

Potres 22. marca 2020 pri Zagrebu

Martina Čarman, Mladen Živčić, Ina Cecić, Barbara Šket Motnikar, Tamara Jesenko, Polona Zupančič, Matjaž Godec, Jurij Pahor, Milka Ložar Stopar, Danijela Birko, Miha Lanjšček

Na nedeljsko jutro pred letom dni, 22. marca ob 6. uri in 24 minut po lokalnem času, je številne prebivalce Slovenije zbudilo tresenje tal. Močan potres, ki je nastal 10 kilometrov globoko pod pobočjem planine Medvednica, le 7 km severno od Zagreba, v bližini Markuševca in Čučerja, je imel magnitudo 5,5*, intenziteta v nadžariščnem območju pa je bila VII. stopnje po evropski potresni lestvici (VII EMS-98).

Zaradi plitkega žarišča in bližine je potres najhujše prizadel Zagreb in okolico, čutili pa so ga v vseh okoliških državah. Spodnja slika (iz <https://static2.emsc.eu/images/FELTREPORIS/84/840695/IntensityMap.png>) prikazuje učinke

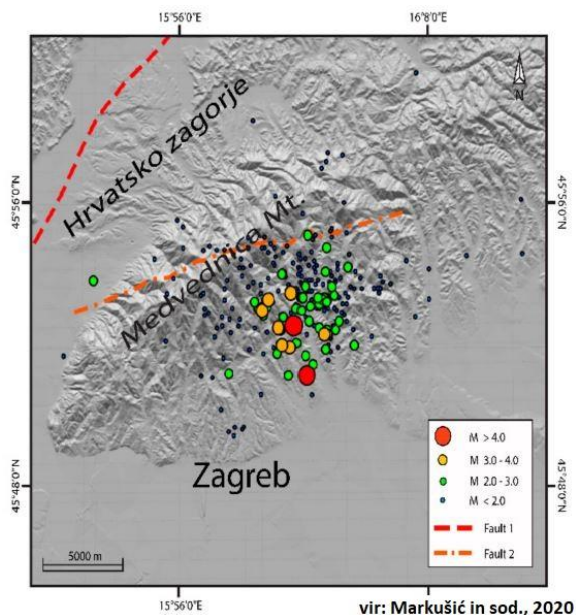


potresa, ki jih je takoj po potresu zbral Evropsko-sredozemski seizmološki center (CSEM). Vsaka pika na zemljevidu predstavlja informacijo posameznika o tem, kje in kako je potres zaznal. Modre in zelene pike označujejo lokacijo poročevalca, ki je potres le čutil, medtem ko pike, obarvane rumeno, oranžno in rdeče, nakazujejo lokacije, kjer je potres lahko povzročil poškodbe objektov. V širšem nadžariščnem območju so se ljudje zelo prestrašili in zbežali na prosto. V Zagrebu in okolici je poškodoval približno 26.000 stanovanjskih, javnih in monumentalnih zgradb. Med njimi je bilo približno 2.000 predvsem starejših zgradb tako poškodovanih, da njihova uporaba ni več mogoča, približno 4.700 objektov pa je po pregledu dobilo oznako o začasni neuporabnosti. Dobro grajene stavbe so utrpeli nekonstruktivne poškodbe, kot je odpadanje dimnikov, razpoke v zidovih ter odpadanje ometa. (podatki

povzeti po <https://gdi-training.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=873cdcb59f1246f7b4b1abd7275f9712> dne 17. 3. 2021). Na žalost je bila ob delni porušitvi stavbe v Đorđičevi ulici v Zagrebu hudo poškodovana 15-letna deklica, ki je naslednji dan v bolnišnici umrla.

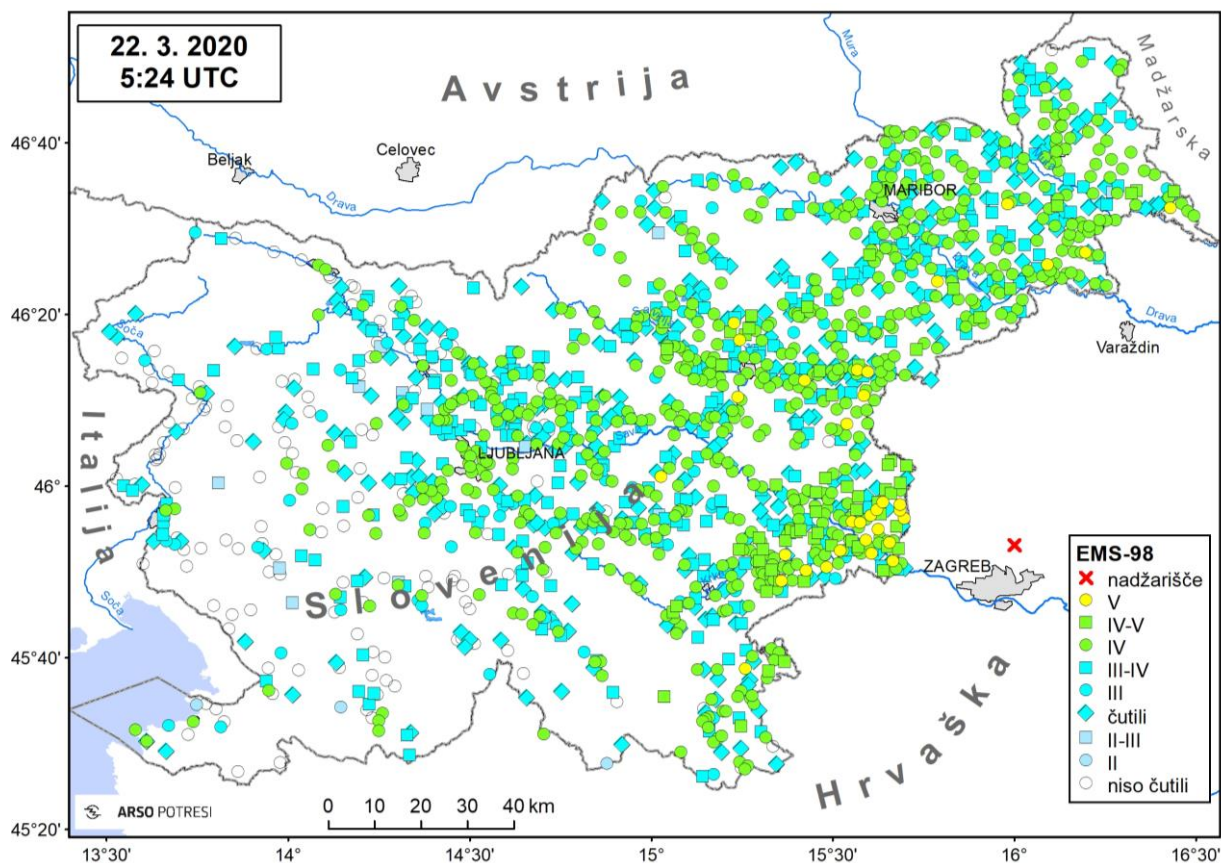
Številni popotresi so zgradbe še dodatno oslabilili in večali škodo. Najmočnejši popotres magnitude 4,9* se je zgodil le 27 minut po glavnem potresu, ob 7.01. Kasneje, ob 7.41, mu je sledil še potres magnitude 3,7*. Vsi ostali potresi v popotresnem nizu so bili šibkejši.

* magnituda in intenziteta je povzeta po podatkih Hrvaške seizmološke službe



Potresni niz se je zgodil severno od Zagreba pod planino Medvednica, sleme katere se širi od jugozahoda proti severovzhodu. Časovna in prostorska analiza popotresnega niza je razkrila, da sta se glavni potres in najmočnejši popotres nedvomno zgodila na reverznem prelomu smeri JZ-SV, ki tone proti jugovzhodu in v podaljšku proti površju izdanja v Hrvatskem zagorju. Popotresi pa so se dogajali tako na tem – glavnem – prelomu (Fault 1), kot tudi na nekoliko plitvejšem prelomu nad njim, ki v podaljšku proti površju izdanja na planini Medvednica (Fault 2) (povzeto po Markušić, S., Stanko, D., Korbar, T., Belić, N., Penava, D., Kordić, B. 2020. The Zagreb (Croatia) M5.5 Earthquake on 22 March 2020. Geosciences 2020, 10, 252; doi:10.3390/geosciences10070252).

Potres smo čutili tudi v Sloveniji. Karta intenzitet vsebuje podatke za 1648 naselij v Sloveniji, iz katerih smo prejeli podatke o tem, kako so prebivalci čutili potres. Analizirali smo vse zbrane makroseizmične podatke: spletne vprašalnike, podatke iz naše spletne aplikacije, vprašalnike in podatke iz aplikacije EMSC, kot tudi vtise očitvidcev na družbenih omrežjih in v medijih. Vsaka pika predstavlja intenziteto potresa, ocenjeno po Evropski potresni lestvici EMS-98 (več o lestvici na [povezavi](#)), za posamezno naselje. Iz nekaterih naselij ob slovensko-hrvaški meji (Gorjanci, Bizeljsko, Kozjansko in Haloze) so ljudje poročali o lasastih razpokah v stenah, odpadlem beležu in ometu ter poškodovanih strešnikih.



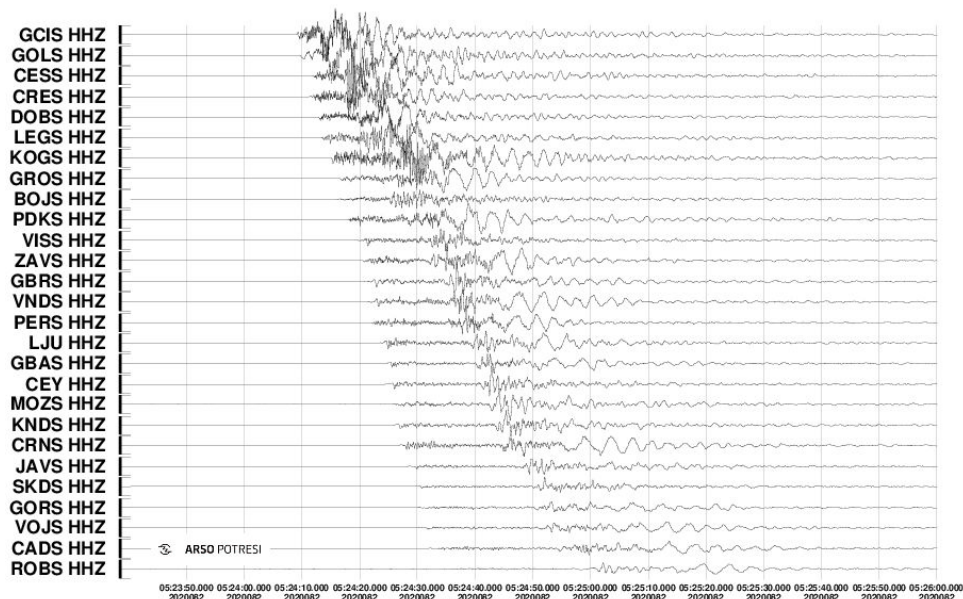
Potres so najbolj čutili prebivalci na vzhodu Slovenije. Povzročil je nekaj preplaha, posebej zato, ker se je zgodil v nedeljo zjutraj, ko ponavadi še mirujemo in se zadržujemo v mirnih prostorih, v katerih smo bolj pozorni na učinke potresa. Na zahodu države so ga večinoma čutili le tisti, ki so se nahajali v višjih nadstropjih. Ob tem potresu je bilo zaradi epidemije nalezljive bolezni covid-19 gibanje ljudi zelo omejeno, prometa malo, obenem pa je ljudi vznemirjalo vprašanje, kako se ob potresu in po njem obnašati v takih okoliščinah. Na srečo v Sloveniji ni bila nikjer potrebna evakuacija ljudi.

V Sloveniji je bila največja intenziteta V EMS-98 ocenjena v 33 naseljih. Intenziteta V EMS-98 opisuje močan potres. V zaprtih prostorih ga čuti večina, na prostem pa posamezniki. Mnogi se zbudijo. Posamezniki se prestrašijo. Ljudje čutijo tresenje celotne stavbe. Viseči predmeti vidno zanihajo. Majhni predmeti se premaknejo. Vrata in okna loputajo.

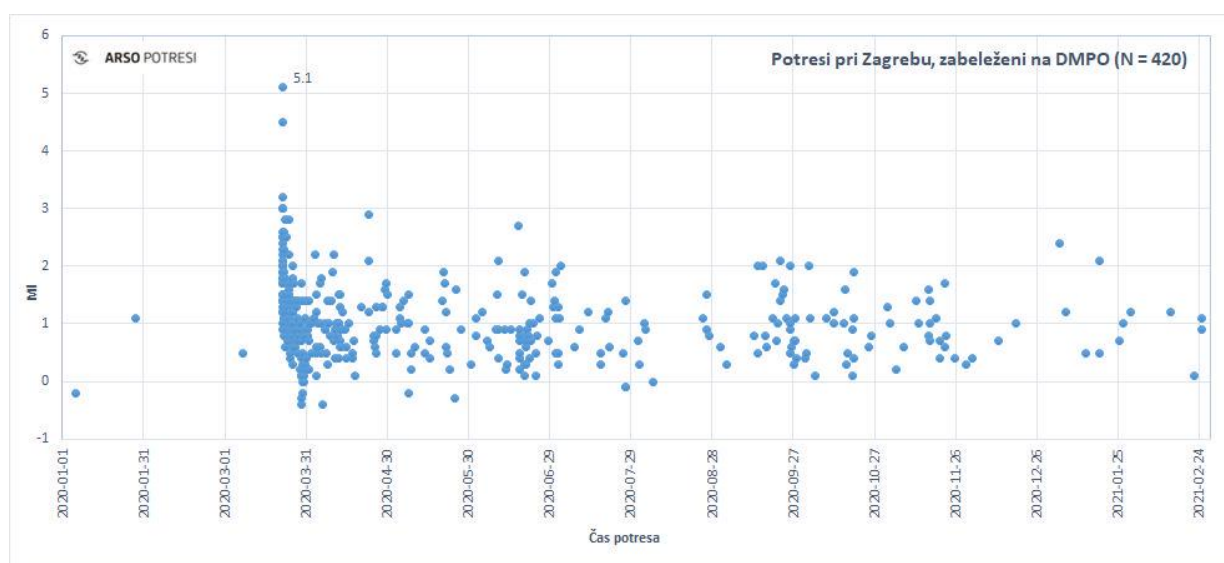
Poleg glavnega potresa so prebivalci Slovenije čutili še sedem popotresov. V preglednici je naveden čas, magnituda M_l , izračunana iz zapisov slovenskih opazovalnic, največja intenziteta EMS-98 v Sloveniji in število prejetih vprašalnikov za vsak (po)potres. Ocena intenzitete po naseljih je bila za glavni potres določena ročno, za popotrese pa le na podlagi samodejnih postopkov.

lokalni čas	magnituda M_l	največja intenziteta EMS-98 v Sloveniji	št. vprašalnikov
22. 3. 2020 6.24	5,1	V	5786
22. 3. 2020 7.01	4,5	IV	546
22. 3. 2020 7.41	3,2	IV	44
22. 3. 2020 8.37	2,5	čutili	1
22. 3. 2020 9.04	3,0	III–IV	21
22. 3. 2020 10.11	3,0	III	1
23. 3. 2020 11.12	2,8	IV	10
23. 4. 2020 9.52	2,9	III	5

Najmočnejši potres so zabeležile vse potresne opazovalnice državne mreže. Seizmični zapisi navpične komponente so prikazani na sliki v istem merilu. Zapisi so izrisani od najbližje do najbolj oddaljene opazovalnice. Valovanje je od žarišča potresa do najbližje, 30 kilometrov oddaljene potresne opazovalnice GCIS pri vasi Cirknik na Gorjancih, prišlo v 6 sekundah, medtem ko je do 197 kilometrov oddaljene opazovalnice ROBS pri Robiču potovalo 30 sekund. Čas na sliki je koordinirani univerzalni čas UTC. Srednjeevropski ali lokalni zimski čas dobimo, če univerzalnemu prištejemo eno uro, poleti pa dve uri.

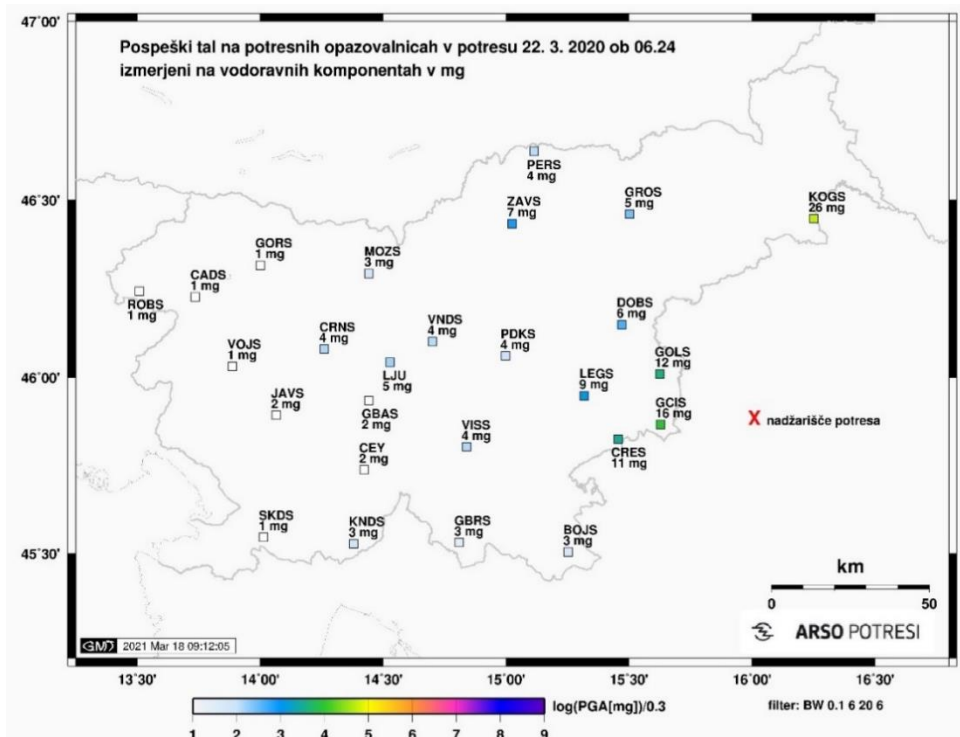


Tla se po zagrebškem potresu še niso umirila. V letu dni po najmočnejšem potresu pri Zagrebu smo z analizo seizmogramov državne mreže potresnih opazovalnic (DMPO) locirali že več sto popotresov. Večina teh se je zgodila v nekaj dneh po glavnem potresu, od takrat pa njihovo število počasi upada.



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. Po predpisih zgrajene stavbe so potresno odporne. Še vedno lahko nastanejo poškodbe, ne bi pa smelo biti močnih konstrukcijskih poškodb in posledično žrtev.

Po najmočnejšem potresu pri Zagrebu 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 akceleroگرامa. 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.



Zahvala

Za glavni potres v potresnem nizu pri Zagrebu smo zbrali 5786 odgovorov na vprašalnik o učinkih potresa. Hvaležni smo vsem, ki ste si vzeli čas in izpolnili vprašalnik ter tako omogočili ocenjevanje intenzitet 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. Hvala vsem in vsakemu posebej.

Spremljajte nas še naprej na:

[ARSO Potresi](https://twitter.com/arsopotresi)



<https://twitter.com/arsopotresi>



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