

VIDURINIO KAMBRO UOLIENŲ KOLEKTORINĖS SAVYBĖS (Reservoir properties of Middle Cambrian rocks)

G. Vosyliaus¹

A coefficient of rock sandiness (the ratio between total thickness of sand-siltstone and clayey silstone) is very various - 0.6-12.3 (according to data obtained by L.Laškova). A cement type - diagenetic quartz and rocks mostly are quartz cemented in the western part of the territory that is in a region of the geothermal anomaly. Distribution of the cementation is hardly predicted and the cementation increases in the upper part of the succession. Due to these reasons the effective beds' thickness (h_{ef}) that was derived on wireline log data is very changeable. A zone of increased h_{ef} values is distinct to the west of the Plungė-Rietavas line. This zone probably may be associated with crystalline basement elevations that were a source of psamitic sediments. The lowest open porosity with average values of <6% was observed on the Gargždai step, in the central zone of the geothermal anomaly. Permeability there is up to 300 mD. The porous-fractured type of reservoir rocks prevails there. Rock fracturing increases in the upper part of the succession. Average volumetric density of fractures within the Pajūris suite is 30.3 l/m³, in the upper part of the Deimena formation it is 41.5 l/m³. Fractures' permeability in this suite is 3 times greater than the matrix one while in the upper part of the succession it is 1.5-2.2 (in a few wells - even 100 times) times greater.

The reservoir properties getting better to the east and north directions.

Vykdant naftos paieškų darbus kambro uolienu kolektorinės savybės ištirtos daugelyje grėžinių, daugiausia Vakarų Lietuvoje. Kadangi pagrindinė kolektorinių sluoksnį dalis yra Deimenos serijoje, ji geriausiai ištirta, ypač jos viršutinė dalis (Girulių ir Ablingos svitos). Čia apžvelgiamos išimtinai Deimenos serijos smėlingos uolienos, kai kur kartu su viršutine Kybartų svitos dalimi.

Terigeninių uolienų kolektorinės savybės priklauso nuo sedimentacinių sąlygų – mineraloginės ir granulometrinės sudėties, išrūšiavimo laipsnio, molingos medžiagos kiekio ir litogenetinių bei katagenetinių pakitimų – cementacijos bei cemento tipo, stilolitizacijos ir plyšiuotumo. Kambro uolienų kolektorines savybes daugiausia tyre V. Muromceva (grėžinių ataskaitos), L. Laškova (Лашкова, 1979; Laškova, 1993 jr kt.). Uolienų plyšiuotumas tirtas G. Vosyliaus (Vosylius, 1996 ir kt.). Šiuo metu išryškinti pagrindiniai facijų paplitimo bruožai, regeneracino kvarcinio cemento kiekio pasiskirstymo zonas ir su tuo susiję kolektorių tipai.

Vidurinio kambro uolienų smėlingumo koeficientas (smėlio-aleurolito ir molingo aleurolito sluoksninių storijų sumų santykis) yra labai kaitus, stipriai kinta net lokalių struktūrų ribose. Jo reikšmės svyruoja nuo 0,6 iki 12,3. L. Laškovos 1996 m. sudarytame "Vidurinio kambro smėlingumo koeficientų žemėlapyje" (M 1:500000) galima ižvelgti keletą

juostų, kur vyrauja padidinti smėlingumo koeficientai (>3). Viena jų, meridianinės krypties, eina per Paluknės, Salantų, Mamių, Ablingos, Šilalės, Naujiesčio, Barzdėnų, Usėnų plotus. Kita nuo Šilalės tista šiaurės rytų kryptimi per Stumbrės, Laužų, Syderių, Pabalvės grėžinius. Nuo Šilalės į rytus per Visdžiaugų, Laukuvos, Maldūnų grėžinius atsekama trečioji juosta. Visos jos kertasi Šilalės ploto rajone, kur grėžinyje Nr 4 fiksotas didžiausias smėlingumo koeficientas – 12,3. Dauguma paminėtų plotų yra netoli kristalinio pamato reljefo pakilumų. Tačiau grėžiniuose, esančiuose prie pat aukščiausių pamato pakilumų (Plungės, Veiviržėnų, Baublių) smėlingumo koeficientai néra aukšti (1,1–2,5).

Smiltainių ir aleurolitų sluoksninių kolektorinės savybės daugiausia priklauso nuo cementacijos. Vyrauja regeneracinis kvarcinis cementas, rečiau pasitaiko molingas, karbonatinis ir sulfidinis. L. Laškovos duomenimis (Лашкова, 1979) molingame cemente vyrauja kaolinitas su hidrožeručiu priemaiša. Cemento kiekis vidutiniškai sudaro 5–10%. Tačiau pastebėta, kad kaolinitinis cementas koncentruojasi atskiruose lešiuose, dažniau aleurolituose. Tokiuose lešiuose vyrauja bazalinis arba porinis cementacijos tipas ir cemento kiekis siekia iki 50%. Cemento susikaupimas atskirose vietose uolienos pralaidumui turi mažiau įtakos nei jo tolygus pasiskirstymas. Karbonatinis cementas (ankeritas arba dolomitas, retai kal-

¹ Geologijos institutas, T. Ševčenkos 13, 2600 Vilnius, Lietuva

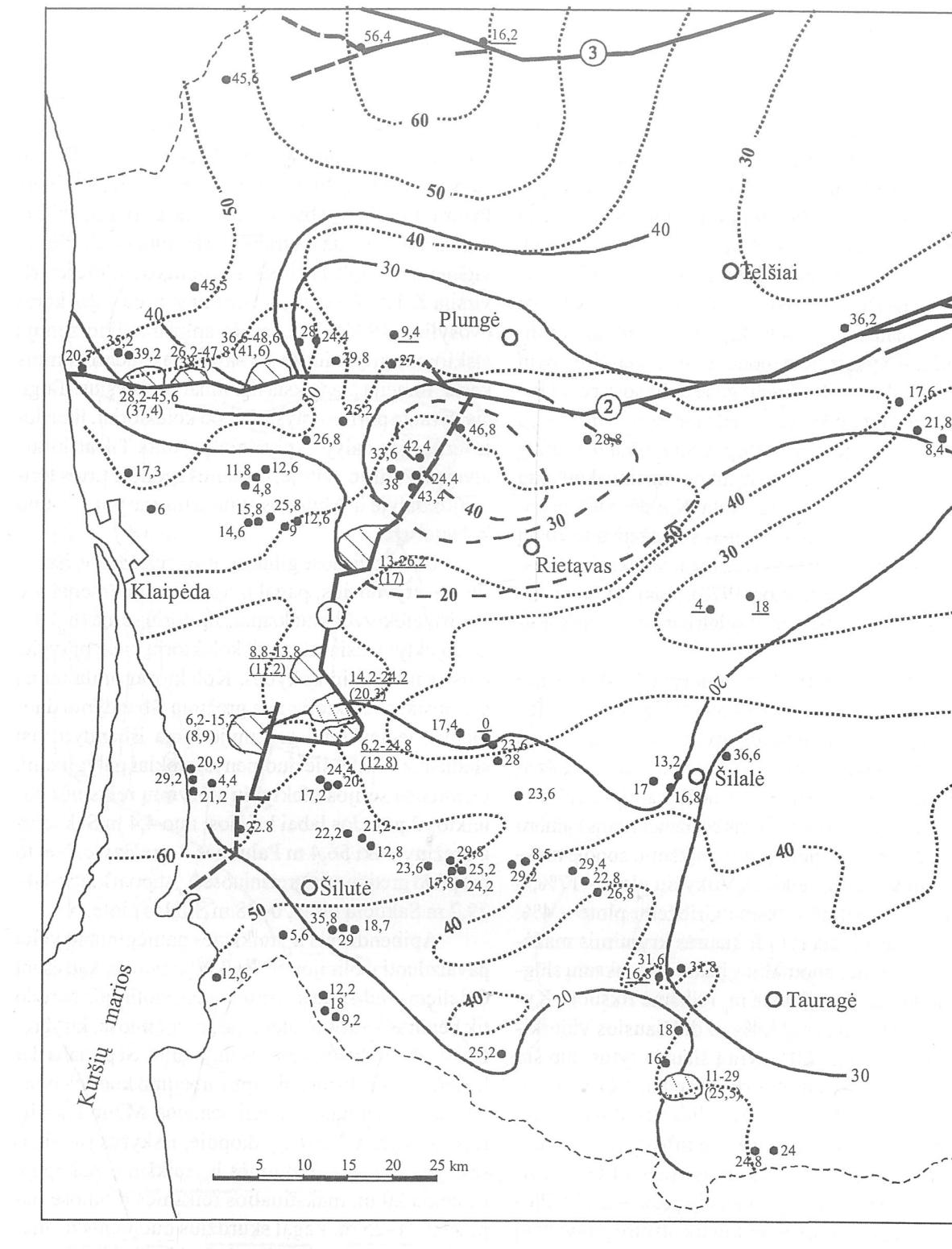
itas) retas vakarinėje Lietuvos dalyje, dažniau pasitaiko Vidurio Lietuvoje. Pjūvyje taip pat pastebima diferenciacija – dolomitizacija dažnesnė pjūvio viršuje, po ordoviko dolomitingomis uolienomis. Ankertas dažniausiai kaupiasi taškų pavidalu (iki 1 mm), kartais cementuoja smiltainį dėmėmis, juostomis arba užpildo plyšius, cementuodamas ir zalbandus. Visais atvejais cementacijos tipas porinis arba bazalinis. Tokia cemento koncentracija nedaug sumažina uolienos pralaidumą, ypač taškinę sankaupą atveju. Panašiai kaip karbonatinis išsidėsto ir sulfidinis cementas. Dažniausiai jis stebimas pирito (?) konkrecijų pavidalo sankaupose, rečiau netaisyklingu lėšiu forma. Vyrauja bazalinis cementacijos pирitu tipas. Sankaupos dažniausiai smulkios, iki 1–2 mm, bet kartais siekia ir keletą centimetru.

Uolienų kolektorinės savybės labiausiai blogina apkarcējimas, pasireiškiantis daugiausia kvarcinių grūdelių regeneracija. Vidurio Lietuvos pjūviuose regeneracinis cementas vos pastebimas, vakaru kryptimi jo kiekis didėja, didėjant uolienų slūgsojimo gyliui. Neabejotina regeneracijos procesų tiesioginė priklausomybė nuo sluoksnio temperatūros, kuri ne visuomet priklauso tik nuo gylio. L. Laškovos (Laškova, 1979, 64 psl.) duomenimis Kaliningrado srities vakariuose pjūviuose, kur sluoksniai yra 2400–2900 m gylyje, regeneracino cemento kiekis siekia 19–26%, regeneruota 70–95% grūdelių. Vakarų Lietuvoje, geotermiškės anomalijos rajone, kambro sluoksniai slūgso 1900–2200 m gylyje, tačiau regeneracino kvarcinio cemento kiekis juose panašus kaip minėtoje Kaliningrado srities dalyje. Vienodos čia ir kambro sluoksnų temperatūros. Šiūparių ir Krasnoborsko naftos telkiniuose kambro kraigas randasi panašiamos gylyje – apie 1900 m. Šiūparių plote Deimenos serijos viršutinės dalies smiltainiai vienomis primena kvarcitą (regeneracino-kvarcinio cemento iki 26%), vidurinio kambro uolienų vidutinis poringumas tik apie 5% (viršutinio sluoksnio tik 3,6%). Krasnoborsko plote regeneracino kvarcinio cemento kiekis neviršina 2–3% struktūros kraige ir 6–7% sparnuose. Pjūvyje aptinkami beveik necementuoti smėlių tarpsluoksniai, kurių poringumas 33–40,6%, vidutinis poringumas – 14,9%. Taigi geotermiškės anomalijos įtaka apkarcējimui akivaizdi. Kadangi geotermiškės anomalija be abejo tėsiasi ir į Baltijos jūrą, galima prognozuoti, kad čia apkarcējimo laipsnis nebus žemesnis. Tuo labiau, kad vakarų kryptimi didėja ir slūgsojimo gyliai. Pastebimas maksimalios apkarcējimo srities pasislankimas į šiaurę nuo geotermiškės anomalijos branduolio (Vosylius, 1997).

Pastebimas dėsningas regeneracino cemento pasiskirstymas pjūvyje – jo kiekis didėja į pjūvio viršų. Vakarinėje Lietuvos dalyje, piečiau Telšių lūžio daugelyje grėžinių viršutinėje Deimenos serijos dalyje dėl

apkarcējimo kolektorų beveik néra. Tačiau Pajūrio, kartais ir Ablingos svitoje efektyvūs sluoksniai dar išsilailo (1 pav.). Ši reiškinį dalinai galima paaiškinti skirtinė sluoksniai sandara. Apatinių svitų smėlingi sluoksniai geriau sortuoti, vienalyčiai, vyrauja smulkūs smiltainiai. I pjūvio viršų daugėja įvairiagrūdžio smiltainio ir dažnėja plonų molingų, žerutingu tarpsluoksnukų. Molinga medžiaga katagenezės procesuose čia vaidina dvejopą vaidmenį. Iš jos išskiria ne tik SiO_2 , bet ir K^+ bei Na^+ , dėl to lokalai padidėja porinių vandenų pH. Susidaro palankios sąlygos kvarco grūdelių tirpimui jų kontaktų vietose, formuoja konforminiai ir inkorporacioniai kontaktai bei stilolitiniai paviršiai. Porose, kur slėgis žemesnis nei grūdelių kontaktuose (hidrostatinis), SiO_2 sėda iš tirpalio, vyksta kvarco grūdelių regeneracija. Taigi porų ertmė mažėja ir dėl grūdelių geresnio prisitaikymo (sutankėjimo), ir dėl tiesioginio užpildymo autigeniniu kvarcu. Kadangi molio mineralams transformuojanties ne tik tiesiogiai išskiria SiO_2 , bet ir skatinamas kvarco grūdelių tirpimas, aišku kodėl regeneracino kvarcinio cemento daugiausia intervaluose, kur smiltainiai smulkiai sluoksniuojasi su molingais tarpsluoksnukais.

Moltinga medžiaga kaupiasi ne tik kaip cementas lėšiuose ir neryškiuose banguotuose tarpsluoksnukiuose, išskiriančiuose šviesesnį spalva (vyrauja kaolinitas). Dažniausiai molinga medžiaga matoma kaip plėvelė tarp dviejų kauburiuotų smiltainio paviršių. Plėvelės storis nuo milimetro dalių iki 1–2 mm. Kauburėlių dydis atskiruose paviršiuose daugiau panašus, jie suapvalinti. Skirtinguose paviršiuose kauburėlių skersmuo kinta nuo 2–3 mm iki 0,5–2 cm, skirtinė dydžių kauburėliai gali būti ir gretimose sluoksneliuose. Kauburėlių aukštis paprastai proporcingas jų skersmeniui. Kartais kauburėliai užastraile, paviršius išgauna būdingą stilolitinės siūlės pavidalą. Visais atvejais pagal molinges paviršius smiltainis patirpintas. Kartais tirpinimas vyksta labai netolygiai, kas gerai pastebima plyšiuotoje uolienoje. Grėžinio Šilutė-2 pavyzdyste iš 2104,5–2105,5 m intervalo uolienos dalys abipus litogenetinio plyšio pasislankę 3 mm pagal vertikalę. Molinges tarpsluoksnukai, i kurį iš viršaus remiasi plyšys, pastarojo vienoje pusėje vos pastebimas, šviesus, kitoje, patirpintoje, – iki 0,6 mm storio, tamsiai pilkas (matyt dėl dispersinių sulfidų sankaupos iš ištirpintos uolienos), kontaktai su smiltainiu ryškūs. Plyšio plokštuma pagal tūsa persuktą profelerio formą. Dalyje, kur nuleistas kabantis (30–60° kampu) plyšio sparnas, plyšio plotis padidėjęs iki 3–4 mm, susidariusi savotiška kaverna virš 25 mm aukščio ir 40 mm ilgio (pavyzdžio ribose). Sienelės padengtos kvarco kristaliukais iki 0,5 mm ilgio. Ten, kur plyšys krenta 65–80° kampu priešinga kryptimi, sienelės suspaus-



1 pav. Vidurinio kambro efektyvių sluoksnų storijų žemėlapis: 1 – svarbiausi tektoniniai lūžiai; 2 – efektyvių sluoksnų storijų izolinija; 3 – grėžinys, kuriamo išskirti efektyvūs sluoksniai ir jų storis. Brūkšnys po skaičiumi – apimta ne visa Deimenos storymė arba pjūvis redukuotas; 4 – naftingas plotas, efektyvių sluoksnų storijų jame kitimo ribos, skliaustuose – vidurkis; 5 – smiltainio sluoksnų bendro storio izolinija (pagal L. Laškovą, 1966 m.).

Fig. 1. Map of the effective thickness of Middle Cambrian beds: 1 – key faults; 2 – contour lines of the effective thickness; 3 – a well, in which effective thickness is distinguished, and thickness values. The line under the number – the Deimena formation is not complete or sequence is reduced; 4 – an oil field, the numbers – the range of the effective thickness, in brackets – average values; 5 – thickness contour lines of the sandstone beds (after Lashkova, 1996).

tos, jose susidarę ryškios stilolitams būdingos vagėlės. Greta esantys litogenetiniai plyšiai iki 0,7 mm pločio beveik visiškai užpildyti autigeninio kvarco kristaliukais.

Panašus netolygus smiltainio tirpimas pagal išsipleišjančius molingus sluoksnukus su litogenetinių plyšių praplatėjimu stebetas grėžinio Vėžaičiai-7 pavyzdyje iš 2066,3–2068,9 m intervalo ir kitur. Kaip nurodo V. Kopeliovicius (Копелиович, 1965, 180 p.), uolienu granulometrinė ir mineraloginė sudėtis žymiai keičiasi to pat sluoksnio ribose, todėl prie to pat slėgio nuolaužinių grūdelių tirpimas prasideda skirtingu laiku ir vyksta nevienodai intensyviai. Be abejo SiO_2 persiskirstymas smėlingose uolieneose pagal Rike principą turėjo lemiamą reikšmę jų kolektorinėms savybėms. Net jei visas ištirpęs SiO_2 būtų iš sluoksnio išneštas, dėl susidariusių inkorporacinių kontaktų uolienu būtų gerokai sutankinta. Kai dėl SiO_2 persiskirstymo uolienu poringumas sumažėja nuo 20 iki 5%, pačios uolienu tūris (reikiška ir sluoksnio storis) sumažėja 18,8% (Босилюс, 1978). I tokį žymų sluoksninių suplonėjimą reikėtų atsižvelgti darant paleorekonstrukcijas.

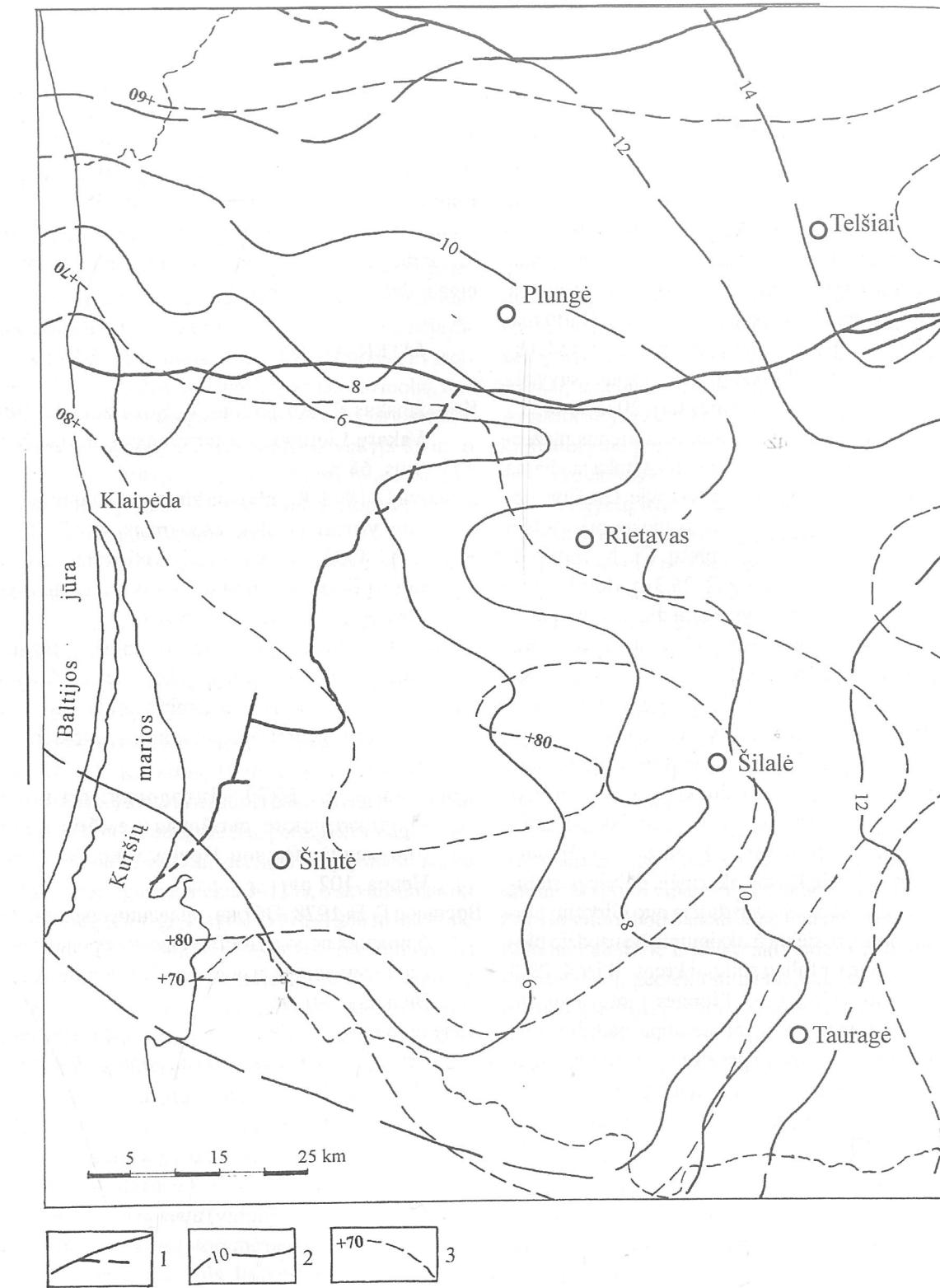
L. Laškovos 1996 m. sudarytame "Vidurinio kambro Deimenos serijos kolektorių žemėlapje" (M 1:200000) minimalios atviro poringumo (m_e) reikšmės (mažiau 6%) yra Gargždų pakopoje. Izoporų konfigūracija bendrais bruožais atitinka apkarcėjimo koeficientų izolinijoms bei iztermomoks kambro kraige. Minimalių poringumo reikšmių zonoje maksimali fiksuta m_e reikšmė Vilkyčių plote – 17%, o mažiausia vidutinė reikšmė Gribženų plote – 4%. Poringumas didėja rytų ir šiaurės kryptimis mažėjant geoterminės anomalijos įtakai ir sluoksnų slūgsojimo gyliui. Didžiausia m_e reikšmė fiksuta Kynbartų-28 grėzinyje – 24,4%, o didžiausios vidurkines reikšmės, virš 20%, yra į šiaurės rytus nuo šio ploto. Uolienu absolitus pralaidumas (K) dažniausiai svyruoja nuo dešimtujų milidarsi dalų iki kelių dešimčių. Rytinėje ir šiaurinėje tirtos teritorijos dalyse atskirų pavyzdžių K kartais viršina 1 D, maksimali K reikšmė nustatyta Genčių plote – 2,1 D. Plotė su didžiausiu apkarcėjimu tik atskirų pavyzdžių K viršina 300 mD (Sakučių ir Vilkyčių plotuose), o kai kuriuose grėziniuose maksimalios K reikšmės nesiekia 1 mD.

Uolienu kolektorinėms savybėms, ypač pralaidumui, didelę reikšmę turi plyšiuotumas. Plyšių tūrinis tankis (T) didėja į pjūvio viršų. Tyrimų kubuose duomenimis Pajūrio svitos uolieneose T vidurkis sudaro 30,3 l/m, o viršutinėje Deimenos serijos dalyje (Ablingos ir Girulių svitose) – 41,5 l/m. Vidutinis pralaidumas per plyšius (K_p) atitinkamai lygus 18,4 ir 4,8 mD. Reikia pažymeti, kad tokiu būdu

nustatytas K_p yra sąlygojamas atsitiktinių plyšių pločio dydžiu, fiksuojamu kubuose. Tiesiogiai kubuose nustatyta bendrū (matricos ir plyšių) pralaidumo reikšmių vidurkiai Pajūrio svitoje ir likusioje Deimenos serijos dalyje sudaro atitinkamai 84,7 ir 25 mD, tame skaičiuje K_p apie 21,1 ir 10,4 mD. Šiu pavyzdžių poringumo vidurkiai – 9,84 ir 5,75%. Nors Pajūrio svitoje K_p absoluti reikšmė aukštesnė, ji tris kartus mažesnė už matricos pralaidumą (K). Pjūvio viršuje šis santykis keičiasi – Ablingos svitoje jau K_p viršija K 1,5–2 kartus, o Girulių svitoje – 2,2 karto (Vosylis, 1996). Didžiausio apkarcėjimo zonoje atskiruose grėziniuose šis skirtumas sudaro šimtus kartų, filtracija čia vyksta išimtinai per plyšius. Taigi, čia vyrauja porinio-plyšinio tipo kolektoriai, likusioje teritorijos dalyje – plyšinio-porinio. Tik atskirais atvejais Pajūrio svitoje, o šiaurės rytinėje tirtos teritorijos dalyje ir Ablingos svitoje turime porinio tipo kolektorius.

Beveik visuose giliuosiuose grėziniuose, išskyrus ankstyvuosius, pagal diagrafijos duomenis yra išskirti efektyvūs sluoksniai. Jų storis suma (h_{ef}) bene objektyviausiai atspindi kolektorių kiekį pjūvyje, nors ir nerodo jų kokybės. Kolektorių pralaidumą geriausiai charakterizuojasi grėzinių išbandymų duomenys, tačiau retai grėzinyje būna išbandyti visi sluoksniai. Todėl šie duomenys sunkiai palyginami. Deimenos serijos efektyvių storymių reikšmės patektos 2 pav. Jos labai kaičios, nuo 4,4 m Sakučių-4 grėzinyje iki 56,4 m Paluknės-1 grėzinyje. Net to pat ploto gretimuose grėziniuose h_{ef} stipriai kinta: 4,4–29,2 m Sakučių plote, 0–28 m Šilalės plote.

Apibendrinus h_{ef} reikšmes paméginta jų kaitą pavaizduoti izolinijomis. Reikia pažymeti, kad esant dideliems reikšmių svyramimams, izolinijos parodo tik bendras kaitos tendencijas, o rajonuose, kur grėziniai reti, neišvengiama atsitiktinumų. Ši pastaba dar labiau tinkta kalbant apie apkarcėjimo koeficientus, dalinai ir smėlingumo koeficientams. Minimalios h_{ef} reikšmės yra Gargždų pakopoje, išskyrus jos šiaurės rytini kampą. Vidutinės h_{ef} reikšmės pakopoje nesiekia 20 m, maksimalios reikšmės plotuose parastai 24–25 m. Pagal skurdžius duomenis h_{ef} mažesnės nei 20 m gali tapti submeridianine juosta tarp Rietavo ir Šilalės, link Šilgalio ploto. Juosta dalinai sutampa su tos pat krypties sritimi, kur sumažėjęs bendras smiltainių storis. Čia dalinai patenka Veivirženų, Šilalės, Baublių plotai, kuriuose fiksuoja fundamento iškyšuliai. Panašios h_{ef} reikšmės ir juosteje šiauriau Nemuno. Tarp šių dviejų juostų h_{ef} paprastai didesni, tačiau jų pralaidumas pagal grėzinių išbandymų duomenis labai menkas. Dalyje grėzinių efektyvios storymės išskirtos tik Pajūrio svitoje, kiuose Deimenos viršutinėje dalyje išskirti efektyvūs



2 pav. Vidurinio kambro kolektorių atviro poringumo žemėlapis: 1 – svarbiausi tektoniniai lūžiai; 2 – izoporas (pagal L. Laškovą, 1966 m.); 3 – izotermos kambro kraige (pagal V. Rastenienę ir kt., 1992).

Fig. 2. Map of the open porosity of the Middle Cambrian reservoirs: 1 – key faults; 2 – porosity contour lines (after L. Lashkova, 1996); 3 – temperature contour lines (after V. Rastenienė et al., 1992).

sluoksniai paprastai silpnai laidūs arba visai nelaidūs. Tokia pat padėtis ir teritorijoje į rytus nuo Gargždų lūžio, ypač pietvakariname Lietuvos kampe – Šilutės ir Švėkšnos išlankiuose ir Šilalės pakilumoje. Beveik pusėje grėžinių čia Ablingos ir Girulių svitose nėra efektyvių sluoksnų arba jie nelaidūs grėžinių išbandymu duomenimis (Vosylius, 1993). Visos Deimenos svitos h_{ef} čia svyruoja nuo 5,6 iki 35,8 m. Įdomu, kad tarp Žalgirių-1 ir Šilutės-3 grėžinių su šiomis reikšmėmis vos 6 km atstumas. Toliau į rytus h_{ef} nedidėja, kadangi mažėja bendras Deimenos serijos storis, išsipleišėjant viršutiniams sluoksniams, t. y labiausiai apkvarcėjusiai pjūvio daliai. Kartu mažėja ir likusios pjūvio dalies apkvarcėjimas, todėl h_{ef} mažėja nežymiai, o sluoksnų kolektorinės savybės gera. Čia vyrauja h_{ef} reikšmės tarp 20 ir 30 m.

Šiauriau Telšių lūžio kambro uolienos mažesniame gylyje, geoteminės anomalijos įtaka jaučiama tik pietvakarinėje Telšių pakopos dalyje. Grėžimu detaliai ištirta tik apie 5 km pločio juosta prie Telšių lūžio tarp Girkalių ir Eitučių plotų. Čia h_{ef} reikšmės mažiausios Girkalių plote – 14,2–26,3 m, vidurkis 20,4 m. Kituose plotuose h_{ef} svyravimų diapazonas panasus – tarp 24,4 ir 48,6 m. Nausodžio plotas išskiria maksimaliomis reikšmėmis. Likusi Telšių pakopos dalis charakterizuojama vos trejetu grėžinių. Čia h_{ef} siekia iki 45,5 m. Net rytinėje dalyje esančiam grėžinyje Syderiai-1 h_{ef} gana didelis – 36,4 m. Taigi į šiaurę nuo Telšių lūžio efektyvių sluoksnų storis pjūvyje ryškiai padidėja ir turi tendenciją didėti didėjant smiltainių sluoksnų storiams ir mažėjant apkvarcėjimui.

Abipus Telšių lūžio vakarinėje dalyje pastebima h_{ef} diferenciacija. Storai didėja nuo Girkalių ploto rytų kryptimi, pasiekia maksimumą Nausodžio plote (36,6–48,6 m) ir toliau staigiai krenta iki 9,4–29,8 m rajone nuo Vėlaičių iki Plungės plotų. Panašu, kad iš vakarų ir pietų ši rajoną supa padidintų h_{ef} storų zona nuo Tūbausiu grėžinio per minėtą Nausodžio plotą ir piečiau Telšių lūžio apimanti Ablingos plotą ir Kulių grėžinį. Tačiau pagal apkvarcėji-

mo koeficientus čia būtų galima prognozuoti h_{ef} sumažėjimą. Padidėjimas salygotas sedimentaciniems sąlygomis – čia jaučiamas smiltainio sluoksnų padidėjimas, gal būt dėl greta esančių fundamento iškyšulų, kurie buvo psamitinės sanašų šaltiniu. Tiriant Deimenos serijos uolienų kolektorinės savybes jaučiamas detalesnių duomenų apie sedimentacines sąlygas trūkumas. Be abejo sudėtinga atkurti dugno reljefą, srovių kaitą ir kitas sąlygas atskiriemis sedimentacijos etapams didelėse teritorijose. Tačiau tokie darbai būtini, nors tam reikalinga gera kerno išeiga ir detalūs jo tyrimai.

LITERATŪRA:

- Kepežinskas K., Rastenienė V., Suveizdis P. 1996. Vakarų Lietuvos geoteminė anomalija. Vilnius. 68 p.
- Laškova L. 1993. Kambro naftingų uolienų litologiniai tyrimai. Geologijos akiračiai. 4. 12–15.
- Vosylius G. 1993. Deimenos serijos efektyvių sluoksnų išplitimo dësningumai Vakarų Lietuvoje. Geologijos akiračiai. 4. 15–18.
- Vosylius G. 1996. Deimenos serijos uolienų plyšiutumas. Lietuvos naftingieji kompleksai. 62–67.
- Vosylius G. 1997. Vidurinio kambro uolienų apkvarcėjimas ir geoteminė anomalija. Litosfera. 1. 73–75.
- Лашкова Л. Н. 1979. Литология, фации и коллекторские свойства кембрийских отложений Южной Прибалтики. Москва: Недра. 102 с.
- Восилюс Г. Б. 1978. Об окварцевании среднекембрийских пород. Достижения и перспективы геологического изучения Литовской ССР. Вильнюс. 90–91.
- Копелиович А. В. 1965. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. Москва; Наука. 312 с.