

V. NOVAKOVIĆ¹, M. GLIGORIĆ²,
R. GRUJIĆ¹

Stručni rad
UDC:628.112.033:622.143

Uticaj upotrebe komprimovanog vazduha pri bušenju, razradi i ispiranju pijezometara i bunara na rezultate ispitivanja fizičko-hemijskog sastava podzemnih voda

Ovim radom se ukazuje na to, da se kiseonik u podzemnim vodama, može zadržati na velikom prostoru i dugo vremena nakon izvođenja i ispiranja pijezometara i bunara, što objektivno može uticati na rezultate ispitivanja fizičko-hemijskog sastava podzemne vode u toku prvog testiranja bunara.

U radu su prezentovani podaci o navedenim situacijama u akviferu neogene starosti u Stanarima kod Doboja i u aluvijalnoj izdani u Kozluku kod Zvornika.

Kako bi se u budućnosti eliminisao ovaj problem u radu su date preporuke, promjene uobičajene procedure hidrogeoloških istraživanja, da se sagleda efekat aeracije vode u akviferu, tokom razrade bunara.

Ključne reči: bunari, podzemne vode, piezometri, fizičko-hemijski sastav vode

1. UVOD

Uobičajena procedura hidrogeoloških istraživanja podrazumjeva potrebu izvođenja pijezometara i bunara. Nakon bušenja pristupa se ispiranju pijezometara i bunara, odnosno vrši se razrada čišćenjem pribunarske zone od sitnih čestica gline, mulja, pijeska i preostalog fluida injektiranog u akvifer, a koji je korišćen za izbacivanje nabušenog materijala u toku bušenja.

Autori ovog rada su u svojoj stručnoj praksi na više terena uočili da rezultati prvih laboratorijskih ispitivanja fizičko-hemijskog sastava uzoraka podzemne vode, koji se uzimaju u toku testiranja bunara probnim crpljenjem, ne prikazuju realan sadržaj gvožđa, mangana, nitrita i amonijaka u podzemnoj vodi. Naime, često su dobijeni rezultati manji od očekivanih i poznatih za taj akvifer. To može dovesti neiskusnog istraživača i investitora u situaciju da donose ishitrene odluke o nastavku ulaganja, u objekte za zahvatanje i tretman voda ili da sumnjaju u ispravnost izvedenih laboratorijskih analiza fizičko-hemijskog sastava vode.

Imajući u vidu vlastito iskustvo u pogledu ponavljanja ove pojave na više različitih terena, literarnih podataka o sličnim pojavama u prošlosti, kao i vremensku podudarnost takvih rezultata laboratorijskog ispitivanja, sa terminom završetka izvođenja i razrade bunara, u ovom radu je izvršena analiza postojećih podataka u cilju razjašnjenja uzroka i davanja preporuka kako bi se u budućnosti eliminisao ovaj problem kod uobičajenog postupka hidrogeoloških istraživanja.

2. PRIRODNI USLOVI U AKVIFERU, KAO PREDUSLOV POVIŠENOG SADRŽAJA GVOŽĐA, MANGANA, NITRITA I AMONIJAKA U AKVIFERIMA REPUBLIKE SRPSKE

Prirodni uslovi u akviferu, brzina podzemnog toka, prisustvo ili odsustvo vadrozne zone sa vazduhom neposredno iznad slobodnog nivoa podzemne vode, dužina transporta podzemne vode od zone prihranjivanja vodom do mjesta uzorkovanja, temperatura i pH podzemne vode, mineraloško-petrografski sastav vodonosnog sloja i prisustvo organskih materija u vodonosnom sloju, kao i njegove podine i povlate, utiču na sadržaj rastvorenog kiseonika u podzemnoj vodi. Nizak sadržaj kiseonika u podzemnim vodama, generiše povišen sadržaj gvožđa, a povremeno i mangana, nitrita i amonijaka, što je čest slučaj zbog čega se ova voda ne može koristiti za vodosnabdijevanje bez prethodnog tretmana [1-6].

Na prostoru Balkana i Panonske nizije, česta je pojava povišenog sadržaja gvožđa i mangana, a povremeno i na prostorno posmatrano manje lokacija i povišen sadržaj nitrita i/ili amonijaka. To su uglavnom neogeni baseni sa podzemnim vodama akumuliranim u akviferu od pjeskovito-šljunkovitih sedimentata, pliocenske i plio-pleistocenske starosti (subartesa i artesa izdan) i neke izdani u akviferima kvartarne starosti [7-12].

Gvožđa i mangana ima praktično u svim geosredinama ali ga u podzemnim vodama svih tih sredina, nema u povišenom sadržaju. Uzrok prisustva povišenih koncentracija gvožđa i mangana u podzemnoj vodi je u najvećem broju slučajeva, nizak sadržaj kiseonika u izdani (anaerobni uslovi), a samo u rijetkim slučajevima intenzivno rastvaranje minerala gvožđa i mangana iz rudnih žica.

Adrese autora: ¹D.O.O „IPIN“ Institut za primijenenu geologiju i vodoinženjering, Bijeljina, ²Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Tehnološki fakultet Zvornik

Rad primljen : 20.09.2011.

Izdvajaju se tri osnovna tipa hidrogeološkog konceptualnog modela, sa takvim režimima izdani koji su pogodni za stvaranje anaerobnih uslova u akviferu [13-17]:

1. Centralni dijelovi arteskkih izdani većih neogenih basena,
2. Izdani i dijelovi izdani sa specifičnim geološkim režimom gdje procesi oksidacije nisu završeni (tresetišta i lapori pliocenske starosti) i
3. Izdani u aluvijonima sa režimom koji karakteriše neki od sledećih uslova:
 - a) nepostojanje bliske vadozne zone sa vazduhom iznad nivoa podzemne vode,
 - b) udaljena odnosno otežana hidraulička veza akvifera i rijeke ili zone prihranjivanja vodom sa površine,
 - c) spora vodozamjena tj. usporeno prihranjivanje vodom i dreniranje.

Naravno, postoje i prelazni tipovi režima koji imaju elemente režima sa više nabrojanih preduslova za stvaranje anaerobnih uslova u izdani i povišen sadržaj nabrojanih elemenata.

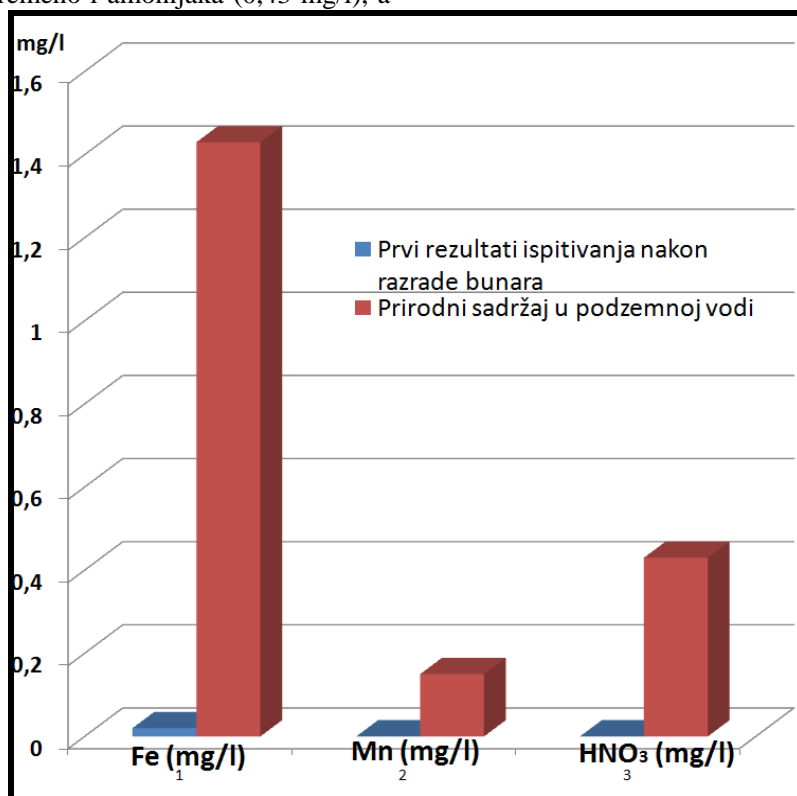
Navešćemo dva karakteristična primjera.

Izdan akumulirana do dubine 10 m, u aluvijalnim sedimentima rijeke Drine u Kozluku kod Zvornika, ima povišen sadržaj gvožđa (1,43 mg/l) i mangana (0,15 mg/l), te povremeno i amonijaka (0,43 mg/l), a

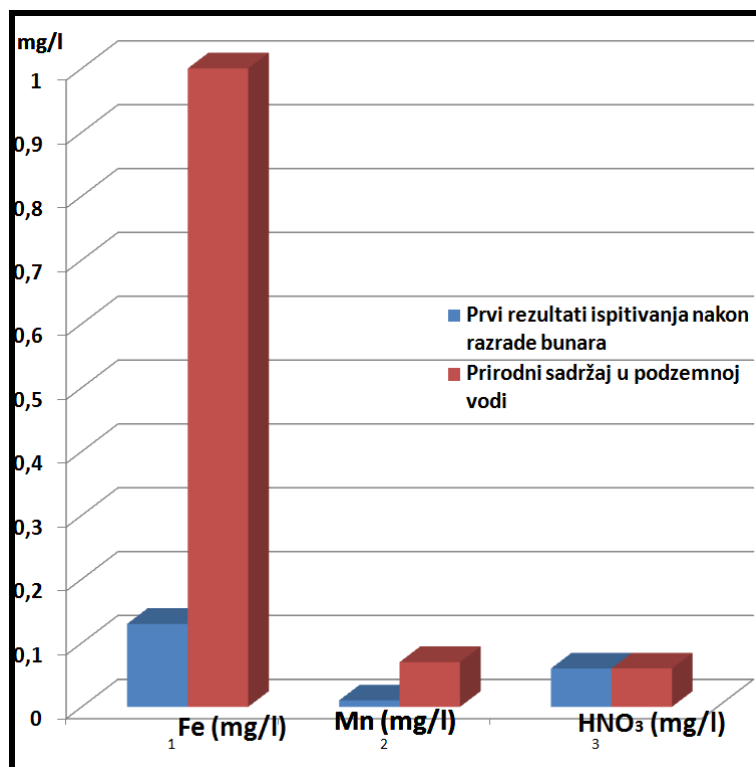
nakon tretmana, se koristi za tehničke potrebe fabrike Vitinka (hidrogeološki konceptualni model opisan pod 3a). Vrijednost pH je oko 6,8. Međutim, u vrijeme testiranja istražnih bušotina, tokom hidrogeoloških istraživanja u julu 2002. g, prvi rezultati laboratorijskih analiza su ukazivali da je voda ispravna za piće sa sadržajem gvožđa 0,02 mg/l, mangana 0,00 mg/l i amonijaka 0,00 mg/l. Tom prilikom je izmjerena vrijednost pH od 7,11 [4].

Akvifer neogenog basena u Stanarima kod Doboja, prosječne debljine 16,8 m ima povišen sadržaj gvožđa (do 1 mg/l) i mangana (0,07 mg/l), a koristi se za tehničke potrebe rudnika Stanari (hidrogeološki konceptualni model opisan pod 1). Međutim, u vrijeme testiranja bunara BS-1/10 u junu 2010. g, prvi rezultati laboratorijskih analiza su ukazivali da je sadržaj gvožđa 0,13 mg/l, mangana 0,01 mg/l, i amonijaka 0,06 mg/l. Tom prilikom je izmjerena vrijednost pH od 7,21.

Evidentno je da je sadržaj gvožđa i mangana u uzorcima vode, uzetim odmah po izvođenju i ispiranju pijezometara i bunara, mnogo veći nego u prirodnim uslovima (uzorcima iz drugih objekata u istom vodonosnom sloju ili iz istog bunara, ali nakon nekoliko mjeseci). Vrijednost pH faktora je značajno manji u uzorcima, uzetim odmah po izvođenju i ispiranju pijezometara i bunara, mnogo veći nego u prirodnim uslovima.



Slika 1 - Uporedni dijagram prirodnog sadržaja u vodi aluvijalne izdani Kozluka kod Zvornika i sadržaja odmah nakon razrade novog pijezometra BV-2



Slika 2 - Uporedni dijagram prirodnog sadržaja u vodi izdani neogenog bazena Stanara kod Doboja, i sadržaja odmah nakon razrade novog bunara BS-1/10

3. CILJ I USLOVI KORIŠĆENJA KOMPRIMOVANOG VAZDUHA U RAZLIČITIM PROCESIMA, TOKOM BUŠENJA, ISPIRANJA I RAZRADE PIJEZOMETARA I BUNARA

Bušenje za potrebe izvođenja pijezometara u fazi hidrogeoloških istraživanja, kao i izvođenja bunara, podrazumijeva korišćenje fluida za izbacivanje nabušenog materijala.

Funkcije ispirnog fluida - isplake su:

1. održavanje zidova bušotine i sprečavanje obrušavanja,
2. čisti dleto od krhotina,
3. hladi i podmazuje dleto,
4. sprečava slojne fluide da prodru u bušotinu i izazovu erupciju na površini i
5. daje podatke o slojevima-ležištu.

Ispirni fluid (isplaka), je obično mješavina osnovnog fluida, gline, otežavajućih materija i nekoliko aditiva-hemikalija.

Osnovni fluid za bušenje, može biti tečnost (voda ili nafta), gas (gas ili vazduh) ili kombinacija.

Vazduh se, sve češće, a posebno u hidrogeološkim istraživanjima, koristi kao osnovni fluid za ispiranje bušotine u toku bušenja. Razlog tome su uglavnom povećana brzina bušenja, očuvanje i poboljšanje filtracionih karakteristika pribušotinske

zone u toku bušenja i mogućnost detekcije intervala dubine sa prisutnom podzemnom vodom, već u toku bušenja.

Razrada i ispiranje bunara se vrši najčešće, nakon zacjevljenja u cilju(12-14):

- izbacivanja tečnosti za bušenje (ispirnog fluida) i čestica nabušenog materijala iz bušotine odnosno bunara, i sitnozrnih frakcija iz prifilterske zone bunara (koje bi se u uslovima eksploatacije bunara pokrenule na otvore filtera i stvorile dopunske gubitke odnosno otpor kretanju vode iz pribunarske zone u unutrašnjost bunarskog filtera),

- da se stvori zona visoke poroznosti i hidrauličke provodljivosti oko bunarskog filtera,

- formiranje prifilterske zone bunara tako da bude bezuslovno filtraciono stabilna za proticaj koji je najmanje za 50 % veći od maksimalnog planiranog eksploatacionog kapaciteta bunara,

- formiranje obrnutog filtera sa bezuslovno stabilnim svodovima na otvorima filterske konstrukcije.

Izbor metoda razrade i ispiranja bunara zavisi od dubine do nivoa podzemne vode, dubine bunara, granulometrijskih karakteristika i tipa poroznosti akvifera.

U praksi postoji više različitih metoda za razradu bunara, koji sa više ili manje uspjeha, mogu da dovedu bunar u projektovani oblik. Svaka od

raspoloživih metoda ima svoje prednosti i nedostatke, kao i specifičnosti.

Od uspješnosti izvedene razrade direktno zavisi kapacitet bunara u datim uslovima.

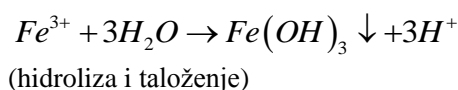
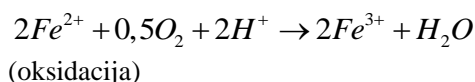
Korišćenje komprimovanog vazduha pomoću kompresora, za ispiranje i razradu bunara se često izvodi utiskivanjem vazduha u bunar i u pribunarsku zonu, kroz cijevnu konstrukciju (aerlift sistem), sekcioni ispirać i otvore bunarskog filtera. Otvaranjem ventila na odvodu, smješa mutne vode sa česticama mulja i pijeska iz pribunarske zone i bunarske cijevne konstrukcije se izbacuje van bunara. Kapacitet kompresora koji se pri tom koriste je najčešće oko 8 m³/min sa prosječnim pritiskom od 8 bara.

Ukupno vrijeme, neophodno za razradu bunara se kreće od nekoliko sati za pijezometre na rudnicima, do nekoliko nedelja za velike bunare posebne namjene sa dugim filterima.

4. FIZIČKO-HEMIJSKI PROCESI U AKVIFERU, KAO POSLEDICA KORIŠĆENJA KOMPRIMOVANOG VAZDUHA TOKOM IZVOĐENJA PIJEZOMETARA I BUNARA

Za vrijeme razrade i ispiranja bunara, se u pijezometre i bunare utisne prosječno od 1000 m³ (za pijezometre na rudnicima) do 100.000 m³ vazduha (za bunare velikog prečnika, posebne namjene sa dugim filterima) (15). Ako se tome doda i vazduh koji se utisne u akvifer pri bušenju nekih pijezometara i bunara (sistem "down the hole"), onda to povećava količinu utisnutog vazduha. Naravno manji dio vazduha utisnutog u bunar, završi u akviferu, a značajno veći dio se u vidu smješe vode i vazduha izbacuje tokom ispiranja bunara.

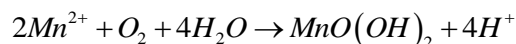
Korišćenjem vazduha koji se utiskuje u akvifer, kroz bunar, pri bušenju nekim metodama bušenja i u toku ispiranja i razrade bunara, odvija se intenzivno uklanjanje gvožđa iz podzemne vode u široj zoni, zahvaljujući tome što prilikom oksidacije Fe²⁺ u Fe³⁺ i zatim hidrolize nastalih ferihidroksida sa vodom, dolazi do nastajanja ferihidroksida, koji se izdvajaju u vidu taloga u samom akviferu:



Stehiometrijski, prema gornjim jednačinama je lako pokazati da je za oksidaciju 1 mg/l Fe²⁺ potrebno 0,143 mg/l kiseonika, što je lako ostvariti, obzirom da je rastvorljivost kiseonika u vodi oko 10 mg/l (na 15 °C). Drugim riječima, ako se voda zasiti kiseo-

nikom iz injektiranog vazduha, samo do 50 %, tj. do 5 mgO₂/l, obezbjediće se uslovi za oksidaciju i izdvajanje čak 5/0,143 = 35 mg/l gvožđa.

U toku oksidacije, iz vode se izdvaja i mangan kao manganioksidhidrat:



Prema ovoj reakciji, za oksidaciju 1 mg/l Mn²⁺ u Mn⁴⁺ treba utrošiti 0,291 mg/l rastvorenog kiseonika, što znači da se sa oko 5 mg/l rastvorenog kiseonika (zasićenost oko 50 % na 15 °C) moglo oksidisati oko 17 mg Mn²⁺/l.

5. EFEKTI KORIŠĆENJA KOMPRIMOVANOG VAZDUHA U RAZLIČITIM POCESIMA, TOKOM BUŠENJA, ISPIRANJA I RAZRADE PIJEZOMETARA I BUNARA NA REZULTATE FIZIČKO-HEMIJSKIH ANALIZA VODE

Imajući u vidu da se pri razradi bunara uz korišćenje aerlifta, naizmjenično vazduh utiskuje direktno u sloj uz minimalne gubitke, a, u varijanti otvorenog ventila na odvodu smješa vazduha i vode izbacuje iz bunara, neophodno je sagledati orijentacione vrijednosti prečnika zone utiskivanja vazduha oko bunara, i intenzitet procesa aeracije u samom vodonosnom sloju, koji se dešava isključivo pod uticajem antropogenog faktora, odnosno primjenom metoda bušenja, razrade i ispiranja bunara.

Vazduh je smješa gasova od kojih su neki u vrlo promjenjivom sastavu: azota ima 78,08 %, kiseonika 20,95 %, argona 0,93 % i u vrlo malim količinama kriptonu, ksenonu, helijumu, neona i drugih.

Dakle, sa injektiranjem jednog m³ vazduha, u kojem je prosječno sadržano oko 0,2095 m³ ili 299,3755 g kiseonika, teoretski je moguće stvoriti zonu zasićenosti od 50 %, podzemne vode kiseonikom, zapremine oko 60 m³.

Za donjepliocenski šljunkovito-pjeskoviti akvifer u neogenom basenu Stanara kod Doboja, može se usvojiti prosječna debljina od 16,8 m, a koeficijent efektivne poroznosti 0,93 %.

Ukoliko razrada bunara traje samo 12 sati (minimalno trajanje razrade), pod pretpostavkom da se 90 % komprimovanog vazduha utisnutog u bunar izbacuje tokom ispiranja van bunara, pri kapacitetu kompresora od 8 m³/min u akvifer se utisne oko 576 m³ vazduha. Ova količina je dovoljna za stvaranje zone zasićenosti od 50 %, podzemne vode kiseonikom zapremine oko 34.500 m³.

To znači da je razradom bunara kompresiranjem tokom 12 sati, u području Stanara kod Doboja, moguće stvoriti zonu zasićenja 50 % kiseonikom u poluprečniku od 265 m. Naravno ovaj proračun ostaje

samo u sferi idealno ravnomjernog rasprostranjenja u akviferu. Naime, stvaranje zone zasićenja podzemne vode kiseonikom je uslovljeno i drugim faktorima (nivoom vode u akviferu, prisustvom tzv. "vadozne zone" u akviferu, pritiskom i protokom vazduha iz kompresora, smjerom i brzinom podzemnog toka, promjenom vrijednosti poroznosti vodonosnog sloja i njegove hidrauličke provodljivosti u različitim smjerovima i na različitim udaljenostima od bunara).

Imajući u vidu da će se podzemna voda u bliskoj pribunarskoj zoni, brzo zasititi gasovima, to će se nastavkom utiskivanja vazduha, nove količine vazduha nagomilavati u vadoznoj zoni, privremeno povećavajući geostatički pritisak ili će, kod akvifera pod pritiskom, formirati vazdušni jastuk u njegovom gornjem dijelu. Kiseonik iz ove zone će se tokom vremena, usporeno rastvarati u vodi i tokom crpljenja bunara, odn. radijalno usmjerenog kretanja vode ka bunaru vršiti njenu aeraciju.

Na osnovu izloženog se jasno može zaključiti, da se kiseonik u podzemlju može zadržati na velikom prostoru i dugo vremena nakon izvođenja i ispiranja bunara, što objektivno može uticati na rezultate ispitivanja fizičko-hemijskog sastava podzemne vode u toku prvog testiranja bunara.

6. ZAKLJUČCI

Rezultati laboratorijskih ispitivanja fizičko-hemijskog sastava uzoraka podzemne vode, ne prikazuju realan sadržaj gvožđa, mangana, nitrita i amonijaka u podzemnoj vodi u toku testiranja bunara probnim crpljenjem, ukoliko se ispitivanja izvode, odmah nakon izvođenja, ispiranja i razrade bunara metodama uz korišćenje komprimovanog vazduha.

Naime, često su dobijeni rezultati manji od očekivanih i poznatih za taj akvifer, što može dovesti neiskusnog istraživača i investitora u situaciju, da donose ishitrene odluke o nastavku ulaganja, u objekte za zahvatanje i tretman voda ili da sumnjaju u ispravnost izvedenih laboratorijskih analiza fizičko-hemijskog sastava vode.

Ovim radom se ukazuje na to, da se kiseonik u podzemlju može zadržati na velikom prostoru i dugo vremena nakon izvođenja i ispiranja pijezometara i bunara, što objektivno može uticati na rezultate ispitivanja fizičko-hemijskog sastava podzemne vode u toku prvog testiranja bunara.

U radu su prezentovani podaci o navedenim situacijama u akviferu neogene starosti u Stanarima kod Doboja i u aluvijalnoj izdani u Kozluku kod Zvornika.

Kako bi se u budućnosti eliminisao ovaj problem u proceduri, hidrogeoloških istraživanja, neophodno je izvršiti fizičko-hemijske analize podzemne vode,

prije i poslije razrade bunara aerliftovanjem (nakon ispiranja čistom vodom), kako bi se mogao sagledati efekat aeracije vode u akviferu, tokom razrade bunara.

7. LITERATURA

- [1] Buamah R.(2009), Adsorptive Removal of Manganese, Arsenic and Iron from Groundwater, Dissertation, Wageningen University, Delft, The Netherlands
- [2] Babovic J., Milic S., Radojević V.(2009), Economics effects of irrigation in plant production, Economics of Agriculture, Vol. 56, No 1 (41-55), Belgrade
- [3] Gleick, P. H.,(1996): Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H.Schneider, Oxford University Press, London
- [4] Grujic R.,Novakovic V.,Gligoric M., (2008), Kvalitet vode podzemnih izvorišta Bjeljine, Zaštita materijala, 49, 4 (2008) pp.60-65, Beograd
- [5] Harter,T., Hopmans J.W.,(2004), Role of vadose zone flow processes in regional scale hydrology: review, opportunities and challenges. IN: Unsaturated zone modeling: Progress, Challenges and Applications. Eds. R.A. Feddes, G.H. De Rooij, and J.C. van Dam. Kluwer Academic Publs. Dordrecht. Pages. 179-210, Available at: [http://hopmans.lawr.ucdavis.edu/papers-ppt-
zip/harter&hopmans.pdf](http://hopmans.lawr.ucdavis.edu/papers-ppt-
zip/harter&hopmans.pdf)
- [6] Hopmans, J.W. ,Van Genuchten M., (2005) Vadose Zone: Hydrological Processes. IN: Encyclopedia of Soils in the Environment. (Hillel, D., Ed.). pages 209-216. Elsevier Ltd. Available at: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53102000/pdf_pubs/P2022.pdf
- [7] Harter T.,(2003) "Water well design and construction" Groundwater cooperative extension program, University of California, [Available at http://groundwater.ucdavis.edu/Publications/Harter_FWQFS_8086.pdf]
- [8] Hege K.V.,Verhaege M., Verstraete W., (2004), The peculiarities of micro elements accumulation by water plants, Water Res. 38, 1550-1567.
- [9] Jay J.A., Blute N.K., Hemond H.F., Durant J.L.,(2004), Ecological assessment of flowing surface water quality regarding PO_4^{3-} , Water Res. 38 ,1155-1169.
- [10]Randall D., "The Composition of Air" Quick Studies in Atmospheric Science, Center for Multiscale Modeling of Atmospheric Processes CMMAP, 2010. [Available at: http://kiwi.atmos.colostate.edu/group/dave/pdf/Composition_of_Air.pdf]
- [11]Nataša Kljajić, at all. (2011), Hydrological, soil and microclimate potential on the territory of Pancevo in function of agricultural production, Economics of Agriculture, Vol. 58, No 3 (359-527), Belgrade

- [12] Novakovic V., Gligoric M., (1997) "Influence of alumina production in the Birac factory, Zvornik, on the quality of groundwater"; International conference of aluminum industry of Jugoslavija, Banja Koviljaca, Proceedings, pp 123-127.
- [13] Novaković V., Gligorić M., Grujić R., (2009), Uticaj režima izdani na sadržaj gvožđa, mangana, nitrita i amonijaka u podzemnim vodama, "Vodovod 2009", SITS, Zlatibor, Knjiga radova, pp.151-159.
- [14] Novakovic V., Gligoric M., Lacnjevac C., Grujic R., Potreba za vodom i hidrološki ciklus, Zaštita materijala, 52, 3 (2011) pp.234-245, Beograd
- [15] Potkonjak S., Mačkić K., Zoranović T. (2011): Procena uticaja izgradnje regionalnog hidrosistema na ruralni razvoj, Economics of Agriculture, Vol. 58, No 2 (389-397) , Belgrade
- [16] Petković, S.(2008), Svetska kriza vode, Voda i sanitarna tehnika, , vol. 38, no. 5, pp. 3-18, Beograd
- [17] Rafferty K., (2001) "Specification of Water Wells" ASHRAE Transactions, Vol.107, Pt. 2. □ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. pp 487-493 [Available at <http://geoheat.oit.edu/pdf/tp112.pdf>]

ABSTRACT

INFLUENCE OF USING COMPRESSED AIR FOR DRILLING, DEVELOPMENT AND CLEANING OF THE PIEZOMETERS AND THE WELLS, TO THE RESULTS OF TESTING PHYSICAL-CHEMICAL COMPOSITION OF GROUND WATER

The compressed air is often used for purpose of drilling or quality developing and flushing the piesometers and water wells. This paper suggests, that the oxygen in the groundwater, can keep in a large area, for a long time after the performing and cleaning of the piezometers and water wells, which objectively, might have affect to the the results of physical and chemical composition of groundwater when we test water wells in the first time.

The paper presents data about these situations in the Neogene aquifer in the Stanari settlement near of city of Dobo, and in the alluvial aquifer in Kozluk village, near city of Zvornik, by correlation of test results immediately after the performing of water wells and later, during their usage.

In order to eliminate this problem, in this paper proposals of future works were made, diferent of the usual procedure of hydrogeological research. It will bi possible to examine the effect of aeration of groundwater in the aquifer, during the performing of the wells.

Key words: groundwater, iron, manganese, ammonia, development of water wells

Paper received: 20. 09. 2011.

Professional paper