

Istražujemo tvrdoću vode

1. UVOD

U prirodi nema u potpunosti čiste vode jer se u njoj otapaju mnoge tvari poput plinova, soli, gline. Tvrdoća prirodnih voda je uzrokovana otapanjem kalcijevih i magnezijevih soli, soli koje su vezane na ugljičnu kiselinu u obliku bikarbonata i karbonata te onih vezanih na sumpornu, klorovodičnu i dušičnu kiselinu. Koncentracija soli mjeri se u miligramskim ekvivalentima po litri: $1 \text{ mg-eq/L} = 20,04 \text{ mg Ca}^{2+}$ i $12,06 \text{ mg Mg}^{2+}$. U međunarodnom SI sustavu pokazatelj se brojčano izražava u molovima po metru kubnom (mol/m^3). Tvrda voda može usporiti industrijske procese ili ih u potpunosti onemogućiti, u domaćinstvu izaziva taloženje kamenca na sanitarijama te u bojlerima i perilicama.

Istraživačko pitanje: Razlikuju li se vode po tvrdoći?

Pretpostavka: Vode se razlikuju po tvrdoći.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Materijali i pribor

- uzorci vode
- žličice
- testne trakice Aquadur za određivanje tvrdoće vode
- Petrijeva zdjelica
- bočice za dokapavanje



Slika 1. Testne trakice Aquadur

2.2. Metode i postupci

Uzorak vode se promućka u boci za dokapavanje i nakon toga ulije u Petrijevu zdjelicu. Voda se promiješa žličicom te se u vodu uroni testna trakica Aquadur. Nakon 60 sekundi očitava se rezultat. Postupak se ponovi sa svim uzorcima vode.

3. REZULTATI I RASPRAVA

Kišnica iz Imotskog	Riječna voda iz Žrnovnice	Vodovodna voda iz Žrnovnice	Vodovodna voda iz Podgore

Najmekša voda je kišnica iz Imotskog čija je tvrdoća $>1 \text{ mol/m}^3$. Slijedi riječna voda iz Žrnovnice tvrdoće $>2,7 \text{ mol/m}^3$. Vodovodne vode iz Žrnovnice, Podgore i Splita, bočata voda iz Neretve te morska voda iz Podgore tvrdoće su $>4,5 \text{ mol/m}^3$.

		
Vodovodna voda iz Splita	Bočata voda iz Neretve	Morska voda iz Podgore

Riječna voda je manje tvrdoće od svih uzoraka vodovodne vode.

Bočata voda je slankasta voda na utoku rijeka u more, mjesto gdje se miješaju slatka i morska voda. Zbog sadržaja natrijeva klorida tvrdoća ove vode trebala bi biti veća od kišnice, riječne i vodovodne vode. Sadržava manje soli od morske vode s prosječnim salinitetom pa bi uzorak morske vode trebao pokazati najveću tvrdoću.

Testnim trakicama nismo uspjeli utvrditi razliku u tvrdoći vodovodne, bočate i morske vode jer trakice nisu dovoljno osjetljive da bi razlikovale tvrdoću vode veću od $4,5 \text{ mol/m}^3$ koja obuhvaća tvrde i jako tvrde vode.

4. ZAKLJUČAK

Bočata voda je voda najmanje tvrdoće, slijedi riječna voda, a vodovodne vode, bočata i morska voda imaju najveću tvrdoću.

Budući da testne trakice Aquadur ne mogu utvrditi razliku među vodama čija je tvrdoća veća od $4,5 \text{ mol/m}^3$ u budućim istraživanjima trebalo bi primijeniti osjetljiviju metodu koja omogućava razlikovanje tvrdoće vodovodne, bočate i morske vode.

Postavljena hipoteza je potvrđena.

5. LITERATURA

1. <https://repozitorij.simet.unizg.hr/islandora/object/simet%3A261/datastream/PDF/view>, preuzeto 19. svibnja 2025.
2. https://hr.healthy-food-near-me.com/water-hardness-what-is-measured-types-norm-for-drinking-water/#google_vignette, preuzeto 19. svibnja 2025.
3. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/bocata-voda>, preuzeto 19. svibnja 2025.

Učenici: Frane Bužančić i Feđa Podlipec
Mentor Sanda Šimičić