

Petrinjšćicom uzvodno

**Kronstein Karlo, Mihanić Josipa, Radošević Laura, Sylla Nikola, Terzić Patrik,
Mentor: Šeherzada Talić
Srednja škola Petrinja, Petrinja**

1. Sažetak rada

U samom gradu Petrinja nedaleko od naše škole nalazi se rječica Petrinjšćica. Tu smo 2003. odabrali našu hidrološku postaju Bernićeve most. Diveći se njenoj ljepoti odlučili smo ju istražiti jer samo par km niže je njena utoka u rijeku Kupu., a 36 km uzvodno na obroncima Zrinjske gore je njen izvor. Radili smo fizikalno-kemijsku analizu na 9 mjernih postaja prema GLOBE protokolima. Nakon 6 godina istraživanje smo ponovili na istim postajama i u istom vremenskom periodu. Kada smo osim fizikalno-kemijske analize uzimali i uzorke za makrozoobentos te određivali udio indikatora čistih i nečistih voda. Radili smo i analizu teških metala. Vidjeli smo da je rječica bogata kisikom, po većini parametara u I kategoriji voda, iako se udio EPT smanjuje prema ušću. Tada smo odlučili za cjelovitiju sliku i dalje pratiti našu rječicu. Sada smo ponovili istraživanje na istim postajama sa ciljem da provjerimo kvalitetu vode nakon 15 godina. Analizom vode rječice Petrinjšćice smo potvrdili da je kvaliteta vrlo dobra uzimajući u obzir parametre zasićenosti kisikom, električne vodljivosti, odnosno koncentracije otopljenog kisika, pH vrijednosti, te mirisa vode. Ipak postoji razlika koja se očituje u porastu N-soli, osobito u donjem dijelu toka riječice, u laganom nalazu fosfata, smanjenju udjela ETP-a, porastu udjela maločetinaša i oblića prema utoci Petrinjšćice u rijeku Kupu.

1. Summary

In the town of Petrinja near our school there is the river Petrinjšćica. In 2003 we chose the location of Bernićeve most as our hydrological station. Admiring its beauty, we decided to explore it because only a few kilometres down the stream there is its confluence with the river Kupa, and 36 km upstream there is its natural spring, on the slopes of Zrinjska gora. We obtained a physical-chemical analysis at 9 measurement stations, according to GLOBE protocols. After 6 years, the research was repeated at the same stations and in the same time period, when along with the physical-chemical analysis we included taking samples of macrozoobentos and determining the proportion of clean and unclean water indicators. We also include the analysis of heavy metals. We have seen that the river is rich in oxygen, according to most parameters in the water category I, although the share of EPT decreases towards the mouth of the river. Then, in order to get a more complete picture, we decided to continue to monitor our river. We have now repeated the research at the same stations with the aim of checking the quality of water after 15 years. By analyzing the water of the Petrinjšćica river we have confirmed that the quality is very good considering oxygen saturation parameters, electrical conductivity, dissolved oxygen concentration, pH value and water scent. However, there is a difference that is reflected in the increase in N-salts, especially in the lower part of the river flow, in a slight phosphate finding, decrease of ETP's share, while increase in the proportion of Oligochaeta and Nematodes towards the confluence of the Petrinjšćica and the Kupa rivers.

2. Istraživačka pitanja i hipoteze

Rječica Petrinjšćica na svom 36. kilometru od izvora utiče u rijeku Kupu u Petrinji. Tu u samom gradu na par kilometara od njene utoke odabrali smo još prije 15 godina našu prvu hidrološku postaju Bernićeve most.

Za analizu, smo tada odabrali 9 lokacija: izvor rječice i 7 postaja nizvodno, te jednu postaju nakon utoke u rijeku Kupu. Da bi utvrdili kvalitetu vode naše Petrinjšćice radili smo fizikalno-kemijsku analizu vode. Postaje smo fotografirali i izmjerili GPS-om koordinate.

Istraživanje smo ponovili nakon 6 godina na svim navedenim lokacijama, dodatno smo tada napravili i analizu makrozoobentosa, a posebno smo gledali udio EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)- indikatora čistih voda, te udio maločetinaša koji su indikatori nečistih voda da bi usporedili te rezultate sa fizikalno-kemijskom analizom vode.

Sada smo željeli ponoviti i proširiti istraživanje pogotovo stoga jer je planirana izgradnja odlagališta nuklearnog otpada samo 12 km udaljenog od izvora.

Stoga smo si na početku rada postavili slijedeća istraživačka pitanja: Kakva je kvaliteta vode nakon 15 godina?, Je li se kvaliteta vode rječice Petrinjšćice promijenila? i Ako je, u kojoj mjeri? Naše pretpostavke bile su: Kvaliteta vode rječice Petrinjšćica je vrlo dobra. Kvaliteta vode rječice Petrinjšćice i

nakon 15 godina biti će nepromjenjena. Ako je došlo do promjene u kvaliteti vode to je u nižem dijelu toka rječice gdje je veća naseljenost.

2. Metode istraživanja

Radili smo fizikalno-kemijske analize (temperatura vode, prozirnost, pH, električnu vodljivost, otopljeni kisik, nitrate,) prema GLOBE protokolima te miris vode, nitrite, amonijak i fosfate. Napravili smo i analizu makrozoobentosa prema GLOBE protokolima, a posebno smo gledali udio EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)- indikatora čistih voda, te udio maločetinaša koji su indikatori nečistih voda. Pokušali smo procijeniti vrijednost bioraznolikosti u uzorcima pomoću Shannon-ovog indeksa da bi uporedili te rezultate i sa fizikalno-kemijskom analizom vode.

$$H' = -\sum_{i=1}^k x_i \log_2 x_i$$

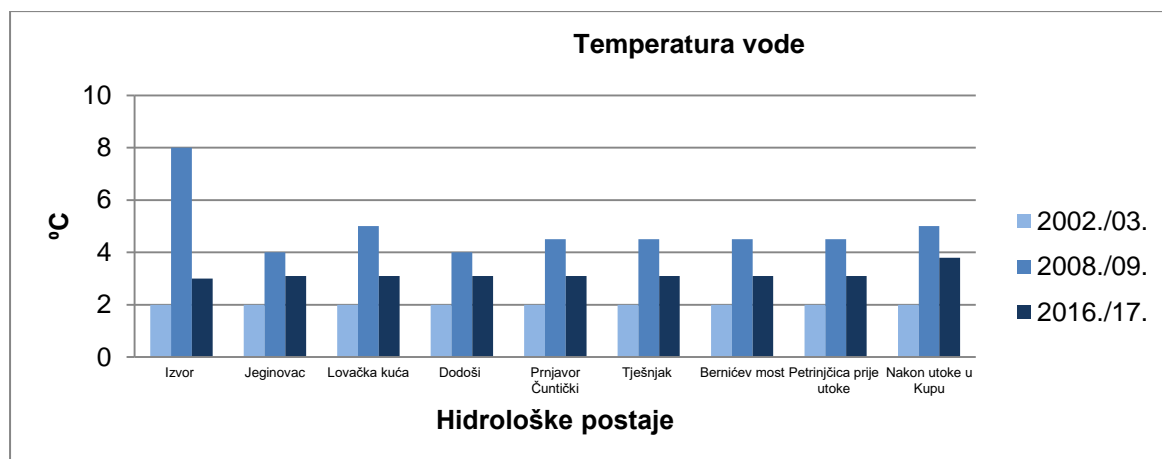
Budući da smo željeli uporediti kakvo je stanje riječice Petrinjčice prije 15 godina i sada, uzorkovanje i analize smo radili na istim hidrološkim postajama od samoga izvora do utoka u rijeku Kupu. Postaje su: izvor, Jeginovac, Dodoši, Tješnjak, Lovačka kuća, Prnjavor Čuntički, Berničev most, prije utoke i poslije utoke u Kupu.

Izvirući na obroncima Zrinjske gore, na nadmorskoj visini od 560 metara. Petrinjčica se spušta i postaje sve brža sakupljajući pritoke te od stjenovitoga dna prelazi u srednjem toku u valutičasto i šljunkovito te postaje sporija. U Dodošima korito je šire, rječica sporija no još uvijek brza s pojavama ujezerenja. U Prnjavoru Čuntičkom dno je već više šljunkovito i ima više podvodne vegetacije, a na postaji Berničev most i pjeskovito, da bi pred utoku dno postalo sve više muljevito.

U svom gornjem toku Petrinjčica sakuplja pritoke: Lički potok, Gelina, Mala Petrinjčica, Karički potok, Makalj, Borovića potok (lijeve pritoke), Jeginovac, Tremušnjak i Jabukovac (desne pritoke) te postaje sve brža te od stjenovitoga dna prelazi u srednjem toku u valutičasto i šljunkovito te postaje sporija. Kraj kroz koji rječica protiče šumovit je i slabo naseljen, tek je nešto više naseljen u srednjem toku, a prije utoke Petrinjčica prolazi kroz sam grad Petrinju. Da bi podaci bili usporedivi s podacima iz 2002./2003. (zima/proljeće) te s 2008./2009. (zima/proljeće) radili smo analize u istom vremenskom razdoblju. Sada smo mjerenja proširili i na ljeto/jesen. (Uzorkovali smo 4. listopada 2016; 2. prosinca te 31. ožujka) na izmjeni godišnjih doba (ljeto/jesen, jesen/zima te zima/proljeće - zbroj) na svih 9 postaja, prema GLOBE protokolima.

3. Prikaz i analiza podataka

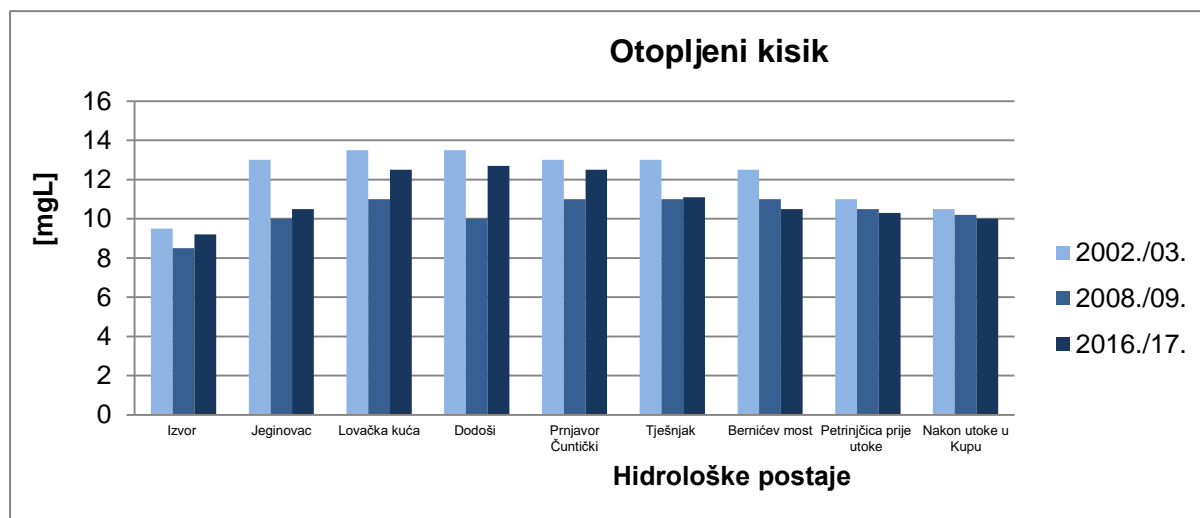
Na 9 istih hidroloških postaja određivali smo fizikalno-kemijska svojstva rječice Petrinjčice. Podatke dobivene mjerenjem prikazali smo grafički.



Slika 1. Temperature vode 2002./03; 2008./09. te 2016./17. na svim postajama Petrinjčice (srednje vrijednosti)

Figure 1. Water temperature in 2002./03; 2008./09; 2016./17. at all stations of Petrinjčica River (average values)

Najnižu prosječnu temperaturu vode izmjerili smo 2002./03, a iznosila je 2 °C. Prosječna temperatura u 2008./09. godini iznosila je 4.8 °C, dok je u istom razdoblju 2016./17. iznosila 3.7 °C (Slika 1).



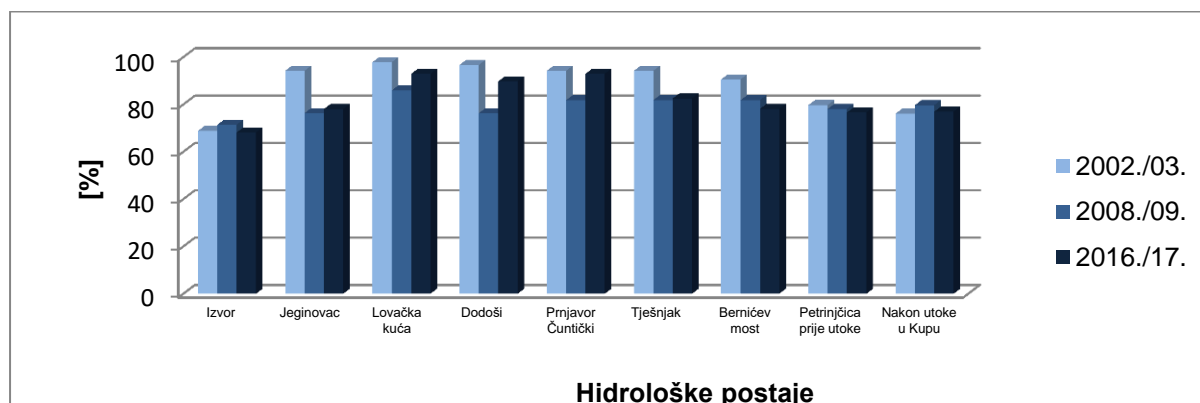
Slika 2. Usporedba koncentracije otopljenog kisika u 2002./03; 2008./09. te 2016./17. na svim postajama Petrinjčica (srednje vrijednosti).

Figure 2. Comparison of dissolved oxygen concentration: 2002./03; 2008./09; 2016./17. at all stations of Petrinjčica River (average values)

Najniža koncentracija otopljenog kisika izmjerena je na izvoru i iznosi 9.5 mg/L, a najviša 13.5 mg/L na postajama Dodoši i Lovačka kuća (2002./03). Prosjek na svih 9 postaja je 12,6 mg O₂/L (Slika 2).

U 2008./09 najniža koncentracija na izvoru je bila 8.5 mg/L, a najviša 11 mg/L na postajama Tješnjak i Prnjavor Čuntički, što je prosječno 10.2 mg O₂/L. Iako je u prosjeku ranije bilo više otopljenog kisika moramo uzeti u obzir da je kod kasnijih mjerenja temperatura vode bila 2-4 °C viša.

U 2016./17. također najniža koncentracija je na izvoru je 9,1 mg/L, najviša 12. mg/L na postajama Lovačka kuća i Dodoši, da bi kasnije prema utoci ta vrijednost lagano opadala pa je prosječna koncentracija otopljenog kisika iznosila 11.04 mg/L. Ipak moramo uzeti u obzir da je temperatura vode bila 2-4 °C viša u odnosu na 2002./03.

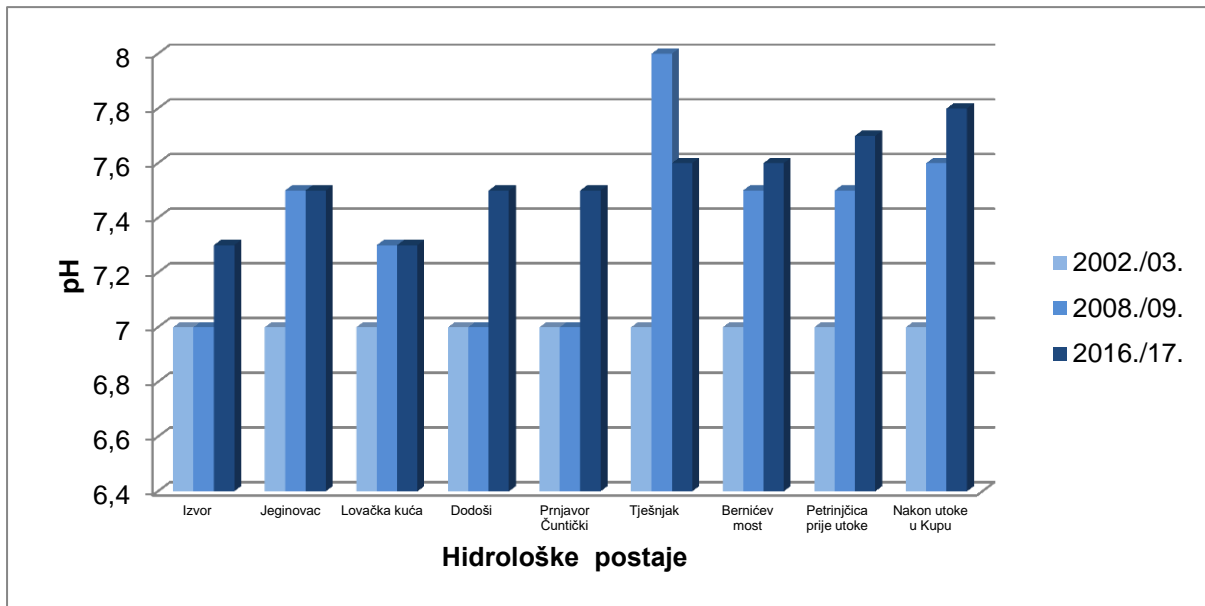


Slika 3. Prosječna zasićenost kisikom po postajama Petrinjčice (2002./03; 2008./09. i 2016./17)

Figure 3. Average oxygen saturation at stations of Petrinjčica River (2002./03; 2008./09; 2016./17.)

Na Slici 3. možemo pratiti prosječnu zasićenost kisikom koja 2008./09. iznosi od 69.4 % na izvoru, zatim vrijednost zasićenja raste i iznosi preko 80% na svim postajama osim na postaji Petrinjčica prije utoke i poslije utoke u Kupu. Prosječno 88%. U 2008./09. najniža vrijednost iznosi 71.4%, vrijednost lagano raste, ali i pada tako da prije utoke iznosi 78.07 %. u prosjeku duž cijelog

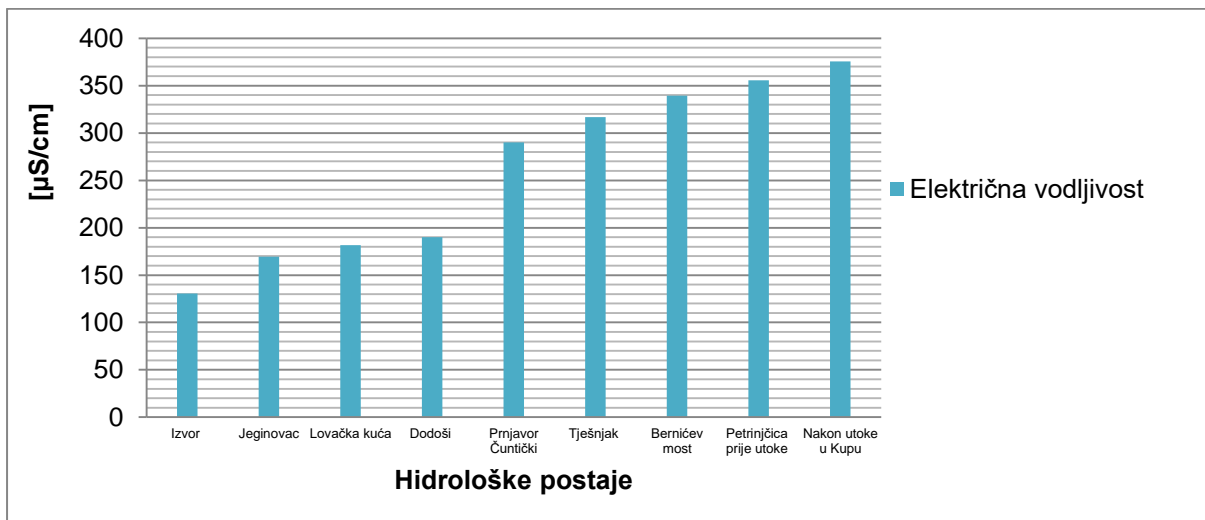
toka zasićenost iznosi 79.22%. Te u 2016./17. Najniža zasićenost kisikom je na izvoru i iznosi svega 68.1%; vrijednost lagano raste da bi pred utoku u rijeku Kupu iznosila 78.07%, prosječno 81.75%.



Slika 4. Vrijednosti pH 2002./03; 2008./09. te 2016./17. na svim postajama Petrinjčice (srednja vrijednost)

Figure 4. pH values in 2002./03; 2008./09; 2016./17. at all stations of Petrinjčica River (average values)

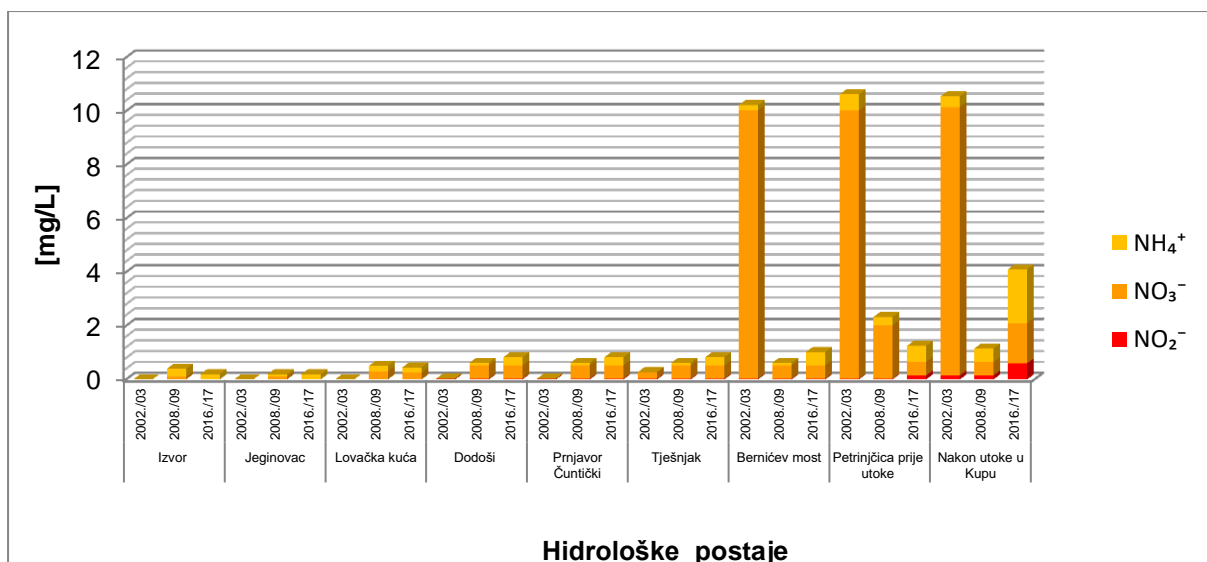
Najniže srednje izmjerene pH vrijednosti su iz 2002./03. kada je prosječna vrijednost na svim postajama iznosila 7 (Slika 4). Najviša srednja vrijednost je izmjerena na postaji Tješnjak 2008./09. Općenito pH vrijednost 2016./17. lagano raste od izvora prema utoki, najviša je vrijednost nakon utoke u Kupu i iznosi 7.8



Slika 5. Električna vodljivost 2016./17. na svim postajama Petrinjčice

Figure 5. Electrical conductivity in 2016./17. at all stations of Petrinjčica River

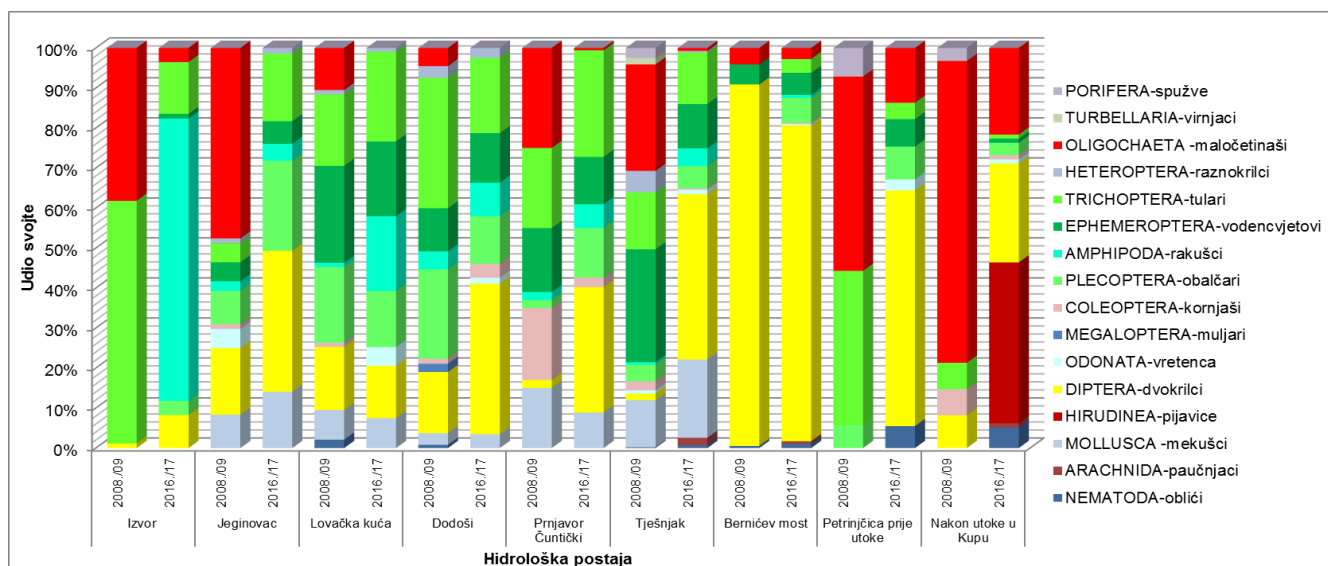
U ranijim istraživanjima nismo određivali električnu vodljivost. Prema podacima iz Slike 5 za 2016./17. vidimo da je električna vodljivost najniža na Izvoru i iznosi 130.6 μS/cm. Vrijednosti zatim lagano rastu tako da je najviša vrijednost nakon utoke u Kupu i iznosi 375,5 μS/cm.



Slika 6. Koncentracija N-soli 2002./03; 2008./09. te 2016./17. na svim hidrološkim postajama Petrinjčice (srednje vrijednosti)
 Figure 6. Concentration of N-salts in 2002./03; 2008./09; 2016./17. at all hydrological stations of Petrinjčica River (average values)

U 2003. godini nije bilo dušikovih spojeva na prvih 6 postaja, a nalaz je pozitivan od Berničeva mosta do ušća gdje je izmjereno 10 mg/L nitrata, a u 2009. nitrati se pojavljuju u Dodošima u koncentraciji od 0.3 mg/L, te rastu do 0,5 mg/L do prije utoke (kanalizacijske cijevi) gdje iznose 2 mg/L i nakon utoka je 0,5 mg/L; U 2016./17. na Berničevom mostu su nitrati 0.5 mg/L, a nakon utoka u rijeku Kupu 1.5 mg/L. Koncentracija N-soli općenito je u laganom porastu od izvora prema utoku.

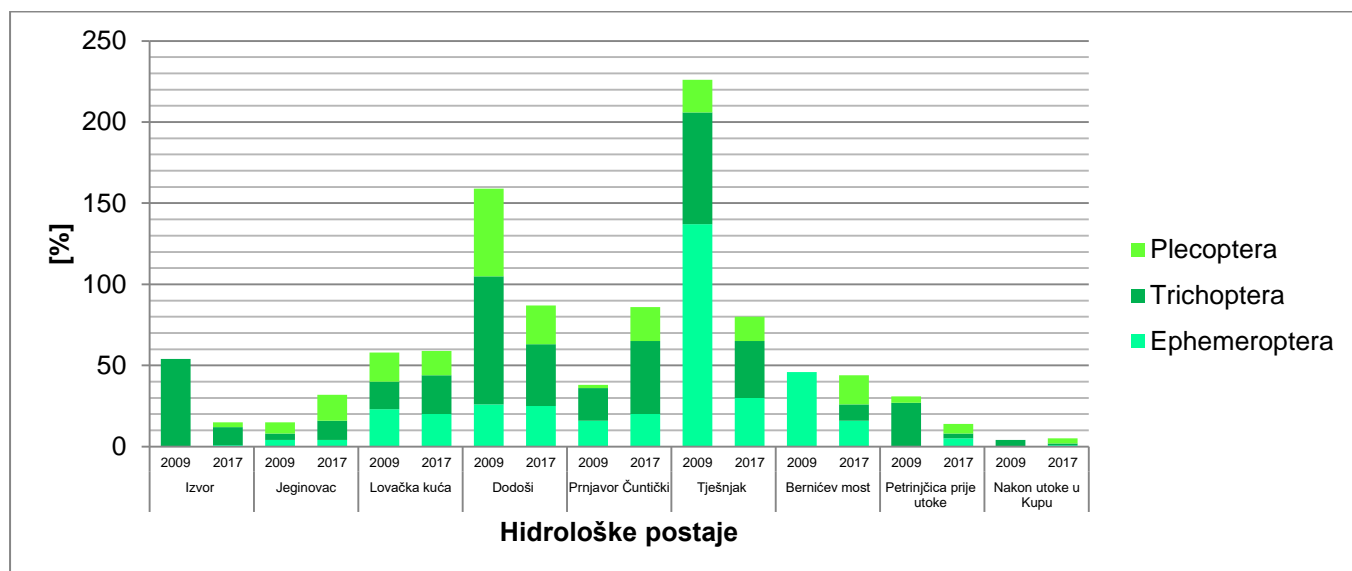
Kada pratimo fosfate na prvih šest postaja ne nalazimo fosfate u 2002./03; na postaji Berničev most izmjerili smo 0,25 mg/L, te na postaji prije utoke i poslije utoke Petrinjčice u rijeku Kupu iznosi 0,5 mg/L. U 2008./09. uopće nismo našli fosfate; dok smo u 2016./17. fosfate zabilježili na postaji Berničev most i to 0.1 mg/L te 0,2 mg/L na postaji poslije utoka Petrinjčice u rijeku Kupu.



Slika 7. Udio pojedinih skupina makrozoobentosa 2008./09. i 2016./17. u sastavu zajednice na istraživanim postajama Petrinjčice (suma 3 uzorkovanja).
 Figure 7. The share of certain groups of macrozoobenthos in 2008./09; 2016./17. in the composition of communities at the investigated stations of Petrinjčica River (sum of 3 samplings)

Pronašli smo i identificirali ukupno 16 skupina makrozoobentosa u sastavu zajednice na istraživanim postajama (Slika 7). Ove smo godine ukupno prikupili 1365 jedinki makrobekralješnjaka, od kojih je čak 582 Diptera- dvokrilci (42,64 %), i to nekoliko porodica (Simulidae, Tipulidae, Chironomidae, Blephariceridae). Udio je bio nešto manji 2008./09. kada smo identificirali čak 912 jedinke (42,52 %). Najviše smo ih pronašli ponovno na postaji Berničev most.

Za razliku od prošlog uzorkovanja (2008./09.), pronašli smo skupine: Arachnida-paučnjaci, Hirudinea-pijavice, ali uopće nismo pronašli Turbellaria-virnjaci te Porifera-spužve.

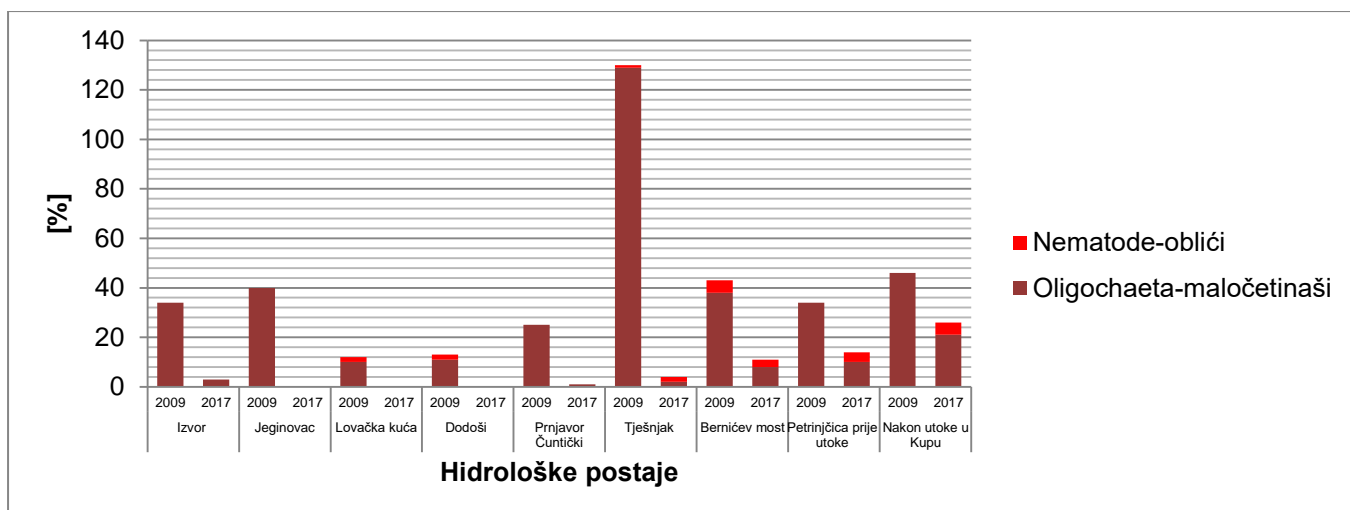


Slika 8. Udio ETP (Ephemeroptera, Trichoptera i Plecoptera) u ukupnom makrozoobentosu na mjenim postajama 2008./09. i 2016./17.

Figure 8. The share of ETP (Ephemeroptera, Trichoptera and Plecoptera) in total macrozoobenthos at the investigated stations in 2008./09; 2016./17.

Kada gledamo udio ETP-a, najviši je u Dodošima, 2008./09, zatim lagano opada, dok je 2016./17. najviši na postaji Tješnjak, a kasnije se udio smanjuje do utoke u rijeku Kupu. Ephemeroptera-vodencvjetove smo identificirali i izbrojali ukupno 122 jedinke (8,94%) u nekoliko porodica (Heptagenidae, Caenidae). Udio je manji nego 2008./09. kada smo ih identificirali čak 252 jedinke (11,75 %).

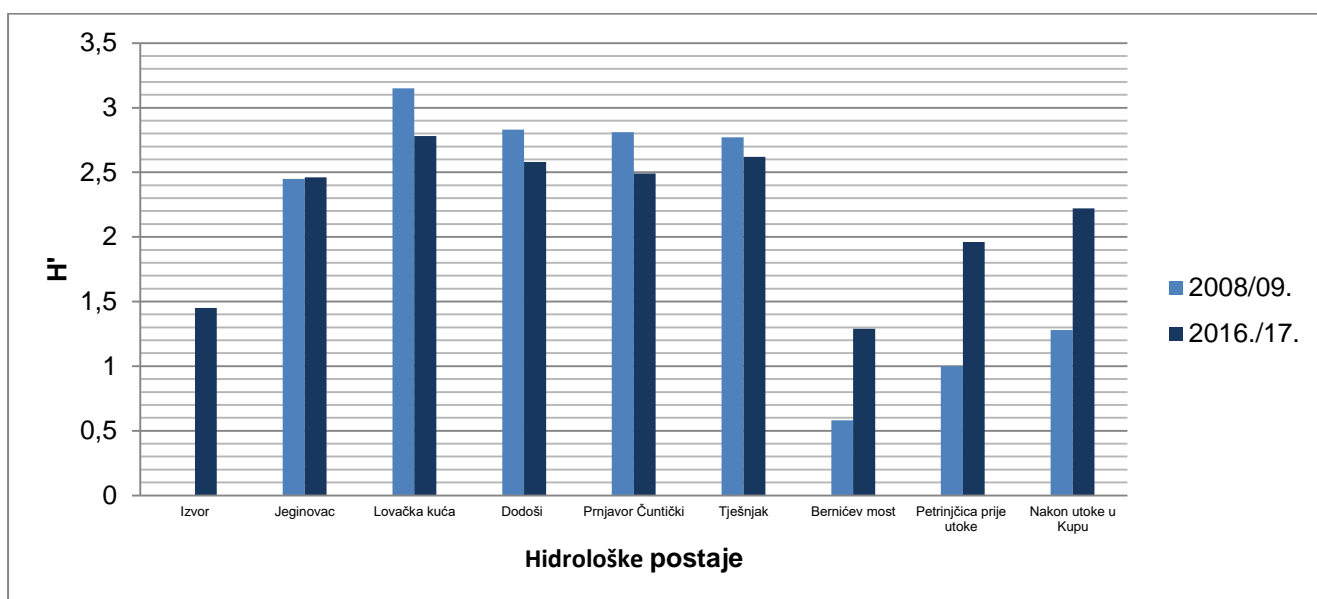
Od Trichoptera-tulara smo identificirali ukupno 179 jedinki (13,11%) njihov udio je nešto povećan u odnosu na 2008./09. Kada je iznosio 274 jedinki (12,77%). Plecoptera-obalčari smo ove godine našli s 121 jedinka (8,86%), dok je 2008./09. identificirano 105 jedinki (4,89%) i to najviše na postaji Dodoši gdje smo identificirali 54 jedinke.



Slika 9. Udio makrobezkralježnjaka indikatora nečistih voda u ukupnom makrozoobentosu na mjerenim postajama 2008./09. i 2016./17.

Figure 9. The share of macro-invertebrates, indicators of unclean waters, in the total macrozoobenthos at the measured stations in 2008./09; 2016./17.

Udio Nematoda i Oligochaetae je manji nego u prošlom istraživanju; 2008./09. (su činili 17,57%), a 2016./17. (4,33% no ipak se udio lagano povisuje prema utoki u rijeku Kupu.



Slika 10. Shannonov indeks bioraznolikosti (H') na mjernim postajama Petrinjčice 2008./09. i 2016./17.

Figure 10. Shannon's index of biodiversity (H') at the measured stations in of Petrinjčica River in 2008./09, 2016./17.

Najnižu vrijednost H' nalazimo na postaji Berničev most (Slika 10) zbog velikog broja Diptera koje smo identificirali na ovoj postaji, a najvišu vrijednost na postaji Lovачka kuća.

4. Rasprava i zaključci:

Analizom vode rječice Petrinjčice smo potvrdili da je kvalitete vrlo dobra uzimajući u obzir parametre zasićenosti kisikom, električne vodljivosti, odnosno koncentracije otopljenog kisika, pH vrijednosti, te mirisa vode, jer velikim dijelom svoga toka prolazi kroz nenaseljeno ili slabo naseljeno područje.

Prateći fizikalno-kemijske parametre ne možemo potvrditi našu hipotezu da nema razlike u kvaliteti vode rječice Petrinjčice u odnosu na ranije istraživanje provedeno 2002./03. i 2008./09. Razlika se najviše očituje u porastu N-soli, osobito u donjem dijelu toka rječice, pretpostavljamo zbog utjecaja stočarske farme, ali i u samom gradu Petrinji. Tu su zabilježene nešto više vrijednosti od Bernićeva mosta do ušća, vjerojatno zbog kanaluzacijskih cijevi.

Promjene u kvaliteti vode je izraženija u donjim tokovima rječice gdje je veća naseljenost što se vidi u laganom nalazu fosfata, smanjenju udjela ETP-a, porastu udjela maločetinaša i oblića prema utoci Petrinjčice u rijeku Kupu te nalaz Hirudinea-pijavica samo na postaji poslije utoke u Kupu. Nadamo se da će kolektori koji se grade sa obje strane rječice netom poslije postaje Bernićev most pomoći u podizanju kvalitete vode i u donjim tokovima rječice. Svakako nam je zajednički cilj da se vodeni resursi sačuvaju i za buduće generacije.

Za potpuniju sliku trebamo nastaviti pratiti našu rječicu i u ljetnom periodu.

5. Izvori

1. I. Matoničkin –Z. Pavletić:»Život naših rijeka«, Školska knjiga, Zagreb, 1972.
2. M. Kerovac:»Priručnik za upoznavanje beskralježnjaka naših potoka i rijeka« SNL, 1986.
3. GLOBE protokol za istraživanje voda, priredila R. Matoničkin Kepčija
4. GLOBE protokol za slatkovodne makrobekralježnjake, prevela i prilagodila R. Matoničkin Kepčija.
5. Uredba o kakvoći vode za kupanje („Narodne novine“, br.51/10)
6. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008)
7. Uredba o standardu kakvoće voda („Narodne novine“, br.89/10)
8. Zakon o vodama, („Narodne novine“, br.153/09),
9. Dadić, Željko:Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb 2003.