

Prilog poznavanju režima podzemnih voda leve obale reke Save na potezu Obrenovac - Beograd

Đorđe Momirov, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Marina Čokorilo Ilić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Prilog poznavanju režima podzemnih voda leve obale reke Save na potezu Obrenovac - Beograd | Đorđe Momirov, Vesna Ristić Vakanjac, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Marina Čokorilo Ilić | Proceedings of the XVI Serbian Symposium on Hydrogeology, Zlatibor, Serbia, 28. September - 02. October, 2022 | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007184>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду омогућава приступ издањима Факултета и радовима запослених доступним у слободном приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на www.dr.rgf.bg.ac.rs

The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

HG

XVI SRPSKI SIMPOZIJUM
O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNİK RADOVA



ZLATIBOR
28. septembar - 02. oktobar
2022. godine



XVI SRPSKI SIMPOZIJUM O HIDROGEOLOGIJI
sa međunarodnim učešćem
ZBORNİK RADOVA

IZDAVAČ:

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet
Đušina 7

ZA IZDAVAČA:

Prof. dr Biljana Abolmasov, dekan
Rudarsko-geološki fakultet

UREDNIK:

Doc. dr Ana Vranješ

TIRAŽ:

100 primeraka

ŠTAMPA:

Štamparija Grafolik, Beograd

GODINA IZDANJA: 2022.

Na 12/19-oj, sednici Departmana za hidrogeologiju doneta je odluka o organizaciji XVI srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, koja je utvrđena saglasnošću Nastavno-naučnog veća Rudarsko-geološkog fakulteta od 30.12.2019.

Naslovna strana: Sušičko vrelo, Zlatibor

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

556(082)
628.1(082)

СРПСКИ симпозијум о хидрогеологији са међународним учешћем (16 ; 2022 ; Златибор)
Zbornik radova / XVI Srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim
učešćem, Zlatibor 28. septembar - 02. oktobar 2022. godine ; [urednik Ana
Vranješ]. - Beograd : Univerzitet, Rudarsko-geološki fakultet, 2022
(Beograd : Grafolik). - [18], 514 str. : ilustr. ; 30 cm

Na vrhu nasl. str.: Departman za hidrogeologiju. - Radovi ćir.i lat. -
Tiraž 100. - Str. [5-6]: Uvodna reć / Dejan Milenić. - Abstracts. -
Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-7352-380-4

a) Хидрогеологија - Зборници b) Снабдевање водом - Зборници

COBISS.SR-ID 74364937

ORGANIZACIONI ODBOR:

Predsednik:

Doc. dr Ana Vranješ, dipl. inž.

Članovi:

Prof. dr Petar Dokmanović, dipl. inž.

Doc. dr Ljiljana Vasić, dipl. inž.

Dr Tanja Petrović Pantić, dipl. inž.

Natalija Radosavljević, mast. inž.

Velizar Nikolić, dipl. inž.

Vukašin Vučević dipl.inž.

Andrej Pavlović, dipl. inž.

Dejan Drašković, dipl. inž.

Branko Ivanković, dipl. inž.

Nenad Toholj, dipl. inž.

Boban Jolović, dipl. inž.

Uroš Jurošević, dipl. inž.

NAUČNI ODBOR:

Predsednik:

Prof. dr Dejan Milenić, dipl. inž.

Članovi:

Prof. dr Zoran Stevanović, dipl. inž.

Prof. dr Dušan Polomčić, dipl. inž.

Prof. dr Vesna Ristić Vakanjac, dipl. inž.

Prof. dr Igor Jemcov, dipl. inž.

Prof. dr Vladimir Živanović, dipl.inž.

Prof. dr Dragoljub Bajić, dipl. inž.

Doc. dr Jana Štrbački, dipl.inž

Doc. dr Saša Milanović, dipl. inž.

Prof. dr Veselin Dragišić, dipl. inž.

Prof. dr Milan Radulović, dipl. inž.

Prof. dr Zoran Nikić, dipl. inž

Doc. dr Nenad Marić, dipl. inž.

Prof. dr Petar Milanović, dipl. inž.

PROGRAMSKO-UREĐIVAČKI ODBOR:

Predsednik:

Prof. dr Dušan Polomčić, dipl. inž.

Članovi:

Prof. dr Dejan Milenić, dipl. inž.

Prof. dr Nevenka Đerić, dipl. inž.

Doc. dr Ana Vranješ, dipl. inž.

ORGANIZATOR SIMPOZIJUMA:

UNIVERZITET U BEOGRADU

RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

DEPARTMAN ZA HIDROGEOLOGIJU

u saradnji sa

DRUŠTVOM GEOLOŠKIH INŽENJERA I TEHNIČARA SRBIJE

SRPSKIM GEOLOŠKIM DRUŠTVOM

NACIONALNIM KOMITETOM IAH

POKROVITELJ:

REHAU d.o.o.

SPONZORI:

Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

BeoGeoAqua d.o.o.

Opština Čajetina

Turistička organizacija Opštine Brus

Hotel Zlatibor Mountain Resort&Spa

Knjaz Miloš

DONATOR:

Gold Gondola

Ibis-Inženjering

PRILOG POZNAVANJU REŽIMA PODZEMNIH VODA LEVE OBALE REKE SAVE NA POTEZU OBRENOVAC - BEOGRAD CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE GROUNDWATER REGIME OF THE LEFT BANK OF SAVA RIVER ON THE STRETCH OBRENOVAC - BEOGRAD

**Dorđe Momirov¹, Vesna Ristić Vakanjac¹, Dušan Polomčić¹, Dragoljub Bajić¹,
Bojan Hajdin¹, Marina Čokorilo Ilić¹**

¹ Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, e-mail: djordje.momirov95@gmail.com,
vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs, dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs, dragoljub.bajic@rgf.bg.ac.rs,
bojan.hajdin@rgf.bg.ac.rs, marina.cokorilo@rgf.bg.ac.rs

ABSTRAKT: Za potrebe analize režima podzemnih voda leve obale reke Save na potezu Obrenovac – ušće, preuzeti su podaci o srednje dnevnim vodostajima reke Save zabeleženih u profilima Obrenovac i Ušće kao i podaci o srednje dnevnim nivoima podzemnih voda registrovanih u piježometrima Nikinci i Obrež i to za osmatrački period 1992 – 2019. godina. U radu je sprovedena komparativna analiza nivograma za ukupan osmatrački period kao i za odabrane karakteristične sušne i kišne godine, a u cilju kvantificiranja čvrstine postojećih veza između nivoa površinskih i podzemnih voda primenjena je korelaciona analiza.

Gljučne reči: režim podzemnih voda, režim površinskih voda, korelaciona analiza, koeficijent korelacije, reka Sava, Srbija

ABSTRACT. For the purpose of presenting the groundwater regime of the left bank of the Sava River in the Obrenovac - Ušće section, data on mean daily water levels of the Sava River recorded in the Obrenovac and Ušće profiles were taken, as well as data on mean daily groundwater levels registered in Nikinci and Obrez piezometers for observed period 1992 - 2019. The paper performs a comparative analysis of level charts for the total observation period as well as for selected characteristic dry and wet years, and in order to quantify the strength of existing connections between surface and groundwater levels, a correlation analysis was applied.

Key words: groundwater regime, surface water regime, correlation analysis, correlation coefficient, Sava river, Serbia

Uvod

Za potrebe definisanja postojećeg uticaja režima vode reke Save na režim podzemnih voda (i obrnuto) na potezu Obrenovac – ušće reke Save u Dunav, raspolagalo se sa srednje dnevnim vrednostima vodostaja reke Save registrovanih u profilu v. s. Beograd i u v. s. Obrenovac, kao i srednje dnevnih nivoa podzemnih voda zabeleženih u piježometrima Nikinci i Obrež. Podaci su preuzeti od Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ). Sa osmatranjima i merenjima vodostaja reke Save u profilu Beograd otpočelo se još 1920. godine i ova osmatranja traju do danas bez prekida. Podaci koji su bili dostupni za izradu ovog rada vezani su za period 1931-2019. godina. U ovom profilu su se vršila a i danas se vrše i hidrometrijska merenja za potrebe uspostavljanja krive vodostaja i definisanja srednje dnevnih protoka vode reke Save. Što se tiče v. s. Obrenovac, u ovom profilu sa očitavanjima vodostaja se otpočelo 1952. godine i traju, takođe do danas. Međutim, tokom perioda rada ovog profila dolazilo je često do povremenih dugotrajnih prekida. U profilu Obrenovac se ne vrše hidrometrijska merenja tako da podataka o protocima reke Save u ovom profilu nema.

Što se tiče osmatranja nivoa podzemnih voda, na pijezometru Nikinci monitoring režima prve izdani se vršio svakih 5 dana u periodu od početka uspostavljanja osmatranja nivoa podzemnih voda na ovoj stanici (1992. godine) pa do 2010. godine. Od 2011. godine uspostavlja se automatsko osmatranje nivoa podzemnih voda tako da se u periodu od 2011-2019. godine raspolagalo sa srednje dnevnim vrednostima nivoa podzemnih voda. Udaljen je od reke Save 7.8 km. Pijezometar Obrež udaljen je od reke Save svega 1.37 km i predstavlja jedan od prvih objekata na kome je uspostavljen monitoring podzemnih voda koji je i danas aktivan i na kome se vrše osmatranja skoro 75 godina na svakih 10 dana (osmatrački period od 1949. godine pa do danas).

Režim nivoa reke Save

Sa hidrogeološkog aspekta postojanje površinskih tokova i njihov režim su veoma značajni, jer se u priobalnim delovima ostvaruje hidraulička veza između nivoa vode u rekama i nivoa izdani. Za predmetno istražno područje reke Save najvažniji je hidrološki faktor. Dužina reke Save od njenog glavnog izvora do ušća u Dunav u Beogradu je 990 km i po svojoj dužini je treća, po površini sliva druga, a po količini vode koje daje Dunavu je prva odnosno najveća njegoa pritoka. Sa prosečnim protokom vode na ušću od oko 1.800 m³/s učestvuje sa oko 25% u formiranju ukupnog proticaja Dunava u Beogradu. Korito Save kod Ade Ciganlije dostiže širinu od 1500 m, a pri ušću iznosi oko 600 m. U koritu Save karakteristično je postojanje izduženih ostrva u pravcu toka reke - Ada Ciganlija koja se prostire na površini od 310 ha i Ada Međica (Momirov, 2020).

Proticaji i vodostaji reke Save dosta su promenljivi i zavise prvenstveno od hidrometeoroloških uslova u njenom gornjem slivnom području. Prosečni proticaj Save kod Beograda iznosi 1640 m³/s (Grupa autora, 2007).

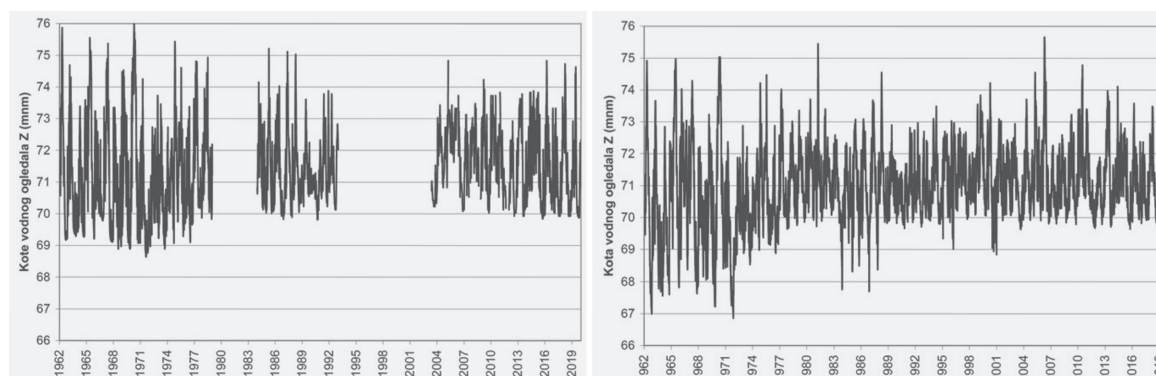
Režim vodostaja Save u razmatranom delu (nizvodno od Obrenovca) je kompleksan iz razloga što:

1. je nakon izgradnje akumulacije i hidroelektrane „Đerdap“ režim nivoa voda reke Dunava i Save u Beogradu izmenjen zbog formiranog uspora. Ovo ima najviše uticaja u domenu malih voda kada je došlo do povišavanja nivoa ovih reka za oko 2 metra (tabela 1). Dakle, usled izgradnje HE „Đerdap“, od 1972. godine, vodostaji poprimaju nove karakteristike u odnosu na prethodni period, amplitude su manje izražene, tačnije minimalne vrednosti u periodu posle 1972. godine imaju više vrednosti dok maksimalne vrednosti imaju uglavnom niže vrednosti. Izuzetak je 23. april 2006. godine kada je zabeležen pik u iznosu od 75.52 mm (slika 1).
2. režim reke Dunav tokom velikih voda Dunava formira dodatni uspor i to u periodima kada je kota nivoa vodnog ogledala reke Dunav u Beogradu viša od kote nivoa reke Save na njenom ušću. U prilog ovome govori slika 2, gde se jasno vidi da tokom 1970. i 1971. godine, dakle pre puštanja u rad HE „Đerdap“ u pojedinim delovima godine, kao na primer u periodu od 7. juna do 2. oktobra 1970., odnosno od 14. juna pa do 29. juna 1971. godine, su razlike u kotama nivoa vodnog ogledala reke Save imale vrednost od 0 do 0.5 m (slika 2), a u pojedinim trenucima bile su i u minusu, što daje lažnu sliku da reka Sava u tom periodu ima suprotan smer tečenja od prirodnog.

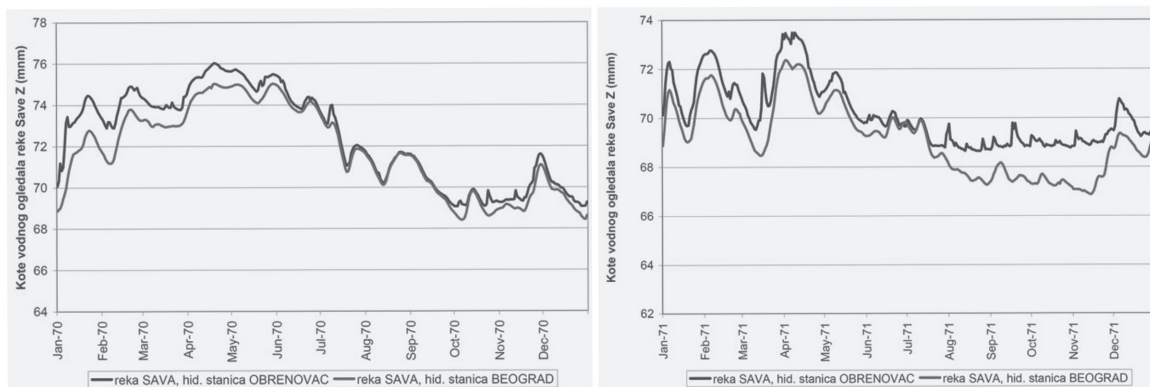
Tabela 1: Karakteristični dnevni vodostaji (u mm) reke Save kod Beograda, pre i posle izgradnje HE „Đerdap“ (Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2007)

Table 1: Characteristic daily water levels (in mm) of the Sava River near Belgrade, before and after the construction of HPP "Đerdap" (Insitut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", 2007)

Sava kod Beograda (dnevni vodostaji, mnm)	min	sred	max
1931-1972	66,57	70,42	75,37
1972-2009	67,70	71,08	75,65
porast (m)	1,23	0,66	0,28



Slika 1: Kote nivoa vodnog ogledala reke Save u zabeležen u profilu a) v.s. Ušće i b) v.s. Obrenovac
Figure 1: Elevation Water level elevation of the Sava River in the gauging station a) Ušće and b) Obrenovac

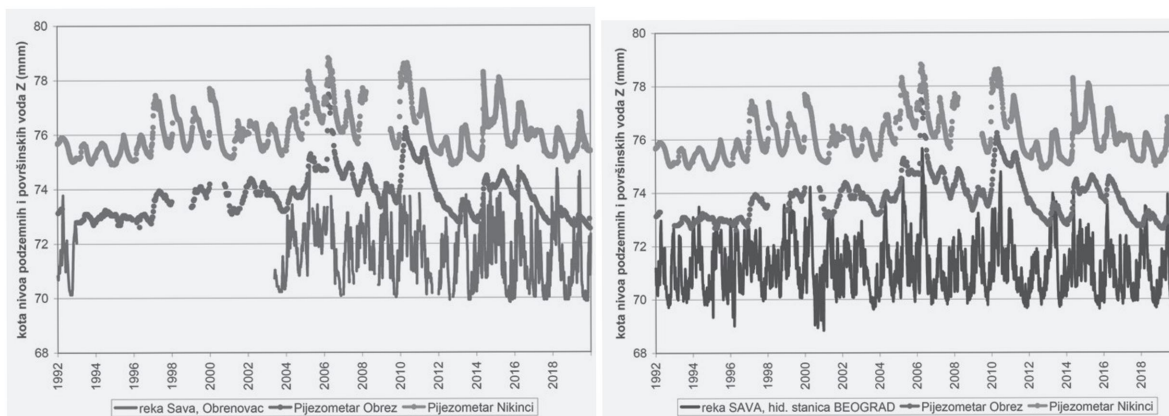


Slika 2: Uporedni nivogrami reke Save zabeleženi u profilima v.s. Obrenovac i v.s. Beograd za a) 1970. godinu i b) 1971. godinu

Figure 2: Comparative water level diagrams of the Sava River recorded in the profiles of g.s. Obrenovac and g.s. Belgrade for a) 1970 and b) 1971 year

Režim nivoa podzemnih voda

Za potrebe analize postojeće veze površinske vode reke Save i podzemnih voda izvršena je uporedna analiza kota vodnog ogledala reke Save koje su zabeležene u profilu Obrenovac i kota nivoa podzemnih voda zabeleženih u dva pijezometra, stanica Nikinci i stanica Obrež. Svi podaci su preuzeti sa sajta RHMZ-a i bili su dostupni na dnevnom nivou (www.hidmet.gov.rs). Shodno ovome na slici 3a dat je uporedni dijagram kota vodnog ogledala reke Save i kota nivoa podzemnih voda zabeleženih u pomenutim pijezometrima i to za period 1992-2019, godina, odnosno za period kada su vršena merenja na sve tri pomenute stanice. Iako se u profilu Beograd, na reci Savi oseća uticaj nivoa reke Dunav i to u periodima kada su kote reke Dunav veće od kota nivoa reke Save, ovde će se ipak dati identična analiza kao i sa v.s. Obrenovac iz razloga što je na v.s. Obrenovac dolazilo do čestih prekida u osmatranjima vodostaja reke Save dok u profilu Beograd do prekida nije dolazilo. Shodno ovome na slici 3b dat je uporedni dijagram kota nivoa podzemnih voda i kota voda reke Save zabeleženih u profilu Beograd. Za potrebe utvrđivanja postojećih veza i ocene njihove čvrstine, urađene su korelacione analize. Stim u vezi u tabeli 2 data je matrica koeficijenata korelacije dobijenih primenom analizom.



Slika 3: Uporedni dijagram nivoa podzemnih voda zabeleženih u pijezometrima Nikinci i Obrež i nivoa reke Save karakterističnih za profil a) Obrenovac i b) Beograd/ušće

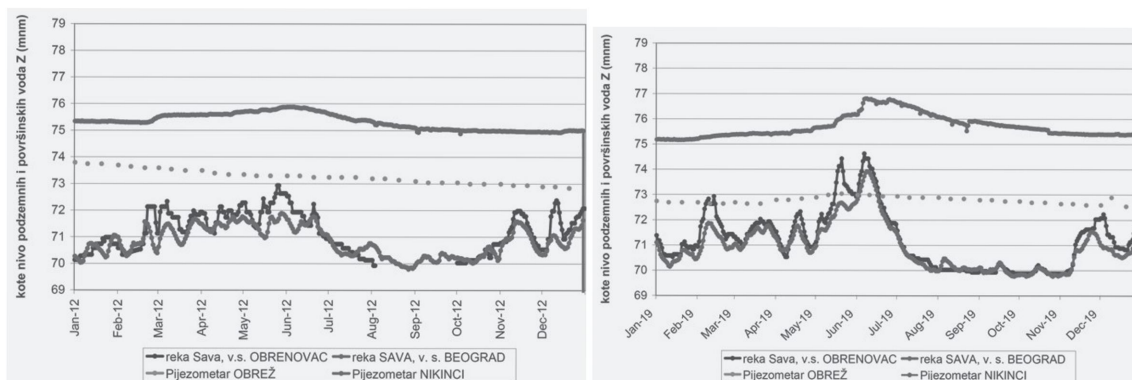
Figure 3: Comparative diagram of groundwater levels recorded in piezometers Nikinci and Obrež and Sava river water levels for a) g.s. Obrenovac and b) g.s. Belgrade / mouth

Tabela 2. Matrica koeficijenata korelacije za ukupni osmatrački period (1992-2019. godina)

Table 2. Matrix of correlation coefficients for the total observation period (1992-2019)

stanica	НВП Обреж	НВП Никинци	в.с. Обреновац	в.с. Београд
НВП Обреж	1	0.832	0.286	0.273
НВП Никинци		1	0.379	0.409
в.с. Обреновац			1	0.883
в.с. Београд				1

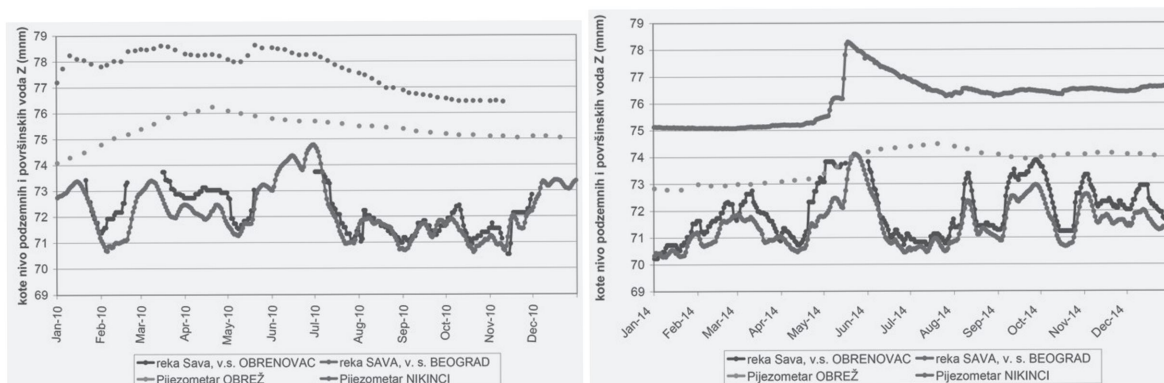
Ono što je svakako karakteristično za oba dijagrama prikazana na slici 3, je da su mnogo izraženije oscilacije nivoa voda reke Save u odnosu na nivo podzemnih voda. Generalno, tokom jedne kalendarske godine, kada su u pitanju podzemne vode, imamo izražen jedan pik koji se javlja tokom prolećnih meseci i jedan minimum karakterističan za jesenje mesece. Sa druge strane ovo je karakteristično i za nivo reke Save međutim, porast hidrograma je mnogo brži i ima strmiji karakter. Ovo se odnosi i na recesioni deo nivograma. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 2, odnosno dobijenih koeficijenata korelacije, može se zaključiti da su najčvršće veze dobijene između nivoa reke Save zabeleženih u profilu Obrenovac i Beograd i iznosi 0.883. Slične jačine dobijene su i za uspostavljenu vezu kota nivoa podzemnih voda zabeleženih u razmatranim pijezometrima ($r = 0.832$). Znatno slabije veze su dobijene između nivoa podzemnih i površinskih voda odnosno nivoa reke Save, a jedan od razloga je svakako već napomenut a to je da je znatno brži porast i pad nivograma reke Save u odnosu na porast i pad nivoa površinskih voda. Na godišnjem nivou su takođe urađene korelacione analize, za godine za koje je to bilo moguće uraditi (česti prekidi u osmatranjima su u velikoj meri onemogućili korelacione analize za pojedine godine). Za potrebe ovog rada biće dat prikaz rezultata samo odabranih godina i to 2012. i 2019. godina kao predstavnike sušnih godina, kao i 2010. i 2014. kao predstavnike kišnih godina. Za ove potrebe, na slikama 4 i 5 dati su uporedni dijagrami nivoa površinskih i podzemnih voda za odabrane godine a u tabeli 3 njihove korelacione matrice.



Slika 4: Uporedni dijagram nivoa podzemnih voda zabeleženih u pijezometrima Nikinci i Obrež i nivoa reke Save karakterističnih za v.s. Obrenovac i v.s. Beograd/ušće za tipične sušne godine i to a) 2012. godinu i b) 2019. godinu
Figure 4: Comparative diagram of groundwater levels recorded in the piezometers Nikinci and Obrež and the water levels of the Sava River for g.s. Obrenovac and g.s. Belgrade/mouth for typical dry years, namely a) 2012 and b) 2019

Tabela 3. Matrica koeficijenata korelacije za odabrane karakteristične godine
Table 3. Matrix of correlation coefficients for the selected characteristic years

	НВП Обреж	НВП Никинци	в.с. Обреновац	в.с. Београд
2012. godina				
НВП Обреж	1	0,544	-0,097	0,194
НВП Никинци		1	0,488	0,615
в.с. Обреновац			1	0,848
в.с. Београд				1
2019. godina				
НВП Обреж	1	0,745	0,381	0,450
НВП Никинци		1	0,253	0,354
в.с. Обреновац			1	0,971
в.с. Београд				1
2010. godina				
НВП Обреж	1	0,401	0,596	0,088
НВП Никинци		1	0,711	0,623
в.с. Обреновац			1	0,772
в.с. Београд				1
2014. godina				
НВП Обреж	1	0,866	0,220	0,282
НВП Никинци		1	0,253	0,866
в.с. Обреновац			1	0,951
в.с. Београд				1



Slika 5: Uporedni dijagram nivoa podzemnih voda zabeleženih u pijezometrima Niklinci i Obrež i nivoa reke Save karakterističnih za v.s. Obrenovac i v.s. Beograd/ušće za tipične kiše godine i to a) 2010. godinu i b) 2014. godinu
Figure 5: Comparative diagram of groundwater levels recorded in the piezometers Niklinci and Obrež and the water levels of the Sava River for g.s. Obrenovac and g.s. Belgrade/mouth for typical wet years, namely a) 2010 and b) 2014

Na osnovu prikazanih uporednih dijagrama (slike 4 i 5) može se zaključiti da postoji dobra saglasnost kota voda reke Save zabeleženih u profilu Obrenovac i Dunav. Na ovo ukazuju i koeficijenti korelacija koji se kreću od 0.772 (2010. godina), pa do 0.971 (2019. godina). Takođe je dobra korelativnost i između nivoa podzemnih voda zabeleženih u pijezometrima Nikinci i Obrež. Koeficijenti korelacije se kreću od 0.401 (2010. godina) pa do 0.866 (2014. godina). Generalno, bolje, odnosno čvršće veze se dobijaju za kišne godine u odnosu na sušne godine. Razlog je svakako sama pozicija pijezometara u odnosu na reku. U jednom slučaju rastojanje od reke do pijezometra je skoro 8 km (Nikinci) a u drugom manje od 2 km (Obrež). Tačnije, razmatrani dijagrami ukazuju na to da su kote podzemnih voda u oblasti Nikinca uvek na hipsometrijski višoj koti od nivoa reke Save (i tokom kišnih i tokom sušnih godina), dok u oblasti Obrež nivo podzemnih voda u određenoj meri zavisi od kota nivoa reke Save. Tako na primer tokom 2012. godine nivo podzemnih voda u Obrežu kontinualno opada tokom cele kalendarske godine iako postoji porast nivoa reke Save tokom prolećnih meseci kao i blag porast nivoa podzemnih voda u Nikincima. Iz razloga što je kota reke Save tokom ove godine uvek niža od kote podzemnih voda, ne dolazi do prihranjivanja podzemnih voda na račun površinskih već je obrnut slučaj. Kako tokom ove godine imamo izuzetno sušan period gde preko 6 meseci nisu padale kiše, u ovom delu nije dolazilo do prihranjivanja podzemnih voda ni na račun padavina, dakle, izdan se praznila na račun prihranjivanja reke Save (dreniranje izdani), zatim isparavanjem sa slobodnog nivoa izdani kao i veštačkim dreniranjem ove izdani od lokalnih korisnika. Ovo je i razlog zašto je koeficijent korelacije između kota nivoa podzemnih voda Nikinca i Obraža ima najnižu vrednost za 2012. godinu. Slična situacija je i za 2019. godinu (takođe sušna godina). Razlika je ta što su kote reke Save maja i juna bile više od kota podzemnih voda u oblasti Obraža tako da je u ovom period zabeležen porast nivoa podzemnih voda koji se desio prihranjivanjem izdani na račun reke Save. Iz ovog razloga koeficijent korelacije za 2019. godinu, koja je takođe predstavnik sušne godine, je nešto više vrednosti (0.381 NPV (nivo podzemnih voda Obrež i KVO (kota vodnog ogledala) reke Save).

Što se tiče kišnih godina, tokom oba poplavna talasa došlo je do prekida u osmatranjima vodostaja reke Save u profilu Obrenovac, tako da možemo samo da predpostavimo da su kote nivoa reke tokom ovih poplava možda bile više od kota nivoa podzemnih voda i da je u ovom delu dolazilo do prihranjivanja izdani na račun voda reke Save. Iz razloga što su ovo bile izuzetno kišne godine, porast nivoa podzemnih voda se svakako dešavao i zbog prihranjivanja na račun intenzivnih i dugotrajnih padavina koje su bile prisutne tokom prolećnih meseci. Sa slike 5b može se videti da je došlo i do povećanja dinamičkih rezrvi podzemnih voda u delu koji kontroliše pijezometar Nikinci. Samim tim koeficijenti korelacije između nivoa podzemnih voda su veći (preko 0.85). Potrebno je još napomenuti da tokom sušnih godina, iz razloga što nivo reke Save značajnije opadne u odnosu na nivo reke Dunav, dolazi do uticaja nivoa reke Dunav, odnosno do formiranja uspora u profilu v.s. Beograd tako da u ovim periodima imamo uglavnom nelogične više kote nivoa reke Save u profilu Beograd u odnosu na kote nivoa reke Save u Obrenovcu.

Zaključak

Kada govorimo o režimu reke Save u delu nizvodno od Obrenovca potrebno je naglasiti da u ovom delu, nakon izgradnje i puštanja u rad HE „Đerdap“ došlo je izmena u režimu voda reke Dunav i njenih pritoka u delu gde ima uticaja formirani uspor. Takođe, u periodima kada je kota voda reke Dunav viša od kote nivoa reke Save, formira se dodatni uspor koji se, u zavisnosti od razlike u kotama, može osetiti i uzvodno od Obrenovca. Ovo svakako ima uticaja i na nivo podzemnih voda koje su u aktivnoj hidrauličkoj vezi sa rekom Savom. Analizom uporednih nivograma može se konstatovati da su znatno izraženije oscilacije nivoa reke Save u odnosu na promene nivoa podzemnih voda. Koeficijenti korelacija između nivoa podzemnih i površinskih voda za ukupan razmatrani

period, u ovom delu iznose 0.28 (pijezometar Obrež) odnosno 0.38 (pijezometar Nikinci). Razlog zašto je koeficijent korelacije kod pijezometra Obrež manji u odnosu na Nikince je taj što je nivo podzemnih voda čiji režim prati pijezometar Nikinci uvek na hipsometrijski višoj koti u odnosu na reku Savu i pravac kretanja podzemnih voda je uvek usmeren ka Savi. Oscilacije nivoa podzemnih voda u ovom delu su znatno blaže u odnosu na reku Savu ali su manje-više saglasne. Sa druge strane, kote podzemnih voda u delu gde se nalazi pijezometar Obrež ukazuju da tokom visokih vodostaja reke Save dolazi do prihranjivanja podzemnih voda na račun površinskih, dok tokom perioda niskih vodostaja reke Save, podzemne vode prihranjuju površinske. Dakle, smer kretanja podzemnih voda u ovom delu se menja u zavisnosti od hidrološkog stanja površinskog toka. Slično je dobijeno i analizom pojedinih karakterističnih godina, tačnije koeficijenti korelacija su uvek niži dobijeni analizom nivoa podzemnih voda pijezometra Obrež u odnosu na koeficijente korelacije koji su dobijeni na osnovu podataka zabeleženih na pijezometru Nikinci.

Literatura

GRUPA AUTORA (2007) Studija beogradsko izvorište podzemnih voda - stanje i pravci razvoja. Beograd: Institut za vodoprivredu 'Jaroslav Černi'

MOMIROV, Đ., 2021: Uticaj režima voda reke save na režim podzemnih voda na potezu Obrenoavc – ušće, Master rad, Rudarsko-geološki fakultet

www.hidmet.gov.rs