**Utjecaj otpadnih voda iz zaleđa Ike na kvalitetu vode potoka Banina**

**Učenice Eva Gärtner, Mara Paravić, Mia Lanča**

**Mentorice: Radenka Korenjak i Dragica Rade**

**OŠ „Rikard Katalinić Jeretov“ Opatija**

**1. Istraživačka pitanja/ Hipoteza**

Prošle godine (šk. god. 2013./14) smo sudjelovali na Državnoj GLOBE smotri s projektom pod nazivom *Utjecaj otpadnih voda iz zaleđa Ike na potok Banina*. Zbog malog broja uzoraka i ključnih parametara koje nismo promatrali, nismo uspjeli doći do zaključka utječu li otpadne vode iz zaleđa Ike na kvalitetu vode potoka Banina. Na preporuku recenzentice dr.sc. Ines Radanović nastavili smo rad na projektu.

Učka je izraziti planinski greben koji se nalazi na istočnom dijelu Istarskog poluotoka dijeleći ga od prostora Kvarnerskog zaljeva. Parkom prirode su povezana Istarska i Primorsko-goranska županija na čijim se dijelovima prostora on i nalazi. U vrijednosti toga prostora spadaju i vode.

Površinske vodne pojave toga prostora karakterizira vrlo jaka bujičnost te relativno kratko vremensko trajanje toka. Na padinama Učke morfološki je izraženo više duboko usječenih bujičnih dolina kilometarskih dimenzija. One su većinom suhe, a samo u razdobljima dovoljno obilnih padalina nastaju veće količine vode zbog čega ih nazivamo bujičnim tokovima.(Rubinić, 2004.)

Privremene rijeke su globalni fenomen, korito tih rijeka može biti suho nekoliko dana, ali može biti suho i po nekoliko godina. Korito može biti ispunjeno vodom samo za kratko vrijeme nakon poplave ili nakon jake kiše. Suha riječna korita su izvor vode i hrane, imaju bitne kulturne i ekološke vrijednosti. Igraju veliku ulogu u prijenosu energije i materijala između vodenih i kopnenih ekosustava. Bitne su jer, kada su suhe mogu se koristiti kao „spremišta“ za jaja životinja i sjemenke biljaka, a životinje mogu pratiti korito kako bi došle do vode. Korita su također korisna jer mogu omogućiti vlažniju mikroklimu od ostatka okoliša, na primjer, odrasle jedinke vodenih kukaca često ondje žive za sušnih razdoblja (Steward i sur., 2012.)

Među bujične tokove spada i potok *Banina*, koji prolazi kroz naselja koja imaju samo djelomično uspostavljen vodovodno-kanalizacijski sustav. Voda iz potoka Banina se ne koristi za piće.

Prošle godine smo postavili hipotezu: Otpadne vode nepovoljno utječu na kvalitetu vode potoka *Banina*. Budući da je nismo uspjeli ni potvrditi ni opovrgnuti ove godine nastavili smo s istraživanjem uvodeći nove metode istraživanja.

**2. Metode istraživanja**

Koristili smo metode prema GLOBE protokolu i metode izvan GLOBE protokola. U radu su nam nesebično pomogle dvije ustanove koje djeluju na našem području. To su komunalno društvo *Komunalac* i *Park prirode Učka*.

Prema GLOBE protokolu smo odredili geografsku dužinu i širinu te nadmorsku visinu, temperaturu vode i zraka, pH, količinu otopljenog kisika, električnu vodljivost i nitrate. Također smo identificirati i brojali makrobeskralježnjake prema GLOBE protokolu na dvije promatrane lokacije jer na trećoj lokaciji nije bilo vode. Edukatorice iz *Parka prirode Učka* upoznale s makrobeskralježnjacima na jednoj izdvojenoj lokaciji potoka Banina. Na toj lokaciji javna ustanova *Park prirode Učka* održava takve edukacije za sve zainteresirane škole.

Izvan GLOBE protokola odredili smo nitrite, amonijak i fosfate.

U suradnji s komunalnim društvom *Liburnijske vode.d.o.o. Opatija* napravili smo mikrobiološku analizu vode. Mikrobiološka analiza je rađena metodom membranske filtracije 100 mL uzorka. Korištene su četiri različite podloge: podloga za izolaciju ukupnih koliforma (TC), za izolaciju fekalnih koliforma (FC), za izolaciju crijevnih enterokoka (fekalnog streptokoka) i za izolaciju *Escherichia coli*. Rezultate mikrobiološke analize očitavaju se nakon 48 sati i izražavaju se kao broj izraslih kolonija (bik) ili eng. colony forming unit (cfu) u 100 mL vode. Oznaka u tablicama je B/100mL.

U suradnji s komunalnim poduzećem Liburnijske vode d.o.o i laboratorijem RIEKO-Lab smo odredili količinu otopljenog kisika i BPK5 na svakoj lokaciji. Kada se uzorkuju uzorci za određivanje BPK5, uzmu se dva paralelna uzorka. Uzorkovanje površinskih voda se radi tako da se Winkler bočica i čep prije uzorkovanja isperu tri puta uzorkom i nakon toga se boca napuni uzorkom do prelijevanja i začepi tako da ne ostane zraka unutar boce (nema mjehurića). Nakon eliminacije bilo kakvih mjehurića zraka koji mogu biti uz staklo, odmah se mora fiksirati otopljeni kisik. Ta vrijednost predstavlja količinu kisika prvi dan. Fiksiranje se radi tako da se nakon što se uzme uzorak, odmah doda 1 mL otopine mangan(II)sulfat i 2 mL alkalnog reagensa i začepi. Reagens se dodaje ispod površine uzorka koristeći graduiranu pipetu. Čep se pažljivo položi da se izbjegne ulazak mjehurića zraka. Uzorak za BPK5 se pohranjuje u termostat pet dana na tamno, na temperaturu 20°C. Nakon pet dana isti se fiksira, određuje kisik, a dobiveni rezultat predstavlja količinu kisika nakon pet dana. Biološka potrošnja kisika BPK5 se izračuna iz razlike otopljenog kisika određenog odmah i otopljenog kisika određenog nakon pet dana.

U šk. god. 2013./14. su provedena četiri mjerenja u vremenskom razdoblju od sredine prosinca 2013. do kraja travnja 2014. U šk. god. 2014./15.napravili smo četiri mjerenja. Prvo smo napravili u prosincu, drugo u veljači i posljednja dva u travnju.

Tri mjerne postaje koje smo nazvali *Slap*, *Most* i *Ika* iste su kao i kod prethodnog istraživanja. Postaje Slap i Most se nalaze u području *Parka prirode Učka* i one nisu izložene utjecaju naselja, dok je postaja Ika izložena utjecaju naselja.

Postaja *Slap* (45°30'40'' N, 14°23'46'' E, 637 m n.m.)je na najvišoj nadmorskoj visini od promatranih postaja i nalazi se duboko u šumi. Prostor je u sjeni, okružen bukovom šumom i nije moguće doći automobilom do same postaje već je potrebno propješačiti dio puta. Na toj postaji je bilo vode svaki put kad smo vršili ispitivanje.

Postaja *Most* (45°31'19'' N, 14°24'04'' E, 531 m n.m.) je na nižoj nadmorskoj visini i do nje se može doći automobilom. Prostor je okružen bukovom, grabovom i jasenovom šumom.

Postaja *Ika* (*45°30'80'' N, 14°28'03'' E, 1 m n.m.*) je ušće potoka i nalazi se u naselju Ika koje je praktički na samom moru. Nema vegetacije, korito je omeđeno zidom od kamena. U blizini te postaje ima mnogo kuća koje nisu priključene na sustav javne odvodnje jer su van tog sustava i ne mogu se priključiti. Prema tome, ukoliko bi otpadne vode iz zaleđa Ike imale nepovoljan utjecaj na kvalitetu vode potoka Banina, rezultati bi trebali pokazati jasnu razliku između prvih dviju mjernih postaja *Slap* i *Most* kod kojih otpadne vode nemaju utjecaja i treće postaje *Ika* na koju ima utjecaj.

1. **Prikaz podataka**

Podatke smo prikazali tablicama.

Tablica 1. Fizikalno-kemijska i mikrobiološka analiza vode uzorkovane u šk. god. 2013./14.

| Datum | **17.12.2013.** | | | **9.1.2014.** | | | **12.2.2014.** | | | **25.4.2014.** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lokacija | Slap | Most | Ika | Slap | Most | Ika | Slap | Most | Ika | Slap | Most | Ika |
| Vrijeme uzorkovanja | 12:40 | 13:30 | 14:00 | 10:30 | 11:15 | 12:00 | 9:49 | 11:00 | 11:38 | 9:05 | 10:25 | 11:15 |
| Opis vremena | Sunčano  bez vjetra | Sunčano  bez vjetra | Sunčano  bez vjetra | Oblačno povjetarac | Oblačno bez vjetra | Oblačno bez vjetra | Oblačno,  povjetarac | Oblačn obez vjetra | Oblačno bez vjetra | Sunčano  bez vjetra | Sunčano  bez vjetra | Sunčano  bez vjetra |
| Temperatura vode (°C) | 0,3 | nema vode | nema vode | 5,5 | 5,5 | 9,8 | 6,7 | 7,6 | 10,2 | 7,7 | 8,1 | 10,7 |
| Temperatura zraka (°C) | 5 | 5 | 7 | 4 | 5 | 8 | 4 | 6 | 9 | 12,1 | 12,7 | 19,9 |
| pH | 8 |  |  | 7,2 | 7,3 | 7,3 | 7,8 | 7,8 | 7,7 | 7 | 7,5 | 7 |
| Nitrati (mg/L) | 0 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nitriti (mg/L) | 0 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otopljeni kisik (mg/L) | 14 |  |  | 13,4 | 12,2 | 11 | 11,7 | 10 | 10 | 9.9 | 8,3 | 7,9 |
| Vodljivost (µS/cm) | 309 |  |  | 302 | 292 | 351 | 271 | 262 | 282 | 352 | 326 | 438 |
| Amonijak (mg/L) | 0 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Fosfati (mg/L) | 0 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 1 |
| Ukupni koliformi (B/100 mL) | 25 |  |  | 24 | 50 | 51 | 6 | 8 | 13 | 75 | 54 | 80 |
| Fekalni koliformi (B/100 mL) | 1 |  |  | 12 | 25 | 25 | 9 | 5 | 51 | 34 | 49 | 35 |
| Fekalni streptokoki (B/100 mL) | 0 |  |  | 7 | 6 | 32 | 6 | 21 | 38 | 15 | 40 | 24 |
| E.coli (B/100 mL) | 3 |  |  | 16 | 35 | 21 | 6 | 21 | 38 | 53 | 45 | 45 |

U Tablici 1. možemo uočiti povećanje temperature zraka kako se krećemo od izvora prema ušću (s više nadmorske visine k nižoj). Prema tome možemo zaključiti da je na višoj nadmorskoj visini temperatura zraka niža. Primjećujemo da je u zimskim mjesecima (prosinac, siječanj, veljača) slična promatramo li pojedinačno postaju dok u travnju uočavamo veći porast.

Također primjećujemo porast temperature vode kako se krećemo od izvora prema ušću, pogotovo nešto višu temperaturu na lokaciji Ika, području na kojem nema vegetacije pa dolazi do bržeg zagrijavanja.

U Tablici 1. također možemo uočiti da je količina otopljenog kisika bila najveća u siječnju kad je temperatura vode bile najniže odnosno da je najmanja u travnju kad su temperatura bila najviša. To nam je potvrdilo da količina otopljenog kisika ovisi o temperaturi vode odnosno da je obrnuto proporcionalna s temperaturom vode. U svim ispitivanjima i na svim postajama je količina otopljenog kisika veća od 7 mg/L.

pH ne pokazuje značajnije razlike između ispitivanja različitih dana kao ni među različitih postaja istog dana. U svim ispitivanjima i na svim postajama je vrijednost pH između 6 i 8.

Rezultati mjerenja elektrovodljivosti pokazuju malu razliku u vrijednostima među postajama i danima mjerenja. U svim ispitivanjima i na svim postajama je elektrovodljivost manja od 500 μS/cm.

Nitrite nismo našli niti u jednom ispitivanju dok smo nitrate, amonijak i fosfate smo našli samo u posljednjem ispitivanju. Također su u posljednjem ispitivanju vrijednosti bakterioloških opterećenja veće u odnosu na dosadašnje te je nešto manja količinu otopljenog kisika. Smatramo da postoji veza među tim rezultatima. Viša temperatura u posljednjem ispitivanju uzrokuje manju količinu kisika u vodi, brži raspad organskih tvari. Povećanje amonijaka možemo povezati s fekalnim zagađenjem, a fosfati u vodi su moguća posljedica uporabe deterdženata. S obzirom da smo fosfate našli samo u jednom ispitivanju na dvije postaje, trebalo bi ponoviti to ispitivanje više puta u dužem vremenskom razdoblju kako bismo dokazali je li to kontinuirano zagađenje ili samo izoliran slučaj.

Tablica 2. Fizikalno-kemijska i mikrobiološka analiza vode uzorkovane u šk.god.2014./15.

| Datum | **12.12.2014.** | | | **26.2.2015.** | | | **14.4.2015.** | | | **28.4.2015.** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lokacija | Slap | Most | Ika | Slap | Most | Ika | Slap | Most | Ika | Slap | Most | Ika |
| Vrijeme uzorkovanja | 8:11 | 8:45 | 9:31 | 8:40 | 9:18 | 10:00 | 10:40 |  |  | 12:50 | 13:45 | 14:50 |
| Opis vremena | Oblačno povjetarac | Oblačno bez vjetra | Oblačno bez vjetra | Oblačno povjetarac | Oblačno bez vjetra | Oblačno bez vjetra | Poluoblačno, bez vjetra |  |  | kiša | kiša | kiša |
| Temperatura vode (°C) | 2 | 1,9 | 7,9 | 6 | 5 | 10 | 10 | nema vode | nema vode | 10 | 9,5 | nema vode |
| Temperatura zraka (°C) | -1 | 0,9 | 5,3 | 5 | 6 | 15 | 13 |  |  | 9,5 | 13 | 15 |
| pH | 6,8 | 6,7 | 6,5 | 8 | 6,8 | 7,8 | 7 |  |  | 6 | 7 |  |
| Nitrati (mg/L) | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 1 | 1 |  |
| Nitriti (mg/L) | 0,1 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 0 | 0 |  |
| Otopljeni kisik (mg/L) | 12,1 | 13 | 11,9 | 10 | 9,5 | 9 | 8,2 |  |  | 10 | 10 |  |
| Vodljivost (µS/cm) | 280 | 299 | 333 | 287 | 302 | 332 | 290 |  |  | 285 | 281 |  |
| Amonijak (mg/L) | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 0 | 0 |  |
| Fosfati (mg/L) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 0 | 0 |  |
| Ukupni koliformi (B/100 mL) | 2 | 4 | 32 | 0 | 16 | 25 | 0 |  |  |  |  |  |
| Fekalni koliformi (B/100 mL) | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 17 | 2 |  |  | 72 | 60 |  |
| Fekalni streptokoki (B/100 mL) | 16 | 7 | 130 | 0 | 0 | 34 | 0 |  |  | 95 | 140 |  |
| E.coli (B/100 mL) | 6 | 6 | 36 | 3 | 0 | 19 | 4 |  |  | 93 | 85 |  |
| Kisik (mg/L)  Metoda  HR EN 25813:2003 |  |  |  | 11,59 | 11,52 | 11,17 |  |  |  |  |  |  |
| Zasićenost kisikom (%) |  |  |  | 93,2 | 90 | 98,4 |  |  |  |  |  |  |
| BPK5  Metoda  HRN ISO6058 |  |  |  | 0,65 | 0,75 | 0,72 |  |  |  |  |  |  |

U Tablici 2. ne primjećujemo neka značajnija odstupanja ove godine u odnosu na prošlogodišnje rezultate. Ove godine nismo pronašli fosfate niti na jednoj postaji pa možemo zaključiti da su prošlogodišnji rezultati koje smo dobili u jednom mjerenju izolirani slučaj ili naše neprecizno mjerenje.

U rezultatima mikrobiološke analize ne uočavamo veliku razliku između pojedinih postaja. Nešto više kolonija bakterija pronađeno je u posljednjem ispitivanju. Mogući razlog je kiša koja je padala toga dana.

Također ne možemo uočiti značajniju razliku između postaja *Slap* i *Most* na koju otpadne vode nemaju utjecaj i postaje *Ika* na koju ima.

Da bismo bili sigurni da možemo opovrgnuti hipotezu laboratorij RIEKO – Lab nam je napravio biološku potrošnju kisika BPK5 i iz rezultata u Tablici 2. možemo uočiti da nema značajne razlike između promatranih postaja. Količina kisika je najveća na postaji *Slap*, a najmanja na postaji *Ika*, ali su te razlike jako male i zanemarive. Zasićenost kisikom je na svim postajama preko 90% što govori da je riječ o kvalitetnoj vodi. Razlika u količini kisika prvog i petog dana je veoma mala što znači da voda nije opterećena organskom tvari čijom razgradnjom bi se trošio kisik.

Vrijednosti otopljenog kisika koje su dobivene u laboratoriju su nešto više od vrijednosti koje smo mi dobili. Do razlike u rezultatima je vjerojatno došlo zbog toga što se ispitivanje radi različitim metodama, a u laboratoriju rade stručnjaci pa su i ti rezultati precizniji.

Ove godine smo napravili jedno ispitivanje na lokaciji potoka Banina (45°17'82'' N, 14°13' 52'' E, 812 mn.m), najvišoj od svih promatranih točaka koja također nije pod utjecajem otpadnih voda jer na toj lokaciji edukatorice Parka prirode Učka održavaju edukacije o makrobezkralježnjacima zainteresiranim školama i učenicima. Lokaciju smo nazvali Ranch na Rečini.

Tablica 3. Fizikalno-kemijska analiza vode uzorkovane 14.4.2015. na lokaciji Ranch na Rečini

| Datum | 14.4.2015. |
| --- | --- |
| Lokacija | Ranch na Rečini |
| Geografska dužina, širina, nadmorska visina | 45°17'82'' N, 14°13' 52'' E, 812 mn.m |
| Opis vremena | Poluoblačno, bez vjetra |
| Vrijeme uzorkovanja | 11:30 |
| Temperatura vode (°C) | 11 |
| Temperatura zraka (°C) | 15 |
| pH | 6,5 |
| Nitrati (mg/L) | 0 |
| Nitriti (mg/L) | 0 |
| Otopljeni kisik (mg/L) | 8,4 |
| Vodljivost (µS/cm) | 282 |
| Amonijak (mg/L) | 0 |
| Fosfati (mg/L) | 0 |

Rezultati fizikalno-kemijske analize nalaze se u okviru rezultata nizvodnih postaja.

Tablica 5. Identifikacija i broj slatkovodih organizama 14.4.2015. na lokaciji *Ranch na Rečini*

|  |  |
| --- | --- |
| **Svojta** | **Broj jedinki** |
| vodencvijet | 21 |
| tular | 36 |
| daždevnjak | 4 |
| rakušac | 4 |

Pronašli veći broj vodencvijetova i tulara koji žive u čistim ili manje onečišćenim vodama, a tek manji broj rakušca i daždevnjaka.

Tablica 5. Identifikacija i broj slatkovodih organizama 28.4.2015. na lokacijama *Slap* i *Most*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Slap** | | **Most** | |
| **Svojta** | **Broj jedinki** | **Svojta** | **Broj jedinki** |
| vodencvijet | 17 | vodencvijet | 19 |
| tular | 23 | tular | 13 |
| daždevnjak | 2 | daždevnjak | 1 |
|  |  | rakušac | 1 |

Iako je toga dana padala kiša, prva nakon dužeg sušnog razdoblja, vode je bilo samo na lokacijama *Slap* i *Most.* Pronašli smo makrobezkralježnjake i kralježnjake koji žive u čistim vodama kao što je prikazano u Tablici 5..

Na postaji *Most* smo našli organizme koji po broju i sastavu odgovaraju uzvodnim postajama iako u prethodnom ispitivanju nije bilo vode na toj lokaciji. Jedno od mogućih objašnjenja je da su doplavljeni strujom vode iz uzvodnih postaja na kojima stalno ima vode ili su se možda nalazili u međuprostoru korita na kojima je još bilo vode.

1. **Zaključak**

Bilo bi dobro i dalje nastaviti istraživanje, posebno identificirati i pobrojati makrobezkralježnjake na lokaciji Ika koja je pod utjecajem otpadnih voda. Prema dosadašnjim rezultatima možemo zaključiti da otpadne vode iz zaleđa Ike nemaju nepovoljan utjecaj na kvalitetu vode potoka Banina čime opovrgavamo postavljenu hipotezu. Možemo pretpostaviti da nema previše kuća koje nisu priključene na sustav javne odvodnje, da možda u njima živi manji broj ljudi ili ljudi ne žive u njima tijekom cijele godine. U svakom slučaju drago nam je što smo došli do takvog zaključka i vjerujemo da će kvaliteta vode biti još i bolja nakon što se na Sustav spoje i preostale kuće.

1. **Izvori**
2. Tišma I.: Geografija Hrvatske, udžbenik za 8. razred osnovne škole, ŠK, 2009.
3. Lukić S., Varga M., Dujmović I.: Lučba 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole, ŠK, 2009.
4. Starac R. (1992.) Silvan, Perun i Zeleni Juraj, Jurina i Franina 51/92
5. Rubinić A. Diplomski rad: Hidrološka analiza vodnih pojava na području parka prirode Učka s primjenom GIS tehnologije, 2004.
6. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju NN. 56/13,
7. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analiza vode za ljudsku potrošnju NN 125/13; 141/13
8. Biologija voda, radni list namijenjen školama i društvenim organizacijama: „Bioindikatori, u školskoj nastavi“, priručnik za nastavnike, 2002.
9. Steward A. L., von Schiller D., Tockner K., Marshall J. C., Bunn S. E.: When the river runs dry: human andecological values of dry riverbeds, Frontiers in Ecology and the Environment, 2012, str. 202–209
10. Radna uputa za određivanje otopljenoga kisika HRN EN 25813:2003 i BPK5, RIEKO-Lab, 2014.
11. Park prirode Učka – vode (Citirano 13.02.2014.)

[**http://www.pp-ucka.hr/prirodna-bastina/vode/**](http://www.pp-ucka.hr/prirodna-bastina/vode/)