

POTRES 22. APRILA 2014 PRI PIVKI

THE EARTHQUAKE OF 22 APRIL 2014 NEAR PIVKA

UDK 550.34(497.4Pivka)"2014"

Mladen Živčić

mag., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, mladen.zivcic@gov.si

Matjaž Godec

Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, matjaz.godec@gov.si

Martina Čarman

dr., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, martina.carman@gov.si

Barbara Šket Motnikar

dr., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, barbara.sket-motnikar@gov.si

Polona Zupančič

Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana, polona.zupancic@gov.si

Povzetek

Potres 22. aprila 2014 z magnitudo $M_{LV} = 4,4$ je bil tega leta najmočnejši potres v Sloveniji. Njegovo žarišče je bilo pet kilometrov jugovzhodno od Pivke in na globini 15 kilometrov. V nekaterih krajih je dosegel učinke V–VI EMS-98 in povzročil manjšo škodo na posameznih objektih. Učinki so bili analizirani na podlagi podatkov, zbranih z makroseizmičnimi vprašalniki, in terenskega ogleda poškodb. Na tem območju potresi niso redkost, zato bi bilo nujno več pozornosti nameniti potresni odpornosti novogradenj in že zgrajenih stavb.

Abstract

The earthquake with magnitude $M_{LV} = 4.4$ that occurred on 22 April 2014 was the strongest in Slovenia in 2014. The earthquake hypocentre was about 5 km to the SE of Pivka at the depth of 15 km. In some places the earthquake effects reached intensity V–VI EMS-98. Minor damage was observed on few buildings. Earthquake effects were analysed using data collected by macroseismic questionnaires and field inspection of damaged buildings. Earthquakes in this part of Slovenia are common, and more attention should therefore be given to seismic vulnerability of new as well as existing buildings.

Uvod

Potres 22. aprila 2014 z nadžariščem v bližini Pivke smo sodelavci Urada za seizmologijo in geologijo ARSO čutili na delovnem mestu, saj se je zgodil med delovnim časom, v torek ob 8.58 UTC oziroma ob 10.58 SEPC. Nekaj minut po potresu smo prvo informacijo o lokaciji in magnitudi že posredovali Centru za obveščanje RS in objavili na spletnih straneh Agencije RS za okolje. Potres z magnitudo 4,4 je bil leta 2014 najmočnejši v Sloveniji.

Velik obisk spletnih strani v prvih minutah po potresu je odziv strežnika ARSO precej upočasnil, kar je obiskovalcem otežilo dostop do informacij o potresu in izpolnjevanje spletnega vprašalnika, seizmologom pa prekinilo dotok informacij o učinkih potresa v različnih krajih Slovenije.

Parametri potresa

Pri obdelavi potresov na Uradu za seizmologijo in geologijo uporabljamo program Hypocenter 3.2 (Lienert,

1994). Program na podlagi odčitanih časov vstopa vzdolžnega oziroma longitudinalnega (P) in prečnega oziroma transverzalnega (S) potresnega valovanja, podatkov o hitrostih valovanja na različnih globinah (enodimenzionalni hitrostni model) in podatkov o lokacijah opazovalnic numerično reši kinematične enačbe ter tako določi čas in kraj nastanka potresa ter 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.

Potres se je zgodil ob 8. uri 58 minut in 26,8 sekunde po univerzalnem koordiniranem času (UTC). Potresu smo opredelili koordinate 45,66° SZŠ in 14,25° VZD, kar je približno pet kilometrov jugovzhodno od središča Pivke. Globino žarišča smo najprej opredelili na 23 kilometrov, vendar smo z nadaljnjimi analizami zapisov začasnih opazovalnic, postavljenih v neposredno bližino nadžarišča, žarišče pozneje umestili 15 kilometrov globoko. Lokalno magnitudo potresa, $M_{LV} = 4,4$, smo določili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal na slovenskih opazovalnicah.

Učinki potresa

Učinke potresa ocenjujemo po Evropski potresni lestvici EMS-98 (Grünthal, 1998a, 1998b). Potresi nas nenehno opozarjajo na potresno dejavnost na širšem območju Pivke, saj jih je bilo samo v 20. stoletju na tem območju kar 15, ki so dosegli ali preseгли učinke V EMS-98 (Ložar Stopar in sod., 2009). Stopnja V EMS-98 pomeni, da potres že lahko povzroči vsaj manjšo gmotno škodo.

Podatke o učinkih potresa so nam posredovali številni prostovoljni opazovalci, ki smo jim poslali 1284 vprašalnikov, in sicer 181 po elektronski pošti ter 1003 po navadni pošti. Dobili smo 808 izpolnjenih vprašalnikov na papirju, kar je 80 odstotkov, ter 2365 izpolnjenih spletnih vprašalnikov s spletne strani <http://www.arso.gov.si/potresi/vprašalnik/>, 387 vprašalnikov s spletne strani evropske seizmološke organizacije EMSC ter zelo veliko telefonskih klicev. Od tega je 2960 vprašanih napisalo, da so potres čutili sami ali nekdo v njihovi neposredni okolici, 335 vprašanih pa potresa ni zaznalo.

Na podlagi vseh zbranih podatkov smo ocenili učinke potresa. Intenziteta za posamezna naselja je prikazana na sliki 4 v prispevku Jesenko in sod., 2015. Potres je poleg preplaha povzročil tudi nekaj gmotne škode. O poškodbah na več zgradbah so poročali iz Pivke, Postojne in Ilirske Bistrice, kjer je potres dosegel največjo intenziteto, in sicer V–VI EMS-98. Intenziteto V EMS-98 smo za ozemlje Slovenije ocenili v približno 10 kilometrov velikem

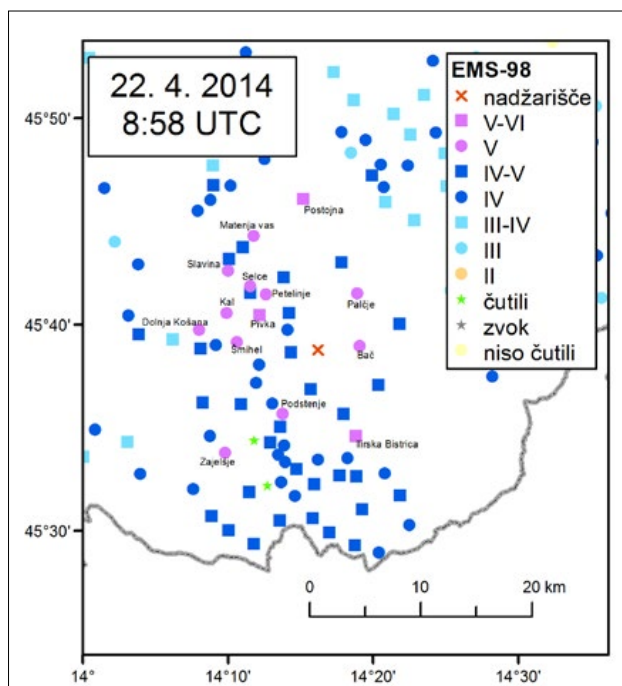
nadžariščnem območju v naseljih Bač, Kal, Slavina, Matenja vas, Palčje, Podstenje, Šmihel, Selce, Prigorica, Petelinje, Dolnja Košana in Zajelšje. Iz teh naselij smo dobili tudi večino poročil o manjših poškodbah (slika 1). Prebivalci so navajali močno tresenje, prestrašenost, znatno nihanje visečih predmetov, žvenket steklenine in porcelana, premikanje nestabilnih predmetov ter majhne ali zanemarljive poškodbe na posameznih stavbah. Posamezne poškodbe so navajali celo v naseljih, oddaljenih 40 do 65 kilometrov, a najverjetneje te niso posledica tega potresa. Če je namreč potres tako močan, da povzroči poškodbe, bi morali nujno opaziti tudi druge opisane učinke, obenem pa bi potres zaznala večina prebivalcev.

Učinke IV EMS-98 smo ocenili v krogu polmera približno 50 kilometrov od nadžarišča. Posamezna sporočila o zaznavanju potresa so prišla iz vseh slovenskih pokrajin, najbolj oddaljeno celo iz 186 kilometrov oddaljene Murske Sobote. Potres so zaznali tudi v severozahodnem delu Hrvaške, najmočnejše v Istri in okolici Reke, kjer so bili učinki tudi do V EMS-98. V Bosni so ga čutili v Prijedorju. Po podatkih seizmologov iz Italije (INGV) so potres čutili do oddaljenosti 200 kilometrov od nadžarišča. V Avstriji so ga čutili na Koroškem in Štajerskem, predvsem v Celovcu, Beljaku, Gradcu in Špitalu ob Dravi.

Na sliki 2 je prikazan spletni odziv prebivalcev po občinah, in sicer število vprašalnikov z oznako, da so potres čutili.

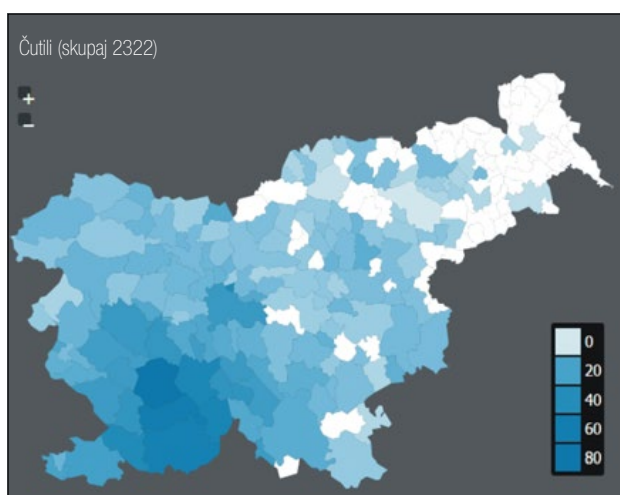
Seizmotektonske in geološke značilnosti ozemlja

Potresno dogajanje v tem delu Evrope opredeljujeta Afriška in Evrazijska plošča, med njima pa leži še manjša Jadranska plošča. Približevanje teh plošč povzroča na območju Slovenije napetost v smeri sever–jug, ki se lahko sprošča s potresi ob prelomih dinarske (severo-



Slika 1: Intenziteta potresa v naseljih na širšem nadžariščnem območju v Sloveniji. Imena so napisana pri naseljih, kjer so bili učinki potresa ocenjeni z intenziteto V EMS-98 ali več.

Figure 1: Intensity EMS-98 in extended epicentral area. Names of settlements with intensity V EMS-98 or more are shown.



Slika 2: Število spletnih vprašalnikov s pozitivnimi odgovori (čutili potres) po občinah
Figure 2: Number of "felt earthquakes" web questionnaires by municipalities.

zahod-jugovzhod) in prečnodinarske (severovzhod–jugozahod) smeri ter ob narivih smeri vzhod–zahod. Nadžariščno območje leži na severnem deformiranem robu Jadranske plošče in pripada v širšem smislu Zunanjim Dinaridom. Glavni strukturi na tem območju, ki sta usmerjeni v smeri SZ-JV, sta Raški prelom ter nariv Snežnika (Poljak in sod., 2000; Poljak, 2007). Novejše raziskave kažejo, da je aktiven predvsem Raški prelom, ki poteka vse od Goriških brd, prek Vipavske doline, mimo Štanjela, Vremščice, Ilirske Bistrice in se verjetno nadaljuje tudi na Hrvaško. Prelom je desnozmičen in segmentiran v več segmentov. Vpada strmo proti severovzhodu (Atanackov in sod., 2014). Aktivnost jugovzhodnega dela preloma potrjuje tudi živahna potresna dejavnost v zadnjih letih (Čarman in sod., 2011).

Učinki potresa na ljudi, predmete, stavbe in naravo so odvisni od številnih dejavnikov, zelo pomembna je lokalna geološka zgradba, saj ta lahko bistveno spremeni amplitudni spekter potresnega valovanja ter njegovo trajanje. V Pivki, Ilirski Bistrici in Postojni je potres 22. aprila 2014 dosegel največjo intenziteto, in sicer V-VI EMS-98. Nadžarišču potresa je najbližja pet kilometrov oddaljena Pivka, Ilirska Bistrica je oddaljena 10 kilometrov, Postojna pa 13. Zaradi razlik v geološki zgradbi in različnih oddaljenostih od žarišča potresa so objekti v različnih krajih utrpeli zelo različne poškodbe. V Postojni, ki je od potresa najbolj oddaljena, je poškodbe utrpel novejši objekt, zgrajen leta 1998 po načelih potresno odporne gradnje. Vendar je že pred potresom prišlo do diferenčnih posedkov in pojavljanja razpok, ki so se ob potresu le povečale. Mogoče je tudi, da je bilo potresno valovanje na kraju objekta ojačano zaradi vpliva lokalnih tal, saj je zgrajen na flišu. Postojna namreč leži na stiku dveh litoloških enot. Severni, severozahodni in severovzhodni del mesta, ki je tudi starejši, so zgrajeni na zgornjekrednem plastovitem apnencu, ki je glede na svoje mehanske lastnosti klasificiran kot trdna tla brez pričakovanih ojačitev nihanja tal. Južni, novejši del mesta pa je zgrajen na eocenskem flišu, ki pokriva skoraj vso Postojnsko kotlino ter se podaljšuje

v Vipavsko dolino in proti Pivki. Fliš je na debelo prekrit s preperino (Pleničar, 1963), zato lahko na njem pričakujemo večje učinke potresa.

Opis poškodb

Potresni sunek na območju Pivke je poleg preplaha povzročil tudi nekaj gmotne škode. Poškodbe, ki smo si jih ogledali geologi in gradbeniki z Urada za seizmologijo in geologijo, ponekod pa tudi predstavniki občinskih štabov za Civilno zaščito, smo našli in popisali od Postojne, prek Pivke do Ilirske Bistrice. Popisovali so jih tudi predstavniki zavarovalnic za oceno zahtevkov po povračilih zavarovanj za primer potresa. Obseg poškodb ni bil takšen, da bi bila uporaba objektov nevarna oziroma bi bili uporabniki ogroženi.

Značilne so poškodbe na stanovanjski hiši v Ilirski Bistrici na Trgu maršala Tita (slika 3). Hiša je bila zgrajena leta 1897, stoji v bližini potoka Bistrica in je nepodkletena. Stropi so leseni, zidovi so iz nabranega in delno obdelanega kamna, vogali pa iz obdelanega kamna. Že leta 1928 je bila zaradi spremembe namembnosti odstranjena nosilna stena v pritličju, takrat je bil tudi zgrajen prizidek. Po potresu leta 1956 so bile delno vgrajene vodoravne vezi. Med tokratnim potresom so odpadli koščki ometa, prišlo je tudi do razpiranja starih razpok v zidovju. Prav tako je odpadel del venca pod napuščem. Skladno z opredelitvami evropske potresne lestvice (Grünthal, 1998a, 1998b) je to objekt ranljivostnega razreda B s poškodbami I. kategorije.

Značilno je tudi odpadanje strešnikov, kot smo ga ugotovili na Tomšičevi ulici v Postojni (slika 4). Tudi to je starejši objekt z lesenimi nepovezanimi stropi. Zidovi so iz opeke in delno obdelanega kamna. Skladno z opredelitvami evropske potresne lestvice je tudi to objekt ranljivostnega razreda B s poškodbami I. kategorije. Zgradbe z lesenimi nepovezanimi stropi, ki nimajo vgrajenih vodoravnih potresnih vezi, ne zagotavljajo usklajenega nihanja



Slika 3: a) Stanovanjska hiša na Trgu maršala Tita v Ilirski Bistrici po potresu 22. aprila 2014

b) Med potresom je odpadel del venca na objektu.

c) Razpoke v ometu, odpadanje koščkov ometa na starih in prepletkanih razpokah (foto: M. Godec)

Figure 3: a) Residential house on Maršal Tito Square in Ilirska Bistrica after the earthquake on 22 April 2014.

b) Roof cornice fell down during the earthquake.

c) Cracks in the plaster and falling of plaster pieces on existing and painted cracks (photo: M. Godec).



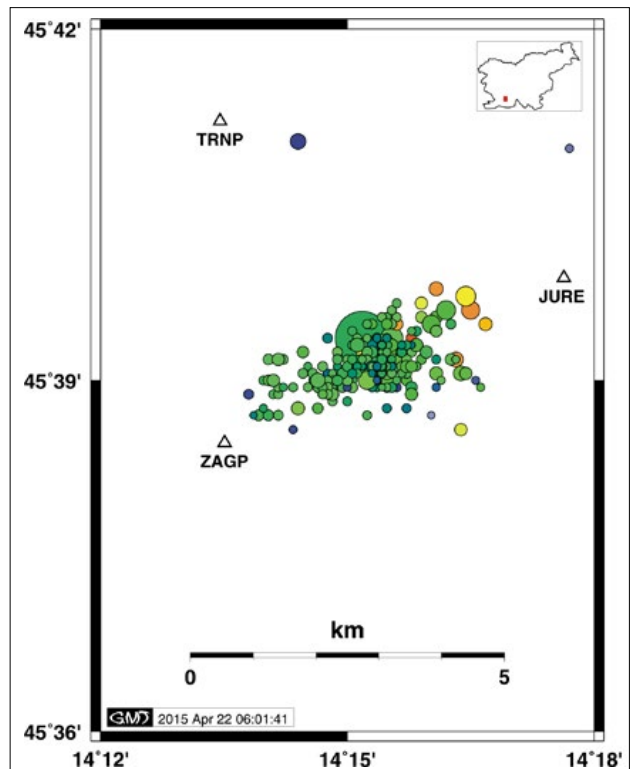
Slika 4: Odpadli slemenski strešniki v Tomšičevi ulici v Postojni (foto: M. Godec)

Figure 4: Roof tiles falling off on Tomšič Street in Postojna (photo: M. Godec).



Slika 5: Počena keramika v Parku vojaške zgodovine na Kolodvorski cesti v Pivki (foto: M. Godec)

Figure 5: Cracked ceramics in Park of Military History on Kolodvor Street in Pivka (photo: M. Godec).



Slika 6: Karta nadžarišč 339 potresov v bližini Pivke leta 2014 (ARSO, 2014)

Figure 6: 339 earthquake epicentres recorded in Pivka region in 2014 (ARSO, 2014).

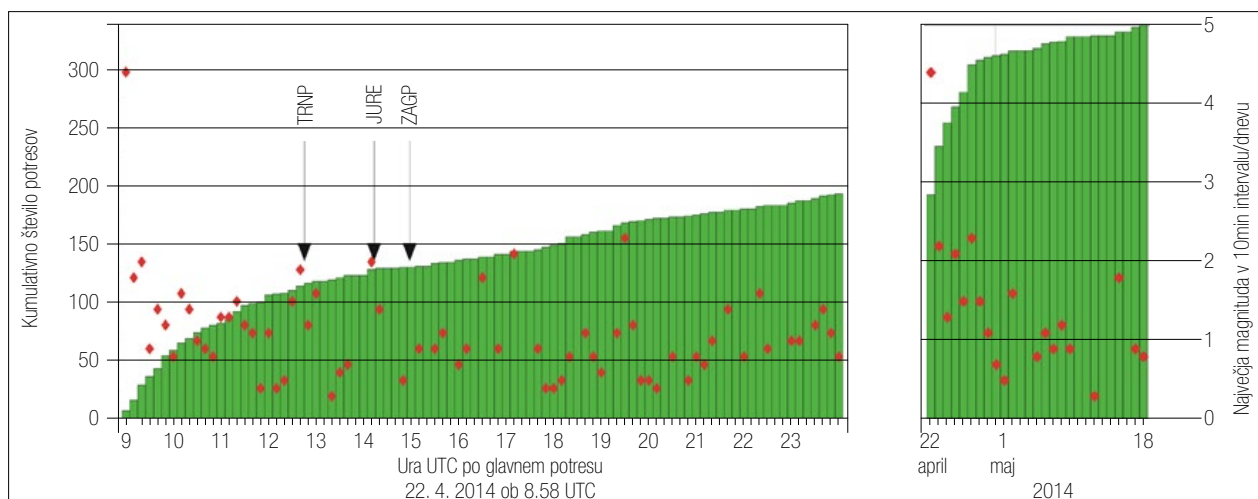
objekta. Pri takšnih objektih se zaradi vztrajnostnih sil, ki delujejo pravokotno na ravnino, zidovi, ki stoje pravokotno na smer delovanja potresa, skušajo odtrgati od zidov, ki stojijo v smeri gibanja tal (Tomažević, 2009). Ob navpičnih stikih med zidovi nastanejo razpoke, pri zelo močnem potresu pa lahko pride tudi do tega, da strop preprosto pade z nosilnega zidu (Coburn in sod., 2002).

Na območju Pivke so bile popisane poškodbe, kot so razpoke v ometu, odpadanje beleža in ometa, razpoke na stiku sten in stropov, odpadanje fasadnih vencev, počena stenska keramika (slika 5), razširjanje starih razpok in odpadanje strešnikov. Vse naštetje poškodbe spadajo v prvo, najnižjo kategorijo poškodb po EMS-98.

Poškodbe na starejših objektih so pričakovane. Gre za objekte, ki so v preteklosti prestali že kakšno prezidavo, potres, pa tudi posledice vojn, kot so požari in eksplozije, niso nezanimljive. Vse to vpliva na sedanjo kakovost konstrukcije. Poškodbe na novejših objektih so redkejšje.

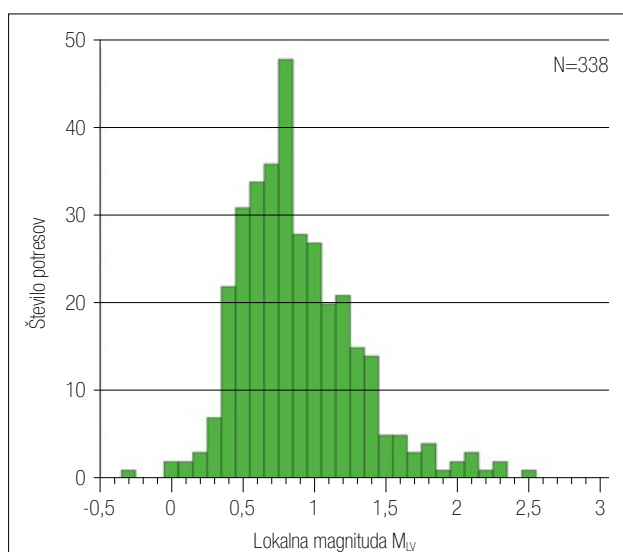
Kljub temu smo jih nekaj našli. Tako so se v zdravstvenem domu v Ilirski Bistrici, zgrajenem leta 1963, povečale stare razpoke v predelni steni, na osnovni šoli v Pivki, zgrajeni leta 1988, je odpadel omet pri vhodnih vratih, pojavilo pa se je tudi nekaj manjših razpok.

Večina poškodovanih objektov je starejših, zgrajenih pred letom 1964. Takrat je bil na območju Jugoslavije sprejet prvi sodoben predpis o potresno odporni gradnji (UL, 1964). V obdobju pred letom 1964 potresni obremenitvi namreč ni bilo namenjene veliko pozornosti in so bile potresne sile močno podcenjene. To sicer ne pomeni, da so vsi starejši objekti slabi. Mnogi imajo zadostno potresno odpornost že zaradi svoje arhitektonske zasnove, pa tudi kakovostno narejeni masivni zidovi so sposobni prevzeti velike potresne sile. Bistvena pomanjkljivost takrat zgrajenih objektov so med seboj nepovezani zidovi in težke stropne konstrukcije. Zato je pri utrditvi starejših objektov treba povezati zidovje v višini stropov in zmanjšati maso z lažjimi kritinami ter



Slika 7: Število popotresov znotraj desetminutnih intervalov prvi dan (levo) in pozneje po dnevih (desno); leva os: kumulativno število 339 lociranih popotresov; desna os: največja lokalna magnituda v 10-minutnih intervalih oziroma enem dnevu (rdeče pike)

Figure 7: Number of aftershocks which occurred in ten-minute long intervals within the first day (left) and later within each day (right); Left axis: Time distribution of 339 located aftershocks. Right axis: Maximum magnitude of an earthquake in 10-min interval / in a day (red dots).



Slika 8: Porazdelitev 339 popotresov v bližini Pivke leta 2014 glede na lokalno magnitudo

Figure 8: Distribution of local magnitudes for 339 aftershocks near Pivka in 2014.

pisov, slabo upošteevane podrobnosti v konstrukciji, malomarno izvedbo in »prihranek« pri materialu pogosto razgalijo že zmerni potresni sunki.

Po ocenah potresne nevarnosti lahko na obravnavanem območju pričakujemo potrese z učinki VIII EMS-98 (Šket Motnikar in sod., 2011). Ob takem potresu bo območje z učinki V EMS-98, to je območje, ki bi že lahko utrpelo vsaj manjšo gmotno škodo, segalo od Bleda na severu do hrvaškega Labina na jugu in od italijanskega Tržiča na zahodu do Delnic na vzhodu. Računski model pričakovanega oziroma mogočega potresa predvidi najhujše učinke na delih občin Pivka, Ilirska Bistrica in Postojna, v katerih bo za 377 prebivalcev v 38 stavbah nujna stalna namestitvev drugje. Te stavbe bodo tako hudo poškodovane, da jih ne bo mogoče sanirati. Prav tako bo pri takšnem potresu nujno poskrbeti za začasno namestitvev 5233 prebivalcev iz 3100 objektov, vendar bo te objekte mogoče sanirati (Lutman in sod., 2014).

Popotresi

odstranjevanjem konstrukcijsko nepotrebnih polnil v stropni konstrukciji.

Velik del objektov, zgrajenih po letu 1964, ima ustrezno potresno odpornost in pričakujemo lahko, da bodo ti objekti sposobni brez porušitve prestatati tudi močnejše potrese. Vendar zgolj predpisi ne zagotavljajo ustrezne potresne odpornosti. Objekte je treba ustrezno zasnovati, projektirati, zgraditi, predvsem pa dosledno nadzirati vsako izmed teh faz. Žal se to ne dogaja vedno. Zato smo vedno znova presenečeni, da so že pri zmernih potresih poškodovani tudi sodobni objekti. Potres namreč razkriva vse nepravilnosti, ki so se zgodile bodisi pri projektiranju bodisi pri gradnji. Nespoštovanje pred-

Takoj po glavnem potresu so opazovalnice državne mreže potresnih opazovalnic (DMPO) zaznale številne popotrese, ki so se vrstili tudi po večkrat v minuti. Žariščnemu območju najbližja opazovalnica državne mreže je Cerknica (CEY), oddaljena približno 16 kilometrov. V polmeru 20 kilometrov od žarišča je le še opazovalnica Knežji Dol (KNDS). Taka oddaljenost ne zagotavlja zadostne točnosti v opredelitvi lokacij popotresov, še posebno pa ne zanesljive opredelitve žariščne globine. Zato smo takoj po glavnem potresu začeli postavljati začasne potresne opazovalnice na nadžariščnem območju. Čeprav je bil del opreme še vedno nameščen v Suhi krajini za merjenje in zapis popotresnega niza po potresu 13. marca 2014 in ga je bilo treba najprej

demontirati, je opazovalnica v Trnju začela delovati že istega dne pred 15. uro, do 17. ure pa so v polmeru pet kilometrov okoli nadžarišča glavnega potresa že delovale tri začasne opazovalnice.

Po običajni obdelavi seizmoloških podatkov smo na območju 45,60–45,70° SZŠ in 14,20–14,30° VZD od 22. aprila do 18. maja 2014 iz zapisov na opazovalnicah DMPO in prenosnih opazovalnic locirali 339 potresov (ARSO, 2014). Potresi in najbližje potresne opazovalnice so prikazani na sliki 6. Površina nadžariščnega območja meri približno 4 x 2 kilometra. Večina žarišč je na globinah od 14 do 19 kilometrov. Opredelitev globin je z običajno analizo manj zanesljiva, še posebno, če v neposredni bližini potresa nimamo opazovalnic. Tako smo pri tej analizi za žarišče glavnega potresa opredelili globino 23 kilometrov, z nadaljnjimi analizami zapisov popotresov na začasnih opazovalnicah pa smo ga premaknili na 15 kilometrov.

Slika 7 prikazuje povečanje števila potresov od 22. aprila 2014 do 18. maja 2014. V tem času smo locirali 339 potresov, kar 60 odstotkov pa se jih je zgodilo že prvi dan, tj. v obdobju 16 ur po glavnem potresu. Ker je potresna dejavnost hitro pojemala, je bila po glavnem potresu izjemno pomembna hitra postavitev prenosnih potresnih opazovalnic. Na sliki 7 so s puščicami označeni časi postavitve instrumentov v Trnju (TRNP), Juršču (JURE) in Zagorju (ZAGP). Kljub hitremu odzivu se je v šestih urah, do postavitve vseh treh instrumentov, zgodila že tretjina potresov popotresnega niza. Na sliki 7 je označena tudi največja lokalna magnituda posameznega časovnega intervala – desetminutnega prvi dan in potem dnevnega.

Histogram na sliki 8 prikazuje porazdelitev lokalnih magnitud (M_{L_v}) popotresov. Glavnemu potresu z magnitudo 4,4 je že ob 9.00 UTC sledil najmočnejši popotres z magnitudo 2,5. Drugi popotresi pa so bili šibkejši. Večina lociranih, kar 87 odstotkov, je v magnitudnem razponu med 0,4 in 1,4. Iz porazdelitve lahko sklepamo, da je občutljivost opazovalnic začasne mreže zadoščala za lociranje vseh potresov magnitudo 0,8 in večje.

Opazovalnica ZAGP je delovala do 19. maja 2015 in v tem času zaznala 181 potresov z žariščem pri Pivki. Seizmograf v Trnju (TRNP) je do odstranitve 28. maja 2014

zaznal 212 popotresov. Opazovalnica JURE je delovala do 4. junija 2014 in v tem času zaznala 50 popotresov.

Sklepne misli

22. aprila 2014 ob 8.58 UTC so se tla pri Pivki močno zatresla. Glavnemu potresu z lokalno magnitudo 4,4 in z žariščem na globini 15 kilometrov so sledili številni šibkejši popotresi. Takoj po glavnem potresu smo za boljše opredelitev globin potresov in njihovih lokacij ter za poznavanje lege preloma na nadžariščno območje teh potresov postavili prenosne potresne opazovalnice Zagorje (ZAGP), Trnje (TRNP) in Juršče (JURE).

Prizadeto je bilo območje, na katerem potresi niso nobena redkost in lahko po ocenah potresne nevarnosti pričakujemo tudi potrese z učinki VIII EMS-98. Samo v 20. stoletju je bilo 15 potresov, ki so dosegli ali presegli intenziteto V EMS-98. Potres 22. aprila 2014 je povzročil manjšo škodo na posameznih objektih in dosegel največjo intenziteto V–VI EMS-98.

Na območju Slovenije lahko pričakujemo tudi močnejše potrese. Edina zaščita pred večjo škodo sta potresno odporna gradnja novih in utrjevanje starejših objektov. Pri prenovah, preureditvah in v zadnjem času zelo razširjenih ter obsežnih energetskih sanacijah stavb je žal vse prepogosto pozabljeno sočasno potresno utrjevanje objektov.

Za izboljšanje potresne odpornosti zidane konstrukcije moramo (Tomažević, 2009):

- zagotoviti celovitost delovanja konstrukcije,
- izboljšati zasnovo konstrukcije,
- izboljšati odpornost konstrukcije in utrditi nosilne zidove,
- preveriti in, če je treba, izboljšati nosilnost temeljev.

Pri novogradnjah je treba (Fajfar, 1990):

- upoštevati zakonodajo na področju potresno odporne gradnje (Uradni list RS, 2005),
- že pri zasnovi iskati rešitve, ki so manj zapletenih oblik in čim bolj simetrične ter imajo čim manj nezveznosti v konstrukciji,
- posebno pozornost nameniti preiskavam temeljnih tal.

Viri in literatura

1. Agencija Republike Slovenije za okolje, 2014. Baza podatkov za potrese na ozemlju Slovenije leta 2014. Arhiv ARSO, Ljubljana.
2. Atanackov, J., Bavec, M., Celarc, B., Jamšek Rupnik, P., Jež, J., Novak, M., Milanič, B., 2014. Seizmotektonska parametrizacija aktivnih prelomov Slovenije. 1. del, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
3. Buser, S., Grad, K., Pleničar, M., 1967. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000, list Postojna. Zvezni geološki zavod, Beograd.
4. Coburn, A., Spence, R., 2002. Earthquake Protection. John Wiley & Sons, West Sussex, England.
5. Čarman, M., Živčić, M., Ložar Stopar, M., 2011. Potresi pri Ilirski Bistrici leta 2010, Potresi v letu 2010. Agencija RS za okolje, Ljubljana. 97–109.
6. European-Mediterranean Seismological Centre • EMSC/CSEM (online). Dostopno z geslom na naslovu: <http://www.emsc-csem.org> (9. 10. 2014).
7. Fajfar, P., 1990. Osnove potresnega inženirstva. Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
8. Grünthal, G. (ur.), 1998a. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, Luxembourg.

9. Grünthal, G. (ur.), 1998b. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Dostopno na naslovu: http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+2/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98_Original_englisch_pdf (Uporabljeno 22. 4. 2013).
10. Istituto Nazionale di Geofisica e vulcanologia – INGV, Dati EMS in formati ASCII (online). Dostopno na naslovu: <http://www.haisentitoilterremoto.it/> [9. 10. 2014].
11. Jesenko, T., Šket Motnikar, B., Cecić, I., Godec, M., Prosen, T., Živčič, M., 2015. Potresi v Sloveniji leta 2014. Ujma št. 29.
12. 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.
13. Ložar Stopar, M., Živčič, M., Zupančič, P., 2009. Potresi pri Pivki septembra in oktobra 2008. Potresi v letu 2008, ARSO, Ljubljana.
14. Lutman, M., Weiss, P., Klemenc, I., Zupančič, P., Šket Motnikar, B., Banovc, 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.
15. Pleničar, M., 1963. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000, Tolmač lista Postojna. Zvezni geološki zavod, Beograd.
16. Poljak, M., Živčič, M., Zupančič, P., 2000. The seismotectonic characteristics of Slovenia, Pure and Applied Geophysics 157, 37–55, Basel.
17. Poljak, M., 2007. Strukturno-tektonska karta Slovenije 1 : 250 000. Tolmač. Geološki zavod Slovenije.
18. Šket Motnikar, B., Zupančič, P., 2011. Karta potresne intenzitete Slovenije. Ujma, št. 25.
19. Tomažević, M., 2009. Potresno odporne zidane stavbe. Tehnis, Ljubljana.
20. Uradni list SFRJ, 1964. Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za grajenje na potresnih področjih, 39/64.
21. Uradni list RS, 2005. Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti, 101/2005.