

MIKROBIOLOŠKA ANALIZA PITKE VODE NA PLANINARSKOJ STAZI U NP PAKLENICA

Laura Barić, Žana Jadrešin, Mateo Josipović
Mentori: Irina Kozličić, Vesna Mujagić
OŠ Zadarski otoci, Zadar

1. ISTRAŽIVAČKO PITANJE / HIPOTEZA

Nacionalni park Paklenica prostire se na primorskoj padini južnog Velebita, između naselja Marasovići i planinskih vrhova Vaganski vrh, Babin vrh i Sveto brdo (15°23' – 15°35' istočne geografske dužine te 44°18' – 44°25' sjeverne geografske širine). Obuhvaća područja tokova potoka Velike i Male Paklenice, odnosno njihove okomito urezane kanjone na južnim padinama Velebita, sa širim okolnim prostorom. Tu se na relativno malom području nailazi na netaknutu prirodu bogatu atraktivnim krajolicima, s iznimnim bogatstvom geomorfoloških pojava i oblika, te raznolikim biljnim i životinjskim svijetom.

Vodonepropusni sedimenti smješteni su ispod dobropropusnih i jako okršenih naslaga karbonatnih stijena, u proširenom dijelu Velike Paklenice, Brezimenjače i u izvorišnim dijelovima Male Paklenice te povremenog toka Orljače, zbog čega u NP Paklenica postoji nekoliko stalnih ili povremenih tokova i mnogo stalnih izvora.

Stalni izvori pitke vode izvrsnom kakvoće su Stražbenica, Kontinovo vrilo, Crno vrilo, Velika Močila i Pećica.

Najjači izvori Velike Paklenice su vrelo Ivine vodice (1200 m), Kontinovo vrilo (870 m), Crno vrilo (780 m) i Jukića vrilo (600 m). Iznad Ramića je izvor Vratovac, a izvor povremenog vodotoka Brezimenjače je na otprilike 1000 m. Na istoj je visini izvorište Suhe drage.

Na jednom dijelu Jukića vrila je dio potoka Velika Paklenica 1938. godine kaptiran kako bi se napravio vodovod za Marasoviće i Starigrad, te ujedno i izboji vode za planinarsku stazu od planinarskog doma do ulaza u Nacionalni park Paklenicu. Tom su prilikom korištene cijevi od tzv. gusa ili tuča (sivi lijev – željezna legura s 2-4,5% ugljikova udjela koja se u današnje vrijeme koristi za proizvodnju tava i rešetaka za roštilj) koje su spojene zavarima olova i aluminijskim. Dio prvotnih cijevi, u dužini od oko 3km – od doma do Lugarnice, je 1982. godine zamijenjen novim polietilenskim cijevima.

Vodotok Male Paklenice izvire iznad Vlačkogradske drage (1 000 m), manjeg je kapaciteta od vodotoka Velike Paklenice, a ovisi o godišnjem dobu i oborinama. Vodotok postupno ponire do sutoka Orljače, a u kanjonu je potok aktivan za kišnih dana jeseni, zime i ranog proljeća. Na području Velikih Močila (850 m) nalazi se ograđeni izvor Staro vrilo s još nekoliko cijednica. Njih ima i na lokalitetu Mala Močila, ali u vlažnijim dijelovima godine. U vršnoj zoni Velebita stalne nakupine vode su u Babinu jezeru (1600 m) ispod Babina vrha.

Česti boravak u prirodi kroz cjelodnevne i višednevne boravke u planini upoznao nas je s osnovama preživljavanja. Kako je jedna od osnovnih životinjskih i biljnih fizioloških potreba upravo potreba za vodom odlučili smo ispitati koliko je 'pitka voda' (uz stazu postoje izvori s jasno vidljivim oznakama 'pitka voda' na hrvatskom i tri strana jezika) na nama najbližoj i u Zadru najpopularnijoj planinskoj stazi, *Velika Paklenica – Anića luka – Lugarnica – Planinarski dom Paklenica* u Nacionalnom parku Paklenica, doista pitka i u skladu s Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).

Zbog gore navedenog, naša istraživačka pitanja glase: je li kvaliteta vode na zadanoj planinarskoj stazi u skladu s Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08), i hoće li promjene u broju mikroorganizama, temperature i pH vrijednosti vode biti vezan uz količinu oborina – naša hipoteza je bila da će povećanje količina oborina dovesti do povećanja broja mikroorganizama.

Ciljevi projekta bili su: 1. ispitati zdravstvenu ispravnost vode na zadanoj planinarskoj stazi; 2. procijeniti kvalitetu vode prema vrijednostima iz Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08) i 3. predložiti metode za poboljšanje kvalitete vode za piće ukoliko ustanovimo da ne zadovoljava Pravilnik.

2. METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorke za istraživanje uzorkovali smo sa 6 lokacija na zadanoj planinarskoj stazi. Uzorkovali smo u sterilne staklene boce zapremnine 0,5L i uzorke smo u maksimalno kratkom vremenskom razdoblju (unutar 12sati donijeli) u Laboratorij za mikrobiologiju voda Zavoda za javno zdravstvo Zadar.

U Laboratoriju za mikrobiologiju voda Zavoda za javno zdravstvo Zadar pratili smo 8 parametara: ukupan broj koliforma, broj kolonija na 22°C i 37°C, brojnosti *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* i enterokoka, te općenitu ispravnost vode prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).

Osim laboratorijskih istraživanja na samim lokacijama smo mjerili temperaturu (alkoholnim termometrom) i pH vode (pH papirićima) pri čemu smo se koristili GLOBE protokolom za vodu.

Također, koristili smo i GLOBE server kako bismo usporedili GLOBE podatke za oborine u Zadru (podatci naše škole) kroz mjesece uzorkovanja vode u Paklenici.

3. PRIKAZ PODATAKA

Uzorke smo prikupljali između siječnja i studenog 2012. godine pri čemu smo na teren izašli 8 puta. Sve lokacije samog ispitivanja su površinske vode – tekućice prema Uredbi o standardu kakvoće voda (N.N. 89/2010). Naše lokacije imaju uzlaznu visinsku putanju od 29 m do 492 m.

Tablica 1. Ukupan broj koliforma u 100 mL uzorka (korištena metoda HRN EN ISO 9308 -1/2000). Crvenom bojom su označene vrijednosti iznad dopuštene vrijednosti broja koliforma u 100 mL uzorka prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).

	siječanj	veljača	svibanj	lipanj	srpanj	rujan	listopad	studen
Uzorak br. 1.	0	0	0	1000	0	0	0	0
Uzorak br. 2	6	0	0	0	0	0	0	0
Uzorak br. 3	0	0	0	0	0	2	0	0
Uzorak br. 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Uzorak br. 5	13	0	0	2	0	0	0	0
Uzorak br. 6	0	0	0	0	0	0	0	0

Dopuštena vrijednost za ukupni broj koliforma ispitivano u 100 mL uzorka je 0.

Tablica 2. Broj kolonija na 22°C u 1 mL uzorka (korištena metoda HRN EN ISO 6222/2000). Crvenom bojom su označene vrijednosti iznad dopuštene vrijednosti broja kolonija na 22°C u 1 mL uzorka prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).

	siječanj	veljača	svibanj	lipanj	srpanj	rujan	listopad	studen
Uzorak br. 1.	100	720	70	2700	15	8	40	15
Uzorak br. 2	60	232	20	0	10	10	15	10
Uzorak br. 3	53	132	10	10	15	15	18	6
Uzorak br. 4	0	100	1400	20	10	13	23	10
Uzorak br. 5	98	228	30	1000	25	3	30	25
Uzorak br. 6	60	84	100	20	80	9	20	100

Maximalna dopuštena vrijednost za broj kolonija na 22°C ispitivano u 1 mL uzorka je 100.

Tablica 6. pH vode koji smo određivali na terenu pomoću GLOBE protokola za vodu

	siječanj	veljača	svibanj	lipanj	srpanj	rujan	listopad	studeni
Uzorak br. 1.	7,5	8	7,0	7,0	7,0	7,0	7,5	7,0
Uzorak br. 2.	7,0	7,5	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Uzorak br. 3.	7,5	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Uzorak br. 4.	6,5	6,5	7,5	7,0	7,0	7,0	7,0	6,5
Uzorak br. 5.	7,5	7,5	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Uzorak br. 6.	7,5	7,5	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0

Tablica 7. Temperatura vode (izraženo u °C) koju smo određivali na terenu pomoću GLOBE protokola za vodu

	siječanj	veljača	svibanj	lipanj	srpanj	rujan	listopad	studeni
Uzorak br. 1.	9,5	8	16	18	18	18	16	13
Uzorak br. 2.	10	9	13,5	17	17	15	13	12
Uzorak br. 3.	10	9	13	16	17	14	13	12
Uzorak br. 4.	9	8,5	12	14,5	16	14	12	11,5
Uzorak br. 5.	10	10	11	14	13	12	12	11
Uzorak br. 6.	4	5	16	18	21	14	11	11
Δt	8,8	8,3	13,6	16,3	17	14,5	12,9	11,8

Tablica 8. Količina oborina u i broj oborinskih dana – podatci s GLOBE servera

	siječanj	veljača	svibanj	lipanj	srpanj	rujan	listopad	studeni
Količina oborina / mL	17	58	37,5	50	15	208	134	153
Br. oborinskih dana	6	5 (2kiša+3snijeg)	4	3	2	5	11	12

4. ZAKLJUČCI

Analizirajući i uspoređujući ispitivane uzorke vode za piće, koja je prema našoj prvotnoj hipotezi trebala biti u suglasnosti sa dva pravilnika/uredbe Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08) te Uredbom o standardu kakvoće voda (N.N. 89/2010), zaključujemo slijedeće:

- Voda za piće na ispitivanim lokacijama djelomično zadovoljava Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/08).
- Primijećen pad/porast temperature i pH vrijednosti vode ne možemo povezati s padom/porastom ukupnog broja koliforma i ukupnog broja kolonija pri 22°C i/ili 37°C. Općenito je dokazano kako većina bakterija bolje raste na višim temperaturama – mi smo ustanovili kako je voda bila bogatija bakterijama u lipnju kada je srednja temperatura vode bila 16,3°C pri čemu smo zabilježili 6 uzoraka koji nisu bili suglasni s Pravilnikom, dok u srpnju kada je ukupna srednja temperatura vode bila 17°C nije zabilježen porast bakterija koji uvjetuje nesuglasnost s Pravilnikom.
- Nalazak *Pseudomonas aeruginosa* četiri puta tijekom ispitivanja ukazuje na neispravnost cijevi – *Pseudomonas aeruginosa* se obično zadržava u zglobovima i varovima cijevi a uklanja se mehaničkim putem tako da ga je vjerojatno jednostavno isprala veća količina vode: uzorak s 160 kolonija zabilježen je u svibnju na lokaciji broj 4 kada je palo samo 37,5mL kiše u 4 kišna dana.
- Ne možemo posve povezati količinu oborina s porastom ili nezabilježenošću mikroorganizama jer smo uzeli u obzir oborine izmjerene na školskoj meteorološkoj postaji koja je u Zadru a ne u NP

Paklenica, ali možemo pretpostaviti kako je otapanje snijega zabilježeno u veljači uvjetovalo porast mikroorganizama jer smo tada zabilježili 5 lokacija koje su odstupale od Pravilnika, a i povećana količina oborina zabilježena u rujnu kada je palo 208mL oborina rezultirala je s 2 lokacije koje su pokazale odstupanje od Pravilnika.

- Samo jedna lokacija – lokacija broj 6 (nalazi se pokraj Planinarskog doma Paklenica) – imala je 'čistu' vodu koja je zadovoljavala Pravilnik kroz cijelo razdoblje mjerenja – pretpostavljamo da je tu voda bila 'čista' jer je to prvi izvor nakon kaptacije i jer tamo voda prolazi polietilenskim cijevima.

Kao mjere za poboljšanje kvalitete vode predlažemo:

- trajno mjeriti atmosferske i hidrološke podatke prema GLOBE protokolima u samom NP Paklenica na zadanoj planinarskoj stazi kako bismo što bolje razumjeli promjene koje se zbivaju i omogućili izletnicima 'čistu' vodu,
- zamijeniti stare dotrajale vodovodne cijevi, te
- uz ulaznicu posjetiteljima NP Paklenica dati tablete za pročišćavanje vode.

5. IZVORI / LITERATURA

www.globe.gov

<http://leksikon.thinking-garment.com/gus-tuc/>

www.nn.hr

www.zzjzdnz.hr

GLOBE priručnik za mjerenje vode