



Kasmetinė geologijos krypties doktorantų konferencija

Annual Conference of PhD Geology Students

2017 m. lapkričio 1 d., Vilnius

17 November 2017, Vilnius

**KONFERENCIJĄ ORGANIZAVO VILNIAUS UNIVERSITETO CHEMIJOS IR GEOMOKSLŲ
FAKULTETO, GEOMOKSLŲ INSTITUTO, GEOLOGIJOS IR MINERALOGIJOS KATEDRA**

***ORGANIZED BY DEPARTMENT OF GEOLOGY AND MINERALOGY, INSTITUTE OF
GEOSCIENCES, FACULTY OF CHEMISTRY AND GEOSCIENCES, VILNIUS UNIVERSITY***

VIRŠUTINIO PERMO PALAEONISCIDAE IR EUSELACHII DANTŲ IR ŽVYŅŲ VIDINĖS SANDAROS ANALIZĖ NAUDOJANT ESM LIETUVOS–LATVIJOS REGIONE

Darja Dankina-Beyer*, Andrej Spiridonov, Sigitas Radzevičius

Vilniaus universitetas, Geomokslų institutas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27, 03101 Vilnius,
Lietuva

* El. paštas darja.dankina@gmail.com

Paleontologinio tyrimo santraukoje, remdamiesi Karpėnų ir Kumo karjerų atodangų duomenimis, pristatome pirmuosius viršutinio permio žuvų žvynų ir dantukų fosilijų vidinės sandaros analizių rezultatus. Šių dviejų atodangų karbonatinių uolienuų sluoksniai atitinka ir atspindi Naujosios Akmenės (Lietuva) ir Alši, Kumo ir Auce (Latvija) svitas. Lauko darbų metu mėginiai buvo paimti kas 1,5–2,0 metrus iš vertikalaus pjūvio. Bendras mėginių svoris siekia apie 430 kg klinties. Atlikus medžiagos tirpinimo ir žuvų fosilijų atrinkimo tyrimus pagal standartines metodikas buvo rasti žvynai ir dantys, priklausantys kremzlinių ir kaulinių žuvų klasių atstovams. Apdorojant Karpėnų karjero mėginius buvo rasta 113 žvynų ir vienas dantis iš *Euselachii* bei *Palaeoniscidae* šeimos 97 dantys ir devyni žvynai. Kumo karjere fosilijų kiekis yra didesnis – 503 dantys ir 67 žvynai *Palaeoniscidae* bei 88 žvynai *Euselachii*. Pagal nustatytą fosilijų įvairovę buvo išskirtos keturios pagrindinės grupės tolimesniems tyrimams atlikti: *Euselachii* žvynai, *Euselachii* dantys, *Palaeoniscidae* žvynai ir *Palaeoniscidae* dantys. Kiekvienoje grupėje, išskyrus *Palaeoniscidae* žvynus, buvo atrinktos kelios morfologiškai pasikartojančios fosilijos šlifavimo gamybai rankiniu būdu. Iš viso atliktas 21 šlifas, iš kurių tik aštuoni vienetai gerai atspindi žuvų fosilijos vidinę sandarą. Kokybiškai atlikti šlifai buvo analizuojami su elektroniniu skenuojamu mikroskopu (ESM). Paleozojaus primityvių kremzlinių žuvų žvynams ir dantims būdinga *single crystallite enameloid* (SCE) sluoksnio danga (Botella ir kt., 2009). Būtent šis sluoksnis buvo nustatytas kiekvienoje analizuojamoje grupėje tyrinėjant viršutinio permio žuvų fosilijų šlifus Lietuvos–Latvijos regione. Remdamiesi histologijos analizės rezultatais patvirtinome *Helodus* genties traiškantį dantį, rastą Karpėnų karjere. Tiriamos fosilijos šlife buvo nustatyti *tubular dentine* ir SCE sluoksniai. Šie du vidinės sandaros požymiai įrodo *Helodus* sp. atstovo būvimą Lietuvos–Latvijos regione.

Literatūra

1. Botella H., Donoghue P. C. J., Martínez Pérez C. 2009. Enameloid microstructure in the oldest known chondrichthyan teeth. *Acta Zoologica*. 90(1): 103–108.
2. Dankina D., Chahud A., Radzevičius S., Spiridonov A. 2017. The first microfossil of ichthyofauna from the Naujoji Akmenė Formation (Lopingian), Karpėnai Quarry, northern Lithuania. *Geological Quarterly*. 61(3): 602–610.

SCANNING ELECTRON MICROSCOPE EXAMINATION OF THE HISTOLOGY OF THE UPPER PERMIAN *PALAEONISCIDAE* AND *EUSELACHII* SCALES AND TEETH FROM THE LITHUANIAN-LATVIAN REGION

Darja Dankina-Beyer*, Andrej Spiridonov, Sigitas Radzevičius

Department of Geology and Mineralogy, Institute of Geosciences, Vilnius University, M. K. Čiurlionio St. 21/27, 03101 Vilnius, Lithuania

* Email: darja.dankina@gmail.com

The chondrichthyans and actinopterygians scale and teeth histology obtained from the Upper Permian carbonate deposits in the Lithuanian-Latvian region based on scanning electron microscope (SEM) examination is described here for the first time. The carbonate deposits from the Karpėnai (northern Lithuania) and Kumas (southern Latvia) quarries stratigraphically correspond to the Naujoji Akmenė Formation and Alši, Kūmas, and Auce Formations. The samples were taken vertically every 1.5–2.0 m from both sites. The total weight of the collected rock samples reached 430 kg. All samples were dissolved and the residue was naturally dried and sieved according to standard methodology for the vertebrate microfossils. As a result of extracting extremely tiny fish microremains, 113 scales and 1 tooth of *Euselachii* cohort, 97 teeth and 9 scales of *Palaeoniscidae* family in Karpėnai Quarry were found (Dankina et al., 2017). More abundant and richer fish assemblages were obtained in Kumas Quarry such as 503 teeth and 67 scales of *Palaeoniscidae* family, 88 scales of *Euselachii* cohort. The found fossils were divided in the main four groups based on the fish diversity of both sites: *Euselachii* scales, *Euselachii* teeth, *Palaeoniscidae* scales and *Palaeoniscidae* teeth. All group members, except for *Palaeoniscidae* scales, were picked and prepared for the histology examination under SEM using the hand-made thin section method. Previous studies on tooth and scale enameloid microstructure provided a single crystallite enameloid (SCE) as a monolayer in the most primitive chondrichthyan taxa (Botella et al., 2009). However, the dental and dermal denticle microstructure of the Paleozoic ichthyofauna has yet to be investigated. We have studied the crushing tooth and some scales of *Euselachii* and some conic-shaped teeth of *Palaeoniscidae* microstructure of the Upper Permian chondrichthyans and osteichthyans. As a result, the investigation with SEM has shown the presence of the crown and superficial cap of single crystallite enameloid of euselachian-type scales and conic teeth of palaeoniscoid as well as tubular dentine on the *Helodus* sp. tooth.

References

1. Botella H., Donoghue P. C. J., Martínez Pérez C. 2009. Enameloid microstructure in the oldest known chondrichthyan teeth. *Acta Zoologica*. 90(1): 103–108.
2. Dankina D., Chahud A., Radzevičius S., Spiridonov A. 2017. The first microfossil of ichthyofauna from the Naujoji Akmenė Formation (Lopingian), Karpėnai Quarry, northern Lithuania. *Geological Quarterly*. 61(3): 602–610.

GEOLOGINIAI IR GEOMORFOLOGINIAI PRIEŠISTORINIŲ ŽMONIŲ GYVENVIEČIŲ VEIKSNIAI

Liudas Daumantas*, Andrej Spiridonov

*Vilniaus universitetas, Geomokslų institutas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27, 03101 Vilnius,
Lietuva*

** El. paštas liudasdau@gmail.com*

Prognozinių priešistorinių žmonių gyvenviečių pasiskirstymo tyrimų rezultatų nauda dėl mažos tyrimų apimties ir netinkamos metodikos gali būti ribota. Patartina tokiuose tyrimuose siekti didžiausios (atsižvelgiant į galimus suvaržymus) chronologinės raiškos, erdvinės apimties ir tiriamų aiškinamųjų kintamųjų kiekio. Metodiškai gerai atlikti tyrimai gali atskleisti priešistorinių žmonių ekologinį kontekstą ir signalizuoti pokyčius kultūrinėje evoliucijoje ir / arba dėl gamtinių aplinkos sąlygų. Skirtumai tarp tirtų laiko intervalų gali būti nustatyti kokybiškai, įvertinus modelių struktūras, arba kiekybiškai, prognozių populiacijų stabilumo indeksais, prognozių pokyčių žemėlapiais ir kintamųjų svarbos rangų koreliacijomis. Adekvačiai metodologijai yra svarbu tinkamai pasirinkti tyrimų plotą ir atlikti nepriekaištingą gyvenviečių pasiskirstymo prognozinių modelių įvertinimą. Idealiu atveju aiškinamųjų kintamųjų poveikis gyvenviečių pasiskirstymui turėtų būti homogeniškas visame tyrimo plote. Norint tai užtikrinti, galima pirma atlikti prognostinę ir klasterinę analizes aukštesniame kraštovaizdžio hierarchijos lygmenyje. Maža regioninių prognozių variacija to paties klasterio teritorijoje, remiantis reikšmingų regioninių kintamųjų analize, galėtų būti tinkamas indikatorius atskleidžiant gerą duotosios teritorijos kandidatūrą mikroregioninei ar lokaliai analizei. Ši perspektyva leidžia atlikti analizę erdvėje nevientisose teritorijose, tokiu būdu labai praplečiant tyrimo plotą. Atliekant prognozinių modelių vertinimą turėtų būti atsižvelgta į duomenų patikimumą ir kintamųjų erdvinę autokoreliaciją. Preliminarūs regioninės mezolito gyvenviečių pasiskirstymo Lietuvoje analizės rezultatai rodo, kad nesąlyginės gausinės simuliacijos su panašiais erdvinės autokoreliacijos mastais realiems kintamiesiems duoda beveik tokius pat gerus prognozinius modelius, kaip realūs kintamieji (pakartotinių 10-imčių kryžminių patikrinimų AUROC $0,94 > 0,90$, p -vertė $< 2,2e^{-16}$). Modeliai, apdorojantys visus duomenis, gali būti lyginami su modeliais, analizuojančiais patikimą duomenų dalį. Tolimesni geologijos ir geomorfologijos įtakos Lietuvos priešistorinių žmonių gyvenviečių pasiskirstymui tyrimai ir prognozinių gyvenviečių išsidėstymo modeliavimas turėtų atskleisti tikrą pasiūlytos metodologijos potencialą.

THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL FACTORS ON THE DISTRIBUTION OF PREHISTORIC HUMAN SETTLEMENTS

Liudas Daumantas*, Andrej Spiridonov

*Department of Geology and Mineralogy, Institute of Geosciences, Vilnius University, M. K. Čiurlionio St. 21/27, 03101
Vilnius, Lithuania*

** Email: liudasdau@gmail.com*

The usefulness of results of predictive prehistoric human settlement distribution studies might be impaired because of the limited research extent and the methods employed. For the former, it is strongly advised in such studies to seek maximal (considering possible limitations) chronological resolution, spatial extent and quantity of investigated explanatory variables. Such methodically soundly performed analysis might reveal the context of prehistoric human ecology and signal the shifts in cultural evolution and/or natural environmental conditions. Differences between studied time intervals can be evaluated qualitatively by means of model structure or numerically by population stability indexes of predictions, maps of predictions change and by correlations of variables importance ranks. In developing adequate methodology, it is important to properly choose a research area and perform good evaluation of the settlement distribution predictive models. Ideally, the effect of explanatory variables on the distribution of settlements should be homogeneous in all research area. To ensure this, predictive and cluster analysis initially could be performed at a higher landscape hierarchy level. Low variability of regional predictions at the area of the same cluster, based on analysis of significant regional variables, could be a suitable indicator of good candidacy for the given territory for a micro-regional or local level analysis. This approach allows performing analysis even at spatially discontinuous territories, greatly extending the research area. For the evaluations of predictive models, the reliability of data and the effects of variables spatial autocorrelation should be considered. Preliminary results of regional analysis of Mesolithic settlements distribution in the Lithuania show that unconditional Gaussian simulations with similar spatial autocorrelation levels to the real variables give predictive models almost as good as real variables (repeated 10-fold cross-validation AUROC $0.94 > 0.90$, p -value $< 2.2e^{-16}$). Similarly, the models trained with all data can be compared to the models trained with only the reliable part of the data. Further research of geological and geomorphological influence on the distribution of Lithuanian prehistoric human settlements and predictive modeling of settlement patterns should demonstrate the real potential of the proposed methodology.

APLINKOS SĄLYGŲ ĮTAKA EŽERO VYSTYMUISI VĖLYVOJO LEDYNMEČIO IR HOLOCENO LAIKOTARPIU: LIEPORIŲ EŽERO, ŠIAURĖS LIETUVA, PAVYZDŽIU

Laura Gedminienė*, Domas Uogintas

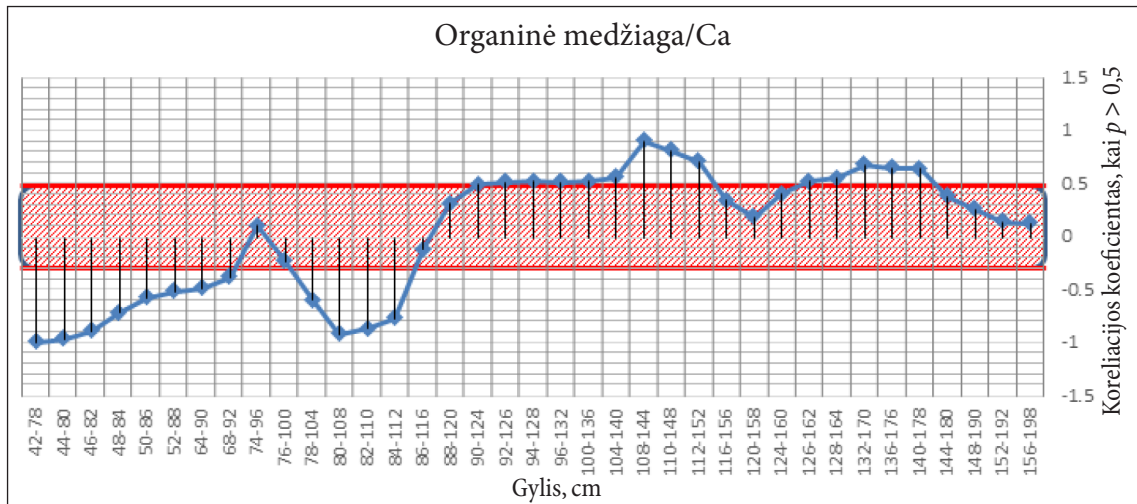
Gamtos tyrimų centras, Akademijos g. 2, 08412 Vilnius, Lietuva

** El. paštas laura.gedminiene@gamtostyrimai.lt*

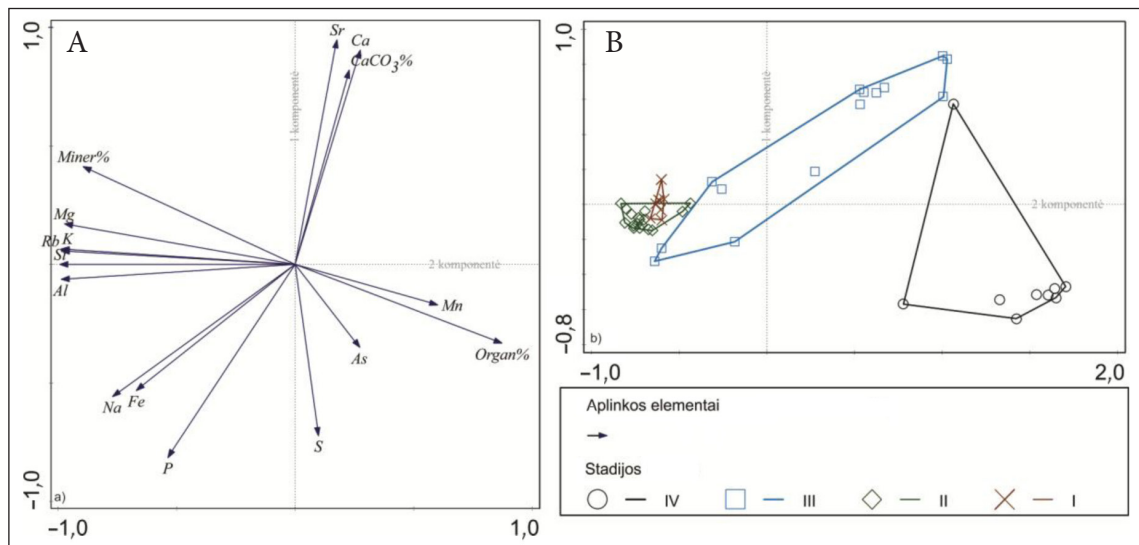
Didžiąją Lietuvos teritorijos dalį dengia stora kvartero nuogulų danga. Vėlyvojo ledynmečio ir holoceno laikotarpio aplinkos pokyčiai geriausiai atsispindi ežerų ir pelkių nuosėdų analizių rezultatuose. Tačiau besikeičiančios aplinkos veiksniai, priežastys ir mechanizmai vis dar nėra visiškai suprasti. Vertikalioje nuosėdų kolonėlėje atrinktiems 48 nuosėdų mėginiams atlikta rentgeno spindulių fluorescencinė analizė, kurios metu nustatyti 23 makro- ir mikroelementai. Organinė medžiaga, CaCO_3 ir mineralinė liekana nustatyti pagal kaitinimo nuostolio metodą. Rezultatai pavaizduoti grafiškai ir atlikta pirminė statistinė analizė. Atsižvelgiant į nuosėdų litologiją bei į TILIA ir TILIA-graph statistinių programų pagalba atlikta stratigrafiškai nepakeistų duomenų medžių diagramą, nuosėdų kolonėlė padalyta į keturias sedimentacines stadijas. Pagrindinės sedimentų dedamosios ir jų tarpusavio priklausomybė buvo analizuojamos išsamiau. Norint paskaičiuoti teorinį „minerogeninių“ karbonatų kiekį vidutinė CaCO_3 /mineralo santykio reikšmė padauginta iš kiekviename mėginyje nustatytos CaCO_3 reikšmės. „Organogeninių“ karbonatų kiekis perskaičiuotas iš bendros CaCO_3 nustatytos reikšmės atėmus teorinį „minerogeninių“ karbonatų kiekį. Skaičiavimai rodo, kad didžiausia „organogeninių“ karbonatų sedimentacija vyko III sedimentacinėje stadijoje. Čia šie karbonatai sudaro net 1/3 dalį visų karbonatų, nustatytų kaitinimo nuostolio metodu. Tyrimų metu įvertintas kintantis koreliacijos koeficientas tarp nustatytos kalcio reikšmės ir apskaičiuotos organinės medžiagos yra statistiškai reikšmingas tik keliuose gyliuose. Skaičiavimams pasirinktas langelio dydis 10 elementų. Koeficientų intervalas tarp $-0,3$ ir $0,5$, kai $p > 0,05$, yra statistiškai nereikšmingas (1 pav.). Statistiškai reikšmingiausias, bet neigiamas yra III ir IV sedimentacinėse stadijose. Šie skaičiavimų rezultatai atitinka ir patvirtina teorinę „organogeninių“ karbonatų versiją. Naudojant R-project programą ir funkcijų komplektą Vegan, buvo pasirinkti svarbiausi 16 elementų ir atlikta pagrindinių komponentių analizė. Veikiantys mechanizmai, galintys išskirti ir grafiškai pavaizduoti elementus, būdingi atskiroms sedimentacinėms stadijoms. Panaudojus „Broken stick“ modelį buvo nustatyta, kad reikšmingiausios yra pirmos dvi komponentės, kurios apibendrina aplinkos veiksnius, paaiškinančius net 90,17 % tokios duomenų sklaidos. Pirmasis veiksnys stipriai (bet neigiamai) koreliuoja su Na, Mg, Al, Si, K, Rb ir mineraline medžiaga; vidutiniškai neigiamai koreliuoja su P, Fe; stipriai teigiamai koreliuoja su organika; vidutiniškai teigiamai su Mn ir silpnai teigiamai su S, Ca, As, Sr ir CaCO_3 . Antrasis veiksnys turi stiprią neigiamą koreliaciją su P ir S; vidutinio stiprumo neigiamą – Na, Fe, As ir organine medžiaga; silpną neigiamą koreliaciją su Al ir Mn; itin stiprią teigiamą koreliaciją su Ca, Sr ir karbonatais; vidutiniškai teigiamą su mineraline medžiaga ir silpnai koreliuoja su Mg, Si, K ir Rb (2 pav., A). Nustatyta, kad pirmų dviejų stadijų metu

dominuoja terigeniniai elementai. Trečios stadijos nuosėdos pagal dominuojančius elementus pasiskirsto į dvi grupes ir priklauso daugiausia nuo: a) bioprodukcijos, b) terigeninės medžiagos nešimo, atsiradusio galimo klimatinio įvykio metu. Ketvirta sedimentacinė stadija atstovauja labiausiai organine medžiaga praturtintoms nuosėdoms, kuriose gausu S, As, Mn elementų (2 pav., B). Tyrimų rezultatai bus panaudoti tolimesniems ežero aplinkos pokyčių tyrimams, kurių metu planuojama atlikti koreliacijas su kitais elementais ir tam tikrais laikotarpiais išskirtomis aplinkoje vyravusiomis augalų grupėmis.

Raktažodžiai: PCA, kintantis koreliacijos koeficientas, „organogeniniai“ ir „minerogeniniai“ karbonatai, paleoaplinkos kaita



1 pav. Kintantis koreliacijos tarp organinės medžiagos ir kalcio koeficientas vertikaliame ežero dugno nuosėdų profilyje



2 pav. Nuosėdas sudarančių pagrindinių elementų tarpusavio priklausomybė dviejų pagrindinių aplinką keičiančių veiksnių (komponenčių) atžvilgiu

ENVIRONMENTAL DRIVERS OF LATEGLACIAL AND HOLOCENE LAKE DEVELOPMENT: AN EXAMPLE OF LIEPORIAI LAKE, NORTH LITHUANIA

Laura Gedminienė*, Domas Uogintas

Nature Research Centre, Akademijos St. 2, 08412 Vilnius, Lithuania

** Email: laura.gedminiene@gamtostyrimai.lt*

Thick quaternary sediments form most of the Lithuanian landscape. Late glacial and Holocene palaeoenvironmental changes are best identified analysing sequences of lake or peat sediments. However, environmental drivers of the changes from this time are still not fully understood. The XRF analysis was performed by X-ray fluorescence spectrometry for 48 analytical samples, and results for 23 major and minor elements were used for down-core plots and brief multivariate statistical analyses. Organic matter, CaCO_3 and mineralogical matter was determined by the LOI method. Based on the sediment description and stratigraphically constrained cluster analysis, performed applying TILIA and TILIA-graph programs, for new data results, the core was split into 4 sedimentological stages. The main sediment components and their interdependence were analysed. To calculate hypothetical minerogenic carbonates, an average ratio of CaCO_3 /mineral was chosen, which was multiplied by each value of CaCO_3 . Organogenic (biogenic) carbonates were computed by subtracting the nonbiogenic value from total CaCO_3 , accordingly. These calculations show the highest biogenic carbonate concentration in sedimentation stage III. On an average, one third of total carbonates determined by the LOI method is reached there. Moving correlation coefficients (used window for moving correlation is 10 point long, and statistically insignificant interval between -0.3 and 0.5 , when $p > 0.05$ is excluded) for Ca/biogenic shows only a few statistically significant intervals (Fig. 1). The highest, but negative correlation coefficients are in sedimentation stages III and IV. This data agrees with previous data and proves the hypothetical biogenic carbonate calculations. The multivariate analysis was done for chosen 16 elements using R-project software and Vegan package. The principal component analysis (PCA) to visualize patterns of relationships between elemental data for each sedimentological stage was used and general drivers were distinguished. The broken stick model was used to specify on first two the most important and statistically significant components, which explain 90.17% variance of response data. The first component strongly negatively correlated with Na, Mg, Al Si, K, Rb and mineral matter; moderately negatively with P, Fe; strong positive correlation was observed with organic matter; moderate positive correlation with Mn; weak positive with S, Ca, As, Sr and CaCO_3 . The second component strongly negatively correlated with P and S; moderately negatively correlated with Na, Fe, As and organic matter; weakly negatively correlated with Al and Mn; strongly positively correlated with Ca, Sr and CaCO_3 ; moderately positively correlated with mineral matter; weakly positively correlated with Mg, Si, K and Rb (Fig. 2, A). In the first two stages (the deepest lake bottom sediments) clastic elements dominate. Stage III elemental data could be divided into two groups which include elements that are related to: a) bioproductivity, as production of biogenic carbonatic material begins; b) terigenous (mineral) matter inflow, which could be related to temporal climatic events. Stage IV – the top of the sediments

represents organic matter, which is also followed by higher S, As, Mn absorption or accumulation (Fig. 2, B). These relations are an object for further palaeoenvironmental studies, investigations and correlations with biotic proxies.

Keywords: PCA, moving correlation coefficients, biogenic/minerogenic carbonates, palaeoenvironmental changes

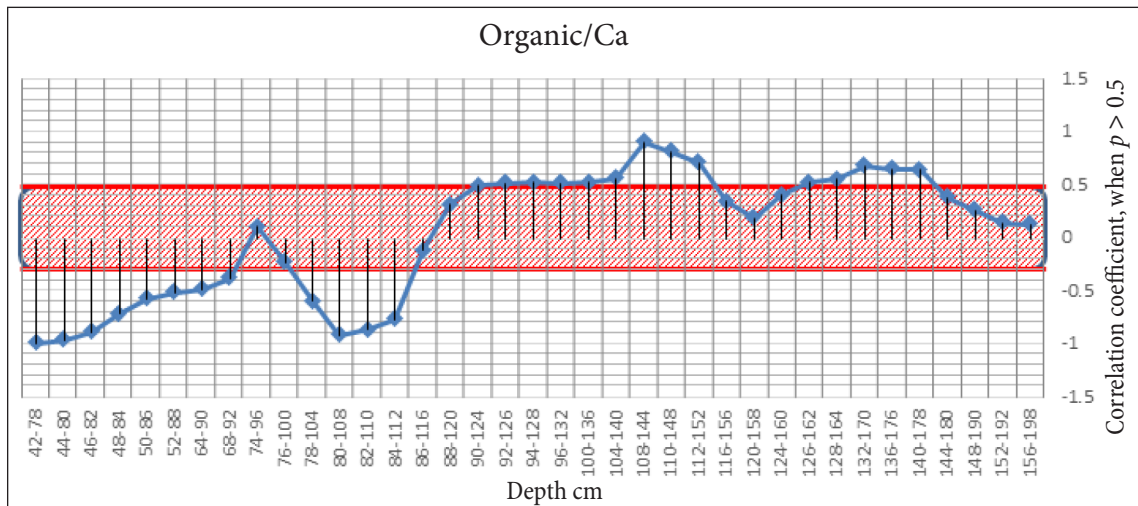


Fig. 1. Plot of moving correlation coefficients between organic matter and Ca in vertical depth profile

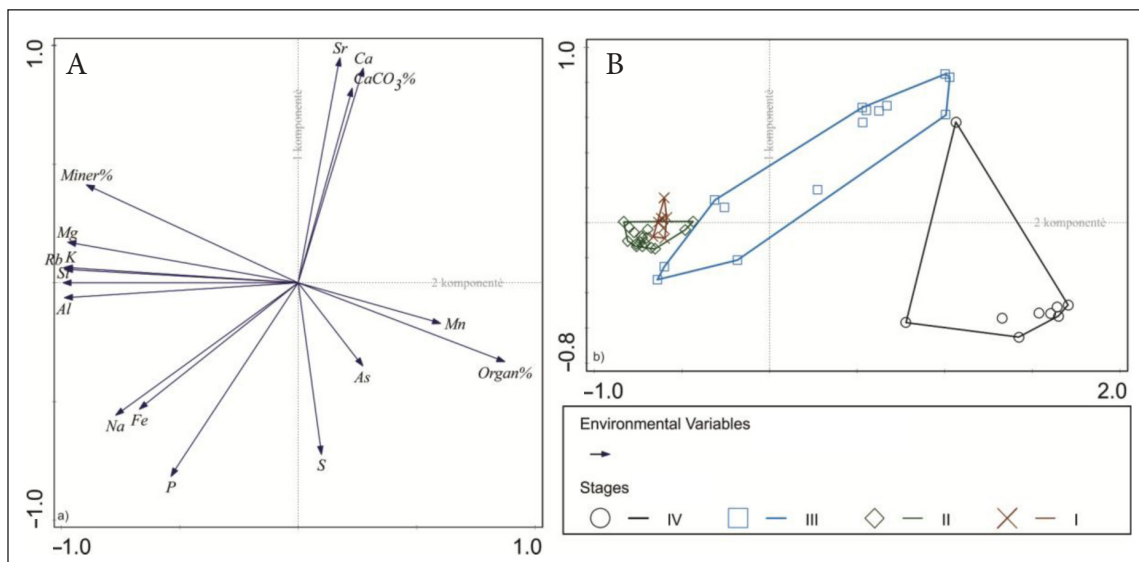


Fig. 2. The relationship between environmental variables and general elemental data changes

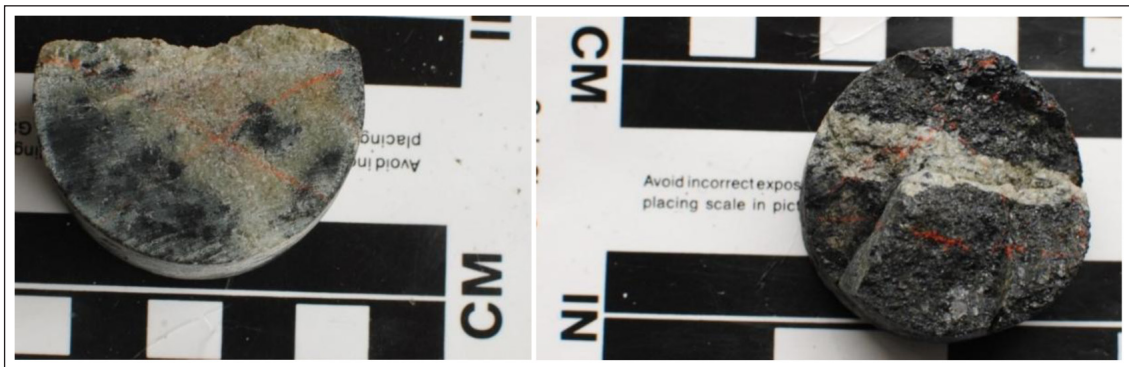
APATITO APRAIŠKOS IR GEOCHEMIJA VARĖNOS RŪDINĖJE JUOSTOJE

Vaida Kirkliauskaitė

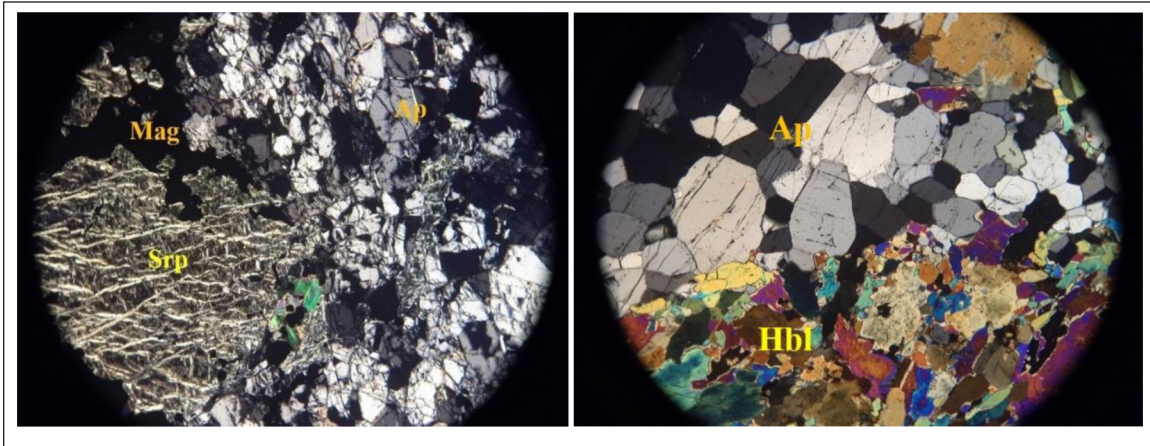
Vilniaus universitetas, Geomokslų institutas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27, 03101 Vilnius, Lietuva

El. paštas vkirlys@gmail.com

1973–1976 metais per tikslinius kristalinio pamato tyrimus Pietų Lietuvoje buvo išskirta Varėnos geležies rūdos juosta (VRJ), apimanti keliolika geležies rūdos anomalijų ir Varėnos geležies rūdos telkinį (VGRT), kuriame atlikti paieškos įvertinamieji darbai. Telkinyje ir kai kuriose VRJ geležies rūdos apraiškose taip pat aptikta retųjų žemių elementų (RŽE), P, Th, U mineralizacijos anomalijos. Apatitas yra potencialus RŽE nešėjas ir fosforo šaltinis, papildomai šie tyrimai gali suteikti ir duomenų apie VRJ bei VGRT kilmę. Apatito apraiškos VRJ nustatytos 15-oje gręžinių (358, 410, 966, 970, 978, 987, 989, 991) ir Varėnos geležies rūdos telkinyje (980, 981, 20157 (7), 20158 (8), 20171, 20176, 20183). Apatitas dažniausiai sutinkamas Varėnos komplekso uolienose (Motuza, Kirkliauskaitė, 2016) – serpentinite, magnetitinėse, serpentin-magnetitinėse, flogopito-serpentino-magnetitinėse ir amfibolinėse uolienose. Jis sudaro kelių cm storio ir keliolikos cm ilgio monomineralines gyslutes, iki kelių cm pločio lėšius arba pasiskirsto pavieniais grūdais uolienoje (1 pav). Apraiškos įvairiu laipsniu, tačiau gana tolygiai pasiskirsto minėtų uolienų kūnuose, kurių storis (matomas pagal gręžinių kerną) siekia nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų metrų.



1 pav. Kairėje – Gr. 20171, gylis – 915,4 m., apatito lėšis amfibolinėje uolienoje; dešinėje – Gr. 20157, gylis – 999,5 m., apatito gysla magnetito rūdoje



2 pav. Kairėje – Gr. 20157, gylis – 999,5 m., apatito gysla serpentininėje-magnetitinėje uolienoje, sukryžiuotų nikolių šviesoje. Vaizdo plotis 5,5 mm. Ap – apatitas, Srp – serpentinas. Dešinėje – Gr. 20171, gylis – 915,4 m., apatito lęšis amfibolinėje rūdoje, sukryžiuotų nikolių šviesoje. Vaidzo plotis 5,5 mm. Ap – apatitas, Hbl – raginukė

Apatito grūdelių pavidalas įvairus: idiomorfiniai, hipidiomorfiniai, kelių mm dydžio; alotriomorfiniai, smulkiagrūdžiai; pasitaiko ir pavienių grūdų iki cm dydžio per ilgąją ašį (2 pav.). Pagal sudėtį yra mažiausia dvi apatito rūšys, kurios skiriasi Cl ir F kiekiu. Aiškaus zoniškumo apatite kol kas nenustatyta. Apatitas praturtintas lengvaisiais RŽE ir Y, nors jų kiekiai sąlyginai nedideli (2 000–3 000 ppm).

Literatūra

1. Motuza G., Kirkliauskaitė V. 2016. Ultramafic Varėna Suite in the crystalline basement of the Southern Lithuania – implications for the origin. *Baltica*. 29(2): 93–106.

APATITE OCCURRENCES AND GEOCHEMISTRY IN VARÈNA IRON ORE ZONE

Vaida Kirkliauskaitė

*Department of Geology and Mineralogy, Institute of Geosciences, Vilnius University, M. K. Čiurlionio St. 21/27, 03101 Vilnius, Lithuania
Email: vkirlys@gmail.com*

The Varėna Iron Ore Zone (VIOZ) is located in the crystalline basement of southern Lithuania. During deep geological mapping and iron ore exploration in 1973–1996 the Varėna iron ore deposit was revealed and explored for the assessment of the economic feasibility of exploitation. There also were discovered anomalies of rare earth elements (REE), Th, U and apatite mineralization. Apatite was chosen for a more detail study as a potential host mineral for REE and phosphorus. These studies can also provide new data for the determination of the origin of the VIOZ and Varėna iron ore deposit. Apatite occurrences in VIOZ are related to the Varėna suite rocks (Motuza, Kirkliauskaitė, 2016) and found in 15 boreholes (boreholes: 358, 410, 966, 970, 978, 987, 989, 991 and Varėna iron ore deposit: 980, 981, 20157 (7), 20158 (8), 20171, 20176, 20183). Most common apatite bearing rocks are: serpentinite, magnetite, serpentinite-magnetite, phlogopite-serpentinite-magnetite and amphibolic rocks, where apatite forms monomineralic veins and lenses up to a few centimeters (Fig. 1); in some cases it is distributed as single grains. Another feature is that these patches are spread out along whole intervals, which are from a few tens to a few hundred meters thick.

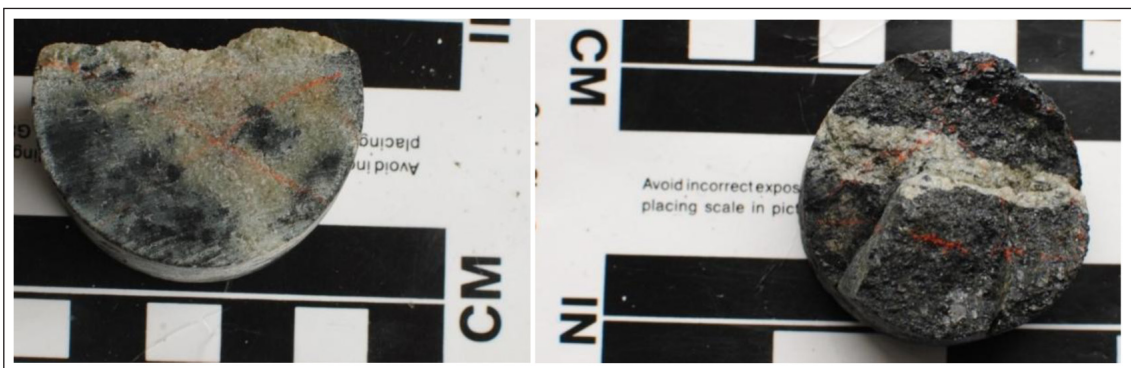


Fig. 1. Borehole 20171, depth – 915.4 m. Apatite lense in amphibolic rock (left). Borehole 20157, depth – 999.5 m. Apatite vein in serpentine-magnetite ore (right)

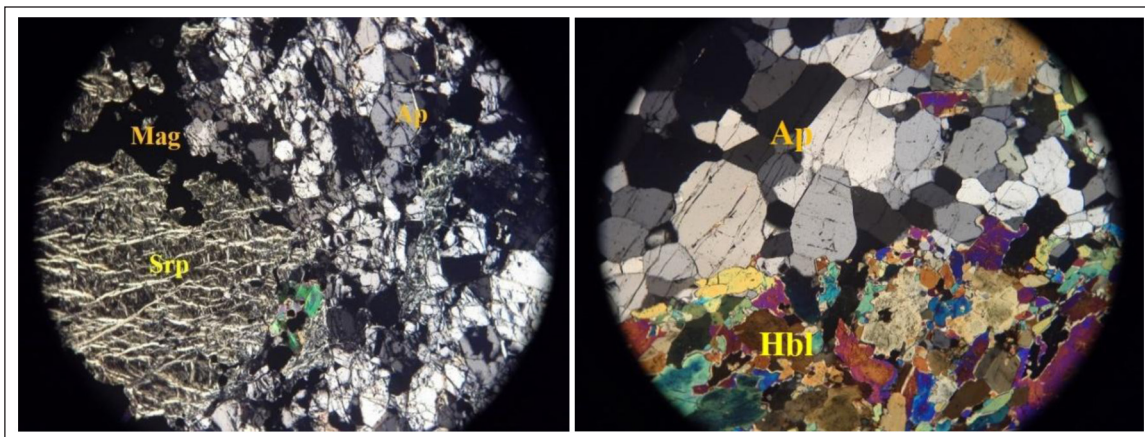


Fig. 2. Borehole 20157, depth – 999.5 m. Apatite vein in serpentine-magnetite ore (crossed polarised light). Picture size 5.5 mm. Ap – apatite, Srp – serpentine (left). Borehole 20157, depth – 999.5 m. Apatite lense in amphibole rock (crossed polarised light). Picture size 5.5 mm. Ap – apatite, Hbl – hornblende (right)

Grains of apatite are idiomorphic, hipidiomorphic (a few mm), in places alotriomorphic accumulations, more rarely there are single grains up to 1 cm on the longer axis (Fig. 2). Based on CL, F content, at least two types of apatite can be distinguished. There is no zonation fixed. Apatite is enriched in LREE and Y, which content reaches 2 000–3 000 ppm.

References

1. Motuza G., Kirkliauskaitė V. 2016. Ultramafic Varėna Suite in the crystalline basement of the Southern Lithuania – implications for the origin. *Baltica*. 29(2): 93–106.

PETROFIZINIŲ IR MECHANINIŲ SILŪRO SKALŪNŲ SAVYBIŲ KORELIACIJA SU GYLIU IR MINERALINE SUDĖTIMI

Saulius Lozovskis

Vilniaus universitetas, Geomokslų institutas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27, 03101 Vilnius,
Lietuva
El. paštas saulius.lozovskis@gmail.com

Vakarų Lietuvoje silūro periodo stratigrafinis pjūvis yra beveik išbaigtas, o apatinė jo dalis (apatinis silūras) traktuojama kaip potencialiai perspektyvi skalūninių dujų formacija (Zdanavičiūtė, Lazauskienė, 2007). Petrofizinės ir mechaninės savybės yra labai svarbios planuojant skalūninių dujų išgavimo strategijas. Viena iš svarbiausių petrofizinių savybių yra poringumas, kuris tiesiogiai koreliuoja su gyliu. Giliuose sedimentaciniuose baseinuose skalūnų poringumas dažnai yra mažas, tačiau aptinkama pavyzdžių, kuriuose šis parametras yra gautinai didelis. Poringumo matavimų laboratorinių tyrimų duomenys buvo surinkti iš ataskaitų ir pateikti koreliacinėse diagramose ir pasiskirstymo žemėlapiuose. Vakariniėje Lietuvos dalyje pastebimas ryškus poringumo reikšmių mažėjimas einant gilyn, reikšmės kinta nuo 18–19 % ~1 km gylyje (viršutinis silūras) iki 0,3–4 % ~2 km gylyje (apatinis silūras). Perspektyviausioje pietvakarių Lietuvos dalyje (atsižvelgiant į organinės medžiagos terminį brandumą) poringumas yra mažas – 2–2,5 %, o tai galimai rodo potencialiai mažą dujų kiekį porose. Poringumo reikšmių analizė yra reikalinga norint nustatyti skalūnų storumes su perspektyviausiomis savybėmis, kad vėliau būtų panaudota įvertinant ekonomiškai naudingiausias jų sankaupas. Mineralinė sudėtis yra pagrindinis parametras vertinant skalūnų mechanines savybes. Apatinio silūro skalūnų mineralinės sudėties duomenys surinkti iš ataskaitų ir patvirtinti analitiniais tyrimais naudojant skenuojantį elektronų mikroskopą ir rentgeno spindulių difrakcijos analizę. Pagal uolienuų elgseną, kai jos paveikiamos išorinės jėgos, galima išskirti dvi kategorijas: plastiškąją ir trapiąją. Trapumo indeksas (BI) yra vienas iš paprasčiausių parametru, kuris padeda klasifikuoti skalūnus pagal jų perėjimą iš elastiškųjų savybių į trapiąsias. Trapumo indeksas buvo apskaičiuotas naudojant mineralinės sudėties duomenis, turint omenyje, kad pagrindinis principas yra padalinti trapiąsias mineralus iš visų uolienuose esančių mineralų sumos. Skalūnų trapumas labiausiai priklauso nuo bendros karbonatinės sudėties ir detritinės priemaišos (Sone, Zoback, 2013). Apatinio silūro skalūnai yra sudaryti iš ilito, turinčio įvairių proporcijų smektito sluoksnius. Remiantis energijos dispersijos rentgeno spindulių analizatoriumi, molio mineralų sudėtis kinta nuo gryno ilito (rečiau) iki ilito, kuris gausiai praturtintas smektito kiekiu. Detritinis smektitas taip pat yra dažnai aptinkamas, o iš kitų dominuojančių detritinių mineralų – tai kvarcas ir lauko špatai. Vakarų Lietuvos skalūnų nustatytas trapumo indeksas kinta nuo 0,13 iki 0,43. Didžioji dalis apatinio silūro skalūnų yra klasifikuojami kaip mažiau trapūs (BI 0,36–0,4). Tai yra palankus dydis vertinant apatinio silūro skalūnų dujų eksploatavimo perspektyvas Lietuvoje.

Raktažodžiai: silūro skalūnai, petrofizinės savybės, mechaninės savybės, trapumas, mineralinė sudėtis

Literatūra

1. Sone H., Zoback M. 2013. Mechanical properties of shale-gas reservoir rocks – Part 2: Ductile creep, brittle strength, and their relationship to the elastic modulus. *Geophysics*. 78(5): 393–402.
2. Zdanavičiūtė O., Lazauskienė J. 2007. The petroleum potential of the Silurian succession in Lithuania. *Journal of Petroleum Geology*. 30(4): 325–337.

CORRELATION OF THE PETROPHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILURIAN SHALES WITH BURIAL DEPTHS AND MINERALOGICAL COMPOSITION

Saulius Lozovskis

*Department of Geology and Mineralogy, Institute of Geosciences, Vilnius University, M. K. Čiurlionio St. 21/27,
03101 Vilnius, Lithuania
Email: saulius.lozovskis@gmail.com*

West Lithuania has a complete Silurian section. The lower part (Lower Silurian) is considered a potential formation for shale gas exploration (Zdanavičiūtė et al., 2007). The petrophysical and mechanical properties of shales are important parameters for planning the gas extraction strategies. One of the important petrophysical properties is porosity, which directly correlates with the burial depth. Porosity of shales, in general, is low in deeply buried basins, but shale porosities can exhibit rather high values. Porosity data for this study were collected from industrial reports and summarized in the porosity distribution maps and correlative charts. In the western part of Lithuania, there is a distinct porosity reduction with a depth trend, porosities ranging from about 18–19% at the depth of ~1 km (Upper Silurian) to 0.3–4% at the depth of ~2 km (Lower Silurian). Values are in the range of 2.0–2.5% in the most prospective (in terms of the thermal maturity of the organic matter) area in SW Lithuania, which is considered rather low implying limited content of gas trapped in pores. Porosity is needed to evaluate and distinguish shales with potentially best characteristics, so later it could be used to determine the most economically valuable sections. Mineralogical composition of shales primarily controls shale mechanical properties. Mineralogical composition of the Lower Silurian shales was determined using scanning electron microscopy and X-ray diffraction analysis. Based on rocks behaviour, when it is subjected to stress, it is possible to classify rocks into two marginal classes: ductile and brittle. The brittleness index (BI) is one of the simple parameters that help to classify shales by their transition from brittle to ductile properties. BI was calculated using shale mineralogical composition. The main aspect in dividing the most brittle minerals is the summing of constituent minerals in the rock sample. The shale brittleness depends primarily on the admixture of carbonates and detrital silt (Sone et al., 2013). The Lower Silurian shales are mainly composed of illite containing smectite layers at different proportions. Following energy dispersive X-ray analyser (EDX) data it ranges from pure illite (rare) to high enrichment in smectite content. Detrital smectite has also been identified. As for dominating detrital minerals, they are represented by quartz and feldspar silty grains. The calculated brittleness index (BI) varies from 0.13 to 0.43 in west Lithuanian shales. Most of the Lower Silurian shales are classified as less (moderate) brittle (BI 0.36–0.40). It is a favorable index for evaluating gas exploitation prospects in Lithuanian Lower Silurian shales.

Keywords: Silurian shales, petrophysical properties, mechanical properties, brittleness, mineralogical composition

References

1. Sone H., Zoback M. 2013. Mechanical properties of shale-gas reservoir rocks – Part 2: Ductile creep, brittle strength, and their relationship to the elastic modulus. *Geophysics*. 78(5): 393–402.
2. Zdanavičiūtė O., Lazauskienė J. 2007. The petroleum potential of the Silurian succession in Lithuania. *Journal of Petroleum Geology*. 30(4): 325–337.

MOLINGUMO IR ORGANINĖS ANGLIES PASISKIRSTYMAS ANKSTYVOJO PALEOZOJAUS STORYMĖJE VAKARŲ LIETUVOJE

Miglė Jankovska*, Donatas Kaminskas, Jurga Lazauskienė

*Vilniaus universitetas, Geomokslų institutas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27,
03101 Vilnius, Lietuva*

** El. paštas miglemiglinaite@yahoo.com*

Vertinant netradicinių angliavandenilių (dujų) potencialą yra nustatomas uolienose esantis bendras organinės anglies kiekis, uolienų molingumas, organinės medžiagos brandumas, uolienų poringumas, jų mineraloginė sudėtis ir kiti parametrai, iš kurių vieni svarbiausių yra bendras organinės anglies kiekis ir molingumas. Šiame darbe nagrinėjami šie svarbiausi parametrai: uolienų molingumas, nustatytas pagal geofizinių tyrimų gręžiniuose diagramų duomenis, ir organinės medžiagos kiekis, įvertintas apibendrinant analitinių tyrimų duomenis, bei šių parametrų tarpusavio sąsajos. Tiriamos molingos uolienos stratigrafiškai yra priskiriamos ankstyvajam paleozoju (vidurinis ir viršutinis ordovikas bei apatinis silūras). Gauti rezultatai apibendrina 28 gręžinių duomenis. Susistemintus turimus duomenis apie bendrą organinės anglies kiekį buvo sudarytos reziuumuojančios diagramos, atspindinčios organinės anglies kiekio pasiskirstymo ir kaitos tendencijas apatinio silūro ir viršutinio ordoviko uolienose. Apatinio silūro (uenlokio ir lasndoverio) laikotarpio uolienose didžiausias organinės anglies kiekis nustatytas 1 850–2 000 m gylyje. Šiame sluoksnyje dažniausiai slūgso argilitai su pavieniais klinties ar mergelio tarpfluoksniais. Daugumoje tirtų mėginių bendras organinės anglies kiekis svyruoja 0–7 % intervale, šiek tiek mažiau tirtų mėginių rodo labai didelį – 7 % ar net 12 % – organinės anglies kiekį. Genių-1 gręžinyje didžiausią organinės anglies kiekį turinčios uolienos – argilitas su pavieniais klinties ir mergelio tarpfluoksniais – slūgso 1 700–1 800 m gylyje (organinės anglies kiekio reikšmės kinta nuo 0 iki 10 %), o Klaipėdos-1 gręžinyje šios uolienos slūgso didesniame – 2 000–2 050 m – gylyje (organinės anglies kiekis kinta nuo 0 iki 9 %). Vakarų Lietuvoje buvo pastebėtos bendros tendencijos, tačiau kituose tirtuose gręžiniuose tuose pačiuose stratigrafiniuose intervaluose buvo nustatytos daug mažesnės organinės anglies reikšmės, siekiančios tik 0–2 %. Šiuos skirtumus būtų galima paaiškinti skirtinga litologine tiriamų uolienų sudėtimi: kai kuriuose gręžiniuose (Nida-1, Žalgiriai-1) apatinio silūro laikotarpiu buvo susiklostę argilitai su didesne karbonatų priemaiša, kas galėjo lemti organinės anglies susikaupimą. Viršutinio ordoviko (Fjakos ir Moseno svitos) laikotarpio uolienose stebima labai panaši organinės anglies kiekio pasiskirstymo tendencija. Čia taip pat didžiausios organinės anglies reikšmės nustatytos 1 800–2 100 m gylyje. Daugiausia tirtų mėginių rodo organinės anglies reikšmes, siekiančias 0–5 %, šiek tiek mažiau tirtų mėginių pasižymi dideliu organinės anglies kiekiu, siekiančiu 5–10 %. Tirtose ordoviko storymėse irgi vyrauja argilitas su pavieniais mergelio ir klinties sluoksniais. Apžvelgus bendras organinės anglies kiekio pasiskirstymo tendencijas galima apibendrinti, kad didžiausios organinės anglies kiekio reikšmės, siekiančios iki 10 %, tiek apatinio silūro, tiek viršutinio ordoviko storymėse randamos 1 800–2 100 m gylyje, kur vyrauja argilitai. Organinės anglies sąsajų su molingumu pasiskirstymo analizei buvo pasirinkti atraminiai Dieglių-1, Veiviržėnų-1,

Šlapgirių-1, Sakučių-2 ir Traubų-1 gręžiniai, kuriuose apatinio silūro storumė yra pilniausios apimties ir geriausiai apibūdinta analitinių tyrimų duomenimis: atitinkamai uenlokio laikotarpio uolienų storis siekia vidutiniškai 100 m, viršutinio ir vidurinio landoverio – apie 30 m, o apatinio landoverio – vidutiniškai 10 m. Neatsižvelgiant į uolienų storį, geriausiai organinės anglies tyrimų analitiniais duomenimis yra apibūdintos vidurinio ir viršutinio landoverio uolienos. Apatiniame landoveryje organinės anglies kiekio reikšmės labai mažos (0,2–0,4 %), molingumas kinta nuo 0,02 iki 0,2, išskyrus Traubų-1 gręžinį, kur molingumas pasiekia 0,4. Apatiniame landoveryje slūgso argilitai su klintimis. Tačiau Sakučiai-2 gręžinyje, kuriame 1 940 m gylyje slūgso argilitai su karbonatine priemaiša, molingumas labai mažas, vos 0,04. Traubai-1 gręžinyje (nors ir 1 985 m gylyje) slūgso karbonatinė storumė, tačiau čia molingumas labai didelis – 0,7. Vidurinio ir viršutinio landoverio uolienose organinės anglies reikšmės kinta nuo 0,1 iki 5,8 %. Molingumas šiame sluoksnyje irgi yra didžiausias (kinta nuo 0,2 iki 0,6). Tokį pasiskirstymą lemia uolienų litologija, nes storumę sudaro vyraujantys gryni, be jokių priemaišų, argilitai. Šlapgirių-1 gręžinyje apie 1 695 m gylyje randame karbonatinę priemaišą, kurią apibūdina tik viena organinės anglies kiekio reikšmė, ji lygi ~0,3 %, molingumas šiame intervale neviršija 0,4. Sakučių-2 gręžinyje 1 885 m gylyje slūgso argilitai su karbonatine priemaiša, čia molingumas labai mažas – tik 0,2. Uenlokio storumė yra apibūdinta nedideliu organinės anglies kiekiu, tačiau turimi rezultatai parodo, kad organinės anglies kiekio reikšmės yra mažos: kinta nuo 0,2 iki 2 %, išskyrus Veiviržėnų-1 gręžinį, kuriame storumė yra apibūdinta santykinai dideliu tirtų mėginių kiekiu – nustatytos aštuonios reikšmės, tačiau organinės anglies kiekis yra itin mažas: reikšmės kinta nuo 0,1 iki 0,6. Uenlokio storumės, kurią sudaro vyraujantys argilitas ir mergelis, molingumas visuose tirtuose gręžiniuose neviršija 0,4, kas gerai koreliuoja su mažu organinės anglies kiekiu. Galime daryti išvadą, kad ten, kur slūgso molingos uolienos be priemaišų, molingumas ir organinės anglies kiekis yra didesni, o storumėje, kurią sudaro vyraujantys mergelis ir klintis, molingumas ir organinės anglies kiekiai yra daug mažesni.

IŠVADOS

1. Išanalizavus atskirų gręžinių organinės anglies kiekio ir molingumo pasiskirstymą tirtose apatinio silūro storumėje bei apibendrinus duomenis diagramose buvo nustatyta glaudi šių parametrų sąsaja. Didesnės organinės anglies kiekio reikšmės gerai koreliuoja su padidintu molingumu ir atvirkščiai.

2. Organinės anglies kiekį ir molingumą lemia ir gręžinių litologija. Organinės anglies kiekis ir molingumas yra didesni arglito bei mergelio storumėse, palyginti su apatinio landoverio karbonatinėmis uolienomis.

3. Išanalizavus apatinio silūro ir viršutinio ordoviko tyrimų duomenis darytina išvada, kad didžiausias organinės anglies kiekis, siekiantis iki 10 %, buvo nustatytas tiek apatiniame silūre, tiek viršutinio ordoviko argilitų storumėje 1 800–2 100 m gylyje.

Raktažodžiai: molingumas, organinė anglis, ankstyvasis paleozojus

SHALE AND ORGANIC CARBON DISTRIBUTION IN THE LOWER PALAEOZOIC SUCCESSION IN THE WESTERN LITHUANIA

Miglė Jankovska*, Donatas Kaminskas, Jurga Lazauskienė

Department of Geology and Mineralogy, Institute of Geosciences, Vilnius University, M. K. Čiurlionio St. 21/27, 03101 Vilnius, Lithuania

** Email: miglemiglinaite@yahoo.com*

In assessing the potential of unconventional hydrocarbons (gases), the total organic carbon content in the rocks, the maturity of the organic matter, porosity, mineralogical composition and other parameters are determined, among which the organic content and the maturity of the organic matter are among the most important. This study is devoted to the examination of relationship between clay and organic carbon contents in the Lower Paleozoic succession of the Lithuanian part of the Baltic Basin. The shale content variation in five wells from western Lithuania was calculated from the gamma-ray logs by adopting the standard procedures. Total organic carbon (TOC) is the amount of carbon found in an organic compound and is often used as a non-specific indicator of water quality or cleanliness of pharmaceutical manufacturing equipment. TOC may also refer to the amount of organic carbon in soil, or in a geological formation, particularly the source rock for apetroleum play; 2% is a rough minimum. For marine surface sediments, average TOC content is 0.5% in the deep ocean, and 2% along the eastern margins. Maturity is established using a combination of geochemical and basin modelling techniques. The maturity of a source rock can also be used as an indicator of its hydrocarbon potential. That is, if a rock is sub-mature, then it has a much higher potential to generate further hydrocarbons than the one that is overmature. From the available data, two separate diagrams were drawn up showing the amount of organic carbon in the lower Silurian and upper Ordovician rocks. In the lower Silurian (Wenlock and Llandovery) significant contents of organic carbon were determined at the depth interval of 1 850–2 000 m. Most of the values are in the range of 0–7%, but some are between 7% and 12%. In this stratum, argillites dominate with some limestone or marl interbeds. In Geniai-1, Klaipėda-1 wells, increased organic carbon was determined but at the different depths: in Geniai-1 well at a depth of 1 700–1 800 m (values vary from 0 to 10%), while in Klaipėda-1 at 2 000–2 050 m (organic carbon content varies from 0 to 9%). In these two wells argillites dominate with intercalating limestone and marl. In other studied wells the values of organic carbon are much lower (0–2%). In the Ordovician beds (Fjaka and Mossen Formations) a similar tendency is observed in the distribution of organic carbon. The most significant values are found at a depth of 1 800–2 100 m. Most of the organic carbon values are in the range of 0–5%, slightly less in the range of 5–10%. This stratum also contains argillites with isolated layers of marl and limestone. However, in this chart, we do not notice single wells where more organic carbon values are found at other depth ranges. After analysing both diagrams, the conclusion is that most of the organic carbon values in both the lower sediment and the upper Ordovician are found at a depth of 1 800–2 100 m where argillites prevail, and the content of organic carbon is in 0–10% range. The study was mainly focused on the lower Silurian, because there the highest

values of the organic carbon were observed from previously done analyses. The data used for this study was taken from the industrial reports available at Geological Survey of Lithuania. The highest organic carbon content values were found for the middle and upper Llandovery. However, in spite of the thickness of the rock, the values of organic carbon were mainly determined for the middle and upper Llandovery (varying from 0.1 to 5.8%). The shale (clay) content is also the highest in this stratum (varying from 0.2 to 0.6). It is possibly related to lithology, since argillites, without any carbonates intercalations, prevail. At Sakučiai-2 well, at ~1 885 m, argillite is carbonaceous and shale content is 0.2. Generally, in studied wells Wenlock rocks have low organic carbon content (from 0.2 to 2%). Shale content in all wells does not exceed 0.4. In the lower Llandovery, the values of organic carbon are within 0.2–0.4% range. The shale content is from 0.02 to 0.2. In Traubai-1 well the shale content is higher and is up to 0.4. However, in the Sakučiai-2 well at the depth of 1 940 m, argillites contain increased carbonaceous material, and the shale content decreases to 0.04. After the analysis of organic carbon and shale content variations we could conclude that these two parameters could be related, i.e. in the intervals where organic carbon content is increased, shale content is also higher, and vice versa – where organic carbon content is lower, shale content is also rather low. It could be concluded that correlation between shale and organic carbon content may exist in studied wells. The most favourable conditions in terms of organic carbon and shale content composition are observed in shale-enriched 5–10 m thick sedimentary layer of the lower Llandovery and also middle part of the Wenlockian succession.

Keywords: shale content, organic carbon content, early Paleozoic

LIETUVOS LUDLOVIO PJŪVIŲ PILNUMAS GĖLUVOS PROFILIO GREŽINIUOSE

Jovita Samsonė

*Vilniaus universitetas, Geomokslų institutas, Geologijos ir mineralogijos katedra, M. K. Čiurlionio g. 21/27,
03101 Vilnius, Lietuva
El. paštas jovita.debesiunaite@gmail.com*

Baltijos silūro sedimentacinis baseinas savo geologine evoliucija, nuosėdų storiais ir facijų įvairove yra vienas labiausiai išsiskiriančių baseinų Baltijos regiono nuosėdinėje dangoje. Facijų paplitimo atžvilgiu silūro nuosėdinė stovymė yra labai sudėtingas kompleksas (Lazauskienė, Šliaupa, 2000). Silūro sistemos ludlovio skyriaus uolienos paplitusios praktiškai visoje Lietuvos teritorijoje, išskyrus tik pačią rytinę jos dalį. Pagal dabartinę silūro sistemos stratigrafinę schemą ludlovyje yra nustatyta stratigrafinė pertrauka, kurios mastas einant iš rytų į vakarus palaipsniui mažėja (Paškevičius, Bitinas, 2014). Jei Vakarų Lietuvoje šio amžiaus pjūviai yra išbaigti, tai rytiniuose Lietuvos pjūviuose šios pertraukos stratigrafinė apimtis dar nėra galutinai išaiškinta ir reikalauja papildomų tyrimų. Gėluvos-118 ir Gėluvos-99 grėžiniuose buvo atlikti stabilijų anglies izotopų $\delta^{13}\text{C}$ ir deguonies $\delta^{18}\text{O}$ tyrimai. Iš viso buvo ištirta 90 ludlovio skyriaus uolienų mėginių: 55 mėginiai iš Gėluvos-118 ir 35 mėginiai iš Gėluvos-99 grėžinių. Apdorojus tyrimų rezultatus buvo nustatyti panašūs stabilijų izotopų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{18}\text{O}$ reikšmių kaitos intervalai. Remiantis anglies ir deguonies izotopų reikšmių kaitos ypatumais, Gėluvos-99 grėžinyje galima išskirti tris tokius stratigrafinius intervalus. Pirmasis iš jų išskiriamas 848,1–832,1 m gylyje ir atitinka Gėluvos svitos viršutinę dalį. Antrasis išskirtas 832,1–802,1 m gylyje ir gali būti tapatinamas su Nevėžio svita. Pats viršutinis – trečiasis, nustatytas 802,1–750,0 m gylyje, apima Dubysos regioninio aukšto Neries svitos Trakų sluoksnius. Virš trečiojo stratigrafinio intervalo slūgso pilki dolomitai, kurie priskiriami tos pačios svitos Sudervės sluoksniams. Analogiški stratigrafiniai intervalai, turintys tuos pačius izotopinių reikšmių kaitos ypatumus, yra atitinkamai nustatyti Gėluvos-118 grėžinyje: 1 004,6–976,1 m; 976,1–902,1 m; 902,1–880,0 m intervaluose. Pats pirmasis stratigrafinis intervalas, kaip ir Gėluvos-99 grėžinyje, tapatinamas su Gėluvos svitos viršutine dalimi. Kiti du priskiriami Dubysos svitos Šešupės sluoksniams. Šio grėžinio pjūvyje yra nustatyti papildomi du stratigrafiniai intervalai – 880,0–865,3 m ir 865,3–860,0 m gyliuose. Giliau slūgsantis intervalas priklauso ką tik minėtiems Dubysos svitos Šešupės sluoksniams, o aukščiau slūgsantis intervalas priklauso Neries svitos Trakų sluoksniams. Virš pastarojo intervalo, kaip ir Gėluvos-99 grėžinio, pjūvyje aptinkami to paties amžiaus dariniai, t. y. Neries svitos Sudervės sluoksniai. Pjūvių stratigrafinio pilnumo palyginimui buvo panaudotas Viduklės-61 grėžinio pjūvis, kuriame yra detalai ištirti graptolitų, konodontų bei stabilijų izotopų reikšmių stratigrafinio pasiskirstymo dėsninymai. Viduklės-61, Gėluvos-118 ir Gėluvos-99 grėžinių koreliacinė analizė rodo, kad dviejų paskutiniųjų grėžinių pjūviuose, tikėtina, yra stratigrafinė pertrauka, kuri gali apimti ludlovio skyriaus gorsčio aukšto viršutinę dalį ir to paties skyriaus ludfordžio apatinę dalį. Gauti Gėluvos-118 ir Gėluvos-99 grėžinių chemostratigrafiniai tyrimų duomenys (stabilijų izo-

topų $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{18}\text{O}$) leidžia patikimiau atlikti ludlovio skyriaus pjūvių koreliaciją ir įvertinti jų startigrafinį pilnumą vidurinėje Lietuvos dalyje.

Literatūra

1. Lazauskienė J., Šliaupa S. 2000. *2D Quantitative Modelling of the Baltic Silurian Basin Infill: Implications of New Methods of Basin Analysis*. Report, Lithuanian Geological Survey. Vilnius.
2. Paškevičius J., Bitinas J. 2014. Ediacarian – Silurian stratigraphic charts of Lithuania. *9th Baltic Stratigraphical Conference. 8–9 September. 2014. Vilnius. 14–38.*

LUDLOW EPOCH COMPLETENESS BASED ON THE GĖLUVA BOREHOLES PROFILE, LITHUANIA

Jovita Samsonė

*Department of Geology and Mineralogy, Institute of Geosciences, Vilnius University, M. K. Čiurlionio St. 21/27,
03101 Vilnius, Lithuania
Email: jovita.debesiunaite@gmail.com*

The Baltic Silurian sedimentary basin is one of the most outstanding basins based on its geological evolution, thickness of sediments and diversity of facies in the sedimentary cover of the Baltic region. In regard to the spread of facies, the Silurian sedimentary cover is a highly complicated complex (Lazauskienė, Šliaupa, 2000). The rocks of the Ludlow section of the Silurian system are spread out practically throughout the entire territory of Lithuania, except for its most eastern part. According to the current stratigraphic scheme of the Silurian system a stratigraphic breakdown is established in the Ludlow, which is gradually decreasing from the east to the west (Paškevičius, Bitinas, 2014). While the section of this age is complete in western Lithuania, in the eastern part of Lithuania the stratigraphic coverage is not yet fully understood and requires additional research. Investigations of the stable carbon isotopes $\delta^{13}\text{C}$ and stable oxygen isotopes $\delta^{18}\text{O}$ were carried out in Gėluva 99 and Gėluva 118 boreholes. In total, 90 samples were prepared from the rocks of the Ludlow section: 55 samples from Gėluva 118 and 35 samples from Gėluva 99 boreholes. A study of the results showed similar interval values of the stable isotopes $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$. Based on the specific features of changes in the values of carbon and oxygen isotopes, 3 such stratigraphic intervals can be distinguished in Gėluva 99 section. The first could be established at a depth interval of 848.1–832.1 m, and it could be attributed to the upper part of Gėluva Formation. The second interval is established at a depth of 832.1–802.1 m and could be identified as Nevėžis Formation. The third, the most upper part, is established at a depth interval of 802.1–750.0 m and covers the stratum of Trakai Beds of the Neris Formation of the Dubysa Regional Stage. Above the third stratigraphic interval, gray dolomites are found, which are attributed to the same formation of the beds of Sudervė. Analogous stratigraphic intervals, that have the same stable isotopes variation peculiarities, are determined in the Gėluva 118 borehole: 1004.6–976.1 m; 976.1–902.1 m; 902.1–880.0 m, respectively. The first stratigraphic interval, as in the Gėluva 99 borehole, is identified in the upper part of the Gėluva Formation. Meanwhile, the other two are attributed to the Šešupė beds of the Dubysa Formation. There are two additional stratigraphic intervals in this borehole section, one is at 880.0–865.3 m and other 865.3–860.0 m intervals. The deeper interval belongs to the Šešupė Beds of the Dubysa Formation, while the above interval belongs to the Trakai Beds of the Neris Formation. Above the uppermost interval, the same as in the section of Gėluva 99 borehole, formations could be attributed to the Sudervė Beds of the Neris Formation. Viduklės 61 borehole section was used to compare the stratigraphic completeness. In the mentioned borehole section, the regularities of stratigraphic distribution of graptolites, conodonts and stable isotopes values are well established. The correlation analysis of Viduklė 61, Gėluva 118 and Gėluva 99 boreholes shows

that in the last two boreholes there is a probable stratigraphic gap. The chemostatigraphic data of the Gėluva 118 and Gėluva 99 boreholes (stable $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$) allow us to perform a more reliable correlation of the Ludlow section and to evaluate its stratigraphic completeness in the middle part of Lithuania.

References

1. Lazauskienė J., Šliaupa S. 2000. *2D Quantitative Modelling of the Baltic Silurian Basin Infill: Implications of New Methods of Basin Analysis*. Report, Lithuanian Geological Survey. Vilnius.
2. Paškevičius J., Bitinas J. 2014. Ediacarian – Silurian stratigraphic charts of Lithuania. *9th Baltic Stratigraphical Conference. 8–9 September, 2014*. Vilnius, 14–38.