

**Fizikalna i kemijska svojstva rijeke Kupe i akvarijske vode zona mrene**  
**Kristijan Šimunić, Leon Spahić i Marta Bosanac**  
**Ljiljana Panjević**  
**OŠ Mahično, Karlovac**

## **1. Sažetak**

22.10.2016. godine u Karlovcu je otvoren slatkovodni akvarij „Aquatika“. Prilikom posjeta akvariju djelatnici su predložili suradnju sa školama. Pristali smo i složili se za suradnju s akvarijem. U „Aquatiki“ postoji akvarij zona mrene, a kroz naselje Mahično prolazi rijeka Kupa koja je zona mrene. Zapitali smo se postoji li razlika u životnim uvjetima zone mrene u prirodi i u akvariju. Postavili smo hipotezu da postoji razlika fizikalno – kemijskih svojstava vode rijeke Kupe i vode akvarija u zoni mrene. Određivali smo fizikalna i kemijska svojstva vode rijeke Kupe i akvarijske vode zona mrene. Prvo uzorkovanje i analizu proveli smo 28.11.2016.g., a zadnje uzorkovanje 3.4.2017. Uzimali smo jedan uzorak po lokaciji, dva puta mjesečno. Ispitali smo sljedeće parametre prema GLOBE protokolu: prozirnost, temperaturu, pH, otopljeni kisik, nitrati i alkalitet. Izvan GLOBE protokola analizirali smo: bolju, miris, nitrite, ukupnu tvrdoću, amonijak i fosfate. Prema našim mjerenjima našu hipotezu dokazali smo za vrijednosti temperature i nitrata. Temperatura vode u akvariju je bila gotovo konstantna, odnosno nije imala sezonski hod kakav smo zabilježili u Kupi.

## **Summary**

On 22 October 2016 *Aquatika* freshwater aquarium was opened in Karlovac. During our visit to the aquarium its staff proposed cooperation with schools, which we gladly accepted. In *Aquatika* there is the barbel zone, and the part of the Kupa river flowing through Mahično, where our school is situated, is also its barbel zone. The question arose whether there was a difference in the living conditions of the barbel zone in nature and in the aquarium, which led to our hypothesis. We tested the hypothesis that there is a difference between the physico-chemical properties of the Kupa river and the aquarium in their barbel zones. We determined the physical and chemical properties of the Kupa river and the aquarium water in the barbel zones. The first sampling and analysis were conducted on 28 November 2016, and the last sampling was conducted on 3 April 2017. One sample per location was taken twice a month. We tested the following parameters according to the GLOBE protocol: transparency, temperature, pH, dissolved oxygen, nitrates and alkalinity. Outside the GLOBE protocol we analyzed: colour, smell, nitrites, total hardness, ammonia and phosphates. According to the measurements, we have proven our hypothesis for temperature and nitrates values. Water temperature was almost constant in aquaria, without seasonal changes that we measured in the Kupa river.

## **2. Istraživačka pitanja i/ hipoteza**

Kupa je rijeka čiji je izvor i ušće u Hrvatskoj, a dijelom svoga toka čini granicu sa Slovenijom. Izvire iz jezera u Nacionalnom parku Risnjak kod mjesta Razloge u Gorskom kotaru. Područje uz rijeku Kupu naziva se Pokuplje. Ukupna dužina toka rijeke Kupe je 296 km. Kupa prolazi kroz naselje Mahično. U ovom području s desne strane Kupi se pridružuje rijeka Dobra tvoreći prelijepo ušće gdje se ljudi kupaju i love ribu. Malo dalje s lijeve strane počinje kanal Kupa – Kupa koji brani grad Karlovac od poplave kada Kupa i Dobra ujedine snage u visokom vodostaju.

22.10.2016. godine u Karlovcu je otvoren slatkovodni akvarij „Aquatika“. Prilikom posjeta akvariju djelatnici su predložili suradnju sa školama. Pristali smo i složili se za suradnju s akvarijem. Prilikom posjete akvariju doznali smo da se tok rijeke dijeli na pet osnovnih zona prema karakterističnim vrstama riba: zona pastrve, zona lipljena, zona mrene, zona deverike i zona lista. Vrste riba obitavaju u određenom dijelu rijeke na temelju raznih čimbenika, kao što su nagib, brzina strujanja, širina vodotoka, dubina, temperatura vode, količina otopljenog kisika, izvori hrane i tip sedimenata.

Zona mrene obuhvaća gornje tokove rijeke i nastavlja se nizvodno na zonu lipljena. Započinje tamo gdje rijeka prelazi u ravničarski dio. Tijek je sporiji, korito je šire i dublje, ali je voda i dalje hladna i bogata kisikom. Rijeka Kupa u dijelu koji prolazi kroz naselje Mahično je zona mrene. Ova zona zauzima srednji tok rijeke, gdje je dno prekriveno šljunkom i pijeskom, a temperatura ljeti je do 25 °C. Prevladavajuća vrsta ove zone je mrena.

U akvariju „Aquatika“ jedan dio akvarija prikazuje tok rijeke od izvora do ušća. U tom dijelu nalazi se veliki akvarij u kojem se nalaze životinje zone mrene. U akvariju se nalaze sljedeće vrste: mrena (*Barbus barbus*), podust (*Chondrostoma masus*), plotica (*Rutilus virgo*), nosara (*Vimba vimba*), Zlatni vijun (*Sabanejewia balcaica*), veliki vijun (*Cobitis elongata*), klen (*Squalius cephalus*), klenić

(*Leuciscus leuciscus*), bolen (*Aspius aspius*), uklija (*Alburnus alburnus*), dvoprugasta uklija (*Alburnoides bipunctatus*). U rijeci Kupi zone mreine, nalazimo sve navedene vrste kao i u akvariju.

Akvarij je zatvoreni biološki sustav koji sačinjavaju biljke, ribe i ostali organizmi u njemu. To je jedan mikrosustav koji bi trebao funkcionirati kao da je prirodan. U akvariju ribama i biljkama treba omogućiti što je moguće sličnije uvjete života kakve ti isti organizmi imaju u prirodi.

Mi, GLOBE-ovci OŠ Mahično, dvije godine uzorkujemo i analiziramo fizikalna i kemijska svojstva rijeke Kupe, zapitali smo se postoji li razlika u životnim uvjetima zone mreine u prirodi i u akvariju. Postavili smo hipotezu da postoji razlika fizikalno – kemijskih svojstava vode rijeke Kupe i vode akvarija u zoni mreine.

### 3. Metode istraživanja

Određivali smo fizikalna i kemijska svojstva rijeke Kupe i akvarijske vode zona mreine. Prvo uzorkovanje i analizu proveli smo 28.11.2016.g., a zadnje uzorkovanje 3.4.2017. Uzimali smo jedan uzorak po lokaciji, dva puta mjesečno. Prikupljeno je 10 uzoraka po lokaciji, ukupno 20.

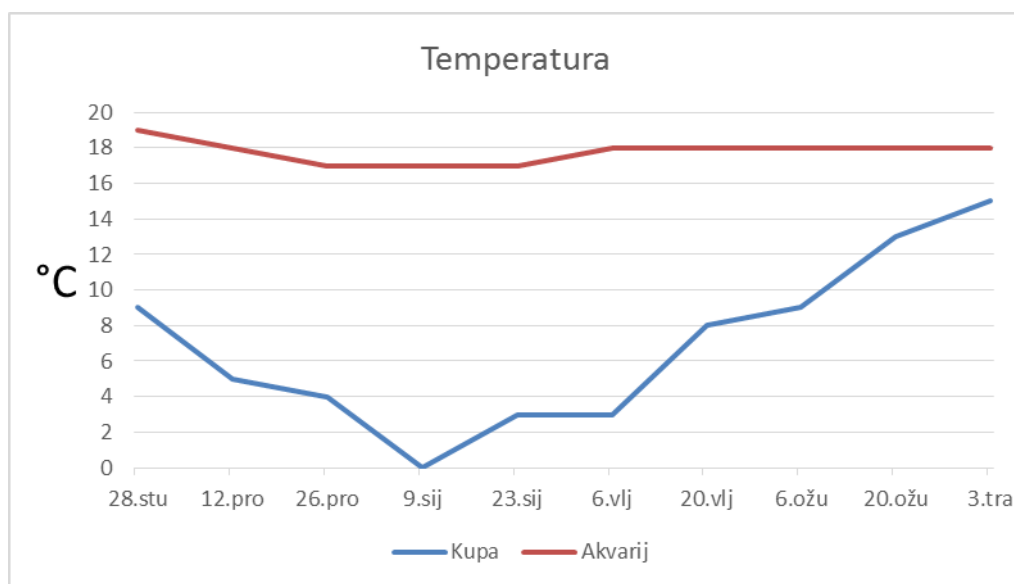
Ispitivali smo slijedeće parametre prema GLOBE protokolu: prozirnost, temperaturu, pH, otopljeni kisik, nitrati i alkalitet. Izvan GLOBE protokola analizirali smo: boju, miris, nitrite, ukupnu tvrdoću, amonijak i fosfate. Boju smo određivali vizualno. Miris smo određivali mirisanjem nakon protresanja. Prozirnost smo odredili turbidity epruvtom, za određivanje temperature koristili smo alkoholni termometar pH vrijednosti određivali smo indikator papirom. Nitrate, nitrite, ukupnu tvrdoću, amonijak i fosfate analizirali smo pomoću kitova (MACHEREY – NAGEL). Boju, miris, prozirnost i temperaturu određivali smo na mjestu uzorkovanja, dok smo ostale pokazatelje analizirali u školskom kabinetu.

### 4. Prikaz i analiza podataka

Prikupljene podatke svrstali smo u tablice. Rezultati su grafički prikazani u obliku grafikona za svaki analizirani parametar.

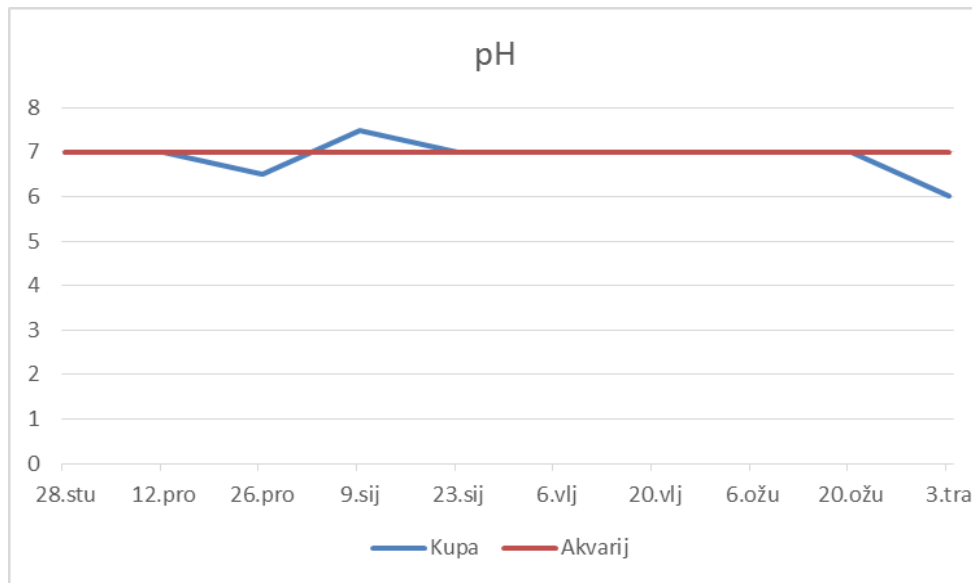
Voda je bila bezbojna i u akvariju i rijeci Kupi. Mirisa nije bilo ni u akvariju ni u rijeci Kupi. U svim uzorcima voda je bila prozirna i bistra.

Vrijednosti temperature vode su se kretale od 17 °C do 19 °C u akvariju, a od 0 °C do 15 °C u rijeci Kupi. Akvarijska voda ima uglavnom konstantnu temperaturu, dok temperatura u rijeci Kupi ima veća kolebanja temperature vode.



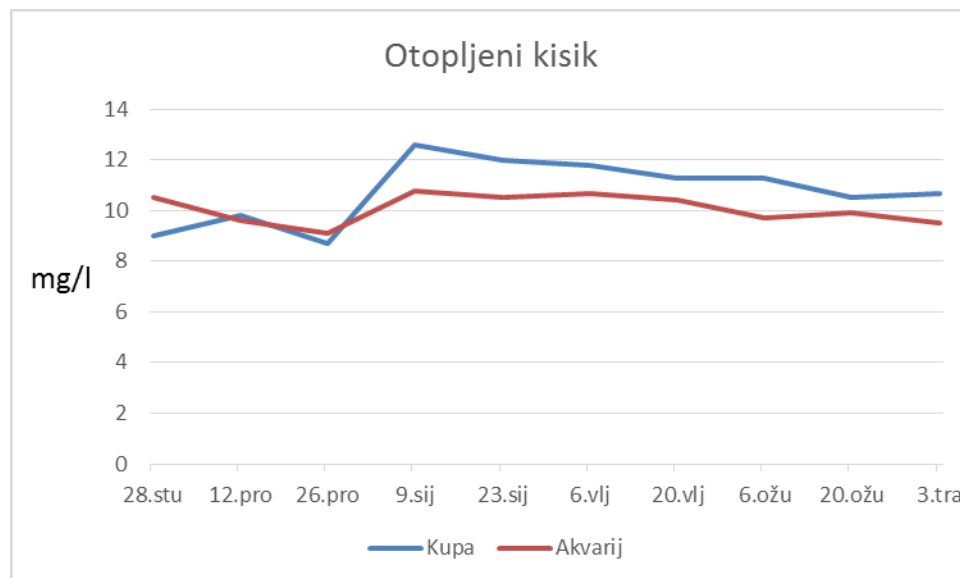
Slika 1:

Temperatura vode na lokacijama uzorkovanja  
Figure 1: Water temperature at sampling sites



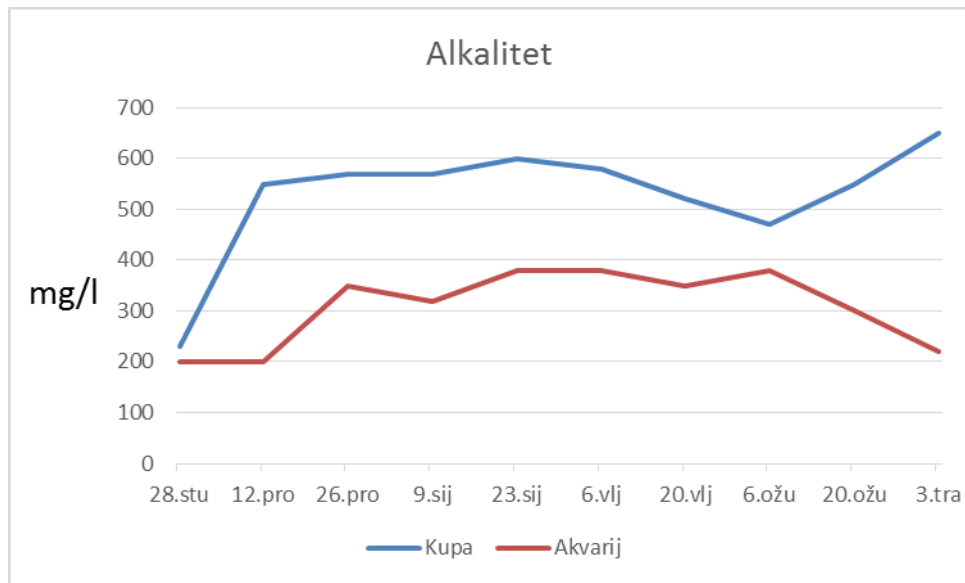
Slika 2: pH vode na lokacijama uzorkovanja  
Figure 2: pH of water at sampling sites

pH je mjera kiselosti neke otopine. Vrijednost pH vode akvarija je 7, a vrijednosti pH vode rijeke Kupe kretale su se od 6.5 do 7.5. Akvarijska voda je neutralna, a vode rijeke Kupe su slabo kisele do slabo lužnate.



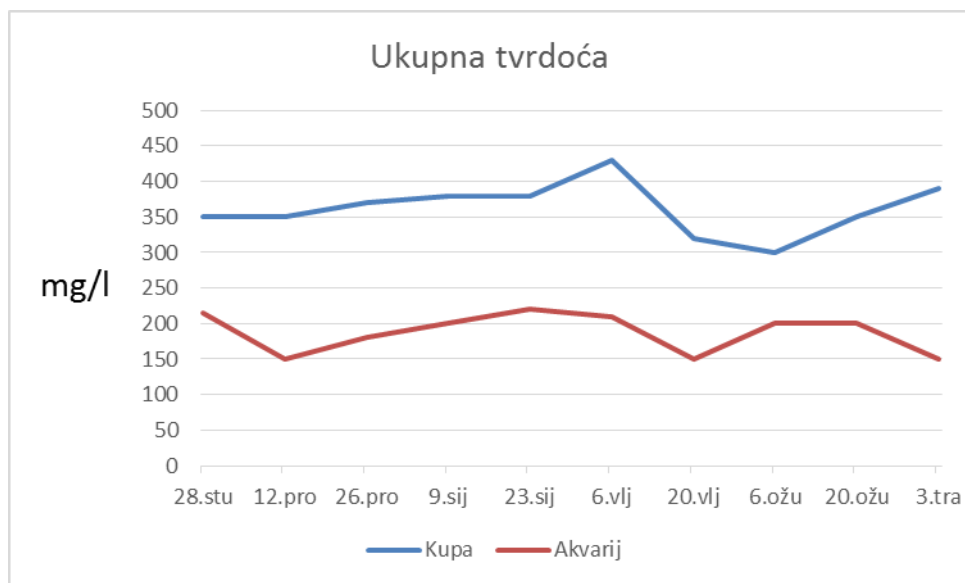
Slika 3: Količina otopljenog kisika na lokaciji uzorkovanja  
Figure 3: Dissolved oxygen at sampling sites

Koncentracije otopljenog kisika kretale su se od 9 mg/l do 12.6 mg/l u rijeci Kupi, a od 9.1 do 10.8 u akvariju. Ove vrijednosti otopljenog kisika omogućuju nesmetan život organizama i u akvariju i u rijeci Kupi.



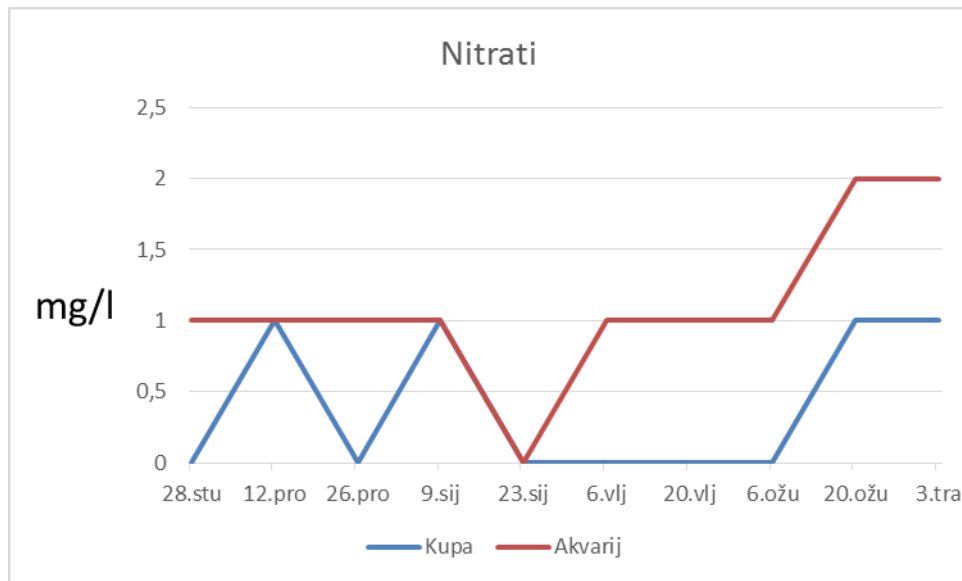
Slika 4: Alkalitet vode na lokacijama uzorkovanja.  
Figure 4: Alkalinity of water at sampling sites

Alkalitet je sposobnost vode da neutralizira dodanu kiselinu. Alkalitet vode izražava se kao sadržaj  $\text{CaCO}_3$  mg/l vode. Koncentracija alkaliteta kretala se od minimalno 230 mg/l do maksimalno 650 mg/l u rijeci Kupi, a koncentracija alkaliteta se kretala od minimalno 200 mg/l do maksimalno 380mg/l u akvariju. Vrijednosti alkaliteta vode niže su u akvariju nego u rijeci Kupi.



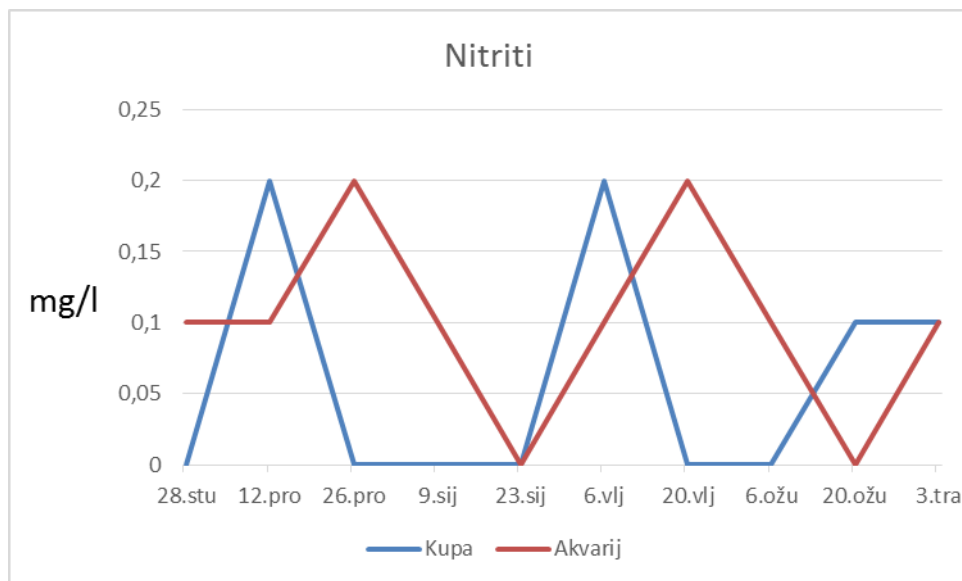
Slika 5: Ukupna tvrdoća vode na lokacijama uzorkovanja.  
Figure 5: Total water hardness at sampling sites

Ukupnu tvrdoću čine razni otopljeni ioni metala, uglavnom kalcija i magnezija. Ukupna tvrdoća kretala se u rijeci Kupi od minimalno 300 mg/l do maksimalno 430 mg/l, a od minimalno 150 mg/l do maksimalno 220 mg/l u akvariju. Vrijednosti ukupne tvrdoće vode niže su u akvariju nego u rijeci Kupi.



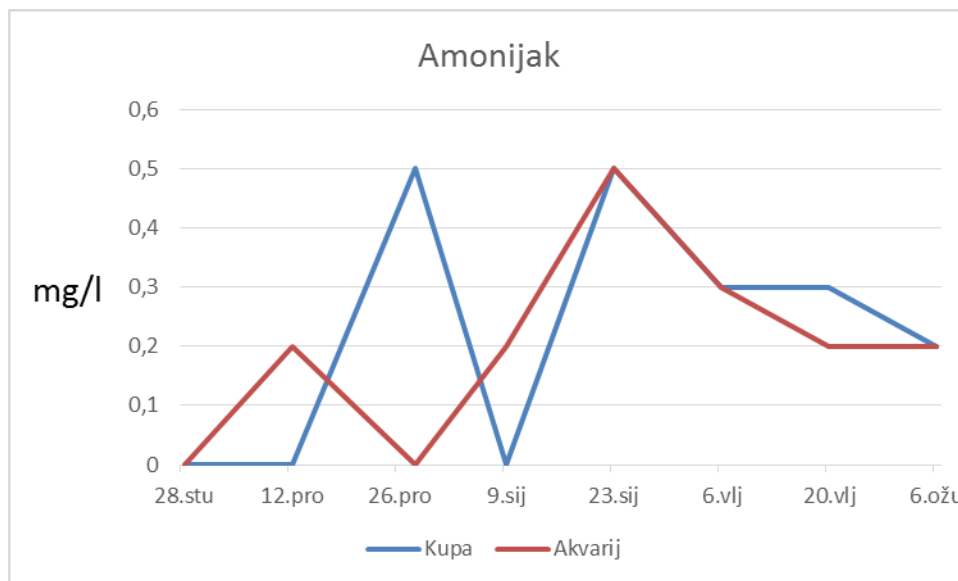
Slika 6: Koncentracija nitrata na lokacijama uzorkovanja.  
Figure 6: Nitrates at sampling sites.

Na rijeci Kupi često nismo pronašli nitrata u uzorcima vode, a u nekim uzorcima vode koncentracija je iznosila 1 mg/l, a u akvariju koncentracija nitrata iznosila je od 1 do 2 mg/l. Vrijednosti koncentracije nitrata veće su u akvariju nego u rijeci Kupi.



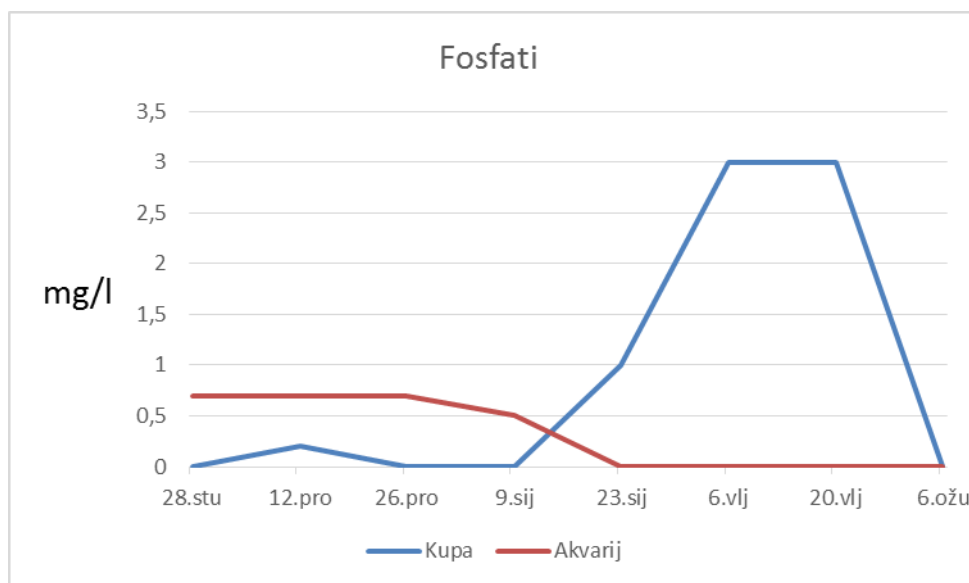
Slika 7: Koncentracija nitrita na lokacijama uzorkovanja.  
Figure 7: Nitrites at sampling sites.

Na rijeci Kupi i u akvariju koncentracija nitrita u uzorcima vode kretala se od 0.1 do 0.2 mg/l. Vrijednost nitrita su približno iste i u akvariju i u rijeci Kupi.



Slika 8: Koncentracija amonijaka na lokacijama uzorkovanja.  
Figure 8: Ammonium at sampling sites.

Koncentracija amonijaka kretala se od 0.2 mg/l do 0.5 mg/l u rijeci Kupa i u akvariju. Koncentracije amonijaka su približno iste i u akvariju i u rijeci Kupa, ali se nisu uvijek poklapale.



Slika 9: Koncentracije fosfata na lokacijama uzorkovanja.  
Figure 9: Phosphate concentration at sampling sites.

Na rijeci Kupa koncentracija fosfata u uzorcima kretala se od 0.2 mg/l do 3 mg/l, a u akvariju se kretala od 0.5 mg/l do 0.7 mg/l. Koncentracije fosfata su veće u rijeci Kupa nego u akvariju.

## 5. Rasprava i zaključci

Nakon uzorkovanja i analiziranja vode na našim mjernim postajama došli smo da određenih zaključaka. Mjerenja smo vršili krajem jeseni, cijelu zimu i početkom proljeća. Voda u akvariju i rijeci Kupa je bezbojna, bez mirisa, prozirna i bistra. Akvarijska voda ima konstantnu temperaturu, što znači

da nema izmjene godišnjih doba. Temperaturne razlike rijeke Kupe su velike. Temperatura vode akvarija ne mijenja se prema godišnjim dobima tako da je ista tijekom cijele godine. Prema tome ribe u akvariju žive samo u životnim uvjetima proljeća. Konstantna temperatura akvarijske vode nije dobra za ribe. Viša temperatura vode ubrzava životne procese, pa životinje brže dišu, brže probavljaju hranu, brže se razvijaju njihova jajašca itd. Temperatura vode rijeke utječe na vladanje čitavih zajednica prema periodičnim promjenama.

Vrijednost pH akvarijske vode je 7, što znači da je ta voda neutralna, a vrijednost pH vode rijeke Kupe je od 6.5 do 7.5 što znači da su vode slabo kisele do slabo lužnate. pH u prirodnim vodama se kreće od 6.5 do 8.5 i to je raspon koji odgovara većini organizama koji žive u vodi. Ovakve male varijacije u Kupi ne djeluju negativno na organizme. Vrijednosti otopljenog kisika omogućuju nesmetan život organizama i u akvariju i u rijeci Kupi. Vrijednosti alkaliteta akvarijske vode ne štete ribama.

Ukupna tvrdoća vode je značajan čimbenik koji doprinosi da se ribe dobro osjećaju u akvariju. Ona je zapravo odlučujuća za neometan razvoj mladica (posebno za kosti ribe). Vrlo značajnu ulogu ima i kod nastajanja spolnih produkata tako da se neke ribe neće mrijestiti ako tvrdoća vode prelazi određene vrijednosti. Za akvarij najbolja je voda tvrdoće 140-210 mg/l. Koncentracije ukupne tvrdoće i alkaliteta su optimalne u oba sustava iako se vrijednosti razlikuju. Vrijednosti su niže u akvariju nego u rijeci Kupi. Voda koja se koristi u akvariju ima prirodno manji alkalitet i tvrdoću.

Koncentracije nitrata nešto je viša u akvariju nego u rijeci Kupi, a koncentracija nitrita je povišena u odnosu na prirodne nezagađene vode. Prirodni izvori povećanja koncentracije nitrata u vodi su kiša, snijeg, magla ili raspad organske tvari u tlu i u sedimentu. Primjenom umjetnih gnojiva u poljoprivredi, povećava se i koncentracija dušika u tlu i vodi. Dušik se ispire iz tla kišom dolazi u jezera, rijeke i mora. Povišena koncentracija nitrita je indikator fekalnog opterećenja. Više od pola otpadnih produkata riba je u obliku amonijaka. Amonijak bakterije pretvaraju u nitrite, a nitrobacter bakterije pretvaraju nastali nitrit u nitrat. Koncentracija nitrata u akvariju smanjuje se filtriranjem vode. U rijeci Kupi i u akvariju pronađene su granične vrijednosti amonijaka koje ne utječu na život u tim vodama. Koncentracije fosfata u vodama su u granicama dozvoljenih. Koncentracija fosfata bila je veća u rijeci Kupi nego u akvariju. Fosfati u vodama javljaju se iz različitih izvora. Na primjer, fosfati koji se koriste u poljoprivredi kao mineralna gnojiva ispiranjem dospjevaju u vodu, što je moglo povećati koncentraciju fosfata u rijeci Kupi.

Prema našim mjerenjima našu hipotezu dokazali smo za vrijednosti temperature i nitrata. Sezonske klimatske promjene uvelike utječu na kolebanja temperature vode u tekućici. U svako doba godine može se pratiti postupno povećanje temperature vode u proljeće i ljeto i njezino snižavanje u zimi, što nije slučaj u akvarijskoj vodi.

## 6. Literaturni izvori

- GLOBE hidrološki protokoli
- [www.globe.gov](http://www.globe.gov)
- [www.voda.hr](http://www.voda.hr)
- Matoničkin I, Pavlečić Z,(1972):Život naših rijeka, Školska knjiga, 15-35, 58-67.
- [www.periodni.com](http://www.periodni.com)