Hidrološka analiza rijeke Vuke

Mijušković - Svetinović, Tatjana; Šperac, Marija; Jelenić, Matej

Source / Izvornik: **Hrvatske vode u zaštiti okoliša i prirode, 2019, 183 - 189**

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:133:135489

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI FAKULTET OSIJEK
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository GrAFOS - Repository of Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

7. HRVATSKA KONFERENCIJA O VODAMA
HRVATSKE VODE U ZAŠTITI OKOLIŠA I PRIRODE
OPATIJA 30. SVIBNJA - 1. LIPNJA 2019.

R 1.13.

HIDROLOŠKA ANALIZA RIJEKE VUKE

Tatjana Mijušković – Svetinović, Marija Šperac, Matej Jelenić

SAŽETAK: U radu su analizirane hidrološke promjene na primjeru rijeke Vuke, koja predstavlja najveći slavonski vodotok te jedan od većih pritoka Dunava. Rijeka Vuka izvire na Krndiji, ali može se reći da je početak rijeke Vuke akumulacija Borovik. Ušće rijeke Vuke je u centru Vukovara. Vuka ima najviši vodostaj i protok u razdoblju proljetnih kiša i otapanja snijega, tako da su na rijeci Vuki najčešće proljetne poplave u ožujku i travnju. Pri blagim zimama moguće su poplave i u siječnju i veljači. Male vode se javljaju najčešće od prosinca do svibnja. U radu su analizirani srednji dnevni vodostaji i protoci na vodomjernim stanicama Beketinci, Bračevci i Tordinci, za razdoblje od 2000. do 2017. godine. To su limnigrafske stanice koje su započele s radom tek 2000. godine. Provedena analiza ukazuje da minimalni, srednji i maksimalni vodostaji na mjernim stanicama imaju značajan trend opadanja, što je sukladno trendovima na svim, do sada analiziranim, vodotocima u Hrvatskoj. Jedino minimalni godišnji vodostaji i protoci na mjernoj stanici Beketinci pokazuju blagi trend porasta. U radu su analizirane i male vode rijeke Vuke.

KLJUČNE RIJEČI: rijeka Vuka, vodostaji, protoci, hidrološke promjene, trend

HYDROLOGICAL ANALYSIS OF THE VUKA RIVER

ABSTRACT: The paper analyses hydrological changes on the example of the Vuka River, which is the largest Slavonian watercourse and one of the largest tributaries of the Danube River. The Vuka source is at Mt. Krndija, although it can be also claimed that the river starts at Reservoir Borovik. Its confluence is located in the Vukovar town centre. The maximum water levels and discharges of the Vuka occur in the period of spring rains and snowmelt, thus it most frequently floods in March and April, although flooding can also occur in January and February during mild winters. The low water levels occur in the period from December to May. The paper analyses the mean daily water levels and discharges at the hydrological stations Beketinci, Bračevci and Tordinci in the period 2000 - 2017. These are limnigraphic stations that only started operating in 2000. The conducted analysis shows that the minimum, mean and maximum water levels at the hydrological stations show a significant downward trend, which is in line with the trends observed on all analysed watercourses to date in Croatia. Only the minimum annual water levels and discharges at the Beketinci hydrological station show a mild upward trend. The paper further analyses low water levels of the Vuka River.

KEYWORDS: Vuka River, water levels, discharges, hydrological changes, trend

1. UVOD

Kao rezultat klimatskih promjena, svjedoci smo pojave sve češćih poplava i suša koje uzrokuju materijalne štete ali i ljudske žrtve. Ta činjenica ukazuje na nužnost mjerenja, odnosno raspolaganja pouzdanim hidrološkim podlogama i analizama, naročito za ekstremne uvjete. Na osnovu pouzdanih podataka vodostaja i protoka mogu se pratiti, tumačiti i predvidjeti kratkoročne ali i dugoročne hidrološke promjene nekog vodotoka i sliva.

Cilj ovog rada je analizirati hidrološke promjene na primjeru rijeke Vuke, ukupne površine sliva 1.123,52 km^2, koja predstavlja najveći slavonski vodotok te jedan od većih pritoka Dunava. Rijeka Vuka izvire na Krndiji, ispod Vučje glave, ali može se reći da je početak rijeke Vuke (i njezina završna stacionaža rkm 98+510) akumulacija Borovik, koja je dovršena 1978. godine. Ušće rijeke Vuke je u centru Vukovara na rkm 1333+050 Dunava. [Hrvatske vode, 2014] Uzdužni profil rijeke Vuke može se podijeliti na dva karakteristična dijela, gornji tok s većim padovima na kojem se nalaze vodne stube i donji tok koji ima blage čak i nedostatne padove (0,01 ‰), tako da je na tom dijelu Vuka jako meandrirala. Po dionicama se poprečni profil rijeke Vuke dosta razlikuje. Vuka ima najviši vodostaj i protok u razdoblju proljetnih kiša i otapanja snijega, tako da su na rijeci Vuki najčešće proljetne poplave u ožujku i travnju. Pri blagim zimama moguće su poplave i u siječnju i veljači. Olakšavajuća okolnost pri provedbi mjera obrane od poplava na rijeci Vuki je mala vjerojatnost istovremene pojave velikih voda na Vuki i Dunavu (Hrvatske vode, 2014.). Male vode rijeke Vuke se javljaju najčešće od prosinca do svibnja.

U radu su analizirani srednji dnevni vodostaji i protoci na vodomjernim stanicama Bračevci, Beketinci i Tordinci, za razdoblje od 2000. do 2017. godine. Sve navedene mjerne stanice su „mlade“, započele su s radom tek 2000. godine (za mjernu stanicu Tordinci podatci postoje od 2008. godine), a imale su i prekide u radu, tako da nizovi nisu kontinuirani. Na mjernoj stanici Bračevci mjerenja su prekinuta, odnosno podatci postoje samo do 2014. godine. U radu su analizirane i male vode rijeke Vuke na mjernoj stanici Beketinci.

2. ANALIZA VODOSTAJA I PROTOKA RIJEKE VUKE

2.1. Analizirano područje

Za analizu vodostaja i protoka rijeke Vuke, korišteni su podaci za mjerne stanice Bračevci, Beketinci i Tordinci. (Slika 1.) To su limnigrafske postaje i pripadaju porječju Drave i Dunava, odnosno crnomorskom slivu. Korišteni podatci dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ). Postoje prekidi u radu stanica pa podatci nisu kontinuirani, a i nizovi nisu jednaki, odnosno analizirano razdoblje je različito za pojedine stanice:

- Mjerna stanica Bračevci, za razdoblje od 2000. do 2014. godine Mjerna stanica započela je s radom 30. studenog 2000. godine. Mjerenja za studeni i prosinac 2009. nedostaju, a u 2010. godini mjerenja počinju tek od srpnja. U 2014. g. nedostaju mjerenja za kolovoz i prosinac. Kota”0” vodomjera se nalazi na 108,192 m. n. m.,
- Mjerna stanica Beketinci, za razdoblje od 2000. do 2016. godine. Mjerenja za 2009. godinu nedostaju, a u 2010. godini, mjerenja počinju tek od srpnja. Kota „0“ vodomjera se nalazi na 85,54 m. n. m.,

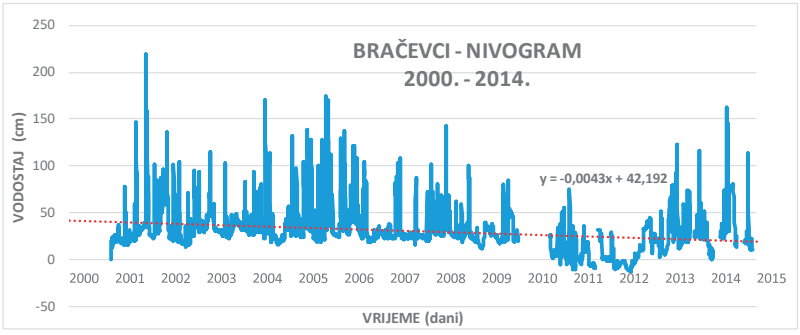
- Mjerna stanica Tordinci, za razdoblje od 2008. do 2017. godine. Mjerenja su započela 30. studenog 2000. godine. U 2015. godini nedostaju podaci za prvih deset mjeseci, a u 2016. imamo podatke samo za siječanj, veljaču i ožujak. Kota"0" vodomjera se nalazi na 79,878 m. n. m. (Jelenić, 2018.).



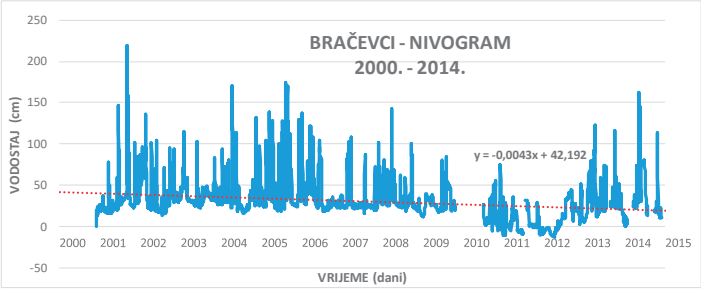
Slika 1. Položaj mjernih stanica na rijeci Vuki za koje je napravljena analiza vodostaja i protoka

2. 2. Analiza vodostaja rijeke Vuke

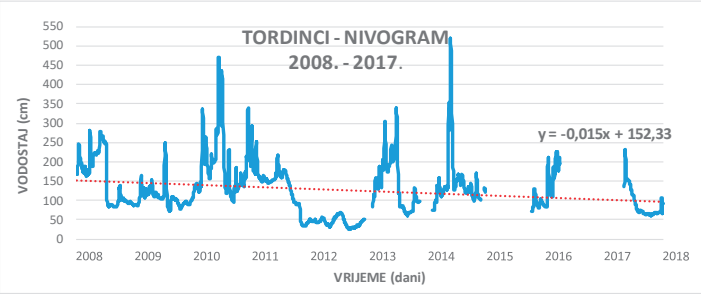
Na slikama 2. - 4. prikazani su nivogrami srednjih dnevnih vodostaja za mjerne stanice Bračevci, Beketinci i Tordinci. Na slikama 8. – 10. su prikazani minimalni, srednji i maksimalni godišnji vodostaji, izvedeni iz srednjih dnevnih protoka, za navedene mjerne stanice. Na slikama se može vidjeti da linija trenda pokazuje blagi pad svih godišnjih vodostaja, osim minimalnih na mjernoj stanici Beketinci, što je vidljivo na slici 9.
U tablici 1. prikazan je broj podataka vodomjerenja, te srednje i ekstremne izmjerene vrijednosti s datumima kada su oni zabilježeni.



Slika 2. Nivogram s linijom trenda za mjernu stanicu Bračevci



Slika 3. Nivogram s linijom trenda za mjernu stanicu Beketinci



Slika 4. Nivogram s linijom trenda za mjernu stanicu Tordinci

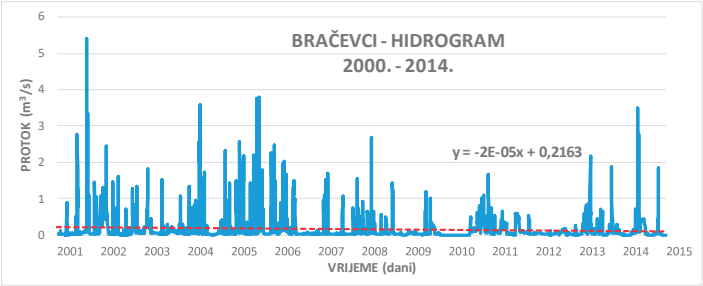
Tablica 1. Podaci o srednjim i ekstremnim izmjerenim vrijednostima na rijeci Vuki

VODOMJERNA STANICA	BROJ PODATAKA	VODOSTAJ				
		SREDNJI	MINIMUM		MAKSIMUM	
		(cm)	(cm)	datum	(cm)	datum
BRAČEVCI	4682	30,26	-13	1. 4. 2012.	219	6. 9. 2001.
BEKETINCI	4887	76,05	16	31. 12. 2012.	413	23. 8. 2005.
TORDINCI	2830	129	26	24. - 25. 8. 2012.	519	19. 5. 2014.
		PROTOK				
		SREDNJI	MINIMUM		MAKSIMUM	
		(m^3/s)	(m^3/s)	datum	(m^3/s)	datum
BRAČEVCI	4675	0,17	0,002	29. - 31. 12. 12. 2008.	5,41	6.9.2001.
				3. - 6. 1. 2009.		
BEKETINCI	4887	0,68	0,032	12.12. 2000.	23,1	23.8.2005.
TORDINCI	2830	132,8	0,032	18. 10. 2017.	33,52	19. 5. 2014.

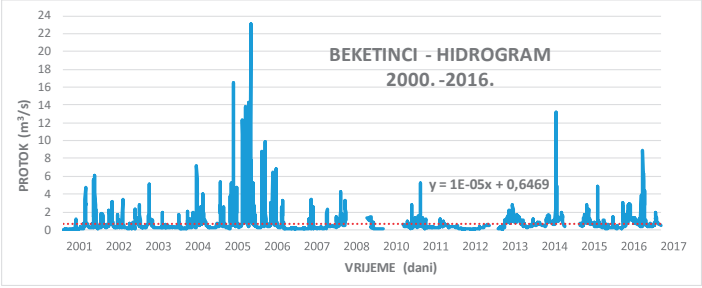
2.3. Analiza protoka rijeke Vuke

Na slikama 5. – 7. prikazani su hidrogrami srednjih dnevnih protoka za mjerne stanice Bračevci, Beketinci i Tordinci. Na slikama 8. - 10. su prikazani minimalni, srednji i maksimalni godišnji protoci, izvedeni iz srednjih dnevnih protoka. Na slikama se može vidjeti da linija trenda pokazuje blagi pad svih godišnjih protoka na mjernim stanicama Bračevci i Tordinci. Na mjernoj stanici Beketinci, jedino su maksimalni godišnji protoci u opadanju (Slika 9).

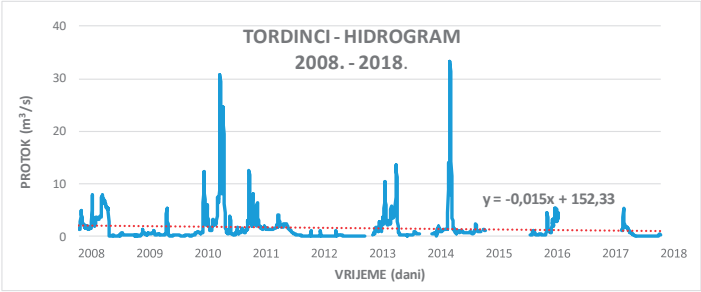
U tablici 1. prikazan je broj podataka na temelju koje je analiza napravljena, te srednje i ekstremne izmjerene vrijednosti dnevnih protoka, te datumi kada su oni zabilježeni.



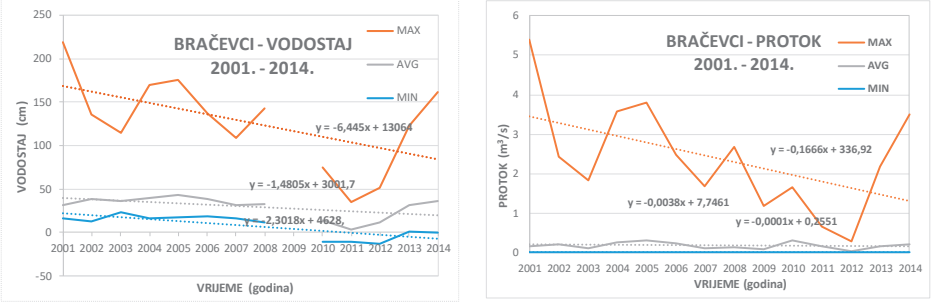
Slika 5. Hidrogram s linijom trenda za mjernu stanicu Bračevci



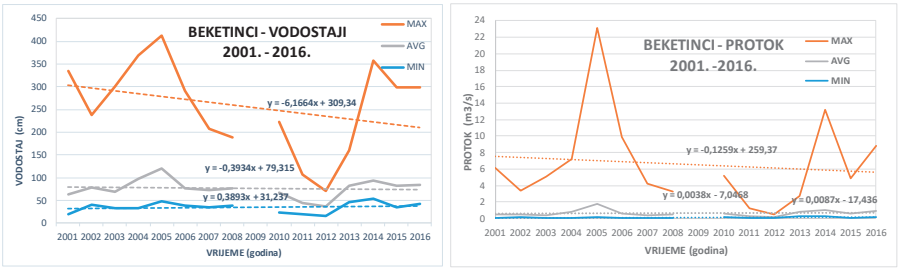
Slika 6. Hidrogram s linijom trenda za mjernu stanicu Beketinci



Slika 7. Hidrogram s linijom trenda za mjernu stanicu Tordinci



Slika 8. Minimalni, maksimalni i srednji godišnji vodostaji i protoci s linijama trenda za stanicu Bračevci



Slika 9. Minimalni, maksimalni i srednji godišnji vodostaji i protoci s linijama trenda za stanicu Beketinci

2.4. Analiza malih voda rijeke Vuke

U radu su analizirane i male vode rijeke Vuke i to samo za stanicu Beketinci, jer ona ima najduži i najkontinuiraniji niz u razdoblju od 2001. do 2016. g. Analiza je napravljena prema metodi praga (eng. Treshold Level Method). Metoda je pokušaj da se formulira, objasni i analizira opći stohastički model malih riječnih voda polazeći od definicije da se pojava, trajanje i deficit male riječne vode ili suše odmjerava u odnosu na unaprijed usvojeni referentni protok. (Mijušković - Svetinović i Maričić, 2013.) Tako se za svaku sušnu epizodu može odrediti više karakteristika malovodnog razdoblja, kao što su: vrijeme početka i završetka, trajanje, minimalni protok, zapremina deficita (često se koristi i termin jakost ili totalni deficit) i intenzitet suše. Trajanje deficita, odnosno suše, neprekidno je trajanje ili vremenski korak u kojem je analizirani parametar (protok, vodostaj ili oborina) manji od unaprijed usvojene referentne vrijednosti analiziranog razdoblja, što je u ovom slučaju protok 95 % vjerojatnosti pojave (Q95 = 0,071 m3/s) analiziranog razdoblja. Zapremina ili jakost deficita (suše) predstavlja sumu deficita unutar jednog koraka, a intenzitet se dobije dijeljenjem jakosti i trajanja. (Tadić i drugi, 2014.). U tablici 2. prikazano je pet najvećih deficita u razmatranom razdoblju. Iz tablice je vidljivo da se najveći deficiti pojavljuju u zimu i proljeće, odnosno od prosinca do svibnja, a do najvećih deficita je došlo 2012. i 2001. godine Ostali zabilježeni deficiti (zabilježeno ih je ukupno deset) ne mogu se smatrati značajni ni po jakosti ni po trajanju ni po intenzitetu.

Tablica 2. Najveći deficiti vode na mjernoj stanici Beketinci u razdoblju od 2001. do 2016.

REDNI BROJ	DEFICIT m^3	TRAJANJE dani	INTENZITET m^3/dan	MALOVODNO RAZDOBLJE		
				GODINA	POČETAK	ZAVRŠETAK
1	246.758	55	4487	2000. – 2001.	4.12. 2000.	27. 1. 2001.
2	104.803	65	1612	2012.	28. 2. 2012.	2. 5.2012.
3	101.347	46	2203	2001.	4. 2. 2001.	21. 3.2001.
4	54.864	36	1524	2012.	1. 1. 2012.	5. 2. 2012.
5	27.734	18	1541	2001.	5. 4. 2001.	22. 4. 2001.

ZAKLJUČAK

Rijeka Vuka jedan je od većih vodotoka u Republici Hrvatskoj. Izvire na Krndiji, ali danas se može reći da je početak rijeke Vuke akumulacija Borovik koja je izgrađena 1978. g. Vuka se ulijeva se u Dunav u centru Vukovara. U ovom radu su analizirani srednji dnevni, te minimalni, srednji i maksimalni godišnji vodostaji i protoci rijeke Vuke, za mjerne stanice Bračevci, Beletomci i Tordinci za razdoblje od 2000. do 2017. godine. U tom razdoblju Rijeka Vuka je imala je vrlo vlažna (2005. i 2014.) ali i vrlo sušna razdoblja (2000., 2001. i 2012.). Bez obzira na to što mjerne stanice na rijeci Vuki imaju relativno kratak niz mjerenja te prekide u radu, može se doći do očekivanih zaključaka. Analiza srednjih dnevnih, te minimalnih, srednjih i maksimalnih godišnjih vodostaja i protoka rijeke Vuke pokazuje da su vodostaji i protoci u analiziranom razdoblju u opadanju. Izuzetak su minimalni vodostaji i protoci te dnevni i srednji godišnji protoci na mjernoj stanici Beketinci. Rezultati analize su sukladni trendovima na svim, do sada analiziranim, vodotocima u Hrvatskoj.

Analiza malovodnih razdoblja rijeke Vuke na mjernoj stanici Beketinci metodom praga, s obzirom na protok 95 % vjerojatnosti pojave (Q_{95} = 0,071 m^3/s), pokazuje da je najveći deficit izmjeren na prijelazu 2000. i 2001. godine jakosti 246.758 m^3 a trajao je 55 dana. Najduže malovodno razdoblje trajanja 65 dana je zabilježeno od veljače do svibnja 2012. godine.

Svakako treba istaknuti i nužnost nastavka mjerenja (mjerna stanica Bračevci) kao i održavanja svih mjernih mjesta na rijeci Vuki, koja se vrlo često opisuju kao "nepouzdana". Rijeka Vuka je važan vodotok, njene se vode koriste za navodnjavanje a postoji i opasnost od njenih velikih voda, pa su nam podatci o vodostajima i protocima dragocjeni.

LITERATURA

[1] *Hrvatske vode (2014): Provedbeni plan obrane od poplava branjenog područja, Sektor B, Dunav i Donja Drava, Branjeno područje 15: Područje malog sliva Vuka, Zagreb.*

[2] *Jelenić, M. (2018): Analiza vodostaja i protoka rijeke Vuke, Završni rad, Građevinski fakultet u Osijeku*

[3] Mijušković-Svetinović, T., Maričić, S. (2013): *Analysis of the Drava River at gauging station Belišće*; 13th International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering, Bratislava, Slovakia, 475-486 on CD

[4] Tadić, L., Dadić, T., Bosak, M. (2015): *Usporedba različitih metoda za ocjenu suše na kontinentalnom dijelu Hrvatske*, Građevinar, 67, 1, 11 - 22

AUTORI

mr. sc. Tatjana Mijušković – Svetinović [a]
prof. dr. sc. Marija Šperac [a]
Matej Jelenić [b], bacc. ing. aedif.

[a] Građevinski i arhitektonski fakultet Sveučilišta u Osijeku, Vladimira Preloga 3, OSIJEK, 31000, Hrvatska, tatjanam@gfos.hr, msperac@gfos.hr

[b] Građevinski i arhitektonski fakultet Sveučilišta u Osijeku, Vladimira Preloga 3, OSIJEK, 31000, Hrvatska, student, matej.jelenic5@gmail.com