

Branislav GLAVATOVIĆ*

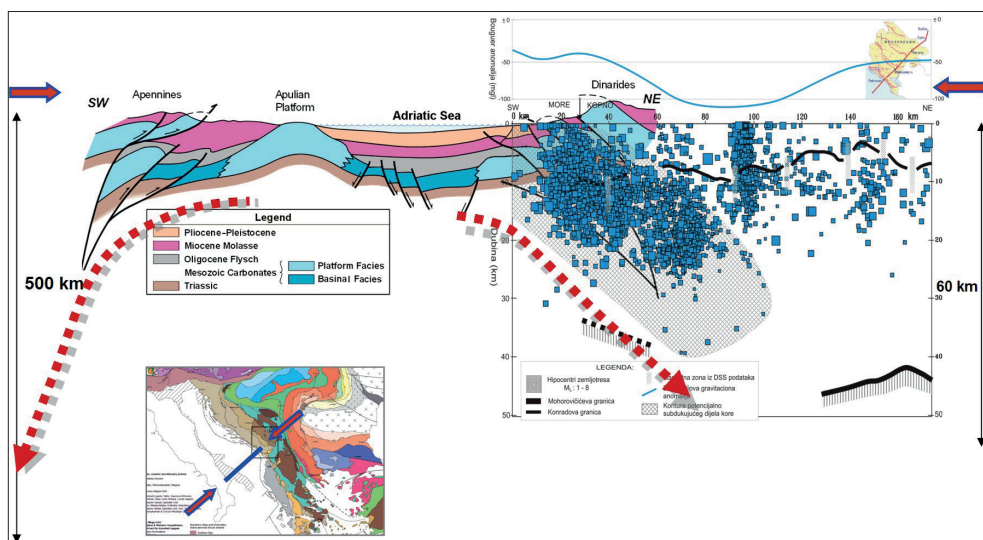
SEIZMOLOŠKI ZAVOD CRNE GORE: KAPACITETI U SEIZMIČKOM I GEODINAMIČKOM MONITORINGU

1. UVOD

Odlukom Vlade Crne Gore, 1. maja 1960. godine osnovan je Seizmološki zavod – kao Seizmološka stanica, sa osnovnim zadatkom – osmatranje i proučavanja seizmičke aktivnosti na teritoriji Crne Gore. Ova institucija od tada obavlja niz značajnih aktivnosti koji se kratko mogu definisati kao: stvaranje i razvoj tehničkih i stručnih preduslova relevantnih za smanjenje štetnih posljedica eventualnih razornih zemljotresa, orijentisanih na unapređenje pripremljenosti društvene zajednice na pojavu takvih prirodnih događaja, kroz obezbjeđenje kvalitetnih saznanja i dokumentacione osnove o seizmičnosti i seizmičkom hazardu u Crnoj Gori. Realizacija ovih ciljeva ostvaruje se kroz kontinualni seizmički i geodinamički monitoring i seizmološke analize za potrebe razvoja i unapređenja ukupnog znanja o geološkim i geofizičkim procesima pripreme i događanja zemljotresa na teritoriji Crne Gore, kao i njihovog dejstva na objekte i infrastrukturne sisteme.

Opšte je poznata činjenica da prostor Crne Gore, kao dio sjevernog oboda Mediterana, u geodinamičkom smislu predstavlja poprište sučeljavanja globalnih kontinentalnih ploča Evroazije i Afrike (na primjer: Hefty 2007., Schmid i dr. 2008., Glavatović 2009. i drugi), generišući intenzivne geodinamičke procese u tom regionu. Tangencijalni pritisci iz kontaktne zone, posebno iz prostora Apenina, prenose se preko jadranske mikro-ploče u oblast Dinarida – u smjeru sjevero-istoka, pri čemu kretanje evropskog kopna ka jugoistoku, generiše sile približno istog pravca, ali suprotnog smjera (Slika 1). Kao rezultat ovakvih naprezanja, u stijenama Zemljine kore spoljašnjih i unutrašnjih Dinarida, a time i na teritoriji Crne Gore, stvaraju se

* Seizmološki zavod Crne Gore, Podgorica



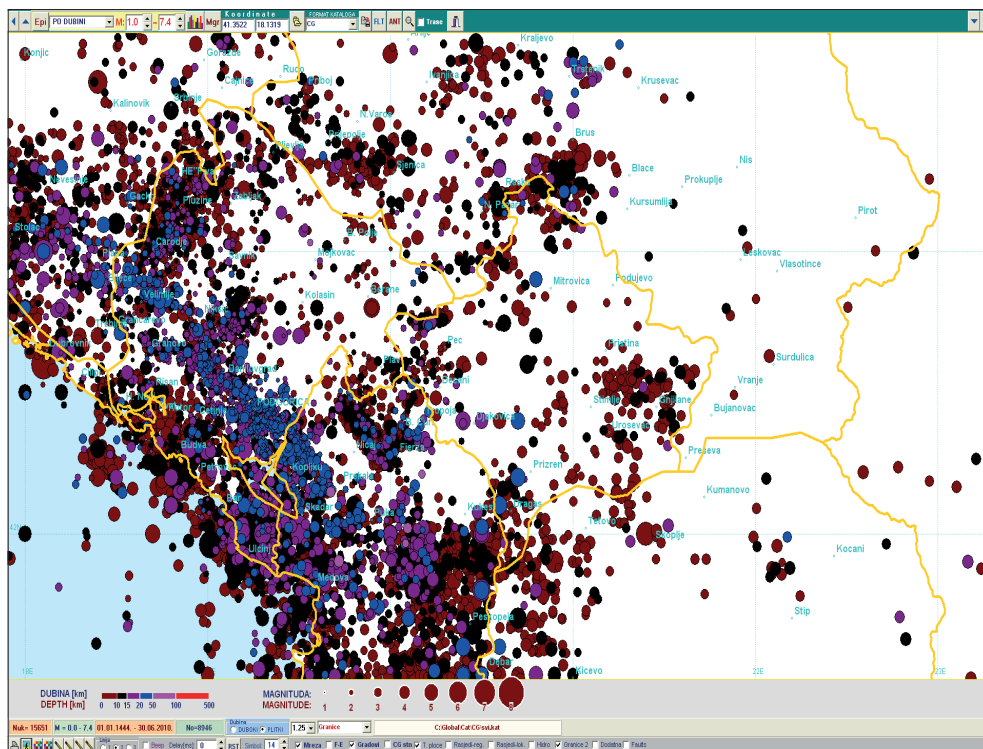
Slika 1. Strukturni presjek Zemljine kore u zoni južnog Jadrana, na osnovu rezultata seizmoloških i geofizičkih istraživanja, indicirajući aktivne tektonske procese subdukcovanja jadranske tektonske mikroplače ispod Apenina i Dinarida.

Fig. 1. Structural cross-section of the Earth crust at the south Adriatic zone, according to the seismological and geophysical data, indicating active tectonic processes of subduction of Adriatic microplate beneath Apennines and Dinarides.

složene geološke i tektonske forme, praćene brojnim slabijim, jačim, a povremeno i razornim zemljotresima (Slika 2).

Na savremenim svjetskim kartama seizmičkog hazarda, cijeli sjeverni obod Mediterana je označen kao područje izrazite seizmičke opasnosti, sa visokom vjerovatnoćom pojave novih razornih zemljotresa u budućnosti, koji bi izazvali maksimalna ubrzanja tla veća od 1/3 vrijednosti ubrzanja sile Zemljine teže (9.81 m/s^2).

Tokom bliže i dalje istorije, Crna Gora je više puta bila pogođena snažnim i katastrofalnim zemljotresima. Tako, na primjer, jugozapad Crne Gore je u brojnim trunskim katastrofama nekoliko puta bio razaran tokom perioda XIV-XX vijek. Godine 1905. krajnji jugoistok Crne Gore bio je zahvaćen velikim razaranjima izazvanim Skadarskim zemljotresom. Posljednji razorni i katastrofalni zemljotres na ovom području dogodio se 15. aprila 1979. godine, sa epicentrom u podmorju Jadrana, na oko 15 kilometara od obale – u regionu gradova Bar – Ulcinj. Ovaj zemljotres je odnio ukupono 136 ljudskih žrtava i načinio ogromnu materijalnu štetu, razarajući brojne, kako stare, tako i nove građevinske objekte, kako individualne, tako i hotelske kapacitete i privredne resurse na cijelom Crnogorskom primorju. Zemljotres je primorsku oblast zahvatio sa intenzitetom IX stepeni MSK (ili ekvivalentne MCS) skale, zaleđe primorja sa intenzitetom VIII, a najveći preostali dio Crne Gore – sa intenzitetom VII stepeni.



Slika 2. Karta epicentara zemljotresa koji su se dogodili na teritoriji Crne Gore i neposrednom okruženju.

Fig. 2. Map of epicentres of earthquakes occurred at the territory of Montenegro and the near surroundings.

Nakon ovog zemljotresa, saglasno rezultatima intenzivnih višegodišnjih istraživanja njegovih efekata na tlu i građevinskim objektima, kao i na bazi prethodnih rezultata svjetskih proučavanja ovog prirodnog fenomena, pripremljeni su odgovarajući tehnički propisi za građenje u seizmičkim uslovima, koji važe i danas. Ovi propisi deklarišu metode koje je neophodno primijeniti u fazama projektovanja građevinskih objekata visokogradnje, obuhvatajući sve objekte sa visokim rizikom od oštećenja, zatim zgrade predviđene za masovan boravak ljudi, stambene zgrade, hotele i td.

Zahvaljujući velikoj materijalnoj pomoći dobijenoj nakon razornog zemljotresa iz 1979. godine, od domaće i međunarodne zajednice, tokom narednih 10 godina saniran je najveći dio katastrofalnih posljedica, saglasno pomenutim tehničkim propisima. Međutim, danas u Crnoj Gori postoji veliki broj objekata predviđenih za masovan boravak ljudi, sa visokim stepenom povredljivosti, odnosno objekata koji nijesu adekvatno zaštićeni od dejstva budućih snažnih zemljotresa (brojne škole,



Slika 3. Karta seizmičke rejonizacije Crne Gore u vidu očekivanih maksimalnih intenziteta zemljotresa u uslovima tzv. srednjeg tla, u okviru povratnog perioda vremena od 100 godina.

Fig. 3. Map of seismic zonation of Montenegro expressed as maximum expected earthquake intensity related to the average soil conditions in the return period of 100 years.

bolnice, dvorane, stambene zgrade, hoteli itd.) koje su locirane u regionima sa visokim nivoom seizmičkog hazarda (Slika 3).

Na osnovu dugogodišnjeg opservatorijskog rada Seizmološkog zavoda Crne Gore, danas su fenomen seizmičnosti regiona, kao i specifični dugoročni prognosti aspekti seizmičke opasnosti na prostoru Crne Gore, poznati na nivou visokog stepena pouzdanosti. Tako, na primjer, pored regionalne karte seizmičke rejonizacije za cijelu Državu (Slika 3), nakon veoma intenzivnih terenskih istraživanja, izrađene su vrlo detaljne karte (većinom razmjere 1:5.000) seizmičke mikrojejonizacije za urbana područja svih opština Crne Gore. Ove karte sadrže sve neophodne seizmičke parametre, kao i parametre pogodnosti terena za izgradnju objekata, koje je moguće neposredno koristiti za urbanističko planiranje, ali i za projektovanje

određenih kategorija objekata, saglasno važećim tehničkim normativima. Ipak, za projektovanje objekata visokog rizika, saglasno normativima, neophodno je izvršiti dodatna geofizička i geotehnička ispitivanja na mikrolokacijama takvih objekata.

Sve analize seizmičnosti, bazirane na karakteru neotektonske aktivnosti regiona južnih Dinarida i južnog Jadrana (na primjer: Glavatović 2010., Piccardi i dr. 2005. i dr.), koje su utvrđene dugogodišnjim instrumentalnim monitoringom i istorijskom dokumentacijom, ukazuju da je realno očekivati da se i u narednom periodu na prostoru južnog dijela Crne Gore, dogode zemljotresi sa maksimalnom magnitudom između 6 i 7 jedinica Rihterove skale, u centralnom dijelu sa magnitudom između 5 i 6, a u sjevernom – između 4 i 5 jedinica te skale. Imajući u vidu činjenicu da neka ranije aktivna seizmogena žarišta miruju već dugi niz godina, opravdano je očekivati da se u tim regionima ponovo jave jači zemljotresi u relativno bliskoj budućnosti.

2. RAZVOJ TEHNIČKIH KAPACITETA

U fazi osnivanja, Seizmološki zavod je raspomagao tehničkim uređajima male osjetljivosti za registrovanje seizmograma zemljotresa na bližim i daljim epicentralnim rastojanjima (tipa Mainka i Vegik). U periodu od 1973. do 1976. godine, kroz regionalni istraživački projekat Ujedinjenih Nacija „Proučavanje seizmičnosti Balkanskog regiona”, instalirani su trokomponentni seizmometri sa foto-optičkim sistemom registrovanja seizmičkih signala (SKM, SKD).

Nakon razornog zemljotresa 15. aprila 1979. godine u Crnoj Gori, Seizmološka stanica Titograd se odlukom Vlade transformiše u Republički seizmološki zavod. Krajem 1982. godine, kroz tehnički projekat Ujedinjenih Nacija (UNDP/UNESCO) „Smanjenje seizmičkog rizika na Balkanu”, na teritoriji Crne Gore je instalirana automatska mreža sa 10 kratkoperiodičnih seizmoloških stanica, uz primjenu kontinualnog radio-telemetrijskog prenosa analognih seizmičkih signala do akvizicio-



Slika 4. Sala za seizmički monitoring Seizmološkog zavoda Crne Gore u Podgorici.

Fig. 4. Seismic monitoring facility inside the Seismological Observatory building in Podgorica.

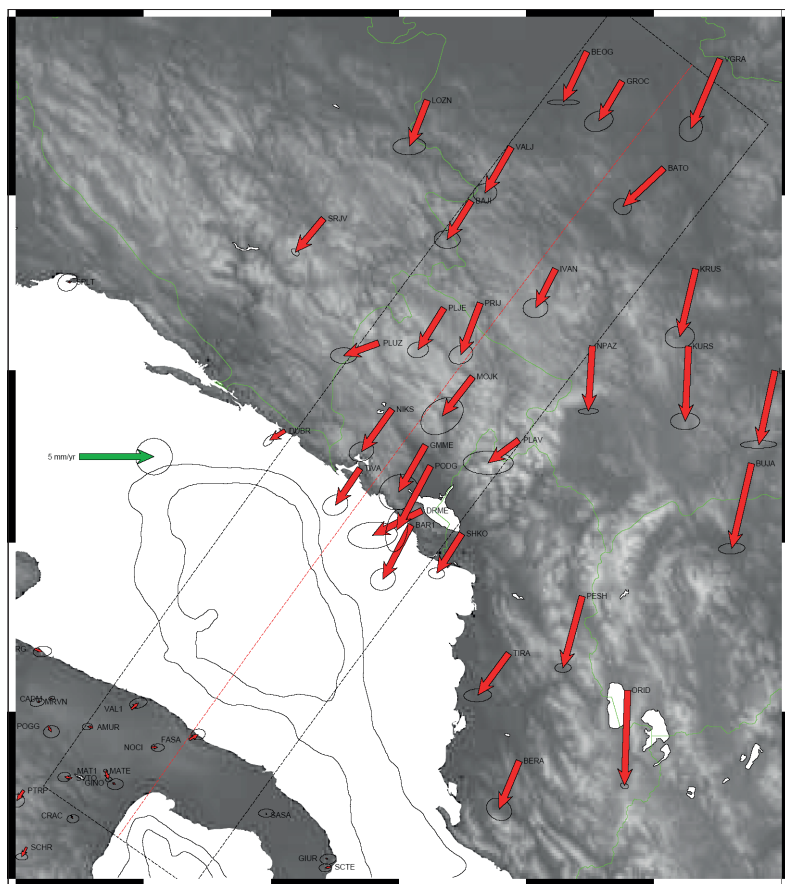


Slika 5. Struktura geofizičke mreže Crne Gore: distribucija seizmoloških, akcelerografskih i geodinamičkih stanica.

Fig. 5. The structure of geophysical network of Montenegro: distribution of seismic, strong motion and geodynamic stations.

nog Centra u Podgorici (Slika 4). Ovaj događaj je označio veliku istorijsku prekretnicu u kvalitetu, efikasnosti i pozdanosti proučavanja seizmičnosti na teritoriji Crne Gore, ali i u cijelom regionu (Glavatović, 1984.).

Tokom 1990. godine, Zavod je tehnički inovirao postojeći telemetrijski sistem prenosa analognih podataka, ostvarujući digitalnu akviziciju seizmičkih signala na PC računarima, što je zapravo bio pionirski korak u toj oblasti na prostoru cijele južne Evrope (Glavatović, 1991. i 2003.). Krajem 2007. u Zavodu je instaliran akvizicioni sistem SmartGeoHub (Geotech Instruments, SAD) za akviziciju podataka u realnom vremenu i automatski proračun svih parametara zemljotresa. Sredinom 2008. godine, u poslovnom objektu Zavoda, u specijalnim uslovima koji su obezbijedili minimiziranje gradskog seizmičkog šuma, postavljena je širokopojasna sei-



Slika 6. Kinematski horizontalni vektori kretanja segmenata Zemljine kore u odnosu na jug Italije (Apulja) koji su sračunati na osnovu podataka četvorogodišnjeg monitoringa na većem broju GPS permanentnih stanica Crne Gore i okruženja, koji su izraženi u vidu brzine translacije (u milimetrima na godinu).

Fig. 6. Kinematic horizontal motion vectors of the segments of the Earth's crust in relation to the south of Italy (Apulia) calculated on the basis of four-year monitoring data at a number of permanent GPS stations of Montenegro and the near surroundings, expressed in the form of the speed of translation (in millimeters per year).

zmološka stanica (seizmometar, akceleroigraf i digitalizator), dobijena kao donacija međunarodnog projekta za oblast cijelog Mediterana („MedNet”).

Na svim stanicama Seizmološke mreže Crne Gore tokom 2008. i 2009. godine instalirani su digitalizatori tipa SMART 24 (sa rezolucijom 24 bita) za digitalizaciju seizmičkih signala, čime je rezolucija registrovanih signala dovedena na najsavremeniji nivo. U prethodnom trogodišnjem periodu, kvalitet i gustina Seizmološke mreže su dalje unaprijeđeni postavljanjem tri nove seizmološke stanice širokog

frekventnog spektra (na Skadarskom Jezeru kod sela Dračevica, kod Čeva i u blizini Kolašina), tako da danas Seizmološku mrežu Crne Gore čini ukupno 14 automatskih seizmoloških stanica (Slika 5).

Krajem 2009. godine, Seizmološki zavod je proširio svoju djelatnost na geodinamički monitoring teritorije Crne Gore, instaliranjem dvije geodinamičke stanice sa GPS uređajima (Leica GRX 1200) ekstremno visoke preciznosti i preuzimanjem podataka sa nacionalne MONTEPOS mreže GPS permanentnih stanica Crne Gore (Slika 5). Kompleksnom obradom podataka višegodišnjeg GPS osmatranja na nizu permanentnih stanica, ostvaruje se vrlo precizno praćenje mikro-pokreta segmenata zemljine kore, sa tačnošću boljom od jednog milimetra na godišnjem nivou (Glavatović i dr. 2011).

Seizmički i geodinamički monitoring na teritoriji Crne Gore, pored tehničkog aspekta akvizicije podataka, obuhvata i analizu, obradu i diseminaciju podataka o zemljotresima i geodinamičkim procesima (Slika 6), zatim izradu karata seizmičke rejonizacije i seizmičkog hazarda, interpretaciju seizmičnosti za potrebe prostornog planiranja, projektovanja i građenja objekata, proučavanje fenomenologije pripreme i događanja zemljotresa, publikovanje specijalnih biltena sa seizmološkim podacima i njihovu razmjenu sa brojnim institucijama širom Svijeta itd.

U Seizmološkom zavodu Crne Gore kontinualno se osmatra i proučava još jedan specifični geološki fenomen u Crnoj Gori i okruženju – tzv. indukovana seizmičnost, koji se manifestuje u zonama visokih brana, a nastaje kao posljedica dejstva hidrostatičkih i hidrodinamičkih procesa stvorenih punjenjem i pražnjenjem velikih akumulacija.

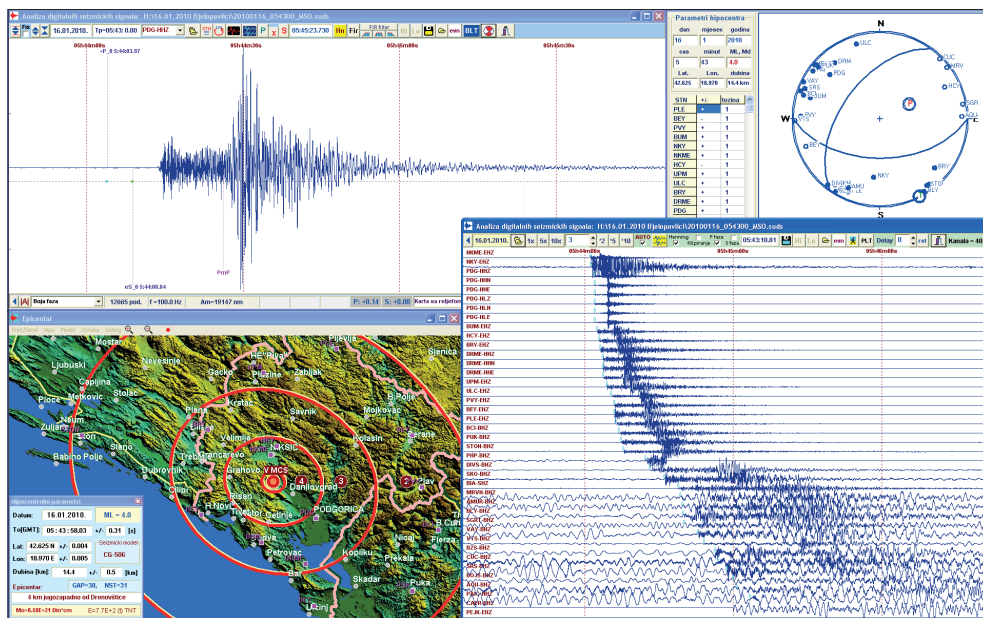
U okviru svoje izdavačke djelatnosti, Seizmološki zavod svake godine publikuje specijalne seizmološke biltenne, koji sadrže najznačajnije informacije o svim zemljotresima koji su se dogodili u Crnoj Gori (Slika 7), zatim u neposrednoj okolini, regionu, kao i o jačim zemljotresima u cijelom Svijetu (www.seismo.co.me). Zavod obavlja regularnu razmjenu stručnih podataka sa brojnim seizmološkim institucijama Evrope i Svijeta, saglasno odgovarajućim protokolima o saradnji.

Seizmološki zavod Crne Gore danas raspolaže stručnim kadrovima koje čine: jedan doktor geofizike, jedan magistar geologije, dva inženjera tehničke struke, jedan matematičar-programer, jedan fizičar, dva tehničara i dva administrativna saradnika.

3. ISTRAŽIVAČKE AKTIVNOSTI U SEIZMOLOŠKOM ZAVODU

Naučno-istraživačke aktivnosti u Seizmološkom zavodu se realizuju već oko 40 godina, pretežno u okviru međunarodnih projekata, ali i kroz internu istraživačku djelatnost u oblasti seizmologije, geofizike, seizmotektonike i geodinamike.

Početkom 2011. godine Ministarstvo nauke Vlade Crne Gore je Seizmološkom zavodu dodijelilo licencu za obavljanje naučno-istraživačke djelatnosti iz oblasti prirodno-matematičkih nauka, čime je Seizmološki zavod dobio status naučno-istraživačke ustanove.



Slika 7. Primjer obradenog zemljotresa na teritoriji Crne Gore (okolina Danilovgrada) registrovanog savremenom automatskom mrežom seizmoloških stanica (40 kanala) Crne Gore.

Fig. 7. An example of processed earthquake on the territory of Montenegro (near Danilovgrad) recorded by the modern automatic network of seismological stations (40 channels) of Montenegro.

Jedan od najnovijih naučno-istraživačkih projekata, u kojem je Seizmološki zavod Crne Gore imao centralnu ulogu, finansiran je kroz NATO Program nauka za mir i bezbjednost, pod nazivom „Harmonizacija karata seizmičkog hazarda za zemlje zapadnog Balkana”. Ovaj projekat je započeo sa realizacijom 2007. godine i nedavno je uspješno završen, a u njemu je pored Seizmološkog zavoda Crne Gore, učestvovalo i 11 drugih dominantno seizmoloških institucija iz 5 zemalja zapadnog Balkana. Jedan od osnovnih ciljeva tog projekta bio je izrada savremenih karata seizmičkog hazarda za cijeli prostor zapadnog Balkana i harmonizacija njihovog sadržaja sa standardima Evropske Unije. Drugi, takođe vrlo značajan cilj Projekta je bio modernizacija i unapređenje tehničkih kapaciteta nacionalnih seizmoloških mreža regiona. Projekat je finansijski podržan sa 638 hiljada Eura u periodu od četiri godine.

Seizmološki zavod sada učestvuje u velikom evropskom projektu (koji je finansiran kroz „Program FP 7” naučnog fonda Evropske Unije) i koji ima za cilj izradu harmonizovanih karata seizmičkog hazarda za cijelu Evropu. Seizmološki zavod u ovom Projektu reprezentuje sve zemlje zapadnog Balkana.

Karte seizmičkog hazarda su vrlo značajne osnove za prostorno i urbanističko planiranje i projektovanje seizmički sigurnih objekata u područjima ugroženim zemljotresima, kao što su Crna Gora i sve zemlje regiona. Ove karte sadrže parametre očekivane seizmičke aktivnosti na području cijele teritorije države, izražene vjerovatnoćom događanja zemljotresa određene jačine. Karte seizmičke opasnosti se pripremaju za uslove čvrste stijene u osnovi, odnosno za tlo sa visokim vrijednostima mehaničkih svojstava, a zatim se za sva urbana područja vrše dodatna istraživanja u cilju utvrđivanja efekata lokalnog tla u uslovima dejstva zemljotresa, odnosno izrada detaljnih karata seizmičke mikrojejonizacije.

Kroz pomenuti projekat Programa za mir i bezbjednost NATO-a, ostvareno je i značajno povećanje nivoa i kvaliteta naučne saradnje između institucija regiona. Najzad, veći broj mlađih istraživačkih kadrova u tim institucijama dodatno je obučen u konkretnoj primjeni savremenih metoda analize i proračuna zemljotresnog hazarda. Rezultati ovog Projekta biće vrlo značajni za širok spektar institucija kao što su: agencije za civilnu zaštitu, prostorno i urbanističko planiranje, ministarstva odgovorna za povećanje seizmičke sigurnosti i upravljanje seizmičkim rizikom, autoriteti odgovorni za propise u oblasti aseizmičkog projektovanja, seizmološke, geološke i geofizičke institucije u regionu, osiguravajuće kompanije i td.

Paralelno sa pripremom novih karata hazarda, kroz ovaj Projekat, izvršena je modernizacija nacionalnih seizmoloških mreža svih 6 država regiona postavljanjem novih seizmoloških stanica vrlo savremenog tipa. Takođe, u okviru Projekta potpisan je međunarodni protokol o razmjeni seizmoloških podataka u realnom vremenu između svih država regiona, čime su značajno poboljšani uslovi za kvalitetnije praćenje i proučavanje seizmičnosti cijelog regiona.

Kroz ovaj projekat, ali i kroz dugoročni proces kontinualne i programirane modernizacije, Seizmološki zavod Crne Gore je ostvario zavidan nivo u kvalitetu, gustini i performansama mreže seizmoloških stanica na teritoriji naše Države. Korišćenjem vrlo osjetljivih senzora koji su locirani na tim stanicama, obavlja se neprekidni proces osmatranja oscilovanja tla u vidu digitalnih seizmičkih signala koji se preko dva sistema radio-telemetrijskog prenosa dostavljaju (u realnom vremenu) do Seizmološkog centra u Podgorici.

Pored seizmičkog kontinualnog monitoringa korišćenjem nacionalne mreže seizmoloških stanica, u Seizmološkom zavodu se obavlja i registrovanje podataka sa nekoliko desetina seizmoloških stanica iz šireg okruženja, u cilju što kvalitetnijeg i efikasnijeg monitoringa svih seizmičkih događaja, ne samo na teritoriji naše države, već i cijelog Balkana, kao i svih jačih zemljotresa u cijelom Svijetu. Primjenom tih rezultata osmatranja, u Zavodu se proučavaju i kompleksni procesi nastanka zemljotresa, prostiranje seizmičkih talasa u zemljinoj unutrašnjosti, kao i obavlja izučavanje strukturne građe zemljine kore na prostoru Crne Gore. Te aktivnosti imaju puni smisao u poboljšanju kvaliteta samog seizmičkog monitoringa, ali i u formiranju baze podataka o procesima koji dovode do pripreme i nastanka jakih zemljotresa, a time se ostvaruju bitni preduslovi za pouzdanu kratkoročnu prognozu zemljotresa u budućnosti, kao jednom od najvećih ciljeva Seizmologije kao nauke.

4. ULOGA I ZNAČAJ SEIZMOLOŠKE DJELATNOSTI U PROCESU UPRAVLJANJA SEIZMIČKIM RIZIKOM

Kao što je već naglašeno, kontinualna seizmička aktivnost kroz vrlo dugi istorijski period (izražen u geološkom smislu) uz povremenu pojavu razornih i katastrofalnih zemljotresa na prostoru Crne Gore, kao i cijelog zapadnog Balkana, ukazuje na permanentnu zemljotresnu opasnost kojoj je izložen ovaj region, kao dio veoma trusnog Mediteranskog područja.

Nakon dogođenih brojnih velikih zemljotresa u regionu tokom bliže prošlosti, stečena su značajna iskustva i pouke, koje su relevantne domaće i međunarodne institucije iskoristile da utemelje i unaprijede savremeni koncept i strategiju zaštite od zemljotresa (Pavićević 2000. i 2004.). U tim aktivnostima, nacionalne seizmološke službe regiona su imale vrlo značajnu ulogu. Međutim, uprkos značajnim saznanjima i napretku odgovarajućih standarda u oblasti seizmičkog monitoringa i aseizmičkog projektovanja i planiranja, još uvijek ne postoji adekvatan tretman složenog aspekta upravljanja seizmičkim rizikom, praktično u svim zemljama regiona. Odsustvo konzistentnih nacionalnih politika u ovoj oblasti manifestuje se kroz, kako nepotpunu institucionalnu i legislativnu organizovanost, tako i kroz tekuću društvenu i profesionalnu praksu i odnose prema osnovnim aspektima i faktorima smanjenja seizmičkog rizika.

Očigledno je da u cilju povećanja bezbjednosti ljudskih i materijalnih vrijednosti, kao i zaštiti kulturno-istorijskih dobara, postojeće stanje na ovom području treba urgentno mijenjati kroz simultanu izgradnju odgovarajućih dugoročnih strategija upravljanja zemljotresnim rizikom u savremenim uslovima u svim zemljama zapadnog Balkana. S obzirom na činjenicu da se razorni i katastrofalni zemljotresi obično manifestuju na teritorijama više država istovremeno, takvoj aktivnosti treba dodijeliti poseban značaj. S tim u vezi, evidentno se nameće i potreba obnove i intenziviranja regionalne saradnje na ovom polju, zasnovane kako na sopstvenim iskustvima, tako i na savremenim konceptima i intencijama projekata Evropske unije i šire međunarodne zajednice (na primjer Pavićević, 2004.). U tom smislu, neophodno je preduzeti odgovarajuće aktivnosti za urgentno pristupanje relizaciji dugoročnih zadataka od nacionalnog interesa:

- U cilju neophodnog osposobljavanja institucija nosilaca aktivnosti u smanjenju seizmičkog rizika u regionu, radi preventivnog djelovanja i ublažavanja posljedica dejstva vjerovatnih budućih zemljotresa, neophodno je utvrđivanje odgovarajućih nacionalnih strateških programa prioritarnih akcija, sa definisanjem politike i izgradnjom strategije za mitigaciju seizmičkog rizika, kao i smjernica za njihovo sprovođenje, u svim zemljama regiona sa visokim seizmičkim hazardom. Ovi nacionalni programi bi mogli da predstavljaju i odgovarajući suplement programa koje je trebalo realizovati u okviru Međunarodne decenije za smanjenje prirodnih katastrofa 1990.-2000. (IDNDR), proglašenu Rezolucijom 44/236 Generalne skupštine OUN, na čiju primjenu su se svojevremeno obavezale sve zemlje regiona.

- Potrebno je formiranje odgovarajućih naučnih savjeta na nivou Vlada zemalja regiona koji bi koordinirali pripremu relevantnih nacionalnih aktivnosti, uključujući i praćenje njihove realizacije.
- Vrlo je značajno donošenje odgovarajuće nacionalne zakonske i tehničke regulative, kao preduslova za implementaciju i izgradnju adekvatne strategije za upravljanje seizmičkim rizikom.
- Neophodno je uspostavljanje integralnog informacionog sistema o prostoru i izgrađenoj sredini, koji bi obuhvatio formiranje informacionog sistema zasnovanog na integralnoj osnovi (GIS) od presudnog značaja za potrebe prostornog planiranja u aktuelnim uslovima seizmičkog rizika, odnosno racionalnog i kontinuiranog upravljanja prostorom i životnom sredinom uopšte.
- Značajno je i rekognosciranje i uspostavljanje harmonizovanog sistema/mreže relevantnih institucija nosilaca odgovornosti u oblasti upravljanja seizmičkim rizikom, što bi obuhvatilo i usvajanje odgovarajuće strategije smanjenja seizmičkog rizika (uključujući i njihovo odgovarajuće konzorcijumsko povezivanje).
- Takođe je bitno identifikovanje i pokretanje ostalih prioritarnih akcija i aktivnosti u vezi sa korespondentnim programima EU, sa posebnim osvrtnom na relevantne projekte Pakta stabilnosti za jugoistočnu Evropu, kao što je njegova Inicijativa za pripremljenost i zaštitu od katastrofa DPPI (Disaster Preparedness and prevention Initiative) zatim Program EUROCODES, kao i odgovarajući projekti iz okvira programa tehničke pomoći UNDP, UNDAF (UN Development Assistance Framework), Program USAID, Program GTZ, kao drugi programi i projekti od specifičnog interesa, zasnovani na bilateralnoj ili multilateralnoj osnovi između zemalja u bližem okruženju.

S obzirom na visok stepen kvaliteta i pouzdanosti sistema seizmičkog monitoringa u Crnoj Gori, kao i na obim stečenih izuzetno značajnih iskustva u procjeni seizmičkog hazarda i implementaciji korpusa tih podataka u procesu planiranja i projektovanja u seizmičkim uslovima, Crna Gora i njene institucije involvirane u naznačene procese, bi mogli da budu nosilac najznačajnijih aktivnosti u realizaciji navedenih zadataka i obaveza u regionu.

5. ZAKLJUČAK

Seizmološki zavod Crne Gore je kroz dugu stručnu i istraživačku praksu, koja traje već preko 60 godina, uspio da se oblikuje u vrlo savremenu, tehnički veoma kvalitetno opremljenu istraživačku instituciju, koja je kroz stručni i naučnoistraživački rad svojih malobrojnih saradnika, uspjela da ostvari sve bitne ciljeve svoje djelatnosti i stvori realne preduslove za unapređenje ukupne pripremljenosti društvene zajednice na pojavu razornih zemljotresa. Takav rad je rezultirao obezbjeđenjem kvalitetnih saznanja i kompleksne dokumentacione osnove o seizmičnosti, seizmotektonskim i geodinamičkim procesima i elementima seizmičkog hazarda na teritoriji Crne Gore i regiona. Ta baza podataka danas predstavlja dragocjenu osnovicu za validnu procjenu i upravljanje seizmičkim rizikom, u cilju smanjenja štet-

nih posljedica u slučajevima pojave razornih zemljotresa, ali i za stvaranje realnih preduslova za kvalitetno i pouzdano, seizmički sigurno prostorno-urbanističko planiranje i projektovanje objekata i infrastrukturnih sistema.

S obzirom na kvalitet, obim i ažurnost cjelokupnog dosadašnjeg rada, kao i na dostignuti nivo naučnih, stručnih i tehničkih aspekata savremenog monitoringa i izučavanja seizmotektonskih i geodinamičkih procesa, za Seizmološki zavod Crne Gore se može sa sigurnošću konstatovati da danas predstavlja jednu od repernih institucija te vrste, ne samo u regionu, već i u Evropi.

LITERATURA

- [1] Glavatović B. 1984. Nova analogna telemetrijska seizmološka mreža Crne Gore. *Acta Seismologica Iugoslavica*, No. 10.
- [2] Glavatović B. 1991. Automatska digitalna akvizicija i obrada seizmičkih signala u telemetrijskoj seizmološkoj mreži Crne Gore. *Acta Seismologica Iugoslavica*, No. 17.
- [3] Glavatović B. 2003. Neki rezultati i iskustva u digitalnoj akviziciji i obradi seizmičkih signala mreže seizmoloških stanica Crne Gore. Konferencija 35. godina od razornog zemljotresa u Banja Luci, Banja Luka 2003.
- [4] Glavatović B. 2009. Geodinamički model južnih Dinarida i Jadrana u svjetlu novijih geofizičkih podataka. Međunarodna konferencija povodom 40 godina Banjalučkog zemljotresa iz 1969. godine. Banja Luka 26.-28. septembar 2009.
- [5] Glavatović B. 2010. Seizmotektonske karakteristike Crne Gore u kontekstu novih geofizičkih podataka. Divčibare, Serbia, 27.-30. april 2010.
- [6] Glavatović B., Vučić Lj., D'Agostino N., D'Anastasio E., Selvaggi G. 2011. Strain accumulation in Montenegro using GPS measurements. AGU Fall Meeting 5–9 December 2011, San Francisco, California.
- [7] Hefty J. 2007. Geo-Kinematics of Central and South-East Europe Resulting from Combination of Various Regional GPS Velocity Fields. *Acta Geodyn. Geomater.*, Vol. 4, No. 4 (148), 173–189.
- [8] Pavićević B. 2000. Aseizmičko projektovanje i upravljanje zemljotresnim rizikom. Udžbenik, publikacija Univerziteta Crne Gore.
- [9] Pavićević B. 2004. Smanjenje seizmičkog rizika kroz iskustva nakon crnogorskog zemljotresa iz 1979. – pouke sa trajnim značenjem. *Tehnika – Naše građevinarstvo*, vol. 58/2.
- [10] Piccardi L, Toth L, Vittori E, Aliaj S, Cello G, Cunningham W. D., Drakatos G, Gosar A, Herak D, Herak M, Sebela S, Sulstarova E, Windhoffer G, Glavatović B, Kiratzi A, Ganas A, Omerbašić M, Pavlides S, Petro L, Sijarić G, Tomljenović B, Tondi E, 2007. A first attempt at compiling a map of active faults of the Adria region. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 9, 09228, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU 2007-A-09228, EGU.
- [11] Schmid, S. M., Bernoulli D., Fügenschuh B., Matenco L., Schefer S., Schuster R., Tischler M. & Ustaszewski K., (2008): The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geoscience*.
- [12] Selley R., R. Cocks, Plimer I. 2005, *Encyclopedia of Geology*; Edition Elsevier Academic Press.
- [13] www.seismo.co.me – Internet prezentacija Seizmološkog zavoda Crne Gore.

SEISMOLOGICAL OBSERVATORY OF MONTENEGRO: THE CAPACITIES
IN SEISMIC AND GEODYNAMIC MONITORING

Abstract: Through a long professional and research practice which has lasted for over 60 years, Seismological Observatory of Montenegro developed to a very modern, technically very well equipped research institution, which managed through the professional and research work of its associates, to accomplish all the essential objectives of their activities and create real prerequisites for improving the overall preparedness of the community on the occurrence of future destructive earthquakes. Such work has resulted in providing high quality information and complex documentation basis of seismicity, seismotectonic and geodynamic processes and elements of seismic hazard on the territory of Montenegro and the region. These data are of crucial importance for valid assessment and management of seismic risk, in order to reduce the harmful consequences in case of occurrence of destructive earthquakes, but also to create real prerequisites for efficient and reliable, seismically safe spatial urban planning and design of buildings and infrastructure elements. Given the quality, extent and promptness of the entire work to date, and the achieved level of scientific, professional and technical aspects of modern monitoring and studying seismotectonic and geodynamic processes, the Seismological Observatory of Montenegro can be attributed today as one of the referenced institutions of this kind, not only in the region, but also in Europe.