



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
UPRAVA RS ZA GEOFIZIKO



POTRESI V LETU 1997

Ljubljana, 1998

POTRESI V LETU 1997 EARTHQUAKES IN 1997

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
UPRAVA RS ZA GEOFIZIKO

REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT AND PHYSICAL PLANNING
GEOPHYSICAL SURVEY

Ljubljana 1998

POTRESI V LETU 1997

EARTHQUAKES IN 1997

IZDALA IN ZALOŽILA - PUBLISHED BY

Ministrstvo za okolje in prostor – Ministry of the Environment and Physical Planning
Uprava RS za geofiziko – Geophysical Survey of Slovenia

UREDNIŠKI ODBOR – EDITORIAL BOARD

Dr. Janez Lapajne (glavni in odgovorni urednik - Editor in Chief)

Mag. Renato Vidrih (tehnični urednik - Technical Editor)

Dr. Andrej Gosar

Dr. Barbara Šket-Motnikar

Mag. Mladen Živčič

RAČUNALNIŠKO OBLIKOVANJE - COMPUTER PROCESSING

Bojan Uran

LEKTOR – LANGUAGE EDITOR

Brigita Lipovšek

PREVOD – TRANSLATIONS

Vitrum Translations

TISK - PRINTED BY

Formatisk p.o.

Bobenčkova 4

Ljubljana

CIP - Kataložni zapis v publikaciji Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana UDK 550.34.100 "1998" ISSN 1318 - 4792 Potresi v letu 1997/ur. J. Lapajne.- Ljubljana: Uprava RS za geofiziko, 1998
--

Po mnenju Ministrstva za znanost in tehnologijo Republike Slovenije
št. 415-01-183/98 z dne 19. 11. 1998 šteje publikacija med proizvode, za katere se plačuje
5% davek od prometa proizvodov.

ANNO · DOMINI · 1067 · IAR · IST
AVRSPERG · DVRCH · HERN · CONRAT
VON · AVRSPERG · ANGEFANGEN · ZV
PAVN · NACMALS · DVRCH · DEN · ERD
PVDEM · IM · 1511 · IAR · ZERSCHVT
ABER · DVRCH · MICH · TROIAN · VON
AVRSPERG · OBRISTN · ERB · CAMMER
IN · CRAIN · VND · DER · WINDISCHEN
MARK · IN · GRVND · ABGEBROCHEN
VND · VON · NEVEN · ANGEFANGEN ·
ZV PAVEN · IM · 1520 · IOR ·

NASLOVNICA (foto: dr. J. Lapajne)

Na zunanji strani »volovskega stolpa« mogočnega gradu Turjak je vzdana kamnita spominska plošča s turom, grbi in gornjim kratkim sporočilom v nemščini o doslej najmočnejšem potresu z žariščem na ozemlju Slovenije. Slovenski prevod se glasi:

LETA GOSPODOVEGA 1067 JE TURJAK ZAČEL GRADITI GOSPOD KONRAD TURJAŠKI. POTEK GA JE PORUŠIL POTRES LETA 1511. TODA JAZ, TROJAN TURJAŠI, VIŠJI DEDNI KOMORNIK KRANJSKE IN SLOVENSKE MARKE, SEM GA DO TEMELJEV PODRL IN GA ZAČEL NA NOVO GRADITI LETA 1520.

COVER PAGE (photo: dr. J. Lapajne)

The external side of the so called "Oxen Tower" of the mighty Turjak Castle features a stone memorial plaque bearing a bison, a coat-of-arms and a short message in German about the hitherto strongest earthquake in Slovenian territory. The English translation is:

IN THE YEAR OF THE LORD 1067, MISTER CONRAT VON AUERSPERG BEGAN TO BUILD THE TURJAK CASTLE WHICH WAS LATER DESTROYED BY THE EARTHQUAKE IN 1511. BUT I, TROIAN VON AUERSPERG, HIGHER HEREDITARY CHAMBERLAIN OF THE CARNIOLAN AND SLOVENIAN TERRITORY, PULLED IT DOWN TO THE GROUND AND STARTED TO REBUILD IT IN 1520.

VSEBINA CONTENTS

<i>Predgovor</i>	i
<i>Preface</i>	ii
Peter Sinčič, Renato Vidrih, Manfred Deterding <i>Potresne opazovalnice v Sloveniji v letu 1997</i> <i>Seismic Network in Slovenia in 1997</i>	1
Ina Cecić, Mladen Živčič, Andrej Gosar, Jure Ravnik <i>Potresi v Sloveniji leta 1997</i> <i>Earthquakes in Slovenia in 1997</i>	11
Ina Cecić <i>Potres v Ljubljani 15. julija 1897</i> <i>The 15 July 1897, Ljubljana Earthquake</i>	43
Andrej Gosar, Mladen Živčič <i>Ojačenje nihanja tal zaradi lokalne geološke zgradbe na južnem obrobju Ljubljane (Rakova jelša)</i> <i>The effect of local geology on the ground motion at the southern rim of Ljubljana</i>	59
Ina Cecić, Maria Serafina Barbano <i>Terenska uporaba EMS-92 lestvice</i> <i>Primeri iz srednje Italije, september-oktober 1997</i> <i>Use of the EMS-92 scale in field work: Central Italy, September-October 1997</i>	67
David Dolenc, Renato Vidrih, Jure Bajc <i>Močnejši potresi po svetu leta 1997</i> <i>World's Largest Earthquakes in 1997</i>	81

PREDGOVOR

Tako kot leto poprej je na ozemlju Slovenije v letu 1997 zapisovalo potrese sedem stalnih potresnih opazovalnic, od katerih sta bili dve med letom posodobljeni. Večjega premika v seizmološki opremljenosti torej v preteklem letu nismo napravili, na srečo pa tudi ni bilo večjih potresov v državi. Kljub temu so prebivalci čutili 24 potresov z žariščem v Sloveniji, enega z žariščem v obmejnem območju v Avstriji in drugega z žariščem v srednji Italiji. Prav slednji z velikostno stopnjo (magnitudo) 6,2, ki je nastal 26. septembra, je v preteklem letu zatresel največji del Slovenije. Največji potres z žariščem v Sloveniji, ki pa je dosegel le velikostno stopnjo 3,5 in največje učinke (intenziteto) IV. do V. stopnje evropske potresne lestvice (EMS), je zatresel Gorenjsko skoraj do ure natančno mesec dni po septembrskem rušilnem potresu v Italiji. Sicer pa je več potresov v Sloveniji leta 1997 kljub manjši velikostni stopnji imele podobne ali večje učinke, največ pa V. stopnje EMS.

Leta 1997 je poteklo sto let od postavitve prve potresne opazovalnice na ozemlju Slovenije in hkrati sto let od dokaj močnega potresa, ki je po dobrih dveh letih znova prestrašil Ljubljance. Temu dogodku je posvečen dokaj izčrpen članek. Poseben prispevek opisuje izsledke manjše raziskave vpliva sedimentov Ljubljanskega barja na potresno gibanje tal. Učinki naj bi bili vsaj za stopnjo večji od učinkov na kamninski podlagi, ki izdanja na Golovcu. Kmalu po rušilnem potresu v srednji Italiji oziroma nizu močnih potresov, ki so mu sledili, se je ena od sodelavk Uprave RS za geofiziko vključila v italijansko skupino, ki je ocenjevala učinke po evropski potresni lestvici. Kasneje so se ji pri ogledu nekaterih najbolj poškodovanih naselij pridružili še trije sodelavci uprave. Bralci si lahko v nadaljevanju preberejo opis postopka in nekaterih težav pri ocenjevanju učinkov omenjenih potresov v srednji Italiji. Ob koncu je dodan če pregled močnejših potresov v svetu v letu 1997 s kratkim opisom njihovih učinkov.

Po dveh močnih potresih v sosednjih državah - leta 1996 na Hrvaškem in leta 1997 v Italiji, ko je bilo v Sloveniji nekako potresno zatišje, se je potresna nesreča v letu 1998 preselila v našo državo. O tem pa bomo podrobneje poročali v naslednji publikaciji.

Dr. Janez Lapajne

Glavni in odgovorni urednik

PREFACE

As in the previous year, in 1997 earthquakes in Slovenian territory were recorded by seven seismologic observatories, two of which were modernised during the year. Thus, no major change took place last year as far as seismologic equipment is concerned. Luckily, there were also no major earthquakes. Nevertheless, the inhabitants felt 26 earthquakes. 24 epicentres were in Slovenia, one in Austria near the Slovenian border and one in central Italy. The latter, occurring on 26 September with a magnitude of 6.2, was the one that shook the largest area of Slovenia last year. The strongest earthquake with an epicentre in Slovenia, achieving a magnitude of 3.5 and an intensity of IV to V level on the European Macroseismic Scale (EMS), shook Gorenjska exactly (almost at the same hour) one month after September's devastating earthquake in Italy. Otherwise, in 1997 several earthquakes in Slovenia had a similar or higher intensity despite smaller magnitudes, with the highest intensity reaching degree V EMS.

1997 marked one hundred years since the establishment of the first seismic station in Slovenia and also one hundred years since a fairly strong earthquake that scared the inhabitants of Ljubljana two years after the great 1895 earthquake. A quite extensive article was dedicated to that event. A special contribution describes the findings of a smaller study on the influence of the sediments of Ljubljansko barje (Ljubljana's marshlands) on the seismic ground motion. The effects are supposed to be at least one degree higher than those on the bedrock which outcrops on Golovec. Soon after the destructive earthquake in central Italy and the series of strong earthquakes following it, one of the workers at the Geophysical Survey of Slovenia was incorporated in the Italian field group assessing the effects according to the European Macroseismic Scale. Later, when visiting some of the most damaged areas, she was joined by three other experts from the Survey. Below, readers can find a description of the procedure and some of the difficulties with regard to assessing the effects of the above-mentioned earthquakes in central Italy. At the end, there is also a review of the stronger world earthquakes in 1997 and a short description of their effects.

Following the two disastrous earthquakes in neighbouring countries – in 1996 in Croatia and in 1997 in Italy – when there were no major earthquakes in Slovenia, the earthquake disaster moved to this country in 1998. That event will be reported in more detail in the next publication.

Dr Janez Lapajne

Editor in Chief

POTRESNE OPAZOVALNICE V SLOVENIJI V LETU 1997 SEISMIC NETWORK IN SLOVENIA IN 1997

Peter Sinčič, Renato Vidrih, Manfred Deterding

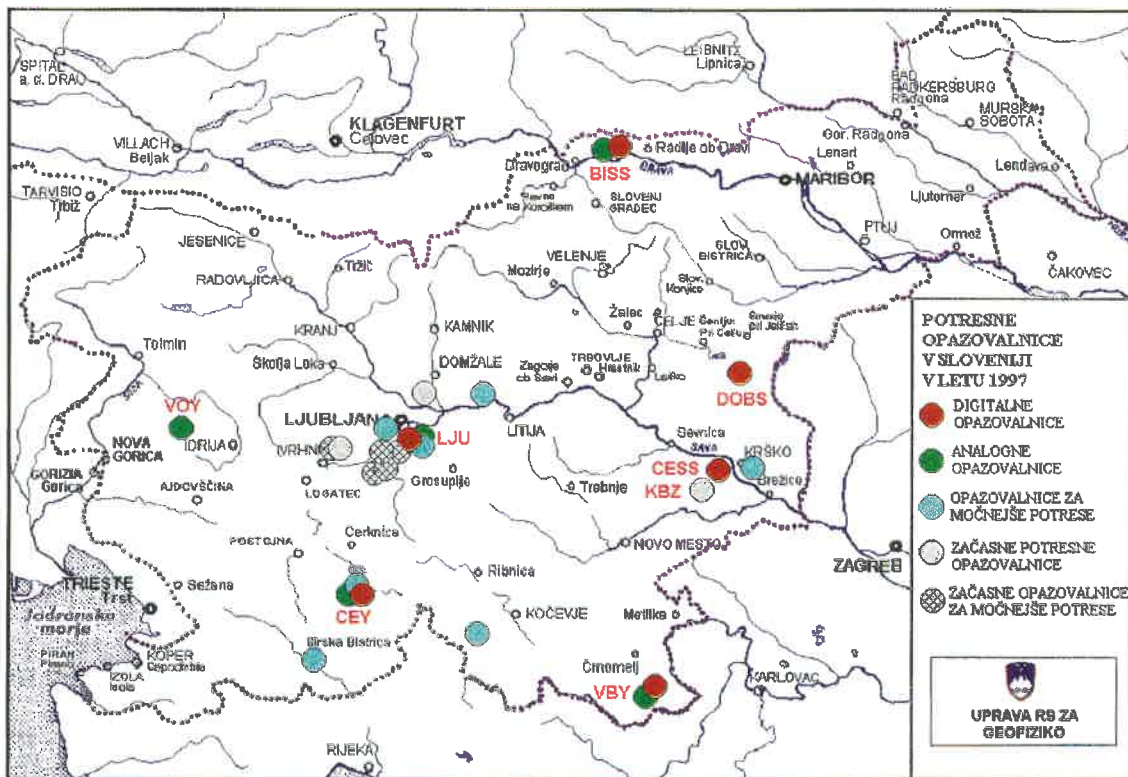
Izveček. Konec leta 1997 je na ozemlju Republike Slovenije delovalo sedem stalnih potresnih opazovalnic, opremljenih z različnimi vrstami analognih in digitalnih seizmografov. V tem letu smo posodobili opremo v potresni opazovalnici v vasi Cesta nad Krškim in namestili digitalni seizmograf v opazovalnici v Goričicah pri Cerknici. V Cesti smo digitalni širokopasovni seizmograf s shranjevanjem podatkov na DAT-kasete zamenjali z novim in ga vključili v državno računalniško omrežje za prenos podatkov v osrednji računalnik v observatoriju na Golovcu v Ljubljani. V Goričicah pri Cerknici smo prav tako namestili trikomponentni širokopasovni digitalni seizmograf. Mreža potresnih opazovalnic z digitalnimi seizmografi, s katerih poteka samodejni prenos podatkov v osrednji računalnik v observatoriju na Golovcu v Ljubljani, sestavljajo potresne opazovalnice v Ljubljani (LJU), v Bojancih v Beli krajini (VBY), Dobrini na Kozjanskem (DOBS), v Goričicah pri Cerknici (CEY), Cesti nad Krškim (CESS) in v Braniku nad Muto (BISS). Prenos podatkov v osrednji računalnik v Ljubljani poteka iz seizmografa, ki beleži potrese v observatoriju, in s seizmografa v Cesti po državnem računalniškem omrežju, iz drugih opazovalnic pa po klicnih telefonskih linijah. Stalna opazovalnica na Vojskem (VOY) ter začasna v Brezju pri Senušah (KBZ) na obrobju Krško-Brežiškega polja sta opremljeni z analognimi seizmografi. Občasno je prenosni digitalni seizmograf nameščen v Horjulu.

Abstract. There were seven permanent earthquake monitoring stations within the Republic of Slovenia at the end of 1997. The stations are equipped with different types of analogue and digital seismographs. The oldest and central monitoring station of the Republic of Slovenia's Geophysical Survey, located at the observatory in Golovec in Ljubljana, is equipped with three-component analogue long-period and short-period seismographs with optical recording on photographic paper, a short-period seismograph with ink recording and with broad band digital seismographs. An earthquake monitoring station was built in Goričice at Cerkniško jezero in 1975. A broad band digital seismograph was supplied in 1997 to supplement the existing three-component short-period analogue seismograph. In January 1985, the third earthquake monitoring station in Slovenia, located at Vojsko near Idrija, started to operate. It was initially equipped with an analogue short-period seismograph with a vertical component. The horizontal components were added in January 1991. The following year, the earthquake monitoring station at Bojanci in Bela Krajina was installed. Similarly, it was equipped with an analogue short-period seismograph with a vertical component. In 1996, a broad band digital seismograph was added together with a facility to transmit data to the main office in Ljubljana via a telephone line. In order to monitor seismic activity in the Krško-Brežiško area, a temporary earthquake monitoring station was set up in 1990. It

was equipped with a vertical component portable analogue seismograph at Brezje pri Senušah. An earthquake monitoring station was set up at Cesta near Krško in 1996. Originally, a portable broad band digital seismograph recording data on magnetic tape was installed there. In 1997, this was replaced with a seismograph transmitting data to the main office using the state administration's computer network. Because of the possibility of increased seismic activity due to an electricity power plant lake in neighbouring Austria, a temporary earthquake monitoring station was installed at Branik near Muta in 1991. It was equipped with a vertical component portable analogue seismograph. A shaft was built and a broad band digital seismograph was installed, transmitting data to the main office via telephone lines in 1996. In the same year, an earthquake monitoring station at Dobrina on Kozjansko commenced operation. It is equipped with the same type of digital seismograph as Branik. A portable digital seismograph recording data on magnetic tape also operates from time to time at Horjul.

Uvod

Najstarejša in osrednja opazovalnica Uprave RS za geofiziko v observatoriju na Golovcu v Ljubljani (LJU) je opremljena s trikomponentnim analognim dolgoperiodnim seizmografom in trikomponentnim analognim kratkoperiodnim seizmografom z optičnim zapisom na fotografski papir, s kratkoperiodnim seizmografom z vidljivim zapisom ter s širokopasovnimi digitalnimi seizmografi. Leta 1975 je bila zgrajena potresna opazovalnica CEY v Goričicah pri Cerkniskem jezeru. Opremljena je z analognim trikomponentnim kratkoperiodnim seizmografom, ki mu je bil leta 1997 dodan digitalni širokopasovni seizmograf. Januarja 1985 je začela delovati tretja potresna opazovalnica VOY na Slovenskem, ki smo jo postavili v Vojskem nad Idrijo (Trnkoczy in Vidrih, 1986). V začetku je bila opremljena z analognim kratkoperiodnim seizmografom z navpično komponento, januarja leta 1991 pa sta bili dodani še vodoravni komponenti. Leta 1986 je bila zgrajena potresna opazovalnica VBY v Bojancih v Beli krajini, prav tako opremljena z analognim kratkoperiodnim seizmografom z vertikalno komponento. Leta 1996 je bil dodan širokopasovni digitalni seizmograf s prenosom podatkov po klicni telefonski liniji v središče za obdelavo podatkov v Ljubljani. Za opazovanje seizmičnosti Krško-Brežiškega polja je bila leta 1990 postavljena začasna potresna opazovalnica z enokomponentnim prenosnim analognim seizmografom v Brezju pri Senušah, leta 1996 pa je bila postavljena potresna opazovalnica v Cesti nad Krškim. Tu je bil na začetku postavljen prenosni širokopasovni digitalni seizmograf s shranjevanjem podatkov na magnetni trak. Leta 1997 smo ga zamenjali s seizmografom s prenosom podatkov po državnem računalniškem omrežju v središče za obdelavo podatkov. Zaradi možnosti povečanja seizmičnosti ob polnjenju akumulacijskega jezera v sosednji Avstriji je bila leta 1991 v Braniku nad Muto postavljena začasna potresna opazovalnica BISS z enokomponentnim prenosnim analognim seizmografom. Leta 1996 je bil zgrajen jašek in postavljen širokopasovni digitalni seizmograf s prenosom podatkov po klicni telefonski liniji v Ljubljano. Leta 1996 je začela delovati potresna opazovalnica DOBS v Dobrini na Kozjanskem. Opremljena je z enakim digitalnim seizmografom. Občasno



Slika 1. Potresne opazovalnice v Sloveniji leta 1997.

Figure 1. Seismic network in Slovenia in 1997.

deluje v Horjulu prenosni digitalni seizmograf s shranjevanjem podatkov na magnetni medij (Sinčič in Vidrih, 1993, 1995).

Opis potresnih opazovalnic

V Ljubljani (LJU) so instrumenti za zapisovanje potresov postavljeni v Observatoriju na Golovcu. Opazovalnica je zgrajena v karbonskih peščenjakih, ki v seizmogeološkem smislu pomenijo srednje ugodna tla. Opazovalnica ima koordinati 14.53°E in $46,04^{\circ}\text{N}$, leži pa na nadmorski višini 396 m. Opazovalnica spada med potresne opazovalnice prvega reda, kar pomeni, da zapisuje kratkoperiodne in dolgoperiodne potresne valove na velikih razdaljah ter je del svetovnega omrežja. Da bi bili podatki zanimivi za svetovno omrežje, morajo ustrezati svetovnim standardom. Enako velja za opremo in njeno delovanje. Dolgoperiodni sistem sestavljajo navpični in dva vodoravna seizmometra Sprengnether, galvanometri Lehner & Griffith pa zapisujejo signale s svetlobnim žarkom na fotopapir na pisaču Sprengnether. Povečava sistema je 1 300 pri periodi 1 s (navpična komponenta). V pogonu je tudi kratkoperiodni sistem Lehner & Griffith z zapisom na fotopapir. Povečava tega sistema je 12 000 pri periodi 1 s (navpična komponenta). Sistem z vidljivimi zapisi sestavljajo seizmometri Willmore MK-II, seizmografski ojačevalniki SO-01, ki so jih razvili strokovnjaki Uprave RS za geofiziko, ter pisači Günter Volk z galvanometri Astromed. Največja povečava vidljivega sistema je 46 700 pri periodi 0,4 s (navpična komponenta).

Vsi zapisi so opremljeni s časovnimi signali, ki jih daje natančna ura. Elektronsko uro UK-03 so prav tako skonstruirali in izdelali strokovnjaki Uprave RS za geofiziko, njeno natančnost pa nadzorujemo s signali sprejemnika časovnih signalov DCF 77.

Leta 1990 je v potresni opazovalnici na Golovcu začel delovati trikomponentni digitalni seizmograf SSR-1 s širokopasovnimi seizmometri WR-1 podjetja Kinometrics. Leta 1993 je bil vključen 6-kanalni digitalni seizmograf 72A-02 podjetja Reftek. Na prvih treh kanalih so izmenoma priključeni trikomponentni akcelerometer FBA-23 in širokopasovni seizmometri Sensonics, na drugih treh pa širokopasovni trikomponentni seizmometer Guralp CMG-40T. Oba seizmografa imata 16-bitno analogno-digitalno pretvorbo. Medtem ko deluje seizmograf SSR-1 v prožilnem načinu delovanja in s frekvenco vzorčenja analogno-digitalnega pretvornika 200 vzorcev v sekundi, pa seizmograf 72A-02 omogoča sočasno zajemanje podatkov v prožilnem načinu s frekvenco vzorčenja 125 vzorcev v sekundi za zapisovanje kratkoperiodnih pojavov in v zveznem načinu s frekvenco vzorčenja 5 vzorcev na sekundo za zapisovanje dolgoperiodnih pojavov.

Leta 1996 postavljeni digitalni seizmograf podjetja Nanometrics sestavljajo širokopasovni trikomponentni seizmometer Guralp CMG-40T, 16-bitni analogno-digitalni pretvornik s tristopenjskim samonastavljivim predojačenjem RD1603 in osebni računalnik s sprejemnikom točnega časa GPS in programsko opremo, ki skrbi za zajem podatkov in za komunikacijo z osrednjim računalnikom. Na centralnem računalniku programska oprema zbira podatke iz oddaljenih opazovalnic. Osrednji računalnik po določenem urniku, ki je nastavljiv, kliče oddaljene opazovalnice in od njih zahteva podatke o proženjih. Na podlagi teh podatkov poskuša določiti dogodke, nato pa pošlje zahtevo za prenos zapisov dogodkov v centralno opazovalnico. Izmenjava sporočil poteka po elektronski pošti (Vidrih in Sinčič, 1997).

Potresna opazovalnica v Cerknici (CEY) stoji na spodnjejurskih apnencih, ki so ugodna seizmogeološka podlaga. Koordinati opazovalnice sta $14,43^{\circ}\text{E}$ in $45,74^{\circ}\text{N}$, nadmorska višina pa je 579 m. Merilni sistem sestavljajo navpični in vodoravna seizmometra Willmore MK-II, seizmografski ojačevalniki SO-01 in pisači Günter Volk z galvanometri Astromed ter uro UK-03. Povečava je zaradi mirnejše lokacije večja kot v Ljubljani in znaša 82 200 pri 0,5 s (navpična komponenta). V začetku leta 1997 postavljeni digitalni seizmograf podjetja Nanometrics sestavljajo širokopasovni trikomponentni seizmometer Guralp CMG-40T, 16-bitni analogno-digitalni pretvornik s tristopenjskim samonastavljivim predojačenjem RD1603 ter osebni računalnik s sprejemnikom točnega časa GPS in programsko opremo, ki skrbi za zajem podatkov in za komunikacijo z osrednjim računalnikom.

Opazovalnica na Vojskem (VOY) leži na seizmogeološko zelo ugodni podlagi, ki jo sestavljajo zgornjetriasni dolomiti, na koordinatah $13,89^{\circ}\text{E}$ in $46,03^{\circ}\text{N}$. Nadmorska višina opazovalnice je 1073 m. Opazovalnica je opremljena z navpičnim in dvema vodoravnima seizmometroma Willmore MK-II, s seizmografskimi ojačevalniki SO-03 (razvila jih je Uprava RS za geofiziko), pisači Kinometrics VR-2 in uro UK-03. Povečava seizmografa na Vojskem je 557 000 pri 0,1 s (navpična komponenta).

Četrta opazovalnica v Bojancih (VBY) je bila do leta 1996 enokomponentna analogna. Zgrajena je v krednem apnencu, ki je zelo dobra seizmogeološka podlaga. Koordinati opazovalnice sta $15,26^{\circ}\text{E}$ in $45,50^{\circ}\text{N}$, nadmorska višina pa je 259 m. Seizmograf sestavljajo navpični seizmometer Vegik, seizmografski ojačevalnik SO-03, pisar Kablar I z galvanometrom Astromed ter uro UK-03. Sistem deluje s povečavo 116 600 pri 0,5 s. Leta 1996 je bila oprema opazovalnice v Bojancih dopolnjena z trikomponentnim digitalnim seizmografom podjetja Nanometrics s širokopasovnim trikomponentnim senzorjem Guralp CMG-40T. Pošiljanje podatkov iz opazovalnice v osrednji računalnik v Ljubljani poteka po klicni telefonski liniji na zahtevo centralnega računalnika.

Potresna opazovalnica v Braniku nad Muto (BISS), ki zapisuje seizmične pojave v bližini jezua HE Golica, je postavljena v zgradbi na metamorfnih kamninah, ki so v seizmogeološkem pogledu ugodne. Koordinati opazovalnice sta $15,13^{\circ}\text{E}$ in $46,65^{\circ}\text{N}$, nadmorska višina pa je 480 m. Na travniku nad zgradbo je bil narejen jašek in vanj postavljena seizmometra Vegik in leta 1996 Guralp CMG-40T. Navpični kratkoperiodni seizmometer Vegik je priključen na prenosno analogno opazovalnico PS-2 podjetja Kinometrics. Trikomponentni širokopasovni seizmometer Guralp CMG-40T je priključen na digitalni seizmograf firme Nanometrics in na omrežje opazovalnic. Komunikacija z osrednjim računalnikom poteka po klicni telefonski liniji.

Potresna opazovalnica v Dobrini (DOBS) je opremljena z enakim digitalnim seizmografom in ima enak način prenosa podatkov kot prejšnji dve. Seizmometer leži skupaj z analogno-digitalnim pretvornikom v jašku, osebni računalnik s sprejemnikom točnega časa GPS pa je nameščen v hišici. Opazovalnica je zgrajena na laporjih, ki prehajajo v apnenc in dolomit ladinijske starosti (srednji trias). Njeni koordinati sta $15,47^{\circ}\text{E}$ in $46,15^{\circ}\text{N}$, nadmorska višina je 428 m.

Potresna opazovalnica (CESS) je zgrajena v vasi Cesta nad Krškem. V drugi polovici leta 1997 je prenosni digitalni seizmograf 72A-07/DAT podjetja Reftek s shranjevanjem podatkov na DAT-kasete zamenjal digitalni seizmograf podjetja Nanometrics. Sestavljajo ga širokopasovni trikomponentni seizmometer Guralp CMG-40T, 24-bitni analogno-digitalni pretvornik HRD2432 z vgrajenim GPS-sprejemnikom točnega časa in modem za prenos podatkov po najeti telefonski liniji do vozlišča državnega računalniškega omrežja na Geodetski upravi v Krškem, kjer je osebni računalnik s programsko opremo, ki skrbi za zajem podatkov in za komunikacijo z osrednjim računalnikom. Seizmograf je nameščen v omarici, postavljeni na podlago iz svetlosivega neplastnatega dolomita ladinijske starosti (szgornja trias). Napajanje seizmografa je avtonomno s sončnimi celicami. Koordinati opazovalnice sta $15,46^{\circ}\text{E}$ in $45,97^{\circ}\text{N}$. Opazovalnica leži na nadmorski višini 382 m.

Uprava RS za geofiziko ima tudi dve začasni opazovalnici. Prva je postavljena v Brezju pri Senušah pri Krškem (KBZ). Opremljena je s prenosnim analognim enokomponentnim seizmografom Kinometrics Ps-2. Postavljena je v zgradbi na krednih apnencih v izmenjavi z laporji, kar je dovolj ugodna seizmogeološka podlaga. Koordinati opazovalnice sta $15,44^{\circ}\text{E}$ in $45,94^{\circ}\text{N}$, nadmorska višina pa je 215 m.

Druga začasna opazovalnica je v Horjulu. V njej občasno zapisuje potrese digitalni prenosni seizmograf 72A-07/DAT s shranjevanjem podatkov na DAT-kasete ali akceleroграф Etna. Opazovalnica leži na lapornatem apnencu, ki ponekod prehaja v dolomit in peščen skrilavec skitske starosti (spodnji trias). Njeni koordinati sta $14,30^{\circ}\text{E}$ in $46,02^{\circ}\text{N}$, nadmorska višina je 221m.

Leta 1997 je bil zaradi merjenja seizmičnega nemira od 25. aprila do 7. maja začasno postavljen prenosni digitalni seizmograf 72A-02/DAT v Planinskem domu Rašiške čete na Rašici pri Ljubljani.

Uprava RS za geofiziko ima tudi sedem opazovalnic z digitalnimi akceleroграфi za zapisovanje močnih potresov. Instrumenti za zapisovanje močnih potresov so postavljeni v Ljubljani (v observatoriju na Golovcu in na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo - FGG), na Dolskem, v Goričicah pri Cerknici (CEY), Krškem, Ilirski Bistrici in Gotenici. Akceleroграф na observatoriju na Golovcu sestavljata akceleroграф FBA-23 z merilnim območjem 1g in zajemalna aparatura SSR-1 s 16-bitno analogno digitalno pretvorbo. Akceleroграф na FGG tvorita akceleroграф FBA-23 z merilnim območjem 1g in zajemalna aparatura SSA-2 z 12-bitnim analogno digitalnim pretvornikom. Enak akceleroграф je nameščen v Dolskem. Akceleroграфi v Goričicah pri Cerknici, v Ilirski Bistrici in v Krškem v jedrski elektrarni imajo občutljivejši senzor FBA-23 z merilnim območjem 0,25g. Akceleroграф v Krškem je vključen v državno računalniško omrežje, po katerem teče prenos podatkov na observatorij. V Gotenici je postavljen akceleroграф Etna z vgrajenim senzorjem FBA-23 z merilnim območjem 1g in z 18-bitno analogno digitalno pretvorbo, prenos podatkov na observatorij pa poteka po klicni telefonski liniji. Podatke z ostalih akceleroграфov pobere delavec URSG s prenosnim računalnikom ob obisku opazovalnice.

Občasno so bili postavljeni še trije akceleroграфi Etna v Ljubljani in okolici za oceno nihanja tal v odvisnosti od lokalne geološke zgradbe Ljubljanskega barja, in sicer:

- 1) - od 10. do 27. oktobra na Rakovi jelši
- 2) - od 15. do 27. oktobra v Črni vasi
- 3) - od 25. aprila do 14. oktobra in od 14. novembra do 21. novembra v Horjulu
- od 30. oktobra do 5. decembra na Rudniku
- 4) - od 21. novembra do 14. aprila 1998 v Lipah.

Potresne opazovalnice so v letu 1997 zapisale 2848 potresov, od tega 552 oddaljenih, 1356 regionalnih in 773 lokalnih. Seizmografi so zapisali tudi 167 umetnih potresov (preglednica 1).

Preglednica 1: Potresi v letu 1997, zapisani na slovenskih potresnih opazovalnicah
Table 1: Earthquakes in 1997 recorded at Slovenian earthquake stations.

Mesec	Oddaljeni Potresi	Regionalni potresi	Lokalni potresi	Prebivalci čutili	Umetni potresi	Skupaj
Month	Distant earthquakes	Regional earthquakes	Local earthquakes	Felt by inhabitants	Artificial	Total
Januar January	41	62	32	7	5	140
Februar February	33	74	29	1	10	146
Marec March	35	76	96	1	15	222
April April	42	90	90	4	13	235
Maj May	63	114	73	1	18	268
Junij June	93	95	57	0	20	265
Julij July	52	66	96	0	36	250
Avgust August	32	44	73	2	14	163
September September	53	152	80	3	13	298
Oktober October	38	358	35	3	7	438
November November	37	138	44	1	13	232
December December	33	87	68	3	3	191
Skupaj Total	552	1356	773	26	167	2848

Oddaljeni potresi / Distant earthquakes

Regionalni potresi / Regional earthquakes

Lokalni potresi / Local earthquakes

$\Delta > 10^\circ$ (> 1100 km)

$\Delta < 10^\circ$ (< 1100 km)

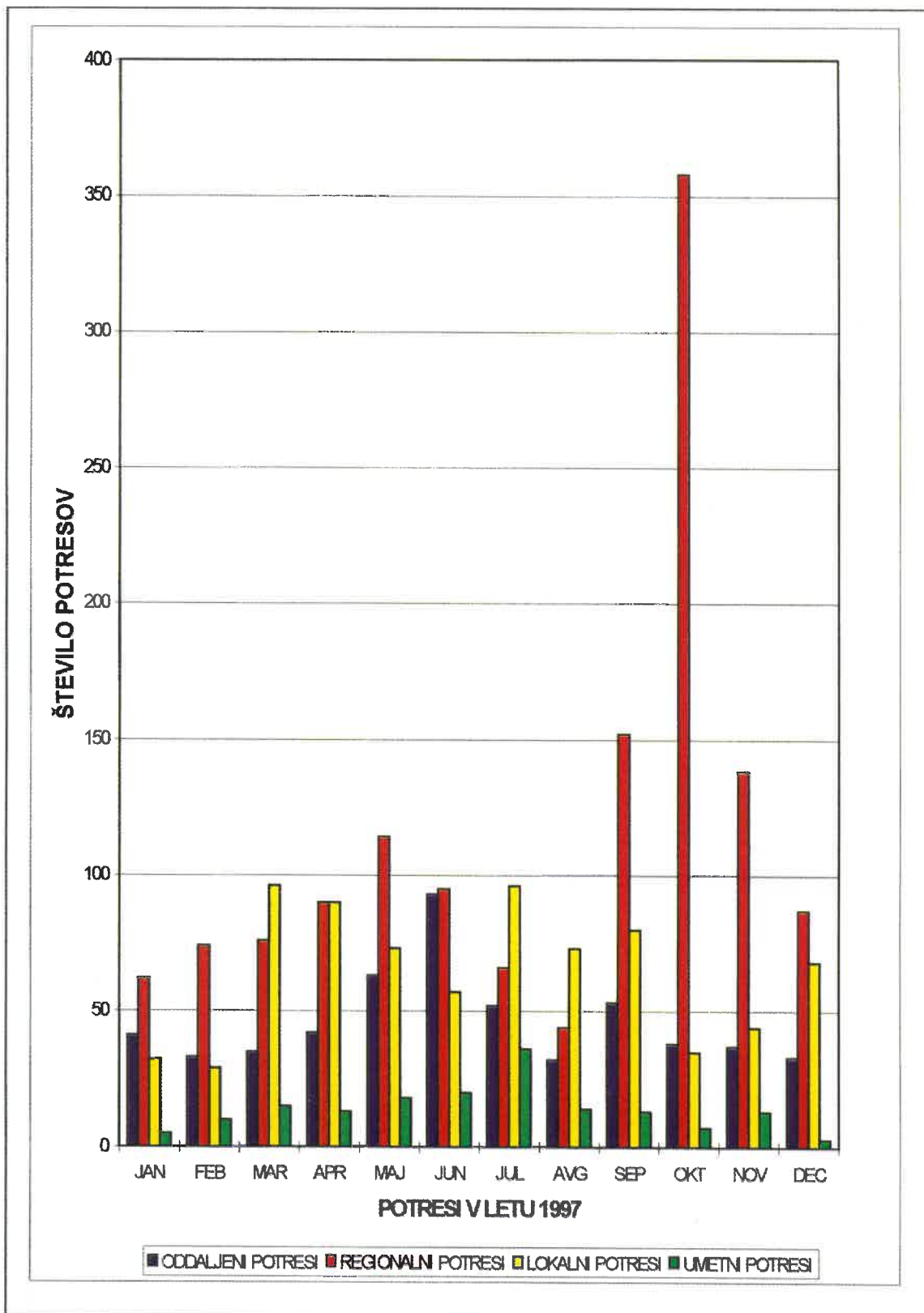
$\Delta \approx 1,5^\circ$ (≈ 160 km)



*Slika 2. Potresna opazovalnica v Cesti pri Krškem je bila v letu 1997 posodobljena. Je edina opazovalnica v Sloveniji, ki se napaja z energijo iz sončnih celic (foto: R. Vidrih).
Figure 2. Seismic station in Cesta near Krško was modernised in 1997. It is the only seismic station in Slovenia powered by solar cells (photo: R. Vidrih).*

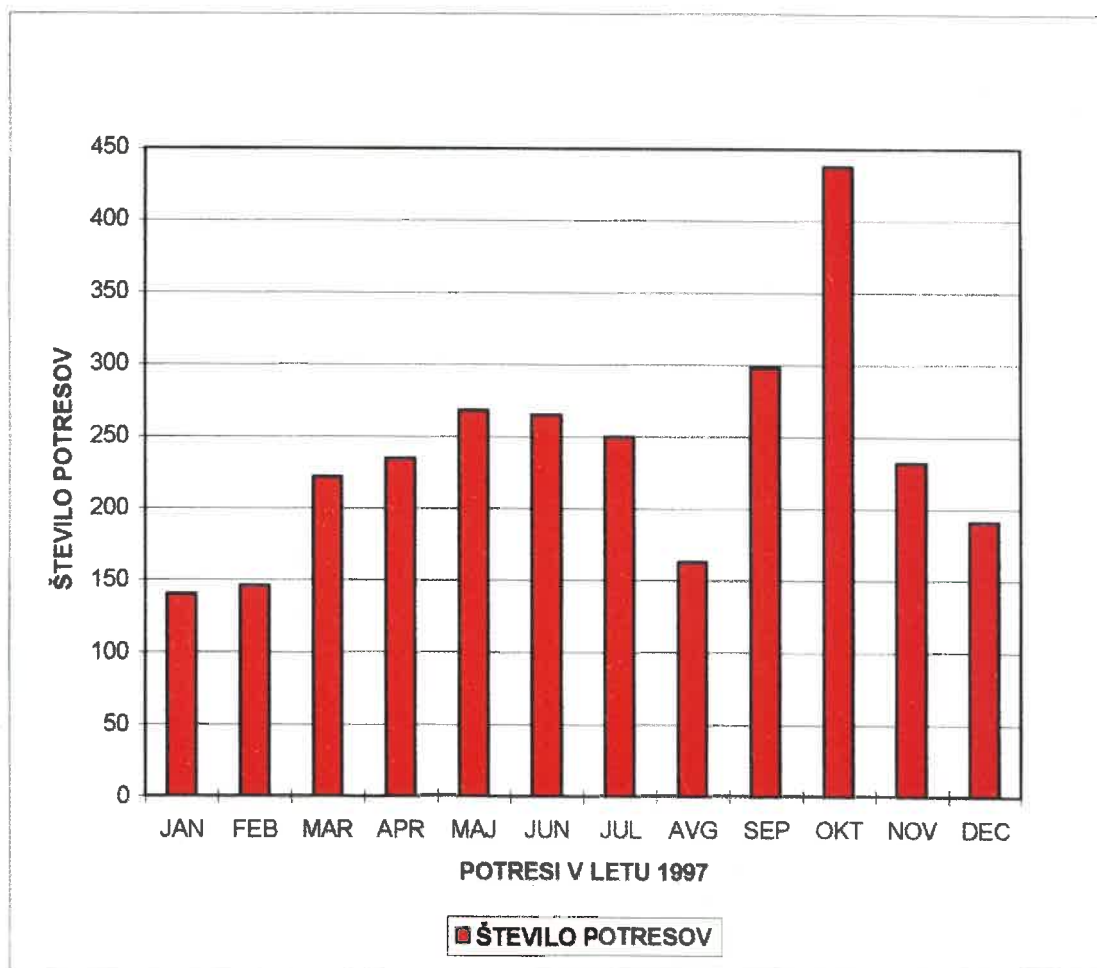


*Slika 3. V omarici, ki je postavljena na skalnati podlagi, je bil v prvi polovici leta postavljen prenosni seizmograf Reftek 72A-07/DAT s senzorjem Guralp CMG-40T (foto: R. Vidrih).
Figure 3. In a metal case set up on the rock base, a Reftek 72A-07/DAT portable seismograph with a Guralp CMG-40T sensor was installed during the first half of the year (photo: R. Vidrih).*



Slika 4. Porazdelitev naravnih in umetnih potresov.

Figure 4. Distribution of earthquakes and artificials by months.



Slika 5. Skupno število potresov po mesecih.

Figure 5. Distribution of all seismic events by months.

Literatura

- Digital Seismograph System, User Guide and Reference Manual, 1995. Nanometrics, Kanata, Kanada.
- Operations Reference Manual for 72A Series Data Acquisition System, 1994. Reftek, Dallas, Združene države Amerike.
- Operation Instructions for Model SSR-1 Solid State Recorder, 1989. Kinometrics, Pasadena, Združene države Amerike.
- Sinčič P., Vidrih R., 1993. Mreža potresnih opazovalnic v Sloveniji. Ujma št.7, 130-137, Ljubljana.
- Sinčič P., Vidrih R., 1995. Gradnja potresne opazovalnice. Ujma št. 9, 185-189, Ljubljana.
- Trnkoczy, A., Vidrih R., 1986. Seizmološka stanica Vojsko (VOY) u SR Sloveniji. Acta seismologica Iugoslavica, 12, 17-34, Beograd.
- Vidrih R., Sinčič P., 1997. Potresne opazovalnice v Sloveniji. Povzetki referatov; 13. posvetovanje slovenskih geologov, 39-40, Ljubljana.

POTRESI V SLOVENIJI LETA 1997 EARTHQUAKES IN SLOVENIA IN 1997

Ina Cecić, Mladen Živčić, Andrej Gosar in Jure Ravnik

Izveček. Leta 1997 v Sloveniji ni bilo močnejših potresov. Prebivalci so čutili 26 potresnih sunkov, od tega žarišči dveh nista bili na slovenskem ozemlju. Najmočnejši potres leta 1997 (glede na magnitudo) je bil 26. oktobra ob 9. uri 28 minut po svetovnem času UTC (oziroma ob 11. uri 28 minut po srednjeevropskem poletnem času) z žariščem na Gorenjskem. Lokalna magnituda je bila 3,5, intenziteta pa IV-V EMS (EMS je okrajšava za evropsko potresno lestvico) (Grünthal, 1993a, 1993b). Zanimivo je, da je večjo intenziteto (V EMS) doseglo kar šest potresov, ki pa so imeli manjše magnitude. Najmočnejši potres zunaj naših meja, ki so ga čutili prebivalci Slovenije, je bil 26. septembra ob 9. uri 41 minut UTC v srednji Italiji. Na nadžariščnem območju so učinki dosegli tudi intenziteto IX EMS, največja intenziteta v Sloveniji je bila IV-V EMS. Magnituda tega potresa je bila po zapisih instrumentov v Ljubljani 6,2.

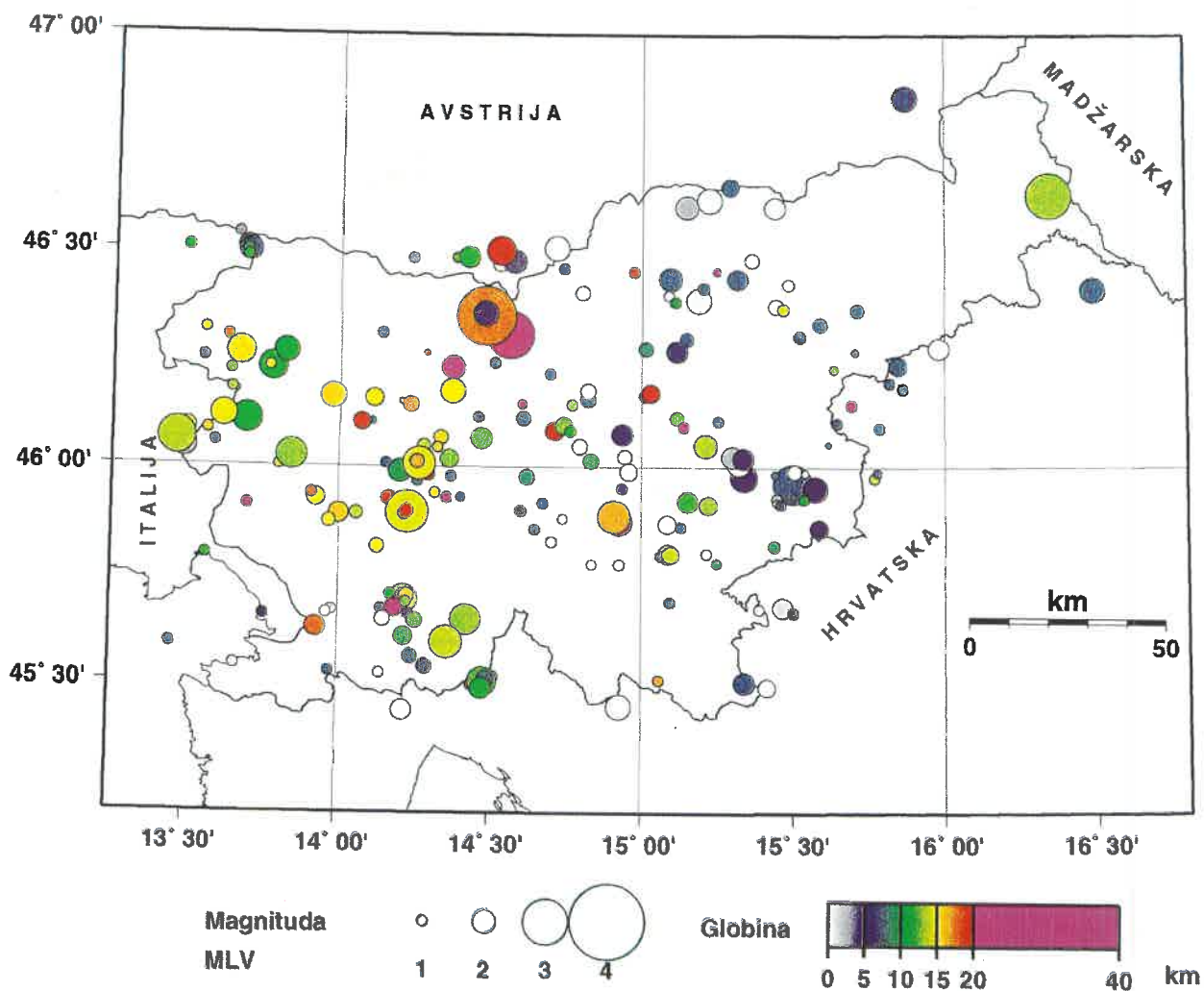
Abstract. Average seismic activity in Slovenia was reported in 1997. Some 217 earthquakes were located and there were no strong events among them. The strongest event (according to magnitude) in 1997 was recorded at 9.28 UTC on 26 October in the Gorenjska region. Its magnitude was 3.5 and had a maximum intensity IV-V EMS. There were six earthquakes involving an intensity of V EMS, but their magnitudes were below 3.5. Earthquake foci are distributed over the whole territory of Slovenia including its northeasternmost part, which is the least active. Most of the earthquakes happened in the upper crust with the maximum concentration of focal depths in the uppermost three kilometers and in the range between 12 and 15 km. The strongest earthquake outside our borders that was felt in Slovenia occurred at 9.41 UTC on 26 September in Central Italy. The maximum intensity in the epicentral area was IX EMS. The local magnitude, calculated from the records of the Ljubljana station, was 6.2.

Uvod

Leta 1997 je bila potresna dejavnost v Sloveniji povprečna. Tega pa ne bi bilo mogoče trditi za sosednje regije; v srednji Italiji se je septembra začel dolg niz močnih potresov, ki so zahtevali nekaj življenj in povzročili zelo veliko gmotno škodo (Cecić in sod., 1997a; Cecić in Barbano, 1997).

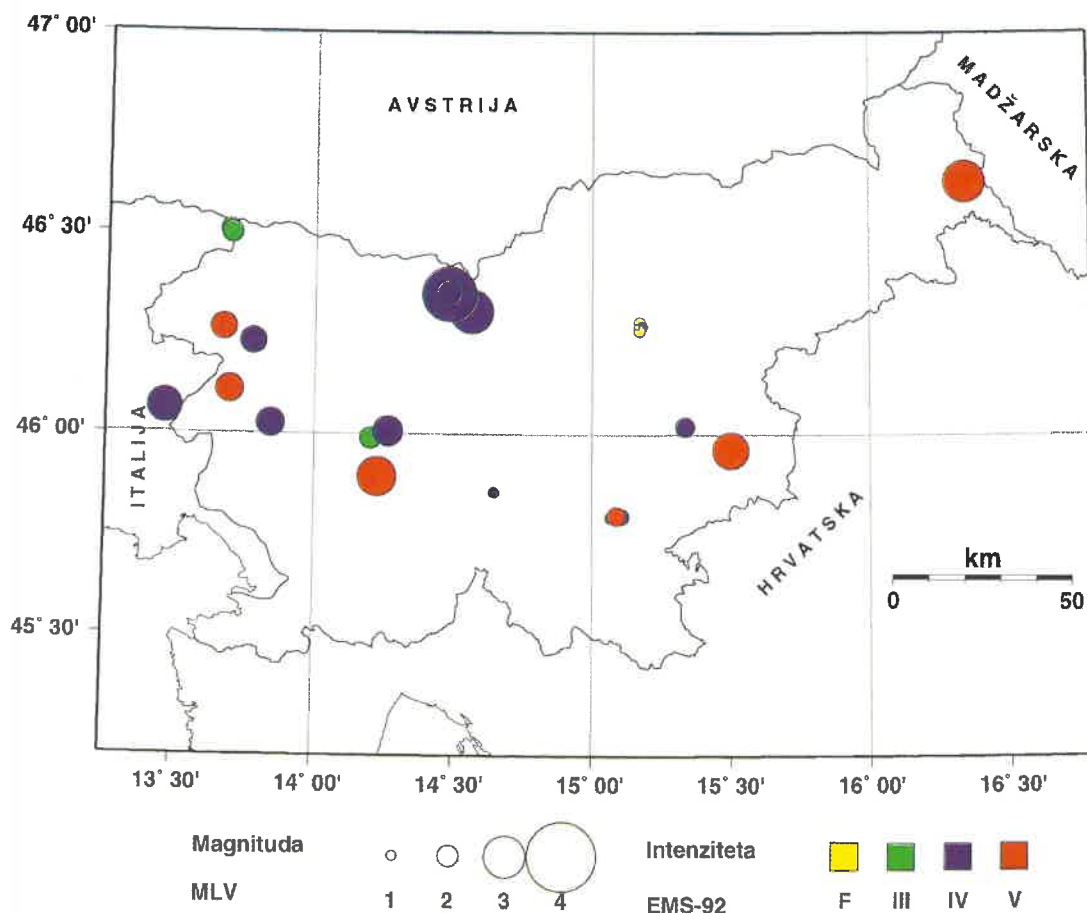
Seizmografi na opazovalnicah URSG so leta 1997 zapisali 773 lokalnih potresov. Dve tretjini je bilo šibkih potresov, zapisanih le na eni ali dveh opazovalnicah. Koordinati žarišča in globino smo izračunali za 217 lokalnih potresov (preglednica 1). Pri večini smo določili tudi magnitudo in ocenili intenziteto. Karta nadžarišč (epicentrov) potresov leta 1997 z opredeljeno lokalno magnitudo (M_{LV}) je na sliki 1a.

Na različnih območjih Slovenije so prebivalci čutili 26 potresnih sunkov. Čeprav je bila pri šestih potresih največja dosežena intenziteta V EMS, so bile njihove magnitude razmeroma majhne (1,8 do 3,0). Najmočnejši potres leta 1997 je bil potres 26. oktobra na Gorenjskem, z lokalno magnitudo 3,5, vendar nekoliko manjšo intenziteto (IV-V EMS). Karta nadžarišč (epicentrov) potresov leta 1997, ki so jih prebivalci čutili, je na sliki 1b.



Slika 1a. Nadžarišča potresov leta 1997, ki smo jim določili žariščni čas, instrumentalni koordinati epicentra in globino žarišča; barvni simboli različnih velikosti ponazarjajo vrednosti lokalne magnitude M_{LV} .

Figure 1a. Distribution of epicentres in 1997 whose focal times, epicentral co-ordinates and focal depths were calculated; coloured symbols of varying sizes give information on local magnitude M_{LV} .

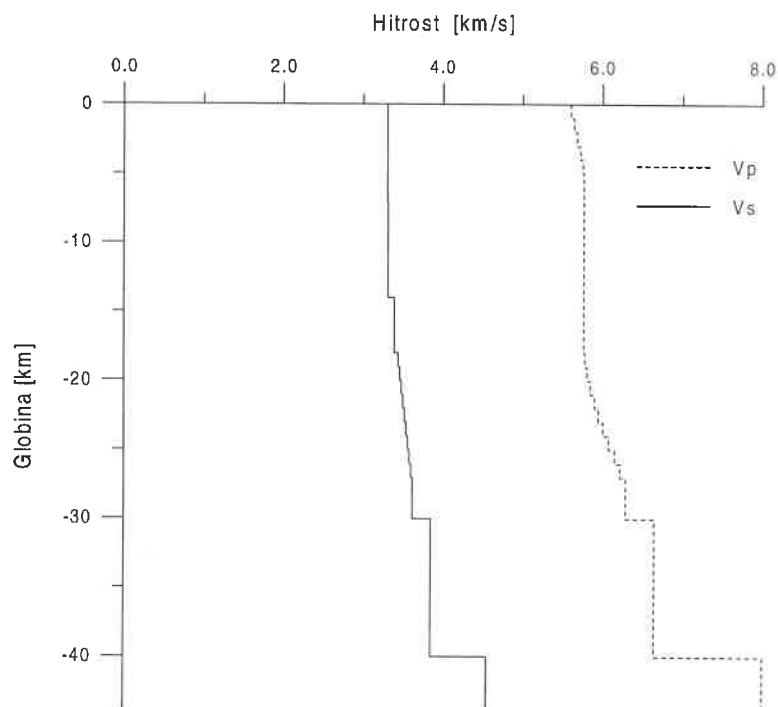


Slika 1b. Intenzitete potresov, ki so jih leta 1997 čutili prebivalci Slovenije.
Figure 1b. Earthquakes felt in Slovenia in 1997

Za opredelitev osnovnih parametrov potresov, podanih v preglednici 1, smo uporabili vse razpoložljive zapise potresov na potresnih opazovalnicah v Sloveniji ter v sosednjih državah: Avstriji, Hrvaški, Italiji in Madžarski. Žariščni čas, to je čas, ko se je potres zgodil, koordinati nadžarišča in žariščno globino smo opredelili iz časov prihodov vzdolžnega (P) in prečnega (S) valovanja na potresno opazovalnico. Pri tem smo izračune izdelali s programom HYPOCENTER (Lienert in sod., 1988, Lienert, 1994) in uporabili povprečni hitrostni model za ozemlje Slovenije, opredeljen iz tridimenzionalnega modela za prostorsko valovanje (Michelini in sod., 1998) in modela za površinsko valovanje (Živčić in sod., 1998). Za opredelitev nadžarišča potresa potrebujemo zapise najmanj treh opazovalnic. Za opredelitev žariščne globine pa podatke o vsaj štirih vstopnih časih P in S-valovanja iz vsaj treh opazovalnic. Pri potresih, za katere smo lahko določili le koordinati nadžarišča, smo za žariščno globino privzeli 7 km. Porazdelitev hitrosti P in S po globini je dana na sliki 2. Lokalno magnitudo M_{LV} potresov smo opredelili iz največje hitrosti navpične komponente nihanja tal (A/T v nm/s) na slovenskih opazovalnicah po enačbi:

$$M_{LV} = \log(A/T) + 1,52 * \log D - 3,2$$

D je oddaljenost nadžarišča v kilometrih.



Slika 2. Porazdelitev hitrosti P in S-valov po globini.

Figure 2. The distribution of P and S-wave velocities with depth.

V preglednici 1 je dana povprečna vrednost M_{LV} za opazovalnice v Sloveniji. Magnitudo M_D smo opredelili iz trajanja zapisov potresov na opazovalnicah v Sloveniji in v Furlaniji. Pri tem smo uporabili enačbo:

$$M_D = 2,22 \log(t) - 1,465$$

t je trajanje zapisa potresa v sekundah (Rebez in Renner, 1991).

Največja intenziteta, ki jo je potres dosegel na ozemlju Slovenije, je dana v stopnjah evropske potresne lestvice (EMS-92). Kadar podatki niso zadoščali za nedvoumno določitev intenzitete, smo dali razpon možnih vrednosti (npr. IV-V). V preglednici 1 sta dana še število opazovalnic, ki so zapisale potres, in kvadratni koren povprečne kvadratne vrednosti napake (RMS) opredelitve žariščnih parametrov v sekundah. Kot potresno območje smo podali ime naselja, ki je najbližje določenemu nadžarišču in je navdano v seznamu naselij Geodetske uprave RS (RGU, 1995).

Preglednica 1. Seznam potresov leta 1997, ki smo jim lahko izračunali žariščni čas, instrumentalni koordinati nadžarišča (epicentra) in globino žarišča; pri nekaterih potresih sta navedeni še lokalna magnituda in največja intenziteta.

Table 1. List of earthquakes in 1997 for which the hypocentral time, co-ordinates of epicentre and focal depth were calculated; the local magnitude and maximum intensity of some earthquakes are also provided.

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir _{0N}	Dolž _{0E}	h (km)	nst	RM S (s)	M _{L,V}	M _D	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat _{0N}	Lon _{0E}	h (km)	nst	RM S (s)	M _{L,V}	M _D	Imax (EMS)	Epicentral area
1	1	4	4	46	46,5	46,08	13,57	16	5	0,0		2,0		Zapotok, meja Slovenija-Italija
2	1	9	2	09	35,2	45,80	15,09	14	8	0,5	1,8	1,9	V	Straža
3	1	9	3	49	17,2	45,80	15,07	7	6	0,5	1,2	1,7	IV	Straža
4	1	9	3	50	54,4	45,80	15,10	14	8	0,4	1,6	1,7	IV	Podgora
5	1	10	3	12	22,8	46,28	15,98	0	4	0,3	1,9			Jazbina, meja Hrvaška-Slovenija
6	1	21	5	08	56,2	46,23	14,38	23	11	0,3	2,0	2,4		Hrastje
7	1	24	3	44	57,9	46,39	15,19	0	6	0,6	2,1	1,9		Paka pri Velenju
8	1	26	9	32	49,6	45,51	15,06	17	5	0,2		2,2		Predgrad, meja Slovenija-Hrvaška
9	1	28	15	02	06,7	45,93	13,93	15	9	0,3	1,7	2,2		Otlca
10	2	4	8	13	04,1	46,54	13,66	3	4	0,1		2,1		Unt. Thorl, meja Avstrija-Slovenija
11	2	11	9	01	40,5	46,27	15,12	6	6	0,7	1,9	2,3		Spodnje Grušovlje
12	2	15	4	47	19,0	45,50	15,34	7	13	0,4	1,9	2,5		Marindol, meja Slovenija-Hrvaška
13	2	15	13	20	22,4	46,26	13,67	15	22	0,4	2,3	3,0	V	Krn
14	2	20	13	02	22,5	45,94	14,32	15	3	0,1	1,0			Bistra
15	2	25	3	06	11,2	45,45	14,93	0	12	0,5	2,1	2,9		Brod Moravice, meja Hrvaška-Slovenija
16	3	2	20	02	26,0	45,51	14,45	0	3	0,6		1,4		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
17	3	3	20	53	23,7	45,50	14,44	19	7	0,5		1,7		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
18	3	6	1	06	49,7	46,46	14,74	7*	3	0,0		2,3		Kuželj, meja Hrvaška-Slovenija
19	3	6	7	04	34,8	45,91	15,22	13	6	0,3	1,7			Mala Strmica
20	3	6	11	20	58,9	46,44	15,31	7*	3	0,4	1,8	2,7		Hudinja
21	3	6	13	45	43,9	45,65	14,42	13	23	0,6	2,4	3,1		Skodovnik
22	3	8	8	26	40,9	45,69	14,22	14	17	0,4	2,3	2,8		Slovenska vas
23	3	8	18	53	38,7	45,96	15,50	7	22	0,4	2,8	3,1	V	Krško
24	3	13	7	51	44,0	45,83	14,70	0	4	0,8		2,1		Podgora
25	3	13	9	26	08,6	45,52	14,51	13	3	0,1	1,3	1,8		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
26	3	13	11	13	05,2	46,05	14,28	13	4	0,3	1,3	1,8		Setnik
27	3	13	20	36	53,8	45,49	14,47	16	6	0,3	1,4	1,8		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
28	3	14	6	53	55,1	45,51	14,48	12	18	0,5	2,3	3,1		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
29	3	14	7	04	33,0	45,49	14,47	7*	2	0,6				Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir $^{\circ}$ _N	Dolž $^{\circ}$ _E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{L,V}	M _b	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat $^{\circ}$ _N	Lon $^{\circ}$ _E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{L,V}	M _b	Imax (EMS)	Epicentral area
30	3	14	7	14	27,3	45,51	14,49	7	11	0,3	1,6	2,4		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
31	3	18	1	44	44,3	45,92	14,67	7*	3	0,5		1,5		Predole
32	3	18	15	44	19,8	45,86	15,13	7*	3	0,1				Mali Kal
33	3	21	13	19	54,2	46,14	15,69	23	5	0,1		2,3		Desinić, meja Hrvaška-Slovenija
34	3	22	10	21	29,5	46,65	15,29	7*	3	0,0	1,6	1,7		Radelca, meja Slovenija-Avstrija
35	3	24	12	30	40,0	46,12	13,67	15	3	0,1		1,9		Kambrško, meja Slovenija-Italija
36	3	26	8	23	28,1	45,49	14,48	11	16	0,5	1,9	2,5		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
37	3	26	10	56	04,6	46,22	14,70	7*	3	0,7		1,6		Potok
38	3	27	0	08	13,3	45,78	15,25	9	4	0,3	0,9	1,4		Sela pri Zajčjem Vrhu
39	3	27	15	08	56,3	45,98	14,30	20	5	0,2	1,3	2,1		Stara Vrhnika
40	3	28	0	04	01,8	45,88	14,74	0	3	0,0	0,9			Mala Illova gora
41	3	30	7	39	47,7	46,48	14,39	12	4	0,1		1,3		Gorski Kotar, meja Hrvaška-Slovenija
42	4	1	5	35	43,6	46,05	13,49	3	17	0,7	2,1	2,9		Breg pri Golem Brdu, Slovenija-Italija
43	4	1	9	48	16,0	45,99	14,28	7*	3	0,2	1,0	1,6		Velika Ligojna
44	4	2	16	34	29,6	45,86	14,65	7*	3	0,2		1,6	IV-V	Ponikve
45	4	4	11	16	01,0	45,92	15,15	10	7	0,2	1,7	2,0		Gorenji Mokronog
46	4	4	17	30	10,3	45,92	15,15	12	6	0,1	1,8	1,9		Gorenji Mokronog
47	4	7	10	49	18,4	45,97	14,26	8	3	0,5		1,9		Stara Vrhnika
48	4	7	12	09	05,7	45,80	13,56	12	3	0,1		1,5		Monfalcone, meja Italija-Slovenija
49	4	8	11	00	05,3	46,02	14,94	0	3	0,9	1,4	1,9		Ljubež v Lazih
50	4	8	20	14	03,4	46,44	15,09	7*	3	0,2	2,0	1,3		Graška Gora
51	4	8	22	30	19,5	45,70	14,21	16	4	0,1	1,2	1,5		Slovenska vas
52	4	9	13	43	30,4	46,10	14,11	7*	3	0,7	0,6	1,9		Podgora
53	4	10	0	37	46,1	46,40	15,09	0	6	0,8	1,1	2,1		Gaberke
54	4	10	11	09	29,0	46,37	15,44	0	3	0,1	1,5	2,2		Malahorna
55	4	13	23	20	57,3	46,30	13,63	18	5	0,1		2,1		Lepena
56	4	14	2	05	33,3	46,10	14,07	19	6	0,3	1,6	1,3		Stara Oselica
57	4	14	10	46	01,6	45,99	14,96	0	8	0,4	1,6	1,9		Gabrška Gora
58	4	14	11	53	07,5	46,05	15,21	13	8	0,6	2,0	1,5		Loka pri Zidanem Mostu
59	4	14	18	24	35,7	46,08	14,71	20	5	0,4	1,7	1,7		Laze pri Dolškem

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir °N	Dolž °E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{LV}	M _D	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat °N	Lon °E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{LV}	M _D	Imax (EMS)	Epicentral area
60	4	15	22	32	48,6	46,51	13,69	8	15	0,3	1,9	2,7	III-IV	Rateče, meja Slovenija-Italija
61	4	16	5	41	08,5	45,44	14,22	0	5	0,2	1,8	2,1		Vele Mune, meja Hrvaška-Slovenija
62	4	23	6	44	57,4	45,87	15,08	0	5	0,2	1,7	2,0		Biška vas
63	4	24	23	58	07,8	46,08	14,94	6	5	0,4	1,9	1,9		Tepe
64	4	25	4	10	00,8	46,05	14,79	0	5	0,2	1,5			Dragovšek
65	4	25	13	16	05,0	46,23	13,78	11	22	0,6	2,3	3,0	IV-V	Tolminske Ravne
66	4	29	14	53	40,1	45,67	13,98	2	3	1,0		2,0		Dolnje Ležee
67	5	5	15	36	43,9	45,66	13,96	0	4	0,7	1,1	2,0		Prelože pri Lokvi, meja Slovenija-Italija
68	5	6	2	29	08,3	46,27	15,01	8	3	0,0	1,4			Kamenče
69	5	8	15	24	11,4	45,68	15,47	1	7	1,2	1,8	2,5		Donji Oštrc, meja Hrvaška-Slovenija
70	5	9	10	35	36,8	45,95	15,57	5	6	0,7	2,1			Spodnja Pohanca
71	5	9	20	12	51,5	46,02	14,36	12	7	0,5	1,7	1,3		Log pri Brezovici
72	5	10	17	48	59,2	46,50	13,70	7	17	0,3	2,0	2,7	III	Rateče, meja Slovenija-Italija
73	5	12	15	39	22,3	46,07	14,47	12	7	0,3	1,9	1,7		Ljubljana
74	5	19	16	14	08,1	45,99	14,29	19	4	0,9	0,6	1,4		Stara Vrhnika
75	5	20	5	37	01,9	45,67	14,14	7*	3	0,1		2,0		Neverke
76	5	20	10	31	05,9	45,67	14,19	22	8	0,4	1,7	2,3		Pivka
77	5	20	15	15	37,4	45,63	13,93	18	6	0,6	1,8			Vrhopolje, meja Slovenija-Italija
78	5	22	19	17	39,3	45,95	14,93	6	4	0,3	1,0	2,2		Mačji Dol
79	5	24	3	56	39,9	46,23	13,77	15	6	0,2		2,2		Tolminske Ravne
80	5	26	15	34	14,7	45,52	14,14	0	4	0,6	1,0			Podgrad, meja Slovenija-Hrvaška
81	5	31	0	43	21,1	46,51	14,72	0	5	0,4	2,1			Topla, meja Slovenija-Avstrija
82	6	2	2	37	01,8	46,48	14,24	4	5	0,3		2,0		Wind, Bleiberg, meja Avstrija-Slovenija
83	6	2	21	08	30,0	46,07	14,34	16	7	0,3	1,4	1,8		Srednja vas pri Polhovem Gradcu
84	6	4	2	48	15,2	46,41	15,20	7*	3	0,3	1,2			Kozjak
85	6	12	11	33	23,6	46,36	15,71	7*	3	0,5	1,3			Medvedce
86	6	12	12	05	23,8	46,62	15,22	0	4	0,9	2,1			Radlje ob Dravi
87	6	12	12	46	05,6	45,53	13,97	7*	3	1,0		2,6		Podgorje, meja Slovenija-Hrvaška
88	6	13	11	32	17,7	46,24	15,85	7*	3	0,2	1,7	2,3		Macelj, meja Hrvaška-Slovenija
89	6	15	12	25	40,2	45,86	15,59	5	8	0,5	1,7	1,9		Mali Cirmnik, meja Slovenija-Hrvaška

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir _{0N}	Dolž _{0E}	h (km)	nst	RM S (s)	M _{Lv}	M _p	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat _{0N}	Lon _{0E}	h (km)	nst	RM S (s)	M _{Lv}	M _p	Imax (EMS)	Epicentral area
90	6	19	2	13	51,8	46,45	15,25	22	3	0,1	0,7	2,1		Tolsti Vrh pri Mistlinji
91	6	19	21	54	18,5	45,66	14,23	5	3	0,1		1,7		Drskovče
92	6	20	14	59	09,5	46,41	16,49	7*	3	0,5	2,1			Belica, meja Hrvaška-Slovenija
93	6	21	10	31	33,6	46,01	14,83	10	7	0,6	1,5	2,1		Vintarjevec
94	6	21	17	44	30,6	45,54	14,29	6	4	0,3	1,5			Gornji Zemon
95	6	25	6	05	02,8	45,59	14,36	14	24	0,3	2,5	3,2		Snežnik
96	6	25	20	36	41,3	46,25	13,55	7*	3	0,1		1,6		Sužid, meja Slovenija-Italija
97	6	25	23	45	07,7	46,13	13,64	16	9	0,1		2,6		Kambrško, meja Slovenija-Italija
98	6	29	22	38	37,0	46,02	14,27	13	5	0,0	1,6	1,4		Vrzdeneč
99	7	4	11	54	11,9	45,66	13,76	5	3	0,5		2,0		Trebiano, meja Italija-Slovenija
100	7	10	4	14	46,9	46,27	15,70	7*	3	0,6	0,7			Strmec pri Sv. Florijanu
101	7	10	11	16	04,7	46,14	14,77	13	6	0,4	1,1	2,0		Selce pri Moravčah
102	7	12	17	00	11,3	45,67	15,39	0	5	0,8		2,8		Železniki, meja Slovenija-Hrvaška
103	7	14	9	23	21,7	46,11	14,46	7*	3	0,3				Dvor
104	7	19	5	33	56,5	46,16	14,12	15	11	0,4	1,7	2,5		Jelovica
105	7	20	14	21	22,8	46,47	14,53	1	5	0,4	1,4			Ebriach, meja Avstrija-Slovenija
106	7	21	11	15	29,7	46,31	14,14	7*	3	0,3				Vošče
107	7	21	20	22	30,4	46,15	14,21	16	4	0,1				Delnice
108	7	24	0	57	58,7	45,77	14,84	0	5	0,3	0,9	1,8		Žvirče
109	7	24	11	46	45,5	46,33	15,59	7*	3	0,6	1,4			Hošnica
110	7	24	21	28	25,1	46,51	13,69	6	7	0,2		2,5		Rateče, meja Slovenija-Italija
111	7	25	17	37	57,5	46,30	15,52	7*	3	0,6	1,2			Mlače
112	7	26	10	00	28,2	46,05	14,33	16	4	0,2	1,1	0,1		Srednja vas pri Polhovem Gradcu
113	7	26	21	15	35,9	46,48	14,58	4	12	0,5	2,0	2,6		Eisenkappel, meja Avstrija-Slovenija
114	7	29	9	56	28,5	45,49	15,41	0	3	0,5	1,6	2,4		Netretić, meja Hrvaška-Slovenija
115	7	30	16	13	39,6	46,60	15,15	3	9	0,7	2,0	1,7		Gortina, meja Slovenija-Avstrija
116	7	31	8	12	00,2	45,70	14,23	16	3	0,1	1,5			Slovenska vas
117	8	2	4	49	23,5	46,11	13,69	10	22	0,4	2,4	3,2	V	Seniški Breg
118	8	6	6	01	58,4	45,77	14,93	0	3	0,1	1,0			Smuka
119	8	6	12	28	28,6	46,48	15,36	0	6	0,6	1,4			Rogla

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir ⁰ _N	Dolž ⁰ _E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{Lv}	M _D	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat ⁰ _N	Lon ⁰ _E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{Lv}	M _D	Imax (EMS)	Epicentral area
120	8	6	13	49	54,1	45,93	14,17	20	5	0,1	1,4	1,9		Ravniki pri Hotedršici
121	8	6	16	15	25,3	45,93	14,36	22	3	0,1	1,1			Dol pri Borovnici
122	8	8	18	07	03,7	46,09	15,78	7*	3	1,0				Mala Erpenja, meja Hrvaška-Slovenija
123	8	10	10	48	25,3	46,63	16,35	13	11	0,6	3,0	2,8	V	Turnišče, meja Slovenija-Madžarska
124	8	14	11	47	36,4	46,50	13,69	9	7	0,3		2,4		Rateče, meja Slovenija-Italija
125	8	14	19	17	42,2	45,69	14,23	13	4	0,1		1,8		Trnje
126	8	17	1	18	48,1	45,98	15,77	14	5	0,5	1			Radakovo, meja Hrvaška-Slovenija
127	8	18	13	19	33,3	45,54	13,66	0	4	0,9		2,2		Izola, meja Slovenija-Hrvaška
128	8	19	0	21	48,6	46,16	14,82	7	5	0,3	1,5	1,5		Peče
129	8	21	8	18	09,5	45,59	13,45	7*	3	0,7		1,9		Tržaški zaliv
130	8	24	23	29	46,4	45,80	15,21	0	6	0,8	1,1			Mala Cikava
131	8	25	18	47	04,2	45,82	14,13	15	3	0,1	1,4	1,6		Predjama
132	8	27	3	42	54,3	46,16	13,98	16	12	0,4	2,1	2,5		Poče
133	8	27	19	40	36,7	46,16	15,01	7*	4	1,3	1,2			Čebine
134	8	28	11	52	42,2	45,98	15,34	5	3	0,0	2,2	0,8		Dolnje Orle
135	9	2	11	55	13,7	45,98	14,37	7*	3	0,3				Bevke
136	9	3	11	35	51,9	46,37	15,47	14	3	0,1	1,2	2,1		Dobriška vas
137	9	3	19	58	58,0	46,01	14,16	7*	3	0,2				Hleviše
138	9	4	22	21	13,2	45,89	14,23	14	27	0,6	2,9	3,1	V	Grčarevec
139	9	6	0	11	49,0	46,18	14,82	0	5	0,5	1,5	1,5		Vranke
140	9	8	4	55	49,4	46,00	14,27	7*	4	0,5		1,1		Žažar
141	9	9	8	26	24,4	46,06	13,59	7*	3	0,2		1,8		Plave, meja Slovenija, Italija
142	9	9	14	41	59,9	46,18	15,86	7*	3	0,6		1,8		Krapina, Hrvaška
143	9	9	14	43	30,7	45,89	14,22	15	3	0,1	1,2	1,6		Kalce
144	9	12	0	42	06,9	45,90	14,23	20	6	0,2	1,3	1,8		Logatec
145	9	13	0	58	20,2	46,32	13,55	15	3	0,0		1,9		Čezsoča
146	9	13	12	12	59,5	46,11	15,12	12	4	0,3	1,3	2,0		Krnice
147	9	17	2	34	44,6	46,26	14,29	19	4	0,5				Zgornja Besnica
148	9	19	12	41	30,6	46,03	14,25	7*	3	0,2	1	1,6		Samotorica
149	9	22	10	04	08,3	46,27	13,82	10	18	0,7	2,1	2,6		Ukanc

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir _{0N}	Dolž _{0E}	h (km)	nst	RM S (s)	M _{L,V}	M _D	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat _{0N}	Lon _{0E}	h (km)	nst	RM S (s)	M _{L,V}	M _D	Imax (EMS)	Epicentral area
150	9	22	14	31	51,8	45,69	15,09	7*	3	0,8	1,1	1,6		Nova Gora
151	9	25	18	36	19,2	45,64	14,26	12	6	0,3	1,5	2,1		Bač
152	9	27	7	48	12,9	45,99	14,20	9	12	0,4	2,0	2,7	III	Priprotno Brdo
153	9	30	8	43	56,7	46,30	15,15	7*	3	0,1	1,3	1,7		Studence
154	9	30	14	27	07,4	45,66	15,50	6	7	0,7	1,1	2,1		Krašič, Hrvaška
155	9	30	14	47	18,4	46,10	15,65	7*	3	0,0				Zagorska Sela, meja Hrvaška-Slovenija
156	10	5	5	54	14,7	46,31	14,56	22	25	0,5	3,1	3,2		Klemenčevo
157	10	12	2	12	40,4	45,82	15,44	9	6	0,4	1,2	1,6		Orehovec, meja Slovenija-Hrvaška
158	10	16	1	17	31,9	46,01	15,32	0	5	0,2	2,1	1,5		Sevnica
159	10	17	18	20	21,6	45,89	14,06	13	5	0,3	1,3	1,4		Kanji Dol
160	10	21	14	23	54,4	46,17	14,37	15	12	0,4	2,1	2,4		Gorešič
161	10	22	7	21	14,9	46,11	15,25	7*	3	0,5	1,1			Skofce
162	10	24	7	36	47,5	46,01	14,27	14	25	0,6	2,5	2,8	IV-V	Žažar
163	10	24	13	04	14,0	46,60	15,44	0	3	0,5	1,9			Vurnat
164	10	24	13	57	06,3	45,56	14,24	7*	3	0,4	1,4			Koseze
165	10	25	14	23	21,6	46,22	13,64	13	7	0,1		2,4		Vrsno
166	10	26	9	28	17,0	46,35	14,48	17	29	0,7	3,5	3,2	IV-V	Kokra
167	10	26	16	13	41,4	46,18	13,64	13	3	0,2		2,1		Livške Ravne, meja Slovenija-Italija
168	10	26	17	19	37,3	46,50	14,53	19	15	0,6	2,3	2,8		Ebriach, meja Avstrija-Slovenija
169	10	27	4	40	52,9	46,35	14,47	2	6	0,3	1,7			Spodnje Jezersko
170	10	31	11	33	12,7	46,24	14,51	7*	3	0,5				Glinje
171	11	1	23	08	24,8	46,14	14,24	17	7	0,2	1,5	1,7		Florjan nad Zmincem
172	11	4	5	57	44,8	46,02	15,30	3	4	0,3	1,9	0,3		Ledina
173	11	4	17	02	53,0	46,10	14,74	13	6	0,3	1,6	1,6		Senožeti
174	11	5	9	59	52,0	46,05	15,62	7	4	0,4				Gradišče, meja Slovenija-Hrvaška
175	11	7	13	50	46,4	45,93	15,45	0	4	0,3	1,0	1,1		Brezje pri Senušah
176	11	7	15	10	23,1	45,92	15,45	0	4	0,2	0,8	0,8		Mali Podlog
177	11	7	16	50	25,9	45,92	15,46	7	3	0,5	0,4			Velika vas pri Krškem
178	11	9	7	44	57,9	46,35	14,48	6	15	0,6	2,1	2,5		Spodnje Jezersko
179	11	9	20	16	53,4	45,89	14,00	16	14	0,3	1,8	2,4		Žagolič

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir ⁰ _N	Dolž ⁰ _E	h (km)	nst	RM S (s)	M _L V	M _D	Imax (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat ⁰ _N	Lon ⁰ _E	h (km)	nst	RM S (s)	M _L V	M _D	Imax (EMS)	Epicentral area
180	11	10	16	10	26,4	45,99	15,50	0	4	0,2	1,4	1		Stolovnik
181	11	10	21	10	48,7	45,99	15,78	7	3	0,5	0,8			Radakovo, meja Hrvaška-Slovenija
182	11	15	3	53	52,0	45,87	13,97	15	5	0,1	1,3	2,4		Vrhpolje
183	11	16	8	50	28,1	45,99	15,54	0	4	0,1	0,7			Ravne pri Zdolah
184	11	28	10	37	26,4	46,11	14,61	7*	3	0,1	1,4	1,7		Šentpavel pri Domžalah
185	11	28	11	02	06,6	46,42	15,48	0	3	0,1	1,2			Rep
186	11	28	12	08	49,4	46,40	14,80	0	4	1,6	1,4			Konjski Vrh
187	11	29	17	18	25,0	45,65	14,15	0	7	0,4	1,5	2,0		Nova Sušica
188	11	29	21	17	01,6	46,49	13,69	11	4	0,2		1,7		Rateče, meja Slovenija-Italija
189	11	30	9	35	49,8	46,17	15,03	20	5	0,2	1,7	1,6		Planinska vas
190	12	1	3	54	45,8	46,51	13,49	11	5	0,1		2,1		Valbruna, Italija
191	12	2	12	18	28,1	46,15	14,60	20	3	0,6	0,8	2,0		Domžale
192	12	2	13	31	32,9	46,20	15,82	7*	3	0,3				Djurnanec, meja Hrvaška-Slovenija
193	12	2	17	18	05,1	46,07	13,46	13	38	0,4	2,7	3,1	IV	Cividale del Friuli, meja Italija-Slovenija
194	12	3	6	49	53,1	45,94	13,91	18	6	0,1		2,6		Otlica
195	12	5	0	23	48,8	45,93	15,53	10	4	0,0	0,8			Vihre
196	12	5	9	52	29,5	46,09	15,14	36	5	0,6	1,1			Suhadol
197	12	5	10	46	24,8	46,38	15,11	9	5	0,1	1,1	1,8		Hrastovec
198	12	5	15	55	35,4	45,98	15,44	7	3	0,0	0,6	0,1		Srednje Pijavško
199	12	5	17	58	42,9	46,12	13,62	15	22	0,3	2,2	2,7		Lig
200	12	6	10	48	17,1	45,61	14,22	9	8	0,3	1,7	2,5		Mereče
201	12	8	8	30	59,5	46,02	15,33	5	14	0,7	1,9	2,5		Žurkov Dol
202	12	9	22	36	04,5	46,48	14,42	11	12	0,6	1,9	2,3		Zell Pfarre, meja Avstrija-Slovenija
203	12	10	22	04	18,9	45,70	14,17	11	4	0,2	1,1	1,8		Slavina
204	12	11	23	50	59,5	46,00	13,80	14	5	0,2		2,2		Lokve
205	12	12	1	28	18,7	46,03	13,84	13	24	0,5	2,4	2,9	IV	Gorenja Trebuša
206	12	12	21	47	39,8	45,87	14,92	21	15	0,5	2,2	2,4		Replje
207	12	12	21	51	35,9	45,89	14,91	17	23	0,6	2,5	2,6		Dolenji Podšumberk
208	12	14	10	01	44,9	45,98	14,62	8	6	0,2	1,5	1,6		Šmarje-Sap
209	12	15	10	19	44,7	45,94	15,50	8	4	0,1	0,5	0,7		Žadovinek

Zap. št.	Mesec	Dan	Ura	Min	Sek	Šir ⁰ N	Dolž ⁰ E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{LV}	M _b	I _{max} (EMS)	Potresno območje
No.	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat ⁰ N	Lon ⁰ E	h (km)	nst	RM S (s)	M _{LV}	M _b	I _{max} (EMS)	Epicentral area
210	12	15	13	40	07,0	45,91	13,70	26	3	0,3		2,4		Vogrsko
211	12	22	12	24	01,7	46,23	15,63	13	6	0,9	0,8	2,0		Prnek, meja Slovenija-Hrvaška
212	12	23	21	02	54,1	46,86	15,87	7	3	0,1	2,1	1,6		Grabersdorf, Avstrija
213	12	24	3	59	39,9	46,45	14,97	19	5	0,5	1,1	2,1		Šentvid pri Zavodnju
214	12	30	6	54	25,4	45,90	14,60	6	5	0,1	1,2	1,2		Veliki Ločnik
215	12	30	6	59	59,3	45,93	14,40	7*	3	0,0	0,8	1,1		Pako
216	12	31	9	27	53,7	46,01	14,26	17	5	0,1	1,4	1,7		Zažar
217	12	31	22	38	49,9	46,08	14,76	11	7	0,3	1,2	1,2		Kresniške Poljane

V naslednjem poglavju in na slikah 3 do 22 so natančneje opisani potresi, ki so jih v zadnjem letu čutili prebivalci Slovenije. Slika 1b kaže nadžarišča in največje intenzitete teh potresov. Potresa 30. aprila in 26. septembra tu nista opisana, ker sta bili njuni žarišči zunaj Slovenije, prvi v bližini Zagreba, drugi pa v srednji Italiji (preglednica 2).

Preglednica 2. Seznam potresov z žarišči v drugih državah, ki so jih čutili prebivalci Slovenije; potresi so na kratko opisani v besedilu.

Table 2. List of earthquakes with origins in other countries that were felt by the inhabitants of Slovenia. Short descriptions of the events are given in the text.

zap. št.	mesec	dan	ura (UTC)	min.	največja intenziteta v Sloveniji (EMS-92)	nadžarišče
no.	month	day	hour (UTC)	min.	maximum intensity in Slovenia (EMS-92)	epicentre
1	4	30	19	18	IV	Zagreb
2	9	26	09	41	IV-V	Italija

V preglednici 3 so naštetih štiri dogodki, ki so jih prebivalci čutili, vendar število zapisov ni zadoščalo, da bi jim lahko izračunali parametre.

Preglednica 3. Seznam potresov, ki so jih čutili nekateri prebivalci določenih predelov Slovenije, nismo pa jim mogli določiti potresnih parametrov; kratki opisi so v besedilu.

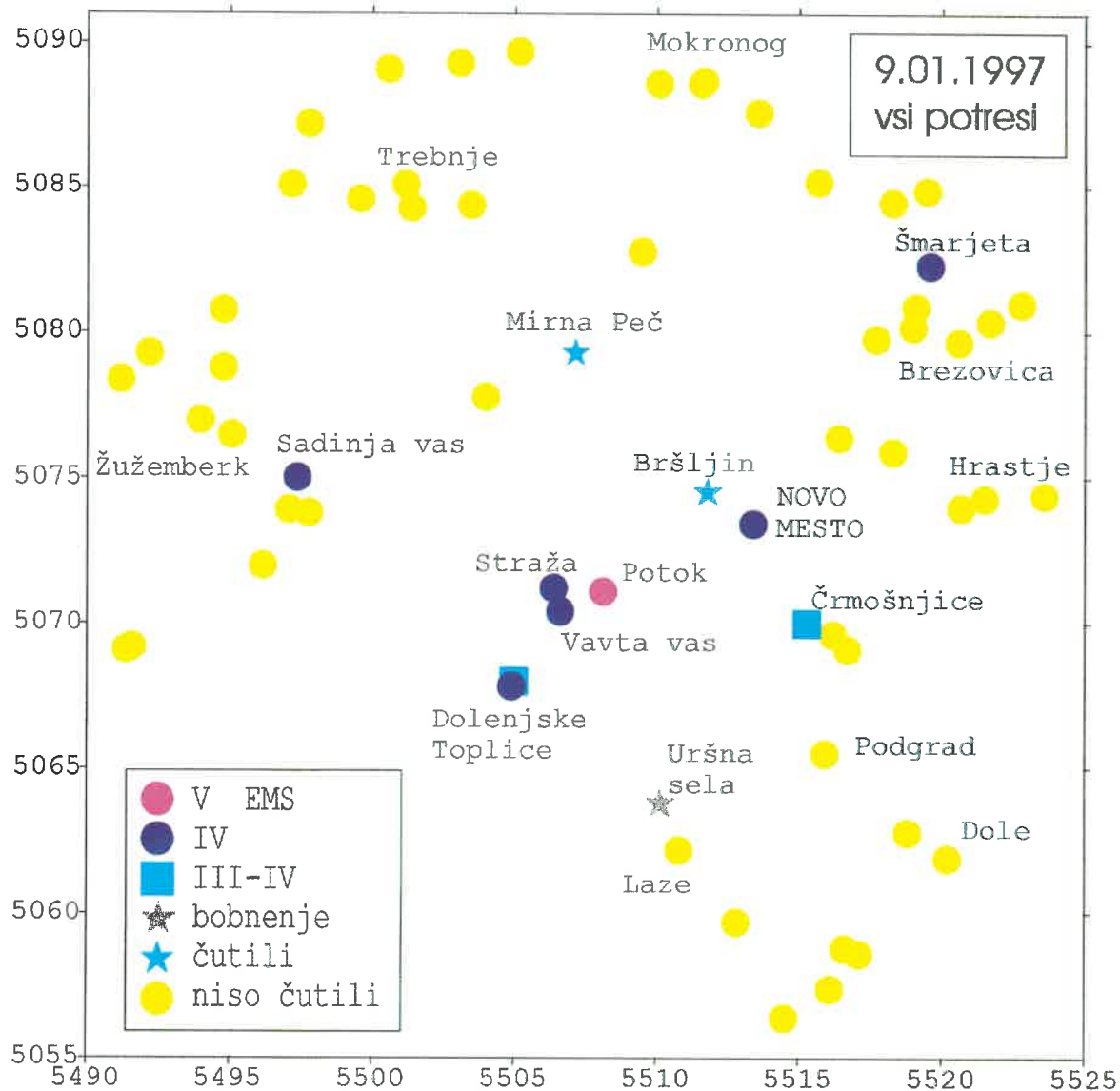
Table 3: Events felt by some observers in Slovenia for which the parameters could not be estimated; short descriptions of events are given in the text.

zap. št.	mesec	dan	ura (UTC)	min.	največja intenziteta v Sloveniji (EMS-92)	nadžarišče
no.	month	day	hour (UTC)	min.	maximum intensity in Slovenia (EMS-92)	epicentre
1	1	11	19	20	čutili	Gotovlje
2	1	11	22	10	IV	Gotovlje
3	1	11	22	11	bobnenje	Gotovlje
4	1	11	23	29	čutili	Gotovlje

Nekaj podatkov o potresih, ki so jih prebivalci čutili

9. januar 1997 ob 2. uri 9 minut, 3. uri 49. minut in 3. uri 50. minut UTC. Prve tri potrese leta 1997 so najbolj čutili prebivalci Potoka pri Gorenji Straži. Prvi potres jih je zbudil, hiše so se močno stresle in sprva so mislili, da je zgrmel sneg s streh. Podobne opise so za ta sunek in poznejša dva poslali poročevalci iz Straže, Dolenjskih Toplic,

Uršnih sel, Šmarjete, Črmošnjic itd. Slika 3 predstavlja skupne učinke za vse tri potrese. Največji so bili na Potoku (V EMS).

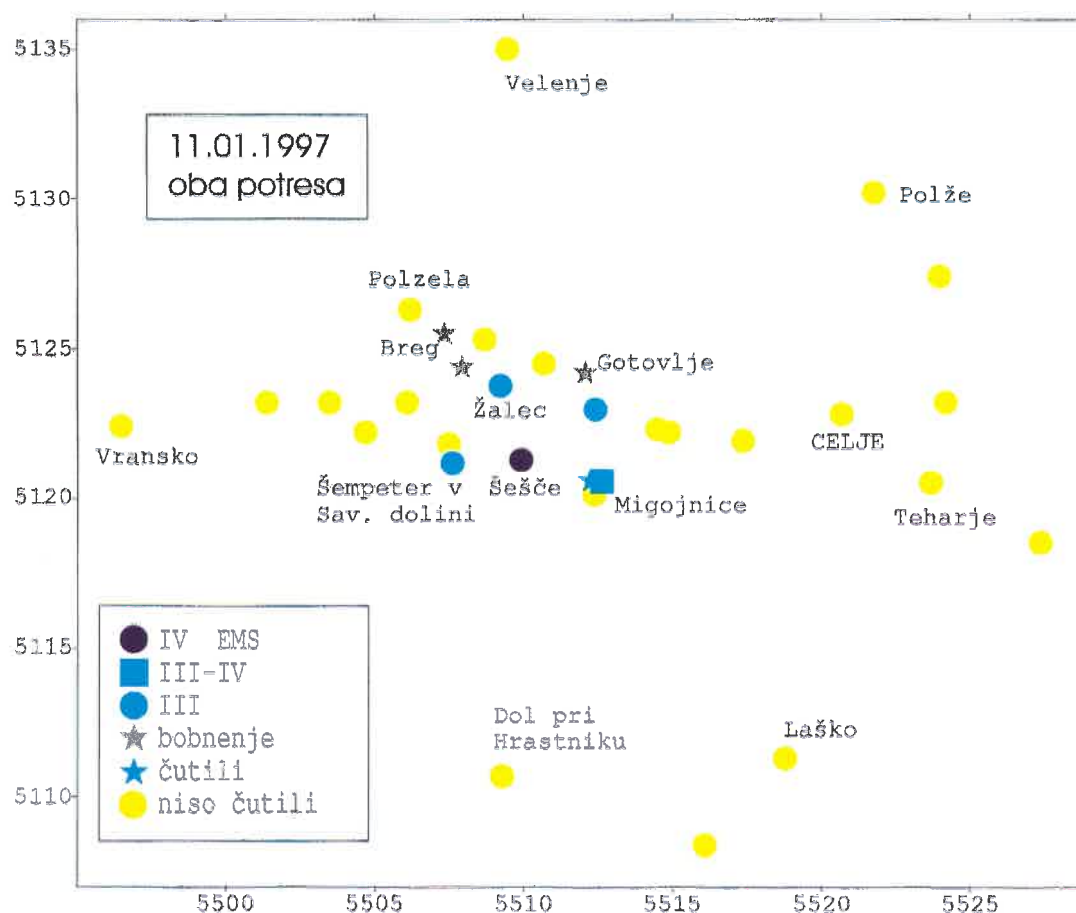


Slika 3. Skupne ocene intenzitete potresov 9. januarja 1997 ob 2. uri 9 minut, 3. uri 49 minut in 3. uri 50 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 3. Joint evaluation of intensities of the earthquakes which occurred on 9 January, 1997 at 02.09, 03.49 and 03.50 UTC.

11. januar 1997 ob 19. uri 20 minut, 22. uri 10 minut, 22. uri 11 minut in 23. uri 29 minut UTC. Bralci se boste zagotovo spomnili potresov v bližini Žalca, ki so skoraj nepretrgoma tresli ta del Savinjske doline v zadnjem četrtletju leta 1996 (Cecić in sod., 1997a in b; Gosar in sod., 1997, 1998). Aktivnost se je nadaljevala tudi leta 1997, vendar v bistveno zmanjšani obliki. Tako kot oktobra 1996 smo imeli tudi tokrat težave pri obdelavi podatkov, ker so poročevalci pogosto dajali le splošne opise dogajanja. Zato ni bilo možno opredeliti intenzitete vseh štirih potresov dovolj natančno. Dogodka ob 19. uri 20 minut in ob 23. uri 29 minut UTC so šibko čutili v Šempetru v Savinjski

dolini. Ob 22. uri 11 minut so v Preboldu, Gotovljah in na Bregu pri Polzeli slišali bobnenje. Samo za potres ob 22. uri 10 minut UTC smo dobili natančnejše podatke, iz katerih je razvidno, da so ga najmočneje čutili v Šeščah pri Preboldu (IV EMS). Tam se je povečala že obstoječa razpoka na podstrešju stanovanjske hiše. Tudi v Migojnicah so opazili razpoko na hiši in nihanje vode v prekatih greznice. O hrumenju so poročali iz Ločice, Brega pri Polzeli, Šempetra v Savinjski dolini in Griž. Lokalna magnituda je bila 1,1. Drugi opisani učinki potresa so kazali na intenziteto IV EMS, zato sklepamo, da vzrok za poškodbi na hišah ni ta zelo šibek potres. Na sliki 4 so prikazani skupni učinki za potresa ob 22:10 UTC in 22:11 UTC.

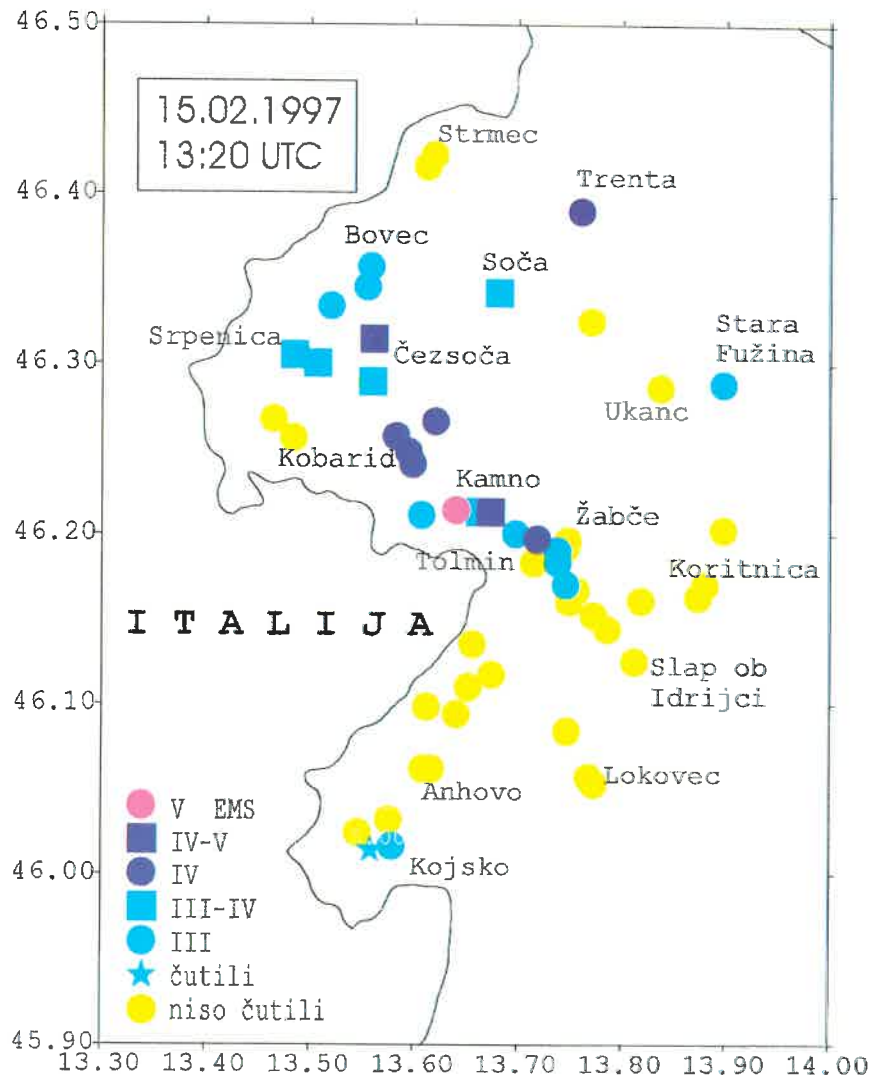


Slika 4. Skupne ocene intenzitete potresov 11. januarja 1997 ob 22. uri 10 minut in 22. uri 11 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 4. Joint evaluation of intensities of the earthquakes which occurred on 11 January, 1997 at 22.10 and 22.11 UTC.

15. februar 1997 ob 13. uri 20 minut UTC. Prebivalci Kamnega pri Kobaridu so čutili potres z intenziteto V EMS, ki ga je spremljalo hrumenje. Na Idriškem so imeli kratek hrup za zvok ob razkladanju hlodovine, v Drežnici je bilo slišati "valovit" šum, ki se je končal s pokom. Tudi v Kobaridu so slišali močan hrup, ki je spominjal na padec velikega debla na tla. Poročevalci so povedali, da je bobnenju takoj sledilo kratkotrajno tresenje. Zdelo se je, kot da bi nekaj udarilo. Nekateri prebivalci Volarij, ki so bili na

prostem, so slišali močnejše šumenje in žvenketanje okenskih stekel. V gozdu blizu Volarij so tudi slišali rahlo grmenje in občutili rahlo tresenje. Tudi na Seliščah so slišali rahlo hrumenje. Karta učinkov tega potresa je na sliki 5.

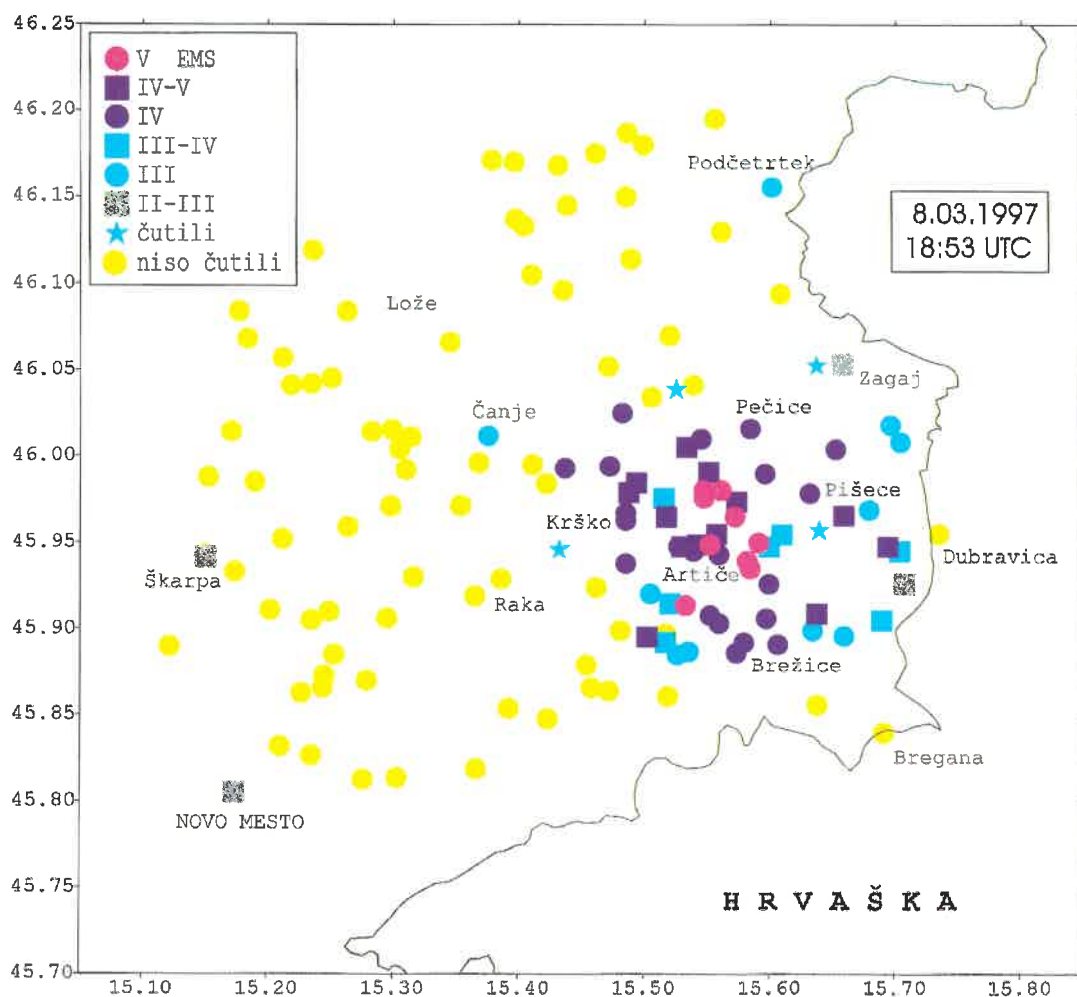


Slika 5. Intenzitete potresa 15. februarja 1997 ob 13. uri 20 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 5. Observed intensities of the earthquake which occurred on 15 February, 1997 at 13.20 UTC.

8. marec 1997 ob 18. uri 53 minut UTC. Po tem potresu smo poleg običajnega razpošiljanja vprašalnikov opazovalcem opravili tudi krajšo terensko raziskavo. Ugotovili smo, da smo iz Krškega po telefonu dobili zavajajoče in pretirane informacije o poškodbah, ki naj bi jih povzročilo tresenje tal. Nekaj lasastih razpok v ometu je potres povzročil le v Lokah pri Anovcu in na Oklukovi Gori. V Zgornji Pohanci so v shrambi steklene posode padle z vrhnje police na tla in se razbile. Prebivalci celotnega območja so se bolj kot nad tresenjem pritoževali nad zelo močnim bobnenjem, ki je večino ljudi zelo prestrašilo. Intenziteto V EMS je potres dosegel v naslednjih krajih:

Gornji Lenart, Arnovo selo, Artiče, Trebež, Zgornja Pohanca, Anovec, Dolenja vas, Zdole in Vihre (sl. 6).

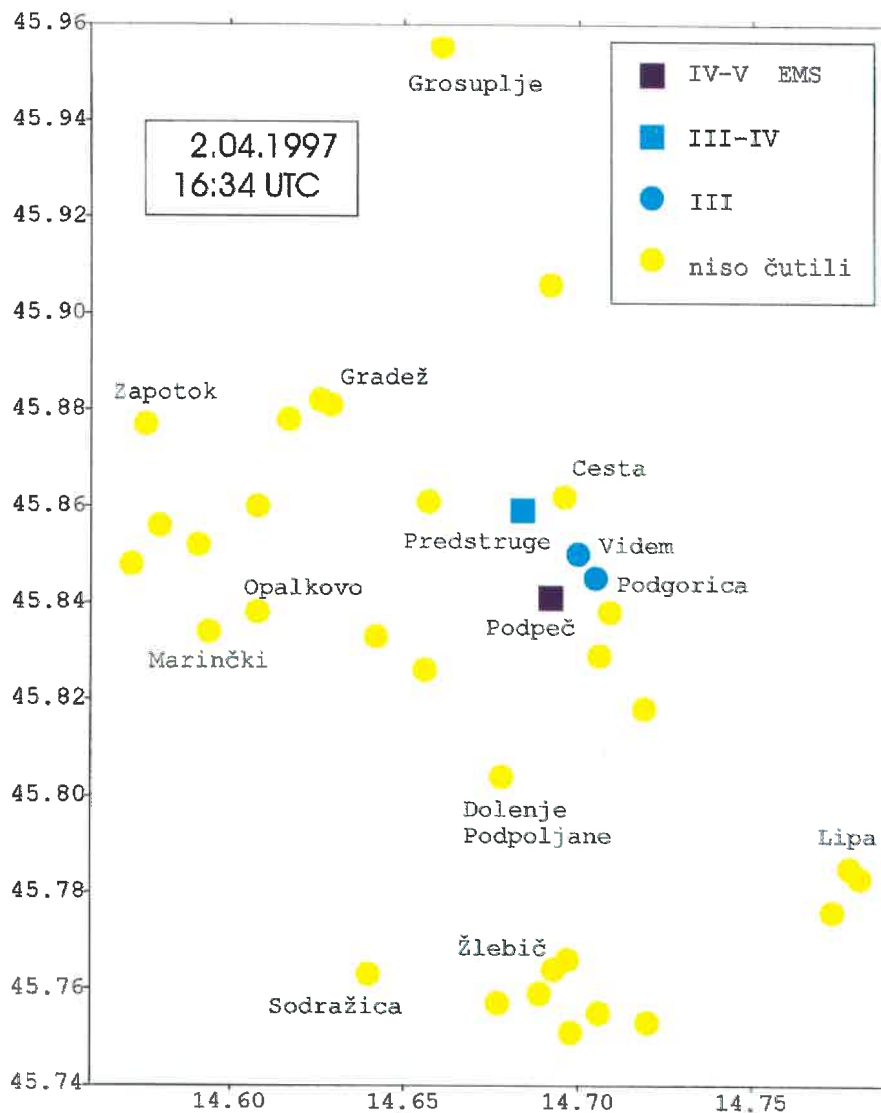


Slika 6. Intenzitete potresa 8. marca 1997 ob 18. uri 53 minut po UTC v posameznih naseljih; podatke za Hrvaško je posredoval I. Sović (SSRH, Zagreb).

Figure 6. Observed intensities of the earthquake which occurred on 8 March, 1997 at 18.53 UTC. I. Sović (SSRH, Zagreb, Croatia) contributed the macroseismic data for Croatia.

2. april 1997 ob 16. uri 34 minut UTC. Šibki potresi v Dobropoljski dolini niso nenavaden pojav (Vidrih in sod., 1991). Tokrat so se tla najmočneje zatresla v Podpeči, in sicer z intenziteto IV-V EMS (sl. 7). Tam so ga nekateri prebivalci občutili na prostem.

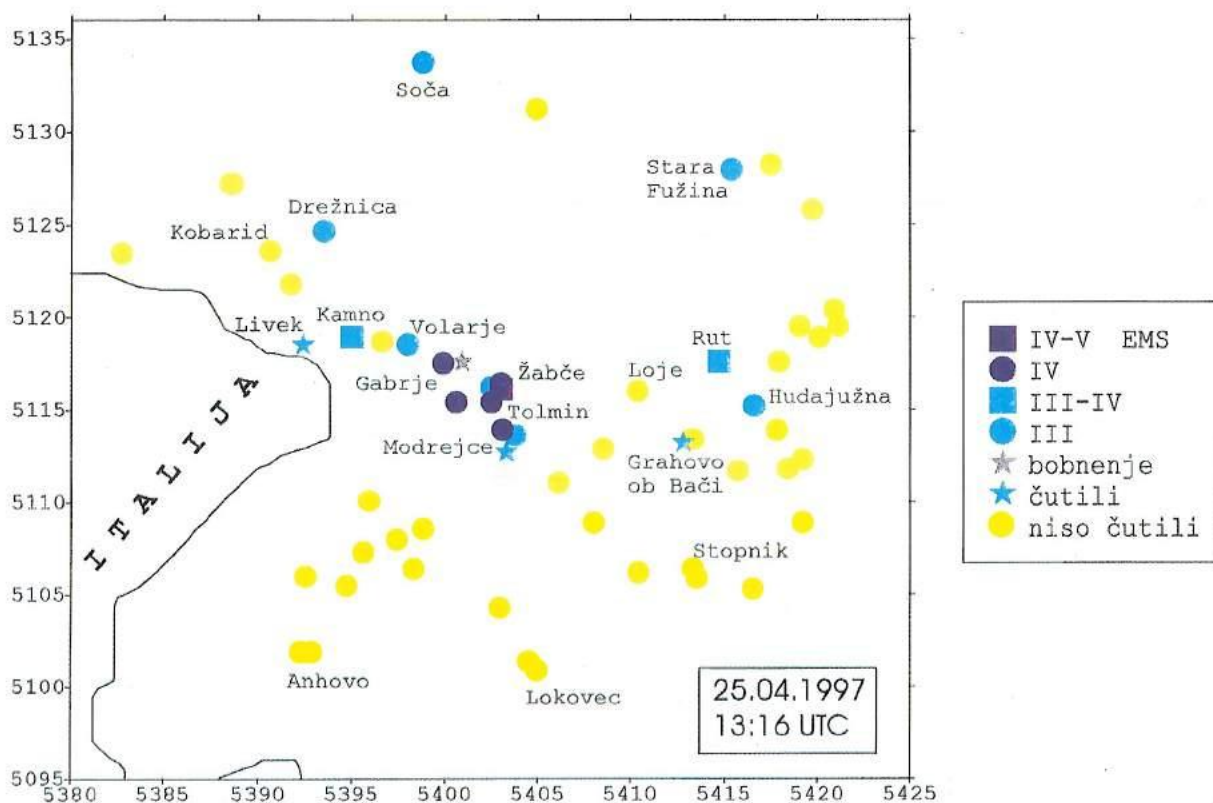
15. april 1997 ob 22. uri 32 minut UTC. Za ta šibek potres z žariščem v Avstriji nismo pošiljali vprašalnikov. Nanj so nas opozorili prizadevni opazovalci iz Podkorena in Rateč. V Podkorenu so slišali bobnenje kljub prižganemu radiu. Na polici so se tresli majhni predmeti, redki ljudje so se zbudili. V Ratečah je opazovalec še bedel in je nenadoma zaslišal, kako je zabučalo in se streslo. Podatkov o učinkih v Avstriji nimamo.



Slika 7. Intenzitete potresa 2. aprila 1997 ob 16. uri 34 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 7. Observed intensities of the earthquake which occurred on 2 April, 1997 at 16.34 UTC.

25. april 1997 ob 13. uri 16 minut UTC. Največje učinke (IV-V EMS) je potres dosegel v kraju Žabče (sl. 8). Sunek je spremljalo rahlo zamolklo bobnenje. Tudi prebivalci Grahovega ob Bači, Soče, Livka, Drežnice, Volarij in drugih krajev so poročali o grmenju, ki je spremljalo potres. Marsikje so bili zvočni učinki izrazitejši od tresenja tal. Čeprav je bilo žarišče potresa blizu italijanske meje, nimamo podatkov o tem, ali so ga čutili prebivalci v krajih čez mejo. V Italiji zaradi velikega števila potresov zbirajo makroseizmične podatke samo za tiste potrese, ki presežejo magnitudo 3,0. Izjemoma raziščejo tudi šibkejše potrese, in sicer le, če intenziteta doseže ali preseže VI EMS.



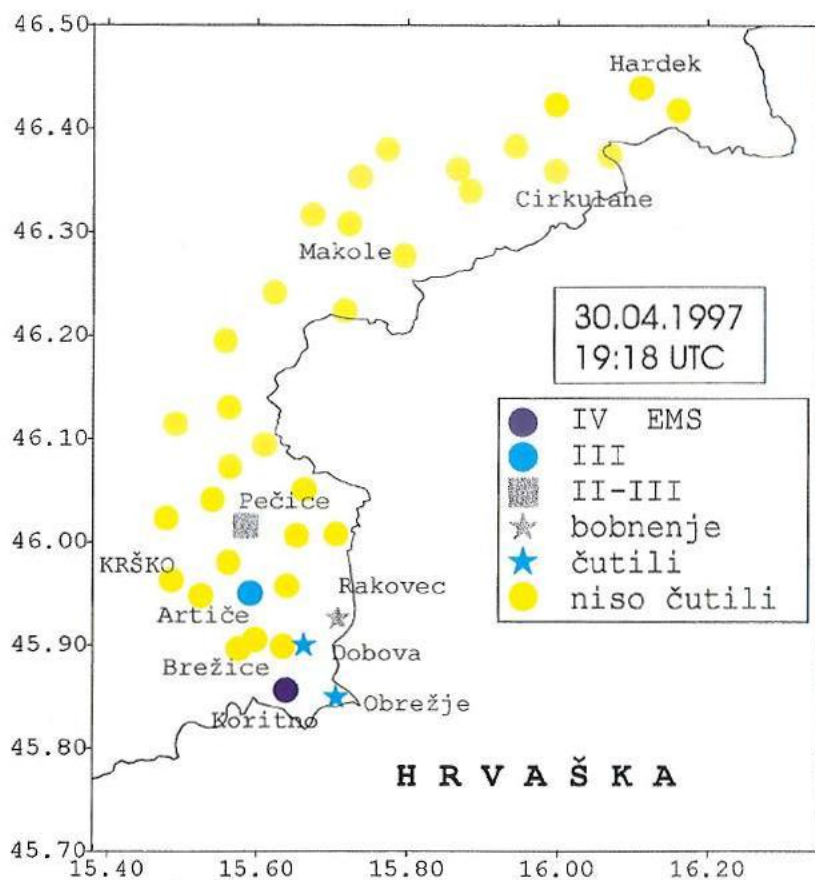
Slika 8. Intenzitete potresa 25. aprila 1997 ob 13. uri 16 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 8. Observed intensities of the earthquake which occurred on 25 April, 1997 at 13.16 UTC.

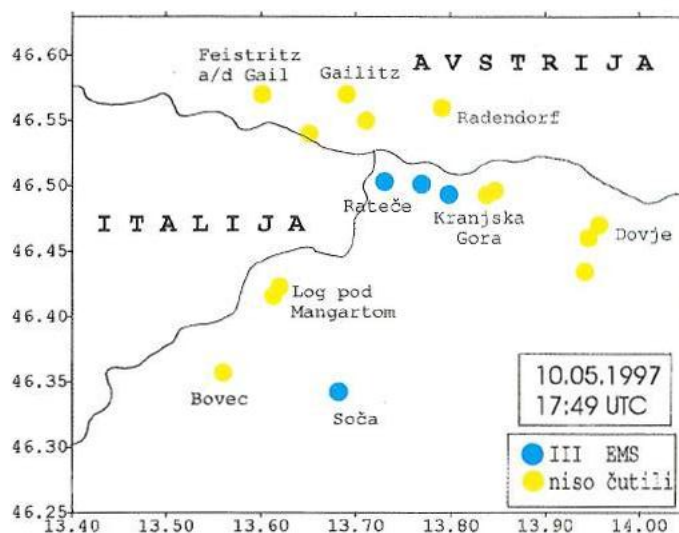
30. april 1997 ob 19. uri 18 minut UTC. Potres, ki je imel žarišče v bližini Zagreba, so čutili nekateri prebivalci naselij ob slovensko-hrvaški meji (sl. 9). V Sloveniji je imel najmočnejše učinke na Koritnem (IV EMS). Tam so prebivalci na travniku kurili kres in medtem rahlo občutili drhtenje tal, čemur je sledilo oddaljeno votlo bobnenje. Pomislili so, da gre za miniranje v kamnolomu nekje na Hrvaškem.

10. maj 1997 ob 17. uri 48 minut UTC. Potres so šibko (III EMS) čutili prebivalci Kranjske Gore, Podkorena, Rateč in Soče (sl. 10). V Ratečah so poleg žvenketa šip, tresenja kozarcev in rahlega nihanja luči zaznali še rahlo bobnenje tal. Po avstrijskih podatkih potresa na njihovi strani meje niso čutili.

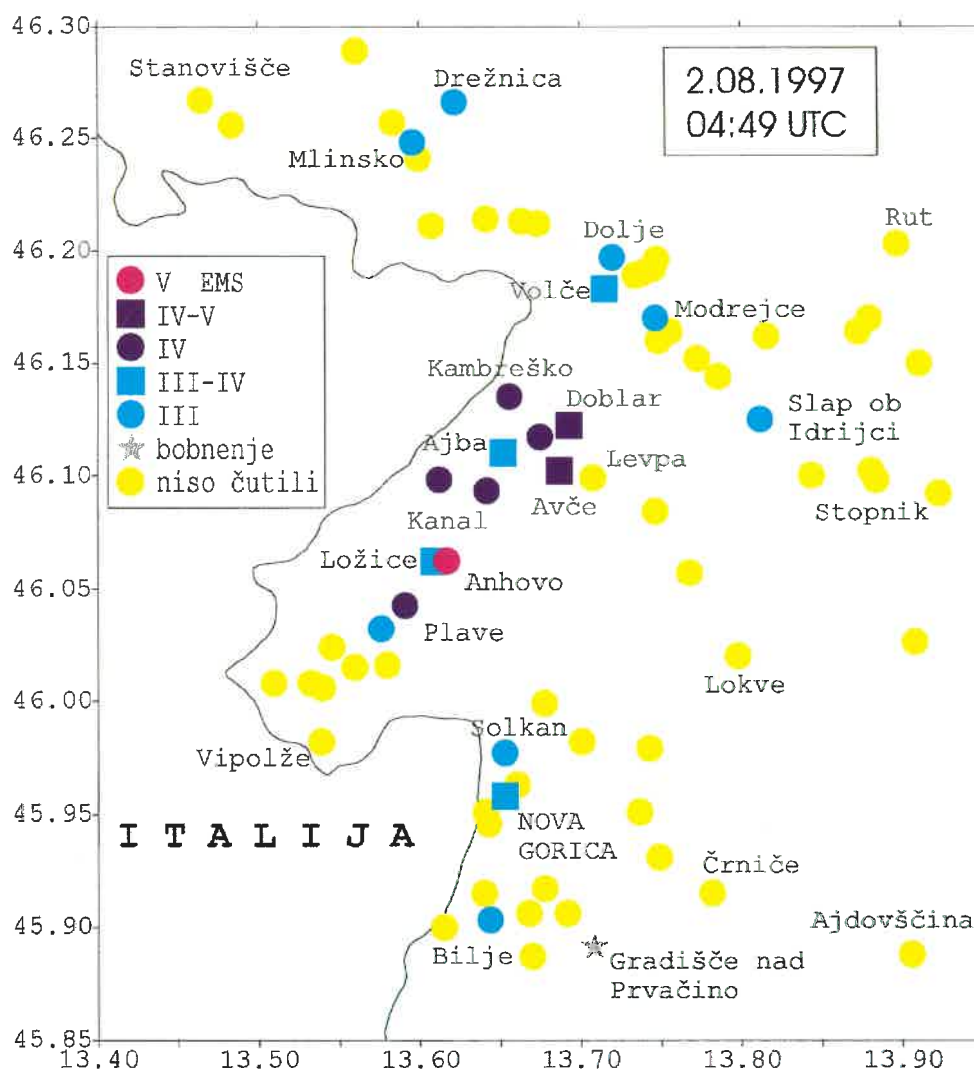
2. avgust 1997 ob 4. uri 49 minut UTC. Ta potres so najbolj čutili v Anhovem, kjer je dosegel učinke V EMS (sl. 11). Prebivalci so najprej pomislili na miniranje v bližnjem kamnolomu, ker pa ni bilo slišati poka, so spoznali, da je bil potres. V Novi Gorici so slišali nekaj sekund trajajoče bobnenje. Tudi na Gradišču nad Prvačino, v Modrejcah, v Biljah in Doljah pri Tolminu so slišali močnejše bobnenje, ki je bilo podobno zvoku tovornjaka.



Slika 9. Intenzitete potresa 30. aprila 1997 ob 19. uri 18 minut po UTC v Sloveniji
 Figure 9. Observed intensities in Slovenia of the earthquake which occurred on 30 April, 1997 at 19.18 UTC.



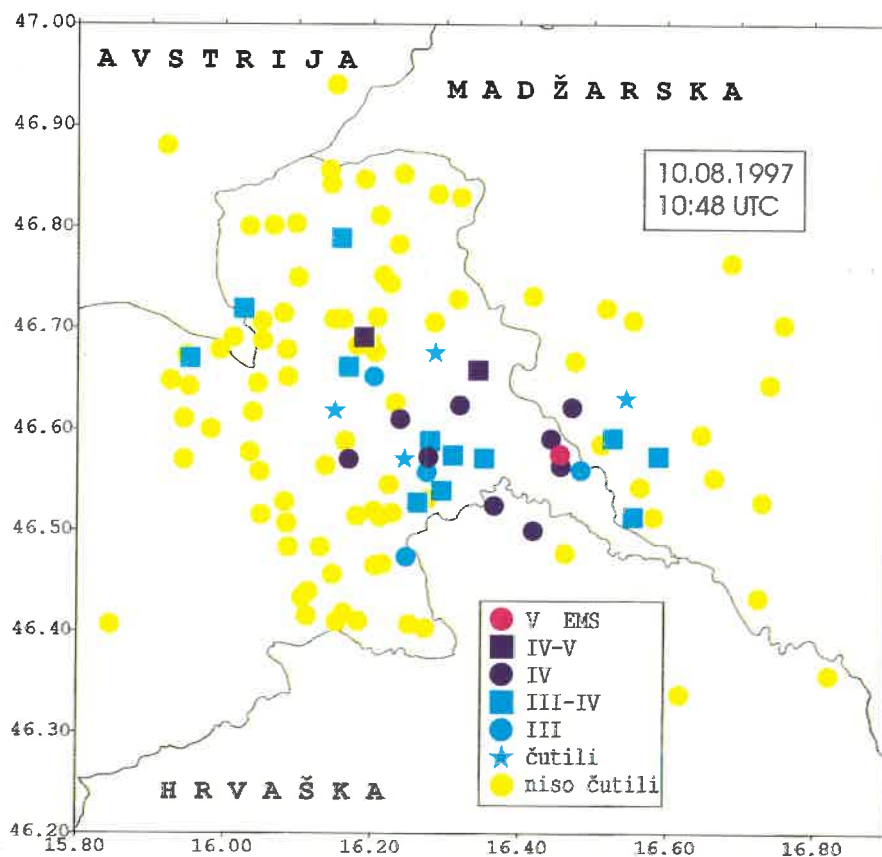
Slika 10. Intenzitete potresa 10. maja 1997 ob 17. uri 49 minut po UTC v posameznih naseljih; podatke za Avstrijo je posredoval E. Fiegweil (ZAMG, Dunaj).
 Figure 10. Observed intensities of the earthquake which occurred on 15 February, 1997 at 13.20 UTC. E. Fiegweil (ZAMG, Vienna, Austria) contributed the macroseismic data for Austria.



Slika 11. Intenzitete potresa 2. avgusta 1997 ob 4. uri 49 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 11. Observed intensities of the earthquake which occurred on 2 August, 1997 at 04.49 UTC.

10. avgust 1997 ob 10. uri 48 minut UTC. Potres z žariščem v Prekmurju je morda najzanimivejši dogodek leta 1997. Potresi na skrajnem severovzhodu Slovenije so redki. Pri zbiranju in obdelavi podatkov o razmeroma šibkem potresu smo sodelovali seizmologi iz štirih držav: Avstrije, Hrvaške, Madžarske in Slovenije. Potres so najmočneje (V EMS) čutili v Lendavskih Goricah (sl. 12). Prebivalci so čutili močno tresenje hiš. En poročevalec pa je celo pomislil, da se mu je avto zaletel v hišo. V Moravskih Toplicah so v kletnih prostorih hiše padle iz omare knjige, v Lendavi pa so se odprla vrata omare. Nekateri prebivalci Lendave so v trenutku potresa slišali pok, ki je bil v Dolgi vasi podoben topovskemu strelu. V Rakičanu so se po potresu oglasili psi. Potres so čutili tudi prebivalci krajev Selnica in Sveti Martin na Muri na Hrvaškem ter Redics, Gosztola, Szecsisziget, Tornyszentmiklos in Lentija na Madžarskem. V Avstriji potresa niso čutili.

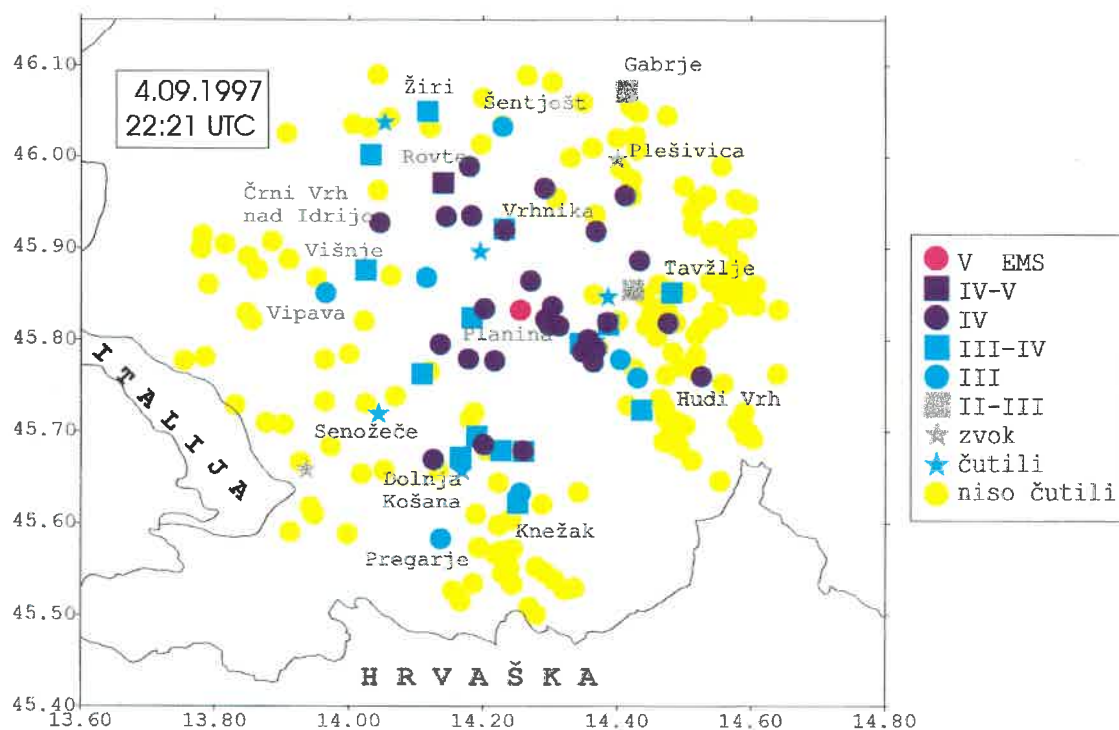


Slika 12. Intenzitete potresa 10. avgusta 1997 ob 10. uri 48 minut po UTC v posameznih naseljih; podatke so posredovali: za Avstrijo E. Fiegweil (ZAMG, Dunaj), Hrvaško I. Sović (SSRH, Zagreb) in Madžarsko T. Zsiros (SO, Budimpešta).

Figure 12. Observed intensities of the earthquake which occurred on 10 August, 1997 at 10.48 UTC. E. Fiegweil (ZAMG, Vienna, Austria), I. Sović (SSRH, Zagreb, Croatia) and T. Zsiros (SO, Budapest, Hungary) contributed the macroseismic data for their respective countries.

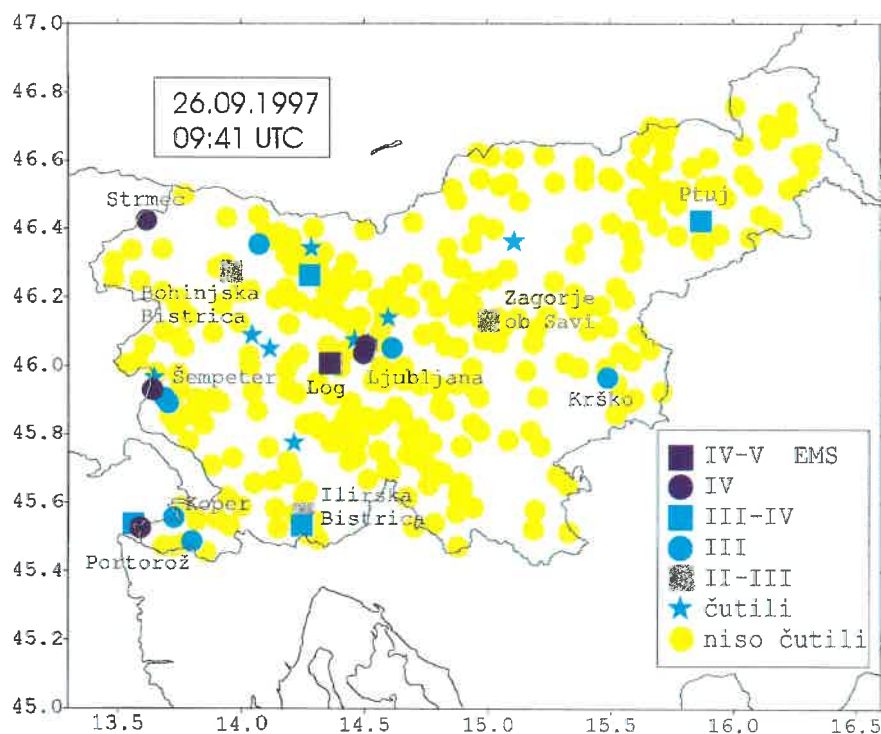
4. september 1997 ob 22. uri 21 minut UTC. Potres je imel v Planini pri Rakeku intenziteto V EMS. Najbolj so ga čutili prebivalci Notranjske (sl. 13). Spremljalo ga je bobnenje, ki je prebudilo in vznemirilo prebivalce, tako da so nekateri v pričakovanju močnejšega tresenja stopili pod podboje vrat.

26. september 1997 ob 9. uri 41 minut UTC. Območje srednje Italije je prizadelo več rušilnih potresov. Že prvi sunek ob 0.33 UTC je v nadžariščnem območju povzročil veliko škodo in zahteval nekaj življenj. Najmočnejši v dolgi vrsti potresov (tla so se močno tresla več mesecev) je bil ob 9. uri 41 minut UTC oziroma 11. uri 41 minut po srednjeevropskem poletnem času. Ta potres so čutili tudi prebivalci večjega dela Slovenije. Poročila o potresu so prišla iz Kopra, Nove Gorice, Žirov, Bohinja, Ljubljane, Krškega in številnih drugih krajev (sl. 14). Največjo intenziteto (IV-V EMS) v Sloveniji je potres dosegel v Logu pri Brezovici. Več o tem potresu lahko preberete v članku, ki sta ga napisali I. Cecić in M.S. Barbano (1998) v tej publikaciji, kot tudi v zadnji številki revije Ujma (Cecić in sod., 1998).



Slika 13. Intenzitete potresa 4. septembra 1997 ob 22. uri 21 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 13. Observed intensities of the earthquake which occurred on 4 September, 1997 at 22.21 UTC.



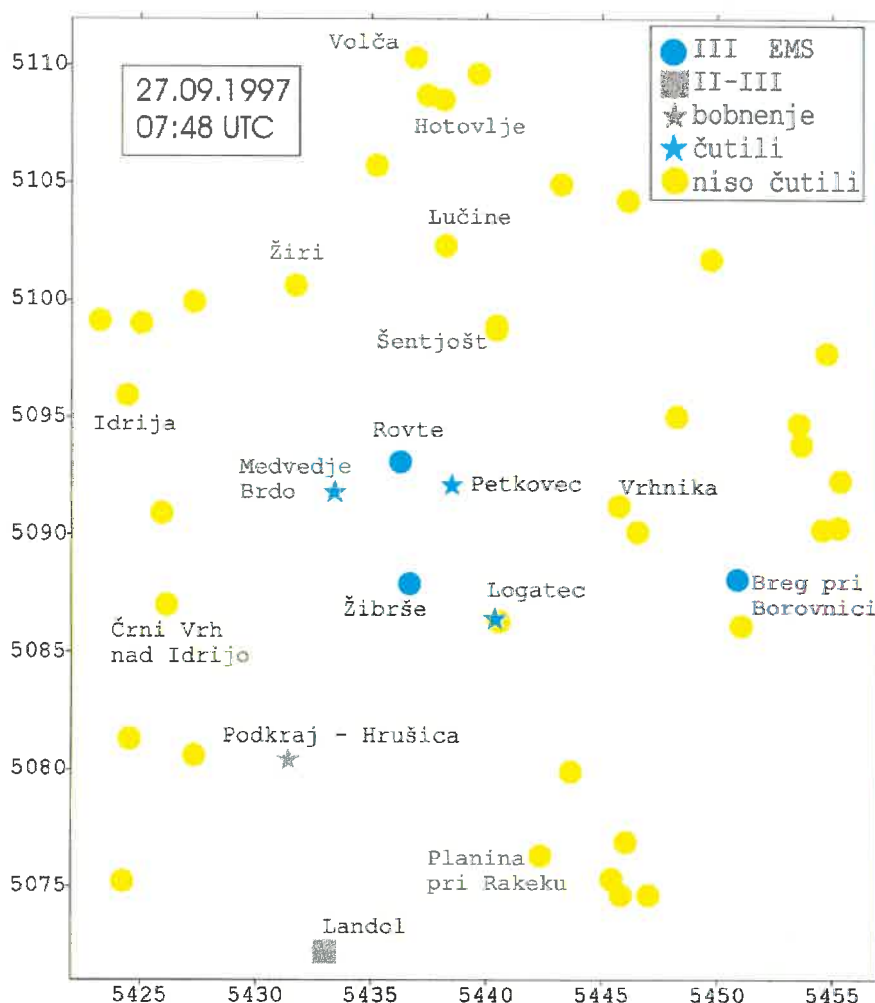
Slika 14. Intenzitete potresa 26. septembra 1997 ob 9. uri 41 minut po UTC v Sloveniji

Figure 14. Observed intensities in Slovenia of the earthquake which occurred on 26 September, 1997 at 09.41 UTC.

27. september 1997 ob 7. uri 48 minut UTC. Potres z intenziteto III EMS so najmočneje čutili v Bregu pri Borovnici, Žibršah in Rovtah (sl. 15). V Petkovcu je tresenje tal spremljal močan pok, ki je prestrašil prebivalce.

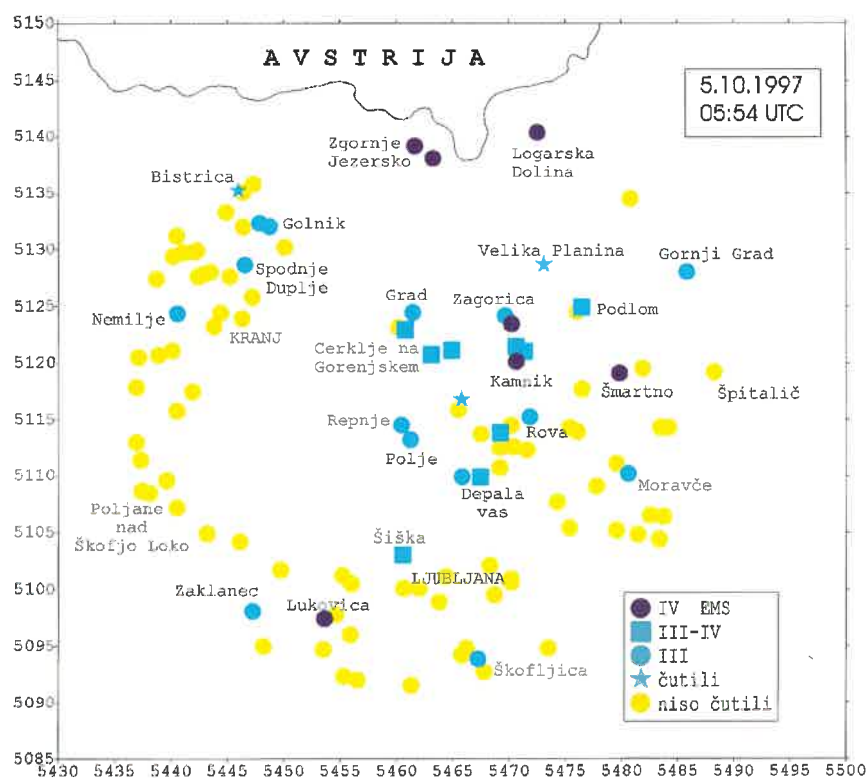
5. oktober 1997 ob 5. uri 54 minut UTC. Potres je imel največjo intenziteto IV EMS v krajih Šmartno, Kamnik, Spodnje Stranje, Lukovica, Logarska Dolina in Zgornje Jezersko (sl. 16). Podobne učinke so opazili planinci v Češki koči nad Jezerskim. Slišali so tudi kratek in glasen ropot, kot da bi nekaj padlo po stopnicah. Na Veliki planini pa so bili po pripovedovanju učinki še izrazitejši. V Nemiljah pri Zgornji Besnici in v Kamniku so slišali rahlo bobnenje, kot ob vožnji vlaka ali težkega tovornjaka.

24. oktober 1997 ob 7. uri 36 minut UTC. Potres je imel največjo intenziteto (IV-V EMS) v Butajnovi blizu Horjula (sl. 17). Od tam so poročali o močnem bobnenju tal in celo o rahlih poškodbah na hišah. V Šentjoštu nad Horjulom so zažvenketali kozarci v omari v tovarniški menzi, kratek sunek pa je spremljalo prav tako kratko hrumenje. Podobne opise smo prejeli iz Jezera, Goričice, Planine nad Horjulom itd.

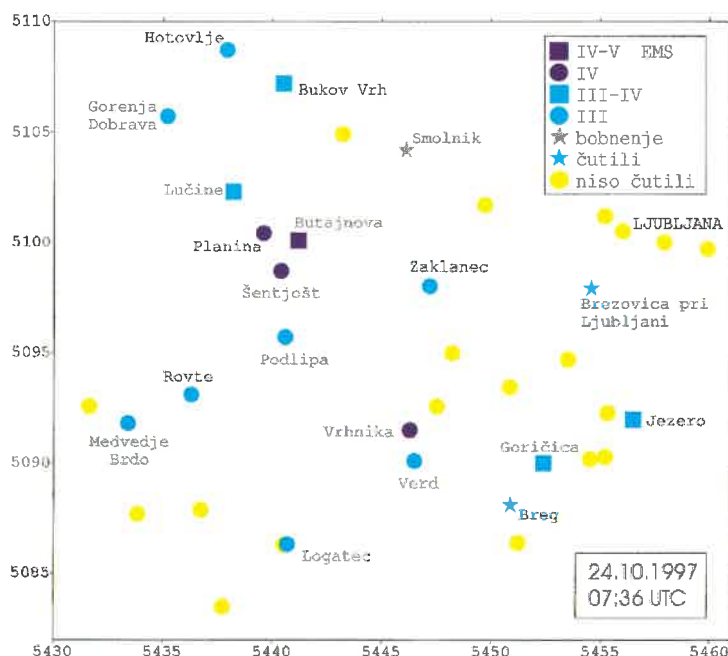


Slika 15. Intenzitete potresa 27. septembra 1997 ob 7. uri 48 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 15. Observed intensities of the earthquake which occurred on 27 September, 1997 at 07.48 UTC.

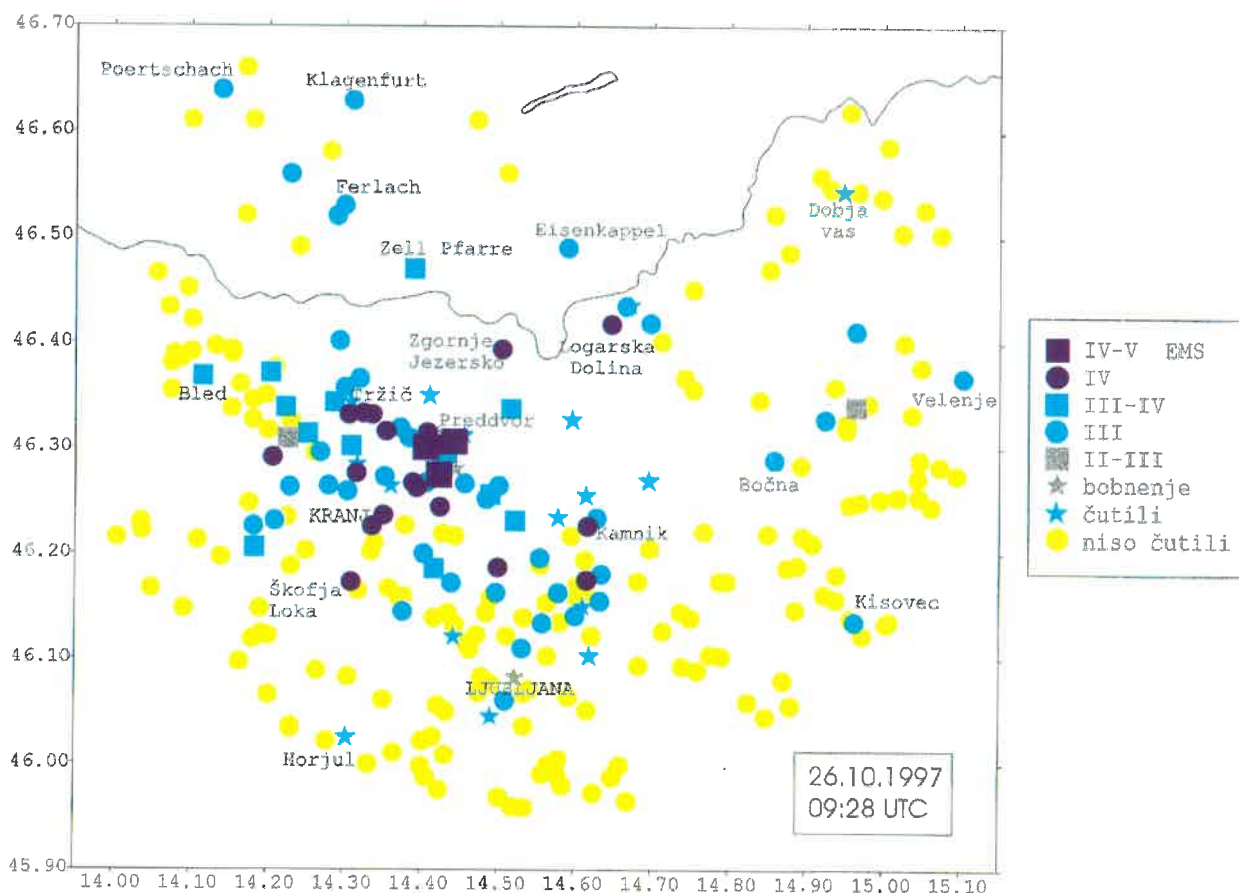


Slika 16. Intenzitete potresa 5. oktobra 1997 ob 5. uri 54 minut po UTC v posameznih naseljih
 Figure 16. Observed intensities of the earthquake which occurred on 5 October, 1997 at 05.54 UTC.



Slika 17. Intenzitete potresa 24. oktobra 1997 ob 7. uri 36 minut po UTC v posameznih naseljih
 Figure 17. Observed intensities of the earthquake which occurred on 24 October, 1997 at 07.36 UTC.

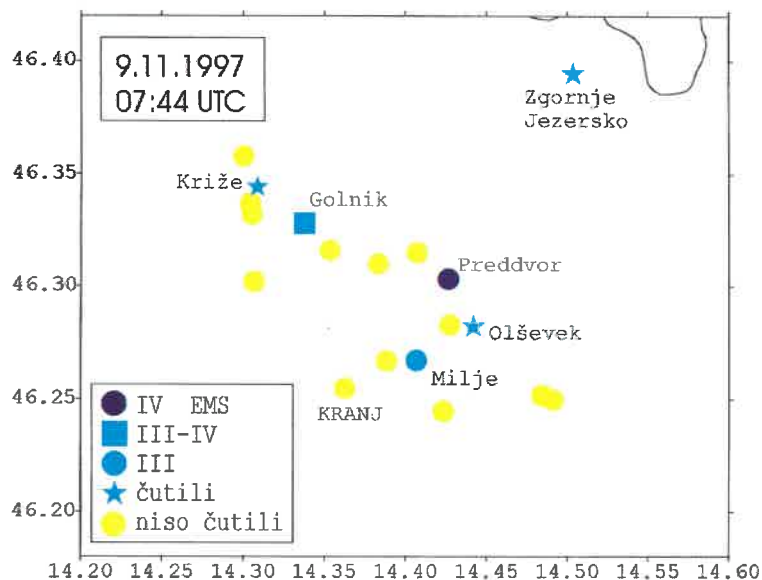
26. oktober 1997 ob 9. uri 28 minut UTC. Najmočnejši potres leta 1997 (glede na sproščeno energijo v žarišču) je bil na Gorenjskem. Intenziteto IV-V EMS je dosegel v krajih Potoče, Zgornja Bela in Visoko pri Kranju (slika 18). V Potočah so se odpirala vrata na omaricah, na Visokem pa so imeli občutek, kot da bi kdo silovito lopotal z vrati. V Preddvoru, Trziču, Kropi in Križah so učinke potresa opazili pri maši. Delavci, ki so čistili cesto v bližini Preddvora, so zaslišali manjši hrup in žvenketanje oken na bližnjih hišah. Zvonik cerkve v Bašlju se je med potresom močno stresel, kar je prestrašilo ljudi, ki so bili takrat v njem. O potresu so poročali tudi planinci, ki so se vzpenjali na Storžič. Zaznali so tresenje tal in slišali zvok, ki je bil podoben plazju v daljavi. O zvoku, podobnem hrumenju letala, so poročali iz Hotemaž. Potres so čutili tudi v Avstriji, najmočnejše (III-IV EMS) v kraju Zell Pfarre (Sele Fara).



Slika 18. Intenzitete potresa 26. oktobra 1997 ob 9. uri 28 minut po UTC v posameznih naseljih; podatke za Avstrijo je posredoval E. Fiegweil (ZAMG, Dunaj).

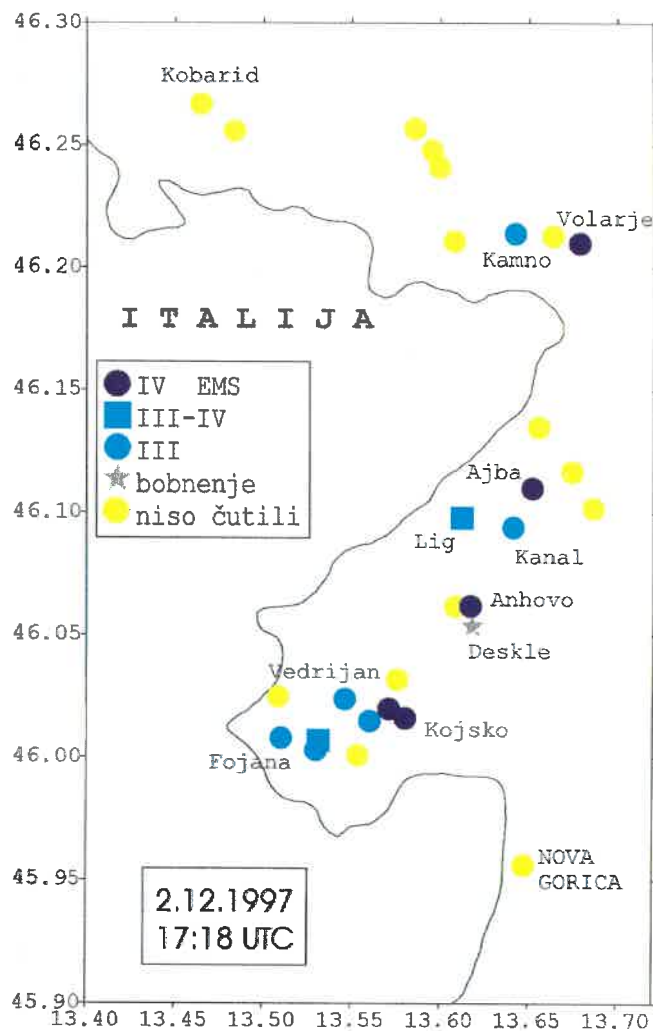
Figure 18. Observed intensities of the earthquake which occurred on 26 October, 1997 at 09.28 UTC. The data for Austria was contributed by E. Fiegweil (ZAMG, Vienna).

9. november 1997 ob 7. uri 44 minut UTC. Potres so čutili nekateri prebivalci Zgornjega Jezerskega, Olševka, Preddvora in Golnika (sl. 19). V Preddvoru je bilo slišati kratkotrajno bobnenje v globini tal, intenziteta potresa pa je tam dosegla IV EMS.



Slika 19. Intenzitete potresa 9. novembra 1997 ob 7. uri 45 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 19. Observed intensities of the earthquake which occurred on 9 November, 1997 at 07.45 UTC.

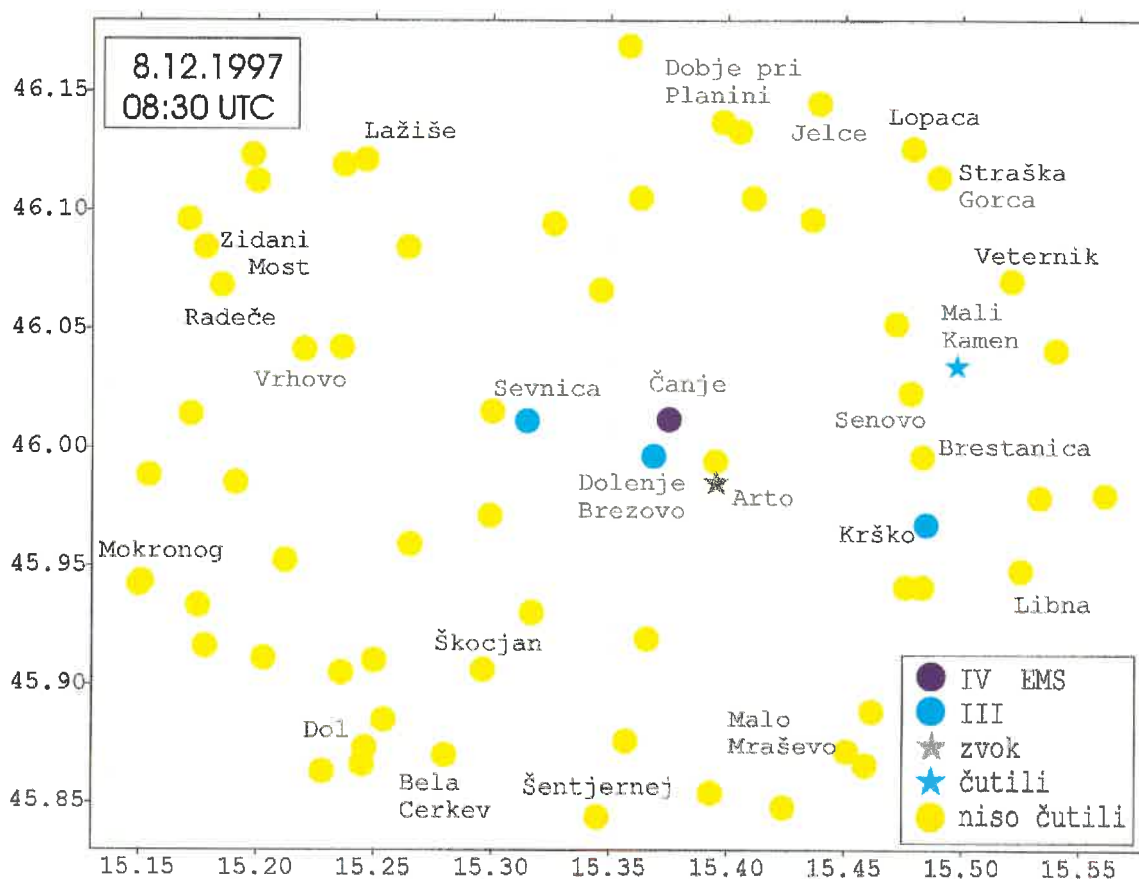


Slika 20. Intenzitete potresa 2. decembra 1997 ob 17. uri 18 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 20. Observed intensities of the earthquake which occurred on 2 December, 1997 at 17.18 UTC

Čedadada (Cividale) v Italiji. V Sloveniji so ga najmočnejše čutili prebivalci Anhovega, Gonjač, Kojškega, Ajbe in Volarij (intenziteta IV EMS). Ponekod, npr. v Desklah in Ligu, so prebivalci slišali šumenje in pok (sl. 20). Tudi za ta potres ni podatkov iz Italije.

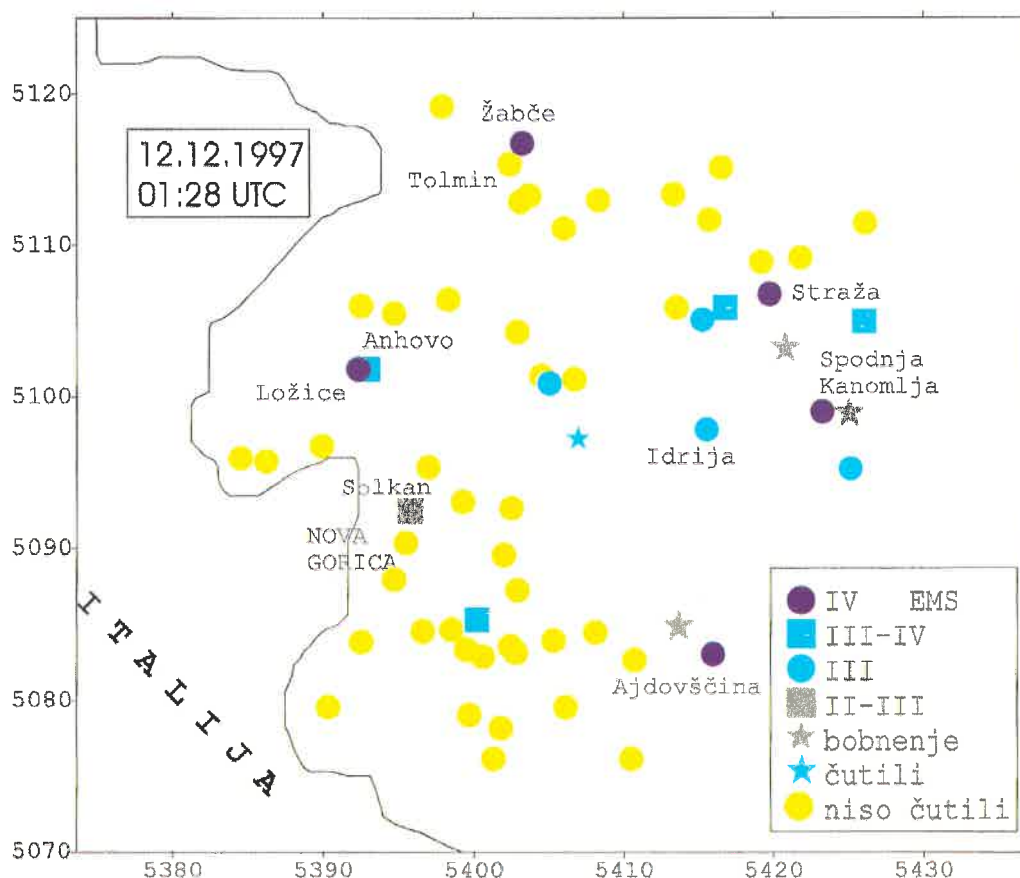
8. december 1997 ob 8. uri 30 minut UTC. Potres so čutili prebivalci Sevnice in okoliških krajev (sl. 21). Na Artem so slišali tudi močno bobnenje, kot da bi človek s pestmi tolkel po mizi. Bobnelo je tudi v Dolenjem Brezovem. Opazovalci sporočajo, da je v tekstilni tovarni zmanjkalo elektrike. V Čanju pri Blanci je bila intenziteta potresa IV EMS.



Slika 21. Intenzitete potresa 8. decembra 1997 ob 8. uri 31 minut po UTC v posameznih naseljih

Figure 21. Observed intensities of the earthquake which occurred on 8 December, 1997 at 08.31 UTC.

12. december 1997 ob 1. uri 28 minut UTC. Po tem potresu so nas poklicali prebivalci Masor, Kanomlje in Vojskega, ki so čutili tresenje tal. Večina je pomislila, da je zdrsnil sneg s strehe. Potres so čutili tudi v Anhovem, Lokavcu, Straži, Ajdovščini, Stopniku in okoliških krajih (slika 22). V Ložicah so čutili bobnenje, ki se je po potresu oddaljevalo po dolini Soče. V Solkanu so potres primerjali s padcem lažjega predmeta na tla.



Slika 22. Intenzitete potresa 12. decembra 1997 ob 1. uri 28 minut po UTC v posameznih naseljih

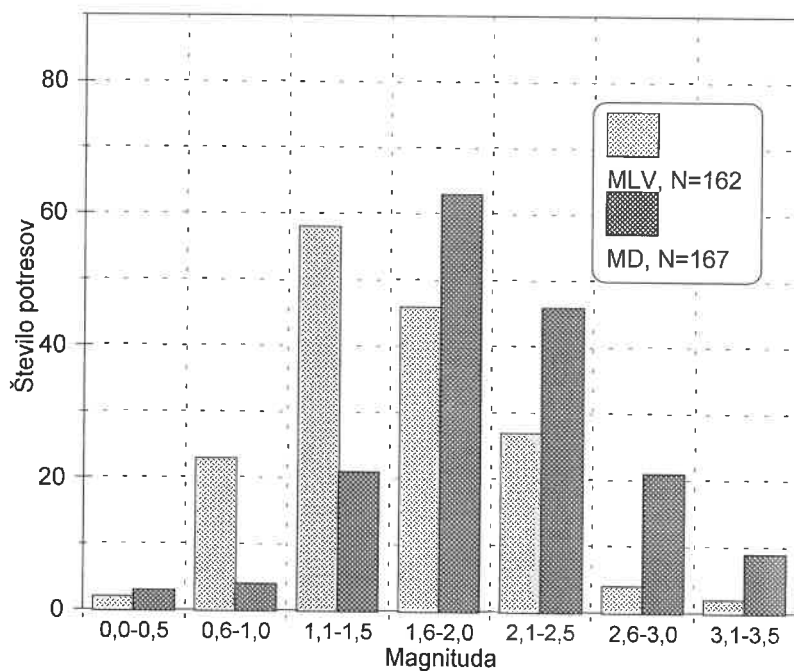
Figure 22. Observed intensities of the earthquake which occurred on 12 December, 1997 at 01.28 UTC.

Sklep

Potresna dejavnost v Sloveniji leta 1997 ni izstopala od povprečja. Več lociranih potresov (v primerjavi s prejšnjimi leti) lahko pripišemo vzpostavitvi digitalne mreže potresnih opazovalnic, zaradi česar se je število zapisanih (predvsem šibkejših) potresov povečalo. Glede na učinke leta 1997 v Sloveniji ni bilo potresov, ki bi povzročili gmotno škodo. Večino potresov je tudi tokrat spremljalo bobnenje, ki je prebivalce ponekod prestrašilo celo bolj kot tresenje.

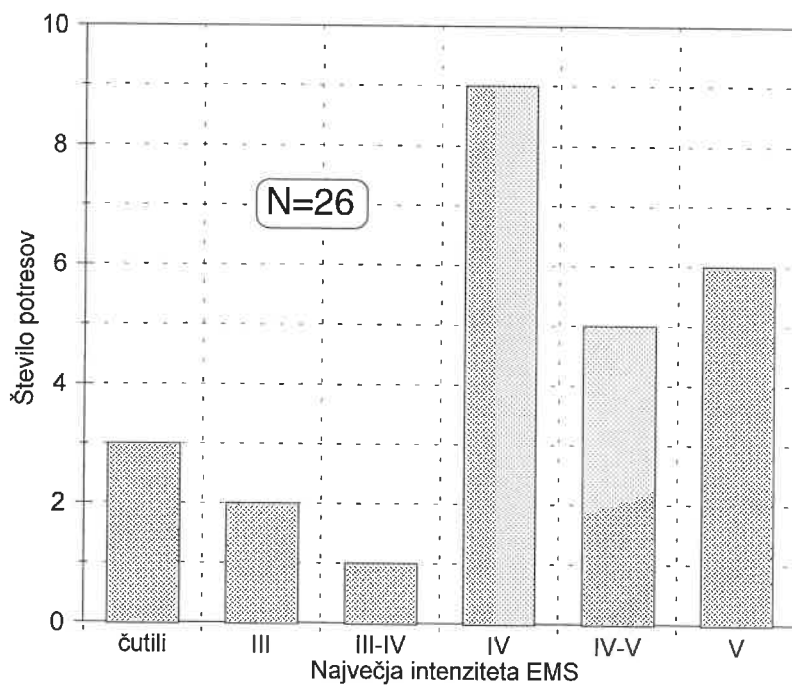
Histogram na sliki 23 kaže porazdelitev M_{LV} in M_D magnitud. Lokalne magnitudo (M_{LV}) smo lahko opredelili za 162 potresov, magnitudo iz trajanja potresa (M_D) pa za 167 potresov. Največ potresov je imelo magnitudo med 1,1 in 2,5. Najmočnejši je bil potres 26. oktobra z žariščem na Gorenjskem, ki je imel lokalno magnitudo 3,5.

Med potresi, za katere smo razposlali makroseizmične vprašalnike, jih je največjo intenziteto IV. stopnje EMS doseglo 9, intenziteto IV.-V. stopnje 5 in intenziteto V. stopnje 6 potresov. Drugi potresi so imeli manjšo intenziteto ali pa so jih ljudje le čutili in stopnje ni bilo mogoče opredeliti (sl. 1b in 24).



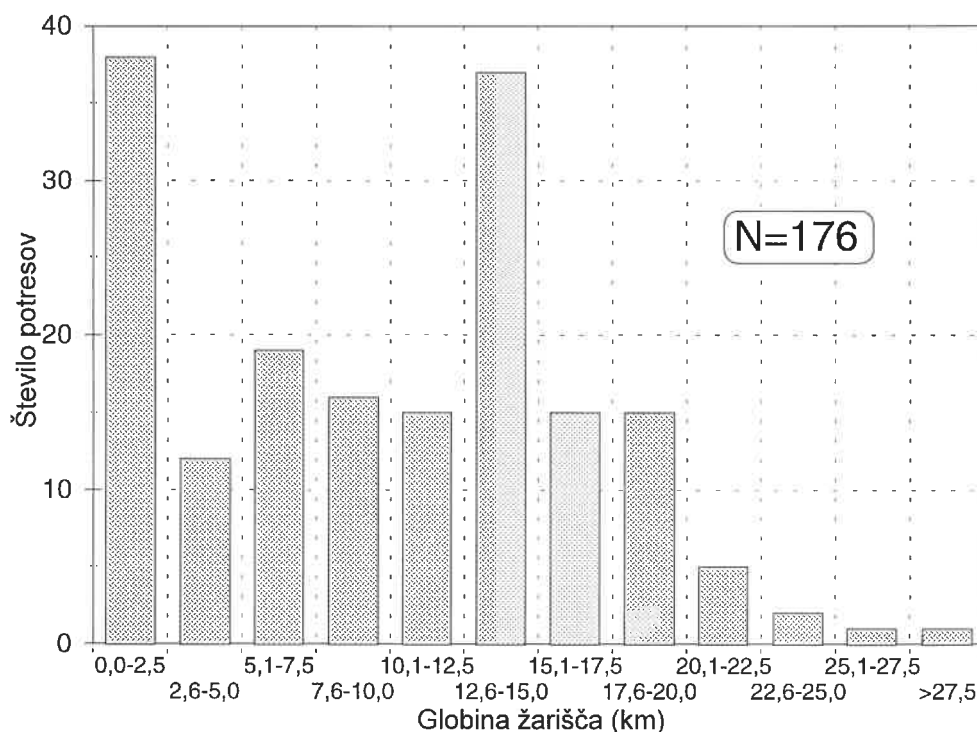
Slika 23. Porazdelitev potresov glede na magnitudo

Figure 23. Distribution of earthquakes with respect to magnitude.



Slika 24. Porazdelitev potresov glede na največjo EMS-92 intenziteto v Sloveniji

Figure 24. Distribution of earthquakes with respect to maximum EMS-92 intensity in Slovenia.



Slika 25. Porazdelitev potresov v odvisnosti od globine žarišča

Figure 25. Distribution of earthquakes with respect to focal depth.

Porazdelitev potresov v odvisnosti od globine žarišč (sl. 25) kaže, da je imela večina potresov žarišča v globini do 20 km z vrhovoma med 0 in 2,5 km (38 potresov) in med 12,6 in 17,5 km (37 potresov). 9 potresov pa je imelo žarišče v globini, večji od 20 km.

Tudi lani smo pri zbiranju in izmenjavi podatkov uspešno sodelovali s seizmologi iz sosednjih držav. Za poslane makroseizmične podatke pa se posebej zahvaljujemo Andrei Tertullianiju z Nacionalnega geofizikalnega inštituta (ING) v Rimu, Edmundu Fiegweilu s Centralnega zavoda za meteorologijo in geodinamiko (ZAMG) na Dunaju, Ivici Soviću iz Seizmološke službe Republike Hrvatske (SSRH) v Zagrebu in Tiborju Zsirosu s Seizmološkega observatorija v Budimpešti.

Literatura

- Cecić, I. in Barbano, M.S., 1998. Uporaba EMS-92 lestvice na terenu - primeri iz Srednje Italije, september-oktober 1997. Potresi v letu 1997, URSG, Ljubljana.
- Cecić, I., Zupančič, P. in Godec, M., 1998a. Posledice potresov v srednji Italiji jeseni leta 1997. Ujma 12 (v tisku).
- Cecić, I., Živčić, M., Deterding, M. in Gosar, A., 1998b. Potresi v Sloveniji leta 1997. Ujma 12, Ljubljana (v tisku).

- Cecić, I., Živčič, M. in Gosar, A., 1997a. Potresi v Sloveniji leta 1996. Potresi v letu 1996, URSG, Ljubljana.
- Cecić, I., Živčič, M. in Ravnik, J., 1997b. Potresi v Sloveniji leta 1996. Ujma 11, 27-33.
- Gosar, A., Cecić, I., Dolenc, D. in Živčič, M., 1997. Potres 3. oktobra 1996 pri Žalcu in popotresni sunki. Potresi v letu 1996, URSG, Ljubljana, 51-61.
- Gosar, A., Cecić, I., Dolenc, D. in Živčič, M., 1998. Analiza popotresne serije potresa 3. oktobra 1996 pri Žalcu. Ujma 12, Ljubljana (v tisku).
- Grünthal, G. (ur.), 1993a. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 7, Luxembourg, 79 pp.
- Grünthal, G. (ur.), 1993b. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg2/ems92/ems92_0.htm
- Hrzič, M., Šolc, O., Vidrih, R. in Deterding, M., 1987, Seismological Survey of SR Slovenia - Preliminary seismological bulletin, No. 1
- Lienert, B.R., Berg, E. in Frazer, L.N., 1988, HYPOCENTER: An earthquake location method using centered, scaled, and adaptively least squares. Bull. Seism. Soc. Am., **76**, 771-783.
- Lienert, B.R., 1994, HYPOCENTER 3.2 - A Computer Program for Locating Earthquakes Locally, Regionally and Globally, Hawaii Institute of Geophysics & Planetology, Honolulu, 70 pp.
- Michelini, A., Živčič, M. in Suhadolc, P. (1997), Simultaneous inversion for velocity structure and hypocenters in Slovenia, Journal of Seismology, 2(3), 257-265.
- Rebez, A. in Renner, G., 1991, Duration magnitude for the northeastern Italy seismometric network, Boll. Geof. Teor. Appl., Vol. XXXIII, N. 130-131, 177-186.
- RGU (Republiška geodetska uprava), 1995, Centroidi naselij (geografske koordinate), računalniški seznam.
- Uprava RS za geofiziko, 1997-98: preliminarni tedenski seizmološki bilteni za 1997. Arhiv URSG, Ljubljana.
- Vidrih, R., Godec, M., Cecić, I., 1991, Niz potresov v Dobropoljski dolini. Ujma 5, 174-179.

POTRES V LJUBLJANI 15. JULIJA 1897 THE 15 JULY 1897, LJUBLJANA EARTHQUAKE

Ina Cecić

Izveček. 15. julija 1897, dobri dve leti po velikonočnem potresu, ki je 14. aprila leta 1895 dodobra razdejal Ljubljano, je mesto vnovič prizadel potres. Bil je dovolj močan, da je številnim prebivalcem znova pognal strah v kosti. Pri ovrednotenju poškodb v Ljubljani ne gre pozabiti na dejstvo, da je bila marsikatera hiša, ki jo je poškodoval potres leta 1895, obnovljena, vendar ne preveč skrbno. Obstajajo podatki, da so bile poškodovane tudi nove stavbe. Poškodovane so bile zlasti starejše hiše; poročila omenjajo zelo redke delne porušitve zunanjih sten. Največ je opisov poškodb na cerkvah. Največjo intenziteto, ki pa ni preseгла VII. stopnje po lestvici EMS-92, je potres dosegel v središču Ljubljane.

Abstract. Two years after Easter 1895, when a strong earthquake had devastated Ljubljana on 14 April, the town was hit and damaged by another quake. The event on 15 July 1897 was strong enough to fill many residents with terror. When evaluating the damage in Ljubljana and the wider area, one should not forget the fact that many houses damaged in 1895 were repaired, but not very carefully. Most damage was to older buildings; reports on the partial collapse of walls are very rare. There are reports about damage to newly built houses. Most descriptions give details of damage to churches. The highest intensity produced by this earthquake was VII EMS-92 in the centre of Ljubljana.

Uvod

15. julija 1897, dobri dve leti po velikonočnem potresu, ki je 14. aprila leta 1895 dodobra razdejal Ljubljano, je mesto vnovič prizadel potres. Bil je dovolj močan, da je številnim prebivalcem znova pognal strah v kosti. Dejstvo, da sta mesto v razmeroma kratkem času prizadela dva močna potresa, je bilo povod za raziskavo o tem, kaj se je takrat v resnici zgodilo.

Potres 15. julija 1897, sedem minut pred sedmo uro zjutraj po lokalnem času (oziroma 05:53 UTC), je sodil med raziskane dogodke iz naše potresne zgodovine. Karto izoseist je objavil V. Ribarič v "Balkanskem katalogu" potresov (Shebalin in sod., 1974). Potres so zaradi največje intenzitete (VIII MCS oziroma MSK) omenjali številni tuji katalogi, npr. italijanski (Postpischl, 1985), dobil je svoje mesto tudi v delovni različici prihodnjega evropskega kataloga (BEECD, 1996). Prav slednji je bil razlog, da je potres spet prišel v obdelavo - izbran je bil kot vzorčni primer dogodka, na katerem prikazujemo postopek obdelave podatkov za slovenske zgodovinske potrese.

Uporabljeni zgodovinski viri

Potres leta 1895 je veliko pripomogel k bolj natančnemu in uradno organiziranemu spremljanju naravnih pojavov na Slovenskem. O potresu, ki je 15. julija 1897 zjutraj prizadel Ljubljano z okolico obstajajo seizmološka poročila. V letni publikaciji "Mitteilungen der Erdbeben-Commission - Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben", ki jo je potresna komisija objavila pod naslovom "Chronik der Erdbeben im Jahre 1897", je podatke zbral in komentiral E. von Mojsisovics (1898). Gre za poročilo o učinkih potresa na ljudeh, predmetih, zgradbah in v naravi. Učinke so opisovali prostovoljni sodelavci po vnaprej določenem vzorcu, tako da je oblika njihovih poročil dokaj homogena. Izčrpno poročilo o učinkih v Trstu in okolici je podal tudi E. Mazelle (1898), o učinkih v Italiji pa G. Agamennone (1898).

O potresu seveda obstajajo številna druga pričevanja, ki so jih v velikem številu objavljali dnevni in tedenski časopisi v slovenščini, kakor tudi v nemščini. Od dnevnikov sem uporabila "Slovenski narod", "Slovenec" in "Laibacher Zeitung", od tednikov pa zapise, ki jih je objavila tržaška "Edinost".

Pri lociranju posameznih poškodovanih hiš v mestu Ljubljana sem si pomagala z "Zapisnikom hiš deželnega stolnega mesta ljubljanskega" iz leta 1901, kot tudi s knjigo "Ljubljanske metamorfoze" (Kladnik, 1991).

Pri označevanju uporabljenih virov sem upoštevala naslednje pravilo: če je bil nek vir omenjen v seznamu literature kataloga potresov, ki ga je leta 1982 objavil Ribarič, sem ohranila izvorno zaporedno številko vira in dodala črki VR (npr. VR39). Vse vire, ki so "novi" oziroma niso bili naštet v katalogu, sem označila z črkama IC in ustrezno zaporedno številko, pod katero je vir shranjen v makroseizmičnem arhivu URSG. Pregled uporabljenih virov je dan v preglednici 1.

Obdelava makroseizmičnih podatkov

Pri določanju stopnje, ki so jo potresni učinki dosegli v danem kraju, so bili vedno uporabljeni vsi dostopni podatki. Pri tem delu so se pojavljale številne težave, ki spremljajo obdelavo starejših potresov. Marsikatero mesto ali vas so pred stotimi leti poimenovali drugače celo v slovenščini; poleg tega so bila takrat še v rabi tudi nemška in italijanska imena. V veliko pomoč seizmologom pri določanju lokacije krajev so stari zemljevidi, veliko podatkov pa je tudi v Krajevnem leksikonu Slovenije.

Druga zelo pomembna stvar je dejstvo, da je pri določanju intenzitet in nasploh pri opisih poškodb, treba biti zelo pozoren na vir; pogosto se je namreč dogajalo, da so bili nekateri časnikarji nagnjeni k pretiravanju, pa tudi nekaterim prostovoljnimi opazovalcem je strah pripomogel, da so svoje opise napisali preveč dramatično. To je bilo seveda možno ugotoviti le za kraje, za katere je obstajalo več neodvisnih poročil.

Preglednica 1. Viri, ki so uporabljeni pri določanju intenzitet in parametrov potresa 15. julija 1897.

Table 1. Sources used in estimating the intensities and earthquake parameters of the event on 15 July 1897.

Vir	Leto	Avtor	Naslov
VR5	1899	Hoernes	Erdbeben in Steiermark waehrend des Jahres 1897
VR20	1902	Mojsisovics	Chronik der Erdbeben im Jahre 1901 (Mitt. Erdb. Comm.)
VR39	1898	Mazelle	Bericht ueber die im Triester gebiete beobachteten...
VR40	1898	Mojsisovics	Chronik der Erdbeben im Jahre 1897 (Mitt. Erdb. Comm.)
VR45	1899	Seidl	Uebersicht der Laibacher Osterbebenperiode fuer die Zeit..
VR134	1919	Heritsch & Seidl	Das Erdbeben von Rann, II. Teil
VR273	1976	Ambraseys	The Gemona di Friuli Earthquake of 6 May 1976, Part II
IC4	1984	Ribarič	Potresi
IC8	1994	Ribarič	Potresi v Sloveniji
IC12	1982	Ribarič	Teoretične zasnove makroseizmičnih intenzitetnih polj
IC89	1898	Kišpatić	Petnajsto potresno izvješće za godinu 1897
IC116	1980	Ribarič	Studija seizmičnosti HE Mavčiče
IC124	1897		Slovenski narod, št.158, 159, 160, 161
IC137	1935		Kronika slovenskih mest, pp. 35
IC149	1897		Slovenec, št. 158, 159, 160, 162, 163, 168
IC150	1897		Edinost, št. 84, 85, 86, 87
IC158	1897		Laibacher Zeitung, št. 158, 160
IC366	1901		Zapisnik hiš deželnega stolnega mesta ljubljanskega
IC367	1991	Kladnik	Ljubljanske metamorfoze
IC368	1898	Agamennone	Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1897 ...

Pri ovrednotenju poškodb v Ljubljani ne gre pozabiti na dejstvo, da je bila marsikatera hiša, ki jo je poškodovao potres leta 1895, obnovljena, vendar ne preveč skrbno. Tudi Albin Belar, profesor na višji realki v Ljubljani, ki je pozneje zaslovel kot prvi slovenski seizmolog, sporoča Agamennoneju, da so se v Ljubljani odprle večinoma stare razpoke, ki po letu 1895 niso bile kakovostno popravljene (Agamennone, 1898). Obstajajo podatki, da so bile poškodovane tudi nove stavbe (npr. nova Godčeva hiša v

Židovski stezi). O tem piše del poročila, ki ga je objavil "Slovenec": "... veliko so trpela zlasti nova poslopja; nekatere prenovljene sobe, ki so bile pred kratkim poslikane, so zgubile ves omet."

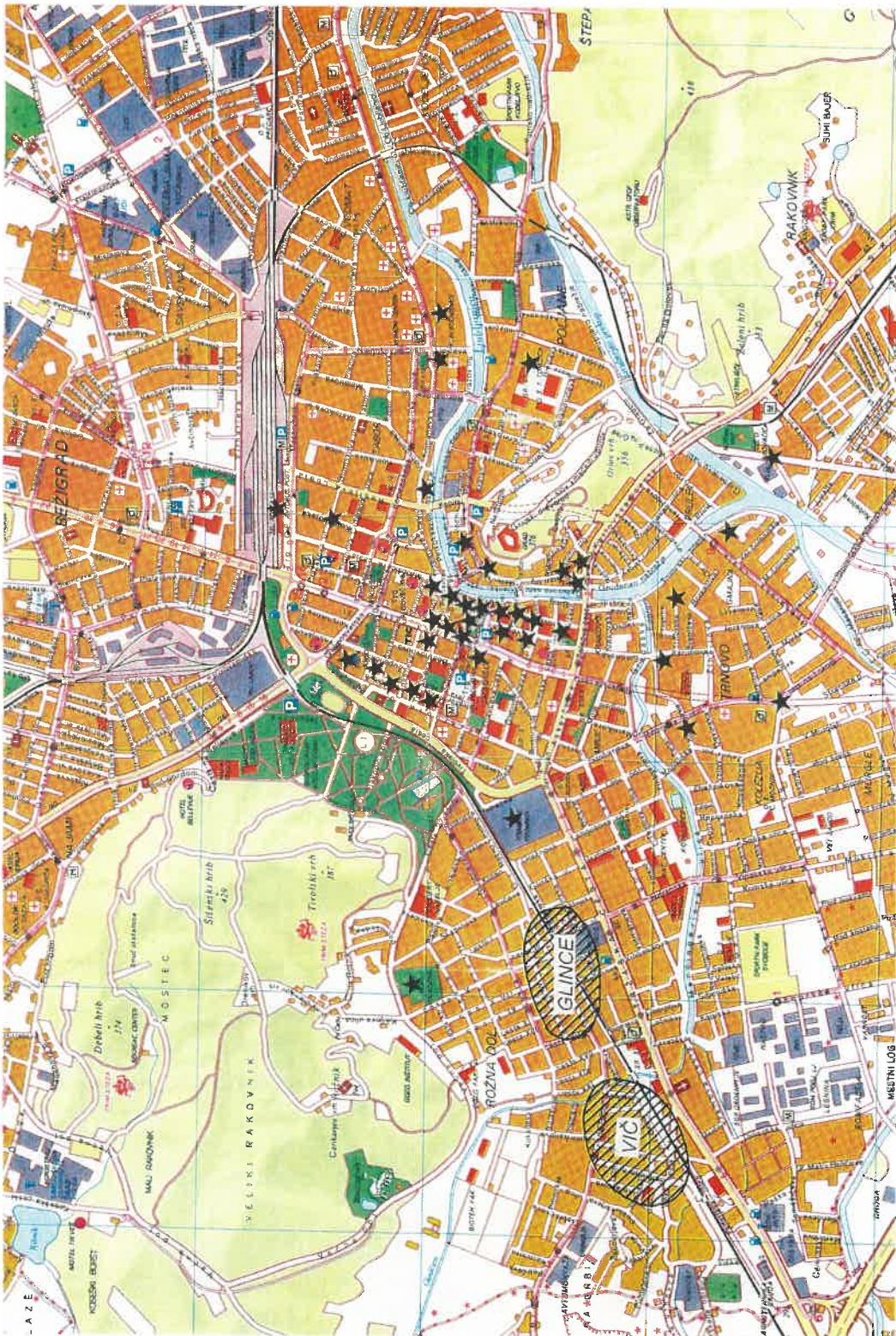
Poškodovane so bile zlasti starejše hiše; poročila omenjajo zelo redke delne porušitve zunanjih sten, kot je bil primer na Kolodvorski ulici 8, kjer "... se je podrl stranski zid, tako, da se vidi v stanovanja." (Slovenski narod, št. 158). Isti časopis v svojem poročilu povzema stanje v mestu po potresu in ugotavlja, da so poškodbe nastale večinoma na strehah in dimnikih (podrlo naj bi se jih nad 150); v notranjosti hiš pa so razpokale stene "...in ometa je po vseh hišah toliko in v tako velikih kosih odkrušilo, da je sto in sto sob, kater bo treba na novo ometati in na novo slikati." "Slovenec" pa omenja tudi porušitev neke nove zgradbe v Soteski, vendar potrditve tega ne najdemo v drugih virih podatkov.

Poškodbe so utrpeli tudi monumentalni objekti. Največ je opisov poškodb na cerkvah: na uršulinski cerkvi je popolnoma zvililo križ na stolpu, sama cerkev je nekoliko razpokala; na frančiškanski cerkvi so bili zviti strelovodi in angela na stolpih; s trnovske cerkve je padel nov kamnit križ, šentjakobska cerkev je bila močno poškodovana itn. Vendar "Slovenec" dodaja: "Kakor predlanskim je tudi sedaj stolna cerkev najmanj čutila potres; odpadlo je le nekaj beleža in s kipa sv. Roka je odletela palica." Od javnih poslopij je največ opisov poškodb v deželnem muzeju (danes Narodni muzej). Poškodovani so bili tudi novo poštno poslopje, Narodni dom, kazina, deželna bolnica, železniška postaja, koncertna dvorana, realka ... Pregled poškodovanih objektov v Ljubljani kaže slika 1.

Poškodbe niso bile samo v središču Ljubljane. Razen v takratnih predmestjih (Glince, Vič, Polje, Šentvid, Črnuče, Sostro, Kozarje, Ježica itn.) so bile poškodovane hiše tudi v Škofji Loki, Šmarju-Sap, Brezovici pri Ljubljani, Dobrovi, Logatcu, Mozirju in številnih drugih krajih.

Od hidrogeoloških zanimivosti, ki so jih posredovali opazovalci, naj omenim opis iz Guncelj (takratne vasi pri Ljubljani), kjer so vaščani opazili, da se je voda v izviru obarvala, kar se tam ni zgodilo od potresa leta 1895.

"Slovenski narod" omenja tudi ocene strokovnjakov, "... da bo poprava vseh nastalih poškodb veljala blizu jednega milijona gold." Dan po potresu je župan Hribar sklical izredno sejo občinskega sveta, na kateri so govorili o nastali škodi, kot tudi o ukrepih, ki jih mora mesto izpeljati. Oglad poškodovanih hiš in cenitev škode so inženirji pričeli že dva dni po potresu, v soboto, 17. julija.



Slika 1. Učinki potresa 15. julija 1897 v središču Ljubljane: posamezne poškodovane zgradbe in mestne četrti, za katere obstajajo podatki v zgodovinskih virih.

Figure 1. Effects of the 15 July, 1897 earthquake in the centre of Ljubljana; damaged buildings and town quarters, as described in historical source

Rezultati

Končni rezultati raziskave se precej razlikujejo od dosedanjih študij. Največjo intenziteto, ki pa ni presegla VII. stopnje po lestvici EMS-92 je potres dosegel v središču Ljubljane. Velika količina podatkov je omogočila tudi preprostejšo statistično obdelavo poškodb. Rezultat bil vedno enak - preprosto ni podatkov, ki bi podprli VIII. stopnjo. Karto potresnih učinkov kaže slika 2.

Če pogledamo, kako so posamezne potresne stopnje prostorsko razporejene na karti, vidimo, da je območje, v katerem so učinki dosegli ali presegli VI EMS, razpotegnjeno v smeri severozahod-jugovzhod. Najbolj oddaljena kraja, Škofja Loka in Šmarje-Sap, sta med seboj oddaljena nekaj več kot 30 kilometrov. Učinki V EMS so na sever segali do Pliberka (Bleiburg) v Avstriji, na jugu do Planinske gore; razdalja med njima je 95 km. Na zahodu so V EMS še doživeli v Ukvah (Ugovizza) v Italiji, na vzhodu pa v 165 km oddaljenih Poljčanah. Od Innerteuchena v Avstiji na severu do Oprtalja v hrvaški Istri na jugu (155 km) so segali učinki IV EMS. Četrto stopnjo pa so čutili na zahodu do Srpenice, na vzhodu pa v Samoboru na Hrvaškem (180 km). Pri tretji stopnji se stvar nekoliko zaplete, ker današnji položaj dveh krajev ni enoznačno določen (gre namreč za lokaliteti Gutendorf in Roemerquelle). Če se omejimo le na bolj zanesljive podatke, pa vidimo, da so učinki segali vsaj do kraja Oberhof bei Meitnitz v Avstriji na severu in Pulja (Pula, Hrvaška) na jugu, kar znese 235 km, in od kraja Sacile v Italiji na zahodu do Ljutomera na vzhodu, kar je 290 km.

Grobe ocene površin posameznih območij, na katerih so potresni učinki dosegli enako ali višjo stopnjo, kot tudi magnitude M_{LH} (Živčić in Cecić, 1998), so dane v preglednici 2. Za območje z učinki III EMS je površina dokaj nezanesljiva, ker je na obrobju makroseizmičnega polja, kjer so tresenje čutili zelo šibko, gotovo veliko krajev, za katere podatek o tem ni ohranjen. Seveda velja jemati tudi drugi dve izračunani vrednosti za površino nekoliko z rezervo.

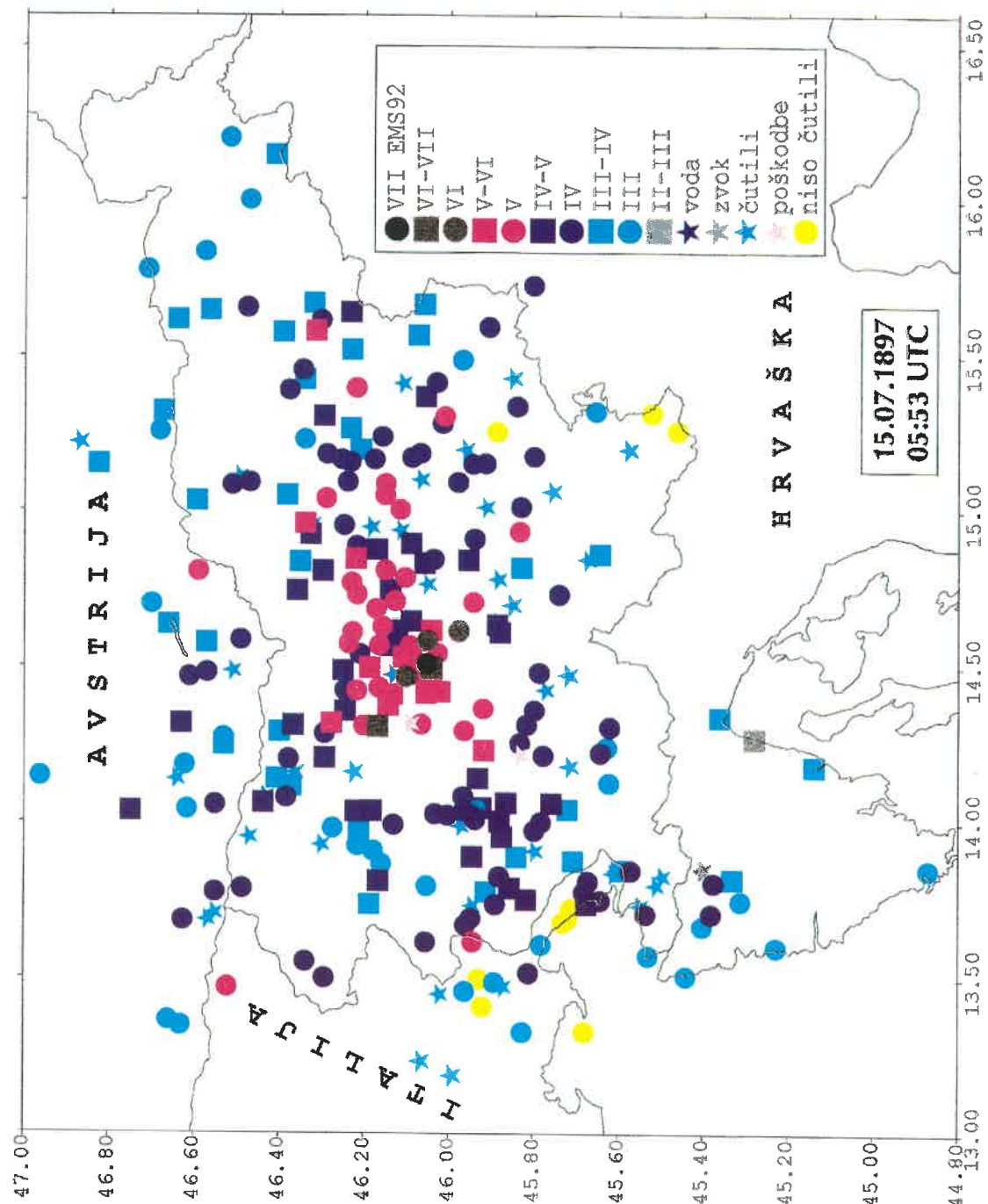
Za sodobne potrese računamo magnitudo praviloma iz inštrumentalnih zapisov. Julija 1897 v Sloveniji še ni bilo seizmografov - prvi je začel delovati dva meseca po potresu, in sicer v zgradbi realke na Vegovi ulici v Ljubljani. Tudi drugi seizmografi iz tega

Preglednica 2. Ocene velikosti posameznih območij, na katerih so potresni učinki dosegli enako ali višjo stopnjo in vrednosti magnitude M_{LH} .

Table 2. Estimates of the size of areas with earthquake effects of the same or larger intensity degree and M_{LH} magnitudes.

I (EMS-92)	S (km ²)	M_{LH}
V	3400	4,6
IV	21650	4,9
III	53300	

časa, ki so potres zapisali, so bili slabo ali pa sploh niso bili umerjeni in zato njihovi zapisi (ohranjeno jih je le malo) niso uporabni za določanje magnitude. Magnituda za ta potres je izračunana na podlagi povprečnega polmera območja z intenziteto IV in V EMS. Tako izračunana magnituda se dokaj dobro ujema z vrednostjo, ki jo je dal Ribarič (4,90).



Slika 2. Karta intenzitet za potres 15. julija 1897.

Figure 2. Intensity map for 15 July, 1897 Ljubljana earthquake.

Pregled parametrov potresov, povzet po dosedanjih katalogih, kot tudi predlog nove ocene parametrov je dan v preglednici 3.

Preglednica 3. Parametri potresa 15. julija 1897 v Ljubljani

Table 3. Parameters of the 15 July, 1897 Ljubljana earthquake

Avtor	Žariščni čas (UTC)						Lat °N	Lon °E	I ₀	Nadžariščno območje
	Leto	M	D	h	m	s				
SHA74	1897	07	15	05	57		46.000	14.500	VIII MSK	Ljubljana
RIB82	1897	07	15	05	57		46.050	14.500	7.75 MSK	Ljubljana
POS85	1897	07	15	05	57		46.050	14.500	8 MCS	Ljubljana
CEC97	1897	07	15	05	53		46.06	14.50	VII EMS	Ljubljana

Nova ocena parametrov prinaša nekaj sprememb (preglednica 3). Kot minuta, v kateri se je potres zgodil, je določena 53-ta in ne 57-ta minuta, in sicer na podlagi primerjanja vseh časov, ki so navedeni v poročilih prič. S tem časom se ujemata tudi poročili A. Belarja in E. Bocka (Agamennone, 1898). Koordinati nadžarišča (epicentra) sta določeni tako, da predstavljata težišče poligona, ki ga tvorijo točke, v katerih je intenziteta dosegla ali preseгла VI EMS. Za oceno nadžariščne (epicentralne) intenzitete, kot tudi za vse ostale, je uporabljena lestvica EMS, in sicer različica iz leta 1992.

Pri podatkih za nadžariščno intenziteto I₀ je ohranjen način, v katerem so bili zapisani v izvorniku. Intenziteto, ki ima celoštevilčne vrednosti, zapisujemo z rimskimi števili, da ne pride do uporabe decimalnih vrednosti. Obdobje računalniške obdelave podatkov pa je pripeljalo do tega, da se ta način polagoma opušča. Podatki o intenzitetah za vsak posamezen kraj (skupno jih je 323) so v Prilogi 1.

Zahvala

Pri iskanju podatkov za kraje v Avstriji mi je pomagal Edmund Fiegweil iz Centralnega zavoda za meteorologijo in geodinamiko (ZAMG) na Dunaju, koordinate hrvaških krajev je posredoval Ivica Sović iz Seizmološke službe Republike Hrvatske (SSRH) v Zagrebu. Nekaj ljubljanskih hiš mi je prijazno pomagal locirati Andrej Studen z Inštituta za novejšo zgodovino v Ljubljani. Sliko 1 je realiziral Renato Vidrih. Vsem se za pomoč iskreno zahvaljujem.

Literatura:

- Andrees Neuer Allgemeiner und Oesterreichisch-Hungarischer Handatlas. Wien, 1904.
Arhiv URSG, Ljubljana
- BEECD - A Basic European Earthquake Catalogue and a Database for the evaluation of long-term seismicity and seismic hazard. 12-month Technical Progress Report. Milano, 1996.
- Grünthal, G. (ur.), 1993a. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 7, Luxembourg, 79 pp.
- Grünthal, G. (ur.), 1993b. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg2/ems92/ems92_0.htm
- Krajevni leksikon Slovenije I-IV. Ljubljana, 1971.
- Postpischl, D. (ur.), 1985. Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. Quad. Ric. Scient., 114 2B, Bologna, 239 pp.
- Ribarič, V., 1982. Seizmičnost Slovenije - katalog potresov (792 A.D. - 1981.). Ljubljana, 649 pp.
- Shebalin, N.V., Karnik, V. in Hadžievski, D. (ur.), 1974. Catalogue of earthquakes of the Balkan region. I, UNDP-UNESCO Survey of the seismicity of the Balkan region. Skopje, 600 pp.
- Živčič, M. in I. Ceci, 1998. Revised magnitudes of historical earthquakes in Slovenia. XXIII General Assembly of European Geophysical Society, Nice, April 1998.

Priloga 1. Seznam krajev, njihovih zemljepisnih koordinat in intenzitet za potres 15. 07. 1897 ob 5. uri 53 minut UTC. Za vsak kraj je dano ime (ali več imen), ki ga je navajal vir podatkov, šifra glavnega vira in čas, kot ga je navedel vir.

Appendix 1. The list of localities, their geographical co-ordinates and EMS-92 intensities for the earthquake on 15 July 1897 at 5.53 UTC. The name (or more names) as mentioned in the source(s) of data, the main source code(s) and the time as in the main source are given.

Kraj	Ime kraja v viru	Država	Lat	Lon	Intenziteta (EMS-92)	Vir	Čas v viru
Ljubljana-Center	Laibach, Ljubljana, Lubiana	SLO	46.0527	14.5098	VII	mult.	06:53
Ljubljana - Vič	Waitsch	SLO	46.0438	14.499	VI-VII	VR40	
Ljubljana - Glince (Vič)	Gleinitz	SLO	46.04	14.495	VI-VII	VR40	
Škofja Loka	Škofja Loka	SLO	46.1675	14.3078	VI-VII	IC124	07
Ljubljana - Polje	Devica Marija v Polju	SLO	46.05	14.585	VI	IC124, IC149	07:00
Sentvid pri Ljubljani	St. Veit ob Laibach	SLO	46.1012	14.469	VI	VR40	06:57-58
Šmarje-Sap	S. Marein - Sap	SLO	45.9763	14.6155	VI	VR40	06:55
Brezovica pri Ljubljani	Brezovica bei Laibach	SLO	46.021	14.4225	V-VI	VR40	06:52-53
Dobrova	Dobrova bei Laibach	SLO	46.0536	14.4192	V-VI	VR40	06:54
Črnuče	Tschernutsch	SLO	46.1066	14.5348	V-VI	VR40	06:55
Ljubljana - Brdo	Brdo	SLO	46.05	14.47	V-VI	IC149	
Ljubljana - Ježica	Ježica	SLO	46.09	14.52	V-VI	VR40	06:55
Ljubljana - Kozarje	Kozarje	SLO	46.04	14.45	V-VI	VR40	
Ljubljana - Sostro	Sostro	SLO	46.04	14.62	V-VI	IC149	07
Logatec	Logatec	SLO	45.917	14.2344	V-VI	IC149	07:00
Mozirje	Prassberg	SLO	46.3383	14.9626	V-VI	VR40	06:58
Naklo	Naklo	SLO	46.2756	14.3214	V-VI	IC149	
Poljščane	Poeltschach	SLO	46.3138	15.584	V-VI	VR40	06:55
Preska	Preska	SLO	46.1327	14.4132	V-VI	VR40	06:53
Sora	Zeyer	SLO	46.1423	14.3776	V-VI	VR40	06:55
Špitalič	Neuthal	SLO	46.218	14.8494	V-VI	VR40	06:50
Vodice	Wodiz	SLO	46.1867	14.4999	V-VI	VR40	06:58
Zužemberk	Seisenberg	SLO	45.832	14.9383	V	VR40	06:50
Bleiburg	Pliberk	A	46.59	14.81	V	IC149	
Borovnica	Franzdorf	SLO	45.9183	14.3689	V	VR40	06:56
Braslovče	Frasslau	SLO	46.2888	15.0434	V	VR40	06:55
Brdo pri Lukovici	Egg	SLO	46.1696	14.6892	V	VR40	06:58
Crngrob	Ehrengruben bei Altack	SLO	46.199	14.3132	V	VR40	06:55
Dob	Aich	SLO	46.1545	14.6328	V	VR40	06:53
Gorizia	Gorica	I	45.9425	13.6197	V	IC124	
Hrastnik	Hrastnik	SLO	46.1482	15.0909	V	IC124	
Kamnik	Kamnik, Stein	SLO	46.2259	14.6162	V	IC149, VR40	06:53
Kresnice	Kressnitz	SLO	46.1024	14.79	V	VR40	06:58
Ljubljana - Rudnik	Rudnik bei Laibach	SLO	46.0256	14.5468	V	VR40	06:53
Mengeš	Mannsburg	SLO	46.1629	14.5728	V	VR40	06:55
Nadgorica	Nadgorica	SLO	46.09	14.57	V	IC149, VR40	
Peče	Peče, Peče bei Moraeutsch	SLO	46.1482	14.8136	V	IC149, VR40	07:00, 07:00
Polhov Gradec	Billichgratz	SLO	46.0643	14.3175	V	VR40	
Sevnica	Lichtenwald	SLO	46.0095	15.3089	V	VR40	07:03
Smlednik	Smlednik, Floednig	SLO	46.1635	14.4354	V	IC149, VR40	06:58, 06:58
Sentjur pri Celju	St. Georgen a.d. Suedbahn	SLO	46.2179	15.4008	V	VR40	06:56
Šmartno v Tuhinju	St. Martin	SLO	46.2151	14.7356	V	VR40	06:55
Trbovlje	Trifail	SLO	46.15	15.0539	V	VR40	06:57
Tunjice	Theinitz	SLO	46.2347	14.5784	V	VR40	06:55
Ugovizza	Ukve	I	46.52	13.475	V	IC149	
Voklo	Voklo, Huelben	SLO	46.2153	14.4273	V	IC149, VR40	
Vrhnika	Oberlaibach	SLO	45.9627	14.2984	V	VR40	06:53
Vrhpolje pri Moravčah	Vrhpolje bei Moraeutsch	SLO	46.1257	14.7143	V	VR40	
Zagorje ob Savi	Sagor an der Save	SLO	46.1132	15.0075	V	VR40	07:00
Zgornji Tuhinj	Ober Tuchein	SLO	46.2275	14.7744	V	VR40	06:55
Žalna	Žaljna	SLO	45.9412	14.7117	V	VR40	06:57
Planinska gora	Planinska gora	SLO	45.83	14.22	poškodbe	IC149	
Tošče	Tošče area	SLO	46.09	14.32	poškodbe	VR273	05:53
Innerteuchen	Innerteuchen bei Himmelberg	A	46.749	14.038	IV-V	VR40	06:30 cca
Barcola	Barcola	I	45.675	13.74	IV-V	VR39	06:57
Branik	Branica na Goriškem	SLO	45.8553	13.7929	IV-V	IC149	
Budanje	Budanje	SLO	45.874	13.9565	IV-V	VR40	06:50
Cerklje na Gorenjskem	Cerklje, Zirklach	SLO	46.2491	14.4903	IV-V	IC124,	

Kraj	Ime kraja v viru	Država	Lat	Lon	Intenziteta (EMS-92)	Vir	Čas v viru
						VR40	06:54
Col	Zoll	SLO	45.8804	14.0066	IV-V	VR40	07:00
Davča	Davča	SLO	46.1801	14.0403	IV-V	VR40	07:00
Dol pri Ljubljani	Dol	SLO	46.0882	14.6485	IV-V	IC149	06:52
Domžale	Domschale	SLO	46.1456	14.6072	IV-V	VR40	06:56
Črni Vrh	Schwarzenberg	SLO	45.9224	14.05	IV-V	VR40	06:50 cca
Gornji Grad	Oberburg	SLO	46.2964	14.8099	IV-V	VR40	06:55
Hotedršica	Hotederschitz	SLO	45.9309	14.144	IV-V	VR40	06:54 cca
Ihan	Jauchen	SLO	46.121	14.6205	IV-V	VR40	06:52
Jesenice	Assling	SLO	46.4369	14.0649	IV-V	VR40, IC158	06:54, 06:54
Klagenfurt	Klagenfurt	A	46.63	14.32	IV-V	VR40	06:57
Kolovrat	Kolowrat	SLO	46.1692	14.8779	IV-V	VR40	06:56:24
Komen	Komen	SLO	45.8162	13.7554	IV-V	VR40	07
Kranj	Krainburg	SLO	46.244	14.3605	IV-V	VR40	06:53
Kropa	Kropp	SLO	46.2921	14.2099	IV-V	VR40	06:55
Litija	Littai	SLO	46.0568	14.8351	IV-V	VR40	06:58
Luče	Leutsch	SLO	46.3568	14.7484	IV-V	VR40	06:57
Moravče	Moracutsch	SLO	46.137	14.7486	IV-V	VR40	06:50
Podkraj	Podkraj	SLO	45.8643	14.0658	IV-V	VR40	06:55 cca
Podmelec	Podmelec	SLO	46.1648	13.8146	IV-V	VR40	06:40
Predmeja	Dol ob Heidenschaft	SLO	45.9444	13.8925	IV-V	VR40	06:50
Razdrto	Praewald	SLO	45.757	14.0645	IV-V	VR40	
Rečica ob Savinji	Riez bei Oberburg	SLO	46.3251	14.9275	IV-V	VR40	06:45
Rogaška Slatina	Rohitsch & Heil. Kreuz bei Rohitsch	SLO	46.2318	15.6429	IV-V	VR40	06:50
Sava	Sava pri Litiji, Sava bei Littai	SLO	46.0887	14.8968	IV-V	IC149, VR40	07:00, 07:00
Spodnja Sorica	Zarz	SLO	46.2183	14.0377	IV-V	VR40	07:00
Sentvid pri Stični	St. Vid na Dolenjskem, St. Veit	SLO	45.9528	14.8454	IV-V	IC149, VR40	07, 07
Škocjan	St. Canzian bei Auersperg	SLO	45.8852	14.6374	IV-V	VR40	07:00
Tržič	Neumarktl	SLO	46.3661	14.3134	IV-V	VR40	06:58
Trzin	Tersain	SLO	46.135	14.569	IV-V	VR40	06:57
Turjak	Auersperg	SLO	45.8783	14.6145	IV-V	VR40	
Vojnik	Vojnik	SLO	46.2936	15.31	IV-V	VR40	07:03
Zabukovje nad Sevnico	Zabukovje bei Lichtenwald	SLO	46.0542	15.3718	IV-V	VR40	07:00
Bleiberg	Bleiberg	A	46.625	13.689	IV	VR40	06:57
	Gabrije bei Sovodnje	SLO			IV	VR40	06:48
Saager	Saager	A	46.569	13.689	IV	VR40	06:58
Ajdovščina	Šturje bei Haidenschaft, Haidenschaft	SLO	45.88	13.83	IV	VR40	06:48
Ajševica	Ajševica	SLO	45.947	13.6961	IV	VR40	06:56
Basovizza	Basovizza	I	45.57	13.85	IV	VR39	07:00
Bečunje na Gorenjskem	Vigaun	SLO	46.3767	14.2059	IV	VR40	06:54
Boštanj	Savenstein	SLO	46.014	15.2861	IV	VR40	06:50 cca
Bovec	Bovec, Flitsch	SLO	46.3371	13.5556	IV	IC124, VR40	07
Brežice	Rann	SLO	45.905	15.5971	IV	VR40	06:57
Cerknica	Zirknitz	SLO	45.7967	14.3628	IV	VR40	06:59
Cerkno	Kirchheim	SLO	46.1286	13.9962	IV	VR40	06:35
Deskle	Deskla	SLO	46.0537	13.6181	IV	VR40	06:45
Dobrnež	Schloss Golitsch bei Gonobitz	SLO	46.3434	15.4588	IV	VR40	07:15
Dolnji Ajdovec	Ajdovec bei Seisenberg	SLO	45.8294	15.017	IV	VR40	06:52
Dornberk	Dornberg	SLO	45.8895	13.7405	IV	VR40	06:55
Eisenkappel	Eisenkappel	A	46.49	14.59	IV	VR40	06:50
Črni potok	Sv. Križ pri Litiji	SLO	46.0347	14.8479	IV	IC149	07:00
Godovič	Godovič	SLO	45.9649	14.0859	IV	IC124, VR40	06:50 cca
Gorenji Leskovec	St. Anton ob Reichenburg	SLO	46.0279	15.4184	IV	VR40	07:00
Grafenstein	Grafenstein	A	46.61	14.47	IV	VR40	06:55
Griže	Greis	SLO	46.2313	15.1591	IV	VR40	06:59
Grožnjan	Grisignana	CRO	45.38	13.71	IV	VR40	06:57
Idrija	Ober-Idria, Idria	SLO	46.0016	14.0268	IV	VR40	06:50 cca
Idrijski Log	Iderskilog	SLO	45.9617	14.0421	IV	VR40	06:50 cca
Komenda	Komenda	SLO	46.2076	14.5438	IV	IC149	06:54
Koper - Semedela	Semedella bei	SLO	45.535	13.71	IV	VR39	06:58

Kraj	Ime kraja v viru	Država	Lat	Lon	Intenziteta (EMS-92)	Vir	Čas v viru
	Capodistria						
Kranjska Gora	Kranjska gora, Kronau	SLO	46.4857	13.7918	IV	IC124, VR40	06:59
Kromberk	Kronberg	SLO	45.9595	13.6732	IV	VR40	
Laško	Tueffer	SLO	46.1566	15.2434	IV	VR40	06:50
Lozice	Lozice	SLO	45.781	14.0045	IV	VR40	06:45
Mašun	Mašun bei Grafenbrunn	SLO	45.62	14.31	IV	VR40	06:52
Mokronog	Nassenfuss	SLO	45.9429	15.1538	IV	VR40	06:55
Monfalcone	Monfalcone	I	45.81	13.52	IV	VR40	06:45
Motnik	Moettinig	SLO	46.2148	14.8898	IV	VR40	06:50
Novo mesto	Rudolfswert	SLO	45.7988	15.1787	IV	VR40	07:00
Oprtalj	Portole	CRO	45.375	13.81	IV	VR40	07:02
Planina pri Rakeku	Planina, Haasberg	SLO	45.8307	14.2574	IV	VR40	06:57
Podbrezje	Podbrezje, Birkendorf	SLO	46.2915	14.2878	IV	IC149, VR40	06:54, 06:54
Podgorje	Podgorje bei Windischgraz	SLO	46.4683	15.0948	IV	VR40	06:45
Podnanos	St. Vid pri Vipavi, St. Veit bei Wippach	SLO	45.7975	13.9764	IV	IC124, VR40	
Postojna	Postojina	SLO	45.7761	14.2183	IV	IC124	06:55
Prebold	St. Paul bei Pragwald	SLO	46.2373	15.0967	IV	VR40	06:40
Radeče	Radeče pri Zidanem Mostu, Ratschach bei Steinbrueck	SLO	46.066	15.1887	IV	IC149, VR40	06:55, 06:55
Rakek	Rakek	SLO	45.8148	14.317	IV	IC124	
Ribnica	Reifnitz	SLO	45.7391	14.7355	IV	VR40	06:56
Riegersdorf	Riegersdorf	A	46.55	13.78	IV	VR40	06:59
Samobor	Samobor	CRO	45.80	15.73	IV	IC89	07
Slivnica pri Mariboru	Schleinitz bei Marburg	SLO	46.475	15.6595	IV	VR40	07:00
Slovenj Gradec	Windischgraz	SLO	46.5092	15.0859	IV	VR40	07:00
Spodnja Idrija	Sp. Idrija, Unter-Idria	SLO	46.0317	14.0303	IV	IC124, VR40	
Spodnje Gorje	Goerjach bei Veldes	SLO	46.3812	14.0839	IV	VR40	07
Srpenica	Serpenica	SLO	46.2916	13.5039	IV	VR40	06:56
St. Jakob in Rosental	St. Jakob im Rosenthale	A	46.55	14.06	IV	VR40	06:58:27
Studenice	Studenitz	SLO	46.3012	15.6181	IV	VR40	06:54
Šenčur	St. Georgen	SLO	46.2439	14.4278	IV	VR40	06:53
Šentjernej	St. Barthelmae	SLO	45.8391	15.3411	IV	VR40	06:54
Šentupert	St. Ruprecht	SLO	45.9772	15.0946	IV	VR40	06:54
Trebelno	Trebelno	SLO	45.9123	15.1548	IV	IC124	07:00
Trebiciano	Trebich	I	45.67	13.815	IV	VR39	06:57
Trieste	Trst, Trieste	I	45.642	13.754	IV	IC124, VR39	zjutraj, 06:57
Velika Pirešica	Pireschitz	SLO	46.2868	15.1855	IV	VR40	06:59
Velike Bloke	Bloke bei Rakek	SLO	45.7853	14.4846	IV	VR40	06:55
Veliki Gaber	Veliki Gaber	SLO	45.9385	14.9138	IV	VR40	07:00
Villa Opicina	Opčina	I	45.68	13.78	IV	VR39	07:58
Vransko	Franz	SLO	46.2459	14.9566	IV	VR40, IC158	06:45, 06:44
Zadlog	Zadlog	SLO	45.9368	14.0135	IV	VR40	06:50 cca
Zagorje	Zagorje na Pivki, Sagor a.d. Poik	SLO	45.6414	14.2275	IV	IC124, VR40	
Zgornja Rečica	Ober-Rečič bei Tueffer	SLO	46.1745	15.1684	IV	VR40	07:00
Zidani Most	Steinbrueck	SLO	46.0864	15.1747	IV	VR40	06:56
Zreče	Zreče pri Konjicah	SLO	46.3757	15.393	IV	IC149	07:00
Zalec	Zalec, Sachsenfeld	SLO	46.2513	15.1688	IV	IC124, VR40	06:59
Lieschen	Liescha	A	46.672	14.485	III-IV	VR40	06:53
Trahuetten	Trahuetten	A	46.825	15.153	III-IV	VR40	06:55
Dravograd	Unterdrauburg	SLO	46.5932	15.0328	III-IV	VR40	06:59
Voelkermarkt	Voelkermarkt	A	46.660	14.637	III-IV	VR40	06:51
Ambrus	Ambrus bei Seisenberg	SLO	45.8276	14.8197	III-IV	VR40	06:45
Bistrica ob Sotli	St. Peter bei Koenigsberg	SLO	46.0579	15.6683	III-IV	VR40	07:20
Bled	Veldes	SLO	46.3691	14.1187	III-IV	VR40	06:51
Celje	Cilli, Gaberje bei Cilli	SLO	46.2304	15.2685	III-IV	VR40	06:58, 06:57
Črniče	Črniče	SLO	45.9107	13.7801	III-IV	VR40	07:02-05
Gaberje	Gabrije	SLO	45.8393	13.8907	III-IV	VR40	06:43

Kraj	Ime kraja v viru	Država	Lat	Lon	Intenziteta (EMS-92)	Vir	Čas v viru
Kappel a.d. Drau	Kappel a.d. Drau	A	46.53	14.25	III-IV	VR40	07:00
Kastav	Castua	CRO	45.36	14.34	III-IV	VR40	07
Kočevje	Gottschee	SLO	45.6432	14.8641	III-IV	VR40	06:58
Kozje	Drachenburg	SLO	46.0712	15.5696	III-IV	VR40	06:49
Latisana	Latisana	I	45.78	13.00	III-IV	IC368	06:55 cca
Liboje	Liboje bei Cilli	SLO	46.2067	15.1993	III-IV	VR40	07:15
Ljubno ob Savinji	Laufen	SLO	46.35	14.8391	III-IV	VR40	06:56
Makole	Maxau	SLO	46.3178	15.6721	III-IV	VR40	07:02
Maribor	Marburg	SLO	46.5628	15.6489	III-IV	VR40	06:57
Motovun	Montona	CRO	45.33	13.82	III-IV	VR40	06:45
Ormož	Friedau a.d. Drau	SLO	46.4088	16.1525	III-IV	VR40	07:04
Plomin	Fianona	CRO	45.138	14.184	III-IV	VR40	07:52
Podbrdo	Podberdo an der Bača	SLO	46.2103	13.9775	III-IV	VR40	07
Podljubelj	St. Anna bei Neumarkt	SLO	46.3983	14.2917	III-IV	VR40	06:54
S. Dorligo	Dolina	I	45.59	13.85	III-IV	VR40	06:50
San Giorgio di Nogaro	S. Giorgio di Nogaro	I	45.83	13.21	III-IV	IC368	06:48
Sežana	Sesana	SLO	45.705	13.8783	III-IV	VR40	06:56
Senožeče	Senosetsch	SLO	45.7189	14.0442	III-IV	VR40	06:55
Slovenska Bistrica	Windisch-Feistritz	SLO	46.3906	15.58	III-IV	VR40	06:57:30
Slovenske Konjice	Gonobitz	SLO	46.3391	15.4264	III-IV	VR40	06:55
St. Primus	St. Primus bei St. Veit im Jaunthal	A	46.57	14.58	III-IV	VR40	06:57
Šmarje pri Jelšah	St. Marein bei Erlachstein	SLO	46.2284	15.523	III-IV	VR40	07:10
Šoštanj	Schoenstein	SLO	46.3801	15.053	III-IV	VR40	06:56
Tolmin	Tolmein	SLO	46.1861	13.7398	III-IV	VR40	06:57
Zgornja Kungota	Ober-St. Kunigund	SLO	46.6392	15.6189	III-IV	VR40	07:00
Zirovnica	Zirownica	SLO	46.4045	14.1427	III-IV	VR40	06:55
	Grisolera	I			III	IC368	07:15 cca
Aviano Castello	Aviano	I	46.06	12.58	III	IC368	06:50
Buttrio	Buttrio in Piano	I	46.02	13.33	III	IC368	07
Cervignano d. Friuli	Cervignano	I	45.825	13.33	III	VR40	06:47
Cividale del Friuli	Cividale	I	46.09	13.43	III	IC368	07
Cormons	Cormons	I	45.96	13.46	III	VR40	06:58
Čepovan	Čepovan	SLO	46.05	13.798	III	VR40	06:15
Dobrna	Neuhaus bei Cilli	SLO	46.3384	15.2341	III	VR40	07:00
Eibiswald	Eibiswald	A	46.68	15.26	III	VR40	06:54
Gradisca	Gradisca	I	45.89	13.49	III	VR40	06:50
Grahovo ob Bači	Grahova	SLO	46.1567	13.8692	III	VR40	06:50
Hermaĝor	Hermaĝor im Gailthal	A	46.63	13.35	III	VR40	06:56
Kirschentheur	Kirchentheur	A	46.53	14.275	III	VR40	06:55:30
Knežak	Knežak, Grafenbrunn	SLO	45.6262	14.2438	III	IC124, VR40	
Krško	Gurkfeld	SLO	45.9667	15.4901	III	VR40	07
Lenart v Slovenskih goricah	St. Leonhard in Windisch Buehlen	SLO	46.5747	15.8373	III	VR40	07
Ljutomer	Luttenberg	SLO	46.5171	16.2076	III	VR40	07
Marano Lagunare	Marano Lacunare	I	45.76	13.17	III	IC368	06:30
Metlika	Moetling	SLO	45.6519	15.3246	III	VR40	07
Moellbruecke	Moellbruecken bei Sachsenburg	A	46.832	13.368	III	VR40	07
Motta di Livenza	Motta di Livenza	I	45.78	12.61	III	IC368	07
Mureck	Mureck	A	46.71	15.78	III	VR40	06:58
Nemški Rovt	Deutschruth	SLO	46.2717	13.9839	III	VR40	
Oberhof bei Metnitz	Oberhof bei Metnitz	A	46.962	14.149	III	VR40	06:54
Obloke	Obloke	SLO	46.1758	13.9119	III	VR40	
Ostrožno Brdo	Ostrožno berdo	SLO	45.6205	14.1291	III	VR40	07
Piran	Pirano	SLO	45.5289	13.5748	III	VR40	07:08
Piuma	Pevma	I	45.78	13.61	III	06:50	
Polenšak	Polenšak bei Pettau	SLO	46.4691	16.0073	III	VR40	
Poreč	Parenzo	CRO	45.227	13.602	III	VR40	07
Pritschitz	Pritschitz am Woerthersee	A	46.621	14.186	III	VR40	06:54
Pula	Pola	CRO	44.869	13.854	III	VR40	07
Sacile	Sacile	I	45.953	12.499	III	IC368	06:55
Stift Griffen	Stift Griffen	A	46.699	14.704	III	VR40	07:00
Stržišče	Stržišče	SLO	46.2138	13.9274	III	VR40	
Triban	Tribano	CRO	45.4	13.67	III	VR40	07
Udine	Videm	I	46.0633	13.2358	III	IC368	06:55
Umag	Umago	CRO	45.44	13.51	III	VR40	
Velden	Velden am	A	46.616	14.044	III	VR40	06:58

Kraj	Ime kraja v viru	Država	Lat	Lon	Intenziteta (EMS-92)	Vir	Čas v viru
	Woerthersee						
Vižinada	Visinada	CRO	45.31	13.75	III	VR40	06:45
Lovran	Lovrana	CRO	45.28	14.27	II-III	VR40	07
Palmanova	Palmanova	I	45.90	13.31	II-III	IC368	07
	Livenza	I			čutili	IC8	06:53
	Marana	I			čutili	IC8	06:53
	Villnoess	I			čutili	VR40	
Funes	Vilnoess bei Klausen	I			čutili	VR40	07
	Zappolo	I			čutili	IC8	06:53
Arnoldstein	Arnoldstein	A	46.55	13.71	čutili	VR40	
Bagnoli	Boljunc	I	45.6	13.85	čutili	VR40	
Dolenjske Toplice	Toplice pri Novem mestu, Toeplitz	SLO	45.7548	15.0631	čutili	IC149, VR40	
Dovje	Lenzenfeld	SLO	46.4679	13.9549	čutili	VR40	
Čemšenik	Čemšenik	SLO	46.1801	14.9487	čutili	IC149	
Črnomelj	Črnomelj	SLO	45.574	15.199	čutili	IC149	
Gailitz	Gailitz	A	46.567	13.689	čutili	VR40	
Gams bei Stainz	Gams bei Stainz	A	46.870	15.223	čutili	VR40	06:55
Gemona	Gemona	I	46.28	13.14	čutili	IC368	07 cca
Grahovo	Grahovo	SLO	45.7699	14.4273	čutili	IC149	
Gutenstein	Gutenstein	A	47.874	15.895	čutili	VR40	07:10
Hochobir	Hochobir	A	46.507	14.488	čutili	VR40	06:55
Jesenice - Javornik	Jauerburg	SLO	46.43	14.085	čutili	VR40	
Koper	Capodistria	SLO	45.5468	13.7341	čutili	VR40	07
Kostanjevica na Krki	Kostanjevica, Landstrass	SLO	45.8466	15.4297	čutili	IC149, VR40	
Krka	Krka na Dolenjskem	SLO	45.8816	14.783	čutili	IC149	
Lesce	Lees	SLO	46.3604	14.1609	čutili	VR40	06:58
Marezige	Marezige pri Kopru	SLO	45.5093	13.8007	čutili	IC149	
Nazarje	Nazaret v Savinjski dolini	SLO	46.3205	14.9579	čutili	IC149	
Novacuzzo	Novaki na Goriškem	I	46.02	13.45	čutili	IC149	
Ozeljan	Ozeljan bei Schoenpass	SLO	45.9436	13.7355	čutili	VR40	06:45
Pevc	Forsthaus Peuc	SLO	45.97	13.99	čutili	VR40	06:50 cca
Planina pri Sevnici	Montpreis	SLO	46.106	15.4137	čutili	VR40	07:05
Poertschach	Poertschach am See	A	46.64	14.14	čutili	VR40	07
Radovljica	Radmansdor	SLO	46.3429	14.1768	čutili	IC368	
Rijeka	Fiume	CRO	45.32	14.43	čutili	IC368	
Roemerquelle	Roemerquelle	A	48.096	16.998	čutili	VR40	06:45
Sagrado	Sagrado	I	45.87	13.475	čutili	VR40	06:43
San Giuseppe della Chiusa	Ricmanje	I	45.61	13.84	čutili	VR40	
Slavina	Slavina	SLO	45.7123	14.1822	čutili	IC149	
Srednja vas v Bohinju	Mitterdorf in der Wochein	SLO	46.2978	13.9307	čutili	VR40	06:50
Stara Cerkev	Stara Cerkev na Kočevskem, Mitterdorf	SLO	45.6697	14.8447	čutili	IC149, VR40	
Stari Trg pri Ložu	Altenmarkt bei Laas	SLO	45.7144	14.4742	čutili	VR40	06:57
Svibno	Scharfenberg	SLO	46.0639	15.1021	čutili	VR40	07:02
Šentlambert	Št. Lambert	SLO	46.1114	14.9398	čutili	IC149	
Šmarna gora	Šmarna gora	SLO	46.13	14.475	čutili	IC149	
Šmartno pri Slovenj Gradcu	St. Martin bei Windischgraz	SLO	46.4913	15.1126	čutili	VR40	07:00
Štjak	Štjak na Goriškem	SLO	45.7953	13.9103	čutili	IC149	
Tržišče	Sv. Trojica pri Mokronogu	SLO	45.9584	15.1987	čutili	IC149	
Trebnje	Trebnje	SLO	45.9107	15.0134	čutili	IC149	
Truške	Truške pri Kopru	SLO	45.495	13.8284	čutili	IC149	
Velika Štanga	Štanga	SLO	46.0486	14.7674	čutili	IC149	
Videm	Dobropolje	SLO	45.8487	14.6992	čutili	IC149	
Vransko	Vransko	SLO	46.2459	14.9566	čutili	IC124	
Železniki	Železniki	SLO	46.222	14.1632	čutili	IC149	
Zrenj	Sdregna	CRO	45.4	13.85	zvok	VR40	
Ljubljana-Gunclje	Gunclje	SLO	46.075	14.475	voda	VR40	
Bressanone	Brixen	I			niso čutili	VR40	
	Enneberg	I			niso čutili	VR40	
	Forni di Sopra	I			niso čutili	IC368	
	Rodda	I			niso čutili	IC368	
	S. Oderico	I			niso čutili	IC368	
	Verzegnis	I			niso čutili	IC368	
Adlešiči	Adlešiči	SLO	45.5226	15.3158	niso čutili	VR40	
Andreis	Andreis	I	46.20	12.61	niso čutili	IC368	

Kraj	Ime kraja v viru	Država	Lat	Lon	Intenziteta (EMS-92)	Vir	Čas v viru
Arba	Arba (Maniago)	I	46.14	12.79	niso čutili	IC368	
Caorle	Caorle	I	45.60	12.89	niso čutili	IC368	
Chiusaforte	Chiusaforte	I	46.41	13.31	niso čutili	IC368	
Codroipo	Codroipo	I	45.96	12.98	niso čutili	IC368	
Grado	Gradež	I	45.68	13.33	niso čutili	IC124	
Graz	Graz	A	47.070	15.442	niso čutili	VR40	
Grignano	Grignano	I	45.72	13.69	niso čutili	VR39	
Lienz	Lienz	A	46.835	12.762	niso čutili	VR40	
Majano	Majano	I	46.18	13.07	niso čutili	IC368	
Matrei in Osttirol	Windisch-Matrei	A	47.001	12.542	niso čutili	VR40	
Medea	Medea	I	45.92	13.41	niso čutili	VR40	
Moraro	Moraro	I	45.930	13.497	niso čutili	VR40	
Obertilliach	Obertilliach	A	46.711	12.617	niso čutili	VR40	
Paluzza	Paluzzo	I	46.53	13.02	niso čutili	IC368	
Piavon	Piavon	I	45.76	12.53	niso čutili	IC368	
Platschis	Platschis	I	46.24	13.38	niso čutili	IC368	
Pontebba	Pontebba	I	46.51	13.31	niso čutili	IC368	
Pozzoulo d. Friuli	Pozzoulo	I	45.99	13.19	niso čutili	IC368	
Prosecco	Prosecco	I	45.71	13.725	niso čutili	VR39	
S. Croce	S. Croce	I	45.73	13.68	niso čutili	VR39	
San Dona di Piave	S. Dona di Piave	I	45.63	12.57	niso čutili	IC368	
Sarmede	Sarmede	I	45.98	12.39	niso čutili	IC368	
Spinea Orgnano	Spinea	I	45.49	12.17	niso čutili	IC368	06:59:05
Stregna	Stregna	I	46.13	13.58	niso čutili	IC368	
Šmarjeta	St. Margarethen	SLO	45.8871	15.2557	niso čutili	VR40	
Vinica	Vinica	SLO	45.4616	15.2583	niso čutili	VR40	
Virgen	Virgen	A	47.004	12.458	niso čutili	VR40	
Zenson di Piave	Zenson	I	45.68	12.49	niso čutili	IC368	
Zoppola	Zoppolo	I	45.97	12.47	niso čutili	IC368	

OJAČENJE NIHANJA TAL ZARADI LOKALNE GEOLOŠKE ZGRADBE NA JUŽNEM OBROBJU LJUBLJANE (RAKOVA JELŠA)

THE EFFECT OF LOCAL GEOLOGY ON THE GROUND MOTION AT THE SOUTHERN RIM OF LJUBLJANA

Andrej Gosar, Mladen Živčić

Izvleček. S primerjavo zapisov nekaterih močnejših regionalnih potresov iz oktobra 1997 na začasni opazovalnici na Ljubljanskem barju in na observatoriju URSG na Golovcu smo ocenili ojačenje nihanja tal na barjanskih sedimentih. Pri tem smo uporabili spektralno razmerje med zapisoma na lokalnih tleh in na podlagi. Na lokaciji meritev (Rakova Jelša) je debelina barjanskih sedimentov 25 m, v podlagi pa so permski in karbonski skrilavci in peščenjaki, iz katerih je zgrajen tudi Golovec. Največje ojačenje amplitud nihanja, do 15-krat, je pri frekvencah okoli 2 Hz. To ustreza lastni frekvenci tri- do petnadstropnih zgradb.

Abstract. Seismograms of two stronger regional earthquakes in October 1997 recorded at the temporary station at Ljubljansko barje and at the observatory of the Geophysical Survey of Slovenia at Golovec were used in assessing the effect of sediments on ground motion. Ljubljansko barje is filled with soft lacustrine sediments which have a maximum thickness of 200 m. At the location of measurements at Rakova Jelša their thickness is 25 m. The bedrock is composed of Permian and Carboniferous sandstone and shale that outcrop on Golovec hill. By using the spectral ratio of the transversal component between sediments and bedrock location, an amplification of 15 was obtained around 2 Hz. For comparison, 50 seconds of records in time of maximum acceleration after the arrival of transversal waves were taken. The spectra were smoothed with a window of 0.4 Hz. The maximum amplification corresponds to the natural frequency of multistorey buildings.

Uvod

Vpliv lokalne geološke zgradbe na nihanje tal in na poškodbe zgradb ob potresu je že dolgo znan, vendar se je v preteklosti obravnaval predvsem kvalitativno ali s pomočjo empiričnih enačb. Razvoj inženirske seizmologije in prenosnih digitalnih potresnih opazovalnic pa je omogočil razvoj modernih kvantitativnih metod za oceno tega vpliva.

Tudi v Sloveniji smo že pri več potresih ugotavljali pomembne vplive lokalne geološke zgradbe na nihanje tal. V zadnjih letih so to pokazale podrobne makroseizmične raziskave ob dveh potresih 22. maja 1995 pri Ilirski Bistrici (Godec in sod. 1996) in ob zadnjem močnem potresu v Posočju 12. aprila 1998 (Vidrih in Godec, 1998). Proučevanje teh pojavov in njihovo razumevanje je pomembno pri prostorskem

planiranju in še posebej pri izbiri lokacij za pomembnejše objekte. Nekateri strokovnjaki (npr. Reiter, 1990) pripisujejo vplivu lokalne geološke zgradbe podoben pomen kot oddaljenosti lokacije od žarišča potresa.

Na območju Ljubljane se srečujemo z zelo različnimi seizmogeološkimi pogoji, od zelo dobrih na obrobju, kjer izdanjajo permski in karbonski peščenjaki in skrilavci prek srednje dobrih na območju, ki ga prekrivajo prodni nanosi reke Save, do najslabših na območju, kjer so na površini barjanski sedimenti. Analizirali smo zapise nekaterih močnejših regionalnih potresov v letu 1997, posnetih na Rakovi Jelši (Ljubljansko barje) in na observatoriju URSG na Golovcu, ki stoji na permskih in karbonskih klastitih. S kvantitativno primerjavo seizmogramov in njihovih spektrov smo poizkusili oceniti vpliv lokalne geološke zgradbe na južnem obrobju Ljubljane na nihanje tal.

Vpliv lokalne geološke zgradbe na nihanje tal

Učinki potresa na izbrani lokaciji so odvisni od:

- (a) žariščnih lastnosti potresa (magnituda, globina, oddaljenost, smer preloma in smer premika ob prelomu),
- (b) regionalne geološke zgradbe, ki vpliva na pot potresnega valovanja med žariščem in bližino lokacije (hitrost širjenja valovanja, dušenje),
- (c) lokalne geološke zgradbe (mehanske lastnosti, debelina in oblika sedimentacijskega bazena ter relief površja).

Kakšne bodo posledice potresa na objektu, ki stoji na tej lokaciji, pa je seveda odvisno tudi od potresne odpornosti oziroma ranljivosti objekta.

Lokalna geološka zgradba vedno vpliva na učinke potresa, vendar je njen prispevek lahko zelo različen, od zanemarljivega do zelo pomembnega. Najbolj znan je primer potresa 19. septembra 1985 (magnituda $M_s=8,1$), ki je katastrofalno prizadel Mexico City (10.000 mrtvih, 6 milijard USD škode), čeprav je bilo njegovo nadžarišče na Mehiški obali oddaljeno kar 400 km (Reiter, 1990). Do posebej močnega ojačenja nihanja tal v območju frekvenc, ki so rušilne za višje zgradbe (5 do 15 nadstropne), je prišlo le v predelu mesta, ki je bil zgrajen na sedimentih izsušenega jezera. Učinki potresa le nekaj kilometrov stran, kjer so tla iz magmatskih kamnin, pa so bili zanemarljivi.

Vpliv lokalne geološke zgradbe se lahko količinsko oceni na več načinov. Pri klasičnem pristopu se oceni, za koliko bo intenziteta potresa večja (prirastek intenzitete ali seizmični prirastek) od intenzitete na izbrani referenčni kamnini. Prirastek intenzitete je odvisen od treh glavnih dejavnikov: od razlike v akustični impedanci (zmnožek hitrosti in gostote) med lokalnimi tlemi in referenčno kamnino, od nivoja podzemne vode in od pojava resonance v tleh. Za te dejavnike, ki vplivajo na prirastek seizmičnosti, obstajajo v literaturi številne empirične in polempirične enačbe, s pomočjo katerih lahko ocenimo njihov prispevek (Ribarič, 1984; Slimak, 1996). Pri tem si pomagamo z geološkimi in

geofizikalnimi podatki in dodatnimi terenskimi meritvami. Z njimi določamo gostoto, hitrost vzdolžnega in prečnega valovanja v površinskih plasteh in v podlagi ter določimo nivo podzemne vode.

Kvantitativni načini obravnavanja vpliva lokalne geološke zgradbe

Vpliv lokalne geološke zgradbe lahko količinsko ocenimo z modeliranjem, z meritvami seizmičnega šuma ali s primerjavo zapisov potresov na različnih tleh.

V primeru, ko so na voljo bolj podrobni geološki podatki o plastoviti zgradbi podpovršja, lahko odziv tal pri različnih frekvencah izračunamo z modeliranjem. Večinoma se uporablja enodimenzionalno modeliranje, pri katerem predpostavimo vodoravno plastovitost. V zadnjem desetletju je razvoj računalnikov omogočil dvodimenzionalno modeliranje učinkov z upoštevanjem reliefa podlage sedimentnih bazenov in topografije površja. Razvoj pa gre še naprej v smeri tridimenzionalnih modelov.

Z meritvami naravnega in umetnega seizmičnega šuma in analizo spektra navpične in vodoravnih komponent lahko neposredno merimo odziv tal pri različnih frekvencah, ne da bi podrobneje poznali zgradbo podpovršja.

Povečanje amplitude nihanja tal (ojačenje) oziroma prirastek intenzitete najbolj stvarno ocenimo s primerjavo zapisov potresov in njihovih spektrov na lokaciji, prekriti s sedimenti, in na lokaciji, kjer podlaga teh sedimentov izdanja na površju. Redkeje se uporablja primerjava z zapisi seizmometra, nameščenega v vrtini, ki je dosegla podlago. Iz spektralnega razmerja med zapisi na površju sedimentov in tistimi na podlagi lahko izračunamo vpliv sedimentne plasti.

Metoda spektralnega razmerja

Zapis potresa (seizmogram) predstavlja časovni potek velikosti (amplitude) premika, hitrosti ali pospeška in je odvisen od štirih osnovnih dejavnikov:

- od procesov v žarišču potresa in od smeri, v kateri je potresno valovanje zapustilo žarišče (sevalna funkcija),
- od sprememb, ki jih je valovanje doživelo na poti od žarišča do potresne opazovalnice,
- od lastnosti lokalne geološke zgradbe (tal) na lokaciji potresne opazovalnice,
- od lastnosti naprave za zapisovanje potresov (prevajalna funkcija seizmografa).

Spekter Z_{ij} zapisa potresa i na opazovalnici j je zmnožek posamičnih spektrov zgoraj naštetih dejavnikov: žarišča M_{ij} , poti P_{ij} , lokalnih tal L_j in instrumenta I_j

$$Z_{ij} = M_{ij} P_{ij} L_j I_j$$

Če imamo na voljo zapisa Z_{ij} in Z_{ik} istega potresa i na dveh opazovalnicah j in k , katerih medsebojna razdalja je majhna v primerjavi z oddaljenostjo od žarišča potresa, lahko najprej opredelimo dejansko nihanje tal S_{ij} in S_{ik} na obeh lokacijah, tako da odpravimo vpliv instrumenta

$$S_{ij} = Z_{ij} / I_j$$

Ker je valovanje v obeh primerih zapustilo žarišče skoraj natančno v isti smeri in do opazovalnic prepotovalo pretežno isto pot, dokaj dobro velja, da je

$$M_{ij} = M_{ik} \quad \text{in}$$

$$P_{ij} = P_{ik}$$

iz česar sledi, da je

$$S_{ij} / S_{ik} = L_j / L_k$$

Razmerje spektrov nihanja tal tako določa le razlika v lokalni strukturi v območju neposredno pod opazovalnico. Če je ena od opazovalnic na trdi podlagi (osnovni kamnini), druga pa na sedimentih, odloženih na to podlago, lahko tako opredelimo vpliv sedimentnih plasti na spremembo amplitude (velikosti) nihanja. To metodo je prvi uporabil Borchardt (1970) pri raziskavah v okolici zaliva San Francisco.

Ocena vpliva lokalne geološke zgradbe na Rakovi Jelši

Južni del Ljubljane stoji na barjanskih sedimentih, ki seizmogeološko pomenijo slaba tla. Obenem je tu tudi podtalnica zelo plitvo, in sicer na globini od 1 do 2 m. V podlagi barjanskih sedimentov so permski in karbonski skilavci in peščenjaki, ki izdajajo na obrobju na Ljubljanskem gradu in na Golovcu, kjer stoji observatorij URSG.

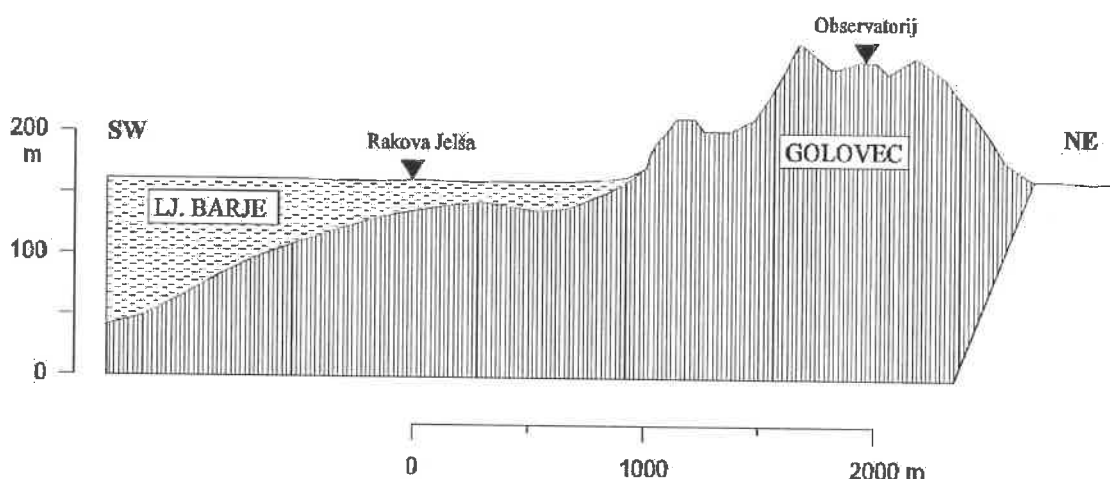
Da bi pridobili potresne zapise z barjanskih tal, ki bi jih primerjali z zapisi na observatoriju na Golovcu, smo 10. oktobra 1997 postavili prenosni akcelerograf Etna (Kinematics) na Rakovi Jelši, na levem bregu Ljubljanice. Z njim smo zapisovali potrese do 27. oktobra. V tem času sta bila dva močnejša regionalna potresa, ki sta bila primerna za primerjavo nihanja tal. Prvi je bil 13. oktobra ob 13:39 UTC z žariščem v južni Grčiji z magnitudo $M_s=6,6$ (oddaljenost okoli 1250 km), drugi pa 14. oktobra ob 15:23 UTC v srednji Italiji z $M_s=5,5$ (oddaljenost okoli 350 km). Gre za enega močnejših popotresov, ki so sledili dvema rušilnima potresoma, ki sta prizadela pokrajini Umbrija in Marche 26. septembra 1997.

Na območju Rakove Jelše je udorina Ljubljanskega barja zapolnjena z značilnim barjanskim profilom močvirskih sedimentov in majhnim deležem prodnih nanosov, ki so pogostejši v drugih predelih (Mencej, 1989). Globina do permske in karbonske podlage je bila določena s številnimi geoelektričnimi meritvami in znaša na merski lokaciji 25 m. Potrjuje jo tudi bližnja vrtina na desnem bregu Ljubljanice, ki je podlago navrtala v globini 22 m. Razdalja med lokacijo na Rakovi Jelši in observatorijem na Golovcu je 1970 m.

Profil na sliki 1 je bil narejen na podlagi tridimenzionalnega modela reliefa podlage Ljubljanskega barja, ki je bil izdelan iz vseh razpoložljivih geofizikalnih in vrtnih podatkov (Živanović in Rajver, 1991). Jugozahodno od Rakove Jelše podlaga hitro tone v globino prek 120 m, v smeri proti severovzhodu pa se globina manj spreminja.

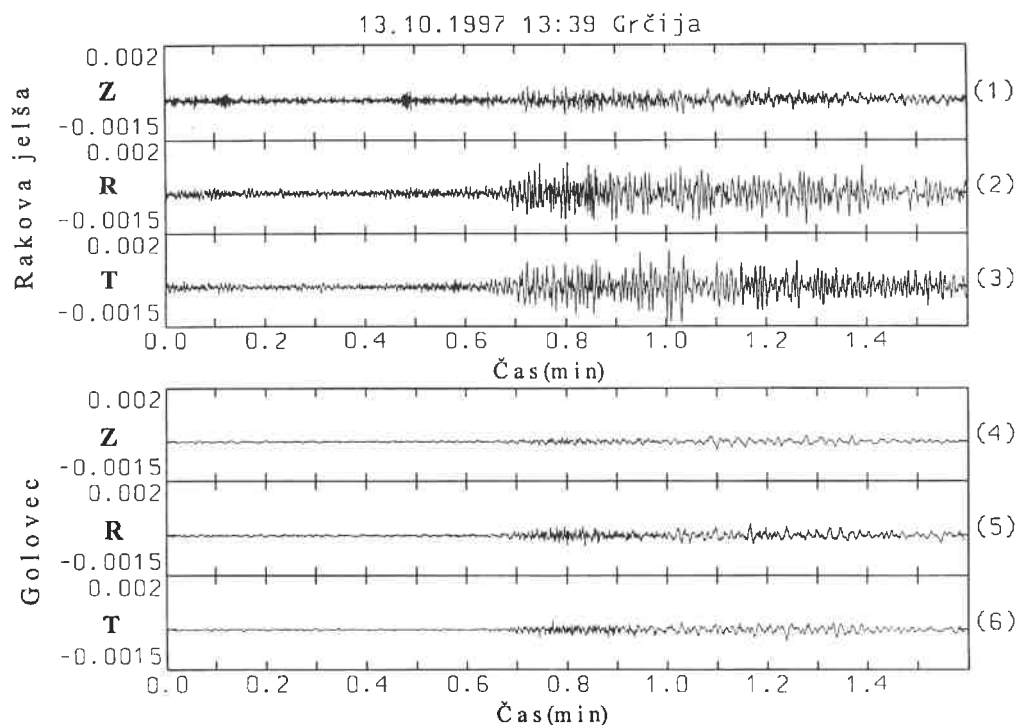
Zapise akceleroграфа Etna na Rakovi Jelši smo primerjali z zapisi seizmograфа SSR-1 (Kinematics) s seizmometri WR-1 na observatoriju na Golovcu. Za primerjavo smo izbrali 50 sekund zapisa v območju največjih pospeškov nihanj po prihodu prečnega valovanja. Zapise smo najprej popravili s prevajalno funkcijo instrumenta in potem rotirali v smer proti žarišču potresa, da smo dobili prečno komponento - T (pravokotno na smer razširjanja valovanja), pri kateri so amplitude prečnega valovanja največje, in radialno komponento - R (v smeri razširjanja). Na sliki 2 so dane vse tri komponente (Z,R,T) zapisa "grškega" potresa na Rakovi Jelši in na Golovcu, na sliki 3 pa zapisi "italijanskega" potresa. V obeh primerih je podan časovni zapis pospeškov nihanja tal.

Na sliki 4 je podano spektralno razmerje zapisov prečne komponente na obeh lokacijah (zglajeno z 0,4 Hz širokim oknom) za vsak potres posebej in dodatno zglajeno geometrijsko povprečje obeh. Ob domnevi, da se bodo tla enako obnašala v primeru močnega nihanja (velikih pospeškov) kot so se v tem primeru pri šibkih pospeških, vidimo, da v območju frekvenc okoli 2 Hz (nihajni čas 0,5 s) lahko pričakujemo ojačenje amplitud nihanja do 15-krat, kar ustreza povečanju potresne intenzitete za več kot eno stopnjo EMS-lestvice. To ojačenje je najbolj izrazito pri frekvenci, ki ustreza lastni frekvenci večnadstropnih hiš. To pomeni, da v primeru potresa lahko pride do rezonančnih učinkov med stavbo in podlago in s tem do dodatnega povečanja amplitude nihanja. Pritlične in enonadstropne hiše, ki na tem območju prevladujejo, imajo višje lastne frekvence, pri katerih pa je ojačenje zaradi lokalnih tal manjše.



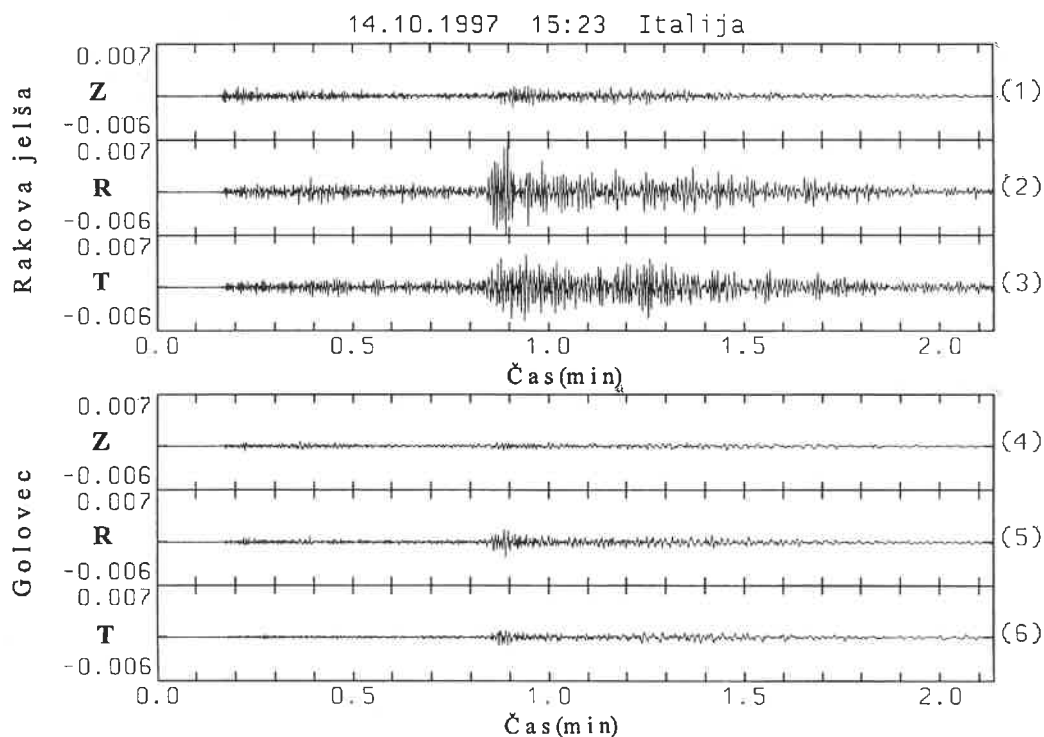
Slika 1. Prerez vzhodnega dela Ljubljanskega barja in Golovca z lokacijama meritev. Vertikalno merilo je 5-krat previšano.

Figure 1. Profile across the eastern part of Ljubljansko barje and Golovec with locations of measurements. Vertical scale is exaggerated by 5 times.



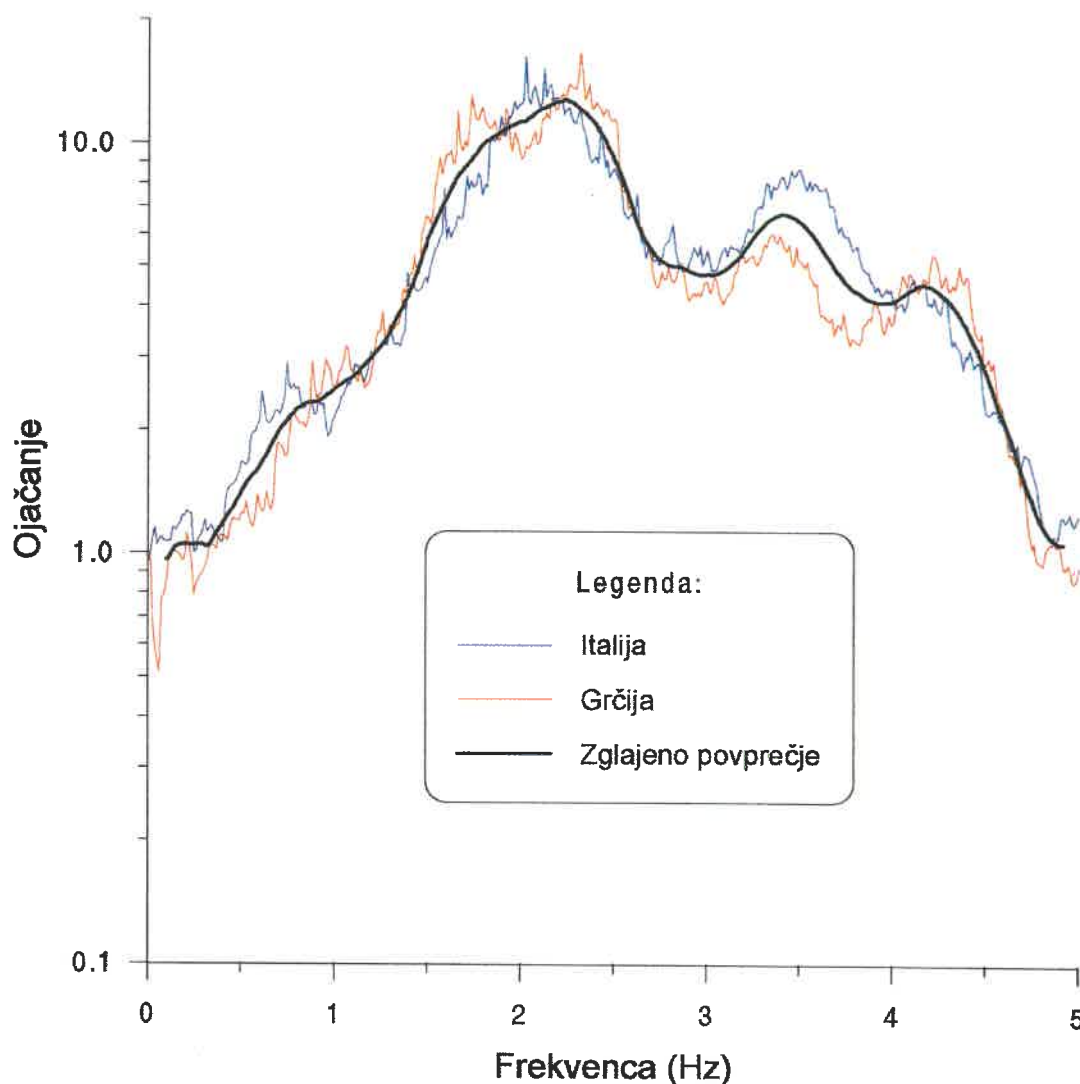
Slika 2. Zapisi treh komponent pospeškov v m/s^2 na Rakovi Jelši in na Golovcu za potres 13. oktobra 1997 v južni Grčiji.

Figure 2. Three-components acceleration time-series in m/s^2 at Rakova Jelša and Golovec for the earthquake in southern Greece on 13 October 1997.



Slika 3. Zapisi treh komponent pospeškov v m/s^2 na Rakovi Jelši in na Golovcu za potres 14. oktobra 1997 v srednji Italiji.

Figure 3. Three-components acceleration time-series in m/s^2 at Rakova Jelša and Golovec for the earthquake in central Italy on 14 October 1997.



Slika 4. Spektralno razmerje prečne komponente na Rakovi Jelši in Golovcu za potresa v Grčiji in Italiji ter njuno zglajeno geometrijsko povprečje.

Figure 4. Spectral ratio for the transversal component at Rakova Jelša and Golovec for earthquakes in Greece and Italy and their smoothed geometric mean.

Zaključek

Globina do permske in karbonske podlage je v južnem delu Ljubljane med 25 in 80 m. Sedimenti so pretežno barjanski (jezerski), ponekod pa so pod njimi tudi debelejše plasti proda Gradaščice. Meritve na območju Rakove Jelše in predhodni izračuni za nekatere druge debeline so pokazali, da globina podlage bistveno vpliva na spekter. Na lokaciji raziskav smo ugotovili največje ojačenje amplitud nihanja, do 15-krat, pri frekvencah okoli 2 Hz. To ustreza lastni frekvenci večnadstropnih zgradb. Na drugih območjih sta ojačenje in dominantna frekvenca lahko precej drugačna. Večja debelina namreč pomeni premik vrha ojačenja k nižjim frekvencam, ki pomenijo nevarnost predvsem za

višje zgradbe. Premik vrha na spektru ojačenja k višjim frekvencam (5-10 Hz), ki bolj ogrožajo nizke zgradbe, lahko pričakujemo na obrobju kotline, kjer so globine do podlage manjše. Mehanske lastnosti sedimentov so na območjih, kjer delno nastopa prod, predvidoma boljše kot na raziskani lokaciji, kjer prevladuje barjanski profil, vendar bo njihov vpliv na spekter odziva potrebno še raziskati.

Literatura

- Borcherd, R. D. 1970, Effects of Local Geology on Ground Motion near San Francisco Bay. Bull. Seism. Soc. Am., 60/1, 29-61.
- Godec, M., Vidrih, R., Cecić, I. 1996, Potresa na območju Ilirske Bistrice 22. maja 1995 - poškodbe objektov, Ujma, 10, 84-88.
- Mencej, Z. 1989. Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija, 31-32, 517-553.
- Reiter, L. 1990, Earthquake Hazard Analysis. Columbia University Press, 254 pp.
- Ribarič, V. 1984, Potresi. Cankarjeva založba, 271 pp.
- Slimak, Š. 1996, Inženjerska geofizika, Univerzitet u Beogradu, 398 pp.
- Vidrih, R., Godec, M. 1998, Potres v Posočju 12. aprila 1998, Življenje in tehnika, junij 1998, 59-67.
- Živanović, M., Rajver, D. 1991, Raziskave termalne vode na Ljubljanskem barju in polju, V. faza. Tipkano poročilo, arhiv IGGG, 15 str.

**TERENSKA UPORABA EMS-92 LESTVICE
PRIMERI IZ SREDNJE ITALIJE, SEPTEMBER - OKTOBER 1997
USE OF THE EMS-92 SCALE IN FIELD WORK; CENTRAL
ITALY, SEPTEMBER - OCTOBER 1997**

Ina Cecić in Maria Serafina Barbano*

* Istituto di Geologia e Geofisica, Universita, Corso Italia 55, 95129 Catania, Italija, barbano@mbox.unict.it

Izveček. V septembru in oktobru 1997 so provinci Umbrijo in Marche v srednji Italiji prizadeli številni močni potresi, ki so imeli nadžarišče v bližini krajev Nocera Umbra, Colfiorito in Sellano. Potres 26. septembra 1997 ob 9. uri in 41 minut so čutili tudi prebivalci Slovenije z največjo intenziteto IV-V EMS (Cecić in sod., 1998a,b). Nekaj dni po prvih, najmočnejših potresih je skupina seizmologov, geologov, zgodovinarjev, arhitektov in geografov pregledala stanje na prizadetem območju. Zbrali smo veliko makroseizmičnih podatkov, kar je omogočilo ocenjevanje potresnih učinkov po novi evropski potresni lestvici (EMS-92). Pri terenskem delu smo naleteli na številne težave, še posebej zaradi pomanjkanja izkušenj pri delu z EMS-92 pri tako močnih potresih. Poleg tega smo se soočili s poškodbami na velikem ozemlju, ki se je iz dneva v dan večalo. Večinoma smo imeli največ težav z določanjem potresne ranljivosti raznovrstnih zgradb in pri ločevanju učinkov posameznih potresov. Izkušnje, nabrane pri tem terenskem delu, so nas pripeljale do zaključka, da potrebuje lestvica nekaj dopolnitev oziroma pojasnil v zvezi z klasifikacijo stavb, kot tudi pojasnil, kaj se s stavbami dogaja po poškodbah.

Abstract. In September and October 1997, the regions of Umbria and Marche in Central Italy were hit by a sequence of strong and damaging earthquakes, with epicentres in the vicinity of the towns Nocera Umbra, Colfiorito and Sellano. A few days after the strongest earthquakes, an ad-hoc expert team was formed of seismologists, geologists, historians, architects and geographers who conducted a quick survey of the most devastated areas. The macroseismic data were collected to a great extent in order to be able to use the EMS-92 scale while estimating the intensities. A preliminary field form was constructed and used as the common base for the collecting of data. Several problems were encountered during the field work and intensity estimation process, due to a lack of experience with EMS on the one hand and the huge damaged area that was growing bigger every day on the other. General problems involved how to establish building typology and how to separate damage impacts of different shocks. The field experience led us to believe that some improvement in the scale is needed in order to give more indications about building classification and building behaviour and resistance after damage.

Uvod

V novi lestvici EMS-92 najdemo posamezne dele, ki niso dovolj natančno opredeljeni in ne omogočajo zaželjene preproste uporabe lestvice. To so predvsem definicije ranljivosti zgradb in stopenj poškodb. Zavedati se je treba, da je EMS lestvica predvsem orodje seizmologov, ki največkrat nimajo poglobljenega znanja iz gradbeništva.

Cilj članka je predvsem zastaviti nekatera vprašanja in ne vedno podati vse odgovore, včasih jih celo niti ne nakazati. Veliko vprašanj bo zagotovo rešenih po večkratni terenski uporabi lestvice; da bi dosegli nekatere odgovore ali dogovore, je seveda potrebna tudi poglobljena strokovna razprava.

Analiza ločevanja učinkov, ki so nastali pri med seboj časovno zelo malo oddaljenih potresih, ni predmet tega članka. Verjamemo, da ni mogoče pravilno oceniti intenzitete za stopnje več kot VI EMS potem, ko so zgradbe že poškodovane (in potem niso obnovljene ali ne pravilno), dokler ne vemo več o obnašanju zgradbe v novih pogojih. Zato menimo, da daje ocena intenzitete na podlagi skupnih učinkov več potresov pogosto stvarnejšo podobo stanja.

Celotna množica zbranih makroseizmičnih podatkov za potrese v srednji Italiji je dostopna na internetu (Stucchi in sod., 1998b).

Razredi ranljivosti zgradb in stopnja poškodb

Pri terenskem delu smo naleteli na številne težave predvsem zaradi pomanjkanja izkušenj pri delu z EMS-92 pri tako močnih potresih, pa tudi zaradi zelo velikega ozemlja, na katerem so se pojavile poškodbe, ki se je poleg tega iz dneva v dan večalo (Stucchi in sod., 1998a; Tertulliani in Tosi, 1998). Na splošno se je največ dvomov pojavljalo pri določanju potresne ranljivosti zgradb in pri ločevanju učinkov posameznih potresov.

Poglavitna novost, ki jo EMS-92 lestvica uvaja, je priročnik o uporabi lestvice in ponazoritve uporabljenih pojmov in definicij. Zgradbe so glede na način zidave razdeljene v šest razredov potresne ranljivosti. Najslabša gradnja sodi v razred A, potresno varno projektirane armirano-betonske pa v razred F. Poškodbe so razvrščene v pet stopenj; za prvo stopnjo so značilne le lasaste razpoke v ometu in odpadanje majhnih koščkov ometa v malokaterih primerih, peta stopnja pomeni popolno ali gotovo popolno porušitev zgradbe. Za ponazoritev je lestvici v prilogi dodano poglavje z več kot 20-timi posnetki značilnih primerov poškodb, ki so jih povzročili močni potresi po celem svetu in ustreznimi opredelitvami razreda ranljivosti in stopnje poškodb.

Del lestvice EMS-92, ki daje podrobnosti v zvezi z različnimi razredi zgradb je vsekakor koristen in uporaben ter na prvi pogled deluje natančno in razvidno; žal se pri terenskem delu hitro izkaže, da se pojavljajo težave na vsakem koraku. V povprečju je seizmologu zelo težko ali celo nemogoče dobro določiti razred ranljivosti zgradbe brez pomoči gradbenika ali arhitekta oziroma osebe z ustreznim inženirskim znanjem.

- Določanje razreda ometanih zgradb (včasih je ogled zgradbe možen samo od zunaj): Če je zgradba ometana, je težko opredeliti razred ranljivosti. V srednji Italiji obstajajo številne zgradbe, ki bi lahko sodile v razred A, B ali celo C (slika 1). V takih primerih je seveda koristno vprašati prebivalce za podatke o starosti in drugih lastnostih zgradbe. Če to ni mogoče (velikokrat so poškodovana naselja prazna in živijo prebivalci v precej oddaljenih šotoriščih), upoštevamo pri ocenah intenzitete več možnih različic ranljivosti.



Slika 1. Nocera Scalo. Čeprav od zunaj ni videti večjih poškodb, so hišo ob glavni cesti podprli s tramovi. (Foto: J. Lapajne)

Figure 1. Nocera Scalo. No significant damage is visible from the outside, but the house on the main road was supported by wooden beams. (Photo J. Lapajne)

- Težave pri določanju stopnje poškodb za posamezno zgradbo. Poškodbe so včasih v različnih delih stavbe zelo različne. Tako npr. v enem delu zgradbe vidimo samo poškodbe 1. in 2. stopnje, v drugem delu pa tretje ali celo četrte stopnje. Taka razlika se velikokrat pokaže med prizidki in prvotnim objektom, saj so prizidki zgrajeni pozneje in/ali na drugačen način (slika 2). V primeru, da je več zgradb (istega ali različnega razreda ranljivosti) povezanih skupaj: jih obravnavamo kot en objekt ali kot več objektov? Primer, ki smo ga večkrat srečali, sta dve povezani zgradbi. Ponavadi gre za kmetije (ena polovica je stanovanjski objekt, drugo uporabljajo kot senik in hlev) z delnim podorom enega dela zgradbe (slika 2). Vprašanje, ki se je pojavljalo, je bilo, ali je v takem primeru pravilneje govoriti o enem objektu z delno porušitvijo (4. stopnja) ali pa gre za dva objekta, od katerih ima eden poškodbe 5. stopnje (popolna porušitev) in drugi poškodbe 3. stopnje.



Slika 2. Osamljena kmetija blizu Colfiorita. Gospodarski del stavbe je utrpel veliko hujše poškodbe kot stanovanjski del. (Foto: I. Cecić)

Figure 2. Isolated farm near Colfiorito. The agricultural part of the house was much more damaged than the living quarters. (Photo: I. Cecić)

- Ali je zgornji del stavbe zares bolj ranljiv? Po zdravi pameti bi temu morda lahko pritrdili. Na terenu pa smo se prepričali, da vendarle ni vedno tako. Do težav prihaja, ko dobi stara in slabo zgrajena hiša težko novo nadstropje, kar je bil pogost primer v srednji Italiji. Takrat izgleda slika poškodb postavljena na glavo: stene pritličja so močno poškodovane ali celo delno porušene, nadstropje in streha pa ostaneta nepoškodovana (slika 3).

Slabo opredeljene podrobnosti v EMS-92

- Čeprav je "modra knjižica" z lestvico EMS-92 vsekakor koristno orodje, pri terenskem delu ni preveč priročno listati po njej. Poenostavljen pregled učinkov bi uporabo lestvice na terenu bistveno olajšal. Primer poenostavljenega terenskega obrazca je v preglednici 1.

Preglednica 1. Opredelitve potresnih učinkov za intenzitete od III do VIII EMS-92 (učinki na ljudi, predmete in delno zgradbe); v oklepajih so dani učinki, ki niso izrecno navedeni v besedilu, vendar jih lahko pričakujemo.

Table 1. Definitions of earthquake effects for intensities from III to VIII EMS-92 (effects on people, objects and partially buildings); effects that are not specifically written in the scale but are to be expected are given in brackets.

Učinek	III	IV	V	VI	VII	VIII
Potres opišemo kot	šibak	zmeren	močan	povzroči neznatne poškodbe	povzroči poškodbe	povzroči težke poškodbe
V zgradbah ga zaznajo	posamezniki	mnogi	večina	večina	(večina)	(večina)
Na prostem ga zaznajo	(nihče)	zelo redki	posamezniki	mnogi	(večina)	(večina)
Prebudijo se		posamezniki	mnogi	(večina)	(večina)	(večina)
Ljudje	(se ne prestrašijo)	tresljaji ne prestrašijo	nekateri se prestrašijo in zbežijo ven	mnogi se prestrašijo in zbežijo ven	večina se prestraši in zbeži ven	(splošen preplah)
Ljudje				nekateri izgubijo ravnotežje	mnogi težko stojijo	mnogi težko stojijo celo zunaj
Viseči predmeti	rahlo zanihajo	nihajo	močno nihajo	(močno nihajo)	(močno nihajo)	
Predmeti, knjige itn.			labilni se lahko premaknejo ali padejo	stabilni lahko padejo	veliko pade s polic	veliki padejo (npr. TV)
Tla in stene celotne zgradbe		škripanje, rahlo tresenje	močno tresenje	(močno tresenje)		
Posoda in steklenina		žvenketa	močno žvenketa	se lahko razbije	(mnogo razbitih)	(večinoma se razbije)
Pohištvo		rahlo tresenje	močno tresenje	lahko se premakne	se premakne, zgoraj obteženo se lahko prevrne	se lahko prevrne
Odrpta vrata in okna		žvenketajo	odpirajo, loputajo, šipe lahko popokajo	(odpirajo, loputajo, šipe lahko popokajo)		

- Katero je najmanjše število zgradb, ki je potrebno za določitev intenzitete? V primeru večjega števila zgradb, ki so razdeljene v različne razrede ranljivosti, je ocena intenzitete narejena na reprezentativnem vzorcu. Kot primer lahko navedemo naselje Villa (del večjega kraja Annifo), v katerem je približno 70 zgradb (50 razreda A, 10-12 razreda B in 5-7 razreda C). Mnoge zgradbe razreda A so utpele poškodbe 4. in 5. stopnje (preglednica 3). Mnoge zgradbe razreda B so utpele poškodbe 3. stopnje, nekatere razreda C pa 2. stopnje. Tukaj je možno določiti intenziteto na podlagi različnih stopenj poškodb na različnih razredih zgradb (slika 4).



Slika 3. Le Moline. Delno porušena zunanja stena starejše hiše z dograjenim nadstropjem (foto: I. Cecić).

Figure 3. Le Moline. Partial collapse of the outer wall of the old house with heavy first floor (photo: I. Cecić).

Preglednica 2. Pregled poškodb v kraju Annifo - Villa je označen s poudarjenim tiskom.

Okrajšave: TNB - skupno število zgradb; AT - skupno število zgradb razreda A; M - mnoge (10-60%); F - nekaj (do 20%)

Table 2. Overview of damage to Annifo - Villa is given in bold letters

Abbreviations: TNB - total number of buildings; AT - total number of buildings of class A; M - many (10-60%); F - few (up to 20%)

ANNIFO - VILLA				
TNB70; AT50: A4 M, A5 M; BT10-12: B3 M, B4 F; CT5-7: C2 F				
INTENZITETA POŠKODBE	VII	VIII	IX	X
2. stopnja	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D	mnoge D nekaj E	mnoge E nekaj F
3. stopnja	mnoge A nekaj B	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D	mnoge D nekaj E
4. stopnja	nekaj A	mnoge A nekaj B	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D
5. stopnja	ni	nekaj A	mnoge A nekaj B	večina A mnoge B nekaj C

V vasi Collecurti smo našli le 20 hiš: 9-11 razreda A, 7-8 razreda B in 3-4 razreda C (preglednica 3). Slednje so bile zelo malo poškodovane, toda skoraj vse druge stavbe so bile porušene (slika 5). Mnoge zgradbe razreda A so utrpeli poškodbe 4. in 5. stopnje. Podobno je bilo tudi za zgradbe razreda B. Ali je v tem primeru sploh smiselno opredeliti intenziteto? Poškodbe so razdeljene v razponu od VII do X EMS. Ali lahko tri ali štiri zgradbe od skupno sedmih ali osmih upoštevamo kot "mnoge" in eno od treh ali štirih zgradb kot "posamezne"?

Preglednica 3. Pregled poškodb v kraju Collecurti je označen s poudarjenim tiskom. Okrajšave: TNB - skupno število zgradb; AT - skupno število zgradb razreda A; M - mnoge (10-60%).

Table 3. Overview of damage to Collecurti is given in bold letters

Abbreviations: TNB - total number of buildings; AT - total number of buildings of class A; M - many (10-60%).

COLLECURTI					
TNB20; AT9-11: A4 M, A5 M; BT7-8: B4 M, B5 M; CT3-4: C2 1, C4 1					
INTENZITETA POŠKODBE	VII	VIII	IX	X	XI
2. stopnja	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D	mnoge D nekaj E	mnoge E nekaj F	mnoge F
3. stopnja	mnoge A nekaj B	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D	mnoge D nekaj E	mnoge E nekaj F
4. stopnja	nekaj A	mnoge A nekaj B	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D	mnoge D nekaj E
5. stopnja	ni	nekaj A	mnoge A nekaj B	večina A mnoge B nekaj C	večina B mnoge C nekaj D

V vasi Le Cese so zgradbe (15 po številu) izgledale kot razred A (slika 6). Mnoge so utrpeli poškodbe 5. stopnje, večina 4. stopnje in le ena 3. stopnje (preglednica 4). Če pogledamo lestvico, tako razporejene poškodbe sodijo lahko k intenziteti IX ali tudi VIII EMS-92. Lestvica ne določa, v katero intenzitetno stopnjo sodi učinek, če ima večina zgradb razreda A poškodbe 4. stopnje. Zato smo ta podatek v preglednici upoštevali kot "mnoge" in ne kot večino, meneč, da je za tak učinek potrebna intenziteta, ki je večja od VIII EMS-92. Podoben problem predstavlja podatek o eni sami zgradbi razreda A, ki je imela poškodbe 3. stopnje. Toda tukaj se nam zastavlja še eno vprašanje: kaj narediti, če vse zgradbe v nekem kraju sodijo v isti razred ranljivosti? Kako pravilno določiti intenziteto, če nam druga diagnostika preprosto ni dostopna?



Slika 4. a) pogled na Annifo-Villa (foto: I. Cecić).

b) detajl iz središča vasi (foto: I. Cecić).

Figure 4. a) view of Annifo-Villa (photo: I. Cecić).

b) detail from the centre of the village (photo: I. Cecić).



Slika 5. V vasi Collecurti je večina zgradb utrpela hude poškodbe; pod ruševinami je umrlo nekaj ljudi (foto: I. Cecić).

Figure 5. In the Collecurti village most houses were heavily damaged. Several people died under collapsed houses (photo: I. Cecić).



Slika 6. Od vasice Le Cese so ostale le ruševine (foto: J. Lapajne).

Figure 6. The small village of Le Cese was left in ruins (photo J. Lapajne).

Preglednica 4. Pregled poškodb v kraju Le Cese je označen s poudarjenim tiskom. Okrajšave: TNB - skupno število zgradb; AT - skupno število zgradb razreda A; Mo - večina (več kot 50%); M - mnoge (10-60%).

Table 4. Overview of damage to Annifo - Villa is given in bold letters

Abbreviations: TNB - total number of buildings; AT - total number of buildings of class A; Mo - most (more than 50%); M - many (10-60%).

LE CESE			
TNB 15; AT 15: A3 1, A4 Mo, A5 M			
INTENZITETA POŠKODBE	VIII	IX	X
3. stopnja	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D	mnoge D nekaj E
4. stopnja	mnoge A nekaj B	mnoge B nekaj C	mnoge C nekaj D
5. stopnja	nekaj A	mnoge A nekaj B	večina A mnoge B nekaj C

- V srednji Italiji smo se nenehno srečevali z pojavom osamljenih raztresenih hiš; pogosto so bile resno poškodovane. Določanje intenzitete za eno samo hišo je nemogoče in po definiciji nepravilno. Kljub temu smo poskušali podrobno dokumentirati poškodbe. Menimo, da je poleg osamljenih objektov zelo pomembno zbrati podrobne podatke tudi o poškodbah na monumentalnih objektih (cerkve, gradovi itn.). Teh podatkov sicer pri določanju intenzitet za današnje potrese ne uporabljamo (sliki 7 in 8). Toda podatki za take objekte pomenijo dragoceno informacijo, ki lahko pojasni ali celo pomaga ustrezno ovrednotiti nekatere zgodovinske potrese na danem območju.
- Še eno vprašanje se je pogosto pojavljalo: Ali je pri določanju poškodovanosti pomembnejša izguba življenj ali imetja? Pri poškodbah 5. stopnje lahko zgradbe na splošno razdelimo v dve skupini: take, ki se popolnoma porušijo in pod seboj pokopljejo ljudi, in take, ki so nepopravljivo poškodovane, vendar niso povzročile žrtev. V obeh primerih je potrebno tak objekt popolnoma odstraniti in nadomestiti s novim. Pri tem ni vseeno, če so pri popolni ali skoraj popolni porušitvi bila ohranjena ali izgubljena človeška življenja. Tu nam opredelitev 5. stopnje poškodb za manj odporne razrede hiš (A, B) ne daje možnosti za razlikovanje teh dveh primerov.



Slika 7. Poškodba na baziliki sv. Frančiška v mestu Assisi. Pri padcu dela ostrešja so umrli štirije ljudje (foto: I. Cecić).

Figure 7. Damage to the St. Francis church in Assisi. Four people died due to the part of the roof construction falling in (photo: I. Cecić).



Slika 8. Značilne diagonalne razpoke na cerkvi in zvoniku v kraju Nocera Scalo (foto: J. Lapajne).

Figure 8. Characteristic diagonal cracks on the church and tower in Nocera Scalo (photo J. Lapajne).

Zaključki in priporočila

Terenske izkušnje, ki smo jih pridobili pri zbiranju in vrednotenju makroseizmičnih podatkov v srednji Italiji, so bile izredno dragocene. Naučili smo se tudi, da lahko za še uspešnejše terensko delo pri prihodnjih potresih zelo koristijo naslednji pripomočki:

- preprost vprašalnik, v katerega se vpisujejo podatki neposredno na terenu; tak vprašalnik prepreči, da bi pozabili zapisati kak ključen podatek; ker so vsi podatki zbrani že v med seboj primerljivi obliki, je njihova poznejša obdelava preprostejša (Stucchi in sod., 1998a)
- poenostavljena različica lestvice v obliki preglednice je priročnejša za kratko informacijo ali opomnik o učinkih potresa; lahko jo uporabimo tudi kot pripomoček pri določanju intenzitet
- sodelovanje gradbenikov ali arhitektov v terenski skupini lahko bistveno izboljša kakovost zbranih podatkov o poškodbah.

Pojasnimo še nekaj dejstev, uporabnih pri določanju intenzitet:

- Čeprav celo tako visoki stopnji intenzitet, kot sta sedma in osma, ki imata v svojem opisu še dodatne opredelitve učinkov (na ljudi, predmete in naravo), ki se pojavijo šele pri teh stopnjah, je intenziteta v praksi pogosto določena le na podlagi poškodb in ne na podlagi celotne množice učinkov potresa. To se pogosto dogaja v primerih, ko so prebivalci celotnih vasi preseljeni v začasna prebivališča (šotore, prikolice) in ostanejo vasi popolnoma prazne. Tudi zgradbe so takrat za ogled dostopne samo od zunaj. Takrat je potrebno zbrati podatke iz celotnega naselja ali vzeti vsaj naključni vzorec iz vseh njegovih delov in ne le iz najbolj poškodovanega dela. Pri tem je ključen podatek število vseh zgradb v naselju, oziroma število nepoškodovanih zgradb.
- Ko učinki potresa dosežejo in presežejo opis neke intenzitetne stopnje, vendar zagotovo ne učinkov naslednje višje stopnje, je tem učinkom treba pripisati nižjo oziroma doseženo vrednost; opise, ki jih daje lestvica, je treba jemati za mejne vrednosti (Grünthal, 1993ab). Vendar pogosto se je težko izogniti primerom, ko dajo vmesne stopnje (npr. VI-VII) primernejši opis stanja.
- Če poteka življenje v nekem kraju po potresu bolj ali manj normalno, je to v neposrednem nasprotju z morebitno določitvijo intenzitete IX EMS-92 ali več za to naselje; to je posebej pomembno pri obdelavi zgodovinskih potresov.
- Čeprav ni mogoče določati intenzitete za osamljene objekte, je vseeno pomembno zbrati podatke o poškodbah in drugih učinkih potresa na the zgradbah, kajti ti podatki nam lahko pomagajo pri razumevanju opisov zgodovinskih potresov na tem območju.

Nekatera, vendar še zdaleč ne vsa tukaj zastavljena vprašanja, so že dobila svoje odgovore v novi različici EMS lestvice iz leta 1998. Seveda bo tudi to različico

potrebno natančno preveriti v praksi. Lahko le upamo, da naslednje priložnosti za to ne bo tako kmalu.

Zahvala

Želiva se zahvaliti vsem članom delovne skupine o EMS podatkih za potrese v srednji Italiji 1997 za številne diskusije in izmenjave izkušenj ter mnenj o problemih, s katerimi smo se srečevali na terenu. Predvsem pa velja zahvala G. Monachesiju in V. Castelli (Osservatorio Geofisico Sperimentale, Macerata, Italija) za vso pomoč in gostoljubnost med našim bivanjem v Marche in Umbriji.

Literatura

- Barbano, M.S. in Cecić, I., 1998a. The use of EMS-92 scale in the field work; Central Italy, September - October 1997. XXVI General Assembly of ESC, Tel Aviv, Israel, August 1998.
- Barbano, M.S. in Cecić, I., 1998b. Examples of the use of EMS-92 scale in the field work: examples from the Central Italy, September - October 1997. XXIII General Assembly of EGS, Nice, France, April 1998.
- Cecić, I., Zupančič, P. in Godec, M., 1998. Posledice potresov v srednji Italiji jeseni leta 1997. Ujma, Ljubljana (v tisku).
- Grünthal, G. (ur.), 1993a. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 7, Luxembourg, 79 pp.
- Grünthal, G. (ur.), 1993b. European Macroseismic Scale 1992 (up-dated MSK-scale). http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg2/ems92/ems92_0.htm
- Lapajne, J., 1997. Strokovna beseda - Ponovno o magnitudi in intenziteti potresa. Ujma, Ljubljana, pp. 311-312.
- Stucchi, M. in EMS delovna skupina, 1998a. Testing the EMS in the case of the 1997, central Italy earthquakes. Presented at XXIII General Assembly of EGS, Nice.
- Stucchi, M. in WG on EMS data of the 1997, Central Italy earthquakes, 1998b. Earthquakes of September-October 1997 in Umbria-Marche (Central Italy): Macroseismic data in terms of EMS-92 scale. http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/T19970926_eng/home.html
- Tertulliani, A. in Tosi, P., 1998. Preliminary results of the macroseismic survey of the Colfiorito sequence (central Italy). XXIII General Assembly of EGS, Nice, France, April 1998.

MOČNEJŠI POTRESI PO SVETU LETA 1997 WORLD'S LARGEST EARTHQUAKES IN 1997

David Dolenc, Renato Vidrih, Jure Bajc

Povzetek. Vsako leto zatrese Zemljo nekaj stotisoč potresov, ki presegajo magnitudo 2,0 (Dolgoft, 1998) in katerih žarišča so razporejena predvsem na stikih večjih geotektonskih plošč. Potresno najdejavnejši območji sta obtihoceanski in sredozemsko-himalajski pas, ki vključuje tudi naše kraje. Večina potresov je šibkih, ne povzročajo gmotne škode in ne zahtevajo človeških življenj, med njimi pa je vsako leto nekaj deset takih, ki povzročijo veliko razdejanje in zahtevajo smrtne žrtve. Med 80 potresi, ki so dosegli ali presegli magnitudo 6,5 oziroma povzročili manjšo ali večjo gmotno škodo ter zahtevali človeška življenja, smo natančneje opisali 59 potresov. Potres z največ smrtnimi žrtvami je bil 10. maja v severnem Iranu. V njem je umrlo 1567 ljudi. Močan potres 28. februarja na meji Armenije, Azerbajdžana in Irana je zahteval 965 človeških življenj. Potresa z največ sproščene energije sta bila 21. aprila na otočju Santa Cruz in 5. decembra blizu vzhodne obale Kamčatke. Imela sta magnitudo 7,9. Najgloblji potres je bil 4. septembra južno od otoka Fidži in je imel žarišče v globini okoli 600 km. Leta 1997 je po svetu zaradi potresov umrlo skoraj 3000 ljudi. V več kot 200 000 bolj ali manj porušenih zgradbah je bilo ranjenih okoli 10 000 ljudi.

Abstract. Every year the Earth is shaken by several hundred thousand earthquakes with magnitudes over 2.0 (Dolgoft, 1998), mostly originating at the geotectonic plate boundaries. Two well-defined seismic belts, the circum-Pacific and the Mediterranean-Himalayan belts, are subject to the most frequent earthquake shocks. The latter also includes the region of Slovenia. Most earthquakes are weak and do not cause any material damage and do not claim human lives. In addition to these, there are several earthquakes which result in extreme destruction and even death. There were 80 earthquakes that either reached a magnitude of 6.5 or more, caused minor or major material damage, or even claimed human lives. 59 of them are mentioned. The most devastating earthquake in 1997 happened on 10 May in the northern region of Iran, where 1567 people were killed. Another strong earthquake occurred on 28 February on the border between Armenia, Azerbaijan and Iran, claiming 965 human lives. The 21 April earthquake on the Santa Cruz Islands and the 5 December earthquake near the east coast of Kamchatka rank first in terms of released energy, both with magnitudes of 7.9. The deepest earthquake happened on 4 September south of Fiji Island, with a hypocentre approximately 600 km below the surface. In 1997, earthquakes claimed almost 3000 human lives. More than 200,000 buildings were damaged or demolished. Approximately 10,000 people were injured.

Preglednica 1. Seznam potresov v letu 1997, katerih magnituda je bila enaka ali večja od 6,5; dodani so potresi, katerih magnituda je sicer manjša, a so povzročili gmotno škodo, ranjene ali smrtne žrtve; z zvezdico so zaznamovani potresi, ki so opisani v besedilu.

Table 1. List of earthquakes in 1997 with magnitudes of 6.5 and over. Earthquakes with magnitudes below 6.5 which caused material damage, injuries or victims are included. The earthquakes described in the text are marked.

zap.št	datum	čas (UTC) ura min sek	koordinati		magnituda			globina (km)	območje
			širina	dolžina	Mb	Ms	Mw		
No.	Date	Time (UTC) Hour Min Sec	Coordinates ° Lat ° Lon		Magnitude			Depth	Area
1	5. 1.	08:47:25,4	29,84N	80,53E	5,6	5,3	5,6	33	meja Nepal-Indija*
2	9. 1.	13:43:31,6	41,03N	74,28E	5,7	5,8	5,7	22	Kirgizistan*
3	11. 1.	20:28:26,0	18,22N	102,76W	6,5	6,9	7,1	33	Michoacan, Mehika*
4	21. 1.	01:48:30,1	39,47N	77,00E	5,3	5,8	5,9	33	južni Xinjang, Kitajska*
5	22. 1.	17:57:18,7	36,25N	35,95E	5,4	5,4	5,8	10	Turčija*
6	23. 1.	02:15:23,0	22,00S	65,72W	6,4		7,1	276	južna Bolivija*
7	4. 2.	10:37:47,1	37,66N	57,29E	5,9	6,8	6,5	10	meja Turkmenistan-Iran*
8	27. 2.	21:08:02,4	29,98N	68,21E	6,3	7,3	7,1	33	Pakistan*
9	28. 2.	12:57:18,6	38,08N	48,05E	5,5	6,1	6,1	10	meja Armenija-Azerbajdžan-Iran*
10	1. 3.	06:04:14,2	39,42N	76,84E	5,2	5,5		22	južni Xinjang, Kitajska*
11	3. 3.	14:09:43,3	34,96N	139,14E	4,7			10	južno od otoka Honšu, Japonska*
12	4. 3.	03:51:25,8	34,89N	139,04E	5,3	5,3		10	južno od otoka Honšu, Japonska*
13	4. 3.	13:03:47,9	29,42N	68,79E	5,4	5,8	5,7	33	Pakistan*
14	9. 3.	11:43:43,3	29,82S	71,15W	5,5	5,7	6,2	33	blizu obale osrednjega Čila*
15	10. 3.	03:53:00,3	29,68S	71,14W	5,2	5,1		33	blizu obale osrednjega Čila*
16	11. 3.	19:22:00,1	7,74N	127,65E	6,3	6,7	6,9	10	Filipini*
17	20. 3.	08:50:40,3	30,14N	68,02E	5,5	5,8	5,9	33	Pakistan*
18	26. 3.	02:08:57,3	51,28N	179,53E	6,0	6,5	6,7	33	otočji Aleuti in Rat
19	26. 3.	08:31:47,2	31,92N	130,43E	5,6	5,9	6,1	10	otok Kjušu, Japonska*

zap.št	datum	čas (UTC)	koordinati		magnituda			globina (km)	območje
			širina	dolžina	Mb	Ms	Mw		
No.	Date	Time (UTC)	Coordinates		Magnitude			Depth	Area
		Hour Min Sec	° Lat	° Lon					
20	2. 4.	06:14:31,1	11,41N	60,94W	5,8	5,5	6,2	45	otočje Windward*
21	2. 4.	19:33:22,3	31,82N	130,09E	5,1	5,0		10	otok Kjušu, Japonska*
22	5. 4.	12:23:30,5	6,48S	147,41E	6,1		6,5	69	vzhodna Nova Gvineja
23	5. 4.	23:46:19,6	39,51N	76,86E	5,4	5,9	5,9	33	južni Xinjang, Kitajska*
24	6. 4.	04:36:35,2	39,54N	77,00E	5,6	5,8	5,9	33	južni Xinjang, Kitajska*
25	11. 4.	05:34:42,8	39,53N	76,94E	5,8	6,1	6,1	15	južni Xinjang, Kitajska*
26	15. 4.	18:19:10,2	39,63N	76,99E	5,4	5,8	5,9	23	južni Xinjang, Kitajska*
27	21. 4.	12:02:26,4	12,58S	166,68E	6,4	7,9	7,9	33	otočje Santa Cruz*
28	22. 4.	09:31:23,3	11,11N	60,89W	6,0	6,5	6,7	5	otočje Windward*
29	23. 4.	19:44:28,4	13,99N	144,90E	6,2		6,5	101	otočje Mariana*
30	28. 4.	12:07:37,8	42,50S	42,69E	5,7	6,3	6,8	10	otočje Prince Edward
31	1. 5.	11:37:36,2	18,99N	107,35W	6,1	6,8	7,1	33	pred obalo Jalisco, Mehika
32	3. 5.	16:46:02,0	31,79S	179,38W	6,6		6,9	108	otočje Kermadec
33	8. 5.	02:53:14,7	24,89N	92,25E	5,6	5,6	6,0	35	meja Indija- Bangladeš*
34	10. 5.	07:57:29,7	33,82N	59,81E	6,4	7,3	7,5	10	severni Iran*
35	11. 5.	22:16:13,9	36,38S	97,70W	5,6	5,8	6,5	10	zahodni Čile
36	13. 5.	05:38:30,2	31,82N	130,28E	5,6	5,8	6,1	33	otok Kjušu, Japonska*
37	13. 5.	14:13:45,7	36,41N	70,94E	6,1		6,5	196	Hindukuš, Afganistan*
38	21. 5.	14:10:26,3	20,44S	169,29E	5,9	6,5	6,7	57	otočje Vanuatu
39	21. 5.	22:51:28,7	23,08N	80,04E	6,0	5,6	5,8	36	južna Indija*
40	22. 5.	07:50:53,5	18,68N	101,60W	5,9	6,0	6,6	70	Guerrero, Mehika*
41	25. 5.	23:22:33,2	32,12S	179,79E	6,2		7,1	333	južno od otočja Kermadec*
42	29. 5.	17:02:38,7	35,96S	102,51W	5,6	6,1	6,5	10	južni Tihi ocean
43	10. 6.	21:53:55,0	35,82S	108,14W	5,8	6,1	6,5	10	južni vzhodni paciifiški hrbet

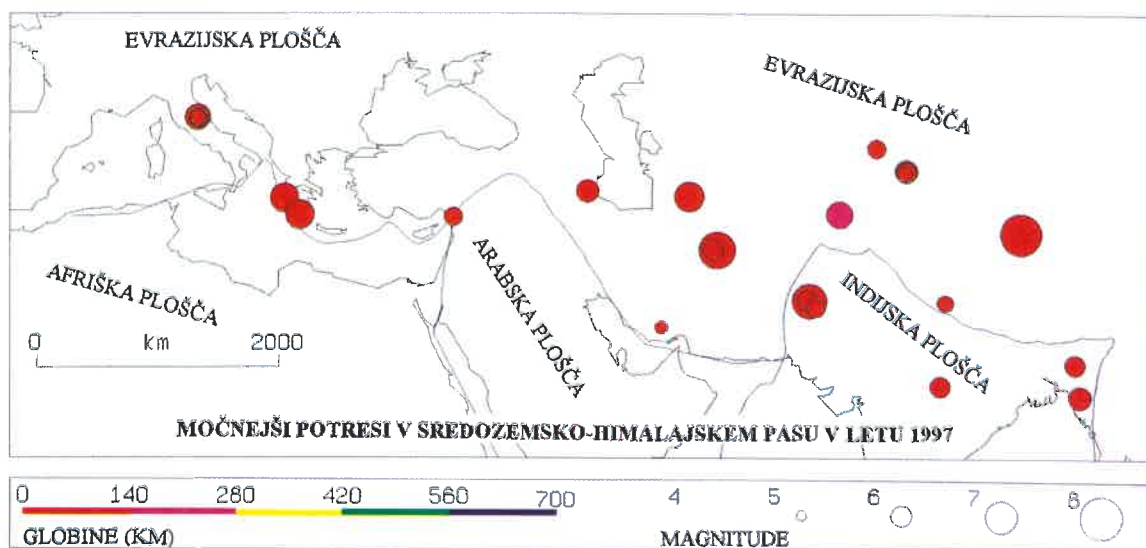
zap.št	datum	čas (UTC)	koordinati		magnituda			globina	območje
		ura min sek	širina	dolžina	Mb	Ms	Mw	(km)	
No.	Date	Time (UTC)	Coordinates		Magnitude			Depth	Area
		Hour Min Sec	° Lat	° Lon					
44	17. 6.	21:03:40,3	51,35N	179,33W	6,4	6,3	6,6	33	otočji Andeanof in Aleuti
45	25. 6.	09:50:12,5	34,40N	131,60E	5,5	5,6	5,9	10	zahodni Honšu, Japonska*
46	25. 6.	19:38:40,6	33,94N	59,48E	5,5	5,8	6,0	10	severni Iran*
47	6. 7.	09:54:00,8	30,06S	71,87W	5,8	6,5	6,8	19	blizu obale osrednjega Čila*
48	9. 7.	19:24:13,2	10,60N	63,49W	6,2	6,8	7,0	20	blizu obale Venezuele*
49	19. 7.	14:22:08,8	16,33N	98,22W	5,7	6,3	6,8	33	blizu obale Guerrera, Mehika*
50	8. 8.	22:27:19,9	15,48S	179,14W	5,7	6,6	6,6	10	otočje Fidži
51	20. 8.	07:15:16,0	4,36N	96,49E	5,9	6,0	6,1	33	severna Sumatra, Indonezija*
52	20. 8.	13:51:16,6	41,72S	80,13E	5,6	6,4	6,5	10	srednje-indijski greben
53	29. 8.	06:54:00,2	15,24S	175,58W	5,6	6,4	6,5	33	otočje Tonga
54	29. 8.	08:14:10,0	3,56S	144,36E	5,8	6,8	6,6	23	blizu severne obale Nove Gvineje
55	2. 9.	12:13:22,9	3,85N	75,75W	6,5		6,8	199	Kolumbija*
56	4. 9.	04:23:37,0	26,57S	178,34E	6,3		6,8	625	južno od otočja Fidži
57	20. 9.	16:11:32,2	28,68S	177,62W	6,1	7,0	7,2	30	otočje Kermadec
58	26. 9.	00:33:12,3	43,05N	12,88E	5,5	5,6	5,9	10	srednja Italija*
59	26. 9.	09:40:26,3	43,08N	12,81E	5,7	6,0	6,4	10	srednja Italija*
60	28. 9.	01:38:28,6	3,78S	119,73E	5,6	5,5	5,9	33	Sulawesi, Indonezija*
61	30. 9.	06:27:24,8	31,96N	141,88E	5,5	6,5	6,1	10	južno od otoka Honšu, Japonska*
62	3. 10.	08:55:21,6	43,08N	12,79E	5,1	4,9	5,5	10	srednja Italija*
63	3. 10.	11:28:40,5	27,81N	54,73E	5,2	4,8		33	južni Iran*
64	6. 10.	12:30:05,8	9,79N	125,78E	5,9		6,5	106	Mindanao, Filipini
65	6. 10.	23:24:52,6	43,04N	12,84E	5,3	5,2	5,7	10	srednja Italija*
66	13. 10.	13:39:37,5	36,38N	22,07E	6,2	6,6	6,7	24	južna Grčija*
67	14. 10.	09:53:18,1	22,10S	176,77W	6,7		7,7	167	južno od otočja Fidži*
68	15. 10.	01:03:33,5	30,93S	71,22W	6,8	6,8	7,3	58	blizu obale osrednjega Čila*

zap.št	datum	čas (UTC) ura min sek	koordinati		magnituda			globina (km)	območje
			širina	dolžina	Mb	Ms	Mw		
No.	Date	Time (UTC) Hour Min Sec	Coordinates ° Lat ° Lon		Magnitude			Depth	Area
69	28. 10.	06:15:17,3	4,37S	76,68W	6,6	6,3	7,2	112	severni Peru*
70	3. 11.	19:17:33,8	30,74S	71,22W	6,2	5,6	6,3	45	blizu obale osrednjega Čila*
71	8. 11.	10:02:52,6	35,07N	87,32E	6,2	7,9	7,7	33	Xizang, Kitajska
72	15. 11.	18:59:24,3	15,14S	167,38E	6,4		7,0	123	otočje Vanuatu
73	18. 11.	13:07:41,7	37,57N	20,66E	5,9	6,4	6,7	33	Jonsko morje*
74	21. 11.	11:23:06,3	22,21N	92,70E	5,9		6,1	54	meja Indija- Bangladeš*
75	25. 11.	12:14:33,6	1,24N	122,54E	6,1	6,8	7,1	24	polotok Minahasa, Sulawesi*
76	28. 11.	22:53:41,5	13,74S	68,79W	6,4		6,6	586	meja Peru- Bolivija
77	5. 12.	11:26:54,7	54,84N	162,04E	6,3	7,6	7,9	33	blizu vzhodne obale Kamčatke*
78	5. 12.	18:48:22,8	53,75N	161,75E	6,2	6,5	6,7	33	blizu vzhodne obale Kamčatke
79	17. 12.	04:38:51,5	51,19N	178,87E	5,8	6,5	6,7	20	otočji Aleuti in Rat*
80	22. 12.	02:05:50,1	5,50S	147,87E	6,3	6,7	7,1	179	vzhodna Nova Gvineja*

Pregled najmočnejših potresov

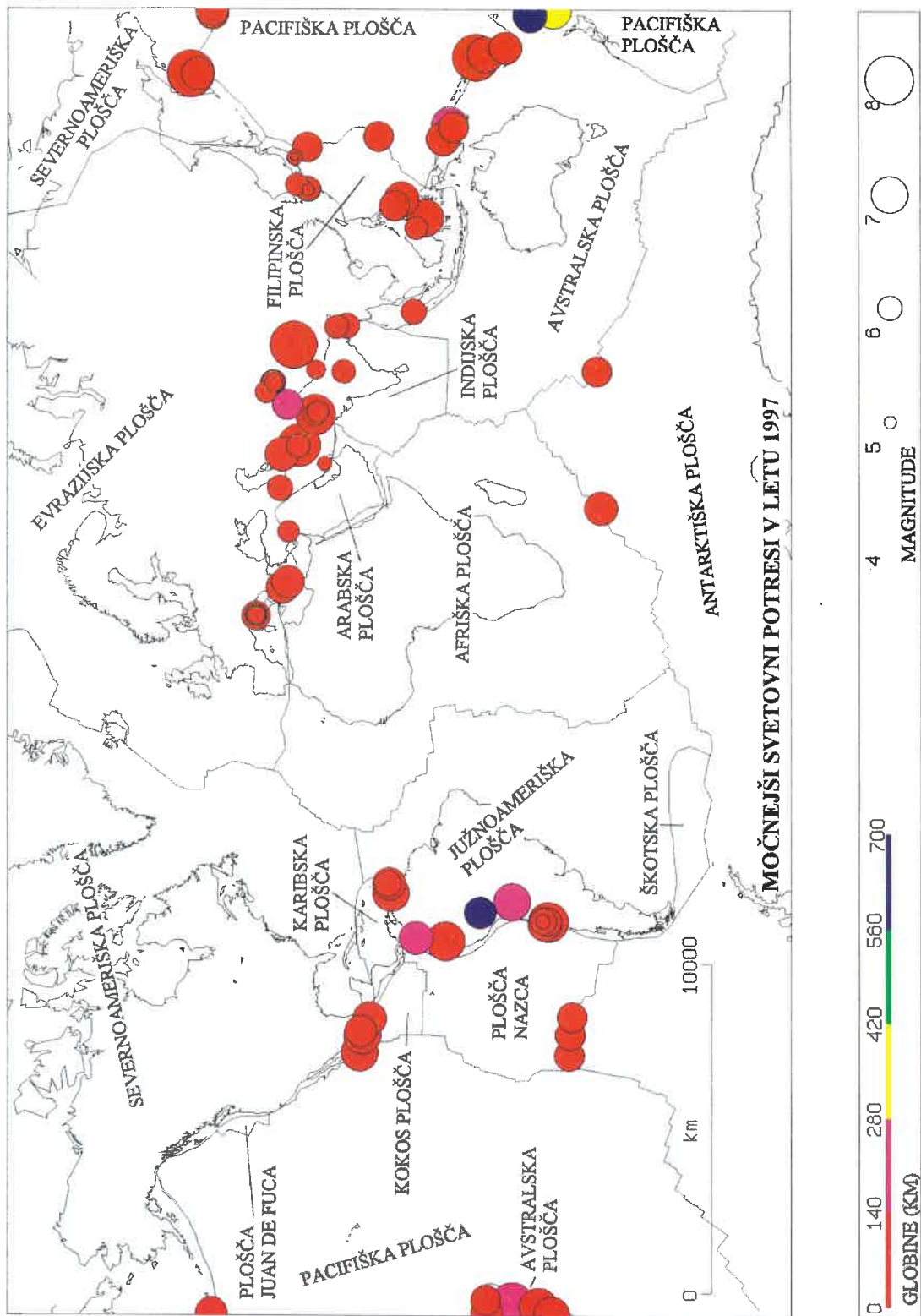
V tem letu so medsebojna premikanja litosferskih plošč povzročila veliko potresov na celotnem območju od Sredozemskega morja do Tihega oceana. Čeprav so na sliki narisani le najmočnejši potresi leta 1997, je jasno vidna povezanost tektonike plošč s potresno dejavnostjo, saj so vsi močnejši potresi nastali na stikih tektonskih plošč.

V preglednici 1 so podatki o najmočnejših potresih v lanskem letu (NEIC 1997, URSG 1997). Našteti so le tisti, ki so dosegli ali presegli magnitudo 6,5, in tisti, ki so povzročili večjo ali manjšo gmotno škodo ali celo zahtevali človeška življenja. Navedeni so datum in čas nastanka potresa, izražen v svetovnem času (UTC), koordinati nadžarišča, magnituda in globina. Navedene so vrednosti magnitud M_b , M_s in M_w . Vrednosti za M_b in M_s so srednje vrednosti, določene iz podatkov, ki so jih posredovale potresne opazovalnice, ki so potres zapisale. Magnitude M_b , M_s in M_w se med seboj razlikujejo po območju veljavnosti, ki ga omejujejo oddaljenost in globina žarišča ter nihajni čas pri največji amplitudi. Magnituda M_b (body wave magnitude) je določena iz največjega odklona na zapisu navpične komponente prostorninskega valovanja v prvih 20 sekundah po prihodu vzdolžnega prostorninskega valovanja. Magnituda M_s (surface wave magnitude) je določena iz navpične komponente dolgoperiodnega površinskega valovanja. To se razvije pri potresih, katerih žarišče ni globlje od približno 50 km. M_w je navorna magnituda, ki velja tudi za najmočnejše potrese in je določena s potresnim navorom. Globina potresov je izražena v kilometrih, preglednico pa končujemo z imenom širšega nadžariščnega območja potresa.



Slika 1. Porazdelitev najmočnejših potresov leta 1997 v sredozemsko-himalajskem potresnem pasu, ki je za obtihomorskim drugo najdejavnejše potresno območje na Zemlji.

Figure 1. Distribution of the most powerful earthquakes in 1997 in the Mediterranean-Himalayan belt, which is, after the circum-Pacific belt, subject to the most frequent earthquake shocks.



Slika 2. Porazdelitev najmočnejših potresov v letu 1997 na Zemlji, njihove globine in magnitude; velikost krožcev kaže potresno magnitudo, barva pa žariščno globino (NEIC, 1997). Narisane so tudi glavne tektonske plošče.

Figure 2. Distribution of the most powerful earthquakes in 1997, their depths and magnitudes. The size of the circle indicates the magnitude and the colour designates the focal depth (NEIC, 1997). Main tectonic plates are also shown.

V nadaljevanju so v kratkem opisane posledice potresov (v preglednici so zaznamovani z zvezdico), ki so povzročili gmotno škodo, ranjene ali smrtne žrtve.

Potres 5. januarja (meja Nepal-Indija). Številne hiše v zahodnem Nepalju so bile poškodovane. Potres so čutili tudi v krajih Baitadi in Dandeldhura.

Potres 9. januarja (Kirgizistan). Na območju Dzhergetal je bilo uničenih najmanj 10 hiš, 400 pa poškodovanih. Potres so čutili v krajih Uzgen, Oš, Biškek in v kraju Almaty v Kazahstanu.

Potres 11. januarja (Michoacan, Mehika). En človek je umrl. Potres je povzročil precejšnjo gmotno škodo na območju Arteag v zvezni državi Michoacan. Močno so ga čutili v Ciudad de Mexico. Čutili so ga tudi v zveznih državah Colima, Guerrero in Jalisco.

Potres 21. januarja (južni Xinjang, Kitajska). Najmanj 12 ljudi je umrlo, 40 je bilo ranjenih. Brez domov je ostalo 2500 ljudi, 14 000 domov je bilo poškodovanih. Na območju Jiashi je bilo poškodovanih 17 000 domov, 3360 glav živine je poginilo.

V popotresu **1. marca** sta na območju Jiashi umrla dva človeka, šest ljudi je bilo ranjenih. Uničenih je bilo 4000 hiš in poginilo je 740 glav živine. Potres so čutili tudi v mestu Kashi.

Popotresni sunek **15. aprila** je v okrožju Jiashi zahteval smrt enega človeka, uničenih je bilo tudi nekaj zgradb.

Potres 22. januarja (Turčija). V pokrajini Antalya je bilo najmanj 5 ljudi ranjenih, poškodovanih je bilo 10 hiš. Potres so čutili tudi v krajih Adana, Malatya in Mersin. Čutili so ga tudi v Libanonu (Beirut, Tripoli), na Cipru (Nicosia) in v Siriji.

Potres 23. januarja (južna Bolivija). Potres so močno čutili tudi v čilskih mestih Antofagasta, Calama Tocopilla in Arica ter v severni provinci Jujuy v Argentini.

Potres 4. februarja (meja Turkmenistan-Iran). Najmanj 88 ljudi je umrlo, skoraj 2000 je bilo ranjenih. Na območju Bojnurd-Shirvan v Iranu je bilo približno 5500 hiš uničenih, 11 000 pa poškodovanih. Popolnoma je bilo uničenih 20 vasi. Ocena škode je znašala več kot 30 milijonov ameriških dolarjev. Potres so čutili marsikje v severovzhodnem Iranu, med drugim tudi na območjih Mashhad, Neyshabur, Quchan in Sabzevar (Vidrih in Verbič, 1997).

Potres 27. februarja (Pakistan). Na območju Harnai-Sibi je umrlo najmanj 57 ljudi, na stotine je bilo ranjenih. Več kot 500 hiš je bilo porušenih ali poškodovanih in na tisoče ljudi je ostalo brez domov. Poginilo je na stotine glav živine. Ceste in železnice so bile zasute zaradi zemeljskih plazov. V mestu Quett so trije ljudje umrli, nekaj pa je bilo ranjenih. Potres so čutili v večini osrednjega Baluchistana.

Potres 28. februarja (meja Armenija-Azerbajdžan-Iran). Na območju Ardabil na severu Irana je umrlo najmanj 965 ljudi, 2600 je bilo ranjenih. 40 000 ljudi je ostalo brez domov, 12 000 hiš je bilo poškodovanih ali uničenih. Poginilo je 160 000 glav

živine. Na območju Ardabila so bile poškodovane številne ceste ter električna in vodovodna napeljava.

Potres 3. marca (južno od otoka Honšu, Japonska). Na območju mesta Ito je zemeljski plaz uničil eno hišo. Potres so čutili v mestih Ito in Atami, na polotoku Miura, ter v mestih Čiba, Tokio in Yokohama.

Potres 4. marca (južno od otoka Honšu, Japonska). V Itu so bili poškodovani trije ljudje. Potres so čutili v mestih Ito, Yokohama, Yokosuka, Tokio, Kofu in Urawa.

Potres 4. marca (Pakistan). Najmanj en človek je bil ranjen. V mestu Sibi je potres povzročil dodatno škodo na objektih, ki so bili poškodovani že ob prejšnjih potresih. Potres so čutili tudi v mestu Quetta.

Potres 9. marca (blizu obale osrednjega Čila). V La Sereni je bilo poškodovanih nekaj hiš. Sprožilo se je nekaj zemeljskih plazov. Potres so čutili tudi v mestu Santiago.

Potres 10. marca (blizu obale osrednjega Čila). Potres je povzročil nekaj škode na starejših objektih v mestu Coquimbo. Močno so ga čutili v La Sereni, kjer so se sprožili zemeljski plazovi, in v mestu Santiago.

Potres 11. marca (Filipini). Na območju Cagayan de Oro je bilo poškodovanih nekaj hiš. Potres so čutili tudi v krajih Bislig, Davao, Surigao in General Santos.

Potres 20. marca (Pakistan). Na območju mesta Harnai so bili ranjeni najmanj trije ljudje. Povečala se je škoda na objektih, poškodovanih že ob prejšnjih potresih.

Potres 26. marca (otok Kjušu, Japonska). V prefekturi Kagošima je bilo ranjenih najmanj 22 ljudi. Poškodovanih je bilo najmanj 5 hiš, sprožili so se zemeljski plazovi, ustavljen je bil tudi železniški promet. Začasno so zaprli letališča v mestih Kagoshima, Kumamoto in Mijazaki. Potres so čutili tudi na otoku Shikoku in na zahodnem delu otoka Honšu.

Potres 2. aprila (otočje Windward). Nekaj objektov na Trinidadu in Tobagu je bilo poškodovanih. Potres so čutili tudi na otokih Martinique in St. Vincent. Čutili so ga tudi v Gvajani.

Potres 2. aprila (otok Kjušu, Japonska). V prefekturi Kagošima so bili ranjeni najmanj štirje ljudje, pet objektov je bilo poškodovanih. Zemeljski plazovi so zasuli nekaj cest. Potres so čutili tudi v mestih Akune, Miyanojo in Sendai ter v delih prefektur Kumamoto in Mijazaki.

Potres 6. aprila (južni Xinjang, Kitajska). Ob tem in ob predhodnem potresu, ki je to območje prizadel 5. aprila ob 23:46, je bilo na območju mesta Jiashi ranjenih najmanj 23 ljudi. Poškodovanih ali uničenih je bilo 3000 objektov, poginilo je 100 glav živine.

Potres 11. aprila (južni Xinjang, Kitajska). V okrožju Jiashi je umrlo najmanj 9 ljudi, 89 je bilo ranjenih. Tisoče objektov je bilo poškodovanih in 100 000 ljudi je ostalo brez domov. Poginilo je 11 000 glav živine. Potres so čutili tudi v okrožjih Bachu, Shule, Yingjisha in Yuehpuhu.

Ta potres je bil sestavljen iz dveh sunkov, med katerima je bilo sekundo in pol razmika. Potres je bil najmočnejši v nizu, ki se je začel **21. januarja**.

Potres 21. aprila (otočje Santa Cruz). Ob potresu so nastali potresni morski valovi (tsunami). Potovali so vzdolž obale otokov Solomonskega otočja in otočja Vanuatu ter dosegli višino 3 metre. Poškodovali so nekaj hiš.

Potres 22. aprila (otočje Windward). V zahodnem delu Tobaga sta bila ranjena dva človeka, tri hiše so bile uničene. Potres je povzročil veliko gmotno škodo in je bil eden izmed najmočnejših, kar jih je doslej prizadelo to območje. Potresi na tem območju so posledica kolizije karibske in južnoameriške plošče ter podrivanja severnoameriške plošče pod karibsko. To območje je **2. aprila** prizadel potres, katerega nadžarišče je bilo približno 50 km severno.

Potres 23. aprila (otočje Mariana). Na otoku Guam, največjem otoku v otočju Mariana, so bili ranjeni štirje ljudje, poškodovanih je bilo nekaj zgradb. Potres so najbolj čutili v krajih Inarajan, Merizo, Yona, Dededo in Yigo. Čutili so ga tudi prebivalci otokov Rota, Saipan in Tinian.

Potres 8. maja (meja Indija-Bangladeš). Več ljudi je bilo ranjenih. V mestu Sylhet v Bangladešu je potres poškodoval številne starejše zgradbe. Potres so čutili v večjem delu Bangladeša. V Indiji so ga čutili v pokrajinah Assam, Meghalaya in Tripura.

Potres 10. maja (severni Iran). Na območju mest Birjand in Qaen je umrlo najmanj 1567 ljudi, vsaj 2300 je bilo ranjenih. 50 000 ljudi je ostalo brez domov, 10 533 hiš je bilo uničenih, 5474 pa poškodovanih. Sprožili so se tudi zemeljski plazovi. V Afganistanu je na območju mesta Herat umrlo pet ljudi. Potres so čutili v naslednjih območjih Irana: Kerman, Khorasan, Semnan, Sistan va Baluchestan in Yazd. Potres je nastal na prelomu Ferdows, tako kot potres leta 1968 (Dasht-e-Bayaz, magnituda 7,3), ki je zahteval od 12 000 do 20 000 žrtev. Prelom Ferdows poteka severno od gorovja Zargos, ki je severna meja Arabske plošče.

Potres 13. maja (otok Kjušu, Japonska). Na območju mesta Sendai je bilo ranjenih 35 ljudi in poškodovanih 5 hiš. Potres so čutili vse do Fukuoke na severu otoka Kjušu. V prefekturi Kagošima je potres sprožil zemeljske plazove.

Potres 13. maja (Hindukuš, Afganistan). Na območju Malakand-Pešavar v Pakistanu je umrl en človek, enajst je bilo ranjenih. En človek je bil ranjen v afganistanskem glavnem mestu Kabulu. Hiše so bile poškodovane marsikje na severu Pakistana ter v Srinagarju in Kašmirju. Potres so močno čutili v severovzhodnem Afganistanu, severnem Pakistanu in Tadžikistanu. Učinki so segali do več kot 800 km oddaljenih Himachal Pradesha in Delhija v Indiji.

Potres 21. maja (južna Indija). Na območju mesta Jabalpur je umrlo najmanj 38 ljudi, več kot 1000 je bilo ranjenih. Potres je povzročil veliko gmotno škodo.

Potres 22. maja (Guerrero, Mehika). V Arteagi so bile poškodovane številne hiše. V Patzcuaru, v Michoacanu je bila poškodovana cerkev. Potres so močno čutili v mestu Lazaro Cardenas v Michoacanu. Čutili so ga tudi v Mexico Cityju.

Potres 25. maja (južno od otočja Kermadec). Potres so močno čutili na otoku Raoul. Čutili so ga na celotnem Severnem otoku, južno pa vse do mesta Christchurch na Južnem otoku Nove Zelandije.

Potres 25. junija (zahodni Honšu, Japonska). V prefekturi Yamaguči je bil en človek lažje poškodovan. Potres so čutili v prefekturah Šimane in Hirošima. Blizu Masude se je sprožil zemeljski plaz.

Potres 25. junija (severni Iran). Na območju mest Birjand in Qaen je bilo uničenih približno 100 hiš, 5000 jih je bilo poškodovanih. Poginilo je tudi nekaj živine.

Potres 6. julija (blizu obale osrednjega Čila). Potres so čutili v mestih Coquimbo, La Serena, Ovalle in Vicuna.

Potres 9. julija (blizu obale Venezuele). Na območju Cariaco-Cumana je umrlo najmanj 81 ljudi, 522 je bilo ranjenih. Škoda je bila velika, sprožili so se zemeljski plazovi. Najmanj 3000 ljudi je ostalo brez domov. Nekaj ljudi je bilo ranjenih tudi na območju Barcelona-Puerto La Cruz. Na otokih Isla Coche in Isla de Margarita je potres poškodoval električno, telefonsko in vodovodno napeljavo. Potres so čutili v večini severovzhodne Venezuele, vse do mesta Maracaibo, pa tudi na Trinidadu in Tobagu.

Potres 19. julija (blizu obale Guerrero, Mehika). Potres so čutili v mestih Guerrero, Oaxaca de Juarez in Mexico City.

Potres 20. avgusta (severna Sumatra, Indonezija). V mestu Aceh je potres uničil nekaj sto hiš. Čutili so ga v krogu polmera 500 km okoli nadžarišča, v mestih Banda Aceh, Medan in v drugih delih severne Sumatre, v Maleziji (Alor Star, Petaling Jaya, Pinang, Shah Alam) in Tajski (Ban Hat Yai, Songkhla).

Potres 2. septembra (Kolumbija). Potres so čutili v mestih Armenia, Bogota, Cali, Manizales, Medellin, Pereira ter v drugih delih centralne in zahodne Kolumbije. Čutili so ga tudi v Panami, v mestih Panama City in Penonome.

Potresa 26. septembra (srednja Italija). Potres ob 9. uri 40 minut UTC (11:40 po lokalnem času) je skupaj s predhodnim, ki je območje Marche in Umbrije prizadel istega dne ob 0. uri in 33 minut UTC (02:33 po lokalnem času), povzročil smrt 11 ljudi. Več kot 100 ljudi je bilo ranjenih. Približno 80 000 domov je bilo uničenih ali poškodovanih. Največjo stopnjo potresnih učinkov (IX-X MSC) je potres dosegel v krajih Cesi, Collecureti, Colli di Verchiano, Aggi, Camino, Isola, La Cese, Montesanto in Verchiano. Kraji in naselja, ki jih je potres najbolj prizadel, ležijo na širšem področju naslednjih večjih krajev: Serravalle di Chienti, Nocera Umbra ter Foligno. Omenjeni kraji ležijo vzhodno in jugovzhodno od Perugia. Poškodovana je bila tudi bazilika sv. Frančiška v kraju Assisi. Veliko zgradb se je popolnoma porušilo. Razdiralni učinki

potresa so zajeli veliko območje, ki se razprostira več kot 150 km od severozahoda proti jugovzhodu, v smeri poteka Apeninov. Ponekod so v tleh nastale manjše razpoke.

Potres so čutili v vsej severni in srednji Italiji, od Bologne in Modene na severu ter najmanj do Rima na jugu. Čutili so ga tudi prebivalci zahodne in osrednje Slovenije ter južne Koroške. Karta potresnih učinkov, ki jih je potres dosegel v Sloveniji, je del prispevka Potresi v Sloveniji v letu 1997.

V naslednjih dneh je sledilo še več sto popotresnih sunkov (NEIC, 1997, Vidrih, 1997, Vidrih, 1997). V popotresnem sunku **3. oktobra** je bilo ranjenih 20 ljudi, nastala pa je tudi dodatna gmotna škoda. Čutili so ga tudi v Rimu.

V popotresnem sunku **6. oktobra** so bili štirje ljudje ranjeni. Dodatna škoda je nastala na območju krajev Assisi, Foligno, Gualdo Tadino in Nocera Umbria. Potres so čutili od Arezza do Lazia.

Potres 28. septembra (Sulawesi, Indonezija). Na območju Parepare je umrlo najmanj 17 ljudi, več kot 300 je bilo ranjenih. Uničenih je bilo 425 objektov.

Potres 30. septembra (južno od otoka Honšu, Japonska). Potres s plitvim žariščem so čutili prebivalci otoka Torišima.

Potres 3. oktobra (južni Iran). Na nadžariščnem območju je bilo ranjenih 6 ljudi in poškodovanih nekaj hiš.

Potres 13. oktobra (južna Grčija). Potres je povzročil manjšo škodo na jugu polotoka Peloponez. Močno so ga čutili v Atenah. Čutili so ga po vsej Grčiji in na Kreti.

Potres 14. oktobra (južno od otočja Fidži). Potres so čutili v mestu Wellington v Novi Zelandiji, ki je od žarišča oddaljeno več kot 2000 km.

Potres 15. oktobra (blizu obale osrednjega Čila). V mestu Pueblo Nuevo je umrlo 5 ljudi, po en človek pa v mestu Coquimbo in La Chimba. V mestu Punitaqui je en človek umrl zaradi srčnega infarkta. Več kot 300 ljudi je bilo ranjenih. 5000 hiš je bilo uničenih, 5700 zelo in 10 000 delno poškodovanih. Potres je sprožil kamnite in zemeljske plazove ter poškodoval električno in telefonsko napeljavo. Na jugu so potres čutili do mesta Valdivia. V Argentini so ga čutili v provincah Mendoza in San Juan, vpliv pa je segal tudi v Bolivijo in Peru.

Popotresni sunek **3. novembra** je povzročil dodatno škodo. V mestih Coquimbo, La Serena in Ovalle je poškodoval električno in telefonsko napeljavo ter sprožil zemeljske plazove. Čutili so ga tudi v provinci Mendoza v Argentini.

Potres 28. oktobra (severni Peru). Močan potres z globokim žariščem je povzročil manjšo škodo v mestu Chachapoyas.

Potres 18. novembra (Jonsko morje). Več ljudi je bilo ranjenih. Poškodovani so bili objekti v krajih Amalias, Gargalianoi, Kalamai, Kyparissia, Meligalas, Pyrgos ter še v drugih delih zahodnega dela polotoka Peloponez. Ena hiša je bila uničena tudi na otoku Zakynthos. Potres so čutili v celotni Grčiji, na Kreti in Siciliji.

Potres 21. novembra (meja Indija-Bangladeš). Umrlo je 23 ljudi, 200 je bilo ranjenih. V mestu Chittagong v Bangladešu se je zrušila petnadstropna zgradba. V mestih Alikadam, Bandarban, Lama in Nakhyaungcharipara je potres poškodoval hiše in izruval stara drevesa. Tresenje tal so čutili v večjem delu Bangladeša, na severu vse do mest Rangpur in Rajshahi.

Potres 25. novembra (polotok Minahasa, Sulawesi). Na območju mesta Gorontalo je bilo poškodovanih najmanj 90 hiš. Potres so čutili tudi v mestu Manado.

Potres 5. decembra (blizu vzhodne obale Kamčatke). Potres so čutili v mestih Ust-Kamčatsk, Petropavlovsk in Kurilsk. Čutili so ga tudi na krovu tovorne ladje Stepan Krashennikov, ki je bila v nadžariščnem območju. Nastali so potresni morski valovi višine 15 cm, ki so jih zabeležili v krajih Adak in Unalaska na Aljaski.

Potres 17. decembra (otočje Aleuti in Rat). Potres so čutili v mestu Adak.

Potres 22. decembra (vzhodna Nova Gvineja). Nekaj manjše škode je nastalo v mestu Lae. Čutili so ga prebivalci v mestih Morobe, Port Moresby in na otoku Nova Britanija.

Literatura

- Cecić, I. in sod., Posledice potresa v srednji Italiji jeseni leta 1997. UJMA, v tisku.
- Dolgoff, A., 1998. Physical Geology. Updated version. Houghton Mifflin co. Boston-New York, str. 638.
- NEIC, 1997. Significant Earthquakes of the World. US Department of the Interior. Geological Survey, National Earthquake Information Center.
- Potresa v Iranu sta zahtevala 78 žrtev, DELO, 7. februar 1997.
- URSG, 1997. Preliminarni seizmološki bilten, 1997. Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Ljubljana.
- Vidrih, R. in Verbič, T., 1997. Po nedavnih potresnih sunkih v alpsko-himalajskem potresnem pasu. Na tem območju tudi zelo močni potresi ne morejo biti presenečenje. DELO - Znanost, 12. marec 1997, 11.
- Vidrih, R., 1997. Serija potresov na italijanskem škornju. Potresi za seizmologe na Golovcu niso nikakršno presenečenje. DNEVNIK, 9. oktobra 1997, 16.
- Vidrih, R., 1997. Rušilni potresi v osrednjih Apeninih v italijanski pokrajini Umbrija. Življenje in tehnika XLVIII, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 60-67.