

HIDROGEOLOŠKI FAKTORI UTICAJA POVRŠINSKIH VODA NA IZVORIŠTA PITKE VODE

Ferid Skopljak & Hazim Hrvatović

*Federalni zavod za geologiju, Ustanička 11. Ilidža, Sarajevo, Bosna i Hercegovina;
e-mail: fskopljak@yahoo.com tel./fax: ++387 33 621 567*

Rezime: Površinske vode imaju veliki uticaj na režim podzemnih voda što je od posebnog značaja ukoliko površinske vode imaju direktan uticaj na kvantitet i kvalitet izvorišta pitke vode. Uticaj površinskih voda na izvorišta pitke vode, u najvećoj mjeri, zavisi od hidrogeoloških karakteristika terena, tipa akvifera, hidroloških odlika površinskih voda, klimatskih prilika i ljudskih aktivnosti u slivnom području površinskih voda, odnosno zone prihranjivanja izvorišta. U ovom radu prikazani su hidrogeološki faktori uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode; primjeri uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode u Sarajevskom polju i njegovom obodu, te osnove monitoringa površinskih i podzemnih voda.

Cljučne riječi: hidrogeologija, uticaj, površinske vode, podzemne vode, akvifer, izvorište, monitoring

UVOD

Površinske vode imaju veliki uticaj na kvantitativni i kvalitativni režim podzemnih voda u odgovarajućim hidrogeološkim i hidrološkim uslovima. Posebno je važno pitanje uticaja površinskih voda na podzemne vode ukoliko površinske vode imaju uticaj na izvorišta pitke vode.

Uticaj površinskih voda na izvorišta pitke vode može biti i pozitivan i negativan. Pozitivan uticaj se na našim prostorima, uglavnom, odražava na prihranjivanje i kvantitativne karakteristike izvorišta, dok se negativni uticaj najčešće odražava na kvalitet podzemnih voda.

Uticaj površinskih voda na izvorišta pitke vode u najvećoj mjeri zavisi od:

1. Hidrogeoloških karakteristika terena,
2. Tipa akvifera,
3. Hidroloških odlika površinskih voda,
4. Klimatskih prilika, i
5. Ljudskih aktivnosti u slivnom području površinskih voda i zoni prihranjivanja izvorišta.

U cilju definiranja uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode potrebno je definirati navedene prirodne i vještačke faktore, te kroz monitoring površinskih i podzemnih voda pozitivni uticaj održavati na optimalnom nivou, a svaki negativni uticaj smanjiti na najmanju moguću mjeru.

U ovom radu su ukratko, i za bolje razumijevanje ove problematike, slikovito prikazani hidrogeološki faktori uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode; zatim je dato nekoliko primjera uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode, te naveden osnovni koncept monitoringa površinskih i podzemnih voda koji je potrebno obezbjediti u cilju definiranja i kontrole uticaja.

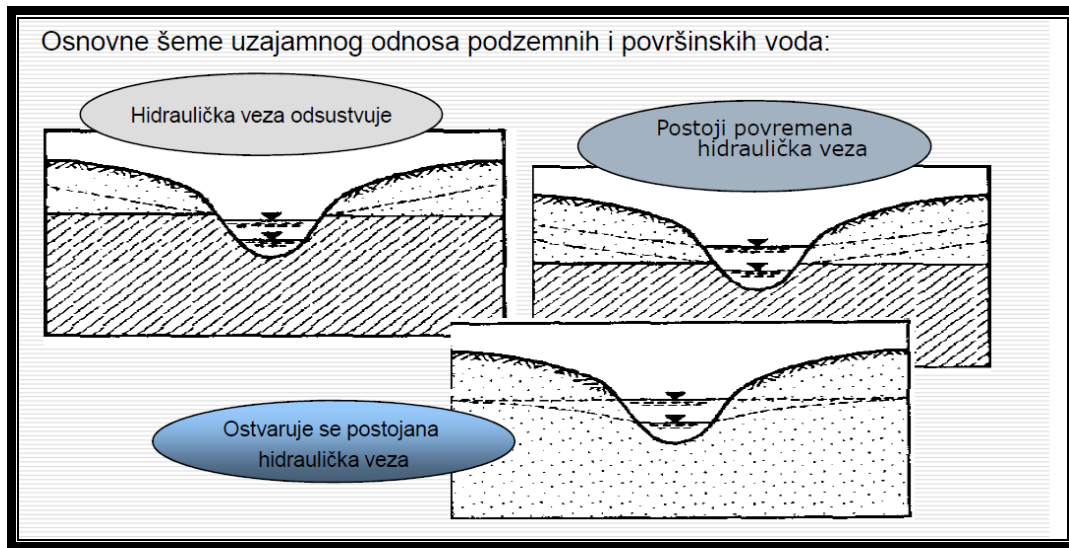
HIDROGEOLOŠKI FAKTORI

1. Hidrogeološke karakteristike terena

Hidrogeološke karakteristike terena imaju možda najveći značaj za definiranje uticaja površinskih voda na podzemne vode, odnosno izvorišta pitke vode. Tim prije što od hidrogeoloških karakteristika terena, odnosa propusnih i nepropusnih stijena, položaja akvifera u odnosu na atmosfereke i površinske vode, uslova prihranjivanja, propusnosti i hidrogeoloških parametara zavisi egzistiranje

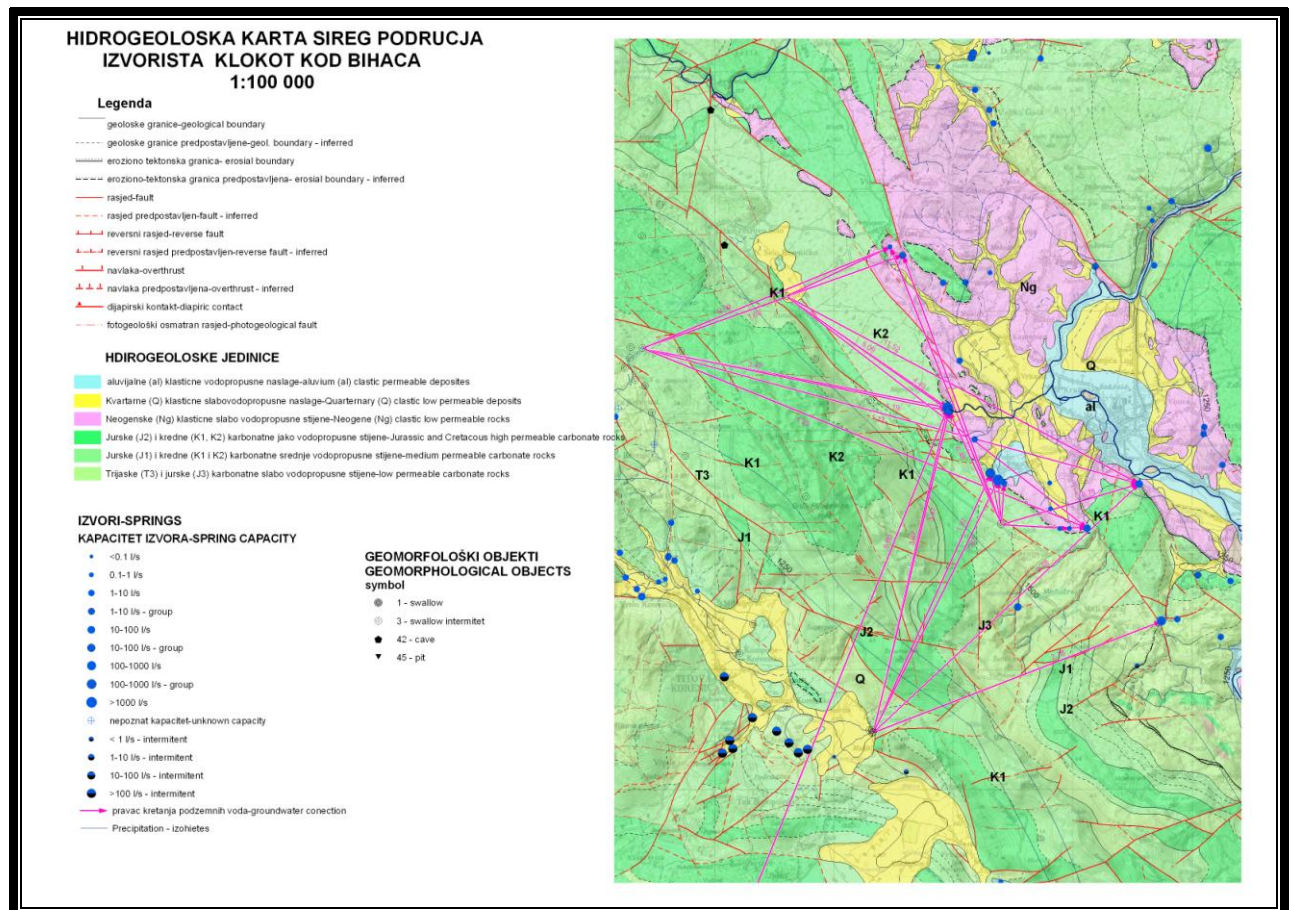
akvifera, obnavljanja njegovih rezervi i stanje kvaliteta podzemnih voda. Također, kada je riječ o površinskim vodama, sa hidrogeološkog aspekta, veoma je važno u kakve stijene je rijeka usjekla svoje korito (propusne ili nepropusne), kakav je položaj rijeke u odnosu na akvifer, kakav je hidraulički odnos rijeke i akvifera, kakve su geomorfološke odlike korita (meandri, zavoji, i dr.), da li rijeka prihranjuje akvifer ili ga drenira, kako i pri kojim hidrološkim uslovima se to dešava, mijenja ili ne mijenja, i uolikoj mjeri ?

U osnovi se uticaj površinskih voda na podzemne vode zasniva na slijedećoj hidrogeološkoj šemi: 1) hidraulička veza ne postoji; 2) hidraulička veza povremeno postoji; i 3) postoji stalna hidraulička veza (sl.1).



Slika 1. – Osnovna šema uzajamnog odnosa površinskih i podzemnih voda (B.Filipović,1980.):

Hidrogeološke karakteristike terena definiiraju se na osnovu hidrogeološkog kartiranja terena. Rezultati hidrogeološkog kartiranja prikazuju se na hidrogeološkoj karti koja sadrži: litostratigrafske jedinice i formacije; hidrogeološka svojstva formacija (akviferi, barijere); propusnost i vrstu poroznosti, transmisivnost, okršenost i izdašnost; podatke o akviferima, hidrogeološke parametre, dubine do akvifera i prostiranje značajnijih akvifera; hidrogeološke i površinske vododijelnice, pretpostavljene pravce toka podzemnih voda, podzemno-vodne veze, hidroizohipse i hidroizopieze, hemijska svojstva podzemnih i površinskih voda, vodne objekte, bunare (kopane i bušene), istražne bušotine, vodozahvate podzemnih voda, vodne pojave, izvore, pištevine, geomorfološke pojave, ponore, pećine, jaruge, topografske podatke, reljef, naselja, ceste, rijeke, potoke, jezera, i drugo (sl.2).



Slika 2. – Hidrogeološka karta šireg područja izvorišta Klokot kod Bihaća
(Federalni zavod za geologiju, 2004.)

2. Tip akvifera

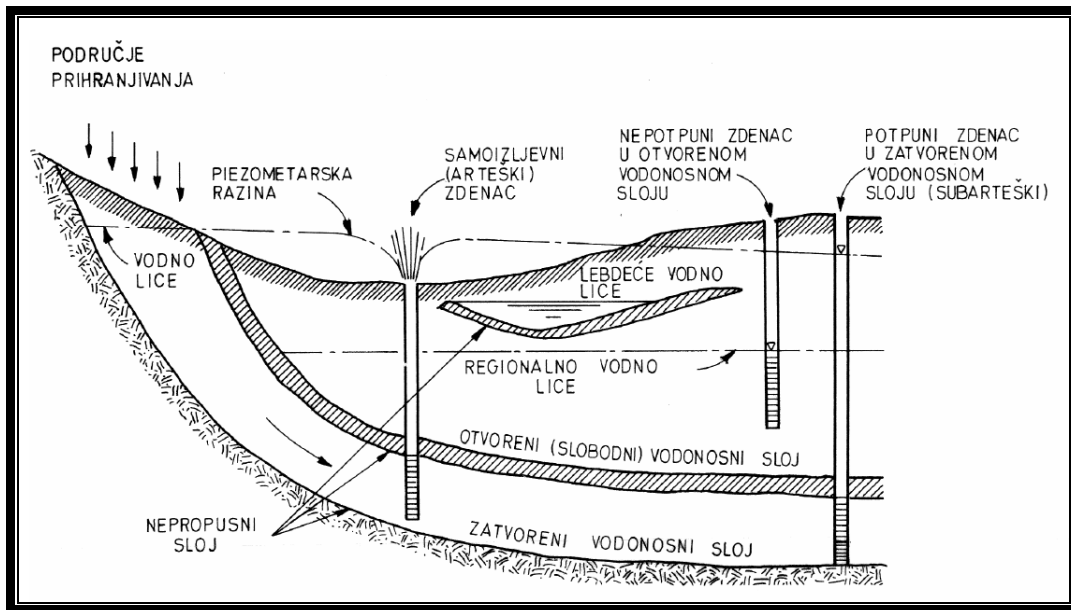
Utjecaj površinskih voda na podzemne vode i izvorišta pitke vode u mnogome zavisi od tipa akvifera, a posebno:

- otkrivenosti akvifera prema atmosferi,
- hidrodinamičkog karaktera nivoa podzemnih voda, i
- tipa akvifera,

Na osnovu *otkrivenosti akvifera* u odnosu na atmosferu (sl.3), akviferi su, najčešće, podijeljeni na:

- otvorene, i
- zatvorene.

Utjecaj površinskih voda na izvorišta pitke vode je značajno veći u otvorenim i znatno manji u zatvorenim tipovima akvifera.

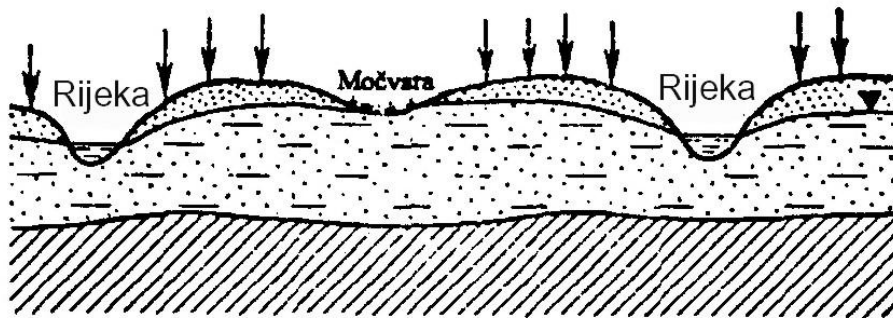


Slika 3 - Shema klasifikacije akvifera prema R.S.Gupti (1989.)

Na osnovu hidrodinamičkih karakteristika nivoa podzemnih voda, akviferi se dijele na:

- akvifere sa slobodnim nivoom, i
- akvifere sa nivoom pod pritiskom.

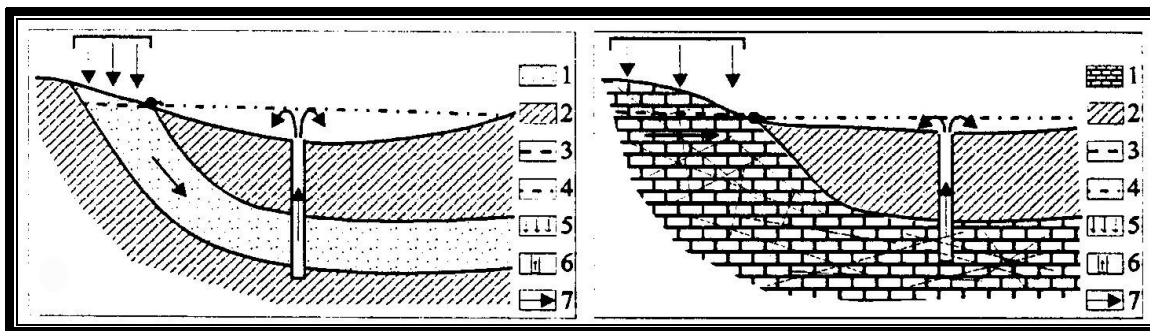
Akviferi sa slobodnim nivoom su najčešće veoma podložni uticaju površinskih voda jer su preko zone aeracije povezani sa atmosferom (sl.4). Široko su rasprostranjeni u prirodi, a najčešće su formirani u nevezanim kvartarnim naslagama, ali i u ispucalim i karstificiranim stijenama otkrivenih akvifera. Zbog neposredne veze sa atmosferskim i površinskim vodama akviferi sa slobodnim nivoom često podliježu hemijskom, radiološkom i bakteriološkom zagađenju.



Slika 4 – Akvifer sa slobodnim nivoom (J. Bear, 1979.)

Akviferi pod pritiskom imaju dvije bitne karakteristike: a) režim podzemnih voda je znatno stabilniji u odnosu na akvifere sa slobodnim nivoom i znatno manje podložan hidrološkim promjenama, i b) podzemne vode akvifera pod pritiskom, u odnosu na akvifere sa slobodnim nivoom, imaju povoljnije prirodne uvjete zaštite jer u krovini imaju nepropusne stijene.

Uticaj površinskih voda na podzemne vode akviferu pod pritiskom je skoro zanemarljiv, jer se prihranjivanje vrši samo u izdanačkoj zoni koja je, uglavnom, iznad erozionog basisa rijeke (sl.5).



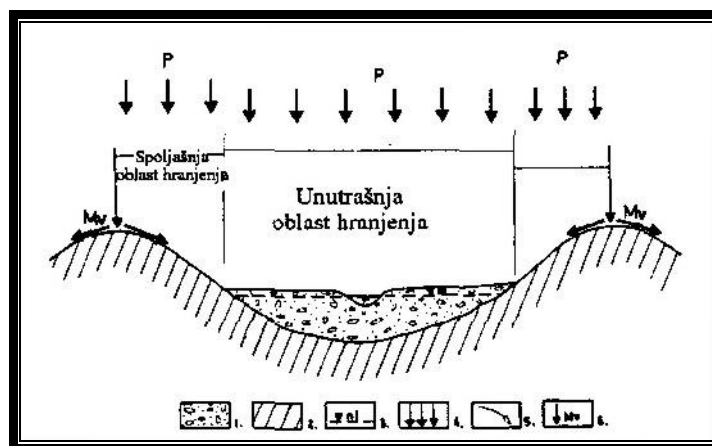
Slika 5 – Akviferi pod pritiskom (B. Filipović, 1980.)

Akviferi se na osnovu *preovlađujuće strukture poroznosti* dijele na tri osnovna tipa:

- akvifere međuzrske poroznosti,
- akvifere pukotinske poroznosti, i
- akvifere kavernozone poroznosti.

Akviferi međuzrske poroznosti formiraju se u nevezanim stijenama sa preovlađujućom međuzrskom strukturom poroznosti. To su uglavno stijene kvartarne (aluvijalne), a dijelom neogene starosti. Akviferi mogu biti sa slobodnim nivoom i pod pritiskom.

Akviferi međuzrske poroznosti sa slobodnim nivoom se najčešće foriraju u širokim riječnim dolinama ispunjenim aluvijalnim nanosom (šljunak i pijesak).



Slika 6 – Akvifer međuzrske poroznosti u aluvionu rijeke (B. Filipović, 1980.)

Prihranjivanje aluvijalnog akvifera ovog tipa je uglavnom od strane površinskih voda, a karakter prihranjivanja je različit, ne samo u zavisnosti od klimatskih i hidrografskih karakteristika regiona, već i različit od sezone do sezone (sl.6).

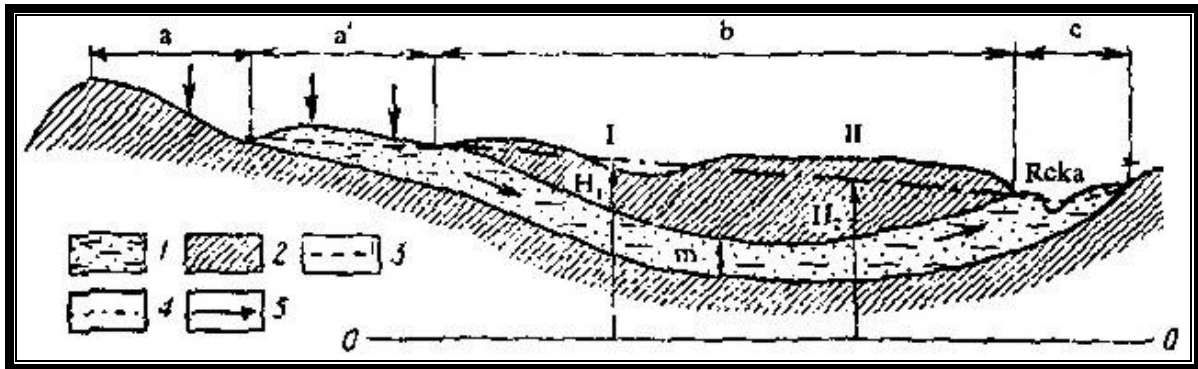
Važno je napomenuti da podzemne vode ovih akvifera, zbog plitkog zalijeganja nivoa i dobre hidrauličke povezanosti sa površinskim vodama, često podliježu zagađenjima.

S druge strane, velika površina rasprostranjenja akvifera, debljina i često dobre filtracione karakteristike aluvijalnih naslaga, kao i dobra hidraulička veza sa površinskim vodama, omogućava formiranje akvifera sa znatnim rezervama podzemnih voda.

Brojni su primjeri ovakvih izvorišta u aluvionu naših rijeka Bosne (izvorišta Sarajevsko polje, Misurići u Maglaj, Havdine i Rudanka u Doboju, Okanovići u Gradačcu, i dr.); Spreče (izvorište

Krušik Kalesija, Sprečko polje), Usore (izvorište Kalošević, Jelah i Kraševo); Šibošnice (izvorište Brana u Čeliću); Zujevine (izvorišta flaširane vode Coca-Cola, Akova, Sinalco) i dr.;

Uticaj površinskih voda na podzemne vode akvifera međuzrnske poroznosti pod pritiskom je znatno manji nego na akvifere međuzrnske poroznosti sa slobodnim nivoom iz razloga što je prihranjivanje u izdanačkoj zoni, a prihranjivanje iz rijeke često otežano zbog pritiska u akviferu (sl.7)

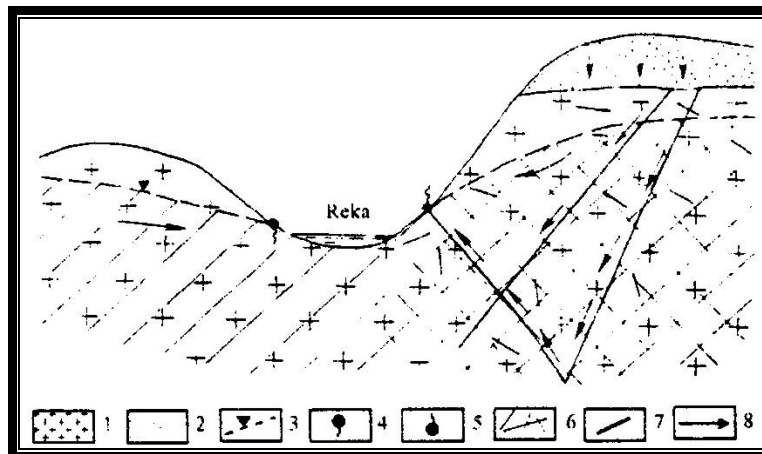


Slika 7 : Akvifer međuzrnske poroznosti pod pritiskom (B. Filipović, 1980.)

Rezerve podzemnih voda su zbog uslova prihranjivanja i dreniranja dosta manje u odnosu na tip ovog akvifera sa slobodnim nivoom, ali je kvalitet vode najčešće dobar i stabilan tokom hidrološke godine.

Odlični primjeri izvorišta ovog tipa su u Doboj Istoku (Klokotnica, Brijesnica Velika i Brijesnica Mala, izvorište Stanari, izvorište Dubošnica kod Lukavca, i dr.)

Akviferi pukotinske poroznosti su razbijenog tipa formirani u čvrstim stijenama (sl.8). Pojavljuju se u različitim intruzivnim i efuzivnim stijenama, metamorfnim stijenama i čvrstim sedimentnim stijenama (pješčari, konglomerati, karbonatne stijene koje nisu karstificirane i dr.).



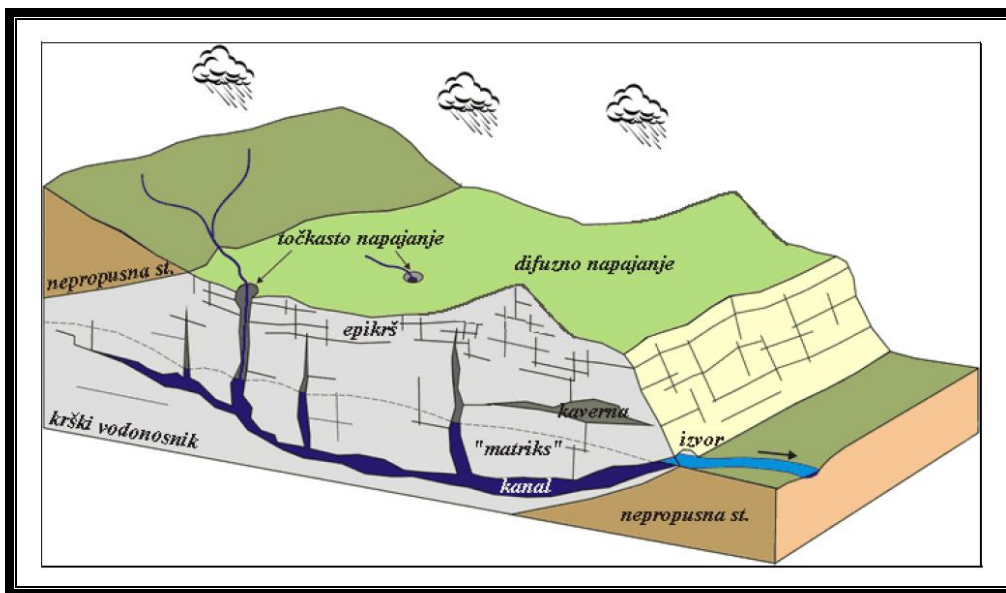
Slika 8: Pukotinski tip akvifera (B. Filipović, 1980.)

Uticaj površinskih voda na podzemne vode u akviferu pukotinske poroznosti je nešto manji zbog nešto lošijih filtraconih karakteristike akvifera i najčešće anizotropnog rasporeda pukotina u stijenskom masivu gdje često rijeka prihranjuje akvifera samo u određenim dijelovima terena pojačane ispugalosti. Rezerve podzemnih voda su relativno manje u odnosu na druge tipove akvifera ali je kvalitet često stabilan tokom cijele hidrološke godine.

Primjeri ovakvih izvorišta su brojni, posebno jer su uglavnom izvorišta relativno male izdašnosti (rijetko više od $Q_{min} = 3 \text{ l/s}$) i dobrog kvaliteta vode kao što su izvorišta manjih vodovodnih sistema u ofiolitnim stijenama na planinama Konjuh, Ozren i Borja; paleozojskog kompleksa Srebrenice, i dr.

Akviferi kavernozone poroznosti se formiraju u karstificiranim stijenama i, najčešće, u kraškim terenima. U njima se voda sakuplja po šupljinama, kanalima i pukotinama do određenog nivoa čija je gornja granica vodna ploha sa slobodnim nivoom, i ističe na kraškim izvorima (sl.9).

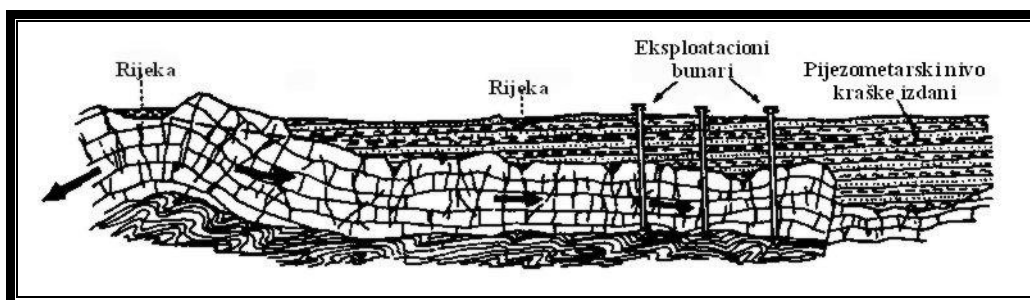
Iako je nivo podzemnih voda ovog akvifera često i na dubinama 100 do preko 500 m uticaj površinskih voda na podzemne vode može biti jako izražen, a posebno ako se rijeke pojavljuju visoko u kršu. Npr. Rijeka Zalomka u Nevesinjskom polju direktno ponire u Biogradski ponor i pojavljuje se na vreli Bunice; jezero Salakovac ima veliki uticaj na Salakovačka vrela i izvorišta Studenac u Mostaru; u ponore u Krbavskom polju (Hrvatska) ponire rijeka Kravica i pojavljuje se na vreli Klokot u Bihaću, i drugi brojni primjeri.



Slika 9: Prihranjivanje kraškog akvifera sa slobodnim nivoom (Z.Karlovac, 1999.)

Akviferi kavernozone poroznosti sa slobodnim nivoom često podliježu zagađenju, posebno ukoliko se u zaleđu, koje je uglavnom planinski teren, provode ljudske aktivnosti (Bjelašnica, Igman, Plješevica, Vlašić, Velež, i dr. planine dinarskog krša).

Nešto manji uticaj površinskih voda je na akvifere kavernozone poroznosti pod pritiskom, jer se prihranjivanje vrši samo u izdanačkoj zoni, dok je u zoni zahvatanja bunarima taj uticaj anuliran prisustvom nepropusnih stijena u krovini (sl.10).



Slika 10: Akvifer kavernozone poroznosti pod pritiskom (B.F.Mijatović, 1990.)

Instruktivni primjeri izvorišta ovog tipa su izvorišta Povelich, Srđevići i Dabrac u općinama Prnjavor i Srbac; izvorišta Vrela i Domažić u Gradačcu, izvorišta oboda Majevice u Brčko distriktu (Islamovac, Zovik, Rahić), izvorište u Sapni, izvorište Sarajevska pivara i Olimpia-Coca Cola u Sarajevu; gdje su zahvaćene podzemne vode pod pritiskom izuzetno dobrog kvaliteta.

Za oba tipa akvifera kavernozone poroznosti karakteristično je da raspolažu velikim rezervama podzemnih voda koje su našle veliku primjenu u vodosnabdijevanju i flaširanju.

PRIMJERI UTICAJA POVRŠINSKIH VODA NA IZVORIŠTA PITKE VODE

U Bosni i Hercegovini se nalazi nekoliko većih izvorišta pitke vode koja su pod uticajem površinskih voda. U ovom radu data su dva primjera izvorišta pod uticajem površinskih voda; jedno je „Sarajevsko polje“ najveće izvorište u Bosni i Hercegovini koje se koristi za vodosnabdijevanje Sarajeva, i drugo izvorište u dolini Zujevine koje se koristi za flaširanje pitke vode.

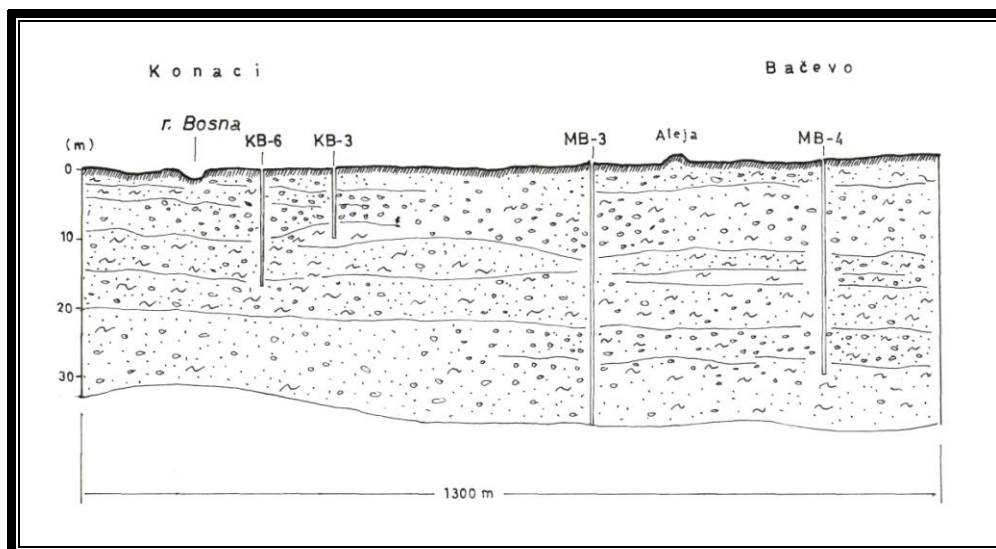
Izvorište Sarajevsko polje

Izvorište Sarajevsko polje je formirano u aluvionu rijeke Željeznice i Bosne. Prihranjivanje izvorišta vrši se od strane rijeke Bosne, Željeznice i „ranije“, prije regulacije, od strane rijeke Večerice.

Izvorište Sarajevsko polje obuhvata tri eksploatacione zone: Bačevo-Konaci, Sokolović Kolonija i Stup, u kojima su u funkciji 36 bunara.

a) Bačevo-Konaci

U rejonu Bačevo-Konaci nalazi se 29 eksploatacionih bunara dubine 9,5 - 43,0 m. Prema podacima iz 2013.godine ukupna izdašnost aktivnih bunara u ovoj zoni je oko 1.800 l/s (Jabučar, D., Čerić, A., 2013.).

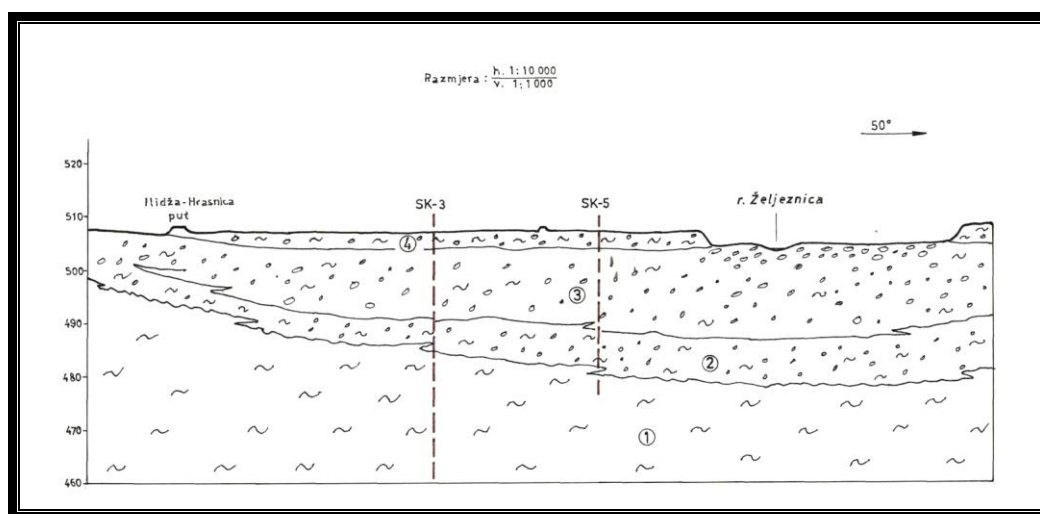


Slika 11- Hidrogeološki profil kroz izvorište podzemnih voda Bačevo-Konaci (F.Skopljak, 2006.)

S obzirom da kapacitet eksploatacije izvorišta premašuje prirodno obnovljive rezerve iz rijeke, deficit u količinama se nadoknađuje vještačkim prihranjivanjem vodom iz rijeke Bosne (cca 1,2 m³/s) putem infiltracionih kanala i upojnih bunara. Kvalitet vode ovog izvorišta približno odgovara kvalitetu rijeke Bosne u izvorišnom dijelu i podzemnih voda iz kraškog akvifera Igmana, ali je primjetno njegovo pogoršanje nakon intenziviranja ljudskih aktivnosti na Igmanu i Bjelašnici.

b) Sokolović Kolonija

U Sokolović Koloniji se nalazi 4 eksploataciona bunara, dubine 18,0 - 32,0 m ukupne izdašnosti oko 240 l/.



Slika 12- Hidrogeološki profil kroz izvorište podzemnih voda Sokolović Kolonija (F.Skopljak, 2006.)

Prema raspoloživim podacima postoji jaka zavisnost promjene nivoa podzemnih voda u akviferu od vodostaja Željeznice (Jabučar, D., Čerić, A., 2013.). Shodno tome rijeka Željeznica u značajnoj mjeri utiče i na bilans vode u izvorištu Sokolović Kolonija (infiltracija u prosjeku oko $1\text{m}^3/\text{s}$), a što se direktno može odraziti i na kvalitet podzemnih voda. Kvalitet vode rijeke Željeznice je veoma loš što pokazuju višegodišnja ispitivanja. Kvalitet podzemnih voda u izvorištu, prema rezultatima ispitivanja iz 2011. godine, je dobar i bez bakteriološkog zagađenja.

Osnovni parametri kvaliteta vode rijeke Željeznice, prema podacima KJKP "Vodovod i kanalizacija" Sarajevo, određeni u različitim hidrološkim uslovima od 1996.-2003. godine su slijedeći:

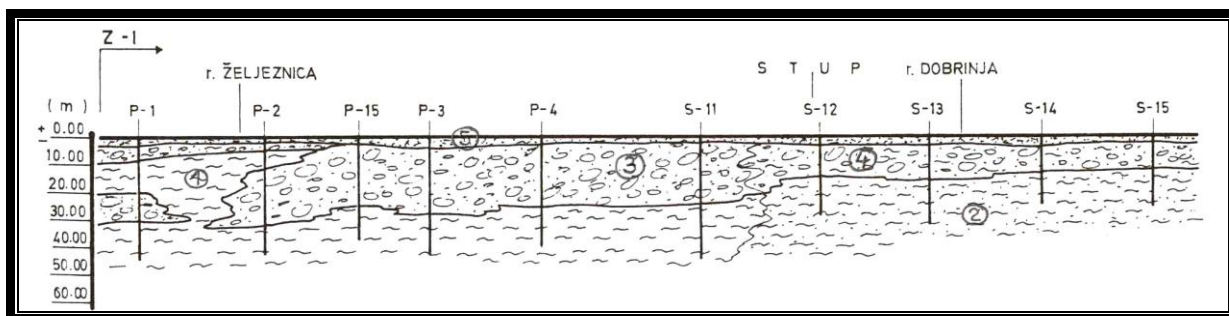
Tabela 1.: Analize kvaliteta vode rijeke Željeznice (F.Skopljak, 2006.)

Vrelo	Hidr. period	Kondukt. $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	KMnO_4	NH_3	NO_2	NO_3	Cl	SO_4	Mn	Fe
Vrelo Željeznice sušni	01.08.96	380	7,7	1,18	0,01	0,00	1,20	3,16	11,0	0,00	0,00
Vrelo Željeznice sušni	10.10.96	382	7,69	1,94	0,19	0,001	1,24	5,19	12,0	0,00	0,00
Vrelo Željeznice kišni	05.06.97	392	7,70	2,18	1,04	0,001	1,48	6,67	11,0	0,00	0,00
Vrelo Željeznice kišni	11.09.99	383	7,72	2,10	1,43	0,001	1,56	5,34	11,0	0,00	0,00
Vrelo Željeznice kišni	21.11.03	380	7,70	2,14	1,03	0,001	1,24	6,19	12,0	0,00	0,00
r.Željeznica Krupac	05.06.97	395	7,74	3,14	5,03	0,001	3,24	8,19	12,0	0,00	0,00
r.Željeznica Krupac kišni	11.09.99	393	7,89	7,80	10,53	0,023	11,90	12,7	19,59	0,00	1,23
r.Željeznica Krupac kišni	21.11.03	386	7,94	43,19	34,04	0,043	28,4	67,9	17,0	0,01	5,82
r.Željeznica Sokolovići kišni	05.06.97	396	7,76	7,18	6,04	0,001	3,48	8,67	12,0	0,00	0,00
r.Željeznica Iliđa kišni	11.09.99	387	7,80	7,82	10,92	0,023	9,65	11,3	16,8	0,00	1,23
r.Željeznica Iliđa kišni	21.11.03	389	7,82	44,0	31,77	0,035	21,78	69,6	17,65	0,00	3,42

Kako se vidi jako je izražena tendencija zagađivanja rijeke Željeznice od izvorišta do Ilidže, a posebno nizvodno od Krupca. Slična je situacija i prema rezultatima ispitivanja iz 2011. godine. To može predstavljati i predstavlja stalnu opasnost za narušavanje kvaliteta vode izvorišta Sokolović Kolonija, te je shodno tome potrebno pravovremeno preduzeti odgovarajuće mjere zaštite, između ostalog i odgovarajući monitoring.

c) Izvorište Stup

U rejonu Stupa nalazi se izvorište sarajevskog vodovodnog sistema koje se prihranjuje vodom rijeke Željeznice i Dobrinje. Debljina aluvijalnih naslaga na Stupu je oko 22 m. Eksploatacija vode se vrši na 3 bunara ukupne izdašnosti oko 75 l/s.



Slika 13 – Razvoj aluvijalnih sedimenata između rijeke Željeznice i Dobrinje (I.Avdagić,1999.)

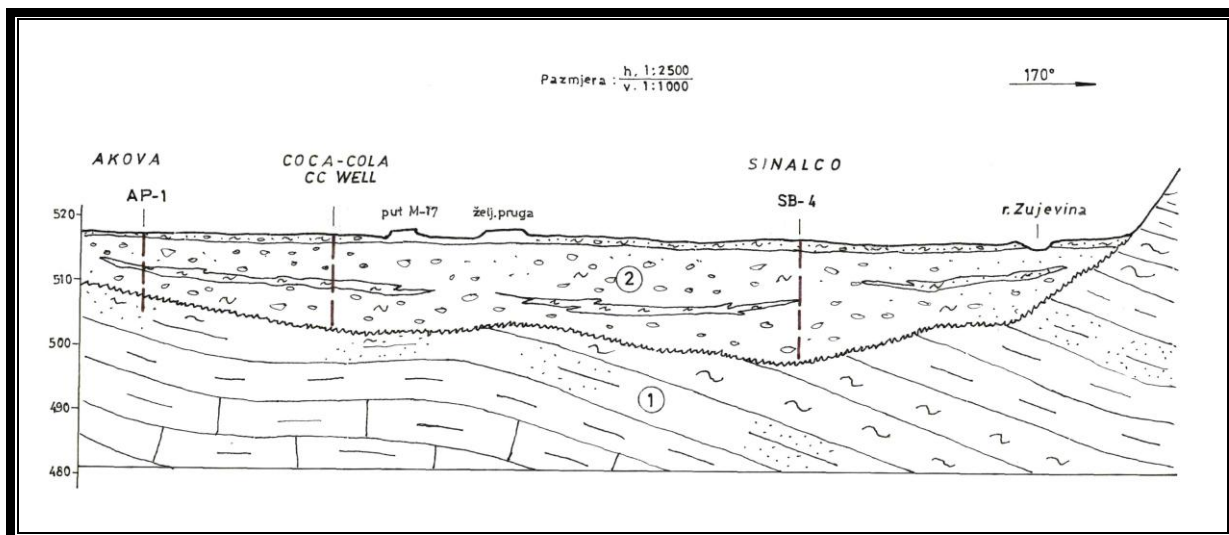
Kvalitet površinskih voda Željeznice i Dobrinje je veoma loš, što može imati loše posljedice na kvalitet podzemnih voda u izvorištu Stup.

Kako se vidi iz izloženog, uticaj površinskih voda na podzemne vode izvorišta Sarajevsko polje je veoma izražen, kako kvantitativno, tako i kvalitativno, što je potrebno imati u vidu u narednom periodu i ukazuje da urgentno treba početi provoditi mjere zaštite i odgovarajući monitoring.

Izvorišta u dolini Zujevine

Izvorište pitke vode relativno manjih razmjera formirano je u aluvionu u dolini Zujevine, između Hadžića i Blažuja. Akvifer debljine 7 - 16 m izgrađuju šljunak, pijesak i drobina, u čijoj podini su nepropusne stijene fliša gornje krede. Ležište se prihranjuje infiltracijom vode iz rijeke Zujevine. Nivo podzemnih voda u izvorištu (akviferu) je slobodan.

Eksploatacija podzemnih voda vrši se na nekoliko bušenih bunara, dubine 14-20 m, izvedenih za potrebe Općine Hadžići, te kompanija "Coca- Cola", "Sinalco" i "Akova-Ovako". Pojedinačna izdašnost bunara je 15-20 l/s. Kvalitet podzemnih voda je zadovoljavajući, iako, zbog pripovršinskog položaja ležišta, postoji mogućnost njihovog zagađivanja.



Slika 14: Hidrogeološki profil kroz izvorišta u dolini Zujevine
(F. Skopljak, 2006.)

Voda rijeke Zujevine i podzemne vode u izvorištu "Ovako" imaju veoma sličan sastav, a prisutne su određene razlike u sadržaju hidrokarbonata i sulfata (tab.2).

Tabela 2. Uporedna analiza vode rijeke Zujevine i izvorišta Ovako (F. Skopljak, 2005.)

Joni	Bunar OB-1 Ovako			Rijeka Zujevina		
	mg/l	mg.ekv./l	%mg.ekv.	mg/l	mg.ekv./l	%mg.ekv.
Kationi						
Ca	84	4,19	70,65	85	4,24	70,08
Mg	21,2	1,74	29,34	22,0	1,81	29,91
Suma:	105,2	5,93	99,99	107,0	6,05	99,99
Anioni						
HCO₃	273	4,47	79,25	235	3,85	57,63
SO₄	45,0	0,93	16,50	125	2,60	38,92
Cl	8,5	0,24	4,25	8,1	0,23	3,44
Suma:	326,5	5,64	100,0	368,1	6,68	99,99

Voda u izvorištima je bakteriološki ispravna!! Bakteriološka ispravnost podzemnih voda u izvorištu, i pored otežanih uvjeta zaštite je, najvjerojatnije, rezultat odsustva stalnog izvora zagađenja (urađen kanalizacioni sistem), izuzetno malih brzina toka podzemnih voda, te dugog vremena zadržavanja vode u podzemlju i mogućeg razvoja procesa autopurifikacije (Skopljak, F., 2005.).

MONITORING POVRŠINSKIH I PODZEMNIH VODA

U cilju definiranja i kontrole uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode potrebno je uraditi i kroz monitoring provoditi slijedeće:

- 1) Definirati hidrogeološke karakteristike terena (hidrogeološka karta, definiranje akvifera u planu i profilu, definiranje graničnih uslova, uslova prihranjivanja i dr.),
- 2) Izvršiti i kontinuirano provoditi hidrološka mjerenja i osmatranja površinskih voda,
- 3) Definirati optimalni kapacitet izvorišta uz optimalna sniženja i radijuse depresije, i dr.),

- 4) Kontinuirano provoditi hidrogeološka osmatranja nivoa podzemnih voda,
- 5) Definirati i kontinuirano pratiti fizičko-hemijske, bakteriološke, hidrobiološke i radiološke karakteristike površinskih i podzemnih voda, i
- 6) Izvršiti izbor odgovarajuće opreme za monitoring.

ZAKLJUČAK

1. Hidrogeološki faktori su od prvorazrednog značaja za definiranje uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode.
2. Uticaj površinskih voda na izvorišta pitke vode prvenstveno zavisi od graničnih uslova, karaktera uzajamne veze rijeka- akvifer; odnosno u kojoj mjeri i pri kojim hidrološkim uslovima rijeka prihranjuje akvifer.
3. Uticaj površinskih voda na izvorišta pitke vode može biti pozitivan i negativan. Pozitivan uticaj se uglavnom odražava na prihranjivanje i kvantitativne karakteristike izvorišta, dok se negativni uticaj najčešće odražava na kvalitet podzemnih voda.
4. Kvantitativne karakteristike izvorišta moguće je povećati određenim hidrotehničkim rješenjima u koritu rijeka, dok se kvalitet podzemnih voda može poboljšati isključivo kroz mjere zaštite površinskih voda.
5. U cilju definiranja i kontrole uticaja površinskih voda na izvorišta pitke vode potrebno je provoditi monitoring površinskih i podzemnih voda.

LITERATURA

- Avdagić, I. et al (1999.): Interventne mjere zaštite voda Sarajevskog polja sadašnjih i budućih vodozahvatnih objekata, Earth Science Institute, Sarajevo.
- Bašagić, M., Skopljak, F.(2003.): Izvještaj o izvođenju bunara "CC Well" u krugu kompanije Coca-Cola Beverages B-H d.o.o Sarajevo, Građ.fak. Sarajevo - Institut za geologiju, Sarajevo.
- Bašagić, M. Skopljak, F. (2006.): Hidrogeologija- odabrana poglavlja, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
- Federalni zavod za geologiju (2004.): Annual, midterm and final reports for Apopsbal project. IRB Zagreb, Zavod za geologiju –Sarajevo
- Filipović, B. (1980.): Metodika hidrogeoloških istraživanja, Naučna knjiga, Beograd.
- Jabučar,D., Čerić,A., (2013.): Elaborat zaštite izvorišta vode za piće Sarajevsko polje, Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu
- Karlovac, Z., 1999.: Hidrogeologija krša – skripta za akademsku godinu 2012/2013., Sveučilište u Zagrebu, RGNF Zagreb
- Mijatović,B.F. (1990.): Kras - hidrogeologija kraških vodonosnika, Geozavod-Institut za Geonauke, Beograd.

Skopljak, F. (2005.): Izvještaj - Hidrogeološka istraživanja i zahvatanje podzemnih voda u krugu kompanije "Ovako" - Hadžići. Građ.fakultet Sarajevo – Institut za geologiju, Sarajevo.

Skopljak, F. (2006.): Odnosi podzemnih voda područja Ilidže kod Sarajeva, doktorska disertacija, Pos.izdanje Geol.glasnika knj.XXIX., Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.