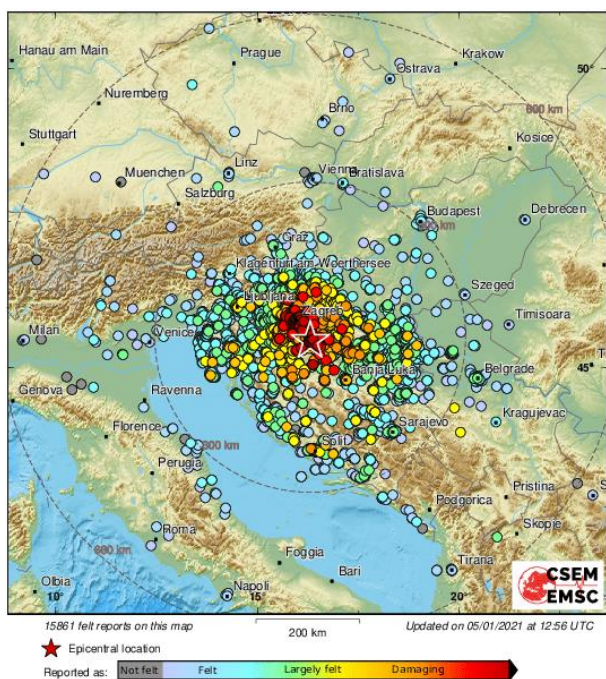
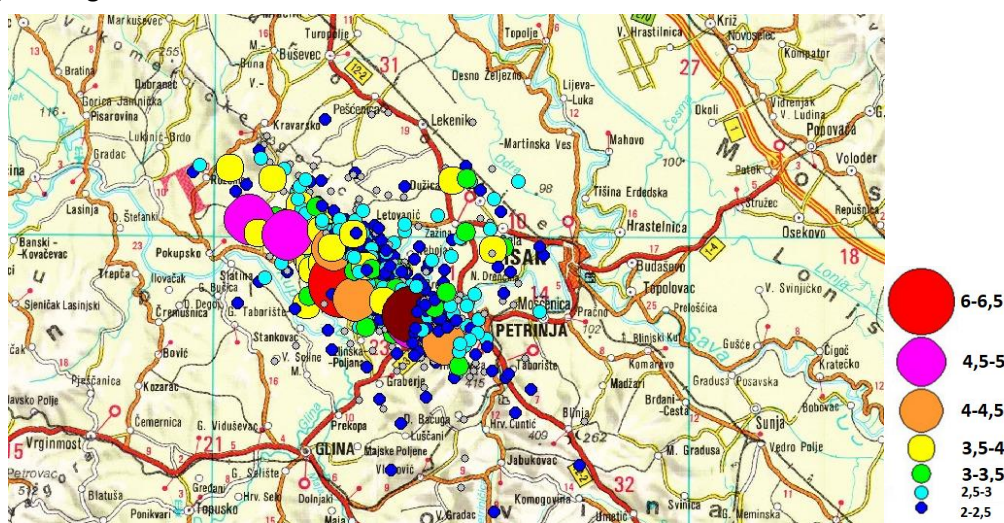


Potresi pri Petrinji na Hrvaškem

Preliminarno poročilo za obdobje 28. 12. 2020 – 6. 1. 2021

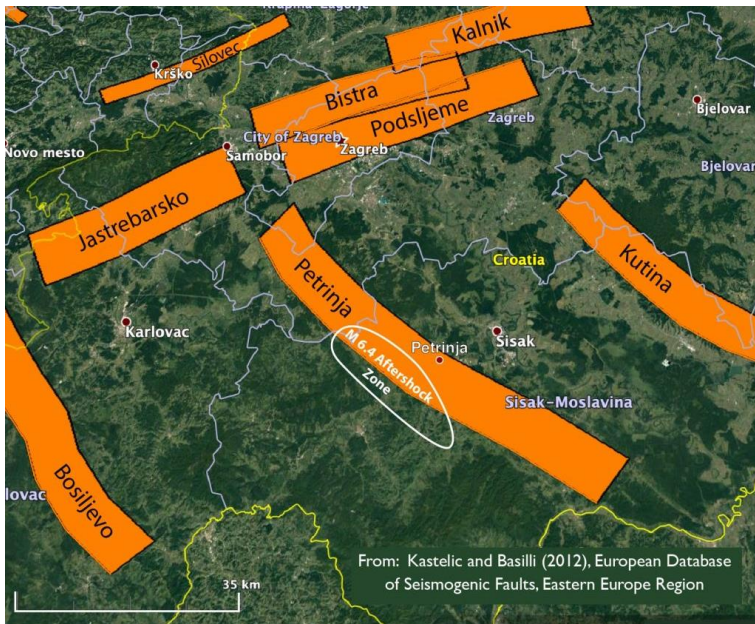
Ina Cević, Tamara Jesenko, Jurij Pahor, Mladen Živčić, Danijela Birko, Barbara Šket Motnikar, Polona Zupančič, Martina Čarman

Hrvaško pokrajino Banijo je 28. decembra 2020 ob 6. uri in 28 minut po lokalnem času prizadel močen potres. Magnituda potresa je bila 5,0*, intenziteta v nadžariščnem območju pa VII* EMS-98. Sledilo mu je več šibkejših potresov, nakar se je naslednji dan, 29. decembra 2020 ob 12. uri in 19 minut po lokalnem času 5 km jugozahodno od Petrinje zgodil najmočnejši potres v nizu. Njegova magnituda je bila 6,2*, intenziteto v nadžariščnem območju pa hrvaški seizmologi ocenjujejo na VIII–IX* EMS-98. Po prvih podatkih je žarišče nastalo na globini 11 km. Sledilo je veliko število popotresov, ki se še vedno dogajajo. Na sliki (vir https://www.pmf.unizg.hr/geof/seizmoloska_sluzba/izviesca_o_potresima) so prikazana nadžarišča potresov v okolici Petrinje od 28. 12. 2020 ob 6.28 do 6. 1. 2020 ob 7.00. Velikost in barva kroga označujeta magnitudo.



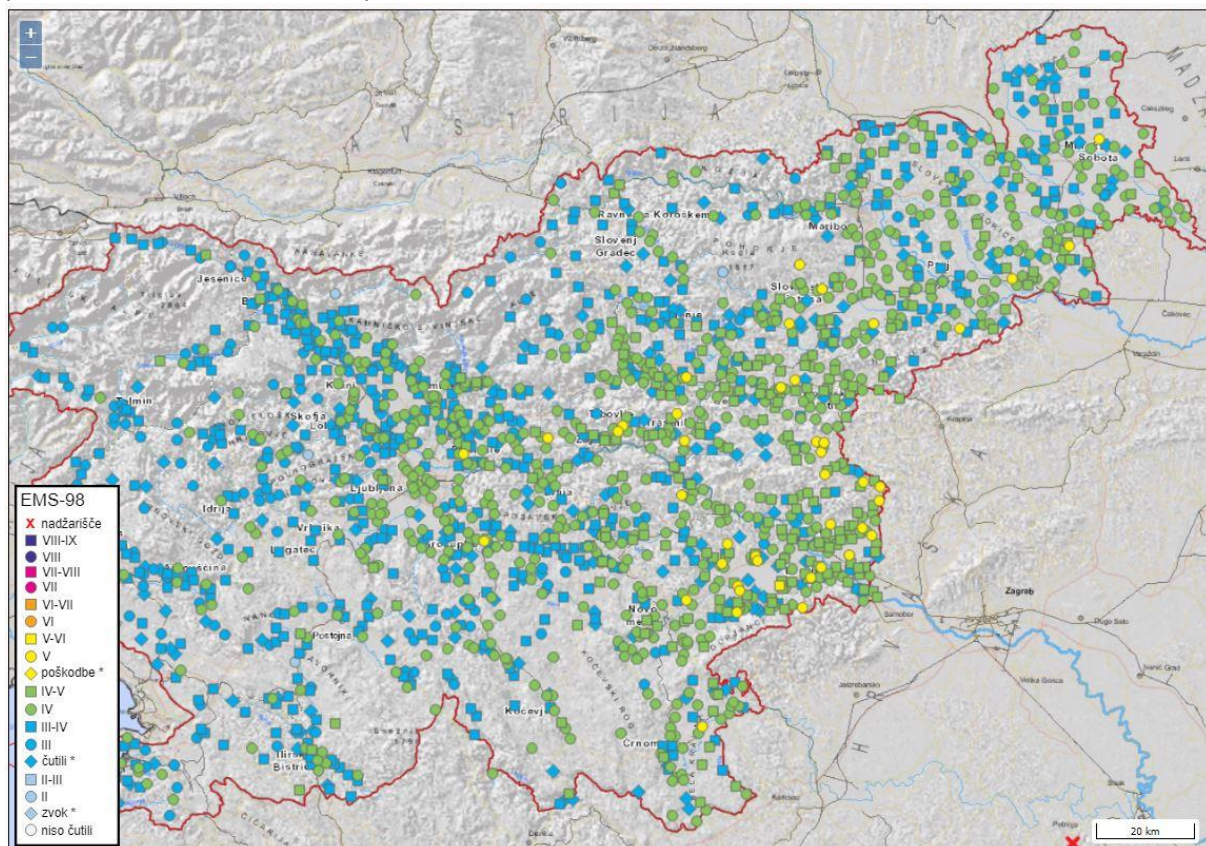
Potres 29. decembra 2020 so čutili prebivalci vseh okoliških držav, tudi v krajih oddaljenih 600 in več kilometrov od nadžarišča. Povzročil je velike poškodbe v območju nekaj 10 km okrog nadžarišča, najbolj poškodovano področje je bilo v okolici krajev Petrinja, Sisak in Gлина. Poškodbe so se zgodile tudi v bolj oddaljenih krajih, npr. v Zagrebu (ki ga je močan potres prizadel že 22. marca 2020) in Zapešiću. Na sliki (vir <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/264/M6-4-CROATIA-on-December-29th-2020-at-11-19-UTC>) je preliminarna karta področja, na katerem so prebivalci čutili potres 29. decembra 2020.

* po podatkih Hrvaške seizmološke službe

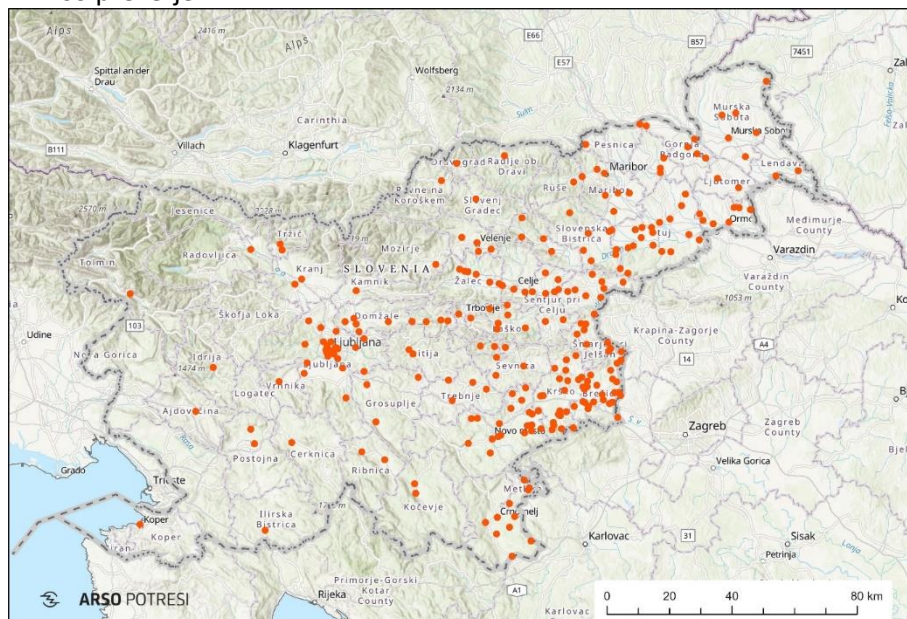


Nadžariščno območje se nahaja ob stiku dveh struktur, Dinaridov in Panonske nižine. Aktivno tektoniko tega območja povzroča nenehno premikanje Jadranske mikroplošče v smeri severa. Zaradi tega se na stiku Dinaridov in Panonskega bazena ustvarja napetost, ki se občasno sprošča, in tako nastajajo potresi. V tem območju je več aktivnih prelomov, med katerimi je najbolj znan Petrinjski. Na sliki je prikazana geološka karta območja, na kateri so izrisani glavni prelomi.

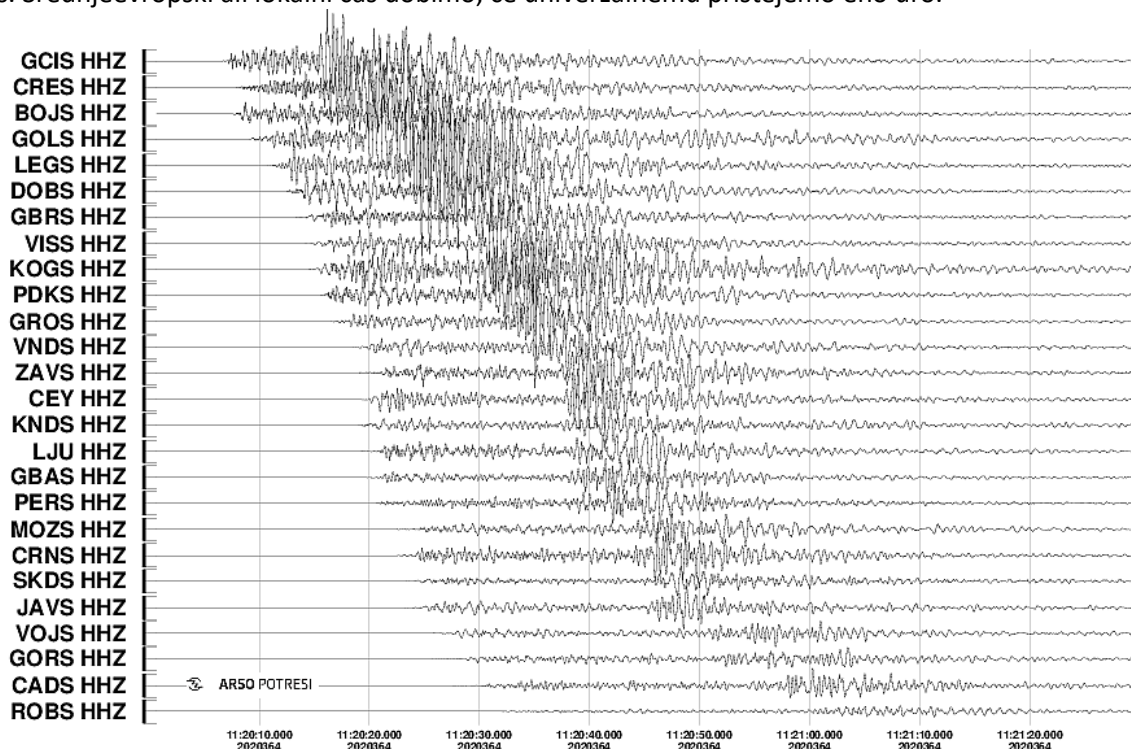
Tresenje tal ob najmočnejšem potresu pri Petrinji smo čutili tudi v Sloveniji. Za ta potres smo do vključno 6. januarja 2021 prejeli 8931 izpolnenih vprašalnikov o učinkih potresa. Pozitivnih vprašalnikov, t.j. da je opazovalec potres čutil, je bilo 8356 iz 1934 različnih naselij po vsej Sloveniji. Preliminarni rezultati samodejne ocene učinkov (nepreverjeni s strani seizmologa) so prikazani na sliki. Učinki potresa so v 42-ih naseljih dosegli intenziteto V EMS-98, kar pomeni, da ga je čutila večina ljudi v zaprtih prostorih, na prostem pa posamezniki. Viseči predmeti so zanihali, majhni predmeti so se premaknili, vrata in okna so loputala.



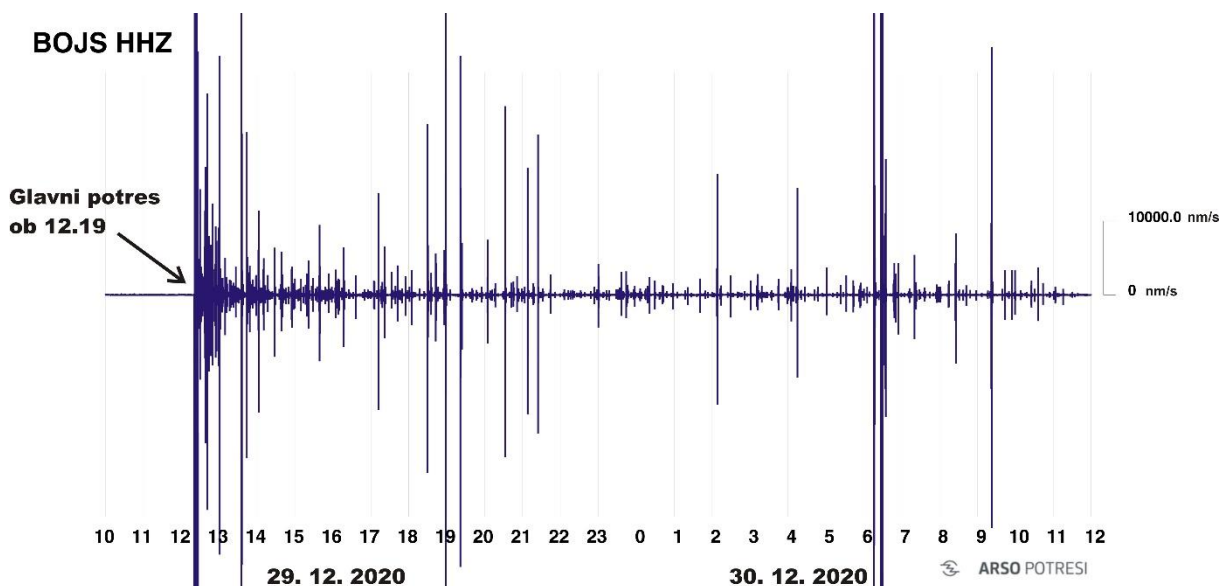
618 vprašalnikov omenja poškodbe, predvsem lasaste razpoke, odpadanje koščkov ometa, razpoke v ometu in zidovih, poškodovan dimnik, odpadanje strešnikov... Prvi pregled vprašalnikov je nakazal največje poškodbe v naseljih Brežice, Bukošek, Globočice pri Kostanjevici, Smrečno in Šmarje pri Jelšah. Vsa naselja, za katera so bile v vprašalnikih navedene poškodbe, so izrisana na sliki. Rezultati so preliminarni in niso preverjeni.



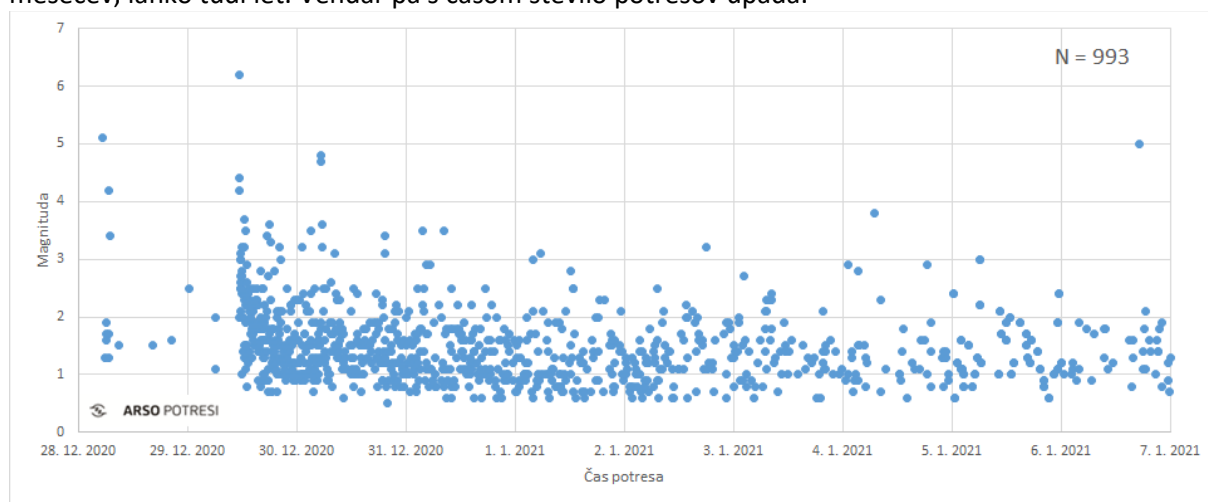
Najmočnejši potres so zabeležile vse potresne opazovalnice državne mreže. Seizmični zapisi navpične komponente so prikazani na sliki v fiksnem merilu. Zapisi so izrisani od najbližje do najbolj oddaljene opazovalnice. Valovanje je od žarišča potresa do najbližje, 69 kilometrov oddaljene potresne opazovalnice GCIS pri vasi Cirnik na Gorjancih, prišlo v 12 sekundah, medtem ko je do 230 kilometrov oddaljene opazovalnice ROBS pri Robiču potovalo 35 sekund. Čas na sliki je koordinirani univerzalni čas. Srednjeevropski ali lokalni čas dobimo, če univerzalnemu prištejemo eno uro.

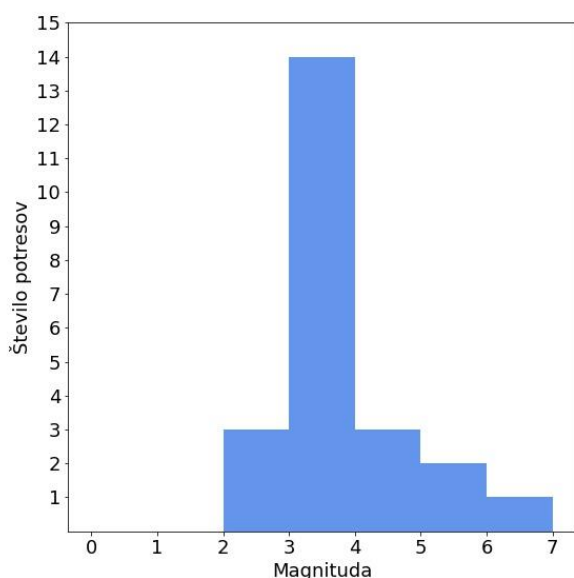


Na spodnji sliki lahko vidimo, kako veliko število potresov je v 24 urah po glavnem potresu zabeležila potresna opazovalnica BOJS v vasi Bojanci v Beli Krajini. Spodaj so oznake ur. Prvi dve uri pred potresom so bila tla mirna (ravna modra črta), po potresu 29. 12. 2020 pa so se tla neprestano tresla. Črta je ves čas debelejša. Vsaka pokončna črta predstavlja potres, zapisi posameznih potresov se pogosto prekrivajo. Daljša je pokončna črta, močnejši je potres.



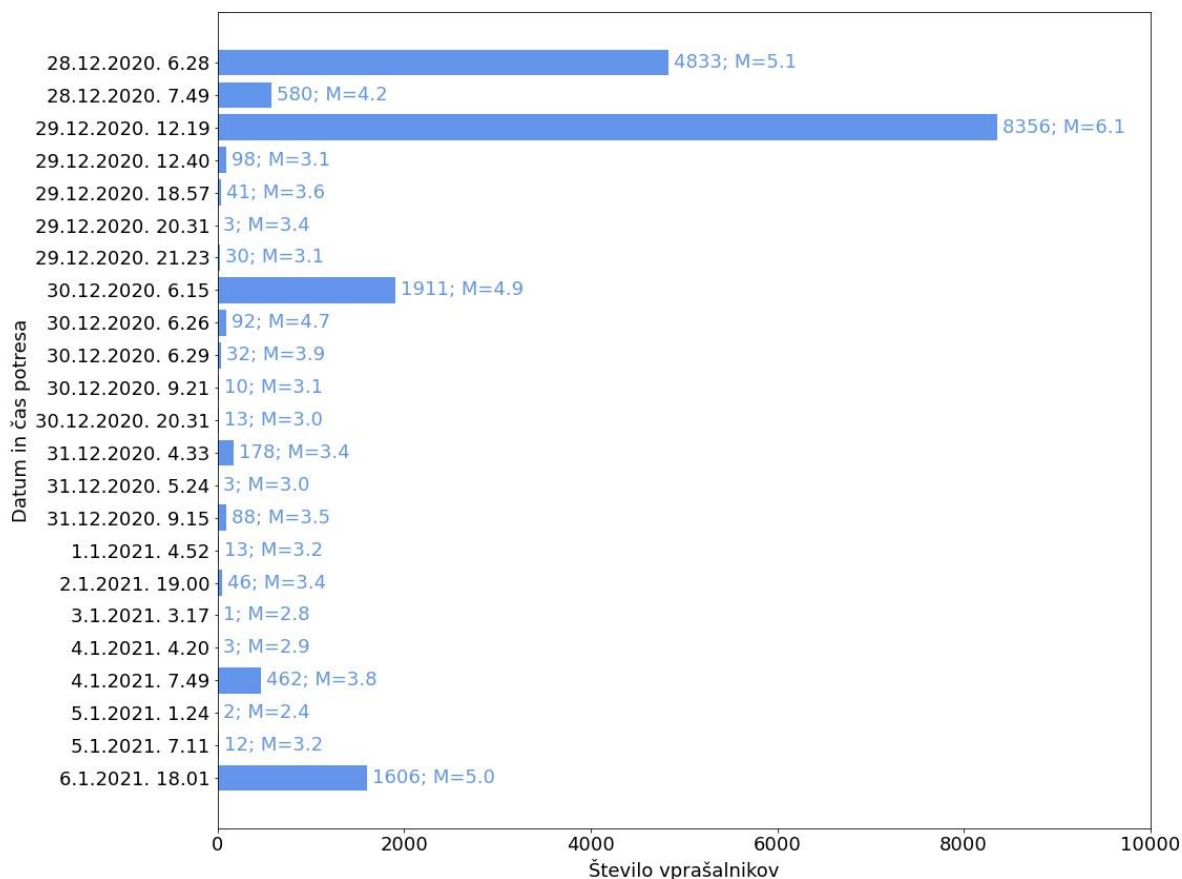
ARSO sistem za samodejno analizo seizmogramov in lociranje dogodkov je v obdobju med 28. 12. 2020 in vključno 6. 1. 2021 lociral 993 potresov v tem območju. Po tako močnem potresu se tla tresejo več mesecev, lahko tudi let. Vendar pa s časom število potresov upada.



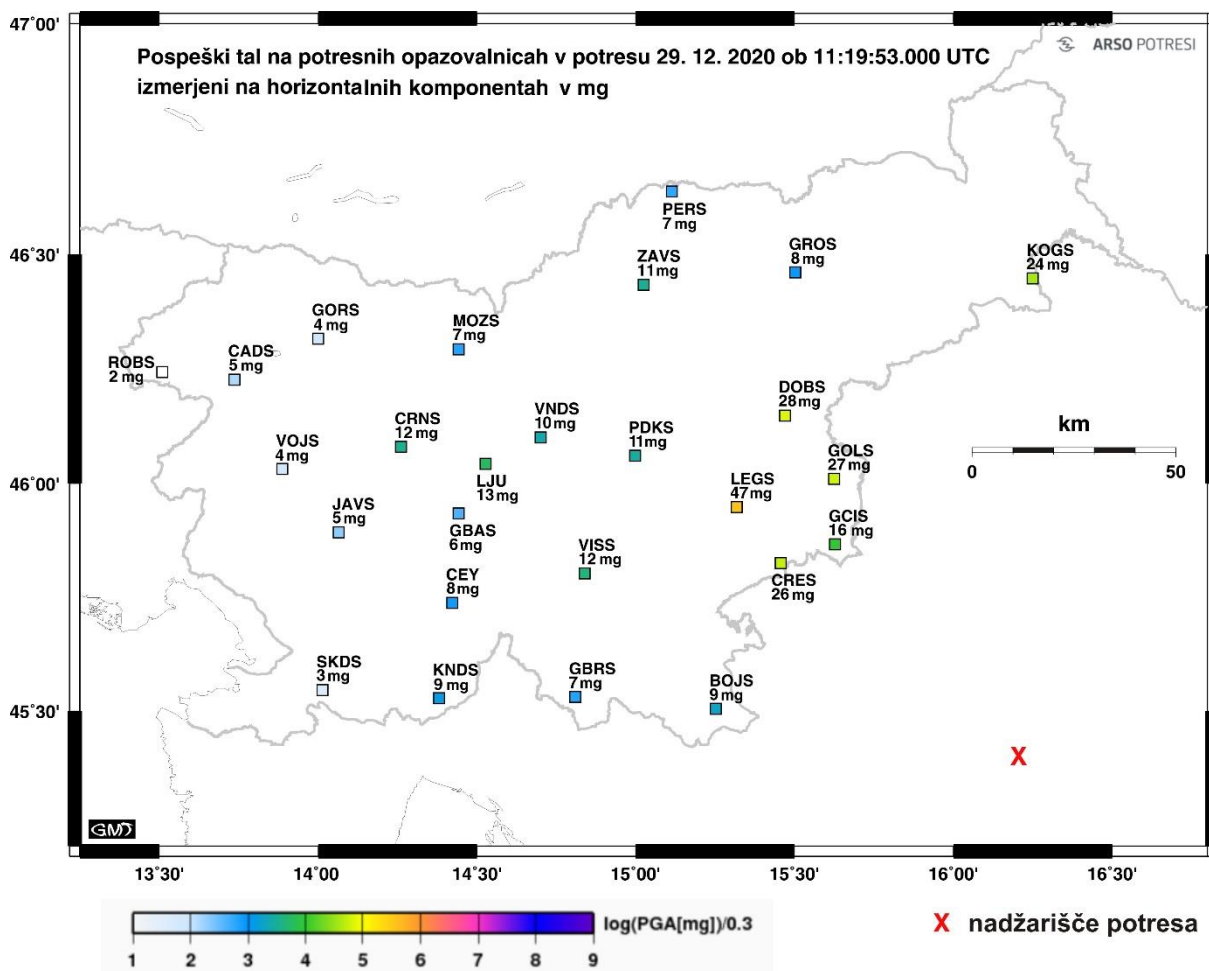


Od skupno 993 potresov z nadžariščem pri Petrinji, ki so jih seizmografi državne mreže potresnih opazovalnic zabeležili, so prebivalci Slovenije po podatkih iz prejetih vprašalnikov čutili 23 potresov. Najšibkejši med njimi je bil potres 5. januarja 2021. ob 1 uri 24 minut po lokalnem času z magnitudo 2,4, zaznali pa so ga prebivalci obmejnega območja, oddaljenega od nadžarišča približno 80 km. 6 najmočnejših potresov, z magnitudami večjimi od 4, so čutili tudi v najbolj oddaljenih krajih Slovenije, ki so od nadžarišča potresa oddaljeni več kot 200 km. Slika prikazuje porazdelitev potresov, ki so jih čutili prebivalci Slovenije, po magnitudah. V Sloveniji so prebivalci čutili potrese magnitude 3 in večje in le redki v obmejnem področju tudi nekaj šibkejših.

Po preliminarnih podatkih je bilo od 28. 12. 2020 do vključno 6. 1. 2021. prejetih 18413 vprašalnikov. Spodnja slika prikazuje število vprašalnikov, prejetih za posamezen potres. Razvidno je, da število prejetih vprašalnikov narašča z magnitudo potresa. Moder zapis vzdolž stolpičev predstavlja število prejetih vprašalnikov in lokalno magnitudo posameznega potresa, določeno na ARSO. Na podlagi izpolnjenih vprašalnikov se lahko določi intenziteta potresa za posamezno naselje oziroma učinki potresa na ljudi, predmete, zgradbe in okolje. Te analize so koristne tudi za ocenjevanja potresne nevarnosti.



Uradna karta potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo 475 let določa pospešek tal, ki ga morajo projektanti in gradbeniki upoštevati pri projektiranju in gradnji stavb. Stavbi, ki je grajena tako, da prenese te pospeške tal, pravimo, da je potresno odporno grajena. Po najmočnejšem potresu v Petrinji smo izračunali največje vršne pospeške tal (PGA) tega potresa, ki smo jih zabeležili na lokacijah opazovalnic državne mreže. Na zemljevidu je poleg posamezne opazovalnice zapisana večja vrednost PGA (v tisočinkah zemeljskega težnega pospeška (g), t.j. v mg) izmed obeh odčitanih na vodoravnih komponentah akceleroograma. Barva oznake ustreza vrednosti $\log(\text{PGA}[\text{mg}])/0,3$. Vse izmerjene vrednosti PGA so bile bistveno nižje od pospeškov, določenih za potresno odporno projektiranje.

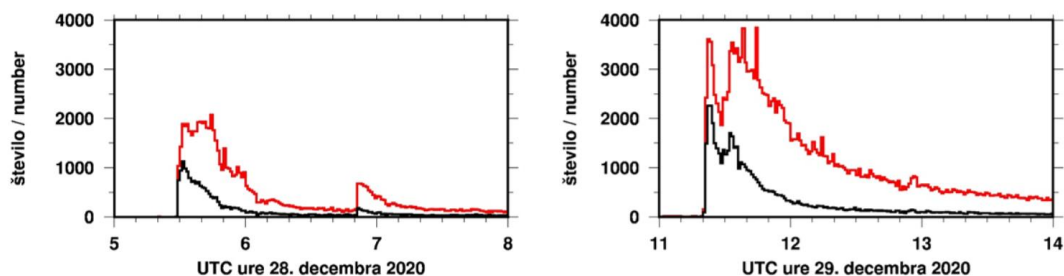


O dostopnosti ARSO spletnih strani o potresih

Na spletišču ARSO objavljamo informacije o zadnjih potresih na naslovu <http://potresi.arso.gov.si/zadnji-potresi>, informacije o tem, kako so ljudje potres čutili, pa zbiramo z makroseizmičnim vprašalnikom na naslovu <http://potresi.arso.gov.si/vprasanik>. Po vsakem močnejšem potresu sta ti dve spletni strani nekaj časa težko dostopni javnosti, v primeru zadnjih močnejših potresov na Hrvaškem sta bili težko dostopni vsaj pol ure po potresu.

Težava, ki se je seveda zavedamo in obžalujemo, je v tem, da število ogledov v zelo kratkem času zelo naraste, kar preseže kapaciteto sistema. Spodnja slika prikazuje število dostopov v minuti (brez zavrženih) pri predpotresu 28. 12. 2020 in glavnem potresu 29. 12. 2020. Rdeča črta predstavlja vse dostope na minuto, črna pa posameznega uporabnika šteje samo enkrat. V prvi uri po najmočnejšem potresu 29. 12. 2020 smo zabeležili preko 100.000 ogledov spletne strani zadnjih potresov, nimamo pa podatka, koliko ogledov je bilo zavrženih – verjetno precej več. Poleg ogledov tabele mnogi tudi začnejo izpolnjevati vprašalnik o učinkih potresa, pri čemer se programska koda izvaja na strežniški strani, kar spet pomeni veliko obremenitev strežnika.

V teku je prenova spletnega portala o potresih, s katero bomo omenjeni spletni strani postavili tudi v javnem računalniškem oblaku, kar bo zagotovo bolj odzivno. Poleg tega se prenavlja tudi strežniška infrastruktura na ARSO, s čimer se bo izboljšala tudi dostopnost obstoječih strani.



Zahvala

Hvaležni smo vsem, ki ste izpolnili vprašalnik o učinkih potresa, saj vemo, da ste morali mnogi zaradi začetne slabe dostopnosti ARSO portala poskusiti večkrat. Zbiranje odgovorov na vprašalnik je naše najpomembnejše orodje, s katerim lahko ocenimo intenziteto potresa. Vsak posameznik, ki izpolni vprašalnik, je v prenesenem pomenu potresna opazovalnica za popis učinkov potresa. Pri tem je tudi informacija, da potresa niste čutili, pomembna. Za najmočnejši potres pri Petrinji smo zbrali rekordnih 8356 odgovorov, da ste potres čutili, in 575 odgovorov, da ga niste čutili, kar je izjemno tudi v svetovnem merilu. Za to ste zaslužni vsi, ki z nami sodelujete. Hvala vsem in vsakemu posebej.

Spremljajte nas še naprej na:



https://twitter.com/arso_potresi



<https://www.facebook.com/ARSOpotres/>

Za najbolj vedoželjne še nekaj iz potresne zgodovine

Območje je že v preteklosti doživelo močne potrese. Najbolj znan se je zgodil 8. oktobra 1909 pri kraju Pokupsko. Epicenter tega potresa je bil približno 40 km južno od Zagreba, v bližini kraja Pokupsko (na robu trenutno aktivnega področja). Največja intenziteta tega potresa je bila VIII MCS, njegova lokalna magnituda pa 5,8. Potres je močno poškodoval kamnite in zidane stavbe, medtem ko so tradicionalne lesene hiše imele veliko manj poškodb. Potres so močno čutili tudi v Zagrebu, kjer je porušil nekaj dimnikov. Na sliki so prikazane intenzitete v naseljih (vir <http://www.gfz.hr/sobe-en/discontinuity.htm>). Med analizo seizmogramov tega potresa je hrvaški seizmolog Andrija Mohorovičić odkril mejo med Zemljino skorjo in plaščem, ki ji danes pravimo Mohorovičićeva ali Moho diskontinuiteta.

