

MREŽA POTRESNIH OPAZOVALNIC SABO NA SEVEROZAHODU TURČIJE

The SABO Net in Northwestern Turkey

Izidor Tasič*, David Dolenc**

UDK 550.34.034(560)

Povzetek

Severni anatolski prelom je eden izmed najbolj potresno dejavnih prelomov na svetu. Med mestoma Bolu in Adapazari na zahodu Turčije se prelom razcepi v dve veji. Na tem območju že vrsto let poteka veliko geofizikalnih raziskav. Za spremljanje potresne dejavnosti je v širši okolici mesta Adapazari, na območju površine 70 x 130 km, postavljena mreža sodobnih potresnih opazovalnic (SABO), ki je tako kot mreža potresnih opazovalnic v Sloveniji izdelek družbe Nanometrics. Med njima pa je nekaj bistvenih razlik. Novembra 1997 sva dva zaposlena na Upravi RS za geofiziko obiskala turške kolege, ki vzdržujejo in delajo z mrežo SABO. Namen najinega obiska je bil spoznati prednosti in pomanjkljivosti mreže SABO, kar nam v prihodnosti lahko pomaga pri izboljšanju delovanja naše mreže in odločitvah o njenem dopolnjevanju.

Abstract

The North Anatolian fault is one of the most seismically active faults in the world. In the west of Turkey, between the cities of Bolu and Adapazari, the North Anatolian fault splits into two branches. In this area, many geophysical studies have been done in the past. A network of seismic stations (SABO net) covering an area of 70 x 130 km has been installed around the city of Adapazari to monitor the seismicity of the area. The network was produced by Nanometrics and is similar to the one installed in Slovenia, although there are some essential differences between the two. In November 1997, two collaborators from the Geophysical Survey of Slovenia visited colleagues in Turkey who maintain and work with the SABO net. The purpose of our visit was to determine the advantages and disadvantages of the SABO net which may help us improve the performance of the Slovenian seismic network in future and also facilitate decision-making on the enlargement of the Slovenian network.

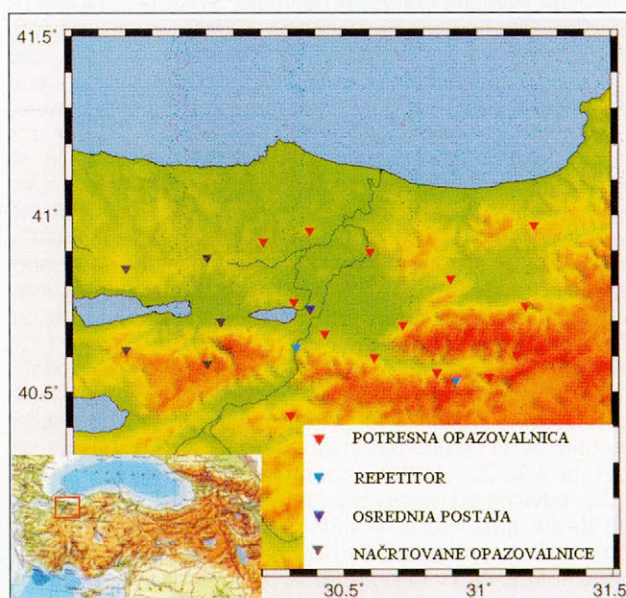
Severni anatolski prelom je eden izmed najbolj potresno dejavnih prelomov na svetu. Na vzhodu Turčije se začne blizu mesta Karliova, kjer se stika z vzhodnim anatolskim prelomom. V loku, ki je izbočen proti severu, poteka čez osrednji del vse do doline Mudurnu na zahodu. Na tem območju se razcepi na dve veji. Severna je prelom Izmit Sapanca, ki poteka od jezera Sapanca čez severni del polotoka Armutlu in se nadaljuje pod Marmarskim morjem. Na kopnem se ponovno pojavi blizu kraja Mürefte in se pod zalivom Saros nadaljuje pod Egejskim morjem. Južni del je prelom Iznik Mekece, ki poteka od kraja Geyve in nato južno od jezera Iznik do zaliva Gemlik. Nadaljuje se pod Marmarskim morjem in pri zalivu Bandirma seka polotok Kapıdag, nato potuje čez polotok Biga in naprej pod Egejskim morjem.

Na območju severnega anatolskega preloma je bilo v zadnjem stoletju kar 34 rušilnih potresov. Najmočnejši z magnitudo 7,9 je bil leta 1939 v bližini mesta Erzincan. Zahteval je 32 962 življenj. Ob tem potresu je vzdolž preloma v dolžini 360 km nastal povprečen vodoraven premik 4,5 m.

V želji, da bi procese, ki povzročajo potrese na severnem anatolskem prelomu, bolje spoznali, strokovnjaki z vsega sveta že vrsto let opravljajo geofizikalne raziskave na tem ozemlju. Posebno pozornost posvečajo območju med mestoma Bolu in Adapazari na zahodu, kjer se prelom razcepi v dve veji. To območje je industrijsko zelo razvito in močan potres v tem delu Turčije bi bil za državo tudi prava ekonomska katastrofa. Eksperimenti na tem območju vključujejo neotektonske in paleoseizmološke raziskave, natančne meritve nagibov tal, meritve ravni in temperature podtalne vode, gravimetrične meritve, spremljanje meteoroloških parametrov, meritve koncentracije radona ter hidrokemičnih parametrov.

Strokovnjaki so želeli seizmičnost tega območja podrobneje spoznati, zato so začeli leta 1996 postavljati sodobno digitalno mrežo potresnih opazovalnic, ki so jo poimenovali SABO. Mreža potresnih opazovalnic pokriva ozemlje dobre

tretjine Slovenije. Trenutno je tam postavljenih 14 sodobnih digitalnih potresnih opazovalnic in središče za zbiranje in obdelavo podatkov, ki je v Adapazariju. SABO zazna povprečno tri potrese na dan, katerih nadžarišče je znotraj mreže opazovalnic. Mreža je, tako kot digitalna mreža potresnih opazovalnic v Sloveniji, skonstruirana v



Slika. Digitalna mreža potresnih opazovalnic SABO na severozahodnem industrijsko razvitem delu Turčije pokriva območje dobre tretjine Slovenije. Trenutno je tam postavljenih 14 sodobnih digitalnih potresnih opazovalnic in središče za zbiranje in obdelavo podatkov, ki je v Adapazariju.

Figure. The SABO net in the northwestern industrialized part of Turkey covers an area the size of 1/3 of Slovenia. At present the network is comprised of 14 modern digital seismic stations and a data collection and processing center in Adapazari.

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

kanadskem podjetju Nanometrics. Med njima je tudi nekaj bistvenih razlik, predvsem v načinu prenašanja podatkov, njihovi obdelavi in shranjevanju. Ravno poznavanje prednosti in slabosti mreže SABO nam zaradi podobnosti v prihodnosti lahko pomaga pri izboljšanju delovanja državne mreže ter pri odločitvah o njenem dopolnjevanju. Jeseni 1997 sva zato imela delovno srečanje z doktorjem Zunbulom in gospodom Karakishom iz oddelka za seizmologijo, ki deluje v okviru Ministrstva za gradbeništvo in javna dela v kraju Adapazari na severozahodu Turčije. Predstavila sta delovanje sodobne digitalne mreže potresnih opazovalnic SABO, postopke njenega vzdrževanja in postavljanja posameznih potresnih opazovalnic. Obisk je vključeval tudi ogled posameznih opazovalnic.

Vsaka opazovalnica je sestavljena iz trikomponentnega kratkoperiodnega seizmometra Mark Products L-4C-3D s frekvenčnim območjem med 1,5 in 0,03 sekunde. Štiriindvajsetbitni analogni-digitalni pretvornik HRD-24 pretvori signal iz analognega zapisa v digitalnega z vzorčno frekvenco 100 vzorcev na sekundo. HRD-24 je opremljen tudi s sprejemnikom GPS. Tako je poskrbljeno še za časovno usklajenost podatkov s sistemom točnega časa GPS. Podatki se prek radijskega oddajnika nepretrgano prenašajo v Adapazari. Za napajanje opazovalnice skrbijo akumulatorji, ki jih polnijo sončne celice. Zbirno središče v Adapazariju sestavljajo radijski sprejemnik in IBM-ov osebni računalnik, ki deluje v večopravilnem operacijskem sistemu OS/2. Programski paket NAQSP skrbi za zajem, shranjevanje in obdelavo podatkov. Prispeli podatki se kompresirani shranjujejo na disk. Velikost diska je omejena, zato se podatki po štirih dneh prepišejo z novimi. Tako prepisovanje omogoča, da se disk nikoli ne napolni. Količina podatkov je velika in pregledovanje takih zapisov zamudno, zato obstaja v NAQSP tudi postopek za zaznavanje potresov. Podlaga je klasični postopek STA/LTA. LTA in STA predstavljata povprečje signala v daljšem in krajšem časovnem oknu. Dogodek je določen, ko na več opazovalnicah razmerje med STA in LTA preide določeno pragovno vrednost znotraj kratkega koincidenčnega okna. Parametri za mrežo potresnih opazovalnic SABO so: dolžina okna STA je 0,1 sekunde, dolžina okna LTA je 30 sekund in pragovna vrednost je 5. Dogodek je določen, ko najmanj na treh opazovalnicah na navpični komponenti razmerje med STA in LTA preseže pragovno vrednost v manj kot 15 sekundah. Ker so opazovalnice med seboj zadosti oddaljene, da jih ne moti isti vir seizmičnega šuma, taki parametri zadostujejo že za zaznavanje šibkih potresov. Ti dogodki se shranjujejo na zgoščenko. Poleg tega programska oprema NAQSP nadzoruje, ali so podatki prispeli pravočasno, in kontrolira delovanje potresnih opazovalnic. V isti sobi v Adapazariju je tudi osebni računalnik, ki računa parametre potresa prek programskega paketa ASSOC. ASSOC uporablja postopek HYPO71 ali LOC, odvisno od nastavitve. Natančnost rešitve je odvisna od števila opazovalnic, ki sodelujejo pri izračunu, kakor tudi od zmožnosti sistema, da pravilno prepozna posamezne vrste potresnega valovanja, ki so prispele na opazovalnico. Računalnika sta med seboj povezana s kartico ethernet. Programska oprema, ki v sklopu NAQSP na osrednjem računalniku ugotovi dogodek, pripravi tudi datoteko z vstopnimi časi in največjimi amplitudami zapisa na posamezni opazovalnici. Na temelju teh podatkov programski paket ASSOC izračuna lokacijo potresa in magnitudo. Iz izkušenj strokovnjakov, ki spremljajo delovanje mreže SABO, deluje samodejni izračun lokacije razmeroma dobro, težave pa so z ocenami za magnitudo, ki se ne ujemajo z ročno izračunanimi. Parametre potresa zato dodatno popravijo ročno z analizo potresnega valovanja. Računalnika sta prek modema povezana z

Ankaro, od koder preverjajo delovanje sistema in po potrebi prenesejo podatke.

Uporabnost podatkov je odvisna od seizmičnega šuma, kar je neposredno povezano z lego potresne opazovalnice. Potresne opazovalnice se napajajo prek akumulatorjev, ki jih polnijo sončne celice, zato bi sklepali, da so postavljene na seizmološko ugodnih tleh, daleč od virov seizmičnega šuma, kot so industrijski objekti, urbana okolja, gozdovi in vodni viri. Vendar to ne drži povsem. Oddajna antena mora biti v vidnem polju sprejemne antene, kar zelo omejuje prostor postavljanja opazovalnice. Vidnost polja se lahko "poveča" z repetitorjem. To je sprejemno-oddajna enota, ki na določeni oddaljenosti sprejme radijske signale od opazovalnice, jih ojača in posreduje zbirnemu središču. Stroški se v tem primeru skoraj podvojijo, poveča se možnost okvare in napak med prenosom. Pri postavljanju mreže so želeli imeti čim manj vmesnih repetitorjev. Tako se je dodatno povečal obseg samo štirim opazovalnicam. Zaradi napajanja opazovalnic prek sončnih celic se lahko novembra, ko utegne deževati tudi več kot teden dni, izpraznijo akumulatorji in izgubijo podatki. Med večdnevni dežjem delujeta povprečno slabi dve tretjini opazovalnic.

Najbolj očitna razlika med mrežo SABO in slovensko mrežo je v številu potresnih opazovalnic. V Sloveniji imamo na področju, ki je skoraj trikrat večje od področja, ki ga pokriva mreža SABO, le šest digitalnih opazovalnic, med seboj povezanih v mrežo. Večja gostota opazovalnic pomeni natančnejši in enostavnejši izračun lokacije in magnitude potresa. Prenos podatkov pri mreži SABO je zasnovan tako, da se podatki o nihanju tal iz vseh opazovalnic skoraj v trenutku in brez prekinitev prenašajo v zbirno postajo. Ta način omogoča hiter avtomatičen izračun lokacije in magnitude potresa. Postopek pridobivanja podatkov pri slovenski mreži je dosti počasnejši. Osrednji računalnik je z dvema opazovalnicama povezan z računalniškim omrežjem, z ostalimi štirimi pa s klicnimi telefonskimi linijami. Podatki iz opazovalnic s klicnimi telefonskimi linijami niso dostopni istočasno, saj ima osrednji računalnik lahko odprto zvezo le z eno opazovalnico. Prenos je počasen in odvisen od trenutne kvalitete povezave. Za zapis dolžine ene minute mora biti tako telefonska zveza vzpostavljena najmanj eno minuto. Zaradi tega iz lokalnih opazovalnic prihajajo v osrednji računalnik samo posamezni dogodki in sicer na zahtevo osrednjega računalnika ali lokalne opazovalnice. Avtomatičen izračun osnovnih parametrov je tako zelo otežen. Pri tistih dveh opazovalnicah, ki sta z osrednjim računalnikom povezani preko računalniškega omrežja, so dogodki skoraj takoj dosegljivi. Prednost v zasnovi slovenske mreže je, da so podatki za zadnjih nekaj dni shranjeni na lokalnem disku na opazovalnici in jih lahko v primeru, ko je zveza z opazovalnico prekinjena, še vedno prenesemo kasneje. Pri telemetričnem prenosu brez lokalnega shranjevanja so ob napaki pri prenosu podatki za vedno izgubljeni. Vendar nam gornja prednost žal prav nič ne pomaga pri hitrem avtomatičnem računanju lokacije žarišča, ko je potrebno čim hitreje imeti na razpolago čimveč podatkov.

Sklep

Opazovalnice mreže SABO ne potrebujejo povezave z električnim in telefonskim omrežjem, zato omogočajo večjo svobodo pri izbiri kraja postavitve. Vendar je na razgibanem terenu še vedno neobhodna uporaba repetitorjev oziroma izbira lokacij, kjer podlaga ni najprimernejša. Uporaba sončnih celic je velika prednost, vendar je potrebno pred postavitvijo opazovalnice preveriti, če je proizvajalec upošteval število sončnih dni pri njihovi izbiri.

Žal pa je obema mrežama še najbolj skupna težava radovednost ljudi in živali, ki poškodujejo ali ukradejo najbolj izpostavljene dele opreme opazovalnic.