



## HIDROGEOLOŠKI UVJETI PODRUČJA VODENIH AKUMULACIJA U ZAPADNOJ HERCEGOVINI

dr. sc. **Amira Galić**, dipl. ing. geol.  
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

**Sažetak:** Zapadna Hercegovina je tipično krško područje koje ima mali broj stalnih vodenih tokova, bogatu mrežu podzemnih tokova i složene odnose među slivovima i jasno je da stvaranje vodenih akumulacija u takvim uvjetima predstavlja vrlo složen i zahtjevan zadatak. Definiranje povoljnosti nekog krškog prostora za stvaranje akumulacije višekriterijalna je analiza koja mora uzeti u obzir pored hidrogeoloških značajki i socio-ekonomske, prometne, ekološke, privredne i još mnoge druge. Analizom hidrogeoloških značajki obuhvaćeno je osam lokacija, od toga šest potencijalnih i dvije postojeće. Jedna u slivu Cetine, šest u slivu Tihaljina-Mlade-Trebižat i jedna u Mostarskom blatu. Za definiranje hidrogeoloških značajki na ovim lokacijama primjenjivan je veliki broj metoda, kako terenskih tako i laboratorijskih. Svi rezultati istraživanja omogućili su izradu hidrogeoloških karata i karakterističnih profila za svaku akumulaciju. Rezultati su potvrdili da složeni hidrogeološki, inženjerskogeološki i geološki uvjeti (litološka građa, geomorfološke značajke, strukturno-tektonska građa) uvjetuju načine pojavljivanja površinskih i podzemnih voda i čine osnovu za definiranje mogućnosti stvaranja vodenih akumulacija krškog područja zapadne Hercegovine. Zbog neravnomjernog procesa okršavanja, kako po horizontali tako i po vertikali, dolazi do značajnih razlika u karakteristikama mikrolokacija u odnosu na širu pripadajuću regiju, ali ipak postoji mogućnost izdvajanja zona sa sličnim uvjetima za stvaranje vodenih akumulacija.

**Ključne riječi:** vodena akumulacija, krš, hidrogeološke značajke, višekriterijalna analiza

## HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA OF WATER RESERVOIRS IN THE WEST HERZEGOVINA

**Abstract:** West Herzegovina is a typical karst area that has a small number of permanent watercourses, a rich network of underground streams and the complex relationships among the basins, and it is clear that the creation of water reservoirs in such conditions is very complex and demanding task. Defining the benefits of a karst area to create a reservoir multiobjective analysis that must be taken into account in addition to the hydrogeological characteristics and socio-economic, traffic, environmental, economic and many more. Hydrogeological analysis included eight sites, six potential and existing two. One of the Cetina basin, six in the basin Tihaljina-Young-Trebižat, and one in Mostar mud. For a definition of hydrogeologic features at these locations was applied a number of methods, both field and laboratory. All research results have enabled the production of hydrogeological maps and characteristic profiles for each accumulation. The results confirmed that the complex hydrogeological, engineering geological conditions and geological (lithological structure, geomorphological features, structural-tectonic structure) conditional modes of occurrence of surface and groundwater and form the basis for defining the ability to create water reservoirs of the karst areas of western Herzegovina. Due to the uneven process of karstification, as horizontally and vertically, there is a significant difference in the characteristics of micro-locations in relation to expanding the corresponding rayon, but there is the possibility to separate areas with similar conditions for the creation of water reservoirs.

**Key words:** water reservoirs, rocks, hydrogeological characteristics, multicriteria analysis



## 1. UVOD

Zapadna Hercegovina je u području krša vanjskih dinarida, a krš je vrlo specifična geomorfološka pojava koju karakterizira brzo procjeđivanje površinskih voda u podzemlje, kao i mali broj stalnih površinskih vodenih tokova, pa je po svojoj definiciji vrlo zahtjevna i rizična sredina za stvaranje vodenih akumulacija, jer se većina protjecanja odvija ispod površine. Međutim, narasle potrebe za obnovljivim izvorima energije i sve naprednija tehnologija pomiču granice realnog i ekonomski opravdanog inženjerskog djelovanja u svrhu stvaranja akumulacija.

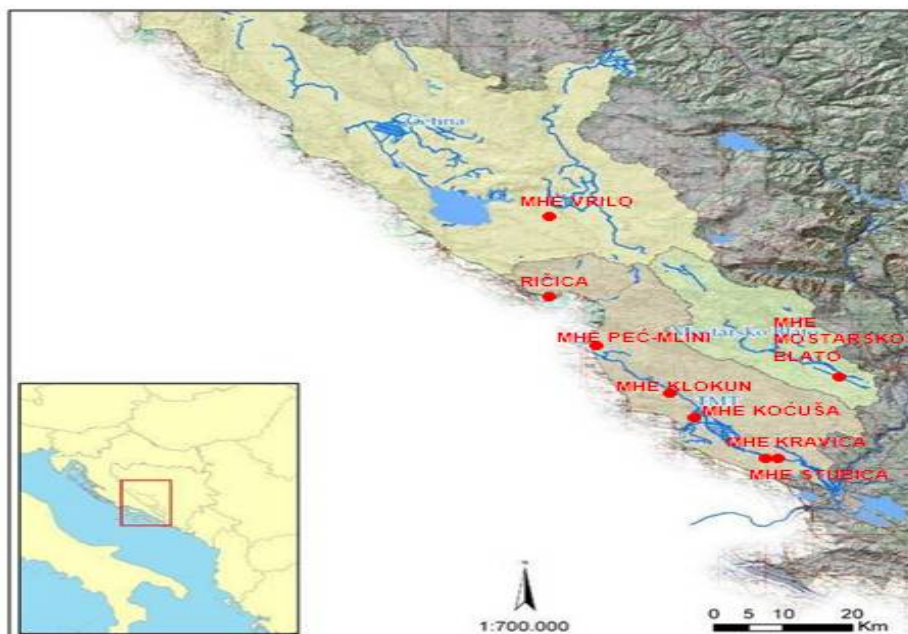
Mogućnost stvaranja neke vodene akumulacije u kršu ovisi o velikom broju uvjeta. Hidrogeološki uvjeti su jedan od važnijih, a determinirani su prije svega geološkom građom, to jest petrološko-litološkim sastavom stijena, strukturno-teksturnim osobinama, načinom i dubinom zalijeganja stijena, kao i njihovim međusobnim prostornim odnosom i tektonskim sklopom.

Ipak, treba naglasiti da je definiranje povoljnosti nekog prostora za stvaranje akumulacije višekriterijalna analiza koja mora uzeti u obzir sve navedene značajke, ali i one društveno-ekonomske, prometne, ekološke, privredne i još mnoge druge.

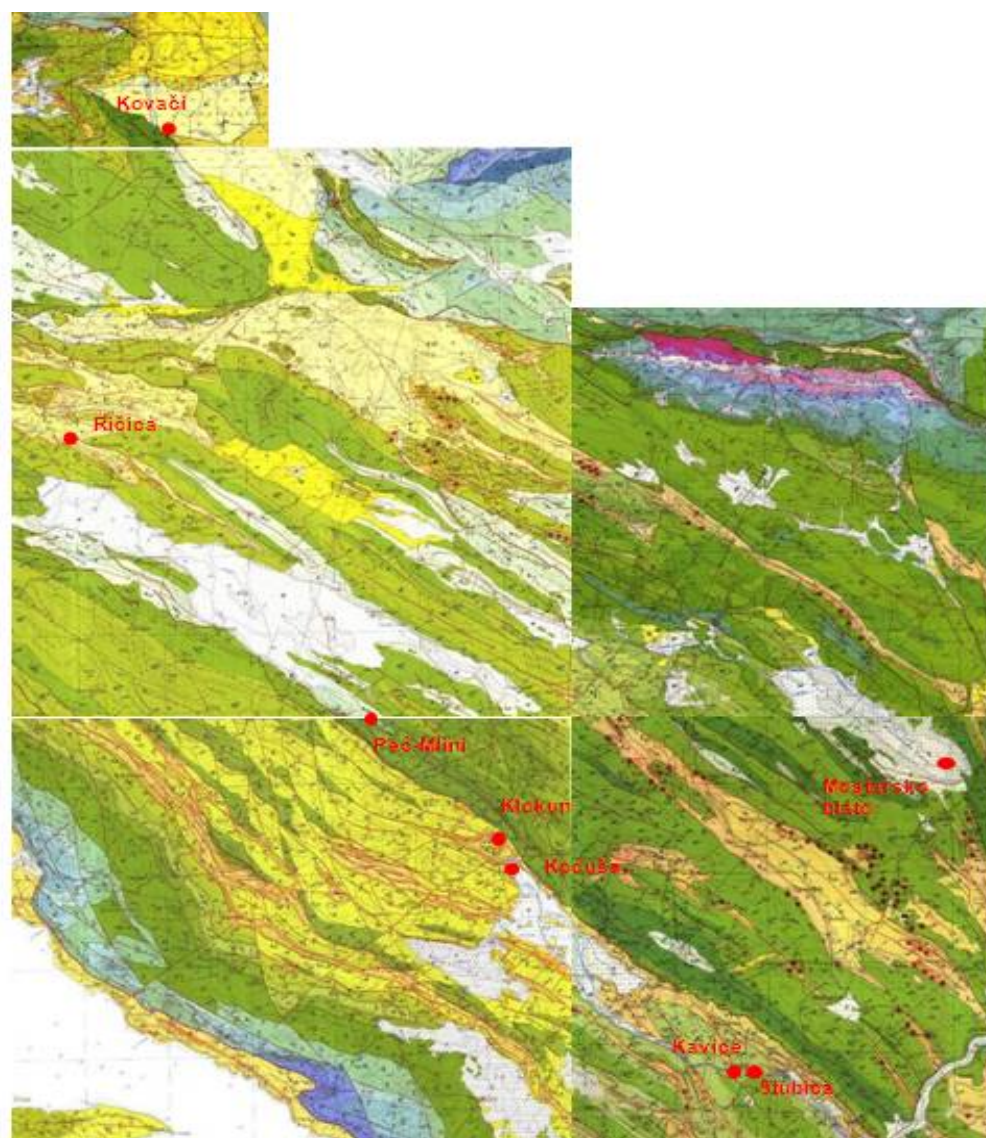
Analizom je obuhvaćeno osam lokacija, od toga šest potencijalnih i dvije postojeće. U slivu Cetine jedna, u slivu Tihaljina-Mlade-Trebižat šest i jedna u Mostarskom Blatu.

Za definiranje hidrogeoloških značajki na ovim lokacijama primjenjivan je veliki broj metoda. Pri tome je potrebno naglasiti da je iznimno veliki značaj terenskih istražnih metoda počevši od bazičnog te rekognosciranja i kartiranja terena, geofizičkih metoda, istražnog bušenja, ispitivanja vodopropusnosti „in situ“ metodama Lugeon i Lefranc kao i trasiranja i praćenja RPV.

Određen broj ispitivanja obavljan je laboratorijski, kao na primjer granulometrijska ispitivanja, ispitivanja čvrstoće, vlažnosti, kemizma i tomu slično. Tijekom kabinetske obrade podataka za svaku lokaciju izrađena je hidrogeološka karta u razmjeri 1:25.000 i karakterističan hidrogeološki profil za svaku akumulaciju u odgovarajućoj razmjeri.



Slika 1. Zemljopisni položaj postojećih i potencijalnih akumulacija



Slika 2. Pregledna geološka situacija

## 2. DUVANJSKO POLJE

Koncept rješenja planirane hidro-elektrane zahtijevao je ispitivanje mogućnosti smještanja akumulacije u na dva lokaliteta: 1. uzvodno od mosta u poljskom dijelu i 2. nizvodno od mosta u Kovačima u kanjonskom dijelu toka Šuice prije ponora. Poljski dio obuhvaća zaravnjeni zapadni dio Duvanjskog polja uz rijeku Šuicu, uzvodno od mosta, izgrađen od pliocenskih jezerskih čije naslage leže na vapnencima osnovne stijene u istraživanom području i potvrđene su na svim bušotinama unutar poljskog dijela.

Debljina im varira od nekoliko metara uz rubove polja pa do 50 i više metara u središnjim dijelovima polja, što je potvrđeno istražnim bušenjem i geofizičkim profilima. Prema laboratorijskim ispitivanjima može se za ove formacije usvojiti koeficijent



vodopropusnosti za vertikalni smjer u veličini od  $1 \times 10^{-6}$  cm/s. U horizontalnom smjeru vodopropusnost lokalno može biti povećana, zbog mjestimičnog postojanja horizontalnih slojeva u kojima prevladavaju pjeskovite frakcije.

Na zapadnom rubu poljskog dijela nabušeni su podinski vapnenci, a njihovo zalijeganje je utvrđeno i geofizičkim profilima. Neophodno je naglasiti da ovo područje kontakta s osnovnom stijenom može u izmijenjenim hidrološkim uvjetima postati područje otvaranja mogućih skrivenih i zapunjenih ponornih zona, o čemu svjedoči u prošlosti zabilježeno postojanje ponorne zone kod groblja u selu Kovači, gdje se danas nalazi vještački nasip.

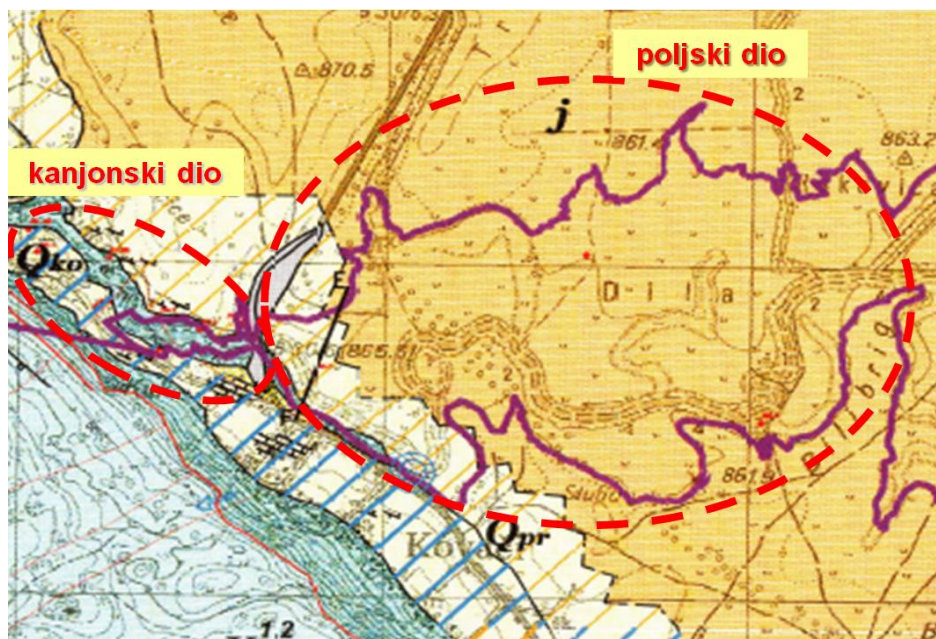
Na prostoru nizvodno od mosta u selu Kovači riječno korito je usječeno u osnovnu stijenu. Lijevo su padine Grabovice prekrivene tankim koluvijalnim tvorevinama, a na desnoj obali osnovne stijene prekrivene su proluvijalno-deluvijalnim nanosom sitnozrnijeg sastava.

Rezultati istražnog bušenja u ovom dijelu ukazuju da je stijenska masa izrazito razlomljena (RQD vrlo nizak), a pukotinski sustavi su uglavnom zapunjeni ispunom koja sadrži između ostalog i glinovitu komponentu.

Rezultati mjerenja vodopropusnosti metodom Lugeona u bušotini PP-2 pokazuju vrlo malu vodopropusnost ( $<1\text{Lu}$ ), u bušotina PN-1 srednje vrijednosti (20.0–40.0Lu). Tijekom ispitivanja vodopropusnosti na bušotinama PN-1 i PN-2 registrirana je i pojava erozije pukotina, to jest, zabilježene vrijednosti vodopropusnosti na pojedinim intervalima su bile veće kod silaznog nego kod uzlaznog ciklusa, što je vrlo nepovoljno i ukazuje na mogućnost ispiranja ispune iz pukotina.

Zabilježene su i pojave kontinuiranog gubitka bušaće isplačne vode i neispunjene kaverne koje ukazuju na lokalno povećanu vodopropusnost.

Imajući u vidu sve rezultate istraživanja, ovaj dio prostora, nizvodno od mosta, može se smatrati uvjetno povoljnim za akumulaciju.



Slika 3. Hidrogeološka karakterizacija dijela Duvanjskog polja



### 3. AKUMULACIJA RIČICA

Na prikazanom primjeru postojeće akumulacije Ričice vidi se koliki rizik sa sobom nosi akumulacija u kršu, posebno ako prethodna istraživanja nisu dovoljno opsežna i ako nije osiguran adekvatan sustav praćenja i registriranja svih hidrogeoloških i hidroloških pojava. Prostor akumulacijskog bazena predstavlja «viseću» barijeru, to jest, vododrživost akumulacije je utemeljena na nepropusnim naslagama koje «leže» na propusnim karbonatima. Akumulacija unatoč tomu nikada nije dostigla kotu maksimalnog uspora. Analiza rezultata istraživanja pokazala je vrlo složene hidrogeološke uvjete. Tečenje podzemnih voda je složeno i rezultat je razvoja dominantnih pravaca okršavanja, odnosno strukturno – tektonskih i litoških odnosa u sklopu terena. Okršavanje u zoni Ričice – Opačac - Krenice je vrlo duboko, što u sklopu ovog dijela terena stvara preduvjete ograničenog podzemnog usporavanja i djelomičnog otjecanja podzemnih voda ispod Imotsko-Grudskog polja u pravcu jugoistoka.

### 4. AKUMULACIJA NUGA

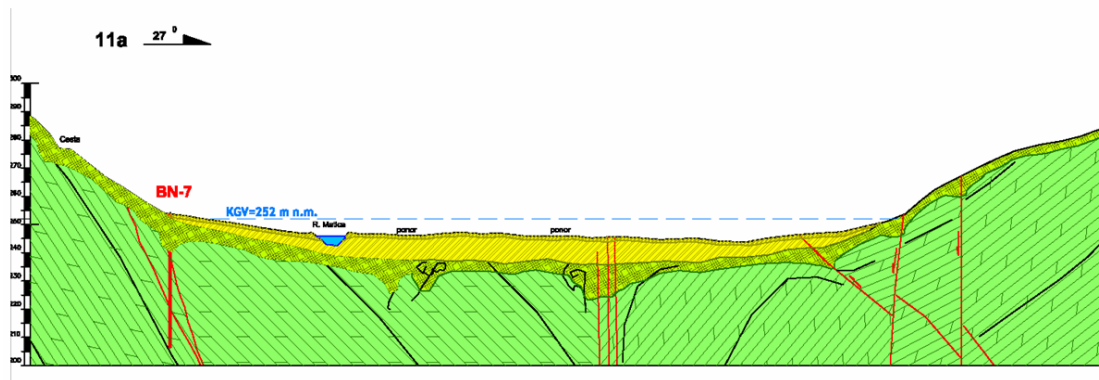
Postojeća akumulacija Nuge je na krajnjem jugozapadnom rubu polja, gdje se tok Vrljike nekada prirodno završavao ponornom zonom, a vode rijeke Vrljike u Šajinovcu ponirale i velikim dijelom ponovo izvirale na vrelu Tihaljine u Peć-Mlinima.

Šire promatrano područje ove akumulacije izgrađuju raznovrsne sedimentne stijene, stratigrafskog raspona od krede do kvartara. Vapnenci kredne i tercijarne starosti najrasprostranjenije su stijene, nehomogeni i izrazito anizotropni, čemu je doprinijela snažna tektonska aktivnost. Litostratigrafski članovi pružaju se paralelno strukturama. Poljski dio prekriven je kvartarnim tvorevinama, pretežito aluvijalnog porijekla: gline, prahovi, pijesci šljunci, humus. Nemaju kontinuitet u prostiranju niti su postojane debljine.

Za širi prostor ove akumulacije karakteristična je promjenljiva hidrogeološka uloga dolomita. Dolomitne naslage u području kredne antiklinale ( $K_{1,2}$ ) koja se pruža od Glavine preko Gornjih Vinjana do Grudskoga vrela, su djelomična dubinska barijera tečenju podzemnih voda, dok kroz gornjokredne dolomite na lijevoj dolinskoj strani od izvora Tihaljine do Podgraba mjestimično protječu vode sa sjevera do velikih krških vrela od Kordića pa sve do Vitine (Klokun, Modro oko, Nenoć, Podgrab i Vrioštica), a u dolomitima brda Petnjik javljaju se i pećine.

Podzemne veze utvrđene bojanjima odvođe sve vode iz Drinovaca i Kongore na izvore nizvodno od vrela Tihaljine.

Kvartarne naslage Imotskoga polja imaju funkciju površinske barijere koja djelomično zadržava i vode koje teku sa sjevera i usmjerava ih ka površini, a drugi dio protječe duboko ispod polja prema Jadranskom moru i prema izvorima na lijevoj strani rijeke Tihaljine. Njihova debljina na području akumulacije kreće se u rasponu od 3 do 15 m, a na rubovima bazena isklinjavaju. Naslage u polju su praktički vodonepropusne, koeficijent vodopropusnosti se kreće između  $1 \times 10^{-8}$  i  $1 \times 10^{-7}$  cm/s. Međutim, uvjeti gradnje vodnog bazena samo na prirodnoj vododrživosti tla nisu dovoljno sigurni, već je trebalo urediti umjetno vododrživu podlogu, s prethodno saniranim ponornim zonama i sprečavanjem kontakta vode retencije s okolnim vodopropusnim stijenama po obodu polja.



Slika 4. Hidrogeološki profil akumulacije Nuga

## 5. KLOKUN

Ova akumulacija je predviđena na prostoru uz vodotok rijeke Tihaljine, koja nizvodno mijenja ime u Mlade, jer je izvor Klokun koji svojim vodama ( $Q_{\min}=2,8\text{m}^3/\text{s}$ ) pomlađuje.

Jedna od najvažnijih značajki je da su obale rijeke na ovom prostoru razlikuju po geološkoj građi. Rezultati prethodnih ispitivanja vodopropusnosti pokazali su da se lijeva riječna obala i veći dio riječnog korita koje izgrađuju dolomiti, može, preliminarno, smatrati vododrživim dijelom, što je potrebno još dodatno potvrditi. Za razliku od njih, senonski vapnenci desnog boka, koji imaju izraženu pukotinsko-kavernoznu poroznost, smatraju se generalno vodopropusnim stijenama. Vodopropusnost je najizraženija ispod lokaliteta Bativac, gdje je konstatirano postojanje ponorne zone na kontaktu dolomita i vapnenaca. Na desnoj obali kod vrela Klokun konstatirano je postojanje zone povremenih izvora-ponora (estavela). Bojanja svih tih ponora su potvrdila da se pravac kretanja podzemnih voda na toj razini podudara s vodotokom. Pretpostavlja se da je to posljedica relativno plitkog okršavanja vapnenaca u desnom boku, kao i njihovim strukturnim položajem u odnosu na eocenske flišne naslage koje su barijere.

## 6. KOĆUŠA

Nekoliko kilometara nizvodno, u blizini mjesta Veljaci gdje se potok Studena ulijeva u Mlade, planirana je akumulacija. Tu vodotok ulazi u prošireni zaravnjeni dio Vitinsko-Ljubuškog polja, a vode su značajno obogaćene vodama iz vrela Klokun i skupine manjih povremenih vrela.

Dominira kvartar u vidu aluvijalnih pjeskovito-glinovito-muljevutih naslaga, zastupljena sedra kao barijera, ali i u vidu ulomaka u aluviju. Karbonatne kredne tvorevine ( $K_2^3$  i eocenski fliš ( $E_{2,3}$ ) čine osnovne stijene. Flišni sedimenti su izvan zone akumulacije. Antropogene tvorevine su protu-poplavni nasipi duž korita rijeke Mlade, izgrađeni od smeđih pjeskovitih glina pomiješanih s komadima sedre i sitnozrnim šljunkom.

O visokom stupnju tektoniziranosti i okršenosti ovih vapnenaca svjedoče i niski RQD parametri na pojedinim bušotinama. Vidi se da je stijena u bušotinama B-3, P-1 i ST-1 prema prosječnim vrijednostima vrlo loše kvalitete. U bušotini P-2 prosječni rezultati ukazuju na stijenu loše kvalitete, a samo u bušotini TC-1 registrirane su stijene zadovoljavajuće kvalitete.

Kvartarne aluvijalne naslage karakterizira česta vertikalna i bočna smjena litoloških članova bez ikakve pravilnosti. Vodopropusnost im se kreće oko  $10^{-5}\text{cm/s}$ . Smanjenje vodopropusnosti tijekom ispitivanja ukazuje da postoji mogućnost migracije najsitnijih čestica



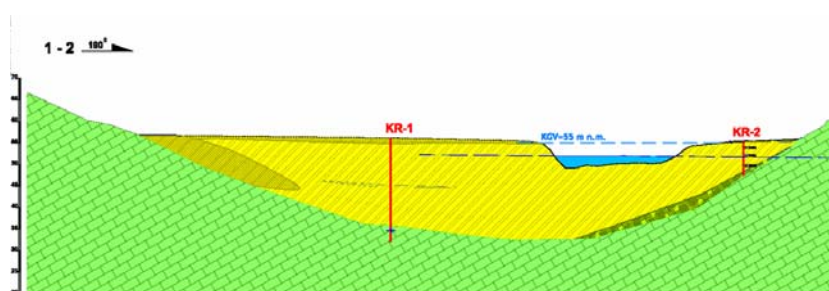
i zapunjavanja pora kojima voda cirkulira. Tako je vjerojatno došlo do prirodne kolmacije riječnog korita čija bi vododrživost mogla biti zadovoljavajuća. Najslabiju kariku vododrživosti predstavljaju nasipi, koji su stari, isprani i na mjestima ozbiljno oštećeni. Kao takvi zahtijevaju ozbiljnu rekonstrukciju kojom će se osigurati njihova vododrživost i čvrstoća. Samo dno neophodno je još detaljnije istražiti s aspekta mogućnosti postojanja ponora i zona veće vodopropusnosti. U obalnom području na nekoliko mjesta postoje udubljenja koja su nastala iskopom materijala koji se koristio za gradnju i sanaciju nasipa. Ta mjesta također treba ispitati i adekvatno zapuniti.

## 7. KRAVICE I STUBICA

Temeljem rezultata ispitivanja hidrogeoloških uvjeta na području Kravice i Stubica može se zaključiti da su aluvijalne tvorevine, čija debljina mjestimično prelazi i 20 metara, izgrađene od prašinsto-glinovito-sedrastih pijesaka, promjenljivog granulometrijskog sastava, koji je promjenljiv i po vertikali i po horizontali. Potvrđeno je postojanje intervala male vodopropusnosti, kao i to da uslijed mogućnosti migracije najsitnijih čestica, postoje (ili mogu nastati) barijere s malim vrijednostima vodopropusnosti, što bi u konačnici moglo osigurati vododrživost korita rijeke, a time bi moglo osigurati dovoljno male gubitke vode iz potencijalne akumulacije, koja svojim proporcijama ne bi izlazila izvan riječnog nanosa.

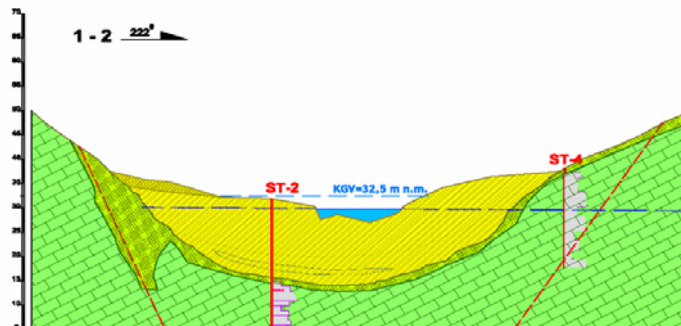
Međutim, svaka intervencija u smislu narušavanja postojeće strukture (veća otkopavanja, stvaranje značajnijih pukotina), otvara mogućnost nastanka komunikacije s dobro okršenom vapnenačkom podlogom i gubitka određene količine vode iz vodotoka ili buduće akumulacije. U vrijeme hidroloških maksimuma kada riječnim koritom protječu i do 10 puta veće količine vode, razina vode u rijeci je tolika da ide preko ovih riječnih tvorevina do kontakta s okršenom stijenom gdje se jedan dio vode svakako gubi. Ali u to vrijeme su kaverne i pukotine u kršu već dobrim dijelom ispunjene vodom uslijed brze infiltracije površinskih voda pa ti gubitci nisu iznimno veliki. Ove velike količine vode u periodima hidroloških maksimuma mogu narušiti stabilnost pojedinih dijelova sedrenih barijera koje se ljeti jako isuše i ispucavaju, pa povremeno dolazi do otkidanja dijelova sedre, ili čak do potpunog probijanja barijere, kao što se dogodilo na Stubičkom buku, oko kilometra nizvodno od vodopada Kravice, gdje se nalazi prirodno suženje korita.

S gledišta hidrogeoloških i hidroloških značajki rješenja treba usmjeravati k smanjenju efekata velikih voda, te racionalnom korištenju i upravljanju vodama u vrijeme hidroloških minimuma.



Slika 5. Hidrogeološki profil uzvodno od slapa Kravice





Slika 6. Hidrogeološki profil uzvodno od Stubičkog buka

## 8. MOSTARSKO BLATO

U području Mostarskog blata istraživanja su pokazala da je hidrogeološki kolektor s intergranularnim tipom poroznosti aluvijalni šljunak, konglomerat, proslojci sitnog pijeska i krupnog šljunka s manjim sadržajem glinene primjese, čija je debljina u granicama od 10 do 20 metara, a nalaze se u središnjem i sjeveroistočnom dijelu polja. U pravcu jugoistoka postupno se povećava ilovačasta primjesa, u početku kao proslojci, a uz jugoistočni rub prevladavaju ilovače.

U podini vodonosnih šljunkova, odnosno muljevitih prašinih ilovača su slabo provodni zelenkasti i plavičasto-sivi glinoviti pijesak u izmjeni s raznobojnim glinama. Debljina ovih naslaga nije pouzdana, no u svakom slučaju ove naslage sa slabom intergranularnom i kapilarnom poroznošću u sklopu terena imaju prevladavajuću funkciju podinske i bočne barijere.

Ispitivanjem sastava tla blizu današnjeg ulaza u tunel, nisu konstatirani slojevi s mnogo šljunka i pijeska, temeljem čega zaključujemo da je stupanj „zaptivenosti“ polja uz ovaj obod dobar te da nije bilo značajnijih ponornih zona. Kada bi takve zone bile izražene, tekuća voda bi «uvukla» pjeskovito šljunkoviti materijal bliže istočnog oboda. Ovako je taj materijal ostao dalje prema zapadu.

U okviru kvartarnih tvorevina, na užem području Mostarskog blata na kojem je planirana akumulacija, izdvojeno je više članova s različitim hg ulogama: Na osnovi rezultata istražnog bušenja i geofizičkih ispitivanja utvrđeno je da je prvi član kvartara površinski humusno-pjeskovito-glinoviti pokrivač čija debljina idući ka jugoistoku raste do oko 6-7 metra. Drugi član kvartara je debeo oko 10 metara. Izgrađuju ga pretežno prašinate gline. Najdublji član izdvojen geoelektričnom metodom izgrađen je od glina koje su razvijene do velikih dubina (preko 150 m). Na površinama koje su duže vrijeme pod vodom istaložene su prašinate gline. Humus i pjeskovite ilovače praktički prekrivaju cijelo polje.

Opisani hidrogeološki uvjeti u polju ne ukazuju na mogućnost postojanja lokacije koja bi u prirodnom stanju, bez značajnijih inženjerskih radova bila povoljna za stvaranje akumulacije.





## 9. ZAKLJUČCI I PREPORUKE ZA DALJNJA ISTRAŽIVANJA

Moguće je izdvojiti dva hidrogeološka i geomorfološka tipa lokacija za vodene akumulacije u kršu zapadne Hercegovine:

- područja hipsometrijski najnižih dijelova krških polja i
- lokacije u riječnim dolinama usječenim u karbonatne masive, ispunjenim aluvijalnim nanosima različite debljine i širine prostiranja.

Prednost prvih: postojanje debljih naslaga veće rasprostranjenosti u kojima je sadržaj glinovite komponente relativno visok, pa je i vododrživost bolja.

Nedostatci: prisustvo ponora i ponornih zona, blizina kontakta s osnovnom stijenom, koja je u pravilu dobro okršena i ispucana, blizina speleoloških objekata.

Zajedničke značajke za drugi tip lokacija su:

Relativno mala površina osnovne okršene stijene pokrivena aluvijalnim nanosom;

- Promjenljiva debljina aluvijalnih nanosa;
- Česte vertikalne i horizontalne izmjene granulometrijskog sastava pa su koeficijenti filtracije u vertikalnom i horizontalnom smjeru različiti;
- Prisustvo sedre u vidu sedrenih barijera i u obliku odlomaka pomiješanih s glinovito-prašinsto-pjeskovitim aluvijalnim tvorevinama;
- Blizina značajnih krških vrela i postojanje sedrenih barijera u velikoj mjeri definiraju lokaciju i razmjeru akumulacije;
- Izražena mogućnost kolmacije (tzv. eksterne kolmacije)

Buduća istraživanja trebala bi osigurati:

- Detaljna i redovita opažanja i praćenja na postojećim akumulacijama, posebna pozornost pijezometri i razine u različitim periodima kroz ciklus;
- Speleološka istraživanja svih pećina, jama i ostalih podzemnih krških objekata, kao i njihova geodetska mjerenja;
- Detaljna istraživanja kontakta kvartara i okršene stijenske podloge, dubine okršavanja u osnovnoj stijeni, morfologije, litologije i oštećenosti riječnog korita ispod razine vode, posebno riječnog dna (mogućnost postojanja teško uočljivih ponornih zona).

## LITERARURA

1. Bonacci, O. :Karst hydrology; Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1987.
2. Džeba, T.:Određivanje otjecanja u slivu Ričine, Suvaje i Matice, Magistarski rad, Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2010.
3. Đolo, B. i ostali: „Elaborat o snimanju nultog stanja vrela na lijevoj obali rijeke Tihaljine od njenog izvora do vrela Klokun i izradi katastra tih vrela, općinski vodoprivredni fond, Široki Brijeg, 2002.
4. Galić, A, “Hidrogeološka istraživanja za potrebe izgradnje hidrotehničkih objekata u kršu zapadne Hercegovine”, magistarski rad, Univerzitet u Tuzli, 2008.
5. Galić, A., Marinčić, J., Prskalo, M.:“Kompleksna analiza značajki područja vodopada Kravice na rijeci Trebižat” III kongres geologa BiH s međunarodnim učešćem, Neum, 2008.



6. Galić, A., Prskalo, M. :Utjecaj hidrogeoloških značajki na ekološku osjetljivost područja vodopada Kravice”, I. međunarodni geografski simpozij“ Transformacija ruralnih područja u uvjetima tranzicije I integracija u Europsku Uniju”, Kupres, 2009.
7. Herak, M. Stringfild, V.T. :Karst; Elsevier publishing company Amsterdam-London-New York, 1972.
8. Papeš, J. i ostali : Izvješće o istražnim radovima za HE Vrelo Tihaljine, (knjige A,B,C i D) Integra, Mostar, 1999.
9. Papeš, J., Antunović, I., Marinčić, J.,: Geološke i hidrogeološke značajke jugoistočnog dijela Mostarskog blata i područja Jasenice, Rudarsko-geološki glasnik 4, Mostar, 2000.
10. Papeš, J. i ostali : Elaborat o geološkim i hidrogeološkim istraživanjima za potrebe idejnog projekta MHE Mostarsko blato, Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Integra, Geomarić, Mostar, 2000.
11. Šerifović, E., Galić, A., Prskalo, M.: Izvješće o provedenim istražnim radovima za potrebe studije izvedivosti MHE Kravice i MHE Stubica,Geomarić, Mostar, 2008.
12. Šerifović, E., Galić, A., Prskalo, M.: Geološka, inženjerskogeološka i hidrogeološka istraživanja za studiju izvedivosti MHE Vrilo , Geomarić, Mostar, 2009.