

ANDRIUS KOJELĖ

**GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO (SILŪRO) STRA-
TIGRAFIJA IR KORELIACIJA**

2012

Vilniaus universitetas
Geologijos ir mineralogijos katedra

Įvertinimas

**GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO (SILŪRO) STRATIGRA-
FIJA IR KORELIACIJA**

Magistrinis darbas

Geologijos specialybės
Magistro studijų programos
II kurso studento
Andriaus Kojelės

Darbo vadovas
dr. Sigitas Radzevičius

VILNIUS, 2012

TURINYS

ĮVADAS	4
1. REGIONINIO AUKŠTO APIBRĖŽIMAS	6
2. GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO PADALINIO STRATOTIPAS	11
3 TYRIMŲ METODIKA	15
3.1 Graptolitų tyrimo metodika	15
3.2 Litologinis tyrimo metodas	17
3.3 Gama diagrafijos metodas	17
3.4 $\delta^{13}\text{C}$ tyrimo metodas	18
4. GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO RIBOS STRATOTIPAS	19
4.1 Gėluvos regioninio aukšto litologija Viduklės – 61 grėžinyje	19
4.2. Gėluvos regioninio aukšto GK reikšmių kaita Viduklės – 61 grėžinyje	22
4.3 Gėluvos regioninio aukšto biostratigrafija Viduklės – 61 grėžinyje	23
4.4 Gėluvos regioninio aukšto $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių kaita Viduklės – 61 grėžinyje	25
4.5. Gėluvos regioninio aukšto ribos stratotipas Viduklės – 61 grėžinyje	26
5. GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO KORELIACIJA SU KITAIS REGIONAIS	27
5.1. Gėluvos regioninio aukšto koreliacija remiantis graptolitų duomenimis	27
5.2. Gėluvos regioninio aukšto koreliacija remiantis GK kreivėmis	30
5.3. Gėluvos regioninio aukšto koreliacija geocheminiais duomenimis	32
IŠVADOS	34
PADĖKA	35
LITERATŪROS SĄRAŠAS	36
SANTRAUKA	40
SUMMARY	42
PRIEDAS	44

ĮVADAS

Gėluvos regioninis aukštas buvo išskirtas 2-oje Baltijos stratigrafų konferencijoje 1993 metais, kuri vyko Vilniuje, Lietuvoje, spausdintoje medžiagoje (Paškevičius ir kt., 1994). Anksčiau, kaip savarankiškas stratigrafinis padalinys, buvo vadinamas sluoksniais su *Euripterus* (Schmidt, 1891) ir šie sluoksniai buvo koreliuojami su apatine ludlovio dalimi. Vėliau šie sluoksniai buvo pavadinti Rootsikūros vardu (Bekker, 1925). Rootsikūros regioninio aukšto stratotipas buvo nebeegzistuojamame Viitos karjere (Sidaravičienė, 1999). Neostatotipas buvo išskirtas Vesiku upelio atodangoje prie Rootsikūros kaimo, o hipostratotipas – Kipio grėžinio 25,6 – 53,6 m intervale (Эйнасто, 1970). Rootsikūros regioninis aukštas yra išskirtas sėklavandenėse facijose kur vyrauja sluoksniuoti lagūniniai dolomitai, dolomitai su biodurbacijomis, sluoksniuoti stromatolitai ir stambenuolaužinės klintys. Rootsikūros regioninio aukšto ribos buvo išskirtos remiantis sedimentacijos cikliškumais.

Rootsikūros regioninio aukšto pjūvis Estijoje neturi koreliacinių požymių, būtinų chronostratigrafiniam padaliniui, stratotipas yra laguninėse facijose, pjūvyje yra randamos stratigrafinės pertraukos ir spragos. Dėl pertraukų, spragų ir nepilnų geologinių pjūvių, regioninio aukšto ribos visame baseine ir jų koreliacijos yra neaiškios, ribos ir apimtis globalioje graptolitėje stratigrafineje skalėje nesikoreliuoja su biozonu ribomis ir apimtimis. Trūkstant tikslios regioninio aukšto koreliacijos visame baseine, ribos yra nesusijusios su nuosėdiniais ciklais visose facijų zonose. Remiantis tuo, 2-oje Baltijos stratigrafų konferencijoje, Rootsikūros regioninę buvo nutarta pakeisti kitu, Gėluvos regioniniu aukštu, kuris atitinka visus regioninio, aukšto kaip chronostratigrafinio padalinio, reikalavimus.

Nors Gėluvos regioninis aukštas buvo pasiūlytas dar 1999 metai, tačiau Estijos geologai vis dar laikosi įsikibę senojo, nekorektiško, neaiškios stratigrafinės apimties, sunkiai arba dirbtinai koreliuojamo su Tarptautine stratigrafine skale, Rootsikūros chronostratigrafinio padalinio. Jį rekomenduoja naudoti kitų kraštų stratigrafams, kaip rytinio Baltijos silūro baseino chronostratigrafinį padalinį (Cramer ir kt., 2011). Taip pat, keisti šio regioninio aukšto viršutinę ribą ir kartais siūlo Rootsikūros regioninę aukštą skirti sėkliose facijose (Kiipli ir kt., 2011). Tokiu atveju Ritiniame Baltijos silūro baseine būtų du panašios apimties regioniniai aukštai, o tai prieštarauja visiems stratigrafijos kanonams.

Šio darbo tikslas - revizuoti Gėluvos regioninio aukšto stratigrafiją ir tuo pačiu išaiškinti jo padėtį (sukoreliuoti) Tarptautinėje stratigrafinėje skalėje.

Tiksliui įgyvendinti buvo keliami tokie uždaviniai:

1. Ištirti Viduklės – 61- ojo grėžinio graptolitus.
2. Išskirti graptolitų biozonas;
3. Graptolitų bizonas koreliuoti su geocheminiais ir geofizikiniais duomenimis;
4. Surasti patikimus chronostratigrafinius reperius Gėluvos regioninio aukšto koreliacijai su kitais regionais.

1. REGIONINIO AUKŠTO APIBRĖŽIMAS

Norint, suprasti apie ką bus kalbama reikia išanalizuoti ir trumpai apžvelgti stratigrafinę terminologiją, išaiškinti skirtingu tyrėjų nesutarimus bei jų priežastis. Tokių nesutarimų arba nesutapimų, analizuojant skirtingų autorių literatūrą, atsirado ganėtinai daug. Iš pirmo žvilgsnio nesutarimai yra ganėtinai nedideli, bet skirtingų terminų bei sąvokų interpretacija yra labai skiriasi. Taigi, šiame skyriuje trumpai bus apžvelgti skirtingų autorių pateikti regioninio aukšto apibrėžimus, regioninių aukštų išskirimo principai, jų aprašymo taisyklės.

Regioninis aukštas yra regioninis chronostratigrafinis padalinys (Murphy, Salvador, 1999). Jie yra reikalingi skirtingų regionų koreliacijai su standartiniais globaliais stratigrafiniais padaliniais.

Studijuojant lietuvišką literatūrą teko susidurti su keliais regioninio aukšto apibrėžimais ir jo paaiškinimais.

Vienas jų yra Lietuvos stratigrafijos vadove (Grigelis ir kt., 2002, 50 p.). *Regioninis aukštas yra tradicinis chronostratigrafinis padalinys, pagal rangą sudarantis aukšto dalį; pagrindinis regioninės stratigrafijos padalinys. Tai – ankstesniuose darbuose plačiai vartotas „horizontas“, kuriam šiame vadove („Lietuvos stratigrafijos vadovas“) suteikiama kita, tikslesnė prasmė.* Tame pačiame stratigrafijos vadove esančiame stratigrafijos terminų žodynyje (Grigelis ir kt., 2002, 138 p.) J. Paškevičius ir A. Grigelis duoda dar vieną regioninio aukšto apibrėžimą ir trumpa paaiškinimą. *Regioninis aukštas [Regional stage]. Tradicinis regioninių chronostratigrafinių terminų hierarchiniuos padalinys, pagal rangą – aukšto (stage) dalis; pagrindinis regioninės stratigrafijos padalinis. Šis terminas lygiareikšmis rusų kalba paplitusiam terminui „horizont“. Lietuvių kalba terminas („horizont“) nebeteiktinas, nes jam suteikiama kita, tikslesnė prasmė.*

Antrasis regioninio aukšto apibrėžimas yra pasiūlitas T. Jankausko (2005). *Regioninis aukštas (regioaukštas, rusų literatūroje - „horizontas“). Regioninio masto chronostratigrafinis padalinys. Pagrindinis regioninės stratigrafinės schemos padalinys. Išskiriamas nepriklausomai nuo lito- ir biostratigrafinių padalinių; taip pat nepriklausomas nuo Tarptautinės skalės aukštų, su kuriais neturi savitarpio ryšių – nėra aukšto dalis* (Jankauskas, 2005, 166 p.).

Dar vienas regioninio aukšto apibrėžimas yra duotas Enciklopediniame geologijos terminų žodyne (Kemėšis ir kt., 2009, 479 p.). *Regioninis aukštas – tradicinis chronostratigrafinis padalinys, pagrindinis regioninės stratigrafijos schemos padalinys, sudarantis aukšto dalį (anksčiau plačiai vartojamas horizonto pavadinimas).*

Tai gi, pirmasis ir paskutinis regioninio aukšto apibrėžimai yra identiški ir tai nėra nuostabu nes Lietuvos stratigrafijos vadovo ir Enciklopedinio geologijos terminų žodyno rengime dalyvavo dalis tų pačių autorių. Antrasis regioninio aukšto apibrėžimas skiriasi nuo pirmojo ir trečiojo, bet turi ir bendrų bruožų.

Visų regioninio aukšto apibrėžimų autoriai sutaria, kad:

1. ankstesniuose darbuose regioninis aukštas buvo vadinamas „horizontu“ ir šiuo metu horizontas turi visai kitą prasmę. Priminsiu, kad dabar horizontas – *sluoksnio skiriamasis paviršius, nurodantis išskirtinę padėtį stratigrafinėje sekoje. Horizonto tipas nurodomas priedeliu, pavyzdžiui: lithorizontas, biohorizontas, chronohorizontas, seismohorizontas* (Grigelis ir kt., 2002, 17 p.).

2. Regioninis aukštas – tradicinis chronostratigrafinis padalinys.

3. Regioninis aukštas yra pagrindinis regioninės stratigrafijos schemos padalinys. Jis yra reikalingas vietinės stratigrafines skales koreliuoti su tarptautine (standartine) stratigrafine skale ir tuo pačiu su kitomis regioninėmis skalėmis.

Vienas iš nesutapimų yra tas ar regioninis aukštas sudaro aukšto dalį ar nėra aukšto dalis, o yra savarankiškas chronostratigrafinis padalinys. Čia norėtusi paminėti kaip pavyzdį apatinio silūro Jagarahu regioninį aukštą. Jagarahu regioninio aukšto apatinė riba sutampa su *rigidus – perneri* graptolitų biozonos apatine riba, o viršutinė sutampa su *lundgreni* biozonos viršutine riba (Paškevičius, 1997). Tarptautinėje silūro stratigrafinėje skalėje *rigidus – perneri* graptolitų biozona yra išskirta viršutinėje šeinvudžio aukšto dalyje, o *lundgreni* biozona – homerio aukšto apatinėje dalyje (Koren ir kt., 1996). Kitas pavyzdys būtų apatinio silūro Janio regioninis aukštas. Šio regioninio aukšto dariniai apima *centrifugus – belophorus* biozonas (Paškevičius, 1997). Šis *centrifugus – belophorus* biozonų intervalas sudaro šeinvudžio aukšto dalį (Koren ir kt., 1996). Aukščiau paminėti pavyzdžiai rodo, kad regioninis aukštas gali būti aukšto dalimi arba būti nepriklausomas nuo Tarptautinės stratigrafinės skalės aukštų.

Kitas svarbus dalykas yra regioninio aukšto ribos. Remiantis Lietuvos stratigrafijos vadove (Grigelis ir kt., 2002, 49 p.) regioninių stratigrafinių padalinių, o tuo pačių regioninių aukštų ribas padalinio pade ir kraige sąlygoja *synchroniški vienaamžiai horizontai, o lateraliais – paleobaseino arba paleogeografinės provincijos ribos*. Šoninės arba lateraliios regioninio aukšto riba sutampa su paleobaseino arba paleogeografinio baseino išplitimo ribama. Regioninio aukšto lateraliios ribos jo pjūvyje (laike) gali kisti. Šis kitimas gali būti sąlygojamas Žemės plutos judesių, eustatinio pasaulinio vandenyno lygio svyravimais, klimato kaita. Regioninio aukšto pado ir kraigo ribas žymi vienaamžiai horizontai kuriuos galime atsekti visame regione (paleobaseine arba paleogeografinėje provincijoje). Vienaamžiai horizontai,

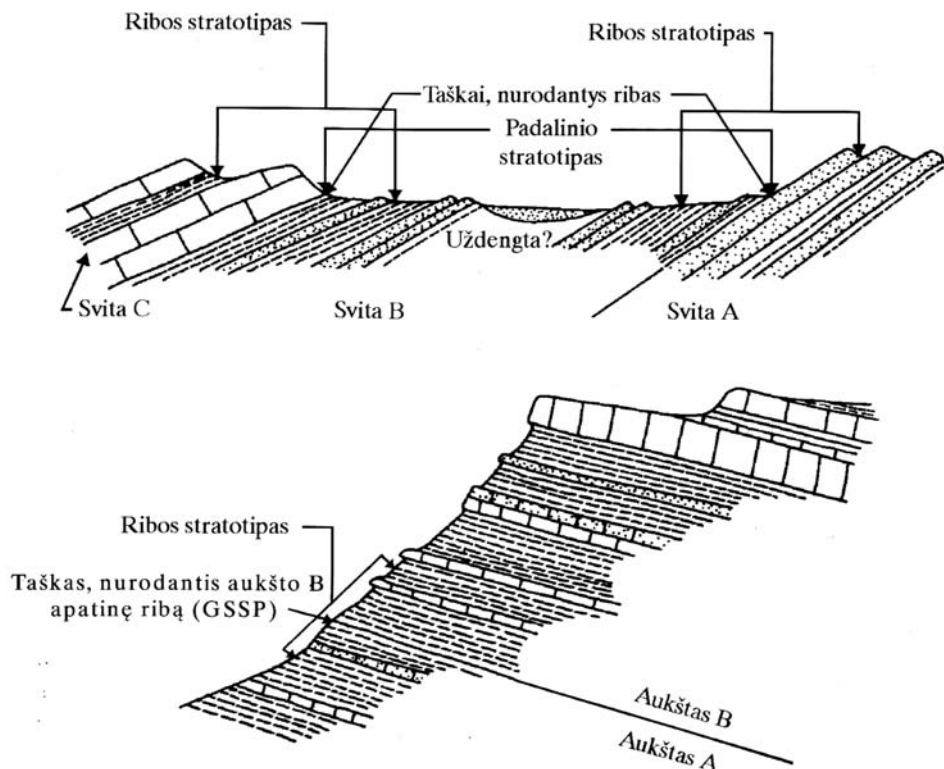
kurie riboja regioninį aukštą, gali būti išskiriami paleontologiniais duomenimis (Jankauskas, 2005) arba tarpusavio sluoksnių fiziniais ryšiais, litologiniais, absoliutaus amžiaus, geomagnetinio poliariškumo apgražos, paleoklimato, eustatinio jūros lygio ir kitais duomenimis (Grigelis ir kt., 2002). Visi šie metodai yra tinkami, bet turi ir savo trūkumų. Nustatydami vienalaikius horizontus litologiniais duomenimis susiduriame su litologinių kūnų arba svitų ribų diachronologiškumu. Litologinė uolienuų sudėtis priklauso nuo paleogeografinių sąlygų, o ne nuo amžiaus. Litologinių kūnų ribos dažnai kerta sinchroniškus paviršius, ribos gali būti slenkančios laike (Paškevičius, 1994). Taip pat panašūs litologiniai požymiai gali kartotis pjūvių stratigrafinėje sekoje. Tai gi, nustatant vienalaikį horizontą (šiuo atveju chronohorizontas) būtina naudoti visus galimus metodus, kurie vienas kitą papildo.

Šiuo metu regioniniu aukštas yra apibrėžiamas jo ribos stratotipu (Murphy, Salvador, 1999). Ribos stratotipas – *detaliai apibrėžta sluoksnių seka, kurioje yra konkretus taškas, nurodantis stratigrafinio padalinio ribą* (Grigelis ir kt., 2002, 21 p.). Kitaip tariant ribos stratotipas yra, uolienuų arba sluoksnių, nedidelis intervalas žemiau ir aukščiau taško, kuris yra stratigrafinio padalinio riba. Regioniniams ir globaliems aukštams yra svarbūs apatinės ribos stratotipai (Jankauskas, 2005). Apatinės ribos stratotipai nurodo regioninių ir globalių aukštų apatinę ribą (tašką), o regioninių ir globalių aukštų viršutinės ribos sutampa su virs jų (arba jaunesnių) esančių regioninių aukštų ribos stratotipais. Ribos stratotipo nereikėtų maišyti su padalinio stratotipu. Padalinio stratotipas yra *tipinis sluoksniuoto stratigrafinio padalinio pjūvis, kuris laikomas etaloniniu standartu padaliniiui apibrėžti ir apibūdinti* (Grigelis ir kt., 2002, 21 p.). Padalinio stratotipas yra uolienuų storymė tarp taškų (ribų) nurodančių stratigrafinio padalinio apatinę ir viršutinę ribas (1 pav.). Todėl, norint aprašyti padalinio stratotipą, pirmiausia reikia aprašyti ribos stratotipą, kuriame yra konkreti stratigrafinio padalinio riba (taškas). Tai Lietuvoje dar nebuvo daryta. Seniau būdavo aprašomi regioninio aukšto stratotipai, tiksliuos juos sudarantys stratigrafiniai padaliniai, o ne konkrečioje uolienuų, sluoksnių sekoje esantis taškas, naudojami kaip standartas stratigrafinei ribai apibrėžti ir jai atpažinti. Taip buvo dėl to, kad remiantis TSRS stratigrafijos kodeksu (Жамойда и др., 1977) regioninio aukšto (tuo metu „horizontas“) stratotipu galėjo būti tokios pat apimties vietinis stratigrafinis padalinys arba jo dalis. Paleontologiniai duomenys buvo naudojami kaip pagalbina, regioninio aukšto koreliacijai (Жамойда, 1980). Kaip žinoma vietiniai stratigrafiniai padaliniai atitiktų litostratigrafinius padalinius, o litostratigrafinių padalinių ribos gali būti nevienalaikės, slenkančios laike ir litostratigrafinių padalinių paviršiai arba litohorizontai nėra vienalaikiai ir negali būti tapatinami su chronohorizontais. Tokia, regioninio aukšto stratotipo parinkimo ir išskirimo, pozicija vyravo ilga laika tarp Lietuvos ir ne tik stratigrafų. Nors tuo metu buvo ir kita nuomonė, kad regioninis aukštas yra vietinės stratigrafinės sklalės biostra-

tigrafinis padalinys (Жамойда, 1980, Jankauskas, 2005). Galima sakyti, kad vyravo du skirtingi regioninio aukšto supratimai: 1. regioninis aukštas atspindi tam tikrą geologinį regiono vystimosi etapą (litostratigrafija); 2. regioninis aukštas atspindi organinio pasaulio raidos etapą (biostratigrafija). Nors visi sutarė, kad norint pagrįsti regioninio aukšto ribos vienalaikiškumą (nustatyti chronohorizontą) reikalingi paleontologiniai duomenys (Жамойда, 1984).

Naujame stratigrafinėje kodekse (Murphy, Salvador, 1999) siūloma neatsisakyti regioninių chronostratigrafinių padalinių, o regioninių stratigrafinių padalinių išskirimui ir aprašymui yra naudojamos tokios pačios taisyklės kaip ir tarptautinės chronostratigrafinės skalės padaliniams. Šio naujo sutrumpinto stratigrafinio kodekso vertime atsirado papildomas skyrelis kurio originale nėra „Regioniniai oficialūs stratigrafiniai padaliniai“ (Grigelis ir kt., 2002, 49 – 51 p.). Tai rodo, regioninių padalinių svarbą Lietuvos geologams. Čia pateiktų regioninių oficialių stratigrafinių padalinių apibrėžimai, išskirimas, ribų pagrindimas yra paimitas iš senųjų TSRS stratigrafinių kodeksų. Tai savotiškas tarybinės ir šiuolaikinės modernios stratigrafinės nomenklatūros derinimas, kuris yra nereikalingas, įnešantis daug painios geologiniuose tyrimuose.

Apibendrinant norėtusi pasakyti, kad regioninis aukštas yra pagrindinis regioninės stratigrafinės skalės padalinys, kuris yra tarpinis tarp vietinės stratigrafinės ir tarptautinės skalės schemų. Regioninis aukštas apima visas uolienas, susidariusias amžiaus metu. Kuris naudojamas tam tikrame geologiniame regione, paleobaseine, paleogeografiniame regione.



1 pav. Litostratigrafinio padalinio (svitos B) stratotipas ir ribos stratotipas (Grigelis ir kt., 2002).

Regioninis aukštas yra apibrėžiamas jo ribų stratotipais, kuriuose yra taškas, nustatytas būtinai nepertraukiamos, geriausiai jūrinės sedimentacijos stratigrafinėje sekoje.

Be to, Tarptautinės stratigrafinės skalės aukštai dalinai irgi yra regioniniai, ir tik dėl tam tikrų susiklėsusių aplinkybių pasidarė globaliais. Todėl regioniniai aukštai yra būtini ne tik kaip įrankis vietinių stratigrafinių skalių koreliacijai su tarptautine stratigrafine schema.

Be to, Tarptautinės stratigrafinės skalės aukštai dalinai irgi yra regioniniai, ir tik dėl tam tikrų susiklėsusių aplinkybių pasidarė globaliais. Todėl regioniniai aukštai yra būtini ne tik kaip įrankis vietinių stratigrafinių skalių koreliacijai su tarptautine stratigrafine schema.

2. GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO PADALINIO STRATOTIPAS

Gėluvos regioninio aukšto stratotipas (padalinio stratotipas) yra Jakšių – 104 grėžinyje 813 – 776,9 m intervale (Paškevičius et. al., 1994).

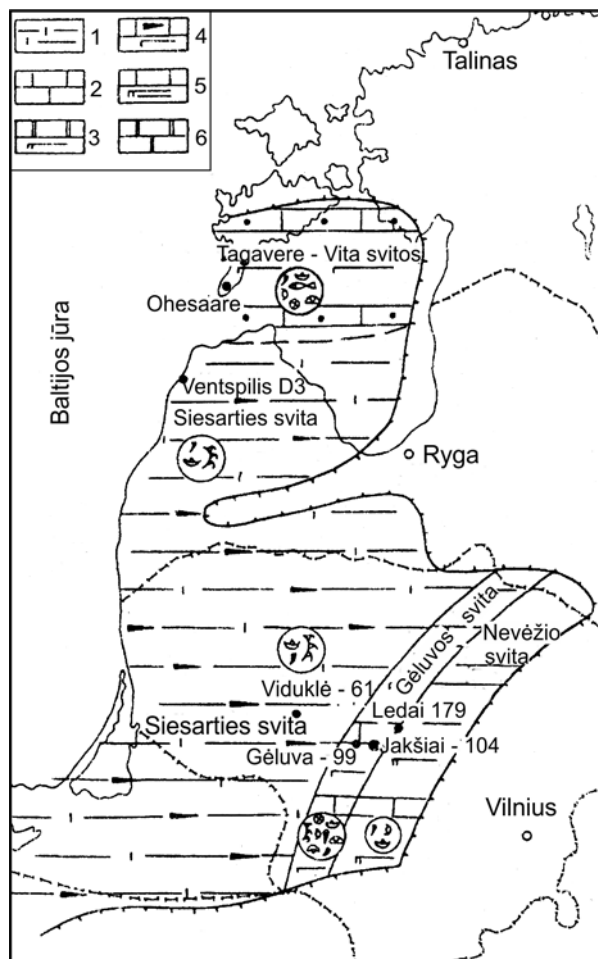
Jakšių – 104 grėžinys yra centinėje Lietuvoje, tarpinėje zonoje tarp molingų facijų vakarų Lietuvoje ir karbonatinių rytų Lietuvoje (2 pav.).

Gėluvos regioninis aukštas yra priskiriamas apatiniui silūriui viršutiniam uenlokiui, viršutiniai homerio aukšto daliai. Gėluvos regioninis aukštas slūgso ant Jagarahų regioninio aukšto darinių, o jį dengia Dubysos regioninis aukštas (3 pav.). Jakšių – 104 grėžinyje išskirtame Gėluvos regioniniam aukštui aprašyti buvo naudota Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos katedroje esančia geologinių duomenų bazė.

Jakšių – 104 grėžinyje Gėluvos regioninį aukštą sudaro Gėluvos svita. Gėluvos svita yra išskirta 813 – 772,9 m intervale ir jo bendras storis yra 40,1 m. Šiame grėžinyje, Gėluvos svitoje yra išskirti trys pluoštai: apatinis, vidurinis ir viršutinis.

Apatinis Gėluvos svitos pluošto darniai slūgso ant žemiau esančių Birštono svitos Dotnuvos sluoksnių. Jį sudaro mergelis dolomitingas molingas su molingos, mikrokristalinės, banguotai sluoksniuotos klinties tarp sluoksniais. Yra apie 20 klinties tarp sluoksnių, kurių storis iki 5 cm. Kontaktai tarp mergelio ir klinties staigūs. Apatiniame pluošte pasitaiko rugoza koralų, brachiopodų, stromatorų ir kitos makrofaunos nuolaužų. Pluošto storis 12,7 m (813 – 800,3 m intervalas).

Vidurinis Gėluvos svitos pluoštas Jakšių – 104 grėžinyje darniai slūgso ant apatinio pluošto (800,3 – 790,3 m intervalas). Jį sudaro dolomitinga, molinga, detritinė, gniuotinė klintis su dolomitinio, molingos, mikrokristalinio, banguotai sluoksniuoto mergelio tarp sluoksniais. Mergelio tarp sluoksnių yra iki 40, o jų storis siekia 5 cm. Kontaktai tarp klinties



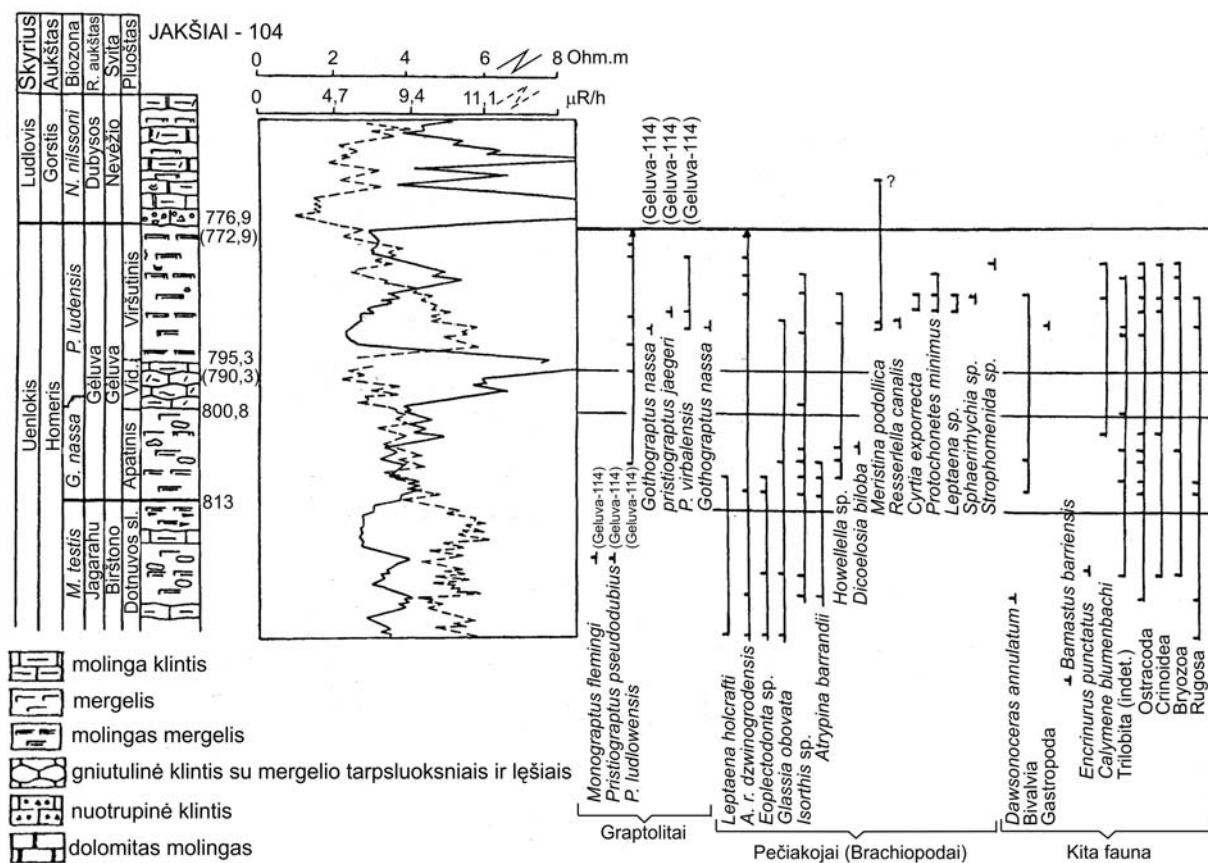
2 pav. Gėluvos regioninio aukšto facijinis žemėlapis (Paškevičius ir kt., 1994). Legenda: 1 – molinga; 2 – molinga – karbonatinė; 3 – karbonatinė; 4 – karbonatinė, dolomitinė, molinga; 5 – molinga dolomitinė; 6 – dolomitinė.

ir mergelio yra staigūs. Sluoksnyje yra brachiopodų, stromatopurų ir kitos faunos liekanų. Viduriniojo sluoksnio storis 10 m.

Viršutinis Gėluvos svitos pluoštas darniai darniai slūgso ant viduriniojo 790,3 – 772,9 m intervale. Bendras jo storis 17,4 m. Jį sudaro dolomitinis, molingas, masyvios tekstūros mergelis su brachiopodų, trilobitū, tobuliatų liekanomis. Viršutinėje pluošto dalyje yra dumblaėdžių pėdsakų. Intervale nuo 778,7 m iki 782,4 m slūgso dolomitinis, masyvios tekstūros mergelis su molingos, dolomitinės, masyvios tekstūros klinties tarp sluoksniais.

Viršutinį Gėluvos svitos pluoštą nedarniai dengia Dubysos regioninio aukšto Nevėžio svitos uolienos.

Jakšių – 104 grėžinyje esančiame Gėluvos regioninio aukšto tipiniame pjūvyje faunos radiniai yra gan skurdūs (3 pav.). Čia nėra rasta graptolitų. Sudarant graptolitų paplitimą buvo paimti graptolitai iš Gėluvos – 114 grėžinio. Kuris yra apie 15 km į vakarus nuo Jakšių-104 grėžinio. Todėl graptolitų stratigrafija yra dirbtina ir gali neatitikti tikrovės. Tokios organizmų grupės kaip bivalvia, gastropoda, trilobita, ostracoda, crinoidea, bryozoa ir rugosa nieko nesako apie uolienų santykinį amžių, nes dalis šių organizmų grupių atsirado kambro pradžioje, o kaž kurios grupės gyvena ir šiandien. Pavyzdžiui Bryozoa (samangyviai) atsirado kambro ir gyvena po šiai dienai. Pečekojai (Brachiopoda) taip pat nepasako tikslaus santykinio uolienų amžiaus. Jie daugiau reaguoja į aplinkos arba facijinius pokyčius. Pavyzdžiui

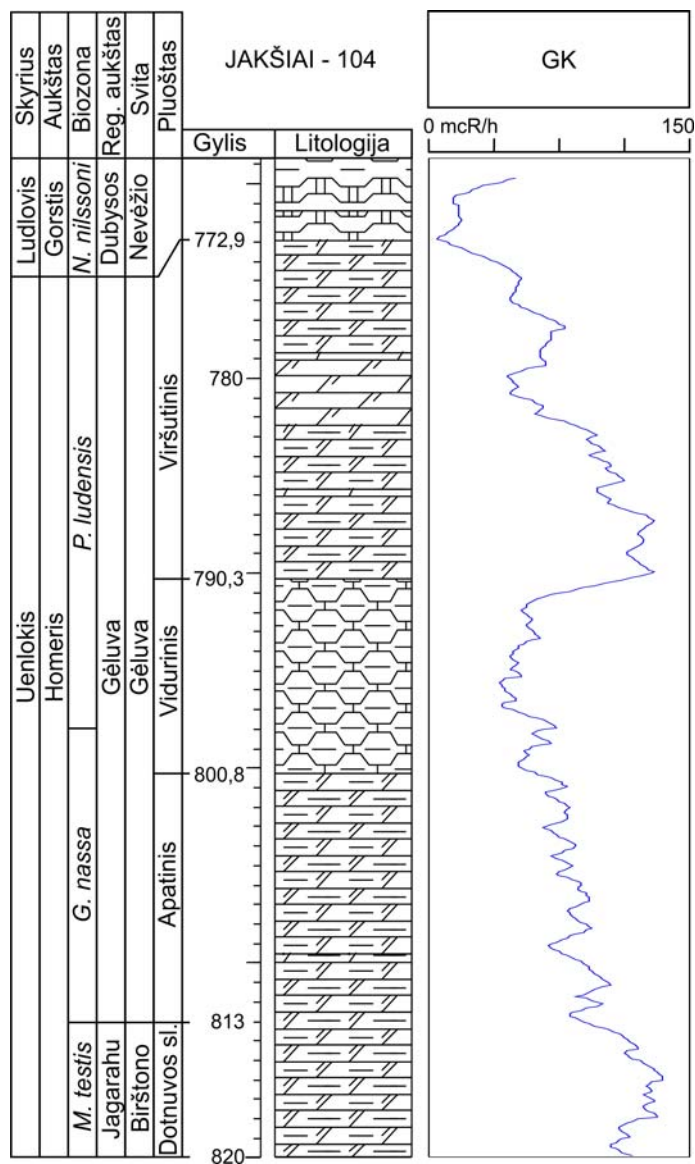


3 pav. Gėluvos regioninio aukšto stratotipas Jakšių – 104 grėžinyje.

Glassia obovata (J. Sowerby) rūšis atsiranda landoveryje ir išnyksta vėlyvajame uenlokyje arba *Atrypa dzwinogradensis* Kozłowski rūšis atsiranda uenlokio pradžioje ir išnyksta silūro pabaigoje (Paškevičius, 1997). Galvakojo moliusko rūšis *Dawsonoceras annulatum* (Sowerby) taip pat turi platų vertikalų paplitimą, nuo uenlokio apačios iki viršutinio ludlovio (Саладжюс, 1966). Daugiau informatyvūs yra trilobitai. Jie nurodo uenlokio amžių, kaip pavyzdžiui *Calymene blumenbachi* Brongniart rūšis randama Anglijos (Siveter, 1985) ir Lenkijos (Tomczykowa, 1970) viršutiniame uenlokyje. Apibendrinat, Jakšių – 104 grėžinyje, Gėluvos regioniniame aukšte fauna skurti ir neaišku kokia faunos grupė remiantis yra vedamos apatinė ir viršutinė ribos.

Aprašant Gėluvos regioninį aukštą (Paškevičius ir kt., 1994) buvo pabrėžiama, kad Gėluvos regioninis aukštas yra sudarytas iš trilypės storymės. Apatinė molingesnė dalis, vidurinė karbonatinė ir viršutinė vėl molingesnė dalis. Toks cikliškumas (molingumo padidėjimas, sumažėjimas ir vėl padidėjimas)

yra būdingas Gėluvos regioninio aukšto dariniams. Molingumo padidėjimas ir sumažėjimas gerai atsispindi GK kreivėje. Pateiktame Jakšių – 104 grėžinio Gėluvos regioninio aukšto pjūvyje (Paškevičius ir kt., 1994, 2 pav.) geofizinės kreivės neskaitomos. Greičiausiai taip atsitiko dėl to meto spausdinimo technikos ribotų galimybių. Norint patikrinti kaip yra iš tikrųjų buvo perbraižytas minėtas stratigrafinis lygis Ledų – 104 grėžinyje, naudojant įskaitmenintus gama diafraginės kreivės duomenys. Gauti rezultatai nustebino (4 pav.). Gautame pjūvyje nematyti minėto cikliškumo (molingumo padidėjimas, sumažėjimas ir vėl padidėjimas). GK reikšmės, nuo 817 m palaipsniui mažėja, 790,3 m gylyje padidėję ir vėl pradeda mažėti. Jeigu GK reikšmės susieti su molingumu



4 pav. Gėluvos regioninio aukšto litologinis pjūvis Jakšių – 104 grėžinyje su gama diafragijos kreive.

tai jokia trilypė storymė neišžvelgiama.

Svarbu tai, kad Jakšių – 104 grėžinys yra pragrėžtas karbonatinėse facijose kur nėra gausios faunos, o konodontai, kurie galėtų nusakyti santykinį amžių, tuo metu nebuvo tirti. Be santykinio amžiaus Jakšių – 104 grėžinyje išskyrta Gėlupos regioninį aukštą problematiškai koreliuoti su graptolite tarptautine skale ir kitais regionais, yra neaišku ar Jakšių – 104 grėžinio Gėlupos regioniniame aukšte yra stratigrafinių pertraukų ir spragų. Tai prieštarauja naujo Gėlupos regioninio aukšto įvedimo į Pabaltijo stratigrafinę schemą prielastims ir senojo estiškojo Rootsikūla regioninio aukšto pakeitimu. Priminsime, kad Rootsikūla regioninis aukštas neatitiko šių reikalavimų (Paškevičius ir kt., 1994):

1. koreliacinių požymių, būtinų chronostratigrafiniam padaliniui, nebuvimas;
2. stratotipas yra ne atviros jūros, o laguninių facijų esant aukštam druskingumui (dolomitai, dolomitinis klintmolis be faunos arba su monotipine fauna);
3. stratigrafiniai pertraukos ir spragos randamos stratotipo geologiniame pjūvyje;
4. dėl pertraukų ir spragų ir nepilnų geologinių pjūvių, regioninio aukšto ribos visame baseine ir jų koreliacijos yra neaiškios;
5. regioninio aukšto ribos ir apimtis globalioje graptolitėje stratigrafineje skaleje nesikoreliuoja su biozonu ribomis ir apimtimis;
6. trūkstant tikslios regioninio aukšto koreliacijos visame baseine, ribos yra nesusijusios su nuosėdiniais ciklais visose facijų zonose.

Dėl anksčiau išdėstytų priežasčių Gėlupos regioninio aukšto stratotipo arba tipinio pjūvio parinkimas Jakšių – 104 grėžinyje yra nekorektiškas. Gėlupos regioninio aukšto tipinio pjūvio perkėlimas į kitą grėžinį sukeltų daug painiavos ir nesusipratimų, taip pat nepadėtų Lietuvos stratigrafų prestižui. Atsižvelgiant į Lietuvos stratigrafijos vadove (Grigelis ir kt., 2002) pateiktas regioninių stratigrafinių padalinių aprašymo ir išskirimo taisykles buvo nuspręsta aprašyti Gėlupos regioninio aukšto ribos stratotipą, nekeičiant Gėlupos regioninio aukšto tipinio pjūvio.

3 TYRIMŲ METODIKA

Atliekant tyrimus buvo taikomi šie metodai: 1 – paleontologinis (graptolitų); 2 – litologinis; 3 - gama diagrafijos (geofizikinis); 4 – geocheminis ($\delta^{13}\text{C}$).

3.1 Graptolitų tyrimo metodika

Lauko tyrimų metu buvo surenkamas Viduklės – 61 gręžinio kernas su graptolitine fauna arba kita silūro periodo fauna. Kernas buvo apžiūrimas ir kuriame buvo graptolitai, jie buvo renkami ir numeruojami. Visi surinkti mėginiai su graptolitine fauna buvo išrūšiuoti ir sugrupuoti pagal juose rastą graptolitų fauną. Darbai buvo atlikti OLIMPUS SZ40 markės binokuliario pagalba (5 pav.). Binokuliario pagalba buvo atlikti visi morfologiniai graptolitų tyrimai, nustatytos graptolitų gentys ir rūšys. Geriausiai išlikę egzemplioriai buvo fotografuojami ir vėliau panaudoti magistrinio darbo vaizdinei medžiagai.

Kerno pavyzdžiuose, kuriuose graptolitai blogai išlikę, jie buvo tirpinami įvairiose rūgštyse, norint išpreparuoti graptolitų rbdosomas iš riedulių. Preparavimui buvo naudota J. Paškevičiaus (Пашкевичюс, 1972, 1979) ir R. Berezovskajos (Березовская, 1974) pateikta metodika. Pirmą kartą pasaulyje cheminį graptolitų preparavimą sėkmingai pritaikė K. Giumbelis (Gumbel, 1878).

Uolienų ištirpdimui buvo naudojamos šios rūgštys: druskos (HCl), azoto (HNO_3) ir fluoro (HF), bei vandenilio peroksidas (H_2O_2). Pagal uolienos tipą yra parenkamas ir tirpalas, kuriame bus tirpinama uoliena. Prieš pradėdant tirpdyti kerną, jis buvo paruošiamas tirpinimui t.y. kerną trupinome. Bendra tirpinamo pavyzdžio masė turi neviršyti 250 g, nes irdami uolienos gabalai gali sulaužyti trapias rbdosomas. Tirpinama masė buvo mažesnė nei 250 g., nes didesnę masę sunku ištirpdyti ir surinkti graptolitus. Nešvarūs pavyzdžiai būdavo nuvalomi šepetėliu ir nuplaunami šilta silpna vandens srove. Buvo paruošti specialūs indai (jie gali būti stikliniai arba plastikiniai), į juos buvo patalpinti paruošti pavyzdžiai. Indų parinkimas priklauso nuo to, kokia rūgštis bus naudojama tirpiniui. Stikliniai indai netinka jeigu pavyzdys tirpinamas HF rūgštyje, nes HF rūgštis graužia stiklą. Pradžioje induose sudėti pavyzdžiai buvo užpildomi vandeniu, vėliau įpilama pasirinktos rūgšties. Rūgštis pilti per daug negalima, nes vykstant intensyviai reakcijai gali būti pažeisti graptolitai arba visiškai sunaikinti. Įpylus rūgšties stebima ar prasidėjo reakcija. Jeigu reakcija neprasideda, reikia įpilti dar šiek tiek rūgšties. Jeigu taip atsitinka, kad reakcija nevyksta ir toliau, reikia pavyzdžius pakaitinti. Pavyzdžiai yra kaitinami kai tirpinimui yra naudojama HCl rūgštis, o



5 pav. OLIMPUS SZ40 markės binokuliaras darbo vietoje.

uoliena yra dolomitinė arba dolomitinga klintis. Galiausiai jeigu po visų bandymų reakcija taip ir nevyksta, rekomenduotina į tirpalą įpilti vandenilio peroksido, nes jis atpalaiduoja molio detales. Vandenilio peroksido negalima įpilti per daug, tada jis sugrauzia pačias graptolitų rabsomas. Karbonatinės uolienos dažniausiai yra tirpdomos naudojant 30% techninės druskos rūgšties tirpalą, o mergeliniams arba stipriai molingoms uolienoms tirpinti naudojamas labiau koncentruotas druskos rūgšties tirpalas. Tirpdant molingas uolienas, kyla pavojus sunaikinti graptolitų rabsomas, nes šios uolienos išbrinksta ir išsiplečia ir tokiu būdu gali sunaikinti graptolitų rabsomas, nes šios uolienos išbrinksta ir išsiplečia ir tokiu būdu gali sunaikinti graptolitų rabsomas. Graptolitų preparavimui gali būti naudojama ir fluoro rūgštis. Ši rūgštis yra labai stipri. Dirbant su ja reikia naudoti plastmasinius indus bei traukos spintą. Fluoro rūgštis buvo naudojama, tada kai pavyzdžių nebuvo įmanoma ištirpinti druskos rūgštimi. Norint išplauti molio ir rūgšties daleles pavyzdžiai buvo skalaujami vandeniui. Vėliau iš indo pipete graptolitų rabsomos buvo perkeliamos į indą su švairiu vandeniu. Nuplovus graptolitų rabsomas, vėl pipete, perkeliamos į žemus indelius su glicerinu arba spiritu jų saugojimui. Glicerinas buvo naudojamas graptolitų preparavimui. Glicerinas yra antiseptikas ir puikiai apsaugo nuo grybų augimo. Vienas svarbiausių glicerino privalumų, kad jis yra tirštas ir dėl to graptolitų rabsomas galima vartyti ir apžiūrėti iš visų pusių. Glicerine graptolitai vartomi specialiu mediniu pagaliuku, prie kurio pritvirtinti plaukai ar plonas valas. Po atliktų procedūrų graptolitus galima tirti mikroskopu, bei juos vartyti, taip gaunant vis naujos informacijos.

Magistriniame darbe naudota medžiaga yra saugoma Vilniaus universiteto, Gamtos mokslų fakulteto, Geologijos ir mineralogijos katedroje.

3.2 Litologinis tyrimo metodas

Viduklės - 61 grėžinyje išskirtame Gėlivos regioninio aukšto uolienoms aprašyti buvo naudota Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos katedroje esančia geologinių duomenų bazė. Taip pat, uolienų kernas buvo aprašomas Vievio grėžinių kerno saugykloje imat graptolitų pavyzdžius. Dėl lėšų trūkumo šlifai nebuvo daromi, nors jie suteiktu papildomos informacijos apie uolienų litologines savybes.

3.3 Gama diagrafijos metodas

Grėžinių radiometrija – tai radioaktyvių metodų visuma, taikoma tiriant grėžinių pjūvius. Tyrimai turi bendrą principą, kad visur naudojamas natūralus arba dirbtinai sukurtas radioaktyvus spinduliavimas. Grėžinių radiometrijos rūšių yra pakankamai nemažai, jų suskaičiuojama kelios dešimtys, bet dažniausiai taikomi natūralaus, išskleistos gama spinduliuotės, neutroninis ir rentgeno radiometrinis metodai. Pagrindinis visų radioaktyvių metodų privalumas dėl ko jie turi pirmenybę prieš kitus todėl, kad jais galime tirti ir sausas, ir įvairiais tirpalais paveiktas uolienas. Šiais metodais galime sužinoti ir uolienų cheminę sudėtį. (Латышова, Вендельштейн, Тузов, 1975).

Uolienos naturalus radyktyvusmas priklauso nuo uolienose esančių urano, radžio, torio ir nestabilaus kalio. Žemės plutoje urano, torio, kalio izotopai sudaro vieno procento dešimt tūkstantąją dalį (Латышова, Вендельштейн, Тузов, 1975).

Dauguma uolienų yra radioaktyvios, o magminės ir metamorfinės uolienos – daugiau radioktyvesnės nei nuosėdinės. Magminių uolienų radioktyvumas yra ganėtinai didelis, rūgščių uolienų radioktyvumas didesnis nei šarminių uolienų. Maksimalų radioktyvumą turi granitai (Латышова, Вендельштейн, Тузов, 1975). Nuosėdinių uolienų radioaktyvumas kintantis ir įvairus, kai kuriuose uolienose jis gali pasiekti ir magminių uolienų radioktyvumą. Nuolaužinių uolienų radioaktyvumą nulemia radioaktyvus mineralai, o labiausiai radioaktyvumą lemia urano, kalio ir torio junginių absorbcija. Maksimalus radioktyvumas nustatomas moliuose, mažiausiais radioaktyvumas aptinkamas grynuose kvarco smėliuose. Polimiktiniuose smėliuose nustatomas didelis radioaktyvumas, kadangi juose yra kalio turinčių mineralų (mikroklinas, glaukonitas). Aleurolitų radioaktyvumas priklauso nuo jų molingumo, radioaktyvumas auga augant jų molingumui. Karbonatinių uolienų radioaktyvumas žemas. Kalkinių ir dolomitinių uolienų radioaktyvumas didėja, kai didėja netirpių nuosėdų. Žemas radioaktyvumas yra homogeninėse uolienose, išskyrus kalio druskas.

Bendras uolienu radioaktyvumas priklauso ir nuo pačių minealų, ir nuo urano, kalio ir torio minealų spinduliuotės. Radioaktyvumą lemia ne tik buvimas vienu iš izotopų, bet ir būdingas diferencinis energetinis spektas, t.y. gama spinduliuotės pasiskirstymas. Kiekvienas izotopas turi spinduliuotę, kurios pasiskirstymas priklauso nuo energijos. Izotopai turi savo maksimumus ir juos apsprendžia gama kvantinė energija (Латышова, Вендельштейн, Тузов, 1975).

Gama diagrafijos metodu galima nustatyti natūralų formacijų radioaktyvumą. Šį metodą dažniausiai taikome norėdami kiekybiškai nustatyti skalūnų apimtį. Kokybiškai juos galima koreguoti, siūlyti facijas ir jų seką, taip pat atpažinti litologiškai. Spektrinis gama metodas naudojamas ir kai norima nustatyti papildomam kiekybinio radioaktyvių mineralų kiekiui ir daug tikslensiam skalūnų apimtį. Kokybiškai gama spindulio gręžinio pjūvis gali parodyti dominuojančių molio mineralų tipus, galime matyti parodymus apie nuosėdas aplinkoje, nurodyti lūžius ir padėti, nustatyti uolienu buvimo vietą. (Asquith, Gibson, 1982).

Smiltainiuose ir karbonatuose yra maža radioaktyvių mineralų koncentracija ir suteikia žemą gama spindulių skaitymą. Daugėjant argilitų gama spindulių reagavimas didėja dėl argilituose esančių radioaktyvių mineralų koncentracijos. Švarus smiltainis jeigu jame yra kalio feldšpatų, žėručio, glaukonito ar uranu turtingo vandens gali būti labai radioaktyvus.

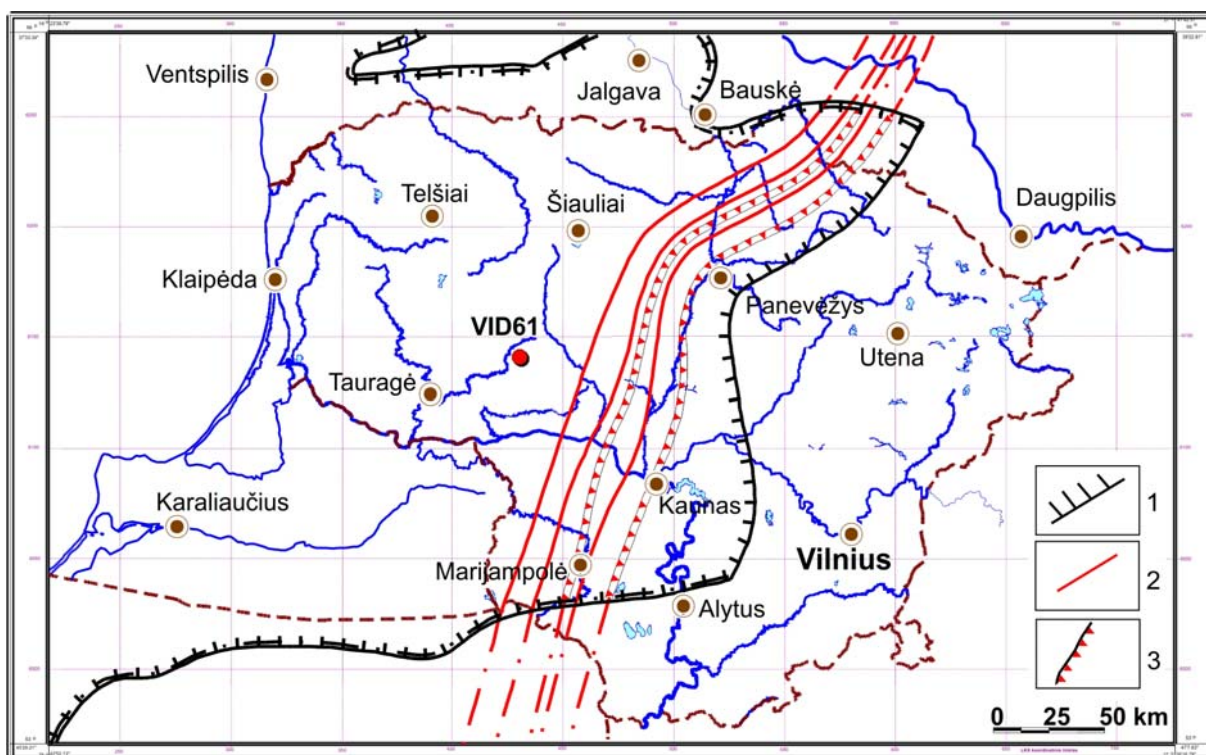
Radiometrą įleidinėjant į gręžinio vidų, kreive yra užfiksuojamas gręžinio natūralus gama spinduliuavimas. Diagramos registracija atliekama iš apačios į viršų. Sluoksnių ribos nustatomos taškuose, kur perlinksta kreivė. Taškai, pagal kuriuos nustatomos ribos, pasilenka į anomalijos viršunę reiškia mažėjantį sluoksnių aktyvumą taip pat amplitudės dydis mažėja. Nustatyti sluoksnių ribas naudojami kreivės taškai, esantys pado pakilimo pradžioje, ir taškai, esantys kreivės kritimo viršuje. Sunkiausia sluoksnių ribas nustatyti pagal gama spinduliuotes kreivę, kai katolijasi sluoksnių padidintas ir sumažintas radioaktyvumas.

3.4 $\delta^{13}\text{C}$ tyrimo metodas

Viduklės – 61 gręžinio izotopų tyrimai buvo atlikti Talino technikos universiteto Geologijos institute Paleoklimatologijos laboratorijoje. Šie tyrimai pradėti dar 2003 metais Lietuvos ir Estijos geologų. Iš viso buvo analizuota 115 pavyzdžių, iš 324 m storumės, vidutiniškai kas 2,8 m (Martma ir kt., 2005). Atliekant Gėlupos regioninio aukšto tyrimus buvo išrinkti duomenis iš 1311,2 – 1280,5 m intervalo.

4. GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO RIBOS STRATOTIPAS

Aprašant Gėluvos regioninio aukšto ribos stratotipa buvo pasirinktas Viduklės – 61 grėžinys nes: 1. grėžinys buvo pragręžtas vakarinėje Lietuvos dalyje kur yra molinga silūro facijinė zona (6 pav.); 2. šiame grėžinyje, Gėluvos regioninio aukšto intervale, yra gausūs graptolitų radiniai, o tai leis lengviau koreliuoti grėžinyje išskirtas graptolitinės biozonas su analogiškėmis tarptautinėmis ir tuo pačiu bus galima tiksliai nustatyti Gėluvos regioninio aukšto padėtį Tarptautinėje stratigrafinėje skalėje; 3. Viduklės – 61 grėžinyje buvo atlikti detalūs geocheminiai tyrimai (Martma ir kt., 2005). Buvo tirti anglies ir deguonies izotopai. Jų pagalba galima globaliai koreliuoti silūro metu buvusius įvykius; 4. Viduklės – 61 grėžinyje buvo gerai atlikti geofiziniai matavimai, geofizikinės grėžinio diafragijos kreivės yra iskaitmenintos; 5. gera grėžinio kerno išėja ir geras kerno išlikimo laipsnis; 6. Ančios pluošto ir Siesarties ir Dubysos svitų stratotipai yra Viduklės – 61 grėžinyje.



6 pav. Lietuvos Gėluvos regioninio aukšto paplitimo ir facijų schema su Viduklės – 61 grėžinio padėtimi (pagal Lapinską, 2005). Sutartiniai ženklai: 1 – Gėluvos regioninio aukšto denudacinė paplitimo riba; 2 – ribos tarp facijų; 3 – galimų rifų paplitimo riba.

4.1 Gėluvos regioninio aukšto litologija Viduklės – 61 grėžinyje

Tirtame Viduklės – 61 grėžinio intervale yra išskirtos Rygos (viršutinė dalis), Siesarties ir Dubysos (apatinė dalis) svitos ir Ančios pluoštas (7 pav.).

Rygos svita pirmą kartą buvo išskirta Latvijoje Škirotavos – 2 grėžinyje 561 – 585 m gylyje (Улст, 1976). Viduklės – 61 grėžinyje buvo tirtas 1320 – 1309,9 m Rygos svitos intervalas. Intervale nuo 1320 iki 1313 m Rygos svitą sudaro tamsiai pilkas molingas mergelis su rusvu atspalviu, tekstūra masyvi vietomis sloksniuota. Antrinė uoliena molinga klintis pilkos spalvos su žalsvu ir rusvu atspalviu, smulkiakristalinė, tekstūra gniutalinė. Ribos tarp mergelio ir klinčių palaipsniškos, perėjimas į viršutinį sluoksnį – palaipsniškas. Intervale nuo 1313 iki 1309,9 m slūgso tamsiai pilkas molingas mergelis su žalsvu atspalviu, tekstūra masyvi, viršutinėje dalyje neryškiai sluoksniuota. Perėjimas į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Viršutinė Rygos svitos dalis yra priskiriama Jaagarahu regioniniam aukštui.

Ant Rygos svitos slūgso Sie-sarties svitos Ančios pluošto uolienos. Ančios pluoštas pavadintas Ančios upelio vardu. Šio pluošto stratotipas yra Viduklės – 61 grėžinyje 1309,9 – 1308 m intervale (Лапинскас, Пашкевичюс, 1976). Intervale nuo 1309,9 iki 1309 m slūgso mergelis tamsiai pilkas su rus-

7 pav. Viduklės – 61 grėžinio Gėlivos regioninio aukšto kernas, Vievio kernų saugykloje.



vu atspalviu, tekstūra dėmėta – juostuota. Antrinė uoliena klintingas mergelis jo sluoksnis apie 10 cm. Perėjimas į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Intervalas nuo 1309 iki 1307,5 m slūgso žalsvai tamsiai pilkas mergelis, neryškiai juostuotas, antrinė uoliena molingas mergelis – tamsiai pilkas, jo sluoksnis apie 10 cm. Perėjimas į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Ančios pluošto viršutinėje dalyje, 1308 m gylyje yra kelių milimetrų bentonito tarp sluoksnis. Bentonito cheminė sudėtis yra analogiška Grötlingo bentonitui randamam Gotlande viršutinio uenlokio uolienose (Kiipli ir kt., 2008). Grötlingo bentonitas yra plačiai atsekamas Baltijos silūro baseine ir yra geras reperis viršutinio homerio uolienų korekcijai.

Ant Ančios pluošto slūgso Siesarties svitos uolienos. Svita pavadinta Siesarties upės vardu (Пашкевичюс, Лапинскас, 1978). Siesarties svitos stratotipas yra Viduklės – 61 gręžinyje 1307,5 – 1375,1 m intervale. Viduklės – 61 gręžinyje Siesarties svitos 1307,5 – 1299,5 m intervale slūgso tamsiai žalsvai pilkas mergelis, tekstūra masyvi. Antrinė uoliena klintis molinga žalsvai pilka smulkiakristalinė, tekstūra gniutulinė. Perėjimas į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Virš jo 1299,5 - 1296,5 m intervale slūgso mergelis dolomitingas molingas rudai tamsios pilkos spalvos, tekstūra masyvi. Antrinė uoliena klintis molinga mikrokristalinė, tekstūra horizontaliai sluoksniuota. Klinties sluoksnio storis apie 5 cm. Ribos tarp mergelio ir klinties yra staigios, perėjimas į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Paviršius žėrutingas. Intervale nuo 1296,5 m iki 1275,1 m slūgso rudai tamsiai pilkas dolomitingas mergelis, tekstūra masyvi. Antrinė uoliena žalsvai pilka su rudu atspalviu molinga klintis, mikrokristalinė struktūra, o tekstūra gniutulinė. Klinties sluoksnio storis apie 30 cm. Ribos tarp mergelio ir klinties palaipsniškas, perėjimas į viršutinį sluoksnį taip pat palaipsniškas. Siesarties svita yra priskiriama viršutiniam hoperiui, Gėluvos regioniniam aukštui.

Ant Siesarties svitos slūgso Dubysos svitos uolienos. Svita pavadinta Dubysos upės vardu (Лапинскас, Пашкевичюс, 1976). Dubysos svitos stratotipas yra Viduklės – 61 gręžinyje 1275,1 - 1167,8 m intervale. Tirtame intervale yra tik apatinė Dubysos svitos dalis. Intervale nuo 1275,1 - 1269 m slūgso rusvai žalsvai pilkas mergelis. Antrinė uoliena pilka su žalsvu, rudu atspalviu molinga klintis, mikrokristalinė struktūra, tekstūra gniutulinė. Klinties kiekis sluoksnyje 15 %. Ribos tarp mergelio ir klinties palaipsniškos, perėjimas į viršutinį sluoksnį taip pat palaipsniškas. Aukščiau, intervale nuo 1269 iki 1266 m slūgso rudai tamsiai pilkas aleuritingas molingas mergelis, tekstūra masyvi vietomis sluoksniuota. Antrinė uoliena molinga klintis, pilkos spalvos su rusvu, žalsvu atspalviu, struktūra smulkiakristalinė vietomis mikrokristalinė, tekstūra sluoksniuota. Molingos klinties sluoksnyje kiekis apie 20 %. Ribos tarp mergelio ir klinties yra staigus perėjimas, o į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Pastebimi metabentonitų tarp sluoksniai.

Ant Siesarties svitos slūgso Dubysos svitos uolienos. Svita pavadinta Dubysos upės vardu (Лапинскас, Пашкевичюс, 1976). Dubysos svitos stratotipas yra Viduklės – 61 grėžinyje 1275,1 - 1167,8 m intervale. Tirtame intervale yra tik apatinė Dubysos svitos dalis. Intervale nuo 1275,1 - 1269 m slūgso rusvai žalsvai pilkas mergelis. Antrinė uoliena pilka su žalsvu, rudu atspalviu molinga klintis, mikrokristalinė struktūra, tekstūra gniuotulinė. Klinties kiekis sluoksnyje 15 %. Ribos tarp mergelio ir klinties palaipsniškos, perėjimas į viršutinį sluoksnį taip pat palaipsniškas. Aukščiau, intervale nuo 1269 iki 1266 m slūgso rudai tamsiai pilkas aleuritingas molingas mergelis, tekstūra masyvi vietomis sluoksniuota. Antrinė uoliena molinga klintis, pilkos spalvos su rusvu, žalsvu atspalviu, struktūra smulkiakristalinė vietomis mikrokristalinė, tekstūra sluoksniuota. Molingos klinties sluoksnyje kiekis apie 20 %. Ribos tarp mergelio ir klinties yra staigus perėjimas, o į viršutinį sluoksnį yra palaipsniškas. Pastebimi metabentonitų tarp sluoksniai.

4.2. Gėlupos regioninio aukšto GK reikšmių kaita Viduklės – 61 grėžinyje

Viduklės – 61 grėžinyje, tirtasis intervalas yra sudarytas iš karbonatinių terigeninių uolienu. Todėl sąlyginai galime sakyti, kad gama diafragijos kreivė (GK) atspindi santykinį molingumo padidėjimą bei sumažėjimą. Tirtame intervale GK reikšmių maksimumas yra Rygos svitoje (8 pav.). Rygos svitos viršutinėje dalyje GK reikšmės palaipsniui mažėja ir pasiekia savo minimumą 1309,8 m gylyje. Šis GK reikšmių pikas rodo molingos medžiagos sumažėjimą ir karbonatinės medžiagos pagausėjimą ir jis sutampa su Ančios pluoštu. GK reikšmės pasiekusios savo minimalias reikšmes Ančios pluošte vėl pradeda didėti ir sekantis reikšmių padidėjimo pikas yra 1299,5 m gylyje. Nuo 1299,5 m gylio GK reikšmės sumažėja ir intervale nuo 1298,5 iki 1288 m yra mažai kintančios. Trečias maksimalių GK reikšmių pikas yra 1286,4 gylyje ir jos išlieka pastovios iki tirtą intervalą viršaus, tik 1275,9 m gylyje GK reikšmės nežymiai sumažėja ir vėl nežymiai padidėja.

Tai gi tirtame Viduklės – 61 grėžinio intervale išryškėja tokie GK reikšmių dėsninukai. Maksimalios reikšmės yra Rygos svitos viršutinėje dalyje, minimalios Ančios pluošte. Siesarties svitoje, pagal GK reikšmes, galima išskirti tris intervalus. Pirmasis maždaug nuo 1308,2 iki 1299,5 m intervalas kur GK reikšmės didėja. Antrasis intervalas nuo 1299,5 iki 1286,4 m intervalas su mažesnėmis GK reikšmėmis ir tuo pačiu mažesniu molingumu ir trečiasis intervalas nuo 1286,4 iki 1275,9 m intervale GK reikšmės padidėja, kas rodo ir molingumo padidėjimą. Dubysos svitos apatinėje dalyje GK reikšmės ir tuo pačiu molingumas išlieka panašus kaip ir Siesarties svitos viršutinėje dalyje.

Remiantis GK duomenimis netiesiogiai galima teigti, kad Viduklės – 61 grėžinyje išsiskiria trys ciklai. Molingumo sumažėjimas Ančios pluošte, tada sektų molingumo padidėjimas, po jo seka kitas molingumo sumažėjimo intervalas ir galiausiai pjūvis užsibaigia molingumo santykinio padidėjimu.

4.3 Gėluvos regioninio aukšto biostratigrafija Viduklės – 61 grėžinyje

Tirtame, Viduklės – 61 grėžinyje yra išskirtos *lundgreni* (viršutinė dalis), *parvus*, *nassa*, *praedeubeli*, *deubeli*, *ludensis* ir *nilssoni* (apatinė dalis) biozonos.

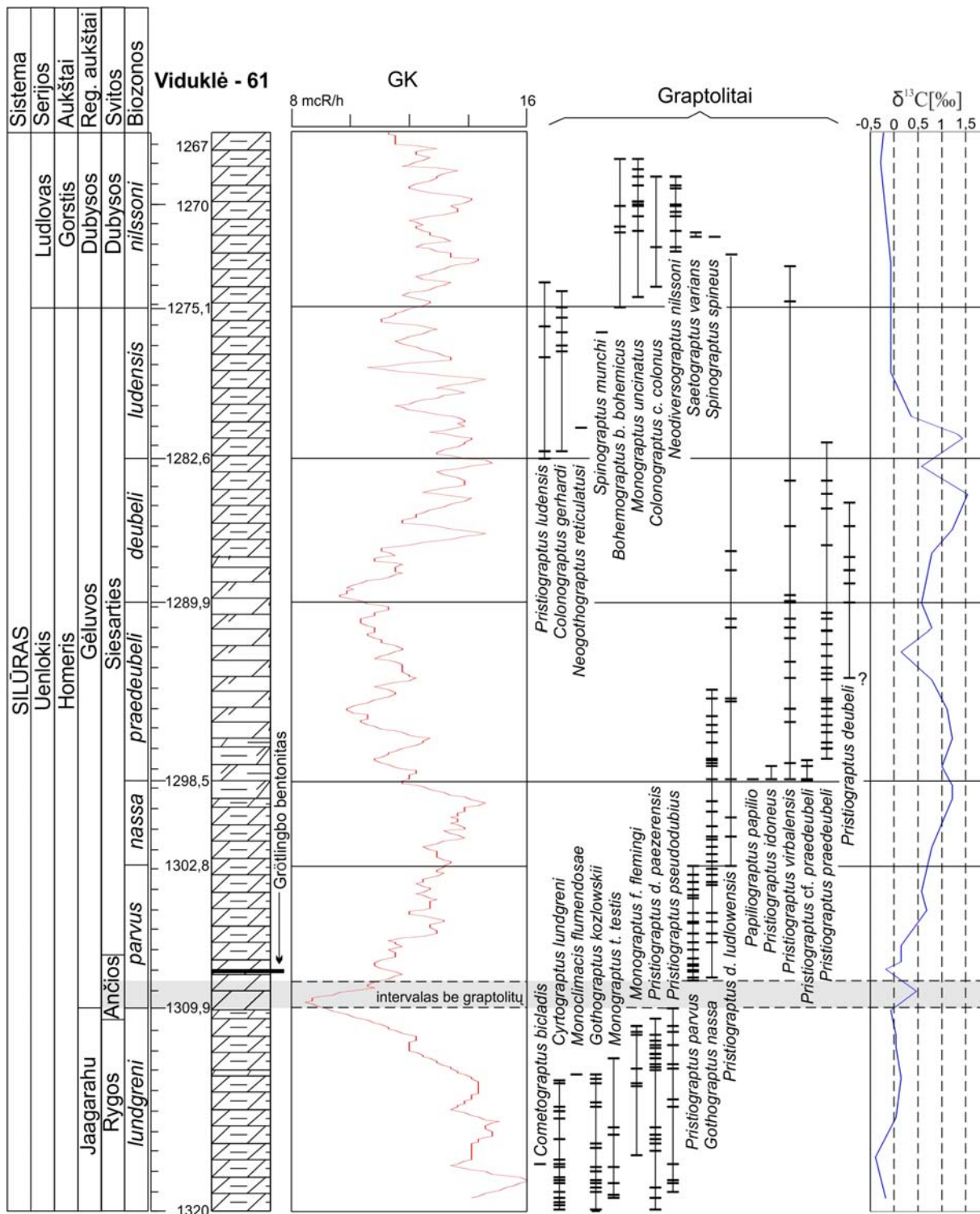
Lungreni biozona išskira atsiradus rūšiai indeksui *Cyrtograptus lungreni* (Tullberg) ir būdingam graptolių kompleksui. Viduklės -61 grėžinyje šios biozonos apatinė riba šiame darbe neanalizuota. Viršutinė riba yra 1309,9 m gylyje. Biozonos graptolitų kompleksą sudaro tokios rūšys: *Cometograptus bicladis* (Lenz), *Gothograptus kozłowskii* Kozłowska - Dawidziuk, *Monograptus f. flemingi* (Slater), *Monograptus t. testis* (Barrande), *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Pristiograptus d. paezerensis* Urbanek, Radzevičius, Kozłowska et Teller, *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus lungreni* (Tullberg). Reiktų paminėti, kad *lundgreni* biozonos pabaigoje yra dižiulis graptolitų išmirimas vadinamas *Lundgreni* įvykiu (Koren 1987; Porębska et al. 2004), arba „Didžiąja krize“ (Großen Krise) (Jaeger, 1991) kiti vadina Mulde bioįvykio vardu (Jeppsson ir kt., 1995). Šiame intervale išmiršta 95 % visų graptolitų rūšių (Lenz, Kozłowska – Dawidziuk, 2001), būdingų uenlokiui. *Lundgreni* biozonos viršuje išnyksta *Cyrtograptus*, *Monoclimacis* gentčių atstovai, visi uenlokiui būdingi monograptitai (pvz. *M. f. flemingi*, *M. t. testis*). Išlieka tik dubius gupės pristiograptidai ir vienas *Gothograptus* genties atstovas *Gothograptus nassa* (Holm).

Parvus biozona išskiriama atsiradus naujoms graptolių rūšims, tarp jų – biozonos rūšies indeksui *Pristiograptus parvus* Ulst, o taip pat išmirus rūšims, gentims ir grupėms: *G. kozłowskii*, *M. t. testis*, *M. f. flemingi*, *P. pseudodubius* ir visoms *Cyrtograptus* genties rūšims. Šioje biozonoje karu su *P. parvus* atsiranda ir *G. nassa* rūšis. Biozonos storis Viduklės – 61 grėžinyje 7,1 m. ir ši biozona išskirta 1302,8 – 1309,9 m. intervale. 2 m intervalas tarp paskutiniojo *P. pseudodubius* ir *P. parvus* yra be graptolitų ir sąlyginai yra priskiriamas *parvus* biozonai. Kaip minėta anksčiau, po *lundgreni* įvykio, *parvus* biozonoje, išlieka tik dvi *P. parvus* ir *G. nassa* rūšys. Šių rūšių kolonijos yra nedidelės, smulkios sudarytos iš ne daugiau kaip 10 tekų, bet jų radiniai yra masiški kapinynai. Kolonijų sumažėjimą pa krizės A. Urbanekas (1993) vadina „liliputo efektu“.

Nassa biozona Viduklė – 61 grėžinyje išskirta 1298,5 – 1302,8 m. intervale ir jos storis yra 4,3 m. Apatinę biozonos ribą žymi *P. parvus* rūšies išnykimas. Biozonoje klesti *G.*

nassa rūšis, bet taip pat atsiranda ir nauja rūšis - *Pristiograptus dubius ludlowensis* (Bouček).

Praedeubili biozonos apatinę ribą žymi *Pristiograptus praedaubili* (Jaeger) ir *P. virbalensis* (Paškevičius) rūšies atsiradimas. Biozonos apatinėje dalyje atsiranda daug naujų *Pristiograptus* rūšių bei šios genties rūšių variacijų, tarytum po krizės, atsiradus tuščioms ekologinėms nišoms, graptolitai norėjo jas užimti. Vėliau iš jų atsirado ludlovui būdingos



8 pav. Viduklės – 61 grėžinio Gėluvos regioninio aukšto litologinis pjūvis, GK kreivė, graptolitų paplitimas, $\delta^{13}\text{C}$ kreivė.

graptolitų rūšys *Praeдебели* biozonos storis Viduklė -61 grėžinyje yra 8,6 mero ir ji išskirta 1289,9 – 1298,5 m. intervalu. Šioje biozonoje sutinkama ir daugiau graptolitų rūšių: *Papiliograptus papilio* Lenz and Kozłowska-Dawidziuk, *Pristiograptus idoneus* Koren, *P. cf. praeдебели*.

Deubeli biozonos storis 7,3 m. ji Viduklės – 61 grėžinyje randama 1282,6 – 1289,9 m. intervalu. Biozonos apatinę ribą žymi *Pristiograptus deubeli* (Jaeger) rūšies atsiradimas. Be rūšies indekso šioje biozonoje randamos *P. virbalensis*, *P. d. ludlowensis*, *P. praeдебели* rūšys.

Ludensis biozona išskirta atsiradus *Pristiograptus ludensis* (Murchiso) rūšiai, šioje biozonoje taip pat randami ir kitų rūšių graptoliai – *Colonograptus gerhard* (Münch), *Neogothograptus reticulatusi* Kozłowska, Lenz et Melchin, *Spinograptus munchi* (Eisenack). *P. praeдебели*, *P. dubeli* ir *P. ludensis* yra netipiniai pristiograptidai. Šios rūšys yra tarpinės tarp *Pristiograptus* ir *Colonograptus* genčių. Biozonos storis Viduklės -61 grėžinyje 7,5 m. ir ji išskirta 1275,1 – 1282,6 m intervalu.

Nilssoni biozona išskiriama atsiradus naujai graptolitų rūšiai – *Neodiversograptus nilssoni* (Barrande), šioje biozonoje buvo paplitę ir daugiau graptolitų rūšių tokių kaip: *Boheograptus bohemicus bohemicus* (Barrande), *Monograptus uncinatus* (Tullberg), *Colonograptus colonus colonus* (Barrande), *Saetograptus variants* (Wood), *Spinograptus spineus* (Wood). Taigi apatinė *nilssoni* biozonos riba žymi naujų, ludloviui būdingų graptolitų genčių ir rūšių atsiradimą. Biozonos apatinė riba aptinkama 1275,1 m., o tiksliai kur ši biozona baigiasi nėra aišku.

4.4 Gėluvos regioninio aukšto $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių kaita Viduklės – 61 grėžinyje

Remiantis anglies izotopų reikšmių kitimo kreive, Viduklės – 61 grėžinio Gėluvos regioniniame aukšte, galima išskirti kelis $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių pasikeitimo intervalus. Rygos svitos viršutinėje dalyje intervalu nuo 1320 iki 1310 m $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės svyruoja nuo -0,4 iki 0,1 ‰. Ančios pluošte, intervalu be graptolitų, $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės padidėja iki 0,48 ‰. $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės sumažėja iki -0,17 ‰ Ančios pluošto viršutinėje dalyje, *parvus* biozonos apačioje. Intervalu nuo 1307,9 iki 1298,8 m $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės palaipsniui didėja iki 1,23 ‰. Panašios $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės išlieka iki 1295 m gylio ir pradeda mažėti iki 0,14 ‰ 1292,2 m gylyje. Šis intervalas apima viršutinę *nassa* biozonos apatinę *praeдебели* biozonų dalis. Nuo 1292,2 m gylio $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės vėl pradeda didėti, ir maksimaliai savo reikšmę 1,56 ‰ pasiekia 1284,4 m gylyje, viršutinėje *deubeli* ir apatinėje *ludensis* biozonų dalyse. Tai yra maksimali $\delta^{13}\text{C}$ reikšmė Siegarties svitoje ir tuo pačiu tirtame Viduklės – 61 grėžinio intervalu. Pasiekusios maksimumą

$\delta^{13}\text{C}$ reikšmės nukrenta iki 0,57 ‰ 1283 m gylyje ir vėl pakyla iki 1,47 ‰ 1281,6 m gylyje, sudarydamos tarsi antrą didelį piką. Nuo 1281,6 m gylio $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės pradeda kristi ir nuo 1278,3 m gylio keičiasi nuo -0,05 iki -0,35 ‰.

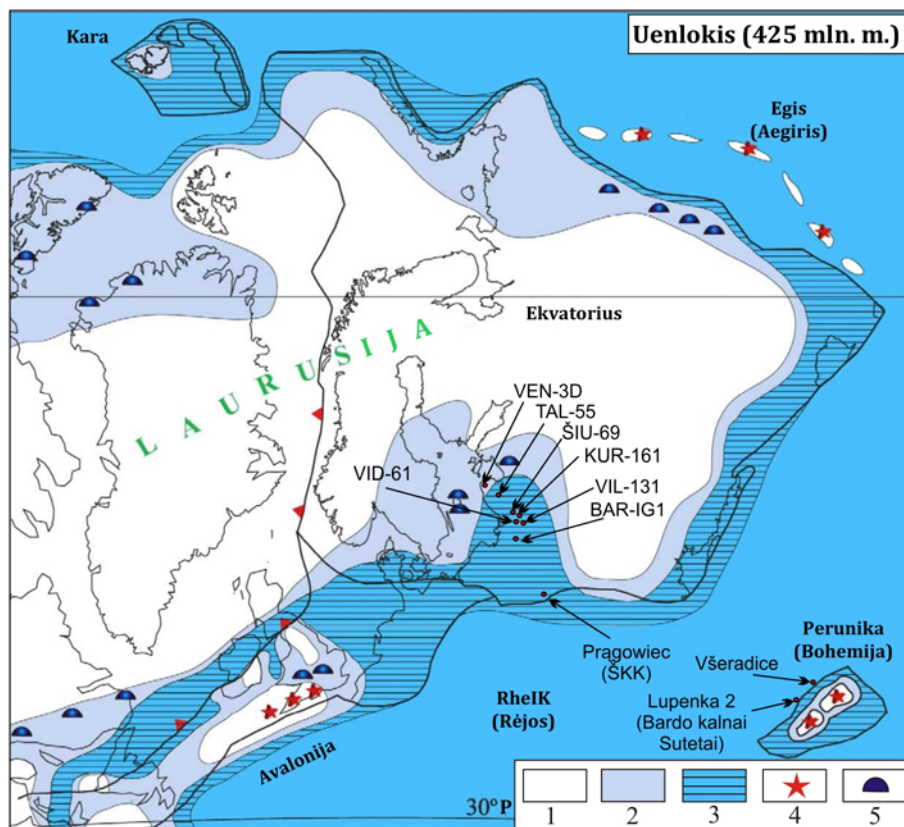
Taigi didžiausios $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės, Viduklės – 61 grėžinio tirtame intervale, yra intervale be graptolitų, kuris sąlyginai yra priskiriamas *parvus* bizonai. Antrasis reikšmių padidėjimas yra viršutinėje *nassa* ir apatinėje *praedeubeli* biozonų dalyse, trečiasis viršutinėje *deubeli* ir apatinėje *ludensis* biozonų dalyse. Minimalios $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės yra Rygos svitos viršutinėje dalyje, kas atitiktų *lundgreni* biozonos viršutinę dalį ir viršutinėje Siesarties bei apatinėje Dubysos svitų dalyse, kas atitiktų viršutinę *ludensis* ir apatinę *nilssoni* biozonų dalis. Taip pat nedidelis $\delta^{13}\text{C}$ sumažėjimas yra Siesarties svitos vidurinėje dalyje, viršutinėje *praedeubeli* ir apatinėje *deubeli* biozonų dalyse.

4.5. Gėluvos regioninio aukšto ribos stratotipas Viduklės – 61 grėžinyje

Gėluvos regioninio aukšto padą žymi *parvus* biozonos padas, kuris sutampa su vidurine Ančios pluošto dalimi, kuris gerai atsekamas visame centrinėje Baltijos baseino dalyje. Ši riba sutampa su maksimaliu gama diagrafijos kreivės pikų ir su $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių pirmuoju pikų tirtame intervale. Viršutinė Gėluvos regioninio aukšto riba sutampa su Dubysos regioninio aukšto apatine riba, kurią žymi *nilssoni* biozonos padas. Gėluvos regioniniame aukšte galima išskirti tris teprogeninės – molingos medžiagos ciklus. Taip pat Gėluvos regioniniame aukšte galima išskirti tris $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių teigiamus pikus. Pirmasis mažiausias *parvus* biozonoje, antrasis viršutinėje *nassa* ir apatinėje *praedeubeli* dalyse, trečiasis *deubeli* viršutinėje ir *ludensis* apatinėje dalyse.

5. GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO KORELIACIJA SU KITAIS REGIONAIS

Koreliuojant Viduklės – 61 grėžinyje išskirtą Gėluvos regioninio aukšto darinius su analogiškais dariniais, kituose grėžiniuose bei atodangose buvo naudotasi ankstesniais kitų geologų tyrimų paskelbtais rezultatais, mokslinėje literatūroje. Didžiausia problema, kore-



9 pav. Laurusijos (Baltika, Avalonija, rytinė Laurentijos dalis) paleogeografija uenlokyje (425 mln. m.) (Cocks & Torsvik, 2005). Legenda: 1 – sausuma, 2 – sekus šelfas, 3 – gili jūra, 4 – ugnikalniai, 5 – biohermos; VEN-3D – Ventspilis – 3D; TAL – 55 – Talsi – 55; ŠIU – 69 – Šiūpyliai – 69; KUR – 161 – Kurtuvėnai – 161; VID – 61 – Viduklė – 61; VIL – 131 Vilkaviškis – 131; BAR – IG1 - Bartoszyce IG – 1; ŠKK – Švento Kryžiaus

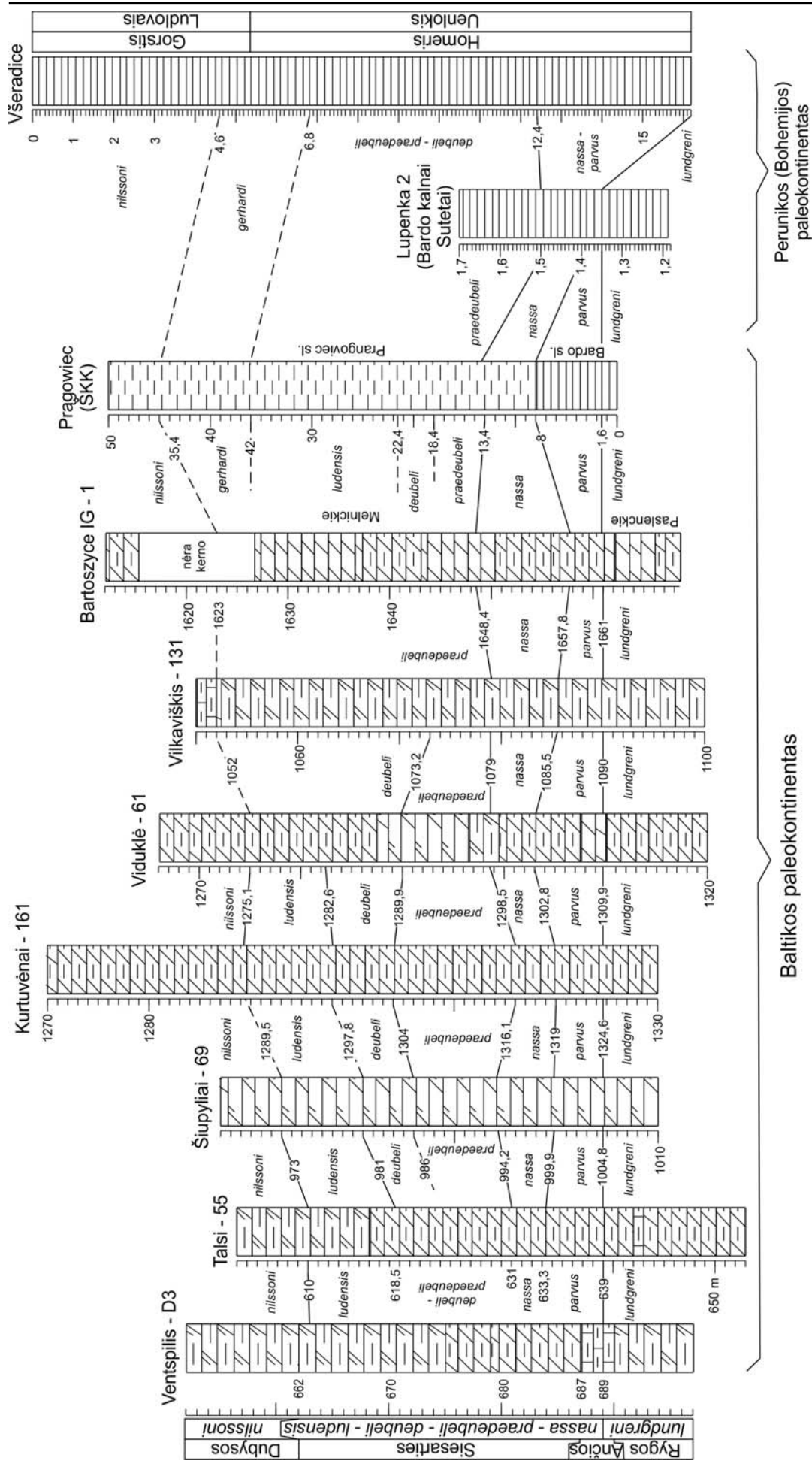
liuojant Viduklės – 61 grėžinio Gėluvos regioninio aukšto pjūvius, yra duomenų neatitikimas, ypač senesniuose ir naujesniuose straipsniuose, taip pat skirtingų autorių skirtingos tų pačių duomenų interpretacijos. Atrinkus patikimiausius duomenis buvo pasirinkti litologiniai, biostratigrafiniai, geofizikiniai ir geocheminiai pjūvių ypatumai. Gėluvos regioninį aukštą bandyta koreliuoti ne tik su Baltijos paleobaseino analogiškais dariniais, bet ir su Perunikos (Bohemijos) paleokontinentu (9 pav.).

5.1. Gėluvos regioninio aukšto koreliacija remiantis graptolitų duomenimis

Remiantis graptolitų duomenimis, Gėluvos regioninis aukštas buvo koreliuojamas su

vienalaikiais dariniais Latvijos, Lietuvos, Lenkijos (platforminė dalis) grėžiniuose ir su Švento Kryžiaus kalnų Prangovies, Sudetų kalnų Lupianka ir Čekijos respublikos Všerodice atodanga (10 pav.).

Latvijos teritorijoje buvo paimti Ventspilio – D3 ir Talsi – 55 grėžiniai. Ventspilio – D3 grėžinyje, tirtame intervale yra išskirtos *lundgreni*, *nassa*, *ludensis* ir *nilssoni* biozonos (Гайлите, Улст, Яковлеба, 1985). Gėluos regioninio aukšto lygyje yra išskirtos *nassa* ir *ludensis* biozonos. Taip yra todėl, kad ankščiau intervale tarp *lundgreni* biozonos kraigo ir *nilssoni* biozonos pado buvo išskiriamos dvi *nassa* ir *ludensis* graptolitinės biozonos. Nuo 1994 m. generalizuotoje silūro graptolitų skalėje, minėtame intervale, buvo pasiūlita skirti *parvus*, *nassa*, *praedeubeli*, *dubeli* ir *ludensis* biozonas (Koren' ir kt., 1996). Neturint graptolitų duomenų *parvus* – *ludensis* intervalas nebuvo detaliau sudalintas Ventspilio – D3. Tai netrukdo Ventspilio – D3 grėžinio Gėluvos regioninio aukšto darinius koreliuoti su Viduklės – 61 grėžiniu, nes Gėluvos regioninio aukšto dariniai yra išskirti tarp *lundgreni* graptolitų krizės ir *nilssoni* biozonos pado. Kitame, Latvijos Talsi – 55 grėžinyje yra išskirtos *lundgreni*, *parvus*, *nassa*, *praedeubeli*, *dubeli*, *ludensis* ir *nilssoni* biozonos (Ulst, 1974; Radzevičius, Paškevičius 2005). Šiame grėžinyje vertikalus graptolitų paplitimas yra identiškas kaip ir Viduklės – 61 grėžinyje. Latvijos teritorijoje, giliavandenėse graptolitinėse facijose, Gėluvos regioninio aukšto padas sutampa su *Lundgreni* bioįvykių, o viršutinė riba su *nilssoni* biozonos padu. Lietuvos teritorijoje, Šiupų – 69 ir Kurtuvėnų – 161 grėžiniuose, išskiriamos *lundgreni*, *parvus*, *nassa*, *praedeubeli*, *dubeli*, *ludensis* ir *nilssoni* biozonos (Radzevičius, Paškevičius, 2000; Radzevičius, Paškevičius 2005). Tikrai ryčiau esančiame ir Vilkaviškio – 131 grėžinyje nėra išskirtos viršutinė *ludensis*, Gėluvos regioninio aukšto, biozona ir Dubysos regioninio aukšto apatinė *nilssoni* biozona, nes čia graptolitai nerasti. Vilkaviškio – 131 grėžinyje uenlokio ir ludlovio riba skiriasi litologiškai ir tapatinama su antru minimaliu GK reikšmių piku. Einant toliau į pietus, Lenkijos teritorijoje Bartoszyce IG – 1 grėžinyje yra išskirtos *lundgreni*, *parvus*, *nassa* ir *praedeubeli* biozonos (Porębska ir kt., 2004). Viršutinė pjūvio dalis gręžta be kerno. Pirmieji ludlovio *nilssoni* biozonos graptolitai yra rasti 1615,2 m gylyje (Tomczyk, 1974). Bartoszyce IG – 1 grėžinyje *parvus* biozona sutampa su smulkiai juostuotais molingas dariniais, Ančios pluošto analogais Lietuvoje. Čia taip pat yra išskiriamas *Lundgreni* bioįvykis kurio metu išmiršta uenlokiniai graptolitai. Toliausiai į pietus yra nutolusi Prągowiec griova, esanti Švento kryžiaus kalnuose, Kelcų bloke. Siluro periode. Kelcų blokas, buvo jau toje pačioje vietoje Baltikos paleokontinento atžvilgiu kaip ir dabar (Trela, 2004). Prągowiec griovos vienalaikiai dariniai su Gėluvos regioniniu aukštu yra pietiniame Baltikos paleokontinento pakraštyje. Čia yra išskirtos *lundgreni*, *parvus*, *nassa*, *praedeubeli*, *dubeli*, *ludensis* ir *nilssoni* biozonos (Radzevičius, 2003; Masiak ir kt., 2003).



10 pav. Viduklės – 61 gręžinio Gėlupos regioninio aukšto graptolinių biozonų koreliacija su Latvijos, Lietuvos, Lenkijos gręžiniais ir su Pragowiec (Švento Kryžiaus kalnai), Lupenka – 2 (Bardo kalnai Sudetose) ir Všeradice (Čekijos respublika) atodangomis.

Lundgreni biozonos pabaiga žymi masinis uenlokiniu graptolitų išmirimas ir *P. parvus* atsiradimas Prągowiec griovoje. *P. parvus* atsiradimas sutampa su nestoru molio skalūnų sluoksniu, kuriame nėra jokios bentosinės faunos. Tai galėtų būti Ančios pluošto analogas.

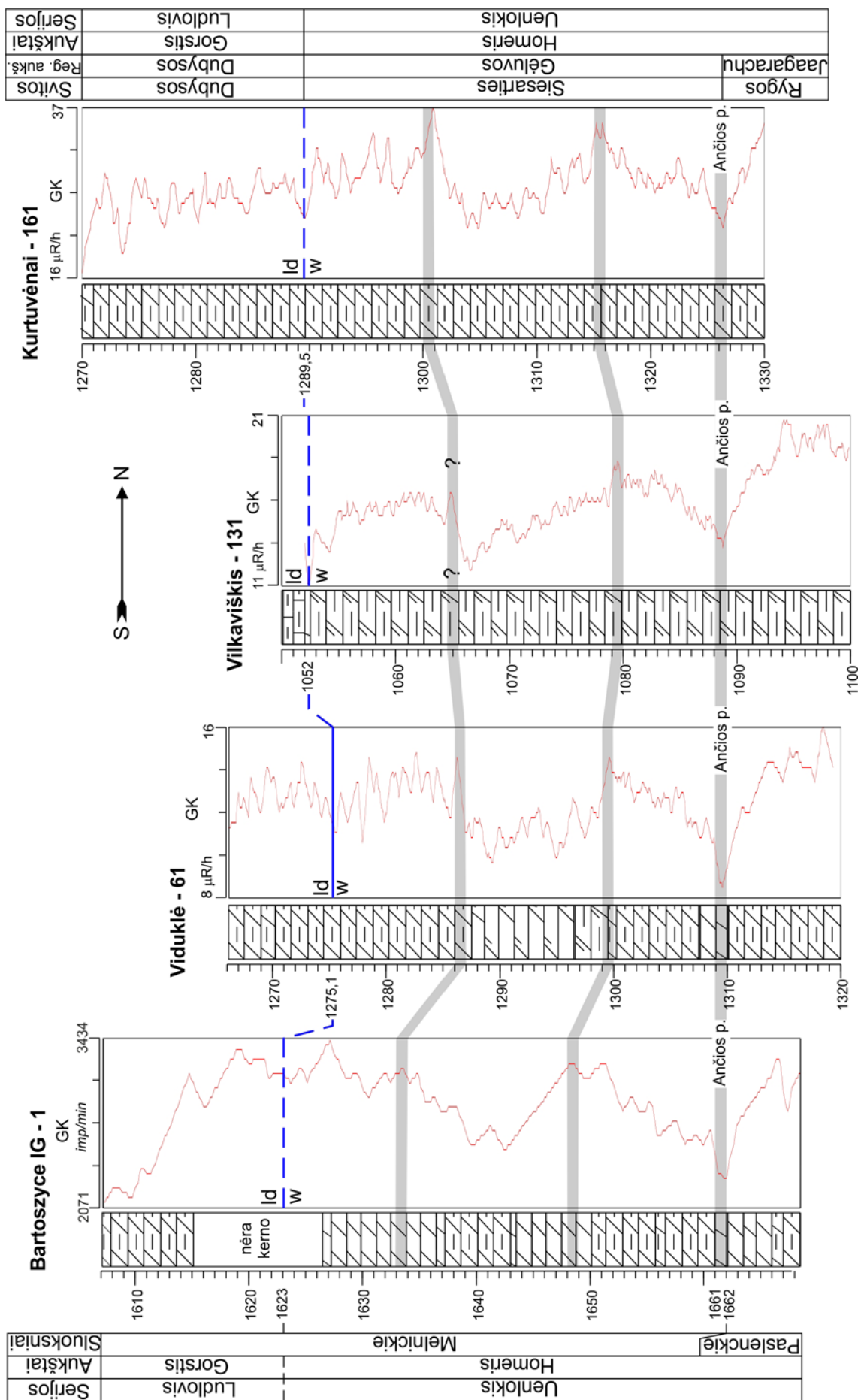
Baltikos paleokontinente Gėluvos regioninio aukšto biozonų istoriai yra beveik nepakitę, išsilaiko pastovūs. Kitaip yra Perunikos (Bohemijos) paleokontinente. Čia Gėluvos regioninio aukšto analogai yra plonesni, kondensuoti, juos sudaro juodi metamorfizuoti molio skalūnai. Bohemijos masyvo analogai, Gėluvai buvo analizuoti iš Lupenkos – 2 atodangos kuri yra Bardo kalnuose, Sudetuose ir Všeradice atodangoje, Čekijos respublikoje. Lupenkos – 2 atodanga yra kelių metrų storio, čia yra išskirtos *lundgreni*, *parvus*, *nassa* ir *praedeubeli* (apatinė dalis) biozonos (Porębska, 1998). Virš *praedeubeli* biozonos esantys dariniai čia neatsidengia. Šioje atodangoje taip pat yra ryškus graptolitinės faunos išmirimas *lundgreni* biozonos viršuje. Čekijos respublikoje Všeradice atodangoje yra išskirtos *lundgreni*, *parvus* – *nassa*, *dubeli* – *praedeubeli*, *gerhardi* ir *nilssoni* biozonos (Kozłowska-Dawidziuk, 2001). Vietoj *ludensis* biozonos čia yra išskirta *gerhardi* graptolitinė biozona. Lietuvoje taip pat yra randama *Colonograptus gerhardi* rūšis, tačiau jinai atsiranda viršutinėje *ludensis* biozonos dalyje (viršutinis uenlokis) ir išnyksta apatinėje *nilssoni* biozonos dalyje (apatinis ludlovis) (Radzevičius, Paškevičius, 2005). Todėl *C. gerhardi* kaip rūšies indeksas yra netinkama, nes randama dviejuose graptolitinėse biozonose.

Tai gi, Gėluvos regioninio aukšto apatinės ribos tapatinimas su *lundgreni* bioįvykiu ir *parvus* biozonos padu leidžia korektiškai ir labai tiksliai koreliuoti šio aukšto darinius su analogais Lietuvoje ir kitomis Baltikos paleokontinento vietomis, ir su analogiškais dariniais kituose paleobaseiniais, Rėjos paleovandenyno srityje. *Parvus* biozonos padas yra geras diachroniškas, vienalaikis paviršius ir tuo pačiu puikus reperis.

5.2. Gėluvos regioninio aukšto koreliacija remiantis GK kreivėmis

Koreliuojant Gėluvos regioninio aukšto darinius pagal gama diagrafijos kreives buvo pasirinkti Bartoszyce IG – 1 (Tomczyk, 1974), Viduklės – 61, Vilkaviškio – 131 ir Kurtuvėnų – 161 grėžiniai, nes buvo prieinami duomenys. Visi šie grėžiniai yra Baltijos silūro paleobaseino giliavandenėse facijose.

Apatinėje Gėluvos regioninio aukšto dalyje yra minimalus GK reikšmių pikas kuris sietinas su *parvus* biozona ir tuo pačiu su molingumo sumažėjimu Ančios pluošte. Šis pikas yra gerai matomas visuose studijuotose grėžiniuose ir yra geras papildomas kriterijus Gėluvos regioninio aukšto pado koreliacijai. Remiantis GK kreivėmis galima išskirti trys molingumo padidėjimo ciklus. Pirmasis molingumo padidėjimas (*nassa* biozonos viršus), molingumo



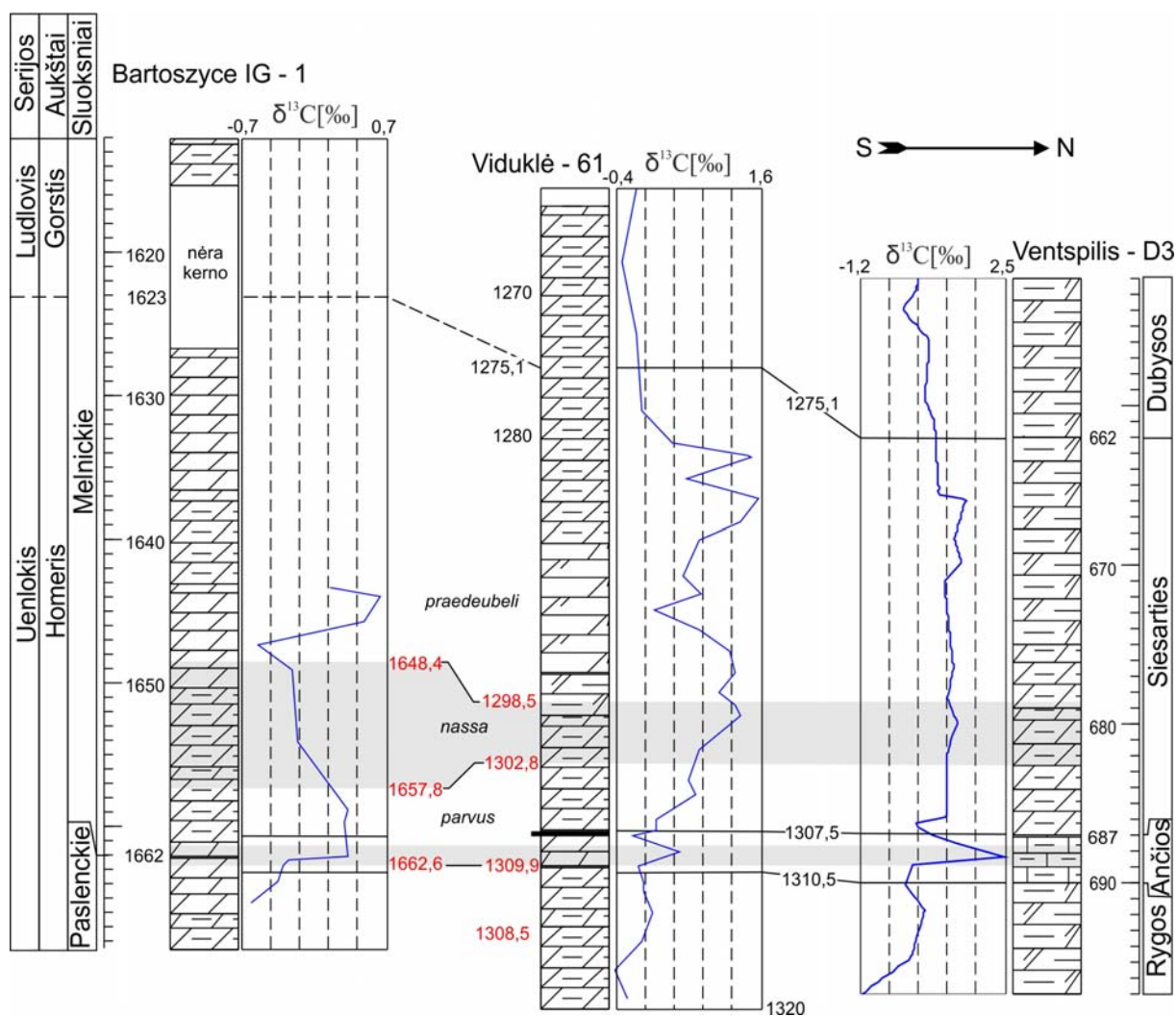
11 pav. Viduklės – 61 gręžinio gama diafragmos kreivės koreliacija su Bartoszyce IG, Vilkaviškis – 131 ir Kurtuvėnai – 161 gręžinius gama diafragmėmis kreivėmis.

mo sumažėjimas nuo praedeubeli biozonos apačios iki *deubeli* biozonos apatinės dalies ir trečiasis vėl molingumo padidėjimas nuo *deubeli* biozonos viršaus iki ludensis biozonos viršutinės dalies, kur molingumas vėl sumažėja. Toks tricikliškumas kaip tik ir yra būdingas Gėluvos regioniniam aukštui (Paškevičius ir kt., 1994).

5.3 Gėluvos regioninio aukšto koreliacija geocheminiais duomenimis

Remiantis $\delta^{13}\text{C}$ duomenimis, Gėluvos regioninis aukštas buvo koreliuojamas Bartoszyce IG – 1 (Porebska ir kt., 2004), Viduklės – 61 (Martma ir kt., 2005) ir Ventspilis - D3 (Kaljo ir kt., 1998) gręžiniuose.

Pirmasis $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių teigiamas pikas, Gėluvos regioniniame aukšte yra *parvus* biozonoje. Šis pikas yra gerai atsekamas visuose gręžiniuose. Po neigiamų $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių lundgreni biozonoje, $\delta^{13}\text{C}$ tampa teigiamas. Šis pikas yra mažiau ryškus Viduklės – 61 gręžinyje. Aukščiau $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės sumažėja ir padidėja *nassa* biozonos viršuje praedeubeli apačioje.



12 pav. Viduklės – 61 gręžinio Gėluvos regioninio aukšto $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių koreliacija su koreliacija su Bartoszyce IG ir Ventspilis – 3D analogiška dariniai.

Pasiekusios antrąjį teigiamą piką $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės vėl sumažėja. Trečiasis, maksimalus $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių pikas yra *deubili* biozonos viršutinėje dalyje ludensis apatinėje. Čia yra maksimalios $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės Gėluvos regioniniame aukšte. Pasiekusios savo maksimumą $\delta^{13}\text{C}$ reikšmės krenta ir tampa neigiamomis viršutinėje ludensis biozonos dalyje, tokios jos išlieka ir apatinėje *nilssoni* biozonos dalyje.

Pagal pirmąjį $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių piką galime Gėluvos regioninio aukšto padą koreliuoti su kitais analogiškais dariniais Baltikos paleokontinente, o taip pat ir kituose Silūro periode buvusiais paleokontinentais, nes $\delta^{13}\text{C}$ reikšmių trendai yra panašūs.

IŠVADOS

Atlikus Gėlivos regioninio aukšto detalius graptolitų, gama diagrafijos, litologinius ir geocheminius tyrimus, Viduklės – 61-jame grėžinyje, galime daryti tokias išvadas:

1. Gėlivos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su lundgreni biozonos viršutine riba, arba su lundgreni bioįvykiu, kur išmiršta visi tik uenlokiui būdingi graptolitai. *Lundgreni* bioįvykis yra atsekamas visame pasaulyje ir jis yra vienalaikis, diachroniškas.

2. Gėlivos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su specifiniais, mikrojuostuotumą turinčiais Ančios pluošto dariniais, kurie yra išplitę visoje centrinėje Baltijos silūro paleobaseino dalyje;

3. Gėlivos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su GK kreivės reikšmių sumažėjimu, kas netiesiogiai rodo karbonatingumo padidėjimą *parvus* biozonoje;

4. Gėlivos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su pirmuoju teigiamu δC^{13} reikšmių pikų *parvus* biozonoje;

5. Remiantis anksčiau nurodytais kompleksiniais kriterijais Gėlivos regioninio aukšto apatinę ribą galima lengvai koreliuoti su kitais regionais ir paleobaseiniais.

PADEKA

Darbo autorius dėkoja prof. habil. dr. J. Paškevičiui už magistrinio darbo recenzavimą ir kritines darbo pastabas. Taip pat autorius dėkoja bakalaурinio darbo vadovui dr. S. Radzevičiui už pagalbą ruošiant šį darbą. Autorius taip pat dėkoja Vievio kernų saugyklos darbuotojams už leidimą pasinaudoti Viduklės - 61 gręžinio kernu, vykdant graptolitų tyrimus. Taip pat visiems Geologijos ir mineralogijos katedros darbuotojams už pagalbą ruošiant magistrinį darbą.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Cramer B. D. Brett C.E. Melchin M.J., Mannik P., Kleffner M.A. McLaughlin P.I. Loydell D.K. Munnecke A. Jeppsson L. Corradini C. Brunton F.R. Saltzman M.R. 2011. Revised correlation of Silurian Provincial Series of North America with global and regional chronostratigraphic units and $\delta^{13}\text{C}$ Ccarb chemostratigraphy. *Lethaia*, 44: 185–202.
- Grigelis A. Kondratienė O. Paškevičius J. Jankauskas T. Datkūnas J. 2002. Lietuvos stratigrafijos vadovas. Lietuvos geologijos tarnyba, Geologijos institutas, Vilniaus universitetas. Vilnius, 163 p.
- Jaeger H. 1991. Neue Standard-Graptolithenzonenfolge nach der bGrossen KriseQ und der Wenlock/Ludlow-Grenze (Silur). *N. Jb. Geol. Paläontol. Abh*, 182: 303– 354.
- Jankauskas T. 2005. Teorinė ir taikomoji stratigrafija. Vilniaus universiteto leidykla, 168 p.
- Jeppsson L. Aldridge R. J. Dorning K. J. 1995. Wenlock (Silurian) oceanic episodes and events. *J. Geol. Soc. Lond*, 152, 487–498.
- Kemėšis V. Linčius A. Paškevičius J. 2009. Enciklopedinis geologijos terminų žodynas. Lietuvių, anglų, vokiečių ir rusų kalbų terminų atitikmenimis. Vilniaus universiteto leidykla, I d. 650 p.
- Kaljo D. Kiipli T. Martma T. 1998. Correlation of carbon isotope events and environmental cyclicity in the East Baltic Silurian. In: *Silurian Cycles — Link ages of Dynamic Stratigraphy with Atmospheric, Oceanic and Tectonic Changes* (eds. E. Landing and M. E. Johnson). *N. Y. St. Mus. Bull.*, 491: 297–312.
- Kiipli T. Einasto R. Kallaste T. Nestor V. Perens H. Siir S. 2011. Geochemistry and correlation of volcanic ash beds from the Rootsiküla Stage (Wenlok – Ludlow) in the eastern Baltic. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 4: 207 - 219.
- Kiipli T. Radzevičius S. Kallaste T. Motuza V. Jeppsson L. Wickstrom L. M. 2008. Wenlock bentonites in Lithunnia and correlation with bentonites from sections in Estonia, Sweden and Nonrway. *GFF*, 130: 203 - 210.
- Koren T. N. 1987. Graptolite dynamics in Silurian and Devonian time. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 35: 149 - 59.
- Koren T. Lenz A. C. Loydell D. K. Melchin M. J. Štorch P. Teller L. 1996. Generalized graptolite zonal sequence defining Silurian time intervals for global paleogeographic studies. *Lethaia*, 29: 59–69.

- Kozłowska-Dawidziuk, A., Lenz A., Štorch P. 2001. Upper Wenlock and Lower Ludlow (Silurian), post-extinction graptolites, Všeradice section, Barrandian Area, Czech Republic. *Journal of Palaeontology*, 75, 147-164.
- Lapinskas P. 2000. Lietuvos silūro sandara ir naftingumas. Geologijos institutas, Vilnius, 203 p.p.
- Lapinskas P. 2005. Sedimentological-palaeogeographical map for Gėluva age of the Early Silurian. *Evolution of Geological Environment in Lithuania*, map. 42.
- Lenz A. C. Kozyowska - Dawidziuk A., 2001. Upper Wenlock (Silurian) graptolites of Arctic Canada: pre-extinction, *lundgreni* Biozone fauna. *Palaeontographica Canadiana*, 20: 1 – 61.
- Martma T., Brazauskas A., Kaljo D., Kaminskas D. and Musteikis P. 2005. The Wenlock - Ludlow carbon isotope trend in the Vidukle core, Lithuania, and its relations with oceanic events. *Geological Quarterly*, 49(2): 223–234.
- Masiak M. Podhalańska T. Stempień-Sałek M. 2003. Ordovician-Silurian boundary in the Bardo Syncline, Holy Cross Mountains, Poland - new data on fossil assemblages and sedimentary succession. *Geological Quarterly*, 47(4): 311-330.
- Murphy M. A. Salvador A. 1999. International stratigraphic guide - an abridged version. *Episodes*, 22 (4): 255 – 271.
- Paškevičius J. 1994. Baltijos respublikų geologija. Vilnius: Valstybinis leidybos centras. 447 p.
- Paškevičius J. 1997. The Geology of the Baltic republics. Vilnius University, Geological survey of Lithuania. Vilnius, 387 p.
- Paškevičius J. Lapinskas P. Brazauskas A. Musteikis P. Jacyna J. 1994. Stratigraphic revision of the regional stages of the Upper Silurian part in the Baltic Basin. *Geologija*, 17: 64 – 87.
- Porebska E. 1998. *Cyrtograptus lungreni* Event recorded in an upwelling sequence in the Sudetes (SW Poland). Proceedings of the Sixth International Graptolite Conference of the GWG (IPA) and the 1998 Field Meeting of the International Subcommittee on Silurian Stratigraphy (ICS – IUGS). Instituto Tecnológico Geominero de Espana, Temas Geológico – Mineros. 23, 248-251 pp .Madrid.
- Porębska E. Kozłowska - Dawidziuk A. Masiak M. 2004. The *lundgreni* event in the Silurian of the East European Platform, Poland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 213, 271 - 294.
- Radzevičius S. 2003. Monograptids (Graptolidea) from Holy Cross Mountains at the Wenlock Ludlow boundary. *Geologija*, 41: 44-51.

- Radzevičius S. Paškevičius J. 2000. Pristiograptids (Graptolites) and their adaptive types of the Wenlock (Silurian) in Lithuania. *Geologija*, 32: 88-109.
- Radzevičius S. Paškevičius J. 2005. Pristiograptus (Graptoloidea) from the Upper Wenlock of the Baltic Countries. *Stratigraphy and Geological Correlation* 13: 47–56.
- Sidaravičienė. N. 1999. Lithuanian stratigraphic units. Geological survey of Lithuania, Vilnius, 1 – 368.
- Siveter J. D. 1985. The type species of calymene (trilobita) from the silurian of dudley, England. *Palaeontology*, 28(4): 783 – 792.
- Schmidt F. 1891. Einige Bemerkungen über das Baltische Obersilur in Veranlassung der Arbeit des Prof. W. Dames über die Schichtenfolge der Silurbildungen Gotlands. *Bulletin of Academy of Sciences St.-Petersburg*, 34, 119 - 138.
- Tomczyk H., 1974. Sylur. In: Modliński, Z. (Ed.), Profile głębokich otworów wiertniczych IG: Bartoszyce IG 1, Gołdap IG 1. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, pp. 122–138.
- Tomczykowa E. 1970. Silurian Spathacalymene Tiliman, 1960 (Trilobita) from Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, 15(1): 63 – 94.
- Trela W. 2004. Ordovician sea-level changes in the Małopolska Block (south-eastern Poland). In: WOGOGOБ-2004 Conference Materials (eds. O. Hints and L. Ainsaar). Tartu University Press, 96-97.
- Ulst R. 1974. The early sequence of pristiograptids in conterminous deposits of Wenlock and Ludlow of the Middle Pribaltic. In: A. Obut (ed.): Graptolites of the USSR, 105-122, Novosibirsk, Nauka.
- Urbanek A. 1993. Biotic crises in the history of Upper Silurian graptoloids: a Palaeobiological model. *Historical Biology* 7: 29-50.
- Гайлите Л. К. Улст Р. Ж. Яковлева В. И. 1987. Стратотипические и типовые разрезы силура Латвии. Рига, Зинете, 184 с.
- Лاپинскас П. П. Пашкевичюс И. Ю. 1976. Стратиграфическая схема Юужной Прибалтики. *Материалы по стратиграфии Прибалтики*. (ред. Григялис А. А. Сидаравичене В. Н. Талимаа В. Н.). ЛитНИГРИ. 44 – 45 с. Вилнюс.
- Жамйда И. А. 1980. Сущность и соотношение основных стратиграфических подразделений. *Стратиграфическая классификация. Методы и проблемы*. (ред. Соколов Ц. Б. Жамойда И. А. Моисеева И. А.). АН СССР. М-во геологии СССР. Межведомств. стратигр. Комитет СССР. *Труды*, 7: 32 – 63.
- Жамйда И. А. 1984. Стратиграфические подразделения, схемы и шкалы. Стратиграфический кодекс СССР. *Практическая стратиграфия (Разработка*

-
- стратиграфической базы крупномасштабных геологоцъемочных работ*), (ред. Никитина Ф. И. Жамойда И. А.). М-во геологии СССР. Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т. 18-36 с. Недра.
- Жамйда И. А. Ковалевский П. О. Моисееба И. А. Яркин И. В. 1977. Стратиграфический кодекс СССР. М-во геологии СССР. Всесоюз. Ордена Ленина науч.-исслед. Геол. Ин-т. АН СССР. Межвед. стратиграф. Ком. СССР. 80 с.
- Саладжюс В. Ю. 1966. Фауна моллюсков силурийских отложений Южной Прибалтики. Палеонтология и стратиграфия Прибалтики и Белорусии, 1(6): 31 – 73.
- Улст Р. Ж. 1974. Силурская система. *Стратиграфические схемы Латвийской ССР*. Рига, Зинете, 64 – 85.
- Пашкевичюс И. Ю. Лапинскас П. П. 1978. Новые стратотипы силура Южной Прибалтики. *LTSR Aukštųjų mokymų mokslo darbai. Geografija ir Geologija*, 14: 123 – 128.

GĖLUVOS REGIONINIO AUKŠTO (SILŪRO) STRATIGRAFIJA IR KORELIACIJA

Santrauka

Andrius Kojelė

Gėluvos regioninis aukštas buvo išskirtas 2-oje Baltijos stratigrafų konferencijoje 1993 metais, kuri vyko Vilniuje, Lietuvoje, spausdintoje medžiagoje (Paškevičius ir kt., 1994). Anksčiau, kaip savarankiškas stratigrafinis padalinys, buvo vadinamas sluoksniais su *Euripterus* (Schmidt, 1891) ir šie sluoksniai buvo koreliuojami su apatine ludlovio dalimi. Vėliau šie sluoksniai buvo pavadinti Rootsikūlos vardu (Bekker, 1925). Rootsikūlos regioninio aukšto stratotipas buvo nebeegzistuojamame Viitos karjere (Sidaravičienė, 1999). Neostatotipas buvo išskirtas Vesiku upelio atodangoje prie Rootsikūlos kaimo, o hipostratotipas – Kipio grėžinio 25,6 – 53,6 m intervale (Эйнасто, 1970). Rootsikūlos regioninis aukštas yra išskirtas sėklavandenėse facijose kur vyrauja sluoksniuoti lagūniniai dolomitai, dolomitai su biodurbacijomis, sluoksniuoti stromatolitai ir stambenuolaužinės klintys. Rootsikūlos regioninio aukšto ribos buvo išskirtos remiantis sedimentacijos cikliškumais.

Rootsikūlos regioninio aukšto pjūvis Estijoje neturi koreliacinių požymių, būtinų chronostratigrafiniam padaliniui, stratotipas yra lagūninėse facijose, pjūvyje yra randamos stratigrafinės pertraukos ir spragos. Dėl pertraukų, spragų ir nepilnų geologinių pjūvių, regioninio aukšto ribos visame baseine ir jų koreliacijos yra neaiškios, ribos ir apimtis globalioje graptolitėje stratigrafineje skalėje nesikoreliuoja su biozonu ribomis ir apimtimis. Trūkstant tikslios regioninio aukšto koreliacijos visame baseine, ribos yra nesusijusios su nuosėdiniais ciklais visose facijų zonose. Remiantis tuo, 2-oje Baltijos stratigrafų konferencijoje, Rootsikūlos regioninę buvo nutarta pakeisti kitu, Gėluvos regioniniu aukštu, kuris atitinka visus regioninio, aukšto kaip chronostratigrafinio padalinio, reikalavimus.

Nors Gėluvos regioninis aukštas buvo pasiūlytas dar 1999 metai, tačiau Estijos geologai vis dar laikosi įsikibę senojo, nekorektiško, neaiškios stratigrafinės apimties, sunkiai arba dirbtinai koreliuojamo su Tarptautine stratigrafine skale, Rootsikūlos chronostratigrafinio padalinio. Jį rekomenduoja naudoti kitų kraštų stratigrafams, kaip rytinio Baltijos silūro baseino chronostratigrafinį padalinį (Cramer ir kt., 2011). Taip pat, keisti šio regioninio aukšto viršutinę ribą ir kartais siūlo Rootsikūlos regioninę aukštą skirti sėkliose facijose (Kiipli ir kt., 2011). Tokiu atveju Ritiniame Baltijos silūro baseine būtų du panašios apimties

regioniniai aukštai, o tai prieštarauja visiems stratigrafijos kanonams.

Šio darbo tikslas - revizuoti Gėluvos regioninio aukšto stratigrafiją ir tuo pačiu išaiškinti jo padėtį (sukoreliuoti) Tarptautinėje stratigrafinėje skalėje.

Tikslui įgyvendinti buvo keliami tokie uždaviniai:

1. Ištirti Viduklės – 61- ojo grėžinio graptolitus.
2. Išskirti graptolitų biozonas;
3. Graptolitų biozonas koreliuoti su geocheminiais ir geofizikiniais duomenimis;
4. Surasti patikimus chronostratigrafinius reperius Gėluvos regioninio aukšto koreliacijai su kitais regionais.

Atlikus Gėluvos regioninio aukšto detalius graptolitų, gama diagrafijos, litologinius ir geocheminius tyrimus, Viduklės – 61-jame grėžinyje, galime daryti tokias išvadas:

1. Gėluvos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su lundgreni biozonos viršutine riba, arba su lundgreni bioįvykiu, kur išmiršta visi tik uenlokiui būdingi graptolitai. *Lundgreni* bioįvykis yra atsekamas visame pasaulyje ir jis yra vienalaikis, diachroniškas.

2. Gėluvos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su specifiniais, mikrojuostuotumą turinčiais Ančios pluošto dariniais, kurie yra išplitę visoje centrinėje Baltijos silūro paleobaseino dalyje;

3. Gėluvos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su GK kreivės reikšmių sumažėjimu, kas netiesiogiai rodo karbonatingumo padidėjimą *parvus* biozonoje;

4. Gėluvos regioninio aukšto apatinė riba sutampa su pirmuoju teigiamu δC^{13} reikšmių pikų *parvus* biozonoje;

5. Remiantis anksčiau nurodytais kompleksiniais kriterijais Gėluvos regioninio aukšto apatinę ribą galima lengvai koreliuoti su kitais regionais ir paleobaseiniais.

STRATIGRAPHY AND CORRELATION OF THE REGIONAL HORIZON (SILURIAN) OF GĒLUVA

Summary

Andrius Kojelė

The regional horizon of Geluva has been characterized in the written materials (Paškevičius and others, 1994) of the second conference of Baltic stratigraphists which took place in Vilnius, Lithuania in the year 1993. Earlier it was recognized as a separate stratigraphic element only in conjunction with Euripterus (Schmidt, 1891) layers and those layers were correlated with the lower part of Ludlov. Later on those layers were given the name of Rootsikūlos (Bekker, 1925). The stratotype of the regional horizon of Rootsikūlos was in the extinct quarry of Viitos (Sidaravičienė, 1999). The neostratotype has been characterized in the exposures of Vesiku stream near the village of Rootsikūlos, the hipostratotype – in the boring of Kipio (interval between 25.6 and 53.6 meters) (Эйнасто, 1970). The regional horizon of Rootsikūlos is characterized in shallow-water facies which are being dominated by layered lagoonal dolomites, dolomites containing with bioturbations, by layered stromatopora and coarse-fragmented limestone. The boundaries of this horizon were determined by referencing the cycle of sedimentation.

The sectional view of the regional horizon of Rootsikūlos in Estonia does not have correlational features that are required for a chronostratigraphic element. The stratotype is in lagoonal facies. The sectional view contains stratigraphic breaks and gaps which, in conjunction with the incomplete geological sectional view, is the cause for unclear boundaries of the regional horizon in the entire basin and vague correlations. The boundaries and the scope in the global graptolithical stratigraphical scale do not correlate with the boundaries and scopes of biozones due to the missing accurate correlation of the regional horizon in the entire basin. The boundaries do not relate to sedimentary cycles in all the facies. Based on the above, during the second conference of Baltic stratigraphists it was decided to replace the regional horizon of Rootsikūlos with another one – the regional horizon of Geluva which satisfies all the requirements for a regional horizon that could be treated as a chronostratigraphic element.

Although the regional horizon of Geluva was already proposed in 1999, the Estonian

geologists are still clinging on to the old incorrect chronostratigraphic element of Rootsikūlos which does not have a defined stratigraphic scope and is very hard to correlate with international stratigraphic scale. It is advisable to use it as a chronostratigraphic element of the eastern basin of Baltic Silur for stratigraphists from other countries (Cramer and others, 2011). Sometimes, by changing the upper boundary of this regional horizon, it is advisable to characterize the regional horizon of Rootsikūlos in shallow facies (Kiipli ir kt., 2011). In this case, the eastern basin of Baltic Silur would have two regional horizons of similar scope which, in turn, is inconsistent with the stratigraphical canons.

The purpose of this work is to review the stratigraphy of the regional horizon of Geluva and to clarify its standing (correlation) in the international stratigraphic scale.

The following tasks have been raised:

1. To examine the graptolites from Vidukles – 61 boring,
2. To segregate the biozones of graptolites,
3. To correlate the biozones of graptolites with the geochemical and geophysical data,
4. To discover reliable chronostratigraphic benchmark for the correlation of regional horizon of Geluva with other regions.

After performing gamma log, lithological and geochemical research and detailed examinations on graptolites from the Viduklės -61 boring the following conclusions could be made:

1. The lower boundary of the regional horizon of Geluva corresponds to the upper boundary of Lundgreni biozone, or to the Lundgreni bioevent, where all the uenloki specific graptolites die out. Lundgreni bioevent can be traced in the entire world and is a contemporary event;
2. The lower boundary of the regional horizon of Geluva corresponds to the specific formations of Ančios fibre which do have micro-stripes in common and are widely spread in the entire central part of the paleobasin of Baltic Silur;
3. The lower boundary of the regional horizon of Geluva corresponds to the shrinkage of the GK curve values which indirectly points to the increase of carbonate in parvus biozone;
4. The lower boundary of the regional horizon of Geluva corresponds to the first positive peak of $\delta^{13}\text{C}$ values in parvus biozone;
5. Based on the complex parameters listed above, the lower boundary of the regional horizon of Geluva could be easily correlated with other regions and paleobasins.

PRIEDAS

Viduklės-61 grėžinio graptolitų faunos apibūdinimas

Band.Nr.	Gylis m nuo	Taksono pavadinimas	Egz. sk.
1	2	3	4
	1264,5	Pristiograptus sp.	127
	1265,75	Pristiograptus sp.	130
	1267,25	TUSCIAS	134
VID-61-0169	1267,75	Bohemograptus bohemicus bohemicus (Barrande)	132
VID-61-0170	1267,75	Monograptus uncinatus Tullberg	132
VID-61-0171	1268,25	Monograptus uncinatus Tullberg	147
	1268,6	Monograptus uncinatus Tullberg	137
	1268,6	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	137
	1268,8	Monograptidae	138
VID-61-0190	1269,1	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	157
VID-61-0191	1269,1	Monograptus uncinatus Tullberg	157
VID-61-0177	1269,2	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	146
VID-61-0186	1269,85	Monograptus uncinatus Tullberg	155
VID-61-0187	1269,85	Monograptus uncinatus Tullberg	155
VID-61-0188	1269,85	Monograptus uncinatus Tullberg	155
VID-61-0181	1270,1	Pristiograptus frequens Jaekel	154
VID-61-0182	1270,1	Bohemograptus bohemicus bohemicus (Barrande)	154
VID-61-0183	1270,1	Monograptus uncinatus Tullberg	154
VID-61-0184	1270,1	Pristiograptus frequens Jaekel	154
VID-61-0185	1270,1	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	154
VID-61-0180	1270,35	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	153
	1270,6	Monograptus uncinatus Tullberg	144
	1270,6	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	144
VID-61-0189	1271,1	Bohemograptus bohemicus bohemicus (Barrande)	156
	1271,35	Monograptus uncinatus Tullberg	143
	1271,35	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	143
VID-61-0178	1271,6	Spinograptus spinosus (Wood)	145
VID-61-0179	1271,6	Saetograptus varians (Wood)	145
	1272,1	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	150
VID-61-0174	1272,1	Colonograptus colonus (Barrande)	150
VID-61-0173	1272,35	Neodiversograptus nilssoni (Barrande)	149
	1272,6	Monograptidae	142
	1272,85	TUSCIAS	139
VID-61-0175	1273,1	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	151
	1273,35	TUSCIAS	135
	1273,6	TUSCIAS	140
VID-61-0176	1273,85	Pristiograptus ludensis (Murchison)	152
	1274,1	Colonograptus cf. colonus (Barrande)	141
VID-61-0172	1274,35	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	148
VID-61-0168	1274,85	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	131
VID-61-0193	1275,1	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	159
VID-61-0194	1275,1	Bohemograptus bohemicus bohemicus (Barrande)	159
VID-61-0192	1275,35	Pristiograptus frequens Jaekel	158

	1275,6	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	128
	1275,85	TUSCIAS	133
	1276,1	Pristiograptus ludensis (Murchison)	129
	1276,35	Pristiograptus cf. ludensis (Murchison)	136
S.V61-06	1276,39	Spinograptus munchi (Eisenack)	
S.V61-07	1276,39	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	
VID-61-0165	1277	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	123
VID-61-0166	1277,3	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	124
VID-61-0167	1277,6	Pristiograptus ludensis (Murchison)	125
S.V61-01	1281,1	Neogothograptus reticulatus Kozłowska, Lenz et Melchin	126
S.V61-02	1281,1	Pristiograptus frequens Jaekel	
S.V61-03	1281,1	Pristiograptus frequens Jaekel	
VID-61-0149	1281,8	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	110
VID-61-0158	1282,3	Colonograptus gerchardi (Kuhne)	121
VID-61-0159	1282,3	Pristiograptus ludensis (Murchison)	121
VID-61-0160	1282,3	Pristiograptus ludensis (Murchison)	121
VID-61-0154	1282,6	Pristiograptus ludensis (Murchison)	116
VID-61-0161	1283,7	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	122
VID-61-0162	1283,7	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	122
VID-61-0163	1283,7	Pristiograptus d. frequens Jaekel	122
VID-61-0164	1283,7	ABNORMAL	122
	1284,4	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	108
VID-61-0147	1285,1	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	109
VID-61-0148	1285,1	Machaeridas	109
VID-61-0157	1286	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	120
	1286,3	Retiolitidae	118
	1286,6	Nautiloidea	115
	1286,9	Retiolitidae	119
VID-61-0156	1286,9	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	119
VID-61-0155	1287,2	Pristiograptus cf. ludensis (Murchison)	117
VID-61-0153	1287,5	Pristiograptus deubeli (Jaeger)	114
VID-61-0152	1288,2	Pristiograptus deubeli (Jaeger)	113
VID-61-0150	1288,5	Pristiograptus sp.	111
VID-61-0151	1288,8	Pristiograptus deubeli (Jaeger)	112
	1289,1	TUSCIAS	107
VID-61-0146	1289,4	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	106
VID-61-0145	1289,7	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	105
VID-61-0140	1290,3	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	100
	1290,3	Trilobitas	103
VID-61-0144	1290,6	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	102
	1290,9	Trilobitas	104
	1290,9	Brachiopodas	104
	1290,9	Nautiloidea	104
VID-61-0138	1291,2	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	94
VID-61-0139	1291,5	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	95
	1291,8	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	97
VID-61-0136	1292,1	Pristiograptus cf. deubeli (Jaeger)	92
	1292,1	Nautiloidea	92

	1292,4	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	96
VID-61-0137	1292,7	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	93
	1293	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	98
	1293,3	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	99
VID-61-0135	1293,6	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	91
VID-61-0133	1294,1	Gothograptus nassa (Holm)	88
VID-61-0130	1294,5	Gothograptus nassa (Holm)	87
VID-61-0131	1294,5	Pristiograptus dubius ludlowensis (Bouček)	87
VID-61-0132	1294,5	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	87
VID-61-0134	1294,7	Pristiograptus dubius ludlowensis (Bouček)	90
	1294,7	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	90
	1295	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	89
S.V61-04	1295	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	
S.V61-05	1295	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	
VID-61-0127	1295,4	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	85
	1295,4	Gothograptus nassa (Holm)	85
VID-61-0128	1295,8	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	86
VID-61-0129	1295,8	Gothograptus nassa (Holm)	86
VID-61-0126	1296,2	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	84
	1296,2	Gothograptus nassa (Holm)	84
VID-61-0124	1296,7	ABNORMAL	83
VID-61-0125	1296,7	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	83
	1296,7	Gothograptus nassa (Holm)	83
VID-61-0121	1297	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	81
VID-61-0122	1297	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	81
VID-61-0141	1297,5	Gothograptus nassa (Holm)	101
VID-61-0142	1297,5	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	101
VID-61-0143	1297,5	Pristiograptus praedeubeli (Jaeger)	101
VID-61-0123	1297,6	Pristiograptus cf. praedeubeli (Jaeger)	82
	1297,6	Gothograptus nassa (Holm)	82
VID-61-0119	1297,9	Gothograptus nassa (Holm)	80
VID-61-0120	1297,9	Pristiograptus cf. praedeubeli (Jaeger)	80
S.V61-15	1297,9	Pristiograptus idoneus Koren'	
VID-61-0115	1298,5	Pristiograptus cf. praedeubeli (Jaeger)	78
VID-61-0116	1298,5	Pristiograptus cf. praedeubeli (Jaeger)	78
VID-61-0117	1298,5	Pristiograptus sp.	78
S.V61-08	1298,5	Pristiograptus virbalensis Paškevičius	
S.V61-09	1298,5	Gothograptus nassa (Holm)	
S.V61-10	1298,5	Pristiograptus sp.	
S.V61-11	1298,5	Pristiograptus dubius ludlowensis (Bouček)	
S.V61-12	1298,5	Pristiograptus idoneus Koren'	
S.V61-13	1298,5	Papiliograptus papilio Lenz, Kozłowska-Dawidziuk	
S.V61-14	1298,5	Papiliograptus papilio Lenz, Kozłowska-Dawidziuk	
VID-61-0118	1298,6	Pristiograptus cf. praedeubeli (Jaeger)	79
VID-61-0111	1298,9	Pristiograptus sp.	77
VID-61-0112	1298,9	Pristiograptus sp.	77
VID-61-0113	1298,9	Pristiograptus sp.	77
VID-61-0114	1298,9	Pristiograptus sp.	77

VID-61-0109	1299,2	Pristiograptus sp.	75
VID-61-0107	1299,5	Pristiograptus sp.	73
VID-61-0108	1299,6	Gothograptus nassa (Holm)	74
VID-61-0110	1299,8	Pristiograptus sp.	76
VID-61-0106	1300,15	Pristiograptus sp.	72
	1300,15	Gothograptus nassa (Holm)	72
	1300,5	Pristiograptus sp.	71
	1300,5	Nautiloidea	71
VID-61-0104	1300,85	Pristiograptus sp.	70
VID-61-0105	1300,85	Gothograptus nassa (Holm)	70
VID-61-0103	1301,2	Pristiograptus sp.	69
	1301,2	ABNORMAL	69
VID-61-0101	1301,55	Pristiograptus sp.	68
VID-61-0102	1301,55	Gothograptus nassa (Holm)	68
VID-61-0099	1301,9	Pristiograptus sp.	67
VID-61-0100	1301,9	Gothograptus nassa (Holm)	67
VID-61-0098	1302,25	Gothograptus nassa (Holm)	66
	1302,25	DUMBLIAi	66
	1302,5	TUSCIAS	47
VID-61-0094	1302,6	Gothograptus nassa (Holm)	64
VID-61-0095	1302,6	Pristiograptus sp.	64
VID-61-0096	1302,95	Gothograptus nassa (Holm)	65
VID-61-0097	1302,95	Pristiograptus sp.	65
VID-61-0091	1303,3	Gothograptus nassa (Holm)	62
	1303,3	Pristiograptus parvus Ulst	62
	1303,3	PROBLEMATIKA	62
VID-61-0092	1303,6	Pristiograptus parvus Ulst	63
VID-61-0093	1303,6	Gothograptus nassa (Holm)	63
VID-61-0090	1303,8	Gothograptus nassa (Holm)	61
VID-61-0089	1304	Pristiograptus parvus Ulst	60
VID-61-0088	1304,4	Pristiograptus parvus Ulst	59
	1305,2	Pristiograptus parvus Ulst	58
VID-61-0087	1305,2	Gothograptus nassa (Holm)	58
VID-61-0086	1305,6	Pristiograptus parvus Ulst	57
	1305,6	Gothograptus nassa (Holm)	57
	1305,6	Pristiograptus sp.	57
VID-61-0084	1306,2	Pristiograptus parvus Ulst	55
	1306,2	Gothograptus nassa (Holm)	55
	1306,2	Pristiograptus sp.	55
VID-61-0077	1306,6	Pristiograptus parvus Ulst	49
VID-61-0078	1306,6	ABNORMAL	49
VID-61-0079	1306,6	Gothograptus nassa (Holm)	49
VID-61-0085	1307	Pristiograptus parvus Ulst	56
VID-61-0082	1307,4	Pristiograptus parvus Ulst	52
VID-61-0083	1307,8	Pristiograptus parvus Ulst	54
	1307,8	TUSCIAS	53
VID-61-0081	1308,1	Pristiograptus parvus Ulst	51
VID-61-0080	1308,4	Gothograptus nassa (Holm)	50

	1308,4	Pristiograptus parvus Ulst	50
VID-61-0076	1309	Pristiograptus sp.	45
	1309,25	TUSCIAS	46
	1309,75	TUSCIAS	48
	1310	TUSCIAS	42
VID-61-0075	1310,4	Pristiograptus dubius paezerensis	44
VID-61-0074	1310,75	Monograptus flemingi flemingi (Salter)	43
	1311	TUSCIAS	41
VID-61-0069	1311,25	Pristiograptus dubius paezerensis	37
VID-61-0070	1311,25	Monograptus flemingi flemingi (Salter)	37
VID-61-0073	1311,5	Pristiograptus dubius paezerensis	40
VID-61-0071	1311,7	Pristiograptus dubius paezerensis	38
VID-61-0072	1311,9	Pristiograptus dubius paezerensis	39
VID-61-0064	1312,15	Pristiograptus dubius paezerensis	34
VID-61-0065	1312,15	Pristiograptus dubius paezerensis	34
VID-61-0062	1312,4	Pristiograptus dubius paezerensis	33
VID-61-0063	1312,4	Monograptus testis testis (Barrande)	33
VID-61-0066	1312,65	Pristiograptus dubius paezerensis	35
VID-61-0067	1312,65	ABNORMAL	35
VID-61-0068	1312,8	Pristiograptus dubius paezerensis	36
VID-61-0061	1313	Pristiograptus dubius paezerensis	32
VID-61-0059	1313,2	Monoclimacis flumendosae (Gortani)	31
VID-61-0060	1313,2	Gothograptus kozlowski Kozlowska	31
VID-61-0056	1313,4	Gothograptus kozlowski Kozlowska	29
VID-61-0057	1313,6	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	30
VID-61-0058	1313,6	Monograptus flemingi flemingi (Salter)	30
	1313,6	Gothograptus kozlowski Kozlowska	30
VID-61-0055	1313,8	Monograptus flemingi flemingi (Salter)	28
VID-61-0051	1314,2	KAPINYNAS Pristiograptus sp.	25
VID-61-0052	1314,2	ABNORMAL	25
VID-61-0053	1314,4	Pristiograptus pseudodubius (Bouček)	26
VID-61-0054	1314,6	Gothograptus kozlowski Kozlowska	27
VID-61-0049	1314,8	Pristiograptus pseudodubius (Bouček)	24
VID-61-0050	1314,8	Gothograptus cf. nassa (Holm)	24
	1314,8	Gothograptus kozlowski Kozlowska	24
	1314,8	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	24
VID-61-0046	1315	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	22
VID-61-0047	1315	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	22
VID-61-0048	1315,4	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	23
VID-61-0042	1315,8	Pristiograptus dubius paezerensis	21
VID-61-0043	1315,8	Monograptus testis testis (Barrande)	21
VID-61-0044	1315,8	? Praedeubeli	21
VID-61-0045	1315,8	ABNORMAL	21
VID-61-0034	1316,2	Pristiograptus dubius paezerensis	17
VID-61-0035	1316,2	Gothograptus cf. nassa (Holm)	17
	1316,2	Monograptus testis testis (Barrande)	17
VID-61-0037	1316,4	Pristiograptus dubius paezerensis	19
VID-61-0038	1316,4	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	19

VID-61-0039	1316,4	ABNORMAL	19
VID-61-0036	1316,6	Pristiograptus dubius paezerensis	18
	1316,6	Gothograptus kozlowski Kozlowska	18
VID-61-0040	1316,8	Gothograptus kozlowski Kozlowska	20
VID-61-0041	1316,8	Gothograptus kozlowski Kozlowska	20
VID-61-0025	1317	Pristiograptus dubius paezerensis	12
VID-61-0030	1317,2	Monograptus flemingi flemingi (Salter)	15
VID-61-0026	1317,4	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	13
VID-61-0031	1317,6	Cometograptus bicladis (Lenz)	16
VID-61-0032	1317,6	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	16
VID-61-0033	1317,6	Pristiograptus pseudodubius (Bouček)	16
VID-61-0027	1317,8	Monograptus testis testis (Barrande)	14
VID-61-0029	1317,8	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	14
VID-61-0028	1317,8	Gothograptus kozlowski Kozlowska	14
	1317,8	Euroclimacis sp. (Lenz žr.)	14
VID-61-0014	1318	Gothograptus kozlowski Kozlowska	5
VID-61-0009	1318,3	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	4
VID-61-0012	1318,4	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	2
VID-61-0013	1318,4	Gothograptus kozlowski Kozlowska	2
	1318,4	Pristiograptus pseudodubius (Bouček)	2
VID-61-0005	1318,6	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	1
VID-61-0006	1318,6	Pristiograptus pseudodubius (Bouček)	1
VID-61-0007	1318,6	Gothograptus kozlowski Kozlowska	1
VID-61-0008	1318,6	Monograptus testis testis (Barrande)	1
VID-61-0010	1318,8	Pristiograptus dubius paezerensis	3
VID-61-0011	1318,8	Gothograptus kozlowski Kozlowska	3
VID-61-0023	1319	Gothograptus kozlowski Kozlowska	11
VID-61-0024	1319	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	11
	1319	Pristiograptus pseudodubius (Bouček)	11
VID-61-0020	1319,2	Monograptus testis testis (Barrande)	9
VID-61-0021	1319,2	Monograptus testis testis (Barrande)	9
VID-61-0015	1319,3	Monograptus testis testis (Barrande)	6
VID-61-0016	1319,3	Pristiograptus dubius paezerensis	6
	1319,3	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	6
VID-61-0022	1319,5	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	10
VID-61-0019	1319,7	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	8
VID-61-0017	1319,9	Cyrtograptus lundgreni Tullberg	7
VID-61-0018	1319,9	Pristiograptus dubius paezerensis	7
	1319,9	Gothograptus kozlowski Kozlowska	7