

ŠVICARSKA SEIZMOLOŠKA SLUŽBA

Swiss Seismological Office

Peter Sinčič*, Janez Lapajne**, Renato Vidrih*** UDK 550.34.034(494)

Povzetek

8. in 9. aprila smo trije sodelavci Ministrstva za okolje in prostor – Uprave RS za geofiziko (R. Vidrih, P. Sinčič in J. Lapajne) obiskali švicarsko seizmološko službo na Inštitutu za geofiziko na ETH v Zürichu (slika 1), kjer so nam njihovi sodelavci predstavili svoje delo, predvsem projekt postavitve sodobne mreže potresnih opazovalnic, obdelavo in samodejno posredovanje seizmoloških podatkov ter projekt priprave nove karte potresne nevarnosti.

Abstract

On 8 and 9 April, three representatives of the Ministry of the Environment and Physical Planning – the Geophysical Survey of the Republic of Slovenia (R. Vidrih, P. Sinčič and J. Lapajne) visited the Swiss Seismological Office at the Institute for Geophysics at ETH in Zürich (Figure 1). Their hosts informed them on the activities of the office, particularly a project involving the setup of a modern network of seismic stations, the processing and automatic exchange of seismological data, and a project involving the creation of a new map of seismic hazards.

Sodelavec švicarske seizmološke službe Peter Zweifel nam je opisal postavljanje švicarske mreže digitalnih potresnih opazovalnic. Triletni projekt so začeli leta 1997 in načrtujejo, da bodo zadnje opazovalnice začele delovati konec leta 1999. Vse bodo opremljene s širokopasovnimi seizmometri STS-2, elektronsko opremo so delno kupili pri kanadskem proizvajalcu Nanometrics, delno pa jo izdelujejo sami. Opazovalnice bodo priključili na državno računalniško omrežje. Programsko opremo za obdelavo podatkov je izdelal sodelavec inštituta dr. Manfred Bear, ki nam je tudi predstavil njene osnovne lastnosti. G. Beat Rinderknecht nam je pokazal elektronsko opremo in potresno opazovalnico na robu Züricha. O potresni problematiki v Švici smo se pogovarjali še z dr. Donatom Fähom, dolgoletnim vodjem švicarske seizmološke službe dr. Dieterjem Mayerjem-Roso in direktorjem Inštituta za geofiziko prof. dr. Domenicom Giardinijem.

Potresna nevarnost v Švici

Dr. Donat Fäh vodi večletni projekt priprave nove karte potresne nevarnosti Švice, in sicer karte vršnega pospeška tal. Na sliki 2 je karta intenzitet za povratno dobo 475 let za Švico, Nemčijo in Avstrijo, ki je za švicarski del trenutno veljavna karta potresne nevarnosti Švice (1). Za pripravo nove karte bodo pripravili ustrezen potresni katalog in model pojemanja, poskusili pa bodo pridobiti tudi paleoseizmične podatke, predvsem v jezerskih sedimentih. Tudi v Sloveniji še vedno uradno velja karta intenzitet za povratno dobo 500 let. V nasprotju s Švicarji pa smo v skladu z evropskim predstandardom Eurocode 8, ki smo ga kot priporočilo sprejeli že leta 1995, državno karto projektnega pospeška tal za povratno dobo 475 let že pripravili, ni pa še uradno potrjena. Pri njeni pripravi nismo imeli na voljo nobenih paleoseizmičnih podatkov, pa tudi model pojemanja smo ob pomanjkanju ustreznih podatkov za njegovo pripravo prevzeli iz literature.

Potresne opazovalnice v Švici

Trenutno ima švicarska seizmološka služba (SED – Schweizerischer Erdbebenendienst) 27 potresnih opazovalnic, ki so približno enakomerno porazdeljene po ozemlju Švice. V povprečju je na vsakih 50 km ena potresna opazovalnica. Vse opazovalnice so opremljene s kratkoperiodnimi seizmografi, 14 opazovalnic s trikomponentnimi, 13 pa jih ima samo navpično komponento. Za prenos podatkov uporabljajo radijski prenos FM. Analogni signali z vseh opa-



Slika 1. Zgradba inštituta za geofiziko na ETH v Zürichu (foto: R. Vidrih)

Figure 1. The Institute for Geophysics at ETH in Zürich (photo: R. Vidrih)

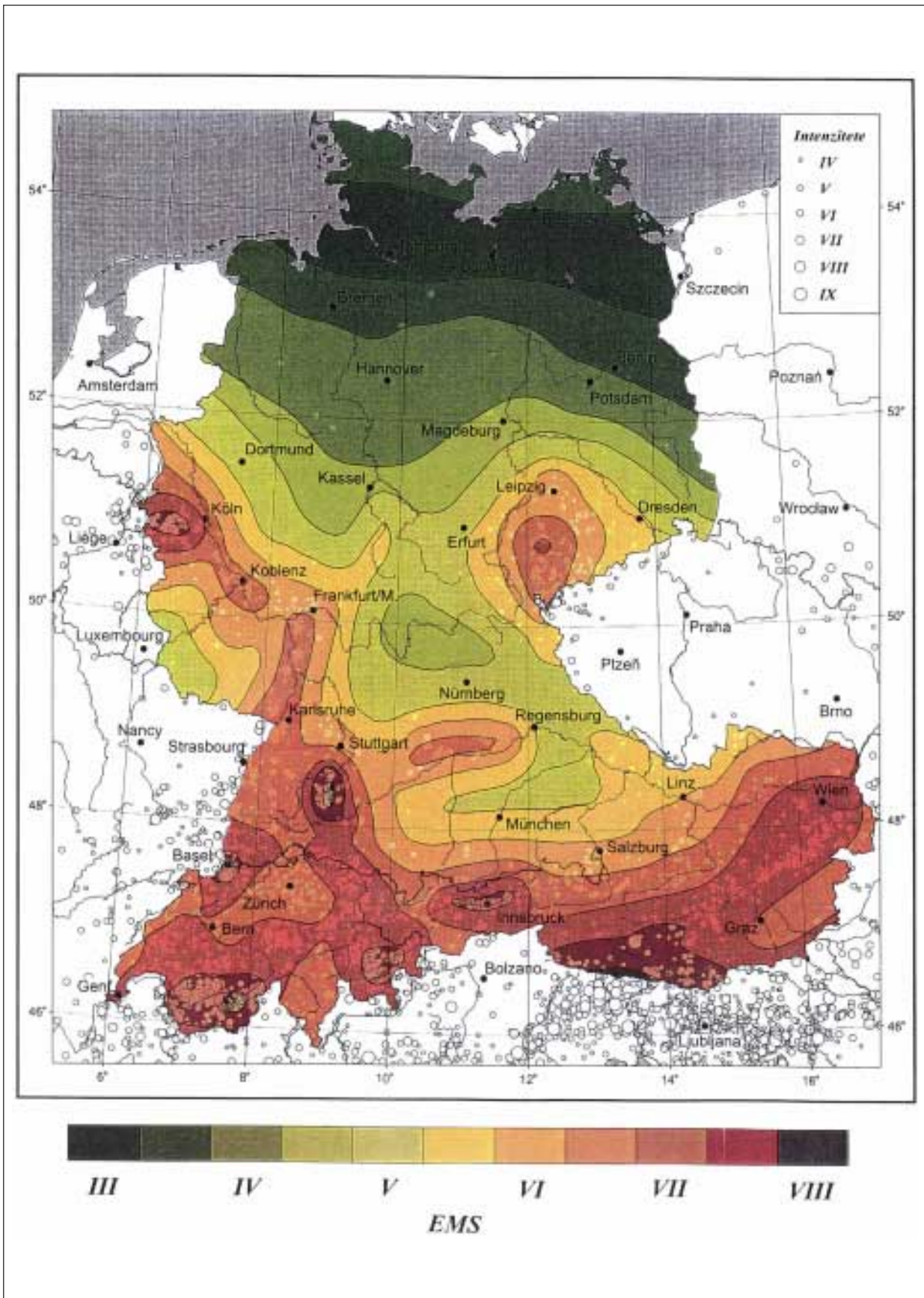
zovalnic se nepretrgano prenašajo v Zürich, kjer jih digitalizirajo s frekvenco vzorčenja 64 Hz in jih hkrati shranjujejo na tri računalnike. Obdelava podatkov poteka na dveh sistemih UNIX.

Leta 1997 so začeli posodabljanje mrežo potresnih opazovalnic, ki bo končana leta 2000 (slika 3). Novo mrežo bo sestavljalo 28 potresnih opazovalnic. Opremljene bodo s tri-

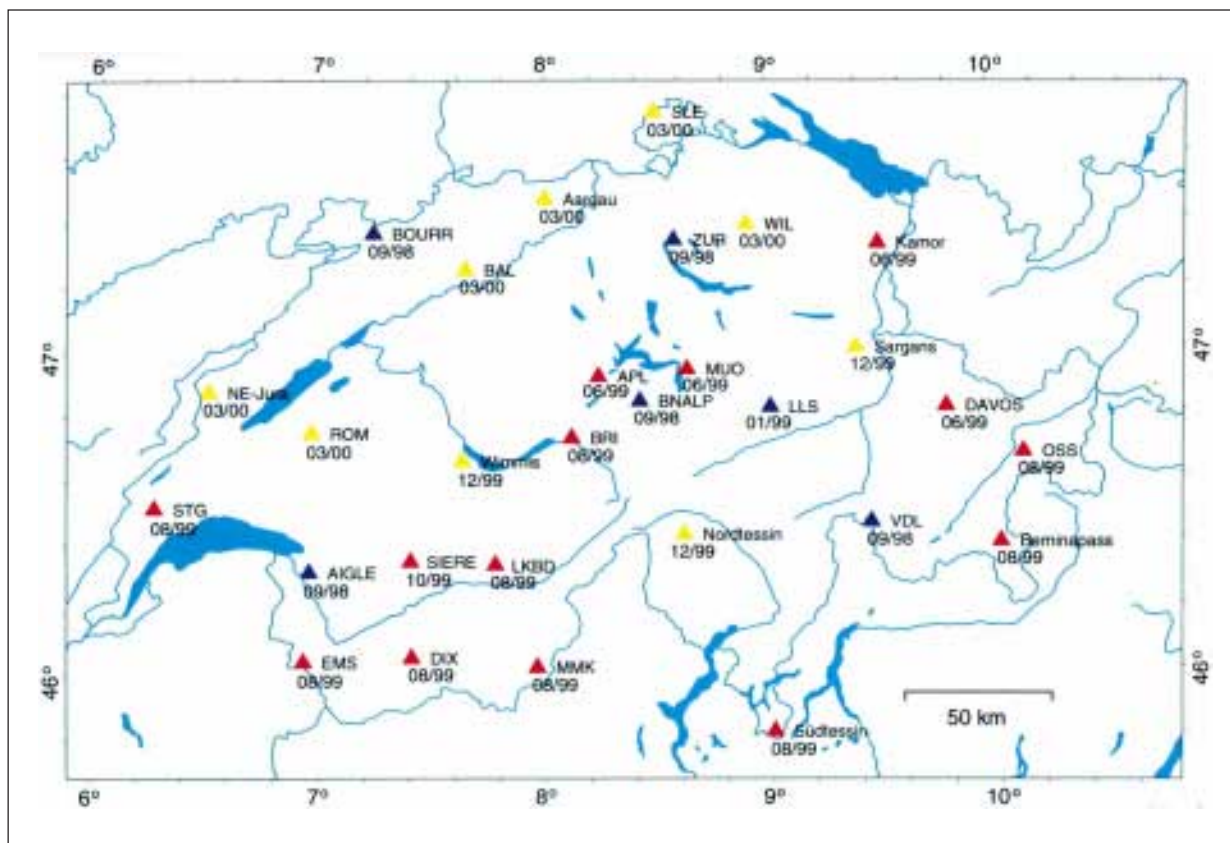
* univ.dipl.inž., Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Pot na Golovec 25, Ljubljana

** dr., Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Kersnikova 3, Ljubljana

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



Slika 2. Karta potresnih intenzitet za povratno dobo 475 let za Švico, Nemčijo in Avstrijo
 Figure 2. Intensity map of Switzerland, Germany and Austria for a return period of 475 years



Slika 3. Porazdelitev potresnih opazovalnic v Švici: modri trikotniki označujejo opazovalnice zgrajene leta 1998, rdeči leta 1999, rumeni trikotniki pa opazovalnice, ki jih še gradijo

Figure 3. Distribution of seismic stations in Switzerland. The blue triangles indicate the stations constructed in 1998, the red triangles those constructed in 1999, while the yellow triangles are stations under construction

komponentnimi digitalnimi seizmografi. Marca letos je delovalo že šest novih opazovalnic. Pred koncem leta jih bodo vključili v mrežo še 14, zadnjih devet pa do marca prihodnjega leta. Za opazovalnice uporabljajo bunkerje, ki jih je opustila švicarska vojska. Bunkerji so solidno grajeni, opremljeni so z električno in telefonsko napeljavo. Nekaj seizmografov bodo postavili v temelje velikih vodnih pregrad. Seizmografi bodo opremljeni s širokopasovnimi seizmometri STS-2, ki zaznavajo nihanje tal v območju nihajnih časov od 0,02 do 120 sekund. Seizmometri so občutljivi za temperaturne spremembe, zato gradijo v bunkerjih posebne komore za namestitve senzorjev. Najprej izravnavajo betonska tla in nanje nalepijo kamnito ploščo, veliko približno 100 x 80 cm, na kateri bo stal senzor. Ploščo nato obzidajo do primerne višine z opeko, ki jo na notranji strani obdajo z deset centimetrov debelo plastjo toplotnega izolatorja. V steno vstavijo cev za napajalni in signalni kabel. Kabel je položen v široki zanki okrog seizmometra in pritrjen s sponkami v tla. Ko je seizmometer nameščen in kabel priključen, zapolnijo preostali prostor v komori s stiropornimi kroglicami, ki še dodatno zagotovijo toplotno izolacijo. Komoro nato pokrijejo s pokrovom iz izolacijskega materiala. Meritve so pokazale, da se v letu dni temperatura v taki komori spremeni največ za dve stopinji Celzija.

Seizmometer je priključen na digitalizator HRD 24 kanadskega proizvajalca Nanometrics s 24-bitno analogno/digitalno pretvorbo in frekvenco vzorčenja 125 vzorcev na sekundo. Čeprav je v osnovnem modelu HRD 24 že vgrajen GPS – sprejemnik točnega časa, so Švicarji zahtevali od proizvajalca izvedbo z zunanjim sprejemnikom. Pri instrumentih, ki so postavljeni v temelje vodnih pregrad namreč prevelika razdalja od prostora z instrumenti do površja pre-

grade onemogoča priklop antene na sprejemnik zaradi prevelikega slabljenja signala v antenskem kablu. Tako je sprejemnik nameščen v kontrolni stavbi pregrade, informacijo o točnem času pa po optičnem kablu vodijo do digitalizatorja. Prednost take izvedbe je galvanska ločitev sprejemnika (antena je izpostavljena atmosferskim praznitvam) od preostale opreme, ki je tako zaščitena pred udarom strele. Notranji RAM – pomnilnik omogoča dvehurno shranjevanje zapisov v primeru prekinitve povezave potresne opazovalnice z osrednjim računalnikom.

Vse opazovalnice bodo prek mostičnega multiplekserja RM 4 vključene v švicarsko računalniško omrežje. (Tudi v Sloveniji načrtujemo priklučitev opazovalnic na državno računalniško omrežje.) Menijo, da radijski prenosi, ki jih uporabljajo v stari mreži potresnih opazovalnic, niso dovolj zanesljivi za prenos podatkov. RM 4, ki ga prav tako izdeluje Nanometrics, je naprava, ki omogoča sprejem podatkov iz digitalizatorjev HRD 24, jih pretvori v format UDP/IP in po lokalnem omrežju ali internetu lahko pošlje na štiri IP-naslove. Tehnična ekipa inštituta za geofiziko je sama razvila priključno omarico, ki omogoča priklop instrumentov, komunikacijske opreme, sprejemnika točnega časa in napajalnih napetosti za različne lokacije, kjer se konfiguracija opreme lako spreminja. V omarico je vgrajena tudi prenapetostna zaščita vseh priključkov.

Podatki se zbirajo v računalniku za zajem podatkov s programsko opremo za strežnik NAQS. V računalniku so organizirani krožni pomnilniki za vsak kanal posebej, ki omogočajo štirinajstdnevno shranjevanje neprekinjenih zapisov z vseh opazovalnic. Državno računalniško omrežje je s požarnim zidom zaščiteno pred zunanjim svetom. Računalni-

ki za analizo potresov in arhiviranje so zunaj državnega omrežja. Vse zapise s strežnika NAQS je treba prek požarnega zidu prenesti v omrežje inštituta, kar jim trenutno še povzroča težave. Obdelava in arhiviranje dogodkov potekata na delovnih postajah UNIX. Trenutno shranjujejo samo zapise dogodkov. V prihodnje načrtujejo shranjevanje vseh neprekinjenih zapisov z vseh 28 potresnih opazovalnic na plošče DVD.

Ogledali smo si tudi najstarejšo švicarsko potresno opazovalnico, to je opazovalnico ZUR, ki je v gozdičku na robu Züricha (slika 4). Komunikacijska oprema in laboratorij za preizkušanje opreme sta v posebni hišici, kakih sto metrov od nje pa je pet metrov globok jašek premera meter in pol. V njem sta dva seizmografa (slika 5). Starejšega sestavlja trikomponentni širokopasovni seizmometer STS-1 in zajemalna naprava Quanterra, drugega, novejšega, pa trikomponentni širokopasovni seizmometer STS-2 in zajemalna naprava HRD 24. Oba seizmometra sta postavljena v toplotno izoliranih komorah na dnu jaška, ki so prekrите s pohodno rešetko, preostala elektronika pa je na polici na steni jaška.



Slika 4. Zgradba potresne opazovalnice v gozdičku na robu Züricha (foto: R. Vidrih)
Figure 4. A seismic station located in a small forest on the outskirts of Zürich (photo: R. Vidrih)



Slika 5. Jašek s seizmometri in zajemalnimi napravami potresne opazovalnice v gozdičku na robu Züricha (foto: P. Sinčič)

Figure 5. Shaft with seismometers and capture devices in the seismic station located in a small forest on the outskirts of Zürich (photo: P. Sinčič).

Obdelava podatkov

Programska oprema za obdelavo potresnih zapisov, ki je delo strokovnjakov inštituta, samodejno določi vrsto potresa iz dominantne frekvence zapisa potresa (regionalni potres ali teleseizem) in odčita začetke potresa na zapisih z različnih opazovalnic. Ti podatki so vhodni podatki programa za lociranje potresov in izračun magnitude.

Za hitro posredovanje lokacije in magnitude potresa skrbi samodejni alarmni sistem. Ta se sproži, ko regionalni potres preseže določeno velikostno stopnjo. Podatke o lokaciji in magnitudi posreduje na pozivnik pripravljenega seizmologa in na strani svetovnega spletnega omrežja (WWW).

Sklep

Švica je po površini dvakrat večja od Slovenije in bo pokrivala območje cele države z mrežo 28 potresnih opazovalnic. Uprava RS za geofiziko načrtuje novo mrežo potresnih opazovalnic, ki jo bo sestavljalo 25 potresnih opazovalnic, kar pomeni približno dvakrat večjo gostoto. Taka gostota razporeditve potresnih opazovalnic (postavitev potresnih opazovalnic s povprečno medsebojno razdaljo približno 25 do 30 km) omogoča določitev nadžarišča potresa na približno en kilometer natančno, omogoča pa tudi izračun žariščnega mehanizma za potrese z magnitudo nad 2,0. S tem bo omogočeno boljše poznavanje seizmičnosti in zmanjševanje potresne nevarnosti in tveganja na ozemlju Slovenije.

Literatura

- Grünthal, G., Mayer-Rosa, D., Lenhardt, W. A., 1998. Abschätzung der Erdbebengefährdung für die D-A-CH-Staaten – Deutschland, Österreich, Schweiz. Sonderdruck aus: Bau-technik, 10: 19–33.