

INSTRUMENTALNA OPAZOVANJA POPOTRESOV

Instrumental Observations of Aftershocks

Peter Sinčič*, Renato Vidrih** UDK 550.34

Povzetek

Na velikonočno nedeljo 12. aprila 1998 je bil ob 12. uri in 55 minut po lokalnem času (10:55 UTC) v Zgornjem Posočju najmočnejši potres v 20. stoletju z žariščem na naših tleh. Njegova magnituda je bila 5,8, največji učinki pa so dosegli med VII. in VIII. stopnjo po EMS (12-stopenjska evropska potresna lestvica). Žarišče je bilo v bližini Lepene, v globini okoli 9 km. Potresni sunek so čutili prebivalci celotne Slovenije, v Posočju pa je povzročil večjo gmotno škodo. Poleg poškodb zgradb so nastale številne poškodbe v naravi. Žarišče potresa je bilo v hribovitem svetu, zato so nastali številni hribinski podori in zdrsi blokov hribin. Takoj po potresu so strokovnjaki Uprave RS za geofiziko postavili na nadžariščnem območju prenosne terenske potresne opazovalnice, ki so v naslednjih dneh registrirale več sto popotresnih sunkov, do konca leta 1998 pa več tisoč.

Abstract

At 12:55 a.m. local time (10:55 UTC) on Easter Sunday, 12 April, 1998, the strongest earthquake of the 20th century to be epicentred in Slovenia occurred in Zgornje Posočje. Its magnitude was 5.8, with the highest effects reaching between levels VII and VIII on the EMS (12-grade European Macroseismic Scale). The epicentre was in the vicinity of Lepena, at a depth of around 9 km. The earthquake shock was felt by inhabitants across Slovenia, and caused major material damage in Posočje. Apart from damage to buildings, it caused considerable damage to the natural environment. Since the epicentre of the earthquake was in a mountainous area, many rock-falls and landslides were triggered. Immediately after the earthquake, experts from the Geophysical Survey of the Republic of Slovenia installed portable earthquake monitoring stations, which registered several hundred aftershocks in the ensuing days, and several thousand more until the end of 1998.

Potres v Posočju seizmologov ni presenetil. Pokazal je na nemoč hitrega obveščanja javnosti. Seizmografi, razporejeni po Sloveniji, so sicer omogočili izračun potresnih parametrov, vendar mnogo prepozno, da bi lahko na upravi RS za geofiziko opravljali nalogo hitrega obveščanja. Temeljni

pogoj za hitro obveščanje je avtomatsko omrežje potresnih opazovalnic, ki v nekaj minutah omogoči bolj ali manj natančen izračun nadžarišča potresa. V prvih trenutkih po trenjenju ti podatki zadovoljijo javnost.



Slika 1. Potresne opazovalnice v Sloveniji leta 1998 (na začetku leta 1999 je bilo stanje nespremenjeno)
Figure 1. Earthquake monitoring stations in Slovenia in 1998 (at the beginning of 1999 the situation is unchanged).

* Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Pot na Golovec 25, Ljubljana

** mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Pot na Golovec 25, Ljubljana

V času potresa v Zgornjem Posočju je na ozemlju Slovenije delovalo sedem potresnih opazovalnic (slika 1). Potresnemu žarišču je bila najbližja opazovalnica na Vojskem nad Idrijo. Analogni instrumenti, ki na Vojskem zapisujejo potrese že od leta 1985, ne omogočajo kakovostne registracije močnejših potresov. Zapisi so bili prekrmljeni.

Opazovalnice na Golovcu v Ljubljani, Goričicah pri Cerknici, Bojancih v Beli krajini, Dobrini na Kozjanskem, Braniku nad Muto in Cesti nad Krškim, ki so opremljene z digitalnimi seizmografi, povezanimi v mrežo, pa so omogočile boljše podatke. Prenos podatkov v centralni računalnik iz opazovalnic v Ljubljani in Cesti poteka po računalniškem omrežju, iz preostalih naštetih opazovalnic pa po klicnih telefonskih linijah. Zaradi počasnega prenosa podatkov po klicnih telefonskih linijah je bilo ob potresu v Posočju pet zapisov zbranih pol ure po potresu.

V republiškem načrtu obveščanja in alarmiranja javnosti, ki ga je sprejela vlada RS Slovenije, mora uprava RS za geofiziko posredovati podatke v eni uri. Verjetno je to vzrok za (ne)investiranje gradnje državne mreže potresnih opazovalnic v preteklosti, saj tem zahtevam večinoma zadostimo. V letu 1999 so bila upravi RS za geofiziko dodeljena dodatna sredstva za pospešeno nadaljevanje gradnje državnega omrežja potresnih opazovalnic, kar bo omogočilo hitrejši razvoj seizmologije v Sloveniji.

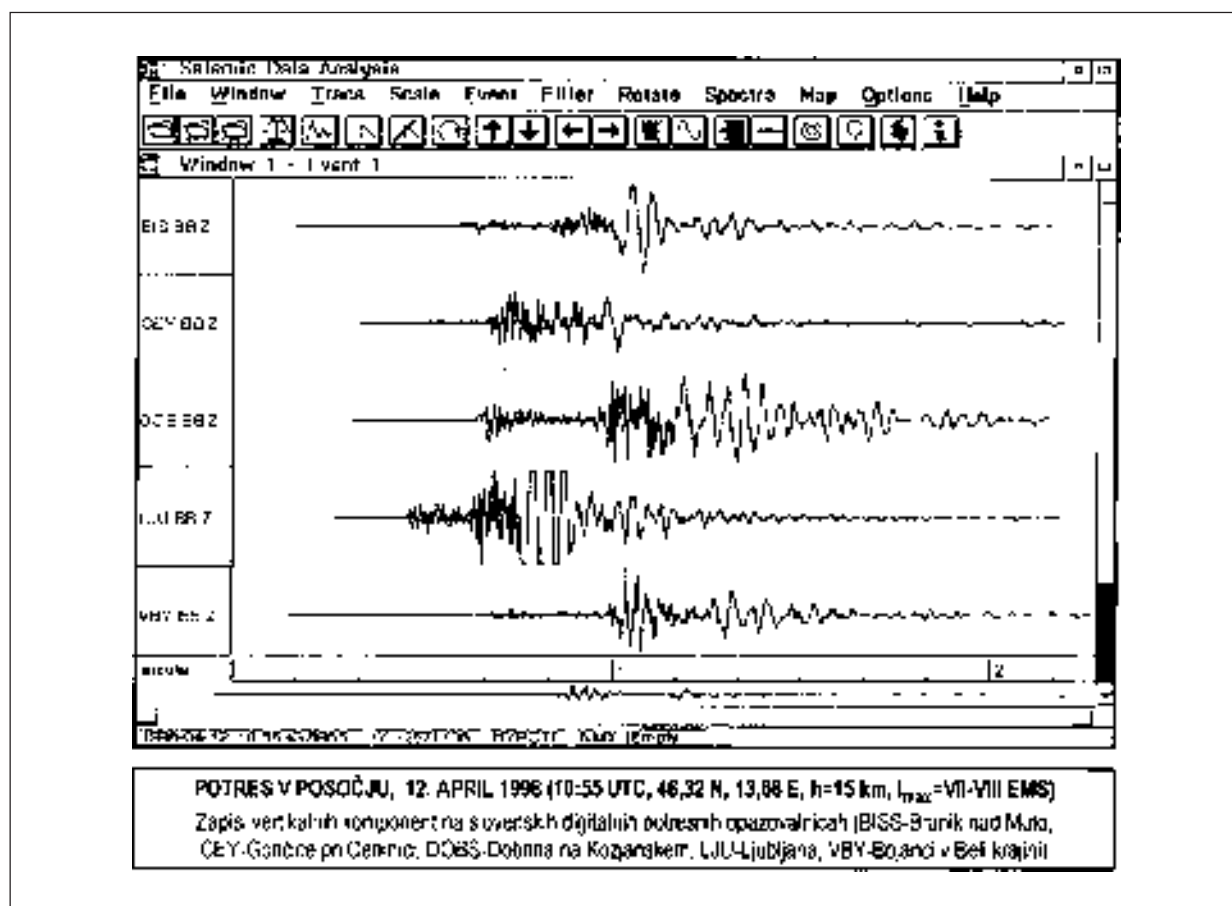
Za spremljanje popotresnih sunkov v Posočju smo sodelavci uprave RS za geofiziko še isti dan v Trenti postavili pre-

nosni akceleroграф ETNA. Naslednji dan smo postavili prenosna seizmografa Reftek v Zatoľminu in Breginju. V naslednjih dneh pa smo na potresnem območju postavili še tri prenosne akceleroграfe in seizmograf. Lokalne motnje in mikroseizmični nemir so povzročili, da je bilo treba nekatere opazovalnice premestiti.

Potres in popotresni sunki

Učinki potresa so zajeli deset držav, saj so ga poleg Slovencev čutili tudi prebivalci posameznih delov Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Madžarske, Avstrije, Švice, Italije, Slovaške, Češke in Nemčije. Koordinati epicentra v bližini Lepene sta 46,32 severne širine in 13,66 vzhodne dolžine.

Po potresu so sodelavci uprave RS za geofiziko postavili tri prenosne potresne opazovalnice, pozneje pa še štiri in z njimi že v prvih dvajsetih urah po glavnem potresu zapisali več kot 400 popotresnih sunkov. Najmočnejši popotresi v prvih dneh, ki so presegli magnitudo 3,0, so bili 12. aprila ob 15. uri 35 minut ter 18. uri in 15 minut, 13. aprila ob 0. uri in 13 minut, 15. aprila ob 21. uri 40 minut, 16. aprila ob 0. uri in 42 minut ter najmočnejša 6. maja ob 4. uri in 52 minut (vsi po lokalnem času). Najmočnejši popotresni sunek je imel magnitudo 4,2. Pozneje so bili močnejši sunki redkejši; vsi, ki so dosegli ali presegli magnitudo 3,0 so v preglednici (1).



Slika 2. Zapisi navpičnih komponent najmočnejšega potresa v Posočju 12. aprila 1998 na slovenskih digitalnih potresnih opazovalnicah (od zgoraj navzdol: Branik nad Muto, Goričice pri Cerknici, Dobrina na Kozjanskem, Ljubljana in Bojanci v Beli krajini)

Figure 2. Records of vertical components of the strongest shock in Posočje on 12 April, 1998 registered by Slovenian digital earthquake monitoring stations (from the top: Branik above Muta, Goričice near Cerknica, Dobrina in Kozjansko, Ljubljana and Bojanci in Bela Krajina).

Preglednica. Nekateri osnovni parametri glavnega potresa v Posočju 12. aprila 1998 in najmočnejših popotresnih sunkov ($M \geq 3,0$)

Table. Basic parameters of the main earthquake in Posočje on 12 April, 1998 and the strongest aftershocks ($M \geq 3.0$)

DATUM DATE	ČAS (UTC) TIME	N	E	M
12. 4. 1998	10.55	46,320	13,662	5,8
12. 4. 1998	13.35	46,262	13,557	3,2
12. 4. 1998	16.15	46,314	13,594	3,0
12. 4. 1998	22.13	46,317	13,628	3,2
15. 4. 1998	19.40	46,284	13,720	3,4
15. 4. 1998	22.42	46,320	13,647	3,1
6. 5. 1998	02.52	46,299	13,705	4,2
11. 5. 1998	23.30	46,294	13,723	3,2
13. 5. 1998	01.58	46,294	13,720	3,1
10. 6. 1998	23.32	46,318	13,638	3,2
30. 8. 1998	01.18	46,251	13,684	3,1
24. 11. 1998	13.49	46,235	13,664	3,4

Državno omrežje potresnih opazovalnic in postavitve začasnega lokalnega omrežja v Posočju

Državno omrežje potresnih opazovalnic sestavlja sedem stalnih potresnih opazovalnic. Opazovalnica na Vojskem, ki je najbližja nadžariščnemu območju potresa v Posočju, je opremljena z analognim trikomponentnim seizmografom. Preostalih šest opazovalnic je opremljenih s širokopasovnimi trikomponentnimi digitalnimi seizmografi. Prenos podatkov v osrednji računalnik na observatoriju na Golovcu v Ljubljani poteka samodejno iz opazovalnic v Ljubljani in Cesti pri Krškem po državnem računalniškem omrežju. Iz opazovalnic, ki so nameščene v Goričicah pri Cerkniskem jezeru, Bojancih v Beli krajini, Dobrini na Kozjanskem in Braniku nad Muto, pa poteka po kličnih telefonskih linijah (3, 6). Dosedanja gradnja omrežja potresnih opazovalnic je potekala tako, da je najprej pokrivala osrednji del države. Na vzhodu je potresna aktivnost manjša, na zahodu pa imajo gostoto omrežja potresnih opazovalnic v sosednji Italiji, katerega podatki so na voljo tudi upravi RS za geofiziko. Odločili smo se postaviti omrežje začasnih potresnih opazovalnic v bližnji in daljni okolici nadžarišča potresa in tako pridobiti čimveč podatkov o popotresni dejavnosti na potresnem območju (2, 6).

Na dan potresa smo v večernih urah postavili v Trenti prenosni akcelero graf Etna. Instrument je v naslednjih 20 urah zaznal več kot 400 popotresnih sunkov. Naslednji dan smo postavili dva prenosna seizmografa Reftek: 72A-02 v stanovanjski hiši v Zatoľminu in 72A-07 v osnovni šoli v Breginjju (slika 3).

Akcelero graf Etna je prenosni instrument za merjenje pospeškov. Trikanalni senzor z maksimalnim merilnim območjem pospeškov 1 g je vgrajen v ohišje akcelero grafa. 18-bitna A/D-pretvorba signala omogoča veliko dinamično območje zajemanja podatkov, ki se shranjujejo na pomnilniško kartico PCMCIA z zmogljivostjo 40 MB. Podatke nato prenesemo iz instrumenta na prenosni računalnik po serijskem kablu RS232 ali z zamenjavo pomnilniške kartice. Če imamo dostop do telefonskega priključka, nam vgrajeni



Slika 3. Razporeditev prvih treh začasnih potresnih opazovalnic v Posočju

Figure 3. Locations of the first three temporary earthquake monitoring stations in Posočje.

modem PCMCIA omogoča prenos podatkov na daljavo. Instrument ima vgrajen sprejemnik GPS za točen čas.

Seizmografa 72A-02 in 72A-07 sta digitalna instrumenta z zunanjim trikanalnim seizmometrom in zunanjim SCSI-trdim diskom za shranjevanje podatkov. Njuna velika občutljivost omogoča merjenje najšibkejših potresov v širokem frekvenčnem pasu. Prvemu 16-bitna A/D-pretvorba zagotavlja dinamično območje 96 dB. Dinamično območje drugega je zaradi 24-bitne A/D-pretvorbe signala večje in znaša 140 dB. Ko se notranji pomnilnik napolni na 75 % maksimalne vrednosti, se podatki prenesejo na zunanji trdi disk SCSI. Ko je ta poln, ga zamenjamo s praznim. Čeprav omogočata instrumenta kontinuirano zajemanje podatkov, sta delovala v prožilnem načinu, ker bi v prvem primeru zunanji trdi disk zadostoval komaj za teden dni registracij. Upravljanje instrumenta poteka s prenosnim računalnikom po serijskem kablu RS232.

Zaradi velikega števila popotresnih sunkov smo postavili dodatne prenosne opazovalnice. V naslednjem tednu smo postavili akcelero grafa Etna v Drežnici in Lepeni. Akcelero graf v Drežnici smo priključili na telefonsko omrežje in podatke sproti prenašali na observatorij na Golovcu v Ljubljani. Prostor v osnovni šoli v Breginjju je bil zaradi motenj za zapisovanje potresov neprimeren, zato smo seizmograf 72A-07 prestavili na Vogel, na vzhodno stran nadžariščne območja potresa. Izkazalo se je, da je neprimerna tudi lokacija v Zatoľminu, zato smo seizmograf 72A-02 najprej prestavili v Čezsočo, nato pa na končno lokacijo v Plužni. Akcelero graf iz Trente smo prestavili bližje nadžarišču in ga postavili v stanovanjski hiši na vhodu v dolino Lepene. Tudi tu smo dobili na voljo telefonski priključek, ki nam je omogočal prenos podatkov na observatorij. V Zadnjici smo postavili še en prenosni seizmograf 72A-07, v Mali vasi v Bovcu pa akcelero graf SSA-2.

Akcelero graf SSA-2 ima vgrajen trikomponentni senzor pospeškov z maksimalnim merilnim območjem 1 g. 12-bitna A/D-pretvorba signala mu omogoča dinamično območje 92 dB. Podatki se shranjujejo v notranji pomnilnik. Zapis se opravlja s časom, ki ga zagotavlja notranja ura s kremnovim kristalom. Kontrola delovanja, nastavitve parametrov in prenos podatkov v prenosni računalnik potekajo po serijskem kablu RS232.

Zaradi obnovitve objekta na Voglu smo seizmograf 72A-02 prestavili v Tolminske Ravne. Končna postavitve začasnih potresnih opazovalnic je predstavljena na sliki 4. Opazovalnice so v dveh krogih obkrožale nadžariščno območje velikonočnega potresa. Notranji krog, bližji epicentru, so sestavljale opazovalnice z akcelero grafi Etna, in sicer na vho-

du v Lepeno, v Lepeni in Drežnici. Akcelerogrami, zapisani na teh instrumentih, bodo namenjeni predvsem določanju globine, v kateri nastajajo popotresni sunki. Zunanji krog so tvorile opazovalnice s seizmografii v Plužni, Zadnjici in Tolminskih Ravnah. Na podlagi zapisanih seizmogramov bomo lahko natančneje izračunali koordinate nadžarišč popotresnih sunkov. Taka postavitve začasnih opazovalnic je ostala do konca leta 1998. Instrumenti so do začetka novembra zapisali več kot 7000 popotresnih sunkov. Število dogodkov se je nato zmanjševalo: ob koncu leta 1998 smo zaznali enega do dva na dan. Na začetku leta 1999 smo obdržali akcelerografe v Mali vasi, Lepeni in Drežnici ter seizmograf v Plužni in z njimi smo spremljali potresno aktivnost še v prvi polovici leta 1999 (slika 5). Vseh popotresnih sunkov je bilo več kot 9000.



Slika 4. Razporeditev začasnih potresnih opazovalnic v Posočju konec leta 1998

Figure 4. Locations of temporary earthquake monitoring stations in Posočje at the end of 1998.



Slika 5. Razporeditev začasnih potresnih opazovalnic v Posočju v prvi polovici leta 1999

Figure 5. Locations of temporary earthquake monitoring stations in Posočje in the first half of 1999.

Podatke z akcelerografov v Drežnici in Lepeni smo sproti prenašali na observatorij v Ljubljani po klicnih telefonskih linijah. Na preostalih opazovalnicah je bilo pobiranje podatkov ročno z zamenjavo pomnilniških kartic PCMCIA in trdih diskov ali s prepisovanjem na prenosni računalnik in magnetni trak. Na začetku smo opazovalnice zaradi prenosa podatkov obiskovali enkrat na teden, ko pa se je popotresna aktivnost zmanjšala, je prostor na pomnilniški medijih zadostoval za štirinajstdnevno zapisovanje podatkov. Na koncu leta so zadostovali obiski opazovalnic enkrat na mesec (4, 5).

Kratek opis potresnih opazovalnic v Sloveniji (stanje na začetku leta 1999)

Digitalne opazovalnice

1. LJU – Ljubljana – observatorij na Golovcu
koordinati: z. dolžina: 14.527 E, z. širina: 46.043 N,
nadmorska višina: 396 m
Kinematics SSR-1; seizmometra: Kinematics
WR-1 x 3, FBA-23
digitalizator: Nanometrics RD3-1639; seizmometer:
Guralp CMG-40T
geološka podlaga: peščenjak (karbon)
2. CEY – Goričice pri Cerknici
koordinati: z. dolžina: 14.426 E, z. širina: 45.739 N,
nadmorska višina: 579 m
digitalizator: Nanometrics RD3-1639; seizmometer:
Guralp CMG-40T
geološka podlaga: apnenec (sp. jura)
3. VBY – Bojanci v Beli krajini
koordinati: z. dolžina: 15.256 E, z. širina: 45.504 N,
nadmorska višina: 259 m
digitalizator: Nanometrics RD3-1639; seizmometer:
Guralp CMG-40T
geološka podlaga: apnenec (sp. kreda)
4. CESS – Cesta nad Krškim
koordinati: z. dolžina: 15.468 E, z. širina: 45.975 N,
nadmorska višina: 375 m
digitalizator: Nanometrics HRD-2432; seizmometer:
Guralp CMG-40T
geološka podlaga: dolomit (sr. trias)
5. DOBS – Dobrina na Kozjanskem
koordinati: z. dolžina: 15.469 E, z. širina: 46.149 N,
nadmorska višina: 428 m
digitalizator: Nanometrics RD3-1639; seizmometer:
Guralp CMG-40T
geološka podlaga: glinovci (sr. trias)
6. BISS – Branik nad Muto
koordinati: z. dolžina: 15.127 E, z. širina: 46.647 N,
nadmorska višina: 490 m
digitalizator: Nanometrics RD3-1639; seizmometer:
Guralp CMG-40T
geološka podlaga: metamorfne kamnine (gnajsi)
(sp. paleozoik)

Analogne opazovalnice

1. LJU – Ljubljana – observatorij na Golovcu
koordinati: z. dolžina: 14.527 E, z. širina: 46.043 N,
nadmorska višina: 396 m
SP: 3-komp. Willmore MK2, zapis s črnilom
3-komp. Lehner Griffith SV215&SH216,
zapis na fotografski papir
LP: 3-komp. Sprengnether S-5007-V & H,
zapis na fotografski papir
geološka podlaga: peščenjak (karbon)
2. CEY – Goričice pri Cerknici
koordinati: z. dolžina: 14.426 E, z. širina: 45.739 N,
nadmorska višina: 579 m
SP: 3-komp. Willmore MK2, zapis s črnilom
geološka podlaga: apnenec (sp. jura)
3. VBY – Bojanci v Beli krajini
koordinati: z. dolžina: 15.256 E, z. širina: 45.504 N,
nadmorska višina: 259 m
SP (Z): Vegik, zapis s črnilom
geološka podlaga: apnenec (sp. kreda)
4. BISS – Branik nad Muto
koordinati: z. dolžina: 15.127 E, z. širina: 46.647 N,

nadmorska višina: 490 m
 SP (Z): Vegik, zapis s črnolom
 geološka podlaga: metamorfne kamnine (gnajsi)
 (sp. paleozoik)

5. VOY – Vojsko
 koordinati: z. dolžina: 13.893 E, z. širina: 46.032 N,
 nadmorska višina: 1073 m
 SP: 3-komp. Willmore MK2, zapis s črnolom
 geološka podlaga: dolomit (zg. trias)
 (op.: SP – kratkoperiodni instrumenti, LP – dolgoperiodni instrumenti)

Akcelerografi

1. Ljubljana – FGG
 koordinati: z. dolžina: 14.527 E, z. širina: 46.044 N,
 nadmorska višina: 296 m
 akcelerograf: Kinematics SSA-2
 geološka podlaga: prodnata tla (bolj ali manj sprijeti prodi) (kvartar)
2. Dolsko
 koordinati: z. dolžina: 14.68 E, z. širina: 46.08 N,
 nadmorska višina: 265 m
 akcelerograf: Kinematics SSA-2
 geološka podlaga: prodnata tla (kvartar)
3. Krško – JEK
 koordinati: z. dolžina: 15.523 E, z. širina: 45.939 N, nadmorska višina: 156 m
 akcelerograf: Kinematics SSA-2
 geološka podlaga: grušči, prodi, peski in gline (kvartar – holocen)
4. Ilirska Bistrica
 koordinati: z. dolžina: 14.3 E, z. širina: 45.55 N,
 nadmorska višina: 407 m
 akcelerograf: Kinematics SSA-2
 geološka podlaga: aluvialni nanosi (kvartar)
5. Gotenica
 koordinati: z. dolžina: 14.74 E, z. širina: 45,60 N,
 nadmorska višina: 656 m
 akcelerograf: Kinematics Etna
 geološka podlaga: dolomit (zg. jura)

Začasne potresne opazovalnice

1. Plužna
 koordinati: z. dolžina: 13.52 E, z. širina: 46.336 N,
 nadmorska višina: 448 m
 Reftek 72A-02; seizmometer: Guralp CMG-40T
 geološka podlaga: nesprijeti ledeniški sedimenti (kvartar)
2. Zadnjica
 koordinati: z. dolžina: 14.74 E, z. širina: 45,60 N,
 nadmorska višina: 490 m
 Reftek 72A-07; seizmometer: Guralp CMG-40T
 geološka podlaga: pobočni grušči (kvartar)
3. Tolminske Ravne
 koordinati: z. dolžina: 13.77 E, z. širina: 46.23 N,
 nadmorska višina: 774 m
 Reftek 72A-07; seizmometer: Guralp CMG-40T
 geološka podlaga: plastnat in masivni dolomit (zg. trias)

Začasno postavljeni akcelerografi

1. Mala vas v Bovcu
 koordinati: z. dolžina: 13.54 E, z. širina: 46.342 N,
 nadmorska višina: 500 m
 akcelerograf: Kinematics SSA-2
 geološka podlaga: nesprijeta morena in kreda (kvartar)
2. Lepena
 koordinati: z. dolžina: 13.643 E, z. širina: 46.328 N,

nadmorska višina: 660 m
 akcelerograf: Kinematics Etna
 geološka podlaga: prodi, peski, konglomerati (kvartar)

3. Lepena–Klin
 koordinati: z. dolžina: 13.70 E, z. širina: 46.35 N,
 nadmorska višina: 460 m
 akcelerograf: Kinematics Etna
 geološka podlaga: prodi, peski, konglomerati (kvartar)
4. Drežnica
 koordinati: z. dolžina: 13.61 E, z. širina: 46.25 N,
 nadmorska višina: 566 m
 akcelerograf: Kinematics Etna
 geološka podlaga: laporji (zg. kreda)
5. Čagošče
 koordinati: z. dolžina: 14.873 E, z. širina: 45.978 N,
 nadmorska višina: 434 m
 akcelerograf: Kinematics Etna
 geološka podlaga: dolomit (zg. trias)
6. CEY – Goričice pri Cerknici (do 18. 5. 1998)
 koordinati: z. dolžina: 14.426 E, z. širina: 45.739 N,
 nadmorska višina: 579 m
 akcelerograf: Kinematics SSA-2
 geološka podlaga: apnenec (sp. jura)
7. Andrejev dom na Slemenu (od 27. 2. 1998 do 18. 4. 1998)
 koordinati: z. dolžina: 14,96 E, z. širina: 46,43 N,
 nadmorska višina: 1086 m
 akcelerograf: Kinematics Etna
 geološka podlaga: metamorfne kamnine (gnajsi) (sp. paleozoik)

Sklep

Na seizmografih državnega omrežja potresnih opazovalnic je bilo število zapisanih popotresnih sunkov nekajkrat manjše, kot jih je bilo zapisanih na terenskih potresnih opazovalnicah. To znova potrjuje da je potresnih opazovalnic v Sloveniji premalo. Terenske opazovalnice so seveda namenjene zapisovanju popotresov na prizadetem območju. Predtem so bile postavljene na ilirskobistriškem območju, ki ga je prizadel potres 13. marca 1998. Državno omrežje potresnih opazovalnic vključuje sedem opazovalnic, potrebovali pa bi jih najmanj 25. Potresov tako še vedno ne bi mogli napovedovati, veliko bolje pa bi poznali seizmičnost slovenskega prostora in s tem zmanjšali potresno tveganje na naših tleh.

Literatura

1. Preliminary Seismological Bulletin. 1998, Geophysical Survey of Slovenia, Ljubljana.
2. Lapajne, J., Sinčič, P., Živčič, M., 1998. Načrti za posodobitev opazovanja potresov v Sloveniji. – Ujma 12, 153–155, Ljubljana.
3. Sinčič, P., Vidrih, R. 1995. Gradnja potresne opazovalnice. Ujma št. 9, 185–189, Ljubljana.
4. Sinčič, P., Vidrih, R., 1998. Potres v Posočju 12. aprila 1998 in instrumentalno opazovanje popotresne dejavnosti. IV. strokovno srečanje Slovenskega združenja za geofiziko in geodezijo, 15. december (v tisku), Ljubljana.
5. Sinčič, P., Vidrih, R., 1999. Potres v Posočju 12. aprila 1998. Postavitev začasnega omrežja potresnih opazovalnic. 14. posvetovanje slovenskih geologov. Geološki zbornik-povzetki referatov, Ljubljana.
6. Vidrih, R., Sinčič, P. 1997: Potresne opazovalnice v Sloveniji – Geološki zbornik 11, 39–40, Ljubljana.