

Viršutinio landoverio ir uenlokio (silūras) uolienu geocheminiai ypatumai Kurtuvėnų-161 gręžinyje (ŠV Lietuva)

Donatas Kaminskas

Kaminskas D. Geochemical peculiarities of the Upper Llandovery and Wenlock (Silurian) rocks in Kurtuvėnai-161 borehole (NW Lithuania). *Geologija*. Vilnius. 2001. No. 33. P. 3–9. ISSN 1392–110X.

The geochemistry of 102 samples taken from Kurtuvėnai-161 borehole was examined. Relationships among the chemical elements have been investigated using parametric and non-parametric statistics. The Kolmogorov–Smirnov test has provided information about small data subset correspondence to a normal distribution before and after a data centered log-ratio transformation proposed by Aitchinson. The discriminant analysis enabled to compare rock type arrangement according to their lithological description with their geochemical composition. A Spearman rank correlation was used to establish major and trace element associations for the lithological rock types studied.

Keywords: Silurian, Wenlock, geochemistry, trace and major elements, mineralogy, non-parametric statistics, discriminant analysis

Received 5 January 2000, accepted 13 February 2001.

Donatas Kaminskas. Department of Geology and Mineralogy, Vilnius University, M. K. Čiurlionio 21, LT-2009 Vilnius, Lithuania

ĮVADAS

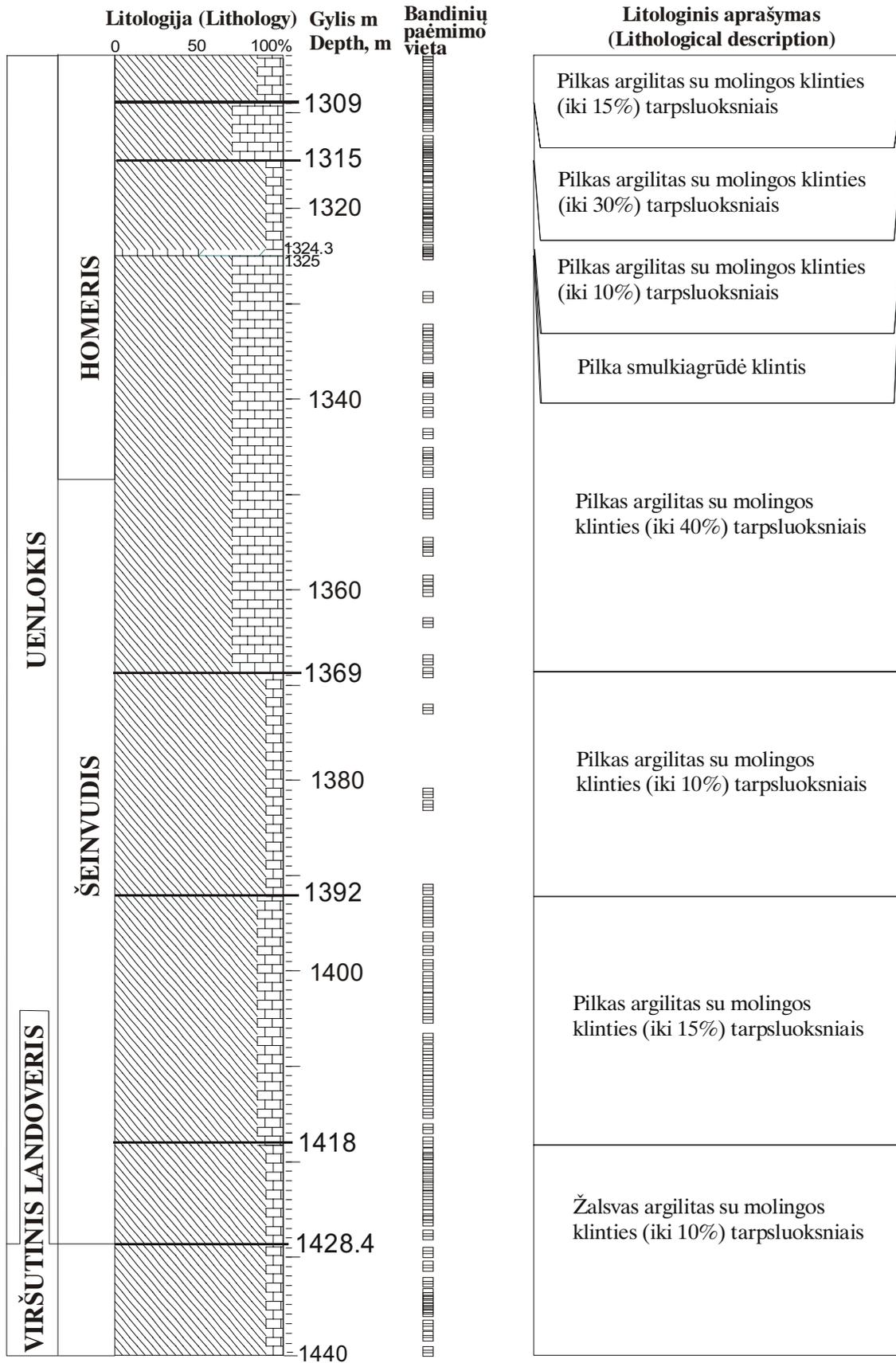
Baltijos silūro sedimentacinis baseinas buvo išplitęs Rytų Europos platformos pietvakarinėje dalyje. H. Nestoras ir R. Einastas (Нестор, Эйнасто, 1977) bei G. Zinovenko (Зиновенко, 1986) jį priskiria perikratoniniams baseinams. R. Gareckis ir M. Nagornis (Гарецкий, Нагорный, 1984) Baltijos sineklizę laiko pačia stambiausia Baltijos-Padniestrio perikratoninių grimzdimų struktūrine įlanka ir sąlyginai priskiria priegeosinklininei sričiai. P. Lapinsko nuomone (Лапинскас, 1987), tai buvo epikratoninis pusiau atviras baseinas. Baltijos silūro sedimentacinis baseinas buvo įsiterpęs į platformos teritoriją ir apsuptas sausumos, pietvakariuose jis statmenai rėmėsi į platformos pakraštį, turėjusį žymų polinkį, ir susisiektė su čia tįsojusiu Danijos-Lenkijos paleoperikratoniniu įlinkiu, tuo metu sutapusiu su vandenyno pakraščiu. Riba tarp šelfinio Baltijos silūro sedimentacinio baseino ir Danijos-Lenkijos paleoperikratoninio įlinkio

laikui bėgant nebuvo pastovi ir migravo šiaurės rytų kryptimi.

Vėlyvojo landoverio laikotarpiu terigeninės medžiagos vyraujantis šaltinis buvo rytuose iškilusi platforma. Vėliau, uenlokio pradžioje, terigeninės medžiagos pagrindiniu šaltiniu buvo Kaledonidai (Lapinskas, 2000).

TYRIMŲ METODIKA

Bandinių paėmimas ir cheminė analizė. Geocheminei analizei buvo paimti 102 bandiniai iš Kurtuvėnų-161 gręžinio. Šio gręžinio litologinė-stratigrafinė kolonėlė ir paimtų bandinių gyliai pateikti 1 pav. Stratigrafija pateikta pagal J. Paškevičiaus ir S. Radzevičiaus (1996) duomenis. Kiekvieno paimto bandinio masė – 1 kg. Visos toliau pateiktos analizės buvo atliktos Oslo universiteto Geologijos instituto geochemijos laboratorijoje (Norvegija).



1 pav. Viršutinio landoverio ir uenlokio litologija ir stratigrafija Kurtuvėnų-161 gręžinyje pagal J. Paškevičių ir S. Radzevičių (1996)

Fig. 1. Lithology and stratigraphy of Wenlock and Upper Llandovery in Kurtuvėnai-161 borehole according to J. Paškevičius and S. Radzevičius (1996)

1 lentelė. Kintamųjų atitikimo normalią sklaidą robastinis įvertinimas prieš ir po transformacijos pagal J. Aitchinsoną naudojant Kolmogorovo-Smirnovo kriterijų (K-S).

Table 1. Robust estimation of variables correspondence to normal distribution before and after transformation suggested by Aitchinson according to Kolmogorov-Smirnov criterion (K-S)

	Pilkas argilitas (N = 66) <i>Argillite grey</i>	Žalsvas argilitas (N = 17) <i>Argillite greenish</i>	Molinga klintis (N = 19) <i>Limestone clayey</i>
	P (0,05) = 0,167*	P (0,05) = 0,328	P (0,05) = 0,301
Netransformuoti duomenys / <i>original data</i>			
SiO ₂	0,130	0,140	0,128
Al ₂ O ₃	0,089	0,136	0,144
Fe ₂ O ₃ T	0,084	0,179	0,108
MnO ₂	0,262	0,201	0,437
MgO	0,200	0,104	0,131
CaO	0,135	0,170	0,131
Na ₂ O	0,110	0,169	0,124
K ₂ O	0,073	0,142	0,151
TiO ₂	0,119	0,135	0,132
P ₂ O ₅	0,200	0,205	0,247
C _{org.}	0,095	0,199	0,122
C _{bendr.}	0,103	0,106	0,132
KN	0,157	0,137	0,123
V	0,238	0,134	0,161
Cr	0,079	0,158	0,164
Co	0,111	0,130	0,287
Ni	0,176	0,210	0,255
Cu	0,096	0,177	0,173
Zn	0,267	0,137	0,222
Rb	0,100	0,132	0,132
Pb	0,121	0,188	0,211
Ba	0,113	0,140	0,187
Sr	0,126	0,177	0,087
Y	0,177	0,155	0,154
Zr	0,119	0,099	0,134
Nb	0,190	0,198	0,241
Th	0,155	0,203	0,246
Transformuoti duomenys pagal J. Aitchinsoną / <i>transformed according to Aitchinson</i>			
SiO ₂	0,109	0,255	0,176
Al ₂ O ₃	0,128	0,152	0,121
Fe ₂ O ₃ T	0,079	0,153	0,108
MnO ₂	0,138	0,139	0,137
MgO	0,144	0,119	0,157
CaO	0,098	0,202	0,157
Na ₂ O	0,084	0,205	0,175
K ₂ O	0,091	0,152	0,214
TiO ₂	0,122	0,158	0,110
P ₂ O ₅	0,077	0,102	0,121
C _{org.}	0,113	0,187	0,136
C _{bendr.}	0,076	0,170	0,145
KN	0,130	0,091	0,138
V	0,224	0,201	0,208
Cr	0,062	0,133	0,106
Co	0,074	0,241	0,186
Ni	0,092	0,225	0,120
Cu	0,066	0,123	0,139
Zn	0,208	0,154	0,125
Rb	0,122	0,208	0,210
Pb	0,107	0,129	0,152
Ba	0,109	0,165	0,163
Sr	0,084	0,126	0,147
Y	0,095	0,145	0,113
Zr	0,077	0,173	0,135
Nb	0,106	0,152	0,294
Th	0,060	0,104	0,130

* – Kritinės K-S reikšmės.

* – Critical K-S values.

Kaitinimo nuostolis nustatytas esant 1000°C temperatūrai. Makroelementai – Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P bei mikroelementai – V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Pb, Ba, Sr, Y, Zr, Nb ir Th nustatyti rentgeno fluorescencijos metodu, organinė ir neorganinė anglis – infraraudonoju CR-412 anglies analizatoriumi. Naudojant rentgeno struktūrinę analizę mineralai buvo nustatyti kokybiškai. Kadangi analizuota tik bendra mineraloginė sudėtis, t.y. neišskirta molinga frakcija, molio mineralai buvo identifiukuoti apytikriai.

Statistinė duomenų analizė. Parametriniai statistiniai metodai dažniausiai yra paremti tuo, kad bandiniai yra atsitiktinai paimti iš normalų skirstinių turinčių pasiskirstymų. Šiuo atveju nesudėtinga įvertinti skirstinio parametrus – vidurkį bei standartinę nuokrypį, panaudoti sudėtingesnes statistines procedūras, pvz., faktorinę ar diskriminantinę analizę (Verrucchi ir Minissale, 1995). Siekiant tikslesnio duomenų struktūros aprašymo rekomenduotina naudoti neparametrinius („robastinius“) įvertinimus, pvz.: medianą vietoj vidurkio (Rock, 1988), ar transformuoti duomenis, kitaip tariant, priartinti prie normalaus skirstinio. Tuomet daug patikimiau galima lyginti atskiras grupes (facijas, formacijas ir t. t.).

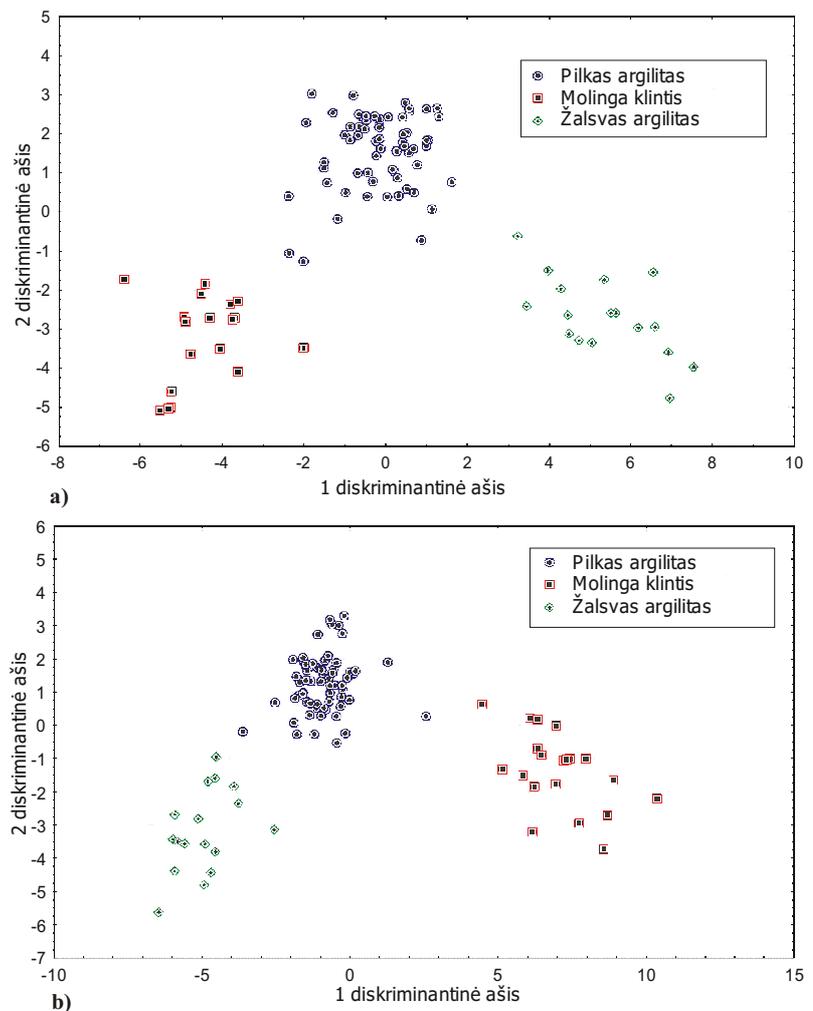
J. Aitchinsonas (Aitchinson, 1982; 1983) pailiustravo, kaip panaudojus kai kurias duomenų transformacijas galima išspręsti duomenų pasiskirstymo „normališkumo“ problemą.

Šiame straipsnyje atskirų cheminių elementų tarpusavio ryšiai bei asociacijos buvo nustatytos naudojant neparametrinę Spirmano ranginę koreliaciją, nes šiuo atveju nesvarbu, kad duomenys yra atsitiktinai paimti iš normalų skirstinių turinčio pasiskirstymo. Be to, pastarasis koreliacijos koeficientas taikytinas ir tuo atveju, kai turimas bandinių skaičius yra mažas.

IŠSKIRTŲ LITOLOGINIŲ UOLIENŲ TIPŲ PAGRISTUMO ĮVERTINIMAS NAUDOJANT GEOCHEMINIŲ DUOMENŲ DISKRIMINANTINĘ ANALIZĘ

Litologinių uolienu tipų išskyrimo pagal litologinį aprašymą patikimumui įvertinti buvo taikoma diskriminantinė analizė naudojant tiek makro- tiek mikroelementus. Šios analizės būtina sąlyga, kad bandiniai būtų pa-

imti iš pasiskirstymų, turinčių normalų skirstinį. Mūsų atveju buvo tikrinami trys litologiniai tipai: pilkas argilitas (N = 66), žalsvas argilitas (N = 17) ir molinga klintis (N = 19). Kaip matome, pastarųjų dviejų litologinių tipų bandinių skaičius yra mažas, todėl siekiant patikrinti, kaip kintamieji atitinka normalų skirstinį, naudotas Kolmogorovo–Smirnovio neparametrinis kriterijus. Šio kriterijaus reikšmės buvo apskaičiuotos pagal J. Aitchinsoną tiek pradiniais – netransformuotiems, tiek transformuotiems duomenims: $X_i = \ln(x/\mu)$; čia X_i – transformuota reikšmė, x – pradinė, o μ – geometrinis visų kintamųjų duomenų vidurkis. Iš rezultatų, pateiktų 1 lentelėje, matome, kad aštuonių kintamųjų pradiniai duomenys neatitinka minėtų sąlygų (MnO₂, MgO, P₂O₅, V, Ni, Zn, Y ir Nb), tuo tarpu transformavus duomenis tokių lieka tik du (V ir Zn). Uolienu diskriminantinės analizės grafikai (2 pav., a ir b), gauti panaudojus transformuotus duomenis, leidžia daryti išvadą, kad uolienu spalva nėra sub-



2 pav. Diskriminantinės analizės rezultatai Kurtuvėnų-161 gręžinyje: a) pagal makroelementus, b) pagal mikroelementus

Fig. 2. Discriminant analysis results of Kurtuvėnai-161 borehole: a) according to major elements; b) according to trace elements

2 lentelė. Kurtuvėnų-61 gręžinio litologinių tipų makro- ir mikroelementų statistinės charakteristikos
Table 2. Major and trace element statistics of the lithological rock types in Kurtuvėnai-161 borehole

	Pilkas argilitas (N = 66) <i>Argillite grey</i>				Molinga klintis (N=19) <i>Limestone clayey</i>				Žalsvas argilitas (N = 17) <i>Argillite greenish</i>			
	Av	Med	Min	Max	Av	Med	Min	Max	Av	Med	Min	Max
SiO ₂ %	41,07	42,07	30,09	48,39	22,58	23,84	16,21	30,59	51,59	51,22	46,09	58,18
Al ₂ O ₃	10,90	11,11	7,59	13,62	6,10	6,37	4,38	8,12	14,10	14,36	12,29	16,11
Fe ₂ O ₃ T*	4,21	4,21	3,06	5,08	2,39	2,54	1,64	3,00	4,98	4,96	4,36	5,91
MnO ₂	0,05	0,05	0,04	0,06	0,07	0,06	0,04	0,11	0,04	0,04	0,03	0,05
MgO	4,77	4,35	3,44	7,39	2,71	2,78	1,53	4,27	4,25	4,16	3,67	4,96
CaO	14,65	13,93	8,27	24,90	33,16	33,24	26,03	39,12	6,42	7,05	1,75	10,68
Na ₂ O	0,69	0,70	0,46	0,95	0,39	0,42	0,24	0,54	0,68	0,68	0,60	0,80
K ₂ O	2,84	2,86	1,82	3,66	1,34	1,37	0,71	2,01	3,75	3,75	3,22	4,27
TiO ₂	0,54	0,55	0,37	0,67	0,30	0,31	0,21	0,39	0,73	0,73	0,59	0,86
P ₂ O ₅	0,08	0,08	0,06	0,11	0,06	0,06	0,05	0,09	0,07	0,07	0,06	0,09
C _{org.}	1,19	1,14	0,37	2,46	0,69	0,55	0,34	1,68	1,16	1,11	0,22	2,67
C _{bendr.}	5,23	5,21	3,46	8,00	8,29	8,23	7,19	9,64	3,08	3,06	1,09	4,57
Kaitinimo nuostolis	18,11	17,60	13,25	25,52	29,50	29,17	24,52	34,10	11,47	11,22	7,23	15,37
V g/t (ppm)	167	148	120	453	170	166	87	279	158	152	116	210
Cr	50	50	24	84	16	16	8	31	78	73	55	115
Co	12	12	6	20	5	5	1	12	14	13	7	29
Ni	47	46	32	80	34	33	25	49	59	55	37	118
Cu	23	23	12	51	15	15	10	18	46	43	31	65
Zn	53	50	37	116	53	48	29	107	63	67	52	75
Rb	136	136	104	155	87	90	67	107	159	161	145	174
Pb	32	30	18	59	23	23	16	36	16	15	7	30
Ba	343	331	245	551	231	232	128	428	341	343	254	438
Sr	373	357	197	784	368	360	254	554	203	198	116	299
Y	36	35	32	40	36	36	27	46	40	40	37	43
Zr	129	132	93	169	74	75	52	98	178	176	148	220
Nb	12	13	7	18	5	5	1	8	16	15	14	18
Th	9	9	6	13	6	6	3	9	13	13	11	16

jektyvus kriterijus išskiriant ir pavadinant litologinį argilito tipą. SiO₂, Al₂O₃, K₂O, CaO, C_{bendr.} ir kaitinimo nuostolis yra pagrindiniai kintamieji, pagal kuriuos galime teisingai diskriminuoti pateiktus litologinius tipus. SiO₂, Al₂O₃, K₂O daugiausia yra žalsvame argilite, mažiausiai – molingoje klintyje (2 lentelė). Iš mikroelementų didžiausią įtaką diskriminuojant turi Cr, Cu, Zr, Nb ir Th, kurių kiekiai taip pat didžiausi žalsvame argilite, o mažiausi molingoje klintyje (2 lentelė). Taip pat galime pastebėti, kad naudojant tiek makro-, tiek mikroelementus nagrinėjami litologiniai tipai gana aiškiai atsiskiria, taigi skaidant litologinius uolienu tipus galime naudoti minėtų elementų cheminės analizės duomenis.

TRUMPA LITOLOGINIŲ TIPŲ GEOCHEMINĖ CHARAKTERISTIKA IR CHEMINIŲ ELEMENTŲ TARPUSAVIO RYŠIAI

Remdamiesi 1 lentelėje pateiktais Kolmogorovo-Smirnov kriterijaus duomenimis, negalime teigti, kad

pilkame argilite 8 iš 27 cheminių komponentų turi normalų skirstinį, todėl šiuo atveju geriau naudoti medianas. Aptardami vidurkines cheminių elementų reikšmes naudosime medianas, nors 2 lentelėje pateikiamos ir aritmetinio vidurkio bei maksimalios ir minimalios reikšmės. Jei molingoje klintyje ir žalsvame argilite pagal Kolmogorovo-Smirnov kriterijų cheminių elementų skirstinys yra artimas normaliam, vidurkis ir mediana praktiškai sutaps. Iš 2 lentelės duomenų matyti, kad SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, TiO₂, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Ba, Y, Zr, Nb ir Th vidutinės koncentracijos yra didžiausios žalsvame argilite. Mažiausios minėtų cheminių elementų, taip pat MgO, Na₂O, P₂O₅, C_{org.} koncentracijos nustatytos klintyje, o tai rodo, kad šie cheminiai elementai klintyje nesikaupė. Mologoje klintyje nustatytos didžiausios MnO₂, CaO, C_{bendr.}, kaitinimo nuostolio, V ir Sr koncentracijos. Didesnis vanadžio kiekis molingoje klintyje gali būti siejamas su motramito mineralu (PbCu(VO₄)OH). Antroje lentelėje pateikta kaitinimo nuostolio vidurkinė reikšmė atspindi karbonati-

nę medžiagą, nes ji buvo apskaičiuota uolienas deginant 1000°C temperatūroje.

Kadangi turimi mineraloginiai duomenys gauti neišskyrus molingos frakcijos, uolienu mineraloginė sudėtis pateikiama apytikriai. Mologoje klintyje daugiausia kalcito, ankerito, dolomito, despujolsito, motramito, geležingo dolomito, kvarco, rutilo, rustumito ir haloizito. Pilkame argilite pagrindiniai yra molio mineralai, iš kurių dažniausi muskovitas, chloritas, rustumitas, kaolinito grupės mineralas haloizitas, taip pat nustatyti kvarcas, kalcitas, dolomitas, geležingas dolomitas, ankeritas, rutilas. Žalsvame argilite, be pilkame argilite paminėtų mineralų, rasti ir lepidolito, ilito, glaukonito bei frainpontito mineralai. Beje, atidžiau panagrinėjus bandinius, kuriuose nustatytas geležingas dolomitas, koreliacija tarp CaO ir Fe₂O₃ yra -0,65, tai yra didėjant geležies kiekiui mažėja kalcio. Jei nerasta ankerito, tuomet nustatytas šamozitas. Retkarčiais pasitaiko ir albito. Ganėtinais keistas yra lepidolito buvimas, nes šis mineralas nedažnas nuosėdinėse uolienose.

Cheminių elementų asociacijos buvo išskirtos remiantis Spirmano neparimetrinės koreliacijos matrica. Išnagrinėjus makroelementų tarpusavio ryšius, visuose litologiniuose uolienu tipuose išryškėjo dvi pagrindinės cheminių elementų asociacijos: terigeninė – SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃-TiO₂-K₂O-Na₂O ir karbonatinė – CaO, MgO, C_{bendr.}. Panagrinėjus atskirus litologinius tipus, juose išskirtos tokios cheminių elementų asociacijos: **pilkame argilite** – 1) SiO₂-Fe₂O₃-Al₂O₃-TiO₂-K₂O; 2) CaO-MnO₂-C_{bendr.}; **žalsvame argilite** – 1) SiO₂-Fe₂O₃-Al₂O₃-TiO₂-K₂O; 2) CaO-MnO-MgO-C_{bendr.}; **mologoje klintyje** – 1) SiO₂-Fe₂O₃-Al₂O₃-TiO₂-K₂O; 2) CaO-MnO.

Išskirtose asociacijose cheminių elementų tarpusavio ryšys yra stiprus – koreliacijos koeficientai yra didesni už 0,6. Mikroelementus iš dalies irgi būtų galima išskaidyti į dvi pagrindines asociacijas: terigeninę bei karbonatinę. Pastarajai galima priskirti Sr, nes koreliacijos koeficientas su CaO, kaitinimo nuostoliu ir C_{bendr.} yra teigiamas – didesnis už 0,6. Mologoje klintyje prie šios asociacijos galime priskirti ir šviną. Terigeninės asociacijos cheminiai elementai – Cr, Zn, Rb, Ba, Y, Zr, Nb, Th yra tarpusavyje susieti stipriu teigiamu ryšiu (koreliacijos koeficientas >0,6), o jų koreliacijos koeficientai su terigeninės asociacijos makroelementais yra tarp 0,6 ir 0,9. Vanadis, nikelis, iš dalies varis sietini su organine anglimi, tačiau Spirmano ranginės koreliacijos koeficientas atskiruose litologiniuose uolienu tipuose yra gana mažas ir kinta nuo 0,4 iki 0,5.

IŠVADOS

Panaudodami neparimetrinius statistinius metodus galime nagrinėti cheminių elementų tarpusavio ryšį esant net ir mažam mėginių skaičiui, o tai ypač aktu-

alu suskirstant geologinius pjūvius pagal litologiją ir stratigrafiją. Įvertinant litologinių uolienu tipų pagrįstumą, buvo panaudota diskriminantinė analizė, kurios rezultatai rodo, kad uolienu spalva nėra subjektyvus kriterijus išskiriant ir pavadinant litologinį argilito tipą. SiO₂, Al₂O₃, K₂O, CaO, C_{bendr.}, Cr, Cu, Rb, Zr, Nb, Th ir kaitinimo nuostolis yra pagrindiniai elementai, pagal kuriuos galime atskirti molingą klintį, pilką ir žalią argilitus.

SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, TiO₂, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Ba, Y, Zr, Nb ir Th didžiausios vidutinės koncentracijos yra žalsvame argilite. Mažiausios minėtų cheminių elementų bei MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, C_{org.} koncentracijos nustatytos mologoje klintyje. Joje taip pat rastos didžiausios MnO₂, CaO, C_{bendr.}, kaitinimo nuostolio, V ir Sr koncentracijos.

Tirtuose litologiniuose tipuose išskirtos dvi pagrindinės cheminių elementų asociacijos: terigeninė – SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃-TiO₂-K₂O-Na₂O-Cr-Zn-Rb-Ba-Y-Zr-Nb-Th ir karbonatinė – CaO, MnO₂, MgO, C_{bendr.} ir Sr. Vanadis, nikelis, iš dalies varis sietinas su organine anglimi (organine medžiaga), tačiau ryšys gana silpnas (Spirmano ranginės koreliacijos koeficientas atskiruose litologiniuose uolienu tipuose kinta nuo 0,4 iki 0,5).

Literatūra

- Aitchinson J. 1982. The statistical analysis of compositional data. *Journal of the Royal Statistical Society*. **B44**, No. 2. 139–177.
- Aitchinson J. 1983. Principal component analysis of compositional data. *Biometrika*. **70**, No.1. 57–65.
- Lapinskas P. 2000. Lietuvos silūro sandara ir naftingumas. Vilnius: Geologijos institutas. 203p.
- Rock N. M. S. 1988. Summary statistics in geochemistry: a study of the performance of robust estimates. *Mathematical Geology*. **20**. 243–275.
- Verrucchi C., Minissale A. 1995. Multivariate statistical comparison of Northern Apennines paleozoic sequences: a case study for the formations of Monti Romani (Southern Tuscany – Northern Latium, Italy). *Applied Geochemistry*. **10**. 581–598.
- Нестор Х., Эйнасто Р. 1977. Фациально-седиментологическая модель силурийского-палеобалтийского периконтинентального бассейна. *Фацции и фауна силура Прибалтики*. Таллин. 89–122.
- Зиновенко Г. 1986. Балтийско-Приднестровская зона перикратонных опусканий. Минск. 215 с.
- Гарецкий Р., Нагорный М. 1984. Классификация синеклиз древних платформ. *Геотектонка*. **2**.
- Лапинскас П. 1987. Формации стратиграфического чехла. Формации силура Балтийской синеклизы. *Тектонка, фацции и формации Запада Восточно-Европейской платформ*. Минск. 103–116.

Fondų literatūra

Paškevičius J., Radzevičius S. Kurtuvėnų-161 gręžinio keruo silūro graptolitų ir kitų grupių paleontologiniai tyrimai ir stratigrafija (rankraštis). Vilnius, 1996. 23 p. *VU Geologijos ir mineralogijos katedros fondai*.

Donatas Kaminskas

GEOCHEMICAL PECULIARITIES OF THE UPPER LLANDOVERY AND WENLOCK (SILURIAN) ROCKS IN KURTUVĖNAI-161 BOREHOLE (NW LITHUANIA)**S u m m a r y**

The geochemistry and mineralogy of 102 samples taken from Kurtuvėnai-161 borehole were examined. The samples were analyzed using XRF for major (Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P) oxides and trace elements (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Pb, Ba, Sr, Y, Zr, Nb, Th) and U contents. Loss on ignition, total and organic carbon contents were determined as well. Mineralogical analyses were performed on Philips PW1710 XRD equipment at Geological Institute of Oslo University, Norway. One of the more frequent aprioristic assumptions of the statistical inference is that samples are randomly taken from a normally distributed population. It is so for simple parametric estimates such as mean and standard deviation, as well as for sophisticated multivariate techniques such as factor or discriminant analyses. The problem is that most numerical data in geology typically show lognormal, exponential or “fuzzy” distributions, for which parametric estimates of position (mean) and dispersion (standard deviation) can be misleading and seriously biasing the results of further elaborations. For that purpose, a more accurate description of the data structure non-parametric estimates, *i.e.* median instead of mean was used. To overcome the non-normality problem, the Aitchinson centered log-ratio was used. For analysis of the correlations between elements, the non-parametric Spearman rank correlation coefficient was used. In order to test the correspondence of the variables to normal distribution when sample size was low, a Kolmogorov–Smirnov test was applied. The discriminant analysis was used to see how lithologically well described rock types differed by major and trace element composition. The results confirm that in the examined section of Kurtuvėnai-161 borehole the established three rock types could be clearly identified both by lithological description and chemical composition. Two chemical element associations in the investigated rock types were established: terrigenous ($\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Fe}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--K}_2\text{O--Na}_2\text{O--Cr--Zn--Rb--Ba--Y--Zr--Nb--Th}$) and carbonate – $\text{CaO, MnO}_2, \text{MgO, C}_{\text{bend}}, \text{Sr}$.

Interpretation of the geochemical and mineralogical data allowed a more precise investigation of major and trace element relationships and associations.

Донатас Каминскас

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ЛЛАНДОВЕРИ И ВЕНЛОКА (СИЛУР) В СКВАЖИНЕ КУРТУВЕНАЙ-161 (СЗ ЛИТВА)**Р е з ю м е**

Концентрация макро- (оксиды Si, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, Ti, P) и микроэлементов (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Pb, Ba, Sr, Y, Zr, Nb, Th, U), их потеря при прокаливании, общий и органический углерод были установлены в породах – в 102 образцах, отобранных из скважины Куртувенай-161. Минералогический анализ произведен в Институте геологии Университета Г. Осло, Норвегия.

Параметрические статистические методы используются тогда, когда распределение переменных близко к нормальному. Однако чаще всего здесь мы имеем дело с логнормальным, экспонентным или „неясным“ распределениями переменных. Если этот факт игнорировать, интерпретация результатов может привести к ошибочным заключениям, особенно если использовать параметрические методы при факторном или дискриминантном анализе. Поэтому была использована трансформация, предложенная Айтчисоном (1982). Медиана вместо средней величины была использована потому, что она меньше реагирует на аномальные значения. Исходя из того, что образцов для отдельных литологических типов было отобрано немного, для проверки нормальности переменных был использован критерий Колмогорова–Смирнова.

С помощью дискриминантного анализа было проверено, отличаются ли литологические типы пород по литологическому описанию и по химическому составу. Из представленных на графиках (рис. 2) результатов видно, что окраска пород является объективным критерием выделения литологических типов аргиллита.

В изучаемых литологических типах пород выделены две главные ассоциации химических элементов: терригенная – $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--Fe}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2\text{--K}_2\text{O--Na}_2\text{O--Cr--Zn--Rb--Ba--Y--Zr--Nb--Th}$ и карбонатная – $\text{CaO, MnO}_2, \text{MgO, C}_{\text{общ}}, \text{Sr}$.

Использование химических и минералогических данных в совокупности дает возможность лучше интерпретировать связь химических элементов и их ассоциаций.