

Sažetak

Naslov rada: **STABILNI IZOTOPI U OBORINAMA U NAŠEM DVORIŠTU**

Učenice:

Antonija Gudelj (8.r.)

Mia Stefanović (8.r.)

Daria Krstina (8.r.)

Mentorice:

Marija Popović, prof.

Andrea Junković, prof

Magda Mandić, prof. – Katedra za fiziku, Medicinski fakultet u Rijeci

OŠ „Rikard Katalinić Jeretov“ Opatija

1. Istraživačka pitanja/ hipoteze

- a) Pada li kiša u Opatiji samo kada puše jugo ili i onda kada puše bura (ili neki drugi vjetar)?**
- b) Kakvi su stabilni izotopi kisika za vrijeme padanja kiše u Opatiji?**
- c) Mijenjaju li se oni u vremenu dok kiša pada?**

„Voda je sve i u vodu se sve vraća.“

Aristotel

Događaj neprekidnog kruženja vode u prirodi zovemo hidrološkim ciklusom. Voda isparava sa zemljine površine, odlazi u atmosferu te se u obliku različitih oborina vraća. Godišnje se taj ciklus ponovi oko 42 puta.

Zahvaljujući hidrološkom ciklusu, zalihe vode na Zemlji stalno se obnavljaju. Voda koju danas koristimo nalazi se na Zemlji već stotine milijuna godina. No je li voda koja sačinjava naše oborine uvijek jednaka?

Da bismo našli odgovor na to pitanje potrebno je zaviriti u sastav molekule vode, H₂O. Ona se sastoji od dva atoma vodika (H) i jednog atoma kisika (O). Navedeni atomi u molekuli vode mogu se pojaviti kao različiti izotopi. Izotopi su atomi istog kemijskog elementa koji se razlikuju po broju neutrona u jezgri, a time i po masi. Tako npr. postoji kisik mase 16, 17 i 18.

Početak školske 2007. godine uključili smo se u projekt Medicinskog fakulteta u Rijeci, s ciljem izrade karte stabilnih izotopa kisika i vodika u oborinama na području Republike Hrvatske.

Prema protokolu (<http://public.carnet.hr/globe/suradnja/izotopi.htm>), predloženom od strane voditeljice projekta Magde Mandić, svakodnevno smo pohranjivali oborine u dostavljene spremnike. Na kraju mjeseca iste smo slali na adresu Medicinskog fakulteta u Rijeci (SILab-Rijeka) gdje se nastavila obrada uzoraka. Svakodnevnim radom i razmišljanjima zašto uopće sakupljamo kišnicu postavljale smo si različita pitanja: što

se to "tamo gore" zapravo događa i kakav utjecaj imaju događaji „gore“ na nas "ovdje dolje", odnosno, bi smo li proučavanjem oborina mogle doći do konkretnijih odgovora.

Došle smo na ideju o detaljnijem praćenju oborina u našem školskom dvorištu, odnosno u Opatiji. Istu smo predložile našim mentoricama, te ubrzo počele sa prikupljanjem podataka.

2. Metode istraživanja

- **Sakupljanje kišnice svakih sat vremena (kad pada kiša)**
- **Mjerenje brzine vjetra**
- **Mjerenje smjera vjetra**
- **Mjerenje trenutne temperature zraka**
- **Mjerenje relativne vlažnosti zraka**
- **Mjerenje stabilnih izotopa masenim spektrometrom**

Pribor i materijal:

Anemometar, vjetrokaz, digitalni higrometar, spremnik za vodu, bočice za prikupljanje uzoraka, kišomjer (*izvan GLOBE protokola*), kompas, bilježnica, računalo, pribor SIFLab-a potreban za mjerenje stabilnih izotopa, maseni spektrometar.

U blizini naše atmosferske postaje (*kućice*) postavili smo novi kišomjer. Pomoću njega smo sakupljali oborine svakih sat vremena u kišnome danu. Kišu smo pohranjivale u dostavljene bočice na kojima smo upisivale datum i sat mjerenja. Smjer vjetra određivali smo vjetrokazom. Izradili smo ga sami. Procjenu oblaka smo odredili uz pomoć karte prema GLOBE protokolu. Brzinu vjetra mjerili smo ručnim anemometrom. Očitavali smo trenutnu temperaturu, te relativnu vlažnost zraka. Opažene podatke upisivali smo u bilježnicu, a točnost izmjerenih podataka usporedili s podacima nama najbliže meteorološke postaje na Voloskom. Tako zapisane i provjerene podatke smo slali u laboratorij SIFLab-Rijeka Katedre za fiziku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. U laboratoriju je za svaki uzorak izmjerena zastupljenost kisika ^{18}O . Više puta smo promatrale rad u laboratoriju kako bismo se što bolje upoznale s vrlo složenom pripremom uzoraka za mjerenje te još složenijim instrumentom. Dobivene rezultate smo proučavale i crtale na računalo, a u diskusijama sa našim mentoricama, došle smo do zanimljivih zaključaka.

3. Prikaz mjerenih podataka - rezultati

Podatke smo prikupljale u razdoblju studeni 2007.-travanj 2008, kada je bilo 57 dana u kojima je padala oborina. Satne uzorke smo prikupljale kad god su nam školske obaveze to dopustile. Uzele smo ukupno 26 uzoraka. Najčešće smo uzimale 1-2 uzorka u jednom danu za vrijeme padanja kiše. Izuzetak je praznik Sveta tri kralja, 6.siječanj 2008. kada smo uzele čak 5 uzastopnih satnih uzoraka. Svaki puta smo mjerile temperature zraka, relativnu vlažnost, smjer i brzinu vjetra, naoblaku I vrstu oblaka. Relativna vlažnost je bila između 90% i 100%. Nebo je bilo potpuno prekriveno oblacima osim u dvije situacije (9. 11. 2007. i 16. 4. 2008.) kada je zabilježena slaba

oborina iz oblaka stratocumulus , a naoblaka je bila 90% odnosno 80%. U ostalim situacijama je padala ravnomjerna, stalna oborina iz kišnog oblaka koji je prekrivao cijelo nebo, Nimbostratusa. Uređaj za mjerenje brzine vjetra smo dobili tek u ožujku 2008. pa smo brzinu vjetra izmjerile tek desetak puta. Uglavnom je vjetar bio slab, osim 1.ožujka za vrijeme puhanja NE (sjeveroistočnog) vjetra. Tada je brzina bila nešto veća i iznosila je 6,2 km/h. U svim ostalim situacijama je bilo relativno mirno i puhao je slab vjetar. Smjer vjetra smo odredile 23 puta. SE (jugoistočni vjetar) je puhao 5 puta u vrijeme uzimanja uzorka, SW je zabilježen 10 puta, a NE 7 puta dok je u jednoj situaciji bila "tišina". Svaki puta smo mjereći temperature zabilježile porast temperature iz sta u sat osim 4. Ožujka 2008. Tada se tijekom 1,5 sata, između dva mjerenja, temperatura smanjila za gotovo 5 stupnjeva. Izmjerene podatke smo pregledno prikazali u slijedećoj tablici.

Količina izotopa kisika 18, $\delta^{18}O$ se iskazuje na slijedeći način (eng. sample- uzorak, standard - dogovorena vrijednost)

$$\delta^{18}O = \left(\frac{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{sample}}{\left(\frac{^{18}O}{^{16}O} \right)_{standard}} - 1 \right) * 1000 \text{ ‰}$$

Ako u uzorku imamo jednaki omjer dvaju izotopa kao što je standardna vrijednost tada će omjer biti jednak jedinici, a $\delta^{18}O$ će biti nula. Što je količina izotopa u uzorku manja dobit ćemo sve manje negativne vrijednosti. Vrijednosti za kišu na kontinentalnom području su prosječno -3 ‰ dok je vrijednost za snijeg -20‰. To znači da snijeg prosječno sadržava mnogo manje atoma kisika 18 nego kiša.

Smjer i brzinu vjetra smo mjerili na otvorenom dijelu školskog dvorišta kako bi podatci bili što vjerodostojniji. Podatke o smjeru vjetra smo usporedili s podacima meteorološke stanice na Voloskom, pa se oni u potpunosti slažu. Brzinu vjetra nismo uspoređivali jer oni te podatke nemaju. Tijekom mjerenja smo rijetko nailazili na problem smjera vjetra, pa smo čekali nekoliko minuta kako bismo dobili što točniju vrijednost, a za to nam je koristio kompas.

Tabela 1: Vrijednosti izotopa kisika 18 u satnim uzorcima tekuće oborine, studeni '07-travanj '08, Opatija

Redni broj mjerenja	Datum sakupljanja uzorka	Vrijeme sakupljanja uzorka	$\delta^{18}O$ ‰	t/°C	Smjer vjetra
1	3.11.2007	11:00	-5,65		
2	9.11.2007	11:45	-6,53	12	SE jugoistok
3	3.12.2007	11:00	-5,66	10,6	SW jugozapad
4	3.12.2007	13:00	-5,68	10,6	jugozapad
5	6.1.2008	9:20	-5,58	8	jugozapad
6	6.1.2008	10:20	-5,58	9	jugozapad
7	6.1.2008	11:15	-5,52	10	jugozapad
8	6.1.2008	12:20	-8,38	10	jugozapad
9	6.1.2008	14:00	-8,04	10	jugozapad

10	11.1.2008	16:00	-3,77	9	NE sjeveroistok
11	17.1.2008	8:00	-5,19	9	jugozapad
12	17.1.2008	11:00	-7,34	9,3	jugozapad
13	21.1.2008	11:45	-3,82	9,7	jugoistok
14	1.3.2008	9:25	-1,53	11	sjeveroistok
15	1.3.2008	11:05	-1,47	10,2	/
16	4.3.2008	8:15	-0,79	11,2	sjeveroistok
17	4.3.2008	9:50	-3,4	6,3	sjeveroistok
18	11.3.2008	11:40	-5,02	11,1	sjeveroistok
19	18.3.2008	13:30	-6,39	8	sjeveroistok
20	8.4.2008	9:55	-2,13	9,2	jugoistok
21	10.4.2008	9:25	-2,65	9,2	zapad
22	10.4.2008	10:55	-3,23	12,5	/
23	11.4.2008	13.00	-2,67	14	jugozapad
24	16.4.2008	12:10	-7,62	9,4	jugoistok
25	18.4.2008	11:45	-5,34	15	jugoistok
26	21.4.2008	13:25	-1,19	20	sjeveroistok

Kako bismo mogli zaključiti nešto više o oborini u našem školskom dvorištu raspitali smo se više o tome kako nam atomi mogu pokazati što je sve doživjela molekula vode tijekom hidrološkog ciklusa. U prirodi se javljaju tri izotopa kisika i tri izotopa vodika što znači da je moguće devet različitih kombinacija kako bi nastala molekula vode.

Ipak najčešće se javljaju tri kombinacije izotopa vodika i kisika koji čine molekulu vode. Te molekule imaju ponešto različita svojstva vezano na uvjete potrebne za isparavanje i kondenzaciju. Zbog toga je količina kisika 18 u molekulama vode specifična za pojedine rijeke, jezera, mora i oborinu, što nam pomaže da otkrijemo od kuda je voda došla i kakav je bio njen životni put.

U svakih 100.000 atoma kisika prosječno je 99.757 kisika 16, 38 atoma kisika 17, i 205 atoma kisika 18. Omjer broja kisika 18 naprama broju atoma kisika 16 nam daje vrijedne informacije o porijeklu i starosti molekule u nekom uzorku. Količina izotopa kisika 18 se iskazuje kao razlika u odnosu na prosječnu vrijednost omjera dvaju izotopa kisika.

Prosječna godišnja vrijednost za oborinu u našim krajevima je između -6‰ i -10‰.

Teži izotopi kao O 18 trebaju nešto više energije kako bi isparili s površine vode, a kad ispare i nalaze se u oblaku prije će se kondenzirati i pasti kao oborina. Stoga morska voda ima najviše izotopa 18, a oborine, kiša i snijeg sadržavaju mnogo manje kisika 18. U početku će iz oborinskog oblaka ispadati više molekula vode koje sadrže kisik 18, a kasnije će tog izotopa u oblaku biti sve manje. Količina kisika 18 u oborini je jako ovisna o procesima koji se odvijaju u oblacima, naime, oborina može nastati naglim procesima uz električno pražnjenje, uslijed sporog dizanja toplog zraka i na druge načine, a za svaki od načina znanstvenici određuju tipičnu količinu izotopa kisika za pojedino područje.

Možemo reći da je količina izotopa svojevrsan "otisak prsta" za molekulu vode.

4. Diskusija rezultata mjerenja

Najviše izotopa kisika 18 u odnosu na kisik 16 je bilo 4. ožujka za vrijeme puhanja sjeveroistočnog vjetra. Tada je u satnom uzorku izmjereno najmanje odstupanje omjera dvaju izotopa kisika u odnosu na dogovorenu srednju vrijednost, $\delta O 18 = -0,79\%$. Najmanje ozona 18 je bilo u uzorku uzetom 6. siječnja kada je izmjereno $-8,38\%$.

Uvjerili smo se da kiša u Opatiji i u našem dvorištu pada pri različitim brzinama i smjeru vjetra te da pada i kad vjetar uopće ne puše, a takve situacije nazivamo "tišina" ili "calma". Iznenadile smo se da su izmjerene vrijednosti kisika 18 bile toliko različite u pojedinim slučajevima.

Vrijednosti koje smo izmjerili su u granicama prosječnih godišnjih vrijednosti za naše krajeve. Izračunali smo srednje satne vrijednosti ovisno o smjeru vjetra.

Tabela 2: Srednje vrijednosti izotopa kisika 18 u satnim uzorcima tekuće oborine ovisno o smjeru vjetra, studeni '07-travanj '08, Opatija

Smjer vjetra	$\delta O 18 / \%$
SW, jugozapadnjak	- 5,96
SE, jugoistočnjak	- 5,09
NE, sjeverozapadnjak	- 3,15

U danima kada smo uzastopno uzeli nekoliko uzoraka ustanovili smo da se satna vrijednost izotopa mijenja od sata do sata. Iznenadili smo se koliko nam o našem okolišu mogu ispričati atomi. Nakon ovog istraživanja su nam atomi, molekule, izotopi, postali ne samo pojmovi koje trebamo naučiti na nastavi, nego su postali prozor u prirodu i naš okoliš. Uvjerili smo se da je u prirodi zaista sve povezano te da je čak i jednostavna istraživanja potrebno pomno planirati, pažljivo provesti i analizirati, a i na kiši nije lako stajati nekoliko sati.

5. Zaključci:

U studenom 2007. godine počeli smo prikupljati uzorke oborina u našem školskom dvorištu. Vođenjem bilježaka o temperaturi, smjeru vjetra, relativnoj vlažnosti zraka uvjerili smo se i potvrdili istinitost dosadašnjih meteorološka opažanja, no stekli smo i nova znanja. O izotopima kisika, koji su u ovom projektu predstavljali najveću nepoznanicu i izazov naučili smo puno.

Naše smo hipoteze podkrijepile dobivenim rezultatima:

1. Uvjerili smo se da kiša u Opatiji pada pri različitim smjerovima i brzini vjetra, pa i onda kada vjetra nema.
2. Vrijednosti kisika 18 bile su na naše iznenađenje dosta različite u pojedinim slučajevima. Međutim, vrijednosti koje smo izmjerili su u granicama prosječnih godišnjih vrijednosti za naše krajeve.
3. Vrijednost izotopa se mijenjala iz sata u sat u vrijeme kada smo uzimali uzorke.

Nadamo se da će naše iskustvo i podaci koristiti mnogima koji bi se u buduću željeli baviti ovim istraživanjem.