KLIMATSKE KARAKTERISTIKE NAŠIH PEĆINA

Dr Radmilo Milosavljević
Prirodno-matematski fakultet, Sarajevo

Prema prostoru na kome se proučava klima, za raznovrsne potrebe ona se obično deli na:

1) klimu atmosfere i

2) klimu zemljišta.

Klima atmosfere se, prema veličini prostora na koji se odnosi, deli na: *makroklimu, mezoklimu, topoklimu* i *mikroklimu.*

Makroklima se odnosi na veliko prostranstvo nekog geografskog regiona, ali u granicama sličnih klimatskih struktura i istih klimatskih tipova (na primer, klima Panonske ravnice).

Mezoklima je ograničena na manju površinu, koja je pod istim klimatskim uticajima, ali obuhvata izdvojene samostalne geografske jedinice. To je na primer, klima neke rečne doline, jezera, šumskog kompleksa, grada sa okolinom itd.

Topoklima se odnosi na neki mali prostor, kao što su padina, deo neke doline itd.

Mikroklima se proučava na veoma malom prostoru, kao što su krune drveća, neka pećina, skladište, hladnjača, kancelarija, školska učionica itd. U najviše slučajeva kad se radi o otvorenom prostoru, mikroklima se odnosi na prizemni sloj vazduha do dva metra visine iznad zemlje. Mikroklima zatvorenih prostorija zove se još i *kriptoklima.* Izučavanje kriptoklime danas ima veliki značaj za ljude.

Klimu pećina (i jama) određuju samo tri osnovna klimatološka elementa, a to su: temperatura, vlažnost i vazdušna strujanja. Drugi elementi kao što su sunčevo zračenje, oblačnost, sijanje sunca, padavine i drugi koji se obavezno interpretiraju kad se govori o klimi otvorenog prostora ovde ne dolaze u obzir.

Da bi se odredila klima neke pećine, potrebna su sistematska merenja i to za jedan duži period (nijedan autor ne navodi dužinu). Smatramo, s obzirom da klimatski elementi u pećinama u toku godine ne podležu mnogo promenama, da je potrebno samo nekoliko godina osmatranja, dakle isto kao za ekvatorijalne predele. (Da bi se odredila klima nekog otvorenog prostora, potrebno je najmanje 30 godina neprekidnog osmatranja i merenja).

Međutim, meteorološka osmatranja u pećinama, sa retkim izuzecima, imaju povremen i sezonski karakter. Zbog toga, kad se govori o klimi naših pećina autori se oslanjaju samo na rezultate takvih osmatranja i merenja. Dakle, ona su mahom štura i nedovoljna i kao takva ne mogu dati bolje rezultate. Na osnovu takvih opažanja, a čije su vrednosti publikovane (njih je vrlo malo) promene i veličine pomenutih elemenata ukratko izgledaju ovako:

TEMPERATURA VAZDUHA. Srednje mesečne i srednja godišnja temperatura vazduha u prizemnim kraškim pećinama uslovljena je geografskom širinom, nadmorskom visinom, hidrološkim osobinama i morfološkim izgledom kao i sklopom objekta. Pošto se naše pećine nalaze na različitim geografskim širinama i na različitim nadmorskim visinama, to će se njihove srednje mesečne vrednosti kao i godišnja vrednost temperature razlikovati. Na primer, pećine na manjim geografskim širinama usto se nalaze u blizini mora i imaju malu nadmorsku visinu (na primer pećina Vjetrenica) biće u svakom slučaju toplija od neke druge pećine, ali koja se nalazi na većoj geografskoj širini, dakle pod pretežno kontinentalnim uticajem (na primer pećina u Bijambarama). Ili, Titova pećina u Drvaru, teorijski, biće toplija od pećine u Bijambarama pošto se ova druga nalazi na većoj nadmorskoj visini (za oko 465 m). Nadalje, visina temperature vazduha u pećinama u izvesnom smislu zavisiće i od cirkulacije vazduha kroz pukotine i šupljine. Intenzitet pak, ove cirkulacije zavisiće od otvora tih pukotina s jedne strane kao i od razlike u temperaturi između unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha. Dakle, što je razlika u temperaturi veća to će cirkulacija biti intenzivnija i obratno.

Stručnjaci koji se bave ovom problematikom smatraju, da je na umerenim širinama (dakle našim) godišnja temperatura vazduha u plitko položenim, suvim i jednostavnim pećinama približno jednaka srednjoj godišnjoj temperaturi vazduha na otvorenom susednom prostoru. No, odstupanja su moguća, ali ona ne prelaze 3°. Ali, na nižim širinama (suptropskim) odstupanja mogu biti i veća.

Međutim, to se ne odnosi na vlažne pećine, kroz koje teku stalne podzemne vode. One, obično imaju 2—5° nižu temperaturu vazduha nego što je to slučaj kod suvih pećina. Ovo dolazi zbog toga, jer je temperatura vode koja teče pećinom samo nekoliko stepeni viša od 0° (nije viša od 5°).

Prilične razlike u temperaturi vazduha pokazuju se u dva ekstremna godišnja doba (leto i zima) na relaciji otvoreni prostor — pećina. Raspolažući samo sa oskudnim podacima iz dve pećine (Megara na obodu Zetske doline i već pomenute Bijambarske pećine kod Sarajeva) može se zaključiti sledeće: pećine su zimi toplije od spoljašnjeg vazduha, dok su leti hladnije. Te razlike u temperaturi mogu biti vrlo znatne, a što zavisi od dubine kao i od broja sifona i dvorana. To opadanje, odnosno porast

temperature sa dubinom pećinskog kanala je postepeno, a što se može vidjeti iz sledeće tabele.

Promena temperature vazduha sa dubinom kanala zimi

u pećini Megara na obodu Zetske doline

ulaz	—3°
I dvorana	5
II dvorana	12
III dvorana	18°

Promena temperature vazduha sa dubinom kanala leti

u Bijambarskoj pećini kod Sarajeva

ulaz	17°
10 m od ulaza	3,6
I dvorana	4
II dvorana	6°

Smatra se, da ovakvi temperaturni odnosi postoje u skoro svim pećinama koje se sastoje iz jednog kanala. Razume se, za detaljnije prikazivanje termičkog režima (i ne samo njega) potrebna su duža merenja i to na više mesta. Razlike u temperaturi unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha postoje i kod složenih i razgranatih pećina, ali one nisu toliko izražene kao kod prvih, tj. jednostavnih pećina.

Nadalje, ispitivanja su pokazala da su dnevna kolebanja temperature u pećinama izuzev ulaznog dela, gotovo beznačajna. Dakle, razlike između najviše i najniže temperature u toku 24 časa su vrlo male ili gotovo i ne postoje. Godišnje kolebanje, u proseku, znatno je manje nego na otvorenom prostoru (zavisi od otvora pećine) i ne prelazi 8°, i u tom pogledu se približava godišnjem kolebanju temperature vazduha u ekvatorijalnim predelima s tom razlikom što su tamo srednje temperature preko cele godine vrlo visoke.

VLAŽNOST VAZDUHA. Od veličina sa kojima se može iskazati količina vodene pare u jedinici zapremine za pećine su najinteresantnije dve i to: relativna vlažnost koja se izražava u % i deficit vlažnosti vazduha koji se izražava u mm Hg ili gr/m^3.

Količina vodene pare u vazduhu pećine kao i na otvorenom prostoru pre svega zavisi od temperature vazduha. Što je temperatura vazduha viša to vazduh može da primi u sebe veću količinu vodene pare i obratno. Drugim rečima, u pećinama s obzirom da one imaju nisku temperaturu vazduh može da primi u sebe manju količinu vodene pare. S druge strane, pošto su pećine vlažne (prokapne vode, vode koje sistemom sitnih pukotina dospevaju u pećinu ili podzemna kraška reka), to se zasićenost vazduha gotovo približava maksimalnom stanju, odnosno relativna vlažnost će biti velika, a deficit vlažnost mali (kad je vazduh zasićen vodenom parom onda je relativna vlažnost 100%). Ali će se te vrednosti u toku godine ipak menjati: za vreme kišnog perioda i perioda otapanja snega one

će biti veće, a za vreme sušnog perioda manje. Suve pećine, što je i razumljivo imaće manju relativnu vlažnost od vlažnih pećina. Ako se poredi relativna vlažnost pećinskog vazduha sa spoljašnjim vazduhom razlike će biti očigledne. U proseku, one su 10—20%, ali kod nekih se kreće i do 30—40%.

Prema merenjima, relativna vlažnost vazduha na našim širinama u toku godine ima dva maksimuma i dva minimuma (kao kod ekvatorijalnog tipa samo ekstremi padaju u druga doba). Maksimumi su zimi i leti, a minimumi u proleće i jesen. Zimski maksimum je izazvan jesenjim kišama, a kasnije topljenjem snega. Letnji je posledica niže temperature vazduha (zimi je temperatura viša).

Neka merenja ukazuju, da pećine visokoplaninskih oblasti imaju čak tri maksimuma (oktobar ili novembar, april i avgust). Po dva maksimuma i po dva minimuma u godišnjem toku relativne vlažnosti imaju i pećine smeštene u suptropima. Tamo je takav raspored relativne vlažnosti uslovljen kao posledica nejednakog rasporeda padavina u toku godine i znatnim kolebanjem temperature. Treba napomenuti, da maksimum relativne vlažnosti u suptropskim predelima Dinarskog krasa dostiže vrednost od 100% ili je nešto niža; maksimumi u umereno kontinentalnoj klimi su nešto niži (90—98%). Ovakva razlika se oseća i kod minimuma. Kod prvih, oni nisu manji od 70%, a kod drugih su nešto veći (75%). Iz ovog proizilazi da i godišnja kolebanja relativne vlažnosti nisu velika.

U nekim pećinama je primećena i magla. To je obično slučaj kod pećina koje imaju rečne kanale.

VAZDUŠNI PRITISAK I VAZDUŠNA STRUJANJA. Vazdušna strujanja u slobodnoj atmosferi (horizontalna, konvektivna uspona i nispona, kosa uspona i nispona) imaju veoma značajnu ulogu pošto od njih zavisi vreme. Međutim, u speleoklimatologiji ova strujanja su jedino značajna kao dobri prečišćivači vazduha u pećinama. Ovo prečišćavanje se ne bi moglo odvijati da nema razlike u temperaturi između vazduha u pećini i onog na otvorenom prostoru.

Naime, iz meteorologije je poznato da je topliji vazduh razređeniji samim tim i ima manji pritisak na podlogu. S druge strane, hladniji vazduh je teži od toplijeg, pa zbog toga vrši veći pritisak na podlogu. Dakle, ako je spoljašnji vazduh topliji od onog u pećini, to će se javiti horizontalna struja sa smerom otvor pećine — otvoren teren. U isto vreme, manjak pećinskog vazduha nadoknadiće se vazduhom sa visine koji prodire u pećinu kroz sporedne kanale i pukotine, te na taj način se nadoknađuje vazduh iz pećine koji je otekao napolje. Ova strujanja će trajati sve dotle, dok se ne uspostavi toplotna ravnoteža između ova dva vazduha, odnosno dok im se vazdušni pritisci ne izjednače. To se obično dešava danju i leti pri lepom vremenu (pri oblačnom vremenu vazdušna strujanja gotovo i ne postoje). Noću i zimi, strujanje ima obratni smer (otvoren prostor — — pećina), pošto je tada pećinski vazduh topliji od spoljašnjeg. Topliji vazduh potiskivan od pridošlog hladnijeg sada je prinuđen da izlazi kroz pukotine i kanale napolje.

Brzina ovih vazdušnih struja zavisiće od razlike u temperaturi ovih dvaju vazduha s jedne strane i od broja otvora kanala i njihovih dimenzija. U nekim pećinama, ova su strujanja prilična (do 5 m/s), a u nekim

složenim pećinama čak i do 10 m/s. Takve pećine u narodu su poznate kao »vjetrenice«. U literaturi se navodi da u pećini »Vjetrenica« u istočnoj Hercegovini brzina vazdušnih strujanja može biti do 13 m/s. U izlaznom kanalu Lipske pećine u Crnoj Gori, vazduh se može kretati brzinom i 30 m/s.

Nadalje, ispitivanja su pokazala da su ova strujanja intenzivnija (jača) u hladnijoj polovini godine, verovatno kao posledica veće razlike u temperaturi između ovih dvaju vazduha, što to nije slučaj u toplijoj polovini godine. Jednom rečju, ovo kruženje vazduha ima itekako značaja ne samo za mikroklimu pećina već i za neprekidnu razmenu vazduha između ovih dvaju sredina. Zainteresovani iz ovoga mogu izvući određene zaključke.