

HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U CILJU ZAŠTITE VODA ŠIREG PODRUČJA HADŽIĆA KOD DEFINIRANJA TRASE KORIDORA Vc

HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATIONS BROADER CATEGORY HADŽIĆI THE DEFINITION OF THE ROUTE CORRIDOR Vc

Mr.sc.Vukašin Balta, dipl.ing.geol.
Institut za hidrotehniku
Sarajevo

Dr.sc.Izet Žigić, vanr.prof.
Rudarsko-geološko-građevinski fakultet
Univerzitet u Tuzli

Dr.sc.Dinka Pašić-Škripić, vanr.prof.
Rudarsko-geološko-građevinski fakultet
Univerzitet u Tuzli

REZIME

U radu su prezentirani rezultati hidrogeoloških istraživanja šireg područja Hadžića kod definiranja izbora najpovoljnije trase koridora Vc, koja prolazi kroz ovo područje, a u cilju ocjene ranjivosti i zaštite vodnih tijela podzemnih voda.

Podzemne vode istražnog područja formirane su primarno u krško-pukotinskim trijaskim karbonatnim stijenama i aluvijalnoj sredini površinskih vodotoka. Vode krško-pukotinskog akvifera se javljaju u tektoniziranim i intenzivno karstificiranim blokovima, uglavnom trijaskih kolektora. Rasprostranjenje podzemnih voda u prostoru, markiraju izvori i ono je diskontinualno. Prihranjivanje se vrši s Bjelašničkog, Igmanskog, Ormanjskog i masiva Rakovice. U radu je izvršena hidrogeološka kategorizacija vodopropusnih stijenskih masa ovisno od strukture poroznosti, na stijene intergranularne, karstno-pukotinske i pukotinske poroznosti. U pogledu fizičko-hemijskih karakteristika, izdvojena su dva tipa voda: hidrokarbonatno-kalcijsko-magnezijske i hidrokarbonatno-kalcijske vode.

Definisano veliko vodno tijelo podzemnih voda predstavlja veoma ranjiv sistem na potencijalna zagađenja. Prolazak autoputa preko ovih vodnih tijela ili u njihovoj blizini predstavlja realnu opasnost kojoj treba posvetiti posebnu pažnju u cilju zaštite vodnih resursa.

Ključne riječi: trasa koridora, podzemne vode, intergranularna sredina, pukotinska poroznost, vodna tijela, ranjivost, zaštita vodnih resursa.

SUMMARY

In the paper the investigation results of wider area of Hadžići were presented with the purpose in defining one of the factors by selection the most favorable route of Vc, which is passing this area.

The groundwaters in the investigating area were primary formed in triassic karst-fissural carbonate rocks and aluvial sediments of surface rivers. Karst-fissural waters occur in tectonized intensively karstified blocks, mainly triassic collector. The groundwater distribution in space is being

indicated by wells, which are discontinuous. Intake recharge is taking place by the masive of Bjelašnica, Igman, Ormanija and Rakovica.

Hydrogeological categorisation of waterpermeable rocks depending on the porosity were fulfilled in this paper, by what the rocks were classified in intergranular, karst-fissural and fissural porosity. As to physical/chemical characteristics two types of water were sorted out: hydrocarbonate-calcium-magnesium and hydrocarbonate-calcium waters. In the investigated area the waterbodies were defined, which are very vulnerable. The passing through of the Vc over these waterbodies or near these waterbodies is a threat which needs a full attention in the aim to a better protection of the water resources.

Key words: Route of Vc, groundwaters, intergranular sediments, fissural sediments, waterbodies, protection of the water resources.

1. UVOD

Istraživano područje na predviđenoj trasi koridora Vc, najvećim dijelom pripada prostoru općine Hadžići. Najjužnije tačke ovog prostora su vrhovi Bjelašnice, a najsjevernije Batalovo Brdo i Gladno polje. Područje se nalazi jugozapadno od Sarajeva, a u reljefnom pogledu je veoma raščlanjen prostor različitih morfoloških oblika, predisponiranih tektonskim aktivnostima, egzogenim i antropogenim faktorima.

Najveći riječni tok istražnog prostora je rijeka Zujevina, koja izvire ispod obronaka Bjelašnice.

Gradnja koridora Vc nosi sa sobom veliku odgovornost ne samo u tehničkom i organizacionom smislu, već i u ekološkom. Shodno ovome, cjelokupan prostor mora biti utemeljen na jasnom hidrogeološkom definiranju karakteristika vodnih tijela podzemnih i površinskih voda, te njihovoj adekvatnoj zaštiti i očuvanju.

2. HIDROGEOLOŠKA SVOJSTVA STIJENA

Podzemne vode istraživanog područja, formirane su primarno u karstno-pukotinskim trijaskim karbonatnim akviferima i aluvijalnoj sredini površinskih vodotokova. Vode kraškog akvifera se javljaju u tektoniziranim i intenzivno karstifikovanim blokovima, trijaskih kolektora.

U ovisnosti od strukturnog tipa poroznosti i položaja u sklopu terena, kao i litološkog sastava, građe terena, stijene se odlikuju većom ili manjom vodopropusnošću.

Prema hidrogeološkoj kategorizaciji vodopropusnih stijenskih masa, a u skladu sa strukturom poroznosti, izdvajaju se:

- stijene intergranularne poroznosti,
- karstno-pukotinske i
- pukotinske poroznosti.

Stijene intergranularne poroznosti na potezu usvojene trase autoputa, obuhvataju manji prostor, predstavljeni aluvijalnim sedimentima smještenim uz rijeku Lepenicu i njene pritoke. Zbog relativno male moćnosti, ne pogoduju izvođenju vodozahvata od značaja, iako su im filtracione karakteristike dobre.

Stijene karstno-pukotinske poroznosti su najznačajniji akviferi, izgrađeni od srednje-trijaskih, ispucalih krečnjaka i dolomita, koji grade Bjelašnicu, Igman, Ormanj.

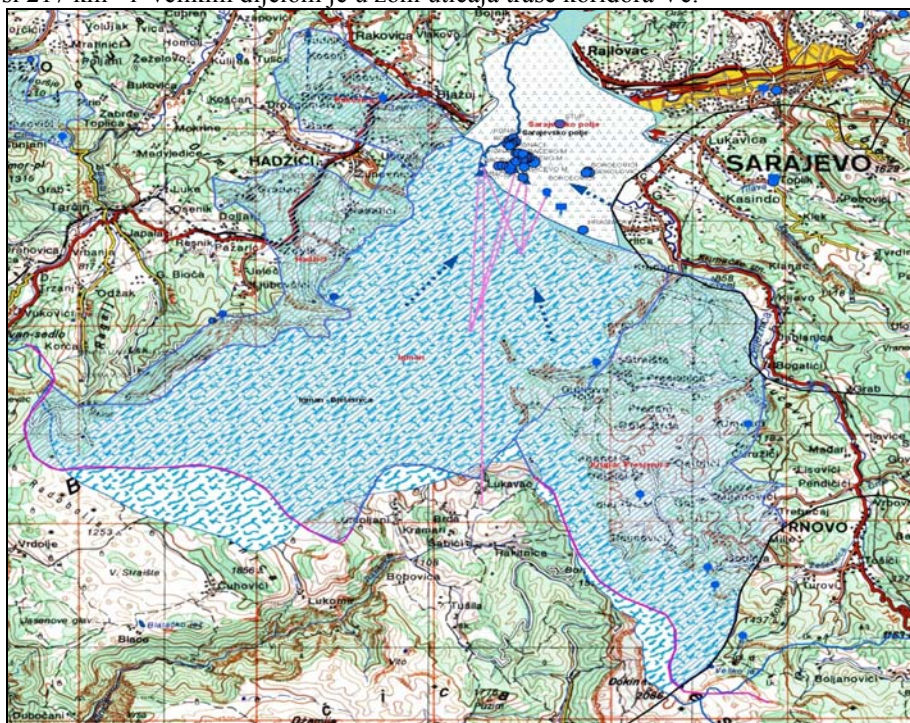
Stijene pukotinske poroznosti su predstavljene hidrogeološkim kompleksom trijaskih klastita i sedimenata krednog fliša. Predstavljaju stijenske mase manje pukotinske poroznosti zastupljene izvorima slabije izdašnosti.

Vodonepropusne stijene su predstavljene sedimentima bezznačajne pukotinske poroznosti, a obuhvataju prostor izgrađen od paleozojskih, permskih, donjotrijaskih, te miocenskih sedimentata.

Tektonske i litološke karakteristike koje određuju hidrogeološke karakteristike istražnog područja, uvjetuju dvije hidrogeološke jedinice: Bjelašnica-Igman i Sarajevsko-Zenički bazen. U radu se posebna pažnja posvetila velikom vodnom tijelu podzemnih voda Igman-Bjelašnica

2.1. Vodno tijelo Igman -Bjelašnica

Planina Igman je posebna tektonska jedinica, blok smješten između planine Bjelašnice na jugozapadu i Sarajevskog polja na sjeveroistoku. Površina vodnog tijela podzemnih voda iznosi 217 km² i velikim dijelom je u zoni uticaja trase koridora Vc.



Slika 1. Vodno tijelo podzemnih voda Igman-Bjelašnica u oviru kojeg su izdvojena mala tijela podzemnih voda (situacioni položaj)

Vodno tijelo Igman-Bjelašnica predstavlja jedinstven krečnjačko-dolomitski blok, koji je na sjevero-istoku pokriven sedimentima Zeničko-sarajevskog bazena. Učestvuju pješčari, laporci i glincu donjeg trijasa (T_1), dolomiti i krečnjaci anizika (T_2^1), glinci, rožnaci, tufozni pješčari i silifikovani krečnjaci sa muglama rožnaca, ladinika (T_2^2), krečnjaci i dolomiti srednjeg i gornjeg trijasa ($T_{2,3}$), megalodonski krečnjaci gornjeg trijasa (T_3), manje partije jurko-krednog fliša (J,K) i kvartarni glacijalni sedimenti.

Osnovni kolektori su srednjotrijaski i gornjotrijaski krečnjaci, krečnjačke breče i dolomiti. Prema Sarajevskom polju krečnjaci i dolomiti se spuštaju duž subparalelnih rasjeda (parketna struktura) dinarskog pravca pružanja. U neposrednom obodnom dijelu Sarajevskog polja karbonati su bušenjem konstatirani na 50 - 70 m dubine, u području Kovača na 180 m, a u centralnim dijelovima polja i preko 350 m.

Krečnjačke i dolomitske stijene su karstificirane i odlikuju se izrazitom kavernošnom i pukotinskom poroznošću. Vodopropusnost im je jako velika u rasjednim zonama, a postoje visokovodoproduktivni akviferi u vidu razbijenih izdani. Izdani voda su razbijenog tipa, što se odražava na pojavljivanju brojnih vrela. Akumulacije podzemnih voda formirane su u trijaskim krečnjačko - dolomitskim stijenskim masama. Igmansko-Bjelašnički masiv je intenzivno karstifikovan, tako da atmosferske vode veoma lako i brzo prodiru u dublje dijelove masiva.

Prihranjivanje akumulacije podzemnih voda se vrši iz prostora Bjelašnice i Igmana sa površine blizu 100 km², infiltracijom atmosferskih voda u ponornim zonama i duž sistema pukotina i karstnih kanala. U ovim krečnjačko-dolomitskim stijenskim masama, akumulirane su obimne količine podzemnih voda u vidu razbijenih izdani *karstnog* tipa. Nivo podzemnih voda u masivu je slobodan. Pražnjenje akumulacije se vrši najvećim dijelom preko dvadesetak stalnih i povremenih izvora na obodu Sarajevskog polja i kroz njegov aluvijalni akvifer.

Analiza distribucije proticaja (pražnjenja) karstnog akvifera u podnožju Igmana na rubnoj liniji Sarajevskog polja, ukazuje da je procenat količine vode koja ističe na izvorima u rejonu Vrela Bosne veći od 90%.

Vrela imaju izraziti karstni režim sa velikim oscilacijama proticaja. Izvorišta su razbijena sa difuznim isticanjem na širem prostoru i na više mjesta kao što su izvorišna zona Vrela Bosne, Stojčevca, Semizovog bunara.

Bojenjem je utvrđeno da podzemne vode imaju visok gradijent i dobro razvijenu mrežu podzemnih tokova, naročito na pravcu Sitnička lokva - Vrelo Bosne što govori da je ovo najprivilegovaniji pravac i glavni dren za dovod vode ka Vrelu Bosne. Ovaj pravac je predisponiran rasjedima okomitim na rasjede dinarskog pravca pružanja među kojima je najznačajniji Brezovački rasjed. Kroz ovaj, tektonikom i karstifikacijom, dobro razvijeni dren protiče najveći dio od 25 m³/s maksimalnog proticaja Vrela Bosne koji je ikada zabilježen.

Minimalni proticaj ovog vrela je 1,4 m³/s. On je desetak puta veći od minimalnog proticaja svih ostalih vrela u podnožju Igmana zajedno.

Najznačajniji izvori u zoni pražnjenja akumulacije Igmansko-Bjelašničkog karstnog masiva su Vrelo Bosne Q = 1,5-18,0 m³/s, Krupac Q = 25 l/s, Hrasnica Q = 60 l/s, Semizov bunar Q = 50 l/s, Stojčevac Q = 30 l/s .

Pored ovih izvora po obodu Igmansko-Bjelašničke hidrogeološke jedinice pojavljuje se veći broj izvora izdašnosti Q = 10 - 20 l/s, a koji se dreniraju iz ove akumulacije. To su izvor Vrelina Q = 10 - 50 l/s, izvor Krupa Q = 40-50 l/s, Izvor Lokve Q = 5 l/s i izvor Ribnjak Q = 80-250 l/s.

Na osnovu geološke građe (litolološkog sastava, starosti i sklopa terena-tektonika), rezultata ranije izvršenih bojenja, topografskih karata izdvojena su mala tijela podzemne vode, a sve u skladu sa Anexom II ODV-a.

Vodno tijelo **Presjenica-Krupac** se može nazvati grupa - kompleks malih tijela podzemne vode jer je na terenu izražena pojava naizmjeničnog smjenjivanja izolatora i kolektora. Izolatori su predstavljeni donjotrijaskim klastitima (T₁) i jursko-krednim flišem (J,K) koga sačinjavaju laporci, pješčari i glinci.

Vodno tijelo **Igman** predstavljen je akviferom podzemnih voda sa dominantnim prisustvom anizičkog krečnjaka (T₂¹), krečnjacima i dolomitima (T_{2,3}) i (T₃) gornjotrijaskim krečnjacima i dolomitima.

U radu na daljnjoj karakterizaciji uz pomoć hidrogeološke karte iz vodnog tijela, jedinice Hadžići i Rakovica, izdvojena su vodno tijelo **Hadžići** i vodno tijelo **Rakovica**.

Razlog odvajanja i posebnog razmatranja je taj što između ova dva tijela egzistira barijera kretanju podzemnih voda koja je predstavljena klastitima donjeg trijasa. Mala količina vode koja egzistira u vodnom tijelu Rakovica uzrokovana je malom površinom sliva. Zbog ograničenosti prostora za printanje rada, a da bi se prezentovali svi neophodni parametri za

izgradnju trase saobraćajnice, autori su dali karakteristike malog vodnog tijela Hadžići u okviru velikog vodnog tijela Igman-Bjelašnica.

2.2. Vodno tijelo Hadžići

Ova hidrogeološka jedinica je smještena u sjeverozapadnom dijelu Igmana. Obuhvata teren između hidrogeološke jedinice Igman na jugoistoku i rijeke Lepenice na sjeverozapadu. Sjeveroistočna granica je Zeničko-sarajevski basen a na jugozapadu rijeke Zujevina i Krupa. Površina ovog terena iznosi 38,7 km².

Izdvajanje ovog dijela Igmana u zasebnu hidrogeološku jedinicu je izvršeno iz slijedećih razloga:

- izdvojena je u tektonskom bloku u čijoj građi dominantno učešće imaju naslage donjeg i srednjeg trijasa a značajno rasprostranjenje imaju i naslage fliša gornje krede,
- propusne stijene su prvenstveno karbonati anizika,
- u propusnim stijenama su formirane izdani dvojakog hidrauličkog mehanizma (pod pritiskom i sa slobodnim nivoom), i
- u ovoj jedinici su utvrđene pojave i ležišta pitkih, termalnih i mineralnih voda.

Najznačajniji strukturni oblici su rasjedi Zujevine i Lepenice. Ovi rasjedi, poprečni na pružanje naslaga i busovačku razlomnu zonu, imaju prvorazredan značaj za pojavu različitih tipova podzemnih voda u ovoj hidrogeološkoj jedinici.

Važnu hidrogeološku ulogu ima i navlaka koja se pruža pravcem Blažuj–Lokve–izvor Krupe, duž koje su karbonati srednjeg i gornjeg trijasa navučeni na fliš gornje krede i dijelom na karbonate anizika. Čelo navedene navlake, presječeno rasjedom Brezovača-Vrelo Bosne, odvaja ovu hidrogeološku jedinicu od hidrogeološke jedinice Igman, što se bitno odrazilo na ukupne hidrogeološke odnose u ovom dijelu terena.

Izdani su dvojakog hidrauličkog mehanizma (pod pritiskom i sa slobodnim nivoom). Za ovu jedinicu su karakteristične pojave i ležišta pitkih, termalnih i mineralnih voda.

Važniji izvori pitke vode su: Ribnjak, Kasatići, Malotina, Rukodol i Košelji.

Izvor "**Ribnjak**" se nalazi u naselju Žunovnica, južno od Hadžića. Izvor je uzlazno-prelivnog tipa. Na ovom izvoru se vrši pražnjenje ležišta podzemnih voda koje nema hidrauličku vezu sa ležištem podzemnih voda sinklinale Igman što je utvrđeno bojenjem. Izvor je kaptiran za potrebe ribnjaka i restorana. Izdašnost izvora je praćena više godina i iznosi $Q_{min.} = 80,0$ l/s i $Q_{max.} = 400$ l/s.

Voda je HCO₃-Ca-Mg tipa i temperature oko 9,0 °C.

Izvor "**Kasatići**" se nalazi iznad sela Kasatići. Pojavljuje se u zoni rasjeda, na kontaktu dolomitičnih krečnjaka i dolomita. Uzlaznog je tipa. Izvor ima velike oscilacije izdašnosti. Ljeti skoro presuši a nakon kiše ili topljenja snijega ima izdašnost i preko 50 l/s. Voda izvora Kasatići je HCO₃-Ca-Mg tipa, temperature oko 8,5 °C. Izvor nije kaptiran.

Bilansirana količina voda iz ovog vodnog tijela iznosi 130 l/s.

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Priobalje rijeke Zujevine, prema geografskom položaju i hipsometrijskim karakteristikama, u odnosu na lociranu trasu autoputa, nalazi se izvan zone uticaja, kao i slivovi vrela. Ali, saobraćajnica potencijalno ugrožava vodna tijela podzemne vode aluvijona, posebno u donjem dijelu toka Zujevine.

U tom smislu, vodna tijela i vodozahvatni objekti u neposrednoj blizini projektom predviđene trase autoputa, pod negativnim su uticajem saobraćajnice, posebno na rijeku Rakovicu, njen aluvijon, te vodozahvate u okruženju (Šamin Gaj-Raskršće), što podrazumijeva i sam aluvijon Zujevine.

Prezentirane hidrogeološke osobine područja, kao i velika ranjivosti vodnih tijela podzemnih i površinskih voda, predstavlja realnu opasnost od trajnog zagađenja gradnjom autoputa projektovanom trasom, te je ukazano da se moraju dati projektna rješenja kojim će se zaštititi vodni resursi i sredine u kojima se oni nalaze. Samo na taj način se može imati dvostruka korist: moderna saobraćajnica i zaštićena izvorišta za dugoročnu vododopskrbu.

Obzirom na izuzetnu kompleksnost geoloških, hidrogeoloških, geochemijskih, hidrohemijskih i bioloških uvjeta u istraživanom području, kao i uticaja klimatskih karakteristika, ovaj problem se mora rješavati multidisciplinarno, u cilju održivog razvoja.

4. REFERENCE

- [1] Arsenović Ž., Žigić I., Pašić-Škripić D.: Model podataka podzemnih voda usklađen s okvirnom direktivom o vodi (WFB.2000/60/E.C.). II Savjetovanje geologa BiH sa međunarodnim učešćem, Teslić, 2006.,
- [2] Balta V.: Hidrogeološki uslovi kao limitirajući faktor pri definiranju trase koridora Vc, magistarski rad, RGGF, Tuzla, 2007.,
- [3] Krešić N., Vučević S., Matić I.: Remedijacija podzemnih voda i geosredine, Univerzitet u Beogradu, 2006.,
- [4] Midžić S., Selmanagić D., Hadžiahmetović S., Balta V.: Studija uticaja na okoliš na Koridoru Vc (aspekt vodnih resursa LOT 2:Doboj jug-Sarajevo-sjever), Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta, Sarajevo, 2006.,
- [5] Pašić-Škripić D., Žigić I.: Ugroženost podzemnih voda kod izgradnje i eksploatacije saobraćajnica, VII Naučno/stručni simpozij sa međunarodnim učešćem, Zenica, 2008.
- [6] Žigić I., Pašić-Škripić D. & saradnici: Studija ranjivosti podzemnih voda Tuzlanskog kantona, (hidrogeološki dio), Sarajevo, 2008.,
- [7] Pašić-Škripić D., Žigić I., Srkalović D.: Karakterizacija podzemnih voda sliva rijeke Bosne na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 2009.