

PROBLEM VODODRŽIVOSTI AKUMULACIJE "GORICA" - TREBINJE

Željko ZUBAC, Željko BOŠKOVIĆ
Hidroelektrane na Trebišnjici, Trebinje

REZIME

Područje Hercegovine je predmet kompleksnih geoloških, hidrogeoloških i hidroloških istraživanja, počev od druge polovine 20.-og vijeka. Izgradnja sistema hidroelektrana na rijeci Trebišnjici, najvećoj ponornici Evrope, je predstavljala pravi poduhvat, uzimajući u obzir razvijenost karsta Hercegovine.

Jedan od važnijih objekata u sistemu hidroelektrana na rijeci Trebišnjici predstavlja brana „Gorica“, koja formira akumulaciju "Trebinje". Akumulacija se formira od voda ispuštenih iz akumulacije „Bileća“, rijeke Sušice, vrela Stara Mlinica i Oko.

Procjeđivanje voda na profilu brane "Gorica" i sprječavanje istog je predmet mnogih istraživanja izvedenih od početka izgradnje hidrosistema Trebišnjica. Količina procjednih voda ima tendenciju konstantnog rasta, te predstavlja ozbiljan problem uzimajući u obzir izgublenu energetska vrijednost na HE Dubrovnik. Kao rezultat istraživanja urađen je projekat „Sanacija problema procjednih voda iz akumulacije Gorica“, za čiju pripremu i realizaciju su urađeni istražni radovi velikog obima. Kao konačno rješenje, izgradiće se nova injekciona zavjesa i obnoviti degradirana postojeća, kako bi gubici vode iz akumulacije bili svedeni na minimum ili potpuno nestali.

U periodu maj – jun 2011. i maj – jun 2012. godine, izveden je dio injekcionih radova na profilu brane Gorica po gore pomenutom projektu, što je dovelo do smanjenja količine procjednih voda.

Ključne riječi: procjeđivanje voda, istražni radovi, izrada injekcione zavjese

UVOD

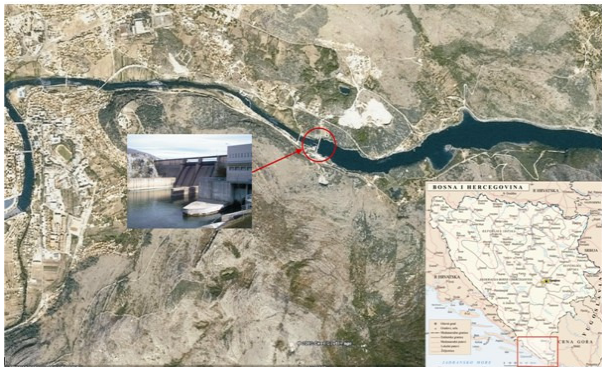
Brana "Gorica" je betonska brana gravitacionog tipa i nalazi se u sistemu hidroelektrana na rijeci Trebišnjici i locirana je 13,5 km nizvodno od brane Grančarevo i 3

km uzvodno od grada Trebinja. Ovaj objekat ima zadatak da svojom visinom i stabilnošću ostvari kompenzacioni bazen ukupne zapremine 15,6 miliona m³ vode. Taj kompenzacioni bazen prihvata vode iz akumulacije „Bileća“, čiji je potencijal iskorišćen za proizvodnju električne energije, zatim vode međudotoka Grančarevo – Gorica, izravnava ih, a zatim distribuira prema HE Dubrovnik, HE Trebinje II i PHE Čapljina. Dio voda iz tunela za HE Dubrovnik se odvaja i za vodosnabdjevanje Herceg Novog. Građevinska visina brane Gorica je 33,5 m, a dužina po kruni 185 m. Brana je fundirana u debelo slojevitim i bankovitim krečnjacima gornje krede sa proslojcima i sočivima dolomita.

Nizvodno od pregradnog mjesta, na lijevoj dolinskoj strani Trebišnjice pojavljuju se debelo slojeviti i bankoviti dolomiti, koji padaju pod pomenute krečnjake. Prilikom izgradnje brane "Gorica", a u cilju sprečavanja gubitaka vode, ispod brane i u njenim bokovima izvedena je injekciona zavjesa. Dužina zavjese u lijevom boku je 55 m i izvedena je od brane (tjeme T12) do ulazne građevine dovodnog tunela II po osovini zatvarača paralelno s akumulacijom. U desnom boku izvedena je samo prva faza injekcione zavjese dužine 200 m i dubine 67,5 m. Zavjesa je dvoredna. U drugoj fazi je predviđena jednorodna zavjesa dužine cca 400 m. Ispod brane je izvedena dvoredna injekciona zavjesa u dužini od 170 m.

I pored izgradnje zavjese, nisu potpuno spriječeni gubici vode iz akumulacije. Gubici postoje i u lijevom i u desnom boku akumulacije, ali i na hidromehaničkoj opremi zatvarača na temeljnim ispustima. Veličina procjeđivanja vode se mjeri na nizvodnom vodomjernom profilu VS „Gorica“ i trenutno iznosi oko 4,80 m³/s.

Veličina gubitaka je imala konstantan rast, pa je tako u periodu od 1964. godine do 2009. godine došlo do povećanja procjeđivanja sa 1,8 m³/s na 4,80 m³/s. Nagli porast gubitaka je uslijedio poslije zemljotresa 1979.



Slika 1. Geografski položaj pregradnog profila brane „Gorica“

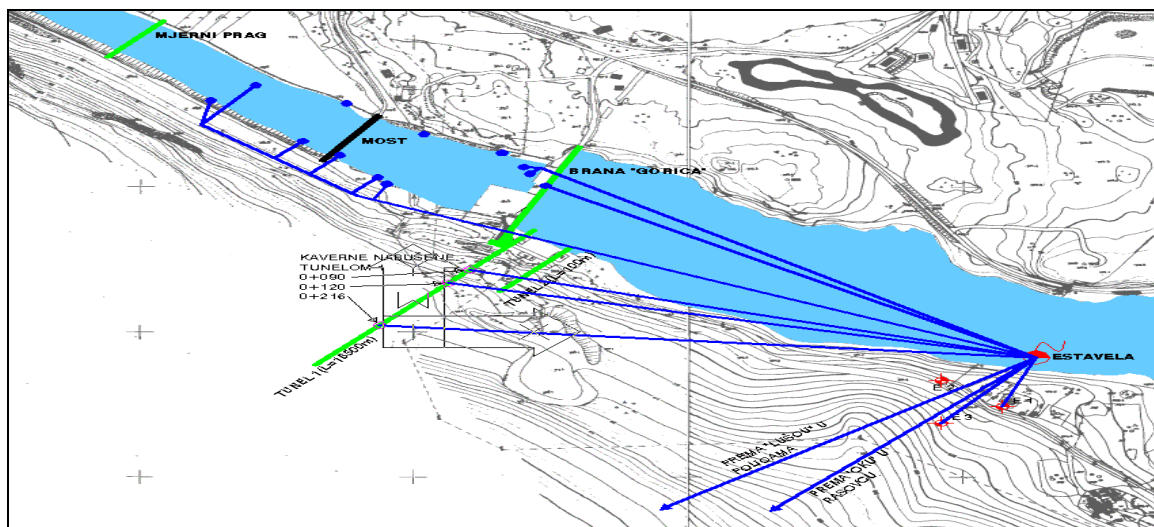
godine. Drugi dio vode koji se gubi u lijevom boku otiče prema izvorima Lušac i Bunarina u Policama i Oko u Rasovcu, ali i prema izvorima na dubrovačkom priobalju. Sve je i potvrđeno bojenjem estavele u lijevom boku akumulacije, 600 m uzvodno od pregradnog profila brane Gorica. Izvor Lušac je u prirodnim uslovima egzistirao kao povremeni izvor, a nakon formiranja akumulacije, to

je stalni izvor koji presušuje samo u periodu kada se akumulacija prazni radi remonta.

U skladu sa svim pomenutim, pristupilo se izradi projekta i radovima na nastavku izgradnje injekcione zavjese u bokovima i ispod tijela brane Gorica. Glavni cilj izvođenja istražno-injekcionih radova jeste da se obezbijedi stabilnost objekta brane "Gorica" u prvom planu, a u drugom da se pokušaju zadržati vode u akumulaciji, čime bi se stvorili uslovi da se pristupi realizaciji energetskog iskorišćenja voda biološkog minimuma rijeke Trebišnjice na profilu brane "Gorica".

PRIMJENJENA METODOLOGIJA

U sklopu istražnih radova za projektovanje brane „Gorica“ i formiranje pomenute akumulacije, kao i u toku njene eksploatacije, urađena su mnogobrojna bojenja, geofizička ispitivanja i istražna bušenja, kako bi se sa što većom sigurnošću locirale vodopropusne zone kroz koje dolazi do procjeđivanja voda. U nastavku slijedi kratak opis samo nekih istražnih radova značajnih za sagledavanje datog problema.



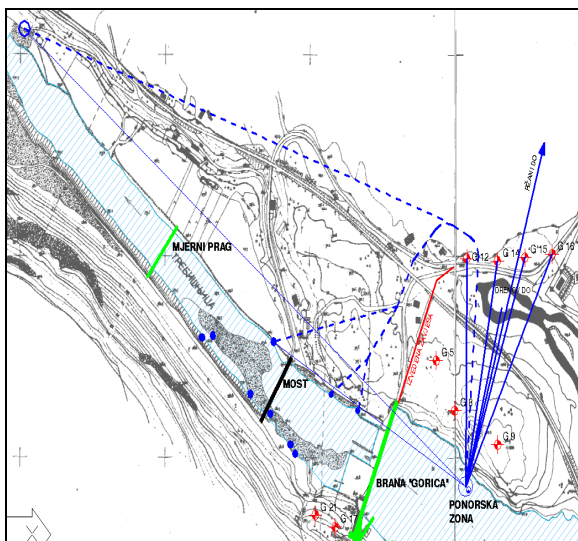
Slika 2. Rezultati bojenja estavele „Gorica“

Estavela "Gorica" nalazi se na lijevoj obali rijeke Trebišnjice 540 m uzvodno od pregradnog profila. Estavela je bojena u dva navrata pri različitim hidrološkim uslovima. Prvo bojenje izvršeno je pri malom vodostaju i boja je konstatovana na 20 izvora nizvodno od brane Gorica, ali i na izvorima dubrovačkog priobalja – Ombli, Zavrelju, Dubokoj Ljutoj. Drugo bojenje izvršeno je pri koti akumulacije od 277 mm. Visina vodenog stuba iznad potopljene estavele bila je 2,5 m. Prilikom iskopa dovodnog tunela za HE Dubrovnik, naišlo se na stacionaži 0+216 uz desni bok na kavernu na koti 276,30 mm. Pošto je

kaverna bila zatrpana, ona je prvo očišćena i utvrđeno je da se iz nje odvajaju dva kanala čiji se otvori nalaze na kotama 274,60 i 275,90 mm.

Kada je ispražnjen kompenzacioni bazen "Gorica" u desnom boku, 150 m uzvodno od brane, primijećena je nova ponorska zona. Bojenjem su utvrđene podzemne veze sa nizvodnim izvorima.

Prva geofizička ispitivanja u području pregradnog profila Gorica vršena su još 1958. godine. u desnom boku. Primijenjena je metoda specifičnog električnog



Slika 3. Rezultati bojenja ponora u desnom boku brane „Gorica“

otpora /SEO/ – sondiranjem i kartiranjem. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da se baza karstifikacije spušta ispod nivoa rijeke Trebišnjice, a dubine karstifikacije su najveće na topografski najvišim dijelovima terena. Reljefi baze karstifikacije i terena su uglavnom slični, pa je i pad površine baze karstifikacije ka rijeci. Korito rijeke Trebišnjice je formirano u predjelu relativno najnižih kota baze karstifikacije.

Na osnovu analize podataka NPV, kao i rezultata bojenja estavele i ponora, konstatovano je da se voda iz akumulacije gubi kroz lijevi i desni bok obilazeći postojeću zavjesu. Dobru funkciju zavjese u neposrednoj blizini brane potvrđuje i potkop izveden nizvodno od brane na desnoj obali, na koti par metara iznad korita Trebišnjice, koji ostaje van uticaja procjednih voda kroz desni bok akumulacije. Na osnovu rezultata osmatranja nivoa podzemnih voda u bušotinama i nivoa vode u par vrtača u širem području desnog boka (Drenovi do, Ržani do, Šušnjeva dolina i Vrtić) može se zaključiti da procjedne vode obilaze pregradni profil kroz karstifikovanu zonu koja nije zahvaćena injeksionom zavjesom.

Takođe, urađena su i endoskopska snimanja bušotina lociranih u galeriji brane, sa bušotinskom digitalnom kamerom i jasno uočene degradirane zone na kontaktu temelj brane – stijenska masa kroz koje se voda gubi iz akumulacije „Gorica“.

PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA

U periodima maj – jun 2011. i maj-jun 2012. godine izvršeni su radovi na izradi injeksione zavjese u lijevom

boku brane Gorica, u skladu sa gore pomenutim projektom. 2011. godine je izvršeno i pražnjenje akumulacije i dovodnog tunela za HE Dubrovnik, kako bi se nesmetano moglo pristupiti bušenju injeksionih bušotina, ali i smanjiti uticaj podzemnih voda na kvalitet injektiranja.

Pražnjenje akumulacije Gorica je urađeno planski, po urađenom elaboratu, uzimajući u obzir moguće ekološke posljedice usljed pražnjenja iste. Naime, na osnovu utvrđene veze podzemnih voda, očekivano je da veliki broj izvora presuši usljed pražnjenja akumulacije. Dati izvori su postali stalni ili je njihova izdašnost značajno povećana tek po formiranju akumulacije. Najznačajniji su izvori Lušac i Rasovac, koji se koriste za vodosnabdjevanje, navodnjavanje i proizvodnju ribe.

U toku injeksionih radova, vršen je i monitoring parametara površinskih i podzemnih vode i to: proticaj rijeke Trebišnjice i vodotoka Lušac, izdašnost izvora sa utvrđenom vezom sa akumulacijom, nivo podzemnih voda u bokovima akumulacije, hemijski parametri vode. Urađene su i kompletne hemijske analize vode na vrelu Oko, čija je izdašnost bila minimalna usljed nepovoljne hidrološke situacije, što je stvorilo problem za normalno vodosnabdjevanje grada Trebinja.

Izvori na obalama Trebišnjice ispod brane Gorica (desni bok -lokaliteti Drenov i Ržani Do), kao i izvor Lušac, su presušili u periodu od 24 sata poslije pražnjenja akumulacije Gorica, što govori o direktnoj vezi sa akumulacijom. Takođe, nivo podzemnih voda u pijezometarskim bušotinama u bokovima brane je opadao prateći trenutni nivo vode u akumulaciji.

Projektom je planirana izrada dvoredne injeksione zavjese sa razmakom između profila 6 m, pa su injeksioni radovi izvođeni istovremeno na dva lokaliteta i to iz galerije brane Gorica, kako bi se spriječio prodor podzemnih voda na kontaktu temelj brane – stijenska masa, ali i smanjile uzgonske sile koje negativno djeluju na stabilnost brane. Takođe, vršeno je i bušenje injeksionih bušotina i radovi na injektiranju iz dovodnog tunela za HE Dubrovnik, čime će se izvršiti spajanje nove i postojeće injeksione zavjese u lijevom boku.

Izvršeno je bušenje cca 2000m' injeksionih bušotina i ostvarena je prosječna potrošnja mase 167 kg/m'. Rastojanje između bušotina iznosi 4 m, dok je njihova dubina 20-25 m, tačnije do baze karstifikacije utvrđene ranijim istraživanjima (cca 250 mm). Na velikom broju izvedenih bušotina, izvršeno je jezgrovanje i kartiranje jezgra, ali i ispitivanje VDP-a metodom *Lugeona*. Na osnovu dobijenih rezultata, određene su izrazito vodopropusne zone, te i injektirane odgovarajućim

injekcionim masama. Izbor injekcijske mase u velikoj mjeri zavisio je od rezultata ispitivanja VDP-a. Rezultati snimanja video endoskopskom kamerom su značajno doprinijeli preciznom lociranju pakera u injekcionim bušotinama iz galerije brane, pa je uspješnim injektiranjem smanjen uzgonski pritisak podzemnih voda na tijelo brane Gorica.

ZAKLJUČAK

Dio projektovanog nastavka izgradnje dvoredne injekcijske zavjese na profilu brane Gorica izveden je u pomenutom periodu 2011. godine. Radovi u 2012. godini su predstavljali nastavak izrade injekcijske zavjese, dok je dio aktivnosti usmjeren i na kontaktno i konsolidaciono injektiranje u zoni hidrotehničkog tunela za HE Dubrovnik. Na osnovu analize rezultata hidrometrijskih mjerenja proticaja na uređenom profilu na rijeci Trebišnjici, nizvodno od brane Gorica, dolazi se do zaključka da je smanjeno procjeđivanje vode iz akumulacije Gorica za $Q = 0,250 \text{ m}^3/\text{s}$. Izrada injekcijske zavjese na profilu brane Gorica će se i ubuduće odvijati fazno, pa će nastavak istih dati još bolje rezultate na smanjenju količine procjeđenih voda.

Značajne rezultate treba očekivati tek po završetku zadnje faze u izradi injekcijske zavjese, čime će doći u pitanje opstanak mnogih izvora direktno zavisnih od procjeđenih voda iz akumulacije "Gorica".

LITERATURA

- [1] Geoistraživanja – Zagreb, 1964. *HE Trebišnjica – injekcijska zavjesa: grafički i tabelarni prikaz injekcijskih radova.*
- [2] Geoistraživanja - Zagreb, 1960. *Tehnička dokumentacija istražnog injektiranja za branu Gorica.*
- [3] Milanović Petar, Beograd, 2006. *Karst istočne Hercegovine i dubrovačkog priobalja*
- [4] „Hidroelektrane na Trebišnjici“ - projektni biro, mart 2009, Trebinje. *„Projekat sanacije procjeđivanja voda iz akumulacije Gorica“*
- [5] Zavod za električna ispitivanja, Zagreb, 1965. - "Električna ispitivanja na profilu brane Gorica"
- [6] Eneroginvest, Sarajevo, 1965. - Bojenje estavele u blizini brane Gorica

ISSUE OF LOSING WATERS FROM GORICA'S LAKE

by

Željko ZUBAC, Željko BOŠKOVIĆ
Hydro Power Plants Trebišnjica, Trebinje

Summary

Herzegovina region is the subject of complex geological, hydrogeological and hydrological investigations, starting from the second half of the 20th century. The construction of hydropower plants system on the river Trebišnjica, the largest underground rivers of Europe, was a real feat, having in mind huge karst development in Eastern Herzegovina. One of the important objects in the system of hydropower plants on the river is dam "Gorica". This facility has a duty to its height and stability realize a compensating reservoir, which takes water from the reservoir "Bileća" Trebinje I, then the water of karst springs Stara Mlinica and Oko.

Seepage water of Gorica lake has a tendency of constant growth and it is making a huge problem for normal water management in complex system as *HPPs Trebišnjica* is.

Rehabilitation problems of seepage water from the reservoir "Gorica" - Trebinje II is one of the current issues and consequently led to the development of the project "*Rehabilitation of the problem of seepage water from the reservoir Gorica*", for which preparation and realization of research works have been done a large scale. As a final solution will be building a new injection curtain and restore existing degraded. In that case, water loss from the reservoir will be reduced to a minimum or completely disappeared.

In the period May - June 2011. and May - June 2012. the grouting was carried out of the work on the dam profile Gorica. Results are that water loss get smaller for 250 l/s.

Key words: seepage, investigations, grouting curtain

Redigovano 11.09.2012.