

Teo Barišić  
Šibenik, 20.06.1998.

40

TOPOGRAFSKO SNIMANJE POTOPLJENIH DIJELOVA  
SPELEOLOŠKOG OBJEKTA

(stručni rad)

## PREDGOVOR

Izrada ovog rada inicirana je održavanjem speleološkog instruktorskog tečaja na planinarskom domu Runolist na Medvednici u prosincu 1997. godine. Svi polaznici tečaja bili su dužni pripremiti jedan stručni rad tako da sam i ja pripremio rad s temom Topografsko snimanje potopljenih dijelova speleoloških objekata. Rad se temeljio na vlastitim iskustvima što sam ih htio približiti roniteljima speleoložima jer je u našim speleološkim krugovima objavljeno nimalo članaka s tom temom. Rad je trebalo samo finiširati no u međuvremenu je Zoran Petković došao do literature koju sam svakako htio konsultirati kako bih dopunio ovaj rad. Čitanjem knjige "Underwater Cave Surveying" Johna Burge-a koji je ujedno i autor dijela NSS Cave Diving Manual"-a koji se odnosi na topografsko snimanje promijenili su se uvelike i moja razmišljanja i pogledi, a tamo su neke stvari tako lijepo složene da je bilo šteta tako nešto ne prezentirati špiljarskoj javnosti. U svom originalnom (čitaj siromašnjem) izgledu rad je bio namijenjen speleoložima koji imaju znanja o topografskom snimanju "suhih" objekata i bavio se više primitivnijim tehnikama snimanja koje se rabe pri preliminarnim istraživanjima dok je u ovakovom širem izdanju dosta riječi o mjeranjima i izradi nacrta veće točnosti, a osjećaj o tome što je to topografsko snimanje mogu steći i ronitelji koji se s njime nisu prije susretali.

## SADRŽAJ:

Uvod

    razvitak

Točnost nacrtu podvodnih dijelova speleološkog objekta

Faze izrade nacrtu podvodnih dijelova speleološkog objekta

Planiranje

    biranje speleološkog objekta

    biranje tima

Uron i radovi pod vodom

    razgledavanje i utvrđivanje opsega posla

    odabir mjernih točaka

    postavljanje poligona

    mjerjenje dubine, dužine i horizontalnog kuta

    skiciranje kontura kanala

    zabilješke, poprečni presjeci, detalji

Preračunavanje podataka dobivenih mjerjenjem pod vodom

    kako još povećati točnost nacrtu?

Izrada nacrtu

Finalna izrada nacrtu

Oprema potrebita za mjerjenje i crtanje pod vodom

Taktika topografskog snimanja odnosno raspored ronitelja prilikom snimanja

Zaključak

Literatura

## UVOD

Da bi se razmatralo pitanje topografskog snimanja potopljenih dijelova speleološkog objekta potrebno je dobro poznavati problematiku topografskog snimanja suhih dijelova speleološkog objekta kao i problematiku speleorонjenja - njegove opasnosti i ograničenja.

### Razvitak

Neke tehnike koje se koriste pri snimanju pri snimanju potopljenih dijelova speleološkog objekta, a razlikuju se od topografskog snimanja, razvijene su pri snimanju polupotopljenih dijelova objekata. Prije svega tu je upotreba zaštitnih odijela s kojima se spriječava pothlađivanje speleologa koji se nalazi u vodi, upotreba posebnih vodootpornih pločica na kojima se može pisati i u vodi, te upotreba posebnih ronilačkih svjetiljki za osvjetljavanje pod vodom.

U mnogim speleološkim objektima nailazimo na njihove polupotopljene odnosno u potpunosti potopljene dijelove. U razvoju tehnika prodiranja kroz i istraživanju objekata prvo se prišlo istraživanjima polupotopljenih dijelova. U kanalima u kojima je omogućen pristup malim čamcima bilo je relativno jednostavno izvesti topografsko snimanje na način istovjetan onome pri snimanju suhih dijelova objekta.

Pri snimanju uskih i niskih dijelova polupotopljenih kanala za zaštitu istraživača koriste se uglavnom standardna mokra neoprenska ronilačka odijela dok se rezultati mjerena i konture kanala nanose na vodootporne pločice. U vrlo uskim kanalima se ponekad umjesto klasičnog nacrtu prave posebne tablice u kojima se upisuje udaljenost od ruba kanala gore, dolje ,lijevo i desno od mjerne točke. Pri ovakovom topografskom snimanju je potrebno posebno pažnju posvetiti zaštiti mjernih instrumenata jer su oni osjetljivi na potapanje.

Slijedeći korak u istraživanjima potopljenih kanala je učinjen kad su se neki od istraživača zaronom na dah zavukli u sifon i onda uz pomoć svjetiljke i maske ili jednostavno pipanjem rukama pokušali pronaći nastavak kanala. Često im je to i uspjelo i mnogi su metri pronađeni iza ovakvih malih sifona npr. PVC sifon u špilji Veternici ili sifon u Klepinoj dulibi .... Takve male sifone je relativno lako premjeriti i ukomponirati na veliki nacrt.

U speleologiju su na mala vrata pomalo ušle i klasične ronilačke tehnike da bi u današnjim danima razvoj ronilačke opreme za speleorонjenja postao veliki eksperiment za razvoj standardne ronilačke opreme. Preronjeni kanali postali su sve dublji i duži te je za njih nastala potreba za kartografiranjem upravo iz razloga kao i za suhe dijelove speleoloških objekata.

Kao razlozi topografskog snimanja speleološkog objekta često se navodi potreba za dokumentiranjem speleološkog istraživanja koje predstavlja jednu od osnovnih svrha i ciljeva bavljenja speleološkom aktivnošću. Nezamislivo je istraživanje bez sačinjenog nacrtu objekta iz kojeg se kasnije mogu tumačiti dimenzije i oblik objekta , a po kojemu se kasnije mogu nastaviti istraživanja, vršiti planirani posjeti ili nam nacrti mogu poslužiti u razne druge naučne ili neke druge svrhe. Kao jedan od razloga izrade nacrtu navodi

se i povratak iz speleoloških objekata. Iako pomalo smiješan razlog u praksi se pokazao stvarnim.

Nacrti podvodnih dijelova speleoloških objekata u sebi nose posebnu važnost jer je ronjenje u speleološkim objektima jedna od najriskantnijih ljudskih aktivnosti uopće te nam takvi nacrti pružaju nemjerljivu pomoć pri planiranju posjeta speleološkim objektima i njihovim dalnjim istraživanjima. Kad se u obzir uzme i sve veća ronilačka populacija koja sve više posjećuje speleološke objekte i za koju su propisani standardi još rigorozniji nego li među malobrojnoj speleoronilačkoj populaciji važnost izrade točnog nacrtu speleološkog objekta postaje sve veća. Poznavanje ambijenta i stalna spoznaja o svojoj poziciji možda nigdje nije od većeg značaja nego li je to u podvodnom objektu u kojem nas mogu očekivati zamke kao što su varljive struje ili optičke iluzije. Upravo u sigurnosti ronilaca osobe koje se bave crtanjem speleoloških objekata nalaze jedan od osnovnih motiva zašto se crtanjem uopće bave. Velik značaj pri tome ima naravno i osjećaj da se zajednici ostavlja nešto vrijedno što u sebi nosi biljeg osobne kreativnosti i nosi sve značajke autorskog rada.

## TOČNOST NACRTA PODVODNIH DIJELOVA SPELEOLOŠKOG OBJEKTA

O točnosti nacrtu speleološkog objekta potrebno je govoriti jer upravo o ovom aspektu ovisi i tehnika i metodika snimanja objekta. Izraz topografsko snimanje tada predstavlja samo jednu kategoriju u rasponu ocjene točnosti nacrtu. Logično je i praksa da je ikakav nacrt objekta bolji nego nikakav tako da u speleološkim arhivama imamo nacrte koji su kategorizirani prema svojoj točnosti. Postoje određene razlike između kategoriziranja nacrtu prema točnosti i ove podjele su različite u nacionalnim speleološkim asocijacijama. U svima njima ipak prvu kategoriju predstavlja nacrt izrađen prema sjećanju po izlasku iz speleološkog objekta. Druga kategorija je obično nacrt napravljen unutar speleološkog objekta. Slijedeće povećanje točnosti dobija se mjeranjem u objektu te se naredni spektar podjele zasniva na točnosti tih mjeranja. Najvišu kategoriju točnosti u suhim objektima dobija se uporabom preciznih geodetskih instrumenata dok se u vodi oni ne mogu koristiti pa se točnost postiže izradom zatvorenih petlji bilo postavljanjem kružnog poligona odnosno povratnim mjeranjima ravnih kanala koja sama po sebi predstavljaju zatvorenu petlju.

Svugdje u svijetu ronitelji speleolozi su izrađivali nacrte speleoloških objekata na način da u što kraćem roku na što precizniji način sačine nacrte koji imaju dovoljnu točnost da posluže ostalima. Kao što je to slučaj i sa "suhim" objektima među mnogobrojnim speleolozima roniteljima pronašla se mala grupica speleologa - topografskih snimatelja koji obilaze i vrlo precizno snimaju speleološke objekte pri čemu su sebi postavili vrlo visoke kriterije izrađujući pri tome nacrte najviše kategorije točnosti uspostavivši sustav standarda, procedura tehnika i kvalitete. Njihov rad omogučio je masovne posjete podvodnim speleološkim objektima uz visok stupanj osobne sigurnosti ronilaca koji nisu nužno i speleolozi.

U Hrvatskoj će teoretičari tvrditi da se postiže stupanj točnosti koji je nešto između dviju navedenih grupa no praksa i temeljitija analiza će pokazati da smo znatno bliže prvoj grupi za što je naravno jako puno razloga. Prvi i osnovni razlog je što za izradu preciznog nacrtu treba jako puno vremena, a topografskim snimanjem pod vodom se bavi toliko malo ronilaca da im je jednostavno bolje i ljepše načiniti više zarona u raznim objektima pri čemu se istražuje veća metraža. Drugi razlog je što se velika većina zarona koje izvode ronitelji koji crtaju objekte radi u objektima koji su većih

dimenzija, speleološki perspektivniji ali je zato gotovo u pravilu u njima mala vidljivost ili se veća pažnja posvećuje pronalasku prolaza kroz sifon ili radu iza sifona. Takva mjesta se ne nalaze blizu ulaza u objekte, čak ni blizu prilaznih putova pa je taško pronaći transportne radnike za besmisleno "picajzlenje" u sifonu. Treći i možda najvažniji razlog je što u Hrvatskoj ronioci uglavnom ne posjećuju atraktivne speleološke objekte jer ne postoji ni spisak takvih lokacija, a lokalni ronioci koji poznaju takva mjesta drže ih u tajnosti kako bi se u njima na miru mogli baviti svojim najčešće protuzakonitim aktivnostima. U budućnosti će se s vremenom otkrivati takva mjesta i između ostalog uvrštavati u turističku ponudu čime će se stvoriti potreba za preciznijim nacrtima i atraktivnijom kartografijom.

Svi ovi razlozi naravno ne utječu na to da speleolozi ronitelji s vremenom i vježbom sve bolje i preciznije topografski snimaju speleološke objekte.

1.stupanj	skica - mala točnost - sva mjerena otprilike
2. stupanj	viši stupanj od 1. stupnja, a manji od 3.stupnja
3.stupanj	mjerjenje azimuta kutovi mjereni +/- 2.5 stopnjeva greške udaljenosti između mjernih točaka mjerene sa manje od 50cm greške
4.stupanj	viši od 3.stupnja , a manji od 5. stupnja
5.stupanj	mjerjenje azimuta pomoću kompasa kutovi mjereni sa manje od +/- 1stupanj greške Udaljnosti mjerene sa manje od +/- 10 cm greške

Sl.1 - Standardi točnosti izrade nacrta po BCRA ( British Cave Research Association)

Klasa A	konture kanala i detalji prema sjećanju
Klasa B	konture kanala i detalji procijenjeni otprilike i zabilježeni u speleološkom objektu
Klasa C	detalji mjereni sa mjernih točaka
Klasa D	detalji mjereni sa mjernih točaka i na drugim mjestima gdje se to pokazalo pogodno za što točniji prikaz

Sl. 2 - Klasifikacija načina izrade kontura kanala i detalja u objektu (po BCRA)

Ocjena točnost nacrta se daje kombinacijom iz ovih dviju tabela npr. 1A, 1B, 3B, 3C, 5C, ili 5D i govori nam o tehnici mjerjenja i skiciranja rubova kanala i detalja u objektu.

## FAZE IZRADE NACRTA POTOPLJENIH DIJELOVA SPELEOLOŠKOG OBJEKTA

Izrada nacrtu speleološkog objekta u sebi sadrži nekoliko faza i to:

1. Planiranje
2. Uron i radovi pod vodom
3. Preračunavanje podataka dobivenih mjerenjima pod vodom
4. Izrada nacrtu
5. Finalna izrada nacrtu
6. Publiciranje

Između faza 1-4 potrebito je stalno usaglašavanje u kojem sudjeluju svi subjekti koji rade na projektu. Kod jednostavnih preliminarnih istraživanja faze idu po već navedenom redu no kod više ronjenja kad se rade veći ili komplikiraniji objekti faze se međusobno isprepliću tako da se planiranje vrši neposredno pred svaku novu fazu , a ronitelji koji zaranjavaju sa sobom nose već preračunate podatke ili izrađene dijelove nepotpunih nacrtu koji tijekom rada pod vodom olakšavaju dopunjavaju prema predviđenim zadacima. Teško je i zamisliti sve moguće kombinacije navedenih faza pa ćemo se posvetiti svakoj od njih.

### PLANIRANJE

Svakako predstavlja fazu o kojoj je u speleološkoj literaturi obično vrlo malo riječi (obično se smatra sama po sebi razumljivom) no ova je faza jedna od najvažnijih u bilo kakvoj ronilačkoj aktivnosti i njoj se u ronjenju posvećuje najveća pažnja. Faza planiranja ključ je osobne sigurnosti ronilaca.

Kad kanimo izraditi nacrt nekog speleološkog objekta planiramo:

1. speleološki objekt
2. tim koji će izraditi nacrt
3. opseg top.snimanja
4. opseg zadataka svakog urona
5. zadatke tima i svakog ronitelja u timu

### Biranje speleološkog objekta

Kod preliminarnih istraživanja speleoloških objekata obično se pronađu mesta na kojima je moguće daljnje istraživanje vršiti jedino uz pomoć ronilačke opreme. Takva mjesta se označavaju na nacrtima i spremaju u klubske arhive i glave prvih istraživača. Na zanimljive objekte nailaze i ronitelji prilikom svih vrsta urona. Takav niz objekata spaja se sa onima o kojima doznajemo iz priče drugih speleologa - ronitelja, literature ili

priča mjesnog stanovništva. Nakon toga slijedi preliminarno speleoronilačko istraživanje na kojem bi se trebala napraviti barem najgrublja skica uz pomoć koje se kasnije može planirati topografsko snimanje i nastavak istraživanja. Često se već prilikom takvog preliminarnog urona utvrđuje da se na dotično mjesto ne isplati više dolaziti te je potrebno na licu mjesta sačiniti što precizniju skicu - nacrt iz kojeg će se moći izvući daljnji podaci o dubini, dužini pružanju objekta i daljnjoj perspektivnosti odnosno neperspektivnosti objekta.

Biranje speleološkog objekta za crtanje pod vodom zapravo se radi kad se ima u vidu sva kompleksnost posla koji treba odraditi u objektu te se sva mudrost svodi na postupno povećanje obima posla, odnosno biranje u početku jednostavnijih objekata prema složenijima kako bi se vježbom u jednostavnijim objektima stekla brzina, tehnika i kvaliteta potrebita za crtanje većih objekata.

### Biranje tima

Za izbor ronitelja koji će sudjelovati u izradi nacrtu speleoloških objekata možda je jedan od najvažnijih ključeva motivacija. Kako to obično biva u životu razni su ljudi zainteresirani za različite aktivnosti, a crtanje je aktivnost u kojoj obično nema mjesta za isticanje već je važnija sposobnost podređivanja zajedničkom cilju, upornost i ustrajnost održavanja tempa rada do krajnjeg rezultata. Osobito je važno da su svi sudionici u izradi nacrtu u tijeku procesa od samog početka do kraja kako bi se održala razina motivacije, a krajnji rezultat doživio kao ispunjenje zajedničkog cilja i prezentirao kao zajednički projekt. Ronitelji trebaju dobro vladati ronilačkim vještinama jer u podzemlju vladaju posebni uvjeti koji vrše stalni psihološki pritisak i znatno utječu na razumno rasuđivanje koje je potrebito za jednu ustrajnu djelatnost kao što je topografsko snimanje.

### Hladnoća

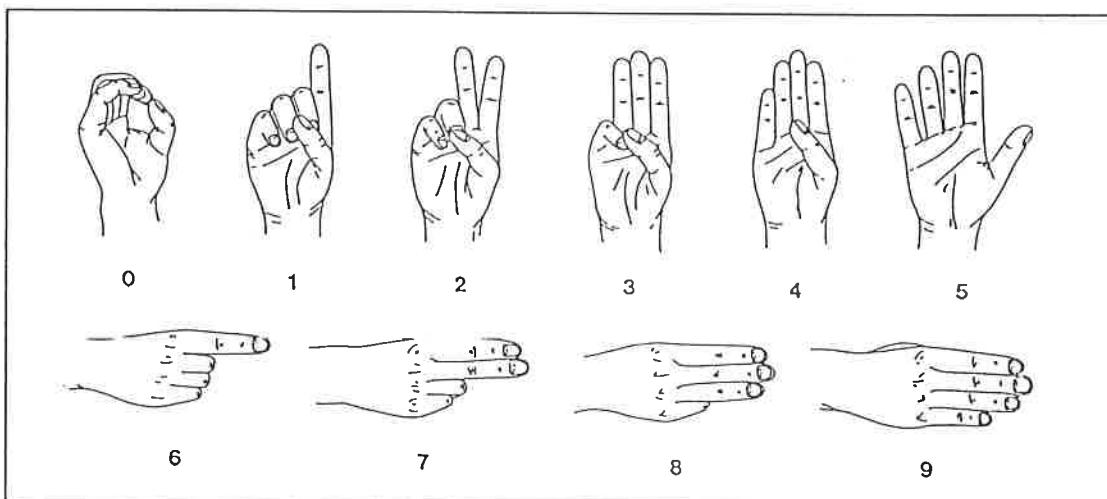
Temperatura podzemnih voda u našim krajevima rijetko kad prelazi 10°C. Kod upotrebe mokrih ronilačkih odijela ulazak u tako hladnu vodu u prvim minutama uzrokuje određenu vrst stresa jer je potrebno neko vrijeme da se voda zagrije na temperaturu blizu topline tijela. Taj period traje do desetak minuta i u tom vremenu je gotovo nemoguće vršiti neku smisleniju radnju.

Nakon ugrijavanja vode dolazi do polaganog gubitka tjelesne temperature i ovisno o mnogim faktorima kao što su: debljina odijela, krov, zaptivanje, izloženost ruku, tipu kapuljače, tjelesnom stanju ronitelja (naspavanost, umor, ...) taj period ima različito trajanje. Nakon određenog vremena dolazi do pothlađivanja. Iako se osjećaj hladnoće može neko vrijeme potiskivati pri daljem snižavanju temperature dolazi do drhtavice, nekontroliranih kretnji koje ronioca mogu dovesti u životnu opasnost. Ovo vrijeme se znatno produžava upotrebom debljih, polusuhih ili suhih odijela.

Pri planiranju topografskog snimanja dobro je provjeriti svoju izdržljivost u određenoj vrsti opreme van speleološkog objekta jer eksperimentiranje u objektu može uništiti cijelokupni učinak speleoistraživačke akcije.

### Otežana mogućnost komunikacije

Otežana mogućnost komunikacije otežava koordinaciju ronitelja ili podjelu posla na mjerjenje i crtanje jer mjerac teško crtač priopćava podatke o mjerenu. U ronjenju postoje standardni znakovi kojima ronoci komuniciraju pod vodom i oni se odnose na kretanje, opis vlastitog stanja ili upozoravanje na neku opasnost. Za vršenje topografskog snimanja u paru potrebno je prije svakog urona ugovoriti posebne znakove pri tom pazeći da oni ne budu nalik na neki od znakova koji se mogu slučajno pojaviti (npr. jednokratno potezanje ariljadnine niti).



Sl.3 standardni signali rukom za pokazivanje brojeva

### Autonomija

Autonomija je jedan od najtežih faktora koji utječe na psihu ronitelja. Pomicao da se ostatak života mjeri s pritiskom zraka na pokazivaču manometra gotovo nagonski tjera na brzo djelovanje i izlazak iz sifona. U takvim uvjetima teško je pedantno mjeriti i bilježiti. Iz ograničene autonomije proizlazi i pravilo da se topografski snimaju samo poznati preronjeni kanali. Teorijski se špiljski uron ne bi trebao raditi s autonomijom manjom od 2000lit zraka jer se s manjom autonomijom smanjuje i rezerva potrebna za rješavanje nanadanih situacija.

### Vidljivost

Nazivamo je još i prozirnost vode i mjeri se u metrima. Na smanjenje vidljivosti utječe fini spiljski sediment mulj koji se često taloži na širokim i dubokim mjestima gdje je smanjen vodeni tok. Slabu vidljivost može uzrokovati prisustvo živih organizama kao što su planktoni i dr. sitni organizmi. Kako je ona promjenjiva u negativnom smislu odnosno opada od momenta zaronjavanja dobro je topografsko snimanje raditi odmah, a gdje postoji strujanje vode uz struju. Za osvjetljavanje većih prostora potrebno je sa sobom ponijeti veću ronilačku svjetiljku koju palimo po potrebi.

### Dubina

Osim djelovanja na osobni osjećaj ronitelja i autonomiju povećanje dubine umanjuje intelektualnu sposobnost ronitelja.

Pri ronjenjima u otvorenom moru ovaj se efekt obično umanjuje sa vrlo preciznom i jasnom pripremom ronitelja pred sam uron kao i prethodnim dobrim dubinskim pripremama.

### Strah od zapetljavanja, uglavljivanja, zatvorenog prostora

Riječ je o strahovima koji su subjektivne prirode ali su dio ljudske prirode, a u špiljama i realna opasnost o kojoj postoji stalna svijest.

### Struje

Vodene struje u speleološkim objektima su vrlo realna opasnost i upravo je nevjerojatno koliko se njezino djelovanje mijenja u samo nekoliko centimetara razlike pozicije ronitelja. Uz to je djelovanje vodenih struja podložno vanjskim klimatskim utjecajima o kojim treba posebno voditi računa.

Jednom rečenicom za topografsko snimanje potrebito je izabrati vrsne ronioce s jakom motivacijom te što više vršiti snimanja u stalnim parovima i timovima.

Ponekad topografska snimanja vodi jedna osoba koja planira, mjeri i snima speleološki objekat i to ponekad sa takvom brzinom da je bolje da ronitelj u paru samo prati upute i pazi na snimatelja. Prednost ipak imaju uigrani timovi.

## URON I RADOVI POD VODOM

Suprotno uobičajenom mišljenju ronjenje zauzima samo 12% vremena potrebitog za kompletну izradu nacrta. Ronjenje se može sastojati od jednog ili više urona zavisno o veličini objekta i samozadanom opsegu snimanja s time da razmak između urona može biti od nekoliko minuta do više godina. Radovi pod vodom mogu se podijeliti na:

1. razgledavanje i utvrđivanje opsega posla
2. odabir mjernih točaka
3. postavljanje poligona
4. mjerjenje kutova, dubina, i dužina
5. skiciranje kontura kanala
6. zabilješke, detalji, morfologija, poprečni presjeci...

### Razgledavanje i utvrđivanje opsega posla

Prvi uron ili prvi dio urona gotovo je obavezni dio posla koji se provodi pri snimanju pod vodom za razliku od snimanja suhih kanala. Razgledavanje i utvrđivanje posla znatno nam smanjuje vrijeme potrebito kasnije za druge radove. Prilikom razgledavanja mogu se uočiti detalji koji se kasnije zbog vidljivosti ne mogu vidjeti. Kod

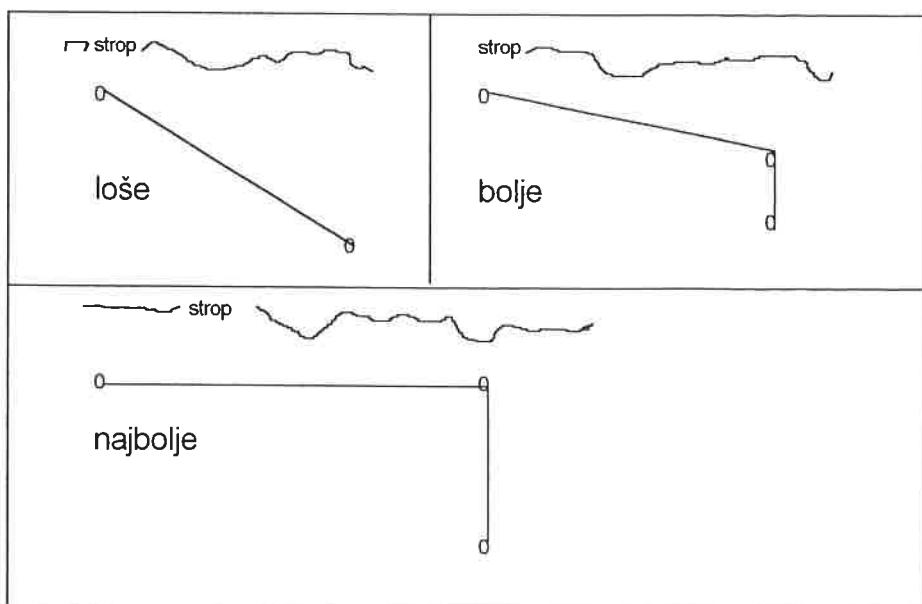
preliminarnih istraživanja razgledavanje kanala se vrši prema naprijed, a snimanje prema nazad.

### Odabir mjernih točaka

Odabir mjernih točaka vrši se na način koji je u mnogočemu različit od biranja točaka u suhim kanalima, za njega je potrebito dosta iskustva. Mjerne točke se mogu odrediti i prilikom razgledavanja kad je prije njihovog postavljanja potrebno utvrditi da li nam je za njihovo postavljanje potrebito upotrijebiti sredstva za njihovo pričvršćenje za stijenu. Načelno točke trebaju zadovoljiti slijedeće kriterije:

1. Iznad ili ispod točke treba biti dovoljno mesta za očitavanje
2. poligonska mreža ne smije dodirivati rubove kanala
3. poligonska mreža treba izbjegavati maticu jer matica može napeti mrežu što može dovesti do krivog očitavanja azimuta
4. treba izbjegavati kosine između mjernih točaka jer je teže očitavati azimut
5. kod veće razlomljenosti rubova kanala staviti više točaka
6. prilikom postavljanja točaka paziti na očuvanje objekta (upotrebo čekića može se devastirati objekat)

Treba primjetiti da nije nužno da između točaka postoji optička vidljivost jer se mjerena ne vrše s točke na točku. Kod preliminarnih istraživanja obično nam arrijadnina nit služi i kao mjerna nit te točke postavljamo prema najboljoj logici napredivanja kako bi se mogli sigurno vratiti do ulaza te istim putem natrag izvesti topografsko snimanje ukoliko je to moguće s obzirom na vrijeme.



Sl.4 izbor mjernih točaka - treba izbjegavati kosine između mjernih točaka jer je teže očitavati azimute između točaka

### Postavljanje poligona

Ukoliko se radi o preliminarnom istraživanju ispravnim napredovanjem kroz objekat postavili smo i arijadninu nit koja nam služi kao poligon. Ako smo ušli u objekat koji namjeravamo precizno topografski snimiti nakon razgledavanja, utvrđivanja obima posla postavljamo mjerne točke i poligonsku mrežu. Ovisno o načinu mjerjenja postavljamo čvoricima označenu nit tako da odmah prilikom postavljanja brojimo čvorice između točaka i duljinu između točaka zapisujemo na pločicu ili postavljamo glatku nit jer će se dužina kasnije izmjeriti pomoću mjerne trake, a poligonska nit će nam kasnij služiti da uz njenu pomoć izmjerimo azimut i skiciramo konture kanala u odnosu na njezin položaj. Na mjernim točkama nit se vezuje za prirodna sidrišta ili nekim od načina pričvršćuje za stijenu. Ukoliko će snimanje trajati duže vremena ili će ga obavljati više ljudi mjerne točke mogu se označiti posebnim sredstvima za označavanje na kojima su oznake mjerne točke a može biti i upozorenje drugim roniocima da je objekat u procesu snimanja te da ne diraju poligonsku mrežu.

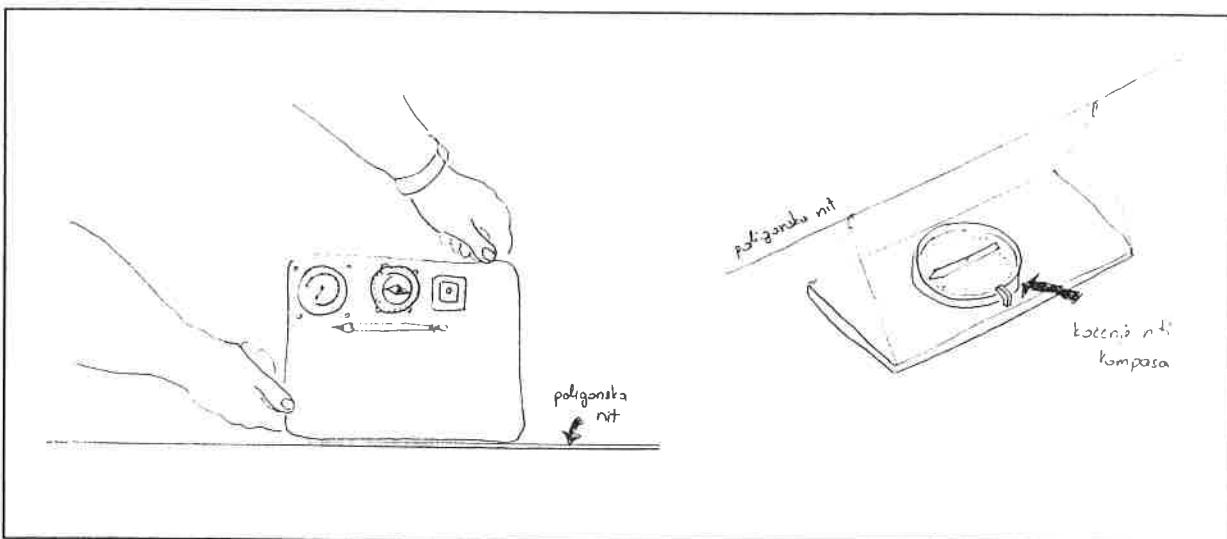
### Mjerenje dubine,dužine i horizontalnog kuta

Slijedeći korak u topografskom snimanju su mjerena dubine , dužine i horizontalnog kuta.

Na svim mjernim točkama se mjeri dubina i to se može napraviti sa osobnim dubinomjerom ili računalom ronitelja ili dubinomjerom koji može biti montiran na pločicu za pisanje. Najbolje je da se sve dubine mjernih točaka izmjere s istim dubinomjerom kako bi se umanjile greške zbog upotrebe različitih dubinomjera.

Dužine se mijere između mjernih točaka. Prilikom mjerjenja dužina možemo se služiti sa nekoliko metoda. Najprostija je metoda kojom se često služimo prilikom preliminarnih istraživanja kad nemamo čvoricima označene mjerne niti . Tada na mjestima mjernih točaka stavimo čvorove i dužine između čvorica jednostavno premjerimo van objekta. Ukoliko imamo mjernu nit sa čvoricima koji se obično stavljaju svakih tri metra duljine onda moramo brojiti čvorice prilikom postavljanja niti. Oba ova načina imaju veliku nedostatak jer je nit rastezljiva i to čak do 20% čime se zadovoljava manja točnost nacrta. Najtočnije mjerjenje dužina je uz pomoć mjerne trake i to precizno s točke na točku. Najveći nedostatak ove metode je otežana komunikacija među roniteljima od kojih jedan drži kraj trake, a drugi mjeri. Ova metoda odnosi značajnu minutažu pod vodom.

Mjerenja horizontalnog kuta- azimuta prema magnetskom sjeveru između dviju mjernih točaka izvodi se uz pomoć magnetskog kompasa. Najpreciznija je varijanta da se magnetski kompas montira na veću pločicu na koju i upisujemo podatke i to tako da mu je rub paralelan sa rubom ploče te se rub ploče postavi paralelno uz poligonsku nit te očita azimut. Azimut se može očitati i nepreciznije tako da se preko običnog kompasa s jedne točke vizira druga ili kraj vidljive niti ili se pokuša očitati azimut tako da se kompas stavi paralelno uz nit. Ukoliko činimo precizna mjerena posebna pažnja se treba obratiti na izbjegavanje paralakse (koso očitavanje preko magnetske igle) kao i na mogući utjecaj metalnih predmeta na odstupanje magnetske igle na kompasu.

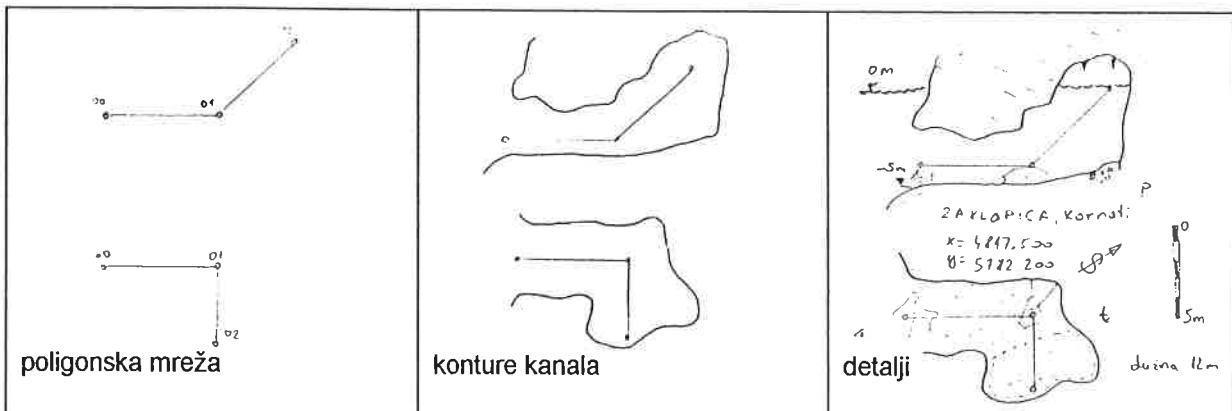


Sl.5 Očitavanje azimuta uz pomoć kompasa pričvršćenog na ploču za pisanje ili pričvršćenog na posebnu ploču koja se može objesiti na poligonsku nit

Sva ova mjerena se mogu napraviti i u toku postavljanja poligona na način da ronitelji idu u nizu npr. jedan pričvršćuje poligon i očitava dužine, drugi ide odmah za njim i očitava i bilježi azimute i dubine dok ih treći prati i skicira konture kanala. Cijelo vrijeme paze da su dovoljno blizu jedan drugog da se zadovolji i uvjet sigurnosti.

### Skiciranje kontura kanala

Kad je postavljena poligonska mreža s prepoznatljivim mjerim točkama bilo da se koristi obilježena ili neobilježena nit skiciraju se konture kanala u odnosu prema pružanju niti. Ronitelj koji se kreće po niti procjenjuje udaljenost kanala lijevo i desno od niti te je skicira na pločicu. Na isti način skicira i strop odnosno tlo iznad i ispod poligonske nit. Ukoliko nije siguran u svoju procjenu lako može otploviti do stropa i zabilježiti uz pomoć dubinomjera dubinu iz koje će kasnije preračunati relativnu visinu stropa. Za točnije ocjenjivanje lijevog ili desnog ruba kanala ili neke specifične pojave može se poslužiti metrom i izmjeriti udaljenost od niti ili odrediti azimute s mjernih točaka čime će se kasnije križanjem azimuta odrediti pozicija željene točke.



Sl.6 prilikom snimanja na pločicu prvo nanosim poligonsku mrežu, te zatom skiciramo rubove kanala u odnosu na nju te konačno dodajemo detalje

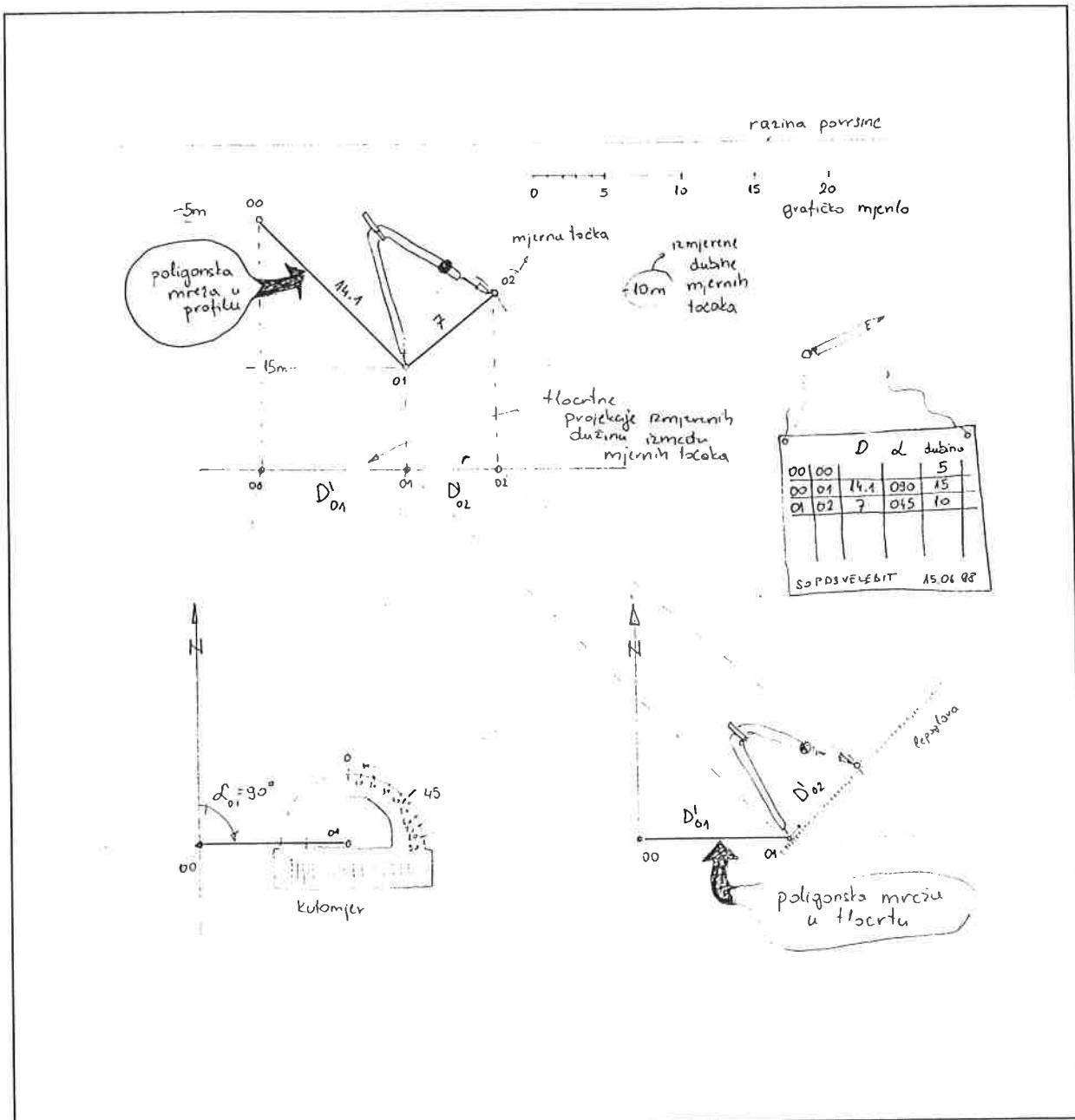
### Zabilješke, poprečni presjeci, detalji

Nacrt se dopunjava bilješkama o određenim pojavama, na pojedinim mjestima se ucrtavaju poprečni presjeci, a što je u ronjenju od posebnog značaja i mjesta s kojih se i kako vidi ulaz i to tako da se na nacrtu odredi pozicija pogleda, a sa strane izgled ulaza. Prilikom popunjavanja sadržaja kanala na pločice koriste se posebni simboli koji ubrzaju rad pod vodom. Ukoliko je objekat jako kompliciran te je za njegovo snimanje potrebno načiniti više zarona bolje je u prvim zaronima odraditi cijelu poligonsku mrežu koja se obradi na površini te ucrtati na pločice te se sa tako pripremljenim pločicama preciznije skicira oblik kanala i detalji u njemu.

### PRERAČUNAVANJE PODATAKA DOBIVENIH MJERENJEM POD VODOM

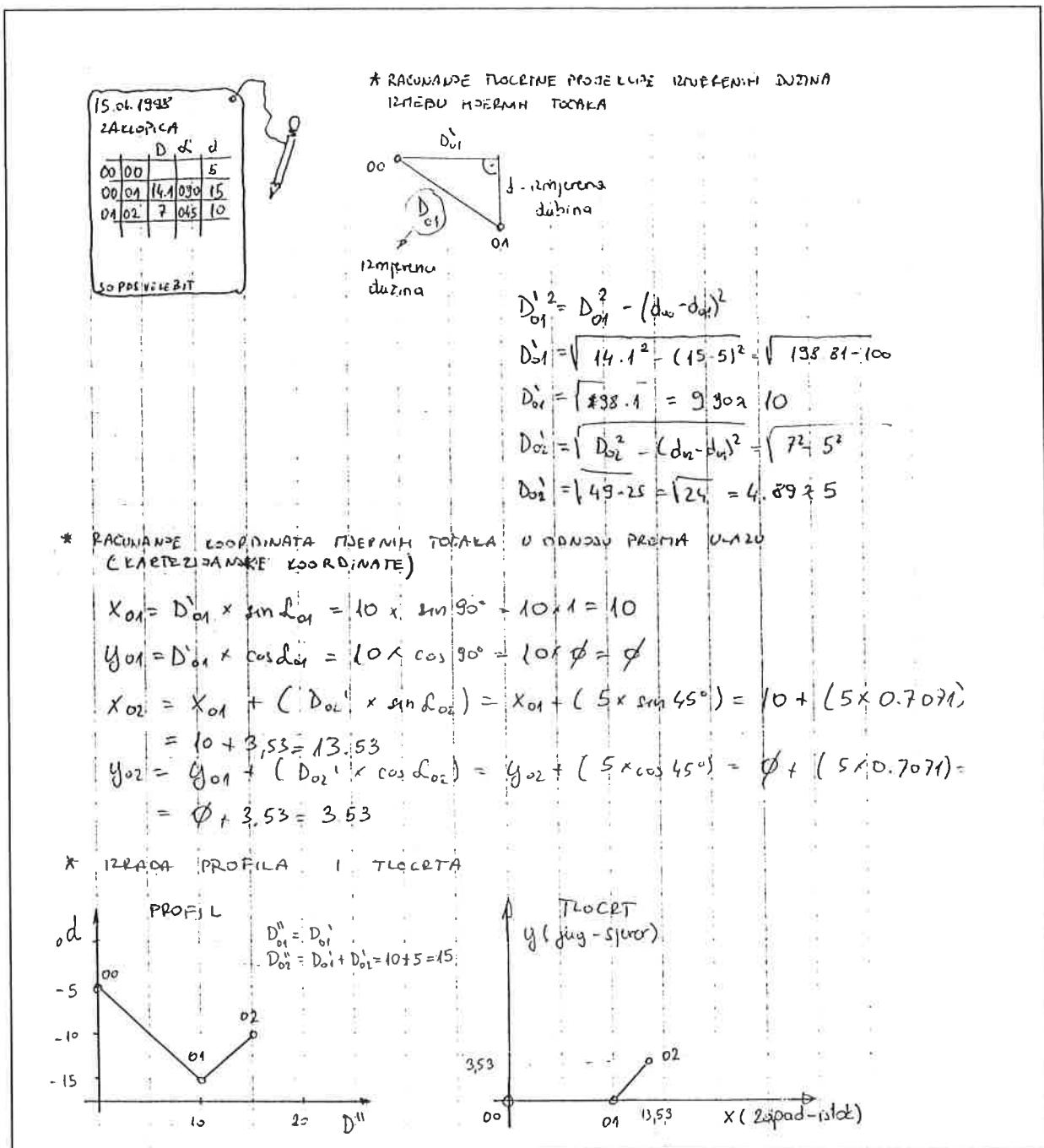
Preračunavanjem podataka dobijenim mjeranjima pod vodom dobijamo točne pozicije mjernih točaka u odnosu prema ulazu. Pozicije mjernih točaka se mogu dobiti na tri načina i to, grafički, računski ili uz pomoć računala.

Grafičkim načinom radimo tako da prvo odredimo mjerilo i na milimetarskom papiru nanosimo dužinu po dužinu između mjernih točaka pazeći da ih naginjemo tako da prate relativnu razliku dubine izmjerenu između točaka. Na taj način smo dobili poligonsku mrežu na koju ćemo nanijeti uzdužni profil kontura kanala speleološkog objekta sa svim detaljima. Projicirajući točke koje smo dobili na horizontalnu crtu milimetarskog papira dobivamo tlocrtnu projekciju između mjernih točaka. Dužine tlocrne projekcije između točaka zatim dužinu po dužinu prema izmjerenim azimutima nanosimo na papir i tako dobivamo tlocrtnu projekciju poligonske mreže na koju ćemo nanijeti horizontalnu projekciju odnosno tlocrt objekta (pogled odozgo). Na istome mjestu možemo nanositi azimute koje smo sa mjernih točaka vizirali prema određenim detaljima u objektu kako bi utvrdili njihovu točnu poziciju. Njihova pozicija na našem nacrtu će se nalaziti na križanjima azimuta.



Sl. 8. grafički način računanja pozicija mjernih točaka

Drugi način preračunavanja podataka je računski i to tako da računskim putem izračunaju sve tlocrte projekcije dužina između mjernih točaka kao i nagibi između njih. Kasnije se izračunate veličine također uz pomoć kutomjera i ravnala crtaju po milimetarskom papiru. Ako želimo izbjegći kutomjer možemo izračunati polarne koordinate točaka u odnosu na ulaz., te tlocrt poligonske mreže napraviti uz pomoć x,y koordinatnog sustava a uzdužni profil tako da formiramo x,y koordinatni sustav za na kojem ćemo za x koordinatu uzimati dubinu, a za y zbrajati tlocrte projekcije dužina između točaka.



Sl.9 Računski način izračunavanja koordinata mjemih točaka

Treći način je najbrži i podrazumjeva da sa sobom imate računalo, printer i adekvatni program koji je napravljen baš za podvodna crtanja. Nakon unosa podaka on će vam jednostavno isprintati poligonsku mrežu u tlocrtu i uzdužnom profilu.

### Kako još povećati točnost nacrti ?

Za izradu nacrti veća priznate točnosti u crtanju suhih špiljskih kanala koriste se geodetski instrumenti. Kako geodetske instrumente ne možemo koristiti pod vodom veća točnost nacrti se priznaje ukoliko se mjerjenja vrše na način da se poligonska mreža zatvara na početnu točku i to kod većih prostora na način da se vuče u krug, a kod dugih kanala tako da se mjerjenja vrše u obe strane i tako napravi petlja. Mjerjenje se

smatra točnim ako petlja ukupne dužine oko 100m završava najviše pola metra dalje od početne točke (0,5%). Ukoliko petlja završava na većoj razdaljini onda se vrši ili ponovo mjerjenje ili se pomoću triangulacije traži greška. Najbolje je da se dozvoljena greška podijeli na svaki povučeni vlak između mjernih točaka. Za razliku od crtanja suhih kanal gdje postoji značajna greška po dubini koja se po napredovanju kroz objekat obično povećava u mjerenu pod vodom ona varira +/- nekoliko centimetara od stvarne dubine.

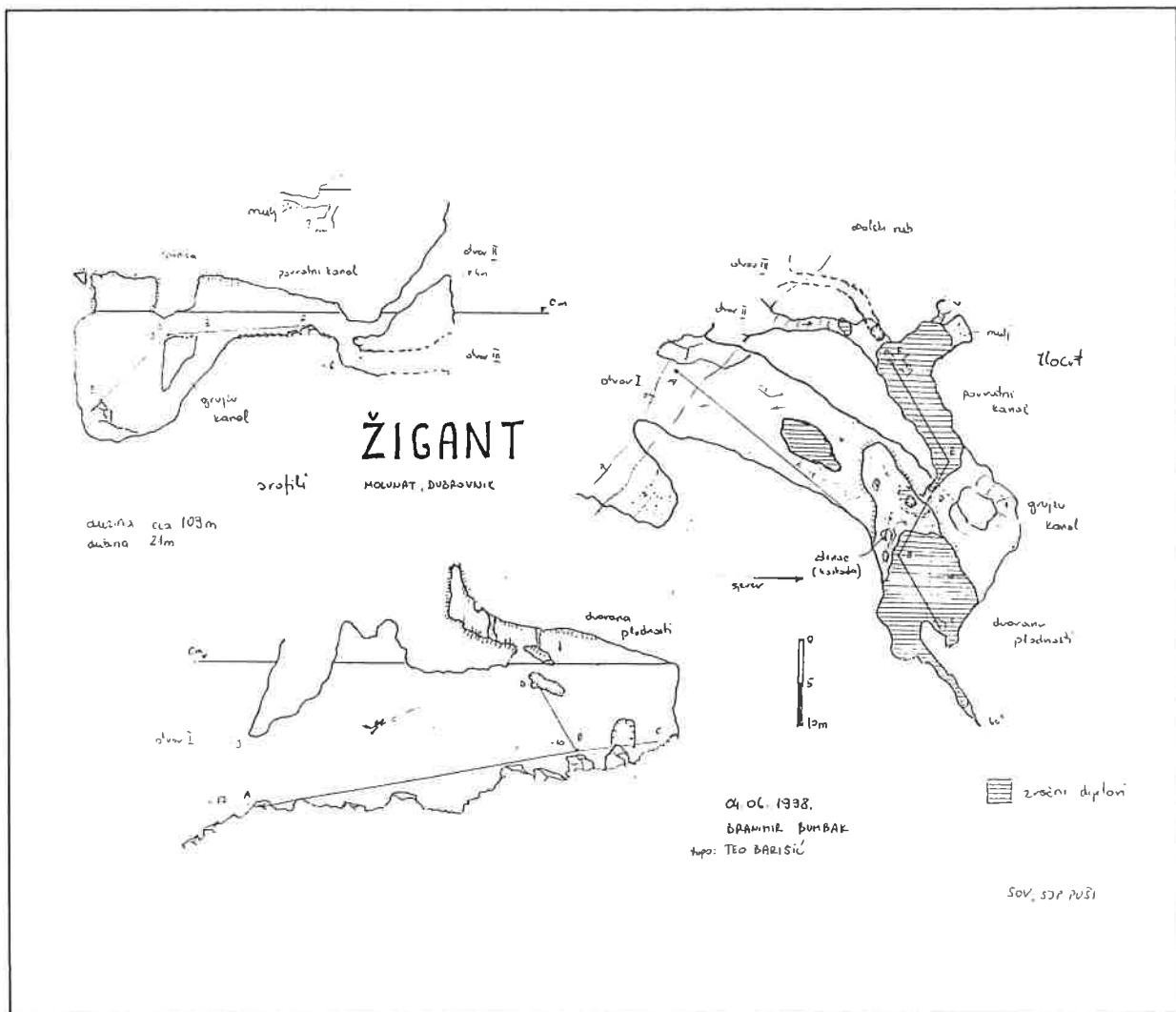
## IZRADA NACRTA

Nakon izrade poligonske mreže slijedi izrada nacrti i to je najbolje učiniti tako da se na načinjenu poligonsku mrežu nanose konture kanala koje su ucrtane na radne pločice. Najbolje je da to radi osoba koja je skicirala konture kanala i druge detalje u samom objektu. Isto tako je važno da se to učini što prije jer bez obzira na gomile zabilješki i detalja po pločicama puno toga ostaje u memoriji i, a što se briše tijekom noći. Drugi razlog zašto se treba pozuriti s izradom nacrti u ovakovom obliku je što je potrebito nacrt prirediti drugim sudionicima radova pod vodom da se slože i upotpune detalje koje su oni zapazili. Kod izrade nacrti u ovakovom obliku može se raditi i na grublji način, i većom pogreškom koja se kasnije kad se ima vremena može dotjerati uz pomoć podataka mjerjenja koji se također trebaju uredno prepisati u tablice da ih se može koristiti po potrebi. Kad se izradi nacrt u ovakovom obliku on može stajati i više godina prije nego li se pristupi finalnoj izradi nacrti.

## FINALNA IZRADA NACRTA

Za finalnu izradu nacrti postoji dobar izraz Kartografija. Riječ je o pretvaranju svih podataka u oblik koji je razumljiv većini ljudi. Sve osobe koje se bave ovakvim poslom nalaze u njemu svojevrstan izazov jer je zaista teško postići da nacrt bude razumljiv i da sadrži visoku dozu estetike. Loš kartograf može umanjiti vrijednost stotine sati rada desetina ljudi. Isto tako dobar kartograf neće popraviti slabo obrađen speleološki objekt. Težnja je da se kartografi prilikom izrade nacrti koriste simbolima koji su općeprihvaćeni od speleologa, a u slučajevima kad se koriste drugima simbolima da ih dodatno obrazlože uz postavljanje posebne legende. Kad se karta namjenjuje prosječnim roniteljim ili turistima onda je potrebito da se u legendi objasne i standardni simboli.

Za označavanje potopljenih kanala odnosno speleoloških objekata postoje standardni znakovi. Oni su pogodni za prikaz objekata u kojima su sifoni manjih dimenzija te nam nije potrebno posebno prikazivati detalje u sifonu. Za buduće ronitelje koji će za daljnja istraživanja morati prolaziti kroz poznate sifone ovakav prikaz postaje gotovo bez koristi te je ovakve kanale potrebno posebno izdvojiti, uvećati i prikazati na normalan način kao i suhe kanale s time da je u nacrtu na vidljiv način označeno da je riječ o potopljenom dijelu objekta ili objektu potopljenom u cijelosti. U profilu se obično označava linija površine vode s nadmorskog visinom uz posebno označene dubine što je od posebnog značaja za planiranje ronjenja.



Sl.9 Finalno izrađen nacrt špilje Žigant kod Prevlake - iako snimljen prilično primitivnim sredstvima nacrt nam u ovakvom obliku može puno pomoći da se organizira i planira precizno snimanje objekta, a ukoliko se to ne ostvari ostaje kao temeljni dokument u arhivi speleološkog kluba, a može se i publicirati.

OPREMA POTREBITA ZA MJERENJE I CRTANJE POD VODOM

Osim standardne ronilačke opreme za ronjenje za mjerjenje i crtanje pod vodom u speleološkim objektima potrebita nam je i posebna oprema:

a) mjerna traka ili nit

Kao mjerna traku možemo koristiti arijadnину nit obilježenu rednim brojevima, ili čvorićima. Označavanje arijadnine niti nam pomaže da se u slučaju gubljenja u sifonu uputimo prema izlazu. Obilježenom arijadninom niti izbjegavamo zapetljavanje koje može nastati pri upotrebi niti i trake. U praksi se često koristi neobilježena arijadnina niti

na kojoj su tijekom ronjenja upotrebom čvorova označene udaljenosti između mjernih točaka. Niti se obično koriste s kolutom na koji su namotane pa razne varijante koluta uključuju na sebi reznu površinu za kidanje niti bez upotrebe noža ili klješta sječica ili čak uređaj za brojenje metraže niti koja se odmotava s koluta (slično topofilu).

Klasična mjerna traka je pogodna za topografsko snimanje objekata u kojima nije potrebno koristiti arijadninu nit radi njihove dobre osvjetljenosti ulazom ili jednostavne morfologije, a u širokoj je upotrebi kod mjerena kojima se izrađuju načrti velike preciznosti.

b) kompas

Prilikom mjerena horizontalnih kuteva služimo se kompasom. Oni su obično pričvršćeni za ruku ili se zajedno sa dubinomjerom i manometrom nalaze na tzv. konzoli. Na sebi obično imaju prilično grubu podjelu te je njihovo očitavanje relativno neprecizno u odnosu na klasične SHUNTO kompase kojima se mjeru horizontalni kutevi u suhim kanalima. Grešku u očitavanju horizontalnih kuteva često povećava i nedovoljna vidljivost između mjernih točaka kad se mjerena azimuta vrši prema zategnutoj arijadninoj niti ili mjerne traci između mjernih točaka.

c) dubinomjer

Prilikom mjerena dubine koriste se dubinomjeri raznih vrsta. Na klasičnim analognim dubinomjerima ne postoji očitavanje na jednu decimalu kao što je slučaj sa digitalnim dubinomjerima.

Pri očitavaju klasičnih dubinomjera potrebno je voditi računa o tome da se očita prava skala jer oni obično imaju na sebi dvije skale (jedna za manje a druga za veće dubine). U novije vrijeme se često koriste ronilački kompjutor koji znatno povećavaju sigurnost ronilaca jer automatski računaju i vrijeme potrebito za dekompresiju. Oni u sebi sadrže i direktni prikaz dubine na kojoj se nalzi ronilac. S posebnim priključkom na računalo sa njih je moguće i očitati i dubine tijekom cijelog ronjenja.

d) vodootporne pločice

Od ostale pomoćne opreme posebno su značajne vodootporne pločice na koje se običnom olovkom ili posebnim flomasterom unose podaci mjerena i skica kanala. One se posebnom užicom vješaju oko vrata ili pričvršćuju za ruku. Kao dobra varijanta se na njih pričvršćuju i podvodni kompasi, dubinomjer i kružna libela. kompas se montira na pločicu da mu rub bude paralelan sa rubom pločice te se tako pločica može prisloniti uz poligonsku nit i pazeći na libelu prilično točno očitati azimut. Prilikom povratka kroz sifon pločicu je dobro spremiti u posebnu vrećicu kako ronitelju ne bi smetale prilikom daljeg kretanja kroz sifon.

e) kaciga sa svjetлом

Osim pločica za topografsko snimanje nam je potrebno i svjetlo koje se obično pričvršćuje za kacigu kako bi obje ruke bile slobodne za pridržavanje pločice odnosno olovke. Kaciga nas ujedno štiti od nenadanih udaraca glavom. U Hrvatskoj se za tu svrhu koristi standardna speleološka kaciga koja na sebi ima već instalaciju za karabitku te se po izlasku iz sifona koristi i za dalje napredovanje ili poratak kroz suhi dio objekta

prema izlazu. Karabitka se može nositi za pasom, ali se može koristiti samo na malim dubinama (do 10m) jer prijeti opasnost od eksplozije. U služajevima dubljeg preronjavanja najbolje je karabit nositi odvojeno od kacige u nepropusnoj vrećici. Kod izbora svjetiljki za vodu potrebno je voditi računa da se izberu dugotrajne lampe. Najbolje bi bili da se izvor napajanja nosi odvojeno od lampe, no kako takvih lampi nema na tržištu u Hrvatskoj te se koriste standardne ronilačke lampe koje se obično pričvršćuju za kacigu, no u tom se slučaju moraju i lako skinuti po potrebi sa kacige jer na suhom takve lampe bespotrebno opterećuju vratnu kralježnicu. Kod izbora punjenja dobro je izabrati lampu sa promjenjivim ulošcima kako bi se oni mogli zamijeniti tijekom ronjenja (lampe na punjenje ne možemo napuniti u objektu). Osim glavnog svjetla moramo još imati i pomoćno te još jedno rezervno svjetlo.

f) pribor za pričvršćivanje niti za dno, rubove kanala ili strop na mjernim točkama - da bismo nit na određenim točkama mogli pričvrstiti služimo se prirodnim sidrištima tako vežemo neki od čvorova koji se mogu vezati nasred niti (bowlin, brodski), no u slučajevima kad nam to nije pogodno možemo se jednostavno poslužiti čekićem (kladivom) i čeličnim čavlima. Ukoliko se služimo čavlima dobro je da se prilikom izlaska oni uklone te je tako dobro da čekić na sebi ima mogučnost njihovog vađenja. Osim čekića mogu nam poslužiti i razne zamke ili gumene trake.

## TAKTIKA TOPOGRAFSKOG SNIMANJA ILI RASPORED RONILACA PRILIKOM SNIMANJA

Kod nas se još uvjek vode rasprave o rasporedu ronitelja prilikom kretanja kroz sifon. Tako postoje varijante pri kojima su ronitelji vezani bratskim konopom dok stražnji ronitelj postavlja nit, prednji postavlja nit dok je stražnji kliznim karabinerom na niti i varijanta po kojoj ronitelji drže nit ili plivaju usporedno s njom. Sve su ove teorije u biti točne no praksa pokazuje da je tehnika kretanja pod vodom prilikom topografskog snimanja prilagođena uvjetima ronjenja, vrsti i izgledu speleološkog objekta, traženom opsegu posla u objektu, te specijalno prilagođena mogućnostima ronitelja kao i rezultat njihove međusobne usklađenosti i uvježbanosti. Način i raspored kretanja prilikom topografskog snimanja tako je zapravo prilično promjenjiv. Kad razmišljamo o planiranju napada snimateljske ekipe na objekt uz standardna ronilačka pravila o ronjenju u potopljenim dijelovima speleoloških objekata potrebno je voditi računa i o specifičnim crtačkim zamkama kao što su:

1. stvaranje gužve i preklapanje posla ronitelja - riječ je o tome da se omogući dovoljan vremenski razmak između snimateljskih timova kako ne bi došlo do gužve pod vodom jer posebno u objektima sa slabijom vidljivošću može doći do zamjene ronitelja među timovima i drugih sličnih nezgodnih situacija.

2. preokupacija zadatkom - riječ je o pojavi tipičnoj za topografsko snimanje. Preciznim osmatranjem, bilježenjem crtač se zaokupi poslom da nije u stanju pratiti poziciju partnera. Ovaj problem se izbjegava tako da se jedan od ronitelja zadužuje striktno pratiti partnera s tima da može izvršavati neke manje zadaće dok drugi vrši topografsko snimanje i to tako da nakon svake završene radnje kontrolira da li mu je partner u blizini. Česte su situacije da samo jedan ronitelj vrši snimanje dok je drugi zadužen samo da pazi na njegovu sigurnost i tehničke elemente urona.

3. odlagajući faktor (PUSH - faktor) pojava koja je bliska preokupaciji zadatkom no odnosi se na potrebu snimatelja da prikupi što više podataka, te pritom ulazi u vremenski rizičnu zonu smanjujuću propisanu rezervu zraka za posebne slučajeve.

Kroz sifon se napreduje u etapama upravo zbog psihološkog pritiska jer je jedan od najsmirujućih faktora kretanje kroz poznati sifon. Upravo iz tog razloga se u poznatim dijelovima sifona radi i topografsko snimanje. Kad u sifonu već imamo i postavljenu označenu arijadninu nit snimanje može vršiti samo jedan ronilac koji se kreće uz nju, očitava dužinu, vrši mjerena i skicira kanal. Drugi ronilac služi samo u svrhu povećanja sigurnosti ronioca i eventualni transport opreme. Ukoliko kod ronjenja ne koristimo arijadninu nit snimanje se vrši upotrebom mjerne trake slično snimanju suhih kanala.

Vrlo često pri istraživanju speleoloških objekata organiziramo izviđačke urone prilikom kojih se pronađu mali sifoni koji nemaju nastavka. Ponovni povratak na takva mesta obično je neisplativ te se odlučujemo da ih topografski snimimo odmah prilikom povratka kroz sifon. Tada se snimanje vrši na način da se nit polako skuplja, uz pomoć čvorića obilježavaju na niti ili mjernom trakom mjere dužine te se vrši mjerjenje kuteva, dubina i vrši skiciranje kanala. Po izlasku iz sifona se podaci odmah kompletiraju i na suhom načini načrt. Ovaj način je gotovo i najčešći za hrvatske speleologe ronioce.

U ovome pasusu nije bilo govora o soloronjenjima prilikom kojih se rade i topografska snimanja. U posljednje je vrijeme o takvom tipu ronjenja i gomilama opreme koja se koristi u ekstremnim speleouronima bilo dosta riječi u raznim popularnim časopisima no ogromna većina speleologa ronitalja, topografskih snimatelja nije pobornik takve aktivnosti iz mnogobrojnih razloga pa se može primjetiti da takvi članci zapravo stvaraju i lažnu sliku o speleoronjenju.

## ZAKLJUČAK

Topografskim snimanjem potopljenih dijelova speleoloških objekata mogu se baviti samo dobro educirani, zdravi i iskusni ronitelji za koje je poželjno da iza sebe imaju i speleološkog i staža. Da bi se uspješno topografski snimio objekat potrebno je prethodno dobro proučiti literaturu koja se bavi crtanjem pod vodom nakon čega se pristupa fazi planiranja. U fazi planiranja bira se speleološki objekat i tim koji će vršiti snimanje, dogovara se obim posla, broj urona, zadaci svakog urona te zadaci svakog ronilačkog tima nakon čega se prilazi pripramama.

Pri pripremi za speleouron potrebno je dobro pripremiti opremu i prethodno je isprobati van speleološkog objekta u uvjetima što sličnijim pretpostavljenom s obzirom na hladnoću, vidljivost i gustoću vode kako bi se postigla dobra balansiranost.

Pred uron se vrši zadnji dogovor ronitelja u kojem se utvrđuje uloge pojedinih ronitelja i odgovarajući znakovi, a s transportnom ekipom i najduže vrijeme zadržavanja u sifonu. Ulogu topografskog snimatelja može preuzeti jedan ronilac ili se ona dijeli među članovima tima pri čemu se posebno vodi računa o sigurnosti ronitelja kako se oni ne bi razdvojili u objektu. To se čini na način da je jedan od ronilaca iz tima isključivo zadužen za praćenje partnera i tehničkih detalja urona uz transport potrebitu opremu, a u slučaju kad se snimanje vrši uz pomoć mjerne trake tad mu je uloga slična kao i pri snimanju suhih kanala.

Prilikom ronjenja se razgledava objekat, utvrđuje obim posla, biraju mjerne točke, postavlja poligonska mreža, mjere horizontalni kutevi, dužine između točaka, dubinе mjerne točaka, te skiciraju konture kanala s obzirom na poligonsku mrežu i bilježe i dokumentiraju druge pojave u objektu. Ronjenje već prema zadanim opsegu može biti višekratno čak i s intervalima od više dana, mjeseci ili godina. Nasuprot složenim topografska snimanja mogu biti jednostavna gdje se sve faze vrše pri jednom ronjenju, najčešće istraživačkom na način da se arijadnina nit koristi kao poligonska mreža koja se postavlja pri kretanju unaprijed dok se pri povratku obina njoj obilježavaju dužine mjerne horizontalni kutevi, dubine i skiciraju konture kanala.

Po izlasku iz vode usaglašavaju se podaci između ronitelja, preračunavaju podaci i u što kraćem roku sačinjava prvi nacrt nakon čega se ronitelji ponovo usaglašavaju oko njega. U slijedećem koraku se vrši finalna obrada nacrta s što preciznijim izračunom poligonske mreže i pretvorbom nacrta u oblik razumljiv populaciji kojoj se prezentira te se vrši njegovo publiciranje.

## LITERATURA:

1. NSS Cave Diving Manual, Nacional Speleological Society, Inc, 1992, Florida
2. John Burge, Basic Underwater Cave Surveying
3. Zapisnici speleoloških istraživanja, Fond stručne speleološke literature SO PDS Velebit