

# POTRES 1. NOVEMBRA 2015 NA GORJANCIH

## THE EARTHQUAKE OF 1 NOVEMBER 2015 AT GORJANCI MOUNTAINS

UDK 550.34(497.4Gorjanci)"2015"

### Barbara Šket Motnikar

dr., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1 b, Ljubljana, barbara.skot-motnikar@gov.si

### Martina Čarman

dr., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1 b, Ljubljana, martina.carman@gov.si

### Matjaž Godec

Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1 b, Ljubljana, matjaz.godec@gov.si

### Polona Zupančič

Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1 b, Ljubljana, polona.zupancic@gov.si

### Ina Cecić

Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1 b Ljubljana, ina.cecic@gov.si

### Povzetek

Največji potres v Sloveniji leta 2015 z magnitudo 4,2 je 1. novembra ob 8.52 po lokalnem času stresel Gorjance, čutili pa so ga skoraj po vsej Sloveniji. Na nekaterih stavbah so nastale široke in globoke razpoke v nosilnih zidovih, s streh so drseli strešniki, poškodovani so bili mnogi dimniki. Na podlagi več kot 3700 poročil o učinkih potresa in terenskega ogleda nadžariščnega območja smo ocenili intenziteto po naseljih. Največja ocenjena intenziteta je bila VII EMS-98, in sicer na Stojanskem Vrh in Vinjem Vrh. Do konca leta 2015 smo locirali še 837 popotresov, od katerih so jih prebivalci zaznali najmanj 31.

### Abstract

The strongest earthquake in Slovenia in 2015 with magnitude 4.2 shook Gorjanci Mountains on 1 November at 8:52 CET and was felt almost across the entire Slovenia. Some buildings suffered extensive damage: wide and deep cracks appeared in the walls, roof tiles slipped off, many chimneys were damaged. Intensities were estimated based on more than 3700 macroseismic questionnaires and data from field investigations in the epicentral area. The maximum intensity was estimated at VII EMS-98 at Stojanski Vrh and Vinji Vrh. By the end of 2015, 837 aftershocks were located. The inhabitants felt at least 31 aftershocks.

## Uvod

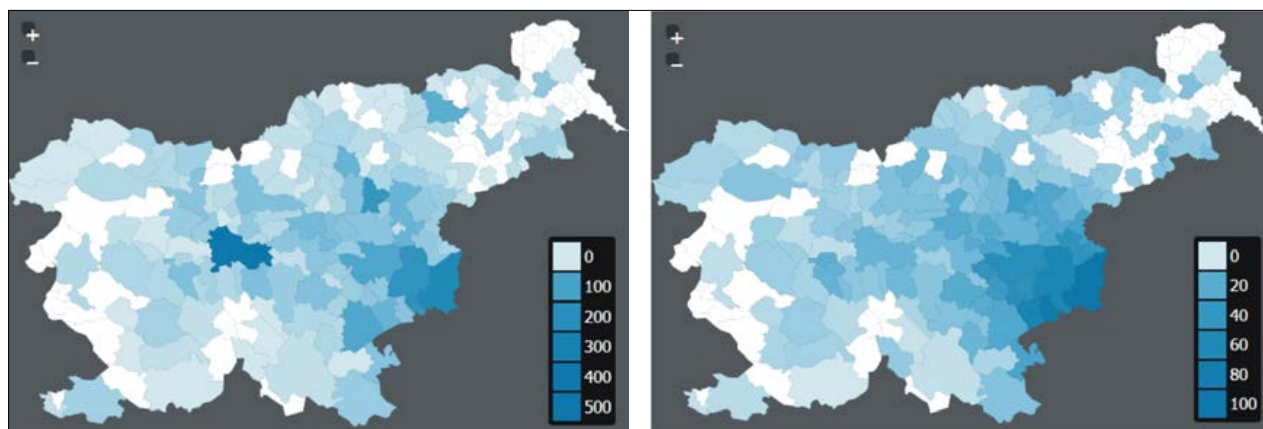
Najmočnejši potres leta 2015 v Sloveniji se je zgodil na Gorjancih 1. novembra 2015 ob 7. uri, 52 minut in 32 sekund po univerzalnem koordiniranem času (UTC), ki se od lokalnega, srednjeevropskega, časa razlikuje za eno uro. Potresu smo opredelili koordinate nadžarišča  $45,86^{\circ}$  N in  $15,54^{\circ}$  E, kar je približno 3 kilometre jugovzhodno od Cerkelj ob Krki. Žarišče potresa je bilo 6 kilometrov globoko. Lokalno magnitudo potresa,  $M_{LV} = 4,2$ , smo izračunali iz največje amplitude hitrosti navpične komponente nihanja tal na slovenskih opazovalnicah.

## Učinki potresa

Podatke o učinkih potresa so nam posredovali številni prostovoljni poročevalci, ki smo jim poslali 2396 vpra-

šalnikov, in sicer 922 po elektronski ter 1474 po navadni pošti. Dobili smo 1032 vrnjenih klasičnih »papirnatih« vprašalnikov, kar je 70 odstotkov. Poleg tega so prebivalci samoiniciativno ali pa kot odgovor na naš poziv izpolnili še 2562 vprašalnikov na spletni strani <http://www.arso.gov.si/potresi/vprasanik/>, prejeli pa smo tudi veliko telefonskih klicev (ARSO, 2016). Na sliki 1 je prikazan spletni odziv prebivalcev, ki so čutili potres, in sicer število vprašalnikov po občinah ter normirano število vprašalnikov glede na število prebivalcev občine.

Prek spletne strani evropsko-sredozemske seizmološke organizacije EMSC smo dobili 77 vprašalnikov o učinkih v Sloveniji in 42 odzivov z mobilne aplikacije *LastQuake*. Takoj po potresu smo v treh dneh terenskega dela sodelavci Urada za seizmologijo in geologijo obiskali 23 naselij na nadžariščnem območju, kjer smo raziskovali učinke potresa in si ogledali poškodovane objekte.



Slika 1: Število spletnih vprašalnikov s pozitivnimi odgovori (čutili potres) po občinah: celotno število (levo) in normirano število na 10.000 prebivalcev (desno)

Figure 1: Number of web questionnaires by municipalities (felt): total number (left) and normalized to 10.000 inhabitants (right)

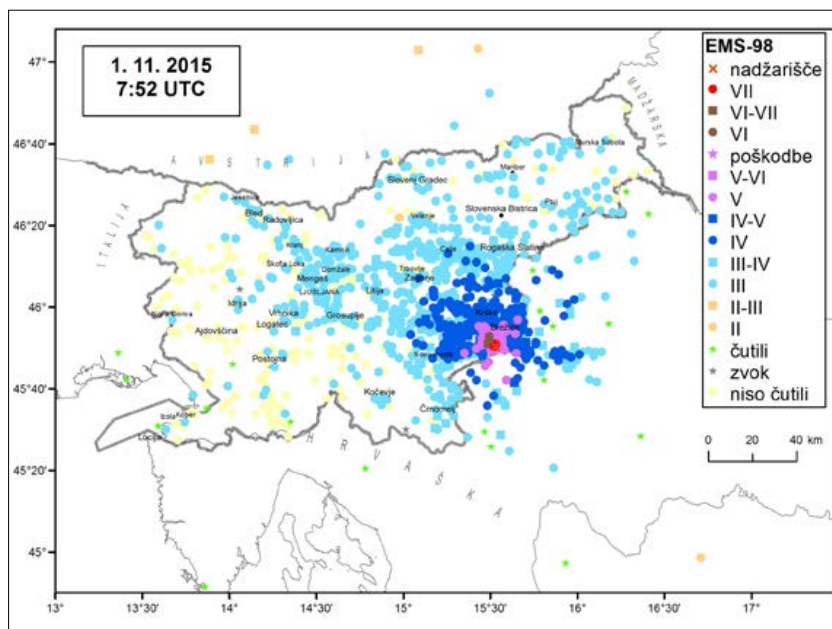
Na prejetih vprašalnikih je 2699 oseb napisalo, da so potres čutili sami ali nekdo v njihovi neposredni okolici, 988 ljudi pa potresa ni zaznalo. Zaradi neuporabnosti (vožnja z avtom, neznan lokacija, tujina, neznan naslov) 57 vprašalnikov nismo upoštevali. Na podlagi vseh zbranih podatkov smo ocenili učinke potresa po Evropski potresni lestvici EMS-98 (Grünthal, 1998). Intenziteta za posamezna naselja je prikazana na sliki 2.

Potres je na širšem nadžariščnem območju povzročil preplah in poškodoval stavbe. Največjo intenziteto VII EMS-98 je potres dosegel na Stojanskem Vrhu in Vinjem Vrhu, kjer so na mnogih nosilnih zidovih nastale široke in globoke razpoke, s streh pa so odpadali strešniki, odlomili so se tudi dimniki. Stanovalci so poročali, da je omare prestavilo za 10 cm, da je s stene odtrgalo nosilec TV-zaslona ter dvignilo radiatorje z nosilcev (slika 3).

Poškodbe malo manjšega obsega so nastale v naseljih Dobrava ob Krki (VI-VII EMS), Bušeča vas (VI EMS) in

Hrastje pri Cerkljah (VI EMS). Ocenjujemo, da je v 41 slovenskih in petih hrvaških naseljih potres dosegel stopnjo V ali V-VI EMS-98, ki že lahko povzroči manjšo gmotno škodo. Prebivalci teh naselij so poleg poškodb na posameznih stavbah navajali močno tresenje, prestrašenost, znatno nihanje visečih predmetov, žvenket steklenine in porcelana, premikanje pohištva, štedilnikov na trdo gorivo in nestabilnih predmetov. V številnih zidanicah so se potopili pokrovi sodov za vino. Ob cesti na Izvir je v manjšem opuščnem kamnolomu nastal podor večje količine kamena in skal (slika 4).

Največje poškodbe so nastale na območju do 10 km od nadžarišča (slika 5), manjše poškodbe pa so nastale v naseljih, oddaljenih do 35 km. Posamezne poškodbe so navajali celo v zelo oddaljenih naseljih (tudi do 90 km), a ne morejo biti posledica tega potresa. Če je potres tako močan, da povzroči poškodbe, bi morali nujno opaziti tudi druge močnejše učinke, obenem pa bi potres zaznala večina prebivalcev, česar pa pri tem potresu ni bilo.



Slika 2: Intenziteta potresa 1. novembra 2015 po naseljih

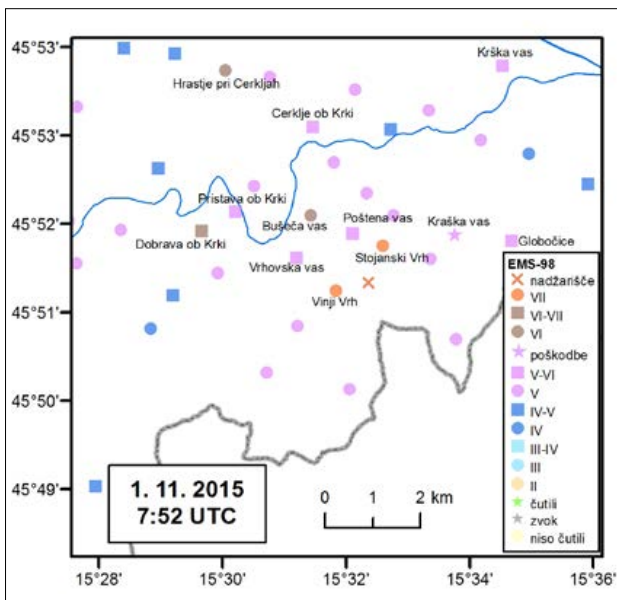
Figure 2: Intensity map of 1 November 2015 earthquake by settlements.



Slika 3: V novejši hiši na Vinjem Vrhu je z nosilcev odtrgalo radiator. (foto: J. Kodrič)  
Figure 3: A detached radiator in a new house at Vinji Vrh (Photo J. Kodrič).



Slika 4: Posledice potresa v naravi: podor kamenja pri naselju Izvir (foto: M. Godec)  
Figure 4: Earthquake effects on nature: a rockfall near Izvir (Photo M. Godec).



Slika 5: Intenziteta potresa v naseljih na širšem nadžariščnem območju v Sloveniji. Imena so napisana pri naseljih, kjer so bili učinki potresa ocenjeni z intenziteto V-VI EMS-98 ali več.

Figure 5: Intensity in extended epicentral area. Only the names of the settlements with intensity V-VI EMS-98 or more are written in the map.

Učinke IV EMS-98 smo ocenili v krogu polmera približno 45 kilometrov od nadžarišča. Posamezna sporočila o zaznavanju potresa so prišla iz vse Slovenije, najbolj oddaljeno celo iz 163 kilometrov oddaljenega Bovca.

Potres so čutili tudi v približno 50 km širokem obmejnem pasu na Hrvaškem od Karlovca do Varaždina pa tudi v Puli. Najmočneje so ga zaznali v okolici Žumberačke gore, kjer so bili učinki V EMS-98. V Bosni in Hercegovini

so ga čutili v Prijedoru in Cazinu, v Italiji v Trstu, Gradežu in Červinjanu, v Avstriji pa v Gradcu.

## Opis poškodb

Potresni sunek je na območju Gorjancev poleg preplaha povzročil tudi gmotno škodo. Zmerne konstrukcijske poškodbe in velike nekonstrukcijske poškodbe (3. stopnje po petstopenjski klasifikaciji poškodb v EMS) smo opazili na nekaterih starejših stavbah v naseljih Stojanski Vrh, Vinji Vrh, Dobrava ob Krki, Bušeča vas, Hrastje pri Cerkljah, Pristava ob Krki ter Vrhovska vas.

Največji obseg poškodb je nastal v vaseh Stojanski Vrh in Vinji Vrh (slike 6–11). Obseg poškodb je vsaj v enem primeru takšen, da bi bila nadaljnja uporaba objekta lahko nevarna oziroma da bi bili prebivalci ogroženi. V vseh prostorih več kot 100 let stare kamnite hiše na Stojanskem Vrhu so nastale globoke in široke razpoke v nosilnih zidovih, odpadli so večji kosi ometa, močno je bil poškodovan strop nad kletjo, s strehe je zdrselo mnogo strešnikov, dimnik je bil poškodovan. Na še štirih starejših objektih Stojanskega vrha in na petih stavbah Vinjega Vrha (vse ranljivostnega razreda B po EMS) smo ugotovili poškodbe 3. kategorije po EMS (globoke in široke razpoke v nosilnih stenah in ometu, odpadanje strešnikov, odlomi, rotacije in porušitve dimnikov).

Manjše poškodbe (manjše razpoke, odpadanje večjih kosov ometa, drsenje ali premik posameznih strešnikov) smo opazili celo na posameznih novejših potresno odporno grajenih objektih (ranljivostnega razreda D po EMS).

V Dobravi ob Krki so bile na dveh objektih globoke in široke razpoke nosilnih zidov, s treh pa so odpadali





Slika 6: Široke in globoke razpoke na stikih nosilnih zidov in stropa na Stojanskem Vrh (foto M. Godec)  
Figure 6: Large and extensive cracks in the joints of walls and ceiling in Stojanski Vrh (Photo M. Godec).



Slika 7: Široke in globoke razpoke nosilnih zidov na Stojanskem Vrh (foto M. Godec)  
Figure 7: Large and extensive cracks in bearing walls in Stojanski Vrh (Photo M. Godec).



Slika 8: Poškodovani strešniki na Stojanskem Vrh (foto M. Godec)  
Figure 8: Damaged roof tiles in Stojanski vrh (Photo M. Godec).



Slika 9: Zasukan dimnik v Vinjem Vrh (foto M. Godec)  
Figure 9: Rotated chimney in Vinji Vrh (Photo M. Godec).



Slika 10: Široke in globoke razpoke nosilnega zidu na Vinjem Vrh (foto M. Godec)  
Figure 10: Large and extensive cracks in bearing wall in Vinji Vrh (Photo M. Godec).



Slika 11: Odpadli večji kosi ometa na stropu v Vinjem Vrh (foto M. Godec)  
Figure 11: Large pieces of plaster falling off the ceiling in Vinji Vrh (Photo M. Godec).



Slika 12: Razpoka na stiku armirano-betonske plošče in plavajočega poda na novejši hiši v Dobravi ob Krki (foto M. Godec)

Figure 12: A crack in the joint of reinforced concrete slab and floating floor in a new house in Dobrava ob Krki (Photo M. Godec).



Slika 13: Obnovljeno okno - odpadanje pozidave polnila pod prvotnim obokom v cerkvi v Bušeči vasi (foto M. Godec)

Figure 13: Reconstructed window - stones falling from fill wall under original arch of the church in Bušeča vas (Photo M. Godec).



Slika 14: Premaknjena nagrobna plošča na pokopališču v Bušeči vasi (foto M. Godec)

Figure 14: Displaced gravestone at the cemetery in Bušeča vas (Photo M. Godec).



Slika 15: Odlom dimnika na Hrastjah pri Cerkljah (foto I. Cecić)

Figure 15: Detached chimney in Hrastje pri Cerkljah (Photo I. Cecić).

strešniki. Strešniki so zdrsnili na še enem objektu, na katerem so nastale tudi razpoke dimnika. Na novejši hiši je nastala razpoka na stiku armirano-betonske plošče in plavajočega poda (slika 12).

V Bušeči vasi je največ poškodb nastalo v cerkvi: široke in globoke razpoke v stenah, stropu in zvoniku, odpadanje strešnikov ter večjih kosov ometa (slika 13). Streha je bila poškodovana še na treh stavbah, porušen dimnik na stari osnovni šoli je padel na parkiran avto. Na pokopališču je na več mestih počil zid, nekateri nagrobniki so se prevrnili in plošče so se premaknile (slika 14). Zaradi 1. novembra, dneva spomina na mrtve, je bilo v cerkvi in na pokopališču veliko ljudi, ki so imeli težave z ravnotežjem.

Za Hrastje pri Cerkljah je bilo značilno drsenje strešnikov, kar smo opazili na petih stavbah. Na stari hiši se

je zrušil dimnik in poškodoval streho (slika 15). Na nekaterih hišah so nastale lasaste razpoke.

Široke in globoke razpoke v zidovih smo opazili tudi na enem objektu v Vrhovski vasi in v Pristavi ob Krki. Manjše poškodbe na posameznih stavbah smo videli še v naseljih Krška vas, Cerklje ob Krki, Poštena vas, Boršt, Dolenja Pirošica, Izvir, Leskovec pri Krškem ter Kostanjevica na Krki.

## Potresna nevarnost na Gorjancih

Po uradni karti potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo 475 let (Lapajne in sod., 2011) se mora na območju nadžarišča tega potresa za projektiranje upoštevati



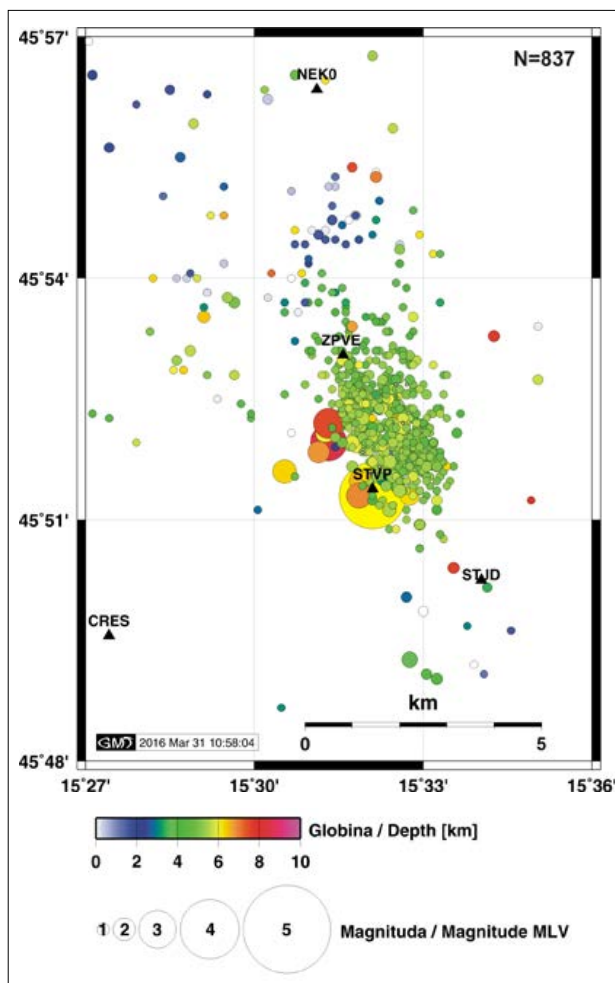
projektni pospešek tal 0,225 g. Med potresom je bil najbližji akcelerograf nameščenem v Jedrski elektrarni Krško, ki je od nadžarišča potresa oddaljen 9 km. Zabeležil je maksimalni pospešek tal 0,08 g (Prosen, 2016).

Za potrebe zaščite in reševanja uporabljamo karto potresne intenzitete za povratno dobo 475 let (Šket Motnikar in Zupančič, 2011), po kateri lahko za to območje pričakujemo potrese z učinki VIII EMS-98. Takšen potres se je pri Brežicah zgodil leta 1917 in je imel magnitudo 5,7. S spletno aplikacijo POTROG za hiter odziv po potresu (Lutman in sod., 2014) lahko ocenimo, kakšne učinke bi imel tako močan potres danes. Pri tem poteku bi učinke stopnje V EMS-98 (tudi zanemarljive poškodbe na posameznih zelo ranljivih stavbah) pričakovali od Maribora na severu do Ogulina (Hrvaška) na jugu in od Grosuplja na zahodu do Ivanić Grada (Hrvaška) na vzhodu. Aplikacija temelji na Registru nepremičnin, zato lahko ocenjujemo le poškodbe stavb na območju Slovenije. Predvidevamo, da bi bilo na najbolj prizadetem območju (na slovenski strani) 11 stavb tako hudo poškodovanih, da jih ne bi bilo mogoče sanirati. V teh stavbah živi 90 prebivalcev, ki bi zato potrebovali stalno namestitev drugje. Poleg tega bi bilo treba poskrbeti za začasno namestitev 3685 prebivalcev iz 1729 objektov. Ti objekti bi imeli majhne do zmerne konstrukcijske poškodbe in bi jih bilo mogoče sanirati.

## Popotresi

Takoj po glavnem potresu so opazovalnice državne mreže potresnih opazovalnic (DMPO) zabeležile številne popotrese. Za boljšo opredelitev njihovih potresnih parametrov smo na nadžariščnem območju še isti dan postavili dve začasni potresni opazovalnici. Opazovalnica na Stojanskem Vrhu z oznako STVP je začela delovati ob 12. uri in 30 minut po UTC, medtem ko je imela opazovalnica v Župeči vasi z oznako ZPVE prva dva dneva previsoko nastavljen prag proženja in je zato akcelerograf po novih nastavitvah začel potrese beležiti šele 3. novembra 2015 ob 8. uri in 50 minut po UTC. Ker je bil glavni potres le kilometer od državne meje in so ga čutili tudi prebivalci obmejnih predelov Hrvaške, je Hrvaška seizmološka služba na svoje obmejno ozemlje postavila dve začasni potresni opazovalnici, in sicer v Stojdragi (STJD) in v Željeznem Žumberačkem (ZLZM). Prvi potres je opazovalnica v Stojdragi zabeležila 1. novembra 2015 ob 16. uri in 55 minut po UTC, potresna opazovalnica v Željeznem Žumberačkem pa isti dan ob 22. uri in 1 minuto po UTC.

Potresom smo določili bistvene parametre. Pri redni obdelavi potresov, pri kateri vsak dan analiziramo dogodke prejšnjega dne, uporabljamo program Hypocenter 3.2 (Lienert, 1994). Ta program na podlagi odčitanih časov vstopa vzdolžnih oziroma longitudinalnih (P) in prečnih oziroma transverzalnih (S) potresnih valov, podatkov o hitrostih valovanja na različnih globinah (enodimenzionalni hitrostni model) in podatkov o lokacijah opazovalnic numerično reši kinematične enačbe in

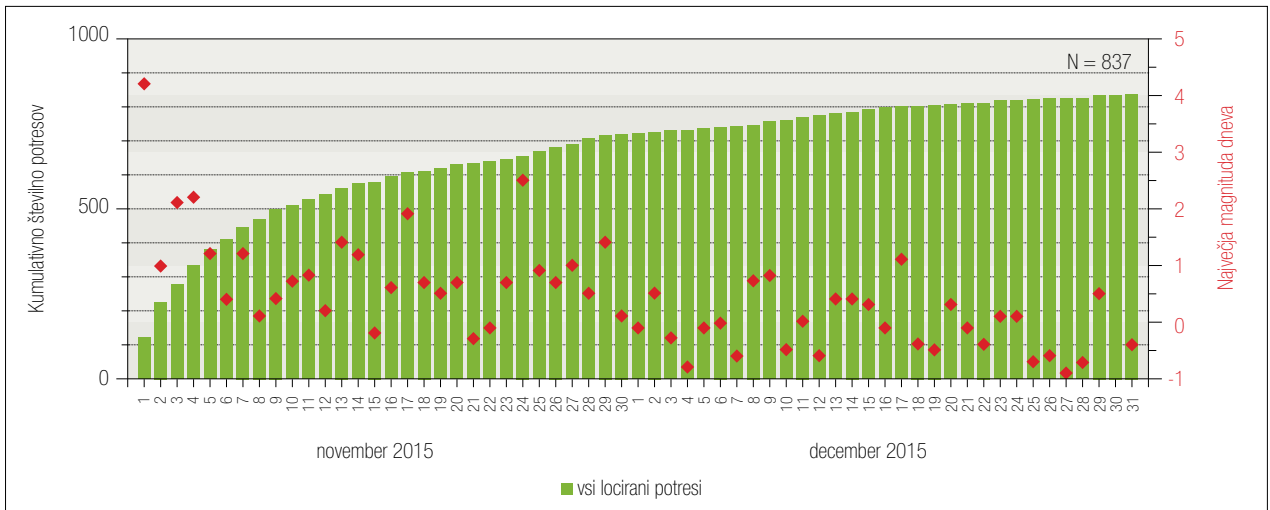


Slika 16: Karta nadžarišč 837 potresov na Gorjancih, zabeleženih novembra in decembra 2015, ter lokacije potresnih opazovalnic (ARSO, 2015)

Figure 16: Epicentres of 837 earthquakes recorded in Gorjanci region in November and December 2015 and locations of seismic stations (ARSO, 2015).

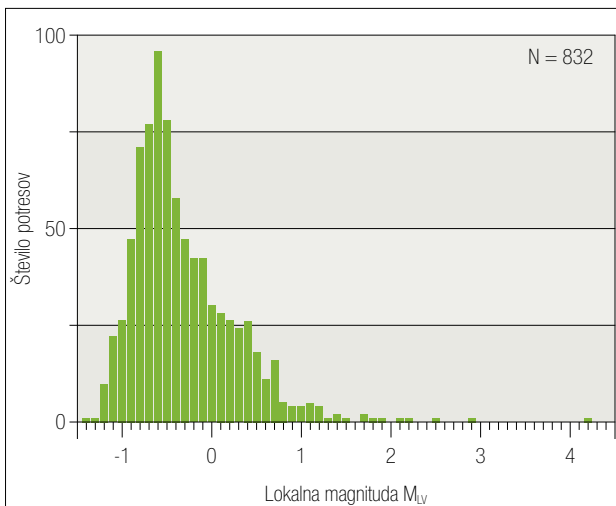
tako določi čas ter kraj nastanka posameznega potresa in njegovo magnitudo. Točnost, ki jo navadno dosežemo, je nekaj kilometrov za lego žarišča, nekaj desetink sekunde za čas nastanka potresa in nekaj desetink za magnitudo.

Pri redni obdelavi seizmoloških podatkov smo na območju 45,80-45,95° N in 15,45-15,60° E od 1. novembra do 31. decembra 2015 iz zapisov na opazovalnicah DMPO in zapisov prenosnih opazovalnic uspeli locirati 837 potresov (ARSO, 2015), od katerih so prebivalci čutili najmanj 31 popotresov. Potresi in najbližje potresne opazovalnice so prikazane na sliki 16. Površina nadžariščnega območja meri približno 5 km x 3 km. Večina žarišč je na globinah med 4 in 6 kilometri. Opredelitev globin je z redno analizo manj zanesljiva, še posebno, ko v neposredni bližini potresa ni potresnih opazovalnic. Tako smo pri redni analizi za žarišče glavnega potresa opredelili globino 10 km, z nadaljnjimi analizami zapisov popotresov na začasnih opazovalnicah pa smo ga popravili na 6 kilometrov.



Slika 17: Časovna porazdelitev 837 lociranih potresov. Kumulativno število popotresov po dnevih (leva os) in največja lokalna magnituda v posameznem dnevu (desna os, rdeče pike).

Figure 17: Time distribution of 837 located earthquakes. Cumulative number of aftershocks which occurred on individual days (left axis) and maximum magnitude of an earthquake in a day (right axis, red dots).



Slika 18: Porazdelitev 832 popotresov na Gorjancih novembra in decembra 2015 glede na lokalno magnitudo.

Figure 18: Distribution of local magnitude for 832 aftershocks at Gorjanci Mountains in November and December 2015.

Slika 17 prikazuje povečanje števila potresov med 1. novembrom 2015 do konca istega leta. Kar 15 % od 837 potresov se je zgodilo že prvi dan, tj. v obdobju 16 ur po glavnem potresu, 50 % prvi teden in 86 % vseh potresov novembra 2015. Ker je popotresna dejavnost hitro pojemala, je bila po glavnem potresu zelo pomembna hitra postavitve začetnih potresnih opazovalnic. Na sliki 17 je označena tudi največja lokalna magnituda popotresa v posameznem dnevu. Glavnemu potresu z magnitudo 4,2 je 1. novembra 2015 ob 8.08 UTC sledil najmočnejši popotres z magnitudo 2,9.

Histogram na sliki 18 prikazuje porazdelitev lokalnih magnitud ( $M_{LV}$ ) popotresov. Petim od skupno 837

potresov nismo uspeli opredeliti lokalne magnitude. Le 26 od skupno 837 lociranih potresov je imelo magnitudo 1,0 in večjo, preostali popotresi pa so bili šibkejši. Večina lociranih, tj. med 10. in 90. percentilom, je v magnitudnem razponu med  $-0,9$  in  $0,4$ .

Žariščni mehanizmi treh najmočnejših potresov v obravnavanem nizu potresov, določenih iz smeri prvih premikov ob prihodu vzdolžnega valovanja na potresno opazovalnico, kažejo na narivanje bodisi proti jugozahodu s smerjo preloma vzhod-zahod bodisi proti severu s smerjo preloma severozahod-jugovzhod.

Opazovalnici na Stojanskem vrhu (STVP) in v Župeči vasi (ZPVE) sta na Gorjancih delovali do 14. januarja 2016. Opazovalnica STVP je med delovanjem zabeležila 807 potresov, opazovalnica ZPVE pa 24 potresov z žariščem na Gorjancih.

## Sklepne misli

Na Gorjancih so se 1. novembra 2015 ob 7.52 UTC tla močno zatresla. Glavnemu potresu z lokalno magnitudo 4,2 in z žariščem na globini 6 kilometrov so sledili številni šibkejši popotresi. Takoj po glavnem potresu smo za boljšo opredelitev globlin potresov in njihovih lokacij na nadžariščno območje teh potresov postavili prenosne potresne opazovalnice Stojanski vrh (STVP) in Župeča vas (ZPVE).

Potres je imel na ožjem nadžariščnem območju učinke VII EMS-98. Na posameznih hišah je povzročil zmerne konstrukcijske poškodbe, na 15-kilometrskem območju pa je nastalo veliko manjših poškodb; največ je bilo razpok v ometu in zidovih, drsenja strešnikov in poškodb dimnikov.

## Zahvale

Zapise opazovalnic seizmoloških mrež Hrvaške, Avstrije in Italije smo dobili v okviru sodelovanja Srednjeevropske in Vzhodnoevropske seizmološke raziskovalne

mreže (CE<sup>3</sup>RN, 2016). Za podatke o učinkih potresa na Hrvaškem se zahvaljujemo seizmologu Ivici Soviču, še nekaj informacij o učinkih v sosednjih državah pa smo dobili na spletni strani EMSC. Zahvaljujemo se številnim prostovoljcem, ki so izpolnili vprašalnik o učinkih potresa.

## Viri in literatura

1. Agencija Republike Slovenije za okolje, 2015. Baza podatkov za potrese na ozemlju Slovenije leta 2015. Arhiv ARSO, Ljubljana.
2. Agencija Republike Slovenije za okolje, 2016. Poročilo o terenskem ogledu po potresu 1. novembra 2015 na Gorjancih. Interno poročilo, makroseizmični arhiv ARSO, Ljubljana.
3. The Central and Eastern European Earthquake Research Network – CE<sup>3</sup>RN, 2016. <http://www.ce3rn.eu/> (31. 3. 2016).
4. European-Mediterranean Seismological Centre – EMSC/CSEM (online). Dostopno z geslom na naslovu: <http://www.emsc-csem.org> (10. 11. 2015).
5. 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.
6. Lapajne, J., Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2001. Nova karta potresne nevarnosti – projektni pospešek tal namesto intenzitete. Gradbeni vestnik 50, 140–149.
7. Lienert, B. R., 1994. HYPOCENTER 3.2 – A Computer program for locating Earthquakes Locally, Regionally and Globally. Hawaii Institute of the Geophysics and Planetology, Honolulu.
8. Lutman, M., Weiss, P., Klemenc, I., Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Banovec, P., Cerk, M., 2014. POTROG – potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite. Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Ljubljana. [http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga\\_99.pdf](http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga_99.pdf).
9. Prosen, T., 2016. Poročilo o delovanju akceleroграфа NEKO v obdobju 1. 1.–31. 12. 2015, ARSO, Ljubljana.
10. Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2011. Karta potresne intenzitete Slovenije. Ujma 25, 226–231.