

Mjerenje visine meteorološkim balonima

MLADEN KUHTA

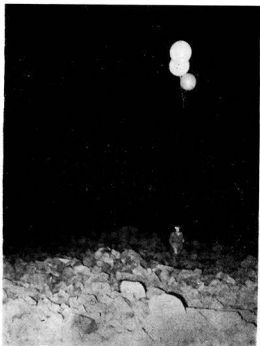
Prilikom probijanja dovodnog tunela PHE Obrovac, izvođači radova nailazili su na niz poteškoća vezanih uz krški teren unutar kojeg su vršeni radovi. Kao i na mnogim sličnim objektima tako i ovdje najveći problem predstavljale su im rasjedne zone, velike nakupine crvenice s blokovima, te podzemne šupljine na koje su nailazili. Najviše teškoća graditeljima zadale su dvije, po dimenzijama najveće kaverne. Prva, na ulaznoj strani tunela, (kod Gračaca) istražena u dužini od približno 2000 m, a problem je predstavljao vodeni tok koji kroz nju stalno protječe. Druga kaverina, svojom zaista imponzantnom veličinom, zadala je probleme, ne samo graditeljima već i ekipi speleologa koja ju je istraživala.

Speleološka istraživanja ove velike kaverne izvršila je ekipa Geološkog zavoda iz Zagreba tokom prosinca 1980. godine. Ekipu su sačinjavali: voda istraživanja mr. Srećko Božičević, ing. Ante Renić, Davor Butković, Kresimir Kučinić, Pavle Vranjican i Mladen Kuhta. Istraživanje je vršeno u dva navrata s različitim brojem članova. Početak istraživanja ometan je vrlo teškim vremenskim uvjetima. Naime, radi jake bure sa snijegom i zatvorenog prometa cestom Gračac — Obrovac, do ulaza u tunel uspjeli smo doći tek nakon četiri dana čekanja da se snaga bure smanji.

Istraživanje. Prvi susret sa kavernom bio je vrlo impresivan. Pomoću vrlo jakih »Jodilux« svjetiljki pokušali smo iz tunela osvijetliti konture objekta. To nam nije pošlo za rukom usprkos činjenici da je njihov domet oko stotinu metara. Jedino smo mogli vidjeti golemi sipar kamenih blokova i kršja ispod nas, a to je ujedno značilo da ulazna vertikala neće predstavljati problem. Mjerenjem je utvrđeno da ona iznosi 37 m. Istraživanje je započelo spuštanjem dijela ekipe i opreme. Iskoristili smo postojanje električnih instalacija u tunelu i postavljanjem nekoliko reflektora na tlu kaverne osvijetlili je do te mjere, da nam lična rasvjeta gotovo nije trebala. Tek tada mogli smo vidjeti velike dimenzije prostora u kojem smo se nalazili, a to su uskoro potvrdili rezultati mjerenja. Na zahtjev izvođača radova kavernu je trebalo vrlo točno topografski snimiti, jer je na temelju našeg nacrtu određivana devijacija (skretanje) tunela. Po dnu kaverne naznačili smo mrežu profila. Nekoliko ih je postavljeno paralelno s osi tunela, dok su drugi išli okomito na njih. Najznačajniji profili vezani su na geodetski snimljene točke po obodu kaverne. Mjerenje smjerova i nagiba izvršili smo nekoliko puta za svaki profil. Na taj način dobili smo vrlo precizan tlocrt. Izrada profila bila je mnogo teža. Problem nam je predstavljala vrlo velika visina kaverne. Njen iznos jedino smo mogli odrediti

odoka. Za geodetsko snimanje, prema riječima geodeta, trebalo je prenijeti poligonske točke iz tlocrta na strop, a to nije bilo moguće. Pošto je podatak o visini kaverne vrlo značajan za daljnje radove, njeno mjerenje ostavili smo za naredno istraživanje.

Baloni u podzemlju. Po povratku u Zagreb odlučili smo izmjeriti je pomoću balona. U tu svrhu zamoljena je pomoć Hidrometeorološkog zavoda. Zahvaljujući njihovom razumijevanju nabavljeno je nekoliko meteoroloških balona, kompletna oprema za njihovo punjenje, te boce s vodikom (sl. 1). Tako opremljena, ekipa je krenula na novo istraživanje. Nakon dolaska na teren izvršena su detaljna istraživanja dimnjaka i kraćeg kanala na boku kaverne, a zatim smo pristupili mjerenju visine duž ranije naznačenih profila. Prvo smo u tunelu napunili dva veća i jedan manji balon. Zatim se jedan član ekipe spustio u kavernu, gdje je prihvatio kraj najlonske uzice debljine 2 mm. Na drugi kraj zavezani su baloni. Potezanjem uzice oni su spuštani na dno kaverne i tamo pričvršćeni. Sljedilo je spuštanje ostalih članova ekipe. Ovakav način unošenja balona u kavernu bio je mnogo lakši i jednostavniji od teškog,



Upotreba meteoroloških balona u speleologiji

Foto: S. Božičević

a u slučaju nezgode opasnog spuštanja boce s vodikom i opreme za punjenje. Sva tri balona povezana su u jednoj točki, dva metra ispod njihovog vrha. U njoj je pričvršćena i mjerna nit topofila. Topofil je vrlo pogodna naprava za speleološka mjerenja dužih pravaca. Instrument je vrlo lagan i malih dimenzija. Sastoji se od plastičnog kućišta, namota tanke niti (konca) te mehanizma preko kojeg se na brojčaniku registrira duljina izvucene niti. Balone smo postavili na točku iznad koje želimo mjeriti visinu. Popuštanjem najlonske uzice dozvolili smo im da se dignu do stropa. Dodir balona sa stropom kontroliran je pogledom iz tunela. Toj vrijednosti dodavali smo dva metra (duljina od čvora do vrha balona) i na taj način dobili željenu visinu. Mjerenje smo ponavljali od točke do točke duž profila. Ovom metodom dobili smo sve željene vrijednosti. Najveća visina u kaverni je 60 m, najmanja 24 m dok prosječna iznosi oko 40 m.

Prilikom speleoloških istraživanja ponekad je potrebno malo mašte da bi se riješio neki problem. Možda će ovakav način mjerenja visine ostati samo jedan od primjera te naše špiljarske dosjetljivosti, a možda će netko, na nekom budućem istraživanju posegnuti za balonima. U našem slučaju ova metoda se

pokazala vrlo točnom, brzom i jednostavnom. Njeno korištenje je opravdano, ako se radi o visini većoj od dvadesetak metara. Lagan rad sa balonima moguć je jedino u velikim divoranama. Spuštanje, dizanje i prenošenje balona u uskom prostoru bilo bi vrlo komplicirano. Širina i prohodnost kanala, kroz koje dolazimo do dijela objekta u kojem vršimo mjerenja, također je vrlo važna. Celična boca s vodikom teška je oko 20 kp i njen transport kroz teško prolazne kanale iziskivao bi velik napor. Punjenje balona mora se vršiti isključivo pri električnoj rasvjeti. Uz pomoć topofila mjerenje se može obaviti vrlo točno. Balone je potrebno navezati na zasebnu uzicu. Na taj način nit topofila je neopterećena (osim neznatnom vlastitom težinom), pa je tako mogućnost njenog istezanja svedena na minimum. Na rezultat mjerenja nepovoljno može utjecati cirkulacija zraka. Radi male težine baloni su vrlo osjetljivi, te već kod slabog strujanja dolazi do njihovog zanošenja. Uslijed toga izmjerena visina ne odgovara stvarnoj dužini okomicke iznad mjerne točke.

Nadam se da će ovaj članak pomoći svima koji će problem mjerenja velikih visina u speleološkim objektima rješavati na sličan način.

Neka objašnjenja uz nacrt Jopićeve špilje

MARIJAN ČEPELAK

U prilogu prošlog broja ovog časopisa objavljen je topografski snimak Veternice, druge špilje po veličini u Hrvatskoj, a sada je na isti način isti autor prikazao Jopićevu špilju. O tom speleološkom objektu, najdužoj špilji u Hrvatskoj, rečeno je mnogo u brojnim člancima raznih autora, tako da ovom prilikom nije potrebno ponavljati već objavljene podatke. Zato iznosimo samo neka objašnjenja u vezi s objavljenim nacrtom.

Topografski snimak načinjen je na temelju originalnih snimaka mjerila 1:500. Na ovom nacrtu prikazani su svi do sada istraženi dijelovi špilje. Dužine sporednih kanala (odvojaka) računaju se od njihova početka, tj. ulaza (princip diskontinuiteta), a ne od sredine kanala ili neke točke na mjernom vlaku u glavnom kanalu od kojeg se sporedni kanal odvaja. U samo tri slučaja uzeti su u obzir u ukupnu dužinu špilje i kanali kraći od 15 metara (13 i 14 m). Isti kriterij primijenjen je na prije objavljeni snimak špilje Veternice, tako da se ove dvije najveće špilje u Hrvatskoj mogu pravilno uspoređivati.

Promatrajući ova dva nacrtu lako je primijetiti da je snimak Jopićeve špilje manje pregledan, iako je primijenjen isti način crtanja uz iste simbole. Razlog za to je veća gustoća kanala koji se često isprepliću i leže

jedan iznad drugog, negdje čak četiri jedan povrh drugog. Ovdje se uopće ne može govoriti o nekom glavnom kanalu, nego samo o glavnom spletu kanala, tako da je u tlocrtu primijenjen princip: najdonji kanal crtan je punom linijom, sljedeći iznad njega isprekidanom, zatim s točka — crta i najviši s točkicama. Čim pojedini kanal izlazi iz takvog odnosa, tj. čim nije više iznad nekog drugog, crtan je normalnom, punom linijom. Zbog ovakvog križanja nije ih bilo moguće u tlocrtu istaknuti sjenčanjem uz rubne linije izvana. Da bi se postigla bolja preglednost izostavljeni su mnogi detalji, inače sadržani u originalnim nacrtima (izohipse, sigovina, kameni blokovi, nazivi pojedinih dijelova i sl.). Vodene površine su u tlocrtu ispunjene gustim crtnim tankim horizontalnim linijama, a u profilu su crne. Da bi sve stalo na što manju površinu, profili su isprekidani i zbijeni. Ključna mjesta na nacrtu označena su brojevima, istim za tlocrt i profil. Kako većina kanala nema posebnih imena, ili su autoru nepoznata, na popisu kanala i njihovih dužina definirani su kanali upravo tim brojevima. Na istom nacrtu prikazana je i špilja Gvozdenica koja nije povezana s Jopićevom špiljom, ali genetski pripada istom sistemu. Njezin položaj u odnosu na Jopićevu špilju isti je u tlocrtu kao i u stvarnosti (na terenu