

SEISMOLOGINIAI TYRIMAI | SEISMOLOGICAL 2013 METAIS | INVESTIGATIONS IN 2013

A. Pačėsa, Lietuvos geologijos tarnyba

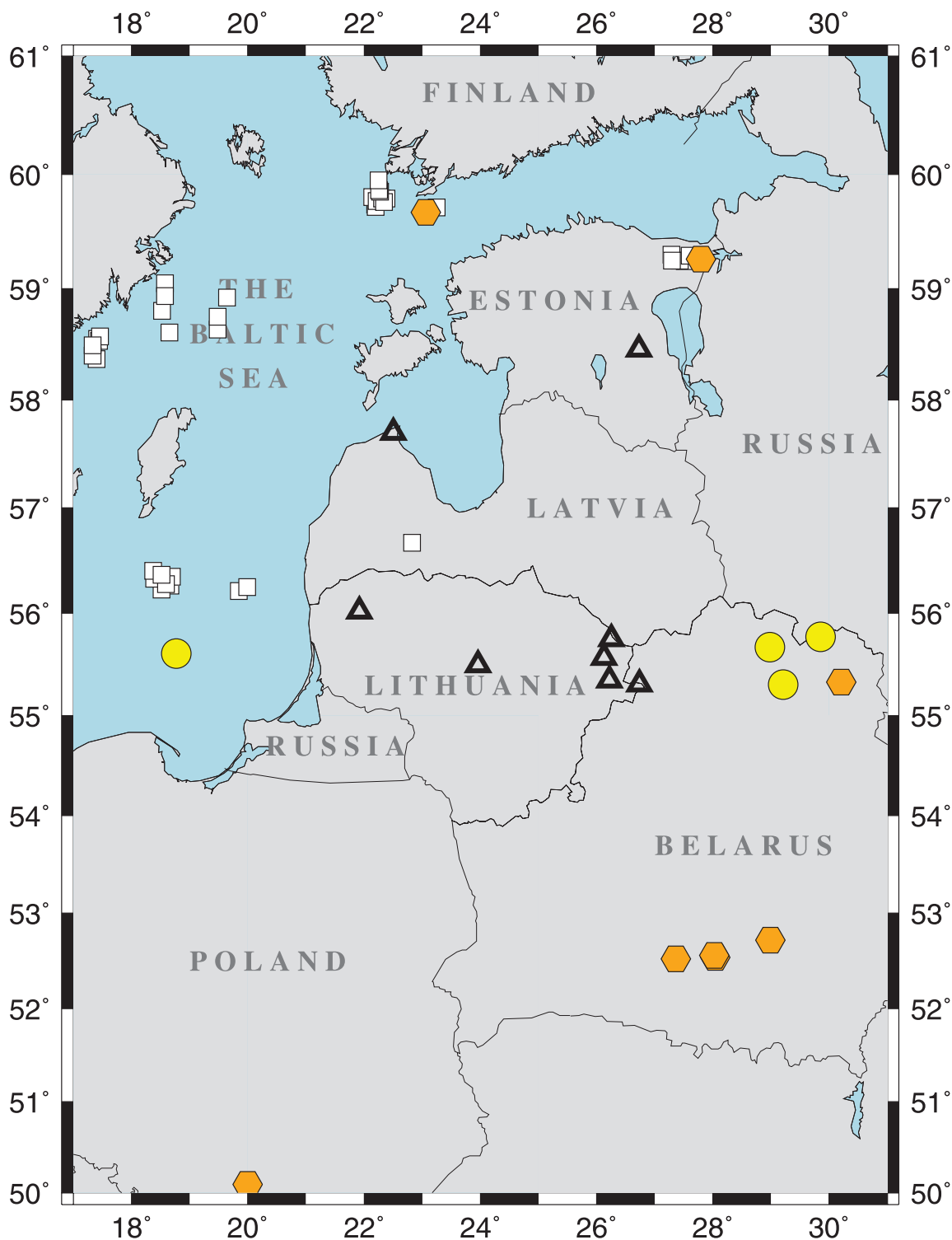
2013 metais toliau buvo vykdomi Lietuvos seisminių stebėjimų darbai – iš Ignalinos atominės elektrinės (IAE) Seisminio monitoringo sistemos (SMS) ir plataus diapazono stočių PBUR (Paburgė, Plungės raj.), PABE (Paberžė, Kėdainių raj.), SLIT (Slitere, Ltvija) ir VSA (Vassula, Estija) seisminių stebėjimų duomenys sistemingai buvo parsisiųsdinami, kaupiami ir analizuojami. 2013 metais kelis kartus buvo sutrikęs seisminių stočių darbas, todėl buvo prarasta ar negrįžtamai sugadinta nedidelė dalis seismologinių duomenų. Ignalinos AE darbuotojai, prižiūrintys SMS veiklą, buvo informuojami apie sutrikimus stotyse ir stočių funkcionavimas buvo atnaujinamas.

Analizuojant Lietuvos seismologinio monitoringo sistemos seisminių stebėjimų stočių duomenis kiekvieną mėnesį buvo aptinkama ir lokalizuojama po kelias dešimtis seisminių įvykių. 2013 metais užregistruota 1 191 seisminis įvykis, iš jų 1 107 įvykiai tolimi (teleseisminiai; epicentrai tolimesni nei 2 500 km), 61 įvykis regioninis (epicentrai tolimesni nei 800 km, bet artimesni nei 2 500 km) ir 23 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; <https://www.emsc-csem.org>) ir / arba su JAV geologijos tarnybos (USGS; <http://neic.usgs.gov>) biuletenių seisminiais įvykiais. Lietuvos seismologinio monitoringo sistema užregistruoja beveik visus Žemėje įvykstančius žemės drebėjimus, kurių stiprumas

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 carried on in 2013. There were some disturbances in operation of the seismic stations, thus, some seismological data was lost. The INPP specialists responsible for SMS operation would restore the operation of the system every time when problems occurred.

Analysing the data of seismic stations of seismological monitoring system in Lithuania, a few dozens of seismic events were identified and located monthly. 1191 seismic events were identified by the Lithuanian Geological Survey (LGT). 1007 events were teleseismic, 61 regional and 23 local. It was impossible to locate some of the registered and identified seismic events due to 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“.

The project seismological monitoring of Lithuania is focused on investigation of local events. 4 local events out of 23 identified ones



1 pav. 2013 metais LGT užregistruotų vietinių seisminių įvykių žemėlapis. Juodi trikampiai žymi seisminių stebėjimų stotis, kurių duomenys buvo naudoti, geltoni skrituliai – LGT lokalizuotų vietinių seisminių įvykių epicentrus, oranžiniai aštuoniakampiai – LGT nelokaluotus, tačiau susietus su NORSAR ar / ir EMSC seisminologiniuose biuleteniuose pateiktais įvykių epicentrais, balti kvadratai – seisminių įvykių, aptiktų NORSAR seisminologinių biuletenių analizės metu, epicentrus

Fig. 1. Map of local seismic events registered by the LGT in 2013. Black triangles mark seismic stations used for identification and locations of seismic events, yellow circles are epicentres of seismic events located by the LGT, orange hexagons - epicentres of seismic events which were not located but associated with the data from seismological bulletins of NORSAR and/or EMSC; squares - epicenters of seismic events found NORSAR seismic bulletins

> 5,0. Kaip įprasta, 2013 metais dauguma tolimų įvykių buvo užfiksuota iš vadinamojo Ramiojo vandenyno „ugnies žiedo“ regione.

Lietuvos seismologinio monitoringo projekte daugiausia dėmesio skiriama vietiniams seisminiams įvykiams. Iš 23 identifikuotų vietinių įvykių 4 įvykius pavyko lokalizuoti, 9 įvykius pavyko susieti su NORSAR ar EMSC katalogų lokalizacijomis, dar 10 įvykių dėl blogos duomenų kokybės lokalizuoti nepavyko (žr. 1 pav.). Manytina, kad visi vietiniai įvykiai, išskyrus vieną Baltijos jūroje, buvo sukelti žmogaus veiklos. Pagal pirminės analizės rezultatus įvykis pietinėje Baltijos jūros dalyje galėjo būti tektoninės prigimties.

Visi seisminių stebėjimų stočių duomenys buvo kaupiami mėnesiniuose seisminių įvykių biuleteniuose, kurie vėliau teikiami Tarptautiniam seismologijos centrui (ISC; <http://www.isc.ac.uk/>) ir EMSC bei pristatomi Lietuvos geologijos tarnybos (LGT) tinklalapyje. 2013 metais buvo nuosekliai rengiami ir visuomenei pateikiami pranešimai apie svarbesnius seisminius įvykius Baltijos regione ir visame pasaulyje. Informacija apie juos buvo įdėta LGT tinklalapyje.

2013 metais taip pat buvo analizuojama NORSAR ir Helsinkio universiteto Seismologijos instituto (HU) seismologiniuose biuleteniuose pateikta informacija apie seisminius įvykius, kurių epicentrai pateko į pietrytinę Baltijos regiono teritoriją (1 pav.). Rugpjūčio 6 d. viduryje Baltijos jūros, tarp Latvijos ir Švedijos krantų, piečiau Gotlando salos, NORSAR biuletenyje užfiksuoti septyni seisminiai įvykiai. Įvykių vieta sutampa su dujotekiu „Nord Stream“. Labai mažai tikėtina, kad tai galėjo būti natūralios prigimties įvykiai. Po konsultacijų su kolegomis iš Kaliningrado srities buvo nuspręsta, kad seisminiai įvykiai greičiausiai sietini su dujotekio „Nord Stream“ veikimu (pavyzdžiui, su galimu staigiu slėgio kitimu). Rugpjūčio 25 d. NORSAR biuletenyje, Baltijos jūroje, maždaug 100 km į vakarus nuo Lietuvos kranto, užfiksuoti du seisminiai įvykiai (1 pav.), kurie greičiausiai sietini su išminavimo operacija „Open spirit 2013“. Ši senų sprogmenų Lietuvos teritoriniuose vandenyse paieškos ir naikavimo operacija vyko nuo 2013 m. rugpjūčio

were localized (Fig. 1). Records of 9 local events were associated with locations reported in the NORSAR and/or EMSC bulletins. It was not possible to localize 10 other local events due to poor data quality. Presuming, all local events were of anthropogenic origin except one event of 31 December 2013 (Fig. 1). According to preliminary analysis, the latter event, localized in the south of the Baltic Sea, was of tectonic origin.

Seismological data of registered events by the Lithuanian seismological monitoring system were compiled into final monthly bulletins which were submitted to the International Seismological Centre (ISC; <http://www.isc.ac.uk/>), European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC) and were presented on the LGT webpage.

The seismological bulletins of NORSAR and Seismological Institute of Helsinki University (HU) were analyzed searching for events located in Lithuania and adjacent territories in 2013 (Fig. 1). 7 seismic events were reported in NORSAR bulletin on 6-th of August in the Baltic Sea, south from Gotland island, between Lithuanian and Swedish coast. The location of these events lay on the pathway of gas pipeline “Nordstream”. Most likely, these 7 events were related with some pressure perturbations in the pipeline. 2 seismic events were reported in NORSAR bulletin on 25-th of August in the Baltic Sea ~100 km westwards from the coast of Lithuania (Fig. 1). Presumably, these events were related with military operation on elimination of old explosives “Open spirit 2013” carried out from August 19-th to 29-th, 2013, in the Lithuanian territorial waters. Media has reported that 11 old explosives were found during the military operation. However, there were no information how many and in what way the explosives were eliminated. One more seismic event from NORSAR bulletin was located in the south-western part of Latvia (Fig. 1). Doubtless, this event was generated by quarry blast.

Short period portable seismic stations were configured and tested according to targets of project “Complex seismological investigation of territory of Lithuania” in 2013 (Fig. 2). The



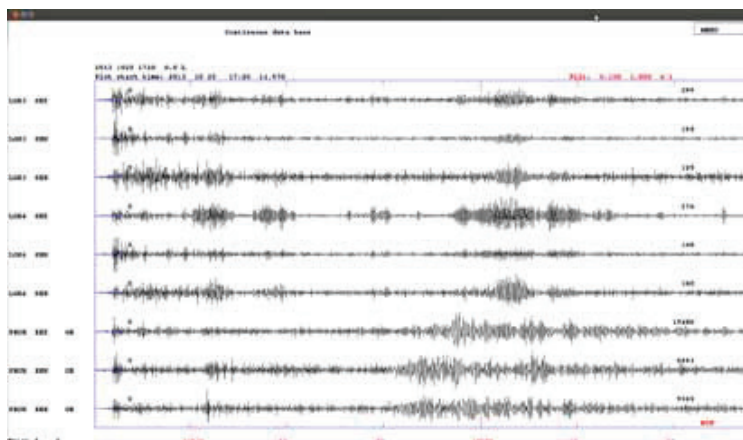
2 pav. Portatyvinė seisminė stotis (LGS2). Akumuliatorius kaip maitinimo šaltinis ir GPS antena uždėti ant duomenų registracijos modulio SARA SL07

Fig. 2. Portable seismic station (LGS2). A battery as a power source and GPS antenna are placed on the main SARA SL07 unit

19 iki 29 dienos. Pagal žiniasklaidos pranešimus „Open spirit 2013“ operacijos metu buvo aptikta vienuolika senų sprognenų, kiek jų sunaikinta – nepranešta. Dar vieną įvykį NORSAR lokalizavo pietvakarinėje Latvijos dalyje. Neabejotinai šis įvykis siejamas su pramoniniais sprogdinimais karjeruose.

Pagal projekto „Lietuvos teritorijos seismingumo kompleksiniai tyrimai“ numatytus darbus 2013 metais buvo parengtos darbai ir testuotos trumpo periodo portatyvinės seisminės stotys (2 pav.). Pagal preliminarius rezultatus portatyvinės seisminės stotys tinka naudoti nestiprių seisminių įvykių registracijai nedideliu atstumu (pvz., sprogdinimams karjeruose). Taip pat nustatyta, kad portatyvinės seisminės stotys gali registruoti galingus ($M > 5$) tolimus seisminius įvykius (3 pav.).

portative seismic stations can be used to record small seismic events at short distances (e.g. quarry explosions) according to preliminary results of testing. It was found that portative seismic station were capable to record strong ($M > 5$) teleseismic events (Fig. 3).



3 pav. 2013 m. spalio 25 d. 17 val. 10 min. UTC laiku Japonijoje įvykusio ŽD, kurio stiprumas 7.1, seismogramos, užregistruotos portatyvinėse seisminėse stotyse LGS3, LGS4 ir PBUR seisminių stebėjimų stotyje

Fig. 3. Seismogram of earthquake of 2013 October 25-th 17:10 GMT, Japan, $M_w=7.1$ recorded at broadband station PBUR and portative stations LGS3 and LGS4