UTJECAJ OTPADNE VODE NASELJA MAHIČNO NA KVALITETU RIJEKE KUPE

Autori: Matea Gašljević, Lukrecija Seljan, Kristijan Šimunić

Mentor: Ljiljana Panjević, prof.

OSNOVNA ŠKOLA MAHIČNO, KARLOVAC

1. ISTRAŽIVAČKA PITANJA / HIPOTEZE

U školskoj godini 2014./2015. sudjelovali smo na Državnoj smotri i natjecanju GLOBE škola u Daruvaru s projektom pod nazivom „Utječu li otpadne vode naselja Mahično na fizikalno – kemijsku kvalitetu rijeke Kupe?“ U tom projektu nismo uspjeli detektirati mjerljiv utjecaj otpadne vode naselja Mahično na kvalitetu rijeke Kupe. Odlučili smo nastaviti rad na projektu.

Kupa je rijeka čiji je izvor i ušće u Hrvatskoj, a dijelom svoga toka čini granicu sa Slovenijom. Izvor ima izgled jezerca, a nalazi se u Nacionalnom parku Risnjak kod mjesta Razloge u Gorskom kotaru. Područje uz rijeku Kupu naziva se Pokuplje. Ukupna duljina toka rijeke Kupe je 296 km. Širina rijeke Kupe u naselju Mahično iznosi 50 metara. Prosječni protok rijeke Kupe je 283 m3/s. Kupa prolazi i 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. Kanal je izgrađen radi zaštite grada Karlovca od poplavnih voda. U situaciji kada Kupa prijeđe metar visine, kanal se počinje puniti. Za vrijeme ljetnog vodostaja kanal je plitak i sliči bari, a kada vodostaj rijeke Kupe dosegne 6 – 7 m kroz kanal voda teče bujično.

U naselju Mahično, iako je nedaleko od grada Karlovca, ne postoji sustav javne odvodnje. Kućanstva imaju sabirne jame, koje bi u pravilu trebale biti pravilno izvedene bez ispusta u okolni teren, u ovom slučaju u rijeku Kupu. Međutim, otpadne vode naselja Mahično odvode se sistemom kanala direktno u rijeku Kupu. Jedan od tih kanala je i Kovarička koja se nalazi oko 3 km od naše osnovne škole. Duljina kanala Kovarička je 25 m, a širina 2 metra. Ove godine odlučili smo odrediti utjecaj otpadnih voda naselja Mahično na kvalitetu rijeke Kupe. Osim fizikalno-kemijskih parametara napravili smo i mikrobiološku analizu vode. Naša hipoteza bila je da postoji utjecaj kanala Kovarička na rijeku Kupu te ga možemo zabilježiti neposredno nakon utoka kanala u rijeku Kupu.

1. METODE ISTRAŽIVANJA

Za realizaciju projekta određivali smo fizikalno-kemijske pokazatelje na tri lokacije: kanal Kovarička, Kupa 35 m uzvodno od utoka kanala Kovarička i Kupa 35 m nizvodno od utoka kanala Kovarička. Prvi zadatak bio je odrediti geografsku dužinu i širinu te nadmorsku visinu pomoću GPS-a. Za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava vode korišten je GLOBE priručnik.

Metode korištene prema GLOBE protokolu su: određivanje temperature, pH, otopljeni kisik, nitrati i alkalitet. Izvan GLOBE protokola analizirani su: boja i miris vode, nitriti, ukupna tvrdoća, amonijak i fosfati. Za određivanje temperature korišten je alkoholni termometar i provođena su dva paralelna mjerenja. pH vrijednosti određivane su indikator papirom. Nitriti i ukupna tvrdoća su analizirani pomoću indikator trake Quantofix, a kisik, amonijak i fosfati analizirani su pomoću kitova. Boja je određivana vizualno. Miris smo određivali mirisanjem nakon protresanja uzorka u posudi. Boja, miris i temperatura određivani su na mjestu uzorkovanja, dok su ostali pokazatelji analizirani u školskom kabinetu nakon petnaest minuta gdje su dostavljeni automobilom.

U suradnji sa Zavodom za javno zdravstvo Karlovačke županije, Službom za zdravstvenu ekologiju, Odsjekom za pitke vode i vodoopskrbu izveli smo mikrobiološku analizu vode na trima postajama. Uzorke za mikrobiološku analizu uzimali smo u sterilne plastične boce zapremnine 0,5 L i uzorke smo odnijeli u Zavod za javno zdravstvo.

Ispitivanje koliformnih bakterija i vrste *Escherichia coli* se temelji na membranskoj filtraciji određenog volumena uzorka vode kroz membranski filter veličine pora 0,45 µm što je dovoljno da se bakterije zadrže na površini. Membranski filter se polaže na kromogenu podlogu Rapid *E.coli* 2, uz inkubaciju pri 36 ± 2°C unutar 24 sata. Brojanje crijevnih enterokoka temelji se također na filtriranom uzorku. Filter se polaže na čvrsti selektivni medij koji sadrži natrijev azid (sprječava rast Gram negativnih bakterija) i bezbojan 2,3,5-trifeniltetrazolium klorid koji crijevni enterokoki reduciraju u crveni formazon. Tipične kolonije su uzdignute, crvene, kestenjaste ili ružičaste boje.

Analiziran je i ukupan broj kolonija aerobnih bakterija, kvasaca i plijesni na specificiranoj podlozi pod zadanim uvjetima. Inokulira se izmjereni volumen uzorka ili njegova razrjeđenja u Petrijevu zdjelicu i miješa sa podlogom. Inkubira se jedna ili set ploča na 36 ± 2°C kroz 44 h, a druga ili set ploča na 22 ± 2°C kroz 68 h. Broj jedinica koje formiraju kolonije po mililitru uzorka izračuna se iz broja kolonija poraslih na podlozi.

Izolacija i brojanje *Pseudomonas aeruginosa* temelji se na filtriranom uzorku. Filter se polaže na čvrsti selektivni medij CN agar. Broj *P. aeruginosa* se određuje brojanjem karakterističnih kolonija na membranskom filteru nakon inkubacije.

1. PRIKAZ I ANALIZA PODATAKA

U razdoblju od 30.11.2015. do 16.03.2016. tijekom pet terenskih izlazaka određivali smo fizikalno- kemijske i organoleptičke pokazatelje: boja, miris, temperatura, pH, otopljeni kisik, nitrati, nitriti, alkalitet, ukupna tvrdoća, amonijak i fosfate. Prikupili smo ukupno 15 uzoraka na tri lokacije. Prikupljene podatke svrstali smo u tablice. Rezultati su grafički prikazani u obliku grafikona za svaki analizirani parametar. Rezultati mikrobiološke analize prikazani su tablično.

Tablica 1: Tablični prikaz rezultata boje i mirisa za lokaciju Kovarička

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Datum | 30.11. | 16.12. | 27.01. | 11.02. | 16.03. |
| Boja | bez | smeđa | bez | smeđa | smeđa |
| Miris | bez | truležast | bez | truležast | truležast |

Na lokaciji Kovarička boja je smeđa, a voda je često mutna. Na ostalim lokacijama, u svim uzorcima boja je bila bezbojna. Na lokaciji Kovarička miris je uglavnom bio truležast (Tablica 1). Na ostalim lokacijama uzorkovanja mirisa nije bilo. Zaključili smo da je voda kanala Kovarička zagađena te da su to vjerojatno sanitarne otpadne vode.

Slika 1: Temperatura vode na lokacijama uzorkovanja

Vrijednosti temperature vode su se kretale od minimalno 6˚C do maksimalno 10,5˚C. U grafičkom prikazu vidljivo je da su sve postaje imale slične temperature.

Slika 2: pH vrijednosti vode na lokacijama uzorkovanja

pH je mjera kiselosti neke otopine. Vrijednosti pH vode kretale su se od 6 do 7,8. (Slika 2), što pokazuje da su vode slabo kisele do slabo neutralne.

Slika 3: Količina otopljenog kisika u vodi na lokacijama uzorkovanja

Koncentracije otopljenog kisika kretale su se od minimalno 9,6 mg/l do maksimalno 12,8 mg/l (Slika 3).

Slika 4: Alkalitet vode na lokacijama uzorkovanja

Alkalitet je sposobnost vode da neutralizira dodanu kiselinu. Alkalitet vode izražava se kao sadržaj CaCO3 mg/L vode. Koncentracija alkaliteta kretala se od minimalno 280 mg/l do maksimalno 650 mg/l (Slika 4). Najviše vrijednosti zabilježene su u kanalu Kovarička.

Slika 5: Ukupna tvrdoća vode na lokacijama uzorkovanja

Ukupnu tvrdoću čine razni otopljeni ioni metala, uglavnom kalcija i magnezija. Ukupna tvrdoća kretala se od minimalno 356 mg/l do maksimalno 445 mg/l (Slika 5).

Slika 6: Koncentracije amonijaka u vodi na lokacijama uzorkovanja

Amonijak je jedan od najvažnijih indikatora zagađenja vodenih sustava. Količina amonijaka u vodi je u normalnim uvjetima vrlo mala. Koncentracija amonijaka kretala se od minimalno 0 mg/l do maksimalno 3 mg/l. U Kupi su vrijednosti bile niske, dok smo veće koncentracije zabilježili u kanalu Kovarička (Slika 6).

Slika 7: Koncentracije fosfata u vodi na lokacijama uzorkovanja

Koncentracija fosfata kretala se od minimalno 0 mg/l do maksimalno 0,2 mg/l (Slika 7).

Nitrate i nitrite nismo našli ni na jednoj lokaciji uzorkovanja.

Tablica 2: Tablični prikaz rezultata mikrobiološke analize vode na lokacijama uzorkovanja

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 11.03.2015. | KANAL KOVARIČKA | KUPA-UZVODNO | KUPA-NIZVODNO |
| Broj kolonija pri 37°C/1 ml | 936 | 126 | 80 |
| Broj kolonija pri 22°C /1 ml | 9200 | 300 | 727 |
| Ukupni koliformni/100 ml | >100x10² | 682 | 6600 |
| *E. coli*/100 ml | 4700 | 48 | 140 |
| Enterokoki/100 ml | >1000 | 20 | 260 |
| *P. aeruginosa*/100 ml | 10 | 0 | 3 |
|  |  |  |  |
| 16.03.2016. | KANAL KOVARIČKA | KUPA-UZVODNO | KUPA-NIZVODNO |
| Broj kolonija pri 37°C /1 ml | >300 | 61 | 63 |
| Broj kolonija pri 22°C /1 ml | >300 | 645 | 700 |
| Ukupni koliformni/100 ml | >100x10² | 150 | 336 |
| *E.coli*/100 ml | >100x10² | 25 | 40 |
| Enterokoki/100 ml | 0 | 11 | 39 |
| *P. aeruginosa*/100 ml | 0 | 0 | 0 |

Mikrobiološku analizu vode smo napravili dva puta, 30.11..2015. i 16.03.2016. Broj kolonija pri 37˚C u 1 ml i broj kolonija pri 22˚C u 1 ml u kananu Kovarička je velik u obje analize. Broj kolonija u Kupi je veći nizvodno od kanala.

Koliformne bakterije su primarno nepatogene i normalno obitavaju u donjem probavnom traktu (debelom crijevu) čovjeka i toplokrvnih životinja, gdje su odgovorne za pravilnu probavu hrane. Koliformne bakterije se izlučuju fekalijama te dospijevaju u otpadne vode, a preko njih u prirodne vode recipijente otpadnih voda. Ukupni koliformi u kanalu su >100x10² u 100 ml. Broj ukupnih koliforma veći je nizvodno od kanala u oba uzorka. *Escherichia coli* pripada porodici Enterobacteriaceae, bakterija koja živi u crijevima ljudi i životinja, a u vodama je indikator fekalnog zagađenja. U kanalu ima veliki broj *E.coli*, najviše u drugom uzorku (Tablica 2).

Enterokoki su gram-pozitivne bakterije, okrugle do jajolike, poredane u lance. Enterokoki su najpodobnija grupa bakterija za vrednovanje higijenske kvalitete vode. U prvom uzorku nađeno je Enterokoka/100 ml >1000. U drugom uzorku nisu pronađeni enterokoki.

*Pseudomonas aeruginosa* je gram-negativna, pokretna, štapićasta bakterija. U prvom uzorku broj kolonija *P. aeruginosa*/100 ml je 10, a u drugom uzorku ta bakterija nije pronađena.

4. ZAKLJUČCI

Nakon uzorkovanja i analiziranja voda na našim mjernim postajama došli smo do slijedećih zaključaka. Na lokaciji kanal Kovarička boja vode je smeđa i voda je često mutna. Miris je neugodan i truležast. Na ostalim lokacijama, u svim uzorcima, voda je bila bezbojna, a mirisa nije bilo. Voda kanala je zagađena i pretpostavili smo da su to sanitarne otpadne vode. Vrijednosti otopljenog kisika na svim mjernim postajama omogućuju nesmetan život organizmima. Ukupna tvrdoća kretala se od minimalno 356 mg/l do maksimalno 445 mg/l. Alkalitet je bio znatno veći u kanalu Kovarička, a trendovi alkaliteta nisu se podudarali s mjerenjima ukupne tvrdoće. Pretpostavili smo da je mogući razlog većeg alkaliteta u kanalu Kovarička prisutnost kemikalija koje se koriste u kućanstvu (primjerice fosfata). Voda na svim našim postajama je tvrda voda. Koncentracija amonijaka kretala se od minimalno 0 mg/l do maksimalno 3 mg/l. Najviše vrijednosti našli smo u vodama kanala Kovarička, a povećanje amonijaka povezali smo s fekalnim zagađenjem.

Iz mikrobiološke analize vidi se da je utjecaj otpadne vode kanala Kovarička nešto veći u studenom u odnosu na ožujak. U ožujku je vodostaj rijeke Kupe zbog čestih padalina bio viši od onog u studenom. U Kupi dolazi do razrjeđenja otpadnih voda kanala Kovarička. Utjecaj otpadnih voda je ljeti vjerojatno veći, kad padne razina vode rijeke Kupe. Prema rezultatima mikrobiološke analize vode zaključili smo da su vode kanala Kovarička sanitarne otpadne vode, fekalnog onečišćenja. Broj bakterija u analiziranim uzorcima nizvodno od kanala veći je u odnosu na broj bakterija uzvodno od kanala pa smo zaključili da vode kanala Kovarička utječu na kvalitetu rijeke Kupe.

5. IZVORI

* GLOBE hidrološki protokoli
* www. globe. Gov
* [www.voda.hr](http://www.voda.hr)
* Uredba o standardu kakvoće vode NN 73/13
* Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda NN 3/16
* <http://e-skola.biol.pmf.unizg.hr>
* <http://hr.wikipedia.org/wiki/Kupa>
* Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju NN br. 56/13 i 64/15
* Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju ( NN br. 125/13, 141/13 i 128/15).