

SLOBODAN NEDELJKOVIĆ*
MIRJANA KRSTANOVIĆ**
ĐORĐE RISTIĆ***

CRNOGORSKI ZEMLJOTRES OD 15. 04. 1979. God.
I NEKA PITANJA SEIZMIČNOSTI CRNOGORSKOG PRIMORJA
VEZANA ZA OVAJ ZEMLJOTRES

Veliki Crnogorski zemljotres bio je iznenađenje po svojoj veličini i poslasticama koje je pričinio na široj oblasti naše zemlje i van nje. No, može se sa puno osnova reći da je za seizmologe samo dešavanje ovog potresa bila očekivana pojava, ali ne baš i ovako velike magnitude. Po svemu sudeći, dublja studija seizmičkog karaktera Južnog primorja od Stona do Ulcinja, kao i Albanskog primorja, omogućila bi i prognoziranje ovako snažnih zemljotresa.

Cilj ovog rada je da ukaže na mogućnost prognoziranja zemljotresa u pomenutom regionu i sagledavanju načina kako je moguće smanjiti štete od budućih zemljotresa.

Ako posmatramo dogođene zemljotrese u prošlosti na našoj Jadranskoj obali od Istre do Ulcinja, možemo da uočimo da postoje izrazite razlike u načinu na koji se dešavaju zemljotresi u akvatoriji Ston—Ulcinj i dalje ka Albanskom primorju, od načina na koji se dešavaju od Stona do Istre. Najčešće, potresi koji se dešavaju u Južnom primorju, kada su jaki, svojom aktivnošću pobude pojavu zemljotresa u bližim epicentralnim područjima. Pored toga, magnitude najjačih dogođenih zemljotresa u Južnom primorju su veće od onih, koje imaju odgovarajući potresi u Srednjem i Severnom primorju.

* Mr Slobodan Nedeljković, dipl. ing., Seizmološki zavod SR Srbije, Beograd.

** Mr Mirjana Krstanović, dipl. ing., Seizmološki zavod SR Srbije, Beograd.

*** Ing. Đorđe Ristić, R.O. »Univerzal«, Beograd.

Takođe treba istaći da su snažni zemljotresi mnogo češći u Južnom, nego li u Srednjem i Severnom primorju. Navedene činjenice zasnovane su na faktografskom materijalu i pokazuju da postoji izrazita razlika u seizmičkom temperamentu Južnog i Srednjeg, odnosno Severnog primorja.

Treba istaći, da ova razlika u seizmičkom temperamentu nije našla odgovarajuću primenu pri tektonskoj rejonizaciji našeg primorja, a što po našem mišljenju svakako treba da bude prisutno kao jedan od značajnih kriterijuma pri izdvajanju ovih jedinica.

Vrlo iscrpnu i značajnu analizu seizmičkog karaktera Južnog primorja od Stona do Ulcinja dao je, po našem mišljenju, prof. J. Mihajlović u studiji »Seizmički karakter i trusne katastrofe našeg Južnog primorja« (lit. 1). Mi ćemo sprovedenu analizu i faktografski materijal o dogođenim zemljotresima, datu u ovoj studiji, analizirati u svetlu novih saznanja o načinu događanja zemljotresa sa posebnim osvrtom na Crnogorski zemljotres.

Na prilogu 1 dat je pregled seizmičnosti Južnog primorja prema J. Mihajloviću, na osnovu podataka o dogođenim zemljotresima, od najranije zabeleženih (istorijskih), do 1947. godine. J. Mihajlović je celu oblast Južnog primorja podelio na četiri dela i to: 1 — dubrovački, 2 — orjenski, 3 — kotorski i 4 — rumijski trusni predeo. Svaki od ovih predela J. Mihajlović je podelio na blokove unutar kojih je naveo epicentralna mesta, gde su se javljali zemljotresi.

Na str. 96 pomenutog rada (lit. 1) J. Mihajlović, analizirajući dešavanje katastrofalnih zemljotresa na Južnom primorju, zapaža da su se oni ponavljali na sledeći način: 1452. godine (region Dubrovnika); 1504. g. (region Dubrovnika); 1563. godine (region Kotora); 1608. g. (region Kotora); 1667. g. (region Dubrovnika); 1780 g. (region Kotora); 1830. g. (region Dubrovnika). Dalje pomenuti autor navodi da su intervali između ovih katastrofa bili ovim redom: 53; 59; 46; 59; i 50 godina. Posle 1830. godine pa sve do 1940. godine nije bilo izrazito štetnih potresa u Južnom primorju. Dalje ovaj autor uočava da postoji neka pravilnost u ponavljanju trusnih katastrofa sa periodom od 50. godina i 150. godina. Uzimajući 1667. godinu kao reper i dodajući po 150 godina, dolazi se do 1517. godine. Zaista, 1516. godine desio se pustošan zemljotres IX stepena na Južnom primorju. Dalje, dodajući 150 godina, J. Mihajlović navodi da sledeći katastrofalni zemljotres na Južnom primorju treba očekivati oko 1980. godine, što se uglavnom poklapa sa vremenom dešavanja Crnogorskog zemljotresa.

Vidimo da je J. Mihajlović ovako sprovedenom seizmostatičkom analizom dosta uspešno odredio srednje »klimatske« karakteristike seizmičkog režima. Kratkoročnu prognozu zemljotresa, tj. prognozu njegovog neposrednog dešavanja, zovemo vremenskom prognozom kao analog meteorološkoj terminologiji.

Rezultati koje je dobio J. Mihajlović pokazuju da svakako treba posvetiti veću pažnju izučavanju seizmičkog režima našeg Južnog primorja. Izučavanje seizmičkog režima omogućuje da u naša istraživanja unesemo i elemente dugoročne prognoze zemljotresa.

Pod seizmičkim režimom neke oblasti podrazumevamo proučavanje svih dogođenih zemljotresa u nekoj oblasti u prostoru i vremenu. Svaki dogođeni zemljotres u datoj oblasti definišemo njegovim glavnim karakteristikama i to parametrima koji definišu njegov položaj u prostoru φ , λ , h , (φ — geografska širina; λ — geografska dužina; h — dubina hipocentra), njegovom energijom E i vremenom njegovog pojavljivanja t . Na ovaj način u jednom petodimenzionalnom prostoru π (φ ; λ ; h ; E ; t) svaki dogođeni zemljotres predstavljen je tačkom, a svi dogođeni potresi čine diskretni skup tačaka.

Zadatak seizmičkog režima na ovaj način postaje nalaženje zakona raspodele, kojoj se ovaj diskretni skup tačaka podčinjava.

Ova analiza može se sprovesti izučavanjem rasporeda tačaka π (φ ; λ ; h ; t ; E) u zavisnosti od svih argumenata, ili pak možemo izučavati parcijalne funkcije pojedinih argumenata, pri čemu za ostale argumente biramo fiksirane vrednosti. Najpotpunija karakteristika seizmičkog režima je gustina epicentara u prostoru π s, tj.:

$$N_A = \frac{dN}{d\pi}$$

gde je: $d\pi$ — elementarna zapremina prostora π ; dN — je broj tačaka — zemljotresa u zapremini $d\pi$.

Integral $N = \int N d\pi$ zovemo ponovljivošću nekog zemljotresa u nekom petodimenzionalnom prostoru. U praksi pri izučavanju seizmičkog režima koristi se parcijalna funkcija seizmičkog režima, koja se zove grafik ponovljivosti zemljotresa, koji predstavlja zavisnost broja potresa N od njihove odgovarajuće energije E pri čemu ostali argumenti imaju fiksirane intervalske vrednosti Δl , $\Delta \lambda$, Δh , Δt . Ova zavisnost u dvojnoj logaritamskoj razmeri je linearna.

Proces događanja zemljotresa vezan je za oslobađanje dela tektonske energije Zemlje, a kroz takozvane tektonske pokrete. Tektonski pokreti imaju dug život, pa otuda se može sa dosta osnovu uzeti da u desetleću, stoleću, ili više stoleća seizmička klima podleže malim izmenama. Otuda možemo proces događanja zemljotresa smatrati stacionarnim procesom.

Grafik ponovljivosti zemljotresa obično tražimo u obliku:

$$\log N = \log A_0 - \gamma(K - K_0) \text{ pri } K_{\min} \leq K \leq K_{\max}$$

gde je: N — odgovarajući broj potresa energetske klase $K = \log E$ [dž] (E — seizmička energija); A_0 — srednja godišnja ponovlji-

vost zemljotresa energetske klase K_0 (Obično broj potresa N odgovarajuće energetske klase na pr. K_0 normirano na jedinicu površine i jedinicu vremena). Energetska klasa K je vezana sa magnitudom preko korelacionog izraza $K = 4 + 1,8 M$. Za jedinicu površine za desetu energetsku klasu koristi se 1000 km^2 jer je procenjeno da je to minimalna površina koja može da realizuje zemljotres desete energetske klase, pri čemu je dubina ognjišta obično do $10 - 15 \text{ km}$. $\gamma = -\frac{\Delta \log N}{\Delta \log E}$ predstavlja nagib

grafika ponovljivosti i predstavlja jedan od glavnih parametara seizmičkog režima, kao što je i seizmička aktivnost. Vrednost maksimalno mogućeg zemljotresa razmatranog skupa možemo oceniti preko apscise tačke u kojoj grafik ponovljivosti seče apscisnu osu.

Broj potresa za odgovarajuće energetske klase » K « za posmatrani vremenski interval Δt možemo oceniti preko izraza:

$$N_k = A_0 \cdot 10^{-\gamma(K-K_0)}$$

Grafik ponovljivosti zemljotresa predstavlja praktično neku zakonitost strukturne drobljivosti stenskih masa u datom regionu, u uslovima normalnog seizmičkog režima.

Pravilnost koju je dobio J. Mihajlović, možemo svrstati u zakonitost ovog tipa koju smo naveli.

Za smanjenje šteta koje zemljotresi nanose naseljima potrebno je primenjivati paraseizmičko građenje objekata. Da bi se moglo pravilno projektovati, kao prvi uslov nameće se utvrđivanje ponovljivosti određenih intenziteta u datom regionu prema veku eksploatacije objekta, na pr. za 25, 50, 100 i 200 godina. Takve seizmološke karte sadrže, osim onih intenziteta koji su u datom regionu bili ostvareni, i one intenzitete koje treba očekivati, koji će se desiti sa odgovarajućom verovatnoćom.

Kako poznajemo vek eksploatacije objekta, to s obzirom na vreme ponavljanja određenih intenziteta, možemo oceniti i verovatan seizmički rizik kojem izlažemo dati objekat.

Da bismo dobili karte ovakvog tipa, neophodno je izvršiti kartiranje seizmičke aktivnosti na ispitivanoj površini. Seizmička aktivnost A u datoj tački predstavlja srednji broj ognjišta zemljotresa u određenom energetskom dijapazonu, koji se javlja u okolini ove tačke, na jedinici prostora, odnosno površine u jedinici vremena. Ovu seizmičku aktivnost određujemo preko formule:

$$A = \frac{(1-10^{-\gamma})}{10^{-\gamma(K_{\min}-K_{\max})}} \cdot \frac{S \cdot N_{\Sigma}}{\Delta \cdot S \cdot T}$$

gde je: N_{Σ} — ukupan broj potresa, počev od minimalne registrovane energetske klase K_{\min} i veće, koji se nalaze u datoj prostor-

no-vremenskoj oblasti; K_0 — energetska klasa zemljotresa za koju se određuje seizmička aktivnost; S — odgovarajuća jedinična površina; ΔS — površina osrednjenja na kojoj se nalazi broj potresa N_Σ ; T — vreme osmatranja u godini.

Kada raspoložemo kartom seizmičke aktivnosti, potrebno je da konstruišemo kartu maksimalnih mogućih zemljotresa za ispitivani region. Problem definisanja maksimalne energetske klase za određeno epicentralno područje je i danas otvoren problem. Postavlja se otvoreno pitanje da li na svakom mestu zemlje može da se javi zemljotres energije $K_{\max} = \infty$ ili je to konačna veličina za svaku tačku na Zemlji. Po svoj prilici, može se reći da je to konačna veličina, ako pođemo od definicije *specifične moćnosti* seizmičke energije w , tj.:

$$w = \frac{1}{V \cdot T} \sum_{i=1}^{\infty} E_i = \int_{-\infty}^{\infty} E(K) N(K) dk$$

gde je: $E = 10^K$; $N = A \cdot 10^{-\gamma(K-K_0)}$ pri $K \leq K_{\max}$ i $N = 0$ za $K > K_{\max}$;

A — seizmička aktivnost; K_0 — fiksirana energetska klasa za koju je određena seizmička aktivnost; γ — nagib grafika ponovljivosti; V — jedinica prostora; T — jedinica vremena $\sum E_i$ — sumarna energija ognjišta zemljotresa u epicentralnoj oblasti. Posle uređivanja gornjeg izraza dobija se:

$$w = \frac{10^{\gamma \cdot K}}{(1-\gamma) \cdot \ln \cdot 10} \cdot A^{10^{(1-\gamma) K_{\max}}}$$

γ je uvek manje od 1 i seizmička aktivnost je konačna, pa je i parametar w konačna veličina, ako je konačne vrednosti i K_{\max} (2). Poznato je da, čak i na mestima gde se na Zemlji događaju najčešće i najveći potresi, *sumarna moćnost* seizmičkih izvora je ograničena veličina, jer bi u protivnom dolazilo do katastrofalnog razgorevanja materijala, a što se u prirodi ne javlja.

U seizmološkoj praksi maksimalna energetska klasa se određuje preko korelacione veze sa parametrima kao što su: srednja seizmička aktivnost A , debljina seizmogenog sloja h i dužina seizmičke zone l , kao i sa drugim faktorima geofizičkog, geološkog i geodetskog karaktera. Srednju seizmičku aktivnost \bar{A} obično računamo na površini, čiji se radijus određuje preko formule (3):

$$\log R_{Km} = 1,505 + 0,111 (K - 15)$$

ili

$$\log R_{Km} = -2,610 + 0,243 K \text{ za } K \leq 15$$

Veličinu K_{\max} određujemo preko formule:

$$\log \bar{A} = \bar{2},84 + 0,21 (K_{\max} - 15) \text{ za } K_{\max} \leq 15$$

$$\log \bar{A} = \bar{2},84 + 0,39 (K_{\max} - 15) \text{ za } K_{\max} \geq 15$$

Ovakvom metodologijom, koja nije lišena nedostataka, može se oformiti karta maksimalnih energetske klase za ispitivanu oblast.

Kada raspoložemo kartom seizmičke aktivnosti, kartom maksimalnih mogućih energetske klase, nivoom makroseizmičkog polja, za ispitivani region, možemo oformiti karte seizmičke trešnje za ispitivani region. Nivo makroseizmičkog polja definišemo preko formula (3):

$$I = c + bm - s \log r$$

$$K = P \cdot M + q$$

gde je: r — hipocentralno rastojanje tačke u kojoj je intenzitet I od zemljotresa čija je snaga u ognjištu M . Vrednosti koeficijenata c , b , s , p i q dobijaju se pri obradi karte izoseista individualnih zemljotresa, koji su se desili u ispitivanom regionu. Veličine ovih koeficijenata definišu tzv. nivo makroseizmičkog polja datog regiona.

Kartu seizmičke trešnje za ispitivani region dobijamo korišćenjem formule:

$$B_i = \frac{10^{\gamma K_0}}{10^{0,5\gamma} - 10^{-0,5\gamma}} \sum A \times \left\{ \left[r^{\frac{sp}{b}} \cdot 10^{q - \frac{cp}{b} + \frac{p}{q}} \cdot I \right]^{-\gamma} - 10^{-\gamma K_{\max}} \right\} \Delta S$$

gde je: $B = B(I)$ srednja godišnja ponovljivost zemljotresa intenziteta I u ispitivanoj tački $\Delta S = \Delta x \Delta y$ — elementarna površina na koju je podeljena oblast S koja okružuje tačku za koju se određuje seizmička trešnja B ; $K_0 = 10$, tj. energetska klasa na koju se odnosi seizmička aktivnost A ; I — intenzitet zemljotresa koji očekujemo u ispitivanoj tački; K_{\max} — maksimalna energetska klasa na elementarnoj površini ΔS .

Navedenim postupkom moguće je oceniti ponavljanje određenih intenziteta za svaku ispitivanu tačku.

Treba istaći da seizmički intenzitet nije inženjerska mera, već se može tretirati kao rezultat dejstva zemljotresa na površini terena. Otuda je za inženjersku primenu rezultata seizmoloških istraživanja u praksi neophodno poznavati procenjenju seizmičku energiju za koju se očekuje da će se u zadanoj tački pojaviti sa zadanim intenzitetom, udaljenost izvora energije od zadane tačke, kao i uticaj mehanizma ognjišta na generisanje seizmičkih talasa, kao i filtraciono svojstvo stenskih masa, kroz koje prolaze seizmički talasi, sa posebnim osvrtom na ponašanje površinskog po-

krivača debljine 10 do 20 m. Vidimo, da se srednjegodišnji seizmički klimatski parametri menjaju u funkciji vremena, pa otuda se i seizmološke karte rade za različite vremenske intervale. U zavisnosti od važnosti objekta koji podižemo, možemo da se odlučimo i na tzv. veličnu seizmičkog rizika, da će se za vreme njegovog veka eksploatacije javiti zemljotres intenziteta većeg od onog, za koji je taj objekat projektovan.

Kako je naša zemlja dosta gusto naseljena, to pri inženjerskim proračunima pri oceni projektnih parametara moramo voditi računa o mehanizmima zemljotresa. Konkretno, ostaje otvoreno pitanje, da li uvek treba koristiti u analizi geografske koordinatne instrumentalnog epicentra, ili onog koji je određen makroseizmičkim podacima. Činjenica je da postoji migracija epicentara i da se jaki zemljotresi dešavaju ne uvek na istim mestima, gde su se ranije događali.

Zadržaćemo se malo na ovom problemu, zbog njegove važnosti u primeni u praksi.

Zbog unutrašnjih procesa u Zemlji javlja se tektonska energija, koja se koncentriše i u kori Zemlje, gde je jasno konstatujemo. Tektonske deformacije u kori sadrže elastičan i neelastičan deo. Neelastičan deo nije vezan sa potencijalnom energijom, pa se zemljotres javlja na račun smanjenja elastičnog dela deformacije materijala, koji čini zemlju (6). Otuda sledi, da se opšta deformacija posmatranog tektonski aktivnog reona, ili njegovog dela, ne smanjuje. Može se reći, da se preko zemljotresa deo elastične deformacije transformiše u neelastičnu. Prema tome, ognjište tektonskog zemljotresa predstavlja brzo cepanje kontinuiranog materijala zemlje, pod uticajem tektonskih napona. U prvom stadijumu, zbog koncentracije napona (tektonskih), javlja se oživljavanje starih delimično zalečenih pukotina, kao i pojava novih. Sa njihovim narastanjem i koncentracijom, nastaje mogućnost njihovog uzajamnog međudejstva, kada nastaje drugi stadijum, u kome se ovaj proces narušavanja kontinuiranosti sredine ubrzava i pukotine se objedinjuju i ukрупnjavaju, tako da se obrazuje tzv. startni rased. Intervali između ovih startnih raseda polako se razaraju, tako da se javljaju prethodni udari glavnog potresa, a zatim spajanjem startnih pukotina, obrazuje se magistralni rased, kada se i javlja glavni udar.

Uobičajeno je da se ognjište zemljotresa aproksimira nekim teorijskim modelom, kako bi mogli lakše da proučimo događanje zemljotresa u nekom regionu. Takvi modeli, koji se najčešće koriste, su: tačkasti, dislokacioni i dinamički. Nama se čini da događanje zemljotresa na Crnogorskom primorju, a i u bližem primorskom zaleđu, najbolje tumači model ognjišta, koji je predložio N. V. Šebalin (4). Suština ovog modela je da se osim magistralnog raseda javljaju i rasedi drugog stepena, čija pojava jako mnogo utiče na kratkoperiodično izlučivanje talasa pri zemljotresu.

Najsigurniji podaci, kojima raspolažemo pre i posle Crnogorskog zemljotresa, su razlike u nailascima longitudinalnih i transverzalnih talasa na seizmogramima Titogradskog seizmološkog zavoda, koji je bio bliži epicentru ovog potresa od svih naših stacionarnih stanica.

Za analizu smo uzeli podatke od januara 1978. do juna 1979. godine.

Razlike u nailascima *Sg* i *Pg* talasa na seizmološkom zavodu Titograd, za jake zemljotrese od 9. IV; 15. IV; 12. V; i 24. V iznose respektivno 8,0 sec, 5,5 sec i 7,2 sec.

Na terenu Crnogorskog primorja od 20. VI do 31. VIII radila je ekspedicija Instituta Fizike Zemlje AN SSSR-a iz Moskve, na poziv Seizmološkog zavoda SR Crne Gore. Mi smo u našem radu koristili izveštaj te komisije o registrovanim zemljotresima u tom vremenskom intervalu, pokretnim seizmološkim stanicama. Većini ovih potresa određeni su precizno koordinate epicentra i dubine ognjišta. Za iste zemljotrese mi smo iz kataloga nalazili odgovarajuća vremena *Sg* — *Pg* na Seizmološkom zavodu Titograd. Ovakva analiza omogućila nam je da izvedemo opšte zaključke koji se sastoje u sledećem:

Zemljotresi, koji su u Titogradskom seizmološkom zavodu registrovani sa vremenima *Sg* — *Pg* manjim od 4,2 sec, pripadaju uglavnom zaleđu Crnogorskog primorja, dok oni čija su vremena veća od 5,0, sec — Crnogorskom primorju i moru udaljenom 10—15 km od obale i to uglavnom na potezu Medovski zaliv (bliže ušće Bojane) do Bokokotorskog zaliva (najčešće do Budve). Zemljotresi sa vremenima 7,0 — 7,5 pripadaju tzv. ulcinjskoj grupi i nalaze se na obali i bliže, dok oni sa vremenom 8,0 — 8,5 imaju epicentre u moru; što se vremena povećavaju, to više migriraju na jug ka Albaniji, tako da se grupe od 9 sec i veće mogu vezivati kako za more niže od Bojane, tako i za Albansko primorje.

Petrovačkoj, Svetostefanskoj i Budvanskoj grupi uglavnom pripadaju zemljotresi čija su vremena *Sg* — *Pg* oko 6,0 — 6,5 sek, odnosno do 7,0 sek. Grupi između Petrovca i Bara, odnosno Sutomora, pripadaju zemljotresi sa razlikom *Sg* — *Pg* 5,0 — 5,5 sec, mada se sa vremenom od 5,5 sek javljaju zemljotresi koji leže između Petrovca i Cetinja, ali ih je sigurno mnogo manje nego onih u primorskoj oblasti.

Iz navedenog materijala vidimo da je glavna masa zemljotresa vezana za region Ulcinja, ušće Bojane, donekle Albansko primorje, Crnogorsko primorje (Bar, Sutomore) Petrovac do Budve, kao i zaleđe; Virpazar, Rijeka Crnojevića, Cetinje pa dalje ka Kotoru).

Gro zemljotresa u Crnogorskom primorju dešavao se do desetak kilometara od obale u moru i oko 7 km u kopnu.

Može se reći da između Sutomora i Petrovca primorska seizmogeni zona počinje da se račva u dva pravca i to, jedan krak

ide pored obale ka Budvi i Herceg Novom, a drugi ka Grahovu. Po našem mišljenju zemljotresi sa razlikama S_g-P_g od 0,9 — 2,4 sec, kao i oni vezani za Virpazar, Rijeku Crnojevića i Cetinje, vezani su za naponska stanja koja su uticala na stvaranje seizmogenog kraka koji ide ka Grahovu.

U prilogu ovog rada data je karta izoseista potresa od 15. IV. 1979. godine u 6^b 19^m, koju su uradili M. Vukašinović i V. Šupić (5). Treba reći, da prva i druga izoseista uglavnom nose informaciju o ognjištu zemljotresa. Sa pomenute karte može se jasno videti postojanje seizmogenog kraka, koji ide ka Grahovu. Kada se analizira učestanost kojom su se dešavali zemljotresi u posmatranom području, može se videti da broj potresa na kraku Ulcinj — Petrovac — Budva izrazito dominira u odnosu na krak ka Grahovu, iako je makro-epicentar glavnog potresa vezan za ovaj krak. Naše mišljenje je, s obzirom na dubine događanja potresa na kraku Ulcinj — Petrovac — Budva, koje su do 10 km, da na njihovo događanje utiče prisustvo podzemne vode, tako da je njihova priroda dešavanja slična onoj, koju srećemo kod događanja potresa vezanih za velika akumulaciona jezera.

Vidimo, da veliki Crnogorski zemljotres nije uticao svojom aktivnošću na Skadarsko epicentralno područje, iako mu je veoma blizak. Zanimljivo je da se javlja grupa zemljotresa koja se može vezati za Kotor, odnosno Boku Kotorsku (seizmogeni krak ka Grahovu).

Naše mišljenje je da svakako treba više obratiti pažnje na posebnost Boke Kotorske pri rešavanju velikih Dubrovačkih i primorskih zemljotresa.

Na kraju treba reći da su istorijski spomenici i stare kuće građene od kamena vezane cementnim malterom, pa se pri zemljotresima u njima javljaju velike inercijalne sile kojima teško mogu odoljeti razna ojačanja koja se koriste pri njihovoj sanaciji.

Po našem mišljenju, veoma je važno pri saniranju takvih objekata obratiti pažnju na njihovo temeljenje. Praktično, ovakve objekte treba temeljiti tako da se omogući što manje unošenje seizmičke energije u njih. Smanjenje unošenja energije može se postići ukoliko se vodi računa o krutosti konstruktivnog sistema, kvaliteta tla na kome se isti nalaze, kao i adekvatnim načinima temeljenja predloženim pri seizmičkoj mikroregionalizaciji građevinske površine ovih objekata.

LITERATURA

1. *Mihajlović, J.* (1947): Seizmički karakter, trusne katastrofe našeg Južnog primorja od Stona do Ulcinja. Srpska Akademija nauka. Posebna izdanja, knj. CXL, Beograd.
2. *Sejsmičeskoe rajonirovanie* teritorii SSSR. Izd-vo »Nauka«, Moskva, 1980.
3. *Sejsmičeskaja sotrjasaemost'* teritorii SSSR. Izd-vo »Nauka«, Moskva, 1979.
4. *Sejsmičeskie issledovanija* dlja stroitel'stva. Voprosy inženernoj sejsmologii. Vyp. 14. Izd-vo »Nauka«, Moskva, 1971.
5. *Vukašinović, M., Šupić, V.* (1980): Karta izoseista potresa od 15. IV 1979. g. Seizmološki glasnik. Izd. Seizmološkog zavoda SR Srbije, Beograd, No 3, str. 1.

S. NEDELJKOVIĆ
M. KRSTANOVIĆ
Dj. RISTIĆ

THE MONTENEGRIN EARTHQUAKE OF APRIL 15, 1979, AND SEVERAL
QUESTIONS ABOUT RELATING SEISMIC ACTIVITY OF THE
MONTENEGRIN COAST

In the first part of the paper the data on previous earthquake in this region are presented based on the work of prof. J. Mihajlović.

A short account is also given on the problems in predicting an earthquake in this area.

Results obtained by prof. J. Mihajlović are discussed in the light of recent advances in the field of prediction of earthquakes. Second part contains our analysis of seismicity of this area for a period of one year before and a month after the earthquake. Our investigation was directed towards locating the positions of fractures of rock masses during the earthquake of 15. 04. 1979. The last part of the paper contains authors' suggestion how to reduce damages to a large extent, in the case of possible future earthquakes.