

ČUVANJE, ZAŠTITA I MOGUĆNOSTI RESTAURIRANJA FOTOGRAFIJA

Tatjana MUŠNJAK
Arhiv Hrvatske
Zagreb

UDK 930.25 : 77
Pregledni članak
Ur. 13. 4. 1988

Uloga fotografije u arhivu je nezamjenljiva i vrlo raznolika: za dokumentiranje stanja prije i nakon restauracije arhivske građe, za identifikaciju izbledjelih tekstova (fotografije snimljene posebnim vrstama zračenja), za nadopunjavanje uloge mikrofilma kod specifične građe kao što su iluminirani rukopisi, pečati i zemljopisne karte (fotografija u boji), a i sama može biti arhivski dokumenat.

Ovaj rad obrađuje problematiku čuvanja, zaštite i restauriranja fotografije kao arhivskog dokumenta (ili kao ilustracije pisanog dokumenta), a donosi i opis prirode fotografskog materijala, te starih i novih tehnika izrade fotografija, jer su ta znanja neophodna prilikom konzervatorsko-restauratorskih zahvata.

Fotografija (grčki: photos = svjetlo i graphein = pisati) je svjetlosni zapis realnog svijeta. Nastaje kao rezultat fotografskog postupka koji se zasniva na izradi trajnih slika izlaganjem fotosenzibilnih tvari djelovanju svjetlosnog ili kojeg drugog zračenja. Fotografski postupak čine dva bitno različita dijela: optički i kemijski.

Jednostavna camera obscura¹ koju je oko 1500. god. opisao Leonardo da Vinci, zatim camera obscura s bikonveksnom lećom i zaslonom koju spominje Daniel Barbaro 1568. god., te otkriće Johanna Heinricha Schulzea 1725. o osjetljivosti srebrnog nitrata na svjetlo, uz ostala otkrića koja je nemoguće sva ovdje nabrojiti, čine najvažnija otkrića na kojima je nastala najprije daguerrotipija, a nakon toga fotografija koju danas poznajemo.

¹ U Kini je prije 3000 godina bil apoznata camera obscura — tamna prostorija u kojoj je svjetlo, prolazeći kroz malenu rupu na prozoru, ocrtavalo na bijelom zidu oblike predmeta izvan prostorije. Takvu prostoriju opisuje i arapski učenjak Ibn Al-Haitham već prije 1038. godine.

Prvu trajnu sliku koju možemo smatrati fotografijom izradio je francuski izumitelj i fotograf Joseph Nicéphore Niepce 1826. godine. Zanimljiva je činjenica da u nastanku te prve fotografije srebro nije odigralo nikakvu ulogu. Poznavajući svojstvo judejskog bitumena² da se skrućuje pod djelovanjem svjetla, otopio ga je u lavandinu ulju i otopinom premazao pocinčani lim. Crtež koji je načinio prozirnim prethodnim nauljivanjem, postavio je obrnuto na premazanu površinu lima i izložio djelovanju sunca. Mjesta koja su crnim linijama crteža bila zaštićena od svjetla ostala su topljiva. Nakon uklanjanja topljivog asfalta lavandinim uljem, Niepce je jetkao ta mjesta sve do glatkog metala. U jetkana mjesta slijegala se tiskarska boja i na taj način je nastala kopija vjerna originalu. Ovaj postupak nazvao je Niepce »heliogravuroum«.

Nedugo nakon nastanka prve fotografije započela je suradnja Niepcea i Daguerra, koja je rezultirala fotografijom nazvanom daguerrotipija 1839. godine.

Daguerrotipije su se izrađivale na posrebrenim bakrenim pločama visokog sjaja. Fotosenzibilizacija posrebrene strane ploče postizavala se izlaganjem parama joda pri čemu se na površini stvarao sloj srebrnog jodida. Latentna slika koja je nastajala nakon ekspozicije razvijala se živinim parama i fiksirala natrijevim tiosulfatom. Daguerrotipije su bile izuzetno vjerne originalu, ali su imale jedan tehnički nedostatak kojega je bilo nemoguće izbjeći. Promatrač je ovisno o kutu promatranja vidio ili pozitiv ili negativ ili njihovu kombinaciju. Svaka slika je bila unikat, jer nije postojala mogućnost umnožavanja i kopiranja. Zbog osjetljivosti površine daguerrotipije prema mehaničkim oštećenjima bilo ih je neophodno zaštititi posebnim premazima.

Daguerrotipiju je ubrzo zamijenila kalotipija koju je razvio Talbot. On je 1840. god. nakon niza pokusa prikazao svijetu revolucionarnu novost: visoko osjetljiv negativski materijal koji na papiru daje latentnu sliku. Postupak kalotipije (grčki: kalos = lijep i typos = otisak) provodio se na slijedeći način: površina papira premazivana je otopinom srebrnog nitrata; nakon sušenja premazivala se srebrnim jodidom; ovako jodizirani papir mogao se čuvati pohranjen; prije upotrebe senzibiliziran je otopinom galonitrata; ekspoziranje se provodilo na suhom materijalu; razvijanje se vršilo otopinom galonitrata, a fiksiranje se u početku radilo pomoću kalijeva jodida, a kasnije pomoću natrijeva tiosulfata; nakon ispiranja i sušenja negativ se morao učiniti prozirnim — to se postizalo voštenjem. Kopije su se dobivale kontaktnim postupkom na klorsrebrnom papiru. Kopije izrađene postupkom kalotipije nisu imale oštrinu budući je podloga negativa bio papir.

Abel Niepce de Saint-Victor razvio je 1847. god. postupak na albuminskim pločama. On je na staklenu ploču nanio sloj emulzije srebrnih spojeva u bjelanjku. Na ovaj način riješen je problem papira za negative, no staklo je ušlo u veću upotrebu tek nakon što je Robert Bingham 1850. primijenio

² Jedna vrsta asfalta.

otkriće L. Ménarda iz 1846. god. Ménard je otkrio kolodij (otopina nitroceluloze u smjesi etera i alkohola), kojega je Bingham iskoristio za postupak na tzv. mokroj ploči. Staklenu ploču na kojoj je bio nanešen sloj kolodija kupao je u otopini srebrnog nitrata, eksponirao i razvijao još u mokrom stanju.

Na bazi mokrih kolodijskih ploča razvile su se: ambrotipija (negativ na mokroj kolodijskoj ploči, čija je poleđina presvučena tamnom tkaninom ili lakom — zahvaljujući tome negativ se vidi kao pozitiv, ali ne postoji mogućnost izrade kopija), ferotipija (umjesto stakla kao nosilac za sloj kolodija iskorišten je tanki željezni lim premazan crnim ili smeđim lakom — ovdje također nije postojala mogućnost za izradu kopija) i panotipija (sloj kolodija se nanosio na crnu kožu ili tamnu podlogu od tkanine).

God. 1871. Maddox je načinio fotosenzibilnu suhu ploču s emulzijom od želatine. Od 1880. počinje strojna proizvodnja fotografskih ploča. Tvrtka George Eastman (Rochester) proizvodi 1884. god. smotani film (roll-film) što rezultira neočekivanim procvatom na području fotografije. Eastmanov tzv. američki film bio je svitak papira presvučen tankim slojem želatinske emulzije. Nakon razvijanja i fiksiranja fotosenzibilni sloj se skidao s papira, hvatao na staklenu ploču i tako sušio. Negativ je dakle i dalje bio na staklenoj ploči. God. 1888. Eastman je lansirao i novi tip fotoaparata koji je doveo do prekretnice u povijesti fotografije i označio početak novog doba u njezinu razvoju.

Smotani i plan filmovi su se od 1889. god. izrađivali na podlozi od nitroceluloze (celulozni esteri dušične kiseline), koja je zbog zapaljivosti i eksplozivnosti morala biti čuvana prema posebnim propisima.

God. 1920. proizveden je tzv. sigurnosni film na bazi acetatne celuloze koji je i danas u upotrebi. Od 1956. koristi se triacetat celuloza. Osim filmova na bazi celuloznog acetata danas su u upotrebi još i filmovi na bazi poliesterata, koji su u pogledu sigurnosti još stabilniji od acetatnih.

Otkriće optičkih senzibilizatora, bojila koja imaju sposobnost proširenja područja spektralne osjetljivosti, do kojeg je H. W. Vogel došao sasvim slučajno 1873. godine, predstavljao je početak razvoja ultraljubičaste i infracrvene fotografije.

Prva fotografija u boji prošla je gotovo nezapaženo. Snimio ju je škotski učenjak James Clerk Maxwell 1861. godine. Za objekt ove fotografije izabrao je traku sa škotskim uzorkom, koja sadrži tri primarne boje. Načinio je tri odijeljena pozitivna dijapozitiva na kolodijevim pločama. Pozitive je postavio sa tri obojena filtera u tri pažljivo postavljena projektora da bi dobio ovu povijesnu fotografiju. Maxwellov aditivni postupak dominirao je u kolor-fotografiji sve do pojave jednostavnog suptraktivnog troslojnog pakiranja 1935. godine.

Suvremeni filmovi u boji zasnivaju se na principu trostrukog sloja. Tri sloja emulzije srebrnih halogenida nanose se na bazu. Gornji sloj emulzije odgovara plavom svjetlu i tokom fotografskog postupka poprima žutu boju; ispod ovog sloja nalazi se žuti filter koji sprečava prodiranje plavog svjetla u srednji sloj, koji odgovara na zeleno svjetlo i poprima purpurnu boju; najdonji sloj odgovara crvenom svjetlu i tokom razvijanja poprima plavo-zelenu boju.

Premda najsvremenija dostignuća u sferi fotografije i fotografske tehnike nisu predmet ovoga rada, treba spomenuti da je i njihovo praćenje i poznavanje izuzetno važno, s obzirom na to da će se fotografije nastale na osnovi tih dostignuća ubrzo naći u našim arhivima.

Uloga fotografije u arhivu

Kao realni i objektivni zapis svijeta, događaja i ljudi, fotografija je izuzetan povijesni izvor, a time i arhivski dokument, koji u nekim svojim aspektima nadmašuje klasične pisane izvore. Osim što sama po sebi može biti arhivski dokument, fotografija može biti i ilustracija pisanog dokumenta, dakle njegova dopuna u smislu brojnosti informacija koje pruža, a za koje bi kod pisane građe trebalo više stranica samo za opis.

Da bi fotografija bila arhivski dokument u pravom smislu te riječi, mora obavezno sadržavati: ime osobe koju prikazuje, lokaciju na kojoj je snimljena, datum snimanja i ime autora fotografije.

Originalom fotodokumenta smatra se negativ (na papiru, staklu, nitroceluloznoj, acetilceluloznoj ili poliesterskoj vrpci — filmu), a kopijom se smatra pozitiv (na filmu ili papiru). Negativ, kako je iz povijesti fotografije vidljivo, može biti načinjen još i na metalnim pločama, koži ili tkanini, te se ovisno o vrsti podloge može istodobno promatrati kao pozitiv.

Fotografija u arhivu ima značajnu ulogu u zaštiti arhivske građe pisane na papiru i pergameni, koja je, zbog učestalog korištenja, mnogo osjetljivija na mehanička oštećivanja od fotografija. Iako pri tome mikrofilm ima više prednosti pred fotografijom, za neke vrste arhivske građe, kao što su iluminirani rukopisi, isprave na pergameni, te pečati i zemljopisne karte, fotografija je nezamjenljiva, osobito fotografija u boji — npr. u kartografiji gdje pojedine boje imaju točno određena značenja, ili kod pečata gdje osim oblika pečata i boja nosi sasvim određenu informaciju.

U arhivističkom pogledu, a i kod konzerviranja i restauriranja arhivske građe, uloga fotografije je neprocjenjiva — osim uloge dokumentiranja stanja prije i nakon konzervatorsko-restauratorskog postupka, neke vrste fotografija (one snimljene infracrvenim, ultraljubičastim, rentgenskim i gama-zračenjem) su važno sredstvo za identifikaciju tekstova koji su izbljedjeli u tolikoj mjeri da se ne mogu čitati prostim okom, ili za ispitivanje strukture materijala na kojemu je pisana arhivska građa. Premda je identifikacija slabo vidljivih tekstova moguća i pod ultraljubičastom lampom, preporuča se izrada ultraljubičaste fotografije, jer višekratno čitanje pod UV-lampom štetno djeluje na dokument.

Čuvanje i zaštita fotografija

Trajnost fotografskog materijala ovisi o:

- kvaliteti i trajnosti svih materijala koji ulaze u sastav fotografije
- kemijskoj obradi fotografskog materijala (razvijanje, fiksiranje, ispiranje, sušenje)
- načinu zaštite i uvjetima čuvanja u arhivskom spremištu.

Dobra zaštita i čuvanje u optimalnim uvjetima fizikalno-kemijski ispravno obrađenog i kvalitetnog fotomaterijala može mu znatno produžiti vijek trajanja. Optimalni uvjeti čuvanja znače eliminiranje svih štetnih utjecaja koji mogu dovesti do smanjenja trajnosti fotodokumenata. Za određivanje optimalnih uvjeta čuvanja neophodno je poznavanje građe fotomaterijala, prirode i svojstava svih elemenata koji ulaze u sastav fotodokumenata, te uzroka oštećivanja.

Građa fotografskog materijala

Crno-bijeli negativski materijal sastoji se od podloge i fotosenzibilnog sloja.

Podloge mogu biti neprozirne (metal, porculan, tkanina, koža, papir) i prozirne (staklo, film: nitrocelulozni, acetilcelulozni, poliesterski).

Na podlozi se nalazi vezivni podsloj koji fiksira emulzijski sloj na podlogu. Emulzijski sloj je zaštićen od ogrebotina nanošenjem zaštitnog sloja. Kod filmova se na poleđinu nanosi još tzv. NC-sloj protiv uvijanja filma.

Emulzijski ili fotosenzibilni sloj sastoji se od želatine u koju su uklopjeni kristalići srebrnih halogenida: srebrni klorid, srebrni bromid i srebrni jodid, ili srebrni klorid i srebrni bromid. Veličina tih kristalića razlikuje se prema vrsti fotografskog materijala i kreće se u intervalu od 0,1—6 μm . Debljina emulzijskog sloja iznosi ~ 8 —24 μm .

Fotosenzibilni sloj pod utjecajem svjetla ili kojega drugog kratkovalnog zračenja postupno crni uslijed prelaska srebrnih iona u koloidno srebro. Ovaj proces naziva se fotolizom.

Na samom početku razvoja fotografije nisu korištena nikakva sredstva kao vezivo srebrnih halogenida za podlogu. Tek kasnije se počeo upotrebljavati bjelanjak (albuminske ploče) i kolodij (mokra ploča, ambrotipija, ferotipija, panotipija).

Crno-bijeli pozitivski materijal sastoji se od papirne podloge na koju je nanesen sloj barijeva sulfata (baritni sloj) koji papir čini idealno glatkim i bijelim, sprečava utjecaj papira na emulzijski sloj i pospješuje prijanjanje emulzijskog sloja na podlogu. Na baritnom sloju nalazi se fotosenzibilni emulzijski sloj debljine do 8 μm , a na njemu još zaštitni sloj želatine koji fotografiju čini otpornijom na trenje, pritisak i ogrebotine.

Kod negativskog kolor-materijala na podlogu se nanose slijedeći slojevi: donji emulzijski sloj, žuti međusloj, srednji emulzijski sloj, gornji emulzijski sloj i konačno zaštitni sloj. Na poleđinu podloge nanosi se vrlo tamni antihalo-sloj koji sprečava halo-pojave za sve vrste svjetla. Žuti međusloj sastoji se od koloidnog srebra dispergiranog u želatini i ima ulogu filtera za plavo i ljubičasto svjetlo u fazi ekspozicije. Emulzijski slojevi su tako senzibilizirani da svaki djeluje na svjetlo jedne od osnovnih boja. Nakon razvijanja u tim slojevima nastaju komplementarne boje. Boja se u emulzijskom sloju stvara zahvaljujući dodatku organskih tvari — vezivača (kupleri), koji oksidacijom razvijaača daju bojila. Svaki sloj ima različite vezivače.

pozitivski kolor-papiri građeni su kao i film, jedino nemaju žuti međusloj i antihalo-sloj.

Materijali fotografskih dokumenata

MATERIJALI PODLOGE:

1) **Bakar** — metal tamnocrvene boje, vrlo dobar provodnik topline i elektriciteta. Na vlažnom zraku prevlači se slojem zelenog bazičnog bakrenog karbonata (patina). S dušičnom kiselinom stvara okside. Solna kiselina ne djeluje na bakar u odsutnosti zraka i oksidacijskih sredstava. Sumporna kiselina djeluje na bakar vrlo intenzivno, osobito kod povišenih temperatura. Posrebrene bakrene ploče visokog sjaja koristile su se kao podloga za daguerrotipije.

2) **Željezo** — čisto željezo je kovki, rastezljivi metal srebrnasta sjaja. Postoji u četiri alotropske modifikacije. Pod utjecajem vlage i kisika iz zraka prevlači se slojem željeznog hidroksida (rđa). Reagira s kiselinama. Tanki željezni lim prevučeni slojem smeđeg ili crnog laka susrećemo kao podlogu kod ferotipija.

3) **Staklo** — čvrsta amorfna, prozirna smjesa natrijevih i aluminijskih silikata; sadrži također silikate i borate drugih metala. Dobiva se taljenjem smjese silicijeva dioksida, sode i vapna, uz dodatak određenih količina oksida drugih metala. Vrsta stakla ovisi o sastavu smjese koja se tali. Npr. staklo koje se dobiva taljenjem samo silicijeva dioksida, vapna i sode nema dovoljnu čvrstoću, pa se radi poboljšanja čvrstoće smjesi dodaje kreda ili olovni (IV)-oksid. Temperatura taljenja stakla je 1700 °C.

Staklo je samo po sebi stabilan materijal, ali staklene ploče imaju loša mehanička svojstva, te se uslijed toga lako lome i pucaju prilikom udarca, pada, pa čak i naglih promjena temperature. Usprkos stabilnosti, dugotrajnim djelovanjem kiselina, lužina, različitih soli i vode, može doći do oštećenja stakla. Poznata su oštećenja u obliku masnih kapljica na površini stakla do kojih dolazi uslijed migracije natrija i kalija na površinu stakla pod dugotrajnim djelovanjem vlage. Kritična relativna vlaga za pojavu ovog oštećenja je 42 %. Lužine mogu dugotrajnim djelovanjem izazvati promjenu strukture stakla. Staklo koje se koristi kao podloga za fotomaterijale mora biti planparalelno, bezbojno, jednolično, debljine 1—1,5 mm za manje formate, a 2—3 mm za veće formate.

4) **Papir** — koji služi kao podloga za fotografski materijal izrađen je od krpa u sulfitnoj celulozi. Kao punilo se koristi barit. Papir za ove svrhe mora biti oslobođen svih kemijskih primjesa, osobito metala, koje bi mogle štetno djelovati na fotosenzibilni sloj, te mora posjedovati otpornost prema kemikalijama koje se koriste u fotografskom postupku. Od ovoga papira zahtijeva se i određena čvrstoća i krutost. Izrađuje se u težinama od 72—220 g/m².

Papir susrećemo kao pozitivski i kao negativski materijal. Danas se papir ne upotrebljava kao podloga za negative, ali se koristio u te svrhe kod kalotipija i Eastmanovog roll-filma.

Osnovni sastojak papira je celuloza. Celulozna vlakna, osobito ona dobivena iz starih pamučnih ili lanenih krpa, izuzetno su trajna ako se čuvaju u optimalnim uvjetima. Međutim, pod utjecajem vlage i povišene tempera-

ture, osobito u prisutnosti ultraljubičastog svjetla i kisika, može doći do hidrolize. Fotografski papiri imaju, dakle, sve osobine ostalih vrsta papira, samo što se za njih postavljaju posebni zahtjevi u pogledu kvalitete zbog izuzetne osjetljivosti fotosenzibilnog sloja.

5) **Koža** — osnovni sastojci kože su proteinska vlakna, mineralne tvari, životinjske masti, voda, manje količine pigmenta i ugljikovodika. U postupku pripreme kože za štavljenje odstranjuju se svi sastojci osim proteina elastina i kolagena.

Kolagen u hladnoj vodi bubri i u tom je stanju odlična podloga za razvoj različitih vrsta mikroorganizama. U toploj vodi se razgrađuje od želatine. Ova reakcija je ireverzibilna i do nje može doći djelovanjem enzima nekih vrsta plijesni i bakterija. Štavljenjem sirove kože prirodnim biljnim ili mineralnim štavilima sprečava se prelazak kolagena u želatinu.

Koža se koristila kao fotografska podloga za panotipije.

6) **Tkanine** — različite vrste tkanina koristile su se ili kao podloga za fotosenzibilni sloj (npr. kod nekih panotipija) ili za presvlačenje poleđine staklene podloge (npr. kod nekih ambrotipija) u cilju postizanja mogućnosti da se negativ vidi kao pozitiv.

7) **Lakovi, voskovi** — lakovi su se koristili za premazivanje poleđine staklenih ploča (ambrotipije) kako bi se negativ mogli promatrati kao pozitiv, zatim za premazivanje tankih željeznih limova prije nanošenja kolodijskog sloja (ferotipije) ili za zaštitu fotosenzibilnog sloja.

Za premazivanje poleđine podloge i željeznog lima korišteni su crni ili smeđi lakovi na bazi asfalta, bitumena ili čađe, te njihove kombinacije. Lakovima na bazi čađe obavezno je dodavan vosak. Nakon što se pokazalo da lakovi na bazi bitumena i asfalta lako pucaju i ljuskaju se, započelo se dodavanjem plastifikatora koji su istodobno imali i ulogu veziva. Kao plastifikatori korišteni su kaučuk, ricinusovo ulje, bergamotovo ulje i kanada balzam.

Za zaštitu fotosenzibilnog sloja upotrebljavali su se prozirni lakovi na bazi kopalaa, damara, sandaraka i ambre. Njima su se rijetko dodavali plastifikatori, a ako se to i činilo onda se koristilo samo ricinusovo i bergamotovo ulje.

Za potrebe izrade kopija iz kalotipija trebalo je papir koji je služio kao podloga za negativ učiniti prozirnim. To se postizalo premazivanjem papira prirodnim voskovima.

8) **Nitroceluloza** — je po kemijskom sastavu celulozni ester dušične kiseline. Dobiva se djelovanjem mješavine koncentrirane dušične i sumporne kiseline na čisti suhi pamuk ili drvenu celulozu. Nitroceluloza sa sadržajem 11,2—11,7 % dušika služila je za proizvodnju nitrofilmova.

Filmovi na bazi nitroceluloze su izuzetno nestabilni. Dekompozicija počinje odmah nakon što je proizvodnja završena uz oslobađanje kisika i dušikovih oksida koji u vlažnoj sredini, pa čak i s vodom iz želatinskog sloja daju dušične kiseline. Rezultat ovoga procesa je u početku izbljeđivanje slike, a na kraju potpuno razaranje čitavog filma.

U optimalnim uvjetima čuvanja proces razaranja teče sporo. Film dugo vremena ne pokazuje vidljive znakove oštećenja, ali oni postaju vidljivi neposredno prije potpune razgradnje i očituju se u slijedećem:

- slika dobiva smečkasti ton i blijedi
- emulzija postaje ljepljiva
- podloga (nosač) postaje ljepljiva uz stvaranje mjehura oštrog mirisa
- u unutrašnjosti filma nastaje čvrsta masa
- film se pretvara u smeđi prah oštrog mirisa; u ovoj fazi ima sposobnost samozapaljenja i eksplozivan je.

U prvom i drugom stupnju razlaganja film se može spasiti kopiranjem, u trećem samo djelomično, a u četvrtom i petom stupnju mora biti uništen.

Temperatura samozapaljivosti novog nitratnog filma iznosi 130 °C, ali se u procesu razgradnje smanjuje i može doseći 41 °C.

9) **Acetatna celuloza** — nakon neugodnih iskustava s nitratnim filmovima, započela su istraživanja na iznalaženju novih, sigurnijih materijala. Acetatna celuloza udovoljavala je tim zahtjevima, te se još i danas upotrebljava. Ona je po svom kemijskom sastavu celulozni ester octene kiseline. Dobiva se djelovanjem koncentrirane octene kiseline i anhidrida octene kiseline na celulozu ili drvenu celulozu uz sumpornu kiselinu kao katalizator. Odlikuje se žilavošću, otpornošću na udarce, dobrom prozirnošću i ima talište na 260 °C. Potpunim acetiliranjem nastaje triacetat celuloza koja se također koristi za proizvodnju filmova.

10) **Poliesteri** — linearni poliesteri na bazi glikola i aromatskih dikarbonskih kiselina. Za proizvodnju filmova uglavnom se koristi polietilen tereftalat koji se dobiva iz etilen glikola i tereftalne kiseline. Talište mu je na 265 °C. U pogledu svojstava koja se zahtijevaju za fotomaterijale posjeduje bolje kvalitete od acetatnih i triacetatnih filmova.

MATERIJALI FOTOLENZIBILNOG SLOJA:

1) **Srebro** — mekani, sjajnobijeli, rastezljivi, kovki metal koji je otporan prema oksidaciji, ali na zraku (djelovanjem sumporovodika) potamni. Srebro je najbolji vodič toplote i elektriciteta. Otapa se u dušičnoj, vreloj sumpornoj kiselini, zlatotopki i otopinama alkalnih cijanida. Ne otapa se u alkalijama. Čisto srebro se, između ostalog, upotrebljava u proizvodnji fotografskih kemikalija. Srebrni halogenidi (srebrni klorid, bromid i jodid) posjeduju svojstvo da pod utjecajem svjetla pocrne. No, nije aktivno svako svjetlo, već samo plavo, ljubičasto, kao i neka korpuskularna zračenja, te od nevidljivih zračenja ultraljubičasto, rentgensko i gama-zračenje. Srebrni halogenidi su netopljivi u vodi i u većini drugih otapala. Zbog toga je i došlo do zastoja u razvoju fotografije dok nije pronađen način za uklanjanje neizreagiranih srebrnih halogenida iz fotosenzibilnog sloja. Rješenje je predstavljalo otkriće da natrijev tiosulfat sa srebrnim halogenidima stvara kompleksne soli topljive u vodi.

2) **Albumin** — skupni naziv za grupu prirodnih, jednostavnih bjelančevina topljivih u vodi, alkoholu, razrijeđenim otopinama soli nekih metala, te u kiselinama i lužinama. Prema porijeklu, dijele se na krvne, jajne, biljne i mliječne albumine.

Jajni albumin koji se dobiva iz bjelanjka jajeta poslužio je kao prvo vezivo fotosenzibilnih srebrnih halogenida za podlogu (albuminske ploče).

3) **Kolodij** — otopina nitroceluloze (smjese trinitro i tetranitroceluloze) u mješavini etera i alkohola. Bljedožuta, sirupasta, vrlo zapaljiva tekućina

eterična mirisa. Točka zapaljivosti mu je ispod 26 °C. Zbog opasnosti od požara mora biti uskladišten pod posebnim uvjetima. Ima sva negativna svojstva opisana kod nitrofilma.

Kolodij se koristio kao vezivo kod mokrih ploča, ambrotipije, ferotipije i panotipije.

4) **Želatina** — protein koji se dobiva iz životinjskih kostiju kuhanjem. Princip nastajanja želatine sastoji se u tome da se iz što čistije sirovine dobije kolagen koji kuhanjem prelazi u glutin. Želatina u vodi bubri apsorbirajući pri tome pet do deset puta više vode no što je njezina težina. U takvom stanju je odlična podloga za razvoj plijesni. Otapa se u vreloj vodi, glicerinu, te octenoj kiselini; ne otapa se u etanolu, eteru, kloroformu i drugim organskim otapalima.

Da bi se kristaliće srebrnih halogenida pričvrstilo na podlogu mora ih se dispergirati u nekom vezivu. Želatina predstavlja odlično vezivo. Ona ima trostruku funkciju: služi kao vezivač, sprečava aglomeraciju kristalića srebrnih halogenida i, zahvaljujući nekim sastojcima koje sadrži u malim količinama, povećava optičku osjetljivost emulzijskog sloja. Osim toga, u suhom stanju ima dovoljnu čvrstoću, a apsorpcijom vode prelazi u gel-stanje u kojemu je propusna za sve fotografske kemikalije.

5) **Organska bojila** — susrećemo ih kod fotografskog materijala u boji. Budući da su organskog porijekla, mnogo su osjetljivija prema djelovanju svjetla, vlage, povišene temperature i zagađenog zraka. Iz tog razloga je film u boji manje stabilan od crno-bijelih filmova.

Uzroci i vrste oštećenja fotografskog materijala

Uzroci oštećenja fotomaterijala mogu se podijeliti na unutrašnje i vanjske. Unutrašnji uzroci oštećivanja leže u samoj prirodi materijala koji ulaze u sastav fotodokumenata i kemijskoj obradi negativa, odnosno pozitiva. Vanjski uzroci oštećenja nalaze se u okolini koja okružuje fotodokumente i dijele se u tri osnovne grupe: fizikalno-kemijske, biološke i mehaničke.

UNUTRAŠNJI UZROCI OŠTEĆENJA:

1) **Priroda materijala** koji ulaze u sastav fotodokumenata opisana je u prethodnom poglavlju.

2) **Kemijska obrada fotografskog materijala** — da bismo mogli utvrditi o kakvoj vrsti oštećenja se radi neophodno je da poznamo sve faze kemijske obrade fotomaterijala i kemikalija koje se pri tome koriste.

Ekspozicijom na negativskom materijalu nastaje latentna slika koja se u procesu razvijanja prevodi u vidljivu sliku. Razvijanje je oksido-redukcijski proces u kojemu se srebrni ioni reduciraju u metalno srebro uz istodobnu oksidaciju razvijачa. Otopina razvijачa obično se sastoji od jedne ili dviju razvijачkih supstanci, antioksidansa (konzervansa), lužnate tvari i usporivača (sredstvo protiv mreene). Zadaća konzervansa sastoji se u sprečavanju oksidacije razvijачa kisikom iz zraka. Kao konzervans koristi se gotovo isklju-

čivo natrijev sulfid. Lužine imaju zadatak da ubrzaju proces razvijanja i postignu veće zacrtnjenje foto-sloja. U procesu, ovisno o potrebnoj brzini razvijanja, koristimo jake, srednje i slabe lužine. Uloga usporivača je u sprečavanju nastanka jednoličnog sivog obojenja neosvijetljenog dijela fotografskog sloja, odnosno sive mreže. Najčešći usporivač je kalijev bromid, a u novije vrijeme i neki organski spojevi koji se nazivaju stabilizatorima. Otopalo za sve ove kemikalije je voda.

Proces razvijanja se prekida u kiseloj kupki. Ova faza obrade je važna, jer se na taj način sprečava eventualno nastajanje mrlja oksidacijske mreže.

Nakon prekida razvijanja slijedi postupak fiksiranja u kojemu se neizreagirani srebrni halogenidi pomoću natrijeva tiosulfata prevode u kompleksne soli topljive u vodi. Pored natrijeva tiosulfata ponekad se iznimno za fiksiranje koristi amonijev tiosulfat. Fiksiri mogu biti neutralni, kiseli i kiseli otvrđujući fiksiri. Neutralni fiksir se koristi za fotomaterijale u boji, a kiseli za crno-bijeli materijal. Prednost kiselog fiksira je u tome što do kraja neutralizira alkalne tvari koje su eventualno zaostale iz razvijanja, te na taj način umanjuje mogućnost nastanka žutosmeđih mrlja. Kiseli otvrđujući fiksiri uz kiseline sadrže i kalijev alaun koji štavi želatinu i na taj način otvrđuje emulziju.

Po završenom fiksiranju slijedi jedna od najvažnijih faza: ispiranje. Ono mora biti provedeno temeljito, najbolje u protočnoj vodenoj kupki, kako bi se ispirale sve kemikalije upotrijebljene tijekom obrade. Posebno je važno ispiranje tiosulfata i kompleksnih soli srebrnih halogenida s natrijevim tiosulfatom, jer će one naknadno stvoriti žutosmeđe mrlje i difuzno obojenje po cijeloj površini.

Sušenje fotomaterijala je završni proces obrade. Sušenje se može izvesti na tri načina: slobodno na zraku, u struji zraka max. temperature 35 °C (u slučaju da je film prije sušenja obrađen u otvrđujućoj kupki /alaun, formalin/ zrak se može zagrijati na 60 °C), zatim pomoću alkohola, te zagrijanom pločom. Za sušenje se može upotrijebiti samo dovoljno razrijeđeni etanol, jer veće koncentracije izazivaju mliječno obojenje podloge. Metanol i aceton se ne smiju koristiti, jer otapaju podlogu.

Obrada pozitiva teče na isti način. Ispiranje je jedina faza koju je kod pozitiva teže izvesti, stoga što kemikalije prodiru u baritni sloj. Za sušenje fotografija na papiru koristi se uređaj sa zagrijanom pločom. Kako fotografski papiri imaju jako otvrdnut emulzijski sloj, sušenje se može provesti i na temperaturi do 90 °C.

Proces razvijanja kolor-materijala znatno je osjetljiviji i složeniji od razvijanja crno-bijelog. Svaki proizvođač propisuje razvijач i uvjete razvijanja za svoje kolor-materijale.

Prilikom obrade važno je voditi računa o koncentraciji svih otopina, te njihovoj temperaturi. Istrošeni razvijач rezultirat će podeksponiranim, a istrošeni fiksir preeksponiranim negativom. Razlike u temperaturi otopina dovest će do retikulacije želatinskog sloja koja se ne može ničim ispraviti.

Stanoviti nedostaci do kojih dođe u procesu obrade mogu se ispraviti naknadnom obradom: redukcijom, intenzifikacijom, toniranjem ili retuširanjem, no o tome će biti više riječi u poglavlju o restauriranju.

VANJSKI UZROCI OŠTEĆENJA:

1) **Fizikalno-kemijska oštećenja** — nastaju djelovanjem vlage, topline, sunčeva svjetla, te zraka zagađenog prašinom i štetnim plinovima.

Fotografski materijal je suh kada u sebi sadrži 10—15 % vlage. Veći sadržaj vlage može dovesti do oštećenja koja se očituju u promjeni zacrtnjenja, zamućivanju podloge, ljepljivosti emulzijskog sloja uslijed bubrenja želatine itd. Ukoliko je vlažnost manja od normalne, dolazi do napetosti u materijalu koja rezultira krhkošću, a kasnije i pucanjem emulzijskog sloja i podloge, koja može postati krhka i uslijed gubitka plastifikatora.

Sadržaj vlage u fotomaterijalu ovisit će o relativnoj vlažnosti zraka u spremištu, a također i o njegovoj temperaturi, jer će svaka promjena temperature izazvati promjene relativne vlage. Stoga su ovo važni parametri o kojima treba voditi računa prilikom utvrđivanja optimalnih uvjeta čuvanja fotomaterijala.

U vlažnom mediju, uz prisutnost kisika i drugih plinova, dolazi do korozije metala koji se koriste kao podloga za neke vrste fotomaterijala. Dušikovi oksidi koji se oslobađaju iz nitrofilmova i veziva na bazi kolodija, u prisutnosti vlage prelaze u odgovarajuće dušične kiseline koje uzrokuju izbljeđivanje fotomaterijala. Podloge od papira također hidroliziraju kod povećane vlage, osobito u prisutnosti kisika, ultraljubičastog svjetla i nekih metala.

Povišena temperatura omogućuje neke kemijske reakcije koje kod uobičajenih temperatura nisu moguće. Povišene temperature su osobito nepoželjne u slučaju kada u fotomaterijalu zaostanu kemikalije koje se koriste u procesu kemijske obrade, jer se u tom slučaju znatno ubrzava oštećivanje.

Sunčevo svjetlo, osobito ultraljubičasti dio njegova spektra teško oštećuje fotodokumente.

Prašina iz zagađenog zraka, osobito veće čestice, mogu mehanički oštetiti emulzijski sloj, a u slučaju njegova bubrenja kod povišene vlage i temperature mogu se ukomponirati u njega i nepovratno ga oštetiti.

U zagađenom zraku nalazi se niz štetnih plinova od kojih su uz već spomenute dušikove okside posebno štetni sumporni oksidi, sumporovodik i klor. Sumporni spojevi prevode elementarno srebro u crni srebrni sulfid. Osim toga svi ovi plinovi u vlažnoj sredini daju odgovarajuće kiseline koje izbljeđuju sliku, reagiraju s materijalima od kojih su načinjene podloge i oštećuju ih.

2) **Biološka oštećenja** — od bioloških uzročnika najteža oštećenja izazivaju plijesni, rjeđe bakterije. Od materijala koji ulaze u sastav fotodokumenta, želatina, papir, koža i tekstil su dobre podloge za razvoj plijesni i bakterija. Insekti mogu oštetiti podloge od papira i kože. Za razvoj plijesni moraju postojati i drugi preduvjeti: povišena vlaga i temperatura, jer se u optimalnim uvjetima neće moći razvijati.

Biološka oštećenja su nepovratna. Osim što navedene materijale koriste kao hranu, biološki uzročnici oštećenja u svom metaboličkom procesu oslobađaju neke kiseline i enzime koji oštećuju fotografski materijal.

3) **Mehanička oštećenja** — do mehaničkih oštećenja dolazi uslijed nepažljive upotrebe i rukovanja, posebno kod onih fotodokumenata koji su već oslabljeni djelovanjem drugih štetnih faktora. Posebno su prema mehaničkim utjecajima osjetljive podloge od stakla. Fotomaterijali, i pozitivni i negativni, su nekada, u svrhu zaštite od mehaničkih utjecaja, premazivani različitim prozirnim lakovima, koji su istovremeno služili i za toniranje, dok se kod suvremenih fotomaterijala u svrhu zaštite koristi površinski zaštitni sloj od želatine.

Kolor-materijali su zbog sadržaja organskih bojila posebno osjetljivi prema fizikalno-kemijskim uzrocima oštećivanja.

Uvjeti zaštite i čuvanja fotomaterijala

Najvažniji preduvjet dobrog čuvnja fotomaterijala je odgovarajuća ambalaža, koja će se razlikovati prema tome da li se radi o negativima ili pozitivima, a ovisit će i o vrsti podloge. Materijali za izradu ambalaže za pohranu fotodokumenata moraju udovoljavati slijedećim uvjetima:

- moraju biti kemijski inertni,
- ne smiju sadržavati niti otpuštati spojeve koji mogu štetno djelovati na fotomaterijal,
- moraju biti neutralni,
- ne smiju biti higroskopni i
- moraju pružati dobru zaštitu od različitih vrsta oštećenja, te omogućavati jednostavno rukovanje.

Negativ na filmu može se čuvati smotan u metalnim, plastičnim ili kartonskim kutijama. Rola ne smije biti omotana gumom (da bi se spriječilo odmatanje), jer sumpor iz gume na mjestu dodira s filmom stvara crni obruč od srebrnog sulfida. Metal od kojega su izrađene kutije ne smije biti podložan koroziji; plastični materijali ne smiju biti štetni sami po sebi niti smiju sadržavati štetne plastifikatore; ljepenka mora biti neutralna, ne smije otpuštati perokside ili bilo koje druge štetne tvari; ljepilo kojim su lijepljene kutije također mora udovoljavati navedenim uvjetima. Na svakoj kutiji moraju biti upisani svi neophodni podaci o materijalu koji je u njih pohranjen.

Plan-filmovi i fotografije mogu se čuvati u omotnicama od papira odgovarajućih svojstava, polietilena ili poliesteru. Unutar jedne omotnice može se smjestiti više pozitiva ili negativa na plan-filmu, ali oni moraju biti odijeljeni polietilenom ili poliesterom.

Za fotografije se u literaturi još preporuča kaširanje na ljepenku dobre kvalitete ili izrada paspartua. Na poleđinu ljepenke treba upisati sve potrebne podatke o fotografiji (inventarski broj, ime osobe koju prikazuje, kratki opis ako se radi o snimci kakvog događaja, lokalitet na kojemu je snimljena, datum snimanja, ime autora fotografije i dr.). Kaširanje treba izvršiti samoljepivim folijama, jer bi svako kaširanje ljepilima topljivim u vodi povećalo higroskopnost materijala.

Iskustva s čuvanjem fotomaterijala u omotnicama od pergamina nisu dala zadovoljavajuće rezultate.

Prilikom pohrane fotodokumenata uvijek treba paziti da pojedini dokumenti budu odijeljeni, te da se nikako ne smiju čuvati emulzijskim slojem okrenuti jedan prema drugome.

Negativi na pločama imat će ambalažu od istih materijala koja će se morati podesiti njihovim dimenzijama.

Klimatski uvjeti u spremištu razlikuju se prema vrsti fotografskih materijala:

— crno-bijeli fotodokumenti:

- temperatura do max. 21 °C,
- relativna vlaga 30—50 % (preferira se 40 %);

— kolor-materijal:

- temperatura od —5 do max. 2 °C,
- relativna vlaga 15—30 %,
- za kolor-materijal obavezna je aklimatizacija prije upotrebe zbog kondenzacije vode u slučaju nagle promjene temperature;

— nitrofilmovi:

- temperatura 2 ± 2 °C,
- relativna vlaga do 50 %,
- nitrofilmovi se zbog zapaljivosti i eksplozivnosti, te zbog otpuštanja dušikovih oksida ne smiju čuvati s drugim vrstama filmova, nego zahtijevaju poseban režim čuvanja i sigurnosti.

Poželjno je da spremišta fotodokumenata imaju air-condition. U slučaju da nemamo mogućnosti za to, problem previsoke vlage može se riješiti električnim dehumidifikatorom koji radi na principu hlađenja. Za manje prostore (ovdje se misli na kutije, ladice ormara i ormara) može se koristiti kemijski čist silica-gel. Nije poželjno da ambalaža u kojoj se čuvaju fotodokumenti bude hermetički zatvorena zbog opasnosti da se razviju plijesni u slučaju povišenja vlage i temperature.

Zrak u spremištu mora biti čist, te ne smije sadržavati prašinu i štetne plinove. U te svrhe preporučljivo je imati odgovarajuće filtere za pročišćavanje zraka.

Fotomaterijal treba čuvati u tami. Potreban je također dobro proveden sistem zaštite od požara. Osobito je to važno u slučaju nitrofilma koji može gorjeti i pod vodom i u struji ugljičnog monoksida stoga što pri sagorijevanju oslobađa kisik. Požare u spremištu s fotomaterijalom ne smije se gasiti vodom. Ona također moraju biti osigurana od poplave, te mogućnosti moćnija uslijed pucanja vodovodnih cijevi ili instalacija centralnog grijanja.

I u najidealnijim uvjetima čuvanja fotomaterijal treba češće kontrolirati s obzirom na to da je on po svojoj prirodi podložniji oštećenjima. Naravno, u slučaju kada nemamo osigurane optimalne uvjete čuvanja, povećava se i učestalost kontrole fotodokumenata.

Mogućnosti restauriranja fotografija

Pitanjima zaštite fotografskog materijala stručnjaci se bave praktički od samog početka pojave fotografije. Međutim, restauriranje fotografija pred-

stavlja relativno novo područje konzervacije i restauracije arhivske građe, pa je i bibliografija radova iz te oblasti skromna. No, i iz tako malog broja članaka vidljivo je da raste zanimanje za rješavanje problema konzervacije i restauracije fotomaterijala.

Da bi se konzervatorsko-restauratorski zahvati na fotografskom materijalu mogli uspješno provesti, potrebno je, osim prirode materijala koji ga sačinjavaju, starih i novih tehnika izrade fotografija i uzroka i vrsta oštećenja, poznavati i najsuvremenija dostignuća na području fotografije, te pojedinih znanosti čija dostignuća mogu unaprijediti rad na ovome polju.

Prije nego se pristupi restauriranju fotografskog materijala (negativi i pozitivi) treba utvrditi o kojemu se točno materijalu radi, o tehnici kojom je izrađen, te vrstu i stupanj oštećenja, jer će o tome ovisiti izbor metode restauriranja i kemikalija koje će se u tu svrhu koristiti.

Restauratorsko-konzervatorskom zahvatu prethodi još i čišćenje fotodokumenta. U ovoj fazi treba ukloniti prašinu, nečistoće i mrlje različitog porijekla, te lakove kako bi kemikalije koje ćemo koristiti u restauratorskom postupku lakše prodrle u emulzijski sloj i dobro izvršile svoju zadaću.

Izbor načina čišćenja treba izvršiti prema jačini i prirodi onečišćenja. Može se načiniti suho čišćenje mekom krpom, ultrazvukom ili ioniziranim zračenjem, ili mokro čišćenje pomoću različitih organskih otapala koja treba upotrebljavati s dužnim oprezom.

Zbog rizika kojega u sebi nosi svaka kemijska intervencija u fotosenzibilnom sloju potrebno je prije restauriranja obavezno načiniti kopiju.

Ukoliko su fotodokumenti oštećeni djelovanjem plijesni, osobito ako su utvrđene aktivne plijesni, potrebno je izvršiti dezinfekciju. U literaturi se uglavnom spominje dezinfekcija etilen-oksidom.

Metode restauriranja fotomaterijala mogu se podijeliti u tri osnovne grupe:

- restauriranje kopiranjem
- restauriranje prenošenjem fotosenzibilnog sloja na novu podlogu
- restauriranje intenzifikacijom izbljedjele slike ili redukcijom potamnjele slike.

1) Kopiranje

Kopiranje se ne može smatrati restauratorskim postupkom u pravom smislu te riječi, jer restauriranje podrazumijeva primjenu fizikalno-kemijskih metoda na originalu, uključujući i rekonstrukciju dijelova koji nedostaju, kojima se dokument nastoji vratiti u izvorno stanje ili što bliže njemu. Kod fotografskog materijala original je negativ, a u slučaju gubitka negativa, pozitiv s vjerodostojnim podacima može imati ulogu i vrijednost originala. Budući da kod negativa na nitrofilmu ne postoji nikakva druga mogućnost osim kopiranja na acetatni ili poliesterski film, možda bi bilo dobro proširiti definiciju pojma restauriranje za ovakve slučajeve.

2) Prenosjenje emulzijskog sloja na novu podlogu

Ova metoda provodi se u slučajevima kada je nosilac emulzijskog sloja ispucan ili oštećen na neki dugi način u tolikoj mjeri da time već ugrožava

fotosenzibilni sloj. Može se provesti i u slučaju kada dođe do pucanja emulzijskog sloja. U svim slučajevima, osim kada je podloga fotodokumenta nitrofilm, treba emulziju prenijeti na novi nosač koji je po sastavu identičan originalnoj podlozi.

Odvajanje emulzije od podloge postiže se držanjem u različitim organskim otapalima ili njihovim smjesama. Uglavnom se koristi etanol, metanol i aceton sa ili bez ostatka vode. Koncentracija otapala i njihovi omjeri, te vrijeme držanja fotodokumenta u otapalu ovisit će o stanju emulzijskog sloja. Što su veća oštećenja ovoga sloja, postupak traje kraće, i obratno.

Ukoliko se stara ploča, npr. staklena ploča, može popraviti, onda je treba ponovno iskoristiti kao podlogu, a ukoliko je to nemoguće, emulziju treba prenijeti na novu staklenu ploču. Emulzija se nakon odvajanja od nosača stavlja između dviju folija od mylara, izravna se laganim istiskivanjem otapala i odmah se izrađuje kopija. Negativi na staklenim pločama sadrže dragocjene podatke, ali su ti podaci malo dostupni zbog toga što se staklene ploče radi slabe mehaničke otpornosti rijetko daju na upotrebu. Rješenje ovog problema predstavlja jeftina metoda kopiranja negativa na staklenim pločama na fotoosjetljivi papir DYLUX 503 pomoću UV-lampe. Postupak se izvodi na dnevnom svjetlu.

3) Intenzifikacija i redukcija

U arhivima često susrećemo fotografije koje su izbljedjele u tolikoj mjeri da je slika jedva raspoznatljiva. Do ovoga dolazi uslijed različitih kemijskih reakcija, direktnog djelovanja sunčeva svjetla, povišene vlage i temperature ili djelovanja štetnih plinova. Za ovako oštećene fotografije primjenjuje se metoda intenzifikacije. Pojačavanje se može postići različitim sredstvima, ali zbog nemogućnosti da se opišu sva, navodim samo primjer autoradiografskog pojačavanja — ovaj postupak razrađen je u Marshall Space Flight Center (MSFC) u Huntsvilleu (Alabama).

Autoradiografskim pojačavanjem restaurira se samo slika fotografije i fotografija ne mijenja svoju bit premda postaje radioaktivna. Postupak se sastoji u prevođenju dijela srebra u radioaktivni oblik. Točnije, elementarno srebro prevodi se u radioaktivni srebrni sulfid pomoću tiouree s markiranim S^{35} -atomom. Proces markiranja provodi se zamjenom atoma sumpora s radioaktivnim S^{35} -atomom. Radioaktivni srebrni sulfid emitira beta-zračenje koje mnogo djelotvornije stvara sliku od običnog svjetlosnog zračenja. Glavno ograničenje za ovaj postupak restauriranja je stanje emulzije. Sva oštećenja u emulzijskom sloju vidjet će se na radiografskoj kopiji kao tamne crte. Prilikom izvođenja ovoga postupka treba biti posebno oprezan, jer lužnate otopine koje se u njemu koriste mogu oštetiti original. Aktivirana fotografija bit će radioaktivna 18 mjeseci i kroz to vrijeme mora biti usklađena po propisima za radioaktivni materijal. Fotografija prije aktiviranja mora biti potpuno čista. Sam postupak zahtijeva rad u digestoru, upotrebu gumениh rukavica i drugih sredstava zaštite. Po završetku postupka aktivitet fotografije se kontrolira Geigerovim brojačem. Kopija se izrađuje na rentgen-filmu. Postupak se zove autoradiografski stoga što radioaktivnost dolazi iz

fotografije, a ne iz vanjske sredine. Ovaj postupak se može koristiti samo za crno-bijele fotografije.

Pojačavanje negativa može se postići na dva načina: bijeljenjem i ponovnim razvijanjem ili bojenjem srebra u emulzijskom sloju.

Kako je zaostatak natrijeva tiosulfata jedan od uzroka oštećenja fotografija, neophodno ga je u cijelosti isprati iz emulzijskog sloja. Kako je to nemoguće učiniti čak i pojačanim ispiranjem, u literaturi se preporuča njegovo uklanjanje pomoću hipo-eliminatora, npr. Kodak Hypo Eliminator HE-1 koji se sastoji od vodikovog peroksida i amonijaka. Hipo-eliminatorski se mora upotrijebiti kod izrade novih fotomaterijala koji su namijenjeni trajnom čuvanju u arhivima, te u restauratorskom postupku koji koristi metodu ponovnog razvijanja. Nakon upotrebe hipo-eliminatorskog slijedi ispiranje. Preporuča se i zaštita fotografije uranjanjem u zlatnu otopinu pri čemu zlato obavija kristaliće srebra i na taj način čini fotografiju otpornijom prema djelovanju štetnih faktora.

Crne mrlje srebrnog sulfida koje nastaju u emulzijskom sloju restauriraju se metodom redukcije. One su, između ostalog, posljedica djelovanja različitih spojeva sumpora iz zagađene atmosfere.

Za uklanjanje mrlja srebrnog sulfida s daguerrotipija razrađen je tzv. postupak plazma-redukcije: u atmosferi argona i vodika pri naponu od 400 V nastaje visoko reaktivna plazma koja reducira ione srebra u elementarno srebro. Daguerrotipija služi u ovom postupku kao jedna od elektroda.

Kao redukciono sredstvo može poslužiti smjesa uree i fosforne kiseline ili amonijev tiosulfat u smjesi s mravljom ili limunskom kiselinom. Postoje i drugi reducensi, a njihov izbor, kao i izbor ostalih kemikalija i restauratorskih postupaka, treba načiniti prema konkretnom slučaju.

U restauriranju fotografija postoji još niz mogućnosti, koje je nemoguće sve ovdje nabrojiti. Citirana literatura može pružiti više podataka i uputiti zainteresirane i na druge izvore.

Restauriranje fotomaterijala je izuzetno osjetljiv i riskantan posao, osobito primjena kemijskih metoda. Stoga još jedanput treba ponoviti da je prije svakog postupka obavezna izrada kopije. Restauratorsko-konzervatorski zahvati na fotodokumentima zahtijevaju dobro opremljene laboratorije, a također i školovane i iskusne konzervatore.

Fotografiji i fotomaterijalima općenito pridaje se u arhivima sve veći značaj. Dokaz tome je i tema »Novi arhivski materijali« kojoj je bio posvećen XI. međunarodni kongres arhivista održan u Parizu od 22. do 26. kolovoza 1988. godine, u okviru kojeg je dano značajno mjesto čuvanju, konzervaciji i restauraciji fotomaterijala. Detaljniji stručni izvještaj s posebnim osvrtom na čuvanje i zaštitu fotografija bit će tema posebnog rada.

LITERATURA

1. NEHER, F. L., Die Erfindung der Photographie, Stuttgart 1938.
2. The Techniques of Photography, Time-Life 1976; Nederland (prijevod: M. HAUSLER, Velika knjiga o fotografiji, Zagreb 1979).
3. FIZI, M., Fotografija, Zagreb 1977.
4. BAILEY, A. — HOLLOWAY, A., The Book of Colour Photography, London 1977; (prijevod: M. KUKEC, Sve o fotografiji u boji, Zagreb 1979).
5. KOS, J., Fotografsko, filmsko in fonogramsko gradivo ter arhivi, *Arhivist*, XXII, 1—2, 1972, str. 157—176.
6. RIBKIN, T., Ultravioletna fotografija u službi arhivista i restauratora, *Arhivski vjesnik*, III, 1960, str. 429—436.
7. Tehnička enciklopedija, sv. 5, JLZ, Zagreb 1976, str. 532—583.
8. GILLET, M. — GARNIER, C. — FLIEDER, F., Glass Plate Negatives: Preservation and Restoration, *Restaurator*, vol. 7, No. 2, 1986, str. 49—80.
9. McCRADY, ELLEN, The History of Microfilm Blemishes, *Restaurator*, vol. 6, No. 3—4, 1984, str. 191—204.
10. GRAVELL, T. L., A Safe, Inexpensive Way to Make Prints from Glass Plate Negatives, *Restaurator*, vol. 2, No. 3—4, 1978, str. 185—190.
11. ASKINS, B. S. i sur., A Nuclear Chemistry Technique for Restoring Faded Photographic Images, *American Archivist*, vol. 4, No. 2, 1978, str. 207—213.
12. CRESPO, C., Biodegradation of Films, International Council on Archives Microfilm Committee, *Bulletin*, 7, 1978, str. 41—43.
13. RADOSAVLJEVIĆ, V., Zaštita i čuvanje bibliotečke i arhivske građe, II. neizmijenjeno izdanje, Beograd 1986.
14. GILLET, M. — FLIEDER, F., La conservation des phototypes gelatino-argentiques noir et blanc sur support tri-acetate de cellulose et polyester, ICOM Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting, Zagreb 1978, Preprint 14/16.
15. MOOR, I., The Ambrotype — Research into its Restoration and Conservation, *Paper Conservator*, vol. 1, 1976, str. 22—26.
16. MOOR, I., The Ambrotype — Research into its Restoration and Conservation, *Paper Conservator*, vol. 2, 1977, str. 36—43.
17. REMPEL, S., A Conservation Method for Nitrate Based Photographic Materials, *Paper Conservator*, vol. 2, 1977, str. 44—46.
18. OSTROFF, E., Conserving and Restoring Photographic Collections, Washington 1976 (prikaz: *Maltechnik Restauo*, 3, 1978, str. 144).
19. KNIGHT, N. H., The Cleaning of Microforms, *Journal of Micrographics*, 12, 1978, str. 119—122 (prikaz: *Maltechnik Restauo*, 3, 1981, str. 141).
20. DORFMAN, H. H., The Effect of Fungus on Silver Gelatin, Diazo and Vesicular Films, *Journal of Micrographics*, 11, 4, 1978, str. 257—260 (prikaz: *Maltechnik Restauo*, 3, 1981, str. 141).
21. JOHNSEN, J. S., Die Restaurierung vergilbter Zellulosenitrat- und Glasplattenegative, *Maltechnik Restauo*, 1, 1984, str. 57—72.
22. KOCH, M. S. — SJØRGEN, A., Behandlung von Daguerrotypien mit Wasserstoffplasma, *Maltechnik Restauo*, 4, 1984, str. 58—64.
23. KOCH, M. S., Fotografien: Technik, Zerfall und Konservierung, referat na 5. međunarodnom sastanku IADA-e, Kopenhagen 1983.
24. GEAR, J. L. i sur., Film Recovery of Some Deteriorated Black and White Negatives, *American Archivist*, vol. 40, No. 3, 1977, str. 363—368.
25. EATON, G. T., Preservation, Detrioration and Restoration of Photographic Images, *Library Quarterly*, vol. 40, No. 1, 1970, str. 85—98.
26. ISO 3897 (1986): Photography — Processed photographic plates — Storage practices.

27. ISO 4331 (1986): Photography — Processed photographic black-and-white film for archival records — Silver-gelatin type on cellulose ester base — Specifications.
28. ISO 4332 (1986): Photography — Processed photographic black-and-white film for archival records — Silver-gelatin type on poly (ethylene terephthalate) base — Specifications.
29. ISO 5466 (1986): Photography — Processed safety photographic film — Storage practices.
30. DIN 15 556 (1986): Lagern und Bearbeiten von strahlungsempfindlichen Filmen und Papieren. Umwelteinflüsse.
31. BS 5699 : Part 1 : 1979, Processed photographic film for archival records. Part 1. Specifications for silver-gelatin type on cellulose ester base.
32. BS 5699 : Part 2 : 1979, Processed photographic film for archival records. Part 2. Specifications for silver-gelatin type on poly(ethylene terephthalate) base.
33. DIN 19 040 (1979): Begriffe der Photographie: Allgemeine technische Begriffe für photographische Materialien und ihre Eigenschaften.
34. BS 5454 : 1977, Recommendations for the storage and exhibition of archival documents.

RIASSUNTO

CONSERVAZIONE E TUTELA DEL MATERIALE FOTOGRAFICO E IL SUO POSSIBILE RESTAURO

Tatjana Mušnjak

Il ruolo della fotografia nell'archivio è insostituibile e multiforme: per documentare lo stato del materiale archivistico prima e dopo il restauro, per identificare testi sbiaditi (le fotografie fatte tramite radiazioni speciali), per completare il ruolo di microfilm quando si tratta di materiale archivistico specifico come p.e. i manoscritti miniati, sigilli e carte geografiche (fotografie a colori). Una singola fotografia può essere pure un documento archivistico.

L'autore in questo lavoro tratta la problematica della conservazione, protezione e restaurazione della fotografia come documento archivistico (o come l'illustrazione del documento scritto), riportando anche la descrizione del materiale fotografico, come pure delle tecniche antiche e recenti dell'elaborazione della fotografia, perché queste cognizioni sono necessarie in occasione degli interventi della conservazione e del restauro.