradiento rodo, kad didžiausiais skirtumais išsiskiria I ir IV litokompleksams priskirtos nuogulos. Tuo tarpu kiti mėginiai koncentruojasi aplink diagramos centrą, rodydami nedidelius sudėties skirtumus tarp atskirų litokompleksų. Pagrindinių komponentų analizė taip pat rodo gan gerą koreliaciją tarp piritu, apatitu, turmalino, feldšpatų, staurolito, amfibolų ir granatų grupės mineralų (3.1.3 pav.). Panaši koreliacija yra nustatyta tarp geležies oksidų ir hidroksidų, glaukonito, leukokseno, biotito ir disteno mineralų. Tokia koreliacija rodo egzistuojant atitinkamas mineralų asociacijas susidariusias formuojantis moreninėms nuoguloms ir mineralogiškai charakterizuojant nuogulas leidžia jų skaičių sumažinti iki vyraujančių atskirose asociacijose. Sunkiųjų mineralų grupavimasis netrendinės atitikties analizės (DCA) diagramoje patvirtina šių mineraloginių asociacijų buvimą: 1) piroksenai-amfibolai-granatai-turmalinas-epidotas, 2) rutilas-baltas piritas, 3) distenas-piritas, 4) leukoksenas-cirkonas-staurolitas-

apatitas-fosfatai-ilmenitas ir magnetitas-geležies oksidai ir hidroksidai (3.1.4 pav.).



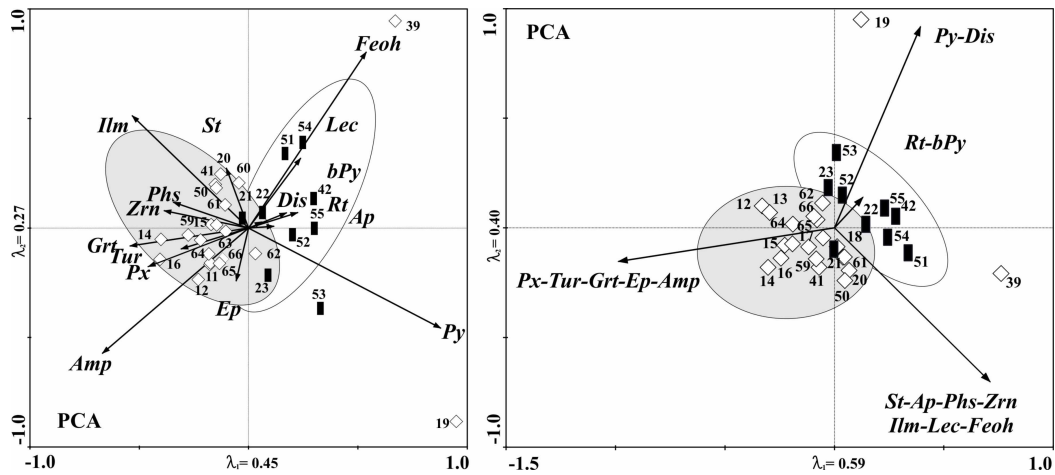
3.1.3 pav. Moreninių nuogulų mineralinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama (mineralų santrumpas žr. 3.1.1 lentelėje); moreninių nuogulų litokompleksai: 1-I, 2-II, 3-III, 4-IV, 5-V, 6-VI, 7-mėginio numeris

Todėl šių mineralų asociacijų kiekio santykiai ir pasitaravo nustatant įvairiaamžių moreninių nuogulų kompleksų mineralinės sudėties skirtumus. Labiausiai mineraline sudėtimi išsiskiria I ir IV litokompleksams priskirtos moreninės nuogulos (3.1.3, 3.1.4 pav.). Tuo tarpu, kitų litokompleksų moreninės nuogulų mineralinės sudėties skirtumai labiau išryškėja statistiškai išskirtų mineralų asociacijų pagrindu, nes bendroje PCA diagramoje (3.1.3 pav.) nuogulų mėginiai grupuojasi aplink diagramos centrą, o jų vietos persidengia. Dėl to įvairiaamžių moreninių nuogulų mineralinės sudėties kaitos įvertinimui papildomai buvo atlikta gretimų litokompleksų palyginamoji statistinė analizė.



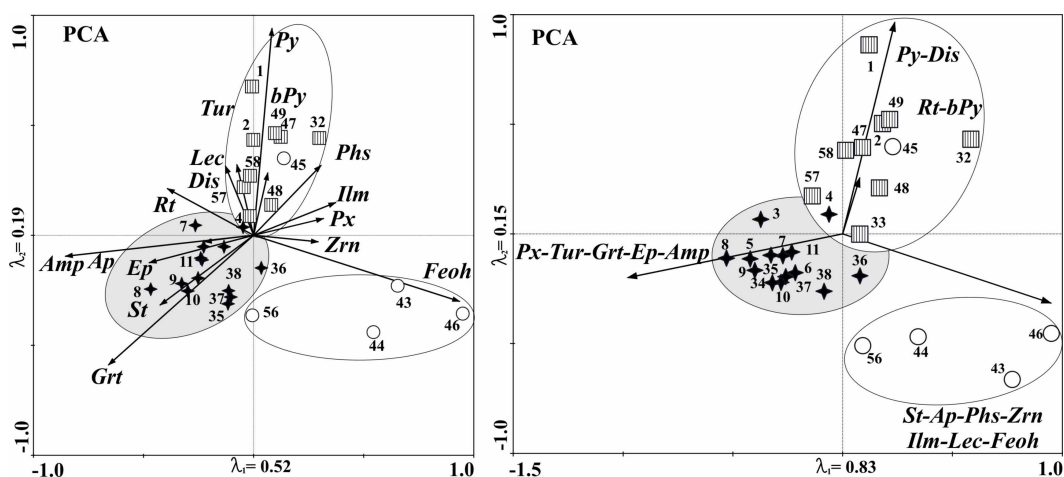
3.1.4 pav. Mineralų išsidėstymas netrendinės atitikties analizės (DCA) diagramoje ir moreninių nuogulų mėginių išsidėstymas pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagramoje pagal mineralų asociacijų kiekius (mineralų santrumpas žr. 3.1.1 lentelėje; litokompleksų numeracija 3.1.3 pav.)

Moreninės nuogulos priskirtos I, II ir III litokompleksams, slūgsantiems po plačiai išplitusių tarpmoreninių nuosėdų kompleksu, skiriasi trečiosios mineralų asociacijos (distenas-piritas) kiekio mažėjimu ir pirmosios asociacijos (piroksenas-amfibolai-granatai-turmalinas-epidotas) kiekio didėjimu jaunesnėse nuogulose (kylant pjūviu aukštyn) (3.1.4 pav.). I litokomplekso moreninės nuogulos mineralogiškai išsiskiria didžiausiais trečios ir mažiausiais pirmos mineralų asociacijų kiekiais (3.1.4 pav.). Virš I litokomplekso slūgsančių II ir III litokompleksų nuogulų vidurkinės reikšmės rodo mineralinės sudėties panašumą tarp jų (3.1.1 lentelė). Mėginių pasiskirstymas PCA diagramose sudarytose pagal bendrą mineralinę sudėtį ir pagal mineralų asociacijų kiekius (3.1.5 pav.) rodo, kad III litokomplekso nuogulos išsiskiria didesniais pirmos mineralų asociacijos kiekiais lyginant su žemiau slūgsančiomis II litokomplekso moreninėmis nuogulomis. Viršutinę pleistoceno nuogulų pjūvio dalį (virš gerai identifikuojamo tarpmoreninių nuosėdų kompleksu) dažniausiai taip pat sudaro trys, vizualiai skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai, priskirti IV, V ir VI litokompleksams.



3.1.5 pav. II ir III litokompleksų moreninių nuogulų mineralinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagramos sudarytos pagal bendrą mineralinę sudėtį ir pagal mineralų asociacijų kiekius (mineralų santrumpas žr. 3.1.1 lentelėje; litokompleksų ženklus žr. 3.1.3 pav.)

Jose stebimas pirmosios mineralų asociacijos kiekio mažėjimas, o ketvirtosios didėjimas (leukoksenas-cirkonas-stauroalitas-apatitas-fosfatai-ilmenitas-magnetitas-geležies oksidai ir hidroksidai) jaunesnėse nuogulose. Labiausiai mineraline sudėtimi skiriasi IV moreninis litokompleksas. Šio litokomplekso mėginiai grupuojasi į atskirą grupę išilgai pirmos mineralų asociacijos ašies (3.1.4, 3.1.6 pav.), rodydami didžiausius jų kiekius litokomplekso nuogulose visame nuogulų pjūvyje. Dabartinį reljefą formuojantis viršutinis, labiausiai išdūlėjęs VI litokompleksas, yra labiausiai praturtintas ketvirtos asociacijos mineralais, tuo tarpu V litokomplekso moreninės nuogulos pasižymi didesniais antrosios (rutilas-baltas piritas) ir trečiosios (disteteno-pirito) asociacijų mineralų kiekiais lyginant su aukščiau slūgsančiomis nuogulomis. Tokiu būdu, gauti mineralinės sudėties statistinės analizės rezultatai rodo skirtingo amžiaus morenines nuogulas skiriantis statistiškai išskirtų asociacijų mineralų kiekiais. Labiausiai moreniniai litokompleksai skiriasi pirmos asociacijos (fenoskandiškų) mineralų kiekių didėjimu jaunesnėse nuogulose, tačiau du jauniausių moreninių nuogulų litokompleksai, slūgsantys pleistoceno storumės viršutinėje dalyje, pasižymi mažesniu šios asociacijos kiekiu.



3.1.6 pav. IV, V, VI litokompleksų moreninių nuogulų mineralinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagramos sudarytos pagal bendrą mineralinę sudėtį ir pagal mineralų asociacijų kiekius (mineralų santrumpas žr. 3.1.1 lentelėje; litokompleksų ženklus žr. 3.1.3 pav.)

Petrografinė moreninių nuogulų sudėtis. Su stratigrafinio pobūdžio problemomis skaidant ir koreliuojant pleistoceno nuogulas, ypač morenines plote buvo susidurta jau ankstesnių tyrimų metu. Bandymai spręsti šią problemą taikant tradicinius tyrimo būdus – daugiausia moreninių nuogulų petrografinės analizės rezultatus, pasirodė esą mažiau efektyvūs, lyginat su kitais Lietuvos regionais (Bitinas et al., 2011; Bitinas et al., 1999; Gaigalas et al., 1997; Малинаускас и др., 1986; Шинкунас, 1994). Taip yra dėl to, kad įvairiaamžės moreninės nuogulos čia pasižymi labai kaičia arba kitose vietose priešingai – labai panašia petrografine sudėtimi, kas išties apsunkina moreninių nuogulų sluoksnių stratigrafinį skaidymą bei koreliaciją ir vargu ar gali pasitarnauti kaip išskyrimo kriterijai (Bitinas et al., 2011).

Petrografinės analizės rezultatai rodo, kad pajūrio įvairiaamžės moreninės nuogulos pasižymi labai panašia petrografine sudėtimi, besiskiriančia tik nedideliais kai kurių komponentų vidutiniais kiekiais atskiruose litokompleksuose. Jų sudėtyje vyrauja klintis (ypač silūro), kristalinės uolienos ir dolomitas (3.1.2 lentelė). Bendra nustatyta vidutinė įvairiaamžių moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo frakcijų sudėtis pajūrio

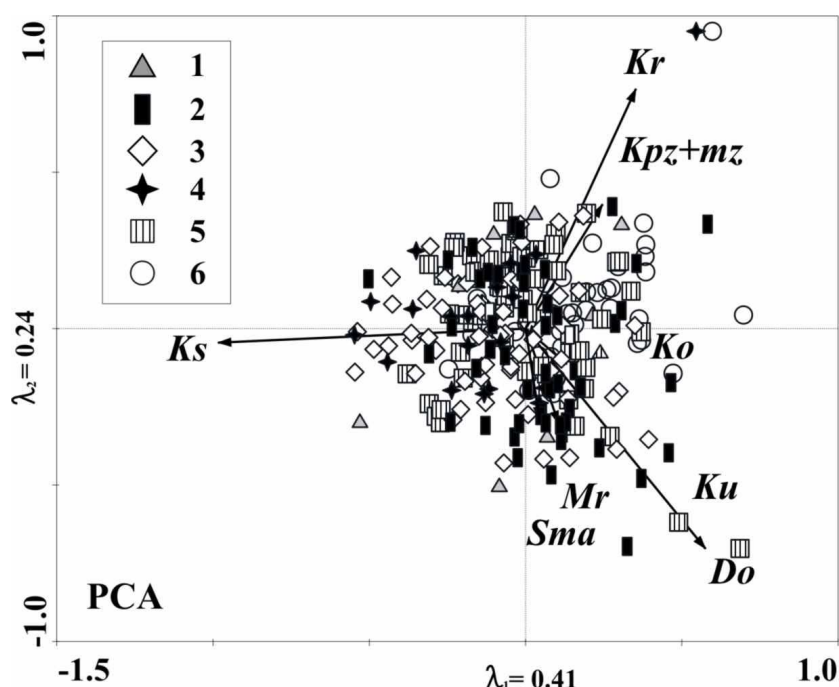
pjūviuose yra tokia: silūro klintis – 34,87%, kristalinės uolienos – 25,64%, dolomitas – 16,12%, kitos (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus) klintys – 14,09%, smiltainiai ir aleurolitai – 4,31%, ordoviko klintis – 0,65%, mergelis – 2,43%. V. Vonsavičius (Вонсавичюс, 1984) tyręs pajūrio kvartero nuogulų sandarą yra pastebėjęs, kad viršutinėje pleistoceno nuogulų pjūvio dalyje slūgsančios Varduvos, o virš jos Grūdės apledėjimų moreninės nuogulos pasižymi per pus mažesniu dolomito kiekiu, bet dvigubai didesniu silūro klinties kiekiu lyginant su žemiau slūgsančiomis Žemaitijos apledėjimo moreninėmis nuogulomis (apatinė pleistoceno storumės dalis).

3.1.2 lentelė. Įvairiamžių moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinė sudėtis (vidutiniai kiekiai, %)

Moreninių nuogulų litokompleksai	VI	V	IV	III	II	I
Mėginių skaičius	39	66	19	61	55	11
Uolienos ir jų grupės (skliausteliuose santrumpa) kiekis %						
Kristalinės uolienos (Kr)	28.08	25.76	24.84	24.60	25.44	24.38
Smiltainis ir aleurolitas (Sma)	4.29	3.23	5.35	4.08	4.70	8.39
Dolomitas (Do)	17.93	15.65	11.21	15.90	18.19	12.01
Silūro klintis (Ks)	26.45	35.57	41.15	39.70	32.64	34.06
Kitos (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus) klintys (Kpz+mz)	19.63	16.67	12.81	11.83	10.46	11.83
Ordoviko klintis (Ko)	0.44	0.38	0.39	0.65	1.07	1.36
Mergelis (Mr)	1.46	1.04	1.67	1.92	4.93	5.84
Kitos uolienos (Ku)	1.73	1.70	2.59	1.32	2.58	2.13

Petrografinės sudėties vidutiniai kiekiai rodo, kad silūro klinties kiekiai kelis kart viršija dolomito kiekius moreniniuose litokompleksuose pajūryje (3.1.2 lentelė).

Pagrindinių komponentų analizė rodo mėginius grupuojantis išilgai pagrindinių komponentų – klinties, ypač silūro, dolomito ir kristalinių uolienu vektorių (3.1.7 pav.). Tokia mėginių koncentracija aplink diagramos centrą bei įvairiam žių moreninių nuogulų mėginių persidengimas PCA diagramoje rodo petrografinės sudėties nepastovumą bei artimumą vidurkinėms reikšmėms, greičiausiai nulemtą pasikartojančių ledynų slinkimo kryptių bei prekvartero uolienu paplitimo. Petrografinės sudėties skirtumų tarp moreninių nuogulų litokompleksų įvertinimui buvo atlikta gretimų litokompleksų palyginamoji pagrindinių komponentų analizė (PCA).

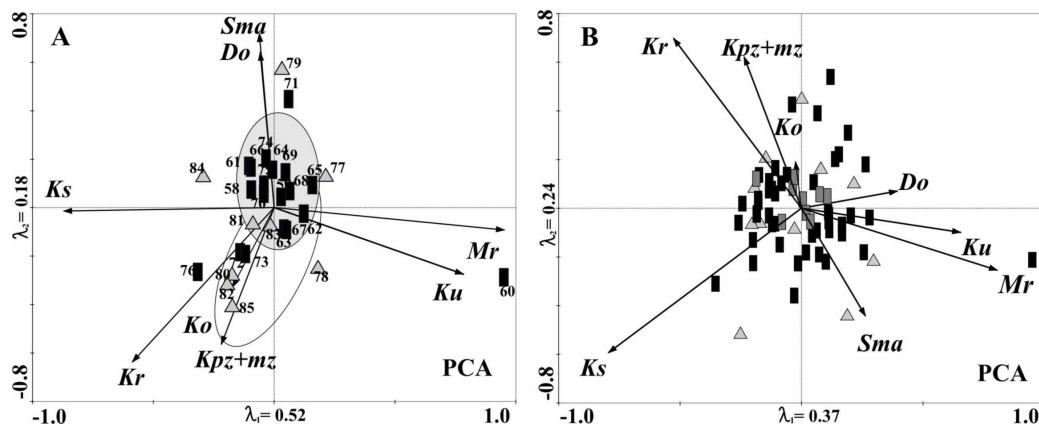


3.1.7 pav. Moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama (uolienu santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje); moreninių nuogulų litokompleksai: 1-I, 2-II, 3-III, 4-IV, 5-V, 6-VI

Dėl sporadiško I litokomplekso moreninių nuogulų paplitimo pleistoceno stovimeje, jų petrografinės sudėties charakteristika yra pateikiama remiantis vieno geologinio pjūvio, einančio išilgai Baltijos jūros kranto (I-I') pavyzdžiu (3.1.1, 3.1.8 pav.), juos papildant tik keleto grėžinių, išsidėsčiusių toliau į rytus nuo šio profilio duomenimis. Kituose grėžiniuose šio

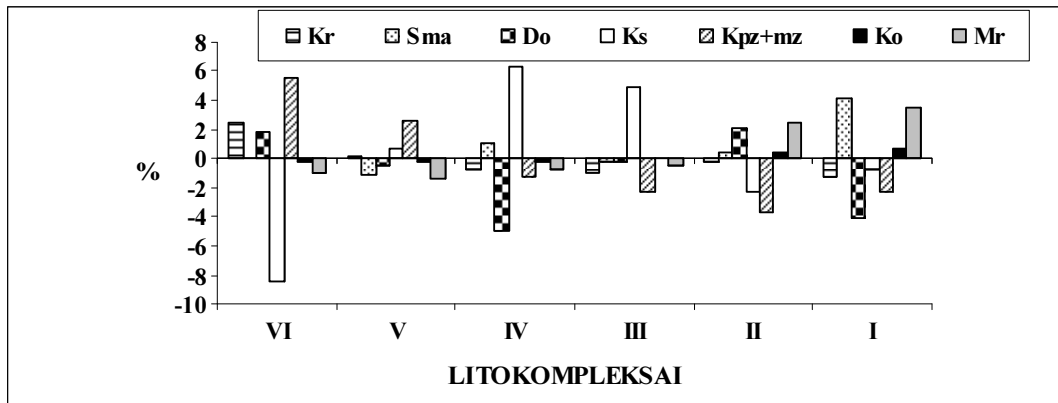
litokomplekso moreninių nuogulų petrografinė sudėtis nebuvo įvertinta dėl duomenų trūkumo.

I ir II moreninių nuogulų litokompleksų visų mėginių sugretinimas rodo petrografinės sudėties nepastovumą šiuose litokompleksuose (3.1.8B pav.). Petrografiškai ištirto I-I' geologinio pjūvio (3.1.1 pav.), I litokomplekso mėginiai PCA analizės diagramose grupuojasi išilgai ordoviko, kitų (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus), silūro klinčių ir mergelio vektorių (3.1.8A pav.), atspindinčių jų kiekio padidėjimą bei dolomito sumažėjimą lyginant su jas dengiančiosiomis II litokomplekso moreninėmis nuogulomis.



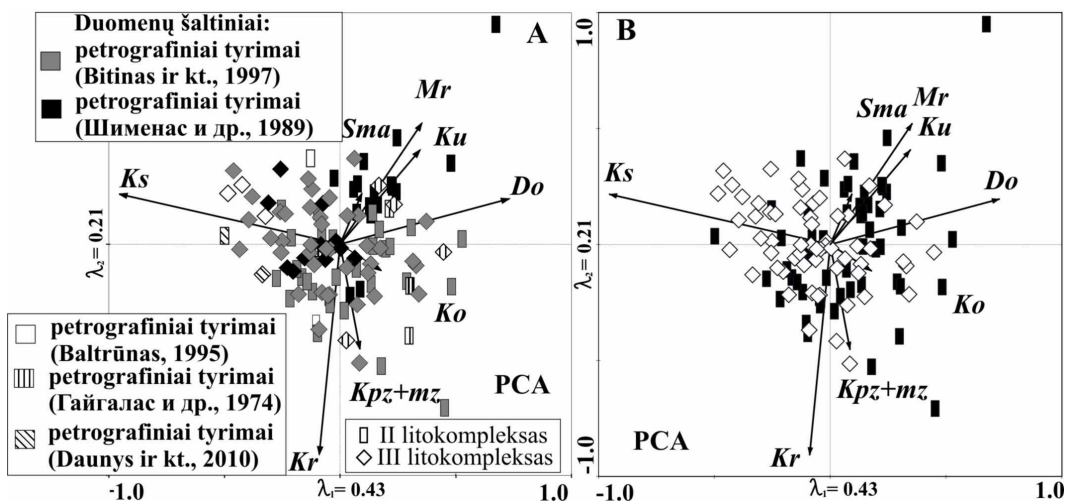
3.1.8 pav. I ir II litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagramos: (A) išilgai Baltijos jūros kranto einančiame geologiniame pjūvyje I-I', (B) visame tyrimų plote (uolienuų santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje; litokompleksų ženklus žr. 3.1.7 pav.)

Vidurkinės I litokomplekso komponentų reikšmės rodo didžiausius smiltainio, mergelio ir ordoviko klinčių kiekius lyginant su visais kitais moreninių nuogulų litokompleksais pleistoceno nuogulų stovymėje (3.1.9 pav., 3.1.2 lentelė). II ir III litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties įvertinimas atliktas remiantis jau gausesniais tyrimų duomenimis, įtakotais didesnio jų paplitimo plote.



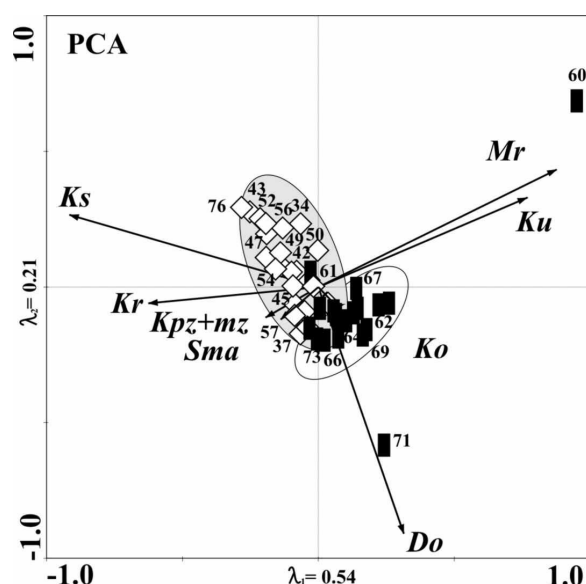
3.1.9 pav. Moreninių nuogulų petrografinės sudėties skirtumai nuo vidurkinių reikšmių skirtinguose litokompleksuose (uolienuų santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje)

II ir III litokompleksų nuogulų visų mėginių sugretinimas nerodo labai ryškių petrografinės sudėties skirtumų (3.1.10 pav.), nors vietomis šie litokompleksai atskirti tarpmoreninių nuogulų storyme, kurios storis svyruoja nuo 0,5 iki 33 m. Ryškiausi šių litokompleksų skirtumai stebimi geologiniame pjūvyje I-I' einančiame išilgai Baltijos jūros kranto (3.1.11 pav.), o tolstant nuo kranto link Žemaičių aukštumos (į rytus) šie skirtumai niveliuojasi ir sudėtis tampa labiau kaiti.



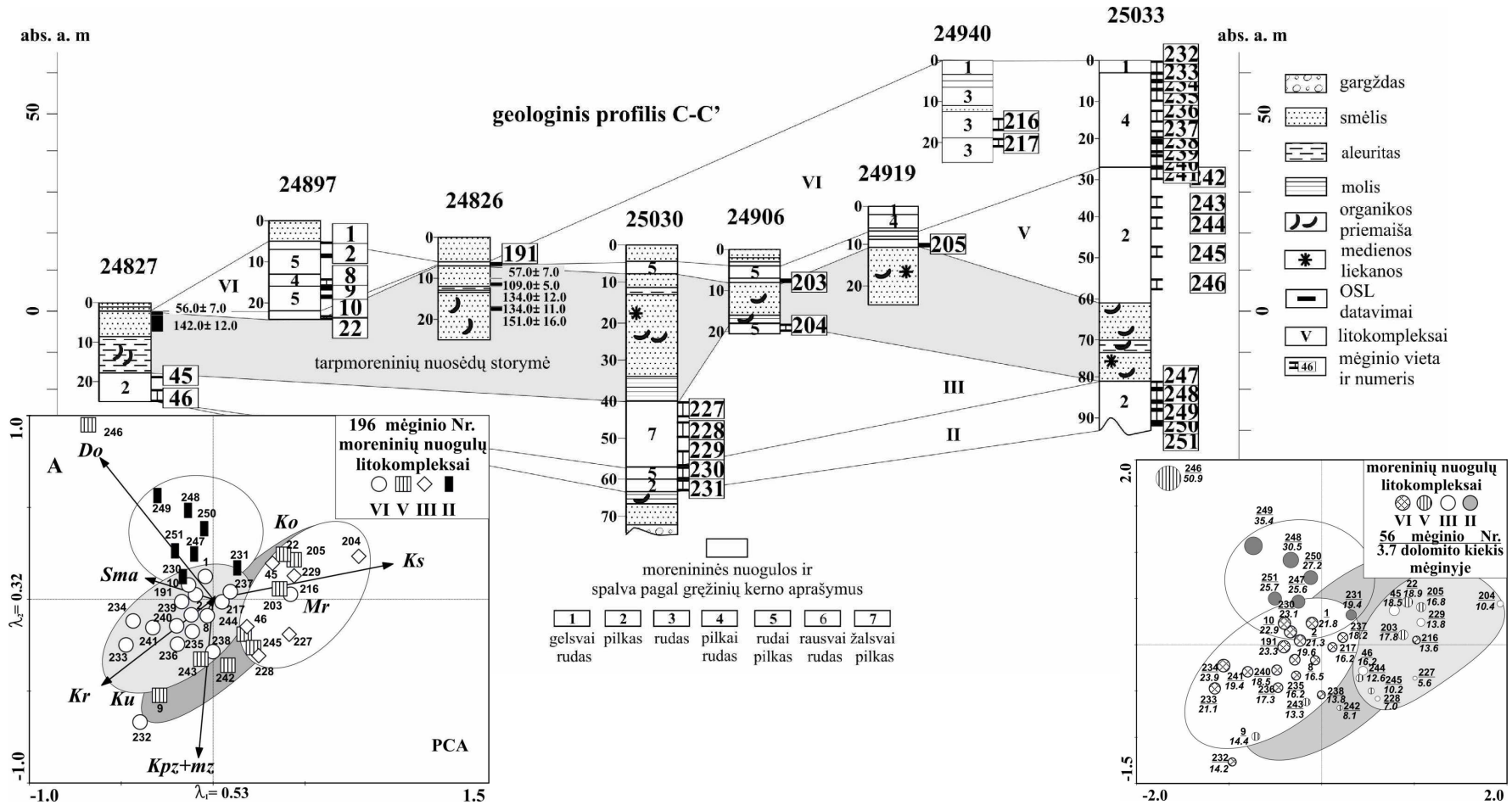
3.1.10 pav. II ir III litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagramos; (A) pagal skirtingus autorius, (B) visų mėginių tyrimų plote; (uolienuų santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje; litokompleksų ženklus žr. 3.1.7 pav.)

Diagramose šių litokompleksų moreninių nuogulų mėginiai išsibarsto, persidengdami, kas rodo jų sudėties nepastovumą, greičiausiai, kaip dauguma tyrėjų pažymi, nulemtą nevienodos vietinės pokvarterinės ar kvarterinės medžiagos priemaišos, ar išluistavimo procesų (3.1.10 pav.) (Bitinas ir kt., 1997; Вонсавичюс, 1967). Tam, kad išsiaiškinti ir išryškinti egzistuojančius moreninių nuogulų petrografinės sudėties skirtumus tarp litokompleksų, o tuo pačiu ir palengvinti moreninių nuogulų skaidymą ir koreliaciją plote, tyrimai buvo koncentruoti į mažesnius detalių tyrimų plotus, juose sudarant geologinius profilius, ir atskirai juose esančius duomenis statistiškai apdorojant (3.1.12, 3.1.13, 3.1.14 pav.).



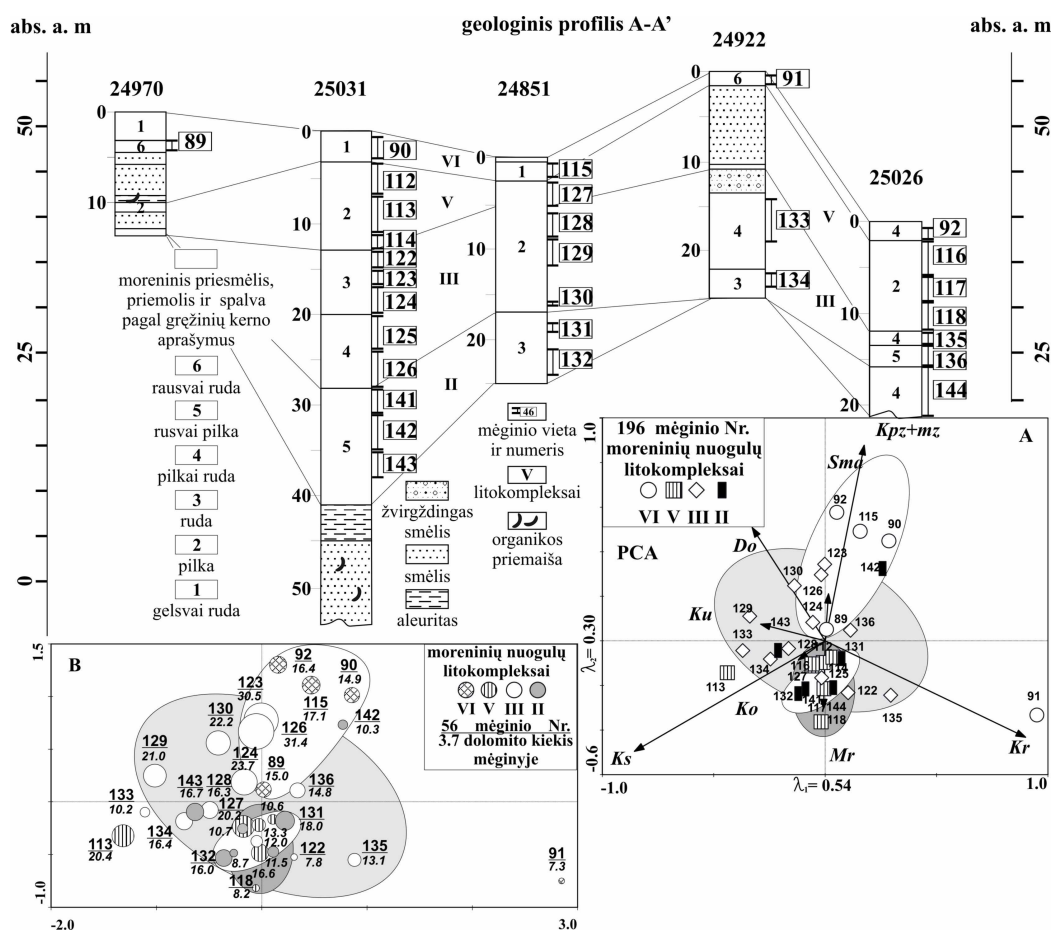
3.1.11 pav. II ir III litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties geologiniame pjūvyje (I-I'), einančiame išilgai Baltijos jūros kranto pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama (uolienu santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje; litokompleksų ženklus žr. 3.1.7 pav.)

Tokiu būdu, II ir III litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties PCA, atliktos atskiriems plotams, rezultatai rodo, kad II ir III litokompleksų moreninės nuogulos skiriasi dolomito ir silūro klinčių kiekiu santykiškai pleistoceno nuogulų stovymėje. Šių litokompleksų moreninių nuogulų mėginiai grupuojasi sudarydami atskiras grupes ties dolomito (II litokompleksas) ir silūro klinčių ašimis (III litokompleksas) rodydami jų padidintus kiekius moreninėse nuogulose (3.1.12, 3.1.13, 3.1.9 pav.).



3.1.12 pav. Moreninių nuogulų koreliacija C-C' geologiniame profilyje; A) moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama ir B) dolomito kiekio reikšmės moreninėse nuogulose (uolienu santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje)

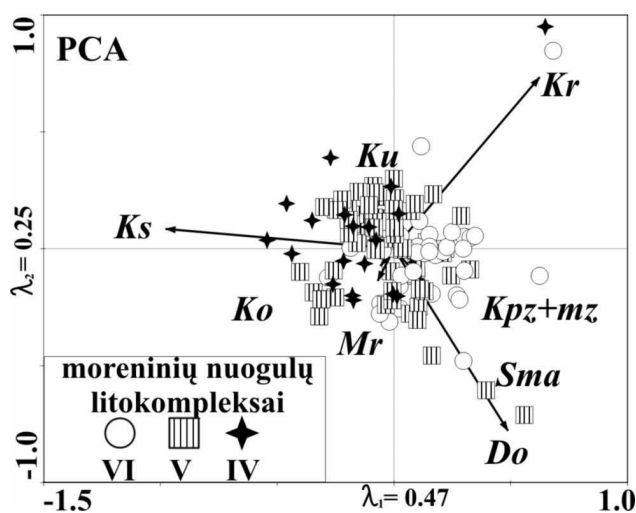
Vidurkinės II litokomplekso komponentų reikšmės rodo didžiausius dolomito kiekius pjūviuose lyginant su kitų litokompleksų nuogulomis, o III litokomplekso nuogulų sudėtis gan artima vidurkinėms pleistoceno moreninių nuogulų petrografinės sudėties reikšmėms, išskyrus silūro ir kitų (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus) klinčių kiekius (3.1.9 pav., 3.1.2 lentelė). Tačiau pasitaiko atvejų, kai III litokomplekso moreninėse nuogulose dolomito nuolaužų kiekis yra gerokai didesnis (3.1.14 pav.).



3.1.14 pav. Moreninių nuogulų koreliacija geologiniame profilyje A-A'; A) moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama ir B) dolomito kiekio reikšmės moreninėse nuogulose (uolienuų santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje)

Trys aukščiau slūgsantys moreninių nuogulų kompleksai, nuo žemiau slūgsančių moreninių nuogulų daug kur atskirti plačiai išplitusios tarpmoreninių nuosėdų storymės, sudaro viršutinę pleistoceno nuogulų

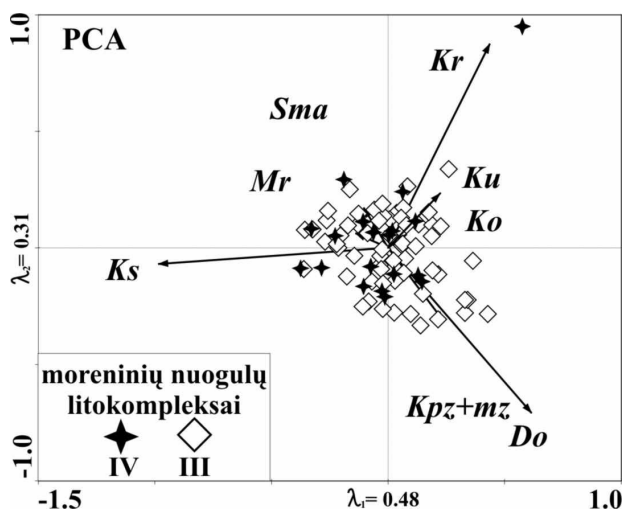
storumės dalį. IV, V ir VI litokompleksų moreninių nuogulų sudėtis nežymiai skiriasi dolomito, kristalinių uolienu ir silūro klinčių kiekiais (3.1.15 pav.). Dolomito, kristalinių uolienu bei kitų (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus) klinčių kiekio didėjimas, o taip pat silūro klinčių ir smiltainių mažėjimas yra stebimas kylant pjūviu į viršų (3.1.9, 3.1.15 pav., 3.1.2 lentelė). IV litokomplekso moreninės nuogulos plote paplitusios ribotai, aptinkamos siaurame ruože išilgai Baltijos jūros kranto ir jų slūgsojimo sąlygas geriausiai atspindi I-I' geologinis pjūvis (3.1.1 pav.).



3.1.15 pav. Viršutinės pleistoceno storumės dalies IV, V, VI litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama (uolienu santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje)

Jų išskyrimas pirmiausiai buvo paremtas tarpmoreninių nuogulų slūgsančių virš ir po šiuo moreninių nuogulų litokompleksu OSL datavimo duomenimis (Damušytė ir kt., 2011; Molodkov et al., 2010). Atsižvelgiant į nuogulų vizualines savybes, slūgsojimo sąlygas bei litologinių tyrimų duomenis jos buvo išskirtos ir kitų

gręžinių pjūviuose. Ribotas jų išplitimas nulėmė ir mažesnę jų ištirtumo laipsnį. PCA diagramos rodo, kad šio litokomplekso nuogulos petrografiškai yra artimos giliau slūgsančioms III litokomplekso moreninėms nuoguloms. Petrografiškai charakterizuoto I-I' geologinio pjūvio (3.1.16 pav.) III ir IV litokompleksų mėginių sugretinimas taip pat rodo šių kompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties panašumą, nors didesnė IV litokomplekso mėginių dalis projektuojasi ant silūro klinčių ir smiltainio vektorių. IV litokompleksas išsiskiria mažiausiais vidurkiniais dolomito (vos virš 10%) ir didžiausiais silūro klinčių (virš 40%) kiekiais (3.1.9 pav., 3.1.2 lentelė).

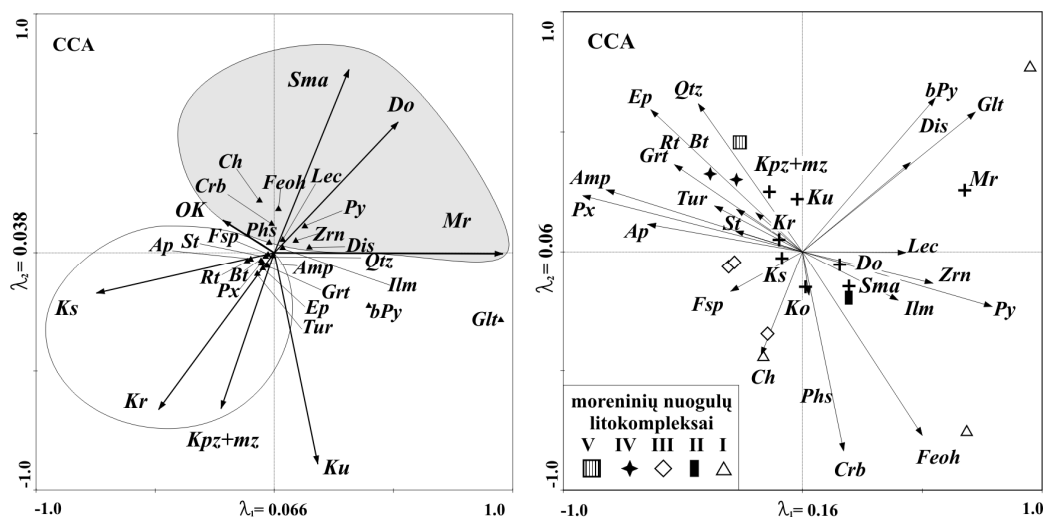


3.1.16 pav. Geologinio pjūvio I-I' einančio išilgai Baltijos jūros kranto III ir IV litokompleksų moreninių nuogulų petrografinės sudėties pagrindinių komponentų analizės (PCA) diagrama (uolienuų santrumpas žr. 3.1.2 lentelėje)

oksidais ir hidroksidais, cirkonu, glaukonitu, o slenkant per silūro, kitų (vėlyvojo paleozojaus ir mezozojaus) klinčių bei kristalinių uolienuų išplitimo plotus, moreninių nuogulų mineralinėje sudėtyje padidėjo kvarco, feldšpatų, epidoto grupės mineralų, granatų, amfibolų, piroksenų ir turmalino (daugiausiai fenoskandiškų mineralų) kiekiai.

Tokiu būdu, gauti tyrimų rezultatai rodo pajūryje egzistuojant petrografinės sudėties panašumus tarp įvairiaamžių moreninių nuogulų. Ir nors mineralogiškai išanalizuotas ir jų pagrindu suskaidytas tik vienas pjūvis pajūryje, tačiau rezultatai rodo, kad moreninių nuogulų mineralinė sudėtis yra labiau diferencijuota, įvairiaamžės moreninės nuogulos pasižymi pakankamai ryškiais mineralinės sudėties skirtumais, kurie leidžia skaidyti ir koreliuoti moreninių nuogulų pjūvius. Petrografinės sudėties statistinis įvertinimas rodo, kad pagal petrografinę sudėtį įvairiaamžės moreninės nuogulos geriau skaidosi ir koreliuojasi atskiruose geologiniuose profiliuose. Jos skiriasi silūro klinties, dolomito ir kristalinių uolienuų kiekiais.

Daug kur šių litokompleksų atskyrimą palengvina ir tarp jų slūgsanti tarpmoreninių nuogulų, praturtintų organine medžiaga, storymė. Trijų gręžinių moreninių nuogulų mineralinės ir petrografinės sudėties kanoninės atitikties analizės diagrama (CCA) rodo (3.1.17 pav.), kad ledynams slenkant nuosėdinėmis uolienomis (dolomitu, mergeliu ir smiltainiu) ir jas egzaruojant, moreninės nuogulos praturtėjo leukoksenu, piritu, geležies



3.1.17 pav. Įvairiaamžių moreninių nuogulų mineralinės ir petrografinės sudėties kanoninės atitikties analizės (CCA) diagramos (mineralų, uolienu santrumpas žr. 3.1.1, 3.1.2 lentelėse)

Išryškėję petrografinės sudėties skirtumai tarp atskirų litokompleksų didesniame plote niveliuojasi, todėl petrografiškai pajūrio moreninės nuogulos nerodo ryškių sudėties skirtumų. Gauti moreninių nuogulų petrografinės sudėties rezultatai neleidžia nustatyti ledynų slinkimo krypčių. Galbūt pajūrio geologinėmis sąlygomis tai leistų detalesnis kristalinių uolienu skirstymas.

3.2 Moreninių nuogulų vizualinės-litologinės savybės

Tuose pajūrio grėžinių pjūviuose, kuriuose nebuvo atlikti petrografiniai ir mineraloginiai tyrimai, pleistoceno nuogulos buvo stratigrafiškai skaidomos ir pagal vizualinius-litologinius požymius bei jų slūgsojimo sąlygas, koreliuojant jas su petrografiškai ir mineralogiškai ištirtomis. Tokiu būdu buvo nustatyta ir vizualinė-litologinė moreninių nuogulų charakteristika. Būdingi vizualiniai-litologiniai požymiai charakteringi atskiriems litologiniams kompleksams buvo nustatyti išanalizavus pajūrio grėžinių kerno aprašymus. Ypatingas dėmesys buvo kreipiamas į moreninių nuogulų spalvą ir kitas fizines savybes, kurios, nesant daugiau jokios kitos geologinės informacijos, galėtų pasitarnauti kaip vienas iš galimų kriterijų, leidžiančių suskaidyti ir

sukoreliuoti įvairiaamžes morenines nuogulas. Ankstesnių tyrimų rezultatai parodė, kad moreninių nuogulų spalva yra gan svarbus požymis gretinant glacialinių nuogulų pjūvius (Bitinas ir kt., 2000; Вонсавичюс, 1967). Buvo pastebėta, kad daugelyje pajūrio grėžinių pjūvių (viršutinėje dalyje), gelmėjant vertikalia kryptimi, atskirų sluoksnių nuogulų spalva kinta dėsningai nuo gelsvai rusvos paviršiuje slūgsančių sluoksnių iki pilkai rudos ar rudai pilkos gilesnių sluoksnių. Pagaliau giliausiai slūgsančio moreninių nuogulų sluoksnio spalva dažniausiai yra pilka. Giliau slūgsančios moreninės nuogulos pasižymi ir didesniu kietumu, nei aukščiau slūgsančios. Tačiau jokių nuogulų spalvos kitimo dėsningumų nebuvo pastebėta apatinėje pleistoceno nuogulų storumės dalyje (Bitinas ir kt., 2000). Tuo tarpu pajūrio kvartero nuogulų sandarą tyręs V. Vonsavičius (Вонсавичюс, 1967) teigė, kad vizualiai plote geriausiai išsiskiria plačiai išplitusios vidurinio pleistoceno Žemaitijos apledėjimo moreninės nuogulos (apatinė pleistoceno pjūvio dalis). Jos pasižymi ruda spalva (vietomis įgaunančia įvairius atspalvius) bei didesniu kompaktiškumu. Tačiau virš šio atraminio moreninių nuogulų litokomplekso slūgsančių dviejų moreninių nuogulų kompleksų (Kurzemės ir Akmenos) koreliacija kėlė sunkumų. Pagal V. Vonsavičių, šiuos litokompleksus sudarančios moreninės nuogulos yra vizualiai labai panašios, todėl jų atskyrimas galimas tik kruopščios geologinių pjūvių struktūrinės-facijinės analizės pagalba (Вонсавичюс, 1967). Toks skirtingas vizualinių-litologinių pleistoceno moreninių nuogulų charakteristikų traktavimas byloja apie nuogulų stratigrafinio skaidymo ir koreliacijos problematiškumą pajūryje.

Grėžinių kerno aprašymų analizė rodo pleistoceno pjūviuose dominuojant daugiau pilkos spalvos įvairiaamžes morenines nuogulas, neretai įgaunančias įvairius atspalvius (rusvą, gelsvą, žalsvą, melsvą ar net juosvą). Labai dažnai mineralogiškai ir petrografiškai ištirtų grėžinių pjūviuose, tam pačiam moreniniam litokompleksui priskirtinos nuogulos pasižymi spalvos nepastovumu. To priežastimis gali būti grėžinių kerno aprašymų nevienodas detalumas ir subjektyvus vizualinių-litologinių savybių traktavimas, o taip pat nevienoda prekvarterinės ir senesnės ledyninės medžiagos priemaiša ir

išluistinimas. Dažnai vizualiai skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai yra apjungti į vieną litologinį moreninių nuogulų kompleksą pagal nuogulų medžiaginę sudėtį ir slūgsojimo sąlygas, todėl ne tik spalvos, bet ir sudėties nepastovumas tame pačiame litologiniame komplekse gali apsunkinti nuogulų koreliaciją. Geriausiai plote vizualiai išsiskiria paviršiuje slūgsančios viršutinio VI litokomplekso, moreninės nuogulos, mat jos dažniausiai esti išdūlėjusios, neretai dėmėtos tekstūros bei pasižyminčios gelsvai rusva spalva. II ir III litokomplekso moreninės nuogulos išsiskiria didžiausiu sutankėjimo laipsniu (kompaktiškumu) lyginant su kitais moreninių nuogulų litokompleksais. Daug kur jos įgauna rusvą atspalvį, tuo tarpu V litokomplekso moreninės nuogulos pasižymi smėlingų tarp sluoksnių ir lęšių bei senesnių ledyninių nuogulų luistų gausumu.

I litologinį kompleksą sudaro rusvai ar žalsvai, vietomis net juosvai pilkas, rečiau rudas, vietomis masyvus, sutankėjęs moreninis priemolis ar priemolis su žvirgždo gargždo priemaiša, dažniausiai iki 5-10%, nors retkarčiais stambianuolaužinės medžiagos kiekis viršija ir 20-40% (pvz. grėž. 26566, 10433). Moreninėse nuogulose dažnai pasitaiko įvairaus dydžio kvarterinio smėlio ir aleurito ar prekvarterinio smiltainio ir argilito intarpų bei luistų.

II litokomplekso moreninių nuogulų spalva labai kaiti. Išilgai Baltijos jūros kranto einančiame geologiniame pjūvyje I-I' (3.1.1 pav.) pasižymi daugiau rudomis, rečiau rusvai pilkomis spalvomis. Sausumos link (rytų kryptimi) moreninių nuogulų spalva tampa nepastovi ir kinta nuo rudos iki pilkos, vyraujant įvairiems (pilkiems, rudiems ar retkarčiais net žalsviems) atspalviams. Litologiškai tai smulkus ar rupus, masyvus, labai/ sutankėjęs (kompaktiškas) moreninis priemolis ar priemolis, su žvirgždo, gargždo priemaiša iki 10-15%, nors neretai jų kiekis sumažėja ir nesiekia net 10% arba atvirkščiai, išauga iki 40-50% (pvz. grėž. 25027). Nuogulose neretai aptinkami smėlio, aleurito, molio intarpai ir lęšiai bei vietomis prekvarterinių uolienu luistai (pvz. grėž. 25775).

III litokompleksą sudaro rusvai pilkas, žalsvai pilkas, rečiau rusvas su pilku atspalviu, smulkus ar rupus, sutankėjęs moreninis priemolis ir priemolis su žvirgždo ir gargždo priemaiša iki 10%. Nuogulose taip pat dažni smėlio, aleurito, molio intarpai ir lėšiai.

IV litokomplekso moreniniam priemoliui ir priemoliui būdinga žalsvai pilka ar pilkšvai rusva spalva, nuogulos vietomis dėmėtos, masyvios tekstūros, su žvirgždo ir gargždo priemaiša dažniausiai iki 5%.

V litokompleksą sudaro dažniau pilkas moreninis priemolis ir priemolis su rusvais, rečiau žalsvais ar juosvais atspalviais, įvairaus rupumo, masyvios tekstūros, sutankėjęs su žvirgždo ir gargždo priemaiša iki 5-10%, vyraujant nuosėdinių uolienuų nuolaužoms. Nuogulos pasižymi įvairios litologinės sudėties nuogulų lėšių, intarpų ir tarp sluoksnių gausa.

VI litokomplekso moreninės nuogulos neretai išdūlėjusios. Joms daugiau būdinga gelsvai ruda, vietomis įgaunanti pilkšvai rudą ar net tamsiai pilką atspalvį, neretai dėmėta (įvairių atspalvių dėmės, kai kur dėl kitokios spalvos moreninės medžiagos gniutulų). Litologiškai tai masyvios tekstūros įvairaus rupumo moreninis priemolis ir priemolis su žvirgždu ir gargždu, kurių priemaiša dažniausiai neviršija 3-8%.

Apibendrinant galima teigti, kad dėl vizualinių-litologinių moreninių nuogulų savybių, ypač spalvos nepastovumo sluoksnių viduje tiek vertikaliai pjūvyje, tiek ir plote, įvairiam žmonių moreninių nuogulų skaidymas ir koreliacija pajūryje, remiantis tik vizualinėmis savybėmis, yra komplikotas. Tačiau, vietomis, gali pasitarnauti kaip kriterijus stratigrafiškai skaidant ir koreliuojant morenines nuogulas. Tai lėmė, greičiausiai skirtingas, subjektyvus ir ne visada detalus grėžinių kerno aprašymas, panaši prekvarterinių uolienuų sudėtis ir geologiniai procesai (išluistinimas, dūlėjimas ir t. t.).

3.3 Tarpmoreninių nuogulų tyrimų rezultatai ir jų panaudojimas pleistoceno nuogulų stratigrafijai

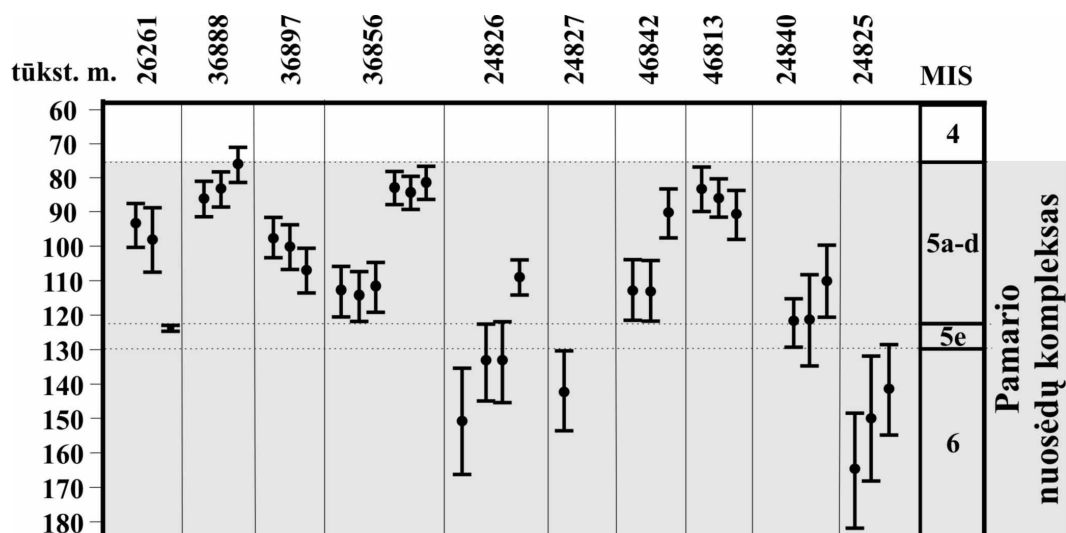
Litologinių kriterijų pagalba išskirtų moreninių nuogulų litokompleksų, o taip pat ir visų pleistoceno nuogulų amžiaus bei jų stratigrafinės padėties interpretacijoms pagalbėjo turimi tarpmoreninių nuogulų biostratigrafinių ir geochronologinių tyrimų rezultatai (3.3.1 lentelė).

3.3.1 lentelė. Tarpmoreninių nuosėdų absoliutaus amžiaus datavimo (OSL ir IR-OSL) rezultatai

Gręžinio Nr.	Data, tūkst. m.	Šaltinis	Gręžinio Nr.	Data, tūkst. m.	Šaltinis
26261	94±7,3 98±8,9 124±0,4	Kondratienė ir kt., 2003	46813	83,6±6,7 90,7±7,5 86,4±5,8	Damušytė ir kt., 2011
24825	71±5,0 141±14,0 150±18,0 164±19,0	Bitinas ir kt., 1997	46766	43,7±4,0 48,4±4,5 48,8±6,2	
24826	57±7,0 109±5,0 134±12,0 134±11,0 151±16,0		46842	90,8±6,9 113,0±8,6 113,1±8,5	
24827	56±7,0 142±12,0		36856	81,6±5,2 84,2±5,3 82,2±5,2 112,1±7,3 114±7,4 113,1±7,3 107,5±7,2 103,1±6,9 121,9±8,2	Molodkov et al., 2010; Bitinas et al., 2011
24840	110±11,0 121±14,0 122±7,0		36888	86,4±5,5 76,5±4,9 82,6±5,3	
25030	>150,0	36897	97,5±6,2 100,7±6,3 107,3±6,7		

Pajūrio pleistoceno nuogulų stratigrafinės interpretacijos yra paremtos tarpmoreninių nuogulų, ypač vienos plačiai išplitusios, bet gerai litologiškai identifikuojamos pajūryje tarpmoreninių nuosėdų storumės absoliutaus amžiaus datavimo (3.3.1 pav.), paleobotaninių tyrimų rezultatais bei jų slūgsojimo sąlygomis, o taip pat ir palinologiškai ištirtų Butėnų tarpledynmečio nuosėdų slūgsojimo sąlygomis, pasitarnavusiais kriterijais nuogulas plote priskiriant atskiriems stratigrafiniams padaliniams.

Nors pajūryje, pleistoceno nuogulų stratigrafiniam skaidymui ir paleogeografinių sąlygų rekonstravimui plačiai buvo taikomi paleobotaniniai tyrimai, tačiau iki dabar žinomos tik Butėnų tarpledynmečio nuosėdos, nustatytos tik dviejuose gręžiniuose (Žadeikiai-27 (10425) ir Skomantai-22 (10379)), slūgsančios rytiniame tiriamojo ploto pakraštyje, vakarinėje Žemaičių aukštumos pašlaitėje (vakarų Žemaičių plynaukštė) (2.1 pav.). Nustatyti augalų žiedadulkių ir sporų spektrai atspindi nepilną tarpledynmečio augalijos vystymosi raidą, tačiau gerai koreliuojasi su kitais Butėnų tarpledynmečio pjūviais ne tik Lietuvoje, bet ir kaimyninėse šalyse (Kondratienė, 1962; Кондратене, 1996).



3.3.1 pav. Pamario komplekso nuosėdų absoliutaus amžiaus (OSL ir IR-OSL) datavimo rezultatai bei jų chronologija (žr. 3.3.1 lentelė).

Tuo tarpu V. Vonsavičius (Вонсавичюс, 1967), tyręs pajūrio kvartero sandarą, laikėsi kitokios nuomonės dėl šių tarpledynmetinių nuosėdų amžiaus. Jis priskyrė jas viduriniojo ir viršutiniojo pleistoceno tarpmoreninei Žemaitijos-Kurzemės storymei (1.1 lentelė), kaip ir plačiai plote išplitusias tarpmorenines nuosėdas, virš gerai litologiškai identifikuojamų Žemaitijos moreninių nuogulų komplekso. Pagal V. Vonsavičių gauti augalijos sporų ir žiedadulkių spektrai nepilnai atspindi tarpledynmečio augalijos raidą, o jų priskyrimas Butėnų tarpledynmečiui yra diskutuotinas, nes blogai koreliuojasi su moreninių nuogulų litologinių tyrimų rezultatais. Atsižvelgiant į slūgsojimo sąlygas jos greičiau susidarė Merkinės tarpledynmečio metu (Вонсавичюс, 1967). Įvertinus šių nuosėdų stratigrafines interpretacijas, sudarant pleistoceno nuogulų sandaros modelį buvo pasirinktas pirmasis variantas, nurodytuose gręžiniuose minėtasias nuosėdas priskiriant Butėnų tarpledynmečiui ir siejant jas greičiausiai su tuometinių pakilumų šlaituose telkšojusiais pavieniais vandens baseiniais, kuriuose ir vyko smėlio bei aleurito akumuliacija. Šių tarpledynmetinių nuosėdų slūgsojimo sąlygomis remiamasi interpretuojant apatinės pleistoceno dalies nuogulų stratigrafiją. Įvertinus šių nuosėdų slūgsojimo sąlygas, pleistoceno storymėje žemiau slūgsančios nuogulos buvo interpretuotos kaip susidariusios iki Butėnų tarpledynmečio.

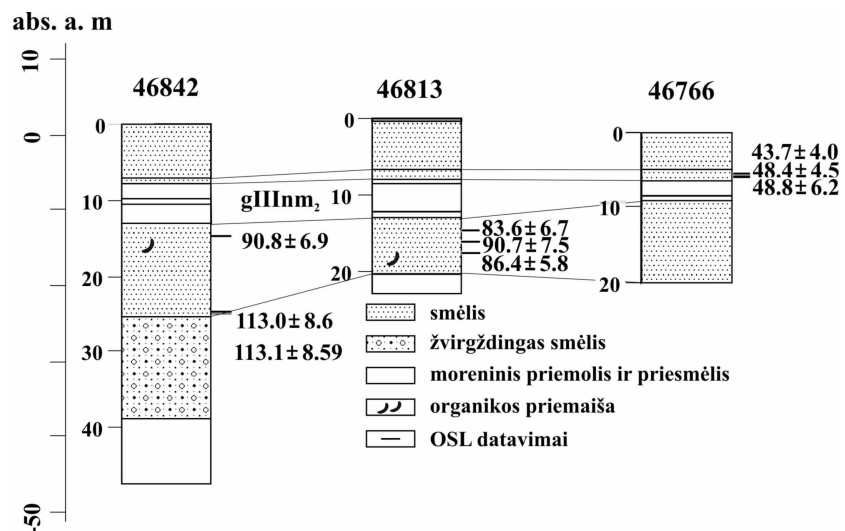
Ypatingo mokslininkų dėmesio sulaukęs, plačiai pajūryje išplitęs, tarpmoreninių nuosėdų sluoksnis, gerai pleistoceno storymėje identifikuojamas pagal charakteringus požymius buvo nekart paleobotaniškai tirtas, siekiant išsiaiškinti šių nuosėdų amžių bei susidarymo sąlygas, o kartu išspręsti ir viso pajūrio pleistoceno nuogulų stratigrafines problemas. Nors paleobotaniškai ištirtų šių tarpmoreninių nuogulų pjūvių tiriamame plote yra gan nemažai, tačiau išvados dėl nuosėdų amžiaus remiantis paleobotaninių tyrimų rezultatais nedavė vienareikšmiško atsakymo ir laikui bėgant kito. Tik pastaraisiais dešimtmečiais gauti absoliutaus amžiaus datavimo rezultatai (3.3.1 pav.) leido nustatyti šių nuosėdų, priskirtų Pamario kompleksui, padėtį stratigrafinėje schemoje (1.1 lentelė) (tyrimų problematika plačiai nušviesta pirmame skyriuje). Tokiu būdu, stratigrafiškai skaidant ir koreliuojant pleistoceno

nuogulas pajūryje labai pagelbėjo Pamario tarpmoreninių nuosėdų komplekso slūgsojimo sąlygos ir išplitimas plote, bei mažai kaičios jų litologinės savybės. Šio tarpmoreninio nuosėdų komplekso išskyrimas grėžinių pjūviuose ir koreliacija plote pagal charakteringus požymius nekelia didelių sunkumų, tačiau atsižvelgiant į tai, kad šių nuosėdų sedimentacija vyko gan ilgą laiką (nuo Medininkų apledėjimo pabaigos iki viduriniojo Nemuno pradžios), galimai su stratigrafinėmis pertraukomis, detalesnis jų skaidymas, turint negausius datavimo rezultatus, ir esant panašiai nuosėdų litologijai, yra sudėtingas. Todėl modeliuojant Pamario pleistoceno nuogulų storumės sandarą šios tarpmoreninės nuosėdos buvo apjungtos į vieną kompleksą, slūgsantį tarp skirtingų moreninių litokompleksų, viduriniojo ir viršutinio pleistoceno riboje. Neretai gauti šių tarpmoreninių nuosėdų, priskirtų Pamario kompleksui absoliutaus datavimo rezultatai prieštarauja kai kurių autorių išvadoms padarytoms paleobotaninių tyrimų rezultatų pagrindu (Kondratienė, Damušytė, 2009; Kondratienė ir kt., 2003), tačiau sudarant pleistoceno storumės sandaros modelį ir interpretuojant nuogulų stratigrafinę priklausomybę buvo remtasi absoliutaus amžiaus datavimo duomenimis.

Naujais išskirtų moreninių nuogulų, priskirtų viduriniojo Nemuno Melnragės posvitei padėties bei jų išplitimo interpretacijas, sudarant pleistoceno nuogulų modelį pajūryje, taip pat lėmė virš jų ir po jomis slūgsančių smėlingų nuogulų OSL datavimo rezultatai (Damušytė ir kt., 2011) (3.3.2 pav.). Atsižvelgiant į gautus datavimo rezultatus pagal nuogulų slūgsojimo sąlygas ir pagal litologinius požymius atliktą koreliaciją, šios nuogulos buvo išskirtos ir kituose grėžiniuose.

Tokiu būdu, turimi tarpmoreninių nuogulų geochronologinių tyrimų rezultatai, kaip ir plačiai pajūryje išplitusio Pamario nuosėdų komplekso slūgsojimo sąlygos, jų litologija bei paleobotaninių tyrimų rezultatai gerokai palengvino pleistoceno nuogulų pajūryje koreliaciją ir storumės skaidymą išskiriant du pagrindinius segmentus - viršutiniojo ir viduriniojo pleistoceno. Tačiau pleistoceno nuogulų amžius aukščiau ir žemiau šios tarpmoreninių nuosėdų storumės, nesant beveik jokių biostratigrafinių ar geochronologinių

duomenų, lieka daugiau interpretacijos dalyku, nors ir pagrįstu sukoreliuotų nuogulų slūgsojimo sąlygomis.

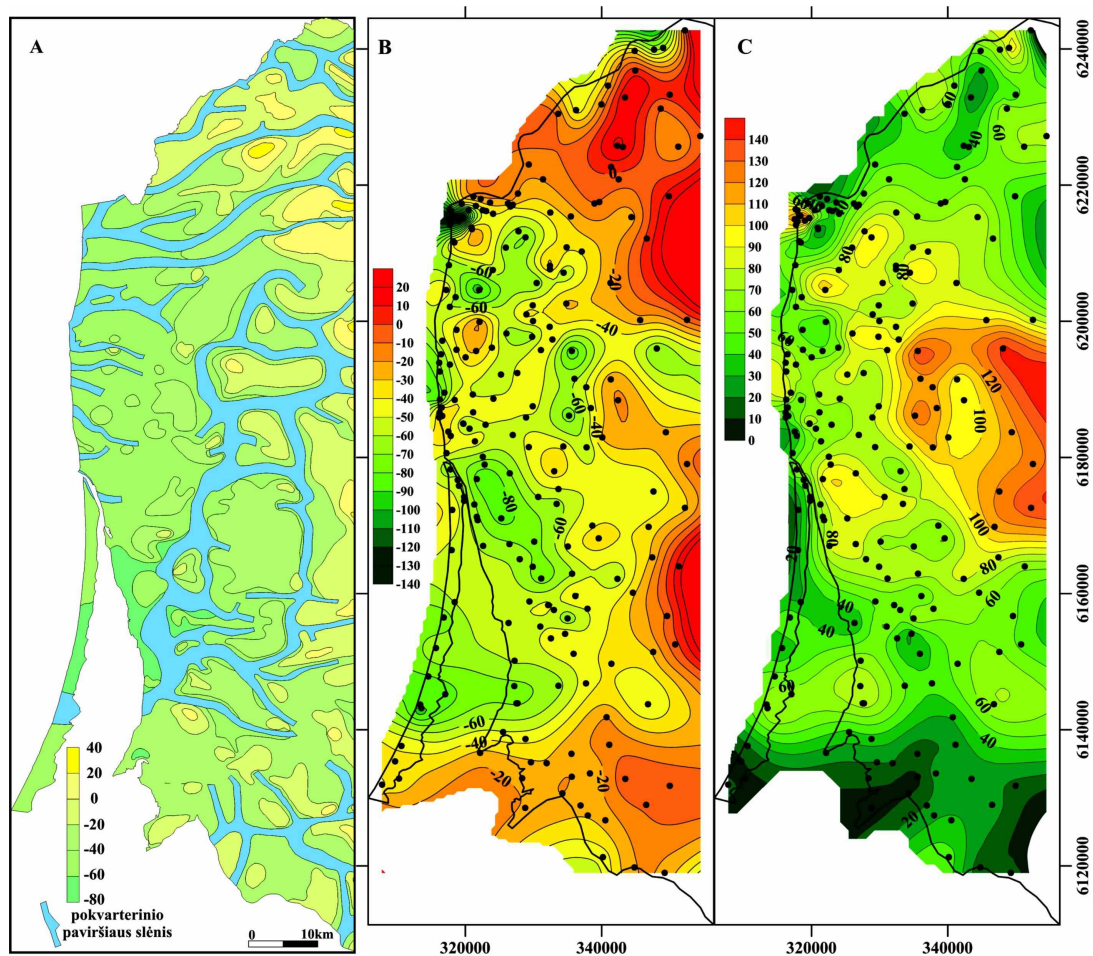


3.3.2 pav. Viduriniojo Nemuno Melnragės posvitei (gIIIInm₂) pagal tarpmoreninių nuosėdų OSL datavimo rezultatus (Damušytė ir kt., 2011) priskirtų moreninių nuogulų slūgsojimo sąlygos

4. PLEISTOCENO NUOGULŲ SANDAROS YPATUMAI

Remiantis visa turima geologine medžiaga ir duomenų statistinės analizės rezultatais, atlikus stratigrafinę sluoksnių koreliaciją, buvo sudarytas skaitmeninis Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų sandaros modelis. Šio modelio pagalba, buvo sudaryti schemų komplektai, atspindintys vertikalią pleistoceno nuogulų seką stovymėje. Schemose pasluoksniui, nuo seniausių iki jauniausių, pateikiamas nuogulų storis, išplitimas, atitinkamų sluoksnių paviršius. Sudarytos schemas pasitarnavo interpretuojant nuogulų sedimentacijos sąlygas pajūryje, tačiau reikia atkreipti dėmesį, į tai, kad sudarytos schemas tik sąlyginai atspindi buvusį nuogulų storį, išplitimą ir paleopaviršius, dėl vėliau užslinkusių ledynų, jų tirpsmo vandens ir procesų vykusių tarpledynmečiais poveikio. Be to ir schemų sudarymui naudota programinė įranga riboja interpretacijos galimybes.

Pleistoceno nuogulos slūgso ant nelygaus, paleoįrėžiais suskaidyto pokvarterinio paviršiaus (Šliaupa, 2004) (4.1A pav.), sudaryto iš mezozojaus (triaso, jūros, kreidos) uolienu (Bitinas, 2002) ir vietomis padengtos vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuogulomis (Bitinas et al., 2001; Bitinas ir kt., 1997, 2000). Vieno paleoįrėžio, kartografuoto šiauriau Šventosios, dugne (Būtingės apylinkės) po kvartero nuogulomis yra aptiktos viršutinio permo uolienos (Bitinas ir kt., 1997). Pagal pleistoceno nuogulų storio pasiskirstymą plote, pajūryje išskiria trys akumuliacijos zonos. Ploniausia pleistoceno nuogulų danga yra būdinga pietinei (Rusnės, Šilutės apylinkėms) bei šiaurinei (į rytus nuo Šventosios, Senosios Įpilties, Žalgiriu, Kernų, Skuodo apylinkėms) ploto dalims, kur nuogulų storis siekia 40 m (4.1C pav.) ir sietinas su pokvarterinio reljefo pakilimais (4.1B pav.). Tuo tarpu vidurinėje (didžioje) ploto dalyje vyrauja 60-80 m pleistoceno nuogulų storis, palaipsniui į rytus išaugantis iki 140 m. Nemažas pleistoceno nuogulų storis yra aptinkamas Baltijos jūros pakrantėje į pokvarterines uolienas įsirėžusiuose paleoįrėžiuose ar pokvarterinio reljefo pažemėjimuose, kur bendras nuogulų storis siekia 100-140 m (4.1A, B, C pav.).

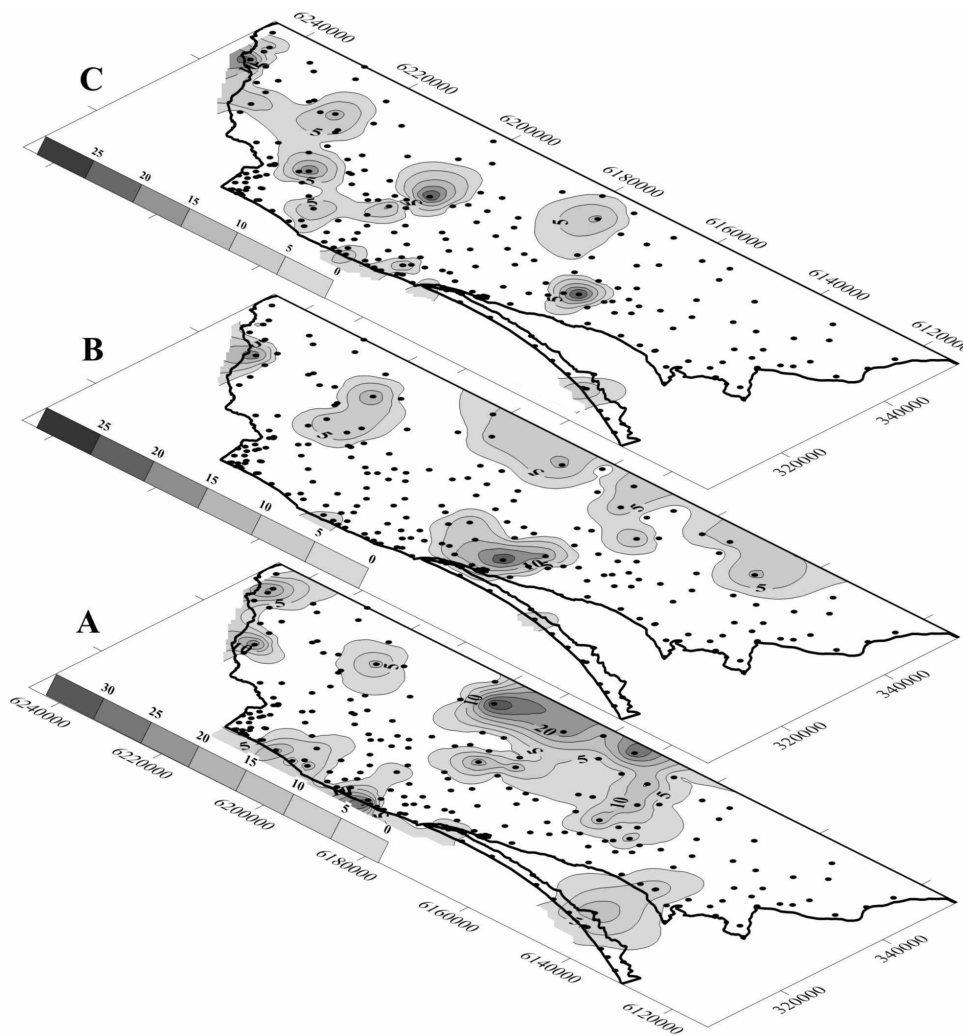


4.1 pav. Pokvarterinio paviršiaus reljefo schema pagal A. Šliaupą (Šliaupa, 2004) (A) ir skaitmeninio modelio pagrindu sudarytos pokvarterinio paviršiaus (B) bei pleistoceno nuogulų storio (C) schemas (taškai rodo panaudotų gręžinių vietas)

Analizuojant gręžinių pjūvius išryškėjo, kad pleistoceno nuogulų storumę pajūryje daugiausiai sudaro moreninės nuogulos, o tarpmoreninės paplitusios labai sporadiškai, ir tai daugiau apatinėje storumės dalyje, išskyrus plačiai išplitusį tarpmoreninių nuosėdų kompleksą vidurinio ir viršutinio pleistoceno riboje (Bitinas ir kt., 1997, 2000) (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.). Remiantis moreninių nuogulų sudėties skirtumais bei jų slūgsojimo sąlygomis pajūrio pleistoceno nuogulų storumėje išsiskiria 6 moreninių nuogulų kompleksai. Tik du iš jų sporadiškai paplitę plote, likę ištisiniu sluoksniu, išskyrus nedidelius lokalius plotelius dengia tiriamą teritoriją. Pietinėje ploto dalyje nedidelio storio

moreninių nuogulų kompleksų skaičius sumažėja iki dviejų (5.4 pav.), bet čia santykinai išauga tarpmoreninių darinių storis ir išplitimas, vyraujant ploniausiai pleistoceno nuogulų dangai plote. Tuo tarpu iki trijų moreninių sluoksnių yra aptinkama Kuršių nerijoje (5.2 pav.). Likusioje ploto dalyje, pleistoceno nuogulų storymėje daugiausiai išskiriama nuo keturių iki šešių moreninių nuogulų sluoksnių, vietomis persisluoksniuojančių su tarpmoreninėmis nuogulomis.

I moreninių nuogulų litokompleksas. Moreninės nuogulos priskirtos I litokompleksui tiriamame plote dažniausiai slūgso ant pokvarterinių uolienu (5.2 pav.) arba vietomis, labai lokaliai, ant senesnių, ledyno tirpsmo vandens nuogulų ar nuosėdų, nedidelio storio sluoksniu užpildančių paleoįrėžius ar pokvarterinius pažemėjimus. Jos paplitusios lokaliai, ypač vakarinėje ploto dalyje, kur išlikusios tik Baltijos jūros pakrantėje į pokvarterines uolienas įsirėžusiuose paleoįrėžiuose ar pokvarterinio reljefo pažemėjimuose (4.2A pav.). Žemiausiai šių nuogulų kraigas aptinkamas apie 90 m žemiau jūros lygio, Kuršių nerijoje ties Pervalka, paleoįrėžyje. Kitur, Baltijos jūros pakrantėje, šios nuogulos slūgso apie –60 – –40 m abs. aukštyje, o ploto rytuose jų kraigas pakyla iki 0 m absoliutaus aukščio atžymos. Nuogulų storis taip pat kinta plote, didžiausias jų storis iki 40 m siejamas su pokvarterinio reljefo pažemėjimais ir paleoįrėžiais Baltijos jūros pakrantėje, tiek rytinėje ploto dalyje, su pokvarterinio paviršiaus pakilimais, ties kuriais greičiausiai susikaupė didesnio storio nuogulų sluoksnis. Tuo tarpu, Kartenos-Kulių-Švėkšnos apylinkėse moreninės nuogulos paplitusios ištisiniu sluoksniu (5.5 pav.). I moreninių nuogulų litokompleksą dengia tarpmoreninės nuogulos ir nuosėdos, kurių paplitimas ir slūgsojimas plote taip pat yra siejamas su pokvarterinio reljefo pažemėjimais ir paleoįrėžiais.

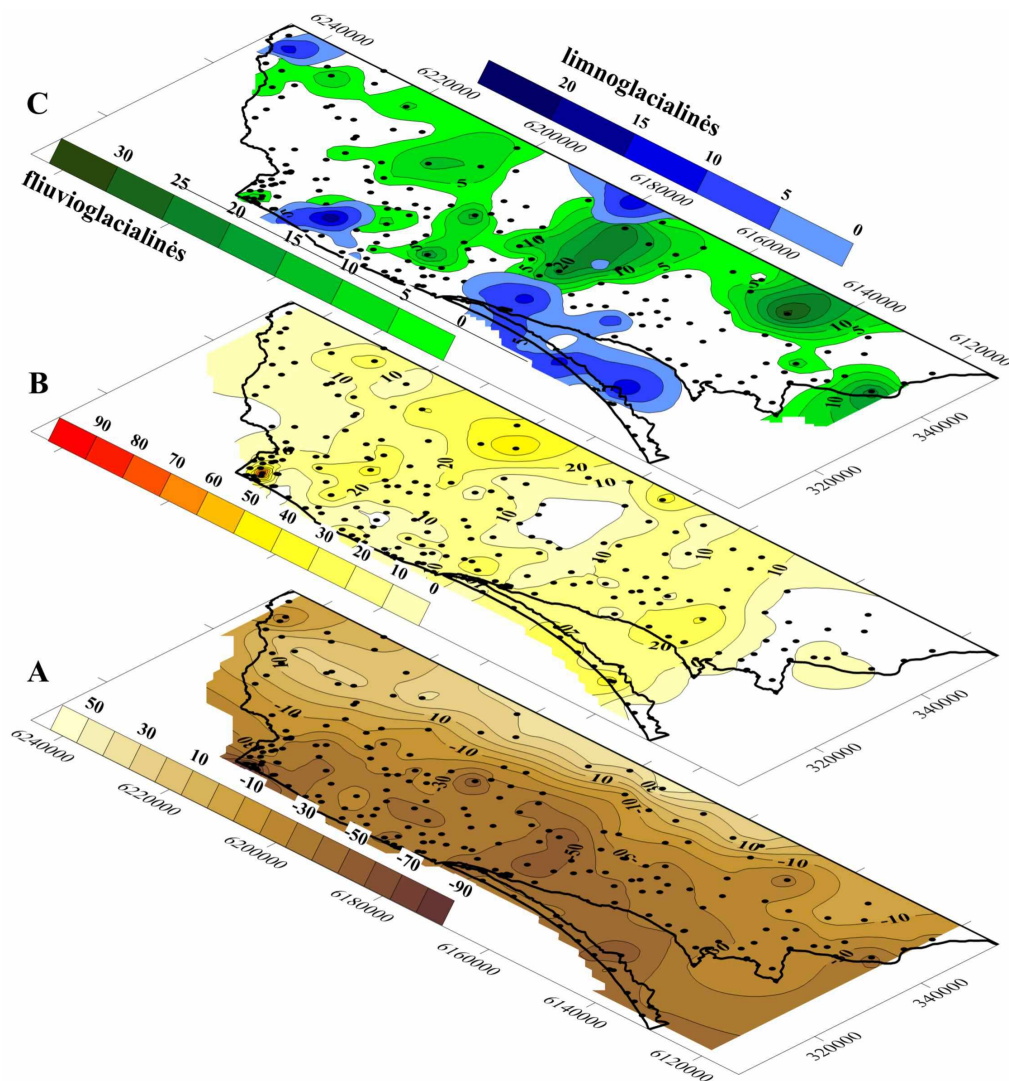


4.2 pav. I moreninių nuogulų litokomplekso bei virš jų slūgsančių tarpmoreninių nuogulų ir nuosėdų išplitimas ir storis: A-moreninės nuogulos; B-fliuvioglacialinės nuogulos; C-limnoglacialinės nuosėdos

Šios nuogulos dažniausiai slūgso ant I litokomplekso moreninių nuogulų, taip praktiškai užimdamos ir atkartodamos moreninių nuogulų išplitimo plotą, arba vietomis ant prekvarterinių uolienuų, užpildydamos paleoįrėžius ar pažemėjimus (4.2B, C pav.). Jų storis kinta nuo kelių iki 30 m, o nuogulų kraigo absoliutus aukštis – nuo +10 m iki –80 m. Tarpmoreninėms fliuvioglacialinėms nuoguloms plote priskirtas įvairaus rupumo pilkas smėlis, vietomis su žvirgždo ir gargždo priemaiša, vietomis žvirgždas ir gargždas yra paplitę labai lokaliai, atskirais ploteliais vakarinėje ploto dalyje, kur slūgso tik pokvarterinio reljefo

pažemėjimuose ar paleoįrėžiuose (4.2B pav.). Tuo tarpu rytinėje ploto dalyje šios nuogulos aptinkamos tarp Kartenos-Kulių-Švėkšnos, sudarydamos siaurą fliuvioglacialinių darinių ruožą, orientuotą Š-P kryptimi, atkartojantį moreninių nuogulų išplitimo arealą ir kartu paaukštindamos reljefą. Nuogulų storis kinta nuo kelių iki 26 m, vidutiniškai sudarydamas apie 9 m storį. Limnoglacialinės nuosėdos (smėlis, molis, aleuritas) taip pat sporadiškai paplitusios plote (pavieniais ploteliais), bet dažniau aptinkamos vakarinėje ploto dalyje, neigiamose reljefo formose, kur išlikusios pokvarterinio reljefo pažemėjimuose ar paleoįrėžiuose. Jų storis kinta nuo keleto iki 30 m, vidutiniškai apie 12 m (4.2C pav.). Šiai tarpmoreninei storymei priskirtų nuosėdų palinologiniai tyrimai, atlikti dviejuose gręžiniuose, rodo jas susidarius Butėnų tarpledynmečio metu. Šių nuosėdų kraigas aptinkamas 20,1 m (gręž. 10425) ir -17,9 m (gręž. 10379) absoliučiam aukštyje, o storis atitinkamai yra 18,8 m ir 12,8 m (5.5 pav.).

II moreninių nuogulų litokompleksas. II litokomplekso moreninės nuogulos plote paplitusios žymiai plačiau, jos beveik išisiniu sluoksniu dengia tiriamąją teritoriją, išskyrus nedidelius lokalius plotelius bei pietinę ploto dalį Kuršių nerijoje bei atkarpą nuo Ventės rago į rytus, išilgai Nemuno upės slėnio (4.3B pav.). Daugiausiai šios nuogulos slūgsa ant prekvarterinių uolienuų arba ant I litokomplekso moreninių ir tarpmoreninių nuogulų (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.). Nuogulų storis plote kinta nuo kelių metrų iki 50 m, vyraujant 10-15 m storio sluoksniui ir tik ŠV ploto dalyje Būtingės apylinkėse, paleoįrėžyje šiam litokompleksui priskirtų nuogulų storis viršija 110 m (4.3B pav.). Didesnis šių nuogulų storis aptinkamas rytinėje ploto dalyje, anksčiau minėtų apylinkių ruože, kur akumuliuosis iki 30-50 m nuogulų storį. Nuogulų kraigas kyla ŠR-R kryptimi nuo 50 m žemiau jūros lygio iki 20-30 m virš jo. Tuo tarpu tarpmoreninės nuogulos slūgsančios virš II litokomplekso moreninių nuogulų paplitusios plote žymiai plačiau, lyginant su po litokompleksu slūgsančiomis tarpmoreninėmis nuogulomis (4.3C pav.). Jos aptinkamos tiek reljefo pažemėjimuose, tiek ir pakilumose. Šių nuogulų storis nėra didelis ir plote svyruoja nuo 0,5 iki 33 m.



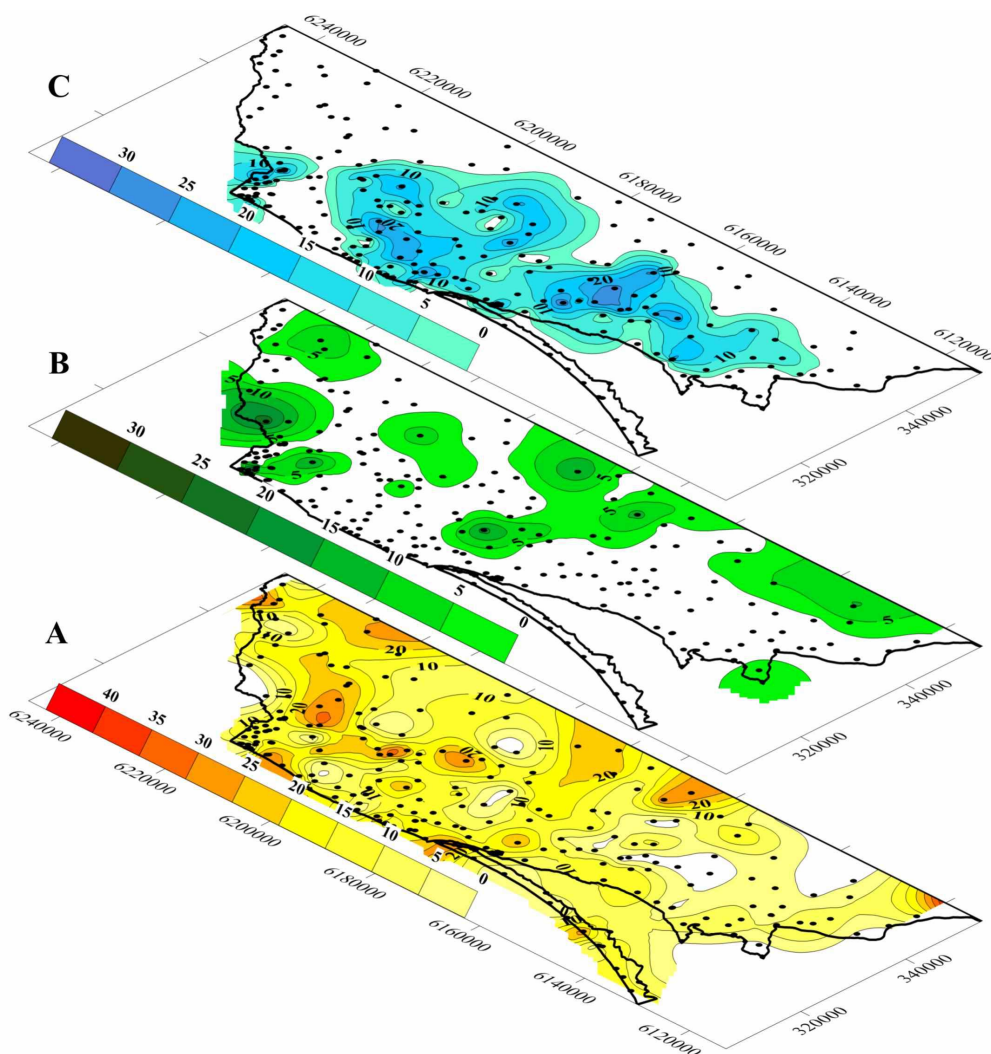
4.3 pav. II moreninių nuogulų litokomplekso bei virš jų slūgsančių tarpmoreninių nuogulų ir nuosėdų išplitimas ir storis: A-moreninių nuogulų kraigo paviršius; B-moreninės nuogulos; C-fliuvioglacialinės ir limnoglacialinės nuogulos ir nuosėdos

Išskirtos limnoglacialinės nuosėdos (aleuritas, molis ir smulkus smėlis) slūgso dažniausiai reljefo pažemėjimuose ant moreninių nuogulų priskirtų II litokompleksui (4.3 C pav.). Didesnis šių nuosėdų paplitimo plotas aptinkamas tik Baltijos jūros pakrantės ruože nuo Klaipėdos į pietus Kuršių nerijoje, ir žemyninėje dalyje ties Priekule, kur šių baseininių nuosėdų storis kinta nuo

3,5 iki 15,3 m, o padas slūgso 35-53 m žemiau jūros lygio. Kitur šios nuosėdos aptinkamos pavieniais išsibarsčiusiais ploteliais. Tuo tarpu fliuvioglacialinės nuogulos, t. y. įvairaus rupumo smėlis su žvirgždo ir gargždo priemaiša, vietomis žvirgždo ir gargždo nuogulos plačiau paplitusios plote (4.3 C pav.). Jos formuoja siaurus darinių ruožus, nusidriekusius ŠR-PV, Š-P kryptimis. Nuogulų storis nėra didelis, vyrauja 10 m storumė, tačiau vietomis, ypač pavienių pakilumų vietose akumuliuosisi iki 20-30 m nuogulų sluoksnis.

III moreninių nuogulų litokompleksas. III komplekso moreninės nuogulos ištisiniu sluoksniu dengia tiriamąją teritoriją, išskyrus pavienius plotelius, kur jos buvo greičiausiai nuegzaruotos vėlesnių ledynų, ar eroduotos jų tirpsmo vandens (4.4A pav.). Šios nuogulos plote slūgso tiesiogiai ant senesnių pleistoceninių, dažniausiai ant II litokomplekso moreninių ar tarpmoreninių nuogulų. Nuogulų storis plote kinta nuo kelių iki 35 m, vyraujant 10-15 m nuogulų storiui. Didesnis jų storis aptinkamas reljefo pažemėjimuose arba ties pakilumomis, kur susikaupė virš 20 m storio nuogulų sluoksnis. Nuogulų kraigas kyta ŠR-R kryptimi nuo –30 m žemiau iki 50 m virš jūros lygio.

Sudarytos tarpmoreninių nuogulų storių ir išplitimo schemos rodo vykus didesnę šių nuosėdų ir nuogulų sedimentaciją vakarinėje tiriamo ploto dalyje (4.4B, C pav.). Fliuvioglacialinės nuogulos (žvirgždas, gargždas, įvairaus rupumo smėlis) aptinkamos išlikusios tik pavieniais ploteliais reljefo pažemėjimuose ar pakilumose, ypač šiaurinėje ir rytinėje ploto dalyse, kur jų storiai kinta nuo kelių metrų iki 20 m, arba vietomis, ŠV ploto pakraštyje paleoįrėžyje siekia net iki 60 m (4.4B pav.). Tuo tarpu tarpmoreninių nuogulų storiuje, gerai išsiskiria nuosėdų kompleksas, pasižymintis mažai kaičiomis litologinėmis savybėmis ir slūgsojimo sąlygomis (4.4C pav.). Šios nuosėdos išplitusios beveik visoje vakarinėje tiriamojo ploto dalyje, išskyrus į šiaurę nuo Nemirsetos, tarp Vydmantų-Rūdaičių-Darbėnų link Šventosios, ir tik šiaurės vakaruose, Laukžemės ir Šventosios apylinkėse jos vėl identifikuojamos grėžinių pjūviuose. Toks nuosėdų išplitimas plote rodo, kad šių nuosėdų sedimentacija vyko gan dideliame baseine.

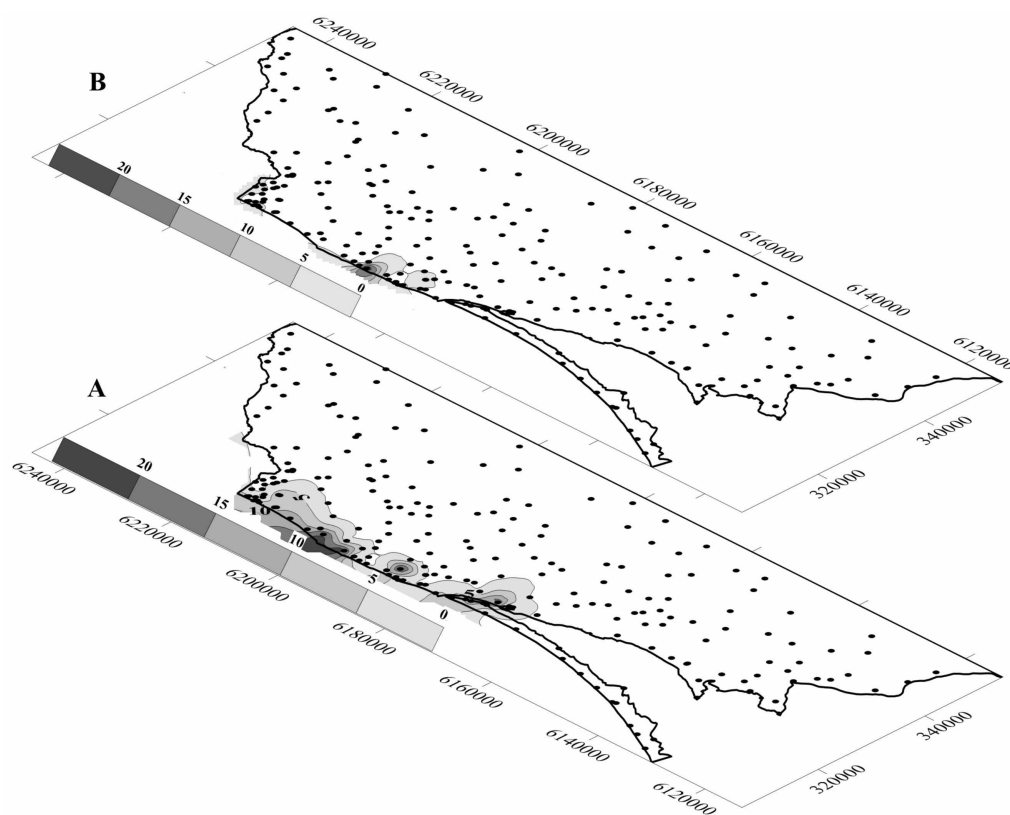


4.4 pav. III moreninių nuogulų litokomplekso bei virš jų slūgsančių tarpmoreninių nuogulų ir nuosėdų išplitimas ir storis: A-moreninės nuogulos; B-fluvioglacialinės nuogulos; C-limninės nuosėdos

Tarpmoreninės storymės viršutinėje dalyje daugiausiai slūgsa smulkutis (rečiau smulkus) karbonatinis-feldšpatinis-kvarcinis smėlis besikaitaliojantis su aleuritingomis nuosėdomis su organikos, medienos priemaiša bei vietomis su organogeninių nuosėdų tarp sluoksniais, o giliau neretai aptinkami molio ar aleurito sluoksniai (5.3, 5.4 pav.). Šios nuosėdos pietinėje ploto dalyje (nuo Klaipėdos į pietus) slūgsa žemiau t.y jų kraigas aptinkamas nuo –20 iki 0 m abs. aukštyje, nei šiaurinėje dalyje (nuo Klaipėdos į šiaurę), kur kraigas pakyla iki 0-5 m, vietomis pasiekdamas 15-20 m aukštį virš jūros lygio, o nuosėdų

storis kinta nuo kelių iki 30 m. Didžiausias šių nuosėdų storis (20-30 m) susikaupė centrinėse baseino dalyse, jų duburiuose (4.4C pav.). Jos daugiausiai slūgso ant III komplekso moreninių nuogulų, rečiau ant senesnių pleistoceninių nuogulų (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.) arba net ant prekvartero uolienu (grėž. 7344).

IV moreninių nuogulų litokompleksas. IV litokomplekso moreninės nuogulos yra lokaliai paplitusios plote. Jos aptinkamos tik vakarinėje ploto dalyje, siaurame ruože išilgai Baltijos jūros kranto, reljefo pažemėjimuose (4.5A pav.).



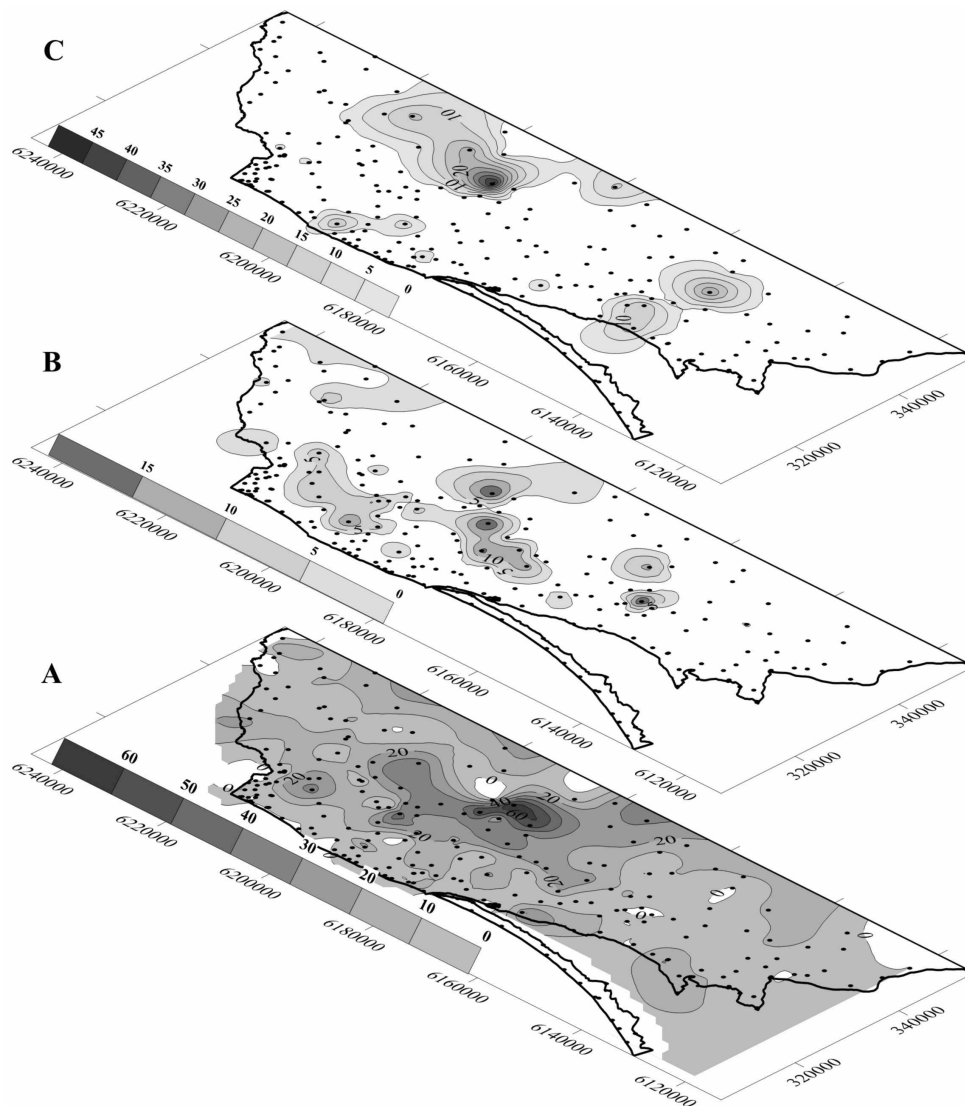
4.5 pav. IV moreninių nuogulų litokomplekso bei virš jų slūgsančių tarpmoreninių nuogulų ir nuosėdų išplitimas ir storis: A-moreninės nuogulos; B-tarpmoreninės nuosėdos ir nuogulos

Šių nuogulų kraigas slūgso –14-6 m abs. aukštyje. Storis kinta nuo kelių dešimčių centimetrų iki beveik 27 m. Didžiausi jų storiai fiksuojami ties Karklininkais grėžinyje 10093 (26,5 m). Tarpmoreninės nuogulos ir nuosėdos, slūgsančios virš IV litokomplekso nuogulų tiriamoje teritorijoje paplitusios

labai lokaliai, pavieniais ploteliais (4.5B pav.). Jas dažniausiai sudaro smulkutis, smulkus smėlis ar aleuritas. Šventosios apylinkėse remiantis OSL datavimo duomenimis šią tarpmoreninę storumę sudaro 0,5-1,5 m storio smulkaus gelsvai pilko karbonatinio-feldšpatinio-kvarcinio smėlio sluoksnis klostėsi viduriniojo Nemuno metu t. y. prieš $43,7 \pm 4,0$ - $48,8 \pm 6,2$ tūkst. m. (Damušytė ir kt., 2011).

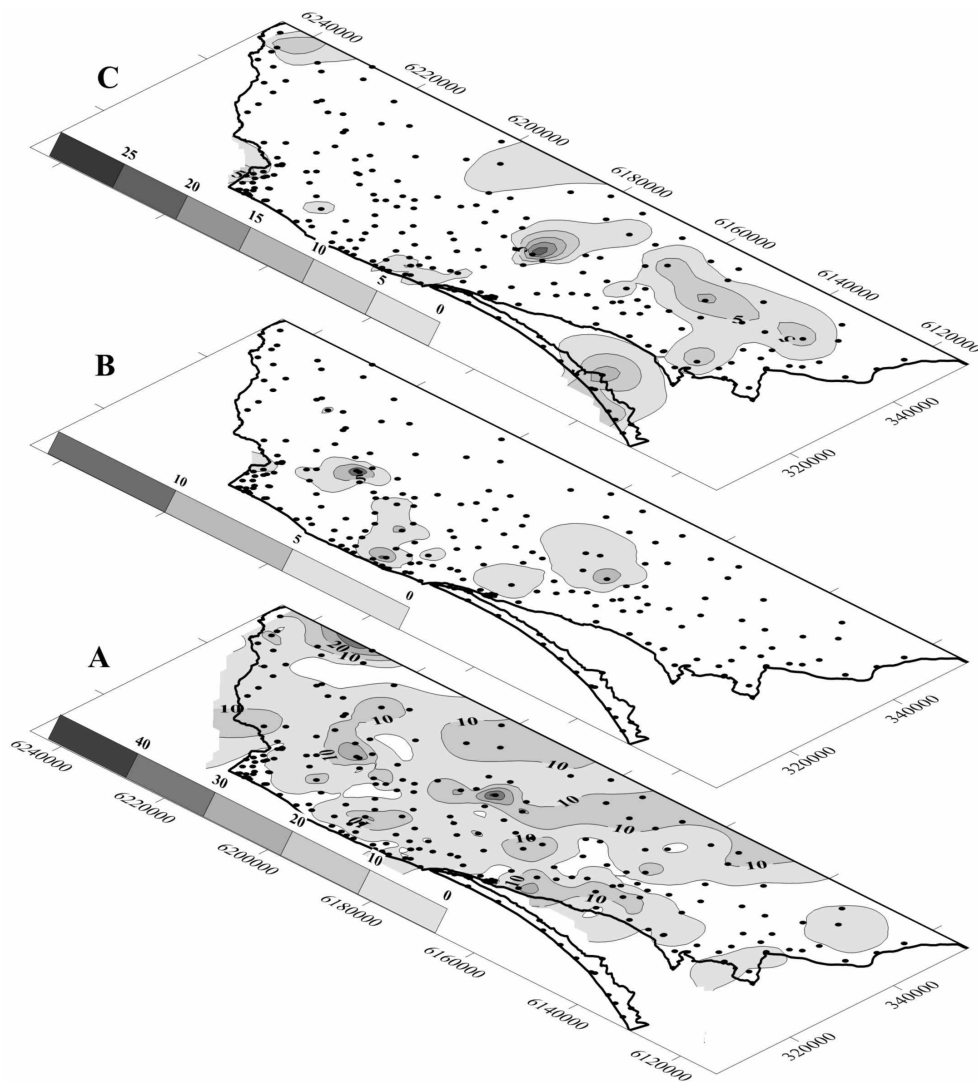
V moreninių nuogulų litokompleksas. V litokomplekso moreninės nuogulos ištisiniu sluoksniu dengia tiriamąjį plotą, išskyrus Kuršių neriją ir pavienius mažus plotelius, kur jos buvo nuegzaruotos ledynų, ar išplautos jų tirpsmo vandens arba abraduotos Baltijos jūros transgresijų metu (4.6A pav.). Šių nuogulų storis plote svyruoja nuo kelių metrų iki 66 m. Didžiausias šių nuogulų storis fiksuojamas centrinėje ploto dalyje, kur susikaupė virš 30-60 m storio nuogulų storumė, kitur plote vyrauja vidutiniškai 13 m storumė. Nuogulų kraigas kyla nuo -30 m abs. aukščio pietvakarinėje ploto dalyje iki 50 m šiaurės rytinėje ir 80 m virš jūros lygio rytinėje ploto dalyje. Jos daugiausiai vakarinėje ploto dalyje slūgso ant plačiai išplitusių tarpmoreninių nuosėdų, o rytinėje ant III litokomplekso moreninių ir tarpmoreninių nuogulų (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.). Fliuvioglacialinės nuogulos plote išplitusios sporadiškai (4.6B pav.), nedideliais ploteliais reljefo pažemėjimuose tarp pakilimų, daugiau šiaurinėje ploto dalyje (į šiaurę nuo Klaipėdos), kuriuose nuogulų storis kinta nuo kelių iki 26 m. Limnoglacialinės nuosėdos taip pat labai sporadiškai, atskirų nedidelių plotelių pavidalu paplitusios plote. Nuosėdų storis kinta nuo kelių iki 52 m (4.6C pav.). Didžiausias tarpmoreninių nuogulų storis fiksuojamas Žutautų apylinkėse, paleoįrėžyje, kur susikaupė virš 70 m fliuvioglacialinių ir limnoglacialinių nuogulų storumė (4.6C pav.).

VI moreninių nuogulų litokompleksas. VI litokomplekso moreninės nuogulos beveik ištisiniu sluoksniu dengia tyrimų plotą, išskyrus Kuršių neriją, pietinę dalį (vietomis paplitusios) ir nedidelius plotelius likusioje teritorijoje (4.7A pav.). Nuogulų storis kinta nuo 0,5-55 m, vidutiniškai sudarydamos apie 9 m storumę. Nuogulų kraigas kyla šiaurės rytų, rytų kryptimi ir slūgso atitinkamai -20 m, 60 m ir virš 100 m abs. aukštyje.



4.6 pav. V moreninių nuogulų litokomplekso bei virš jų slūgsančių tarpmoreninių nuogulų ir nuosėdų išplitimas ir storis: A-moreninės nuogulos; B-fluvioglacialinės nuogulos; C-limnoglacialinės nuosėdos

Tuo tarpu morenines nuogulas dengiančios fluvioglacialinės nuogulos plote paplitusios labai sporadiškai, pavienių arealų pavidalu (4.7B pav.). Didesnį paplitimą plote turi limnoglacialinės nuosėdos (smėlis, aleuritas) išplitusios daugiau pietinėje ploto dalyje (4.7C pav.).



4.7 pav. VI moreninių nuogulų litokomplekso bei virš jų slūgsančių tarpmoreninių nuogulų ir nuosėdų išplitimas ir storis: A-moreninės nuogulos; B-fluvioglacialinės nuogulos; C-limnoglacialinės nuosėdos

Tokiu būdu, pleistoceno nuogulų sandaros analizė rodo pajūrio pleistoceno nuogulų stovymėje dominuojant morenines nuogulas, tiek vertikaliame pjūvyje, tiek plote. Įvairios kilmės tarpmoreninės nuogulos ir nuosėdos plote paplitusios sporadiškai, sudarydamos nedidelio storio sluoksnius, išskyrus vieną vidurinio ir viršutinio pleistoceno nuogulų stovymės riboje plačiai išplitusį ir gan didelio storio tarpmoreninį kompleksą, atskiriantį po tris moreninių nuogulų kompleksus apatinėje ir viršutinėje pleistoceno stovymės dalyse.

Pleistoceno nuogulų stovymės sandaros ypatumams bei nuogulų pasiskirstymui nemažai įtakos greičiausiai turėjo ir pokvarterinio reljefo tolygus nuolydis pietvakarių kryptimi Baltijos jūros link. Kadangi ši tendencija išliko viso pleistoceno metu, dėl patvankos susidariusios priešais atsitraukiančių ledynų plaštakas, nesusidarė palankių sąlygų fliuvioglacialinių nuogulų susidarymui, o priedyniniai baseinai buvo nedideli, išskyrus vieną, kuriame vėlyvojo pleistoceno pradžioje, susidarė plote plačiai išplitusi tarpmoreninių nuosėdų stovymė. Tarpmoreninių nuogulų nebuvimą pjūviuose galima paaiškinti ir pasikartojančia ledynine egzracija, dalinai ledo tirpsmo vandens erozija ir vietomis pakrantėje Baltijos jūros vandens vėlesnės abrazijos procesais.

5. PLEISTOCENO NUOGULŲ STRATIGRAFINIS SUSKIRSTYMAS IR KORELIACIJA

Nors litologinių ir vizualinių kriterijų pagalba pajūryje buvo išskirti pleistoceno moreninių nuogulų vienalaikiai litokompleksai, persiluoksniuojantys su tarpmoreninėmis nuogulomis, turimi negausūs paleobotaniniai duomenys ir nuogulų absoliutaus amžiaus datos leido tik iš dalies interpretuoti šių nuogulų susidarymo amžių, jas priskiriant atitinkamiems stratigrafiniams padaliniais.

5.1 lentelė. Pleistoceno nuogulų stratigrafinis suskirstymas pajūryje

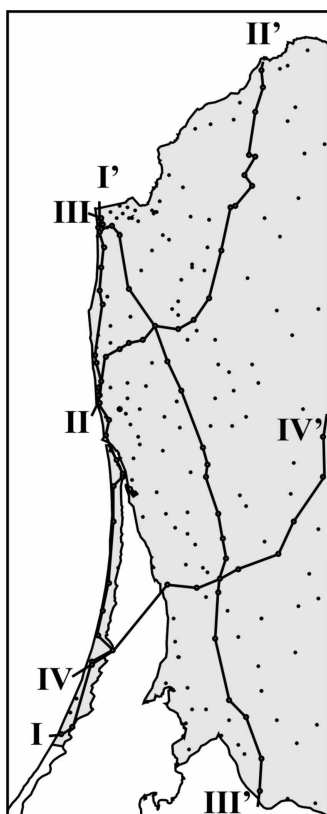
Skaidma	Skirsnis	Jūrinės izotopinės stadijos (MIS)	Amžius, tūkst. m.	Pleistoceno nuogulų stratigrafinis suskirstymas pajūryje atsižvelgiant į naujausius duomenis Bitinas et al., 2011, 2013, Damušytė ir kt., 2011, Molodkov et al., 2010	
Pleistocenas	Viršutinis	2	12	Viršutinis Nemunas - nm ₃	
		3	24	Viršutinis Nemunas - nm ₃	?
		4	59	Melnragė - ml	
		5a-d	74	Apatinis Nemunas - nm ₁	Pamarys - pm
		5e	117	Merkinė - mr	
		Vidurinis	6	130 140 160	Medininkai - md
	7		198	Žemaitija - žm	
	8-10		252		
	11		302	Butėnai - bt	
	12		428	Dainava - dn	
				480	

Stratigrafiškai skaidant ir identifikuojant pleistoceno nuogulas pajūryje buvo remtasi 2005 m. Kvartero stratigrafinė schema, aprobuota Lietuvos geologijos tarnybos kartografuojant Šilutės ir Kretingos plotus (Satkūnas ir kt., 2007; Guobytė et al., 2011), tačiau atliktų tyrimų rezultatai leido naujai interpretuoti kai kurių padalinių stratigrafinę padėtį (5.1 lentelė).

Seniausias plote moreninių nuogulų litokompleksas (I), išplitęs lokaliai pokvarterinio reljefo pažemėjimuose ar paleojrėžiuose, pasižymi šiek

ties ryškesniais litologinės sudėties skirtumais ir vizualinėmis savybėmis (žalsvai, rusvai ar juosvai pilka spalvomis), praturtintas daugiau vietine prekvarterine medžiaga greičiausiai buvo suformuotas kitos krypties

apledėjimo nei aukščiau slūgsantys moreniniai litokompleksai. I litokomplekso moreninių nuogulų rytinėje ploto dalyje slūgsojimas (dviejuose grėžiniuose) po palinologiškai ištirtomis Butėnų amžiaus tarpledynmetinėmis nuosėdomis, rodo šias morenines nuogulas susidarius prieš Butėnų tarpledynmetį. Tokiu būdu, remiantis jų slūgsojimu po Butėnų amžiaus nuogulomis bei litologinės sudėties ypatumais, I litokomplekso moreninės nuogulos buvo priskirtos Dainavos (Elsterian) apledėjimui. Nors neatmetama galimybė ir dėl senesnio jų amžiaus, tačiau tyrimų plote jokių kitų geologinių duomenų rodančių šių nuogulų amžių šiuo metu nėra (5.1, 5.2, 5.3 pav.).

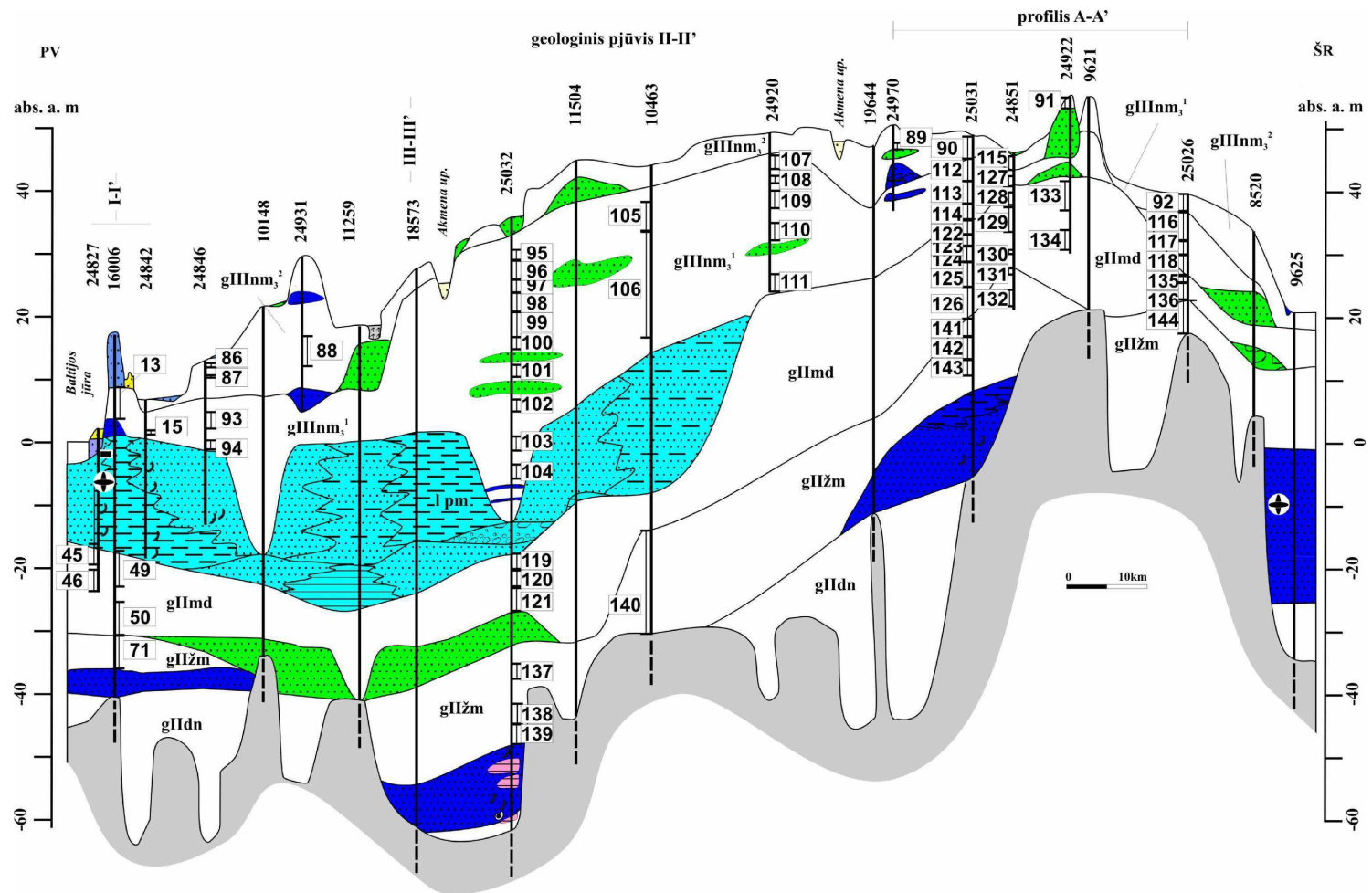


5.1 pav. Geologinių pjūvių išsidėstymas tyrimų plote

Šios moreninės nuogulos koreliuotinos su Letiža svitos nuogulomis Latvijoje ir Sanian 2 – Lenkijoje. Senesnių nei Dainavos amžiaus nuogulų tiriamame plote nėra nustatyta, išskyrus kelis lokalius tarpmoreninių nuogulų, slūgsančių po moreninėmis nuogulomis, plotelius. Greičiausiai vėlesnių ledyninių antslinkių metu jos buvo visiškai nuegzaruotos. Šių nuogulų stratigrafinę padėtį sunku nustatyti, nes jos gali būti tiek senesnių ledynų tirpsmo vandens paliktos nuogulos, tiek ir užslenkančio Dainavos ledyno. Tuo tarpu įvairios kilmės tarpmoreninės nuogulos, slūgsančios virš I litokomplekso moreninių nuogulų greičiausiai susidarė tirpstant ir atsitraukiant Dainavos ledynui.

Virš Dainavos apledėjimui priskirtų nuogulų, slūgsančios II ir III litokompleksų moreninės

nuogulos savo litologine sudėtimi bei vizualinėmis savybėmis yra gan artimos. Be to grėžinių pjūviuose šie moreniniai litokompleksai dažniausiai tiesiogiai slūgso vienas virš kito arba tik vietomis atskirti nedidelio storio tarpmoreninių nuogulų sluoksniu (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.).



5.3 pav. Kvartero nuogulņu geoloģinīs pjūvis II-II' pajūryje (pjūvio vieta 5.1 pav.; legenda 5.2 pav.)

Atsižvelgiant į šių litokompleksų nuogulų slūgsojimą po litologiškai gerai plote identifikuojamomis tarpmoreninėmis nuosėdomis bei jų datavimo rezultatus, šie litologiškai panašūs moreninių nuogulų litokompleksai buvo priskirti viduriniajam pleistocenui Saalio ledynmečiui. Remiantis Lietuvoje galiojančia Kvartero nuogulų stratigrafijos schema, virš Butėnų tarpledynmečio yra išskiriamos Žemaitijos ir Medininkų posvičių nuogulos (Guobytė, Satkūnas, 2011). Tačiau, jų skaidymas į atskiras posvites yra pagrįstas nedideliais sudėties skirtumais. Apatinis sluoksnis pagal didesnę dolomito, piritą, disteno, rutilo kiekį yra priskirtas Žemaitijos posvitei, o viršutinis pagal didesnę silūro klinties, granatų, amfibolų, epidoto, piroksenų ir turmalino kiekį - Medininkų. Šių litokompleksų moreninės nuogulos Lietuvos teritorijoje nuo kitų paprastai gerai skiriasi savo fizinėmis, vizualinėmis ypatybėmis bei ryškiais sudėties skirtumais - kietumu, kompaktiškumu, ruda, šokoladine spalva ir didžiausiu dolomito kiekiu petrografinėje sudėtyje, ypač Žemaitijos moreninės nuogulos, kas pasitarnauja kaip ryškūs identifikavimo kriterijai. Tuo tarpu grėžinių kerno aprašymų duomenimis pajūryje, išskirtos II ir III litokompleksų moreninės nuogulos pasižymi įvairiais atspalviais, dominuojant pilkoms, rusvai pilkoms ar pilkai rudoms, rudoms kompaktiškoms su šiek tiek didesniais dolomito kiekiais moreninėms nuoguloms. Tokią nepastovią moreninių nuogulų vizualinių savybių kaitą greičiausiai įtakojo išluistavimo procesai (Вонсавичюс, 1969), senesnių ledyninių nuogulų ir vietinių prekvarterinių uolienų priemaiša, keičiantys jų savybes. Buvus tikrai vieną apledėjimą (Žemaitijos) Saalio ledynmetyje bei palikusį gan didelio storio nuogulų kompleksą pietvakarių Baltijos regione, o taip pat ir vakarų Lietuvoje propagavo V. Vonsavičius (Вонсавичюс, 1967), neradęs pakankamai faktų, įrodančių buvus daugiau apledėjimų Saalio metu. Taip pat tik vieno Saalio apledėjimo (Kurzemės) nuogulos, kaip plačiai išplitusios, yra išskiriamos Latvijoje. Tuo tarpu turimi duomenys rodo Lenkijoje buvus net tris apledėjimus Saalio metu ir yra koreliuotinos su paskutiniojo Odros apledėjimo ir jo maksimalios Vartos (Wartanian) stadijos nuogulomis (Marks, 2011).

Įvairios kilmės tarpmoreninės nuogulos, slūgsančios virš II litokomplekso moreninių nuogulų greičiausiai susidarė tirpstant ir atsitraukiant Žemaitijos ledynui. Dėl paleogeografinių sąlygų egzistavusių tarp Žemaitijos ir Medininkų apledėjimų mokslininkų nuomonės skiriasi. Viduriniajame pleistocene be Butėnų tarpledynmečio, kai kuriose stratigrafinėse schemose tarp Žemaitijos ir Medininkų apledėjimų dar yra išskiriamas ir Snaigupėlės tarpledynmetis, tačiau dėl duomenų trūkumo šis padalinys kaip savarankiškas klimatostratigrafinis vienetas naudotoje stratigrafinėje schemoje nėra išskirtas (Satkūnas ir kt., 2007). Tačiau šios tarpledynmetinės nuosėdos palinologiškai buvo nustatytos Klaipėdos sąsiauryje aštuoniuose sekliuose gręžiniuose (Kondratienė, Damušytė, 2009). Gauti augalijos spektrai pasirodė esą nepanašūs nei į Butėnų, nei į Merkinės tarpledynmečių spektrus, bet panašesni į Vakarų Europos Drenthe-Warthe pjūvius ir atsižvelgiant į palinologinius rezultatus šios nuosėdos buvo priskirtos Snaigupėlės tarpledynmečiui. Diatominių dumblių ir moliuskų faunos tyrimai rodo, kad jos formavosi gėlo vandens baseinuose. Tačiau tam prieštarauja IR-OSL datavimo duomenys, rodantys, kad šios nuosėdos susidarė prieš $113,2 \pm 7,3$ ir $76,5 \pm 4,9$ tūkst. m. t. y. ankstyvojo Nemuno (5d-5a deguonies izotopų skalės aukšto) metu (Molodkov et al., 2010; Bitinas et al., 2011).

Merkinės tarpledynmetinių nuosėdų Lietuvos pajūryje nėra nustatyta, nors toliau į rytus, maždaug už 50 km nuo tiriamojo ploto rytinės ribos, jos buvo palinologiškai identifikuotos Gaurės pjūvyje (Šeirienė, Kondratienė, 2004).

Tarpmoreninės nuosėdos, slūgsančios dažniausiai virš Medininkų apledėjimo moreninių nuogulų, gerai litologiškai identifikuojamos, slūgsančios panašiam absoliutiniame aukštyje bei plačiai išplitusios vakarinėje ploto dalyje buvo priskirtos Pamario kompleksui, kurių stratigrafinę padėtį patvirtina nuosėdų datavimo rezultatai (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.). Absoliutaus amžiaus ir palinologinių tyrimų rezultatai parodė, kad šios nuosėdos formavosi su sedimentacinėmis pertraukomis, bet gana ilgą laiką, pradedant Medininkų ledynmečio pabaiga ir baigiant viduriniu Nemunu (Bitinas et al., 2013).

Sedimentacija baseine, prasidėjusi maždaug prieš 160-140 tūkst. m. Medininkų ledynmečio pabaigoje nutrūko, o vėliau baseine atsinaujino maždaug prieš 118-119 tūkst. m. ir, greičiausiai, tęsėsi viso ankstyvojo Nemuno metu, kol teritoriją viduriniojo Nemuno laikotarpiu padengė dar vienas ledynas (Bitinas et al., 2013).

Virš šios plačiai išplitusios tarpmoreninių nuosėdų storumės slūgsantys trys (vietomis du) vizualiai skirtingi moreninių nuogulų litokompleksai (IV, V, VI), vietomis persisluoksniuojantys su tarpmoreninėmis nuogulomis buvo priskirti viršutiniam pleistocenui (5.2 pav.). Šių vizualiai skirtingų litokompleksų palaiapsniška tam tikrų mineraloginių asociacijų (piroksenų, turmalino, granatų, epidoto ir amfibolų mažėjimas, o taip pat staurolito, apatito, fosfatų, cirkono ir t.t. padidėjimas) ir uolienuų kiekių (dolomito bei kristalinių uolienuų padidėjimas) kaita jaunesnėse moreninėse nuogulose, greičiausiai buvo įtakota to paties egzracijos šaltinio, bet, galbūt, šiek tiek skirtingos prekvarterinių uolienuų sudėties.

Tai leido padaryti išvadą, kad šie moreninių nuogulų litokompleksai, galimai, buvo suformuoti to paties ledyno, tik pakartotinių antslinkių, greičiausiai, skirtingų stadijų metu. Tokią trinarę viršutinio pleistoceno moreninių nuogulų storumės sandarą, patvirtina ir paskutiniųjų tyrimų pajūryje rezultatai. Jie rodo, kad Vakarų Lietuva ar dalis jos galimai buvo padengta dar vieno ledyno viršutiniojo pleistoceno metu (Molodkov et al., 2010; Bitinas et al., 2011; Damušytė ir kt., 2011). Todėl IV litokomplekso moreninės nuogulos, remiantis OSL datavimais, buvo interpretuotos kaip susidariusios paskutiniojo (Nemuno) apledėjimo, ankstyvosios stadijos metu ir pavadintos Melnragės vardu (Molodkov et al., 2010; Bitinas et al., 2011; Damušytė ir kt., 2011). Šie duomenys prieštarauja nuomonei, kad Lietuvos teritorija nebuvo padengta kontinentinio ledyno nuo pat Merkinės tarpledynmečio pabaigos ir tokios sąlygos išliko per visą ankstyvojo ir viduriniojo Nemuno laikotarpį (Satkūnas, 2011). Įrodymai dėl šio ledyninio antslinkio buvimo viduriniojo Nemuno metu buvo gauti lokalių geologinių tyrimų Šventosios apylinkų metu (Damušytė ir kt., 2011). Tarp dviejų datuotų smėlio sluoksnių slūgsančios moreninės

nuogulos, (viršmoreninio smėlio sluoksnis – $43,7 \pm 4$ ir $48,8 \pm 6,2$ tūkst. m., pomoreninio – $83 \pm 6,7$ ir $113 \pm 8,5$ tūkst. m.) buvo priskirtos viduriniajam Nemunui. Gauti tyrimų rezultatai patvirtino jau anksčiau tyrinėtojų padarytą prielaidą (Bitinas et al., 2011; Molodkov et al., 2010), kad Klaipėdos sąsiaurio apylinkės 4-osios jūrinės izotopinės stadijos (MIS) metu buvo užklojęs Melnragės ledynas. Tokiu būdu atsižvelgiant į absoliutaus datavimo rezultatus, slūgsojimo sąlygas bei litologinės sudėties skirtumus šios nuogulos buvo išskirtos tik siaurame ruože išilgai Baltijos jūros kranto. Dėl galimo didesnio šių nuogulų išplitimo plote į rytus sunku spręsti dėl litologinių duomenų stokos. Tačiau daug kur viršutinėje pleistoceno nuogulų storymės dalyje virš tarpmoreninių Pamario nuosėdų komplekso slūgsantys trys vizualiai skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai, matyt, galėjo susidaryti paskutiniojo apledėjimo trijų stadijų metu, apatininį sluoksnį priskiriant viduriniajam Nemunui. Tačiau kitokį interpretavimo varianto pasirinkimą lėmė IV litokompleksui priskirtų moreninių nuogulų litologinės sudėties ypatumai. Šios nuogulos išsiskiria labai ryškiais sudėties, ypač mineralinės skirtumais, pasižyminčios didžiausiais fenoskandiškų mineralų, o taip pat ir silūro klinties, bet mažiausiais dolomito kiekiais. Remiantis nors ir negausiais mineraloginiais duomenimis, tolstant toliau į rytus nuo Baltijos jūros kranto, daugiau moreninių nuogulų su tokiais ryškiais mineralinės sudėties skirtumais nebuvo nustatyta. Kaimyninėje Lenkijoje, Melnragės posvitės moreninės nuogulos koreliuotinos su Swiece stadijos nuogulomis, aptinkamomis vidurinėje ir šiaurinėje šalies ploto dalyse (Marks, 2011). Šio ledyno antslinkio išplitimo riba yra brėžiama gerokai į rytus, apimant ir Baltarusijos šiaurės vakarinę dalį, praktiškai nuo 21° iki 24° meridiano ties vidurio Lietuva (Krzywicki, 2002). Tuo tarpu vidurio ir vakarų Lenkijos jūros pakrantės (klifų) moreninių nuogulų petrografiniai tyrimai rodo, kad šiam apledėjimui priskirtų moreninių nuogulų sudėtyje vyrauja klintis (virš 40%), kristalinės uolienos (virš 30%), tuo tarpu dolomito ir smiltainio kiekis sudaro vos apie 10% (Olszak et al., 2011). Panašia petrografine sudėtimi pasižymi ir Melnragės moreninės nuogulos Lietuvos pajūryje, išskyrus tai, kad jai čia būdingas šiek tiek mažesnis kristalinių uolienuų kiekis. Tuo tarpu

Latvijoje kol kas duomenų, įrodančių šio apledėjimo buvimą nėra nustatyta, tačiau mokslininkai neatmeta galimybės, kad šis viduriniojo Weichselio ledyno antslinkis galėjo pasiekti Latvijos pajūrio žemumas (Saks et al, 2012).

Virš IV moreninių nuogulų komplekso (Melnragės) slūgsančios, sporadiškai išplitusios nuosėdos sudaro Melnragės ir viršutiniojo Nemuno tarpmoreninių nuogulų storymę. Smėlio sluoksnių, slūgsančių virš Melnragės moreninių nuogulų, priskyrimą šiam tarpmoreniniam litokompleksui, nulėmė OSL datos, rodančios, kad nuosėdos kaupėsi viduriniojo Nemuno laikotarpiu. Tuo tarpu, Šventosios apylinkėse, nuosėdose rastos negausių jūrinių diatominių dumblių liekanos rodo, kad jos galėjo kauptis net jūrinėmis sąlygomis (Damušytė ir kt., 2011) arba greičiausiai buvo perklostomos Merkinės tarpledynmečio jūrinės nuosėdos (Bitinas et al., 2013). Nuosėdų pjūvių priskirtų viduriniajam Nemunui yra aptikta ir šiaurės vakarinėje Lietuvos dalyje, Ventos apylinkėse (Satkūnas et al., 2009, 2012), vakarų Latvijos pakrantėje tarp Ventspilio ir Pāvilosta miestų (Saks et al., 2012), pietvakrių Estijoje, Arumetsos vietovėje (Raatas et al., 2010), tačiau jų koreliacijai reikia papildomų tyrimų (Satkūnas, 2011).

Plačiai išplitusios V, VI litokompleksų moreninės nuogulos (5.2, 5.3, 5.4, 5.5 pav.) buvo interpretuotos kaip susidariusios vėlyvojo Nemuno (Weichselio) metu. Kadangi Lietuvoje nėra pagrįstai išskirto nei vieno tarpstadijinio ar tarpfazijinio rango tarpmoreninių nuogulų ar nuosėdų pjūvio, susidariusio vėlyvojo Nemuno metu (Bitinas, 2011), todėl atsižvelgiant į litostratigrafinius požymius viršutinio Nemuno moreninės nuogulos buvo suskaidytos atitinkamai išskiriant apatinius ir viršutinius viršutiniojo Nemuno sluoksnius.

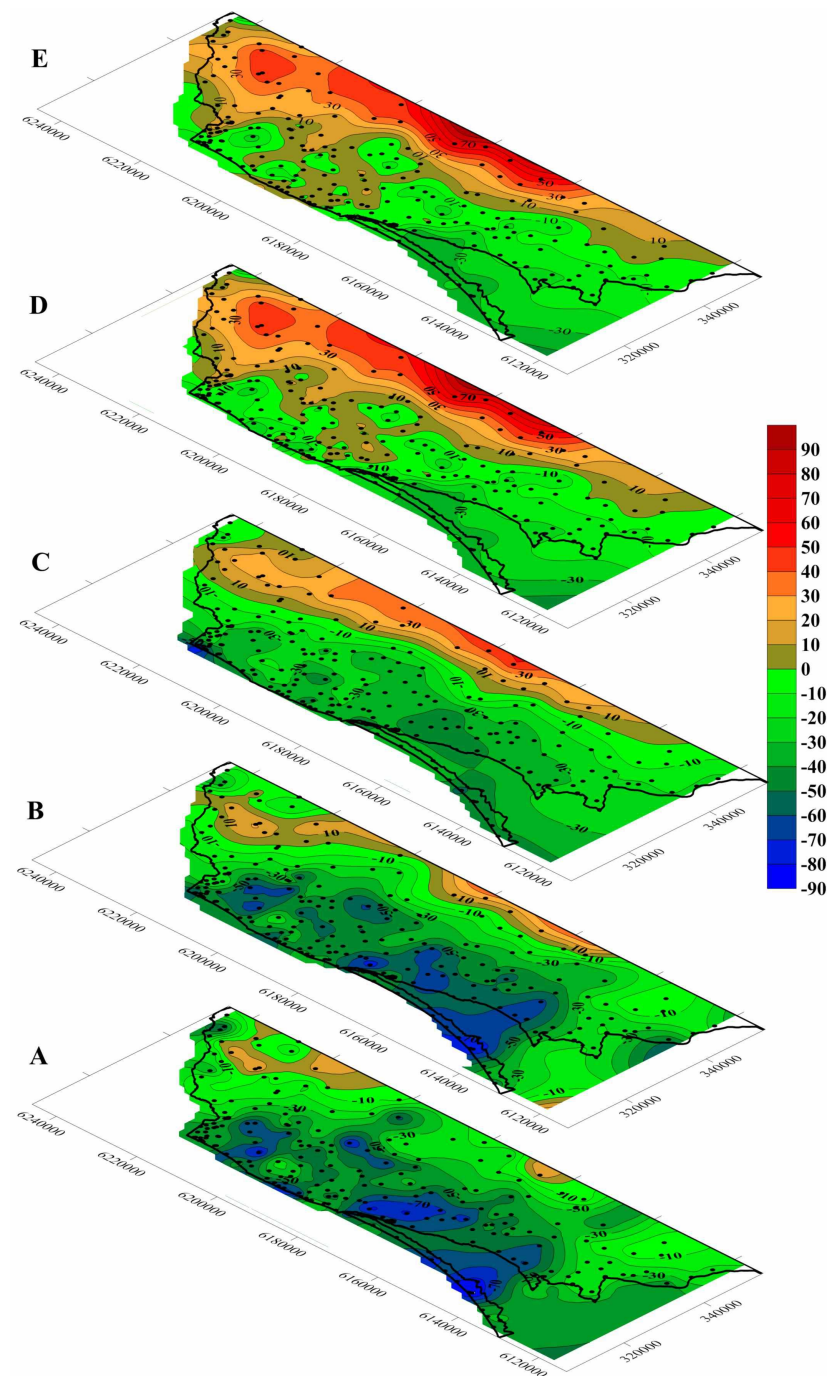
6. PLEISTOCENO NUOGULŲ SEDIMENTACIJOS SĄLYGOS LIETUVOS PAJŪRYJE

Iki Dainavos apledėjimo tiriamoje teritorijoje vykusius procesus atkurti yra gana sudėtinga, nes nei viduriniojo pleistoceno pradžios (Dzūkijos ledynmečio ir Turgelių tarpledynmečio), nei ankstyvojo pleistoceno nuogulų plote nėra nustatyta. Greičiausiai jos buvo nuegzaruotos vėlyvesnių ledynų antslinkių, todėl rekonstruoti šių nuogulų sedimentacijos sąlygas nėra galimybių.

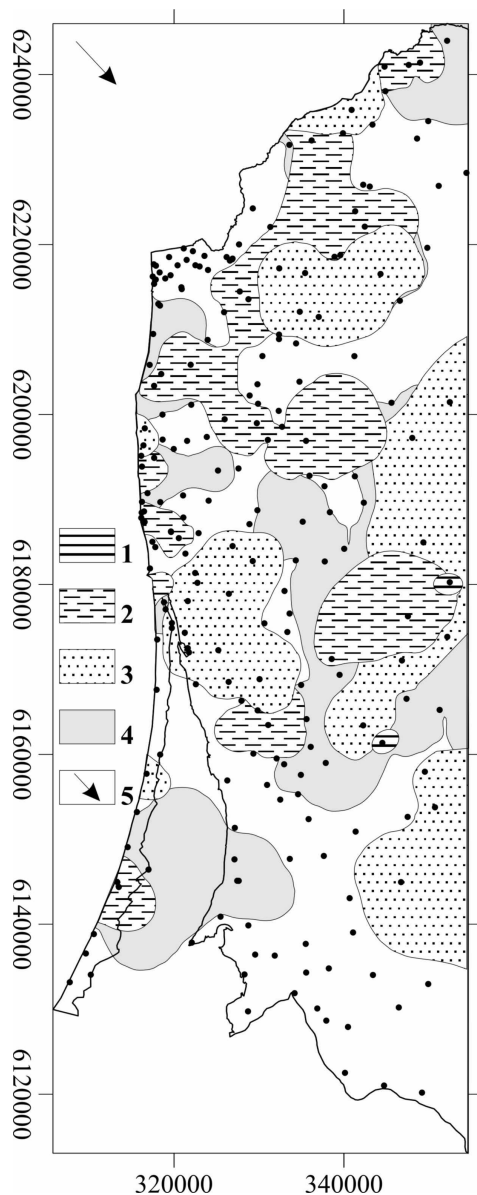
Pleistoceno nuogulų sedimentacijai, jų pasiskirstymui plote įtakos turėjo iki tol egzistavęs paviršius. Prieš užslenkant Dainavos ledynui, remiantis gręžinių medžiaga, tiriamajame plote egzistavo netaisyklingų kontūrų žemuma (depresija) palaipsniui žemėjanti link Baltijos jūros. Žemumos paviršius buvo egzaruotas Dainavos ledyno antslinkio ir dabar Baltijos jūros pakrantėje yra maždaug 60-80 m absoliučiam aukštyje žemiau jūros lygio. Jos paviršius buvo išraižytas įvairaus gylio slėniais, įrėžiais ir duburiais (6.1A pav.).

Dainavos ledyno antslinkio suklostytų moreninių ir tarpmoreninių nuogulų paviršius, išplitimas ir storis (4.2A, B, C pav.) leidžia įsivaizduoti, kiek užslinkdamas ir atsitraukdamas Dainavos ledynas bei jo tirpsmo vanduo pakeitė iki tol egzistavusį paviršių (6.1A, B pav.). Atsekama reljefo formų pasikartojimas ir įvairios litologijos nuogulų akumuliacija daugiau tuometinio reljefo neigiamose formose, pažemėjimuose, duburiuose ar įrėžiuose (6.2 pav.) leidžia manyti, kad Dainavos ledynas bei jo tirpsmo vanduo mažai pakeitė iki tol egzistavusį paviršių. Tačiau nuogulų sedimentacijos sąlygų raidą Dainavos apledėjimo metu tyrimų plote atkurti sunku dėl išlikusių nuogulų fragmentiškumo.

Nesutikęs didelių kliūčių, išskyrus prekvartero pažemėjimus ar paleoįrėžius, Dainavos ledynas greičiausiai iš šiaurės vakarų (Гайгалас, 1979) slinko per tiriamąją teritoriją, palikdamas tik nedidelio storio dugninę moreną, sudariusią lygumą, kuri vėlyvesnių ledynų buvo lengvai egzaruojama.



6.1 pav. Paviršiai palaidoti po įvairiaamžėmis ledyninėmis nuogulomis: A-Dainavos, B-Žemaitijos, C-Medininkų, D-Nemuno Melnragės stadijos ir E-Nemuno vidurinioji stadijos

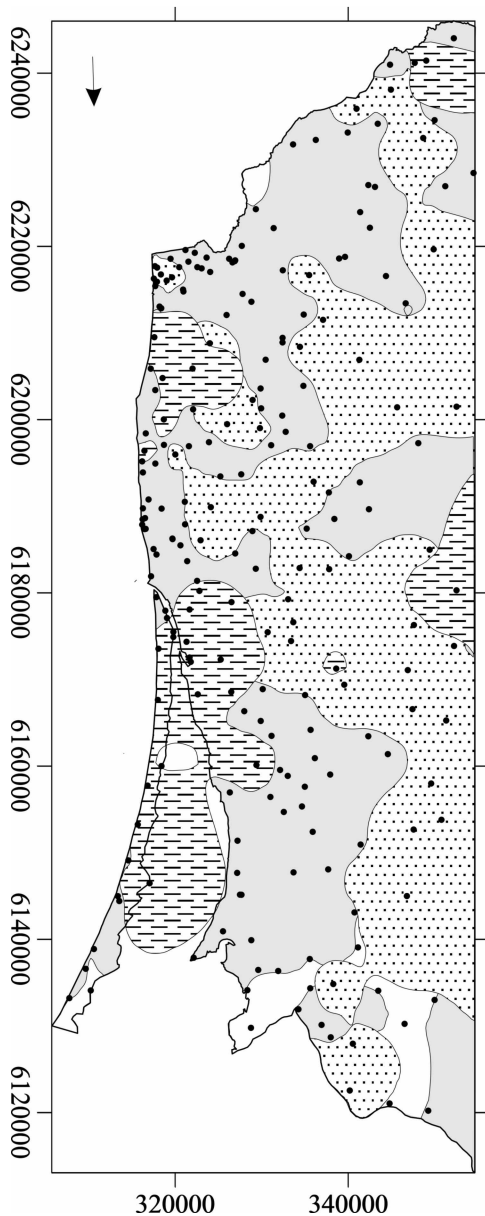


6.2 pav. Dainavos apledėjimo nuogulų ir Butėnų tarpledynmečio nuosėdų paplitimas plote: 1-limninės, 2-limnoglacialinės, 3-fliuvioglacialinės, 4-moreninės nuogulos, 5-ledyno slinkimo kryptis

(depresija), nusėta ežerų duburiais, raižoma upių slėnių tinklo ir veikiama įvairių geologinių procesų. Tačiau tarpledynmetinės Butėnų amžiaus nuosėdos yra aptiktos išlikusios tik ant Dainavos apledėjimo metu susiformavusių ledyno kraštinių darinių gūbrių vakarinių pašlaičių (rytinė ploto dalis) telkšojusiuose

Apatinio paleozojaus (silūro, ordoviko) klinčių, mezozojaus mergelių, smiltainių vyravimas lyginant su aukščiau slūgsančiomis moreninėmis nuogulomis greičiausiai buvo įtakotas šiaurės vakarų slinkimo krypties. Rytinėje tyrimų ploto dalyje, Kartenos-Kulių-Švėkšnos apylinkėse, yra išlikęs, galbūt, ledyno kraštinių darinių masyvo susidariusio dėl moreninio priesmėlio ir priemolio bei fliuvioglacialinių nuogulų (įvairaus rupumo smėlis su žvirgždo, gargždo priemaiša) akumuliacijos ledyno pakraštyje, fragmentas (4.2B pav.). Daug kur dugninės morenos paviršių dengia ledo tirpsmo vandens suklostytos nuogulos (smėlis, molis, aleuritas). Greičiausiai šių nuogulų sedimentacija vyko prieledyniniuose ežeruose pasitvenkusiuose priešais ledyno pakraštį (6.2 pav.) arba vietomis nuo ledyno tekėję ledo tirpsmo vandens srautai transportavo šiek tiek rupesnę medžiagą nusodindami ją reljefo pažemėjimuose, galimai deltose. Butėnų tarpledynmečio laikotarpiu, matyt, toliau egzistavo į vakarus nuolaidi pajūrio žemuma

pavieniuose ežeruose, kur ir vyko šių nuosėdų akumuliacija. Sprendžiant iš sporadiško Dainavos apledėjimo moreninių ir tarpmoreninių nuogulų išplitimo plote bei jų slūgsojimo pokvarterinio reljefo pažemėjimuose ar paleoįrėžuose ir atsižvelgiant į Žemaitijos apledėjimo moreninių nuogulų didesnę išplitimą bei slūgsojimą dažniausiai ant prekvarterinių uolienu, peršasi išvada, kad teritorija Žemaitijos apledėjimo metu patyrė nemažą ledyninės egzracijos poveikį. Erozijos ir denudacijos procesai vykę poledynmečiu ir tarpledynmečiu, matyt, taip pat įtakojo fragmentišką šių nuogulų paplitimą teritorijoje. Be to, Baltijos jūros depresija, turbūt, pradėjusi formuotis Butėnų tarpledynmečio metu buvo kaip natūrali kliūtis ledynų slinkimo kelyje, todėl ledynams kopiant iš jos, ypač vakarinis pakraštys, buvo intensyviau egzaruojamas (Bitinas ir kt., 2000). Akumuliuotos moreninės ir tarpmoreninės nuogulos gerokai pakoregavo iki tol egzistavusį paviršių. Sudarytos nuogulų išplitimo ir storio schemos rodo, kad visa tiriama teritorija pasidengė beveik ištisine moreninių ir vietomis tarpmoreninių nuogulų danga (4.3B, C pav.). Tokiu būdu dėl glacigeninių nuogulų sedimentacijos, Baltijos jūros pakrantėje egzistavusi žemuma (depresija) pamažu seko, užsipildydama įvairios litologijos nuogulomis (6.1C pav.). Tyrimais nustatyta, kad Žemaitijos ledynas Lietuvą pasiekė iš šiaurės (Гайгалас, 1979). Tik santykinai didesnis dolomito, mažesnis smiltainių ir mezozojaus mergelio, bet labai panašus apatinio paleozojaus klinties kiekis lyginant su Dainavos apledėjimo moreninėmis nuogulomis nerodo ryškių ledyno slinkimo krypties ar egzaruoto substrato geologinės sandaros skirtumų. Greičiausiai ledynas pakeliui asimiliavo panašios sudėties prekvarterines uolienas, įtakojušias moreninių nuogulų sudėties panašumus. Taip pat ankstesnių ledyninių nuogulų egzracija ir asimiliacija greičiausiai „sušvelnino“ sudėties skirtumus. Tačiau mineralinės sudėties skirtumai tarp jų ryškesni (Dainavos apledėjimo moreninės nuogulos išsiskiria mažiausiu fenoskandiškų mineralų, bet didžiausiu rūdinių mineralų, piritu ir cirkono kiekiu).



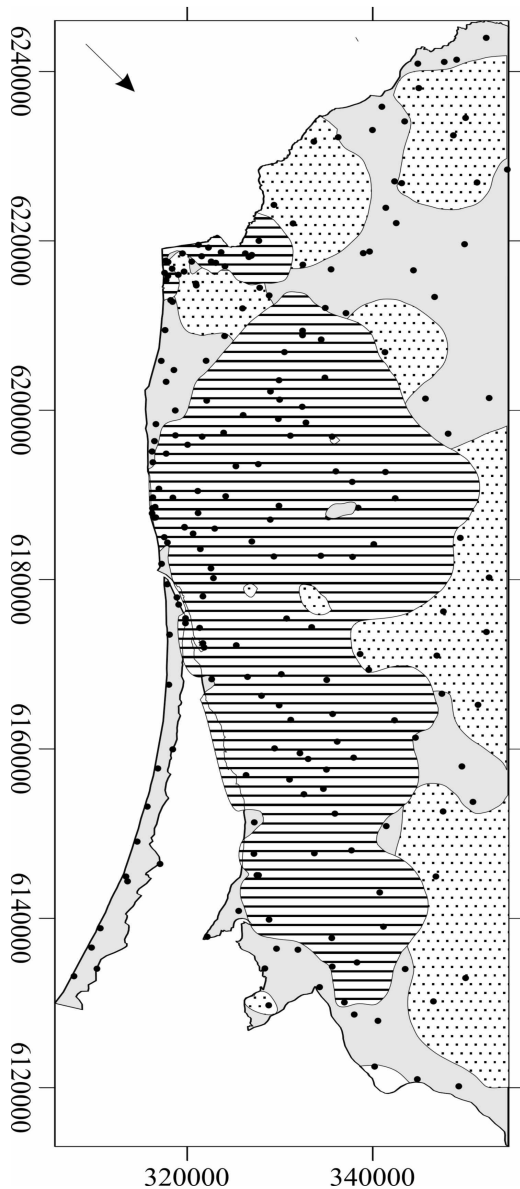
6.3 pav. Žemaitijos apledėjimo nuogulų paplitimas plote (sutartiniai ženklai 6.2 pav.)

liudija šiaurės vakariniame ploto pakraštyje Būtingės apylinkėse Žemaitijos apledėjimo metu susiformavęs paleoįrėžis, kuriame fiksuojamas didžiausias nuogulų storis, viršijantis 100 m. Sprendžiant iš paleoįrėžio dugną užpildančių moreninių nuogulų litologinių savybių (5.4 pav., grėž. 25027) jis, matyt, užsipildė to paties ledyninio antslinkio metu. Įrėžį užpildančios nuogulos rodo lokalią intensyvią permo uolienuų egzraciją, jau susiformavusiam įrėžyje, kuri galima būtų sieti su didele ledo tirpsmo vandens iškrova iš po ledyno, išnešant

Atsitraukdamas Žemaitijos ledynas paliko vidutiniškai apie 15 m storio moreninių nuogulų sluoksnį, suformuodamas silpnai banguotą dugninės morenos lygumą (4.3A, B pav.). Tiriama ploto rytuose Kartenos-Kulių-Švėkšnos apylinkėse ir šiauriau jų ledynui traukiantis, matyt, ledyno pakraščiui ilgesniam laikui įgavus pusiausvyrą, formavosi galinių morenų ruožas, nusidriekiantis už tirimų ploto ribų. Tokiu būdu, dėl moreninės medžiagos akumuliacijos senesnių, Dainavos apledėjimo kraštinių darinių suformuotoje aukštumoje ir jos pašlaitėje, „augo“ dabartinė Žemaičių aukštuma. Ledyno tirpsmą lydėjo fliuvioglacialinių ir limnoglacialinių nuogulų formavimasis. Nedidelių patvenktinių baseinų susidarymas, greičiausiai, lydėjo visą ledyno pakraščio atsitraukimą į Baltijos jūros dubumą (6.3 pav.). Apie ledo tirpsmo vandens erozinės veiklos padarinius

didelį kiekį nuosėdų. Pietinėje ploto dalyje Žemaitijos moreninių nuogulų nebuvimą galima būtų sieti su jaunesnių ledynų egzistavimu.

Tyrinėtojai nesutaria dėl paleogeografinių sąlygų, egzistavusių tarp Žemaitijos ir Medininkų apledėjimų, o nesant pakankamai geologinių duomenų, įrodančių tarp jų buvus tarpledynmetį (Satkūnas ir kt., 2007), šį laikotarpį yra sunku charakterizuoti paleogeografiškai. Nors gauti palinologiniai duomenys iš Klaipėdos sąsiaurio gręžinių (Kondratienė, Damušytė, 2009) rodo, kad tirtos nuosėdos susidarė tarpledynmečiu, tačiau nuosėdų IR-OSL datavimo rezultatai neleidžia jų priskirti Snaigupėlės tarpledynmečiui, kadangi datos labiau atitinka ankstyvojo Nemuno laikotarpį (Bitinas et al., 2011). Sprendžiant iš Žemaitijos ir Medininkų apledėjimų moreninių nuogulų petrografinės ir mineralinės sudėties panašumo, galima būtų daryti prielaidą, kad jos galimai formavosi to paties apledėjimo atskirose stadijose, o išskirtos tarpmoreninės nuogulos yra glacigeninės. A. Gaigalo nuomone, vėlesnis Medininkų ledynas tyrimų plotą pasiekė iš šiaurės vakarų (Гайрагал, 1979). Pasikartojanti šiaurės vakarinė ledynų ledo slinkimo kryptis Dainavos ir Medininkų apledėjimų metu turėjo įtakoti moreninių nuogulų sudėties panašumus. Tačiau, gauti tyrimų rezultatai rodo didesnę sudėties panašumą tarp Žemaitijos ir Medininkų moreninių nuogulų, galimai liudijantį to paties apledėjimo ledyno pakartotinį antslinkį. Atsitraukdamas Medininkų ledynas tiriamoje teritorijoje paliko vidutiniškai apie 14 m storio moreninių nuogulų dangą, sudarydamas banguotą dugninės morenos lygumą. Tokiu būdu iki Medininkų apledėjimo egzistavusi pajūrio žemuma (depresija) praktiškai užsipildė įvairios litologijos nuogulomis ir nuosėdomis (6.4 pav.). Ledynui atsitraukiant didžiausią įtaką nuogulų sedimentacijai turėjo didelio patvenktinio baseino susidarymas (6.4, 6.5 pav.). Ploto rytinėje dalyje, viduriniojo pleistoceno metu susiformavęs darinių ruožas, sudarantis Žemaičių aukštumos vakarinius šlaitus, vietomis iškilusius iki 60 m abs. aukščio, patvenkė ledyno ledo tirpsmo vandenį, sudarydamas palankias sąlygas nuosėdų, priskirtų Pamario kompleksui, sedimentacijai (6.4, 6.5 pav.).

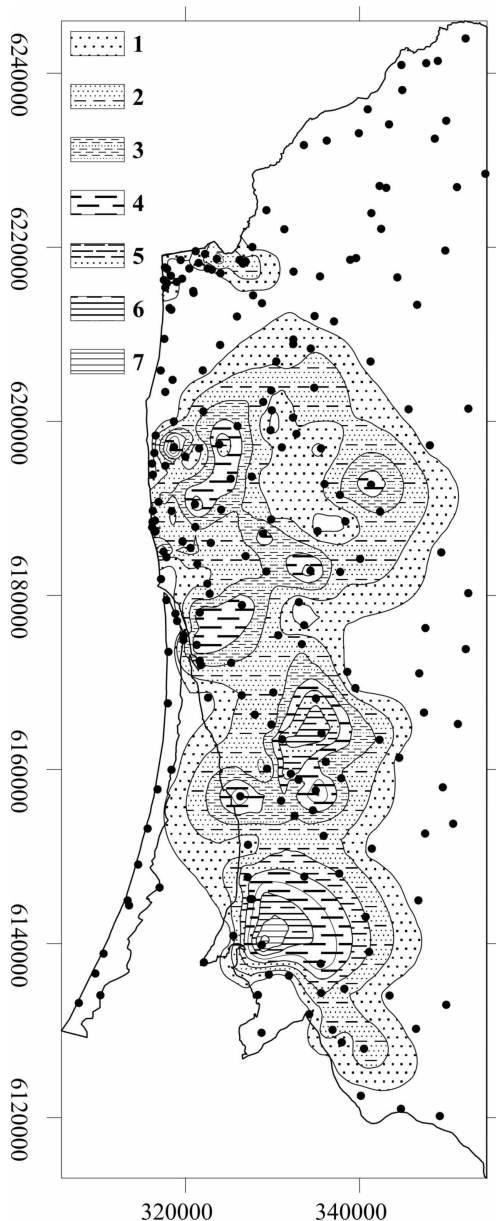


6.4 pav. Medininkų apledėjimo nuogulų paplitimas plote ir Pamario komplekso nuosėdų paplitimas Medininkų apledėjimo nuogulų paviršiuje (sutartiniai ženklai 6.2 pav.)

Sprendžiant iš gręžiniais nustatytos nuosėdų litologijos, sedimentacija baseine, greičiausiai, prasidėjo iš karto, kai tik ledynas, atsitraukdamas vakarų kryptimi, patvenkė tirpsmo vandenį. Ledyno ledo tirpsmo vandens srautai, matyt, gausiai tiekė klastinę medžiagą, sudarydami iki 30 m nuosėdų storymę. Nuosėdų pobūdis rodo, kad pirmiausiai baseine klojosi molis (vietomis varvinis ar sluoksniuotas) bei aleuritas, t. y. nuosėdos charakteringos prieledyniniams baseinams. Jų sedimentaciją vėliau keitė smulkučio, rečiau smulkaus smėlio, vietomis su aleurito bei daug kur su organikos ir medienos priemaiša sedimentacija, ar net vietomis su durpių ir sapropelio kaupimusi, rodančiu įsivyravant

neledynines (ežerų) šiltesnio klimato sedimentacijos sąlygas. Liekaninį baseiną, matyt patvenkė išilgai dabartinio Baltijos jūros kranto susidariusių ledyno kraštinių darinių gūbriai. Nekaitus sporų ir žiedadulkių rūšinės sudėties spektras rodo buvus mažai kaičias klimatinės sąlygas, vyraujant šaltam ir drėgnam klimatui, arba greitą nuosėdų sedimentaciją (Damušytė ir kt., 2011). Sprendžiant iš palinologinių duomenų, neledyninio baseino egzistavimo pradžioje vyravo šalto klimato sąlygos, būdingos vėlyvojo ledynmečio laikotarpiui, apylinkėse

vyraujant daugiausiai žolinei augalijai, vietomis su tundriniais krūmokšniais – beržu keržiu, karklu (Bitinas ir kt., 1997).



6.5 pav. Tarpmoreninių nuosėdų, priskirtų Pamario kompleksui, išplitimas ir kaita plote:
1-smėlis, 2-aleuritingas smėlis, 3-smėlingas aleuritas, 4-aleuritas, 5-molingas smėlis, 6-molingas aleuritas, 7-molis

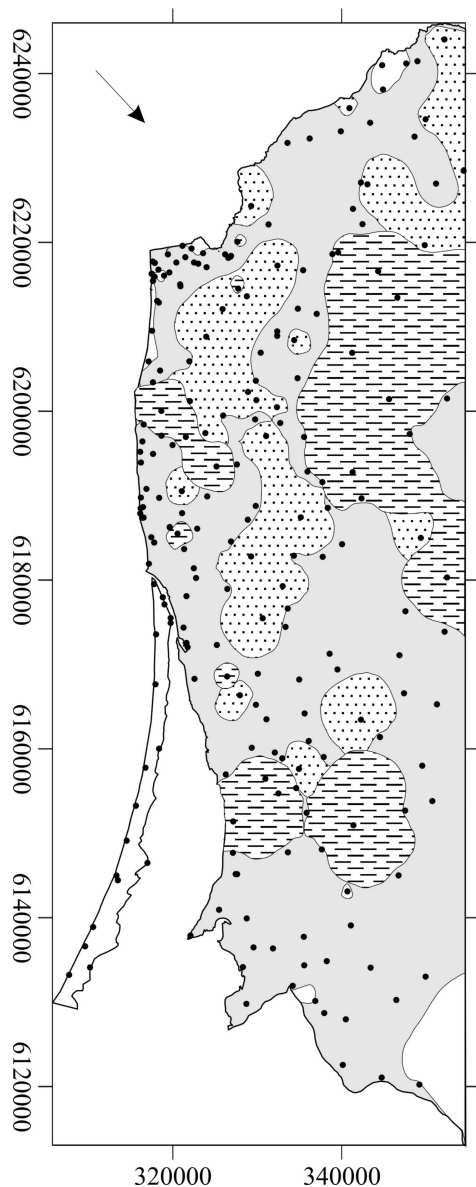
ir abraziniais procesais baseino pakraščiuose. Remiantis OSL datavimo

Vėliau įsivyravo miškatundrė, seklesnės baseino dalys uždurpėjo. Apylinkėse miškai, daugiausia spygliuočių, vyravo tik labai trumpai. Baseino nuosėdų storymės viršutinė dalis, sprendžiant iš gautų sporų ir žiedadulkių spektrų, klostėsi laipsniškai nykstant augalijai ir vėstant klimatui (Bitinas ir kt., 1997). Baseino litofacijų pasiskirstymą nulėmė vykę sedimentacijos procesai skirtingose aplinkose bei atnešamos medžiagos sudėtis. Visumoje, baseine vyravo smulkios medžiagos sedimentacija. Litofacijų kaita baseine rodo palaipsnišką prinešamos medžiagos smulkėjimą link baseino vidurio (6.5 pav.). Išilgai baseino kranto linijos išsiskiria buvusi priekrantės sedimentacijos zona, kurioje vyravo santykinai rupesnės medžiagos – smėlio sedimentacija. Pereinamajai ir giliausioms zonoms būdingas litofacijų su smulkiadispersiškais nuosėdomis vyravimas. Tuo tarpu rupios medžiagos koncentracija, vietomis baseino pakraščiuose greičiausiai susijusi su vandens srautų iškrova, suformuojant deltų nuosėdas arba susijusi su eroziniais

duomenimis baseinas gyvavo gan ilgą laiką, tačiau nuosėdų kaupimasis, sprendžiant iš palinologinių tyrimų rezultatų, vyko su sedimentacijos pertraukomis, liudijančiomis apie nepastovų baseino vandens lygį (Bitinas ir kt., 1997), tačiau gręžinių pjūviuose neaptinkama jokių erozijos požymių, liudijančių sedimentacinių pertraukų buvimą. Sprendžiant iš OSL datavimų sedimentacija baseine prasidėjusi maždaug prieš 140-160 tūkst. m. greičiausiai nutrūko atsitraukus ir ištirpus Medininkų ledynui. Nebelikus ledyninės patvankos baseinas, matyt, nusidrenavo į Baltijos jūros dubumą. Merkinės tarpledynmečio metu regionas greičiausiai patyrė kilimą dėl glacioizostazijos, dėl ko Merkinės (Eemio) jūrinių nuosėdų čia nėra aptinkama (Bitinas et al., 2013). Merkinės tarpledynmečio laikotarpiu greičiausiai toliau egzistavo pajūrio žemuma su paviršiaus polinkiu į vakarus. Nuosėdų sedimentacija turėjo vykti ežeruose, upių slėniuose ir pelkėse, tačiau šio laikotarpio nuosėdų tiriamame plote nėra aptikta, todėl rekonstruoti nuosėdų sedimentacijos sąlygas Merkinės tarpledynmečio metu nėra galimybių. IR-OSL datavimų rezultatai rodo, kad sedimentacija baseine vėl atsinaujino prieš 118-119 tūkst. m. ir greičiausiai tęsėsi viso ankstyvojo Nemuno metu (Bitinas et al., 2013), kol teritoriją viduriniojo Nemuno laikotarpiu pasiekė Melnragės apledėjimo ledynas. Sprendžiant iš Medininkų moreninių ir tarpmoreninių nuogulų išplitimo ir storio kaitos plote, vėliau užslinkęs Melnragės ledynas (seniausioji Nemuno apledėjimo stadija) arba dar vėlyvesni ledynai, greičiausiai nepasižymėjo labai didele ardomąja galia (6.1D, E pav.). Remiantis Melnragės moreninių nuogulų slūgsojimo sąlygomis (ribotas paplitimas Baltijos jūros pakrantėje) bei mineraloginės ir petrografinės sudėties skirtumais galima daryti išvadą, kad, galimai, šis ledynas pasiekęs tik Baltijos jūros pakrantės žemesnes dalis, paliko nedidelio storio moreninių nuogulų sluoksnį reljefo pažemėjimuose. Ryškūs moreninių nuogulų sudėties skirtumai, ypač mineralinės rodo ledyną turėjus kitą slinkimo kryptį, nei ankstesnių apledėjimų ledynai. Petrografinės sudėties tyrimai Olando Kepurės klifo atodangoje, rodo, kad šiam apledėjimui priskirtas morenines nuogulas, pasižyminčias minimaliu dolomito ir maksimaliu kristalinių uolienuų kiekiu, paliko ledynas, remiantis

žvirgždo – gargždo ilgųjų ašių matavimais, slinkęs iš šiaurės (Molodkov et al., 2010). Tuo tarpu Vonsavičius teigė, kad Kurzemės arba ankstyvojo Nemuno moreninės nuogulos, pasižyminčios pilka spalva, vietomis net su melsvu atspalviu bei praturtintos Baltijos jūros dugno ir viršutinio mezozojaus uolienomis, greičiausiai paliko ledynas slinkęs iš šiaurės vakarų (Вонсавичюс, 1984). Remiantis A. Gaigalo sudarytomis rekonstrukcijomis (Гайгалас, 1979) pietų kryptimi slinkę ledynai, turėtų pasižymėti didesniais dolomito kiekiais. Swiecie stadijai priskirtų moreninių nuogulų petrografinės sudėties tyrimai šiaurės rytų Lenkijoje rodo, kad apledėjimo centras galėjo būti šiek tiek vakariau nuo Suomijos ir Alandų salų (Krzywicki, 2002). Greičiausiai ledyno ledo tirpsmo nuosėdų ir nuogulų sedimentacija turėjo vykti atsitraukiant ledynui, tačiau jos aptinkamos labai sporadiškai, Baltijos jūros pakrantės ruožuose. OSL datavimo duomenimis Šventosios apylinkėse aptiktos ežerinės nuosėdos, susidariusios maždaug prieš 44-49 tūkst. m., t. y. viduriniojo Nemuno metu. Jų sedimentacija, greičiausiai, ledynui atsitraukus vyko prieš Melnragės apledėjimą egzistavusio baseino vietoje. Nemaži pasikeitimai pajūrio regione įvyko ir dėl nuogulų akumuliacijos atsitraukiant paskutiniojo (Nemuno) apledėjimo vėlyviausiųjų stadijų ledynams, palikusiems litologiškai skirtingus du moreninių nuogulų sluoksnius bei virš jų slūgsančias ledyno tirpsmo vandenų suklostytas nuogulas.

Vėlyvojo Nemuno ledynas, palikęs nuogulas, kurios yra priskirtos apatiniam sluoksniui, tiriamoje teritorijoje suformavo banguotą dugninės morenos lygumą, kurią į šiaurės vakarus nuo Veiviržių link Padvarių, Darbėnų, Lenkimų apylinkių šiaurės vakarų-pietryčių kryptimi (įkypai tyrimų plotą) kerta ledyno kraštinių darinių ruožas, kurio reljefo formos vietomis iškyla iki 40-60 m. Šie moreniniai dariniai greičiausiai žymi ledyno postovį ties šia riba (4.6A, 6.6 pav.). Priešais ledyno pakraštį, į šiaurę nuo Žutautų, susidarė didesnis priedyninis baseinas, kuriame nusėdo smulkus smėlis, aleuritas ir molis.



6.6 pav. Nemuno apledėjimo, priskirtų apatiniam sluoksniui nuogulų paplitimas plote (sutartiniai ženklai 6.2 pav.)

viršutinį moreninių nuogulų sluoksnį, ir tuo pačiu jo tirpsmo vandenys, sukloję žemės paviršiuje slūgsančias nuogulas ir nuosėdas, kartu formavo ir dabartinį reljefą didesnėje tiriamojo ploto dalyje. Šio laikotarpio paleogeografinės sąlygos buvo detalios iširtos ir aprašytos geologinio kartografavimo Kretingos ir Šilutės plotuose metu (Bitinas ir kt., 1997, 2000).

Tokiu būdu vykstat moreninių nuogulų akumuliacijai senesnių kraštinių darinių ruože, toliau „augo“ ir plėtėjo Žemaičių aukštuma, ko pasekoje dar labiau susiaurėjo egzistavusios pajūrio žemumos plotas, ypač šiaurinėje tyrimų ploto dalyje. Tuo tarpu tarpmoreninės nuosėdos paplitusios sporadiškai, greičiausiai vėl buvo nuegzaruotos paskutiniojo ledyno anstlinkio. Sprendžiant iš moreninių nuogulų sudėties (palaipsniškas amfibolų kiekio mažėjimas ir cirkono bei epidoto didėjimas) greičiausiai rodo ledyną atsitraukus mažiau nei Melnragės stadijos metu. Palaipsniškai didėjantis mezozojaus klinties ir dolomito, bei mažėjantis silūro klinties kiekis vargu ar galėjo būti įtakoti kitos ledyno slinkimo krypties, nei buvusios Melnragės antslinkio metu. Tačiau remiantis ledyno slinkimo rekonstrukcijomis, šis ledynas Lietuvą turėjo pasiekti iš šiaurės vakarų (Гайгалас, 1979). Nemuno ledynmečio paskutiniojo antslinkio ledynas, suklojęs

IŠVADOS

1. Lietuvos pajūrio moreninių nuogulų kompleksų vizualinės savybės skiriasi ne tik gręžinių pjūviuose vertikaliai, bet ir plote. Tai leidžia jas stratigrafiškai skaidyti, bet apsunkina jų koreliaciją.
2. Moreninių nuogulų smėlio frakcijos mineralinė sudėtis yra labiau diferencijuota, o moreninių nuogulų kompleksai skiriasi kiekiais atskirų mineralų grupių: 1) piroksenų-amfibolų-granatų-turmalino-epidoto, 2) rutilo-balto piritu, 3) disteno-piritu, 4) leukoksenu-cirkono-staurolito-apatito-fosfatų-ilmenito ir magnetito-geležies oksidų ir hidroksidų.
3. Pajūryje atskirų apledėjimų moreninių nuogulų žvirgždo ir gargždo petrografinė sudėtis yra labai kaiti, todėl labiau tinka nuogulų kompleksų stratigrafiniam skaidymui ir koreliacijai lokaliai, kur moreninių nuogulų kompleksai petrografiškai labiausiai skiriasi žvirgždą ir gargždą sudarančių silūro klinties, dolomito ir kristalinių uolienu kiekiais.
4. Lietuvos pajūryje išsiskiria šeši pleistoceno moreninių nuogulų kompleksai persisluoksniuojantys su tarpmoreniniais dariniais. Storiausias, panašiam aukštyje labiausiai teritorijoje išplitęs, dėsningos litologinės kaitos markiruojantis Pamario tarpmoreninių nuogulų kompleksas atskiria po tris moreninių nuogulų kompleksus apatinėje ir viršutinėje pleistoceno storumės dalyse.
5. Remiantis absoliutaus amžiaus datavimo duomenimis, žemiau Pamario tarpmoreninių nuosėdų slūgsantys moreninių nuogulų kompleksai priskirtini viduriniajam pleistocenui. Moreninių nuogulų kompleksai atitinkamai priklauso Dainavos, Žemaitijos ir Medininkų apledėjimams.
6. Virš Pamario tarpmoreninių nuosėdų slūgsantys trys moreninių nuogulų kompleksai priskirtini Nemuno apledėjimui. Apatinysis iš jų pagal tarpmoreninių nuogulų datavimo duomenis yra priskirtinas viduriniojo Nemuno pradžiai, o du viršutiniai – vėlyvajam Nemunui.
7. Dėl susidariusių sedimentacijos sąlygų Lietuvos pajūryje viso pleistoceno metu vyravo moreninių nuogulų sedimentacija, išskyrus viduriniojo ir vėlyvojo

pleistoceno ribą, kai susidarius didesniai vandens baseinui beveik visame tyrimų plote vyko ežerinių nuosėdų klostymasis.

8. Geologinės informacijos pagrindu sudarytas erdvinis skaitmeninis pleistoceno nuogulų modelis ir panaudoti statistiniai metodai leido patikslinti Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų sandarą ir stratigrafiją.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

Baltūnas V., 1995. Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija. Vilnius, ACADEMIA, 117-121.

Baltrūnas V., 2002. Stratigraphical subdivision and correlation of Pleistocene deposits in Lithuania (methodical problems). Vilnius: Institute of geology, 32 p.

Barzdžiuvienė V., Šinkūnas P., 2004. Ar bus sukurtas erdvinis kvartero nuogulų storenės modelis? Geologijos akiračiai, 2004 Nr. 1, 19-22.

Basalykas A., 1965. Lietuvos TSR fizinė geografija. Mintis, Vilnius, T. II, 492 p.

Battarbee R. W., 1986. Diatom analysis. B. E. Berglund (ed.). Handbook of Holocene palaeocology and paleohydrology. Chichester: John Wiley & sons, 527-570.

Bitinas A. (ats. vykd.) ir kt., 1997. Kompleksinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu Kretingos plote. Lietuvos geologijos tarnyba, III tomas, Vilnius, 1997, 127 p. Rankraštis saugomas LGT GF, inv. Nr. 4685.

Bitinas A. (ats. vykd.) ir kt., 2000. Kompleksinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu Šilutės plote. Lietuvos geologijos tarnyba, 1 d, Vilnius, 2000, 119 p. Rankraštis saugomas LGT GF, inv. Nr. 5290.

Bitinas A., 2002. Pre-Eemian basin in South Eastern Baltic, Lithuanian Maritime region. The Seventh marine geological conference "BALTIC-7", Abstracts, Excursion guide, Kaliningrad, Russia, April 21-27, 2002, 21 p.

Bitinas A., 2011. Paskutinysis ledynmetis rytinės Baltijos regione. Klaipėda, Klaipėdos universitetas, 154 p.

Bitinas A., Damušytė A., Grigienė A., Molodkov A., Šeirienė V. and Šliauteris A., 2013. South-eastern Baltic Sea region during the last glacial cycle: from late Saalian until late Weichselian. Paleolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania. June 25-30, 2013, Vilnius-Trakai, Lithuania, 16-18.

Bitinas A., Damušytė A., Hutt G., Jaek I., Kabailienė M., 2001. Application of the OSL dating for stratigraphic correlation of Late Weichselian and Holocene sediments in the Lithuanian Maritime Region. *Quaternary Science Reviews* 20, 767-772.

Bitinas A., Damušytė A., Molodkov A., 2011. Geological structure of the Quaternary sedimentary sequence in the Klaipėda strait, southeastern Baltic. In: J. Harff et al. (eds.): *The Baltic Sea Basin*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 138-148.

Bitinas A., Repečka M., Kalnina L., 1999. Correlation of tills from the South-Eastern Baltic Sea bottom and nearshore boreholes. *Baltica Special Publication* 12, 5-10.

Čepulytė V., 1959. Lietuvos apatinio ir vidurinio pleistoceno ir subkvarterinio reljefo bendrieji bruožai. *Moksliniai pranešimai, Geologija, Geografija X t.*, 2 sąs., Lietuvos TSR mokslų akademija, Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius, 81-92.

Čepulytė V., 1973. Lietuvos moreninių horizontų ir subkvarterinio reljefo bendrieji bruožai. *Geografijos metraštis, XII t.* Lietuvos TSR mokslų akademija, Geologijos ir geografijos institutas, Lietuvos TSR geografinė draugija, Mintis, Vilnius, 71-83.

Damušytė A., Grigienė A., Bitinas A., Šliauteris A., Šeirienė V., Molodkov A., 2011. Šventosios apylinkių (vakarų Lietuva) pleistoceno storumės viršutinės dalies stratigrafijos bruožai. Blažauskas N., Daunys D., Gasiūnaitė Z. & Gulbinskas S. (eds.): *Jūros ir krantų tyrimai – 2011: 5-oji mokslinė praktinė konferencija, 2011 balandžio 13-15, Palanga: Konferencijos medžiaga*, Klaipėdos Universitetas, Klaipėda, 60-66.

Daunys D., Damušytė A., Šečkus J., Bučas M., Paškauskaitė J., 2012. Geogeninės kilmės Baltijos rifų-moreninių gūbrių, kilmė, raida ir ekologinė reikšmė. Lietuvos mokslo tarybos mokslininkų grupių projekto (MIP-127/2010) baigiamoji ataskaita, Klaipėda, 69 p.

Gabriel K. R., 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika* 58, 453-467.

Gaigalas A., Gulbinskas S., Melešytė M., 1997. Petrographical composition of the Pleistocene tills in the Lithuanian and south-west Latvian sea-side zone of the Baltic Sea. *Geologia i geomorfologia* 3, Slupsk, 73-93.

Gauch H. G., 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 298 p.

Geological history of the Baltic Sea, 1996. Abstract volume of the field symposium, September 8-12, 1996, Lithuania. Compiled by: A. Bitinas and M. Stančikaitė, Geological Survey of Lithuania, 1996, 75 p.

Grichiuk A. I., 1940. The preparation methodology of the organic poor sediments for the pollen analysis. In: *Problems of physical geography*. Nauka, Moscow, 40 p.

Gudelis V., 1998. *Lietuvos jūris ir pajūris*. Vilnius, Lietuvos mokslas, 442 p.

Guobytė R., Satkūnas J., 2011. Quaternary Glaciations in Lithuania. In: Ehlers J., Gibbard P.L. and Hughes P.D. (eds.) *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology: A Closer Look*. *Developments in Quaternary Science* 15, Amsterdam, The Netherlands, 231-246.

Ignatavičius A., 1959. Lietuvos TSR pleistoceninių darinių sąrangos klausimu. *Geografijos metraštis*, II t., 2 sąs., Lietuvos TSR mokslų akademija, Geologijos ir geografijos institutas, Lietuvos TSR geografinė draugija, Vilnius, 435-460.

Kondratienė O., 1962. Nauji Mindelio-Riso tarpledynmečio darinių pjūviai Lietuvoje. *Lietuvos TSR mokslų akademijos darbai*, serija B 2 (29), 171-187.

Kondratienė O., 1976. Purmalių ir Gvildžių tarpmoreninių durpių stratigrafinė padėtis. *Geografinis metraštis*, XIV t., Lietuvos TSR geografinė draugija, 61-69.

Kondratienė O., Bitinas A., Šeirienė V., 2003. Tarpledynmečių ežerų nuosėdos Kintų-19 pjūvyje (pajūrio žemuma, vakarų Lietuva). *Geologija* Nr. 44, 48-61.

Kondratienė O., Damušytė A., 2009. Pollen biostratigraphy and environmental pattern of Snaigupėlė interglacial, Late middle Pleistocene, western Lithuania. *Quaternary International* 207, 4-13.

Kondratienė O., Šeirienė V., 2003. Vegetation and climate of the Butėnai Interglacial (Holsteinian) in Lithuania. *Geological Quarterly*, 47 (2), 139-148.

Krzywicki T., 2002. The maximum ice sheet limit of the Vistulian Glaciation in the northeastern Poland and neighbouring areas. *Geological Quarterly* 46, 165-188.

Lepš J. & Šmilauer P., 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, 267 p.

Marks L., 2011. Quaternary Glaciations in Poland. In: Ehlers J., Gibbard P.L. and Hughes P.D. (eds.) *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology: A Closer Look. Developments in Quaternary Science 15*, Amsterdam, The Netherlands, 299-303.

Molodkov A., Bitinas A., Damušytė A., 2010. IR-OSL studies of till and inter-till deposits from Lithuanian maritime region. *Quaternary Geology* 5, 263-268.

Olszak I. J., Florek W., Seul C., Majewski M., 2011. Lithology of sediments and stratigraphy of glacial layers of some cliff sections on central and western Polish coast. *Geologija* 53 (73), 1-9.

Paškauskaitė J., Šinkūnas P., 2014. Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų tyrimai ir stratigrafijos problemos. *Geologijos akiračiai* Nr. 3, 11-17.

Paškauskaitė J., Šinkūnas P., 2014. Correlation of Lithuanian Maritime Pleistocene tills based on their Mineralogy. *Geologija*, Vol. 56, No. 4 (88), 87-96. ISSN 1392-110X.

Rattas M., Kalm V., Kihno K., Liivrand E., Tinn O., Tänavsuu-Milkevičienė K. & Sakson M., 2010. Chronology of Late Saalian and Middle Weichselian episodes of ice-free lacustrine sedimentation recorded in the Arumetsa section, southwestern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences* 59, 125-140.

Saks T., Kalvans A. & Zelcs V., 2012. OSL dating of Middle Weichselian age shallow basin sediments in Western Latvia, Eastern Baltic. *Quaternary Science Reviews* 44, 60-68.

Satkūnas J., Grigienė A., Bitinas A., 2007. Lietuvos kvartero stratigrafinio suskaidymo būklė. *Geologijos akiračiai* Nr. 1, 38-46.

Satkūnas J., Grigienė A., Jusienė A., Damušytė A. & Mažeika J., 2009. Middle Weichselian palaeolacustrine basin in the Venta River valley and vicinity (northwest Lithuania), exemplified by the Purviai outcrop. *Quaternary International* 207, 14-25.

Satkūnas J., 2011. Viduriniojo Nemuno klimatostratigrafinė periodizacija. *Baltica, Special issue* 24, 113-116.

Satkūnas J., Grigienė A., Buynevich I. V., Taminskas J., 2012. A new Early-Middle Weichselian palaeoenvironmental record from a lacustrine sequence at Svirkančiai, Lithuania. *Boreas* 42, 184-193.

Šeirienė V., Kondratienė O., 2004. Tarpledynmečių augalijos bei klimato kaitos ypatybės. Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai. *Žurnalo „Litosfera“ leidinys*, Vilnius, 278-291.

Šinkūnas P., Jurgaitis A., 1998. Ledyninių nuogulų litologija ir sedimentacija. *Academia*, Vilnius, 71 p.

Šinkūnas P. 1998. Relation between the texture and composition of Quaternary deposits and their sedimentary environment. *Pact* 54, 231-238.

Šinkūnas P., Barzdžiuvienė V., 2004. Tarmoreninių terigeninių nuogulų sedimentacija. Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai. *Vilnius*, 268-278.

Šinkūnas P., Šeirienė V., Barzdžiuvienė V., Paškauskaitė J., 2002. Pleistocene stratigraphy of East Lithuania. The 5th Baltic stratigraphical Conference „Basin stratigraphy-modern methods and problems“. September 22-27, 2002, Vilnius, Lithuania, 96 p.

Šinkūnas P., Paškauskaitė J., Jurgaitis A., 2006. Sedimentology of intertill deposits studied in Dovainonys and Rokai outcrops, Central Lithuania. *Geologija* 54, 61-68.

Šliaupa A., 2004. Prekvartero uolienų paviršius. Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai. Vilnius, 254-258.

Ter Braak C. J. F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67, 1167-1179.

Ter Braak C. J. F. and Šmilauer P., 1998. Canoco reference manual and user's guide to canoco for windows: software for canonical community ordination (version 4). Microcomputer power (Ithaca, NY, USA), 352 p.

Whitney D. L., Evans B. W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, Volume 95, 185-187.

Вонсавичюс В. П., 1967. Стрoение четвертичных отложений Юго-западной Прибалтики. Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы. Вильнюс, Минтис, 85-120.

Вонсавичюс В. П., 1969. Стрoение четвертичных отложений Юго-западной Прибалтики. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Вильнюс, 27 с.

Вонсавичюс В. П., 1984. Стрoение четвертичных отпожений Литвы и проблемы их стратиграфического расчленения. Палеогеография и стратиграфия четвертичного периода Прибалтики и сопредельных районов (ред. Кондратене О., Микалаускас А. П.). Вильнюс, 88-96.

Гайгалас А. И., 1965. Особенности крупнообломачного материала разновозрастных морен плейстоцена Юго-восточной Литвы и возможности использования для стратиграфии. Стратиграфия четвертичных отложений и палеогеография антропогена Юго-восточной Литвы. Институт геологии. Труды, выпуск II, Вильнюс, Минтис, 104-157.

Гайгалас А. И., 1979. Гляциоседиментационные циклы плейстоцена Литвы. Литовский научно исследовательский геолого разведочный институт, Вильнюс, Мокслас, 95 с.

Гайгалас А. И., Саладжюс В. Ю., 1974. Литостратиграфические коррелятивы плейстоценовых отложений северно-западной Литвы. Вильнюс, 1974, 255 с. Rankraštis saugomas LGT GF, inv. Nr. 2799.

Гуделис В. К., 1973. Рельеф и четвертичные отложения Прибалтики. Вильнюс, Минтис, 179-183.

Климашаускас А. Ю., 1965. Гранулометрические свойства и закономерности минералогического состава моренных отложений Юго-восточной Литвы. Стратиграфия четвертичных отложений и палеогеография антропогена Юго-восточной Литвы. Институт геологии. Труды, выпуск II, Вильнюс, Минтис, 39-104.

Климашаускас А. Ю., 1967. К вопросу распространения неоплейстоценовых морен на территории Литвы. Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы (отв. ред. А. А. Гарункштис). Вильнюс, Минтис, 121-133.

Кондратене О., 1967. О проблематических межморенных отложениях у Пурмаляй и Гвильдзяй. Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы. Вильнюс, Минтис, 67-83.

Кондратене О., 1971. Палеоботаническая характеристика опорных разрезов. Строение, литология и стратиграфия отложений нижнего плейстоцена Литвы. Труды, выпуск 14, Вильнюс, Минтис, 96-105.

Кондратене О., 1996. Стратиграфия и палеогеография квартера Литвы по палеоботаническим данным. Вильнюс, ACADEMIA, 129-130.

Малинаускас З., 1991. Строение и состав межморенных комплексов плейстоцена Литвы. Вильнюс, 128 с.

Малинаускас З., Вонсавичюс В. П., Кондратене О., Балтрунас В. А., Битинас А. К., 1986. Отчет о научно-исследовательской работе комплексное изучение опорных разрезов среднего плейстоцена и палеогеографические реконструкции по территории Литвы. Вильнюс, 198 с.

Рупшлауките Б., Дансевичюс В., Радзевичюс А., 1962а. Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 на территории листа О-34-XXXIII, XXXIV в пределах Литовской ССР Управление геологии и охраны недр при совете министров Литовской ССР. Вильнюс, 1962, 1315 с. Rankraštis saugomas LGT GF, inv. Nr. 1557.

Рупшлауките Б., Дансевичюс В., Радзевичюс А., 1962b. Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 на территории листа N-34-IV. Управление геологии и охраны недр при совете министров Литовской ССР. Вильнюс, 1962, 2206 с. Rankraštis saugomas LGT GF, inv. Nr. 1556.

Чепулите В. А., 1968. Строение, стратиграфия и палеогеоморфологические поверхности плейстоцена Литвы. Обобщающий доклад о совокупности опубликованных работ, представленных на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Вильнюс, 36 с.

Шименас Ю. (отв. ис.) и др., 1989. Отчет по региональным геолого-геофизическим работам М 1:200 000 на советской части Балтийского моря, прилегающего к территории Литовской ССР в пределах листов N 34-II, III, IV 1986-1989, том 1, Гаргждай, 1989, 185 с. Rankraštis saugomas LGT GF, inv. Nr. 4038.

Шинкунас П., 1994. Дифференциация обломочного материала межледниковых отложений Литвы. Диссертация доктора наук. Вильнюс, 1994, 240 с.

Autorės publikacijų sąrašas

Straipsniai

Paškauskaitė J., Šinkūnas P., 2014. Correlation of Lithuanian Maritime Pleistocene tills based on their Mineralogy. *Geologija*, Vilnius, Vol. 56, No. 4 (88), 87-96.

Paškauskaitė J., Šinkūnas P., 2014. Lietuvos pajūrio pleistoceno nuogulų tyrimai ir stratigrafijos problemos. *Geologijos akiračiai*, Nr. 3, 11-17.

Paškauskaitė J., 2007. Geoinformacinė duomenų bazė. Kuršių nerijos krantų geodinaminė aplinka ir jų apsauga (red. A. Grigelis). Vilnius-Neringa, 2007, 13-14.

Šinkūnas P., Paškauskaitė J., Jurgaitis A., 2006. Sedimentology of intertill deposits studied in Dovainonys and Rokai outcrops, Central Lithuania. *Geologija* 54, 61-68.

Morkūnaitė R., Šinkūnas P., Paškauskaitė J., Česnulevičius A., 2002. Wydmy i cechy granulometryczne piaskow eolicznych Kazlų Rūda (południowo-zachodnia część Litwy). *Utwory i formy eoliczne*, 16-24.

Paškauskaitė J., 2002. Kai kurie Rokų atodangos tarpmoreninių nuogulų sedimentacijos aspektai. *Litosfera* 6, 123-128.

Kisielienė D., Šinkūnas P., Paškauskaitė J., 2002. Neogene/Quaternary boundary in Daumantai and Vetygala outcrops. *Paleozoic–Cenozoic stratigraphy in North–East Lithuania*. Vilnius, 30-35.

Konferencijų tezės

Paškauskaitė J., Šinkūnas P., 2013. Lithology and correlation possibilities of Lithuanian maritime Pleistocene deposits. *Paleolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania*. June 25-30, 2013, Vilnius-Trakai, Lithuania, 72-74.

Šečkus J., Damušytė A., Paškauskaitė J., Bitinas A., 2013. Development of the moraine reefs in the south-eastern Baltic Sea during Holocene applying geological modeling. Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, south eastern Lithuania. Abstracts, June 25-30, 2013, Vilnius-Trakai, Lithuania, 90-91.

Damušytė A., Bitinas A., Daunys D., Paškauskaitė J., Šečkus J., 2012. Moraine reefs on the Lithuanian offshore, south-eastern Baltic. Proceedings of the INQUA Peribaltic working group workshop. Saint-Petersburg, SPbSU, 9-17 September, 2012, 411-412.

Paškauskaitė J., 2006. Pleistocene deposits in the south-eastern part of the Baltic Sea. The Baltic Sea geology. The Ninth marine geological conference, August 27-September 3, 2006, Riga, 77-78.

Šinkūnas P., Šeirienė V., Barzdžiuvienė V., Paškauskaitė J., 2002. Pleistocene stratigraphy of East Lithuania. The 5th Baltic stratigraphical Conference „Basin stratigraphy-modern methods and problems“. September 22-27, 2002, Vilnius, Lithuania, 96 p.

Šinkūnas P., Barzdžiuvienė V., Paškauskaitė J., 2001. Interglacial palaeogeography derived from Quaternary spatial model of Vilnius area. Field symposium on Quaternary Geology in Lithuania, May 19-25, 2001, Abstract volume, Vilnius, 62-63.