

Seismologinis monitoringas 2015 metais

Seismological monitoring in Lithuania in 2015

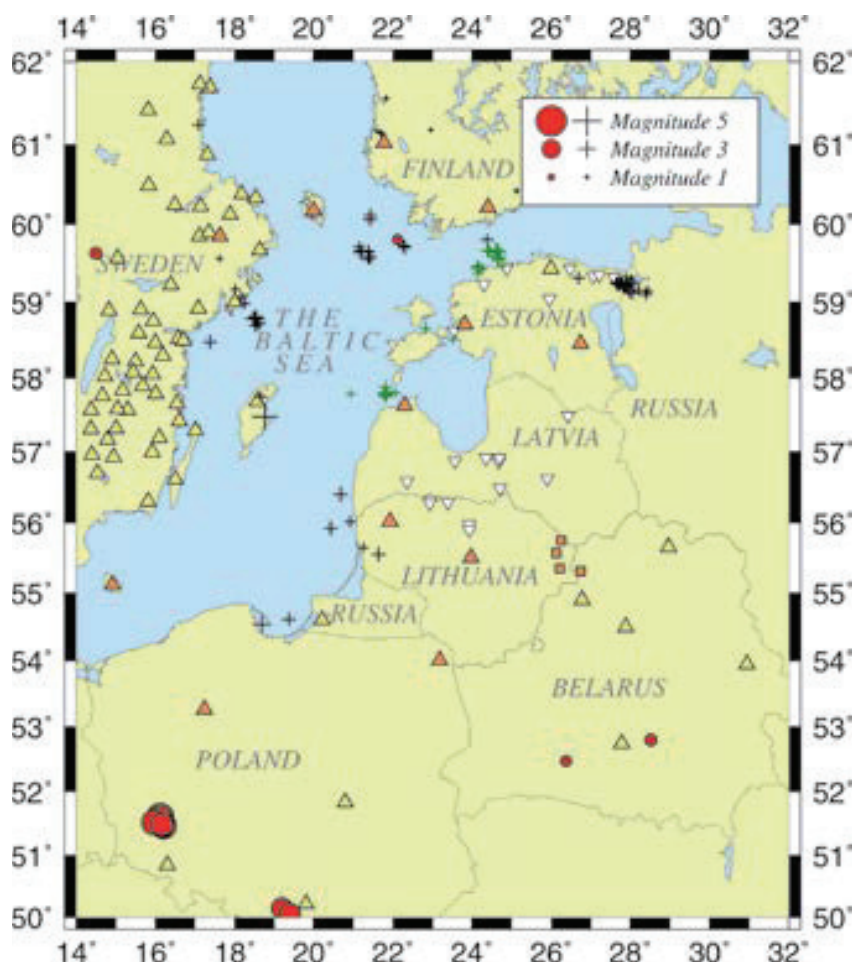
A. Pačėsa, A. Čečys, Lietuvos geologijos tarnyba

2015 metais Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) vykdė Lietuvos ir gretimų teritorijų seisminių stebėjimų darbus pagal seismologinio monitoringo projektą. Seisminiai duomenys buvo sistemingai gaunami iš Lietuvoje ir aplinkinėse valstybėse įrengtų seisminių stočių. Keturios Ignalinos atominės elektrinės (AE) seisminės stotys (IIGN, IDID, IZAR, ISAL) yra išdėstytos maždaug 30 km atstumu apie Ignalinos (IAE). Kartu su plataus diapazono stotimis PBUR Paburgėje (Plungės raj.), PABE Paberžėje (Kėdainių raj.) jos sudaro dabartinį Lietuvos seismologinio monitoringo tinklą. Ankstesniais metais į LGT buvo siunčiami Lietuvoje (IIGN, IDID, ISAL, IZAR, PABE, PBUR) ir gretimose valstybėse (SLIT – Latvijoje, VSU – Estijoje, PUL – Rusijoje, RGN ir RUE – Vokietijoje) veikiančių seisminių stočių duomenys. 2015 metais buvo išplėstas seisminių stočių, iš kurių nuolat gaunami duomenys, tinklas. Be minėtų stočių, duomenys pradėti gauti iš SUW ir GKP (Lenkija), MTSE (Estija), MEF ir RAF (Suomija) BSD (Bornholmo sala Baltijos jūroje, Danija), AAL (Alandų salos Baltijos jūroje, Švedija), UPP (Švedija). 2015 metais dėl mechaninių pažeidimų PBUR seisminėje stotyje penkias dienas seismologinių duomenų iš ten nebuvo gaunama. Keletą kartų Ignalinos AE darbuotojai buvo informuoti apie sutrikimus IAE stotyse ir jų funkcionavimas buvo atkuriamas.

Analizuojant Lietuvos seismologinio tinklo seisminių stebėjimų stočių duomenis kiekvieną mėnesį buvo aptinkama ir lokalizuojama maž-

During 2015, the Lithuanian Geological Survey (LGS) continued seismic monitoring of Lithuanian and adjacent territories (the LGT project “Seismological Monitoring of Lithuania”). Seismic data were continuously collected from seismic stations in Lithuania and adjacent countries. Four seismic stations (IIGN, IDID, IZAR, ISAL) are located around the Ignalina Nuclear Power Plant (INPP) at distances of 30 kilometres. These and broadband stations PBUR (Paburgė) and PABE (Paberžė, both in Lithuania) together form the current Seismic Monitoring Network of Lithuania (SMNL). In previous years, data collection was performed from the Lithuanian SMNL and from SLIT (Slitere, Latvia), VSU (Vassula, Estonia), PUL (Pulkovo, Russia), RGN (Rugen) and RUE (Ruedersdorf, both in Germany). In 2015, the seismic network of observation was expanded with seismic stations SUW (Suwalki) and GKP (Górka Klasztorna, both in Poland), MTSE (Matsalu, Estonia), MEF (Metsähovi) and RAF (Laitila, both in Finland), BSD (Danish Island of Bornholm), ALL (Aland Island in the Baltic Sea) and UPP (Uppsala, Sweden). Due to technical issues, the data from PBUR were not recorded for five days. Several times, specialists at INPP were informed about disturbances in stations and the system was repaired.

About 100 seismic events were identified and located every month during the data analysis from seismic stations of SMNL and other stations of the region. More than 1300 seismic



1 pav. 2015 metais LGT užregistruotų vietinių seisminių įvykių žemėlapis. Oranžiniai trikampiai žymi plataus diapazono seisminės stotis, kurių duomenis LGT naudojo įvykiams lokalizuoti; geltoni trikampiai – kitos regiono plataus diapazono seisminės stotys; oranžiniai kvadratai – Igalinos AE seisminės trumpo periodo seisminės stotys, kurių duomenis LGT naudojo įvykiams lokalizuoti, apverstai trikampiai – karjerai, kuriuose vykdomi arba gali būti vykdomi sprogdinimo darbai; raudoni apskritimai – natūralūs arba indukuoti žemės drebėjimai; kryžiai – sprogdinimai, žali kryžiai – sprogdinimai, atlikti senų sprogdinimų „Open spirit 2015“ naikinimo operacijos metu

Fig. 1. Map of local seismic events registered in the LGT during the year 2015. Orange triangles mark broad band seismic stations used for identification and locations of seismic events, yellow triangles – other broad band seismic stations; orange squares – short period stations used for identification and locations of seismic events; inverted gray triangles – quarries where explosions are executed or can be executed; circles – natural or induced earthquakes; crosses – explosions or probable explosions; green crosses – explosions which were carried out during mine clearing operation “Open Spirit 2015”

daug po šimtą seisminių įvykių visame pasaulyje. 2015 metais užregistruota ir analizuota daugiau kaip 1 300 seisminių įvykių, iš jų 1 110 įvykių buvo tolimi (teleseisminiai; epicentra, tolimesni nei 2 200 km), 120 regioninių (epicentra, tolimesni nei 800 km, bet artimesni nei 2 200 km) ir 124 vietiniai seisminiai įvykiai (epicentra, artimesni nei 800 km; 1 pav.). Lietuvos seisminis tinklas užregistruoja beveik visus Žemėje įvykstantčius žemės drebėjimus, kurių stiprumas didesnis nei 5,0. Kaip įprasta, 2015 metais daug

events were identified by LGT. Of these, 1 110 were teleseismic events (epicentres located more than 2200 km away), 120 were regional events (epicentres located more than 800 km away) and 124 were local ones (epicentres located within 800 km; Fig. 1). Lithuanian SMNL records almost all seismic events around the globe with magnitude larger than five. As usual, most of the teleseismic events were located in the circum-Pacific “Ring of Fire“ but also in the Middle East, southern Europe and elsewhere.



2 pav. Povandeniniai sprogdinimai įvykdyti senų sprogmenų naikinimo operacijos „Open Spirit 2015“ metu Baltijos jūroje netoli Estijos krantų (<http://forte.delfi.ee/news/militaaria/open-spirit-2015-ajaloo-edukaim-miinitorjeoperatsioon-balti-riikides?id=72031105>)

Fig. 2. Explosions for neutralization of old explosives in the Baltic Sea during mine clearance operation „Open Spirit 2015“ near Estonia's coast (<http://forte.delfi.ee/news/militaaria/open-spirit-2015-ajaloo-edukaim-miinitorjeoperatsioon-balti-riikides?id=72031105>)

žemės drebėjimų buvo užfiksuota iš vadinamojo Ramiojo vandenyno „ugnies žiedo“, nemažai iš Artimųjų Rytų, Pietų Europos ir kitur.

Taip pat buvo analizuojama seismologinio centro NORSAR, įsikūrusio Norvegijoje, ir Helsinkio universiteto Seismologijos instituto seismologiniuose biuleteniuose pateikiama informacija apie seisminius įvykius, kurių epicentrai pateko į pietrytinę Baltijos regiono teritoriją. Dauguma šiuose biuleteniuose paminėtų seisminių įvykių buvo identifikuota LGT apdorojimo seismologiniuose duomenyse.

Lietuvos seismologinio monitoringo projekte daugiausia dėmesio skiriama Baltijos regiono vietiniams seisminiams įvykiams (1 pav.). Iš 124 vietinių seisminių įvykių 17 buvo natūralūs arba indukuoti žemės drebėjimai. Du, manytina indukuoti, žemės drebėjimai buvo lokalizuoti pietinėje Baltarusijoje, Soligorskio apylinkėse, kur vykdoma intensyvi kalio druskų gavyba. Dėl didelio atstumo nuo įvykių epicentro iki seisminių stočių, kurių duomenis analizuoja LGT, galimos didelės (~70 km) lokalizavimo paklaidos. Balandžio 26 dienos drebėjimo stiprumo nustatyti nepavyko. Liepos 19 dienos žemės drebėjimo stiprumas buvo $M = 2,5$. Pietvakarinėje Lenkijos dalyje, Vroclavo apylinkėse, kur intensyviai išgaunamas lignitas (rudoji anglis), užfiksuota 6 indukuoti žemės drebėjimai. Šioje vietoje in-

The seismic data from the NORSAR (<http://www.norsardata.no>) and/or Helsinki University (<http://www.seismo.helsinki.fi>) bulletins were analysed when they contained information about seismic events from the south-eastern Baltic region. Most of these were also identified while analysing the data from the Lithuania SMNL.

Seismological monitoring of Lithuania is focused on studies of local events. Out of 124 local events, 17 were natural or induced earthquakes (Fig. 1). Two probably induced earthquakes occurred in southern Belarus, in the Soligorsk region where potassium salts is mined. Due to large distances from Lithuania, localization errors may be significant (~70 km). The magnitude of the earthquake on April 25th was not evaluated. The earthquake on July 19th had magnitude of $M=2.5$.

Six large and numerous weak induced seismic quakes occurred in the southern part of Poland (Fig. 1) where intensive extraction of lignite is performed and stress field of earth crust is disturbed. In the southern part of Poland, near Krakow, two induced earthquakes were recorded. Only stronger induced earthquakes located in the southern part of Poland are recorded by the SMNL.

One weak ($M=1.6$) earthquake occurred in the Baltic Sea near the coast of Finland. A some-

dukuotų drebėjimų vyksta gana daug, bet dėl didelio atstumo iki seisminių stočių LGT yra identifikuojami tik stipriausi drebėjimai. Pietinės Lenkijos Krokuvos apylinkėse, kur intensyviai išgaunama anglis, užfiksuoti du indukuoti žemės drebėjimai. Vienas silpnas drebėjimas ($M = 1,6$) užfiksuotas Baltijos jūroje netoli pietvakarinių Suomijos krantų ir kitas ($M = 1,9$) centrinėje Švedijos dalyje.

Seisminių stebėjimų stotys taip pat užregistruoja stipresnius įvairaus tipo sprogdinimus. 2015 metais užregistruota ir lokalizuota 106 tokie silpni paviršiaus seisminiai įvykiai. Daugiausiai jų užregistruota Baltijos jūroje ties šiauriniais Estijos krantais ir Irbės sąsiauryje. Šie įvykiai siejami su senų sprogdinimų likusių nuo Pirmojo ir Antrojo pasaulinių karų ir esančių jūros dugne, naikinimu (sprogdinimu) „Open Spirit“ operacijos, 2015 metais vykusios Estijos teritoriniuose vandenyse, metu (1 ir 2 pav.). Be to, sprogdinimų užregistruota Stokholmo archipelage, Latvijos, Lietuvos ir Lenkijos priekrantėse. Apie 15 sprogdinimų užfiksuota miestelio Slancy, esančio Rusijos vakaruose, piečiau Estijos miesto Narva, kur (tikriausiai) vyksta kalnakasybos darbai, apylinkėse. Du, preliminariai identifiukuoti kaip tikėtini sprogdinimai, seisminiai įvykiai užfiksuoti vakarinėje Lietuvos dalyje. Jų seismogramos yra panašios į tektoninių žemės drebėjimų seismogramas, tačiau spektrogaminė analizė parodė, kad šių įvykių signalai turi sprogdinimų įvykių požymių. Todėl, siekiant išsiaiškinti šių įvykių pobūdį, bus atliekami tolesni tyrimai. ◆

what stronger ($M=1.9$) one occurred in the central Sweden.

Seismic stations record also various stronger explosions. In 2015, seismic stations recorded 106 such explosions. Most of them were located in the northern part of the Baltic, near Estonia's coast and the Irbe Strait (crosses in Fig. 1). These are results of elimination of old explosives from World Wars I and II during the "Open Spirit 2015" operation (Fig. 2). A relatively large scatter of explosions sites in the map (Fig. 1), including Estonian inland, are related to location errors. Explosions occurred in the archipelago of Stockholm as well as near the coasts of Poland, Latvia and Lithuania.

Ca. 15 seismic events were located in the surroundings of the Slantsy town in Russia, south of Estonian city Narva. As the name of town ("Slates") suggests, some mining operations are performed and most probably, the events are explosions.

Two seismic events, preliminary identified as probable explosions occurred in western Lithuania. Seismograms of these events resemble the ones of earthquakes, however preliminary seismic spectral analysis indicate signs of explosions. Thus, further studies will be performed. ◆

