

---

## Naujausi þemës drebëjimai Baltijos regione ir Lietuvos seisminis monitoringas

---

**Andrius Paëësa,**

**Saulius Ðliaupa,**

**Jonas Satkûnas**

Paëësa A., Ðliaupa S., Satkûnas J. Recent earthquakes in the Baltic region and seismic monitoring of Lithuania. *Geologija*. Vilnius. 2005. No. 50. P. 8–18. ISSN 1392-110X.

Two strong earthquakes took place in the Kaliningrad region on 21 September 2004, the magnitudes being 4.4 (first event) and 5.0 (second event). Tectonic analysis indicated that the earthquakes were induced by a right-lateral shift of the South Kaliningrad fault trending WNW-ESE at the intersection with the W–E striking North Prieglius fault zone. The South Kaliningrad fault possibly caused the Goldap earthquake in the north of Poland on 30 December 1908, whereas the tectonic control of a strong Prussian earthquake (1303) which led to a damage of numerous buildings of the region remains unknown. These faults are well mapped due to their control of the distribution of the major oilfields of the Kaliningrad region. These earthquakes urge the re-evaluation of the seismic potential of the Baltic region. Before, the strongest known earthquakes did not exceed  $M = 4.6$ – $4.7$ . The seismic monitoring is performed by four seismic stations of the Seismological Network of the Ignalina Nuclear Power Plant. The data are processed at the Geological Survey of Lithuania. However, this network is evidently not enough, as the western part of Lithuania remains uncovered. The first-order Middle Lithuanian Suture Zone cutting the Lithuanian territory from the south to the north absorbs seismic energy, and only strong events west of this zone can be recorded by the Ignalina network.

**Key words:** earthquake, Kaliningrad, seismology, monitoring, fault

Received 11 February 2005, accepted 1 April 2005

Andrius Paëësa, Jonas Satkûnas. Geological Survey of Lithuania, Konarskio 35, LT-03123 Vilnius. E-mail: andrius.pacesa@lgt.lt, jonas.satkunas@lgt.lt

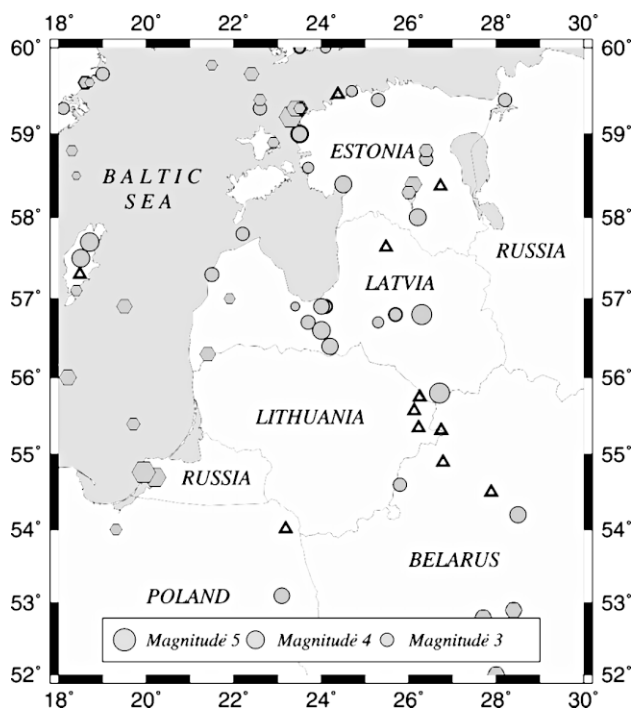
Saulius Ðliaupa. Geologijos ir geografijos institutas, T. Ðevënenkos 13, LT-03223 Vilnius. E-mail: sliupa@geo.lt

---

### ÁVADAS

2004 m. rugsëjo 21 d. 14 val. 05 min. Lietuvos þmonës pajuto drebant þemæ. Netrukus Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) sulaukë daugybës skambuëiø ið fiziniø ir juridiniø asmenø apie juntamà þemës drebëjimà, ypaè ið Vakarø Lietuvos. LGT darbuotojai pradëjo analizuoti Ignalinos AE seisminio monitoringo stoëiø duomenis ir 14:35–14:40 Lietuvos laiku konstatavo bei lokalizavo ávykusà þemës drebëjimà. Gana stipraus seisminio ávykio faktà patvirtino ir Europos-Vidurþemio jûros seisminio centro tinklapyje ([www.emsc-csem.org](http://www.emsc-csem.org)) pateikta informacija. Apie ávykà (apie 15 val.) buvo praneðta visuomenei, þiniasklaidai, Aplinkos ministerijai, Civilinës saugos departamentui, Klaipëdos valstybinio jûrø uosto direkcijai, Ignalinos AE direkcijai ir kitoms organizacijoms. Ðiek tiek vëliau visa turima informacija buvo patalpinta á LGT interneto tinklalapà Pagal patikslintus duomenis, gautus ið Europos-Vidurþemio jûros seisminio centro ([www.emsc-csem.org](http://www.emsc-csem.org)) ir Ðiaurës ðalio NORSAR seisminiø grupiø tinklo ([www.norsar.no](http://www.norsar.no)), rugsëjo 21 d. 14:05 Lietuvos laiku (11:05 Grinvieø laiku) Kaliningrado srityje, Laduðkino vietovëje (Rusijos federacija, koordinatës: 54,7° ð. pl. ir 20,2° r. il.), uþfiksuotas 4,4 magnitudës (Richterio skalë) þemës drebëjimas, kurio þidinys buvo 10 km gylje. Antras smûgis ávyko 16:32 Lietuvos laiku Kaliningrado srityje, Primorsko mieste (koordinatës: 54,77° ð. pl. ir 19,94° r. il.), ir buvo 5,0 magnitudþiø stiprumo, þidinio gylis – apie 10 km (1 pav.). 16:36 uþfiksuotas treëias, gerokai silpnesnis ( $M = 3,0$ ), seisminis smûgis. Jo koordinatës – 54,72° ð. pl. ir

54,72° ð. pl. ir 19,94° r. il.).



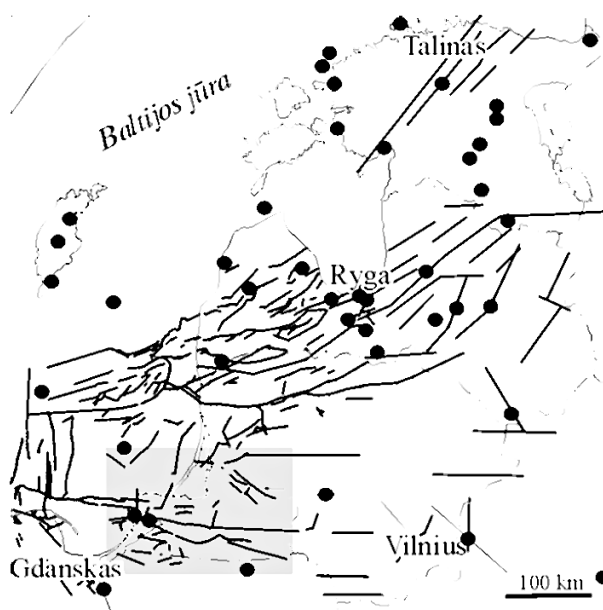
**1 pav.** Baltijos kraštø seismingumas pagal Avotinia ir kt. (1988) ir Žiaurės Europos seisminė katalogą ([www.seismo.helsinki.fi/bul/index.html](http://www.seismo.helsinki.fi/bul/index.html)). Apskritimai žymi istorinius ūvykius, žiedakampiai – instrumentiškai ušfiksuotus žemės drebėjimus, trikampiai – veikiančias seismines stotis

**Fig. 1.** Seismic events of the Baltic region (after Avotinia et al., 1988; Northern European seismological catalogue). Circles correspond to historical events, diamonds stand for instrumentally registered earthquakes, triangles show seismic stations

20,71° r. il. Preliminariais duomenimis, stipriausias žemės drebėjimas sukėlė VI balø žemės paviršiaus virpesius seisminiø ūvykiø epicentruose Kaliningrade. Šie virpesiai buvo juntami ir didelėje Lietuvos teritorijos dalyje. Klaipėdoje grunto virpesiø intensyvumas siekė V balus, Kaune ir Vilniuje – apie III.

**BALTIJOS KRAŠTØ SEISMINGUMAS**

Rytinė Baltijos jūros pakrantė tradiciškai traktuojama kaip aseisminė, arba labai žemo seismingumo, sritis. Tà lemia geologinės sandaros ypatumai (paleoproterozojaus konsolidacijos Žemės pluta) bei didžiulis nuotolis iki aktyviø tektoniniø srietiø. Tačiau turimi duomenys rodo, jog gretimuose Lietuvai kraštuose yra buvę juntamø žemės drebėjimø (lentelė, 2 pav.). Pavyzdžiui, 1303 m. P. Duisburgietis aprašė didelį žemės drebėjimą Prūsijoje: „...visoje Prūsijoje drebėjo žemė. Tris kartus suvirpėjo žemė drauge su pastatais, kuriø retas išliko nesugriuvęs...“. XX a. pradžioje Rygos universiteto profesorius B. Dossas iš ūvairiø šaltiniø surinko duomenis apie 18 gana stipriø (dabar vertinamø kaip V–VII balø pagal MSK-64 skalę) žemės drebėjimø, vykusio Latvijos ir Estijos teritorijose. Jo sudarytas katalogas apėmė 1616–1911



**2 pav.** Pagrindiniai lūžiai nuosėdinėje dangoje (sudaryta pagal Suveizdis ir kt. 1979; Brangulis, Kanevs, 2002; Stirpeika A. 1999). Tačiau žymi žemės drebėjimus, pilkas plotas – schemø, pateiktø 3 ir 5 pav., kontūrus

**Fig. 2.** Major faults identified in the sedimentary cover. Dots indicate earthquakes. Grey area shows the area of Figs. 3, 5

metus. 1888 m. Baltarusijos ir Baltijos respublikø mokslininkai išplėtė seisminiø ūvykiø katalogo geografinę aprėptą iki 45 ir papildė ją (Avotinia ir kt., 1988). Kataloge galima pastebėti penklø seisminio aktyvumo padidėjimą visuose Baltijos kraštuose 1908–1909 metais. Jis sutapo su galingu žemės drebėjimu (M = 7,5), ūvykusiū Italijoje 1908 m. gruodžio 28 d. greta Mesinos miesto. Tuo metu buvo keli stiprūs žemės drebėjimai ir Skandinavijoje. 1976 m. Osmu sarės saloje, Estijoje, ūyko stipriausias (M = 4,75), neskaitant pastarøjø Kaliningrado ūvykiø, žinomas žemės drebėjimas Baltijos kraštuose.

Seisminis aktyvumas Lietuvoje, palyginus su Latvija ar Estija, yra mažiausias (2 pav.). Patikimai Lietuvos teritorijoje nėra ušfiksuoto nei vieno žemės drebėjimo. Yra žinoma, kad 1909 m. buvo sudrebinas Bezdoniø kaimas, esantis uš kelio dešimetiø kilometrø nuo Vilniaus, tačiau pranešimus apie šį ūvykà reikėtų dar kartà nuodugniai iširti. Minėtasis P. Duisburgietis aprašė 1328 m. Skirsnemunės pilà sukrėtusà drebėjimą, po kurio pilis buvo apleista. Tačiau ir šis pasakojimas kelia tam tikrø abejoniø.

Keletas vietiniø drebėjimø yra ūvykusiø netoli Lietuvos sienø, Latvijos ir Baltarusijos teritorijose. Tuo tarpu kas keli dešimtmečiai Lietuvà sudrebina galin-gø regioniniø žemės drebėjimø epicentruø seisminės bangos. 1904 m. Vakarø Lietuvos gyventojai jautė III–IV balø virpesius, atsklidusius nuo 5,4 magnitudės stiprumo drebėjimo Oslo fiorde. Lietuvoje taip pat buvo juntami Rumunijoje vykà žemės drebėjimai:

1940 m. (magnitudė 7,2), 1977 m. (magnitudė 6,1), 1986 m. (magnitudė 6,2), 1990 m. (magnitudė 6,4). Gana stipriai turėjo būti juntamas 1940 m. drebėjimas, tačiau istorijos audros greitai išdildė žmonio prisiminimus apie šią neaprastą gamtos reiškinį.

Ėmės drebėjimā lemia du pagrindiniai veiksniai: tektoninės ātampos ir blokų perstūmimas išilgai lūpio.

## TEKTONINĖS ĀTAMPOS BALTIJOS REGIONE

Ėmės pluta Pabaltijo regione yra netolygiai sueipėjusi, išskiriami āvairaus rango tektoniniai lūpiai, kurie skiriasi dydžiu, orientacija, polinkio kampu. Pastarųjų dešimtmečių tyrimų duomenimis (Zoback, 1992), nėra pasaulyje regionų, kurių nebūtų paveikusių tektoninės ātampos. Tiesa, jų dydis skiriasi – didžiausios tektoninės jėgos veikia geologiškai aktyviuose regionuose (ypač litosferinių plokštėių sandūroje).

Kol kas nėra daug duomenų apie tektonines ātampas Baltijos regione. Ekstrapolijuojant gretimų regionų ātampų laukus, Baltijos sedimentacinis baseinas yra sudėtingoje padėtyje: vakaruose prognozuojama ĖV–PR kompresija, rytuose – Ė–P spaudimas. Tai siejama su ātampų perdavimu iš dviejų skirtingų tektoninių sričių – Vidurjėmio jūros (subdukciniai, koliziniai procesai) ir Ėiaurės Atlanto (vidurio vandenyno kalnagūbrių plitimas). Gretimoje Skandinavijoje vyrauja ŠV–PR, Lenkijoje – submeridianinis spaudimas.

Pirmieji duomenys apie diuolaikines ātampas Baltijos regione gauti morfometriniiais metodais (Sim et al., 1995). Nustatyta, jog vakarinė Pabaltijo dalis yra veikiamā ĖV–PR spaudimo.

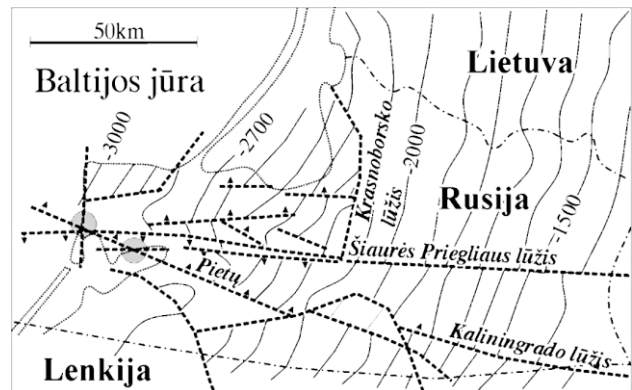
Instrumentiniai metodai yra patikimesni. M. Jarosinskio duomenimis (Jarosinski, 1994), graėskylės formos tyrimais nustatyta, kad pietinės Baltijos jūros Ėmės pluta yra veikiamā Ėiaurės–pietų spaudimo. Viename iš Vakarų Lietuvos graėinių (Vilkyėių-15) atlikta FMS diafrafija (sluoksnių mikroskenavimas) patvirtino ĖV–PR tektoninā spaudimā (Dliaupa, Zakareviėius, 2000). 1976 m. Osmusarės Ėmės drebėjimo seisminių ūpraėų duomenimis, blokų pasislinkimā išilgai giluminio lūpio sukėlė ĖV–PR krypties tektoninis spaudimas (Grunthal, Stromeyer, 1996).

Ėmės plutos horizontalūs judesiai ir tektoninės horizontalios ātampos buvo nustatytos pagal geodezinių tinklų pakartotinių matavimų duomenis. Tyrimams panaudotas nulinės bei pirmos klasės GPS tinklas ir 1926–1940 m. matuoto trianguliacijos tinklo duomenys (Zakareviėius, 1998, 1999). Šis palyginimas atskleidė Lietuvos teritorijoje dvi tektoninių ātampų sritis, atitinkamai susijusias su Vakarų Lietuvos granulitų masyvu ir Rytų Lietuvos raukėline juosta. Vakarų Lietuvoje daugelis analizuotų jungėių rodo ĖV–PR spaudimā (alternatyva – ĖR–PV tempimas). Rytų Lietuvoje pluta spaudžiama ĖR–PV kryptimi (alternatyva – ĖV–PR tempimas). Riba tarp jų atitinka Vidurio Lietuvos tektoninā sandūros zonā, paėiā stambiausią Lietuvoje.

Apibendrinant galima daryti prielaidā, jog Baltijos regione veikia du ātampų Ėaltiniai, formuojantys ĖV–PR ir P–Ė (PPV–ĖRR) tektoninā spaudimā. Silpnesnės Ėmės plutos tektoninės zonos sugeria didžiąją ātampų dalā, todėl Ėia intensyviausi Ėmės plutos judėjimai, kurie neretai išsikrauna āvairaus intensyvumo Ėmės drebėjimais.

## KALININGRADO ĖMĖS DREBĖJIMŲ TEKTONINĖ KONTROLĖ

Remiantis Ėmės drebėjimų epicentrų padėtimi (pirmiausiai Ėmės drebėjimas āvyko pietryėiuose – prie Laduėkino, o po kelio valandų – antrasis Primorsko Ėmės drebėjimas keliasdešimt kilometrų ā VėV), taip pat fokalinio mechanizmo sprendiniu, rodanėiu poslinkā išilgai VėV–RPR disjunktyvo, galima teigti, kad stiprius Ėmės drebėjimus Kaliningrado srityje sukėlė blokų persistūmimas išilgai stambaus Pietų Kaliningrado lūpio (3 pav.). Tai viena stambiausių tektoninių struktūrų Kaliningrado srityje, kuri susidarė pereinamoje zonoje tarp Baltijos sinklizės Ėiaurėje ir Mozūrijos-Baltarusijos anteklizės pietuose. Seisminės įvalgybos ir graėimo duomenimis, Ėiaurinis lūpio sparnas pagal kristalinio pamato pavirėių yra santykinai nuleistas apie 50 metrų.



**3 pav.** Kaliningrado srities kristalinio pamato struktūrinis Ėmėlapis (pagal Stirpeika, 1999 su pakeitimais). Apskritimai rodo Kaliningrado Ėmės drebėjimų (2004 09 21) įdinių padėtā

**Fig. 3.** Structural map of top of the crystalline basement of Kaliningrad district (after Stirpeika, 1999 with modifications). Dots indicate positions of Kaliningrad earthquake epicentres (21 09 2004)

Nuodugniau analizuojant struktūrinā abiejų Ėmės drebėjimų padėtā matyti, kad jie susiję su Pietų Kaliningrado lūpio sankirtos mazgais su kitais stambiais lūpiais. Laduėkino Ėmės drebėjimas yra Pietų Kaliningrado lūpio ir platuminės Ėiaurės Priegliaus lūpio zonos sankirtoje, o Primorsko seisminio āvykio struktūrinā padėtā, be abiejų lūpio zonų, apsinkina ir smulkesnis meridianinis lūpis (3 pav.). Ėiaurės Priegliaus

lūpio zonos pietinis sparnas yra santykinai nuleistas, amplitudė – apie 50 metrų; kartu su Pietų Kaliningrado lūpiu jie riboja nugrimzdusą žemės plutos bloką. Žiaurės Priegliaus lūpio zona kartografuojama platumine kryptimi nuo pietinės Baltijos jūros dalies iki rytinės Kaliningrado srities dalies, o kai kuriais duomenimis, ji, kiek susilpnėjusi, nusitęsė iki pat rytinės Lietuvos (Žliaupa, 1996; Žliaupa, Popov, 1998).

Pietų Kaliningrado lūpis ir Žiaurės Priegliaus lūpio zona buvo aktyvūs per visą nuosėdinės storumės formavimosi laikotarpį. Jų ampus nėra tiksliai nustatytas, kadangi ankstyvojo paleozojaus uolienas, kurias kerta lūpiai, dengia permio ir mezozojaus alpinis kompleksas. Tad jie galėjo formuotis arba vėlyvuojau kaledoniniu etapu, kai susiformavo daugelis Baltijos baseino lūpių nuosėdinėje dangoje, arba hercininiu, kai labai aktyviai kilo Mozūrijos pakiluma. Šiuos abu žyklus buvo attraukta ir Kaliningrado sritis.

Abi zonos buvo aktyvios ir neotektoniniu periodu, ypač Žiaurės Priegliaus lūpis, apie tai byloja staigiai pakopa pokvartero pavirđiuje (Žliaupa, 2002) – pietinis blokas, kaip ir prekvartero uolienų sluoksniuose, yra santykinai nuleistas (30–40 m). Tai pati ryškiausia neotektoninė struktūra Kaliningrado srityje. Neotektoninė lūpio aktyvumą patvirtina ir Baltijos jūros pakrantės forma – kranto linija daro staigų posūkį iš meridianinės į platuminę orientaciją išilgai Žiaurės Priegliaus lūpio, todėl galima spėti žiaurinio bloko pakilimą; tą patvirtina ir minėtas pokvartero pavirđiaus reljefas.

Istoriniai šaltiniai mini Goldapo žemės drebėjimą 1908 m. sausio 30 d. Tuomet Baltijos regione buvo užfiksuoti dar 5 seisminiai žykliai. Kol kas šio žemės drebėjimo tektoninės priežastys lieka neaiškios, tačiau tame rajone yra Pietų Kaliningrado lūpio žašinis, tad gali būti, jog šio lūpio aktyvumas yra gana dėsningas.

Panašaus rango lūpių yra ir Lietuvos teritorijoje. Šia pirmiausia paminėtinas stambiausias Telšiš lūpis (zona), kuris kerta Lietuvą nuo Baltijos jūros pakrantės (kiek piečiau Palangos) iki Pasvalio ir užsibaigia Latvijos teritorijoje. Kaip ir Žiaurės Priegliaus, jis orientuotas platumine kryptimi, labai ryškūs nuosėdinėje dangoje, jo amplitudė viršija 200 metrų (gerokai didesnė nei Žiaurės Priegliaus lūpio), lūpis kontroliuoja pagrindinius Lietuvos naftos telkinius. Be minėto lūpio, nuosėdinėje dangoje išskiriama daugiau smulkesnių disjunktyvų, tačiau neretai žemiau slūgsančiame kristaliniame pamate jie yra netgi stambesnio rango nei Telšiš zona (pvz., Žilutės-Polocko tektoninė zona). Tad panašaus intensyvumo žemės drebėjimai yra galimi ir mūsų dalyje.

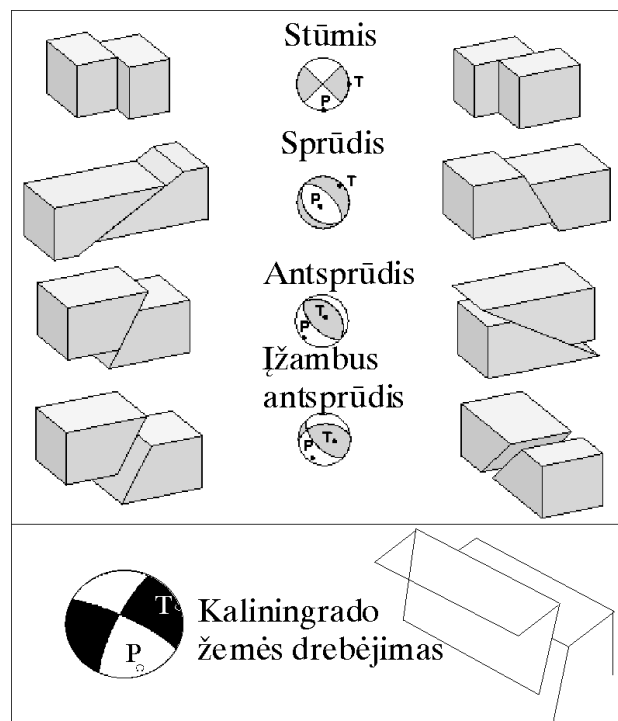
**KALININGRADO ŽEMĖS DREBĖJIMŲ SEISMOTEKTONINĖ CHARAKTERISTIKA**

Seisminėse stotyse užrašytos žemės drebėjimo seismogramos gali būti panaudotos nustatant tektonines

žampas, sukėlusias blokų poslinkį išilgai lūpio. Harvardo seismologijos centro specialistai pritaikė fokalinio mechanizmo sprendiną (www.seismology.harvard.edu). Pagal šį sprendiną, blokų pasislinkimą sukėlė ŽV–PPR spaudimas. Seisminis momentas įvertintas  $M_0 = 1,41 \cdot 10^{16}$  Nm, o momento magnitudė yra atitinkamai  $M_w = 4,7$  (lokali ir išilginės bangos magnitudės yra apie 5,0).

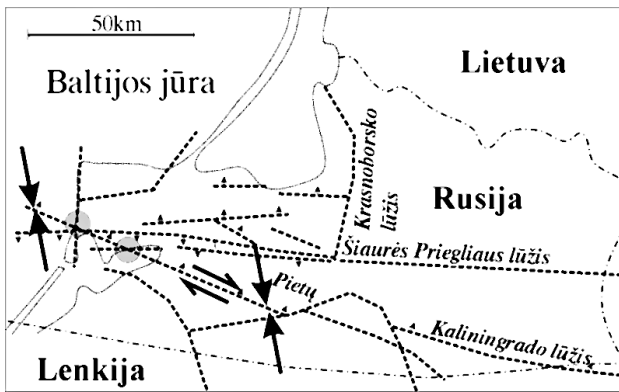
Fokalinio mechanizmo sprendimas paprastai vaizduojamas paplūdimio kamuolio forma. Tai – apatinės vaizdo pusės projekcija į horizontalią plokštumą, sferinis gaublys (fokalinė sfera), gaubiantis žemės drebėjimo hipocentrą. Šia nurodoma lūpio orientacija ir polinkio kampas (4 pav.). Juodi kvadratai atitinka tempimo (T) arba balti – spaudimo (P). Harvardo centro fokalinio mechanizmo sprendimo duomenimis, lūpio orientacija yra 297° (VŽV–RPR), polinkio kampas – 80°, poslinkio azimutas yra –168°. Spaudimo kryptis (P) nustatyta 348° (ŽV–PR) (5 pav.). Polinkio kampas skirtingose specialistų interpretuojamas nevienodai: Harvardo seisminio centro duomenimis, lūpis yra palinkęs į pietvakarius, o Nacionalinio geofizikos ir vulkanologijos instituto (Italija; www.ingv.it) duomenimis, – priešinga kryptimi.

Iš seismogramų apskaičiuota lūpio kryptis gerai atitinka Pietų Kaliningrado lūpio VŽV–RPR orientaciją. Sprendžiant iš fokalinės sferos formos, lūpio perstūmimas daugiausia vyko horizontalia kryptimi su



4 pav. Fokalinio mechanizmo pavyzdžiai. Apačioje parodytas Primorsko (Kaliningrado sritis) žemės drebėjimo fokalinis mechanizmas (Harvardo seismologijos centras) ir jo lūpio interpretacija

Fig. 4. Examples of focal mechanisms. Below a focal mechanism is indicated (after Harvard Seismological Centre)



**5 pav.** Kaliningrado ėmės drebėjimø (2004 09 21) tektonofizinė interpretacija. Brūkėniuota linija ėymi pagrindinius lūþius, plonos rodyklės – Pietø Kaliningrado lūþio ribojamø blokø pasislinkimà, kuris sukėlė ėmės drebėjimà, storos rodyklės – maksimalaus horizontalaus tektoninio spaudimo, sukėlusio blokø pasislinkimà, kryptà

**Fig. 5.** Tectonophysical model of the Kaliningrad earthquakes (21 09 2004). Major faults are indicated (hatched lines), thin arrows show direction of block movement along the South Kaliningrad fault which induced the earthquakes, bold arrows indicate direction of maximum horizontal stress

nedidele vertikalia sudedamàja, tad gali būti apibūdintas kaip deėnysis antsprūdþio stūmis. Nustatyta tektoninio horizontalio atampø orientacija neblogai koreliuoja su minėtais M. Jarosinskio (1994) grafinio diagramos tyrimo duomenimis, pagal kuriuos pietinė Baltijos jūros dalis ir gretima sausuma yra veikiamas submeridianinio spaudimo.

## SUSIJĖ ĄVYKIAI

Ādomus sutapimas yra tai, kad rugsėjo 20 d. 10 val. 06 min. 14 sek. (11:05 Grinvieo laiku) Didþiasalio seisminėje stotyje (IDID) buvo ūpregistruotas labai silpnas seisminis Ąvykis. Kadangi jà ūpfiksavo tik vienas seismometras, lokalizuoti nebuvo Āmanoma, o pagal atėjusio P ir S bangø laiko skirtumà Ąvykio þidinys nuo seisminės stoties turėjo būti nutolęs per 3–5 km, jo magnitudė – 0,1. Seisminis signalas savo forma panaðus Ā tektoninio procesø sukeltà seisminā Ąvykà, taėiau labiau tikėtina, kad Didþiasalio seisminė stotis ūpfiksavo griaustinā arba lėktuvà, virđijantā garso ribà ar þan.

Po rugsėjo 22 d. viename Dovelø gyvenvietės (Klaipėdos r.) ūulinyje, kuriuo naudojasi keturios greta gyvenanėios ėeimos, pakilo vandens temperatūra. Vanduo nuolat ėilo ir ėeðtadienā o 25 d. pasiekė maksimalià temperatūrà – +38°C (*Lietuvos rytas*, Nr. 224, 2004 09 27). Apie đà reiðkinā buvo informuota Klaipėdos apskrities maisto ir veterinarijos tarnyba (KAMVT). Tarnybos darbuotojai apþiūrėjo ūulinā, ĩmatavo jo temperatūrà ir paėmė vandens mėginius. Po 25 d. vanduo ūulinyje pradėjo vėsti: 26 d. ūpfik-

suota +27°C (*Lietuvos rytas*, Nr. 224, 2004 09 27), 09 27 – +23°C (KAMVT), 09 28 – +19°C (KAMVT), 10 05 – +10°C (*Lietuvos rytas*, 2004 10 06) vandens temperatūra. Minimoje vietoje yra þinoma geoterminė anomalija: vieno kilometro gylje temperatūra siekia +40°C, o dviejø kilometrø gylje yra +90°C. Taėiau ūulinio vandens suðilimà sieti su koku nors geoterminio vandens prasiverþimu būtø klaidinga. Minėtame ūulinyje buvo Ārengti du vandens siurbliai: vienas ĩð jø sugedo po ėmės drebėjimø, o kitas buvo sujungtas su vietine vandens ūildymo sistema (asmeninis pokalbis su KAMVT darbuotoja). Be to, Dovelø ūulinio vanduo Vilniaus ir Klaipėdos laboratorijose buvo ĩtirtas pagal 43 parametrus. Cheminės analizės duomenimis, vanduo atitinka visø 43 rodikliø leidþiamus lygius, tik nitratø koncentracija per didelė kūdikiø maistui, taip pat aptikta ir þarnyno lazdeliø (*Lietuvos rytas*, 2004 10 06). Minėti faktai rodo, kad vanduo Dovelø ūulinyje suðilo vien tik dėl technogeninio prieþasėio.

## ĖMĖS DREBĖJIMØ LIETUVOJE PROGNOZĖ KALININGRADO SEISMINIO ĄVYKIO KONTEKSTE

Iki ėiol manyta, kad stipriausio ėmės drebėjimø magnitudės rytiniame Baltijos regione gali siekti 4,6–4,8 (pvz., Bauskės, Kuoknesės, Osmurės seisminiai Ąvykiai), ir ėis lygis buvo laikytas maksimaliu. Vertinta, kad Lietuvos ir greta esanėio teritorijø potencialio ėmės drebėjimø zonose galimi iki 4,5 magnitudþio ėmės drebėjimai, galintys sukelti iki 7 balø (MSK-64 skalė) ėmės pavirđiaus virpesius epicentre (Ilginytė, 1998). Tuo tarpu Kaliningrado ėmės drebėjimø magnitudės siekė atitinkamai 4,4 ir 5,0 (kai kurie seismologiniai centrai pateikia didesnes – netgi iki 5,3 reikðmes). Ėie Ąvykiai verėia perþiūrėti Baltijos regiono, taip pat ir Lietuvos, seisminā potencialà. Galingesnio ėmės drebėjimø galimybė patvirtina ir naujaisi regioniniai seismotektoniniai tyrimai, kuriø duomenimis, maksimalio ėmės drebėjimø magnitudė gali siekti 5,0 (Grachev ir kt., 2000).

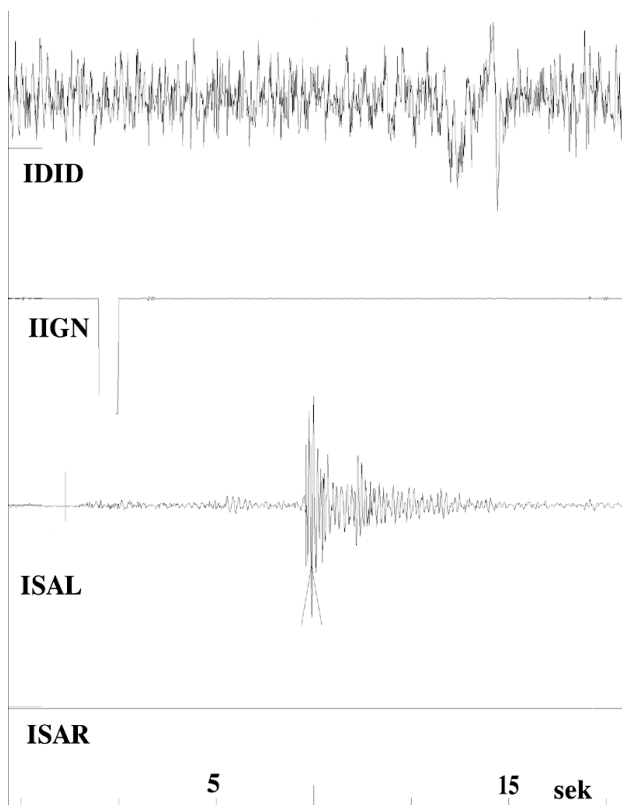
Kaip parodyta tektoninio lūþio ir pagrindinio ėmės drebėjimø ėemėlapyje (þr. 2 pav.), didþiausias aktyvumas yra būdingas labiausiai tektoninio lūþio suėiþėjusioms sritims: gausus lūþio tinklas nustatytas Centrinėje Latvijoje, vakarinėje Kaliningrado srities dalyje, Baltijos jūroje – atitinkamai ėia ir didþiausias ūpregistruotø ėmės drebėjimø tankumas. Taėiau ėmės drebėjimø stiprumui ėis veiksnys nedaug teturi reikðmės, apie tai byloja panaðaus intensyvumo ėmės drebėjimai, nustatyti ryėiau Lietuvos sienos, – Daugpilio, Aðmenos ėmės drebėjimai, kuriø magnitudė siekė 4,6; panaðaus stiprumo buvo ir Baltstogės ėmės drebėjimas. Lietuvoje kol kas numanomas tik vienas stiprus ėmės drebėjimas, Ąvykas Skirsnemunėje XIV amþiuje. Lietuvos teritorija ĩð aplinkinio gretimø valstybiø ĩðsiskiria aseismiðkumu. Kiek tan-

kesnis lūpiø tinklas nustatytas paèioje vakarinėje Lietuvos dalyje, tuo tarpu didþbiojoje Lietuvos teritorijos dalyje aiðkiai iðreikðti lūþiai yra reti, tad galima tikėtis ir gerokai maþesnio seisminio aktyvumo. Taèiau, kaip minėta, tai nėra galimo pėmės drebėjimo stiprumo prognozavimo matas – jis nesujas su lūpiø tinklo tankumu. Todėl maksimalø galimo pėmės drebėjimo potencialà būtina pasirinkti ne maþesnà kaip 5,0 magnitudþiø.

Kaliningrado pėmės drebėjimas gali suteikti svarbià informacijà perskaièiuojant istoriniø pėmės drebėjimø magnitudes. Kadangi iki ðiol nebuvo instrumentiðkai uþfiksuoto (iðskyrus Osmusarės) pakankamai stipraus pėmės drebėjimo, skaièiuojant istoriniø ávykiø magnitudes buvo naudojamos universalios koreliacinės priklausomybės, kurios gali skirtis atskiruose regionuose.

### SEISMOLOGINIS MONITORINGAS LIETUVOJE

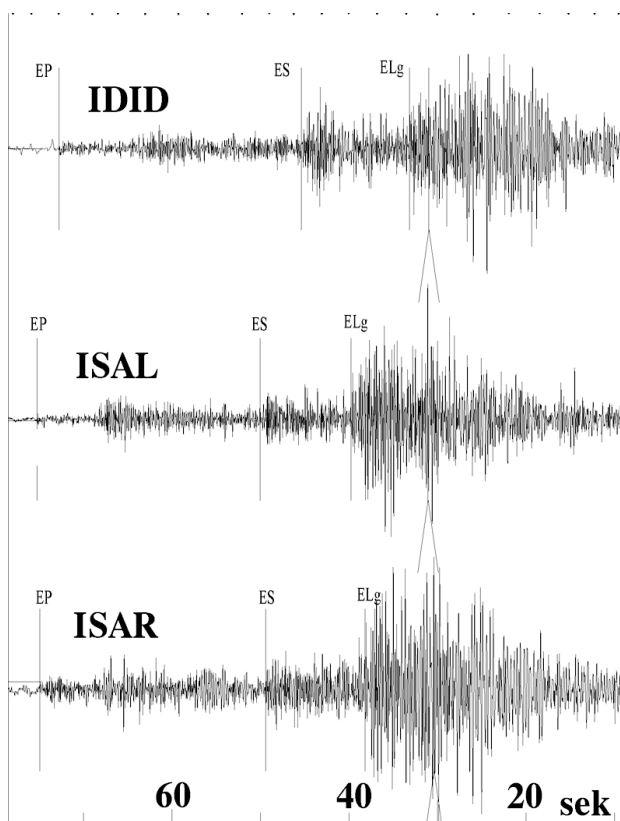
Norint iðsiaiðkinti galimas seismiðkai aktyvias sritis ir nustatyti jø parametrus, būtini nuolatiniai seismolo-



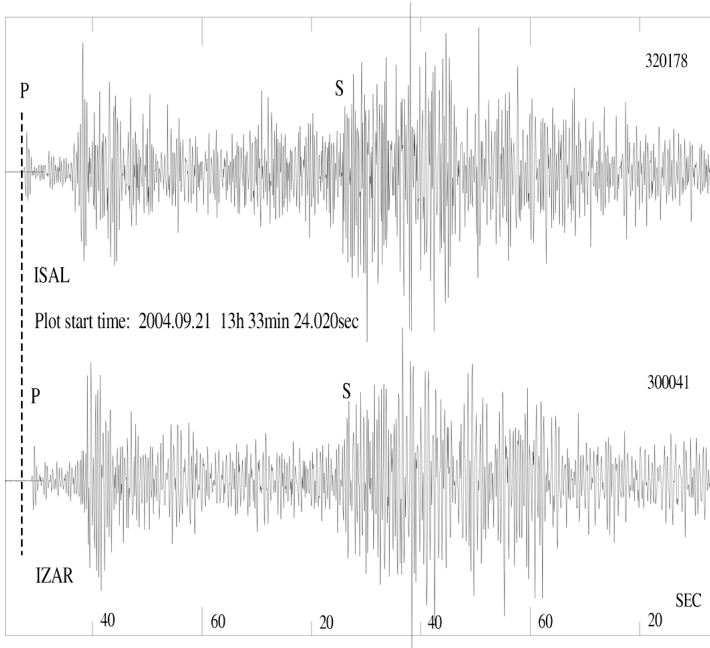
**6 pav.** 2001 m. rugsėjo 4 d. vietinio seisminio ávykio seismograma. Ávykis uþfiksuotas ISAL stotyje. IDID stoties seismogramoje ið foninio triukðmo neámanoma iðskirti seisminio signalo. IIGN stotis veikė su pertrúkiais, o IZAR neveikė  
**Fig. 6.** Seismogram of local seismic event, 04 09 2001. The event is registered at ISAL station. The seismic event is not distinguished at the IDID seismogram due to high noise. The IZAR station was out of order, the IIGN station was operating not properly

giniai stebėjimai, kitaip tariant, – seismologinis monitoringas. Lietuvoje pirmieji instrumentiniai seismologiniai stebėjimai pradėti apie 1970 m., kai Fizikos institute (Vilniuje) buvo ákurta seisminė stotis (Ilginytė ir Ðalavėjus, 1994). Vilniaus stotyje buvo árengti trijø komponentiø ilgo periodo ( $T = 25$  s) ir trijø komponentiø trumpo periodo ( $T = 1,5$  s) seismometriai. Iki 1992 m. Vilniaus stotyje surinkti duomenys apdoroti ir saugoti buvo siunèiami á didþiausià Tarybø Sàjungos seismologijos centrà Obninske (Rusija). Vėliau seisminės stoties prieþiūrà ir duomenø apdorojimà perėmė Fizikos instituto darbuotojai.

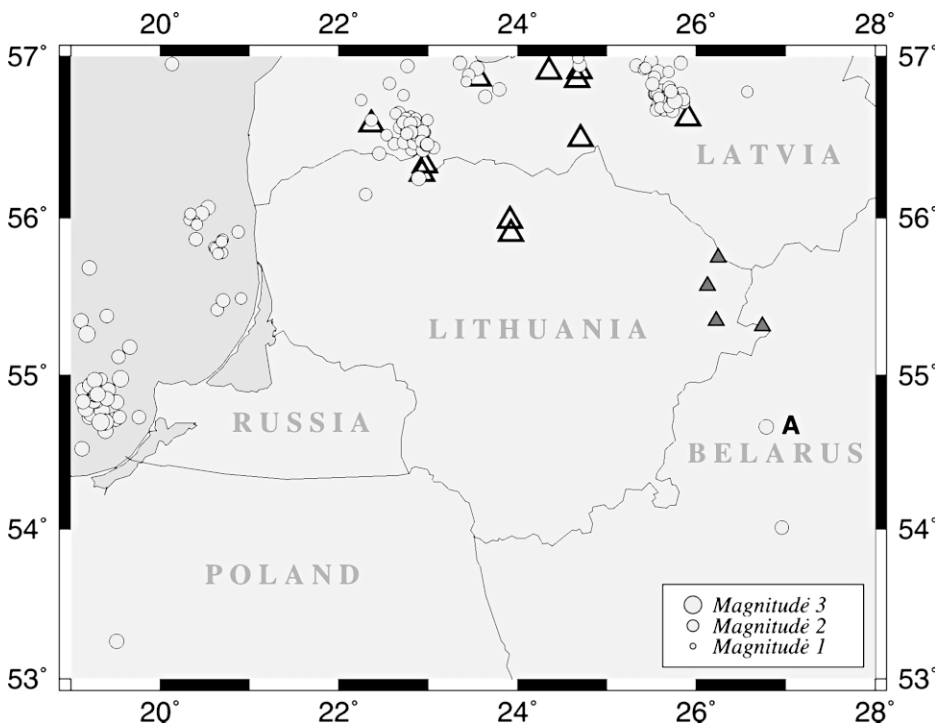
1991–1995 m. Vilniaus seisminės stoties biuletenyje (Ðalavėjus, Suveizdis, 1995) yra uþregistruota 450 tolimø (tolimesni nei 2000 km) ir regioniniø (tolimesni nei keli ðimtai, bet artimesni nei 2000 km) seisminiø ávykiø. Standartinėmis seismogramø apdorojimo procedūromis buvo nustatomas ávairiø tipø bangø atėjimo laikas, matuojamos bangø amplitudės ir periodai, taip pat buvo apskaièiuojami atstumai nuo epicentro iki Vilniaus seisminės stoties. Per visà seisminės stoties veikimo laikà èia nebuvo uþfiksuotas nei vienas vietinis seisminis ávykis, kurio epicentras nuo seisminės stoties būtų nutolæs ne toliau nei keli ðimtai kilometrø. Galbūt tam átakos turėjo aukð-



**7 pav.** 2002 m. gruodþio 18 d. Baltijos jūroje ávykusio pėmės drebėjimo seismogramos, uþfiksuotos IDID, ISAL ir IZAR seisminėse stotyse  
**Fig. 7.** Seismic event in the Baltic Sea recorded at IDID, ISAL, and IZAR seismic stations, 18 12 2002



**8 pav.** 2004 m. rugsėjo 21 d. Kaliningrado srityje, Primorsko mieste, 5,0 magnitudės žemės drebėjimo seismogramos, užfiksuotos Salako (ISAL) ir Zarasų (IZAR) stotyse  
**Fig. 8.** Primorsk earthquake (21 09 2004, Kaliningrad District) M5.0 registered by ISAL and IZAR seismic stations



**9 pav.** Nuo 1999 m. gruodžio iki 2004 m. liepos mėn. Lietuvos ir gretimosios teritorijose NORSAR užfiksuoti sprogdinimai (karjerai, senų sprogmenų naikinimas, geofizikiniai tyrimai ir pan.)  
**Fig. 9.** Explosions registered by NORSAR network during December 1999 – July 2004 (quarry blasts, elimination of old explosives, geophysical explosions, etc.)

tas foninio triukdmo lygis, nes stotis ąrengta Vilniaus miesto pakraėtyje. Susidėvėjus registravimo aparatūrai ir nesant būtino finansavimo Vilniaus seisminės stoties darbas nutrūko 1999 metais.

Tais paėiais 1999 m. Ignalinos atominės elektrinės (AE) apylinkėse, vykdant elektrinės saugumo didinimo projektus, buvo ąrengtos 4 seismologinio monitoringo stotys (pr. 1 pav.) (Paėesa, 2001). Nuo to laiko Lietuvos geologijos tarnyba pagal susitarimà su Ignalinos AE apdoroja ir analizuoja ąiose stotyse surenkamus duomenis. Galutiniai rezultatai ir pasiūlymai dėl seisminio tinklo parametrų persiunėiami atgal à Ignalinos AE. Taigi Ignalinos AE seismologinė sistema padeda vykdyti ĐR Lietuvos seismologinį monitoringà. LGT kasmet sudaromi seisminiai biuletiniai ir rengiamos ataskaitos. Visa tai siunėiama à tarptautinius duomenų centrus bei kaimyninių ąalių seismologams. Ataskaitų santraukos talpinamos LGT tinklapiuose ([www.lgt.lt/seismo](http://www.lgt.lt/seismo)).

Kaip ir reikėjo tikėtis, tokioje seismiška silpnai aktyvioje teritorijoje nuo 1999 m. Ignalinos AE seisminis tinklas užfiksavo tik keletà vietinių ąvykių. 2001 m. rugsėjo 4 d. viena Ignalinos seisminė stotis užregistravo 2,1 magnitudės ąvykà (6 pav.), nutolusà nuo stoties per ~80 km. Deja, dėl duomenų trūkumo tiksliau ąvykio nepavyko lokalizuoti, o seisminio signalo forma labiau atitiko tektoninà nei žmogaus veiklos sukeltà ąvykà (Paėesa, 2002). 2002 m. gruodžio 18 d. seisminės stotys užfiksavo žemės drebėjimà, kurio epicentras buvo Baltijos jūroje, pieėiau Gotlando salos (7 pav.), o magnitudė siekė 3,5 balo (Paėesa, 2003). Užfiksuoti ir 2004 m. rugsėjo 21 d. Kaliningrade ąvykà žemės drebėjimui. Ađtuntame paveiksle pateiktos 5,0 magnitudės Kaliningrado drebėjimo seismogramos, užfiksuotos Ignalinos AE Salako (ISAL) ir Zarasų (IZAR) seisminėse stotyse. Seismogramose užregistruotas grunto dalelių vertikalių judesių greitis. Maksimalios seismogramų amplitudės, esanėios deėinėje pusėje virš seismogramų, pateiktos skaitmeniniais vienetais. P žymi iđilginis ban-

Lentelė. Rytinės Baltijos istoriniai žemės drebėjimai (pagal Boborykin ir kt. 1993 su papildymais)

Table. Description of historical earthquakes (intensity VI–VII) in the East Baltic region (after Boborykin et al., 1993, with modifications)

Data	Ávykio epicentras	Intensyvumas	Makroseisminė charakteristika
1303	Prūsija	VII?	Sugriauta nemažai medinių namø.
1328	Skirsnemunė	VI–VII?	Stipriai drebėjo tvirtovės sienos.
1602 10 07	Talinas, 59,5°N; 24,7°E	VI	Stiprus drebėjimas.
1607	Talinas, 59,7°N; 24,7°E	VI	Stiprus drebėjimas.
1616 07 30	Latvija, Pėmgalė, netoli Bauskos	VI	Stiprø sukretimà jautė žmonės ir gyvūnai, buvę po atviru dangumi.
1670 02 01	Estija, 4 km á šiaurę nuo Piarnu, 58,4°N; 24,5°E	VI	Didelis iðgàstis, átrūkimai žemės paviršiuje.
1803 01 08	Lenkija, Baltstogė 58,4°N; 24,5°E	IV–VII	Keturi smūgiai ið vakarø á rytus: 01:55, ~03:00, ~04:00 ir 23:15. Paskutinis stipriausias. Po jo daugelio Baltstogės ir jos apylinkių namø sienose buvo pastebėti átrūkimai. Griaustinio garsas, vertė ið kojų. (Foreðokas?)
1821 02 20–21	Latvija, Koksenė ir apylinkės 56,6°N; 25,3°E	VI–VII	
1821 02 21	Latvija, Koksenė ir apylinkės 56,6°N; 25,3°E	VI	Pats stipriausias smūgis, skambėjo varpai, griausmas, vertė ið kojų, stipriai supo, girgždėjo pastatai, átrūko akmeninė siena.
1887 09 27	Estija, á šiaurę nuo Hapsalu 59,0°N; 23,5°E	VI	Tartum traukinio triukšmas, grindø girgždesys, smūgiai, vaikas nukrito nuo suolo.
1853 02 05	Latvija, gyv. Sausnė, 20 km á šiaurę nuo Stukami 56,7°N; 25,6°E	VI	Du smūgiai, pirmas silpnėsis, 2 val. – „siaubingas“.
1853 12 29–1854.01.05	Latvija, Ryga 56,9°N; 24,0°E	VI	Daugkartiniai smūgiai, ypač stiprūs naktà Pabusdavo miegantys žmonės, barðkėjo langai, atsirado plyðiai grunte. Griausmas kaip kanonados.
1857 05 18	Latvija, upė Irbe	VI	Virpėjimas, nukrito veidrodis ir lėkðtės nuo stalo, sugriuvo senø pastatø stogai. Griaustinio garsas.
1881 01 28	Rusija, Narva, Ivanovgradas 56,4°N; 28,2°E	VI	Skambėjo stiklinės, krito daiktai, byrėjo tinkas, sudužo langø stiklai, girdėjosi požemis gausmas.
1887 12 10	Baltarusija, Borisovas 54,2°N; 28,5°E	VI	Á griausmà panaðus požeminis gausmas, daugelyje pastatø sudužo langai.
1908 12 28	Baltarusija, Bistryėia 54,8°N; 25,8°E	V–VI	Namas kelis kartus susvyravo ir tartum pasislinko, nukrito pjūklas, kai kur atsirado plyðiai grunte. Gilus varsto ilgio griovys uþ 20 km nuo Bistryėios. Garsas tartum traukinio.
1908 12 30 (tikėtina, kad 28 d.)	Baltarusija, gyv. Gudogai (Ostrovėo r.) 54,6°N; 25,8°E	VII	Baisus griausmas, langø stiklø barðkėjimas, áspūdis, kad griūva namas. Gyvuliai krito ant kelio.
1908 12 28–31	Ryga 56,9°N; 24,0°E	IV–VI	Buvo keletas smūgiø. Bangavo grindys, skambėjo sietynai, žmonės pabudo. Garsus triukšmas, plyðys grunte nuo Agenskalns iki Balošu.
1908 12 29	Latvija, Madona, Cesvaine, 56,8°N; 26,3°E	VII	Banguojantys judesiai, požeminiai sprogimai, cerkvėje atsirado áskilimas.
1908 12 29	Latvija, Daugpilis, Demene, Kraslava 55,8°N; 26,7°E	VII	Triukšmas kaip iššovus patrankai. 3–4 coliø ploėio plyðiai per laukus ir pievas, taip pat namo pamatuose.
1909 02 12	Latvija, Liepoja 56,6°N; 20,9°E	VI	Sprogimas ir girgždesys paþadino žmones. Per visà aikštę atsirado plyðiai.
1910 05 21	Ryga, 56,9°N; 24°E	VI	Požeminis siūbavimas; prieš drebėjimą nerimo viðtos.



gø (P bangø), S – skersinio bangø (S bangø) pradžia. Kadangi ėmės drebėjimas sukelia dviejø tipø bangas, sklindanėias skirtingu greičiu, kai kurie ėmonės pajuto du atskirus smūgius: silpnesnė P bangà ir maįdaug po minutės stipresnė S bangà. Būtent pastaroji banga ir lemia pastatø papeidimus per ėmės drebėjimus. Seisminės stotys nuo drebėjimo ėidinio nutolusios āvairiais atstumais, todėl seisminiai signalai stotis pasiekė skirtingu laiku (punktyrinė linija).

Kiekvienais metais Lietuvos ir gretimose teritorijose yra āvykdoma po kelias dešimtis inėinerinio sprogdinimø (9 pav.). Pavyzdžiui, Lietuvos karjeruose sprogdinamiems ūptaisams vidutiniškai panaudojama nuo 3000 iki 6000 kg amonito. Ėi veikli medžiaga maįdaug 1,3 karto stipresnė ū trotilà (ið asmeninio pokalbio su A. J. Pilipausku). Retsykiais panaudojama ir 10 tonø sprogmenø. Siekiant sumaįinti seisminės bangos amplitudà ir efektyviau suardyti sprogdinamà uolienà, ūptaisas sprogdinamas dalimis kas 50 ms. Daugumà tokio sprogdinimø registruoja Skandinavijos ėalio ir Suomijos seisminės stotys (pvz., NORSAR, Helsinkio universiteto Seismologijos institutas). Deja, Ignalinos AE seismologinio monitoringo sistema kol kas neūfiksavo nei vieno tokio sprogdinimo. Nėra ir vienareikšmio paaiðkinimo. Spėjama, kad ið Vakarø Lietuvos atsklindanėias seismines bangas efektyviai absorbuoja Vidurio Lietuvos dviejø tektoninio blokø sandūra.

Ignalinos AE seismologinis monitoringas yra skirtas stebėti vietiniams seisminiams āvykiams, taėiau kasmet matavimo āranga ūpregistruoja apie 70 tolimø ir apie 10 regioninio seisminio āvykiø.

## SEISMOLOGINIS MONITORINGAS KAIMYNINĖSE VALSTYBĖSE

Seismologija yra vienas ið tø mokslø, kai tarptautinis bendradarbiavimas yra nulemtas paties tyrimø objekto. Stipraus ir net vidutinio ( $M \geq 5,0$ ) ėmės drebėjimo sukeltas bangas galima registruoti bet kurioje pasaulio vietoje, o drebėjimui āvykus ties dviejø valstybiø riba, jo epicentras patikimiausiai bus nustatytas panaudojant abiejø ėalio seisminio stoėio duomenis. Taigi aiðkinantis Lietuvos seismingumà labai svarbūs yra ir kaimyninėse valstybėse atliekami ėios srities darbai.

Latvijoje seismologinius stebėjimus atlieka Latvijos valstybinės geologijos tarnybos specialistai (neseniai reorganizuota). Netoli Valmieros rajono centro veikia viena seisminė stotis. Joje tarybinės gamybos seismometrai sujungti su ėiuolaikiniu skaitmeniniu ārenginiu ir kompiuteriu. Estijoje veikia dvi seisminės stotys: viena netoli Talino, Suuruppi vietovėje, kita Vassula vietovėje (40 km nuo Tartu miesto). Pastaroji stotis yra Vokietijos seisminio tinklo GEOFON dalis ([www.gfz-potsdam.de/geofon/](http://www.gfz-potsdam.de/geofon/)), todėl duomenys nuolat perduodami ā Geofizikos tyrimø centrà Potsdame ir ten apdorojami. Gana daug dėmesio seis-

mologijai skiriama kaimyninėje Baltarusijoje. Ėiuo metu ėia veikia 5 seisminės stotys: Naroėyje, Pleðėeniucose netoli Minsko, Breste, Soligorske ir Gomelyje. Jas priįiuri ir registruotus duomenis apdoroja Geofizikos monitoringo centro ([www.cgm.org.by](http://www.cgm.org.by)), priklausanėio Baltarusijos mokslø akademijai, specialistai. Baltarusija taip pat patenka ā labai maįo seismingumo regionà, taėiau ėioje ėalyje susiduriama su ėmogaus veiklos iðprovokuotais ėmės drebėjimais. Soligorske yra Starobino kalio druskø telkinys, kurà eksploatuojant iðkasama daug uolienø, o tai keiėia litosferos tektonines apkrovas bei ātempimus ir iðprovokuoja ėmės drebėjimus. Nuo 1983 iki 1997 metų ėia ūpregistruota apie 600 nestipriø seisminio smūgio (Aronov ir kt., 2004). Lenkijoje yra ađtuonios seisminės stotys. Viena jø ārengta greta Suvalkø, visai netoli Lietuvos sienos. Ėi stotis taip pat yra ātraukta ā GEOFON tinklà, ir ji, beje, buvo arėiausiai Kaliningrado drebėjimø epicentrø. Kiek ėinoma, pastaraisiais dešimtmeėiais Kaliningrado srityje neveikė nei viena seisminė stotis, nors dar XX a. pradįioje Karaliauėiaus universitetas vykdė tam tikrus seismologinius stebėjimus.

Kiekviena Fenoskandijos ėalis (Norvegija, Ėvedija, Suomija) turi po kelias dešimtis ėiuolaikiškai ārengtø skaitmeninio seisminio stoėio ir vienà ar kelias mokslines institucijas, tyrinėjanėias seismotektoninius procesus. Ėio ėalio seisminiai tinklai registruoja net visai silpnus signalus, sklindanėius ið Lietuvoje esanėio ėaltnio, pavyzdžiui, sprogdinimø karjerø. Taip pat labai paprasta gauti ir naudoti Fenoskandijos seismologø surinktus duomenis – seisminio āvykiø katalogai ir net paėios seismogramos pateikiamos jø internetinėse svetainėse ([www.norsar.no](http://www.norsar.no), [www.geo.uib.no/Seismologi](http://www.geo.uib.no/Seismologi), [www.geofys.uu.se](http://www.geofys.uu.se), [www.seismo.helsinki.fi](http://www.seismo.helsinki.fi)). Panagrinęjus Fenoskandijos ėalio seisminius katalogus, buvo nustatyta, kad jø seisminės stotys geba registruoti visus seisminius āvykius mūsø krađtuose, kuriø magnitudės didesnės nei 2,5 (Paėesa, 2004), taėiau seisminiai āvykai ne visada lokalizuojami pakankami tiksliai. Dauguma epicentrø (~70%) buvo lokalizuoti su paklaidomis, siekianėiomis iki 60 km, o kai kuriø epicentrø paklaidos siekė net 300 km (Paėesa, 2001). Su minėtø ėalio seismologais LGT palaiko ryđius, konsultuojasi sudėtingesniais klausimais ir keiėiasi duomenimis.

## IŠVADOS

Ėmės drebėjimai, āvykø Kaliningrado srityje 2004 m. rugsėjo mėn. 21 d., verėia perįiūrėti ankstesnes nuomones apie Baltijos regiono, taip pat ir Lietuvos, seismogeninà potencialà. Iki tol stipriausio ėinomo ėmės drebėjimø magnitudės siekė 4,6–4,8, tuo tarpu Kaliningrado ėmės drebėjimo magnitudė āvertinta 5,0, o kai kuriø seisminio centrø duomenimis, ji buvo netgi didesnė. Nepaisant to, kad Lietuvoje ėmės drebėjimø yra daug maįiau nei gretimose valstybėse,

seismologiniai tyrimai rodo, kad žemės drebėjimų stiprumas negali būti koreliuojamas su jų dažnumu. Tad visam Baltijos regionui siūloma taikyti nemažesnę nei 5,0 magnitudžių seisrageninį potencialą.

Kaliningrado žemės drebėjimai yra susiję su blokų perstumimu išilgai Pietų Kaliningrado lūžio, orientuoto VDV–RPR kryptimi. Nustatytas hipocentras ir šio lūžio sankirtos mazgų ryšys su stambia platumine Šiaurės Priegliaus lūžio zona. Fokalinio mechanizmo sprendimas rodo, kad žemės drebėjimą nulėmė DDV–PPR tektoninis spaudimas, kuris sukėlė šambų blokų pasislinkimą (dešinysis stūmis su antsprūdžio sudedamąja).

Šiuo metu Lietuvoje veikia keturios seisminės stotys, kurios sudaro Ignalinos AE seisrageninį tinklą. Jos gerai užfiksavo Kaliningrado žemės drebėjimo sukeltų seisminių bangų charakteristikas. Be šio svarbiausio žemės drebėjimo, Ignalinos seisminėse stotyse buvo užregistruoti kai kurie smulkesni Baltijos regiono seisminiai ūykiai, tarp kurių stipriausias – 3,5 magnitudžių žemės drebėjimas centrinėje Baltijos jūroje. Kaip ir Kaliningrado atveju, kur Šiaurės Priegliaus ir Pietų Kaliningrado lūžiai kontroliuoja pagrindinius naftos telkinius sausumoje, Lebos lūžio zona kontroliuoja pagrindinių naftos ir dujų telkinių išsidėstymą Lenkijos akvatorijoje. Nedidelis seisminis ūykis buvo užfiksuotas 3–5 km atstumu nuo Ignalinos AE seisminės stoties likus dienai iki Kaliningrado žemės drebėjimo. Užrašytos seisminių bangų charakteristikos neleidžia vienareikšmiškai daryti išvadą apie tektoninę ar antropogeninę šio ūykio prigimtą.

Žemės drebėjimo Kaliningrado srityje patirtis rodo, kad Lietuvos bei kaimyninių kraštų žemės gelmių tektoninės sąlygos ir seismingumas yra ištirti nepakankamai. Būtina plėsti seisrageninius stebėjimus visoje Lietuvos teritorijoje, taip pat parengti ir įgyvendinti kompleksinę valstybinių seismingumo tyrimų programą. Programoje turi būti numatytas 2–3 papildomų skaitmeninių seisminių stočių įrengimas, seisrageninio duomenų centro steigimas, visapusiška sukaupto duomenų analizė, seisragenijos specialistų rengimas.

## PADEKA

Autoriai nuoširdžiai dėkoja Klaipėdos apskrities maisto ir veterinarijos tarnybos specialistams už suteiktą informaciją apie Dovylo šulinį, taip pat G. Motuzai už vertingas pastabas rengiant straipsnį.

## Literatūra

Brangulis A. J., Kanevs S., 2002. Latvijas tektonika. Rīga. 50 p.

Grunthal G., Stromyer D. 1996. Rezentes Spannungsfeld und Seismizität des Baltischen Raumes und angrenzender Gebiete – ein Ausdruck aktueller geodynamischer

Prozesse. Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge. 69–76.

Ilginytė V., Đalavėjus S. 1998. Seismometriniai matavimai Lietuvoje. *Gelmių geologinio tyrimo, naudojimo ir apsaugos problemas Lietuvoje*. Straipsnių rinkinys. Vilnius. 52–53.

Ilginytė V. 1998. Lietuvos seismotektoninis aktyvumas (daktaro disertacija). Vilnius: Geologijos ir geografijos institutas.

Jarosinski M. 1994. Pomierzy kierunow wspotczesnych naryphen skorupy ziemskiej w Polsce na podstawie analizy breakouts. *Prz. Geol.* 42(2). 996–1003.

Paėesa A. 2002. Lietuvos seisrageninis monitoringas 2001 metais. *Lietuvos geologijos tarnybos 2001 metų veiklos rezultatai. Metinė ataskaita*. Vilnius. 54–55.

Paėesa A. 2003. Lietuvos seisrageninis monitoringas 2002 metais. *Lietuvos geologijos tarnybos 2002 metų veiklos rezultatai. Metinė ataskaita*. Vilnius. 47–49.

Paėesa A. 2001. Pradėtas Lietuvos seisminis monitoringas. *Lietuvos geologijos tarnybos 2000 metų veiklos rezultatai. Metinė ataskaita*. Vilnius. 37–39.

Paėesa A. 2001. Seisrageninis monitoringas Lietuvoje. *Geologijos akiraėiai*. 4(44). 31–36.

Sim L., Bryantseva G., Karabanov A. K., Levkov E., Aizberg R. 1995. The Neotectonic stress of Belarus and the Baltic countries. *Technika Poszukiwan Geologicznych*. 3. Krakow. 53–56.

Stirpeika A. 1999. Tectonic evolution of the Baltic Syncline and local structures in the South Baltic region with respect to their petroleum potential. Vilnius. 112 p.

Đalavėjus Đ., Suveizdis P. 1995. „Seisminiai stebėjimai ir žemės drebėjimų ūykių ávertinimas (progozė) pietryėio Lietuvoje“ (ataskaita). Inv. Nr. 4394. *LGT geologijos fondai*. Vilnius.

Šliaupa S. 1996. Major neotectonically active fault zones in Lithuania. *Litosfera*. 5. Minsk. 108–115.

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

Šliaupa S., Zakarevicius A. 2000. Recent stress pattern in eastern part of the Baltic basin, Lithuania. *Europrobe (TESZ) and PACE Workshop Abstracts Volume*. Warsaw. 79.

Zakarevičius A. 1998. Lietuvos geodezinio tinklo horizontalios deformacijos. *Geodezija ir kartografija*. XXIV (4). 169–174.

Zakarevičius A. 1999. Investigation of the recent movements earths crust in the territory of the Lithuania. Summary of research report presented for habilitation. Vilnius: Technika 35 p.

Zobak M. L. 1992. First- and Second-Order Patterns in the Lithosphere: The World Stress Map Project. *Journal of Geophysical Research*. 30. 11703–11728.

Ađi i i a A. G., Nadi a e a c i a Đ. Đ., Ađi i i a a T. È. 2004. Čai e y o d y n a i e y i a n a a a d i e A a d a c e e a 1997 a i a o. A a e a d o n u. N a i d i e e n o a o u a e. O a i e i n e. 280 n.

A a i o e i y, È., A i a i d u e e i A. M., E i a e u y i i a A. I., N e e a a y a I. H. 1988. E a o a e i a e n o i d e - a n e e o

çai eadõynai eé Áaeadóñè è Ī ðeaaeðeèè. 1984 á. Ñaeñi i eĩ ãe+añeðo ñoai oèé „Meĩ ñe“ (Ī eàu- í eòè) è „Ī aðĩ+“. Ñaeñi i eĩ ãe+añeèè ápeèaðai ũ. Meĩ ñe. 126–137.

Āðā+āā A. F. 2000. Ī áĩðaeoĩí eèā, āāĩ ãeĩ àĩ eèā è ñaeñi è+ĩĩ ñoũ ñāāāđĩ íé Āāðaçeè. Ēĩ ñoèðoó Ôçeèèè Çai eè. 487 ñ.

Ńóááeçãeñ Ī . Ē. (ðāāaeoĩ ð) (1979) ðaeoĩ í eèā Ī ðeā- ãeðeèè. Āeëũĩ þñ. 1–90.

Øeyóia Ā. 2001. Ī áĩðaeoĩí è+añeāy ñoðóeðoðā Ēeðāũ è ñĩĩ ðāāaeũĩ ũð oādðeoi ðeé. Āeëũĩ þñ, Ēĩ ñoèðoó āāĩ eĩ ãeè. 128 ñ.

**Andrius Pačesa, Saulius Dliaupa, Jonas Satkūnas**

**RECENT EARTHQUAKES IN THE BALTIC REGION AND SEISMIC MONITORING OF LITHUANIA**

**Summary**

Two strong earthquakes took place in the Kaliningrad region on 21 September 2004, the magnitudes being 4.3 (first event) and 5.0 (second event). Tectonic analysis indicated that the earthquakes were induced by a right-lateral shift of the South Kaliningrad fault trending WNW-ESE at the intersection with the W-E striking North Prieglius fault zone. The tectonic control of the strong Prussian earthquake (1303) which led to a damage of numerous buildings of the region remains unknown. These faults are well mapped due to their control of the distribution of the major oilfields of the Kaliningrad region. These earthquakes urge the re-evaluation of the seismic potential of the Baltic region. Before, the strongest known earthquakes did not exceed M = 4.6–4.7. The seismic monitoring is performed by four seismic stations of the Seismological Network of Ignalina Nuclear Power Plant. The data are processed at the Geological Survey of Lithuania. However, this network is evidently not enough, as the western part of Lithuania remains uncovered. The first-order Middle Lithuanian Suture Zone cutting the Lithuanian territory from the south to the north absorbs seismic energy, and only strong events west of this zone can be recorded by the Ignalina network.

Áĩ aðĩþñ Ī ã+añā, Ñaeoẽþñ Øeyóia, Ēĩ ĩāñ Ñaeoĩāñ

**Ī Ī ÁĀÉØĒĀ ÇĀĪ ĒĀØĐŃĀĪ ĒĐ Ā ĀĀĒ- ØĒĒĒĒĪ ĐĀĀĒĪ Ī Ā ĒĀĒŃĪ Ē×ĀŃĒĒĒ Ī Ī Ī ĒŌĪ ĐĒĪ Ā Ā ĒĒŌĀĀ**

**Đaçþĩā**

Çai eadõynai eà, ĩ ðĩ eñøāāøāā 21 ñai oýāðy 2004 á. ā Ēāeēĩ eĩ āðāāñeĩ é ĩ āeāñøe, çāñoāāeyāð ĩ āðāñĩ ĩ ððāoũ ðāĩ āā ñoũāñoāĩ āāāøāā ĩ ĩ āĩ eā ĩ ñaeñi è+añeĩ é ñeðoāðeè Áaeðeēñeĩāĩ ðāaeĩ ĩ ā, ā oĩ ĩ +eñeā è Ēeðāũ. Āĩ ñeð ĩ ĩ ð ĩ aeāĩ eũøāy ĩ āāĩ eðoāā çai eadõynai eé ā yõĩ ðaeĩ ĩ ā āĩ ñoèāāeā 4,6–4,8, ā oĩ āðāĩ y eāè ĩ āāĩ eðoāā Ēāeēĩ eĩ āðāāñeĩāĩ çai eadõynai eý ñĩ ñoāaeèā 5,0. Ī āñĩ ĩ oðy ĩ ā oĩ, +oĩ ā Ēeðāā eĩ eè+añoāĩ çai eadõynai eé ĩ āĩ ũā, +āĩ ā āðoāeð ðāñĩ oāeèeāð Áaeðeēñeĩāĩ ðāaeĩ ĩ ā, ñaeñi ĩ eĩ ãe+añeèā eññeāāĩ āāĩ eý ĩ ĩ eaçũāāþo, +oĩ ĩ āeñeĩ aeũĩ āy ĩ ĩ ũĩ ĩ ñoũ çai eadõynai eé ĩ ā āĩ eāĩ ā ñĩ ĩ ĩ ñoāaeýoũñy ñ eð +añoĩ oĩ é. Ī ĩ yõĩ ĩ o ĩ āāĩ eðoāā ñaeñi è+añeĩ é aeðeāĩ ĩ ñoè aeý āñāāĩ Áaeðeēñeĩāĩ ðāaeĩ ĩ ā ĩ ðāāeāāāoñy ñ+eðāoũ ĩ ā ĩ eçā 5,0. Ēāeēĩ eĩ āðāāñeĩ ā çai eadõynai eā ñāyçai ĩ ñ āāeçāĩ eāĩ aeĩ eĩ ā āāĩ eũ P æĩ ĩ -Ēāeēĩ eĩ āðāāñeĩāĩ ðaçeĩ ĩ ā, ĩ ðeāĩ oèðĩ āāĩ ĩ ĩ āĩ ā çai āāĩ ĩ- ñāāāđĩ çai āāĩ ĩ ĩ è āĩ ñoĩ +ĩ ĩ -þāĩ āĩ ñoĩ +ĩ ĩ ĩ ĩ āĩ ðāāeāĩ eýo.

Ā ĩ āñoĩ yũāā āðāĩ y ā Ēeðāā āaeñoāoþo +āoũðā ñaeñi è+añeèā ñoai oèè, ñĩ ñoāaeýþũ eā ñaeñi ĩ eĩ ãe+añeðoþ ñāoũ Ēāĩ aeēĩ ñeĩ é ĀYŃ. Ī ĩ è oĩ +ĩ ĩ çāoèeñeðĩ āaeè oāðaeðeðeñeðeè ñaeñi è+añeĩ é āĩ eĩ ũ, āĩ çāoāāāĩ ĩ ũā Ēāeēĩ eĩ āðāāñeēĩ çai eadõynai eāĩ. Ēðĩ ĩ ā yøeð oĩ e+eĩ ā, ĩ ā Ēāĩ aeēĩ ñeèð ñaeñi è+añeèð ñoai øeyð áũeè ĩ oĩ ā+āĩ ũ ĩ āĩ āā ĩ ĩ ũĩ ũā ñaeñi è+añeèā ñĩ áũðeý, ñeð+eāøeāñy ā Áaeðeēñeĩāĩ ðāaeĩ ĩ ā, ñðāāè eĩ oĩ ðũð ðāñĩ ĩ çĩ āĩ ĩ çai eadõynai eā ĩ āāĩ eðoāĩ é ā 3,5, ĩ ðĩ eñøāāøāā ā oāĩ oðāeũĩ ĩ é +añøe Áaeðeēñeĩāĩ ĩ ĩ ðy.

Ēāeēĩ eĩ āðāāñeĩ ā çai eadõynai eā ĩ ĩ eaçāeĩ, +oĩ ñaeñi è+añeāy aeðeāĩ ĩ ñoũ ā Ēeðāā è ñĩ ñāāĩ eð ðāñĩ oāeèeāð ĩ āāĩ ñoāoĩ +ĩ ĩ eçó+āĩ ā. Ī ĩ yõĩ ĩ o ñaeñi ĩ eĩ ãe+añeèā eññeāāĩ āāĩ eý ĩ āĩ āoĩ aeĩ ĩ ĩ ðĩ āĩ eæāoũ è ðāñøeðyõũ.