

POTRESI V SLOVENIJI LETA 2022

Anita Jerše Sharma¹, Tamara Jesenko², Tatjana Prosen³, Barbara Šket Motnikar⁴, Mladen Živčić⁵

Povzetek

Leta 2022 je državna mreža potresnih opazovalnic zabeležila 1777 potresov v Sloveniji ali bližnji okolici, 31 izmed njih je imelo magnitudo večjo ali enako 2,0. Najmočnejši potres v Sloveniji, z lokalno magnitudo 2,8, se je zgodil 28. marca ob 9.00 po univerzalnem koordiniranem času (UTC) z nadžariščem v bližini Bavšice v okolici Bovca. Največja intenziteta tega potresa je bila IV po evropski potresni lestvici (EMS-98). Potres z nadžariščem v Gorskem kotarju, v neposredni bližini meje s Slovenijo, je imel lokalno magnitudo 2,9. Zgodil se je 31. avgusta ob 10.41 po UTC, njegova največja intenziteta v Sloveniji je bila III po EMS-98. Prebivalci Slovenije so čutili vsaj 174 lokalnih potresov in sedem bolj oddaljenih, in sicer enega z žariščem na Hrvaškem, dva z žariščem v Bosni in Hercegovini ter štiri z žariščem v Italiji. Največjo intenziteto IV–V po EMS-98 so imeli leta 2022 štirje potresi z žariščem v Sloveniji ter en potres z žariščem v Bosni in Hercegovini.

EARTHQUAKES IN SLOVENIA IN 2022

Abstract

The Seismic Network of the Republic of Slovenia recorded 1777 local earthquakes in 2022. There were 31 earthquakes with a local magnitude equal to or higher than 2.0. The strongest earthquake with an epicentre in Slovenia in 2022, with a local magnitude of 2.8, occurred on 28 March at 9:00 UTC near Bavšica in the municipality of Bovec. Its maximum intensity was IV EMS-98. An earthquake with its epicentre in Croatia, close to the Slovenian border, had a local magnitude of 2.9. It occurred on 31 August at 10:41 UTC, and its maximum intensity in Slovenia was III EMS-98. In 2022 the inhabitants of Slovenia felt at least 174 local earthquakes and 7 regional earthquakes (one with its epicentre in Croatia, two in Bosnia and Herzegovina, and four in Italy). The maximum intensity in Slovenia in 2022 was IV–V EMS-98, reached by 4 earthquakes with their epicentres in Slovenia and one earthquake with its epicentre in Bosnia and Herzegovina.

¹ Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, anita.jerse-sharma@gov.si

² mag., Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, tamara.jesenko@gov.si

³ Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, tatjana.prosen@gov.si

⁴ dr., Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, barbara.skot-motnikar@gov.si

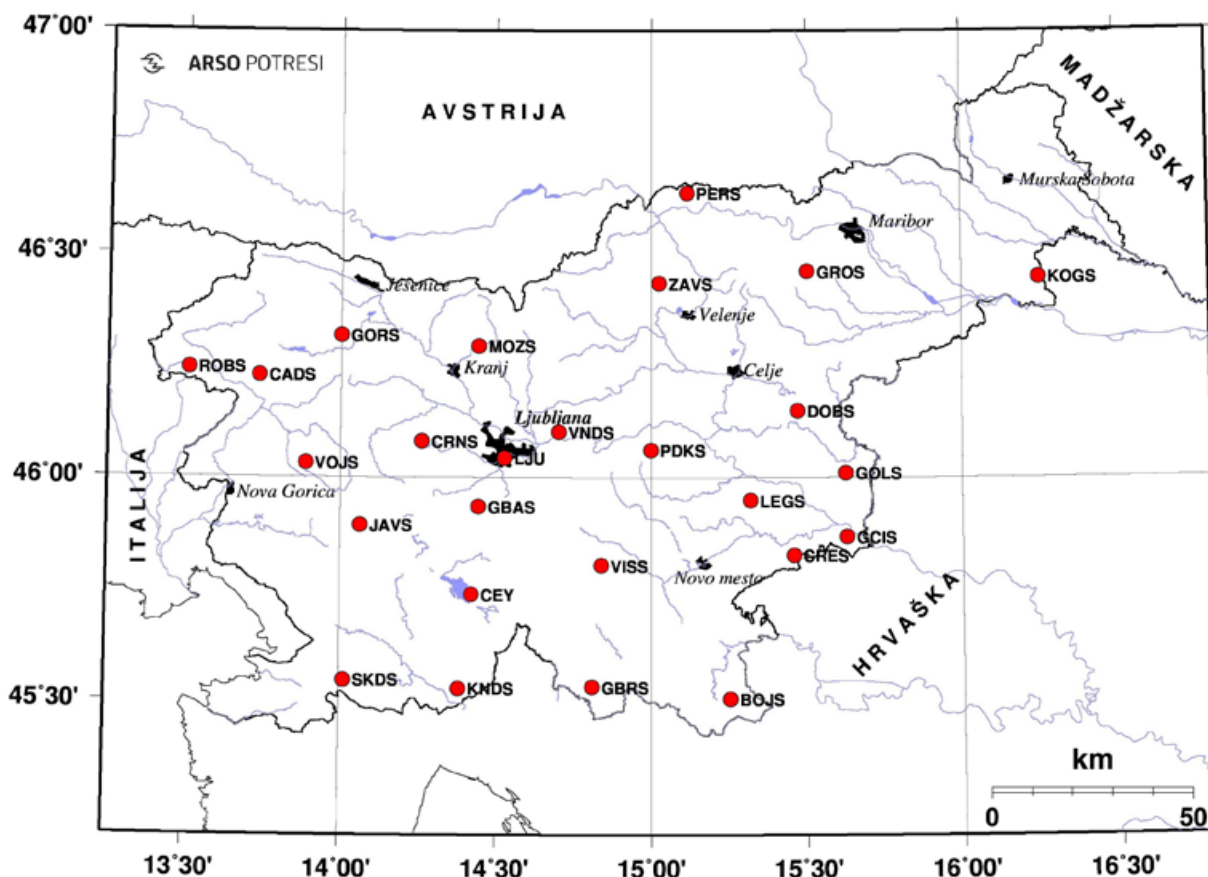
⁵ mag., Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, mladen.zivcic@gov.si

UVOD

V državni mreži potresnih opazovalnic je bilo leta 2022 26 digitalnih potresnih opazovalnic (slika 1) z neprekinjenim prenosom podatkov v podatkovno središče na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO) in rezervno središče na observatoriju na Golovcu, oboje v Ljubljani (Vidrih in sod., 2006; ARSO, 2023). Mrežo dopolnjuje 23 začasnih opazovalnic z neprekinjenim prenosom podatkov. Leta 2022 smo začeli sodelovati z osnovnimi šolami po Sloveniji in smo do danes postavili devet seizmografov za poučne namene, ki jih prav tako vključujemo pri določevanju parametrov potresa (Čarman in sod., 2023). Poleg tega so se v stvarnem času zbirali tudi podatki nekaterih tujih potresnih opazovalnic v okviru osrednje-

vzhodnoevropske seizmološke raziskovalne mreže (Central and East European Earthquake Research Network – CE3RN, 2021). Podatki opazovalnic sosednjih držav (Avstrija, Hrvaška, Italija, Madžarska) omogočajo natančnejši izračun parametrov potresov, katerih nadžarišča so blizu državne meje.

Za spremljanje potresne dejavnosti Slovenije ni pomembno le instrumentalno beleženje potresov, temveč tudi zbiranje podatkov o njihovem učinku na ljudi, predmete, stavbe in naravo, saj tako opredeljujemo intenziteto potresov po naseljih. Makroseizmični podatki bi bili zelo pomanjkljivi ali celo nedostopni, če nam ne bi pomagali številni prostovoljni poročevalci. Maja 2023 je bilo registriranih 3492 aktivnih poročevalcev. Veseli nas, da njihovo število iz leta v leto narašča.



Slika 1: Državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije leta 2022

Figure 1: The Seismic Network of the Republic of Slovenia in 2022

Registriranim poročevalcem smo leta 2022 poslali 12.647 makroseizmičnih vprašalnikov za 29 potresov, izpolnjenih pa je bilo 4402 vprašalnikov (35 odstotkov). Skupno smo prejeli 14.416 izpolnjenih vprašalnikov (zaprošenih ali poslanih na lastno pobudo) iz 1949 naselij, med katerimi je bilo:

- 9916 poročil, da so zaznali potres,
- 3953 poročil, da niso zaznali potresa,
- 547 poročil, ki se niso nanašala na potrese (rudniški dogodek, razstreljevanje, promet, brez navedene lokacije idr.).

POTRESNA DEJAVNOST V SLOVENIJI LETA 2022

Potresne opazovalnice državne mreže so leta 2022 zabeležile 1777 lokalnih potresov z žariščem v Sloveniji ali njeni bližnji okolici. Pregled potresov po mesecih je v preglednici 1. Oddaljeni so tisti potresi, katerih žarišče je od Ljubljane oddaljeno več kot 11 stopinj (nekaj več kot 1200 km, $1^\circ \approx 111$ km). Lokalni potresi so tisti, ki so nastali v Sloveniji ali njeni bližnji okolici (do 50 km od najbližjega slovenskega obmejnega kraja). Preostale potrese imenujemo bližnji oziroma

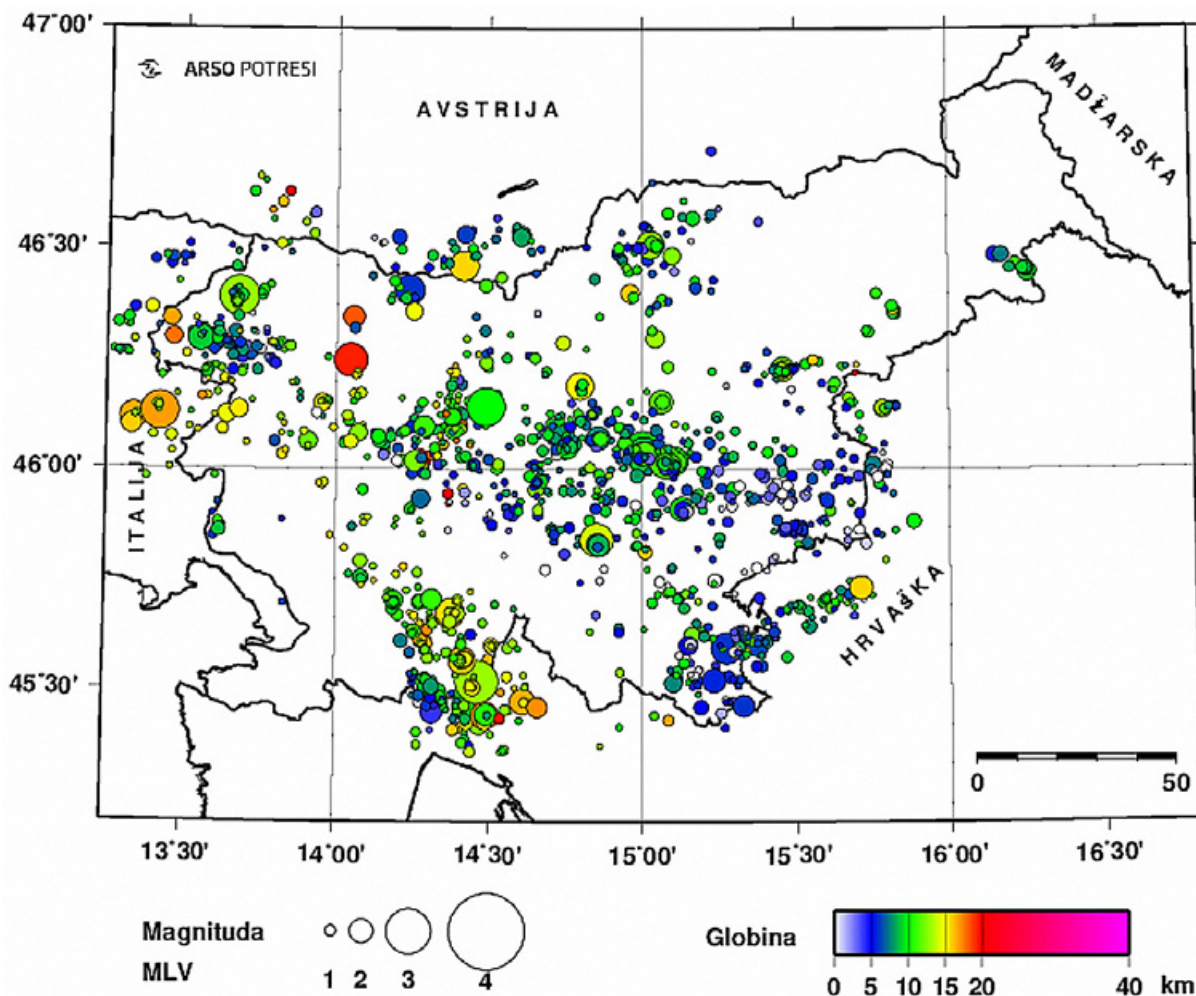
regionalni potresi. Seizmografi so zapisali tudi številna (1108) umetno povzročena tresenja tal zaradi razstreljevanja ali rudarske dejavnosti.

Za 1685 lokalnih potresov smo zbrali dovolj podatkov, torej zapisov z vsaj treh opazovalnic, da smo lahko izračunali lokacijo nadžarišča. Za 1684 izmed njih smo lahko določili tudi magnitudo (slika 2). Po podatkih za obdobje 2000–2020 se v Sloveniji vsako leto v povprečju zgodi 34 potresov z lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0. Ko iz kataloga odstranimo pred- in popotrese, bi bilo v enem letu takih dogodkov v povprečju 24. Trije potresi na leto imajo v povprečju lokalno magnitudo večjo ali enako 3,0 (ARSO, 2022). Leta 2022 je imelo 31 potresov lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0, vendar nobeden magnitude 3,0 ali več. Torej je bila potresna dejavnost v Sloveniji leta 2022 nekoliko manjša od dolgoletnega povprečja. Histogram na sliki 3 kaže porazdelitev lokalne magnitude (M_{LV}), 96 odstotkov vseh lociranih potresov je imelo lokalno magnitudo manjšo od 1,7. Vsi potresi v Sloveniji in bližnji okolici so imeli žarišča do globine 21 kilometrov (slika 4).

Mesec	Oddaljeni potresi	Regionalni potresi	Lokalni potresi	Umetni dogodki	Skupaj
januar	56	28	217	61	362
februar	41	24	134	85	284
marec	74	17	135	108	334
april	49	26	157	96	328
maj	68	41	150	125	384
junij	72	18	164	164	418
julij	62	23	168	90	343
avgust	64	32	204	115	415
september	71	19	146	87	323
oktober	52	27	170	78	327
november	57	31	114	50	252
december	44	24	235	49	352
Skupaj	710	310	1777	1108	4122

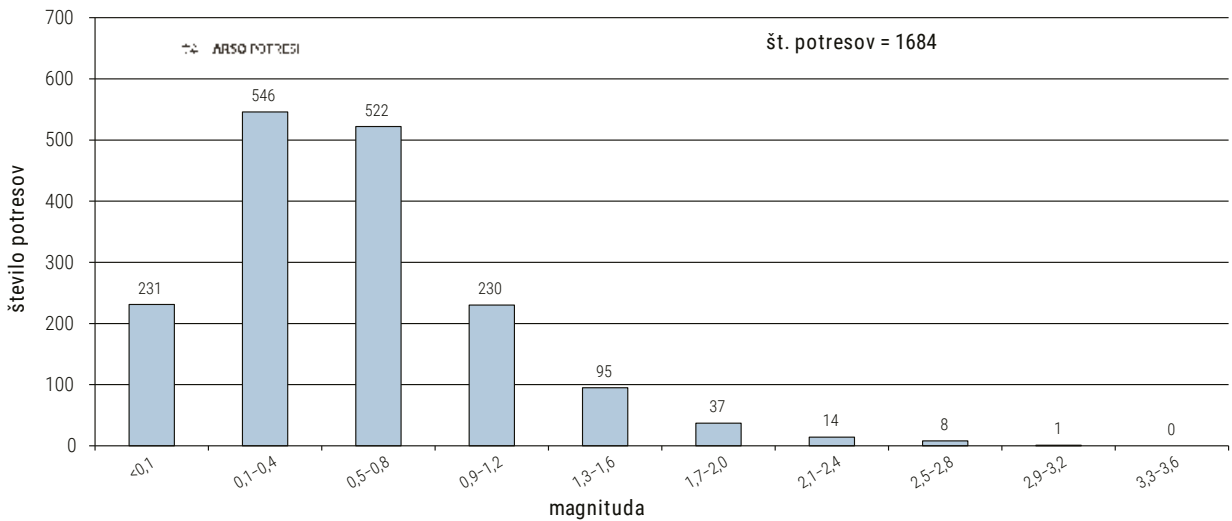
Preglednica 1: Potresi in umetno povzročeni dogodki leta 2022, ki jih je zaznala državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije

Table 1: Earthquakes and artificial events in 2022 recorded by the Seismic Network of the Republic of Slovenia



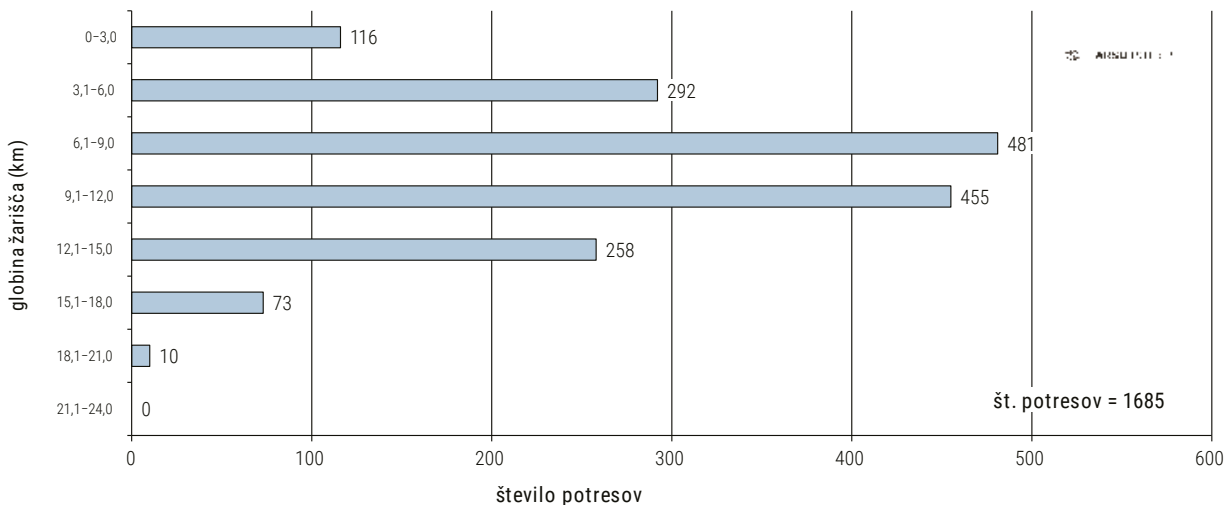
Slika 2: Potresi v Sloveniji in bližnji okolici leta 2022, ki smo jim določili žariščni čas, koordinati nadžarišča in globino žarišča. Barva simbola ponazarja žariščno globino, njegova velikost pa lokalno magnitudo M_{LV} . Potresi so zrisani kronološko, zato lahko poznejši potres zakrije predhodnega na istem območju.

Figure 2: Distribution of local earthquake epicentres in 2022, with calculated hypocentral time, epicentral coordinates, and focal depth; the coloured symbols of varying sizes denote focal depth and local magnitude (M_{LV}). The earthquakes are plotted chronologically (subsequent stronger earthquakes may overlap previous weaker ones with the same epicentre). Magnituda = magnitude; Globina = depth



Slika 3: Porazdelitev magnitude (M_{LV}) potresov v Sloveniji leta 2022

Figure 3: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2022 with respect to M_{LV} magnitude



Slika 4: Porazdelitev globine žarišča potresov (v kilometrih) v Sloveniji leta 2022

Figure 4: Distribution of earthquakes in Slovenia in 2022 with respect to focal depth (in kilometres)

Leta 2022 je imel najmočnejši potres z nadžariščem v Sloveniji lokalno magnitudo 2,8. Zgodil se je 28. marca ob 9.00 po UTC (ob 11.00 po lokalnem času) v bližini Bavšice. Potres lokalne magnitude 2,9, ki se je zgodil 31. avgusta ob 10.41 po UTC (ob 12.41 po lokalnem času), je imel nadžarišče sicer na Hrvaškem, vendar ga zaradi bližine državne meje še vedno prištevamo k lokalnim potresom. Zgodil se je v Gorskem kotarju v bližini danes opuščene gozdarskega naselja na Gomancah.

V preglednici 2 so osnovni podatki za 31 lokalnih potresov z izračunano magnitudo večjo ali enako 2,0, izmed katerih so jih prebivalci Slovenije čutili 30. Poleg teh je navedenih še 144 šibkejših potresov, ki so jih prebivalci Slovenije čutili in smo jim lahko izračunali lokacijo nadžarišča. Za lokalne potrese štejemo

tiste potrese, ki so nastali v Sloveniji oziroma njeni bližnji okolici, zato so v preglednici 2 navedeni tudi tisti, ki so imeli žarišče na Hrvaškem (16), v Italiji (3) oziroma v Avstriji (3), in sicer v neposredni bližini slovenske državne meje. Za vsak potres so navedeni datum (leto, mesec, dan), žariščni čas (ura, minuta, sekunda) po UTC (univerzalni svetovni čas, ki ga uporabljamo v seizmologiji in se od slovenskega lokalnega časa razlikuje za eno uro, v poletnem času pa dve uri), koordinati nadžarišča (zemljepisna širina °N, zemljepisna dolžina °E), globina žarišča (km), lokalna magnituda (M_{LV}) in največja intenziteta (I_{max}) po EMS-98 (Grünthal, 1998), ki jo je potres dosegel v Sloveniji. V stolpcu Potresno območje je za večino nadžarišč v Sloveniji napisano ime naselja, ki je najbližje nadžarišču in je navedeno v seznamu naselij Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS, 2018),

za preostala (nadžarišče je več kot pet kilometrov oddaljeno od najbližjega naselja iz omenjenega seznama ali pa je zunaj slovenskih meja) smo toponim poiskali s storitvijo Google Zemljevidi (Google Maps, 2023). Ocena intenzitete po naseljih je najprej določena s samodejnim algoritmom na podlagi spletnih vprašalnikov o učinkih potresa. Vsakemu učinku, ki je naveden na vprašalniku, algoritem pripiše stopnjo intenzitete, ki je za ta učinek najznačilnejša. Algoritem nato povpreči intenziteto vseh učinkov vseh vprašalnikov iz danega naselja. V algoritmu je tudi nekaj

izjem, za katere se nekaterih učinkov ne upošteva, saj smo po raziskavi ugotovili, da velikokrat precenjujejo intenzitetno stopnjo. Če je največja samodejna ocena intenzitete večja od IV po EMS-98 ali če je taka ocena dežurnega seizmologa, smo ocene intenzitet za vsa naselja, v katerih so zaznali ta potres, tudi ročno preverili. Če podatki niso zadoščali za nedvoumno določitev intenzitete, smo potresu pripisali razpon vrednosti (na primer IV–V). Kadar z razpoložljivimi podatki potresu nismo mogli določiti razpona vrednosti, smo mu pripisali oznako »čutili«.

Leto	Mesec	Dan	Čas			Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M _{LV}	Največja intenziteta I _{max} EMS-98	Potresno območje
			h (UTC)	min	s						
2022	1	1	21	45	24,9	46,15	13,96	15	1,6	III	Jesenica
2022	1	2	22	54	14,2	45,75	15,24	4	0,4	čutili	Vrhe
2022	1	8	16	8	7,8	46,45	16,26	10	1,6	III–IV	Jastrepci
2022	1	14	2	13	8,6	45,95	14,65	12	1,5	III–IV	Grosuplje
2022	1	14	18	25	31,4	46,01	14,53	13	1,2	čutili	Ljubljana
2022	1	15	20	12	33,9	46,04	15,00	10	2,7	IV–V	Spodnje Jelenje
2022	1	18	6	27	13,4	45,95	15,05	9	1,2	III–IV	Trbinc
2022	1	22	22	27	7,6	45,77	15,09	6	0,8	III	Prapreče pri Straži
2022	1	23	5	47	36,4	45,46	14,42	10	1,8	III*	Klana, Hrvaška
2022	1	24	0	15	27,1	46,40	14,26	12	1,5	III–IV	Podljubelj
2022	1	24	5	23	57,8	45,67	14,38	16	2,3	III–IV	Juršče
2022	1	24	5	33	41,3	45,68	14,37	16	2,2	III–IV	Juršče
2022	1	24	22	0	49,7	46,02	15,10	10	2,3	IV	Kostanjevica
2022	1	25	13	48	40,1	45,93	14,28	7	1,7	IV	Verd
2022	1	26	20	18	30,9	45,86	15,06	6	0,5	III	Gorenji Globodol
2022	1	28	3	47	47,1	45,93	14,60	10	0,7	čutili	Udje
2022	1	30	0	57	33,2	46,14	15,78	14	1,6	čutili*	Sverojurski Vrh, Hrvaška
2022	2	1	22	17	56,7	45,59	15,27	6	2,4	IV–V	Prilozje
2022	2	3	17	2	58,8	46,03	15,01	9	2,6	IV	Bistrica
2022	2	4	11	50	14,9	46,01	15,10	9	0,8	III–IV	Svinjsko
2022	2	7	6	43	21,9	46,10	14,70	10	1,0	III	Vrh pri Dolskem
2022	2	7	14	50	19,7	45,75	15,23	0	1,3	III–IV	Mali Cerovec
2022	2	12	3	48	59,6	46,46	16,20	8	1,1	III	Vinski Vrh
2022	2	12	8	59	59,9	46,08	14,74	8	2,1	IV	Zgornja Jevnica
2022	2	13	15	1	34,4	46,23	15,46	12	2,0	IV	Šentvid pri Grobelnem
2022	2	13	23	34	33,3	46,27	15,41	6	0,7	čutili	Razbor
2022	2	14	13	49	30,9	45,60	15,37	6	1,9	III–IV*	Breznik Žakanjski, Hrvaška
2022	2	16	23	44	55,9	45,71	15,12	6	1,2	III	Dobindol
2022	2	17	22	44	47,7	46,04	15,00	10	1,0	III	Bistrica
2022	2	19	6	14	34,4	46,16	15,06	8	1,6	III–IV	Ojstro

Leto	Mesec	Dan	Čas			Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M _{LV}	Največja intenziteta I _{max} EMS-98	Potresno območje
			h (UTC)	min	s						
2022	2	20	8	14	49,6	45,92	14,42	2	0,4	III	Gorenja Brezovica
2022	2	20	11	30	9,0	46,03	15,01	8	0,9	čutili	Jelenska Reber
2022	2	20	14	10	14,3	45,65	15,17	8	0,8	čutili	Semič
2022	2	20	21	5	1,9	46,12	13,34	17	2,2	III*	Campeglio (Čempelj), Italija
2022	2	21	0	15	57,1	45,86	14,71	10	1,0	čutili	Zdenska vas
2022	2	21	17	21	38,1	46,02	14,28	17	1,8	III	Ljubgojna
2022	2	23	0	9	10,0	46,10	13,33	16	1,8	čutili*	Remanzacco, Italija
2022	2	25	7	13	50,0	45,63	15,16	12	1,5	III	Ručetna vas
2022	3	2	2	32	59,5	46,02	15,08	11	2,5	IV	Strmec
2022	3	2	3	44	31,8	46,02	15,08	8	0,6	III-IV	Ravne nad Šentrupertom
2022	3	2	10	12	16,0	45,51	15,10	8	1,6	III	Močile
2022	3	3	18	42	34,1	45,42	14,47	13	1,8	III*	Kukuljani, Hrvaška
2022	3	7	17	11	30,7	46,02	15,11	11	1,4	III	Kal pri Krmelju
2022	3	7	17	54	24,8	46,02	15,10	9	1,0	III	Kostanjevica
2022	3	8	21	53	58,6	46,04	15,00	11	2,0	III-IV	Preženske Njive
2022	3	13	5	55	21,2	45,96	15,30	9	1,4	III	Mala Hubajnica
2022	3	13	14	36	49,1	45,93	15,48	1	0,6	III	Drnovo
2022	3	15	9	9	53,2	46,12	13,64	15	1,7	III	Kambreško
2022	3	24	9	14	27,9	46,06	13,91	12	1,7	III	Gorenja Kanomlja
2022	3	24	19	13	50,7	46,01	15,08	10	1,2	III	Ravne nad Šentrupertom
2022	3	28	9	0	2,0	46,39	13,68	13	2,8	IV	Bavšica
2022	4	1	7	11	0,2	45,56	15,24	4	0,7	III	Desinec
2022	4	3	21	48	20,2	46,10	14,25	6	1,2	čutili	Črni Vrh
2022	4	7	20	36	15,0	46,04	14,75	7	1,0	II	Račica
2022	4	9	16	21	52,2	46,06	15,02	4	0,4	čutili	Zavrh
2022	4	10	20	48	54,4	45,91	14,88	9	1,0	III	Trnovica
2022	4	13	20	56	46,8	46,53	14,60	8	1,7	III*	Sittersdorf (Žitara vas), Avstrija
2022	4	14	21	48	12,8	46,17	14,37	10	0,3	III-IV	Reteče
2022	4	17	21	43	26,7	46,00	15,75	7	1,0	čutili*	Radakovo, Hrvaška
2022	4	18	1	26	38,8	45,53	15,28	6	1,2	IV	Bedenj
2022	4	29	7	54	21,0	46,29	14,74	14	1,4	III-IV	Nova Štifta
2022	4	30	11	52	15,5	45,67	14,21	11	1,2	II	Parje
2022	5	2	19	14	14,1	46,30	15,04	13	1,7	IV	Male Braslovče
2022	5	4	11	35	56,2	46,04	15,01	11	2,0	III-IV	Jelenska Reber
2022	5	5	17	36	17,8	46,28	13,62	4	0,7	III	Drežniške Ravne
2022	5	8	5	4	5,8	46,49	16,17	5	1,4	čutili	Cerovec Stanka Vraza
2022	5	9	8	24	3,8	46,27	13,69	8	1,2	III	Krn
2022	5	10	12	25	40,6	46,02	15,11	11	1,8	III	Svinjsko

Leto	Mesec	Dan	Čas			Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M _{LV}	Največja intenziteta I _{max} EMS-98	Potresno območje
			h (UTC)	min	s						
2022	5	11	11	3	45,4	46,41	14,24	6	2,3	III–IV	Podljubelj
2022	5	12	18	12	44,4	45,53	15,17	5	0,8	II	Sela pri Dragatušu
2022	5	12	18	20	38,0	45,53	15,17	5	0,8	III	Sela pri Dragatušu
2022	5	15	9	15	11,8	46,28	13,64	8	1,0	čutili	Drežniške Ravne
2022	5	21	15	51	47,1	46,01	15,10	11	1,7	III	Kostanjevica
2022	5	26	21	14	37,7	46,07	14,86	8	2,0	IV	Breg pri Litiji
2022	5	26	21	25	18,4	46,07	14,85	7	0,8	III	Breg pri Litiji
2022	5	26	21	52	11,6	46,07	14,85	7	1,2	IV	Breg pri Litiji
2022	5	28	13	54	48,8	45,54	15,18	0	0,8	III	Golek
2022	6	1	18	4	58,8	45,52	15,19	6	0,3	III	Dragatuš
2022	6	4	19	23	30,7	46,39	13,76	9	0,8	čutili	Trenta
2022	6	10	12	43	27,7	46,28	13,54	9	1,4	čutili	Trnovo ob Soči
2022	6	10	16	49	11,7	45,60	15,15	5	1,7	IV	Rodine
2022	6	11	9	45	55,2	46,29	13,56	9	2,1	III–IV	Trnovo ob Soči
2022	6	11	21	25	8,3	45,47	14,61	17	2,1	III*	Gerovski Kraj, Hrvaška
2022	6	15	9	33	50,4	45,70	14,32	11	1,8	III	Juršče
2022	6	16	9	48	28,6	46,49	16,15	5	1,5	III	Žerovinci
2022	6	18	21	0	58,6	45,61	14,28	17	1,3	II	Koritnice
2022	6	19	2	5	4,0	45,51	15,18	6	0,7	II	Veliki Nerajec
2022	6	20	15	23	17,1	45,85	14,29	13	0,3	čutili	Laze
2022	6	26	20	3	56,6	46,39	13,67	10	1,1	II	Bavšica
2022	6	29	17	35	44,4	46,38	13,67	10	1,3	II	Bavšica
2022	7	1	17	1	26,7	45,93	15,48	1	0,8	čutili	Veniše
2022	7	9	19	56	56,1	46,05	14,76	10	1,8	III–IV	Velika Štanga
2022	7	9	20	24	4,5	46,19	14,80	15	2,2	IV	Veliki Jelnik
2022	7	13	1	48	54,0	46,41	15,17	6	1,2	III–IV	Završe
2022	7	13	12	18	3,3	45,95	14,42	2	1,0	III–IV	Dolenja Brezovica
2022	7	13	23	49	49,6	45,63	15,32	6	0,8	III–IV*	Jurovski Brod, Hrvaška
2022	7	14	16	10	52,9	45,62	15,31	3	1,6	IV	Mišinci, Hrvaška
2022	7	15	6	32	44,1	46,42	14,49	11	1,3	III*	Trögern (Korte), Avstrija
2022	7	18	19	5	42,2	45,44	14,49	17	2,2		Kukuljani, Hrvaška
2022	7	19	11	37	27,2	46,36	14,25	15	1,6	III	Paloviče
2022	7	19	12	38	27,3	46,11	14,73	10	0,9	II	Velika vas
2022	7	20	22	0	23,2	46,22	15,44	9	1,0	čutili	Završe pri Grobelnem
2022	7	22	17	42	45,5	45,64	15,33	6	0,5	čutili	Križevska vas
2022	7	23	10	17	48,2	46,51	15,03	13	2,2	III–IV	Sele
2022	7	27	16	19	31,7	46,07	14,72	8	1,0	III	Zgornja Jevnica
2022	8	2	0	45	43,7	45,46	15,19	5	1,4	III–IV	Drežnik
2022	8	3	18	45	55,0	46,02	14,26	12	1,9	IV	Vrzdenc

Leto	Mesec	Dan	Čas			Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M_{LV}	Največja intenziteta I_{max} EMS-98	Potresno območje
			h (UTC)	min	s						
2022	8	4	3	13	38,7	46,25	14,05	15	2,5	III–IV	Zgornje Danje
2022	8	10	14	47	7,1	46,51	15,05	10	1,4	III	Stari trg
2022	8	10	23	12	25,3	45,93	15,60	6	1,4	III–IV	Cundrovec
2022	8	11	20	35	47,7	45,67	14,85	3	0,8	IV	Konca vas
2022	8	12	13	33	22,9	46,39	13,69	9	1,3	III	Bavšica
2022	8	13	19	42	1,5	45,91	15,13	10	2,0	IV	Vrh pri Trebelnem
2022	8	16	23	45	9,2	45,84	14,85	14	2,5	IV–V	Drašča vas
2022	8	16	23	52	1,5	45,83	14,86	16	0,8	III	Brezovi Dol
2022	8	20	14	43	8,8	45,63	14,26	12	1,4	čutili	Bač
2022	8	21	9	21	0,6	45,81	15,01	16	1,3	III	Sela pri Ajdovcu
2022	8	23	1	56	0,8	46,23	15,46	13	1,1	III	Šentvid pri Grobelnem
2022	8	26	15	48	12,6	46,09	14,38	11	1,6	III	Osredok pri Dobrovi
2022	8	28	14	27	7,8	45,62	15,33	5	0,9	III*	Bubnjarački Brod, Hrvaška
2022	8	30	7	5	5,2	45,86	15,46	5	1,3	III	Podbočje
2022	8	31	10	41	31,4	45,52	14,46	13	2,9	III*	meja Hrvaška-Slovenija, blizu Gomanc
2022	8	31	11	4	12,0	45,52	15,23	6	2,0	IV	Bojanci
2022	9	1	19	31	41,1	45,62	15,35	10	0,3	III*	Gornji Bukovac Žakanjski, Hrvaška
2022	9	3	10	51	10,5	45,46	15,33	6	1,9	III–IV	Balkovci
2022	9	4	9	44	37,8	45,61	15,33	6	0,6	III–IV*	Žakanje, Hrvaška
2022	9	8	15	3	32,4	45,83	14,85	9	1,9	III–IV	Brezovi Dol
2022	9	9	16	35	28,4	46,07	14,14	9	1,4	III	Žirovski Vrh Sv. Urbana
2022	9	10	10	7	5,8	45,83	14,86	8	1,9	IV	Brezovi Dol
2022	9	11	14	38	17,7	45,69	15,23	6	0,8	III	Maline pri Štrekljercu
2022	9	15	2	21	48,5	45,97	14,67	10	1,4	II	Mala Stara vas
2022	9	16	21	37	1,5	46,10	14,29	11	1,9	III–IV	Selo nad Polhovim Gradcem
2022	9	18	2	54	37,0	45,54	15,11	9	1,0	III	Miklarji
2022	9	19	8	0	47,9	46,01	15,07	9	1,3	čutili	Ravne nad Šentrupertom
2022	9	23	3	2	58,3	46,46	14,42	16	2,3	III–IV*	Zell-Freibach (Sele-Borovnica), Avstrija
2022	9	24	7	17	13,2	46,52	15,03	11	1,3	II	Vrhe
2022	9	28	14	10	18,0	46,05	14,77	9	1,3	III–IV	Velika Štanga
2022	10	3	15	41	32,8	45,57	15,15	1	0,5	II	Blatnik pri Črnomlju
2022	10	3	17	28	32,6	45,56	15,16	4	0,6	III	Blatnik pri Črnomlju
2022	10	9	18	49	6,2	45,52	14,29	11	1,5	III	Nova vas pri Jelšanah
2022	10	10	4	16	54,9	45,50	14,30	9	1,3	III	Nova vas pri Jelšanah
2022	10	12	12	41	13,4	46,01	14,45	6	1,1	čutili	Črna vas
2022	10	12	16	51	39,2	46,01	14,45	6	1,2	III	Črna vas
2022	10	15	5	42	48,5	45,91	14,58	5	0,6	III	Vrh nad Želimljami

Leto	Mesec	Dan	Čas			Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M_{LV}	Največja intenziteta I_{max} EMS-98	Potresno območje
			h (UTC)	min	s						
2022	10	18	11	45	25,9	45,70	14,19	11	1,7	III–IV	Selce
2022	10	18	17	21	6,5	45,70	14,20	10	1,0	čutili	Selce
2022	10	22	0	3	0,4	46,49	16,18	7	1,5	III	Cerovec Stanka Vraza
2022	10	24	23	37	1,2	46,05	14,96	9	0,7	čutili	Velika Preska
2022	10	24	23	41	9,1	45,64	15,21	6	0,6	III–IV	Praprot
2022	10	29	2	37	15,2	46,07	14,85	7	1,0	III–IV	Breg pri Litiji
2022	11	1	20	17	22,1	46,13	13,42	17	2,7	IV*	Torreano (Tavorjana), Italija
2022	11	2	1	51	43,9	45,45	15,26	2	1,0	III*	Kasuni, Hrvaška
2022	11	5	5	31	59,3	45,79	14,08	13	1,3	III	Strane
2022	11	8	15	37	59,8	46,08	14,07	13	1,6	III	Hobovše pri Stari Oselici
2022	11	10	3	13	46,4	46,07	14,14	10	1,4	čutili	Žirovski Vrh Sv. Urbana
2022	11	23	21	21	26,3	46,06	14,05	14	1,4	III–IV	Javorjev Dol
2022	11	27	2	59	29,8	45,73	15,71	16	2,0	III–IV*	Beter, Hrvaška
2022	11	27	18	49	15,1	45,71	15,11	9	0,9	čutili	Travni Dol
2022	12	2	19	22	50,7	46,28	13,74	7	1,0	čutili	Mahavšček
2022	12	4	23	0	27,7	45,49	14,28	7	1,1	čutili*	Rupa, meja Hrvaška-Slovenija
2022	12	8	8	40	39,4	46,13	13,68	15	1,7	III	Volčanski Ruti
2022	12	10	7	17	34,1	46,34	13,46	17	1,6	III	Log Čezsoški
2022	12	15	7	19	43,3	46,14	14,49	10	2,7	IV–V	Vojsko
2022	12	21	1	54	38,1	46,40	14,96	16	1,7	III–IV	Lepa Njiva
2022	12	21	4	59	52,4	45,75	14,08	9	1,5	III	Slavinje
2022	12	22	11	6	30,6	46,15	15,06	12	2,0	IV	Ojstro
2022	12	23	21	35	53,0	46,15	14,77	4	0,7	III–IV	Gabrje pod Limbarsko goro
2022	12	24	7	14	26,7	45,57	14,42	16	2,2	III	Snežnik
2022	12	24	8	12	57,1	45,57	14,42	15	1,3	čutili	Snežnik
2022	12	24	10	26	24,2	45,57	14,42	15	1,6	III	Snežnik
2022	12	25	1	10	37,6	45,57	14,43	15	1,4	II	Snežnik
2022	12	27	19	15	19,1	45,98	14,87	7	0,9	III–IV	Čagošče
2022	12	28	0	50	35,2	46,15	15,07	11	1,4	IV	Ojstro
2022	12	30	6	21	18,5	45,81	14,75	4	1,0	III	Četež pri Strugah
2022	12	31	20	45	52,2	45,86	13,62	9	1,3	III	Lokvica

Preglednica 2: Seznam lokalnih potresov leta 2022, ki so imeli lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0 in smo jim lahko izračunali žariščni čas, koordinati nadžarišča (epicentra) ter globino žarišča. Pri potresih, ki so jih ljudje čutili, je navedena še največja intenziteta v Sloveniji. V preglednici je tudi 144 potresov s sicer manjšo lokalno magnitudo, vendar so jih prebivalci Slovenije čutili in smo jim tudi lahko določili osnovne parametre.^{6*}

Table 2: List of local earthquakes with $M_{LV} \geq 2.0$ in 2022, for which the hypocentral time, epicentral coordinates, and focal depth were calculated; the maximum intensity of the earthquakes felt in Slovenia is also provided. Information is included on 144 earthquakes of a lower magnitude felt by the inhabitants of Slovenia, for which we also calculated the hypocentral time, epicentral coordinates, and focal depth.^{6*}

^{6*} – največja intenziteta v Sloveniji
– maximal intensity in Slovenia; čutili = felt

Leto	Mesec	Dan	Čas		Magnituda M_{LV}	Največja intenziteta v Sloveniji EMS-98	Nadžariščno območje
			h (UTC)	min			
2022	1	5	20	1	2,5	II	Tolmezzo (Tolmeč), Italija
2022	2	11	6	33	3,8	IV	Petrinja, Hrvaška
2022	2	15	2	12	3,4	III–IV	Dogna (Dunja), Italija
2022	4	22	21	7	5,7	IV–V	Suzina, Bosna in Hercegovina
2022	4	24	4	27	4,8	III–IV	Suzina, Bosna in Hercegovina
2022	11	9	6	7	5,5	IV	pod morskim dnom, v bližini Pesara, Italija
2022	11	20	5	20	4,2	III–IV	pod morskim dnom, v bližini Pesara, Italija
2022	1	5	20	1	2,5	II	Tolmezzo (Tolmeč), Italija

Preglednica 3: Seznam bližnjih (regionalnih) potresov, ki so jih čutili prebivalci Slovenije leta 2022

Table 3: List of regional earthquakes felt by the inhabitants of Slovenia in 2022

Za določitev osnovnih parametrov potresov smo analizirali zapise na potresnih opazovalnicah državne mreže v Sloveniji, na dopolnilnih opazovalnicah (ARSO, 2023) in na opazovalnicah sosednjih držav, ki jih dobivamo v stvarnem času. Uporabili smo tudi seizmološke biltene iz Avstrije (ZAMG, 2021–2022). V izračune niso vključeni bilteni iz drugih sosednjih držav, saj nam ti še niso bili na voljo. Žariščni čas (čas nastanka potresa), koordinati nadžarišča in žariščno globino smo določili iz časa prihodov vzdolžnega (P) in prečnega (S) valovanja na potresno opazovalnico. Potrese smo locirali s programom HYPOCENTER (Lienert in sod., 1988; Lienert, 1994). Uporabili smo povprečni hitrostni model za ozemlje Slovenije, določen iz trirazsežnostnega modela za prostorsko valovanje (Michelin in sod., 1998) in modela za površinsko valovanje (Živčić in sod., 2000). Potresom, ki smo jim lahko določili le koordinati nadžarišča, smo za žariščno globino privzeli sedem kilometrov (Poljak in sod., 2000). Lokalno magnitudo M_{LV} potresov smo določili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal na državni mreži potresnih opazovalnic in oddaljenosti nadžarišča do potresne opazovalnice. V preglednici 2 je navedena povprečna vrednost lokalne magnitude za opazovalnice v Sloveniji. Največja intenziteta (I_{max}), ki jo je potres dosegel na ozemlju Slovenije, je ocenjena po EMS-98.

V preglednici 3 so navedeni bližnji (regionalni) potresi, ki so jih čutili tudi v Sloveniji. Ljudje so na ozemlju Slovenije čutili en potres z žariščem na Hrvaškem, dva z žariščem v Bosni in Hercegovini in štiri z žariščem v Italiji. V preglednici je poleg datuma in časa (UTC) potresa, njegove magnitude in nadžariščnega

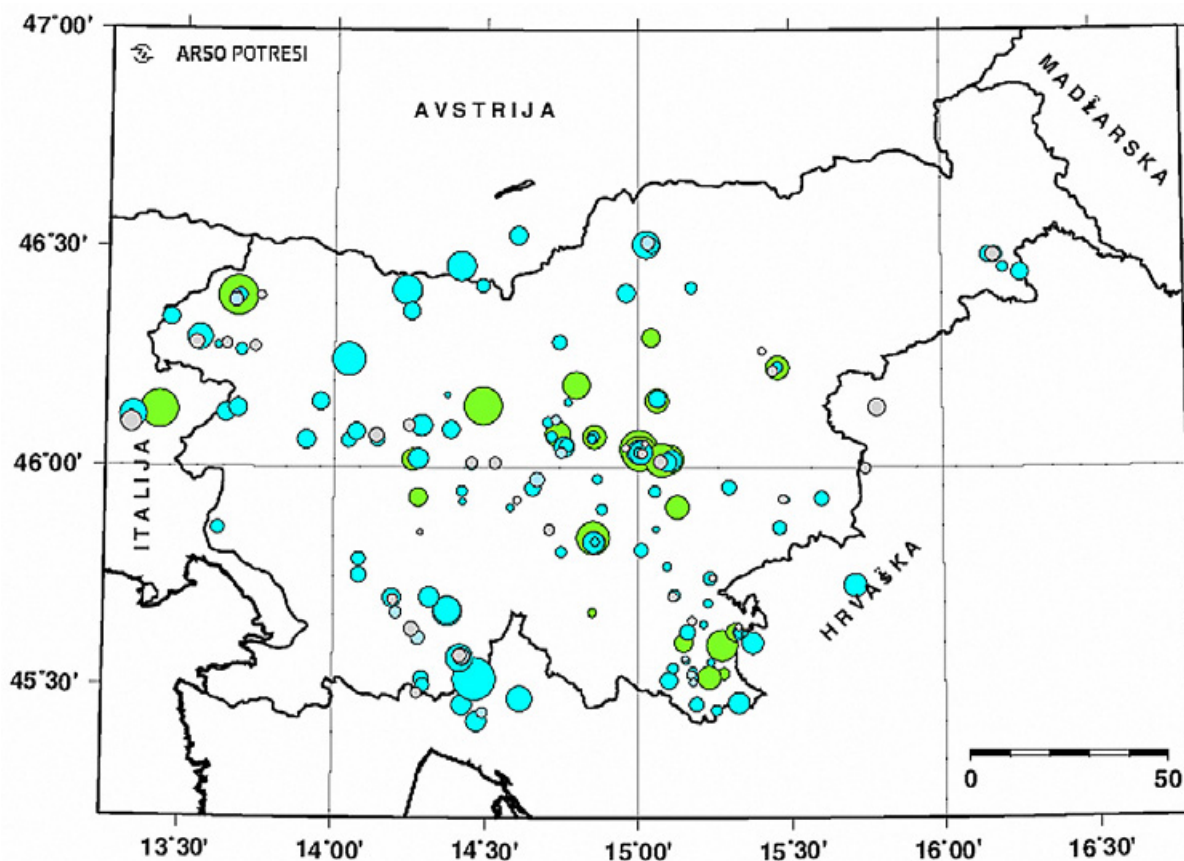
območja navedena še največja intenziteta, ki jo je posamezni potres dosegel v Sloveniji.

PODATKI O MOČNEJŠIH POTRESIH, KI SO JIH ČUTILI PREBIVALCI SLOVENIJE

Na ozemlju Slovenije leta 2022 ni bilo potresov, ki bi povzročili gmotno škodo. Prebivalci so čutili skupno vsaj 181 potresov, 174 lokalnih in 7 regionalnih. Pet potresov je doseglo intenziteto IV–V po EMS-98. Nadžarišča potresov, ki so jih prebivalci čutili, so prikazana na sliki 5. Velikost kroga označuje lokalno magnitudo, barva pa največjo doseženo intenziteto potresa. Potresi na sliki 5 niso zrisani kronološko, temveč od največje magnitudo do najmanjše, da močnejši potresi ne bi zakrili šibkejših.

V nadaljevanju so opisani štirje potresi, ki so se zgodili na območju Slovenije in so imeli največje učinke na ljudi, zgradbe, predmete in naravo. Vsi so dosegli učinke IV–V po EMS-98. Za vsakega izmed njih je prikazana karta intenzitete po naseljih (slike 6 do 9) z vrisanim instrumentalno določenim nadžariščem. Intenziteto IV–V je v Sloveniji dosegel tudi potres 22. aprila 2022 z žariščem v Bosni in Hercegovini. Magnituda potresa je bila 5,7 (po podatkih Evropske seizmološke službe EMSC). Čutiti ga je bilo po vsej Sloveniji. Najbolj močno pa so o učinkih poročali iz naselja Turški Vrh v Halozah, ki je od žarišča oddaljeno 396 kilometrov.

Intenziteta potresa v posameznem naselju je ocenjena na podlagi vprašalnikov o učinkih potresa.



Slika 5: Nadžarišča lokalnih potresov, ki so jih leta 2022 čutili prebivalci Slovenije. Barva simbola ponazarja največjo doseženo intenziteto v Sloveniji, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude M_{LV} . Pri razponu mogočih vrednosti intenzitete je prikazana spodnja vrednost.

Figure 5: Epicentres of local earthquakes felt in Slovenia in 2022. The size of the symbols represents local magnitude, while the colour represents the maximum intensity in Slovenia. Where there is a range of possible intensity values, the lowest value is shown. Magnituda = magnitude; Intenziteta = intensity

Vprašalnike po potresu pošljemo registriranim prostovoljnimi poročevalcem ali pa jih občani sami izpolnijo na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (<http://potresi.arso.gov.si/vprasanik>).

Na sliki 10 so prikazana vsa naselja, od koder smo dobili podatke, da so ljudje čutili učinke katerega izmed potresov. Barva in oznaka na sliki opredeljujeta največjo intenziteto, doseženo v posameznem naselju leta 2022.

V nadaljevanju so vse navedene magnitude lokalne (M_{LV}).

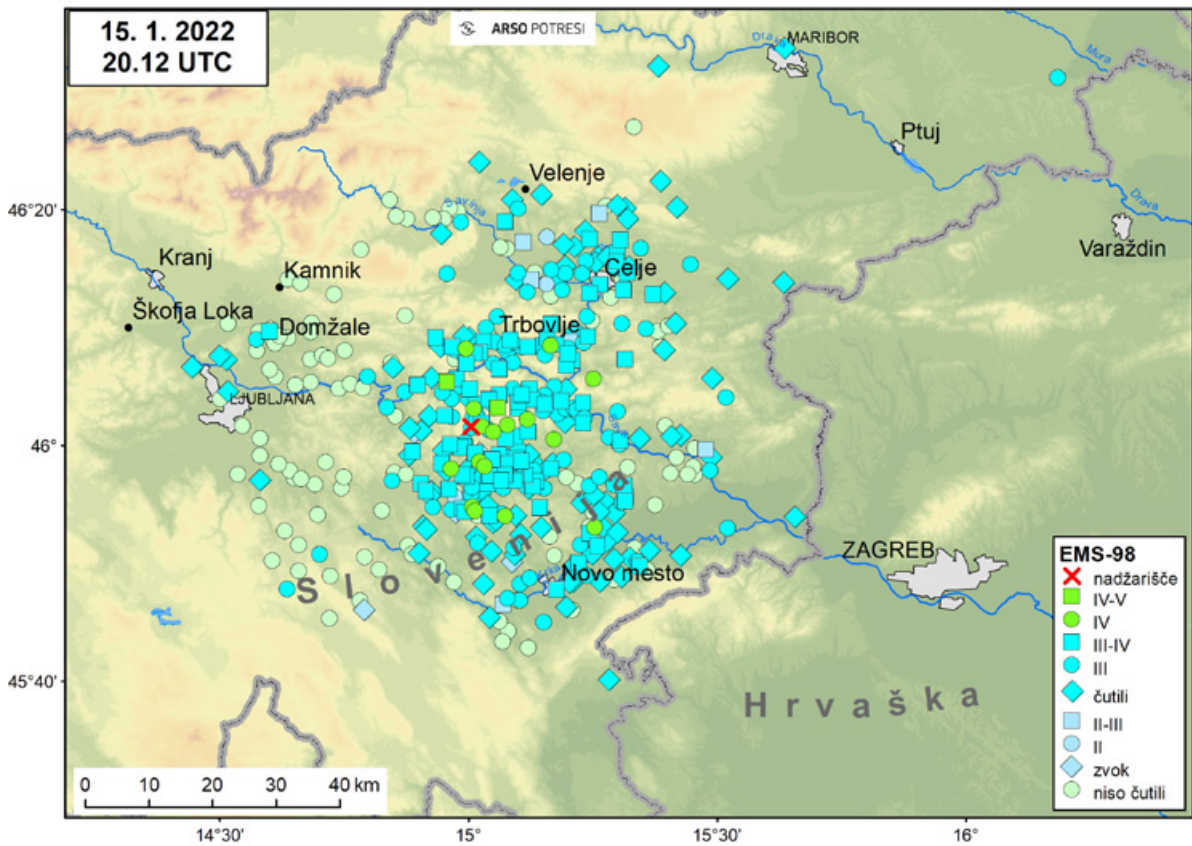
Potres 15. januarja 2022 ob 20.12 po UTC pri Spodnjem Jelenju (slika 6)

Potres magnitude 2,7 z žariščem v Sloveniji, za katerega smo prejeli največ vprašalnikov (968), se je zgodil 15. januarja ob 20.12 po UTC (ob 21.12 po lokalnem času) blizu naselja Spodnje Jelenje v občini Litija. Potres so najmočnejše (IV–V po EMS-98) čutili v

naseljih Magolnik in Selo pri Mirni. Čutili so ga vse do 108 kilometrov od nadžarišča oddaljenega Ljutomeura. Opazovalci so poročali o kratkotrajnem močnem tresenju tal, ki ga je spremljalo neprijetno, močno bobnenje. Ponekod so se manjši nestabilni predmeti prevrnili ali prestavili. Pohišstvo se je streslo, kozarci zažvenketali, tekočina vzvalovila, domače živali pa so se preplašile.

Potres 1. februarja 2022 ob 22.17 po UTC pri Prilozju (slika 7)

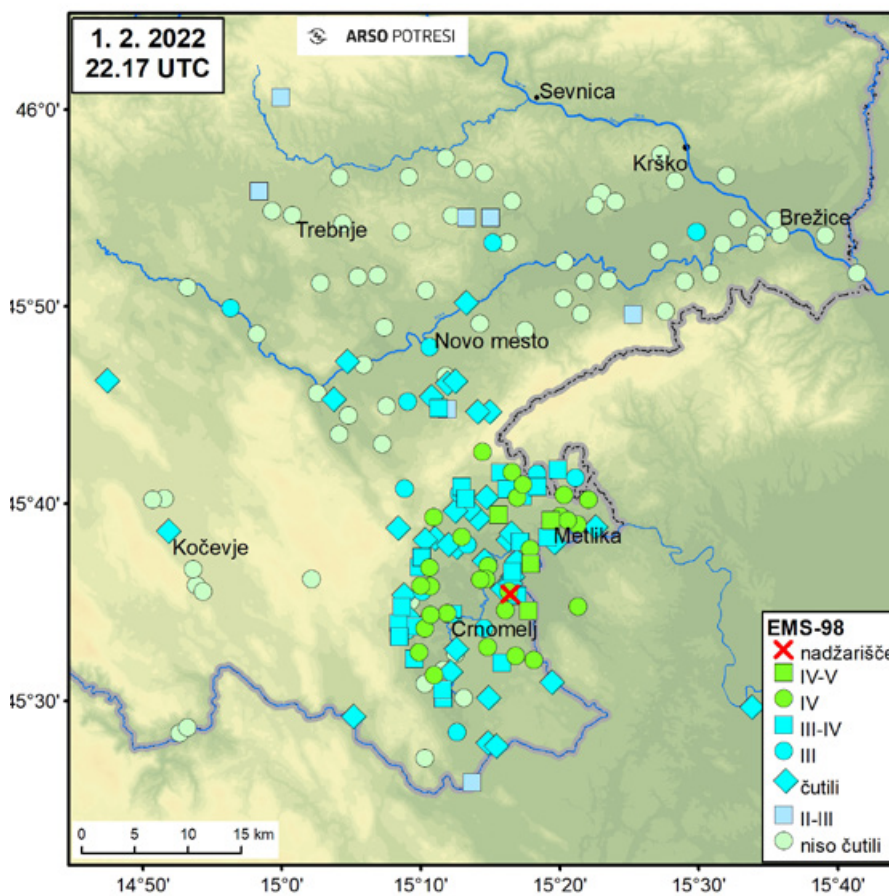
Potres, ki je 1. februarja ob 22.17 po UTC (ob 23.17 po lokalnem času) stresel Belo krajino, je imel žarišče blizu naselja Prilozje in magnitudo 2,4. Potres so najmočnejše (IV–V po EMS-98) čutili v naseljih Griblje, Krvavčji Vrh, Metlika in Otok. Opazovalci so potres opisali kot močan. Slišati je bilo glasen in močan pok ali bobnenje, kar je prebudilo nekaj prebivalcev. Zaropotala so okna, manjši nestabilni predmeti so se prestavili, pohišstvo se je zatreslo.



Slika 6: Intenziteta potresa magnitude 2,7 pri Spodnjem Jelenju 15. januarja 2022 ob 20.12 po UTC v posameznih naseljih

Figure 6: Intensity map of the earthquake near Spodnje Jelenje ($M_{LV}=2.7$) on 15 January 2022 at 20:12 UTC.

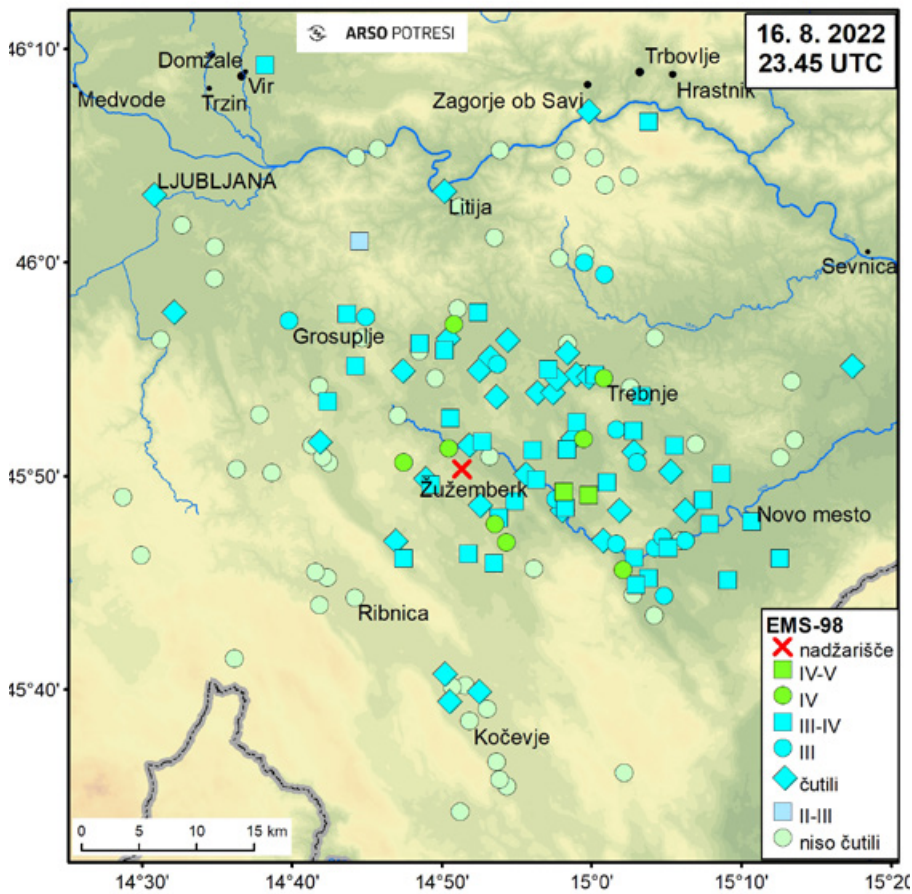
Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; zvok = thunder; niso čutili = not felt



Slika 7: Intenziteta potresa magnitude 2,4 pri Prilozju 1. februarja 2022 ob 22.17 po UTC v posameznih naseljih

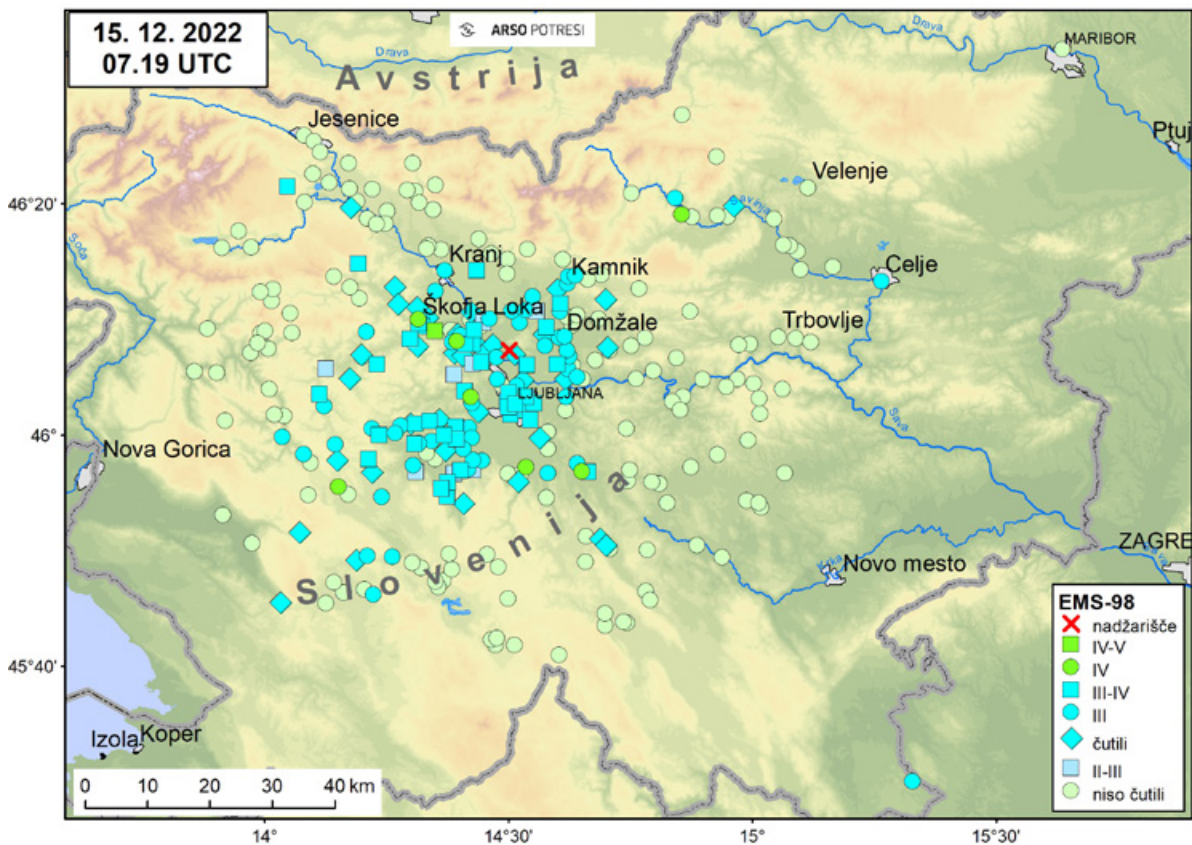
Figure 7: Intensity map of the earthquake near Prilozje ($M_{LV}=2.4$) on 1 February 2022 at 22:17 UTC.

Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; niso čutili = not felt



Slika 8: Intenziteta potresa magnitude 2,5 pri Drašči vasi 16. avgusta 2022 ob 23.45 po UTC v posameznih naseljih

Figure 8: Intensity map of the earthquake near Drašča vas ($M_{LV}=2.5$) on 16 August 2022 at 23:45 UTC. Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; niso čutili = not felt



Slika 9: Intenziteta potresa magnitude 2,7 pri Vojskem (občina Vodice) 15. decembra 2022 ob 7.19 po UTC v posameznih naseljih

Figure 9: Intensity map of the earthquake near Vojsko ($M_{LV}=2.7$) on 15 December 2022 at 7:19 UTC. Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; niso čutili = not felt

Potres 16. avgusta 2022 ob 23.45 po UTC pri Drašči vasi (slika 8)

Potres magnitude 2,5 16. avgusta ob 23.45 po UTC (17. avgusta ob 1.45 po lokalnem času) z žariščem v Suhi krajini v bližini Drašče vasi je predvsem zaradi močnega bobnenja prebudil in prestrašil prebivalce dolenske regije. Največja ocenjena intenziteta je bila IV–V po EMS-98. Opazovalci so nam v izpolnjenih vprašalnikih sporočili, da jih je potres prebudil, slišali so rahlo škripanje pohištva in žvenketanje steklovine. V nadžariščnem območju so opazili tudi lahno nihanje visečih stvari, vrat in tresenje ploskih zaslonov. Ponekod se je prevrnil kakšen majhen predmet. Domače živali so bile vznemirjene. Najmočnejše so potres čutili v naseljih Sadinja vas pri Dvoru in Mali Lipovec, kjer je bila intenziteta IV–V po EMS-98.

Potres 15. decembra 2022 ob 7.19 po UTC pri Vojskem (slika 9)

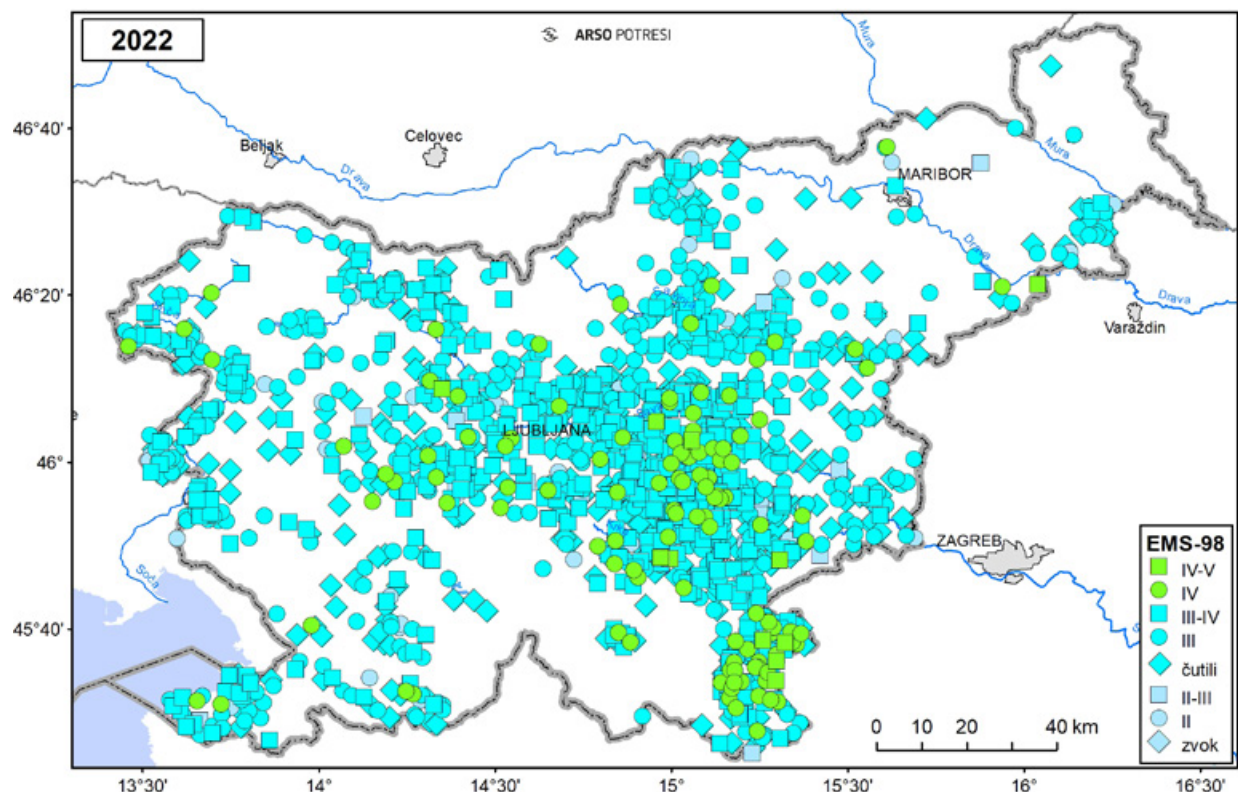
Potres, za katerega smo prejeli 513 vprašalnikov, se je zgodil 15. decembra (ob 7.19 po UTC oziroma ob 8.19 po lokalnem času) v bližini Vojskega v občini Vodice. Lokalna magnituda potresa je bila 2,7, največja

ocenjena intenziteta pa IV–V po EMS-98. Največje učinke je imel potres v naselju Pungert. Potres so čutili v območju do 95 kilometrov od nadžarišča. Opazovalci so omenjali predvsem kratek močan tresljaj, ki ga je spremljalo kratkotrajno bobnenje, kot bi se mimo peljal velik tovornjak. Ponekod so zažvenketala stekla, zaškripalo je pohištvo in zanihali so ploski zasloni. Ponekod so se manjši nestabilni predmeti prevrnili ali prestavili.

SKLEPNE MISLI

Leta 2022 smo v Sloveniji ali njeni bližnji okolici zabeležili in locirali 1777 potresov. Enaintrideset potresov je imelo lokalno magnitudo med 2,0 in 2,9, nobeden pa ni imel magnitude 3,0 ali več. Večina potresov (96 odstotkov) je imela lokalno magnitudo manjšo od 1,7. Vsi potresi v Sloveniji in bližnji okolici so imeli žarišča do globine 21 kilometrov (sliki 2 in 4).

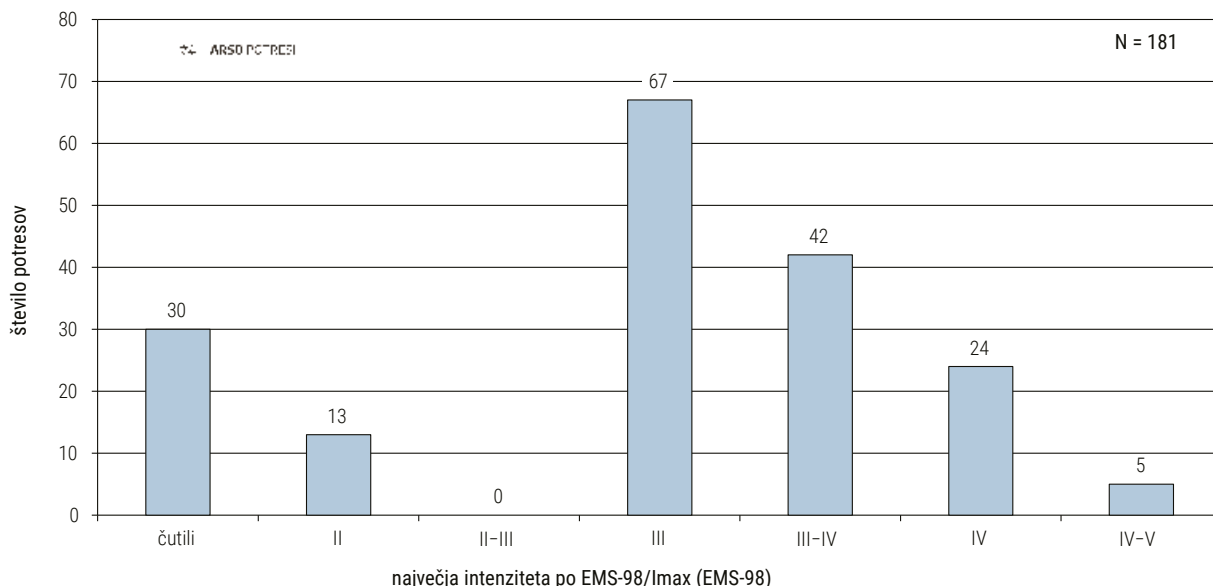
V Sloveniji so leta 2022 prebivalci čutili vsaj 181 potresov (sliki 5 in 11). Pet potresov je doseglo intenziteto IV–V po EMS-98. Za preostale potrese (176) leta 2022 smo uporabili samodejno ocenjeno intenziteto:



Slika 10: Največja intenziteta potresa izmed vseh, ki so se zgodili leta 2022, ocenjena v posameznem naselju v Sloveniji

Figure 10: Maximum intensity in individual settlements of all the earthquakes felt by the inhabitants of Slovenia in 2022.

Čutili = felt; zvok = thunder



Slika 11: Porazdelitev največje intenzitete po EMS-98 potresov, ki so jih prebivalci v Sloveniji čutili leta 2022

Figure 11: Distribution of the earthquakes in Slovenia in 2022 with respect to maximum EMS-98 intensity. Čutili = felt

24 potresov je imelo največjo intenziteto IV po EMS-98, 42 jih je imelo intenziteto III-IV po EMS-98, 67 potresov je imelo intenziteto III po EMS-98 in 13 intenziteto II po EMS-98. Za 30 potresov nismo prejeli dovolj informacij o učinkih, zato jim ni bilo mogoče določiti intenzitete in so dobili le oznako »čutili« (slika 11).

ZAHVALA

Vsem registriranim poročevalcem se za sodelovanje lepo zahvaljujemo, prav tako tudi številnim neregistriranim poročevalcem, ki izpolnjujejo spletne vprašalnike o učinkih potresov.

Viri in literatura

1. ARSO, 2022. Letni seizmološki bilten, 2000–2022. Arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
2. ARSO, 2023. Državna mreža potresnih opazovalnic. <https://potresi.arso.gov.si/potresne-opazovalnice>, 1. 6. 2023.
3. Čarman, M., Lanjšček, M., Pahor, J., Rajh, G., Živčič, M., 2023. Seizmografi v slovenskih šolah. Ujma, 37.
4. The Central and Eastern European Earthquake Research Network – CE3RN. <http://www.ce3rn.eu/>, 15. 5. 2023.
5. Google Maps, 2023. <https://www.google.com/maps>.
6. GURS, 2018. Centroidi naselij (geografske koordinate), računalniški seznam.
7. Grünthal, G. (ur.), 1998. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, Luxembourg.
8. Lienert, B. R., Berg, E., Frazer, L. N., 1988. HYPOCENTER: An earthquake location method using centered, scaled, and adaptively least squares. Bull. Seism. Soc. Am., 76, 771–783.
9. Lienert, B. R., 1994. HYPOCENTER 3.2 – A Computer Program for Locating Earthquakes Locally, Regionally and Globally. Hawaii Institute of Geophysics & Planetology, Honolulu, 70 str.
10. Michelini, A., Živčič, M., Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. Journal of Seismology, 2(3), 257–265.
11. Poljak, M., Živčič, M., Zupančič, P., 2000. The Seismotectonic Characteristics of Slovenia. Pure appl. Geophys., 1(57), 37–55.
12. Vidrih, R., Sinčič, P., Tasič, I., Gosar, A., Godec, M., Živčič, M., 2006. Državna mreža potresnih opazovalnic. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 287 str.
13. ZAMG, 2021–2022. Preliminary bulletin of regional and teleseismic events recorded with ZAMG-stations in Austria. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
14. Živčič, M., Bondár, I., Panza, G. F., 2000. Upper Crustal Velocity Structure in Slovenia from Rayleigh Wave Dispersion. Pure Appl. Geophys., 157, 131–146.