

POTRESI V SLOVENIJI LETA 2020

EARTHQUAKES IN SLOVENIA IN 2020

Anita Jerše Sharma

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

Tamara Jesenko

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

Barbara Šket Motnikar

dr., Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, barbara.sket-motnikar@gov.si

Ina Cević

Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, Ljubljana, ina.cecic@gov.si

Mladen Živčić

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

Povzetek

Leta 2020 je bila potresna dejavnost v Sloveniji rahlo pod dolgoletnim povprečjem. Državna mreža potresnih opazovalnic je zabeležila 2210 potresov v Sloveniji ali bližnji okolici. Prebivalci so čutili vsaj 156 lokalnih potresov, 31 potresov z žariščem na Hrvaškem in en potres z žariščem na Madžarskem. Oseminštirideset od njih jih je imelo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0. Najmočnejši potres v Sloveniji leta 2020 z lokalno magnitudo 3,9 se je zgodil 17. julija ob 2.50 po univerzalnem koordiniranem času z nadžariščem pri naselju Čezsoča. Največja intenziteta potresa je bila IV–V po evropski potresni lestvici EMS-98. Prvi potres, ki je leta 2020 povzročil kar nekaj strahu in manjšo škodo na stavbah po Sloveniji, se je zgodil 22. marca pri Zagrebu na Hrvaškem z magnitudo 5,3 in intenziteto V EMS-98. Najvišjo intenziteto v Sloveniji V–VI EMS-98 pa sta dosegla dva potresa z žariščem pri Petrinji na Hrvaškem. Najmočnejši izmed njiju je z magnitudo 6,4 povzročil nekaj gmotne škode tudi na ozemlju Slovenije.

Abstract

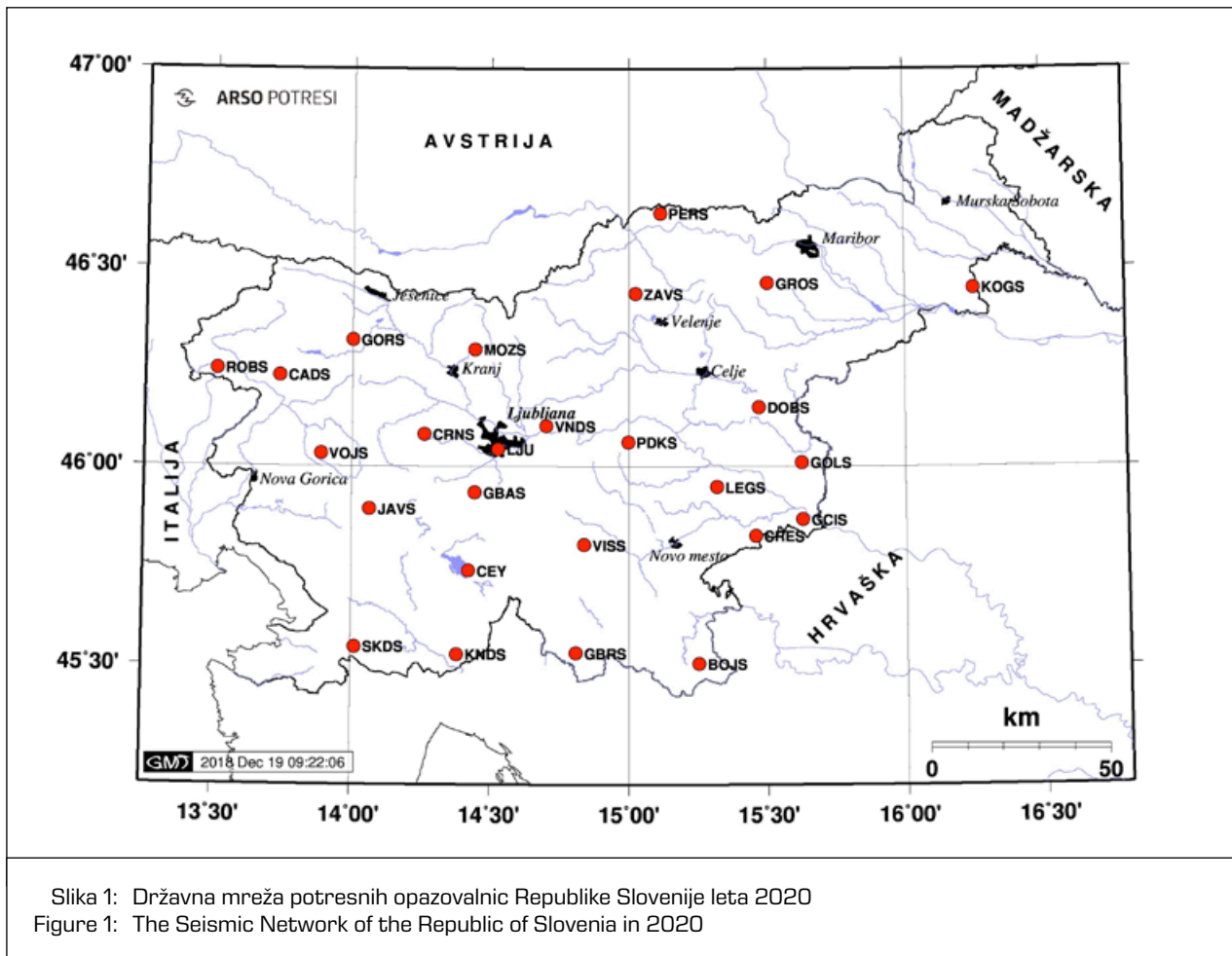
In 2020, earthquake activity in Slovenia was slightly below the long-term average. The Seismic Network of the Republic of Slovenia recorded 2210 local earthquakes. People felt at least 156 local earthquakes, 31 earthquakes with their epicentres in Croatia and one earthquake with its epicentre in Hungary. There were 48 earthquakes with a local magnitude equal to or higher than 2.0. The strongest earthquake with an epicentre in Slovenia in 2020, with a local magnitude of 3.9, happened on 17 July at 02:50 UTC near Čezsoča. Its maximum intensity was IV–V EMS-98. The first earthquake in 2020, which caused quite some fear and minor damage to buildings across Slovenia, occurred on March 22 near Zagreb in Croatia, with a magnitude of 5.3 and an intensity of V EMS-98. Two earthquakes with epicentres near Petrinja in Croatia reached the maximum intensity in Slovenia: V–VI EMS-98. The strongest of the two of them, with magnitude 6.4, also caused some damage to buildings in Slovenia.

Uvod

V državni mreži potresnih opazovalnic (v nadaljnjem besedilu DMPO) je bilo leta 2020 26 digitalnih potresnih opazovalnic (slika 1) z neprekinjenim prenosom podatkov v podatkovno središče na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO) in rezervno podatkovno središče na observatoriju na Golovcu, oboje v Ljubljani (Vidrih in drugi, 2006). Mrežo dopolnjujeta dve začasni opazovalnici z enako opremo in neprekinjenim prenosom podatkov (opazovalnica na Cesti pri Krškem – CESS) in opazovalnica na meteorološki postaji na Lisci – LISS). Poleg tega so se v stvarnem času zbirali tudi podatki nekaterih

tujih potresnih opazovalnic v okviru sodelovanja osrednje- in vzhodnoevropske potresne raziskovalne mreže (Central and East European Earthquake Research Network; CE3RN, 2020). Predvsem tisti z opazovalnic sosednjih držav (Avstrija, Hrvaška, Italija, Madžarska) omogočajo natančnejši izračun potresnih parametrov potresov, nadžarišča katerih so blizu državne meje.

Makroseizmični podatki za potrese bi bili zelo pomankljivi ali celo nedostopni, če nam ne bi pomagali številni prostovoljni poročevalci. Zaradi Splošne uredbe EU o varstvu osebnih podatkov (*General Data Protection Regulation* – GDPR) so vsi registrirani poročevalci



Slika 1: Državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije leta 2020
Figure 1: The Seismic Network of the Republic of Slovenia in 2020

izpolnili privolitev za hrambo in uporabo osebnih podatkov. Osebnosti, torej ime, priimek, naslov, lokacijo v času potresa, morebitni elektronski naslov ter neobvezne podatke telefon, spol in datum rojstva, uporabljamo izključno za raziskovanje potresov in njihovih učinkov. Po podatkih iz junija 2020 je registriranih 3923 aktivnih poročevalcev (959 jih izpolnjuje papirne vprašalnike, 2964 pa spletne vprašalnike). Veseli nas, da se je število registriranih spletnih poročevalcev po potresu pri Petrinji kar podvojilo. Vsem se za sodelovanje zelo zahvaljujemo, prav tako pa tudi številnim neregistriranim poročevalcem, ki izpolnjujejo spletne vprašalnike o učinkih potresov.

Registriranim poročevalcem smo leta 2020 poslali 13.425 makroseizmičnih vprašalnikov za 24 potresov, od tega 12.637 spletnih vprašalnikov in 788 papirnih, ki smo jih zaradi epidemije covid-19 poslali le za štiri potrese. Poročevalci so vrnilo 639 izpolnjenih papirnih vprašalnikov (81 odstotkov), od tega:

- 135 poročil, da so zaznali potres,
- 475 poročil, da niso zaznali potresa,
- 29 poročil, ki jih nismo mogli prirediti potresu (brez podane lokacije, tujina idr.).

Spletni poročevalci so na naš poziv izpolnili 6559 spletnih vprašalnikov (52 odstotkov). Skupaj (zaprošenih

ali poslanih na lastno pobudo) smo prejeli 38.336 izpolnjenih spletnih vprašalnikov, med katerimi je bilo:

- 32.699 poročil, da so zaznali potres;
- 4425 poročil, da niso zaznali potresa;
- 1212 poročil, ki jih nismo mogli prirediti potresu (rudniški dogodek, razstreljevanje, promet, brez podane lokacije idr.).

Tudi leta 2020 smo pri zbiranju in izmenjavi podatkov sodelovali s seizmologi iz sosednjih držav (Italije, Avstrije in Hrvaške).

Potresna dejavnost v Sloveniji leta 2020

Potresne opazovalnice državne mreže so leta 2020 zabeležile 2210 lokalnih potresov z žariščem v Sloveniji ali njeni bližnji okolici. Mesečni pregled potresov je v preglednici 1. Oddaljeni so tisti, katerih žarišče je oddaljeno več kot 11 stopinj (nekaj več kot 1200 km) od Ljubljane ($1^\circ \approx 111$ 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 (941) umetno

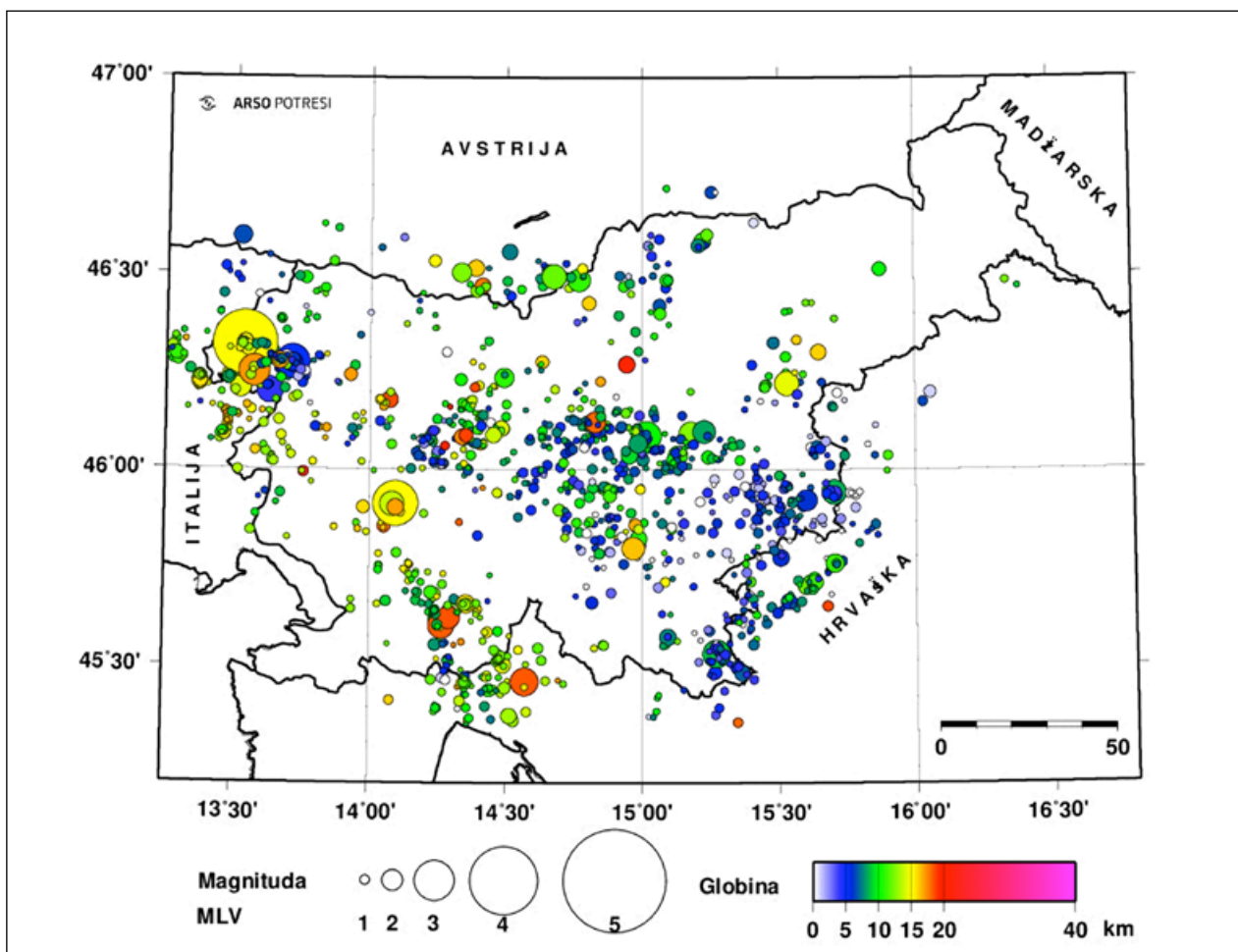
Mesec	Oddaljeni potresi	Regionalni potresi	Lokalni potresi	Umetni dogodki	Skupaj
januar	73	39	160	36	308
februar	40	32	151	31	254
marec	43	22	282	46	393
april	58	28	282	34	402
maj	60	29	168	58	315
junij	70	20	169	62	321
julij	62	14	199	101	376
avgust	81	18	171	127	397
september	42	31	134	157	364
oktober	68	20	211	108	407
november	42	22	151	121	336
december	36	158	132	60	386
skupaj	675	433	2210	941	4259

Preglednica 1: Potresi in umetno povzročeni dogodki leta 2020, ki jih je zaznala državna mreža potresnih opazovalnic Republike Slovenije
 Table 1: Earthquakes and manmade events in 2020 recorded by the Seismic Network of the Republic of Slovenia

povzročena tresenja tal zaradi razstreljevanja ali rudarske dejavnosti.

Za 1548 lokalnih potresov smo zbrali dovolj podatkov, torej zapisov z vsaj treh opazovalnic, da smo lahko izračunali lokacijo žarišča. Za 1545 izmed njih, ki so prikazani na sliki 2, smo lahko določili tudi magnitudo. Po podatkih za obdobje 1997–2016, potem ko iz kataloga odstranimo pred- in popotrese, se v Sloveniji vsako leto v povprečju zgodi 24 potresov z lokalno magnitudo, večjo ali enako 2,0, in trije potresi z lokalno magnitudo, večjo ali enako 3,0 (ARSO, 2020). Leta 2020 je bila potresna dejavnost v Sloveniji rahlo podpovprečna. Dvaindvajset potresov je imelo lokalno magnitudo večjo ali enako 2,0, od tega sta bila dva z magnitudo 3,0 ali več. Histogram na sliki 3 kaže porazdelitev lokalne magnitude (M_{LV}); 98 odstotkov vseh lociranih potresov je imelo lokalno magnitudo manjšo od 1,7.

Najmočnejši potres leta 2020 v Sloveniji oziroma njeni bližnji okolici se je zgodil 17. julija ob 2.50 po



Slika 2: Nadžarišča lokalnih potresov leta 2020, ki smo jim določili žariščni čas, koordinati nadžarišča in globino žarišča. Barva simbola ponazarja žariščno globino, njegova velikost pa vrednost lokalne magnitude M_{LV} .
 Figure 2: Distribution of local earthquake epicentres in 2020, with calculated hypocentral time, epicentral coordinates and focal depth; the coloured symbols of varying sizes denote focal depth and local magnitude M_{LV} . Magnituda = magnitude; Globina = depth

Leto	Mesec	Dan	Čas		Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M_{LV}	Intenziteta I _{max} EMS-98	Potresno območje	
			h (UTC)	min s							
2020	1	1	1	53	56,9	46,15	14,91	8	0,9	IV	Razpotje
2020	1	2	7	12	17,3	46,24	13,48	15	1,6	III	Borjana
2020	1	2	8	31	4,0	46,34	13,60	5	1,2	III	Kal - Koritnica
2020	1	4	19	28	49,4	45,48	15,26	5	1,4	III–IV	Podklanec
2020	1	12	21	4	6,7	46,49	13,76	10	1,3	III	Podkoren
2020	1	13	3	18	2,4	46,35	13,69	9	0,8	III	Soča
2020	1	14	1	45	11,1	45,50	15,35	7	1,5	III–IV	Miliči
2020	1	14	18	15	33,9	45,48	15,37	6	1,0	čutili	Donje Prilišče, meja Hrvaška-Slovenija
2020	1	15	4	50	40,1	45,49	15,37	6	0,9	III–IV	Žuniči
2020	1	18	13	23	26,9	45,58	15,19	0	0,1	III	Čnomelj
2020	1	20	7	52	42,1	46,28	13,67	7	1,5	III	Lepena
2020	1	20	18	44	11,5	45,89	14,11	14	2,3	IV	Vodice
2020	1	21	6	48	5,4	45,53	15,27	9	2,4	IV–V	Pribinci
2020	1	21	23	3	35,5	45,59	15,24	3	0,8	III	Zastava
2020	1	23	7	34	56,1	46,04	15,13	11	1,9	IV	Osredok pri Krmelju
2020	1	27	11	33	28,8	45,55	15,27	4	1,3	III–IV	Bedenj
2020	2	2	7	14	59,3	45,67	14,17	9	1,1	III	Kal
2020	2	4	1	6	58,3	46,23	14,33	10	1,3	III–IV	Zgornje Bitnje
2020	2	5	16	20	35,5	45,92	15,60	6	2,0	III–IV	Cundrovec
2020	2	7	8	7	33,5	46,28	13,67	6	1,3	čutili	Lepena
2020	2	9	21	36	31,9	45,85	14,05	18	1,4	III–IV	Podkraj
2020	2	10	23	28	55,1	46,51	15,87	10	1,5	II	Bišečki Vrh
2020	2	18	23	41	7,2	46,21	13,52	14	2,0	III–IV	Montemaggiore (Matajur), Italija
2020	2	19	13	28	43,1	46,12	14,80	8	1,6	III–IV	Zapodje
2020	2	25	15	49	41,0	45,69	14,89	3	1,0	IV	Mala Gora
2020	3	6	9	58	31,1	46,10	14,49	13	1,5	III	Ljubljana (Četrtna skupnost Šentvid)
2020	3	8	1	29	45,2	46,20	13,63	4	2,3	IV	Livške Ravne
2020	3	10	1	36	27,7	45,91	15,43	4	1,2	III–IV	Gržeča vas
2020	3	14	1	6	58,3	46,01	15,41	5	0,8	III–IV	Selce nad Blanco
2020	3	21	22	45	20,8	46,32	13,58	7	0,8	III	Čezsoča
2020	3	24	2	3	50,2	46,01	15,69	6	1,1	IV	Bizeljsko
2020	3	30	5	8	36,3	46,30	14,99	9	0,9	III–IV	Dobrovlje
2020	3	31	18	31	49,1	46,05	13,58	16	1,1	III	Plave
2020	4	1	19	57	39,9	46,10	14,48	14	1,6	III–IV	Ljubljana (Četrtna skupnost Šmarna Gora)
2020	4	3	16	16	9,5	45,91	14,10	15	3,2	IV	Lome
2020	4	3	16	16	36,7	45,91	14,08	14	2,2	niso čutili	Lome
2020	4	3	17	25	40,3	45,89	14,11	15	0,9	III–IV	Vodice
2020	4	3	22	28	16,2	46,00	14,62	13	0,6	III	Brezje pri Lipoglavu
2020	4	5	20	12	53,9	45,68	14,24	13	1,5	III–IV	Trnje
2020	4	6	14	53	15,3	45,90	14,10	17	1,7	III	Javornik
2020	4	8	5	37	15,8	46,23	14,49	11	1,9	III–IV	Spodnji Brnik
2020	4	9	18	57	5,5	45,69	14,23	11	1,4	III	Trnje
2020	4	10	4	15	14,5	46,10	14,23	3	1,2	III–IV	Bukov Vrh nad Visokim
2020	4	12	7	43	7,5	45,71	14,27	12	0,9	II	Palčje
2020	4	12	9	38	14,8	46,21	13,63	6	0,8	III	Kamno
2020	4	14	5	27	20,5	45,94	15,70	8	2,2	IV	Slogonsko
2020	4	14	17	10	54,4	45,95	14,82	9	1,2	čutili	Vir pri Stični
2020	4	15	15	42	58,1	45,94	15,71	5	1,5	IV	Jereslavec
2020	4	19	4	13	14,8	46,27	13,72	17	1,9	III–IV	Mahavšček
2020	4	19	18	0	11,3	45,94	14,47	12	0,4	čutili	Strahomer
2020	4	22	14	17	21,4	45,94	15,71	4	1,3	III–IV	Slogonsko
2020	4	27	2	38	13,2	46,11	14,46	10	0,4	III	Dvor
2020	4	28	23	3	47,7	46,71	15,25	6	1,3	čutili	Altenmarkt, Avstrija
2020	5	2	2	10	36,4	46,14	15,15	6	0,9	III	Brdce
2020	5	2	7	26	44,8	45,66	14,20	8	0,6	II	Velika Pristava
2020	5	8	1	35	53,0	46,33	13,61	8	0,9	čutili	Kal - Koritnica

Leto	Mesec	Dan	Čas		Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M _V	Intenziteta I _{max} EMS-98	Potresno območje	
			h (UTC)	min s							
2020	5	10	16	46	47,1	45,94	13,67	9	1,0	čutili	Stara Gora
2020	5	11	3	10	24,7	46,10	14,63	10	1,0	čutili	Zaboršt pri Dolu
2020	5	11	4	50	48,4	46,11	14,84	6	1,9	III–IV	Tolsti Vrh
2020	5	14	14	13	26,4	45,48	15,36	7	1,6	III	Žuniči, meja Slovenija-Hrvaška
2020	5	15	19	14	37,4	46,29	13,29	11	1,5	III	Lusevera (Bardo), Italija
2020	5	20	7	47	14,1	45,60	14,27	18	2,3	III–IV	Šembije
2020	5	23	14	9	19,0	46,35	14,97	9	1,0	III–IV	Brezje
2020	5	26	23	51	41,5	45,62	14,29	18	2,1	III–IV	Koritnice
2020	5	29	14	5	31,6	45,77	15,51	6	1,7	III	Mrzlo Polje Žumberačko, Hrvaška
2020	5	29	21	59	38,2	46,29	13,64	7	1,3	čutili	Lepena
2020	5	30	2	44	3,6	46,27	14,38	15	0,4	III–IV	Bobovek
2020	6	1	21	47	17,0	45,50	14,49	14	1,7	III	Klana, Hrvaška
2020	6	3	5	43	10,9	46,11	14,70	5	1,1	II	Vrh pri Dolskem
2020	6	4	2	20	25,0	45,89	14,96	9	1,1	III–IV	Železno
2020	6	4	18	3	26,7	46,00	15,13	8	1,0	čutili	Veliki Cirkik
2020	6	4	19	45	51,8	45,57	15,09	8	1,7	III–IV	Miklarji
2020	6	5	3	6	14,8	45,66	14,82	6	1,3	III	Mrtvice
2020	6	14	0	35	10,1	46,03	15,12	10	1,5	III	Kal pri Krmelju
2020	6	17	15	49	51,6	46,02	14,27	8	1,1	čutili	Vrzdeneč
2020	6	21	18	12	15,8	46,09	15,02	8	1,7	III–IV	Rodež
2020	6	21	19	22	9,3	46,09	15,01	10	2,5	IV–V	Rodež
2020	6	22	0	56	47,7	46,09	15,01	7	1,1	III–IV	Rodež
2020	6	25	17	11	5,8	46,21	13,60	13	1,1	III	Livek
2020	6	30	6	47	2,2	45,46	14,57	18	2,4	niso čutili	Platak, Hrvaška
2020	7	1	2	35	4,9	45,66	14,36	16	1,8	III–IV	Juršče
2020	7	4	15	42	37,6	46,09	15,18	13	2,1	IV–V	Širje
2020	7	9	19	38	12,0	46,06	15,64	7	1,2	III	Hrastje ob Bistrici
2020	7	12	15	53	49,9	46,58	15,22	11	1,6	III–IV	Sv. Anton na Pohorju
2020	7	17	2	50	57,1	46,32	13,54	15	3,9	IV–V	Čezsoča
2020	7	17	3	11	38,0	46,32	13,53	14	1,4	III	Čezsoča
2020	7	17	4	8	45,3	46,32	13,54	17	1,4	IV	Čezsoča
2020	7	17	17	37	30,2	46,32	13,54	15	1,6	III	Čezsoča
2020	7	18	16	18	41,1	46,22	15,53	14	2,2	IV	Brecljevo
2020	7	23	4	26	59,8	45,55	14,24	8	1,3	III	Koseze
2020	7	24	0	0	39,8	45,89	15,38	3	0,8	III	Mali Koren
2020	7	25	4	35	23,6	46,48	14,77	11	2,1	III–IV	Topla
2020	7	27	12	2	7,4	46,09	14,45	14	1,6	II	Ljubljana (Četrtna skupnost Šentvid)
2020	7	29	14	11	20,9	46,30	15,65	16	1,6	III	Hrastovec pod Bočem
2020	8	2	16	4	55,6	46,27	13,71	5	2,7	IV	Mahavšček
2020	8	2	19	49	0,1	46,27	13,72	5	1,8	III–IV	Mahavšček
2020	8	3	6	24	57,6	46,11	14,92	7	1,2	III–IV	Senožeti
2020	8	3	20	23	35,4	46,04	14,95	9	1,7	III	Zglavnica
2020	8	6	10	17	26,2	46,32	13,53	13	0,7	III	Plužna
2020	8	6	14	2	16,8	46,12	14,83	18	2,0	III	Slivna
2020	8	7	16	41	5,5	46,28	13,71	5	1,2	čutili	Mahavšček
2020	8	7	17	36	30,7	45,88	14,88	7	1,1	III	Orlaka
2020	8	7	19	30	9,3	46,32	13,54	16	1,7	III–IV	Čezsoča
2020	8	8	4	50	19,2	46,32	13,54	15	1,5	III	Bovec
2020	8	8	7	38	39,8	46,27	13,71	5	1,8	III	Mahavšček
2020	8	9	1	19	56,9	46,31	13,53	16	0,8	čutili	Srpenica
2020	8	9	11	3	10,8	46,27	13,71	5	1,1	II	Mahavšček
2020	8	10	19	15	51,8	46,32	13,53	14	1,1	III	Čezsoča
2020	8	13	8	32	3,5	46,31	13,55	15	1,6	III	Čezsoča
2020	8	14	12	39	54,0	46,28	13,72	6	1,3	III	Mahavšček
2020	8	15	21	29	55,0	46,14	14,85	9	1,1	III	Kandrše
2020	8	18	9	56	3,8	45,82	14,99	11	1,7	III–IV	Mali Lipovec

Leto	Mesec	Dan	Čas			Zem. širina °N	Zem. dolžina °E	Globina km	Magnituda M_{LV}	Intenziteta I _{max} EMS-98	Potresno območje
			h (UTC)	min	s						
2020	8	19	18	41	10,0	46,10	13,84	17	0,9	III	Prapetno Brdo
2020	8	19	23	35	33,8	46,32	13,53	14	0,6	čutili	Čezsoča
2020	8	21	15	49	59,0	46,25	13,57	17	2,6	IV	Kobarid
2020	8	22	22	18	5,4	45,92	15,55	8	1,2	III	Gorenje Skopice
2020	8	25	11	37	29,6	45,85	15,11	11	1,0	III–IV	Mali Vrh
2020	8	25	20	33	14,8	45,47	14,43	14	0,9	III	Klana, Hrvaška
2020	8	28	19	44	58,0	46,10	15,23	8	2,1	V	Gračnica
2020	9	3	15	0	55,2	46,32	13,61	8	1,0	čutili	Lepena
2020	9	4	4	58	10,1	45,88	14,55	7	0,9	III	Sekirišče
2020	9	22	4	41	22,2	45,85	15,21	7	0,9	III–IV	Herinja vas
2020	10	4	16	32	39,3	45,79	14,88	2	1,1	čutili	Sela pri Hinjah
2020	10	7	20	28	23,7	46,14	14,50	10	0,9	III	Srednje Gameljne
2020	10	13	14	31	32,3	46,22	13,37	16	1,5	III	Taipana (Tipana), Italija
2020	10	15	20	14	24,8	46,40	15,07	11	1,3	III–IV	Ravne
2020	10	20	3	4	24,7	46,02	14,49	8	0,6	II	Črna vas
2020	10	22	14	35	7,5	46,27	13,67	17	1,7	III	Koseč
2020	10	25	3	37	56,5	45,93	15,70	5	0,9	III	Jereslavec
2020	10	27	22	40	27,2	45,87	14,81	11	1,0	II	Male Lese
2020	10	29	14	33	8,2	45,76	14,93	6	1,0	čutili	Smuka
2020	10	31	2	5	5,6	46,01	15,15	6	-0,2	čutili	Podboršt
2020	11	1	0	9	44,3	45,95	14,70	9	0,5	II	Žalna
2020	11	1	18	56	29,8	46,13	15,05	6	0,8	II	Retje nad Trbovljami
2020	11	4	3	4	27,8	45,80	14,97	16	2,1	III–IV	Podgozd
2020	11	14	3	25	7,2	46,05	14,94	8	-0,4	čutili	Zglavnica
2020	11	18	20	52	45,4	45,86	15,41	2	0,5	IV	Malence
2020	11	22	19	17	57,7	46,48	15,09	11	1,4	III	Šmartno pri Slovenj Gradcu
2020	11	24	4	16	26,8	46,49	14,67	12	2,2	III–IV	Koprein Sonnseite (Koprivna), Avstrija
2020	12	2	8	3	48,3	45,79	14,84	9	1,2	III	Žvirče
2020	12	6	2	6	43,1	45,76	14,15	16	0,4	čutili	Orehok
2020	12	6	12	7	48,3	45,93	14,88	11	1,4	II	Pokojnica
2020	12	12	20	14	16,1	45,76	14,15	15	0,6	čutili	Studenc
2020	12	13	12	26	33,6	45,84	13,57	13	1,1	III	Ferletti, Italija
2020	12	15	5	47	55,5	46,08	14,34	17	1,6	III	Setnica
2020	12	19	18	56	25,4	46,15	14,33	9	0,3	III	Pungert
2020	12	21	14	47	55,7	45,49	15,34	5	0,7	čutili	Marindol
2020	12	22	20	2	10,7	46,09	13,68	14	1,1	III	Kanalski Vrh
2020	12	22	22	7	40,1	45,51	15,25	5	0,7	IV	Bojanci
2020	12	26	18	12	8,7	45,66	14,06	9	1,2	čutili	Gornje Ležeče
2020	12	30	3	21	19,6	45,99	14,74	11	0,6	III	Gorenje Brezovo
2020	12	30	20	41	27,5	45,79	14,10	11	1,0	III	Strane
2020	12	30	21	24	7,0	46,11	13,81	16	0,8	III–IV	Roče
2020	12	30	22	6	16,9	46,07	14,99	5	0,9	III–IV	Stranski Vrh
2020	12	30	23	24	0,5	46,07	14,98	8	1,4	III–IV	Preveg
2020	12	31	1	28	52,1	45,92	15,45	2	0,7	III–IV	Gorenja vas pri Leskovcu
2020	12	31	1	43	2,9	45,97	14,57	8	0,4	III	Gumnišče
2020	12	31	4	50	7,6	46,07	14,98	8	1,8	III–IV	Stranski Vrh

Preglednica 2: Seznam lokalnih potresov leta 2020, 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 136 potresov s sicer manjšo lokalno magnitudo, vendar so jih prebivalci Slovenije čutili in smo jim tudi lahko določili osnovne parametre.

Table 2: List of local earthquakes with $M_{LV} \geq 2.0$ in 2020, for which the hypocentral time, coordinates of the epicentre and the focal depth were calculated; the maximum intensity in Slovenia of the felt earthquakes is also provided. Information is included on 136 earthquakes of a lower magnitude, felt by the inhabitants of Slovenia, for which we also calculated the hypocentral time, coordinates of the epicentre and the focal depth.

Leto	Mesec	Dan	Čas		Magnituda	Največja intenziteta v Sloveniji	Nadžariščno območje
			h (UTC)	min		M	
2020	1	5	1	13	3,5	III	Surd (Šurd), Madžarska
2020	1	28	7	53	3,4	III–IV	Marija Bistrica, Hrvaška
2020	3	22	5	24	5,3	V	Zagreb, Hrvaška
2020	3	22	6	1	4,6	IV	Zagreb, Hrvaška
2020	3	22	6	41	3,4	IV	Zagreb, Hrvaška
2020	3	22	7	37	2,5	čutili	Zagreb, Hrvaška
2020	3	22	8	4	3,7	III–IV	Zagreb, Hrvaška
2020	3	22	9	11	3,3	III	Zagreb, Hrvaška
2020	3	23	10	12	3	IV	Zagreb, Hrvaška
2020	4	23	7	52	3	III	Zagreb, Hrvaška
2020	5	13	9	9	3,9	IV	Crikvenica, Hrvaška
2020	11	1	13	15	4,7	III	Starigrad Paklenica, Hrvaška
2020	12	28	5	28	5,2	V–VI	Petrinja, Hrvaška
2020	12	28	6	49	4,3	IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	11	19	6,4	V–VI	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	11	40	3,4	čutili	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	12	34	4,4	IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	17	57	3,9	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	19	31	3,8	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	20	23	3,2	IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	29	21	18	1,7	IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	1	7	3,2	III	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	5	15	4,8	V	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	5	26	4,7	čutili	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	8	21	4	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	16	43	1,7	III	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	19	31	3,4	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	30	23	1	1,3	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	31	3	33	4,1	IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	31	4	24	3,7	III	Petrinja, Hrvaška
2020	12	31	4	50	1,8	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	31	8	15	3,7	III–IV	Petrinja, Hrvaška
2020	12	31	10	42	2,8	III	Petrinja, Hrvaška

Preglednica 3: Seznam bližnjih, regionalnih, potresov, ki so jih čutili prebivalci Slovenije leta 2020
 Table 3: List of regional earthquakes that were felt by the inhabitants of Slovenia in 2020

univerzalnem koordiniranem času (Coordinated Universal Time) (v nadaljnjem besedilu UTC) (4.50 po srednjeevropskem poletnem času (v nadaljnjem besedilu SEPC) pri naselju Čezsoča ($M_{LV} = 3,9$). Imel je največjo intenziteto IV–V EMS-98. V Sloveniji so ga ljudje čutili na območju 193 km od nadžarišča do naselja Blaguš. Opazovalci v okolici nadžarišča so poročali o močnem nekajsekundnem tresenju tal, bobnenju, tresenju pohištva in žvenketanju kozarcev. Potres je na posameznih zgradbah povzročil nekaj manjših lasastih razpok.

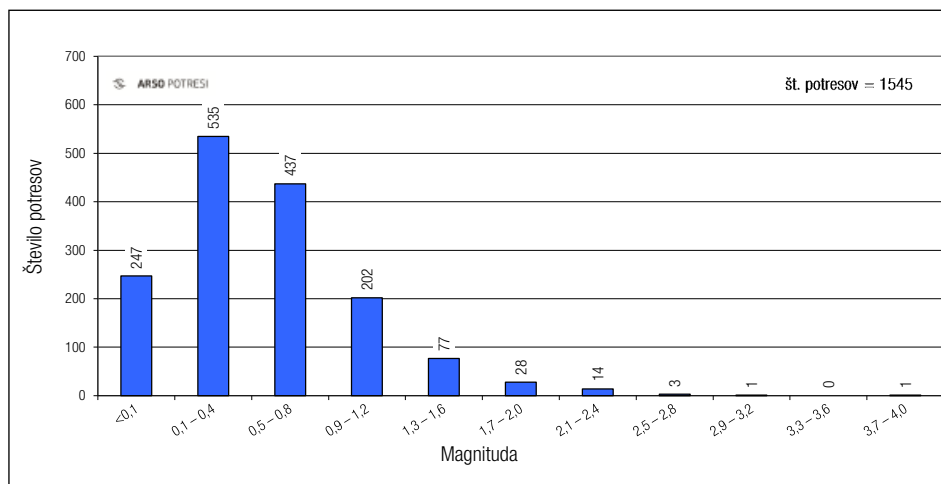
V preglednici 2 so osnovni podatki za 22 lokalnih potresov z izračunano lokalno magnitudo, večjo ali enako 2,0, od katerih so jih prebivalci Slovenije čutili 20. Poleg teh je navedenih še 136 šibkejših potresov, ki so jih prebivalci Slovenije čutili in smo jim lahko izračunali lokacijo nadžarišča. Za vsak potres so navedeni datum (leto, mesec, dan), žariščni čas po UTC (ura, minuta, sekunda), koordinati nadžarišča (zemljepisna širina °N, zemljepisna dolžina °E), globina žarišča (km), lokalna magnituda (M_{LV}) in največja intenziteta (I_{max})

po EMS-98, 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 RS (GURS, 2018), za preostala (nadžarišče je več kot 5 km oddaljeno od najbližjega naselja iz omenjenega seznama ali pa je zunaj slovenskih meja) smo toponim poiskali s pomočjo storitev Google Zemljevidi (Google Maps, 2020). Ocena intenzitete po naseljih je najprej določena s samodejnim algoritmom na podlagi spletnih vprašalnikov o učinkih potresa. Če je največja samodejna ocena intenzitete enaka IV–V EMS-98 ali več 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 mogočih vrednosti (na primer IV–V). Kadar potresu ni bilo mogoče določiti niti razpona mogočih vrednosti, smo mu pripisali oznako »čutili« ali oznako »zvok«, če so opazovalci poročali le o zvočnih učinkih brez tresenja.

Za določitev osnovnih parametrov potresov, navedenih v preglednici 2, smo analizirali zapise na potresnih opazovalnicah državne mreže v Sloveniji, dopolnilnih opazovalnicah za močnejše tresljaje in opazovalnic sosednjih držav ter biltene iz Avstrije (ZAMG, 2020–2021) in Italije (OGS, 2021). Žariščni čas (čas nastanka potresa),

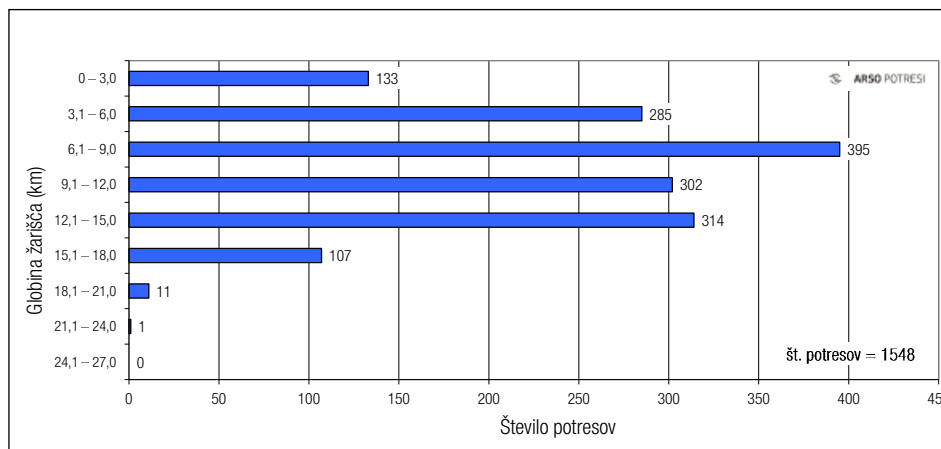
koordinati nadžarišča in žariščno globino smo določili iz časa prihodov vzdolžnega (P) in prečnega (S) valovanja na potresno opazovalnico. Potrese smo locirali s programom HYPOCENTER (Lienert in drugi, 1988; Lienert, 1994). Uporabili smo povprečni hitrostni model za ozemlje Slovenije, določen iz trirazsežnostnega modela za prostorsko valovanje (Michelini in drugi, 1998) in modela za površinsko valovanje (Živčić in drugi, 2000). Potresom, ki smo jim lahko določili le koordinati nadžarišča, smo za žariščno globino določili sedem kilometrov (Poljak in drugi, 2000). Lokalno magnitudo M_{LV} potresov smo določili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal na slovenskih opazovalnicah in oddaljenosti nadžarišča do potresne opazovalnice. V preglednici 2 je navedena povprečna vrednost M_{LV} 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 Madžarskem in kar 31 potresov z žariščem na Hrvaškem (Jesenko, 2021). Največje učinke je v Sloveniji pustil potres pri Petrinji, ki se je zgodil 29. decembra ob 11.19 UTC z magnitudo 6,4. V Sloveniji je dosegel največjo intenziteto V–VI EMS-98. Opazovalci so poročali o močnem tresenju, ki je povzročil, da je veliko ljudi zbežalo na prosto. Ponekod



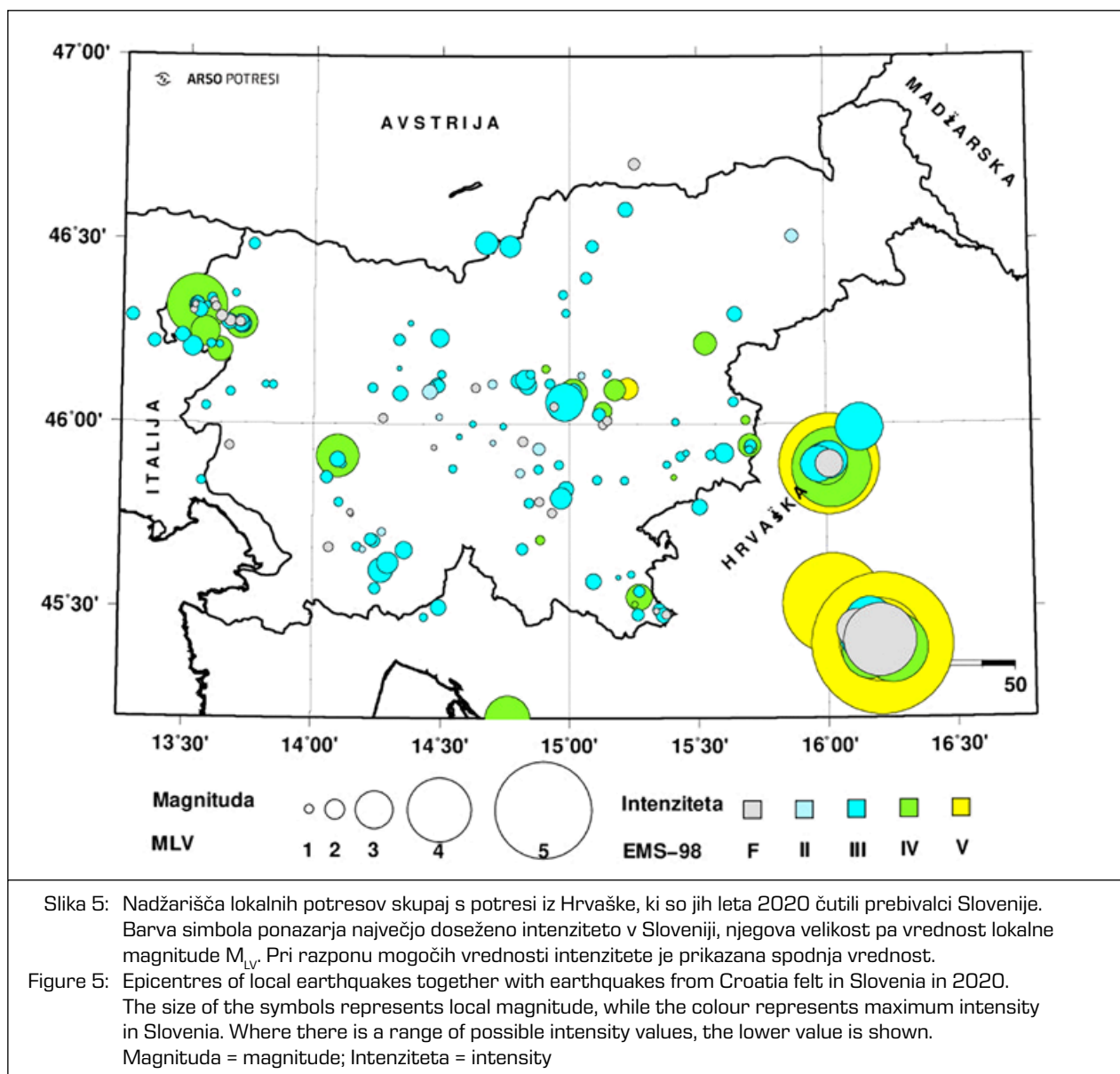
Slika 3:
Porazdelitev magnitude (M_{LV}) potresov v Sloveniji leta 2020

Figure 3:
Distribution of earthquakes in Slovenia in 2020 with respect to M_{LV} magnitude



Slika 4:
Porazdelitev globine žarišča potresov v Sloveniji leta 2020 v kilometrih

Figure 4:
Distribution of earthquakes in Slovenia in 2020 with respect to focal depth (in kilometres)



Slika 5: Nadžarišča lokalnih potresov skupaj s potresi iz Hrvaške, ki so jih leta 2020 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 together with earthquakes from Croatia felt in Slovenia in 2020.

The size of the symbols represents local magnitude, while the colour represents maximum intensity in Slovenia. Where there is a range of possible intensity values, the lower value is shown.

Magnituda = magnitude; Intenziteta = intensity

so popadali predmeti s polic, poročali so tudi o loputanju vrat, vzvalovanju tekočin in tresenju pohištva. V višjih nadstropjih so posamezniki s težavo ohranili ravnotežje. Potres je po večjem razpršenem delu Slovenije povzročil kar nekaj razpok po stavbah. Veliko poročil o poškodbah (delne porušitve starejših dimnikov, zdrsov nestabilnih strešnikov in podobno) pa smo prejeli tudi iz naselij Senovo, Kostanjevica na Krki, Brežice in Globočice pri Kostanjevici.

Podatki o nekaterih močnejših potresih, ki so jih čutili prebivalci Slovenije

Na ozemlju Slovenije leta 2020 ni bilo potresov, ki bi povzročili gmotno škodo, le posamezne razpoke v ometu, so pa potresi na Hrvaškem povzročili kar nekaj

škode v Sloveniji. Prebivalci v Sloveniji so čutili skupno vsaj 188 potresov, 156 lokalnih in 32 regionalnih. Dva potresa sta imela največjo intenziteto V–VI EMS-98, trije so imeli intenziteto V EMS-98 in štirje so dosegli intenziteto IV–V EMS-98. Nadžarišča potresov so prikazana na sliki 5, na kateri so poleg lokalnih potresov prikazani še potresi na Hrvaškem, ki so leto 2020 dobro zaznamovali tudi na ozemlju Slovenije. Velikost kroga označuje lokalno magnitudo, barva pa največjo doseženo intenziteto potresa v Sloveniji.

V nadaljevanju so opisani najmočnejši potres, ki se je zgodil na območju Slovenije leta 2020, in dva potresa iz Hrvaške, ki sta na ozemlju Slovenije pustila največ posledic. Potres pri Bovcu ($M_{LV} = 3,9$) je dosegel učinke stopnje IV–V EMS-98, potresa na Hrvaškem ($M_{LV} = 5,3$ in $M_{LV} = 6,4$) pa sta dosegla učinke V in V–VI EMS-98. Za vsakega izmed teh potresov je prikazana karta intenzitete po naseljih (slike 6–8) z vrisanim instrumentalno določenim nadžariščem. Intenziteta potresa v

posameznem naselju je ocenjena na podlagi vprašalnikov o učinkih potresa. Vprašalnike po potresu pošljemo registriranim prostovoljnimi poročevalcem ali pa jih občani sami izpolnijo na spletni strani ARSO (<http://potresi.arso.gov.si/vprasanik>) ali evropsko-sredozemske seizmološke organizacije EMSC (https://www.emsc-csem.org/Earthquake/Contribute/choose_earthquake.php). Na sliki 9 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 2020. V nadaljevanju so vse navedene magnitude lokalne (M_{LV}).

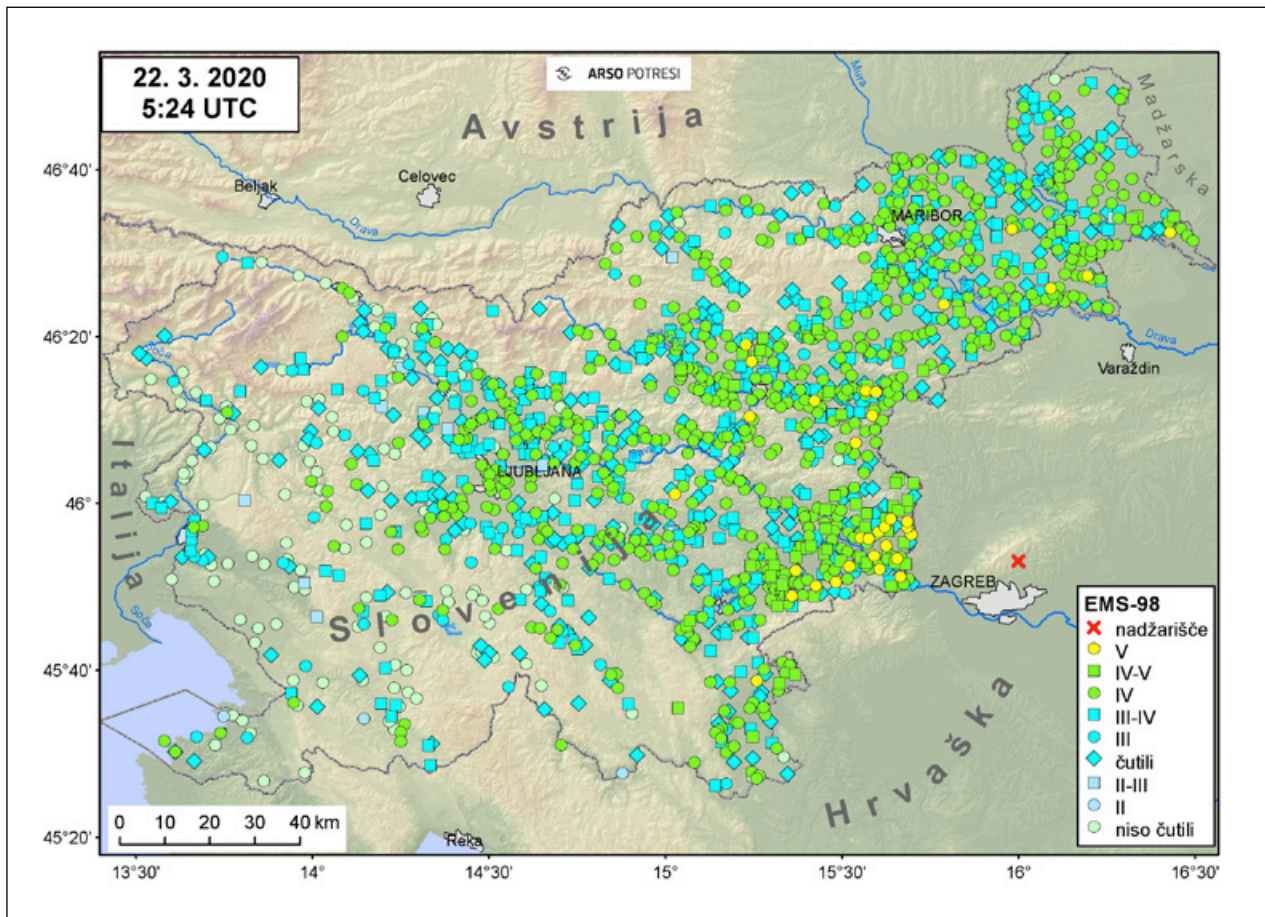
Potres 22. marca 2020 ob 5.24 UTC pri Zagrebu (slika 6)

Prvi močen potres, ki je leta 2020 povzročil kar nekaj strahu, se je zgodil v nedeljo, 22. marca ob 5.24 UTC (ob 6.24 po srednjeevropskem času (v nadaljnjem besedilu SEČ)) z magnitudo 5,3, in nadžariščem pri Zagrebu (Hrvaška). Nadžarišče potresa je bilo na območju Medvednice, 7 km severno od središča Zagreba. Sledili so mu številni popotresi. Potres je močno poškodoval zgodovinske in stanovanjske objekte v središču Zagreba. Več kot 26.000 zgradb je bilo

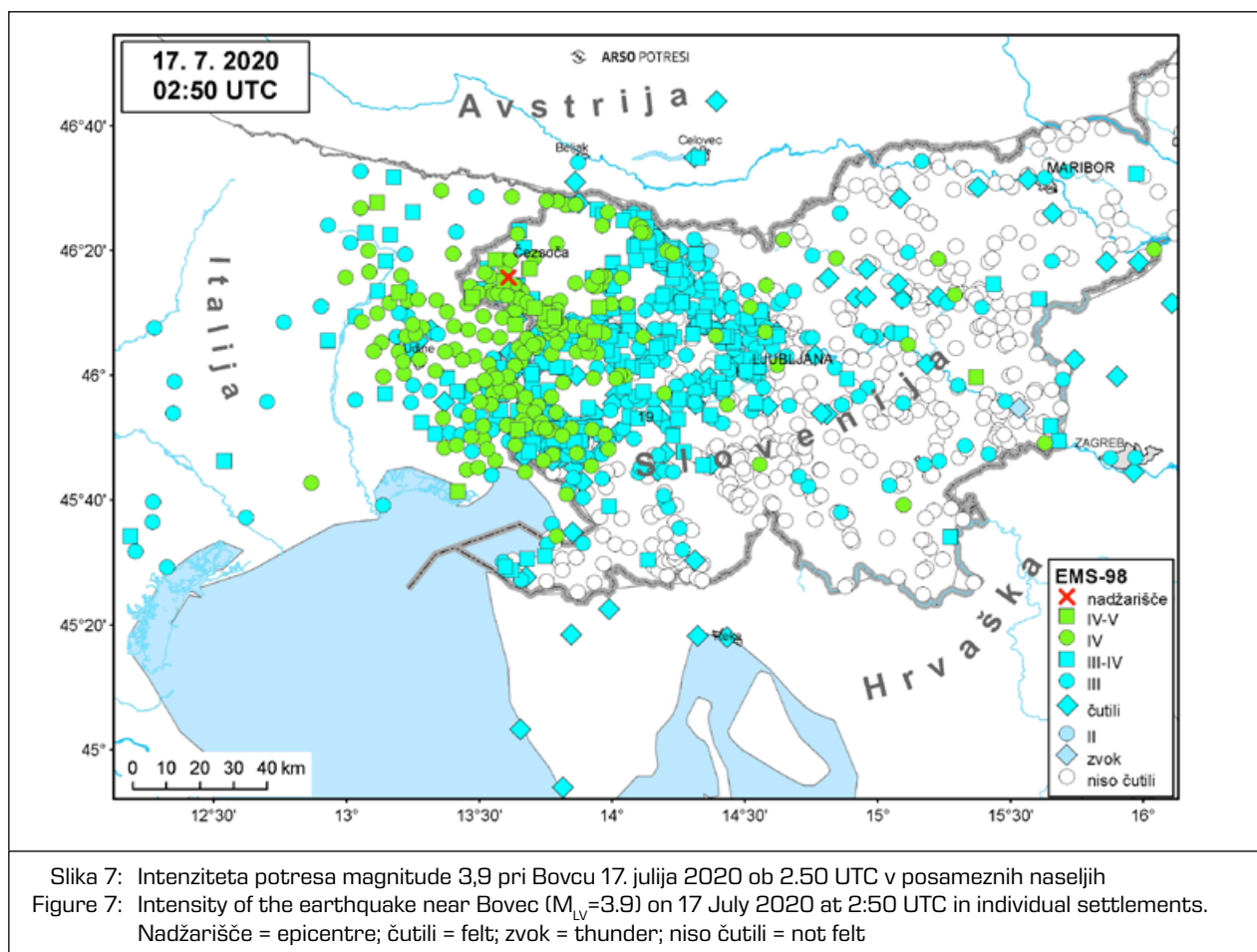
poškodovanih, 1900 tako močno, da v njih ni več mogoče živeti. 23 ljudi je bilo ranjenih, ena deklica pa je izgubila življenje. Glavni potres so čutili po vsej Sloveniji. Veliko ljudi je potres prebudil. Na ARSO smo prejeli blizu 6000 izpolnjenih spletnih vprašalnikov. Poročevalci iz krajev bližje nadžarišču potresa so poročali o močnem 10 do 20-sekundnem tresenju tal, bobnenju, loputanju vrat, nihanju luči in žvenketanju posode. Nekateri so iz strahu zbežali na prosto. Dobili smo tudi poročila o poškodbah (razpoke, poškodovani strešniki in podobno). Ocenjena največja intenziteta potresa v Sloveniji je V EMS-98, ki je prisotna v vzhodnem delu Slovenije.

Potres 17. julij 2020 ob 2.50 UTC pri Bovcu (slika 7)

Najmočnejši potres z nadžariščem v Sloveniji leta 2020 se je zgodil 17. julija ob 2.50 UTC (ob 4.50 SEPČ) v bližini naselja Čezsoča. Lokalna magnituda potresa je bila 3,9, največja intenziteta pa IV–V EMS-98 v naseljih Dolje, Poljubinj, Volarje, Trnovo ob Soči, Logje, Plužna, Lepena, Stržišče, Bukovo, Vrtoče in Stržišče ter v nekaterih italijanskih naseljih: Arta Terme, Artegna, Grado in Grimacco. Potres so čutili v vsej Sloveniji, v



Slika 6: Intenziteta potresa magnitude 5,3 pri Zagrebu 22. marca 2020 ob 5.24 UTC v posameznih naseljih
Figure 6: Intensity of the earthquake near Zagreb ($M_{LV}=5.3$) on 22 March 2020 at 5:24 UTC in individual settlements.
Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; niso čutili = not felt



območju do 193 km od nadžarišča, pa tudi v Avstriji, Italiji in na Hrvaškem. Številne je potres prebudil. Opažovalci iz krajev bližje nadžarišču potresa so poročali o močnem nekajsekundnem tresenju tal, bobnenju, škripanju pohištva in žvenketanju kozarcev. Potres je v posameznih primerih povzročil nekaj lasastih razpok, v naselju Krnice se je s hriba sprožilo nekaj večjih skal.

Potres 29. december 2020 ob 11.19 UTC pri Petrinji (slika 8)

28. decembra 2020 ob 5.28 UTC (ob 6.28 SEPČ) se je blizu Petrinje zgodil močan predpotres z magnitudo 5,2, ki mu je naslednji dan, 29. decembra 2020 ob 11.19 UTC (ob 12.19 SEČ), sledil glavni potres. Pet km jugozahodno od Petrinje (Hrvaška) se je zgodil najmočnejši potres leta v letu 2020. Njegova magnituda je bila 6,4. Sledili so mu številni popotresi. V glavnem potresu je sedem oseb izgubilo življenje, 26 jih je bilo ranjenih. Povzročil je veliko škode na območju nekaj deset km okrog nadžarišča, kjer so bile številne zgradbe močno poškodovane ali porušene. Glavni potres so čutili prebivalci vseh okoliških držav (vir: https://en.wikipedia.org/wiki/2020_Petrinja_earthquake).

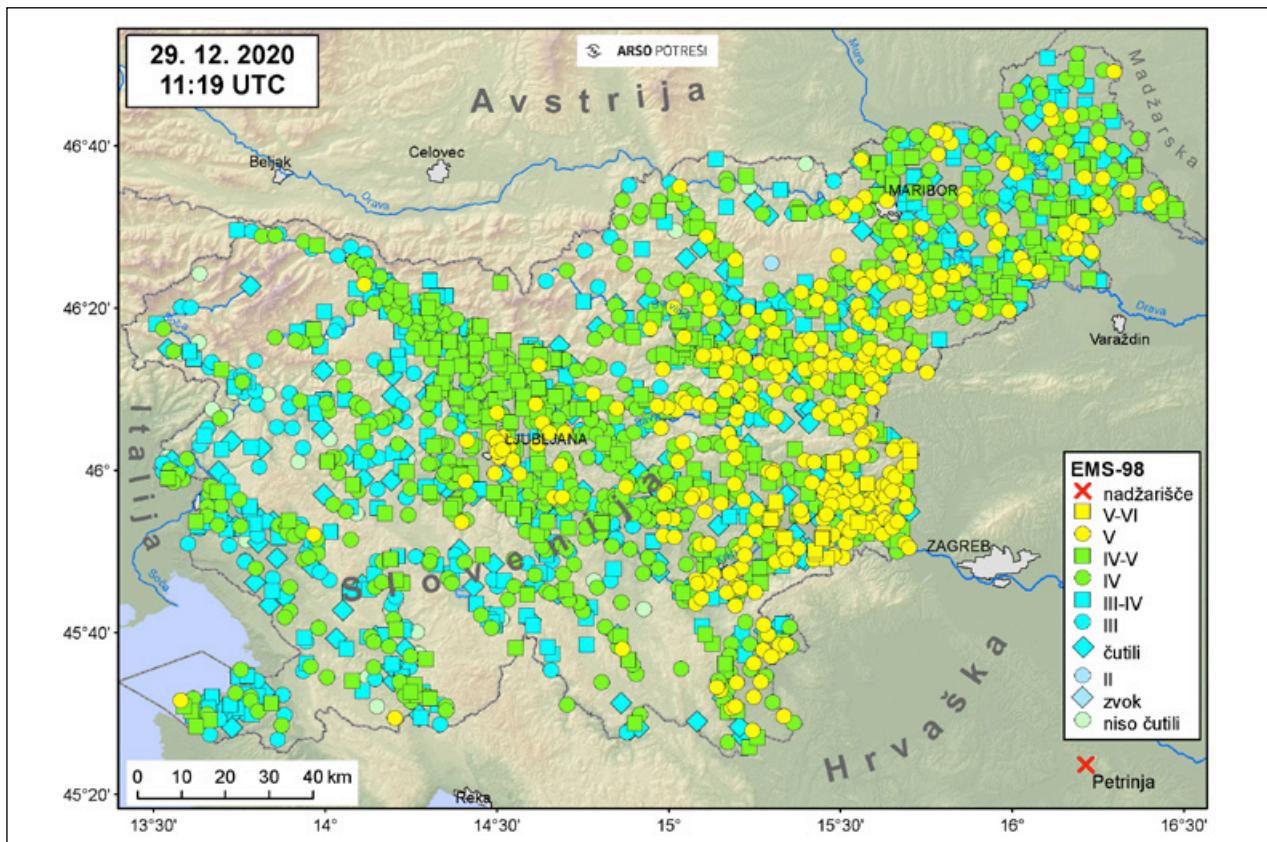
Na ARSO smo prejeli blizu 9000 izpolnjenih spletnih vprašalnikov. Opažovalci so poročali o močnem

tresenju, ki je povzročil, da je veliko ljudi zbežalo na prosto. Ponekod so popadali predmeti s polic, manjši predmeti so se prestavili ali prevrnili, manj stabilno pohištvo se je premaknilo, poročali so o loputanju vrat, vzvalovanju tekočin in tresenju pohištva. V višjih nadstropjih so posamezniki s težavo ohranili ravnotežje.

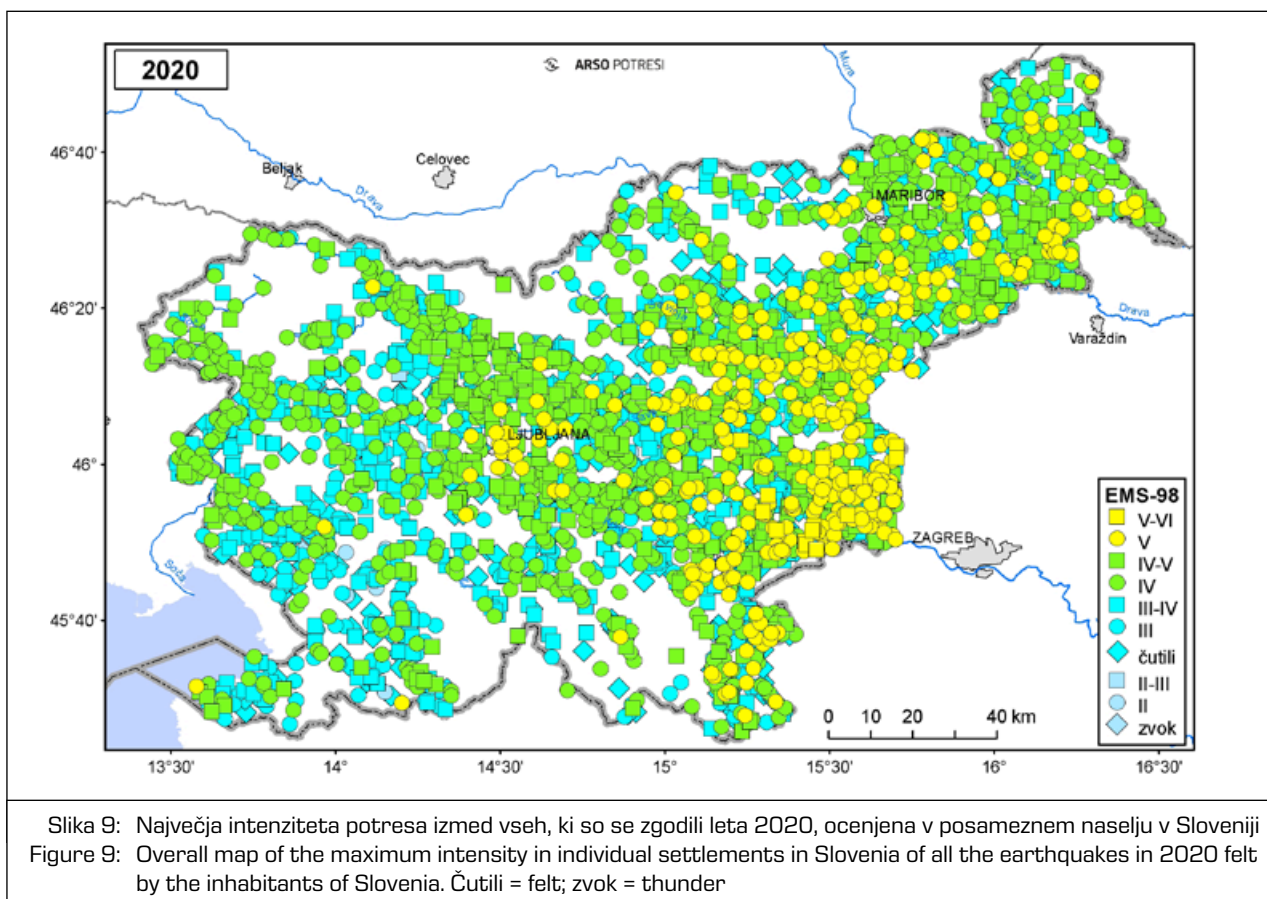
Potres je v Sloveniji dosegel največjo intenziteto (V–VI EMS-98) v naseljih Senovo, Kostanjevica na Krki, Volčje, Drenovec pri Bukovju, Orešje na Bizeljskem, Dolenje Skopice, Hrastulje, Močvirje, Drama, Črneča vas, Globočice pri Kostanjevici, Kalce-Naklo in Malo Mraševo. Največ poškodb je bilo v Ljubljani, od koder smo prejeli tudi največ vprašalnikov. Nastale so predvsem manjše razpoke. Veliko poročil o poškodbah smo prejeli tudi iz naselij Senovo, Kostanjevica na Krki, Brežice in Globočice pri Kostanjevici, kjer je potres povzročil manjšo gnotno škodo.

Sklepne misli

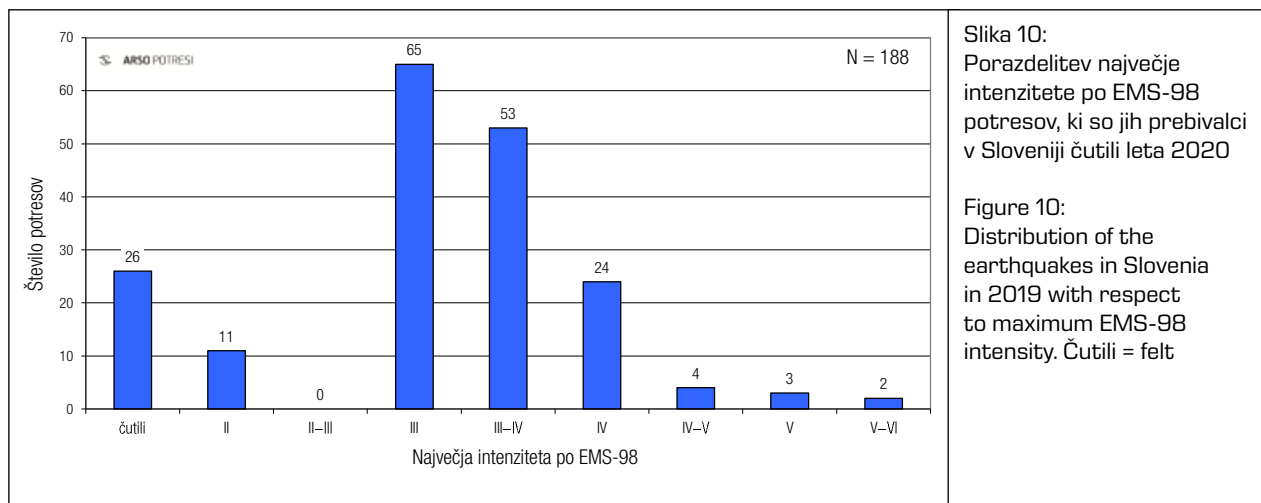
Leta 2020 se je v Sloveniji ali njeni bližnji okolici zgodilo 2210 potresov. Dvaindvajset potresov je imelo lokalno magnitudo med 2,0 in 2,9, dva potresa pa sta imela magnitudo 3,0 ali več. Večina potresov (98 odstotkov) je imela lokalno magnitudo manjšo od 1,7. Vsi potresi na območju Slovenije in bližnje okolice so imeli žarišča do globine 24 km (sliki 2 in 3).



Slika 8: Intenziteta potresa magnitude 6,4 pri Petrinji 29. decembra 2020 ob 11:19 UTC v posameznih naseljih
 Figure 8: Intensity of the earthquake near Petrinja ($M_{LV}=6.4$) on 29 December 2020 at 11:19 UTC in individual settlements. Nadžarišče = epicentre; čutili = felt; zvok = thunder; niso čutili = not felt



Slika 9: Največja intenziteta potresa izmed vseh, ki so se zgodili leta 2020, ocenjena v posameznem naselju v Sloveniji
 Figure 9: Overall map of the maximum intensity of earthquakes in 2020, evaluated in individual settlements in Slovenia of all the earthquakes in 2020 felt by the inhabitants of Slovenia. Čutili = felt; zvok = thunder



V Sloveniji so leta 2020 prebivalci čutili vsaj 188 potresov (sliki 5 in 10). Dva potresa sta v Sloveniji dosegla intenziteto V–VI EMS-98, trije potresi intenziteto V in štirje potresi intenziteto IV–V. Za preostale potrese (179) leta 2020 smo uporabili samodejno ocenjeno intenziteto: 24 potresov je imelo največjo intenziteto IV, 53 potresov je imelo intenziteto III–IV, 65 potresov intenziteto III in 11 potresov intenziteto II EMS-98. Za 26 potresov nismo prejeli dovolj informacij o učinkih, zato jim ni bilo mogoče določiti intenzitete po evropski potresni lestvici. Intenziteta je pri teh potresih ocenjena samo opisno, in sicer z oznako »čutili« (slika 10).

Zahvala

Vsem registriranim poročevalcem se za sodelovanje lepo zahvaljujemo, prav tako pa tudi številnim neregistriranim poročevalcem, ki izpolnjujejo spletne vprašalnike o učinkih potresov. Zahvaljujemo se tudi seizmologom iz sosednjih držav (Italije, Avstrije in Hrvaške) za sodelovanje, za poslane oziroma na spletu objavljene makroseizmične podatke.

Viri in literatura

- ARSO, 2020. Letni seizmološki bilteni, 1997–2020. Arhiv Agencije RS za okolje, Ljubljana.
- The Central and Eastern European Earthquake Research Network – CE3RN, 2020. <http://www.ce3rn.eu/> (2020).
- Google Maps. 2020. <https://www.google.com/maps>.
- GURS (Geodetska uprava RS), 2018. Centroidi naselij (geografske koordinate), računalniški seznam.
- 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.
- Jesenko, T., 2020/2021. Najmočnejši potresi po svetu v letih 2019 in 2020. V tej številki revije Ujma.
- 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.
- 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.
- Michellini, A., Živčić, M., Suhadolc, P., 1998. Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia. *Journal of Seismology*, 2 (3), 257–265.
- OGS (Osservatorio Geofisico Sperimentale), 2021. Bolletino della Rete Sismometrica del Friuli Venezia Giulia. OGS, Centro ricerche sismologiche, Udine.
- Poljak, M., Živčić, M., Zupančič, P., 2000. The Seismotectonic Characteristics of Slovenia. *Pure appl. Geophys.*, vol. 1, 57, 37–55.
- Potres v Petrinji. Wikipedia [online] (Posodobljeno 15. 1. 2021).
- https://en.wikipedia.org/wiki/2020_Petrinja_earthquake, 10. 6. 2021.
- Vidrih, R., Sinčič, P., Tasič, I., Gosar, A., Godec, M., Živčić, M., 2006. Državna mreža potresnih opazovalnic. Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Ljubljana, 287 str.
- ZAMG, 2020–2021. Preliminary bulletin of regional and teleseismic events recorded with ZAMG-stations in Austria. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- Živčić, M., Bondár, I., Panza, G. F., 2000. Upper Crustal Velocity Structure in Slovenia from Rayleigh Wave Dispersion. *Pure Appl. Geophys.*, Vol. 157, 131–146.