

# Fotografiranje životinjskog svijeta u divljini

---

Jurić, Duje

Master's thesis / Diplomski rad

2012

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:216:013492>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-07**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**DUJE JURIĆ**

**FOTOGRAFIRANJE ŽIVOTINJSKOG SVIJETA  
U DIVLJINI**

**DIPLOMSKI RAD**

ZAGREB, 2012. godina

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

DIZAJN GRAFIČKIH PROIZVODA

FOTOGRAFIRANJE ŽIVOTINJSKOG SVIJETA  
U DIVLJINI

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Maja Strgar Kurečić

Student:

Duje Jurić

ZAGREB, 2012. godina

# Sažetak

Fotografiranje životinjskog svijeta u divljini zahtjevna je fotografska disciplina, specifična po tome što osim tehničkog znanja o fotografiranju, traži poznavanje ponašanja životinja, vremenskih uvjeta te iziskuje mnogo strpljenja, ustrajnosti i odricanja zbog često teških uvjeta rada.

U ovom diplomskom radu objašnjene su tehničke karakteristike fotoaparata i objektiva, bitne za dobivanje kvalitetnih fotografija životinjskog svijeta. Poseban naglasak je stavljen na tumačenje principa rada automatskog izoštravanja, te proučavanje utjecaja povećanja ISO osjetljivosti na pojavu šuma, kao i testiranje dubinske oštine. Također, predstavljeni su neki svjetski istaknuti fotografi životinjskog svijeta i njihove fotografije, te su iznjeti praktični savjeti za snimanje na terenu. Na kraju rada, prikazane su vlastite fotografije sa tehničkim detaljima i opisom nastanka.

**Ključne riječi:** Fotografiranje životinjskog svijeta, ponašanje životinja, digitalna fotografija, ISO osjetljivost, dubinska oština, objektivi, šum

## Abstract

Wildlife photography is very demanding discipline, it is unique because requires knowledge of technical aspects of digital camera, animal behaviorism and weather conditions. Also it requires a lot of patience, perseverance and sacrifice often due to severe operating conditions.

This thesis explains technical characteristics of digital camera and lenses that are important for good wildlife photos. Particular emphasis is placed on the interpretation of the principle of AF and study the effect of increasing the ISO sensitivity on the occurrence of noise, as well as testing the depth of field. Also, some of the world's prominent wildlife photographers and their photos are presented, practical tips for recording in the field are exposed also. In the end, my own photos are presented with technical details and a description of the occurrence.

**Keywords:** Wildlife photography, animal behaviorism, digital photography, ISO sensitivity, depth of field, lenses, noise



# SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
2. RAZVOJ FOTOGRAFIJE KROZ POVIJEST .....	4
2.1. Razvoj digitalne fotografije .....	10
3. TEHNOLOGIJA FOTOAPARATA .....	13
3.1. Automatsko izoštravanje .....	13
3.2. Senzori .....	17
3.2.1. Veličine senzora .....	19
3.3. Osjetljivost senzora i šum .....	21
3.3.1. Vrste šuma .....	22
3.3.2. Karakteristike šuma .....	24
4. OBJEKTIVI .....	26
4.1. MTF (modulacijsko prijenosna funkcija) .....	26
4.2. Kako čitati MTF graf .....	28
4.3. G točka objektiva .....	30
5. ISTAKNUTI FOTOGRAFI I FOTOGRAFIJE .....	32
5.1. George Shiras III .....	32
5.2. Michael Nick Nichols .....	34
5.3. Steve Winter .....	37
5.4. Poznate fotografije te priče iza njih .....	39
6. PRAKTIČNI SAVJETI I TEHNIKE FOTOGRAFIRANJA .....	42
6.1. Pripreme terena .....	42
6.2. Tehnikalije .....	43
6.3. Kompozicija i svjetlo .....	45
7. EKSPERIMENTALNI DIO .....	48
7.1. Korištena oprema .....	48
7.2. Testiranje šuma pri različitim ISO vrijednostima .....	49
7.3. Testiranje dubinske oštine .....	54
8. VLASTITI RADOVI .....	58
9. ZAKLJUČAK .....	68
10. LITERATURA .....	69

# 1. UVOD

Fotografiranje je disciplina koja zahtijeva dobro poznavanje opreme koju koristimo i osnovnih estetskih zakona, te posjedovanje određene doze kreativnosti. Sve dostupnija i jeftinija kvalitetna oprema za fotografiranje utjeće na povećanje broja fotografa. A zbog sve većeg broja fotografa, izdvajanje iz konkurencije zahtijeva veći trud, te se time povećava kvaliteta i kreativnost fotografija. Kod fotografiranja životinjskog svijeta kreativnost se najčešće odnosi na način kako pristupiti nekoj životinji, te snimiti bit tog prolaznog trenutka, ispričati priču na vizualno atraktivan i intrigantan način. Kreativnost kod fotografiranja životinjskog svijeta zahtijeva dodatnu potporu znanjima, kao što su poznavanje tehničkih mogućnosti fotoaparata i dodatne opreme, te prilagodba na ponašanje životinje.

Moderne tehnologije koje se koriste unutar fotoaparata su olakšale fotografiranje, tako da senzori sa većim ISO vrijednostima daju manje šuma na fotografijama. Automatsko izoštravanje je sve točnije i brže, a objektivni su sve kvalitetniji. Objektivni s velikim žarišnim duljinama imaju otvore objektiva kao što je f/2.8 koji daju manju dubinsku oštrinu te bolju izraženost subjekta u odnosu na pozadinu i okolinu.

Znanje o životinjskom behaviorizmu je ključno da bi se uopće moglo pristupiti subjektu fotografiranja, te predstavlja sastavni dio široke lepeze znanja i isustva koje posjeduju fotografi životinjskog svijeta.

## 2. RAZVOJ FOTOGRAFIJE KROZ POVIJEST

Danas se proces stvaranja slike pomoću svjetla koje se reflektira od nekog objekt, koji snimamo naziva fotografija. Sama riječ fotografija dolazi od grčkih riječi phos (svjetlost) i graphis (olovka, kist) te bi se doslovno mogla prevesti kao „crtanje pomoću svjetlosti“.

Fotografija je rezultat kombinacije nekoliko tehničkih dostignuća. Mnogo prije negoli su prve fotografije snimljene, kineski filozof Mo Di i grčki matematičari Aristotel i Euklid opisali su princip rada „kamere s rupicom“ u 5. stoljeću prije Krista; upravo ih zbog toga smatramo idejnim začetnicima fotografije [7].

U 16. su stoljeću mnogi umjetnici koristili spomenutu teoriju da bi projicirali željenu sliku na zid prostorije; zamračili bi cijelu prostoriju, a jedina bi svjetlost ulazila kroz rupicu na suprotnom zidu. Odatle i potječe naziv camera obscura (lat. camera - soba, prostorija, obscura – mrak, tama). Camera obscura nažalost nije imala mogućnost trajnog bilježenja slike; bio je to samo zanimljiv način projiciranja svjetlosti. Efekt camere obscurae su koristili i neki slikari kako bi što vjernije prenijeli obrise pejzaža ili portreta neke osobe, a zatim bi na osnovi tih obrisa lakše dolazili do uvjerljivih slika (slika 1.).



Slika 1. Slikanje uz pomoć tehnike camere obscurae

Ta praksa je trajala sve do 19. stoljeća, a u međuvremenu je bilo mnogo eksperimenata kojima se nastojalo trajno zabilježiti slika camere obscurae. Međutim, princip

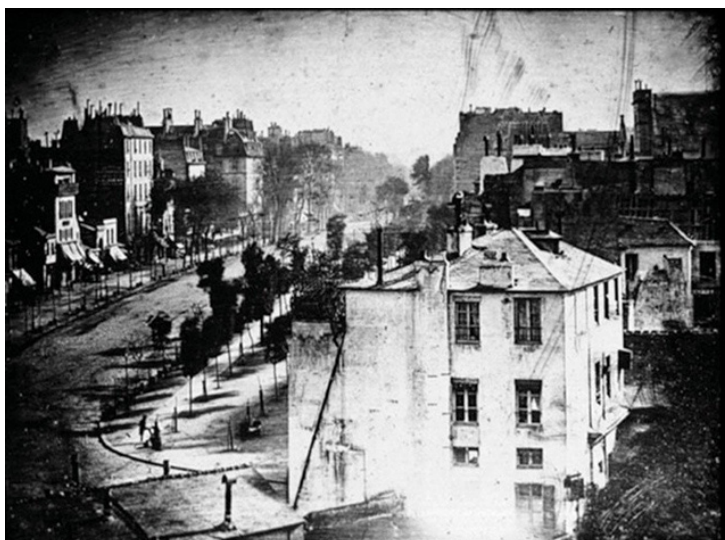
rada današnjih kamera i fotoaparata zasniva se baš na ulasku svjetlosti u tamnu komoru kroz maleni otvor i bilježenju te svjetlosti na neki medij (film ili senzor). Fotografija u 19. stoljeću i službeno prelazi s ideje na izum. Tehnička dostignuća kao što su otkriće srebrova nitrata Albertusa Magnusa, otkriće srebrova klorida za što je zaslužan Georges Fabricius, te Wilhelm Hombergovo objašnjenje (koje je svoje mjesto pronašlo u većini znanstvenih časopisa tog vremena) o načinu na koji svjetlo zatamnjuje neke kemikalije, odnosno fotokemijski efekt, omogućila su da se snime prve fotografije. Ocem prve snimljene fotografije 1822. smatra se francuski izumitelj Joseph Nicéphore Niépce, ali je ona nažalost uništena pri pokušaju umnožavanja. Niépce ponavlja uspjeh četiri godine kasnije, 1826. godine: postavlja camera obscura na prozor svoje radne sobe te uz jako dugu ekspoziciju od osam sati dobiva ono što mi danas poznajemo kao prvu fotografiju (slika 2.).



Slika 2. "Point de vue du Gras" Joseph Nicéphore Niépce (1826)

Latentna slika koju je dobio nije bila jasna pa je uz pomoć bijelog petroleja maknuo dijelove latentne slike koji se nisu stvrdnuli pod djelovanjem svjetla.

U pokusima kojima je pokušavao usavršiti svoju tehniku, pomagao mu je pariški slikar Jacques Daguerre. Nakon Niépceove smrti, Daguerre je sam nastavio s eksperimentima; 1839. godine objavljuje da je pronašao način kako sačuvati pozitiv slike (slika 3.). Francuska vlada je otkupila prava na njegov izum (nazvan dagerotipija) i ponudila svima koji su bili zainteresirani mogućnost bavljenja "fotografijom".



Slika 3. "Boulevard du Temple" Jacques Daguerre – prva fotografija koja prikazuje osobu (1838-1939)

Negdje oko 1840. godine u Engleskoj je William Fox Talbot otkrio postupak nazvan kalotipija kojim je bilo moguće proizvesti negativ koji se zatim mogao neograničeno umnožavati. Njegov postupak podrazumijevao je ekspozicije papira premazanih srebrnim kloridom, a zatim kemijsko razvijanje tih negativa. Nažalost, on je svoj izum patentirao što je ograničilo razvoj i popularnost te metode; nakon toga je život proveo vodeći sudske parnice kojima ga je pokušavao zaštititi i zabraniti ostalima da se koriste njegovim saznanjima, da bi na kraju razočaran sasvim odustao od fotografije [7].

Rus Serfei Lvovich Levitsky 1847. godine konstruirao fotoaparata na mijeh koji je značajno unaprijedio proces fokusiranja. Takva se ideja fotoaparata na mijeh koristila kroz nekoliko sljedećih desetljeća pri konstrukciji fotoaparata (slika 4.).



Slika 4. Serfei Lvovich Levitsky - Prvi fotoaparata na mijeh (1847)

Osim konstruiranja fotoaparata na mijeh, Levitsky je prvi fotograf koji je retuširao negative kako bi uklonio nedostatke nastale zbog nesavršenosti fotoosjetljivog sloja.



Slika 5. KodakEastman - Brownie(1900)

Godine 1883. George Eastman razvio je preteču današnjih filmova. Kemikalije osjetljive na svjetlo nisu se više nalazile na fotografskim pločicama, nego na savitljivom i tankom filmu. Isti je taj „genijalac“ 1888. godine razvio Kodak kameru, odnosno prvu kameru specijalno dizajniranu za filmove u roli, a 1889. godine osniva Eastman Kodak Company u New Yorku i to je jedna od prvih kompanija koja je proizvodila fotoaparate za masovnu proizvodnju te standardiziranu opremu uz njih [8]. U prodaji je korišten upečatljiv slogan, a ujedno lansirana i dojmjljiva marketinška poruka: „Vi pritisnite dugme, a mi ćemo učiniti ostalo“. Korisnici bi upotrijebili film u aparatu, poslali fotoaparat u Kodakovu tvornicu, gdje bi im film razvili te vratili natrag fotografije i fotoaparat s novim filmom [7]. Do najveće je popularizacije fotografije došlo 1900. godine kada je Kodak proizveo svoj model fotoaparata Kodak Brownie: pristupačna cijena učinila ga je dostupnim velikom broju ljudi (slika 5.).

Prva fotografija u boji nastala je godine 1861. a izradio ju je Thomas Sutton, koristeći se metodom koju je James Clerk Maxwell opisao u svome znanstvenom radu. Maxwell je osmislio metodu fotografiranja fotografija u boji koristeći aditivnu sintezu boja. Ta metoda se sastojala od snimanja triju fotografija s trima različitim filterima (crvenim, zelenim i plavim). Kada bi se fotografija prikazivala, kroz svaki se pozitiv puštalo svjetlo boje s filtera kojim je fotografirano: tako bi se prikazala fotografija ne samo s te tri boje nego i sa svim ostalim nijansama što je omogućavala upravo aditivna sinteza (slika 6.).





Slika 6. Thomas Sutton - prva fotografija u boji (1861)

Oskar Barnack je 1913. godine konstruirao prvi prototip 35mm fotoaparata i nazvao ga Ur-Leica. Njegov je cilj bio konstruiranje fotoaparata koji će moći raditi fotografije visoke kvalitete i velike razlučivosti. Barnackov je prototip dobio pozitivne kritike kada je prezentiran na tržištu 1923. godine, a 1925. godine kamera je stavljena u masovnu proizvodnju kao Leica 1. Na tržište 35mm fotoaparata 1938. godine sa svojim modelom Kodak Retina 1 ulazi i Kodak. Nepunu godinu dana nakon na tržište dolaze najpristupačniji 35mm fotoaparati, a to su Argus A i Argus C3: oni su dominirali tržištem fotoaparata koji nisu bili SLR sve do 1996. godine kada je njihova proizvodnja prekinuta.

1934. godine nastao je prvi prototip 35mm SLR single lens reflex fotoaparata, odnosno prvi fotoaparat s tražilom koje je pokazivalo sliku istovjetnu onoj koja bi ostala na filmu. To je znatno pomoglo fotografima za bolju kompoziciju fotografije, samo što je slika bila naopako okrenuta pa je fotograf morao okretati sliku koja se prikazala na tražilu. Prvi 35mm SLR fotoaparat koji je mogao mijenjati objektiv bio je Kine Exakta (slika 7.). Njegovi objektiv su se spajali s tijelom fotoaparata pomoću bajunetne montaže, dok je prvi SLR s automatskim povratom ogledala i automatskom dijafragmom bio Asahiflex 2b.



Slika 7. Kine Exakta (1936)

Prvi fotoaparat koji je koristio pentaprizmu u svome tražilu uz pomoć koje je okretao obrnutu sliku bio je Contax S. Contax S je isto tako prvi model SLR fotoaparata koji je imao tražilo u razini očiju te ga je tako bilo lakše koristiti za razliku od drugih SLR aparata kojima je tražilo bilo u razini struka te je glavu trebalo spuštati kako bi se vidjela slika u tražilu. Iako ga je osmislila kompanija Zeiss, na tržištu se pojavio 1949. godine i to pod drugim imenom zbog sveopće krize u to doba u Njemačkoj [7]. Taj princip rada postao je konvencionalan način rada ostalih SLR-ova. Mnogi proizvođači i modeli fotoaparata su se izmjenjivali u prvoj polovici dvadesetog stoljeća, ali niti jedan nije ostavio utisak kao model Nikon F (slika 8.), koji je ujedinio sva dotadašnja tehnička dostignuća u jedno 35mm SLR čudo. Smatra se da je to model SLR fotoaparata koji je korišten u velikoj mjeri među uobičajenim korisnicima, ali i među profesionalnim fotografima, pogotovo onima koji su njime snimali u Vijetnamskom ratu.



Slika 8. Nikon F (1959)

Izmjenjiva prizma i ekran za fokusiranje, tipka za prikaz dubinske oštine, velika tipka za lakše skidanje objektiva, sinkronizacija s bljeskalicom, kvalitetna izrada, izdržljivi okidač (100 000 okidanja) te mnoge druge inovacije učinile su Nikon F jednim od najpoželjnijih fotoaparata, čemu u prilog govori i činjenica kako je tehnologija koju je on koristio postala uzor nadolazećim 35mm SLR fotoaparatima. Isto tako, za razliku od drugih proizvođača, Nikon je ponudio veliki izbor objektiva od 21 mm do 1000 mm žarišne duljine. Uz široku lepezu regularnih objektiva ponudio je i objektiv s katadioptrijskim sistemom (zrcalni objektiv), što je činilo objektiv fizički manjim, ali s velikom žarišnom duljinom. Nikon je nastavio održavati svoju seriju F fotoaparata sve do 2004. godine kada su proizveli zadnji Nikon F6 model[7].



## 2.1. Razvoj digitalne fotografije

Ratno je stanje među velikim silama plodno tlo za razvoj novih tehnologija zbog golemih novčanih ulaganja. Dok su se Sjedinjene Američke Države i Savez Sovjetskih Socijalističkih Republika utrkiivali u naoružanju otkrivene su i mnoge nove tehnologije pa tako i udareni temelji za digitalnu fotografiju. Tijekom Hladnog rata najbitnije je bilo znati što „druga strana“ posjeduje od tehnologija i kakvo naoružanje ima, zato je špijunaža bila jedan od ključnih elemenata u ratovanju. SAD su koristile satelite da bi snimali teritorij SSSR-a te predviđali njihove poteze. Za to su koristili analogne fotoaparate s kvalitetnim objektivima koji bi iz orbite uslikali nekoliko stereoskopskih fotografija te bi zatim ispustili fotoaparat u ocean. Prva je namjera bila da se fotoaparati uhvate specijalnim zrakoplovima što se pokazalo kao loša ideja, jer su fotoaparati završavali u moru; rok za pronalazak aparata bio je četiri dana. Ako aparat u spomenutom roku ne bi bio pronađen, sigurnosi čep izrađen od sabijene soli bi se otopio i fotoaparat bi potonuo. Čak ni ta metoda sa sigurnosnim čepom nije uvijek funkcionirala pa bi često oprema završavala u rukama neprijatelja. Sam čin fotografiranja iz orbite nije bio problem jer se koristila izdržljiva plastika Mylar kao materijal filma te pri jako niskim temperaturama ne bi dolazilo do skupljanja filma. Ako bi se film i skupio, to se kalibriralo pomoću prethodno napravljenih snimaka krugova u žitu iz orbite koji su se radili kao kontrolni elementi pri kalibraciji fotografija snimljenih iz orbite (slika 9.).



Slika 9. kontrolni elementi za kalibraciju fotografija

Stereoskopska fotografija je zahtijevala dva fotoaparata te bi se kasnijim specijalnim metodama gledanja u dvije fotografije dobio jedan 3D prikaz terena. Zbog čestih poteškoća u pronalasku prvog ili drugog fotoaparata, vojska bi završavala samo s jednom 2D fotografijom željenog terena. Najveći je problem bio povratak snimljenog materijala na zemlju, što se, naravno, opet jako brzo riješilo golemim novčanim fondovima. Rješenje je bio tajni uređaj koji mi danas zovemo skener. Sateliti su bili opremljeni automatskim procesorima filma koji bi razvijali fotografiju u orbiti te je analognim signalom i radiovezom slali u zapovjedni centar. U tim skenerima se koristio CMOS poluvodički sklop koji je bio osjetljiv na svjetlo te je različite svjetlosne intenzitete pretvarao u signale. Godine 1969. patentiran je prvi CCD (Charged-Coupled Device/ sklop s prijenosom naboja) senzor: za što su zaslužni Willard Boyle i George Smith.

Možemo reći da je CCD senzor najbitniji element koji je tada nedostajao za uspješnost digitalne fotografije. Vojska je isto tako prešla na CCD senzore jer su davali bolji tonalitet i manje šuma na fotografijama, ali ih je ometalo zračenje iz orbite. Nakon par preinaka ni te smetnje više nisu predstavljale problem pa je vojska objeručke usvojila CCD senzore kada je 1974. godine na svom 20cm teleskopu ugradila senzore rezolucije 100x100 piksela za snimanje prvih elektronskih snimaka Mjeseca. Kodakov je inženjer Steve J. Sasson 1975. godine konstruirao prvi digitalni fotoaparat. Uređaj je snimao fotografiju na magnetsku traku te su mu bile potrebne 23 sekunde da se snimi jedna ekspozicija na istu. 1981. godine na tržište izlazi Sony sa svojom Mavica (Magnetic Video Camera/ magnetska video kamera). Iako je to bila videokamera sposobna za zapisivanje elektronskih fotografija na disketu, zbog mogućnosti izmjene objektiv (25 mm, F:2,0; 50mm, F:1,4 i zoom objektiv 16-65 mm, F:1,4) te senzora s rezolucijom od 570x490 piksela veličine 10x12 mm imala je sve elemente digitalnog fotoaparata (slika 10.).



Slika 10. Sony Mavica (1981)

Kodakovi su inženjeri 1986. godine napravili prvi megapikselni senzor rezolucije 1.4 megapiksela. Od 1990. godine na tržištu digitalnih fotoaparata pojavili su se mnogi proizvođači, kao što su Canon, Kodak, Sony, Olympus, Nikon te mnogi nepoznati te manje poznati proizvođači. 1994. godine pojavila se prva komercijalna memorijska kartica za digitalne fotoaparate; razvila ju je američka kompanija SanDisk te pustila u prodaju model kartice CompactFlash koja se danas uvelike koristi u mnogim digitalnim fotoaparatom. Od 1994. godine pa do danas proizvedeni su mnogi digitalni fotoaparati, ali treba izdvojiti Nikon N90 (slika 11.) koji je u suradnji s Kodakom izbacio na tržište fotoaparatom namijenjen novinskoj fotografiji te ga je Vancouver Sun koristio kao zamjenu za sve dotada analogne aparate. Nedostatak mu je bila visoka cijena, ali za velike novinske kuće to nije bio problem.



Slika 11. Nikon N90 (1994)

1995. godine konstruirani su prvi digitalni fotoaparati, Casio QV-10 i Ricoh RDC-1 koji su koristili LCD za prikaz slike prije te nakon fotografiranja. Prvi fotoaparatom koji je koristio Live-View<sup>1</sup> za mjerenje ekspozicije i prikaza trenutne slike na senzoru bio je Canon PowerShot G1 iz 2000. godine. Iste godine Olympus E-10 prvi je DSLR fotoaparatom koji je imao „živi prikaz“ slike na LCD-u prije nego je fotografija snimljena. To je do tada bilo teško tehnički izvedivo zbog načina na koji su SLR-ovi konstruirani [9]. 2004. Te godine Fujifilm Finepix S3 Pro bio prvi DSLR s promjenjivim objektivima koji je imao živi prikaz na LCD-u.

U idućim godinama tehnologija u digitalnoj fotografiji vrtoglavo napreduje; sve je veći broj modela fotoaparata, sve veća kvaliteta i veličina fotografija te sve veći broj ljudi koji si mogu priuštiti fotoaparate.

<sup>1</sup> prikaz slike na LCD-u sa senzora prije nego je fotografija snimljena

## 3. TEHNOLOGIJA FOTOAPARATA

Tehnologija koja se danas koristi kod digitalnih fotoaparata u odnosu na prve komercijalne digitalne fotoaparate proizvedene oko 1995. godine je nezamislivo naprednija i sofisticiranija. Toliko je uznapredovala da i amateri mogu kreirati kvalitetne fotografije, a da nisu ni svjesni što su zapravo napravili i što im je sve pomoglo kako bi došli do toga. Zato se nadam da će nekoliko sljedećih odlomaka pojasniti koji su osnovni elementi digitalnih fotoaparata te njihova uloga u kreiranju fotografije. Tehnologija koja će se opisivati ona je koja je korištena kod DSLR-ova koji su trenutno najrašireniji i najviše se koriste pri fotografiranju životinjskog svijeta u divljini.

### 3.1. Automatsko izoštravanje

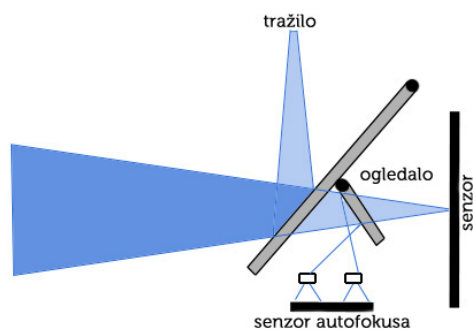
Jedna od najvažnijih tehnologija koja je ugrađena u digitalne fotoaparate jest mogućnost automatskog izoštravanja. Ono je omogućilo izoštravanje željenog objekta fotografiranja i tren prije okidanja fotografiju. I dalje, kod fotoaparata postoji mogućnost ručnog izoštravanja prije fotografiranja, ali za fotografiranje životinjskog svijeta, brzo i precizno automatsko izoštravanje je jedno od najbitnijih elemenata pri fotografiranju. Postoje dvije vrste sistema automatskog izoštravanja: aktivno i pasivno.

Aktivno izoštravanje (*eng. active auto focus*) radi na principu da se objekt fotografiranja obasjava infracrvenim zrakama koje se potom vraćaju u fotoaparat gdje se one procesiraju kako bi se utvrdila udaljenost objekta. Dobivenim se podacima na objektivu automatski namješta udaljenost na koju će se slika izoštriti. Dobra je stvar kod ovakvog načina izoštravanja što funkcioniše pri slabim svjetlosnim uvjetima gdje je pasivni sistem izoštravanja jako slab, dok je loša strana aktivnog izoštravanja to što funkcioniše samo za objekte koji su stacionarni te na udaljenosti

manjoj od 7 -8 metara. Bljeskalice kod Nikon i Canon fotoaparata najčešće imaju takav način fokusiranja dok sami fotoaparati koriste pasivan način izoštravanja.

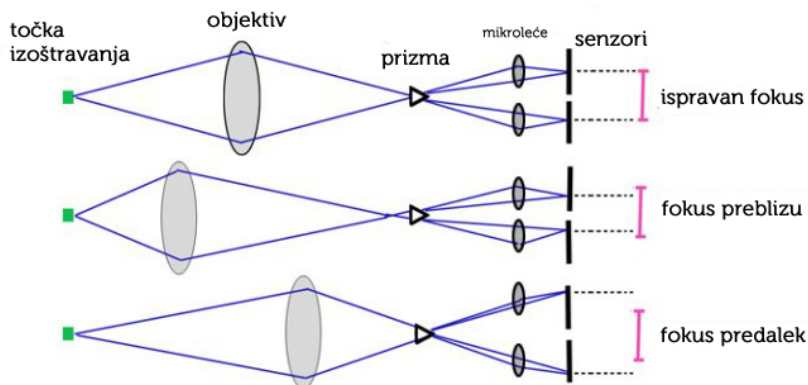
Pasivno izoštravanje (*eng. Passive auto focus*) radi na potpuno drugačijem principu negoli aktivno izoštravanje i dijeli se na dvije vrste. Pasivno automatsko izoštravanje pomoću detekcije kontrasta ili detekcije faze.

Kod izoštravanja pomoću detekcije kontrasta (*eng. Contrast detection*) autofocus, fotoaparat koristi glavni senzor te pomiće fokus objektivu dok na djelu senzora ne dobije najveći kontrast [6]. Ako naprimjer želimo izoštriti na neki jednobojni zid koji nema nikakvih kontrastnih dijelova, svjetlost koja pada na senzor za izoštravanje uvijek će biti jednako kontrastna ako i izoštrimo na točnu udaljenost, ali i ako potpuno pogriješimo udaljenost izoštravanja. Zato je bitno da stavimo točke izoštravanja na nešto što ima dovoljno kontrasta; upravo je zato potreban kontrast na mjestu koje izoštravamo.



Slika 12. Prikaz ulaska svjetlosti kod DSLR-ova

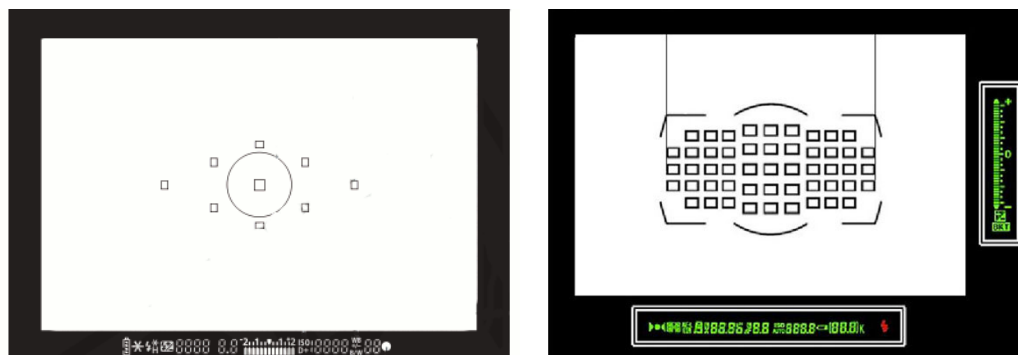
Svi DSLR fotoaparati imaju ugrađene dodatne senzore za automatsko izoštravanje koji rade na principu detekcije faze (*eng. phase detection*)(slika 12.). Senzor se nalazi s donje strane fotoaparata te na njega pada svjetlost koja prolazi kroz propusni



Slika 13. Princip rada automatskog izoštravanja kod detektiranja faze

dio ogledala u fotoaparatu. Svjetlost koja prođe kroz objektiv te propusni dio ogledala razdvaja se pomoću prizme na dvije zrake koje se preko mikroleća fokusiraju na senzore. To su najčešće jednodimenzionalni senzori (slika 13.). Kada svjetlost padne na sensor oni proizvedu signal pokazujući na koji dio je pala svjetlost. Ako je slika u fokusu, razmak između mjesta gdje je pala zraka svjetlosti na sensorima će biti već neke preodređene vrijednosti. Ako je fokus iza ili ispred objekta kojeg snimamo onda razmak između mjesta pada zraka će biti veći ili manji od predodređenog.

Korištenje glavnog senzora u fotoaparatu za izoštravanje zahtijeva više vremena da se slika izoštri; zbog toga što svjetlost iz objektivna pada na glavni sensor i ogledalo mora biti podignuto. Ovakav se način izoštravanja koristi kod statičnih objekata te daje bolje rezultate pri slabijem osvjetljenju [6]. Dobra stvar kod automatskog izoštravanja pomoću glavnog senzora je to što se može koristiti bilo koji dio slike, pa tako čak i kutni dijelovi kadra, dok kod izoštravanja sa specijalnim sensorima možemo izoštriti samo na mjestima gdje se nalaze točke za automatsko izoštravanje.

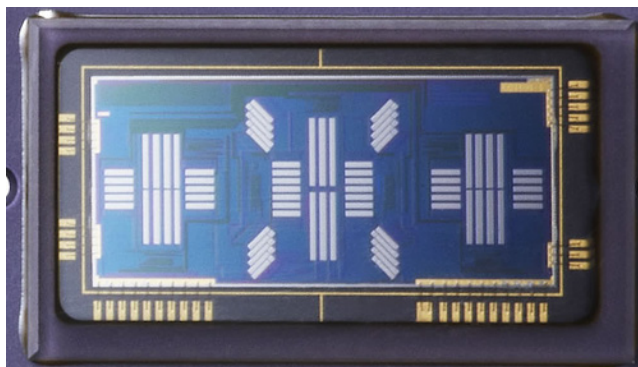


Slika 14. tražila s različitim brojem fokus točaka

Fokus točke jesu mali prazni kvadratići koje vidimo kad pogledamo kroz optičko tražilo na fotoaparatu. Proizvođači stavljaju različiti broj fokus točaka u različite modele fotoaparata, jer što njih ima više to je sigurnije da ćemo dobiti izoštrenu fotografiju (slika 14.). Tako kod profesionalnih DSLR-ova imamo po pedesetak fokus točaka, dok kod DSLR-a nižeg ranga imamo po desetak fokus točaka. Kod fotografiranja životinjskog svijeta jako je bitno da fotoaparat ima što više fokus točaka, zbog životinja koje se brzo gibaju što predstavlja problem pri izoštravanju ako nema dovoljno fokus točaka. Osim broja fokus točaka bitna je i



njihova vrsta. Dijelimo ih na vertikalne i križne fokus točke (slika 15.). Kod vertikalnih su fokus točaka senzori koji mjere kontrast jednodimenzionalno, odnosno samo po vertikali, dok su kod križnih fokus točaka senzori koji mjere kontrast dvodimenzionalno što omogućava brže i točnije izoštravanje. Za kvalitetno funkcioniranje automatskog izoštravanja bitna je i količina svjetla koja ulazi kroz objektiv u fotoapararat.



Slika 15. izgled senzora za automatsko izoštravanje

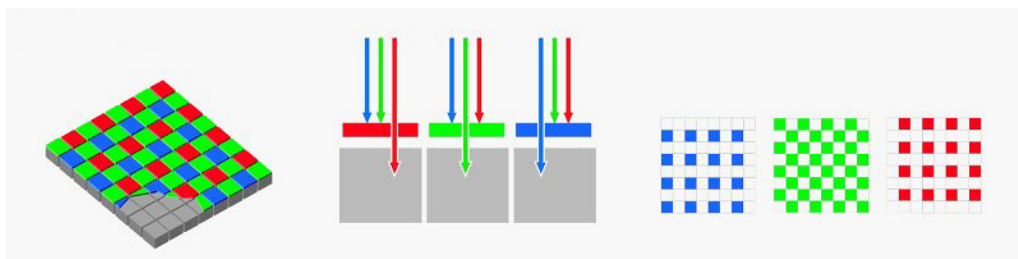
Tako ako imamo objektiv s maksimalnim otvorom zaslona  $f5.6$ , izoštravanje će biti sporije nego ako koristimo objektiv s maksimalnim otvorom od  $f1.8$ . dok automatsko izoštravanje s otvorom blende  $f8$  te nižim uopće ne funkcionira zbog nedovoljne količine svjetla koje pada na senzor automatskog izoštravanja [6].

Način kako fokus točke funkcioniraju dok fotografiramo ovisi kakve ćemo postavke namjestiti. Tako možemo odabrati da čim se izoštri slika na odabranoj fokus točki, u slučaju da se objekt fokusiranja pomakne da i dalje ostane izoštreno na prvotno odabranoj udaljenosti a objekt bude izvan fokusa. Ono što je korisnije za fotografiranje životinjskog svijeta je odabir načina da fokus točka prati udaljenost između aparata i objekta te konstantno drži objekt u fokusu ako se on približava ili udaljava. Postoji mogućnost da je slika ako se objekt u kadru pomiče lijevo, desno, gore ili dolje cijelo vrijeme izoštrene, a to na način da se mijenja fokus točka koja izoštrava.

## 3.2. Senzori

Najvažniji je dio fotoaparata njegov senzor. Dok je to prije bio film, danas je kod digitalnih fotoaparata to fotoosjetljivi senzor. Razlikujemo tri vrste senzora, a to su CCD, CMOS, Foveon.

CCD (*engl. Charge-Coupled Device/ sklop s prijenosom naboja*) je uređaj s prijenosom naboja koji se može koristiti za različite namjene, ali je njegova najpoznatija primjena u digitalnog fotografiji. CCD senzori se danas najčešće koriste kod kompaktnih digitalnih fotoaparata i kamera gdje su gotovo potpuno zamijenili fotografski film, a najpogodniji su za astrofotografiju, gdje je osjetljivost iznimno važna.



Slika 16. Bayerov filter

Senzor se sastoji od fotoosjetljivih piksela preko kojih je Bayerov filter (slika 16.). Kada zraka svjetlosti padne na piksel, fotoni izbijaju elektrone u siliciju od kojeg je piksel načinjen te se stvara električni naboj. Ovaj efekt se naziva fotoelektrični efekt – pretvaranje svjetlosti u električni naboj. Taj naboj se čuva u kondenzatoru svakog piksela. U ovom trenutku slika je još uvijek u analognom obliku jer broj izbijenih elektrona odgovara intenzitetu svjetlosti koja je pala na piksel. Kontrolna elektronika zatim potiče “pretakanje” naboja s jednog kondenzatora u nizu na drugi. Zadnji kondenzator u nizu prenosi naboj do sklopa koji ga pretvara u napon. Taj naponski impuls se digitalizira i sprema u memoriju. Proces se ponavlja za svaki niz piksela: kada su obrađeni svi pikseli, formira se digitalna slika koju je kasnije moguće obraditi.

Slika dobivena CCD senzorom izvorno je crnobiljela. Da bi se dobila slika u boji, za svaki piksel slike koriste se četiri podpiksela senzora, po jedan za prikupljanje crvene i plave te dva za zelenu boju [4]. Dva su piksela za zelenu boju jer



je ljudsko oko puno osjetljivije na zelenu svjetlost nego na crvenu i plavu. Postoje i 3CCD izvedbe senzora koje se zapravo sastoje od triju senzora – po jedan za svaku osnovnu boju. Za ovakvu izvedbu potrebna je i posebna prizma koja svjetlost razlaže na tri komponente i usmjerava ih prema posebnim sensorima. Ovakve izvedbe daju mnogo kvalitetniju sliku s vjernijim bojama i koriste se u profesionalnoj fotografskoj i video opremi [4].

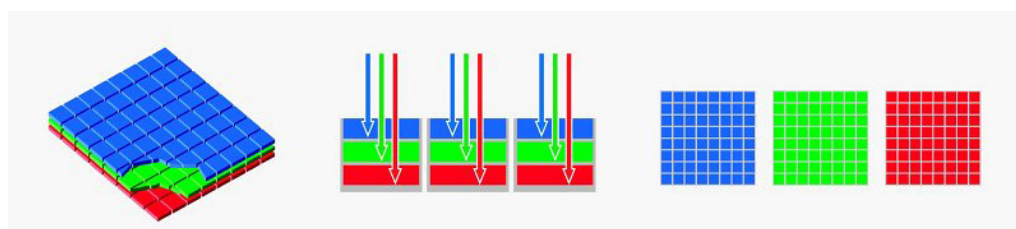
CCD senzori osjetljivi su na širok spektar svjetlosti, od infracrvene do ultraljubičaste što omogućava njihovu različitu namjenu. Koriste se u digitalnim fotoaparati- ma, videokamerama, opremi za noćno promatranje, mikroskopima, teleskopima i drugim optičkim uređajima [4]. Reagiraju na više od 70% upadne svjetlosti što ih čini mnogo osjetljivijim od fotografskog filma.

CMOS (*eng.complementary metal oxide semiconductor/ komplementarni poluvodič metal oksida*) je senzor koji također ima Bayerov filter na sebi, ali na drugačiji način šalje informacije u procesor. Dok se kod CCD senzora informacije očitavaju serijski, kod CMOS senzora svaki se piksel može očitati zasebno što omogućava da se senzor koristi u različite svrhe, kao što je mjerenje ekspozicije pa čak i autofokusiranje.

Isto tako CCD senzor zbog svog serijskog očitavanja informacija sa senzora nije dovoljno brz koliko je CMOS senzor, što smanjuje maksimalan broj ekspozicija u sekundi.

Najveći nedostatak CCD senzora je prelijevanje viška energije s jednog fotoosjetljivog elementa na drugi, što u konačnici daje zamućeniju sliku. Iako su CMOS senzori manje osjetljivi i imaju više šuma, zbog praktičnosti proizvodnje i do sto puta manje potrošnje energije, danas se koriste najviše kod profesionalnih digitalnih fotoaparata.

Foveonov X3 senzor (slika 17.) radi na drugačijem principu nego senzori koji imaju Bayerov filter. Senzori s Bayerovim filterom zahtijavaju da nakon što se informacije pošalju sa senzora u procesor, pikseli pomoću interpolacije dobiju svoje vrijednosti.



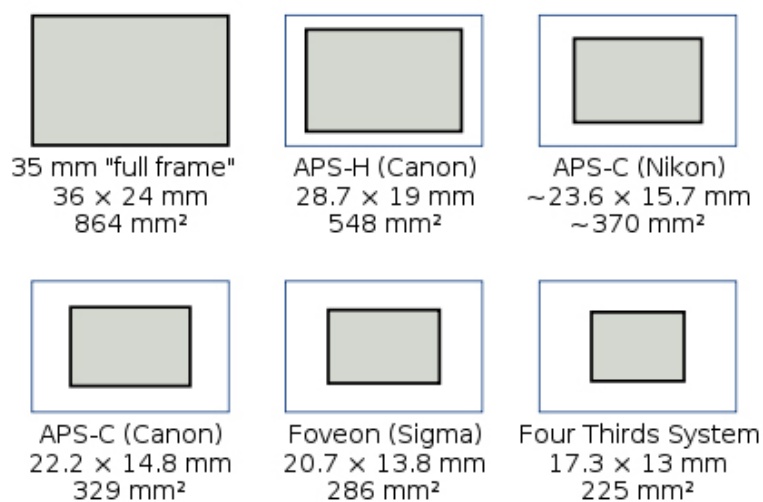
Slika 17. Foveon X3 senzor

Što znači da će određeni piksel uzimati informacije od susjednog piksela da bi odredio svoju vrijednost.

Foveon određuje vrijednost piksela prikupljajući podatke samo od fotodioda na mjestu tog piksela. Na poziciji svakog piksela se nalaze tri osjetljiva propusna senzora poredana jedan na drugome. Svaki senzor je zadužen za jednu boju. Taj način rada daje značajne prednosti ovakvom senzoru. Da bi se slika procesirala u procesoru nije potrebna interpolacija što daje rezultat da nema artefakata na slici koji su inače vidljivi kod CCD i CMOS senzora. Zbog fotoosjetljivih slojeva koji su jedan iznad drugog, problem se stvara pri prikazu određenih boja zbog kontaminacije svjetla iz jednog sloja u drugi, a poseban je problem s crvenim kanalom [4]. Ovakav način ulaska svjetla može stvoriti obojene artefakte čak pri maloj ISO osjetljivosti što stvara veliki problem za probijanje Foveonovog senzora na tržište.

### 3.2.1. Veličine senzora

Senzori koji se koriste kod DSLR-ova razlikuju se po svojoj veličini. *Full frame* senzori su najveći koji se koriste kod DSLR-ova te je njihova dimenzija ista kao i dimenzija filma kod analognih fotoaparata, a to je 24x36 mm. Ostale veličine senzora su APS-H (Canon) 28.7x19mm, APS-C (Nikon,Pentax,Sony) 23.6x15.7mm, APS-C(Canon) 22.2x14.8mm, Four Thirds System (Olympus) 17.3x13mm (slika 18.).



Slika 18. Prikaz različitih veličina senzora

Svi senzori koji su veličinom manji od *full frame* senzora zovu se crop senzori te imaju određeni faktor odrezivanja jer odrezuju vidini kut slike koja dolazi kroz objektiv. Tako APS-H senzor ima faktor odrezivanja od 1.3x što znači kada površinu *full frame* senzora podijelimo s faktorom odrezivanja 1.3x dobijemo veličinu APS-H senzora.

Tako je za APS-C senzore koji imaju faktor izrezivanja od 1.6x, te FTS koji ima faktor od 2x. Veličina senzora vidno utječe na kvalitetu slike i to u više pogleda. Više svjetla pada na veći senzor što automatski smanjuje vrijeme trajanja ekspozicije, širi je kut snimanja zbog čega ulazi više svjetlosti što smanjuje količinu šuma, manja je gustoća piksela na senzoru što isto smanjuje količinu šuma. Dolazimo do zaključka da su bolji i kvalitetniji full-frame senzori. Fotoaparati sa sensorima koji imaju manju površinu većinom su jeftiniji ili imaju specijalnu namjenu. Tako se fotoaparat sa senzorom koji ima faktor odrezivanja 1.3x koristi kod sportske fotografije te fotografije divljih životinja.



Slika 19. Veličina senzora kod Canon 5D (full-frame) i Canon 7D (crop 1.6x)

Njegov senzor je malo manji nego *full frame*” ali dovoljno smanjen da bi dao prednost nad *full frame* DSLR-ovima kad nam je potrebno da fotografiramo nešto objektivima velike žarišne duljine. Crop senzori uvećavaju žarišnu duljinu objektiva zbog odrezivanja vidnog kuta slike: tako objektiv od 400mm, na takvom fotoaparatu postaje 520mm što je izvrsno za fotografiranje životinjskog svijeta gdje se jako teško približiti životinjama. APS-C senzori s crop faktorom 1.6x (slika 19.) za još veću vrijednost uvećavaju žarišnu duljinu objektiva što je još bolje za fotografiranje životinjskog svijeta, ali zbog velikog broja piksela na maloj površini, pri malo većim ISO vrijednostima stvara se zamjetan šum. Takvi fotoaparati su cijenovno pristupačniji, ali s time dolaze kompromis u kvaliteti fotografije. Ako je razlučivost objektiva viša od razlučivosti senzora pojavljuje se Moiré, česta pojava kada sn-

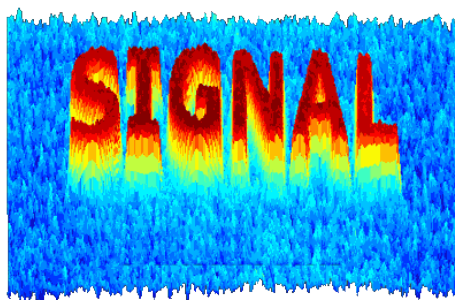
imamo mrežaste strukture. To se ispravlja s anti-aliasing (filter niske propusnosti) filterom koji uzrokuje blagu zamućenost na fotografijama svih DSLR-a i povećava cijenu fotoaparata.

### 3.3. Osjetljivost senzora i šum

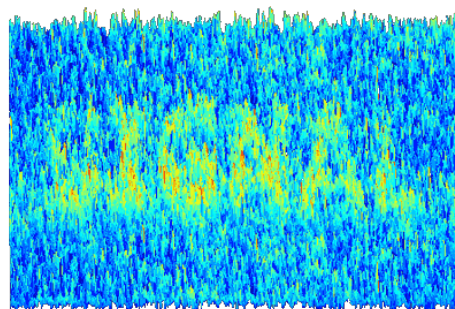
Svaki senzor ima mrežu od više milijuna fotoosjetljivih elemenata koja su osjetljiva na svjetlo. Nakon što fotoni padnu proizvede se el. struja koja se zatim pojačava u pojačalima i šalje na daljnju obradu. To pojačavanje možemo podesiti tako da povećamo ISO osjetljivost na fotoaparatu. Mana toga je ta da se s korisnim podacima pojačava i šum. Suvremeni algoritmi u računalnim programima za obradu fotografija izvlače veliku količinu informacija koje su do nedavno bile skrivene, tako da se savjetuje snimati u RAW formatu i sačuvati fotografije bez obzira na visoku razinu šuma, jer su algoritmi prepoznavanja slike iz informacija koje je senzor proizveo sve bolji.

Šum je digitalni ekvivalent zrnatosti filma kod analogne fotografije. Kod audio sistema to je pucketanje zvučnika kada pojačamo glazbu, a kod digitalne fotografije su to nasumične točkice na inače jednolikoj površini koje mogu dosta smanjiti kvalitetu slike. Šum nije uvijek ni tako štetan, tako da ga nekada dodajemo ako želimo dobiti efekt starih fotografija snimanih na filmu. Šum se povećava što se povećava osjetljivost senzora, trajanje ekspozicije i temperatura okoline, te varira od modela do modela fotoaparata.

Određeni stupanj šuma je uvijek prisutan kod elektoničkih uređaja koji šalju ili primaju signal. Za digitalne fotoaparate, taj signal je svjetlost koja padne na senzor. Iako je šum neizbježan, on može biti toliko malen u odnosu na signal pa smatramo da uopće ne postoji. Omjer signala u odnosu na šum SNR (signal-noise-ration) je vrlo efikasan i univerzalan način uspoređivanja količine signala i šuma za elektroničke uređaje. Visoki SNR omjer imat će jako malo vidljivog šuma i obrnuto. Na slikama (slika 20.) možemo vidjeti 3D prikaz slike riječi „signal“ koja ima dosta pozadinskog šuma al s velikim SNR omjerom, dok na drugoj slici (slika 21.) se vidi kako bi to izgledalo da je mali SNR omjer između signala i šuma.



Slika 20. 3D prikaz velikog omjera signala i šuma



Slika 21. 3D prikaz malog omjera signala i šuma

ISO osjetljivost je standard kojim se opisuje osjetljivost senzora na svjetlo. Ponuđene ISO vrijednosti kod fotoaparata su najčešće jedna od druge dvostruko veće.

Imamo ISO 50, ISO 100, ISO 200 pa tako dok se ne dođe do maksimuma koji nudi fotoaparat. Što je veća vrijednost to će biti veća osjetljivost senzora, pa tako senzoru pri ISO osjetljivosti od 200 treba dvostruko manje vremena da bi ostvario jednaku vrijednost ekspozicije kao kod ISO vrijednosti od 100. Kod filmova su to bile fiksne vrijednosti ovisno o tome koje je osjetljivosti bio film, a kod digitalnih aparata imamo izbor mijenjanja ISO vrijednosti. To se postiže tako da se signal koji se dobiva na senzoru pojačava što uzrokuje povećani šum na slici.

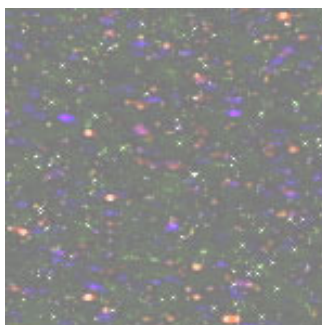
### 3.3.1. Vrste šuma

Digitalni aparati proizvode najčešće tri vrste šuma: nasumični šum, šum s fiksnom uzorkom te linijski šum.

Nasumični šum (slika 22.) je određen intezitetom i fluktacijom boja iznad i ispod prave osjetljivosti. Uvijek će biti nasumičnog šuma pri svim trajanjima ekspozicije, a najviše ovisi o ISO vrijednosti senzora. Uzorak nasumičnog šuma se mijenja iako su postavke ekspozicije identične.



Slika 22. Nasumični šum



Slika 23. Šum s fiksnom paternom



Slika 24. linijski šum

Šum s fiksnim uzorkom (slika 23.) je šum koji sadrži takozvane „vruće piksele“ koji su definirani takvima kada je njihov intezitet puno jači od okolnog šuma, najčešće skroz bijeli piksel. Ovakav tip šuma se pojavljuje pri jako dugim ekspozicijama, a pogoršan je povećanjem temperature okoline. Pri istim postavkama ekspozicije položaji „vrućih piksela“ će biti uvijek na istim mjestima kod ovakvog tipa digitalnog šuma.

Linijski šum (slika 24.) najviše ovisi o fotoaparatu jer on nastaje kada aparat čita podatke sa senzora. Šum je najvidljiviji pri visokim ISO vrijednostima, u sjenama ili kad je slika na računalu pretjerano posvijetljena te nekada ovisi o balansu bijele boje. Iako šum s fiksnom paternom vizualno predstavlja najveću smetnju, on nije



toliki problem koliki je problem nasumični šum. Fiksni šum se može lako ukloniti unutar fotoaparata jer je uvijek na istim pozicijama pa procesor mora samo znati gdje su te lokacije na fotografiji. Problem nastaje kada se želi ukloniti nasumični šum zbog toga što računalo teško raspoznaje razliku između šuma i finih tekstura kao što je zelenilo u prirodi, pa često kada uklanjamo šum uklonimo i dobar dio detalja.

### 3.3.2. Karakteristike šuma

Šum se ne mijenja samo ovisno o postavkama ekspozicije ili modelu fotoaparata, već se on može mijenjati ovisno o motivu kojeg snimamo. Na istoj fotografiji šum je istaknutiji kod tamnijih dijelova (slika 25.), dok će kod svijetlih



Slika 25. količina šuma na istoj fotografiji pri različitim svjetlinama objekta

dijelova biti puno manji jer ti dijelovi šalju puno veću količinu svjetla što znači i jači signal te samim time ima veći SNR omjer. Dolazimo do zaključka da će podeksponirane fotografije imati više vidljivog šuma ako ih naknadno posvijetljavamo, nego da preeksponiranu fotografiju naknadno potamnjujemo.



Slika 26. šum razdjeljen na komponente; fluktuacija boja i varijacija svjetlosnih vrijednosti

Šum na fotografijama je sastavljen od dvaju dijelova (slika 26.): dio koji sadrži fluktuacije boja te dio koji sadrži točkaste varijacije u svjetlosnim vrijednostima.

Dio šuma koji sadrži fluktacije boja je dosta neprirodan dio šuma pa ako je njegova količina prevelika, fotografija može biti neupotrebljiva. Naknadno se može ukloniti dio šuma koji sadrži fluktacije boja, ali ako se previše ukloni drugi dio, fotografija poprima „plastični“ izgled.



## 4. OBJEKTIVI

Kvaliteta objektiva je danas bitnija nego ikada prije zbog sve većeg broja piksela kod digitalnih fotoaparata. Često je rezolucija fotografija limitirana kvalitetom objektiva, a ne brojem megapiksela na senzoru.

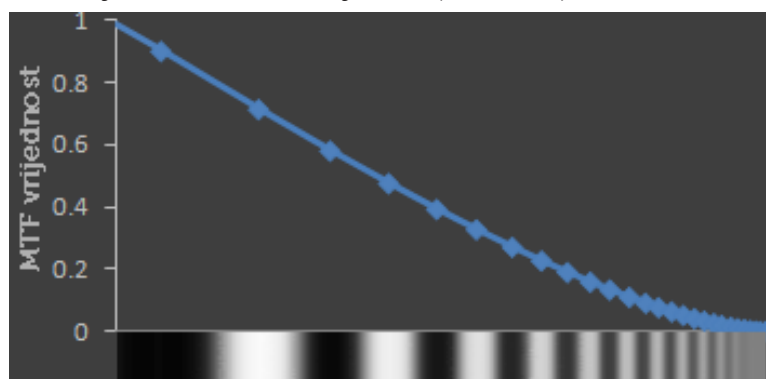
Većinom smo svi upoznati s pojmom rezolucije fotografije, ali nažalost nismo svi upoznati s činjenicom da rezolucija samo opisuje koliko detalja je objektiv sposoban uhvatiti (slika 27.), a ne opisuje kvalitetu tih detalja, tako da su često drugi faktori zaslužni za ono što mi zovemo kvalitetnom i oštrom fotografijom. Da bi ovo razumjeli najbolje je pogledati što se događa s linijama koje snimimo, a koje su veće rezolucije nego objektiv. Te linije na senzoru nisu više vidljive. Čak i na primjeru kod debljih linija smanjuje se kontrast i vidljivost rubova što su linije tanje.



Slika 27. što se događa s linijama kad su veće rezolucije nego objektiv

### 4.1. MTF (modulacijsko prijenosna funkcija)

MTF<sup>2</sup> ili modulacijsko prijenosna funkcija kvantificira koliko su dobro varijacije svjetlina kod subjekta sačuvane kada prolaze kroz objektiv. Ovdje možete vidjeti MTF krivulju za savršeni<sup>3</sup> objektiv (slika 28.) .



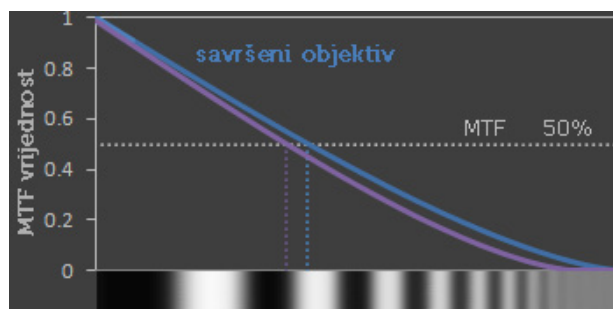
Slika 28. MTF graf za "savršeni" objektiv

<sup>2</sup> Modulation Transfer Function

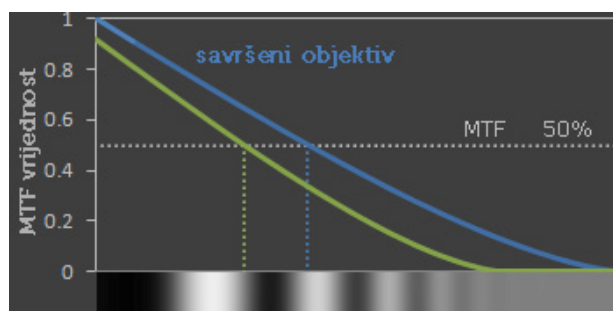
<sup>3</sup> savršeni objektiv je onaj objektiv koji je limitiran u rezoluciji i kontrastu samo s difrakcijom

MTF vrijednosti 1.0 predstavlja savršeno očuvanje kontrasta, dok sve manje vrijednosti predstavljaju sve veći gubitak kontrasta sve do vrijednosti 0 gdje se više ne mogu razaznati linije [5]. Ovakvo ograničenje rezolucije je neizbježno kod svih objektivna i jedino zavisi o otvoru zalosna objektivna, a ne o rezoluciji senzora.

Slika nam prikazuje usporedbu savršenog objektivna s vrlo kvalitetnim objektivom (slika 29.) i jednim manje kvalitetnim objektivom (slika 30.).



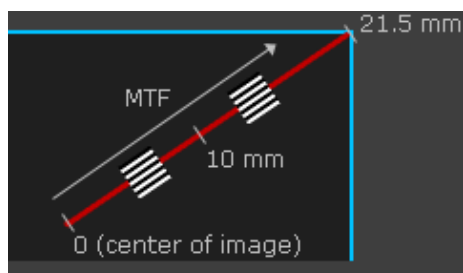
Slika 29. Usporedba savršenog objektivna s jako kvalitetnim



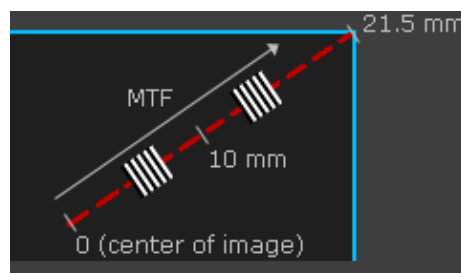
Slika 30. Usporedba savršenog objektivna s manje kvalitetnim

Linijski parovi su često opisani u smislu njihove frekvencije, odnosno broju linija na određenu dužinu. Tako da je ova frekvencija često opisana kao LP/mm, broj linijskih parova na dužini od jednog milimetra. Nekada je frekvencija izražena izrazom LW (line widths) linijska debljina, gdje dvije LW imaju vrijednost jednog linijskog para [3]. Najveća frekvencija linija koje objektiv može reproducirati, a da ne izgubi više od 50% vrijednosti MTFa je MTF-50. To je jako jako bitna oznaka jer ima korelaciju s našim shvaćanjem oštine. Visoko kvalitetni objektiv s MTF-50 vrijednosti od 50LP/mm nama će izgledati puno oštiri nego manje kvalitetni objektiv s MTF-50 vrijednosti od 20LP/mm (uzimajući u obzir da su objektivni korišteni na istom fotoaparatu s istim otvorom objektivna) [5]. Ovakav način ocjenjivanja i uspoređivanja objektivna nije dovoljan. Mnogo je bitnije znati kako se MTF mijenja

ovisno o udaljenosti od centra slike. MTF se obično mjeri uzduž linije koja ide od centra do daljnjeg kuta slike. Za linije fiksne frekvencije (10-30lp/mm), linija mjerenja MTF-a može biti paralelna s linijom koja vodi od centra (sagitalna) (slika 31.) ili okomita (meridijalna) (slika 32.). Detalji u centru slike će uvijek imati najveći MTF, a mjesta što su udaljenija od centra će imati progresivno manju MTF vrijednost [5]. Zato uvijek kutovi objektivu daju najmekšu sliku s manje detalja.



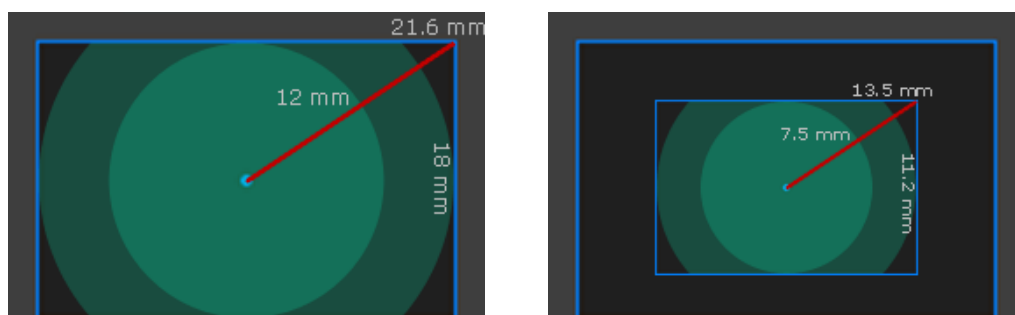
Slika 31. sagitalne linije MTF mjerenja



Slika 32. meridijalne linije MTF mjerenja

## 4.2. Kako čitati MTF graf

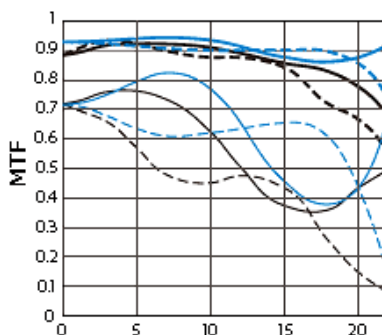
Na vertikalnoj osi imamo MTF vrijednosti od 0 do 1.0, gdje 1.0 predstavlja savršenu reprodukciju linijskih parova dok 0 predstavlja linijske parove koji se više ne mogu razlikovati. Na horizontalnoj osi imamo udaljenost od centra slike, s tim da je 21.6mm najudaljeniji kut slike kod Full-frame senzora (slika 33.). Za 1.6x crop senzore sve što je iznad 13.5mm na grafovima treba ignorirati. Isto tako će sve iznad 18mm na full-frame sensorima biti vidljivo u samim kutovima fotografije.



Slika 33. udaljenosti od centra do kuta senzora za full-frame i APS-C senzor

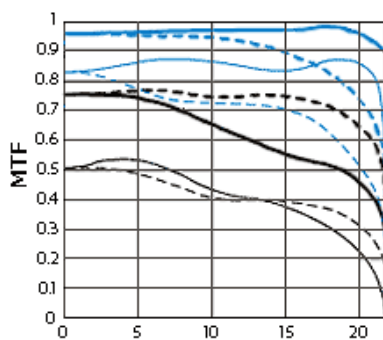
Na prvi pogled MTF grafikon (slika 34.) može biti jako zbunjujući ali bitno je da se svaka linija gleda posebno jer svaka predstavlja MTF pod drugačijim uvjetima.

Tako jedna linija može predstavljati MTF vrijednost pri otvoru objektiva  $f/4.0$ , dok druga linija može predstavljati MTF vrijednost pri otvoru objektiva  $f/8.0$ .



Slika 34. MTF graf za Canon 16-35 f/2.8L II pri 35mm

Svaka linija ima 3 različita stila; debljinu (debljina linije: debela linija predstavlja 10LP/mm kontrast u sitnim razmjerima (10LP/mm), tanka linija predstavlja rezoluciju finih detalja (30LP/mm), boju (boja linije: plava boja je za otvor blende  $f/8.0$ , dok je crna boja za maksimalan otvor blende objektiva) i vrstu (vrsta linije: isprekidana linija predstavlja mjerenje MTF po koncentričnim kružnicama od centra, dok su pune linije za mjerenje MTF po radijalnim linijama koje izlaze iz centra slike. Budući da svaka linija može biti različite debljine, boje i vrste, na MTF grafu zapravo imamo 8 različitih vrsta linija. Tako npr. krivulja koja je debela, plava i isprekidana opisuje MTF vrijednosti na koncentričnim kružnicama pri otvoru blende od  $f/8.0$  za frekvenciju linija od 10LP/mm [5].



Slika 35. MTF graf za Canon 35mm f/1.4L

Crne linije prikazuju MTF vrijednosti kada fotografiramo pri niskom osvijetljenju, kada moramo snimiti objekte koji se brzo gibaju ili kad nam je potrebna mala dubinska oštrina. Ove MTF vrijednosti će skoro uvijek biti male [5].

Na gore prikazanim MTF grafovima crna linija koja predstavlja maksimalan otvor objektiva nije prikladan prikaz kvalitete objektiva jer oni imaju različitu

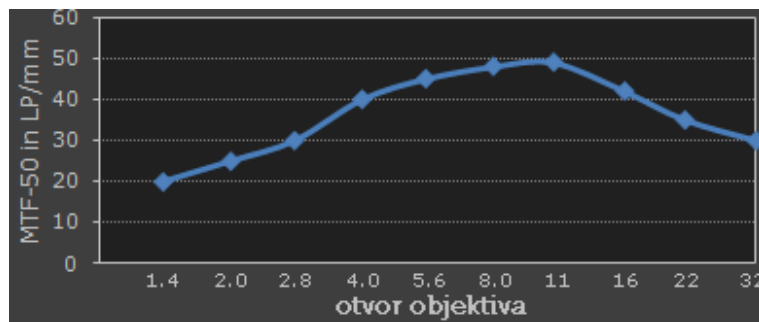
vrijednost maksimalnog otvora. Glavni razlog zašto fiksni objektiv pri maksimalnom otvoru daje tako lošije rezultate je zbog toga što je njegov otvor blende puno veći nego kod zoom objektiva. Iz ovog grafa se ne može vidjeti, ali možemo reći da će fiksni objektiv pri otvoru od  $f/2.8$  biti bolji nego zoom objektiv (slika 35.). Nažalost, to se ne može vidjeti na ovom grafu [3].

Plave su linije prikaz MTF vrijednosti kada je otvor blende objektiva  $f/8.0$ . To su situacije kada se fotografiraju pejzaži ili nam je potrebna maksimalna dubinska oštrina. Ovo je i bolji način uspoređivanja objektiva zbog toga što svi objektivni imaju otvor blende  $f/8.0$ . U navedenim grafovima vidimo da fiksni objektiv ima bolje MTF vrijednosti i pri manjim i pri većim frekvencijama linijskih parova, a još veća prednost nad zoom objektivom može se vidjeti na rubovima fotografija [5].

Debela linija predstavlja kontrast u sitnim razmjerima što daje fotografiji trodimenzionalan izgled što je nekada bitnije nego ono što predstavlja tanka linija, a to su fini detalji i rezolucija.

### 4.3. G točka objektiva

Sa smanjivanjem otvora objektiva povećava se MTF vrijednost do svoga maksimuma negdje pri srednjem otvoru objektiva te se zatim vrijednost opet smanjuje kako se smanjuje otvor. Ovaj grafikon pokazuje MTF-50 vrijednost za različite otvore blende kod jako kvalitetnog objektiva. Ljudi na engleskom govornom području otvor blende koji daje najveću MTF vrijednost zovu „sweet spot“ odnosno na hrvatskom „slatka točka“. Mi ćemo je zvati G-točka, kao asocijacija na maksimalnu gornju MTF vrijednost (slika 36.). Kod DSLR-ova G-točka je najčešće



Slika 36. MTF-50 vrijednosti za različite otvore objektiva

između otvora blende  $f/8.0 - f/16.$ , zavisno o objektivu. Pozicija G-točke isto ovisi o broju megapiksela kod fotoaparata. Kod velikog otvora blende, rezolucija i kontrast su limitirani aberacijom svjetla. Aberacija se dešava zbog nesavršenosti izrade objektiva kad svjetlo ne pada na dio senzora na koji treba pasti. Pri malim otvorima blende, rezolucija i kontrast su limitirani difrakcijom svjetla. Za razliku od aberacija, difrakcija nastaje raspršivanjem svjetlosti, a izrada objektiva ne mora biti uzrok nastanku difrakcije. Visoko kvalitetni objektiv i oni koji to nisu daju vrlo slične rezultate pri malim otvorima blende ( $f/16-32$ ). Kod velikih otvora blende, visokokvalitetni objektiv se najviše ističu, zbog materijala i kvalitete izrade [5]. Savršeni objektiv ne bi ni imao G-točku njegova najveća kvaliteta bi bila pri najvećem otvoru blende.

## 5. ISTAKNUTI FOTOGRAFI I FOTOGRAFIJE

Kroz sljedećih par stranica biti će prikazani najistaknutiji fotografi životinjskog svijeta te objašnjene najbitnije djela za ovu vrstu fotografije. Fotografije životinjskog svijeta ne moraju uvijek biti umjetničkog karaktera, već mogu biti i dokumentarnog. Tako fotografije snježnog leoparda ne daju neku veliku slobodu fotografu da on unese u djelo i dio umjetnosti, već je ona dokumentarnog karaktera zbog načina na koji je snimana. Sam taj način snimanja je umjetnost, jer je potrebno puno iskustva, strpljenja i znanja o ponašanju životinja te znanja o fotoaparatima.

### 5.1. George Shiras III

George Shiras III rođen je 1859. godine u Pennsylvaniji te je bio član Kongresa. Bio je vrstan lovac, ali kako je postajao stariji i zreliji zamijenio je pušku fotoaparatom (slika 37.) [11]. Bio je pionir fotografiranja divljih životinja. Do Georgea Shirasa III nitko nije ostavio značajan trag na području fotografiranja divljih životinja.



Slika 37. George Shiras III i njegov taksist Shime

Njegove najpoznatije fotografije snimljene su noću pomoću zamki koje aktiviraju fotoaparata. Kada životinja aktivira zamku automatski se aktivira bljeskalica u kojoj se barut zapali te time stvara jaku svjetlost. Svjetlost traje puno duže nego današnje moderne bljeskalice koje traju 1/1000 sekunde. Jaka svjetlost te zvuk koji proizvodi barut kada gori omogućili



Slika 38. Najpoznatije djelo George Shirasa III

su da se stvore spektakularne fotografije skoro pa „letećih“ srna (slika 38.). Prva ideja koju je imao bilo je kamufliranje fotoaparata te njegovo aktiviranje s 30 metara dugim kabelom. To mu je uspijevalo, ali samo za dnevno fotografiranje kad je mogao vidjeti da se životinja približila na željenu udaljenost. Onda je odlučio da želi fotografirati životinje po noći, kada su one puno mirnije te im je lakše prići. Postavljanjem zamke na određenu udaljenost te poboljšana bljeskalica koja sadrži tri goreće alkoholne lampe i jedan mehanizam koji izbacuje oblak baruta na lampe omogućilo je Georgeu da stvori zapanjujuće prizore (slika 39.) [11].



Slika 39. George Shiras III oko 1907.



Montirao bi i drugi fotoapararat koji bi snimao trenutak nakon prvoga jer jer bilo dovoljno vremena zbog dugotrajnosti svjetla od bljeskalice. Čak je i sebe jednom zapalio rukujući bljeskalicom.

## 5.2. Michael Nick Nichols

Michael „Nick“ Nicholas (slika 40.) rođen je u Alabami te je jedan od najnagrađivanijih fotografa divljeg svijeta. 1996. godine je počeo raditi kao foto-



Slika 40. Michael Nicholas u klasičnom radnom izdanju

graf za National Geographic, da bi 2008. godine došao do uredničkog mjesta. Od 1982. godine do 1995. godine bio je član Magnum Photosa, prestižne grupe koju su osnovali Henri Cartier-Bresson i Robert Capa.



Slika 41. Michael Nicholas - gorila iz Odzala nacionalnog parka (Kongo)

U fotografiranju ga vodi želja da ljudi kada vide njegove fotografije ne razmišljaju o tome kako je on to snimio ili kakav je fotoaparat koristio već da jednostavno ostanu oduševljeni onime što vide. Upravo se zbog toga specijalizirao u postavljanju zamki za aktiviranje fotoaparata. Na samim počecima nije mu išlo od ruke; zamke bi se ponekad same aktivirale, ili bi ih aktivirale kojekakve mušice pa je često dobivao ispucane filmove s praznim kadrovima [10]. Skoro je odustao od korištenja zamki; nakon što je dobio zadatak da snima tigrove, o odustajanju, naravno, nije bilo ni govora. Pronašao je jedno mjesto gdje tigar, kako bi preskočio



Slika 42. Michael Nicholas - Tigar (Indija)

vodu, skače s jedne stijene na drugu, te je na tom mjestu postavio fotoaparat sa zamkom koja se aktivira kada nešto prekine zraku infracrvene svjetlosti. Tijekom



Slika 43. Michael Nicholas - Tigar (Indija)



snimanja je dobio mnogo dobrih fotografija; snimio je između ostaloga i majmune te šišmiše, ali tigra nikako nije uspijevaio snimiti. Nakon četiri mjeseca čekanja



Slika 44. Michael Nicholas - dizalica s fotoaparatom

i života u džungli dobio je željenu fotografiju (slika 42.). Njegova želja je fotografirati životinjski svijet onakav kakav još nismo vidjeli niti znamo da postoji. Teško je izdvojiti neku njegovu fotografiju i tvrditi da je bolja od druge, ali ima jedna za koju možemo reći da je jako inovativno snimljena. U šumi je trebalo snimiti 105 metara visoko stablo sekvoje. Problem je bio što se nije mogao dovoljno udaljiti od stabla kako bi mu ono cijelo stalo u kadar, a da mu pri tome ne smetaju ostala stabla.; odlučio je napraviti panoramu stabla [10]. Došao je na ideju pravljenja mini dizalice pomoću konopa, koja je s vrha stabla spuštala tri fotoaparata (slika 44.) koji su svakih par metara snimili fotografiju. Na kraju je 84 snimljene fotografije ujediniio u jednu veliku te dobio spektakularan prikaz najvećeg stabla na svijetu (slika 45.).



Slika 45. Michael Nicholas - genijalnost od 84 fotografije

## 5.3. Steve Winter

Život Stevea Wintera je sve samo ne dosadan: gotovo se nitko ne može pohvaliti činjenicom da ih je proganjao jaguar, grizli ili pak da su propali u živi pijesak i pritom izvukli živu glavu: Steve Winter je jedan (možda i jedini) od onih rijetkih koji to mogu [10].



Slika 46. Steve Winter - prezentacija svoga rada

Svoj prvi fotoaparat dobio je sa sedam godina i od tada mu je životni san putovanje po svijetu i fotografiranje. 1991. godine pridružuje se timu National Geographica kao fotograf te dobiva naoko nemoguć zadatak: snimiti snježnog leoparda. U ekspediciju na sjever Indije je krenuo s 32 torbe opreme, gdje je uz pomoć



Slika 47. Steve Winter - snježni leopard



lokalnih ljudi i dugotrajnih priprema planirao snimiti snježnog leoparda. Ponio je 14 fotoaparata te šest tjedana živio na  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ne bi li pronašao snježnog leoparda.



Slika 48. Steve Winter - snježni leopard

Nakon pet mjeseci priprema za snimanje te života u neljudskim uvjetima dobio je željene fotografije (slika 47. i 48.). Fotoaparat koji je snimao aktiviran je pomoću zamke te je dodatno koristio po jednu ili dvije bljeskalice kako bi mogao snimati noću.



Slika 49. Steve Winter - Crvenooka žaba

## 5.4. Poznate fotografije te priče iza njih

2008. godine u kategoriji podvodne fotografije (National Geographic - Best Wildlife Photography) pobjednik je bio Brian Skerry s fotografijom ronioca i kita usana. Brian je dobio zadatak od National Geographica da snimi tu rijetku podskupinu kitova. Fotografirao ih je kraj Aucklanskog otočja kod Novog Zelanda, gdje obitava ta populacija kitova. Koristio je svoga sistenta Mauricia Handlera kao mamac za diva od 70 tona [12]. Kitovi su po prilici jako radoznali pa nije dugo tre-



Slika 49. Brian Skerry - pobjednik u kategoriji podvodne fotografije (2008)

balo da se približi ronioncu (slika 49.).

U kategoriji životinsko behaviorizma nagradu je osvojio David Maitland za fotografiju “Deadlock” (slika 50.). Snimljena je u kišnim šumama Belize. David je od ponoć pa do tri sata u jutro promatrao kako Crvenooka šumska žaba, koja je inače jako rijetka, pokušava izvući živu glavu od mačkooke zmijske. Tri sata žaba je pokušavala maknuti zmijsku sa sebe, a zmijska jednostavno nije popuštala [12]. To je više izmorilo fotografa nego njih, tako da je David na kraju sišao sa stabla jer je bio preumoran te nažalost nije vidio završetak borbe.



Slika 50. David Maitland - Deadlock (2008)

Jedan od najpoznatijih fotografa današnjice Stefano Unterthiner, šest tjedana je pratio crnoprse makakije. Majmuni imaju veliku koloniju na indonezijskom otoku Sulaveziju, ali jako im je teško prići jer većinu svog života provode na stablima. Stefano je šest tjedana nosio istu robu tako da se majmuni lakše priviknu na njegovu prisutnost [12]. Čekajući na obali otoka, prišao mu je jedan majmun skako po njemu te brzo pobjegao. U svome stilu Stefano je uspio snimiti genijalnu fotografiju za koju je dobio mnoge nagrade (slika 51.).



Slika 51. Stefano Unterthiner - crnoprski makaki (Sulavezij)

Fotograf Chris Johns već dvanaest godina fotografira lavove u divljini, ali kako i sam kaže tek u zadnjih par godina uistinu uspijeva uslikati lava onako kako on to želi. Na ovoj njegovoj fotografiji koja je jedva nastala zbog toga što je bilo slabo osvijetljenje, vozilo u kojem se vozio neprestano se treslo, te je puhao jak vjetar. Od stotinjak slika koje je ispucao, svega njih nekoliko su bile dovoljno oštre da se mogu koristiti i ovo je jedna od njih (slika 52.).



Slika 52. Chris Johns - Lav na vjetrometini



## 6. PRAKTIČNI SAVJETI I TEHNIKE FOTOGRAFIRANJA

Fotografiranje životinjskog svijeta uvijek je izazov, pogotovo ako planirate snimati kreativne, dinamične i zapanjujuće prizore a ne samo obične fotografske zapise. Snimanje divljih životinja koje ne žele niti malo surađivati može biti jako frustrirajuće i zahtijeva izrazito mnogo strpljenja i smirenosti [2]. Ali kad dobijemo fotografiju koju smo željeli sve to se isplati pa čak i mnogostruko, jer nema većeg zadovoljstva nego snimiti ono što si zamislio. Početak bavljenja nekom aktivnošću zahtijeva mnogo vježbe pa tako i fotografiranje. Snimanje životinja zahtijeva poznavanje mnogo tehnika za koje treba dosta vremena da se svladaju. Na početku je bitno upoznati se s fotoaparatom i mogućnostima koje on nudi, upoznati sve njegove funkcije te kako koju funkciju prilagoditi uvjetima i životinjama koje fotografiramo.

### 6.1. Pripreme terena

Svi ozbiljni fotografi će reći da je strpljenje ključno za biti dobar fotograf životinjskog svijeta jer treba moći mirno sjediti u zasjedi 12 sati za pet minuta fotografiranja, pa onda opet doći sutra da bi se te fotografije još bolje snimile. Ako fotografiramo nešto samo par minuta, nećemo dobiti onu kvalitetu koju bi dobili da fotografiramo par sati, jer svremenom provedenim fotografirajući, raste naše iskustvo te time i kvaliteta kompozicije, ekspozicije i drugih elemenata.

Ovakva vrsta fotografije razvija se sve brže zbog sve manje cijene opreme na tržištu. Vrhunska oprema dostupna je sve većem broju fotografa početnika. Zbog toga raste pritisak na poznata mjesta gdje se životinje fotografiraju te raste uznemirenost životinja zbog sve veće ljudske aktivnosti. Treba imati u vidu da se životinje ne smiju uznemiravati, a to je najbolje tako da otkrivamo nova mjesta za fotografiranje i pokušamo iz njih izvući maksimum. Nema smisla fotografirati s nekog mjesta gdje je oko vas još 20 fotografa. Tu nema nikakve vrijednosti ni pretjeranog truda.

Mnogi fotografi odlaze s jedne lokacije na drugu, jer znaju da će moći snimiti zadovoljavajuću fotografiju, pa onda opet mijenjaju lokaciju. Loša strana mijenjanja lokacije je to što nikad nećemo moći naučiti ponašanje našeg subjekta. S mijenjanjem lokacije ćemo dobiti dobre fotografije, ali ništa značajno ih neće izdvajati od mnogobrojnih fotografija koje su već prije snimljene. Zato se treba dugo zadržati na jednom području te upoznati svog subjekta, jer tako ćemo sigurno dobiti kvalitetnije i kreativnije fotografije jer ćemo biti prisiljeni da snimamo na kreativniji način nego šta smo jučer snimali, s time se puno brže razvijamo kao fotograf [1].

Prije svakog izlaska na teren potrebno je istražiti vremenske uvjete te se njima prilagoditi. Ako znamo da samo oko podneva možemo biti na nekoj lokaciji onda bi se trebali prilagoditi vremenskoj prognozi te čekati oblačno vrijeme tako da nemamo istaknute sjene i preekspoziranih djelova fotografije. Isto tako, zavisno o lokaciji treba paziti na razdoblja plime i oseke, smjer i jačinu vjetra, poziciju sunca te mnoge druge faktore koje utječu na snimanje fotografija [2].

Upoznavanje svoga subjekta je jedan od ključnih elemenata za dobru fotografiju. Životinje često sa svojim ponašanjem mogu nagovjestiti što će učiniti. Hoće li to biti bijeg ili neki obred prije parenja to sve se može zaključiti iz njihovog ponašanja, zato je jako bitno proučiti životinjski behaviorizam te što više vremena provesti u divljini. Ako znamo da će biti loš dan za fotografiranje, onda to može biti dobar dan za proučavanje ponašanja životinja.

## 6.2. Tehnikalije

Tijelo fotoaparata uz objektivne je najvažnije što moramo imati, jer jedno bez drugog ne funkcionira, logično. Kakav fotoaparat ćemo imati, to ovisi o našim mogućnostima i željama. Fotoaparati s manjim sensorom su prikladni za fotografiranje jer povećavaju žarišnu duljinu objektiva, jedini je problem što je šum na njima istaknutiji, te je veća dubinska oštrina. Najviše korišteni fotoaparati su s faktorom izrezivanja od 1.3x jer nemaju veliku količinu šuma, a povećavaju žarišnu duljinu objektiva. Takvi fotoaparati su najčešće i namjenjeni za fotografiranje životinja ili za sportsku fotografiju. Imaju mogućnost snimanja velikog broja slika u sekundi pri

maksimalnoj rezoluciji te jako kvalitetno automatsko izoštravanje.

Što se tiče formata zapisa možemo birati između JPEG i RAW formata. Za fotografiranje životinjskog svijeta gdje nemamo previše vremena za snimanje, te najčešće moramo biti jako brzi, RAW je najbolja opcija za format zapisa fotografije [2]. On nam omogućuje da fotografiju na računalu naknadno podešavamo jer sadrži mnogo više podataka nego JPEG pa pri mijenjanju fotografije ne dolazi do gubitka kvalitete.

Zaštita za opremu je bitna. Treba biti dobro pripremljen kada se ide na teren snimati pogotovo ako pada kiša, more nas zapljuskuje, puše jak vjetar i nosi prašinu i pijesak, visoke ili jako niske temperature. Takvi uvjeti rada mogu pomoći da se snime jako zanimljive i neobične fotografije, ali mogu jako naštetiti našoj opremi. Zato je potrebno da našu opremu zaštitimo. Na tržištu postoje mnogobrojne vodootporne zaštite za fotoaparate i objektivne pa je to uvijek poželjno nositi sa sobom. Stative je bitno redovito rastavljati oprati i dobro osušiti da bi se izbjegla korozija.

Uporaba objektivna s velikom žarišnom duljinom je nužnost. Ti objektivni su veliki, teški te jako skupi. Začudili bi se koliko malo uvećavaju sliku ti objektivni, tako objektiv od 500mm uvećava sliku samo 10x. Izgrađeni su tako da im je prva leća jako velika tako da može što više svjetla doći do fotoaparata, što objektivni čini jako velikim i teškim [1]. To je nužno da bi automatsko izoštravanje normalno funkcioniralo, jer što je manje svjetla izoštravanje je sporije. Zbog velike žarišne duljine, pozadine na fotografijama su jako zamucene što jako dobro ističe naš subjekt koji je izoštren, te isto tako ne moramo se nužno previše približavati i ometati životinje. Korištenje širokokutnih objektivna nije baš uobičajna praksa kod ovakve vrste fotografije, ali može u nekim slučajevima dati zanimljive rezultate. Možemo ih koristiti kad želimo prikazati okruženje u kojem se životinje nalaze ili ako smo u mogućnosti da se približimo jako blizu životinji ili ona nama. Makro objektivne koristimo ako želimo snimiti nešto što je jako maleno a potrebno nam je veliko uvećanje. Najčešće makro objektivne koristimo kod fotografiranja kukaca ili malenih životinja kao što su žabe, zmije ili neke druge sitne životinje.

Ekstenderi su dodatni objektivni koji se stavljaju između fotoaparata i objektiva. Postoje 3 vrste ekstendera, od Canon-a s 1.4x i 2.0x faktorom uvećanja, dok Nikon ima ekstender s 1.7x faktorom uvećanja. Ekstenderi povećavaju žarišnu duljinu objektiva za svoju vrijednost. Pa ako imamo objektiv sa žarišnom duljinom od 200mm, s eksterderom 2.0x ćemo dobiti vrijednost od 400mm. Problemi nastaju što se gubi kvaliteta fotografije, te se maksimalan otvor objektiva smanjuje za vrijednost faktora uvećanja. Tako objektiv 200mm f/2.8 sa eksterderom će biti 400mm f/5.6, što je velika razlika u otvoru objektiva, pogotovo zbog toga što kod objektiva s velikom žarišnom duljinom ne ulazi dovoljno svjetla. Zato je bitno koristiti stativ ili bilo kakve druge vrste stabilizatora fotoaparata. Uz ekstendere poželjno je da imamo i rezervne baterije i memorijske kartice. Baterije imaju tendenciju da se brzo prazne u kada se koriste u hladnim uvjetima. Više memorijskih kartica je uvijek dobro imati jer ako nam se jedina kartica pokvari ili uništi, onda nam sva ostala oprema ne može pomoći da pohranimo fotografije.

Za dobivanje oštre fotografije najbitnije je imati dobar oslonac za fotoaparat. Bio to tronožni stativ, jednonožni stativ ili vreća koja se može prilagoditi na neravne podloge dobar i stabilan oslonac je ključan. Cijene mogu nekad i biti veće od objektiva ali zbog malih brzina ekspozicija koje se često koriste stabilan oslonac nužan.

Poznavanje funkcija na fotoaparatu kao što su: prioritet otvora objektiva ili prioritet brzine ekspozicije je od životne važnosti. Tako ako želimo snimiti ostru životinju u trku dok je pozadina zamućena, morati ćemo koristiti prioritet brzine ekspozicije te vrijednost staviti na oko 1/10 - 1/60 sekunde te koristiti tehniku zvanu panning za praćenje životinje u pokretu. Ako pak želimo dobiti i životinju u trku i pozadinu oštro, koristiti ćemo prioritet brzine ekspozicije te vrijednost staviti na baremo 1/1600 - 1/2000 sekunde. Dubinsku oštrinu podešavamo s prioritetom otvora objektiva, tako ako imamo manji otvor, dubinska oštrina će biti veća i obrnuto.

## 6.3. Kompozicija i svjetlo

Fotografirajući životinje često smo u situaciji da imamo jako malo vremena da složimo kompoziciju. Ako fotografiramo iz zasjede, limitirani smo veličinom skrovišta, te na koju stranu skrovište ima otvor za fotografiranje. Iskustvo igra veliku ulogu u ostvarivanju dobre kompozicije. Stativi također ograničava sposobnost brze promjene kompozicije jer su dosta nezgrapni pa je u takvim situacijama bolje koristiti jednonožni stativ. Jednostavnost je nekada dobar recept za uspješnu kompoziciju fotografije. Kod slaganje kompozicije treba paziti da nebitne djelove izdvojimo, a bitne da uključimo u kompoziciju. Glavne elemente treba držati podalje od ruba fotografije, te unutar kompozicije izbjegavati velike površine jakih sjena ili bezličnih površina [1].

Fotografiranje iz jako niskog kuta nam omogućava da bolje izoliramo subjekt od pozadine zbog dubinske oštine. Pri niskim kutevima se mijenja udaljenost od pozadine pa tako pozadina može biti neki udaljeni zalazak sunca, a ako je visok kut snimanja onda pozadina najčešće bude podloga na kojoj stoji subjekt. Česta greška pri slaganju kompozicije je da pogled subjekta okrenemo bližem rubu slike, odnosno da u smijeru prema kojem je subjekt okrenut ima manje mjesta na fotografiji nego iza njega. Način da se složi dobra i brza kompozicija je da podjelimo fotografiju na 9 jednakih djelova pomoću dvije vertikalne i dvije horizontalne linije. Subjekt bi trebali staviti na sjecište tih linija, jedino ako je subjekt prevelik da bi cijeli stao onda treba pokušati da su mu oči u centru fotografije i naravno, izoštrene.

Kod većeg broja životinja zna doći do njihovog preklapanja na fotografiji. To je najbolje izbjeći tako da se pričekava da se one same pomaknu te prema tome onda složiti kompoziciju. Kada se životinje preklope onda životinja koja je iza životinje koja je u fokusu uzima pažnju toj životinji. Preklapanje subjekata možemo koristiti ako njihovo ponašanje zahtijeva takvu kompoziciju.

Uporaba prednjeg svijetla omogućava nam da snimimo fine detalje i boje na subjektu. Da bi se iskoristio maksimum od prednjeg svijetla bitno je da naša sjena pada na pod u smijeru našeg subjekta. S time će subjekt cijeli biti osvijetljen

te će biti minimalne sijene na njemu. Prednost ovakvog svjetla je što ćemo uvijek dobiti odsjaj sunca u oku subjekta što daje jednu eleganciju fotografiji, dok je nedostatak što će subjekt izgledat dvodimenzionalan zbog nedostatka sijena te laganih prijalaza sa svjetlih djelova na tamne. Bočno svjetlo naglašava teksturu i daje volumen subjektu te daje dramatičan efekt. Bitno je da svjetlo nije pre jako, odnosno da snimamo kada je sunce nisko na nebu, jer tada je svjetlo mekše te neće dati prejake sjene niti presvjetle djelove osvjetljene strane subjekta. Bočna svjetlost ne funkcionira dobro kada imamo neku detaljnu pozadinu, zato je najbolje da pozadina bude u hladu tako da više subjekt dođe do izražaja. Ekspoziciju treba namjestiti po osunčanom dijelu subjekta zbog toga što ljudsko oko puno lakše prihvaća tamne djelove fotografije nego “spržene” [1].

Kontrast je ponekad moguće smanjiti sa direktnim bljeskom bljeskalice. Stražnje svjetlo daje najviše atmosfere fotografiji te dojam dubine. Kompozicija bi trebala biti što jednostavnija te bi se fotografija trebala bazirati na osvjetljenom obrubu subjekta. Objektivu uvijek moraju biti očišćeni i bez iti malo prašine, zbog toga što će ta prašina biti jako vidljiva ako svjetlo direktno ulazi u objektiv.

Po oblačnom vremenu subjekt gubi na voluminoznosti jer nema izrazitih sjena, ali zato je osvjetljenost subjekta skoro pa jednaka po cijeloj površini. Prednost snimanja po oblačnom vremenu je to što možemo snimati cijeli dan, a kad je vrijeme je sunčano najbolje je snimati kada kada je sunce nisko na horizontu. Nedostatak je što ako subjekt nije dovoljno udaljen od pozadine zna se stopiti s njom, zato je bitan niski kut snimanja sa što manjom dubinskom oštrinom.

## 7. EKSPERIMENTALNI DIO

Osim poznavanja pojedinih komponenti fotoaparata i objektiva, kao i osnovnih funkcija snimanja, bitno je znati kako pojedine postavke utječu na tehničku kvalitetu fotografije. Za ovu vrstu fotografije presudan utjecan na kvalitetu imaju: odabir ISO osjetljivosti i odabir otvora objektiva. ISO osjetljivost izravno utječe na pojavu šuma na fotografiji, a otvor zaslona na dubinsku oštrinu. Zato će u eksperimentalnom djelu rada posebna pozornost biti usmjerena upravo na testiranje šuma pri različitim ISO vrijednostima, kao i na testiranje dubinske oštine. Dobiveni rezultati uveliko mogu doprinjeti većem razumijevanju međusobnih ovisnosti pojedinih postavki, te omogućiti bolju kontrolu nad onim što želimo postići na fotografiji.

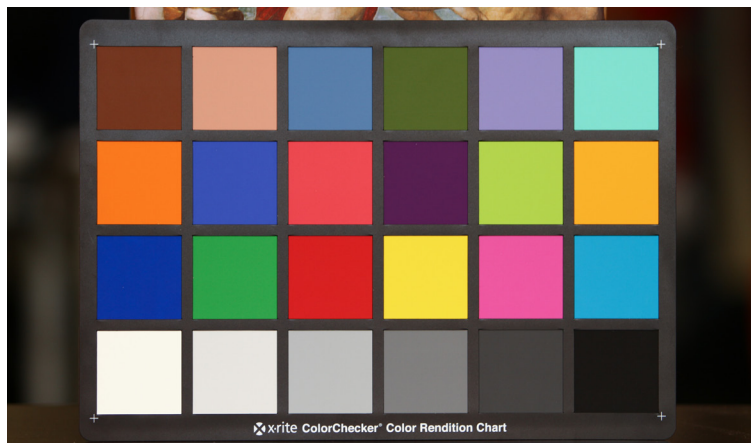
### 7.1. Korištena oprema

Koristiti ćemo fotoaparate Canon 20D i Canon 7D. Canon 20D je fotoaparat proizveden 2004. godine koji ima ugrađen DIGIC II procesor. Veličina senzora mu je APS-C (22.5mm x 15mm) te ima 8 megapiksela. Drugi fotoaparat je Canon 7D koji je proizveden je 2010. godine te ima dva DIGIC IV procesora koji su zaduženi za obradu svjetlosnog signala sa senzora. Veličina senzora je kao i kod prethodno fotoaparata samo što ima 18 megapiksela, odnosno malo više nego dvostruko od Canon 20D. Možemo očekivati da će Canon 7D imati većim problema s šumom nego 20D zbog puno većeg broja piksela na istoj površini, ali zbog dvostrukog DIGIC IV procesora trebao bi dati bolje rezultate. Uz dva fotoaparata koristiti ćemo i objektiv Canon EF 70-200mm f/2.8 L te testnu kartu boja X-rite ColorChecker, te Adobe Photoshop CS5 kao program za obradu fotografija na računalu.



## 7.2. Testiranje šuma pri različitim ISO vrijednostima

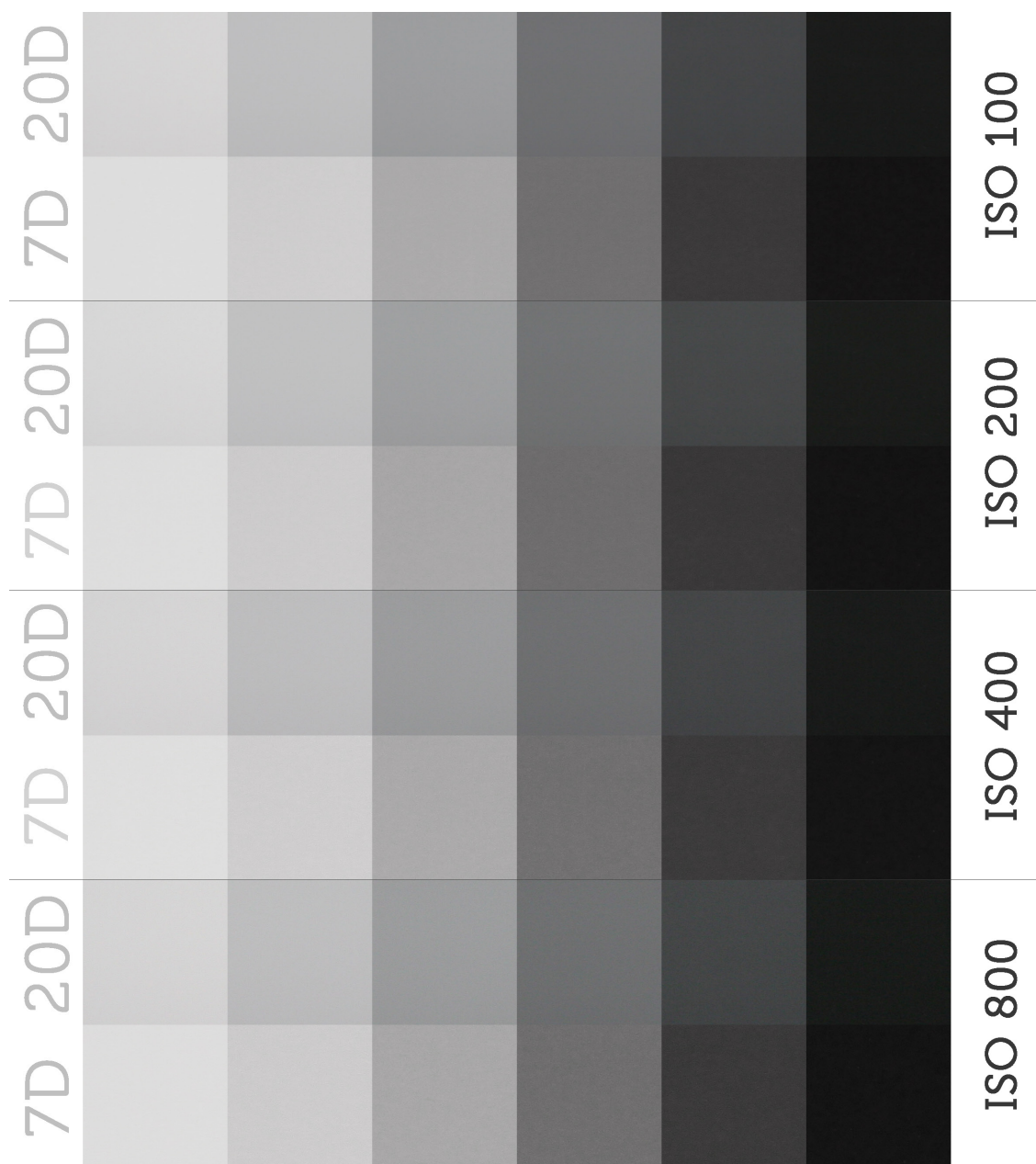
Za testiranje šuma smo koristili testnu kartu boja X-rite ColorChecker koja je snimljena s istog mjesta, različitim fotoaparatom te različitim ISO osjetljivostima senzora (slika 53.).



Slika 53. Testna karta boja X-rite

Površina djela slike koju smo koristili za usporedbu šuma pri različitim istovrijednostima je ista za oba fotoaparata i iznosi 330 x 330 piksela. Zbog toga što je Canon 20D stariji model fotoaparata on nema mogućnost odabira veće ISO osjetljivosti senzora od 3200.

Na priloženoj slici (slika 54.) možemo vidjeti usporedbu Canon 20D i 7D pri različitim ISO vrijednostima senzora za različite tonove. Možemo zaključiti da senzor Canona 20D ima manje šuma osim u najtamnijim tonovima gdje šum od 7D ima manju količinu fluktuacija boja.



Slika 54. Usporedba šuma od vrijednosti 100 do 800

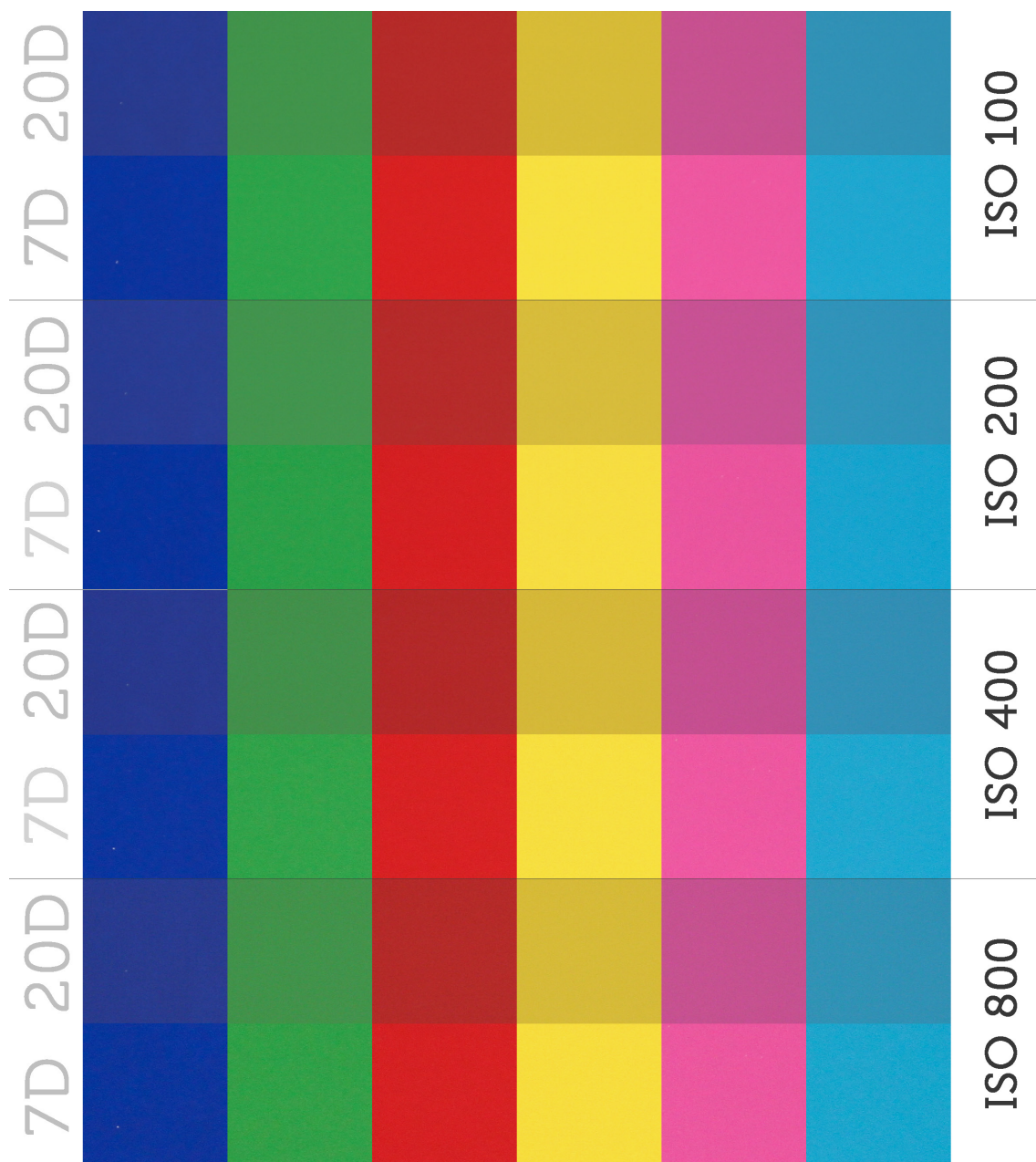
Pri vrijednostima većim od ISO 800, vidimo da komponenta šuma koja sadrži varijacije svjetlosnih vrijednosti je istaknutija kod 7D senzora, ali zato fluktuacije boja su istaknutije kod 20D senzora (slika 55.). Jedino kod najtamnijih tonova manja je količina sveukupnog šuma kod senzora od Canon 7D što možemo zahvaliti dvostrukom DIGIC IV procesoru.



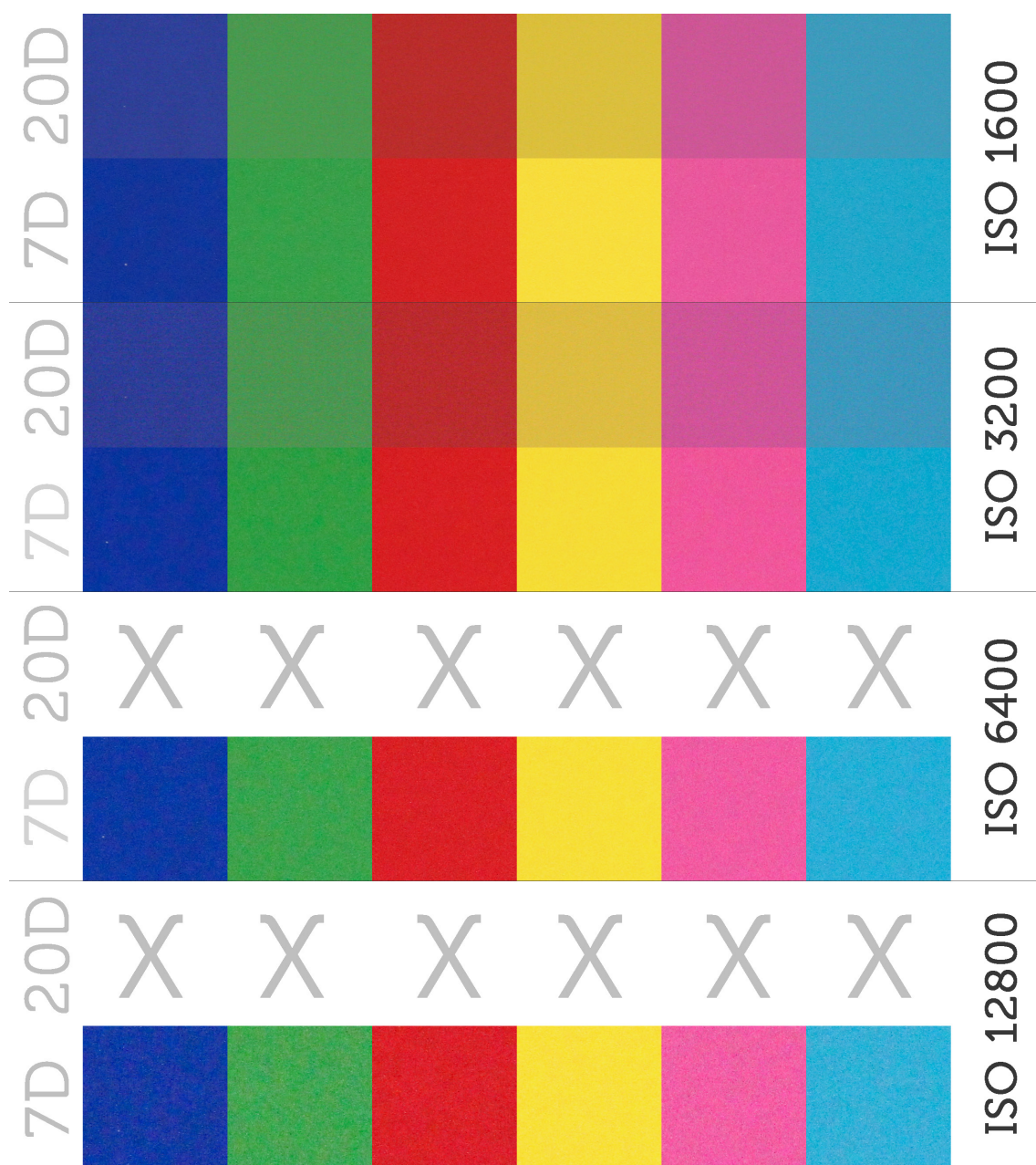
Slika 55. Usporedba šuma od vrijednosti 100 do 800



Količina šuma ovisi i o boji podloge koju fotografiramo tako kod senzora od Canon 20D možemo vidjeti (slika 56.) da je veća količina šuma kod crvene i zelene podloge nego kod senzora od 7D, dok za ostale podloge količina šuma manja. Ista je stvar i za ISO vrijednosti veće od 800 (slika 57.).



Slika 56. Usporedba šuma za različita obojenja podloge



Slika 57. Usporedba šuma za različita obojenja podloge

Možemo zaključiti da se bolje ponaša senzor od Canon 20D pri visokim ISO vrijednostima nego senzor od Canon 7D, ali treba uzeti u obzir gustoću piksela na pojedinom senzoru. Za testiranje smo uzeli kvadrat od svake fotografije dimenzija 330x330 piksela. Da bi snimljene površine bile jednake za oba aparata onda bi površina za Canon 7D trebala biti 690x690 piksela što znači da bi na toj površini šum bio manje uočljiv nego kod starijeg senzora. Za to je zaslužan dvostruki procesor koji se nalazi unutar tijela od 7D fotoaparata koji ima jako kvalitetne mogućnosti uklanjanja šuma.

### 7.3. Testiranje dubinske oštine

Za testiranje dubinske oštine korišten je fotoaparat Canon 7D te objektiv 70-200mm f/2.8 L. Za kontrolu i pregled dubinske oštine korištena je šarena pozadina koja je udaljena 50cm od objekta koji je izoštren (slika 58.).

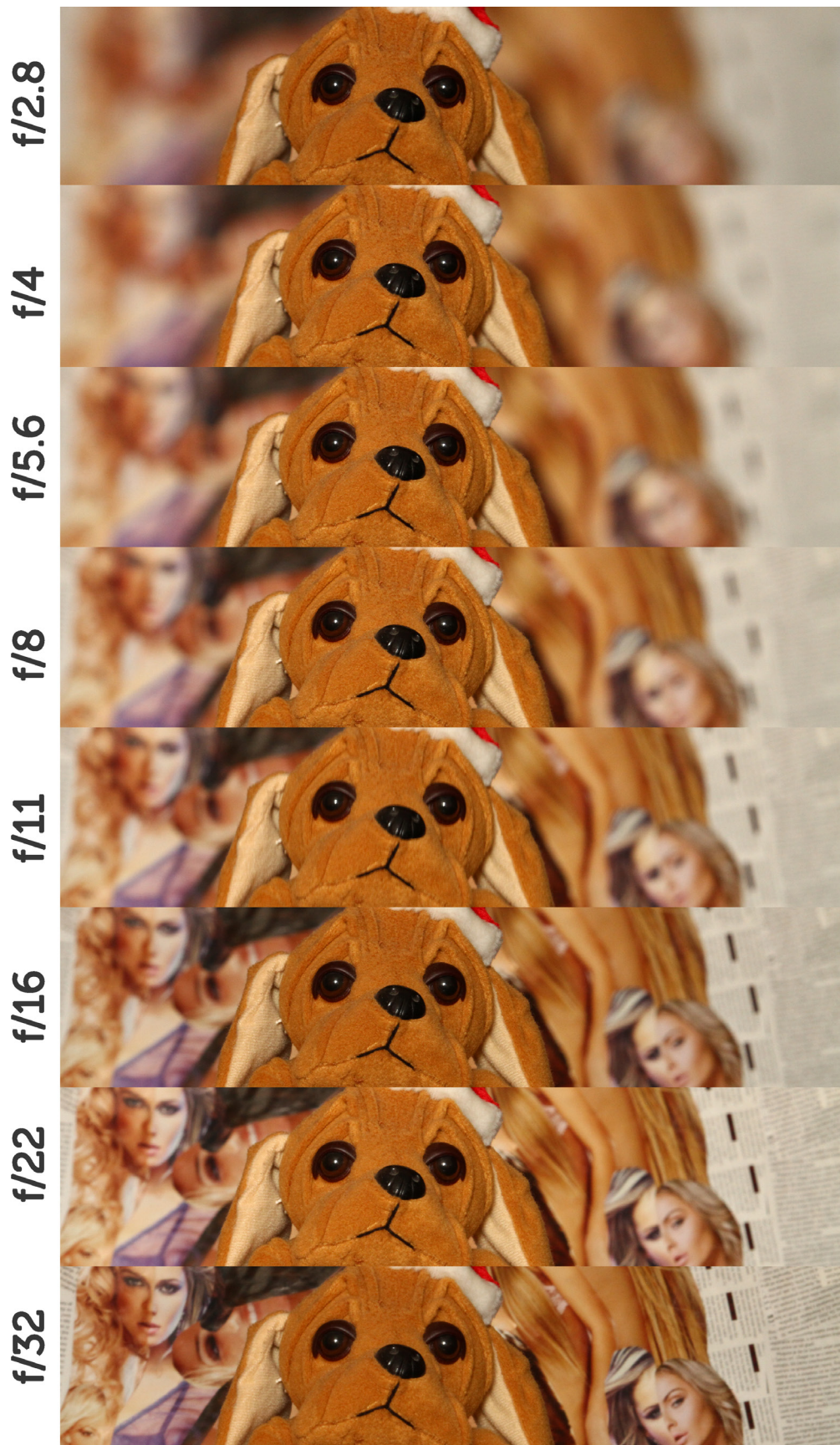


Slika 58. Medo i šarena pozadina za kontrolu dubinske oštine

Dubinska oština ovisi o četiri faktora, a to su: žarišna duljina objektiva, otvor objektiva, udaljenost fotoaparata od objekta koji je fokusiran te veličina senzora. Kod snimanja životinja najčešće se teško približiti životinji pa se zato koriste objektiv s velikim žarišnim duljinama. Često pozadina odvrća pozornost sa subjekta kojeg smo snimili, pa je važno da kontroliramo oštrinu pozadine, a to možemo tako da je zamutimo da subjekt dođe više do izražaja.

Na slici (slika 59.) možemo vidjeti kolika je dubinska oština pri različitim otvorima objektiva. Pri najvećem otvoru objektiva f/2.8 možemo vidjeti da je najveće замуćenje pozadine odnosno najmanja je dubinska oština. Što se smanjuje otvor objektiva to se povećava dubinska oština, pa pri najmanjim otvorom f/32 je skoro moguće pročitati tekst na pozadini.

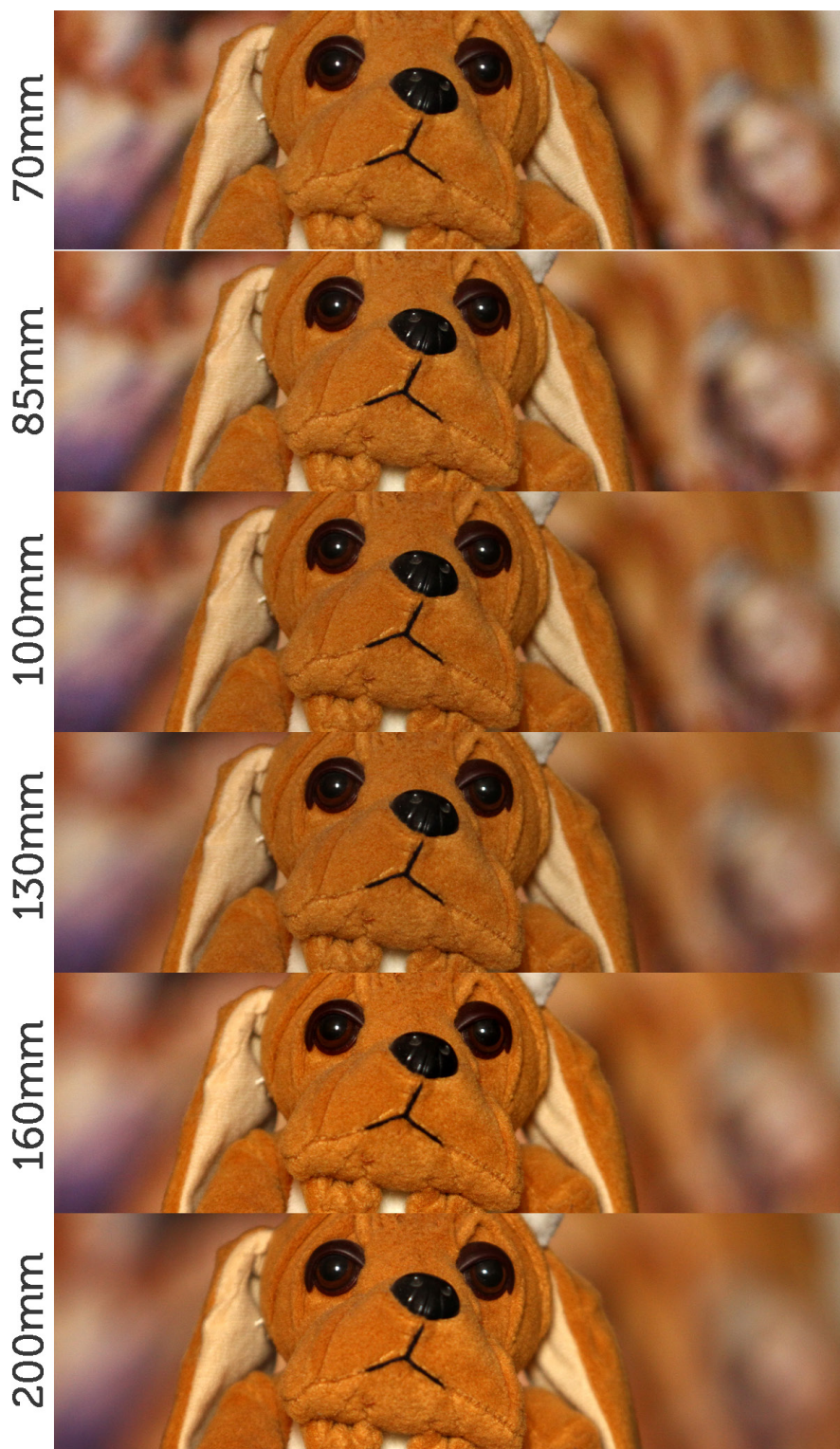




Slika 59. dubinska oština zavisno o otvoru objektiva ( žarišnja duljina: 130mm udaljenost: 2m )

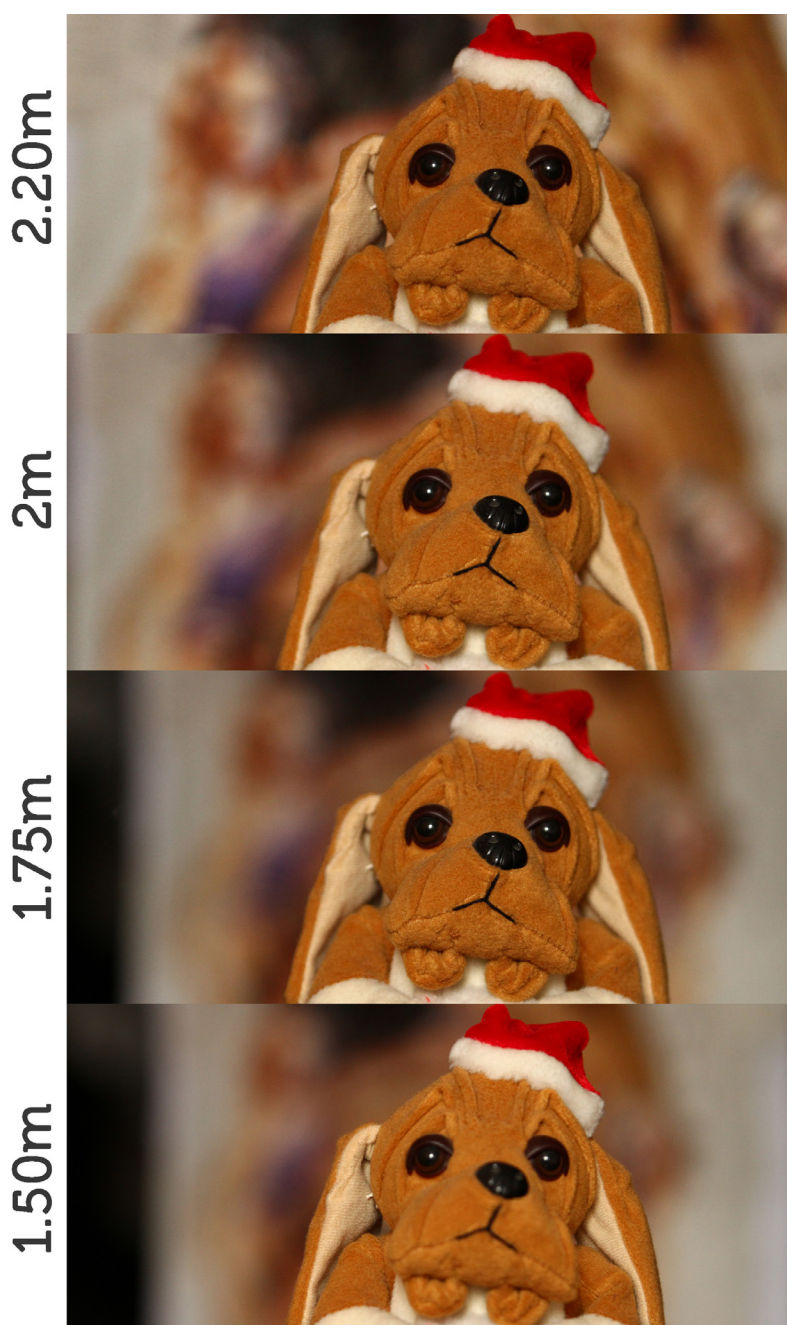


Dubinska oštrina ovisi i o žarišnoj duljini objektiva. Što je manja žarišna duljina objektiva to je veća dubinska oštrina te obrnuto. Na slici (slika 60.) možemo vidjeti kako se smanjuje dubinska oštrina ovisno u žarišnoj duljini objektiva.



Slika 60. dubinska oštrina zavisno o žarišnoj duljini objektiva (otvor objektiva:  $f/2.8$  udaljenost: 2m )

Udaljenost subjekta od fotoaparata je još jedan faktor koji utječe na dubinsku oštrinu. Što je subjekt kojeg smo izoštrili bliži, to je dubinska oštrina manja (slika 61.). Osim tri navedena faktora, na dubinsku oštrinu još i utječe veličina senzora. Što je senzor veći to je manja dubinska oštrina, a samim time i crop faktor senzora. Tako da fotografi životinjskog svijeta često imaju dilemu između crop faktor senzora koji daje veću žarišnu duljinu objektivu, ili većeg senzora koji daje manji šum na fotografijama te manju dubinsku oštrinu.



Slika 61. dubinska oštrina zavisno o udaljenosti subjekta (žarišnja duljina: 100mm otvor objektivu: f/2.8)



## 8. VLASTITI RADOVI

Na nekoliko idućih stranica biti će prikazani moji radovi s opisom nastajanja te tehničkim informacijamao fotografijama.



Slika 62. "Srna u zaletu" Canon 7D 200mm f/4.0 1/1600sec. ISO640

Jedna od prvih kvalitetnih fotografija životinjskog svijeta, nastala je 2009. godine na području oko Karlovca (slika 62.). Snimljeno metodom "potraj pa slikaj" odnosno, čekajući iz zaklona dok plaćeni tjerači divljači tjeraju srnu u smjeru koju je prvotno određen kao najbolji radi kompozicije.

Fotografija "muflon me gleda" (slika 63.) nastala je u zaštićenom djelu lovišta gdje lovci čuvaju i njeguju muflone koji su zaraženi parazitom koji im onesposobi centar za orijentaciju. Korištena je centralna kompozicija da bi istakla njegov snažni i prodorni pogled.





Slika 63. "Muflon me gledí" Canon 7D 200mm f/2.8 1/320sec. ISO500



Slika 64. "Košuta" Canon 7D 200mm f/2.8 1/60sec. ISO1250



“Košuta” je uslikana 2009. godine (slika 64.), isto kao i prethodne dvije fotografije na podvelebitskom području. Pri ovako sporij brzini okidača 1/60sek. pravo je čudo što je fotografija oštra, ali zahvaljujući dobrom osloncu koji su pružila vrata od automobila imamo jako kvalitetnu i meni jednu od najdražih fotografija. Podvelebitsko područje sjevernog Velebita je poznato po velikom broju jelena i košuta koji ponekad dolaze skroz do mora.



Slika 65. “Mlado od jelena ili ti ga tele” Canon 7D 200mm f/2.8 1/320sec. ISO3200

Fotografija (slika 65.) “Mlado od jelena ili ti ga tele” je snimljena u isto vrijeme kao i fotografija “Košuta” (Slika 64.). Bilo je to rano jutro, oko 6 sati, još prije svitanja. Kada košute i njihovi mladi nisu dovoljno zagrijani da brzo pobjegnu što mi je omogućilo da snimim kvalitetan prizor promrzlog teleta.

Fotografija “Mrki medo” je snimljena 2012. godine u šumama Gorskog Kotara u blizini Ravne Gore. Fotografija prikazuje mladog medvjeda u ne baš tihom brundanju (slika 66.). Područje je puno jedinki medvjeda, te sam pri ovoj ekspediciji bio u mogućnosti nesmetano ih snimati. Bio sam u pratnji lovočuvara Tomislava Šporera na kojeg su medvjedi naviknuli te nisu pokazivali nikakve agresije ili uznemirenosti, što je inače karakteristično kada divlji medvjedi dođu u kontakt s ljudima. Ovo su samo neke odabrane fotografije (od slike 67. - 72.).

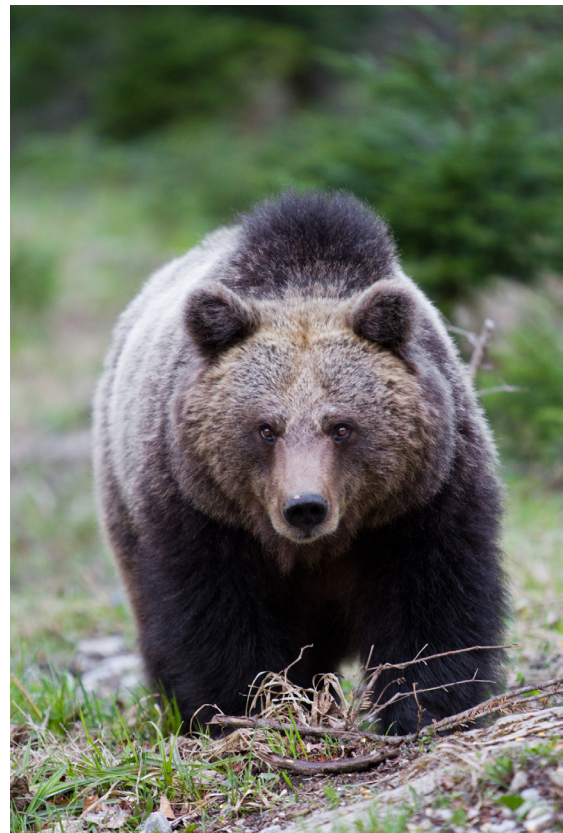




Slika 66. "Mrki medo" Canon 7D 200mm f/2.8 1/250sec. ISO1600



Slika 67. Canon 7D 200mm f/2.8 1/400sec. ISO1600



Slika 68. Canon 7D 195mm f/2.8 1/400sec. ISO1600





Slika 69. Canon 7D 200mm f/2.8 1/320sec. ISO640



Slika 70. Canon 7D 160mm f/2.8 1/400sec. ISO1250





Slika 71. Canon 7D 170mm f/4 1/400sec. ISO1600



Slika 72. Canon 7D 145mm f/2.8 1/125sec. ISO1600





Slika 73. "Srdac se guzi" Canon 7D 200mm f/2.8 1/200sec. ISO1600

Fotografija je nastala u isto vrijeme kada i fotografije smeđeg medvjeda (slika 73.). Simpatični srdać pozira bez iti malo straha, pravi maneken.



Slika 74. "Leteća močvarica" Canon 7D 200mm f/3.2 1/800sec. ISO160

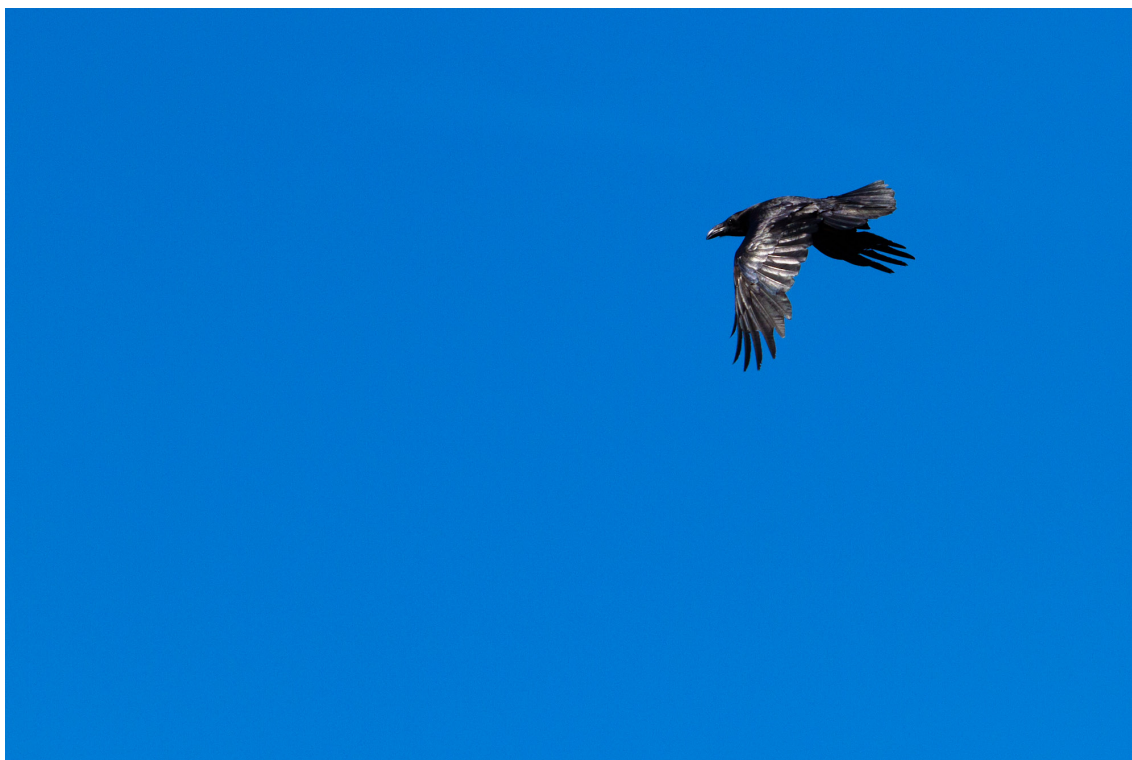
Nakon neprospavane noći zbog iznenadne hladne fronte, ležao sam na jutarnjem suncu da se napokon malo ugrijem. Iznad mene je lebdjela nekom još neutvrđena ptica močvarica, vjerojatno čaplja. Snimljena kroz krošnju tek propupalog bagrema daje fotografiji dozu voajerizma te krošnja savršeno upotpunjuje kadar (slika 74.).





Slika 75. "Poleti galebe" Canon 20D 17mm f/14 1/40sec. ISO400

Galebovi u zimskom letu zagrijavaju svoja promrznuta krila (Slika 75.). Snimljeno na podvelebitskom području. Korištene su manje brzine zatvarača da se prikaže gibanje pojedinih galebova, te mali otvor objektiva da se dobije veća dubinska oštrina.



Slika 76. "Gavran John" Canon 7D 200mm f/4.5 1/3200sec. ISO250



Slika 77. "Pužva Bob" Canon 7D 200mm f/3.5 1/8000sec. ISO1000

Nakon mukotrznog terenskog rada s medvjedima u Gorskom Kotaru uzeo sam si slobodnog vremena da prošetam prirodom te u toj šetnji snimio kadar gavrana kako leti (slika 76.) te puža kako se kupa u lokvi vode na šumskom putu (slika 77.).



## 9. ZAKLJUČAK

Mukotrpnim terenskim radom dolazim do zaključka da fotografiranje životinskog svijeta je jedna od najzahtjevnijih grana fotografije. Zahtijeva totalnu predanost fotografa svom radu pa ponekad i dugotrajno čekanje u najgorim mogućim uvjetima. Savršeno poznavanje tehnologije koja se koristi unutar fotoaparata je nužno da bi se moglo predvidjeti kakve ćemo fotografije snimiti te se zbog toga prilagoditi svojoj opremi, a i uvjetima snimanja. Poznavanje životinjskog behaviorizma te prilagodba načinu snimanja njihovom ponašanju je ključno za razumijeti kako uopće pristupiti životinjama te ih fotografirati. Kreativni pristup zadatku je još jedan od aspekata što čini dobrog fotografa, to ne znači samo odabir dobrog kadra nego i način kako snimiti neke životinje kojima se nije moguće približiti, te su vrlo pažljive ili jako opasne i agresivne.

Možemo zaključiti da fotografiranje životinjskog svijeta zahtijeva mnogo truda, kreativnosti, tehničkog znanja, znanja životinjskog behaviorizma te fizičku i mentalnu izdržljivost.

## 10. LITERATURA

1. Guy Edwardes (2009), *100 way to take better nature & wildlife photographs*, A David & Charles Book, Cincinnati
2. Scott Kelby (2006), *Digital Photography*, Peachpit Press, New York
3. Canon (2009), *Your Canon EF Lens Guide*, Canon Publisher, Okinawa
4. [www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-sensors.htm](http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-sensors.htm), 17.4.2012.
5. [www.cambridgeincolour.com/tutorials/lens-quality-mtf-resolution.htm](http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/lens-quality-mtf-resolution.htm), 18.4.2012.
6. [www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-autofocus.htm](http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-autofocus.htm), 21.4.2012.
7. [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_photography](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_photography), 5.4.2012.
8. <http://www.eastmanhouse.org/>, 6.4.2012.
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_photography](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_photography) 3.4.2012
10. <http://thephtosociety.org/> 15.4.2012
11. <http://mikelclassen.hubpages.com/hub/george-shiras-3rd---the-first-true-wildlife-photographer> 15.4.2012
12. <http://news.nationalgeographic.com/news/2008/10/photogalleries/best-animal-wild-life-photos/> 16.4.2012