

# Monitoring koncentracije klorida i sulfata u bunarima B-17 i B-18 crpilišta Vinogradi kod Osijeka

---

**Vešligaj Turkalj, Jelena; Romić, Željka; Jakopec, Mario; Paić, Angelina; Pašić, Melita; Habuda-Stanić, Mirna**

*Source / Izvornik:* **7. međunarodni znanstveno-stručni skup Voda za sve, 2018, 331 - 337**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:463273>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-28**

REPOZITORIJ

**PTF**

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



## MONITORING KONCENTRACIJE KLORIDA I SULFATA U BUNARIMA B-17 I B-18 CRPILIŠTA VINOGRADI KOD OSIJEKA

UDK: 628.112-047.36 (497.543)

Jelena Vešligaj Turkalj<sup>1\*</sup>, Željka Romić<sup>1</sup>, Mario Jakopec<sup>1</sup>, Angelina Paić<sup>1</sup>,  
Melita Pašić<sup>1</sup>, Mirna Habuda-Stanić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vodovod-Osijek d.o.o., Poljski put 1, 31000 Osijek, Hrvatska

<sup>2</sup>Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

*izvorni znanstveni rad*

### Sažetak

Vodocrpilište Vinogradi nalazi se zapadno od grada Osijeka koje vodom snabdjeva stanovnike grada Osijeka i okolnih naselja. Kakvoća vode koja se zahvaća iz 18 bunara, kontinuirano je pod nadzorom. Monitoring kakvoće podzemne vode vodocrpilišta Vinogradi, na mikrobiološke i fizikalno-kemijske parametre, provodi se jednom mjesečno. Višegodišnjim praćenjem utvrđena je ujednačena kakvoća podzemne vode kod većine bunara vodocrpilišta, osim kod uzoraka vode iz bunara B-17 i B-18 kod kojih su utvrđene povišene koncentracije klorida i sulfata. U ovom radu prikazani su rezultati analiza kakvoće podzemne vode bunara B-17 i B-18 vodocrpilišta Vinogradi u razdoblju od 2011. do 2016. godine koji pokazuju oscilacije i povećane koncentracije klorida i sulfata tijekom ispitivanog razdoblja. Ipak, utvrđene vrijednosti i dalje su u granicama dozvoljenih vrijednosti prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13).

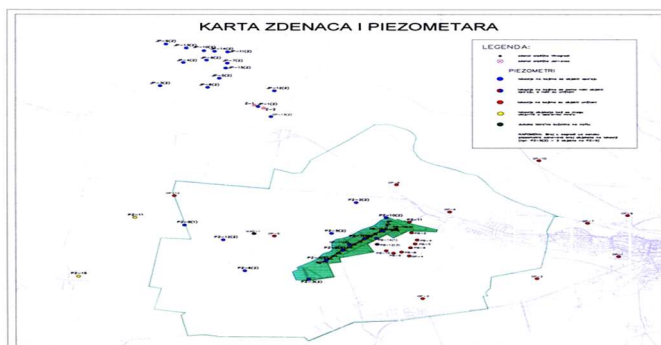
*Ključne riječi:* crpilište vinogradi, sulfati, kloridi, bunari B-17 i B-18

### Uvod

Grad Osijek se nalazi u sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske i predstavlja glavni privredni i kulturni centar regije. Kao izvor vodoopskrbe za oko 110 000 ljudi koristi se podzemna voda crpilišta Vinogradi (Slika 1) koje se nalazi zapadno od grada Osijeka i obuhvaća 18 bunara. U skladu s izdanim vodoprivrednim uvjetima, provodi se kontinuirano praćenje rada crpilišta i zaliha podzemnih voda. Raspoloživi kapaciteti u graničnim su vrijednostima i iznose instaliranih 710 l/s uz maksimalno iskorištenje od 600 l/s, što trenutno predstavlja i operativnu potrošnju.

---

\*jvturkalj@gmail.com



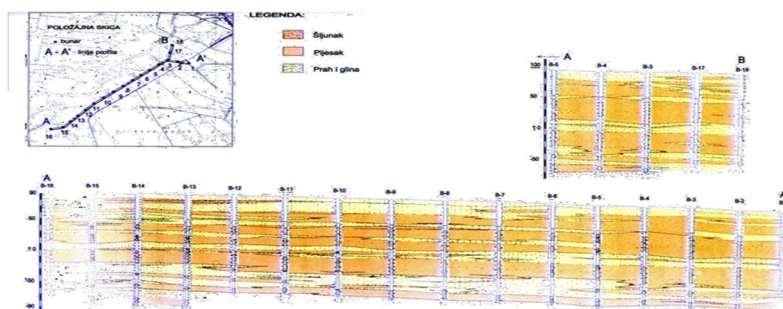
**Slika 1.** Položaj bunara na vodocrpilištu Vinogradi  
**Fig. 1.** Location of water wells at water well field Vinogradi

Na crpilištu zahvaćeni vodonosni slojevi su u dubinskom intervalu od 40 do 176 m. Vodonosni slojevi su izgrađeni pretežno od sitno do srednjezrnatog jednoličnog pijeska, a polupropusni međuslojevi izgrađeni su od praha i gline (Slika 2). Na poljoprivrednom zemljištu prve zaštitne zone bunara, na površini oko 150 ha, zasađena su mlada stabla hrasta što bi trebalo pridonijeti zaštiti podzemnih voda, jer se na ovaj način sprječava korištenje zaštitnih sredstava i umjetnih gnojiva u poljoprivredi na užem prostoru vodocrpilišta.

Debljina pojedinih propusnih, odnosno polupropusnih slojeva je dosta ujednačena, no ipak mjestimice dolazi do uklinjavanja pojedinih slojeva (Urumović i sur., 1987).

Ukupna debljina slojeva zahvaćenih bunarima na crpilištu Vinogradi kreće se od 56,8 do 78,7 m. Napajanje podzemnih voda odvija se infiltracijom padalina, čiji iznos je procijenjen u rasponu od 12 do 19 % godišnjih padalina kroz razdoblje od 1985. do 1987. (Urumović 1987).

Geološka građa osječke regije određena je njenim položajem u rubnom dijelu dravske potoline. To je tektonska depresija u kojoj su istaložene debele naslage tercijarne i kvartarne starosti.



**Slika 2.** Litološki profil bunara crpilišta Vinogradi  
**Fig. 2.** Lithological profile of the Vinogradi water well field

Mineralni sastav pijesaka ispitan je na više lokacija i ukazuje na kvalitativnu ujednačenost mineralnog sastava. Od nivoa do nivoa gotovo se uvijek pojavljuju isti minerali, a variraju samo njihove količine i međusobni odnosi. Prevladavajući je sastojak kvarc (70-80 %). Uz kvarc se ponegdje kao značajniji sastojci (2-15 %) pojavljuju tinjci, kalcit i odlomci karbonatnih stijena, a kao redoviti, ali u malim količinama (1-8 %) javljaju se amfiboliti, epidot, granati i feldspati. U pravilu su redoviti, ali kao akcesorni sastojci, turmalin, apatit i cirkon, a u ponekim od uzoraka pojavljuje se andaluzit, silimanit, klorit, disten, rutil, pirokseni i titanit (Urumović i sur., 1987).

Eksploatacijski bunari na području crpilišta Vinogradi izgrađeni su u razdoblju od 1980. do 1986. godine. Do 1988. godine korišteno je samo 15 bunara, a od tada je 18 bunara u pogonu s prosječnom dubinom od 143 m (Urumović i sur., 1987).

Eksploatacijski bunari su izgrađeni u razdoblju od 1980. do 1986. godine. Bunar B-1 načinjen je 1980. godine u okviru druge etape hidrogeoloških istraživanja crpilišta. Bunari B-2 do B-15 izgrađeni su u razdoblju od listopada 1982. do listopada 1983. godine. Time je kompletiran niz od 15 bunara koji su 1984. godine uključeni u pokusni pogon. Tijekom pokusnog pogona pokazala se potreba za povećanjem crpnih količina te se, nakon prethodnih analiza, pristupilo proširenju crpilišta za još tri bunara. Bunari B-16, B-17 i B-18 izgrađeni su krajem 1986. godine (Urumović, 1987).

Crpna količina svih bunara standardizirana je na 40 l/s te su ugrađene crpke optimalnog rada pri navedenoj izdašnosti i na predviđene gubitke u cjevovodu.

Na kakvoću vode neposredno utječe smještaj crpilišta Vinogradi, odnosno istočni rub Madarinačke depresije koju karakterizira zadebljanje slojeva pijeska i porast udjela propusnih slojeva u ukupnoj debljini naslaga. Obnavljanje podzemnih voda u ovim predjelima je pod dominantnim utjecajem ambijenta u sloju iz kojeg je zahvaćena. Na kakvoću podzemnih voda utječu reduktivni uvjeti uslijed kojih se u vodi pojavljuju povišene koncentracije željeza, mangana i pratećih elemenata voda te je vodu nužno kondicionirati.

Od dana puštanja u rad crpilišta Vinogradi obavljaju se redovita ispitivanja kemijske i bakteriološke kakvoće vode. Zbirna voda iz svih 18 bunara na crpilištu, koja dolazi cjevovodom sirove vode na obradu u sustav za pripremu pitke vode ispituje se svakodnevno, dok se voda pojedinačnih bunara ispituje jednom mjesečno. Iako se monitoring kakvoće podzemne vode provodi kod svih bunara vodocrpilišta jednom mjesečno, u ovom radu prikazani su rezultati od 2011. do 2016. godine za bunare B-17 i B-18 kod kojih je uočeno povećanje koncentracije klorida i sulfata.

Cilj ovoga rada bio je primjenom dostupnih podataka tijekom petogodišnjeg razdoblja pratiti kretanje koncentracija klorida i sulfata u bunarima B-17 i B-18 crpilišta Vinogradi te utvrditi dolazi li do porasta koncentracija klorida i sulfata.

## **Materijal i metode**

Arteški bunari nalaze se u donjim stalnim vodonosnim nakupinama. Voda ulazi u vodonosnik s najviše razine vodonosnika, a kroz bušotinu, pritisak površine istiskuje vodu iz arteškog bunara.

Uzorcima vode uzimani su u staklene boce od 250 ml. Zatim je 3 do 5 minuta voda tekla kako bi otekla ona količina vode koja je bila sadržana u cijevi (APHA, 2005). Nakon što je boca napunjena vodom, odmah je pažljivo zatvorena.

Uzorcima vode za analizu klorida i sulfata uzorkovani su po zdencima crpilišta Vinogradi, a u sklopu redovnih internih analiza. Uzorcima su uzimani jednom mjesečno u razdoblju od 2011. do 2016. godine. Tijekom spomenutog razdoblja, podaci su prikupljeni u sklopu kontinuiranog monitoringa kakvoće vode Laboratorija za kontrolu vode (Vodovod-Osijek d.o.o.). Uzorcima su analizirani u prostoru Laboratorija za analizu pitke vode Vodovod Osijek d.o.o. gdje se godišnje dolazi do više od 550 podataka o kvaliteti sirove vode na proširene pokazatelje iz analize "B", sukladno pravilniku (NN 125/13, 141/13 i 128/15).

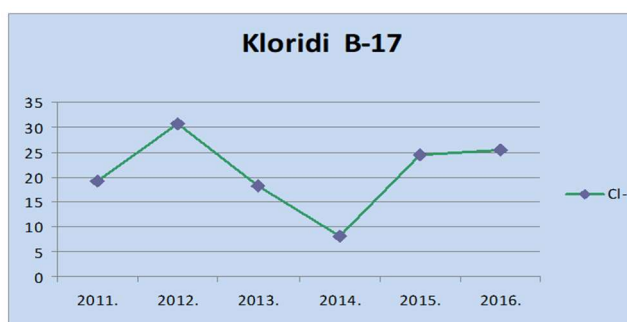
Analize su provedene na ionskom kromatografu DIONEX ICS 3000 prema normiranim metodama za analizu klorida i sulfata (HRN EN ISO 10304:1998). Rezultati su obrađeni deskriptivnom statistikom (srednja aritmetička vrijednost) te su prikazani grafički.

Za izradu grafičkih prikaza i tablica korišten je računalni program Microsoft Office Excel (Microsoft Office 2007).

## Rezultati i rasprava

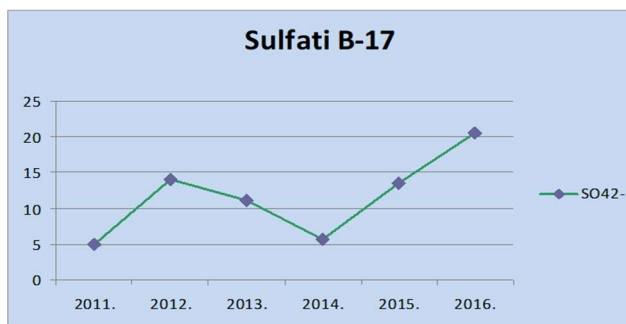
Na području grada Osijeka voda iz bunara s crpilišta Vinogradi predstavlja sirovinu za proizvodnju vode za piće. Područje oko vodocrpilišta je pod nadzorom kako ne bi došlo do zagađenja podzemnih voda, a monitoring kakvoće vode se kontinuirano provodi. Fizikalno-kemijske karakteristike i mikrobiološki sastav vode na vodocrpilištu treba biti ujednačen bez obzira na promjene u okolišu, s obzirom na dobru zaštitu od vanjskog onečišćenja, a stanje vode unutar bunara ovisi o geološkim uvjetima vodonosnika.

Prosječne vrijednosti utvrđenih koncentracija klorida i sulfata tijekom praćenog razdoblja prikazane su na Slikama 3-6.



**Slika 3.** Srednje vrijednosti koncentracije klorida u uzorcima podzemne vode iz bunara B-17 za razdoblje 2011. do 2016.

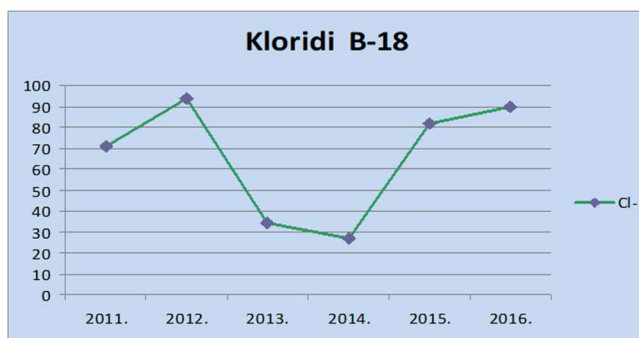
**Fig. 3.** Average values of chloride concentrations in groundwater from well B-17 for the period 2011 to 2016



**Slika 4.** Srednje vrijednosti koncentracije sulfata u uzorcima podzemne vode iz bunara B-17 za razdoblje od 2011. do 2016.

**Fig. 4.** Average values of sulphate concentrations in groundwater from well B-17 for the period 2011 to 2016

Iz navedenih prikaza uočava se oscilacija u koncentracijama klorida i sulfata u bunarima B-17 i B-18. Najviše vrijednosti koncentracije klorida zabilježene su 2012. godine kada je u uzorku vode iz bunara B-17 zabilježena najviša koncentracija od 45,06 mg Cl/l, dok je iste godine najviša koncentracija klorida u uzorcima iz bunara B-18 iznosila 144,87 mg Cl/l. 2012. godine uočene su i najviše koncentracije sulfata koje su za bunar B-17 iznosile 27,09 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l, a za bunar B-18 91,34 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l.

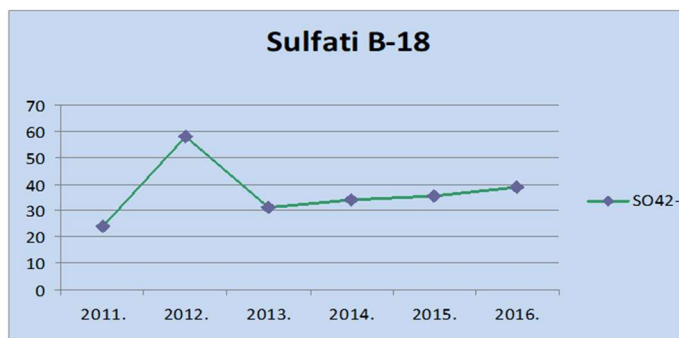


**Slika 5.** Srednje vrijednosti koncentracije klorida u uzorcima podzemne vode iz bunara B-18 za razdoblje od 2011. do 2016.

**Fig. 5.** Average values of chloride concentrations in groundwater from well B-18 for the period 2011 to 2016

Prosječne vrijednosti koncentracija klorida i sulfata za bunar 18 prikazane su na Slikama 5 i 6. Tijekom 2014. godine zabilježene su prosječno najniže koncentracije sulfata i klorida u bunarima B-17 i B-18. Prosječna vrijednost koncentracije klorida iznosila je 8,22 mg Cl/l,

a sulfata 5,68 mg  $\text{SO}_4^{2-}/\text{l}$  u B-17, dok je kod bunara B-18 prosječna koncentracija klorida iznosila 26,83 mg  $\text{Cl}^-/\text{l}$ , a sulfata 33,83 mg  $\text{SO}_4^{2-}/\text{l}$ .



**Slika 6.** Srednje vrijednosti koncentracije sulfata u bunaru B-18 za razdoblje od 2011. do 2016.

**Fig. 6.** Average values of sulphate concentrations in groundwater from well B-18 for the period 2011 to 2016

Povećanje koncentracija sulfata i klorida ponovno se bilježi tijekom posljednje tri godine praćenja (2014.-2016.), što utječe na kakvoću sirove vode, no utvrđene vrijednosti su značajno manje od maksimalno dozvoljenih vrijednosti (MDK) koje iznose za 250  $\text{SO}_4^{2-}/\text{l}$  i 250 mg  $\text{Cl}^-/\text{l}$  prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13). Pretpostavlja se da na promjene koncentracija klorida i sulfata utječe neposredna blizina tzv. Brondinog kanala u kojeg se ulijevaju oborinske vode obližnjeg područja.

## Zaključci

Na temelju monitoringa vode iz bunara na crpilištu Vinogradi, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Koncentracije klorida i sulfata u bunarima B-17 i B-18 oscilirale su tijekom ispitivanog razdoblja s tendencijom rasta u posljednje tri godine što je negativno utjecalo na kakvoću vode.
- Zabilježene vrijednosti niže su maksimalno dozvoljenih vrijednosti (250 mg  $\text{SO}_4^{2-}/\text{l}$  i 250 mg  $\text{Cl}^-/\text{l}$ ) koje propisuje Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13).
- Povišene koncentracije klorida i sulfata povezuju se s blizinom Brondinog kanala u kojeg se ulijevaju oborinske vode obližnjeg područja.

## **Literatura**

- APHA, American Public Health Association (2005): Standard methods for the examination of water and wastewater, New York.
- Ministarstvo zdravlja, Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13).
- Urumović, K. (1987.): Hidrogeološka studija trogodišnjeg rada crpilišta Vinogradi. RGN fakultet, Zagreb.
- Urumović, K., Madžarac, A., Gold, H. (1987.): Probni pogon crpilišta Vinogradi. RGN fakultet, Zagreb.

## **MONITORING OF CHLORIDES AND SULPHATES CONCENTRATIONS IN THE WELLS B-17 AND B-18 WATER SUPPLY VINOGRADI NEAR OSIJEK**

**Jelena Vešligaj Turkalj<sup>1</sup>, Željka Romić<sup>1</sup>, Mario Jakopec<sup>1</sup>, Angelina Paić<sup>1</sup>,  
Melita Pašić<sup>1</sup>, Mirna Habuda-Stanić<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Vodovod-Osijek d.o.o., Poljski put 1, 31000 Osijek, Croatia*

<sup>2</sup>*Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Croatia*

*original scientific paper*

### **Summary**

Vinogradi water well field is located in the west of the town of Osijek, and represents the source of drinking water for population of the town of Osijek. The quality of groundwater drilled from 18 wells is under continuous monitoring and implies one-month determination of microbiological and physico-chemical parameters. The results of the analysis showed that the quality of groundwater taken from wells is mostly the same, except for the groundwater taken from wells B-17 and B-18 in which oscillation and heightened sulphate and chloride concentrations were detected. This paper presents the values of sulphate and chloride concentrations detected in groundwater samples taken from wells B-17 and B-18 during the period 2011- 2016. The results show the oscillation of chloride and sulphate concentrations with increasing trend from 2013 to 2016. Although elevated, detected concentrations of sulphate and chlorides are still lower than maximum permissible concentration set by Croatian regulations.

*Keywords:* Vinogradi water well field, sulphate, chloride, wells B-17 and B-18