

Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## FOTOGRAFSKI PROCESI

**Skripta za kolegij u ak. god. 2024./2025.**



Nositelj kolegija: Izv. prof. dr. sc. Rahela Kulčar

## 1. **Povijest fotografije**

U rasponu od gotovo dvjesto godina razvoja, od prve slabe fotografije snimljene tijekom osam sati izlaganja svjetlu, francuskog inovatora Joseph Nicéphore Nièpce 1826. godine, do današnjih instant fotografija snimljenih mobilnim telefonima i digitalnim fotoaparatima svijet je obmanuo genijalan i jednostavan uređaj čiji je izum zauvijek promijenio našu percepciju svijeta i nas - fotografski aparat.

Fotografije nam omogućuju da okusimo naša sjećanja, od sreće do tuge. Izvještavaju nas, pričaju nam priče i zapravo ništa što imamo ne može postići ono što može fotografija.

Većina fotografija danas snimljenih nema direktne veze sa umjetnošću. One su često napravljene za neku specifičnu svrhu i njihova vrijednost ovisi o tome koliko dobro one služe toj svrsi. Znanstvenici, inženjeri, sociolozi, povjesničari, reklamne agencije, modni dizajneri, koriste fotografiju da dokažu svrhu, utječu na ponašanje, tumače ljudsko ponašanje ili da zabilježe jedan trenutak u vremenu. Njihove fotografije završe u specifičnim arhivama gdje čekaju ponovno otkriće i reinterpretaciju slijedećih generacija. Fotografija je ugrađena u sve discipline i što je još važnije njihova je sveprisutnost i mnoštvo koje fotografijama daju dubok kulturološki smisao.

Fotografija nam daje razlog da pričamo priče. Ponekad su to priče o objektu na fotografiji, ponekad o fotografu ili što se događalo dok se fotografija snimala. Ponekad nas fotografija podsjeti na neku drugu fotografiju ili neki drugi trenutak. Nekako se čini da se sve što se tiče fotografije nalazi na nekoj raskrsnici: kako je načinjena, kako je dijeljena dalje, kako se mijenjala, ali i promjena ljudi koji snimaju i koriste fotografiju.

Fotografija napreduje kako napreduje tehnologija. I s obzirom na povećanu upotrebu mobilnih uređaja sa kamerom, ljudi koji nisu nikad prije fotografirali sada koriste taj medij i čini se da je najvažniji utjecaj na javnost upravo taj fotografski. Fotografije mijenjaju ono što želimo, ono što vidimo, ono što jesmo, ono što radimo, kuda idemo, što pamtimo.

Kao i mnoštvo inovacija, ono što danas smatramo fotoaparatom zapravo se polako razvijalo tijekom vremena. Ono što ju je konačno dovelo do onoga što mi danas imamo je nekoliko inovatora koji su spojili zajedno fiziku, kemiju i optiku – naizgled nepovezanih učinaka *camere obscure* i tamne srebrne soli.

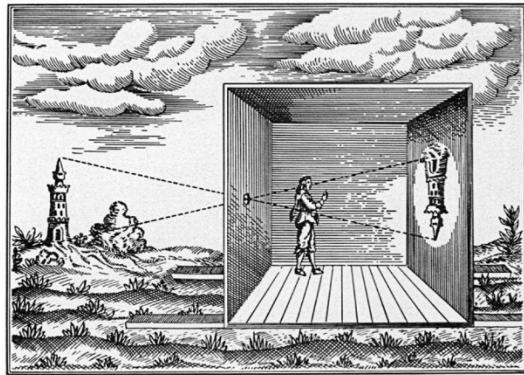


Slika 1. Camera obscura

Fenomen *camere obscure* poznat je već tisućama godina. Pojedinci su još davno zamijetili da svjetlo koje prolazi kroz mali otvor u tamnu prostoriju projicira obrnuto sliku vanjske scene na suprotnoj strani zida. Prva stvar koju je potrebno razumjeti o svjetlu, lećama, filmovima, senzorima je ta da je mnogo toga što uzimamo zdravo za gotovo zapravo naopako, izvrnuto, obrnuto.

U našem okruženju, vanjskom prostoru, svjetlost, šireći se pravocrtno od svojih izvora, pada po svim točkama u prostoru i odbija se (reflektira) u svim smjerovima. U njoj je jedini izvor svjetla "točka" - sitan otvor (objektiv *camere obscure*) kroz koji u *cameru obscuru* ulaze samo one svjetlosne zrake koje "pogode" objektiv *camere obscure*. Te zrake svjetla stvaraju na (onim) unutarnjim plohama *camere obscure* (na koje "padnu") projekciju (sliku) prostora (i objekata) iz okruženja *camere obscure*.

Jedna priča glasi da su gosti talijanskog fizičara Giambattiste Della Porte (1535 -1615) bili jednom prilikom šokirani. Na zidu ispred njih kretali su se likovi malih ljudi okrenutih naglavce. Kad su gosti to vidjeli, toliko su se uplašili da su pobegli iz sobe. Kasnije su čak Della Portu optužili za bavljenje magijom. A sve što je učinio bilo je kako bi zabavio svoje goste. Htio im je prikazati izum koji je nazvan *camera obscura* (što na latinskom znači "tamna komora").

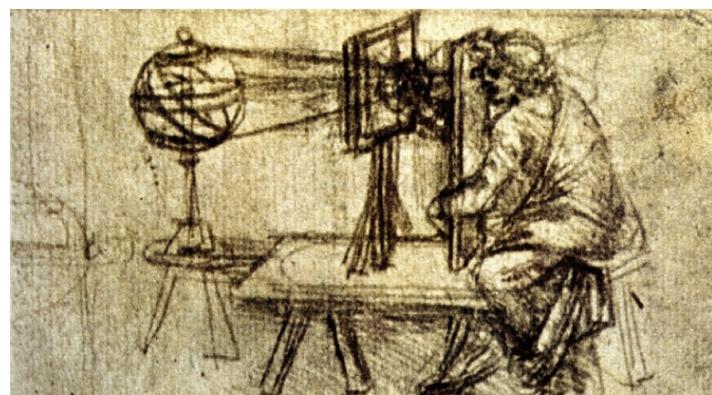


Slika 2. Camera obscura od svjetlo nepropusnog materijala izvedena prostorija

Tamna komora preteča je svih vrsta aparata za fotografkska snimanja (analognih i digitalnih fotoaparata i kinematografskih, TV ili video kamera). Izvorni naziv; *camera obscura*, potiče iz Italije, a znači (tal. *camera*) = soba, prostorija, komora i (tal. *obscura*) = zamračen, mračan. *Camera obscura* je od svjetlo nepropusnog materijala izvedena (veća ili manja) prostorija (ili kutija) u koju svjetlost izvana ulazi kroz jednu "točku" (sitan otvor).

Princip rada *camere obscure* prilično je jednostavan, no rezultati mogu biti vrlo zanimljivi. Kad svjetlo kroz mali otvor uđe u tamnu komoru, na njenoj suprotnoj strani nastaje obrнута slika predmeta koji se nalaze ispred otvora. Della Portini gosti nisu vidjeli ništa drugo nego likove glumaca koji su izvodili predstavu izvan sobe. Naprava koju je Della Porta koristio bila je preteča suvremenog fotografskog aparata.

No *camera obscura* nije izumljena u Della Portino vrijeme. Princip na kojem se ona zasniva otkrio je Aristotel (384-322. pr. n. e.). U 10. stoljeću arapski učenjak Ibn al-Hajtam (Alhazen) jasno je opisao njen princip rada, a slikar Leonardo da Vinci, koji je živio u 15. stoljeću, govorio je o njoj u svojim bilješkama. Savjetovao je da se u tamnoj prostoriji gleda slika suncem obasjanog prizora, koju svjetlost kroz malu rupu prenosi od predmeta na tanki komad papira.



Slika 3. Skica camere obscure Leonarda da Vinci-a (1515.g.)

U 16. stoljeću počele su se koristiti i sabirne leće, čime je poboljšana oštrina slike. Mnogi umjetnici koristili su leće kako bi na slikama što točnije prikazali perspektivu i odnose veličina. No unatoč mnogim pokušajima, do 19. stoljeća nitko nije uspio trajno sačuvati slike dobivene pomoću camere obscure.

Thomas Wedgwood, najmlađi sin poznatog engleskog lončara Josiah Wedgwooda, prvi je ideju kemikalija osjetljivih na svjetlo primijenio na *cameru obscuru*. Josiah je optički aparat na osnovi *camere obscure* koristio za što vjernije ukrašavanje porculana i lončarije. Thomas Wedgwood je poznavao optički aparat, preteču fotoaparata, a zanimala ga je i kemija. Međutim, njegov san o stalnoj slici je propao zbog nedostatka fiksirne supstancije koja bi je očuvala.

Prvi inovator koji je spojio *cameru obscuru* zajedno sa trajnom slikom uz pomoć svjetla i koji je zabilježio i spremio sliku, onaj je trenutak gdje prava priča o fotografiji počinje.

Francuski fizičar Joseph Nicéphore Nièpce (1765-1833) vjerojatno se već 1816.g. počeo baviti pitanjem kako napraviti trajnu fotografiju. No prvi veliki uspjeh ostvario je u vrijeme kad se eksperimentalno bavio litografijom i otkrio fotoosjetljivo svojstvo bitumena. Sredinom 1820-ih godina stavio je u *cameru obscuru* kositrenu ploču premazanu bitumenom (asfaltni lak; iznenađujuće svojstvo bitumena, bilo je da pobijeli i otvrđne izloži li se svjetlu, površine zaštićene od utjecaja svjetlosti ostajale su topive i dale su se isprati) i okrenuo je prema prozoru s kojeg se pružao pogled na njegovo imanje. Ploča je osam sati bila izložena svjetlu. U današnje vrijeme čak ni najneiskusniji amateri ne bi bili ponosni na mutnu sliku kuće, drveta i staje koja je tom prilikom nastala, no Nièpce je ipak imao razloga biti ponosan na svoje djelo. To je vjerojatno bila prva trajna fotografija na svijetu!



Slika 4. Prva fotografija, „Pogled kroz prozor“ Joseph Nicéphore Nièpce

N. Nièpce modificirao je *cameru obscuru* stavivši u izvedbu *camere obscure* sa sabirnom lećom fotoaratski materijal. Na taj je način dobio osnovnu izvedbu koju danas koriste svi fotografski aparati. Točan datum je nepoznat, mnogi povjesničari navode 1826.g., iako neki kažu da je to bilo 1822. ili kasne 1827. godine

U nastojanju da usavrši svoj izum, Niepce se 1829.g. udružio sa sposobnim poduzetnikom **Louisom Daguerreom**. Niepce je umro 1833.g., a Daguerre je nakon njegove smrti značajno usavršio njegov izum. Koristio je bakrene ploče premazane srebrnim jodidom, koji je bio osjetljiviji na svjetlo nego bitumen. Pukim slučajem otkrio je i proces razvijanja slike. Naime, primjetio je da nevidljiva slika može postati sasvim jasna ako se ploča izloži djelovanju živine pare. Time je znatno **skratio vrijeme ekspozicije**, odnosno izlaganja ploče svjetlu. Daguerre je kasnije otkrio da se pranjem ploče u slanoj otopini može sprječiti da slika s vremenom potamni. **Dagerotipije** su bile iznimno oštре u detaljima, sa lijepom srebrnom površinom. Čak i danas se dagerotipija smatra kao fotografski proces sa najvećom rezolucijom. Otkriće je objavljeno **1839.g.** kada je Daguerre objavio knjižicu „*Povijest i opis procesa zvanog dagerotipija*“. Upute popraćene nizom crteža fotoaparata i opreme omogućavale su svakom proizvođaču instrumenata da konstruira takvu aparaturu. Stvoren je najvažniji instrument vizualne komunikacije i dokumentacije. Nakon toga fotografija je velikom brzinom osvojila svijet.

**1839** godine **Daguerre i Isidore Niepce** (sin Josepha Nicephora Niepcea) potpisali su ugovor sa **Alphonsem Giroux** dodjeljujući mu prava da prodaje materijale i opremu potrebnu za proizvodnju dagerotipijskih slika. **Giroux dagerotipijski aparat je prva fotografiska kamera proizvedena u više količina**. Ubrzo se Giroux susreo sa uspjehom u Francuskoj i izvan nje. Prvi izvoz kamere njegove kompanije stigao je u Berlin.

**Giroux-ova kamera** bila je unaprijeđena verzija uređaja koji je koristio Daguerre u svojim počecima eksperimentiranja u fotografiji. Giroux je prodavan kao komplet sa kamerom, lećama, držaćem ploča, jodne kutije za senzibilizaciju dagerotipijskih ploča, živine kutije za kemijsku obradu i assortiman drugih stvari potrebnih za proizvodnju jedinstvene slike.

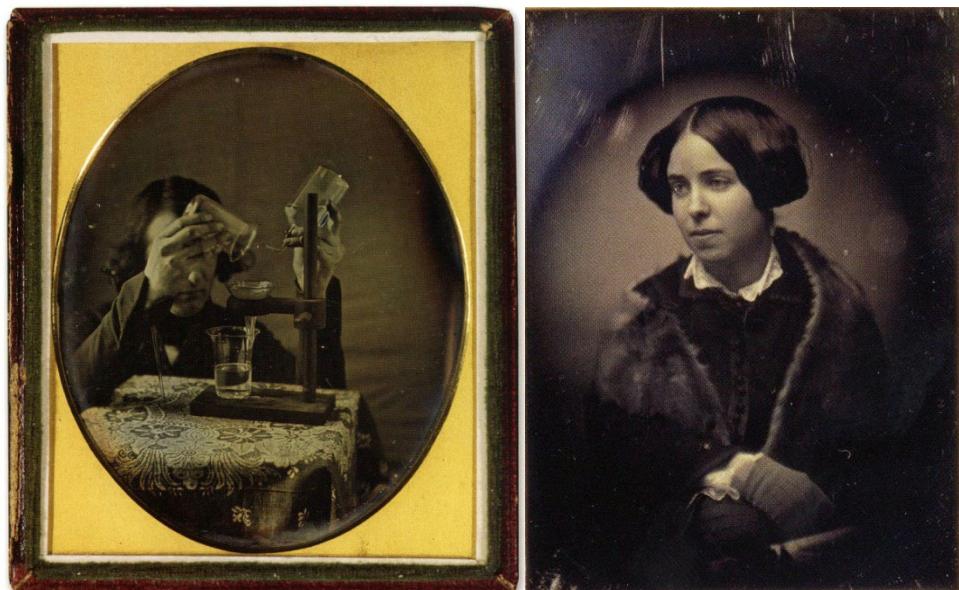


Slika 5. Giroux-ova aparatura za dagerotipiju

**Prve fotografije** bile su većinom fotografije mrtve prirode, pogledi na ulice i zgrade, i portreti. **1840.** godine Giroux-ova takva aparatura koštala je oko **76 dolara**, a svaka

ploča 2 dolara. Aparatura se sastojala od 62 dijela, uključujući kameru, leće, držač ploča, jednu kutiju za senzibilizaciju ploča, živinu kutiju za razvijanje ploča, kutiju za držanje neiskorištenih ploča, i veliki drveni spremnik za čuvanje cijelog sistema. Kamera je težila oko 5 kg i mogla je napraviti slike na formatu 15 x 20 cm.

Prvi načinjeni portreti javnih ličnosti tog vremena kao da su još živi i kao da su snimani jučer. Možemo si samo zamisliti što je to moralo značiti za ljudе onog vremena koji nisu nikada prije vidjeli fotografiju neke istaknute ličnosti onog vremena koja izgleda tako stvarno i realno.



Slika 6. Primjeri dagerotipije

Dagerotipijska studija su se proširila u svaki glavni grad USA. Do 1850.g., bilo ih je gotovo 80 samo u New York City. Putujući kombiji prenosili su kamere u gradove i sela.

Učenjak Helmut Gernsheim u svojoj knjizi *History of Photography* piše: "Vjerojatno nijedan izum u povijesti nije tako silno oduševio ljudе i tako brzo osvojio svijet kao što je to učinila dagerotipija." Jedan čovjek koji je prisustvovao skupu na kojem je izum bio predstavljen javnosti napisao je: "Sat vremena kasnije ljudi su nahrlili u optičarske radnje, no u njima nije bilo dovoljno instrumenata za to silno mnoštvo ljudi koji su se željeli okušati u izradi dagerotipija. Nekoliko dana kasnije na svim Pariškim trgovima mogle su se vidjeti tamne kutije s tronožnim postoljima koje su bile postavljene ispred crkvi i palača. Svi fizičari, kemičari i drugi učeni ljudi iz glavnog grada laštili su posrebrenе ploče. Čak ni imućni trgovci nisu mogli odoljeti iskušenju da žrtvuju nešto novca kako bi uživali u čarima tog najnovijeg izuma, pa su tako trošili novac na jod i živine pare." Pariške su novine tu novu modu nazvale dagerotipomanija.



Théodore Maurisset (French, 1803–1860). *LA DAGUERREOTYPOMANIE (DAGUERREOTYPE MANIA)*, December 1839. Lithograph with applied color. George Eastman House collections.

*Slika 7. Dagerotipomanija, 1839.godine*

Britanski znanstvenik John Herschel bio je toliko oduševljen kvalitetom dagerotipija da je napisao: "Te se slike bez pretjerivanja može nazvati čudom." Neki su tom izumu čak pripisivali magičnu moć. No nisu svi oduševljeno prihvatili taj novi izum. Godine 1856.g. napuljski kralj zabranio je izradu fotografija, vjerojatno zato što su se one povezivale s bacanjem uroka. Kad je francuski slikar Paul Delaroche prvi put vidio dagerotipiju, izjavio je: "Od danas je slikarstvo stvar prošlosti!" Novi izum izazvao je uznemirenost među slikarima, koji su se bojali da će zbog njega ostati bez posla. Objasnjavajući strahove nekih pojedinaca, jedan je komentator rekao: "Fotografija daje izrazito realističnu sliku stvarnosti i time bi mogla ugušiti osebujnost umjetničkog poimanja ljepote." Osim toga, fotografije su čak bile kritizirane zbog toga što su svojom neumoljivom realističnošću razbile uvriježene iluzije o ljepoti i mladosti.

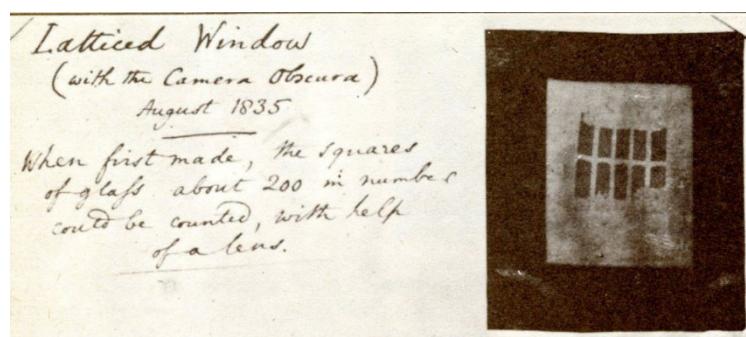


Slika 8. Autoportret William Henry Fox Talbota

Novost o Daguerre-ovom izumu iznenadio je najviše britanskog učenjaka Wiliama Fox Talbota. Nesvjestan Daguerre-ovog izuma, Talbot je također radio na procesu koji bi trajno zabilježio sliku na papiru.

Engleski fizičar William Henry Fox Talbot bio je uvjeren da je on izumio fotografiju, pa se iznenadio kad je čuo za Daguerreov izum. Talbot je u cameru obscuru stavljao listove papira premazane srebrnim kloridom. Razvio je svjetlo osjetljivu emulziju načinjenu od alternativnog premaza natrij klorida i srebrnog nitrata na papiru. Te kemikalije reagirale su zajedno stvarajući srebro kloride, svjetlo osjetljivi materijal. Stavljaо je jednostavne objekte u kontakt sa svjetlo osjetljivim papirom i izlagao ga suncu. Talbot je otkrio da je sol supstancija koja zaustavlja postupak i trajno konzervira sliku od dalnjih promjena.

1835.g. snimio je negativ-sliku s prozora svoje kuće u Lacock opatiji. To je bio prvi negativ na papiru. Sliku je zadržao i fiksirao koncentriranom otopinom kuhinjske soli.



Slika 9. Prvi Talbot-ov razvijeni negativ na papiru

Premda Talbotove fotografije u početku nisu bile tako dobro prihvaćene i kvalitetne kao Daguerreove, Talbotov je postupak imao više potencijala za daljnje usavršavanje. On je omogućio da se od samo jednog negativa izradi više fotografija. Osim toga, papirnate fotografije bile su jeftinije i praktičnije od osjetljivih dagerotipija. Talbotov se postupak još i danas koristi u izradi fotografija, dok su se dagerotipije, unatoč svojoj prvobitnoj popularnosti, s vremenom prestale koristiti.

Kemičar Sir John Herschel je 1819. godine otkrio djelovanje natrij tiosulfata na inače netopive soli srebra, što je dovelo do upotrebe "hipo" kao sredstva za fiksiranje fotografija. Herschell je bio zaslužan za još nešto vrlo važno u doprinosu u povijesti fotografije. Uveo je termin pozitiv i negativ te predložio riječ **Fotografija** kako bi opisao cijeli proces.

No Niepce, Daguerre i Talbot nisu bili jedini koji su smatrali da zaslužuju zvati se ocem fotografije. Nakon što je Daguerre 1839.g. objavio svoj izum, pojavilo se još najmanje 24 ljudi iz raznih dijelova svijeta, od Norveške do Brazila, koji su tvrdili da su već prije njega izumili fotografiju.

Idućih 150 godina iznimna poboljšanja postignuta su u originalnom fotografском procesu. Ali korijeni leže u doprinosu pionira fotografije Daggera i Talbota.

## Fotografija izaziva značajne promjene u društву

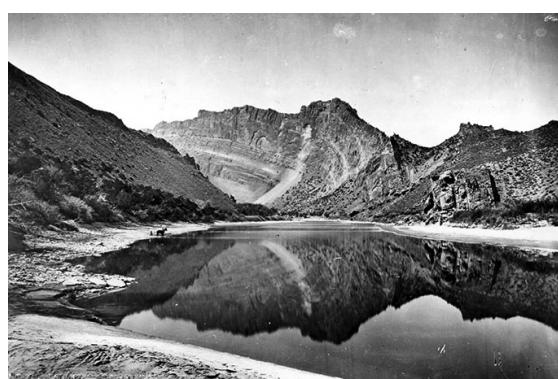
Društveni reformator Jacob August Riis vrlo je brzo shvatio da mu fotografije mogu odlično poslužiti u ostvarenju namjere da upozna javnost s problemom siromaštva i ljudskih patnji. Godine 1880.g. Riis je počeo fotografirati njujorške sirotinjske četvrti. Snimao je u večernjim satima, a za osvjetljenje je koristio magnezijev prah koji je gorio u tavi, što je bilo prilično opasno. U kući u kojoj je Riis radio dvaput je došlo do požara, a jednom se zapalila i njegova odjeća. Priča se da su Riisove fotografije bile jedan od razloga zbog kojih je Theodore Roosevelt proveo brojne društvene reforme nakon što je postao američki predsjednik. Slično tome, upečatljive fotografije Williama Henryja Jacksona (1843-1942) potakle su američki Kongres da 1872. osnuje Nacionalni park Yellowstone, prvi nacionalni park na svijetu.



Slika 10. Jacob August Riis, Lower East Side, 1895. godina



Slika 11. Jacob August Riis, Children sleeping on Mulberry Street, 1890. godina



Slika 12. Nacionalni park Yellowstone, William Henry Jackson

## Svima dostupna

Krajem 80-ih godina 19. stoljeća mnogi ljudi koji su se željeli baviti fotografijom nisu to mogli jer je izrada fotografija još uvjek bila skupa i komplikirana. A onda je 1888.g. George Eastman izumio Kodak prenosiv i vrlo praktičan fotoaparat kao kutija u kojoj se nalazila rola savitljivog filma. Time je mnogim ljudima omogućio da se amaterski bave fotografijom. Nakon što bi potrošili rolu filma, ljudi bi poslali čitavi aparat u tvornicu. Tamo bi tehničari razvili film, stavili u aparat novi film i poslali ga natrag zajedno s razvijenim fotografijama. Sve te usluge nudile su se po vrlo povoljnoj cijeni. Slogan kompanije Kodak: "Vi samo snimajte, mi ćemo napraviti sve ostalo" nije bio nikakvo pretjerivanje.



Slika 13. Kodakov Brownie

Bio je to prvi fotografski aparat koji se punio smotanim filmom. Podloga emulziji bio je papir koji se odvajao prije razvijanja. Jednim se filmom moglo snimiti 100 negativa.

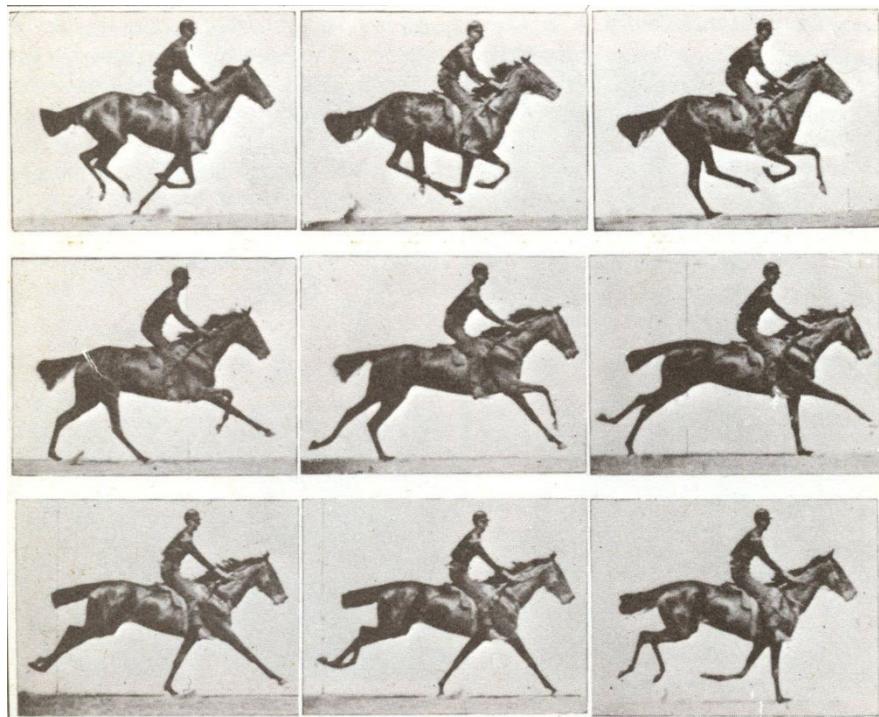
Devedesete godine 19. stoljeća najavile su doba malih fotoaparata. Pojavio se sklopiy mijeh aparat-predak slavnog dvookog Rolleiflexa, i polaroid fotoaparata „Nodark“ u kojem se, kao što ime govori (no dark – bez mraka) umjesto u tamnoj komori, film i razvijao. Ideju je kasnije prihvatio i usavršio Edwin Land, proizvevši 1947. godine polaroid fotoaparat. 1943. godine izložen je slavni fotoaparat Leica.



Slika 14. Leica fotoaparat

Nakon izuma visokoosjetljive želatinske emulzije i boljeg papira, profesionalni su fotografi počeli snimati i fotografije u pokretu. Pionir takve fotografije bio je Eadweard Muybridge. Njegov interes za snimanje pokreta pojavio se kao rezultat rasprave dali konj u brzom kasu u jednom trenutku digne u zrak sve četiri noge. Muybridge je razradio shemu za trenutačno snimanje pokreta.

Pod utjecajem Muybridgeova rada, Etienne Marey konstruirao je kino-projektor.



Slika 15. Muybridge-ove fotografije konja u kasu

Sve veća brzina izrade slike omogućila je snimanje događaja važnih za prenošenje novosti. Mogućnosti fotografije ostvarili su i modni časopisi (Vogue je 1913. godine počeo štampati fotografije). Tako je započelo doba modne fotografije i foto reportaže.

## Prodror fotografije u boji

Predavanje škotskog fizičara Jamesa Clerk- Maxwell-a 1861. najavilo je rođenje moderne fotografije u boji. U svom je predavanju tvrdio da se svaka nijansa određene boje može dobiti miješanjem triju osnovnih boja (crvene, zelene i plave) i mijenjanjem njihovih omjera. Tu je teoriju demonstrirao propuštanjem svjetla na ekran kroz spojene staklene ploče u boji. Bio je to prvi postupak dodavanja boja primjenjen u fotografiji. No, prvi upotrebljivi film pojavio se 1925., bio je to Kodakchrome film proizведен u Kodakovom istraživačkom laboratoriju. Aqta je 1936. godine u Europi proizvela film koji se zasnivao na sličnom principu. Film u boji izmijenio je svijet fotografije i filmske proizvodnje.

Ubrzani razvoj novog medija polučio je pored razvoja optike i velik broj različitih fotoaparata (kamera) namijenjenih brzom snimanju fotografskih slika (što je omogućio i razvoj kemije i industrijske proizvodnje u 19. stoljeću). Razvile su se kamere za stereoskopska, kinematografska, rendgen i druga snimanja, a razvojem elektronike i digitalne tehnologije tijekom 20. stoljeća nastaje i na tom području fotografskog snimanja širok spektar različitih aparata.

Bavljenje fotografijom postalo je dostupno širokim masama. Danas se u svijetu godišnje napravi nekoliko milijardi fotografija, iz čega je vidljivo da ljudi još uvijek pokazuju veliko zanimanje za taj izum. Popularnost fotografije još je više porasla nakon što su izumljene digitalne kamere.

## 2. Crno-bijeli negativ-pozitiv sustav

Osnovna je ideja ovog sustava snimanjem i kemijskom obradom filma dobiti transparentni negativ koji se može kopirati (povećati) na fotografiski papir neograničeni broj puta. Nakon kemijske obrade fotografskog papira dobiva se slika-pozitiv. Karakteristika dobivene slike je „prevodenje“ boja u tonove jedne boje (u osnovi sive od crne do bijele, ali primjenom dodatne obrade slike – „toniranjem“ slika se može dobiti i u tonovima neke druge boje) uz mogućnost utjecaja na karakteristike gotove slike u svim fazama sustava, tj. fotografiranju.

Prva faza fotografiranja je snimanje fotografskim aparatom pri kojem fotograf, nakon odabira objekta snimanja, na karakteristike slike utječe izborom filma, odabirom otvora objektiva („otvora blende“), vremena eksponiranja („eksponicija“), odabirom objektiva (tj. vidnog kuta) i položaja u odnosu na objekt, izoštravanjem slike, korištenjem filtera ili ostale dodatne opreme itd.

Snimanjem se na filmu dobiva nevidljivi zapis – „latentna slika“ koji se kemijskom obradom filma treba prevesti u vidljivu, na svjetlo stabilnu, sliku.

2.

Kemijska obrada filma obuhvaća namakanje filma, razvijanje, prekidanje razvijanja, fiksiranje i ispiranje filma. Razvijanjem se djeluje na osvijetljena zrnca srebrnih halogenida koja se ovom fazom obrade prevode u srebro koje tvori tamne-neprozirne dijelove filma koji odgovaraju svjetlim dijelovima objekta fotografiranja. Fiksiranjem film prestaje biti osjetljiv na svjetlo, a konačni je rezultat „razvijeni film“ na kojem neprozirni (tamni) dijelovi odgovaraju svjetlim dijelovima, a prozirni tamnim dijelovima objekta fotografiranja pa se razvijeni film naziva „negativ“. Kako se na karakteristike slike negativa može utjecati vremenom i načinom razvijanja, u fotografskoj se praksi cjelokupni postupak kemijske obrade filma naziva razvijanje.



Slika 16. Crno-bijeli pozitiv i negativ

3.

Sljedeći laboratorijski postupak je izrada pozitiva – povećavanjem (tj. kopiranjem uz željeno povećanje te kemijskom obradom osvjetljenog fotografskog papira – razvijanjem, prekidanjem razvijanja, fiksiranjem i ispiranjem.

Područja koja odgovaraju tamnim područjima objekta fotografiranja na pozitivu su prozirna, ona pri povećanju propuštaju svjetlo pa će odgovarajuća područja na fotografском papiru nakon kemijske obrade postati tamna. Time se nakon osvjetljavanja, kemijske obrade i sušenja fotografiskog papira dobiva slika koja po tonovima odgovara objektu fotografiranja pa se ta slika naziva „**pozitiv**“.

Postupak izrade pozitiva omogućava u ovom fotografskom sustavu bitan utjecaj na karakteristike gotove fotografije prvenstveno izborom fotografiskog papira te načinom osvjetljavanja i razvijanja.

Izradom pozitiva dobiva se slika koja vrlo često predstavlja i finalnu – konačnu fotografiju, ali ovaj sustav omogućuje i primjenu nekih posebnih fotografskih tehnika na pozitiv što daljnje proširuje kreativne mogućnosti ovog fotografskog sustava.

### 3. Snimanje i elementi ekspozicije



Slika 24. Faktori koji kontroliraju ekspoziciju

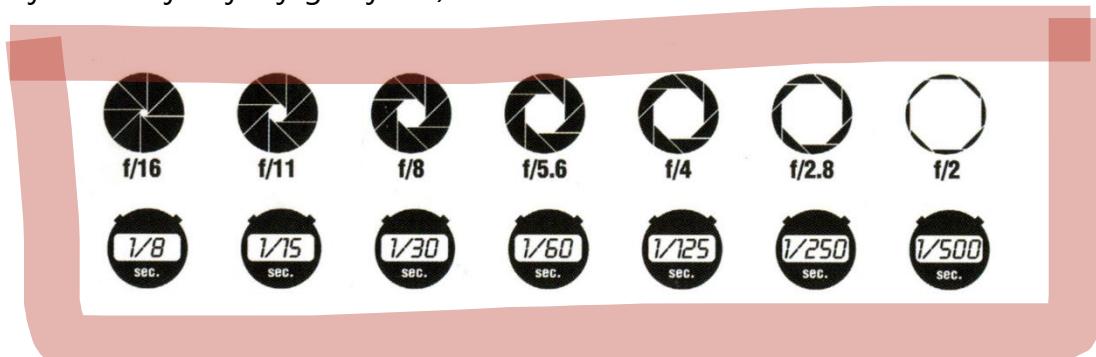
Snimanje fotografskim aparatom obuhvaća nekoliko radnji: namatanje filma, kadriranje, određivanje i postavljanje elemenata ekspozicije (vremena eksponiranja i otvora objektiva), izoštravanje slike (udaljenost film-objekt) i okidanje.

Nakon što je „ispucana“ prethodna slika, namotati film na sljedeću te napeti okidač. **Kadriranje slike** predstavlja jedan od temelja kompozicije – njime se određuje što će se sve nalaziti zabilježeno na slici (tj. filmu – što, ipak, ne mora biti isto. tj. definitivan izrez slike se određuje povećavanjem), ali i odnos veličina. U tehničkom smislu kadriranje obuhvaća izbor objektiva (vidnog kuta) i položaja fotografskog aparata u odnosu na objekt snimanja.

Kod kadriranja s dvojnim fotografskim aparatom ili fotografskim aparatom s optičkim (ili mehaničkim) tražilom, bitno je paziti na paralaksu (jer je kut tražila različit od kuta gledanja objektiva pa se pri snimanju gubi dio slike koji se vidi kroz tražilo), a kod jednookih refleksnih fotografskih aparatova može se uzeti u obzir da slika u tražilu ne mora uvijek biti jednaka onoj koja će se vidjeti na filmu, nego ona pokriva određeni dio te površine pa je obično 90% ili više slika filma vidljivo kroz tražilo – računa se da je optimalno dobiti na filmu malo više nego što se vidi kroz tražilo pa se pri povećanju lakše odabere izrez.

**Elementi ekspozicije** su vrijeme eksponiranja (što se vrlo često u literaturi naziva samo ekspozicija i u priručnicima se može naći oznaka **EXP**) ili slično što znači vrijeme eksponiranja), a drugi je otvor objektiva (vrlo često naznačen samo oznakom **BL** što bi značilo blenda tj. otvor blende). Koliko vrijeme eksponiranja i otvor objektiva treba odabrati ovisi o osjetljivosti filma (što je film osjetljiviji potrebna mu je manja količina svjetla), ovisi o svjetlosnim uvjetima (ako se snima pri slabijem svjetlu biti će potrebno ili više otvoriti objektiv ili dulje osvjetljavati da uđe više svjetla, nego ako se snima pri boljim svjetlosnim uvjetima) i ovisi o svjetlosnim osobinama snimanog objekta.

(ekspozicija će biti dulja ili će otvor objektiva biti veći ako se snima tamniji objekt, nego u slučaju snimanja svjetlijeg objekta).



Slika 25. Otvori objektiva i vrijeme ekspozicije

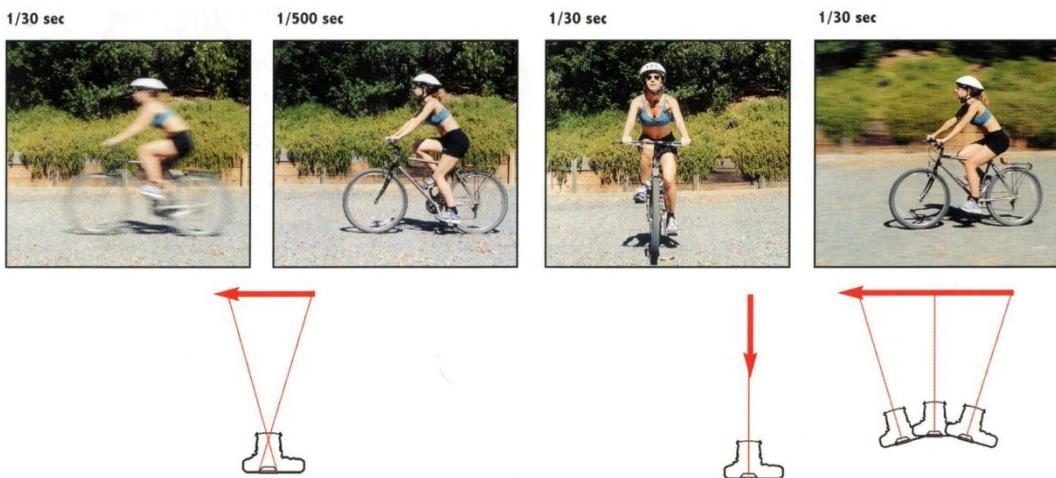
Elementi ekspozicije se mogu određivati precizno – mjeranjem ili manje precizno na osnovu tablica ili iskustva. **Svetlomjer** može biti ili ugrađen u aparat – najčešće danas govorimo o TTL sustavima (sustavima mjerjenja svjetla kroz objektiv fotografskog aparata) ili se može mjeriti i s posebnim **svetlomjerom**. Problemu određivanja elemenata ekspozicije može se prići na dva načina: prvo da je primarno vrijeme eksponiranja, a drugo da je primaran otvor objektiva.

I automatski fotoaparati rade na osnovu jednog od ova dva prioriteta pa su već spomenuti aparati s prioritetom blende (gdje fotografski aparat automatski podesi duljinu eksponiranja s obzirom na otvor blende koji je fotograf namjestio) i onima s prioritetom ekspozicije (gdje fotograf namjesti vrijeme eksponiranja koje želi, a aparat automatski korigira otvor objektiva).

U praksi, uz korištenje TTL sustava, češće se radi logikom prioriteta ekspozicije uz kontrolu otvora objektiva što omogućuje nešto jednostavniji pristup eventualnim korekcijama pri mjerenu svjetla pa se u praksi govor o korekciji za npr. „jednu blendu“, što znači **dvostruko više (manje) svjetla** ili za „pola blende“ što je korekcija od četvrtine ukupne ekspozicije. Znači da ako se preporučuje korekcija od „+1 blende“, otvor objektiva treba otvoriti za jednu vrijednost više (npr. umjesto 4 na 2,8) uz konstantno vrijeme osvjetljavanja (ili odbrati neku drugu kombinaciju po zakonu reciprociteta).

Pri snimanju objekta u pokretu uvijek postoji kritično ili krajnje vrijeme koje još uvijek osigurava zamrznutu (oštru sliku). Ako se snima s duljim vremenima od toga, slika više neće biti oštra. Također, vrijeme eksponiranja je usko vezano uz objektiv kojim se snima, a to je vezano uz pojam mirnoća ruke. Što je žarišna duljina objektiva veća, to je kraće najdulje vrijeme kojim se može snimati iz ruke, a da se aparat ne potrese prilikom snimanja. Kod 50 mm objektiva to kritično vrijeme je između 1/30 – 1/60.

Što se tiče kretanja objekta, ovisno o tome koliko je objekt udaljen, u kojem je položaju s obzirom na fotografski aparat i koliko brzo se kreće, razlikuju se najdulja vremena eksponiranja koja osiguravaju oštru sliku.



Slika 26. Snimanje objekata u pokretu

Pri korištenju objektiva većih žarišnih duljina brzine su ograničenije, ako se objekt kreće prema fotografskom aparatu može se snimati s duljim vremenima, ako je objekt bliže fotografiskom aparatu potrebno je snimati s kraćim vremenima. Ova vremena ne treba shvatiti kao ona s kojima se mora snimati – nekad se snima sa kraćim, a nekad i s duljim od njih, to su samo granična vremena koja još uvijek osiguravaju „zamrznutu sliku“.

Drugi je pristup određivanje elemenata ekspozicije da se polazi od određivanja otvora objektiva. Ovaj je pristup koristi kada je primarno koliko će područje slike biti oštro – tj. kada je važna dubinska oština. Ovo je vrlo često pri snimanju statičnih objekata što omogućuje i korištenje stativa pa ne postoje problemi s mirnoćom ruke i najduljim vremenom koje još uvijek osigurava zamrznutu sliku (npr. pejzaž, makro, tehnička fotografija, mrtva priroda i sl.).

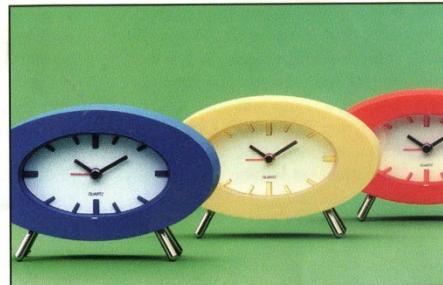
**Dubinska oština** je podatak koji govori koliko će područje ispred i iza točke na koju se izoštri biti oštro. Što je otvor objektiva veći, dubinska oština je manja (npr. dubinska oština je veća uz otvor objektiva 8, nego 4). Dubinska oština je raspoređena tako da počinje približno 1/3 (raspona) ispred izmjerene udaljenosti i završava 2/3 iza te udaljenosti. Kolika će biti dubinska oština ne ovisi samo o otvoru objektiva, već i o njegovoj žarišnoj duljini – što je žarišna duljina manja, veća je dubinska oština. Također, ovisi i o udaljenosti fotografskog aparata od objekta snimanja. Pri snimanju je važno obratiti pažnju na to da se slika izoštrava na glavni objekt, ali i povezati izoštravanje slike s dubinskom oštrom. Mnogo pogrešaka nastaje prilikom okidanja zbog trešnje fotografskog aparata. Zbog toga, pogotovo prilikom snimanja iz ruke, okidanju treba pristupiti potpuno smirenju, a to se postiže i pravilnim držanjem fotografskog aparata.

**Manja dubinska oštrina**



Veći otvor blende f/2

**Veća dubinska oštrina**



Manji otvor blende f/16



Veća žarišna dužina 180mm



Manja žarišna dužina 50mm



Bliže objektu snimanja cca 3 metra



Dalje od objekta snimanja cca 10 metara

*Slika 27. Faktori koji utječu na dubinsku oštrinu*

## 4. Zakon reciprociteta

Prema zakonu reciprociteta je za tehnički korektno osvijetljen fotografski materijal (film, papir) određene osjetljivosti potrebno prilikom snimanja (osvjetljavanja) osigurati uvijek jednaku količinu svjetla koja dolazi do tog materijala. Količina svjetla koja dođe do fotografskog materijala ovisi o intenzitetu eksponiranja (osvjetljavanja) i njegovom vremenu koje je pri snimanju (povećavanju) moguće ugađati ugađanjem otvora objektiva i vremena eksponiranja (osvjetljavanja). Ovo u praksi znači da je svjetломjerom ili na neki drugi način prilikom snimanja (povećavanja) dovoljno odrediti jednu kombinaciju otvora objektiva i vremena eksponiranja (osvjetljavanja), a onda se iz nje, prema ovom zakonu, mogu odrediti i sve ostale – ako se, npr. zatvaranjem otvora objektiva dozvoljava prolaz dvostruko manje svjetla, nego prvom kombinacijom, potrebno je vrijeme eksponiranja (osvjetljavanja) udvostručiti.

Već je rečeno da su oznake na objektivu takve da svaka sljedeća brojka u nizu znači, u odnosu na prethodnu, prolazak dvostruko manje svjetla kroz objektiv. Tako će uz otvor objektiva, npr., 5,6 proći dvostruko manje svjetla, nego kroz otvor objektiva 4, a dvaput više, nego kroz otvor objektiva 8 itd.

Na skali za vrijeme eksponiranja vremena su označena u recipročnim vrijednostima za vremena eksponiranja kraćim od sekunde, a dulja u sekundama. Tako oznaka, npr., 30 znači vrijeme eksponiranja od 1/30 s – dvostruko dulje nego oznaka 60 (1/60s) itd.

Ako se npr. prepostavi da je određena kombinacija za korektno eksponiranje otvor objektiva 5,6 i vrijeme eksponiranja 1/60 s, po zakonu reciprociteta film će biti korektno osvijetljen uz bilo koju od sljedećih kombinacija:

<b>EXP</b>	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
<b>BL</b>	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22

Ako je neka početna kombinacija (EXP 1/60, BL 5,6) određena za film osjetljivosti 100/21 ISO, za film dvostrukе osjetljivosti 200/24 ISO početna će kombinacija biti vrijeme eksponiranja 1/60 i otvor objektiva 8 (ovo odgovara korekciji od „-1 blenda) te dalje sve kombinacije po zakonu reciprociteta:

<b>EXP</b>	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
<b>BL</b>	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32

## 5. Rad u fotografskom laboratoriju

Nakon snimanja, osvijetljeni film potrebno je kemijski obraditi („razviti“) i dobiti vidljivu, na svjetlu stabilnu, sliku (u osnovnom fotografskom sustavu – negativ). Ovako dobiveni negativ se kopira – povećava na fotografiski papir na kojem se, nakon kemijske obrade, dobiva slika – pozitiv. Sve ovo obavlja se u fotografskom laboratoriju. U kreativnom smislu, rad u fotografskom laboratoriju, ako se radi o osnovnom crno-bijelom negativ-pozitiv fotografском sustavu, otvara podjednake mogućnosti kao i snimanje dok se za sustave vezane uz kolor fotografiju ipak može općenito reći da su kreativne mogućnosti više vezane uz snimanje nego uz fotografski laboratorij. *Rad u laboratoriju je podjednako važan za kreativnu fotografiju kao i snimanje.*

Fotografski laboratorij je potpuno zamračena prostorija koja omogućuje obradu na svjetlo osjetljivih fotografskih materijala. U osnovi se fotografski laboratorij sastoji od suhog i kemijskog stola.

Na suhom stolu nalazi se aparat za povećavanje i u njegovoj blizini, fotografski papir (na kojem će se izrađivati fotografije).

Na kemijskom stolu se nalaze plitice za kemijsku obradu papira – za razvijanje, prekidanje razvijanja i fiksiranje, i voda. U laboratoriju ili van njega nalazi se dio za sušenje fotografija.

Iznad plitica za kemijsku obradu nalazi se zaštitno svjetlo koje omogućuje nadziranje pojedine faze u izradi fotografija. Ovo se prvenstveno odnosi na izradu pozitiva, tj. kemijsku obradu fotografskih (crno-bijelih) papira koji se mogu obrađivati uz zaštitno svjetlo koje omogućuje dobar nadzor nastajanja slike u fazi razvijanja.

Za obradu takvih papira koristi se crvena ili zelena zaštitna rasvjeta (kod zelene zaštitne rasvjete potrebno je provjeriti preporuku proizvođača – da li je dozvoljena ili ne). Kod procjene fotografija (pri razvijanju) treba uzeti u obzir kako fotografija gledana pri crvenom svjetlu djeluje tamnije, nego pri „normalnom“ svjetlu, a pri zelenom kontrastnije.

### Kemijska obrada („razvijanje“) filma

Snimanjem osvijetljeni film u sebi nosi nevidljivi zapis koji se kemijskom obradom prevodi u vidljivu, na svjetlu stabilnu sliku. U osnovnom crno-bijelom negativ-pozitiv sustavu ova kemijska obrada podrazumijeva dvije osnovne radnje – razvijanje i fiksiranje, no u fotografskoj se praksi govori o “razvijanju” filma općenito.

Kod kemijske obrade filma film se najprije, u potpunom mraku, umeće u dozu za razvijanje. Doze za razvijanje mogu biti izvedene na različite načine, no u osnovi se sastoje od tijela doze, lijevka, napinjača filma („spirale“) i poklopca. Doze su različite i po najvećem broju filmova koji se odjednom mogu razvijati. Koliko je kemikalija potrebno za obradu filma je obično navedeno na dnu posude doze. U mraku se film, najprije (nakon što je izvađen iz fotografskog aparata) namota na spiralu. Namatanje treba napraviti kada je spirala suha, a pri namatanju što manje doticati film (po mogućnosti samo suhim rukama na rubovima sa strane gdje nije emulzija). Kod smotanih je filmova potrebno prije namatanja film odvojiti od papira. Spirala osigurava da kemikalije dođu do cijele površine filma tj. da se film pri obradi ne slijepi. Nakon što je film namotan na spiralu stavlja se i zatvara u dozu. Zatvorena doza omogućuje ulijevanje i izljevanje kemikalija, a onemogućuje dolazak svjetla na film pa se svi daljnji postupci obrade filma mogu provoditi pri „normalnoj“ rasvjeti.

Obrada filma odvija se na temperaturi oko **20°C**. U dozu se prvo nalijeva razvijač (pripremljen na radnu temperaturu  $\pm 1^\circ\text{C}$ ). Kod razvijanja filma vrlo je važna temperatura razvijača jer će samo pri definiranoj (radnoj) temperaturi razvijeni film biti željene gradacije.

**Topliji razvijač** ubrzava razvijanje, ali daje mekani film, a **hladniji razvijač** usporava razvijanje i daje tvrdi film. Ipak, ovaj način dobivanja tvrdog ili mekšeg negativa u principu se ne koristi, a općenito vrijedi pravilo da je bolje raditi s nešto hladnjim razvijačem (do  $18^\circ\text{C}$ ) i produljiti vrijeme razvijanja, nego s pretoplom.

Vrijeme razvijanja se određuje ovisno o filmu koji se razvija i njegovoj osjetljivosti. Ponekad je potrebno film razvijanjem „gurnuti“, tj. film koji je duplo podesponiran (razlika „-1 blenda“) se može razviti uz produljenje razvijanja za 30%. Doza se za vrijeme razvijanja potresa svakih 15 sekundi za film normalne tvrdoće, za smanjenu tvrdoću se može protresati nešto rjeđe (svakih 20 sekundi), a za povećanu nešto češće (svakih 10 sekundi). Postoje razvijači koji se mogu koristiti kao čisti, ali i kao razrijeđeni. Za razrjeđivanje razvijača optimalno je koristiti destiliranu vodu.

Nakon što je prošlo vrijeme razvijanja, razvijač se izljeva iz doze i u nju se nalijeva voda (na približno radnoj temperaturi) koja se, čim se doza napuni, može i izliti. Time se **prekida razvijanje** i osigurava da zaostali razvijač ne dođe u fiksir.

Zatim se u dozu ulijeva **fiksir** – pripremljen također na radnu temperaturu (uobičajeno  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ). Vrijeme fiksiranja ovisi o vrsti fiksira (najčešće 5-10 minuta – općenito, ako na fiksiru ne postoji podatak o vremenu, može se fiksirati 10 min tj. za razliku od razvijanja, fotografski se materijal ne može „prefiksirati“, odnosno u fiksiru može biti i znatno dulje od navedenog vremena), a za vrijeme fiksiranja dozu je potrebno protresati svaku minutu. Kada se fiksir izlije, film više nije osjetljiv na svjetlo pa se doza može otvoriti i u nju, do vrha naliti voda koja se odmah izljeva i na taj način izlje zaostali fiksir. Zatim se film **ispire tekućom vodom** 20-30 minuta, a na kraju se još

dodatno natopi u posebnu tekućinu za ispiranje (ili šampon), izvadi iz „spirale“ i s njegove se površine skida voda (pjena). Ovo se može jednostavno napraviti na način da se film provede kroz suhe prste. Tako pripremljen film se suši obješen na zraku ili u sušnom ormaru.

## 6. Fotografski film

Film je medij osjetljiv na svjetlo čijim se osvjetljavanjem pomoću fotografskog aparata dobiva nevidljiv zapis objekta fotografiranja. Izbor filma bitno utječe na karakteristike gotove fotografije, ali i ovisi o fotografском aparatu i dodatnoj opremi te uvjetima snimanja. Izbor filma treba uskladiti i s kasnjim načinom obrade (razvijanja) filma.

### Fotografski se film sastoji od:

- prozirne (transparentne) podloge,
- međusloja i
- antihalo sloja.

Fotoosjetljivi sloj - "emulzija" daje filmu osnovna fotografska svojstva – ovisno o sastavu ovog sloja (u osnovi to je srebreni bromid u želatinu uz neke dodatke).

Srebrni bromid je kristalne strukture, a u fotografskoj se praksi govori o zrnima srebrenog bromida – što su ta zrna veća – veća je i osjetljivost filma, ali je manja sposobnost razdvajanja (br. lin/mm).

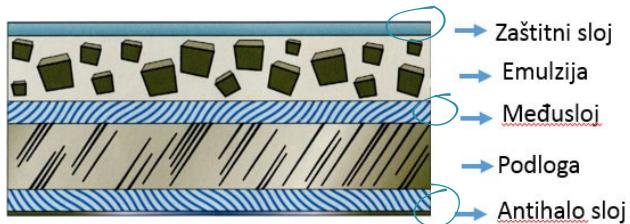
Sljedeće bitno svojstvo fotografskog materijala (filma) je **gradacija** (tvrdića) koja podjednako ovisi o sastavu fotoosjetljivog sloja, svjetlosnim uvjetima (pri snimanju) te načinu obrade materijala. Gradacija pokazuje koliko se brzo mijenja zacrnjenje na fotografskom materijalu (filmu) promjenom osvjetljavanja (eksponacije). Ovo se može odrediti iz „γ“ krivulje (krivulje zacrnjenja) fotografskog materijala koja pokazuje ovisnost zacrnjenja (obojenja) o logaritmu eksponacije. Ako pravčasti dio krivulje zatvara s osi na kojoj su nanesene vrijednosti logaritma eksponacije kut ( $\alpha$ ) od  $45^\circ$  govori se o normalnoj gradaciji, ako je taj kut veći od  $45^\circ$ , govori se o **tvrdim gradacijama**, a ako je manji o **mekšim**.

Gradacija se može izraziti na više načina, no u fotografskoj se praksi najčešće, kada se govori o gradaciji, misli na vrijednost  $\gamma$  - tangensu kuta  $\alpha$  - ako je  $\alpha=45^\circ$ ,  $\tan \alpha$ , tj.  $\gamma=1$  – materijal normalne gradacije (tvrdića), ako je  $\gamma$  manja od jedan to su mekši materijali, ako je veća – tvrđi.

Sam fotoosjetljivi sloj je osjetljiv samo na plavi dio vidljivog spektra (nesenzibilizirani materijali) pa mu se po potrebi dodaju optički **senzibilizatori** čime postaje osjetljiv i na zeleni dio spektra (ortokromatski) ili na cijeli vidljivi dio spektra (pankromatski). Ovo se svojstvo fotografskog materijala naziva **spektralna osjetljivost**.

Zaštitini sloj osigurava osnovnu mehaničku zaštitu emulzije, a antihalo sloj apsorbira svjetlo koje je došlo do njega i sprečava nepoželjne refleksije.

Profesionalno se najviše koriste filmovi **leica formata** pa je izbor takvih filmova i najveći. Oni su pakirani u kazete – najčešće dužine 1,08 m za 24 (oznake 135/24) ili dužine 1,60 m za 36 (135/36) slike. Za srednje formate fotografskih aparata koriste se **smotani filmovi** širine četiri centimetra (oznake 127) ili šest centimetara (oznake 120). Oni se nalaze namotani na kalem zajedno sa zaštitnim (za svjetlo nepropusnim) papirom što omogućuje ulaganje ovakvih filmova u fotografski aparat pri svjetlu. U fotografском se aparatу, при snimanju, film, zajedno sa заштитним папиром, намата на други кalem па се film bez prematanja vadi из фотографског апарата. Nakon filmova leica formata, profesionalno se najviše koriste smotani filmovi širine šest centimetara pa je izbor takvih filmova vrlo velik. Prednost ovog formata je u mogućnostima velikog povećanja (50x60 cm i više) bez gubitka detalja i gubitka na oštrini.



Slika 22. Presjek filma za crno-bijelu fotografiju

Osnovna podjela filmova je ona na filmove za crno-bijelu i fotografiju u boji. RGB

(Negativ) film za fotografiju u boji građen je od sloja koji bilježi plavi (nakon razvijanja daje „žutu sliku“), zeleni (nakon razvijanja daje „purpurnu sliku“) i crveni dio spektra (nakon razvijanja daje „plavozelenu sliku“). Tako se dobiva slika u negativu (svjetlijih tonovi zabilježeni su kao neprozirniji) zabilježena u komplementarnim bojama.

**Filmovi za fotografiju u boji** moraju biti prilagođeni **temperaturi izvora svjetla** ili će davati pogrešnu reprodukciju boja. Tako se razlikuju filmovi za snimanje pri dnevnom svjetlu (cca. 5500K) – tzv. DAYLIGHT i filmovi za snimanje pri umjetnom (volframovom) svjetlu – INDOOR filmovi.

Spomenuti negativ filmovi su filmovi kod kojih je slika, nakon kemijske obrade takva da su tamniji tonovi objekta snimanja zabilježeni prozirnije od svjetlijih (kod filma u boji i boje su zabilježene komplementarno). U fotografiji u boji vrlo su bili česti dijapositivi pa su se koristili i posebni (dijapositiv) filmovi koji nakon odgovarajuće kemijske obrade direktno daju dijapositiv-pozitivnu sliku na filmu. Ovakav postupak omogućavao je izrazitu kvalitetu reprodukcije boja, vrlo zasićene („čiste“) boje i veliku rezoluciju slike.

Među osnovnim kriterijima pri izboru filma za snimanje je **opća osjetljivost**. Potrebno je, ovisno o svjetlosnim uvjetima, svjetlosnoj jačini objektiva, objektima snimanja,

izboru vremena eksponiranja i otvora objektiva, predviđenim povećanjima i željenoj veličini zrna, u skladu s kasnijim načinom obrade (razvijanjem), odabrati, po ovom kriteriju, odgovarajući film. Pri izboru filma treba uzeti u obzir kako će osjetljiviji film omogućiti rad u slabijim svjetlosnim uvjetima (i objektivima slabije svjetlosne jačine) te omogućiti rad s kraćim vremenima eksponiranja i zatvorenijim objektirom, ali će dati negative s krupnim zrnom i manjom sposobnosti razdvajanja.

Opća osjetljivost filma se izražava u različitim jedinicama – DIN (Deutsche Industrie Norme), ASA (American Standard Association) ili ISO (International Standards Organization) jedinicama. Film od 12 DIN-a je iste osjetljivosti kao film od 12 ASA tj. film od 12/12 ISO. Dvostruko osjetljiviji je film od 15 DIN-a (12+3) tj. 25 ASA (zaokruženo 12x2) tj. 25/15 ISO – dvostruka osjetljivost se kod DIN jedinica dobiva povećanjem DIN vrijednosti za tri, kod ASA udvostručenjem dok je kod ISO sustava navedena i vrijednost u ASA i DIN-ima (ASA/DIN danas samo skraćeno ASA).

DIN	ASA	ISO
9	6	9/6
12	12	12/12
15	25	15/25
18	50	18/50
21	100	21/100
24	200	24/200
27	400	27/400
30	800	30/800
33	1600	33/1600
36	3200	36/3200

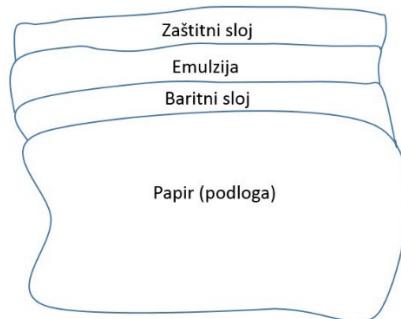
Slika 23. Opća osjetljivost negativa, odnos ASA, DIN i ISO jedinica

Općenito, filmovi se po općoj osjetljivosti mogu podijeliti u tri skupine – **nisko osjetljive** (do približno 64/19 ISO), **srednje osjetljive** (od 64/19 ISO do 200/24 ISO) i **visoko osjetljive** (preko 200/24 ISO). Najviše se koriste filmovi srednje osjetljivosti. Filmovi manje osjetljivosti u ovoj skupini (64/19-100/21 ISO) imaju veliku sposobnost razdvajanja i sitno zrno te su povoljni za fotografiju uz dobre svjetlosne uvjete, prvenstveno za fotografiju vani kao i za snimanje pri umjetnoj rasvjeti gdje nisu kritična vremena eksponiranja (uz korištenje stativa i sl.). Ovakvi filmovi omogućuju i velika povećanja bez naglašavanja zrna. Za nešto lošije svjetlosne uvjete pri fotografiji vani i za studijsku rasvjetu (npr. za portrete) najčešće se koriste filmovi od 100/21-200/24 ISO. Ovakvi filmovi i dalje daju relativno sitno zrno te omogućuju, bez naglašavanja zrna, povećanja do 30x40 cm. Ako se snima pri izrazito jakom svjetlu i ako je izrazito važna velika sposobnost razdvajanja i sitno zrno te ako se predviđaju izrazito velika povećanja, optimalan je izbor filma niske osjetljivosti (do 64/19 ISO). Za rad u lošim svjetlosnim uvjetima, posebno sa rad sa raspoloživim svjetlom koriste se visoko osjetljivi filmovi. Filmovi ove skupine do 400/27 ISO koriste se i onda kada se želi pri

dobrim svjetlosnim uvjetima snimati s kratkim vremenima eksponiranja uz veću dubinsku oštrinu.

## 7. Fotografski papir

Medij na kojem, najčešće, nastaje gotova fotografija osvjetljavanjem (povećavanjem negativa pomoću aparata za povećavanje) i kemijskom obradom u fotografском laboratoriju (te eventualnim kasnijim doradama) se naziva **fotografski papir**. Izgled gotove fotografije – odnosi tonskih vrijednosti (kontrast), ton fotografije, tekstura (struktura površine) i mogućnost naknadnih obrada (toniranje, koloriranje i sl.) bitno ovise upravo o izboru fotografskog papira i zato je važno da mu posvetimo posebnu pažnju. Izbor fotografskog papira, uz korektni negativ daje široke kreativne mogućnosti, a isto tako omogućuje, u određenoj mjeri, korekcije pogrešaka nastalih pri snimanju ili kemijskoj obradi filma.



Slika 29. Presjek klasičnog fotografskog papira

Postoje različiti kriteriji izbora fotografskog papira. Jedan od osnovnih kriterija pri izboru papira je **po izvedbi njegove podloge**. Po ovom kriteriju papiре se dijeli na *klasične i plastificirane*.

**Klasični fotografski papir** se sastoji od:

papirne podloge,

baritnog sloja (koji daje bjelinu papiru),

emulzije i

zaštitnog sloja.

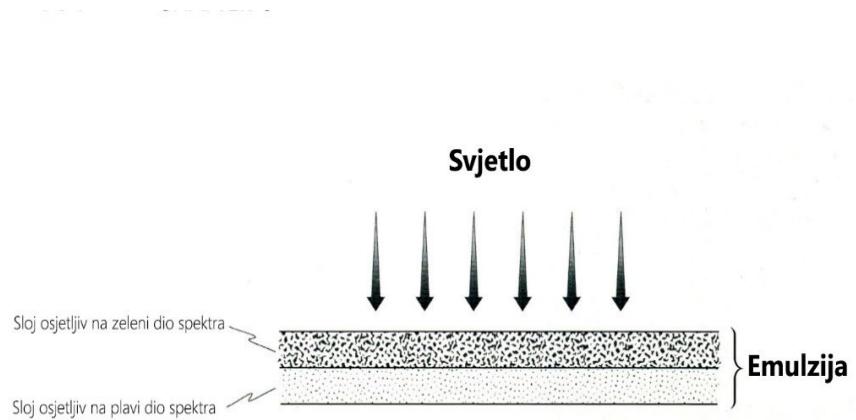
Kod **plastificiranog papira** na papirnu podlogu je nanesen **polietilenski sloj**. Ovako oslojen papir ne upija kemikalije što omogućuje nešto kraće vrijeme fiksiranja i ispiranja

te olakšano i brže sušenje na zraku. Zbog toga je obrada plastificiranih papira jednostavnija, ali se smatra da su krajnji efekti - vezani prvenstveno uz visoki sjaj, ali i tonske vrijednosti – nešto izraženiji kod klasičnih papira. Klasični se papir kao izbor nameće vrlo često ako je fotografija predviđena za daljnju obradu (koloriranje, toniranje itd.)

**Po strukturi površine** razlikuju se mat i sjajni papiri. Papiri sjajne površine se koriste za fotografije s puno detalja i kada se želi naglasiti struktura snimljenog materijala. Mat papiri prigušuju sjaj papira i „olakšavaju“ gledanje papira te time povećavaju dojam slike. Ako se predviđa daljnja obrada fotografije – toniranje, koloriranje, retušuranje – optimalan je izbor mat papir.

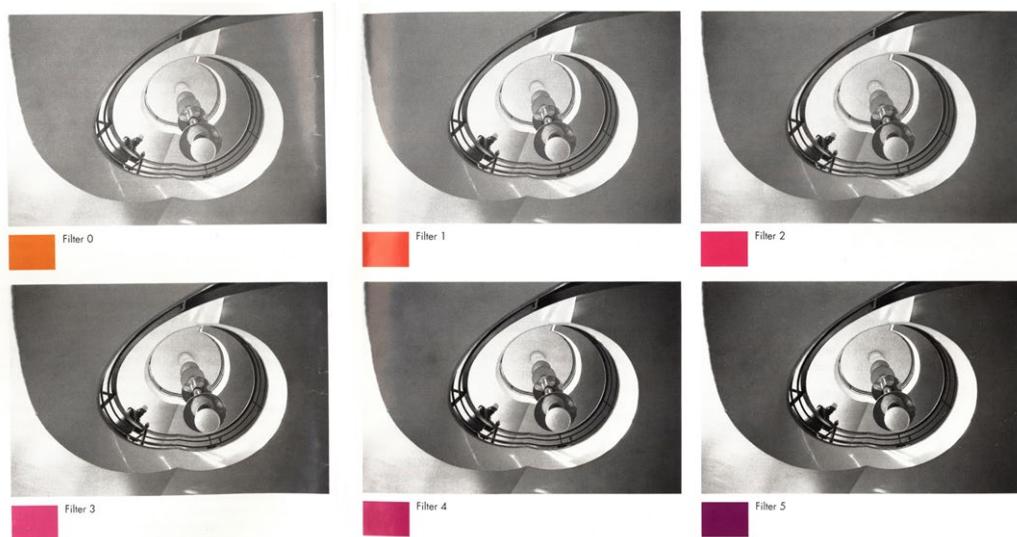
Sljedeći kriterij pri izboru fotografskog papira je **gradacija (tvrdoća) papira**. U tehničkom smislu, za dobivanje tonski korektne fotografije, potrebno je negativ normalne gradacije povećati na papir isto tako normalne gradacije. Izborom papira veće ili manje tvrdoće mogu se kompenzirati, u određenoj mjeri, pogreške na negativu načinjene pri snimanju ili razvijanju tako da se dobije fotografija normalne tvrdoće s mekanog (ili prozirnog) negativa treba povećavati na tvrdem papiru, odnosno pretvrdi (pregusti) negativ na mekšem papiru. Ipak ovakve korekcije ne predstavljaju idealan način rada pa se u kreativnom smislu mekši papiri koriste kako bi se s normalnih negativa dobila mekana (soft ili pastel) fotografija, dok se papiri veće tvrdoće koriste za dobivanje tvrdih (kontrastnih) fotografija iz negativa normalne ili povećane tvrdoće. Dakle, optimalni efekti na fotografiji će se postići uskladišnjanjem tehnike snimanja, tehnike razvijanja filma i izbora fotografskog papira pri povećavanju. Za fotografске papire stalne gradacije koji se klasično koriste za izradu fotografija uobičajena je ponuda koja obuhvaća papire od posebno mekanih do tvrdih uz oznake 1-5 ili na tvrde papire (oznaka 3), papire normalne gradacije (oznaka 2) i mekane papire (oznaka 1).

Osim tih papira pojedinačnih gradacija postoje i **papiri promjenjive gradacije**. Emulzija ovih papira je dvoslojna i sastoji se od jedne tvrde emulzije i jedne mekše. Ova dva sloja osjetljiva su na svjetla različitih valnih duljina – tako je uobičajeno da mekša emulzija reagira na zeleni dio spektra, a tvrda na plavi dio spektra, odnosno u praksi se, za dobivanje tvrdih slika koriste (na kolor glavi aparata za povećavanje) purpurne filtracije, a mekših žute. Drugi način korištenja ovih papira je uz klasičnu glavu aparata za povećavanje i set filtera označenih brojevima (najčešće 1-5) gdje oznaka 1 označava filter za postizanje mekše gradacije, a oznaka 5 filter za postizanje najtvrdje gradacije.

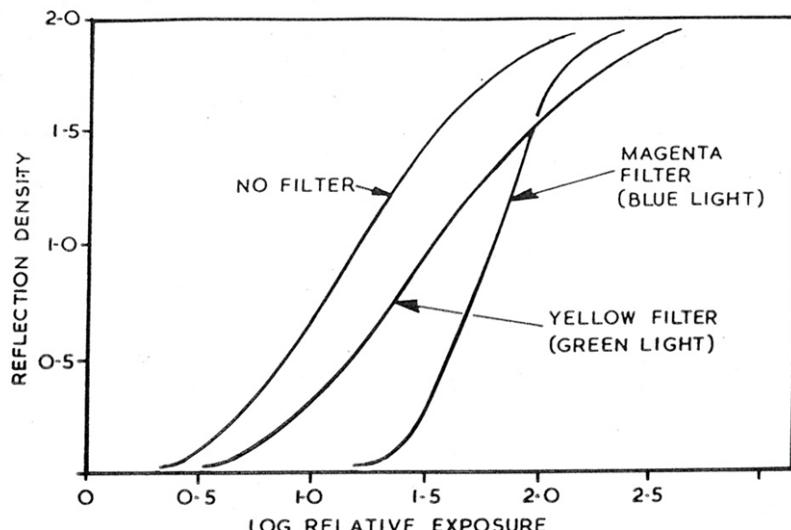


*Slika 30. Papiri promjenjive gradacije*

Ovakvi papiri su praktični jer se jedim pakiranjem pokriva široki raspon gradacija, no ponekad se krajnji efekti bolje postižu „klasičnim“ papirima. Najpoznatiji ovakvi papiri su Ilford Multigrade.



*Slika 31. Ilford Multigrade papiri promjenjive gradacije*



Slika 32. Filteri smanjuju osjetljivost fotografskog materijala

Kriterij prilikom izbora fotografskog papira može biti i **sastav emulzije**. Teoretski se papiri po ovom kriteriju dijele na bromidne, kloridne i klorobromidne. Sastav emulzije bitno utječe na ton zacrnjenja koji se postiže na gotovoj fotografiji. Općenito se smatra da se korištenjem bromidnih papira dobiva veće bogatstvo tamnih tonova i „duboka“ crna.

Sastavni dio svakog pakiranja papira su upute i preporuke koje razvijače koristiti za fotografiski papir i koje je preporučeno vrijeme razvijanja. Danas postoji niz formata papira koji približno odgovaraju pravilu zlatnog reza: 9x12, 13x18, 18x24, 24x30, 30x40, 50x60. Navedene formate treba shvatiti orijentaciono jer postoje odstupanja od proizvođača do proizvođača.

## 8. Izrada pozitiva

Konačni izgled fotografije u velikoj je mjeri definiran upravo prilikom izrade pozitiva, tada se određuje format gotove fotografije i smještaj objekta tj. izrez, odnos tonova (kontrast) i struktura površine, a moguće je i postupak izrade pozitiva, prvenstveno odgovarajućim izborom papira i njegove obrade, prilagoditi dalnjim postupcima (toniranje, koloriranje...).

Iako potpuno iskorištenje kreativnih mogućnosti izrade pozitiva povećavanjem i kemijskom obradom fotografskog papira podrazumijeva korektno snimljen i kemijski obrađen film, ipak je u određenoj mjeri moguće u ovoj fazi izrade fotografija postići i korekcije nekih pogrešaka. Zbog svega toga je potrebno obratiti posebnu pažnju povećavanju i kemijskoj obradi osvijetljenih fotografskih papira jer ova faza pruža podjednake mogućnosti kao i snimanje.

Izrada pozitiva započinje **izborom fotografskog papira** ovisno o karakteristikama negativa i željenom odnosu tonova na pozitivu. U skladu s izborom papira potrebno je odabrati i odgovarajuće kemikalije za obradu – prvenstveno **razvijač**. Osim izbora papira, prije samog početka rada tj. izrade pozitiva, potrebno je odabrati i pripremiti odgovarajuće kemikalije – **razvijač, prekidač razvijanja i fiksir**.

Za razvijanje fotografskih papira danas se najčešće koriste **razvijači** koji se nabavljaju u koncentratu i neposredno prije početka rada se razrjeđuju (prema uputi proizvođača) s vodom. Ako je razvijač pripremljen na ovaj način on se najčešće koristi za jednu seriju razvijanja (ne spremi se nakon završetka rada) dok se razvijači koji se koriste nerazrijeđeni mogu koristiti više puta – toliko koliko dozvoljava istrošenost razvijača.

Općenito se, uspješno, kvalitetno, može raditi s razvijačem temperature od oko **17°C do 21°C** (optimalno 18 do 20°C), ali treba računati da ako je vrijeme razvijanja pri 20°C 2,5min onda se na 17°C produljuje približno na tri minute, a pri temperaturi od 21°C skraćuje na dvije minute.

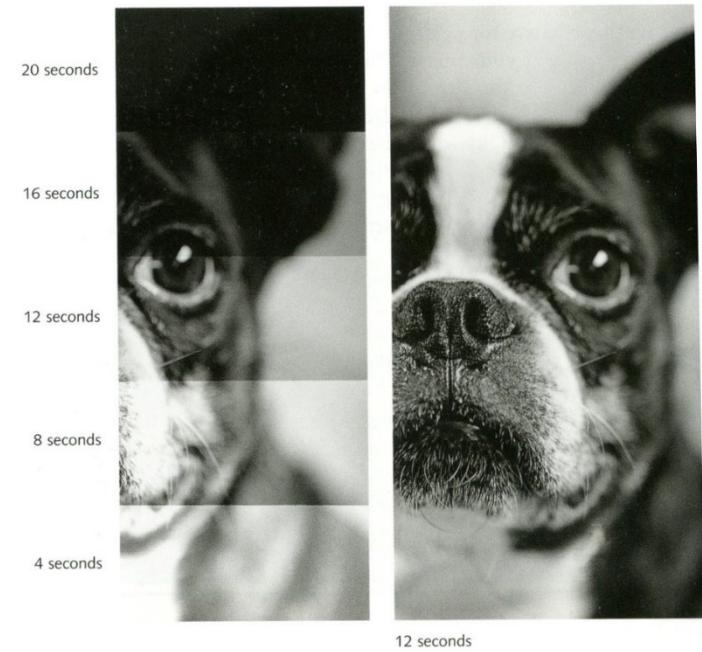
Kao **prekidač razvijanja** može se koristiti **obična voda ili voda s dodatkom octene kiseline ili poseban prekidač razvijanja**. Posebni prekidači razvijanja ili voda s dodatkom octene kiseline (na 1 litru vode oko 20 ml koncentrirane octene kiseline) osiguravaju trenutno prekidanje razvijanja te bolje čuvaju fiksir od zaglađenja preostalim razvijačem, ali se pojedini postupci naknadne kemijske obrade (prvenstveno s nekim tonerima) lošije provode ako je prekidanje razvijanja bilo provedeno u takvoj kupci. Zbog toga, ako se prepostavlja naknadna kemijska obrada fotografija kao prekidač razvijanja koristi obična voda. Prekidač razvijanja i fiksir također trebaju biti **pripremljeni na radnu temperaturu** (približno 18 do 22°C).

Kod pripreme **fiksira**, potrebno je računati na radnu temperaturu i istrošenost fiksira. Kako se u kadici s fiksirom zna skupiti više fotografija dobro je fiksir pripremiti u nešto većoj plitici i raditi s nešto većom količinom fiksira.

Nakon pripreme kemikalija pristupa se **laboratorijskoj izradi fotografija** (uz zaštitno laboratorijsko svjetlo). Za samu se izradu fotografija najprije u masku za negativ aparata za povećavanje ulaze negativ – okrenut emulzijom prema objektivu aparata za povećavanje. (Ako je film obrnuto okrenut dobivena će slika biti stranično neispravna i nešto manje oštine). Nakon što je aparat za povećavanje timerom (trajno) uključen (zaštitni je filter odmaknut tj. ne nalazi se ispred objektiva) podizanjem ili spuštanjem tijela aparata za povećavanje pomoću kotača za određivanje povećanja se projekcijom na masku za papir (na kojoj je ravnalima-rubnicima definiran format papira) ili na bijeli papir (na kojem je označen format fotografskog papira) uz pomicanje maske ili papira **određuje povećanje i izrez**.

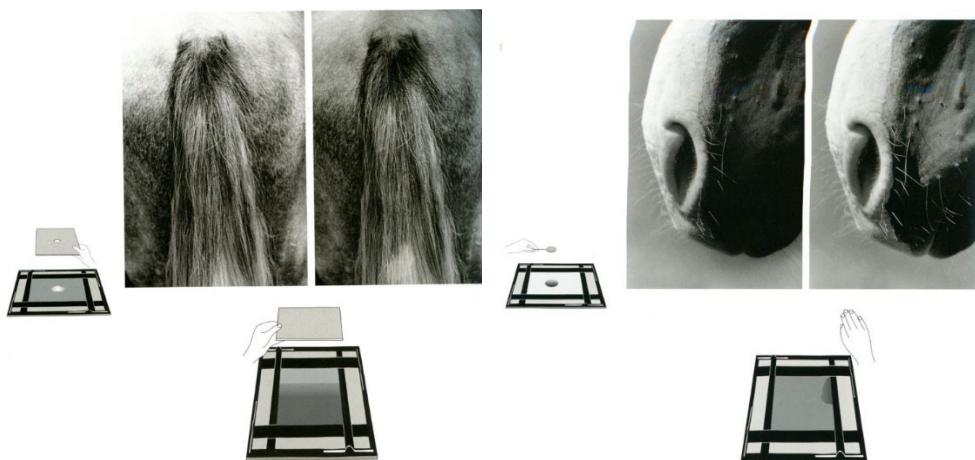
Ako izrez gotove fotografije odgovara u potpunosti izrezu dobivenom snimanjem, takva se fotografija naziva fotografija punog formata. Zatim se, pri potpuno otvorenom objektivu, uvlačenjem i izvlačenjem mijeha pomoću vijka za izoštravanje, izoštrava slika – u pravilu u istoj točki u kojoj je slika izoštrena i pri snimanju. Nakon toga **određuje se otvor objektiva** – zatvaranjem sve dok se na projiciranoj slici ne počnu gubiti detalji. Ovako se postiže optimalni otvor objektiva – otvor objektiva s kojim se dobiva zadovoljavajuća dubinska oština uz optimalna vremena osvjetljavanja te uz reprodukciju svih detalja. Prilikom povećavanja dubinska oština mora biti takva da su rubovi slike podjednako oštri kao i centar.

Ako je objektiv previše otvoren, pogotovo kod malih povećanja, dubinska oština je premala pa se to neće postići. Kada je određen optimalan otvor objektiva, ispred objektiva se **stavlja crveni filter i gasi se aparat za povećavanje**. Sada je potrebno odrediti vrijeme osvjetljavanja. Za ovo se treba napraviti **pokusni klin** i to na sljedeći način: na timeru se odredi neko polazno vrijeme – npr. za manje formate pet sekundi, a za veće deset, izreže se traka fotografskog papira i učvrsti (zalijepi) na temeljnu ploču ili masku tako da obuhvati, tonski, karakterističan dio fotografije. Veći dio papira se prekrije neprozirnim kartonom i uključi se aparat za povećavanje, pomakne se karton koji pokriva papir te ponovno uključi aparat za povećavanje što se ponovi oko 5-10 puta. Tako osvijetljena traka papira se razvija na isti način na koji će se, kasnije, razvijati i fotografski papir, prekida se razvijanje te kratko fiksira (dovoljno oko dvije minute). Ovako dobiveni pokusni klin se procjenjuje pri bijelom svjetlu.



*Slika 33. Pokusni klin za određivanje vremena osvjetljavanja prilikom izrade pozitiva*

Često nije potrebno raditi cijeli pokusni klin, nego se može napraviti pokus na malom komadiću papira (na koji se osvjetjava karakteristični dio slike uz predviđene elemente ekspozicije (npr. ako negativ približno tonovima odgovara prethodnom i radi se na istom papiru uz isto povećanje, može se pretpostaviti i jednake elemente ekspozicije)), a ponekad se može, pogotovo ako se radi s negativima istih tonskih karakteristika na istom papiru, procijeniti elemente ekspozicije bez prethodnih pokusa. Međutim, ponekad se pri povećavanju želi izjednačiti tone na pojedinim dijelovima slike pa se rade pokusni klin za različita područja slike. Tada se dobivaju različita vremena osvjetljavanja za pojedini dio slike što će tražiti selektivno osvjetljavanje.



*Slika 34. Selektivno osvjetljavanje*

Nakon što su definitivno određeni elementi ekspozicije timer se postavlja na željeno vrijeme (postavljen je i određeni otvor objektiva) te se gasi aparat za povećavanje (kako

nebi došlo do pregrijavanja glave aparata za povećavanje, kada je moguće, aparat mora biti isključen). Izvadi se papir i stavlja (emulzijom prema objektivu) na temeljnu ploču ili u masku za papir te se pali aparat za povećavanje kako bi se uz crveni filter definitivno postavio na željeno mjesto. Kada je papir postavljen, aparat za povećavanje se gasi, odmiče se crveni filter te se timerom uključuje aparat – određeno vrijeme osvjetljavanja.

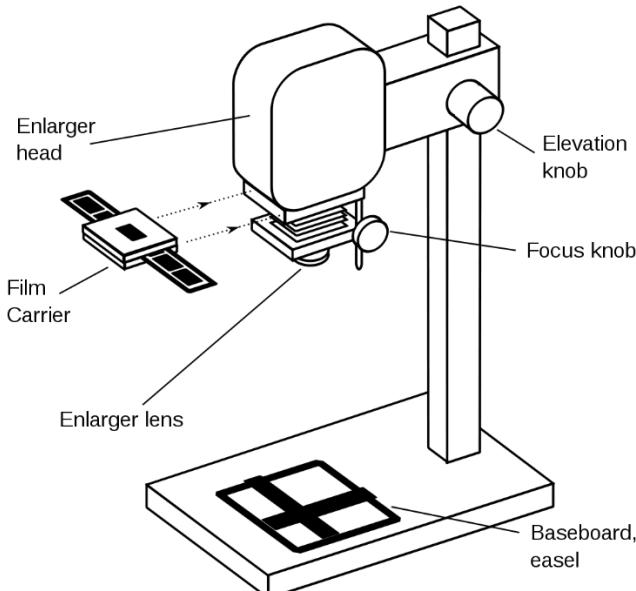
Ponekad fotografija zahtijeva na različitim dijelovima različitu ekspoziciju tj. vrijeme osvjetljavanja (selektivno osvjetljavanje). U tom se slučaju na timeru ugodi najdulje potrebno vrijeme osvjetljavanja, počinje se s osvjetljavanjem cijele površine papira (približno trećina vremena osvjetljavanja) te se zatim zasjenjuje (dlanom, kartonom ili sl.) dio slike koji zahtijeva kraće osvjetljavanje, uz lagano pomicanje ruke ili kartona za zasjenjivanje kako se nebi pokazao oštar primjetan rub između različito osvijetljenih površina. U zadnjoj se trećini vremena osvjetljavanja ponovno osvjetljava cijela površina papira – naime, najčešće su razlike na gotovoj fotografiji očite ako je najkraće vrijeme osvjetljavanja kraće od dvije trećine najdulje, ali ovo ipak ovisi o konkretnom primjeru što se može odrediti pokusom.

Osvijetljeni papir se zatim prenosi do kadice s razvijačem te stavlja u pliticu tako da se što prije cijeli ravnomjerno pokrije razvijačem. Papir je poželjno u razvijač staviti emulzijom prema okrenut prema gore jer to omogućuje promatranje stvaranja slike što je važno pri procjeni tonova. Ovisno o kombinaciji papira i razvijača, slika se počinje pojavljivati približno između 15 i 45 sekunde razvijanja. Razvijanje traje pri radnoj temperaturi na  $20^{\circ}\text{C}$  dvije i pol minute uz ljuljanje kadice s razvijačem svakih 15 sekundi (uz pretpostavku da je i pri pokusnom klinu razvijanje bilo provedeno na isti način). Rjeđe ljuljanje kadice usporava razvijanje, a češće ubrzava.

Ponekad se želi na pojedinim dijelovima slike dobiti jače tonove (postići „veća dubina tonova“) što se može postići selektivnim razvijanjem. Selektivno razvijanje se provodi trljanjem (za vrijeme razvijanja) po dijelovima slike na kojima se želi postići ovaj efekt te nakon što se na slici „izvukla“ većina tonova (npr. nakon minute i pol razvijanja), ali je potrebno na kraju, kako bi slika bila ravnomjerno razvijena, cijelu sliku ostaviti barem približno pola minute u razvijaču. Nakon što je razvijanje završeno fotografija se vadi iz razvijača i stavlja u kadicu sa prekidnom kupkom (potrebno je paziti da se hvataljkom ili prstima na kojima ima razvijača ne dođe u prekidnu kupku, a posebno kasnije u fiksir) gdje je važno da fotografija cijelom svojom površinom bude uronjena u prekidač. Nakon desetak sekundi fotografija se vadi iz prekidača i stavlja u fiksir – okrenuta emulzijom prema dolje. Kod fiksiranja je potrebno paziti da je cijela fotografija u fiksiru pa je korisno svaki put fotografiju u fiksir staviti kao najdonju.

Prije nego se nastavi izrada slijedeće fotografije, važno je biti siguran kako na rukama nisu zaostaci kemikalija, tj. da su ruke potpuno suhe. Fiksirane fotografije se peru u pravilu u tekućoj vodi pola sata nakon čega se stavljuju sušiti.

## Aparat za povećanje



Slika 28. Aparat za povećanje

Ono što fotografски aparat predstavlja pri snimanju to pri laboratorijskom dijelu izrade fotografije predstavlja aparat za povećanje. Kvaliteta gotove fotografije bitno ovisi o aparatu za povećanje, njegovom izboru i načinu korištenja.

Aparata za povećavanje ima raznih vrsta, konstrukcija i veličina, međutim osnovna konstrukcija svih aparata za povećavanje je slična. Aparat za povećavanje sastoji se od tri osnovna dijela: tijela, tračnice i temeljne ploče. Tijelo aparata za povećavanje obuhvaća glavu (s izvorom svjetla), nosač filtera, kondenzor, masku za film, mijeh s vijkom i mehanizam za izoštravanje, objektiv i zaštitni filter.

Jedna od osnovnih razlika između aparata za povećavanje je u izvedbi glave – postoje glave koje za izvor svjetla koriste volframovu žarulju – najčešće klasične (crno-bijele) glave ili halogenu žarulju – najčešće za kolor glavu.

Aparati za povećavanje sa kolor glavom mogu se koristiti i u kombinaciji s crno-bijelim fotografskim papirima promjenjive gradacije (purpurne filtracije-tvrđa slika, žute-mekša). Ako su sve filtracije namještene na vrijednost 0, aparat za povećavanje s kolor glavom se koristi kao aparat za povećavanje s klasičnom glavom. Kod aparata za povećavanje s klasičnom kolor glavom iz glave aparata dolazi raspršeno svjetlo koje treba usmjeriti tako da ravno (okomito) pada na površinu filma. Za ovo služi sistem leća koji se naziva kondenzor. Kvaliteta kondenzora bitno utječe na kvalitetu slike koju stvara aparat za povećavanje, a treba obratiti pažnju i na to da je, ovisno o optičkoj

konstrukciji aparata za povećavanje, promjenom formata negativa ponekad potrebno mijenjati i kondenzor.

Sličica na filmu koja se povećava stavlja se u masku za negativ. Maska za negativ ograničava najveći format negativa koji se može povećavati. Maske za formate do leica formata mogu biti izvedene tako da se sličica koja se povećava ne nalazi između stakala što je nešto praktičnije, ali maske aparata za povećavanje većih formata moraju imati stakla između kojih se nalazi sličica i tako osigurati planparalelnost filma. Neke izvedbe maski za negative imaju i maskirne pločice kojima se, do određene granice, može prekriti dio sličice koji se ne želi povećati.

Mijeh je povezan s mehanizmom za izoštravanje koji pomoću vijka omogućuje izvlačenje i uvlačenje mijeha tj. primicanje i odmicanje objektiva od filma (time i izoštravanje slike).

Objektiv aparata za povećavanje je najodgovorniji dio aparata za kvalitetu slike i ovi objektivi su općenito jednostavnije konstrukcije od onih na fotografskim aparatima. Kako se slika izoštrava uvlačenjem i izvlačenjem mijeha na koji se montira objektiv, sam objektiv nije izведен tako da omogućuje izoštravanje, a svjetlosne jačine objektiva mogu biti i nešto manje, nego kod objektiva za fotografski aparat čime se postiže maksimalna izbalansiranost objektiva tj. jednaka oštrina crteža po cijeloj površini slike bez obzira na otvor objektiva. U praksi su praktični oni objektivi koji osiguravaju jednostavnu kontrolu otvora objektiva i mogućnost brojanja pomaka prstena (za „1/2 ili cijeli blendu“).

Aparat za povećavanje se uključuje pomoću **timera** koji omogućuje da je aparat za povećavanje trajno uključen (dok se ne isključi – npr. pri odabiru slike koja će se povećavati) ili da je uključen unaprijed određeno vrijeme (pri osvjetljavanju fotografiskog papira).

## 9. Podjela i izbor fotografskih aparata

Svaki se fotografski aparat sastoji od tijela i objektiva, a njegove karakteristike čine ga povoljnijim ili nepovoljnijim izborom za određene objekte, uvjete i namjenu fotografiranja. Iako se profesionalni fotografski aparati konstruiraju tako da uspješno pokrivaju što šire područje rada, ipak se i kod takvih fotografskih aparata može odabrati optimalno rješenje za pojedine zadatke.

Izgled i kvaliteta gotove fotografije, kao i mogućnost izbora dodatne opreme za fotografiranje, bitno ovisi o pravilnom izboru fotografskog aparata. Prema izvedbi i konstrukciji postoji nekoliko podjela fotografskih aparata.

Uobičajene su podjele prema vrsti tražila, načinu određivanja elemenata ekspozicije, načinu izoštravanja slike i formatu. Ove podjele nisu strogo definirane i ne obuhvaćaju sve danas poznate tipove fotografskih aparata (npr. Instant fotografija – polaroid ili digitalna fotografija nisu direktno obuhvaćeni ovim podjelama), ali ipak navedene podjele omogućuju analizu i adekvatan izbor fotografskog aparata ovisno o motivima i željenim karakteristikama gotove fotografije.

### Podjela fotografskih aparata prema vrsti tražila

Dijele se na aparate sa sportskim (mehaničkim) tražilom, aparate s optičkim tražilom i refleksne (zrcalne) fotografске aparate/dvooke i SLR.

Pojavom fotografskih aparata koji koriste smotani film, tj. fotografskih aparata kod kojih se film stavlja u fotografski aparat prije kadriranja slike, javila se potreba da se u konstrukciji fotografskog aparata nadoda i dio kroz koji će se „tražiti“ i kadriратi slika (tj. dio kroz koji se vidi, barem približno, slika koja će biti zabilježena na filmu). Taj dio aparata se naziva tražilo. Prva tražila („mehanička“) bila su izvedena kao okvir koji je omogućavao promatranje slike približno istog vidnog kuta s vidnim kutom objektiva fotografskog aparata.

Fotografski aparati s optičkim tražilom su konstruirani na taj način da slika na film dolazi kroz objektiv, a odvojeno od tog objektiva postoji tražilo kroz koje se gleda i koje pokazuje drugu sliku. Ovo tražilo, za razliku od mehaničkog, ima mogućnost izoštravanja slike (ako je u fotografском aparatu u sistemu tražila i daljinomjer), tj. preciznog određivanja udaljenosti objekta od filma. Kod ovakvih je aparata uobičajeno da se slika izoštrava tako da postoje dvije odvojene slike i u trenutku kada se te dvije slike poklope slika je izoštrena.

Kod ovakvih tražila postoji pogreška da slika na filmu ne odgovara potpuno slici koja se vidi kroz tražilo aparata. Te dvije slike nisu jednake jer je kut gledanja objektiva jedan, a našeg oka kroz tražilo drugi. Takva pogreška se naziva paralaksom.

Zbog pogreške paralakse slika u tražilu biti će pomaknuta u odnosu na sliku koju projicira objektiv pa će nastati pogreška prilikom kadriranja.

**Paralaksa** je kao pogreška zanemariva pri snimanju iz većih udaljenosti, ali pri snimanju iz blizine – npr. makro, čak i portreti, može biti izrazita. Dodatni problem ovakvih sistema je što se promjenom objektiva ne mijenja slika u tražilu pa je potrebno koristiti i pomoćna tražila.

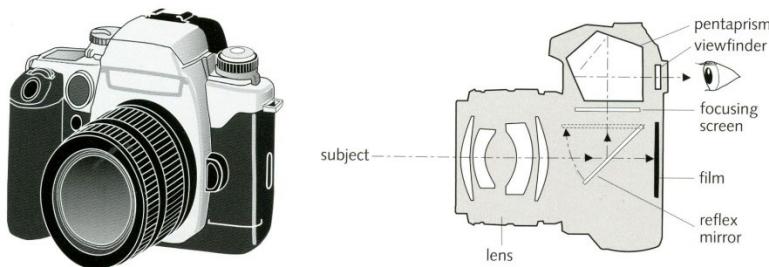
**Refleksni ili zrcalni** aparati koriste princip koji je bio pronađen u vrijeme renesanse: camera obscura sa zrcalom koje lomi svjetlo i odbija ga na mutno staklo. Refleksni fotografски aparati mogu biti „dvooki“ ili „jednooki“ (SLR). Prvi refleksni fotografiski aparati bili su **dvooki**.



Slika 17. Dvooki refleksni fotografski aparat

Za njih je karakteristično da jedna slika nastaje kroz jedan objektiv na filmu, a druga se, kroz drugi objektiv, odbija od zrcala te pojavljuje na mutnom staklu tražila. Ako su oba objektiva iste žarišne duljine, slike će biti približno jednake. Ipak i kod ovakvih izvedbi fotografskih aparata postoji pogreška paralakse.

Druga velika skupina refleksnih fotografskih aparata su **jednooki** refleksni ili zrcalni fotografiski aparati (SLR – single lens reflective). Kod ovih aparata slika na filmu odgovara slici u tražilu – svjetlo prolazi kroz objektiv, odbija se od zrcala te se dobiva slika u tražilu (najčešće pentaprizma), a u trenutku okidanja zrcalo se diže te svjetlo kroz otvoreni zatvarač može pasti direktno na film. Promjenom objektiva automatski se mijenja i slika u tražilu te kod ovih izvedbi fotografskog aparata ne postoji pogreška paralakse. Ipak, slika u tražilu ne mora u potpunosti odgovarati slici na filmu, tj. slika na tražilu obično pokriva određeni postotak slike koja se stvara na filmu (uobičajeno preko 90% - što se pokazalo kao optimalno pri kadriranju). Zbog univerzalnosti ovakvih fotografskih aparata i njihove profesionalne upotrebe, za te aparate postojala je i najraznovrsnija fotografska oprema.



Slika 18. SLR fotoaparat

### Podjela fotografskih aparata prema načinu određivanja elemenata ekspozicije

Da bi slika na filmu bila tehnički korektno izvedena, potrebno je na film dovesti točno određenu količinu svjetla. To se osigurava regulacijom otvora objektiva („otvor blende“) i vremenom eksponiranja („eksponicija“) – tj. elemenata ekspozicije. Ovisno o načinu na koji se ti elementi određuju fotografski aparati mogu biti **manualni** (prije snimanja potrebno je ručno namjestiti oba elementa ekspozicije), **automatski** (namješta se jedan element ekspozicije, a drugi se određuje automatski ili se oba određuju automatski) ili **kombinirani** (tj. mogu raditi i manualno i automatski).

**Manualni** fotografski aparati mogu biti bez ugrađenog svjetlomjera, sa samostalnim svjetlomjerom ili TTL. Fotografski aparati bez ugrađenog svjetlomjera prepostavljaju da će fotograf na osnovu iskustva, tablica ili pomoću izdvojenog svjetlomjera odrediti elemente ekspozicije. Kod aparata sa ugrađenim (izdvojenim) svjetlomjerom potrebno je elemente ekspozicije očitati sa svjetlomjera koji se nalazi na fotografском aparatu te ih ručno namjestiti. Glavna prednost ovakvih fotografskih aparata pred onim bez ugrađenog svjetlomjera što je svjetlomjer uvijek na samom aparatu pa otpada potreba približnog procjenjivanja ili upotrebe tablica. Ipak, ovakvi fotografski aparati su se relativno rijetko koristili zbog nedovoljne preciznosti svjetlomjera, a profesionalni fotografi su se radije odlučivali na rad sa samostalnim svjetlomjerom.

Sredinom 60-ih godina prošlog stoljeća pojavili su se fotografski aparati koji su mjerili svjetlo koje je na cijeli svjetlomjer padalo nakon što je prošlo kroz objektiv fotografskog aparata. Svi fotografski aparati koji koriste takav sistem spadaju u skupinu **TTL (eng. through the lens) aparata**. Osim što to najčešće osigurava optimalan način mjerjenja svjetla, ovaj sistem omogućuje i rad sa svjetlomjerom gledanjem kroz tražilo fotografskog aparata. Danas se takvi (TTL) fotografski aparati smatraju za standard profesionalnih fotografskih aparata. Prvi takvi sistemi bili su izvedeni na način da je iglu, koja se otklanjala promjenom svjetlosnih uvjeta, bilo potrebno dovesti do određene oznake otvaranjem ili zatvaranjem otvora objektiva uz unaprijed određeno vrijeme eksponiranja.

Početkom sedamdesetih godina javljaju se prvi TTL fotografski aparati koji su osim manualno mogli raditi i **automatski** na taj način da se odabire vrijeme eksponiranja, a fotografski aparat sam određuje otvor objektiva-fotografiski aparat s „prioritetom

ekspozicije" te nešto kasnije sa sistemom da se odredi otvor objektiva, a da fotografski aparat sam odredi vrijeme eksponiranja – fotografski aparat s „prioritetom blende“.

Sredinom sedamdesetih godina javljaju se i prvi fotografски aparati sa centralnom procesorskom jedinicom (CPU)(prvi Canon AE1). Centralna procesorska jedinica kod ovih fotografskih aparata uz manualni rad može omogućiti i rad s „prioritetom blende“ i rad s „prioritetom ekspozicije“, ali i rad s programima kojima se može odrediti kombinacija ova dva parametra. Iako su danas poznati i sistemi korištenja većeg broja programa, ipak se rad s programom ne može smatrati rješenjem za ozbiljniji pristup fotografiji.

Upotreba CPU je također omogućila i elektronsku kontrolu ekspozicije čime su se, pored ostalog, bitno skratila najkraća vremena eksponiranja (kraća od 1/2000s) te korištenje „međuvremena“ eksponiranja.

Ako fotografski aparat omogućuje i manualni i automatski rad, takav fotografski aparat spada u skupinu **kombiniranih** fotografskih aparata. To je ujedno i tip danas profesionalno najčešće korištenih fotografskih aparata.

### Podjela fotografskih aparata prema načinu izoštravanja

Prema načinu izoštravanja fotografski se aparati dijele u dvije velike skupine – na fotografске aparate **s mogućnošću izoštravanja slike i fotografске aparate bez te mogućnosti**.

Fotografski aparati **bez mogućnosti izoštravanja** predstavljaju najjeftinije i najjednostavnije fotografске aparate te ne omogućuju ozbiljniji pristup fotografiji. Ovakvi fotografski aparati najčešće koriste širokokutne objektive manje svjetlosne jačine čime se postiže željena dubinska oštrina. Daljnji veliki nedostatak ovih fotografskih aparata je i najčešće nemogućnost odabira elemenata ekspozicije.

Fotografski aparati **s mogućnošću izoštravanja slike** mogu biti izvedeni ili tako da fotograf sam izoštrava sliku (fotografski aparati s klasičnim tijelom) ili auto-fokus sistemi kod kojih fotografski aparat sam izoštrava sliku.

Prednost auto-fokus sistema pred klasičnim tijelima je, lakše izoštravanje, pogotovo pri lošijim svjetlosnim uvjetima, no takvi sistemi imaju i nedostatka u usporedbi s fotografskim aparatima s klasičnim tijelom zbog otežanog izoštravanja kroz prozirne medije (npr. kroz staklo), otežanog izoštravanja na malim udaljenostima i pri snimanju objekata koji izrazito reflektiraju svjetlo ili su u pokretu.

## Fotografski aparat – osnovni dijelovi

### Tijelo fotografskog aparata

Tijelo fotografskog aparata osigurava dolazak svjetla na film u točno definiranom vremenu (vrijeme eksponiranja, "eksponicija") i to samo za vrijeme osvjetljavanja. Za to je odgovoran **zatvarač** koji dopušta, odnosno ne dopušta, svjetlu (koje je prošlo kroz objektiv) pasti na film.

Vrijeme eksponiranja se na fotografском aparu određuje pomoću **gumba sa skalom za vrijeme eksponiranja**. Obično su (ovisno o mogućnostima fotografskog aparata) naznačena vremena 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 125, 250, 500, 1000, 2000... To su recipročne vrijednosti vremena eksponiranja izražena u sekundama (npr. oznaka 60 znači trajanje osvjetljavanja od 1/60 s). Dulja vremena (u sekundama) su posebno označena (npr. 2, 4, 8...). Uz ta vremena postoji i oznaka B koja znači vrijeme ekspozicije u dužini trajanja pritiska na okidač. Pritiskom na okidač, podiže se zrcalo i otvara zatvarač. Kod TTL sustava uobičajene izvedbe da se pritiskom na okidač do granice otpora uključuje svjetlomjer. Slika se kadira i izoštrava gledanjem kroz okular paralelan s lećama objektiva.

### Objektiv fotografskog aparata

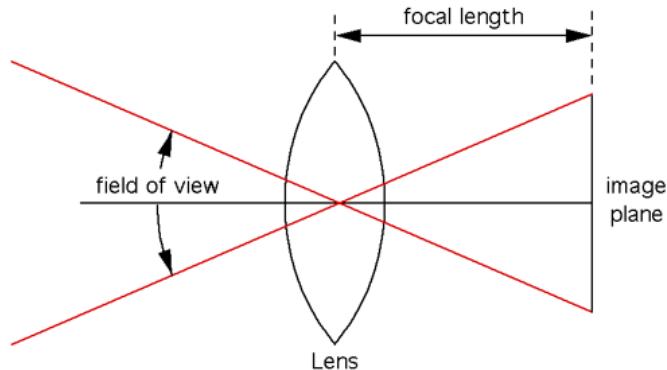
Objektiv je osnovni optički dio svakog fotografskog aparata, složeni sustav leća, koji ima glavni zadatak propustiti željenu količinu svjetla i na filmu, prilikom eksponiranja, ocrtati korektnu sliku. Osim što je objektiv osnovni dio fotografskog aparata, objektivi se mogu smatrati i za osnovnu dodatnu opremu čijim se izborom bitno utječe na izgled ili kvalitetu slike te čijom se mogućnošću izbora bitno proširuju kreativne mogućnosti fotografiranja.

Na objektivu fotografskog aparata naznačene su oznake njegovih osnovnih karakteristika – uz proizvođača, tip i serijski broj – žarišna duljina (f), svjetlosna jačina (F) i promjer navoja ( $\phi$  -navoj za filtere) te skale udaljenosti, otvora objektiva i dubinske oštirine koje omogućuju i olakšavaju njegovu upotrebu.

**Žarišna duljina (f)** objektiva je udaljenost od optičkog centra objektiva do točke u kojoj se skupljaju sve zrake svjetla koje dolaze od nekog beskonačno udaljenog predmeta i paralelno prolaze kroz objektiv.

U praksi, žarišna duljina je bitan podatak jer određuje vidni kut objektiva što je i osnovni kriterij za njegov izbor. Po tom kriteriju se razlikuju tri osnovne skupine objektiva – **normalni objektivi** (tj. objektivi vidnog kuta koji približno odgovaraju čovjekovom

vidnom kutu), **širokokutni objektivi** (objektivi vidnog kuta koji je veći od čovjekovog) te **teleobjektivi** (objektivi čiji je vidni kut manji od čovjekovog - "efekt dalekozora").



Slika 19. Žarišna duljina objektiva

**Normalni objektivi** imaju vidni kut od približno  $45^\circ$  što je nešto veći od čovjekovog vidnog kuta – ovo povećanje uzima u obzir da čovjek sliku ne promatra potpuno statično pa realno doživljaj slike odgovara ovom od  $45^\circ$ .

Objektiv osigurava "normalni" vidni kut ako mu je žarišna duljina približno jednaka dužini dijagonale sličice koja se ocrtava na filmu – za leica format se za normalni objektiv uzima objektiv žarišne duljine 44-58 mm (najčešće 50mm pa se uobičajeni pojам normalni objektiv izjednačuje s 50 mm objektivom). To su objektivi najsvestranije primjene i najčešće se kombiniraju s dodatnom opremom.

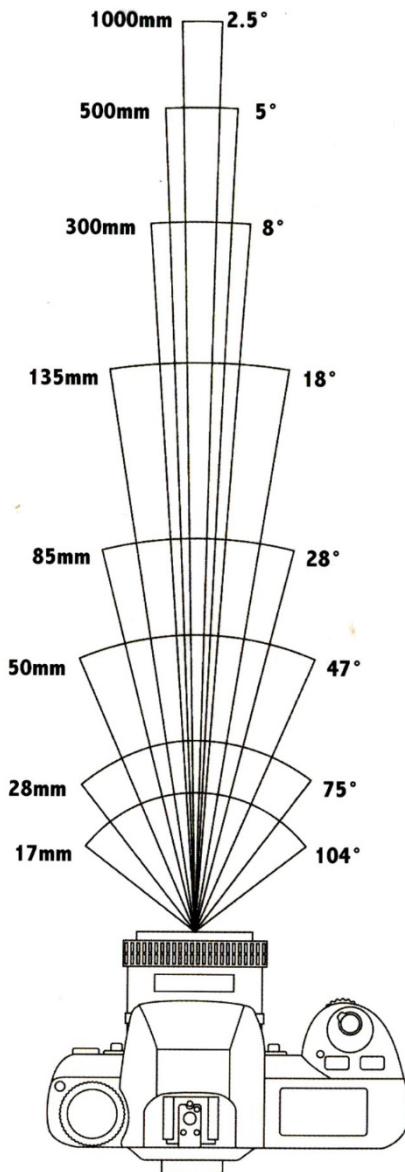
Objektivi manjih žarišnih duljina daju širi vidni kut i nazivaju se **širokokutni objektivi**. Ovi se objektivi dijele u tri skupine: *fish eye* objektive, ekstremne širokokutne objektive te skupinu standardnih širokokutnih objektiva.

**Fish eye objektivi** (riblje oko) su objektivi koji daju sliku vidnog kuta  $180^\circ$ . Zbog toga je ovakva slika izrazito deformirana, to deformiranja što se objekt snima iz manje udaljenosti te što je fotografski aparat više koso postavljen u odnosu na objekt.

**Ekstremni širokokutni objektivi** imaju standardno žarišnu duljinu 20 ( $94^\circ$ ) ili 24 ( $83^\circ$ ) mm (sve žarišne duljine navedene su za leica format fotografskog aparata). Zbog ovakvog vidnog kuta ovi su objektivi pogodni za panoramsku fotografiju, ali je potrebno posebno obratiti pažnju na mjerjenje svjetla. Ovakvi se objektivi otežano koriste i u kombinaciji sa bljeskalicom – zbog ekstremne širine vidnog kuta rubovi slike su slabije osvijetljeni. Kod ovih objektiva postoji i problem rušenja slike kada fotografski aparat (ravnina filma) nije paralelan s objektom snimanja. Iako se ovaj efekt ponekad može iskoristiti – npr. za naglašavanje visine i monumentalnosti, najčešće ga se želi izbjegći pa je važno paziti na položaj fotografskog aparata pri fotografiraju.

Standardni širokokutni objektivi imaju uobičajeno žarišnu duljinu 28 (74°) ili 35 (62°) mm. Kod ovih je objektiva problem rušenja slike bitno smanjen, a nema ni problema u radu s bljeskalicom. Zbog toga su oni vrlo široke primjene i predstavljaju standardnu fotografsku opremu.

Objektivi veće žarišne duljine od normalnih su **teleobjektivi**. Njih karakterizira manji vidni kut "približavanje" slike i smanjena dubinska oštrina. Zbog toga oni omogućuju snimanje objekta iz veće udaljenosti. Ovo se može dobro iskoristiti u portretnoj fotografiji – model će se najčešće prirodnije ponašati, slika neće biti iskrivljena pa se za portretiranje vrlo često koriste teleobjektivi žarišne duljine 75-150 mm (32°-15°). Ova skupina objektiva se zato općenito naziva portretnim objektivima. Jaki teleobjektivi su objektivi veće žarišne duljine (200-300mm-12°-8°). Često se koriste u sportskoj fotografiji te pri radu s raspoloživim svjetлом. Najčešće, ako su svjetlosno dovoljno jaki, omogućuju snimanje iz ruke. Ekstremni teleobjektivi (preko 300mm) omogućuju snimanje iz većih udaljenosti, ali vrlo često zahtijevaju upotrebu stativa.



*Slika 20. Odnos žarišne duljine objektiva i vidnog kuta*

**Svetlosna jačina (F)** pokazuje odnos promjera leće objektiva i žarišne duljine objektiva. Što je svjetlosna jačina veća, objektiv, pri najvećem mogućem otvoru, može propustiti više svjetla. To znači da se takvim objektivom može raditi pri slabijim svjetlosnim uvjetima i s kraćim vremenima ekspozicije. Svetlosna jačina pokazuje najveći mogući otvor pojedino objektiva (znači objektiv F 1,4 je objektiv kod kojeg je najveći mogući otvor 1,4 i on je svjetlosno jači od objektiva F2).

U praksi oznake na objektivima svjetlosne jačine i žarišne duljine nisu strogo ujednačene pa objektivi istih karakteristika mogu npr., imati oznake f 50 F1,4 ili f 50 F /1,4 ili f 50 mm F 1:1,4 ili 50/1,4 i slično.

Objektiv fotografskog aparata ocrtava oštru sliku na površini filma koja se nalazi u žarištu objektiva. Da bi se ispunio ovaj uvjet, potrebno je, ovisno o udaljenosti objekta

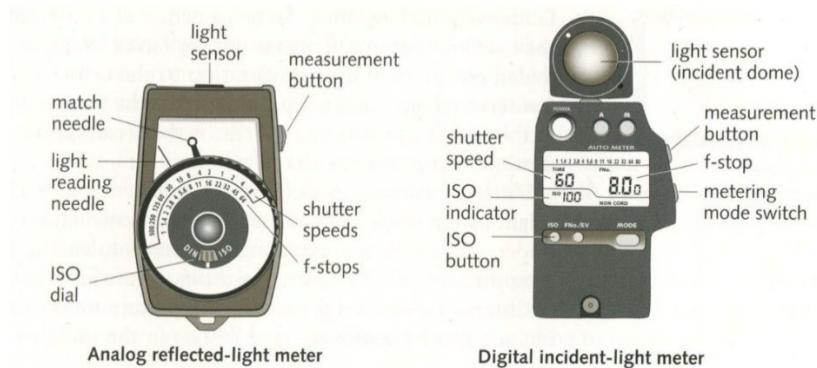
od filma, ugoditi i udaljenost objektiva i filma okretanjem nosača leća sa skalom udaljenosti na objektivu ("izoštravanje slike").

Na objektivu fotografskog aparata se nalazi i **prsten sa skalom otvora objektiva (BL)**. Na toj skali su navedene vrijednosti 1, 1,4, 2, 2,8, 4, 5,6, 8, 11, 16, 22, 32 ili dio tih vrijednosti (ovisno o svjetlosnoj jačini objektiva i tome koliko se najviše otvor objektiva može zatvoriti). Okretanjem ovog prstena povećava se ili smanjuje otvor objektiva čime se povećava ili smanjuje količina svjetla koja prolazi kroz objektiv.

Smanjenjem otvora objektiva povećava se dubinska oština. Svaki veći broj označava dvostruko manji otvor objektiva (npr. uz otvor 4 kroz objektiv prolazi dvostruko manje svjetla nego uz otvor 2,8). Dubinska oština je manja kod objektiva većih žarišnih duljina, nego kod onih manjih.

## Svetlomjeri

Fotografski aparati mogu imati ugrađeni svetlomjer (izdvojen ili TTL), ali pojedini tipovi fotografiskog aparata nemaju ugrađen svetlomjer. Potreba za svetlomjerom odvojenim od fotografiskog aparata se pojavom TTL sistema bitno smanjila, a i moguće je svetlomjer TTL sustava iskoristiti umjesto odvojenog svetlomjera.



Slika 21. Svetlomjer

Svetlomjeri rade na principu da neki kemijski elementi ili spojevi, ovisno o količini svjetla koje pada na njih, proizvode električnu struju (ili otpor) različite jakosti. Da bi se svetlomjerom ispravno mjerilo svjetlo, potrebno je na njemu namjestiti osjetljivost filma, zatim ga okrenuti prema objektu snimanja, uključiti ga te se (najčešće pomoću "svjetlosnih brojeva") očitaju sve kombinacije otvora objektiva i vremena eksponiranja koje osiguravaju ispravnu ekspoziciju.

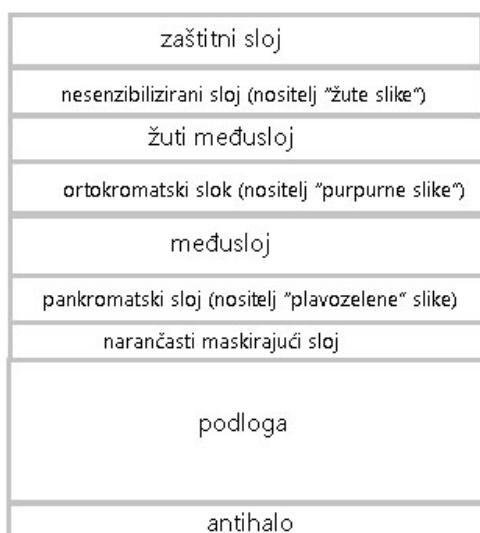
Vrlo često se pomoću ovakvih svetlomjera očitava svjetlo "direktno s objekta" – na taj način da se svetlomjerom što više približi objektu (želenjom dijelu objekta) – 10-15 cm te izmjeri svjetlo. Pri ovakvom je mjerenu vrlo važno ne napraviti sjenu na objektu snimanja pri mjerenu svjetla jer će u tom slučaju biti određeni pogrešni parametri ekspozicije.

Svjetlo se može mjeriti iz pravca fotografskog aparata na objekt ili iz pravca objekta prema fotografskom aparatu. Na taj se način ne uzima u obzir svjetlina objekta, ali se može mjeriti svjetlo ako je izvor svjetla objekt, a želi se odrediti parametre ekspozicije za pravilno osvijetljeni objekt (snimanje u protusvjetlu). Korištenje svjetlomjera osigurava korektno osvijetljeni film.

## 10. Kolor negativ-pozitiv sustav

Kolor negativ-pozitiv sustav se temelji na istoj osnovnoj ideji kao i crno-bijeli negativ-pozitiv sustav: snimanjem fotografskim aparatom na film dobiva se osvijetljeni film koji se kemijski obrađuje te dobiva negativ, a povećavanjem (osvjetljavanjem fotografiskog papira kroz negativ – aparatom za povećavanje) i kemijskom obradom osvijetljenog papira dobiva se slika na papiru – pozitiv. Međutim, u ovom se fotografiskom sustavu reproduciraju i boje objekta fotografiranja što zahtijeva drugačije fotografске materijale, načine kemijske obrade i, djelomično, opremu nego osnovni crno-bijeli negativ-pozitiv sustav.

Kolor negativ-pozitiv sustav polazi od negativ filma u boji. To su u osnovi troslojni filmovi – jedan sloj bilježi sliku plavog dijela spektra, drugi zelenog, a treći crvenog. Nakon snimanja osvijetljeni se film kemijski obrađuje.



Slika 35. Negativ film u boji

Prva faza kemijske obrade je **kromogeno razvijanje** – u ovoj fazi u sva tri sloja razvija se crno-bijela slika (na isti način kao i kod razvijanja u crno-bijelim postupcima), ali se reakcijom kromogenog razvijača i kolor komponente sadržane u slojevima filma stvaraju boje komplementarne onima na objekti snimanja. U sloju koji je „zabilježio“ sliku **plavog** dijela spektra nastaje žuto bojilo, **zelenog** purpurno i **crvenog** plavozeleno.

Nakon (kromogenog) razvijanja slike treba izblijediti tj. pomoću **izbjedivača** se otklanja razvijeno srebro iz filma i **fiksirati** – otkloniti nerazvijeno srebro iz filma.

Dobiveni kolor negativ se zatim može kopirati na kolor fotografski papir. Isto kao i kolor film, **kolor fotografski papir je troslojan** – sastoji se od sloja koji bilježi sliku plavog dijela spektra, sloja koji bilježi sliku zelenog dijela spektra i sloja koji bilježi sliku crvenog dijela spektra. Nakon osvjetljavanja papira on se kemijski obrađuje te se u sloju koji je zabilježio sliku plavog dijela spektra dobiva žuta, zelenog purpurna, a crvenog plavozelena slika. Supraktivnom izgradnjom boja dobiva se višebojna slika koja bojama odgovara bojama objekta snimanja.

Kod svih laboratorijskih postupaka obrade kolor fotografskim materijalima treba uzeti u obzir da se radi o **pankromatskim** materijalima te raditi u **potpuno zamračenom fotografskom laboratoriju**. Također, potrebno je paziti na temperaturu pri pojedinim fazama obrade jer su **granice tolerancije uske** te paziti na preporuke proizvođača o načinu skladištenja. Lako izbor opreme za snimanje i sama tehnika snimanja nije različita u kolor i crno-bijeloj fotografiji, ipak već je pri snimanju vrlo važno i u tehničkom, a pogotovo u kreativnom pogledu uzeti u obzir kako se radi o kolor fotografiji. **U izboru filma za kolor sustave potrebno je uzeti u obzir svjetlosne uvjete pri kojima će biti snimano**, tj. temperaturu boje – ovisno o izvoru svjetla.

Kod snimanja u boji treba uzeti u obzir kako, najčešće, **sjene ne djeluju prirodno** pa se, općenito smatra kako se sjene više koriste u crno-bijeloj fotografiji, nego u kolor fotografiji. Zbog toga **kolor fotografija više koristi izvore svjetla iz pravca fotografskog aparata (npr. bljeskalica)**, ali onda treba računati na to kako se kompozicija mora graditi prvenstveno na bojama (za razliku od crno-bijele fotografije na kojoj se upravo odnosima svjetla i sjene stvara osjećaj volumena i njegov smještaj u prostoru).

Snimljeni kolor negativ film je potrebno kemijski obraditi i tako dobiti, na svjetlu stabilan „zapis“ – sliku – u negativu. Kemijska obrada kolor negativ filma se može provoditi, kao i kod crno-bijelog negativ filma, u dozi za kemijsku obradu filma, ali za vrijeme kemijske obrade, a pogotovo za vrijeme kromogenog razvijanja, **treba posebno voditi računa o temperaturi kemikalija te se, strogo držati preporuka proizvođača**. Nakon što je film u mraku bio namotan na „spiralu“ i stavljen u dozu pristupa se kemijskoj obradi. Kako su temperaturne tolerancije za kromogeni razvijač najmanje, može se sve kemikalije zagrijati ma njegovu radnu temperaturu ( **$37,8 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$** ). Nakon razvijača slijedi izbjeljivanje, zatim prvo ispiranje vodom, fiksiranje i na kraju drugo

ispiranje vodom. Dozu je potrebno prema uputama često protresati, a radna temperatura ostalih faza nakon kromogenog razvijanja treba biti između 24 -40,5°C. Na kraju, film se vadi iz doze, s površine se skida zaostala voda i suši.

Kao i kod crno-bijelog negativ-pozitiv sustava i u kolor negativ-pozitiv sustavu iz dobivenog negativa (na filmu) izrađuje se pozitiv (na papiru) – povećavanjem pomoću aparata za povećavanje i kemijskom obradom osvijetljenog filma. Za povećavanje se koriste ili aparati za povećavanje s klasičnom glavom, ali onda u kombinaciji s odgovarajućim filterima ili aparati za povećavanje s kolor glavom. Kako bi se na gotovoj fotografiji postigla korektna reprodukcija boja, pri povećavanju je svjetlo potrebno filtrirati filterima u boji koji mogu biti obojeni u primarne boje suptraktivne izgradnje boja – plavozelenu, žutu i purpurnu (filtriranje se postiže pomoću kolor glave ili filtera) ili pomoću filtera obojenih u primarne boje aditivne izgradnje - plavu, zelenu i crvenu. Prilikom rada je potrebno paziti na to da su fotografски papiri koji se koriste u kolor fotografiji **pankromatski** pa se osvjetljavanje provodi u laboratoriju **u potpunom mraku**, a papiri se na temeljnu ploču aparata za povećavanje stavljuju uz ugašeni aparat za povećavanje. Postavljeni se papir postavlja nakon određene filtracije te osvjetjava određeno vrijeme nakon čega se kemijski obrađuje. Iako je kemijski kolor fotografске papire moguće obrađivati u kadicama, taj je način vrlo nepraktičan i u pravilu se ne primjenjuje jer je teško održavati definiranu temperaturu kemikalija i bilo bi potrebno raditi u potpunom mraku.

Praktičniji je način **obrade u bubnjevima** koji omogućuju da se cijeli potupak, nakon stavljanja osvijetljenog papira u bubanj provodi pri „bijelom“ svjetlu (kao doze za kemijsku obradu filma). Radna temperatura kemijske obrade kolor fotografskih papira je **32,8±0,3°C**. Prvo ide faza namakanja nakon koje slijedi razvijač, prvo ispiranje, te izbljeđivanje i fiksiranje i na kraju završno ispiranje vodom. Budući da je ovaj postupak dugotrajan i poprilično zahtjevan, kolor fotografije izrađuju se sa što većim stupnjem automatizacije u specijaliziranim fotografskim laboratorijima.

## 11. Kolor dijapozitiv sustav

U kolor je fotografiji dijapozitiv sustav bio vrlo čest. Osnovna je zadaća kolor fotografskih postupaka dobiti što korektniju reprodukciju onoga što je „zapisano“ na filmu, a kod dijapozitiva je upravo sve svedeno na dobru kemijsku obradu filma. Kvaliteta tako dobivene slike-dijapozitiva je vrlo velika. Može se reći da su mogućnosti ovog sustava u pogledu reprodukcije boja (zasićenosti i realnosti) i sposobnost razdvajanja (lin/cm) veće nego kolor negativ-pozitiv sustav.

Ovaj sustav omogućavao je projekcije dobivenih dijapozitiva na platna velikih formata bez gubitka kvalitete slike. Ovakva svojstva kolor dijapozitiva često su upravo njega nametala kao optimalno rješenje – i kao finalne fotografije, ali i fotografije koja je, kasnije, bila reproducirana u višebojnom tisku. Dijapozitivi također omogućuju izradu pozitiva izrazite kvalitete dijapozitiv-pozitiv sustavom.

Kolor dijapozitiv sustav se temelji na kolor dijapozitivu filmu. Takav film se sastoji iz tri osnovna sloja – prvi reagira na plavi dio spektra, drugi na zeleni, a treći na crveni. Snimanjem (osvjetljavanjem filma) na filmu u pojedinim slojevima nastaje odgovarajuća nevidljiva („latentna“) slika. Takav film se kemijski obrađuje – najprije se razvija („crno-bijelo razvijanje“) čime se u sva tri sloja dobiva odgovarajući crno-bijeli negativ, zatim se reeksponira (u klasičnim postupcima to znači ponovno osvjetljavanje kao i kod crno-bijelog dijapozitiv sustava dok noviji sustavi koriste kemijsko reeksponiranje) čime se osvjetljavaju preostali srebrni halogenidi u slojevima filma i reeksponirani film se kromogeno razvija („razvijanje boje“) – u ovoj se fazi reeksponirani srebrni halogenidi razvijaju (stvaraju pozitivne crno-bijele slike u slojevima), ali dolazi i do kemijske reakcije kolor komponente reeksponiranih srebrnih halogenida koji se nalaze u pojedinim slojevima i kromogenog razvijača čime nastaju boje – u sloju koji „bilježi“ plavi dio spektra žuta, zeleni purpurna i crveni plavozelena, čime se suptraktivnom izgradnjom boja dobiva pozitiv slika u boji. Takav film potrebno je još izblijediti i fiksirati.

## 12. Instant fotografija

Sustav instant („trenutačne“) fotografije predstavio je 1947. godine Edwin Land pod nazivom Polaroid. Sustav se temelji na posebnom fotografskom aparatu i fotografском materijalu. (crno-bijelom ili u boji) koji omogućuju dobivanje gotove slike desetak sekundi nakon snimanja.



*Slika 36. Polaroid*

Temelj instant fotografije je poseban fotografski materijal koji se sastoji od „negativa“ i „pozitiva“. U „negativu“ se nalaze slojevi – jedan bilježi sliku crvenog dijela spektra, drugi zelenog, a treći plavog. Iznad svakog sloja nalazi se razvijač koji sadrži bojilo komplementarne boje onoj na koju je sloj osjetljiv. Kada osvijetljeni fotografski materijal prođe kroz sistem valjaka fotografskog aparata, pokreće se kemizam i bojila difundiraju prema pozitivu, osim onih koja su s razvijačem reagirala s osvijetljenim zrnima srebrnih halogenida i tvore negativ sliku, gdje s bojila prevode u netopiv oblik i stvaraju pozitivnu sliku.

## 13. Alternativne tehnike

### Solarizacija

Postupak ponovnog izlaganja filma ili fotopapira bijelom svjetlu tijekom faze kemijskog razvijanja, nakon čega se razvijanje nastavlja provoditi kako bi se dobile pozitivne slike koje nalikuju negativu. Rezultat je siva fotografija, između negativa i pozitiva s karakterističnom bijelom linijom na granici negativa i pozitiva.



*Slika 37. Primjer solarizacije*

### Fotogrami

Slika nastaje isključivo radom u fotografском laboratoriju bez snimanja. Najjednostavniji fotogrami se dobivaju postavljanjem različitih predmeta direktno na fotografiski papir koji se zatim osvjetljava aparatom za povećavanje (bez umetnutoog filma) te se papir kemijski obradi. Umjesto predmeta, na fotografiski se papir mogu staviti i različito izrezane „maske“ .



*Slika 38. Primjer fotograma*

## Cijanotipija

Proces koji daje sliku cijan plave boje. Proces je bio popularan u inženjerskim krugovima do sredine 20. stoljeća. Jeftin i jednostavan, postupak je omogućavao jednostavno umnožavanje i kopiranje velikih tehničkih nacrta. Proces je bio baziran na dvije kemikalije- amonijevom željezo citratu i kalijevom željezo cijanidu.

Engleski znanstvenik i astronom **John Herschel** otkrio je postupak 1842. godine. Smatrao ga je namijenjenim isključivo kopiranju bilježaka ili dijagrama, što je i bila i ostala glavna i najraširenija primjena istog.

U područje fotografije ga je uvela engleska botaničarka **Anna Atkins** (1799 – 1871) kada je proces iskoristila za ilustriranje svoje knjige posvećene papratima i algama. Postavivši svoje objekte direktno na emulzijom obrađeni papir, putem djelovanja svjetlosti dobila je obojene obrise istih. Uporabom ovog procesa ostala je zabilježena kao prva žena fotograf.



Slika 39. Primjer cijanotipije Anne Atkins

Koriste se otopine kalijevog željezo cijanida i amonijevog željezo citrata. **Fotoosjetljiva otopina** se nanese **na podlogu** poput papira ili tkanine, te se po sušenju može koristiti. Najčešće korištena podloga su akvarel papiri, ali otopina se može nanositi na bilo koji materijal koji je može upiti - papir, pamuk, vunu itd. Po izlaganju UV svjetlu papir dobiva **sivo plavu boju**. Obim nastanka boje ovisi o količini UV svjetla. Najsvjetlijia mjesta izgledati će preeksponirano, nakon što ispiranje vodom umanji završnu jasnoću nastale slike. Proces koristi ili velike negative, ili predmete postavljene direktno na papir, znači izradu fotograma.

Nakon eksponiranja, pri razvijanju slike željezo koje nije imalo učešća u reakciji ispere se tekućom vodom. Plava boja nakon sušenja potamni, a taj se efekt još može ubrzati

namakanjem u 6 ili 3 % vodikovom peroksidu. Vodotopive soli trovalentnog željeza se pri tome isperu, dok u vodi netopiva prusko plava boja ostaje u podlozi. Ako slike izbjlijede uslijed utjecaja svijetla, jednostavna privremena pohrana u tami će značajno obnoviti izvorni intenzitet boje.

## **Literatura:**

**Photography changes everything**, Marvin Heiferman, 2012.

**Camera, A history of photography from daguerreotype to digital**,

Todd Gustavson, 2009.

**Experimental photography, A Handbook of techniques**, M. Antonini et al., 2008

**Photography**, B. London et al., 2008.

**Blueprint to cyanotypes**, Malin Fabbri & Gary Fabbri, 2006.

**Black and White Photography**, Glenn Rand & David Litschel, 2002.

**Kreacija fotografijom**, Miroslav Mikota, 2000.

**The History of Photography: An Overview** , Alma Davenport, 1999.

**Black & White Photography a basic manual**, Henry Horenstein, 1989.

**Photographic Materials and Processes**, L. Stroebel et al., 1986.

**The Book of Photography**, John Hedgecoe, 1976.

<https://www.wyohistory.org/encyclopedia/william-henry-jackson-foremost-photographer-american-west>

<https://www.art.com/products/p12916165126-sa-i6411557/jacob-august-riis-riis-new-york-1901.htm>

<https://blog.scienceandmediamuseum.org.uk/a-z-photography-collection-b-is-for-brownie/>

<http://www.stuff-review.com/2012-03/leica-could-be-preparing-a-black-and-white-only-sensor-digital-camera-rumor/>

[http://www.photolinks.com/resources.html?p\\_page=digital how to.html](http://www.photolinks.com/resources.html?p_page=digital%20how%20to.html)