

GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA U PODRUČJU REGULACIJE DIJELA KORITA RIJEKE NERETVE

Mevlida Operta¹, Suada Pamuk², Kemajl Kurteshi³

¹ Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju, Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

² Energoinženjering, Sarajevo,

³ Univerzitet Priština

opertamevlida@yahoo.com suada.pamuk@energoinvest.ba

U radu je tretiran prostor počev od pregradnog mjesta brane HE Jablanica, od P98 pa do mosta Bukov pod, P77. Zbog uređenja slapišta i temeljnog ispusta brane te regulisanje dijela korita rijeke Neretve neposredno ispod brane i izlaznih organa izvršeno je geološko rekognosciranje terena sa geološkim kartiranjem korita rijeke i padinskih strana. Prostor u kome se razmatra uređenje slapišta kao i regulacija korita izgrađuju stijene donjeg trijasa, magmatske stijene gabra i riječni nanos u vidu šljunka, pijeska, krupne i sitne drobine. U hidrogeološkom pogledu teren koji grade stijenske mase verfenska škriljava serija, gabra i kvartarni sedimenti su različiti hidrogeoloških osobina i funkcija. Stijene pukotinske poroznosti čine masiv gabra, pukotinsko-prslinske poroznosti su verfenske škriljave stijene i stijene intergranularne poroznosti koje čine kvartarni sedimenti riječnog nanosa, deluvijalni i proluvijalni nanosi u padinama i bočnim riječnim tokovima.

U inženjerskogeološkom pogledu u zavisnosti od tektonske oštećenosti ove stijenske mase su pretrpjele promjene u pogledu fizičko-mehaničkih karakteristika. Tako gabra, prema svojim inženjerskogeološkim karakteristikama predstavlja vezane krute, kamenite stijene podložne pripovršinskom raspadanju. Verfenski sedimenti u litološkom pogledu predstavljaju kompleks škriljavih glinaca, slojevitih krečnjaka i laporca, laporovitih krečnjaka i alevrolita i kao takvi imaju različite fizičko-mehaničke karakteristike. Glinci pripadaju poluokamenjenim silikatnim stijenama, a krečnjaci spadaju u grupu kamenitih karbonatnih kristalastih i kriptokristalastih stijena. Kvartarne stijene u vidu riječnog nanosa čine nevezane stijenske mase promjenjivog petrografskog i granulometrijskog sastava. U poluvezane stijenske mase spadaju konglomerati i ilovače sa padinskih strana riječnog toka i bočnih pritoka.

Ključne riječi: regulacija, korito, rijeka, uređenje slapište, geološke karakteristike, hidrogeološke, inženjerskogeološke

GEOLOGICAL CHARACTERICS OF THE TERRAIN IN THE NERETVA RIVER BED'S PART REGULATION AREA

Mevlida Operta¹, Suada Pamuk², Kemajl Kurteshi³

¹ University of Sarajevo, Faculty of Mathematics and Science, Department for Geography Zmaja od Bosne 33-35, Bosnia and Herzegovina

² Ergo-engineering, Sarajevo

³ Faculty of Natural History, Priština

opertamevlida@yahoo.com suada.pamuk@energoinvest.ba

Treated area in this paper starts from the barrage point of the HE Jablanica dam, from P98 until the bridge of Bukov pod, P77. Due to regulation of waterfall spot and basic dam

taphole, as well as bed's part regulation river Neretva directly beneath the dam and output organs, geological recognition of the terrain has been performed with geological mapping of the river's bed and slope sides. The space in which is considered the regulation of waterfall spot, as well as bed regulation is made of Lower Trias rocks, magmatic rocks of Gabbros and of river deposit like gravel, sand, large and fine-grained crushed stones. In hydrogeological sense, the terrain which has been made of rock masses like Verfene schist seria, Gabbros and Quaternary sediments, has various hydrogeological characteristics and functions. Rocks with cracking porosity make Gabbros massive, those with cracking-bursting porosity are Verfene schist rocks, and rocks with intergranular porosity make Quaternary sediments of river deposits, deluvial and proluvial deposits in slopes and side river flows.

In engineering-geological sense, depends on tectonically damage, these rock masses suffered changes in sense of physical-mechanical characteristics. Thus Gabbros, according to its engineering-geological characteristics represents joint, hard, stony rocks pervious to close-surface decay. Verfene sediments, in lithological view, represent complex of shale feldspars, layered limestones and marls, marl limestones and alevrolites, and as such, they have various physical-mechanical characteristics. Feldspars belong to half-stoned silicate rocks, and limestones belong to the group of stoned carbonate crystal-kind and crypto-crystal-kind rocks. Quaternary rocks in view of river deposit are represented by unjoint rocky masses of changeable petrographic and granulometric composition. In half-joint rocky masses there belong conglomerates and clays from slope sides of the river flow and side tributaries.

Key words: regulation, bed, river, waterfall spot regulation, geological characteristics, hydrogeological, engineering-geological.

GEOGRAFSKI POLOŽAJ GEOGRAPHICAL POSITION

Istražni teren nalazi se u području Centralne Bosne. Pristup brani u nizvodnom dijelu je moguć iz pravca Jablanice odakle se odvaja magistralni put prema brani i nastavlja dalje prema Prozoru. Prilaz ka lijevoj obali rijeke je moguć preko mosta Bukov pod i dalje djelimično lokalnim putem i napuštenim koritom rijeke Neretve. Pravac pružanja doline rijeke Neretve na razmatranom potezu je sjever-jug. Teren je brdsko-planinski.

U hipsometrijskom pogledu teren u prostoru brane i dna doline napuštenog korita rijeke Neretve je na najvišim kotama poput Čeharskog vrha 827 m n.m. i Oskoruše 781 m n.m. U prostoru Bukov pod kod mosta kao najniža razmatrana kota je 230 m n.m gdje se završava planirana regulacija korita. Vegetacijski pokrivač je veoma oskudan i nerazvijen obzirom da je teren prilično devastiran zbog eksploatacije gabra.

GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONSKI SKLOP TERENA GEOLOGICAL STRUCTURE NAD TECTONIC CONSTITUTION OF THE TERRAIN

Šire područje korita rijeke Neretve izgrađuju sedimenti donjeg trijasa (T_1^2)-verfen, magmatski sedimenti-gabra (n) i kvartarni sedimenti (Q), (prilog 1).

Sedimenti donjeg trijasa- verfen (T_1^2) predstavljaju najstarije tvorevine na predmetnom prostoru. To su klastično-karbonatni sedimenti škriljci, glinci, alevroliti, laporci i proslojci

laporovitih krečnjaka. Cijela serija odlikuje se smjenjivanjem različitih litoloških članova. Starije partije verfena izgrađene su od glinovito-laporovitih stijena a u mlađim je dominantno učešće karbonatne supstance. Makroskopski se može konstatovati da je u cijeloj seriji zastupljena i bituminozna materija koja joj daje karakterističan sivo-crni izgled.

Gabro (n) se javlja u više varijeteta i ima oblik lakolita. Unutar masiva su utvrđeni varijeteti stijena:

- biotit-amfibolski gabro na koji otpada oko 53 % od ukupne mase;
- amfibolski gabro izgrađuje oko 17 % masiva
- noritski (hiperstenski) gabro na njega otpada oko 18 %
- normalni gabro i olivinski gabro su podređeniji i na njih otpada oko 6 %

Intruzija ove magmatske stijene je postanizijske starosti. Gornja granica do sada nije određena. Poznato je samo da je gabro probio verfenske slojeve. Ovako formirana intruzija je u postkonsolidacijom zahvaćena intenzivnim tektonskim pokretima tako da je na kartiranom dijelu terena granica gabro-verfen tektonskog karaktera. Na užem području brane su naročito česti varijeteti amfibolskog (bazični plagioklas+ augit) i biotitskog (bazični plagioklas + biotit) gabra.

Kvartarne naslage su najmlađe tvorevine obično nevezane ili slabo vezane stijene i lokalnog rasprostranjenja. Čine ih slabo vezani konglomerati koji se nalaze u lijevoj obali Neretve uzvodno od Jablanice gdje većinom grade erodovane terase deluvijalne starosti. Izgrađeni su od valutica uglavnom karbonatnog sastava a podređeno od gabra i verfenskih stijena.

Aluvijalni nanosi u dolini Neretve i njenih pritoka izgrađeni su od pijeskova, šljunka i ilovače različitog sastava.

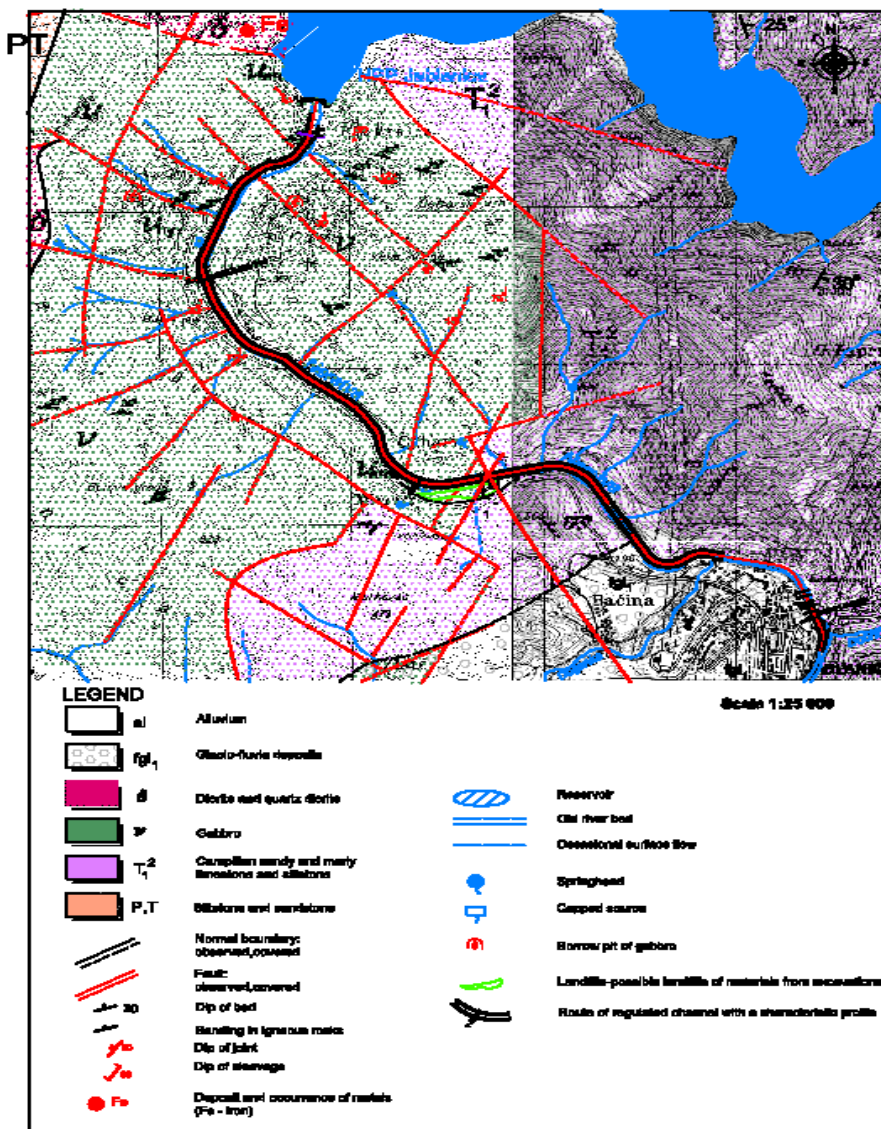
Obzirom na buičavi karakter potoka na ovom području, na njihovim ušćima u sada napušteno korito rijeke Neretve, formirali su se deblji proluvijalni nanosi u kojima su zastupljeni sedimenti različite zaobljenosti i granulacije. To su uglavnom sedimenti koji vode porijeklo iz verfena i masiva gabra. Skoro na cijelom području je formiran aluvijalno-deluvijalni pokrivač čija debljina samo lokalno prelazi debljinu od 1 m i izgrađen je od sitne drobine verfena koji se raspada u ilovače i drobine i grusa gabra.

U strukturno-tektonskom pogledu šira oblast razmatranog prostora je sa jugozapada ograničena tektonskom jedinicom visokog krša a sa sjeveroistoka tektonskom jedinicom unutrašnjih Dinarida. Jedino je uže područje unutar te cjeline bilo zahvaćeno intenzivnim tektonskim pokretima za vrijeme višefaznog ubiranja.

Intenzivni tektonski pokreti su se naročito manifestovali u seriji verfenskih sedimenata (T_1^2). Zbog svojih fizičko-mehaničkih karakteristika stijene verfena se pod visokim pritiscima ponašaju kao veoma plastične mase. To se odražava kroz brojne nabore registrovane na terenu a koji se kreću od centimetarskih do hektometarskih veličina. Proslojci krečnjaka u glinovito-laporovitim stijenama su se dijelom ponašale kao kruti mase pa često imaju nepravilan položaj u vidu sočivastih i nepravilnih oblika nagomilanja u seriji škriljavih glinaca i laporaca. Ovakvi intenzivni tektonski pokreti prouzrokovali su formiranje, pored plikativnih i to često pleglih i prevrnutih struktura, i jačih rupturnih razlomnih struktura i tektonskih deformacija nižeg reda-pukotinskih sistema.

Registrovani rasjedi, kao i pretpostavljeni, imaju pretežno pravac pružanja sjever-jug sa tendencijom povijanja ka sjeveroistoku tako da generalno sijeku verfensku škriljavu seriju, upravno. Pravac pružanja serije verfena je generalno dinarski, sjeverozapad-

jugoistok. Srednja veličina padnih uglova iznosi 10-30⁰. Azimuti padnih uglova su pretežno orijentisani ka sjeveroistoku. Lokalna odstupanja pravca pružanja i pada cijele serije su vrlo česta, što je i normalno s obzirom na intenzivne tektonske pokrete kojima je bila zahvaćena (više faze ubiranja Alpske orogeneze) kao i plastičnost cijele serije.



Sl. 1. Geološka karta.
Fig. 1. Geological map

Granica verfen-gabra, na osnovu do sada poznatih podataka, je rasjednog karaktera na cijelom području. Cijeli masiv gabra u okolini brane, u svom pripovršinskom dijelu je znatno ispucao. Pukotine su posljedica različitih faktora: od kontrakcije magme do procesa insolacije i dijela mase gabra u blokove različitog oblika.

HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

Geološku građu ovog terena čine stijene različitih hidrogeoloških karakteristika koje se mogu izdvojiti kao:

- slabo vodopropusne stijene pukotinske poroznosti
- slabo do vodonepropusne stijene pukotinsko-prslinske poroznosti i
- jako vodopropusne stijene intergranularne poroznosti

Stijene pukotinske poroznosti čine masiv gabra. Masiv gabra je znatno ispucao u dijelovima bliže površini. U pukotinama sadrži vodu i ima karakteristiku hidrogeološkog kolektora i to u hipsometrijski višim dijelovima sa funkcijom sprovodnika, a u dijelovima gdje je pad nivoa jezera i Neretve, funkciju kolektora i rezervoara. Širi razmatrani prostor počev od pregradnog mjesta brane Jablanica pa do Čehara u nizvodnom dijelu, u geološkom smislu izgrađuju magmatske stijene-gabro koje u hidrogeološkom pogledu čine slabovodopropusne do vodonepropusne stijenske mase. Međutim, lokalni uslovi kao što je jača ispuicalost, povezanost otvorenih pukotina, hipsometrijski položaj u prostoru i posebno egzistiranje formiranog Jablaničkog jezera uslovlili su da ove stijene dijelom imaju i funkciju hidrogeoloških kolektora pukotinskog tipa poroznosti – sprovodnika i rezervoara.

Stijene pukotinsko-prslinske poroznosti su verfenske škriljave stijene (T_1^2) koje su u svojim pripovršinskim dijelovima znatno ispucale tako te se u njoj do dubine od najviše par desetina metara formira izdan. Povezanost i razrađenost pukotina je relativno mala, pa izdan nije kontinualna na širem prostoru, i njeno dreniranje se vrši preko malog broja izvora. Veći izvor je registrovan na kontaktu verfena i gabra u Čeharima, kapaciteta nekoliko l/s pri maksimalnom isticanju. U cjelini posmatrano verfenska škriljava serija dijelom i gabro imaju karakteristike hidrogeoloških izolatora a naročito u dubljim dijelovima.

Stijene intergranularne poroznosti su kvartarne starosti predstavljene konglomeratima, šljuncima, pijescima, ilovačom i drobinom. Vodopropusnost im je veoma promjenjiva. Ako je u njima dominantno učešće glinovite materije tada su gotovo vodonepropusni do slabovodopropusni. Uglavnom su to eluvijalni, deluvijalni i proluvijalni pokrivači. Korito i riječne terase čine riječni nanosi šljunka pijeska blokova i drobina koje u hidrogeološkom pogledu čine jako vodopropusne stijenske mase. Nalaze se duž cijelog riječnog korita sa promjenjivom debljinom od 1 do nekoliko desetina metara. Kako se u padinskim stranama vrši eksploatacija gabra, dolazi do nekontrolisanog odlaganja jalovinskog dijela niz padinu a tako i u riječno korito. Ovaj materijal je vještački deponovan i kao takav učestvuje i čini kompleks stijena intergranularne poroznosti. Uglavnom su to blokovi i drobina degradiranog gabra.

INŽENJERSKOGEOLOŠKE ODLIKE TERENA ENGINEERING-GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

U geološkoj građi učestvuju verfenski sedimenti koji se nalaze nizvodno od mjesta Čehari i tektonski su odvojeni od masiva gabra. Te stijene su izgrađene od škriljavih glinaca, slojevitih krečnjaka i laporaca, laporovitih krečnjaka i alevrolita pa imaju i veoma različite fizičko-mehaničke karakteristike. Na osnovu inženjerskogeoloških karakteristika glinci spadaju u grupu poluokamenjenih silikatnih stijena, a najpovoljnije fizičko-mehaničke karakteristike imaju krečnjaci koji pripadaju grupi kamenitih, karbonatnih, kristalastih i kriptokristalastih stijena. Ove stijene se na terenu smjenjuju u vidu liskastih, pločastih i tankoslojevitih partija debljine od nekoliko mm kao npr. liskasti škriljavi glinci pa do nekoliko desetina cm poput laporovitih krečnjaka i krečnjaka. Stoga se njihove inženjerskogeološke karakteristike moraju posmatrati kompleksno, kao zbir pojedinačnih osobina svih navedenih litoloških članova te se tretiraju kao inženjersko-geološki kompleks. Slojevitost je bitna odlika verfenskih stijena jer se po međuslojnim plohama dijele u liske, ploče i tanje slojeve. Pored slojevitosti jasno je izražena škriljavost koja je paralelna slojevitosti i odlikuje se planparalelnom orijentacijom liskastih minerala u laporcima i alevrolitima. U krečnjacima je uočena manje izražena uškriljenost. Prilikom izvođenja radova u ovim stijenama može se očekivati jasno izdvajanje stijene u liske ploče i tanje slojeve.

Ispucalost je takođe izražena u verfenskom kompleksu a najintenzivnija je u rasjednim zonama gdje su stijene potpuno zdrobljene i kao takve veoma loših fizičko-mehaničkih osobina. U tim zonama često je povećan sadržaj glinovite materije s tim da je i cirkulacija podzemnih voda intenzivnija. Manje pukotine i prsline su najčešće zapunjene kalcitom ali ne slabe stijensku masu u rasjednim zonama i zonama dužih i dubljih pukotina koje razdvajaju masiv u blokove. U cjelini ispucalost verfenskih stijena, s obzirom na regulaciju nije tako intenzivno izražena da bi mogla da prouzrokuje smetnje pri radovima izuzev u rasjednim i jače pukotinskim zonama.

Posebna vrsta ispucalosti, klivaž, se mjestimično jasno zapaža i manifestuje kao sistem prsline i manjih pukotina pod određenim uglom u odnosu na slojevitost, zavisno od toga u kom dijelu strukture je registrovan.

Pored ovih osobina verfenski kompleks stijena se karakteriše jasano izraženom anizotropijom fizičko-mehaničkih osobina s obzirom na različite litološke članove u njemu. Čvrstoća na pritisak takođe znatno varira u zavisnosti od sastava i tektonske oštećenosti stijene i kreće se od nekoliko desetina kg/cm^2 u pripovršinskim partijama glinaca pa do oko 1000 kg/cm^2 u krečnjacima.

Raspadanjem ovih stijena formira se glinovita drobina veoma nepovoljnih fizičko-mehaničkih karakteristika, a pošto su podložne raspadanju, često se taj proces odvija do dubine od par metara i u kombinaciji sa ispucalošću prouzrokuje formiranje klizišta i nestabilnih padina.

Prostor pregradnog mjesta brane i nizvodnog dijela terena izgrađuju magmatske tvorevine gabra nazvan kao jablanički gabro. Po svojim inženjerskogeološkim karakteristikama gabro pripada grupi kamenitih stijena. To je silikatna, masivna potpuno iskristalisana stijena zrnaste strukture. U užem području brane naročito su česti varijeteti biotitskog i amfibolitskog gabra sa svojom paralelnom teksturom po kojoj su nastale i neke važnije pukotine, bolje rečeno, čitave grupe paralelnih pukotina.

Posmatrajući strukturno-teksturne osobine cjelokupne mase gabra, može se zaključiti da je on prilično monoton. Pretežno su to stijene srednje veličine zrna, samo ponekad sa

krupnijim pegmatitskim diferencijacijama. Tekstura im je najvećim dijelom masivna, a vrlo rijetko paralelna i to posebno u varijetetima amfibolskih i biotitskih gabra. Ovdje se često zapaža uškriljeni gabra, koji kad se radi o amfibolskim varijetetima prelazi u amfibolske škriljce.

U neposrednoj blizini brane primjećene su uske zone uškriljenog gabra koji je naknadno grusificiran. Grusificirani gabra zapaža se i duž sfernih pukotina koje izdvajaju zaobljene blokove. Opšta je pojava da je gabra na površini raspadnut, što se manifestuje stvaranjem grusa a kasnije i humusa. Naročito velika mase grusa nalazimo u obodnim dijelovima gabra u kome je smještena i brana. Od toga su proistekle i poznate teškoće oko saniranja padine iznad brane na lijevoj obali. Na otvorenim profilima može se pratiti „mehanizam“ grusifikacije koja se odvija od obodnih dijelova sferoidnih blokova prema unutrašnjosti.

Prema inženjerskogeološkim klasifikacijama gabra se svrstava u krute, kamenite stijene koje imaju čvrstoću na pritisak cca 1800-2000 kg/cm². Gabra je silikatna, masivna potpuno iskristalisala stijena zrnaste strukture. Prema literaturi dozvoljeno opterećenje je od 15-40 kg/cm². Otpor pri usjecanju označen sa „f“ po F.P. Savremenskom iznosi 10-20.

Ispucalost je jedna od bitnih karakteristika gabra koji u velikoj mjeri utiče na geomehaničke osobine tako i na hidrogeološku funkciju ovih stijena. Pukotine koje su posljedica raznih faktora, od kontrakcije magme do procesa insolacije, dijele masu gabra u tijela različitog oblika. Najveći značaj za uže područje imaju pukotine koje izdvajaju blokove sfernog oblika i duž kojih je najintenzivnija grusifikacija. Ovako izdvojeni blokovi predstavljaju najnestabilnije dijelove gabra mase u geotehničkom smislu, a ispiranje grusa otvara puteve vodi, pa omogućuje proticanje vode u većim količinama.

Kvartarni stijene kao što su konglomerati, šljunak, pijesak ilovače i drobina, pripadaju grupi poluvezanih i nevezanih stijena, a inženjerskogeološke karakteristike im variraju u zavisnosti od stepena konsolidovanosti, čistoće, uticaja vode i dr. U razmatranom prostoru riječnog korita značajni su sedimenti riječnog nanosa i padinske drobine. Oni se nalaze kao veća nagomilanja u riječnom koritu i kao takvi predstavljaju problem u regulaciji većeg toka pri aktiviranju protočnih polja a time i nesmetano oticanje pri većim vodostajima. Za tu svrhu je i planirana ova regulacija.

Inženjerskogeološki uslovi regulacije korita-brana-most Bukov pod

Izradom elaborata za Glavni projekt obuhvata tretiran prostor počev od pregradnog mjesta brane HE Jablanica, od P98, st. 5+487,66-P105, st. 5+745; od P98, st. 5+487,66 pa do mosta Bukov pod, P77, st. 4+357,47. Prostor je tretiran s ciljem uređenja slapišta i temeljnog ispusta brane i regulisanje dijela korita neposredno ispod brane i izlaznih organa. U geološkoj građi ovog prostora učestvuju sedimenti gabra kao magmatske stijene i kvartarni sedimenti. Petrografski gledano stijenski masiv grade biotitski gabra, zrnaste strukture i homogene teksture.

Fizičko-mehaničke karakteristike gabra su:

- Zapreminska težina $g = 27 \text{ kN/m}^3$
- Čvrstoća na pritisak s do 2800 kp/cm^2

Karakteristika gabra je velika otpornost na habanje. Lučenje stijene je u formi banka i paralelopipeda.

Genetski nastanak pukotina je od lučenja i tektonskih pokreta. Preovlađuju dva pravca pružanja pukotina: sjeveroistok- jugozapad i sjeverozapad-jugoistok i padaju strmo pod

uglom od 80-85⁰. Veličina zijeve pukotina kreće se od 1 do 10 cm a ponegdje su i veće. Veće pukotine uglavnom su tektonskog porijekla i prodiru duboko u stijenski masiv a ispunjene su zdrobljenim, grusificiranim i ilovačastim materijalom. Pukotine su ispresjecale stijensku masu u blokove različite veličine. Veličina i brojnost pukotina kao i sastav ispune veoma su nepoželjne pojave, u našem slučaju u području slapišta, jer preljeveni mlaz lako ispira ispunu pa se stvaraju izdjeljeni blokovi koje energija mlaza lakše odvaja iz osnovne stijenske mase.

U ljeto 1975.god. izvršeno je ispušavanje slapišta u cilju pregleda stanja u području slapišta. Pri tome su se uočile brojne pukotine i izdjeljenost stijene na blokove kao i preostali materijal na dnu.

Kvartarni sedimenti uglavnom najviše grade riječno korito u vidu riječnog nanosa i drobine gabra koja je deponovana i akumulirana u riječno korito. To su nevezane stijene promjenjivog petrografskog i granulometrijskog sastava i ujednačenih fizičko-mehaničkih svojstava. U osnovi leže pri dnu riječnog korita kao i u bokovima. Debljina nanosa se kreće od 4-9 m, najčešće 4-6 m.

Brana Jablanica je lučno-gravitacionog tipa, građevinske visine 80 m i sa preljevom smještenih na kruni brane.

Nakon izgradnje brane nije posebno izgrađeno slapište nego je ostavljeno da preljeveni mlaz formira prirodno slapište u napuštenom koritu rijeke. Nakon završetka brane pristupilo se organizovanju osmatranja erozionog učinka preljevnog mlaza u području slapišta. Tokom 1955. godine postavljeni su stalni profili za mjerenje erodiranja dna u slapištu i izvršena su prva mjerenja. Zbog dugotrajnih i učestalih preljeva, u toj godini nisu se mogla u potpunosti mjerenja izvršiti. Od te godine pa do danas vrši se sistematsko i redovito mjerenje u koritu, u prostoru slapišta, i to poslije svakog dugotrajnog preljeva.

Proces erodovanja bio je najbrži u periodu od 1955-1957.god. i tad je razmatrana potreba izgradnje praga u slapištu sa ciljem izdizanja vode u već stvorenoj bućnici, kako bi se umanjilo eroziono djelovanje mlaza. Međutim, rezultati kasnijih osmatranja i mjerenja ukazali su da je proces erodiranja dna slapišta poprimio normalan tok razvoja pa je ostavljen da se on i dalje prirodno odvija, a uz redovitu kontrolu. Nakon dugotrajnih preljeva u vremenu od 1955-1957., izmjerena dubina vode u stvorenoj bućnici iznosila je već 5 m što znači da je energija preljevnog mlaza izvršila produbljenje dna do kote 195. U tom periodu, istovremeno su u radu bila 4 protočna polja.

Područje na kojem je formirano slapište je dio napuštenog riječnog korita rijeke Neretve, ispod brane. Širina korita iznosi prosječno 50 m. Dno tadašnjeg slapišta bio je pokriveno riječnim nanosom debljine 8-9 m, sastavljenog od rječnih valutica veće krupnoće i djelimično od kamenog materijala ostalog od iskopa temelja brane. Prvobitno dno se nalazilo na koti 200 a osnovna stijena, na kojoj je ležao nanos, nalazi se između kota 191 i 192. Položaj osnovne stijene određen je na osnovu temeljenja temeljnog ispusta koji je fundiran u stijeni. Obilaskom terena u nizvodnom dijelu temeljnog ispusta, u desnoj strani korita, uočavaju se i izdanci gabra.

U 1955. godini postavljeno je 18 mjernih profila i slapištu za praćenje erozionog djelovanja preljevnog mlaza. Kasnije, zbog ukazane potrebe, dodano je još 3, pa se od tada mjerenja vrše na 21 profilu. Mjerni profil obuhvataju dužinu korita od 75,30 m.

Prilikom izrade ovog elaborata, u fazi obilaska terena kao i izrade projektne dokumentacije, utvrđeno je da je stanje na terenu izmjenjeno u odnosu na prethodnu studiju. Riječno korito je prilično očišćeno u predjelu temeljnog ispusta. Procjenjuje se da je debljina nanosa manja za 2-3 m. Obzirom da su u januaru i martu 2013. radili preljevi, sitnije frakcije u

ovom dijelu su odnešene dok su ostale krupne sa blokovima i komadima gabra. Sitne frakcije su prisutne u nizvodnom dijelu korita između P92 i P89. U nizvodnom dijelu do mosta Bukov pod uz procjeđivanje riječnog toka vidljive su nešto krupnije frakcije gabra u obliku komada i valutaka istih. Obzirom na blizinu izdanaka uz korito, ovdje je za očekivati manju debljinu riječnog vučenog nanosa. Na lijevoj padini do korita rijeke, duž cijelog toka prisutan je deponovani materijal iz obližnjeg kamenoloma. Ukoliko ovaj materijal bude i dalje deponovan postoji opasnost da isti zapunjava i korito što dodatno otežava kretanje velikih voda a time i pomjerenje vučenog nanosa ka nizvodnom dijelu.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

U radu je tretiran prostor počev od pregradnog mjesta brane HE Jablanica, od P98 pa do mosta Bukov pod, P77. Zbog uređenja slapišta i temeljnog ispusta brane te regulisanje dijela korita rijeke Neretve neposredno ispod brane i izlaznih organa izvršeno je geološko rekognosciranje terena sa geološkim kartiranjem korita rijeke i padinskih strana. Prostor u kome se razmatra uređenje slapišta kao i regulacija korita izgrađuju stijene donjeg trijasa, magmatske stijene gabra i riječni nanos u vidu šljunka, pijeska, krupne i sitne drobine.

U hidrogeološkom pogledu teren koji grade stijenske mase verfenska škriljava serija, gablo i kvartarni sedimenti su različitih hidrogeoloških osobina i funkcija.

U inženjerskogeološkom pogledu u zavisnosti od tektonske oštećenosti ove stijenske mase su pretrpjele promjene u pogledu fizičko-mehaničkih karakteristika.

Nakon izgradnje brane HE Jablanica u napuštenom koritu formirano je slapište koje je nakon dugotrajnih preljeva izdubilo korito rijeke. Na odstojanju od cca 50 m od odskoka preljevnog mlaza se formirala i bućnica od 5 m dubine a energija preljevnog mlaza je izvršila produbljene dna do kote 195 (od 1955-1957). Proces produbljenja se i dalje nastavljao ali sa manjim intenzitetom. U cilju ostranjenja riječnog i deponovanog nanosa sa padine, nanosi u riječnom koritu po GN 200 pripadaju II,III i podređeno IV kategoriji u omjeru 25%:40%:30%. Kako u ovom koritu egzistiraju i krupni blokovi gabra, iste je potrebno usitniti ili deponovati na padinske strane kao obaloutvrda. Za ovakve materijale se predviđa upotreba eksplozivnih sredstava ili mašina koje drobe ovu stijensku masu, a koji odgovaraju VII kategoriji iskopa. Nakon ostranjenog nanosa za očekivati je da će se iskopi izvesti u osnovnoj stijenskoj masi gabra. Iskopi u ovoj stijenskoj masi bi se izveli u VII kategoriji.

Deponija koja se predviđa od P44-P55 se nalazi u proširenoj riječnoj terasi na desnoj obali rijeke. U sadašnjim uslovima ovaj dio terena se nalazi iza kote regulisanog korita na zaravnjenom dijelu. Kao moguće potencijalna deponija je meguća ukoliko ne ugrožava postojeće regulisano korito.

Literatura References

- Čelebić, Đ. 1967: Geološki sastav i tektonski sklop paleozoika i mezozoika između između Konjica i Prozora sa naročitim osvrtom na ležišta Fe i Mn ruda. Knjiga X. Posebno izdanje Geološkog glasnika. Sarajevo.
- Čičić, S. 2002: Geološki sastav i tektonika Bosne i Hercegovine. Monografija Earth Science Institute. Sarajevo.
- Hrvatović, H. 2000: Paleozoic of mid-Bosnian Schist Mts. Pancardi 2000. 75-77. Dubrovnik, Croatia.

- Hrvatović, H. 2000: The River Neretva Canyon from Jablanica to Mostar. Pancardi 2000. 81-91. Dubrovnik, Croatia.
- Operta, M., Hyseni, S. Pamuk, S. 2012: Hydro Geological Engineering and Geological Characteristics of the Upper Neretva Basin (Bosnia and Herzegovina). IJET International Journal of Engineering & Technology, Volume 2, No.9, 1492-1502. ISSN 2049-3444
- Pamić, J. 2000: Triassic Jablanica gabbro pluton in north Hercegovina. Pancardi 2000. 77-80. Dubrovnik, Croatia.
- Pamić, J., Tomljenović, B. 1998: Basic geological data on the Croatian part of the the Mid-Transdanubian Zone.-Acta geol. Hungarica, 41, 389-340, Budapest.
- Pamić, J., Tomljenović, B. 2000: Geodynamic evolution of the Mesozoic Dinaridic ophiolites.- Lithos, in press.
- Pamić, J., Gušić, J., Jelaska, V. 1998: Geodynamic evolution of the Central Dinaridesd.- Tectonophysics, 297, 251-2698, Amsterdam.
- Trubelja, F., Marchig, V., Burgath, K. P., Hondorf, A. (2000): Initiation of Tethys formation: evidence from triassic magmatic rocks from Bosnia and Hercegovina.- Second Croat. Geol. Congr., Proceedings, 441-446, Cavtat-Dubrovnik, Croatia.
- Standards for Geological Investigation of Dam Foundations – Japanese National Committee of the International Commission on Large Dams, 1978.

SUMMARY

GEOLOGICAL CHARACTERICS OF THE TERRAIN IN THE NERETVA RIVER BED'S PART REGULATION AREA

Operta Mevlida¹, Pamuk Suada², Kemajl Kurteshi³

¹ University of Sarajevo, Faculty of Mathematics and Science, Department for Geography
Zmaja od Bosne 33-35, Bosnia and Herzegovina

²Energo-engeenering, Sarajevo

³Faculty of Natural History, Priština

opertamevlida@yahoo.com suada.pamuk@energoinvest.ba

Treated area in this paper starts from the barrage point of the HE Jablanica dam, from P98 until the bridge of Bukov pod, P77. Due to regulation of waterfall spot and basic dam taphole, as well as bed's part regulation river Neretva directly beneath the dam and output organs, geological recognition of the terrain has been performed with geological mapping of the river's bed and slope sides. The space in which is considered the regulation of waterfall spot, as well as bed regulation is made of Lower Trias rocks, magmatic rocks of Gabbros and of river deposit like gravel, sand, large and fine-grained crushed stones.

In hydrogeological sense, the terrain which has been made of rock masses like Verferne schist seria, Gabbros and Quaternary sediments, has various hydrogeological characteristics and functions.

In engineering-geological sense, depends on tectonically damage, these rock masses suffered changes in sense of physical-mechanical characteristics.

After building the HE Jablanica dam, a spillway was formed in the abandoned bed, which deepens the bed after lasting jets. In a distance of cca 50 m from bounce of overflowed jet, also stilling basin was formed with 5 m depth, and the energy of overflowed jet performed deepening of the bottom until elevation 195 (since 1955 to 1957). The process

of deepening still continued but with less intensity. In the aim of removal of the river drift and deposited one from slope, deposits in the river bed, according to GN 200 belong to II, III, and subordinated to IV category in proportion 25%:40%:30%. As in this bed there exist also large blocks of gabbro, the ones should be chopped up or deposited on slopes as side-fort. For such materials is predicted usage of explosive means or machines which break this rock mass, and which suit to VII category of excavation. After removed deposit, it is to expect that these excavations will be performed in the basic rock mass of gabbro. Excavations in this rock mass would be performed in the VII category.

Depot which is predicted from P44-P55 is situated in the expanded river terrace on the right river side. In present conditions this part of the terrain is situated behind elevation of the regulated bed, on sleek part. As depot, it is possible if not endangers the existing regulated bed.

Autors

Mevlida Operta was born in Tuzla, where she went to school. She graduated in Geology at the Faculty of Mining and Geology and also obtained master and PhD degree at the same university. Today, she is an Associate Professor at the Faculty of Sciences in Sarajevo. At the center of her scientific work are geological and mineralogical-petrographic studies. She has published over 80 scientific papers. Most of them represent original research papers, and some have an international review. She is author of four university textbooks. She has participated in the development of projects and studies in the field of geology.

Suada Pamuk was born in Pljevlja. She has studied and graduated in geology at the Faculty of Mining and Geology in Tuzla. Today, she works in Energoinvest in Sarajevo as lead designer. She participates in the preparation of project technical documentation in the field of geology, hydrogeology and engineering geology related to the regulation of riverbeds, rehabilitation, water supply and design of HPPs and SHPPs. She has participated in 13 projects as an associate. She is author of 17 projects related to the preparation of Studies, Preliminary Designs and Projects of Research Works. She has published 12 professional papers and some have an international review.