
Telðiø tektoniniø deformacijø zonos petrologinis apibûdinimas

**Gediminas Motuza,
Irma Vëjelytë**

Motuza G., Vëjelytë I. The petrologic characteristic of the Telðiai deformation zone. *Geologija*. Vilnius. 2005. No. 49. P. 1–9. ISSN1392-110X.

The Telðiai Deformation Zone (TDZ) is a considerable Precambrian deformation zone in the crystalline basement of West Lithuania. The TDZ is up to 15 km wide. It is identified by drilling at a distance of about 100 km from the Baltic Sea shore to the east and by geophysical methods recognised at a distance of a few hundred kilometres. It is mirrored by a belt of gravimagnetic lows. The crystalline basement along the TDZ is composed mainly by Palaeoproterozoic intrusive charnockitoids transformed into predominant mylonites, and subordinated cataclasites. Petrological data, granitic veins, cutting mylonites and a preliminary comparison with similar deformation zones in Sweden (Linköping-Loftahammar, Hasela etc.) suggest that the formation of TDZ as a ductile shear zone presumably started during the Svekofennian orogenic period (around 1800 Ma) and was reactivated several times in brittle conditions of the Proterozoic and Phanerozoic. The Telðiai fault, the longest tectonic feature in the Phanerozoic sedimentary cover, was formed in the Devonian time.

Key words: Proterozoic, Telðiai Deformation Zone, dislocation metamorphism, mylonite, cataclasite

Received 1 October, 2004, accepted 29 November, 2004

Gediminas Motuza. Department of Geology and Mineralogy, Vilnius University, M. K. Èiurlionio 21/27, LT-03101 Vilnius, Lithuania

Irma Vëjelytë. Department of Geology and Mineralogy, Vilnius University, M. K. Èiurlionio 21/27, LT-03101 Vilnius, Lithuania

ÁVADAS

1968 m., apibendrinant pirmøjø seisminiø tyrimø duomenis Vakarø Lietuvoje, buvo iðskirtas Telðiø lûþis (Kuzik, 1968) – platuminės krypties antstûmis, kurio ðiauriniame sparne yra iðkeltos apatinio paleozojaus uolienos. Vëlesniais geofiziniais ir geologiniais tyrimais buvo patikslinta Telðiø antstûmio amplitudë, jo morfologija, padëtis, kinematika, susidarymo laikas ir raida (Stirpeika, 1999; Suveizdis, 2003; Þvirblis, 1995; Ðliaupa ir kt. 1998; Ðliaupa ir kt., 2002; I. Kolodejeva, S. Kovaliova-Balëiûnienë, B. Krasnevië, D. Novik, K. Sakalauskas, I. Ðeðtokas, I. Vaiëeliûnas – rankraðtinë medþiaga, LGT fondai). Nustatyta, kad antstûmis tæsiasi platumine kryptimi, jà sudaro vienas pagrindinis dislokatorius, kuris vietomis ðakojasi á 2–3 dislokatorius, ágydamas sudëtingesnæ pakopinæ formà. Pagrindinë Telðiø antstûmio susidarymo stadija buvo apatinio devono Gargbdø amþiuje.

Tyrinëjant Telðiø lûþà daugiausia buvo kreipiamas dëmesys á jo geometrijà bei formà nuosëdinëje dangoje ir raidà paleozojuje. Buvo tik uþsimenama, kad jis pradëjo formuotis dar neoproterozojuje, kvaziplatforminiame tektoninës raidos etape (Þvirblis, 1995).

Kristalinio pamato uolienos ið græþiniø Telðiø lûþio zonoje iki ðiol nebuvo specialiai tyrinëtos. Autoriø darbais nustatyta, kad jos susidarë formuojantis þemyninei plutai svekofeninës kalnadaros metu ir buvo stipriai paveiktos dislokacinio metamorfizmo, vykusio aukðtos temperatûros ir slëgio sàlygomis dideliame gylje, greiëusiai kalnadaros tektoninës raidos etapo pabaigoje (Vëjelytë, Motuza, 2004). Ðiems klausimams ir skirtas ðis straipsnis.

TERMINIJOS KLAUSIMAI

Terminai, apibûdinantys ávairius tektoniniø dislokacijø ir struktûrø tipus, dislokacinà metamorfizmà, jo

metu susidaranėias uolienas, nėra pakankamai viena-reikšmiški ir nusistovėję tarptautinėje geologijos kalboje. Juo labiau jė trūksta lietuviškoje geologijos terminijoje. Todėl pradžioje pateikiame šiame darbe vartojamas sąvokas ir siūlome jas taikyti plačiau.

Tektoninio deformacijos zona (TDZ) (angl. *tectonic deformation zone*) – tai vieta litosferoje, kurioje uolienos ir jė kūnai patyrė tektonines deformacijas, t. y. sandaros ir sudėties pakitimus, veikiant giluminiams (tektoniniams) veiksniams. Jos skirstomos į nelūpinės ir šlyties zonas.

Nelūpinės TDZ neturi ryškios uolienos kūno dalių poslinkių, jose susidaro plikatyvinės dislokacijos, fleksūros, plyšiuotumo zonos ir kt. struktūros.

Šlyties TDZ (angl. *shear zone*) – tai tos zonos, kuriose viena kūno dalis pasislenka kitos atžvilgiu pagal šlyties plokštumą ar kelias plokštumas, t. y. pažeidžiamas šio kūno vientisumas.

Priklausomai nuo deformacijos pobūdžio jė susidarymo metu ir nuo susidarymo sąlygų (temperatūros, slėgio) bei gylio (t. y. iš esmės pagal petrologinius požymius) šlyties zonos skirstomos į lūpius, skalūnavimo ir sudėtinės zonas.

Lūpis, arba trapijė deformacijos zona (angl. *fault, brittle shear zone*), yra tokia zona, kurioje trapijosios uolienos deformacijos vyksta santykinai žemoje temperatūroje ir susidaro kataklazitai arba atvirai plyšiai.

Skalūnavimo zona, arba plastinio deformacijos zona (angl. *ductile shear zone*), – tokia zona, kurioje vyksta plastinės uolienos deformacijos santykinai aukštoje temperatūroje ir susidaro dislokacinio metamorfizmo uolienos – milonitai arba, skirstant pagal sandaros ypatybes, gneisai ir skalūnai.

Gali būti ir **sudėtinės šlyties zonos**, kuriose pasireiškė tiek plastinės, tiek trapijosios deformacijos. Šios zonos žemės paviršiuje prasideda lūpiu, o giliau pereina į skalūnavimo zoną arba plastinio deformacijos uolienos jose pakartotinai paveiktos trapijė deformacijos jė reaktyvavimo metu.

Šlyties zonos pagal struktūrinius-kinematinius požymius skirstomos į antstūmius, sprūdžius, stūmius ir kitas struktūras.

Toks tektoninio deformacijos zonos apibūdinimas ir skirstymas paremtas ir šios srities autoritetų darbais

(Davis, Reynolds, 1996; Passchier ir kt., 1990; Passchier, Trouw, 1998). Apibendrintai jis parodytas 1 paveikslėlyje.

Taikydami minėtus apibrėžimus šio darbo objektui, siūlome skirti šias tektonines struktūras:

Telšio lūpis (TL) – tai šlyties zona, kurią sudaro Telšio antstūmis ir su juo susiję žemės eilės (lydintys) sprūdžiai, susidarę daugiausia ankstyvajame paleozojuje trapijė deformacijos būdu.

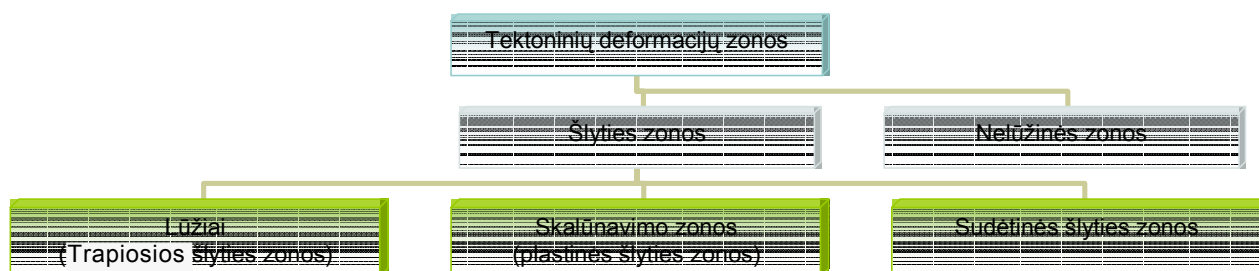
Telšio skalūnavimo zona (TSZ) – tai šlyties zona, nustatoma pagal milonitų paplitimo ruožą kristaliniame pamate susidarant plastinėms deformacijoms proterozojuje. Vėliau proterozojuje ir fanerozojuje ji vietomis buvo reaktyvuota formuojantis ir trapijė deformacijos uolienoms.

Telšio tektoninio deformacijos zona (TTDZ) – tai tektoninė zona, kurioje pasireiškė ir plastinės, ir trapijosios deformacijos, taip pat su jomis susijusios nelūpinės deformacijos.

Dislokacinio metamorfizmo uolienos skirstomos ir apibūdinamos remiantis Tarptautinės geologijos mokslų sąjungos Metamorfinių uolienų sistematikos pakomisijės rekomendacijomis, kol kas paskelbtomis tik internete (IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks (SCMR)). Šlyties zonose susidariusias dinaminio metamorfizmo uolienas siūloma skirstyti pagal struktūrinius požymius, atsižvelgiant į jė susidarymo sąlygas ir deformacijos pobūdį. Tokiu būdu išskiriami milonitai ir kataklazitai, prie pastarųjų priskiriant brekėją ir pseudotachilitą.

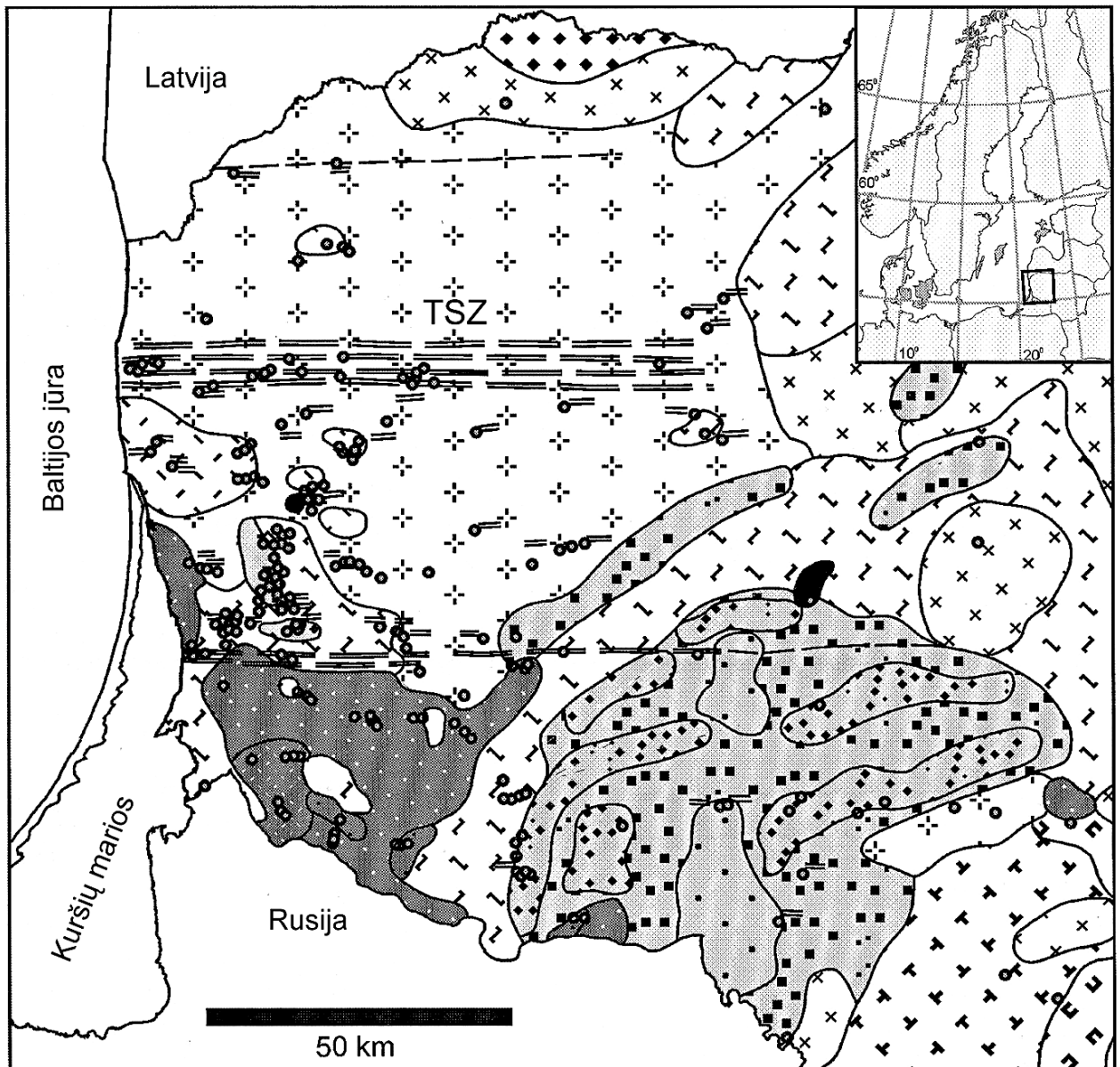
Milonitai (tektonitai) – tai dislokacinio metamorfizmo uolienos, kurioms būdingas skalūnuotumas, tai yra ryškiai kryptingas mineralų išsidėstymas. Jė pagrindinėje masėje dažnai yra porfiroklastai su sukimosi požymiais. Smulkiau, iš rūšių, milonitai yra skirstomi pagal porfiroklastai ir pagrindinės masės kiekio santyką į protomilonitus (pagrindinė masė sudaro iki 50%), mezomilonitus (50–90%), ultramilonitus (daugiau kaip 90%).

Kataklazitai – tai tektonizuotos uolienos, kurios susidaro trapijė deformacijos būdu, todėl jė tekstūra yra masivi arba silpnai skalūnuota. Smulkiau, iš rūšių, kataklazitai skirstomi pagal porfiroklastai ir pagrindinės masės santyką į protokataklazitus (pagrindinė masė sudaro iki 50%), meзокataklazitus (50–90%), ultrakataklazitus (daugiau kaip 90%).








1 pav. Tektoninio deformacijos zonos skirstymas






Fig. 1. Types of the tectonic deformation zones






Paleoproterozojus / Paleoproterozoic

Mezoproterozojus / Mesoproterozoic

-  Granitoidai
Granitoids 1.85-1,81 Ga
-  Čarnokitoidai
Charnockitoids 1.85-1,81 Ga
-  Cpx granodioritai
Cpx granodiorites
-  Gabro noritas
Gabbro norite
-  Gabroidai
Gabbroids

-  Tonalitai ir granodioritai
Tonaites and granodiorites
-  Migmatitai
Migmatites
-  Metapsamitai
Metapsammites
-  Metapelitai
Metapelites
-  Metaandezitas
Metaandesite

Žemaičių Naumiesčio plutonas, 1.46 Ga
Žemaičių Naumiestis pluton, 1.46 Ga

-  Sienogranitas
Syengranite
-  Moncogranitas
Monzogranite
-  Moncodioritas
Monzodiorite

Rygos plutonas / Riga pluton, ca. 1.6 Ga

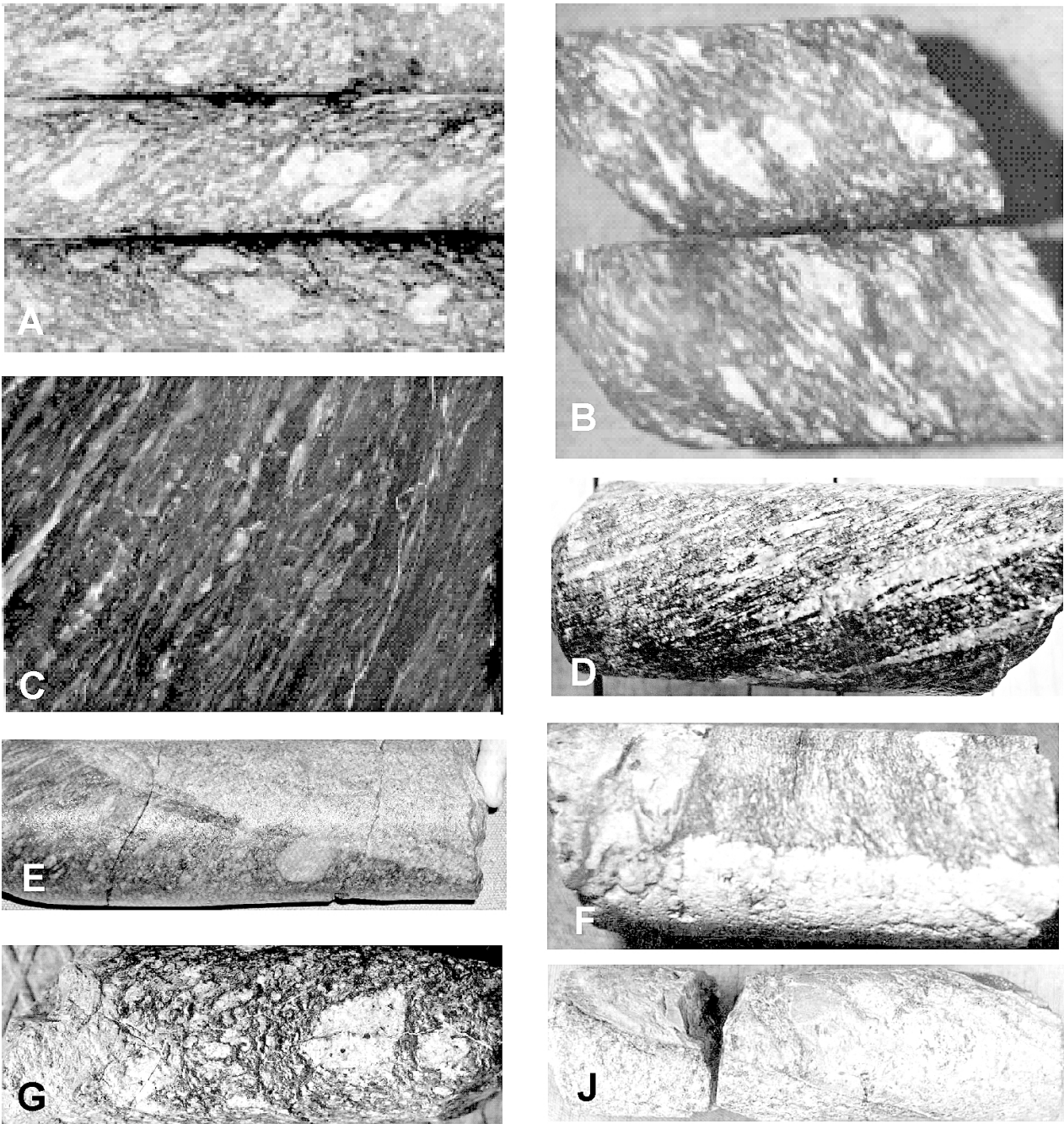
-  Gabroidai
Gabbroids

-  Milonitai
Mylonites

-  Lūžiai
Faults

-  Gręžiniai
Wells

2 pav. Vakarø Lietuvos prekambro kristalinio pamato geologinis žemėlapis
Fig. 2. Geological map of the Precambrian crystalline basement of West Lithuania



3 pav. *A, B* – protomilonitas su σ porfyroklastais (Genėiø-6 grąþ., gyl. 1976,7 m; Nausodþio-1 grąþ., gyl. 1961 m, kerno skersmuo – 80 mm);

C, D – ultramilonitas – Girkaliø-2 grąþ., gyl. 2163,5 m, kerno skersmuo – 80 mm ir Girkaliø-3 grąþ. (plokðtelės plotis – 40 cm);

E, F – granito gyslos, kertanėios ultramilonitą (Girkaliø-3 grąþ., gyl. 2101 m ir Genėiø-8 grąþ., gyl. 1987,8 m, kerno skersmuo – 80 mm);

G – brekėija su epidoto gyslomis ið Nausodþio-1 grąþ., gyl. 1984 m, kerno skersmuo – 80 mm;

J – brekėija ið kristalinio uolienø ir kambro argilito nuolauþø (Genėiø-3 grąþ., gyl. 1944 m, kerno skersmuo – 80 mm)

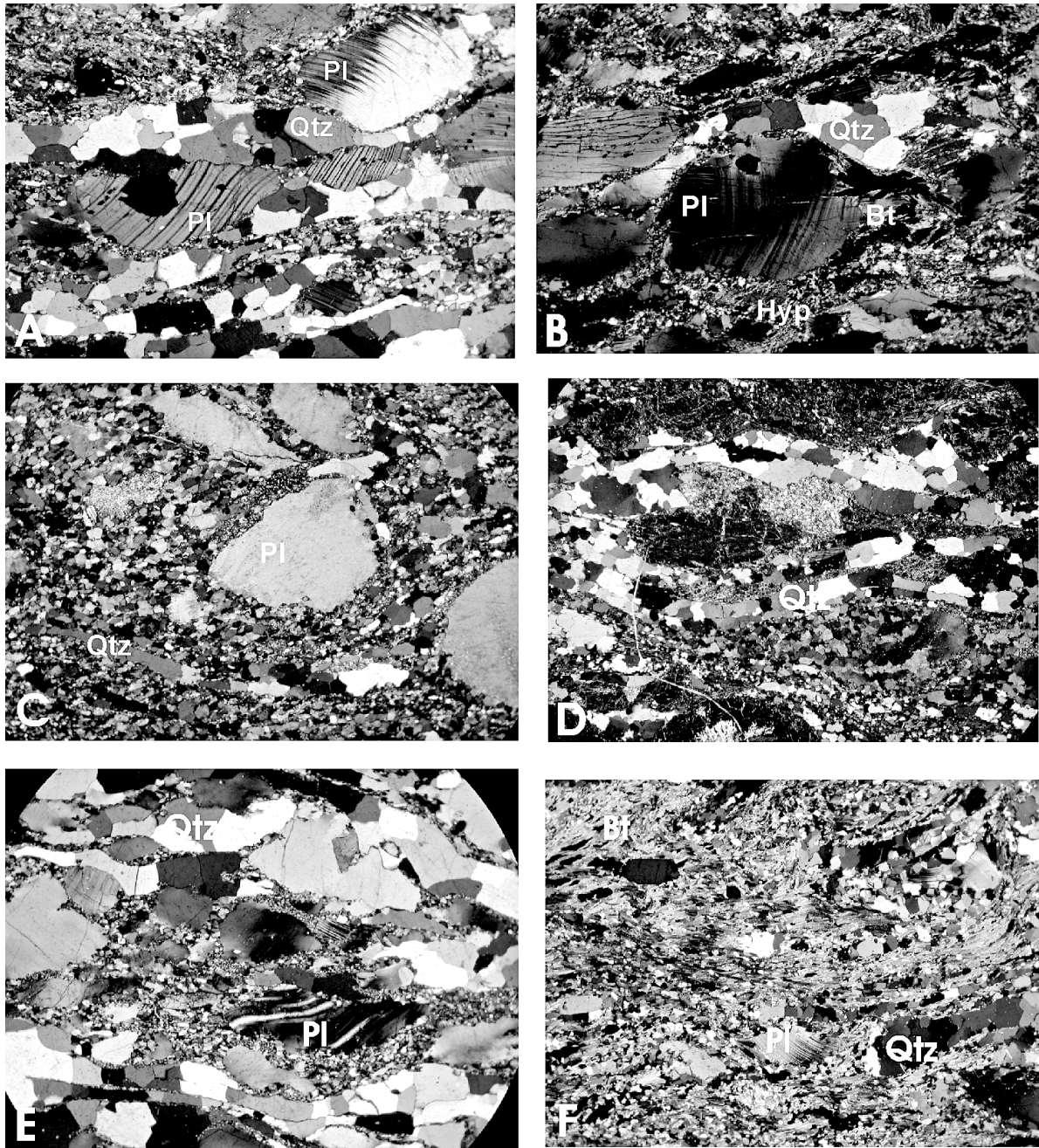
Fig. 3. *A, B* – protomylonite with σ porphyroclasts – wells Genėiai-6, depth 1976.7 m, and Nausodis-1, depth 1961 m (drill core diameter 80 mm);

C, D – ultramylonite from wells Girkaliai-2, depth 2163.5 m (diameter of drill core 80 mm) and Girkaliai-3 (plate width 40 mm);

E, F – granitic vein cutting ultramylonite – wells Girkaliai-3, depth 2101 m; and Genėiai-8, depth 1987.8 m (drill core diameter 80 mm);

G – breccia “healed” by epidot from well Nausodis-1, depth 1984 m (drill core diameter 80 mm);

J – breccia composed from fragments of crystalline rocks and Cambrian slate – well Genėiai-3, depth 1944 m (drill core diameter 80 mm)



4 pav. Telšiø skalūnavimo zonos milonitø mikrostruktūros:

A – protomilonitas su deformuotais plagioklazo (Pl) porfyroklastais, statiskai perkristalizuoto kvarco (Qtz) juostelėmis, apsuptomis itin smulkiagrūdės poligoninės struktūros masės (ølifo apaèioje) (Nausodþio-2 græþ.; x40);

B – protomilonitas su hipersteno (Hyp) liekanomis, deformuotais plagioklazo ir statiskai perkristalizuoto kvarco agregato porfyroklastais ið ankstesnio milonitizacijos etapo, taip pat vèliau susidariusi itin smulkiagrūdë pagrindinë masë (Nausodþio-2 græþ.; x40);

C, D – mezomilonitas su retais plagioklazo porfyroklastais ir juostiniu kvarcu (Girkaliø-1 ir Kretingos-1 græþ.; x40);

E – protomilonitas su statiðkai perkristalizuoto kvarco juostelėmis (Nausodþio-2 græþ., x40);

F – ultramilonitas (Nausodþio-5 græþ., x40)

Fig. 4. Microtextures of mylonites from Telšiai Shear zone:

A – protomylonite with deformed porphyroclasts of plagioclase (Pl), statically recrystallised quartz ribbons (Qtz) surrounded by very fine-grained matrix with polygonal texture (well Nausodis-2, x40);

B – protomylonite with relics of hypersthene (Hyp), deformed porphyroclasts of plagioclase and fragments of aggregates of statically recrystallised quartz from earlier deformation stage, in the matrix of later deformation stage (well Nausodis-2; x40);

C, D – mesomylonite with rare porphyroclasts of plagioclase and ribbon quartz (wells Girkaliai-1 and Kretinga-1; x40);

E – protomylonite with ribbons of statically recrystallised quartz (wells Nausodis-2; x40);

F – ultramylonite (well Nausodis-2; x40)

Kataklazitams priskiriama ir tektoninė brekėija, kuri apibūdinama kaip kataklazitas, kuriame yra > 30% aiškiai matomø uolienos nuolauþø.

Pseudotachilitai – tai itin smulkiagrūdė, arba stikliška, medþiaga, slūgsanti juostos ar gyslūtės pavidalu kataklazite ir susidaranti itin stipriai suardant uolienas staigiø tektoniniø judesiø metu, dažnai siejamø su þemės drebėjimais.

Toks skirstymas pritaikytas ir aprašant TTDZ dislokacinio metamorfizmo uolienas.

METODIKA

Ðiame darbe labiausiai remtasi uolienø petrografiniais ir mikrostruktūriniais tyrimais ið grøþiniø, iðgrøþtø TTDZ. Pagrindiniai duomenys buvo gauti perþiūrint kernà ið 23 grøþiniø ir tiriant poliarizaciniu mikroskopu 200 kristaliniø uolienø ðlifø, esanèiø Vilniaus universiteto Geologijos ir mineralogijos katedroje. Apibūdinant TTDZ padėtà buvo panaudoti LGT potencialiø laukø duomenys ir geologinio kartografavimo rezultatai (Motuza, 2004; LGT fondai).

TSZ dislokacinio metamorfizmo uolienos

Vakarø Lietuvos kristalinis pamatas yra sudarytas daugiausia ið paleoproterozojaus eros, Orosiro periodo, metamorfiniø suprakrustaliniø, metamorfizuotø intruziniø uolienø ir migmatitø.

Suprakrustalinės uolienos – tai granato-biotito-feldðpatø-kvarco gneisai, dažnai su kordieritu, silimanitu, daugiausia metapelitai ar metapsamitai. Jos iðlikusios tik vietomis, nes yra stipriai migmatizuotos.

Intruzinės uolienos – tai daugiausia granitoidai ir èarnokitoidai. Ið pastarøjø vyrauja opdalitas ir mangeritas, reèiau èarnokitas ir enderbitas. Jø sudėtyje yra monoklininio ir rombinio pirokseno, biotito, dažnai granato. Uolienø struktūra yra vidutiniškai stambiagrūdė, porfyriška su plagioklazo ar kalio feldðpato fenokristalais iki 20–30 mm dydþio. Tekstūra dažnai gneisiška, vietomis milonitinė. Ðios uolienos yra datuotos U-Pb metodu pagal cirkonus Vydmantø-1 grøþinyje, esanèiame TSZ ribose, ir kiek pieèiau esanèiame Macuièiø grøþinyje. Gautas amþius atitinkamai yra 1815 (Claesson, 2001) ir 1846 mlrd. metø (Motuza, 2004).

Tarp minėtø paleoproterozojaus uolienø yra granitoidø plutonø, susidariusiø gerokai vèliau, jau kratoninėmis sàlygomis. Kratoniniai granitoidai yra sudaryti ið mikroklino, plagioklazo ir kvarco, biotito bei antrinio muskovito. Struktūra – nuo vidutinio iki vidutiniškai stambaus grūdėtumo, kartais porfyriška, su mikroklino fenokristalais iki 20 mm. Tekstūra masyvi, taèiau vietomis gneisiška dėl kataklazės ar milonitizacijos. Jø masyvai nedideli. Stambiausias yra Ðemaièiø Naumiesèio masyvas, esantis pietinèyje Vakarø Lietuvos dalyje, kurio plotas – apie 700 km². Ðio masyvo uolienø amþius, nustatytas U-Pb metodu, yra 1460 mlrd. metø (Motuza, Èeèys 2004).

Turimais duomenimis, Telðiø skalūnavimo zonos (TSZ) ruoþe vyrauja èarnokitoidai, sudarantys stambø sinorogeninà daugiafazà Kurðiø masyvà (2 pav.). Uþ Kurðiø masyvo ribø á rytus ir vakarus, kur pagal potencialiø laukø duomenis gali bûti TSZ tašinys, yra paplitusios kitos uolienos – migmatizuoti suprakrustaliniai gneisai, granitoidø intruzijos, toliau amfibolitai, taèiau jos tiesiogiai TSZ nėra pragrøptos.

TSZ ribose nustatyti ir vèlesni, galbût kratoniniai, granitoidai. Jie sudaro nedidelius kûnus èarnokitoiduose, daugiausiai gyslas. Jø aptikta Girkaliø-3, Genèiø-8 grøþiniuose. Ðios uolienos ið TSZ grøþiniø nėra datuotos, taèiau pagal geocheminius duomenis jos artimos granitoidams ið Ðemaièiø Naumiesèio masyvo.

Kristalinio pamato uolienos TSZ ribose yra ávairiai paveiktos dislokacinio metamorfizmo, taèiau labiausiai paplitusios uolienos, susidariusios plastiniø deformacijø sàlygomis, – protomilonitas, mezomilonitas, vietomis ultramilonitas.

TSZ protomilonitas ir mezomilonitas yra porfyriðkos struktūros (3 pav., A, B). Pagrindinæ uolienos masæ sudaro plagioklazaras, kalio feldðpatas, kvarcas, o ið mafiniø mineralø – biotitas, granatas, sfenas. Vietomis yra hipersteno (Mamiø, Eituèiø, Vèlaièiø-1, 3, Nausodþio ir Genèiø plotø grøþiniuose), bûdingo pirminiams èarnokitoidams. Jo randama silpnai milonitizuotose uolienose, tuo tarpu ðio proceso labiau paveiktose mineralas retai beidlieka. Pagrindinės masės struktūra yra smulkiagrūdė granoblastinė ar lepidogranoblastinė, dažnas yra juostinis kvarcas (Genèiø-4, 8; Kretingos-1,2 grøþ.).

Porfyriðkus intarpus (porfyroklastus) sudaro plagioklazo, kalio feldðpato grūdai – pirminiai megakristalai, deformacijos metu ágavæ „akiø“ pavidalà, vietomis net iki 30–60 mm dydþio. Pasitaiko ir porfyriðkø granato kristalø, kurie gali bûti tiek magminiai, tiek blastai, susidaræ èarnokitoidø metamorfizmo metu. Daugelis porfyroklastø pasiþymi iðlankstytais dvyntėmis, kristalø formos deformacija dinaminio perkristalizavimo metu – jie pasisukæ lyginant su pirmine padėtimi, banga uþgesusi (4 pav., A, B). Plagioklazo kristalø pakraðèiuose stebima mirmekitizacija. Kai kurie autoriai ðiuos reiðikinius sieja su didesniu slėgiu dislokacinio metamorfizmo metu (Simpson, ir kt. 1989; Shelly, 1993).

Pagal formà nustatyti keliø tipø porfyroklastai: asimetriniai – σ (sigma) ir δ (delta) tipø, turintys trupinimo ðleifà (uodegèlæ), ir θ (theta) tipo porfyroklastai be tokio ðleifo. Porfyroklastai yra svarbūs kinematiniai rodikliai. Pagal jø formà ir uodegèliø iðsidėstymà sprendþiama apie stūmio kryptà TSZ vyrauja milonitai, susidaræ deðinio (dekstralinio) stūmio metu.

Ultramilonitas yra sudarytas ið kvarco, plagioklazo, kalio feldðpato, biotito, itin smulkio blastø. Jiems bûdingas ryðkus gneisiðkumas ar skalūnuotumas 30° kampu á kerno aðà (3 pav., C, D ir 4 pav., F).

TSZ tektonituose pastebimi statinės perkristalizacijos, vykstanèios po deformacijos, poþymiai. Jos metu trumpėja grūdø perimetras, susidaro poligoninè struk-

tūra. Nustatyta, kad TSZ dinaminės ir statinės perkristalizacijos ciklas vyko bent du kartus. Tà rodo vietomis milonite iðlikę klastai ið poligoniðkø granuliuoto kvarco blastø, susidariusiø statinės perkristalizacijos metu. Ðie blastai yra daug stambesni uþ supanęios pagrindinės masės blastus, taip pat poligoniðkus, todël tikriausiai susidariusius vėlesnės statinės perkristalizacijos fazės metu (4 pav., *D, E*).

Pagal milonitizacijos pobūdà irgi galima iðskirti dvi jos fazes. Pirmosios, skvarbiosios, milonitizacijos fazės metu uolienos buvo tolygiai deformuotos, ir visame uolienos tūryje susidarė C–S tipo skalūnavimo struktūros. Skalūnuotumo kritimo kampas svyruoja nuo 20–30° iki 50–70°. Vėliau milonitizacija vyko tik 1–2 cm ploëio juostelėse, kurios formuoja C' tipo struktūrà. Ðios juostelės sudaro nedidelà kampà su C tipo skalūnavimo plokðtumomis.

Milonitizuotos uolienos rastos praktiðkai visuose TSZ pragraþtuose graþiniuose. Graþiniø, kuriø pjūvyje vyrauja milonitai, yra ir pieëiau Telšiø lūpio, pvz., Toliø-2. Á ðiaurà artimiausias graþinys, kurio uolienos nėra tektonizuotos, yra Tūbausio-1. Taigi TSZ plotis gali siekti 10–12 km. Taëiau tektonizavimo laipsnis TSZ ribose yra netolygus. Mamiø, Eituëiø graþiniuose vyrauja protomilonitas – palyginti silpnai tektonizuotos uolienos. Vydmantø-1 graþinio virðutinėje pjūvio dalyje uolienos irgi silpnai tektonizuotos, taëiau gilėjant deformacijos laipsnis didėja ir uolienos pereina á akio pavidalo mezomilonità. Mezomilonitas yra labiausiai paplitusi uoliena Genëiø, Kretingos, Nausodþio plotuose. Ultramilonitas aptiktas tiktai Girkaliø, Genëiø ir Nausodþio plotø uolienose. Girkaliø plotas vi-soje TSZ iðsiskiria itin didele tektonizacija.

Vėlesniu laikotarpiu vyko trapiosios deformacijos – kataklazė, kurios metu susiformavo kataklazitai, brekëija, pseudotachilitas. Kataklazė pasireiðkė daugelyje TSZ graþiniø, bet atskiruose intervaluose, tad jos pasireiðkimo mastai maþesni nei milonitizacijos.

Kataklazituose aptinkama muskovito, chlorito, epidoto, karbonatø. Vietomis epidotas uþpildo plyðius brekëijoje ir cementuoja jos nuolauþas (3 pav., *G*). Brekëijos nustatytos daugelyje graþiniø Girkaliø, Genëiø, Kretingos, Nausodþio plotuose. Didþiausi brekëijos intervalai yra Girkaliø ploto graþiniuose – iki 50 m matomo storio Girkaliø-2 graþinyje.

Pseudotachilitai sudaro rudas ávairaus storio, nuo kelio milimetrø iki 3 cm, juosteles. Jie susiję su brekëijos zonomis ir paprastai iðsidësto jø pakraðëiuose (Girkaliø-3, Kretingos-3 graþ.).

TSZ susidarymo sàlygos ir laikas

TSZ vykusio dislokacinio metamorfizmo sàlygos nėra tiksliai nustatytos, taëiau jas galima apytikriai ávertinti pagal mineraloginius ir struktūrinius uolienø poþymius. Milonituose esanti stabili mineralø paragenezė – biotitas, granatas bei vietomis iðlikęs hiperstenas – rodo, kad pirminė milonitizacija TSZ vyko aukðtos tempera-

tūros ir slėgio sàlygomis, galbūt atitinkanëiomis granulitinės ar aukðtos temperatūros amfibolitinės facijos lygà. Aukðto metamorfizmo sàlygø rodiklis yra ir juostinis kvarcas (4 pav., *C, D, E*). Tiesa, tokios mikrostruktūros, kaip σ ir δ tipo porfyroklastai, paprastai iðlieka tik vidutinio amfibolitinės facijos lygio metamorfizmo sàlygomis (Passchier, Trouw, 1998; Högdahl, 2000). Tokiomis sàlygomis galėjo vykti vėlesnės milonitizacijos fazės.

Aukðto lygio metamorfizmas paprastai siejasi su kalnodaros procesais, todël galima prielaida, kad TSZ susidarė dar minëtame etape. Tokià prielaidà patvirtina ir faktas, kad milonitus vietomis kerta granito gyslos. Ðis granitas pagal geocheminius poþymius yra artimas datuotiems mezoproterozojaus kratoniniams granitoidams (3 pav., *E, F*), kurie taip pat tektonizuoti, taëiau ne taip stipriai, daugiausiai jie yra kataklazuoti. Tai pagrindþia prielaidà, kad milonitø susidarymo laikas yra tarp 1815 (Vydmantø ðarnokito amþius) ir 1460 mln. metø (nustatytas jauniausio granitoidø amþius).

Keletas stambiø skalūnavimo ar sudëtinio ðlyties zonø yra centrinėje ir pietinėje Ðvedijoje; ëia jos gerai iðtirtos ir datuotos. Hazelos deformacijos zonos amþius yra apie 1800 mln. metø, o Loftahammaro–Linëopingo –1800–1760 mln. metø. Ðio tektoninio deformacijos zonø susidarymas siejamas su svekofenine kalnodara (Beunk, Page, 2000; Högdahl, 2000; Högdahl, Sjöström, 1999; Sjöström 2004). Beje, pastaroji zona yra ir geografiðkai artima TSZ. Pagal vyraujanëià potencialiø laukø anomalijø kryptà ji gali būti TSZ tasiniu vakariniame Baltijos jūros krante. TSZ nustatytos panaðios dislokacinio metamorfizmo uolienos kaip ir Loftahammaro–Linëopingo bei Hazelos skalūnavimo zonose. Remiantis ðiuo palyginimu labiausiai tikëtinas ir TSZ susidarymas kalnodaros laikotarpiu, tai yra apie 1800 mln. metø.

Vėliau TSZ buvo reaktyvuota ir plastiniø deformacijø paveiktos uolienos buvo pakartotinai kataklazuotos. Nustatytos kataklazitø paragenezės (epidotas, chloritas, muskovitas) yra būdingos þemo lygio metamorfizmui, atitinkanëiam þaliojø skalūnø facijà. Tai rodo, kad kataklazė vyko þemesnėje temperatūroje ir vėliau negu milonitizacija. TSZ atsinaujino (reaktyvavosi) kelis kartus – prekambre ir paleozojuje. Prekambro metu vykusią kataklazę patvirtina tai, kad daugelyje graþiniø kambro nuosëdinės uolienos slūgso ant eroduotø kristalinio pamato uolienø pavirðiaus, tarp kuriø yra ir kataklazitø, pavyzdþiui, Girkaliø ir Genëiø plotø graþiniuose. Ðis kataklazės etapas galėjo vykti apytikriai tarp 1460 ir 540 mln. metø.

Paleozojaus reaktyvavimo etapo liudininku yra brekëija, esanti kristalinio pamato pavirðiuje ir sudaryta ið kristaliniø uolienø bei kambro molio nuolauþø (Genëiø-3; 3 pav., *J* graþ.). Ðis etapas gali būti siejamas su Laurentijos–Baltikos kolizija ir kaledonine kalnodara. Tuo metu, ankstyvajame devone, ir susidarė Telšiø antstūmis.

ĮVADAS

Apibendrinant sukauptà medžiagà galima padaryti to-
kias svarbiausias išvadas:

1. Telšiu tektoninių deformacijų zona (TTDZ) pa-
gal deformacijos pobūdà makro- ir mikrostruktūrinius
bei mineralinės sudėties požymius išskirta kaip plasti-
nių deformacijų skalūnavimo zona (TSZ), kuri susiforma-
vavo svekofeninės kalnodaros metu, o kratoniniu lai-
kotarpiu atsinaujino kaip trapiojė deformacijų zona.

2. TSZ platinės deformacijos (milonitizacija) vyko
aukšto ar vidutinio lygio metamorfizmo sąlygomis bent
dviem etapais. Jė metu susidarė šios dislokacinio me-
tamorfizmo uolienos: protomilonitai, mezomilonitai ir
ultramilonitai.

3. TSZ reaktyvacijos metu atskirose vietose vyko
trapiosios deformacijos (kataklazė) ėmo lygio meta-
morfizmo sąlygomis. Jos metu susidarė kataklazitai,
taip pat brekėija ir pseudotachilitai.

4. Išskiriami šie pagrindiniai TTDZ raidos etapai:

– vėlyvasis kalnodaros (apie 1800 mln. m.), arba
ankstyvasis platforminis (tarp 1800–1460 mlrd. m);
tuo metu vyko milonitizacija;

– platforminis (tarp 1460–540 mln. m), kuriuo vy-
ko kataklazė, formavosi brekėija ir pseudotachilitai;

– paleozojinis (kambras – ankstyvasis devonas); jo
metu dėl TSZ reaktyvacijos susidarė TLZ, vyko katak-
lazė, daugiausia formavosi brekėija.

Literatūra

Beunk F. F., Page L. M. 2000. Structural evolution of the
accretional continental margin of the Palaeoproterozoic
Svecofennian orogen in southern Sweden. *Tectonophysics*.
339. 67–92.

Claesson S., Bogdanova S., Bibikova E. V., Gorbatshev
R. 2001. Isotopic evidence for Palaeoproterozoic accre-
tion in the basement of the East European Craton.
Tectonophysics. **339**. 1–18.

Davis G. H., Reynolds S. J. 1996. Structural geology of
rocks and regions. New York. P. 776.

Högdahl K., Sjöström H., Gromet P. 2001. Timing of
Svecofennian, late-orogenic, ductile deformation zones
in Jämtland, west central Sweden. *GFF*. **123**. 225–236.

IUGS Subcommittee on the Systematics of Metamorp-
hic Rocks (SCMR). 2002. <http://www.bgs.ac.uk/SCMR/>
Motuza G. 2004. Virđutinės plutos (kristalinio pamato)
sandara ir raida. *Litosfera*. (spaudoje)

Passchier C. W. & Trauw R. A. J. 1996. Microtectonics.
Springer Verlag. P. 289.

Sjöström H., Högdahl K., Persson K. S., Bergman S.
2004. The shear zones of Central Sweden. *GFF*. Abstract
Volume. **126**. 35–36.

Shelley D. 1993. Igneous and metamorphic rocks under
the microscope. Cambridge. P. 445.

Stirpeika A. 1999. Tectonic evolution of the Baltic synec-
lise and local structures in the

South Baltic Region with respect to their petroleum po-
tential. Vilnius, LGT. P. 122.

Suveizdis P. 2003. Lietuvos tektoninė sandara. Vilnius.
P. 159.

Ėliaupa S., Katinas V., Vosylius G., Ėliaupienė R., Vėje-
lytė I. 2002. Telšiu lūpio paleoatampė rekonstrukcija. *Ge-
ologija*. **38**. Vilnius. 18–31.

Ėliaupa S., Popov M. 1998. Linkage between basement
and neotectonic linear structures in Lithuania. *Litosfera*.
2. Vilnius. 36–45.

Vėjelytė I., Motuza G. 2004. Telšiai Shear Zone and
Druksiai–Polock Tectonic Zone: structure, petrology and
correlation with Sweden Shear Zones. *GFF*. Abstract
Volume. **126**. P. 41.

Ėvirblis A. 1995. Kai kurie Telšiu regioninio lūpio raidos
ypatumai. *Geologijos akiraėiai*. **1**. 52–56.

Gediminas Motuza, Irma Vėjelytė

THE PETROLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE TELŠIAI DEFORMATION ZONE

Summary

The Telšiai Deformation zone (TDZ) is a consider-
able Precambrian deformation zone in the crystalline ba-
sement of West Lithuania on the Western margin of the
East European Craton. The TDZ is up to 15 km
wide. It is identified by drilling at a distance of about
100 km and by geophysical methods recognized at a
distance of a few hundred kilometers from the Bal-
tic Sea shore to the East. Presumably it continues al-
so in the Baltic offshore in north-western direction.
On the geophysical maps it is manifested by a belt of
gravity and magnetic lows. The crystalline basement
along the TDZ is composed mainly by Palaeoprotero-
zoic intrusive charnockitoids. Charnockitoids are
transformed into mylonites of different type up to ul-
tramylonites. Typical C fabrics have been formed by
penetrative mylonitisation, and C' phase in 1–2 cm
wide bands is locally identified. Paragenesis of mafic
minerals in mylonites is biotite, garnet, in places al-
so hypersthen, preserved in less deformed proto- and
mesomylonites. These data suggest that formation of
mylonites took place in high grade metamorphic con-
ditions. Mylonites are cut by veins of younger, presu-
mably Mesoproterozoic granitoids, which are also ca-
taclased in various degrees. Cataclases, including
breccia, are abundant but appear locally in particular
bands. Pseudotachylites are encountered in particular
wells (Girkaliai, Kretinga areas). Within the limits of
TDZ appears the Telšiai fault – a thrust with the
amplitude of up to 250–300 m, penetrating into the
Early Palaeozoic sedimentary cover formed mainly in
the Early Devonian, presumably in response to Cale-
donian orogenic event on the margin of the Baltica
palaeocontinent.

Petrological data, granitic veins, cutting mylonites
and a preliminary comparison with orogenic deforma-
tion zones in Sweden (Linköping–Loftahammar, Ha-
sela, etc.) suggest that the formation of TSZ as a
ductile deformation zone presumably took place in
the orogenic period (around 1800 Ma). It was reac-
tivated several times in frail conditions of the Prote-
rozoic and Phanerozoic.

Гедиминас Мотуза, Ирма Веялите

ПЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕЛЬШЯЙСКОЙ ЗОНЫ СКАЛЫВАНИЯ

Резюме

Тельшяйская зона скалывания (ТЗС) – это региональная докембрийская тектоническая зона в западной части Литвы, широтного простирания, шириной до 10–12 км. Она отслежена по данным бурения на расстоянии 100 км, а по геофизическим данным, возможно, простирается на несколько сот километров. В пределах этой зоны широко развиты динамо-метаморфические породы, сформировавшиеся в ходе пластических деформаций в высокотемпературных условиях. Здесь развиты протомилониты, мезомилониты, ультрамилониты, протолитом которых являются палеопротерозойские чернокитоиды.

Выделяется несколько этапов милонитизации. Самая интенсивная ее фаза проявилась в виде пронизывающей милонитизации с образованием

поверхностей типа С. Позже милонитизация происходила лишь в узких полосках шириной 1–2 см с образованием структур типа С'. Характерный парагенезис мафических минералов – биотита, граната, гиперстена – указывает на условия милонитизации, соответствующие гранулитовой, или высоко-температурно-амфиболитной, фации метаморфизма. Милониты пересечены жилами гранита, предположительно мезопротерозойского возраста.

Позже проявились хрупкие деформации, в ходе которых образовались катаклазиты, в том числе брекчия. Местами обнаружены прожилки псевдо-тахилитов. В зонах хрупких деформаций встречаются такие характерные для зеленосланцевой фации метаморфизма минералы, как хлорит, мусковит.

Имеющиеся данные и сравнение с орогенными зонами скалывания в Швеции позволяют предположить, что ТЗС образовалась в орогенный период, т. е. около 1800 млн. лет тому назад.