

# Speleološka fotografija

---

**Karabatić, Ana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:957499>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-09**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

# ZAVRŠNI RAD

Ana Karabatić



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: Grafički dizajn

# ZAVRŠNI RAD

## SPELEOLOŠKA FOTOGRAFIJA

Mentor:  
dr. sc. Miroslav Mikota

Student:  
Ana Karabatić

Zagreb, 2014.

## **SAŽETAK**

Svrha ovoga rada je prikazati stanje na području speleološke fotografije, tehnike fotografiranja i potrebna oprema, a pogotovo ona koja se koristi u najnovijem periodu razvoja digitalne fotografije. Uz pomoć podataka prikupljenih kroz stručnu literaturu, članke i publikacije, te analizu autorskih fotografija izvršena je analiza trenutnog stanja u speleološkoj fotografiji, pogotovo što se tiče razvoja fotografske i pripadajuće opreme, te otežanih uvjeta rada u špiljama i jamama, a posebno je naglašena uloga speleološke fotografije u komercijaliziranju speleologije i promociji špilja.

Cilj rada je objektivna analiza speleološke fotografije u prošlosti i sadašnjosti, njen razvoj, te postavljanje smjernica za izradu dobre speleološke fotografije. Diplomski rad se sastoji od 5 dijelova: uvod, teoretski dio, praktični dio – autorske fotografije, zaključak i literatura.

Ključne riječi: speleologija, špilja, fotografija, fotografska oprema, tehnike snimanja

## **ABSTRACT**

The purpose of this work is to show the state on the area of speleological photo, techniques of photography and necessary equipment, and especially of that which is used in the latest period of development of digital photography. With help of information collected through expert literature, articles and publications, and analysis of copyright photos, an analysis of current state in speleological photography has been done, especially regarding the development of photographic and associated equipment, and difficult conditions of work in caves, and the role of photography in commercialization of speleology and promotion of caves is especially highlighted.

The goal of work is objective analysis of speleological photography in the past and the present, it's development, and setting the guidelines for producing good speleological photos.

Graduate work is consists of 5 parts: Introduction, theoretical part, practical part – copyright photos, conclusion and literature.

Key words: speleology, cave, photography, photographic equipment, recording techniques.

## Sadržaj:

1. UVOD.....	v
2. TEORETSKI DIO.....	vii
2.1. POVIJEST FOTOGRAFIJE PODZEMLJA .....	vii
2.2. SPECIFIČNI UVJETI FOTOGRAFIRANJA PODZEMLJA .....	xi
2.2.1. Fotograf.....	xi
2.2.2. Uvjeti u špiljama.....	xii
2.3. RASVJETA.....	xiv
2.3.1. Karbidna lampa.....	xv
2.3.2. Magnezij .....	xvi
2.3.3. Električna rasvjeta .....	xvii
2.3.4. Bljeskalica sa magnezijevim žaruljicama .....	xvii
2.3.5. Elektronska bljeskalica .....	xviii
2.4. POTREBNA FOTOGRAFSKA OPREMA .....	xxi
2.4.1. Fotoapararat .....	xxi
2.4.2. Objektiv .....	xxiii
2.4.3. Film i postavke digitalnog fotoaparata .....	xxv
2.5. DODATNA OPREMA .....	xxix
2.5.1. Stativ .....	xxix
2.5.2. Daljinski okidač .....	xxx
2.5.3. Fotoćelija .....	xxx
2.5.4. Filteri.....	xxx
2.5.5. Rezervni pribor i alati .....	xxx
2.6. TEHNIKE SNIMANJA .....	xxxii
2.7. NAJČEŠĆE POGREŠKE PRI FOTOGRAFIRANJU U ŠPILJAMA.....	xxxiii
2.8. OBRADA FOTOGRAFIJA SNIMANIH U PODZEMLJU.....	xxxv
3. AUTORSKE SPELEOLOŠKE FOTOGRAFIJE I NJIHOVA ANALIZA.....	33
3.1. OPIS RADA I KORIŠTENA OPREMA .....	xxxvii
3.2. SPELEOLOŠKE FOTOGRAFIJE I ANALIZA FOTOGRAFIJA.....	xxxix
4. ZAKLJUČAK.....	xlviii
5. LITERATURA .....	44

## 1. UVOD

**Speleologija** je skup svih aktivnosti kojima se otkrivaju i istražuju jame, špilje i drugi podzemni fenomeni.

Špilje su speleološki objekti čiji je prosječni nagib kanala manji od  $45^\circ$  u odnosu na horizontalu, a jame oni kod kojih je taj nagib veći od  $45^\circ$ . Špilje koje nemaju spoj s površinom nazivaju se kaverne. Prosječna starost špilja u svijetu je od nekoliko do desetak milijuna godina.[1]

U prvom se redu speleologija bavi njihovim istraživanjem i dokumentiranjem, a također i njihovom zaštitom, vrednovanjem i eventualnim iskorištavanjem. Do konca 19. st. koristio se izraz istraživanje, sve dok francuski paleontolog Emile Rivier nije uveo riječ „la speleologie“ (speleologija), oko 1890. godine. U upotrebu ju je uveo francuski istraživač špilja i jama Edouard Alfred-Martel u svojoj knjizi „Les Abîmes“ (Bezdan) objavljenu 1894., a najavljenju na znanstvenom kongresu u Besançonu u Francuskoj još 1893. godine. Tako je stvoren pojam speleologije, a E. A. Martel se smatra ocem moderne speleologije. Riječ speleologija je složenica koja dolazi od latinske riječ spēlaeum (tj. grčke riječi - spēlaion) koja označava špilju.[1]

Primarni cilj speleološkog istraživanja je izrada speleološkog nacrtu na temelju mjerenja dimenzija špiljskih kanala te dokumentacija opaženih geoloških, morfoloških, hidroloških i drugih svojstava. Složenost špilja i jama zahtijeva posebne tehnike i obučenosť timova speleologa te se u dubokim jamama i složenim špiljama aktivnosť speleologa može opisati nekom vrstom podzemnog alpinizma. U tom smislu, dio speleoloških aktivnosti se, poput alpinizma, može smatrati sportskom djelatnošću.[5]

**Prva skupina** speleoloških aktivnosti obuhvaća **fizičko-tehničko-sportske aktivnosti**. To je temeljna skupina speleoloških djelatnosti koja omogućava ulaženje i kretanje kroz podzemlje te njegovo neposredno istraživanje. Ove aktivnosti, zbog sličnosť neke speleološke opreme s alpinističkom, ponekad nazivaju i speleizam. Speleolog mora biti dobrih psihofizičkih sposobnosti, mora izvrsno rukovati speleološkom opremom (pojas, spone, penjalice, spuštalice i dr.) te vladati raznolikom speleološkom tehnikom kretanja kroz speleološke objekte. Kako u speleološkim objektima vlada potpuni mrak, speleolozi moraju imati i kvalitetnu i pouzdanu rasvjetu.[5]

**Druga skupina** aktivnosti je **istraživačko-stručno-dokumentarističkog karaktera**.

Nakon što speleolozi savladaju tj. fizički prođu određeni speleološki objekt, moraju napraviti što detaljniju dokumentaciju o njemu. Glavni dio speleološke dokumentacije, ujedno i glavni cilj speleoloških istraživanja, je topografska karta ( snimak ili nacrt) istraženog speleološkog objekta. Izrada karte (tzv. topografsko snimanje) obuhvaća složene postupke mjerenja duljine, orijentacije i nagiba svih kanala i njihovih dijelova te izradu detaljnih skica u krupnom mjerilu. Slijedi digitalna obrada podataka te izrada konačne karte - nacrt speleološkog objekta koji sadrži tlocrt, profil i poprečne presjeke speleološkog objekta. Na temelju ovih mjerenja izračunava se i ukupna duljina i dubina špilje ili jame. Uz nacrt, izrađuje se zapisnik speleoloških istraživanja u koji se unose brojni podaci o položaju, značajkama, dimenzijama, važnosti speleološkog objekta i sl. Izvješćima o istraživanju se pridodaju i fotografije speleološkog objekta i tijeka njegovog istraživanja. Kad god je to moguće izrađuje se i filmska dokumentacija istraživanja koja može služiti u dokumentacijske i edukacijske svrhe. Filmsko snimanje, kao i **fotografiranje**, iziskuje posebne vještine i opremu jer u podzemlju ne postoji prirodno osvjetljenje, a rasvjetu s mrežnim napajanjem nije moguće koristiti. Objava fotografija speleoloških objekata najbolji su način promocije prirodnih ljepota krških fenomena. Fotografiranje u podzemlju zahtjeva spoj fotografskih i speleoloških vještina, adekvatnu opremu ali i iskustvo u radu u posebnim uvjetima (nedostatka prirodnog osvjetljenja, vlage i sl.) Zbog svega navedenog, najbolje fotografije speleoloških objekata nastaju kao plod dugogodišnjeg iskustva autora speleologa, koji okom fotografskog aparata uspije ovjekovječiti zanimljivi detalj faune podzemlja ili geomorfološka čuda prirode, nerijetko sa čovjekom/speleologom u kadru čime se još više naglašava dojam gotovo nestvarnosti okruženja u kojemu se nalazi. [5]

**Treća skupina** speleoloških djelatnosti usmjerena je ka **znanstvenom istraživanju** speleoloških objekata. Radi se o speleologiji u užem smislu - znanosti o speleološkim objektima koja u prvom redu pripada sustavu geoloških znanosti. Istražuju se građa (geologija), oblici (geomorfologija) i postanak (geneza) speleoloških objekata i okolnog područja. Speleološki objekti uglavnom nastaju u kršu. Osim znanstvenih istraživanja speleoloških objekata zadatak speleologije je njihovo znanstveno vrednovanje, a posebno njihova zaštita.[5]

## 2. TEORETSKI DIO

### 2.1. POVIJEST FOTOGRAFIJE PODZEMLJA

U ranim godinama fotografije, dnevno svjetlo je bilo jedino svjetlo dovoljno jako da omogućiti ostvarivo ekspozicijsko vrijeme sa tada slabo osjetljivim fotografskim materijalima. Fotografi nisu imali drugih mogućnosti. Ako su željeli načiniti fotografiju, sunce je bilo jedino s čim su mogli raditi. Fotografija sa upotrebom umjetnog svjetla je bila moguća, ali nepraktična zbog slabe osjetljivosti emulzije. Fotografi su eksperimentirali s umjetnim svjetlom od samih početaka fotografije, ali veća upotreba umjetnog svjetla došla je tek kasnije kada su se fotografski materijali usavršili. Najznačajniji napredak u tom pogledu je razvoj visokoosjetljive želatinske podloge tokom 1870 godine.[9]

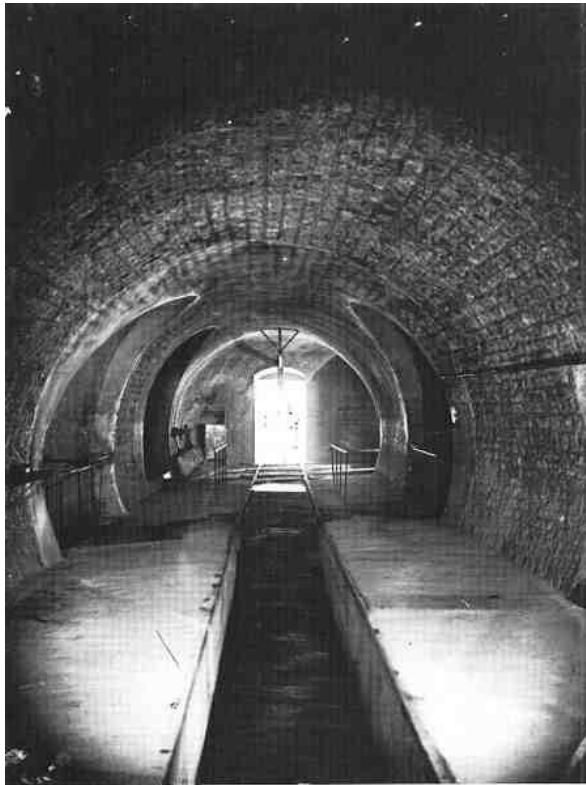
Prvo umjetno svjetlo pojavilo se tokom 1840. godine, kada su dvoje američkih fotografa upotrijebili lučno svjetlo ugljenih elektroda da naprave dagerotipiju. Tokom tog perioda eksperimentima se pokušavalo zagrijavati vapno pomoću vodikovog plamena kako bi se dobilo blještavo svjetlo.

Pošto fotografiranje u špiljama, jamama, rudnicima i drugim strukturama bez prodora dnevnog svjetla zahtijeva razvoj umjetnog svjetla i bljeskalice, i to posebno dizajniranih za rad pod zemljom, razvoj speleološke fotografije znatno je kasnio za razvojem fotografije općenito.

U prosincu 1861. **Félix Nadar** je eksperimentirao s baterijskim napajanjem za javne rasvjete u pariškim katakombama (slika1). Njegove kolodijske ploče su pripremane i razvijane pod zemljom, izložene svjetlosti osamnaest minuta, kako bi dobio snimku lutke s kostima. Njegove fotografije pokazuju zapanjujući uspjeh, ali su nezgrapne, jer je rasvjeta bila daleko od idealne.(Jedna od tehnika dobivanja fotografije, u svojim prapočecima bilježenja svjetlosnih zapisa, bila je tehnika sa mokrim kolodijskim pločama-wet plate collodion). [8]

**Frederick Scott Archer** je prvi otkrio i napravio svjetlosni zapis na taj način davne 1851.godine. Takav način dobivanja fotografije ostao je u upotrebi nekih tridesetak godina.





Slika 1. **Felix Nadar**, Paris Sewers, Égouts de Paris, 1861 (Ministry of Culture (France) - Media Architecture and Heritage)

Poslije se pokušavalo sa raznim vidovima rasvjete, raznim kemikalijama (bengalska vatra), ali bez uspjeha. Međutim, kad je magnezij postao komercijalno dostupan, fotografi su našli način da osvijetle tamu. Izumivši magnezijevu vrpču za fotografsku rasvjetu, dana 27. siječnja 1865. s ekspozicijom pet minuta, **Alfred Brothers** (1826-1912) proizveo je stereo view fotografiju (dvije slike montirane za paralelno gledanje kojim se stvara iluzija dubine) špilje Blue John Caverns u Derbyshireu, Engleska. Fotografija je bila nesavršena, zbog duge izloženosti pod oblacima dima, no eksperiment je pokazao uspjeh. **Henry Jackson** je stvorio podzemnu fotografiju u rudniku u Bradford Colliery u ožujku 1865., a u travnju iste godine **Charles Piazza Smyth** iz Škotske koristi velike pakete magnezijeve žice za fotografiranje unutrašnjosti velike piramide u Gizi, Egipat.

1886. godine prvi je puta upotrijebljen magnezijski prah. Kada se upali, proizvodi jako blještavo svjetlo. Bljeskavi magnezijski prah palio se pomoću iskre, slično kao i

cigaretni upaljač. Magnezijski prah davao je dovoljno jako osvjetljenje, ali je imao i svoje nedostatke, bio je lako zapaljiv i proizvodio je oblake dima.[8]

Iako skup, magnezij je bio jedini izvor svjetla za rad pod zemljom. Godine 1866.belgijski imigrant **Charles Waldack** (1831-1882) pri fotografiranju u špilji Mammoth Cave, Kentucky (slika 2), koristi 120 magnezijevih svijeća i stvara 80 negativa. Četrdeset od njih su označene i odobrene kao stereo view. Waldack razvija tehnike i načela u podzemnoj fotografiji koji ostaju vodeći i danas.Rasvjeta mora biti postavljena sa strane fotoaparata, nikako u smjeru optičke osi. Koristio je širokokutni fotografski aparat montiran na stativ, čime je riješio pomicanje aparata za duge ekspozicije. [8]



Slika 2. Charles Waldack  
Beyond the "Bridge of Sighs" , 1866  
[Mammoth Cave Views]

U narednim desetljećima najveći fotografi podzemlja su vođeni komercijalnim motivima kao što su oglašavanje ili proizvodnja fotografija za prodaju. Međutim u Australiji su špilje pod državnom zaštitom, promoviraju se podzemne fotografije za dokumentaciju. Čak i tako, podzemna fotografija nije napredovala sve do izuma flash lampe 1887g. u Njemačkoj. Sastojala se od korita ispunjenog mješavinom praha magnezija, kalijklorata i antimonsulfida. Nakon paljenja prah je brzo izgarao, pružajući sjajnu bijelu svjetlost, ali i gust oblak bijelog dima i bio je opasan.

Fotografiranje podzemlja najviše se vršilo u turističkim špiljama, jer je prodaja fotografija bila osigurana. U razdoblju 1890-tih ističu se Francuz **Édouard Alfred Martel** (1859.-1938.), **Charles Kerry** (1857.-1928.) u Australiji. **Ben Hains** u SAD-u i **J. Charles Burrow** (1852.-1914.) u rudnicima Cornwalla, Engleska. Jedan od najboljih **James Henry** ('Harry') (1889.-1962.) u Velikoj Britaniji.. [8]

Kako su špilje, po svojoj prirodi fascinantne i tajanstvene, ne iznenađuje velika potražnja javnosti za njima. U SAD-u **Ray V. Davis** (1894-1980) intenzivno fotografira špilje kasnije nazvane Carlsbad Caverns u Novom Meksiku, gdje je koristio uređaj nalik pištolju za paljenje magnezija u prahu. Samo zbog fotografija golemih komora špilja je proglašena nacionalnim parkom 1923.

Magnezij, sa svojim oblacima dima, propao je nakon uvođenja žarulja za bljeskalicu. 1952. **Ennis Creed** ('Tex') **Helm** (1903-1982) novinski fotograf, pod pokroviteljstvom Sylvania pokazao je koliko vrijedi njihova žarulja. Helm koristi 2.400 žarulju za bljeskalicu povezanih s 5 km (3 milje) kabela za ekspoziciju fotografije u Big Room, Carlsbad Caverns. National Geographic je istaknuo da je to najjači bljesak nakon atomske bombe 1945.

Dok je fotografija danas okrenuta skoro isključivo elektronskoj bljeskalici, speleološki fotografi kombiniraju ovaj izvor sa magnezijevim žaruljicama (koje su se prestale proizvoditi 1980g., skupe su i teško ih je nabaviti). Po svojim karakteristikama su velike snage i velikog kuta širenja, a zahtijevaju posebne reflektore. [8]

Moderna speleološka fotografija još uvijek koristi mnoge tehnike iz 19. stoljeća, s jednom velikom iznimkom: od 1970-tih su speleolozi razvili vrlo osjetljive infracrvene fotografske aparate posebno podešene za potpuni mrak, čime se izbjegla potreba za stativom, duga ekspozicija i omogućile višestruke flash fotografije.

Ipak se, za osvjetljavanje pri fotografiranju u podzemlju, najčešće koristi elektronska bljeskalica. Jednostavna je za rukovanje, vrlo dobrih svojstava i ekonomičnosti. Upotreba elektronske bljeskalice počela je još 1960-tih. [1]

## **2.2. SPECIFIČNI UVJETI FOTOGRAFIRANJA PODZEMLJA**

Možemo govoriti o dvije vrste špiljskih fotografija: komercijalna i slobodna. U komercijalnim špiljama omogućen je pristup sa šetnicama, rasvjetom i vodičem. Kod slobodnih (divljih) špilja nema rasvjete, nema šetnice, nema vodiča i pristup je ograničen. Samo ljudi sa specijalnom obukom, specijaliziranom opremom i mapama bi to trebali raditi. U špiljama i jamama ima dosta opasnosti, a s time je povezano i otežano fotografiranje. S dolaskom digitalne fotografije, proces fotografiranja podzemlja je znatno olakšan zbog mogućnosti da se urađena fotografija odmah i vidi i time omogući korekcija; manje količine dodatne opreme uz digitalni fotoaparati; lakšeg transporta a time i manja mehanička oštećenja. S druge strane mane su mu veća osjetljivost elektroničkih dijelova na vlagu, manji kut snimanja i nešto veći šum na fotografijama u odnosu na klasičnu fotografiju. [2]

### **2.2.1. Fotograf**

Osim što mora biti dobar i iskusen fotograf za snimanje fotografija u špiljama speleolog mora biti dobrih psihofizičkih sposobnosti, te mora izvrsno rukovati speleološkom opremom i vladati raznolikim speleološkim tehnikama kretanja kroz speleološke objekte. Sva moguća oprema u svijetu neće nužno doprinijeti dobroj fotografiji, a to pogotovo vrijedi pod zemljom. Npr. jedan od najboljih fotografa na svijetu, Ansel Adams, pokušao je fotografirati u špilji Carlsbad Cavern u New Mexico samo jednom i imao je prilično tužne rezultate [8]. Kao i bilo koji drugi oblik kreativnog izražavanja, za ovakav tip fotografije treba vremena, strpljenja, upornosti, malo sreće i mnogo iskustva. Kako u speleološkim objektima vlada potpuni mrak speleolozi moraju imati kvalitetnu i pouzdanu rasvjetu. Danas se najviše koriste acetilenska i električna (LED)

rasvjeta u kombinaciji. Jedna od prepoznatljivosti speleologije je spuštanje u duboke jame. Spuštanje u jame (i penjanje nazad) se vrši po jednostrukom užetu debljine 10 mm vrlo visoke nosivosti uz upotrebu brojnih pomagala (pojas, spona, penjalice, spuštalice i dr.). Uže se u jami fiksira tako da se vezuje u sidrišta koja se uglavnom izrađuju od klinova, sponi i gurti različitog tipa. Osim spuštanja i penjanja po užetu speleolozi moraju biti sposobni savladavati različite druge prepreke (provlačenje, puzanje, plivanje, penjanje po stijeni itd.), noseći pri tom i brojnu opremu u transportnim torbama. Speleolozi tijekom istraživanja u podzemlju borave od nekoliko sati pa do više dana kada spavaju u posebnom priređenom podzemnom bivku. Da bi uspješno i sigurno istraživali špilje i jame speleolozi moraju biti u dobroj kondiciji, redovito vježbati tehnike i što je najvažnije moraju što češće odlaziti na istraživanja kako bi stekli što više iskustva i zadržali utreniranost.

Sve ove speleološke aktivnosti međusobno su povezane i ne mogu se provoditi odvojeno. Ne može se fotografirati špilja ili jama, niti se mogu provoditi njihova znanstvena istraživanja, a da se u njih ne spusti i da ih se ne prođe. S druge strane, nikad se ne spuštamo u jame samo da dođemo na njihovo dno, a da se tom prilikom ne izvrše detaljna mjerenja i izrada sve dokumentacije potrebne za daljnja znanstvena istraživanja. Speleologija je dakle istovremeno tehnička kultura, sport i znanost.[1] Fotografiranje u podzemlju zahtjeva spoj fotografskih i speleoloških vještina, adekvatnu opremu ali i iskustvo u radu u posebnim uvjetima nedostatka prirodnog osvjetljenja, vlage, prašine i sl. Zbog svega navedenog, najbolje fotografije speleoloških objekata nastaju kao plod dugogodišnjeg iskustva autora speleologa, koji okom fotografskog aprata uspije ovjekovječiti zanimljivi detalj faune podzemlja ili geomorfološka čuda prirode, nerijetko sa čovjekom/speleologom u kadru čime se još više naglašava dojam nestvarnosti okruženja u kojemu se nalazi.

### **2.2.2. Uvjeti u špiljama**

Snimanje dobre fotografije u špiljama može biti težak zadatak, čak i za profesionalnog fotografa kojim je radio u takvom okruženju. Špilje su jedan od rijetkih potpuno tamnih mjesta. Fotografija špilje je za to jedinstvena u tome što rasvjeta mora biti osigurana od strane fotografa. Iako to povećava izazov, ona također nudi fotografu praznu paletu na

kojoj on može "slikati" svjetlom. Nevjerojatno je koliko se ista scena u špilji može razlikovati s obzirom na male promjene postavki bljeskalice, izvora svjetla, ekspozicije...

Osim dobre rasvjete, problem je stativ, dobra fotografska oprema i transportna oprema (uz ostalu opremu koja treba svakom speleologu). [1]

Za dobru rasvjetu potrebna je pristojna bljeskalica, jer obične mogu dati dobru fotografiju na udaljenosti do 2m. Za snimanje špilja potrebna je rasvjeta za minimalno 30m pa naviše.

Veliki je problem kod fotoaparata automatsko namještanje žarišne udaljenosti, jer u takvoj potpunoj tami fotoaparat ne može automatski odrediti žarišnu duljinu. Za rješavanje problema potrebni su dobra rasvjeta sa strane, ali najviše vježba i iskustvo, ili ručno određivanje žarišne duljine.

U svim špiljama ima puno vlage jer voda stalno kaplja sa zidova i vrha špilje. Vlažnost je jedan od najvećih problema sa kojima se suočava fotograf - često je vrlo visoka relativna vlažnost zraka u špiljama. Ovaj fenomen se često susreće u blizini podzemnih voda. Na mjestima vlaga rezultira trenutnim zamagljenjem leća u trenutku skidanja poklopca s objektiva. Što je još gore, fotografije često obavijeni oblakom pare koja se diže iz njegovog vlastitog tijela i bez obzira što pokušao, ne može izaći iz tog oblaka. Problem kondenzacije na objektivu ponekad se može riješiti laganim puhanjem ispred objektiva fotoaparata, ali ne izravnom njega, već pored njega. Nikako se ne smije usmjeriti objektiv prema gore jer odozgo kaplja najviše vode. [1]

Zbog velike vlage, špilje su pune blata, kroz koje treba ponekad i puzati da bi se došlo do sljedeće komore. U špiljama koje nisu vlažne ima i puno prašine.

Znači, ako se fotografski aparat ne zaštiti, bit će puna prašine, blata i vode, što joj neće škoditi jedino ako je podvodni aparat.

Da bi zaštitio svoj aparat i opremu od vlage, vode, blata, prašine i udaraca kod transporta, a pogotovo pri upotrebi (jer je tada aparat najviše izložen vlazi i prašini), fotografu nije dovoljan samo ruksak. Za transport su najprikladnije plastične kutije na navoj koji je hermetički zatvaraju. Također se koristi široko gumeno crijevo sa starih automobilskih kotača, 50-70 cm dužine, u koje se posloži sva oprema, preklopi i dobro stegne jakom gumenom trakom. Poklopac na leći objektiva držati uvijek poklopljen, osim kad se snima. Prije rada sa aparatom obavezno dobro oprati i osušiti ruke, jer

moraju biti čiste. Često se objektiv zamagli pri otvaranju, zbog razlike u temperaturama, pa je najbolje pustiti da se temperature izjednače. Ako se želi brzo riješiti problem može se objektiv obrisati, ali samo čistim i mekanim krpicama. [1]

Izbjegavati sve mehaničke intervencije oko optike fotoaparata na terenu. Po povratku kući treba dobro očistiti i osušiti sve dijelove (kako fotoaparata tako i opreme, bljeskalice i sl.) Baterije izvaditi iz fotoaparata i čuvati od vlage.

Često fotograf biva tako zanesen u pokušaju da snimi savršenu fotografiju, da zaboravlja da radi u vrlo osjetljivom i krhkom okolišu. Lako je srušiti krhke forme špilja sa tvrdom opremom, ili nehotice ostaviti prljavi trag ruke na čistoj bijeloj formaciji, u pokušaju da se stabilizira fotoaparat u nezgodnom položaju. Zato treba biti svjestan svoje okoline i biti oprezan. Nikako ne dirati formacije u špiljama i ne ostavljati iza sebe prljavštinu i stvari.[5]

### 2.3. RASVJETA

Bez sumnje, rasvjeta je najvažniji aspekt kod fotografiranja špilja. Ne samo da je važna količina svjetlosti, već i izvor, smjer i broj svjetala.

Različiti su izvori svjetlosti u špiljama: karbidne lampe, baklje, (za snimanje filmskom ili video kamerom), električna rasvjeta, magnezij, elektronska bljeskalica. Svaki od njih daje svjetlost različitih svojstava – temperaturu boje, jačinu, ujednačenost, vrijeme trajanja... Pa se prema potrebama i mogućnostima koristi neki od tih izvora.

Kod osvjetljenja za fotografsko snimanje bitna je **brojka vodilja** izvora svjetlosti. Jačina svjetlosti bljeskalice određuje se prema pravilu opadanja jačine rasvijetljenosti s kvadratom udaljenosti. Ravnomjerno osvjetljenje objekta na različitoj udaljenosti od izvora svjetla postiže se reguliranjem otvora objektiva. Bliži objekti bivaju snažnije osvjetljeni, te se ovdje, generalno govoreći, objektiv više zatvara. Udaljeniji objekti bivaju slabije osvjetljeni, te objektiv treba otvarati. Podrazumijeva se da govorimo o jednakom intenzitetu svjetla, odnosno bljeska. Ekspozicija se određuje pomoću brojke vodilje. Svaka žarulja ili elektronska bljeskalica ima određeni faktor jačine bljeska - brojku vodilju koja je naznačena u uputama proizvođača.

Brojka vodilja je pomoć pri traženju potrebnog otvora objektiva sa prijenosnim elektronskim bljeskalicama ili drugim izvorima svjetla bez žarulja za modeliranje, tj. pilot svjetala. Znajući taj broj, otvor objektiva se lako može odrediti ovisno o osjetljivosti filma te o udaljenosti između bljeskalice i objekta snimanja. [1]

Brojka vodilja je umnožak razmaka bljeskalice od subjekta i otvora objektiva za točnu ekspoziciju pri osjetljivosti od 100 ISO. Ako povećavamo osjetljivost povećava se i brojka vodilja, i obratno. Obično se kod fotografiranja špilja brojka vodilja dobije tako da brojku vodilju koju označi proizvođač pomnožimo sa 0,7. Da bi dobili potreban otvor objektiva, jednostavno podijelimo brojku vodilju sa udaljenosti: npr. sa brojkom vodiljom 32 i bljeskalicom na 4 metra od subjekta, otvor objektiva bi bio  $32 / 4 = 8$ .

### **Otvor objektiva= Brojka vodilja / udaljenost**

Što je veća snaga svjetla veći je i taj broj. Kako je snimanje u podzemlju složenije, izvori svjetlosti uglavnom nisu uz fotoaparat već se koristi veći broj izvora koji mogu biti različitog inteziteta i različito raspoređenih unutar špilje. Na količinu svjetla što će snimiti fotoaparat također utječu i boja objekta, te količina vlage u zraku. Voda apsorbira svjetlo pa je na fotografiji tamne boje, osim ako je u agregatnom stanju snijega ili leda, kad daje suprotni efekt.

Speleolozi danas za rasvjetu koriste čeonu rasvjetu na kacigi. Ona se koristi od polovine 20. stoljeća. U upotrebi su razne vrste električnih i acetilenskih (karbidnih) svjetiljki. Mane kod električne rasvjete su kraći vijek trajanja izvora rasvjete, a kod acetilenske zagađivanje špilja izgaranjem nečistoća uz acetilen, pa se preporuča otpad iz karbidnih svjetiljki iznositi van iz špilje.

#### **2.3.1. Karbidna lampa**

Karbidna lampa je karbidno-acetilenska svjetiljka koju speleolozi popularno nazivaju karbitka (slika 3). Za fotografiranje se uglavnom koristi u kombinaciji sa drugim svjetlima, jer je malog inteziteta. Nedostatak inteziteta rasvjete kod karbidne lampe može se nadoknaditi dugom ekspozicijom, ali to zahtijeva nošenje stativa, pored sve ostale opreme. Nedostatak je i niska temperatura boja - 2400°K, što uopće ne odgovara fotografiranju u boji osim sa odgovarajućim filmom ili filterom za korekciju topline boja.





Slika 3. Karbidna lampa

(izvor : <http://archiv.aukro.cz/karbitka-svetlo-nahradni-dil--i4127368428>)

Prednost karbidnih lampi je što se mogu dobro rasporediti na fotografiji (pogotovo ručne), što ne stvaraju maglu i dim, a motiv snimanja se može osvijetliti iz raznih kutova. U njoj se nalazi kalcijev karbid koji u dodiru s vodom iz spremnika stvara zapaljivi plin acetylen, a on preko gumene cijevi spojene na kacigu speleologa gori plamenom.[1]

### 2.3.2. Magnezij

Magnezij je metal koji naglo izgara uz snažnu svjetlost. Koristi se od samih početaka speleološke fotografije. Koristio se u magnezijevim vrpca (slika 4) od kojih se otkidao komadić i potpaljivao šibicom na željenom mjestu.



Slika 4. Magnezijeva vrpca

(izvor:<http://catalog.miniscience.com/catalog/metals/Magnesium.html>)

Za duže vrijeme osvjetljavanja koristile su se **magnezijske baklje**. Velika je mana ovog načina osvjetljavanja dim koji se stvara izgaranjem i smeta daljnjem fotografiranju na

istom mjestu. Također je nepogodan za fotografije u boji jer je temperatura boja 3800°K. Danas se gotovo ne koristi, iako se još može nabaviti u nekim vrlo specijaliziranim trgovinama.[1]

### 2.3.3. Električna rasvjeta

Električna rasvjeta se sastoji od izvora struje i odgovarajućih žarulja (slika 5) ili reflektora. U turistički uređenim špiljama već postoji takva rasvjeta. Izvor struje može biti generator, ali se uglavnom koriste akumulatori jer su povoljniji i lakši za transport. Ponekad se za fotografiranje koristi i ručna baterijska svjetiljka, pogotovo ako je jakog inteziteta. [1]



Slika 5. Čeona električna rasvjeta

(izvor: <http://www.hdssystems.com/?id=ActionLightHistory>)

Mane ovog izvora su neujednačen snop svjetlosti što se popravljva postavljanjem mliječnog stakla ispred izvora svjetlosti. Žarulje imaju veću snagu, širi luk rasprostiranja svjetla, i daju mekšu fotografiju, ali su se prestale proizvoditi pa ih je teško nabaviti i skupe su.

### 2.3.4. Bljeskalica sa magnezijevim žaruljicama

Električna bljeskalica je bila u širokoj upotrebi 1950-tih i 1960-tih godina a zatim ih je potisnula elektronska bljeskalica. Magnezij je smješten u žaruljicu u obliku finih niti i okružen kisikom pod određenim tlakom (slika 6). Ove okolnosti određuju trenutačno kontrolirano izgaranje magnezija. Izvana je žaruljica prekrivena slojem prozirne elastične celuloze koji zadržava krhotine stakla nakon izgaranja. [1]

Postoje magnezijeve bljeskalice čak jače od elektronske, ali se svjetlo usmjerava samo u uskom snopu prema objektu. Temperatura boja im je od 3800°K do 5500°K. Brojka vodilja između 35 i 160.



Slika 6. Magnezijeve žaruljice za bljeskalicu

(izvor: <http://i-director.blogspot.com/2013/04/sincethe-beginning-of-photography-was.html>)

### **2.3.5. Elektronska bljeskalica**

Elektronska bljeskalica je danas najčešće korišteno sredstvo za osvjetljavanje pri speleološkom fotografiranju, zbog ekonomičnosti, jednostavnosti rukovanja i dobrih svojstava. Svjetlosni bljesak se stvara električnim pražnjenjem u uskoj staklenoj cjevčici koja je ispunjena plemenitim plinom (ksenonom) (slika7).

Elektronska bljeskalica je revolucionirala fotografiju. Danas ona spada u neizbježan pribor svakog fotografa. Elektronska bljeskalica razvila se prije Drugog svjetskog rata i postala je sve popularnija. Prvu praktičnu bljeskalicu napravio je 1931. g. Harold Edgerton i vrlo brzo su ušle u upotrebu. Postoje bljeskalice raznih vrsta, ugrađene u fotoaparati i vanjske: od onih koje se mogu vrlo lako staviti na 35 mm fotoaparati, do velikih studijskih bljeskalica velike snage. Elektronska bljeskalica je specifična po tome što se može postaviti na fotoaparati ili pokraj njega, i daje potrebno svjetlo pri

snimanju u vrlo kratkom vremenu. Bljeskalica se pokazala kao jedan od najkorisnijih izvora svjetla u fotografiji. Razloga je nekoliko, prije svega to su stalnost temperature boje i količine svjetla kroz cijeli životni vijek rasvjetnog tijela.



Slika 7. Canon vanjska bljeskalica 600EX-RT sa radio odašiljačem ST-E3-RT  
(izvor: <http://digitalmastery.com/2012/11/>)

Svjetlo bljeskalice ima temperaturu boje oko  $6000^{\circ}\text{K}$  i često je korigirano na  $5500^{\circ}\text{K}$ , prosječnu temperaturu dnevnog svjetla na koju su podešeni filmovi za snimanje pri dnevnom svjetlu. Brojka vodilja je obično između 12 i 60. Prednost elektronske bljeskalice nad drugim izvorima svjetla također je kombinacija velike brzine i snažnog osvjetljenja. Brzina bljeska je mnogo kraća nego brzina eksponiranja, a može biti od  $1/00$  i  $1/10\ 000$  sekunde (čak i kraća ovisno o snazi i broju bljeskalica). Jačina bljeska omogućuje nam rad pri malim otvorima objektiva (između 16 i 64) čime se postiže veliko područje dubinske oštine. Također, kod elektronske bljeskalice možemo slobodno oblikovati intenzitet svjetla u rasponu od  $\pm 7$  otvora objektiva. Svjetlost bljeskalice možemo kombinirati i s drugim oblicima rasvjete.[11]

Postoje tri osnovna tipa bljeskalica za SLR fotoaparate: manualne, automatske i kompjuterske bljeskalice. Ova tri tipa bljeskalica razlikuju se jedan od drugoga po načinu određivanja ekspozicije. Sa manualnom bljeskalicom, otvor zaslona na objektivu fotoaparata određuje se pomoću brojke vodilje koja je zadana za bljeskalicu i osjetljivosti filma koji koristimo, ili pomoću kalkulacijske tablice koja se nalazi na bljeskatici. Manualne bljeskalice su sporije za upotrebu zbog toga što se svaki puta,

kada se promjeni udaljenost subjekt-bljeskalica, mora manualno mijenjati i otvor zaslona na objektivu. Automatske bljeskalice imaju u sebi ugrađen svjetlosni senzor koji mjeri reflektirano svjetlo od subjekta do bljeskalice i automatski kontrolira koliku količinu svjetlosti treba dati da bi ekspozicija bila korektna. Otvor zaslona na objektivu se određuje pomoću kalkulacijske tablice koja se nalazi na bljeskalici. Kompjutorska bljeskalica mjeri svjetlo pomoću senzora koji se nalazi na bljeskalici ili, češće, mjerenjem kroz objektiv fotoaparata koristeći sistem za mjerenje svjetla fotoaparata (TTL način mjerenja svjetla).

Bljeskalica speedlight uključuje niz predbljeskanja kako bi testirala scenu pomoću mjerača bljeskalice. Potom izračunava ekspoziciju neposredno prije uključivanja glavne bljeskalice za osvjetljavanje objekta tijekom stvarnog vremena ekspozicije.

Predbljeskalice su manje snage od glavne bljeskalice.

Mnoge bljeskalice koje koriste TTL način mjerenja bljeskavog svjetla pomoću senzora spojenim sa mikrokompjuterom u fotoaparatu dobivaju podatak o svjetlu koje se reflektira sa zavjesice zatvarača, automatski kontrolirajući trajanje bljeska.[11]

Pojedini modeli bljeskalica za SLR fotoaparate imaju mogućnost usmjeravanja svjetlosti bljeskalice na užu, odnosno širi vidni kut (ručno ili automatski). Te su bljeskalice poznate pod nazivom zoom bljeskalice. Svaki objektiv ima određenu žarišnu duljinu, tj. vidni kut koji zahvaća. Zoom bljeskalice imaju mogućnost promjene položaja reflektora glave bljeskalice, tj. reflektor bljeskalice je moguće prilagoditi, ručno ili automatski, točno određenim žarišnim duljinama objektivu. Kada se zumira na duže žarišne duljine, svjetlosni snop se sužava, a intenzitet mu raste, te se brojka vodilja povećava. Kada se zumira na kraće žarišne duljine, svjetlosni snop se raspršuje i oslabljuje, te se brojka vodilja smanjuje. Zoom bljeskalice su korisne stoga što osvjetljavaju točno onaj kut koji zahvaća objektiv fotoaparata, tako da se svjetlo bljeskalice u potpunosti iskorištava, svjetlo se ne rasipa na onaj dio slike koji neće biti snimljen na filmu.[11]

## 2.4. POTREBNA FOTOGRAFSKA OPREMA

### 2.4.1. Fotoaparat

Danas na tržištu postoji bezbroj raznovrsnih fotoaparata, ali mnogi nisu prikladni za snimanje u podzemlju. Fotograf sam određuje koji će od fotoaparata upotrijebiti u određenom trenutku.

Dvije su osnovne vrste fotoaparata koji se danas najčešće koriste: kompaktni fotoaparati i SLR fotoaparati.

**Kompaktni fotoaparati** su manji, praktičniji i jednostavniji. Sastoje se od manjeg tijela koje je najčešće veličine šake (slika 8). Imaju jedan objektiv promjenjive žarišne duljine, tzv. zoom objektiv i najčešće ugrađenu bljeskalicu. Njima se fotografira tako da se na LCD zaslonu (koji je na stražnjoj strani aparata) odredi kadar i jednostavnim pritiskom na okidač (najčešće na vrhu aparata) snimi fotografija. Ovakvi fotoaparati uglavnom nemaju optičko tražilo. Ako ga i imaju njime se ne gleda kroz objektiv, već kroz poseban prozorčić. Imaju ograničene mogućnosti za kreativno snimanje, no neki od njih ipak nude neke mogućnosti kontroliranja bljeskalice, određivanje modusa snimanja (makro, sport, pejzaž, portret, noćno snimanje) te podešavanja svjetline fotografija. Prvenstveno su napravljeni za snimanje u automatskom režimu. Fotoaparati bez mogućnosti ručnog podešavanja nazivaju se „point and shoot camera“. [9]



Slika 8. Olympus C8080WZ CCD (kompaktni) fotografski aparat

(izvor: <https://sites.google.com/site/14sharpccdwirelessweatherp/used-ccd-camera-used>)

Prednosti ovakvih fotoaparata su njihova kompaktnost, mali su i lako prenosivi, niska cijena, najčešće su vrlo oštri ako se snima na otvorenom i rade izvrsne makro snimke (snimke izbliza). Zbog malog volumena i težine, zbog automatskog podešavanja i izoštravanja, poklopca na potez, automatske ugrađene bljeskalice omogućavaju fotografiranje čak i kad je jedna ruka zauzeta, što je i te kako bitno kod fotografiranja u podzemlju. Nedostaci su im, međutim, mnogi. Ne mogu im se mijenjati objektiv, ograničene su im mogućnosti za kreativno snimanje, okidaju sa zakašnjenjem, i pružaju malo mogućnosti za obradu fotografije jer nude pohranjivanje samo u JPEG formatu. Zato se u speleologiji koriste u akcijama istraživanja, i dobre su za dokumentaciju ili uspomenu, ali ne i za publikacije i velika povećanja.[1]

**Refleksni (SLR i DSLR - digitalni SLR) fotoaparati** su veći i kompliciraniji. Sastoje se od tijela fotoaparata na koje se mogu stavljati različiti objektiv i vanjska bljeskalica (slika 9). Njima se fotografira gledajući kroz tražilo i u tražilu je vidljiv kadar koji „gleda“ objektiv. SLR (single lens reflex- jedna leća i zrcalo) aparati nude potpunu kontrolu u fotografiranju što znači da fotograf njima može postići upravo ono što želi fotografijom, naravno uz puno vježbanja i upornosti. Nedostaci su im veća cijena; veličina (pogotovo ako imamo više objektiv i vanjsku bljeskalicu); težina - može težiti i nekoliko kilograma ako koristimo kvalitetnije teleobjektive; osjetljivost na vremenske prilike (vlaga i prašina); osjetljivost na udarce.

Zahvaljujući zrcalu koje se nalazi iza objektiv u tijelu fotoaparata i prizmi koja se nalazi iznad zrcala kroz tražilo je vidljiv kadar koji će se kroz objektiv zabilježiti na film ili na svjetlosni senzor. Pri okidanju fotografije zrcalo se podiže i propušta svjetlo iz objektiv do filma ili senzora. U objektivu je zaslon (pomični otvor) koji kontrolira količinu i kut svjetla koji će doći do filma ili senzora. Kad je zaslon pritivoren prolazi manje svjetla u oštrijem kutu, a kad je otvoren prolazi više svjetla u ne toliko oštrom kutu. Zato je zaslonom moguće kontrolirati količinu oštine na fotografiji. Prije osvjetljavanja filma ili senzora zatvarač otvara na kratko vrijeme koje se mjeri najčešće u dijelovima sekunde (1/125, 1/250, 1/500) ili pri dužim ekspozicijama i u desetinama sekunde. Zatvarač se nalazi tik ispred filma ili senzora.[9]

Kod refleksnih fotoaparata slika koja se vidi u tražilicu je ista ona koja pada na film (čip), dok je kod kompaktnih malo pomaknuta, što je prednost za snimanje iz veće blizine. Većina imaju mogućnost kompenziranja ekspozicije, a neki čak i dugih: 1/8', 1/4', 1/2', 1', 2', 4', pa čak i duže. Neki od njih načinjeni su od materijala za grubu terensku upotrebu, te imaju na raspolaganju različit pribor (razne vrste objektiv, prstenove za snimanje iz blizine ....). Prilično su skupi.



Slika 9. Canon 70D DSLR fotografski aparat sa EF-S 18-55mm objektiv  
(izvor: [http://www.bhphotovideo.com/c/product/986390-REG/canon\\_8469b009\\_canon\\_eos\\_70d\\_dslr.html](http://www.bhphotovideo.com/c/product/986390-REG/canon_8469b009_canon_eos_70d_dslr.html))

#### 2.4.2. Objektiv

Objektiv je najvažniji dio – oko fotoaparata. Osnovni vanjski dijelovi objektiv su bajunet, prsten za zumiranje, prsten za izoštravanje iza namještanje žarišne duljine. Bajunet je vrsta navoja pomoću kojeg se objektiv učvršćuje na fotoaparat. Na bajunetu su kontakti za komunikaciju objektiv s tijelom fotoaparata. Prsten za zumiranje (na zoom objektivima) služi za promjenu žarišne dužine objektiv tj. za promjenu kuta vidnog polja objektiv (približavanje i udaljavanje slike). On je širi od prstena za namještanje žarišne duljine koji služi za ručno izoštravanje. Unutrašnji dijelovi objektiv su sistem leća, motor za namještanje žarišne duljine i zaslon.

Objektivi mogu biti:

a) fiksni: širokokutni (6-35 mm), normalni (35-70mm), teleobjektivi (70-600mm) i makro za snimanje detalja izbliza (slika 10)



b) promjenjive žarišne duljine (slika 11)

Od fiksnih objektivu u speleologiji se uglavnom koriste širokokutni objektivu i normalni, a rjeđe makro objektivu.



Slika 10. Fiksni objektiv AF-S DX NIKKOR 35mm f/1,8g

(izvor: [http://imaging.nikon.com/lineup/lens/singlefocal/normal/af-s\\_dx\\_35mmf\\_18g/](http://imaging.nikon.com/lineup/lens/singlefocal/normal/af-s_dx_35mmf_18g/))

Objektivu s promjenjivom žarišnom duljinom tzv. zoom objektivu popularni su zbog brzine namještanja polja koje ulazi u sliku. Ima ih u raznim rasponima, a u speleologiji se koriste oni sa rasponom za širokokutne i normalne objektivu. Prednost im je što se u otežanim uvjetima u špiljama ne mora za promjenu mjesta i kadra mijenjati čitav objektiv već samo okrenuti prsten na zoom-u.[1]



Slika 11. Nikon AF-S DX zoom objektiv 18-55mm f/3.5-5.6.

(izvor: <http://www.kenrockwell.com/nikon/1855.htm>)

### 2.4.3. Film i postavke digitalnog fotoaparata

Prema mediju na kojem se pohranjuje fotografija razlikuju se **analogne** (film) i **digitalne** (svjetlosni senzor) fotografije. U digitalnoj se fotografiji umjesto filma koristi svjetlosni senzor (čip), zbog čega digitalni fotoaparati ne mogu raditi bez izvora električne energije (baterije).

**Senzor** je elektronski čip osjetljiv na svjetlo, smješten iza objektiva. Svi podaci koji dolaze sa CCD ili CMOS senzora dolaze u analognom obliku. Kako bi mogli biti prikazani u digitalnom obliku na računalu ili printeru, trebaju biti prebačeni u binarni mod. Ovo se obavlja ADC elementima. Analogno-digitalni pretvarač pretvara svaki pikselu digitalnu vrijednost.

Formati senzora:

- U kategoriji kompaktnih fotoaparata senzori su znatno manji od 35 milimetarskog formata, mogu biti reda veličine 8x6 mm.

- U kategoriji DSLR aparata postoji nekoliko formata:

- 4/3 standard kojeg je uveo Olympus (dimenzije senzora su 17,3x13 mm),
- APS-C format (22,5x15 mm), APS format (23,6x15,8 mm) i
- tzv. full-frame format, senzor koji ima aktivnu površinu veličine 24x36 mm odnosno kao 35 mm film.

Nakon uključivanja fotoaparata, a prije samog fotografiranja obično se postavljaju postavke fotografiranja: brzina eksponiranja, otvor objektiva, osjetljivost, balans bijele boje, veličina fotografija, način okidanja i sl. Kod svih digitalnih fotoaparata te opcije se nalaze u takozvanim modovima, odnosno, one se podešavaju automatski s obzirom na uvjete i temu fotografiranja. Digitalni SLR fotoaparati osim automatskih postavki veliku pažnju pridodaju detaljnom ručnom podešavanju tih opcija. Te opcije mogu se ručno podešavati i na kompaktnim modelima, no rezultati uvijek budu nešto lošiji od automatskih postavki.

Osnovne postavke fotografiranja digitalnim fotoaparatom:

**AUTO** - ova opcija omogućava potpuno automatsko fotografiranje. Brzinu eksponiranja, otvor objektiva, namještanje žarišne duljine, balans bijele boje, osjetljivost - fotoaparat automatski podešava za dobivanje što boljih rezultata fotografiranja. Ovu opciju najčešće koriste početnici, ali se koristi i kod brzog fotografiranja kompaktnim modelima.

**P mode** - u principu je skoro jednak AUTO postavkama, samo što neki fotoaparati još dozvoljavaju ručno "dotjerivanje" postavki fotografiranja. Najčešće se koristi kod DSLR fotoaparata.

**A mode** - prioritet otvora blende - omogućava ručno postavljanje otvora blende, dok će fotoaparat automatski određivati najbolju brzinu eksponiranja.

**S mode** - prioritet brzine eksponiranja - fotograf određuje brzinu eksponiranja, dok fotoaparat automatski određuje najbolji otvor objektiva.

**M mode** - ručne/manualne postavke; sve se opcije određuju i postavljaju ručno. Kod snimanja u špiljama se uglavnom koristi ova opcija, osim kod kompaktnih fotoaparata.

**Panorama mode** - kako i samo ime govori ova opcija je najbolja za korištenje prilikom snimanja pejzaža, panorama i općenito "vanjskih" fotografija. Fotoaparat pokušava dobiti što bolju dubinsku oštrinu, također, ovisno o modelu, neke boje (zeleno, žuto) budu malo jače saturirane.

**Portret mode** - ovom opcijom fotoaparat predefinira postavke za što bolje rezultate prilikom fotografiranja portreta.

**Macro mode** - služi za fotografiranje predmeta/objekata koji su relativno blizu objektiva. Dakle koristi se za fotografiranje detalja, sitnih predmeta i slično.

**Speed mode** - koristi se ukoliko se želi uhvatiti neki pokret, a da pritom objekt ne ostane mutan. U ovoj opciji fotografiranja fotoaparat otvara objektiv, a brzinu eksponiranja postavlja na najveću moguću. Također su i veće vrijednosti osjetljivosti. Digitalna je fotografija pretekla klasičnu zbog mnogo prednosti: digitalnu se fotografiju može vidjeti odmah na zaslonu fotoaparata; ne moraju se kupovati filmovi; pohranjivanje fotografija je jednostavno i brzo; zauzima mnogo manje prostora od pohranjivanja negativa; obrada fotografije je brža; jednostavnija i s više mogućnosti od klasične fotografije; digitalni fotoaparati su praktičniji i jeftiniji. S druge strane, pravi ljubitelji fotografije osim digitalne fotografije koriste i klasičnu. Tonski raspon crnobijelog filma je jedna od velikih prednosti klasičnog filma.[9]

**Film** je jedan od najvažnijih izuma u fotografiji koji je omogućio jednostavno zapisivanje svjetla na medij. Filmovi su zapravo prozirne plastične (celuloidne) vrpce koje na sebi imaju tanke premaze kemikalija koje su osjetljive na svjetlo. Zato nerazvijeni film ne smijemo izlagati svjetlu jer ga uništiti. Film koji se nalazi u posebnoj zatvorenoj kutijici ulaže se u klasični fotoaparat i zatim se zatvara kako se ne bi osvijetlio. Kad se pritisne okidač na aparatu, film se kratko osvjetljava i zatim se mora pomaknuti navijanjem kako bi se kodnarednog okidanja aparata osvijetlio sljedeći dio filma. U jednoj kutijici najčešće ima filmaza 36 ekspozicija, što znači da se jednim filmom može dobiti 36 negativa (ili pozitiva, ako je film pozitivan) i 36 fotografija. Kad se film „ispuca“ u fotoaparatu se premota u svoju kutijicu i s tom kutijicom ide na razvijanje u tamnu komoru, gdje se razvijanjem dobiva negativ (suprotnih boja od onih u prirodi). Od negativa daljnjim prenošenjem na foto papir dobiva se fotografija . [9]



Slika 12. Dijaprojektor VEGAMAT 150AF sa dijafilmom  
(izvor: <http://www.montone.hr/projekcijska-oprema/dijaprojektori/>)

Film može biti i dijapozitiv (tada je razvijen i fiksiran u pravim bojama) a takav se koristi za gledanje preko dijaprojektora na projekcijskom platnu, pa ga zovemo dijafilm, i od njega ne možemo razvijati fotografije (slika 12.).[1]



Slika 13. 35 mm kolor film

(izvor: [http://www.photo-express.info/?page\\_id=196](http://www.photo-express.info/?page_id=196))

Film može biti crno-bijeli ili u boji (slika 13). Kod odabira cb filma mora se voditi računa o osjetljivosti filma. Filmovi slabe osjetljivosti imaju sitnije zrno pa su pogodniji za kasnija povećanja pozitiva. Međutim, veća osjetljivost filma je upravo pogodnija za snimanja u podzemlju zbog nedostatka svjetla. Visoko osjetljivi filmovi imaju veći raspon tonova od niko osjetljivih. Kako je za istu vrstu filma zrnatost ista bez obzira na format, svakako je poželjnije koristiti filmove većeg formata.[9]

Najčešće korišteni formati filmova:

**135** - film u zatvorenoj roli, širine 35mm, sa obostranom perforacijom. Format slike je najčešće 36x24 mm, iako postoje (malobrojni) aparati koji snimaju u formatu 24x24 mm ili 18x24 mm. Ovaj film, poznat još kao "Leica format", je najmasovnije korišten fotografski film.

**120** - film u roli, širine 70 mm, bez perforacije, sa zaštitnom papirnom trakom. Format slike je najčešće 6x6 cm, iako postoje fotografski aparati koji snimaju u formatima 4,5x6 cm, 6x7cm i 6x9 cm. Ovaj film, poznat još i kao "srednji format" je prvi put proizveden 1901. godine, a proizvodi se još i danas.

**220** - film u roli, identičan filmu 120, ali dvostruko dulji. Noviji aparati za 120 film zahvaljujući odgovarajućoj konstrukciji mogu bez problema koristiti i 220.

Kod filmova u boji vrijede ista pravila za osjetljivost i format kao i kod cb filmova. Kod filmova u boji najčešće se koriste filmovi za dnevnu rasvjetu, prilagođeni na toplinu boja 5500°K. Kod snimka u podzemlju i korištenja elektronske bljeskalice nije potrebno nikakvo ispravljanje jer je svjetlo iste topline kao i dnevno. Međutim, ako se



### **2.5.2. Daljinski okidač**

Daljinski okidač je sprava koja pokreće okidač fotoaparata bez dodira rukom, što je jako bitno u uvjetima dugih ekspozicija, jer svaki pomak uzrokuje mutni prikaz ili svijetle pruge (plamen karbitke).

### **2.5.3. Fotoćelija**

Fotoćelija je aparat koji se priključuje na elektronsku bljeskalicu. Služi da registrira bljesak jedne bljeskalice i aktivira bljeskalicu na koju je priključena. Tako se može snimati iz ruke motiv osvjetljen sa više strana. Prednost je brzina fotografiranja, što je važno kod speleološkog istraživanja (da se ekipa ne zadržava). [1]

### **2.5.4. Filteri**

Filter je okrugla staklena pločica određenih svojstava, umetnuta u metalni okvir s navojem s kojim se pričvršćuje za objektiv fotoaparata. Ima ih raznih vrsta, a u speleološkoj fotografiji se najviše koriste filteri za korekciju (zbog razlike u toplini filma i svjetla – žuti i plavi), a potom filteri za posebne efekte. Kako filteri služe i kao mehanička zaštita objektiva, dobro je uvijek na objektivu držati neki od bezbojnih filtera.[1]

### **2.5.5. Rezervni pribor i alati**

Fotografu je potrebno mnogo sitnica, ovisno o situaciji, npr. škarice, izolir-traka, rezervne baterije i memorijske kartice, kabel za bljeskalicu, rezervni okidač, fotoćelija za aktiviranje bljeskalice, pribor za čišćenje, nožić itd. (slika 14). Također su bitni i par suhih krpa za brisanje ruku i neosjetljivih dijelova fotoaparata. Na kraju, tu je jako važna oprema za transport fotografske opreme koja sprečava vlaženje osjetljivih optičkih i elektronskih dijelova fotografske opreme.[1]

## 2.6. TEHNIKE SNIMANJA

Kako je fotografiranje u špiljama jako zahtjevan posao, za dobru speleološku fotografiju osim opreme, treba i dosta iskustva i vježbanja. Odabir fotoaparata je jako važna stvar pri snimanju. Klasični fotoaparat je loš u špiljskim uvjetima gdje nema dovoljno rasvjete, a u maglovitom ili prašnjavom ambijentu je neupotrebljiv. Ipak, u makrofotografiji može jako pomoći. Digitalni foto aparati sasvim dobro reagiraju na sinkronizaciju bljeskalice (dva predbljeska, bljesak, post bljesak - ovisno o modelu i kvaliteti). Dobro je imati digitalni fotoaparat kojemu je podesiva ekspozicija bljeskalice. Nabaviti bljeskalicu koja može biti u TTL digitalnoj vezi. Neke od tih bljeskalica imaju ugrađene foto ćelije za daljinsko okidanje, pa ne treba posebna foto ćelija. Za kreativniju fotografiju potrebno je često koristiti fotoaparat u ručnom načinu rada, što omogućava podešavanje vremena eksponiranja, otvora objektiva i osjetljivosti. Osjetljivost se obično koristi u rasponu od 100 do 400 ISO jedinica (manja osjetljivost manji šum, veća osjetljivost veći šum). O vremenu eksponiranja ovisi količina svjetla na fotografiji (duže vrijeme – više svjetla 1/30s; kraće vrijeme – manje svjetla 1/400 s) i mogućnost hvatanja pokreta. O otvoru objektiva ovisi prikaz dubine polja.[4]

Ilustracija 1. Ekspozicijski trokut (rađeno u CorelDRAW13) [10]





Ekspozicija je, dakle, kombinacija između tri elementa (tablica 1): otvora objektiva, vremena eksponiranja i osjetljivosti

Tablica 1. Ravnoteža triju elemenata u fotografiji

(izvor: <http://www.kruger-2-kalahari.com/exposure-triangle.html>)

Otvor objektiva	f/22	F/16	f/11	f/8	f/5,6	f/2.8	F/2	F/1.4		
Vrijeme eksponiranja	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/2	1
Osjetljivost	100	200	400	800	1600	3200	6400	12800		

Bljeskalicu (bljeskalice) postavljamo kako bi potpuno osvijetlili objekt sa minimalnim brzinom bljeska. Jedan od načina je postavljanje dvije bljeskalice iza fotografskog aparata montiranog na stativu pod kutom od 45° u odnosu na objekt, jedna bljeskalica malo dalje od druge.

Konačno postavljanje ekspozicije može se vršiti automatski, pomoću histograma i tražila na fotografskom aparatu, ili pomoću 18% sive kartice. Otvor objektiva postavlja se od većeg prema manjem dok slika ne izgleda dobro i histogram obuhvaća najveći raspon bez isječaka. Dobro je eksperimentirati s dvije, a zatim i sa više bljeskalica.

Dodavanje drugog bljeska može dramatično promijeniti sliku. Poželjno bi bilo osmisliti svako snimanje unaprijed, snimati objekt iz više kutova, sa različitim udaljenosti i različitim otvorima objektiva, kako bi se poslije moglo izabrati bolje fotografije. [6]

U fotografiranju špilja ima nekoliko postavki brzine eksponiranja koje su važne, a najviše se koriste 1/125sec, 1/30sec i postavka B (B je podešavanje brzine na podešivim fotografskim aparatima koje omogućuju dugotrajno izlaganje pod izravnom kontrolom fotografa – beskonačno vrijeme eksponiranja). Ovo ne vrijedi jedino ako se snima sa ulaza u špilju i koristi dnevna svjetlost. 1/125 s je najveća brzina kod koje se većina fotografskih aparata može uskladiti sa bljeskalicom. Kod većih brzina zatvarač počinje zatvarati prije nego je fotografija napravljena, što rezultira sa pola slike. 1/30 s se koristi kad se umjesto bljeskalica koriste žarulje za rasvjetu. 1/30 s je vrijeme potrebno niti žarulje da izgori u potpunosti da bi dala najviše svjetla. [4]

### **Savjeti za dobru speleološku fotografiju[3]**

- Zaštititi opremu
- Ponijeti stativ
- Koristiti daljinski okidač
- Koristiti vanjsku bljeskalicu
- Koristiti čeonu rasvjetu
- Postaviti balans bijele boje za bljeskalicu
- Snimati u RAW formatu
- Smanjiti osjetljivost (po mogućnosti manje od 800 ISO)
- Uskladiti vrijeme eksponiranja
- Koristiti ručno namještanje žarišne duljine
- Ponijeti širokokutni objektiv
- Pri snimanju okrenuti fotografski aparat naopako (bolje osvijetljenje blica, manje sjena, drugi kut snimanja).

## **2.7. NAJČEŠĆE POGREŠKE PRI FOTOGRAFIRANJU U ŠPILJAMA**

**-Loša osvjetljenost fotografije** ovisi o puno faktora koje nije uvijek moguće predvidjeti ili uskladiti (tamne i svijetle, mokre i suhe površine), pogotovo kod više izvora svjetla. Najbolje u takvim slučajevima načiniti više fotografija sa različitim otvorima objektivna i različitim položajem izvora svjetla.

Mokre sige svjetlucaju jače od suhih, pa su interesantnije na fotografiji. Zato se suhe može politi vodom. Da bi površina vode bila interesantnija uhvatiti odraz okoline, ili stvoriti kolobare bacanjem kamenčića u vodu.[1]

**-Učinak protusvjetla** ne daje uvijek poseban dojam, pa moramo paziti da izvor svjetla bude dovoljno zaklonjen i da svjetlo ne pada direktno na objektiv. Može se uključiti još jedna bljeskalica koje će osvijetliti tamniji dio objekta. Također ispraviti ekspoziciju.[1]

-**Nedovoljna dubinska oštrina kod makrosnimke** ispravlja se malim otvorom objektiva i jakim svjetlom. Teško je snimati iz ruke, a da se fotoaparata ne pomakne a samim tim i sitni predmet iz žarišne duljine, što se rješava pomicanjem fotoaparata uz pomoć vijaka, na stazi montiranoj na stativ.[1]

-**Previše osvijetljeni objekti bliže bljeskalici** kod snimanja velikih prostora. Treba znati da se jačina svjetla smanjuje sa kvadratom udaljenosti. Najbolje će se problem riješiti s fotoaparatom na stativu u položaju B, s više uzastopnih bljeskova.[1]

-Ovisno o motivu fotografije **ljudi trebaju biti različito osvijetljeni**. Ako je motiv priroda i njeni oblici, ljudi na fotografiji moraju biti diskretni i nenametljivi, što postizemo manjim osvjetljavanjem ljudi. Ondje gdje se snima speleolog u poziciji B, speleolog treba ugasi svoje čeonno svjetlo jer je malo vjerojatno da on može ostati toliko dugo miran. Međutim, ako je karbidna lampa na tlu ona može ostati upaljena. Kod fotografija gdje je motiv speleolog i njegova djelatnost, ljudi trebaju biti istaknuti, dakle dobro osvijetljeni. [1]

-**Pojava crvenih očiju** kvari dobar izgled slike. Rješava se fotoaparatom koji imaju ugrađen mehanizam za izbjegavanje te pojave, ili osoba koja se fotografira ne gleda direktno u fotoaparata.[1]

-**Loša izoštrenost** objekta na fotografiji rješava se postavljanjem karbidne lampe na onaj dio objekta koji se snima, okrenutu prema objektivu. Izoštriti na tu udaljenost, odmaknuti karbidnu lampu na zaklonjeno mjesto dalje od objekta snimanja, tako da ga jedva osvjetljava. Postaviti fotoaparata u položaj B (daljinski okidač), načiniti nekoliko bljeskova za opću rasvjetu prostora, a u mraku iz zaklona osvijetliti dio objekta snimanja. Sve ovo je lakše ako se imaju pomoćnici koji će osvjetljavati objekt snimanja s više strana. Objektiv se može zakloniti tamnom krpom, pa pomoćnici pri kretanju mogu koristiti bateriju ili karbitku.[1]

-**Utjecaj karbidne lampe kod fotografije u boji** s uzastopnim bljeskovima može biti loš, ne samo u intezitetu, već i u žučkasto - crvenkastim tonovima. Tada ju je najbolje isključiti. Međutim, ako se objekt osvjetljava sinkroniziranim bljeskovima, svjetlo karbidne lampe neće smetati.[1]

## 2.8. OBRADA FOTOGRAFIJA SNIMANIH U PODZEMLJU

Mnogi kažu da se nikad zapravo ne nauči fotografija ako se ne nauči nauči razvijati filmove i fotografije u tamnoj komori. Ipak, to je posao koji većina amatera prepušta profesionalcima. Razvijanje i obrada fotografije zahtijeva mnogo vremena i novca. Da bi dobili fotografije po vlastitom ukusu, poželjno je opskrbiti vlastiti foto laboratorij. Tada se može izrezivanjem, toniranjem itd. izraditi fotografije upravo po želji. Još bolje se mogu fotografije obraditi na kompjuteru, gdje osim kompjutera treba posjedovati skener, pisač, i neki od programa za obradu fotografija (jedan od najboljih Adobe Photoshop). Mogućnosti ovakvog načina obrade su velike. Nakon unošenja fotografije u kompjuter (skenerom ili digitalnim putem) fotografija se može povećavati, smanjivati, izrezivati, deformirati, tonirati, osvjetljavati, zatamnjavati, mijenjati joj perspektivu, ispravljati pogreške, prenositi na druge medije... što je u klasičnom postupku retuširanja nemoguće.[1]

Za editiranje slika postojimnogo alata, a 5-6 osnovnih alata su većinom automatizirani, pa se sa svega nekoliko klikova mišem dobiva ono što se želi. To su crop (obrezivanje slike, odnosno uklanjanje nepotrebnih dijelova slike); straighten (okretanje slike ukoliko je fotografija slikana ukoso); auto contrast za pojačavanje kontrasta na slici; fill light za osvjetljavanje tamnih slika; te alat za uklanjanje šumova na slici. Naravno, tu je i uklanjanje crvenih očiju, boje, sjene, filteri i još mnogo toga.

Postoje razni **formati** slika. Pod pojmom format podrazumijeva se standardizirana organizacija i pohrana digitalnih slika. Svaka slika je zapravo digitalni podatak koji se može pogledati na bilo kojem digitalnom uređaju ili poslati na ispis. Ti podaci mogu biti rasterski komprimirani ili nekomprimirani, te vektorski i u tome leži najveća razlika.

Kod komprimiranja imamo 2 algoritma - Lossless kompresiju i Lossy kompresiju. Prva kompresija je bolja jer čuva originalnu sliku i u pravilu je datoteka veća nego kod lossy kompresije. Lossy kompresija je više komprimirana kako bi slika bila manja (odnosno, uzimala manje mjesta na računalu), ali na štetu kvalitete slike. Određeni formati koriste određene kompresijske algoritme.[12]

U praksi se koristi ipak manji broj standardnih formata: JPEG, PNG, RAW, GIF i TIFF formati jer je njih najlakše prikazati. Komprimirane i nekomprimirane slike još se nazivaju i rasterske slike, što znači da su napravljene od mreže piksela. Ako jako

zumiramo sliku vidjeti ćemo kvadratiće (piksele), dok je kod vektora nešto drugačija situacija.

- JPG/JPEG je format koji je postao svojevrsan standard i sada većina digitalnih fotoaparata slike sprema upravo u JPEG format. Pri tome se koristi Lossy kompresija što znači da se dio slike gubi, točnije gubi se kvaliteta.

- PNG je format je nastao da bi zamijenio popularni GIF, te konkurirao JPEG formatu. Razlika između JPEG i PNG formata je u kompresiji (JPEG lossy, PNG lossless), PNG ima puno veću paletu boja, više mjesta uzima na računalu, te ga se preporuča koristiti kada slika ima velike površine iste boje. Jednostavno je boja kvalitetnija i slika ljepše izgleda.

-RAW simbolizira nekoliko nekomprimiranih formata koji su dostupni na digitalnim fotoaparatom (skupim modelima Pentaxa, Lieca, Samsunga, Nikona...), te se ne odnosi na konkretan format. Ti sirovi formati se razlikuju od proizvođača do proizvođača, no sve te slike su ogromne (do 20-30 MB), iznimno visoke kvalitete i moraju se uz pomoć dodatnog softvera konvertirati u jedan od standardnih formata za obradu. Za speleološku fotografiju ovo bi bio najbolji format.

-GIF je stari format koji je prilično limitiran. Koristi svega 256 boja (za usporedbu, PNG koristi 16 milijuna boja) i preporuča ga se za korištenje samo ako slika ima malo boja ili je riječ o kakvom dijagramu/skici koja je u pravilu crno-bijela. Tada je GIF odličan i zauzeti će najmanje moguće mjesta na računalu.

-TIFF je format koji se često koristi u novinama, časopisima i digitalnom izdavaštvu. U vlasništvu je Adobea od 2009.-e godine. Riječ je o prilično fleksibilnom formatu koji podržavaju gotovo sve aplikacije za obradu slika, web preglednici, OCR aplikacije... Kvaliteta je odlična, te može koristiti obje kompresije – lossy i lossless.

-Ostali rasterski formati vrijedni spomena: Exif, BMP, PPM, PGM, PBM, PAM, IMG, PCX, PSD, PSP, PGF...

-SVG – je možda najpoznatiji vektorski format. Za razliku od rasterskih formata, slike spremljene u jednom od vektorskih formata se mogu povećavati i smanjivati koliko god želimo, s time da će kvaliteta slike ostati ista. Svaka slika je opisana vektorima i određenim odnosima pa se sve dobro skalira. Osim SVG-a, tu su još i CGM, CDR, GEM, HVIF, XPS i AI vektorski formati.

**Rezolucija** je broj točaka (piksela) koji se mogu prikazati na ekranu. Vjerojatno najpopularnija rezolucija danas je 1920×1080 koja se još naziva i Full HD rezolucija. Prvi broj označava širinu, a drugi visinu. Ekran, kao i sliku možemo promatrati kao mrežu točaka. Veća rezolucija daje veću kvalitetu slike.[12]Ipak, valja napomenuti, da sve tehnike obrade - i laboratorijske i kompjuterske ne mogu pomoći ako je fotografija loša. A da bi postigli dobru speleološku fotografiju treba, osim dobre opreme, puno volje, ljubavi, rada i smisla za taj posao.

### **3. AUTORSKE SPELEOLOŠKE FOTOGRAFIJE I NJIHOVA ANALIZA**

#### **3.1. OBRADA FOTOGRAFIJA SNIMANIH U PODZEMLJU**

Prvih šest fotografija sufotografirane u proljeće, 18. svibnja 2014. u poslijepodnevnom satima, u jamsko-špiljskom sustavu Krjava najvećoj špilji na planini Biokovo, koja se nalazi se blizu sela Veliko Brdo u blizini Makarske. U špilju se uputila grupa od 7 ljudi iz speleološko-alpinističkog kluba Ekstrem Makarska, za izviđanje i fotografiranje jamsko-špiljskog sustava.

Od opreme je korišten digitalni fotoaparati Canon EOS 550D s izmjenjivim objektivima, te APS-C CMOS senzorom s 18 MP, s DIGIC 4 procesorom, velike osjetljivosti za snimanje pri slabom osvjetljenju (100-6400 ISO s mogućnošću proširenja na 12 800 ISO), izaslonom 3:2 Clear View LCD od 7,7cm (3 inča), s mogućnošću velikih brzina eksponiranja. DIGIC 4 procesor zajedno sa CMOS senzorom osigurava 14-bitnu obradu fotografije za glatke gradacije i prirodni izgled boja. DIGIC 4 omogućava i napredno smanjenje šuma kod snimanja pri većim

osjetljivostima uz iznimno kratko vrijeme pokretanja, i gotovo istovremeni pregled fotografije nakon snimanja. Korišten je objektiv EF-S 18-135mm IS, bez bljeskalice.

Sve su fotografije rađene sa ručnim postavkama fotoaparata (M mode).

Originalne fotografije su snimane u RAW formatu, poslije su komprimirane za spremanje u jpeg format i smanjene veličine sa 20 na cca 4 MB. Nije korištena nikakva dodatna rasvjeta osim čeonih lampi na kacigama planinara, karbidne i električne lampe. Koristio se stativ za fotoaparatus. Preostale 3 fotografije su snimane 20. svibnja 2014., također u poslijepodnevnim satima u Jami za Piščetom (-180 m) koja se nalazi na središnjoj visoravni planine Biokovo, 1300m iznad naselja Tučepi. Korišten je fotoaparatus Canon EOS 5D Mark II, sa izmjenjivim objektivima i vanjskom bljeskalicom RD 200, te objektiv EF-S 18-135mm IS. Ovaj fotoaparatus sadrži full frame CMOS senzor (36 mm x 24 mm) i procesor DIGIC 4. čime se značajno smanjuje šum na fotografijama. Na svim fotografijama vrijeme eksponiranja postavljeno je na B postavke (beskonačno eksponiranje). Za rasvjetu je korištena kombinacija vanjske bljeskalice i čeonih karbidnih lampi. Naravno da je za takav način snimanja korišten stativ. Fotografije su također komprimirane za prikazivanje u JPEG formatu.

### 3.2. SPELEOLOŠKE FOTOGRAFIJE I ANALIZA FOTOGRAFIJA



Slika 17. Špilja Krjava , 18.05.2014. , fotoaparar Canon EOS 550D

Fotografija je snimana bez dodatne rasvjete osim čeonih električnih lampi, 3 direktno i 2 indirektno osvjetljavaju scenu. Rađena je bez bljeskalice. Fotoaparar je stajao na stativu, a objektiv EF-S 18-135mm IS je otvora  $f/3,5$ ; osjetljivost 1600 ISO; brzina eksponiranja  $1/13$  s. Čitav prostor (osim sjene ) je prilično dobro osvjetljen a objekti uočljivi.





Slika 18. Špilja Krjava, 18.05.2014. , fotoapararat Canon EOS 550D

Fotografija je snimana na isti način kao i gornja, sa istom opremom, i istom rasvjetom, istim otvorom objektiva i iste vrijednosti za osjetljivost. Jedina je razlika u brzini eksponiranja, ovdje je nešto kraća i iznosi 1/20 s. Vidimo da je fotografija za nijansu tamnija od gornje, ali objekti su još uvijek prilično osvijetljeni i uočljivi.



Slika 19. Špilja Krjava, 18.05.2014. , fotoapararat Canon EOS 550D

Fotografija je snimana na isti način kao i prethodne, sa istom opremom, istom rasvjetom, i istim otvorom objektiva, i istom vrijednošću za osjetljivost, ali ovaj puta sa još manjom brzinom eksponiranja  $f/30$  s. Primjećuje se da je fotografija još tamnija od prethodne . Detalji su još uvijek prilično uočljivi.



Slika 20. Špilja Krjava, 18.05.2014. , fotoaparat Canon EOS 550D

I ova fotografija je snimana na isti način kao i prethodne, sa istom opremom, istom rasvjetom, i istim otvorom objektiva, ali ovdje je osjetljivost smanjena na 800 ISO, a brzina eksponiranja 1/30 s. Fotografija je prilično tamna, ali za razliku od prethodnih ima manje šuma. Dubina polja je i ovdje prilično dobra, kao i na prethodnim fotografijama. Smanjivanjem otvora objektiva dobila bi se veća dubina polja, ali na štetu rasvjete, koja se ovdje ne može žrtvovati zbog nedostataka dodatnih izvora svjetla.



Slika 21. Špilja Krjava, 18.05.2014. , fotoapararat Canon EOS 550D

Fotografija je snimana bez dodatne rasvjete osim 5 čeonih električnih lampi, jedne ručne električne lampe i jedne karbidne (crvenkasto svijetlo). Rađena je bez bljeskalice. Fotoapararat je stajao na stativu, a objektiv EF-S 18-135mm IS je otvora f/3,5.; osjetljivost 1600 ISO; brzina eksponiranja 1/30 s. Primjećujemo kako je svjetlost koju daje karbidna lampa prilično raspršena, za razliku od električnih lampi koje daju usmjeren snop svijetla.



Slika 22. Špilja Krjava, 18.05.2014. , fotoaparat Canon EOS 550D

Ovo je prethodna fotografija (slika 21) obrađene u Photoshopu , osvijetljena i tonirana, gdje se vide mogućnosti naknadne obrade fotografija sa raznim alatima za obradu fotografija. Osim što je pećina znatno bolje osvijetljena, i svi detalji i objekti su znatno uočljiviji. Rasvijetljena su tamna mjesta u sjeni, koja su na prethodnoj fotografiji teško uočljiva.



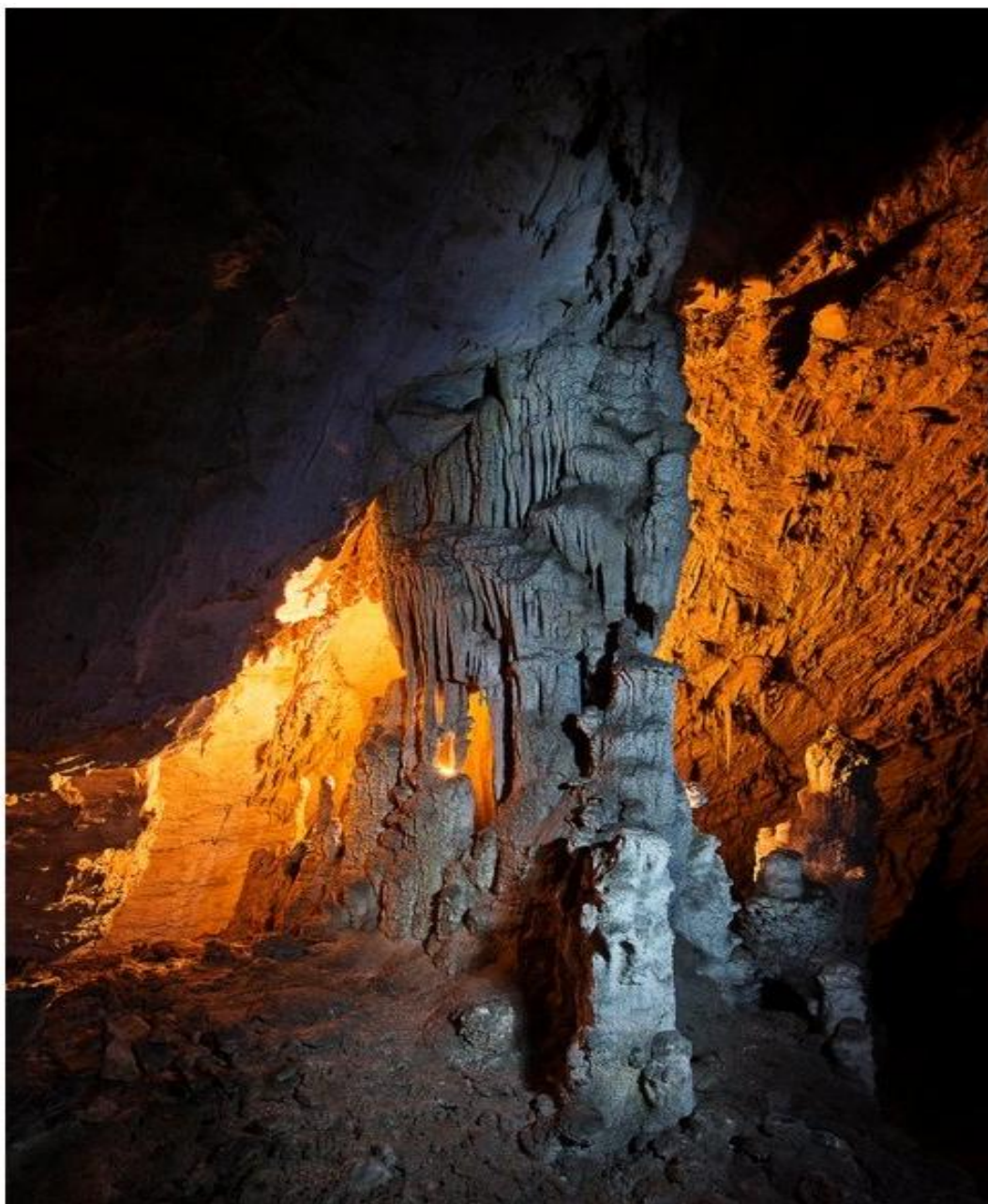
Slika 23. Jama za Piščetom, 20.02. 2011., fotoaparata Canon EOS 5D Mark II

Fotografija je rađena fotoaparatom Canon EOS 5D Mark II i objektivom EF-S 18-135mm sa postavkama B brzine ekspozicije (beskonačno). Rasvjeta je kombinirana - vanjska bljeskalica i tri čeone karbidne lampe. Fotografija je dobro osvijetljena i svi detalji vidljivi.



Slika 24. Jama za Piščetom, 20.02. 2011., fotoaparata Canon EOS 5D Mark II

Fotografija je rađena fotoaparatom Canon EOS 5D Mark II i objektivom EF-S 18-135mm sa postavkama B brzine ekspozicije (beskonačno). Rasvjeta je kombinirana, osim vanjske bljeskalica i čeonih karbidnih lampi, imamo i prodor dnevnog svjetla na ulazu u špilju sa desne strane.



Slika 25. Jama za Piščetom, 20.02. 2011., fotoaparatom Canon EOS 5D Mark II

Fotografija je rađena fotoaparatom Canon EOS 5D Mark II i objektivom EF-S 18-135mm sa postavkama B brzine ekspozicije (beskonačno). Rasvjeta je kombinirana - vanjska bljeskalica i svjetlost karbidnih lampi. Karbidna rasvjeta prevladava (crvenkasti tonovi).



## 4. ZAKLJUČAK

Istraživanjem špilja može se dobiti mnogo korisnih i interesantnih podataka o općim geološkim pojavama, klimatskim zbivanjima, promjenama u evoluciji živog svijeta, promjenama u kulturološkom i biološkom napretku čovjeka i sl. U tome mnogo pomaže speleološka fotografija, kao jedan od važnih načina istraživanja špilja. Speleološka fotografija je značajan dio rezultata speleoloških istraživanja, budući da na svjetlo dana iznosi prirodne vrijednosti i ljepote impresivnih podzemnih prostora, koji su prije toga bili dostupni tek malom broju ljudi - speleolozima.

Speleološka fotografija je zahtjevna: tehnički uvjeti vezani uz snimanje u mraku, teško pristupačni tereni i za kretanje složeni kanali, prisutnost vode, blata, prašine, specifični mikroklimatski uvjeti i sl.

U našem kršu ima mnogo špilja čije je istraživanje značajno za slaganje mozaika o razvoju Zemlje i života na njoj.

Zadnjih godina speleolozi tijekom istraživanja velikih špilja i jama posvećuju posebnu pažnju fotografiranju u podzemlju. Za razliku od nekada, danas se fotografiranju pristupa ozbiljnije. Ekipe su često angažirane samo oko fotografiranja, obraća se pažnja na izbor lokacija i kadrova, a fotografiranjem se prati dinamika speleoloških aktivnosti, ostavljajući pritom fotografu mogućnost umjetničkog doprinosa fotografiji.

U praktičnom djelu rada, na autorskim fotografijama, vidljiv je odnos otvora objektiva, brzine ekspozicije i osjetljivosti. Osvijetljenost objekata, a samim time i prikaz detalja, je puno bolja kod većih otvora objektiva, veće osjetljivosti, i veće brzine eksponiranja. Ipak, ako ne želimo veći šum na fotografiji, postavke osjetljivosti ne bi trebale biti veće od 1600 ISO. Također je vidljivo da je za dobru speleološku fotografiju bitna i dobra rasvjeta, gdje se osim elektronskih bljeskalica koriste i čeone (električne i karbidne) lampe. Za razliku od električnih, karbidna lampa daje crvenkaste tonove i raspršeno svjetlo (električni snop svjetla je uzak).

## 5. LITERATURA

1. Planinarsko društvo Sveučilišta „Velebit“. (2000). *Speleologija*, Planinarsko društvo Sveučilišta „Velebit“, Zagreb
2. Georges Marbach., Bernard Tourte. (2002). *Alpine Caving Techniques*, Speleo projects Caving publications international, Allschwill
3. Garry Smith, K. (2009). *Cave Photography with Digital Cameras*, 27th Biennial Conference-Sale The ACKMA Journal, Victoria
4. Rob Welton., Natalie Pheasant., Peter Jones. (2012). *The Basics of Cave Photography*, ReflectLight; 1st edition , Welton
5. \*\*\* <http://www.speleologija.hr teme/edukacija.html> - *Hrvatski speleološki poslužitelj*, 1. lipnja 2014.
6. \*\*\* <http://www.ephotozine.com/article/a-shot-in-the-dark---guide-to-cave-photography-4680> - *Ephotozine*, 7. lipnja 2014.
7. \*\*\* <http://www.goodearthgraphics.com/showcave/photo.html> - *Getting Good pictures in Nature's Darkroom*, 1. lipnja 2014.
8. \*\*\* <http://www.answers.com/topic/underground-photography> - *Underground photography*, 1. lipnja 2014.
9. \*\*\* [http://os-fkrezme-os.skole.hr/upload/os-fkrezmeos/images/static3/887/attachment/osnove\\_fotografije.pdf](http://os-fkrezme-os.skole.hr/upload/os-fkrezmeos/images/static3/887/attachment/osnove_fotografije.pdf) - *Osnove fotografije*, 7. lipnja 2014.
10. \*\*\* <http://www.kruger-2-kalahari.com/exposure-triangle.html> - *The Exposure Triangle in Nature Photography*, 14. lipnja 2014.
11. \*\*\* [http://snimanje.adu.hr/stivo/bljeskavo\\_svjetlo.pdf](http://snimanje.adu.hr/stivo/bljeskavo_svjetlo.pdf) - *Bljeskavo svjetlo*, 14. lipnja 2014.
12. \*\*\* <http://www.am.unze.ba/pzi/2010/BarucijaLejla/index.html> - *Kompresija slike*, 2. srpnja, 2014.