**FIZIKALNO-KEMIJSKA ANALIZA POTOKA MEDVEDNICE**

**Autori: Bernarda Jurić, Dora Lacković, Josipa Šegota  
Mentor: Mirjana Krpan, prof.**

**Ženska opća gimnazija Družbe sestara milosrdnica s pravom javnosti  
Zagreb**

1. **Istraživačka pitanja/Hipoteze**

Porast ljudske populacije, razvoj industrije te gomilanje i odlaganje otpada nameću potrebu očuvanja okoliša. Posebno su ugroženi potoci iz razloga što se sve površinsko onečišćenje oborinskim vodama procjeđuje u podzemlje i tamo onečišćuje vodotoke. Zbog toga se rezerve pitke vode smanjuju, mijenja se sastav životnih zajednica u vodi i nestaju karakteristične autohtone vrste. Grad Zagreb obiluje izvorima i potocima koji se formiraju na Medvednici. Glavnina izvora izvire iznad 750 m.n.m. Zahvaljujući brojnim izvorima, vodotoci južne padine su bogati vodom cijele godine te poneki dopiru do samog središta grada i utječu u Savu. U svom gornjem toku potoci su uglavnom neregulirani i očuvani te većinom bez antropogenog utjecaja, a srednji i donji protječu kroz urbani dio grada te su ugroženi od izgradnje u neposrednoj blizini, agresivnih hidrotehničkih mjera kojima se mijenja njihov izgledi i brojnih onečišćenja.

Kakva je kvaliteta vode zagrebačkih potoka? Postoje li razlike u fizikalnim i kemijskim parametrima potoka? Cilj našeg istraživanja bio je odrediti fizikalne i kemijske parametre potoka Jelenovac, Črnomerec i Kustošak na tri mjerne postaje, u njihovom gornjem, srednjem i donjem toku. Pretpostavili smo da su gornji i srednji dio toka manje onečišćeni u odnosu na donji dio. Navedeni potoci nisu u monitoringu Hrvatskih voda te nema službenih podataka o njihovoj kakvoći. Stoga smatramo da su naša mjerenja posebno interesantna.

1. **Metode istraživanja**

Za potrebe našeg projekta određivali smo fizikalne i kemijske karakteristike na svakoj od tri mjerne postaje potoka Jelenovac, Črnomerec i Kustošak. Na potoku Jelenovac prva mjerna postaje bila nam je uz ulicu Jelenovački vrh, druga mjerna postaja u središtu Jelenovca, a treća nedaleko Kosirnikove ulice. Na potoku Črnomerec mjerenja u gornjem toku radili smo uz markiranu stazu koja iz Lukšića vodi prema Grafičaru, nedaleko mjesta gdje se u Veliki potok ulijeva Mali potok. Analizu donjeg toga obavili smo u području Fraterščice, a donji tok smo analizirali uz ulicu Fallerovo šetališe u Voltinom naselju. Za prvu mjernu postaju na potoku Kustošaku odabrali smo mjesto iznad Krvarića, drugu na području gornje Kustošije, a treću u Biokovskoj ulici. Mjerenja smo obavljali jednom mjesečno tijekom 2013. godine. Za određivanje temperature vode, pH, količine otopljenog kisika, nitrita i nitrata koristili smo GLOBE priručnik i protokole za analizu vode. Kemijsku analizu vode radili smo pomoću kompleta za analizu vode (analiza 2, Educa). Za određivanje temperature koristili smo alkoholni termometar i provodili smo dva paralelna mjerenja. pH je mjera kiselosti neke otopine, a određuje se prema koncentraciji vodikovih (H+) iona. pH vrijednost potoka određivali smo indikator papirom. Topljivost kisika u vodi vezana je uz temperaturu. U tekućim vodama otapa se više kisika. Količina otopljenog kisika ispod 3 mg/L opasna je za većinu vodenih organizama. Mjerenje količine otopljenog kisika radili smo prema uputama koje se dobiju uz kit. Mjerenje količine nitrata važan je korak u određivanju kvalitete vode. Prirodne vode obično imaju manje od 1 mg/L N-NO3-. Prirodni izvori povećanja koncentracije nitrata u vodi su kiša, snijeg, magla ili raspad organske tvari. Antropogeni izvori nitrata u vodi su umjetna gnojiva i kanalizacijski ispusti. Navedeni izvori mogu uzrokovati preopterećenje vodenog ekosustava (tzv. eutrofikaciju).

1. **Prikaz i analiza podataka**

Tijekom 2013.godine jednom mjesečno provedena je fizikalno-kemijska analiza vode potoka Jelenovac, Črnomerec i Kustošak. Prikupljene podatke smo svrstali u tablice i statistički obradili. Mjerenja su dokazala našu pretpostavku da su potoci u donjem dijelu toka puno više onečišćeni u odnosu na dio toka u blizini izvora. Na nizvodnim postajama zabilježili smo smanjene koncentracije otopljenog kisika, a povećane koncentracije nitritnih i nitratnih iona. Prema dobivenim podacima najmanje je onečišćen Jelenovac, a najlošije je stanje u Kustošaku. To se može objasniti većim antropogenim utjecajem i većim organskim onečišćenjem.

Slika 1. Prikaz pH vrijednosti vode u potocima Jelenovac, Črnomerec i Kustošak tijekom 2013. godine

Tijekom godine vrijednosti pH kretale su se u rasponu od 4 do 8 (slaka 1.). Za vrijeme ljeta povećana je asimilacija CO2 u biljkama i pH je viši, a za vrijeme zimskih mjeseci pH je niži. Zabilježeni niski pH u srednjem toku potoka Jelenovac moguća je posljedica nekog antropogenog djelovanja.

Temperaturne vrijednosti kretale su se u rasponu od 3⁰C u gornjem toku do 24⁰C u donjem toku (slika 2.). U sva tri potoka dobivene temperaturne vrijednosti bile su najniže u gornjem, a najviše u donjem toku. Razlog tome može biti viša nadmorska visina, blizina izvora ili zasjenjenost potoka šumskim raslinjem.

Slika 2.Grafički prikaz promjene temperature vode u potocima Jelenovac, Črnomerec i Kustošak tijekom 2013. godine

Najviše otopljenog kisika ima u gornjem toku potoka Jelenovac (8-10 mg/L). U srednjem i donjem toku koncentracija kisika se smanjuje (od 7 mg/L do 1 mg/L) što je indikator onečišćenja (slika 3.). Osim onečišćenja niske vrijednosti kisika mogu ukazivati i na izviranje iz podzemlja.

Slika 3.Grafički prikaz koncentracije otopljenog kisika u potocima Jelenovac, Črnomerec i Kustošak tijekom 2013. godine

U donjem toku Jelenovca te u srednjim i donjim tokovima Črnomerca i Kustošaka zabilježena je značajna prisutnost nitratnih iona (0,1-10 mg/L N-NO3-).U gornjem toku Jelenovca nije dokazana niti prisutnost nitratnih iona (u Črnomercu i Kustošaku od 0,01- 5 mg/L). U srednjem toku situacija je još gora i raspon nitratnih iona iznosi od 2,5 mg/L (Jelenovac) pa sve do 10 mg/L (Črnomerec i Kustošak) što je gornja vrijednost detekcije korištenog kita. Najlošije je stanje u donjem toku gdje je na sve tri lokacije zabilježena povećana koncentracija nitratnih iona koja ukazuje na onečišćenje (do 10 mg/L, slika 4.). Najniže vrijednosti u potoku Jelenovac u skladu su s najvišim vrijednostima kisika.

Slika 4. Grafički prikaz koncentracije nitrata (N-NO3-) u vodi potoka Jelenovac, Črnomerec i Kustošak tijekom 2013. godine

U gornjem dijelu sva tri potoka i u srednjem toku potoka Jelenovac ne postoji povećana koncentracija nitritnih iona (N-NO2-) koja bi ukazivala na onečišćenje. U srednjem i donjem toku potoka Črnomerec i Kustošak njihova je koncentracija iznosila 0,02 do 0,5 mg/L (slika 5.)

Slika 5. Grafički prikaz koncentracije nitritnih iona (N-NO2-) u vodi potoka Jelenovac, Črnomerec i Kustošak tijekom 2013. godine

1. **Zaključci**

Prema našim rezultatima, izvorski, odnosno gornji dijelovi potoka su najmanje onečišćeni, a srednji i donji jače čime smo potvrdili našu hipotezu. Razlog tome je dijelom niska ekološka svijet građana koji onečišćuju prirodne vodotoke bacajući u njih različiti otpad i otpadne vode iz kućanstva. Veliki utjecaj imaju i oborinske vode kojima se iz okolnog tla u potoke unosi dodatno opterećenje. Zbog blizine obradivih površina i gnojiva povećana je u potocima koncentracija nitrita i nitrata. Sukladno tome, idući nizvodno smanjuje se koncentracija otopljenog kisika pa čak i ispod 3 mg/L čime su onemogućeni životni uvjeti za većinu vodenih organizama. Najviše vrijednosti otopljenog kisika zabilježene su u gornjem toku gdje su temperature najniže i najmanje prisutno onečišćenje. Najnižu temperaturu vode imaju potoci u blizini izvora, a najvišu u donjem dijelu toka. pH vrijednosti kretale su se u rasponu od 4 do 8 što vjerojatno ovisi o procesima asimilacije i antropogenom utjecaju. Povećane koncentracije nitritnih i nitratnih iona u srednjem i donjem toku ukazuju na jako onečišćenje. Prema izmjerenim parametrima najmanje je onečišćen potok Jelenovac, a najlošije je stanje u urbanom dijelu potoka Kustošak. Smatramo da je ekološka svijest ipak niska, a urbanizacija se ne može izbjeći te različitim mjerama treba spriječiti onečišćenje okoliša i ulagati u prevenciju za zaštitu okoliša od brojnih negativnih utjecaja.

1. **Literatura**

GLOBE hidrološki protokoli

www. globe.gov

www.voda.hr