

VILNIAUS UNIVERSITETAS

EUGENIJA RUDNICKAITĖ

LIETUVOS KVARTERO NUOGULŲ KARBONATINGUMAS
KAIP LITOSTRATIGRAFINIS KRITERIJUS IR
PALEOKLIMATINIŲ SĄLYGŲ INDIKATORIUS

Daktaro disertacija
Fiziniai mokslai, geologija (05 P)

Vilnius, 2016 metai

Disertacija rengta 2012–2016 metais Vilniaus universitete.

Mokslinis vadovas:

Prof. dr. Albertas Bitinas (Klaipėdos universitetas, fiziniai mokslai,
geologija – 05 P).

TURINYS

ĮVADAS	7
1. TYRIMŲ APŽVALGA	14
2. TYRIMŲ METODIKA IR MEDŽIAGA	19
2.1. Pleistoceno morenų šlifų analizė ir tyrimai SEM	19
2.2. Karbonatingumo tyrimai ledyninėse nuogulose (morenose)	20
2.3. Karbonatingumo tyrimai neledyninės kilmės nuosėdose	24
2.4. Tyrimams panaudota medžiaga	24
3. REZULTATAI	27
3.1. Pleistoceno morenų karbonatingumas	27
3.1.1. Morenų karbonatingumas šlifų analizės duomenimis	27
3.1.2. Karbonatų klasės mineralų morenose morfologija ir genezė	30
3.1.3. Karbonatų klasės mineralų pasiskirstymas įvairiaamžėse morenose	54
3.2. Pleistoceno morenų stratigrafinė koreliacija pagal karbonatų mineralinę sudėtį	86
3.3. Neledyninių nuosėdų karbonatingumas	99
IŠVADOS	123
LITERATŪROS SĄRAŠAS	125
AUTORĖS PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS	141
PRIEDAI	149
APIE AUTOREJĘ	151

Darbe vartojamų trumpinių paaiškinimas

d:k – dolomito ir kalcito procentinio kiekio santykis

DIC – (angl. *Dissolved Inorganic Carbon*) – ištirpusi neorganinė anglis

ESR Jeigu elektronų sistemos orbitinio judesio kiekio momentas lygus nuliui ($L=0$), tada pilnutinis judesio kiekio momentas lygus sukininiam momentui ($J=S$) ir elektronų paramagnetinis rezonansas vadinamas elektronų sukininiu rezonansu.

INQUA (angl. *The International Union for Quaternary Science*) - Tarptautinė kvartero tyrimų sąjunga

MIS (angl. *Marine isotope stages*) – jūrų deguonies izotopų stadijos

YDB (angl. *Younger Dryas Boundary*) – Vėlyvojo driaso riba

OCB – (angl. *Ocean Carbon Biogeochemistry*) - Vandenyne anglies biogeochemija

P – Van der Vardeno (*Waerden*) kriterijus. Ankstesniuose darbuose dar žymimas X arba P

SAS (angl. *Statistical Analysis System*) – statistinės analizės sistema

SEM – (angl. *Scanning electron microscope*) - Skenuojantis elektroninis mikroskopas

SEM-BSE (išskl.elekt.) – (angl. *back scattered electrons*) - atgalinės sklaidos elektronų vaizdai

SEM EDS – energijos dispersijos spektras

SEM SE – (angl. *secondary electron*) antrinių elektronų vaizdai

LGT – Lietuvos geologijos tarnyba

LMT – Lietuvos mokslo taryba

VMSF – Valstybinis mokslo ir studijų fondas

ĮVADAS

Darbe apibendrinta 1980-2015 metų mokslinių tyrimų medžiaga, surinkta ir analizuota betarpiškai disertacinio darbo autorės, arba jai dalyvaujant kolektyviniuose tyrimuose. Didžioji darbo dalis atlikta autorei studijuojant Vilniaus universiteto geologijos doktorantūros studijose (2012-2016 m.m.) bei vykdant su disertacijos tematika susijusias Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos katedros biudžetines temas bei Valstybinio mokslo ir studijų fondo (VMSF), vėliau - Lietuvos mokslų tarybos (LMT), finansuotus mokslininkų grupių projektus. Tyrimams medžiaga sukaupta iš Lietuvos teritorijoje išgręžtų gręžinių kerno bei čia sutinkamų upių atodangų.

Darbo teorinės prielaidos ir aktualumas

Kvartero nuogulų stratigrafinis suskirstymas ir koreliacija yra procedūra, leidžianti atskleisti kvartero storumės geologinę sandarą, suvokti jos formavimosi dėsningumus, atkurti vienu ar kitu kvartero periodo metu buvusias paleogeografines sąlygas, ir kt. Visa tai aktualu tiek Lietuvos, tiek ir aplinkinių regionų, turinčių panašią geologinę sandarą, tyrėjams. Kvartero stratigrafiniam suskirstymui pagrindinio geologijoje naudojamo biostratigrafinio principo nepakanka dėl labai paprastos priežasties: didžioji dalis storumės – t.y. pleistoceno nuogulos - yra paleontologiškai „nebylios“. Geochronologiniai tyrimų metodai ne visais atvejais gali padėti spręsti iškilusias stratigrafines koreliacijos problemas dėl savo specifikos – vienais metodais galima datuoti tik gana jaunas nuogulas bei nuosėdas (pvz. radiokarboniniu metodu), kitų metodų galimybes riboja datavimui tinkamų nuogulų bei nuosėdų genetinių tipų spektras (pvz. liuminescenciniam datavimui netinka ledyninės kilmės nuogulos), ir pan. „Nebylių“ pleistoceno storumių koreliacijai tyrėjai paprastai naudoja įvairius litologinius kriterijus. Labiausiai išlaikyti ir geriausiai atsekami yra moreniniai sluoksniai, todėl pagal juos dažniausiai „nebylios“ storumės ir yra koreliuojamos. Tačiau morenų

stratigrafinės koreliacijos patikimumas labai priklauso nuo pasirinktų litostratigrafinių kriterijų ir jų pritaikymo galimybių. Tad naujų litostratigrafinių kriterijų paieška išlieka aktualia kvartero geologijos problema visuose kontinentinių apledėjimų paliestuose regionuose.

Lietuvos pleistoceno morenose nemažą dalį sudaro karbonatinga medžiaga, todėl karbonatų klasės mineralų, kaip potencialių litostratigrafinių kriterijų bei paleogeografinių sąlygų indikatorių, tyrimai ir tapo pagrindiniu darbo tikslu. Tad, atitinkamai, disertacinis darbas susideda iš dviejų dalių: pagrindinė skirta pleistoceno morenų karbonatingumo tyrimams ir efektyvių litostratigrafinių kriterijų išaiškinimui, kitoje – nagrinėjami karbonatų formavimosi ypatumai ir jų ryšys su klimatiniais pokyčiais tarpledynmečių sąlygomis. Vadovaujantis iki šiolei sukaupta ir publikuota informacija apie Lietuvos bei gretimų regionų kvartero geologinę sandarą, pokvarterinio substrato (prekvartero uolienu) litologinius ypatumus, pleistoceno kontinentinių ledynų dinamikos pobūdį, paleogeografinių sąlygų pokyčius ir kt., buvo iškeltos dvi pagrindinės darbo hipotezės: 1) ledynų paliktų moreninių nuogulų karbonatingumas bei kai kurių karbonatų klasės mineralų kiekio santykis turėtų atspindėti ledynų slinkimo kryptis, o tai galėtų tarnauti litostratigrafiniam „nebylių“ nuogulų stovyčių suskirstymui; 2) karbonatų sudėtis, kiekis bei kiekio kitimo pobūdis turėtų atspindėti neledyninių nuosėdų sedimentacijos metu buvusias klimatinės sąlygas, kas leistų iš dalies atkurti sedimentacijos metu buvusią paleogeografinę aplinką.

Šių hipotezių pagrindu buvo suformuluotas darbo tikslas ir sprendžiami uždaviniai.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – įvertinti karbonatingumo tyrimo duomenų panaudojimo galimybes Lietuvos pleistoceno stovyčių stratigrafiniam suskirstymui ir koreliacijai bei paleogeografinių sąlygų rekonstravimui tarpledynmečiais ir poledynmečiu.

Pagrindiniai darbo uždaviniai yra šie:

1. Atlikti įvairiaamžių moreninių nuogulų karbonatingumo tyrimus bei gautų duomenų statistinę analizę.
2. Įvertinti galimybę ledyninių nuogulų karbonatingumo tyrimo duomenis panaudoti šių nuogulų stratigrafiniai koreliacijai; identifikuoti optimaliausius litostratigrafinius kriterijus.
3. Karbonatingumo tyrimo rezultatų pagrindu parengti morenų stratigrafinės koreliacijos metodiką pritaikant matematinius statistinius metodus.
4. Atlikti įvairiaamžių neledyninių nuosėdų karbonatingumo tyrimus siekiant nustatyti karbonatingumo sąsajas su sedimentacine aplinka ir klimato kaita.

Darbo naujumas

Karbonatingumo tyrimai kvartero ledyninėse nuogulose bei neledyninėse nuosėdose, nustatant ne tik bendrą karbonatų kiekį, bet ir karbonatų klasės mineralų kalcito ir dolomito kiekius atskirai, autorės atlikti savarankiškai bei išskirtinai pirmą kartą Lietuvoje.

Originalus autorės sprendimas litostratigrafiniu kriterijumi ledyninėms nuoguloms suskirstyti naudoti ne gautas absoliučias karbonatų klasės mineralų dolomito ir kalcito kiekių reikšmes, o jų santykį. Sukurta originali morenų stratigrafinės koreliacijos metodika panaudojant matematinius statistinius metodus (Van der Vardeno (*Waerden*) kriterijų).

Pirmą kartą Lietuvoje gauti karbonatų klasės mineralų kalcito ir dolomito bei bendro karbonatingumo kiekiai palyginti su palinologinių bei titnagdumblių tyrimų rezultatais.

Darbo teorinė ir praktinė reikšmė

Darbas papildė teorines žinias apie ledyninių ir neledyninių nuogulų bei nuosėdų sandarą, sudėtį, klimato kaitą jų formavimosi metu.

Svarbią reikšmę turi išskirtas litostratigrafinis kriterijus (dolomito ir kalcito santykis), tuo pagrindu sukurta įvairiaamžių morenų identifikavimo

metodika tinkama plačiam naudojimui geologų moksliniuose darbuose, o taip pat pritaikoma praktiškai, ypač kvartero nuogulų geologinio kartografavimo darbuose.

Ginamieji teiginiai

Disertacinio darbo uždavinių sprendimas ir gauti tyrimo rezultatai leido suformuluoti šiuos ginamuosius teiginius:

- Karbonatų klasės mineralai – dolomitas ir kalcitas – Lietuvos pleistoceno morenose, sprendžiant pagal jų morfologijos ypatumus, yra alochtoniniai, t.y. pernešti ir akumuliuoti ledyno.
- Karbonatų klasės mineralų dolomito ir kalcito kiekio santykis ledyninėse nuogulose atspindi ledynų slinkimo kryptis ir gali būti litostratigrafiniu kriterijumi, naudojamu „nebylių“ nuogulų storymių (pleistoceno morenų) stratigrafinei koreliacijai.
- Karbonatų klasės mineralų sudėtis, kiekis bei kiekio kitimo pobūdis neledyninėse nuosėdose atspindi sedimentacijos metu buvusias klimato sąlygas ir leidžia atkurti sedimentacijos metu buvusių paleogeografinių sąlygų bendrus bruožus.

Darbo pristatymas

Svarbiausi disertacijos darbo rezultatai pristatyti, aptarti ir svarstyti šiose mokslinėse konferencijose:

1. XI INQUA congress. Russia, Moscow, 1982 08 01-09.
2. International Conference and field symposium „Decoding the Last Interglacial in Western Mediterranean“, Sardinia, Italija, 2010 10 25-29.
3. XVIII INQUA congress: „Quaternary sciences – the view from the mountains“. Switzerland, Bern, 2011 07 21-27. [2 pranešimai]
4. International Conference and field symposium “Late Glacial Maximum in the Valday Region, NW Russia”. INQUA Peribaltic Working Group, Russia, 2012 09 13 – 17. [2 pranešimai]

5. „Jūros ir krantų tyrimai - 2013: 7-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų konferencija“. Klaipėda, 2013 04 3-5.
6. International Conference and field symposium „Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania“. INQUA Peribaltic Working Group, Lithuania, 2013 06 25-30. [2 pranešimai]
7. VU Gamtos mokslų fakulteto Geologijos ir mineralogijos katedros metinė doktorantų konferencija „Nuo Žemės mantijos iki kvartero Lietuvoje“. Vilnius, 2013 11 28.
8. International Conference and field symposium „Late Quaternary terrestrial processes, sediments and history: from glacial to postglacial environments, Eastern and Central Latvia“. INQUA Peribaltic Working Group, Latvia, 2014 08 17- 22.
9. The 9th Baltic Stratigraphical Conference, Lithuania, 2014 09 8–9.
10. VU Gamtos mokslų fakulteto Aštuntoji mokslinė konferencija „Mokslas Gamtos mokslų fakultete“. Vilnius, 2014 10 03.
11. VU Gamtos mokslų fakulteto Geologijos ir mineralogijos katedros metinė doktorantų konferencija „Nuo silūro iki kvartero Lietuvoje“. Vilnius 2014 11 27.
12. XIX INQUA Congress: „Quaternary Perspectives on Climate Change, Natural Hazards and Civilization“. Japan, Nagoya, 2015 07 26 – 08 02. [2 pranešimai]
13. Kasmetinė Geologijos krypties doktorantų konferencija. VU GMF Geologijos ir mineralogijos katedra, Vilnius, 2015 11 19.
14. Tarptautinė konferencija „From Star and Planet Formation to Early Life“. Vilnius, 2016 04 25–28.
15. International Conference and field symposium „Quaternary geology of north-central Poland: from the Baltic Coast glacial to the LGM limit“. INQUA Peribaltic Working Group, Poland, 2016 08 28- 09 02.

Publikacijos

Doktorantūros studijų metu gauti tyrimų rezultatai publikuoti moksliniuose žurnaluose ir kituose leidiniuose: 4 publikacijos - ISI Web of Science žurnaluose, 3 - ISI Master List žurnaluose, 1 - kituose recenzuojamuose žurnaluose, 1 - tarptautinių konferencijų leidiniuose, 1 - kituose leidiniuose. Publikacijų sąrašas pateiktas skyriuje "Autorės publikacijų bei mokslo projektų sąrašas".

Darbo apimtis ir struktūra

Daktarinį darbą sudaro įvadas, 3 skyriai, išvados, panaudotos literatūros šaltiniai, autorės publikuotų darbų bei mokslo projektų sąrašas.

Disertantės mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas pateiktas atskirame skyriuje.

Literatūros sąrašė nurodyta 136 naudotos literatūros šaltiniai.

Darbo apimtis - 151 puslapis su 65 paveikslais ir 17 lentelių.

Padėka

Už visokeriopą paramą nuoširdžiai dėkoju moksliniam vadovui prof. dr. Albertui Bitinui.

Dėkoju už naudingas konsultacijas parenkant ir taikant statistinius metodus doc. dr. Antanui Brazauskui, doc. dr. Rūtai Levulienei; dr. Žydrūnui Dėnui už techninę pagalbą; dr. Rimantei Guobytei už dalykinę konstruktyvią kritiką; kolegei Monikai Melešytei už pasidalinimą įvairiapuse informacija bei talkinimą lauko darbuose; kolegai Juliiui Vainoriui už naujus tyrimo objektus bei talkinimą lauko darbuose.

Geologijos ir mineralogijos katedros kolektyvui dėkinga už katedroje tvyrančią moksliniams tyrimams palankią atmosferą.

Atskiru šiltu žodžiu prisimenu savo pirmąjį mokslinį vadovą šviesios atminties doc. dr. Petrą Vaitiekūną, išmokusį kritiškai vertinti gautus rezultatus, apibendrinti ir pristatyti auditorijai.

Šviesios atminties habil.dr. prof. Algirdui Juozapui Gaigalui esu dėkinga už pastangas neleidžiant visiškai atitrūkti nuo mokslinių tyrimų.

Už padėšinimą, lėmusį apsisprendimą studijuoti doktorantūroje, dėkoju Gamtos mokslų fakulteto dekanui profesoriui Osvaldui Rukšėnui.

Doktorantūros studijų metais papildomą finansinę paramą moksliniams tyrimams bei akademinėms išvykoms skyrė Lietuvos mokslo taryba.

Atskira padėka šeimai: vyrui, sūnui ir dukrai – už paramą, palaikymą, supratimą.

1. TYRIMŲ APŽVALGA

Didelis karbonatinių uolienu paplitimas, susidarymo būdų įvairovė ir jų kaita geologinėje Žemės raidoje suteikia karbonatinių uolienu pažinimui ypač svarbią mokslinę reikšmę, kadangi iš karbonatinių uolienu sudėties galima spręsti apie buvusias aplinkos sąlygas (Trimonis, 2005). Nors mūsų tirtose sedimentacinėse aplinkose (ledynų (apledėjimo sričių); ežerų ir pelkių; dalinai - upių) „klasikinės“ karbonatinės uolienos nesiformavo ir galima kalbėti tik apie nuogulų bei nuosėdų karbonatingumą, mokslinė tyrimų reikšmė svarbos nepraranda. Karbonatinės šių darinių sudedamosios dalies dydis taip pat atspindi buvusias aplinkos sąlygas.

Kontinentinių apledėjimo sričių sedimentacinėje aplinkoje karbonatingumo formavimui ledyninėse nuogulose didžiausią įtaką turi uolienu, per kurias ledynas slenka, litologinė sudėtis (Flint, 1957; Рухина, 1960; Dreimanis, 1961; Раукас, 1961; Dreimanis & Vagners, 1965; 1969; Vagners, 1966; Рухина, 1973; 1974; Горецкий, 1973; Лаврушин, 1976; Лукашев, 1970; Лукашев, Астапова, 1971; ir kiti). Karbonatingumo tyrimo pradininkais galima laikyti 1953 metais Kanadoje morenas tyrusius A.Dreimanį ir G.H. Reavely (Dreimanis & Reavely, 1953). Jie pastebėjo bimodalinį karbonatų pasiskirstymą granulimetrinėse morenų frakcijose. A.Dreimanis kiekybiniam kalcito ir dolomito morenose įvertinimui naudojo kalcimetrą (Dreimanis, 1962). Sukaupęs ilgametę patirtį, platesnį, apibendrinantį, karbonatų pasiskirstymo morenose dėsningumus paaiškinantį straipsnį A.Dreimanis 1971 metais publikavo su kitu bendraautoriumi U.J.Vagners (Dreimanis & Vagners, 1971). Apie karbonatų pasiskirstymo dėsningumus, bimodalinį įvairių mineralų pasiskirstymą morenose rašė ir kaimyninių mums šalių tyrėjai: A.Raukas (1961) Estijoje, A.Savaitovas (Савваитов, 1962; 1962a) bei A.Stinkule (Стинкуле, 1964) Latvijoje.

A.V.Matvejevas (Матвеев, 1976) nurodo, kad Baltarusijos moreninių horizontų koreliaciniais požymiais gali būti bendras karbonatingumas ir

karbonatinių mineralų sudėtis. Karbonatingumo skirtumai įvairiaamžiuose moreniniuose horizontuose išaiškinti Estijoje (Paykac, 1978).

Apie karbonatų mineralus glacigeninėse nuogulose kaip geocheminius paleoaplinkos indikatorius rašė I.J.Fairchild & B.Spiro (1990).

Čia paminėtų bei kitų tyrinėtojų darbai leidžia daryti prielaidą, kad karbonatinių mineralų sudėtis ir tarpusavio santykis, matomai, galėtų būti koreliaciniu požymiu ir kitose kontinentinių apledėjimų teritorijose.

XXI amžiuje vienas kitas tyrėjas ima taikyti karbonatingumo tyrimus neledyninėse nuosėdose kaip klimato kaitos indikatorius greta palinologinių, titnagdumblių, paleokarpologinių tyrimų (Leng, & Marshall, 2004; Michczyński et al., 2013; Stankevica et al., 2015; Zernitskaya et al., 2015; Rae et al., 2014; ir kiti). Tiesa, kaip taisyklė, nustatomas tik kalcitas ir, beveik išimtinai, deginimo būdu.

Apibendrinančių darbų, skirtų vien tik kvartero nuogulų ir nuosėdų karbonatingumo tyrimams, Lietuvoje nėra atlikta. Tuo tarpu karbonatų komponentas sudaro reikšmingą pleistoceno morenų dalį. Karbonatingumo susidarymas morenose sąlygojamas tokių faktorių kaip: judančio ledyno guolio karbonatingų uolienu asimiliacija, naujų karbonatų darinių atsiradimas morenų storumėse moreninės medžiagos pernešimo ir ankstyvosios diagenėzės stadijose, karbonatų susidarymo hipergeninėse sąlygose ir pan. Morenų karbonatingumas tampriai susijęs su poledyninio paviršiaus reljefu bei uolienu sudėtimi. Ten, kur ledynas slinko per karbonatines uolienas, karbonatingumas didesnis. Karbonatingumas padidėja ir tais atvejais, kai karbonatinės uolienos slūgso kaip ledyno guolio reljefo paaukštėjimai. Karbonatinių mineralų sudėtis, pagrindinai, priklauso nuo guolio uolienu litologinės sudėties. Granuliometriniame spektre karbonatų klasės mineralai pasiskirstę netolygiai. Pasiskirstymo kreivėje stebimos dvi modos (Гайгалас, 1964). Viena moda išsidėsto stambiųjų frakcijų (30-3 mm) ribose. Ją sudaro klinčių, dolomitų, kreidos ir kitų karbonatinių uolienu nuolaužos. Kita moda priskiriama smulkių (aleuritinių) (0,1-0,01 mm) frakcijų diapazonui ir atspindi karbonatinių mineralų (kalcito, dolomito ir kt.) kiekio padidėjimą. Toks bimodalinis

karbonatų pasiskirstymas granulimetriniame spektre atspindi skaldymo ir trynimo procesus, vykstančius ledyno skyde pernešant dažniausiai iš nuosėdinių uolienu substrato užgriebtą medžiagą. Karbonatų pasiskirstymo tyrimai gerai iliustruoja uolienu nuolaužų dezintegracijos į sudedamąsias dalis – atskirus mineralus – procesą.

Apie įvairių mineralų nevienodą išsidėstymą granulimetriniame morenų spektre rašė A.Klimašauskas (Климашаускас, 1965). Jis taip pat svarstė galimybę tokį mineralų pasiskirstymą pritaikyti kvartero storumės stratigrafiniam suskirstymui (Климашаускас, 1967). A.Bitinas, A.Bitinas ir R.Zinkutė (Битинас, 1991; Битинас, Зинкуте, 1993; ir kiti) nagrinėjo problemas susijusias su statistinių metodų, panaudojant kompiuterius, taikymu morenų stratigrafinei koreliacijai.

A.Gaigalas (1979) tvirtino, kad kai kurių Lietuvos morenų stambianuolaužinėje dalyje, lyginant su kitomis morenomis, yra padidintas dolomito nuolaužų kiekis. Taip pat buvo nustatyta, kad Lietuvos ledyninėse nuogulose iš karbonatų klasės mineralų vyrauja kalcitas ir dolomitas, kitų yra nežymūs kiekiai (Рудницкайте, 1980). Bandyta karbonatingumą, kaip vieną iš požymių komplekso, pritaikyti morenų stratigrafiniam suskirstymui pasitelkiant statistinius metodus (Гайгалас и др., 1985), tačiau tuometinių tyrimų metu buvo apsiribota tik Stjudento kriterijaus ir D.A.Rodionovo (Родионов, 1968) metodo taikymu.

Glacialinės (moreninės) nuogulos, nesant pjūvyje palinologiškai identifikuojamų tarpledynmečių nuosėdų, yra stratigrafiškai nebylios, ir tikslus (arba absoliutus) jų amžius gali būti nustatomas tik retais atvejais. Dėl to glacialinėms nuoguloms gretinti ir stratigrafiškai suskirstyti reikalingas kompleksiškas jų ištyrimas. Tuo vadovaudamasis V.Baltrūnas (1995), analizuodamas pleistoceno nuogulų stratigrafinio skaidymo ir gretinimo metodus, suskirsto juos į keturias grupes: struktūrinės analizės ir sudėties tyrimų metodus, nuogulų fizikinių savybių tyrimus ir absoliutaus amžiaus nustatymo metodus.

Seniausiai taikomas kvartero nuogulų sandarai suvokti, ypač geologinio kartografavimo darbuose, yra struktūrinis-facinis arba struktūrinis paleogeomorfologinis metodas, kai kvartero storymė analizuojama sudarant susikertančius geologinius pjūvius, nuogulų išplitimo, jų storio, pado bei kraigo aukščių izolinijų žemėlapius. Remiamasi makroskopiškai apibūdinamomis nuogulų, tame tarpe ir morenų, savybėmis: spalva, kietumu, struktūros bei tekstūros ypatumais. Glacialinėms nuoguloms informatyvūs yra žvirgždo ir gargždo ilgųjų ašių orientacijos bei polinkio kampų matavimai, labai svarbūs jų fizinių savybių tyrimai: geofizinių parametrų bei liekaninio įmagnetinimo nustatymas (Baltrūnas, 1995).

Absoliučiam morenų amžiui nustatyti taikomi tik keli metodai. Vienas jų - tai didelių (1,5-2 m aukščio) natūralių riedulių datavimas kosmogeniu (^{10}Be) metodu. Juo nustatomas laikas, kada apylinkes kaustęs ledynas ištirpo ir riedulio paviršių pradėjo veikti kosminė spinduliuotė. Tuo pačiu sužinomas ir riedulį talpinusios morenos amžius. Lietuvoje šiuo metodu datuota beveik 30 natūralių riedulių, taigi šiose vietovėse nustatytas paviršiaus išledėjimo laikas (Rinterknecht ir kt., 2008). Metodas labai brangus ir taikomas tik paviršiuje esančioms nuoguloms datuoti. Tuo tarpu tiriant Lietuvos morenas dažniausiai nustatomas jų santykinis amžius. Tam paprastai taikomi glacialinių nuogulų sudėties tyrimo metodai: granulimetrinės, mineralinės, cheminės sudėties tyrimai, stambianuolaužinės frakcijos (stambaus žvirgždo-smulkaus gargždo apvalainukų) petrografinės sudėties nustatymas, būdingųjų riedulių identifikavimas. Lietuvos tyrėjų per ilgą laiką sukaupti duomenys, taikant minėtus morenų sudėties tyrimus, išryškino skirtingų ledynmečių morenoms būdingus granulimetrinės, cheminės ir mineralinės sudėties skirtumus (Baltrūnas, 1995; Guobytė, Satkūnas, 2011). Moreninėse nuogulose esančių žvirgždo-gargždo apvalainukų petrografinės sudėties nustatymas, išstobulintas A.Gaigalo ir M.Melešytės, leidžia stratigrafiškai skirstyti glacialines nuogulas pagal šiuo metodu gautus rezultatus (Gaigalas, 1979). Metodas puikiai veikia tiriant atodangose atsidengiančius moreninių nuogulų sluoksnius. Tačiau turint tik gręžinio kerną šis metodas ne visada pritaikomas, nes dažnai, dėl ribotos

apimties kerno masės, neįmanoma surinkti analizei reikiamo minimalaus apvalainukų kiekio.

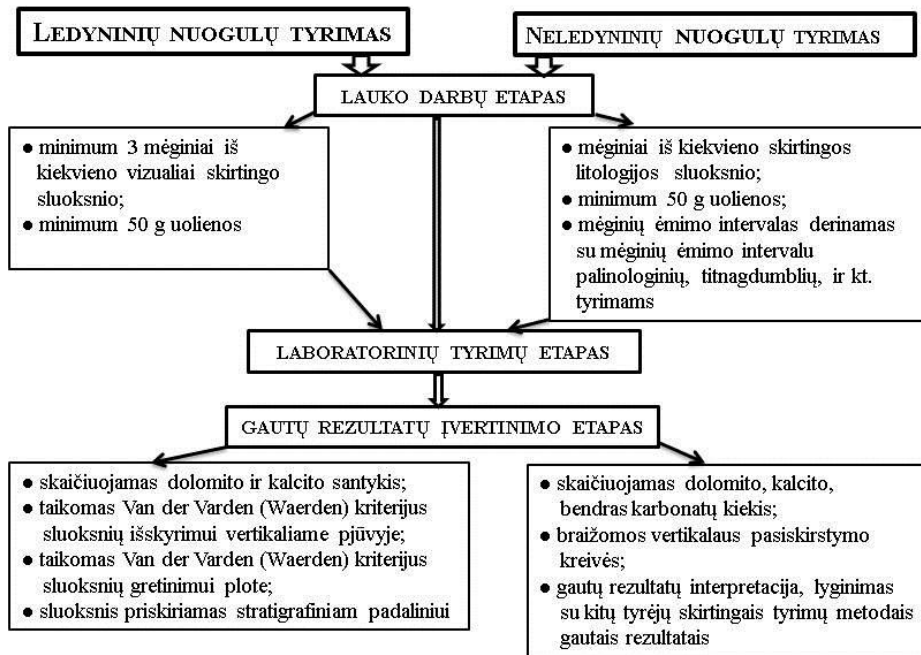
Šią problemą padėtų išspręsti analitinių metodų grupei priskirtinas retai naudojamas moreninių nuogulų karbonatingumo tyrimas, kuris ir pristatomas šiame darbe.

2. TYRIMŲ METODIKA IR MEDŽIAGA

Tyrimų metodika įgyvendinama trimis etapais:

- 1) lauko darbų;
- 2) laboratorinių tyrimų;
- 3) gautų rezultatų statistinio įvertinimo, lyginimo su kitų tyrėjų skirtingais tyrimų metodais gautais rezultatais bei interpretacijos.

Tiek ledyninių nuogulų, tiek neledyninių nuosėdų karbonatingumo tyrimuose yra skirtumų atliekant pirmo ir trečio etapo darbus. Antro etapo tyrimas abiem atvejais identiškas (2.1 pav.).



2.1 pav. Tyrimo metodikos schema.

2.1. Pleistoceno morenų šlifų analizė ir tyrimai SEM

Ieškant potencialių litostratigrafinių kriterijų pleistoceno morenų smulkianuolaužinėje (<1 mm) dalyje, atlikta morenų mikrostruktūros ir sudėties analizė šlifuose, kuri buvo traktuojama kaip parengiamasis etapas.

Šlifai gaminti pjaunant morenų monolitus iš Jurkonys-51, Neciūnai-44 ir Žalioji-48 (Pietryčių Lietuva) (2.4.1 pav.) gręžinių kerno, analizuoti poliarizaciniu mikroskopu ECLIPSE E200. Išanalizuota 18 šlifų.

Siekiant nustatyti morenose paplitusių karbonatų mineralinę sudėtį, o taip pat įvertinti santykį tarp nuolaužinių karbonatų, kurie pateko į moreną iš ledyno guolio egzracijos metu, bei galimai vėliau susiformavusiųjų (epigenetinių), morenų smulkianuolaužinė dalis (frakcija <1 mm) buvo analizuota skenuojančio elektroninio mikroskopo (SEM) pagalba. Autorės susitarimu gręžinio Laukžemė-3 morenos buvo analizuotos Lenkijos geologijos instituto – Nacionalinio mokslo instituto laboratorijoje (analizavo E.Starnawska) bei Kauno marių atodangų morenos tirtos GTC SEM-BSE (analizavo L.Šiliauskas).

Morenų šlifų gamyba yra komplikauta ir ganėtinai brangi procedūra. Pagamintų šlifų analizė mikroskopu - daug laiko reikalaujantis tyrimo metodas. Tą patį galima pasakyti ir apie morenų tyrimus SEM. Todėl buvo ieškota pigesnio, greitesnio ir, svarbiausia, kiekybinio tyrimo metodo išskirtų potencialių litostratigrafinių kriterijų tolimesniems tyrimams. Galiausiai buvo pasirinktas tyrimas tokiu kalcimetru, kuriuo galima nustatyti atskirų karbonatų klasės mineralų kiekį bei bendrą karbonatingumą.

2.2. Karbonatingumo tyrimai ledyninėse nuogulose

Lauko darbų etape mėginiai buvo imami iš gręžinių, pragręžtų per visą kvartero storymę, sekliųjų (iki 25 – 28 m gylio) kartografinių gręžinių kerno bei atodangų. Imta ne mažiau trijų mėginių iš kiekvieno moreninio sluoksnio, atsižvelgiant į vizuales atskirų morenų pjūvių intervalų skirtumus. Kiekvieno mėginio buvo imama ne mažiau kaip 50 gramų.

Laboratoriniam tyrimui, pasirinkus M.Eidukevičienės (1979) atliktu cheminių karbonatų nustatymo metodų įvertinimu, buvo nuspręsta, kad karbonatingumo ir karbonatų mineralų nustatymui tikslingiausia naudoti V.N.Ščerbina (Щербина, 1958) metodą, kuriuo, skirtingai nei kitais

kalcimetrais, galima nustatyti ne tik kalcitą, bet ir kitus karbonatų klasės mineralus.

Įsigilinus į minėtą metodiką teko daryti kai kuriuos pakeitimus ir pataisymus: patikslinta pataisos koeficiento apskaičiavimo formulė (Рудницкайте, 1980), patobulinta karbonatingumo ir karbonatinių mineralų nustatymo metodika (Рудницкайте, 1980; 1981; 1982; 1987; 2006; Гайгалас, Битинас, Рудницкайте, 1985, ir kt.). Pagrindinis tikslas – sumažinti tyrimams reikalingą laiką, neįtakojant rezultatų tikslumo, t.y. pasiekti, kad metodas tikrai būtų „ekspres“ metodu: greitai ir pakankamai tiksliai. Šiuo metodu gautų rezultatų tikslumą vertino kolegos, atlikę įvairiais metodais iš tų pačių mėginių gautų rezultatų lyginamąją analizę (Safarevič, 2006; Šostak, 2006; Kaminskas, 2006).

Šis, analitinių metodų grupei priskirtinas, metodas pagrįstas gerai žinomu faktu, kad kalcito ir dolomito mineralai nevienodai stipriai reaguoja su 5% druskos rūgštimi (HCl). Druskos rūgštimi veikiant tiriamus mėginius, fiksuojamas per tam tikrą laiką iš karbonatinių mineralų išsiskyres CO₂ kiekis.

Žinoma, kad per pirmas 30 sekundžių iš iki pudros sutrintos medžiagos, ją veikiant 5 ml kambario temperatūros 5 % druskos rūgštimi, CO₂ išsiskiria iš kalcito, o toliau mėginį veikiant druskos rūgštimi CO₂ pradeda skirtis ir iš dolomito. Pašildžius indą, kuriame vyksta reakcija, iki 40°C, per 3 minutes pašildytoje druskos rūgštyje CO₂ iš dolomito išsiskiria pilnai.

Meteorologinių sąlygų (atmosferinio slėgio bei oro temperatūros) įtaka matavimų tikslumui eliminuojama įvedant pataisos koeficientą. Prieš pradėdant darbą ir po kiekvienų 5 bandinių ištyrimo tuo pačiu kalcimetru matuojamas CO₂ kiekis, išsiskyres iš 0,2 g gryno kalcito (2-3 kontroliniai matavimai). Per 30 sekundžių išsiskyres CO₂ kiekis fiksuojamas. Pataisos koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K = 44 / x,$$

kur:

K – pataisos koeficientas;

44 - CO₂ kiekis, išsiskyręs iš 0,2 g gryno kalcito kalcimetro skalės sudarymo dieną;

x – kontrolinio matavimo metu gautas CO₂ kiekis.

Karbonatingumo nustatymui naudojama smulkianuotrupinė (<1 mm) morenų frakcija, kuri atskiriama sijojant, o po to sutrinama iki pudros. Tyrimui paimama 0,2 g gautos pudros, kiekvienam mėginiui atliekami 5 matavimai, o gautų CO₂ kiekių vidurkiai rašomi į laboratorinį žurnalą ir naudojami tolimesniems skaičiavimams.

Iš kiekvieno mineralo išsiskyrusį CO₂ kiekį padauginus iš mineralo empirinės masės koeficiento, gaunamas atitinkamo mineralo kiekis procentais. Kalcitui šis koeficientas yra 2,273 (CO₂ : CaO santykis minerale yra 1 : 1,273), o dolomitui – 2,088 (CO₂ : CaO : MgO yra 1 : 0,635 : 0,453). Tokiu būdu randami tirtame mėginyje esantys dolomito ir kalcito mineralų kiekiai procentais, apskaičiuojamas bendras karbonatingumas bei karbonatinių mineralų (dolomito ir kalcito) tarpusavio santykis.

Gautų rezultatų įvertinimo etape pagal dolomito ir kalcito santykį, pasitelkus statistinius metodus, buvo tikrintas moreninių nuogulų sluoksnių homogeniškumas atskirų grėžinių ar atodangų nuogulų vertikaliuose pjūviuose. Po to vertikaliuose pjūviuose išskirti sluoksniai buvo gretinami su skirtinguose grėžiniuose ar atodangose išskirtais sluoksniais. Taip buvo nustatytas moreninių sluoksnių, turinčių panašiausią karbonatinių mineralų sudėtį, pasiskirstymas plote.

Kadangi mėginių, paimtų iš lyginamųjų skirstinių – moreninių nuogulų sluoksnių - skaičius yra skirtingas, o duomenų pasiskirstymo dėsnis nežinomas, korektiškam statistiniam įvertinimui buvo pasirinktas Van der Varden (Waerden) kriterijus.

Neparametrinis Van der Vardeno kriterijus (X kriterijus) naudojamas esant nedideliame ir netolygiame mėginių pasiskirstyme lyginamuose kūnuose arba kada vidutinės reikšmės paskaičiuotos iš pusiau kiekybinių duomenų, arba kai nežinomas duomenų pasiskirstymo dėsnis.

Hipotezės apie vidurkių, nustatytų dviejose imtyse (A ir B) lygybę tikrinimas Van der Vardeno X kriterijaus pagalba pradedamas nuo abiejų imčių reikšmių ranžavimo, t.y. užrašymo į vieną eilę didėjimo tvarka. X kriterijus yra dydis

$$X = \sum_1^h \psi\left(\frac{i}{n+1}\right),$$

kur n – bendras abiejų imčių mėginių skaičius; h – mėginių skaičius imtyje B; ψ – normalaus pasiskirstymo atvirkštinė funkcija.

Jei $n > 20$ dydis X pasiskirstęs asimptotiškai su matematine tikimybe 0 ir dispersija $\sigma^2 \frac{2}{x}$. Hipotezės tikrinimo procedūra susideda iš argumento $i/(n+1)$ reikšmių apskaičiavimo, suradimo funkcijos ψ reikšmių šiems argumentams iš normalaus pasiskirstymo atvirkštinės funkcijos lentelių, funkcijos ψ reikšmių sumavimo ir gautos X kriterijaus reikšmės palyginimo su reikšmėmis iš lentelės mėginių skaičiui n ir skirtumui tarp A ir B imčių. Jeigu suskaičiuotoji X reikšmė absoliučiu dydžiu didesnė už reikšmę lentelėje, hipotezė apie vidurkių lygybę atmetama (Каждан, Гуськов, 1999). Taip skaičiuojant Van der Vardeno kriterijų labai daug “rankinio” skaičiavimo, tuo tarpu statistiniuose paketuose Van der Vardeno kriterijaus nebuvo. Pradėjus naudoti SAS programą (Levulienė, 2009) rezultatas gaunamas P – reikšmės pavidalu. Ši, nuo 1976 metų sparčiai vystoma, didžiausią statistinių algoritmų pasirinkimą iš profesionaliųjų duomenų analizės sistemų turinti SAS (angl. *Statistical Analysis System*) tikslų P reikšmių (naudojamos kai mažos arba nevienodos skirstinių imtys; kai nežinomas duomenų pasiskirstymo dėsnis) skaičiavimą Van der Vardeno kriterijui įdiegė nuo SAS 6.11 versijos, kuri išleista 1997 metais (Levulienė, 2009; Rudnickaitė, 2008; 2013; Rudnickaitė ir kt., 2015). Šiuo metu rezultatas gaunamas naudojant SAS 9.4 versiją.

Buvo priimta hipotezė, kad du skirstiniai (X ir Y) pagal dolomito ir kalcito santykį yra vienodi, esant 0,05 reikšmingumo lygmeniui. Esant P

reikšmei mažesnei negu 0,05 hipotezė yra atmetama, t.y. skirstiniai statistiškai skiriasi. Reiškia, kad moreniniai sluoksniai yra skirtingi.

2.3. Karbonatingumo tyrimai neledyninės kilmės nuosėdose

Karbonatingumo tyrimai neledyninės kilmės nuosėdose taip pat vyko 3 etapais (2.1 pav.).

Lauko darbų etape mėginiai karbonatingumui nustatyti imti iš kiekvieno skirtingos litologijos sluoksnio lauko sąlygomis aprašant atodangos (grėžinio, kasinio, kt.) pjūvį. Mėginių ėmimo intervalas derinamas su mėginių ėmimo intervalais palinologinių, titnagdumblių, ir kt. tyrimams, o suminis mėginio svoris turi būti pakankamas visiems planuojamiems tyrimams. Karbonatingumo tyrimams skiriama ne mažiau 50 g nuosėdų. Jei kitų tyrimų neplanuojama daryti, mėginiai imami kas 5 arba 2 centimetrus.

Laboratorinių tyrimų etapas yra identiškas tiriant bet kokios kilmės uolienas (2.1 pav.), tad neledyninės kilmės nuosėdos laboratorijoje buvo analizuojamos analogiškai morenomis.

Gautų rezultatų įvertinimo etape gauti duomenys buvo apdorojami su Microsoft Office Excel programa. Jos pagalba išskaičiuoti kalcito ir dolomito kiekiai, nubraižytos karbonatų vertikalaus pasiskirstymo kreivės, susietos su tirtojo pjūvio nuosėdų litologine sudėtimi, atlikta gautų rezultatų interpretacija, apibūdintos nuosėdų paleogeografinės klostymosi sąlygos, lyginta su kitų tyrėjų, skirtingais tyrimų metodais gautais, rezultatais.

2.4. Tyrimams panaudota medžiaga

Tyrimams medžiaga rinkta lauko ekspedicijų metu iš atodangų, grėžinių kerno mėginiai imti iš kerno saugyklos. Dalis mėginių gauta iš kitų tyrėjų: A.Gaigalo, O.Kondratienės, A.Bitino, A.Damušytės, V.Šeirienės, M.Stančikaitės, R.Guobytės ir kt., tyrusių pleistoceno storymes kitais tyrimo metodais. Pastaroji aplinkybė labai palengvino gautų duomenų gretinimą.

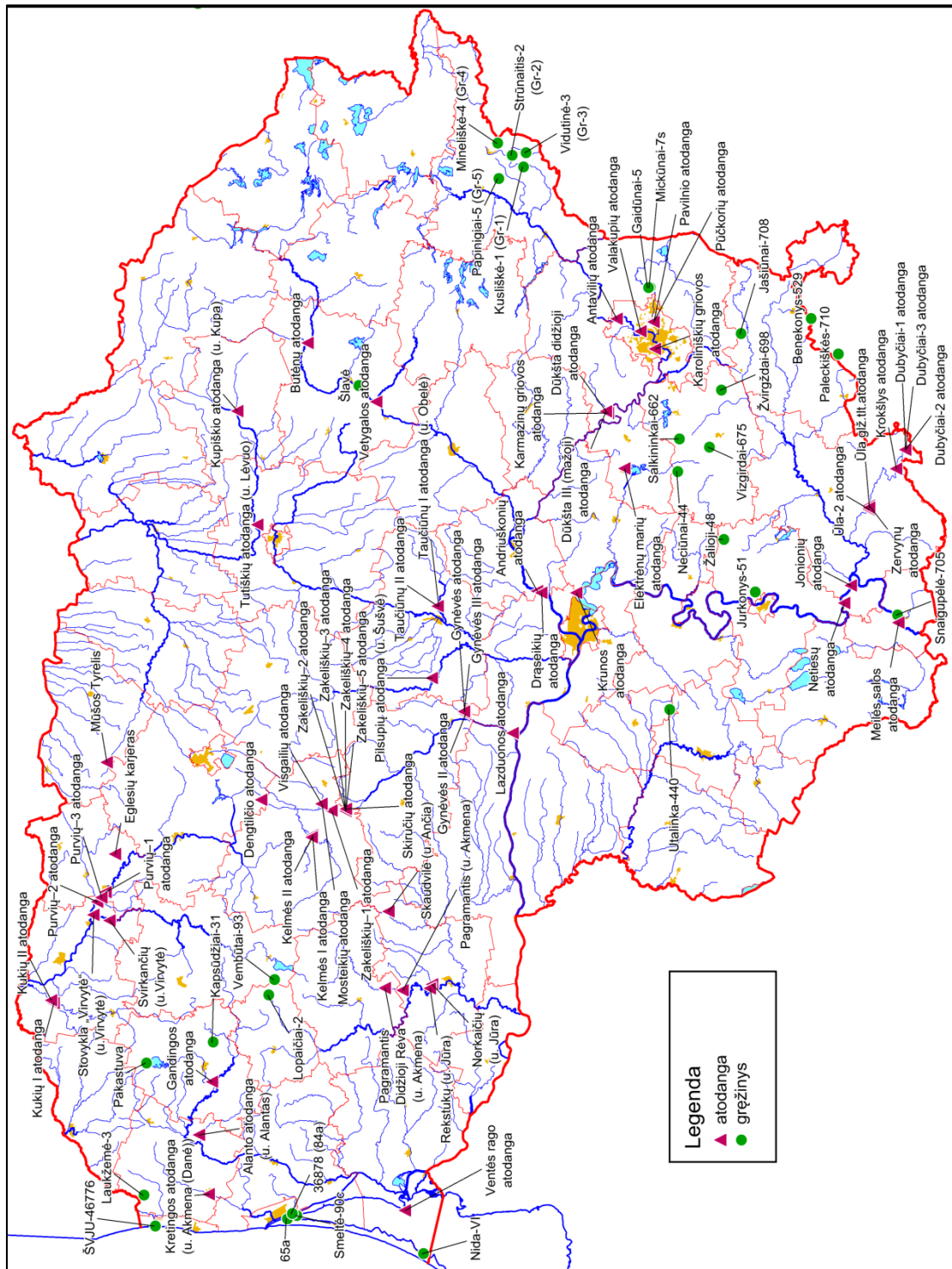
Tirta medžiaga pagal genetinį požymį grupuojama į dvi grupes: glacialinius darinius (morenas) ir neledynines nuosėdas (dažniausiai limnines, kartais senvagių) bei nuogulas (dažniausiai eolines).

Morenų šlifai tirti iš Jurkonys-51, Neciūnai-44 ir Žalioji-48 grėžinių kerno, smulkianuolaužinė (<1 mm) morenų dalis SEM analizuota iš Laukžemė-3 grėžinio kerno bei Kauno marių atodangų mėginių.

Siekiant įgyvendinti darbo tikslą ir išspręsti iškeltus uždavinius, mėginiai tyrimams imti iš įvairiaamžių morenų įvairiose Lietuvos vietose (2.4.1 pav.) Viso tirta virš 120 vertikalių pjūvių (grėžinių ir atodangų), išanalizuota ~2600 mėginių. Iš viso karbonatingumo matavimų atlikta, įskaitant kontrolinius, penkis kartus daugiau.

Skirtingo amžiaus neledyninės nuosėdos tirtos iš Lietuvos kvartero storumėje žinomų tarpledynmečių pjūvių (Snaigupėlės-705 grėžinio, Butėnų, Valakupių, Meilės salos, Netiesų, Jonionių griovos ir kitų atodangų) bei vėlyvojo ledynmečio ir holoceno pjūvių (65a, Šventosios uosto, Smeltė-90c, Nida-VI, Lopaičiai 2, Pakastuvos ir kitų grėžinių, Dūkštos III, Dubyčių I ir II, Mūšos tyrelio, Zakeliškių, Dengtilčio, Krokšlio, Ventės Rago ir kitų atodangų).

Iš viso ištirta ~2300 mėginių, o matavimų, kaip ir iš moreninių nuogulų, atlikta penkis kartus daugiau.



2.4.1 pav. Tirtų vertikalių pjūvių išsidėstymo žemėlapis.

3. REZULTATAI

3.1. Pleistoceno morenų karbonatingumas

3.1.1. Morenų karbonatingumas šlifų analizės duomenimis

Parengiamasis etapas, ieškant potencialių litostratigrafinių kriterijų morenų smulkianuolaužinėje (<1 mm) dalyje, atliktas tiriant įvairiamžių morenų smulkiagrūdės dalies mineralinę sudėtį šlifuose, pagamintuose iš gręžinių Jurkonys-51, Neciūnai-44 ir Žalioji-48 (Pietryčių Lietuva) (2.4.1 pav.) kerno.

Poskyryje pateikiamas apibendrintas morenų šlifų aprašymas, jas sugrupavus pagal slūgsojimo gylį, spalvinius, struktūrinius ir tekstūrinius panašumus bei tuo pagrindu preliminariai numanomą priklausomybę vieno ir to paties amžiaus moreniniam sluoksniui.

Gręžiniuose Neciūnai-44 (gylis 126,8-135,0 m), Žalioji-48 (gylis 71,4-75,1 m) slūgsanti morena šlifuose primena polimiktinį įvairiagrūdį smiltainį. Nuolaužiniai grūduliai pagrindinėje cementuojančioje masėje sudaro apie 60-70%. Morenos cementas kontaktinis-bazalinis, sudarantis 30-40% nuogulos masės, polimiktinės sudėties, sudarytas iš itin smulkiai sutrintų karbonatų bei molio mineralų. Cementuojančių dalelių dydis kinta nuo itin smulkiai dispersinių iki aleuritinių.

Nuolaužinė medžiaga dažniausiai yra smėlio-aleurito frakcijų dydžio, rečiau - iš žvirgždo ir gargždo apvalainukų, kurie išsidėstę netvarkingai. Kartais stebimas lygiagretus pailgų nuolaužų išsidėstymas, atspindintis kryptingą pernešančios aplinkos – ledyno – judėjimą. Kai kurios stambesnės nuolaužos apsuptos itin smulkiagrūdžių nuolaužų juoste.

Visose smėlio ir aleurito frakcijose vyrauja kvarco (60-80%) grūduliai, kurie geriau apgludinti stambiose frakcijose. Apgludintų dalelių kiekis siekia iki 50%. Aleuritinės frakcijos dydžio kvarco grūduliai beveik be apgludinimo pėdsakų, vyrauja aštriakampiai. Yra karbonatinių uolienu (5-15%), lauko špatų

(5-10%) nuolaužos, kristalinių uolienu (10%) fragmentai, o taip pat atskiri chalcedono, glaukonito, žėručių, juodųjų rūdinių mineralų, amfibolų, piritu ir markazitu, granatų ir kitų mineralų grūdeliai.

Žvirgždo ir stambiagrūdžio smėlio frakcijose dažniau randamos paleozojaus ir mezozojaus klinčių, smiltainių, aleurolito, kreidos, mergelio, rečiau dolomito, nuolaužos. Senesnės uolienos atstovaujamos prekambro granitais, gneisais, kvarcituais, diabazais, gabbro ir kt. Sutinkamos taip pat ir tankių porfyrų ir amfibol-plagioklazinių porfyrų nuolaužos. Kai kurios kristalinių uolienu nuolaužos stipriai išdūlėję.

Analizuojama morena pasižymi, lyginant su kitomis, didesniu smėlingumu, santykinai dideliu vietinės mezozojinės nuolaužinės medžiagos kiekiu, pilka spalva, **kalcitine pelitomorfines medžiagos sudėtimi** ir žymiu sutankinimu.

Grėžiniuose Jurkonys-51 (gylis 64,3-82,4 m), Žalioji-48 (gylis 53,6-65,8 m) slūgsanti morena, kaip ir kitos morenos, sudaryta iš pseudo-psamito-aleuropelitinės struktūros moreninio priemolio. Morenoje, lyginant su anksčiau aprašytąja, tarp cementuojančios žvynelinės hidrožėrutinės masės **daugiau dolomitinės pelitomorfines priemaišos** ir raudonai nuspalvintų molių agregatų. Cementas kontaktinis-bazalinis, sudaro 30-40% uolienos. Jį sudaro polimiktinė polimineralinė pertrintų nuosėdinių ir kristalinių uolienu įvairiagrūdė medžiaga. Pagrindinė morenos masė geležies hidroksidų nuspalvinta ruda spalva, kai kurie ploteliai stipriai limonitizuoti. Atskiri plotai sudaryti iš fliuidinės tekstūros molių. Stebimas lygiagretus pailgų nuolaužų išsidėstymas, atitinkantis linijiniam mikroplyšių išsidėstymui.

Reliktiniai įvairaus dydžio nuolaužiniai grūdeliai smulkiagrūdėje morenos masėje sudaro 60-70%. Vyrauja vidutinės (skersmuo nuo 0,5-0,25 mm) ir smulkiagrūdės (skersmuo nuo 0,25-0,1 mm) smėlio frakcijos. Grūdeliai sudaryti pagrindinai iš kvarco (60-70%), karbonatinių mineralų ir uolienu nuolaužų (6-25%), lauko špatų (5-15%), kristalinių uolienu nuolaužų (3-15%), smiltainių (3-6%), žėručių. Reliktiniai grūdeliai blogai apzulinti, kai kurie iš jų sutrupinti ir apsupti smulkesnėms sutrupintų grūdelių nuolaužomis. Nedidelė

kvarco grūdelių dalis išsiskiria idealiu paveldėtu apzulinimu. Kvarco grūdeliai įvairaus dydžio, dažnai banguoto užgęsimo. Pasitaiko švarūs, skaidrūs, nedrumsti ir neplyšiuoti kvarco grūdeliai. Lauko špatai dėl būdingo skalumo silpniau apzulinti. Tarp nuolaužų dažni paleozojaus dolomitai, smiltainiai, rapakyvi, argilito ir kitų uolienu gabaliukai. Karbonatinių uolienu nuolaužos paprastai gerai apzulintos. Akcesorinėje dalyje nustatomi amfibolai, granatai, magnetitas, ilmenitas, epidotas, piritas, markazitas, glaukonitas ir kiti labiau reti mineralai.

Grėžiniuose Jurkonys-51 (gylis 49,0-60,95 m), Neciūnai-44 (gylis 109,8-117,0 m), Žalioji-48 (gylis 34,8-47,6 m) slūgsančioje morenoje daugiau molingų dalelių nei aukščiau apibūdintoje morenoje. Tai moreninis priemolis, pereinantis į riedulingą molį. Cementas bazalinio tipo, hidrožerutinės sudėties su ***smulkiai pertrinto dolomito miltelių priemaiša***. Pagrindinė morenos masė yra raudonai rudos spalvos dėl itin smulkiadispersinių geležies hidroksidų ir geležingų ochrų. Morenos 40-50% sudaro pagrindinė itin smulkiagrūdė masė ir 50-60% nuolaužinė reliktinė medžiaga. Pastarosios 60-70% sudaryta iš aleuritinio-žvirgždo dydžio kvarco. Dažni kvarco su banguotu užgėsimu grūdeliai, išsilaisvinę iš kristalinių uolienu. Jų apzulinimas blogėja mažėjant dydžiui ir visai išnyksta aleuritinėje frakcijoje. Lauko špatai sudaro 10-20% ir atstovaujami mikroklinu, ortoklazų, rūgščiais ir vidutinės sudėties plagioklazais. Kalio lauko špatai stipriai pelitizuoti. Tarp uolienu nuolaužų dideliais kiekiais nustatyti dolomitai, kristalinės klintys, granitai, rapakyvi, mikrokvarcitu, dioritai, gabro, plagioklaziniai porfiritai, smiltainiai, ragainiai ir kt. Tarp karbonatinių uolienu ir mineralų nuolaužų, sudarančių 10-20%, vyrauja paleozojiniai dolomitai. ***Atskiri smulkūs dolomito romboedrai, susiformavę trupinant dolomitines uolienas, išsiskiria moreninio priemolio pagrindinėje masėje.***

Pagrindinės masės molio dalelės itin smulkiažvynelinės, rudos spalvos. Vietomis atskiri nuolaužiniai grūdeliai apsupti hidrožerutiniu apvaskalu (plėvele). Kartais sutinkami sutankintų arba apgeležėjusių nuogulų dariniai, turintys neryškias ribas su talpinančia morenine medžiaga.

Apibūdintos šlifuose šios grupės morenos *skiriasi nuo kitų didelių dolomito kiekiu*, molingumu, viršutinės dalies išdūlėjimu bei įvairių atspalvių raudonai ruda spalva, o taip pat optimaliu įvairiagrūdžių dalelių mišiniu.

Grėžinyje Neciūnai-44 (gylis 0,0-6,7 m) slūgsančios morenos pusė sudaryta iš smėlio, žvirgždo ir didesnio dydžio nuolaužų. Kitą pusę sudaro itin smulkiagrūdė pagrindinė masė. Cementuojanti masė – pilkų tonų, kartais su rudu, žalsvu arba melsvu atspalviais. Ji skirtingo kristalizacijos laipsnio ir turi daug hidrožėručių su kaolinito ir montmorilonito priemaiša. ***Pagrindinėje morenos masėje taip pat pasitaiko karbonatinės (dažniau kalcitinės) medžiagos, opalo ir mikroorganizmų gumulėlių.***

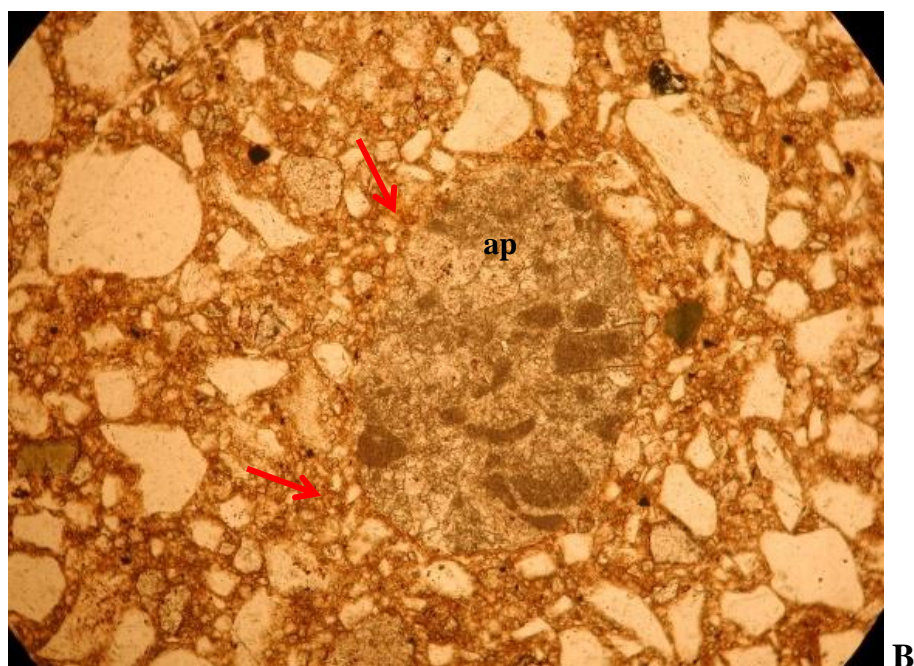
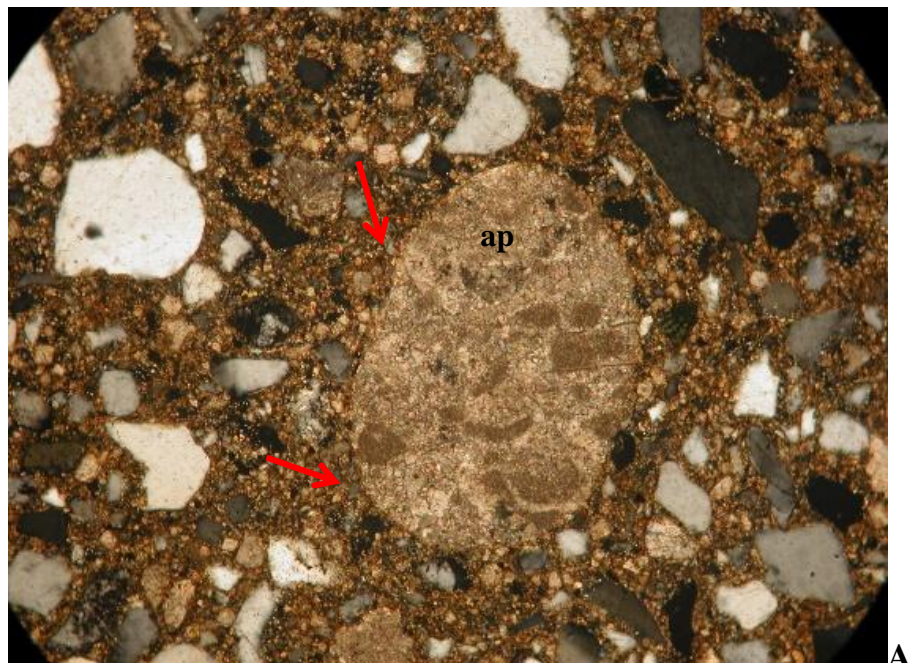
Nuolaužinė morenos dalis įvairiagrūdė. Žvirgždas ir stambiagrūdis smėlis palyginti gerai apzulintas. Vyrauja smulkia- ir vidutingrūdės smėlio frakcijos, kurių grūdėliai silpnai apzulinti. Smėlio frakcijos grūdėliai pagrindinai sudaryti iš kvarco (75-80%), lauko špatų (5-10%), karbonatų (10-15%), likusioji dalis – kristalinių uolienuų (vyrauja granitas), smiltainio, titnago, mergelio, fosfatų, glaukonito ir kt. uolienuų bei mineralų fragmentų. Vietomis sutinkami juodi jūros laikotarpio aleurolitai ir smiltainiai. Stambiagrūdžio smėlio ir žvirgždo frakcijose padidėja klinčių, kristalinių uolienuų, mergelių ir kitų uolienuų iki 60-80%. Kaip akcesoriniai smėlingose ir aleuritinėse frakcijose stebimi amfibolai, granatai, piritas, markazitas, magnetitas, ilmenitas, rutilas, cirkonas ir kiti labiau reti mineralai.

Aprašoma morena ***išsiskiria padidintu mezozojaus mergelių ir kitų uolienuų nuolaužų, taip pat paleozojaus organogeninių klinčių kiekiu, padidintu molingumu.***

3.1.2. Karbonatų klasės mineralų morenose morfologija ir genezė

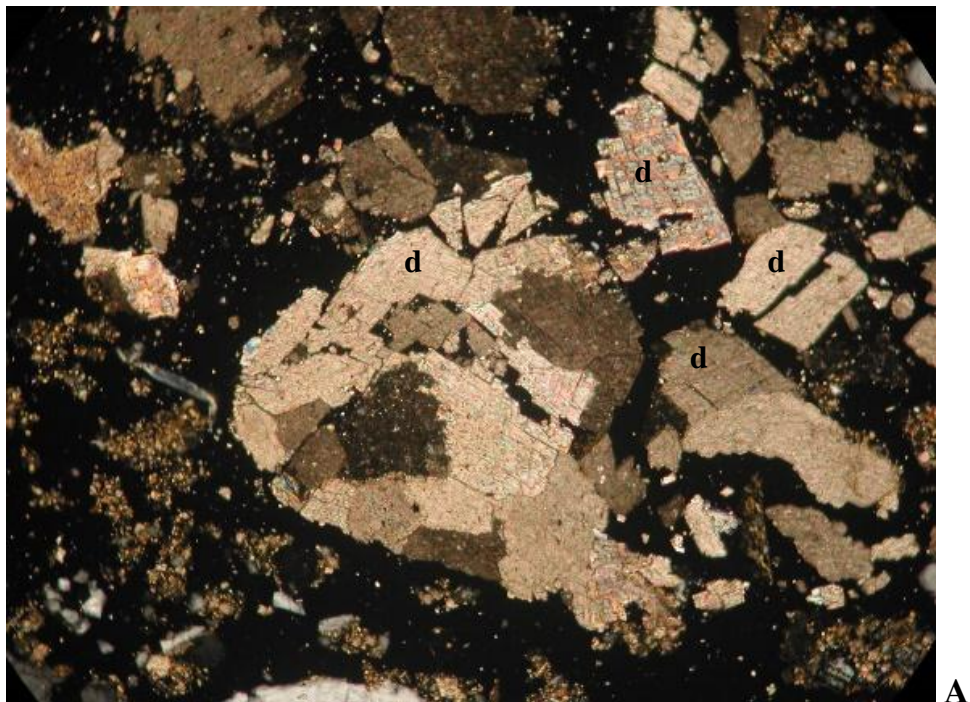
Poliarizaciniu mikroskopu ECLIPSE E200 šlifuose vizualiai analizuojant morenų smulkiagrūdės dalies mineralinę sudėtį, mineralų bei uolienuų nuolaužų morfologiją (3.1.2.1 – 3.1.2.8 pav.), peršasi išvada, kad karbonatai ledyninėse

nuogulose didžiąja dalimi susiformavo užgriebtų iš ledyno guolio uolienu trupinimo ir dezintegracijos metu.

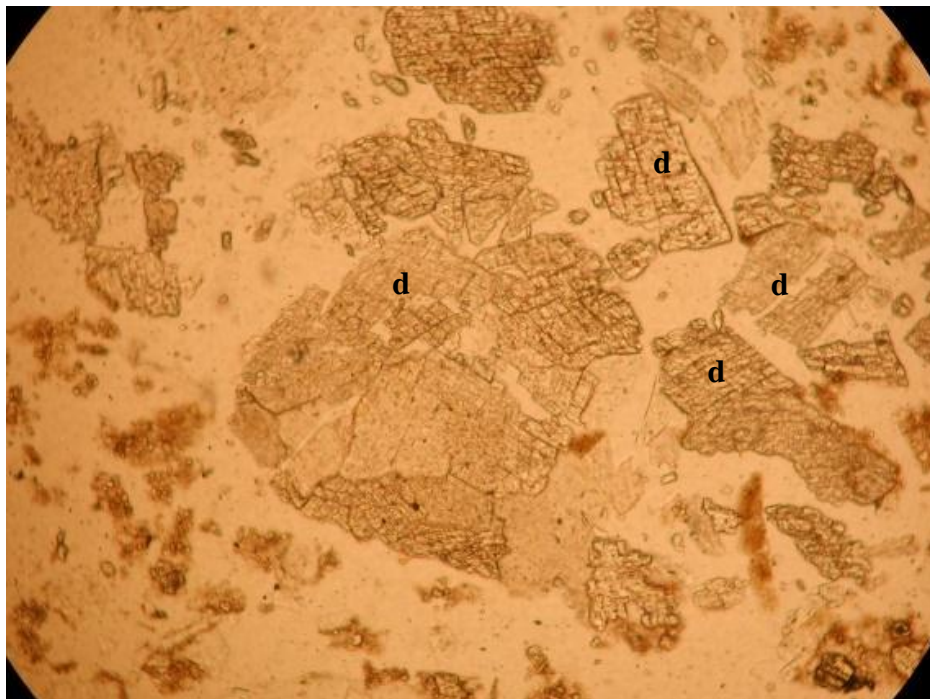


3.1.2.1 pav. Gerai apzulintas karbonatinės uolienos apvalainukas (ap), apsuptas smulkesnėmis sutrupintų grūdelių nuolaužomis (raudona rodyklė). Gręžinys Žalioji-48, gylis 65 m, X 10. A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.¹

¹ Šlifų nuotraukos darytos poliarizaciniu mikroskopu ECLIPSE E200 VU Geologijos ir mineralogijos katedroje. Horizontaliosios kraštinės ilgis 2,5 mm.



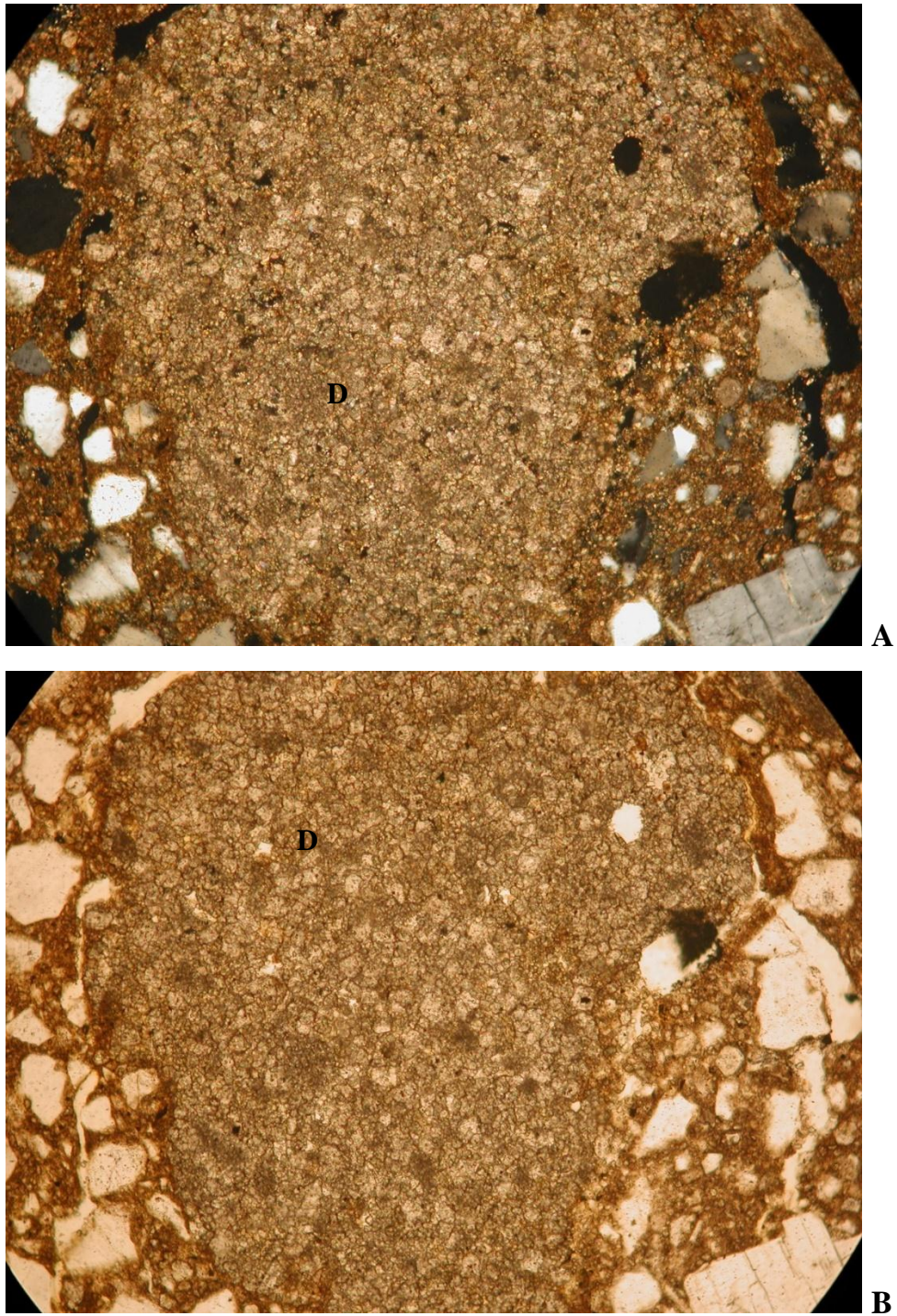
A



B

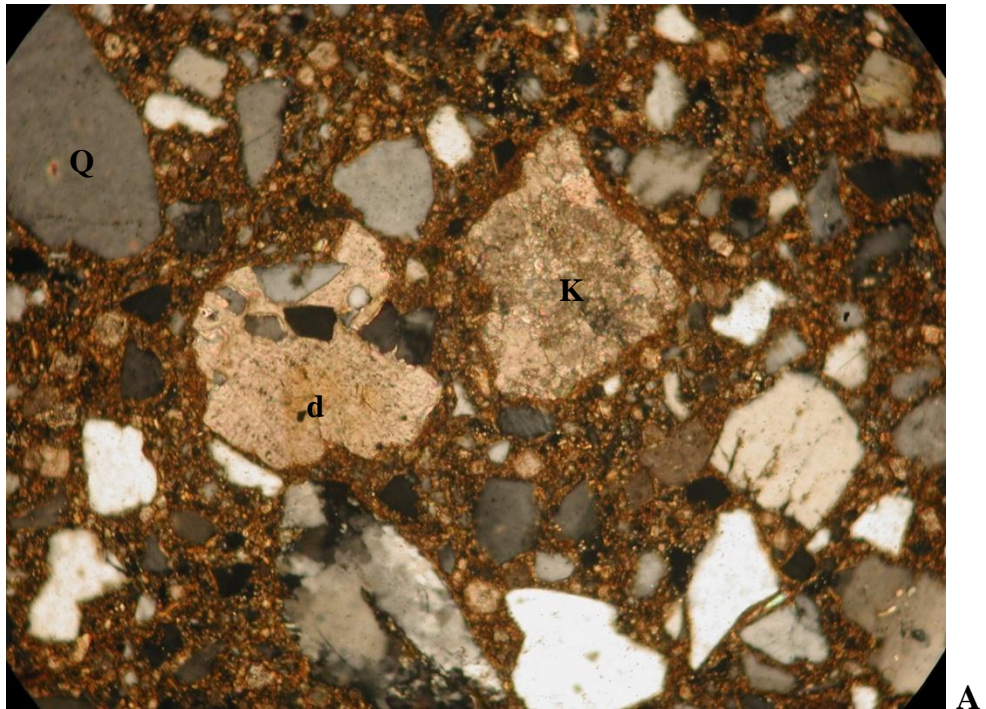
3.1.2.2 pav. Aprupinti dolomito (d) kristalai, tamsi masė – molio mineralų ir smulkiadispersinio kalcito mišinys. Gręžinys Žalioji-48, gylis 65 m, X 10.

A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.

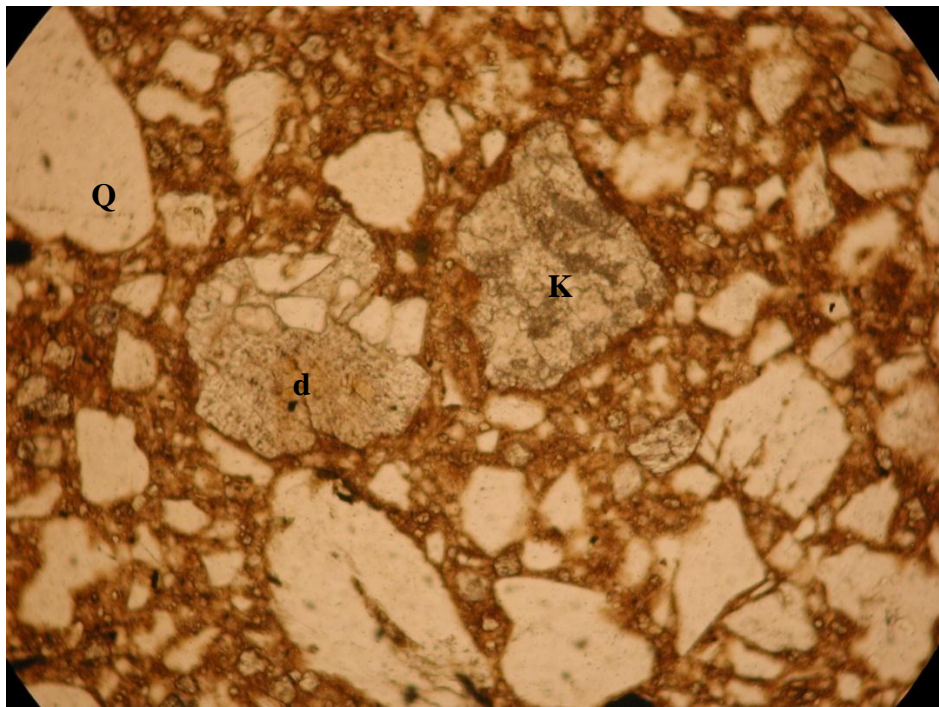


3.1.2.3 pav. Gerai apzulintas smulkiakristalinio dolomito (D) apvalainukas, apsuptas „dūlėjimo“ plėvele. Grėžinys Žalioji-48, gylis 65 m, X 10.

A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.

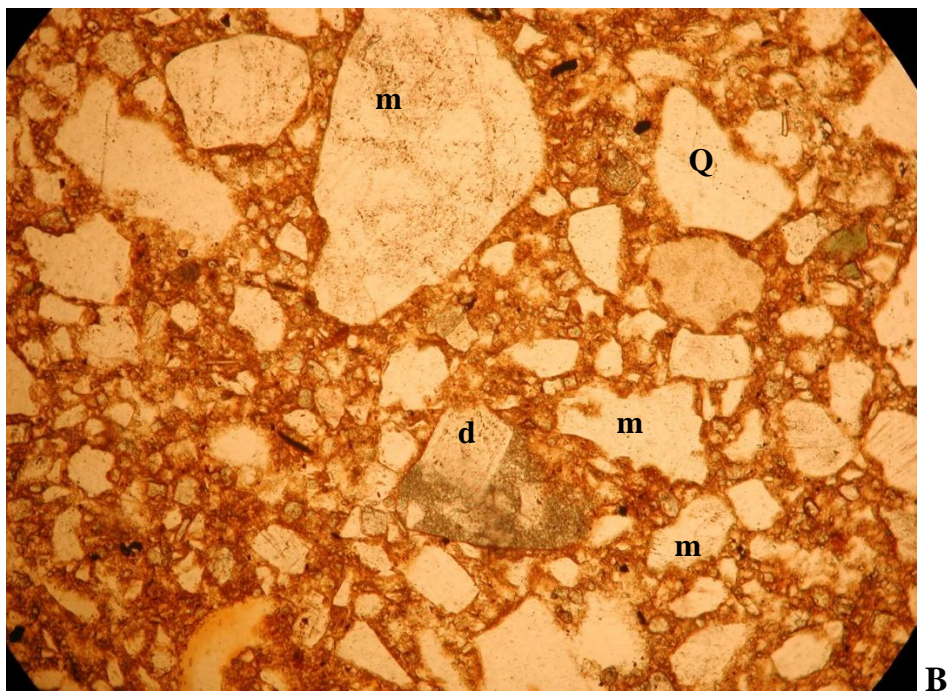
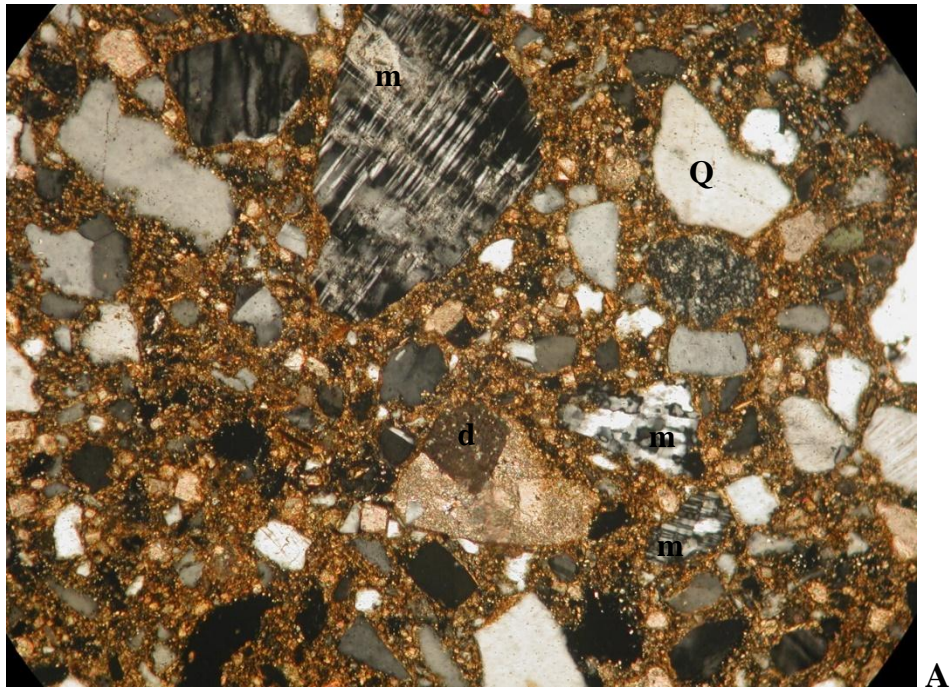


A

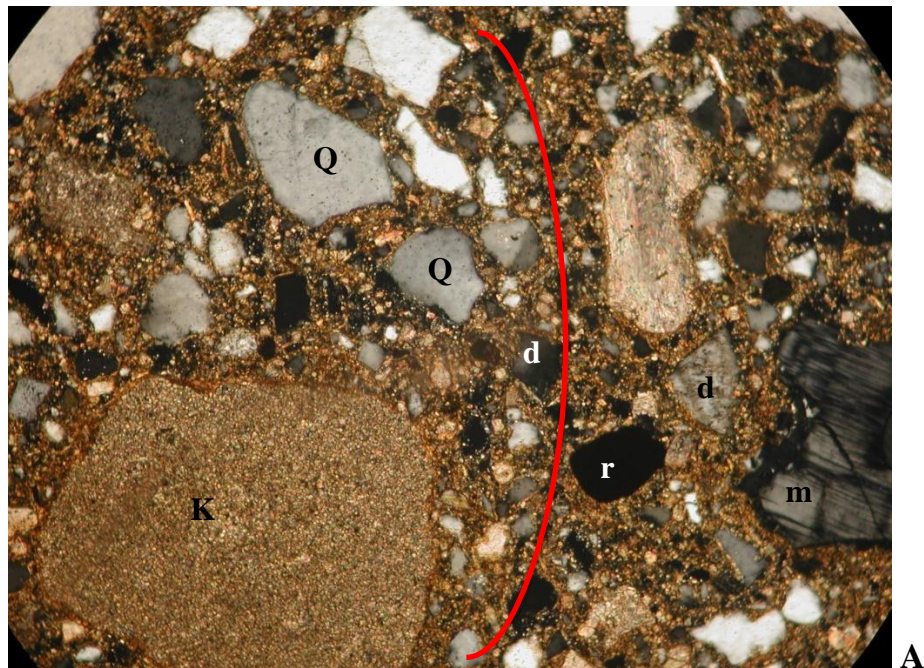


B

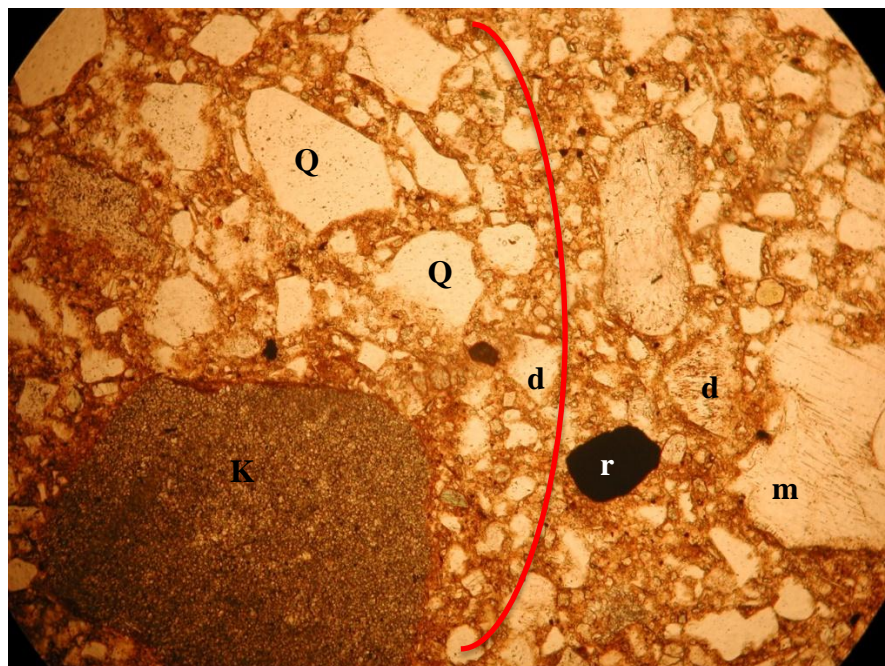
3.1.2.4 pav. Vyrauja blogai apzulinti uolienuų (K – klintis) ir mineralų (d -dolomitas, Q - kvarcas) nuolaužų grūdėliai, pagrindinė morenos masė geležies hidrksidų nuspalvinta ruda spalva. Gręžinys Žalioji-48, gylis 54,5 m, X 10. A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.



3.1.2.5 pav. Įvairių mineralų (*m* – mikroklinas, *d* – dolomitas, *Q* – kvarcas) nuolaužos, pagrindinė morenos masė geležies hidroksidų nuspalvinta ruda spalva. Gręžinys Žalioji-48, gylis 54,5 m, X 10.
A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.



A

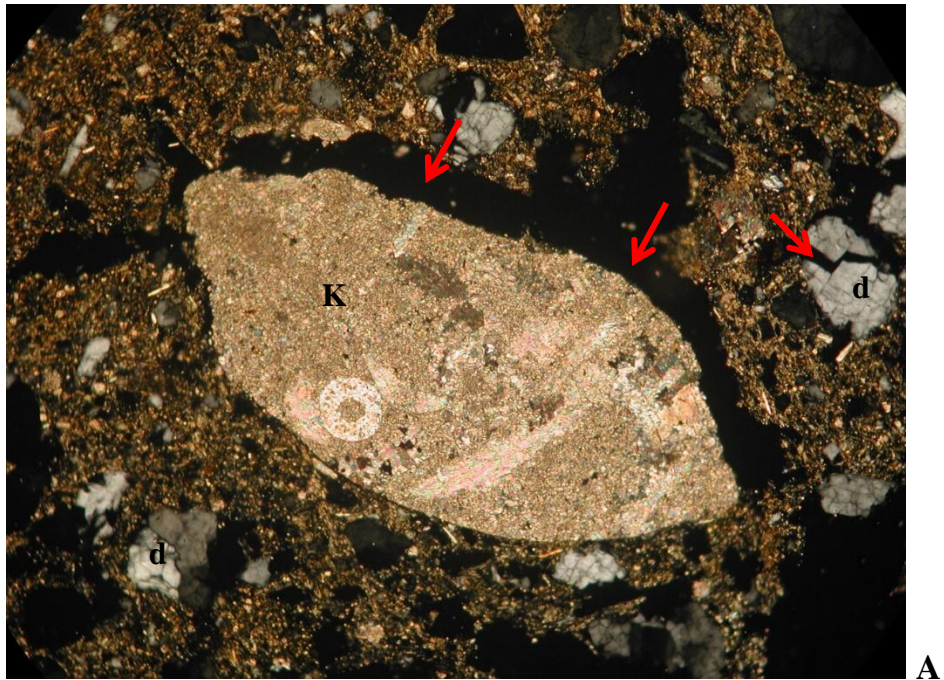


B

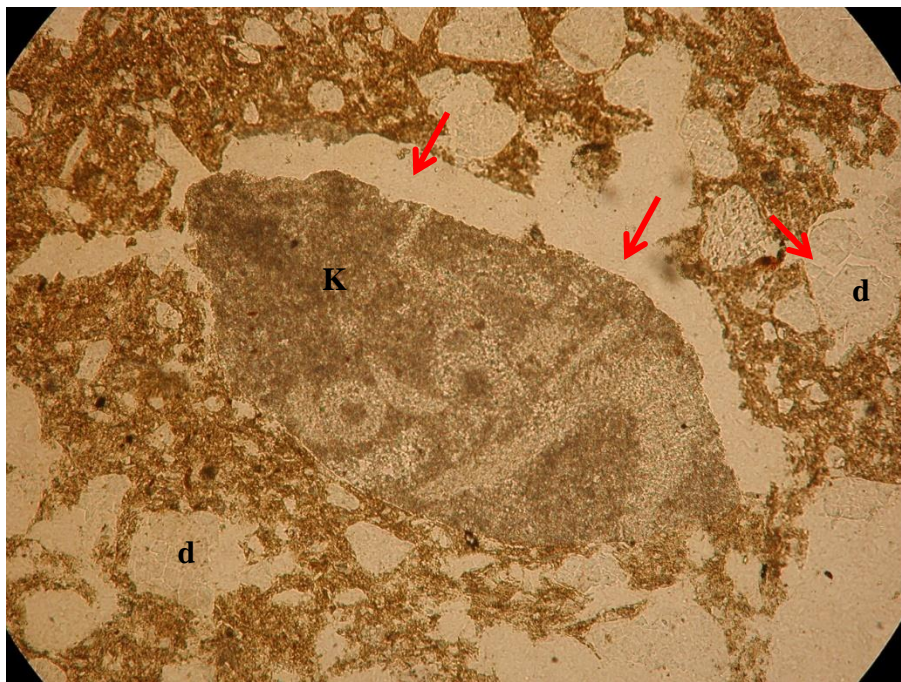
3.1.2.6 pav. Stebimas slysmo paviršius (raudona linija), uolienuų (K – klintis) apvalainukai ir mineralų (d – dolomitas, m – mikroklinas, Q – kvarcas, r – rūdinis mineralas) nuolaužų grūdelių orientuotas išsidėstymas.

Grėžinys Žalioji-48, gylis 54,5 m, X 10.

A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.



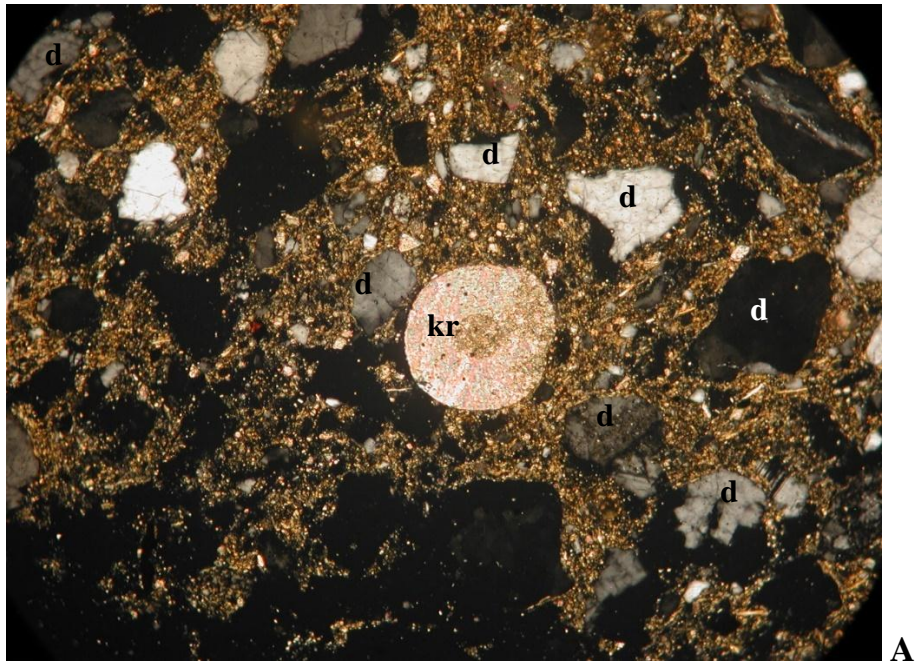
A



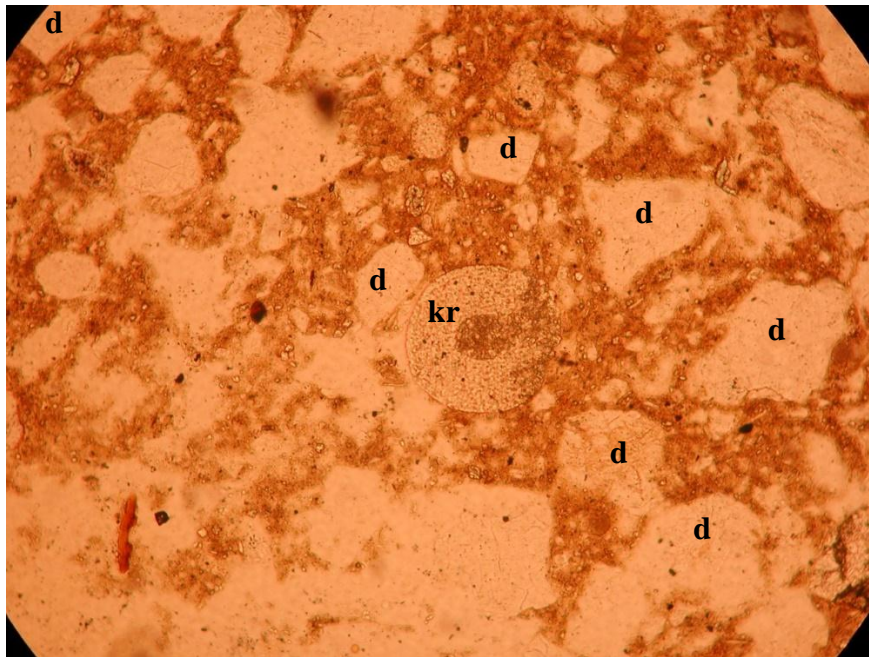
B

3.1.2.7 pav. Mikrodislokacijos požymiai (raudonos rodyklės) šalia klinties (K) apvalainuko ir dolomito (d) kristale. Grėžinys Žalioji-48, gylis 36,8 m, X 10.

A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.



A



B

3.1.2.8 pav. Atskiri smulkūs dolomito romboedrai(d) bei pavienės krinoidėjos (kr) išsiskiria moreninio priemolio pagrindinėje masėje. Gręžinys Žalioji-48, gylis 36,8 m, X 10. A – vaizdas su sukryžiuotais nikoliais.

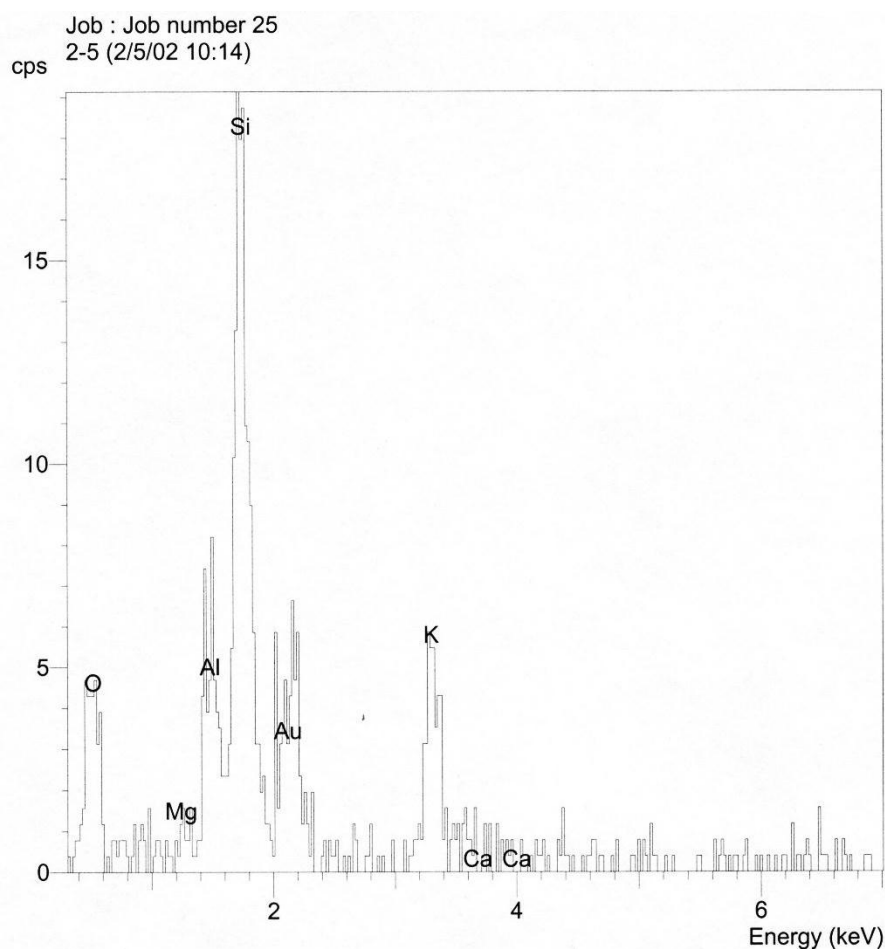
Gręžinio Laukžemė-3 (2.4.1 pav.) morenų pavyzdžiai paimti iš skirtingo gylio buvo suskirstyti į frakcijas pagal granulimetrinę sudėtį (3.1.2.1 lentelė). Tolesniam tyrimui pasirinkta morenų smulkianuolaužinė dalis (frakcija <1 mm) buvo analizuota SEM pagalba tikslu nustatyti morenose paplitusių

karbonatų mineralinę sudėtį bei įvertinti jų genezę. SEM ir prie jo naudojami įvairūs analizatoriai tokią galimybę suteikia (Krinsley et al., 1998; Robinson & Nickel, 1983; Reed, 2005; Watt, 1997; ir kiti).

3.1.2.1 lentelė. Mėginių iš gręžinio Laužemė-3 paėmimo gyliai ir analizavimo būdai

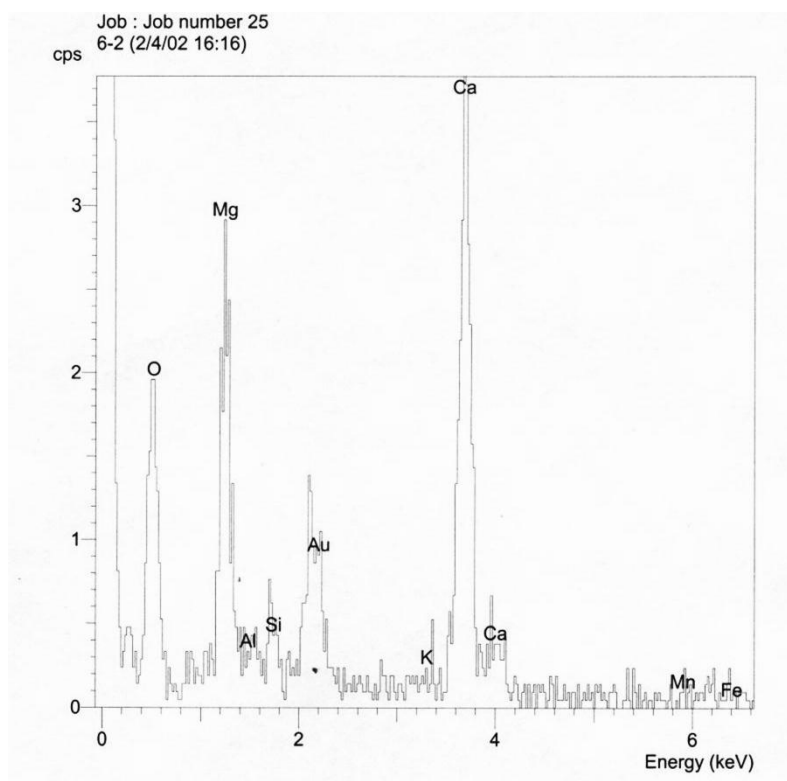
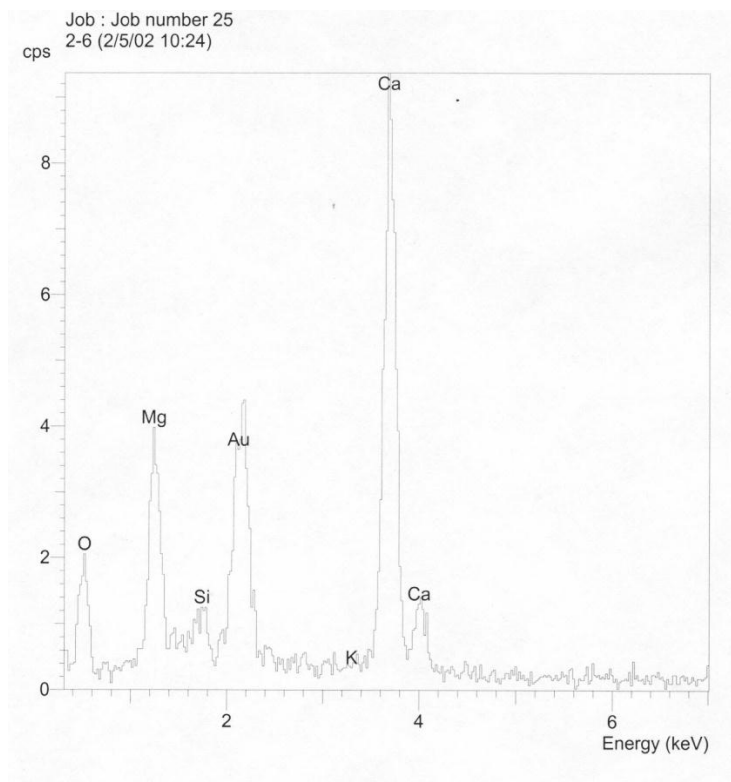
Pvz. Nr.	Gylis, m	Litologinis aprašymas	Mėginių numeriai	
			Mineralų identifikavimas SEM EDS (Ø<0,1 mm)	Analizė SEM SE vaizdas (Ø<0,01 mm)
1	3,0	Priemolis moreninis, geltonai rudas	1-4	1-1; 1-2; 1-3; 1-5
2	4,3	Priesmėlis moreninis, rudai pilkas, su geltonos (tabako) spalvos dėmėmis	2-5 2-6	2-1; 2-2; 2-3; 2-4; 2-5; 2-6
3	6,0	Priemolis moreninis, pilkas–tamsiai pilkas iki rudai pilko	-	3-1; 3-2; 3-3
4	11,3	Priemolis moreninis, pilkas–tamsiai pilkas	4-1	4-1; 4-5
5	33,7	Priemolis moreninis, pilkas	5-2	5-2
6	38,0	Priemolis moreninis, rudas su pilku atspalviu	6-2	6-1a; 6-4a

Morenų mineralinė sudėtis nustatyta tiriant skenuojančiu mikroskopu energijos dispersijos spektrą (SEM EDS)². Gautos kreivės rodo, kad smulkianuolaužinėje morenos dalyje yra lauko špatų (3.1.2.9 pav.), dolomito (3.1.2.10 pav.), dolomito su molio mineralų priemaiša kristale (3.1.2.11 pav.) bei (3.1.2.12 pav.), kalcito (3.1.2.13 pav.), molio mineralų. Pastaraisiais užterštas tiek tirtas dolomitas, tiek kalcitas. Tikėtina, kad molio mineralai yra ne minėtų mineralų kristaluose, bet jų paviršiuje.

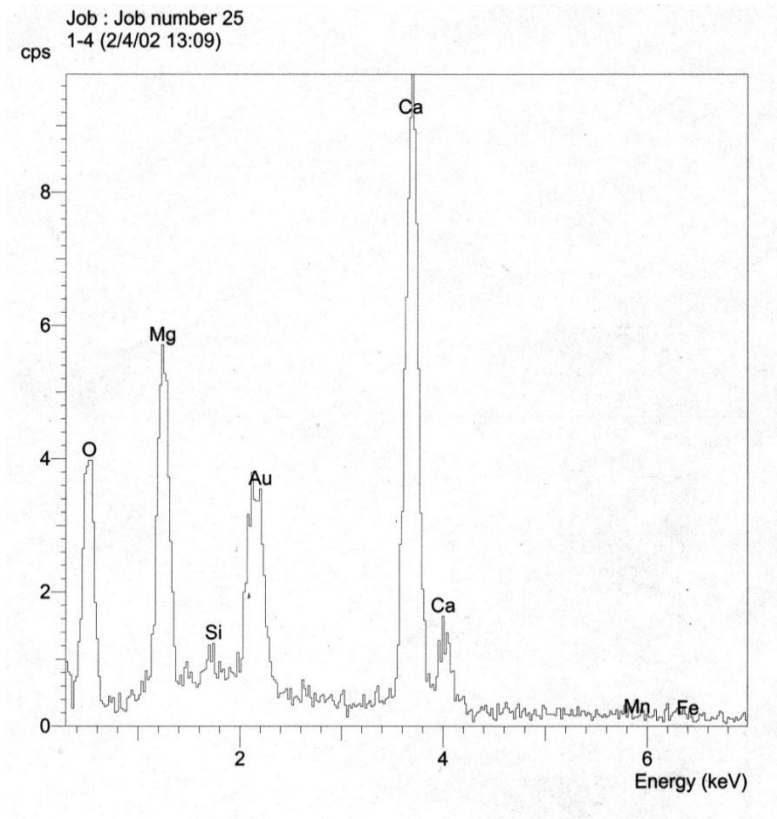


3.1.2.9 pav. Smulkianuolaužinėje morenos dalyje identifikuoti lauko špatai (mėginys 2-5).

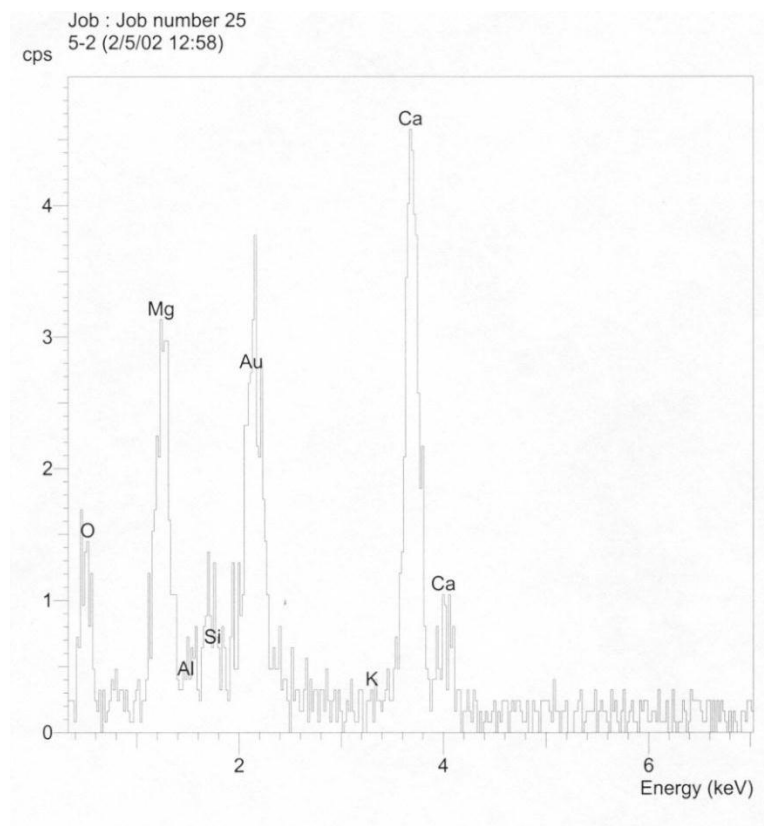
² Analizė atlikta Lenkijos geologijos instituto – Nacionalinio mokslo instituto laboratorijoje (analizavo mgr. E.Starnawska).



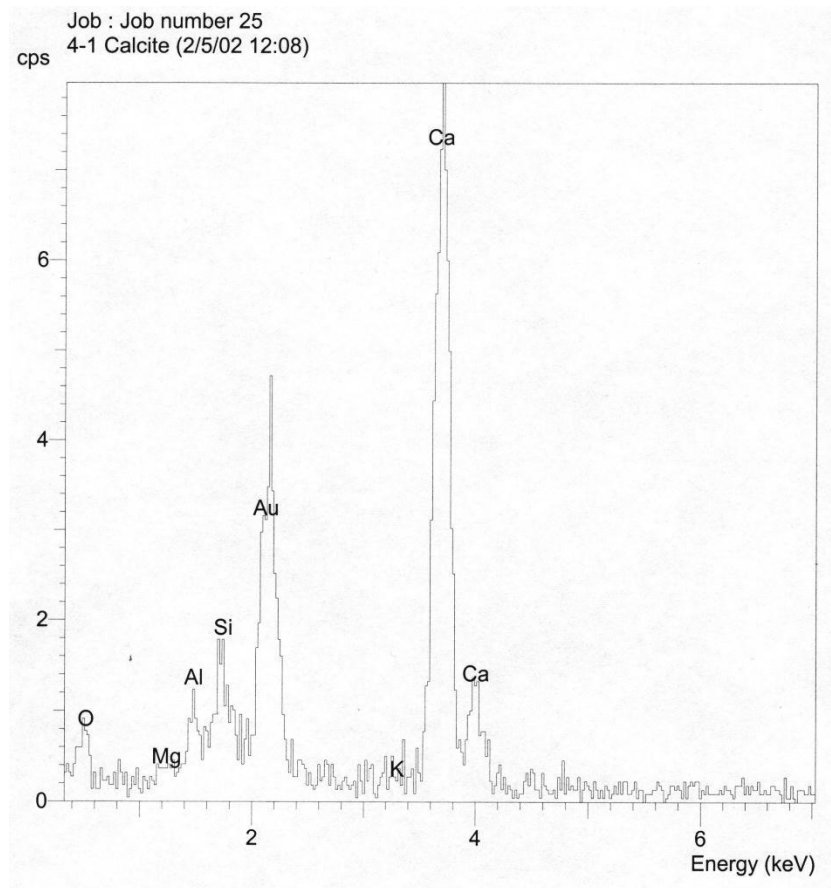
3.1.2.10 pav. Nustatytas dolomitas (mėginiai 2-6; 6-2).



3.1.2.11 pav. Dolomitas su molio mineralų priemaiša kristale (mėginys 1-4).



3.1.2.12 pav. Dolomitas su molio mineralų priemaiša kristale arba užterštu kristalo paviršiumi (mėginys 5-2).



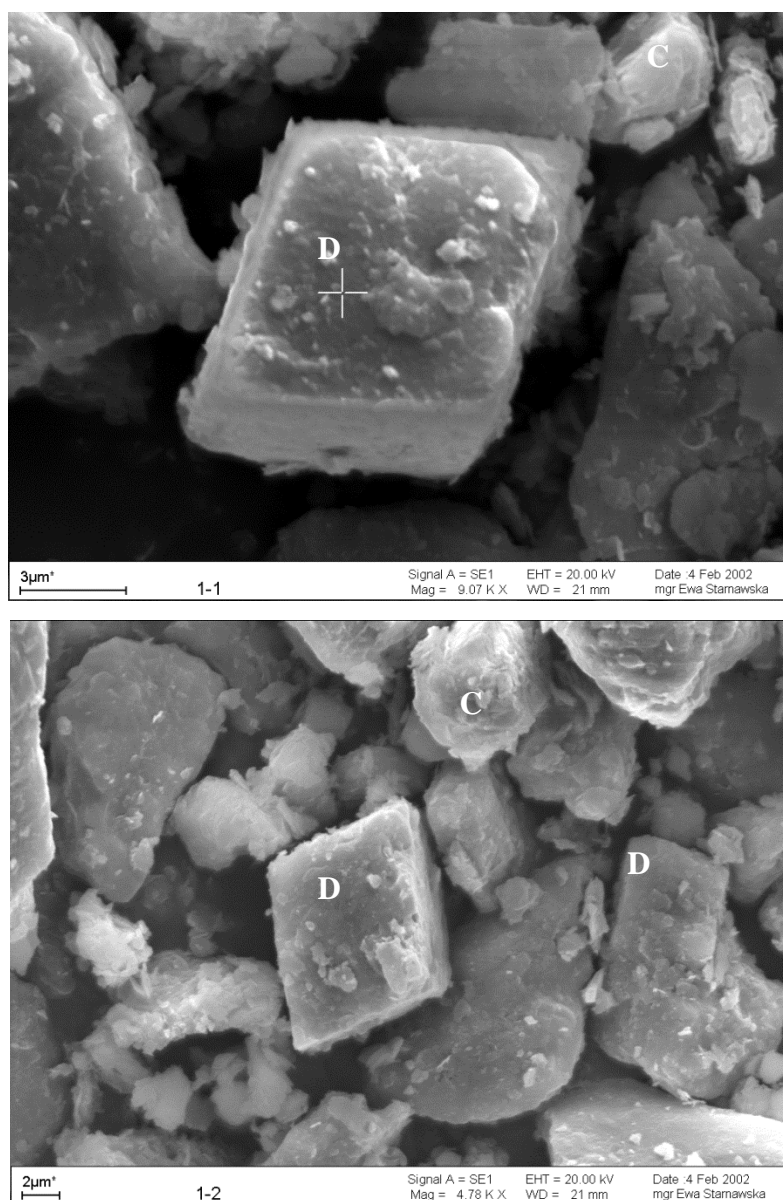
3.1.2.13 pav. Kalcitas (mėginys 4-1).

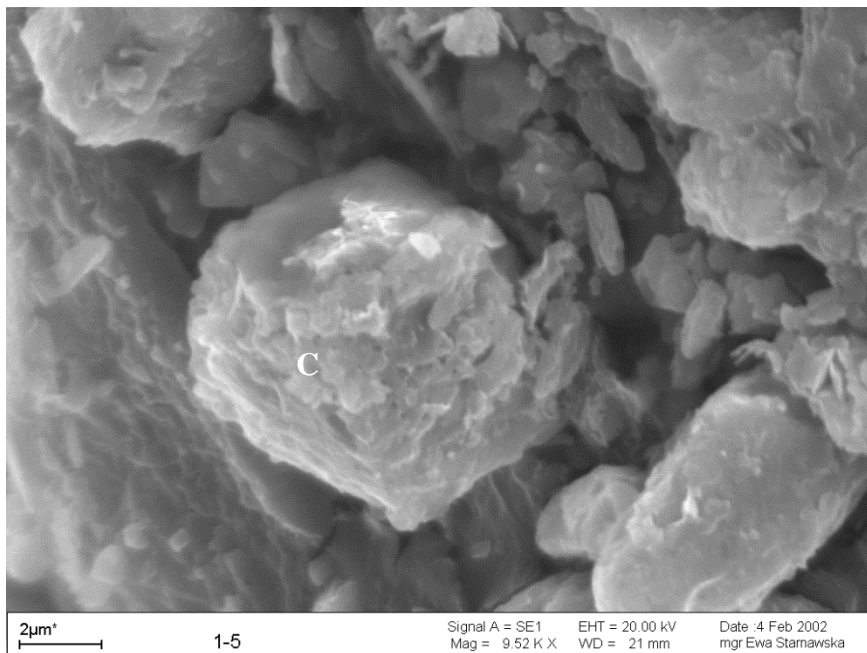
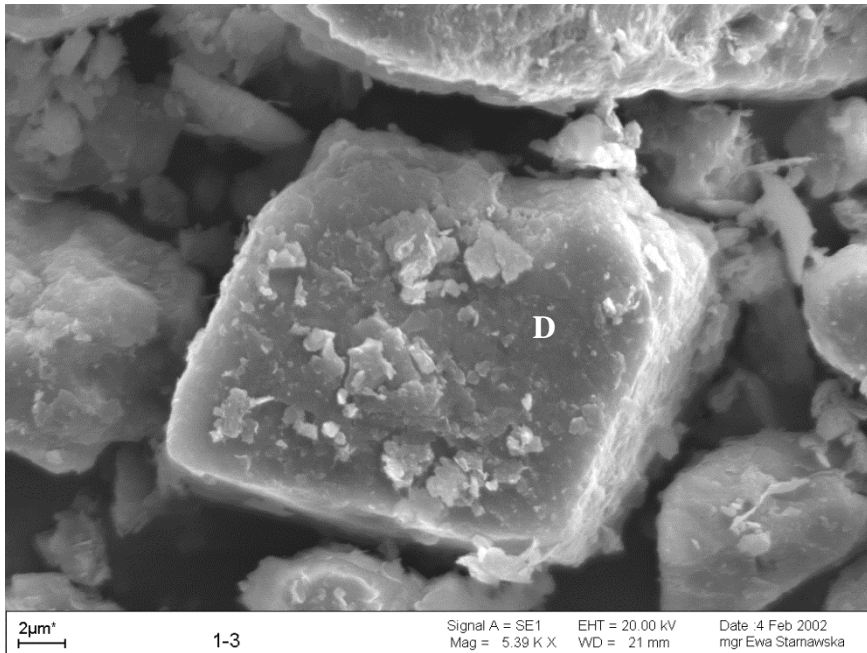
Morenų iš gręžinio Laukžemė-3 smulkianuolaužinės dalies (frakcija <1 mm) skenuojančiu elektroniniu mikroskopu antrinių elektronų (SEM SE)³ vaizdų tyrimas parodė, kad absoliuti dauguma identifikuotų karbonatų (tiek kalcitas, tiek dolomitas) yra nuolaužiniai, patekę į moreną iš ledyno guolio egzracijos metu (3.1.2.14 – 3.1.2.22 pav.). Vėliau susiformavusiųjų (epigenetinių) karbonatų neidentifikuota. Nerasta karbonatų kristalų su lygiomis nepažeistomis sienelėmis.

Tyrimų rezultatai neprieštarauja tyrėjų Aber J. (1979); Lavrušino J.A., Golubevo J.K. (Лаврушин, Голубев, 1980); Lavrušino J.A., Gertnerio A.R., Golubevo J.K. (Лаврушин, Гептнер, Голубев, 1986); Fairchild I.J. & Spiro B. (1990); Sharp M., Tison J.L. & Fierens G. (1990); Fairchild I.J., Bradby L. & Spiro B. (1994); Hall J.S., Mozley P., Davis J. M. & Roy N.D. (2004); Rattas M., Lomp P.

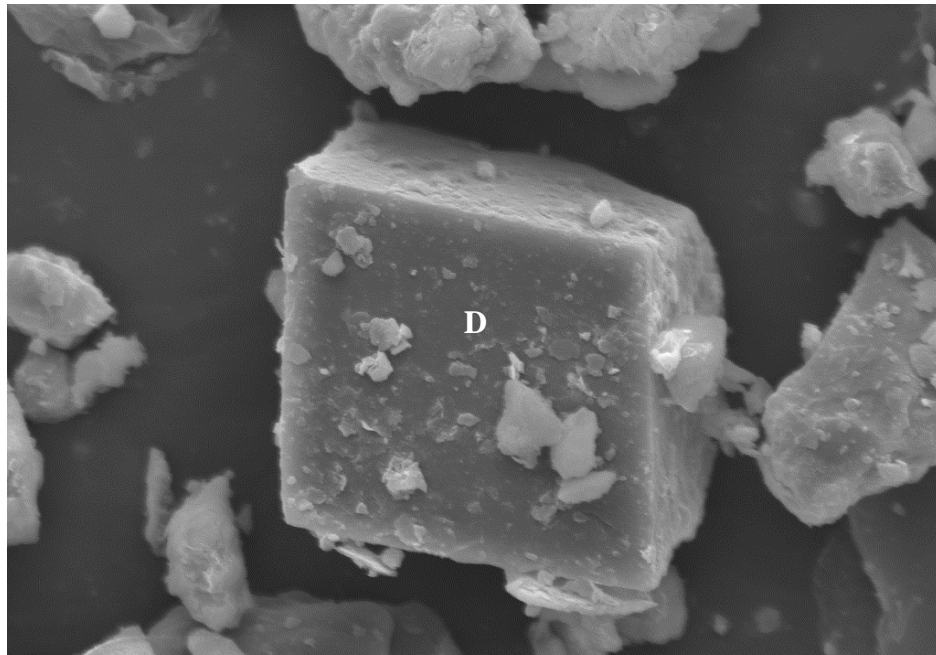
³ Analizė atlikta Lenkijos geologijos instituto – Nacionalinio mokslo instituto laboratorijoje (analizavo mgr. E.Starnawska)

(2008); Rattas M., Lomp P. & Jöeleht A. (2014) ir kitų teiginiams, kad karbonatų mineralai ledyninėse nuogulose formuojasi morenos sąlytyje su fluvio-glacialinėmis nuogulomis ir, jas sucementuodami, sudaro glaciadiapyrų, glaciodaikų formų konglomeratus arba smiltainių stulpus. Kaip taisyklė, tai dažniausiai vyksta galinių morenų ruožuose.

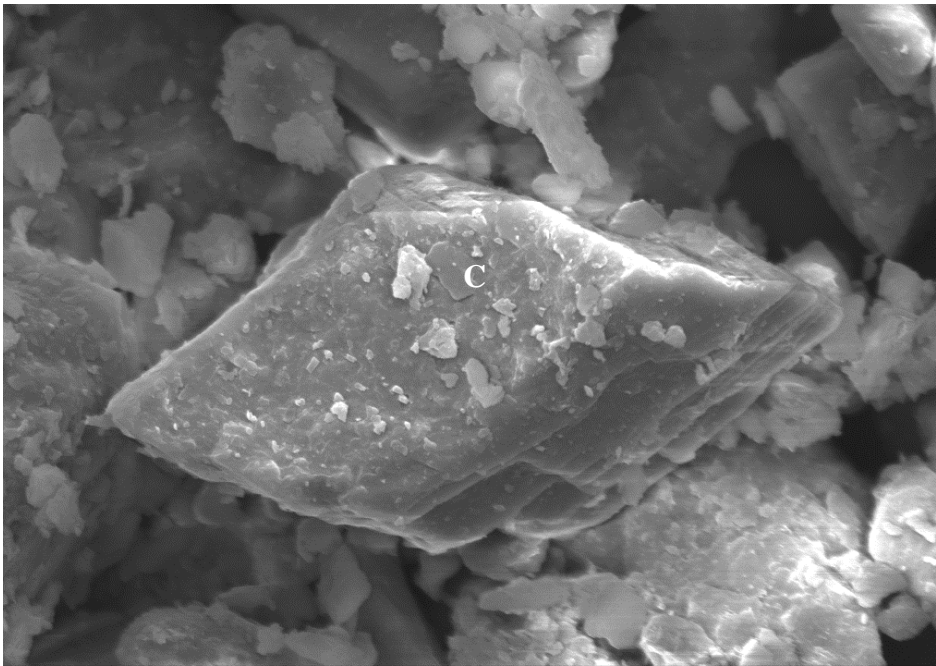




3.1.2.15 pav. Dolomitas (D) (mėginys 1-2), stipriau aplaužyti kalcito grūdėliai (C) (mėginys 1-5).

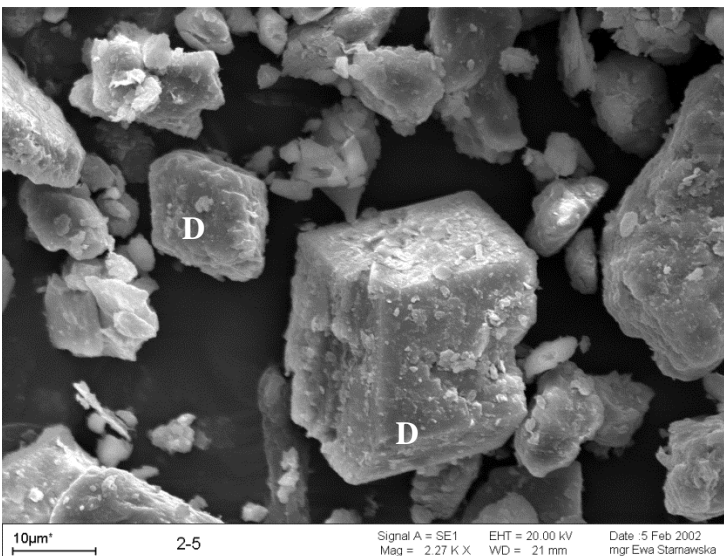
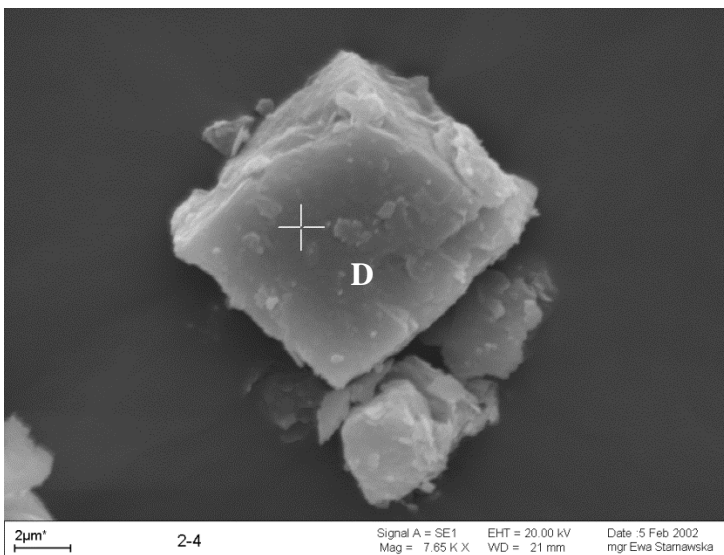
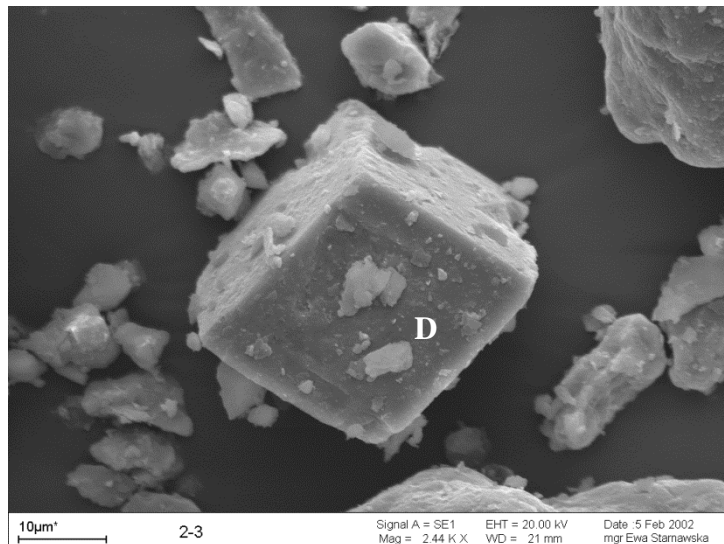


3 μm^* 2-1 Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV Date :5 Feb 2002
Mag = 3.41 K X WD = 21 mm mgr Ewa Starnawska

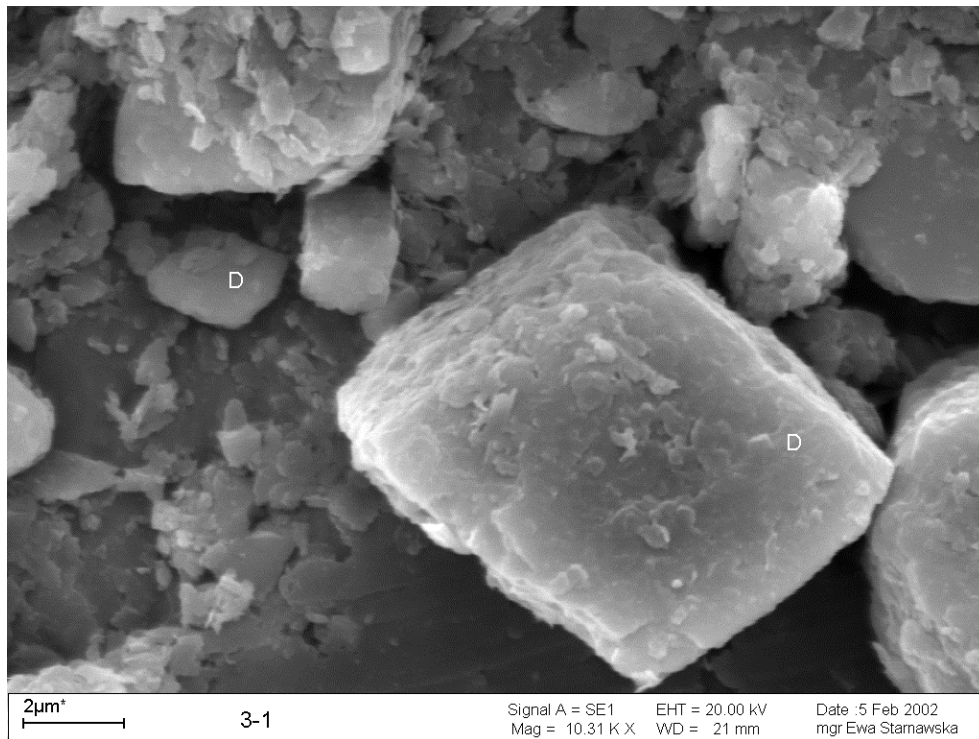
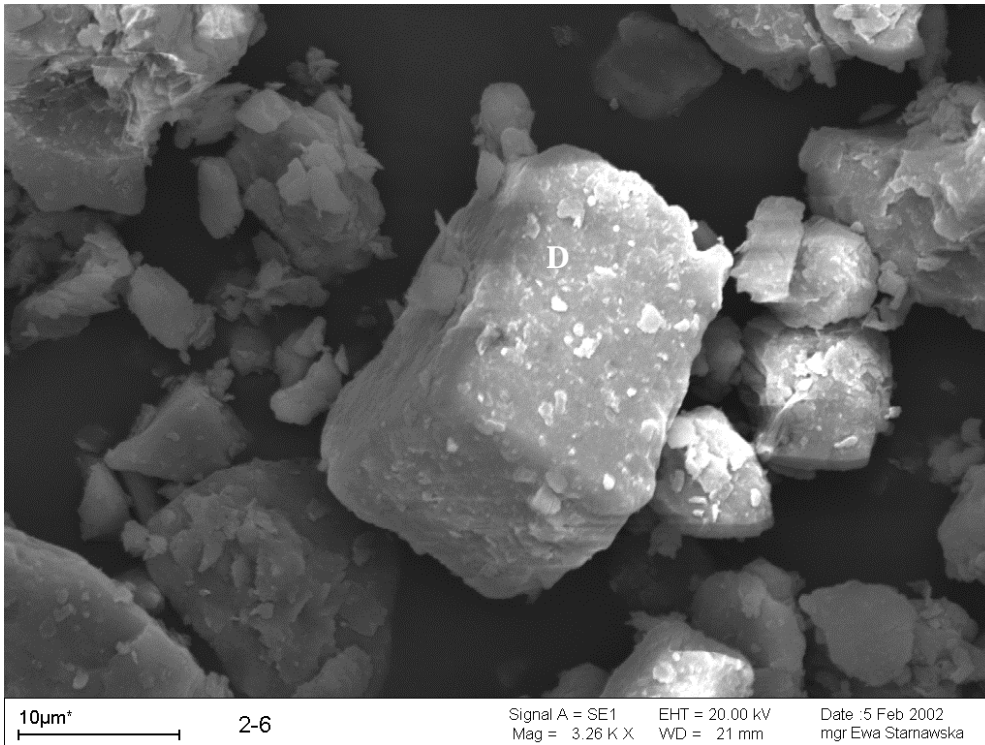


10 μm^* 2-2 Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV Date :5 Feb 2002
Mag = 2.99 K X WD = 21 mm mgr Ewa Starnawska

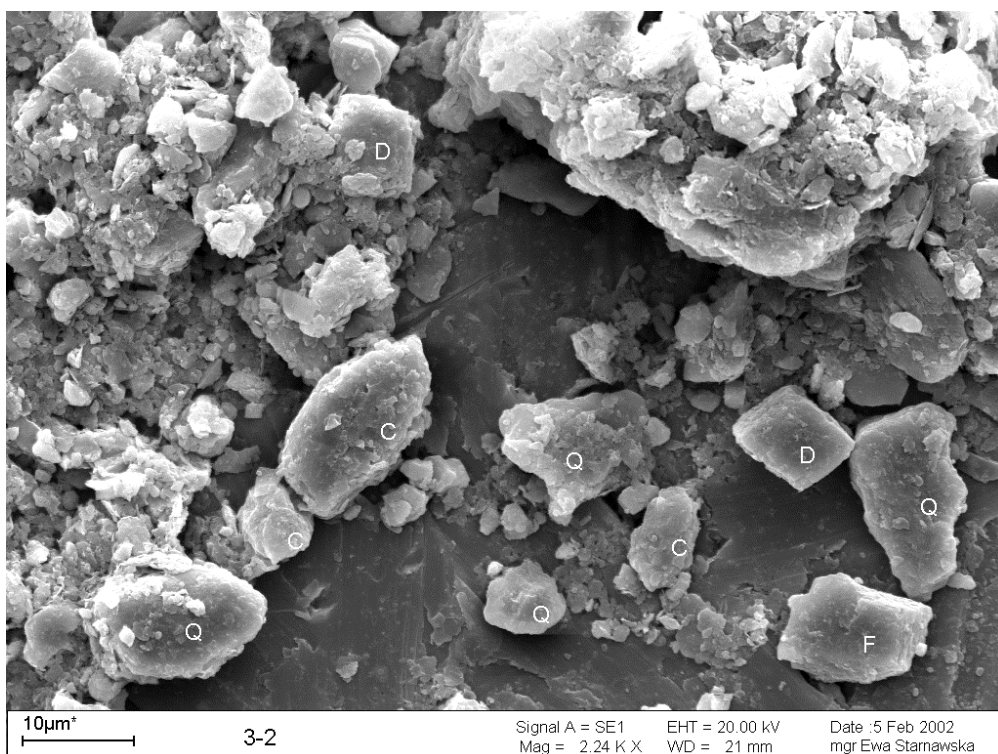
3.1.2.16 pav. Dolomitas (D) (mėginys 2-1), kalcitas (C) (mėginys 2-2).



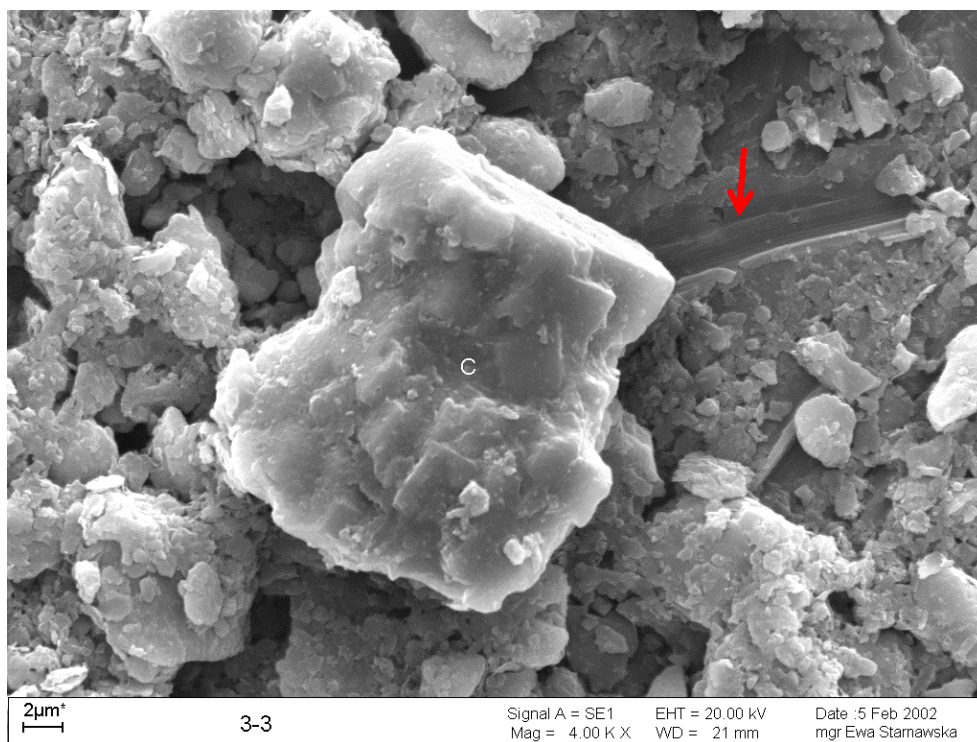
3.1.2.17 pav. Dolomitas (*D*) raiškesniais romboedrais stebimas dažniau (mėginiai 2-3, 2-4, 2-5).



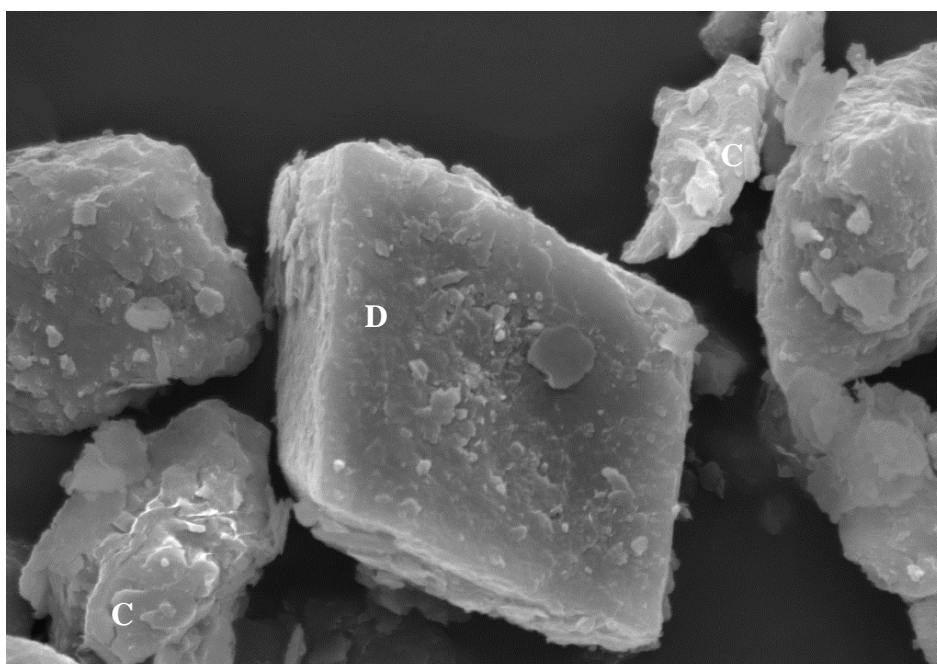
3.1.2.18 pav. Dolomito romboedrai (D) (mēginiai 2-6, 3-1). Sienelēs nelygios su trupinimo, gremžimo pēdsakais.



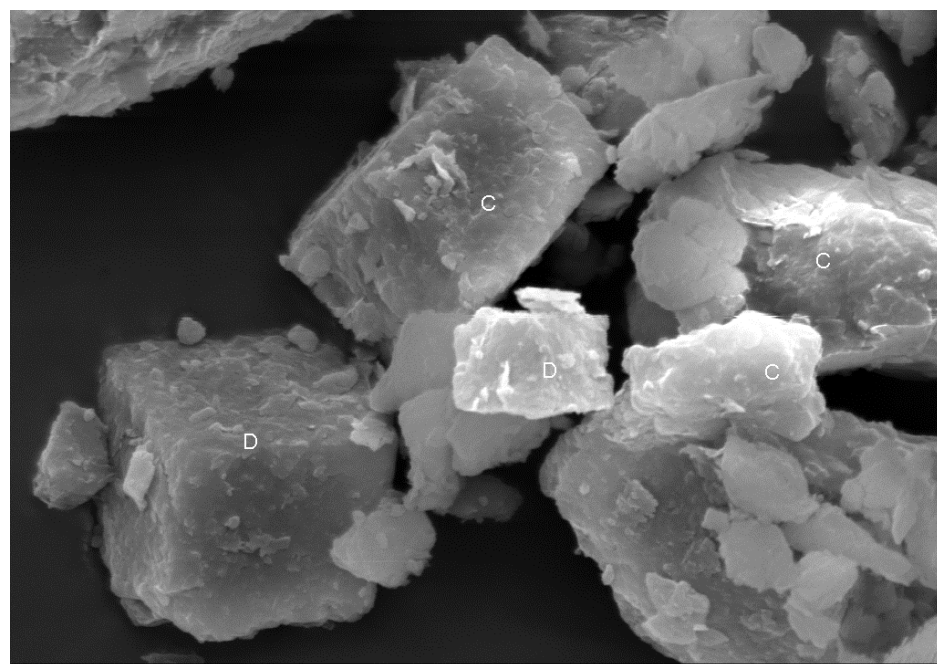
3.1.2.19 pav. *Identifikuoti kalcito (C), dolomito (D), kvarco (Q), lauko špato (F) grūdėliai. Visi su trupinimo, zulinimo ir gremžimo pėdsakais.*



3.1.2.20 pav. *Kalcito grūdėliai (C) daugiau aplaužyti, matyti slinkimo pėdsakas (raudona rodyklė) (mėginys 3-3).*

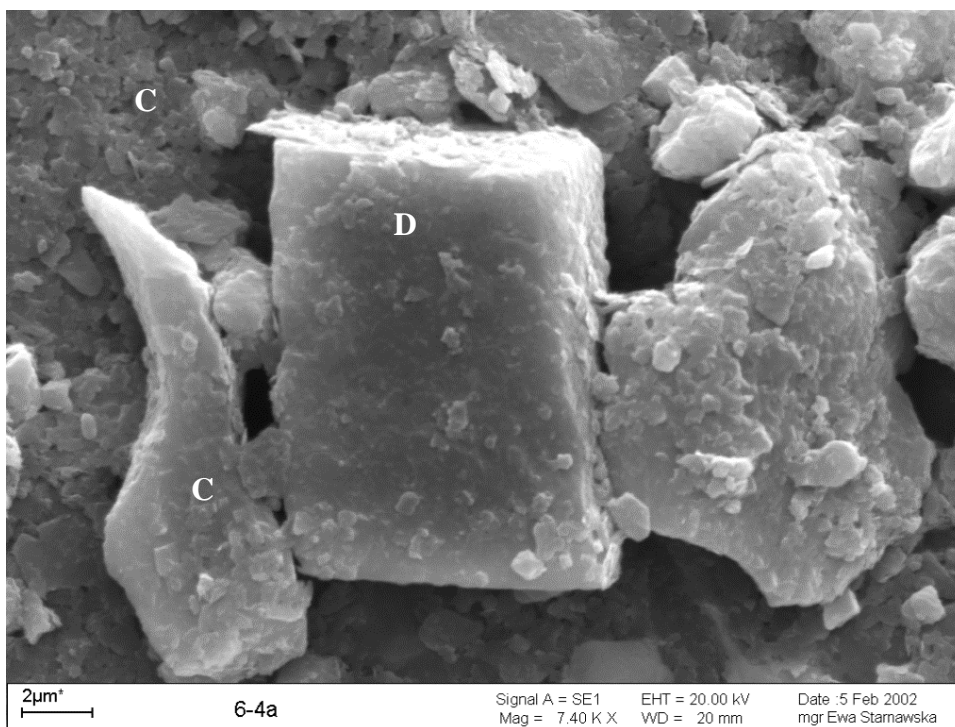
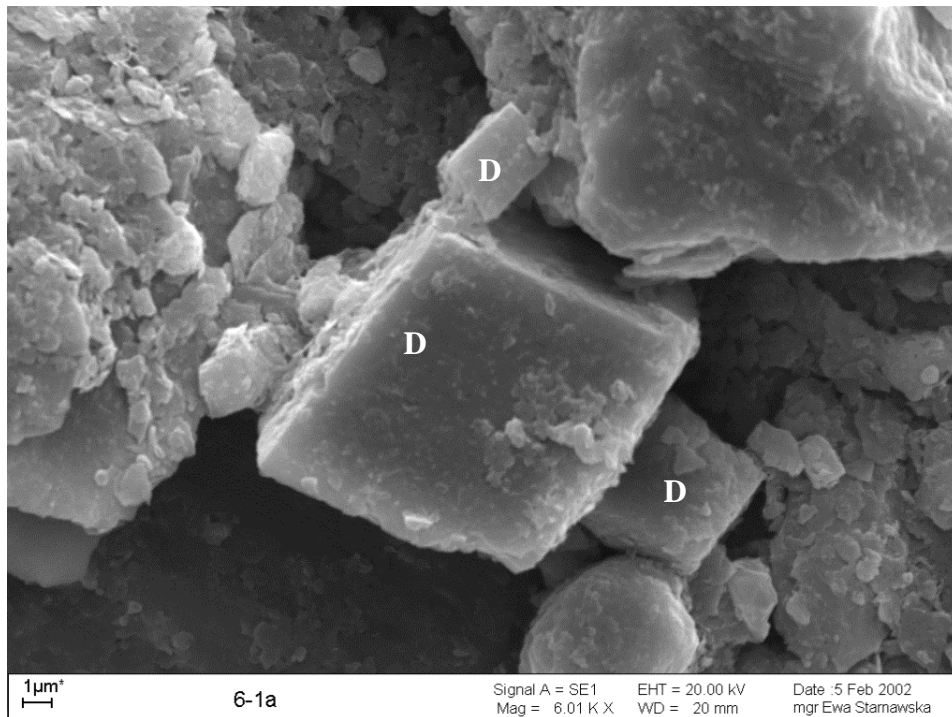


2 μm^*
4-1
Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV Date :5 Feb 2002
Mag = 6.62 K X WD = 20 mm mgr Ewa Starnawska



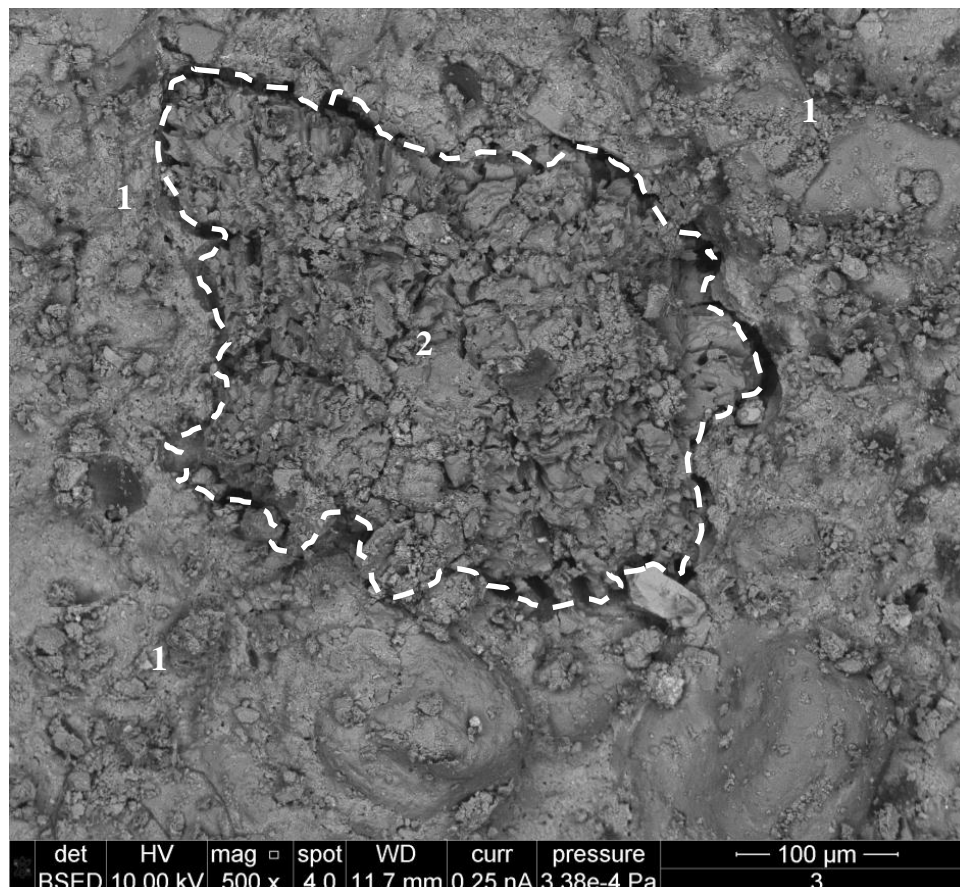
2 μm^*
4-5
Signal A = SE1 EHT = 20.00 kV Date :5 Feb 2002
Mag = 6.50 K X WD = 20 mm mgr Ewa Starnawska

3.1.2.21 pav. Kalcito grūdeliai (C) daugiau aplaužyti, dolomitas (D) atsparesnis (mėginiai 4-1, 4-5).



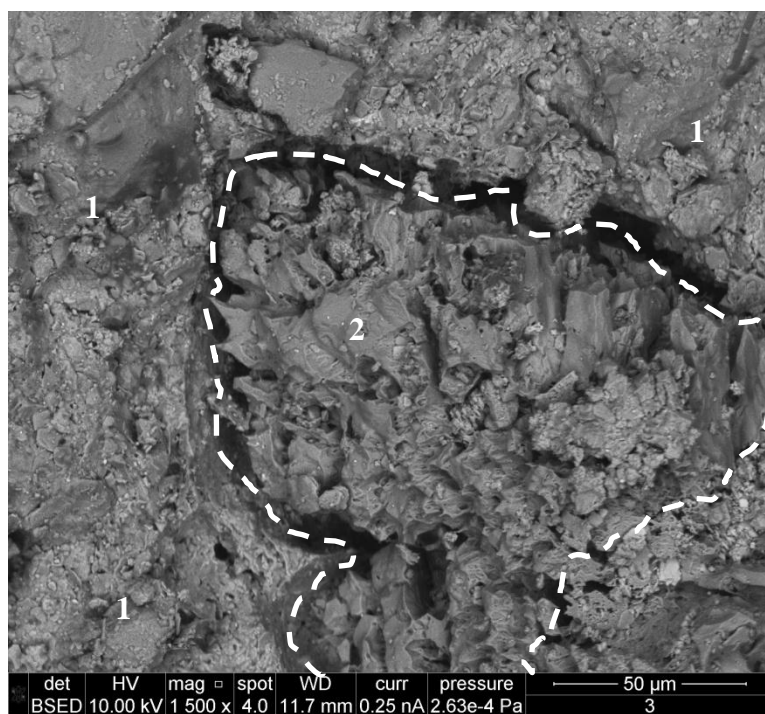
3.1.2.22 pav. *Trupinamas dolomitas (D) skyla į smulkesnius romboedrus (mėginys 6-1a). Kalcito grūdėliai (C) – į aštresnes nuolaužas ir formuoja smulkiadispersinę masę (mėginys 6-4a).*

Tirtų SEM-BSE⁴ (Robinson & Nickel, 1983; Krinsley et al., 1998; ir kiti) Kauno marių atodangų morenų, neskirstant į frakcijas, nuopjovų rezultatai taip pat patvirtina nuolaužinę karbonatų mineralų kilmę (3.1.2.23 – 3.1.2.25 pav.).

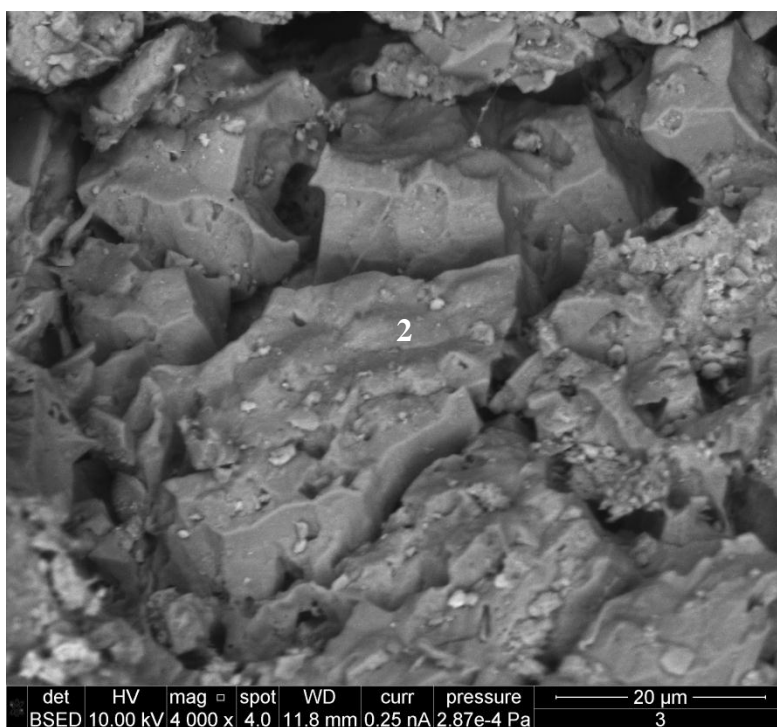


3.1.2.23 pav. Karbonatų klasės mineralai morenos frakcijoje <1 mm; SEM-BSE (išskl.elekt.) vaizdas: 1 – molio mineralų ir kalcito mišinys; 2 – sutrupintas dolomito apvalainukas.

⁴ Analizė atlikta GTC laisvos prieigos SEM (analizavo L.Šiliauskas).



3.1.2.24 pav. Karbonatų klasės mineralai morenos frakcijoje <1 mm; SEM-BSE (išskl.elekt.) vaizdas: 1 – molio mineralų ir kalcito mišinys; 2 – suskaldytas dolomito apvalainukas.



3.1.2.25 pav. Padidintas sutrupinto dolomito apvalainuko SEM-BSE (išskl.elekt.) vaizdas (2). Matyti skilimo plyšiai.

Taigi, po parengiamojo etapo tyrimų, leidusių pamatyti morenų smulkiagrūdės dalies mineralinę sudėtį, atskirų mineralų kristalų formas, galima teigti, kad morenų smulkiagrūdė (<1 mm) frakcija sudaryta iš nuolaužinių dalelių. Visuose tirtuose mėginiuose rastos karbonatų klasės mineralų dolomito ir kalcito nuolaužos. Jų kiekis bei tarpusavio santykis skirtinguose morenų sluoksniuose vizualiai vertinant yra skirtingas ir, mūsų nuomone, galėtų būti litostratigrafiniu kriterijumi.

3.1.3. Karbonatų klasės mineralų pasiskirstymas įvairiaamžėse morenose

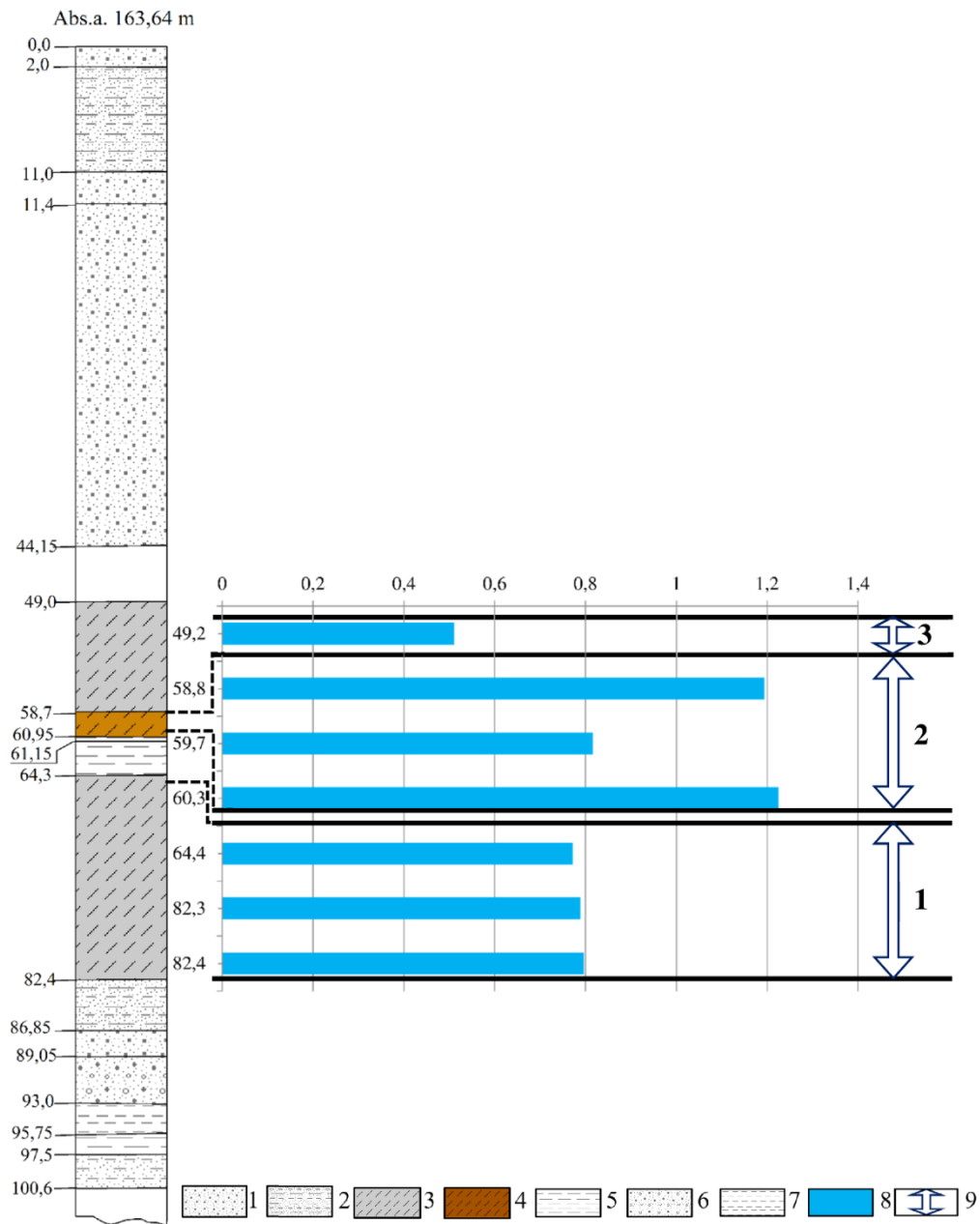
Grėžinių Jurkonys-51, Neciūnai-44 ir Žalioji-48 įvairiaamžių morenų smulkiagrūdės (<1 mm) dalies karbonatingumas kalcimetru tirtas paėmus mėginius iš tų pačių kerno monolitų, iš kurių buvo pagaminti bei poliarizaciniu mikroskopu tirti šlifai (3.1.1 sk.).

Pagal gautą dolomito ir kalcito santykį moreniniai sluoksniai vertikaliame pjūvyje Van der Vardeno kriterijaus pagalba suskirstyti į homogeniškus tarpusavyje skirtingus sluoksnius. Grėžinyje Jurkonys-51 išskirti 3 sluoksniai (3.1.3.1 pav.), Neciūnai-44 – 2 sluoksniai (3.1.3.2 pav.), o Žalioji-48 – 4 sluoksniai (3.1.3.3 pav.).

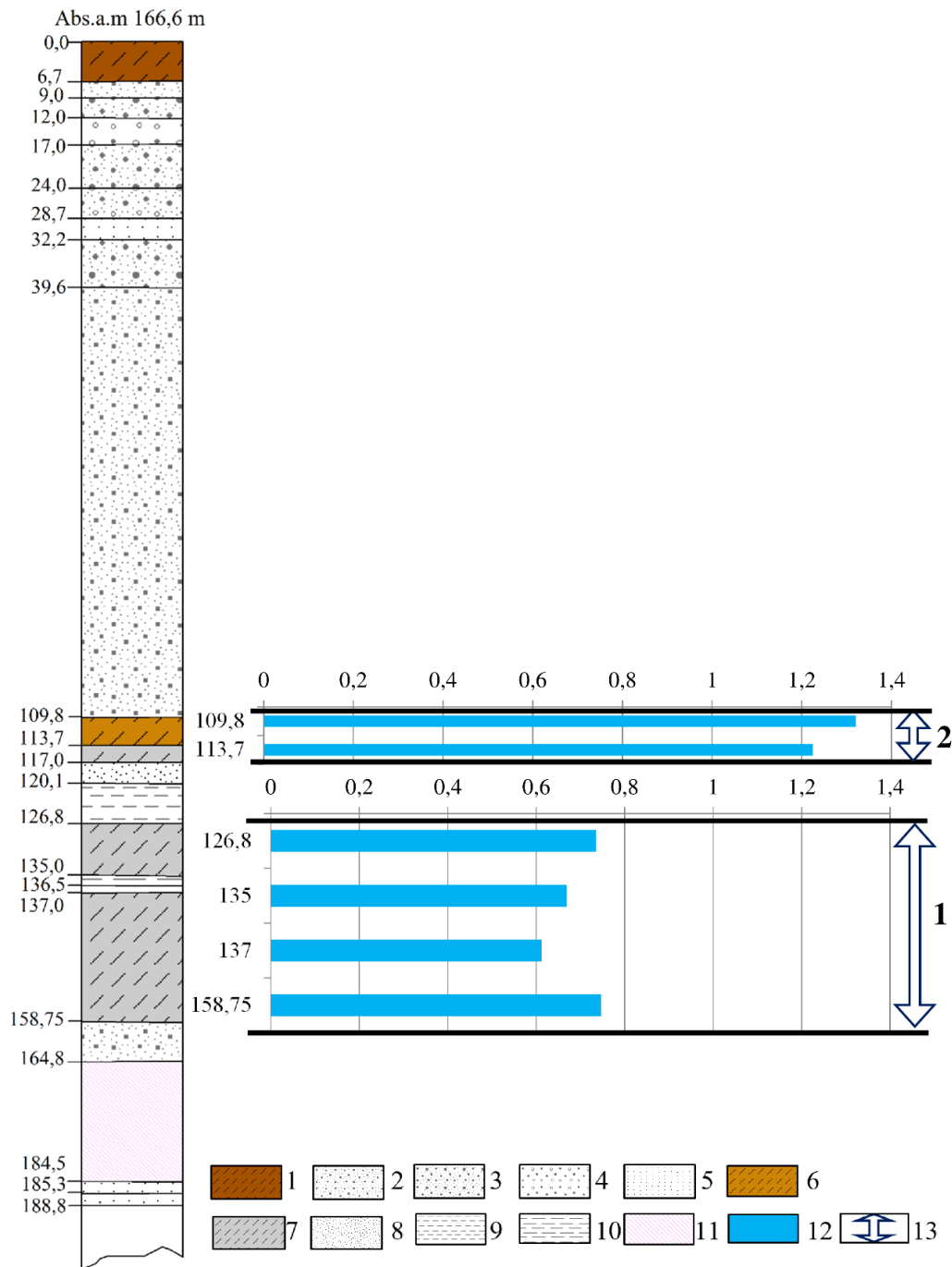
Vizualiai pagal dolomito ir kalcito santykio dydį vertikaliuose minėtų trijų grėžinių pjūviuose išskirti sluoksniai sudaro tokias grupes: grėžinio Neciūnai-44 pirmas sluoksnis su grėžinio Žalioji-48 antru sluoksniu; grėžinio Jurkonys-51 antras sluoksnis su grėžinio Neciūnai-44 antru sluoksniu ir grėžinio Žalioji-48 trečiu sluoksniu. Pastaroji grupė išsiskiria didesniu dolomito kiekiu. Tokiu būdu patvirtina šlifų analizės metu pamatytą tendenciją (3.1.1 sk.).

Į šią grupę pretenduoja grėžinio Utalinka-440 vertikaliame pjūvyje pagal karbonatų klasės mineralų (dolomito ir kalcito) santykį išskirtas ketvirtas (3.1.3.4 pav.) bei Salkininkų-662 grėžinio penktas sluoksnis (3.1.3.5 pav.).

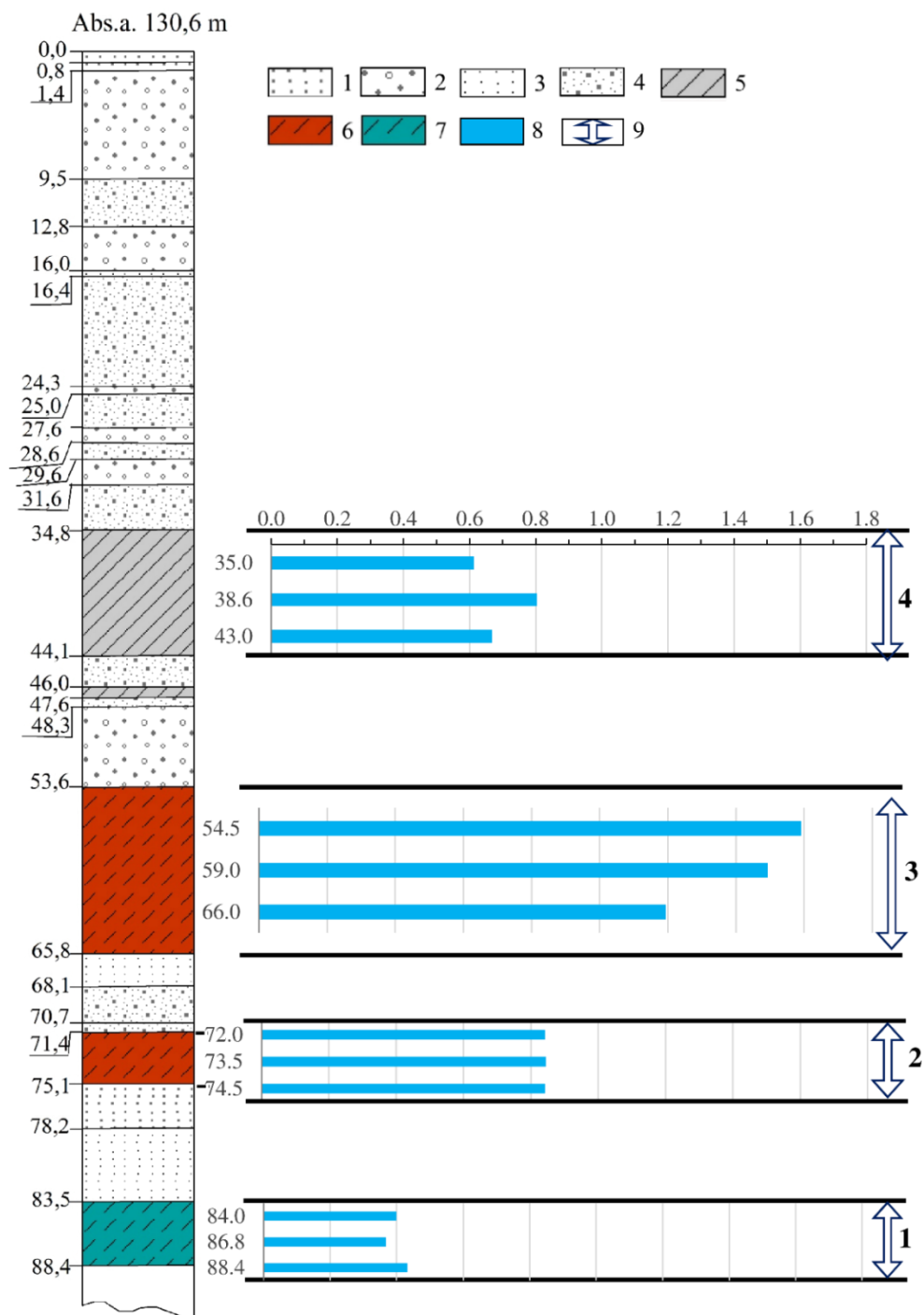
Atliktą grėžinių bei atodangų vertikalių pjūvių suskirstymą pagal karbonatingumo tyrimo duomenis iliustruoja žemiau pateikti pavyzdžiai.



3.1.3.1 pav. Jurkonys-51 gręžinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – smėlis įvairus; 2 – smėlis smulkus iki smulkučio, molingas-aleuritingas; 3 – priesmėlis pilkas; 4 – priesmėlis moreninis, rudas; 5 – molis; 6 – gargždas; 7 – aleuritas; 8 – dolomito ir kalcito santykis; 9 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.



3.1.3.2 pav. Neciūnų-44 gręžinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – priesmėlis moreninis, rudas; 2 – smėlis įvairus; 3 - smėlio – žvirgždo nuogulos; 4 – žvirgždas; 5 – smėlis smulkus; 6 – priesmėlis moreninis, geltonai rudas; 7 - priesmėlis moreninis pilkas; 8 – smėlis smulkutis; 9 – aleuritas; 10 – molis; 11 – kreida; 12 – dolomito ir kalcito santykis; 13 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.



3.1.3.3 pav. Žalioji-48 gręžinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – smėlis vidutinis iki smulkaus; 2 – žvirgždo-gargždo nuogulos; 3 – smėlis smulkus; 4 – smėlis įvairus; 5 – moreninis priemolis, tamsiai pilkas; 6 – moreninis priesmėlis tamsiai rudas; 7 – moreninis priesmėlis, žalsvai pilkas; 8 – dolomito ir kalcito santykis; 9 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Atlikta įvairiaamžių morenų mėginių iš Utalinkos-440 grėžinio, pragręžto per visą kvartero storymę Lietuvos pietinėje dalyje (2.4.1 pav.), kerno karbonatingumo analizė ir nustatyta, kad:

Utalinkos-440 grėžinio moreniniuose sluoksniuose iš karbonatų klasės mineralų vyrauja kalcitas ir dolomitas. Jų procentinis kiekis ir tarpusavio santykis įvairiaamžėse pleistoceno morenose yra skirtingas. Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame grėžinio pjūvyje išskirti 5 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.4 pav.).

Giliausiai slūgsančioje pirmo sluoksnio morenoje dolomito yra 5,6%, kalcito – 19,2%. Bendras karbonatingumas siekia 24,8%. Dolomito ir kalcito santykis (d:k) lygus 0,292.

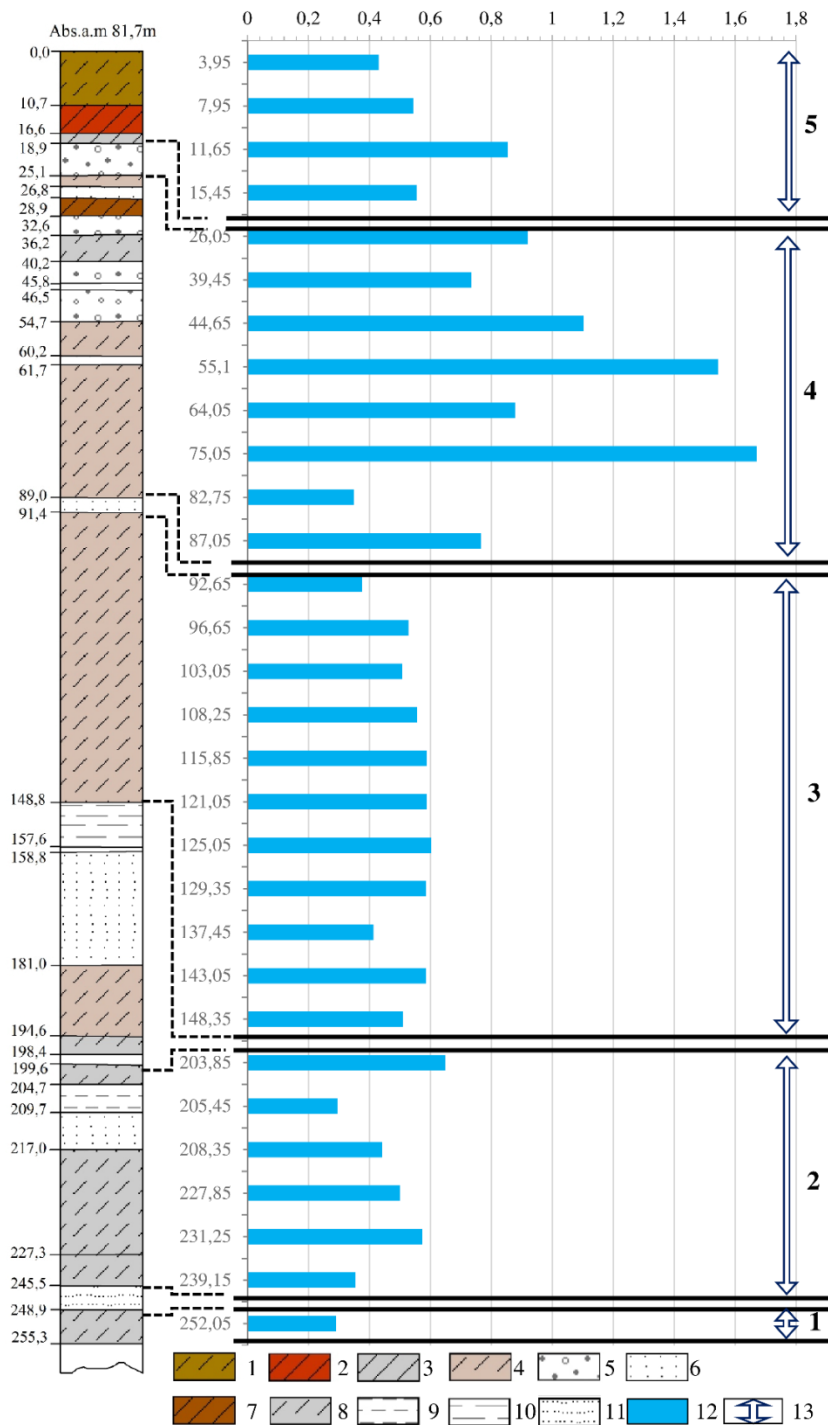
Antro sluoksnio morenoje – dolomito yra nuo 9,0 iki 11,2% (vidutiniškai – 10,3%), kalcito – nuo 19,6 iki 25,5% (vidutiniškai – 21,9%). Bendras karbonatingumas siekia 34,5%. Santykis d:k lygus 0,470.

Trečio sluoksnio morenoje dolomito kiekis kinta nuo 8,6 iki 16,2% (vidutiniškai – 11,0%), kalcito – nuo 19,6 iki 25,4% (vidutiniškai – 21,7%). Santykis d:k lygus 0,507.

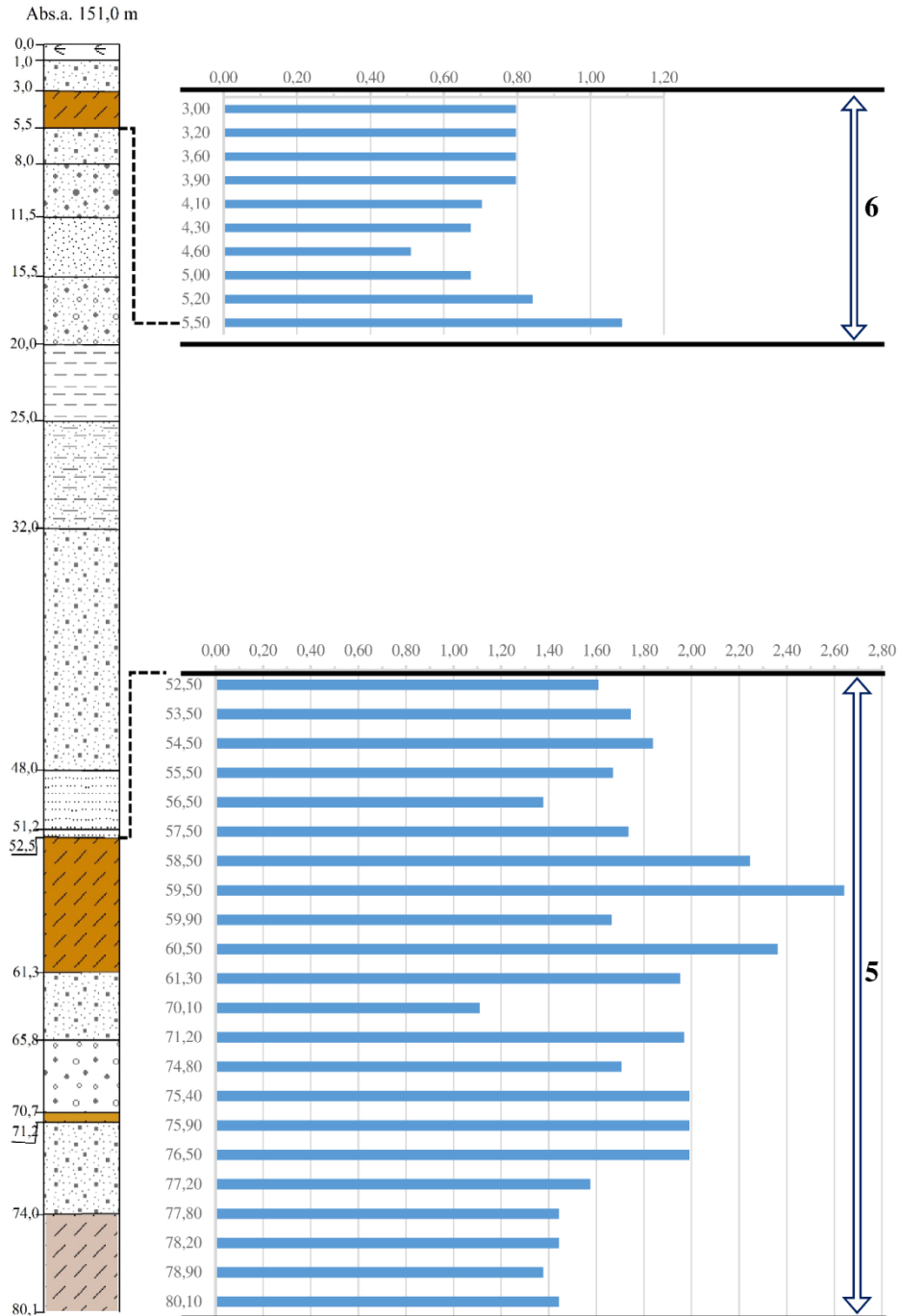
Ketvirto sluoksnio morena – dolomito turi nuo 9,4 iki 19,8% (vidutiniškai – 15,1%), kalcito – nuo 10,4 iki 19,4% (vidutiniškai – 13,1%). Bendras karbonatingumas kartais pasiekia 36,2%. Santykis d:k lygus 1,153.

Penktas išskirtas sluoksnis yra dvinaris, sudarytas iš moreninio šviesiai rudo priemolio ir moreninio tamsiai rudo priemolio. Penkto sluoksnio apatinė morena dolomito turi nuo 10,5 iki 11,4% (vidutiniškai – 10,95%), kalcito – nuo 12,4 iki 14,3% (vidutiniškai – 13,35%). Bendras karbonatingumas siekia iki 23,8%. Santykis d:k lygus 0,820.

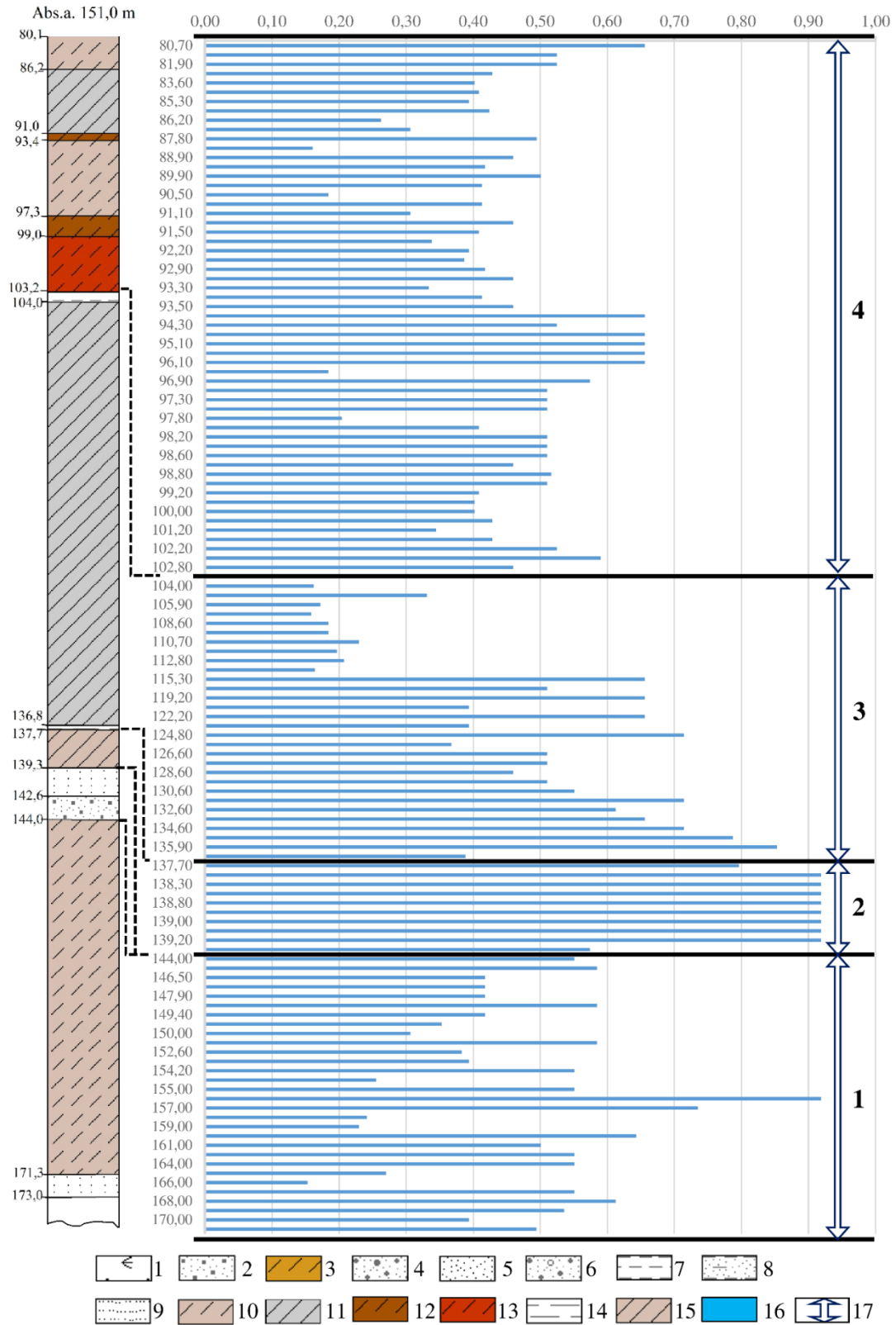
Penkto sluoksnio viršutinėje morenoje dolomito kiekis kinta nuo 6,6 iki 11,4% (vidutiniškai – 9,2%), kalcito – nuo 13,0 iki 19,3% (vidutiniškai – 15,3%). Bendras karbonatingumas siekia 31,0%. Santykis d:k lygus 0,601.



3.1.3.4 pav. Utalinka-440 gręzinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – moreninis priemolis, šviesiai rudas; 2 – moreninis priemolis, tamsiai rudas; 3 – moreninis priemolis, pilkas; 4 – moreninis priemolis rudai pilkas; 5 – žvirgždo-gargždo nuogulos; 6 – smėlis smulkus, 7 – moreninis priemolis, rudas; 8 – moreninis priemolis, pilkas; 9 – aleuritas; 10 – molis; 11 – smėlis smulkus-smulkutis; 12 – dolomito ir kalcito santykis; 13 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.



3.1.3.5 pav. Salkininkai-662 gręžinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – durpės; 2 – smėlis įvairus; 3 – priemėlis geltonai rudas; 4 – smėlis įvairus ir smėlio-žvirgždo nuogulos; 5 – smėlis smulkutis, 6 – smėlis žvirgždingas; 7 – aleuritas; 8 – smėlio ir aleurito persiluoksniavimas; 9 – smėlis smulkus - smulkutis; 10 – priemėlis rudai pilkas; 11 – moreninis priemolis pilkas; 12 – moreninis priemolis rudas; 13 – moreninis priemolis tamsiai rudas; 14 – molis; 15 – priemolis rudai pilkas; 16 – dolomito ir kalcito santykis; 17 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai. [Tęsinys kitame puslapyje.]



3.1.3.5 pav. Salkininkai-662 gręžinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį. Tęsinys.
Sutartinių ženklų paaiškinimas ankstesniame puslapyje.

Salkininkai-662 gręžinys, išgręžtas Baltijos kraštinių darinių ruože (2.4.1 pav.), kur yra stratigrafiškai bene pilniausi moreninių nuogulų pjūviai, kartu su bendraautoriais buvo tirtas ir anksčiau (Гайгалас, Битинас, Рудницкайте, 1985). Stratigrafinis įvairiaamžių morenų suskirstymas kraštinių ledyninių darinių zonoje susiduria su sunkumais dėl žymių senesnių morenų glaciodydislokacijų jaunesniuose sluoksniuose. Tokiais atvejais gręžinių pjūviuose stebimas dažnas moreninių ir fliuvioglaciacinių nuogulų persiluoksniavimas. Ypač sunku iš kerno atskirti pirminio slūgsojimo morenas nuo jų glaciodydislokuotų luistų, permaišytų vėlesnių ledynų į viršutinius jaunesnius horizontus. Tikslu pagrįsti stratigrafinį suskirstymą buvo tirti gręžinių pjūviai naudojant požymių kompleksą. Duomenys buvo apdoroti skaičiavimo mašina D.A.Rodionovo geologinių kūrų suskirstymo programos pagalba. Karbonatingumas ir dolomito santykis su kalcitu (d:k) buvo nustatinėjamas frakcijoje mažesnėje už 1 mm. Ribos tarp įvairiaamžių morenų buvo nustatomos dolomito ir kalcito santykį įvertinus pagal Stjudento kriterijų (Каждан и др., 1979). Šios ribos pakankamai gerai gretinamos su ribomis, išskirtomis D.A.Rodionovo metodu, naudojant litologinius ir geocheminius tyrimus. Ankstesnio tyrimo rezultatai parodė, kad marginalinio Baltijos gūbrio zonoje pleistoceno nuogulų stovymėje išsiskiria iki šešių įvairiaamžių moreninių kompleksų.

Šiame darbe pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame Salkininkai-662 gręžinio pjūvyje išskirti 6 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.5 pav.).

Pirmame (apatiniam) išskirtame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis kinta pulsuojančiai, atspindi morenos luistinę sandarą. Statistiškai vertinant sluoksnis yra homogeniškas.

Antrame išskirtame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis išlaikytas, siekia ~0,9.

Trečiame išskirtame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis kaitus. Apatinėje dalyje aiškus antro sluoksnio žvyno ar luisto įtraukimas.

Ketvirtame išskirtame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis mažiau kaitus (vidutiniškai $\sim 0,5 - 0,6$). Stebimi įtraukti trečio sluoksnio žvynai.

Penktame išskirtame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis ženkliai didesnis už vieneta, pasiekia net 2,6 reikšmę. Galimai buvo ardoma iš dolomito uolienos sudaryta ledyno guolio pakiluma.

Šeštame išskirtame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis siekia $\sim 0,8$. Apatinėje dalyje, sluoksnio pade įtrauktas 5 sluoksnio žvynas.

Apibendrinant galima teigti, kad dolomito ir kalcito santykis atspindi kraštinių morenų glaciodydislokotumą, senesnių apledėjimų morenų žvynų ir luistų įtraukimą į jaunesnius sluoksnius. Todėl, atliekant morenų pjūvių iš ledyninių kraštinių darinių juostos suskirstymą pagal litostratigrafinius kriterijus, būtina į tai atsižvelgti.

Žemiau pateiktas platesnio tyrimo, atlikto kitame kraštinių morenų ruože – Švenčionių aukštumose - pavyzdys. Tirtas sekliųjų grėžinių, išgrėžtų penkiose orografiškai ir geomorfologiškai skirtingose paviršiaus vietose, kernas (Rudnickaitė ir kt., 2015) (2.4.1 pav.).

Atlikti morenų mėginių karbonatingumo tyrimai, nustatytas CO₂ kiekis, išsiskyręs iš mineralų kalcito bei dolomito, apskaičiuoti dolomito ir kalcito procentiniai kiekiai bei dolomito ir kalcito santykis visuose, iš penkių grėžinių kerno paimtuose, 293 mėginiuose.⁵

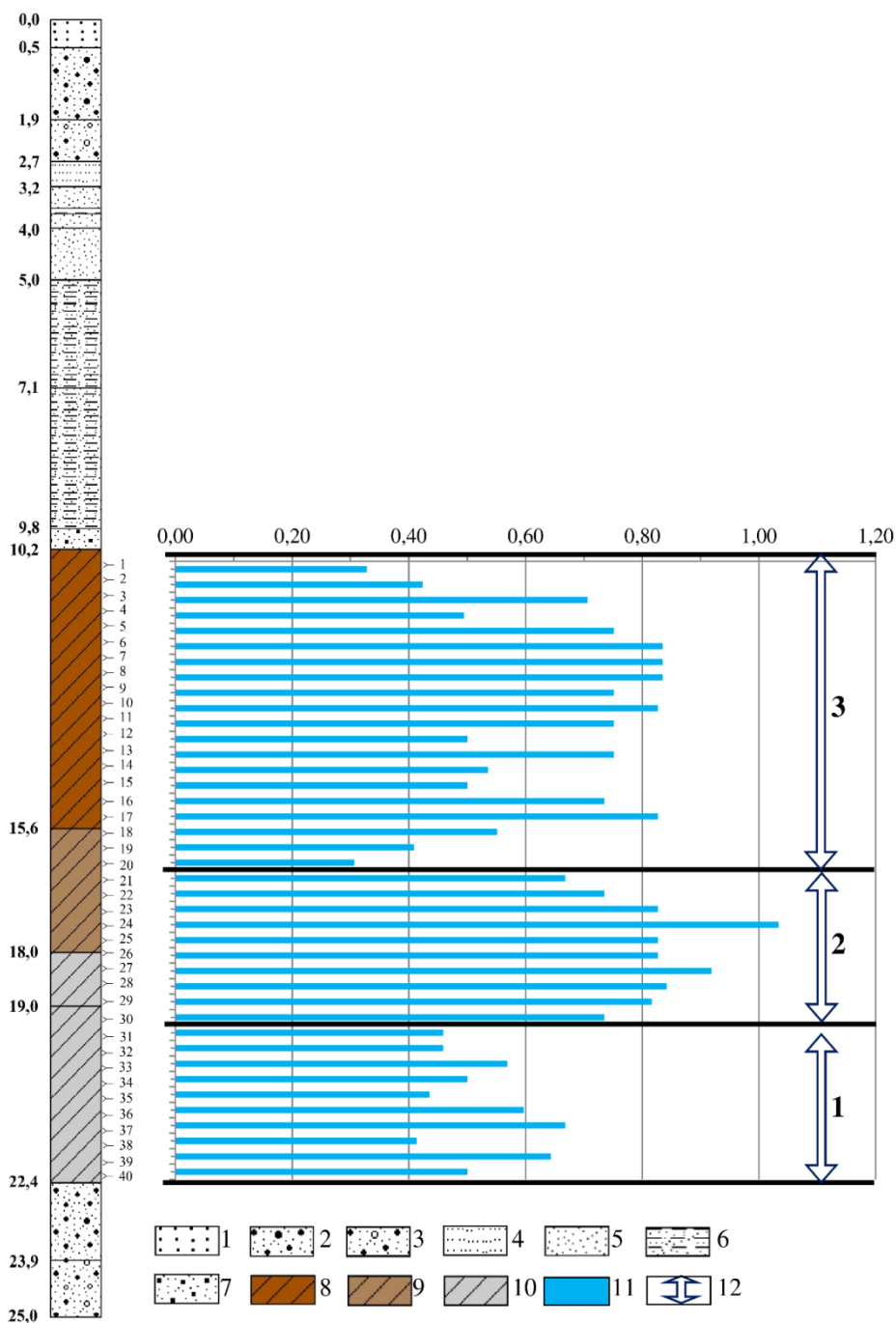
Kusliškės (Gr-1) grėžinio moreninėse nuogulose nustatytas kalcito kiekis kinta nuo 9 iki 13,5%, o kai kuriuose mėginiuose siekia 16 %. Dolomitas pasiskirstęs įvairiai, jo kiekis kinta nuo 5 iki 10% rudame priesmėlyje, o pilkai rudame priemolyje jo nustatyta 4%. Kontakto tarp pilkai rudo ir pilko priesmėlio zonoje dolomito kiekis padidėja iki 11%. Pilkame priesmėlyje dolomito kiekis vėl sumažėja ir yra beveik vienodas visame sluoksnyje – 5 - 9% (3.1.3.1 lentelė).

⁵ *Dėl ribotos disertacinio darbo apimties gautų tyrimų rezultatų duomenų lenteles, kaip pavyzdį, pateikiame tik šiems mėginiams. Visi rezultatai saugomi autorės duomenų bazėje.*

3.1.3.1 lentelė. Kusliškės (Gr-1) grėžinio moreninių nuogulų karbonatingumas.

Gylis, m	Mėginio Nr.	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
10,50	1	15,91	5,22	21,13	0,33
10,80	2	14,77	6,26	21,04	0,42
11,10	3	14,77	10,44	25,21	0,71
11,50	4	14,77	7,31	22,08	0,49
11,80	5	12,50	9,40	21,90	0,75
12,10	6	12,50	10,44	22,94	0,84
12,40	7	12,50	10,44	22,94	0,84
12,70	8	12,50	10,44	22,94	0,84
13,00	9	12,50	9,40	21,90	0,75
13,30	10	11,37	9,40	20,76	0,83
13,60	11	12,50	9,40	21,90	0,75
13,90	12	12,50	6,26	18,77	0,50
14,20	13	12,50	9,40	21,90	0,75
14,50	14	13,64	7,31	20,95	0,54
14,80	15	12,50	6,26	18,77	0,50
15,10	16	11,37	8,35	19,72	0,73
15,40	17	11,37	9,40	20,76	0,83
15,70	18	11,37	6,26	17,63	0,55
15,90	19	10,47	4,27	14,74	0,41
16,20	20	13,96	4,27	18,23	0,31
16,50	21	12,79	8,55	21,34	0,67
16,80	22	11,63	8,55	20,18	0,73
17,10	23	11,50	9,50	21,00	0,83
17,40	24	9,20	9,50	18,70	1,03
17,70	25	11,50	9,50	21,00	0,83
18,00	26	11,50	9,50	21,00	0,83
18,30	27	12,65	11,62	24,26	0,92
18,60	28	13,34	11,23	24,56	0,84
18,90	29	10,00	8,17	18,17	0,82
19,20	30	11,11	8,17	19,28	0,73
19,50	31	9,09	4,18	13,27	0,46
19,80	32	11,37	5,22	16,59	0,46
20,10	33	11,93	6,79	18,72	0,57
20,40	34	12,50	6,26	18,77	0,50
20,70	35	10,80	4,70	15,49	0,44
21,00	36	11,37	6,79	18,15	0,60
21,30	37	13,10	8,75	21,85	0,67
21,60	38	11,91	4,92	16,83	0,41
21,90	39	11,91	7,66	19,56	0,64
22,20	40	13,10	6,56	19,66	0,50

Gr-1 (185,0)



3.1.3.6 pav. Kusliškės (Gr-1) gręžinio glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – smulkutis-smulkus smėlis; 2 – įvairus smėlis; 3 – žvirgždingas smėlis; 4 – smulkutis smėlis; 5 – smulkus-smulkutis smėlis; 6 – aleuritingas smėlis; 7 – vidutinis smėlis; 8 – moreninis priemolis, rudas; 9 – moreninis priemolis, pilkai rudas; 10 – moreninis priemolis, pilkas; 11 – dolomito ir kalcito santykis; 12 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai. **Pastaba:** 3.1.3.6-3.1.3.10 paveiksluose šalia gręžinio numerio skliaustuose nurodytas gręžinio žiočių absoliutus aukštis.

Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame Kusliškės (Gr-1) gręžinio pjūvyje išskirti 3 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.6 pav.).

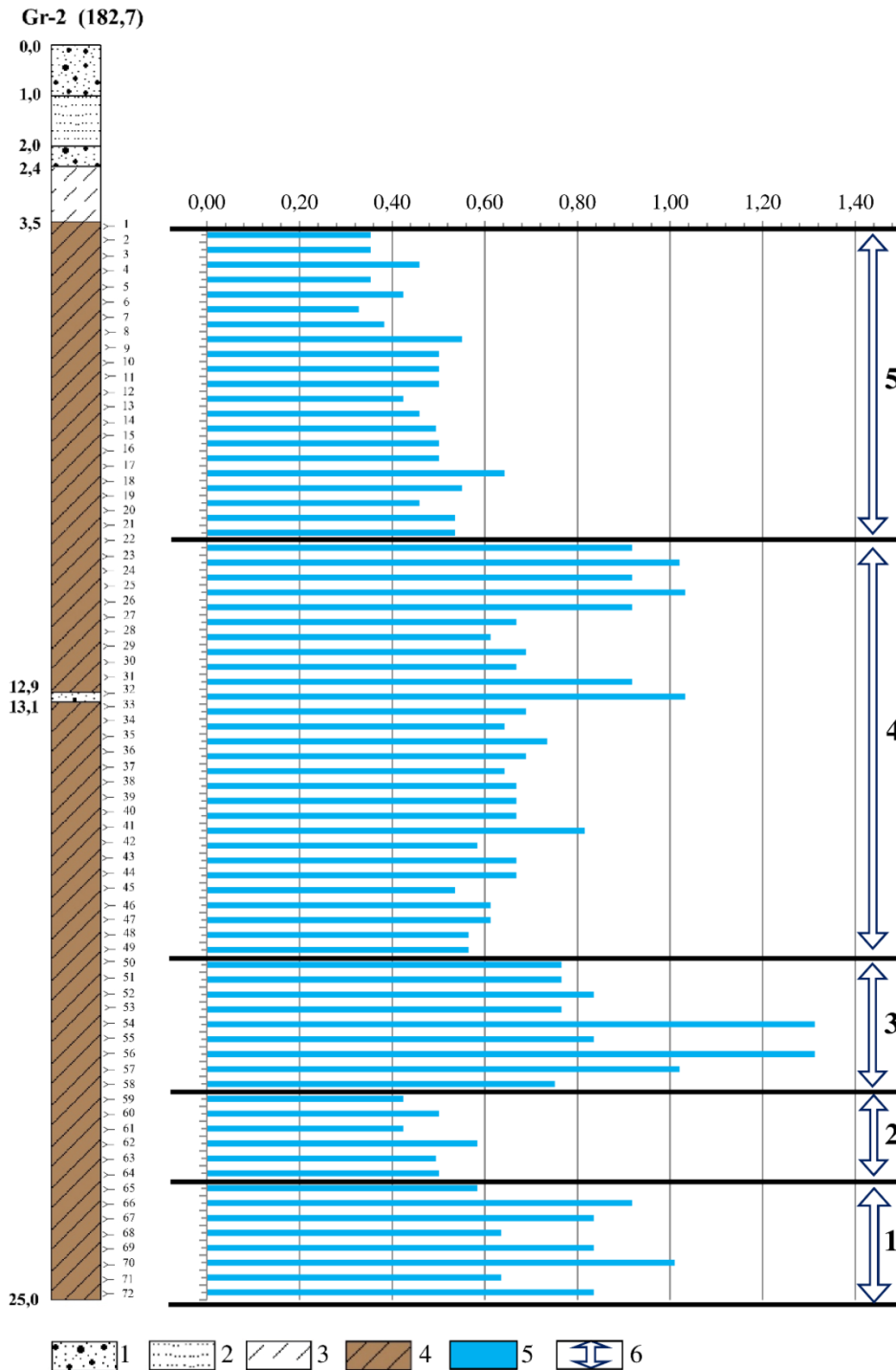
Strūnaičio (Gr-2) gręžinio 20 m storio pilkai rudame moreniniame su smulkaus smėlio ir molio lėšiais priemolyje kalcito yra nuo 7,87 iki 15,74%, dolomito nustatyta šiek tiek mažiau – nuo 5,16 iki 11,10% (3.1.3.2 lentelė).

3.1.3.2 lentelė. Strūnaičio (Gr-2) gręžinio moreninių nuogulų karbonatingumas.

Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
1	3.60	14.6120	5.1626	19.7746	0.35
2	3.90	14.6120	5.1626	19.7746	0.35
3	4.20	13.4880	6.1951	19.6831	0.46
4	4.50	14.6120	5.1626	19.7746	0.35
5	4.80	14.6120	6.1951	20.8071	0.42
6	5.10	15.7360	5.1626	20.8986	0.33
7	5.40	13.4880	5.1626	18.6506	0.38
8	5.70	11.2400	6.1951	17.4351	0.55
9	6.00	12.3640	6.1951	18.5591	0.50
10	6.30	12.3640	6.1951	18.5591	0.50
11	6.60	12.3640	6.1951	18.5591	0.50
12	6.90	14.6120	6.1951	20.8071	0.42
13	7.20	13.4880	6.1951	19.6831	0.46
14	7.50	14.6120	7.2276	21.8396	0.49
15	7.80	12.5015	6.2640	18.7655	0.50
16	8.10	12.5015	6.2640	18.7655	0.50
17	8.40	11.3650	7.3080	18.6730	0.64
18	8.70	11.3650	6.2640	17.6290	0.55
19	9.00	13.6380	6.2640	19.9020	0.46
20	9.30	13.6380	7.3080	20.9460	0.54
21	9.60	13.6380	7.3080	20.9460	0.54
22	9.90	10.7968	9.9180	20.7148	0.92
23	10.20	10.2285	10.4400	20.6685	1.02
24	10.50	10.2285	9.3960	19.6245	0.92
25	10.80	9.0920	9.3960	18.4880	1.03
26	11.10	10.2285	9.3960	19.6245	0.92
27	11.40	12.5015	8.3520	20.8535	0.67
28	11.70	13.6380	8.3520	21.9900	0.61
29	12.00	13.4880	9.2926	22.7806	0.69
30	12.30	12.3640	8.2601	20.6241	0.67
31	12.60	8.9920	8.2601	17.2521	0.92
32	12.90	8.9920	9.2926	18.2846	1.03

Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
33	13.20	13.4880	9.2926	22.7806	0.69
34	13.50	11.2400	7.2276	18.4676	0.64
35	13.80	11.2400	8.2601	19.5001	0.73
36	14.10	13.4880	9.2926	22.7806	0.69
37	14.40	11.2400	7.2276	18.4676	0.64
38	14.70	12.3640	8.2601	20.6241	0.67
39	15.00	12.3640	8.2601	20.6241	0.67
40	15.30	12.3640	8.2601	20.6241	0.67
41	15.60	10.1160	8.2601	18.3761	0.82
42	15.90	12.3640	7.2276	19.5916	0.58
43	16.20	12.3640	8.2601	20.6241	0.67
44	16.50	12.3640	8.2601	20.6241	0.67
45	16.80	13.4880	7.2276	20.7156	0.54
46	17.10	13.4880	8.2601	21.7481	0.61
47	17.40	13.4880	8.2601	21.7481	0.61
48	17.70	14.6120	8.2601	22.8721	0.57
49	18.00	14.6120	8.2601	22.8721	0.57
50	18.30	13.4880	10.3252	23.8131	0.77
51	18.60	13.4880	10.3252	23.8131	0.77
52	18.90	12.3640	10.3252	22.6891	0.84
53	19.20	13.4880	10.3252	23.8131	0.77
54	19.50	7.8680	10.3252	18.1931	1.31
55	19.80	12.3640	10.3252	22.6891	0.84
56	20.10	7.8680	10.3252	18.1931	1.31
57	20.40	10.1160	10.3252	20.4411	1.02
58	20.70	12.3640	9.2926	21.6566	0.75
59	21.00	14.6120	6.1951	20.8071	0.42
60	21.30	12.3640	6.1951	18.5591	0.50
61	21.60	14.6120	6.1951	20.8071	0.42
62	21.90	12.3640	7.2276	19.5916	0.58
63	22.20	14.6120	7.2276	21.8396	0.49
64	22.50	12.2265	6.1262	18.3527	0.50
65	22.80	12.2265	7.1472	19.3737	0.58
66	23.10	11.1150	10.2103	21.3253	0.92
67	23.40	12.2265	10.2103	22.4368	0.84
68	23.70	14.2869	9.0859	23.3729	0.64
69	24.00	12.0890	10.0955	22.1844	0.84
70	24.30	10.9900	11.1050	22.0950	1.01
71	24.60	14.2869	9.0859	23.3729	0.64
72	24.90	12.0890	10.0955	22.1844	0.84

Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame Strūnaičio (Gr-2) gręžinio pjūvyje išskirti 5 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.7 pav.).



3.1.3.7 pav. Strūnaičio gręžinio (Gr-2) glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – įvairus smėlis; 2 – smulkutis smėlis; 3 – moreninis priesmėlis; 4 – moreninis priemolis, pilkai rudas; 5 – dolomito ir kalcito santykis; 6 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Vidutinės (Gr-3) grėžinio labai smėlingo pilkai rudo 1,2 m storio priemėlio sluoksnyje kalcito yra nuo 12,36 iki 14,61%, tuo tarpu dolomito nustatyta šiek tiek mažiau – nuo 10,21 iki 11,36%. Giliau slūgsančiame tamsiai rudame kieto moreninio priemolio sluoksnyje kalcito yra nuo 10,12 iki 14,77%, tuo tarpu dolomito nustatyta nuo 9,09 iki 15,66% (3.1.3.3 lentelė).

3.1.3.3 lentelė. Vidutinės (Gr-3) grėžinio moreninių nuogulų karbonatingumas.

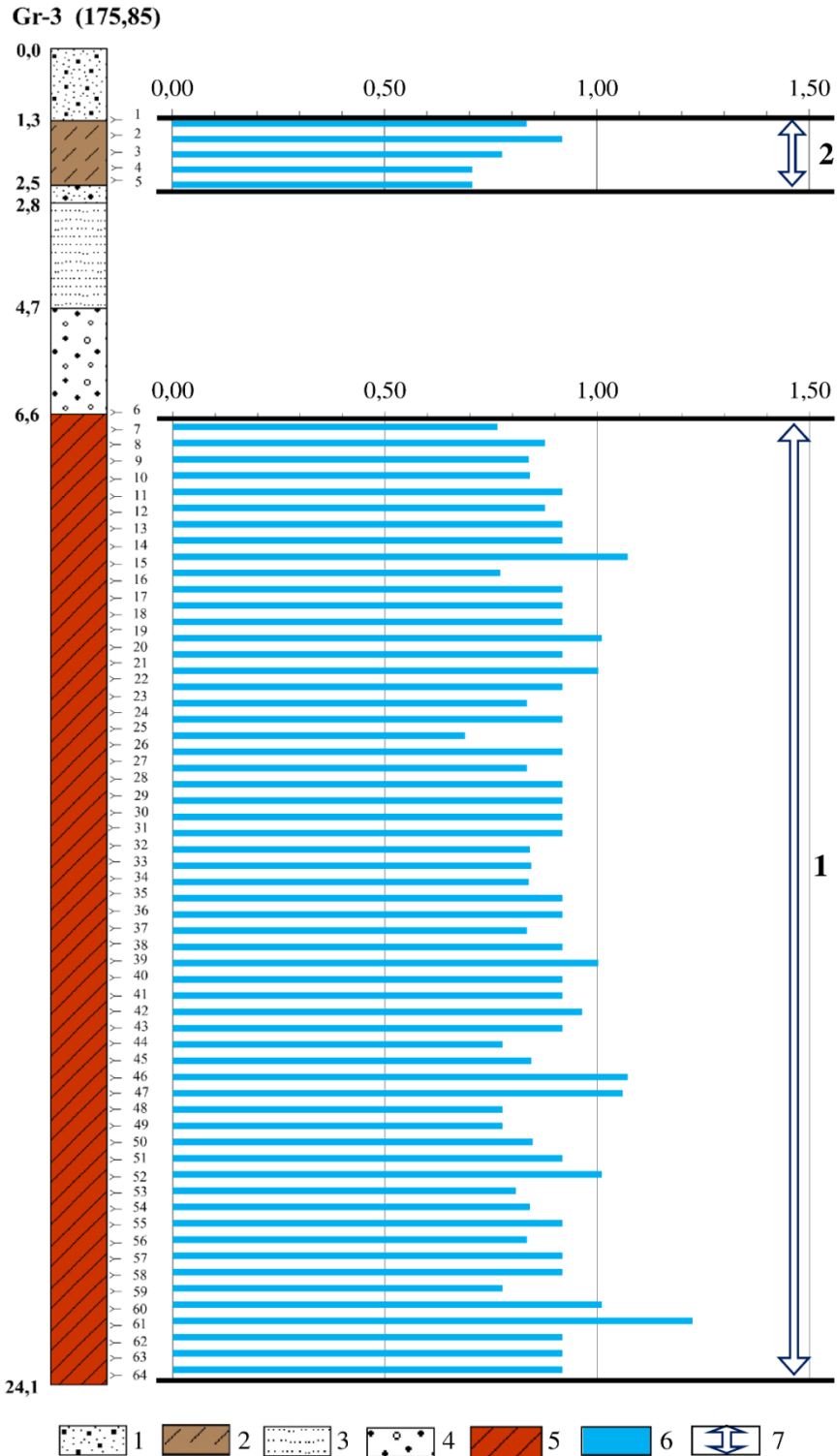
Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
1	1.30	12.3640	10.3252	22.6891	0.84
2	1.60	12.3640	11.3577	23.7217	0.92
3	1.90	14.6120	11.3577	25.9697	0.78
4	2.20	14.6120	10.3252	24.9371	0.71
5	2.50	14.4495	10.2103	24.6598	0.71
6	6.60	13.3380	10.2103	23.5483	0.77
7	6.90	12.2265	10.7208	22.9473	0.88
8	7.20	12.7822	10.7208	23.5031	0.84
9	7.50	13.3380	11.2314	24.5693	0.84
10	7.80	11.9514	10.9787	22.9301	0.92
11	8.10	11.9514	10.4797	22.4311	0.88
12	8.40	11.9514	10.9787	22.9301	0.92
13	8.70	13.0379	11.9768	25.0147	0.92
14	9.00	13.0379	13.9729	27.0108	1.07
15	9.30	13.8937	10.7208	24.6145	0.77
16	9.60	13.3380	12.2524	25.5903	0.92
17	9.90	11.1150	10.2103	21.3253	0.92
18	10.20	12.2265	11.2314	23.4578	0.92
19	10.50	11.3650	11.4840	22.8490	1.01
20	10.80	12.5015	11.4840	23.9855	0.92
21	11.10	12.5015	12.5280	25.0295	1.00
22	11.40	12.5015	11.4840	23.9855	0.92
23	11.70	12.6515	10.5653	23.2168	0.84
24	12.00	12.0890	11.1050	23.1940	0.92
25	12.30	13.1879	9.0859	22.2739	0.69
26	12.60	10.9900	10.0955	21.0854	0.92
27	12.90	12.0890	10.0955	22.1844	0.84
28	13.20	10.9900	10.0955	21.0854	0.92
29	13.50	12.2265	11.2314	23.4578	0.92
30	13.80	11.1150	10.2103	21.3253	0.92
31	14.10	12.2265	11.2314	23.4578	0.92
32	14.40	13.3380	11.2314	24.5693	0.84
33	14.70	13.8937	11.7419	25.6356	0.85

Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
34	15.00	13.0698	10.9620	24.0318	0.84
35	15.30	13.6380	12.5280	26.1660	0.92
36	15.60	13.6380	12.5280	26.1660	0.92
37	15.90	12.5015	10.4400	22.9415	0.84
38	16.20	13.6380	12.5280	26.1660	0.92
39	16.50	12.5015	12.5280	25.0295	1.00
40	16.80	13.6380	12.5280	26.1660	0.92
41	17.10	11.3650	10.4400	21.8050	0.92
42	17.40	11.3650	10.9620	22.3270	0.96
43	17.70	13.6380	12.5280	26.1660	0.92
44	18.00	14.7745	11.4840	26.2585	0.78
45	18.30	14.2063	12.0060	26.2123	0.85
46	18.60	13.6380	14.6160	28.2540	1.07
47	18.90	14.7745	15.6600	30.4345	1.06
48	19.20	14.7745	11.4840	26.2585	0.78
49	19.50	14.7745	11.4840	26.2585	0.78
50	19.80	14.7745	12.5280	27.3025	0.85
51	20.10	13.4880	12.3902	25.8782	0.92
52	20.40	11.2400	11.3577	22.5977	1.01
53	20.70	14.0500	11.3577	25.4077	0.81
54	21.00	13.4880	11.3577	24.8457	0.84
55	21.30	13.4880	12.3902	25.8782	0.92
56	21.60	12.3640	10.3252	22.6891	0.84
57	21.90	11.2400	10.3252	21.5651	0.92
58	22.20	11.2400	10.3252	21.5651	0.92
59	22.50	14.6120	11.3577	25.9697	0.78
60	22.80	11.2400	11.3577	22.5977	1.01
61	23.10	10.1160	12.3902	22.5062	1.22
62	23.40	13.4880	12.3902	25.8782	0.92
63	23.70	13.4880	12.3902	25.8782	0.92
64	24.00	12.3640	11.3577	23.7217	0.92

Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame Vidutinės (Gr-3) gręžinio pjūvyje išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.8 pav.).

Apatiniame (1 sluoksnis) sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis kinta nežymiai, išlaikytas visame sluoksnyje. Nestebime glacioidislokacijų požymių.

Viršutiniame (2 sluoksnis) dolomito ir kalcito santykio reikšmės mažesnės nei apatiniame sluoksnyje. Galimai įtrauktas nedidelis apatinio sluoksnio žvynas.



3.1.3.8 pav. Vidutinės gręžinio (Gr-3) glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – įvairus smėlis; 2 – moreninis priemolis, pilkai rudas; 3 – smulkutis smėlis; 4 – žvirgždo-gargždo nuogulos; 5 – moreninis priemolis, tamsiai rudas; 6 – dolomito ir kalcito santykis; 7 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

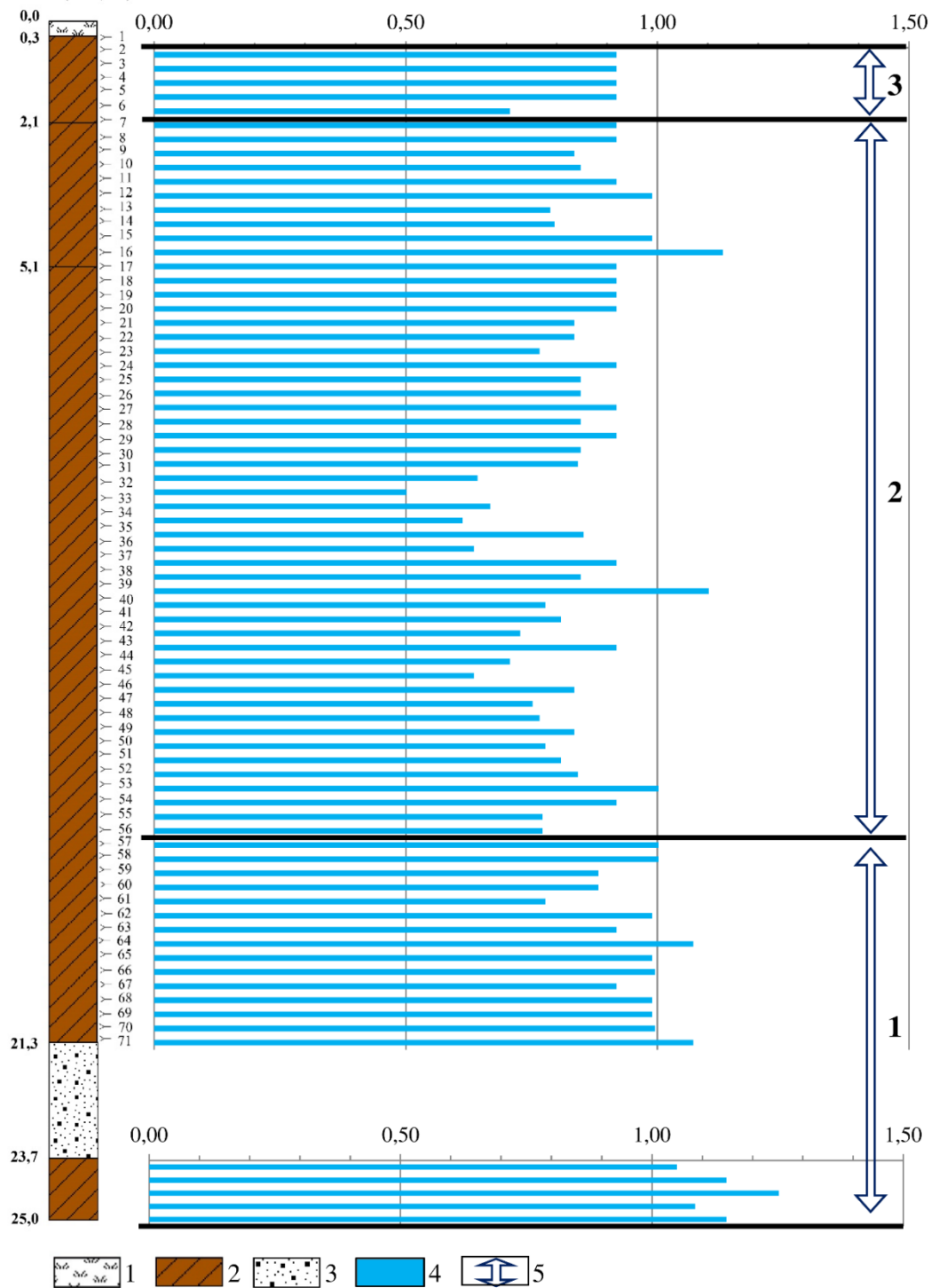
Mineliškės (Gr-4) gręžinio paviršių sudarančiame rudo moreninio priemolio sluoksnyje kalcito yra nuo 5,11 iki 14,77%, dolomito nustatyta šiek tiek mažiau – nuo 4,70 iki 11,48%. Nuo 5 iki 21,3 m gylyje slūgsančiame rudo labai kieto moreninio priemolio sluoksnyje kalcito yra nuo 10,99 iki 16,86%, o dolomito – nuo 6,06 iki 16,34%. Giliau slūgsančiame rudo kompaktiško priesmėlio sluoksnyje kalcito - nuo 11,46 iki 14,89%, dolomito nustatyta šiek tiek daugiau – nuo 12,44 iki 15,64% (3.1.3.4 lentelė; 3.1.3.9 pav.).

3.1.3.4 lentelė. Mineliškės (Gr-4) gręžinio moreninių nuogulų karbonatingumas.

Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
1	0.30	5.1143	4.6980	9.8123	0.92
2	0.60	5.6825	5.2200	10.9025	0.92
3	0.90	5.6825	5.2200	10.9025	0.92
4	1.20	11.3650	10.4400	21.8050	0.92
5	1.50	14.7745	10.4400	25.2145	0.71
6	1.80	12.5015	11.4840	23.9855	0.92
7	2.10	11.9333	10.9620	22.8953	0.92
8	2.40	12.5015	10.4400	22.9415	0.84
9	2.70	14.7745	12.5280	27.3025	0.85
10	3.00	13.6380	12.5280	26.1660	0.92
11	3.30	14.6120	14.4552	29.0672	0.99
12	3.60	15.7360	12.3902	28.1262	0.79
13	3.90	16.8600	13.4227	30.2827	0.80
14	4.20	14.4495	14.2944	28.7439	0.99
15	4.50	14.4495	16.3365	30.7860	1.13
16	4.80	12.2265	11.2314	23.4578	0.92
17	5.10	12.2265	11.2314	23.4578	0.92
18	5.40	13.3380	12.2524	25.5903	0.92
19	5.70	12.2265	11.2314	23.4578	0.92
20	6.00	12.2265	10.2103	22.4368	0.84
21	6.30	12.3640	10.3252	22.6891	0.84
22	6.60	13.4880	10.3252	23.8131	0.77
23	6.90	13.4880	12.3902	25.8782	0.92
24	7.20	14.6120	12.3902	27.0022	0.85
25	7.50	14.6120	12.3902	27.0022	0.85
26	7.80	15.7360	14.4552	30.1912	0.92
27	8.10	14.6120	12.3902	27.0022	0.85
28	8.40	14.6120	13.4227	28.0347	0.92
29	8.70	14.6120	12.3902	27.0022	0.85
30	9.00	13.4880	11.3577	24.8457	0.84

Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
31	9.30	10.9900	7.0668	18.0568	0.64
32	9.60	12.0890	6.0573	18.1462	0.50
33	9.90	12.0890	8.0764	20.1653	0.67
34	10.20	13.1879	8.0764	21.2643	0.61
35	10.50	15.3859	13.1241	28.5101	0.85
36	10.80	14.4495	9.1893	23.6387	0.64
37	11.10	14.4495	13.2734	27.7229	0.92
38	11.40	14.4495	12.2524	26.7018	0.85
39	11.70	11.1150	12.2524	23.3674	1.10
40	12.00	14.4495	11.2314	25.6808	0.78
41	12.30	14.2063	11.4840	25.6903	0.81
42	12.60	13.6380	9.9180	23.5560	0.73
43	12.90	14.3767	13.2066	27.5833	0.92
44	13.20	14.9518	10.5653	25.5171	0.71
45	13.50	14.9518	9.5088	24.4605	0.64
46	13.80	12.6515	10.5653	23.2168	0.84
47	14.10	12.6515	9.5088	22.1603	0.75
48	14.40	13.8017	10.5653	24.3669	0.77
49	14.70	12.6515	10.5653	23.2168	0.84
50	15.00	14.9518	11.6218	26.5736	0.78
51	15.30	14.3767	11.6218	25.9985	0.81
52	15.60	13.8017	11.6218	25.4235	0.84
53	15.90	12.6515	12.6783	25.3299	1.00
54	16.20	12.5015	11.4840	23.9855	0.92
55	16.50	14.2063	10.9620	25.1683	0.77
56	16.80	14.2063	10.9620	25.1683	0.77
57	17.10	12.5015	12.5280	25.0295	1.00
58	17.40	12.5015	12.5280	25.0295	1.00
59	17.70	14.7745	13.0500	27.8245	0.88
60	18.00	14.4495	12.7629	27.2124	0.88
61	18.30	14.4495	11.2314	25.6808	0.78
62	18.60	14.4495	14.2944	28.7439	0.99
63	18.90	15.5610	14.2944	29.8554	0.92
64	19.20	13.3380	14.2944	27.6324	1.07
65	19.50	14.1244	13.9729	28.0973	0.99
66	19.80	13.0379	12.9748	26.0128	1.00
67	20.10	13.5812	12.4758	26.0570	0.92
68	20.40	14.1244	13.9729	28.0973	0.99
69	20.70	13.8289	13.6806	27.5095	0.99
70	21.00	12.7652	12.7034	25.4686	1.00
71	21.30	12.7652	13.6806	26.4457	1.07
72	23.90	14.8927	15.6349	30.5276	1.05
73	24.20	12.5060	14.3602	26.8663	1.15
74	24.50	11.4639	14.3602	25.8241	1.25
75	24.80	11.4639	12.4455	23.9094	1.09
76	25.10	12.5060	14.3602	26.8663	1.15

Gr. 4 (237,22)



3.1.3.9 pav. Mineliškės grėžinio (Gr-4) glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priemolis, rudas; 3 – įvairus smėlis; 4 – dolomito ir kalcito santykis; 5 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame Mineliškės (Gr-4) gręžinio pjūvyje išskirti 3 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.9 pav.).

Apatiniame (1 sluoksnis) sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis kinta nežymiai, išlaikytas visame sluoksnyje. Nestebime glaciadislokacijų požymių.

Viduriniame (2 sluoksnis) dolomito ir kalcito santykio reikšmės artimos reikšmėms apatiniame sluoksnyje. Glaciadislokacijų įtakotos dolomito ir kalcito santykio mažesnės reikšmės nulemia atskiro sluoksnio išskyrimą.

Viršutiniame (3 sluoksnis) dolomito ir kalcito santykio reikšmės mažai kaičios.

Papinigių (Gr-5) gręžinio rudame moreniniame priesmėlyje kalcito yra apie 10 - 13%, tuo tarpu dolomito nustatyta šiek tiek mažiau – nuo 5 iki 11%. Giliau slūgsančiuose priemolyje bei priesmėlyje dolomito ir kalcito kiekis apytiksliai lygus, išskyrus gylį intervalą nuo 8,4 iki 10 m (3.1.3.5 lentelė).

3.1.3.5 lentelė. Papinigių (Gr-5) moreninių nuogulų karbonatingumas.

Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
1	0,3	4,17	4,92	9,09	1,18
2	0,6	5,36	4,92	10,28	0,92
3	0,9	4,17	0,55	4,71	0,13
4	1,2	13,10	7,66	20,75	0,58
5	1,5	10,72	7,66	18,37	0,71
6	1,8	13,10	6,02	19,11	0,46
7	2,1	10,72	8,75	19,46	0,82
8	2,4	14,29	7,66	21,94	0,54
9	2,7	10,72	8,75	19,46	0,82
10	3,0	11,91	10,39	22,30	0,87
11	3,3	13,10	16,95	30,05	1,29
12	3,6	13,10	7,66	20,75	0,58
13	3,9	10,12	9,30	19,42	0,92
14	4,2	12,05	12,18	24,22	1,01
15	4,5	13,25	11,07	24,32	0,84
16	4,8	13,25	12,18	25,43	0,92
17	5,1	12,05	11,07	23,12	0,92
18	5,4	14,46	12,18	26,63	0,84
19	5,7	12,05	12,18	24,22	1,01

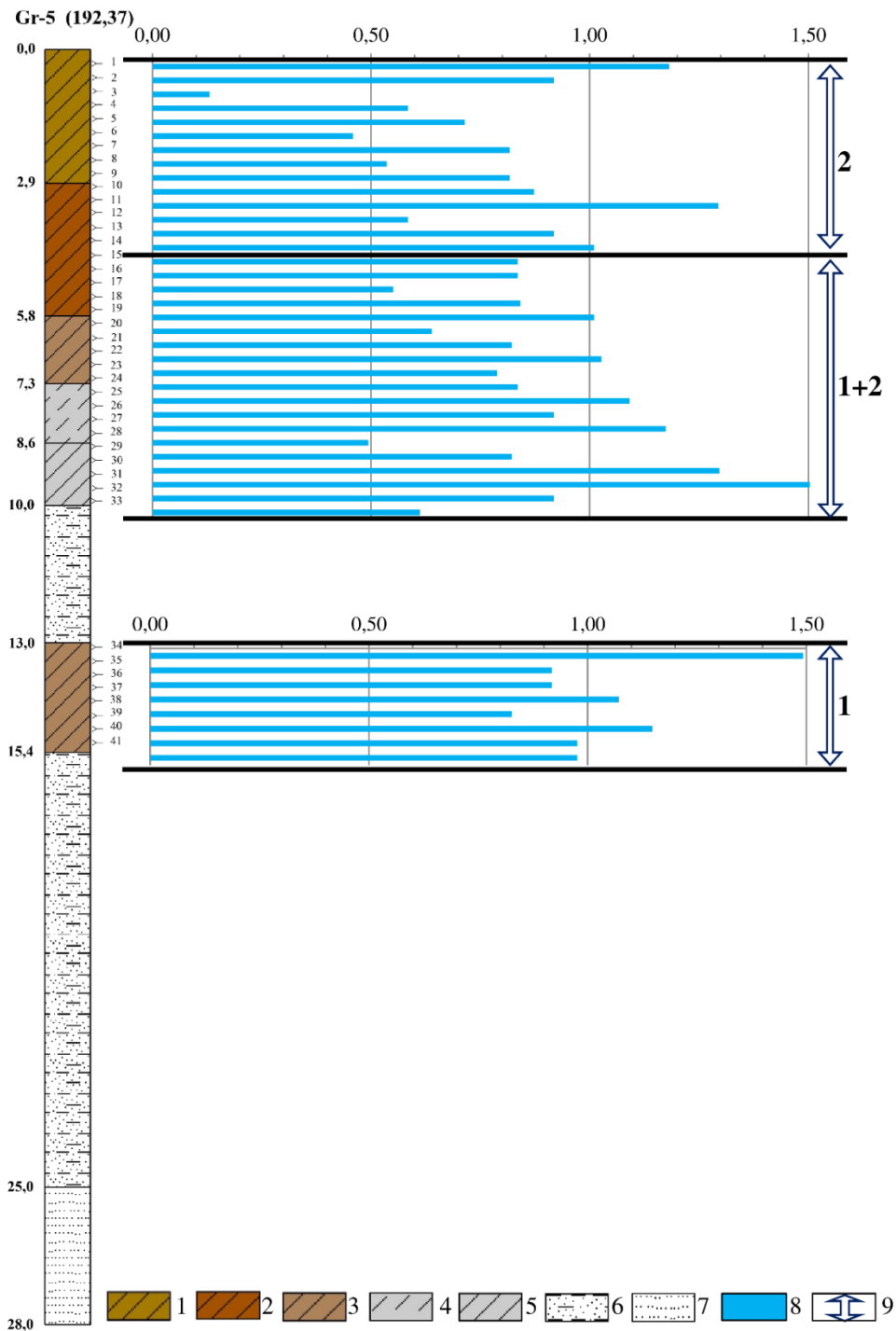
Mėginio Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	Dolomito:kalcito santykis
20	6,0	14,75	9,42	24,17	0,64
21	6,3	12,18	10,01	22,19	0,82
22	6,6	10,90	11,19	22,09	1,03
23	6,9	8,98	7,07	16,04	0,79
24	7,2	13,93	11,63	25,55	0,84
25	7,5	10,13	11,05	21,18	1,09
26	7,8	12,66	11,63	24,29	0,92
27	8,1	11,39	13,37	24,77	1,17
28	8,4	8,23	4,07	12,30	0,49
29	8,7	12,03	9,88	21,91	0,82
30	9,0	10,76	13,95	24,72	1,30
31	9,3	8,86	13,95	22,82	1,57
32	9,6	13,25	12,18	25,43	0,92
33	9,9	14,46	8,85	23,31	0,61
34	13,1	9,64	14,39	24,03	1,49
35	13,4	10,84	9,96	20,81	0,92
36	13,7	9,64	8,85	18,49	0,92
37	14,0	10,72	11,48	22,20	1,07
38	14,3	11,91	9,84	21,75	0,83
39	14,6	9,52	10,94	20,46	1,15
40	14,9	9,52	9,30	18,82	0,98
41	15,2	9,64	9,41	19,05	0,98

Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliame Papinigių (Gr-5) gręžinio pjūvyje išskirti 3 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.10 pav.).

Apatiniame (1 sluoksnis) sluoksnyje dolomito ir kalcito santykis kinta nežymiai.

Viduriniame (2 sluoksnis) dolomito ir kalcito santykio reikšmės labai kaičios. Pasiskirstymas tipiškas glaciodydislokacijų paveiktiems sluoksniams. Tolesniuose gretinimuose šis sluoksnis traktuotas kaip apatinio ir viršutinio sluoksnių mišinys.

Viršutiniame (3 sluoksnis) dolomito ir kalcito santykio reikšmės kaičios, būdingos kraštiniam dariniams.



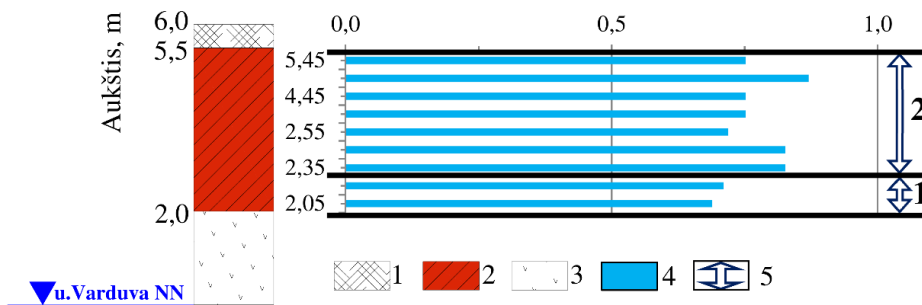
3.1.3.10 pav. Papinigių grėžinio (Gr-5) glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – moreninis priemolis, šviesiai rudas; 2 – moreninis priemolis, rudas; 3 – moreninis priemolis, pilkai rudas; 4 – moreninis priemolis, pilkas; 5 – moreninis priemolis, pilkas; 6 – aleuritingas smėlis; 7 – smulkutis smėlis; 8 – dolomito ir kalcito santykis; 9 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Taip pat, norint įsitikinti iškeltos hipotezės apie dolomito ir kalcito kiekių morenose santykio, kaip litostratigrafinio kriterijaus, tinkamumą karbonatingumo analizė buvo daryta atliekant kontrolinį tyrimą biostratigrafiškai suskaidytuose pjūviuose: grėžinio Snaigupėlė-705 ir Jonionių griovos atodangoje. Snaigupėlė-705 grėžinio pjūvyje Snaigupėlės tarpledynmečiui skiriamos nusėdos slūgso tarp dviejų moreninių sluoksnių: apatinio – Žemaitijos, viršutinio – Medininkų. Jonionių griovos atodangoje Medininkų moreninis sluoksnis slūgso po Merkinės tarpledynmečio nuosėdomis (Кондратене, 1996; Guobytė, 2004; Guobytė & Satkūnas, 2011; ir kt.). Nustatyta, kad Jonionių atodangoje po Merkinės tarpledynmečio nuosėdomis slūgsančio moreninio sluoksnio (Medininkų) dolomito ir kalcito santykio vidurkis yra 1,285. Snaigupėlės-705 grėžinyje viršutinio (Medininkų) moreninio sluoksnio - 0,970, o apatinio (Žemaitijos) moreninio sluoksnio – 0,671.

Be moreninių sluoksnių mėginių iš grėžinių kerno tyrimų, buvo tirti įvairių Lietuvos upių (Akmenos (Danės), Akmenos, Alanto, Ančios, Babrungo, Dubysos, Dūkštos, Gryžuvos, Gynėvės, Juros, Kražantės, Kupos, Kvistės, Lazduonos, Lėvens, Minijos, Nemuno, Neries, Obelės, Šušvės, Šventosios, Ūlos, Varduvos, Ventos, Vilnelės, Virvytės, ir kitų) šlaitų atodangose atsidengiantys moreniniai sluoksniai (2.4.1 pav.).

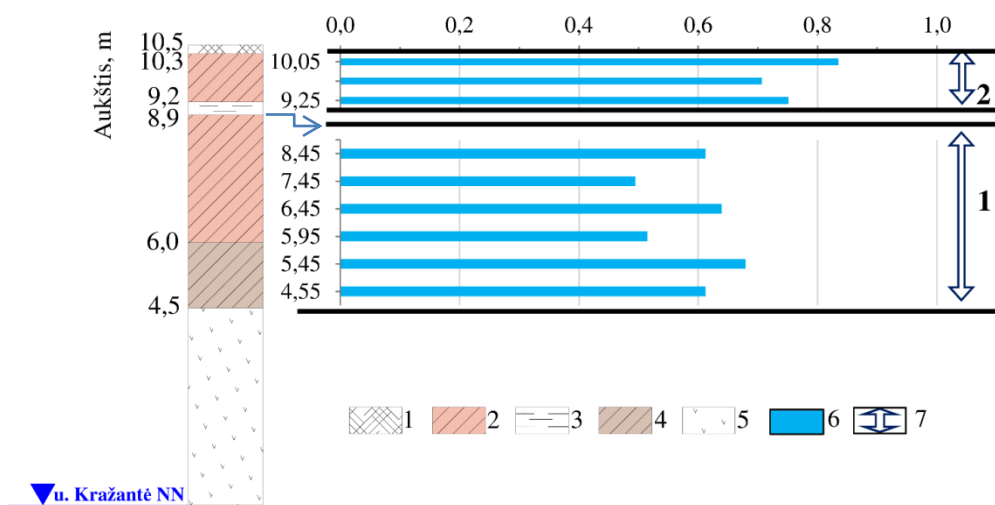
Pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, vertikaliuose tirtų atodangų pjūviuose išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai. Pateikiame keletą gautų rezultatų pavyzdžių (3.1.3.11 – 3.1.3.15 pav.).

Kukių kaimo apylinkėse Varduvos upės kairiajame šlaite ties up. Kvistės žiotimis aptiktoje atodangoje, pavadintoje Kukių II atodanga, atsidengiančiose morenose vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį, pritaikius Van der Vardeno kriterijų, išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.11 pav.).



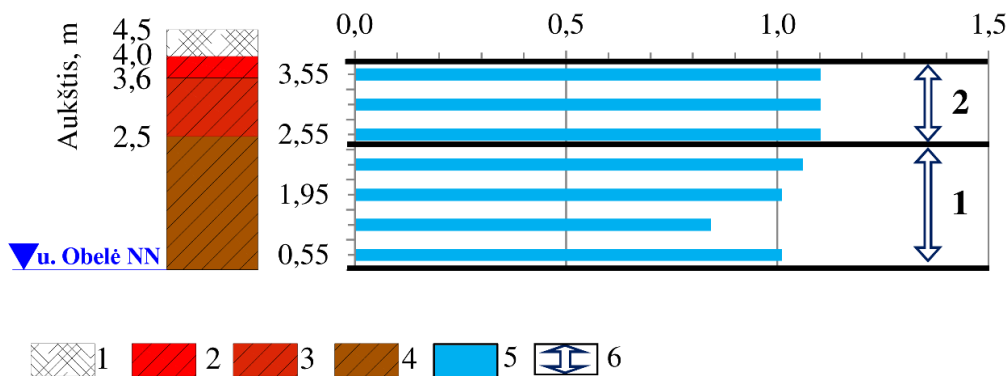
3.1.3.11 pav. Kukių II atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priemolis, raudonai rudas; 3 – deliuvis; 4 – dolomito ir kalcito santykis; 5 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Kelmės II atodanga yra up. Kražantės kairiame krante, Kelmės mieste. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.12 pav.).



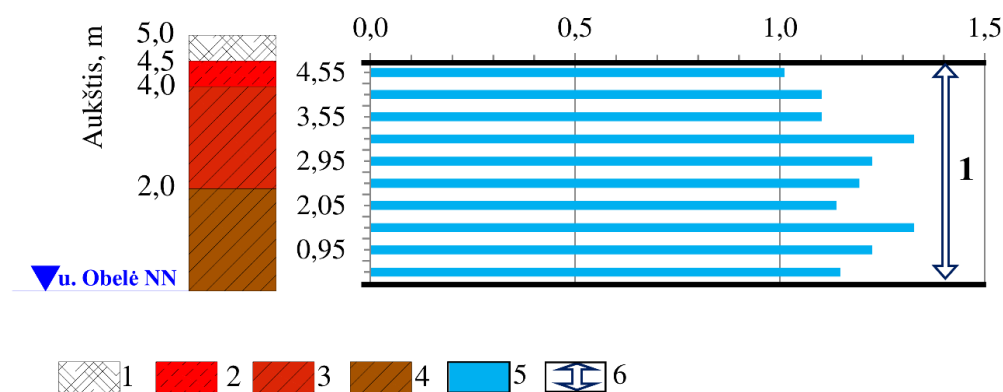
3.1.3.12 pav. Kelmės II atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priemolis, rausvai rudas; 3 – smėlis dulkėtas; 4 – moreninis priemolis, rudai pilkas; 5 – deliuvis; 6 – dolomito ir kalcito santykis; 7 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Taučiūnų I atodanga yra Taučiūnų kaimo apylinkėse kairiame up. Obelės krante. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.13 pav.).



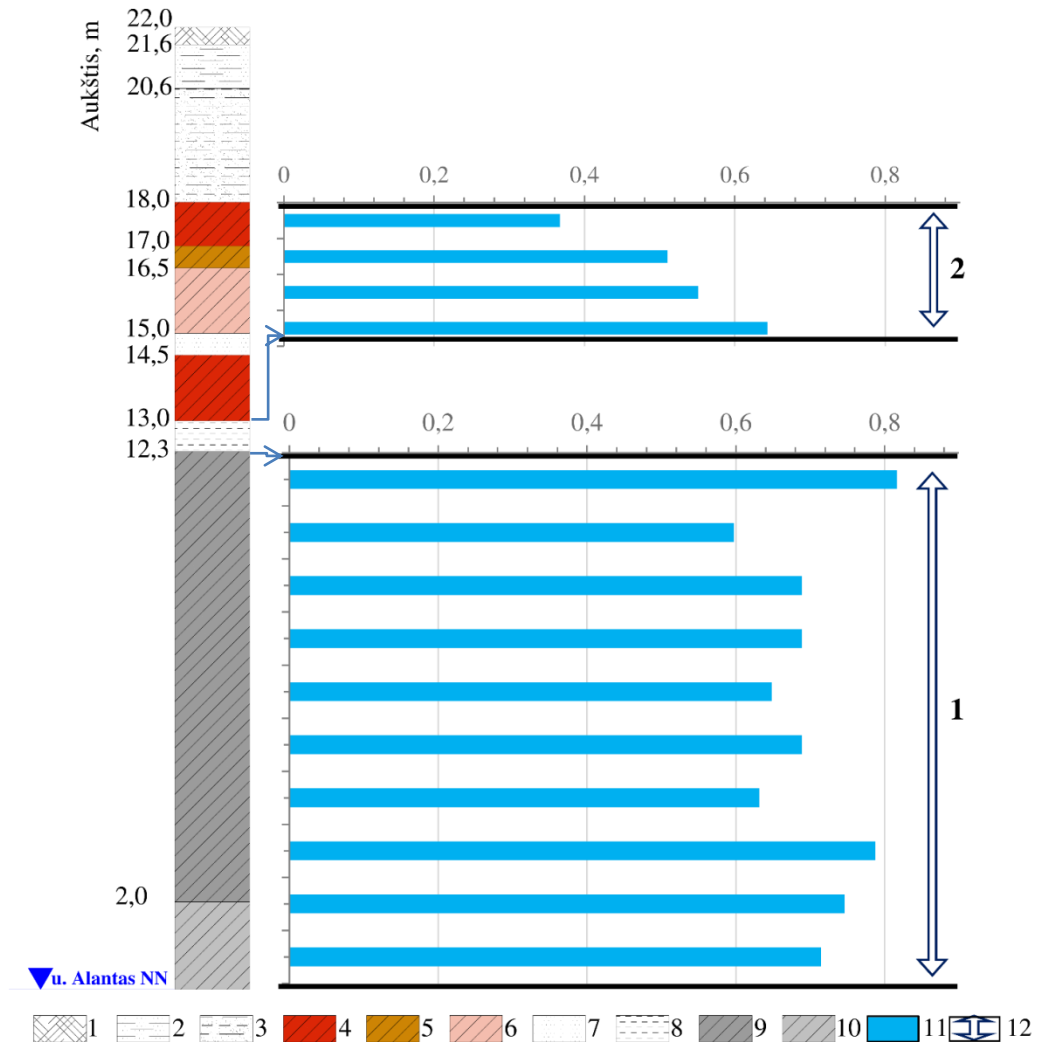
3.1.3.13 pav. Taučiūnų I atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priemolis, raudonas; 3 – moreninis priemolis, raudonai rudas; 4 – moreninis priemolis, rudas; 5 – dolomito ir kalcito santykis; 6 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Taučiūnų II atodanga yra Taučiūnų kaimo apylinkėse up. Obelės dešiniame krante. Pagal karbonatingumo tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirtas 1 homogeniškas moreninis sluoksnis (3.1.3.14 pav.).



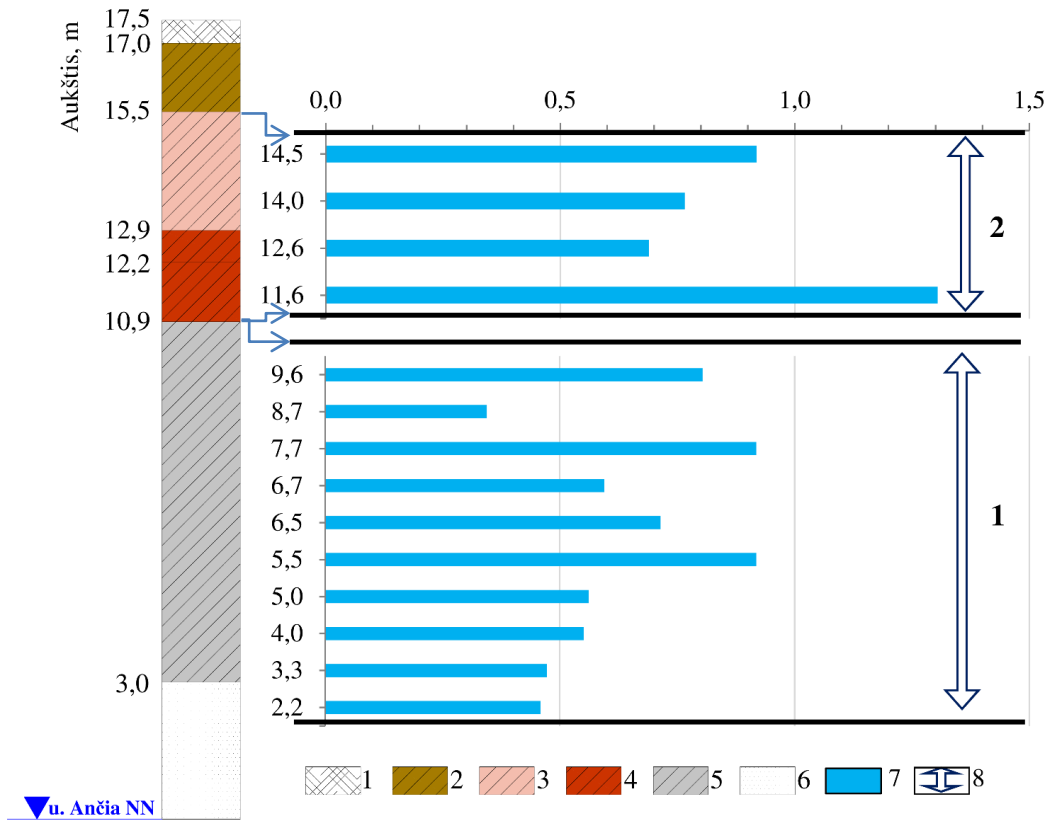
3.1.3.14 pav. Taučiūnų II atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priemolis, raudonas; 3 – moreninis priemolis, raudonai rudas; 4 – moreninis priemolis, rudas; 5 – dolomito ir kalcito santykis; 6 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Alanto atodanga yra Gintarų kaimo apylinkėse up. Alanto dešiniame krante. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.15 pav.).



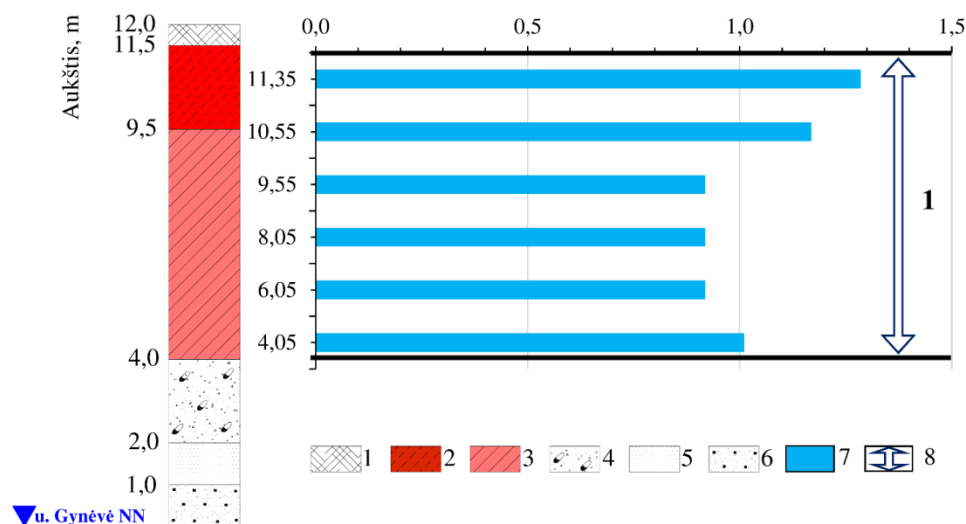
3.1.3.15 pav. Alanto atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – smėlis dulkėtas; 3 – moreninis molis; 4 – moreninis priemolis, raudonai rudas; 5 – moreninis priemolis, gelsvai rudas; 6 – moreninis priemolis, rausvai rudas; 7 – smėlis; 8 – aleuritas, šviesiai pilkas; 9 – moreninis priemolis, tamsiai pilkas; 10 – moreninis priemolis, pilkas; 11 – dolomito ir kalcito santykis; 12 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Skaudvilės atodanga yra Skaudvilės miestelio apylinkėse up. Ančios kairiame krante. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.16 pav.).



3.1.3.16 pav. Skaudvilės atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priemolis, šviesiai rudas; 3 – moreninis priemolis, rausvai rudas; 4 – moreninis priemolis, tamsiai rudas; 5 – moreninis priemolis, tamsiai pilkas; 6 – smėlis įvairiagrūdis; 7 – dolomito ir kalcito santykis; 8 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Gynėvės atodanga yra Plikių kaimo apylinkėse up. Gynėvės kairiame krante. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirtas 1 homogeniškas moreninis sluoksnis (3.1.3.17 pav.).



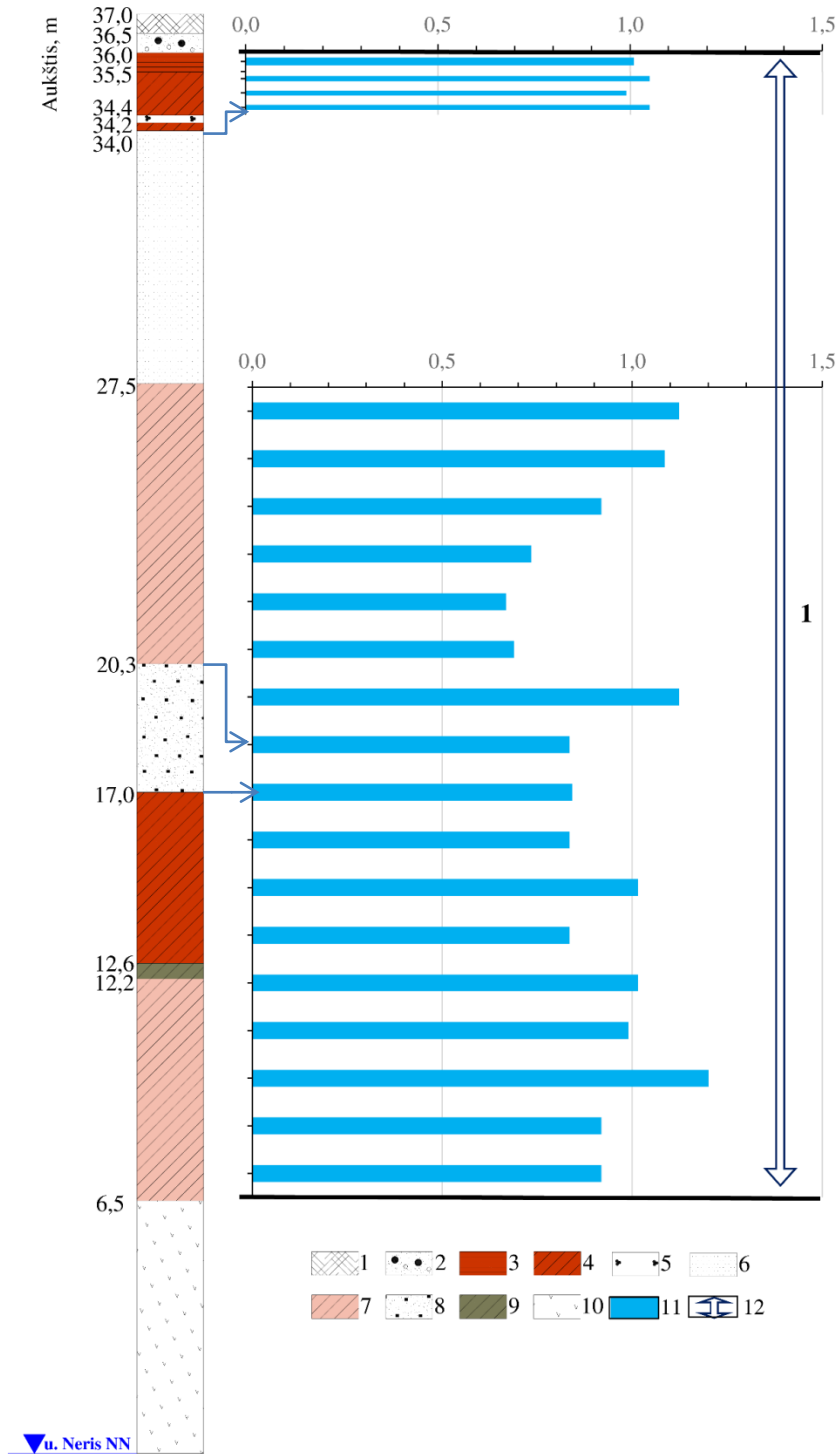
3.1.3.17 pav. Gynėvės atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priesmėlis, raudonas; 3 – moreninis priemolis, šviesiai raudonas; 4 – gargždo - žvirgždo nuogulos su rieduliais; 5 – smėlis smulkiagrūdis; 6 – smėlis įvairigrūdis; 7 – dolomito ir kalcito santykis; 8 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

Andriuškonių atodanga yra Andriuškonių kaimo apylinkėse up. Neries dešiniame krante. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirtas 1 homogeniškas moreninis sluoksnis (3.1.3.18 pav.).

Dolomito ir kalcito santykio reikšmė kaiti. Tačiau įvertinus Van der Vardeno kriterijaus pagalba statistiškai rodo priklausomybę vienam homogeniškam sluoksniui.

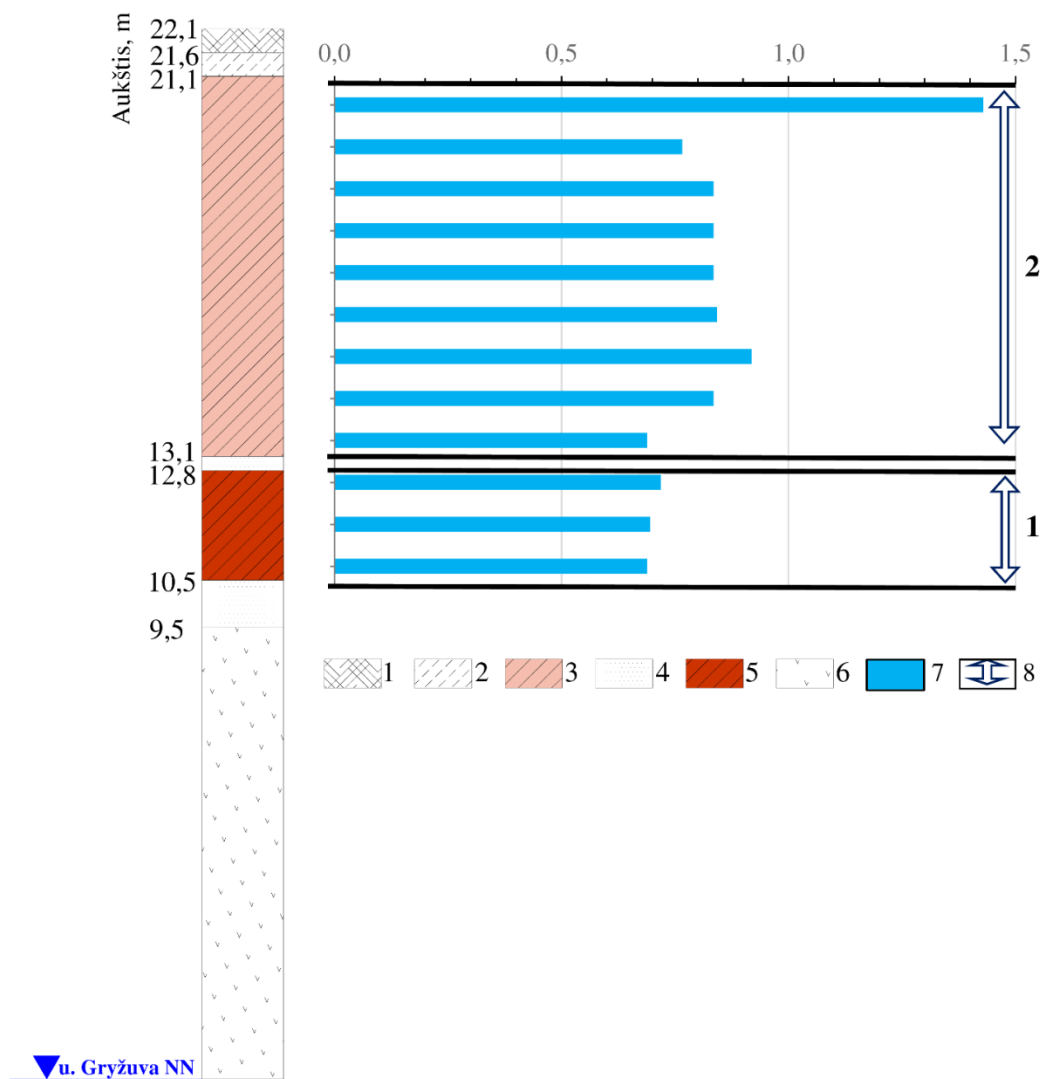
Tokią kaitą lemia glacioidislokacijos, kurios gerai matomos atodangoje. Į atodangoje atsidengiantį sluoksnį yra įtraukti žemiau slūgsančių moreninių sluoksnių žvynai ir luistai.

Tai sąlygoja, kad atodangoje matomus skirtingų spalvų sluoksnius pagal juose nustatytus karbonatų klasės mineralų dolomito ir kalcito kiekius bei jų santykį, skiriame vienam homogeniškam sluoksniui.



3.1.3.18 pav. Andriuškonių atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – smėlis žvirgždingas; 3 – molis limnoglacialinis, tamsiai rudas; 4 – moreninis priemolis, tamsiai rudas; 5 – smiltainis; 6 – smėlis smulkiagrūdis; 7 – moreninis priemolis, rausvai rudas; 8 – smėlis įvairiagrūdis; 9 – moreninis priemolis, gelsvai pilkas; 10 – deliuvis; 11 – dolomito ir kalcito santykis; 12 – išskirtas homogeniškas moreninių nuogulų sluoksnis.

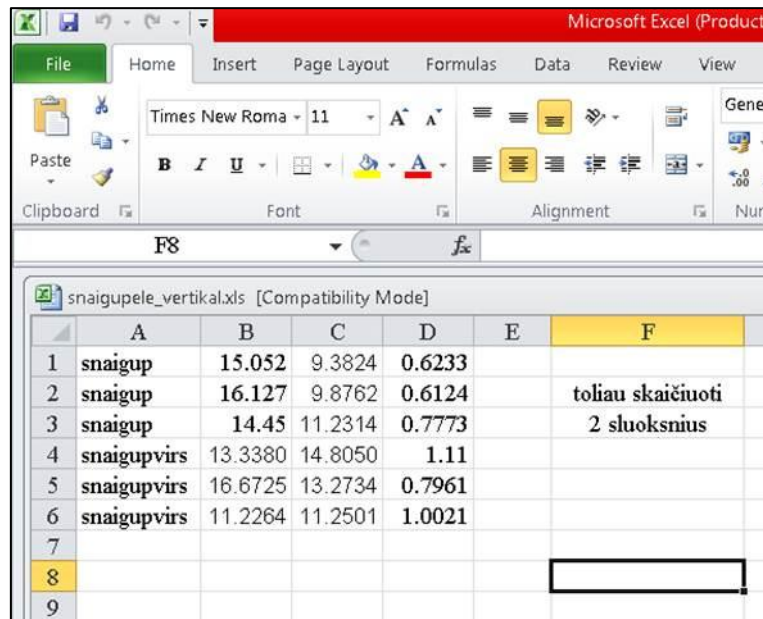
Mosteikių atodanga yra Mosteikių kaimo apylinkėse up. Gryžuvos kairiame krante. Pagal tyrimo rezultatus vertikaliame pjūvyje išskirti 2 homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreniniai sluoksniai (3.1.3.19 pav.).



3.1.3.19 pav. Mosteikių atodangos glacialinių nuogulų suskirstymas vertikaliame pjūvyje pagal dolomito ir kalcito santykį: 1 – dirvožemis; 2 – moreninis priesmėlis, išplautas; 3 – moreninis priemolis, rausvai rudas; 4 – smėlis įvairiagrūdis; 5 – moreninis priemolis, tamsiai rudas; 6 – deliuvis; 7 – dolomito ir kalcito santykis; 8 – išskirti homogeniški, tarpusavyje skirtingi moreninių nuogulų sluoksniai.

3.2. Pleistoceno morenų stratigrafinė koreliacija pagal karbonatų mineralinę sudėtį

Visų tirtų grėžinių ir atodangų glacigeninės nuogulos (2.4.1 pav.) pagal dolomito ir kalcito santykį Van der Vardeno kriterijaus pagalba suskirstytos į homogeniškus, tarpusavyje skirtingus sluoksnius kiekvieno grėžinio ar atodangos vertikaliame pjūvyje. (3.2.1 pav.)



	A	B	C	D	E	F
1	snaigup	15.052	9.3824	0.6233		
2	snaigup	16.127	9.8762	0.6124		toliau skaičiuoti
3	snaigup	14.45	11.2314	0.7773		2 sluoksnius
4	snaigupvirs	13.3380	14.8050	1.11		
5	snaigupvirs	16.6725	13.2734	0.7961		
6	snaigupvirs	11.2264	11.2501	1.0021		
7						
8						
9						

3.2.1 pav. Duomenų, paruoštų sluoksnių išskyrimo vertikaliame pjūvyje skaičiavimui, bei gautos išvados pavyzdys.

Tirtuose grėžiniuose ir atodangose sluoksniai pagal dolomito ir kalcito santykį buvo skirstomi į dalis iš viršaus ir iš apačios apribotas mažiausiomis santykio reikšmėmis. Tikrintas gretimų sluoksnių homogeniškumas vertikalia kryptimi. Homogeniški sluoksniai jungti į vieną, vėl tikrinti. Tokiu būdu grėžinio vertikaliame pjūvyje buvo išskirti keletas (kartais tik vienas) homogeniškų, tarpusavyje skirtingų moreninių nuogulų sluoksnių.

Pastebėta, kad dažnai į homogenišką sluoksnį patenka po dvi, kartais po tris mažiausiomis santykio reikšmėmis apribotas moreninio sluoksnio dalis. Padaryta prielaida, kad tos moreninio sluoksnio dalys yra pasluoksniui

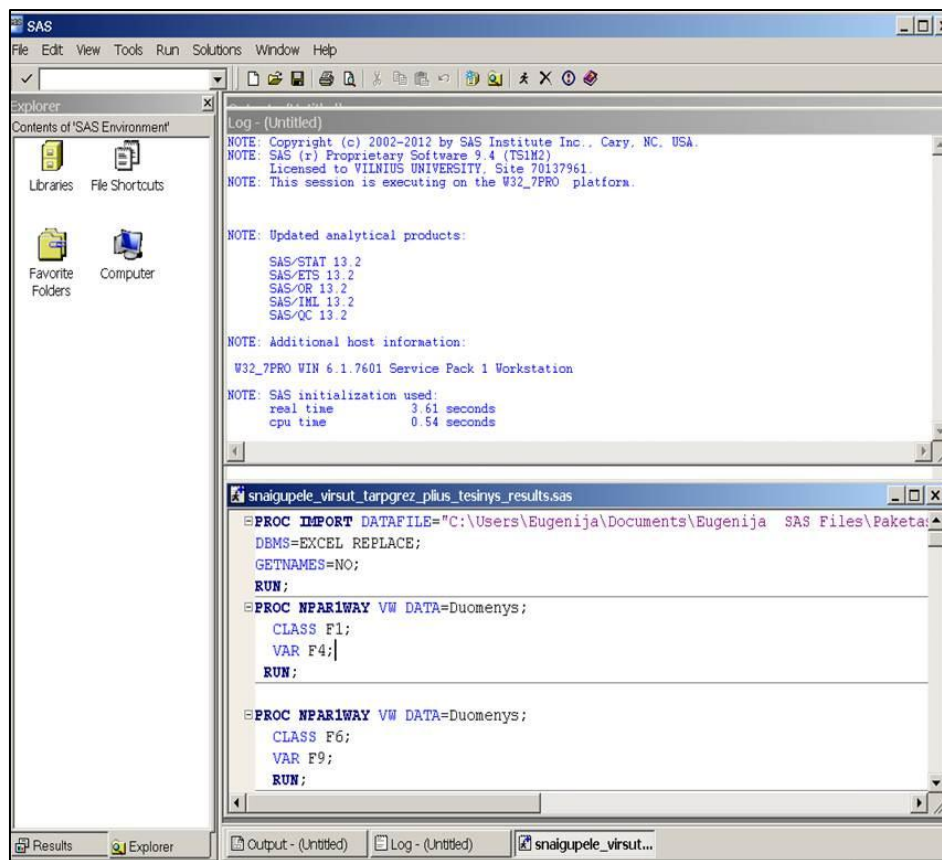
diferencijuoto ledo slinkimo pasekmė. Tai J.Lavrušino (Лаврушин, 1976) vystyta teorija. Ledyno viduje, vykstant pasluoksniui diferencijuotam ledo slinkimui, susiformuodavo tarsi slysmo paviršiai ir mažesnė dalis atsparesnių trinčiai dolomito nuolaužų būdavo sutrinamos iki smulkianuolaužinės frakcijos. Todėl d:k santykis šiuose paviršiuose yra mažesnis, bet koreliaciniu požymiu išlieka – apjungiami homogeniški sluoksniai.

Kiekvienas atskirame gręžinyje ar atodangoje išskirtas sluoksnis lygintas su kiekvienu kituose gręžiniuose ar atodangose išskirtu sluoksniu. Tokiu būdu gauta homogeniškų (tapačių) moreninių sluoksnių sklaida plote. Gretinimas atliktas pagal dolomito ir kalcito santykį, taikant Van der Vardeno kriterijų, SAS programinės įrangos pagalba.

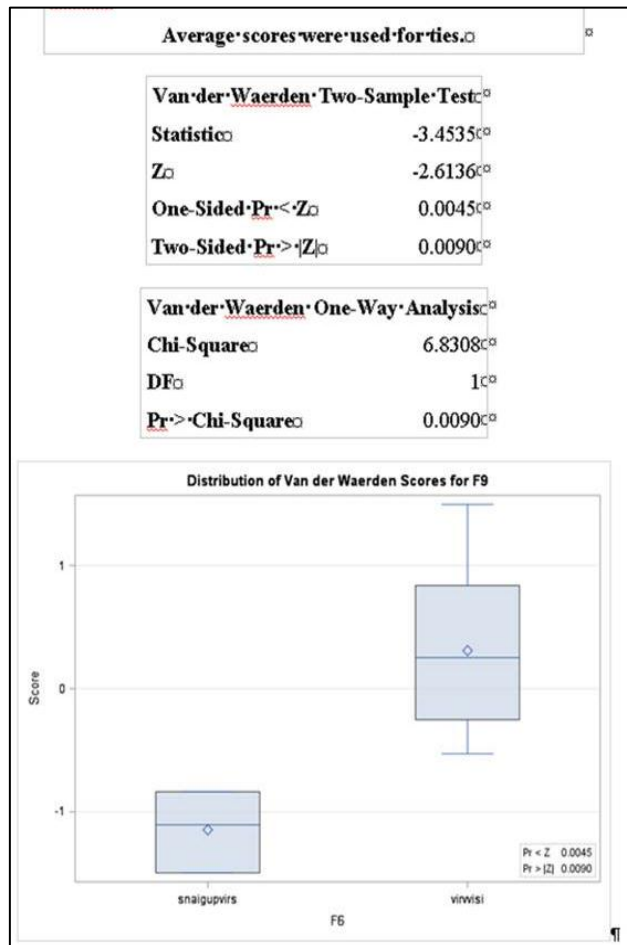
Tam, kad atlikti skaičiavimus SAS programine įranga, buvo sudarytos sluoksnių duomenų gretinimo lentelės (3.2.2 pav.).

	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	
1	snaigup	15.0518	9.3824	0.62334	snaigup	15.0518	9.3824	0.6233	snaigup	15.0518	9.3824	0.6233	snaigup	15.0518	9.3824	0.6233
2	snaigup	16.1269	9.8762	0.61241	snaigup	16.1269	9.8762	0.6124	snaigup	16.1269	9.8762	0.6124	snaigup	16.1269	9.8762	0.6124
3	snaigup	14.4495	11.2314	0.77729	snaigup	14.4495	11.2314	0.7773	snaigup	14.4495	11.2314	0.7773	snaigup	14.4495	11.2314	0.7773
4	vizg3sl	4.446	8.6788	1.95205	karolin2sl	15.2189	4.9929	0.3281	karolin1sl	8.696498	8.987274	1.0334	karolin1sl	8.696498	8.987274	1.0334
5	vizg3sl	4.446	9.1893	2.06687	karolin2sl	16.3059	3.9943	0.2450	karolin1sl	8.696498	8.987274	1.0334	karolin1sl	8.696498	9.98586	1.1483
6	vizg3sl	5.0017	9.1893	1.83724	karolin2sl	15.2189	3.9943	0.2625	karolin1sl	8.696498	9.98586	1.1483	karolin1sl	8.696498	9.98586	1.1483
7	vizg3sl	5.0017	10.7208	2.14343									karolin1sl	9.78356	9.98586	1.0207
8	vizg3sl	4.446	9.1893	2.06687												
9	vizg3sl	3.3345	7.1472	2.14341												
10	vizg3sl	1.1115	10.2103	9.18605												
11	vizg3sl	3.4504	7.3957	2.14343												
12	vizg3sl	8.051	8.4522	1.04983												
13	vizg3sl	6.9008	8.4522	1.22481												
14	vizg3sl	6.9008	11.0935	1.60757												
15	vizg3sl	7.4759	8.9805	1.20126												
16	vizg3sl	6.3258	8.9805	1.41966												
17	vizg3sl	6.3258	7.924	1.25265												
18	vizg3sl	6.3258	7.924	1.25265												
19	vizg3sl	6.3258	9.8674	1.55987												
20	vizg3sl	6.9008	8.9805	1.30137												
21	vizg3sl	8.3788	8.7231	1.04109												
22																

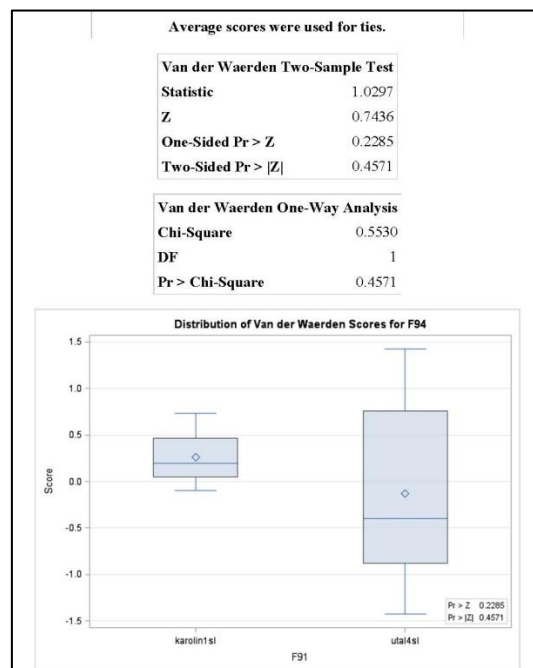
3.2.2 pav. Duomenų, paruoštų sluoksnių gretinimo plote skaičiavimui, pavyzdys.



3.2.3 pav. SAS paruošta vertikaliame pjūvyje išskirto sluoksnio gretinimo plote skaičiavimui.



3.2.4 pav. SAS gauto rezultato, kad sluoksniai nevienodi, pavyzdys.



3.2.5 pav. SAS gauto rezultato, kad sluoksniai vienodi, pavyzdys.

Atlikus skaičiavimą SAS programine įranga gauname homogeniškus sluoksnius plote. Homogeniškumas santykinai skiriamas 4 lygių: 0 – nehomogeniški (nevienodi), 1 – homogeniški (vienodi), 2 – silpnai homogeniški, 3 – labai silpnai homogeniški.

Buvo sudaryta duomenų bazė, kurioje sluoksnius galima grupuoti pagal atitikmenis, t.y. skirtingus parametrus: panašumo lygį, stratigrafinį indeksą, atlikti ekspertinį vertinimą, etc. (3.2.6 pav.).

	A	D	G	H	I	J	K
	Sluoksnius 1	Sluoksnius 2	Lyginami sluoksniai	Panašumas (0,1,2,3)	Ekspertinis vertinim		53
135	Snaig705gr: 2	Jonionys: 1	Snaig705gr: 2 - Jonionys: 1	1	1		
137	Snaig705gr: 2	Kaps4sl: 2	Snaig705gr: 2 - Kaps4sl: 2	1	1		
143	Snaig705gr: 2	Kaps6sl: 4	Snaig705gr: 2 - Kaps6sl: 4	1	1		
146	Snaig705gr: 2	Karmazat: 1	Snaig705gr: 2 - Karmazat: 1	1	1		
148	Snaig705gr: 2	Šve1gr: 2	Snaig705gr: 2 - Šve1gr: 2	1	1		
150	Snaig705gr: 2	Šve2gr: 1	Snaig705gr: 2 - Šve2gr: 1	1	1		
152	Snaig705gr: 2	Šve2gr: 3	Snaig705gr: 2 - Šve2gr: 3	1	1		
155	Snaig705gr: 2	Šve3gr: 1	Snaig705gr: 2 - Šve3gr: 1	1	1		
156	Snaig705gr: 2	Šve3gr: 2	Snaig705gr: 2 - Šve3gr: 2	1	1		
157	Snaig705gr: 2	Šve4gr: 1	Snaig705gr: 2 - Šve4gr: 1	1	1		
158	Snaig705gr: 2	Šve4gr: 2	Snaig705gr: 2 - Šve4gr: 2	1	1		
159	Snaig705gr: 2	Šve4gr: 3	Snaig705gr: 2 - Šve4gr: 3	1	1		
160	Snaig705gr: 2	Šve5gr: 1	Snaig705gr: 2 - Šve5gr: 1	1	1		
161	Snaig705gr: 2	Šve5gr: 2	Snaig705gr: 2 - Šve5gr: 2	1	1		
165	Snaig705gr: 2	Mick7sgr: 4	Snaig705gr: 2 - Mick7sgr: 4	1	1		
183	Snaig705gr: 2	Utal440gr: 4	Snaig705gr: 2 - Utal440gr: 4	1	1		
185	Snaig705gr: 2	Karolingrat: 1	Snaig705gr: 2 - Karolingrat: 1	1	1		
189	Snaig705gr: 2	Gandingat: 1	Snaig705gr: 2 - Gandingat: 1	2	1		
191	Snaig705gr: 2	Skaudivat: 1	Snaig705gr: 2 - Skaudivat: 1	1	1		
198	Snaig705gr: 2	Vetygat: 1	Snaig705gr: 2 - Vetygat: 1	1	1		
201	Snaig705gr: 2	Norkaičat: 2	Snaig705gr: 2 - Norkaičat: 2	1	1		
202	Snaig705gr: 2	Norkaičat: 3	Snaig705gr: 2 - Norkaičat: 3	2	1		
204	Snaig705gr: 2	Pakastuvgr: 1	Snaig705gr: 2 - Pakastuvgr: 1	3	1		
205	Snaig705gr: 2	Pakastuvgr: 2	Snaig705gr: 2 - Pakastuvgr: 2	1	1		
206	Snaig705gr: 2	Pakastuvgr: 3	Snaig705gr: 2 - Pakastuvgr: 3	1	1		
211	Snaig705gr: 2	Svirkat2sl: 1	Snaig705gr: 2 - Svirkat2sl: 1	3	1		
212	Snaig705gr: 2	Svirkat2sl: 2	Snaig705gr: 2 - Svirkat2sl: 2	1	1		
213	Snaig705gr: 2	Svirkat3sl: 1	Snaig705gr: 2 - Svirkat3sl: 1	1	1		

3.2.6 pav. Duomenų bazėje yra galimybė sluoksnius grupuoti pagal pasirinktus atitikmenis. Pateiktame pavyzdyje ieškota homogenišku lyginamajam sluoksniui, pasirinktas panašumo lygis 1 (po ekspertizės).

Duomenų bazė sudaryta iš virš 100 vertikalių pjūvių karbonatingumo tyrimo rezultatų išskaičiavus sluoksnių panašumo lygį. Tam atlikta apie 8,6 tūkstančio gretinimų taikant Van der Vardeno kriterijų. Sudaryta sluoksnių homogeniškumo matrica (3.2.7 pav.).

3.2.7 pav. Van der Vardeno kriterijaus, paskaičiuoto SAS programine įranga, vertinimu gautos sluoksnių homogeniškumo matricos dalies pavyzdys. Žalia spalva ir vienetai žymimi homogeniški plote sluoksniai; raudona spalva ir nuliu - nehomogeniški.

Koreliuojant vertikaliuose gręžinių pjūviuose išskirtus tarpusavyje nehomogeniškus moreninių nuogulų sluoksnius erdvėje (t.y. tarp gręžinių) yra vadovaujama Van der Vardeno kriterijaus pagrindu apskaičiuota sluoksnių homogeniškumo matrica (3.2.7 pav.). Kaip pavyzdys, patvirtinantis tokios stratigrafinės koreliacijos metodo efektyvumą, pateikiama moreninių sluoksnių koreliacinė schema tarp sekliųjų kartografinių gręžinių pjūvių. Jie išgręžti Švenčionių aukštumoje, pasižymincioje ypač sudėtinga kraštinių darinių sandara su čia paplitusiomis glacioidislokacijomis, t.y. dažnu senesnių moreninių sluoksnių perdislokavimu jaunesniuose (3.2.8 – 3.2.9 pav.).

Atliekant minėtąją koreliaciją vadovaujama 3.2.7 pav. pateiktos matricos fragmentu, parodančiu moreninių sluoksnių tarpusavio homogeniškumą po ekspertinio vertinimo (3.2.1 lentelė).

3.2.1 lentelė. Glacialinių nuogulų sluoksnių, išskirtų pagal dolomito ir kalcito santykį, homogeniškumas tirtuose grėžiniuose.

Van der Waerden Pr > 0.05		I			II					III		IV			V	
Grėžinys	Sluoksnis	3	2	1	5	4	3	2	1	2	1	3	2	1	2	1
I	3	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	2				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
II	5	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	4				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	3				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	2				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
III	2	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1									[shaded]		[shaded]			[shaded]	
IV	3	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	2											[shaded]			[shaded]	
	1											[shaded]			[shaded]	
V	2	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1														[shaded]	

*Pilka spalva pažymėti homogeniški sluoksniai, tamsiai pilka – reikšmingai besiskiriantys.

Po ekspertinio vertinimo

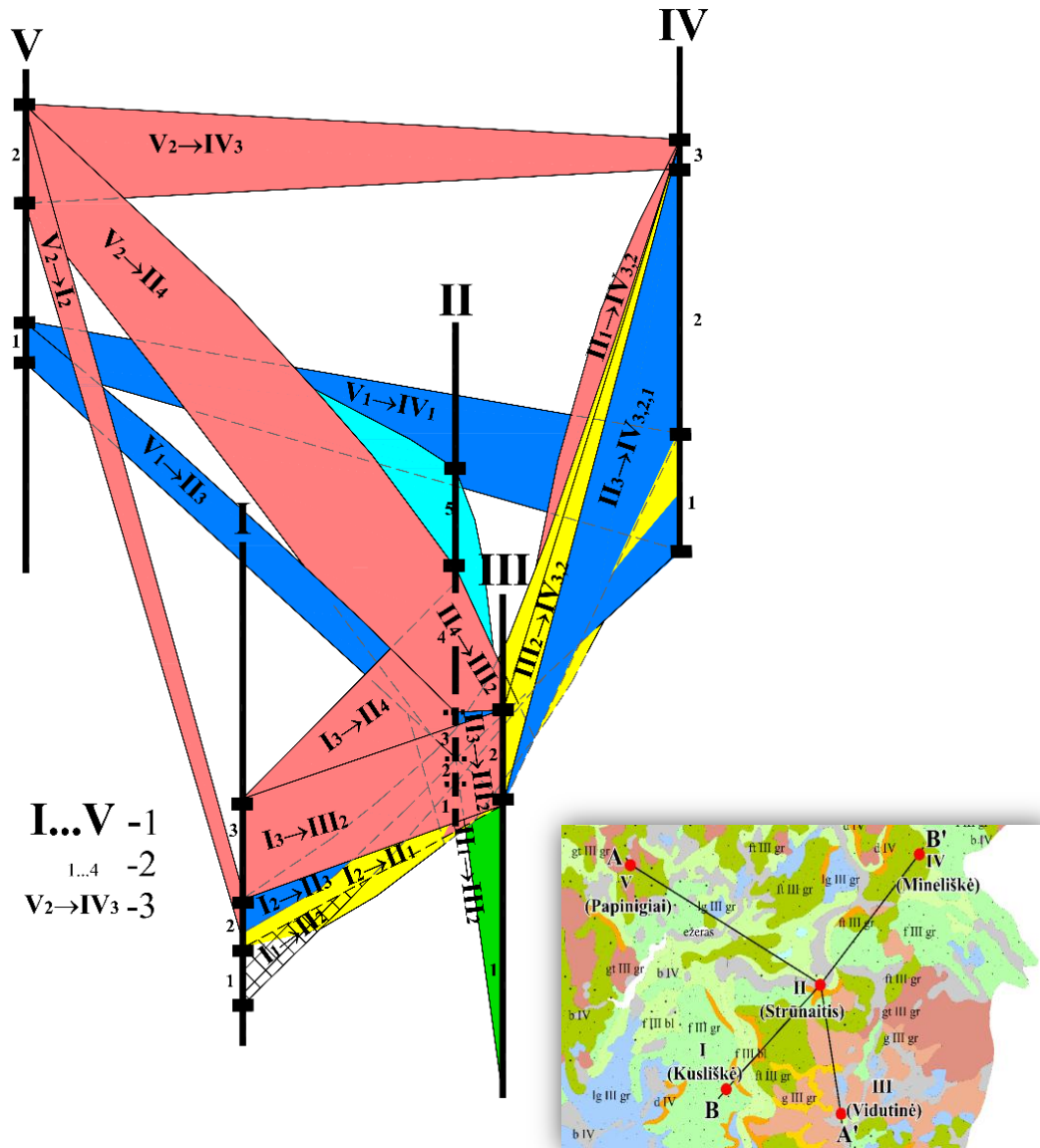
Van der Waerden Pr > 0.05		I			II					III		IV			V	
Grėžinys	Sluoksnis	3	2	1	5	4	3	2	1	2	1	3	2	1	2	1
I	3	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	2				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
II	5	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	4				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	3				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	2				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1				[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
III	2	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1									[shaded]		[shaded]			[shaded]	
IV	3	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	2											[shaded]			[shaded]	
	1											[shaded]			[shaded]	
V	2	[shaded]			[shaded]					[shaded]		[shaded]			[shaded]	
	1														[shaded]	

*Pilka spalva pažymėti homogeniški sluoksniai, tamsiai pilka – reikšmingai besiskiriantys.

Parengiant morenų stratigrafinės koreliacijos schemą, kurios pagrindu vėliau gali būti sudaromi jau konkretūs geologiniai pjūviai, pasitaiko, kad kai kurie sluoksniai koreliuojasi „kryžmai“ (ko realiai nėra gamtoje) ir tada kai kurie koreliaciniai ryšiai turi būti eliminuojami. Pavyzdžiui (3.2.9 pav.), sluoksnis I₁ koreliuojasi su sluoksniu II₂ ir jei jie, tarkim, yra interpretuojami kaip vienas ir tas pats nepertraukiamas geologinis kūnas, tai koreliacinis ryšys tarp sluoksnių I₂ ir II₁ tampa negalimu ir, sudarant realų geologinį pjūvį, turi būti eliminuojamas (toks pat atvejis yra ir su sluoksniais, koreliuojamais tarp II ir IV gręžinių pjūvių). Tokia situacija, ypač kraštinių darinių zonoje, yra visai reali ir paaiškinama tuo, kad tarpusavyje sukoreliuoti sluoksniai iš tikro priklauso tam pačiam geologiniam kūnui (mūsų atveju – to paties ledyno suformuotai morenai), tik viename gręžinio pjūvyje slūgso normaliai (*in situ*), o kitame – jau kaip moreninis luistas (ne *in situ*), įtrauktas į jaunesnės morenos sluoksnį. Pavyzdžiui, taip gali būti interpretuojami koreliaciniai ryšiai tarp III₂ ir IV_{3,2} arba V₂ ir I₂ sluoksnių (3.2.8 pav.).

Moreninių sluoksnių stratigrafinės koreliacijos metu gana dažnas atvejis, kada moreniniai sluoksniai viename gręžinio pjūvyje atskirti kaip tarpusavyje nehomogeniški, galutiniame variante gali būti apjungti į tam pačiam apledėjimui (stadialui, fazialui) priskiriamą moreninį sluoksnį.

Tarpusavyje (erdvėje) sukoreliuotų moreninių sluoksnių stratigrafinė priklausomybė (priskirtis) nustatoma pagal šiems sluoksniams nustatytą dolomito ir kalcito santykio rodiklį (3.1.3.1 - 3.1.3.5 lentelės). Pagal tai taipogi gali būti įvertinta ir moreninių luistų, slūgsančių jaunesnėse morenose ne *in situ*, stratigrafinė priklausomybė. Tolimesnių tyrimų užduotis buvo sugretinti visus, pagal d:k santykį išskirtus, moreninius sluoksnius ir priskirti juos vienam ar kitam stratigrafiniam padaliniiui (3.2.2 lentelė).

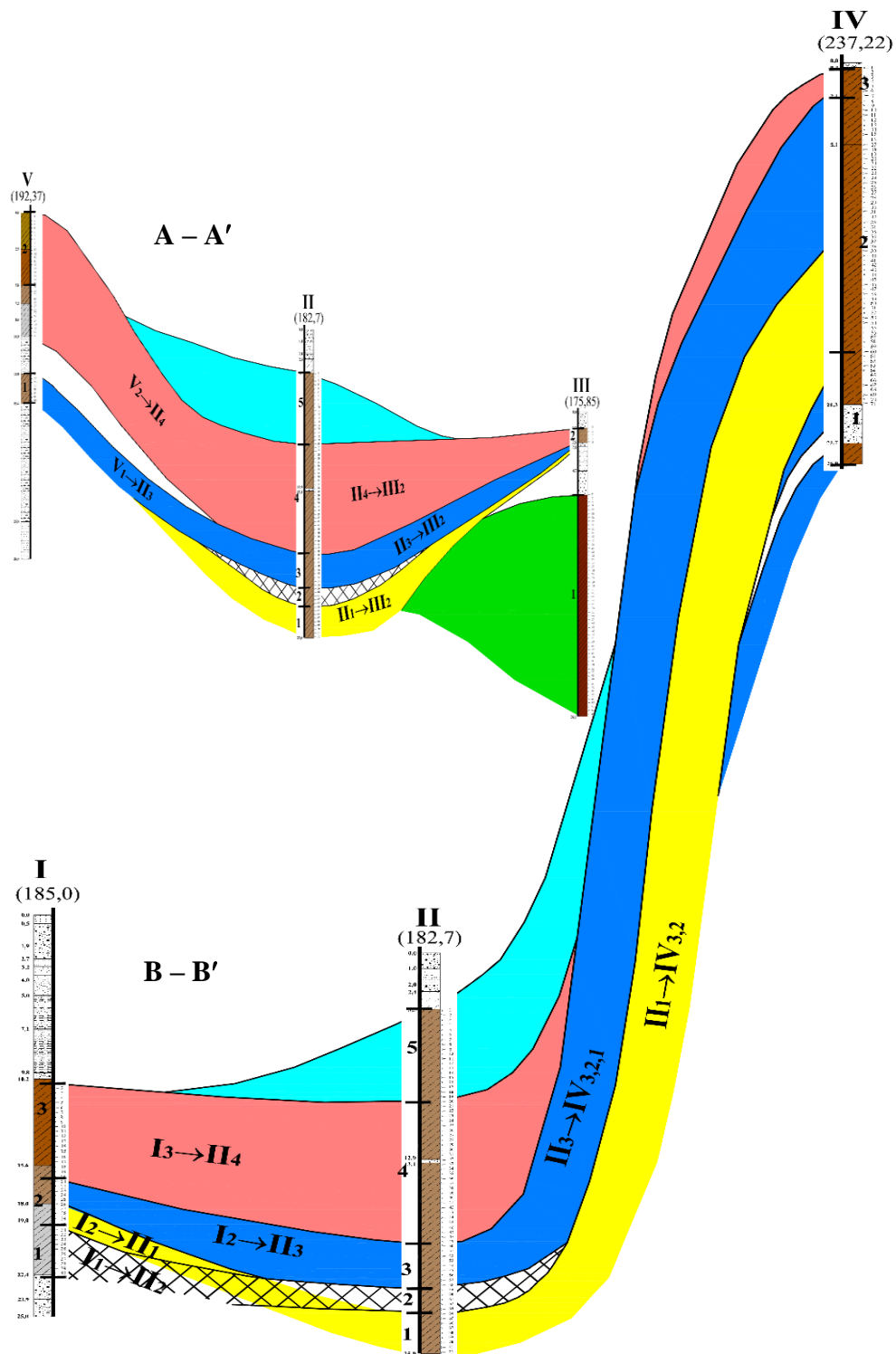


(Pagrindas kvartero geologinis žemėlapis pagal Guobytė, 1998)

3.2.8 pav. Švenčionių aukštumoje išgręžtų sekliųjų kartografinių gręžinių išsidėstymas plane ir homogeniškų sluoksnių koreliacinių ryšių blokdiagrama.

1 – gręžinių numeriai; 2 – išskirtų homogeniškų sluoksnių numeriai;

3 – išskirtų sluoksnių tarpusavio ryšiai.



3.2.9 pav. Švenčionių aukštumoje išgręžtų sekliųjų kartografinių gręžinių homogeniškų sluoksnių koreliacinių ryšių schema pjūviuose A-A' ir B-B'. Gręžinių išsidėstymas ir sutartiniai ženklai – 3.2.8 pav.

3.2.2 lentelė. Švenčionių aukštumos grėžinių pjūviuose išskirtų moreninių sluoksnių stratigrafinė interpretacija pagal jų tarpusavio koreliacinius ryšius, erdvinį slūgsojimą bei nuogulose nustatytą dolomito ir kalcito santykį (d:k)

Moreninio sluoksnių stratigrafinė priskirtis	Sluoksnių Nr. grėžinyje	Slūgsojimo sąlygos	Vidurkinis d:k	Pastabos
Viršutinio Nemuno Baltijos (bl) vs Grūdų (gr) posvītė	II ₅	<i>in situ</i>	0,45-0,5	
Viršutinio Nemuno Grūdų (gr) posvītė	V ₂	ne <i>in situ</i>	0,85-1,1	Sluoksnių su md morenos luistais
	III ₂	ne <i>in situ</i>	0,75	Sluoksnių su gausiais md morenos intarpais
	II ₄	<i>in situ</i>	0,7	
	I ₃	<i>in situ</i>	0,6	
Medininkų (md) svita (kraštiniai dariniai)	V ₁	<i>in situ</i>	0,95-1,1	
	IV ₃	ne <i>in situ</i>	0,82	Galimai dislokuotas morenos (žm) luistas
	IV ₂	ne <i>in situ</i>	0,89	—, —
	IV ₁	<i>in situ</i>	1,15	
	II ₃	<i>in situ</i>	0,8-1,0-1,2	
	II ₂	ne <i>in situ</i>	0,5	Senesnės morenos (dn?) luistas
	II ₁	ne <i>in situ</i>	0,6-0,85	Senesnės morenos (žm) luistas
	I ₂	ne <i>in situ</i>	0,85	—, —
	I ₁	ne <i>in situ</i>	0,5	Senesnės morenos (dn?) luistas
Žemaitijos (žm) svita vs Dainavos (dn) svita	III ₁	<i>in situ</i> (?)	0,53	Sluoksnių slūgsojimo sąlygų interpretacija, neturint duomenų apie giliau esančius sluoksnius, yra problemiška

Ateityje naujai tiriamuose pjūviuose vertikalčiai išskirtus moreninius sluoksnius taip pat būtų galima skirstyti stratigrafiškai. Tuo tikslu, panaudojant SAS programinę įrangą, kiekvienas išskirtas sluoksnis būtų lyginamas su visais tirtais sluoksniais (3.2.7 pav.) ir Van der Vardeno kriterijaus pagalba nustatomi homogeniški sluoksniai tiek vertikaliuose pjūviuose, tiek plote. Tada, šiais naujais duomenimis papildžius duomenų bazę ir atlikus tapačių sluoksnių paiešką, rasime tikėtiną tiriamo sluoksnio stratigrafinę padėtį.

Atlikus minėtus tyrimus paaiškėjo, kad pagal dolomito ir kalcito (d:k) santykį tirtuose pjūviuose vertikalčiai išsiskiria iki šešių įvairiamžių moreninių sluoksnių. Įvairiamžėse morenose žymiai kinta dolomito ir kalcito kiekis ir jų tarpusavio santykis. Trijuose apatiniuose (vertikaliuose pjūviuose giliausiai slūgsančiuose) moreniniuose sluoksniuose vyrauja kalcitas, santykis d:k vidutiniškai atitinkamai kinta intervaluose 0,290-0,450; 0,470-0,500; 0,510-0,810. Ketvirtame moreniniame sluoksnyje aiškiai vyrauja dolomitas. Santykis d:k kinta nuo 0,920-1,0 arba yra didesnis už vienetą. Penktame moreniniame sluoksnyje dolomito ir kalcito kiekis apytikriai vienodas. Santykis d:k artimas vienetui ir kinta 0,820-0,910 intervale. Šeštame moreniniame sluoksnyje nežymiai vyrauja kalcitas. Santykis d:k kinta 0,600-0,810 intervale.

Tokiu būdu, išskirtas litostratigrafinis kriterijus – dolomito ir kalcito santykis (d:k) – gali būti koreliaciniu požymiu. Kaip markiruojantis horizontas išsiskiria ketvirtas (skaičiuojant nuo vertikaliuose pjūviuose giliausiai slūgsančių) moreninis sluoksnis, kuriame vyrauja dolomitas ir santykis d:k artimas vienetui arba didesnis už vienetą. Jis priskirtinas Medininkų apledėjimui suformuotai morenai.

Darbe buvo remtasi kitų tyrėjų biostratigrafiniu pagrindu atliktu Lietuvos kvartero stovymės stratigrafiniu suskirstymu (Кондратене, 1993; 1996; ir kt.). Stratigrafinių tyrimų istorija apibendrinta R.Guobytės (2002; 2004), R.Guobytės ir J.Satkūno (2011) ir kt. straipsniuose. Po to, kai kvartero pažeminta apatinė riba buvo ratifikuota (Gibbard & Head, 2010), Lietuvoje nėra priimta nauja apibendrinta kvartero stratigrafinio suskirstymo schema. Naujausia, LGT patvirtinta 2005 metais, o naujausias komentaras skelbtas

2007 metais „Geologijos akiračiuose“ (Satkūnas ir kt., 2007). Mokslinėse publikacijose tyrėjai siūlo įvairius variantus (Satkūnas et al., 1997; 1998; 2003; 2009; Kondratienė, 2011; ir kt.). O.Kondratienė pateikia biostratigrafines schemas (Кондратене, 1993; 1996). V.Šeirienė su bendraautoriais (Šeirienė et al., 2015) pleistoceno chronostratigrafinę koreliacinę schemą Baltarusijai ir Lietuvai pateikia lygindami su Vakarų Europos, standartine skale ir jūrų deguonies izotopų stadijomis (MIS).

Žemiau pateikiami nustatyto litostratigrafinio kriterijaus (d:k santykiui) skirtingų reikšmių atitikmenys Lietuvos geologijos tarnybos 2009 metais patvirtintos Lietuvos kvartero stratigrafinės schemas supaprastintame variante išskirtiems stratigrafiniams vienetais (3.2.3 lentelė):

3.2.3 lentelė. Galima moreninio sluoksnio stratigrafinė priskirtis pagal dolomito ir kalcito (d:k) santykio reikšmes

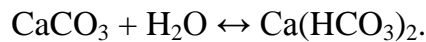
Moreninio sluoksnio stratigrafinė priskirtis	d:k santykio reikšmė (nuo – iki)
Viršutinio Nemuno Baltijos (bl)) posvitė	0,600 - 0,810
Viršutinio Nemuno Grūdoso (gr) posvitė	0,820 - 0,910
Medininkų (md) svita	0,920 - ≥1
Žemaitijos (žm) svita	0,510 - 0,810
Dainavos (dn) svita	0,470 - 0,500
Dzūkijos (dz) svita	0,290 - 0,450

Manytume, kad sudarytoje lentelėje (3.2.3 lentelė) įvairiaamžiams moreniniams sluoksniams pateiktos d:k reikšmės „nuo – iki“ leis efektyviai pritaikyti šį kriterijų Lietuvos pleistoceno ledyninių nuogulų litostratigrafiniam skirstymui, o tuo pačiu pasitarnaus kvartero storymės formavimosi pilnesniam supratimui.

3.3. Neledyninių nuosėdų karbonatingumas

Lietuvos teritorijoje randamos kelių tarpledynmečių nuosėdos bei nuogulos. Šiuose litologiniuose metraščiuose slypi informacija apie buvusias sedimentacijos, o tuo pačiu ir klimato, sąlygas. Buvo tirti karbonatų sedimentacijos ypatumai įvairiaamžiuose pleistoceno tarpledynmečiuose siekiant išsiaiškinti jų, kaip paleoklimatinių sąlygų rodiklio, informatyvumą.

Tarpledynmetinių ežerų nuosėdų skirtingose litologinėse atmainose karbonatai sudaro priemaišą. Vien iš karbonatų suklostytos tarpledynmetinės nuosėdos yra retos. Tarpledynmečių vandens baseinuose monokarbonatas – CaCO_3 , kuris yra beveik netirpus junginys (jo tirpumas 0,001 g 100 g vandens), esant CO_2 pertekliui virsta bikarbonatu – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – didelio tirpumo junginiu. Gamtiniuose vandenyse egzistuoja paslanki pusiausvyra:



Pašalinus CO_2 perteklių, pusiausvyra pažeidžiama ir pasislenka netirpių vandenyje monokarbonatų susidarymo pusėn (Pansu, Gautheyrou 2006). Itin smulkiadispersinių karbonatų susidarymas tarpledynmetinių ežerų nuosėdose paaiškinamas terigeninės medžiagos, kurios smulkios dalelės tarnauja savotiškais kristalizacijos sukėlėjais karbonatams iš vandens tirpalo iškristi, prinešimu į šiuos vandens telkinius. Priklausomai nuo kristalizacijos sukėlėjo sudėties iškrenta CaCO_3 arba $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Nusėdę karbonatai konsoliduojasi, persidengia molinga plėvele ir palaidojami.

Karbonatų kiekio kaita priklauso nuo faktorių, įtakančių CO_2 kiekį vandenyje. CO_2 sumažėjimo ir karbonatų nusėdimo priežastimi gali būti vandens išilimas, organizmų ir augmenijos veikla, tėkmių ir bangavimo, šalinančių CO_2 ir tiekiančių potencialius kristalizacijos centrus, buvimas.

Tokiu būdu, klimato svyravimai tarpledynmečio metu buvo pagrindiniu faktoriumi, lėmusiu itin smulkiadispersinių karbonatų susidarymą. Klimato sąlygų svyravimai įtakojo vandens temperatūrą, augmeniją ir organizmus, o šie savo ruožtu įtakojo CO_2 kiekį ežerų vandenyje, o pastarasis kontroliavo

chemogeninių ir biochemogeninių karbonatų susidarymą, lydimą klastogeninės sedimentacijos.

Naudota tyrimų metodika leidžia nustatyti ne tik kalcitą, bet ir dolomitą. Todėl bendras karbonatų kiekis gaunamas didesnis, nei nustatomas kitais (Kozlovskio, titravimo ir kt.) metodais. Šis faktas yra svarbus, karbonatingumą naudojant paleogeografinėms rekonstrukcijoms – identifikuotas dolomito kiekis rodo prinešamos terigeninės medžiagos padidėjimą arba sumažėjimą, tuo pačiu leidžia daryti tikslesnes išvadas apie nuosėdų kaupimosi metu buvusias klimato sąlygas (Рудницкайте, 1984).

Atlikus tyrimus įvairiaamžių Lietuvos pleistoceno tarpledynmečių pjūvių nuosėdose išryškėjo, kad karbonatų kiekis jose kaitus tiek vienaamžiuose, tiek ir įvairiaamžiuose vertikaliniuose pjūviuose.

Neledyninės nuosėdos tirtos 12 gręžinių ir 30 atodangų pjūviuose.

Pateikiami keli gautų rezultatų pavyzdžiai.

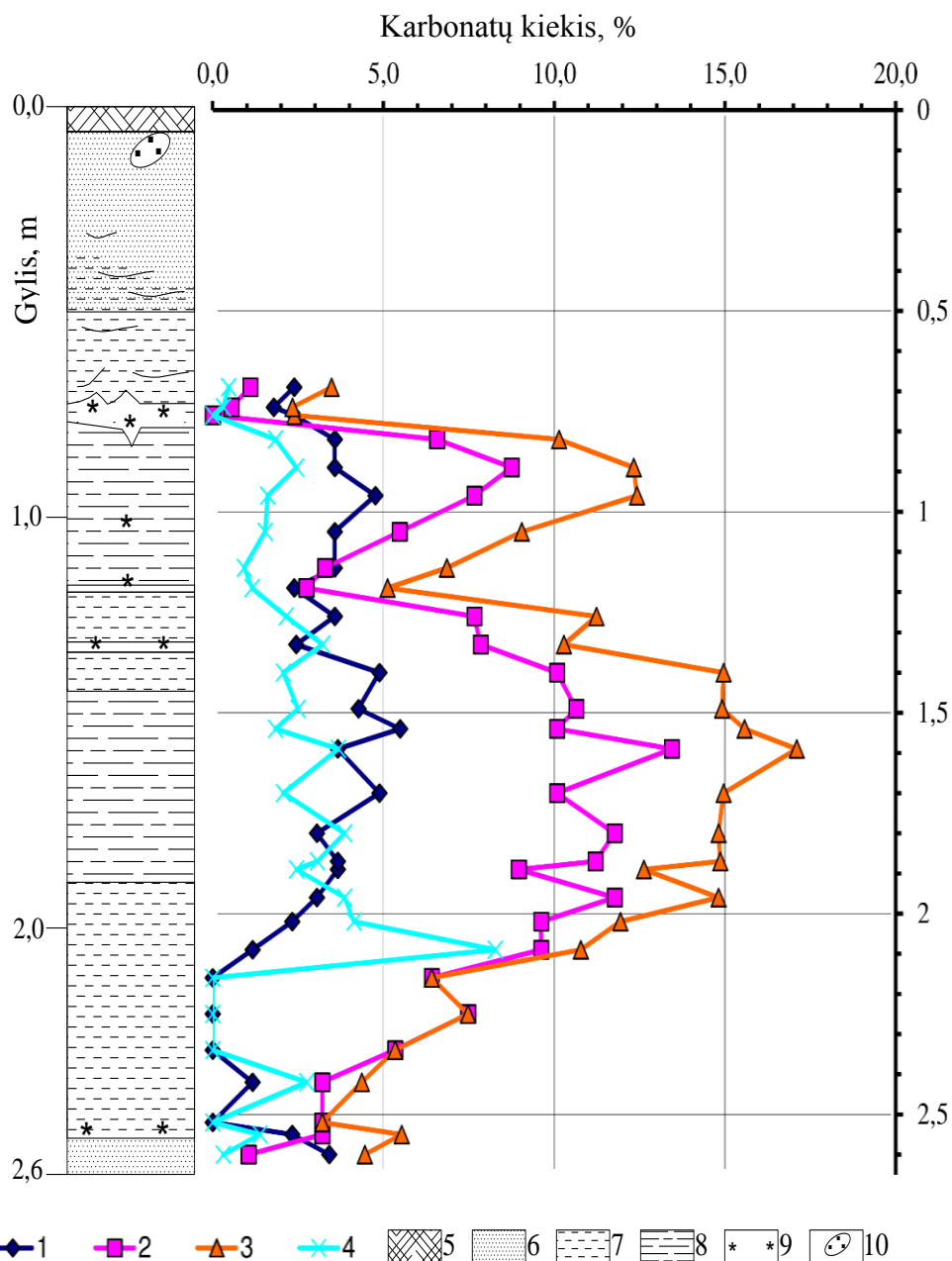
Butėnų atodanga. Butėnų tarpledynmečio stratotipu laikomas tarpledynmečio ežero nuosėdų pjūvis, esantis ŠR Lietuvoje, Anykščių rajone, kairiajame Šventosios krante, ties Janonių kaimu. Kaip teigia O.Kondratienė (1962), publikuodama pirmus šios atodangos tyrimų duomenis, Butėnų atodangą 1953 metais aptiko A.Kondratas. Nuo to laiko daug mokslininkų tyrė šias, Lietuvos kvartero stratigrafijai svarbias, nuosėdas. Atliktus darbus O.Kondratienė apibendrino monografijoje (1996). 1984 – 1986 metais atliekant stambaus mastelio geologinį kartografavimą šio laikotarpio nuosėdų buvo aptikta ir gręžiniais (Кондратене, Битинас, 1989), pragręžtais Trumpaliuose, Šiekštyje, Sudeikiuose, Gaigaliuose ir kitur. Tai leido nustatyti buvusių šio tarpledynmečio paleoežerų paplitimą. Anot O.Kondratienės (1996), Butėnų tarpledynmečio stratigrafinė padėtis nei Lietuvos kvartero suskirstyme, nei gretinant su kitų šalių stratigrafijomis padaliniais didelių problemų mokslininkams nekelia.

Buvo tirtas Butėnų atodangoje atsidengiančių nuosėdų karbonatingumas. Iš 2 metrų storio storymės, ištyrus 29 mėginius, nustatytas karbonatų pasiskirstymas vertikaliame pjūvyje (3.3.1 lentelė, 3.3.1 pav.).

Lyginimą su palinologinių bei diatomėjų tyrimų duomenimis sunkina tai, kad tyrimai buvo daryti iš skirtingų mėginių. Šio pjūvio nuogulų karbonatingumui charakteringa, kad dolomito kiekis beveik visame pjūvyje didesnis už kalcito kiekį (3.3.1 pav.). Pagal karbonatingumo duomenis galima išskirti du laikotarpius: apatinėje pjūvio dalyje intervale 2,6-2,16 m – šaltas laikotarpis; intervale 2,16-0,76 m – ganėtinai šiltas laikotarpis su pašaltėjimu ties 1,19 m. Šis pašaltėjimas suskirsto intervalą tarsi į dvi dalis: apatinę, kuri laiko požiūriu turėjo tęstis ilgiau, klimatas buvo šiltesnis, ir viršutinę, kuri tęsėsi trumpiau, o klimatas po pašaltėjimo nebeatšilo iki buvusio lygio.

3.3.1 lentelė. Butėnų atodangos nuosėdų karbonatingumas.

Pvz. Nr.	Gylis, cm	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	dol:kalc
1	2,60	3,4095	1,0440	4,4535	0,3062
2	2,55	2,3253	3,2040	5,5293	1,3779
3	2,52	0,0000	3,2040	3,2040	-
4	2,42	1,1626	3,2040	4,3667	2,7558
5	2,34	0,0000	5,3401	5,3401	-
6	2,25	0,0000	7,4761	7,4761	-
7	2,16	0,0000	6,4081	6,4081	-
8	2,09	1,1626	9,6121	10,7747	8,2675
9	2,02	2,3253	9,6121	11,9374	4,1337
10	1,96	3,0487	11,7622	14,8109	3,8582
11	1,89	3,6584	8,9617	12,6201	2,4496
12	1,87	3,6584	11,2021	14,8605	3,0620
13	1,80	3,0487	11,7622	14,8109	3,8582
14	1,70	4,8779	10,0819	14,9598	2,0669
15	1,59	3,6584	13,4425	17,1009	3,6744
16	1,54	5,4876	10,0819	15,5695	1,8372
17	1,49	4,2681	10,6420	14,9101	2,4934
18	1,40	4,8779	10,0819	14,9598	2,0669
19	1,33	2,4389	7,8415	10,2804	3,2151
20	1,26	3,5732	7,6588	11,2319	2,1434
21	1,19	2,3821	2,7353	5,1174	1,1483
22	1,14	3,5732	3,2823	6,8555	0,9186
23	1,05	3,5732	5,4706	9,0437	1,5310
24	0,96	4,7642	7,6588	12,4230	1,6076
25	0,89	3,5732	8,7529	12,3261	2,4496
26	0,82	3,5732	6,5647	10,1378	1,8372
27	0,76	2,3821	0,0000	2,3821	0,0000
28	0,74	1,7866	0,5471	2,3336	0,3062
29	0,69	2,3821	1,0941	3,4762	0,4593



3.3.1 pav. Butėnų atodangos nuosėdų karbonatingumas: 1 – kalcito kiekis, %; 2 – dolomito kiekis, %; 3 – bendras karbonatingumas, %; 4 – dolomito ir kalcito santykis; 5 – dirvožemis; 6 – smulkiagrūdis smėlis; 7 – aleuritas; 8 – aleuritas su molio tarpfluksniais; 9 – limonitizacija; 10 – išdūlėjęs riedulys.

2,6-2,16 m intervalo nuogulų karbonatingumas liudija buvus šaltas klimatinės sąlygas, kokios esti ledlaikių pradžioje ar pabaigoje. Šiame laikotarpyje labiau klostosi dolomitas, kas rodo, jog buvo intensyvesnis terigeninės medžiagos prinešimas.

2,16–1,19 m intervale dolomito kaupėsi daugiau, nei kalcito, abi kreivės tarsi pulsuoja reaguodamos į sezoninius pokyčius. Ties 1,59 m turime šio laikotarpio optimumą atitinkantį tarpledynmečiui.

1,19-0,76 m intervale be didelių pulsacijų kreivės pasiekia maksimumą ties 0,96-0,89 m. Šis pašiltėjimas labiau primena tarpstadijalą, po kurio vėl seka pašaltėjimas, kurį ir atspindi karbonatų kiekio kreivės laipsniškai pasiekdamos minimalias reikšmes.

Jeigu vertinti 2,16-0,76 m intervalą bendrai, tai galime laikotarpį traktuoti kaip tarpledynmetį su dviem optimumais bei tarp jų buvusiu pašaltėjimu.

Gauti duomenys gerai koreliuoja su palinologiniais ir diatomėjų tyrimų duomenimis. Kiek mažesnius, nei įprasta tarpledynmečiams, karbonatų kiekius sąlygojo tai, kad nuosėdos kaupėsi gana giliame eutrofiniame ežere (Шейрене, 1993).

Snaigupėlė-705 grėžinys. O.Kondratienė (1996), nagrinėdama Snaigupėlės tarpledynmečio augalijos raidos skirtumus lyginant su Butėnų ir Merkinės tarpledynmečių augalijos raida, išskiria jį atskiru tarpledynmečiu ir teigia, kad pilniausias nuosėdų pjūvis yra Snaigupėlė-705 grėžinyje. Šiandien Snaigupėlės tarpledynmečio stratigrafinė padėtis tebėra problematiška. Po to, kai 2005 metais nuosėdos buvo datuotos optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL), termoliuminescencijos (TL), elektronų sukininio rezonanso (ESR) ir Th/U (Gaigalas, Arslanov et al., 2005; Gaigalas, Fedorowicz et al., 2005), o gauti rezultatai patvirtino tarpledynmečio savarankiškumą, atrodė, kad problema išspręsta. 2015 metais V.Baltrūnas su bendraautoriais (Baltrūnas et al., 2015), apžvelgę visą Snaigupėlės tyrimo istoriją, atlikę paleomagnetinius tyrimus,

teigia, kad Snaigupėlės atodangos nuosėdose surasta paleomagnetinė inversija sietina su Bleiko įvykiu Merkinės (Eemio) tarpledynmetyje.

Mūsų tirtame Snaigupėlė-705 gręžinio pjūvyje Snaigupėlės tarpledynmečio nuogulos skiria dviejų skirtingų apledėjimų morenas. Pjūvis nagrinėjamas iš apačios į viršų, t.y. nuo seniausių iki jauniausių nuogulų. O.Kondratienė (Кондратене, 1996) skiria 9 palinozonas, pirmą iš kurių sieja su Žemaitijos vėlyvuuju ledynmečiu, o devintąją – su Medininkų ledynmečio pirmąja puse. Karbonatų pasiskirstymas tokią interpretaciją patvirtina – tiek vienoje, tiek kitoje zonoje dolomito kiekis didesnis už kalcito. Tai rodo intensyvią denudaciją, didesnę terigeninės medžiagos prinešimą į paleobasėną.

32,9 – 35,8 m gylyje slūgsančiose nuosėdose karbonatų kiekis kaitus. Kalcito kiekis tendencingai mažėja, dolomito – pulsuojančiai didėja, ženkliai viršija kalcito kiekį.

31,0 -32,9 m intervale dolomito kiekis mažėja, kalcito kiekis taip pat išlieka mažas.

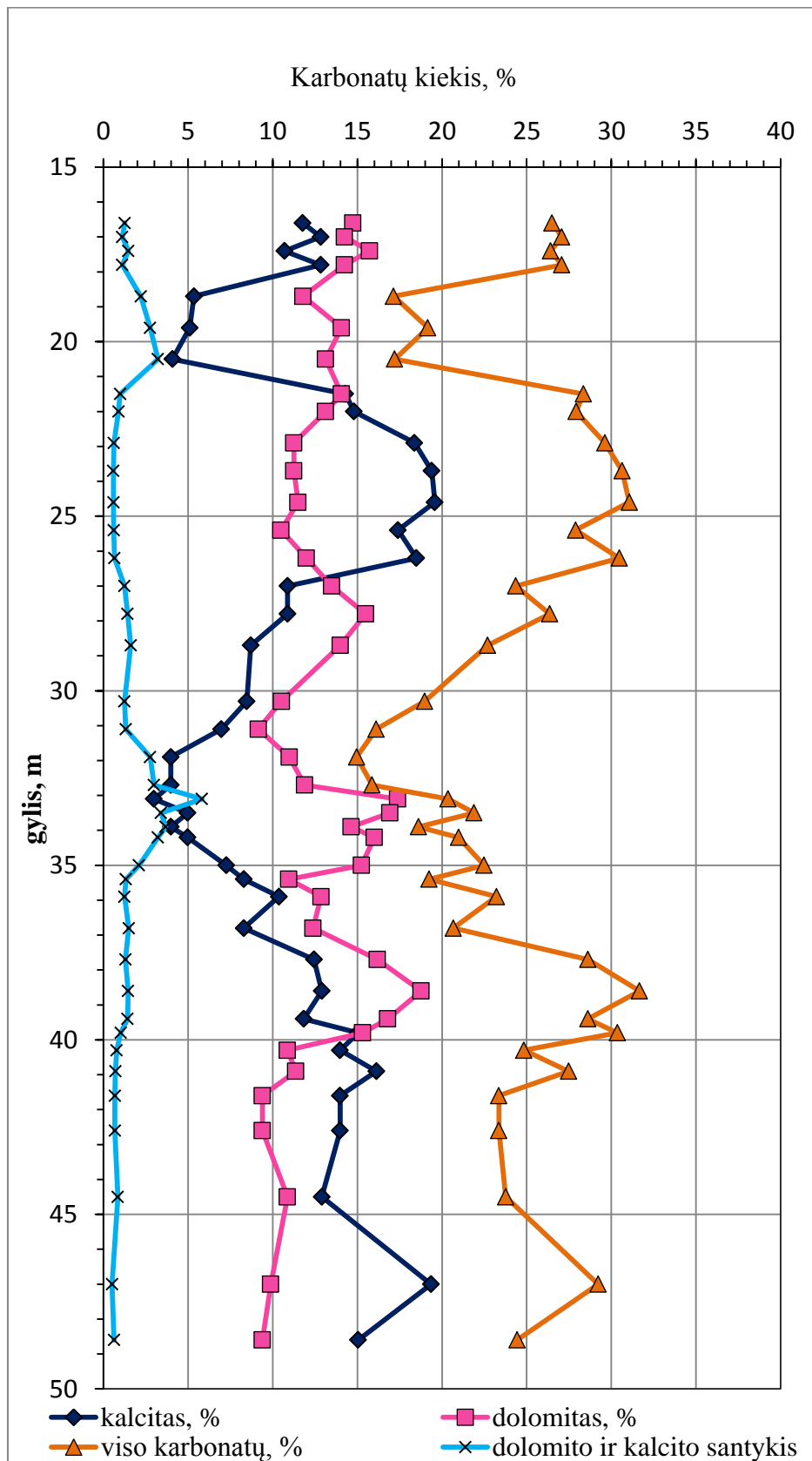
Intervale nuo 31,0 iki 27,0 m didėja tiek dolomito, tiek kalcito kiekis. Pastarojo kiekis didėja greičiau ir 26-27 m gylyje viršija dolomito kiekį.

Snaigupėlės tarpledynmečio klimatiniam optimumui atitinka bendro karbonatų kiekio padidėjimas iki 30-31% (3.3.3.1 lentelė, 3.3.3.1 pav.). Kalcito kaupiasi daugiau nei dolomito. Šio laikotarpio nuosėdų slūgsojimo gylis yra 21,5-26,0 metrai. Tuo laikotarpiu augo ąžuolų su lazdyno pomiškiu bei ąžuolų – skroblo ir skroblo miškai. Tai viršutinė 4 palinozonos dalis, 5 palinozona ir apatinė 6 palinozonos pusė pagal O.Kondratienę (Кондратене, 1996).

Manoma, kad galimai karstinės kilmės ežeras buvo didelio gylio. Ši prielaida grindžiama titnagdumblių rūšine sudėtimi (Хурсевич, 1984) bei apatinėje pjūvio dalyje rastu hidrotroilitu, kuris dabartiniuose ežeruose klostosi tik didesniuose nei 20-25 m gyliuose (Garunkštis, 1958; Гарункштис, 1975). Todėl O.Kondratienė (Кондратене, 1996) teigia, kad ežero gylis pradinėje egzistavimo stadijoje galėjo siekti virš 30 metrų.

3.3.2 lentelė. Karbonatingumas Snaigupėlė-705 gręžinio pūvyje.

Pvz. Nr.	Gylis, cm	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	dol:kalc
2	16.2	11.7639	15.2273	26.9912	1.2944
4	16.6	11.7639	14.7361	26.5000	1.2527
6	17.0	12.8334	14.2449	27.0783	1.1100
8	17.4	10.6945	15.7185	26.4130	1.4698
10	17.8	12.8334	14.2449	27.0783	1.1100
13	18.7	5.3472	11.7889	17.1361	2.2047
17	19.6	5.1029	14.0627	19.1656	2.7558
21	20.5	4.0823	13.1252	17.2075	3.2151
26	21.5	14.2881	14.0627	28.3508	0.9842
29	22.0	14.7984	13.1252	27.9236	0.8869
33	22.9	18.3704	11.2501	29.6205	0.6124
37	23.7	19.3910	11.2501	30.6411	0.5802
41	24.6	19.5773	11.4897	31.0670	0.5869
45	25.4	17.4021	10.4906	27.8927	0.6028
49	26.2	18.4897	11.9893	30.4790	0.6484
53	27.0	10.8763	13.4880	24.3643	1.2401
57	27.8	10.8763	15.4862	26.3625	1.4238
61	28.7	8.7010	13.9875	22.6885	1.6076
69	30.3	8.4624	10.5173	18.9797	1.2428
73	31.1	6.9690	9.1454	16.1144	1.3123
77	31.9	3.9823	10.9745	14.9568	2.7558
81	32.7	3.9823	11.8891	15.8714	2.9855
83	33.1	2.9867	17.3763	20.3630	5.8179
85	33.5	4.9779	16.9191	21.8970	3.3988
87	33.9	3.9823	14.6327	18.6150	3.6744
89	34.2	4.9779	16.0045	20.9824	3.2151
93	35.0	7.2554	15.2341	22.4895	2.0997
95	35.4	8.2919	10.9495	19.2414	1.3205
98	35.9	10.3649	12.8537	23.2186	1.2401
103	36.8	8.2919	12.3777	20.6696	1.4927
107	37.7	12.4379	16.1862	28.6241	1.3014
111	38.6	12.9016	18.7649	31.6665	1.4545
115	39.4	11.8264	16.7896	28.6160	1.4197
117	39.8	15.0518	15.3082	30.3600	1.0170
119	40.3	13.9767	10.8639	24.8406	0.7773
121	40.9	16.1269	11.3577	27.4846	0.7043
123	41.6	13.9767	9.3824	23.3591	0.6713
125	42.6	13.9767	9.3824	23.3591	0.6713
129	44.5	12.9016	10.8639	23.7655	0.8421
133	47.0	19.3523	9.8762	29.2285	0.5103



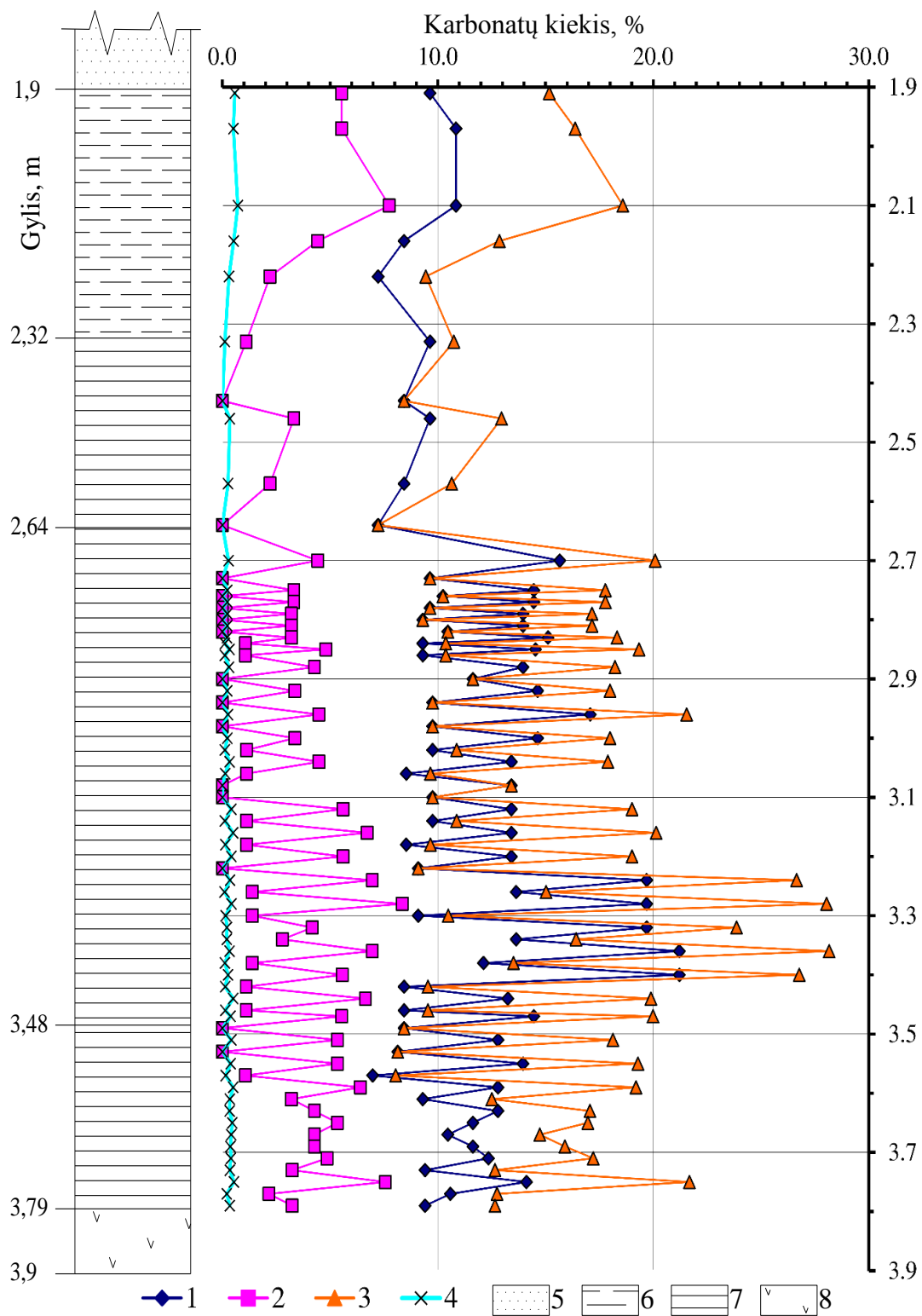
3.3.2 pav. Snaigupėlė-705 gręžinio pjūvio nuosėdų karbonatingumas.

Meilės salos atodanga. Atodanga yra Druskininkuose Nemuno upės kairiajame krante priešais Meilės salą. P.Vaitiekūnas (Vaitiekūnas, 1969) viršutinės pjūvio dalies nuosėdas skyrė Merkinės tarpledynmečiui. Nuosėdose karbonatai pasiskirstę nevienodai. Pjūvis nagrinėjamas iš apačios į viršų, t.y. nuo seniausių iki jauniausių nuogulų.

3.3.3 lentelė. Karbonatingumas Meilės salos atodangos nuosėdose.

Pvz. Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	dol:kalc
71	1.91	9.6375	5.5332	15.1707	0.5741
70	1.97	10.8422	5.5332	16.3754	0.5103
69	2.10	10.8422	7.7465	18.5887	0.7145
68	2.16	8.4328	4.4266	12.8594	0.5249
67	2.22	7.2281	2.2133	9.4414	0.3062
66	2.33	9.6375	1.1066	10.7442	0.1148
65	2.43	8.4328	0.0000	8.4328	0.0000
64	2.46	9.6375	3.3199	12.9574	0.3445
63	2.57	8.4328	2.2133	10.6461	0.2625
62	2.64	7.2281	0.0000	7.2281	0.0000
61	2.70	15.6610	4.4266	20.0875	0.2826
60	2.73	9.6375	0.0000	9.6375	0.0000
59	2.75	14.4563	3.3199	17.7762	0.2297
58	2.76	10.2399	0.0000	10.2399	0.0000
57	2.77	14.4563	3.3199	17.7762	0.2297
56	2.78	9.6375	0.0000	9.6375	0.0000
55	2.79	13.9517	3.2040	17.1557	0.2297
54	2.80	9.3011	0.0000	9.3011	0.0000
53	2.81	13.9517	3.2040	17.1557	0.2297
52	2.82	10.4638	0.0000	10.4638	0.0000
51	2.83	15.1143	3.2040	18.3183	0.2120
50	2.84	9.3011	1.0680	10.3691	0.1148
49	2.85	14.5330	4.8061	19.3390	0.3307
48	2.86	9.3011	1.0680	10.3691	0.1148
47	2.88	13.9517	4.2720	18.2237	0.3062
46	2.90	11.6264	0.0000	11.6264	0.0000
45	2.92	14.6336	3.3606	17.9942	0.2297
44	2.94	9.7557	0.0000	9.7557	0.0000
43	2.96	17.0725	4.4808	21.5534	0.2625
42	2.98	9.7557	0.0000	9.7557	0.0000
41	3.00	14.6336	3.3606	17.9942	0.2297
40	3.02	9.7557	1.1202	10.8759	0.1148
39	3.04	13.4141	4.4808	17.8950	0.3340
38	3.06	8.5363	1.1202	9.6565	0.1312
37	3.08	13.4141	0.0000	13.4141	0.0000
36	3.10	9.7557	0.0000	9.7557	0.0000

Pvz. Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	dol:kalc
35	3.12	13.4141	5.6011	19.0152	0.4175
34	3.14	9.7557	1.1202	10.8759	0.1148
33	3.16	13.4141	6.7213	20.1354	0.5011
32	3.18	8.5363	1.1202	9.6565	0.1312
31	3.20	13.4141	5.6011	19.0152	0.4175
30	3.22	9.0897	0.0000	9.0897	0.0000
29	3.24	19.6944	6.9583	26.6527	0.3533
28	3.26	13.6346	1.3917	15.0262	0.1021
27	3.28	19.6944	8.3499	28.0443	0.4240
26	3.30	9.0897	1.3917	10.4814	0.1531
25	3.32	19.6944	4.1750	23.8694	0.2120
24	3.34	13.6346	2.7833	16.4179	0.2041
23	3.36	21.2094	6.9583	28.1676	0.3281
22	3.38	12.1196	1.3917	13.5113	0.1148
21	3.40	21.2094	5.5666	26.7760	0.2625
20	3.42	8.4328	1.1066	9.5395	0.1312
19	3.44	13.2516	6.6398	19.8914	0.5011
18	3.46	8.4328	1.1066	9.5395	0.1312
17	3.47	14.4563	5.5332	19.9895	0.3828
16	3.49	8.4328	0.0000	8.4328	0.0000
15	3.51	12.7890	5.3401	18.1291	0.4175
14	3.53	8.1385	0.0000	8.1385	0.0000
13	3.55	13.9517	5.3401	19.2917	0.3828
12	3.57	6.9758	1.0680	8.0438	0.1531
11	3.59	12.7890	6.4081	19.1971	0.5011
10	3.61	9.3011	3.2040	12.5052	0.3445
9	3.63	12.7890	4.2720	17.0611	0.3340
8	3.65	11.6264	5.3401	16.9665	0.4593
7	3.67	10.4638	4.2720	14.7358	0.4083
6	3.69	11.6264	4.2720	15.8984	0.3674
5	3.71	12.3509	4.8624	17.2133	0.3937
4	3.73	9.4102	3.2416	12.6518	0.3445
3	3.75	14.1153	7.5638	21.6791	0.5359
2	3.77	10.5865	2.1611	12.7476	0.2041
1	3.79	9.4102	3.2416	12.6518	0.3445



3.3.3 pav. Meilės salos atodangos nuosėdų karbonatingumas: 1 – kalcito kiekis, %; 2 – dolomito kiekis, %; 3 – bendras karbonatingumas, %; 4 – dolomito ir kalcito santykis; 5 – smėlis; 6 – molis; 7 – varvinis molis; 8 – deliuvis.

3,79-3,73 m intervale karbonatų kreivėse atsispindi buvęs gana šiltas klimatas su nelabai karštomis vasaromis ir ganėtinai šiltomis žiemomis. 3,75 m gylyje atsispindi pašiltėjimas.

3,73-3,61 m intervale karbonatų kreivėse sezoniškumas silpnai išreikštas. Bendrai pašiltėjusio klimato sąlygomis (švelnios žiemos, šiltos vasaros) klostosi nuogulos.

3,61-3,42 m intervale karbonatų kreivėse sezoniškumas stipriai išreikštas. Vasaros šiltos, žiemos šaltos.

3,42-3,22 m intervale sezoniškumas karbonatų kreivėse gerai išreikštas, bendras karbonatų kiekis padidėja, net šaltuoju sezonu klostosi dolomitas, Visa tai rodo bendrą klimato pašiltėjimą.

3,22-3,10 m intervale karbonatų kiekio kreivėse išlieka gerai išreikštas sezoniškumas, nors žiemos pašiltėja ir šaltuoju metu šiek tiek klostosi dolomitas.

3,10-3,06 m intervale iš karbonatų kreivės galime spręsti apie stiprų pašaltėjimą, ledynui priartėjus prie baseino. Dolomitas nesiklosto. Kalcito kiekis taip pat sumažėja.

3,06-2,98 m intervale karbonatų kiekio kreivėse išlieka gerai išreikštas sezoniškumas, nors žiemos pašiltėja ir šaltuoju metu šiek tiek klostosi dolomitas.

2,98-2,94 m intervalas pasižymi aštresniu karbonatų kreivės kitimu. 2,96 m gylyje turime staigų karbonatų kiekio padidėjimą iki 21,55%, kalcito nuo 9,76% iki 17,07%, dolomito kreivė nuo 0,00% pakyla iki 4,48% ir vėl krenta iki 0,00%.

2,94-2,74 m intervale susiklosčiusiose nuogulose karbonatų kiekio kreivės turi aiškiai išreikšto sezoniškumo pobūdį. Šiltuoju metų laiku klostėsi ir kalcitas ir dolomitas. Tuo tarpu šaltuoju laiku dolomitas beveik nesiklostė arba jo yra labai nedaug.

2,74-2,64 m intervale 2,70 m gylyje (Nr.61) turime ryškų karbonatų kiekio padidėjimą (kalcito nuo 9,64 % iki 15,66 %, dolomito nuo 0,00 % iki 4,436 %, bendro iki 20,09 %), kas liudija apie buvusį gana žymų pašiltėjimą.

Tam neprieštarauja ir žymiai storesnė (net 12,5 cm storio) šiltojo laikotarpio nuosėdų juosta. Kadangi dolomito kreivė riboja šį pašiltėjimą nuliniiais kiekiais iš abiejų pusių, tai tiksliau būtų šį laikotarpį vadinti ilga ir šilta vasara.

Intervale 2,64-2,32 m (paveiktas hipergenezės) karbonatų kiekis didėja iki (12,96%) melsvo su rusvu atspalviu molio mėginyje (Nr.64) iš 2,46 m gylio, vėl ima mažėti ir 2,43 m gylyje mėginyje (Nr.65) iš raudono molio nukrenta iki (8,43%). Kalcito ir dolomito kreivės kinta panašia tendencija. Skirtumas tas, kad dolomito kreivė šiame intervale prasideda ir užsibaigia ant nulinės padalos maksimumą pasiekdama 2,46 m gylyje. Kalcito kreivė čia kinta nuo (7,23%) (Nr.62) iki (9,64%), o maksimumą pasiekia tame pat gylyje, kaip ir dolomitas. Suminė karbonatų kreivė dar labiau paryškina 2,46 m gylyje slūgsančių nuogulų klostymosi metu buvusį pašiltėjimą.

Intervale 2,32 - 1,9 m karbonatų kiekis didėja palaipsniui kol 2,10 m gylyje iš gelsvai žalio molio paimtame mėginyje (Nr.69) pasiekia didžiausią reikšmę (18,59%), vėl ima mažėti ir 1,91 m gylyje sumažėja iki (15,17%) mėginyje iš žalios spalvos aleuritingo molio (Nr.71). Šiame intervale panašiu tolygumu kinta tiek kalcito, tiek dolomito, o tuo pačiu ir bendro karbonatingumo kreivės. Nėra griežtai išreikšto metinio sezoniškumo. Kreivės pobūdis labiau primena tarpledynmečiams būdingą karbonatų kiekio kitimą.

Pastarasis intervalas skirtinas Merkinės tarpledynmečiui, o senesni sluoksniai, matomai, klostėsi Medininkų ledynmečio pabaigoje, esant labai kaičiam klimato pobūdžiui.

Netiesų atodangos nuosėdų karbonatingumas. Tyrėjai sutaria, kad Netiesų atodangoje atsidengia Merkinės tarpledynmečio nuosėdos. Šios atodangos tyrimų istorija detaliai aprašyta S.Būdėnaitės (2007) magistriniame darbe, S.Saarmann (2012) publikacijoje. Naujausi tyrimai tą amžių patvirtina (Baltrūnas et al., 2013).

Pjūvyje karbonatai pasiskirstę nevienodai. Jų sudėtis, kiekis bei kiekio kitimo kreivių pobūdis atspindi sedimentacijos metu buvusias klimato sąlygas,

leidžia atkurti sedimentacijos metu buvusio klimato bendrus bruožus. Pjūvis nagrinėjamas iš apačios į viršų, t.y. nuo seniausių iki jauniausių nuogulų.

21,70-20,80 m intervale karbonatų kreivėse atsispindi buvęs gana šiltas klimatas be didesnių sezoninių svyravimų. Dolomito kiekis kinta nuo 6,72% iki 14,56%, kalcito - nuo 4,88% iki 17,07%. Bendras karbonatų kiekis – nuo 19,44% iki 23,79%. Kas rodo artimas tarpledynmečiui klimatines sąlygas (čia ir toliau lentelė 3.3.4, 3.3.4 ir 3.3.5 pav.).

3.3.4 lentelė. Karbonatingumas Netiesų atodangos nuosėdose.

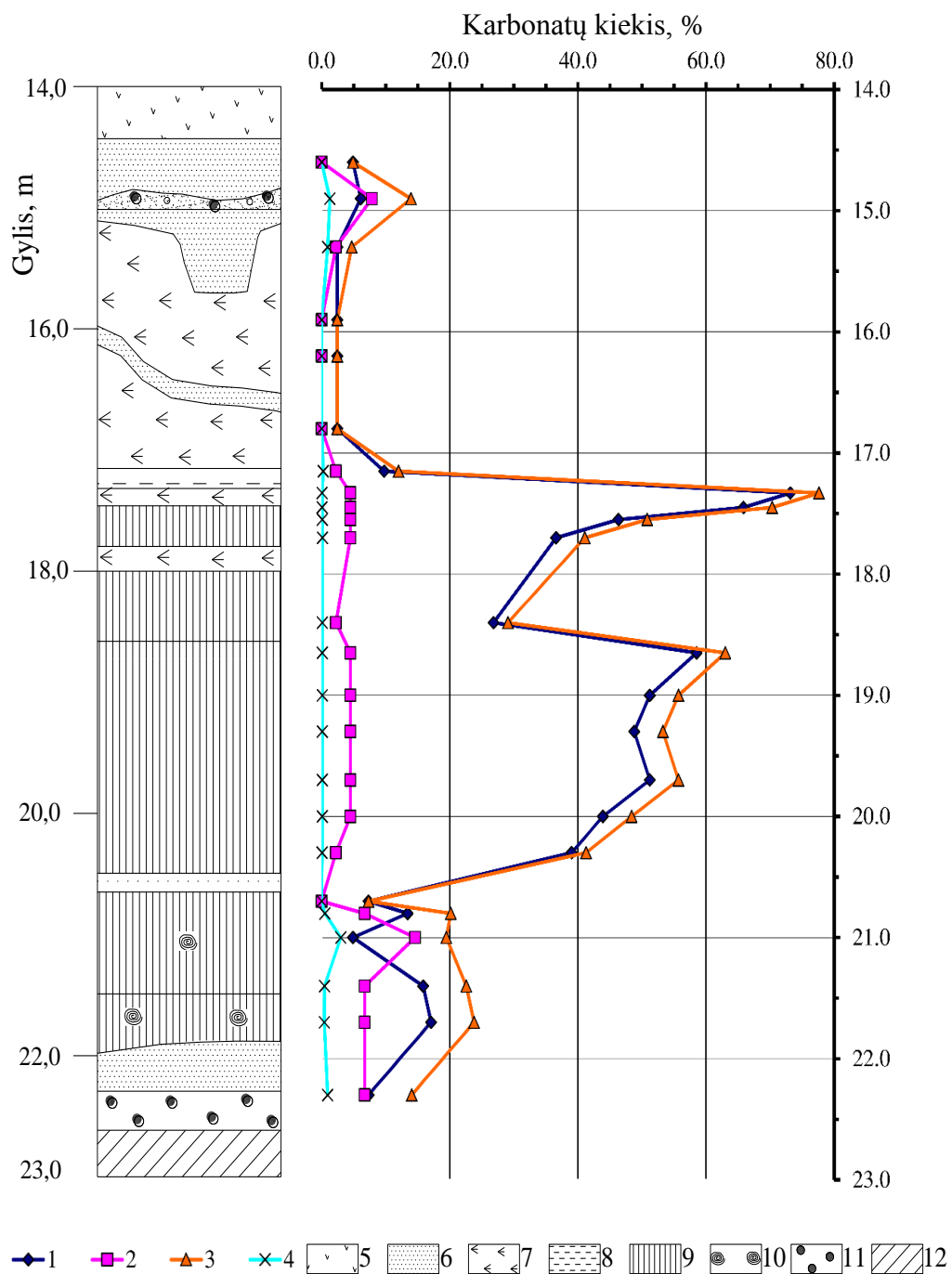
Pvz. Nr.	Gylis, m	Kalcitas, %	Dolomitas, %	Viso karbonatų, %	dol:kalc
1	14,60	4,8779	0,0000	4,8779	0,0000
2	14,90	6,0973	7,8415	13,9388	1,2861
3	15,30	2,4389	2,2404	4,6794	0,9186
4	15,90	2,4389	0,0000	2,4389	0,0000
5	16,20	2,4389	0,0000	2,4389	0,0000
6	16,80	2,4389	0,0000	2,4389	0,0000
7	17,15	9,7557	2,2404	11,9961	0,2297
8	17,33	73,1679	4,4808	77,6487	0,0612
9	17,45	65,8511	4,4808	70,3319	0,0680
10	17,55	46,3397	4,4808	50,8205	0,0967
11	17,70	36,5839	4,4808	41,0648	0,1225
12	18,40	26,8282	2,2404	29,0686	0,0835
13	18,65	58,5343	4,4808	63,0151	0,0766
14	19,00	51,2175	4,4808	55,6984	0,0875
15	19,30	48,7786	4,4808	53,2594	0,0919
16	19,70	51,2175	4,4808	55,6984	0,0875
17	20,00	43,9007	4,4808	48,3816	0,1021
18	20,30	39,0229	2,2404	41,2633	0,0574
19	20,70	7,3168	0,0000	7,3168	0,0000
20	20,80	13,4141	6,7213	20,1354	0,5011
21	21,00	4,8779	14,5628	19,4406	2,9855
22	21,40	15,8530	6,7213	22,5743	0,4240
23	21,70	17,0725	6,7213	23,7938	0,3937
24	22,30	7,3168	6,7213	14,0381	0,9186

20,75-20,58 m intervale užfiksuotas trumpas sedimentacijos ir klimato sąlygų pakitimas. Dolomito kiekis krenta iki nulio, kalcito ir bendras karbonatų kiekis iki 7,32%. Tai rodo, kad į baseiną plūstelėjo šaltesnio vandens srautai.

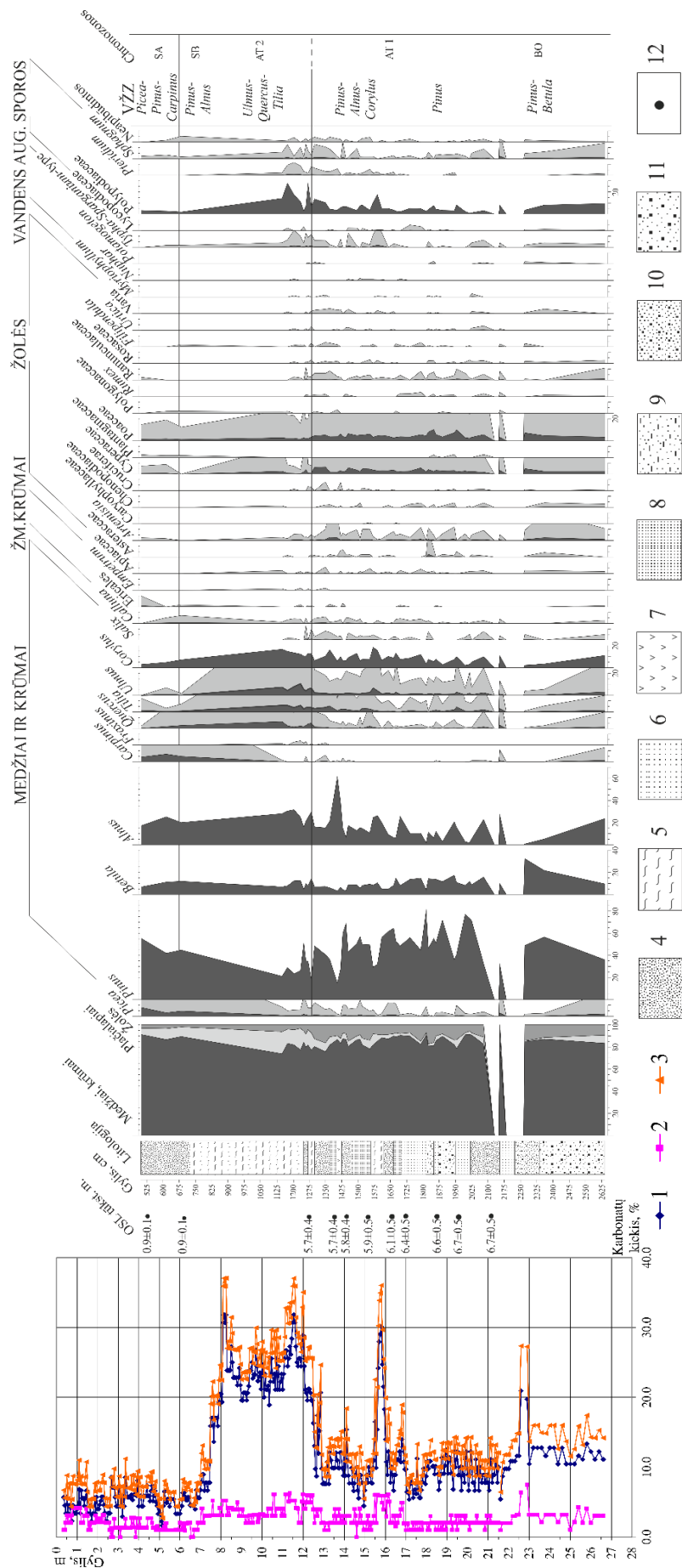
20,58-17,15 m intervale nors ir apsijungia skirtingos litologijos nuogulos (3.2.4.2 pav.) pagal karbonatų kreives išsiskiria ryškus labai šilto klimato laikotarpis su dviem maksimumais ir atvėsimu iki apatinio intervalo lygio ties 18,40 m. Dolomito kiekis nuo 2,24% pakyla iki 4,48% (ties 20,00 m) stabiliai laikosi, ties 18,40 m nusileidžia iki 2,24% vėl pakyla iki 4,48% ties 17,70 m ir stabiliai laikosi iki 17,15 m kur vėl sumažėja iki 2,24%. Tuo tarpu kalcito kiekiai žymiai didesni ir pjūvyje kinta nuo 39,03% (ties 20,30 m) iki pirmo maksimumo 58,53 % (ties 18,65 m) krenta iki 26,85% (ties 18,40 m) vėl pakyla iki 73,17% (ties 17,33 m) ir užbaigia intervalą 9,76% reikšme ties 17,15 m. Bendras karbonatų kiekis kinta nuo 41,26% (ties 20,30 m) iki 55,70% (ties 19,70 m), pasiekia pirmą maksimumą 63,02% (ties 18,65 m), sumažėja iki 29,07 ties 18,40 m, vėl didėja iki 77,65% reikšmės ties 17,33 m ir krenta iki 12,00% ties 17,15 m.

17,15-15,90 m intervale susiklosčiusi durpė, kurioje dolomito nerasta (nebuvo terigeninės medžiagos prinešimo), o kalcito kiekis lygus 2,44%.

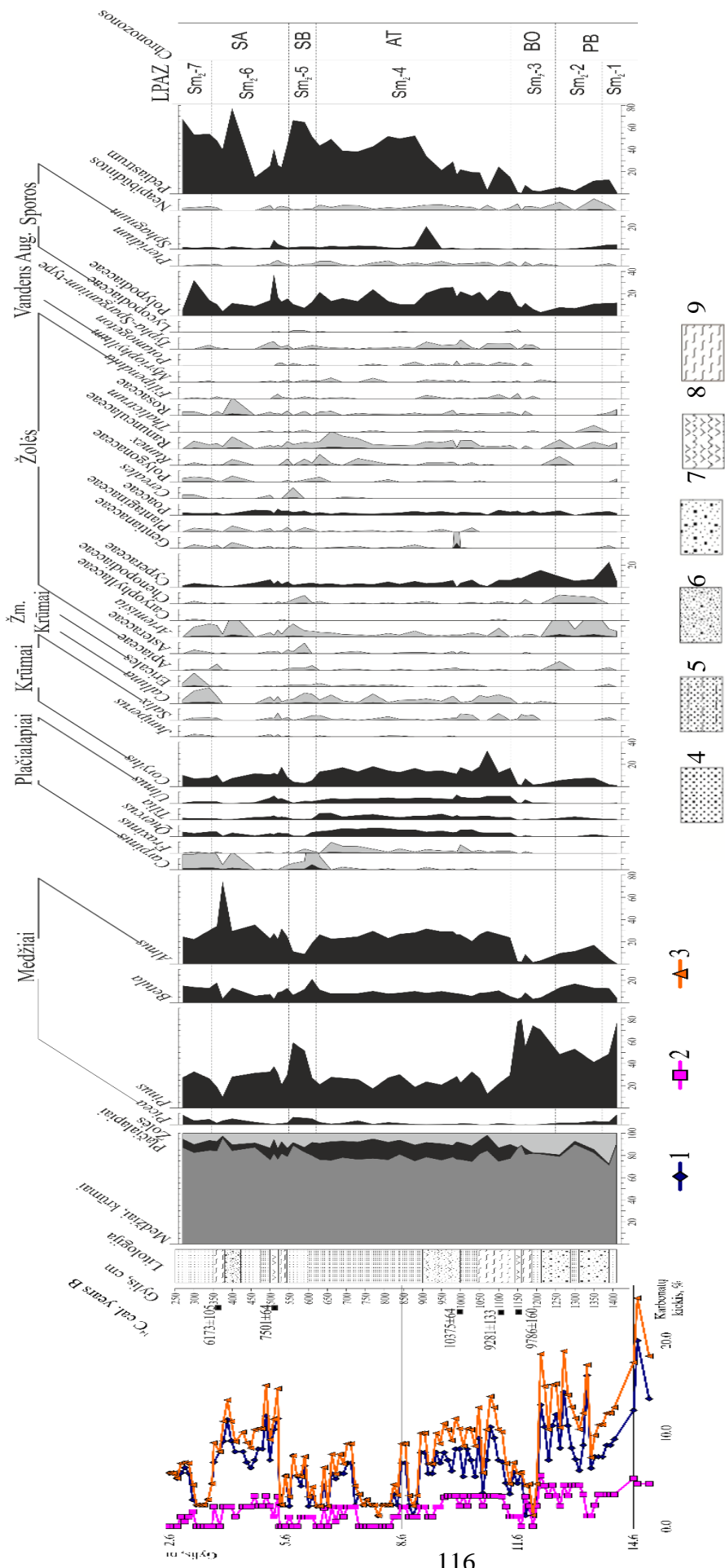
15,90-14,60 m intervale karbonatų kreivės kinta nežymiai, kiekiai nedideli. Tik ties 14,90 m bendras karbonatingumas pasiekia 13,94%, dolomito – 7,84%, kalcito – 6,10% ir vėl mažėja. Klimatas turėjo būti gana vėsus.



3.3.5 pav. Netiesų atodangos nuosėdų karbonatingumas: 1 – kalcito kiekis, %; 2 – dolomito kiekis, %; 3 – bendras karbonatingumas, %; 4 – dolomito ir kalcito santykis; 5 – deliuvis; 6 – smėlis; 7 – durpės; 8 – aleuritas; 9 – gitija; 10 – moliuskai; 11 – žvirgždas; 12 – moreninis priemolis.



3.3.6 pav. Gręžinio Nida VI nuosėdų karbonatingumas ir sporų - žiedadulkių procentinė sudėtis: 1 – kalcito kiekis, %; 2 – dolomito kiekis, %; 3 – bendras karbonatingumas, %; 4 – smėlis smulkus, smulkutis; 5 – sapropelis; 6 – smėlis smulkus; 7 – durpės; 8 – smėlis smulkutis; 9 – smėlis aleuritingas-sapropelingas; 10 – smėlis smulkus, vidutinis; 11 – smėlis įvairus; 12 – OSL (ka).
 *Sporų - žiedadulkių procentinė sudėtis pateikta pagal Almos Grigienės analizę (2011 m.).

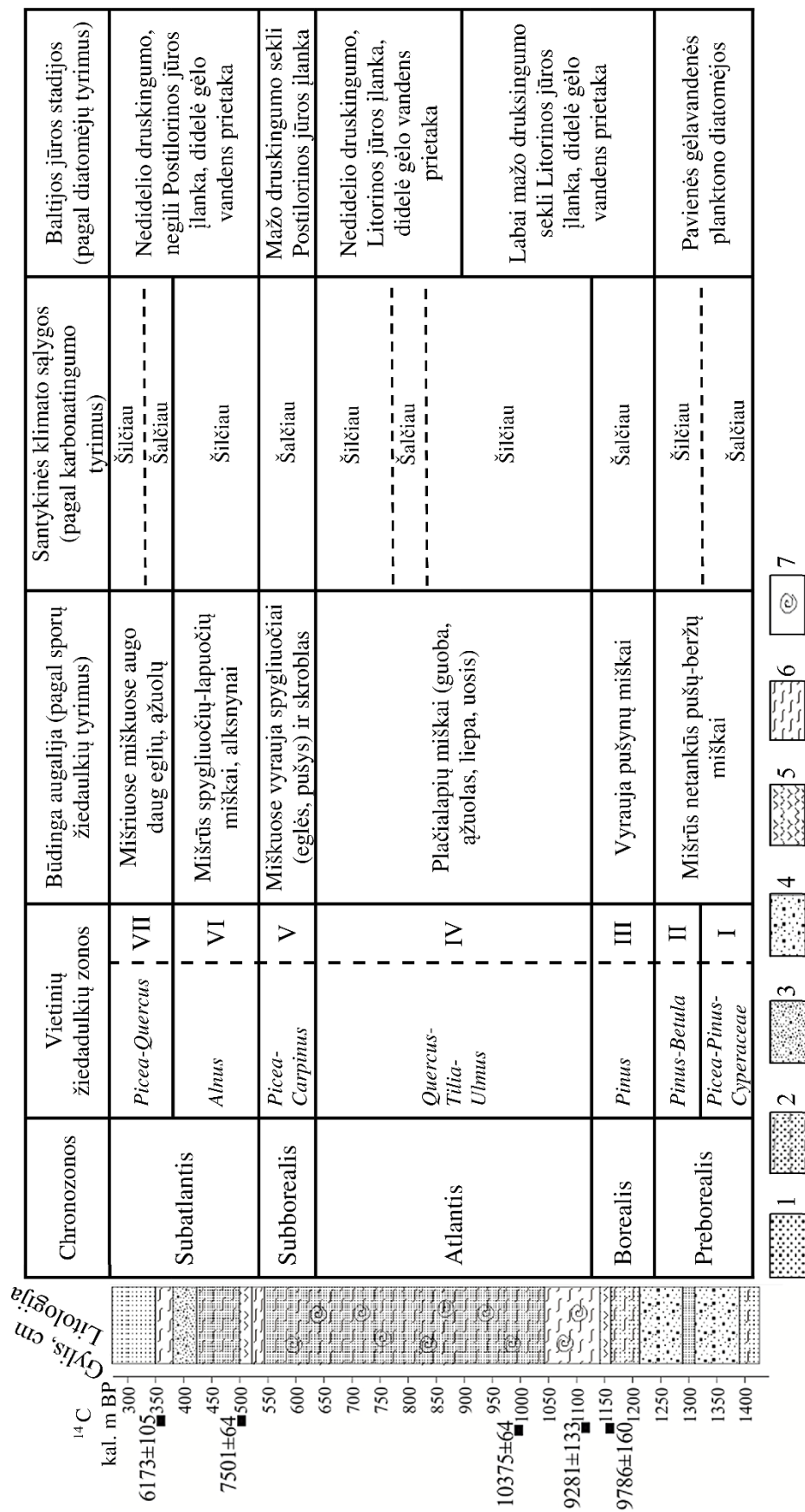


3.3.7 pav. Grēžinio Smeltē-90c nuosēdy karbonatingumas ir sporu - žiedadulkiu procentinė sudėtis: 1 – kalcito kiekis, %;

2 – dolomito kiekis, %; 3 – bendras karbonatingumas, %; 4 – smėlis smulkus; 5 – smėlis smulkus su organika; 6 – smėlis įvairus;

7 – smėlis su žvirgždu; 8 – durpės; 9 – gitiija.

*Sporų - žiedadulkiu procentinė sudėtis pateikta pagal Almos Grigienės analizę (2009 m.).



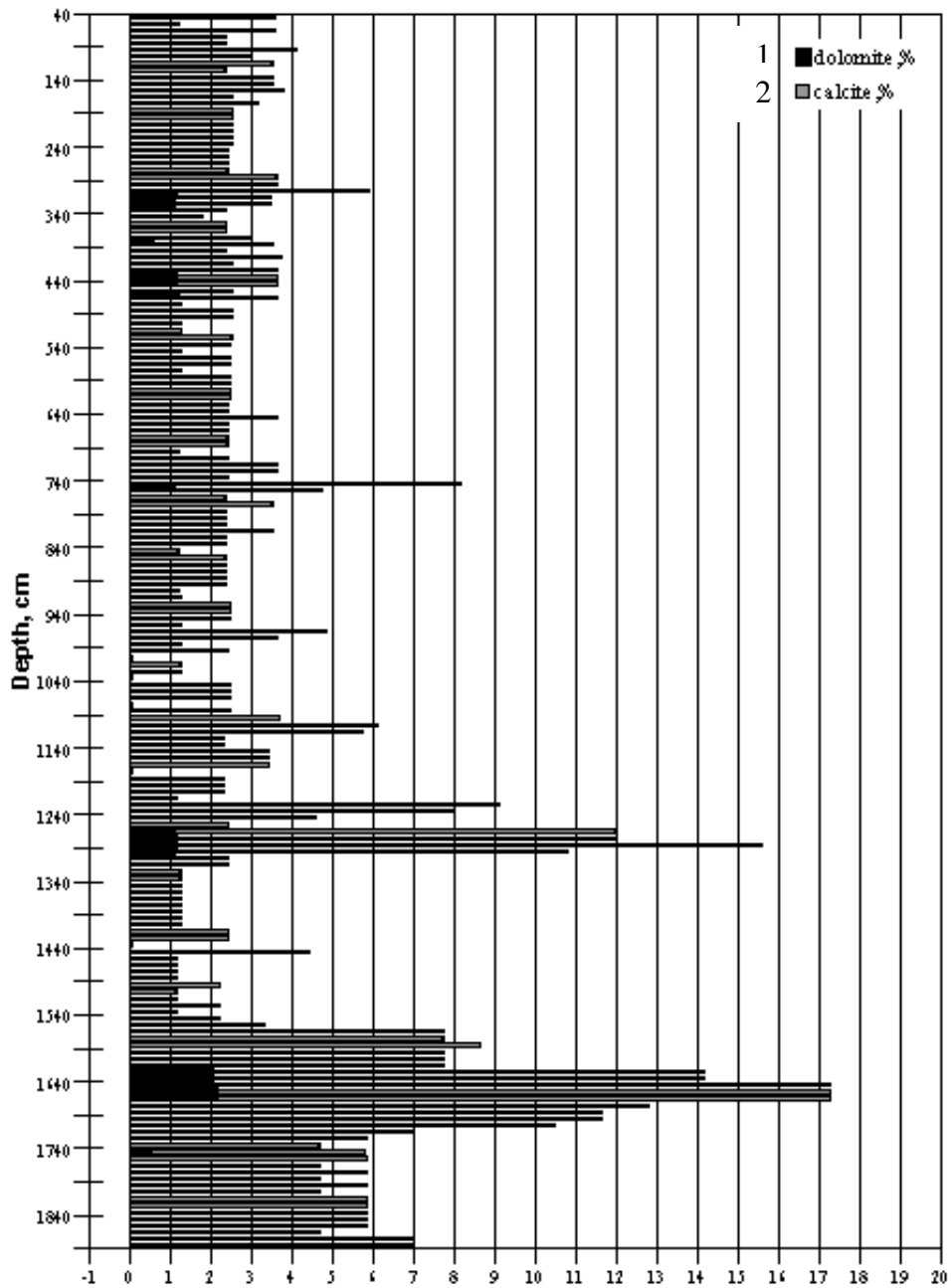
3.3.8 pav. Pagrindinių klimato kaitos įvykių apžvalga Smeltės-90c gręžinio pjūvio nuosėdų tyrimo duomenimis:

1 – smulkus smėlis, 2 – smulkus smėlis su organika, 3 – įvairus smėlis, 4 – smėlis su žvirgždu,

5 – durpės, 6 – gilitja, 7 – moliuskai.

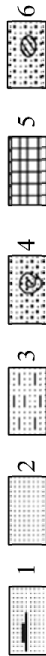
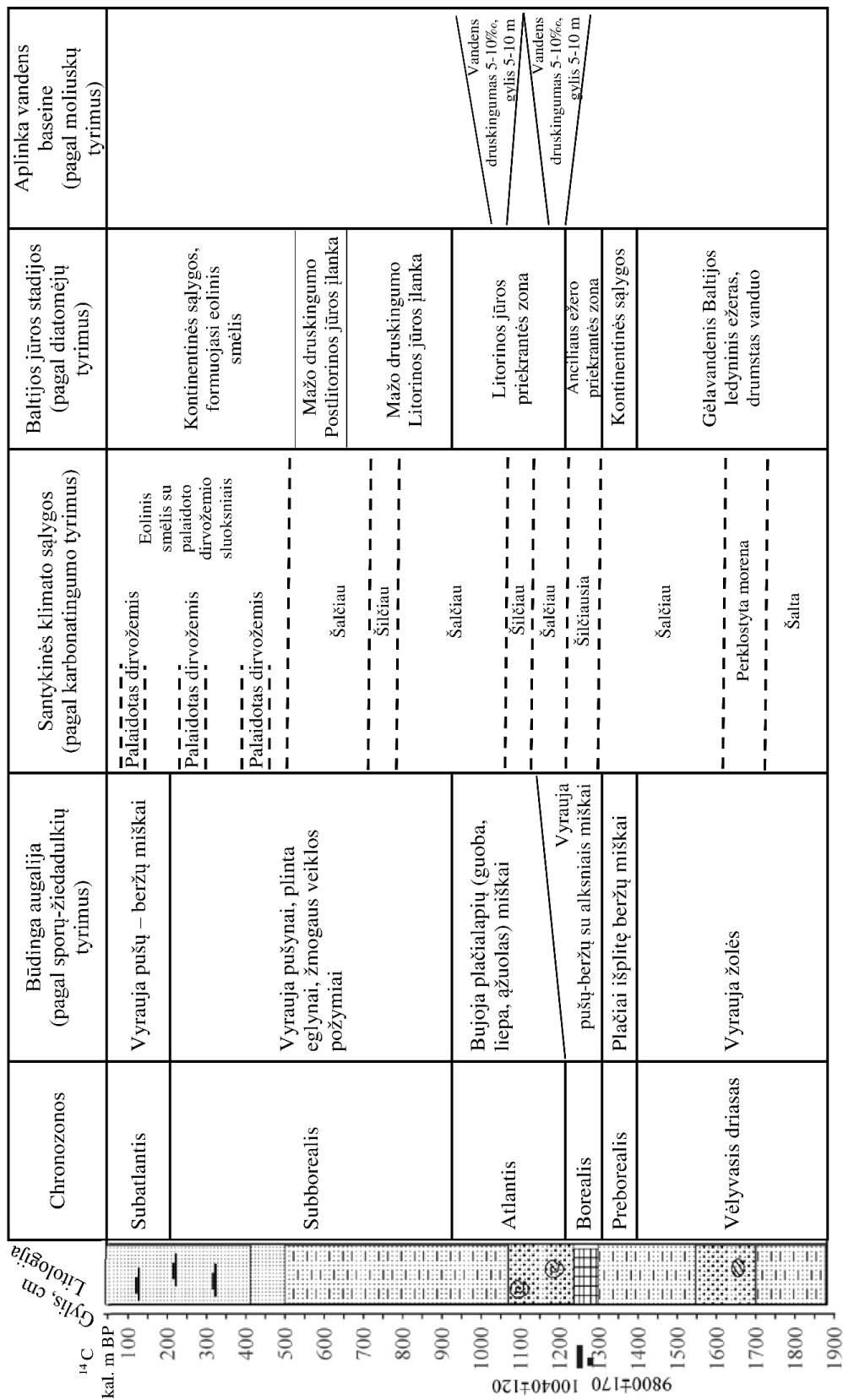
*Sporas- žiedadulkes tyrė Alma Grigienė. Diatomėjas – Giedrė Vaikutienė.

- ✓ Preborealio metu vakarinėje Lietuvos dalyje vyravo reti mišrūs pušies ir beržo miškai. Preborealio pradžioje klimatas buvo šaltesnis ir tik zonos pabaigoje tapo šilčiau. Joldijos jūros nuosėdų nerasta, nes tiriamas plotas tuo metu buvo sausuma.
- ✓ Borealio metu buvo plačiai paplitę sausi pušynai. Pagal karbonatų analizės duomenis klimatas buvo gana šaltas. Anciliaus ežero lygis buvo žemas ir dabartinėje Klaipėdos sąsiaurio teritorijoje tyvuliavo sekli gėlavandenė įlanka.
- ✓ Atlančio laikotarpiui būdingi plačialapių miškai. Šiltas klimatas vyravo visą laikotarpį, trumpo atšalimo būta tik antroje Atlančio pusėje. Litorinos jūros įlankos vandens druskingumas buvo labai mažas, nes buvo dideli įtekančio gėlo vandens srautai.
- ✓ Spygliuočių medžių miškai vyravo Subborealio metu. Karbonatų analizė atskleidė klimato vėsimą. Mažo druskingumo Postlitorinos jūros įlanka buvo labai sekli, nes vyravo sausas klimatas.
- ✓ Subatlančio metu buvo plačiai paplitę mišrūs spygliuočių ir lapuočių miškai. Klimatas buvo gana šiltas su trumpu atvėsimu zonos viduryje. Mažo druskingumo Postlitorinos jūros įlanka turėjo didelę gėlo vandens prietaką iš žemyno.



3.3.9 pav. Grėžinio 65a nuosėdų karbonatingumas, %:

1 – dolomito kiekis, %; 2 – kalcito kiekis, %.



3.3.10 pav. Pagrindinių klimato kaitos įvykių apžvalga 65 a gręžinio duomenimis:

- 1 – smulkus smėlis su palaidotu dirvožemiu, 2 – smulkus smėlis, 3 – smulkus smėlis su organika,
- 4 – įvairus smėlis su moliuskais, 5 – gijija, 6 – įvairus smėlis su moreninio priemolio gniutuliukais.

*Sporas-žiedadulkes tyrė Meilutė Kabailienė. Diatomėjas – Giedrė Vaikutienė. Moliuskas – Aldona Damušytė.

Karbonatų susidarymas įvairiaamžiuose tarpledynmečiuose skyrėsi eile ypatybių, nes įvairiaamžiai tarpledynmečiai charakterizuojami skirtingomis klimato sąlygomis, skirtinga augmenijos ir organizmų vystymosi seka. Kartu su klimato sąlygomis pleistocene progresavo ir karbonatų susidarymas, įvairiuose etapuose pasižymintis tam tikra specifika. Tarpledynmetinių nuosėdų pjūviuose tarpledynmečio pradžia ir pabaiga charakterizuojama ženkliai mažesniais karbonatų kiekiais nei klimatinio optimumo laikotarpiai. Todėl karbonatų kiekio kreivės turi bangos, “sklindančios” laike, formą bei atspindi klimato kaitos cikliškumą. Stambiausią ciklą sudaro vienas tarpledynmetis, pastarajame galima išskirti kelis (keletą) smulkesnių ciklų, atspindinčių konkretaus tarpledynmečio augalijos raidos seką, nulemtą klimato sąlygų kaitos.

Įvairiaamžių neledyninių nuosėdų bendro karbonatingumo duomenys buvo lyginti su sporų-žiedadulkių duomenimis. Pastebėtas tiesioginis ryšys tarp bendro karbonatų kiekio kitimo ir tarpledynmečio augmenijos vystymosi sekos, nulemtos klimato sąlygų. Maksimalus karbonatų kiekis įvairiaamžių tarpledynmečių pjūviuose atitinka klimatinio optimumo augmenijos fazėms. Klimato pašaltėjimas, atsispindintis augmenijos sudėtyje, lemia bendro karbonatingumo sumažėjimą.

Ypač svarbu, naudojant karbonatingumą nuosėdų kaupimosi klimato sąlygų interpretacijai, atkreipti dėmesį į bendrą vandens telkinio režimą, atspindėtą nuogulų litologijoje. Tais atvejais, kada klostosi grubesnė medžiaga, natūralu, kad karbonatų kiekis tam tikru laipsniu gali padidėti dėl nuolaužinių dalelių prinešimo.

Bendras karbonatų procentinis kiekis vizualiai koreliuojasi ir su palinologinių tyrimų duomenimis: padidėjus šilumamėgių augalų (*Quercus*, *Carpinus*, *Betula*, *Tilia*) kiekiui padidėja ir karbonatų kiekis; didėjant šaltesnio klimato augalų (*Pinus*, *Picea*, *Betula nana* ir kt.) kiekiui, karbonatų kiekis nuosėdose mažėja. Taigi šiuo metodu galima detaliau įvertinti klimatinius svyravimus – šiltesnį ar šaltesnį klimatą.

Statistiškai pagrįstas ankščiau tik vizualiai lyginant kreives „matytas“ koreliacinis ryšys tarp karbonatų pasiskirstymo kitimo ir palinologinių duomenų. Gauta tiek teigiama, tiek neigiama koreliacija realiai atitinka klimato kaitą.

3.3.8 lentelė. Karbonatų ir žiedadulkių koreliacijos koeficientai.

Patikimumo lygmuo $\alpha = 0.05$

	<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Picea</i>	<i>Betulla</i>
Kalcitas	-0.58124	0.49667	-0.60498	0.77060	-0.73640	0.75185
Dolomitas	-0.33457	0.40967	-0.62968	0.57483	-0.46645	0.81806
Karbonatai	-0.33842	0.41795	-0.67880	0.58236	-0.47441	0.82028

Nustatytas cikliškas karbonatų pasiskirstymo neledyninėse nuosėdose pobūdis. Tarpledynmečio pradžioje karbonatų kiekis nedidelis, klimatinio optimumo metu pasiekia didžiausias reikšmes, artėjant kitam ledynmečiui karbonatų kiekis vėl mažėja. Atsitraukiančio (tirpstančio) ledyno aplinkose santykinai daugiau dolomito, nes didesnis prinešamos į vandens telkinius terigeninės medžiagos kiekis.

Karbonatingumo kiekio nustatymą neledyninėse nuosėdose rekomenduojame naudoti paleogeografinių įvairiaamžių pleistoceno tarpledynmečių sąlygų rekonstrukcijoms komplekse su kitais tyrimo metodais.

IŠVADOS

Sprendžiant disertacinio darbo uždavinius gauti tyrimo rezultatai leidžia suformuluoti tokias išvadas:

1. Karbonatų klasės mineralai – dolomitas ir kalcitas – Lietuvos pleistoceno morenose, sprendžiant pagal jų morfologijos ypatumus įvairiose granulimetrinėse frakcijose, yra alochtoniniai (pernešti ir akumuliuoti ledynų); autochtoninės kilmės karbonatų tirtose morenose nerasta.

2. Ledyninių nuogulų bendras karbonatingumas bei dolomito ir kalcito santykis priklauso nuo ledyno slinkimo metu egzaruotų skirtingos litologinės sudėties substrato uolienu; dolomito ir kalcito santykis gali būti litostratigrafiniu kriterijumi stratigrafiškai suskirstant ir koreliuojant paleontologiškai „nebylias“ pleistoceno morenas.

3. Pagal karbonatų pasiskirstymą Lietuvos pleistoceno pjūviuose išskiriama, naudojant statistinius metodus (Van der Vardeno kriterijų), iki 6 tarpusavyje nehomogeniškų moreninių sluoksnių.

4. Moreninių sluoksnių ribos pjūviuose, nustatytos pagal karbonatingumo tyrimų duomenis, dažnai nesutampa su tų pačių moreninių sluoksnių ribomis, išskirtomis pjūvio vizualinio aprašymo metu; pastaruoju atveju sluoksnių išskyrimo pagrindu daugeliu atvejų yra nuogulų spalva, kuri negali būti patikimu stratigrafinės koreliacijos kriterijumi.

5. Pagal dolomito ir kalcito santykį morenas galima priskirti 6-iems skirtingo rango stratigrafiniams vienetams, išskiriamiems Lietuvos kvartero stratigrafinėje schemoje; pagal karbonatingumo rodiklius labiausiai dolomitingas moreninis sluoksnis ($d:k = 0,9 - \geq 1$) stratigrafinėje schemoje priskiriamas Medininkų apledėjimo morenai.

6. Ledyninių nuogulų stratigrafinės koreliacijos metodika, paremta šių nuogulų karbonatingumo tyrimų ir jų statistinio apdorojimo duomenimis, gali padėti, ją taikant kompleksiskai su kitais tyrimų metodais (geochronologiniais, paleobotaniniais), kur kas efektyviau ir patikimiau sukoreliuoti pleistoceno morenas.

7. Karbonatų klasės mineralų sudėtis, kiekis bei kiekio kitimo pobūdis neledyninėse nuogulose atspindi sedimentacijos metu buvusius bendrus klimato bruožus.

8. Gauti koreliacijos koeficientai tarp karbonatingumo ir palinologinių duomenų rodo esant pakankamai gerą ir patikimą ryšį – tai suteikia galimybę atkurti buvusias klimato sąlygas ir iš „nebylių“ (neturinčių fosilijų) storymių. Karbonatinės medžiagos sudėties ir kiekio kaita gerai koreliuojasi su palinologinių ir titnagdumblių (diatomėjų) tyrimų duomenimis bei atspindi paleogeografinių sąlygų kaitą.

9. Tarpledynmetinių nuosėdų pjūviuose tarpledynmečio pradžia ir pabaiga charakterizuojama ženkliai mažesniais karbonatų kiekiais nei klimatinio optimumo laikotarpiai, todėl karbonatų kiekio kreivės turi bangos, „sklindančios“ laike, formą bei atspindi paleoklimato kaitos cikliškumą. Stambiausią ciklą sudaro vienas tarpledynmetis, kuriame galima išskirti kelis (keletą) smulkesnių ciklų, atspindinčių konkretaus tarpledynmečio augalijos raidos seką, nulemtą klimato sąlygų kaitos.

NAUDOTOS LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Aber J. 1979. Glacial conglomerates of the Appalachian Plateau, New York. *Quaternary Research*, **11**, 185–196.
[http://dx.doi.org/10.1016/0033-5894\(79\)90003-6](http://dx.doi.org/10.1016/0033-5894(79)90003-6)
2. Balakauskas L. 2012. Vėlyvojo ledynmečio ir holoceno miškų augalijos raida Lietuvoje LRA (kraštovaizdžio atkūrimo algoritmo) modeliavimo duomenimis. *Daktaro disertacija*. Vilnius: VU leidykla. 282 p.
3. Baltrūnas V. 1995. *Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija*. Vilnius: Academia. 179 p.
4. Baltrūnas V., Šeirienė V., Molodkov A., Zinkutė R., Katinas V., Karmaza B., Kisielienė D., Petrošius R., Taraškevičius R., Piličiauskas G., Schmölcke U., Heinrich D. 2013. Depositional environment and climate changes during the late Pleistocene as recorded by the Netiesos section in southern Lithuania. *Quaternary International* **292** (2013): 136-149.
5. Baltrūnas V., Maksimov F.E., Kuznetsov V.Yu., Karmaza B., Katinas V. 2015. Geochronology and palaeomagnetic records of the Snaigupėlė section in South Lithuania. *Geochronometria* **42** (2015): 172-181. DOI 10.1515/geochr-2015-0018.
6. Bitinas A. 2011. Last glacial in the Eastern Baltic region. Klaipėdos universitetas. 159 p. (in Lithuanian with summary in English).
7. Bitinas A., Katinas V., Gibbard P.L, Saarmann S., Damušytė A., Rudnickaitė E., Baltrūnas V., Satkūnas J. 2015. The problem of lower boundary of the Pleistocene in Eastern Lithuania. *Quaternary International*, 386 (2015), p. 89-101.
8. Budėnaitė S. 2007. Merkinės tarpledynmečio (Netiesų atodangos) ir holoceno (Dubičių pjūvių) moliuskai ir paleobasėnų ekologinės sąlygos. *Magistro darbas*. VU GMF Geologijos ir mineralogijos katedra. Vilnius. 48.
9. Dreimanis A. 1961. Tills of Southern Ontario. In: Legget R.F. (ed.) *Soils in Canada*. Royal Soc. Canada Spec. Public. No. 3, p. 80-94.

10. Dreimanis A. 1962. Quantitative gasometric determination of calcite and dolomite by using Chittick apparatus. *Jour. Sed. Petrology*, v. 32, p. 520-529.
11. Dreimanis A. & Reavely G.H. 1953. Differentiation of the lower and the upper till along the north shore of Lake Erie. *Jour. Sed. Petrology*, v. **23**, p. 238-259.
12. Dreimanis A. & Vagners U.J. 1965. Till-bedrock litologic relationship. *Abstracts, INQUA VII Congress Gener. Sess.* P.110-111.
13. Dreimanis A. & Vagners U.J. 1969. Lithologic relation of till to bedrock. In: Wright H.E., Jr. (ed.) *Quaternary geology and climate*. Washington, D.C., Nat. Acad. Sci. P. 93-98.
14. Dreimanis A. & Vagners U.J. 1971. Bimodal distribution of rock and mineral fragments in basal tills. In: Richard P.Goldthwait (ed.) *Till / a Symposium*. Ohio State University Press, Canada, p. 237-250.
15. Fairchild I.J., & Spiro B. 1990. Carbonate minerals in glacial sediments: geochemical clues to palaeoenvironment. In: J.A. Dowdeswell, & J.D. Scourse (Eds.), *Glacimarine Environments: Process and Sediments* (pp. 201-216). Geological Society Special Publication No. 53.
16. Fairchild I.J., Bradby L. & Spiro B. 1994. Reactive carbonate in glacial systems: a preliminary synthesis of its creation, dissolution and reincarnation. In: *Earth's Glacial Record* (Deynoux M., Miller, J., Domack, E., Eyles, N., Fairchild, I.J. & Young G.M., eds.), pp. 176–192. Cambridge University Press, Cambridge.
[http:// dx.doi.org/10.1017/CBO9780511628900.014](http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511628900.014)
17. Flint R.F. 1957. *Glacial and Pleistocene geology*: New York. J.Wiley and Sons. 553 p.
18. Hall J.S., Mozley P., Davis J. M. & Roy N.D. 2004. Environments of formation and controls on spatial distribution of calcite cementation in Plio-Pleistocene fluvial deposits, New Mexico, U.S.A. *Journal of Sedimentary Research*, **74**, 643–653. <http://dx.doi.org/10.1306/020904740643>

19. Gaigalas A., Molodkov A. 2002. ESR ages of three Lithuanian Mid-Late Pleistocene Interglacials: methodical and stratigraphical approach. *Geochronometria*. **21**. Vilnius. 57-64.
20. Gaigalas A., Arslanov. K.A., Maksimov F. E., Kuznetsov V. Y., Chernov S. B., Melešytė M. 2005. Result of uranium-thorium isochron dating of Netiesos section peat-bog in South Lithuania. *Geologija*. **51**. Vilnius. 29-38.
21. Gaigalas A., Fedorowicz S., Melešytė M. 2005. TL dates of aquatic sandy sediment of Middle-Upper Pleistocene in Lithuania. *Geologija*. **51**. Vilnius. 39-49.
22. Gaigalas A., Pazdur A., Michczyński A., Pawlyta J., Kleišmantas A., Melešytė M., Rudnickaitė E., Kazakauskas V., Vainorius J. 2013. Peculiarities of sedimentation conditions in the oxbow lakes of Dubysa river (Lithuania). *Geochronometria: journal on methods and applications of absolute chronology*. Vol. **40**, no 1, p. 22-32.
23. Galčienė J. 1979. Tarplėdynmečių ežerų klimatinio ir hidrologinio režimo atkūrimas azoto metodu. *Geografinis metraštis*, 16t., p. 67-73.
24. Garunkštis A. 1958. Lietuvos TSR teritorijoje žinomų ežerinių nuosėdų klasifikacijos klausimu. *Lietuvos TSR MA Geologijos ir geografijos instituto moksliniai pranešimai. Geologija ir geografija*. Vilnius. T. **6**, p. 123-141.
25. Gibbard, Ph. J., Head, M. J., 2010. The newly-ratified definition of the Quaternary System/Period and redefinition of the Pleistocene Series/Epoch, and comparison of proposals advanced prior to formal ratification. *Episodes* **33** (3), 152–158.
26. Guobytė R. 2002. Quarternary Geological map of Lithuania. Scale 1:200000. Geological Survey of Lithuania.
27. Guobytė R. 2002. Lietuvos paviršiaus geologijos ir geomorfologijos ypatumai bei deglaciacijos eiga. *Daktaro disertacija*. Vilnius. 143 p.

28. Guobytė R. 2004. A brief outline of the Quaternary of Lithuania and the history of its investigation. In: Ehlers J., Gibbard P.L. (Eds.): *Quaternary Glaciations - Extent and Chronology*. Elsevier, Amsterdam. 245-250.
29. Guobytė R. and Satkūnas J. 2011. Pleistocene glaciations in Lithuania. In: Ehlers J., Gibbard P.L., Hughes P.D. (Eds.): *Developments in Quaternary Science, vol. 15: Quaternary Glaciations - Extent and Chronology, a closer look*. Elsevier, Amsterdam. 231-246.
30. Johnsen, S.J. et al. 1992. Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core. *Nature* 359, 311–313.
31. Helmens K.F. 2014. The Last Interglacial–Glacial cycle (MIS 5–2) re-examined based on long proxy records from central and northern Europe. *Quaternary Science Reviews*. V.86, 15 February 2014, Pages 115–143.
32. Kabailienė M., Vaikutienė G., Damušytė A., Rudnickaitė E. 2009. Post-Glacial stratigraphy and palaeoenvironment of the northern part of the Curonian Spit, Western Lithuania. In: *Satkunas, J., Stancikaite, M. (Eds.), Pleistocene and Holocene Palaeoenvironments and Recent Processes across NE Europe*. Elsevier, Amsterdam. *Quaternary international* **207** (1-2): 69-79.
33. Kabailienė M., Vaikutienė G., Macijauskaitė L., Rudnickaitė E., Guobytė R., Kisielienė D., Gryguc G., Mažeika J., Motuza G., Šinkūnas P., 2015. Lateglacial and Holocene environmental history in the area of Samogitian Upland (NW Lithuania). *Baltica*, **28** (2), 163–178. Vilnius. ISSN 0067-3064.
34. Kaminskas D. 2006. Uolienu karbonatinės, infraraudonosios ir rentgeno fluorescencinės analizės duomenų palyginimas. [Comparison of carbonate, infrared and x-ray fluorescence analysis data of the rocks] *Mokslas Gamtos mokslų fakultete. Ketvirtosios mokslinės konferencijos, vykusios 2006 m. lapkričio 23 – 24 d., pranešimai*. VU leidykla. Vilnius. 167-174.
35. Kaminskas D., Bitinas A. 2013. Rare earth elements of Holocene sediments in the South-Eastern Baltic Region (Nida VI borehole, Lithuania). *Geologija*. Vol. **55**. No. **1(81)**. Vilnius. P. 1–7.

36. Kondratienė O. 1962. Nauji mindelio-riso tarpledynmečio darinių pjūviai Lietuvoje. LTSR MA darbai, ser. B, 2(29), p. 171-187.
37. Kondratienė O. 2011. Problems of the Middle Pleistocene stratigraphy in Lithuania. *Baltica* **24**, *Special Issue: Geosciences in Lithuania: Challenges and Perspectives*, p.109–112.
38. Krinsley D.H., Pye K., Boggs S.Jr., Tovey N.K. 1998. Backscattered scanning electron microscopy and image analysis of sediments and sedimentary rocks. Cambridge University Press, 193 p.
39. Kudaba Č. 2004. *Lietuvos aukštumos*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas. 192 p.
40. Leng M.J., Marshall J.D., 2004. Palaeoclimate interpretation of stable isotope data from lake sediment archives. *Quaternary Science Reviews*, **23**, 811-831.
41. Levulienė R. 2009. Statistikos taikymai naudojant SAS: *Mokomoji knyga*. Vilnius: VU leidykla. 364 p.
42. *Lietuvos geomorfologinis žemėlapis*. 2000. M 1:200 000. Lietuvos geologijos tarnyba
43. *Lietuvos kvartero stratigrafijos schema*. 2009. Vilnius, LGT prie Aplinkos ministerijos. 13 p.
44. McCarroll D. 2015. Study the past, if you would divine the future': a retrospective on measuring and understanding Quaternary climate change. *Special Issue Article: Quaternary Revolutions. Journal of Quaternary Science*. (2015), **30(2)**, 154–187.
45. McManus J.F., Oppo D.W. & Cullen J.L. 1999. A 0.5-million-year record of millennial climate variability in the North Atlantic. *Science* 283, 971–975.
46. Michczyński A., Kołaczek P., Margielewski W., Michczyńska D.J., Obidowicz A. 2013. Radiocarbon age-depth modeling prevents misinterpretation of past vegetation dynamics: case study of Wierchomla Mire (Polish Outer Carpathians). *Proceedings of the 21st International*

- Radiocarbon Conference* edited by A.J.T. Jull & C. Hatté *Radiocarbon*, Vol **55**, Nr **2–3**, 2013, p 1724–1734.
47. Molodkov A., Bitinas A., Damušytė A. IR-OSL studies of till and inter-till deposits from the Lithuanian Maritime Region. 2010. *Quaternary Geochronology* **5** (2010) 263–268.
 48. Pansu M., Gautheyrou J. 2006. Handbook of soil analysis: Mineralogical, organic and inorganic methods. Berlin: Springer, p. 593-604.
 49. Past Interglacials Working Group of PAGES. (2016). Interglacials of the last 800,000 years. *Rev. Geophys.*, **54**, 162–219, doi:10.1002/2015RG000482.
 50. Prud'homme Ch., Antoine P., Turpin E., Huguenard L., Robert V., Degeai J.-Ph. 2015. Earthworm calcite granules: a new tracker of millennial-timescale environmental changes in Last Glacial loess deposits. *Journal of Quaternary Science* (2015) **30(6)** 529–536.
 51. Rae J.W.B., Sarnthein M., Foster G.L., Ridgwell A., Grootes P.M., and Elliott T. 2014. Deep water formation in the North Pacific and deglacial CO₂ rise, *Paleoceanography*, **29**, doi:10.1002/2013PA002570.
 52. Rattas M., Lomp P. 2008. Carbonate precipitates within glaciofluvial complexes in Estonia. *Quaternary of the gulf of Gdansk and Lower Vistula regions in Northern Poland: sedimentary environments, stratigraphy and palaeogeography*. Warsaw. 43-44.
 53. Rattas M., Lomp P. and Jõelet A. 2014. Carbonate cementation in the late glacial outwash and beach deposits in northern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **63**, 1, 30-44. doi: 10.3176/earth.2014.03
 54. Reed S.J.B. 2005. Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in geology. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press; 212 p.
 55. Richterkecht V.R., Bitinas A., Clark P.U., Raisbeck G.M., Yiou F., Brook E.J. 2008. Timing of the last deglaciation in Lithuania. *Boreas* (**37**). 426-433.

56. Robinson B.W., Nickel E.H. 1983. The SEM examination of geological samples with semiconductor backscattered-electron detector: discussion. *American Mineralogist*, Mineralogical Society of America, 68(8), 840-842.
57. Rudnickaitė E., 2007. Reconstruction of palaeogeography of Pleistocene Interglacials according carbonates content. *Quaternary International: XVII INQUA congress: The tropics: heat engine of the quaternary 2007*, vol. 167-168 suppl., p. 356.
58. Rudnickaitė E., Damušytė A. 2006. Reconstruction of paleoclimatic conditions of Western Curonian Spit based on carbonate analysis data. *The Baltic Sea Geology: The Ninth Marine Geological Conference. Extended abstracts*. University of Latvia. Riga. 83-84.
59. Rudnickaitė E. 2008. The lithostratigraphy of the western part of Lithuania based on carbonate analysis data. *Quaternary of the Gulf of Gdansk and Lower Vistula regions in Northern Poland: sedimentary environments, stratigraphy and palaeogeography*. Warsaw. 47-48.
60. Rudnickaite E. 2012. The reconstructions of the palaeoclimatic conditions from LGM in the Northwest Lithuania based on carbonate analysis data. XVIII INQUA-Congress, 21st - 27th July, 2011, Bern, Switzerland. Abstracts / *Quaternary International*, vol. 279-280 (2012), p. 416.
61. Rudnickaitė E. 2013. Carbonates in the heterochronous tills of South-Eastern Lithuania as a criterion of their stratigraphic correlation. *Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania: abstracts: International field symposium, June 25-30, Lithuania*. 86-87.
62. Rudnickaitė E., Slauto L., Guobytė R. 2015. Švenčionių aukštumos paviršių sudarančių glacialinių nuogulų karbonatingumo tyrimai. *Geologija. Geografija*. T.1(2). Vilnius. p. 78-92.
63. Rudnitskaite E.L. 1983. The formation of carbonate content and its determination in the Pleistocene tills. *INQUA XI congress Moscow, 1982. Abstracts. III*. Moscow. 216.
64. Safarevič M. 2006. Kalcito nustatyto karbonatine ir infraraudonąja spektrometrija duomenų palyginimas Kurtuvėnų 161 grėžinyje (ŠV

- Lietuva). [Data comparison of calcite determined by carbonate and infrared spectroscopy of Kurtuvėnai 161 borehole (NV Lithuania). *Bakaluro darbas*. VU GMF Geologijos ir mineralogijos katedra. Vilnius. 25.
65. Saarmann S. 2012. Merkinės tarpledynmečio stratotipo geologinių tyrinėjimų istorijos apžvalga. *Geologija*. Vol. **54**. No. **4(80)**: 171–193.
 66. Sanko A., Gaigalas A.-J., Rudnickaitė E., Melešytė, M. 2008. Holocene malacofauna in calcareous deposits of Dūkšta site near Maišiagala in Lithuania. *Geologija*. **50(4)**: 290-298.
 67. Satkūnas J., Grigienė A., Bitinas A. 2007. Lietuvos kvartero stratigrafinio suskaidymo būklė. *Geologijos akiračiai*. 2007, Nr. 1, 38-46 p.
 68. Satkunas J., Grigienė A., Guobyte R., Marcinkevicius V. & Rackauskas V. 1997: Upper Pleistocene stratigraphy based on data from Smalvos and Dysnai localities, North-eastern Lithuania. *Geologija* **22**, 26–35.
 69. Satkunas J., Grigienė A., Jusiene A., Damusyte A. & Mazeika 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.
 70. Satkunas J., Grigienė A. & Robertsson A.-M. 1998: An Eemian – Middle Weichselian sequence from the Jonionys site, Southern Lithuania. *Geologija* **25**, 82–91.
 71. Satkunas J., Grigienė A., Velichkevich F., Robertsson A.-M. & Sandgren P. 2003: Upper Pleistocene stratigraphy at the Medininkai site, eastern Lithuania: a continuous record of the Eemian – Weichselian sequence. *Boreas* **32**, 627–641.
 72. Satkunas, J., Grigienė, A., Buynevich, I.V. & Taminskas, J. 2012: A new Early–Middle Weichselian palaeoenvironmental record from a lacustrine sequence at Svirkančiai, Lithuania. *Boreas*, 10.1111/j.1502-3885.2012.00280.x.
 73. Sharp M., Tison J.L. & Fierens G. 1990. Geochemistry of subglacial calcites: implications for the hydrology of the basal water film. *Arctic and Alpine Research*, **22**, 141–152. <http://dx.doi.org/10.2307/1551299>

74. Stankevica K., Pujate A., L., Klavins M., Cerina A., Drucka A., 2015. Records of the anthropogenic influence on different origin small lake sediments of Latvia. *Baltica*, **28** (2), 135–150. Vilnius
75. Šeirienė V., Karabanov A., Rylova T., Baltrūnas V., Savchenko I. 2015. The Pleistocene stratigraphy of the southeastern sector of the Scandinavian glaciation (Belarus and Lithuania): a review. *Baltica*, **28** (1), 51–60. Vilnius.
76. Šeirienė V., Kühl N., Kisielienė D. 2014. Quantitative reconstruction of climate variability during the Eemian (Merkinė) and Weichselian (Nemunas) in Lithuania, *Quaternary Research* (2014), V. **82**, 1, July 2014, p. 229–235. <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2014.04.004>
77. Šostak Ž. 2006. Karbonatinės, rentgeno struktūrinės ir rentgeno fluorescencinės analizių duomenų palyginimas Ledų-179 gręžinyje. [Comparison of carbonate, x-ray diffraction and x-ray fluorescence analyses data of Ledai 179 borehole]. *Bakalauro darbas*. VU GMF Geologijos ir mineralogijos katedra. Vilnius. 26.
78. Trimonis E. 2005. Sedimentologija: *Vadovėlis*. Vilnius: VU leidykla. 264 p.
79. Vagners U.J. 1966. Lithologic relationships of till to carbonate bedrock in southern Ontario. PhD dissertation. Univ. West Ontario, London, Canada. 154 p.
80. Vaikutienė G., Rudnickaitė E., Grigienė A. 2012. Palaeocological situation of the Klaipėda strait area in the Late Glacial and Holocene (Western Lithuania). In: A.Zhirov, V.Kuznetsov, D.Subetto, J.Thiede (eds.) *Geomorphology and Palaeogeography of Polar Regions: Proceedings of the Joint Conference „Geomorphology and Quaternary Palaeogeography of Polar Regions“, Symposium „Leopoldina“ and the INQUA Peribaltic working group Workshop*. Saint-Petersburg, SPbSU, 9-17 September 2012. 470-471.
81. Watt I.M. 1997. The principles and practice of Elektron Microscopy. Cambridge: Cambridge University Press, 484 p.

82. Zernitskaya V., Stančikaitė M., Vlasov B., Šeirienė V., Kisielienė D., Gryguc G., Skipitytė R. 2015. Vegetation pattern and sedimentation changes in the context of the Lateglacial climatic events: Case study of Staroje Lake (Eastern Belarus). *Quaternary International* **386** (2015), p. 70-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.06.045>
83. Битинас А.К. 1991. Человеко-машинная технология стратиграфической корреляции гляциогенных отложений. Науч. тр. вузов Литвы. *Геология*, т. **12**, с. 104-117.
84. Битинас А., Зинкуте Р. 1993. Некоторые проблемы применения математических методов для стратиграфической корреляции плейстоценовых морен. - В: Евзеров В.Я. (ред.) *Четвертичные отложения и новейшая тектоника ледниковых областей Восточной Европы*. Сб. Науч. тр. РАН, Кольский научный центр, Геологический институт, Апатиты, с. 18-25.
85. Вайтекунас П. 1969. К истории накопления материала о ледниковых отложениях Прибалтики и основным этапам его обобщения. - В кн.: П.Вайтекунас (ред.) *Материковое оледенение и ледниковый морфогенез. К VIII конгрессу ИНКВА Франция, 1969 г.*, с. 11-64. (su santrauka prancūzų ir vokiečių kalbomis).
86. Вайтекунас П. 1969а. О стратиграфическом подразделении неоплейстоцена гляциальной области (на примере Прибалтики). - В кн.: П.Вайтекунас (ред.) *Материковое оледенение и ледниковый морфогенез. К VIII конгрессу ИНКВА Франция, 1969 г.*, с. 227-270. (su santrauka prancūzų ir vokiečių kalbomis).
87. Гайгалас А.И. 1964. Минералого-петрографический состав морен плейстоцена Юго-Восточной Литвы (1. Изменения содержания обломков горных пород и минералов в гранулометрическом спектре. 2. Различия содержания обломков горных пород и минералов в некоторых разновозрастных горизонтах). *Тр. АН Лит. ССР*, серия **Б**, **4(39)**, с. 185-211.

88. Гайгалас А.И. Гляциоседиментационные циклы плейстоцена Литвы. Вильнюс, Мокслас, 1979, 98 с.
89. Гайгалас А.И., Рудницкайте Э.Л. 1983. Карбонатность межледниковых озерных отложений как показатель климатических условий. В: А.В. Раукас (ред.) *История озерв СССР. Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания. Часть 2.* Редакционно-издательский совет АН ЭССР, Таллинн, с. 24-25.
90. Гайгалас А.И., Битинас А.К., Рудницкайте Э.Л. 1985. Расчленение разновозрастных морен плейстоцена в зоне Балтийской маргинальной гряды по комплексу признаков. *Геологические исследования и изучение минерально-сырьевой базы Литовской ССР. Материалы VII научной конференции геологов Литвы, Вильнюс, ноябрь, 1985 г.* Вильнюс. 43-45. [Lietuvos TSR geologiniai ir mineralinių žaliavų tyrimai. Lietuvos geologų VII mokslinės konferencijos medžiaga. Vilnius, 1985 m. lapkričio mėn. Vilnius]
91. Гайгалас А.И., Рудницкайте Э.Л. 1981. Микростроение и состав разновозрастных морен плейстоцена Юго-Восточной Литвы (по анализу шлифов). *Исследование развития Скандинавского ледникового покрова на территории СССР.* Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 77-82.
92. Гайгалас А.И. 1971. Структура, текстура и генетические разновидности основных морен. *Строение и морфогенез Средне-Литовской моренной равнины.* Вильнюс: Минтис, с. 28-87.
93. Гайгалас А.И. 1972а. Строение неоплейстоценового моренного покрова Восточно-Жямайтийского плато (1. Анализ обнажений р. Вирвите). *Труды Академии наук ЛитССР*, серия Б, **2(69)**, с. 171-180.
94. Гайгалас А.И. 1972б. Строение неоплейстоценового моренного покрова Восточно-Жямайтийского плато (2. Анализ обнажений р. Дубисы). *Труды Академии наук ЛитССР*, серия Б, **3(69)**, с. 161-171.

95. Гайгалас А.И. 1972в. Строеие неоплейстоценового моренного покрова Восточно-Жямайтийского плато (3. Анализ обнажений р. Шушве). *Труды Академии наук ЛитССР*, серия Б, **4(69)**, с. 157-168.
96. Гайгалас А., Микутене Л. 1979. Равнины основных морен. *Строеие и рельеф Жямайтийской восвышенности*. Вильнюс: Мокслас, с. 86-97.
97. Гарункштис А.А. 1975. Седиментационные процессы в озерах Литвы. Вильнюс: Мокслас, 295 с.
98. Горецкий Г.И. 1973. О взаимодействии антропогеновых отложений и их субстрата. В кн.: *Материалы по палеогеографии и геохимии антропогена Белоруссии*. Минск: Наука и техника. с. 17-20.
99. Даниланс И.Я., Дзилна В.Я., Стелле В.Я. 1964. Разрез Жидини. – В кн.: *Вопросы четвертичной геологии*. Т. 3. Рига, с. 63-140.
100. Даниланс И.Я. 1973. Четвертичные отложения Латвии. Рига, Зинатне, 312 с.
101. Каждан А.Б., Гуськов О.И., Шиманский А.А. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. Учебное пособие для вузов. Москва: Недра, 1979, 168 с.
102. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математические методы в геологии. *Учебник для вузов*. Москва: Недра, 1999, 251 с.
103. Климашаускас А.Ю. 1965. Гранулометрические свойства и закономерности минералогического состава моренных отложений Юго-Восточной Литвы. *Стратиграфия четвертичных отложений и палеогеография антропогена Юго-Восточной Литвы*. Вильнюс, Минтис, с. 39-103.
104. Климашаускас А.Ю. 1967. О возможности применения минералогических данных для стратиграфического расчленения четвертичной толщи. *Вопросы геологии и палеогеографии четвертичного периода Литвы*. Вильнюс, Минтис, с. 41-50.
105. Кондратене О.П. 1971. Стратиграфия отложений нижнего плейстоцена Литвы. – В кн.: *Строеие, литология и стратиграфия отложений нижнего плейстоцена Литвы*. Вильнюс, с. 125-137.

106. Кондратене О. Проблема интерпретации палинологических данных квартера в Литве. Науч. тр. Высш. Учеб. Завед. Литвы. *Geologija*, **14(2)**, с. 198-206.
107. Кондратене О. 1996. Стратиграфия и палеогеография квартера Литвы по палеоботаническим данным. Вильнюс: Academia, 213 с.
108. Кондратене О.П., Битинас А.К. 1989. Стратотип отложений Бутенайского горизонта. Науч. тр. Вузов ЛитССР, *Geologija*, **10**, с. 94-107.
109. Лаврушин Ю.А. 1976. Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М.: Наука, 236 с.
110. Лаврушин Ю.А., Голубев Ю.К. 1980. Карбонаты в основных моренах плейстоценовых материковых оледенений. – В кн.: *Процессы континентального литогенеза*. М.: Наука, с. 147-155
111. Лаврушин Ю.А., Гептнер А.Р., Голубев Ю.К. 1986. Ледовый тип седименто- и литогенеза. М.: Наука, 160 с.
112. Лийвранд Э.Д. 1971. Палинологическая характеристика послелеммулинских интерстадиальных отложений разреза Отепя (юго-восточная часть Эстонии). – В кн.: *Палинологические исследования в Прибалтике*. Рига, Зинатне, с. 57-66.
113. Лукашев В.К. 1970. Геохимия четвертичного литогенеза. Минск: Наука и техника. 293 с.
114. Лукашев К.И., Астапова С.Д. 1971. Геохимические особенности моренного литогенеза. Минск: Наука и техника, 193 с.
115. Москвитин А.И. 1970. История и климат межледниковий и интерстадиалов в Европе. – *Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода*, **37**. М., с. 14-32.
116. Матвеев А.В. 1976. Ледниковая формация антропогена Белоруссии. Минск: Наука и техника, 160 с.
117. Раукас А. 1961. Минералогия морен Эстонии. *Изв. АН ЭССР*, т. **X**, № **3**. с. 244-258.

118. Раукас А. 1978. Плейстоценовые отложения Эстонской ССР. Валгус, Таллин, 320 с.
119. Родионов Д.А. 1968. Статистические методы разграничения геологических объектов по комплексу признаков. М.: Недра, 158 с.
120. Рудницкайте Э.Л. 1980. Методика определения карбонатов в разновозрастных моренах плейстоцена. *Полевые и лабораторные методы исследования ледниковых отложений. Тезисы докладов межведомственного совещания.* РИСО АН ЭССР. Таллин. 121. [The technique of the determination of carbonates in various age Pleistocene tills. *Methods of the field and laboratory investigations of glacial deposits. Abstracts of the symposium.*]
121. Рудницкайте Э.Л. 1981. Карбонатность разновозрастных плейстоценовых морен в скважине Уталинка (Южная Литва). *Достижения и задачи исследований по геологии Литовской ССР. Материалы VI научной конференции геологов Литвы, Вильнюс, ноябрь 1981 г.* Вильнюс. 102-104.
122. Рудницкайте Э.Л., 1982. Формирование карбонатности и определение ее в моренах плейстоцена. *XI конгресс ИНКВА Москва, август 1982. Тезисы докладов.* III. 266-267.
123. Рудницкайте Э.Л. 1984. Палеогеографические условия осадконакопления межледниковых отложений в разрезе Жидини по содержанию карбонатов. *Палеогеография и стратиграфия четвертичного периода Прибалтики и сопредельных районов.* Вильнюс. 203-206. [*Pabaltijo ir gretimų rajonų kvartero periodo paleogeografija ir stratigrafija*].
124. Рудницкайте Э.Л. 1986. Особенности седиментации карбонатов на протяжении межледниковий плейстоцена (по материалам Литвы). *История древних озер. Тезисы докладов на VII симпозиуме по истории озер: История озер в дочетвертичное время, в голоцене и формирование полезных ископаемых в озерах.* Ленинград, ноябрь 1986. Ленинград: ГО СССР. 106-108.

125. Рудницкайте Э.Л. 1987. Карбонатность морен плейстоцена в обнажениях западной Литвы (по рекам Акмена и Миния). *Геологическое строение четвертичных отложений дна Балтийского моря и закономерности распространения полезных ископаемых. Тезисы докл. семинара (Паланга, 11-12 апреля 1987 г.)*. Вильнюс. 67-68.
126. Рухина Е.В. 1960. Литология моренных отложений. Л., 141 с.
127. Рухина Е.В. 1973. Литология ледниковых отложений. Л., 176 с.
128. Рухина Е.В. 1974. Влияние ледникового ложа на состав морен. Тр. Ленингр. о-ва естествоиспытателей, т. 74, вып. II.
129. Салов И.Н. 1970. Новые данные по стратиграфии четвертичных отложений Северо-Запада Русской равнины. – *Материалы шестой конференции геологов Прибалтики и Белоруссии*. Рига.
130. Савваитов А.С. 1962. О составе мелкозема моренных отложений в бассейне р. Салаца. В: И.Даниланс (ред.), *Вопросы четвертичной геологии*. Т. I. Рига, с. 115-122.
131. Савваитов А.С. 1962а. О содержании тяжелых минералов в моренных суглинках. В: И.Даниланс (ред.), *Вопросы четвертичной геологии*. Т. I. Рига, с. 123-128.
132. Стинкуле А.В. 1964. О распределении химических элементов в мелкоземе морены. В: И.Даниланс (ред.), *Вопросы четвертичной геологии*. Т. III. Рига, с. 311-320.
133. Хурсевич Г.К. 1984. Стратиграфия плейстоценовых отложений Прибалтики по данным диатомового анализа. *Палеогеография и стратиграфия четвертичного периода Прибалтики и сопредельных районов*. Вильнюс, с. 122-129.
134. Шейрене В.В. 1993. Диатомовые водоросли Бутенайских отложений разреза Йононис-938. Lietuvos aukštųjų mokyklų mokslo darbai. *Geologija*. Т. 14. 2 d. Detali stratigrafija, p. 235-239.

135. Щербина В.Н. 1958. О методике массового определения карбонатности осадочных пород. *Труды института геол.наук АН БССР*. Вып. 1. Минск. 131-144.
136. Эйдукиявичене М.Ю. 1979. Глубина выщелачивания карбонатов как критерий возраста моренных отложений (на примере Литовской ССР). Дисс. на соиск. уч. ст. канд. географ. наук. Вильнюс.

AUTORĖS PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

Straipsniai bei tezes ISI indeksą turinčiuose leidiniuose:

Web of Science žurnaluose:

- Andronikov, Alexandre V., **Rudnickaitė, Eugenija**, Laretta, Dante S., Andronikova, Irina E., Kaminskas, Donatas, Šinkūnas, Petras, Melešytė, Monika. 2015. Geochemical evidence of the presence of volcanic and meteoritic materials in Late Pleistocene lake sediments of Lithuania. *Quaternary International*, 386 (2015), p. 18-29.
- Albertas Bitinas, Valentas Katinas, Philip L Gibbard, Simonas Saarmann, Aldona Damušytė, **Eugenija Rudnickaitė**, Valentinas Baltrūnas, Jonas Satkūnas. 2015. The problem of lower boundary of the Pleistocene in Eastern Lithuania. *Quaternary International*, 386 (2015), p. 89-101.
- Kabailienė, M., Vaikutienė, G., Macijauskaitė, L., **Rudnickaitė, E.**, Guobytė, R., Kisielienė, D., Gryguc, G., Mažeika, J., Motuza, G., Šinkūnas, P., 2015. Lateglacial and Holocene environmental history in the area of Samogitian Upland (NW Lithuania). *Baltica*, 28 (2), 163–178. Vilnius.
- Gaigalas A., Pazdur A., Michczyński A., Pawlyta J., Kleišmantas A., Melešytė M., **Rudnickaitė E.**, Kazakauskas V., Vainorius J. 2013. Peculiarities of sedimentation conditions in the oxbow lakes of Dubysa river (Lithuania). *Geochronometria: journal on methods and applications of absolute chronology*. Vol. **40**, no 1, p. 22-32.
- Eugenija Rudnickaitė**, 2012. The reconstructions of the palaeoclimatic conditions from LGM in the Northwest Lithuania based on carbonate analysis data. *XVIII INQUA-Congress*, 21st - 27th July, 2011, Bern, Switzerland. *Abstracts / Quaternary International*, vol. **279-280** (2012), p. 416.
- Kabailienė, Meilutė, Vaikutienė, Giedrė, Damušytė, Aldona, **Rudnickaitė, Eugenija** Post-Glacial stratigraphy and palaeoenvironment of the northern

part of the Curonian Spit, Western Lithuania. *Quaternary International*. 2009, vol. **207**, iss. 1-1, p. 69-79.

Rudnickaitė E. 2007. Reconstruction of palaeogeography of Pleistocene Interglacials according carbonates content // *Quaternary International: XVII INQUA congress: The tropics: heat engine of the quaternary 2007*, vol. **167-168** suppl., p. 356.

Master list žurnaluose:

Rudnickaitė, Eugenija. 2015. Regularities of carbonate distribution in the glaciogenous deposits of Lithuania. *Geologija. Geografija*. Vilnius: Lietuvos mokslų akademija. 2015, T. **1(4)**. **Vilnius**, p. 202.

Rudnickaitė, Eugenija, Slauto, Leonid, Guobytė, Rimantė. 2015. Švenčionių aukštumos paviršių sudarančių glacialinių nuogulų karbonatingumo tyrimai. *Geologija. Geografija*. T.**1(2)**. Vilnius, p. 78-92.

Bitinas A., Katinas V., **Rudnickaitė E.**, Šinkūnas P. 2014. Vetygala Exposure: the problem of the lower boundary of the Pleistocene. *Geologija*. Vol. **56**. No. 2(86). Vilnius. P. 47–53.

Rudnickaitė, Eugenija. 2014. Carbonates in the heterochronous tills of Western and South Eastern Lithuania as a criterion of their stratigraphical correlation. Abstracts of the 9th Baltic Stratigraphical Conference, 8–9 September 2014, Lithuania. *Geologija*. Vol. **56**. No. **1(85)**. Vilnius. P. 35.

Sanko, Aleksander, Gaigalas, Algirdas-Juozapas, **Rudnickaitė, Eugenija, Melešytė, Monika,** 2008. Holocene malacofauna in calcareous deposits of Dūkšta site near Maišiagala in Lithuania. *Geologija*, t. **50**, nr. 4, p. 290-298.

Straipsniai recenzuojamuose konferencijų leidiniuose:

Laura Gedminienė, Miglė Stančikaitė, Petras Šinkūnas, **Eugenija Rudnickaitė,** Giedrė Vaikutienė. 2014. Palinologinių tyrimų taikymas

paleoaplinkos ir klimato raidai įvertinti: Ūla-2 atodangos tyrimų pavyzdžiu. *17-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ darbai / Proceedings of the 17th Conference for Junior Researchers „Science – Future of Lithuania“*. *Aplinkos Apsaugos Inžinerija / Environmental Protection Engineering*. p. 57–64. <http://jmk.aainz.vgtu.lt>

Straipsniai kituose leidiniuose:

Satkūnas, Jonas, Guobytė, Rimantė, **Rudnickaitė, Eugenija**, 2013. The great Karolina ravine in Karoliniškės (Vilnius). *Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania: excursion guide*: International field symposium, June 25-30, 2013, Lithuania, p. 10-15.

Rudnickaitė, Eugenija, 2012. Geologijos "muziejus" mokyklos aplinkoje: į pagalbą mokytojui. *Gamtamokslinis ugdymas*. 2012, nr. 2. p. 36-42. [*Copernicus indeksas*].

Knygų dalys (mokslo istorija):

Eugenija Rudnickaitė, 2015. Vilniaus universiteto Mineralogijos kabineto rinkiniai Vilniaus senienų muziejuje / The collections of the Mineralogy Cabinet of Vilnius University in the Vilnius Museum of Antiquities. - *Mokslo straipsnių rinkinys: Kova dėl Istorijos: Vilniaus senienų muziejus (1855–1915): tarptautinė mokslinė konferencija, Vilnius, 2015 m. gegužės 7-8 d.* / Lietuvos nacionalinis muziejus; sudarytojai R.Griškaitė, Ž.Būčys, p. 401-409.

Rudnickaitė, Eugenija. 2012. Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos muziejaus istorija. – Kn.: *Profesorius Mykolas Kaveckis – inžinierius, mineralogas, geochemikas* / Vilniaus universitetas; sudarytojas ir mokslinis redaktorius A. Grigelis; sudarytojas Algirdas Gaigalas, p. 278-293.

Rudnickaitė, Eugenija. 2012. Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos muziejaus meteoritų kolekcija. – Kn.: *Profesorius Mykolas Kaveckis – inžinierius, mineralogas, geochemikas / Vilniaus universitetas*; sudarytojas ir mokslinis redaktorius A. Grigelis; sudarytojas Algirdas Gaigalas, p. 294-310.

Pranešimų tezės mokslinėse konferencijose:

Alexandre V. Andronikov, ***Eugenija Rudnickaitė**, Irina E. Andronikova, Donatas Kaminskas, Petras Šinkūnas, Monika Melešytė. 2016. Trace-element composition of Late Glacial sediments of Lithuania: ICP-MS study. International conference: *From Star and Planet Formation to Early Life, 25–28 April, 2016, in Vilnius, Lithuania*. P. 118-119.

Andronikov, Alexandre V., **Rudnickaitė, Eugenija**, Andronikova, Irina E., Kaminskas, Donatas, Šinkūnas, Petras, Melešytė, Monika. 2015. Trace-element composition of Late Glacial sediments of Lithuania: ICP-MS study. *XIX INQUA Congress: Quaternary Perspectives on Climate Change, Natural Hazards and Civilization, 26 July - 2 August 2015 in Nagoya, Japan*. p. T02053.

Rudnickaitė, Eugenija. 2015. Carbonates in the heterochronous tills of Lithuania as a criterion of their stratigraphical subdivision and correlation. *XIX INQUA Congress: Quaternary Perspectives on Climate Change, Natural Hazards and Civilization, 26 July - 2 August 2015 in Nagoya, Japan*. p. T02042.

Eugenija Rudnickaitė. 2014. Įvairiaamžių vakarinės ir pietrytinės Lietuvos dalies morenų karbonatingumas kaip jų stratigrafinio suskirstymo kriterijus / Carbonates in the heterochronous tills of Western and South Eastern Lithuania as a criterion of their stratigraphical subdivision. 2014. *Mokslas Gamtos mokslų fakultete. Aštuntosios mokslinės konferencijos, vykusios 2014 m. spalio 3 d. pranešimai*. Vilnius, VU leidykla, p. 181-182.

Andronikov A., Subetto D., Laurretta D., Andronikova I., **Rudnickaitė E.** 2014. Geochemical signatures of a possible Late Pleistocene extraterrestrial event in paleolimnological “records” of Europe. In: *Paleolimnology of Northern Eurasia. Proceedings of the International Conference. Petrozavodsk, 21–25 September, 2014.* Eds. Dmitry Subetto, Tatyana Regerand, Anastasiya Sidorova. Petrozavodsk: Karelian Research Centre RAS, ISBN 978-5-9274-0638-8 pp. 62-64.

Eugenija Rudnickaitė and Rimantė Guobytė. 2014. Lithological variability in tills of the Samogitian Upland and surrounding area, Lithuania. In: *Late Quaternary terrestrial processes, sediments and history: from glacial to postglacial environments. Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and field excursion in Eastern and Central Latvia, August 17- 22, 2014.* Eds.: Zelčs, V. and Nartišs, M. University of Latvia, Rīga, 2014, p. 132-133.

Gedminienė, Laura, Stančikaitė, Miglė, Šinkūnas, Petras, **Rudnickaitė, Eugenija**, Vaikutienė, Giedrė. 2014. Palynology as a bridge between ecosystems and paleoecosystems. Late glacial sedimentary environment of the Ūla river basin: an example from Ūla 2 outcrop. *COINS 2014: conference of natural and life sciences.* p. 34.

Andronikov, Alexandre V., **Rudnickaitė, Eugenija**, Laurretta, Dante S., Andronikova, Irina E., Kaminskas, Donatas, Šinkūnas, Petras, Melešytė, Monika. 2013. In search for fingerprints of a possible ET impact: HR-ICP-MS study of Late Pleistocene lake sediments of Lithuania. *Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania: abstracts: International field symposium, June 25-30, 2013, Lithuania.* p. 11-13.

Rudnickaitė, Eugenija. 2013. Carbonates in the heterochronous tills of South-Eastern Lithuania as a criterion of their stratigraphic correlation. *Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian, South Eastern Lithuania: abstracts: International field symposium, June 25-30, 2013, Lithuania.* p. 86-87.

- Pustelnikovas, Olegas, Melešytė, Monika, **Rudnickaitė, Eugenija**, Saarmann, Simonas. 2013. Wpływ ruchów tektonicznych na morfogenezę profili podłużnych rzek Litwy / Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku. Vol. 10. Słupsk: Akademia Pomorska w Słupsku. ISBN 9788374672207, p. 119-136.
- Pustelnikovas, Olegas, Šinkūnas, Petras, Melešytė, Monika, **Rudnickaitė, Eugenija**, 2013. Cheminių elementų pasiskirstymas organogeninėse tarpledynmečių nuogulose klimato pokyčių fone. *Jūros ir krantų tyrimai - 2013: 7-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų konferencija*, Klaipėda, 2013 balandžio 3-5: konferencijos medžiaga, p. 188-195.
- Pustelnikovas, Olegas, Melešytė, Monika, **Rudnickaitė, Eugenija**, Saarmann, Simonas. 2012. Zmiany klimatu w późnym plejstocenie i holocenie w obrazie zmienności wybranych pierwiastków w warstwach organicznych Litwy. *Geologia i geomorfologia Pobraża i południowego Bałtyku : X konferencja*, Słupsk, 4-5 czerwca, 2012. p. 39-41.
- Pustelnikovas, Olegas, Melešytė, Monika, **Rudnickaitė, Eugenija**, Kaminskas, Donatas. 2012. The chemical elements and sedimentation types of deposits in the dug holes Dubičiai 1, 2 and Mūšos Tyrelis as indicators of Late Pleistocene and Holocene climate changes. *Climate change research, ocean observations and advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 international symposium: presentation abstracts*, Klaipėda May 8-11, 2012. p. 18.
- Rudnickaitė, Eugenija**, Fedorowicz, Stanislaw, Kaminskas, Donatas, Melešytė, Monika. 2012. Geochronological sequence of paleogeographical variation in northern Lithuania based on Dengtiltis outcrop (Dubysa river valley) studies. *Geomorphology and paleogeography of polar regions: proceeding of the joint international conference, Saint-Petersburg, 9-17 September, 2012*. p. 463-465.
- Kabailienė, Meilutė, **Rudnickaitė, Eugenija**, Macijauskaitė, Lina, Balakauskas, Lauras. 2011. Vegetation dynamics during Younger Dryas climatic episode (12600 – 11500 yr. cal. B.P.) in Northwest Lithuania.

XVIII INQUA congress: Quaternary sciences – the view from the mountains, 21-27 July 2011 in Bern, Switzerland p. ID 997.

Rudnickaitė, Eugenija, 2011. The reconstructions of the palaeoclimatic conditions from LGM in the Northwest Lithuania based on carbonate analysis data. *XVIII INQUA congress: Quaternary sciences – the view from the mountains, 21-27 July 2011 in Bern, Switzerland* p. ID 2963.

Rudnickaitė, Eugenija. 2010. The Last Interglacial in Lithuania according carbonates content. *Decoding the Last Interglacial in Western Mediterranean: workshop, Sardinia 25-29 October, 2010: abstracts volume* (vol. 1). p. 41.

Rudnickaitė, Eugenija. 2008. The lithostratigraphy of the western part of Lithuania based on carbonate analysis data. *Quaternary of the Gulf of Gdansk and Lower Vistula regions in northern Poland: sedimentary environments, stratigraphy and palaeogeography*. Warsaw, p. 47-48.

Vaikutienė, Giedrė, **Rudnickaitė, Eugenija**, Grigienė, Alma. 2012. Palaeocological situation of the Klaipėda strait area in the Late Glacial and Holocene (Western Lithuania). In: A.Zhirov, V.Kuznetsov, D.Subetto, J.Thiede (eds.) *Geomorphology and Palaeogeography of Polar Regions: Proceedings of the Joint Conference „Geomorphology and Quaternary Palaeogeography of Polar Regions“, Symposium „Leopoldina“ and the INQUA Peribaltic working group Workshop*. Saint-Petersburg, SPbSU, 9-17 September 2012. 470-471.

Pranešimų (be spausdintų tezių) sąrašas:

Rudnickaitė, Eugenija. 2015. Karbonatų pasiskirstymo dėsningumai ledynmečių nuogulose Lietuvoje. [Regularities of distribution of carbonates in glacial sediments of Lithuania]. *Kasmetinė Geologijos krypties doktorantų konferencija*, 2015 metų lapkričio 19 d., Vilnius.

Rudnickaitė Eugenija. 2014. Karbonatingumo tyrimai Lietuvos kvartero neledyninėse nuogulose. *Nuo silūro iki kvartero Lietuvoje*. VU Geologijos

ir mineralogijos katedros metinė doktorantų konferencija, 2014 metų lapkričio 27 d., Vilnius.

Rudnickaitė, Eugenija. 2013. Karbonatingumo tyrimai Lietuvos ledynmečių nuogulose. *Nuo Žemės mantijos iki kvartero Lietuvoje*. VU Geologijos ir mineralogijos katedros metinė doktorantų konferencija, 2013 metų lapkričio 28 d., Vilnius.

PRIEDAI

1 priedas

DALYVAVIMAS MOKSLINIUOSE PROJEKTUOSE

„Kvartero nuogulų sedimentacijos sąlygos ir stratigrafija“ 2011-15 metai – Geologijos ir mineralogijos katedros vykdoma biudžetinė tema, vad. dr. G.Vaikutienė.

„Baltijos jūros priekrantinės ir giliavandenės zonų vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuosėdų sedimentologinių ir paleobotaninių tyrimų duomenų koreliacija“ 2006-10 metai. Geologijos ir mineralogijos katedros biudžetinė tema, vad. habil.dr., prof. A.E.Trimonis.

„Paleogeografinių sąlygų raida Lietuvoje poledynmetyje Baltijos jūros ir sausumos sąveikoje“ (POLEDYNYMETIS LIETUVOJE), Lietuvos mokslo taryba, Lietuvos mokslo tarybos nacionalinė mokslo programa „Ekosistemos: klimato kaita ir aplinkos poveikis“, 2010-08 – 2011-12, sąmatinė vertė - 696.76 tūkst. Lt (sutartis LEK- 03/2010).

„Klimato staigių kitimų ir senvaginėse nuogulose palaidotos medienos geochronologinis įvertinimas“ – Valstybinis mokslo ir studijų fondas, 2009 metais, sąmatinė vertė – 36 700 Lt. (*maksimali galima – 40 000Lt*) (sutartis Nr. T-84/09).

„Ekstremalūs gamtos reiškiniai ir paleoklimato kitimai per pastaruosius 15 000 m. Lietuvoje“ – Valstybinis mokslo ir studijų fondas, 2008 metais (sutartis T-37/08), sąmatinė vertė-34 000 Lt; (*maksimali galima – 40 000Lt*).

Mokslo populiarinimas:

Rudnickaitė Eugenija. 2015. The Collections of the Mineralogy Cabinet of Vilnius University in the Vilnius Museum of Antiquities [Vilniaus universiteto Mineralogijos kabineto rinkiniai Vilniaus senienų muziejuje]. - *The Struggle for History: The Vilnius Museum of Antiquities (1855-1915) [Kova dėl istorijos: Vilniaus senienų muziejus (1855-1915)]. International scholarly conference, Vilnius 7-8 May 2015 [Tarptautinė mokslinė konferencija, Vilnius, 2015 m. gegužės 7-8 d.]*. Lietuvos nacionalinis muziejus, p. 97-98. (ir pranešimas).

Rudnickaitė Eugenija. 2014. Neformalaus gamtamokslinio ugdymo varomoji jėga: ką gali vienas žmogus? *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje - 2014 = Natural science education at a general school - 2014: XX nacionalinė mokslinė-praktinė konferencija*, 2014 m. balandžio 25-26 d. Panevėžys. (pranešimas)

Rudnickaitė Eugenija. 2013. Vilniaus universiteto Geologijos muziejaus meteoritų kolekcijos eksponatų "jubiliejai": istorinio ir geologinio laiko sandūra. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje - 2013 = Natural science education at a general school - 2013: XIX nacionalinės mokslinės-praktinės konferencijos straipsnių rinkinys*, 2013 m. balandžio 26-27 d.. Skuodas. Šiauliai, p. 83-91. (ir pranešimas).

Vilčinskaitė, Lida, Jociuvienė, Alma, **Rudnickaitė, Eugenija.** 2011. Gamtamokslinis ugdymas mokykloje bendradarbiaujant su Vilniaus universiteto Geologijos muziejumi. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje - 2011 = Natural science education at a general school - 2011 : XVII nacionalinės mokslinės-praktinės konferencijos straipsnių rinkinys*, Vilnius, p. 108-112. (ir pranešimas)

Pastaba: daug pranešimų daryta geologijos mokslo populiarinimui mokiniams, mokytojų konferencijose; ekskursijos, mokslo populiarinimo renginiai VU Geologijos muziejuje.

APIE AUTORE

- Vardas, Pavardė:** Eugenija Rudnickaitė
- Gimimo data:** 1953-10-27
- Gimimo vieta:** Mažeikių raj., Dapšių km., Lietuva
- E-mail:** eugenija.rudnickaite@gf.vu.lt
- Aukštasis išsilavinimas:** 1972 – 1977 Inžinieriaus – hidrogeologo diplomą
Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakultete
2012 – 2016 doktorantūros studijos, fiziniai mokslai,
geologija (05P), *Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto Geologijos ir mineralogijos katedroje*
- Darbo patirtis:** 1977 – 1992 Vilniaus universitetas,
Pažangios mokslo minties muziejaus filialo vedėja
1992 – 2005 Vilniaus universitetas,
GMF Geologijos ir mineralogijos muziejaus tvarkytoja
2005 – dabar Vilniaus universitetas, GMF
Geologijos ir mineralogijos katedros ir Geologijos muziejaus administratorė
2010 – 2011 Vilniaus universitetas, GMF
Geologijos ir mineralogijos katedros tyrėja
2012 – dabar Vilniaus universitetas,
Lektorė
2012 – dabar Vilniaus universitetas,
Geologijos ir mineralogijos katedros jaunesnioji mokslo darbuotoja
- Šeima:** Vyras - Rustemas, sūnus - Jonas, dukra - Rūta.
- Kita veikla:** Lietuvos Geologų sąjungos narė, šešis metus buvo LGS
įždininke
Su Lietuvos rinktine – Sovietų sąjungos čempionė;
daugkartinė Lietuvos sportinio turizmo čempionatų
prizininkė, čempionė