

Filip Filipović



# KOMUNIKACIJA U SPELEOLOGIJI I SPELEOSPAŠAVANJU



**Filip Filipović**

# **KOMUNIKACIJA U SPELEOLOGIJI I SPELEOSPAŠAVANJU**

**priručnik**



**Hrvatska gorska služba spašavanja**

**Zagreb 2014.**

**Izdavač:**

Hrvatska gorska služba spašavanja

Kozarčeva 22, 10000 Zagreb

Priručnik je pripremila **Komisija za speleospašavanje HGSS-a**

**Recenzenti**

Luka Mudronja, Ivica Ćukušić, Darko Bakšić

**Fotografije**

Filip Filipović, Darko Bakšić, web izvori

**Tisak**

Digitalno izdanje

Prvo izdanje, siječanj 2014.

NASLOV: Komunikacija u speleologiji i speleospašavanju

AUTOR: Filip Filipović

IZDANJE: Prvo (2014 g.)

**ISBN 978-953-7527-33-4**

Ovaj materijal izrađen je u okviru projekta **EU Proteus**



EUROPEAN UNION



JAMARSKA ZVEZA SLOVENIJE



JAMARSKA REŠEVALNA SLUŽBA



HRVATSKA GORSKA SLUŽBA SPAŠAVANJA



EU PROTEUS

## Sadržaj

<b>1. UVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Komunikacija pri istraživanju.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Komunikacija pri spašavanju iz speleoloških objekata.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Oblici komunikacije u podzemlju.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1 Komunikacija vikanjem .....</b>	<b>4</b>
<b>4.2 Komunikacija zviždaljkom.....</b>	<b>5</b>
<b>4.3 Komunikacija preko dvostruke žice .....</b>	<b>6</b>
4.3.1 Postavljanje žice.....	6
4.3.2 Telefon s izoliranom žicom ("poljski telefon") .....	7
4.3.3 Speleofon – pasivni model .....	7
4.3.4 Speleofon – aktivni model .....	8
<b>4.4 Komunikacija preko jednostruke žice .....</b>	<b>8</b>
<b>4.5 Bežični komunikacijski sustavi .....</b>	<b>10</b>
4.5.1 Komunikacijski sustav "NICOLA" .....	10
4.5.2 CAVE-LINK .....	12
<b>4.6 Prijenosne radio stanice.....</b>	<b>13</b>
4.6.1 PMR 446 (Private Mobile Radio).....	13
<b>5. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>14</b>
<b>Literatura:.....</b>	<b>15</b>

## 1. UVOD

Komunikacija je bitno obilježje ljudske zajednice. Razmjena informacija nekom vrstom komunikacije ono je što obilježava ljudsko društvo. Komunicirajući s drugima gubi se osjećaj osamljenosti, upoznaju se ljudi, uče se nove stvari te se čovjek, kao takav, razvija.

Među hrvatskim speleolozima jednostavan povik "HELOP" poziv je na komunikaciju svima koji nas čuju. Oni koji čuju poziv odgovaraju također s "HELOP" potvrđujući da su nas čuli i da čekaju daljnje informacije. Kada smo na užetu uzvik "SLOBODNO" ili "MOŽE", označit će nam da je čovjek ispod ili iznad nas prešao sidrište te da možemo nastaviti dalje.

Gledano sa sigurnosne strane, komunikacija u podzemlju vrlo je bitna jer zbog specifičnih uvjeta ne možemo znati što se događa čak i na relativno maloj udaljenosti od nas. Ekipa na površini nas upozorava na nagle promjene vremena koje u podzemlju mogu biti pogubne, kao što su kiša ili nagle bujice koje mogu ispuniti podzemlje, zarobljavajući speleologe unutra. Upozoravaju nas na električna pražnjenja atmosfere. Jedan udar groma u tlo blizu mokrog užeta može biti poguban za speleologe koji se na njemu nalaze.

U jami jednostavan povik "KAMEN" označava smrtnu opasnost i od njega strepe svi speleolozi. Na taj povik svi oni koji se nalaze ispod osobe koja je vikala znaju da moraju u trenu naći zaklon od padajućeg predmeta. Uzvik "KAMEN" ne odnosi se samo na kamen ili stijenu, već na bilo koji predmet koji svojim padom može ozlijediti ili ubiti osobu ispod. To može biti spit, ključ, karabiner, kladivo, transportna vreća makar i prazna i sl. Nećemo vikati "TRANSPORTNA VREĆA" jer dok to izgovorimo ona je već na dnu. Nećemo vikati "KLADIVO" jer bi to moglo značiti da je netko zaboravio kladivo i da mu je isto potrebno. Kada viknemo "KAMEN" to može značiti samo jedno – smrtnu opasnost od padajućeg predmeta.

## 2. KOMUNIKACIJA PRI ISTRAŽIVANJU

Komunikacija pri istraživanju ima nekoliko obilježja: informacije moraju biti kratke i jasne; svi moraju znati o čemu se radi.

Kod napredovanja po užetu uglavnom se međusobno ne vidimo, ali se čujemo. Tako ćemo nakon što prijeđemo sidrište, viknuti onom iznad ili ispod sebe: "MOŽE" ili "SLOBODNO". Tada osoba zna da može nastaviti napredovati po užetu.

Kod napinjanja prečnice ili transporta po istoj viknut ćemo: "VUCI"; "POPUSTI" ili "STOP", ovisno o onome što želimo. Riječi nam moraju biti kratke i razumljive kako bi svima bilo jasno o čemu se radi. Prilikom kretanja u podzemlju također ne bismo trebali galamiti, jer bi se moglo dogoditi da nas netko doziva, a da ga zbog galame ne čujemo.

## 3. KOMUNIKACIJA PRI SPAŠAVANJU IZ SPELEOLOŠKIH OBJEKATA

Kako je spašavanje iz speleoloških objekata jedno od najkompleksnijih oblika spašavanja uopće, da ne bi došlo do nesporazuma važno je poštivati hijerarhiju i disciplinu. U izvlačenju unesrećene osobe iz podzemlja sudjeluje mnogo ljudi raspoređeno u mnogo ekipa, a svaka ekipa ima vođu koji donosi odluke i odgovara za njih. Vođa ekipe komunicira i koordinira transport na svojoj dionici s vođama ostalih ekipa. Na taj način izbjegava se pomutnja te se mogućnost pogreške pri komunikaciji smanjuje na najmanju moguću.

Iako se sva komunikacija odvija između vođa ekipa, postoji jedna vrlo važna naredba koju može u bilo kojem trenutku izdati bilo koji član spasilačke ekipe, a to je - "STOP". Ovom naredbom svaki član ekipe smije zaustaviti transport ako je primjetio da se događa nešto što ugrožava unesrećenu osobu ili spašavatelje.

Naredbe na sidrištima daje vođa sidrišta, a on je ujedno vrlo često i vođa te ekipe.

Naredbe na sidrištu s protuutegom izdaje kočničar koji kontrolira brzinu transporta i položaj nosila. Naredbe protuutegu su: VUCI, STOP, PREBACI, POPUSTI i POPUSTI DO KRAJA.

Kada je protuuteg prošao ispod nosila on to dojavljuje kočničaru – "PROŠAO NOSILA". Tada kočničar zna da mu protuuteg, osim svojom težinom, više ne može pomagati u podizanju nosila, ali i da mora obratiti više pažnje na rotaciju nosila i njihov mogući kontakt sa stijenom.

### **Komunikacija kočničara i protuutega:**

- VUCI – kočničar i protuuteg su još na sidrištu i počinju vući nosila dok ona ne ostanu u zraku, nakon čega se protuuteg iskopčava iz sidrišta
- STOP – zaustavlja izvođenje bilo koje radnje
- PROMJENA – nosila su stigla do sidrišta i ukopčana su u vučno užo idućeg sidrišta. Kočničar želi da se protuuteg prebaci sa sprava za penjanje na sprave za spuštanje
- POPUSTI – iduće sidrište započelo je izvlačenje i kočničar želi da protuuteg počne popuštati užo kroz svoj stop descender
- POPUSTI DO KRAJA – iduće sidrište kompletno je preuzelo nosila i kočničar želi da protuuteg popusti užo i iskopča se s njega

Naredbe: VUCI, POPUSTI, STOP, POPUSTI DO KRAJA, koriste se kod transporta nosila i odnose se na sisteme za izvlačenje pomoću užadi. Tih nekoliko naredbi primjenjuje se kod svih sistema za izvlačenje, a spašavatelji znaju, ovisno o sistemu s kojim rade, na što se pokoja naredba u kojem trenutku odnosi.

Vrlo je bitno da su svi tihi i da pažljivo slušaju naredbe kako bi znali pravodobno reagirati u svakom trenutku tijeka transporta.

#### 4. OBLICI KOMUNIKACIJE U PODZEMLJU

Radi specifičnih uvjeta u podzemlju razvijeni su i oblici komunikacije prilagođeni tim uvjetima. Neki od oblika komunikacije koje ćemo detaljnije obraditi su:

- vikanje,
- zviždanje,
- komunikacija preko dvostruke žice,
- komunikacija preko jednostruke žice,
- bežična komunikacija.

Vrlo je bitno napomenuti da prije bilo kakve akcije treba dogovoriti načine komunikacije koji se misle koristiti i ključne riječi za pojedine radnje ili operacije. Isto tako bitno je obučiti sve sudionike istraživanja kako se pravilno rukuje pojedinim uređajima za komunikaciju. Treba obučiti ljude kako prenositi informacije da bi one bile kratke, jezgrovite i bez nebitnih detalja, već da samo sadržavaju ono bitno.

##### 4.1 KOMUNIKACIJA VIKANJEM

Vikanje je najučestaliji oblik komunikacije u podzemlju, ali je vrlo nepogodan zbog velike jeke koja se javlja u velikim podzemnim prostorima. Radi toga postoje pravila kojih se valja pridržavati da bi nas sugovornik pravilno čuo i razumio:

- Treba izbjegavati duge riječi i rečenice te komunikaciju svesti na riječi sa malo slogova,
- sve izgovorene riječi treba rastavljati na slogove da bi ih naš sugovornik sve primio i razumio. Kada se riječi ne bi rastavljale na slogove jeka bi ih spojila i one bi do sugovornika došle u neprepoznatljivom obliku. Naprimjer povik: "Pošalji mi bušilicu!" zvučao bi vjerojatno kao: "OŠAIUŠIIU" s puno jeke. Pravilno bi bilo rastaviti rečenicu na slogove: "Po-ša-lji-mi-bu-ši-li-cu!", a nakon svakog sloga pričekati da se jeka stiša prije nego se vikne slijedeći slog.
- Kada se dvoje dovikuju svi ostali moraju biti tihi pa i prekinuti svoje aktivnosti – bušenje, lupanje, šuškanje... kako bi se komunikacija nesmetano odvila do kraja.

Ova vrsta komunikacije ne mora biti ograničena samo na komuniciranje između dvije ekipe već se poruka može poslati do neke udaljene ekipe preko ekipa između, i to na način da se poruka dovikuje od ekipe do ekipe – **ekipa1-ekipa2, ekipa2-ekipa3**, itd.

Često puta vikanjem ne možemo ništa postići pa je jednostavnije nekoga poslati s porukom do ekipe kojoj nešto poručujemo. Najčešće je to i jednostavniji način jer ako nam treba bušilica ta osoba nam ju može odmah i donijeti.

## 4.2 KOMUNIKACIJA ZVIŽDALJKOM

Komuniciranje zviždaljkom razvijeno je za potrebe *canyoninga* i splavarenja (raftinga) gdje vođeni tokovi, slapovi i vrtlozi stvaraju zaglušujuću buku koja prikriva sve ostale oblike komunikacije – vikanje, radio-stanice i sl. Radi toga dogovoreni su neki standardni signali koji se po potrebi mogu nadopuniti ili prilagoditi situaciji. Radi toga važno je da se prije akcije dogovore i potvrde signali koji će se koristiti kako ne bi došlo do zabune i pomutnje kada akcija krene.

### Standardni internacionalni signali su:

- 1 signal – STOP
- 2 signala – UP (gore; vuci)
- 3 signala – DOWN (dolje; popusti)
- 4 signala – OK, SAFE (u redu sam; osiguran sam)
- 1 dugi signal – HELP (trebam pomoć)

**1 signal (STOP)** – znači da bi onaj na koga se odnosi trebao prekinuti sa svim radnjama koje trenutno izvodi. Prestati vući, prestati popuštati, prestati dizati, prestati spuštati i sl.

**2 signala (UP)** – kod penjanja i napredovanja u objektu (ali i na otvorenom) znači da penjač ide gore i da mu treba popustiti osiguranje, dok taj isti signal kod izvlačenja nosila znači da nosila idu gore i da ih treba vući.

**3 signala (DOWN)** – kod penjanja i napredovanja znači da penjač ide dolje i da ga treba, ovisno o situaciji, popuštati ili osiguravati, dok to pri izvlačenju unesrećenog znači da nosila treba spuštati.

**4 signala (SAFE)** – penjač ili nosila su na sigurnom i osigurana.

**1 dugi signal (HELP)** – osoba koja treba pomoć daje duži zvučni signal trajanja oko 2-3 sekunde. Taj signal ponavlja više puta u minuti ali ne s prekratkim razmacima tako da se ne bi zamjenio s nekim drugim signalom. Poziv ponavlja sve dok ne dobije glasovni odgovor. Ako čuje zvižduk on ne mora značiti da su spašavatelji locirali točno mjesto na kojem se osoba koja zove nalazi, već samo žele ostvariti prvi kontakt. Kada se spašavatelji približe na glasovnu udaljenost tada se može prestati s davanjem signala osim ako osoba koja traži pomoć nije sposobna ostvariti glasovnu komunikaciju. Tada nastavlja s davanjem zvučnog signala.

Na otvorenom, van podzemnog objekta, osoba daje signal u različitim smjerovima jer se ne zna s koje strane će spašavatelji pristupiti, tako da bude sigurna da će ju čuti. To u podzemlju nije bitno jer se zvuk odbija od stijena i kanala i jednako prenosi na sve strane.



### 4.3 KOMUNIKACIJA PREKO DVOSTRUKE ŽICE

Ovaj oblik komunikacije najrašireniji je i funkcionira na principu raznih verzija telefona i interfona.

U daljnjem tekstu slijedi opis postavljanja žice za komunikaciju te nekoliko, najčešće upotrebljivanih, komunikacijskih uređaja koji za prijenos informacija koriste jednu ili dvije žice.

#### 4.3.1 Postavljanje žice

Za postavljanje u jami telefonska se žica skida s kolutova i poput užeta preparira u transportnu vreću. Samim time smanjuje se težina žice, ali i smanjuje mogućnost zapetljavanja te se olakšava njeno postavljanje po objektu. Postavljač sa sobom mora imati nož, kombinirana kliješta, kladivo, odvijač, izolir-traku i komunikacijski uređaj kojim će isprobavati liniju pri postavljanju.

Kod postavljanja telefonske žice treba biti oprezan da ona ne bi smetala ljudima koji napreduju u objektu ili ekipi kod izvlačenja nosila. Ona se mora postavljati van kanala kojim prolaze ljudi ili nosila, a ako je to nemoguće žicu treba maksimalno odmaknuti i prikriti kako ne bi smetala ili bila oštećena. Jednako tako treba paziti na moguće uzroke prekida veze – kamenje koje bi prekinulo žicu, oštri rubovi i slično te ih pri samom postavljanju žice zaobići ili eliminirati. U vertikalama se mora paziti da žica bude odmaknuta od užeta kako se ne bi zapetljala ili prekinula. U vertikalama treba paziti da se na svakih desetak metara žica učvrsti za neku izbočinu ili pukotinu kako ne bi pukla pod vlastitom težinom. Žica ne smije biti napeta ili imati čvor. Za postavljanje žice možemo koristiti čavle, grane, spitove, klinove i sl.

Spajanje žice mora biti pravilno izvedeno kako kasnije ne bi došlo do prekida. Kod žica koje spajamo skinemo izolaciju u duljini otprilike tri centimetra te zavinemo dva kraja žice zajedno više puta dok ne prionu čvrsto jedna uz drugu. Kod ovoga moramo paziti da ne bismo pretjerali te tako oštetili žicu. Kada smo ih spojili ta dva kraja čvrsto omotamo izolir-trakom i zajedno na spojnem kraju žice napravimo čvor, ali na izolaciji. Jednako kao na užetu koje ima oštećenje pa ga na taj način izoliramo.

Dakle, na postavljaču je velika odgovornost da sve to predvidi i postavi žicu tako da poslije nema poteškoća.

**Zgodan trik** koji uvelike olakšava postavljanje žice je – korištenje grančica. Prije ulaska u objekt odrežemo dva-tri metra svježih grana, debljine oko 5-10mm, te ih kod postavljanja režemo na potrebne duljine i koristimo kao klinove koje zabijamo u pukotine i oko njih vežemo žicu. Isto tako možemo ih koristiti i kod širih pukotina tako da odrežemo grančicu nešto dulju nego li je širina pukotine, savinemo ju i umetnemo poprijeko u pukotinu preko žice. Na taj način smo odmaknuli telefonsku žicu, a ujedno je nismo učvrstili jer nam je to iz nekog razloga odgovaralo.

#### 4.3.2 Telefon s izoliranom žicom ("poljski telefon")

Od tehničkih pomagala najpouzdaniji je telefon. Prednost mu je zvuk koji je čist i razgovjetan, a nedostatak je taj da za prijenos zvuka koristi – žicu. Sami uređaji i žica glomazni su i teški te koriste velike baterije. Također, kada se poljski telefon postavi na neko mjesto, nije baš pretjerano mobilan.

Telefon se postavlja obavezno na površini u logoru i na najudaljenijoj točki u objektu (odnosno u bivku s unesrećenom osobom). Ovo vrijedi kod postavljanja svih oblika komunikacijskih uređaja.

Moguće je postavljanje telefona na više mjesta u speleološkom objektu (ulaz, bivač, bivač 2, krajnja točka na kojoj radimo, ...). U tom slučaju, za prijenos informacije od mjesta do mjesta, potrebno je imati operatore na svakom mjestu u objektu, što komunikaciju čini složenom.

Danas poljski telefon više ne koristimo već su ga zamijenili razni moderni komunikacijski uređaji.



Slika 1 – Poljski telefon

#### 4.3.3 Speleofon – pasivni model

Speleofon je sustav razvijen u Francuskoj, a sastoji se od NF (niskofrekvencijskog) pojačala koje ima dva I/O (input/output) ulaza kojima se upravlja preko jednog prekidača. Jedan I/O je smješten na samom uređaju, a drugi se u obliku telefonske žice razvuče po objektu. Na razvučenu žicu mogu se, na bilo kojem dijelu, priključiti obične pasivne, ugljene slušalice (koje nam služe i kao mikrofoni). One su u modu predaje čim se priključe, ako je baza u modu prijema; a u modu prijema su čim se baza prebaci u mod odašiljanja. Kontrola primopredaje vrši se na bazi uređaja koji je gotovo uvijek na površini, van speleološkog objekta. Radi lakšeg razumijevanja načina rada, paralela se može povući s "parlafonom", na koji možemo naići na gotovo svim zgradama kraj zvona na ulazu.

##### Velike prednosti uređaja:

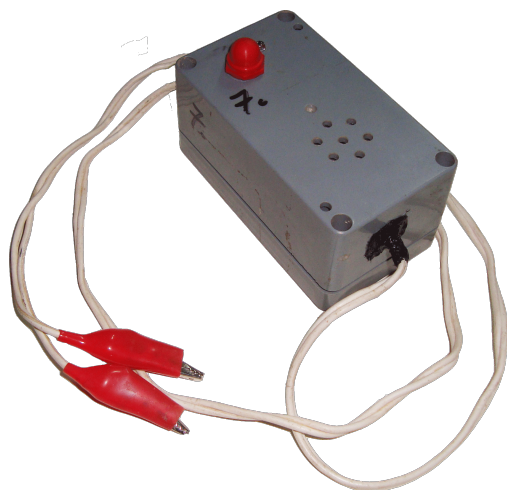
- s malim mikrofonom/slušalicama možemo se priključiti bilo gdje na žicu i ostvariti komunikaciju s površinom,
- prijenosne slušalice/mikrofoni ne koriste dodatni izvor napajanja već su posve pasivne,
- dimenzije slušalice/mikrofona vrlo su male,
- baza je malih dimenzija, lagana i ne troši puno struje,
- jednostavnost i mala cijena izrade kompletnog uređaja,
- baza uvijek ima uvid u cjelokupnu komunikaciju.

##### Mane:

- komunikacija se "sa žice" može ostvariti prema površini, ali ne i između pojedinih ekipa u objektu. Zato se poruka mora prenositi "relejno", od ekipe koja šalje poruku, bazi, pa onda od baze ekipi kojoj je upućena poruka,
- vrlo veliki gubitak vremena prilikom relejnog prenošenja informacija, (mjerljiv u satima),
- zvuk u slušalicama je vrlo tih pa je vrlo lako ne čuti kada nas netko zove.

Mane ovog uređaja veće su i izraženije nego njegove prednosti pa nakon brojnih testiranja i korištenja na akcijama i vježbama, možemo reći da je ovaj uređaj nepouzdan i, ako je ikako moguće, na njega se ne bi trebalo oslanjati u ozbiljnim situacijama.

#### 4.3.4 Speleofon – aktivni (model "Ivek")



Slika 2 – Speleofon "Ivek"

Ovakav speleofon sličniji je pravom baterijskom telefonu izvedenom pomoću elektroničkih komponenti. Radi se o uređaju koji u sebi ima NF pojačalo s I/O priključcima kojima se upravlja preko jednog prekidača, a zvuk se šalje preko telefonske žice. U modu predaje uređaj hvata zvuk sa zvučnik/mikrofona i šalje ga na izlaz koji je spojen na telefonsku žicu. Na žici može biti više istih speleofona koji, u stanju prijema preko telefonske žice, proslijeđuju primljeni signal na svoj I/O priključak i emitiraju ga preko zvučnik/mikrofona. Pomoću ovog sistema moguće je komunicirati dvosmjerno između svih uređaja priključenih na žicu. Mora se paziti da se ne upada drugima u komunikaciju. Emitirati može samo jedan uređaj, a nikako više njih u isto vrijeme jer tada dolazi do miješanja signala i gubitaka informacija.

Zbog niza prednosti i pouzdanosti, u Hrvatskoj se pri kompleksnim istraživanjima i akcijama spašavanja najviše koristi ovaj uređaj. I to model koji je osmislio, konstruirao i sklopio hrvatski speleolog i spašavatelj Ivica Radić.

##### **Prednosti ovog uređaja su:**

- zvuk je vrlo jasan i glasan,
- moguća je komunikacija između bilo koja dva ili više uređaja na istoj žici,
- u slučaju puknuća žice međusobno operativni ostaju uređaji priključeni ispod oštećenja isto kao i oni iznad oštećenja. Nije moguća komunikacija između uređaja koji su povezani oštećenom žicom.
- U slučaju oštećenja žice jednostavno je odrediti kvar upravo radi ranije opisane mogućnosti
- potrošnja uređaja u stanju prijema izrazito je mala što uređaju daje autonomiju od barem tjedan dana normalnog korištenja

##### **Mane ovog uređaja su:**

- uređaj radi na baterije
- uređaj sadrži elektroničke sklopove koji su, u slučaju nedovoljno kvalitetne izrade, podložni oštećenjima,
- mogućnost upada u tuđu komunikaciju (izbjegava se dobrom pripremom ljudi i discipliniranošću)

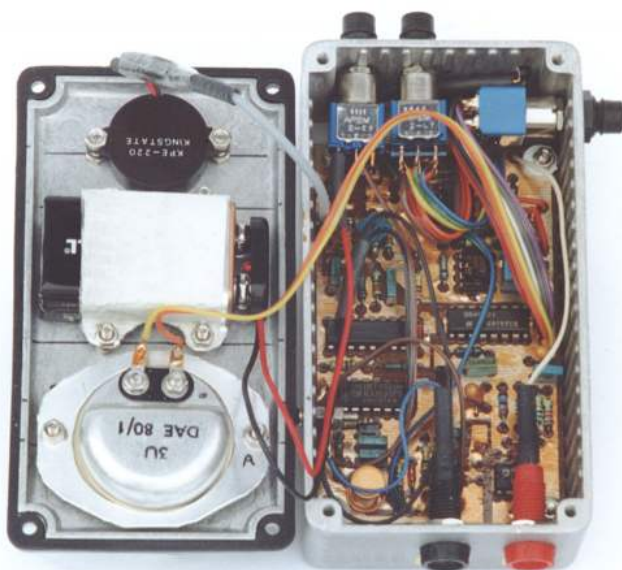
#### 4.4 KOMUNIKACIJA PREKO JEDNOSTRUKÉ ŽICE

Komunikacijski uređaji koji koriste jednu žicu koriste Zemlju kao povratnu vezu. Nekadašnji modeli morali su se fizički vezati na žicu direktnim spajanjem ili indukcijski omatanjem "antene" oko komunikacijske žice te drugom žicom uzemljiti. Današnji modeli poput uređaja *Hamster* spajaju se na žicu ali ga nije potrebno uzemljiti da bi se ostvarila komunikacija. To se postiglo korištenjem modernih elektroničkih komponenti i precizno razrađenih proračuna. Naravno uređaj se može uzemljiti, a time se samo poboljšavaju njegova svojstva.

Uređaj *Hamster* ima senzor koji prepoznaje kada ga se koristi pa prelazi u način rada u kojemu se ostvaruje komunikacija. Kada ga se ne koristi 25 sekundi automatski se prebacuje na čekanje i uključuje se stanje čekanja alarma. Poziv se ostvaruje pritiskom na prekidač što šalje impuls koji uključuje alarm u drugom uređaju. Uređaj ostvaruje full-duplex vezu uz vrlo malu potrošnju. Napaja se iz 9V blok baterije.

##### Potrošnja

Na čekanju:	90 $\mu$ A
Na čekanju plus kontinuirani alarm:	6mA
Komunikacija (minimalno):	1,5mA



Slika 3 - Uređaj "Hamster"

## 4.5 BEŽIČNI KOMUNIKACIJSKI SUSTAVI

Bežični sustavi koji funkcioniraju u podzemlju za komunikaciju s površinom moraju raditi na niskoj ili vrlo niskoj frekvenciji – LF ili VLF. S visokom frekvencijom signal se jače upija u stijene. Frekvencije pogodne za komunikaciju u špiljama su u opsegu 30 kHz – 200 kHz. Snižavanjem frekvencije smanjuje se i apsorpcija u stijenama ali se shodno tome povećava i raspon antene jer bi dobra antena trebala biti dugačka četvrtinu valne duljine pa bi to za navedene frekvencije iznosilo između 750m i 5 km što i nije realno za nositi i razvlačiti.

Postoje uređaji s manjim antenama kod kojih se pokušavaju postići zadovoljavajući rezultati razvojem elektronike oko kratke antene, a razvoj sličnog uređaja započeo je još 1970. u Velikoj Britaniji, ali mu je domet bio svega 200 metara. Prikladno je nazvan - **Molephone**. U ranim osamdesetima grupu speleologa iz BCRA (British Cave Research Association), počeo je zanimati isti problem pa su započeli svoja istraživanja. U ranim devedesetim speleološka spasilačka služba iz regije Isere (3SI – Spéléo SecourS Isère) u Francuskoj također se počinje zanimati za taj problem. Tada započinje suradnja između britanskih i francuskih elektroničara koji zajedno pokušavaju riješiti problem slabog dometa uređaja. Do većih pomaka došlo se nakon velike tragedije u speleološkom sustavu Gouffre Berger u Francuskoj.

### 4.5.1 Komunikacijski sustav "NICOLA"

1996. godine u naglom naletu vode u speleološkom objektu Gouffre Berger u južnoj Francuskoj kraj Grenoblea, život je izgubilo dvoje speleologa - Istvan Tord i Nicola Dollimore. Nakon njihove pogibije Nicolain suprug, Nick Perrin, osnovao je zakladu za razvoj komunikacijskog sustava koji bi se koristio u podzemlju, a posebno pri obavještanju o opasnostima u objektu Gouffre Berger.

Ovaj bežični komunikacijski sustav dizajnirao je britanac Dr. Graham Naylor, a razvijen je u suradnji britanskih i francuskih radio-amatera, spašavatelja i speleo-spašavatelja.

Sustav se sastoji od najmanje dvije radio stanice koje rade na principu magnetske indukcije s dipolnom antenom i na području niske frekvencije (87kHz). Val se prenosi preko tla iz jednog uređaja u drugi i to funkcionira pri komunikaciji između uređaja unutar objekta, ali i između uređaja u objektu i na površini. To je prvi bežični sustav pomoću kojeg se uspjela ostvariti komunikacija između ekipe u podzemlju i površine.

Mana ovog uređaja je njegova antena, koja se sastoji od dva trideset metarska kraka koji se moraju u jednoj liniji razvući po tlu s dobro uzemljenim krajevima (po mogućnosti uronjenim u neku vodu). Ekipe koja barata uređajem mora biti vrlo oprezna jer na vrhovima antene može doći do električnog izboja od više stotina volti - stoga ona mora biti dobro uzemljena.

Francuzi tvrde da je sistem Nicola pouzdan dok su testiranja u Hrvatskoj, u jami Munižaba, pokazala oprečne rezultate. Jedan put je uređaj funkcionirao dobro (uz dosta šumova), dok se već idući put komunikacija nije mogla ostvariti, makar je drugo testiranje provedeno u istom objektu kao i prvo pa čak i s manje dubine. Svi uvjeti su bili jednaki osim vremenskih. Zaključak je bio da taj sustav nije pouzdan te se stoga u Hrvatskoj ne koristi. Naknadno su i Francuzi tvrdili da uređaj nije pouzdan u krškom području radi brojnih pukotina između slojeva tla gdje se signal jednostavno izgubi.

Danas postoje uređaji francuski NICOLA i britanski HeyPhone. Rade na istom principu s time da NICOLA ima nešto veći domet koristeći finije filtere i modernije komponente i načine sklapanja.

Razvoj NICOLA komunikacijskog uređaja ne prestaje već se on stalno razrađuje, ispituje i poboljšava. Današnji NICOLA MK2 uređaj podosta se razlikuje od prvog koji je napravljen. Ima veći domet, troši manje struje i pouzdaniji je. Danas Britanci razvijaju novu, digitalnu verziju.



### Specifikacije

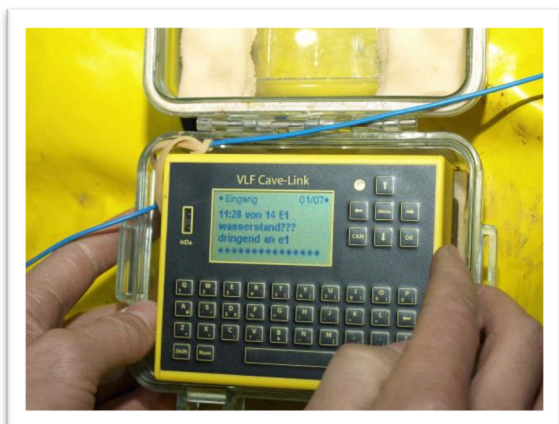
### Systeme Nicola Mk2

Euro norma:	I-ETS 300 330 Class 3
Frekvencija emitiranja:	86,95 kHz
Intermediate frekvencija:	455kHz
Modulacija:	single side band
Snaga na anteni:	3 W
Potrošnja:	0,1 A kada je uređaj prilagođen
Potrošnja na 12V:	0,06 A prijem; 0,9 A predaja
Antena:	dvije uzemljene elektrode udaljene 40-80 metara
Domet:	1200m kroz stijenu ovisno o lokalnim geološkim uvjetima, 500m opće iskoristivo
Dimenzije:	150 x 80 x 50 mm
Težina:	0,25 kg bez baterija



Slika 4 - "NICOLA" komunikacijski uređaj s namotanim antenama

#### 4.5.2 CAVE-LINK



Slika 5 – "Cave-Link"

Ovaj sustav razvijen je od strane švicarske tvrtke Ingenieurbüro Ziegler, a osmišljen je za podzemno mjerenje, spremanje i prosljeđivanje podataka prikupljenih raznim kompatibilnim senzorima - mjerenje plinova, strujanja zraka, protoka vode i sl. Sustav je potpuno digitalan, a prijenos podataka vrši se radio valovima vrlo niske frekvencije (VLF), što mu omogućuje slanje podataka iz podzemlja preko raznih prepreka.

Radi na relejnom principu tako da su udaljenosti koje je moguće dostići vrlo velike. Jednostavno se u komunikacijski niz ubaci i isprogramira koliko je potrebno uređaja da se premosti udaljenost na koju je potrebno prenijeti informaciju.

Uz sve to uređaji su opremljeni i tipkovnicom kojom je moguće upisati i poslati kratke tekstualne poruke do 160 znakova. Princip je jednak slanju SMS poruka kod mobilnih telefona - upiše se poruka, adresira na uređaj na koji želimo poslati i pošalje. Sa svakog uređaja moguće je slati poruke na bilo koji uređaj u komunikacijskom nizu, ali i na sve uređaje zajedno. Uređaj s kojeg se šalje, informaciju prosljeđuje na sljedeći uređaj u nizu, on na sljedeći i tako sve do odredišnog uređaja na kojem izlazi poslana informacija. Informacija je uvijek 100% točna jer pri dolasku na cilj uređaj šalje kontrolni niz na polazišni uređaj koji provjerava je li pristigla informacija bez greške. Ako je, ispisuje informaciju. Ako informacija nije točna ponovo ju šalje na odredište sve dok ne pristigne u onom obliku u kojem je poslana. Kako uređaj radi s digitalnim podacima koje rastavlja u manje komadiće, potrebna je vrlo mala izlazna snaga za slanje. Ako informacija iz nekog razloga ne stigne na odredište, uređaj automatski povećava izlaznu snagu kojom ponavlja slanje dok informacija ne stigne na odredište.

Također, vanjska jedinica koja je smještena na površini van podzemnog objekta, može biti opremljena GSM modulom preko kojeg je moguće slati SMS poruke s bilo kojeg Cave-Link uređaja u nizu na bilo koji broj mobilnog telefona u svijetu koji ima omogućeno primanje SMS-a. Također svaki Cave-Link uređaj u nizu može primiti SMS s bilo kojeg telefona u svijetu koji ima mogućnost slanja SMS-a (pod uvjetom da je vanjska jedinica opremljena GSM modulom).

##### **Prednosti ovog sustava su:**

- mobilnost,
- 100% točnost pristiglih informacija,
- vrlo velik domet (deklarirano do 1300m između dva uređaja),
- velika autonomija rada s jednim punjenjem baterija i
- mogućnost slanja informacija direktno na mobilni telefon (npr. obavijest o nesreći u objektu).

**U današnje vrijeme nije poznat bolji i pouzdaniji bežični komunikacijski sustav koji se može koristiti u podzemlju.**

**Kao primjer** izdvojit ćemo akciju spašavanja iz 2012. godine, kad je informacija o nesreći u speleološkom sustavu Kita Gačešina-Draženova puhaljka, stigla do HGSS-a 4h45min nakon same nesreće. Toliko je trebalo da se unesrećenog zbrine te da ljudi izađu van i obavijeste spašavatelje. Da je u jami bio postavljen stacionarni Cave-Link sustav, poruka o nesreći mogla je biti poslana HGSS-u direktno s mjesta događaja odmah nakon nesreće. Time bi se trajanje akcije skratilo za 4h45min.

Također, da su spašavatelji bili opremljeni Cave-Link sustavom, informacija o ozljedama unesrećenog od liječnika do baze stigla bi otprilike 5 sati prije jer toliko je trebalo komunikacijskoj ekipi da postavi komunikacijski kabel od površine do mjesta gdje je zbrinuta unesrećena osoba.

## 4.6 PRIJENOSNE RADIO STANICE

Klasične prijenosne radio stanice koje rade na VHF (very high frequency) ili UHF (ultra high frequency) valjda su neizostavni dio opreme svih interventnih službi u svijetu. Odličan su komunikacijski alat kako u jednostavnim tako i u složenim akcijama, a korištenjem razne dodatne opreme (repetitori, veće antene, pojačala, vanjski mikrofoni, laringofoni itd.), njihove mogućnosti i domet mogu se još i proširiti. Međutim, iskoristivost takvih uređaja u podzemlju skoro je nikakva. Baš zbog načina na koji rade njihov domet je maksimalan na otvorenim prostorima gdje među uređajima nema prepreka. Idealni su za otvorene prostore, dok u podzemlju sve njihove negativnosti dolaze do izražaja. Podzemna komunikacija je ograničena na komunikaciju u kojoj između dva sugovornika nema prepreka. Jasno nam je da je u većini takvih situacija jednostavnije prijeći put do sugovornika i razgovarati s njime lice u lice.

No ipak, u nekim situacijama radio stanice nam mogu izuzetno pomoći. U slučaju kada komuniciramo u dugom kanalu čija konfiguracija nam ne dozvoljava jednostavno prelaženje od jedne do druge točke. Na primjer usred kanala postoji jezero ili vertikalna. Drugi je slučaj mnogo izgledniji; kada se komunicira u velikim vertikalama gdje nije jednostavno (ili je čak nemoguće), doći do sugovornika. Podsjetimo se da se najveća podzemna vertikalna na svijetu, s duljinom od 513m, nalazi upravo u Hrvatskoj, u jamskom sustavu "Velebita", trećoj najdubljoj jami u Hrvatskoj.

U tim slučajevima prijenosne radio stanice su nam više nego korisne pa ih je korisno imati na raspolaganju.

Spomenute su VHF i UHF radio stanice koje spadaju u profesionalne uređaje. Pošto većina njihovih mogućnosti u podzemlju nije iskoristiva potrebno se osvrnuti na amaterske radio stanice koje u podzemlju imaju posve iste komunikacijske mogućnosti kao i profesionalne.

### 4.6.1 PMR 446 (Private Mobile Radio)

Radio stanice koje možemo kupiti u bilo kojoj, malo većoj, prodavaonici za relativno malo novaca. PMR stanice popularno se zovu "walkie-talkie". One rade na javnoj frekvenciji od 446 MHz i za razliku od profesionalnih uređaja za njihovo korištenje nije potrebno posjedovati dozvolu. Male su, lagane i, pošto su male izlazne snage, ne troše puno struje. U kombinaciji s laringofonom (mikrofon koji reagira samo na titranje glasnica i ne prenosi okolne zvukove), vrlo su upotrebljive u ranije navedenim slučajevima.

Prednosti PMR ispred profesionalnih uređaja u speleologiji:

- manji su i lakši,
- višestruko jeftiniji,
- za korištenje ne treba imati dozvolu,
- troše puno manje struje (potrebno je manje baterija),
- dodatna oprema za njih dostupna je i vrlo jeftina, (obzirom na profesionalne uređaje).



Dva primjerka PMR stanice kakvi se mogu kupiti u bilo kojem malo opskrbljenijem trgovačkom centru.

Lijeva stanica, za razliku od desne, ima još i mogućnost podešavanja podkanala tako da je mogućnost miješanja neželjenih komunikacija u vezu vrlo mala.

*Slika 6 – PMR446 radio stanice*



## 5. ZAKLJUČAK

Na kraju, treba naglasiti koliko je važna kvalitetna komunikacija prilikom speleoloških istraživanja, izvođenja vježbi spašavanja i u samim akcijama speleološkog spašavanja. Kvalitetno odabrana sredstva komunikacije, njihova pravilna priprema i održavanje ključni su faktor za uspješno korištenje tih alata.

Bitno je naučiti ispravno komunicirati kako bi bilo mnogo lakše izvoditi sve one zahtjevne i komplicirane zahvate koji na kraju vode do uspješno okončane akcije i spašenog života.

Oprema koja u tome pomaže samo je alat koji je potreban i o kojem se mora brinuti. Na primjer, bitno je da se nakon korištenja telefona iz njega izvadimo baterije kako ne bi iscurile i njihova kiselina oštetila elektroničke sklopove. Važno je opremu skladištiti na ispravan način kako bismo uvijek bili sigurni da je ispravna i spremna za korištenje, a ne ju prepustiti uvjetima kao što su velika vlaga, visoka temperatura ili mehanička oštećenja, koji bi joj dugoročno mogli škoditi.

Kao i svu ostalu opremu i komunikacijska sredstva treba periodički isprobavati i testirati kako bismo bili sigurni u njihovu funkcionalnost. Trebamo vježbati postavljanje telefonske žice jednako kao i korištenje komunikacijskih uređaja.

Nikakva tehnologija nam ne koristi ako se njome ne znamo služiti, a pravilno korištena, ispravna komunikacijska sredstva mogu skratiti trajanje akcije spašavanja za više sati, što na kraju unesrećenoj osobi daje veće šanse za uspješan oporavak.

I na kraju, potrebno je spomenuti da su i naša komunikacijska sredstva podložna zlouporabi od strane trećih osoba, pa u akcijama spašavanja treba posebnu pažnju posvetiti zaštiti informacija koje prenosimo. Uvijek postoji mogućnost da se netko spoji na žicu koja od baze vodi u podzemlje i da iz nekih neplemenitih pobuda prisluškuje i dalje širi interne informacije.

Vrlo je vjerojatno da prilikom korištenja PMR uređaja blizu površine, netko nama stran uhvati dio naše komunikacije pošto ti uređaji ionako rade u otvorenom, javnom frekvencijskom opsegu. U svakom trenutku moramo znati prepoznati i predvidjeti takve situacije kako bismo zaštitili sebe, Službu i pogotovo obitelj unesrećene osobe.

**Ovaj priručnik napisan je s namjerom proširivanja znanja članova HGSS-a i nikako ne može zamijeniti znanje i praktičnu obuku koju provode instruktori HGSS-a.**

**LITERATURA:**

- (1) D. Bakšić, D. Lacković, A. Bakšić: SPELEOLOGIJA, Zagreb 2000.
- (2) Spéléo Secours Français (SSF): CAVE RESCUER'S MANUAL 2006.
- (3) Graham Naylor: SYSTEM NICOLA Mk2,  
[http://naylorgr.perso.cegetel.net/cave\\_radio/SYSTEME\\_NICOLA\\_Mk2.html](http://naylorgr.perso.cegetel.net/cave_radio/SYSTEME_NICOLA_Mk2.html)
- (4) SYSTEM NICOLA, [http://milos2.zoo.ox.ac.uk/~hilary/proc14/misc/system\\_nicola.htm](http://milos2.zoo.ox.ac.uk/~hilary/proc14/misc/system_nicola.htm)
- (5) ASF Australian Speleological Federation: CAVE SAFETY GUIDELINES,  
[www.caves.org.au/s\\_cave\\_safety.htm](http://www.caves.org.au/s_cave_safety.htm)
- (6) David Gibson: COMMUNICATIONS IN CAVES,  
[www.caves.org.uk/radio/comms\\_in\\_caves.html](http://www.caves.org.uk/radio/comms_in_caves.html)
- (7) David Gibson: RADIOLOCATION FOR CAVE SURVEYING,  
[www.caves.org.uk/radio/radioloc\\_for\\_cave.html](http://www.caves.org.uk/radio/radioloc_for_cave.html)
- (8) HAMSTER – SINGLE WIRE TELEPHONE WITH CALL ALARM,  
<http://www.hamil.org/swt/index.htm>
- (9) CAVE-LINK Homepage, <http://www.cavelink.com>