

Kvalitet vode reke Dunav i podzemnih voda na teritoriji grada Novog Sada

Osnovnim hidrogeološkim i hidrohemijskim metodama ispitano je kvalitete vode 9 bušenih, dva kopana bunara i površinskog toka (Dunav), na teritoriji grada Novog Sada. Svi bunari koriste vodu iz zbijenih izdani. Utvrđeno je da su vode hidrokarbonatno-magnezijumske ili hidrokarbonatno-natrijum-kalijumske. Sve ispitivane podzemne vode su II ili III tipa, srednje, povišene ili visoke mineralizacije, prema klasifikaciji O. A. Alekina. Zbog povišenih koncentracija nitrata, amonijuma, nitratnih, fosfatnih, (zagađivači antropogenog porekla), hidrokarbonatnih (uticaji atmosferskih padavina), magnezijuma, natrijuma i kalijuma jona (uticaji tla), kao i koncentracije gvožđa (uticaji tla) i utroška kalijumpermanganata koje prelaze dozvoljenu granicu, ne mogu se koristiti za piće prema pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće. Voda reke Dunav prema uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim vodama odgovara III klasi. Povećane koncentracije ispitivanih jona ukazuju na prisustvo organskih i neorganskih materija u ispitivanim vodama.

Uvod

Novi Sad je glavni grad autonomne pokrajine Vojvodine i jedan od najrazvijenijih gradova u Srbiji. S obzirom na položaj istraživanog područja, pretpostavka je da veliki uticaj na hemijski sastav uzorkovanih voda imaju zagađivači antropogenog porekla.

Na južnom delu istraživanog područja, javljaju se peščari, peskovi i laporci. Na jugoistočnom delu istraživanog područja, javljaju se deluvijalno-proluvijalni sedimenti. Na severnom i južnom delu istraživanog područja javljaju se sledeće stene: šljunkovi, sugline, peskovi, peskoviti alevriti i les. U centralnom delu istraživanog područja, oko reke Dunav javljaju se aluvijumi holocenske starosti (Živković *et al.* 1972).

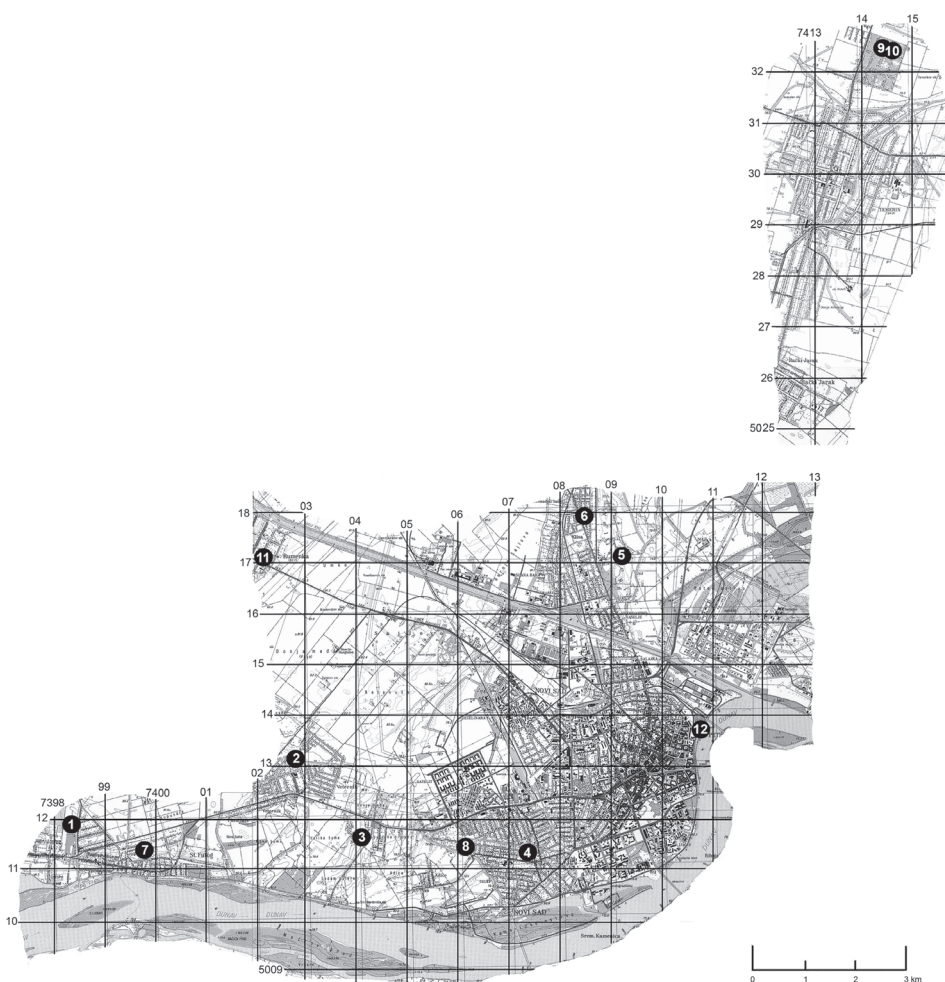
Na istraživanom području zastupljen je zbijeni tip izdani. Do dubine oko 60 metara, razvijen je zbijeni tip sa slobodnim nivoom izdanske vode. U dubljim delovima, ispod 60 metara, u peskovitim sedimentima, razvijen je zbijeni tip izdani sa nivoom pod pritiskom (artiske izdani) (Josipović i Soro 2012).

Gradska uprava za zaštitu životne sredine redovno prati stanje površinskih tokova na području Novog Sada. Analize se izvode jednom nedeljno na Oficirskoj plaži (istočni deo istraživanog područja), na Šodrošu (južni deo) i na plaži Štrand (jugoistočni deo istraživanog područja). U vreme sezone kupanja na plaži Štrand se analize vrše svaki dan. Na Šodrošu uzorci uglavnom ne odgovaraju drugoj klasi vode. Na plaži Štrand pola uzoraka pripada drugoj klasi vode kad nije sezona kupanja, dok za vreme sezone kupanja kvalitet vode opada i ne odgovara drugoj klasi. Na Oficirskoj plaži kvalitet vode uglavnom pripada drugoj klasi tokom cele godine (Dalmacija 2009).

Na teritoriji opštine Temerin (severno od Novog Sada, između Siriga i Zmajeva) osamdesetih godina prošlog veka rađene su analize vode sa arteških bunara. Hemijskom analizom iz 1985, utvrđeno je da vode ne odgovaraju Pravilniku o higijensko-tehničkim merama za zaštitu voda za piće jer su povećane količine amonijuma jona (NH_4^+) i kalijumpermanganata (KMnO_4) (Laškov 1985). Na ispitivanim bunarima nije rađena hemijska analiza vode.

Pavle Jovanović (2001), Novi Sad, Gundulićeva br. 18, učenik 2. razreda Gimnazije „Jovan Jovanović Zmaj” u Novom Sadu

MENTOR: Danica Šarenac, student osnovnih studija, Tehnološko-metaluršku fakultet Univerziteta u Beogradu



Slika 1. Topografska karta sa stajnim tačkama (prema TK 1 : 25 000 378-4-1, Vojnogeografski institut 1984)

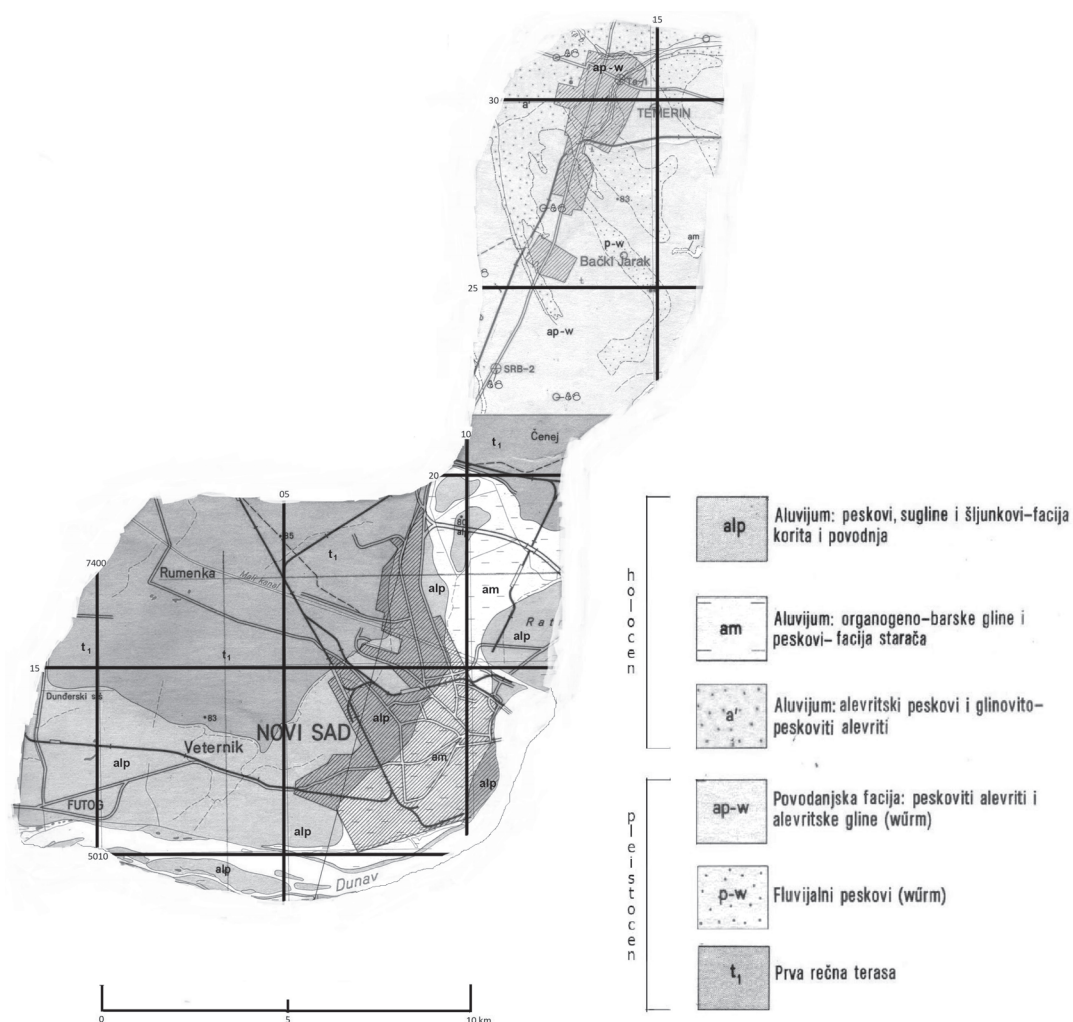
Figure 1. Topographic map with sampling points (according to TK 1 : 25 000 378-4-1, Vojnogeografski institut 1984)

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje kvaliteta vode podzemnih voda na teritoriji grada Novog Sada.

Materijal i metode

Istraživanje je izvedeno primenom hidrogeoloških i hidrohemijskih metoda u drugoj polovini avgusta 2018. godine i obuhvatalo je terenski i laboratorijski rad. Terenska istraživanja su izvršena na teritoriji grada Novog Sada, a laboratorijska u Istraživačkoj stanici Petnica.

Uzorkovanje je izvršeno na 12 stajnih tačaka (slika 1), od toga 9 stajnih tačaka su bušeni, 2 su kopani bunari, a jedan uzorak je uzet sa vodotoka Dunava. Na terenu su određena fizička svojstva vode. Organoleptičkim putem su određene boja, mutnoća i miris, pH-metrom je određena pH vrednost, konduktometrom je određena elektroprovodljivost uzorkovane vode. U laboratoriji je izvedena hemijska analiza (Filipović 1980). Volumetrijskom metodom su određene koncentracije hidrokarbonatnih jona (HCO_3^-), hloridnih jona (Cl^-), jona kalcijuma (Ca^{2+}), jona magne-



Slika 2. Geološka karta istraživanog područja (prema Čičulić-Trifunović i Rakić 1976)

Figure 2. Geological map of the researched area (according to Čičulić-Trifunović & Rakić 1976)

zijuma (Mg^{2+}) i utrošak kalijum-permanganata ($KMnO_4$). Kolorimetrijskom metodom određene su koncentracije amonijum jona (NH_4^+), sulfatnih jona (SO_4^{2-}), fosfatnih jona (PO_4^{3-}), nitrata jona (NO_3^-), nitritnih jona (NO_2^-) i koncentracija gvožđa (Fe). Računski je na osnovu koncentracija navedenih jona određena ukupna tvrdoća vode i količina ugljendioksida (CO_2), kao i koncentracije jona natrijuma (Na^+) i jona kalijuma (K^+).

Rezultati i diskusija

Ispitivane vode su bez boje i providne, osim vode sa stajnih tačaka 3 (bunar) i 12 (Dunav) gde je voda mutna. Na stajnim tačkama 4 i 5 voda miriše na sumpor-dihidrat, na stajnoj tački 8 miriše na sumpor-dihidrat i zemlju, na stajnoj tački broj 3 miriše na zemlju, dok na stajnoj tački 12 (Dunav) voda miriše na zemlju i mulj.

Tabela 1. Rezultati hemijskih analiza ispitivanih parametara vode

Vodni objekt	Koncentracija									
	HCO ₃ ⁻	Mg ²⁺	Utrošak KMnO ₄	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Fe	Na ⁺ +K ⁺
1	883	83	13.3	0.07	237	0.07	0.0	0.46	0.48	232
2	371	45	7.6	0.01	16	0.57	0.3	0.27	0.84	8
3	359	18	8.2	0.00	67	0.03	42.1	0.09	0.06	76
4	962	143	7.0	0.16	287	0.10	0.8	0.71	1.69	256
5	1037	148	19.0	0.57	713	0.28	0.8	2.40	1.92	387
6	637	96	4.4	0.10	99	0.43	0.5	0.46	1.07	61
7	683	101	7.0	0.45	227	0.43	0.5	0.58	2.22	145
8	883	144	6.3	0.25	247	0.36	0.8	0.77	3.45	206
9	547	48	10.8	0.42	0	0.03	0.8	0.58	1.00	75
10	705	34	10.1	0.10	26	0.14	11.4	0.58	0.96	184
11	173	149	8.9	0.66	95	0.14	96.3	0.21	0.27	19
12	466	7	13.3	0.19	34	0.07	2.5	0.21	0.00	22
Kritična vrednost	600	50	12.0	0.15	250	0.03	50.0	0.10	0.30	162

Vrednosti koje prevazilaze granice propisane za pijaću vodu označene su boldom.

Vrednosti merenih parametara date su u tabeli 1. Koncentracije hloridnih jona (Cl⁻) i jona kalcijuma (Ca²⁺) u bunarima ne premašuju maksimalne granice dozvoljene vode za piće prema Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Milijašević *et al.* 2009). Parametri koji premašuju maksimalne dozvoljene granice su: bikarbonatni joni (HCO₃⁻) (stajne tačke 1, 4–8, 10), joni magnezijuma (Mg²⁺) (stajne tačke 1, 4–8, 11), utrošak kalijumpermanganata (KMnO₄) (stajne tačke 1, 5), joni fosfata (PO₄³⁻) (stajne tačke 4, 5, 8, 9, 11), joni sulfata (SO₄²⁻) (stajne tačke 4, 5), joni nitrita (NO₂⁻) (sve stajne tačke), joni nitrata (NO₃⁻) (stajna tačka 11), amonijum joni (NH₄⁺) (sve sem stajne tačke 3), joni natrijuma i kalijuma (Na⁺+K⁺) (stajne tačke 1, 4, 5, 8, 10) i koncentracija gvožđa (Fe) (stajne tačke 1, 2, 4, 5–7, 9, 10). Dunav na mestu gde je uzorkovan (Podbara) pripada III klasi vodotoka.

Povećane koncentracije bikarbonatnih jona pojavljuju se zbog atmosferskih padavina koje pakupe ugljen-dioksid iz atmosfere:

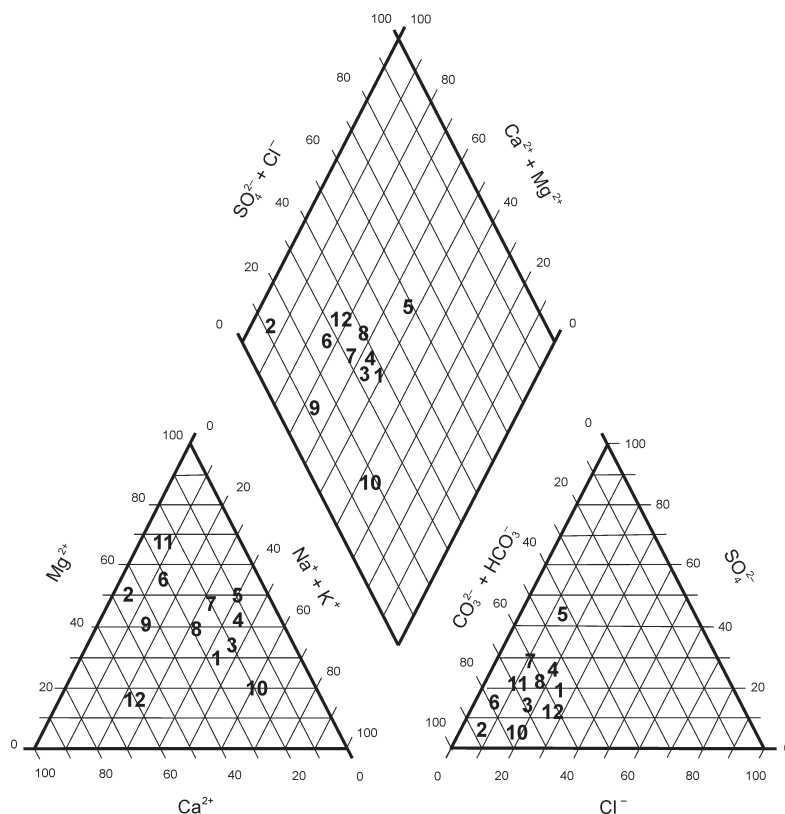


Povećane koncentracije jona magnezijuma su posledica Panonskog mora koje je postojalo na teritoriji Panonske nizije do pre 600 000 godina.

Povećane koncentracije nitritnih, amonijum, nitratnih, fosfatnih i sulfatnih jona su biogenog porekla (raspada organskih materija, fekalnih zagađenja, životni otpaci) i industrijskog zagađenja.

Povećane koncentracije gvožđa potiču iz peska obogaćenog gvoždem karakterističnog za istraživano područje. Povećane koncentracije jona kalijuma i natrijuma verovatno su posledice litološkog sastava terena (Čičulić-Trifunović i Rakić 1976; slika 2). Prema Pajperovom dijagramu (slika 3) možemo izdvojiti stajne tačke 1, 4, 8, 7, 3 sa sličnom koncentracijom katjona i anjona. To se može povezati sa tim što se ovih 5 bunara nalaze na južnom delu istraživanog područja, u relativnoj blizini (slika 1). Takođe, bunari su približno istih dubina (tabela 2).

Uzorak vode sa stajne tačke broj 2 odskaače vrednostima koncentracije jona od ostalih bunara (1, 3, 4, 7, 8). Razlog može da bude to što je ovim bunarom zahvaćena voda iz izdani sa veće du-



Slika 3. Pajperov dijagram za ispitivane uzorke voda

Figure 3. Piper diagram of water samples

bine, a bunar se dobro održava. Uzorak na stalnoj tački broj 5 se izdvaja od ostalih zbog dosta veće koncentracije svih navedenih jona. Voda ovog bunara nema primenu, samim tim niko ga ne održava, a takođe se nalazi nedaleko od deponije.

Tabela 2. Dubine bunara

Stajna tačka	Dubina (m)
1	18
2	22
3	7
4	12
7	18
8	15

Zaključak

Prema klasifikaciji O. A. Alekina ispitane vode iz 11 bunara u Novom Sadu su magnezijumsko-hidrokarbonatne ili natrijum-kalijumske-hidrokarbonatne, II ili III tipa. Voda reke Dunav prema Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim vodama odgovara III klasi. Svaki od uzoraka sadrži bar jedan od pokazatelja organskog zagađenja (azotna jedinjenja, hemijska potrošnja kiseonika, fosatni joni), takođe pola uzoraka su pokazatelj zagađenja iz zemljišta i atmosferskog zagađenja (hidrokarbonatni, natrijum i kalijum jona) u vrednostima većim od dozvoljenih i ne mogu se koristiti za piće. Uticaj vode reke Dunav na hemijski sastav je minimalni.

Koncentracije navedenih jona u različitoj meri su podložni uticaju zagađivača. Izvesno je u pitanju razlika u posledica razlika u konstrukciji bunara i udaljenosti od izvora zagađenja. Preciznija analiza bi zahtevala proširenje istraživanja većim brojem uzorkovanja u dužem periodu, odnosno izradom katastarsa zagađivača.

Literatura

Dalmacija B. (red.) 2009. *Strategija vodosnabdevanja i zaštite voda u AP Vojvodini*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju

Čičulić-Trifunović M., Rakić M. O. 1976. Osnovna geološka karta SFRJ – L4-100: Novi Sad. Beograd: Savezni geološki zavod

Filipović B. 1980. *Metodika hidrogeoloških istraživanja*. Beograd: Matična knjiga

Josipović J., Soro A. 2012. *Podzemne vode Vojvodine*. Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi”

Laškov M. 1985. *Opština Temerin*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu – Prirodno-matematički fakultet, Instiut za geografiju

Milijašević D., Jojić T. 2009. *Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti – Geografski institut Jovan Cvijić

Vojnogeografski institut 1984. Topografske karte 1:25000, list Novi Sad 378-4-1 (Novi Sad – jug). Beograd: Vojnogeografski institut

Živković B., Nejgebauer K., Tanasijević Đ., Miljković N., Stojković L., Drezgić P. 1972. *Zemljišta Vojvodine*. Novi Sad: Institut za poljoprivredna istraživanja

Pavle Jovanović

Water Quality in the Danube Basin in the City of Novi Sad

The basic hydrogeological and hydrochemical methods tested the water quality in samples from 9 drilled wells, 2 dug wells and the surface flow (Danube), on the territory of Novi Sad. All the wells capture water from compacted sources. It was found that hydrocarbonate-magnesium or hydrocarbonate-sodium-potassium water was found, and all groundwater tested were II or III type, medium, elevated or high mineralization, according to the O. A. Alekin classification. Due to the elevated concentrations of nitrite, ammonium, nitrate, phosphate, (anthropogenic pollutants), hydrocarbonate (atmospheric precipitation), magnesium, sodium and potassium ions (soil and Pannonian influences), as well as iron concentrations (soil effects) and potassium manganese exceed the permitted limit, they cannot be used for drinking according to the hygiene rules for drinking water. The water of the Danube River according to the regulation on the limit values of pollutants in surface waters corresponds to the III class. The increased concentrations of the previously mentioned ions indicate the presence of organic and inorganic substances in the investigated waters.

