**„Kostrena u moru-more u Kostreni“**

Orlović Tamara, Vodeničar Maria, Jakić Matija

Mentor: Irena Sabo

Prirodoslovna i grafička škola, Rijeka

**1. Istraživačka pitanja / Hipoteze**

Projektom „Živjeti u Kostreni“ (šk. god. 2007/2008) istraživali smo kakvoću zraka u Kostreni, jer je zrak bio III. kategorije s obzirom na sumporovodik. U ovogodišnjem smo projektu istražili da li se kvaliteta zraka povećala, ali smo glavninu našeg istraživanja usmjerili na kvalitetu mora u Kostreni. Duž obale Kostrene su plaže, najbliže Rijeci, zbog čega je kvaliteta mora od izuzetne važnosti. Naša škola hidrološka mjerenja kontinuirano provodi u Rijeci na postaji „Park“.

**2. Metode istraživanja**

Mjerenja za sumporovodik proveli smo na tri postaje: Martinšćica, Paveki i Urinj. Mjerenja su provedena u prethodnoj školskoj godini i u njima su sudjelovali učenici OŠ *Kostrena.* Mjerili smo smjer vjetra, prisutnost sumporovodika test listićima (olovni(II)acetat) i pH kišnice univerzalnim indikator papirom. Ove godine smo pratili podatke s Interneta, koristili Izvješće NZZJZ i informacije iz INE. Cilj nam je bio komparirati prošlogodišnje stanje i uvidjeti da li se kvaliteta zraka povećala.

Za istraživanje mora odabrali smo tri mjerne postaje na kojima smo od studenog 2008. godine do veljače 2009. godine provodili mjerenja. Koordinate postaja odredili smo GPS-om. Odabrali smo slijedeće postaje: ulaz u uvalu Martinšćica (utjecaj „Viktor Lenca“); plaža u uvali Svežanj i u blizini luke Urinj (utjecaj „INE“). U istraživanju smo koristili GLOBE protokole za fizikalno- kemijska istraživanja vode. Mjerili smo temperaturu (alkoholni termometar), pH (pH pen), otopljeni kisik (kit za kisik), nitrate (indikator listići), salinitet (tabelarno očitan podatak, na temelju izmjerene temperature i gustoće), organoleptička svojstva mora i količinu organske tvari (sušenjem mora, a zatim žarenjem suhe tvari).

NZZJZ u Rijeci ustupio nam je podatke o analizi sedimenata (teški metali i ukupni aromati) na sve tri postaje. U Institutu „Ruđer Bošković“ u Rovinju predložena nam je biološka metoda ispitivanja onečišćenja dagnjama („stres na stres“), te smo istu realizirali i obradili. Metoda se zasniva na praćenju preživljavanja dagnji nakon izloženosti zraku.

U „Viktor Lencu“ i „INI“ saznali smo kakav utjecaj imaju te radne organizacije na more u Kostreni i kakve mjere namjeravaju poduzeti da bi se kvaliteta morskog staništa povećala.

Učenici OŠ *Kostrena* proveli su anketu među profesionalnim ribarima o učestalostima i vrstama riba u području Kostrene, a obrađeni podaci komentirani su u Prirodoslovnom muzeju u Rijeci.

Ronioci Centra za podvodne aktivnosti snimili su podmorje na različitim dubinama i izvadili dagnje za biološka ispitivanja. U Prirodoslovnom muzeju smo dobili sugestije vezane uz floru i faunu obalnog područja Kostrene, a ujedno su interpretirali biološku raznolikost (temeljem podvodnih snimaka i snimaka uz obalu)

**3. Prikaz i analiza podataka**

Prema Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05) i Zakonu o zaštiti zraka (NN 178/04) zrak je klasificiran u tri kategorije: I. kategorija (čist ili neznatno onečišćen), II. kategorija (umjereno onečišćen) i III. kategorija (prekomjerno onečišćen). Iako su prekoračenja koncentracije sumporovodika u drugom dijelu 2008. godine bitno smanjena, zbog poduzetih mjera u INI, zrak je ponovo u III. kategoriji. Ujedno se povećao broj prekoračenja koncentracije lebdećih čestica (II. kategorija) i sumporovog dioksida (II. kategorija). Perspektiva je u modernizaciji tehnoloških procesa, koja bi trebala biti gotova do sredine 2010. godine

Prema izvješću NZZJZ more u Kostreni je visokog stupnja kakvoće (na sve 3 mjerne postaje, dok je na 1 postaji pogodno za kupanje). U periodu naših mjerenja prozirnost na postajama bila je visoka, a neugodan miris mora (sumporovodik) prisutan je samo na postaji Urinj. Temperature mora bile su ujednačene (malo povišene na Urinju - moguć utjecaj Termoelektrane), a pH vrijednosti su na 2 postaje u granicama (8,10-8,25), dok je na Urinju nešto niža (7,98), što nas upućuje na kiseliju sredinu (moguć utjecaj sulfida ili izvora slatke vode). Količina organske tvari je povišena na Urinju. Zasićenost kisikom i koncentracija nitrata je zadovoljavajuća na svim postajama. Salinitet je nešto nižih vrijednosti na postaji Urinj (moguć utjecaj izvora slatke vode).

Podaci o visokim koncentracijama teških metala i policikličkih aromata (NZZJZ) u Martinšćici i nešto niže vrijednosti na Urinju (usporedba s uvalom Svežanj) usmjerili su nas ka ispitivanju izvora tih onečišćenja i analizi njihovih štetnosti.

Tablica 1. Izvori i vrste onečišćenja mora u Kostreni.

|  |  |
| --- | --- |
| **IZVOR** | **VRSTA ONEČIŠĆENJA** |
| **Brodogradilište „Viktor Lenac“** | Aromati, teški metali, zauljeni otpad  |
| **INA – rafinerija nafte Rijeka** | Ulja, aromati, teški metali, sulfidi  |
| **Termoelektrana Rijeka** | Zagrijane rashladne vode |
| **Komunalne otpadne vode** | Fekalne bakterije, biogeni elementi  |
| **Brodovi** | Zauljeni otpad, opasan teret, balastne vode  |

Snimke podmorja obuhvaćaju dva pojasa: mediolitoral (pojas plime i oseke) i infralitoral (zona fotofilnih algi i morskih cvjetnica) na tri postaje (Martinšćica, Svežanj i Urinj). Na osnovu njihove interpretacije u Prirodoslovnom muzeju u Rijeci donijeli smo neke zaključke o stanju bentosa na istraživanim postajama.

Postaja Martinšćica

U mediolitoralnom području nalazi se dosta rakova vitičara koji podnose veća zagađenja, visokih čunjića (visina čunjića ukazuje na zagađenje). Dokaz jačih onečišćenja je i nitasta alga *Cladophora* sp. U infralitoralnom području uočava se zamuljena degradirana zajednica i pomično dno s humcima i rupama (indikator zagađenosti). Degradacija je posljedica antropogenog djelovanja. Zlatna moruzgva je organizam karakterističan za onečišćena dna. Alge roda *Codium* na infralitoralnom dnu podnose jaču sedimentaciju.

Postaja Svežanj

U mediolitoralnom dijelu nalazimo slijedeće svojte - modrozelene alge, dagnje i priljepke. Takva raznolikost je uobičajena za stanište koje nije opterećeno zagađenjem. U infralitoralnom području uočava se zdrav izgled zajednice u sjeni, s višim algama (*Halimeda tuna)*. Bogato obrašteno dno,vitalan izgled zvijezdače i svježe ljušture na dnu upućuju na neopterećenu sredinu.

Postaja Urinj

U mediolitoralnom području je puno rakova vitičara, povišenih čunjića. Na mediolitoralnim stijenama se uočava prisutnost sluzave tvari i bijelih nakupina nepoznatog podrijetla. Stijene su „izjedene“ djelovanjem sulfida. U infralitoralnom području uočava se masni mulj, brojni humci s rupama ukazuju na jaču zamuljenost i pojačani unos čestica s kopna. Sitne alge (determinacija nije moguća s fotografije) i izgled kvrgave zvjezdače upućuju na lošiji ekološki razred.

Rezultati ankete među profesionalnim ribarima nisu direktni pokazatelji stvarnog stanja naselja riba i njihovih promjena, ali ukazuju na svijest ispitanika o manjem ulovu. Iako na svijest ispitanika o manjem ulovu može utjecati i promjena subjektivnog osjećaja o količini ribe, smatramo da je na dovoljno velikom uzorku (38 anketa), to znakovit indirektni pokazatelj stvarne promjene naselja riba. Od ribljih vrsta najviše ispitanika se izjasnilo da nestaju: kavala i tabinja od koštunjača, te raža kamenica i pas kostelj od hrskavičnjača. Sve četiri vrste nalaze se crvenom popisu ugroženih vrsta Jadrana. Kavala i raža su u kategoriji osjetljivih vrsta, a tabinja i pas kostelj u kategoriji najmanje zabrinjavajućih.

Na osnovu rezultata o preživljavanju dagnji (Slika 1), možemo zaključiti da postoji korelacija između zagađenosti sedimenta i preživljavanja dagnji po pojedinim postajama. Prema podacima iz NZZJZ- Rijeka, najveće opterećenje sedimenata je u uvali Martinšćica (dagnje te postaje su najlošije podnijele stres). Sedimenti na Urinju su također opterećeni policikličkim aromatima i teškim metalima, ali manje nego u uvali Martinšćica i krivulja dobivena metodom „stres na stres“ nalazi se u sredini, uz dvije dodirne točke s Martinšćicom. Dagnje iz Uvale Svežanj, koja je najmanje izložena onečišćenjima pokazuju najviši postotak preživljavanja.

Slika 1. Preživljavanje dagnji nakon izloženosti zraku.

Posjetili smo „Viktor Lenac“ i INU i saznali kakve su perspektive:Viktor Lenac- primjena čistih tehnologija, kao *DOCMASTER* – uređaj obrađuje površine broda s vodom pod visokim tlakom, sav se materijal skuplja i obrađuje. Uređaj je skup, pa je za sada samo napravljena prezentacija njegovog rada u Viktor Lencu i postavljanje suhog doka- izoliran radni prostor, nemogućnost zagađenja mora. U INI smo saznali da se modernizacija INE provodi, jer je to jedina opcija održivosti i da se predviđa do lipnja 2010. godine dovršiti *Claus* (proces prevođenja sumporovodika u elementaran sumpor) i *hydrocracking* (cijepanje viših ugljikovodika u niže s ciljem dobivanja benzina) postrojenje, čime bi INA uklopila u suvremene zahtjeve zaštite okoliša. INA ima problem sa akumuliranim ugljikovodicima u podzemlju, koji povremeno istječu u more, zbog čega su postavljene plutajuće brane. Podzemni ugljikovodici se crpe pumpama.

4. **Zaključak**

Kvaliteta zraka se nažalost nije povećala, te je zrak u Kostreni (izvješće za 2008.) i dalje III. kvalitete s obzirom na sumporovodik i II. kvalitete s obzirom na lebdeće čestice i sumporni dioksid.

Naša mjerenja kvalitete mora su potvrdila izvješće NZZJZ da je kvaliteta mora za kupanje visoka. Od fizikalno kemijskih ispitivanja odstupanja su uočena samo na postaji Urinj, gdje je pH mora niži, nešto viša temperatura mora i povišena koncentracija organskih tvari.

Temeljem informacije o povišenim koncentracijama teških metala i aromata u morskim sedimentima ispitali smo moguće utjecaje i ustanovili da od poduzeća utjecaj imaju „Viktor Lenac“i INA. Uz navedeno treba naglasiti i negativan utjecaj izlivene nafte (podzemni ugljikovodici u INI i manji dio sa brodova) u more.

Interesirao nas je utjecaj istih na morske zajednice. Obradom fotografija mediolitoralnog i infralitoralnog područja na tri postaje spoznali smo da su u infralitoralnom području Martinšćice i Urinja prisutne degradacije životnih zajednica antropogenog djelovanja, dok je u Svežnju prisutna biološka raznolikost karakteristična za neopterećeno područje. U mediolitoralnom području Martinšćice nalazimo dosta rakova vitičara i kuglastih algi, a na Urinju stijene su „izjedene“ od sulfida i uočeno je dosta sluzave tvari. Navedeno upućuje na opterećena područja. Anketa o učestalosti ribljih vrsta indirektni je pokazatelj stvarnih promjena naselja ribe, od kojih su najviše ugrožene: kavala, tabinja, raža kamenica i pas kostelj. Promjene naselja riba mogu biti posljedica prelova ribe, prirodnih fluktuacija, ali i onečišćenja mora.

Ispitivanjem dagnji metodom „stres na stres“ zaključili smo da postoji korelacija između zagađenosti sedimenta i preživljavanja dagnji na pojedinim postajama. Dagnje iz Uvale Svežanj, koja je najmanje izložena onečišćenjima pokazuju najviši postotak preživljavanja.

Perspektiva je moguća samo u šire društvenoj ekološkoj osvješćenosti i uvođenju novih tehnologija.

**5. Izvori**

1. G.Delez,V. Obuljen: Kemijske štetnosti, „Moša Pijade“,1973.
2. R. Feliks: Standardne metode i normativi, Institut za dokumentaciju zaštite na radu, 1980.
3. M.Herak: Analiza plinova, Ivan Butula (izdavač), 1987.
4. Grupa autora: Ekološki leksikon, „Barbat“, Ministarstvo zaštite okoliša RH, 2001.
5. Centar za zaštitu okoliša: Izvješće o stanju okoliša, Centar za zaštitu okoliša, 1998.
6. D.Crnković: Problemi ribarstva i okoliša kvarnerskog područja, Prirodoslovni muzej Rijeka, 2001.
7. Zbornik radova: Voda- hrvatsko blago, Matica hrvatska- Ogranak u Rijeci, 2007.
8. Pomorska enciklopedija, Leksikografski zavod, 1989
9. Č.Benac: Zaštita okoliša, Građevinski fakultet u Rijeci, 2007
10. S. Tedeschi: Zaštita voda, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, 1997
11. T. Bakran-Petrcioli: Morska staništa, Državni zavod za zaštitu prirode, 2007.
12. Z.Bičanić: Zaštita mora i morskog staništa, Split, 2003 .