

# **Kakvi su životni uvjeti riba u slatkovodnom akvariju Aquatika u usporedbi s njihovim prirodnim staništem?**

**Učenicima: Lorena Domšić, Laura Marković, Anamaria Šimićak**

**Mentor: Ankica Veseljić**

**OŠ Banija, Karlovac**

## **1. Sažetak rada**

Uspoređivali smo životne uvjete riba u slatkovodnom akvariju Aquatika u Karlovcu i rijeci Kupi. Pretpostavili smo da će u akvariju uz djelovanje čovjeka životni uvjeti biti povoljniji u odnosu na prirodno stanište. Postavili smo istraživačka pitanja: „Odstupaju li fizikalno-kemijski parametri vode u slatkovodnom akvariju Aquatika u zoni mrene i zoni pastrve u odnosu na prirodno stanište? Koliko se međusobno razlikuju fizikalno-kemijski parametri vode te dvije zone u akvariju i u prirodnom staništu?“ Od prosinca 2016. do veljače 2017. analizirali smo vodu iz zone pastrve i zone mrene prema GLOBE protokolima. Fizikalno-kemijske parametre iz zone mrene usporedili smo s prosječnim izmjerenim vrijednostima iz svoje GLOBE baze s mjerne postaje Kupa1 u zimskom periodu 2011.-2015. godine, a mjerenja iz zone pastrve sa onima koje je provela Srednja škola Delnice na rijeci Kupi u Delnicama od prosinca 2016. do veljače 2017. Točnost svojih mjerenja na mjernoj postaji Kupa1 provjerili smo usporedbom sa službenim podacima Hrvatskih voda. Analizom rezultata mjerenja fizikalno-kemijskih parametara nismo potvrdili svoju pretpostavku da će uvjeti života u akvariju biti povoljniji za ribe u odnosu na prirodno stanište. Usporedbom fizikalno-kemijskih parametara akvarijske vode iz zone mrene i zone pastrve, zaključili smo da se razlikuju, ali neznatno, što nije pogodno jer svaka vrsta riba zahtijeva specifične uvjete za rast i razvoj, kao što pokazuje ekološka valencija.

## **Summary**

We compared the living conditions of fish in freshwater aquarium Aquatika in Karlovac and in the river Kupa. We assumed that in an aquarium living conditions will be more favourable compared to the natural habitat. We set research questions: "Is there a difference in the physico-chemical water parameters in freshwater aquarium Aquatika compared to the natural habitat in barbel zone and trout zone? How much do physico-chemical water parameters differ in these two zones - in aquarium and in its natural habitat? From December 2016 to February 2017, we analysed the water samples from the trout zone and barbel zone using GLOBE protocols. Physico-chemical parameters of the barbel zone were compared with the average measurement values from our GLOBE base with measuring stations Kupa1 in the winter months from 2011 to 2015. Measurements of the trout zone were compared with the measurements of Delnice High School on the river Kupa in Delnice from December 2016 to February 2017. The accuracy of our measurements in the measuring station Kupa1 was compared with the official data of Hrvatske vode. Based on our results, we have not confirmed our hypothesis that the living conditions in the aquarium will be favourable for fish compared to the natural habitat. By comparing the physical-chemical parameters of the water from the barbel zone and trout zone, we concluded that they differ only slightly, which is not suitable because each species requires specific conditions for growth and development, as ecological valence shows.

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

Otvaranje slatkovodnog akvarija Aquatika u Karlovcu u listopadu 2016. godine pružilo nam je nove mogućnosti istraživanja. Prilikom posjeta akvariju vidjeli smo da on prikazuje gornji, srednji i donji tok rijeke po zonama (zona pastrve, zona lipljena, zona mrene i zona deverike), te smo promatrali sve one vrste riba (krkuš, dvoprugasta uklija, mrena, šaran, som i štuka) o kojima smo istraživali u projektu: Koje sve ribe žive u Kupi?, 2010. godine. To nas je potaknulo da usporedimo životne uvjete riba u akvariju i rijeci Kupi. Pretpostavili smo da će u akvariju, zatvorenom i izoliranom biološkom sustavu, uz djelovanje čovjeka životni uvjeti biti povoljniji u odnosu na prirodno stanište.

Postavili smo istraživačka pitanja: „Odstupaju li fizikalno-kemijski parametri vode u slatkovodnom akvariju Aquatika u zoni mrene i zoni pastrve u odnosu na prirodno stanište? Koliko se međusobno razlikuju fizikalno-kemijski parametri vode te dvije zone u akvariju i u prirodnom staništu?“

### 3. Metode istraživanja

U prošlom projektu: Koje sve ribe žive u Kupi?; analizom lokacije, makrozoobentosa i fizikalno-kemijskih parametara utvrdili smo da naša mjerna postaja Kupa1 ima karakteristike zone mrene i zone deverike. Također smo utvrdili da od sastava ribljih vrsta na našoj mjernoj postaji prevladava porodica Cyprinidae u koju spadaju krkušica, dvoprugasta uklija, mrena i šaran, som koji spada u porodicu Syluridae i štuka koja spada u porodicu Esocidae.

U ovom projektu smo jednom tjedno u prosincu, siječnju i veljači dolazili u akvarij i analizirali uzorak vode iz akvarija iz zone mrene i zone pastreve. Uzorak smo uzimali iz akvarija volumena 7,4 m<sup>3</sup> (zona mrene), odnosno 5,3 m<sup>3</sup> (zona pastreve) iz površinskog sloja na suprotnoj strani od zračne pumpe. Određivali smo: temperaturu vode, pH, količinu otopljenog kisika, alkalitet, količinu nitrata i nitrita prema GLOBE protokolima. Usporedili smo izmjerene fizikalno-kemijske parametre između ta dva akvarija.

Rezultate analiza fizikalno-kemijskih parametara u akvariju iz zone mrene usporedili smo s prosječnim izmjerenim vrijednostima fizikalno-kemijskih parametara iz svoje GLOBE baze s mjerne postaje Kupa1 u istom vremenskom periodu (prosinac, siječanj, veljača) za razdoblje 2011.-2015. godine. Rezultate analiza fizikalno-kemijskih parametara u akvariju iz zone pastreve usporedili smo sa prosječnim izmjerenim vrijednostima fizikalno-kemijskih parametara iz prirodnog staništa, koje je izmjerila Srednja škola Delnice na rijeci Kupi u Delnicama u razdoblju od prosinca 2016. do veljače 2017. (12 mjerenja), prema GLOBE protokolima, za potrebe našeg projekta.

Kako bismo potvrdili točnost svojih mjerenja na mjernoj postaji Kupa1, izračunali smo srednje godišnje vrijednost za razdoblje 2011.-2015. godine i te podatke smo usporedili sa službenim podacima koje smo dobili od Hrvatskih voda-sektor zaštite voda, Zagreb.

### 4. Prikaz i analiza podataka

Rezultati naših mjerenja u slatkovodnom akvariju prikazani su u tablici 1.

**Tablica 1.** Fizikalno-kemijski parametri vode u akvarijima u zoni pastreve i zoni mrene od prosinca 2016. do veljače 2017. godine

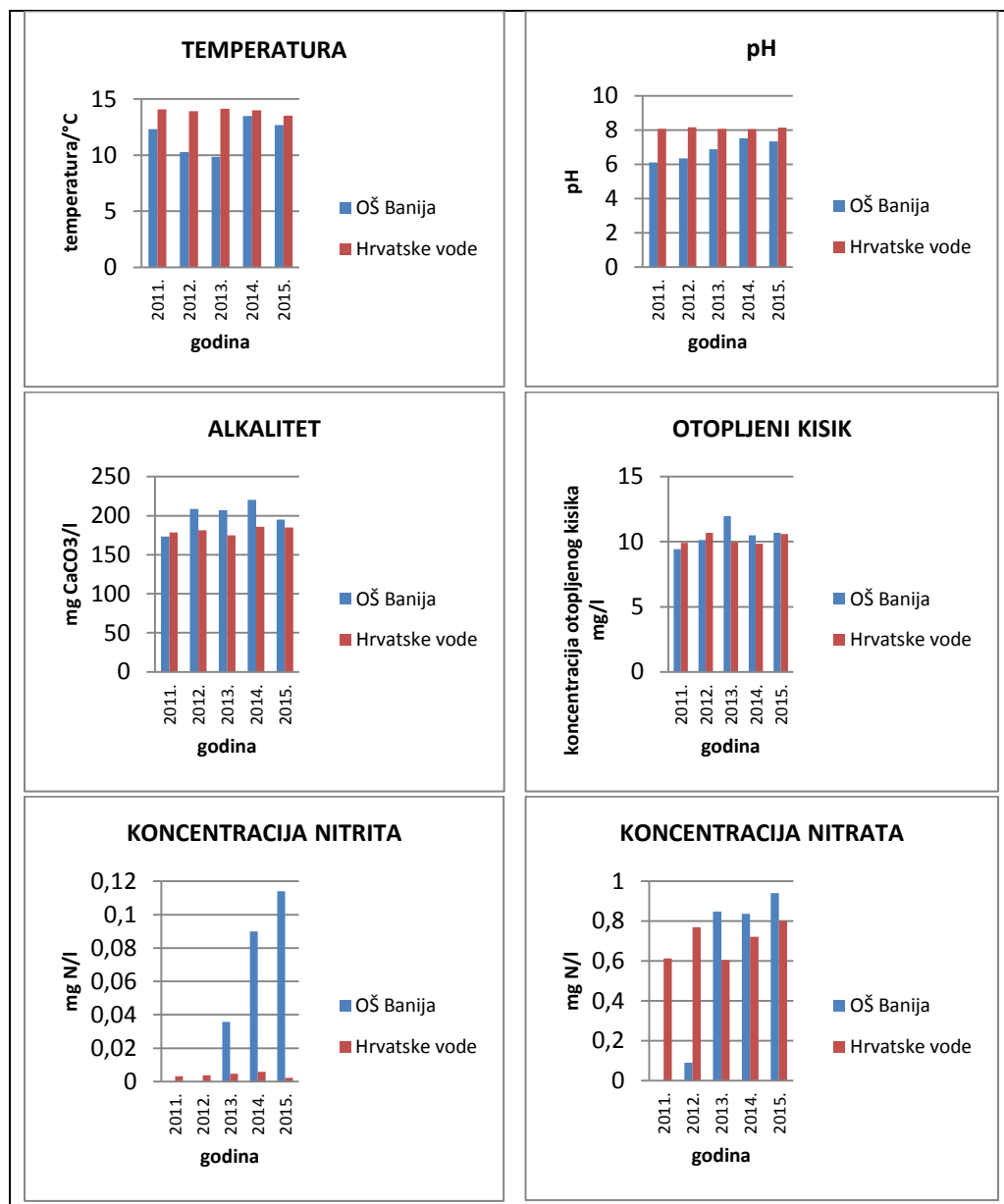
**Table 1.** Physico-chemical water parameters in aquaria representing trout zone and barbel zone from December 2016 to February 2017

DATUM MJERENJA	TEMPERATURA/°C		KISIK mg/l		pH		ALKALITET mg CaCO <sub>3</sub> /l		NITRATI mg N/l		NITRITI mg N/l	
	Zona pastreve	Zona mrene	Zona pastreve	Zona mrene	Zona pastreve	Zona mrene	Zona pastreve	Zona mrene	Zona pastreve	Zona mrene	Zona pastreve	Zona mrene
7.12.2016.	20	18,5	9,4	11,6	7,5	7,5	178	178	5,65	5,65	0	0
16.12.2016.	20	18	11,6	11,2	7,5	7,5	178	178	2,26	11,3	0	0
21.12.2016.	18	17	9,5	13,2	7,5	7	178	178	2,26	11,3	0	0
28.12.2016.	19	17	11,0	10,8	7	7	178	178	2,26	22,6	0	0
4.1.2017.	19	17	11,0	11,6	8	7	178	178	2,26	22,6	0	0
11.1.2017.	20	16	11,8	12,0	7,5	7	178	178	5,65	22,6	0	0
18.1.2017.	20	17	9,0	13,2	7	7	178	178	0	22,6	0	0
25.1.2017.*	12	16*	13,8	12,4	7	7	178	178	2,26	22,6	0	0
1.2.2017.	14	16	13,1	11,2	7,5	7	178	178	2,26	22,6	0	0
8.2.2017.	12	17	14,8	12,8	7,5	7	178	178	2,26	22,6	0	0
15.2.2017.	12	17	13,6	11,8	7,5	7,5	178	178	2,26	11,3	0	0

\* nakon što je proradio hladnjak.

Nakon nekoliko mjerenja primijetili smo da je temperatura vode u zoni pastrve veća nego u zoni mreine, na što smo upozorili stručno osoblje u akvariju. Oni su nam rekli da hladnjak ne radi i da je u tijeku otklanjanje kvara.

Izračunali smo srednje godišnje vrijednosti za temperaturu vode, pH, količinu otopljenog kisika, alkalitet, količinu nitrita i nitrata, za petogodišnji niz podataka sa naše mjerne postaje Kupa1. Usporedili smo srednje godišnje vrijednosti sa naše mjerne postaje Kupa 1 sa službenim podacima Hrvatskih voda s mjerne postaje koja se nalazi najbliže našoj, a to je Kupa Vodostaj. Rezultati usporedbe prikazani su na Slici 1.



Slika 1. Usporedba godišnjih prosječnih vrijednosti temperature vode, pH vode, alkaliteta, količine otopljenog kisika, količine nitrita i nitrata u vodi na postaji Kupa 1

Figure 1. Comparison of average annual water temperatures, water pH, alkalinity, dissolved oxygen, concentrations of nitrites and nitrates on Kupa 1 site

Usporedbom podataka učeničkih GLOBE mjerenja sa službenim podacima Hrvatskih voda zaključili smo da je količina otopljenog kisika približno slična, ali su vrijednosti alkaliteta, temperature, pH, koncentracije nitrita i nitrata bitno različite. Smatramo da je razlika u mjerenjima pH nastala prvenstveno jer mi radimo pomoću univerzalnog indikatorskog papira, koji je zbog grube skale manje precizan, a također bitnu ulogu ima osobna procjena boje što može uzrokovati pogrešku. Hrvatske

vode pH vrijednost određuju pomoću pH pena u vremenu od 11:00 do 14:00 sati. Također uzrok nižem izmjenom pH može biti i vrijeme mjerenja, jer biljke u noćnom razdoblju oslobađaju ugljikov dioksid, koji se akumulira u vodi i uzrokuje niže pH vrijednosti, koje su učenici izmjerili u jutarnjim satima. Hrvatske vode alkalitet određuju titrimetrijski, dok mi radimo pomoću trakica, pa smatramo da je bitna razlika nastala dijelom zbog metode rada. Znatne razlike u izmjenim temperaturama vjerojatno su nastale zbog različitog vremena i mjesta mjerenja; Hrvatske vode mjere između 11:00 i 14:00 u sredini toka, a učenici do 9:00 ujutro uz obalu. Koncentraciju nitrita i nitrata određujemo pomoću trakica gdje očitavamo koncentracije  $\text{NO}_2^-$  iona i  $\text{NO}_3^-$  iona u mg/l, dok Hrvatske vode koncentraciju tih iona izražavaju kao koncentraciju N u mg/l i koriste kao metodu rada ionsku kromatografiju. Zbog toga smo pomoću faktora konverzije preračunali svoje vrijednosti u mg N/l. Također smo uočili da u godinama 2013., 2014. i 2015. kada su odstupanja u količini nitrata i nitrita velika, Hrvatske vode imaju mali broj mjerenja, osam, dok mi svake godine imamo oko tidesetak mjerenja. Zato smatramo da je odstupanje moglo nastati jer imamo bitno veći broj mjerenja i mogli smo detektirati neka onečišćenja koja Hrvatske vode nisu zbog malog broja izlazaka na teren. Također naša mjerna postaja nalazi se u centru grada gdje ima kanalizacijskih ispusta, a mjerna postaja Hrvatskih voda je nizvodno i izvan grada. Moguće razlike u količini nitrata i nitrita nastale su i zbog različitog mjesta uzorkovanja. Učenici uzorkuju uz obalu gdje je voda plića i sporija i zadržave se više mrtve organske tvari, dok Hrvatske vode uzorkuju u sredini vodenog toka.

**Tablica 2.** Usporedba petogodišnjih prosječnih vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara na mornoj postaji Kupa1 u zimskom periodu (od prosinca do veljače) sa prosječnim vrijednostima u zoni mreine u akvariju (prosinac 2016. do veljače 2017. godine)

**Table 2.** Comparison of the average five-years physico-chemical parameters on station Kupa1 in winter period (December to February) with an average values in barbel zone in aquarium (December 2016 to February 2017)

	<b>OŠ Banija rijeka Kupa (zona mreine) zimski period</b>	<b>Slatkovodni akvarij (zona mreine) zimski period</b>	<b>Ekološka valencija riba u zoni mreine</b>
<b>Temperatura /° C</b>	7,5	16,95	10-18
<b>pH</b>	7,1	7,14	6,8-7,5
<b>Alkalitet mgCaCO<sub>3</sub>/l</b>	198,99	178	178-278
<b>Otopljeni kisik mg/l</b>	11,10	11,98	8-10
<b>Nitriti mg N/l</b>	0	0	0,005-0,5
<b>Nitrati mg N/l</b>	0,576	17,98	0-1

Prosječna temperatura akvarijske vode u zoni mreine u zimskom periodu iznosi 16,95°C što je za 9,45°C viša temperatura u odnosu na prirodno stanište u istom vremenskom periodu. Kod riba je temperatura tijela više ili manje ovisna o temperaturi okoliša i igra važnu ulogu u njihovom rastu, probavi, razmnožavanju i ranom razvoju. U većine riba temperatura tijela je samo 0,6-1,0°C viša od vode.

Prosječna izmjerena pH vrijednost u akvariju u zoni mreine iznosi 7,14 te razlika nije značajnija u odnosu na prirodno stanište u istom vremenskom periodu. Izmjerena pH vrijednost je povoljna u oba staništa s obzirom na ekološku valenciju.

Alkalitet možemo shvatiti kao puferski kapacitet, odnosno sposobnost medija da znatnije ne mijenja pH vrijednost ukoliko mu se doda kiselina ili lužina. Izmjerena prosječna vrijednost alkaliteta iznosi 178 mg CaCO<sub>3</sub>/l i manja je od prosječnog izmjenog alkaliteta u prirodnom staništu u istom vremenskom periodu, ali je u skladu sa ekološkom valencijom i stabilan je.

Količina kisika je usko povezana s temperaturom vode; što je voda toplija manja je apsorbirana kisika, a metabolizam riba je veći. Izmjerena prosječna količina kisika od 11,98 mg/l veća je za 0,88 mg/l od izmjerene prosječne vrijednosti u prirodnom staništu u istom vremenskom periodu. Uzrok tome može biti stalna aeracija akvarija dok se u prirodnom staništu količina otopljenog kisika mijenja ovisno o intenzitetu procesa fotosinteze i potrošnje kisika od strane organizama.

Kruženje dušika u akvariju vrlo je važan proces. Unošenjem riba, biljaka i hrane u akvarij započinje niz kemijskih reakcija. Najprije nastaju štetni produkti metabolizma u obliku amonijaka. Amonijak je vrlo štetan za ribe. Skupina bakterija iz roda *Nitrosomonas* hrane se amonijakom i pretvaraju ga u nitrite, a bakterije iz roda *Nitrobacter* nitrite pretvaraju u nitrata koji su manje štetni. Za te su procese potrebne velike količine kisika. Nitritu akvarijskoj vodi nisu izmjereni, kao ni u prirodnom

staništu u istom vremenskom periodu. Prosječna izmjerena količina nitrata u akvarijskoj vodi iznosi 17,98 mg N/l i veća je od prosječne izmjerene vrijednosti u prirodnom staništu u istom vremenskom periodu, a i veća je od okvira ekološke valencije.

**Tablica 3.** Usporedba prosječnih vrijednosti fizikalno-kemijskih parameta na postaji Kupa Delnice (SS Delnice) s prosječnim vrijednostima u zoni pastrve u akvariju u istom vremenskom periodu (prosinac 2016. do veljača 2017. godine)

**Table 3.** Comparison of average values of physico-chemical parameters on station Kupa Delnice (Delnice High School) with the average values in trout zone in aquarium in the same time period (December 2016 to February 2017)

	SS Delnice rijeka Kupa (zona pastrve) zimski period	Slatkovodni akvarij (zona pastrve) zimski period	Ekološka valencija riba u zoni pastrve
Temperatura /° C	6	17,4	0-15
pH	6,6	7,4	4,1-9,5
Alkalitet mgCaCO <sub>3</sub> /l	/	178	>175
Otopljeni kisik mg/l	/	11,5	> 8
Nitriti mg N/l	0	0	0,005-0,5
Nitrati mg N/l	0	2,71	0-1

Usporedbom izmjerenih fizikalno-kemijskih parametra akvarijske vode u odnosu na prirodno stanište u zoni pastrve u istom vremenskom periodu, vidljivo je da je prosječna temperatura akvarijske vode veća za 11,4°C. Izmjerena temperatura je izvan okvira ekološke valencije, što je stresno za ribe. Izmjerena prosječna pH vrijednost akvarijske vode veća je i ima veliko odstupanje u odnosu na prirodno stanište u istom vremenskom periodu, ali je u okvirima ekološke valencije. Smatramo da je razlog mjerenje u zimskom periodu jer je bilo puno snijega koji je svojim topljenjem vjerojatno snizio pH vrijednost rijeke Kupe. Nitriti u akvarijskoj vodi nisu izmjereni, kao ni u prirodnom staništu u istom vremenskom periodu. Prosječna izmjerena količina nitrata iznosi 2,71 mg N/l u akvariju, dok u prirodnom staništu nije bilo nitrata u istom vremenskom periodu. Nažalost SS Delnice nije u mogućnosti kupiti set za određivanje kisika i alkaliteta pa te podatke nemamo.

**Tablica 4.** Usporedba prosječnih izmjerenih vrijednosti fizikalno kemijskih parametara u zoni mreine i zoni pastrve u akvarijima

**Table 4.** Comparison of the average physico-chemical parameters in the barbel zone and trout zone in aquaria

	Slatkovodni akvarij (zona mreine)	Slatkovodni akvarij (zona pastrve)
Temperatura /° C	16,95	16,91 12,5*
pH	7,14	7,41
Alkalitet mgCaCO <sub>3</sub> /l	178	178
Otopljeni kisik mg/l	11,98	11,69 13,83*
Nitriti mg N/l	0	0
Nitrati mg N/l	17,98	2,67

\* prosječne vrijednosti temperature i otopljenog kisika od kada je radio hladnjak

Usporedbom rezultata mjerenja u akvariju u zoni pastrve i zoni mreine, uočili smo da dok hladnjak nije radio, temperatura vode u zoni pastrve je bila skoro identična onoj u zoni mreine. Ako uzmemo period mjerenja od kada radi hladnjak u zoni pastrve, vidimo da je u zoni pastrve niža temperatura vode za 4,45°C, a u skladu s time i veća koncentracija otopljenog kisika za 1,85 mg/l što je povoljnije za ribe. Izmjereni alkalitet je jednak u obje zone akvarija i iznosi 178 mg CaCO<sub>3</sub>/l, dok je izmjerena pH vrijednost za 0,27 veća u zoni pastrve. Također smo uočili da je prosječna količina nitrata bitno manja u akvariju u zoni pastrve, u odnosu na zonu mreine. Mogući uzrok tome je puno manji broj jedinki riba u zoni pastrve.

## 5. Rasprava i zaključci

Usporedbom rezultata naših GLOBE mjerenja s rvačkom vodama potvrdili smo točnost svojih mjerenja.

Analizom rezultata mjerenja fizikalno-kemijskih parametara nismo potvrdili svoju pretpostavku da će uvjeti života u akvariju biti povoljniji za ribe u odnosu na prirodno stanište. Uočili smo da je temperatura akvarijske vode puno viša u odnosu na temperaturu u prirodnom staništu u istom vremenskom periodu u obje zone. Smatramo da bi trebalo ugraditi hladnjak, kako bi se temperatura mogla regulirati i mijenjati kao u prirodi u skladu sa godišnjim dobima, kako bi ribe imale što prirodniji ciklus razmnožavanja i razvoja. O tome smo razgovarali sa stručnim osobljem akvarija te smo saznali da je njihova želja pokušati imati godišnji hod temperature sličan prirodnim vodama te da su do sada držali temperature gotovo konstantnima obzirom na pojedine akvarije.

Primijetili smo da u akvarijima nema biljaka, pa predlažemo da se unesu u akvarij jer bi one trošile dio nitrata za svoj rast. Također smo saznali da se u akvarijskim bazenima svakodnevno do 5% vode automatski zamjenjuje. Predlažemo veći udio vode koja će se zamjenjivati, kako bi se smanjila koncentracija nitrata. U akvariju u zoni mreže je veći broj vrsta i velika gustoća populacija ribe, pa smatramo da je i to uzrok povećane količine nitrata. Preporučena gustoća riba je 3 cm dužine odrasle ribe po 4 litre vode.

Usporedbom fizikalno-kemijskih parametara akvarijske vode iz zone mreže i zone pastrve, dobili smo odgovor na svoje istraživačko pitanje. Ti parametri se razlikuju između dvije zone, ali neznatno, što nije pogodno jer svaka vrsta riba zahtijeva specifične uvjete za rast i razvoj kao što pokazuje ekološka valencija.

Uočili smo da je u akvariju zapravo vrlo teško oponašati prirodne uvjete ne samo što se tiče fizikalno-kemijskih parametara, već i raznolikosti staništa, izvora hrane, biotičkih interakcija i samih tehničkih uvjeta kod ovako velikih akvarija.

Rezultate istraživačkog rada predstaviti ćemo u akvariju i nadamo se da će rezultati našeg istraživanja pomoći boljem približavanju fizikalno-kemijskih parametara onima u prirodnom staništu u zoni mreže i zoni pastrve, kako bi se poboljšala kvaliteta života riba.

Planiramo potaknuti SS Delnice da nastave sa mjerenjima kako bi se prikupili podaci za ostala godišnja doba. Želimo iz svoje GLOBE baze podataka izračunati prosječne vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara, koje određujemo, za ostala godišnja doba. Te podatke ustupiti ćemo akvariju kako bi lakše mogli uspostaviti godišnji hod fizikalno kemijskih parametara i tako poboljšati kvalitetu života riba u slatkovodnom akvariju Aquatika.

## 6. Izvori

1. Mrakovčić, Milorad et al. Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Zagreb: Ministarstvo kulture: Državni zavod za zaštitu prirode, 2006.
2. Matoničkin, Ivo; Pavletić, Zlatko. Život naših rijeka. Zagreb: Školska knjiga, 1972.
3. Priručnik za GLOBE mjerenja – VODA
4. Jović, Franjo. Simulacije fizikalno kemijskih proces u akvariju.3.1.2013. www.akvarij.net (1.2.2017.)
5. Popović, Josip. Gospodarenje ribolovnim vodama. Zagreb: Hrvatski športsko ribolovni savez, 2010. <http://ribolovni-savez.hr/wordpress/wp-content/uploads/2014/06/GOSPODAR.RIB.VODAMA.pdf> (1.2.2017.)