

## Poreklo nitratnih i amonijačnih jona vode bunara u Zemunu

---

*Standardnim hidrohemijskim metodama upoređeno su praćene promene koncentracija nitratnih i amonijačnih jona u vodi bunara u Zemunu i u vodi reke Dunav u cilju definisanja postojanja ili odsustva hidrauličke veze. Razlog za to je bio da se odredi da li visoke vrednosti navedenih jona potiču iz Dunava ili ne. Pored toga, sadržaj nitrata u vodi bunara upoređen je sa količinom padavina u periodima uzorkovanja. Rezultati pokazuju da visoke koncentracije ispitivanih jona ne potiču iz reke Dunav, već najverovatnije tu dospevaju usled padavina.*

---

### Uvod

Istraživano područje nalazi se u Sremu i ograničeno je rekama Dunav na severu i Savom na istoku i jugu, a Sremskom lesnom zaravni na zapadu. Objekat posmatranja je bio bunar (44.850N, 20.394E) u čijoj vodi je praćen sadržaj nitratnih i amonijačnih jona. Podaci o koncentracijama nitratnih i amonijačnih jona vode bunara upoređeni su sa koncentracijama istih jona u sinhrono uzetim uzorcima vode reke Dunav, na tački udaljenoj od bunara oko 600 m (44.855N, 20.397E). Takođe, vrednosti koncentracija upoređene su i sa količinom padavina izlučenim u Zemunu u periodima uzorkovanja. Ova poređenja su vršena da bi se utvrdilo poreklo ispitivanih jona u bunaru, odnosno da li potiču iz Dunava ili tu dospevaju putem atmosferskih voda. Da bi se utvrdilo postojanje hidrauličke veze sa Dunavom analizirani su podaci elektrokarotaža, izvršenog u decembru 2015. godine (Geo-Log 2015): spon-

tani potencijal stenskih masa (SP) i specifična električna otpornost (SEO).

Na istražnom području zastupljeni su sedimenti kvartarne starosti: les, slojevi peska (sa glinovitim komponentama) i gline, koji se naizmenično smenjuju (Dimitrijević *et al.* 1985). Bunar se nalazi u lesnim sedimentima. Les je slabo vezana stena sa intergranularnom poroznošću, a njegove pore su kapilarne veličine i pružaju se vertikalno (Hadži-Niković 2009). Rastresite sredine kao što su les i pesak najčešće imaju vrednost SEO od 0.5 do 50  $\Omega$ m. Prisustvo glina smanjuje vrednost SEO i to govori o vodonepropusnosti sredine (Rider 2002). U nepropusnim zonama SP-kriva ima približno stalnu vrednost, dok se u propusnim zonama javlja odstupanje od osnovne linije (Dudnjak 2011). Vrednosti SP i SEO u lesu istražnog područja variraju: SP 50-90 mV, odnosno SEO 6-60  $\Omega$ m.

U lesnim naslagama razvijen je zbijeni tip izdani sa slobodnim nivoom koji se nalazi na velikoj dubini. Izdan se prihranjuje na račun infiltracije atmosferskih voda, a manjim delom na račun vodotokova (Dragišić i Živanović 2014). Ovakav način prihranjivanja ukazuje na mogućnost porekla nitratnih i amonijačnih jona u vodi bunara, putem infiltracije padavina.

### Materijal i metode

Uzorkovanje vode vršeno je u proseku svakog drugog meseca od decembra 2015. godine do avgusta 2016. godine. U pet navrata ukupno je uzorkovano 10 uzoraka: tokom svakog uzorkovanja uzet je po jedan uzorak vode bunara i vode reke Dunav. Laboratorijsko ispitivanje je

---

*Aleksa Vizi (1999), Zemun, Dunavska 8, učenik 2. razreda Zemunske gimnazije*

#### MENTORI:

*Milenko Trijić, dipl. hemijski tehničar, saradnik u nastavi, Geološka i hidrometeorološka škola „Milutin Milanković”, Beograd*

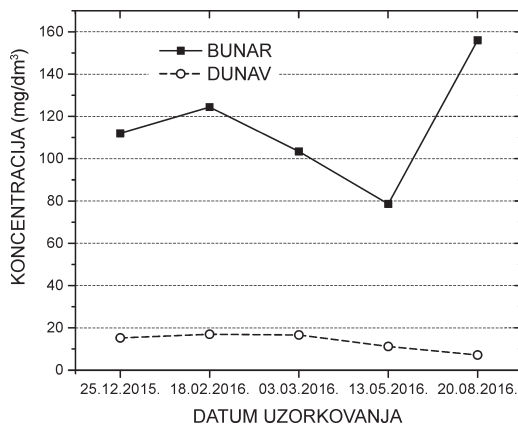
*profesor Olivera Joksimović, dipl. inž. hidrogeologije, Beograd*

rađeno u hemijskoj laboratoriji Zemunske gimnazije i laboratoriji Istraživačke stanice Petnica. Prilikom prvog uzorkovanja, i za bunar i za Dunav, volumetrijski su određeni kalcijum, magnezijum, hloridni i hidrogenkarbonatni joni. Takođe, određeni su i nitratni, amonijačni i sulfatni joni kolorimetrijskom metodom (Papić 1984), fotoelektričnim kolorimetrom (Iskra, Kranj). U ostalim uzorcima merene su samo koncentracije nitratnih i amonijačnih jona, kolorimetrijski.

Poređenje koncentracije nitrata i količine padavina urađeno je tako što su sprovedene vrednosti padavina pet dana pre uzorkovanja. Podaci za količinu padavina su uzeti iz baze podataka (<https://www.ogimet.com/gsynres.phtml.en>).

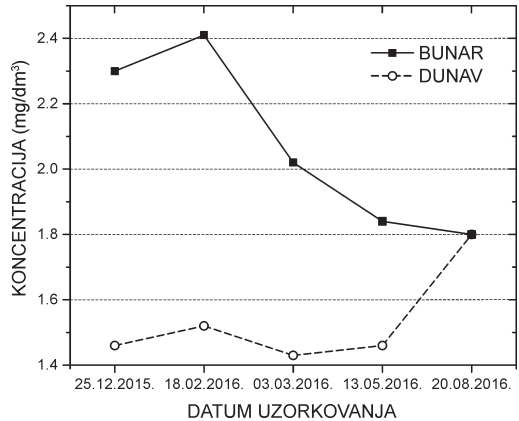
## Rezultati i diskusija

Promena koncentracije nitratnih jona je prikazana na slici 1, dok je na slici 2 prikazana promena koncentracije amonijačnih jona. Prilikom hemijske analize na nekim uzorcima vode bunara je moralo da se izvrši razblaženje, što samo ukazuje na visoke koncentracije nitratnih i amonijačnih jona u vodi bunara. Takođe, na grafikonima se uočava da su koncentracije i nitrata i amonijačnih jona u vodi bunara uglavnom mnogo više



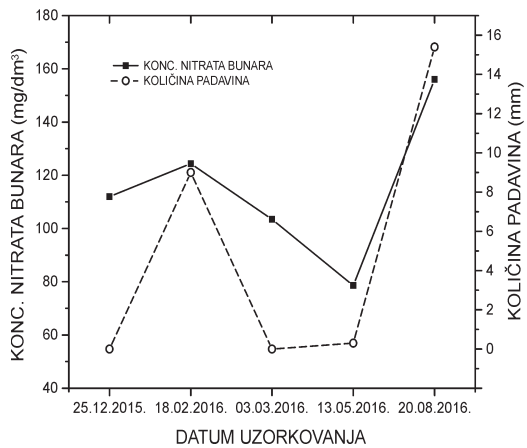
Slika 1. Promena koncentracija nitrata vode bunara i vode reke Dunav

Figure 1. Change in concentrations of nitrates in water from the well (black square) and Danube River water (white circle)



Slika 2. Promena koncentracija amonijačnih jona vode bunara i vode reke Dunav

Figure 2. Change in concentrations of ammonium ions in water from the well (black square) and Danube River water (white circle)



Slika 3. Uporedni prikaz koncentracija nitrata u vodi bunara i količine padavina kroz vreme

Figure 3. Comparative view of the concentration of nitrates (black square) and the value of rainfall (white circle) through time

od koncentracija istih jona u vodi reke Dunav. S druge strane, vrednost SP odstupaja od osnovne linije na dubini bunara koja se poklapa sa nivoom vode reke Dunav (Geo-Log 2015). Takav podatak ukazuje na veliku propusnost te sredine i moguću hidrauličnu vezu sa Dunavom, ali se to

ne može uočiti na osnovu naših hemijskih analiza.

Na slici 3 može se uočiti veza između koncentracija nitrata i količine atmosferskih voda. Ona se može objasniti umerenom poroznošću lesa, na šta ukazuje vrednost SEO (Geo-Log 2015) koja varira između 6 i 60 Ωm (što znači da je sredina intergranularne poroznosti).

Dakle, koncentracije nitrata i amonijačnih jona u vodi bunara su veće od koncentracija istih jona u vodi reke Dunav. Vrednosti SP ukazuje da je sredina u kojoj je izbušen bunar vodopropusna. Takođe, oscilacije koncentracija nitrata i količine atmosferskih voda su usklađene. Takav podatak podržavaju vrednosti SEO koje pokazuju kako okolne stene imaju intergranularnu poroznost.

## Zaključak

Praćenjem koncentracija nitrata i amonijačnih jona u vodi bunara može se uvideti da su vrednosti konstantno veće od maksimalne dozvoljene koncentracije za pijaću vodu (Službeni glasnik SRJ 1999). Na osnovu velikih koncentracija navedenih jona u vodi bunara u odnosu na koncentracije istih jona vode reke Dunav, može se pretpostaviti da navedeni joni ne potiču iz reke. Međutim, između vode bunara i vode Dunava postoji hidraulička veza i ona se ogleda u vrednostima SP i SEO merenih duž bunara. Zbog korelacije vrednosti nitrata u vodi bunara i količine padavina može se zaključiti da se nitrati i amonijum joni infiltriraju kroz les sa padavinama do nivoa podzemnih voda.

**Zahvalnost.** Veliku zahvalnost dugujem svojim mentorima Milenku Trijiću i profesorki Oliveri Joksimović za pomoć oko analize dobijenih podataka. Takođe, zahvaljujem i profesorki dr Snežani Nikolić Mandić za pomoć oko analize dobijenih podataka; Jovanu Trbojeviću, profesoru hemije Zemunske gimnazije za pomoć pri laboratorijskom radu; Valerijanu Matvejevu koji mi je pomogao pri izradi hemijske analize; Dunji Jurić, profesoru hemije Sportske gimnazije za ispomoc tokom terenskog rada. Svojoj porodici takođe dugujem zahvalnost za pomoć oko realizacije istraživanja u celini.

## Literatura

Dimitrijević M., Dragišić D., Karamata S., Petrović B., Sikošek B., Šuvački V., Veselinović D. 1985. *Tumač za list Beograd K 34-113*. Beograd: Savezni geološki zavod

Dragišić V., Živanović V. 2014. *Opšta hidrogeologija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu Rudarsko-geološki fakultet

Dudnjak D. 2011. *Interpretacija karotažnih dijagrama*. Zagreb: Zavod za geofizička istraživanja i rudarska mjerenja

Geo-log 2015. Rezultati elektrokarotaža bunara. Geo-Log DOO, Bulevar Arsenija Černojevića, 151/11, 11070 Novi Beograd

Hadži-Niković D. 2009. *The influence of the grain-size distribution and soil structure on the unsaturated shear strength of loess sediments in Beograd, central Serbia*. Beograd: Geološki anali Balkanskog poluostrva

<https://www.ogimet.com/gsynres.phtml.en>

Papić P. 1984. *Praktikum za izradu hemijskih i mikrobioloških analiza voda*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet

Rider M. 2002. *The Geological interpretation of well logs*. Scotland: Rider-French Consulting

Službeni glasnik SRJ. 1999. *Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu – Pravna klinika za zaštitu životne sredine

---

*Aleksa Vizi*

## Origin of Nitrates and Ammonium Ions in Water from a Well in Zemun

The concentration of nitrates and ammonium ions in the water from a well and the river Danube were tracked with the aim to define the hydraulic connection between the two samples. The purpose was to identify the possible influence of the Danube river water on the high concentrations of nitrates and ammonium ions in the water of the well. Also, the concentrations of nitrates in the well water were correlated with the value of rainfall. The research area is located in Zemun,

which is between the rivers Sava and Danube and Srem's loess plateau. Loess is the main lithological unit in this research area.

The concentrations of nitrates and ammonium ions were determined with standard colorimetric methods. These results have shown that there is a hydraulic connection between the well and the Danube. However, they have also shown that the river does not have an influence on the high concentrations of the mentioned ions. The high concentrations of nitrates correlate with the value of rainfall, so the mentioned ions must originate from atmospheric waters. 