

## Lenkijos–Lietuvos įdaubos tektoninių sąlygų poveikis viršutinio permo litogenezei

---

**Valentinas Kadūnas**

V. Kadūnas. Influence of tectonic conditions on Upper Permian lithogenesis in the Polish–Lithuanian depression. *Geologija*. Vilnius. 2001. No. 36. P. 36–43. ISSN 1392–110X.

The influence of tectonic conditions on Late Permian sedimentation of carbonates and sulphates and postsedimentary changes of rocks (recrystallization, dolomitization, silicification, ore mineralization, karst and erosion processes) as well as of local tectonic structures on the formation of limestone deposits are analysed.

**Keywords:** Upper Permian, sediments, anhydrite, limestone, tectonic structure, postsedimentary changes, deposit formation

Received 6 November 2001, accepted 12 November 2001

Valentinas Kadūnas, Institute of Geology, T. Ševčenkos 13, LT-2600 Vilnius, Lithuania

---

### IVADAS

Nagrinėjant sedimentacijos procesus paleobaseinuose svarbu įvertinti įvairių veiksnių įtaką, ypač susidarant nuosėdoms, kurios vėliau tapo naudingosiomis iškasenomis arba įgijo kitų vertingų savybių. Šiuo požiūriu svarbios tektoninės sąlygos, nuo kurių dažniausiai priklauso sedimentacijos pobūdis ir uolienų posedimentaciniai pokyčiai. Šių sąlygų poveikis gerai matyti nagrinėjant vėlyvojo permo (cechšteino) baseino sedimentacinius procesus, kurie vyko šio baseino Baltijos įlankoje, apėmusioje didelę Lietuvos teritorijos dalį, PV Latvija, Rusijos Kaliningrado sritį, ŠR Lenkijos dalį ir PR Baltijos jūros dalį (Wagner, 1994). Pagal paleotektoninį rajonavimą, didesnė šios teritorijos dalis priklauso Lenkijos–Lietuvos įdaubai (Suveizdis, 1994). Čia, kaip ir kituose evaporitinės sedimentacijos baseinuose, nuo tektoninių sąlygų daugiausia priklausė nuosėdų ir iš jų susidariusių uolienų storis, kai kuriais atvejais sudėtis, daugelis posedimentacinių procesų ir svarbiausia – naudingųjų iškasenų telkinių susidarymas.

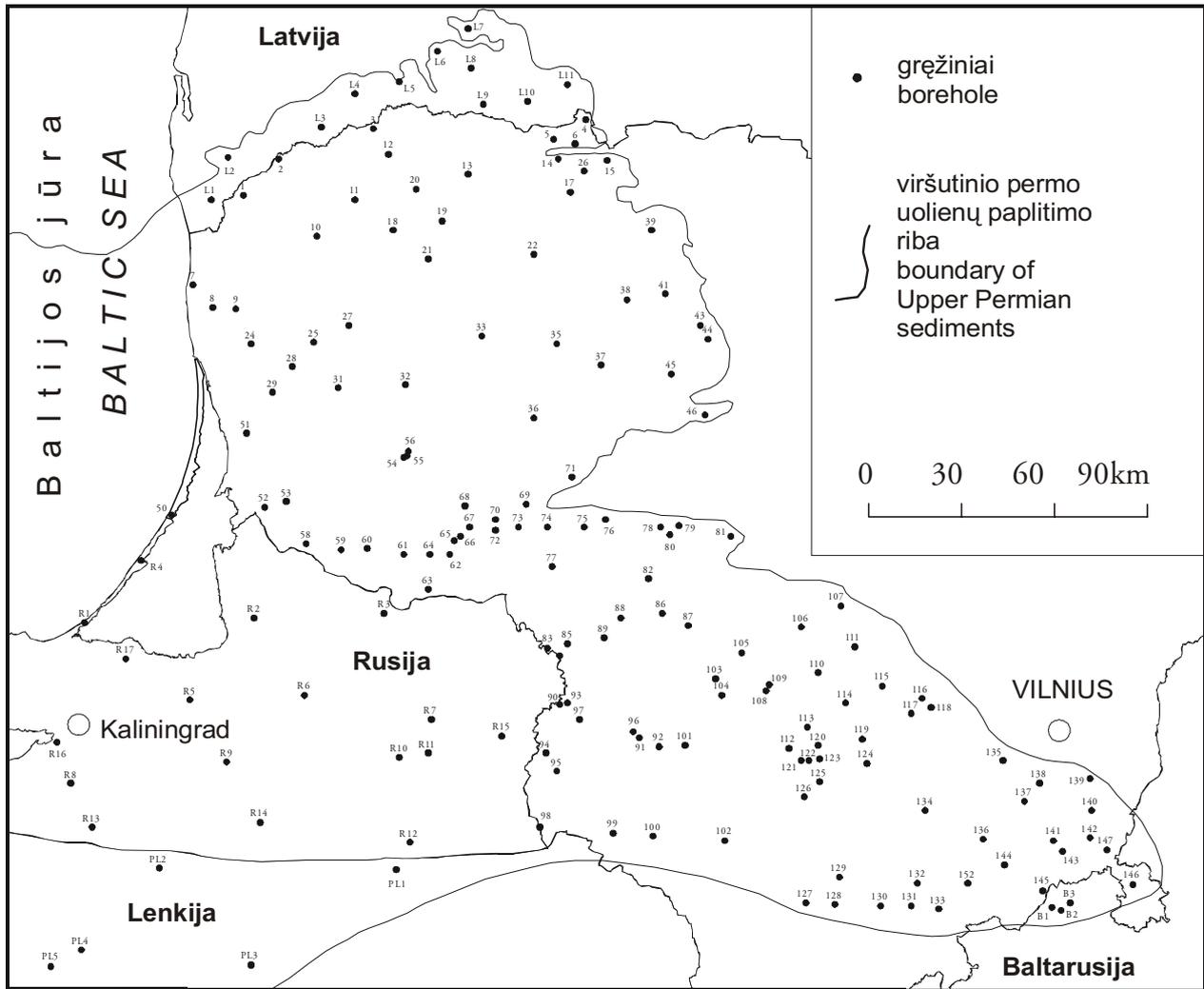
### METODIKA

Tektoninių sąlygų poveikio sedimentaciniams ir posedimentaciniams procesams analizė remiasi daugiau

kaip 150 gręžinių, kirtusių viršutinio permo storumę, medžiaga (1 pav.). Žinios apie teritorijos tektoninę sandarą paimtos iš kitų autorių darbų (Тектоника Прибалтики, 1979; Тектоническая карта..., 1980; Žeiba, 1996; Structural..., 1998). Svarbiausias tyrimo metodas – uolienų storių ir facijų kaitos analizė (Kadūnas, 2001). Tektoninių sąlygų poveikis posedimentaciniams procesams remiasi uolienų sudėties petrografiniais (šlifų) ir geocheminiais (emisine spektrine analizė) tyrimais. Šių sąlygų įtaka klinties telkinių susidarymui ir lokalizacijai nustatyta analizuojant Akmenės rajone išgręžtų 1530 gręžinių medžiagą (Gasiūnienė, Kadūnas, 1997). Metodiniu požiūriu ypač svarbus buvo linijinių karstinės kilmės paleoįrėžių ryšio su ikiperminiu reljefu išaiškinimas, išsamiai tiriant Naujosios Akmenės svitos uolienų pado ir kraigo struktūrą.

### REZULTATŲ APTARIMAS

**Tektoninių sąlygų poveikis sedimentacijai.** Vėlyvojo permo sedimentacinio baseino struktūrinis planas (alpinis) ryškiai skiriasi nuo ankstesnių sedimentacinių baseinų struktūrinio plano (kaledoninio ir hercininio) (Suveizdis, 1994). Vėlyvojo permo nuosėdos susidarė didelėje tarpžemyninėje cechšteino jūroje, kurios Baltijos įlanka užėmė nemažą dalį I eilės tek-



1 pav. Faktinės medžiagos žemėlapis

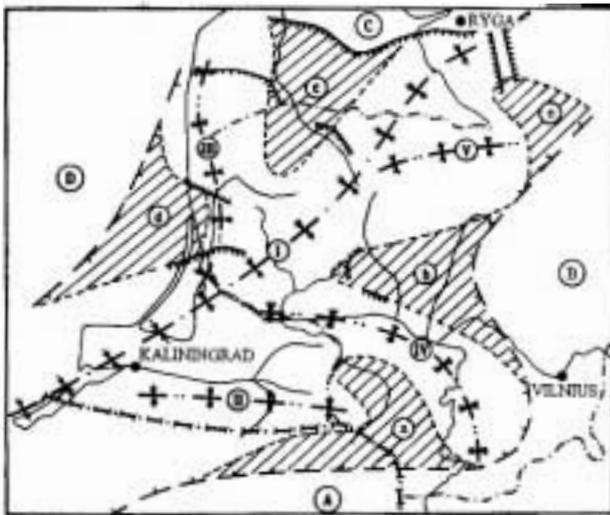
Fig. 1. Location of the boreholes

Gręžiniai/Borehole: 1 – Žemytė-1, 2 – Skuodas-40, 3 – Skliausčiai, 4 – Vegeriai, 5 – Bokštai, 6 – Karpėnai, 7 – Palanga-318, 8 – Genčiai-1, 9 – Toliai-1, 10 – Salantai-59, 11 – Barstyčiai-85, 12 – Renava-1, 13 – Užleknė-132, 14 – Alkiškės, 15 – Narbučiai, 17 – Zabikai, 18 – Rotinėnai-127, 19 – Nevarėnai, 20 – Seda, 21 – Telšiai, 22 – Raudėnai, 24 – Gribžėnai-3, 25 – Ablinga-2, 26 – Liepkalnis-137, 27 – Luknėnai-107, 28 – Vežaičiai-1, 29 – Gargždai-40, 31 – Stančiai, 32 – Stirbiškės-96z, 33 – Pavandenis-91, 35 – Šaukėnai-102, 36 – Burniškės, 37 – Lupikai, 38 – Reizgai-108, 39 – Kužiai-64, 41 – Šiauliai, 43 – Radviliškis, 44 – Ilguočiai-114, 45 – Šiaulėnai-117, 46 – Giedraičiai-120, 50 – Nida-44, 51 – Vilkyčiai-1, 52 – Žalgiriai-1, 53 – Šilutė-76, 54 – Jucaičiai-1, 55 – Pajūris-1, 56 – Pajūris-2, 57 – Usėnai-2, 58 – Galzdonai-1, 59 – Stoniškiiai-1, 60 – Tauragė-79, 61 – Tauragė-80, 62 – Tauragė-81, 63 – Tauragė-85, 64 – Dauglaukis-8, 65 – Kalniškiai-1, 66 – Tauragė-11, 67 – Kunigiškiai-6, 68 – Juodpetriai-5, 69 – Skliausčiai-7, 70 – Stegvilai-4, 71 – Viduklė-61, 72 – Stirbaičiai-9, 73 – Butaičiai-10, 74 – Lapgiriai-122, 75 – Bliūdžiai-150, 76 – Bebirva-112, 77 – Girdžiai-51, 78 – Geluva-113, 79 – Geluva-125, 80 – Kilupiai-426, 81 – Jakšiai-104, 82 – Pelučiai-428, 83 – Šakiai-42, 84 – Panoviai-3, 85 – Sutkai-90, 86 – Sutkai-86, 87 – Sutkai-87, 88 – Sutkai-88, 89 – Sutkai-89, 90 – Vilkaviškis-131, 91 – Vilkaviškis-129, 92 – Vilkaviškis-134, 92a – Vilkaviškis-130, 93 – K. Naumiestis-57, 94 – Kybartai-14, 94a – Kybartai-22, 95 – Pajavonys-31, 96 – Pilviškiai-143, 97 – Pilviškiai-140, 98 – Vištytis-17, 99 – Akmenynai-149, 100 – Kalvarija-2, 101 – Sasnava, 102 – Simnas-3, 103 – Naudžiai-436, 104 – Papilviai-1, 105 – Virbališkis-434, 106 – Mažosios Lapės-106, 107 – Šalugiškės-182, 108 – Pagiriai-1, 109 – Garliava, 110 – Samylai, 111 – Pašuliai-191, 112 – Prienai, 113 – Pašventupis-199, 114 – Kruonis-196, 115 – Žiezmariai, 116 – Mijaugonys, 117 – Jagelonys, 118 – Elektrėnai-10, 119 – Virkininkai-200, 120 – Pelekony-343, 121 – Birštonas-308, 122 – Kampiškiai-310, 123 – Kiseliškės-307, 124 – Stakliškės-1, 125 – Punios Šilas-315, 126 – Panemuninkai-317, 127 – Dzūkija-1, 128 – Subartonys-346, 129 – Ilgai-54, 130 – Perloja-60, 131 – Varėna, 132 – Pamerkys, 133 – Barčiai-61, 134 – Taučionys-49, 135 – Senieji Trakai, 136 – Dargužiai-50, 137 – Pakrėmpė-67, 138 – Tarnėnai-719, 139 – Piktakony-113, 140 – Vilkiškės-68, 141 – Skerdzimai, 142 – Naujasodis-724, 143 – Mažosios Sėlos, 144 – Nevainionys-73, 145 – Butrimony-720, 146 – Poškos-75, 147 – Akmeninė-71, 152 – Paversekiai, B1 – Drabišiūnai, B2 – Tauzėnai-727, B3 – Juodkiškės-729, L1 – Rucava, L2 – Sikšni, L3 – Sapani, L4 – Paplaka, L5 – Nigrandė,

L6 – Kumas, L7 – Satini, L8 – Kursiši, L9 – Ezere, L10 – Jaunauce, L11 – Zirnai, PL1 – Goldap, PL2 – Bartošice, PL3 – Kentšin-2, PL4 – Lidzbark Warminski, PL5 – Dobro miasto-2, R1 – Lesnoje (Šarkuvos), R2 – Zapadno-Slavskaja (Gastų)-10, R3 – Neman (Ragainės)-3, R4 – Rybačje (Rasytės)-4, R5 – Deimenskaja (Deimenos)-10, R6 – Stepnoje (Valdaukelio)-23, R7 – Severo-Gusevskoje (Š. Gumbinės)-2, R8 – Vladimirovo (Taravos), R9 – Belyj jar (Eiservagėno)-1, R10 – Lermontovo (Iždagų), R11 – Gusev (Gumbinės)-1, R12 – Kutuzovo (Klišių), R13 – Bagrationovskaja (Ylivos)-3, R14 – Oktiabrskaja (Vainotų)-1, R15 – Nesterovo (Stalupėnų)-3, R16 – Laskino (Godriėnen)-24, R17 – Gaevsckaja (Kropėnų)-4

toninės struktūros – Lenkijos–Lietuvos įdaubos. Tai buvo tektoniškai aktyvi teritorija, kurioje diferencijuotai reišėsi bendra grimzdimo tendencija. Joje buvo nemažai įvairaus aktyvumo lokalių tektoninių struktūrų, turėjusių įtaką sedimentacijai (2 pav.).

Cechšteino jūros Baltijos įlanka pradėjo formuotis iš pietvakarių transgresuojančiai jūrai užliejus V–R krypties žemumą, kuri buvo tarp Mozūrijos pakilumos šiaurės vakarinio šlaito ir kiek pakeltų Latvijos–Lietuvos lygumos bei Vidurio Lietuvos aukštumos pietinių šlaitų. Šioje jūros apsemtoje penepenizuotoje žemumoje susidarė Kalvarijos laikotarpio terigeninės



2 pav. Vėlyvojo permo paleotektoninė schema (Suveizdis, 1994).

A – Mozūrijos pakiluma, B – Lietuvos–Baltarusijos anteklizės šlaitas, C – Baltijos skydo pietų šlaitas, D – Lietuvos–Lenkijos įdaubos vakarinis šlaitas. Struktūriniai kyšuliai: a – Suvalkų, b – Vidurio Lietuvos, c – Pietų Latvijos, d – Klaipėdos, e – Aknystės. Grimstančių struktūrų ašis: I – Lietuvos–Lenkijos įdaubos, II – Nivensko (Vitenbergo) įlinkio, III – Žemaitijos įlinkio, IV – Dzūkijos įlinkio, V – Šiaurės Lietuvos įlinkio

Fig. 2. Paleotectonic scheme of Late Permian age (Suveizdis, 1994).

A – Mazurian structural elevation, B – slope of Lithanian–Belarussian antecline, C – south slope of Baltic shield, D – western slope of Polish–Lithuanian Depression. Structural caps: a – Suvalkai, b – Middle Lithuanian, c – South Latvian, d – Klaipėda, e – Aknystė. Depressions: I – Polish–Lithuanian, II – Nivensk (Vitenberg), III – Žemaitija, IV – Dzūkija, V – North Lithuanian

nuosėdos. Jų storis ir sudėtis rodo, kad teritorijos tektoninis aktyvumas buvo nedidelis, o grimzdimas gana tolygus. Teritorijos nekompenzuoto grimzdimo tendencija išliko ir Sasnavos laikotarpiu, todėl, matyt, jūra kiek pagilėjo, ir dėl fitoplanktonui vystytis palankių sąlygų priedugnio vandenyje bei dugno nuosėdose susidarė sieros vandenilio aplinka (šelfo redukcinės sąlygos). Tuo metu, lyginant su Kalvarijos laikotarpiu, daugiau ėmė grimzti Latvijos–Lietuvos lygumos pietinė dalis – pradėjo formuotis Žemaitijos įlinkis, kuriame vėliau vyko intensyvi sedimentacija. Šis procesas, tik dar didesnėje teritorijoje, vyko ir Naujosios Akmenės laikotarpiu. Jo metu jūra apsemė didelę Pietų Baltijos ir Lietuvos–Latvijos lygumų dalį. Jos gylis buvo daugiau diferencijuotas, o hidrocheminės sąlygos palankios chemogeninio ir organogeninio kalcito sedimentacijai. Šio laikotarpio pradinėje sedimentacijos stadijoje jūros palaispniui užliejama teritorija nebuvo tolygiai penepenizuota, todėl kurį laiką nuosėdos klostėsi tik tarpukalvėse, o ant ikiperminio reljefo pakilumų jos visai nesiklostė arba buvo nuplaunamos bangavimo ir srovių (Kadūnas, 1997). Transgresijos maksimumo metu cechšteino baseino Baltijos įlankoje išsiskyrė trys struktūrinės-sedimentacinės zonos: centrinė – šelfo, priekrantės – seklaus šelfo, kurias skyrė trečioji – barjerinio rifo zona, susijusi su tektoninio pobūdžio pakopomis ikiperminiame reljefe (Смильгис, Сувейздис, 1975). Antroje šio laikotarpio pusėje sedimentacijos baseino struktūrinis planas ėmė persiformuoti – aktyviau pradėjo grimzti Nivensko (Vitenbergo) įlinkis, o Pietų Baltijos ir Lietuvos–Latvijos lyguma kilo, ir jūra atsitraukė iki rifinės zonos, kuri juosė gilesnę baseino dalį. Klimatui tapus aridiniu ir intensyvėjant garavimui, šioje baseino dalyje vyko Priegliaus laikotarpio evaporitinė sedimentacija. Baseinas grimzdo netolygiai, todėl ir šio laikotarpio nuosėdų storis buvo nevienodas skirtingose baseino dalyse. Storiausios susidarė centrinėje Baltijos įlankos dalyje, ypač Nivensko įlinkyje, kur sedimentacija vyko ilgiausiai. Čia aptiktas pilniausias viršutinio permo uolienuų pjūvis. Didesnėje Lietuvos teritorijos dalyje sulfatai susiformavo, matyt, tik ikihalitinėje sedimentacijos stadijoje, vėliau ši teritorija iškilo ir tapo sausuma. Ilgiausiai šio laikotarpio sedimentacija Lietuvos teritorijoje vyko pietinėje Žemaitijos įlinkio dalyje, kuri jungėsi su Nivensko įlinkiu. Evaporitinių uolienuų storio kaita priklausė ne tik nuo

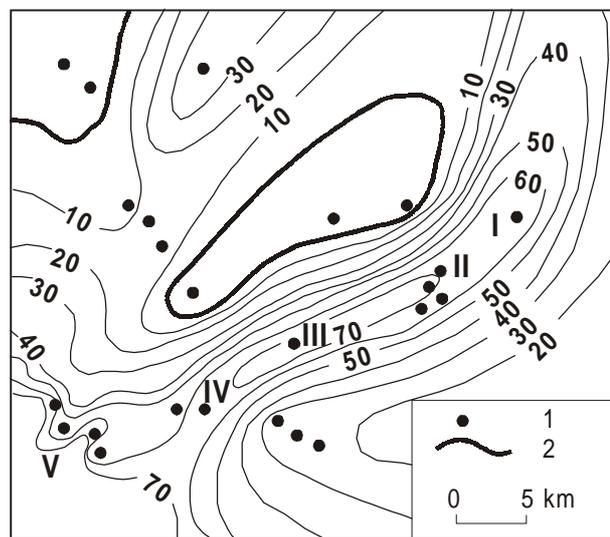
baseino diferencijuoto kilimo ar grimzdimo, dėl kurio formavosi įlinkiai ir kyšuliai, bet ir nuo lokalių tektoninių sąlygų. Vyraujant bendram dėsningumui, kad įlinkiuose susidarė didesnis Priegliaus svitos uolienu storis nei kyšuliuose, išsiskiria lokalūs svitos uolienu storėjimai, ypač anhidrito ir halito. Tokiose vietose Lietuvos teritorijoje anhidrito storis pasiekia arti 100 m, o kitose cechšteininio baseino dalyse (Tiuringijos, Žemutinio Reino ir Werra–Fulda įlinkiuose, taip pat Lenkijos teritorijoje) viršija 150–250 m. Linijiniai išstętos formos anhidrito kūnų, kaip ir karbonatinių rifų, susidarymas siejamas su linijinėmis tektoniškai aktyvesnėmis zonomis, o anhidrito platformų formavimasis – su tektoniškai aktyvesniais baseino dugno blokais (Meier, 1975; Wagner, 1994). Ištirimo lygis Lietuvoje dažniausiai neleidžia nustatyti tokių kūnų konfigūracijos, nors Vakarų Lietuvoje Pietų Šilalės lūžių zonoje išsiskiria išstętos formos storesnis (iki 70–94 m) anhidritinis kūnas („volas“), kurio susidarymui galėjo turėti įtakos ši tektoniškai aktyvi zona (3 pav.). Nemaža atvejų, kai greta esančiuose gręžiniuose su gerokai skirtingu anhidrito sluoksnio storio storesnis klotas yra ant pakopų, pvz., Pajūrio, Usėnų, Vilkaviškio, Druskininkų ir kituose nuodugniau gręžiniais tirtuose plotuose (4 pav.). Matyt, tektoniškai aktyvios zonos, dėl kurių atsiranda sedimentacinio baseino dugno nelygumai, ypač linijinės formos (fleksūros ar pakopos), buvo svarbios chemogeninės sedimentacijos intensyvumui. Gali būti, kad tokios tektoniškai aktyvios zonos galėjo turėti įtakos anhidrito klotado storio kitimui ir posedimentaciniame etape. Toks Priegliaus svitos nuogulų storių netolygumas labai būdingas Nemuno žemupio regionui, pasižyminčiam didesniu tektoniniu aktyvumu. Nevienodas anhidrito klotado storis savo ruožtu turėjo paveikti halito sedimentacijos baseino konfigūraciją, nes tokie volai greičiausiai sudarė baseino krantus. Iš anhidritinių salų galėjo susidaryti barjerinės zonos, apsunkinusios atskirų baseino dalių ryšį su pagrindiniu cechšteino baseinu. Halito sedimentacijos laikotarpiu Nivensko įlinkio teritorija, matyt, grimzdė gana intensyviai. Grimzdimą kompensavo nuosėdos, todėl sedimentacijos baseinas buvo sekus ir net nedidelė vandens lygio kaita turėjo įtakos halito kristalizacijai. Centrinėje baseino dalyje druskų kristalizacija galėjo vykti ir didesniame gylyje (Czapowski et al., 1990). Molingų sulfatinių nuosėdų susidarymas pahalitinėje sedimentacijos stadijoje sietinas ne su tektoninių judesių ženklo kaita, bet su paaukštėjusiu vandens lygiu ir sumažėjusia mineralizacija. Tai buvo trumpalaikė jūros ingresija, palikusi priekrantines nuosėdas.

Cechšteino II sedimentacijos ciklo transgresuojanti jūra apsėmė, matyt, tik žemiausią teritoriją – ašinę Lenkijos–Lietuvos įdaubos dalį, todėl Lietuvoje tik Žemaitijos įlinkio pietinėje dalyje aptinkamos Žalgi-

rių svitos nuogulos. Jūros transgresija greičiausiai susijusi ne tiek su naujai suintensyvėjusiu šios teritorijos grimzdimu, kiek su jūros vandens lygio svyravimu dėl procesų, vykusių cechšteininiam baseine Vakarų Europoje. Žalgirių laikotarpiu buvo palankios chemogeninių karbonatų sedimentacijos sąlygos, o vandens mineralizacijos augimas lėmė naują sulfatų ir akmens druskos sedimentacijos etapą (Aistmarių laikotarpio). Ši sedimentacija vyko jau mažesniame baseine, kuriame ir toliau vyravo tektoninio grimzdimo tendencija (didesnėje Kaliningrado srities teritorijos dalyje).

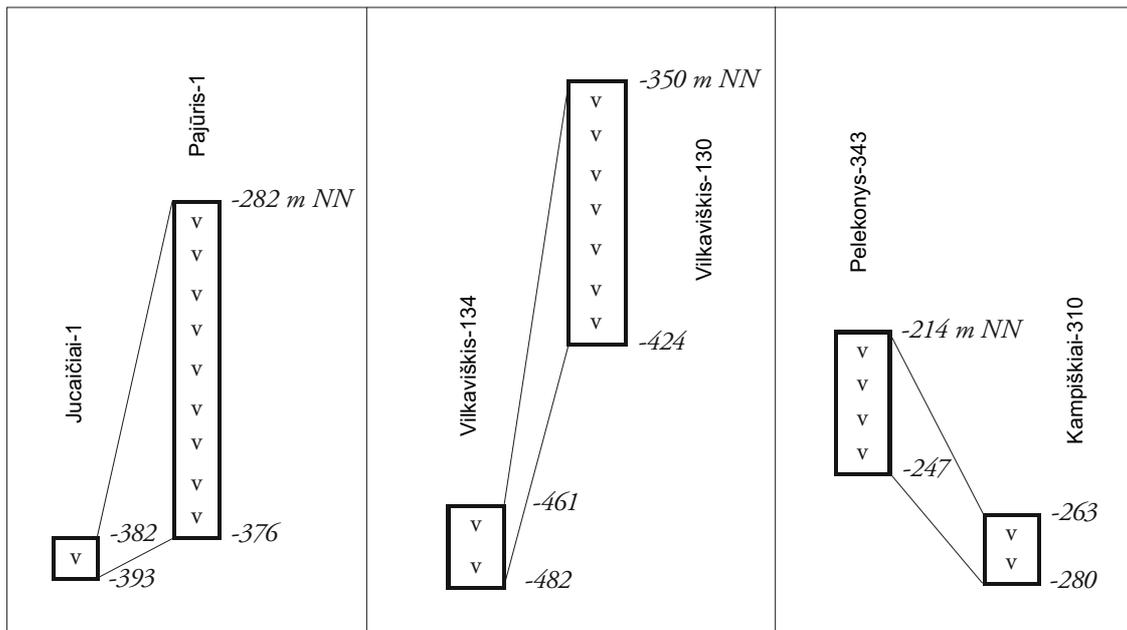
Vėlesnė III cechšteino ciklo sedimentacija (Galindų laikotarpio karbonatų ir Šventapilio laikotarpio anhidritų) po pertraukos vyko tik PV Kaliningrado srities dalyje, Nivensko įlinkyje, kuriame ilgiausiai išliko grimzdimo tendencija. Poliesės įlankoje Galindų laikotarpio nuosėdos paplitusios daugiau nei Žalgirių (Peryt, 1990), ir tai patvirtina nuomonę, kad neigiamo ženklo tektoniniai judesiai skirtingose cechšteino baseino dalyse pasireiškė nevienodai.

Jūros transgresijos ir regresijos buvo susijusios ne tik su tektoniniais reiškiniais (teritorijų kilimu ar grimzdimu), bet ir su cechšteino jūros vandens lygio svyravimu dėl permo vandenyno lygio osciliacijų. Vandens lygio svyravimai ir facių kaita, ypač priekrantinėje zonoje, taip pat priklausė nuo lagūninio baseino režimo, kai vandens lygio kitimą lemia ne-



3 pav. Priegliaus svitos anhidrito storio kaita Pietų Šilalės lūžių zonoje. 1 – gręžiniai, 2 – Priegliaus svitos nuogulų paplitimo riba. Gręžiniai: I – Žviliai-1; II – Pjūris-1,2,3; III – Gorainiai-3; IV – Meškinė-1,3; V – Naumiestis-1,2,3,4

Fig. 3. Changes in thickness of Prieglius formation anhydrite in South Šilalė fault zone. 1 – borehole, 2 – boundary of Prieglius formation. Boreholes: I – Žviliai-1; II – Pjūris-1,2,3; III – Gorainiai-3; IV – Meškinė-1,3; V – Naumiestis-1,2,3,4



4 pav. Priegliaus svitos sulfatinių uolienų storio kaita lokaliuose plotuose. Gręžinių vietos – 1 pav.

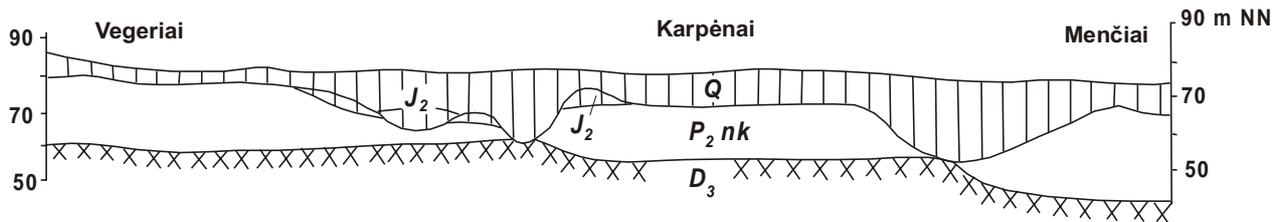
Fig. 4. Changes in thickness of sulphate rocks of Priegliaus formation in local area. Location of boreholes as in Fig. 1.

kompensuojamas garavimas, tačiau vyraujantis veiksnys, kuris formavo sedimentacinio baseino struktūrą, buvo netolygus teritorijos tektoninis grimzdimas, būdingas visiems evaporitiniams baseinams.

**Tektoninių sąlygų poveikis posedimentaciniams pakitimams ir naudingųjų iškasenų telkinių susidarymui.** Teritorijos tektoninė raida buvo svarbi viršutinio permio uolienų posedimentaciniams pokyčiams. Dėl tektonikos pasireiškimo formavosi epigenetinis uolienų plyšiuotumas. Tokiuose plyšiuose pasireiškė linijinė perkristalizacija. Šiuo atveju plyšiai būna užpildyti vienos ar kelių generacijų chemogenniais mineralais: karbonatinėse uolienose dažniausiai stambiakristaliu kalcitu, anhidrite – selenitu arba stambiakristaliu gipsu. Su plyšiais klintyje taip pat yra susijusi epigenetinė dolomitizacija, nes plyšiai buvo kanalai, kuriais cirkuliavo turtingas Mg požeminis vanduo, todėl yra nemaža plyšių, kurių sienelės (iki keliolikos cm pločio) yra dolomitizuotos, o dažnai ir limonitizuotos. Dėl tirpinimo procesų karbonatinėse uolienose susidarė su plyšiais susiję stilolitai. Kai kurie plyšiai yra užkarstėję arba jų vietoje atsirado įvairios konfigūracijos paleokarstinės ertmės. Pietryčių Lietuvoje Naujosios Akmenės svitos uolienose stebimi silicifikacijos reiškiniai (karbonatinių uolienų silicinis bazinis cementas, silicifikuotos faunos liekanos, kvarco drūzos kavernose), taip pat padidėjęs Cu ir Zn kiekis gali būti susiję su šio rajono padidėjusiu tektoniniu aktyvumu ir dėl to čia pasireiškusia žema temperatūrine hidroterminė veikla. Kaimyninėje Baltarusijoje regioninių Suvalkų–Dzūkijos

lūžių zonoje išgręžtame gręžinyje Naujosios Akmenės svitoje aptiktas 19,5 m storio maršalito klotas neabejotinai yra susijęs su epigenetine klinties silicifikacija ir dūlėjimo procesais, vykusiais šioje tektoniškai aktyvioje zonoje (Тектоника Прибалтики, 1979; Жвикас, 1985; Боборыкин и др., 1995). Vidurio Lietuvos kyšulio zonoje Priegliaus svitos anhidrite randamos autigeninio kvarco gyslės taip pat, matyt, gali būti paaiškintos išaugusiu šios zonos tektoniniu aktyvumu, kai per susidariusius uolienoje plyšius cirkuliavo  $\text{SiO}_2$  praturtintas požeminis vanduo. Pažymėtina, kad šiose tektoniškai aktyviose cechšteino baseino zonose ir sedimentacijos metu patekdavo daugiau  $\text{SiO}_2$ , tą rodo pinčių pagausėjimas Naujosios Akmenės svitos uolienose (Сувейздис, 1963). Tektoninės sąlygos buvo itin svarbios formuojantis paleoeroziniams ir paleokarstiniais įrėžiams Naujosios Akmenės svitos uolienose Šiaurės Lietuvoje. Nustatytas aiškus ryšys tarp pakopų ikiperminiame reljefe ir paleoįrėžių permio klinties klode (5 pav). Matyt, pakopos ikiperminiame reljefe žymi tektoniškai aktyvesnes linijines zonas, kuriose klinties klotas buvo daugiau supleišėjęs ir todėl buvo lengviau erduojamas. Tai, kad paleoerozinis procesas tose pačiose vietose vyko įvairių geologinių periodų metu, rodo tokių zonų ilgalaikį tektoninį aktyvumą (Кадунас, 1976; Gasiūnienė, 1997).

Tektoninis teritorijos aktyvumas buvo viena pagrindinių sąlygų, dėl kurių susidarė viršutinio permio klinties telkiniai Šiaurės Lietuvoje. Tai, kad šioje zonoje klinties klotas slūgso netoli žemės paviršiaus,



5 pav. Paleoerozinių įrėžių ryšys su ikiperminio reljefo pakopomis Akmenės rajone (Кадунас, 1976)  
 Fig. 5. Relation of paleoerosion ravines to scarps in Prepermian relief in Akmenė district (Кадунас, 1976)

priklauso nuo bendros įdaubos tektoninės sandaros, t. y. sluoksnių kilimo jos ŠR sparne. Šis kilimas, matyt, nebuvo tolygus, todėl tektoninio nupjovimo zonoje klinties klotas, kaip ir devono sluoksniai, slūgso banguotai. Kai kurie klinties telkiniai (Karpėnai, Narbučiai) ir perspektyvūs plotai (Bražiškių) yra tokių lėkštų bangų (fleksūrų) viršutinės dalys (Gasiūnienė, Kadūnas, 1997). Klinties telkinių ir perspektyvių plotų lokalizacija Akmenės rajone rodo, kad jie yra karbonatinių uolienų ištisinio klotu arba reliktai, apriboti intensyvios denudacijos (paleoerozinių įrėžių) ir neigiamo ženklo tektoninių judesių (grimzdimo) zonomis, kuriose klinties klotas slūgso giliau (Kadūnas, 1971; Gasiūnienė, Kadūnas, 1997). Kadangi paleoerozinių įrėžių lokalizacija taip pat nulemta tektoniškai aktyvių zonų, galima teigti, kad tektonikos veiksnys buvo itin svarbus susidarant klinties telkiniams.

Priegliaus svitos anhidrito, kaip naudingosios iškasenos, perspektyvai svarbus jo klotu slūgsojimo gylis, kuris daugiausia priklausė nuo regioninių tektoninių sąlygų (vyravusios teritorijos grimzdimo ar kilimo tendencijos). Kai kuriais atvejais gali prireikti storesnio uolienų klotu (pvz., pavojingų medžiagų saugykloms), todėl gali būti perspektyvūs linijinės formos anhidrito kūnai Vakarų Lietuvoje, kurių susidarymas, kaip minėta, greičiausiai nulemtas tektoninių priežasčių. Tektoninės rajono sąlygos taip pat buvo svarbios formuojantis Usėnų halito telkiniui. Jos pasireiškė aktyviu teritorijos grimzdimu halitinių nuosėdų sedimentacijos metu ir, matyt, vėliau sąlygojo halokinetinius procesus, dėl kurių susidarė druskos kupolas (Saulėnas, Gasiūnienė, 1997).

Tektoniškai aktyvios zonos buvo svarbios formuojantis injekcinio tipo mineralinio požeminio vandens telkiniams. Su Naujosios Akmenės svitos uolienas kertančio tektoninio lūžo zona susijęs Stakliškių natrio chloridinio mineralinio vandens telkinys (Juodkazis, Mikalauskas, 1994).

## IŠVADOS

Tektoninės sąlygos buvo vienas svarbiausių sedimentacijos cechšteino baseino Baltijos įlankoje veiksnių,

lėmusių nuosėdų storį, o kai kuriais atvejais ir sudėtį. Vyraujantis veiksnys, formavęs sedimentacinio baseino struktūrą, buvo teritorijos tektoninis grimzdimas, būdingas visiems evaporitiniams baseinams. Intensyviausiai teritorija grimzdo Priegliaus laikotarpiu, ypač halito sedimentacijos metu. Itin svarbios buvo linijinės tektoniškai aktyvios zonos, dėl kurių atsiranda sedimentacinio baseino dugno nelygumai (fleksūros ar pakopos), kurie turėjo įtaką chemogeninės-organogeninės ir chemogeninės sedimentacijos intensyvumui.

Nuo tektoninių judesių priklausė kai kurie epigenetiniai uolienų pokyčiai, pvz., linijinė perkristalizacija, plyšių sienelių dolomitizacija, silicifikacija, rūdinė mineralizacija. Tektoniškai aktyviose zonose Naujosios Akmenės svitos uolienose Šiaurės Lietuvoje formavosi paleoeroziniai ir paleokarstiniai įrėžiai, kurie yra svarbūs klinties telkinių lokalizacijai. Dėl netolygaus šios teritorijos kilimo susidarė fleksūros, kurių viršutinėse dalyse aptikti klinties telkiniai ar perspektyvūs plotai. Tektoniškai aktyvios zonos buvo svarbios halokinezės procesui, formuojantis Usėnų akmens druskos kupolui, taip pat susidarant Stakliškių mineralinio vandens telkiniui.

## Literatūra

- Czapowski G., Antonowicz L., Peryt T. M. 1990. Facies and palaeogeography of the Zechstein (Upper Permian) Older Halite (Na<sub>2</sub>) in Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth sci.* 38(1–4). 45–55.
- Gasiūnienė V. 1997. Denudacinių procesų įtaka Akmenės rajono klinties išplitimui ir sandarai. *Geologija*. 22. 43–49.
- Gasiūnienė V., Kadūnas V. 1997. Lietuvos klinties išteklių, kokybė ir panaudojimas. Informacinis leidinys. Lietuvos geologijos tarnyba. 54 p.
- Juodkazis V., Mikalauskas V. 1994. Mineralinio ir gydomojo vandens išteklių. *Lietuvos geologija*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla. 388–389.
- Kadūnas V. 1971. Viršutinio permo karbonatinių uolienų telkinių susidarymo sąlygos. Pietų Pabaltijos perspektyvios mineralinės žaliavos. *Geologijos instituto darbai*. 18. 61–67.
- Kadūnas V. 1997. Sedimentacinių procesų įtaka viršutinio permo klinties klotu storiui ir mineralinei sudėčiai. *Geologija*. 22. 36–42.
- Kadūnas V. 2001. Lietuvos permas (sedimentologija, geochemija, naudingosios iškasenos). Vilnius: Geologijos institutas. 206 p.

- Meier R. 1975. Zu einigen Sediment gefugen der Werra-Sulfate (Zechstein) am Ostrang der Eichsfeld-Schwelle. *Zeit. Geol. Wiss.* Bd. 3, H 2. 1333–1357.
- Peryt T. 1990. Sedymentacja cechsztyńska na obszarze Podlasia. *Przegląd geologiczny*. 9. 375–383.
- Saulėnas V., Gasiūnienė V. 1997. Ar kasime lietuvišką druską? Informacinis leidinys. Lietuvos geologijos tarnyba. 12 p.
- Structural evolution of the permian-mesozoic complex of northeaster Poland, Lithuania and adjacent Baltic areas. 1998. Ed. S. Marek and A. Grigelis. Warsaw. 24 p., 14 plates.
- Suveizdis P. 1994. Permas. *Lietuvos geologija*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla. 122–132.
- Wagner R. 1994. Stratygrafia osadow i rozwój basenu cechsztyńskiego na niżu Polskim. Warszawa. *Prace Państwowego instytutu geologicznego*. 146. 71 p.
- Žeiba S. 1996. Prequaternary structural-tectonic deformations in the Mažeikiai–Naujoji Akmenė region. *Geologija*. 20. 30–34.
- Боборыкин А. М., Коженев В. Я., Ильгините В., Нагорный М. А., Сильди Э., Сувейздис П. 1995. Зоны активных разломов территории Беларуси и государств Балтии, проявившиеся в историческое время. *Сейсмологические исследования АН Беларуси*. Минск. 86–87.
- Жвикас А. Б. 1985. Новый вид полезного ископаемого Балтийской синеклизы. *Геологические исследования и изучение минерально-сырьевой базы Литовской ССР*. Вильнюс. 135–136.
- Кадунас В. Б. 1976. Палеоврезы в цехштейновом известняке Северной Литвы. Погребенные палеоврезы поверхности дочетвертичных пород Южной Прибалтики. *Труды Института геологии*. 31. Вильнюс. 37–40.
- Смильгис И. И., Сувейздис П. И. 1975. К вопросу о развитии и коллекторских особенностях рифогенных образований в отложениях цехштейна Прибалтики. *Литология и палеогеография биопермных массивов*. Москва: Наука. 215–226.
- Сувейздис П. И. 1963. Верхнепермские отложения Польско–Литовской синеклизы. *Вопросы геологии Литвы*. Вильнюс. 225–371.
- Тектоника Прибалтики (ред. П. И. Сувейздиса). 1979. Вильнюс: Мокслас. 92 с.
- Тектоническая карта республик Советской Прибалтики. М1:500000. Л., 1980.

## Valentinas Kadūnas

### INFLUENCE OF TECTONIC CONDITIONS ON UPPER PERMIAN LITHOGENESIS IN THE POLISH-LITHUANIAN DEPRESSION

#### S u m m a r y

The analysis of the influence of Upper Permian (Zechsteinian) tectonic conditions on sedimentation and postsedimentary processes is based on data from more than 150 boreholes (Fig. 1). The influence of tectonics on the formation and localization of limestone deposits has been determined during analysis of data of 1530 boreholes in Akmenė district.

The Baltic Bay of the Zechsteinian basin occupied a great part of the tectonic structure of the first order – Polish–Lithuanian depression. It was a tectonically active

territory with numerous local tectonic structures which had an impact on sedimentation (Fig. 2). The bay started to form when the sea was transgressing from south-west and overflowed the lowland of west-east direction situated between the western slope of the Mazurian Elevation and the Lithuanian–Latvian Plain and the southern slopes of the Middle Lithuanian Highland. In Kalvarija time, the tectonic regime on the territory was rather quiet and sinking was almost undifferentiated. This tendency of uncompensated sinking remained also in Sasnava time, when the southern part of the Lithuanian–Latvian Lowland sank deeper and formation of the Žemaitija Depression began; intensive sedimentation was later going on in it. In Naujoji Akmenė time the sea flooded a great part of the South Baltic and Lithuanian–Latvian plains. During the maximum transgression, three structural-sedimentational zones were distinguished in the Baltic Bay of the Zechsteinian basin: the central (shelf) and coastal (shallow shelf) separated by the zone of a barrier reef related with scarps in the Prepermian relief. In the second part of this time the Nivensk Depression started to submerge, while the South Baltic and Lithuanian–Latvian plains were rising and the sea retreated to the reef zone surrounding the deeper part of the basin. The evaporitic type of sedimentation survived in Prieglius time. The sinking of the basin was uneven, therefore sediments of different thickness were formed in various places of the basin. Change in the thickness of evaporitic sediments depended not only on the differentiated rising of the basin due to which depressions and capes were forming, but also on the local tectonic conditions. In general, Prieglius formation rocks were thicker in depressions than in capes, however, a local increase in the thickness of the formation rock mass related to linear structures (faults, scarps) is notable (Figs. 3 and 4). Such a variation of the thickness of Prieglius formation rocks is characteristic of the lower reaches of the Nemunas River. This region is distinguished by a continuous tectonic activity. During sedimentation of halite, the territory of the Nivensk Depression was sinking most intensively, and the thickest seam of rock salt was formed in it.

During Zechsteinian cycles II and III, sedimentation was mainly going on only in the central part of the Baltic Bay where the tendency of sinking survived longest.

Thus, uneven tectonic sinking of the territory was the prevailing that determined the structure of the Baltic Bay of the Zechsteinian Basin; it was characteristic of all evaporitic basins.

Due to manifestation of tectonics, the epigenetic joining and linear recrystallization of rocks took place. Epigenetic dolomitization and stylolites are also related to fissures in limestone. The processes of silicification and a higher content of Cu and Zn in Naujoji Akmenė formation rocks in Southeastern Lithuania may be related to a more intensive tectonic activity and the subsequent manifestation of low temperature hydrothermal processes. The structural-tectonic conditions were especially important during formation of paleoerosion and paleokarst ravines in Naujoji Akmenė formation rocks in North Lithuania. A clearcut dependency has been determined between scarps in the Prepermian relief and paleoravines in the Permian limestone seam (Fig. 5).

The tectonic activity of the territory was one of the main conditions that contributed to the formation of Upper Permian limestone deposits in North Lithuania. The limestone seam bedding is wavy, and some deposits or promising areas of limestone occur in the upper, flat part of such waves (flexures). Limestone deposits are parts or relicts of an entire carbonate rock seam limited by the zones of intensive denudation (paleoerosion ravines) and negative tectonic movement (sinking). The depth of occurrence of the Prieglius formation anhydrite seam is important for the estimation of its usefulness as a mineral resource; this depth mostly depended on the regional tectonic conditions. Active sinking of the territory manifested during sedimentation of halite deposits, later it predetermined the halokinetic processes that resulted in the Usėnai salt dome. The sodium chloride mineral water deposit in Stakliškės is related to the zone of tectonic fault intersecting the rocks of the Naujoji Akmenė formation.

**Валентинас Кадунас**

### **ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОЛЬСКО-ЛИТОВСКОЙ ВПАДИНЫ НА ВЕРХНЕПЕРМСКИЙ ЛИТОГЕНЕЗ**

**Резюме**

Анализ влияния тектонических условий позднепермского (цехштейнового) бассейна на седиментационные и постседиментационные процессы основывается на материале более 150 скважин (рис. 1). Влияние тектоники на образование и локализацию месторождений верхнепермского известняка установлено при анализе материала 1530 скважин.

Балтийский залив цехштейнового бассейна занимает значительную часть структуры первого порядка – Польско-Литовской впадины. В тектоническом отношении впадина была активна, в ней выделяется ряд локальных структур, влиявших на седиментационные процессы (рис. 2).

Залив начал формироваться в то время, когда трансгрессирующее с юго-запада цехштейновое море заняло низину, образовавшуюся при прогибании территории между Мазурским поднятием и южными склонами Латвийско-Литовской равнины, а также Средне-Литовского поднятия. В Калварийское время тектонический режим был спокойным, а прогибание территории медленным и равномерным. Эта тенденция некомпенсированного прогибания сохранилась и в Саснавское время. В этот промежуток времени начал формироваться Жямайгийский прогиб, в котором впоследствии происходила интенсивная седиментация. В Науаякмянское время море покрыло большую часть Латвийско-Литовской и Южно-Балтийской равнин. Во время максимума цехштейновой трансгрессии в Балтийском заливе образовались три структурно-седиментационные зоны: центральная – шельфовая, прибрежная – мелко-

го шельфа и их разделяющая зона барьерного рифа, образование которой связано с тектоническими уступами в допермском рельефе. Во второй половине этого времени интенсивнее начала прогибаться территория Нивенской впадины, а территория Южно-Балтийской и Латвийско-Литовской равнин поднималась, поэтому море отступило за рифовую зону, в которой происходила седиментация прегольского времени. Опускание территории было неравномерным, поэтому образовались осадки разной мощности. На мощность осадков влияли локальные тектонические условия, особенно линейные тектонические структуры (разломы, уступы) (рис. 3 и 4). Такая неравномерная мощность отложений прегольского времени характерна для тектонически сложного региона низовья р. Нямунас. Во время образования галита наиболее интенсивно прогибалась Нивенская впадина.

Седиментация во время II и III циклов цехштейна происходила только в центральной части Балтийского залива, где дольше всего сохранилась тенденция прогибания. Таким образом, тектоническое прогибание территории было основным фактором, формировавшим структуру Балтийского пролива в цехштейновое время.

Тектоническая активность территории способствовала образованию трещин в породах. С трещинами связаны линейная перекристаллизация, доломитизация приконтактных их частей, образование стилолитов. В Юго-Восточной Литве в породах Науаякмянской свиты развита силификация, а также имеется повышенное содержание Cu и Zn, что указывает на низкотемпературные гидротермальные процессы, связанные с повышенной тектонической активностью этого района.

Тектонические условия были важными при формировании палеоэрозионных и палеокарстовых врезов в породах Науаякмянской свиты в Северной Литве. Установлена тесная связь между уступами в допермском рельефе и палеоврезами в породах верхней перми (рис. 5). Тектоническая активность территории была важным условием образования месторождений известняка в Северной Литве. Месторождения и перспективные участки в некоторых случаях относятся к верхним частям флексур, а также они являются частями пласта известняка, ограниченными зонами интенсивного проявления палеоэрозионных процессов и прогибания. От тектонической структуры Польско-Литовской впадины зависит глубина залегания ангидритов. Тектонические процессы также играли важную роль при седиментации галита, а также для проявления галокинеза, сформировавшего купол соли месторождения Усэнай. Натриево-хлоридная вода месторождения Стаклишкес связана с зоной разломов, пересекающих породы Науаякмянской свиты.