



Voda koja život znači



ČITAM I
RAZUMIJEM

Prema istraživanjima UNESCO-a iz 2003. godine Hrvatska je po dostupnosti i bogatstvu vodenih izvora na vrlo visokome 5. mjestu u Europi, a na 42. u svijetu. Obnovljive zalihe podzemnih voda u Hrvatskoj procjenjuju se na oko 9 milijarda m³/godišnje (upotrebljava se oko 4,5 % zaliha, odnosno oko 400 000 000 m³ godišnje).

Budući da je voda dobro otapalo, ona sadržava otopljene tvari i zato je u prirodi voda smjesa tvari, a ne čista tvar. Voda s malo otopljenih tvari meka je voda (kišnica), a voda s dosta otopljenih tvari tvrda je voda (tekućice, stajaćice). Tvrda voda vrsta je prirodne vode koja sadržava topljivi kalcijev hidrogenkarbonat, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, kalcijev klorid, CaCl_2 , i kalcijev sulfat, CaSO_4 .

Bioraznolikost rijeka najviše ovisi o kvaliteti vode uvjetovanoj mnogim čimbenicima. Nažalost, u današnje vrijeme ljudski faktor ima sve veći učinak u onečišćenju rijeka. Uzroci su industrijske i poljoprivredne otpadne vode koje sadržavaju tvari koje nisu biorazgradive, npr. metale, pesticide i razne druge kemijski spojeve. Za zaštitu vodnih područja potrebno je pravodobno ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava vode kao i praćenje promjena povezanih s florom i faunom.

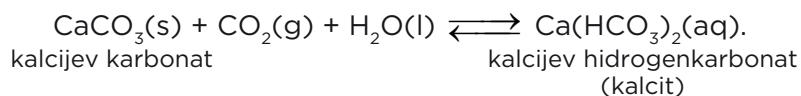
Obilježja krških rijeka - sedra



ČITAM I
RAZUMLJEM

Karbonati dospijevaju u vodu otapanjem karbonatnih stijena: lakše topljiv vapnenac – kalcijev karbonat, CaCO_3 , i teže topljiv dolomit – kalcijev, magnezijev karbonat, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, koje su sastavni dio krškoga reljefa.

Ugljikov(IV) oksid, CO_2 , plin je topljiv u vodi. U dodiru s karbonatnim (krškim) stijenama dolazi do kemijske reakcije prikazane jednadžbom:



Tijekom vremena na krškome su se reljefu oblikovali podzemni i nadzemni vodeni tokovi krških rijeka. U njima, međusobnim djelovanjem fizikalnih i kemijskih čimbenika te živih organizama u vodi prezasićenoj kalcijevim hidrogenkarbonatom, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, uz nisku koncentraciju organske tvari i pH-vrijednost iznad 8, nastaje **sedra**. Stvaranje sedre započinje na brzacima, neravninama u koritu, naplavljениm granama i sl. zbog rasprskavanja vode i oslobođanja CO_2 , zbog čega se sitni kristali kalcijeva karbonata, CaCO_3 talože na potopljenim podlogama u prisutnosti bakterija, alga i mahovine. Na površini mahovina sedrenje započinje vezanjem mikrokristala kalcita na ljepljive izlučevine modrozelenih alga i nekih vrsti alga kremenjašica. Na njih se lijepe i dijelovi životinjskih ljuštura i kućica, zrnca vapnenca ili dolomita i dr. Tako nastaje jezgra na kojoj rastu kristali kalcita, tj. taloži se sedra. Posljedica taloženja sedre prekrasni su slapovi nastali na našim krškim rijekama kao što je Skradinski buk na rijeci Krki kod Šibenika i slapovi na Plitvičkim jezerima.



Često se smatra da je **sedra** isto što i **sadra**, a da je taj e u riječi sedra tiskarska pogreška. Međutim, sadra je kristalizirani kalcijev sulfat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips).



Sa svojih sedam sedrenih slapišta rijeka Krka prirodni je i krški fenomen.

Analiza vode



ČITAM I
RAZUMIJEM

Kakvoća vode za piće određena je raznim propisima i obvezno ju je redovito pratiti. Ona mora biti bistra, bezbojna i bez mirisa, bez otrovnih tvari i uzročnika bolesti (patogene bakterije). Ne smije imati više od 0,1 % otopljenih minerala, kisika i ugljikova(IV) oksida. Takva se voda dobiva iz čistih izvora i dubokih bunara, pa je na Zemlji ima vrlo malo (računa se samo 0,03 %).

Analiza vode za piće jedna je od glavnih mjera za sprječavanje i suzbijanje zaraznih bolesti. Njome se utvrđuje kvaliteta vode na izvorištima, njezina zdravstvena ispravnost u vodoopskrbnome sustavu te učinkovitost dezinfekcije.

Službeni laboratorijski za obavljanje analiza u svrhu provođenja monitoringa i drugih službenih kontrola vode za ljudsku potrošnju su laboratorijski Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo i zavodi za javno zdravstvo pojedinih županija.



VJEŽBE

Prijedlog vježbi za analizu vode

Cilj: Izvođenjem jednostavnih pokusa razumjeti važnost očuvanja kvalitete vode za piće na Zemlji.

Obrazovni ishodi:

- objasniti postupak uzorkovanja vode
- navesti fizikalno-kemijska svojstva vode
- opisati načine ispitivanja fizikalno-kemijskih svojstava vode
- analizirati uzorak vode
- procijeniti kvalitetu vode
- razumjeti temeljne probleme glede kvalitete vode.



Zaprimanje uzorka za mikrobiološku obradu u biokemijskom laboratoriju

Ime i prezime: _____

Razred: _____

Datum: _____



VJEŽBE

1. pokus: Uzorkovanje vode

Kemijskoj analizi ne podvrgava se ukupna količina tvari, već samo jedan njezin manji dio. Taj mali dio naziva se **uzorkom** za analizu i mora po sastavu predstavljati cjelinu tvari koja se analizira.

Opis postupka: Uzorak vode manji je dio vode za ispitivanje, a predstavlja svu vodu koju ćeš analizirati. Iz površinskog toka rijeke voda za analizu uzima se na približno 15 cm ispod površine. Pri uzorkovanju pazi da ti uzorak vode bude što homogeniji (izbjegavaj lišće, grane, eventualne masne mrlje). To ćeš postići tako što ćeš čistu posudu koju želiš napuniti vodom, okrenuti prema riječnoj struji. Posudu za uzorkovanje prije toga dva do tri puta isperi vodom koja se uzorkuje. Za svaku posudu u koju ćeš prikupiti uzorak vode za analizu načini etiketu na koju ćeš upisati podatke o vrsti vode, mjestu gdje je uzet uzorak, vrijeme uzorkovanja. Svakako zabilježi temperaturu zraka i vode.

Uzorkovanu vodu potom prelij u laboratorijsku čašu u kojoj ćeš provesti analizu. Svojstva vode koja će se odrediti jesu: boja, miris, okus, , temperatura, pH-vrijednost vode, tvrdoća, količina otopljenoga kisika i nitrati.



Uvijek imaj na umu da tijekom uzimanja uzorka ne ugroziš okoliš. Pažljivo pospremi preostale kemikalije nakon pokusa i nikada nemoj javno objavljivati rezultate svoje analize dok ih ne potvrди stručnjak.



VJEŽBE

2. pokus: Ispitivanje mirisa vode

Pribor i kemikalije: posuda za uzimanje uzorka, laboratorijska čaša, uzorak vode.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristi se gumenim rukavicama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: Čašu s uzorkom vode drži ispred sebe i blagim pokretima ruke iznad čaše usmjeravaj pare prema nosu.

Napomena: Voda za piće ne smije imati miris po zemlji, truleži ili kloru kao sredstvu za dezinfekciju.

Zaključak:

Ime i prezime: _____

Razred: _____

Datum: _____



VJEŽBE

3. pokus: Određivanje temperature vode

Vrijednost temperature vode u prirodi usko je povezana sa životom organizama koji u njoj žive. Naime, količina otopljenoga kisika potrebna za opstanak pojedinih životinjskih vrsta ovisi o temperaturi. Što je temperatura vode viša, to je količina otopljenoga kisika manja. Temperatura vode mijenja se ovisno o dubini, temperaturi zraka te brzini i duljini vodenoga toka. Uz navedene parametre na temperaturu može utjecati postojanje pritoka, zatim industrijski te antropogeni čimbenici (čimbenici nastali kao posljedica ljudske aktivnosti).

Pribor i kemikalije: termometar, posuda za uzimanje uzorka, laboratorijska čaša, uzorak vode.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristi se gumenim rukavicama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: Temperaturu uzorka vode mjeri se u posudi za prikupljanje uzorka vode. Termometar uroni u vodu i potom očitaj i zabilježi temperaturu. Postupak ponovi triput na uzorcima vode te izračunaj srednju vrijednost mjerenja.

Mjerenja:

	temperatura / °C
1. mjerenje	
2. mjerenje	
3. mjerenje	
srednja vrijednost temperature	

Napomena: Preporučuje se da temperatura vode za piće bude od 7 do 16 °C.

Zaključak:

Ime i prezime: _____

Razred: _____

Datum: _____



VJEŽBE

4. pokus: pH-vrijednost vode

Kao mjera za kiselost otopine uvedena je vrijednost pH (čitaj: pe-ha). Njezine su vrijednosti od 1 do 14; pH = 1 imaju jako kisele, a pH = 14 jako bazične otopine.

Vode u prirodi mogu imati pH-vrijednost od 4,5 do 8,3. Niže ili više pH-vrijednosti u odnosu na navedeni raspon predstavljaju upozorenje na moguća onečišćenja vode. Povećanje kiselosti vode u jezerima i rijekama može uzrokovati smanjenje rasta i razvijanja vodenih životinja i uginuće ikre. Dugotrajna kiselost uzrokuje potpun nestanak života u vodama.

Pribor i kemikalije: laboratorijska čaša, univerzalni indikatorski papir, destilirana voda, uzorak vode.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristi se gumenim rukavicama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: Prije uzorkovanja laboratorijsku čašu isperi destiliranom vodom pa potom ulij uzorak vode. U vodu uroni jedan dio univerzalnoga indikatorskog papira. Nakon 30-ak sekunda izvadi univerzalni indikatorski papir te ostavi da se malo osuši. Boju papira usporedi s usporedbenom ljestvicom boja koja se nalazi na pakiranju univerzalnoga indikatorskog papira i vizualno približno odredi pH-vrijednost ispitivanoga uzorka vode. Postupak ponovi triput i izračunaj srednju vrijednost.



Izmjeriti pH-vrijednost neke otopine možemo i uporabom posebnoga uređaja za određivanje pH-vrijednosti, tzv. pH-metrom.

Mjerenja:

	pH-vrijednost
1. mjerenje	
2. mjerenje	
3. mjerenje	
srednja vrijednost	

Napomena: Preporučuje se da pH-vrijednost vode za piće bude od 7,0 do 7,4.

Zaključak:

Ime i prezime: _____

Razred: _____

Datum: _____



VJEŽBE

5. pokus: Otopljeni kisik u vodi

Kisik dospijeva u vodu na dva načina: ili otapanjem iz zraka ili fotosintezom vodenog bilja, algi i fitoplanktona. Otopljeni kisik omogućava vodenim organizmima disanje, odnosno metabolizam i dobivanje energije za sve životne procese. Stoga je količina otopljenog kisika u vodi važna za razvoj, reprodukciju i opće zdravstveno stanje vodenih organizama. Količina otopljenoga kisika u vodi ovisi o temperaturi vode i parcijalnom tlaku zraka. Smanjuje se pri padu tlaka i porastu temperature vode. Hladna voda sadržava više otopljenoga kisika nego topla voda (npr. pri 25 °C topljivost kisika u vodi je 8,3 mg/L, a pri 4 °C topljivost je 13,1 mg/L). U brzim tekućicama i turbulentnim vodama otapa se više kisika. Količina otopljenoga kisika ispod 3 mg/L opasna je za većinu vodenih organizama. Ribama i stalim hladnokrvnim životinjama pri porastu temperature okoliša za 10 °C, metabolizam se ubrza dva do tri puta, pa im je za disanje potrebno više kisika, a kako je njega u toplim vodama manje, život im je ugrožen. Količina otopljenog kisika u vodi za piće može odstupati od preporučenih vrijednosti bez većih opasnosti po zdravlje ljudi, jer kopneni organizmi dobivaju kisik iz zraka i ne ovise o kisiku otopljenom u vodi.

1. način za određivanje kisika otopljenoga u vodi

Pribor i kemikalije: termometar, posuda za uzorkovanje, uzorak vode.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristi se gumenim rukavicama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: U vodu u posudi za prikupljanje uzorka uroni termometar na 5 minuta. Postupak ponovi triput te izračunaj srednju vrijednost mjerena. U lijevome stupcu 1. tablice upisane su vrijednosti temperature izražene u °C. U desnome stupcu prikazane su vrijednosti topljivosti kisika s obzirom na navedene temperature. Ako temperatura vode ne odgovara vrijednostima u tablici, izračunava se srednja vrijednost dviju najbližih vrijednosti kako za temperaturu, tako i za otopljeni kisik.

1. tablica: Odnos temperature vode i količine otopljenoga kisika pri normalnom atmosferskom tlaku

temperatura vode / °C	topljivost kisika mg/L
0	14,5
2	13,5
4	13,0
8	11,5
10	11,0
12	10,5
15	10,0
17	9,5
20	9,0
25	8,5
27	8,0
30	7,5

Mjerenja:

	temperatura / °C	topljivost kisika / (mg/L)
1. mjerenje		
2. mjerenje		
3. mjerenje		
srednja vrijednost		

2. način za određivanje kisika otopljenoga u vodi**Metoda titracije po Winkleru**

Količinu kisika otopljenoga u vodi možete odrediti standardnom metodom po Winkleru. Propis izvođenja vježbe za određivanje količine otopljenoga kisika po Winkleru preuzmite iz *Praktikuma fizikalne kemije 2*, za studente preddiplomskog studija kemije na Odjelu za kemiju, autora M. Medvidović-Kosanović i B. Matasovića, Odjel za kemiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2016.

Poveznica: <http://www.kemija.unios.hr/wp-content/uploads/2015/04/pfk-2.pdf>

Zaključak:

Ime i prezime: _____

Razred: _____

Datum: _____



VJEŽBE

6. pokus: Nitrati

Dušik je prisutan u vodi u više oblika, a najčešće se pojavljuje kao nitratni, NO_3^- , i nitritni, NO_2^- , anioni. Prisutnost tih aniona u vodi obično ukazuje na onečišćenje vode. Nitrati i nitriti nastaju u vodi procesima djelovanja nekih bakterija, modrozelenih alga i nekih gljiva. Primjenom umjetnih gnojiva povećava se koncentracija dušika u tlu, što je poticaj za rast biljaka, no može ugroziti kvalitetu vode. Iz tla se dušik ispire kišom i dolazi u jezera, rijeke i mora zbog čega količine dušikovih spojeva u vodi jako variraju i kreću se u granicama od nekoliko desetina miligrama do 2-3 mg/L vode.

Nitrate ne mjerimo izravno, već ih prvo prevodimo u nitrite, a zatim mjerimo ukupnu količinu prisutnih nitrita.

Postupak dokazivanja nitrata s nitratnim testnim štapićima

Pribor i kemikalije: nitratni testni štapići, laboratorijska čaša, uzorak vode.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristi se gumenim rukavicama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: U laboratorijsku čašu ulij uzorak vode i potom uroni obojeni dio nitratnoga štapića (pazi da obojeni dio ne diraš prstom) i drži ga u vodi 4-5 sekunda. Izvadi štapić iz čaše, pričekaj 60-ak sekunda da se boja stabilizira i očitaj vrijednost prema definiranoj ljestvici. Postupak ponovi triput i izračunaj srednju vrijednost.

Mjerenja:

	nitrati / (mg/L)
1. mjerenje	
2. mjerenje	
3. mjerenje	
srednja vrijednost	

Vrijednosti nitrata za usporedbu:

- 0 mg/L - niska razina nitrata
- 50 mg/L - najveća dopuštena koncentracija u vodi za piće
- 500 mg/L - ekstremno visoka razina nitrata u vodi

Zaključak:



VJEŽBE

Demonstracijski pokus

Dokazivanje nitrata i nitrita željezovim(II) sulfatom

Pribor i kemikalije: četiri epruvete, stalak za epruvete, dvije kapaljke, otopina kalijeva nitrita, $\text{KNO}_2\text{(aq)}$, ($w = 0,01$) ili otopina natrijeva nitrita, $\text{NaNO}_2\text{(aq)}$, ($w = 0,01$), otopina kalijeva nitrata, $\text{KNO}_3\text{(aq)}$, ($w = 0,01$), otopina željezova(II) sulfata, $\text{FeSO}_4\text{(aq)}$, ($w = 0,1$), koncentrirana sumporna kiselina, destilirana voda i uzorak vode koji se želi analizirati.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristite se gumenim rukavicama i zaštitnim naočalama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: U četiri epruvete ulijte redom po 1 do 2 mL destilirane vode, uzorkovane vode, otopine nitrata i otopine nitrita. U svaku epruvetu dodajte po 1 mL otopine željezova(II) sulfata. Dodajte 1 do 2 mL koncentrirane sumporne kiseline u epruvete s uzorcima vode i otopine nitrata. Kiselina se dodaje kap po kap po stijenkama epruvete. U epruvetu s otopinom nitrita dodajte samo nekoliko kapi koncentrirane sumporne kiseline.

Napomena: Učenike usmjerite da tijekom opažanja uoče nastajanje smeđega prstena na granici dvaju slojeva – dokaz prisutnosti nitratnih iona. (Gustoća koncentrirane sumporne kiseline veća je od gustoće otopine u epruveti, pa se kapi koncentrirane kiseline skupljaju na dnu epruvete i tako nastaju dva sloja.)

Skica pokusa:

Zapažanja:

Zaključak:

Ime i prezime: _____

Razred: _____

Datum: _____



VJEŽBE

7. pokus: Ispitivanje tvrdoće vode

Prema vrsti i količini soli otopljenih u vodi ona može biti **meka** i **tvrdna**. U mekoj vodi količina je otopljenih soli mala. Kišnica je primjer meke vode u kojoj su otopljeni uglavnom plinovi iz atmosfere, primjerice $\text{CO}_2(\text{g})$. Tvrda voda ima dosta otopljenih soli, a kao primjer možemo navesti vodovodnu vodu. Protjecanjem površinske vode u kojoj je otopljen ugljikov(IV) oksid kroz mineralne slojeve litosfere otapaju se karbonati kalcija i magnezija i nastaju topljivi hidrogenkarbonati. U prirodnim se vodama nalaze zato kalcijevi, Ca^{2+} , magnezijevi, Mg^{2+} , natrijevi, Na^+ , hidrogenkarbonatni, HCO_3^- , sulfatni, SO_4^{2-} , i kloridni, Cl^- , ioni. Takva je voda **tvrdna voda**.

Jedinica za iskazivanje tvrdoće vode je **stupanj tvrdoće**. Kod nas se rabi njemački stupanj tvrdoće koji predstavlja 10 mg CaO u litri vode (2. tablica).

2. tablica: Vrste voda prema tvrdoći

vrsta vode	tvrdoća/ $^\circ\text{nj}$
vrlo meka	0 do 5
meka	5 do 10
umjereno tvrda	10 do 15
tvrdna	15 do 20

Pribor i kemikalije: laboratorijska čaša, test-trake za određivanje tvrdoće vode, destilirana voda, voda za uzorkovanje.

Mjere opreza: Pri izvođenju pokusa koristi se gumenim rukavicama. Potrebno je svezati dugu kosu.

Opis postupka: Prije uzorkovanja laboratorijsku čašu isperi destiliranom vodom pa potom ulij uzorak vode. U vodu uroni obojeni dio test-trake za određivanje tvrdoće vode. Nakon 30-ak sekunda izvadi test-traku te pusti da se malo osuši. Boju papira usporedi s usporednom ljestvicom boja koja se nalazi na pakiranju test-trake za određivanje tvrdoće vode i vizualno približno odredi tvrdoću ispitivanoga uzorka vode. Postupak ponovi triput i izračunaj srednju vrijednost.

Mjerenja:

	tvrdoća/ $^\circ\text{nj}$
1. mjerenje	
2. mjerenje	
3. mjerenje	
srednja vrijednost	

Zaključak:
