

Apatinio triaso uolienu stratigrafinis suskirstymas Vakarų Lietuvoje elektronų paramagnetiniu rezonansu

**Valentas Katinas,
Raimundas Naktinis**

Katinas V., Naktinis R. Stratigraphical subdivision of West Lithuanian Lower Triassic sediments by electron paramagnetic resonance. *Geologija*. Vilnius. 2002. No 39. P. 25–31. ISSN 1392-110X.

The stratigraphy of red Triassic strata in Lithuania is problematic. In order to obtain more reliable results for the subdivision of variegated Triassic deposits, it is necessary to apply the complexes of old and new methods. A contribution of Fe and Mn ions is reflected in the electron paramagnetic resonance (EPR) spectra of Triassic sediments. EPR is an effective and new method for the subdivision of Lower Triassic sediments in West Lithuania.

Keywords: electron paramagnetic resonance, Fe and Mn ions, SP logging, gamma-ray logging, Triassic

Received: 9 May 2002, accepted 3 June 2002

Valentas Katinas, Institute of Geology and Geography, T. Ševčenkos 13, LT-2600 Vilnius, Lithuania

Raimundas Naktinis, Forensic Science Centre of the Criminal Police Bureau, Šventaragio g. 2, LT-2600 Vilnius, Lithuania

ĮVADAS

Apatinio triaso stratigrafija Vakarų Lietuvoje iki šiol nėra tiksli ir vienodai suvokiama. Nors šia tema atlikta ir paskelbta nemaža darbų, tačiau nėra vieningos nuomonės dėl margaspalvio triaso nuogulų stratigrafinio skirstymo. Tyrimus apsunkina tai, kad molingose margaspalvėse triaso uolienose praktiškai nėra charakteringų faunos ir floros radinių, kurie leistų patikimai datuoti šių uolienu amžių.

Apatinis triasas Lietuvoje ir Kaliningrado srityje skirstomas į Nemuno, Palangos, Tauragės, Šarkuvos, Deimės ir Nidos svitas. Mūsų tiriamoje teritorijoje išplitusios Nemuno ir Palangos svitos.

Triaso sluoksniai Pabaltijyje skirstomi į tris facijų zonas: 1 – pietvakarinę (Rytprūsiai, pereinantys į Lenkiją), 2 – pietrytinę (Pietryčių Lietuva) ir 3 – šiaurinę (Vakarų Lietuva, Pietvakarių Latvija) (Paškevičius, 1994). Mūsų nagrinėjami grėžiniai yra šiaurinėje facijų zonoje.

Bene viena tiksliausių stratigrafinių schemų sudaryta J. Kisneriaus (Grigelis, 1994), bet netgi joje

šiaurinės facijų zonos uolienu skirstymas į atskiras svitas gana neišskus.

Norint pasiekti patikimų rezultatų sprendžiant šiuos klausimus, nereikėtų apsiriboti vien turimais tyrimo metodais, o taikyti naujus, modernius. Vieni iš modernesnių tyrimų, naudojamų Vakarų Lietuvos apatinio triaso stratigrafiam skirstymui, – paleomagnetiniai tyrimai (Katinas, 1997; Katinas, 1998). Kadangi šio pobūdžio tyrimai atliekami užsienyje ir yra pakankamai brangūs, mes pabandėme pritaikyti pigius ir gana patikimus naujus metodus. Vienas iš jų tai – elektronų paramagnetinis rezonansas (EPR). Šis metodas taikomas kriminalistiniuose tyrimuose (Naktinis ir kt., 2000), bet mes išbandėme jį Vakarų Lietuvos apatinio triaso stratigrafijai. Tyrimai buvo atliekami Lietuvos kriminalinės policijos biuro Kriminalistinių tyrimų centro laboratorijoje EPR spektrometru.

TYRIMŲ METODIKA

Elektronų paramagnetinis rezonansas yra skirtas paramagnetinėms (ir feromagnetinėms) dalelėms tirti.

Primename kvantinės mechanikos taisyklę: magnetiniame lauke dalelė gali būti tik tokios būsenos, kad kvantiniai skaičiai, aprašantys jos magnetizmą, skirtųsi ne mažiau kaip vienetu. Lengviausia įsivaizduoti, kas vyks su dalelėmis, patekusiomis į magnetinį lauką, kai jos turi po vieną nesuporintą elektroną. Nesuporinto elektrono magnetines savybes aprašančio sukinio kvantinio skaičiaus (trumpiau – sukinio) didumas kvantinio magnetizmo vienetais yra $1/2$. Todėl magnetiniame lauke toks elektronas (būdamas nepriklausomas nuo kitų dalelės parametrų) galės būti dviejų būsenų, kurių sukiniai (magnetinio lauko atžvilgiu) bus $+1/2$ ir $-1/2$. Skirtumas tarp šių būsenų energijų proporcingas magnetinio lauko stiprumui:

$$\Delta W = g \beta H;$$

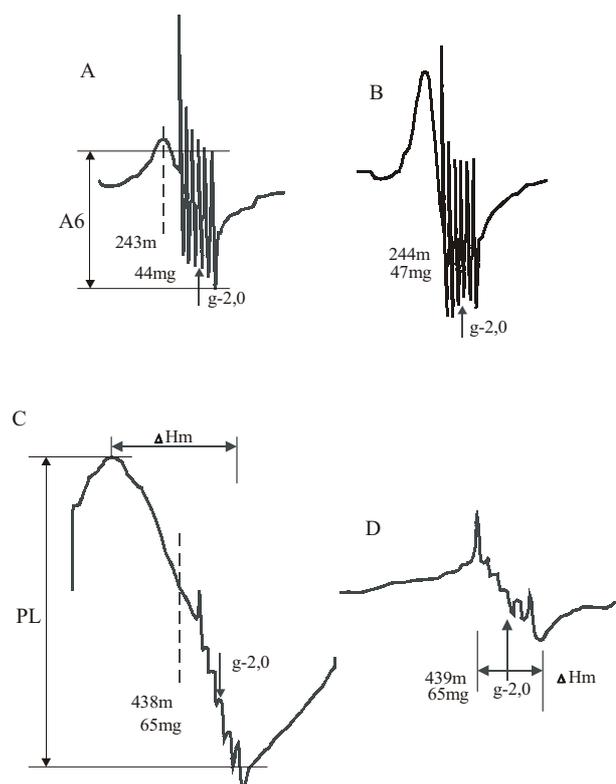
čia ΔW – skirtumas tarp energetinių lygių, β – kvantinis magnetinio momento vienetas (Boro magnetonas), kuris SI sistemoje lygus $eh/4\pi m$ (e – elektrono krūvis, h – Planko konstanta, m – elektrono masė), g – koeficientas (bet ne laisvo kritimo Žemėje pagreitis), kuris parodo, kiek tas nesuporintas elektronas yra laisvas (t. y. parodo sukinio sąveiką su kitais ir orbitomis). Kuo stipresnis magnetinis laukas, tuo didesnis skirtumas tarp energetinių lygių.

Veikiant pavyzdį aukšto dažnio lauku (tiksliau – magnetine jo komponente), nesuporintas elektronas (tik tokie reaguoja į išorinį magnetinį lauką) iš būsenos su mažesne energija pereis į kitą (su aukštesne energija), kai paduodamos SAD (superaukšto dažnio) energijos kvantas $h\nu$ atitiks tų būsenų, kuriose yra nesuporinti elektronai, energijų skirtumą ΔW . Šį skirtumą galime keisti, keisdami išorinio magnetinio lauko (kuriame yra tiriamas pavyzdys) stiprumą. Kadangi paprastai magnetinis laukas (kurio stiprumą reikės keisti) kuriamas leidžiant srovę per ritę, tai iš lėto keisti srovės stiprumą yra nesudėtinga. Kai bus pasiektas toks magnetinio lauko stiprumas H , kad galios lygybė $h\nu = g\beta H$, aukšto dažnio energija bus absorbuojama tuo labiau, kuo daugiau ampulėje yra paramagnetinių dalelių. Kitais žodžiais, EPR tai yra toks reiškinys, kai aukšto dažnio energija yra absorbuojama tam tikro stiprumo magnetiniame lauke. Dar kitaip sakant, pavyzdys turi būti magnetiniame lauke ir turi būti švitinamas SAD bangomis (Пейк, 1965).

Literatūroje sukaupta pakankamai duomenų apie didelį mangano jonų elektronų paramagnetinio rezonanso (EPR) spektro jautrumą aplinkai. Pavyzdžiui, uolienuų spektras priklauso ne tik nuo mangano (kaip priemaišos) kiekio, bet ir nuo to, ką – Mg ar Ca keičia manganas, įsiterpdamas į gardelę (Wildeman, 1969; Schindler, 1970). Spektro jautrumas susietas

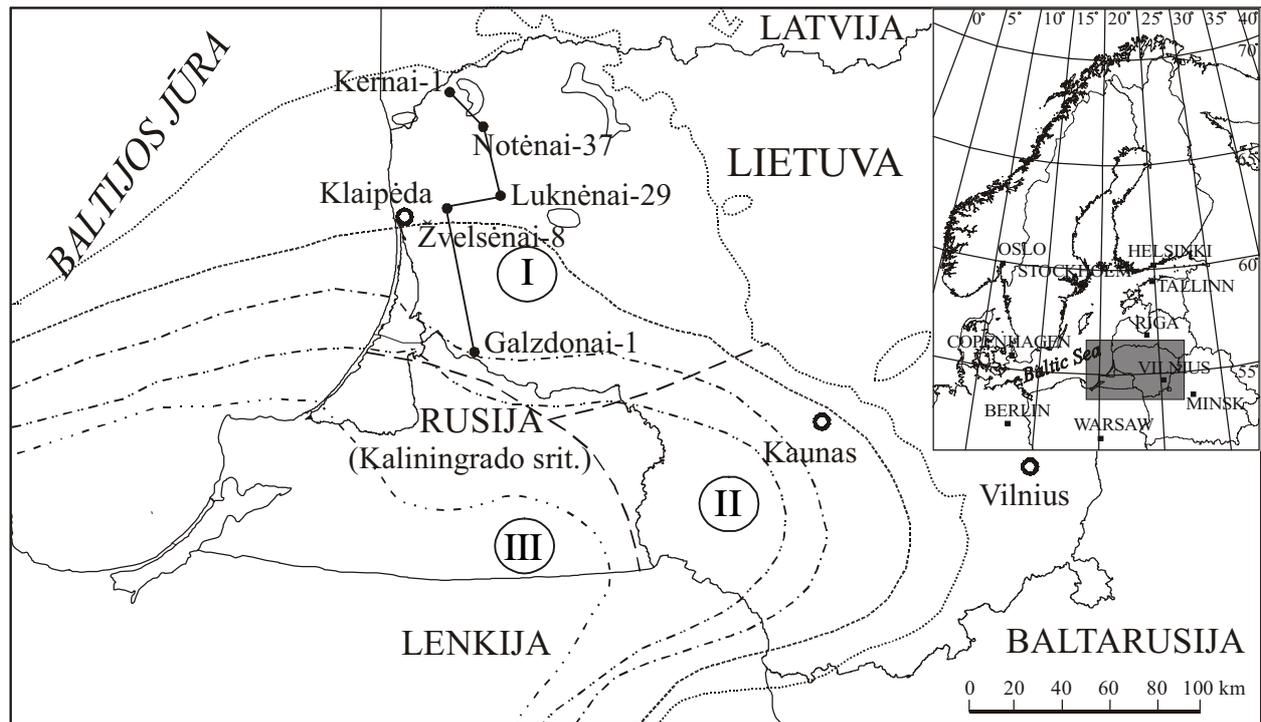
su tuo, kad pagrindinis Mn izotopas turi branduolio sukinį $5/2$. Registruojama būdinga hipersmulkioji spektro struktūra (HSS), turinti 6 siauras linijas, kurios gerai matomos, kai manganas pakankamai atskiedęs aplinkoje. Kai šių jonų daug ir jie arti vienas kito, registruojama viena plati linija.

Abu spektro pavidalai buvo registruojami mūsų tiruose gręžiniuose. Spektrometras registravo 10 GHz dažnio elektromagnetinių bangų absorbciją priklausomai nuo to, kokio stiprumo magnetiniame lauke buvo objektas. Siekiant kiekvieną kartą tolygiai užpildyti ampulę, pavyzdžiai buvo smulkinami. Buvo įvertinamas plačios linijos (PL) ir šeštosios HSS komponentės (A6) intensyvumas (1 pav.). Šeštoji komponentė yra mažiausiai iškraipomoje plačios linijos vietoje. Intensyvumą įvertindavome apskaičiuodami absorbcijos dydį santykiniais vienetais pavyzdžio masės vienetui ir etalono amplitudės vienetui. Pavyzdžiuose A6 ir PL komponentių santykis taip pat buvo skirtingas. Plati linija



1 pav. Galzdonų-1 gręžinio triaso uolienuų elektronų paramagnetinio rezonanso spektrų pavyzdžiai: *A* – spektras 243 m gylyje, *B* – spektras 244 m gylyje, *C* – spektras 438 m gylyje ir *D* – spektras 439 m gylyje, čia $g-2,0$ – laisvo nesuporinto elektrono rezonansas

Fig. 1. Samples of electron paramagnetic resonance spectra of lower Triassic of Galzdonai-1 borehole: *A* – spectrum at a depth of 243 m, *B* – spectrum at a depth of 244 m, *C* – spectrum at a depth of 438 m, *D* – spectrum at a depth of 439 m, where $g-2,0$ is the resonance of free unpaired electron



2 pav. Apatinio triaso atskirų svitų išplitimas Lietuvoje ir Kaliningrado srityje: 1 – grėžiniai ir koreliuotas profilis, 2 – facijos: I – Š Lietuvos ir PV Latvijos, II – PV ir PR Lietuvos ir III – Kaliningrado srities, 3 – Nemuno svita, 4 – Palangos svita, 5 – Tauragės svita, 6 – Šarkuvos svita, 7 – Deimės svita (pagal Kisnerių, 1972 su modifikacijomis)
 Fig. 2. Distribution of the Lower Triassic formations in Lithuania and Kaliningrad district: 1 – boreholes and correlated profile, 2 – facies: I – N Lithuanian, SW Latvian, II – SW-SE Lithuanian, III – Kaliningrad district, 3 – Nemunas Fm, 4 – Palanga Fm, 5 – Tauragė Fm, 6 – Šarkuva Fm, 7 – Deimė Fm (after Kisnerius, 1972 with modification)

keičia savo plotį ΔH_m ir rezonanso vietą (linijos g veiksnys) magnetiniame lauke. Tai matome lygindami Galzdonų-1 grėžinio pavyzdžius skirtinguose gyliuose (1 pav.). Kitaip tariant, egzistuoja linijos su skirtingais g veiksniais greta dažniausiai pasitaikančių, kurių centras yra ties $g-2,0$. Kaip nurodoma literatūroje, labiausiai jonų spektrinės linijos g veiksnį veikia chloras ir bromas (Альтшулер, Козырев, 1961). Dalis plačios linijos gali priklausyti ne tik divalencio mangano, bet ir trivalentės geležies jonams. Sunku kiekybiškai įvertinti mangano ir geležies indėlį į plačių linijų intensyvumą, nes geležis dar gali būti feromagnetinės būsenos ir nedidelis atomų kiekis gali duoti intensyvią plačią liniją.

Iš pateiktų EPR spektrų matyti, kad skiriasi greitųjų sluoksnių plačių linijų intensyvumas. Tai rodo, kad tarp šių greitųjų sluoksnių buvo trivalentės geležies kiekio šuolių, o į kristalines gardses įsiterpusių mangano jonų Mn^{++} kiekis tarp greitųjų sluoksnių praktiškai yra toks pat (šešios siauros tokio paties intensyvumo linijos) (1 pav.).

EPR tyrimams pavyzdžiai buvo imami iš Kernų-1 (103 pavyzdžiai), Notėnų-37 (20 pavyzdžių), Luknėnų-29 (58 pavyzdžiai), Žvelsenų-8 (113 pavyzdžių) ir Galzdonų-1 (192 pavyzdžiai) grėžinių (2 pav.). Pavyzdžiai iš grėžinių buvo imami kas metrą, tik Notėnų-37 grėžinyje gerokai rečiau.

Buvo atlikta tų pačių Notėnų-37 grėžinio pavyzdžių geocheminė analizė, kurios rezultatai palyginti su EPR duomenimis. Kernų-1 grėžinio EPR rezultatus lyginome su grėžinių karotazo (diagrafijos) duomenimis.

TIRTŲ GRĖŽINIŲ LITOLOGIJA IR STRATIGRAFIJA

Mūsų tirtų grėžinių apatinio triaso litologinė sudėtis labai panaši – tai persisluoksniuojanti raudono, melsvo ir žalsvo aleuritingo molio su aleurilito tarpais storumė. Kernų-1 ir Žvelsenų-8 grėžiniuose aptinkami klinties intarpai. Galzdonų-1 grėžinio apatinėje dalyje randama anhidrito intarpų.

Pagal litologinę sudėtį Kernų-1, Notėnų-37, Lukėnų-29, Žvelsėnų-8 triaso stormė priskirtina Nemuno svitai. Tą patvirtina ir anksčiau atlikti paleomagnetiniai tyrimai (Katinas, 1997; Katinas, 1998). Galzdonų-1 gręžinio litologiniais duomenimis, Nemuno svita yra 444–315 m intervale, o Palangos svita – 315–231 m intervale. Galzdonų-1 gręžinio viršutinė Palangos svitos dalis (apie 5 m) yra pilkos spalvos – tą lėmė hidrataciniai procesai.

REZULTATAI

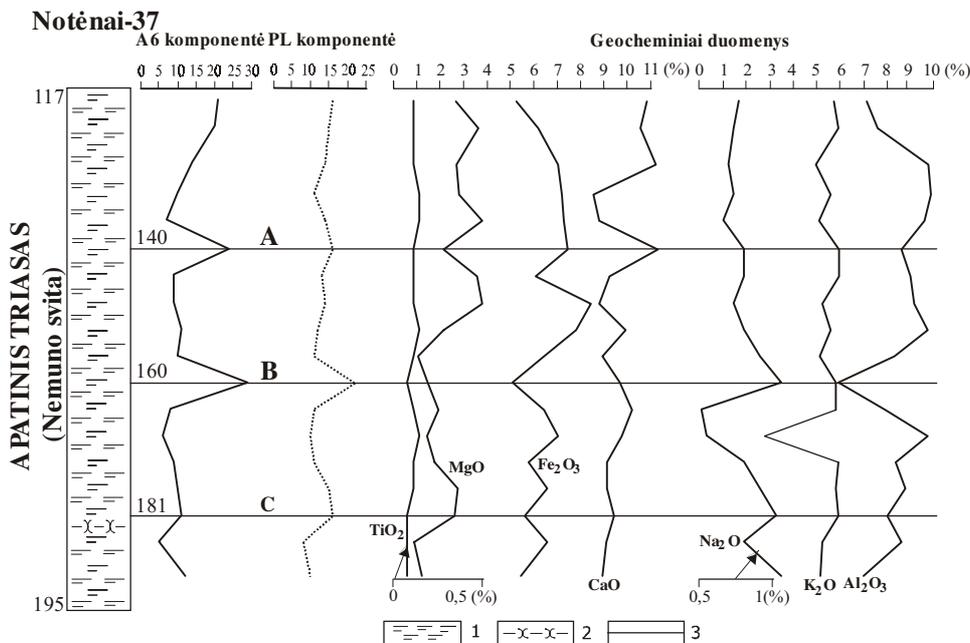
EPR rezultatų lyginimas su geocheminių tyrimų duomenimis. Atominė absorbcinė dalies pavyzdžių analizė parodė, kad bendrą mangano kiekį labiausiai atspindi PL signalas. Tarp A6 ir PL beveik visuose gręžiniuose egzistuoja stiprus ryšys ($r = 0,7-0,8$). Tai visiškai suprantama: kuo daugiau mangano, tuo daugiau jo įeina į kristalines gardeles. Tik Galzdonų-1 gręžinyje šis ryšys silpnas ($r = 0,11$). Čia galėjo smarkiai skirtis trivalentės geležies jonų koncentracija arba jie susigrupavo į feromagnetinio tipo daleles. Apie tai byloja Galzdonų-1 gręžinio EPR tyrimų rezultatai (Верховцева и др., 1999).

Norėdami nustatyti, kokie cheminiai elementai daro įtaką EPR spektrų kaitai Notėnų-37 gręžinyje, buvo atlikti geocheminiai tyrimai. Iš to paties gręžinio pavyzdžio buvo atlikti EPR tyrimai ir geocheminė analizė. Gautus rezultatus ir pabandėme palyginti (3 pav.).

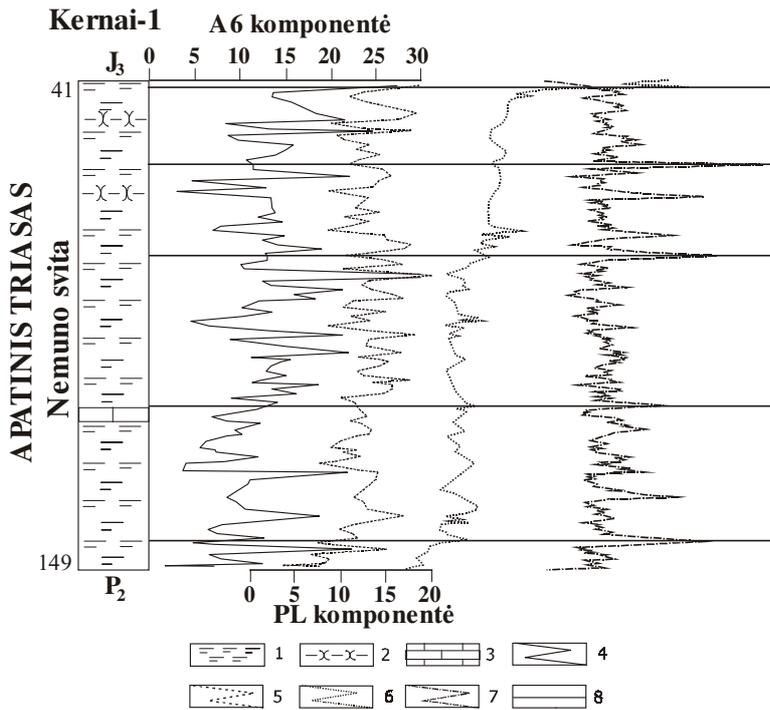
Kaip matyti iš spektrų A6 ir PL komponentių pikų, A, B ir C koreliacinės linijos geriausiai sutampa su kalcio oksido kreive. EPR spektrų komponentių kreivės atvirkščiai proporcingos aliuminio oksido kreivei. Titano, magnio, natrio ir kalio oksido pasiskirstymo pjūvyje kreivės visiškai nesutampa su analogiškais A6 ir PL spektrų komponentių kreivėmis. Kadangi EPR daugiausia atspindi Fe^{+++} ir Mn^{++} jonus, tai geležies oksido procentinio pasiskirstymo pjūvyje kreivė turėtų sutapti su analogiškais A6 ir PL spektrų komponentių kreivėmis, tačiau jos nesutampa (3 pav.). Kaip jau minėjome, priežastimi gali būti ir tai, kad EPR gali atspindėti ne tik atskirus geležies ir mangano jonus, bet ir jų junginius.

EPR rezultatų lyginimas su gręžinių karotazo duomenimis. Norėdami nustatyti EPR spektrų ryšį su gręžinių geofiziniais duomenimis, Kernų-1 gręžinyje palyginome A6 ir PL spektrų komponentių pasiskirstymo gręžinio pjūvyje kreives su analogiškais PS ir gama karotazo geofizinėmis kreivėmis (4 pav.).

Per gama karotazo kreivės išsiskiriančius pikus pabandėme praveisti koreliacines linijas su A6 ir PL spektro komponentėmis, bet ir čia akivaizdus ryšio niekur neaptikome. Kaip matyti 4 paveikslėlyje, PS kreivė irgi neturi akivaizdus ryšio su A6 ir PL spektro komponentėmis. Taigi gręžinių karotazo duomenys skiriasi nuo EPR rezultatų, todėl galime daryti išvadą, kad šie tyrimo metodai atspindi skirtingas uolienu sudėties komponentes.



3 pav. Apatinio triaso uolienu geocheminių ir elektronų paramagnetinio rezonanso tyrimo duomenų palyginimas Notėnų-37 gręžinyje: 1 – aleuritingas molis, 2 – aleurolitas, 3 – EPR koreliacija
 Fig. 3. Correlation of geochemical and electron paramagnetic resonance data of Lower Triassic of Notėnai-37 borehole: 1 – silty clay, 2 – siltstone, 3 – EPR correlation



4 pav. Apatinio triaso uolienu elektronų paramagnetinio rezonanso ir geofizinių kreivių palyginimas Kernų-1 gręžinyje: 1 – aleuritingas molis, 2 – aleulolitas, 3 – klintis, 4 – A6 spektro komponentė, 5 – PL spektro komponentė, 6 – PS karotažo (diagrafijos) kreivė, 7 – gama diagrafijos kreivė, 8 – EPR koreliacija

Fig. 4. Correlation of electron paramagnetic resonance and logging data of Lower Triassic of Kernai-1 borehole: 1 – silty clay, 2 – siltstone, 3 – limestone, 4 – A6 spectrum component, 5 – PL spectrum component, 6 – SP log, 7 – gamma-ray log, 8 – EPR correlation

INTERPRETACIJA

Tiriamų gręžinių stratigrafinis skirstymas EPR duomenimis. Atlikus EPR tyrimus, buvo sudarytas apatinio triaso koreliacinis profilis Kernai-1, Notėnai-37, Luknėnai-29, Žvelsenai-8 ir Galzdonai-1 (5 pav.). Pagal EPR duomenis, mūsų profilyje apatinį triasą galime suskirstyti į Nemuno ir Palangos svitas. Nemuno svitoje išskyrėme apatinę, vidurinę ir viršutinę storumės dalį.

Apatinei storumės daliai būdingas A6 ir PL spektrų komponentių intensyvumo padidėjimas visuose gręžiniuose. Apatinė storumės dalis Galzdonų-1 gręžinyje yra 444–422 m intervale ir pagal EPR duomenis riba aiški, Žvelsenų-8 gręžinyje – nuo 265 iki 240 m, riba irgi aiški. Luknėnų-29 gręžinyje apatinės storumės intervalas yra 259–235 m. Čia riba irgi gana aiški, tik storumės dalies vidurinėje dalyje išryškėja A6 ir PL spektrų komponentių intensyvumo padidėjimas, o tai nebūdinga apatinei storumės daliai kituose gręžiniuose. Notėnų-37 gręžinyje apatinės storumės dalies intervalas yra nuo 195 iki 161 m. Čia ribos nėra labai aiškios, kadangi pavyzdžių ėmimo EPR tyrimams intervalas gana retas. Kernų-1

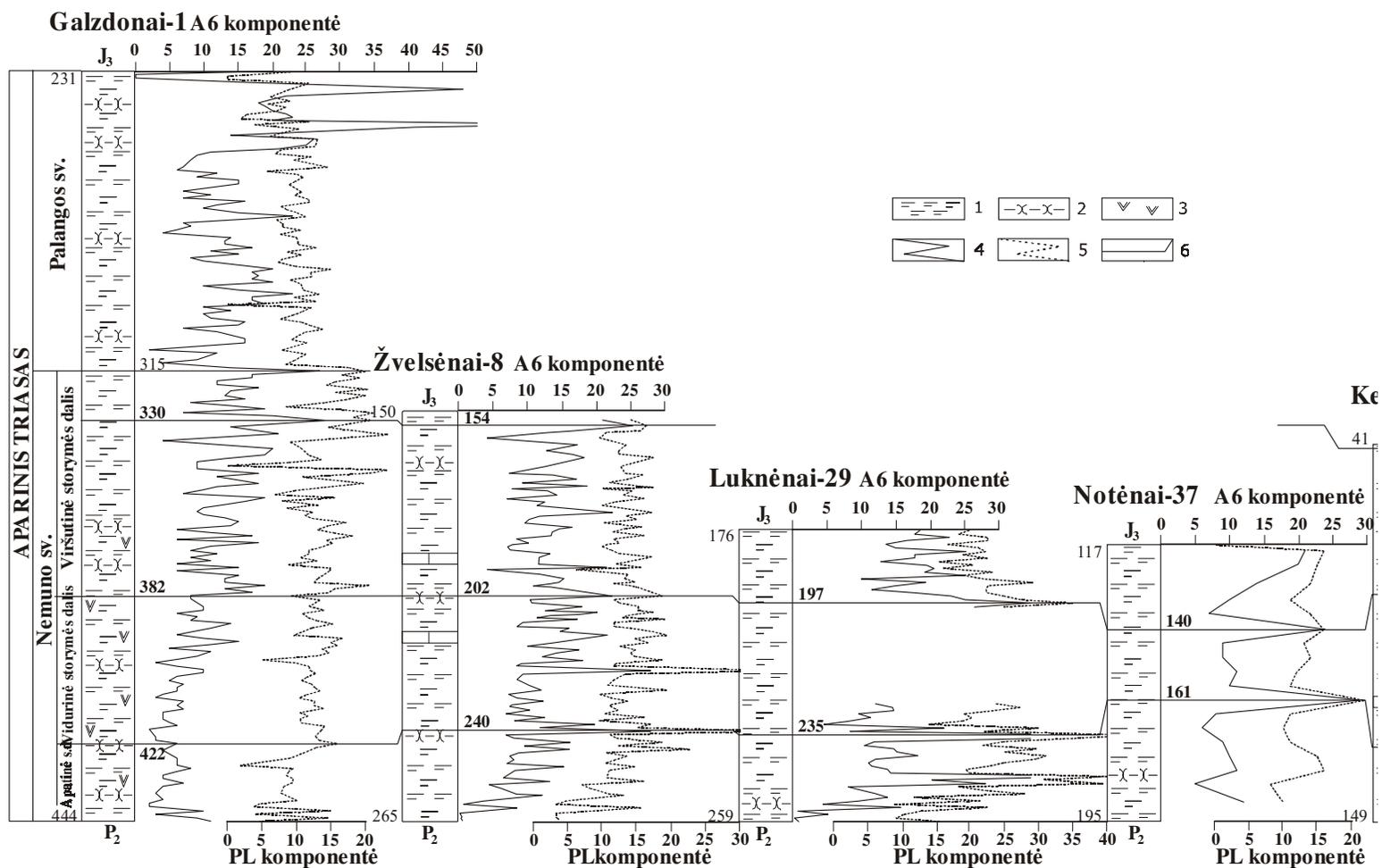
gręžinyje apatinės storumės dalies ribos aiškios ir yra intervale nuo 149 iki 111 m.

Vidurinei storumės daliai visuose gręžiniuose būdingas A6 ir PL spektrų komponentių staigus intensyvumo sumažėjimas ties riba su apatine storumės dalimi, po to intensyvumas vėl tolygiai didėja. Vidurinė storumės dalis Galzdonų-1 gręžinyje yra 422–382 m intervale ir pagal EPR duomenis riba aiški. Žvelsenų-8 gręžinyje šios storumės dalies ribos aiškios intervale nuo 240 iki 202 m. Luknėnų-29 gręžinyje vidurinės storumės dalies riba yra 235–197 m intervale. Čia apatinė riba aiški, o viršutinė yra sąlyginė, kadangi neišlikęs 199–225 m kerno intervalas. Notėnų-37 gręžinyje vidurinės storumės dalies intervalas – nuo 161 iki 140 m. Čia ribos irgi nėra labai aiškios, kadangi pavyzdžių ėmimo EPR tyrimams intervalas gana retas. Kernų-1 gręžinyje vidurinė storumės dalis su aiškiomis ribomis yra intervale nuo 111 iki 84 m.

Kadangi, mūsų nuomone, pilna Nemuno svita yra tik Galzdonų-1 gręžinyje, kur riba aiški tiek litologiniais, tiek ir EPR duomenimis, todėl profilyje koreliacinę liniją nubrėžėme šios storumės dalies viršutinėje dalyje. Pažymėtina, kad visuose gręžiniuose storumės da-

liai būdingas A6 ir PL spektrų komponentių intensyvumo tolygus mažėjimas nuo ribos su vidurine storumės dalimi iki viršutinės storumės dalies vidurio, vėliau tolygus didėjimas iki Palangos svitos. Viršutinė storumės dalis Galzdonų-1 gręžinyje yra 382–315 m intervale, kur apatinė ir viršutinė riba yra aiški. Žvelsenų-8 gręžinyje šios storumės dalies intervalas – nuo 202 iki 150 m, t. y. iki pat triaso pjūvio viršaus. Šios storumės dalies viršutinė dalis nudenuoduota. Luknėnų-29 gręžinyje viršutinės storumės dalis yra 197–176 m intervale. Čia apatinė riba aiški, o viršutinė užsibaigia su triaso pjūviu, t. y. pati viršutinė storumės dalies dalis nudenuoduota. Notėnų-37 gręžinyje viršutinės storumės dalies intervalas – nuo 140 iki 117 m. Viršutinė šios storumės dalies dalis nudenuoduota. Kernų-1 gręžinyje viršutinė storumės dalis su aiškia apatine riba yra intervale nuo 84 iki 41 m. Viršutinė šios storumės dalies dalis irgi nudenuoduota.

Tiek litologiniais, tiek ir EPR duomenimis, Palangos svitą galime išskirti tik Galzdonų-1 gręžinio intervale nuo 315 iki 231m, t. y. iki triaso pjūvio pabaigos. Apatinėje Palangos svitos dalyje A6 ir PL spektrų komponentių intensyvumas staiga sumažėja.



5 pav. Apatinio triaso koreliacija gręžiniuose Kernai-1, Notėnai-37, Luknėnai-29, Žvelsėnai-8 ir Galzdonai-1: 1 – aleuritingas molis, 2 – aleurolitas, 3 – anhidritas, 4 – A6 spektro komponentė, 5 – PL spektro komponentė, 6 – EPR koreliacija

Fig. 5. Correlation of Lower Triassic of Kernai-1, Notėnai-37, Luknėnai-29, Žvelsėnai-8 and Galzdonai-1 boreholes: 1 – silty clay, 2 – siltstone, 3 – anhydrite, 4 – A6 spectrum component, 5 – PL spectrum component, 6 – EPR correlation

A6 spektro komponentė iš pradžių tolygiai didėja, vėliau mažėja, kol viršutinėje dalyje smarkiai išauga. A6 spektro komponentė nuo ribos su Nemuno svita iki triaso pjūvio viršaus tolygiai mažėja.

IŠVADOS

Geocheminių tyrimų rezultatų Notėnų-37 gręžinyje ir EPR duomenų netapatumas rodo, kad EPR atspindi ne tik atskirus Fe^{+++} ir Mn^{++} jonus, bet ir šių jonų junginius.

Gręžinių karotazo duomenys skiriasi nuo EPR rezultatų, todėl galime daryti išvadą, kad šie metodai charakterizuoja skirtingas uolienu sudėties komponentes.

EPR duomenimis, apatinio triaso Nemuno svita galime suskirstyti į apatinę, vidurinę ir viršutinę storumės dalį.

Pasinaudodami EPR tyrimų duomenimis galime gerai atskirti Nemuno ir Palangos svitas Vakarų Lietuvoje, kur EPR ir litologinės ribos sutampa.

PADEKA

Dėkojame Lietuvos geologijos tarnybai už suteiktą galimybę paimti pavyzdžius EPR tyrimams iš LGT priklausančio Galzdonų-1 gręžinio, taip pat LGT Giluminių tyrimų skyriaus darbuotojui J. Bitinui už galimybę pasinaudoti Notėnų-37 gręžinio geocheminių tyrimų duomenimis.

Literatūra

- Grigelis A. ir kt. 1994. Lietuvos geologija. Vilnius: Mokslo enciklopedijų leidykla. 132–139.
- Katinas V. 1997. Apatinio triaso margaspalvės storumės stratigrafija Vakarų Lietuvoje gręžinių Kernai-1 ir Žvelsnai-1 magnetinių tyrimų duomenimis. *Litosfera*. 1. 39–45.
- Katinas V. 1998. Apatinio triaso margaspalvės storumės stratigrafija Vakarų Lietuvoje magnetinių tyrimų duomenimis. *Geologija*. 23. 67–71.
- Naktinis R., Ivaška V., Katinas V. 2000. Karbonatų ir dirvožemio EPR spektrų įvairovė. *Konferencijos „Taikomoji fizika“ straipsnių rinkinys*. Kaunas: Technologija. 162–166.
- Paškevičius J. 1994. Baltijos respublikų geologija. Vilnius: Valstybinis leidybos centras. 265–273.
- Schindler P. 1970. Electron paramagnetic resonance of Mn^{2+} in dolomite and magnesite, and Mn^{2+} distribution in dolomites. *The American mineralogist*. 55. 1889–1896.
- Wildeman T. R. 1969. The distribution of Mn^{2+} in some carbonates by electron paramagnetic resonance. *Chemical Geology*. 5. 167–177.
- Альтшулер С. А., Козырев В. М. 1961. Электронный парамагнитный резонанс. Москва: Физматгиз. 139–146.
- Верховцева Н. В., Филина Н. Ю., Бабанин В. Ф., Пухов Д. Е. 1999. Биогенез магнитоупорядоченных

соединений железа в культуре *Aquaspirillum sp.* *Биофизика*. 44(6). 1054–1058.

Киснерюс Ю. Л., Сайдаковский Л. Я. 1972. Стратиграфия триасовых отложений западной и юго-западной части Восточно-Европейской платформы. Вильнюс: Минтис. 124 с.

Пейк Дж. 1965. Парамагнитный резонанс. Москва: Мир. 260 с.

Valentas Katinas, Raimundas Naktinis

STRATIGRAPHICAL SUBDIVISION OF WEST LITHUANIAN LOWER TRIASSIC SEDIMENTS BY ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE

S u m m a r y

The stratigraphy of Triassic red-beds of Lithuania is problematic. In order to obtain more reliable results for the subdivision of Triassic deposits, new methods and approaches should be applied. The concentration of Fe^{+++} and Mn^{++} ions is reflected in the electron paramagnetic resonance (EPR) spectra of Triassic sediments. EPR is an effective method for the subdivision of Lower Triassic sediments in West Lithuania.

A correlation of electron paramagnetic resonance data and geochemical data in the Notėnai-37 borehole was inconsistent. A correlation of electron paramagnetic resonance data and logging data in the borehole Kernai-1 was also very problematic.

The Nemunas formation of West Lithuania was subdivided into the lower, middle and upper parts by the EPR method.

Валентас Катинас, Раймундас Нактинис

СТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЛИТВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННО-ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Р е з ю м е

Стратиграфия красноцветных триасовых слоев в Литве проблематична. Получить более эффективные результаты для подразделения красноцветных триасовых депозитов позволят примененные в комплексе старые и новые научные методы. Вклад ионов Fe^{+++} и Mn^{++} в триасовых отложениях отражают спектры электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР). ЭПР – эффективный и недорогой метод, позволяющий осуществить стратиграфическое подразделение нижнетриасовых отложений в Западной Литве.

Корреляция данных электронно-парамагнитного резонанса и геохимических данных в скважине Нотеней-37 вызывает сомнения. Корреляция данных электронно-парамагнитного резонанса и каротажных данных в скважине Кернай-1 также неоднозначна.

Стратиграфически Няманскую свиту в Западной Литве с использованием ЭПР можно подразделить на нижние, средние и верхние слои.