



LATVIJAS VIDES, ĢEOLOĢIJAS  
UN METEOROLOĢIJAS CENTRS

# **Seismoloģiskais monitorings Latvijā**

**informatīvais pārskats**

**par 2023.gadu**

**Rīga 2024**

# Seismoloģiskais monitorings Latvijā

## 2023. gads

2023. gadā veikts seismoloģiskais monitorings Latvijas teritorijā un tās apkārtnē. Pārskatā atrodama informācija par konstatētajiem seismiskajiem notikumiem, kuri fiksēti Latvijā un Baltijas valstu apkārtnē, kā arī visā pasaulē.

### Novērojumu metodika

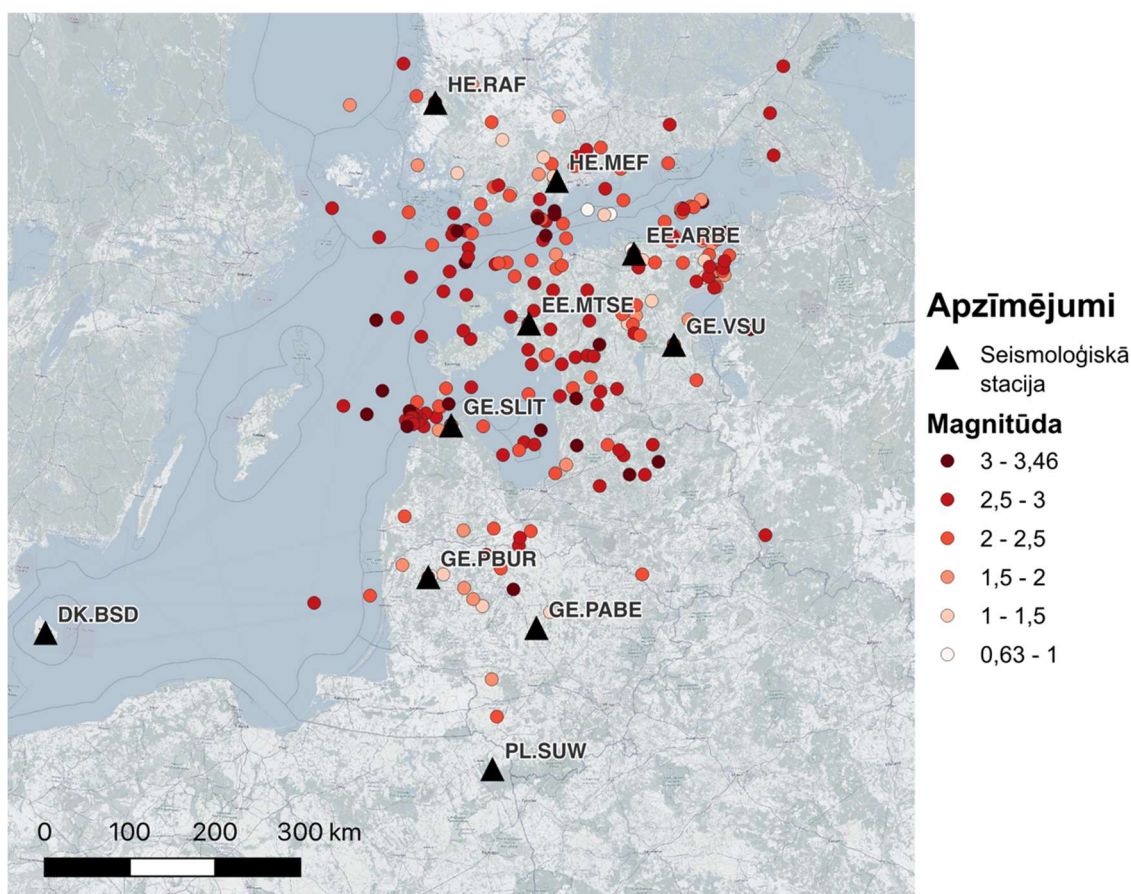
Visa 2023. gadā Latvijas Universitātes serveros ievākta informācija no 10 platjoslas seismisko novērojumu stacijām Latvijā apkārtnē (1. attēls). Latvijas teritorijā mērījumi veikti Slīteres (SLIT) novērojumu stacijā, savukārt ārpus Latvijas mērījumi veikti stacijās Paburge (PBUR), Paberze (PABE) (Lietuva), Suwalki (SUW) (Polija), Vasula (VSU), Matsalu (MTSE), Arbavere (ARBE) (Igaunija), Bornholm (BSD) (Dānija), Metsahovi (MEF) (Somija) un Laitila (RAF) (Somija). Seismoloģiskie novērojumu dati ievākti no GEOFON globālā monitoringa tīkla (Quinteros et al., 2021). Seismiskie dati primāri iegūti un apstrādāti ar programmatūras *Seiscomp* palīdzību (Helmholtz-Centre Potsdam - GFZ German Research Centre for Geosciences and gempa GmbH, 2008). Papildus tam, labākas teleseismisko notikumu izdalīšanas nolūkos veikta datu apstrāde no Amerikas Savienoto Valstu uzturētā globālā seismiskā tīkla IU (Albuquerque Seismological Laboratory/USGS, 2014).

Lai uzlabotu analīzes izšķirtspēju un izveidotu pilnīgāku seismisko katalogu, seismiskie dati atkārtoti pēcapstrādāti ar mašīnmācīšanās algoritmu palīdzību, izmantojot *Python* programmēšanas valodas papildinājumus *Obspy* (Beyreuther et al., 2010) un *Seisbench* (Woollam et al., 2022) fāžu meklēšanas algoritmu *Earthquake Transformer* (Mousavi et al., 2020). Notikumiem veikta atkārtota fāžu asociācija ar GaMMA algoritma palīdzību (Zhu et al., 2022), kā arī atkārtota lokalizācija ar *HypoInverse* (Klein, 2014) programmatūru. Atsevišķi apskatīti arī notikumi, kuru epicentra lokalizācijas kļūda bija neliela – mazāka par 10 km.

Visus 2023. gada seismiskos apstrādājuši Latvijas Universitātes speciālisti. Konstatēto seismisko notikumu parametri (kā magnitūda, koordinātas, datums un laiks) pievienoti tabulā atskaites pielikumā.

## 2023. gada seismiskie notikumi Latvijā un tās apkārtnē

Kopā 2023. gadā novērojumu Latvijas apkārtnē atrasti **254** seismiskie notikumi (skat 1. attēlu), no kuriem, savukārt ar nelielu kļūdu (<10 km) kopā noteikti **175** notikumi (skat 2. attēlu). No 2023. gada 1. oktobra līdz gada beigām atrašanās vieta noteikta arī **524** teleseismiskajām zemestrīcēm ārpus Baltijas reģiona robežām (52°-62°N un 18°-30°E) (skat. 3. attēlu). Seismisko notikumu lokālā magnitūda nevienā gadījumā nepārsniedza 3,5, līdz ar to seismiskās kustības nebija jūtamas civiliedzīvotājiem un neizraisīja būtiskus postījumus.



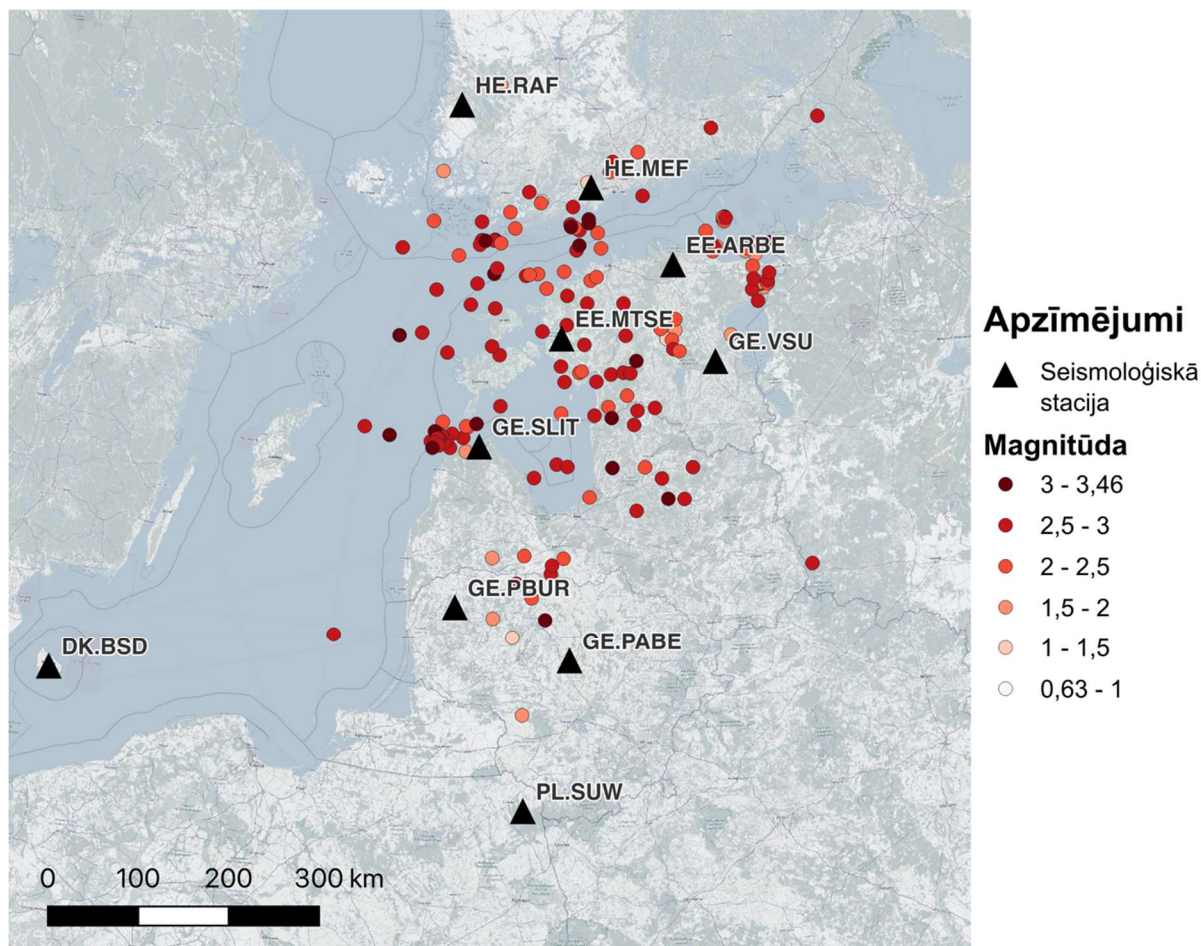
1. attēls. Seismiskie notikumi Baltijas valstu apkārtnē 2023. gadā. Ar trijstūriem apzīmētas monitoringā izmantotās seismiskās stacijas.

2023. gadā lokalizētie notikumi koncentrējās vairākos puduros Igaunijas ziemeļu un dienvidu daļās, Narvas apkārtnē, Somu līcī, Irbes šauruma apkārtnē, Lietuvas ziemeļu daļā kā arī Rīgas līcī un Vidzemes vidienē. Balstoties uz notikumu epicentriem un novēroto seismisko kustību frekvenču spektru, uzskatāms, ka visi 2023. gada notikumi ir tehnogēnas izcelsmes. Notikumu lielā telpiskā izkliede ap šiem “karstajiem punktiem” skaidrojama ar vairākiem faktoriem:

1. Relatīvi augsto trokšņu līmeni stacijās, kas apgrūtina precīzu seismisko impulsu (seismisko fāžu) pienākšanas laika noteikšanu;
2. Nelielais staciju skaits, kas apgrūta triangulācijas iespējas un precīzu notikumu lokalizāciju;
3. Notikumu izcelsmes neprecīzu noteikšanu. Atsevišķos gadījumos ir sarežģīti noteikt, vai notikums ir lokālas, reģionālas vai teleseismiskas izcelsmes (epicentrs)

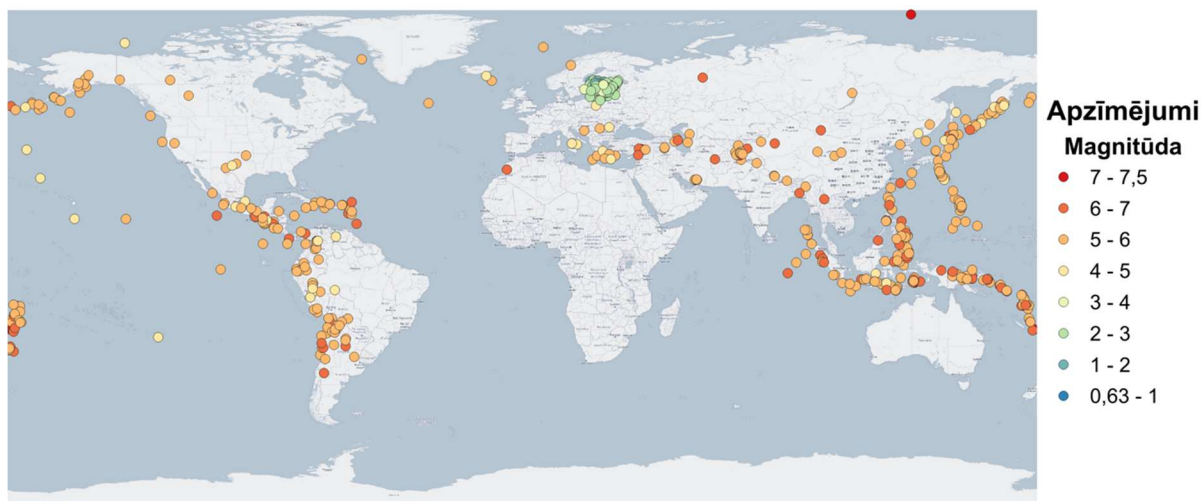
>1000 km attālumā) un reģionāla mēroga notikumi var tikt noteiktas kā Latvijas teritorijai tuvas zemes kustības.

Ņemot vērā augstāk minētos faktorus, ir vērtīgi apskatīt notikumus, kuru lokalizācijas kļūda nepārsniedza 10 km (2. attēls). Tie precīzāk norāda uz vietām, kurās notikušas seismiskās kustības.



2. attēls. Seismiskie notikumi Baltijas valstu apkārtnē 2023. gadā ar lokalizācijas kļūdu <10 km. Ar trijstūriem apzīmētas monitoringā izmantotās seismiskās stacijas.

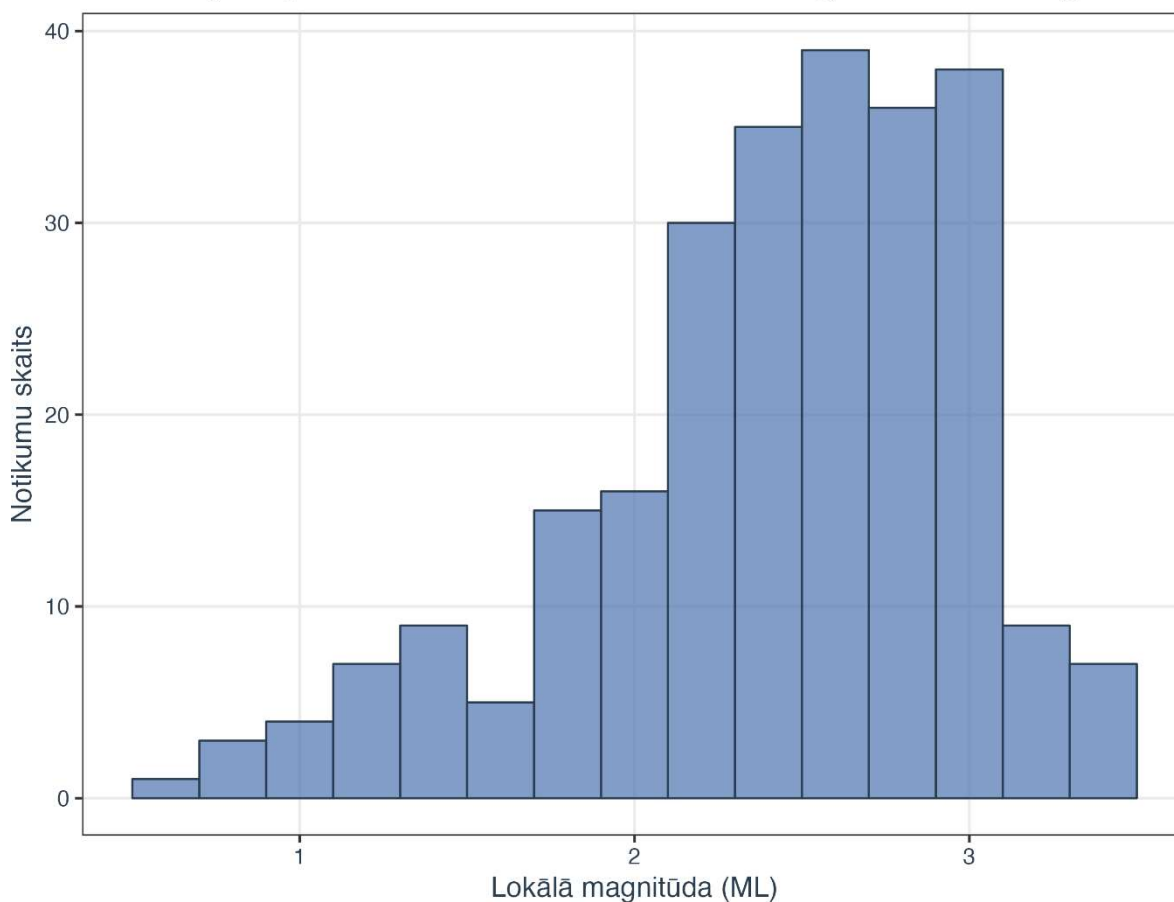
2023. gadā novērotas vairākas seismiskās svārstības jūras teritorijas Ziemeļrietumu galā, Irbes šauruma apkārtnē. Šajā reģionā gada griezumā novērots **31** seismiskais notikums. Līdzīgs “karstais punkts” seismiskajiem notikumiem redzams Igaunijas ziemeļaustrumu daļā, Narvas apkārtnē, kur novēroti **19** notikumi. Vidzemē un Igaunijas dienvidu daļā gada griezumā novēroti **24** notikumi, Latvijas dienvidu un Lietuvas ziemeļu daļās – **11** notikumi bet Somu līcī un pārējā Baltijas jūra – **49** notikumi. Pienākošo seismisko viļņu īpašības visiem iepriekš minētajiem notikumiem liecina, ka tie ir saistīti ar cilvēku saimniecisko vai militāro darbību. Notikumu koncentrācija Irbes šaurumā visticamāk saistāma ar Latvijas militārajām mācībām pavasara beigās un vasaras sākumā. Līdzīgi, vairāki seismiskie notikumi Latvijas vidienē Ādažu poligona apkaimē visdrīzāk saistāmi ar militāro mācību izraisītiem sprādzieniem. Arī citur Baltijas jūras akvatorijā regulāri tiek veiktas atmiņēšanas darbības, kas izraisa seismoloģiskajās stacijās fiksētas Zemes kustības. Vairāki notikumi Latvijas vidienē un dienvidu daļā, Lietuvas ziemeļu daļā un Igaunijas ziemeļos-ziemeļaustrumos saistāmi ar rūpniecisku derīgo izrakteņu ieguvī, kura arī tiek fiksēta seismisko novērojumu stacijās.



3. attēls. 2023. gada fiksētie seismiskie notikumi pasaules kartē

3. attēlā redzami visi **778** fiksētie seismiskie notikumi. Kā redzams, gada griezumā fiksētas kustības ar magnitūdu intervālā no 0,63 līdz 7,5. Visi notikumi, kuru magnitūda pārsniedza 3,5 bija teleseismiski – ar epicentru vairāk kā 1000 km attālumā no Latvijas. Automātiski fiksētie teleseismiskie notikumi pārbaudīti, tos salīdzinot ar publicēto informāciju no Postdamas seismoloģisko pētījumu institūta GEOFON seismiskā tīkla mērījumiem.

## Latvijas apkārtnes seismisko notikumu magnitūdas 2023. gadā

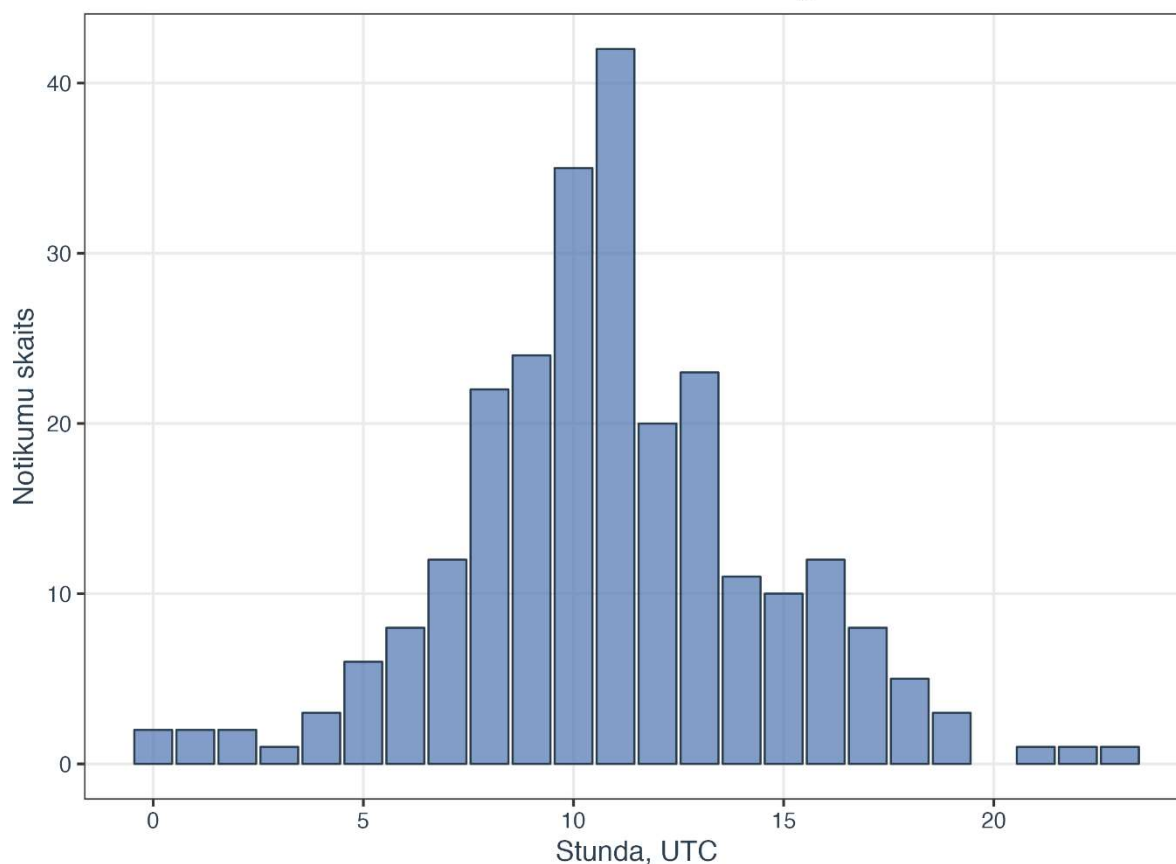


4. attēls. Seismisko notikumu magnitūdas Latvijas apkārtnē 2023. gadā

4. attēlā redzamas Latvijas apkārtnes seismisko notikumu magnitūdas 2023. gada ietvaros. Lielākā daļa notikumu magnitūdu mainās intervālā no 2 līdz 3. Augsti ticams, ka Latvijā un tās apkārtnē novērojami ievērojami vairāk notikumu ar magnitūdu, kas zemāka par 1, bet neliels staciju skaits neļauj tos lokalizēt ar pietiekamu precizitāti – bieži mērījumi no tiem konstatēti tikai vienā novērojumu stacijā.

Kopā 2023. gada ietvaros Latvijā un tās tiešā tuvumā apkārtnē novēroti **16** notikumi, kuru lokālā magnitūda pārsniedza 3 – tie bija potenciāli cilvēkam jūtami. **11** no tiem novēroti Baltijas jūrā vai Rīgas līcī un visdrīzāk ir tieši saistīti ar militārajām mācībām un/vai atmiņēšanas darbiem. Pārējie atrodami Vidzemes vidusdaļā un visdrīzāk saistāmi ar saimniecisko darbību reģionā. Tā kā seismisko notikumu magnitūda nevienā gadījumā nesasniedza vērtību, kas būtu lielāka par 3,5, tad neviens no šiem notikumiem nav izraisījis seismiskās svārstības, kas veidotu paliekošus bojājumus infrastruktūrai vai civiliedzīvotājiem.

### Latvijas apkārtnes seismiskie notikumi diennakts stundās 2023. gadā

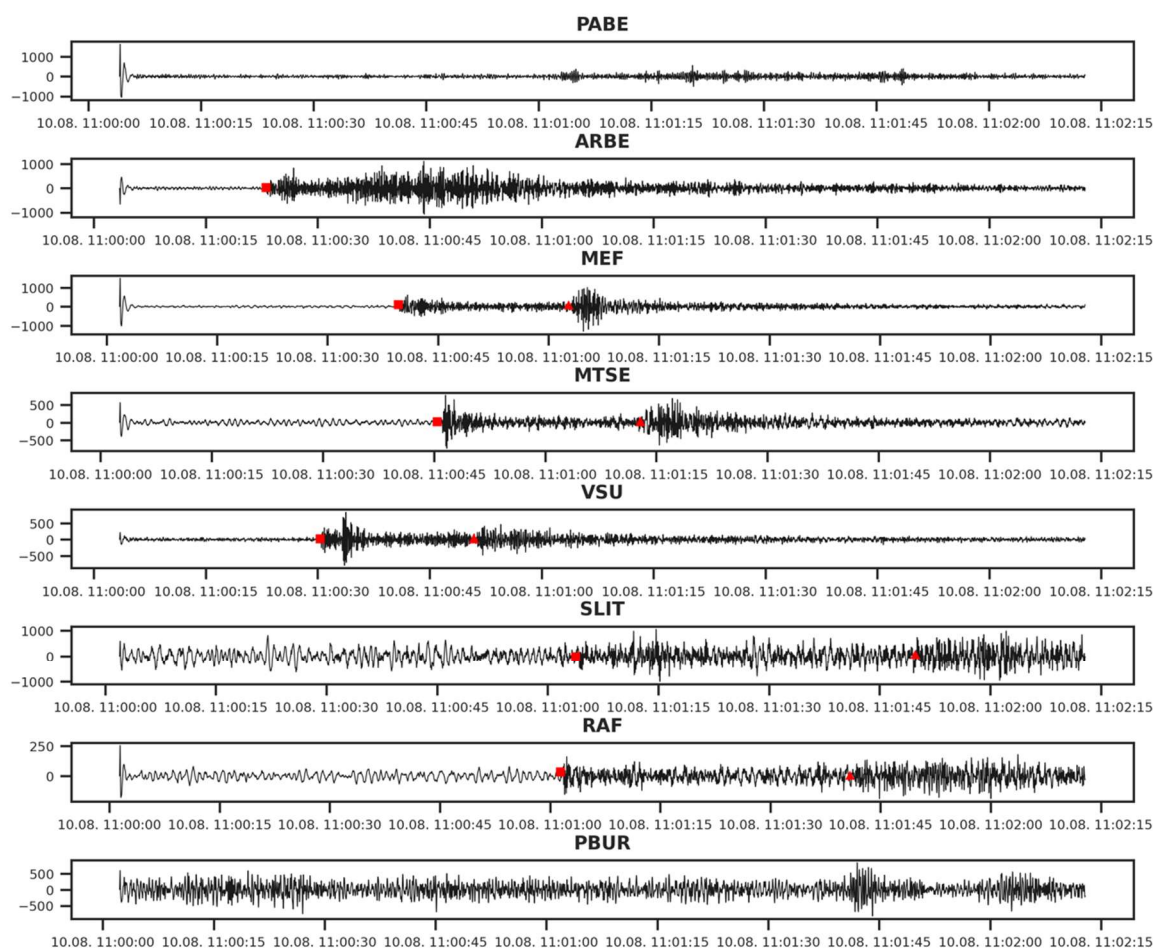


5. attēls. Seismisko notikumu fiksēšanas laiki Latvijas apkārtnē 2023. gadā (UTC laiks)

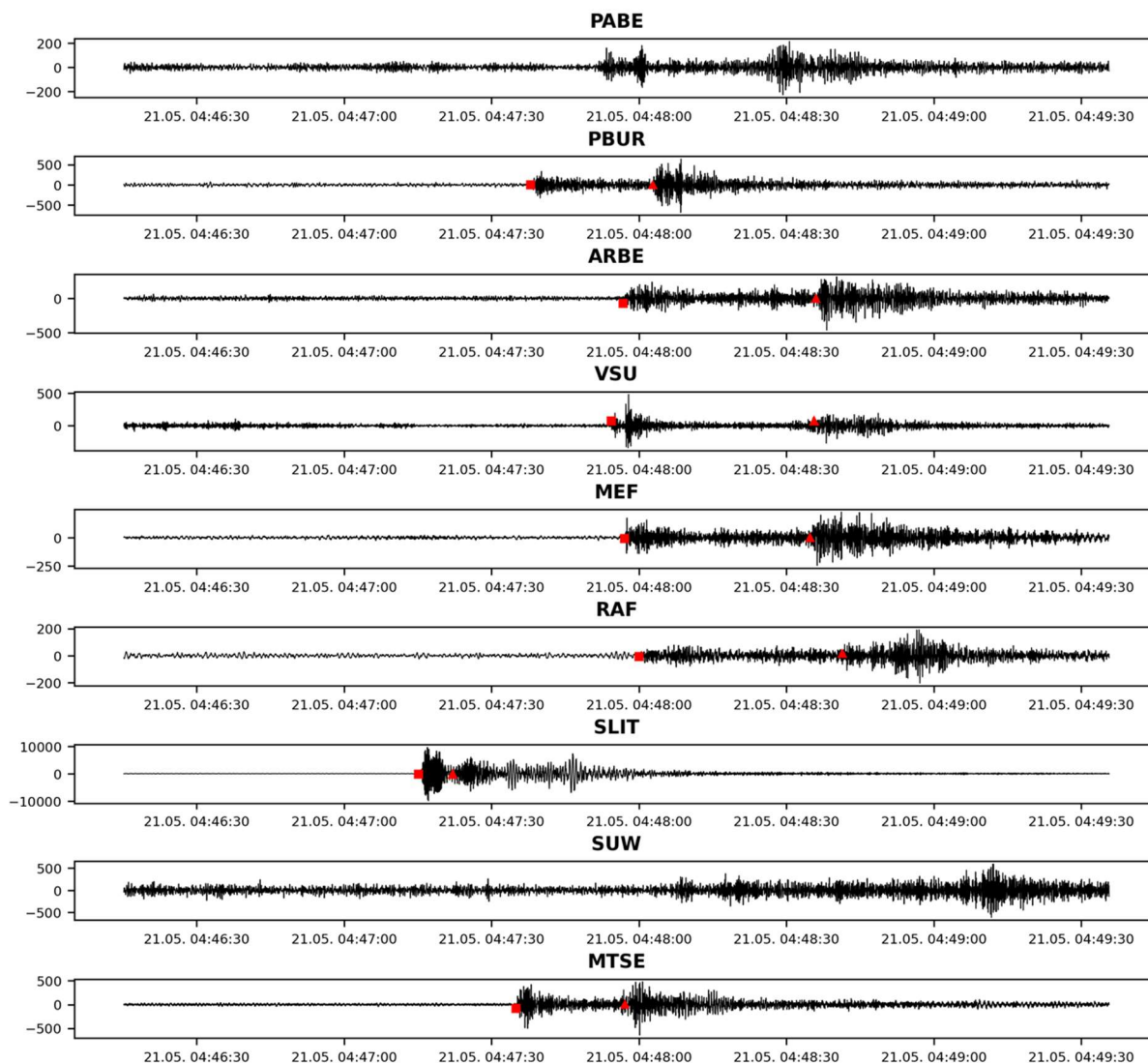
5. attēlā redzami seismisko notikumu fiksēšanas laiki dažādās diennakts stundās Latvijas apkārtnē. Kā redzams, absolūts vairākums ar seismiskajiem notikumiem fiksēti diennakts gaišajā posmā, kas sakrīt ar galveno cilvēku saimnieciskās darbības laiku. Pienākošo kustību laiks papildus seismisko viļņu parametriem var norādīt uz notikuma cēloni, un 2023. gadā tas norāda uz cilvēku darbību kā galveno seismisko kustību avotu.

## Atsevišķu seismisko notikumu ierakstu piemēri

6. attēlā redzams 10. augusta notikums Igaunijā, Narvas apkārtnē ar magnitūdu 2,5. Izteikti novērojamas seismiskās fāzes ARBE, MEF, MTSE un VSU stacijās, savukārt SLIT (Slīteres) stacijā redzams, ka signāls ir maskēts fona troksnī (>3 Hz). Neskatoties uz to, ir iespējams izdalīt atsevišķus pienākošos seismiskos viļņus. Balstoties pieejamajā frekvenču informācijā, kā arī pienākošo garenviļņu (P) un šķērsviļņu (S) amplitūdu attiecībā, secināms, ka notikuma cēlonis ir sprādziens, visdrīzāk radies rūpnieciskas karjera izstrādes laikā.



6. attēls. Seismiskais notikums 2023. gada augustā Narvas apkārtnē, Igaunijā. X ass attēlo datumu un laiku UTC sistēmā, Y ass – kustību amplitūdu stacijas mērvienībās (*station counts*). Sarkanie kvadrāti norāda uz pienākošā garenviļņa (P-fāzes) noteikšanas laiku, sarkanie trijstūri – uz šķērsviļņa (S-fāzes) noteikšanas laiku. Notikums attēlots ar frekvenču joslas filtru 1-8 Hz, grafikā redzama daļiņu kustība Z ass virzienā



7. attēls. Seismiskais notikums 2023. gada maijā Irbes šaurumā. X ass attēlo datumu un laiku UTC sistēmā, Y ass – kustību amplitūdu stacijas mērvienībās (*station counts*). Sarkanie kvadrāti norāda uz pienākošā gareņviļņa (P-fāzes) noteikšanas laiku, sarkanie trijstūri – uz šķērsviļņa (S-fāzes) noteikšanas laiku. Notikums attēlots ar frekvenču joslas filtru 1-8 Hz, grafikā redzama daļiņu kustība Z ass virzienā

7. attēlā redzams 21. maija seismiskais notikums Irbes šaurumā ar magnitūdu 2,2. Šajā notikumā visās seismisko novērojumu stacijās ļoti izteiksmīgi izdalāmi pienākošie seismiskie viļņi. Slīteres stacija atrodas ļoti tuvu notikuma cēlonim (~20 km attālumā) un, līdz ar to tajā ir sarežģīti izdalīt pienākošos gareņviļņus un šķērsviļņus. Balstoties uz seismisko viļņu frekvenču spektra datiem, gareņviļņu/šķērsviļņu amplitūdu attiecību un informāciju, ka šajā laikā Latvijas Baltijas jūras akvatorijā notikušas militārās mācības, secināms, ka notikuma cēlonis ir tehnogēns, visdrīzāk saistāms ar spridzināšanu mācību laikā.

## 2023. gada seismiskie notikumi Latvijas tuvumā

Nr.	Datums un laiks	Ģeogrāfiskais garums, °	Ģeogrāfiskais platums, °	Dziļums, km	Magnitūda	Lokalizācijā izmantotais fāžu skaits	Dziļuma kļūda, km	Horizontālā kļūda, km
1	01.01.2023. 05.46.19	26,735	58,462	0-10	2,5	5	0,0	99,0
2	05.01.2023. 22.05.28	22,919	57,626	5,0	2,4	7	20,5	14,2
3	06.01.2023. 07.56.18	26,735	58,462	0-10	2,9	6	0,0	99,0
4	12.01.2023. 17.45.08	22,291	57,629	0-10	3,0	6	0,0	99,0
5	19.01.2023. 11.27.53	24,830	60,470	0,0	2,8	6	0,0	5,5
6	20.01.2023. 08.02.57	27,051	58,718	0,0	1,8	6	0,0	3,9
7	20.01.2023. 11.14.32	21,765	61,022	0-10	3,1	5	0,0	99,0
8	25.01.2023. 15.27.06	25,984	59,437	0-10	2,9	5	0,0	99,0
9	27.01.2023. 13.17.01	21,929	56,024	0-10	2,9	6	0,0	99,0
10	28.01.2023. 10.43.45	25,758	60,333	0,0	2,4	4	0,0	99,0
11	03.02.2023. 10.15.19	23,152	56,550	0,0	2,3	7	0,0	4,3
12	03.02.2023. 18.12.29	20,621	57,712	0,0	3,2	7	0,0	5,3
13	05.02.2023. 12.39.13	23,535	55,910	0,0	3,3	6	0,0	2,5
14	06.02.2023. 08.27.49	23,859	56,524	0,0	2,3	8	0,0	4,2
15	07.02.2023. 09.29.35	21,389	59,177	0,0	2,9	7	0,0	4,8
16	13.02.2023. 08.53.16	22,500	59,351	0,0	3,1	7	0,0	5,5
17	13.02.2023. 10.13.05	24,305	59,064	0,0	3,0	7	0,0	4,5
18	15.02.2023. 09.18.13	22,553	59,405	0,0	2,9	6	0,0	2,5
19	15.02.2023. 11.33.29	23,801	58,437	0,0	2,5	7	0,0	2,9
20	15.02.2023. 14.48.27	23,399	60,062	0,0	2,2	8	0,0	4,4
21	16.02.2023. 05.55.31	23,911	58,849	0,0	2,9	5	0,0	5,0
22	16.02.2023. 08.13.35	22,061	59,038	0,0	2,7	7	0,0	3,4
23	16.02.2023. 11.25.39	24,149	58,374	0,0	2,4	7	0,0	7,3
24	16.02.2023. 13.13.32	23,729	57,462	0,0	2,7	6	0,0	2,3
25	16.02.2023. 15.30.15	23,444	58,784	0,0	2,8	10	0,0	4,7
26	17.02.2023. 09.25.54	27,809	59,240	0,0	2,5	11	0,0	2,7
27	19.02.2023. 19.05.25	20,907	57,968	0,0	3,1	4	0,0	36,9
28	22.02.2023. 11.49.33	24,102	59,593	1,0	2,7	11	0,0	1,7
29	22.02.2023. 11.58.49	22,207	59,637	0,0	2,6	10	0,0	2,4
30	22.02.2023. 12.02.51	22,312	59,676	1,0	3,1	12	1,0	0,9
31	25.02.2023. 17.38.19	24,756	57,426	0,0	3,0	8	0,0	2,8
32	26.02.2023. 23.45.00	26,838	60,781	0,0	2,8	11	0,0	4,5
33	27.02.2023. 01.50.29	24,474	58,284	0,0	2,6	7	0,0	4,0
34	06.03.2023. 13.53.39	22,533	59,007	0,0	2,6	8	0,0	4,7
35	09.03.2023. 10.15.36	22,637	58,543	0,0	2,7	8	0,0	3,4
36	09.03.2023. 11.10.05	23,058	60,148	0,0	2,4	9	0,0	99,0
37	09.03.2023. 12.20.41	22,792	59,967	0,0	2,3	7	0,0	2,9

38	11.03.2023. 04.15.03	24,751	58,355	0,0	2,6	5	0,0	5,5
39	16.03.2023. 11.40.13	24,326	60,265	0,0	1,5	9	2,8	6,9
40	20.03.2023. 16.08.05	23,294	56,129	0,0	2,4	12	0,0	2,3
41	21.03.2023. 09.30.23	23,632	56,372	0,0	2,9	8	0,0	4,4
42	21.03.2023. 11.06.28	25,921	58,689	0,0	2,4	11	0,0	2,2
43	23.03.2023. 18.31.41	23,313	57,326	0,0	2,7	7	0,0	2,4
44	30.03.2023. 09.18.43	23,118	59,336	0,0	2,7	9	0,0	4,4
45	30.03.2023. 12.55.52	23,928	57,438	0,0	2,7	6	0,0	2,7
46	31.03.2023. 06.04.02	25,773	57,109	0,0	3,1	9	0,0	3,1
47	01.04.2023. 07.44.23	26,342	57,234	0,0	3,3	6	0,0	11,6
48	04.04.2023. 07.43.36	25,713	58,801	0,0	2,2	6	0,0	2,7
49	04.04.2023. 10.14.03	23,860	59,379	0,0	2,2	6	0,0	3,9
50	05.04.2023. 10.57.31	23,016	56,272	0,0	2,6	7	0,0	3,2
51	05.04.2023. 11.15.01	25,007	59,060	0,0	2,6	8	0,0	2,9
52	05.04.2023. 11.34.26	22,555	61,232	0,0	1,9	8	0,0	7,7
53	05.04.2023. 13.56.56	29,383	61,318	0,0	2,9	5	0,0	12,1
54	06.04.2023. 11.10.41	22,291	57,629	0-10	2,1	4	0,0	99,0
55	12.04.2023. 07.35.33	28,328	56,407	0,0	2,8	6	0,0	5,8
56	12.04.2023. 08.15.05	21,285	59,858	0,0	2,5	6	0,0	4,8
57	12.04.2023. 10.03.57	24,375	59,292	0,0	2,3	8	0,0	3,4
58	12.04.2023. 10.33.28	23,922	59,140	0,0	2,8	6	0,0	4,3
59	15.04.2023. 11.30.26	27,890	59,614	0,0	3,0	10	0,0	3,6
60	16.04.2023. 10.03.43	27,538	59,620	0,0	2,8	12	0,0	3,2
61	17.04.2023. 09.38.04	27,447	59,568	0,0	2,5	10	0,0	3,2
62	17.04.2023. 10.08.56	25,418	60,127	0,0	2,6	6	0,0	5,0
63	20.04.2023. 10.00.49	22,233	59,865	0,0	3,0	10	0,0	2,1
64	27.04.2023. 09.32.23	24,693	58,032	0,0	2,3	7	0,0	9,4
65	28.04.2023. 18.52.51	24,433	57,948	0,0	2,6	8	0,0	6,6
66	01.05.2023. 14.31.55	25,666	57,313	0,0	2,7	7	0,0	2,8
67	02.05.2023. 03.58.04	24,754	57,922	0,0	3,2	6	0,0	3,2
68	04.05.2023. 14.11.10	20,716	58,707	0,0	3,3	8	0,0	2,7
69	04.05.2023. 15.24.51	25,048	58,143	0,0	2,4	6	0,0	4,2
70	05.05.2023. 05.04.53	25,189	56,996	0,0	2,6	6	0,0	2,8
71	09.05.2023. 08.11.02	24,446	60,895	0,0	2,0	6	0,0	99,0
72	09.05.2023. 10.32.21	24,033	60,024	0,0	2,5	6	0,0	3,6
73	11.05.2023. 11.57.28	21,146	58,743	0,0	2,7	9	0,0	3,0
74	12.05.2023. 06.55.07	23,352	59,355	0,0	2,3	6	0,0	5,6
75	13.05.2023. 19.08.16	24,984	58,372	0,0	2,6	5	0,0	5,0
76	15.05.2023. 08.10.05	27,248	59,116	0,0	2,5	10	0,0	99,0
77	16.05.2023. 09.24.49	21,586	57,696	0,0	2,9	10	1,8	2,1
78	18.05.2023. 15.02.50	21,782	57,748	0,0	2,6	12	0,0	2,5
79	18.05.2023. 17.25.02	21,564	57,708	0,0	3,0	14	0,0	2,4

80	19.05.2023. 16.00.00	21,590	57,702	0,0	3,1	14	0,3	0,4
81	19.05.2023. 17.12.59	21,569	57,700	0,0	2,9	13	1,6	2,1
82	20.05.2023. 09.48.48	21,688	57,681	0,0	3,0	11	1,3	1,4
83	20.05.2023. 10.56.20	21,517	57,733	0,0	2,8	13	0,0	2,2
84	20.05.2023. 16.26.52	21,490	57,720	0,0	2,8	13	0,0	2,2
85	21.05.2023. 04.47.09	21,635	57,654	0,0	3,0	15	0,0	2,2
86	21.05.2023. 08.16.03	21,524	57,721	0,0	3,1	14	0,0	2,2
87	21.05.2023. 09.29.35	21,487	57,750	0,0	3,0	13	0,0	2,4
88	21.05.2023. 12.32.05	21,523	57,748	0,0	2,9	13	0,0	2,2
89	21.05.2023. 13.11.11	21,586	57,731	0,0	2,9	13	0,0	2,4
90	21.05.2023. 14.30.03	21,391	57,668	0,0	3,0	13	0,0	3,3
91	21.05.2023. 15.04.22	21,558	57,697	4,0	2,7	13	3,9	2,8
92	22.05.2023. 08.31.46	25,170	57,851	0,0	2,6	7	0,0	4,3
93	22.05.2023. 09.01.27	21,462	57,768	0,0	3,2	13	0,0	2,2
94	22.05.2023. 13.48.18	21,529	57,704	0,0	3,0	15	0,0	2,2
95	22.05.2023. 17.24.27	21,502	57,697	0,0	3,0	16	0,0	1,9
96	23.05.2023. 08.21.55	24,490	59,326	0,0	2,3	6	0,0	2,6
97	23.05.2023. 08.29.50	21,465	57,658	0,0	2,9	15	0,0	2,0
98	23.05.2023. 16.36.47	21,540	57,628	0,0	2,9	14	0,0	2,2
99	24.05.2023. 10.59.38	26,242	57,417	0,0	2,8	14	0,0	2,9
100	24.05.2023. 16.03.01	21,426	57,603	0,0	3,1	13	0,0	2,2
101	26.05.2023. 08.41.59	23,161	60,169	0,0	2,6	6	0,0	5,7
102	28.05.2023. 05.56.15	25,039	58,740	0,0	2,7	8	0,0	2,6
103	28.05.2023. 16.09.38	23,653	56,455	0,0	2,7	6	0,0	2,6
104	30.05.2023. 01.25.48	19,813	55,697	0,0	2,7	5	0,0	7,3
105	30.05.2023. 14.11.31	22,488	58,629	0,0	2,7	6	0,0	3,4
106	01.06.2023. 15.17.39	23,871	58,283	0,0	2,7	8	0,0	2,5
107	02.06.2023. 07.08.44	22,619	59,656	0,0	2,2	7	0,0	3,7
108	05.06.2023. 16.19.35	22,895	59,806	0,0	2,5	6	0,0	8,9
109	06.06.2023. 08.17.45	24,248	58,653	0,0	2,6	6	0,0	4,9
110	06.06.2023. 17.25.41	26,735	58,462	0-10	1,8	5	0,0	99,0
111	07.06.2023. 12.18.00	22,230	57,854	0,7	3,3	13	2,8	3,2
112	07.06.2023. 12.25.27	22,177	59,249	0,0	3,0	6	0,0	2,5
113	08.06.2023. 13.03.51	26,646	59,759	0,0	2,4	6	0,0	6,9
114	09.06.2023. 08.40.40	27,848	59,316	0,0	2,8	9	0,0	3,3
115	10.06.2023. 12.32.13	25,238	57,991	0,0	2,5	8	0,0	9,3
116	14.06.2023. 13.56.29	23,628	57,378	0,0	2,3	6	0,0	10,7
117	15.06.2023. 06.51.59	23,808	57,969	0,0	2,4	5	0,0	4,2
118	15.06.2023. 07.36.19	25,341	60,562	0,0	2,2	8	0,0	4,4
119	15.06.2023. 08.47.43	25,358	57,427	0,0	2,4	7	0,0	3,2
120	15.06.2023. 17.07.16	23,187	59,347	0,0	2,2	6	0,0	5,8
121	16.06.2023. 05.26.11	24,519	59,765	0,0	2,2	7	0,0	3,2

122	17.06.2023. 10.23.26	24,196	58,387	0,0	2,5	6	0,0	5,3
123	20.06.2023. 11.04.29	22,282	60,287	0,0	1,5	4	0,0	11,1
124	20.06.2023. 11.17.47	24,333	57,134	0,0	2,4	4	0,0	7,6
125	21.06.2023. 16.12.29	25,996	58,893	0,0	2,4	6	0,0	2,3
126	22.06.2023. 07.51.49	25,234	58,486	0,0	3,1	5	0,0	5,0
127	22.06.2023. 08.16.02	25,943	58,596	0,0	2,6	9	0,0	3,4
128	22.06.2023. 09.49.14	20,692	59,581	0,0	2,6	6	0,0	5,1
129	22.06.2023. 10.13.28	21,434	60,358	0,0	1,9	7	0,0	2,6
130	23.06.2023. 13.20.02	26,069	57,103	0,0	2,9	6	0,0	3,4
131	25.06.2023. 15.03.57	24,157	59,641	0,0	3,1	10	0,0	2,4
132	25.06.2023. 15.10.34	23,995	59,824	0,0	3,1	12	0,0	1,8
133	28.06.2023. 06.09.44	25,584	57,370	0,0	2,5	4	0,0	13,2
134	04.07.2023. 08.44.59	25,117	58,364	0,0	2,9	6	0,0	4,3
135	07.07.2023. 10.29.24	27,501	59,159	0,0	2,7	6	0,0	6,0
136	07.07.2023. 12.54.41	26,058	58,574	0,0	2,3	6	0,0	3,8
137	07.07.2023. 13.11.29	22,669	58,035	0,0	2,8	6	0,0	4,1
138	14.07.2023. 11.36.24	29,014	60,838	0,0	2,9	8	0,0	5,4
139	14.07.2023. 12.22.08	23,519	59,211	0,0	2,3	5	0,0	3,2
140	19.07.2023. 08.15.34	23,250	54,567	0,0	2,1	5	0,0	11,2
141	19.07.2023. 09.18.19	27,603	59,041	0,0	2,9	10	0,0	2,7
142	20.07.2023. 17.05.58	21,800	59,524	0,0	2,4	6	0,0	5,9
143	26.07.2023. 08.29.55	27,538	59,265	6,4	2,7	8	4,2	3,6
144	26.07.2023. 13.18.49	24,053	57,589	0,0	3,1	4	0,0	20,3
145	27.07.2023. 08.13.32	26,735	58,462	0-10	2,2	6	0,0	99,0
146	27.07.2023. 10.31.07	21,640	58,555	0,0	2,7	6	0,0	8,0
147	31.07.2023. 07.01.10	25,567	58,016	0,0	2,5	6	0,0	4,5
148	31.07.2023. 13.49.01	20,152	57,786	0,0	2,9	7	0,0	3,6
149	01.08.2023. 06.43.11	21,760	61,027	0,0	2,2	6	31,6	99,0
150	02.08.2023. 10.20.31	27,723	59,173	0,0	1,9	5	1,5	3,6
151	02.08.2023. 10.50.35	21,441	56,655	1,1	2,0	4	24,3	96,2
152	03.08.2023. 14.41.40	25,514	59,858	1,0	0,9	6	14,6	98,4
153	05.08.2023. 10.55.40	26,319	58,932	0,0	1,2	4	3,4	93,2
154	07.08.2023. 10.22.56	27,644	59,205	0,0	1,8	7	1,4	4,8
155	09.08.2023. 11.04.02	22,995	60,832	0,0	2,3	8	31,6	99,0
156	09.08.2023. 11.05.30	24,345	60,174	0,0	1,0	4	31,6	99,0
157	10.08.2023. 11.00.08	27,431	59,552	5,0	2,4	7	10,7	3,9
158	11.08.2023. 12.07.08	27,598	59,506	0,0	1,7	7	1,3	3,1
159	14.08.2023. 10.11.39	27,633	59,208	0,0	1,3	5	1,5	4,5
160	16.08.2023. 08.45.44	27,535	59,390	0,0	2,4	8	2,1	8,3
161	16.08.2023. 10.59.10	22,243	59,682	1,0	2,5	5	9,0	1,2
162	16.08.2023. 11.21.58	26,160	59,364	0,0	1,4	4	32,2	98,9
163	21.08.2023. 11.45.46	24,330	60,254	0,0	0,8	4	13,8	98,9

164	22.08.2023. 11.58.47	25,386	59,852	1,4	1,5	4	14,4	98,7
165	24.08.2023. 11.31.24	22,502	59,689	3,0	3,1	7	12,4	1,1
166	24.08.2023. 14.56.03	25,039	59,910	0,0	1,0	5	31,6	99,0
167	25.08.2023. 11.19.07	27,426	59,155	0,0	1,5	5	8,5	23,0
168	25.08.2023. 11.59.03	25,796	60,001	0,1	2,2	6	8,7	31,7
169	29.08.2023. 13.51.44	27,040	59,890	0,4	2,4	6	3,3	9,7
170	30.08.2023. 02.26.22	21,433	56,141	0,0	1,9	4	31,6	99,0
171	30.08.2023. 06.36.58	26,998	59,865	0,0	3,4	10	1,8	5,6
172	30.08.2023. 21.29.10	24,546	57,224	0,0	1,8	4	31,6	99,0
173	31.08.2023. 10.45.29	24,802	60,393	0,0	1,7	6	2,1	3,8
174	31.08.2023. 18.20.25	25,938	59,479	0,0	0,9	4	31,9	93,7
175	01.09.2023. 07.44.34	27,030	59,889	0,7	3,3	7	1,4	2,8
176	01.09.2023. 09.33.33	27,456	59,948	0,0	3,0	8	3,5	16,5
177	01.09.2023. 11.08.11	24,221	55,672	0,0	1,3	4	27,2	95,2
178	01.09.2023. 12.01.03	22,610	55,918	0,0	1,9	5	1,5	3,3
179	03.09.2023. 06.10.33	27,028	59,894	1,5	3,4	9	12,5	2,6
180	03.09.2023. 09.01.46	27,427	59,973	0,0	1,9	5	5,9	21,9
181	06.09.2023. 11.52.36	21,979	56,035	0,0	0,6	4	89,7	97,3
182	08.09.2023. 07.50.28	27,766	59,243	0,2	2,1	5	3,4	12,2
183	11.09.2023. 02.24.07	22,959	55,730	0,9	1,3	4	4,6	3,7
184	13.09.2023. 00.42.50	23,148	54,959	0,0	1,6	4	1,4	2,6
185	13.09.2023. 09.27.28	22,286	57,634	0,0	1,2	4	31,6	99,0
186	16.09.2023. 07.15.58	21,751	57,609	0,0	2,6	4	1,1	3,5
187	16.09.2023. 16.00.02	22,067	57,817	0,3	2,5	11	3,0	1,5
188	17.09.2023. 14.00.04	22,169	58,017	0,0	2,2	6	31,6	13,8
189	17.09.2023. 15.59.57	21,602	57,864	2,9	2,3	7	1,5	4,2
190	18.09.2023. 09.05.08	26,730	58,467	0,0	2,7	4	31,6	99,0
191	18.09.2023. 11.26.37	27,020	59,848	0,0	2,5	6	1,9	3,1
192	18.09.2023. 11.26.52	25,036	60,541	0,0	2,8	4	31,6	99,0
193	18.09.2023. 12.10.10	22,286	57,634	0,0	2,2	8	31,6	82,0
194	18.09.2023. 13.33.44	28,290	58,582	0,0	3,1	8	31,6	99,0
195	18.09.2023. 15.38.00	27,202	59,909	0,0	2,2	6	5,7	15,4
196	18.09.2023. 19.06.03	27,000	59,888	0,5	2,4	8	2,3	3,0
197	19.09.2023. 05.23.04	21,990	57,712	0,0	2,6	9	47,8	7,1
198	19.09.2023. 09.01.48	22,039	57,827	0,0	2,0	8	0,6	1,9
199	19.09.2023. 09.54.59	20,850	55,804	0,0	2,1	4	31,0	94,0
200	19.09.2023. 14.15.11	25,965	56,054	0,0	2,2	4	22,3	96,5
201	21.09.2023. 10.42.44	27,274	59,900	0,0	2,4	7	4,0	17,1
202	21.09.2023. 13.38.22	27,053	59,882	1,6	2,7	8	4,3	3,9
203	22.09.2023. 10.38.15	27,656	59,049	0,0	2,4	6	1,9	12,7
204	22.09.2023. 11.03.04	29,021	60,391	0,0	2,7	4	31,6	50,3
205	26.09.2023. 10.11.04	22,575	56,525	1,5	1,8	5	58,0	3,7

206	27.09.2023. 10.17.00	25,979	59,442	0,0	1,2	4	31,6	99,0
207	27.09.2023. 10.23.00	27,153	58,077	0,0	2,2	5	31,6	99,0
208	29.09.2023. 10.25.13	27,669	59,217	0,1	2,2	5	1,2	3,6
209	03.10.2023. 09.50.48	24,289	60,396	0,0	2,0	6	8,6	39,4
210	03.10.2023. 11.49.37	23,231	60,647	1,6	1,1	4	83,3	72,2
211	06.10.2023. 13.05.17	26,988	59,320	0,0	2,2	7	9,8	45,7
212	09.10.2023. 06.27.11	22,557	59,501	0,0	2,8	4	7,2	15,8
213	09.10.2023. 10.20.36	27,670	59,225	0,0	1,7	5	2,6	9,4
214	16.10.2023. 10.18.21	27,953	59,372	0,0	2,0	5	4,5	19,7
215	17.10.2023. 08.07.26	27,809	59,214	0,0	2,0	6	1,3	8,6
216	22.10.2023. 18.01.57	26,770	60,374	0,0	2,1	7	29,3	95,4
217	24.10.2023. 12.27.40	22,487	59,682	6,0	2,8	7	12,9	1,1
218	27.10.2023. 09.04.38	27,831	59,166	0,4	2,0	6	2,5	11,8
219	30.10.2023. 11.31.10	27,723	59,547	0,0	2,2	5	5,2	19,4
220	31.10.2023. 10.03.42	24,581	59,611	0,2	2,2	9	11,3	0,9
221	01.11.2023. 09.40.17	25,990	58,782	0,0	1,7	6	5,7	9,2
222	06.11.2023. 09.33.12	24,158	59,792	0,0	2,8	10	2,0	1,7
223	06.11.2023. 11.56.12	26,068	59,287	0,0	2,5	4	31,6	82,7
224	06.11.2023. 11.56.32	21,760	61,027	0,0	1,8	8	31,6	99,0
225	07.11.2023. 10.40.32	23,415	60,078	0,0	0,8	4	5,6	8,4
226	07.11.2023. 12.59.44	24,343	59,900	9,4	3,5	8	0,0	4,4
227	07.11.2023. 16.24.51	24,074	59,816	1,5	2,4	11	2,0	0,8
228	07.11.2023. 16.24.52	24,346	59,862	8,6	3,0	10	5,2	4,2
229	10.11.2023. 04.25.02	22,783	55,802	1,8	1,7	4	99,0	99,0
230	10.11.2023. 16.44.55	24,113	60,466	1,6	1,4	5	34,7	82,6
231	12.11.2023. 11.26.50	26,812	59,588	0,3	1,2	6	11,3	2,0
232	12.11.2023. 13.20.28	26,682	59,594	0,0	2,5	10	4,1	7,2
233	12.11.2023. 14.25.05	27,407	59,543	0,0	1,8	8	2,4	2,3
234	15.11.2023. 11.02.51	26,770	59,554	0,0	2,5	11	3,7	3,8
235	15.11.2023. 14.01.20	26,839	59,602	0,0	1,5	7	3,2	2,7
236	16.11.2023. 07.22.17	26,775	59,612	0,0	2,1	7	5,1	3,7
237	16.11.2023. 09.09.18	26,771	59,553	0,0	2,4	9	4,3	15,4
238	16.11.2023. 12.17.43	26,806	59,592	0,4	2,6	9	1,4	1,8
239	16.11.2023. 13.33.55	26,411	59,334	0,0	2,3	9	2,6	22,8
240	22.11.2023. 11.45.58	24,773	60,370	0,0	2,0	4	1,4	2,3
241	29.11.2023. 11.05.56	21,348	61,085	0,0	2,4	8	31,6	99,0
242	29.11.2023. 13.11.54	19,915	60,954	0,0	1,9	8	31,6	52,3
243	30.11.2023. 13.35.22	27,436	59,333	0,0	1,2	9	4,1	17,2
244	30.11.2023. 13.54.20	25,058	60,415	0,0	1,7	9	3,9	8,4
245	02.12.2023. 00.49.43	22,212	56,055	0,0	1,1	4	33,4	98,4
246	04.12.2023. 12.30.00	24,369	59,442	1,4	1,8	7	12,2	19,8
247	06.12.2023. 13.36.00	22,047	57,576	0,0	1,7	5	3,7	7,2

248	13.12.2023. 11.36.04	21,035	61,420	0,0	3,0	6	97,6	98,7
249	13.12.2023. 12.25.31	19,678	59,859	6,5	2,7	7	69,6	70,4
250	13.12.2023. 13.31.03	23,799	58,711	0,0	2,6	4	49,5	95,5
251	15.12.2023. 12.25.44	27,793	59,213	0,0	2,2	7	1,1	5,3
252	20.12.2023. 12.18.41	23,982	59,849	1,5	2,5	8	1,5	0,9
253	21.12.2023. 11.04.24	24,012	60,287	0,0	1,8	6	4,0	20,9
254	27.12.2023. 11.34.30	25,817	58,699	0,0	1,4	5	7,4	6,9

## Izmantotās literatūras saraksts

- Albuquerque Seismological Laboratory/USGS., 2014. *Global Seismograph Network (GSN - IRIS/USGS)*. International Federation of Digital Seismograph Networks. <https://doi.org/10.7914/SN/IU>
- Beyreuther, M., Barsch, R., Krischer, L., Megies, T., Behr, Y., & Wassermann, J., 2010. ObsPy: A Python Toolbox for Seismology. *Seismological Research Letters*, 81(3), 530–533. <https://doi.org/10.1785/gssrl.81.3.530>
- Helmholtz-Centre Potsdam - GFZ German Research Centre for Geosciences and gempa GmbH., 2008. *The SeisComP seismological software package*. GFZ Data Services. <https://doi.org/10.5880/GFZ.2.4.2020.003>
- Klein, Fred. W., 2014. *User's Guide to HYPOINVERSE-2000, a Fortran Program to Solve for Earthquake Locations and Magnitudes*.
- Mousavi, S. M., Ellsworth, W. L., Zhu, W., Chuang, L. Y., & Beroza, G. C., 2020. Earthquake transformer—An attentive deep-learning model for simultaneous earthquake detection and phase picking. *Nature Communications*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17591-w>
- Quinteros, J., Stollo, A., Evans, P. L., Hanka, W., Heinloo, A., Hemmleb, S., Hillmann, L., Jaeckel, K.-H., Kind, R., Saul, J., Zieke, T., & Tilmann, F., 2021. The GEOFON Program in 2020. *Seismological Research Letters*, 92(3), 1610–1622. <https://doi.org/10.1785/0220200415>
- Woollam, J., Münchmeyer, J., Tilmann, F., Rietbrock, A., Lange, D., Bornstein, T., Diehl, T., Giunchi, C., Haslinger, F., Jozinović, D., Michelini, A., Saul, J., & Soto, H., 2022. SeisBench—A Toolbox for Machine Learning in Seismology. *Seismological Research Letters*, 93(3), 1695–1709. <https://doi.org/10.1785/0220210324>
- Zhu, W., McBrearty, I. W., Mousavi, S. M., Ellsworth, W. L., & Beroza, G. C., 2022. Earthquake Phase Association using a Bayesian Gaussian Mixture Model. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127(5). <https://doi.org/10.1029/2021JB023249>