
Telšių lūžio kinematinė tipizacija Vakarų Lietuvoje: struktūrinė ir laidumo fluidams prognozė

Saulius Šliaupa

Šliaupa S. Kinematic features of the Telšiai fault in Western Lithuania: structural and permeability prognosis. *Geologija*. Vilnius. 2002. No. 38. P. 24–30. ISSN 1392-110X.

The Telšiai fault is an early Palaeozoic feature striking W-E across Northern Lithuania. It was established during the latest Silurian – earliest Devonian time due to NW-SE compression that led to overthrusting of the northern flank along the high-angle fault. The fault shows variable geometry, it correlates with the different abundance and scale of associating local uplifts that serve as oil-traps. The kinematic model is presented based on the principles of the pre-existing basement fault that was reactivated in transpressional regime. The oldest Riedel faults and succeeding P-type faults are defined. They show a rather simple fault geometry and are considered impermeable for fluid migration, thus blocking the oil flow from the south to the north. Accordingly, local uplifts confined to those segments are situated off the main oil migration corridors. The latter coincide with the left-hand and right-hand stopovers showing a very complex fault geometry. Due to the changing fault orientation, the strain partitioning varied along the fault. The most favorable conditions for the onset of the local uplifts are left-hand stopovers and P-type segments.

Received: 19 March 2002, accepted 22 April, 2002.

Keywords: fault kinematics, pre-existing basement fault, fault permeability, oil traps, Baltic basin

S. Šliaupa. Institute of Geology and Geography, T. Šenčenkos 13, LT-2600 Vilnius, Lithuania. E-mail: sliaupa@geologin.lt11

IVADAS

Telšių lūžis yra stambiausias nuosėdinėje dangoje nustatytas disjunktivas Lietuvos teritorijoje, ir tai siejama su specifinėmis jo formavimosi sąlygomis, išskirtinėmis kitų lūžių atžvilgiu. Pagrindinė sąlyga – ypač palanki kristalinio pamato struktūra bei jos santykis su veikiančiomis kaledoninėmis tektoninėmis jėgomis. Lūžis sutampa su subplatuminės krypties ankstyvojo prekambro tektonine zona, kuriai būdinga milonitizacija ir kataklazė, t. y. kristalinio pamato uolienos, lyginant su aplinkinėmis struktūromis, buvo labiau pažeidžiamos tektoninių jėgų ir lūžio aktyvizacijos.

Telšių lūžio geometrija tiek plote, tiek ir pjūvyje yra kaiti, ir tai siejama su asocijuojančių lokalių struktūrų skirtingu formavimusi. Lūžio geometrija pirmiausia priklauso nuo jo formavimosi etapiškumo, ypač pradiniuose etapuose, kuris glaudžiai susijęs su tektoninių įtampų pobūdžiu (kryptimi, spaudimu ir tempimu ir pan.). Kinematinė lūžio tipizacija svarbi sprendžiant naftos telkinių lokalizacijos bei fluidų migracijos per lūžį prognozę. Sudarant Tel-

šių lūžio modelį remtasi seismine medžiaga, gręžimo duomenimis, derinant juos su paleoįtampų rekonstrukcija.

METODAI

Telšių lūžio struktūrinė-kinematinė analizė atlikta remiantis gausiais seismineis profiliais, kertančiais Telšių lūžį. Jų duomenis maloniai pateikė AB „Genafta“. Atsižvelgta į potencialių laukų pobūdį bei tektoninių įtampų analizės rezultatus. Pagrindiniai parametrai, atliekant kinematinę analizę, buvo kaledoninio etapo tektoninių įtampų kryptis ir pobūdis, lūžio geometrijos ypatumai (plote ir pjūvyje) ir kristalinio pamato senojo lūžio charakteristikos. Telšių lūžis patyrė keletą aktyvizacijos stadijų, tačiau jos nepakeitė pirminių lūžio bruožų, susiformavusių vėlyvajame silūre – ankstyvajame devone. Ši išvada remiasi faktu, kad hercininiu ir alpinu laikotarpiu lūžinė tektonika pasireiškė tik pavieniuose Telšių zonos intervaluose, pagrindinėje jo dalyje jis aktyvizavosi kaip fleksūra. Telšių lūžio formavimosi etapiškumas čia suprantamas kaip vientiso lūžio

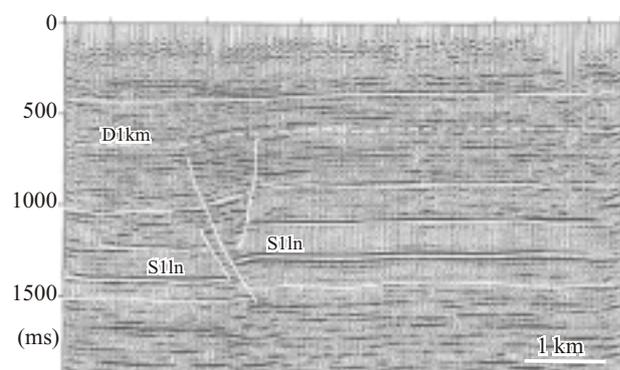
formavimosi eiga Dažnai diskutuojama, ar Telšių lūžis yra vientisas lūžis, ar tai lūžių sistema. Remiantis evoliucijos principu, Telšių lūžis gali būti laikomas vientisu dariniu. Kaip rodo teoriniai darbai ir geologiniai duomenys, lūžis formuojasi iš daugelio smulkių lūžių, kurie susidaro pačioje pradinėje stadijoje. Evoluicijuojant procesui, daugelis šių lūžių miršta ir palaipsniui susijungia į vieną stambų lūžį. Tad nenuostabu, kad Telšių lūžyje stebime atskirų skirtingų segmentų gausą.

TELŠIŲ LŪŽIO SEGMENTAI

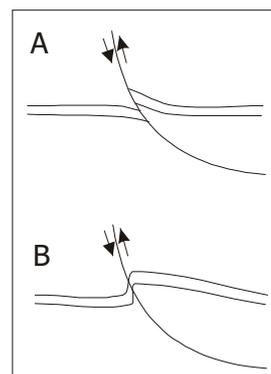
Telšių lūžis turi tipinio stūmio-antstūmio bruožų, šiaurinis sparnas užstumtas ant pietinio bloko išilgai platuminio lūžio (1 pav.). Jo geometrija tiek plote, tiek pjūvyje yra kaiti. Dažniausiai būdingas prielūžinių sluoksnių tiesioginės deformacijos variantas (2 pav.). Tai sietina su ikilūžiniu sluoksnių plikatyviniu išlenkimu, kaip tai yra kituose regionuose (Reches, Eidelman, 1995; Dubey, Bhakuni, 1998).

Telšių lūžis yra orientuotas V–R kryptimi. Tačiau išsamiau analizuojant matyti, jog jis gana iškreivintas (3 pav.). Šis iškreivinimas yra dėsningas ir susijęs su lūžių formavimosi kinematiniais ypatumais, kurie kontroliavo ir asocijuojančių struktūrų evoliuciją. Galima išskirti šiuos Telšių lūžio segmentus, pasižyminčius skirtingais kinematiniais bruožais: Girkalių (GR), Genčių–Kretingos (GK), Tolių (TL), Nausėdžio (NS), Vėlaičių (VL), Eitučių (ET), Juodeikių (JD), Žarėnų (ZR).

Girkalių (GR) atkarpa. Lūžis orientuotas ŠV kryptimi ir nusitęsia į Baltijos jūrą. Pereinamoje zonoje su platumine atkarpa rytuose būdinga intensyvi lūžio fragmentacija, siejama su lokalių įtampų koncentracija lūžio krypties kitimo mazge. Atsižvelgiant į tai, jog kaledoninės tektoninės įtampos buvo orien-



1 pav. Seisminis profilis, vaizduojantis Telšių lūžio formą. „Žiedo“ struktūra būdinga transpresiniam režimui. Nurodyti S1ln ir D1gr atspindžio horizontai
Fig. 1. Seismic profile across Telšiai fault illustrating a flower structure characteristic of transpressional regime. S1ln and D1gr key reflectors are indicated



2 pav. Galimi sluoksnių deformacijos išilgai antstūmio variantai (pagal Dubey, Bhakuni, 1998). *A* – inversinis, *B* – tiesioginis lenkimas. Pastarasis būdingas Telšių lūžiui (ikilūžinė fleksūrinė sluoksnių deformacijos stadija)

Fig. 2. Layer displacement along a thrust (following Dubey, Bhakuni, 1998). The upper picture illustrates formation of a reverse drag and the lower of a normal drag. The latter is characteristic of Telšiai fault indicating a pre-faulting flexuring of the layers

tuotos ŠV–PR kryptimi, ši atkarpa turėjo plėtotis stūmio režime (spaudimas = tempimas), rytuose pereinančio į įžambų antstūmį (spaudimas). Hercininiu laikotarpiu jis buvo palankus antstūmio tipo aktyvificacijai. Tai atitinka grėžimo duomenis, rodančius, kad pagrindinė telkinio fragmentacija pasireiškė herciniame etape.

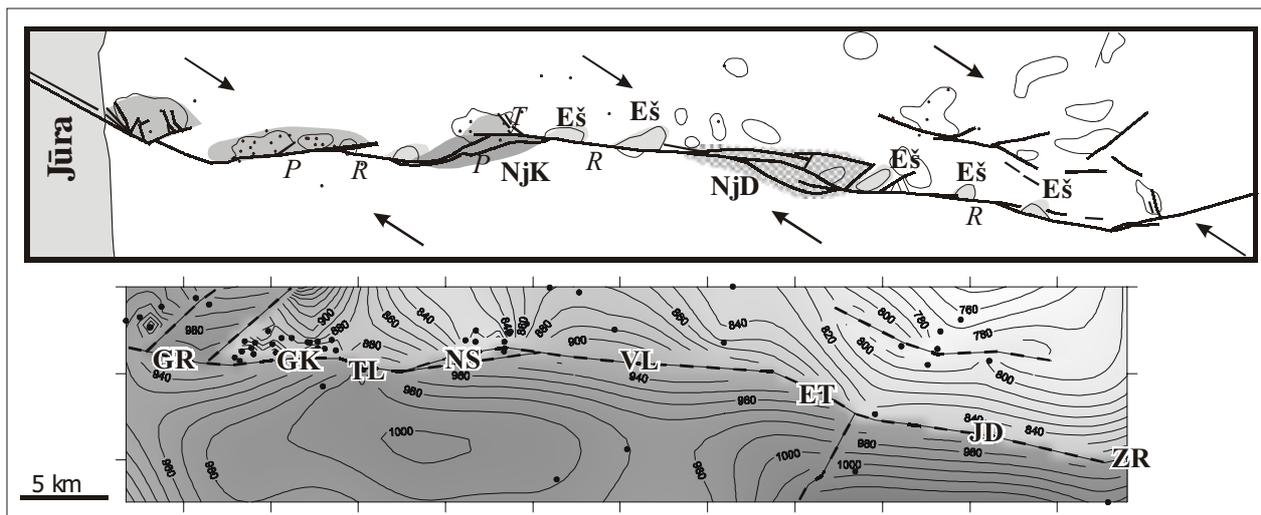
Genčių–Kretingos (GK) atkarpa. Ši lūžio dalis buvo ypač palanki formuotis lokalioms struktūroms – Kretingos ir Genčių. Lūžis orientuotas VPV–RŠR kryptimi.

Tolių (TL) atkarpa. Lūžis orientuotas VŠV–RPR kryptimi. Morfologija rytuose gana paprasta – pagrindinė plokštuma grimzta į šiaurę (∧ tipas). Rytuose ji modifikuoja į V tipo žiedinį lūžį – tai būdingas transpresinio disjunktyvo požymis (įžambus antstūmis).

Nausėdžio (NS) atkarpa. Lūžis orientuotas VPV–RŠR kryptimi ir palaipsniui pereina į VŠV–RPR orientaciją rytuose. Pačios vakarinės dalies lūžio geometrija pjūvyje yra ∞ tipo (kaip kelios į šiaurę palinkusios lygiagrečios aikštelės). Centrinėje ir rytinėje dalyje ji modifikuoja į V tipo (pagrindinis lūžis yra palinkęs į šiaurę, nuo jo atsišakoja smulkesni, į pietus grimziantys lūžiai) žiedo struktūrą. Su šiuo segmentu susijusi ryški lokali pakiluma.

Vėlaičių (VL) atkarpa. Orientuota VŠV–RPR kryptimi, asocijuojančios struktūros pakeltame sparne retos ir smulkios.

Eitučių (ET) atkarpa. Telšių lūžis išsišakoja į kelis kilometrų pločio smulkesnių lūžių vėduoklę. Gravitacinio lauko žemėlapyje matyti, jog VL atkarpa yra susijusi su kristalinio pamato tektoniniu lūžiu, kuris užgęsta ryčiau Eitučių-1 grėžinio ilgumos. Ei-



3 pav. Telšių lūžio kinematinės tipizacijos schema Vakarų Lietuvoje. R – Ridelio tipo lūžis, P – P tipo lūžis, NjK – nepersidengianti kairioji jungtis, NjD – nepersidengianti dešinioji jungtis, T – T tipo lūžis, Eš – ešelonišė struktūra. Rodyklės rodo tektoninio spaudimo kaledoninio etapo pabaigoje kryptį. Apačioje pateiktas ankstyvojo devono Gargždų laikotarpio pabaigos Telšių zonos kambro kraigo struktūrinis žemėlapis. Telšių lūžio atkarpos: GR – Girkalių, GK – Genčių–Kretingos, TL – Tolių, NS – Nausėdžio, VL – Vėlaičių, ET – Eitučių, JD – Juodeikių, ZR – Žarėnų

Fig. 3. Kinematic classification of the Telšiai fault, Western Lithuania. R – Riedel fault; P – type fault; NjK – underlapping left-hand stepover; NjD – underlapping right-hand stepover; T – type fault; Eš – an echelon fault. Arrows indicate direction of late Caledonian compression (earliest Devonian). Below a depth map of the top of Cambrian at the end of Gargždai time of earliest Devonian is presented. Segments of Telšiai fault: GR – Girkaliai, GK – Genčiai–Kretinga, TL – Toliai, NS – Nausėdis, VL – Vėlaičiai, ET – Eitučiai, JD – Juodeikiai, ZR – Žarėnai

tučių atkarpa faktiškai jungia du skirtingus kristalinio pamato lūžius vakaruose (VL) ir rytuose (JD), kurie susiformavo išilgai kristalinio pamato milonitinės zonos, Gargždų lūžio perstumtos į pietus. Tai nulėmė dešinių jungties tipą.

Juodeikių (JD) atkarpa. Kaip ir VL, Juodeikių lūžis orientuotas VŠV–RPR kryptimi. Jis krenta į šiaurę, yra \ tipo, morfologija gana paprasta. Būdingos prielūžinės smulkios lokaliai struktūros, pasikartojančios išilgai lūžio kas 5–6 km.

Žarėnų (ZR) atkarpa. Lūžio orientacija pakinta į VPV–RŠR, jis \ tipo. Įdomu, jog lūžis kerta ne tik apatinio paleozojaus uolienas, bet ir stebimas iki pat permio (triaso?), kur pasižymi tempimo charakteristikomis (iki devono kraigo būdinga spaudimo geometrija). Telšių volas praplatėja, lyginant su vakarine Telšių zonos dalimi. Žarėnų atkarpa žymi svarbius Telšių zonos morfologijos pokyčius: skirtingai nuo vakarinės dalies, kurioje vyrauja vakarų–rytų kryptis, rytuose Telšių lūžis yra VPV–RŠR krypties. Tai siejama su kristalinio pamato ypatumais, geriausiai išryškėjančiais magnetinio lauko gradientų žemėlapyje, kur Žarėnų segmentas žymi tektoninę ribą, skiriančią labiau raižyto magnetinio „reljefo“ (kaitesnė kristalinio pamato litologija) bloką šiaurėje nuo tolygesnės sudėties (labiau granitizuotos?) plutos segmento pietuose. Šiaurinio bloko magnetinio lauko intensyvumas yra kiek dides-

nis, lyginant su pietiniu sparnu; išilgai lūžio išsidėsčiusi teigiamų anomalijų grandinė. Ši tektoninė zona tęsiasi iki pat Šiaulių ploto, kur atsiremia į Tauragės–Ogrės zoną.

TELŠIŲ LŪŽIO KINEMATINĖ TIPIZACIJA

Telšių lūžio geometrija yra tipiška transpresinio tipo struktūroms. Tuo tarpu jo orientacija ir morfologija pjūvyje yra kaiti, keičiasi ir susijusių lokalių struktūrų pobūdis. Esant panašioms tektoninių įtampų sąlygoms galutinė lūžio morfologija gali būti skirtinga (An, Sammis, 1996). Viena iš pagrindinių priežasčių yra substrato ypatumai. Atliekant kinematinę lūžio tipizaciją, buvo remiamasi ne homogeniško substrato (pamato), o seno, pamate egzistuojančio lūžio (susilpnintos zonos) aktyvizacijos teoriniais principais. Kita pagrindinė nuostata – lūžis formavosi veikiant ŠV–PR tektoniniam spaudimui. Tiesa, reikia paminėti, jog Telšių lūžio zona aktyvizavosi tempimo režime jau prekambro pabaigoje – pačioje kambro pradžioje. Buvo aktyvizuoti į pietūs grimztantys elementai, numanomi magnetinio lauko automatinio modeliavimo profiliuose. Jie beveik neatsinaujino kaledoninio etapo pabaigoje, ir tai paaiškinama gana dažnu reiškiniu – tempimo lūžių „užsirakinimu“ veikiant spaudimui (A. Eršovas komentaras). Čia tempimo stadija plačiau neanalizuojama.

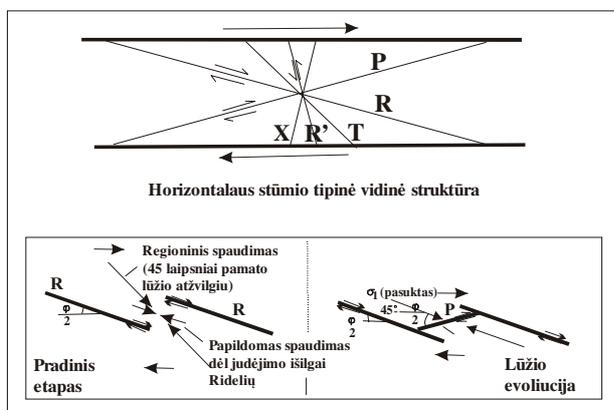
Telšių lūžį galima suskirstyti į šiuos kinematinis segmentus (3 pav.)

Ridelio plyšiai. Ridelio plyšiai (Riedel, 1929; Hills, 1963) yra pagrindiniai tektoniniai elementai, kurie pirmiausiai formuojasi aktyvizuojant kristalinio pamato tektoninę zoną stūmio-antstūmio režime. Tai VŠV–RPR kryptimi orientuoti Tolių (TL), Vėlaičių (VL), Juodeikių (JD) segmentai. Girkalių intervalą vargu ar galima priskirti šiai grupei – jis orientuotas ŠV–PR kryptimi, formavosi išilgai aktyvizuoto kristalinio pamato tektoninio elemento. Ridelio plyšiai paprastai pirmieji susidaro stūmio sistemoje (Morgensen, Tshalenko, 1967; ir kt.), būdinga orientacija – $12\text{--}18^\circ$ pamato lūžio tijos atžvilgiu (4 pav.). Telšių zonoje šis polinkis kiek mažesnis už tipinį (10°), o tai rodo didesnę Telšių zonos uolienu vidinės trinties kampą.

P plyšiai. P plyšiai yra antroji pagal svarbą sistema stūmio (įžambaus antstūmio) formavimesi (4 pav.). Dažniausiai jie trumpesni, formuojasi tuoj po Ridelio plyšių tarpridelinėje spaudimo srityje (4 pav.), sutelkdami šiuos į vientisą lūžį. P plyšių tipui priskiriami Genčių–Kretingos (GK), iš dalies Nausėdžio (NS), Žarėnų (ZR) segmentai. Panašiai kaip Ridelio plyšių, P plyšių kampas su pagrindine lūžio linija taip pat mažas – $10\text{--}12^\circ$ ir atitinka didelį uolienu vidinės trinties kampą.

T plyšiai. Jie formuojasi lokalaus plėšimo režime, orientacija – apie 45° pamato lūžio tijos atžvilgiu. Šio tipo lūžis kartografuojamas į rytus nuo Nausėdžio struktūros.

Ešeloninės struktūros. Skirtingai nuo T plyšių, ešeloninės struktūros formuojasi lokalizuoto gniuždymo (spaudimo) srityse. Jų ilgosios ašies orientacija paprastai yra 45° , bet skirtingos krypties nei T plyšių. Ešeloninėms struktūroms priskiriamos P21, P12, P6, P15, P14, P45 struktūros.



4 pav. Transpresinio lūžio, besiformuojančio nuosėdinėje dangoje virš seno pamato lūžio, būdingi elementai
Fig. 4. Typical elements of transpressional fault developed in sedimentary cover over the pre-existing basement fault

Nepersidengiančios jungtys. Šio tipo struktūroms priskiriami Nausėdžio ir Eitučių segmentai. Nepersidengiančios jungtys formuojasi jungiantis dviem sublygiagretiems lūžiams, kurie nėra vienoje tijoje. Nausėdžio segmentas yra kairiojo tipo, Eitučių – dešiniojo. Atitinkamai skiriasi jų kinematiniai ypatumai: Eitučių jungtis formavosi kaip tempimo struktūra, Nausėdžio – kaip spaudimo (Roznovski, Aydin, 2001; McClay, Bonoro, 2001). Pradiniam etape susidaro plikatyvinė struktūra – pakiluma (kairioji jungtis) arba įduba (dešinioji jungtis). Plėtojantis lūžio sistemai, ji suskaldoma sudėtingų lūžių (McClay, Bonoro, 2001) – tą pastebime ir minėtuose segmentuose. Lūžių geometrija priklauso nuo kampo tarp jungiamųjų lūžių, sin- ar posedimentacinio plėtojimosi. Centrinėje jungties dalyje lūžių geometrija yra žiedinio tipo – tai matyti seisminiuose profiliuose, kertančiuose abu segmentus. Jungtis dažniausiai formuojasi aktyvizuojant skirtingus (nesusijusius) kristalinio pamato lūžius (Roznovski, Aydin, 2001). Šis atvejis ryškus Eitučių jungtyje.

STRUKTŪRINĖ PROGNOZĖ

Kinematinė lūžių zonos tipizacija svarbi struktūrinei prognozei, ypač sprendžiant susijusių lokalių struktūrų formavimosi klausimą; tai aktualu naftos struktūrinių gaudyklų paieškoms. Gamtoje retai aptinkami tik tempimo ar spaudimo lūžiai. Dažniausiai jie formuojasi kaip transpresiniai ar transtempimo elementai, ir tai priklauso nuo aktyvizuojamo lūžio ir maksimalaus tektoninio spaudimo (tempimo) ašies kampo. Telšių lūžis kaledoniniame etape formavosi kaip transpresinis lūžis, o hercininiame etape galima numanyti kompresinį jo aktyvizacijos pobūdį.

Telšių lūžio orientacija keičiasi skirtinguose segmentuose, pasižyminčiuose įvairiomis kinematinėmis charakteristikomis. Tad tektoninio spaudimo ašies ir lūžio kampas taip pat nevienodas skirtingose lūžio dalyse. Įžambumo parametras (IP), nusakantis spaudimo krypties ir lūžio krypties santykį, yra vienas svarbiausių, lemiančių deformacijos pasiskirstymo tarp gniuždymo (atitinkamai lokalių pakilumų) ir kirpimo (atitinkamai lūžio) koeficientą (Fossen et al., 1994). Trumpai tariant, jėga išekvojama arba lūžio formavimui, arba šalia jo esančių struktūrų sudarymui. Jeigu pagrindinė energijos dalis skiriama lūžio plėtojimui, mažai tikėtinas lokalių struktūrų (naftos gaudyklų) buvimas ir atvirkščiai (Jones, Tanner, 1995). Esant dideliame IP (mažas kampas tarp lūžio tijos ir tektoninio spaudimo krypties), pagrindinės deformacijos bus susijusios su lūžiu, tik nedidelė energijos dalis skiriama lokalioms struktūroms formuoti. Mažėjant IP (stiprėjant antstūmio charakteristikoms) daugiau energijos išekvojama lokalioms struktūroms (gniuždymui).

Pagrindinė riba tarp horizontalaus stūmio ir antstūmio charakteristikų siejama su 0,55–0,75 $\dot{\Gamma}$ P (t. y. 30–40° kampu) (Burbidge, Braun, 1998). Kai $\dot{\Gamma}$ P > 0,55–0,75, pirmieji lūžiai, kurie formuosis virš aktyvizuojamos milonitinės zonos, bus Ridelio plyšiai. Jei $\dot{\Gamma}$ P < 0,55–0,75, pirmieji formuosis įžambūs antstūmiai (jų kampas milonitinės zonos atžvilgiu bus didesnis nei 20°). Iš pateiktos Telšių lūžio segmentų kinematinės tipizacijos galima daryti išvadą, jog Telšių lūžis Vakarų Lietuvoje turi daugiau pirmojo atvejo požymių.

Be $\dot{\Gamma}$ P, gniuždymo-kirpimo deformacijų pasiskirstymas priklauso ir nuo Telšių lūžio 3-D milonitinės zonos geometrijos, uolienų mechaninių savybių, kitų geologinių ypatumų.

Galima prognozuoti, jog esant ŠV–PR spaudimui, kuris vyravo kaledoninio etapo pabaigoje, prielūžinės struktūros formavimui palankiausi buvo P tipo segmentai – Genčių–Kretingos (GK), Nausėdžio (NS) atkarpos, kadangi $\dot{\Gamma}$ P parametras čia mažesnis nei Ridelio segmentuose. Tad nenuostabu, jog su jomis susijusios pagrindinės naftingos struktūros. Be to, dar veikė ir tarprydelinis spaudimas – kaip minėta, P tipo plyšiai formuojasi kiek vėliau už Ridelio lūžius lokalaus suspaudimo (pakilumos) zonose. Šis mechanizmas labiausiai išplėtotas Nausėdžio atkarpoje, kuri yra dešinioji P tipo jungtis. Pirmiausiai formuojasi lokali pakiluma, kurią vėliau suskaldo žiedo formos lūžių sistema. Paminėtina, jog čia galime tikėtis lokalsios pakilumos priešingame sparne. Tačiau išskyla kitas, lūžio laidumo, klausimas (struktūra atvira šiaurėje).

Žarėnų (ZR) segmentas nuo anksčiau paminėtų P tipo segmentų skiriasi savo ilgiu – jis daug stambesnis už pirmuosius, jam nebūdingos jungties charakteristikos, čia lūžimo procesas rutuliojosi kiek kitu keliu, aktyvizuojant kristalinio pamato VPV–RŠR krypties lūžį. Pagrindinė gniuždymo deformacija buvo susijusi su Telšių volo formavimu. Tuo paaiškinamas nemažas volo prasiplėtimas, lyginant su vakarine Telšių zonos dalimi, kur Telšių volas yra siauresnis. Kartais kritikojamas Telšių volo, kaip vientisos struktūros, išskyrimas, tačiau reikia pasakyti, kad jo prigimtis visose Telšių zonos dalyse yra bendra, tad ir telkimas į vieną struktūrą yra pateisinamas. Kitas dalykas, jog čia galima (ir reikia) išskirti struktūrinius rajonus, kurie pasižymi skirtingomis struktūrinėmis charakteristikomis.

Ridelio tipo segmentai yra mažiau palankūs susijusių lokalių struktūrų formavimuisi – čia $\dot{\Gamma}$ P yra didesnis (mažesnis spaudimo kampas Telšių tektoninės zonos atžvilgiu), tad didesnė energijos dalis išekvojama lūžio plėtojimui ir mažiau jos lieka gniuždymo deformacijoms. Čia stebimos nedidelės lokalsios struktūros, prigludusios prie lūžio ir išsidėsčiusios ga-

na vienodu atstumu. Tai ešeloninio tipo pakilumos, kurios formavosi sutelkto spaudimo vietose, jos nėra didelės, glaudžiasi prie mažiau laidžių lūžio segmentų.

Reikia pabrėžti, jog tam tikros naftos perspektyvos siejamos ir su nuleistu pietiniu Telšių lūžio sparne. Kaip minėta, būdinga tiesioginė sluoksnių prielūžinė deformacija, tad pietuose galima aptikti lokalių pakilumų, prigludusių prie lūžio. Kadangi lūžis dažniausiai nelaidus, šiaurėje tokios struktūros yra izoliuotos.

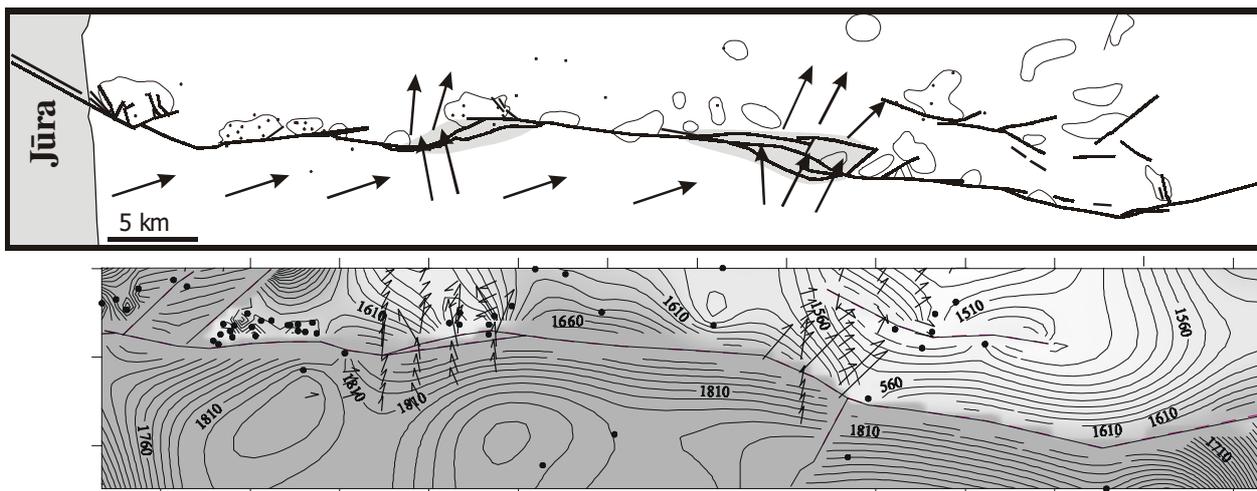
TELŠIŲ LŪŽIO LAIDUMO FLUIDAMS (NAFTAI) PROGNOZĖ

Telšių zonos laidumas fluidų (naftos) migracijai yra vienas svarbiausių prognozuojant tiek susijusių lokalių struktūrų, tiek ir visos ŠV Lietuvos naftingumą. Turima medžiaga rodo, jog čia negalime viena-reikšmiškai teigti, jog zona blokavo naftos migraciją iš pietų ar neturėjo tam jokios įtakos. Telšių lūžis yra sudėtingos morfologijos, ir tai nulėmė netolygią jos, kaip barjero ar laidininko, vaidmenį.

Pagrindiniai fluidų migracijos koridoriai siejami su Eitučių ir Nausėdžio nepersidengiančiomis jungtimis, kurioms būdinga sudėtingiausia tektoninė-plyšinė struktūra (5 pav.). Laidžiausia yra Eitučių atkarpa. Eksperimentiniais duomenimis (Segall, Pollard, 1980), dešinėsios jungties plyšiuota zona yra gerokai platesnė nei kairiosios. Trečias perspektyvus naftos migracijos per lūžį koridorius prognozuojamas Girkalių (ir piečiau jo) rajone, kur vystėsi „arklio uodegos“ sudėtinga lūžio sistema.

Tuo tarpu Tolių, Vėlaičių, Juodeikių paprastesnės morfologijos segmentai buvo tektonine kliūtimi naftos migracijai. Amplitudė čia viršija 200 metrus, Telšių lūžio nuleisto sparno Deimenos svitos smiltainis yra sublokuotas su kristalinio pamato uolienomis pakeltame sparne. Pagrindinė prognozuojama lūžio nelaidumo priežastis yra žemiau slūgsantis apatinio kambro Kybartų molis – molinga medžiaga patenka į lūžio zoną ir ši užanka. Visose lūžio pralaidumo fluidams modeliavimo programose (BADLEY ir kt.) molingų sluoksnių buvimas yra pagrindinis pradinis parametras.

Pagal pateiktą klasifikaciją galima prognozuoti struktūrų naftingumo perspektyvą. Pavyzdžiui, daugelis ešeloninių struktūrų, susijusių su Ridelio segmentais (Juodeikių, Vėlaičių), glaudžiasi prie nelaidžių Telšių lūžio intervalų, tad jų perspektyva yra nedidelė, išskyrus struktūras arčiau jų galų. Eitučių segmento nelaidumu galima paaiškinti Mamių ir Eitučių struktūrų nenaftingumą. Tačiau reikia turėti omenyje, jog, modeliavimo duomenimis, nafta nuo devono pabaigos buvo generuojama ir šiauriau Tel-



5 pav. Telšių lūžio zonos laidumo fluidų migracijai schema. Rodyklės nurodo naftos migracijos koridorius per lūžį. Apačioje – fluidų migracijos per Nausėdis ir Eitučių koridorius modeliavimas karbono laikotarpiui, rodyklės nurodo fluidų migracijos Deimenos smiltainyje kryptį ir intensyvumą (proporcingai rodyklės ilgiui), izolinijos – kambro kraigo gylį karbono pabaigoje.

Fig. 5. Permeability of Telšiai fault to fluid flow. Arrows indicate main oil migration corridors across the fault. The lower map illustrates fluid flow modeling across Nausėdis and Eitučiai corridors during Carboniferous. Contour-lines indicate depths of top of Middle Cambrian reservoir at the end of Carboniferous. It is seen that the fluid flow corridor in the hanging wall is narrow, feeding only Plungė and Nausėdis structures

šių lūžio, tad struktūros galėjo būti kažkiek užpildytos, tačiau šis potencialas buvo daug mažesnis (ribotas plotas, sąlyginai žema temperatūra). Ir atvirkščiai, struktūrų, esančių arti jungčių, naftos migracijos sąlygos yra geros. Penktame paveikslėlyje pateikta fluidų migracijos per Nausėdis ir Eitučių koridorius modeliavimo schema. Matyti, kad šiauriniame sparne migracijos koridoriai yra labai siauri ir maitina tik Plungės ir Nausėdis struktūras. Dėl duomenų trūkumo vakarinės Telšių lūžio dalies laidumas kol kas lieka neišskaidytas, todėl ir nebuvo modeliuotas.

IŠVADOS

Telšių lūžio geometrija geriausiai paaiškinama transpersinio lūžio, susiformavusio virš seno kristalinio pamato lūžio veikiant ŠV–PR krypties spaudimui, dėsniais. Išskiriami seniausi Ridelio tipo ir juos jungiantys jaunesni P tipo segmentai, kurių giluminė morfologija yra gana paprasta. Dėl apačioje slūgsančio apatinio kambro molio „užtrynimo“ Ridelio segmentai prognozuojami kaip nelaidūs naftos migracijai iš pietų į šiaurę vidurinio kambro sluoksniuose. Todėl su jais susijusios lokali struktūros (ešeloniškos arba kai kurios senesnės prekambro – ankstyviausio kambro tempimo struktūros) yra už pagrindinių naftos migracijos koridorių. Intensyviausia fluidų migracija numanoma per dešiniojo ir kairiojo tipo jungtis (Nausėdis, Eitučiai segmentai). Įvairi lūžio segmentų orientacija nulėmė jų skirtingą santykį su tektoninėmis įtampomis, kurios turėjo įtakos ir

netolygiam susijusių lokalių pakilimų formavimuisi. Lokalioms struktūroms susidaryti palanki yra kairioji jungtis ir P tipo segmentai, tuo tarpu Ridelio segmentuose prognozuojamos retos nedidelės ešeloniškos tipo struktūros.

Padėka

Dėkojame AB „Geonafta“ ir Lietuvos mokslo ir studijų fondui, finansavusiems darbą. Tyrimai vykdyti pagal Kompleksinės Vakarų Lietuvos baseinų analizės projektą.

Literatūra

- Ahlgren S. 2001. The nucleation and evolution of Riedel shear zones as deformation bands in porous sandstone. *Journal of Structural Geology*. **23**. 1203–1214.
- An L.-J., Sammis C. G. 1996. Development of strike-slip faults: A shear experiments in granular materials and clay using a new technique. *Journal of Structural Geology*. **18**. 1061–1077.
- Burbidge D. R., Braun J. 1998. Analogue models of obliquely convergent continental plate boundaries. *J. Geoph. Research*. **103**. 15221–15237.
- Dubey A. K., Bhakuni S. S. 1998. Hangingwall bed rotation and the development of contractional and extensional structures around a thrust fault: geometric and experimental models. *Journal of Structural Geology*. **20**. 517–527.
- Fossen H., Tikoff B., Teyssier Ch. 1994. Strain modelling of transpressional and transtensional deformation. *NGT*. **74**. 134–145.
- Hills E. S. 1963. Elements of structural geology. Methuen, London.

- Jones R. R., Tanner P. W. G. 1995. Strain partitioning in transpression zones. *Journal of Structural Geology*. **17**. 793–802.
- McClay K., Bonora M. 2001. Analog models of restraining stopovers in strike-slip systems. *AAPG Bulletin*. **85**. 233–260.
- Morgenstern N. R., Tshalenko J. S. 1967. Microscopic structures in kaolin subjected to direct shear. *Geotechnique*. **17**. 309–328.
- Reches A., Eidelman A. 1995. Drag along faults. *Tectonophysics*. **247**. 145–156.
- Roznovski T. A., Aydin A. 2001. Concentration of shear deformation related to changes in strike of monoclinical fold axes: the Waterpocket monocline, Utah. *Journal of Structural Geology*. **23**. 1567–1579.
- Segall P., Pollard D. D. 1980. Mechanics of discontinuous faults. *Journal of Geophysical Research*. **85**. 4337–4350.
- Šliaupa S. 1999. Far-field stress transmission indications in Early Palaeozoic structural evolution of the Baltic basin. *Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology*. **77**. P. 59.
- Šliaupa S., Poprawa P., Jacyna J. 2000. Structural analysis of seismic data in the Baltic basin: evidences for Silurian-Early Devonian intra-plate compression in the foreland of Caledonian orogen. *Journal of the Czech Geological Society*. **45**. 260–261.

Saulius Šliaupa

KINEMATIC FEATURES OF THE TELŠIAI FAULT IN WESTERN LITHUANIA: STRUCTURAL AND PERMEABILITY PROGNOSIS

Summary

Numerous oil fields are located along the northern flank of the largest Telšiai fault. It is the early Palaeozoic feature striking W–E for a few hundred kilometers. The fault shows a variable geometry along the strike, it correlates with the changing abundance and scale of associating local uplifts that serve as the oil-traps. The kinematic model is presented, based on the principles of the pre-existing basement fault that was reactivated in transpressional regime. The geometry of the fault is best explained in terms of the NW-SE compression that was characteristic for the late Caledonian stage. The oldest Riedel faults and succeeding P-type faults are defined. The former are declined at 10°

(ESE) with regard to the fault axis, while the latter are oriented ENE at an angle of 10°. It points to a large friction angle of the basement rocks. Those segments show a rather simple fault geometry, single or a few fault plains plunging to the north at a high angle (60–80°). They are likely to be impermeable for fluid migration thus blocking the oil flow in the Middle Cambrian reservoir from the south to the north. Accordingly, local uplifts confined to those segments are situated off the main oil migration corridors. The latter coincide with the left-hand (Nausėdis) and essentially right-hand (Eitučiai) stopovers showing a very complex fault geometry. Due to a changing fault orientation, the strain partitioning varied significantly along the fault strike, accordingly controlling the differentiation of the local uplifts. The most favorable conditions for the onset of the local uplifts are left-hand stopovers (Nausėdis) and P-type segments (Genčiai–Kretinga). Only scarce low-amplitude uplifts of echelon type are suggested along the Riedel-type segments.

Саулус Шляупа

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ТЕЛЬШЯЙСКОГО РАЗЛОМА В ЗАПАДНОЙ ЛИТВЕ: СТРУКТУРНЫЙ ПРОГНОЗ И ПРОНИЦАЕМОСТЬ

Резюме

Тельшяйский разлом З–В ориентации образовался в позднем силуре–начале девона под воздействием ЦЗ–ЮВ сжатия, северное крыло было вскинута примерно на 200 м. Он контролирует многие нефтяные структуры. В плане разлом довольно искривленный, меняется и его глубинная морфология. Сформулирована кинематическая модель, основанная на принципах реактивизированного разлома фундамента.

Выявлены составные части разлома: наиболее ранние типы Риделя, их связующие Р–разломы и поздние связи левого и правого характера. Для образования локальных поднятий наиболее перспективными являются левосторонние связи и Р–разломы. Тельшяйский разлом блокировал миграцию нефти на север. Проницаемые зоны связываются с лево- и, особенно, с правосторонними связями.