

# Seismologinis monitoringas 2014 metais

## Seismological investigations in 2014

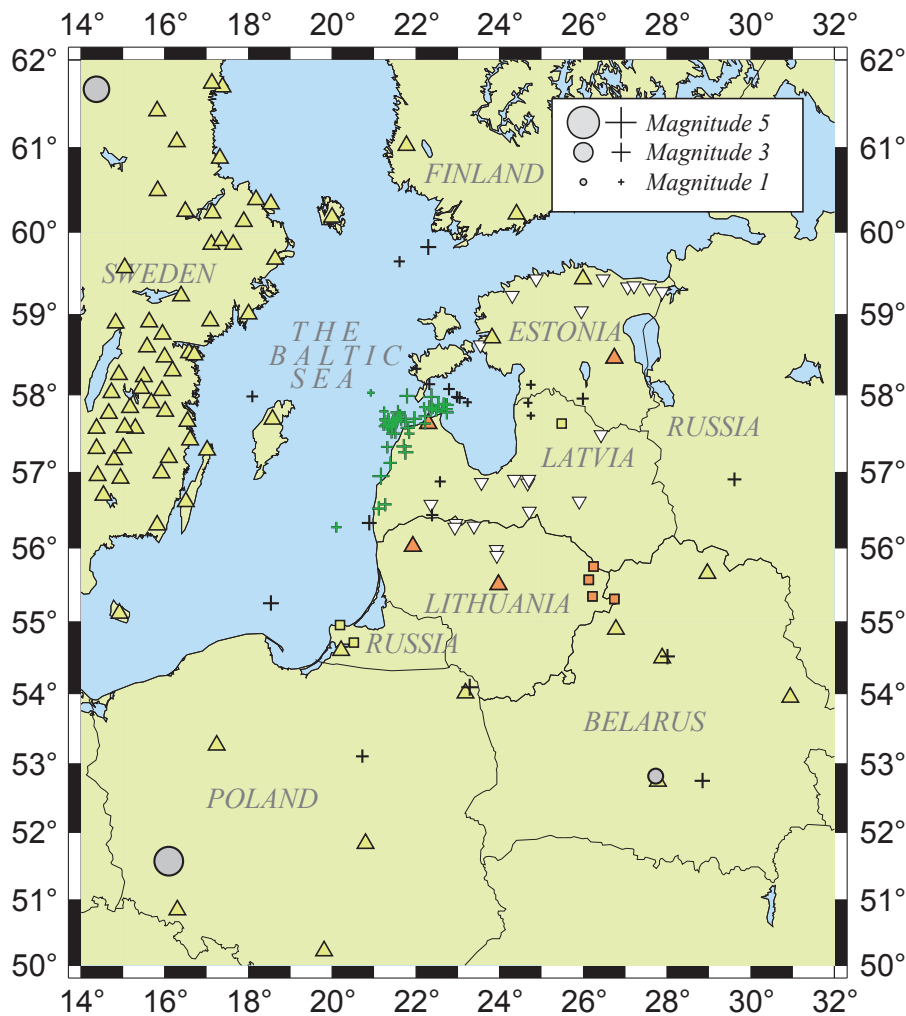
**A. Pačėsa,** Lietuvos geologijos tarnyba

2014 metais toliau buvo vykdomi Lietuvos seisminių stebėjimų darbai – iš Ignalinos atominės elektrinės (IAE) Seisminio monitoringo sistemos (SMS) ir Lietuvos plataus diapazono seisminių stebėjimų stočių PBUR (Paburgė, Plungės raj.), PABE (Paberžė, Kėdainių raj.) bei gretimų valstybių stočių: SLIT (Slitere, Latvija) ir VSA (Vassula, Estija) seisminių stebėjimų duomenys sistemingai buvo parsisiųsdinami, kaupiami ir analizuojami. 2014 metais kelis kartus buvo sutrikęs SMS seisminių stočių darbas, todėl nedaug stebėjimų duomenų buvo prarasta ar negrįžtamai sugadinta. Ignalinos AE darbuotojai, prižiūrintys SMS veiklą, buvo informuojami apie sutrikimus stotyse ir stočių veikimas buvo atkuriamas.

Analizuojant Lietuvos seismologinio monitoringo sistemos seisminių stebėjimų stočių duomenis kiekvieną mėnesį buvo aptinkama ir lokalizuojama po kelias dešimtis seisminių įvykių. 2014 metais užregistruoti ir analizuoti 962 seisminiai įvykiai, iš jų 806 tolimi (teleseisminiai; epicentra, tolimesni nei 2 200 km), 74 regioniniai (epicentra, tolimesni nei 800 km, bet artimesni nei 2 200 km) ir 82 vietiniai seisminiai įvykiai (epicentra, artimesni nei 800 km). Dalies seisminių įvykių lokalizuoti nepavyko dėl nepakankamos duomenų kokybės ir / ar techninių problemų seisminėse stotyse. Tolimi ir regioniniai įvykiai susieti su Europos – Viduržemio jūros seismologijos centro (EMSC; <http://www.emsc-csem.org/>) ir / arba su JAV Geologijos tarnybos (USGS; <http://neic.usgs.gov>) biulete-

The project of Seismological Monitoring of Lithuania, focusing on collection, processing and analysis of seismic data of Seismic Monitoring System (SMS) of Ignalina Nuclear Power Plant (INPP) and broad band stations PBUR (Paburgė, Lithuania), PABE (Paberžė, Lithuania), SLIT (Slitere, Latvia), and VSU (Vassula, Estonia) was continued in 2014. There were some disturbances in operation of the seismic stations, thus, some seismological data got spoiled or lost. The INPP specialists responsible for SMS operation recovered the operations of the system every time when it was facing problems.

A few dozens of seismic events were identified and located every month during the data analysis of seismic stations of seismological monitoring system in Lithuania. 962 seismic events were identified by the Lithuanian Geological Survey (LGT). 806 were teleseismic events, 74 were regional events and 82 were local seismic events. It was impossible to locate some of the registered and identified seismic events due to the poor data quality or interruptions in the data registration. The locations of the teleseismic and regional events were associated with the locations reported in the seismic bulletins of European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC; <https://www.emsc-csem.org>) and/or US Geological Survey (USGS; <http://neic.usgs.gov>). The majority of the teleseismic events were located in the Pacific Ocean in „the Ring of Fire“.



**1 pav.** 2014 metais LGT užregistruotų vietinių seisminių įvykių žemėlapis. Oranžiniai trikampiai – plataus diapazono seisminės stotys, kurių duomenys buvo analizuoti LGT; geltoni trikampiai – kitos regiono plataus diapazono seisminės stotys; oranžiniai kvadratai – trumpo periodo Ignalinos AE seisminės stotys, kurių duomenys buvo analizuoti LGT; geltoni kvadratai – kitos regiono trumpo periodo seisminės stotys; balti apverstai trikampiai – karjerai, kuriuose vykdomi arba gali būti vykdomi sprogdinimo darbai; pilki apskritimai – žemės drebėjimai; kryžiai – sprogdinimai; žali kryžiai – „Open Spirit“ sprogdinimų naikinimo operacijos sprogdinimai. Dėl silpnų seisminių signalų ir didelio foninio triukšmo tam tikri sprogdinimo įvykių epicentra gali turėti didelių lokalizavimo paklaidų – nuo kelių dešimčių iki šimtų kilometrų

**Fig. 1.** Map of the local seismic events registered in LGT during the year 2014. Orange triangles mark broad band seismic stations used for identification and locations of seismic events, orange squares stand for short period seismic stations used for identification and locations of seismic events at LGT, yellow triangles – other broad band seismic stations of the region, yellow squares – other short period seismic stations of the region, inverted triangles – quarries or mines where explosions could be executed, grey circles – earthquakes, crosses – explosion events, green crosses – explosion events carried out during operation “Open Spirit 2014”. Some seismic events can have significant location errors (~10–100 km) due to weak seismic signals and a high level of seismic noise

nių seisminiais įvykiais. Lietuvos seismologinio monitoringo sistema užregistruoja beveik visus įvykstančius žemės drebėjimus, kurių stiprumas  $M > 5$ . Kaip įprasta, 2014 metais dauguma tolimų įvykių buvo užregistruota iš vadinamojo Ramiojo vandenyno „ugnies žiedo“ regiono.

The seismological monitoring of Lithuania is focusing on investigating the local events. 55 local events from the total 74 identified ones were localized (Fig. 1). Records of 19 other local events were associated with locations reported in the NORSAR (<http://www.norsardata.no>) and/or Helsinki University (<http://www.seismo.helsinki.fi>) bulletins (Fig. 1).



**2 pav.** Kalio druskų šachtos ir ją aptarnaujančios įmonės „4 RU“ ortofotografinė nuotrauka. Nuotraukos viršutiniame dešiniajame kampe vaizduojamos į kalvas supiltos gamybos atliekos, nuotraukos apatiniame dešiniajame kampe – įmonės „4 RU“ fragmentas

**Fig. 2.** Orto-photo image of potassium mine and corresponding facility “4 RU”. Photo in the upper right corner shows man-made heaps and photo in the right lower corner shows facility “4 RU”. Orto-photo image of potassium mine and corresponding facility “4 RU”. Photo in the upper right corner shows man-made heaps and photo in the right lower corner shows facility “4 RU”

Lietuvos seismologinio monitoringo projekte daugiausia dėmesio yra skiriama vietiniams seisminiams įvykiams. Iš 82 identifikuotų vietinių įvykių 55 įvykius pavyko lokalizuoti, o kitus 27 įvykius pavyko susieti su NORSAR (<http://www.norsardata.no>) ar Helsinkio universiteto (<http://www.seismo.helsinki.fi>) katalogų lokalizacijomis (1 pav.).

2014 metais užregistruoti trys vietiniai žemės drebėjimai. Liepos 5 d. pietvakarinėje Lenkijos dalyje įvyko  $M = 4,6$  stiprumo drebėjimas, kurio hipocentro gylis – 2 km. Šioje Lenkijos dalyje intensyviai išgaunamas lignitas ir dėl kalnakasybos kinta žemės gelmių tektoninis įtampis, todėl šis įvykis neabejotinai priskiriamas prie indukuotų žemės drebėjimų. Rugsėjo 9 d. centrinę Švedijos dalį sukrėtė  $M = 4,1$  stiprumo žemės drebėjimas, jo hipocentro gylis – 10 km. Drebėjimo sukeltus virpesius pajuto tiek žmonės, buvę netoli epicentro, tiek buvę toliau – žemės drebėjimas buvo jaučiamas ir vakarinėje Suomijos dalyje.

There were identified and localized three local earthquakes in the Baltic Region and adjacent areas. An earthquake of magnitude  $M = 4.6$  and hypocentral depth  $h = 2$  km was recorded on the 5<sup>th</sup> of July. The epicentre of the event was located in the south-western part of Poland where intensive extraction of lignite is performed. The stress field of Earth crust is disturbed due to intensive mining process and this event presumably can be identified as an induced earthquake. An earthquake of magnitude  $M = 4.1$  and hypocentral depth  $h = 10$  km hit the central part of Sweden on the 9<sup>th</sup> of September. The trembling produced by this event was felt near the epicentre and in more distant locations e.g. the western part of Finland. Dr. Björn Lund – a seismologist of Lund University – made a comment that this earthquake was the strongest one of whole century in Sweden (<http://www.thelocal.se/20140916/sweden-hit-by-strongest-earthquake-in-100-years>) – the last com-



Lundo universiteto seismologo dr. Björn Lund teigimu, tai buvęs stipriausias žemės drebėjimas Švedijoje per pastarąjį šimtą metų (<http://www.thelocal.se/20140916/sweden-hit-by-strongest-earthquake-in-100-years>) – 1904 metais Švedijoje, Koster salose buvo užregistruotas  $M = 5,5$  stiprumo žemės drebėjimas.

Lapkričio 18 d. pietinėje Baltarusijos dalyje, Soligorsko miesto apylinkėse užregistruotas  $M = 2,7$  stiprumo seisminis įvykis, jo hipocentro gylis – 2 km. Šioje Baltarusijos dalyje vykdoma intensyvi kalio druskų gavyba (2 pav.), todėl šis įvykis neabejotinai priskiriamas prie indukuotų žemės drebėjimų. Baltarusijos geofizinio monitoringo centro vadovo dr. A. Aronovo teigimu, vietinis Soligorsko seismologinis tinklas per metus užregistruoja 30–40 vietinių indukuotų žemės drebėjimų, kurių stiprumas siekia nuo  $M = 0,5$  iki  $M = 2,8$ .

Visi kiti (71) užregistruoti vietiniai įvykiai – tai sprogdinimai; 53 sprogdinimai, pažymėti žaliais kryžiais (1 pav.), įvykdyti senų sprogdmenų naikinimo operacijos „Open Spirit 2014“, vykusios nuo gegužės 9 iki 22 dienos, metu. „Open Spirit 2014“ vyko Baltijos jūros Latvijos teritoriniuose vandenyse Irbės sąsiauryje. Kiti 18 sprogdinimų sietini su karjerų veikla ar kitais nežinomais šaltiniais.

2014 metais taip pat analizuota NORSAR ir Helsinkio universiteto Seismologijos instituto (HU) seismologiniuose biuleteniuose pateikta informacija apie seisminius įvykius, kurių epicentrai pateko į pietrytinę Baltijos regiono teritoriją. Visi šiuose biuleteniuose paminėti seisminiai įvykiai buvo identifikuoti LGT apdorotuose seismologiniuose duomenyse. ◆

parable ( $M = 5.5$ ) earthquake was recorded in Koster island in 1904. The third earthquake with magnitude  $M = 2.7$  was recorded on the 18<sup>th</sup> of November. It was localized in the southern part of Belarus, in the surroundings of town Soligorsk where intensive extraction of potassium salts is performed (Fig. 2). Therefore this event can be attributed to the induced earthquake. Dr. A. Aronov – head of the Centre of Geophysical Monitoring (personal communication) – commented that the local seismic network of Soligorsk has been recording from 30 to 40 of local induced seismic events with magnitudes spanning from  $M = 0.5$  to  $M = 2.8$  every year.

All other 71 local seismic events were identified as explosions. 53 explosion events, indicated as green crosses (Fig. 1), were executed during the operation of elimination of old explosives “Open Spirit 2014”. This operation was carried out in the Baltic Sea in the Latvian territorial waters from the 9<sup>th</sup> to the 22<sup>nd</sup> of May.

The seismological bulletins of NORSAR and Seismological Institute of Helsinki University (HU) were analyzed searching for events located in Lithuania and adjacent territories in 2014 (Fig. 1). All seismic events found in these bulletins were identified in seismic data processed by analysts at LGT. ◆

