

# INŽENJERSKOGEOLOŠKE I SEIZMOGEOLOŠKE KARTE KAO PODLOGA ZA OCJENU POGODNOSTI TERENA ZA URBANIZACIJU NA PRIMJERIMA IZ CRNOGORSKOG PRIMORJA

Rajka Radulović<sup>1</sup>, Mićko Radulović<sup>2</sup>

## PREGLED

Područje Crnogorskog primorja karakteriše se veoma složenim litofacijalnim sastavom, tektonskim sklopom, hidrogeološkim i inženjerskogeološkim odlikama terena.

Radi se o seizmotektonski aktivnom području, sa čestim pojavama klizišta, velikom amplitudom kolebanja izdašnosti karstnih vrela i nivoa podzemnih voda, što stvara određene probleme u prostornom planiranju, odnosno gradnji objekata na ovom dijelu terena.

Dobro urađene hidrogeološke i inženjerskogeološke karte predstavljaju nezaobilazne podloge za sigurno građenje, odnosno reoniranje terena prema pogodnosti za urbanizaciju.

## UVOD

U radu se daje kratak prikaz geološke građe terena Crnogorskog primorja, kao i pregled urađenih geoloških i seizmogeoloških podloga, nakon katastrofalnog zemljotresa od 15. 4.1979. godine.

Kompleksne geološke podloge, koje su predmet ovog rada, prethodile su izradi prostornog plana Republike i generalnih urbanističkih planova naselja.

---

<sup>1</sup> Geoprojekt D.O.O. – Podgorica, geoprojekt @ cg.yu

<sup>2</sup> Građevinski fakultet – Podgorica, mickor@ cg.ac.yu

## **POLOŽAJ IZUČAVANOG PODRUČJA**

Crnogorsko primorje zahvata uzani pojas duž Jadranskog mora, koje se karakteriše brojnim rtovima, zalivima i manjim poljima (Barsko, Budvansko, Tivatsko, Mrčevo), zaplavljenim kvartarnim sedimentima.

## **GEOLOŠKA GRAĐA TERENA**

U geološkoj građi terena učestvuju tvorevine trijaskе, jurske, kredne, paleogene i kvartarne starosti.

### **Geološki sastav terena**

Primorski pojas koji najvećim dijelom pripada geotektonskim jedinicama Parautohtonu i Budva cukali zoni izgrađen je pretežno od:

- klastičnih stijena donjotrijaske i srednjotrijaske starosti predstavljenih sedimentima fliša (konglomerati, glinci, laporci, pješčari, pjeskoviti škriljci);
- vulkanskih stijena srednjotrijaske starosti (daciti, andeziti, keratofiri, rioliti, spiliti, dijabazi);
- karbonatnih stijena predstavljenih krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i dolomitima, rožnacima i grudvastim krečnjacima trijaskе, jurske, kredne i miocenske starosti;
- klastičnih sedimenata miocenske starosti, (pješčari, laporci i gline);
- sedimenata kvartarne starosti, deluvijalni, proluvijalni, aluvijalni sedimenti.

### **Tektonski sklop terena**

Parautohton zauzima uzani prostor pored morske obale, koji se karakteriše brojnim antiklinalnim strukturama (Mendra, Bijela gora, Možura, Brivska gora, Volujica, Šasko brdo, Luštica, Kobila) izgrađenih od krečnjaka gornjokredne starosti, razdvojenih sinklinalnim strukturama, izgrađenim od sedimenata fliša.

Budva-Cukali zona navučena je preko parautohtona duž trase navlake generalnog pravca pružanja, sjeverozapad – jugoistok. Izgrađena je od brojnih litofacijalnih članova.

Geotektonska jedinica Visoki krš, koja se u primorskom pojasu ispoljava u zoni Bokotorskog zaliva, gdje su skaršćene karbonatne stijene u neposrednom kontaktu sa morem, može se pratiti duž trase navlake koja označava njenu granicu prema parautohtonu, odnosno Budva cukali zoni.

Ukratko strukturni sklop terena priobalnog pojasa veoma je složen, što se ogleda kroz brojne naborne i razlomne oblike.

Neotektonski pokreti su pored egzogenih procesa bilitno uticali na današnji izgled reljefa. Praktično svi rasjedi koji se danas odražavaju u terenu su neotektonski i predstavljaju jedan od glavnih endogenih procesa kod stvaranja recentnog reljefa Crne Gore.

I danas je tektonska mobilnost ovih terena veoma izražena. Kao što je poznato radi se o veoma seizmički aktivnom regionu. Tako na primjer, prema geodetskim mjerenjima (Savezna geodetska uprava, 1972) područje Zetsko-skadarskog rova, u današnje vrijeme spušta se brzinom 0-2 mm/god., a njegovi južni i centralni djelovi 2-4 mm/god.

Istovremeno, okolno područje se izdiže brzinom 0-2 mm i od 2-4 mm/god. Praćenjem pomjeranja Zemljine kore, geodetskim metodama utvrđeno je da su pored vertikalne komponente savremenih pokreta ispoljena i horizontalna pomjeranja ovih djelova terena.

“Instrumentalna osmatranja izvedena u kontinentalnom zaleđu Bara i Sutomora pokazuju da su vektori horizontalnog pomjeranja dinarskih plasa iznad Jadranske ploče usmjereni prema jugozapadu” (M. Marović, 1996).

Afrička ploča je krećući se prema sjeverozapadu uslovala povijanje flišnog karbonatnog kompleksa Dinarida u pravcu sjeverozapad-jugoistok, a u zoni tektonskog kontakta ostvarena su naponska stanja, koja predstavljaju osnovni izvor seizmičke energije u ovom regionu.

## **KARTE KAO OSNOVA ZA OCJENU POGODNOSTI TERENA ZA URBANIZACIJU**

Prostorno i urbanističko planiranje i arhitektonsko građenje i projektovanje u seizmički aktivnom regionu Crnogorskog primorja, nakon katastrofalnog zemljotresa od 15. 4. 1979. godine, bazirano je na nizu geoloških i seizmogeoloških podloga, koje su prethodile izradi karte pogodnosti terena za urbanizaciju. Urađene podloge ujedno predstavljaju preventivnu seizmičku zaštitu od zemljotresa, koja ima kompleksan karakter i štiti stanovništvo, materijalna dobra i urbane sredine u cjelini. Naime, za potrebe revizije prostornog plana Republike, prethodno su urađene sledeće podloge:

- kompilaciona geološko-tektonska karta Crne Gore 1:100.000
- pregledna geomorfološka karta Crne Gore, 1:100.000
- neotektonska karta Crne Gore 1:100.000
- hidrogeološka karta Crne Gore 1:100.000
- inženjerskogeološka karta Crne Gore 1:100.000
- karta epicentara Crne Gore 1:100.000
- seizmotektonska karta Crne Gore 1:100.000
- karta seizmičke regionalizacije Crne Gore 1:100.000, odnosno za potrebe

generalnih urbanističkih planova naselja.

- morfometrijska karta 1:5.000
- hidrogeološka karta 1:5.000
- inženjerskogeološka karta 1:5.000
- karta stabilnosti terena 1:5.000
- karta seizmičke mikrojeonizacije 1:5.000
- karta pogodnosti terena za urbanizaciju 1:5.000

Na morfometrijskoj karti izvršeno je reoniranje terena prema nagibu na sledeće kategorije:

do 5°; 5-10°; 15-20°; 20-30°; 30-40° i preko 40°.

Na hidrogeološkoj karti sa Tumačem 1:5.000 dat je prikaz različitih tipova izdani (zbijeni, karstni tip i karstnopakotinski tip izdani) hidrogeoloških pojava, odnosno izvršena je rejonizacija terena prema hidrogeološkim svojstvima stijena na:

- dobropropusne stijene,
- slabopropusne stijene,
- nepropusne stijene,
- kompleks propusnih i nepropusnih stijena.

Hidroizohipsama i izobatama, dat je prikaz pravaca i smjerova kretanja podzemnih voda kao i dubine do nivoa podzemnih voda.

Na inženjerskogeološkoj karti 1:5.000 izvršena je inženjerskogeološka kategorizacija stijena (vezane, poluvezane, poluvezane i nevezane, nevezane stijene) dat prikaz različitih litogenetskih vrsta stijena, inženjerskogeoloških i hidrogeoloških pojava, egzodinamičkih procesa i pojava (klizišta i odrona), abrazionih procesa i pojava, geomorfoloških pojava, nalazišta geološkog građevinskog materijala i dr. Takođe, na bazi izvedenih istražnih radova i laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja izvršena je rejonizacija terena po nosivosti.

Na karti stabilnosti terena 1:5.000 izvršena je rejonizacija terena prema stabilnosti na:

- stabilne terene,
- uslovno stabilne terene,
- nestabilne terene,
- terene nepostojeće stabilnosti.

Izradi karte seizmičke mikrojeonizacije, na kojoj su izdvojene karakteristične zone (B<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D) prethodila su kompleksna geološka i seizmogeološka istraživanja (geofizička, inženjerskogeološka i hidrogeološka) i laboratorijska ispitivanja na osnovu kojih su definisani karakteristični geotehnički modeli, kojima se istraživano područje može predstaviti za dinamičku analizu na pobude od seizmičkih uticaja. Na taj način izvršena je analiza uticaja lokalne geotehničke sredine

na dejstvo zemljotresa. Parametri dejstva zemljotresa za pojedine karakteristične seizmogeološke zone, predstavljeni su očekivanim prosječnim maksimalnim ubrzanjima i koeficijentima seizmičnosti za povratne periode 50, 100 i 200 godina.

Na osnovu svih prethodnih karata, kao finalni produkt i glavna podloga u urbanističkom planiranju urađena je karta pogodnosti terena za urbanizaciju 1:5.000.

Kao karakterističan primjer izrade ove podloge navodi se legenda karte pogodnosti terena za urbanizaciju za urbano područje Budve.

### **LEGENDA KARTE POGODNOSTI TERENA ZA URBANIZACIJU**

I Tereni bez ograničenja za urbanizaciju	$a_1$ – nagib od 0-5° $b_1$ – dubina do NPV preko 4,0 m $c_1$ – litogenetska vrsta (šljunkovi, pijesci, gline: kamenite i polukamenite stijene) $d_1$ – stabilan teren $e_1$ – nosivost preko 200 kN/m <sup>2</sup> $f_1$ – seizmičnost $K_s=0,12$ (ABCD=9°MCS)
II Tereni sa neznatnim ograničenjem za urbanizaciju	$a_2$ – nagib od 5-10° $b_2$ – dubina do NPV od 1,5 do 4,0 m $c_2$ – litogenetska vrsta (drobine, glinovit šljunak pijesak, gline male do srednje plastičnosti, poluvezane i nevezane stijene) $d_1, d_2$ – stabilan, djelimično labilan teren sa rijetkim manjim oblicima nestabilnosti $e_1$ – nosivost od 120-200 kN/m <sup>2</sup> $f_1, f_2$ – (ABCD) $f_2$ (iznad 9° MCS)
III Tereni sa znatnim ograničenjem za urbanizaciju	$a_3$ – nagib od 10-30° $b_2$ – dubina do NPV 1,5 do 4,0 m $c_3$ – litogenetska vrsta (neorganske prašine i gline, visoke plastičnosti, organske prašine i gline srednje do visoke plastičnosti) $d_2, d_3$ – uslovno stabilni tereni sa češće manjim i rjeđe većim pojavama nestabilnosti, $e_3$ – nosivost od 70 do 120 kN/m <sup>2</sup> $f_2$ – (D) seizmički nedefinisan teren

IV Tereni nepovoljni za urbanizaciju	a <sub>4</sub> – nagib preko 30° b <sub>3</sub> – dubina NPV do 1,5 m c <sub>3</sub> – litogenetska vrsta (neorganske prašine, neorganske gline visoke plastičnosti, organska prašina i organske gline srednje do visoke plastičnosti) d <sub>3</sub> – nestabilan teren e <sub>3</sub> – nosivost do 120 kN/m <sup>2</sup>
---	--

## ZAKLJUČAK

Kompleksne geološke i seizmogeološke podloge (hidrogeološka karta, inženjerskogeološka karta, karta nosivosti terena, karta stabilnosti, karta seizmičke rejonizacije) urađene za urbana područja Crnogorskog primorja, predstavljaju baznu kariku seizmičke zaštite od zemljotresa u kontinuiranom procesu koji obuhvata prostorno planiranje, urbanističko planiranje i projektovanje.

Rejonizaciji terena prema pogodnosti za urbanizaciju (tereni bez ograničenja, sa neznatnim ograničenjima, sa znatnim ograničenjima i nepogodni tereni) prethodila su kompleksna geološka, hidrogeološka, inženjerskogeološka i seizmogeološka istraživanja i ispitivanja, kojima su definisani karakteristični geotehnički modeli, odgovarajuće seizmičke zone i mjerodavni seizmički parametri.

Na taj način, kroz poštovanje karakteristika lokalne geotehničke sredine u procesu arhitektonsko-građevinskog projektovanja i građenja, vrši se preventivna seizmička zaštita od zemljotresa, odnosno zaštita životne sredine.

## LITERATURA

- [1] Marović M., Đoković I., Vujisić P. (1996): *Savremena tektonska aktivnost područja Skadarskog jezera*. Canu. Podgorica.
- [2] Radulović R., (1989): *Nosivost terena Barskog polja*. Geološki glasnik, knj. XIII. Titograd.
- [3] Talaganov K., Petrovski J. i dr. (1981): *Seizmogeološke podloge i seizmička mikrorejonizacija urbanog područja Budve*. Univerzitet »Kiril i Metodije« Skoplje, Jugoslavija.
- [4] Živaljević M. (1989): *Tumač Geološke karte SR Crne Gore*, 1:200.000. Posebna izdanja Geološkog glasnika knj. VIII. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore.