

snimavanje postojećih filmova na magnetoskopsku traku, što znači da svatko tko je zainteresiran može jednog dana posjedovati različite filmske speleološke programe, a otvaraju se i mnoge druge mogućnosti.

To međutim neće umanjiti značaj klasičnog filmskog snimanja sve dotle dok se ne pronađe veliki TV-ekran, jer je upravo u tome, za sada, velika prednost klasičnog filma: prikazivanje u dvoranama, za vrijeme sastanaka, a pogotovo na raznim stručnim skupovima kao što su simpoziji, kongresi i sl.

Sve se te tehnike u najnovije doba polako nadopunjuju, isprepliću i usmjeruju u jedan zajednički program i manifestaciju pod nazivom FAVIT¹ (film, audio,² video,³ istraživanja,⁴ televizija). Speleolozima to ne treba i ne smije biti strano, već naprotiv, trebaju iskoristiti pružene mogućnosti do maksimuma.

NAPOMENE

¹ Naziv FAVIT stvorio je filmski snimatelj i poznati kino-amater Vladimir Petek, koji je i organizator grupe FAVIT (djeluje od 1971. do danas).

² Kod nas je prvo podzemno audio-snimanje izvršio Mario Kirin (26. 1. 1969. godine u Vetrernici), a zatim Vlado Lončar (1972. RTZ), Boris Vrbeć u akcijama Jopićeva špilja '74, Puhaljka '75, Rokina bezdana '75, Bunjevac '77 i dr., a nešto malo i Boris Mudri.

³ Sve ono što se vidi: fotografija, dijapozitivi, filmovi, televizija, holografija (laserska projekcija), kompjuterska tehnika i projekcija i sl.

⁴ Istraživanje na proširenju starih i otkrivanje novih mogućnosti svih audio i vizuelnih efekata.



Snimanje amaterskog speleološkog filma u Cerovačkoj donjoj špilji. Snimatelj: Mladen Garašić, osvjetljivači: Zvonko Marinić i Mladen Juračić, glumac: Boris Vrbeć

Foto: Tihomir Kovačević

Miniranje u speleološkim objektima u Hrvatskoj

SRECKO BOŽIČEVIĆ

Prolazi iza prepreke. Prilikom istraživanja speleoloških objekata često smo se puta našli pred iznenađenim suženjem prolaza, iako se iza njega vidio daljnji nastavak podzemnog prostora. Našu želju da prodremo i dalje mogli smo realizirati jedino nakon strpljivog razbijanja sigaste ili druge prepreke. Takav način širenja prolaza više puta je dugotrajan i zbog uskog prolaza u kojem radimo, jako zamoran. Ponekad se događa da nam i omanji kameni blok prepriječiti daljnji prolaz ili da nam voda naplavljenim materijalom pregradi inače prolaznu pukotinu. Svi vidljivi prolazi iza prepreka ostajali su dugo vremena nedokučivi, pa je želja za njihovim dosizanjem zahtijevala novi način pristupa.

Zbog svih tih razloga odlučio sam steći pravo izvođenja miniranja u speleološkim objektima, tako da postojeće prepreke mogu riješiti vlastitim znanjem. Ovu odluku pospješila je i činjenica što u dubine nekih jama ili u teško pristupačne dijelove pećine nismo mogli osi-

gurati ulazak profesionalnih minera s nekog tunelskog gradilišta ili kamenoloma. Ponekad je nedolazak minera na potrebno mjesto bio uzrokovan i njegovim strahom od podzemnog prostora, i sva naša nastojanja za novim otkrićima ostala bi uzaludna.

Rad s eksplozivom upoznao sam, nakon kraće obuke i vježbi na jednom kamenolomu kraj Zagreba, položio odgovarajući ispit i otpočeo s primjenjivanjem stečenog znanja i prijašnjih iskustava.

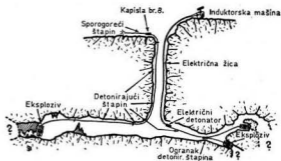
Namjena ovog prikaza jest da iznese rezultate miniranja u podzemlju našeg krša i da upozori na mjere predostrožnosti kojima se mogu spriječiti eventualne nesreće.

Mogućnost miniranja i mjere predostrožnosti. Uzroci sužavanja podzemnih prostora mogu biti različiti: sigasta nakupina u obliku sa-ljeva, sigasta kora na tlu kanala, urušeni blok ili više blokova, spuštanje čitavih blokova debelo uslojenih vapnenaca, nanos krupnog i sit-



Sl. 1. Primjer grananja detonirajućeg štapina. Eksplozivno punjenje postavljeno u pukotine raspucalog bloka. Detalj iz kaverne tunela Učka

Foto: S. Božičević



Sve ostale mjere predostrožnosti odnose se na uobičajene propise o transportu eksploziva, patrona i kapsula, uz zabranu nošenja otvorenog plamena, na zabranu pušenja, kao i na poduzimanje ostalih mjera opreza pri radu s eksplozivnim sredstvima.

Korištenje eksploziva, način aktiviranja i rezultati. Pri dosadašnjim miniranjima u speleološkim objektima koristio sam praškasti privredni eksploziv VITEZIT grupe 5 (Vitezit — 5,

nog materijala pomiješan s doplavljenim granjem, panjevima i ostalim predmetima.

Eksploziv se obično stavlja u izbušene »rupe« ili bušotine u stijeni, no takav način miniranja često nije izvediv u podzemlju. Mogućnost izvođenja bušenja u podzemlju samo je rijedak slučaj, pa nam preostaje samo način stavljanja »blatarica« ili ispunjavanje prirodnih pukotina u stijeni. »Blatarica ili naljepno punjenje je minsko punjenje prekriveno i priljepljeno blatom za stijenu ili na mjesto koje želimo proširiti ili odbiti. Iz blata viri samo štapin koji treba zapaliti ili uz pomoć kojeg aktiviramo eksploziv.

Ostale činjenice na koje treba obratiti posebnu pažnju jesu:

— pravilno uočavanje položaja slojeva i pukotinskih sistema oko mjesta miniranja,

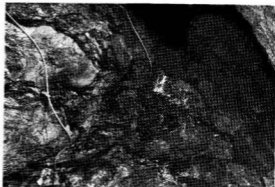
— poznavanje mikroklimatskih uvjeta u podzemlju, odnosno vođenje računa o smjeru cirkulacije zraka radi kretanja eksplozivnih plinova poslije miniranja od nas ili prema nama,

— pravilno određivanje potrebnih količina eksploziva na jednom ili više mjesta,

— određivanje dovoljnog razmaka između mjesta eksplozije i mjesta paljenja radi uzimanja sigurnog zaklona,

— paziti da prevelike količine eksploziva ne poremete postojeću labilnost u drugom dijelu podzemnog objekta. Prema potrebi koristiti usporivače eksplozije ili vršiti nekoliko uzastopnih miniranja s manjim količinama eksploziva.

Također je potrebno voditi računa o snazi eksplozije zbog zračnog udara u zatvorenom uskom prostoru, te osigurati povratak od mjesta miniranja do izlaza iz speleološkog objekta.



Sl. 2. Nabušena kaverna tunela Učka. Eksploziv postavljen u pukotine velikog kamenog bloka

Foto: S. Božičević



Sl. 2b. Isti detalj poslije miniranja i proširenja prolaza

Foto: S. Božičević

5a, 5b i 5c), detonirajući štapin, sporogoreći štapin, rudarsku kapislu br. 8, te električni detonator za električno paljenje.

Svaki od upotrebljenih eksploziva ima svoje posebne karakteristike i namjenu za određenu vrstu stijene, dok je detonirajući štapin ujedno i jak eksploziv. Pozitivna odlika detonirajućeg štapina je u mogućnosti da on u minkskom punjenju zamijeni kapislu ili detonator, a uz to se i izradom ogranaka može istovremeno vršiti miniranje s više minskih punjenja (fotografija br. 1). Zbog vrlo velike brzine detonacije sporogorećeg štapina (od 5.300 do 8.000 m/sek), aktiviranje svih ogranaka gotovo je istovremeno. Paljenje detonirajućeg štapina moguće je vršiti rudarskom kapislom br. 8 uz pomoć sporogorećeg štapina ili električnim detonatorom uz pomoć induktorske mašine.

Tučić-ponor kod Gračaca u Lici. Miniranje je vršeno na dubini od 62 m ispod razine ulaza. Upotrebljeno je oko 10 kg eksploziva Vitezit — 5c, postavljenog uz stijenu u zaglavljenu nanos u dnu sužene pukotine. Od minkskog punjenja do površine izvučen je detonirajući štapin učvršćen na prirodne izbočine stijena i na žicu obješenu na zabijene klinove. Paljenje detonirajućeg štapina vršeno je s površine pomoću rudarske kapisle br. 8 i 1 m sporogorećeg štapina. Miniranje je izvršeno oko 14 sati. Nakon proširenog prolaza ponor je istražen do dubine od 140 m. Sl. 3. pokazuje izbijanje otrovnih plinova iz ponora neposredno poslije miniranja.



Sl. 3. Otvor Tučić ponor kod Gračaca. Snimak neposredno nakon eksplozije kada je iz dubine počeo izbijati dim
Foto: S. Božičević



Sl. 4. Jelar ponor kod Gračaca. Kretanje dima po Jarku kanala poslije eksplozije
Foto: S. Božičević

Jelar-ponor kod Gračaca u Lici. Miniranje je vršeno na dubini od oko 25 m. Obavljeno je u nanosu granja i naplavljene zemlje. Upotrebljeno je 5 kg eksploziva Vitezit — 5a. Paljenje je vršeno isto kao kod Tučić-ponora. Eksploziv je aktiviran u 17 sati. Zbog prevelikog nanesa granja, miniranje nije dalo neki veći rezultat. Na sl. 4. vidljivo je kretanje oblaka otrovnih plinova niz kanal kojim inače dotječe voda u ponor.

Ponori uz rub polja. Miniranje je vršeno s malim količinama eksploziva radi čišćenja djelomično zatrpanih pukotina. Aktiviranje uz pomoć sporogorećeg štapina i kapisle br. 8.

Nabušena kaverna tunela Učka u Istri. Blokovi u kanalu s vodom pregradili su jedan dio toka i formirali sifonsko jezero. Miniranjem blokova snižen je nivo vode i uređen prolaz u ostale dijelove kaverne. Uz pomoć eksploziva prošireni su uski prolazi, razbijeni veliki blokovi i uglavnom izvođeni radovi za sniženje vodostaja na gornjem sifonu. Jedan od rezultata miniranja prikazan je na slici 2. (A — prije i B — poslije miniranja). Istovremeno je aktivirano 8 do 10 minskih punjenja učvršćenih blatom za blokove i unutar pukotina. Rezultat je bio potpun i postignuti su zadovoljavajući efekti na svim mjestima miniranja. Aktiviranje detonirajućeg štapina vršeno je uz pomoć električnog detonatora i električne mašine za paljenje. Dužina detonirajućeg štapina iznosila je od 20 do 50 m, električna žica bila je dužine 50 m, na kraju koje je davan kontakt za aktiviranje eksplozije. Količina eksploziva uzeta je prema potrebi i grubom proračunu na licu mjesta.

Pećina Veternica kraj Zagreba. Miniranje uskov prolaza u tzv. »Željezničarskom kanalu« dokazalo je punu efikasnost minerskog rada u podzemlju. Dugotrajno razbijanje sigaste nakupine u stvarno nemogućim uvjetima (ležanje

u vodi do vrata, uz vrlo malu mogućnost zamaha čekićem), zamijenjeno je s 2 kg eksploziva Vitezit — 5a. Detonirajući štapin učvršćen je i provučen između siga uz samu vodu. Eksploziv je prenesen kroz vodu u najlonskim vrećicama, dok su inicijalne patrone (izrađene od polovine jedne patrone i detonirajućeg štapina) prenesene u njedrima ispod nepromočivog odjela. Na mjestu miniranja postavljena su dva odijeljena punjenja prekrivena blatom i povezana detonirajućim štapinom za glavni detonirajući vod. Paljenje štapina dužine cca 40 m vršeno je uz pomoć električnog detonatora i stroja za paljenje s udaljenosti od 50 m. Aktiviranje eksploziva izvršeno je u 18 sati. Cirkulacija zraka bila je suprotna smjeru povlačenja prema izlazu.

Rezultat miniranja: otkriveno je 600 m novih pečinskih kanala, od kojih nisu ispitani svi bočni odvojeci. Istraživanja se nastavljaju. Uz ovo miniranje potrebno je napomenuti da se u ovako vlažnim uvjetima koristi inače eksploziv s oznakom V, ali ga nismo imali. Koristan rezultat dobiven je i s klasičnim eksplozivom uz potrebnu pažnju pri transportu kroz vodu.

Zaključak. Prema do sada izvedenim miniranjima u našim speleološkim objektima moguće je donijeti slijedeće zaključke:

— miniranje treba izvoditi samo na onim mjestima gdje je to moguće zbog povoljnih geoloških, morfoloških i meteoroloških uvjeta,

— paljenje sporigorećeg štapina moguće je primjenjivati jedino na površini ili blizu izlaza,

— potrebnu udaljenost od detonirajućeg štapina i mjesta paljenja treba poštivati kao pri uvjetima aktiviranja samog eksploziva,

— detonirajući štapin ne smije prelaziti preko ljestava, užeta, klinova ili drugih dijelova speleološke opreme (temperatura eksplozije štapina je 4.700°C),

— miniranje treba vršiti u toku popodneva ili navečer, a ponovni obilazak miniranog mjesta izvršiti tek drugi dan ili tek nakon nekoliko dana, što zavisi o jačini cirkulacije zraka u objektu.

Author's Abstract
UNDERMINING IN SPELEOLOGICAL
OBJECTS

by Srećko Božičević

During speleological explorations we happen to come to a strait where we can see a continuation behind it. The hard work of enlarging the strait can be easily replaced by undermining, if properly done.

The author describes methods of undermining by means of the Vitezit group 5 explosive, detonative fuse, and other devices used to carry out such undermining works.

Besides advices and warning, examples of successful undermining are given, concerning Tučić hollow and Jelar near Gračac in Lika, the Tunnel of Učka in Istria, and a passage in Veternica Cave near Zagreb.

The most successful undermining proves to be the one carried out in Veternica Cave, where a new channel over 600 meters long has been discovered due to undermining.

Iskopavanje spilja i osobitosti koje susrećemo

DARKO RUKAVINA

Dugogodišnjim istraživanjem spilja opaženo je da gotovo sve sadrže, više ili manje, spiljskih sedimenata koji su uglavnom nastali kao produkt kemijske i mehaničke rastrožbe matične stijene, što je opet, većim dijelom rezultat klimatskih promjena za vrijeme pleistocena, kada je Zemlja nekoliko puta bila zahvaćena ledenim dobima. Ti sedimenti su konzervirali mnoge dokaze o promjenama koje su se odigravale na Zemlji, te su predmet zanimanja brojnih geologa, paleontologa, arheologa, paleoklimatologa, antropologa i sl., radi sagledavanja svih činilaca koji su doveli do stvaranja slike današnjeg svijeta.

Pripadnici Zavoda za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu već dvadesetak godina iskopavaju sedimente

u spiljama našeg krša. Predmet tih istraživanja su, uglavnom, sedimenti istaloženi u posljednjih stotinjak tisuća godina, kada su se dogodile značajne promjene, kako u evoluciji živog svijeta, tako i u razvoju krajolika na kakvom danas živimo.

Istraživanjem spiljskih sedimenata utvrđene su brojne zakonitosti koje možemo više ili manje uspješno pratiti u svim spiljama. Ukratko, te zakonitosti se manifestiraju u generalnom tipu sedimenta, makroskopskim i mikroskopskim obilježjima sedimenta, kao i u paleontološkom i arheološkom sadržaju.

U stručnoj literaturi vrlo su dobro razrađene metode iskopavanja spiljskih sedimenata, koje mogu dati maksimum informacija koje tražimo. Uglavnom je najprihvatljivija tzv.