

*Originalan naučni rad  
Original scientific paper  
UDC: 556.3:626/627(497.6)*

## HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA DUŽ TRASE AUTOPUTA KORIDOR V<sub>c</sub>, DIONICA SVILAJ – VUKOSAVLJE

Neđo Đurić<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Tehnički institut Bijeljina, E.mail: tehnicki@tehnicki-institut.com*

### REZIME

Autoput koridor V<sub>c</sub> dolazi iz Hrvatske i prolazi kroz Bosnu i Hercegovinu. Trasa počinje na sjeveru od rijeke Save i prolazi dolinom rijeke Bosne do Sarajeva, zatim pored Konjica i Mostara do Jadranskog mora. Predstavlja dio mreže TEM transportne infrastrukture Jugoistočne Evrope.

Tokom istraživanja za potrebe projektne dokumentacije od idejnog do glavnog projekta, sagledane su hidrogeološke karakteristike sedimenata, gdje su izdvojene stijene prema njihovoj vodopropusnosti. Složenost geološke građe, te česta smjenjivanja sitnih slojeva na manjem prostoru, zahtijevala su detaljnija istraživanja. Ipak, i sa nivoom provedenih istraživanja određene su filtracione karakteristike pojedinih slojeva i izdvojene kolektorske stijene.

Ključne riječi: *autoput, hidrogeološka istraživanja, filtracione karakteristike, kolektor, istražni radoovi*

## HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TERRAIN ALONG THE ROUTE CORRIDOR V<sub>c</sub> MOTORWAY, STOCKS SVILAJ – VUKOSAVLJE

### ABSTRACT

Highway Corridor V<sub>c</sub> comes from the Croatian and passing through Bosnia and Herzegovina. The route starts in the north of the Sava River and passes through the valley of the river up to Sarajevo, Bosnia, then in addition to Konjic and Mostar to the Adriatic Sea. TEM is part of a network of transport infrastructure in Southeastern Europe.

During research for the project documentation from preliminary to the main project, are considered the hydrogeological characteristics of sediments, where rocks are separated according to their permeability. The complexity of geological structure, and frequent removal of fine layers in a smaller space, requiring a more detailed investigation. Nevertheless, the level of the research were determined by filtering characteristics of the individual layers and isolated reservoir rocks.

Key words: *highway, hydrogeological investigations, filtration characteristics, the collector, the investigating happy*

### UVOD

Za potrebe izgradnje autoputa koridor V<sub>c</sub> od graničnog prelaza na rijeci Savi do Modriče, stac. km 0+000,00 – 16+995,94, provedena su neophodna hidrogeološka istraživanja i ispitivanja u cilju izrade

Elaborata o hidrogeološkim karakteristikama terena za potrebe izrade Glavnog projekta. Trasa je dio autoputa koridor Vc koji dolazi iz Hrvatske i prolazi dolinom rijeke Bosne do Sarajeva, zatim pored Konjica i Mostara ide do Jadransko-jonske transferzale, slika 1.



Slika 1. Trasa autoputa koridor Vc kroz Bosnu i Hercegovinu  
Figure 1 The route of the highway corridor Vc through Bosnia and Herzegovina

Hidrogeološka istraživanja obuhvatila su prikupljanje, sistematizaciju i analizu rezultata dosadašnjih istraživanja i ispitivanja, hidrogeološko kartiranje terena duž trase u pojasu širine cca 400 m, izvođenje istražnih bušotina i pijezometara, DPM testa, opita vodopropusnosti metodom Lefranc, osmatranje nivoa podzemnih voda na ugrađenim pijezometrima i kabinetsku obradu podataka.

Na osnovu podataka istraživanja sagledane su prirodne karakteristike područja, hidrogeološka svojstva stijena i njihova kategorizacija, rejonizacija i funkcije, hidrogeološke karakteristike kolektora.

## HIDROGEOLOŠKI ISTRAŽNI RADovi

U sklopu geoloških istraživanja terena duž trase puta i objekata koji se nalaze na trasi, pored geološkog i hidrogeološkog kartiranja, provedeni su i radovi istražnog bušenja, ugradnja pijezometara na određenim bušotinama, izrada raskopa do dubine 4,0 m, testovi DPM-a i opiti vodopropusnosti (VDP-a) metodom Lefranc.

Geološko i hidrogeološko kartiranje terena provedeno je u pojasu širine 400 m, dok su istražni radovi pratili trasu i objekte. Na određenim istražnim bušotinama nakon završetka bušenja ugrađeni su pijezometri, na kojima je uspostavljen petodnevni monitoring podzemnih voda. Prvi vremenski period osmatranja je jedna godina, a nastavljen je i dalje.

Na pojedinim istražnim bušotinama u pripovršinskom dijelu gdje su prisutne zaglinjene prašinate i pjeskovite gline, urađeni su terenski opiti nalivanja vode u bušotinu metodom Lefranc. Metoda je uglavnom u cjelosti primijenjena, a rezultati opita korišteni su za određivanje koeficijenta filtracije.

## HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA

Područje proučavanog terena nalazi se u zoni unutrašnjih Dinarida Bosne i Hercegovine. Karakteriše ga ravničarski teren koji čine aluvijalne ravni rijeka Save i Bosne. Od Odžaka do Vukosavlja teren se blago uzdiže i spušta (cca 1‰). Kota terena u području Odžaka 106 mnm, te postepeno raste do potoka Gnionica gdje kota terena oko 110 mnm. Dalje, oko 0,5 km teren zadržava navedenu kotu, odakle počinje strmi odsek do oko 100 mnm, i lagano osciliora do kraja dionice, gdje kota terena oko 103 mnm.

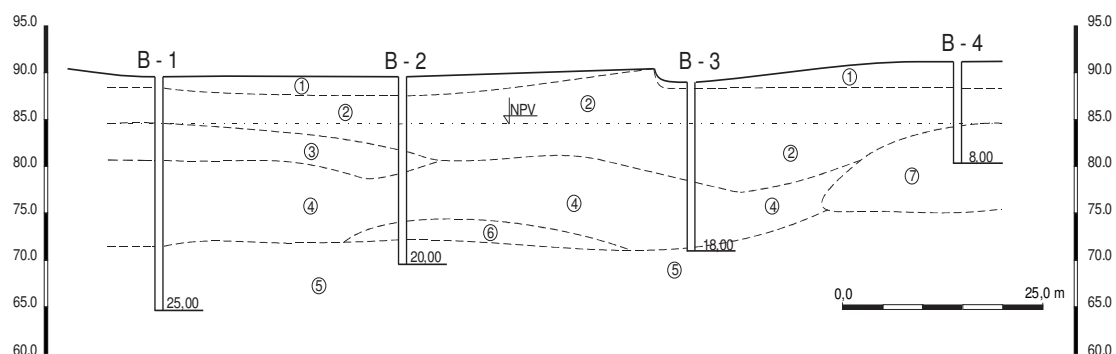
Teren, posmatrano u pravcu trase auto puta, izgrađen je od eocenski sedimenata ( $E_3$ ), kvartarnih sedimenata pleistocenske ( $Q_1$ ) i holocenske ( $Q_2$ ) starosti. Kvartarni sedimenti su uglavnom terasni sedimenti Save, prve ( $t_1$ ) i druge ( $t_2$ ) terase, koji su predstavljeni šljuncima, pijeskom i prašinsto pjeskovitim glinama, zatim mlađim aluvijalnim sedimentima sličnog litološkog sastava.

Posmatrano duž trase auto puta prisutna su određena zamočvarenja ili bare, vezane za manja ulegnuća terena ili uvale, koje zadržavaju vodu na površini terena u periodu većih padavina. Prisustvo glinovito prašinstih sedimenata ne dozvoljava njihovo infiltriranje u podzemlje, kako bi mogla da dođe do vodopropusnih slojeva šljunka ili pijeska. Ne predstavljaju velike površine, ali su dosta česte.

Glavni vodotoci na ovom dijelu terena su rijeke Sava i Bosna. Sava teče od zapada prema istoku, a Bosna od juga prema Sjeveru i uliva se u Savu. Na desnoj strani rijeke Save nalazi se nekoliko manjih povremenih vodotoka koji se slijevaju u polje priobalja rijeke Save. Kod Modriče trasa puta se približava rijeci Bosni i jednim dijelom uzvodno ide paralelno sa njom.

## HIDROGEOLOŠKA SVOJSTVA STIJENA

Eocenski sedimenti ( $E_3$ ) predstavljeni su laporcima i pješčarima uslojenim, koji čine podinu pleistocenskim sedimentima. Javljaju se u dijelu terena prema centarlnoj Bosni, odnosno području Modriče. Kvartarni sedimenti pleistocenske ( $Q_1$ ) starosti su sedimenti riječnih terasa, dok holocenskim ( $Q_2$ ) tvorevinama pripadaju barski sedimenti, slika 2.



Slika 2. Geološki profil terena

1. glina prašinsto pjeskovita, 2. glina, 3. pijesak, 4. šljunak, 5. šljunak zaglinjen,
6. glina laporovita, 7. laporovite stijene eocenskog fliša

Figure 2 Geological profile of the terrain

- 1 clay, silty sand, 2 clay, 3 sand, 4 gravel, 5 clayey gravel,
- 6 clay shale, 7 marl rocks of Eocene flysch

Sedimenti riječne terase ( $t_2$ ), prostiru se na terenu sa visinama većim od 100 mnm. Izohipsa 100 je njihova granica prema najmlađoj riječnoj terasi. U litološkom pogledu to su prašinsto pjeskovite gline na površini terena i šljunci u dubljem djelu terena. Između ova dva sloja skoro kontinuirano se prostire sloj zaglinjenog prašinstog pijeska.

Sedimenti riječne terase ( $t_1$ ), predstavljeni su od površine terena prašinstim i prašinsto pjeskovitim glinama, koje imaju kontinuirani prelaz između terase ( $t_1$ ) i terase ( $t_2$ ).

Sedimenti holocenske starosti ( $Q_2$ ), zastupljeni su aluvijalno plavnim (ap), barskim (b) i aluvijalnim (a) sedimentima. Aluvijalno plavni sedimenti (ap) su najviše zastupljeni, a njih čine zaglinjena prašina i pjeskovita glina, moćnosti do 1,0 m. Površina terena prekrivena je bilnim pokrivačem. Sedimenti su zastupljeni u dijelu trase puta bliže rijeci Savi, kao i duž korita rijeke Bosne. Pripadaju „savremenim sedimentima“ obzirom da rijeke stalno vrše spiranje i odnošenje jednog materijala, te donošenje i odlaganje novog materijala.

Barski sedimenti (b), rjeđe su prisutni i čine prelaz od druge terase ( $t_2$ ), ka prvoj terasi ( $t_1$ ). Po materijalnom sastavu su glinovito pjeskovite prašine, djelimično muljevite, moćnosti do 3,0 m. Sa svih strana okruženi su aluvijalno plavnim (ap) sedimentima i predstavljaju jednu cjelinu.

Aluvijalni sedimenti (a), rjeđe su zastupljeni, a predstavljeni su pijescima i prašinstim glinama. Generalno posmatrano, sedimenti holocenske starosti su jedan paket, koji se na ovakav način mogu rasčlaniti samo detaljnim geološkim kartiranjem.

Filtraciona svojstva navedenih sedimenata određena su na osnovu rezultata opita metodom Lefranc i granulometrijskog sastava po metodi USBR-a.

Provedenim opitima nalivanja vode u bušotinama i mjerenjem njenog sniženja, nakon završetka perioda nalivanja, metodom Lefranc, dobivene su određene vrijednosti koeficijenta filtracije, prikazane u tabelama br. 1 i br. 2.

Nalijevanjem vode u bušotinu u različitom vremenskom intervalu, dobivene su sljedeće srednje vrijednosti koeficijenta filtracije (cm/sec), tabela br. 1.

Tabela 1. Prikaz filtracionih karakteristika po metodi Lefranc – nalijevanje vode u bušotinu  
Table 1 Preview of filtration characteristics by the method Lefranc - soaking in water hole

Koeficijent vodopropusnosti po metodi LEFRANC									
Nalivanje vode u bušotinu									
Br. buš.	Datum ispitivanja	Vrijeme ispitiv. (min.)	Etaža od – do (m)	$\Phi$ etaže (mm)		$q= Q/t$ cm <sup>3</sup> /sek	LH (cm)	log L/r	Srednja vrijednost k (cm/sec)
BB – 10	28.10.2008.	5, 10, 15	0,85 – 1,85	116	0,37				$1,18 \times 10^{-4}$
BB – 11	01.10.2008.	5, 10, 15	1,00 – 2,00	131					$2,42 \times 10^{-5}$
BR – 16	25.05.2009.	5, 10, 15	1,85 – 2,85	140					$1,37 \times 10^{-4}$
BB – 17	22.10.2008.	5, 10, 15	0,85 – 1,85	116					$1,28 \times 10^{-5}$
BB – 19	25.09.2008.	5, 10, 15	0,65 – 1,65	131					$4,29 \times 10^{-4}$
$k = 0,37 q \times \frac{\log L/r}{LH}$ (cm/sec); $q = Q/t$ (cm <sup>3</sup> /sek)									

Nakon posljednjeg nalijevanja vode u bušotinu, pristupilo se mjerenju sniženja nivoa, prema ustaljenim vremenskim intervalima. Srednje vrijednosti rezultata date su u tabeli br. 2.

Tabela 2. Prikaz filtracionih karakteristika po metodi Lefranc – sniženje nivoa vode u bušotini  
Table 2 Preview of filtration characteristics by the method Lefranc - lowering water levels in wells

Koeficijent vodopropusnosti po metodi LEFRANC								
Sniženje nivoa vode u bušotini								
Br. buš.	Datum ispitivanja	Vrijeme ispitiv. (min. - sek)	Etaža od – do (m)	Φ etaže (mm)	Visina kote iznad terena (m)	C (cm/sek)	log $H_0/H_t$	Srednja vrijednost k (cm/sek)
BB – 10	28.10. 2008.	1 (60) do 15 (900)	0,85 – 1,85	116	0,05	1.1	0,0031 do 0,029	$6,16 \times 10^{-5}$
BB – 11	01.10. 2008.	1 (60) do 30 (1800)	1,00 – 2,00	131	0,00	1.1	0,0044 do 0,049	$1,92 \times 10^{-6}$
BR – 16	25.05.2009.	1 (60) do 30 (1800)	1,85 – 2,85	140	0,00	1,49	0,065 do 0,15	$1,56 \times 10^{-4}$
BB – 17	22.10.2008.	1 (60) do 30 (1800)	0,85 – 1,85	116	0,05	1.49	0,0031 do 0,0078	$5,19 \times 10^{-6}$
BB – 19	25.09.2008.	1 (60) do 30 (1800)	0,65 – 1,65	131	0,00	1.34	0,0038 do 0,22	$8,03 \times 10^{-5}$
$k = C \times \frac{\log H_0/H_t}{t} \text{ (cm/sek);} \quad C = 2,64 \times r^2 \times \frac{\log L/r}{L} \text{ (cm)}$								

Određivanje filtracionih karakteristika vršeno je na osnovu granulometrijskog sastava po metodi USBR-u. Na svim bušotinama gdje su provedeni opiti metodom Lefranc, uzeti su uzorci za granulometrijsku analizu i određeni parametri koeficijenta filtracije. Uporedni rezultati dobiveni po metodi USBR-a i metodi Lefranc, dati su u tabeli br. 3.

Tabela 3. Prikaz filtracionih karakteristika po metodi USBR-u i metodi Lefranc  
Table 3 Preview of filtration characteristics by the method USBR-in method and Lefranc

Koeficijent filtracije (m/sec)		
Vrste tla	USBR	Lefranc nalivanje vode/sniženje nivoa
Zaglinjena prašina, pjeskovita glina	$k = 1,0 \times 10^{-9} - 2,8 \times 10^{-9}$	$k = 1,4 \times 10^{-6} - 6,1 \times 10^{-7}$

Na osnovu terenskih istraživanja, snimanja podataka istražnog bušenja, te određivanja filtracionih karakteristika pomoću opita metodom Lefranc i granulometrijskog sastava po metodi USBR-a, terenu su izdvojene dvije hidrogeološke kategorije stijena i to propusne i nepropusne stijene.

### Propusne stijene

Propusne stijene pripadaju stijenama međuzrske poroznosti i mogu se svrstati u dvije klase kao slabovodopropusne i srednjevodopropusne

**Slabovodopropusne (vodonepropusne) stijene**, međuzrske poroznosti su terasne naslage ( $t_1$  i  $t_2$ ) i sedimenti holocenske starosti, predstavljeni aluvijalno plavnim sedimentima (ap), barskim sedimentima (b) i aluvijalnim sedimentima (a). Izgrađene su od glina prašiniastih, pjeskovite prašine i pjeskovitih glina. Debljina ovih sedimenata je različita i kreće se od 15,0 m na početku trase, do 5,0 m

na kraju trase. Stijene nisu kontinuirano nepropusne po moćnosti, obzirom da se u njima po središnjem dijelu moćnosti, na pojedinim dijelovima trase prostire sloj pijeska zaglinjenog, koji je srednje vodopropusnog karaktera.

U hidrogeološkom pogledu ove stijene nemaju funkciju kolektorskih svojstava, jer im se koeficijent filtracije prema USBR-u kreće kod terasnih sedimenata ( $t_1$ ) od  $k = 2.7 \times 10^{-8} - 8.5 \times 10^{-8}$  m/s, a kod terasnih sedimenata ( $t_2$ ) od  $k = 1.0 \times 10^{-9} - 9.2 \times 10^{-9}$  m/s, što može da predstavlja hidrogeološki izolator, mada i u ovoj sredini se može formirati kolektor, unutar pjeskovitog razvoja.

U sedimentima prve terase filtracione karakteristike po metodi Lefranc, kreću se od  $k = 1.18 \times 10^{-6} - 6.01 \times 10^{-7}$  m/s, dok se u sedimentima druge terase kreću od  $k = 3.81 \times 10^{-7} - 3.86 \times 10^{-7}$ . Ove filtracione karakteristike su nešto bolje u odnosu na USBR.

Česta smjenjivanja glinovitih, prašinih i pjeskovitih sedimenata stvaraju sočiva „lokalnog“ tipa, koja sprečavaju njihovo kontinuirano prostiranje. Zastupljenost slabo vodopropusnih sedimenata data je u tabeli br. 4.

Tabela 4. Pregled zastupljenosti slabo vodopropusnih stijena međuzrske poroznosti  
Table 4 Review of poorly water permeable rocks of intergranular porosity

Vrsta sedimenata	Stacionaža (m)	Dužina (m)
Slabovodopropusne stijene međuzrske poroznosti prve terase $t_1$	3 + 500 – 5 + 340	1840 m = 10,8%
Slabovodopropusne stijene međuzrske poroznosti druge terase $t_2$	3 + 500 – 10+762	7262 = 42,3%

**Srednjevodopropusne stijene**, međuzrske poroznosti su zaglinjeni šljunak i pijesak, kao i zaglinjeni pijesak, druge i prve terase. Zaglinjen šljunak pripada sedimentima druge terase  $t_2$ , srednje vodopropustan, ali nešto manje propusnosti u odnosu na šljunkovite sedimente prve terase. Koeficijenti filtracije su određivani laboratorijski i kreću se u rasponu od  $k = 1,0 \times 10^{-5} - 8,3 \times 10^{-7}$  m/s. Ovi parametri pokazuju da se radi o sedimentima srednje vodopropusnosti, obzirom da su filtracione karakteristike bliže  $10^{-5}$ , dok je najniža vrijednost  $10^{-7}$  registrovana na manjem broju uzoraka.

U hidrogeološkom pogledu ove stijene imaju funkciju kolektora većeg rasprostranjenja, i veće moćnosti. Prihranjivanje se vrši od padavina, iz rijeka i iz pliocen kvartarnih sedimenata koji su zastupljeni na obodu uzvišenim dijelovima terena. Nivo podzemnih voda u kolektoru je subarteškog karaktera. Zastupljenost sedimenata prve i druge terase, posmatrano u odnosu na njihovu rasprostranjenost u pravcu trase puta, prikazana je u tabeli br. 5.

Tabela 5. Pregled zastupljenosti srednje vodopropusnih stijena međuzrske poroznosti  
Table 5 Review of secondary water permeable rocks of intergranular porosity

Vrsta sedimenata	Stacionaža (m)	Dužina (m)
Srednjevodopropusne stijene međuzrske poroznosti prve terase $t_1$	0+300 – 1+860 14 + 170 – 16 + 995	4385 m = 25,8%
Srednjevodopropusne stijene međuzrske poroznosti druge terase $t_2$	0 + 300 – 14+170	13870 m = 81,6%

## Nepropusne stijene

U okviru slabovodopropusnih stijena mogu se izdvojiti nepropusne stijene koje zajednički čine hidrogeološki izolator i leže preko propusnih stijena. Ovi sedimenti su predstavljeni glinama, pjeskovitim glinama i zaglinjenom prašinom. U podini šljunkovitih stijena od stac. km 16 + 400 do kraja dionice prema Vukosavlju, nalaze se nepropusne stijena laporca i pješčara eocenske starosti.

Navedeni sedimenti se odlikuju slabim filtracionim karakteristikama i kao takvi mogu se svrstati u kategoriju nepropusnih stijena bez kolektorskih svojstava. Unutar ovih sedimenata moguće je očekivati sočiva šljunka i pijeska, što zavisi od ritmičnosti sedimentacije, u kojima se može formirati kolektor ograničenog rasprostranjenja, a koji sa hidrogeološkog aspekta nije toliko bitan ukoliko se se direktno ili u neposrednoj blizini ne gradi neki objekat.

## HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE KOLEKTORA KOLEKTORA

Na trasi autoputa Vc Svilaj-Vukosavlje, utvrđeno je prisustvo kolektora samo u propusnim stijenama međuzrnske poroznosti. Kolektor međuzrnske poroznosti formiran je u terasnim sedimentima ( $t_2$ ) šljunkovito pjeskovitog razvoja rijeka Save, odnosno idući prema Vukosavlju, od rijeke Save i rijeke Bosne.

Dubina do kolektora je promjenljiva, kao i njegova moćnost. Na početnom dijelu trase od rijeke Save, moćnost je nešto veća i nije potvrđena istražnim radovima. Isto se odnosi i na krajnji dio trase prema rijeci Bosni. Između navedenih rijeka, moćnost kolektora nije manja od 8,0 m. Pri kraju dionice prema Vukosavlju, u dijelu gdje se nalaze nepropusne stijena laporca i pješčara eocenske starosti, moćnost kolektora se smanjuje do 3,0 m.

Hidrogeološki parametri (propustljivost, transmisivnost) su različiti za svaku terasu  $t_2$  i  $t_1$ , a naročito za holocenske sedimente rijeka Save i Bosne, koji se i danas stvaraju. Filtracione karakteristike šljunkovito pjeskovite serije svake od ovih terasa i aluvijalnih ravni zavise od glinovite komponente unutar serije i moćnosti kolektora.

Filtracione karakteristike kolektora su relativno dobre sa promijenjenim vrijednostima koeficijenta filtracije  $k = 10^{-3}$  m/s, rjeđe  $10^{-6}$  m/s i koeficijentata vodopropusnosti  $T = 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, pa do  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s. Filtracioni parametri su određeni na osnovu terenskih istražnih radova, laboratorijskih ispitivanja, te detaljnog hidrogeološkog kartiranja terena. U dijelovima terena gdje se nalaze lokacije mostova, neposredno blizu vodotoka, lokacija petlji, podputnjaka i nadputnjaka izvedeno je nešto više radova, što je dalo pouzdanije podatke. Ipak u pojedinim dijelovima terena, prvenstveno bliže rijeci Savi, kod naplatne rampe ili dijela mosta preko rijeke Save, neophodno je detaljnije osmatranje režima podzemnih voda i testiranje kolektora. U tu svrhu potrebno je uraditi bunare sa pratećim pjezometrima na kojima će se izvesti testiranje vodonosnih horizonata. Tako će se dobiti sigurniji hidrogeološki parametri, prije svega koeficijent filtracije i vodopropusnost stijena u kojima će se fundirati ovi objekti.

Nivo podzemnih voda je subarteškog karaktera, zbog pripovršinskog izolatora koji je glinovitog prašinastog sastava i relativno je blizu površine terena i najčešće saglasan reljefu terena. Ne pokazuje veće oscilacije, uglavnom su vezane za hidrološke uslove i vodostaje u rijeci Savi, odnosno rijeci Savi i rijeci Bosni. Osmatranjem nivoa podzemnih voda na ugrađenim piezometrima u periodu od jedne godine, svakih 5 dana, nisu zabilježene veće oscilacije nivoa, oko 1,0 – 2,0 m.

## ZAKLJUČAK

Trasa na kojoj su provedena istraživanja je dio autoputa koridor Vc koji dolazi iz Hrvatske i prolazi od rijeke Save do Modriče. Teren pripada zoni unutrašnjih Dinarida Bosne i Hercegovine. Karakteriše ga ravničarski dio koji čine aluvijalne ravni rijeka Save i Bosne.

Teren je izgrađen je od eocenski sedimenata ( $E_3$ ), kvartarnih sedimenata pleistocenske ( $Q_1$ ) i holocenske ( $Q_2$ ) starosti. Kvartarni sedimenti su uglavnom terasni sedimenti Save, prve ( $t_1$ ) i druge ( $t_2$ ) terase, koji su predstavljeni šljuncima, pijeskom i prašinasto pjeskovitim glinama, zatim mlađim aluvijalnim sedimentima sličnog litološkog sastava.

Prema filtracionim karakteristikama izdvojene su dvije hidrogeološke kategorije stijena i to propusne i nepropusne stijene. Filtraciona svojstva slojeva zaglinjena prašina i pjeskovita glina kreću se od  $k = 1,4 \times 10^{-6} - 6,1 \times 10^{-7}$  po metodi Lefranc, do  $k = 1,0 \times 10^{-9} - 2,8 \times 10^{-9}$  po metodi USBR-a, što ih svrstava u slabovodopropusne stijene. Zaglinjen šljunak i pijesak kao i zaglinjeni pijesak pripada srednje vodopropusnim stijenama, čije se filtracione karakteristike kreću od  $k = 1,0 \times 10^{-5} - 8,3 \times 10^{-6}$  m/s.

Prisustvo kolektora vezano je propusne stijene međuzrnske poroznosti u terasnim sedimentima ( $t_2$ ) šljunkovito pjeskovitog razvoja rijeka Save, odnosno idući prema Vukosavlju, od rijeke Save i rijeke Bosne. Filtracione karakteristike kolektora su relativno dobre sa promijenjenim vrijednostima koeficijenta filtracije  $k = 10^{-3}$  m/s, rjeđe  $10^{-6}$  m/s i koeficijentata vodopropusnosti  $T = 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, pa do  $10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s.

#### LITERATURA

1. Bašagić M., Langof Z.: Elaborat o inženjerskogeološkim, hidrogeološkim geotehničkim uslovima izgradnje autopta na koridoru Vc - Tehnička studija, IPSA, Sarajevo Geoznanost, Sarajevo, 2005.
2. Bašagić M., Skopljak F., Hadžić E.: Vodozahvatni radovi i ispitivanje bunara B-4 na izvorištu "Odžak", Geoznanost, Sarajevo, 2004.
3. Đujić A., Đurić N.: Elaborat o geotehničkim istraživanjima trase autoputa Gradiška – Banja Luka, Geotech – plus, Bijeljina, 2005.
4. Đurić N.: Osnove geologije i inženjerske geologije, Građevinski fakultet Subotica, 2009.
5. Komatina M.: Hidrogeološka karta SFR Jugoslavije, 1:500.000, Sav. Geol. Zav., Beograd, 1980.
6. Papeš J., Srdić R.: Opći hidrogeološki odnosi na teritoriji BiH, Jugoslavenska Akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1969.
7. Šarin A.: Upustvo za izradu hidrogeološke karte SFRJ, S.G.Z. Beograd, 1984.
8. Šparica M., Buzaljko R., Mojičević M.: OGK Slavonski Brod, 1:100.000, Tumač lista Slavonski Brod, Geološki zavod, Zagreb, 1986.