

Camera obscura u crno : bijeloj fotografiji

Alilović, Antonela

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:050164>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-01**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

Antonela Alilović



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Tehničko-tehnološki smjer

ZAVRŠNI RAD

CAMERA OBSCURA U CRNO-BIJELOJ FOTOGRAFIJI

Mentor:

Mikota Miroslav, v. pred. dr. sc.

Student:

Antonela Alilović

Zagreb, 2014

SAŽETAK

Camera obscura (lat. tamna soba), u osnovi je kutija ili bilo koji zamračeni prostor u koji kroz mali otvor ulazi svjetlo. Koristila se za crtanje i zabavu te je bila jedno od otkrića koje je vodilo razvoju fotografije. Princip rada i izrade camere obscurae je jednostavan. Radi se o centralnoj projekciji na čijem principu nastaje i slika u ljudskom oku. Zrake svjetlosti koje se odbijaju na sve strane od vanjskih predmeta prolaze kroz maleni otvor na jednoj strani camere obscurae te projiciraju sliku tih istih predmeta na suprotnu površinu (ekran).

Projicirana slika okrenuta je naopačke kao i kod ljudskog oka. Ako se na ekran postavi neka fotoosjetljiva površina (foto-film, foto-papir...), nakon eksponiranja (otvaranja rupice), koje može trajati od par minuta do par sati, dobiva se zapis na filmu ili foto-papiru koji daljnjom obradom daje fotografiju.

Klasične crno-bijele fotografije razvijaju se u tamnoj komori. Svaki pozitiv fotografije nastaje osvjetljavanjem negativa aparatom za povećavanje. Pri tome nastaje latentna slika koju je potrebno razviti u razvijачu određeno vrijeme uz povremeno ljućanje kadice. Razvijanje se prekida u prekidaču, dok se kupanjem u fiksiru sprječava da slika postane žuta. Nakon ispiranja slika se suši. U cijelom ovom procesu postoje mnoge promjenjive varijable koje je potrebno ispravno odabrati kako bi dobili bolju fotografiju (oštru, ispravno osvjetljenu, nepožutjelu, ravnu...).

Ključne riječi:

camera obscura, fotografija, fotoosjetljiva površina, eksponiranje

ABSTRACT

Camera obscura (lat. Dark room), is basically any dark area in which, through a small opening, a light comes in to. It was used for drawing and entertainment and it was one of the discoveries that led to development of modern day photography. Basis of how the camera obscura works are very simple. It revolves around a central projection, same principle that human eye relies on to create image. Beams of light, that normally bounce off objects in every direction, go through a small hole on one side of the camera obscura and project the image of those same objects on an opposite surface (screen).

Projected image is turned upside down, same as in human eye. If you place a light sensitive material on the screen (photo-film, photo-paper...) and expose it to light (opening a hole) which can take anywhere from few minutes to few hours, we get sort of a recording on a photosensitive material which can later on be made in to a photograph.

Classical black and white photographs are developed in the dark room. Every positive of the photograph is made by shining a light to the negative with the amplifying device. This creates a latent image which needs to be developed in the developing liquid for a certain period of time with occasional nudging of the pot. Developing process is stopped in a stop bath and undergoes a fixer treatment which prevents the picture of becoming yellow. After baths, the photograph is dried out. In the proces there are a lot of arbitrary factors which take careful choosing so we get a better photograph (sharp, right lightening, not yellow, straight...).

Key words:

camera obscura, photography, photosensitive material, exposing

SADRŽAJ

1. UVOD

1.1. Fotografija.....	1
1.2. Od camere obscure do fotografije.....	1

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Fotografija.....	2
2.2. Počeci fotografije – kamera obscura.....	3
2.3. Tamna komora.....	9

3. PRAKTIČNI DIO

3.1. Izrada camere obscure.....	16
3.2. Snimnje.....	27
3.3. Razvijanje filma.....	27

4. REZULTATI I RASPRAVA.....28

5. ZAKLJUČAK.....40

6. LITERATURA.....42

1. UVOD

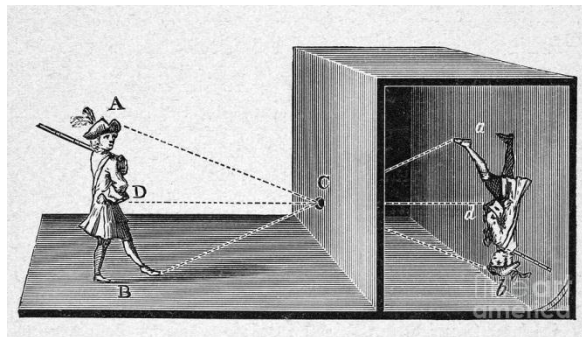
1.1. Fotografija

Fotografija je način zabilježavanja događaja, stvari kao i likovnih elemenata kao i svijeta oko nas uz pomoć leće i svjetlosti. Fotografija je vizualna umjetnost te kao takva spada pod granu likovnih umjetnosti gdje fotograf (autor umjetničkog djela, umjetnik) uz pomoć svoga znanja te foto-kamere zabilježava svijet oko sebe te ga prezentira javnosti. Postoji više grana fotografije: dokumentarna fotografija, umjetnička fotografija, portretna, mrtva priroda, reklamna, i dr. [1]

1.2. Od camere obscurae do fotografije

Camera obscura je preteča današnjih fotoaparata. To je mračna komora u kojoj se na osnovu principa centralne projekcije formira slika vanjske scene (Slika 1.). Unutrašnjost kutije boji se crnom bojom kako bi se izbjegle neželjene refleksije. Centar projekcije je rupica (na aluminijskoj foliji, grafičkom limu ili nekom drugom materijalu) i za fotoaparate koji nisu velikih dimenzija ona bi trebala biti manja od 0,5 mm. Ona se treba nalaziti u sredini jedne strane kutije. Nasuprot otvoru, na drugoj strani kutije, nalazi se ravnina na kojoj se projicira slika. Dužina kutije određuje vidno polje fotoaparata, tj. njenu žarišnu daljinu.

Završni rad ima dva cilja. Prvi je napraviti jednu takvu kameru, učiniti je sposobnom za fotografiranje te pokušati uhvatiti neke lijepe trenutke, mjesta ili događaje na crno-bijelom filmu. Drugi je zadatak fotografskim postupcima razviti taj film u tamnoj komori te dobiti fotografije. [2]



Slika 1. Granger, Camera obscura

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Fotografija

Ako se riječ fotografija prevede na hrvatski jezik dobije se riječ „svjetlopis“. Riječ dolazi od grčkog *φως phos* ("svjetlo"), te *γραφίς graphis* ("crtanje") ili *γραφή graphê*, koje zajedno znače otprilike "crtanje pomoću svjetla". Pisati svjetlom, u stvari, zapisati svjetlo na neki medij želja je ljudi još iz davnih vremena. Nizom izuma ljudi su uspjeli u svom naumu da zarobe svjetlost. [3]

Fotografija je privlačna. Čovjek jednostavno voli primati poruke vidom i najveći dio svih poruka (vidnih, slušnih, pojmovnih, opipnih, okusnih, mirisnih) ipak upamti ako ih vidi. Fotografija je najpouzdaniji i najprecizniji medij za pohranjivanje vidnih podataka. Ništa na svijetu toliko precizno i vjerno ne prenosi sliku kao fotografija (osim možda filma, ali i film je zapravo sastavljen od fotografija). [1]

Fotografija može biti korištena za bilježenje (dokumentiranje) stvarnosti, ali može biti i stvaralačka ili umjetnička. Većina ljudi fotografiju koristi za dokumentiranje stvarnosti. Najveći broj fotografija na svijetu su obiteljske fotografije; s rođendana, vjenčanja, putovanja i sl. Nakon njih slijede novinska fotografija i klasična dokumentarna fotografija (za znanstvena istraživanja, pohranjivanje podataka u arhivima, za razne dokumente, za učenje - u raznoraznim knjigama, udžbenicima i sl.). Manji broj ljudi stvara umjetničke fotografije. Cilj takve vrste fotografije jest uživanje u ljepoti zarobljene slike i prenošenje neke umjetničke poruke, misli ili emocije. [4]

Klasična fotografija podrazumijeva snimanje na film, a digitalna na neki fotoosjetljivi medij (svjetlosni senzor). Digitalna fotografija pohranjuje se na neki digitalni medij (najčešće na memorijsku karticu, tvrdi disk ili CD-ROM), ali može se realizirati i na papir. Isto tako klasična se fotografija skeniranjem može digitalno pohraniti.

Film je jedan od izuma u fotografiji koji je omogućio jednostavno zapisivanje svjetla na medij. Film je engleska riječ koja u prijevodu znači „tanki sloj“. Filmovi su zapravo prozirne plastične (celuloidne) vrpce koje na sebi imaju tanke premaze kemikalija koje su osjetljive na svjetlo. Zato se nerazvijeni film ne smije izlagati svjetlu jer se može uništiti. Film koji se nalazi u posebnoj zatvorenoj kutijici ulaže se u analogni fotoaparat i zatim se zatvara kako se ne bi osvijetlio. Kada se pritisne okidač na aparatu, film se kratko osvjetljava i zatim se mora pomaknuti navijanjem kako bi se kod narednog okidanja aparata

osvijetlio sljedeći dio filma. U jednoj kaseti najčešće ima filma za 36 ekspozicija (leica format), što znači da se jednim filmom može dobiti 36 negativa (ili pozitiv, ako je film pozitiv) i 36 fotografija. Kada se film „ispuca“ u fotoaparatu se premota u svoju kutijicu i s tom kutijicom ide na razvijanje u tamnu komoru. Tamna je zbog toga da se film ne osvijetli prije nego što ga se razvije. Film se razvija posebnim kemikalijama koje razvijaju i fiksiraju (učvršćuju) sliku na filmu. Tako dobivena slika naziva se *negativ*, jer na njemu tamni (neprozirni) dijelovi odgovaraju svijetlim dijelovima fotografiranog predmeta i obrnuto. Realna slika, *pozitiv*, dobiva se ponavljanjem postupka, odnosno kontaktnim kopiranjem ili projekcijskim povećavanjem negativa i kopiranjem na fotografski papir te ponovnim razvijanjem i fiksiranjem. Mogućnost izradbe neograničenog broja kopija istoga pozitivna velika je prednost tog postupka.

Pozitiv se može dobiti i kao prozirna slika (*dijapozitiv*) izravno na filmu posebnom obradbom (osvijetljena se zrnca kemijski uklanjaju, a reeksponiranjem se aktiviraju neosvijetljena zrnca srebrnih halogenida). [5]

2.2. Počeci fotografije – camera obscura

Optičke pojave su oduvijek postojale ali su tumačene na različite načine. U najranim vremenima ljudske povijesti uz njihovo djelovanje povezivane su tajanstvene, mistične sile. Opisi manifestacija svetlosti kao prirodnih pojava, čije se porijeklo može donekle objasniti, javljaju se, prvi put, u staroj Kini, zatim u Indiji i Egiptu. Neki svjetlosni fenomeni praćeni su očima promatrača, dakle neposrednim opažanjem, ali to nije bilo uvijek moguće.

Postojali su fenomeni koji se nisu mogli pratiti bez posrednika, na primjer pomračenje sunca. Jedan takav posrednik bila je tamna prostorija (lat: camera obscura).

Godine 350. prije nove ere u Platonovoj Državi opisana je pećina na čijim se zidovima, zahvaljujući jednom otvoru koji propušta svjetlost, javljaju zanimljive igre sjena. Takav princip svjetlosne projekcije bio je poznat i drugim misliocima u starom vijeku. Nešto kasnije, Aristotel je uočio, i u svojoj Fizici opisao, sličan fenomen: "On je promatrao polumjesečast oblik djelimično pomračenog sunca koji se projektirao na zemlju kroz rupe na situ, ili kroz propuste između lišća, u sjeni jednog drveta. Primjetio je, također, da slika postaje oštija što je otvor manji."

Prilikom arheoloških iskopavanja u Kini otkrivena je oslikana keramika na kojoj je prikazana perspektiva nedogleda, a naslikane ljudske figure, sa prepoznatljivim likovima, nevjerovatno su podsjećale na fotografije. Očigledna analogija s fotografijom navela je na zaključak da su te slike nastale u kombinaciji sa nekim jednostavnim oblikom kamere obskure. Takva pretpostavka nalazi svoju potvrdu i na stranicama povjesti. Prije dvije i pol tisuće godina, u najstarijim indijskim spomenicima iz vremena Veda (5. st. pne) zabilježen je opis zatamnjene sobe sa malim otvorom na jednoj strani, usmjerenim na osunčani dio. Sličan tome je i opis koji je ostavio kineski filozof materijalističke orijentacije, Mo Cu. On je opisao formiranje izvrnute slike, to jest fenomen koji se javlja kad svjetlost prolazi kroz otvor veličine igle i formira projekciju vanjskog prostora.

Sva ta zapažanja bi pala u zaborav, zajedno sa Aristotelovim pergamentima, da antička znanja, posredstvom Arapa, nisu ponovo oživjela u Europi krajem Srednjeg vijeka, posebno u doba rane renesanse.

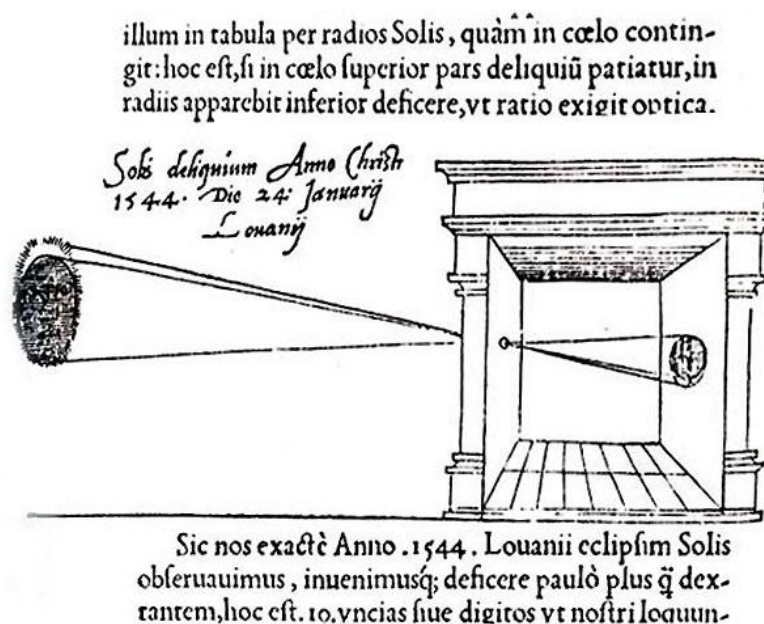
Dugo se vjerovalo da je camera obscura europski izum. Pripisana je Rogeru Baconu, filozofu i alkemičaru. Bacon jeste izložio zapažanja o promatranju Sunca pomoću sprave slične cameri obscuri, ali nije bio njen izumitelj. Kasnije je utvrđeno da je iskoristio arapski izvor, zapravo bilješke Arapa Ibn Al-Haythma, u Europi poznatijeg pod imenom Alhazen. Arapski znanstvenik je u desetom stoljeću (950. g.) opisao kako se tada upotrebljavala camera obscura. On je zapazio da na bijelim zidovima zatamnjenih soba, ili u šatoru postavljenom u sunčanom pejzažu srednjeg Istoka, svjetlost pri prolasku kroz pukotinu u zidu na suprotnoj strani proicira sve ono što se izvana zbiva – lepršanje zastava, pokreti pješaka, konjanika i dr. Bacon, izumitelj naočala i povećala (lupe), bio je pionir eksperimentalne fizike. Osim principa camere obscurae objasnio je stvaranje duge, perspektivu, amplitudu morskih vjetrova i neke druge pojave iz prirode, koje su njegovi suvremenici smatrali božanskim čudesima.

Zajedno sa zapažanjem manifestacija nekih prirodnih fenomena i fenomeni optike postali su predmet neprestanog zanimanja učenih ljudi. U periodu renesanse camera obscura, kao pomagalo znanstvenika, a prije svih astronoma, umjetnika, arhitekata i slikara, bila je opće vlasništvo obrazovanih humanista. Posmatrajući svijet oko sebe, čovjek je želio da ga razumije. Pokušavao ga je opisati ili što vjernije naslikati.

Kasniji, manje obavješteni istraživači pripisivali su otkriće camere obscurae Leonardu da Vinciju. Zaista, detaljan opis camere obscurae notiran je u kasnijim izdanjima njegovog

glavnog djela, ali on nije sebe smatrao njenim stvarateljem. Nejasnoće oko uloge Da Vinci u opisivanju camere obscure potiču i otuda što su njegovi rani rukopisi dugo bili obavijeni tajnom. U prvoj polovini 16. stoljeća prikupljen je jedan dio rukopisa, i objavljen, ali u njima ne stoji da se Leonardo služio camerom obscurom, već su to dodali njegovi komentatori.

Najstarija ilustracija kamere obskure potječe iz siječnja 1545. godine. To je bio dovoljan razlog da je istraživači proglase za izum nizozemskog prirodnjaka i matematičara Gemma Frisiusa, autora djela "De radio astronomico et geometrico liber" (Knjiga o sjaju astronomije i geometrije), Antwerpen, 1545, u kome je ilustracija objavljena. (slika 2.)



Slika 2. Gemma Frisius, najstarija poznata ilustracija camere obscure

Sredinom 16. stoljeća, zbila se i upotreba leća u cameri obscuri. Milanski ljekar Gerolamo Cardano prvi je u otvor camere obscure unio optički element – leću, a svoja zapažanja opisao u traktatu "De subtilitate", libri XXI (O ukusu, knjiga 21.), 1550. godine.

Prve leće, budući dvostruko ispupčene (bikonveksne), viđene iz profila ličila su na smeđa zrna leće – biljke koja se upotrebljava za prehranu ljudi i domaćih životinja. Otuda dolazi i naziv (lat. Leća). Cardanova inovacija znatno je poboljšala svojstva camere obscure: slika na proiciranoj ravnini bila je svijetlija i oštija.

Dva desetljeća kasnije došlo je do unaprijeđenja. Opisujući cameru obscuru sa lećom, u svojoj knjizi La Pratica della Perspettiva (Vežbe iz perspektive), 1568, Daniele Barbaro je iznio zapažanje da se na oštrinu proicirane slike može uticati ako se koriste otvori različitih

veličina. Time je postavljena osnova za unošenje dijafragme (irisa, zaslona ili blende) u *cameru obscuru*. Barbaro je bio Venecijanac, i istaknuti pisac o arhitekturi. Preporučujući, poput Della Porte, *cameru obscuru* kao pomoćno sredstvo za crtanje, on je zapisao:

"Zatvorite prozore i vrata, da ne bi svetlost izvana ulazila u sobu, osim kroz leću. Nasuprot leće držite jedan list papira i pomičite ga naprijed-natrag, da bi se izoštrili detalji. Na papiru ćete videti pokrete, oblake, padanje kiše, let ptica... Uzmite pero i pratite konture, sjenčite ih i delikatno obojite u skladu sa prirodom..."

Kontroliranom izmjenom veličine otvora *camere obscurae* znatno su poboljšana njena svojstva, ali je slika i dalje bila izvrnuta. Podatak da je u *cameru obscuru* unijeto ogledalo radi dovođenja slike u ispravan položaj pronalazimo već u djelima Johannes Keplera, zatim i Athanasius Kircher. Ali najraniji tehnički opis *refleksne camere obscurae*, sa ilustracijama, dao je Johan Sturm 1676. godine. Tu se spominje da je u unutrašnjosti kutije, iza leće, umetnuto ogledalo pod kutem od 45° . Novo unapređenje uveo je Daniel Schwenter, profesor matematike na Sveučilištu u Altdorfu. U djelu "Deliciae physico-mathematicae" (Radosti fizike i matematike), 1636, on je opisao sistem leća sa kojim se, u odgovarajućim kombinacijama, mogu postići tri različite fokusne udaljenosti. Njegova scioptrička kugla, nazvana i "volovsko oko", bila je, zapravo, jedna šuplja drvena lopta koja se mogla okretati, i na čijoj su površini načinjena dva nasuprotna otvora po osi simetrije, sa po jednom umetnutom lećom. Leća, svaka za sebe, davala je različite žarišne udaljenosti, poput danas izmenljivih objektiv, ali kad su stavljena u zajedničku optičku osu, njihove optičke vrednosti su zbrojene i dobijala se neka druga žarišna udaljenost.

U opisima ranih pisaca pojam *camere obscurae* podrazumijevao je prostoriju, najčešće zamračenu sobu na vrhu kakve građevine, zamka ili tornja, iz koje se kroz jedan mali otvor pružao vidik na okolinu. U prvo vrijeme korisnik je bio ograničen nepokretnošću, pa je mogao promatrati i crtati samo predio ispred otvora. Početkom 17. stoljeća napravljene su prve pokretne, iako vrlo glomazne, *camere obscurae* u obliku šatora ili nosiljke. Jedan od pionira moderne optike, austrijski astronom Johan Kepler, 1620. godine, prilikom mjerenja zemljišta u Austriji, upotrebljavao je jednu takvu kameru obskuru. Njegov crni šator imao je na vrhu pokretnu leću i ogledalo koje je projektiralo sliku na ploču za crtanje. Uz šatore, kočije, nosiljke, i druge neobične oblike *camere obscurae*, za imućne ljude, zanjete novom umjetničkom igračkom, konstruirani su modeli posebnih stolova koji su se stilom uklapali uz nameštaj.

Već u drugoj polovini 17. stoljeća veličina camere obscurae je bitno smanjena.

Kamera Athanasiusa Kirchera iz 1646. godine bila je napravljena u obliku nosiljke.

Desetljeće kasnije, njegov učenik Kaspar Schott je našao bolje rješenje: konstruirao je malu kameru obscuram sastavljenu od dvije kutije različitih veličina, da bi, prilikom izoštravanja, manja klizila u veću.

Dva izuma Georga Fridriha Brandera, mehaničara iz Augsburga, omogućila su još veću preciznost. Prvi, camera obscura u obliku stola imala je niz izvlaka koje su ulazile jedna u drugu. Drugi izum, nazvan polimetroscopium dioptricum, bio je univerzalan aparat: camera obscura-mikroskop-teleskop. Jedan takav uređaj Brander je napravio za Karlovo Sveučilište u Pragu.

Nešto drugačije oblikovana bila je i refleksna camera obscura Johana Cana iz 1685. godine. Njen opis u djelu "Oculus artificialis teledioptricus sive telescopium" iz 1685/86, dopušta da shvatimo stupanj usavršenosti tog instrumenta sredinom 17. stoljeća. Svjetlost je prolazila u pravoj liniji kroz malu rupu izbušenu u centru jednog od zidova kutije. Leća, postavljena na taj otvor, usmjeravala je zrake na ogledalo, postavljeno u središtu kutije pod kutem od 45°, koje je lomilo svjetlost i usmjeravalo je naviše. Na taj način slika je proicirana pravilno, umjesto obrnuto kao do tada. Na gornjoj strani kutije stavljano je staklo ili prozirni papir, na kome je slika ostavljala svoj nestalni odraz. Taj opis iz 1685. godine gotovo da se ne razlikuje od opisa one kamere obscurae koju će tvorac prve fotografije, Nicéphore Niépce, upotrebiti 150 godina kasnije. (slika 3.)



Slika 3. Prva održana fotografija u povijesti, koju je snimio Nicéphore Niépce 1826. Godine,

Prva funkcija camere obscurae bila je znanstvena – njom se pratila ekliptika (pomračenje) Sunca. Međutim, veoma brzo, naročito u periodu visoke renesanse, težnja vjerodostojnosti prikazanog i razumijevanju prirode učinila ju je neophodnim pomagalom umjetnika.

Mnogobrojne bilješke dokazuju da ju je koristio najveći broj renesansnih arhitekata i slikara. Della Porta je prvi savjetovao umjetnike kako da upotrebljavaju *cameru obscuru* kao pomoć pri crtanju. U prvom izdanju djela "Čarolije prirode" on predlaže da najprije kopiraju oblike i linije a zatim da dodaju boju. U drugom, proširenom, izdanju (1589), oslonjen na iskustva i opise prethodnika, i on savjetuje da se na otvor postavi jedna leća, a potom i jedno konveksno ogledalo, tako da slika bude uvećana i ispravljena. Tada je dao i preporuku kako da se taj instrument koristi za crtanje portreta.

U 17. i 18. stoljeću umjetnici su redovno upotrebljavali *cameru obscuru* kao pomoć pri slikanju pejzaža, žanr-scena, katkad i portreta. Pomoću nje postavljali su osnovni skelet slike u koji su kasnije unosili figure. Česte su uljane slike ili grafike s vedutama gradova, na kojima su vjerno, primjenom točne perspektive, prikazani trgovi, ulice ili pejzaži sa arhitektonskim objektima (naselja, dvorci, tornjevi). *camera obscura* je postala dio standardne opreme, posebno značajan za umjetnika nedovoljno spremnog u prenošenju perspektive.

Dok su neki shvatili da im je u rukama bogomdano sredstvo, drugi, nasuprot, nastojali su da ga sasvim istisnu. "Prirodu čovek mora videti vlastitim okom i doživjeti je" – pisao je William Hogarth. Iako se bavi temama koje su direktno aktualne i prilagođene duhom vremena, taj teoretičar, narativni slikar-moralizator, realist i oštar kritičar engleskog društva, odlučno odbacuje upotrebu *camere obscurae*. U djelu *Analisis of Beauty* (Analiza lepote), 1753, napada akademske zakone i sve oblike podražavanja. Tu on umanjuje vrednost *camere obscurae*, smatrajući da je njenom upotrebom umjetnikova vizija prirode narušena, i da se priroda svodi na imitaciju. [4]

2.3. Tamna komora

Fotografija je postupak stvaranja slike uz pomoć svjetla tj. slike u fotografiji crtane su zrakama svjetlosti.

Osnova fotografije su svojstva nekih tvari osjetljivih na svjetlo. Ako se pogleda komadić nerazvijenog crno-bijelog filma na jednoj strani njegove površine vidi se zelenkast mutni sloj. To je sloj osjetljiv na svjetlo, emulzija. Spojevi koji se nalaze na filmu i osjetljivi su na svjetlost su halogenidi srebra. Da bi se ti sitni kristalići mogli trajno nanijeti na film ili foto-papir moraju se vezati i rasporediti u nekom prozirnem koloidnom mediju. Za filmove danas uglavnom rabimo želatinu (nekad je dobivana od kosti i kožica životinja, a danas ju dobivamo sintetički). Za foto-papire s mat površinom uz želatinu se dodaje i škrob.

Debljina suhe želatine nanešene na film iznosi oko 0,02 mm, a kristalići srebrova bromida nanešeni su jedan iznad drugih u 20 do 50 slojeva (poput listova u knjizi). [5]

Pri snimanju objektiv fotoaparata sakuplja zrake svjetlosti koje se odbijaju s motiva i prenosi ih na film. Doseg kemijske promjene i promjene kemijske strukture kristalića srebrova bromida ovisi o količini svjetla (broju fotona) koje ih je osvjetlilo. Veća količina svjetla pridonijet će većoj promjeni. U jednom kristaliću srebrova bromida nalazi se oko 100 bilijuna atoma srebra i dovoljno je da nekoliko atoma srebra bude osvjetljeno pa da postanu sposobni za razvijanje. Kemijska promjena halogenida srebra uzrokuje nastajanje latentne slike na filmu. Ta se slika ne može vidjeti, ali sadrži sve detalje koje će imati razvijeni film i na kraju fotografija. Latentna ili skrivena slika postat će vidljivom kada film izložimo djelovanju smjese kemikalija koju nazivamo razvijač. Lužine u razvijaču mekšaju želatinu i ona više ili manje nabubri otvarajući pristup ostalim kemikalijama. Natrijev sulfid pomaže odvajanju i uklanjanju broma od srebra, a zatim reagira s lužinom u razvijaču.

Potom slijedi redukcija srebra u elementarno (metalno) srebro. Kristali koji su bili osvjetljeni 10 do 100 puta brže reagiraju s komponentama razvijača nego kristalići koji nisu bili izloženi svjetlu. Međutim, i neosvijetljeni kristalići raspadat će se na halogenid i srebro ako na njih razvijač dugo djeluje ili su uslijed starosti sami po sebi razdvojeni.

Proces razvijanja mora se zaustaviti u trenutku kad se razvila normalna slika, prije nego počne zacrnjivanje i na neosvijetljenim dijelovima na filmu. Za prekid razvijanja upotrebljava se kisela kupka koja neutralizira lužine u razvijaču. Nakon razvijanja i prekida razvijanja neosvijetljeni i nerazvijeni srebro halogenididi otopit će se u fiksirnoj kupki, a

poslije pranja ostat će u želatinskom sloju samo zrnca elementarnog srebra, koja će se prilikom sušenja stegnuti u želatini i postat će nosilac negativne slike. [6]

Razumije se da razvijanje i fiksiranje mora obaviti u tami, uz, eventualno, ispravnu obojenu rasvjetu u tamnoj komori, jer je sloj na filmu (onaj koji nije razvijen) i dalje osjetljiv na svjetlo. Sve do završetka fiksiranja, kad negativ postaje postojan ili neosjetljiv na svjetlo. Dobar negativ još ne garantira dobru sliku. Za konačni izgled fotografije odlučan je i fotografski papir na koji će slika biti kopirana ili povećana.

Kroz negativ se propusti svjetlo na foto-papir, koji je osjetljiv na svjetlo, i na njemu nastane latentna slika. Na papiru će se nakon razvijanja pojaviti pozitivna slika, koju zatim fiksiramo, operemo i osušimo. Mjesta na kojima je kroz negativ prošlo više svjetla bit će tamnija, na mjestima gdje je svjetlo djelomično zadržano nastat će sivi tonovi raznih gustoća, a mjesta na kojima svjetlo kroz negativ uopće nije prolazilo ostat će bez tona, dakle bijela.[5]

Cijela ova priča, do sada, vrijedi za crno-bijele filmove i crno-bijele fotografije. Bitna razlika između crno-bijelog filma i kolor filma nalazi se u broju slojeva osjetljivih na svjetlo. Crno-bijeli film ima samo jedan fotoosjetljivi sloj, čija emulzija je osjetljiva ili samo na plavu svjetlost (tzv. nesenzibilizirani film), na plavu i zelenu koji je nazvan ortokromatski film ili na plavu, zelenu i crvenu svjetlost pa se zove pankromatski film, film koji je osjetljiv na sve boje). Kolor-filmovi sadrže tri sloja emulzije. Te su emulzije slične emulziji na crno-bijelim filmovima, ali kod kolor-filma svaki sloj emulzije osjetljiv je na samo jednu od tri osnovne boje vidljivog svjetla. Za vrijeme ekspozicije jedan sloj reagira samo na plavu svjetlost, drugi sloj reagira samo na zelenu svjetlost i treći sloj reagira samo na crvenu svjetlost. Postupak razvijanja kolor-filma i kolor fotografija znatno je drugačiji i zahtjevniji od postupka za crno-bijele fotografije, ali su im temelji u osnovi isti. [6]

Fotografski papir

Kontrast, ton, tekstura i mogućnost naknadne obrade pozitiva ovisi o izboru fotografskog papira. U današnje vrijeme taj izbor nam se sve više i više proširuje. Fotografski papir je posebna vrsta medija od kojeg sve počinje, on daje sliku u dodiru s kemikalijama (uz prethodno osvjetljavanje aparatom za povećavanje). Svaki fotografski papir se sastoji od papira tj. podloge, emulzije i zaštitnog sloja. Emulzija fotografskog papira se sastoji od

halogenog srebra i želatine. Uloga želatine (fleksibilna, prozirna, niska topivost, buja na vlažnom) jest da održava halogeno srebro na papiru u koloidnom stanju koje je tada kao emulzija. Pri osvjetljavanju papir se okrene emulzijom prema objektivu aparata za povećavanje.

Fotografski papiri se dijele prema više kriterija:

S obzirom na podlogu

- plastificirani fotografski papir (lakši za obradu)
- klasični fotografski papir (kvalitetnija konačna slika)

S obzirom na strukturu površine papira:

- sjajni papir
- papir s mat površinom
- raster papir

S obzirom na gradaciju (tvrdoću) papira:

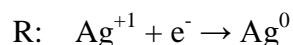
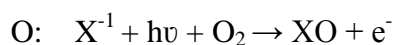
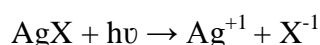
- posebno mekani
- mekani
- specijal
- papir normalne gradacije
- tvrdi
- posebno tvrdi
- papir promjenjive gradacije (ima dvije emulzije, jednu tvrdu i jednu lakšu) [7]

Aparat za povećavanje

Aparat za povećavanje pokreće struja, a ono što mi stavimo u njega jest film i fotografski papir. Postoje različiti aparati za povećavanje, ali svi su građeni od dva glavna dijela :

- tijelo koje obuhvaća glavu (s izvorom svjetlosti), nosač filtra, kondenzor, masku za film, mijeh s vijkom i mehanizmom za izoštravanje, objektiv i zaštitni filter. Glava aparata za povećavanje može koristiti dva različita izvora svjetla: volframovnu i halogenu žarulju.
- temeljna ploča koja može biti različitih veličina, na nju se stavlja fotografski papir okrenut emulzijom prema gore, prema otvoru objektiva aparata za povećavanje. [7]

Svjetlost se odbija od zrcala i dolazi na filtre – cijan, žuti i magenta. Ako je ta svjetlost prejak, potrebno ju je omekšati stavljanjem filtra za raspršivanje svjetla u nosač filtera. Kondenzor koji se sastoji od leća usmjerava raspršeno svjetlo tako da okomito pada na površinu filma. Sličica koju želimo povećati s prethodno kemijski obrađenog filma stavlja se u masku za negativ. Maska za negativ je između dva stakla i mora biti namjestiva tako da omogućuje pomicanje filma, a opet mora biti čvrsta toliko da sličica stabilno stoji. Mijeh je povezan s mehanizmom za izoštravanje koji je podesiv. Objektiv, najodgovorniji za kvalitetu slike bira se ovisno o formatu sličice, najčešće je od 50mm. Zaštitni filter je crveno obojani filter koji kada pokriva objektiv (čiji otvor sami namještamo) omogućuje stavljanje fotografskog papira na temeljnu ploču bez mogućnosti njegovog preranog i neželjenog osvjetljenja. Timer je uređaj pomoću kojeg određujemo vrijeme osvjetljavanja fotografskog papira i pomoću kojeg uključujemo aparat za povećavanje. Aparat za povećavanje povećava malu sličicu s obrađenog filma na fotografski papir (ali uz prisustvo crvenog filtera), a kada uključimo timer, aparat osvjetljava fotografski papir i svojom energijom svjetlosti trga veze između srebra i halogenog elementa na papiru. Halogeni elementi (Br, Cl, I) oksidiraju pri čemu puštaju jedan svoj elektron, kojeg prihvaćaju ioni srebra i time postaju atomi metalnog oblika. Ove riječi se mogu potkrijepiti i kemijski zapisati:



gdje je X - Br, Cl ili I, Ag je srebro, O kisik, e elektron, a $h\nu$ kvant energije svjetlosti. Ova kemijska reakcija je ireverzibilna – nepovratna. Kad se jednom papir osvijetli, više nema povratka. [8]

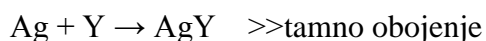
Razvijač

Razvijač je kemikalija u kojoj se nalazi tvar za razvijanje koja će dati tamno obojenje u dodiru s atomiziranim srebrom. Da bi se pripremio za korištenje u tamnoj komori, razvijač

se mora razrijediti s destiliranom vodom i to u točno određenim mjerama koje pročitamo s boca kemikalije. Čuva se u dva agregatna stanja:

- kao tekućina (ulije se u posudu, razrijedi s vodom i odmah koristi, kraćeg roka trajanja) i
- kao krutina (u prahu, rastopi se u vodi koja je na 30° -40°C, pretvori u tekućinu, dužeg roka trajanja). [7]

Razvijač se, kao i sve druge kemikalije koje su nam potrebne za rad u tamnoj komori, treba pripremiti 12 do 24 sati prije upotrebe radi stabilizacije molekula. Pri različitim temperaturama fotografije se trebaju različito dugo razvijati, npr. na temperaturi od 17°C vrijeme razvijanja se produžuje za otprilike tri minute, dok se na temperaturi od 21°C skraćuje za dvije minute. Kada je fotografija u ovoj fazi ukupnog sustava, odnosno u ovom podsustavu još uvijek se nasmije upaliti svjetlo. U razvijaču se mijenja vidljivost slike – od latentne slike na kojoj ništa ne vidimo razvija se prava fotografija. Naime, u razvijaču se nalazi tvar za razvijanje koja u reakciji s atomiziranim srebrom daje vidljivi talog koji se očituje u obliku tamnog obojenja. Na mjestima gdje se nalaze oksidi halogenih elemenata neće biti boje, tj. ostat će bijelo zbog toga što se oksid spaja s vodom iz razvijača i tvori novi kompleksni kemijski spoj. Ako je papir osvjetljen prije osvjetljavanja, slika se neće pojaviti, papir će ostati bijeli. Ako predugo ostavimo fotografiju u razvijaču previše će potamniti. Upravo zbog toga moramo latentnu sliku uroniti u razvijač emulzijom okrenutom prema gore i promatrati pojavljivanje fotografije. Kada je fotografija postigla ton koji nam se sviđa, uzimamo hvataljku te je vadimo iz kadice u kojoj je razvijač i uranjamo u novi podsustav – kadicu s prekidačem – pri čemu moramo paziti da ne uronimo i hvataljku. I ovo se može zapisati kemijskim jednadžbama:



uz tvar za razvijanje Y. [8]

Razvijač se sastoji od:

- Tvari za razvijanje – organskog je porijekla, reagira s Ag i ono pocrni, lako pokvarljivo;
- Tvari za konzerviranje – sprječava ikakve nepotrebne kemijske reakcije, stabilizira;

- Tvari za pospješivanje – lužina koja pospješuje djelovanje tvari za razvijanje tako da omekša želatinu i omogućuje tvari za razvijanje dolazak do svakog atoma srebra;
- Tvari za zadržavanje – sprječava prejako djelovanje tvari za pospješivanje na emulziju.

Razvijlač je vrlo pokvarljiv stoga bi bilo najbolje kada bi svaki put pripremali svježu razrijeđenu otopinu, ali je to skupo pa tako ovu kemikaliju već razrijeđenu s vodom možemo očuvati tako da se stavi u tamnu, neprozirnu staklenku s pikulama koje će istisnuti zrak iz boce i tako spriječiti oksidaciju. [7]

Prekidač

Prekidač je kemikalija koja zaustavlja razvijanje slike. Kao prekidač se koristi destilirana voda ili destilirana voda s dodatkom octene kiseline (CH_3COOH). On uklanja razvijlač koji je zaostao na fotografiji kako ne bi dolazilo do njenog daljnjeg razvijanja. Osim razvijlača uklanja i spojeve halogenih elemenata, pa tako na fotografiji ostanu samo kompleksni spojevi srebra. Prekidač je zbog toga otapalo halogenidima, ali ne i spojevima srebra. [7]

Fiksir

Fiksir omogućava zadržavanje fotografije onakvom kakva jest. Sprječava žuto obojenje do kojeg će doći ako se natrijevom tiosulfatu (uz lužinu, sastavnica tvari za pospješivanje) ne spriječi kontakt s kemikalijama s papira. Ako natrijev tiosulfat dođe u dodir s kemikalijama na papiru, napast će srebro što rezultira žutom ili smeđom mrljom. Fotografiju u ovoj fazi sustava može se držati dugo, po mogućnosti ne manje od deset minuta. Kada je fotografija u ovoj fazi, svjetlo se slobodno može upaliti.

Fiksiri se dijele na:

- fiksir za filmove
- fiksir za papir
- univerzalni fiksir [7]

Ispirač

Za podsustav ispiranja je potrebna hladna tekuća destilirana voda. Fotografija se obilato ispiru vodom uz povremeno ljuljanje kadice. Kao rezultat izlazi mokra fotografija, koju je još samo potrebno osušiti. [7]

Sušenje

Mokra fotografija se stavi na čvrstu podlogu, npr. stol ili zid, i čeka se da se posuši. Ovim podsustavom završava cijeli sustav razvijanja fotografija i iz njega izlazi razvijena slika. [7]

3. PRAKTIČNI DIO

3.1. Izrada camere obscure

Alat potreban za izradu:

- Skalpel
- Škare
- Ravnalo
- Crna izolir traka
- Crni marker (deblji i tanji)
- Igla za šivanje s jako tankim vrhom
- Komad finog brusnog papira (600-800)



Slika 4. Alat potreban za izradu camere obscure

Ovaj model kamere obskure se sastoji od:

- Puna kasetna filma – 35mm film u boji od 24 ili 36 ekspozicija. Može se koristiti film od 100, 200, 400 ili više ASA, ovisno o potrebama i željama korisnika.
- Prazna rola filma – također 35-mm prazna rola filma koja ima najmanje centimetar filma koji proviruje van. Najlakše ju je dobiti u foto studijima koji razvijaju filmove, jer oni takve rollice svakodnevno bacaju.
- Kutija šibica – potrebna je samo kutija.

- Komad lima – iz limenke potrebno je skalpelom ili škarama izrezati komad lima dimenzija oko 2 x 2 cm.
- Zatvarač – za njegovu ulogu poslužiti će crni komad tvrde plastike. Može se dobiti iz starih 3,5” floppy disketa. Disketa se rastavi te se pomoću skalpela izreže plastični dio dimenzija 2 x 3,5 cm
- Namatač – komad tvrde plastike koji služi za namotavanje film. Nije nužno da je od plastike. Bitno je da stane u otvor na roli i da se može rukom namotati film.
- Brojač – služi za brojanje rupica na filmu kod namatanja filma. Zaobljena plastika koju odrežemo sa nekog uveza od nekog referata ili skripte.
- Komad tvrdog papira – služi da bi držao zatvarač usmjeren u kanalu po kojem se giba. Može se dobiti iz kutije od filma ili bilo neke druge kutije slične debljine.



Slika 5. Materijal potreban za izradu camere obscure

- Kočnice – služe da pridržavaju narolani film na obje role i spriječe samoodmotavanje koje može uzrokovati preklapanje ekspozicija ili pak nepravilne razmake između ekspozicija. Mogu se dobiti od komada gume bicikla. Škarama je potrebno izrezati dvije gumice širine oko 15 mm i svaku malo odrezati kako bi nastao otvor.



Slika 6. Način izrade kočnica za kameru obscuru

Izrada camere obscure

1. *Tijelo kamere obscure*

Potrebno je rastaviti kutiju šibica. Zatim se određuje kakav format i koje veličine fotografija želimo dobiti. Ovakav tip kamere obskure lovi jako široki kut kod fotografiranja zbog jako male žarišne udaljenosti. Visina fotografije je maksimalno 25mm, a širina može biti koliko želimo (ali ne na ovom tipu kamere obskure gdje smo ograničeni visinom i širinom kutije šibica). Za izradu ove kamere koristen je omjer fotografija 3:4. Mirnom rukom i skalpelom potrebno je izrezati pravokutnik dimenzija 25 x 33 mm.



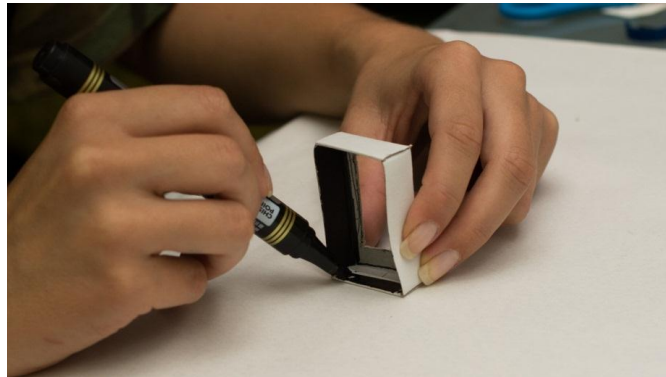
Slika 7. Izrezivanje otvora za film

Nakon toga je potrebno izmjeriti koliko nam rupica na filmu pokriva širina otvor koji smo izrezali. Ukoliko je širina 7 rupica, za svaku sljedeću fotografiju potrebno je premotati film za 8 rupica.



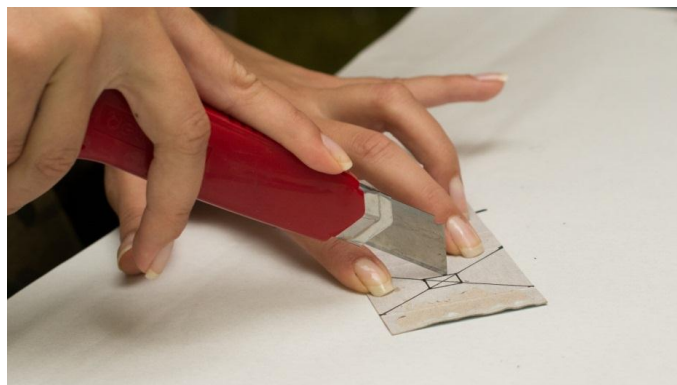
Slika 8. Mjerenje širine otvora preko broja rupica na filmu

Ladicu kutije šibica potrebno je markerom obojati u crno, trudeći se popuniti i teže dostupne kuteve. Ukoliko je potrebno, može se poslužiti i sa tankim flomasterom ili kemijskom olovkom punjenom tekućom tintom.



Slika 9. Bojanje unutrašnjosti kutije crnim flomasterom kako bi smanjili refleksiju

Drugi dio kutije potrebno je rastaviti. Na jednoj od dvije veće površine potrebno je ucrtati dijagonale. Zatim je potrebno nacrtati pravokutnik sa duljinom duže stranice od 10mm, te ga skalpelom izrezati. Sljedi bojanje cijelog tog djela kutije šibica markerom.



Slika 10. Rezanje otvora za lim



Slika 11. Rastavljena kutija buduće camere obscurae potpuno obojana u crno

2. Objektiv kamere

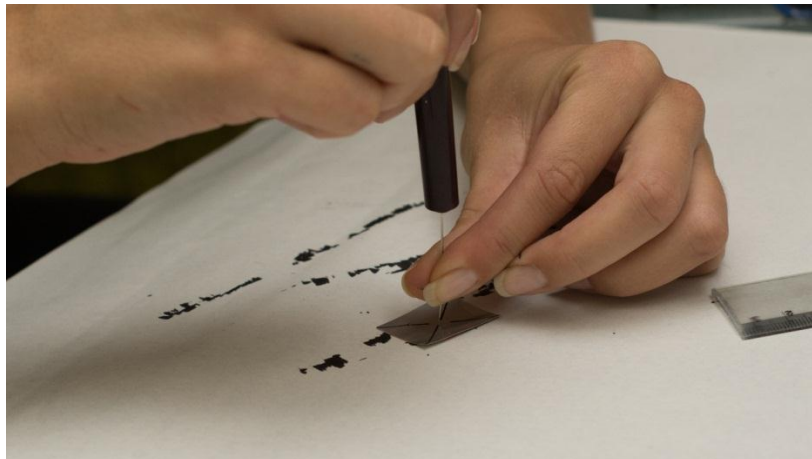
Bušenje otvora fotoaparata – rupice najzahtjevniji je posao kako bi dobili kvalitetnu reprodukciju. Kod njega se ne smije biti nestrpljiv i užurban, jer krajnji rezultat najviše ovisi o dobro napravljenom otvoru. Veličina rupice obrnuto je proporcionalna oštirni projekcije, tako da njeno bušenje i kasnija brada imaju poseban značaj. Promjer otvora ovisi o dužini aparata tj. žarišnoj udaljenosti i veličini negativa koji se koristi. Optimalan promjer varira od 0,05 mm do 0,5 mm. Prvi pokušaj izračunavanja optimalnog otvora dao je Josef Petzval. Kasnije je tu jednadžbu korigirao Lord Rayleigh, pa se ona i dan danas koristi u praksi.

$$d = 1,9\sqrt{f \cdot \lambda}$$

Pri čemu su oznake u jednadžbi:

- d – promjer pinhole fotoaparata
- f – žarišna udaljenost pinhole fotoaparata
- λ – valna duljina svjetlosti (najčešće se koristi vrijednost od 550 nm)

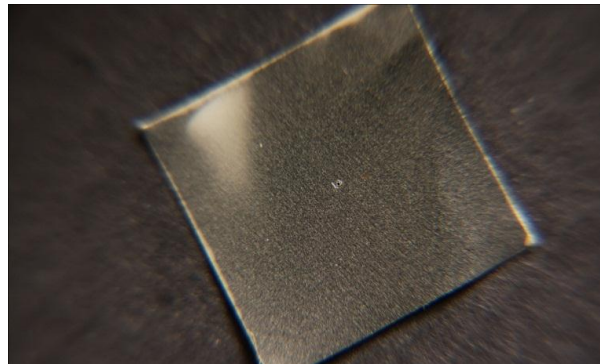
Rupicu je potrebno izraditi na sredini pripremljenog lima. Važno je da materijal u kojem se buši rupa bude na tvrdj podlozi kako bi krater-izbočenje na suprotnoj strani bio što manji. Vrh igle se stavlja u centar. Prilikom bušenja rupice ne smije se pritiskivati iglu prema dolje jer se time trga materijal i krater čini većim. Može se poslužiti sa flomasterom te ga staviti na gornji dio igle. Uz lagane pritiske flomastera iglu je potrebno vrtiti prstima lijepo-desno. Cilj je dobiti što manju rupicu. Dovoljno je da vrh igle tik prođe kroz lim.



Slika 12. Bušenje rupice na limu

Prema Rayleighovoj formuli ova camera obscura bi trebala imati promjer rupice $d = 0,14 \text{ mm}$. Nakon bušenja rupice na izvoru svjetlosti je potrebno provjeriti dali je ona uistinu izbušena i dali ima pravilan oblik kruga. Ma koliko bili pažljivi u radu, uvijek će se na suprotnoj strani od smjera bušenja stvoriti kakav takav krater-izbočenje. Prođe li se prstom sa suprotne strane od smjera bušenja rupice, osjeća se lagano zapinjanje, grebanje. Njega valja što pažljivije ukloniti. To se može učiniti finim brus papirom. Potrebno je laganim pokretima prelaziti preko djela koji se izbočio prilikom prolaska igle kroz lim. Nakon toga rupica se malo ispuhne ili stavimo iglu u rupicu da se makne moguća prašina od brušenja. Lim s rupicom zatim se boja crnim markerom sa obje strane. Nakon sušenja potrebno je provjerit dali boja začepila rupicu. Ukoliko je, iglu je potrebno ponovno staviti u rupicu kako bi se boja uklonila.

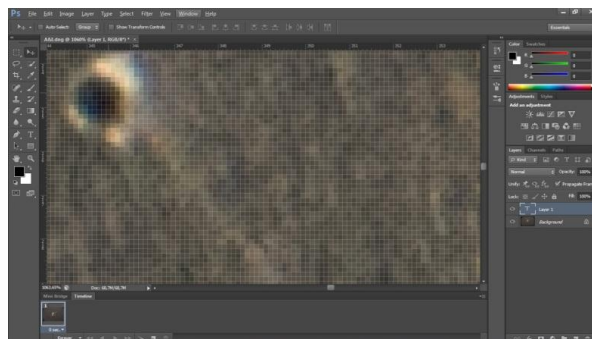
Točniju provjeru veličine promjera rupice camere obscurae moguće je izvršiti i pomoću makro objektiva i photoshopa. Potrebno je snimiti rupicu sa makro objektivom da se dobije što uvećanija slika promjera.



Slika 13. Fotografija lima snimljena makro objektivom

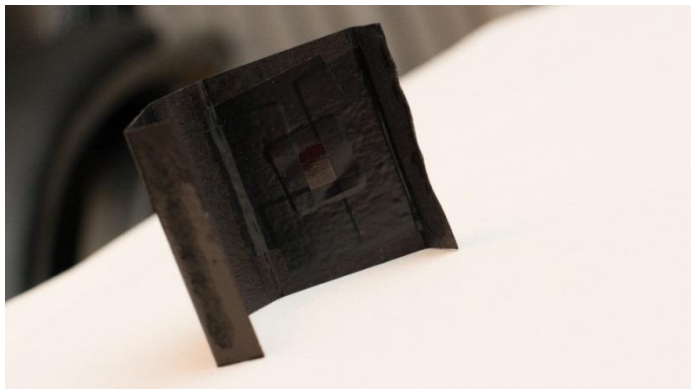
Zatim se ta slika otvori u photoshopu, ravnala se uključe i podese na milimetre.

Slika se poveća na mjestu rupice, te se učitaju vrijednosti sa slike.



Slika 14. Screenshot prilikom preciznog mjerenja promjera rupice pomoću photoshopa

S unutarnje strane tijela, tj kutije šibica stavlja se probušeni lim tako da strana lima gdje je igla ulazila gleda van iz kutije. Rupica se centrira tako da bude u sredini prostora. Lim potom izljepimo izolir trakom sa svih strana. Rastavljeni dio kutije šibica ponovno se sastavlja u prijašnji oblik pomoću izolir trake.



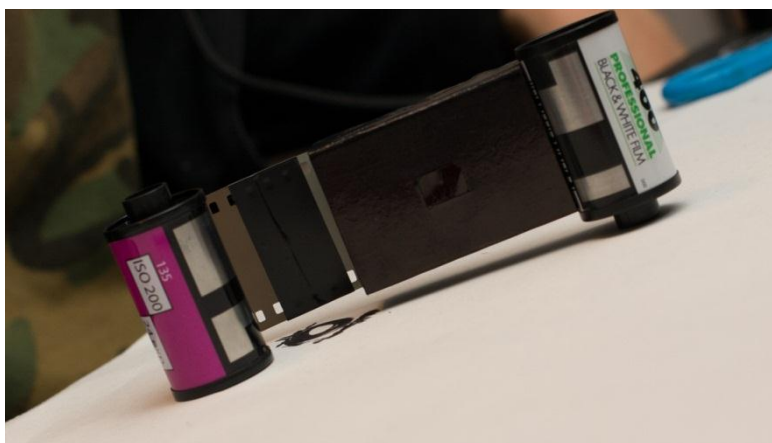
Slika 15. Obojani lim zaljepljen s unutarnje strane kutije šibica

3. Potrebno je izvući desetak centimetara pune role filma. Potom se ona provuče kroz prostor kutije šibica tako da rola bude sa lijeve strane, dok je s desne strane potrebno ugurati ladicu sa izrezanim formatom.



Slika 16. Umetanje filma u cameru obscuru

Škarama se poravna film. Zatim spajamo praznu rolu filma na punu pomoću izolir trake. Bitno je poravnati 2 role kako bi izbjegli probleme sa namatanjem filma. Potom se namatač stavi u praznu rolu filma i namota, tj uvuče spojeni dio filmova u nju.



Slika 17. Spajanje prazne kasete filma sa punom-novom kasetom filma

Na punu rolu filma se stavlja brojač, plastika otkinuta sa uveza neke skripte ili nesto slično. Njezin se šiljasti dio stavi u rupicu na filmu (nije bitno dali se radi o donjem ili gornjem redu rupica) dok se ostatak plastike prisloni oko role i zaljepi izolir trakom za rolu. Ponovno se uzme namatač te na praznoj roli malo namota film. Potrebno je slušati dali će brojač preskočiti rupicu. Kad se čuje *tk!* – sve je uredu. U suprotnom je potrebno ponovno podesiti brojač.



Slika 18. Provjera mogućnosti namatanja filma

4. Puna kaseto filma se privuče skroz do kutije šibica te ih je potrebno spojiti crnom izolir trakom. Taj se dio ljepi nekoliko puta oko kutije i role dok ne bude sigurno da taj spoj role i kutije šibica ne propušta svjetlost. Isti se postupak spajanja napravi i sa druge strane gdje je prazna rola.

Kod ljepljenja izolir trakom, potrebno je paziti na sljedeće: nakon što se odmota duljina trake koja je potrebna, ona se prereže te se pusti da odstoji 2-3 sekunde da se malo skupi. Potom se može zaljepiti. Ukoliko se zaljepi u previše razvučenom

obliku ona će se s vremenom skupiti pa postoji mogućnost da se na nekom mjestu formira rupica koja bi mogla propustiti neželjenu svjetlost na film.

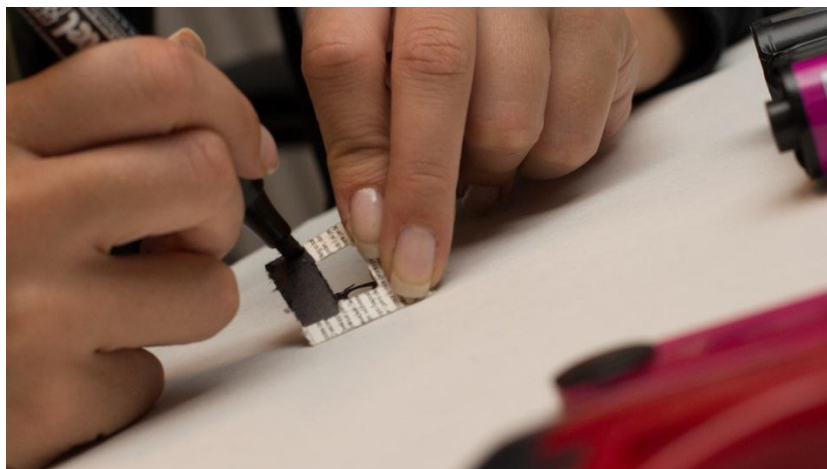
5. *Poklopac za otvor camere obscure*

Iz malo tvrđeg papira (može i kutija od filma) se izreže komad dimenzija 30 x 30 mm. Stavi se na ravninu gornje ruba prednje strane pinhole fotoaparata te se na njemu iscertaju visina i širina pravokutnika koji je izrezan na kutiji šibica.



Slika 19. Mjerenje dimenzija pravokutnika koji je izrezan na kutiji šibica

Pravokutnik koji se dobije uveća se za milimetar po svim stranicama te se izreže. Taj izrezani komad papira potrebno je također obojati crnim markerom sa obje strane. Potom se stavi u ravninu gornjeg ruba prednje strane kamere kako bi se poklopio sa izrezom na kutiji. Izolir trakom se zaljepi za tijelo kamere sa tri strane, ostavljajući na gornjoj strani nezaljepljeni dio u duljini oko 20 mm.



Slika 20. Bojanje dobivenog pravokutnika

20 mm iznosi širina zatvarača, tj poklopca za objektiv ovog pinhole fotoaparata. Njega je potrebno ugurati u taj međuprostor i spustiti ga do te visine da skroz pokrije izrezni dio na kutiji šibica.



Slika 21. Neravna camera obscura

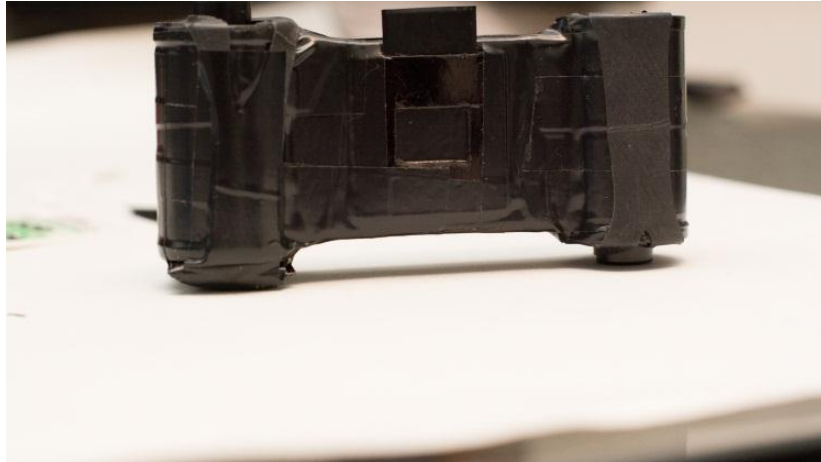
Duljim trakama je potrebno izljepiti stražnji dio fotoaparata pazeći da nigdje ne ostane rupica koja bi mogla propuštati svjetlost te tako uništiti sve fotografije.



Slika 22. Dodatno učvršćivanje camere obscurae

6. Kočnice za film mogu se dobiti iz gume od bicikla. Potrebno ih je navući na rolu tako da izbočeni dio koje se vrti kod namatanja dođe kroz rupicu na toj gumici. Postupak je potrebno ponoviti i na drugoj roli.
7. Budući da je kamera sada ukošena i nestabilna zbog dijela za namatanje prazne role, deblji papir ili karton je potrebno izrezati u traku širine 1cm te namotati u rolu do te

dobljine da kamera bude u vodoravnom položaju. Kako bi postigli veću stabilnost kamere, može se koristiti gorila stativ, pa ovaj dodatak kartona nije potreban.



Slika 23. Gotova camera obscura

8. Prva fotografija je uništena zbog preeksponiranja filma uslijed montiranja kamere. Zato je potrebno uzeti namotati film na praznu rolu za 8 rupica. Ukoliko je sve dobro složeno kod stavljanja brojača trebali bi čuti zvuk njegovog preskakivanja kroz rupice: tk, tk, tk, tk.... Ukoliko se slučajno premota više od osam rupica, ne smije se vraćati film jer bi se film mogla strgati.
9. Camera obscura je spremna za fotografiranje.

3.2. Snimanje

Vrijeme eksponiranja

Duljina trajanja propuštanja svjetla kroz otvor camere obscure ovisi o osjetljivosti filma koji se koristi, veličini rupice te njenoj žarišnoj duljini. Za pravilnu ekspoziciju ovog završnog rada korišteni su unaprijed izračunate vrijednosti za ovakav tip pinhole fotoaparata. [9]

OSJETLJIVOST ASA:	100	200	400	600
Sunce	4 sec	2 sec	1 sec	0,5 sec
Blago oblačno	8 sec	4 sec	2 sec	1 sec
Tmurno oblačno	12 sec	6 sec	3 sec	2 sec

Tablica 1. Duljine eksponiranja u ovisnosti o osjetljivosti filma za kameru obscuru iz kutije šibica

U noćnim uvjetima se može ostaviti i do 20 minuta da se dilm osvjetljava. Kod tako dugih ekspozicija se ne može puno pogriješiti. Naime, ukoliko je pravila ekspozicija 20 minuta a film se osvjetljava 15 ili 25 minuta, neće se vidjeti neka velika razlika u dobivenoj fotografiji. Kod takvih dugih ekspozicija,(za ovaj navedeni primjer) da bi se fotografija podeksponirala film se treba osvjetljavati 10 minuta, a da bi se preeksponirala 40 minuta.

3.3. Razvijanje fotografija

Razvijanje fotografija i realizacija provedena je prema procesu, već opisanom u teorijskom djelu.

4. REZULTATI I RASPRAVE



Slika 24. Šarena zgradica



Slika 25. Igor čeka



Slika 26. Igor čeka II



Slika 27. Jurnjava



Slika 28. On



Slika 29. Staro vs. mlado



Slika 29. Dosta



Slika 30. Zbrka



Slika 31. On the road



Slika 32. Ravnica



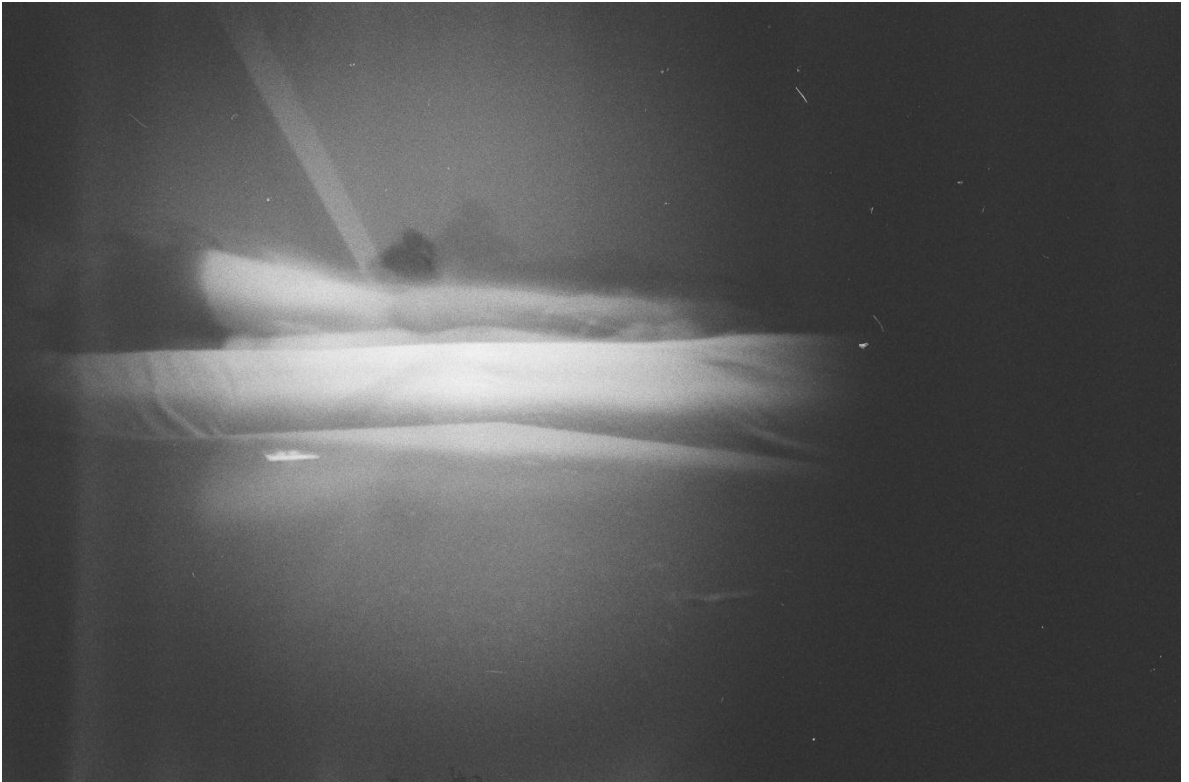
Slika 33. Kapsaicin



Slika 34. Alkaloidi



Slika 35. Djelo



Slika 36. Noge



Slika 37. Picasso soba



Slika 38. Cijela noc i pola jutra



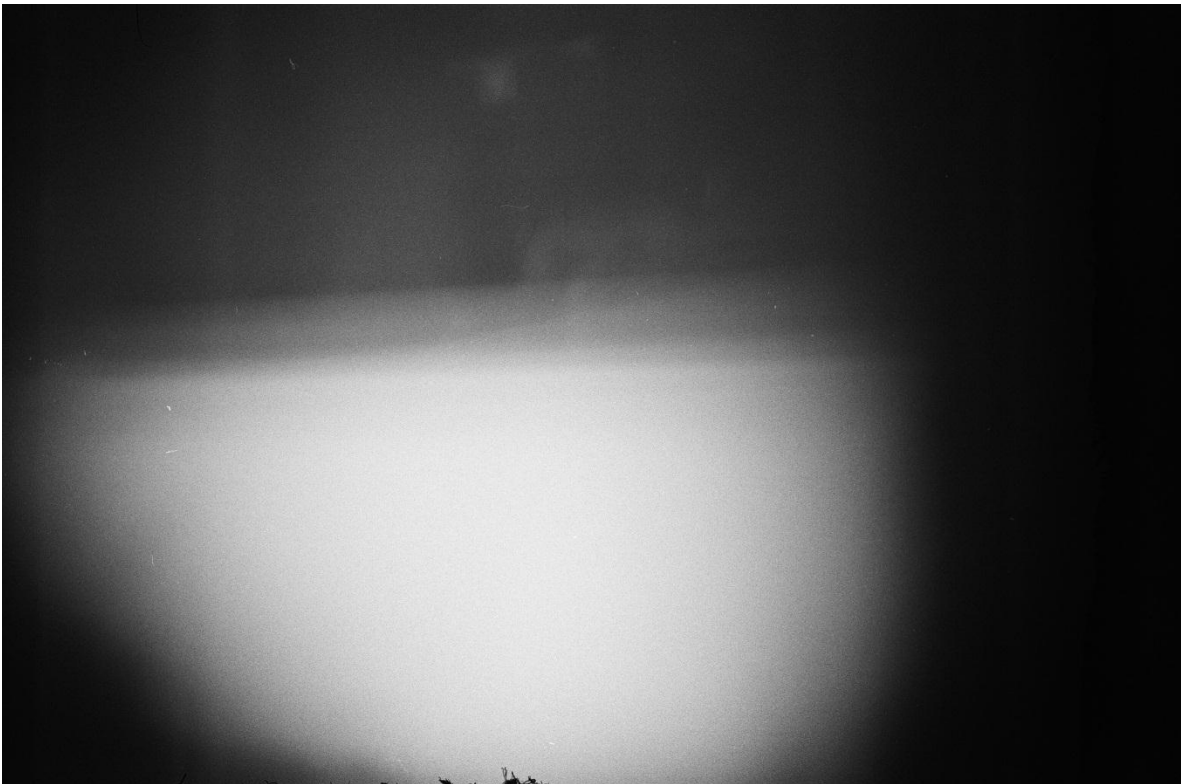
Slika 39. Vrt



Slika 40. Vožnja



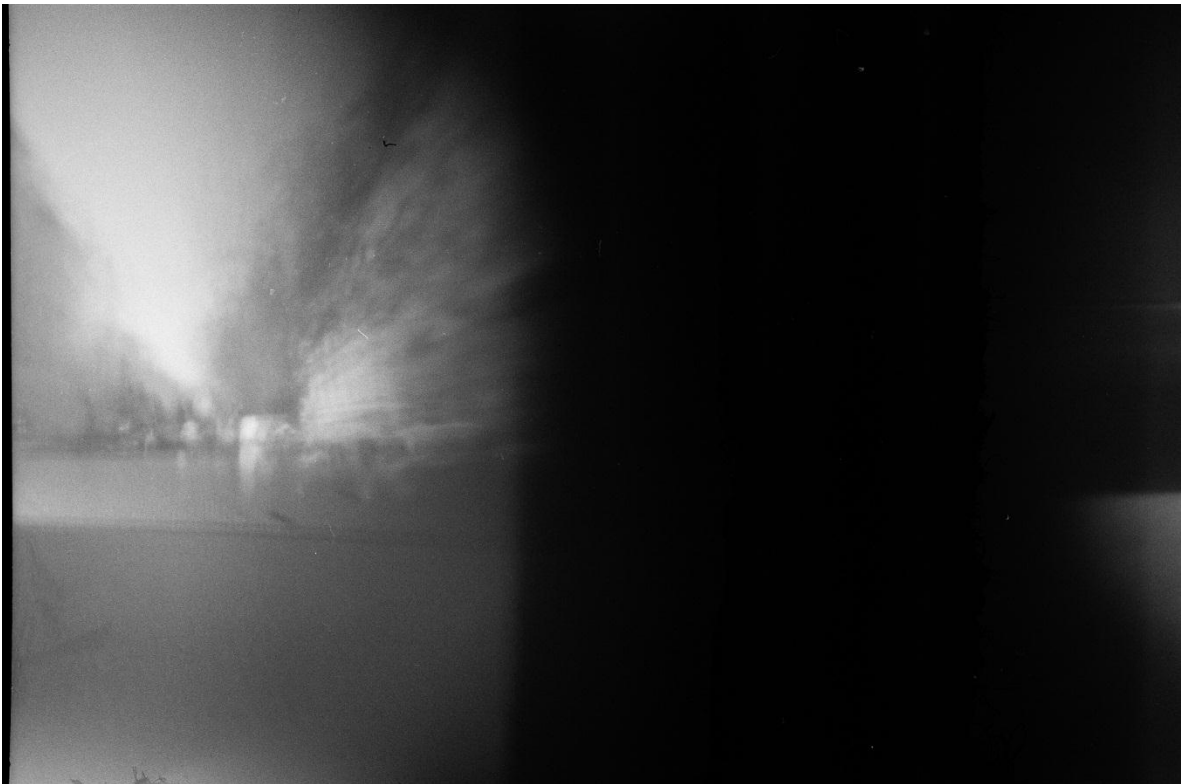
Slika 41. Vožnja II



Slika 42. Ništa



Slika 44. Vožnja III



Slika 45. Pola



Slika 45. Kotač

5. ZAKLJUČAK

Kamera obscura je pramajka svih fotografskih, kino, televizijskih, video, digitalnih i inih kamera te kao takva postaje vrlo moćno sredstvo vizualne komunikacije.

Kad se pojavila kao novi medij u umjetnosti fotografija je bez sumnje obnovila vizualne mogućnosti predtavljačke umjetnosti, ali je isto tako unjela elemente koji će izazivati nesagledive posljedice, kako u kontekstu same umjetnosti, tako u sklopu čitave kulture. Do pojave fotografije, umjetnost je manje ili više shvaćena kao nešto izvanvremensko, to jest vječno, bez obzira na vrijeme i njegove mijene i bez obzira na samu historiju. Vrijednost umjetnosti pčjenjivanja je bila kao vječna, zbog toga što je bila proizvod vječnog duha koji se tek poslužio materijom da bi se u toj materiji inkarnirao.

Da bi se kritički mogla pratiti i promatrati uloga fotografije u umjetnosti, prijeko je potreban, također kritički pristup stavu o dva modusa ljudskog mišljenja: logičkom, koji se osniva na uvjetu provjerenog uvida, i metaforičkom, koji se i sam osniva na logičkom, ali i logičkom čija je mehanika prelazila preko uvjeta provjerenog uvida. Mehanička bliskost obaju modusa bila je, vjerovatno, osnovnim uzrokom previđanja relevantnih razlika, pa su oba modusa, logički i metaforički, smatrana jednim jedinstvenim ljudskim mišljenjem. Tek je epoha industrijalizacije ukazala na činjenicu dvaju modusa.

Dok su se sve umjetnosti formirale na metaforičkom modusu mišljenja, tehnologija fotografije formirala se na logičkom modusu na bazi uvida, pri čemu treba imati na umu da je na ovom mjestu riječ o najsumarnijem i najsažetijem objašnjenju bez ambicije da se dade precizna definicija. Fotografija kao postupak, kao radni proces ormirana je na eksperimentalnoj metodi na poznatim postavkama ponašanja materije, dakle na logici uvida; rezultat je te tehnologije, kao što je poznato, slika. Ne ulazeći u specifičnosti fotografske slike, moguće je zaključiti da su oba modusa mišljenja ipak jedan, budući da oba rezultiraju – slikom; takav zaključak ipak bi isključio nužnu analizu, pa nije prihvatljiv.

Ipak se fotografija kao medij i kao postupak ukazuje kao otpor modelu duha i modusa metaforičkog ponašanja, ostajući i na umjetničkoj slici nezavisnim slojem formiranim prozaičnim postupkom pokretljive materije. Fotografija kao medij, čak i

kad je uklopljena u metaforički model slike, nudi umjetnosti nešto njoj strano, odnosno umanjuje i snagu i vrijednost metaforičkog modela.

Ako je umjetnost bilo izraz bilo odraz kompleksa emocija, tada je očito da fotografski medij, kojemu je emocija nepoznata, u tim umjetničkim procesima ima funkciju čija je uloga suprotna ulozi poznatih klasičnih elemenata koji konstruiraju umjetničko ponašanje određujući ga kao ponašanje civilizacije kojoj je fotografija nepoznata. Drugim rječima, medij fotografije jedan je od onih konstituensa koji umjestnost prevode 's one strane estetike'.

Camera obscura spoj je prošlosti i sadašnjosti, što je čini tako privlačnom mogim zaljubljenicima u fotografiju diljem svijeta. Ona dopušta mnogo eksperimentiranja i maštovitosti. Može biti izvedena u drvenoj ili kartonskoj kutijici, limenci piva...ili kombinacijom navedenih i nenavedenih materijala. Može zauzimati različite veličine i oblike.

S njom se može eksperimentirati s različitom duljinom trajanja eksponiranja. Mogu se koristiti i duple ekspoziciji te tako dobiti vrlo zanimljive fotografije. Moguće je probušiti dvije ili više rupica, koristiti različite formate fotografija. Potrebno je samo pustiti maštu na volju i igrati se svojom malom igračkicom.

6. LITERATURA

- [1] Kiš, Ivica: Camera obscura : osnove fotografije : priručnik za izradbu i uporabu camera obscura za nastavnike likovne i tehničke kulture. Zagreb, Školska knjiga, 2007.
- [2] ***<http://fotografija.hr/poceci-fotografije-camera-obscura/>, 13.07.2014.
- [3] Gursky, Zlatko: Svjetloslikarstvo : knjiga o fotografiranju. Karlovac, Matica hrvatska : Tiskara Pečarić & Radočaj, 1998.
- [4] ***http://sh.wikipedia.org/wiki/Camera_obscura, 13.07.2014.
- [5] Mikota, Miroslav: Kreacija fotografijom. Zagreb, V.D.T., 2000.
- [6] ***<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=20254> 18.07.2014.
- [7] Barthes, Roland: Svijetla komora : bilješka o fotografiji. Zagreb, Izdanja Antibarbarus, 2003.
- [8] Olga Korelić – Kemigrafija, Zagreb, Viša grafička škola, 1986.
- [9] *** <http://pixino.com.hr/2012/09/co-kutija-sibica-003-ekspozicije-i-obrađa/>