

**Lietuvos neotektoninės struktūros tyrimai**

**Aleksandras Šliaupa, Saulius Šliaupa**

*(Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas)*

Šliaupa, A., Šliaupa, S., 2011. Neotectonic studies of Lithuania. *Baltica*, Vol. 24, Special Issue // Geosciences in Lithuania: challenges and perspectives, 117–122. Vilnius. ISSN 0067–3064.

**Abstract** The first evidences of the neotectonic movements in the Baltic region were published by the Scandinavian researchers in the later 19th century. V. Gudelis initiated neotectonic studies in Lithuania as long ago as 1955. The neotectonic studies became gradually a common part of the different geological studies, such as geological mapping, oil exploration, environmental geological assessment, hydrogeology, studies of recent geological processes, including seismic activity. Commonly the results of the neotectonic studies are presented by compiling maps and schemes. The accumulated data indicate that the sub-Quaternary surface can be considered as the reference level in defining the vertical neotectonic structures, such as uplifts and depressions that closely correlate with the underlying ancient tectonic structures defined in the crystalline basement and sedimentary cover. An important element of the neotectonic maps is the neotectonically active linear zones that are often confined to the ancient faults. The nature of the Baltic Sea depression is an essential part of the neotectonic studies. Most of the neotectonic structures of Lithuania were formed during the Middle and Upper Quaternary time.

**Keywords** *Neotectonic, uplifts, depression, structural terrace, vertical movements, linear zones, Lithuania.*

*Aleksandras Šliaupa, Saulius Šliaupa [sliaupa@geo.lt], Nature Research Centre, Institute of Geology and Geography, 13, T. Ševčenkos Str., 03223 Vilnius, Lithuania. Manuscript submitted 21 May 2011, accepted 15 July 2011.*

**IVADAS**

Pirmos žinios apie Pabaltijo neotektoninius judėjimus pasirodė XIX a. antroje pusėje tiriant Baltijos jūros kranto linijas. Skandinavijos tyrėjų darbuose buvo vystoma idėja apie poledynmečio izostazinius judėjimus (De Geer 1963). Rytinis Pabaltijys (tame tarpe ir Lietuva) pagal Baltijos ledyninio ir Anciliaus ežerus, o taip pat Joldijos ir Litorinos jūrų kranto linijų padėtį buvo priskiriamas Skandinavijos skydo pakilumos periferijai.

Visiškai kitoks neotektoninių judėjimų pobūdis Prūsijoje ir Lietuvoje buvo pateikiamas vokiečių tyrėjų darbuose XX a. pradžioje (Beurlen 1927; Kraus 1925, 1928). Jie stambias reljefo formas ir neotektoniką siejo su prekvartero ir kvartero sluoksnių struktūromis, akcentavo neotektoninių judėjimų paveldimumą.

Lietuvoje neotektoninių judėjimų tyrimų iniciatorius buvo V. Gudelis, kuris 1955 m. paskelbė apie tai pirmą straipsnį. 1959 m. buvo sudaryta pirmą neotektoninių

judėjimų schema. V. Gudelis savo tyrimų rezultatus apibendrinio 1973 m. monografijoje, kurioje pateikė Pietinio Pabaltijo neotektoninių judėjimų schemą su dabartinių Žemės plutos judėjimų izolinijomis (Гуделис 1973). Pagal ją Nemuno žemupio sritis grimzdo apie 100–150 m, o pietinė Lietuvos dalis kilo apie 100–150 m. Neotektoninių struktūrų formavimąsi V. Gudelis siejo su regioninėmis giluminėmis struktūromis, kaip Baltijos sineklizė ir Mozūrijos–Baltarusijos anteklizė.

V. Gudelis pirmasis Lietuvoje pabandė vertikalius Žemės plutos judesius nustatyti panaudojant tiksliąją niveliaciją (Гуделис 1955.). Taip prasidėjo intensyvus dabartinių Žemės plutos judesiu tyrimas ne tik Lietuvoje, bet ir Latvijoje bei Estijoje. Detaliais geodeziniais metodais vertikalius Žemės plutos judesius Lietuvoje pakartotu niveliacijos būdu tyrė J. Liesis, A. Ražinskas, A. Zakarevičius ir kt. Vykdytus ir dabar tęsiamus darbus išsamiai aprašė A. Zakarevičius (1994). Monografijoje chronologine tvarka pateikiami atskirų autorių ta tema

sudaryti žemėlapiai ir schemos. Didelis dėmesys čia skiriamas metodiniams klausimams.

Neotektoninių struktūrų tyrimas Lietuvoje palaipsniui tapo sudėtine dalimi daugelyje geologinių darbų, tokių kaip geologinis kartografavimas, naftos paieškos, ekogeologinių klausimų sprendimas. Pradžioje jie turėjo daugiau regioninį ir teorinį charakterį, vėliau padėjo spręsti ir praktines (taikomas) užduotis. 1967–1970 m. buvo paruoštas disertacinis darbas apie naftingų struktūrų neotektoninį aktyvumą, taikant struktūrinius–geomorfologinius metodus prekartero reljefo, kvartero nuogulų stovymės struktūros analizei (Шляупа 1970). Jau pradinėje darbų stadijoje nustatyta, kad daugelis giliųjų lokalių struktūrų yra neotektoniškai aktyvios. Vėliau paaiškėjo, kad naftingos struktūros ypač aktyviai vystėsi neotektoniniame etape, kuris yra vienas iš pagrindinių naftos kaupimosi laikotarpių (A. Šliaupa, Stirpeika 1994; Stirpeika 1999). Atlikti platesnės teritorijos tyrimai parodė, kad naftingų struktūrų sritis paveikta labai aktyvių Žemės plutos judėjimų viduriniame ir vėlyvajame kvartere formuojantis Baltijos jūrai.

## NEOTEKTONIKA IR KITI GEOLOGINIAI PROCESAI

Neotektoninių struktūrų tyrimai užėmė svarbią vietą hidrogeologiniuose tyrimuose. Jais buvo išaiškinti Druskininkų ir Birštono mineralinio vandens telkinių susidarymo dėsningumai (Шляупа и др. 1986). Mineralinio vandens kupolai, vietomis siekiantys Žemės paviršių, susiformavo stambių neotektoniškai aktyvių lūžių kirtimosi vietose. Neotektoniškai aktyvių lūžių ir lokalių struktūrų zonose ar plotuose padidėjęs uolienų vandens laidumas (Добкявичюс и др. 1992). Buvo sudarytas regioninis hidrocheminių anomalijų iki 250 m gylio žemėlapis. Intensyviausias požeminio vandens vertikalus pertekėjimas nustatytas Vidurio Lietuvoje. Čia jis sutampa su stambia Vidurio Lietuvos neotektoniškai aktyvia zona. Padidėjusios mineralizacijos anomalijos sudaro zonas, žyminčias tektoninius lūžius. Jos dažnai susijusios su žinomais stambiais neotektoniškai aktyviais lūžiais – Šilutės–Polocko, Vilniaus–Mažeikių ir kt.

Neotektoninių judėjimų tyrimai svarbūs aiškinant dabartinius geologinius procesus, tokius kaip erozija, karsto susidarymas, Žemės drebėjimai. Nuo neotektoninių struktūrų bei judesių pobūdžio priklauso upių tinklo formavimasis, vaginiai procesai. Intensyvesnė erozija vyksta teigiamų neotektoninių struktūrų plotuose, kur formuojasi ryškesnė įlomių, raguvų, griovų sistema. Išgaubti upių išilginiai profiliai sutampa su teigiamomis neotektoninėmis struktūromis (Дицявичене, Шляупа 1976; Дваряцкас, Шляупа 1984). Su teigiamomis struktūromis susijusi intensyvi erozija. Čia kaupiasi tik stambiagrūdis vaginis aliuvis arba atsidengia substrato uolienos (Дицявичене, Шляупа 1976). Tuo tarpu upių vagos atkarpose sutampančiose su neigiamomis neotektoninėmis struktūromis stebima padidėjusi vaginio aliuvio akumuliacija.

Šiaurės Lietuvoje karstinės įgriuvos dažnai suformuoja kelių šimtų metrų pločio juostas, kurios žymi didesnio plyšiuotumo tektonines zonas. Šiaurės Lietuvos karstinis plotas sutampa su Vidurio Lietuvos tektonine siūle (A. Šliaupa, 2004). Pasvalio ir Biržų maksimalaus karstinio aktyvumo plotai kartuoja giluminę Pasvalio – Biržų tektoninę zoną. Padidėjęs karstinis aktyvumas konstatuojamas kristalinio pamato masyvų kontakto srityse.

## SEISMINIS AKTYVUMAS

Iš dabartinių geologinių procesų labai svarbus yra Žemės plutos seisminis aktyvumas. Lietuvoje žinomi du istoriniai Žemės drebėjimai. Seniausias aprašytas Skirsnemunėje 1328 metais (Šliaupa *ir kt.* 2004). Antrasis Žemės drebėjimas vyko 1909 metų sausį netoli Vilniaus. Jo metu atsivėrė 1 km ilgio plyšys. Stiprūs žemės drebėjimai (iki 6–7 balų pagal Richterį) fiksuoti netoli Lietuvos sienų: 1908–1909 m. Bistryčioje, Gudagojuje, Daugpilyje, netoli Bauskės, Liepojoje. Stiprūs Žemės drebėjimai aktyviose seisminėse srityse (Karpatuose, Italijoje, Turkijoje ir kitur) taip pat sukėlė Lietuvos teritorijoje rezonansinius Žemės drebėjimus, kurių intensyvumas yra siekęs 4 balus (MSK-64 skalė). 2004 m. rugsėjo 21 d. du stiprūs Žemės drebėjimai pasireiškė šalia Lietuvos Kaliningrado srityje, kurių magnitudės siekė 4,4 ir 5,0 balus (Pačesa *ir kt.* 2005). Sukeltos seisminės bangos buvo jaučiamos beveik visoje Lietuvos teritorijoje. Šis įvykis patvirtino Lietuvos geologų nuomonę, kad Žemės drebėjimai turi būti įtraukti į realių gamtinių grėsmių sąrašą.

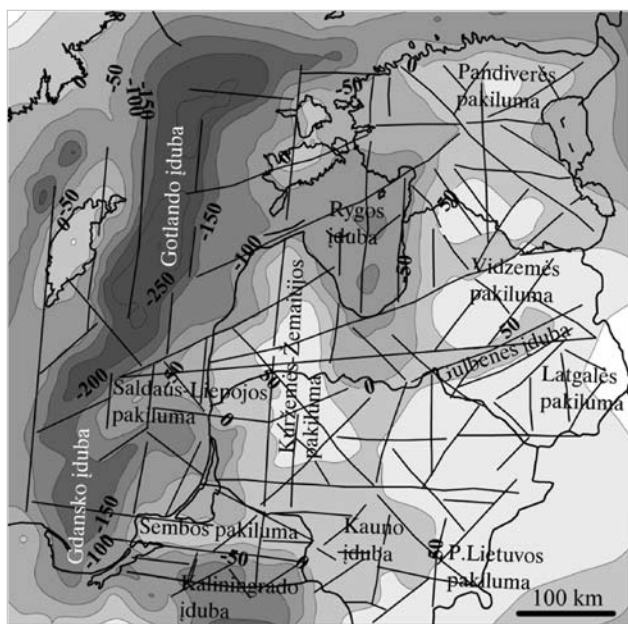
Žemės pluta yra veikiamą įvairios genezės įtampų. Įtamos sklinda iš dviejų aktyvių tektoninių zonų – Viduržemio jūros (subdukciniai, koliziniai procesai) ir Šiaurės Atlanto (vidurio vandenyno kalnagūbrio spaudimas) (Šliaupa *ir kt.* 2004).

## NEOTEKTONINIAI ŽEMĖLAPIAI

Neotektoninių struktūrų tyrimų rezultatai paprastai pateikiami žemėlapių ar schemų pavidalu. Taip buvo daroma pradinėje šių tyrimų stadijoje, taip buvo atliekama ir pastaraisiais dešimtmečiais. Labai svarbiu įvykiu šiuo atžvilgiu tenka laikyti 1981 m. publikuoto Pabaltijo neotektoninio žemėlapiu M 1:500 000 (Шляупа *и др.* 1981) pasirodymą. Pirmą kartą buvo atliktas plačios teritorijos neotektoninis rajonavimas. Išskirtos sritys ir rajonai artimai siejasi su senosiomis giluminėmis struktūromis. Trečios eilės neotektoninės struktūros dažniausiai paveldėjo senųjų struktūrų charakterį, kaip kaledoninio, hercininio ir alpiškojo kompleksų. Sudarytas neotektoninis žemėlapis išryškino blokinį neotektoninių judėjimų charakterį. Žemės plutos blokų judėjimą pagal lūžių zonas patvirtino neotektoniškai aktyvios linijinės zonos, išryškintos struktūriniais geomorfologiniais metodais. Neotektoniškai aktyvūs pasirodė ne tik

nuosėdinės dangos lūžiai, bet ir kristalinio pamato lūžiai, kurie buvo laikomi neaktyviais nuosėdinės dangos formavimosi laikotarpiu. Pirmą kartą tokioje didelėje teritorijoje išryškinta stambių reljefo formų priklausomybė nuo neotektoninės struktūros. Su apvaliomis ar ovaliomis skliautinio tipo struktūromis sutampa cokolinės (Vakarų Kuržemės, Rytų Kuržemės, Dundagos, Sakalos, Pandiverės) ir salinės (Žemaitijos, Vidžemės, Chanjas, Otepės) aukštumos. Marginalinės aukštumos (Aukštaičių, Dzūkų ir kt.) siejasi su išžestomis teigiamomis struktūromis. Neigiamų neotektoninių struktūrų plotuose plyti limnoglacialinės, fiuvioglacialinės, moreninės lygumos ar žemumos.

Svarbus įvykis neotektonikos tyrimuose buvo Lietuvos geologų dalyvavimas UNESCO projekto Nr. 346 *Baltijos jūros depresijos ir kaimyninės teritorijos neogeodinamika* darbe, kuris prasidėjo 1992 m. ir tęsėsi septynerius metus. Tai buvo stimulus detaliau nagrinėti Baltijos jūros raidos klausimą ir iš naujo pažvelgti į Rusijos Kaliningrado srities, Lietuvos, Latvijos ir Estijos teritorijos neotektoninę struktūrą. 1996 m. buvo paskelbtas Baltijos jūros ir minėtos teritorijos neotektoninis žemėlapis M 1:1 500 000 (Šliaupa *et al.* 1996). Pagrindinis dėmesys skirtas neotektoninių judėjimų amplitudėms ir neotektoniškai aktyvioms linijinėms zonoms (1 pav.).



1 pav. Rytinės Baltijos ir kaimyninės teritorijos neotektoninė schema (A. Šliaupa ir kt., 1996, modifikuota). Izolinijos rodo neotektoninių judėjimų izobares, linijos - neotektoniškai aktyvias linijines zonas.

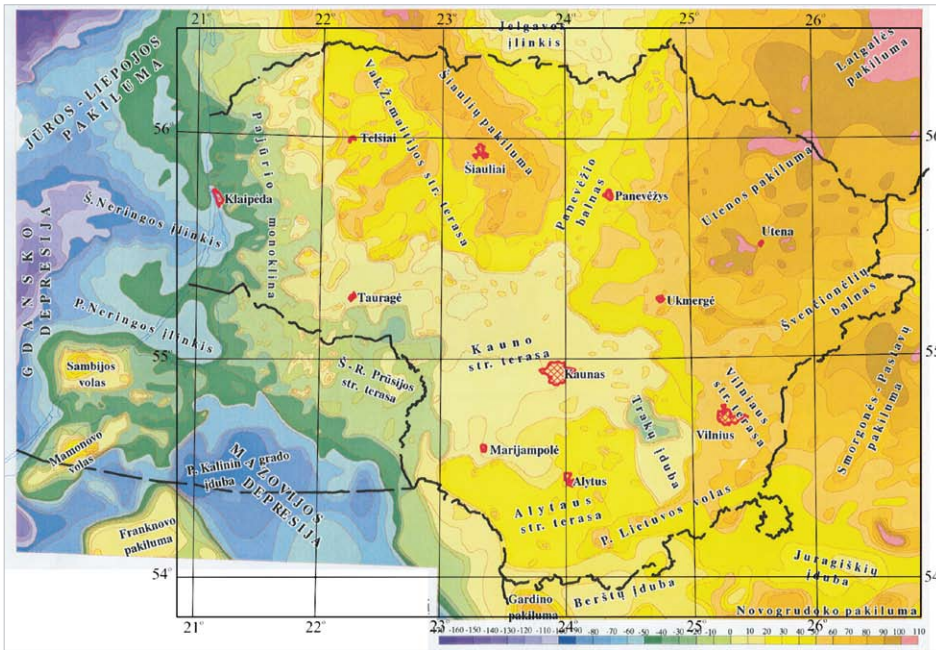
Amplitudės nustatytos remiantis prekvartero uolienų paviršiumi ir paleogeno–neogeno paleogeografinė situacija. Maksimalus kilimas sausumoje siekė 75 m, o Baltijos jūros teritorijos grimzdimas pasiekė 250 m. Neotektoniškai aktyvios linijinės zonos išryškintos ir sausumoje, ir jūros teritorijoje. Tai meridianinės, platuminės, šiaurės rytų ir šiaurės vakarų krypčių zonos. Kai kurios iš jų kerta visą tirtąją teritoriją, ar didžiąją jos

dalį. Apibūdintas smulkaus mastelio neotektoninis žemėlapis panaudotas sudarant Šiaurės–Vakarų Europos neogeodinaminį žemėlapi M 1:1 500 000 (Brandenburgische... 2001). Šis žemėlapis lydimas neotektoninio rajonavimo schemas (Garetsky *et al.* 1999). Lietuvos teritorija patenka į stambią neotektoninę struktūrą, pavadintą Baltijos–Baltarusijos sineklize. Ji apsupta teigiamų struktūrų, tokių kaip Voronežo ir Ukrainos anteklizės, Centrinės Europos pakiluma ir kt. Ji turi ryšį su stambia Šiaurės jūros įdauba per grimztančią Centrinę Europą.

Sudarant Šiaurės–Vakarų Europos neogeodinaminį žemėlapi buvo įvertintas prekvartero uolienų paviršius, kaip vienas pagrindinių neotektoninės struktūros repierių. Jis naudojamas ir sudarant įvairaus mastelio neotektoninius žemėlapius (nuo 1:500 000 iki 1:50 000).

Sudarant paminėtą žemėlapi, plačiai nagrinėtas Baltijos jūros formavimosi klausimas (Гарецкий и др. 1999). Ši jūra tarp kitų jūrų išsiskiria jaunumu. Ji atsirado kvartere ir jos trumpoje istorijoje ypatingą vietą užėmė kontinentiniai apledėjimai, kada nustodavo egzistuoti jūrinės sąlygos. Todėl analizuojant Baltijos jūros dugno struktūrą, susiduriama su įvairiais skirtingo amžiaus procesais. Tai apsunkina jos genezės aiškinimą. Vieni tyrėjai Baltijos jūros dubens genezę sieja su denudaciniais–egzaraciniais procesais, kiti pagrindiniu laiko tektoninį faktorių (pastariesiems priklauso ir šio straipsnio autoriai). Denudacinę–egzaracinę prigimtį grindžia V. Puura (Геология... 1991), bet kartu jo aiškinimas negalėjo atitrūkti nuo tektoninio pagrindo. Šis autorius teigia, kad Baltijos jūra pagal tektonines pozicijas, geologinės sandaros ypatybes labai panaši į Baltąją jūrą, Ladogos ir Onegos ežerus. Visi paminėti baseinai išsidėstę tarpinėje zonoje tarp skydo ir platformos. Buvusios tų baseinų erozinės įdubos, kaip aiškina V. Puura, paveiktos egzaracijos ir ledynų akumuliacijos. Kartu jis pažymi, kad skersinis profilis per Eurazijos litosferos plokštės pakraščio morfostruktūras išreiškia tokius elementus, kaip Norvegijos šelfas – Skandinavijos kalnai – Baltijos jūros–Botnijos įduba, primenančius riftinių kontinento pakraščių reljefą ir struktūrą. V. Puura nurodo, kad Baltijos jūros pagrinde neatsekama jokios ryškios senosios struktūros. Su tuo negalima sutikti. A. Stirpeika ašinėje Gdanskio ir Gotlando depresijų dalyse išskyrė rifėjinį grabeną (Stirpeika 1999). R. N. Valejevas (Валеев 1978) pasisakė už galimą Botnijos ir Baltijos aulakogeninę prigimtį. Ašinėje Gdanskio įdubos dalyje paleozojaus nuosėdinėje stovymėje konstatuotos magminės uolienos irgi byloja seną aktyvią Žemės plutos zoną (Šliaupa, Šliaupa 1999). Latvijos geologai (Берзинь и др. 1973), palyginę Baltijos regiono gelmių struktūrą su dabartine jūros konfigūracija ir dugno reljefu, rašė, kad Baltijos jūra su Botnijos bei Suomų įlankomis sudaro plačią morfostruktūrą, kurią Žemės plutoje atitinka stambūs plonesni blokai, o Vidurio Baltijos, Botnijos bei Suomų įlankų krantai susiję su meridianiniais ir subplatuminiais giluminiais lūžiais.

Vykdam valstybinę programą „Litosfera“, pasiremiant patirtimi UNESCO projekte, buvo sudarytas Lietuvos ir kaimyninės teritorijos naujas neotektoninis žemėlapis masteliu 1:500 000 (Šliaupa 2004a).



2 pav. Lietuvos ir aplinkinės teritorijos prekartero uolienų paviršiaus struktūrų žemėlapis (A. Šliaupa, 2004).

Žemėlapis apima ir dalį Baltijos jūros teritorijos. Neotektoninės struktūros išskirtos pagal prekartero uolienų paviršių (2 pav.).

Tai Pajūrio monoklina, Vakarų Žemaitijos struktūrinė terasa, Šiaulių bei Utenos pakilumos. Pastarąsias skiria Panevėžio balnas, kurio vienas sparnas leidžiasi į Jelgavos įlinkį, o kitas – į Kauno struktūrinę terasą. Jelgavos įlinkį galima laikyti Rygos depresijos kraštu. Utenos pakiluma yra stambios Latgalos pakilumos tęsinys. Kauno struktūrinė terasa stačiu, 10–20 m aukščio šlaitu rytuose ir pietuose ribojasi su aukštesnėmis Vilniaus ir Alytaus struktūrinėmis terasomis, o vakaruose taip pat stačiu 10–15 m aukščio šlaitu leidžiasi į žemesnę Šiaurės Rytų Prūsijos struktūrinę terasą. Pietiniu Alytaus ir Vilniaus struktūrinių terasų pakraščiu tęsiasi Pietų Lietuvos volas. Baltijos jūros pakraštyje ir Kuršių marių teritorijoje išryškėjo platuminiai Šiaurės ir Pietų Neringos įlinkiai, kuriuos skiria Nidos struktūrinė nosis. Tai Gdanskos depresijos kraštinės struktūros. Šiauriau minėtų struktūrų nustatytas nedidelis meridianinis Pakrantės volas. Su Nidos struktūrine nosimi siejasi Kaliningrado srities naftingos struktūros Baltijos jūros teritorijoje. Šiuo atžvilgiu gali būti perspektyvus Pakrantės volas, pakartojantis Gargždų naftingą zoną.

Kontrastingi, aktyvūs neotektoniniai judėjimai vyko ir kaimyninėje Kaliningrado srityje. Čia išsiskiria Pietų Kaliningrado įduba – Mazovijos depresijos sudėtinė dalis. Išsiskiria ir Sambijos bei Mamonovo volai,

skiriantys Mazovijos ir Gdanskos depresijas. Stambių neotektoninių struktūrų, tokių kaip Šiaulių ar Utenos pakilumos, Pietų Kaliningrado įduba ir kt., santykinės amplitudės pasiekia 40–50 m. Mažesnių struktūrų amplitudės dažniausiai neviršija 20–30 m. Be to, pastarąsias neretai sudaro struktūrinės nosys ar struktūriniai įlinkiai, išsidėstę stambių struktūrų pakraščiuose. Kalbant apie atskiras neotektonines struktūras reikia pabrėžti, kad jos dažniausiai ribojasi ryškiais stačiais šlaitais, kurių aukštis 10–20 m ir daugiau. Taip išryškėja savitiška blokinė neotektoninė struktūra. Palyginus Lietuvos neotektoninę struktūrą su kristalinio pamato blokine struktūra stebimas gana geras ryšys (Шляупа 2001).

## NEOTEKTONIŠKAI AKTYVIOS ZONOS

Svarbus neotektoninės struktūros elementas yra neotektoniškai aktyvios linijinės zonos (NALZ), kurios sudaro sudėtingą tinklą (3 pav.).

Lietuvoje išskiriamos keturios vyraujančios kryptys: meridianinė, platuminė, šiaurės vakarų, šiaurės rytų. Teritoriniu atžvilgiu aiški jų diferenciacija pagal vyraujančias kryptis. Vakarų Lietuvoje iš diagonalių NALZ vyrauja šiaurės rytų krypties, o Rytų Lietuvoje – šiaurės vakarų. Šios dvi sistemos Vidurio Lietuvoje lyg atsiremia į stambią meridianinės krypties NALZ sistemą. Bendrai meridianinės NALZ yra dažnesnės Vakarų Lietuvoje, o platuminės NALZ gana tolygiai išsidėsčiusios visoje Lietuvos teritorijoje. Meridianinės krypties NALZ dažnesnį paplitimą Vakarų Lietuvoje reiktų aiškinti meridianinės Baltijos grabenų sistemos aktyviu formavimusi. Platuminė NALZ sistema greičiausiai susijusi su Centrinės Europos stambiomis platuminėmis struktūromis. NALZ ilgis nuo – 5–10 km iki 100 km ir didesnis. Atstumai tarp elementarių NALZ – 5–15 km, o stambių sistemų – 75–100 km. Stambias sistemas arba juostas sudaro kelių lygiagrečių NALZ koncentracija. Lietuvos ir kaimyninėje teritorijoje išskirta per 20 neotektoniškai aktyvių juostų (NAJ), kurios turi aiškias galias šaknis, t.y. sutampa su ryškiomis Žemės plutos siūlėmis. Pažymėtina, kad daugelis NAJ tęsiasi toli už Lietuvos ribų. Tas ypač akivaizdu palyginus su Baltarusijos teritorija, kur neotektoninė struktūra ištirta gana detalai (Карабанов 2002). Pavyzdžiui, Šilutės–Polocko NAJ, Vidurio Pabaltijo NAJ jungiasi su Gardino–Kobrinio aktyvia lūžių zona, Rytų Pabaltijo

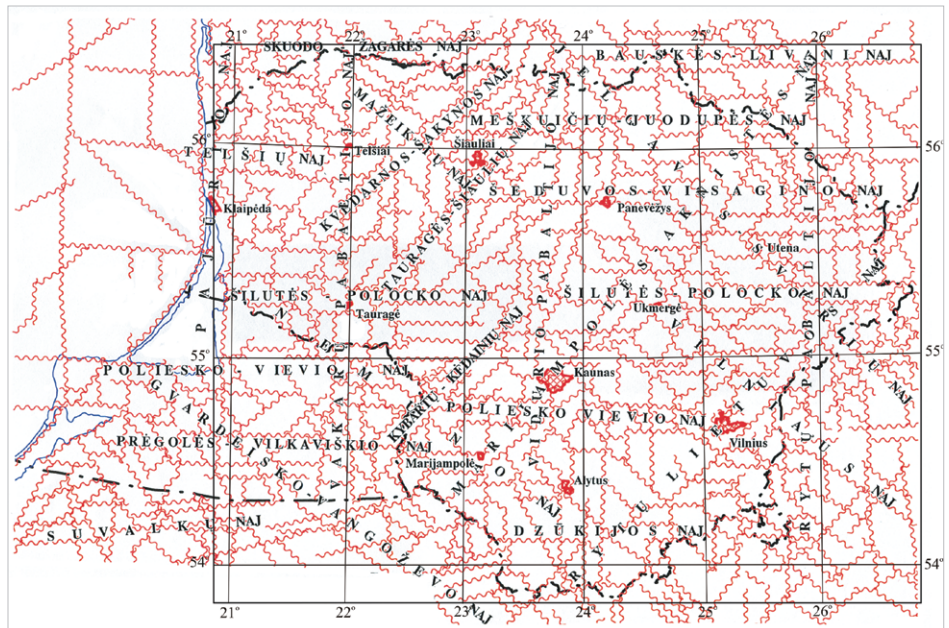
NAJ – su Pinsko–Naugarduko bei Mikoševičių–Postavų, Mažeikių–Vilniaus – su Ašmenos–Lojevo zonomis, kurios savo ruožtu kerta visą Baltarusijos teritoriją.

Kaip jau buvo minėta, NALZ ar NAJ dažniausiai sutampa su žinomais kristalinio pamato ar nuosėdinės dangos lūžiais, su ryškiais Žemės plutos siūlėmis (Šliaupa, Popov 1998; Шляупа 2001). Pavyzdžiui, Vidurio Pabaltijo NAJ glaudžiai susijusi su Žemės plutos siūle, skiriančia Vakarų Lietuvos granulių sritį nuo Rytų Lietuvos juostos; ryški Šilutės–Polocko NAJ gerai atsispindi kristalinio pamato ir nuosėdinėje permo–mezozojaus ir devono struktūroje pasireiškia Vilniaus–Mažeikių NAJ ir kt.

Labai įdomus NALZ santykis su geologinėmis ribomis, nustatytomis Žemės plutoje 10–20 km gylyje potencialių laukų transformacijų metodu (Šliaupa, Popov 1998). Nustatytas visiškas ortogonalinių NALZ sutapimas su giluminėmis ribomis. Giluminių ribų plane labai neryški diagonali sistema laikoma senesne už ortogonaliąją. Pastaroji sistema maskuoja pirmąją. Išimtis gali būti Šiaurės vakarinė Lietuvos dalis, kur ryški šiaurės rytinė giluminių ribų kryptis. Su šiomis ribomis sutampa Kvėdarnos–Šakynos ir Tauragės–Šiaulių NAJ.

## NEOTEKTONINIŲ STRUKTŪRŲ AMŽIUS

Neotektoninių struktūrų tyrimui labai svarbu nustatyti jų susidarymo pagrindinį laikotarpį. Lietuvos sąlygomis tai įmanoma padaryti analizuojant prekvartero paviršiaus ypatumus ir kvartero storumės sudėtį bei struktūrą. Dabartinė prekvartero paviršiaus hipsometrinė padėtis susiformavo kvartere diferencijuotai judant Žemės plutai, deformuojantis paleogeno–neogeno išlyginimo paviršiui (Šliaupa 2004b). Dabar atsiskleidžia sudėtingas įvairiaaukštis, pakopiškas prekvartero uolienų paviršiaus reljefas. Pagal paleogeografinės rekonstrukcijos neogeno pabaigoje Šiaurinėje Lietuvos dalyje ir į vakarus nuo jos dabartinėje Baltijos jūros teritorijoje buvo susiformavęs denudacinis išlyginimo paviršius. Rytų bei Pietų Lietuvoje ir Kaliningrado srityje plytėjo žemuma, kur gana intensyviai kaupėsi kontinentinės nuogulos. Ši žemuma priklausė Vokietijos–Lenkijos neogeno baseinui ir buvo Šiaurinio Baltijos regiono erozijos bazė (Šliaupa, Šliaupa 1999). Apie tai byloja pagrindinės paleoigėžių pietinė ir pietvakarinė kryptys (Шляупа 2001). Kvartero pradžioje Daumantų laikotarpiu žemumos sąlygomis Rytų Lietuvoje kaupėsi ežerinės–aliuvinės nuogulos.



3 pav. Lietuvos ir aplinkinės teritorijos neotektoniškai aktyvių linijinių zonų (NAJ) žemėlapis (A. Šliaupa, 2004).

Tuo tarpu Vakarų Lietuvoje vyravo eroziniai–denudaciniai procesai. Rytų Lietuvoje plačiau kaupėsi ir Dzūkijos bei Dainavos nuogulos. Vakarų Lietuvoje intensyvus ledynų ir jų tirpsmo vandenų nuogulų kaupimasis prasidėjo Dainavos–Žemaitijos laikotarpiu. Taigi paleogeografinės sąlygos pakito. Vakarinė Lietuvos dalis pradėjo grimzti Holšteino tarpledynmetyje formuojantis Baltijos jūros duburiui. Dar didesnis Medininkų–Nemuno molingų nuogulų paplitimas Vakarų Lietuvoje rodo tolesnį šios teritorijos grimzdimą formuojantis Eemio tarpledynmečio jūrai. Tuo tarpu Rytų Lietuvoje šių nuogulų pobūdis jau kitoks. Čia dažnai vyrauja storą sluoksnį sudaranti smėlingos nuogulos, priskirtinos ledyno kraštiniams dariniams. Vadinasi, ši teritorija buvo pakilus. Dėl to aukštame hipsometriniam lygyje atsidūrė neogeno ir Daumantų ežerinės–aliuvinės nuogulos. Todėl galima teigti, kad Rytų Lietuvos struktūros (Utenos pakiluma, Vilniaus struktūrinė terasa, Pietų Lietuvos volas) susiformavo vėlyvajame kvartere. Vakarų Lietuvos ir Kaliningrado srities struktūrinį planą lėmė vidurinio ir ypač vėlyvojo kvartero diferencijuotas Žemės plutos judėjimas. Stabilesnė aplinka nuo paleogeno pabaigos buvo Šiaulių pakilumoje, taip pat Kauno bei Alytaus struktūrinių terasų teritorijoje. Ši teritorija tapo pakilusios Rytų Lietuvos vėlyvajame kvartere ir nugrimzdusios Vakarų Lietuvos bei Baltijos jūros viduriniame bei vėlyvajame kvartere savotiška ašimi, sutampančia su Vidurio Lietuvos gilumine Žemės plutos siūle.

## NEOTEKTONINIŲ TYRIMŲ PERSPEKTYVOS

Lietuvos neotektoninių struktūrų tyrimai lieka aktualūs ir ateityje. Labai svarbu toliau tirti neotektoniškai aktyvias linijines zonas, su kuriomis, pirmiausia, susijusi galimų Žemės drebėjimų grėsmė, požeminio vandens hidrodinaminės sistemos komplikacijos, karstiniai procesai. Pastaruoju metu atsidarė naujos techninės

galimybės tirti ne tik vertikalius, bet ir horizontalius Žemės plutos paviršiaus judesius (kosminė geodezija). Tai atveria naujas galimybes tirti veikiančias horizontalias tektonines jėgas, kurios yra labai svarbios atliekant geodinaminės rizikos prognozes. Labai svarbūs tyrimai nukreipti į kvartero storumės sandaros erdvinius pokyčius susijusius su tektoninėmis struktūromis – lieka atviras klausimas, ar ši įtaka yra pasyvaus (ledyno ir jo tirpsmo vandenių veikla, įtakojama anksčiau susiformavusių substrato struktūrų) ar aktyvaus (struktūros aktyvios ir kvartero metu) pobūdžio. Svarbu ateityje vykdyti tyrimus, suformuojant kriterijus, kurie leistų diferencijuoti toplineamentus, susijusius su gelmių lūžių aktyvia veikla ir toplineamentus, kuriuos suformavo nepriklausoma ledyno plyšių sistema – galima ir dažna jų sąsaja. Kol kas visiškai netirtas lūžių seismingumo pasireiškimas kvartero metu. Kaip žinia, apledėjimo metu yra labai stipriai sutrikdomas regiono geodinaminis režimas, dėl to suaktyvėja lūžiai. Tokios aktyvizacijos pėdsakai detaliam dokumentuoti Skandinavijos kvartero sluoksniuose. Paleoseismologinės analizės duomenimis ledyno atsitraukimo metu čia vyko daugiau kaip M 7,0 magnitudės Žemės drebėjimai. Tad labai tikėtina, kad panašūs procesai pasireiškė ir Lietuvoje. Didesnį pritaikymą neotektoniniuose tyrimuose turėtų įgauti izotopų tyrimai (He, Rn), kurie leidžia patikimai fiksuoti padidinto laidumo zonas. Ypač svarbu tirti giluminės sandaros sąsają su neotektoniniais ir paviršiniais procesais – šiuolaikinis pažinimas rodo, kad yra glaudus abipusis ryšys.

## Literatūra

- Baltijos jūros geologija ir geomorfologija = Geology and Geomorphology of the Baltic Sea.* 1991. Vyr. red. A. Grigelis. Leningrad, Nedra. 420 pp. (rusų k.).
- Beuerlen, K., 1927. Diluvialstratigraphie und Diluvialtektonik Ostpreussens. *Fortschritte der Geologie und Paläontologie* 4 (18), 211–313.
- De Geer, E.H., 1963. De Geer's part in exploring the history of the Baltic Sea. *Baltica* 1, 15–33.
- Garetsky, R. G., Ludwig, A. O., Schwab, G., Stackenbrandt, W. (eds.) (2001). Neogeodynamics of the Baltic Sea depression and adjacent areas. Results of IGCP project 346. *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge* 1, Kleinmachnow, 48 pp.
- Garetsky, R., Levkov, E., Schwab, G., Karabanov, A. Aizberg, R., Garbar, D., Kockel, F., Ludwig, A.O., Lukke-Andersen, H., Ostaficzuk, S., Palienco, V., Sim, L., Šliaupa, A., Sokolowski, J., Stackebrandt, W., 1999. Main neogeodynamic features of the Baltic Sea depression and adjacent areas. *Geosynoptyka i geotermia* 1 (195), 17–27.
- Kraus, E., 1925. Die Quartärtektonik Ostpreussens. *Jahrbuch der preussischen geologischen Landesanstalt* 45, 632–673.
- Kraus, E., 1928. *Tertiär und Quartär des Ostbalticums (Ostbalticum, II Teil.)*. Die Kriegschauplatze 1914–1918 geologisch dergestellt, T. I, VII, H. 10, Berlin, 142 pp.
- Pačesa, A., Šliaupa, S., Lazauskienė, J., 2005. Kaliningrado žemės drebėjimų makroseisminiai tyrimai ir seismologijos perspektyvos Lietuvoje. *Geologijos akiračiai* 2, 46–53.
- Stirpeika, A., 1999. *Tectonic evolution of the Baltic syncline and local structures in the South Baltic region with respect to their petroleum potencial*. Vilnius, 112 pp.
- Šliaupa, A., Stirpeika, A., 1994. Vakarų Lietuvos lokalių struktūrų geologiniai tektoniniai ir struktūriniai geomorfologiniai požymiai. *Geologijos akiračiai* 2, 10–16.
- Šliaupa, A., Gelumbauskaitė, Z., Straume, J., Šliaupa, S., 1996. Rytinės Baltijos ir kaimyninių teritorijų neotektoninė schema. *Geologija* 20, 66–69.
- Šliaupa, A., Šliaupa, S., 1999. Neogene-Quaternary tectonic history of the Baltic syncline. *Technika poszukiwan geologicznych. Geosynoptika i geotermia* 1(195), 102–105.
- Šliaupa, A., 2004a. Neotektoninis etapas. Kn. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai* (atsak. red. V. Baltrūnas), Vilnius, 105–110.
- Šliaupa, A. 2004b. Prekvartero uolienų paviršius. Kn. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai* (atsak. red. V. Baltrūnas), Vilnius, 254–258.
- Šliaupa, A., Popov, M., 1998. Linkage between basement and neotectonic linear structures in Lithuania. *Litosfera* 2, 23–36.
- Šliaupa, S., Šliaupa, A., Zakarevičius, A., Ilginytė, V., 2004. Tektoninių procesų tendencijos neotektoniniame etape ir jų prognozė. Kn. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai*. (atsak. red. V. Baltrūnas), Vilnius, 610–613.
- Zakarevičius, A., 1994. *Dabartinių vertikalių Žemės plutos judesių Lietuvos teritorijoje tyrimas*. Vilnius, 276 pp.
- Берзинь, Л. Э., Клявиньш, Я. Р., Озолинь, Н. К., 1978. К тектонике фундамента акватории Средней Балтики. Кн. *Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белорусии*, Рига, 211–219.
- Валеев, Р. Н., 1978. *Авлакогенны Восточно-Европейской платформы*. Москва, 152 с.
- Гарецкий, Р. Г., Айзберг, Р. Е., Карабанов, А. К., Палиенко, В. П., Шляупа, А. И., 1999. Новейшая тектоника и геодинамика Центральной Европы. *Геотектоника* 5, 3–14.
- Гуделис, В. К., 1955. К вопросу о неотектонической активности Литовского побережья Балтийского моря. *Труды АН Литовской ССР*, сер. Б, вып. 3, 81–98.
- Гуделис, В. К., 1973. *Рельеф и четвертичные отложения Прибалтики*. Вильнюс, Минтис, 264 с.
- Дваряцкас, В., Шляупа, А., 1984. Неотектонические структуры и продольные профили рек Литвы. *Geografinis metraštis* 21, 30–34.
- Дзявичене, Л., Шляупа, А. 1976. Неотектонические структуры и осадконакопление на территории Юго-Западной Прибалтики. *Научные труды ВУЗ Литовской ССР, География и геология* 12, 153–160.
- Добквичюс, М., Марцинкявичюс, В., Шляупа, А., 1992. Влияние неотектонических структур на гидрогеологические условия в Северной Литве. Кн. *Hydrogeoecological mapping and ground water monitoring in the Baltic States*, Lithuania–Palanga, 40–43.
- Карабанов, А. К., 2002. *Неотектоника Беларуси*. Автореферат диссертации, Минск, 44 с.
- Шляупа, А., 1970. *Структурно-морфометрические исследования Южной Прибалтики при поисках нефтеносных структур*. Автореферат диссертации, Саратов, 30 с.
- Шляупа, А. И., Берзинь, Л. Э., Каяк, К. Ф., Страуме, Я. А., 1981. *Неотектоническая карта Республик Советской Прибалтики. М 1:500 000*. Ленинград, 6 л.
- Шляупа, А. И., Кондратас, А. Р., Имбрасайте, Г. П., 1986. Тектонические условия формирования минеральных вод курортов Друскининкай и Бирштонас. *Геология* 7, 49–58.
- Шляупа, А. И., 2001. *Неотектоническая структура Литвы и сопредельной территории*. Вильнюс, 102 с.