

GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE I TEKTONSKA GRAĐA SLIVNOG PODRUČJA GORNJE NERETVE

Mevlida Operta

Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju,
Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
opertamevlida@yahoo.com

Suada Pamuk

Energoinženjering, Sarajevo
suada.pamuk@energoinvest.ba

U ovom radu su prezentirane hidrografske i geomorfološke odlike, te geološke i tektonske karakteristike terena u sklopu slivnog područja Gornje Neretve, počev od šireg prostora entitetske granice do izvorišne zone rijeke. Unutar proučavanog terena izdvojene su strukturno-facijalne jedinice. Pored općih svojstava prikazane su hidrogeološke karakteristike terena. Radi boljeg sagledavanja hidrogeoloških odnosa u slivu i vodoobilnosti unutar određenog dijela toka Neretve izvršena je klasifikacija stijenskih masa i razgraničenje slivnog područja. Analizom geološko-tektonskog sklopa, geomorfoloških odnosa, te ispitivanjem podzemnih vodnih veza utvrđena je granica sliva-vododjelnica.

ključne riječi: geomorfološke odlike, hidrografske, geološka građa, tektonika terena, hidrogeološka svojstva, granice sliva.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND TECTONIC STRUCTURE OF THE UPPER NERETVA BASIN

Mevlida Operta

University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Geography,
Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
opertamevlida@yahoo.com

Suada Pamuk

Energoinženjering, Sarajevo
suada.pamuk@energoinvest.ba

In this paper, hydrographic and geomorphologic characteristics, as well as geologic and tectonic characteristics of terrain within the upper Neretva river basin, starting from a broader area of the inter-entity boundary line, up to the source river zone, were presented. Within the studied terrain, structurally-facial units are distinctive.

Along with general characteristics, hydrogeologic characteristics of terrain were presented. For the purpose of better understanding of hydrogeologic relations in the stream basin, and water abundance inside the specific section of the Neretva, a classification of rock masses and the river basin delimitation were performed. Based on analysis of geological-tectonic structure, geomorphologic relations and exploration of the underground water connections, a boundary of the river basin, a water shed, was determined.

Key words: geomorphologic characteristics, hydrographic, geological structure, hydrogeologic characteristics, the river basin margins.

UVOD INTRODUCTION

Gornja Neretva obuhvata dio sliva ove rijeke uzvodno od grada Konjica. Ovo područje je u više navrata bila predmet istraživanja, počev od 1953. godine kada je urađena pregledna geološka karta 1:50 000 i osnovni projekat hidroenergetskog iskorištenja vode Neretve i Rame. U periodu 1959-1960. god. nastavljena su geološka istraživanja, a obimnija istraživanja za hidroelektranu Ulog su finalizirana 1965. godine. Pored geofizičkih ispitivanja, mineraloško-petroloških, paleontoloških i fizičko-mehaničkih ispitivanja urađena su i ispitivanja podzemih voda i razdvajanje sliva Gornje i Donje Neretve u području Luka i Kruševljana (planina Crvanj-Crna Gora). Od 1986. godine izvršena su obimna istraživanja u okviru projekta Gornja Neretva koja su obuhvatila i seizmološka istraživanja. Tokom 1989. godine urađen je idejni projekat HE Glavatičevo. Zatim je urađeno idejno rješenje za HE Ljubuču i fotogeološka analiza strukturno-tektonskih elemenata za prostor od izvorišta Neretve pa sve do Mostara. Institut za zemljotresno inženjerstvo i konstrukcije Banja Luka u saradnji sa Seizmološkim zavodom Sarajevo uradio je namjenska seizmološka istraživanja.

Tokom svih navedenih istraživanja korištena je postojeća dokumentacija listovi OGK Kalinovik, Foča, Nevesinje i Gacko, kao i tumači za ove listove. Izuzetv pripremljenih radova na obezbjeđenju dokumentacije obavljani su terenski i kabinetski radovi. U radu je dat prikaz hidrografskih i geomorfoloških karakteristika slivnog područja Gornje Neretve, te geološke građe, tektonskih odlika i hidrogeoloških svojstava sliva. Analizom geološke građe i geomorfoloških odnosa, te ispitivanjem podzemnih vodnih veza urađeno je generalno razgraničenje slivnog područja.

HIDROGRAFSKE ODLIKE TERENA HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

Gornja Neretva je uzvodni dio toka od entitetske granice pa sve do izvora Neretve. Slivno područje Neretve do ove granice iznosi cca 500 km². Od sliva Trebišnjice i Donje Neretve razdvojeno je Crvnjem, površi Morina i Vučevom. Na krajnjem jugoistočnom obodu sliva dominira površi i prevoj Čemerno. U ovom prostoru formirana je vododjelnica između tri sliva: Neretve-Drine-Trebišnjice. Od sliva Bosne i Drine razdvojeno je planinskim masivima Treskavice, Lelije i Zelengore. Rijeka Neretva izvire pod Gredeljom, sjeverozapadno od planinskog prevoja Čemerno, u vidu izvorišne čelenke koju formiraju prstenasto raspoređeni manji izvori i tokovi. To je i razlog da u najgornjem dijelu ima bujičasti karakter.

Neretva sa svojom dolinom pruža se sredinom slivnog područja, generalnog pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok. Promjena pravca na potezu Ulog-Ljubuča je uslovljena strukturno-tektonskim odnosima.

Pritoke Neretve sa desne strane su Ljuta, Jezernica Tatinac i Rijeka, a manje pritoke su Klištica, Bistrica i dr. Sa lijeve strane važnije pritoke su Jezernica, Likač potok i Živašnica. Od pomenutih pritoka po vodonosnosti ističu se Ljuta i Jezernica, ali se Ljuta i Živašnica ulijevaju u Neretvu nizvodno od entitetske granice. Nizvodno od entitetske granice, na desnoj dolinskoj strani formirano je vrelo velike izdašnosti Krupac koje drenira dio sliva a koji pripada uzvodnom vodotoku Jezerica-Tatinac sa Vrhovinskom rijekom.

Sa obje dolinske strane Neretve nalaze se stalni i povremeni izvori manje izdašnosti, ali veću izdašnost imaju vrela na desnoj dolinskoj strani, odnosno na kontaktu fliša i karbonata.

Među jezerima ističu se: Uloško, Štirinsko i Kotlaničko jezero na Leliji, Bijelo i Veliko jezero na Treskavici i Blatačko na Lavnici.

GEOMORFOLOŠKE ODLIKE TERENA GEOMORPHOLOGIC CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

Sa geomorfološkog aspekta ovaj planinski predio se sastoji od površi sa kojih se izdižu vrhovi, grebeni visokih planina tzv. visoke površi. Oblik površi imaju Treskavica, Zelengora i donekle Crvanj. Pošto je sastav terena uglavnom krečnjačko-dolomitski u okviru ovih površi razvijeni su kraški oblici u vidu uvala i zona sa vrtačama i često sa ostacima naslaga morenskog materijala kao npr. na Leliji, Visočici, Treskavici i dr. Pored visokih postoje i niže površi unutar kojih su pretežno riječni tokovi prosjekli svoje doline.

Istaknuti planinski vrhovi su nadmorskih visina od 1500 do 1920 m (Zumomor na Crvnju) i 2032 m (Velika Lelija).

U najgornjem dijelu dolina Neretve ima razvučen „V“ oblik sa asimetričnim stranama, pošto je formirana u monoklinalnoj strukturi nagnutih flišnih sedimenata od lijeve ka desnoj obali. U području Ulog-Nedavići dolina je proširena, približno razvučenom „U“ oblika, sa elementima kotlinskog karaktera i usječena je u flišnim sedimentima. Nadmorska visina korita rijeke u zoni entitetske granice je 521 m, dok se izvorišna zona nalazi između izohipsi 1200 i 1350 m. Prosječan pad korita na predmetnom području iznosi 1,9 %. Nizvodno Neretva ulazi u kanjon, visine 150-200 m, asimetričnih oblika s obzirom na tektonsku složenost i litološke asimetričnosti u građi. Slične osnovnoj dolini Neretve su i doline njenih pritoka. Odluke uzdužnih profila ovih pritoka su veliki gradijenti pada sa čestim pojavama relativno visokih kaskada.

GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

U slivnom području Neretve najviše su zastupljene karbonatne stijene mezozoika, dok su klastični sedimenti mezozoika i tercijara podređenije zastupljeni. U odnosu na trijasko sedimente kredni i jurski imaju manje učešće i nalaze se u centralnom i jugoistočnom dijelu slivnog područja. Zatim po zastupljenosti dolaze klastični i klastično-karbonatni sedimenti jure, dok su sedimenti tercijara i magmatske stijene veoma malo zastupljene.

Geološka karta slivnog područja urađena je na topografskoj osnovi razmjere 1:100 000 koristeći se listovima osnovne geološke karte; Kalinovik, Foča, Gacko i Nevesinje (Slika 1.).

Donji trijas je otkriven u dvije odvojene zone dinarskog pravca pružanja. Idući od sjevera prema jugu nalazi se Zona Vrhovina-Vlaholje-Jelašca i Zona Ljubuča-Obalj-Štirinsko jezero.

LEGEND:

A. LITHOSTRATIGRAPHIC MARKS AND HYDROGEOLOGIC PROPERTIES

AGE	MARK	LITHOLOGICAL COMPOSITION	POROSITY TYPE	HYDROGEOLOGICAL FUNCTION	ENGINEERING - GEOLOGY CLASSIFICATION
QUATERNARY	W	ALLUVIAL DEPOSIT: GRAVEL, SAND AND COBBLES	INTERGRANULAR	HIGHLY PERMEABLE ROCKS: AQUIFER, WATER BEARING BED AND STORAGE	NONOHESIVE COARSE, GRAINED AND FINEGRAINED CLASTIC SEDIMENTARY ROCKS
	S	TALUS: DEBRIS AND BLOCKS			
	U	ROCKFALLS: DEBRIS AND BLOCKS			
	I	TUFA			
	W	LIMNOGLACIAL SEDIMENTS, GRAVEL AND CLAY			
	W	MORAINES: DEBRIS, BLOCKS AND CLAYS			
TERTIARY	M _{2,3}	CONGLOMERATES, TUFACEOUS AND SANDY LIMESTONES	FRACTURE - FISSURE, SECONDARY CAVERNOUS AND INTERGRANULAR POROSITY	COMPLEX OF IMPERMEABLE AND FERMEABLE ROCKS. AQUIFUGE FUNCTION PREVAIL WITH THE GROUND	COMPLEX OF WELL TO POOR PETRIFIED AND LOCALLY UNPETRIFIED AND LOCALLY UNPETRIFIED CLASTIC ROCKS.
	M _{2,3}	CONGLOMERATES, TUFACEOUS SANDSTONES, SANDSTONES, MARLS AND CLAYS			
CRETACEOUS	Pg	CALCARENITES, BRECCIA LIMESTONES, SANDSTONES	FRACTURE - CAVERNOUS	IMPERMEABLE ROCKS WITH FUNCTION OF AQUIFER	COHESIVE WELL PETRIFIED CARBONATE ROCKS
	K	SANDSTONES, SANDY-MARLY LIMESTONE, MARLS, CLAYSTONES, CALCARENITES			
	K	CALCARENITES, MARLSTONE WITH SOME LIMESTONES, BRECCIAS, SANDSTONES AND CLAYSTONES			
	K	MARLY AND SANDY LIMESTONES, LIMESTONES, MARLSTONE AND CALCARENITES			
	K	BRECCIAS, BRECCIA LIMESTONE, CALCARENITES, MARLY LIMESTONES, MARLSTONE AND CLAYSTONES			
JURASSIC	K ₁ ¹ K ₂ ²	LIMESTONES WITH CHONDRONOTAE AND RDOLIMITES	FRACTURE - CAVERNOUS	PERMEABLE ROCKS WITH FUNCTION OF AQUIFER	COMPLEX OF COHESIVE WELL TO POORLY PETRIFIED SEDIMENTARY ROCKS WITH CARBONATE BONDING AGENT
	K ₁	LIMESTONES WITH TINTINIDS, SOME DOLOMITES			
	J _{1,2}	PLYSCH-BRECCIAS, BRECCIA-LIMESTONE, MARLSTONE, SANDSTONES, CLAYSTONES, CALCARENITES			
TRIASSIC	J ₃	LIMESTONES AND SOME DOLOMITES	FRACTURE - CAVERNOUS	PERMEABLE TO LESS PERMEABLE ROCKS AQUIFERS	COHESIVE WELL PETRIFIED CARBONATE AND SILICATED ROCKS, LOCALLY VOLCANIC ROCKS
	J _{1,2}	LIMESTONES, DOLOMITES, CHERTS, MARLSTONE			
	T ₁	LIMESTONES WITH CHERTS AND MARLSTONE			
	T _{2,3}	LIMESTONES AND DOLOMITES			
	T ₃	DOLOMITES AND DOLOMITIC LIMESTONES			
	T ₁₊₂ T ₃	DOLOMITES, DOLOMITIC LIMESTONES, CHERTS, DOLOMITES			
	T ₂	CHERTS, SANDSTONES, CLAYSTONES, TUFA, LIMESTONES AND DOLOMITES			
	T ₁	DIABAS, SPLITE			
	T ₁ ¹ T ₁ ²	RED BRECCIA-LIMESTONES, LIMESTONES AND DOLOMITIC LIMESTONES			
	T ₁ ¹ T ₁ ²	DOLOMITES			
TRIASSIC	T ₁ ¹ T ₁ ²	MARLSTONE, SANDSTONES, CLAYSTONES, MARLY SANDY LIMESTONES	FRACTURE - FISSURE	IMPERMEABLE ROCKS AQUIFUGES	COMPLEX OF POORLY TO WELL PETRIFIED GLASSIC ROCKS SECONDARILY CARBONATE ONE

Sl. 1a. Legenda uz geološku kartu

Fig. 1a. Legend (lithostratigraphic marks and hydrogeologic properties).

U sjeveroistočnom dijelu slivnog područja nalazi se prva zona verfenskih sedimenata predstavljena liskunovitim kvarcnim pješčarima i škriljcima, na kojima leže krečnjaci i

dolomiti srednjeg trijasa ili transgrediraju flišni sedimenti jure. Veće rasprostranjenje ovih sedimenata je u području Bistrice (sliv Drine). Druga zona donjotrijaskih sedimenata je od istočne granice sliva (Štirinsko jezero) prema sjeverozapadu. Zastupljeni su litološki istovjetni sedimenti kao u prvoj zoni. Najstarije stijene donjeg trijasa su smještene u antiklinalnim dijelovima struktura i tektonski izdignutim krilima pojedinih dislokacija. Otkrivene su na različitim visinama od preko 1500 m n.m. na Leliji do kote 500 m n.m. u Ljubuči.

Srednji trijas je predstavljen facijom krečnjaka i dolomita, a djelimično su otkriveni i članovi vulkanogeno-sedimentne formacije. Anizik je razvijen u dolomitima, bankovitim krečnjacima, slojevitim i dolomitičnim. Krečnjačko-dolomitna facija je zastupljena i u ladiniku, a mjestimično se javljaju laporaci, laporoviti krečnjaci, rožnaci, eruptivi i tufovi. Veće mase dijabaza i spilita (bbT_2) su u tektonskom kontraktu sa karbonatima ili interstratifikovani. Predstavljaju niže horizonte srednjeg trijasa (T_2^2) i preko njih leži prateća asocijacija ladiničkih uslojenih stijena: krečnjaci, rožnaci, pješčari, tufovi i glinci. U najvišem horizontu su pločasti i slojeviti krečnjaci sa muglama i proslojcima rožnaca i rožnaci. Oni izgrađuju visoke dijelove lijeve kanjonske Neretve u prostoru izvora Carevica, a najvjerovatno su prateća asocijacija ili su interstratifikovani u dijabaze.

Gornji trijas je razvijen u krečnjacima i dolomitima. Krečnjačko-dolomitske mase srednjeg i gornjeg trijasa pretežno učestvuju u građi terena slivnog područja, pa kraške osobine tih masa imaju srazmjerno tome znatnog udjela na hidrogeološke odnose. Preko srednje i gornje trijaskih krečnjaka i dolomita, a ispod jursko – krednog fliša leže pjeskoviti i laporoviti krečnjaci sa muglama i rijetkim proslojcima rožnaca i laporci (trijas, jura -T,J?) .

U odnosu na trijasko sedimente **jurski** su relativno malo zastupljeni i mogu se generalno odvojiti u krečnjačko-dolomitsku i flišnu faciju. Krečnjačko-dolomitska facija jurskih naslaga rasprostranjena je u jugozapadnom dijelu sliva na prostoru Crvanj-Vučevo. Tu jura leži preko trijaskih dolomita i krečnjaka. Na nekim lokalitetima (Živašnica, Morine) javljaju se lijaski crni krečnjaci sa laporcima i rožnacima, dok su ostali sedimenti jure na prostoru Crvnja i Morina predstavljeni krečnjacima. Flišna facija se nalazi na prostoru Nedavića, Trnavice i u sjeveroistočnom dijelu sliva u području Ljute pod Treskavicom. Ti sedimenti čine prelaznu zonu iz gornje jure u donju kredu i tretiraju se kao jursko-kredni fliš. Flišni sedimenti su predstavljeni klastičnim sedimentima pješčarima, laporcima, kalkarenitima, brečama sa proslojcima krečnjaka, laporovitim krečnjacima i muglama rožnaca. U građi terena koji pripada slivu Gornje Neretve ovi sedimenti su značajni sa hidrogeološkog aspekta i funkcije koju imaju u terenu. Debljina flišne serije je 100-150 m.

Kreda je predstavljena krečnjačkom i flišnom facijom. Flišna kreda je po zastupljenosti odmah iza trijaskih sedimenata. Ima je u gornjem toku Neretve od samog izvorišta, prelazi Neretvu između Gapića i Živašnice, zaobilazeći okuku ove rijeke i pruža se u pravcu sjeverozapada. Flišni sedimenti leže transgresivno i diskordantno na trijaskim, odnosno jurskim sedimentima, ali su često i u tektonskom kontaktu sa njima. Predstavljaju pješčarima, laporcima, glincima, kalkarenitima, brečama, laporovitim krečnjacima, brečastim krečnjacima i krečnjacima sa rožnacima. U ovoj heterogenoj seriji izdvojeno je pet litofacijalnih paketa. Prva tri su krečnjačko-laporovita, a četvrti i peti predstavljaju pjeskovito-laporovitu (klastičnu) faciju. Debljina flišnih naslaga je veoma velika i iznosi cca 1200 m. Kredni fliš kao i jursko-kredni je značajan sa hidrogeološkog aspekta i sa aspekta iskorištenja vode.

Laporovita facija (4K) je izgrađena najčešće od kalkarenita i laporaca, a podređeno od krečnjaka, breča, pješčara i glinaca. Leži preko krečnjačke facije (3K), znatno manjih

debljina u odnosu na krečnjačke. Intenzivno je ubrana i to najviše oko granice sa ³K. Bore su dekametarskih i metraskih dimenzija, najčešće prevrnutе, sa padom aksijalne ravni ka SI.

Kredni fliš - pjeskovita facija (³K) je klastičnog razvoja izgrađena od pješčara sa gradacionom slojevitošću, pjeskovito - laporovitih krečnjaka, kalkarenita, laporaca i glinaca. Intenzivnije je ubrana od ⁴K. Bore su dekametarske rjeđe metarske, najčešće prevrnutе i raskinute, sa zalijeganjem aksijalnih ravni prema SI.

Neogen razvijen u vidu manjih ili većih izolovanih partija Argud, Hotovlje i Kalinovik. Predstavljen je krupnozrnim konglomeratima i brečama, dok se u višim nivoima nalaze pjeskovito-laporoviti krečnjaci, laporci, rjeđe glinci i proslojci uglja. Naslage su male debljine uglavnom do 50 m.

Kvartar (Q) izgrađuju genetski i granulometrijski različiti materijali (blokovi, pjeskovite gline i zaglinjene drobine) koji predstavljaju pokrivače male debljine i velikog rasprostranjenja. Prostranija masa zaglinjenih drobin i blokova nalaze se na desnoj strani rijeke sjeverno od Studenca. Najvjerovatnije je to stari odron iz faze usjecanja Neretve, naknadno, fluvijalnom erozijom dijelom zaravnjenjem. Registrovano je i sufuzionо udobljenje u zaravni. Prostorno veće mase (nagomilanja) ovih materijala su na lijevoj strani rijeke u uvali na kontaktu T₂¹ i T₂J, u samoj Neretvi ispod Treskavca i nizvodno od Treskavca sve do entitetske granice. Na predmetnom području registrovana su smirena i aktivna klizišta kao i aktivna jaružanja. Na krajnjem JZ dijelu karte, na lijevoj obali formiran je aktivan sipar i razvijen aktivni proces jaružanja u T₂J seriji krečnjaka sa laporcima i rožnacima.

Aluvijalni nanos (al) u koritu Neretve je šljunak, krupice, slabozaobljeni blokovi i lokalno krupnozrni pijesak. Debljina nanosa u izrazito kanjonskom dijelu („U“) korita rijeke utvrđen je bušenjem i iznosi 7 m. Na najnižim terasama rijeke u okviru fliša, zastupljeni su krupnozrni šljunkovi i krupice, a na samoj površini terena tanji sloj pjeskovitih glina, pijeskova i ilovača.

Proluvijalni nanos (pr) heterogenog sastava gradi plavinske konuse na ušćima svih potoka. Materijal potiče iz višljih dijelova potočnih dolina gdje su procesi jaružanja i spiranja intenzivni.

Eluvijalno-deluvijalne (e,d) naslage kao i koluvijalne naslage umirenih (ku) klizišta izgrađeni su od zaglinjenih drobin, pjeskovitih glina i drobin. Prostorno veće i deblje naslage nalaze se na lokalnosti Ljeskovića. Na lijevoj strani Paleškog potoka postoje veća nagomilanja glinovito-drobinskog materijala u okviru dijelom aktivnog klizišta. Uzvodno od pregradnog mjesta zastupljene su takođe, značajnije pojave ovih materijala.

TEKTONSKE ODLIKE TERENA

TECTONICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

Na osnovu **tektonske građe** istraživano područje pripada „Zoni mezozojskih krečnjaka i paleozojskih škrljaca i zoni „Visokog krša“. Tektonika terena je kompleksna, a mogu se izdvojiti četiri strukturno-facijalne jedinice:

- **Jedinica Crvanj-Morine sa Durmitorskim flišem** je najvažnija za analizirano područje. Izgrađena je od trijaskih i jurskih sedimenata (krečnjaci, dolomiti i sedimenti krednog fliša). U pravcu sjeveroistoka zona zaliježe na liniji Ljubuča-Pridvorica pod Durmitorsku navlaku.
- **Jedinica Bjelašnica-Visočica** sastavljena je od dolomita i krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa. Navučena je na jedinicu Crvanj-Morine, van područja sliva na SZ.

- *Jedinica Turovi-Bare-Kuti-Dumoš* prostire se u području Treskavice, Lelije, Zelengore i Nedavića. Izgrađena je od trijaskih, jurskih i jursko-krednih karbonata klastita i podređeno eruptiva.
- *Jedinica Trebević, Treskavica-Lelija-Zelengora* u čijem sastavu su donje i srednjetrijaski klastiti i karbonati. Navučena je na jединicu Crvanj-Morine u JI dijelu sliva.

Strukturno-facijalna jedinica Crvanj-Morine sa zonom Durmitorskog fliša (slika 1.) je najvažnija jer se prostire sredinom ovog područja i u njoj je Neretva usjekla svoje korito. Kredni fliš je ubran u nabore hektametarskih veličina. Prema sjeveroistoku blizu Durmitorske navlake fliš je boran u manje nabora dekametarskih i metarskih veličina.

U trijaskim, jurskim i krednim sedimentima izraženo je nabiranje, ali je izražena je i radijalna tektonika. Pored uzdužnih rasjeda nalaze se i normalni rasjedi. Pomenutim rasjedima odvojeni su krupni blokovi terena. Najznačajniji među njima su rasjed Jezero-Obrnja i rasjed Trešnjevica-Strane duž koga su u kontaktu trijaski i jurski karbonati i klastiti sa krednim flišom.

Tektonski pokreti u ovoj području odvijali su se u više faza. Glavna ubiranja su bila na početku i pri kraju gornje krede, kada se zona Visokog krša blago ubire i na nju se na sjeveroistoku navlače tvorevine tih prostora sa uzdizanjem i nabiranjem. Naknadnim tektonskim pokretima, vjerovatno krajem eocena ili u oligocenu dolazi do ubiranja i navlačenja i u zoni Visokog krša, ali se ta navlačenja odvijaju i u sjeveroistočnim prostorima, jer ove mase prekrivaju i paleogene sedimente. Dalja razlamanja su formirala depresije u kojima su taloženi neogeni sedimenti, dok su vertikalni pokreti krajem neogena i kvartara izdigli ove prostore i pretvorili ih u visoke planine. Dalja izdizanja tokom kvartara prouzrokovala su formiranje kanjona Neretve, Ljute i drugih rijeka.

HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TERRAIN

Slivno područje Gornje Neretve izgrađeno je od stijenskih masa koje se međusobno razlikuju prema hidrogeološkim osobinama i funkcijama. Teren u slivu Gornje Neretve izgrađen je od različitih hidrogeoloških kategorija stijenskih masa:

- *hidrogeoloških kolektora pukotinsko kavernozne poroznosti* koji su jako vodopropusni;
- *hidrogeoloških kolektora pukotinske kavernoznosti* slabe vodopropusnosti;
- *kompleksa hidrogeoloških kolektora i izolatora pukotinske poroznosti* koji su vodonepropusni do vodopropusni;
- *hidrogeoloških izolatora prslinsko pukotinske poroznosti* koji su vodonepropusni.

Hidrogeološki kolektori pukotinsko-kavernozne poroznosti predstavljeni su krečnjaci-ma i dolomitima trijasa, jure i gornje krede. To su dobro vodopropusne stijene u kojima se podzemne vode kreću koncentrisanim podzemnim kanalima unutar kojih se akumuliraju podzemne vode, čije se dreniranje vrši kraškim vrelima karakterističnim za određene kontaktne zone, tj. za erozioni bazis rijeke Neretve. Imaju relativno veliko prostranstvo i daju kraška hidrogeološka obilježja područja Treskavice, Lelije i Zelengore, zatim Crvnja sa međuprostorom. Ukoliko se unutar trijaskih stijena javljaju sedimenti ladinika ili dijabazi, onda je u takvim dijelovima proces karstifikacije usporen, ili se tu zaustavio, pa ove naslage vrše funkciju bočne barijere ili podinskih izolatora.

Hidrogeološki izolatori pukotinske-prslinske poroznosti su vodonepropusni. Predstavljani su klastičnim sedimentima donjeg trijasa, te flišnim naslagama pretežno laporovito-pješčarskog sastava (jurskokredni i gornjekredni fliš) i tercijskim sedimentima.

Donjotrijaske vodonepropusne stijene, u čijoj se bazi nalazi paleozojski škriljasto-pješčarski kompleks su podinski hidrogeološki izolator. Od položaja ovih sedimenata, strukturne građe i odnosa prema hidrogeološkim kolektorima i hipsometrijskih odnosa ovih masa, zavise ostali faktori kao što su režim i pravac kretanja podzemnih voda, te ostale osobine kolektora, pojave zona isticanja i dr. Povlatna zona ovih sedimenata je ujedno i baza do koje može doprijeti proces karstifikacije unutar trijaskih karbonata koji leži iznad.

Sedimenti senonskog fliša u faciji laporaca i pješčara su hidrogeološki izolatori poput tercijskih sedimenata koji su uglavnom male debljine. U datim odnosima na terenu najčešće se predstavljaju povlatnim hidrogeološkim izolatorima.

Kompleks hidrogeoloških kolektora i izolatora predstavljen je karbonatno-klastičnim krednim flišom sa zonarnim smjenjivanjem ovih masa, kao i sedimentima vulkanogeno-sedimentnih stijena srednjeg trijasa. Ovakvi kompleksi sedimenata sa naizmjeničnim hidrogeološkim funkcijama mogu se smatrati relativnim, ali i potpunim izolatorom u odnosu na čiste krečnjačko-dolomitske mase.

Geološki odnosi i hidrogeološke osobine i funkcije stijenskih masa uslovlili su u datim klimatskim uslovima neravnomjeran priliv voda u vodotok Neretve duž posmatranog dijela toka. Tako se npr. na toku uzvodno od Nedavića, kraška vrela javljaju visoko uz desni bok doline na kontaktu krečnjačkog kolektora i flišnih sedimenata krede, u vidu prelivnih vrela, čiji se kapacitet smanji tokom ljetnje i jesenje sezone. Ova vrela snabdijevaju se vodom sa područja Dumoške planine i Zelengore.

Antiklinala Lelije sa verfenskim škriljcima u jezgri uslovljava podjelu voda sa ovog sektora na vode gornjeg poteza i one koje gravitiraju području Nedavić-Ljubuča tj. u prostor velike okuke Neretve. U toj nizvodnoj zoni pojavljuju se značajna kraška vrela skoncentrisana na relativno kratkom potezu. To su slijedeća vrela: Krupac, Crnoglav, Buk i Srijemuški Do. Krupac je među ovima najznačajniji ($Q = 5-20 \text{ m}^3/\text{s}$), a ostala vrela najčešće smanje količine ili presuše za vrijeme sušne sezone. Prema ovim vrelima dotiču vode planinskog zaleđa sa Lelije, kao i sa područja Kalinovičke Zagore, a što je dokazano i bojenjem. Među značajnije pojave u zaleđu ove zone prema sjeveru, javljaju se vrela Ljute i Vrhovine, na kontaktu jurskokrednog fliša i trijaskih krečnjaka, ili donjotrijaskih škriljaca i trijaskih krečnjaka Treskavice (Vrhovina).

Vododjelnica Gornje Neretve uslovljena je geološkom građom, tj. međusobnim odnosima hidrogeoloških izolatora i kolektora i ona na značajnom dijelu ima karakter podzemne zonalne vododjelnice. Na potezu Krupac-Crvanj-Morine-Vučevo, vododjelnica je unutar krečnjačko-dolomitskog i laporovito-pješčarskog kompleksa. Smatra se da ona uz moguća manja odstupanja odgovara orografskoj granici, kao i prostor izvorišne čelenke Neretve.

Sjeverna granica sliva prema rijeci Željeznici jednim dijelom je orografska, na prijevoju Hojta, izgrađenom od flišnih stijena (J,K), a na platou Treskavice ova granica je podzemna zonalna vododjelnica. Obzirom na visok položaj podinskog izolatora na sjevernoj padini Treskavice, smatra se da veći dio ovog prostora pripada slivu Neretve. Istočni, skaršćeni dio Treskavice (Gvozno polje), pripada slivu Drine.

Testiranjem ponora u Gvoznom polju utvrđena je podzemna veza sa vrelom u dolini Bistrice (pritoke Drine). Na potezu Kalinovičke Zagore granica sliva ima karakter podzemne zonalne vododjelnice. Razdioba sliva izvršena je još i na osnovu rezultata bojenja ponora.

Ponor na Tatincu u Kalinoviku podzemnim putem je povezan sa vrelom Krupac kod ušća Ljute, a ponor u selu Jelašca sa vrelom Krupica i Vrutok u dolini Bistrici.

Na području Lelije i Zelengore, granica sliva je takođe podzemna zonarna vododjelnica, a visok položaj donjotrijaskog podinskog izolatora u prostoru Govze i Džafer potoka uslovljava kretanje većem dijelu vode sa ovog područja u pravcu Neretve. Razgraničenju pripadajućih voda doprinijelo je i testiranje ponora u okolini Štirinskog jezera, gdje je utvrđena veza sa vrelima u dolini Neretve (Klištica).

Površina omeđenog sliva Gornje Neretve do profila „Entitetska granica“ iznosi P - cca 500 km^2 i Q_{sr} - $15 \text{ m}^3/\text{s}$. U okviru izdvojenog sliva Gornje Neretve do entitetske granice, u njegovom sjeveroistočnom dijelu (širi prostor Kalinovic – Obalj) je situiran istovremeno i prostor zajedničkog sliva vrela Krupac i Gornje Neretve (Slika 1.). Razlozi za izdvajanje su kako slijedi. Bojenjem ponora u vodotoku Tatinac utvrđena je podzemna vodna veza sa vrelom Krupac. Tatinac i Vrhovinska rijeka se ulivaju u Jezernicu čije je slivno područje u cijelosti u okviru orografskog sliva Gornje Neretve. Znači da poniruće vode sa Tatinca, a na sadašnjem nivou poznavanja problema moguće je i iz nekih drugih vodotoka, podzemno gravitiraju ka Krupcu. Vrelo Krupac se odlikuje velikom i relativno ujednačenom izdašnošću i prema raspoloživim podacima, $Q=5-20 \text{ m}^3/\text{s}$. Činjenica je da orografski sliv Krupca iznosi samo cca $0,75 \text{ km}^2$. U uslovima zasićenja karsnog podzemlja, uspostavlja se i površinska cirkulacija u Tatincu i vode se preko Jezernice ulivaju u Neretvu uzvodno od Krupca.

Na osnovu izloženog uz uvažavanje raspoloživih hidrogeoloških elemenata, ocjenjuje se da iz orijentaciono naznačenog zajedničkog sliva vode usmjeravaju u dvije zone: preko ponora podzemno ka Krupcu i površinskim vodotocima, kada se uspostavi tečenje, uzvodno od Krupca u Neretvu.

Dakle, hidrogeološki sliv, odnosno bilans voda je do profila „Entitetska granica“ u izvjesnom stepenu manji od generalno okonturenog slivnog područja. Ova u opštim crtama naznačena problematika treba da bude predmet detaljnijih istraživanja ako se ocjeni potreba i svrsishodnost istih.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Slivno područje Neretve do entitetske granice neposredno uzvodno od vrela Krupac obuhvata južni dio Bosne i sjeverni dio Hercegovine. U geomorfološkom pogledu predmetno područje pripada planinskim predjelima i ograničeno je visokim planinskim grebenima i površima od susjednih slivova. Geološka građa terena je složena. U građi terena učestvuju pretežno sedimentne stijene mezozoika, a samo neznatnim dijelom u građi terena učestvuju neogeni sedimenti i magmatske stijene. Proučavani teren pripada dvjema tektonskim jedinicama Zoni mezozojskih krečnjaka i paleozojskih škriljaca te Zoni visokog krša.

Na osnovu geoloških istraživanja u okviru slivnog područja Gornje Neretve utvrđene su osnovne karakteristike i izvršeno razgraničenje slivnog područja. Slivno područje je izgrađeno od stijenskih masa koje se razlikuju po hidrogeološkim svojstvima i funkcijama u sklopu terena. Granica sliva vododjelnica određena je koristeći se analizom geološke građe, geomorfoloških odnosa i ispitivanjem podzemnih vodnih veza. Vododjelnica Gornje Neretve uslovljena je geološkom građom i međusobnim odnosima hidrogeoloških kolektora i izolatora i ona na značajnom dijelu ima karakter podzemne vododjelnice.

Istraživanjem hidrogeoloških odnosa i osobina stijenskih masa, utvrđeno je da u dnu doline (kanjona) Neretve kao i na visokim dijelovima padinskih strana postoje stalna i povremena vrela različite izdašnosti. U okviru serije flišnih naslaga i verfenskih klastita postoje izvori male izdašnosti. Međutim u kanjonskom dijelu od Nedavića do Ljusića postoji više izvora različite izdašnosti. Dakle postoje realne mogućnosti za obezbjeđenje pitke vode.

Istraživanja na obodima sliva treba ubuduće raditi na Crvnju, Zelengori, Leliji i Treskavici. Naime, testiranjem novih ponora i detaljnijim izučavanjem na bazi novih podataka osnovne geološke karte, bilo bi moguće dalje razjašnjenje još uvijek otvorenih pitanja u vezi sa slivnim vrela Krupac.

Literatura

Literature

Buzaljko, R., Kulenović, E., Marić, J., Đonlagić, Đ., Stojević, B., J. Vrhovčić, J., Reljić, D., Mitrović, P., Buzaljko, J. & Arežina, M. (1977): Sheet of the geological map Foča 1:100 000. „Geonžinjering“, the Institute of Geology, Sarajevo.

Buzaljko, R., Kulenović, E., Marić, J., Đonlagić, Đ., Stojević, B., J. Vrhovčić, J., Reljić, D., Mitrović, P., Buzaljko, J. & Arežina, M. (1977): Explanation for the geological map of Foča 1:100 000. „Geonžinjering“, the Institute of Geology, Sarajevo.

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.

Mirković, M., Pajević, M. & Kalezić, M. (1974): Sheet of the geological map Gacko 1:100 000, the Institute of Geologic Research, Montenegro.

Mirković, M., Pajević, M. & Kalezić, M. (1974): Explanation for the geological map Gacko 1:100000. the Institute of Geologic Research, Montenegro.

Mojičević, M. Tomić, B. & Dimitrov, P. (1977): Sheet of the geological map Kalinovik 1:100 000.

Mojičević, M. & Tomić, B. (1982): Explanation for the geological map Kalinovik 1:100 000. SGZ, Belgrade.

Mojičević, M. (1964): Sheet of the geological map Nevesinje 1:100 000. SGZ, Belgrade.

Mojičević, M. (1964): Explanation for the geological map Nevesinje 1:100 000. SGZ, Belgrade.

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, Budampest.

SUMMARY

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND TECTONIC STRUCTURE OF THE UPPER NERETVA BASIN

Mevlida Operta

University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Geography,
Zmaja od Bosne 33-35, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
opertamevlida@yahoo.com

Suada Pamuk

Energoinženjering, Sarajevo
suada.pamuk@energoinvest.ba

The river basin of the Neretva up to the Inter-entity boundary line, upstream from the Krupac spring, includes south part of Bosnia and northern part of Herzegovina. It belongs to mountain regions and is confined with high mountain reefs and surfaces from the surrounding basins. These are high mountains reaching the heights around 2000 meters. The river basin area was predominantly made of the Mesozoic sedimentary rocks, while the Neogenic sediments and igneous rocks take only an insignificant part in the structure of terrain. Regarding lithological structure, carbonate deposits are represented in largest numbers, followed by clastic sediments, and other rocks are far less represented. Tectonic relations of this terrain are complex and complicated. Terrain belongs to two large tectonic units: Zone of the Mesozoic limestone and the Paleozoic schists, and High Karst Zone.

With previous geologic research within the river basin area of Upper Neretva basic characteristics have been determined and delimitation of the river basin area was made. The river basin area was made of rock masses, which differ according to hydrogeologic characteristics and functions within the terrain. The boundary of river basin-water parting was determined on the grounds of analysis of geologic structure, geomorphologic relations and research of underground water connections. Water parting of the Upper Neretva is conditioned by geologic structure i.e. mutual relations of hydrogeologic collectors and isolators and it has, on a larger section, a character of underground water parting.

Research on edges of basin should be conducted in future on Crvanj, Zelengora, Lelija and Treskavica. Namely, testing of new places where a river sinks into the earth and more detailed research on the basis of new data of the geologic map would enable further clarification of still open issues regarding the basin area, such as the problem mentioned herein, as well as more correct determination of basin area of the Krupac spring.

By researching the hydrogeologic relations and characteristics of the included rock masses, it was determined that at the bottom of the Neretva valley (canyon), as well as on high sections of slope sides exist perennial and periodic intermittent springs of different abundance. Within the series of flysch deposits and verfenic clastites there are springs of small abundance. However, in the canyon section from Nedavić up to Ljusić, there are several springs of different abundance. On the grounds of the exposed it can be concluded that there are more realistic possibilities for drinking water supply.

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 Pjevlja. 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.