

POTEK IZGRADNJE DRŽAVNE MREŽE POTRESNIH OPAZOVALNIC

Peter Sinčič, Renato Vidrih*

Povzetek

Po potresu 12. aprila 1998 z epicentrom v zgornjem Posočju, ki je povzročil veliko gmotno škodo, je Vlada Republike Slovenije sprejela sklep o posodobitvi omrežja potresnih opazovalnic. Modernizacija obsega posodobitev sedmih obstoječih in izgradnjo 18 novih potresnih opazovalnic. Posodobljen merilni sistem bo omogočil hitrejše alarmiranje ob potresih ter pridobivanje kvalitetnejših seizmoloških podatkov za nadalnje geološke raziskave. V letu 2001 je Urad za seizmologijo in geologijo Agencije RS za okolje z novimi instrumenti opremil tri obstoječe potresne opazovalnice: v Ljubljani (LJU), v Dobrini na Kozjanskem (DOBS) in Goričicah ob Cerknškem jezeru (CEY), maja 2002 je bilo v omrežje vključenih pet novih opazovalnic: Črešnjevec (CRES), Goliše (GOLS), Legarje (LEGS), Podkum (PDKS) in Robič (ROBS). Konec leta pa še opazovalnici Grobnik (GROS) in Pernice (PERS). V letu 2003 je bila otvoritev primorskega dela omrežja, ki ga sestavljajo opazovalnice Čadrg (CADS), Javornik (JAVS) in Knežji dol (KNDS), v omrežje pa sta bili vključeni še opazovalnici Višnje (VISS) in Gornji Cirknik (GCIS). V letu 2004 so bile dokončane in v omrežje vključene potresne opazovalnice Kog (KOGS), Bojanci (BOJS), Gorjuše (GORS) in Vojsko (VOJS). Letos sta bili v omrežje vključeni opazovalnici Zavodnje (ZAVS) in Možjanca (MOZS). Dokončane so tudi opazovalnice Gorenja Brezovica (GBAS), Vrh pri Dolskem (VNDS), Črni Vrh nad Polhovim Gradcem (CRVS), Skadanščina (SKDS) in Gornja Briga (GBRS). Omrežje potresnih opazovalnic je povezano z omrežji sosednjih držav Avstrije, Italije in Hrvaške, tako da poteka nemotena medsebojna izmenjava podatkov.

Uvod

V seizmičnem pogledu uvrščamo Slovenijo med dejavnejša območja na južnem robu Evrazijske plošče. V preteklosti pa tudi danes tu nastajajo močni potresi. Potresna žarišča nastajajo na celotnem ozemlju Slovenije, najbolj nevarna območja pa so poleg ljubljanskega, kjer se je v preteklosti sprostil največ potresne energije, še idrijsko, tolimsko in krško-brežiško območje.

Prvi zgodovinski podatki o potresih na naših tleh in bližnji okolici segajo tja v leto 567. Imamo torej skoraj 1500-letne zapise o potresni dejavnosti na območju Slovenije. Za seizmologe ter druge strokovnjake, ki ocenjujejo seizmičnost, potresno nevarnost in ogroženost našega ozemlja, so ti zapisi neprecenljive vrednosti.

Iz zgodovinskih virov vidimo, da je bilo v preteklosti na naših tleh več kot 60 rušilnih potresov. Med njimi lahko izpostavimo nekaj najmočnejših potresov, ki so zaznamovali potresno zgodovino naše dežele. Koroški potres leta 1348 je na Kranjskem, Koroškem in Štajerskem porušil 26 mest ter 40 gradov in cerkva in zahteval 20.000 življenj. Ob idrijskem potresu leta 1511 je umrlo 12.000 ljudi, ob ljubljanskem potresu leta 1895 pa naj bi bilo okoli deset mrtvih ter velika materialna škoda.

* Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, Ljubljana

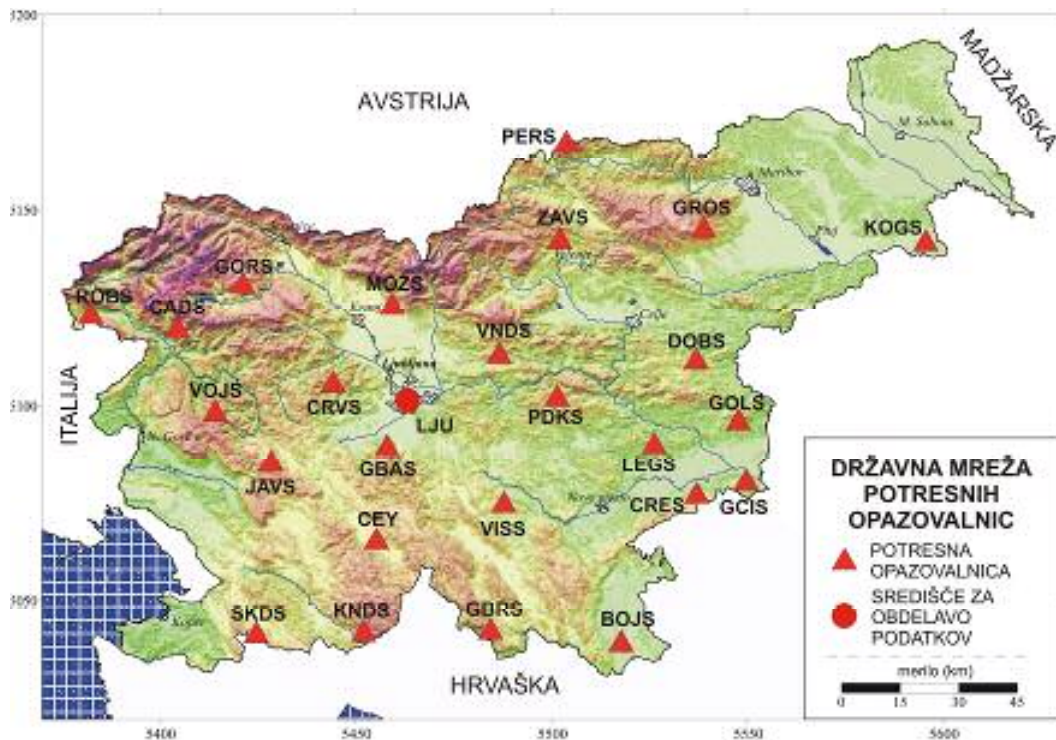
Najmočnejši potresi v 20. stoletju pa so bili leta 1917 v Brežicah, leta 1956 na ilirsko-bistriškem območju, leta 1963 na litijskem območju, leta 1974 na Kozjanskem, majski in septemberski potresi leta 1976 z žarišči na območju Furlanije so imeli grozljive posledice v severozahodni Sloveniji, saj je bilo poškodovanih več kot 12.000 zgradb, od katerih jih je bilo potrebno 4.000 porušiti, leta 1977 potres pod Storžičem, leta 1982 v Savinjski dolini, leta 1995 okrog Ilirske Bistrice in najmočnejši potres 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju.

V opazovanem obdobju od leta 567 pa do današnjih dni je bilo na ozemlju Slovenije ali v obmejnih območjih sosednjih dežel skupno 6.000 potresov, katerih intenziteta je večja od II. stopnje po EMS intenzitetni lestvici, od tega 73 potresov intenzitete od VIII. do X. stopnje po EMS lestvici.

Sistematično zapisovanje, spremljanje in obdelava podatkov o potresni dejavnosti na Slovenskem sega v leto 1897, ko je dr. Albin Belar v Ljubljani na Vegovi ulici v prostorih višje realke postavil prvi seizmograf na Slovenskem, ki je bil tudi prvi v takratni avstroogrski monarhiji. To je bil začetek slovenske instrumentalne seizmologije. Ker se je večina zapisov iz začetnega obdobja razvoja seizmologije izgubila, je pričel dr. Vladimir Ribarič ponovno graditi temelje slovenske seizmologije. Instrumentalno zapisovanje potresov je ponovno steklo leta 1958 na observatoriju Golovec v Ljubljani. Seizmološka dejavnost se je po letu 1958 naprej odvijala na Geofizikalnem inštitutu Univerze v Ljubljani, ki je skupaj z Astronomskim inštitutom tvoril Astronomski geofizikalni observatorij, od leta 1980 dalje pa na Seizmološkem zavodu Socialistične Republike Slovenije, ki je bil ustanovljen kot republiška upravna organizacija. Ob osamosvojitvi Slovenije leta 1991 se je preimenoval v Seizmološki zavod Republike Slovenije, ob koncu leta 1994 je Seizmološki zavod dobil nove zadolžitve in novo ime - Uprava RS za geofiziko, ki je delovala v okviru Ministrstva za okolje in prostor. S sprejemom Zakona o spremembah in dopolnitvah zakona o organizaciji in delovnem področju ministrstev (Ur. l. RS, št. 30/01) je prišlo do združitve Uprave RS za geofiziko, Hidrometeorološkega zavoda in Uprave RS za varstvo narave v Agencijo RS za okolje, seizmološka opazovanja in druge dejavnosti pa se nadaljujejo v Uradu za seizmologijo te agencije.

Omrežje potresnih opazovalnic

Obstoječe omrežje potresnih opazovalnic je do maja leta 2002 sestavljalo sedem opazovalnic, od tega šest opremljenih z digitalnimi seizmografi, komunikacijsko povezanih med seboj z najetimi linijami preko komunikacijske hrbtnice državnega računalniškega omrežja (HKOM), z avtomatskim prenosom podatkov in z nadzorom delovanja in konfiguriranjem inštrumentov iz centralnega računalnika na observatoriju na Golovcu v Ljubljani. Sedma opazovalnica je bila opremljena z analognim seizmografom z zapisom s črnilom na papir, seizmogrami pa se pošiljajo v centralo v Ljubljano po pošti.



Slika 1- Razporeditev potresnih opazovalnic na območju Slovenije konec leta 2005.

Potres 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju, ki je povzročil veliko škodo na širšem potresnem območju, je pokazal na pomanjkljivo opremljenost slovenske seizmološke službe, da bi hitro in dovolj natančno posredovala podatke o osnovnih potresnih parametrih. Izkazalo se je, da tako javne službe kot širša javnost pričakujeta ustrezno informacijo o potresu in prizadetem območju v bistveno krajšem času, kot je predvideno v načrtih pripravljenosti na potres. Vlada Republike Slovenije je zadalžila Ministrstvo za okolje in prostor, takratno Upravo RS za geofiziko, da za vlado čimprej pripravi informacijo o potresnih opazovalnicah v državi in predloge ukrepov za posodobitev državnega potresnega opazovanja. Potres 31. avgusta istega leta v bližini Trebnjega na Dolenjskem je le še podkrepil potrebo po ukrepih, ki bi zagotovili učinkovito delovanje seizmološke službe. Predvidena je bila modernizacija omrežja potresnih opazovalnic z izgradnjo osemnajstih novih opazovalnic in posodobitvijo obstoječih sedmih. Posodobitev naj bi bila končana do konca leta 2006.

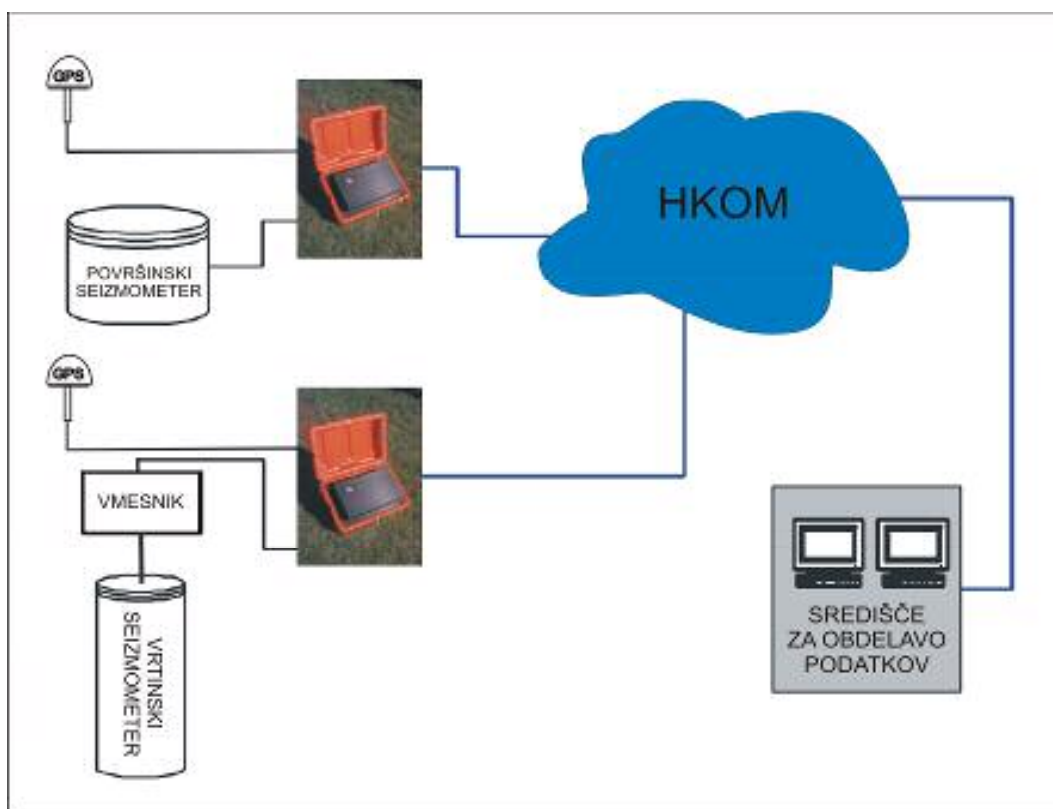
Osnovni namen posodobitve omrežja potresnih opazovalnic je vzpostavitev takega državnega potresnega opazovalnega omrežja, ki bo omogočalo:

- zajem podatkov o potresih, ki jih čutijo prebivalci na območju Slovenije in jih v stvarnem času posredovati v center,
- čim hitreje določanje z zadostno natančnostjo osnovnih potresnih parametrov za potrebe obveščanja in ukrepanja po potresu,
- zagotovitev točnosti določanja potresnih parametrov šibkih potresov z natančnostjo, potrebno za sodobne seizmotektonske študije (napaka določitve žarišča in nadžarišča potresa naj ne bi bila večja od enega kilometra),
- zagotovitev kakovostnega zapisa seizmičnih signalov v dovolj širokem frekvenčnem pasu, ki omogoča določanje dinamičnih parametrov potresnih žarišč in izračun parametrov potresne nevarnosti.

Izbira lokacij sodobnega omrežja potresnih opazovalnic je zahteven interdisciplinarni projekt, za katerega je potrebno izpolniti pogosto nasprotujoče zahteve glede

seizmogeološke ustreznosti lokacije, možnosti odkupa zemljišča, možnosti gradbene izvedbe, zagotovitve vira energije in povezave s središčem za zbiranje in analizo podatkov. Da ima omrežje opazovalnic željene lastnosti, je glede na naravne in druge danosti pogosto potrebna optimizacija kompromisnih rešitev. Glede na kriterije za izbor lokacije potresne opazovalnice, ki vključujejo splošne pogoje (geometrija omrežja), naravne danosti (seizmogeološke lastnosti, seizmični nemir, relief, klimatski pogoji) in izvedbene pogoje (možnost odkupa zemljišč, zagotovitev vira energije in komunikacij za prenos podatkov, izvedljivost gradbenih del, dostopnost in zaščita pred vandalizmom) je bila izbrana razporeditev potresnih opazovalnic, kot je prikazana na sliki 1.

Potresne opazovalnice so vključene v računalniško omrežje državnih organov HKOM po katerem tečejo podatki v središče za obelavo (slika 2), kjer se takoj začne avtomatska analiza podatkov in obveščanje seizmologov o morebitnih dogodkih.



Slika 2 - Shema povezav potresnih opazovalnic in središča za obdelavo podatkov.

Potresna opazovalnica

Opremo potresnih opazovalnic (slika 3) sestavljajo senzor, zajemalna enota, komunikacijska oprema za kontinuirani prenos podatkov v center za obdelavo podatkov in brezprekinitveno napajanje.



Slika 3 - Potresna opazovalnica BOJS v Bojancih v Beli Krajini.

Glede na izbiro senzorja imamo tri vrste potresnih opazovalnic:

- Na štirih opazovalnicah: Goliše (GOLS), Legarje (LEGS), Zavodnje (ZAVS) in Vrh nad Dolskim (VNDS) je trikomponentni širokopasovni seizmometer Guralp CMG-40T zaradi slabe geološke podlage nameščen v 18 metrov globoko vrtino.
- Pet opazovalnic (Kog (KOGS), Gorjuše (GORS), Bojanci (BOJS), Skadanščina (SKDS) in v Ljubljani (LJU)) je šestkanalnih. Poleg trikomponentnega širokopasovnega seizmometra Guralp CMG-40T je v seizmičnem jašku nameščen še akcelerator EpiSensor.
- Na ostalih opazovalnicah je predvidena namestitev trikomponentnega širokopasovnega seizmometra Guralp CMG-40T v seizmičnem jašku (slika 4).

Poleg seizmometra je v seizmičnem jašku nameščena zajemalna enota Quanterra Q730. Enota ima na vhodu tri (pri petih opazovalnicah šest) neodvisne 24-bitne analogno-digitalne (A/D) med seboj galvansko ločene pretvornike, vgrajen procesni modul, GPS sprejemnik točnega časa, pomnilnik za začasno shranjevanje podatkov in komunikacijski modul. Komunikacijski protokol omogoča paketni prenos podatkov. Za A/D pretvorbo je uporabljena delta sigma modulacija z osnovno frekvenco vzorčenja 20 kHz. Nižje frekvence vzorčenja dobimo v procesorskem modulu z decimacijo in digitalnim filtriranjem. Za zajemanje podatkov skrbi programska oprema Shear. Prenos podatkov v središče za obdelavo podatkov (SOP) poteka v realnem času. Komunikacijski protokol omogoča uporabniku nastavitve prioritete pri pošiljanju podatkov, na primer samo prenos posameznih dogodkov z manjšo frekvenco vzorčenja ali kontinuiran prenos zajemanega kanala. Tako tudi ob krajši prekinitvi prenosnih linij ne ostanemo brez podatkov. Prenašamo tri nize podatkov in sicer z vzorčenjem signala 200 vzorcev, 20 vzorcev in 1 vzorec na sekundo. Komunikacija poteka s TCP/IP protokolom preko vgrajene Ethernet kartice in je dvosmerna, tako da lahko iz osrednjega računalnika daljinsko nastavljam

parametre zajemalnega sistema in izvajamo kalibracijo senzorjev. Ura v zajemalnem sistemu je usklajena z GPS sistemom točnega časa, njena napaka pa je manjša od 1 ms.



Slika 4 - V seizmičnem jašku sta nameščena senzor in zajemalna enota.

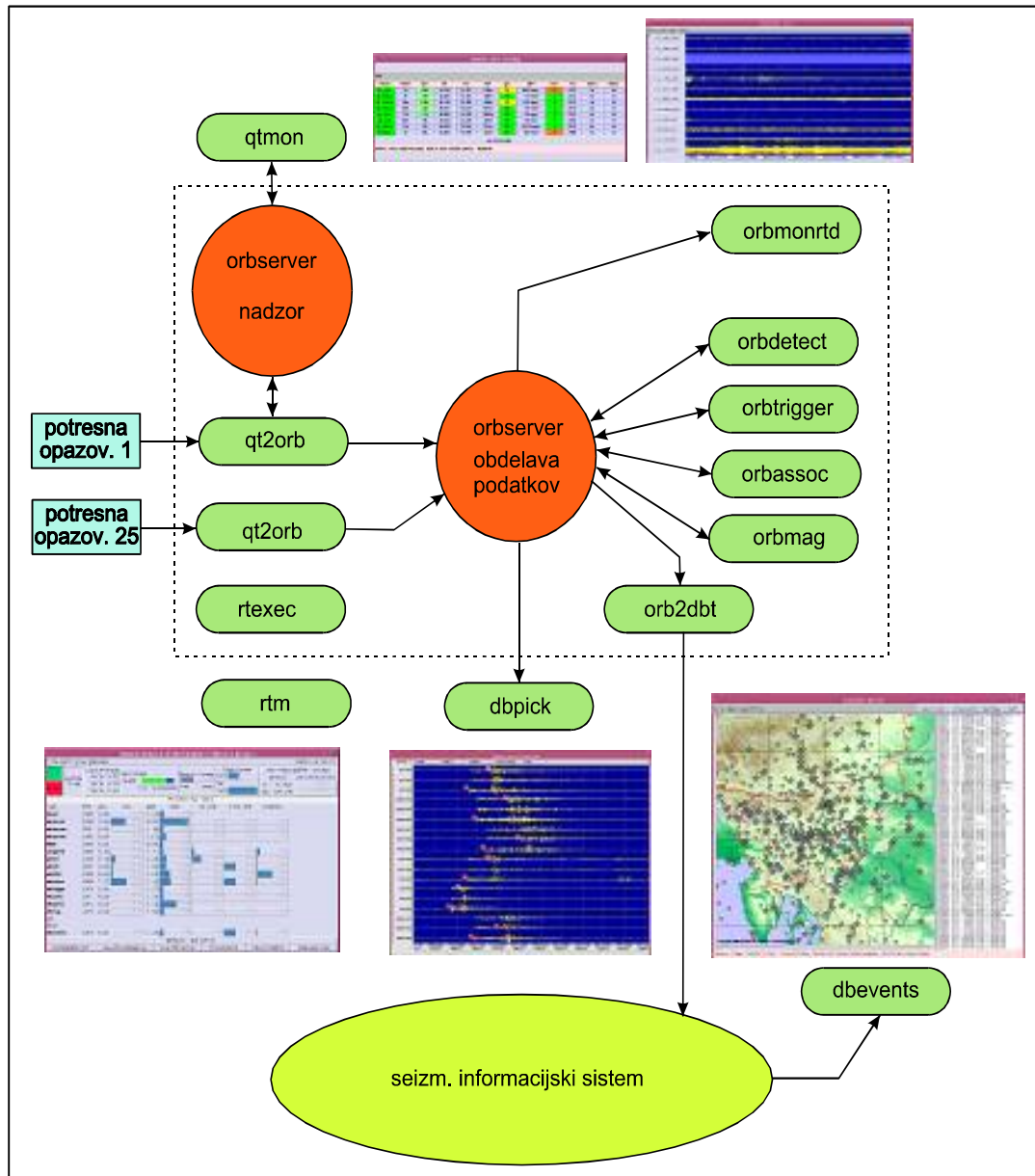
V pomožnem jašku (slika 5) je nameščena komunikacijska oprema za prenos podatkov, ki jo tvorita usmerjevalnik in modem, 12-voltno baterijsko napajanje s polnilcem in razsmernikom, ki omogoča 24-urno delovanje potresne opazovalnice ob izpadu omrežne napetosti. Prenos podatkov poteka po najetih linijah, kjer pa je bila ta rešitev predraga, pa je za prenos podatkov uporabljeno mobilno omrežje s HSCSD protokolom. Antena GPS sprejemnika je skrita v zračniku.



Slika 5 -V pomožnem jašku je nameščena komunikacijske oprema in brezprekinitveno napajanje.

Središče za obdelavo podatkov (SOP)

Srce središča za obdelavo podatkov (slika 6) sestavljata dva strežnika z Antelope programsko opremo, tračna enota za arhiviranje podatkov in časovni strežnik. Ker so potresi nepredvidljiv pojav, je za zanesljivo delovanje potrebna podvojitve sistema.



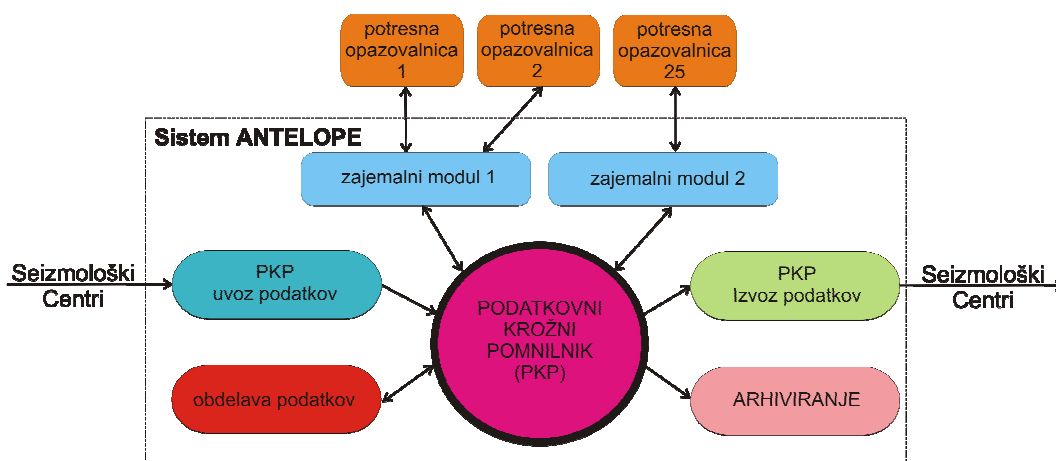
Slika 6 - Antelope upravljalni sistem v središču za obdelavo v Ljubljani.

Programsko opremo Antelope, izdelek BRTT (Boulder Real Time Technologies, Inc.), sestavljajo moduli za zajem, prenos, nadzor delovanja, lokalno shranjevanje, obdelavo, arhiviranje in distribucijo seizmičnih podatkov. Programi tečejo na Sunovih strežnikih z operacijskim sistemom Solaris. Obdelava podatkov poteka tako avtomatsko v stvarnem času kot tudi interaktivno in omogoča detekcijo dogodkov, odčitavanje vstopnih časov potresnih valov, združevanje podatkov z različnih opazovalnic, določanje epicentrov potresov in shranjevanje rezultatov analize. Sestavni del programskega paketa je tudi informacijski sistem, ki vsebuje surove podatke – valovne zapise potresov, rezultate analiz

in drugih podatkov. Parametri potresov se vnašajo v preglednico, epicentri pa se vrišejo na zemljevid Slovenije. Kasneje rezultate avtomatske analize pregleda seizmolog in vnese popravke. Prav tako analizira šibkejše potrese, ki jih avtomatski prožilec ni zaznal. Posebna pozornost je namenjena lokalnim potresom katerih registracije je glavni namen mreže potresnih opazovalnic.

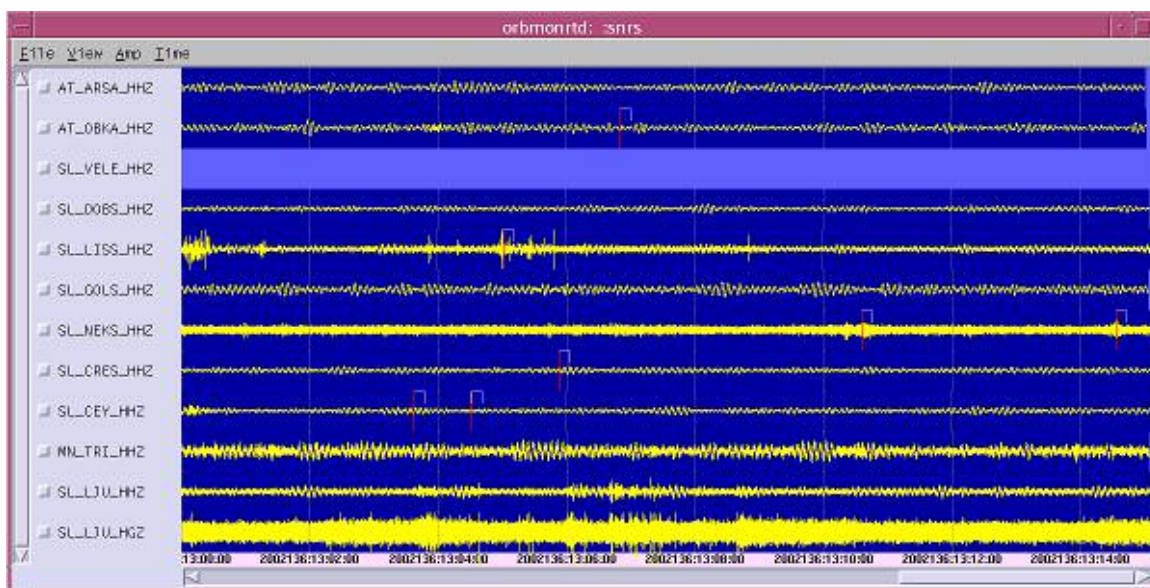
Znotraj Antelope sistema se podatki pretakajo skozi podatkovni krožni pomnilnik PKP (slika 6), ki je osrednji modul sistema. Vsak PKP je upravljan s programom orbserver. Vmesniški moduli vpisujejo podatke, zajete na opazovalnicah, v PKP enoto. Podatke lahko uvozimo v PKP tudi iz drugih seizmoloških centrov. V PKP enoti se shranjujejo zajeti podatki opazovalnic in rezultati obdelav teh podatkov. Antelope vsebuje programske module, ki omogočajo avtomatsko detekcijo, določanje vstopnih časov, združevanje dogodkov, lociranje, oceno magnitude in arhiviranje v stvarnem času. Vsak modul deluje kontinuirano kot samostojen program, pobira vhodne podatke in odlaga izhodne v PKP enoto. Izhodni podatki iz PKP enote se prenašajo na arhivske module, ki arhivirajo vhodne podatke iz opazovalnic in rezultate analiz v seizmični informacijski sistem Naknadno lahko podatke obdelujemo s programskimi moduli podatkovne baze. Vse vrste programskih modulov sistema Antelope upravljajo in nadzirajo administratorski programski moduli. Rezultate analiz lahko skupaj z zajetimi podatki z opazovalnic prenašamo med različnimi enotami.

Prenos podatkov lahko poteka po različnih komunikacijskih protokolih, v našem omrežju pa smo uporabili internetni TCP/IP protokol. Program poleg prenosa podatkov omogoča tudi pregled stanja instrumentov, daljinski nadzor in nastavitve parametrov seizmografov, tako zajemalnih enot kot tudi senzorjev. Standardni nadzorni program z grafičnim vmesnikom omogoča operaterju pregled nad funkcijami instrumentov na opazovalnicah in komunikacijskih linijah.

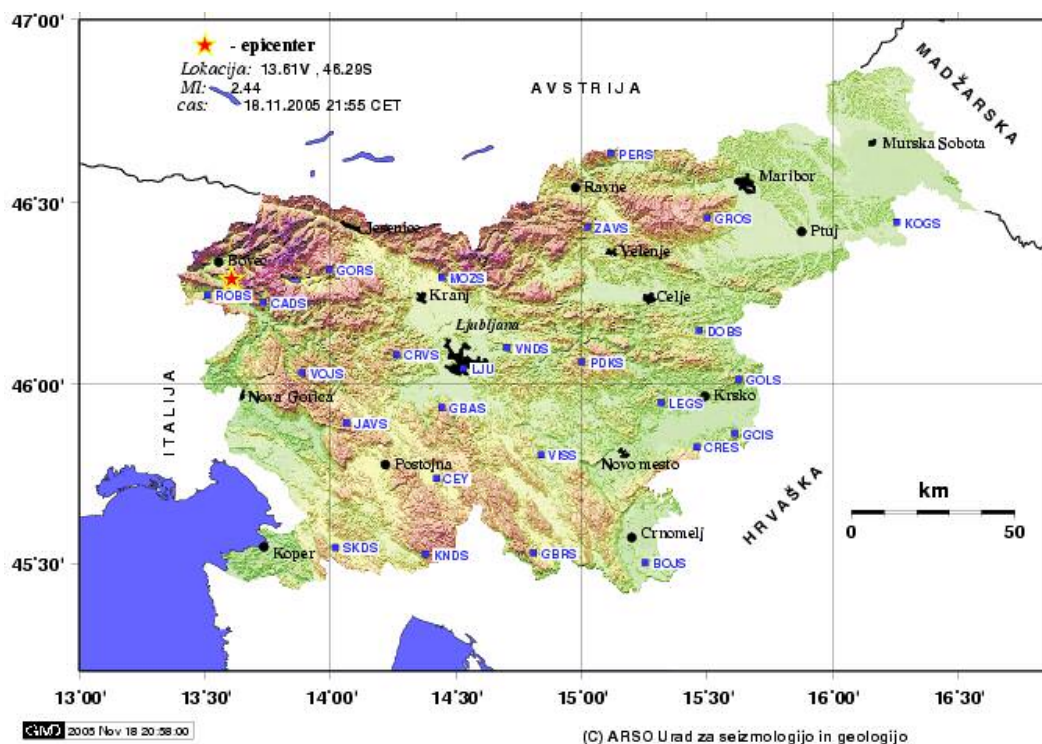


Slika 7 - Shematski prikaz sistema Antelope.

Grafični vmesnik omogoča uporabniku pregled zajetih podatkov na opazovalnicah, ki se izrisujejo po zaslonu v stvarnem času (slika 8). Program ima veliko možnosti nastavljanja parametrov, od števila kanalov, ki jih prikazuje, filtriranje podatkov pred prikazovanjem, ponavljanje istih podatkov, nastavljanje amplitudnega in časovnega merila.



Slika 8 - Grafični vmesnik **orbmonrtd** omogoča prikaz različnih podatkov na zaslonu. Poleg opazovalnic državnega seizmološkega omrežja vidimo na zaslonu še zapise avstrijskih opazovalnic ARSA in OBKA, italijanske opazovalnice TRI in začasnih opazovalnic VELE (Velenje), LISS (Lisca) in NEKS (Krško).



Slika 9 - Programska oprema avtomatsko izračuna epicenter potresa in ga prikaže na internetnih straneh ARSO

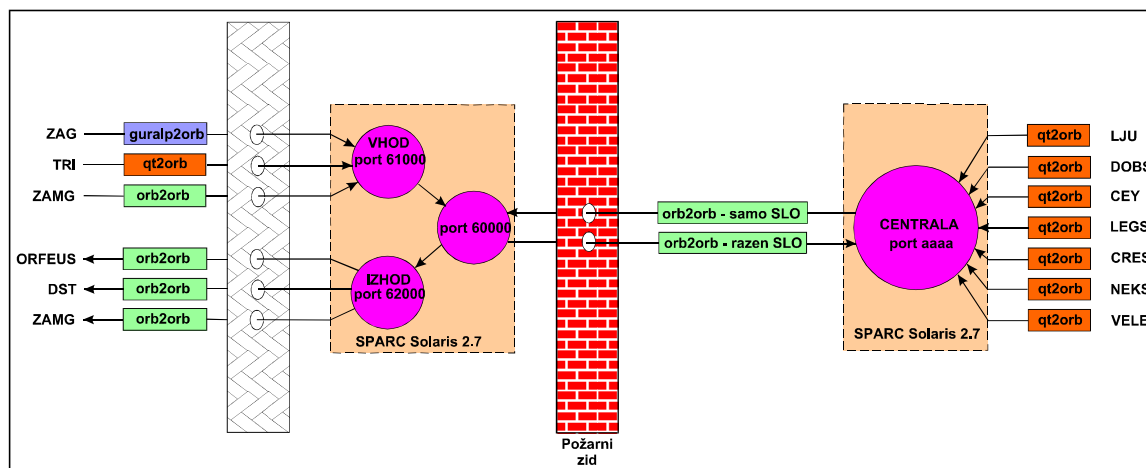
Program vpisuje v podatkovno bazo vseh dogodkov v stvarnem času ter ponovno pregledanih dogodkov in rezultatov obdelave. Baza s prikazi zemljevidov z vrisanimi

lokacijami potresov se stalno obnavlja z novimi podatki. Baza je dinamična in se obnavlja z novimi informacijami, ko se spremenijo vhodne tabele. Poleg prikaza epicentrov na zemljevidu imamo še druge podatke: lokacije epicentrov, starost dogodka, magnitudo potresa (slika 9).

Internet/Intranet

Omrežje potresnih opazovalnic je vključeno v privatno računalniško omrežje HKOM, omrežje državnih organov Republike Slovenije, ki ga upravlja Direktorat za e-upravo in upravne procese (DEU) Ministrstva za javno upravo. Prostrano omrežje državnih organov HKOM je privatno omrežje, ki je zasnovano za prenos podatkov med posameznimi zaključenimi celotami in med posameznimi končnimi uporabniki in centralnim sistemom aplikativnih in podatkovnih strežnikov in storitev (elektronska pošta, internet, klicni dostopi, ...). Omrežje je povezano s svetovnjima omrežjema Internet in X.25, zato je profesionalno varovano in grajeno ter vzdrževano po natančno določenih standardih in pravilih.

Potres, ki je nastal 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju, so čutili tudi prebivalci sosednjih dežel, zato se je porodila ideja po združitvi omrežij, saj bi s tem prišli do večjega števila podatkov, natančnejši bi bili izračuni potresnih parametrov, pa tudi ob izpadu delovanja posameznih opazovalnic, bi še vedno pridobili zadostno količino podatkov. Medtem, ko imajo v Italiji (Univerza v Trstu), Avstriji (ZAMG) in Hrvaški (GZ) svoja, oziroma uporabljajo javna prenosna omrežja za prenos podatkov, je slovensko sizmološko omrežje vključeno v državno računalniško omrežje HKOM, ki je posebej varovano. Da bi omogočili izmenjavo podatkov, so nam strokovnjaki DEU predlagali rešitev s postavitvijo delovne postaje v DMZ coni, ki omogoča izmenjavo podatkov (slika 10).



Slika 10 - Izmenjava podatkov Urada za seizmologijo z inštitucijami v tujini

Delovna postaja v DMZju je nameščena med dvema požarnima zidoma, s strogo kontroliranim dostopom in operacijami, ki se lahko izvajajo. Preprečene so podatkovne zanke. Vhodna in izhodna PKP enota sta ločeni in povezani s centralno PKP enoto. Ta pa je povezana z delovno postajo že znotraj omrežja HKOM.

Trenutno sprejemamo podatke s potresne opazovalnice v Zagrebu (ZAG), v Trstu (TRI) in z vseh avstrijskih opazovalnic (ZAMG) od katerih so za nas zanimivi podatki iz

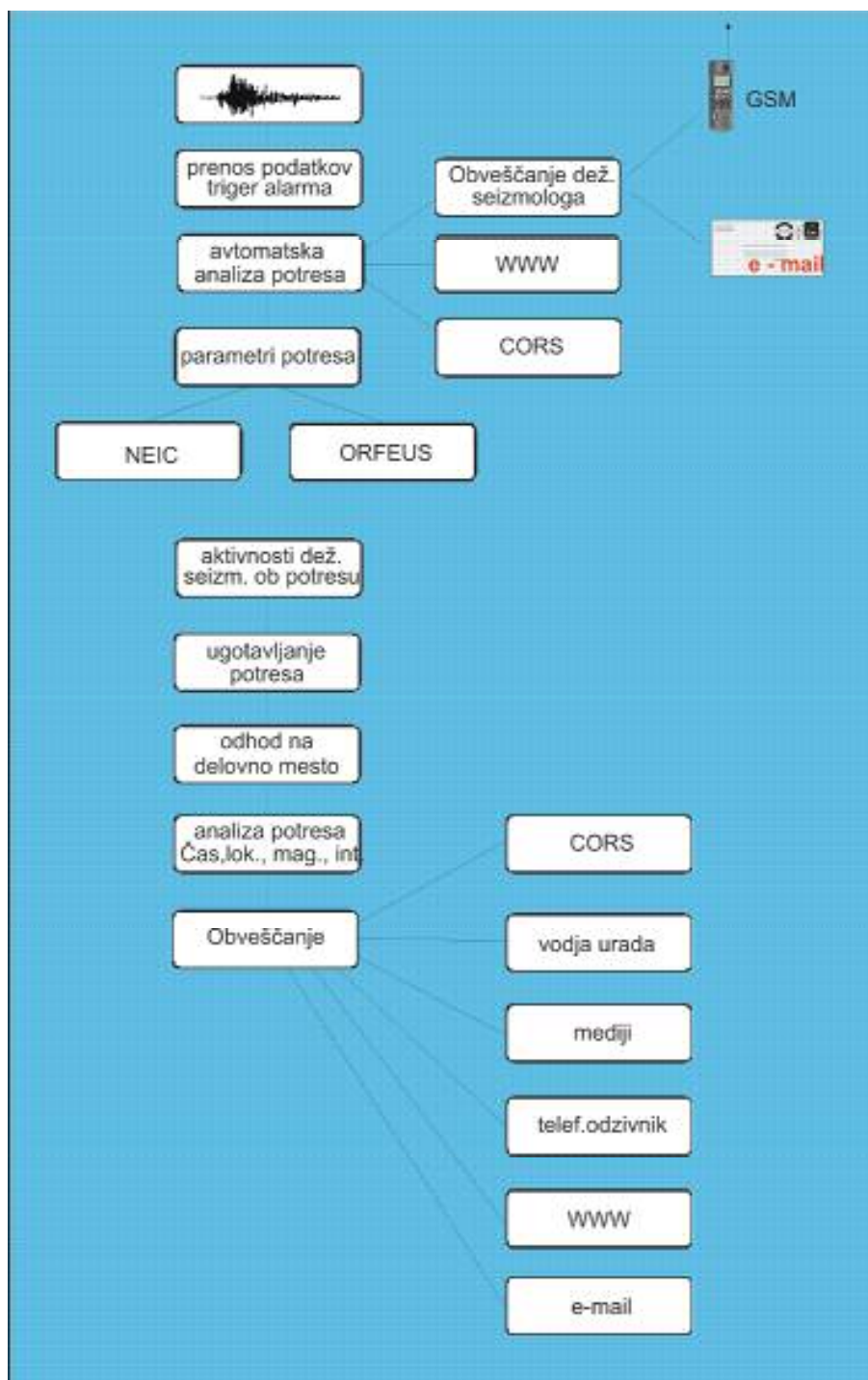
opazovalnic OBKA nad Železno Kaplo in ARSA pri Gradcu, ker sta najbližji našemu ozemlju. Zapise vseh naših opazovalnic pa posredujemo avstrijski seizmološki službi (ZAMG), univerzi v Trstu (DTS) in evropski organizaciji ORFEUS.

Sistem Antelope vsebuje poleg različnih programskih modulov za zajem, prenos, obdelavo in distribucijo podatkov v stvarnem času tudi tako imenovani seizmični informacijski sistem, v katerem so shranjeni podatki, zajeti na potresnih opazovalnicah, rezultati različnih obdelav in tudi drugi podatki namenjeni za paketno in interaktivno obdelavo. To je relacijska baza podatkov, razvita iz javno dostopne baze podatkov Datascope.

Aktivnosti ob potresu

V času po potresu v zgornjem Posočju se je izkazalo, da tako javne službe kot širša javnost pričakujejo ustrezno informacijo o potresu in prizadetem območju dosti prej kot v eni uri, tako kot je bilo predvideno oz. definirano v Načrtu zaščite in reševanja ob potresu na območju Slovenije. Novo omrežje potresnih opazovalnic je sposobno avtomatsko v stvarnem času določiti parametre potresa in jih sporočiti na ustrezna mesta. Izkušnje pa kažejo, da algoritmi za izračun lokacije niso zanesljivi, še posebej v primeru, ko je premalo podatkov. Zato dežurni seizmolog podatke vedno preveri, predno grede v javnost. Na sliki 11 je prikazan diagram poteka dejavnosti ob potresu.

Ob potresu se podatki o proženju in zapisi potresa s seizmografov na opazovalnicah prenesejo v centralni računalnik, kjer se izvede avtomatska analiza dogodka. Po analizi se izračunani parametri potresa s sliko epicentra na zemljevidu Slovenije in zapis potresa prikažejo na internetu ter na intranetu CORS, avtomatsko pa se pošlje še obvestilo dežurnemu seizmologu po dveh poteh istočasno: po elektronski pošti in po mobitelu. Sporočilo vsebuje identifikacijsko številko dogodka, čas potresa, obe koordinati lokacije in globino žarišča potresa ter lokalno magnitudo potresa. Čas med nastankom lokalnega potresa in SMS sporočilom, ki ga dobi dežurni seizmolog na mobilni telefon, je dolg približno tri minute. Šibkejši dogodki, katerih magnituda je $< 2,0$, so slabše locirani. Pri teleseizmih v sporočilu manjka podatek za magnitudo. Avtomatski sistem pripravi še poročilo o potresu v nordic formatu in ga pošlje v NEIC (National Earthquake Information Center) in ORFEUS.



Slika 11 - Diagram poteka aktivnosti ob potresu

Ko dobi sporočilo, se dežurni seizmolog takoj odpravi na svoje delovno mesto in ugotovi kje je potres nastal. Določeni teleseizmi namreč povzročijo enak odziv sistema, kot da je šlo za lokalni potres. Opravi še ročno analizo potresa in preveri izračun. V tem času ima na voljo že več podatkov in pripravi sporočilo o potresu.

Sporočilo o potresu vsebuje naslednje podatke:

- dan v tednu, datum in ura potresa (lokalni in ne UTC čas!),
- oddaljenost in smer od izbrane opazovalnice,
- magnitudo,

- nadžarišču najbližji kraj,
- kraje, kjer so potres čutili ljudje,
- kraje, kjer je potres povzročil gmotno škodo,
- oceno za intenziteto.

Poročilo potem pošlje po navedenem vrstnem redu naslednjim prejemnikom: CORS (Center za obveščanje Republike Slovenije), vodji Urada za seizmologijo, medijem (STA, radio, TV, časopisi), ga posname na telefonski odzivnik, naloži na internetno stran in pošlje sporočilo še na pripravljene naslove po elektronski pošti.

Zaključek

Urad za seizmologijo in geologijo je v okviru zakonsko opredeljenih nalog ter na osnovi internih analiz o stanju na področju seizmološkega monitoringa ter ocenjevanja potresne dejavnosti v Sloveniji zastavil cilje, ki naj bi bili doseženi z realizacijo projekta "Posodobitev državne mreže potresnih opazovalnic".

Postavitev državnega potresnega alarmnega sistema z obveščanjem v stvarnem času, ki bo temeljil na samodejni obdelavi podatkov in na samodejnem posredovanju podatkov ustreznim službam je prva naloga. Zahtevam po obveščanju v stvarnem času ter samodejni obdelavi podatkov in njihovo posredovanje ustreznim službam (porabnikom) je možno zadostiti z ustrezno sodobno seizmološko in računalniško opremo ter s primerno organizacijo upravljanja in vodenja mreže potresnih opazovalnic. Mreža potresnih opazovalnic bo omogočala obveščanje javnosti z osnovnimi karakteristikami potresa najkasneje v 10 minutah po potresu.

Drugi namen mreže potresnih opazovalnic je čim natančnejše opredeljevanje osnovnih potresnih parametrov (predvsem koordinat nadžarišča, globine ter velikosti in obsega potresa) na podlagi globinskega geofizikalnega modela ozemlja Slovenije, ki ga bo mogoče izdelati na podlagi potresnih zapisov načrtovane mreže potresnih opazovalnic. Število in porazdelitev potresnih opazovalnic je odvisno od ocenjene potresne nevarnosti in ogroženosti, velikosti opazovanega področja in namena zbiranja podatkov. Dokaj natančna opredelitev položaja žarišča temelji na poznavanju časa, ki ga je potresno valovanje potrebovalo za pot od žarišča do potresnih opazovalnic. Natančnost opredelitve potresnih količin (koordinate nadžarišča potresa, žariščna globina, velikost in obseg potresa) je odvisna od kakovosti in števila potresnih zapisov, porazdelitve opazovalnic in oddaljenosti najbližje opazovalnice od žarišča ter poznavanja globinskega geofizikalnega modela ozemlja. Globinski geofizikalni model, ki je potreben za preračun časa v oddaljenost, lahko opredelimo iz zapisov mreže potresnih opazovalnic ali s precej dražjimi globokimi seizmičnimi raziskavami. Za ozemlje Slovenije takega modela zaenkrat ni bilo mogoče izdelati, ker je število opazovalnic nezadostno. Pri potresu se namreč sproščena energija razširja v obliki prožnostnega valovanja, ki prinese na površje tudi informacijo o lastnosti globinskih struktur, skozi katere je potovalo. S postavitvijo predlagane mreže potresnih opazovalnic bo možno pridobiti nujno potrebne zapise potresov, na podlagi katerih bo lahko izdelan ustrezen model. Za opredelitev lege nadžarišča potresa so nujni zapisi najmanj treh opazovalnic, za opredelitev globine žarišča pa še zapis vsaj ene opazovalnice, ki od žarišča ni oddaljena več kot znaša globina. Ker tehnologija zaznavanja in zapisovanja potresov zaenkrat ne omogoča, da bi z eno vrsto instrumentov ustrezno zapisali celoten dinamični in frekvenčni razpon, v katerem se potresi pojavljajo, je nujno, da se v osnovno mrežo vključijo 4 opazovalnice s senzorji z večjim frekvenčnim obsegom ter ena

opazovalnica za opazovanje močnih potresov v svetu. S tem bi Republika Slovenija tudi izpolnila svoje mednarodne obveznosti, ki jih je prevzela s podpisom pogodbe o prepovedi jedrskih poskusov (Comprehensive nuclear test ban treaty monitoring).

Potresni zapisi načrtovane mreže potresnih opazovalnic bodo omogočili zanesljivejše ocenjevanje in boljšo državno karto potresne nevarnosti za potrebe potresno varne gradnje na podlagi natančnejšega poznavanja seizmotektonskih razmer na ozemlju Slovenije. Za potrebe prostorskega načrtovanja in racionalne potresno varne gradnje je nujna karta, ki realno ocenjuje potresno nevarnost. Izdelava karte temelji na poznavanju časovno prostorske porazdelitve potresne dejavnosti in določitvi aktivnih prelomnih con, ki so lahko vir močnega potresa v prihodnosti. Tega z obstoječo gostoto mreže potresnih opazovalnic ni možno napraviti. S postavitvijo predlagane mreže potresnih opazovalnic bodo zagotovljeni potrebni podatki za spoznavanje potresnih in seizmotektonskih razmer na ozemlju Slovenije. To so vhodni podatki in podlaga za izdelavo zanesljivejše in natančnejše državne karte potresne nevarnosti.

V konceptualnem smislu je državna mreža potresnih opazovalnic zastavljena tako, da bo omogočala kasnejšo povezavo treh alarmnih sistemov - Slovenije, Italije in Avstrije, pri čemer sta smiselna dva načina povezave: povezani samostojni alarmni sistemi z izmenjavo podatkov prek elektronske pošte, skupen alarmni sistem s sočasnim prenosom podatkov iz državnih računalniških središč v vsa tri državna središča za obdelavo seizmoloških podatkov.

Literatura

- Antelope, ARTS configuration and operations manual, 1998, Boulder Real Time Technologies, inc. 68 str.
- Gosar, A., Zupančič, P., Vidrih, R., 1999. Izbor lokacij za novo mrežo potresnih opazovalnic v Sloveniji: geološke in geofizikalne raziskave. Potresi v letu 1999. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 50 – 60.
- Lapajne, J., Sinčič, P., Živčič, M., 1998. Načrti za posodobitev opazovanja potresov v Sloveniji, Ujma 12, Ljubljana, 153-155.
- Ravnik, J., Živčič, M., Trnkoczy, A., 1999. Modeliranje zmogljivosti mreže potresnih opazovalnic, Potresi v letu 1999, Agencija RS za okolje, Ljubljana 73 -82.
- Bormann, P., Trnkoczy, A., Factors Affecting Seismic Site Quality and the Site Selection Procedure. In: Bergman, E., Bormann, P. (eds.), New manual of seismological observatory practice, 1998.
- Jesenko, T., Zivcic, M., Measurements of seismic noise for seismic station site selection, Potresi v letu 1999, Agencija RS za okolje, Ljubljana, pp 61-67, 2001.
- Sincic, P., Vidrih, R., Gradnja potresne opazovalnice. Ujma 9, pp 185-189, Ljubljana, 1995.
- Tasic, I., Sincic, P., Automatic Determination of Earthquake Parameters at Three Component Seismic Station, 29th General Assembly of Eur. Seismological Commission, Potsdam, 2004.
- Trnkoczy A., Zivcic M., Design of Local Seismic Network for NPP Krško. Proceedings of the workshop "Local and national seismic networks: on line processing with microcomputer facilities", November 18th-20th 1991, Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie, 5, pp 31-41, Luxembourg, 1992. Vidrih, R., Godec, M., Gosar, A., Sincic, P., Tasic, I., Zivcic, M., Modernization of the Slovenian National Seismic Network, Seismological Research Letters, Volume 74, Number 2, 2003.
- Vidrih, R., Godec, M., Gosar, A., Sincic, P., Tasic, I., Zivcic, M., Setting Up a Seismic Monitoring Station Network around the Krsko Nuclear Power Plant, Seismological Research Letters, Volume 74, Number 2, 2003.
- Vidrih, R., Godec, M., Gosar, A., Sincic, P., Tasic, I., Zivcic, M., New Seismic Network in Slovenia. 29th General Assembly of European Seismological Commission, Potsdam, 2004.