

ЦРНОГОРСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ  
ГЛАСНИК ОДЈЕЉЕЊА ПРИРОДНИХ НАУКА, 19, 2011.

ЧЕРНОГОРСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК И ИСКУССТВ  
ГЛАСНИК ОТДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК, 19, 2011

THE MONTENEGRIN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS  
GLASNIK OF THE SECTION OF NATURAL SCIENCES, 19, 2011.

---

UDK 551.4(497.16)  
UDK 556.5(497.16)  
UDK 621.311.21:726.7(497.16)

*Vasilije Radulović\**

## HIDROELEKTRANE U DOLINI-KANJONU RIJEKE MORAČE I ZAŠTITA MANASTIRA MORAČA

### *Sažetak*

U radu je izvršena analiza geoloških odlika terena kanjonskog dijela rijeke Morače u kojem je *Detaljnim prostornim planom višenamjenskih akumulacija* predviđena izgradnja 4 (četiri) hidroelektrane od kojih je najuzvodnija HE „Andrijevo” sa kotom normalnog uspora od 285 mm. Ovo sa ciljem sagledavanja mogućeg uticaja te akumulacije (a i ostalih nizvodnih) na stabilnost terena – tla na kome je Manastir Morača. Tom analizom se došlo do zaključka da akumulacija voda za HE „Andrijevo” može višestruko uticati na stabilnost terase na kojoj je Manastir, a time i na sami Manastir. Iz tih razloga se predlaže izgradnja brane za HE „Andrijevo” sa kotom normalnog uspora od 250 mm čime se sa tog aspekta eliminišu potencijalno moguće opasnosti po Manastir Moraču.

## HYDROELECTRIC POWER PLANTS IN THE MORACA VALLEY – CANYON AND PROTECTION OF THE MORACA MONASTERY

### *Abstract*

This study has performed the analysis of geological characteristics of the terrain of the canyon's part of the Moraca River in which the *Detailed Spatial Plan for the area of multipurpose reservoirs* envisages the con-

---

\* Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica

struction of 4 (four) hydroelectric power plants (HPP) of which the most upstream one is HPP „Andrijevo” with the normal backwater elevation of 285 m above sea level (ASL). This aims to figure out the possible impact of this reservoir (and the other downstream) for the stability of the terrain – lot on which the Moraca Monastery sits. This analysis also indicate that water reservoir of HPP „Andrijevo” can affect in a multiple manner on the stability of the terrace on which the Monastery sits and thus on the Monastery. For these reasons is proposed the construcion of HPP „Andrijevo” with the normal backwater elevation of 250 m ASL, because in this manner can be eliminated the potential danger to the Moraca Monastery.

## 1. UVOD

Geološka građa i odlike terena sliva Morače su bili predmet istraživanja i ispitivanja brojnih (stranih i domaćih) istraživača, sa izvjesnim prekidima, poslednjih 150 godina. Mnogi rezultati tih istraživanja i ispitivanja su objavljeni u raznim publikacijama (na srpskom ili nekom od stranih jezika). Ti podaci i podloge su poslužili za detaljnija geološka i druga istraživanja i ispitivanja, a za potrebe rešavanja raznovrsnih privrednih zadataka, *pa i definisanja uslova, mogućnosti i opravdanosti izgradnje hidroenergetskih objekata na vodotoku Morače i njenim pritokama*. Ideje o izgradnji hidroenergetskih objekata na vodotoku Morače su nastale više decenija prije II svetskog rata. Ta istraživanja i ispitivanja su aktivirana u 6 (*šestoj*) *deceniji prošlog vijeka* i vršena su u više navrata od brojnih radnih organizacija, zavoda i instituta, preko brojnih istraživača, različitih specijalnosti. Neki rezultati tih istraživanja, ispitivanja i projektovanja su publikovani, a mnogo brojniji i detaljniji se nalaze u fondovima investitora koji su finansirali ta istraživanja, istraživačkim i projektantskim organizacijama.

U ovom radu se daje kratak prikaz analize prirodnih geoloških odlika terena sliva rijeke Morače uzvodno od njene desne pritoke rijeke Zete, sa posebnim osvrtom na kanjonski dio Morače gdje se predviđa ostvarivanje 4 (četiri) akumulacije voda za: HE „Zlaticu”, HE „Milunoviće”, HE „Rasloviće” i HE „Andrijevo”.

Ovo iz razloga što su ti objekti, direktno ili indirektno, od uticaja na stabilnost terena – tla na kome je Manastir Morača.

Na kraju su dati zaključci kojim se ističu moguće nepovoljne, a da ne kažemo katastrofalne posledice po Manastir, ostvarivanjem akumulacije voda za HE „Andrijevo” sa kotom normalnog uspora od 285 mnm i predlogom za smanjenjem te kote na 250 mnm.

U središnjem – kanjonskom dijelu vodotoka Morače (nizvodno od Manastira Morače) *Detaljnim prostornim planom višenamjenskih akumulacija voda i idejnim projektima* je predviđena izgradnja 4 (četiri) pribranske hidroelektrane za koje dajemo niz bitnih pokazatelja:

| Hidroelektrana | Tip brane       | Visina brane (m) | Kota nor. uspora mnm | Dužina akumulacije km | Ukupna zapremina akumul. hm <sup>3</sup> | Korisl. zaprem. akumul. hm <sup>3</sup> | Instal. protic. 2 x 60 m <sup>3</sup> /s | Neto pad (m) |
|----------------|-----------------|------------------|----------------------|-----------------------|--|---|--|--------------|
| „ANDRIJEVO”    | betons. lučna   | 150              | 285                  | 12,5                  | 304                                      | 249                                     | 2 x 60                                   | 120          |
| „RASLOVIĆI”    | betons. gravit. | 59               | 155                  | 8                     | 11,3                                     | 7,8                                     | 2 x 60                                   | 34           |
| „MILUNOVIĆI”   | betons. gravit. | 61,8             | 119,8                | 8                     | 9,9                                      | 6,8                                     | 2 x 60                                   | 36           |
| „ZLATICA”      | betons. gravit. | 63               | 81                   | 11                    | 16                                       | 13                                      | 2 x 60                                   | 38           |

## 2. PRIKAZ PRIRODNIH ODLIKA TERENA<sup>1</sup>

### 2. 1. OROGRAFIJA I HIDROGRAFIJA

Predmetni dio sliva Morače pripada brdsko-planinskom, istočnom dijelu središnjeg pojasa Crne Gore. Taj dio sliva počinje od korita rijeke Morače mjesta brane i HE „Zlatica” koji je na koti oko 46 mnm. Od brane granica sliva ide prema istoku preko terena Kuča do k. 566 mnm odakle, generalno gledano ide prema sjeveroistoku kroz terene sve viših kота planine Žijova, koje su i preko 2.000 mnm (2.130, 2.113, 2.137) da bi od k. 1.882 mnm u luku skrenula prema sjeveru do k. 1.400 mnm i 1.064 mnm odakle skreće na sjeverozapad preko Crkvina i Gradišta (k. 2.215 mnm), skrećući na zapad i jugozapad preko planine Lole (k. 2.129 mnm), nastavljajući prema jugu preko i kroz planine Maganik (k. 2.124 mnm i k. 2.139 mnm) i Prekornica (k. 1.803 mnm i k. 1.547 mnm) da bi kroz masiv planina Kamenika (k. 1.735 mnm) i Maglića (k. 1.560 mnm) došla od zapada u profil rijeke Morače mjesta brane i HE „Zlatica”. (Prilog I iza ove strane)

<sup>1</sup> Na kraju rada je dat spisak najvažnijih objavljenih i fondovskih radova u kojima se daju znatno detaljniji podaci i podloge o *prirodnim odlikama predmetnih terena*.

**OROGRAFIJA SLIVA RIJEKE MORAČE UZVODNO OD  
UŠĆA NJENE PRITOKE RIJEKE ZETE  
SA POLOŽAJEM HE „ANDRIJEVO“, „RASLOVIČI“, „MILUNOVIČI“ I „ZLATICA“**



Navedene planine sliva Morače su, u geološkoj prošlosti, predstavlja le *jedinstvenu površ* koju je Morača sa pritokama erozijom raščlanila dubokim kanjonima i dolinama sa kotama koje idu od ispod 100 mnm (profil za HE „Zlatica”) i do iznad 2.000 mnm. Kote dna kanjona Morače na mjestu brane za HE „Andrijevo” je oko 150 mnm, a ispod Manastira Morače je kota dna korita *od 248,7 mnm do 251 mnm*. (Kote skinute sa topografske karte *R 1: 2.500 K. O. „Osreci – 14”, Bare – 8, koju je uradio Geodetski zavod Titograd, 1981. godine*).

Morača nastaje na koti oko 960 mnm od Ropočajskog potoka sa južnih padina Velikog Zabalaca (2.129 mnm) i Koritskog potoka sa sjevernih padina Moračkih kapa (k. 2.226 mnm). Predmetni tok Morače je dosta opružen. Na tom putu dobija vode od brojnih povremenih i stalnih rijeka, izvora i potoka. Najznačajnije pritoke Morače sa desne strane su: Ratna rijeka, Požnja, Topli potok, Vrela, Mrtvica, Ibrištica, Melještak i Bogutovski potok, a sa lijeve strane Rzački potok, Javorski potok, Slatina, Koštanica, Sjeverica i Mala rijeka.

*Manastir Morača* se nalazi na platou – višekaskadnoj terasi, sa srednjom kotom od 287-290 mnm u koji se Morača usjekla u mlađem *kvar-taru*. (Prilozi I)

## 2. 2. GEOLOŠKA GRAĐA

*Stratigrafsko-litološko-facijalni sastav terena* sliva rijeke Morače, uzvodno od lokacije brane za HE „Zlatica”, i njegov *geotektonski sklop* čine njegovu geološku građu, koja je veoma složena i nedovoljno proučena.

### 2. 2. 1. Stratigrafsko-litološko-facijalni sastav terena

Terene sliva rijeke Morače uzvodno od HE „Zlaticice” izgrađuju *sedimentne, magmatske i metamorfske stijenske mase mlađeg paleozoika, mezozoika i kenozoika*. Dominantno učešće u građi predmetnih terena imaju sedimentne stijene *mezozoika i kenozoika*, dok je učešće *magmat-skih i metamorfnih* stijena svedeno na male prostore.

Stijene predmetnog sliva pripadaju poznatim facijama *vjenačnog planinskog sistema jugoistočnih Dinarida* i to:

- karbonatnoj;
- vulkanogenoj i vulkanosedimentnoj;
- glinovito-pjeskovito-škriljavoj;
- flišnoj i
- klasičnoj.

*Karbonatna facija.* – Ovu faciju čine: stratifikovani, a rjeđe i masivni krečnjaci, dolomitični krečnjaci, krečnjački dolomiti i dolomiti trijasa, jure i krede (mezozoika). Ove stijenske mase su dominantnog rasprostranjenja u predmetnom slivu, a izgrađuju djelove terena u literaturi poznatog karsta *Dinarida*. Njihova moćnost se procjenjuje na preko 3 km.

*Vulkanogena i vulkanogenosedimentna facija.* – Ovu faciju čine: andeziti, daciti, kvarckeratofiri i keratofiri (vulkaniti) i tufovi i tufiti (sedimentno-vulkanogeni) srednjeg trijasa. Ove stijenske mase su erozijom Morače otkrivene u njenom koritu (atar sela Ljuta), a izgrađuju i djelove terena krajnjeg sjeverozapadnog dijela sliva (Javorje). Do sada je dosta pouzdano određena srednjotrijaska starost navedenih vulkanskih i vulkanosedimentnih stijena, što nije slučaj sa manjim pojavama *riolita i serpentinita* koje se javljaju unutar sedimentnog litološkog kompleksa, gornjokredno-paleocenskog (durmitorskog) fliša. Neki autori (B. Ćirić, S. Mojsilović, 1958. godine) smatraju da su te stijenske mase nastale izlivi-ma u paleogenu.

*Glinovito-pjeskovito-škriljava facija.* – Ovu faciju čine: glinci, pješčari, laporci, glinovito-laporoviti-pjeskoviti krečnjaci i prelazni varijeteti ovih litoloških članova sa sočivima konglomerata i breča mlađeg paleozoika (P 3) i najstarijeg mezozoika (T 1). Ove stijenske mase izgrađuju padine visokih planina sjeveroistočnog dijela sliva.

*Flišna facija – Durmitorski fliš.* – Ovu faciju čine: glinci, laporci, pješčari i krečnjaci sa sočivima i proslojcima konglomerata i breča (i pomenutim pojavama riolita i serpentinita) gornjokredno-paleocenske starosti. Ovaj litološki kompleks često počinje konglomeratima i bazalnim brečama koje su tako vezane karbonatnim vezivom da se posve mogu uvrstiti u litološki kompleks karbonatne facije. Unutar ovog moćnog flišnog litološkog kompleksa (čija se moćnost procjenjuje na preko 1.000 m) uočava se dominantna glinovito-laporovito-pjeskovita serija, iznad bazalnih breča i konglomerata, koja postepeno u mlađe horizonte, a nekad i naglo, prelazi u pjeskovite i laporovite krečnjake, a ovi u najmlađe horizonte u skoro čiste krečnjake.

Stijene ove facije izgrađuju sjeverni dio predmetnog sliva, uzvodno od ušća Sjeverice, izuzimajući krajnje sjeveroistočne djelove sliva. Unutar ovog složenog flišnog kompleksa se javljaju prostrana sočiva brečastih i masivnih krečnjaka. Brečasti i masivni krečnjaci su otkriveni u koritu Morače (Ljuta) i u koritima njenih pritoka, a predstavljaju bazu dur-

mitorskog fliša. Masivne i prostranije partije krečnjaka, kao što je ona pored Manastira Morača, nijesu po starosti sigurno definisane.

Prostrana (u prečniku i preko 10 m) sočiva masivnih krečnjaka na brdsko-planinskim padinama, koji se ističu u reljefu okolnih terena, izgrađenih od slojeva fliša, najčešće predstavljaju klizne blokove koji su se sa viših planinskih djelova terena spustili i uvalili u mekše stijene fliša. Do danas nijesu vršena istraživanja koja bi ove pojave raščlanila po genezi.

*Klastična facija.* – Ova facija je predstavljena kvartarnim: glacijalnim (gl); glaciofluvijalnim (fgl); aluvijalnim (al) i deluvijalnim (d) zrnastim sedimentima.

*Glacijalne sedimente* čine nevezani sedimenti promjenljive granulacije i to: nesortirane, prašine, prašinsti pjeskovi, pjeskoviti šljunkovi i veći blokovi (nekad i od više m<sup>3</sup>). Ovi zrnasti sedimenti su nekad, manje ili više glinoviti, i to najčešće u nižim djelovima tih naslaga. Krupni blokovi u ovim naslagama su poluzaobljeni. Ovi sedimenti leže na osnovnom gorju koje je izgrađeno od paleozojskih, mezozojskih i paleogenih stijenskih masa na padinama sliva viših kota.

*Glaciofluvijalne sedimente* čine: zaobljeni pjeskovi, šljunkovi, veći obluci i prelazni granulati, a izgrađuju terase pored vodotoka Morače i njenih pritoka. Ovi zrnasti sedimenti su naknadno manje ili više vezani karbonatnim vezivom čineći terase pored vodotoka. *Na jednoj takvoj terasi je Manastir Morača.*

*Aluvijalne zrnaste sedimente* čine: zaobljeni pjeskovi, šljunkovi i veći valuci u koritu Morače i njenih pritoka.

*Deluvijalne sedimente* čine: nezaobljeni pjeskovi, šljunkovi i veći blokovi (nekad i od po više m<sup>3</sup>). Ovi zrnasti sedimenti su nekad posve čisti, nevezani i pokretljivi. To su *sipari*. Na blažim padinama, ovi granulirani sedimenti, kada su izmiješani sa raznovrsnim glinama, su umireni, u površinskim zonama humusom i vegatacijom.

### 2. 2. 2. Geotektonski sklop

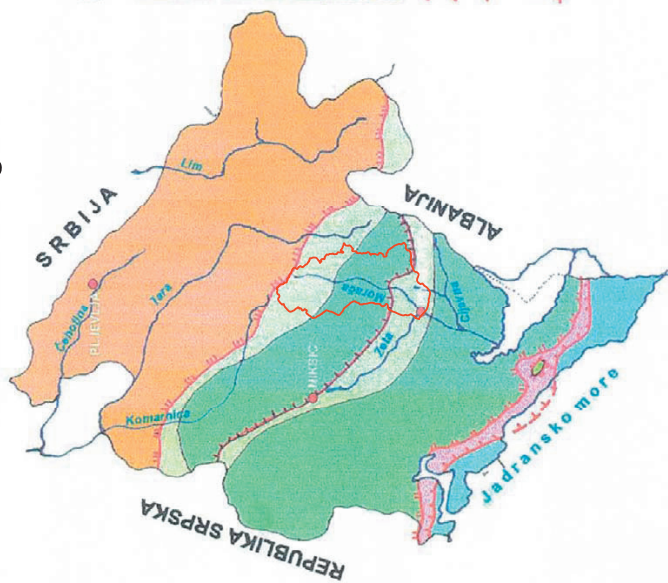
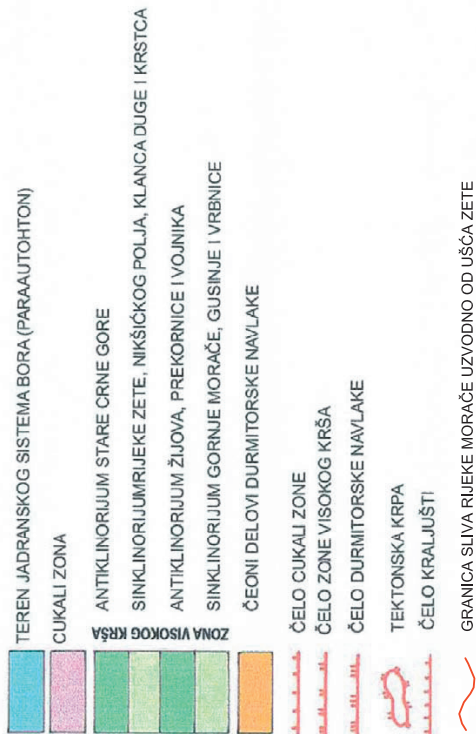
Tereni sliva Morače uzvodno od brane za HE „Zlaticu” su djelovi dvije prostrane, regionalne geotektonske jedinice *Dinarida: zone Visokog krša i Durmitorske navlake*. (Ovo su geotektonske jedinice prvog reda). Najveći dio predmetnog terena pripada zoni Visokog krša, a krajnje sjeverni, Durmitorskoj navlaci. *Zonu Visokog krša*, većim dijelom, čine tereni *Kučke kraljušti*, a manjim, tereni *sinklinorijuma Starocrnogorske kraljušti*.

## Položaj sliva Morače uzvodno od ušća Zete u geotektonskom sklopu Crne Gore

Prilog II

V. Radulović, 1970 godina

### Legenda:





*Durmitorska navlaka* je od sjevera i sjeveroistoka navučena na *sinklinorijum doline Morače* koji prema jugu i jugozapadu prelazi u *antiklinorijum Žijovo*, Maganik-Prekornica. (Kučka kraljušt zone Visokog krša) Ova kraljušt je dalje prema jugu i jugoistoku naslonjena na *sinklinorijum Starocrnogorske kraljušti*.

Pored ovih regionalnih razlomnih geotektonskih struktura brojne su razlomne i naborne strukture nižeg ranga unutar ovih. (Prilog II i III).

Uz geološki sastav, ovakav regionalni geotektonski sklop terena je u osnovi ostalih geoloških procesa, pojava i odlika nastalih tokom geološke evolucije terena.

### 2. 3. GEOMORFOLOŠKE ODLIKE TERENA

U djelovima sliva izgrađenim od krutih, stijenskih masa (mezozojskih krečnjaka – dolomita i vulkanita), Morača, sa njenim pritokama Mrtvicom, Bogutovskim i Kruševačkim potokom i Malom rijekom, se usjekla duboko, stvarajući kanjone duboke i preko 1.000 m. Morača se u svom kanjonskom dijelu usjekla skoro uspravno na pružanje slojeva, čime sa geomorfološkog aspekta pripada *probojnicama*.

Krajnji sjeverni djelovi sliva (čelo Durmitorske navlake) su takođe izgrađeni, dobrim dijelom, od krečnjaka, a i vulkanita.

Djelovi terena sliva izgrađenog od krečnjaka i dolomita su sa karstnim pojavama različitih dimenzija, prostornog položaja, međusobnog odnosa i funkcija koje su karakteristične za *holokarst – ljuti karst*.

Erozija voda Morače u sinklinorijumu Gornje Morače (u terenima izgrađenim od flišnog litološkog kompleksa) formirala je nešto proširenu dolinu sa dosta strmim padinama. To uslovljava pojavu površina *ubrzanog spiranja, jaružanja, kidanja a i klizanja*. Uz ovo krajnji sjeverni djelovi sliva izgrađeni od krutih stijena su dali moćne i prostrane drobine – *sipare*. Na visokim djelovima terena sliva prisutne su prostrane naslage glacijalnih sedimenata – *morene*. Pored vodotoka su *terase* izgrađene od flaciofluvijalnih sedimenata.

Ovo su regionalne, ali markantne geomorfološke odlike predmetnih terena, a od uticaja su na projektovanja, građenje i održavanje predviđenih hidroenergetskih objekata. Kratko rečeno, predmetne terene karakterišu jako izraženi procesi koji ostavljaju pojave različitih dimenzija, oblika, prostornog i međusobnog odnosa, nastalih kroz geološku evoluciju procesima *karstne, fluvijalne i glacijalne erozije*.











**PREGLEDNI GEOLOŠKO - TEKTONSKI, GEOMORFOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI PRESJEK Prilog III**  
**PO VODOTOKU RIJEKE MORAAČE**  
**SA POLOŽAJEM PROJEKTOVANIH HIDROENERGETSKIH OBJEKATA**

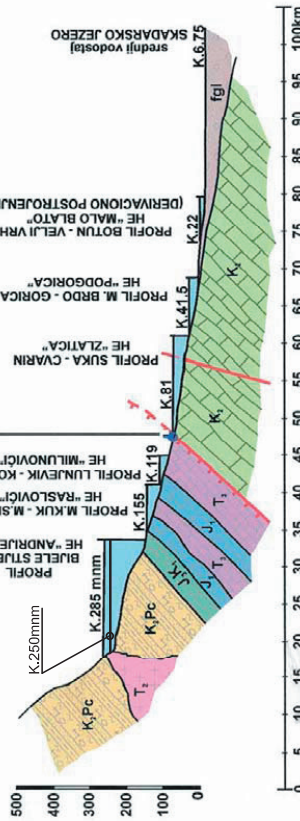
V. Radulović, 1970 godina

**ZONA VISOKOG KRŠA**

| KUČKA KRALJUŠT                    |                                    | STARO CRNOGORSKA KRALJUŠT   |                                   |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| SINKLINORIJUM<br>GORNJE<br>MORAČE | ANTIKLINOR.<br>ŽLOVO<br>PREKORNICA | SINKLINORIJUM<br>DONJE ZETE | ANTIKLINORIJUM<br>STARE CRNE GORE |

**LEGENDA**

|   |  |
|---|--|
|    | Kvartarni (fluviolacijalni) pjeskovi<br>šljunkovi i veći valuci              |
|    | Gornjokredno - paleocenski slojevi<br>flisa, Durmitorski flis                |
|    | Gornje kredni krečnjaci  |
|    | Gornje jurski i donje kredni masivni<br>debeloslojeviti krečnjaci i dolomiti |
|    | Donje jurski krečnjaci sa prosljocima<br>glinovitih laporaca                 |
|    | Srednje trijaski daciti i andeziti   |
|    | Gornje trijaski krečnjaci  |
|    | Kraljišt   |
|   | Reversni rasjed  |
|  | Estaveta   |



|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>GORNJI DIO DOLINE MORAČE</b><br>- PROŠIRENI DIO J TERENIMA<br>- IZGRABENIM OD SLOJEVA<br>GORNJOKREDNO - PALEOCENSKOG<br>FLISA (DURMITORSKI FLIS) | <b>SREDNJI DIO DOLINE MORAČE</b><br>- KANJON MORAČE U MEZOZOJSKIM<br>KARBONATNIM SEDIMENTIMA:<br>KREČNJACI I DOLOMITI | <b>DONJI DIO DOLINE MORAČE</b><br>- PREKO ZETSKE RAVNICE<br>- IZGRABENIH OD KVARTARNIH<br>PJESKOVA, SLJUNKOVA I VEĆIH<br>OBLUTAKA (GLACIOFLUVIJALNI SEDIMENTI) |
| <b>EROZIJA MORAČE JE<br/>ISPRED KARSTIFIKACIJE</b>  | <b>EROZIJA<br/>MORAČE<br/>PRATI<br/>KARSTIFIKACIJU</b>  | <b>VEOMA VODOPROPUSNI<br/>TERENI</b>   |

## 2. 4. HIDROGEOLOŠKE ODLIKE TERENA

Hidrogeološke odlike svih terena, pa i predmetnih, su najviše zavisne od vida poroznosti stijenskih masa koje ih izgrađuju, njihovih hidrogeoloških funkcija i hidrogeoloških procesa i pojava koje se javljaju u terenu.

Gledano sa aspekata navedenih kriterijuma, stijenske mase predmetnog dijela sliva Morače su grupisane na:

– *Komplekse stijenskih masa koje karakteriše intergranularna superkapilarna efektivna poroznost.* – U ovu grupu stijenskih masa spadaju: glaciofluvijalni, aluvijalni i deluvijalni zrnasti sedimenti. To su *vodopropusne stijenske mase – hidrogeološki kolektori* a i *rezervoari* tamo gdje su zadovoljeni i drugi nužni hidrogeološki uslovi. Terene koje izgrađuju su *veoma vodopropusni*.

– *Komplekse stijenskih masa koje karakteriše kombinovana pukotinsko-kavernozna superkapilarna efektivna poroznost.* – U ovu grupu spadaju krečnjaci trijasa, jure i krede sa kojima se javljaju dolomitične partije, a rjeđe i čistije partije dolomita. Ove stijenske mase izgrađuju *veoma vodopropusne terene*, a u terenima imaju funkciju *kolektora*, a i *rezervoara* u nekim nižim djelovima sliva.

– *Kompleks zrnastih stijenskih masa u kojima (više ili manje), u pojedinim djelovima, izostaje značajnija superkapilarna, efektivna intergranularna poroznost.* – U grupu ovih stijenskih masa mogu se uvrstiti glacijalni sedimenti. To su nesortirani zrnasti sedimenti veoma promjenljive granulacije u kojima se javljaju prašinate gline, zaglinjeni sitnozrni pjeskovi, a nekad i manji ili viši proslojci i sočiva glina. Ova glinena i glineno-prašinasta komponenta smanjuje poroznost ovih stijenskih masa, povećava im retencione sposobnosti, čineći terene manje ili više *slabo vodopropusnim*. Kada su ove stijenske mase prostranije i veće debljine, mogu biti nosioci podzemnih voda. To je naročito slučaj kada je njihovo osnovno gorje na kome leže vodonepropusno.

– *Kompleks stijenskih masa u kojima se smjenjuju paketi koje karakteriše kombinovana: pukotinsko-kavernozna poroznost sa paketima stijenskih masa u kojima izostaje značajnija, efektivna, superkapilarna poroznost.* U ovu grupu spadaju:

- tufiti, tufovi, rožnaci krečnjaci i dolomiti srednjeg trijasa;
- dolomiti gornjeg trijasa;
- dolomiti i krečnjaci gornjeg trijasa i donje jure;
- krečnjaci, dolomiti, laporoviti krečnjaci, glinoviti škrljci i glinoviti laporci, donje jure;

• krečnjaci i dolomiti sa proslojcima i sočivima rožnaca donje i srednje jure.

Stijenske mase izdvojenih statigrafskih nivoa su dominantno predstavljene krečnjacima i dolomitima koji se smjenjuju i interkališu sa glincima, laporcima i rožnacima. Ove karbonatne mase su u geološkom vremenu, u odnosu sa ostalim sličnim litološkim članovima, sačuvane od jače skaršćenosti (u odnosu na one djelove sliva izgrađene od čistijih karbonatnih sedimenata, naročito krečnjaka).

Uz ovo, na manju poroznost-skaršćenost ovih stijenskih masa, pa i vodopropusnost terena, je od uticaja i njihov prostorni položaj. Ove stijenske mase su veće poroznosti u terenima karstnih površi od tih istih stijenskih masa duboko u kanjonima vodotoka.

*Ovakav litološki sastav i prostorni položaj čine ove stijenske mase u terenu jako promjenljivim po stepenu i vidu poroznosti pa time i vodopropusnosti terena koji izgrađuju. Tereni izgrađeni od ovih kompleksa su promjenljive vododržljivosti. Najčešće, gledani regionalno, čine neki prelaz od onih veoma vodopropustnih terena izgrađenih od skaršćenih krečnjaka ka onim terenima koje izgrađuju kompleksi stijenskih masa u kojima, gledano u cjelini, izostaje značajnija efektivna superkapilarna pukotinsko-kavernozna poroznost.*

– *Kompleks stijenskih masa u kojima, gledano u cjelini izostaje efektivna superkapilarna poroznost.* – U ovu grupu spadaju:

- škriljci, ređe sočiva konglomerata i krečnjaci, gornjeg perma;
- glinci, laporci, pješčari, krečnjaci, dolomiti, prelazni varijeteti ovih litoloških članova sa sočivima i proslojcima konglomerata i breča, donjeg trijasa;
- daciti, andeziti, keratofiri i kvarckeratofiri, srednjeg trijasa;
- glinci, laporci, pješčari, krečnjaci, prelazni varijeteti ovih litoloških članova, sa sočivima i proslojcima breča, konglomerata, rožnaca serpentinita i riolita gornjokredno-paleocenskog (durmitorskog) fliša.

Ovaj litološki kompleks je *neprobojan za vode* tako da izgrađuje *vododržljive terene*. Ovo ne znači da nema poroznih partija ili zona sa poroznošću koja obezbjeđuje prisustvo lokalnih povremenih ili stalnih izvora vode najčešće male izdašnosti.

*Hidrogeološka razvođa.* – Manji dio hidrogeološkog razvođa sliva Morače prema susjednim slivovima se poklapa sa *topografskim razvođem*, a veći dio je *podzemni*. Podzemni dio razvođa je u karstnim terenima na znatnim potezima *zonarno* i nedovoljno definisan.

*Hydrogeološke pojave.* – U predmetnom dijelu sliva rijeke Morače brojne su i raznovrsne hidrogeološke pojave. Mnoge od tih pojava su jednovremeno geomorfološke, speleološke ili (donekle) predmet interesovanja i drugih geoloških naučnih disciplina. Među hidrogeološkim pojavama svakako su najznačajnije: *izdani, izvori, vrela, vrulje, estavele, jame i pećine.*

*Zbijene izdani* su prisutne u aluvijalnim sedimentima korita Morače i njenih većih pritoka i u glaciofluvijalnim sedimentima rječnih terasa pomenutih vodotoka. Ove izdani su pod direktnim uticajem stanja i režima voda odnosno vodotoka u posmatranom profilu.

*Izvori-vrela* u predmetnim terenima su brojni. Najpoznatiji izvori-vrela su dublje u dolini i kanjonu Morače i njenih pritoka: *Svetigora* kod Manastira Morače, *Bijeli Nerini* u kanjonu Mrtvice i izvor pod *Vjeterinom* uzvodno od mjesta brane za HE „Andrijevo”.

*Svetigora* ima sliv u terenima svog zapadnog zaleđa u prostoru sliva rijeke Ibrištice. Ovo znači da ovaj izvor (prosječne izdašnosti i do 100 l/s) ima sliv u terenima izgrađenim od durmitorskog fliša, koji je u grupi stijenskih masa koje izgrađuju za vode neprobojne terene. Iz ovih razloga treba objasniti proboj tih voda kroz takve terene do izvora. (To je posledica brzina i odnosa evolucije formiranja doline – korita Morače i korita Ibrištice, litološkog sastava dijela okolnih terena, o čemu ovdje nećemo govoriti.) *Vode ovog izvorišta izbijaju neposredno iza puta i zidova pored konaka Manastira Morače, a neposredno ispod Jadranske magistrale. Ovo izvorište predstavlja izvorski horizont – zonu.*

*Bijeli Nerini* je vrelo iz krupnozrne drobine u koritu Mrtvice. Sliv ovog vrela (koje po procjeni i u minimumu daje preko 100 l/s) je u njegovom zapadnom i sjeverozapadnom zaleđu koji pripada Maganiku izgrađenom od veoma vodopropusnih krečnjaka.

*Izvor pod Vjeterinom* je u koritu Morače, a njegove vode ističu između karbonatnih slojeva jurske starosti, sjeverno od mjesta brane za HE „Andrijevo”, a iznad nivoa voda u Morači.

*Vrulje i estavele* se javljaju u koritu Morače nizvodno od profila, naspram Manastira Duge, sve do izlaska iz kanjona. Na tom potezu i dalje do ušća Zete u Moraču u sušnom dobu godine Morača *presuši.*

*Jame i pećine*, sa i bez vode, se javljaju u terenima izgrađenim od karbonatnih stijenskih masa. Poznata je pećina *Gundulija* uzvodno od brane za HE „Andrijevo” koja u kišovitom dobu godine daje vode nekad i preko 1 m<sup>3</sup>/s. Slične su pećine u kanjonu Mrtvice. Pećine pored Jadranskog pu-

ta neposredno zapadno od Manastira Morače su bez vode. Jame su brojne na karstnoj površi iznad kanjona vodotoka.

## 2. 5. INŽENJERSKO-GEOLOŠKE ODLIKE TERENA

Gledano preko kriterijuma stepena vezivnosti, okamenjenosti, krutosti i savremenih inženjersko-geoloških procesa i pojava predmetne terene izgrađuju stijenske mase koje pripadaju:

- *Grupi vezanih i*
- *Grupi nevezanih stijenskih masa.*
- Grupa vezanih stijena i stijenskih masa.* – Ovu grupu stijena čine:
  - Klasa dobro okamenjenih i
  - Klasa slabo okamenjenih stijenskih masa.

*Klasa vezanih dobro okamenjenih stijena i stijenskih masa* je predstavljena: krečnjacima i nešto ređe dolomitima sa pojavama dacita, andezita, keratofira, kvarckeratofira i rožaca.

Navedene stijene i stijenske mase kada izgrađuju terene izvan kanjona i izvan strmih padina većih nagiba čine *stabilne i nosive terene*. Ove stijenske mase po GN-200 pripadaju IV-VI kategoriji, a magmatske stijene i VII kategoriji. Ove stijenske mase, pored već rečenog, karakteriše još i znatna elastičnost, znatan otpor na pritisak i temperaturne promjene, i (praktično gledano) nestišljivost.

U karstnim terenima, koji su izgrađeni od stijena i stijenskih masa ove klase, može se naići podzemnim radovima na prostrane kaverne sa prečnicima i preko 10 m. (To je bio slučaj sa željezničkim tunelom „Trebišica” u kome je kaverna premošćena.)

Tereni kanjona Morače, Mrtvice i Male rijeke (iako izgrađeni od ovih stijena), zbog velikih nagiba (i u stabilnim uslovima) su sa većim i manjim odronima, pa ih treba smatrati *uslovno stabilnim*. Ta nestabilnost naročito bi došla do izražaja u dinamičkim uslovima.

Na krajnjem sjevernom dijelu sliva (padine planina Gradišta, Babina zuba i Veljeg Vučja), gdje su planinske padine velikog nagiba, heterogenog geološkog sastava, složenog geotektonskog sklopa, heterogenog inženjersko-geološkog sastava, sa prisustvom drobina, osulina i klizišta, teren je *nestabilan do uslovno stabilan*. U dinamičkim uslovima ta nestabilnost bi došla do izražaja.

*Klasa vezanih, slabo okamenjenih stijena i stijenskih masa* je predstavljena pretežno „mekim”, a slabo okamenjenim stijinama. Tu spadaju:

– glinovito-pjeskovito-laporoviti škriljci sa sočivima konglomerata i krečnjaka gornjeg perma;

– glinci, laporci, pješčari, konglomerati, prelazni varijeteti ovih litoloških članova i pjeskoviti i laporoviti krečnjaci i dolomiti donjeg trijasa sa tufovima i tufitima srednjeg;

– glinci, laporci, pješčari, krečnjaci, konglomerati i prelazni varijeteti ovih litoloških članova sa sočivima magmatita (zagonetne starosti) i sočivima masivnih i bankovitih krečnjaka – flišni kompleks – durmitorski fliš, kredno-paleocenske starosti;

– pjeskove, šljunkove i veće valutke naknadno vezane toliko da čine konglomerate terasa Morače i njenih pritoka – kvartarni glaciofluvijalni sedimenti.

Navedene prekvartarne stijene i stijenski kompleksi su stratifikovani u slojeve različitih debljina. Oni sa glinovitom i glinovito-laporovitom – pjeskovitom komponentom su sa promjenljivom debljinom slojeva, ali dominiraju tanki slojevi sa liskama nekad škriljavim.

Litološki članovi u ovom kompleksu se smjenjuju bočno i vertikalno. To smjenjivanje je naročito izraženo po vertikalni. Geotektonskim naprezanjima su izborani, zgužvani i često raskinuti tako da se u (presjecima) terenima srijeću ponovljeni paketi od različitih litoloških članova sa brзом promjenom prostornog zalijeganja slojeva i pružanja elemenata na bornih i razlomnih struktura.

Ove glinovito-laporovito-pjeskovite stijenske mase (redovno ispresjecane mrežom međuslojnih diskontinuiteta i onih nastalih geotektonskim naprezanjima) su podložne raspadanju. Tim raspadanjem daju, na blažim padinama, naslage nevezanih glinovito-pjeskovitih stijenskih masa (sa ili bez drobina), koje imaju retencione sposobnosti (na vode). To te stijenske mase čini dugo tokom godine zasićenim vodom do vlažnim. Uz sve ovo u ovom litološkom kompleksu se javljaju sočiva masivnih krečnjaka i vulkanita, nekad u prečniku i po više desetina metara, koja su ogoljena i strče u reljefu terena.

Svaki litološki član ove složene inženjersko-geološke klase karakterišu, manje ili više, različiti fizički, geotehnički i drugi parametri mijenjajući terenu, na kraćim potezima, inženjersko-geološke (geotehničke) i druge odlike. Iz ovih razloga ne mogu se (i nije korektno i prihvatljivo) navoditi numerički, fizički i geotehnički parametri za stijenske mase složenih litoloških kompleksa kakve su ove inženjersko-geološke klase.

Može se reći da su stijenske mase ove klase, u većini, podložne mehaničkom usitnjavanju dajući depozite – naslage nevezanih stijenskih masa koje su na padinama nestabilne. Ta nestabilnost je poznata i manifestuje se u relativno ubrzanoj denudaciji: jaružanju, pa i kidanju i klizanju (*Crkvine I i II; Seoca; Duđevine; Gornja Morača* itd.).

Generalno gledano, ove stijenske mase po GN-200 pripadaju III i IV kategoriji, mada ima i onih koje idu čak do VII kategorije. Kratko rečeno tereni izgrađeni od ove klase stijenskih masa su *uslovno stabilni do nestabilni*.

U ovu klasu stijenskih masa se svrstavaju glaciofluvijalni zrnasti i slabovezani sedimenti – *konglomerati terasa Morače i njenih pritoka*, koje izgrađuju dosta ravne terene, ali terene promjenljive nosivosti i stabilnosti na kraćim potezima. Ovo iz razloga: stepen cementovanosti unutar pojedinih terasa je neujednačen; osnovno gorje na kojem leže terase je neravno, a u generalnom nagibu prema vodotoku; hidrogeološke i inženjersko-geološke odlike terena ispod terasa su nepoznate, ali i različite; vode vodotoka ih razaraju i podlokavaju itd. Navedeno stanje čini tlo u vremenu dijelom (prema vodotoku) *nestabilnim* iako se na dužim potezima drže u *vertikalnim nagibima* pa i *potkapinama*. Izgradnjom predmetnih hidroelektrana, terase Morače i njenih pritoka će doći u zonu kvašenja i oscilacija akumulacija voda. To stanje će još više učiniti priobalne djelove terena izgrađenih od konglomeratičnih terasa *nestabilnim*, a i smanjene nosivosti u *statičkim*, a još više u *dinamičkim uslovima*. Po GN-200 ove stijenske mase (u terenu) pripadaju I do IV kategoriji.

Kratko rečeno, tereni izgrađeni od stijena i stijenskih masa izdvojenih u klasu vezanih, slabookamenjenih stijena i stijenskih masa, pripadaju *uslovno stabilnim do nestabilnim terenima*.

*Grupu nevezanih stijenskih masa* koje učestvuju u izgradnji predmetnih terena čine:

- prašnasti pjeskovi, pjeskovi, šljunkovi i veći polunezaobljeni blokovi sa i bez glina; glacijalni sedimenti;
- pjeskovi, šljunkovi i veći zaobljeni valuci – aluvijalni sedimenti;
- pjeskovi, šljunkovi i veći blokovi sa i bez glinenih masa, deluvijalni (proluvijalni) sedimenti.

*Glacijalni* poluzaobljeni pjeskovi, šljunkovi i veći blokovi (nekad u prečniku i preko 1 m) sa i bez glina, nalaze se na planinskim djelovima predmetnih terena (višim kotama terena). Ti sedimenti su veoma promjenljive granulacije i s tog aspekta slabo sortirani. Po GN-200 pripada-



ju I, II i III kategoriji. Najčešće su tereni izgrađeni od ovih stijenskih masa mirni i stabilni, izraženog talasastog i mirnog „pitomog” izgleda. Na strmim padinama kakve su u krajnje sjevernim i sjeveroistočnim djelovima sliva Morače, ove stijenske mase su *nestabilne* i *pokrenute niz padinu* miješajući se, ili ne miješajući, sa drobinama (i siparima), čineći terene manje ili više nestabilnim.

*Deluvijalni* nezaobljeni zrnasti sedimenti su jako promjenljive granulacije. Ona ide od najsitnijih pjeskova do blokova – gromada (negdje) u prečniku i preko 10 m. Ove stijenske mase se javljaju na brdsko-planinskim padinama. Kada su te padine blažeg nagiba, mogu biti umirene, a teren *uslovno stabilan*. Izmiješane sa raznovrsnim glinenim masama sa vegetacionim pokrivačem. Češće su to čiste *drobine – osuline – sipari* manje ili više *pokretne*, a teren manje ili više *nestabilan*. To je slučaj u djelovima kanjona Morače i njenih pritoka izgrađenih od mezozojskih, karbonatnih, vezanih i dobro okamenjenih stijena. To su tereni u kojima se povremeno javljaju odroni i pokreti drobinskih masa niz strme brdsko-planinske terene, dolazeći do erozionih bazisa – korita vodotoka. *Nestabilnost* drobinskih stijenskih masa, izmiješanih sa ili bez glacijalnih sedimenata, izražena je u krajnje sjevernom i sjeveroistočnom dijelu sliva Morače na potezu Javorje – Gradište – Babin zub – Gornje Vučje – Vrh Peg – Crkvine. To su nestabilni tereni sa osulinama – siparima – klizištima, što često pokreće i djelove osnovnog gorja u podini.

*Aluvijalni* zaobljeni zrnasti sedimenti su promjenljive granulacije i ide od sitnih pjeskova do valutaka u prečniku i do 10 cm (sem u najuzvodnijim, izrazito bujičnim djelovima sliva gdje mogu biti znatno крупniji i manje zaobljeni). Ovi sedimenti su pokretni i pokreću se po toku vodotoka u čijim se koritima nalaze izgrađujući *nestabilne djelove korita vodotoka*. Aluvijalne stijenske mase korita vodotoka po GN-200 pripadaju I i II kategoriji.

*Savremeni geološki procesi i pojave.* – U predmetnom slivu, među savremenim geološkim procesima, koji su djelovali kroz dugo geološko vrijeme i dalje djeluju, su: *karstifikacija, fluvijalna erozija, glacijacija, erozija padina-odronjavanje, klizanje i denudacija*.

*Karstifikacija* je u terenima izgrađenim od karbonatnih stijenskih masa ostavila takoreći sve karstne površinske pojave karakteristične za *holokarst*, počev od onih najprostranijih (karstnih površi, polja u karstu, karstnih polja, uvala, suvih dolina itd. do onih najmanjih, škrapa, škripova, jama, pećina, muzdi, čebelja, ponora, izvora, estavela i vrulja) i onih pod-

zemnih (splet kaverni, kanala, dvorana itd.) koje prožimaju brdsko-planinske masive.

*Fluvijalna erozija* vodotoka je usjekla, oformila i ostavila duboke kanjone (i preko 1.000 m) u terenima izgrađenim od vezanih, dobro okamenjenih krutih stijena. To su naročito poznati *kanjon Morače sa njenim pritokama Mrtvicom i Malom rijekom*.

U djelovima terena izgrađenim od vezanih slabookamenjenih „mekih” stijenskih masa oformljene su proširene doline (Sjeverice, Koštunice, Gornje Morače).

*Glacijacija* je ostavila glacijalne sedimente (*morene*) na planinskim padinama, nekad ispunjavajući udubljenja u karstnim pojavama. Uz ovo su poznata i glacijalna jezera (Kapetanovo i Brnjičko na Lukavici, Dugačko na Žijovu).

*Erozija* povremenih i stalnih potoka (Ćirovića potok, Solički potok, Varin potok i dr.), brojne vododerine i jaruge, kojim je teren izbrazdan, naročito na dijelu izgrađenom od flišnih sedimenata.

*Odronjavanje* je proces koji je na strmim brdsko-planinskim padinama i u kanjonima dao drobine nekad manje ili više umirene, a češće čiste i pokretne – prave sipare. Odroni su najčešće nastali otkidanjem vezanih krutih stijenskih blokova pod dejstvom sopstvene težine, duž diskontinuiteta, naročito *pukotina rasterećenja*, spuštajući se niz padine nekad toliko opterećujući osnovno gorje i zahvatajući njegove pripovršinske djelove prelazeći u klizišta.

*Klizanje* djelova tla na strmim padinama izgrađenim od vezanih slabookamenjenih i nevezanih stijenskih masa je dalo poznata klizišta, dijelom sanirana duž Jadranske magistrale na potezu od Manastira Morače (Grla, Mioska, Seocima) do Crkvina, kao i na više mjesta prema Javorju (Gornja Morača). *Svakako najpoznatije klizište je ono u ataru sela Đuđevina na lijevoj obali Morače naspram Manastira Morače*.

*Denudacija*, kao proces planarnog-spiranja, odložila je na blažim brdskim padinama debele naslage deluvijalnih sedimenata predstavljanih pretežno zaglinjenom drobinom različitog petrografskog sastava. Ovaj proces u vremenu daje i daće stjenovite materijale koji će zasipati – puniti buduće akumulacije.

*Stabilnost i nosivost terena*. – Na osnovu topografskih i kompleksnih geološko-geomorfoloških odlika se može izvršiti i izvršeno je reoniranje terena po *stabilnosti i nosivosti*. Reonizacija je i mora biti relativna, uzimajući u obzir dominantne odlike pojedinih djelova predmetnih terena

jednih prema drugim, a ne upoređenjem odlika predmetnih terena sa nekim drugim terenima, drugih, povoljnijih ili nepovoljnijih geoloških i geomorfoloških odlika.

*Stabilni i nosivi tereni* su oni koje izgrađuju vezane, dobro okamenjene, krute stijenske mase, ali van kanjona Morače i njenih pritoka. *Uslovno stabilni do nestabilni* su tereni kanjona Morače i kanjoni njenih pritoka, kao i tereni izgrađeni od vezanih ali slabo okamenjenih mekih stijena i stijenskih masa i od nevezanih stijenskih masa. *Nestabilni tereni* su oni izgrađeni od aluvijalnih sedimentata i tereni na brdsko-planinskim padinama izgrađeni od drobina-sipara i pojavama kidanja, jaružanja i klizanja.

## 2. 6. SEIZMOLOŠKE ODLIKE REGIONA

*Seizmološke odlike regiona* su za predmetnu problematiku od posebnog značaja. Tereni Crne Gore pripadaju seizmološki aktivnoj *mediteranskoj provinciji*. Seizmološke odlike litosfere teritorije Crne Gore su bile predmet regionalnih istraživanja i studija u sklopu brojnih istraživanja od još brojnijih istraživača Balkanskog poluostrva. Među tim istraživačima najbrojnije i najsvestranije podatke je publikovao *J. Mihailović*. Seizmogeološka istraživanja su postala češća i kompleksnija posle „*skopskog*” zemljotresa (1963), a naročito su intenzivirana posle katastrofalnog „*crnogorskog*” zemljotresa (1979). Tokom 1982-1987. godine Zajednica za seizmologiju SFRJ (preko republičkih seizmogeoloških stručnih izvršilaca) na zahtjev Saveznog zavoda za standardizaciju SFRJ je izradila *Privremenu seizmološku kartu SFRJ 1:1.000.000 koju prati Tumač* (Beograd, aprila 1987. godine). Ovu kartu prate *Seizmološke karte-oleate SFRJ 1: 1.000.000 sa povratnim periodama od 50, 100, 200, 500, 1.000 i 10.000 g*. Uporedo sa ovim u više navrata dograđivana je i odnosa zakonska regulativa u vidu pravilnika *objavljivanih u Službenim listovima SFRJ* (br. 31/81; 49/82; 29/83; 52/85; 21/88 i 52/90). Ovim pravilnicima su propisivani i propisani normativi za građenje objekata i sanaciju objekata u seizmičkim područjima.

Poslednjim *Pravilnikom o izmjenama i dopunama Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima* se ističe u *članu 1 stav 2*: „Svi objekti visokogradnje na području SFRJ nalaze se u seizmičkim područjima, prema seizmološkim kartama SFRJ izrađenim za povratne periode zemljotresa od 50, 100, 200, 500, 1.000 i 10.000 – koje su sastavni dio ovog Pravilnika”. Dalje, u *članu 2* posljednji stav istog Pravilnika ističe: „Seizmička opasnost i po-

trebni parametri za projektovanje objekata visokogradnje mogu se utvrditi i dodatnim istraživanjima u okviru detaljne *seizmičke rejonizacije* i *seizmičke mikrorejonizacije*". Po ovome treba i postupiti za: predmetne hidroenergetske objekte na vodotoku Morače, terene na kojima je Manastir Morača; terene klizišta „Đuđevine” i kanjonskog dijela akumulacije voda za HE „Andrijevo”, a za izradu narednih nivoa tehničke dokumentacije.

Ovim reonizacijama treba dati kompleksne potrebne seizmogeološke parametre (tekstualno, tabelarno, grafički), a na podlogama posebno definisane razmjere koje omogućavaju nanošenje svega onog što je potrebno za *seizmičke mikrorejonizacije* na osnovu kojih će se, pored ostalog, odabrati tip objekta i uslovi njihovog projektovanja – građenja i eksploatacije sa *prihvatljivim seizmogeološkim rizikom*.

### 3. GEOLOŠKA GRAĐA I ODLIKE TERENA – TLA NA KOME JE MANASTIR MORAČA SA OKOLINOM

Geološki sastav terena – tla na kome je Manastir Morača, sa okolnim uticajnim terenom, je, relativno gledano, u sadašnjim prirodnim uslovima prost, ali je geotektonski sklop tih terena složen i nedovoljno poznat, gledano sa aspekta stabilnosti i nosivosti terena na kome je Manastir. Još manje su poznate hidrogeološke i inženjersko-geološke odlike tih terena.

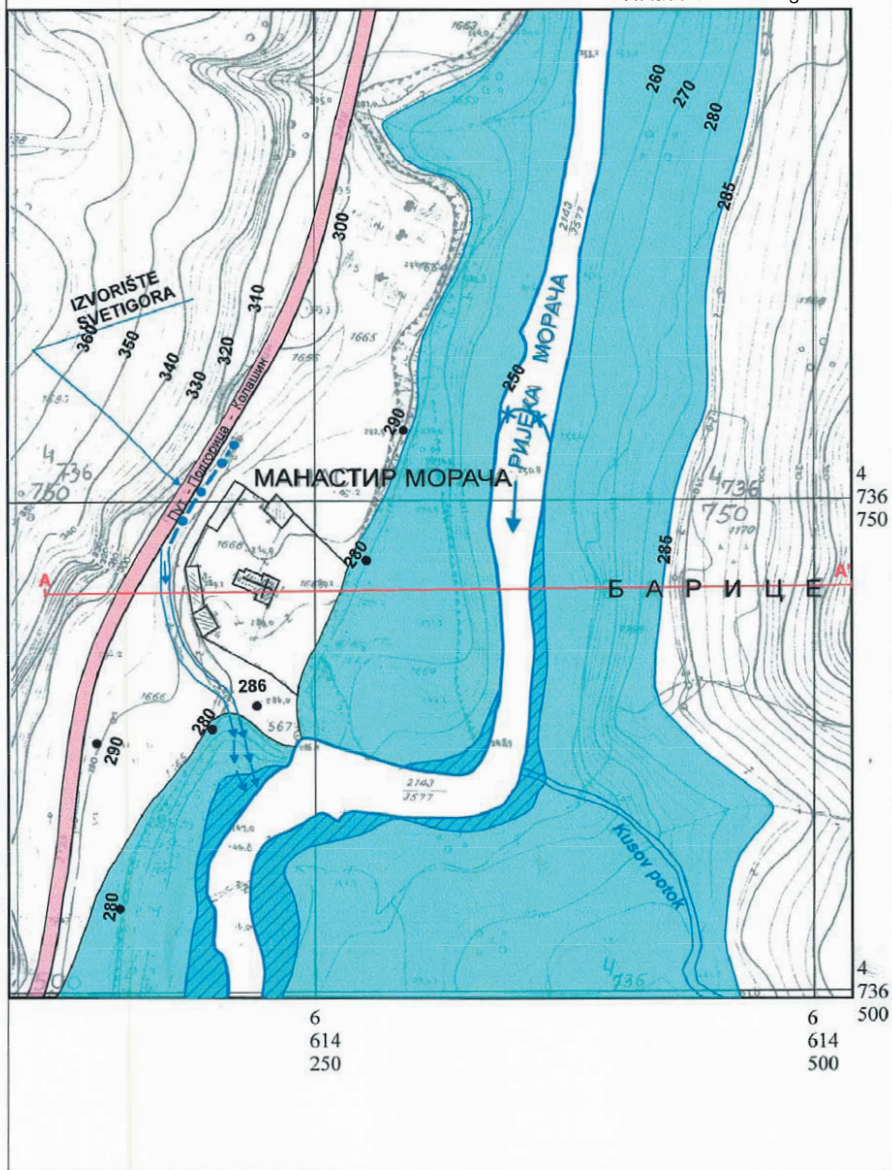
Koliko je sada poznata topografija, geološka građa, geomorfološke, hidrogeološke i inženjersko-geološke odlike glaciofluvijalnih zrnastih sedimenata terase na kojoj je Manastir i prostorni položaj te terase prema terenima na kojoj je i koji su joj u neposrednom kontaktu sa njihovim odlikama, upućuje na pretpostavku – zaključak da se radi o *uslovno stabilnom terenu*. Na osnovu čega ovakva pretpostavka – zaključak?

*Terasa* na kojoj je Manastir je na (prosječnoj) koti oko 287-290 mnm. (Prilog IV). Samu terasu čine pjeskovi, šljunkovi i veći valuci promjenljivog granulometrijskog i petrografskog sastava. Ovi zrnasti sedimenti su veoma neujednačeno vezani. Ta vezivnost je najveća u zoni strmih odsjeka – slobodnih površina prema vodotoku Morače (koja je tokom vremena kvašena), a unutra je ta veza sve slabija. Te razlike su uslovljene naročito uticajima, prisustva ili odsustva, podzemnih voda u terasi i njihovim režimom. Takvu razliku vezivnosti zrnastih stijena u terase su pokazali do sada izvedeni radovi u terasama Morače (bunari, potkopi, a to je moguće uočiti i na jezgri izvađenom bušenjem). To se vidi i na priloženim fotografijama, na ožiljcima odrona u terasama i na samom odronjenom stjenovitom materijalu.

**POLOŽAJ NIVOA VODA AKUMULACIJE ZA HE „ANDRIJEVO“**  
**PRI KOTI NORMALNOG USPORA OD 285mm**  
**I**  
**PRI KOTI NORMALNOG USPORA OD 250mm**  
**R 1:2500**

Prilog IV

V.Radulović.2010 godina



Terase Morače su nastajale u više faza tokom *glacijacija* i *interglacijacija*. U tlu na kome je Manastir Morača su vidno izražene dvije terase. Na kontaktu tih terasa koje su iznad današnjeg nivoa voda u vodotoku je potkapina u *profilu od Manastira prema Morači*. Sama terasa na kojoj je Manastir je (u prosjeku) iznad korita Morače oko 40 m. U potkapini između dvije terase postoje kaverne prečnika i od preko 5 cm. Do kaptiranja voda izvorišta Svetigore (kojim nijesu zahvaćene sve vode) i uređenja kanala za odvod voda ka Morači, pri dužim i obilnijim padavinama, iz tih kaverni je isticala voda. (Od kaptiranja voda Svetigore nijesam bio u prilici da vidim da li na pomenutim kavernama ističe voda u vrijeme dužih i obilnijih padavina). Te potkapine, koje su iznad nivoa vodotoka, se prve ruše u korito Morače. Taj srušeni materijal odbija vode vodotoka prema suprotnoj obali, a neposredno uzvodno od odronjenog materijala dolazi do većeg udara voda i brže erozije terase od one prije pojave odrona. Na taj proces ukazuju stari odroni i odron koji se desio 4–5. 12. 2009. godine ispod ivica terase na kojoj je Manastir.

#### 4. MOGUĆI UTICAJI VODA SVETIGORE I ENERGETSKIH AKUMULACIJA NA STABILNOST TERENA – TLA NA KOME JE MANASTIR MORAČA

##### 4. 1. UTICAJ VODA IZDANI SVETIGORE NA STABILNOST TERENA

Vode Svetigore nijesu sve zahvaćene i kontrolisano odvedene. One raskvašavaju tlo terase, na kojoj je Manastir i ispiraju finu frakciju zrnastih sastojaka terase. Ovo čini terasu poroznijom i manje nosivom. Nije poznat nivo podzemnih voda u terasi od izvorišta Svetigore do vodotoka Morače niti režim te izdani. (Prilozi IV i V) Nije poznata vrsta stijenskih masa ispod terase na kojoj je Manastir niti topografija tih terena ispod terase i aluvijalnih sedimenata korita Morače. Nijesu poznate ni hidrogeološke i inženjersko-geološke karakteristike stijenskih masa i odlike tog osnovnog gorja na kome je terasa. S obzirom na izvorište Svetigore, koje predstavlja *izvorski horizont (zonu)*, treba pretpostaviti da je zona isticanja na kontaktu masivnih kavernoznih krečnjaka (kakvi su oni neposredno pored jadranskog puta u kojima je dijelom i usječen) i stijenskih masa koje su neprobojne za tolike podzemne vode, a to svakako nijesu zrnasti sedimenti terase. Ovo nam daje za pravo da pretpostavimo strm nagib, bar u jednom dijelu, tla ispod terase na kojoj je Manastir do ispod korita (aluviona) Morače. Na ovo upućuje i petrografski sastav terena na lije-

voj obali Morače naspram Manastira. Nije poznato prostorno zalijeganje kontakta stijenskih masa karbonatnog vodonosnika čije se vode izlivaju na izvorištu Svetigore; nije poznato šta je vode tog vodonosnika natjeralo da se jave na površini terena tako visoko, kada je u neposrednoj blizini – kontakt sa vodopropusnim zrnastim sedimentima terase. Vjerovatno je da se plitko ispod površine terena nalazi kontakt vodonosnika i stijenskih masa koje pripadaju hidrogeološkim izolatorima. Iz ovih razloga na datom presjeku terena su dati upitnici. (Prilog V)

Nije poznata ni debljina aluvijalnih sedimenata korita Morače naspram Manastira i njihov odnos prema terasi. Sve ovo upućuje na moguću nestabilnost dijela terase na kojoj je Manastir. Na to upućuje i odronjavanje dijela terase, odmah nizvodno od zidova Manastira koji se dogodio početkom decembra 2009. godine (Objavljeno u štampi 05. 12. 2009. godine).

Kratko rečeno: Treba pretpostaviti da je tlo na kome je Manastir *uslovno stabilno*, što znači da u vremenu i u posve prirodnim uslovima može biti ugroženo, odnosno postati nestabilno. Ta ugroženost je posledica voda (izdani izvorskog horizonta) Svetigore koja iznosi finu frakciju iz terase, povećava poroznost, smanjuje ugao unutrašnjeg trenja među nezanim zrnima terase, čime tlo čini u vremenu sve manje *nosivosti*. Ovo je *prva* moguća prirodna ugroženost Manastira.

#### 4. 2. UGROŽENOST TERENA – TLA TERASE NA KOJOJ JE MANASTIR AKUMULACIJOM VODA HE „ANDRIJEVO”

Izgradnjom brane za HE „Andrijevo” sa *kotom normalnog uspora od 285 mnm*, na šta treba dodati još oko *1,5 m za maksimalno moguće vodostaje akumulacije*, onda se dolazi do kota voda ispod Manastira *od 286,5 mnm*. Kota platoa Manastira je *287-290 mnm*. Ovo znači da bi podzemne vode, samo pod direktnim uticajem voda iz akumulacije, dolazile ispod i u temelje Manastira. Zrnasti sedimenti terasa su veoma vodopropusni. Pri ovome se postavlja odmah pitanje kako bi se praznila izdan koja se u prirodnim uslovima dijelom prazni na izvorište Svetigore i koji nivoi voda bi bili u izvorištu i okolnim terenima?

Kako izvorište Svetigore ne poznajemo: po izdašnosti i režimu isticanja voda tokom godine; po nagibu izdani od izvorišta prema koritu Morače; po sastavu tla u izvorišnoj zoni koja je istjerala vodu da se izlije na površinu itd., a treba znati da će se promijeniti režim izdani i njeno praznjenje u izvorišnoj zoni. Taj izmijenjeni režim bi se svakako manifesto-

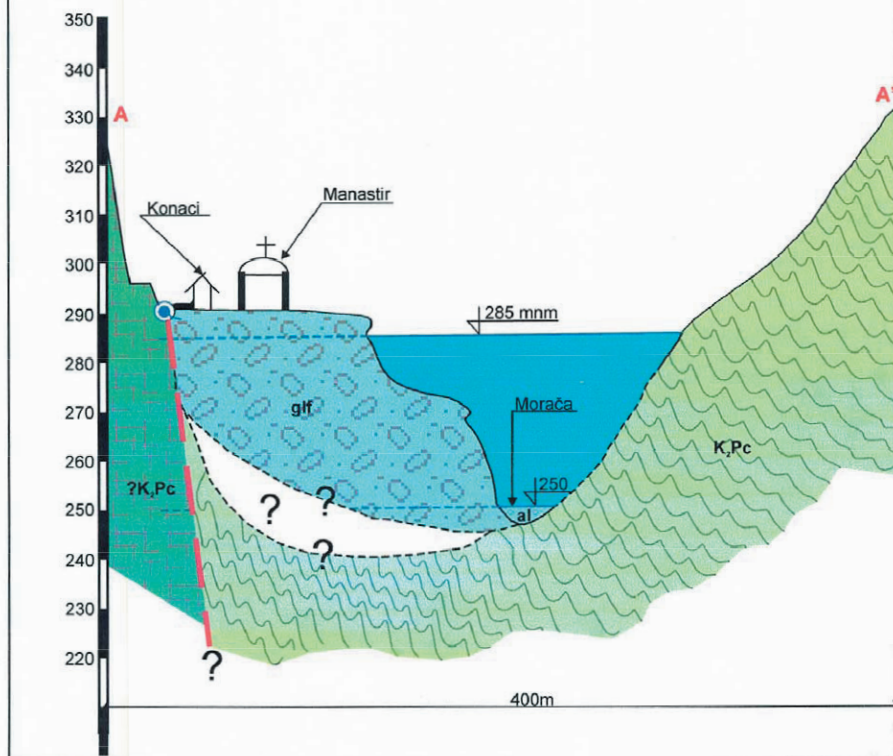
## GEOLOŠKI PRESJEK TERENA PREKO VODOTOKA MORAČE u profilu MANASTIRA MORAČE

Prilog V

V.Radulović.2010 godina

## LEGENDA:

- |  |  |  |   |  |   |
|--|--|--|---|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;">al</div> Aluvijon korita Morače:<br>peskovi, šljunkovi i veći valutci | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;">gfl</div> Glaciofluvijal- terasa Morače:<br>peskovi, šljunkovi i veći valutci | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;">K<sub>1</sub>Pc</div> Gornja kreda, paleocen:<br>pješčari, laporci i prelazni<br>varijeteti ovih litoloških članova | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;">?K<sub>1</sub>Pc</div> Gornja kreda, paleocen?:<br>masivni krečnjaci | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;">??</div> Nepoznati geološki sastav i<br>granice | <div style="border-bottom: 1px dashed black; width: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> Normalna granica: utvrđena i<br>pokrivena ili aproksimativno locirana                 |
|  |  |  |   |  | <div style="border-bottom: 1px dashed red; width: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> Predpostavljeni rasjed  |
|  |  |  |   |  | <div style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;"></div> Izvorišni horizont vrela<br>Svetigora |
|  |  |  |   |  | <div style="border-bottom: 1px solid red; width: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> Profil terena<br>preko vodotoka Morače<br>i manastira Morače                             |
|  |  |  |   |  | <div style="border-bottom: 1px solid blue; width: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> Nivo podzemnih voda   |





vao u dizanju nivoa izdani i proširenju zone isticanja, uzvodno i nizvodno od današnje zone isticanja. *Ovim bi se povećao nivo i front isticanja voda u izvorištu Svetigore, pa i u tlu terase na kojoj je Manastir.*

To bi bio dodatni *drugi*, mogući negativni uticaj voda – izdani Svetigore, uslovljen akumulacijom HE „Andrijevo” na stabilnost terase na kojoj je Manastir.

Tokom eksploatacije akumulacije (rada HE „Andrijevo”) dolazilo bi svake godine do oscilacija nivoa voda naspram Manastira i preko 30 m. Te oscilacije sa svoje strane bi znatno uticale na ispiranje finih frakcija tla iz terase, povećavale intergranularnu poroznost i smanjivale ugao unutrašnjeg trenja među zrnastim sedimentima. Taj proces će uticati na smanjenu nosivost terasnih sedimenata pod temelje Manastira koji može dostići do stepena *loma u tlu – slijeganja* što bi se prenijelo i na zidove Manastira. Ovo je *treći* direktni uticaj od same akumulacije na stabilnost i nosivost terase na kojoj je Manastir. Taj uticaj će biti na terasu po čitavoj njenoj dužini, gledano paralelno sa tokom Morače, uzvodno i nizvodno od Manastira.

Akumulacija voda za HE „Andrijevo” može imati uticaj i na ostale okolne – obodne terene.

#### 4. 3. UTICAJ KLIZIŠTA „DUĐEVINE”

Naspram Manastira je poznato klizište zvano „*Duđevine*”. To klizište je na i u terene koji su izgrađeni od onih *vezanih ali slabookamenjenih mekih stijenskih masa* (glinaca, laporaca, pješčara, krečnjaka i prelaznih varijeteta ovih litoloških članova). Te stijenske mase su sa brojnim međuslojnim diskontinuitetima i diskontinuitetima nastalim geotektonskim ubiranjima.

Klizište je do sada istraživano ali ne toliko da je sigurno okontureno na topografskoj podlozi pogodne razmjere; da su definisane fizičke i geotehničke karakteristike stijenskih masa koje klize; utvrdila dubina do klizne ravni; definisala vrsta stijenskih masa i njihove karakteristike preko koje klize pokrenute stijenske mase; upoznao uzrok nastanka klizišta itd. Ne zna se koliko nivoi voda budućeg jezera zahvataju klizište i da li ga uopšte dosežu vode akumulacije pri k. 285 mm. Treba pretpostaviti moguće aktiviranje klizišta i bez uticaja akumulacije, a pogotovo ako ga akumulacija podlokava ili čak dijelom kvasi. Za takav slučaj treba vidjeti kako bi pokrenute stijenske mase ka koritu Morače (a to je jednovremeno i prema terasi na kojoj je Manastir) uticale na vode akumulacije i pre-

ko toga na terasu Morače na kojoj je Manastir a i šire? Da li bi i koliko digao nivo voda uzvodno od klizišta ako bi se klizne mase sručile u korito Morače? Taj uticaj bi svakako bio nepovoljan, ali na kom nivou, to je danas teško reći. Za ovaj slučaj, preko voda akumulacije HE „Andrijevo” od klizišta „Đuđevine”, moguć je *četvrti* negativan uticaj na terasu Morače. Pri svemu ovome ne treba gledati samo postojeće klizište već i neposredni obod klizišta, naročito onaj prema vodotoku Morače. Uz ovo treba imati u vidu da to nije jedino poznato klizište – nestabilan slučaj u tereni-ma izgrađenim od durmitorskog fliša u bližoj okolini Manastira.

#### 4. 4. MOGUĆI NEGATIVNI UTICAJ OD ODRONA STIJENSKIH MASA U KANJONSKOM DIJELU AKUMULACIJE

Dio akumulacije voda za HE „Andrijevo” je u kanjonskom dijelu Morače. To je potez odmah nizvodno od ušća Sjeverice dalje nizvodno od brane koja je u profilu zvanom *Bijele Stijene*. Na tom potezu i u ostalom kanjonskom dijelu Morače je dolazilo do odrona krutih stijenskih masa. Procesi odronjavanja u kanjonima su poznati i dešavaju se u prirodnim uslovima. Dizanje nivoa voda projektovanom akumulacijom u kanjonskom dijelu za preko 100 i oscilacija tog nivoa za više desetina metara može usloviti i treba pretpostaviti pojavu odrona sa više desetina m<sup>3</sup> stijenske mase (pa i više stotina m<sup>3</sup>) u akumulaciju. Takvih odrona je bilo u geološkoj prošlosti, a i u našem vremenu baš u profilu mjesta brane za HE „Andrijevo”. (U koritu Morače ima vidnih odrona krečnjačkih monolita u prečniku i preko više metara). Takav jedan stari odron se nalazi odmah nizvodno od mjesta brane i HE „Andrijevo”. Takav slučaj mogao bi izazvati, što treba pretpostaviti, pojavu tolikog talasa vode u akumulaciji koji bi prouzrokovao štete na njenom obodu pa i na terasi na kojoj je Manastir. Ovo je *peti* mogućí negativni uticaj na terasu na kojoj je Manastir, uzrokovan ili pospješen vodama akumulacije.

#### 4.5. NEGATIVNI UTICAJ ZA SLUČAJ NASTANKA DINAMIČNIH USLOVA KANJONA – DOLINE MORAČE

Uz prethodne potencijalne negativne uticaje akumulacije voda za HE „Andrijevo” pominju se i mogućí negativni uticaji ostvarivanja i eksploatacija i ostalih energetskih akumulacija u srednjem toku Morače, za slučaj dovođenja svih tih akumulacija u dinamičke uslove (zemljotres) na terasi na kojoj je Manastir.

U vezi sa ovom opasnošću, za sada može se istaći da svi tereni sliva rijeke Morače padaju na *Privremenoj seizmološkoj karti SFRJ 1: 1.000.000* u prostor – područje maksimalnog opaženog intenziteta zemljotresa  $8^{\circ}$  MCS skale do Bioča, a od Bioča dalje na sjever u  $7^{\circ}$  MCS skale. Pored ovoga na *Seizmološkoj karti SFRJ 1: 1.000.000 za povratni period od 10.000 godina* svi tereni sliva Morače sjeverno od Podgorice su u području sa maksimalnim očekivanim zemljotresom intenziteta  $8^{\circ}$  MSK-64 i vjerovatnosti pojave 63%. Ovo ukazuje na malu seizmološku mobilnost terena sliva Morače uzvodno od Bioča.

U Tumaču koji prati ove karte u poglavlju *Način korišćenja karte* (st. 8) se pored ostalog ističe:

3. „*Karta koja se odnosi na 10.000 g. povratnog perioda, predstavlja maksimalne moguće intenzitete koji bi se prema sadašnjim saznanjima istraživanja mogli bilo kada dogoditi u razmatranom području*” i

4. „*Kod određivanja projektnih seizmičkih parametara za izgradnju objekata u zonama sa intenzitetom  $I \geq VII$  stepen MSK, treba vršiti istraživanja za detaljno seizmičko zoniranje i mikrozoniranje terena tih zona saglasno sa tehničkim propisima za izgradnju u seizmičkim područjima*”. Ove karte i njihov Tumač su sastavni dio propisa što treba poštovati.

Pored ovoga treba imati u vidu da energetske akumulacije voda indukuju potrese u svojim prostorima i neposredno okolnim terenima. Predmetne akumulacije na Morači za hidroelektrane su u karstnim terenima, pa treba očekivati indukovane zemljotrese od tih akumulacija. Na to upućuju dogođeni indukovani zemljotresi Bilećkog i Pivskog jezera. Indukovanu seizmičnost Pivske akumulacije je analizirao V. Šupić (1997) na osnovu čega ističe: „Naročito intenzivna seizmička aktivnost se razvila u periodu 1977/1979. godine, kada je na ovom području registrovano preko 500 zemljotresa, u energetsom dijapazonu sa magnitudom od 1,5 do nekoliko zemljotresa sa magnitudom 4,1”.

#### 4. 6. OSTALI UTICAJI

Često se ističu mogući uticaji prisustva voda akumulacija na freske Manastira. O tom uticaju u ovom radu se ne govori. To je druga oblast koju svakako treba imati u vidu i definisati odgovarajućim istraživanjima i ispitivanjima, bez obzira na usporne kote budućih akumulacija u slivu Morače uzvodno od ušća Zete.

## 5. ZAKLJUČCI

Na kraju se može kratko konstatovati:

1. Geološka građa terena sliva rijeke Morače (do najnižvodnije HE „Zlatice”), kao i njihove topografske, geomorfološke, hidrogeološke, inženjersko geološke i seizmogeološke odlike su *složene i nedovoljno poznate* za nivo potreban za izradu *izvođačkih projekata* predviđenih hidroenergetskih objekata i njima pratećih.

2. Čeona akumulacija voda za HE „Andrijevo” je predviđena sa kotom normalnog uspora od 285 mm. Ovoj koti treba dodati – povisiti je za 1,5 m za maksimalno moguće nivoe pomenute akumulacije. Ovo znači da treba računati sa maksimalno mogućim nivoom voda od 286,5 mm.

3. Plato Manastira Morače je po sadašnjim saznanjima na oko 287-290 mm.

4. Za slučaj ostvarivanja akumulacije voda za HE „Andrijevo” sa navedenim kotama vodostaja, nivo podzemnih voda u tlu pod Manastirrom Morača dolazio bi do njegovih temelja.

5. Eksploatacijom akumulacije njeni nivoi voda godišnje bi oscilirali u profilu Manastira i preko 30 m.

6. Sadašnje poznavanje geološke građe i ukupnih odlika terena – terase na kojoj je Manastir Morača, upućuje na opravdanu pretpostavku da su ti tereni uslovno stabilni u prirodnim uslovima, pa samim tim je i sami Manastir ugrožen.

7. Izvorišni horizont – zona Svetigore, daje tokom čitave godine vodu. Izdašnost Svetigore nije poznata, niti raspored isticanja njenih voda tokom godine. Vode ovog izvorišta nijesu sve zahvaćene i kontrolisano odvedene. Nepoznat je geološki sastav i karakteristike terena koje su dovele vode izdani Svetigore na površinu. Nepoznat je nagib terena tla ispod terase na kojoj je Manastir i dalje do ispod aluviona korita Morače. Sve ovo ukazuje na opravdanu pretpostavku mogućih štetnih uticaja voda Svetigore na tlo Manastira i u prirodnim uslovima. To potvrđuju stari odroni terase oko Manastira i onaj koji se desio 4-5. 12. 2009. godine.

8. Akumulacija, sa navedenom kotom i eksploatacijom – oscilacijama nivoa, sa svoje strane će direktno slabiti nosivost tla terase i pospješivati negativni uticaj izvorskih voda – izdani Svetigore.

9. Planirana kota akumulacije je toliko *visoka* da u okolnim terenima može izazvati pokrete – djelove tla (klizište i/ili odron) ka akumulaciji i preko njenih voda pogoršati stabilnost terase na kojoj je Manastir.

10. Poznato je da akumulacije voda, naročito u karstnim terenima, indukuju zemljotrese koji dovodeći teren – tlo i akumulacije voda u dinamičke uslove pospešuju nestabilnost terena – tla i objekata na njemu.

11. *Kratko rečeno, navedene opasnosti po stabilnost terase Morače direktne, indirektna i kumulativne a time i bezbjednosti Manastira Morače nijesu baš beznačajne i lako premostive, a svakako su sa izvjesnim ili i znatnim rizikom.*

12. Svi navedeni potencijalni negativni uticaji na tlo na kome je Manastir Morača su manje ili više spregnuti, pa treba računati da bi pojavom jednog došlo do aktiviranja i nekog drugog ili više njih u istom vremenskom intervalu. (Kumulativni negativni uticaj)

13. Navedeni mogući štetni uticaji na stabilnost tla Manastira Morače ostvarivanjem akumulacije voda za HE „Andrijevo” sa kotom normalnog uspora od 285 treba napustiti i usvojiti kotu od 250 mnm. Ovo tim prije što se mogu naći rješenja (neka su i poznata) a da energetske efekti ostanu nesmanjeni.

14. Iz ovih razloga *opravdano je što i predložemo smanjenje kote normalnog uspora akumulacije za HE „Andrijevo”, od 285 mnm, na kotu 250 mnm.*

15. Smanjenje kote normalnog uspora akumulacije za HE „Andrijevo” na k. 250 mnm ima i ekonomsko opravdanje. Korito rijeke Morače naspram Manastira Morače je na kotama od oko 248 mnm do 251 mnm (Topografska karta R 1: 2.500 – lista K. O. Osreci – 14 i Mare – 8; po promjeru koji je izvršio Geodetski zavod – Titograd, 1981). U usvojenoj-vazžećoj Vodoprivrdnoj osnovi Crne Gore se ističe: „Snižanjem kote akumulacije Andrijevo na 250 do 260 mnm, smanjilo bi se potapanje magistralnog puta, a tok Morače bi u zoni Manastira praktično ostao u prirodnom stanju. Niža kota akumulacije Andrijevo povoljna je i zbog manjih potencijalnih problema (radova) u obezbjeđenju vododržljivosti akumulacije, koja do sada nije istražena na potrebnom nivou pouzdanosti. Nepovoljnosti ovog rješenja su veće investicije”. I dalje se ističe: „Međutim, bez detaljnih multidisciplinarnih izučavanja dijela toka rijeke Morače, u zoni Manastira, konačni sud o ovom objektu se ne može donijeti” (misli se na akumulaciju za HE „Andrijevo”, V. R.).

16. *Data analiza i konstatacije dovoljno potvrđuju prethodne navode i dati predlog izgradnje HE „Andrijeva” sa kotom normalnog uspora od 250 mnm.*



Sl. 1. Manastir Morača, odron terase pored Manastira, početak decembra 2009.



Sl. 2. Odron glaciofluvijalnih sedimenata terase korita rijeke Morače



Sl. 3. Stari odron krečnjaka u koritu rijeke Morače

## Literatura

- [1] Cvijić J. (1895): *Karst (geografska monografija)*. Beograd.
- [2] Cvijić J. (1899): *Glacijalne i morfološke studije o planinama Bosne, Hercegovine i Crne Gore*. Glas Srpske kraljevske akademije nauka. Knj. 57. Beograd.
- [3] Cvijić J. (1921): *Ledeno doba u Prokletijama*. Glas Srpske kraljevske akademije. XCIII. Beograd.
- [4] Cvijić J. (1924): *Geomorfologija knj. I*. Beograd
- [5] Cvijić J. (1926): *Geomorfologija knj. II*. Beograd
- [6] Cvijić J. (1926): *Morfološki tipovi karsta*. Vjesnik Geološkog zavoda. Zagreb.
- [7] Cvijić J. (1957, prevod): *Podzemna hidrografija i morfološka evolucija karsta*. Posebno izdanje Srpskog geografskog društva. Sv. 34. Beograd.
- [8] Glavatović B. (1998): *Uticaj na rizik od poplava indukovanje seizmičnosti*. Fond Republičkog zavoda za urbanizam i projektovanje.
- [9] Milojević B. (1955): *Dolina Tare, Pive i Morače. Geografska promatranja*. Naučno društvo NR Crne Gore, Odjeljenje za prirodno-matematičke nauke. Cetinje.

- [10] Mojsilović S. (1957): *Prethodni izvještaj o pregledu pogodnih profila za manje zahvatne brane u Morači (Profili: Milunovići; Miročevići; južno od Dromina; Profil kod Raslovića; Profil Kupina; Profil kod Vjetrine*. Tekst 13 strana; 6 profila mjesta zahvat; 7 slika – profila mjesta zahvata dupla slika za Miročeviće i na kraju teksta: Geološka karta trase tunela kanala u razmjeri 1: 10.000. Na kraju teksta. Fond Geološko-geofizičkog zavoda, Beograd.
- [11] Stepanović B. (1957): *Skica hidrogeoloških provincija Jugoslavije*. Beograd.
- [12] Ćirić B., Mojsilović S. (1958): *Geološki sastav i tektonski sklop slivnog područja rijeke Morače*. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, knj. XV. Beograd.
- [13] Bešić Z. (1959): *Geologija HE „Andrijevo” (Morača)*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [14] Bešić Z. (1959): *Geološki vodič kroz NR Crnu Goru*. Geološko društvo NR Crne Gore. Titograd.
- [15] Radulović V. (1961): *Mogućnost izgradnje visokih brana i stvaranje akumulacija na rijeci Morači* (strana 48; Literatura 19; Prilog u tekstu 41; na kraju teksta 8; Glavni prilog: Geološka karta kanjona rijeke Morače (Botun – Dragovića polje 1: 10.000). Fond Zavoda za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd, 1961.
- [16] Torbarov K., Radulović V. (1962-1966): *Regionalna hidrogeološka istraživanja Crne Gore i Istočne Hercegovine*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [17] Bešić Z. (1969): *Geologija Crne Gore. Knj. II. Karst Crne Gore*. Zavod za geološka istraživanja Crne Gore. Titograd.
- [18] Kalezić M., Mirković M. (1970): *Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100.000 lista „Šavnik”*. Savezni geološki zavod Beograd.
- [19] Radulović V. (1972): *Inženjersko-geološke odlike stijenskih masa mjesta brane i hidroelektrane „Andrijevo” u kanjonu rijeke Morače – SR Crna Gora*. Saopštenja sa III Jugoslovenskog simpozijuma iz Mehanike stijena i podzemnih radova (str. 1-13), Tuzla 1972. godine.
- [20] Kalezić M., Mirković M., Škuletić D. (1973): *Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ 1: 100.000 lista „Šavnik”*. Savezni geološki zavod Beograd.
- [21] Radulović V. (1973): *Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [22] Radulović V. (1973): *Hidrogeološki elaborat za hidroelektrane u kanjonu Morače „Andrijevo”, „Raslovići”, „Milunovići”, „Zlatica”, „Titograd”*. 105 strana; priloga 61; literatura i fond 89 jedinica; Fond Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Titograd,
- [23] Đokić V., Perović Z. (1973): *Geološki elaborat za hidroelektrane na Morači*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [24] Radulović V., Nešović Ž., Božović S. (1973): *Hidrogeološka karta slivnog područja Morače uzvodno od sastava sa rijekom Zetom 1: 50.000*. „Geokarta” Beograd
- [25] Radulović V. (1974): *Hidrogeološke odlike terena sliva rijeke Morače uzvodno od ušća Zete*. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore. Geološki glasnik. Knjiga VII. Titograd.
- [26] Herak M., Bahum S., Đerković B., Fritz F., Novak D., Radulović V. (1974): *THE BASIS OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP OF THE DINARIC*



- KARST M. I: 500.000*. Geološko-paleontološki zavod Prirodnoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Kartografija i tisak: Kartografski laboratorij Geodetskog fakulteta, Zagreb.
- [27] Radulović V. (1974): *Prilog poznavanju hidrogeoloških svojstava i funkcija Durmitorskog fliša SR Crne Gore*. Zbornik radova III jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Knjiga I. Hidrogeologija. Beograd.
- [28] Radulović V. (1976): *Hidrogeološke i inženjersko-geološke podloge za hidroelektranu „Zlatica” u kanjonu Morače – SR Crna Gora*. Zbornik radova IV jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Knj. II Inženjerska geologija, geofizika i seizmologija (str. 169-194) Beograd, 1976.
- [29] Milojević N., Filipović B. (1976): *Hidrogeološka karta SFR Jugoslavije 1: 500.000*. Beograd.
- [30] Radulović V. (1977): *Vode SR Crne Gore, njihovi zagađivači i zagađenost*. Acta biologica Yugoslavica. Ekologija. Vol. 12. No. 2. Beograd.
- [31] Radulović V. (1978): *Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera*. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd.
- [32] Komatina M. sa saradnicima (1980): *Hidrogeološka karta SFR Jugoslavije 1: 500.000*. Savezni geološki zavod – Beograd.
- [33] Radulović V. (1981): *Pregled većih i važnijih ležišta podzemnih voda na teritoriji Crne Gore i mogućnosti njihovog zagađivanja*. Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode Prirodnjačkog muzeja, Titograd.
- [34] Radulović V. (1984): *Hidrogeološki, inženjersko-geološki i seizmološki VODIČ kroz terene Crne Gore*. Posebno izdanje Komiteta za hidrogeologiju i inženjersku geologiju Saveza inženjera i tehničara rudarske, geološke i metalurške struke Jugoslavije. VIII jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji (str. 174; priloga 63).
- [35] Radulović V. (1984): *Rezerve i bilans podzemnih voda Crne Gore*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [36] Radulović V. (1985): *Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera*. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore. Posebno izdanje Geološkog glasnika. Knjiga IX (str. 229; priloga 44). Titograd.
- [37] Radulović V., Radulović M. (1995): *Bilans i rezerve voda (površinskih i podzemnih) Crne Gore*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [38] Radulović V. (1996): *Hidrogeološka karta Crne Gore 1: 200.000*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [39] Radulović V., Radulović M. (1997): *Karst Crne Gore*. Zbornik radova povodom 100-godišnjice hidrogeologije kod nas. Beograd.
- [40] Radulović V. (1997): *Vodoprivredna osnova Republike Crne Gore. II podloge. I Prirodni činioci: geološke i hidrogeološke karakteristike terena Crne Gore*. JU Republički zavod za geološka istraživanja. Podgorica.
- [41] Radulović V. (1997): *Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Pijaće vode. Vrelo Svetigore*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.

- [42] Šupić V. (1997): *Uticaj akumulacije HE „Piva” na izmjenu seizmičnosti terena – Magistarski rad*. Fond: Rudarsko-geološkog fakulteta. Univerzitet Beograd. 1997.
- [43] Radulović V. (1998): *Programi geoloških, hidrogeoloških i inženjersko-geoloških istraživanja terase na kojoj je Manastir Morača i klizišta „Đurđevine” – Donja Morača*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [44] Radulović M., Dragović D., Radulović V., Glavatović B. (1998): *Izveštaj o prospekciji terena klizišta „Đurđevina” u pojasu HE „Andrijevo”*. Fond JU Republički zavod za geološka istraživanja Podgorica.
- [45] Brojna ekipa izvršilaca (1998): *Analiza ekoloških aspekata prevođenja voda i sliva Tare u Moraču*. Fond: Rudarsko-geološkog fakulteta. Univerzitet Beograd. 1997.
- [46] Brojna ekipa izvršilaca (2001): *Vodoprivredna osnova Crne Gore*. Fond: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede i JP „Vodovod i kanalizacija”, Podgorica. 2001.