

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
Odsjek za povijest umjetnosti
Odsjek za informacijske i komunikacijske znanosti
Ivana Lučića 3

Matija Marić

ZAŠTITA ZBIRKI GRAFIKA I NJIHOVA PREZENTACIJA U VIRTUALNOM
OKRUŽENJU

Diplomski rad

Mentori:
dr.sc. Marko Špikić, izvanredni profesor
dr.sc. Goran Zlodi, docent

Zagreb, 2014.

ZAŠTITA ZBIRKI GRAFIKA I NJIHOVA PREZENTACIJA U VIRTUALNOM OKRUŽENJU

Matija Marić

SAŽETAK

Rad je podijeljen u sedam cjelina. Prva dva poglavlja definiraju pojam grafike i daju kratki pregled osnovnih grafičkih tehnika. Treće poglavlje bavi se mehanizmima i uzrocima propadanja grafika. Četvrta cjelina opisuje na koji se način provodi preventivna zaštita zbirki grafika od kontrole mikroklimatskih uvjeta, do zaštite od fizikalnih, kemijskih, bioloških i mehaničkih uzroka propadanja te pravilne opreme grafika s ciljem što većeg usporavanja procesa starenja. Peta cjelina opisuje proces sustavne digitalizacije zbirki grafika, dok se u šestoj cjelini obrađuje problem dokumentiranja dobivenih digitalnih objekata i daje se prijedlog koncepta baze podataka na temelju suvremenih standarda za opisivanje umjetničkih djela. Zadnje poglavlje donosi prijedlog prezentacije digitalne zbirke grafika s ciljem što učinkovitijeg prikaza digitaliziranih grafika kako bi se maksimalno smanjila potreba za rukovanjem originalnim materijalom te kako bi mu se na taj način osigurao što dulji životni vijek.

Rad je pohranjen u: knjižnici Filozofskog fakulteta u Zagrebu.

Rad sadrži: 100 stranica, 50 reprodukcija, 7 tablica.

Izvornik je na hrvatskom jeziku.

Ključne riječi: zaštita grafika, uzroci propadanja papira, preventivna zaštita,
digitalizacija, digitalni baštinski proizvod

Mentori: dr. sc. Marko Špikić, izv. prof., Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

dr. sc. Goran Zlodi, docent, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Ocjenjivači: dr. sc. Marko Špikić, izv. prof., Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

dr. sc. Goran Zlodi, docent, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

dr. sc. Jasna Galjer, red. prof., Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Datum prijave rada: veljača 2012.

Datum predaje rada: rujna 2014.

Datum obrane rada: . rujna 2014.

Ocjena rada:

SADRŽAJ

1. UVOD	5
2. ŠTO JE GRAFIKA?	6
2.1. <i>Problem originalnosti grafika</i>	7
3. VRSTE GRAFIČKIH TEHNIKA	9
3.1. <i>Visoki tisak</i>	9
3.1.1. <i>Drvorez</i>	10
3.1.2. <i>Linorez</i>	11
3.2. <i>Duboki tisak.....</i>	11
3.2.1. <i>Bakrorez</i>	13
3.2.2. <i>Suha igla</i>	14
3.2.3. <i>Mezzotinta.....</i>	15
3.2.4. <i>Bakropis</i>	16
3.2.5. <i>Tehnika mekog voska (protisni tisak)</i>	17
3.2.6. <i>Akvatinta</i>	17
3.3. <i>Plošni tisak - litografija.....</i>	18
3.4. <i>Propusni tisak – sitotisak</i>	20
4. KARAKTERISTIKE PAPIRA I UZROCI PROPADANJA GRAFIKA	21
4.1. <i>Fizikalni uzroci propadanja.....</i>	24
4.1.1. <i>Temperatura</i>	24
4.1.2. <i>Vlaga</i>	25
4.1.3. <i>Zračenja – svjetlost i toplina</i>	26
4.2. <i>Kiselost papira i kemijski uzroci propadanja</i>	27
4.2.1. <i>Zagađenje zraka.....</i>	28
4.2.2. <i>Tinte</i>	29
4.2.3. <i>Uzroci propadanja uzrokovani kvalitetom materijala i proizvodnim procesom</i>	29
4.3. <i>Biološki uzroci propadanja</i>	30
4.3.1. <i>Bakterije</i>	30
4.3.2. <i>Plijesni i gljivice.....</i>	31
4.3.3. <i>Kukci</i>	32
4.3.4. <i>Glodavci</i>	33
4.4. <i>Mehanički uzroci propadanja</i>	34
5. METODE I TEHNIKE PREVENTIVNE ZAŠTITE ZBIRKI GRAFIKA	35
5.1. <i>Kontrola mikroklimatskih uvjeta.....</i>	35
5.1.1. <i>Mjerenje temperature i relativne vlažnosti zraka</i>	36
5.1.2. <i>Reguliranje temperature i relativne vlažnosti zraka</i>	37

5.2. <i>Zaštita od svjetlosnog zračenja</i>	40
5.2.1. Mjerenje svjetlosnog zračenja	40
5.2.2. Metode preventivne zaštite od svjetlosnog zračenja	41
5.3. <i>Zaštita od kemijskih uzroka propadanja</i>	44
5.4. <i>Zaštita od bioloških uzroka propadanja</i>	49
5.4.1. Kontrola bakterija, plijesni i gljivica.....	49
5.4.2. Kontrola aktivnosti kukaca.....	50
5.4.3. Zaštita od glodavaca.....	51
5.5. <i>Zaštita od mehaničkih uzroka propadanja – pravilno opremanje i rukovanje</i>	51
6. PROCES DIGITALIZACIJE ZBIRKI GRAFIKA	52
6.1. <i>Problemi zaštite od svjetlosti kod procesa digitalizacije</i>	53
6.2. <i>Digitalizacija unutar ili izvan institucije</i>	54
6.3. <i>Oprema za digitalizaciju</i>	55
6.3.1. Skeneri.....	55
6.3.2. Digitalni fotoaparati	59
6.4. <i>Aspekti procesa digitalizacije</i>	60
6.4.1. Kvaliteta digitalne slike.....	61
6.5. <i>Obrada digitalnih dokumenata</i>	63
7. DOKUMENTIRANJE I STVARANJE DIGITALNE ZBIRKE GRAFIKA	65
7.1. <i>Što je digitalna zbirka?</i>	65
7.1.1. Digitalni objekti.....	67
7.2. <i>Metapodaci za opisivanje digitalnih objekata i digitalne zbirke</i>	67
7.2.1. Standardi za opisivanje umjetničkih djela.....	69
7.3. <i>Koncept baze podataka</i>	71
8. OBLIKOVANJE PREZENTACIJE DIGITALNE ZBIRKE GRAFIKA ILI STVARANJE DIGITALNOG PROIZVODA	79
8.1. <i>Online digitalni baštinski proizvod</i>	79
8.2. <i>Formiranje korisničkog sučelja digitalne zbirke grafika</i>	81
8.2.1. <i>Prezentacija digitalnih objekata i Deep Zoom tehnologija</i>	82
8.2.2. <i>Prijedlog koncepta korisničkog sučelja za digitalnu prezentaciju grafika</i>	86
9. ZAKLJUČAK.....	90
10. POPIS I IZVORI SLIKA	91
11. POPIS LITERATURE.....	97

1. UVOD

Grafika je vrlo specifičan oblik muzejskog, odnosno baštinskog, predmeta. Zbog svojih jedinstvenih karakteristika grafički materijal zahtijeva poseban pristup kako u istraživanju, tako i u pohranjivanju, zaštiti i prezentaciji. Jedan od glavnih problema u upravljanju grafičkim materijalom predstavlja papir kao nositelj grafičkog prikaza. S obzirom da je on složeni organski materijal, vrlo je nestabilan, osjetljiv i podložan ubrzanom propadanju ukoliko se s njim ne postupa pažljivo te ukoliko se ne čuva u optimalnim uvjetima. Osjetljiv je na nepovoljnu temperaturu, vlagu, svjetlost i toplinu te brojne kemijske uzročnike propadanja iz okoliša. Dodatni problem predstavlja i proces njegove proizvodnje koji nije uvijek isti te on sam po sebi može uzrokovati ubrzano propadanje.

Sve su to razlozi iz kojih bi bilo najbolje da se umjetnine na papiru konstantno čuvaju u strogo kontroliranim klimatskim uvjetima i u potpunom mraku. Ipak, s obzirom na ulogu koju baština kao takva, pa onda i grafike kao dio nje, imaju u društvu, takav scenarij nikada neće biti moguć. Iz tog su razloga stvoreni različiti kompromisi i pravila za upravljanje i izlaganje zbirki grafika kako bi one što dulje ostale sačuvane od propadanja, a ipak da mogu ispunjavati svoju ulogu koju imaju kao predmeti baštine.

Osim samog kontroliranog fizičkog izlaganja, u današnje vrijeme ubrzanog razvoja informacijskih tehnologija javljaju se i brojne mogućnosti virtualne prezentacije baštine. Njihovo pravilno iskorištavanje mogao bi biti vrlo dobar način zaštite zbirki grafika jer bi se, uz stručnu i sustavnu izvedbu, uvelike mogla smanjiti potreba za uklanjanjem grafičkog materijala iz optimalnih uvjeta. Ipak, to nije jednostavan proces te zahtijeva pomno planiranje i interdisciplinarnu suradnju kako bi se sustavno proveo. On obuhvaća sveobuhvatan proces digitalizacije materijala i dokumentacije te kreiranje digitalne zbirke i na kraju digitalnog proizvoda koji će biti ponuđen na korištenje krajnjim korisnicima. Iako je to složen i skup proces, koristi za instituciju i njen fond su višestruke. Predmeti postaju dostupniji i sustavnije opisani, dok je izvornik zaštićen, a korisnici dobivaju nove sadržaje i usluge koje mogu koristiti u komunikaciji s institucijom. Naravno, potrebno je naglasiti da proces digitalizacije nikada neće moći zamijeniti kontakt s izvornim predmetom, osobito kada se radi o nekim stručnim istraživanjima, ali on ipak ima mogućnost uvelike smanjiti manipulaciju originalnim materijalom u slučaju brojnih istraživanja koja ne zahtijevaju takav izravni kontakt.

Imajući sve ove prednosti i nedostatke na umu, ovaj će se rad baviti temama vezanim uz uzroke propadanja grafika, metodama njihove preventivne zaštite te procesom digitalizacije i virtualne prezentacije zbirki grafika s ciljem što učinkovitije zaštite izvornika i što boljeg iskustva korisnika u procesu korištenja njihovih odgovarajućih digitalnih objekata.

2. ŠTO JE GRAFIKA?

Pojam grafike (od grč. γραφειν [grafein] = pisati, crtati) se upotrebljava u širem i užem smislu. U širem smislu on označava sve načine crtačkog oblikovanja i tehnike njihova umnožavanja, tj. tiskarske tehnike. U užem smislu označava umjetnička tiskana djela načinjena različitim tiskarskim postupcima i tehnikama te obuhvaća širok raspon djela od grafičkih listova do ilustracija u knjigama.¹ Grafika se može definirati i kao slikovni prikaz koji je nastao u procesu koji omogućava



Slika 1. Proces izrade i tiskanja bakroreza [Hans Collaert (1571–1633), prema: Jan van der Straet, zvan Stradanus (1523–1605), *Sculptura in Aes*, , kasno 16. stoljeće, Muzej Metropolitan, New York]

njegovo umnožavanje. On zato zahtjeva stvaranje originalnog prikaza, ali i proizvodnju površine za tiskanje, odnosno *matrice* koju vrlo često ne radi sam umjetnik, nego majstor-grafičar. Ta površina može biti od bio kojeg materijala u koji je moguće urezati neki prikaz, no najčešće se koristi drvo, metal ili kamen. Ona se nakon oblikovanja prekriva tintom te se zatim otiskuje na odgovarajuću površinu, najčešće papir, no moguće je tiskanje i na pergament, tekstil pa čak i keramiku i plastiku. Ipak, ti su materijali tradicionalno isključeni kad se govori o tiskanju (Slika 1.).²

Prema svrsi nastanka grafika se može podijeliti na reproduktivnu i nereproduktivnu. Reprodiktivna grafika označava djelo koje je napravljeno u drugom mediju kao reprodukcija nekog već postojećeg djela, primjerice grafika prema slici. Prije izuma fotografije potražnja za takvim djelima bila je izuzetno velika pa su obrazovane brojne generacije grafičara kako bi se ona zadovoljila. Ta vrsta grafike čini najveći dio zbirki, no ipak, grafika se ne smije ograničiti samo na tu reproduktivnu funkciju jer je u određenim slučajevima ona bila medij

¹ Lothar Altmann, ur., *Leksikon slikarstva i grafike*, Naklada Bergen, Zagreb, 2006. [prijevod: Slaven Dauenhauer; originalno izdanje: *Knars Lexikon Malerei und Grafik*, München, 2004.], str 221.

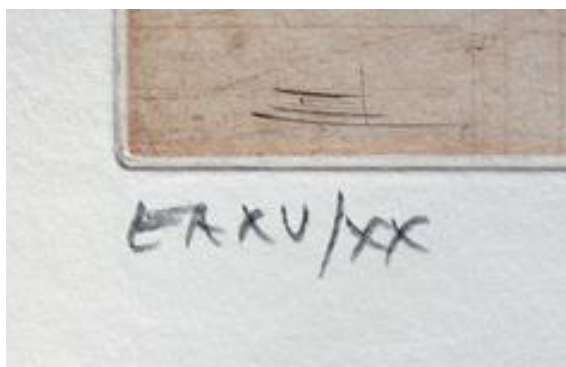
² Anthony Griffiths, *Prints and Printmaking: An introduction to the history and techniques*, British Museum Press, London, 1996., str. 9.

kojeg je umjetnik odabrao kako bi iskoristio njegove mogućnosti za dobivanje jedinstvene teksture i efekata. Takva djela onda predstavljaju jednako važne proizvode umjetnikove inventivnosti kao i njegove slike ili crteži te se zato često nazivaju 'originalne' grafike u smislu suprotnosti s 'reproduktivnom' grafikom.³

2.1. Problem originalnosti grafika

Osnovna karakteristika grafika je, dakle, njihova upravo spomenuta mogućnost umnožavanja, no iz toga proizlaze i najveći problemi u shvaćanju njezinog autorstva i prihvaćanju 'originalnosti'. Osnovno pitanje je kako grafika može biti originalno djelo, primjerice, Rembrandta ako postoji više takvih otisaka. Objašnjenje bi se moglo dati vrlo jednostavno te se može naći u usporedbi s bilo kojim umjetničkim predmetom koji nastaje u kalupu ili prema jednom modelu. Ako se, primjerice, porculanske figurice nastale na taj način smatraju originalnim djelom umjetnika kao što su Gianbologna ili Franz Anton Bustelli, onda se i grafike mogu smatrati originalima umjetnika koji ih je stvorio.⁴

Ipak, dva su osnovna zahtjeva koja mora zadovoljavati originalna umjetnička grafika: tiskovnu formu mora vlastoručno izraditi sam umjetnik te broj otisaka izrađenih po njoj mora biti ograničen (mora imati signaturu, tj. potpis umjetnika; oznaku naklade te redni broj u nakladi. Svi otisci izvorne matrice otisnuti crno-bijelo ili višebojno smatraju se *izvornicima*. Isključivo umjetnik ima pravo odrediti visinu naklade svog grafičkog djela, a određuje ga prema potrebama tržišta te po vlastitoj procjeni, iskustvu i izdržljivosti materijala. Granična



Slika 2. Oznaka *épreuve d'artiste* na litografiji francuskog umjetnika i grafičara Claudea Weisbucha (1927-2014)

količina otisnutih grafičkih listova naziva se *limit*. Krajem 19. stoljeća u praksu je uvedeno da se iza rednog broja grafike u nakladi navodi i granična količina grafičkih otisaka.⁵

Sam *grafički list* se definira kao otisak izvorne matrice na listu papira ovjeren (obavezno običnom olovkom) potpisom autora, a da bi se smatrao izvornikom mora uz potpis/signaturu umjetnika imati i podatke koji

³ Griffiths, 1996. str. 10.

⁴ *ibid.*, str. 9.

⁵ Nevenka Arbanas, *Grafičke tehnike*, u: Zbornik radova Savjetovanja *Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal*, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004. str. 21.

označavaju nakladu i serijski broj pojedinog lista. Uz ove spomenute oznake na grafički listovi mogu imati i oznaku EA, što predstavlja kraticu za *épreuve d'artiste*, tj. umjetnikov pokusni otisak (Slika 2.). Takvi otisci izvorno nisu imali komercijalnu svrhu, ali se danas pojavljuju na umjetničkom tržištu. Označuju se rimskim brojevima (npr. EA I/VI). Grafički listovi koji ne ispunjavaju navedene uvjete nazivaju se *reprodukcije*. Za njih nije moguće propisati uvjete za tisak, no poželjno je da i one budu kao takve označene da bi se mogle razlikovati od izvornih grafičkih radova. Također, u iznimnim slučajevima, umjetnik može potvrditi i reprodukciju svojim potpisom kako bi istaknuo kakvoću i vještinu tiskara te na taj način dao svoj pristanak. Ipak, umjetnik ne smije dodati i limitiranje (oznaku ukupne naklade i redni broj otiska) jer bi to bilo obmanjivanje kupca ili galerista koji nije upućen u fine detalje grafičkog izvornika.⁶

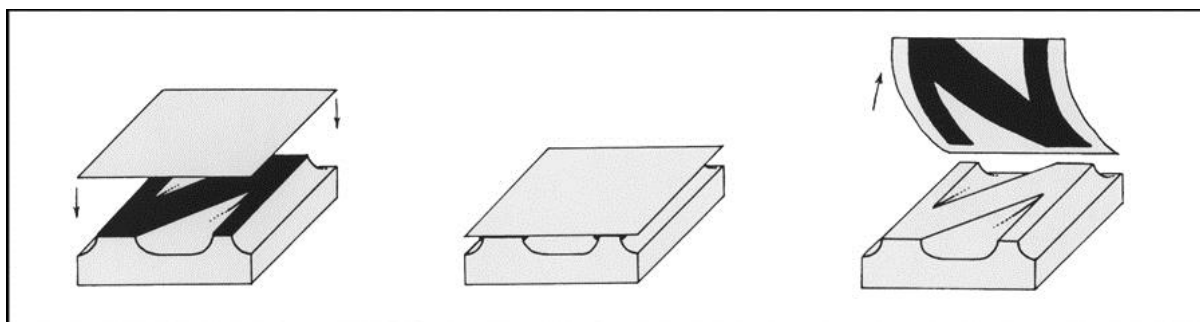
⁶ Arbanas, 2004, str. 21

3. VRSTE GRAFIČKIH TEHNIKA

Prema tehnologiji izrade grafičke se tehnike mogu podijeliti na četiri osnovna tipa: visoki tisak, duboki tisak, plošni tisak te propusni ili porozni tisak. Svaka od njih se razlikuje po načinu obrade tiskarske ploče (matrice) iz koje se dobiva krajnji proizvod – grafika, odnosno grafički list. Također, svaka od njih daje specifičan efekt i teksturu prema kojoj se može prepoznati pomnim proučavanjem dobivenog grafičkog lista. Tako se visoki tisak pod povećalom prepoznaje po nakupinama boje na rubovima otisnute forme, duboki tisak se raspoznaje po reljefnosti boje, ravni tisak po potpuno glatkom i tankom nanosu boje, a sitotisak – po punim površinskim slojevima boje.⁷

3.1. Visoki tisak

Visoki tisak je skupni naziv za grafičke tehnike čija je osnova tiskovna ploča (matrica) na kojoj su tiskovne površine ispupčenije od ostale površine (Slika 3.). Oblikovanje tih ispupčenih površina izvodi se mehaničkim izrezivanjem netiskanih površina. Nakon toga se boja nanese valjcima na ispupčena mjesta, a slika se djelovanjem ruke ili tiskarskom prešom prenese na papir. Također, u ploču se može izdubiti i samo linearni crtež pa tiskanjem nastaje negativ, tj. bijeli crtež na jednobojnoj plohi.⁸ Najčešće tehnike koje spadaju u ovu skupinu su drvorez te linorez.



Slika 3. Shematski prikaz visokog tiska, prema: Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, Thames&Hudson, 2004.

⁷ *ibid.*, str. 26.

⁸ *ibid.*, str. 22.

3.1.1. Drvorez

Tehnika drvoreza (Slike 4. i 5.) je najstarija tehnika visokog tiska. Namijenjena je umnožavanju linearnog crteža.⁹ Kod te se tehnike kao matrica koristi drvena ploča, najčešće od relativno mekog drveta kao što je kruška, javor ili bukva, koje se reže uzdužno. Umjetnik iscrtava crtež direktno na ploču ili na papir koji se zatim lijepi na površinu. Nakon toga grafičar (drvorezac) pomoću posebnog noža izrezuje višak



Slika 5. Ilustracija izvedena drvorezom iz poznate *Nürnbergke kronike*, Antun Koberger (izdavač), 1493., detalj

drveta s linija koje je umjetnik iscrtao te uklanja velike neželjene površine dljetima. Na kraju se dobije slika od linija koje su istaknute u reljefu.

Zatim se na ploču nanosi tiskarska boja koja mora

biti gusta kako bi se zadržala na reljefnim dijelovima ploče.

Tiskanje se obavlja jednoličnim vertikalnim pritiskom koji ne treba biti previše jak pa se zato tiskanje drvoreza može obavljati i ručno, a ne samo u preši.¹⁰

Ova vrsta tiska razvijena je u Kini tijekom 9. stoljeća. Od tamo se širilo na zapad preko islamskog svijeta, a najranije korištenje tehnike u Europi može se datirati u 13. stoljeće. Razlog tomu je vjerojatno proizvodnja papira koja je postala komercijalno isplativa tek krajem 13. stoljeća u Italiji te tijekom 14. stoljeća u Njemačkoj.¹¹

Posebna vrsta drvoreza koji nastaje urezivanjem crta u drvenu ploču uzdužnog presjeka s ciljem postizanja bijelih izražajnih sredstava na dominantnoj tamnoj pozadini tiskovne površine je tzv. drvorez bijelih crta. Vrlo sličan postupak je i gravura u drvu, tj.



Slika 4. Ilustracija izvedena drvorezom iz poznate *Nürnbergke kronike*, Antun Koberger (izdavač), 1493.

⁹ Arbanas, 2004, str. 22.

¹⁰ Griffiths, 1996., str. 13.

¹¹ *ibid.*, str. 16.

urezivanje crta u ploče poprečnog presjeka. Ovim postupcima moguće je postići finiju obradu svakog detalja zbog kompaktnije strukture drveta i posebno oblikovanim dlijetima.¹²

Osim monokromnog moguće je napraviti i drvorez u bojama. U europskoj tradiciji on je relativno rijedak, no vrlo često se koristio u Japanu. Najčešće se koristi metoda prema kojoj se upotrebljava po jedna matrica za svaku boju.¹³

3.1.2. Linorez

Linorez je tehnika vrlo slična drvorezu, no umjesto na drvenoj ploči linorez se izvodi na komadu linoleuma koji je mek pa se lako obrađuje. Osobito je prihvatljiv širokom krugu zainteresiranih jer su umjetnici u procesu izrade oslobođeni zanatskog dijela pripreme ploče, a zato je i osobito pogodan za višebojni tisak. Upotrebljava se uglavnom za oblikovanje crteža na kojima prevladavaju plohe i široke linije jer ne dopušta finu modulaciju i nijansiranje. Boja se pri tiskanju nanosi tamponom ili valjkom. Kao boja se upotrebljava tempera (s dodatkom glicerina, da se sporije suši) ili boja za visoki tisak.¹⁴ Linoleum se počeo koristiti u godinama prije I. svjetskog rata, a među najranijim majstorima te tehnike su Erich Hekel u Njemačkoj te Horace Brodzky u Engleskoj.¹⁵

3.2. Duboki tisak

Duboki tisak je skupni naziv za grafičke tehnike kod kojih su dijelovi matrice koji se utiskuju udubljeni (Slika 7.).¹⁶ Osnova dubokog tiska je crtež izdubljen u matrici mehanički ili djelovanjem kemikalija. Prvi grafičari u 15. stoljeću su upotrebljavali bakrene ploče, a danas se još koriste i cinčane, željezne, aluminijske, mjedene i dr. Proces se sastoji od toga da tiskar u izdubljene dijelove unosi tiskarsku boju, a s ostalih se površina višak boje ukloni. Tisak se odvija u preši koja se sastoji od dvaju valjaka između kojih horizontalno prolazi matrica s



Slika 6. Karakteristični trag od pritiska matrice na papir kod dubokog tiska

¹² Arbanas, 2004., str. 23.

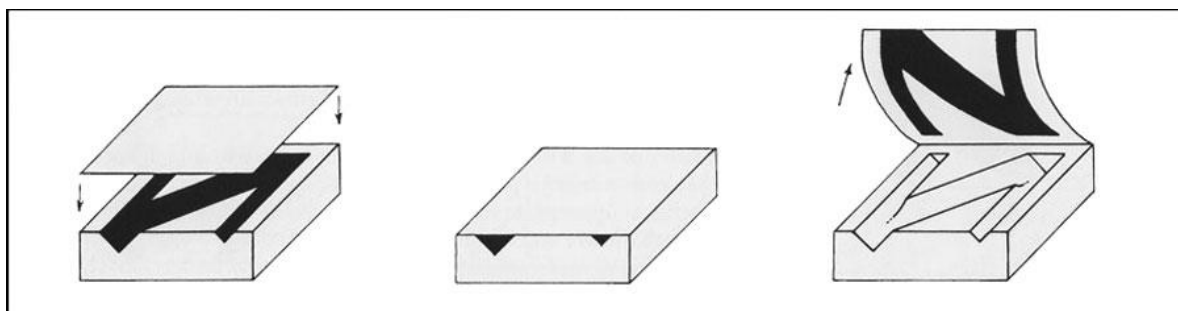
¹³ Griffiths, 1996. str. 115

¹⁴ Arbanas, 2004., str. 23

¹⁵ Griffiths, 1996., str. 22.

¹⁶ Altmann, 2006., str. 147.

papirom dok tiskar okreće kotač. Prije toga se ploča s tintom smjesti licem prema gore na površinu preše, zatim se na nju stavlja navlaženi list papira te nekoliko posebno elastičnih pokrivača kako bi se ujednačio pritisak. Kako matrica i papir prolaze između valjaka papir se utiskuje u utore na matrici i upija tintu. Na kraju list papira se mora ostaviti da se osuši. Prije sljedećeg otiskivanja matrica se mora ponovno obraditi s tintom. Taj proces traje minimalno nekoliko minuta pa je ova vrsta tiska, za razliku od visokog tiska, dugotrajnija, a s time i skuplja. Veliki pritisak koji proizvodi ovakva preša oblikuje vrlo prepoznatljiv trag na grafikama dubokog tiska (tzv. *plate-mark*) (Slika 6.). To je udubljena linija u papiru na mjestu gdje je on bio pritisnut uz rubove matrice. Osim toga, grafika visokog tiska prepoznaje se i po načinu na koji tinta stoji na papiru. U svim ostalim tehnikama tiska tinta je glatka i ravna, dok se kod dubokog tiska ona ističe s površine papira što se može osjetiti na dodir. Također, važno je napomenuti da učestali tisak i preparacija metalne ploče vrlo brzo stanjuje ploču pa je kvaliteta svakog sljedećeg otiska sve manja.¹⁷



Slika 7. Shematski prikaz dubokog tiska, prema: Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints* A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet, Thames&Hudson, 2004.

Duboki se tisak dijeli na dva osnovna postupka prema tehnici prijenosa crteža na metalnu ploču: na suhu tehniku kod koje se matrica mehanički priprema te u nju spadaju bakrorez, suha igla i mezzotinta; i na tehniku izjedanjem (jetkanjem) kod koje se matrica priprema kemijskim putem, odnosno djelovanjem kemikalija na nezaštićeni dio ploče. U tu vrstu spadaju bakropis, tehnika mekog voska (tzv. *vernismou*) te akvatinta.¹⁸

¹⁷ Griffiths, 1996., str. 34..

¹⁸ Arbanas, 2004., str. 24.

3.2.1. Bakrorez

Bakrorez (halkografija) je najstarija tehnika dubokog tiska. Motiv se pomoću dljeteta urezuje zrcalno u dobro poliranu bakrenu ploču. Zatim se uklanjaju ostaci metala koji ostaju nakon urezivanja, a nakon toga ponovno se polira ploča i nanosi se tiskarska boja koja se zadržava samo u udubinama ploče. Postupak je spor i težak te zahtijeva veliko iskustvo u rukovanju alatom. Tiskanje se odvija tako da se najprije u izdubljene ureze utiskuje boja za duboki tisak, zatim se višak boje odstranjuje tako da površina ostane potpuno čista, a tinta ostane samo u udubljenim brazdama. Papir za tisak morao bi dobro upijati i zadržavati vlagu, ne smije se trgati kod tiskanja i odvajanja otiska od ploče te mora dobro primiti na sebe masnu boju iz svih udubljenja na ploči.¹⁹ Tiska se pomoću preše na ovlaženi papir.²⁰

Umjetnost graviranja u metal od kojeg se razvila tehnologija za izradu bakroreza, započinje još u antici. Grci, Etrušćani i Rimljani ukrašavali su na taj način metalne predmete kao što su primjerice brončane pozadine ogledala. U srednjem vijeku ta je vrsta ukrašavanja doživjela procvat te se vrlo često koristila za ukrašavanje različitih srebrnih i zlatnih predmeta.²¹ Pojava bakroreza kao grafičke tehnike veže se uz razvoj umjetničkog obrta obrade metala na prostoru južne Njemačke nakon 1400.g., a od tamo se vrlo brzo širi Italijom i Nizozemskom. Vrhunac tehnike izrade bakroreza predstavljaju djela Martina Schongauera i Albrechta Dürera (Slika 8). Tijekom 16. i 17. stoljeća važnost bakroreza opada i potiskuju ga bakropis i drvorez.²²



Slika 8. Bakrorez Albrechta Dürera / Sv. Jeronim u radnoj sobi, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, 1514.

Posebna vrsta bakroreza je tzv. bakrorez u boji. On se radi otiskivanjem više ploča s različitim bojama u slojevima (kao kod višebojnog drvoreza ili kromolitografije) ili

¹⁹ Arbanas, 2004., str. 23-24.

²⁰ Altmann, 2006., str. 44.

²¹ Griffiths, 1996., str. 39.

²² Altmann, 2006., str. 44.

nanošenjem više boja na različite dijelove jedne ploče. Efekt bakroreza u boji često se imitira ručnim bojanjem otisaka. Ta se vrsta bakroreza pojavila tijekom 17. stoljeća u Francuskoj, a kasnije je najveću popularnost stekla u Engleskoj.²³

3.2.2. Suha igla

Suha igla je najjednostavnija tehnika dubokog tiska. Kao i kod bakroreza koristi se bakrena, cinčana ili aluminijska ploča, ali kao alat za urezivanje se koriste čelične igle. Oštra čelična igla drži se kao olovka kojom se pod kutem od 45° pritiskom i povlačenjem formira žljeb, koji s jedne strane ima greben koji se ne uklanja, a s druge strane ravan rub. Na taj način kod tiskanja tinta ne ostaje samo u plitkom žljebu nego i na spomenutom grebenu pa se stvara meka razmrvljena linija karakteristična upravo za ovu tehniku. Pri tiskanju pritisak ne smije biti previše snažan jer se greben može promijeniti i zamrljati otisak. Također, svakim novim otiskom greben se snizuje, a urezi se postupno otiru pa se ploča brzo troši. Daljnji otisci nemaju izvornu kvalitetu pa zato naklada mora biti ograničena na najviše 25 do 30 otisaka.²⁴



Slika 9. Jedna od tri grafike Albrechta Dürera izvedene u tehnici suhe igle / *Sv. Obitelj sa sv. Ivanom, Magdalenom i Nikodemom*, 1512. Muzej Metropolitan, New York

Najranija upotreba ove tehnike pripisuje se tzv. Majstoru Kućne Knjige (*Master of the Housebook*) koji je djelovao oko 1480. godine u srednjem Porajnju. Osim njega, jedan od najranijih majstora koji su koristili ovu tehniku bio je i Albrecht Dürer pri izradi tri svoje grafike datirane u 1512. godinu (Slika 9.). Kasnije je tehnika uglavnom korištena kao dodatak bakrorezu, a u novije doba najpoznatiji umjetnici koji su je koristili bili su Mary Cassat te Pablo Picasso.²⁵

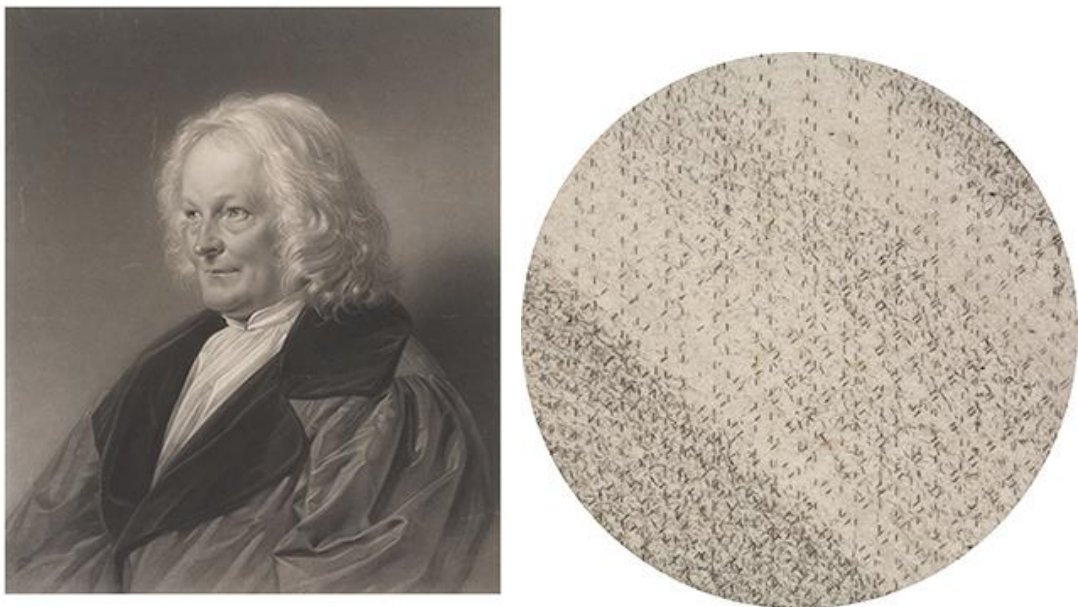
²³ Altmann, 2006., str. 44.

²⁴ Arbanas, 2004., str. 24.

²⁵ Griffiths, 1996., str. 77.

3.2.3. Mezzotinta

Mezzotinta, ili tehnika struganja, je specifična grafička tehnika čija je glavna karakteristika da se koristi prvenstveno plohamama, odnosno izvlačenjem svjetlijih oblika iz tamne podloge. Proces započinje tako što se najprije cijela metalna ploča obradi tako da bude hrapava pri čemu se koristi alat koji se naziva njihalica, oštro nabrušena poluokrugla alatka u obliku deblje lopatice, široka oko 10 cm. Pri dnu je koso izbrušena, a na gornjoj strani je izbrazdana uzdužno tankim i ravnim izbočenim crtama koje na dnu tvore zupce. Drži se objema rukama – jednom rukom se drži između čelika i drška te se pritiskuje, dok se drugom prima drveni držak u obliku kugle u koju je usađen i koja neprestano njiše alat po ploči lijevo-desno te ostavlja istrغان, zupčast trag (Slika 10.). Boja se zadržava na ploči ovisno o tome koja su mjesta ostrugana, a koja glatka. Hrapavije podloge primaju više boje, a na potpuno glatkim mjestima ne ostaje nikakva boja. Za tu se tehniku upotrebljavaju posebno osjetljivi papiri te najfinije i meke boje. Krajnji proizvod često izgleda kao crtež ugljenom, s dubokim, mekim i bogato nijansiranim tonovima s finim prijelazima iz jedne plohe u drugu (Slika 10.).²⁶



Slika 10. Portret Berthela Thorvaldsena izveden u tehnici mezzotinte / Gustav von Lüderitz prema crtežu Franza Krügera, 1840. i detalj u povećanju od 10x

²⁶ Arbanas, 2004., str. 24.

Prvi korak prema tehnici mezzotinte pripisuje njemačkom vojniku Ludwigu von Siegenu koji je oko 1640. godine izrađivao grafičke ploče tehnikom od svijetle podloge prema tamnoj umjesto od tamnog prema svjetlom, kao što je bilo uobičajeno. Razvoj prave mezzotinte ipak je zahtijevao otkriće spomenutog alata - njihala. Ono se pak pripisuje njemačkom princu Rupertu krajem 1650tih.²⁷

3.2.4. Bakropis



Slika 11. Rembrandt van Rijn / *Prosjač koji se naslanja na štap*, bakropis, oko 1630.

Bakropis je grafička tehnika dubokog tiska kod koje crtež na metalnoj podlozi nastaje jetkanjem za razliku od dubljenja kod bakroreza ili urezivanja kod suhe igle. Postupak počinje time da se polirana metalna ploča (bakrena ili cinčana) presvlači slojem laka ili drugom zaštitnom podlogom otpornom na djelovanje kiseline. Taj se sloj najčešće sastoji od smole, voska i asfalta. Kroz njega umjetnik pomoću šiljaste čelične igle u metal urezuje crtež. Ploča se nakon toga uranja u kiselinu koja nagriza nezaštićeni metal. Što se duže drži u njoj udubine su dublje. Na taj način nastaje jetkana slika. Nakon uklanjanja ostatka podloge za jetkanje ploča se zagrijava i na nju se nanosi tiskarska boja koja prodire u udubljena izjedena kiselinom. Zatim se uklanja višak boje i započinje proces tiskanja. Za umjetnike je bakropis pogodan jer omogućava postizanje znatno slobodnijeg crteža od bakroreza, kao i zbog mogućnosti naknadnog obrađivanja ploče. Iz bakropisa su se

razvili protisni tisak, staklotisak, akvatinta i kredna tehnika.²⁸

Sama tehnika razvila se iz postupka jetkanja kojim se u početku ukrašavalo oružje. Poznato je da je početkom 16. stoljeća Daniel Hopfer u Augsburgu prvi puta te ukrase pokušao otisnuti na papir. Kasnije su tehnikom eksperimentirali umjetnici kao što je Albrecht Dürer ili Albrecht Altdorfer. Tijekom vremena postupno je usavršavana te vrhunac dostiže u

²⁷ Griffiths, 1996., str. 85.

²⁸ Altmann, 2006., str. 44.

djelima H. Seghersa i Rembrandta (Slika 11.). U 18. stoljeću postala je najpopularnija tiskarska tehnika korištena najčešće za reprodukcije slika, a tijekom 19. i 20. stoljeća i dalje je ostala u vrlo raširenoj upotrebi.²⁹

3.2.5. Tehnika mekog voska (protisni tisak)

Tehnika mekog voska (tzv. *verniss-mou*) ili protisni tisak zapravo je posebna vrsta bakropisa koja se izvodi na način da se na metalnu ploču (cinčanu ili bakrenu) nanese mekani ljepljivi voštani pokrov. Priprema ploče i nanošenje tankog sloja voska jednaki su kao kod bakropisa, no jedina razlika je da se prije nanošenja voska ploču treba dobro istrljati lojem, a običnom bakropisnom vosku se treba dodati jednaka količina loja. Površina obrađena na ovaj način prekrije se hrapavim papirom ili nekim drugim materijalom, a nakon toga autor crta olovkom ili drugim sredstvom te se zatim, kao i kod bakropisa, ploča uranja u kiselinu. Dobiveni otisak sličan je crtežu olovkom.³⁰ Tehniku je oko 1760. godine razvio J.-B. Le Prince. Često se primjenjuje u kombinaciji s drugim grafičkim tehnikama, osobito bakropisom.³¹

3.2.6. Akvatinta

Tehnika akvatinte također je nastala na temelju bakropisa. Za ovu se tehniku bakrena ili cinčana ploča posipa finom prašinom kolofonija i zagrijava se iznad plamena. Prašina se pri tome rastopi i zalijepi na ploču te se ona na taj način zaštiti od djelovanja jetkala. Kiselina ulazi samo između čestica i prouzrokuje zračnost metala. Ova tehnika je vrlo učinkovita za postizanje efekta *chiaro-scuro* te za sjenčanje. Ovisno o vremenu izloženosti ploče kiselini mogu se dobiti svijetli ili vrlo tamni tonovi. Na ovako pripremljenu površinu prenose se obrisi crteža. Nakon toga najprije se prekrivaju plohe koje na otisku moraju ostati bijele i prvi put se provodi jetkanje. Zatim se postupno prekrivaju i ostale plohe, od najsvjetlijih prema najtamnijima. Na ploči se tako stvaraju sve veće i veće udubine u kojima ostaje više boje te nastaju tamnije nijanse. Pri tiskanju se postiže velik broj nijansiranih ploha te se akvatinta doima kao akvarel.³²

²⁹ Altmann, 2006., str. 44.

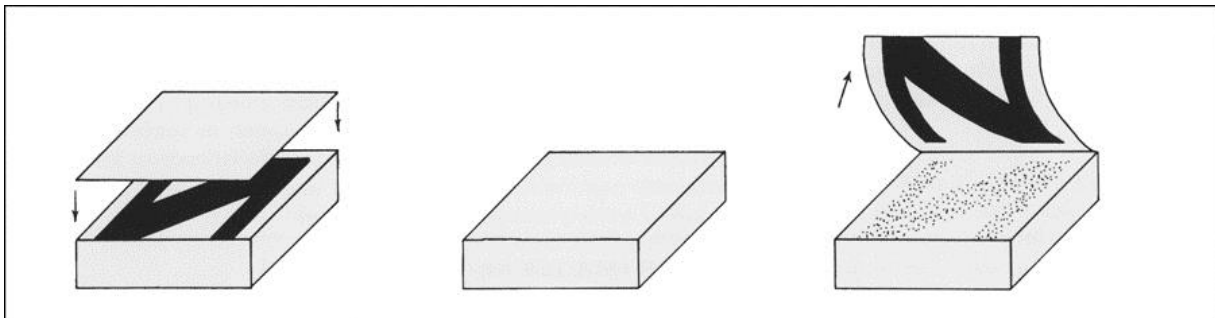
³⁰ Arbanas, 2004., str. 25.

³¹ Altmann, 2006., str. 12.

³² Arbanas, 2004., str. 25.

3.3. Plošni tisak - litografija

Litografija (grč. λίθος [lithos] = kamen; γραφειν [grafein] = pisati, crtati) se temelji na kemijskoj činjenici da masnoća odbija vodu. Nastala je između 1796. i 1798. godine u Münchenu, a izumio ju je Aloys Senefelder te ju je opisao u svojoj knjizi *Lehrbuch der Steindruckerey* objavljenoj 1818. godine.³³ Sam proces započinje tako da se crtež na tiskarskoj ploči izradi određenim masnim sredstvom, zatim se cijela površina navlaži vodom koja se zadržava samo na neoznačenim površinama jer ju masni crtež odbija. Nakon toga se na cijelu površinu valjkom nanosi masna tiskarska boja koja se pak prima samo na označena mjesta jer ju ostale navlažene površine odbijaju. Na kraju se tinta prenosi na papir spajanjem matrice i papira u preši (*scraper press*). Litografija se još naziva i plošni tisak kako bi ga se razlikovalo od visokog i dubokog tiska jer je trag boje na otisku gotovo u istoj ravnini sa slobodnom površinom papira (Slika 12.).³⁴ Matrica kod litografije može biti teška vapnena ploča, ali i cinčana ili aluminijska. Crtež se izvodi perom ili kistom, masnim tušem ili litografskom kredom, masnim olovkama ili ugljenom na litografskom vapnencu.³⁵



Slika 12. Shematski prikaz plošnog tiska, prema: Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, Thames&Hudson, 2004.

Glavna prednost litografije u odnosu na ostale grafičke tehnike je mogućnost slikanja kredom ili kistom neposredno na tiskarskoj ploči. Na taj način umjetnikov izričaj dolazi do većeg izražaja nego kod bakropisa ili drvoreza. Također, meki prijelazi i sjenčanja čine litografiju sličnom crtežu rukom zbog čega je posebno pogodna za izradu vjernih reprodukcija slika i crteža. Tako su na primjer napravljene reprodukcije rukom napravljenih crteža A. Dürera za molitvenik cara Maksimilijana I objavljeni 1808. godine. Osim toga, litografiju su

³³ Altmann, 2006., str. 354.

³⁴ Griffiths, 1996., str. 100.

³⁵ Arbanas, 2004., str. 25.

za reprodukciju svojih djela koristili i sami umjetnici, npr. Eugène Delacroix, Théodore Géricault, Francisco de Goya ili Edward Munch tijekom 19. stoljeća te Käthe Kollwitz, Oskar Kokoschka, Pablo Picasso, Marc Chagall, Joan Miró i drugi tijekom 20. stoljeća.³⁶

Kromolitografija je grafička tehnika koja omogućuje višebojno tiskanje tehnikom litografije. Za svaku pojedinu boju se radi posebna ploča, a prskanjem i preklapanjem se postiže širok raspon boja. Primjenjivana je u 19. stoljeću najčešće u oglašavanju, tj. pri izradi časopisa (Slika 13.) i plakata.³⁷



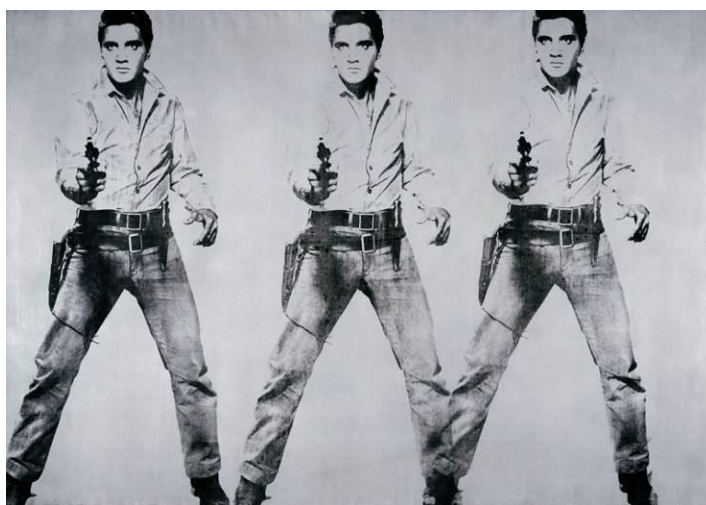
Slika 13. Naslovnica časopisa, litografija, 1882. i detalj u povećanju od 10x

³⁶ Altmann, 2006., str. 354.

³⁷ *ibid.*

3.4. Propusni tisak – sitotisak

Moderna grafička tehnika koja se temelji na upotrebi vrlo finog sita (mrežice) kao nositelja forme. Od ostalih grafičkih tehnika razlikuje se po tome što se otisak ne dobiva izravnim dodiranjem dvaju površina, nego otiskivanjem preko posredne površine, tj. sita. Ta sitotiskarska šablona blokira zadana područja na mreži kako bi spriječila prolazak boje, dok se istovremeno drugi dijelovi mreže ostavljaju otvoreni da bi boja nesmetano prošla kroz njih. Sitotisak može biti izvorni umjetnički postupak ako je formu izradio umjetnik bez upotrebe reprodukcijских tehnika.³⁸



Slika 14. Andy Warhol, *Triple Elvis*, sitotisak na platnu, 1962.

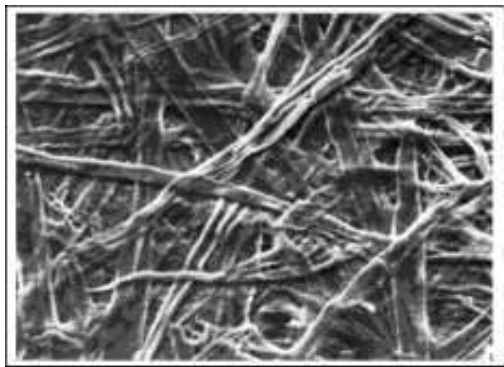
Porijeklo ove tehnike vezano je uz povijest komercijalnog tiska. Osnova za tu tehniku su šablone koje su se koristile od davnina za označavanje pojedinih predmeta, no tehnika s korištenjem mreže razvijena je, čini se, u Japanu odakle je prenesena u Ameriku. Tako je otkriveno da je Charles Nelson iz Michigana patentirao proces koji sadrži sve osnovne elemente modernog sitotiska 1887. godine. Nakon toga postupak se vrlo brzo proširio na industriju oglašavanja i pakiranja proizvoda te su razvijeni strojevi za brzo tiskanje preko matrice. U umjetničke svrhe najviše su je koristili umjetnici pop arta, npr. Andy Warhol (Slika 14.) i Roy Lichtensten, jer im je pružila odličan kontekst za učinak koji su željeli postići.³⁹

³⁸ Arbanas, 2004., str. 25-26.

³⁹ Griffiths, 1996., str. 109-110.

4. KARAKTERISTIKE PAPIRA I UZROCI PROPADANJA GRAFIKA

Papir je, općenito govoreći, glavni i najčešći nositelj grafičkih prikaza. On bi se mogao definirati kao tanki fleksibilni materijal koji se sastoji od celuloznih vlakana povezanih u



Slika 15. Mikroskopska slika površine papira oko 1mm²

kompaktnu mrežu (Slika 15.).⁴⁰ Proizvodi se od tzv. celulozne pulpe⁴¹ iz koje se uklanjaju štetne tvari te joj se dodaju različite primjese kao što su punila, keljiva i bojila kako bi se poboljšala kvaliteta papira.

Potreba za papirom javila se pojavom tradicije zapisivanja različitih dokumenata. Ipak, u najranijim vremenima nije se koristio papir u današnjem smislu riječi, već materijali kao što su papirus ili pergamena. Papirus je bio najčešće

korišteni materijal za pisanje u antici. Počeo se koristiti u Egiptu oko 3000 godina prije Krista te se tamo koristio sve do 12. stoljeća, dok se u Europi prestao koristiti već u 9. stoljeću. Tijekom srednjeg vijeka njegovu dominaciju prekinula je pergamena, poznata od ranije i u upotrebi već duže vrijeme. Naime, također su je koristili Egipćani, kao i Grci i Perzijanci. Njena je dominacija pak trajala do izuma tiska u 15. stoljeću kada se javila potreba za lakšim i elastičnijim materijalom.⁴²

Papir kakav danas poznajemo dolazi iz potpuno druge tradicije. On je otkriven u Kini, a prema kronici, otkrio ga je 105. godine dvorski službenik Ts'ai Lun. On je razvio izradu papira od tekstilnih otpadaka, tj. krpa, a tehnologija je vrlo brzo unaprijeđena pa su Kinezi izrađivali papir i od konoplje, rhea (biljke koja raste u istočnoj Aziji), ratana, duda, bambusa, riže ili slame te starog papira.⁴³ Kuhanjem sirovina odvajala su se celulozna vlakna koja su se nakon toga prosijavala na situ od bambusovih ili svilenih niti te su se sušila ispreplitala i premazivala rižinim ljepilom kako bi se dobila svojstva za pisanje tintom i tušem.⁴⁴ Tehnologija se u 3. stoljeću proširila na Vijetnam i Tibet, zatim u 4. stoljeću na Koreju, a u 6. stoljeću na Japan. Nakon toga, u 8. stoljeću, upoznaju je i Arapi tijekom njihovog osvajanja Istoka. Oni je i usavršavaju dodavanjem škroba i bojila te preko njih papir dolazi u Europu.

⁴⁰ Andreja Dragojević, Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite umjetnina na papiru*, Zagreb, 2010., str. 7.

⁴¹ Kašasta masa dobivena od usitnjene drvene mase ili starih tkanina izbjeljivanjem, sušenjem i prešanjem (Dragojević, Laszlo, 2010., str. 7)

⁴² Marija Černič Letnar, *Papir kao nositelj kulturne baštine*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 47.

⁴³ Černič Letnar, 2004., str. 48.

⁴⁴ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 10.

Taj se prijelaz, čini se, dogodio dvama odvojenim putevima. U 10. stoljeću preko Španjolske te u 11. stoljeću preko Italije. U širu upotrebu došao je tek u 15. stoljeću nakon otkrića tiskarskog stroja što je uzrokovalo nagli rast potrebe za papirom te samim time i razvoj procesa proizvodnje. Ipak, od samih svojih početaka papir se izrađivao od biljnih vlakana na temelju opisane tehnologije koja se u osnovi nije promijenila ni danas. Ono što se promijenilo jest izvor sirovina za vlakna (od krpa do drva) te se način proizvodnje razvio od obrta do visoko automatiziranog procesa. Do prekretnice je došlo kada su sredinom 19. stoljeća otkrivena određena nova svojstva drveta što je dovelo drvo u njegov današnji položaj najvažnije sirovine za proizvodnju papira. Naime, stanične stjenke svih biljaka sadrže celulozna vlakna, tj. organski materijal u kemiji poznat kao linearni polisaharid. Ta su celulozna vlakna velike čvrstoće i trajnosti, lako se vlaže vodom, higroskopna su i znatno nabubre kada su zasićena, a čak ni u vlažnom stanju ne gube na čvrstoći.⁴⁵

Za proizvodnju papira to je značilo da se papirna kaša mogla dobiti i usitnjavanjem drva, a ne samo od skupog i teže dostupnog krpenog otpada. Proizvodnja papira se na taj način udvostručila i višestruko pojeftinila, no uzrokovala je određeni pomak u natrag kada se govori o kvaliteti krajnjeg proizvoda. Papir dobiven iz drvene sirovine (tzv. drvenjače) puno je manje otporan na učinke starenja nego onaj od starih krpa. Osjetljiviji je na svjetlost te s vremenom brzo postaje krt i neelastičan. To se događa jer papir drvnog porijekla sadrži kemijski nestabilan spoj lignin koji se izlaganjem svjetlu razlaže stvarajući kisele komponente koje pak razgrađuju celulozu.⁴⁶

Spomenuti pad kvalitete knjižničari i arhivisti uočavaju već krajem 19. stoljeća, ali se zbog svoje niske cijene drvenjača u procesu proizvodnje papira održala sve do danas. Tako novinski papir sadrži i više od 80% drvenjače, ali se zato papir za novčanice u cijelosti izrađuje od lana i pamuka. Ovaj problem osobito je velik kada se radi o knjigama i dokumentima. Iznimno veliki broj knjiga i arhivske građe pisan je na papiru izrađenom od visokog postotka drvenjače. Ti se dokumenti u iznimno kratkom vremenu od oko 50 godina, doslovno mogu pretvoriti u prašinu. Osobito ako se čuvaju u lošim mikroklimatskim uvjetima, iako čak ni optimalni uvjeti ne mogu bitno produljiti trajnost papira dobivenog na spomenuti način.⁴⁷

⁴⁵ Černič Letnar, 2004., str. 48.

⁴⁶ Dubravka Pilipović, *Uzroci oštećenja papira*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 57.

⁴⁷ Tatjana Mušnjak, *Zaštita pisane baštine od kemijskih uzročnika oštećenja*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 64.

Trajnost papira određena je, dakle, vrstom sirovine, načinom proizvodnje (razgradnjom celuloze zbog načina pripreme pulpe, udjela dodataka, nečistoća iz sirovina, kakvoće vode) te uvjetima čuvanja (relativnom vlagom, toplinom, svjetlom i biološkim razvojem). Mehanizam starenja papira pod utjecajem je međusobnog djelovanja komponenti papira i tvari iz okoliša, a njegov utjecaj najbolje je vidljiv u gubitku mehaničke čvrstoće, kemijske stabilnosti i optičkih svojstava papira.⁴⁸

Preciznije rečeno, oštećenja papira rezultat su kemijskih reakcija, biorazgradnje, nepovoljnih uvjeta čuvanja i nepažljive upotrebe. Naime, kemijski gledano, papir je višekomponentni materijal. Kao što je već spomenuto, sastoji se od celuloznih vlakana dobivenih iz različitih izvora (lan, pamuk, drvena pulpa) te drugih dodataka kao što su keljiva, bojila i punila koji su potrebni za postizanje određenih svojstava. Taj sastav papira utječe na njegova fizikalna svojstva i brzinu starenja. Samo starenje i propadanje je fizikalno-kemijski proces koji se zbiva u svakom materijalu.

Uzroci starenja i propadanja mogu biti unutarnji, tj. oni koji djeluju iz samog materijala te vanjski, koji djeluju iz okoline u kojoj se materijal nalazi. Unutarnji uzroci starenja papira su kvaliteta sirovina, svojstva dodataka i nečistoće, a vanjski su vlaga, temperatura, onečišćenje i zračenje.⁴⁹ Isto tako, možemo ih podijeliti i prema vrsti djelovanja na fizikalne, kemijske, biološke i mehaničke uzroke. Fizikalni bi u tom slučaju bili djelovanje temperature, vlage, zračenja (svjetlost i toplina), kemijski zagađenje zraka i djelovanje kiselina, dok su biološki djelovanje različitih organizama kao što su bakterije, plijesni, gljivice, kukci i glodavci, a mehanički različite ogrebotine, pukotine, lomovi, rupe, dijelovi koji nedostaju i dr.

Naravno, niti jedan od spomenutih uzroka propadanja u pravilu ne dolazi samostalno. Tako, primjerice, štetno djelovanje vlage uvijek dolazi u kombinaciji s biološkim rastom ili pak djelovanje kiselina iz materijala uzrokuje krtost papira, a ona pospješuje nastanak mehaničkih oštećenja. Svaki je slučaj zaštite, iz tog razloga, jedinstven pa je za uspješnu zaštitu ključno da svi uzroci propadanja budu ispravno identificirani i istraženi kako bi mogli biti svedeni na što je moguće manju mjeru.

⁴⁸ Černič Letnar, 2004., str. 51.

⁴⁹ Pilipović, 2004., str. 55.

4.1. Fizikalni uzroci propadanja

4.1.1. Temperatura

Prije svega, potrebno je razgraničiti pojmove *toplina* i *temperatura*. Toplina je energija (izražava se u mjernoj jedinici džul (J)) povezana s gibanjem čestica tvari te prelazi s jednog tijela na drugo kako bi se njihove temperature izjednačile, odnosno kako bi se postigla toplinska ravnoteža.⁵⁰ Temperatura je pak stupanj topline nekog tijela ili okoline. U zaštiti baštine ona je bitna iz nekoliko razloga. Promjenom temperature prema višim vrijednostima materijal ekspandira, dok se na nižim vrijednostima skuplja. Na taj način promjene temperature stvaraju stresove koji mogu uzrokovati štetu na materijalu.⁵¹

Također je karakteristično da se porastom temperature ubrzavaju kemijske reakcije. Tako će, na primjer, papir zagrijavanjem burnije oksidirati, a na određenoj temperaturi će i planuti.⁵² Poznato je i da se brzina kemijskih reakcija udvostručava svakim porastom temperature za 10 °C. Na temelju te činjenice moguće je simulirati starenje materijala što se za proučavanje svojstava papira pokazalo vrlo korisnim. Naime, u laboratorijskim uvjetima izlaganje papira tri dana temperaturi od 100 °C odgovara približno vremenu od dvadeset godina prirodnog starenja. Toplinska razgradnja podrazumijeva apsorpciju toplinske energije u biljnom materijalu. Toplina, prisutna vlaga, energijske veze i ostali čimbenici utječu na stupanj toplinske oksidacije. Lignin, kao što ćemo nešto kasnije vidjeti, lako oksidira pod utjecajem UV svjetlosti, a povišena temperatura ubrzava oksidaciju. U prisutnosti topline mnoga mehanička i kemijska svojstva papira ubrzano slabe. Razgradnja je mnogo brža pri visokim temperaturama, a ovisi i o sadržaju vlage, dužini izlaganja, toplini i volumenu papira koji je bio izložen visokoj temperaturi. Najprije se razgrađuje lignin, ali sporije od ostalih komponenti. Hemiceluloze su termalno stabilnije, dok razgradnja celuloze počinje na višim temperaturama. Pod utjecajem topline celuloza se može isušiti te postaje kruta i lomljiva. Zbog toga visoke temperature uzrokuju sušenje i lomljivost papira te on postaje žut. Sve su ovo učinci koji se događaju u prirodnom procesu starenja pa nam spomenuti testovi na malom uzorku papira mogu pomoći u predviđanju što će se dogoditi s određenim papirom nakon određenog vremenskog perioda.⁵³

⁵⁰ Vjera Lopac, Znanstveno nazivlje u fizici, 3. Fizika i svakodnevni govor: toplina i temperatura http://eskola.hfd.hr/nazivlje/toplina_temperatura.htm, 15.05.2014.

⁵¹ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 29.

⁵² *ibid.*

⁵³ Pilipović, 2004., str. 55.

4.1.2. Vlaga

Vlaga je voda koja se u plinovitom stanju nalazi u zraku u različitim količinama. Dvije su mogućnosti izražavanja količine vodene pare u zraku. Apsolutna vlaga je količina vodene pare u zraku izražena u g/m^3 . S druge strane, relativna vlaga predstavlja postotak kao odnos stvarne i najveće količine vodene pare koju zrak može primiti na određenoj temperaturi. Iznos relativne vlage, dakle, ovisi o temperaturi pa se ta dva čimbenika uvijek treba promatrati zajedno.⁵⁴ Opće je poznato da topliji zrak može nositi više vode od hladnoga. Točnije, zrak temperature 25°C može maksimalno sadržavati 24 g/m^3 apsolutne vlage (tada je dakle relativna vlaga = 100%), a zrak temperature 10°C može sadržavati najviše 9 g/m^3 .⁵⁵

Papir je higroskopan materijal, tj. vlaga se u njemu povećava ili smanjuje ovisno o količini vlage u okolnom zraku. Prisutnost vlage u papiru usko je vezana uz njegove karakteristike jer je voda element povezivanja molekula celuloze u listu papira. Krutost, čvrstoća i elastičnost, sposobnost savijanja i glatkoća neka su od svojstava koja su izravno povezana sa sadržajem vode u papiru. Stoga je iznimno bitno da relativna vlaga u zraku bude konstantna i na odgovarajućoj razini, ni preniska, a niti previsoka.⁵⁶

Ukoliko je relativna vlaga u zraku preniska, papir gubi vodu, fizički se steže i suši. Pri tome on postaje krt, odnosno manje elastičan pa se rukovanjem lakše oštećuje (Slika 16.). Osim toga, gubitak vode iz papira je trajan, odnosno ako u nekom trenutku papir izgubi određenu količinu vode nikada ju više neće moći ponovno apsorbirati kako bi vratio svoju elastičnost. S druge strane, previsoka razina relativne vlage potiče i ubrzava kemijske reakcije te uzrokuje fizičke promjene kao što je primjerice bubrenje. Također, relativna vlaga veća od 70% povećava biološku aktivnost i potiče razvoj bakterija, plijesni, gljivica i



Slika 16. *Northampton Grand National Steeph*, 1840., graver Geo Hunt; oštećenja uzrokovana krtosti papirnog nositelja, poderotine i nedostajući dijelovi (prema: Dragojević, Laszlo, 2010.)

⁵⁴ Pilipović, 2004., str. 56.

⁵⁵ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 30.

⁵⁶ Černič Letnar, 2004., str. 50.

insekata, o čemu će kasnije biti govora. Nagle promjene relativne vlage, pak, uzrokuju stres materijala zbog stalnog stezanja i rastezanja, što je posebno problematično za sadržaj na papiru jer se u pravilu tinta i papir stežu i rastežu različitim intenzitetom pa dolazi do odvajanja i oštećenja prikaza.⁵⁷

4.1.3. Zračenja – svjetlost i toplina

Papir, tinte, sredstva za bojenje i pigmenti osjetljivi su na svjetlost. Pod utjecajem svjetlosti papir može požutjeti, blijedjeti ili tamniti. Svjetlost oslabljuje i cijepa celulozna vlakna, može uzrokovati blijedeње ili promjenu boje tinte i pigmenata te može potaknuti štetne kemijske reakcije.⁵⁸

Uzrok tome je činjenica da je svjetlost zapravo oblik elektromagnetske energije koji nazivamo zračenjem. Ono se dijeli na vidljivo i nevidljivo zračenje, odnosno vidljivu i nevidljivu svjetlost. Vidljiva svjetlost nalazi se otprilike u središtu elektromagnetskog spektra, dok se s jedne strane nalazi infracrvena (IR), a s druge ultraljubičasta (UV) svjetlost, odnosno zračenje. Izraženo u iznosima valnih duljina vidljiva svjetlost nalazi se na valnim duljinama između 400 i 760 nm, ultraljubičasta na valnim duljinama kraćim od 400 nm, a infracrvena na dužim od 760 nm.⁵⁹

Štetne kemijske reakcije koje su izazvane djelovanjem svjetlosti nazivaju se fotokemijska razgradnja, odnosno fotooksidacija. UV zračenje najštetniji je oblik zračenja. S obzirom da je ono elektromagnetsko zračenje kraćih valnih duljina, zrači više energije koja je dovoljna za dostizanje i prelazak tzv. energije aktivacije za mnoge molekule unutar predmeta na papiru. Vidljivo te IR zračenje također uzrokuju razgradnju papira, ali s obzirom da su njihove valne duljine veće, a energija koju sadrže niža, nemaju tako velik kapacitet za dostizanje energije potrebne za aktivaciju molekula. IR zračenje, s druge strane, uzrokuje zagrijavanje pa na taj način ubrzava štetne kemijske reakcije te uzrokuje gubitak vode, odnosno dehidraciju pri čemu papir gubi elastičnost i postaje krhak (Slika 16.).⁶⁰

Sve valne duljine svjetlosti prvenstveno utječu na celulozu, ali i na druge komponente papira kao što su hemiceluloze, lignin, razna punila i ljepila, razna crnila i pigmenti te fotografske emulzije. Taj proces ovisi o raznim čimbenicima, primjerice o porijeklu (sastavu)

⁵⁷ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 31.

⁵⁸ Pilipović, 2004., str. 55.

⁵⁹ Jelena Piasevoli, *Zaštita papira od štetnoga djelovanja svjetla*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 69

⁶⁰ Piasevoli, 2004., str. 70-71.

papira, stanju očuvanosti papira, valnoj duljini i intenzitetu svjetlosti, količini prisutnog kisika, toplini, sadržaju vlage u materijalu, prisutnosti katalizatora (npr. metala u tragovima) itd. te je svaki slučaj zaštite jedinstven i u tom pogledu osjetljivosti na zračenje. Ipak, svima je zajedničko da je svako izlaganje svjetlosti, čak i kratkotrajno, štetno, a oštećenja su kumulativna i nepovratna pa je iznimno bitno, osobito kod najosjetljivijih grafika, pomno planirati količinu i trajanje izloženosti svjetlu, odnosno elektromagnetskom zračenju.⁶¹

4.2. Kiselost papira i kemijski uzroci propadanja

Većina uzroka propadanja papira može se zapravo svrstati u kemijska, izuzevši čisto mehanička kao što su poderotine i slično. Vlaga i toplina potiču različite kemijske reakcije koje se bez njih ne bi mogle odvijati; svjetlost uzrokuje promjene kako papira, tako i tinte; biološki uzroci propadanja, kao što su bakterije, plijesni ili kukci, produktima svog metabolizma razgrađuju sastojke papira pri čemu nastaju spojevi koje koriste za hranu; dok glodavci svojom mokraćom također kemijski oštećuju papir.⁶²

Ipak, kada se govori o kemijskim uzrocima propadanja u užem smislu uglavnom se misli na vanjske utjecaje iz zagađenog zraka te na kemijske reakcije unutar samog papira koje nastaju kao rezultat interakcije različitih komponenata koje se koriste u procesu proizvodnje papira, a u pravilu rezultiraju nastankom kiselina koje cijepaju lance molekule celuloze. Osobito je, kao što smo vidjeli, na te promjene osjetljiv papir nastao industrijskim procesom od druge polovice 19. stoljeća, kada je u postupak proizvodnje papira uključena drvenjača i različite kemikalije za koje se s vremenom pokazalo da su, u kombinaciji s vlagom i temperaturom, vrlo štetne za integritet papira. Ako papir sadrži kiseline, on vrlo brzo, nakon samo nekoliko desetljeća, postaje krhak, krt i lomljiv te gotovo neupotrebljiv.⁶³

⁶¹Piasevoli, 2004., str. 71.

⁶²Tatjana Mušnjak, *Zaštita pisane baštine od kemijskih uzročnika oštećenja*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004, str. 61-67.

⁶³Dragojević, Laszlo, 2010., str. 62.

4.2.1. Zagađenje zraka

Veliki dio kemijskih uzroka propadanja dolazi iz onečišćenog zraka, no nisu sve tvari iz onečišćenog zraka štetne za baštinu na papiru. Tako na primjer ugljikov dioksid i ugljikov monoksid više štete čovjeku i drugim živim bićima nego umjetninama na papiru pa se oni čak koriste i kao osnovni sastojci nekih kemijskih sredstava za dezinfekciju. Kisik u zraku mnogo je opasniji i štetniji za papir jer uzrokuje oksidaciju celuloze koja je temeljni sastojak papira.

Najveću opasnost u zraku za umjetnine na papiru predstavljaju sumporni i dušikovi oksidi, klor, vodikov peroksid i sumporovodik. Oni uzrokuju različite oksidacijske i redukcijske reakcije koje pospješuje prisutnost vlage i temperature zraka, kao i drugih katalizatora koji se vrlo često nalaze i u samom materijalu. Najčešće su to željezo i bakar kao osnovni sastojci crnila i pigmenata. Sumporni dioksid, primjerice, uzrokuje vrlo teška kemijska oštećenja. On reagira s kisikom i vlagom u zraku pri čemu nastaje vrlo jaka sumporna kiselina koja uzrokuje cijepanje glikozidnih veza u molekuli celuloze. Rezultat te reakcije je skraćivanje celuloznih vlakana zbog čega papir dobiva sve lošija mehanička svojstva.⁶⁴

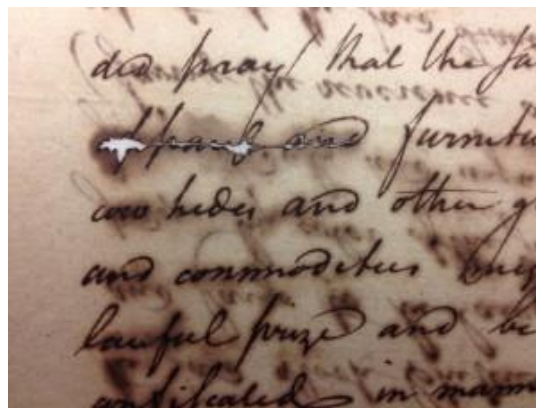
Dušikovi oksidi najčešće dolaze kao dio ispušnih plinova automobila. Oni su također oksidansi te reagiraju s celulozom, a njihove se reakcije ubrzavaju pod utjecajem Sunčeve svjetlosti i topline. Također, dušikov dioksid u prisutnosti dovoljne količine vode stvara dušičnu kiselinu koja oksidacijom znatno smanjuje duljinu lanca celuloze te na taj način, slično kao sumporna kiselina, pogoršava mehanička svojstva papira. Osim iz ispušnih plinova, dušikovi oksidi mogu u atmosferu spremišta doći i razgradnjom nitroceluloznih filmova ili fotografskih emulzija na bazi kolodija pa je zato ključno da se umjetnine na papiru ne čuvaju u istom prostoru s takvim materijalima.⁶⁵

⁶⁴ Mušnjak, 2004, str. 62.

⁶⁵ *ibid.*

4.2.2. Tinte

Osim onečišćenja iz zraka kiselost papira mogu uzrokovati i tinte. Brojna baština i dokumenti na papiru oštećeni su zbog djelovanja željezno-galne tinte (Slika 19.). Ta su oštećenja rezultat kompleksne kombinacije različitih procesa te još uvijek nisu u potpunosti objašnjena. Te reakcije između tinti i podloge na kojoj je pisano strogo su određene uvjetima okoliša u kojem se predmet čuva, osobito toplinom i vlagom. Ako je podloga papir, veliki utjecaj imaju i ljepila te anorganska punila od kojih je on izrađen. Željezo u tinti, zajedno s elementima u tragovima kao što su bakar, cink i sl., oksidacijski djeluju na celulozu, a kiselo okruženje ubrzava reakcije razgradnje. Iz tog razloga sama neutralizacija nije dovoljna, nego je potrebno ukloniti topive metalne ione iz strukture papira ili ih prevesti u kemijski inertne tvari.⁶⁶



Slika 17. Oštećenja na dokumentu iz 19. stoljeća uzrokovana djelovanjem željezno-galne tinte

4.2.3. Uzroci propadanja uzrokovani kvalitetom materijala i proizvodnim procesom

Jednako kao i u svakom materijalu u prirodi, i u papiru se od trenutka njegovog nastanka počinju događati različite reakcije. Te se promjene nazivaju prirodnim starenjem. Trajnost materijala pri tome je obrnuto proporcionalna brzini odvijanja tih reakcija. Dakle, što je brzina reakcija manja, trajnost materijala je veća i obrnuto. Papir 'starenjem' postupno mijenja boju, gubi mehaničku čvrstoću, tj. postaje krhak i lomljiv, a može se i potpuno raspasti. Crnila i drugi pigmenti na papiru postupno blijede i mogu s vremenom čak i potpuno nestati. Starenje je, dakle, prirodni proces koji se uvijek zbiva u svakom materijalu. Ono što se mijenja i može se kontrolirati jest brzina tog procesa. Ta brzina ovisi o svojstvima i strukturi materijala, svojstvima sirovina od kojih je izrađen te o uvjetima u kojima se čuva.⁶⁷

Loša izrada i upotreba nekvalitetnih sirovina uzrokuje najteža oštećenja te se ona iznimno teško mogu spriječiti, a često je slučaj da je zbog nekvalitetne izrade potpuno

⁶⁶ Pilipović, 2004, str. 56.

⁶⁷ Mušnjak, 2004, str.63.

nemoguće zaustaviti ubrzano propadanje materijala. Jedan od glavnih spojeva koji nastaje u proizvodnom procesu papira te kasnije negativno djeluje iz dobivene strukture papira, jest lignin. To je smjesa polimera iz drveta čiju osnovu čine pojedini spojevi koji su obojeni ili u daljnjim reakcijama daju obojene spojeve te se pod utjecajem svjetla, topline i kisika dalje razgrađuju i stvaraju kisele komponente. To je jedan od razloga zašto papir koji sadrži lignin relativno brzo žuti i raspada se.

Iz proizvodnog procesa kvalitetu papira može utjecati i izbor ljepila. Poznato je da su ljepila na bazi kolofonija i aluna znatno ubrzala postupak proizvodnje papira, ali istodobno su i smanjila njegovu kvalitetu. Razlog tome je što se iz tih ljepila već u procesu proizvodnje oslobađa sumporna kiselina koja ubrzava razgradnju svih ostalih sastojaka papira, a i sam kolofonij pod utjecajem svjetla s vremenom tamni.⁶⁸

4.3. Biološki uzroci propadanja

Oštećenja biološkog porijekla uzrokuju organizmi kao što su plijesni, gljivice, bakterije, kukci, ptice i glodavci. Intenzitet njihovog razvoja ovisi o pH vrijednosti, organskom sadržaju, temperaturi, vlazi i atmosferskim uvjetima. Za heterotrofne mikroorganizme ključan je čimbenik količina prisutne organske tvari, odnosno hrane. Neki mikroorganizmi trebaju relativno visoke koncentracije organske tvari, dok drugi rastu pri relativno niskim koncentracijama. Za rast mikroorganizama ključna je također i temperatura. Točnije, nakon određenog minimuma temperature razvoj mikroorganizama nije moguć. Relativna vlažnost također igra veliku ulogu u razvoju mikroorganizama. Optimalne vrijednosti za njihov rast iznose između 60 i 90%, ako su oni aerobni. Iz tog razloga, uvjeti relativne vlažnosti manji od 60% omogućavaju kontroliranje gljivica i bakterija.⁶⁹

4.3.1. Bakterije

Bakterije su najniža vrsta biljnih organizama. Mogu se podijeliti u tri grupe, ovisno o temperaturi na kojoj mogu rasti. To su psihrofilne (-5 do 30°C; optimalno 10 do 20°C), mezofilne (10 do 40°C; optimalno 20 do 40°C) te termofilne 25 do 80°C, optimalno 50 do 60°C). Neke vrste bakterija mogu živjeti kako u aerobnim, tako i u anaerobnim uvjetima, dok

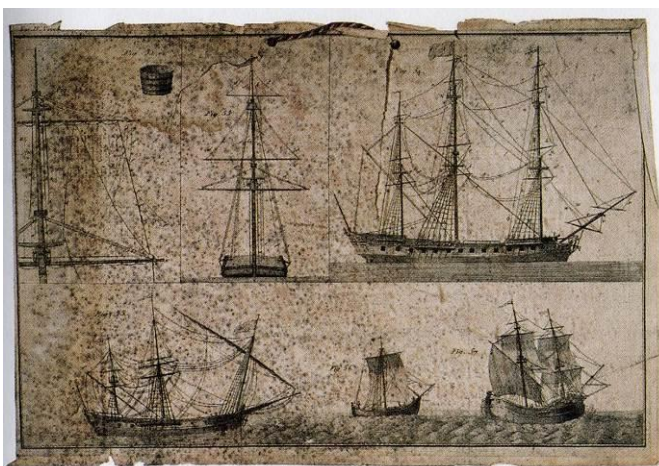
⁶⁸ Mušnjak, 2004, str. 63-64.

⁶⁹ Pilipović, 2004, str. 57.

su neke ograničene samo na aerobne ili samo na anaerobne uvjete. Štetu na papiru uzrokuju na način da razgrađuju celulozu uz pomoć enzima i mnoge od njih proizvode celulolitičke enzime. Kemijski procesi razgradnje manifestiraju se kidanjem glikozidnih veza polimera. Celuloza se tako razgrađuje do glukoze kojom se koriste za prehranu. Najčešća vrsta bakterija na papiru je *Spirochaeta cytophaga*.⁷⁰

4.3.2. Plijesni i gljivice

U nekontroliranim uvjetima vlage i temperature papir napadaju plijesni i gljivice. S obzirom da se spore plijesni nalaze svuda i u svakom trenutku, one u povoljnim uvjetima počinju rasti, a produkte svog metabolizma izlučuju na papir. Kao posljedica na papiru se stvaraju mrlje te on počinje slabiti (Slika 18.). Rast ovisi o izvoru hrane na papiru i uvjetima okoliša. Prisutnost plijesni na papiru



Slika 18. Prikaz jedrenjaka; male tamne mrlje uzrokovane djelovanjem mikroorganizama (prema Dragojević, Laszlo, 2010.)

manifestira se kao razni oblici obojenja uvjetovanih bojom samih plijesni ili produkata njihovog metabolizma. Obojenja također mogu biti povezana i s ionima metala, najčešće bakra, cinka i željeza te mogu biti zelenih, ružičastih, purpurnih, smeđih, crnih i crvenih nijansi (Slika 19.).

Plijesni mogu preživjeti na temperaturama od -10 do 110°C, a kada govorimo o uvjetima relativne vlažnosti, rijetke vrste preživljavaju na manje od 60%, no većini je za razvoj potrebno više od 70% relativne vlažnosti. Ako je relativna vlažnost zraka manja od 60% plijesni i spore bit će neaktivne sve dok ponovo ne dobiju povoljne uvjete. Naime, nikada nije moguće spriječiti infekciju sporama plijesni pa je jedini način za sprječavanje njihove aktivnosti kontrola mikroklimatskih uvjeta u prostorima gdje se čuvaju osjetljivi predmeti. Manje vlage trebaju vrste *Penicillium* i *Aspergillus*, no one samo napadaju ljepljivo u papiru, a ne i vlakna. Vrste koje trebaju više vlage razgrađuju i celulozu. To su uglavnom vrste roda *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Stachybotrys* i *Stemphylium*.⁷¹

⁷⁰ Pilipović, 2004, str. 57.

⁷¹ *ibid.*

Rast plijesni također ovisi i o kiselosti papira. Nekim vrstama odgovara kisela, nekim neutralna, a nekim pak lužnata sredina, no većini odgovara pH manji od 7. Papir proizveden od starih krpa (oko 50%) najpogodniji je za rast mikroorganizama. Takav papir se, kao što



Slika 19. W. Stiassny: *Grundriss Des Zweiten Stokwerkes*; mrlje nastale djelovanjem mikroorganizama (prema Dragojević, Laszlo, 2010.)

smo već spomenuli, najčešće proizvodio prije sredine 19. stoljeća, a kao ljepilo se koristila želatina ili škrob koji su odlična hranjiva podloga za njihov razvoj. Ta ljepila nisu mijenjala strukturu biljnih vlakana papira, dok moderni papir iz drva nastaje korištenjem kiselina i lužina koje mijenjaju strukturu vlakana i čine ih manje pogodnim za rast plijesni.⁷²

4.3.3. Kukci

Kukci se dijele u skupine prema životnom ciklusu, obliku čahura, ličinki ili odraslih jedinki. Osnovni problem u zaštiti papira predstavljaju moljci (*Lepidoptera*), žohari (*Dictyoptera*), termiiti (*Isoptera*), mravi (*Hymnoptera*), srebrne ribice (*Thysanaura*) i knjiške uši (*Psocoptera*).

Knjiške uši vole vlažne prostore i predstavljaju najviše problema u zaštiti knjiga. One oštećuju površinu uveza, a njihova zgnječena tijela će zamrljati papir. Srebrna ribica (Slika 20. i 21.), pak, živi u vrlo vlažnim prostorima gdje je relativna vlažnost zraka iznosi od 75% do 80%. Hrani se mikroskopskim plijesnima, ljepilom i tintom na papiru, a osobito želatinom s fotografskih ploča. Žohari se skrivaju na toplim, vlažnim i mračnim mjestima te na papiru ostavljaju crne tragove. Moljci žive u neprozračenim prostorima i uništenim koricama knjiga.⁷³

⁷² Pilipović, 2004, str. 57-58.

⁷³ *ibid.*



Slika 20. Srebrna ribica



Slika 21. Oštećenje na grafici tipično za djelovanje srebrne ribice

Sve spomenute vrste najčešće ulaze kroz prozore i vrata iz okoliša. Često žive u baštinskim ustanovama bez uzrokovanja problema, sve dok ne dospiju u prostore spremišta. Nastanjuju se oko gnijezda ptica ili mrtvih životinja u teško dostupnim prostorima, a kada iskoriste izvor hrane rašire se po zgradi i u potrazi za novom hranom inficiraju građu. Zato je potrebno pregledavati spremišta, ali i sve mračne kuteve, pogotovo podrume i tavane. Najsigurniji znak infekcije pronalazak je čahura i odbačenih pokrova ličinki te pronalazak mrtvih kukaca, iako to može biti i ostatak stare infekcije. Na listovima papira od njihove aktivnosti mogu biti vidljivi i tragovi i produkti metabolizma.⁷⁴

4.3.4. Glodavci

Glodavci (miševi i štakori) uglavnom naseljavaju podrume i prostore starih zgrada s drvenim podovima. Miševi oštećuju papir na način da ga grizu kako bi od njega napravili gnijezda. Na papiru ostavljaju produkte metabolizma, a mogu pregristi električne vodove i uzrokovati požar. Također, nakon što uginu postaju izvor hrane za kukce (kornjaše i moljce). Štakori, pak, u zgradama traže hranu i sklonište te papir također glođu za gnijezda. Mogu i izgledati rupe u drvetu (vratima i prozorima) kako bi dobili prolaz do hrane, vode ili skloništa.⁷⁵

⁷⁴ Pilipović, 2004, str. 57-58.

⁷⁵ *ibid.*, str. 58.

4.4. Mehanički uzroci propadanja

U mehanička oštećenja se ubrajaju ogrebotine, pukotine, lomovi, rupe, dijelovi koji nedostaju, nabori, uvijanje, kalanje i udubine. Nastaju nepravilnim rukovanjem ili djelovanjem grubih čestica iz okoliša. Naime, na površini papira mogu se taložiti nečistoće ili one mogu biti odjednom nanesene tijekom raznih katastrofa. Grublje i veće čestice prašine mogu izazvati mehanička oštećenja. Prašina u depoima predstavlja ozbiljan problem i nikada se u potpunosti ne može ukloniti. Tipični sastojci prašine su tekstilna vlakna, prhut, drvena vlakna, mineralne čestice i dr. Najveći problem predstavljaju prostori u industrijskim središtima u čijoj atmosferi se nalazi veća koncentracija masnoća i kiselina. Također, sve vrste vlakana u prašini su hranjiva podloga za većinu kukaca koji oštećuju papir. Osim toga, prašina je higroskopna i sadrži vlagu potrebnu za metabolički i reproduktivni razvoj organizama. Glavni uzrok površinskih mehaničkih oštećenja su mineralne čestice. Ta oštećenja nastaju tijekom njihovog uklanjanja s površine, pri rukovanju gradivom i čišćenju. Mineralne čestice također sadrže veliku količinu kiselih soli i iona metala koji su katalizator fotokemijskih reakcija te hidrolize.⁷⁶

⁷⁶ Pilipović, 2004, str. 59.

5. METODE I TEHNIKE PREVENTIVNE ZAŠTITE ZBIRKI GRAFIKA

5.1. Kontrola mikroklimatskih uvjeta

Pod pojmom kontrole mikroklimatskih uvjeta podrazumijeva se regulacija temperature i relativne vlažnosti zraka u prostorima gdje se čuvaju predmeti. Kao što smo vidjeli u prošlom poglavlju loši uvjeti pohrane, kao što su neodgovarajuća ili oscilirajuća vlaga i temperatura, rezultiraju ubrzanim propadanjem papira kroz razne procese: od gubitka čvrstoće i elastičnosti kroz razne kemijske i fizikalne procese pa sve do razvoja bioloških organizama u slučaju previsoke temperature i relativne vlažnosti zraka.

Optimalni uvjeti još su uvijek predmet polemike stručnjaka. Kada se općenito govori o zaštiti muzejskih predmeta preporuča se temperatura zraka ugodna i za čovjeka, dakle između 20 i 22°C. Ipak, u slučaju papira odgovarajuća temperatura je nešto niža, između 17 i 19°C, ili po nekim autorima između 13 i 18°C⁷⁷, no u kraćem razdoblju prihvatljivi su i ovi opći iznosi. U svakom slučaju temperatura okoline nikada ne bi smjela prelaziti iznos od 24°C.⁷⁸

Spomenute temperature zapravo se temelje na kompromisu između potreba zaštite i osiguravanja atmosfere ugodne za ljude. Kod čuvanja na mjestima gdje nije potrebno ljudima osiguravati ugodnu atmosferu preporučaju se što niže temperature zraka jer one uvelike usporavaju procese starenja. Tako, primjerice, na temperaturi od -20°C ti procesi gotovo u potpunosti prestaju, a apsolutno se zaustavljaju na temperaturi od 0°K (-273.15 °C).⁷⁹ Ipak, s obzirom da je voda jedna od bitnih komponenti papira koja mu osigurava elastičnost, ne preporuča se čuvanje papira na temperaturama nižim od 0°C. Čuvanjem ispod granice zaleđivanja papir postaje krt i podložan pucanju pa ga je najbolje čuvati na temperaturi od oko 4°C.⁸⁰

Neodgovarajuća relativna vlažnost zraka općenito se smatra najvećim uzrokom degradacije velike većine umjetnina.⁸¹ Vidjeli smo na koje sve načine ona može djelovati na propadanje papira te je stoga ključno da, u prostorima gdje se čuva grafički materijal, ona bude strogo regulirana i sa što manjim oscilacijama. Srednja mjera koja se preporuča za čuvanje papira iznosi između 40 i 50% RV s mjesečnim oscilacijama koje nisu veće od ±5%⁸²

⁷⁷ Pilipović, 2004, str. 56.

⁷⁸ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 29.

⁷⁹ Denis Vokić, *Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki*, Zagreb, 2007., str. 15.

⁸⁰ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 30.

⁸¹ Kenneth J. Macleod, *Relative humidity : its importance, measurement, and control in museums*, Technical bulletin no. 1, Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1978, str. 1.

⁸² Dragojević, Laszlo, 2010, str. 31.

Relativna vlaga veća od 40%, dakle, održava elastičnost i čvrstoću papira, dok iznosi manji od 50% usporavaju razgradnju materijala i onemogućavaju razvoj bioloških organizama.

Ključno je također održavati razinu relativne vlage u zraku što konstantnijom. To se može postići jedino preciznom evaluacijom i regulacijom klimatskih uvjeta što podrazumijeva redovito mjerenje uvjeta i planirano korištenje uređaja za ovlaživanje/odvlaživanje ili pak, u krajnjem slučaju, ciklusa grijanja i provjetravanja. Velike oscilacije vlage mogu se kontrolirati i upotrebom higroskopskih materijala u prostoriji ili na spremniku gdje se čuvaju grafike.⁸³

5.1.1. Mjerenje temperature i relativne vlažnosti zraka

Relativna vlažnost zraka mjeri se instrumentom koji se naziva higrometar. Oni uglavnom dolaze u kombinaciji s termometrom pa se u tom slučaju nazivaju termohigrometar. Dostupne su mnoge vrste, a danas se najčešće koriste digitalne varijante. Najosnovnija vrsta je elektronički digitalni termohigrometar (Slika 22.). On stalno stoji u prostoriji i s njega se redovito treba očitavati iznos relativne vlage i temperature te se preporuča barem 2-3 puta dnevno bilježiti očitavanja u dnevnik. Postoje i pokretne varijante digitalnih termohigrometara koji se koriste u slučajevima kada nije moguće imati stalno montirane termohigrometre ili kada je potrebno izmjeriti vlagu i temperaturu na točno određenom mjestu u prostoriji.⁸⁴



Slika 22. Digitalni termohigrometar

Osim toga, postoje i uređaji koji sami bilježe spomenute iznose. Oni se nazivaju elektronički dataloggeri. Ti se uređaji programiraju da mjere i bilježe temperaturu i vlagu u određenim vremenskim intervalima tijekom nekoliko mjeseci i to bez ikakvih intervencija. Nakon nekog vremena priključuju se na računalo na kojem se mogu očitati svi podaci i zatim izrađivati grafovi i statistike.⁸⁵

⁸³ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 32.

⁸⁴ *ibid.* str. 33-34.

⁸⁵ *ibid.* str. 34.

5.1.2. Reguliranje temperature i relativne vlažnosti zraka

Kod reguliranja mikroklimatskih uvjeta najprije treba obratiti pažnju na stanje zgrade u kojoj se čuvaju grafike. Potrebno je pratiti kako se zgrada ponaša kroz godišnja doba i koliki je utjecaj vanjske temperature i vlage na uvjete u prostorijama. Primjerice, ako krov prokišnjava ili ako je u zidovima prisutna kapilarna vlaga, onda će vrlo teško biti regulirati mikroklimatske uvjete. Također, ako su zidovi tanki ili izrađeni od materijala koji dobro provodi toplinu (kao npr. beton), vanjska će temperatura u velikoj mjeri utjecati na unutrašnju te će zbog toga relativna vlažnost u prostoriji znatno oscilirati. U tim će slučajevima čak i najsloženiji sustavi imati poteškoće u održavanju stabilnih uvjeta.⁸⁶

Nakon što su do odgovarajuće mjere osigurana prihvatljiva izolacijska svojstva zgrade, može se planirati eventualna investicija u određene tehnologije za održavanje mikroklimatskih uvjeta. Najsloženija, najučinkovitija, ali i najskuplja od tih tehnologija su tzv. HVAC sustavi (*Heating, Ventilation and Air Conditioning System*). To je sustav grijanja, hlađenja i ventilacije s mogućnošću reguliranja vlage u zraku. Takav je sustav iznimno osjetljiv i njegova učinkovitost uvelike ovisi o stručnom održavanju, preciznom kalibriranju i aktivnom praćenju mjernih instrumenata. Ukoliko neki od elemenata sustava ne funkcionira pravilno, on može izazvati i negativne učinke te se mogu javiti i situacije u kojima bi bilo manje štetno da sustav uopće ne radi. Ipak, ako se konstantno prate vrijednosti relativne vlage, precizno kalibriraju higrometri te se kvalitetno održava sustav, on može biti iznimno učinkovita pomoć u rješavanju problema održavanja mikroklimatskih uvjeta.⁸⁷

Druga mogućnost regulacije relativne vlažnosti u zraku su samostojeći uređaji koji dodaju ili skupljaju vlagu iz zraka – ovlaživači i odvlaživači. Ovlaživači (Slika 23.) su uređaji koji povišuju relativnu vlažnost dodavanjem vlage u zrak, odnosno podizanjem apsolutne vlažnosti zraka. Oni se najčešće koriste zimi kako bi poništili pad relativne vlažnosti uzrokovan grijanjem prostorije pa se najčešće postavljaju u blizini radijatora te se uključuju po potrebi, ovisno o očitanjima na higrometru. Dvije su vrste samostojećih ovlaživača: oni koji izbacuju toplu vodenu paru te oni koji vlaže zrak vlagom sobne temperature. Prva vrsta u kratkom vremenskom razdoblju izbacuje relativno veliku količinu vlage u obliku vidljive pare. Oni su jeftiniji i koriste se uglavnom u stanovima i medicinskim ustanovama te nisu

⁸⁶ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 36.

⁸⁷ Vokić, 2007, str. 40.

pogodni za muzejske prostore jer uzrokuju velike oscilacije.⁸⁸ Koriste se jedino u slučaju kada u nekoj prostoriji iz nekog razloga treba vrlo brzo podići relativnu vlažnost zraka.⁸⁹

Ovlaživači koji vlaže zrak vlagom sobne temperature dijele se još na atomizacijske i hladno evaporirajuće. Atomizacijski puštaju vodu na brzo rotirajuće lopatice koje razbijaju kapljice u fine čestice koje onda izlijeću iz uređaja. Takvi uređaji nemaju filtere pa se treba koristiti destilirana voda. Oni se također više ne preporučuju za muzejske prostore. Jedni ovlaživači koji se preporučuju za muzeje su hladno evaporirajući. Oni funkcioniraju na način da se u njima voda nalazi u spremniku u donjem dijelu uređaja. Veliki kotač sa spužvastim pojasom vrti se tako da je donjim dijelom konstantno umočen u spremnik s vodom, a ventilator stvara zračnu struju koja preko kotača prenosi vlažan zrak u prostoriju. Kod takvih uređaja vrlo je bitno da se redovito čiste jer se u njima često stvaraju mikroorganizmi, iako najnovije generacije uređaja već koriste tehnologije kao što su ioniziranje vode ili interno UV zračenje, koji sprječavaju razvoj mikroorganizama.⁹⁰



Slika 23. Ovlaživač zraka

Odvlaživači su pak uređaji koji se najčešće koriste ljeti u prostorima u kojima je unutrašnja temperatura znatno niža od vanjske pa ulazak toplog zraka izvana hlađenjem izaziva velik rast relativne vlažnosti u prostoriji. Oni se također dijele na dvije vrste. Prva vrsta za upijanje vlage koristi higroskopne soli koje se nalaze u bubnju koji se polako vrti. S jedne strane kruga soli vuku vlagu iz zraka, a na drugom se nalazi fen koji toplim zrakom suši soli i ispuhuje suhi zrak u prostoriju. Druga, pak, vrsta usisava zrak iz prostorije preko ploha ispunjenih rashladnim plinom te se on hladi ispod točke zasićenja pa se vlaga kondenzira i cijedi u kapljicama. Zrak se zatim ponovo grije na način da se ispuhuje preko toplih rešetki uređaja, ali on sada sadrži bitno manju količinu vlage.⁹¹

⁸⁸ Vokić, 2007., str. 42.

⁸⁹ John M.A. Thompson, ur., *Manual of Curatorship: A Guide to Museum Practice*, Butterworth-Heinemann, str. 197.

⁹⁰ Vokić, 2007, str. 44.

⁹¹ *ibid.*, str. 45.

5.1.2.1. Ostali čimbenici koji usporavaju i umanjuju promjene mikroklimatskih uvjeta

U slučaju nagle promjene relativne vlažnosti zraka vlaga se izvlači (ili upija) iz svih higroskopnih materijala u prostoru jer oni teže ravnoteži sadržaja vlage sa zrakom. Dakle, ako u prostoriji nema nikakvih drugih higroskopnih materijala sve promjene u vlažnosti na sebe preuzimaju grafike (ili druge higroskopne umjetnine), no ako se u prostoriji nalazi neki drugi higroskopni materijal kao što je, primjerice, nelakirano meko drvo, tekstil ili drugi 'moderni' papirnati predmeti, umjetnine na papiru se rasterećuju i oscilacije vlage u njima će biti mnogo manje. Ipak, najučinkovitiji higroskopni materijal, oblikovan upravo za tu svrhu, jest tzv. *silica gel*. To je tvar koja ima izrazito svojstvo upijanja i/ili otpuštanja vlage iz zraka. Koristi se za kontroliranje relativne vlažnosti u vitrinama, spremnicima ili mikroklimatskim komorama, ali njime ipak nije moguće kontrolirati vlagu u prostorijama.⁹² Kod njega je najbitnije da je on ispravno kondicioniran. Naime, *silica gel* je moguće 'kalibrirati' da održava određenu količinu vlage pa će prema tome upijati ili ispuštati vlagu. Ako je kondicioniran na neki nepoželjni iznos vlage, može prouzročiti znatnu štetu, no ukoliko je pravilno kondicioniran, on može vrlo učinkovito svesti oscilacije vlage na minimum.⁹³

Također je bitno da se grafike kod izlaganja nikada ne naslanjaju na vanjske zidove, jer su oni pod najvećim utjecajem vanjskih uvjeta. Problemi se najčešće događaju u slučaju grijanja prostorije jer se umjetno zagrijani zrak hladi od vanjskih zidova. Pri tome se vlaga iz zagrijanog i ovlaženog zraka počne najprije kondenzirati na najhladnijem (vanjskom) zidu te na predmetima (slikama, vitrinama i sl.) koji su na njega naslonjeni pa su na tim mjestima oscilacije relativne vlažnosti najveće.⁹⁴

Osim toga treba obratiti pažnju da izvori svjetlosti nikada ne budu unutar vitrine ili spremnika u kojem se čuva grafika. Kao što je već bilo naglašeno, najveća većina izvora svjetlosti, između ostaloga, uzrokuje i zagrijavanje, a s time i dehidraciju zraka i predmeta u vitrini. Uz to ciklusi paljenja i gašenja rasvjete uzrokuju oscilaciju temperature, a s time i oscilaciju relativne vlažnosti.⁹⁵

⁹² Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite slika*, MDC, Zagreb, 2006., str. 21.

⁹³ *ibid.*, str. 82.

⁹⁴ Vokić, 2007., str. 54.

⁹⁵ *ibid.*, str. 56.

5.2. Zaštita od svjetlosnog zračenja

U prošlom smo poglavlju vidjeli da je svjetlost oblik elektromagnetske energije koja ubrzava kemijske reakcije te na taj način iznimno negativno utječe na grafike uzrokujući ubrzano propadanje, kako papira, tako i većine vrsta tinti. Osobito je opasan ultraljubičasti dio spektra, no ostali dijelovi spektra također uzrokuju ubrzane promjene. Zato, kada se govori o zaštiti grafika od negativnog utjecaja svjetlosti, najbolji je pristup čuvanje umjetnina u potpunom mraku. Naravno, ispunjavanje dvije od tri temeljne muzeološke funkcije (istraživanje i komunikacija)⁹⁶ u tom trenutku postaje nemoguće. Iz tog razloga potrebno je pronaći kompromis između potreba zaštite te potreba izlaganja i istraživanja. Kako bi se to što učinkovitije postiglo ključno je planirati što kraće i manje izlaganje svjetlosti.

5.2.1. Mjerenje svjetlosnog zračenja

Prilikom provođenja mjera preventivne zaštite od svjetlosnog zračenja iznimno je bitno definirati kojoj količini svjetlosnog zračenja je izložena grafika. Mjerene vidljive svjetlosti se izvodi svjetlomjerom (Slika 24.), a rezultat se izražava mjernom jedinicom luks. Luks se definira kao lumen⁹⁷ po metru kvadratnom pa je zato mjerenje neovisno o veličini



Slika 24. Svjetlomjer

predmeta. Mjerenje se izvodi na način da se senzor svjetlomjera postavi na mjesto na kojem se želi izmjeriti jačina svjetlosti, primjerice blizu površine predmeta na izložbi, na način da svjetlost na njega pada kao i na predmet.⁹⁸ Za umjetnine na papiru preporuča se izlaganje na najviše 50-55 luksa te ni u kojem slučaju papir ne bi smio biti izložen jačem intenzitetu vidljive svjetlosti. Također, s obzirom da je šteta od utjecaja svjetlosnog zračenja kumulativna⁹⁹, potrebno je obratiti pažnju na vrijeme izloženosti. Umjetnina na papiru godišnje smije primiti najviše 45 000 luks-sati¹⁰⁰. Konkretno,

⁹⁶ Treća je, naravno, zaštita.

⁹⁷ Lumen je mjerna jedinica za svjetlosni tok (luminacijski fluks), odnosno svjetlost koja dolazi do izvora kao neprekidni tok energije.

⁹⁸ Piasevoli, 2004, str. 70.

⁹⁹ Odnosno niska razina svjetlosti u slučaju duge izloženosti jednako može oštetiti osjetljivi materijal kao i kratka izloženost određenoj visokoj razini

¹⁰⁰ Luks-sat je izloženost umjetnine svjetlu od 1 luksa tijekom 1 sata.

pri intenzitetu svjetlosti od 50 luksa, umjetnina na papiru smije biti izložena 90 dana po 10 sati ili 180 dana po 5 sati itd.¹⁰¹

Količina UV zračenja emitiranog iz određenog izvora svjetlosti mjeri se određivanjem udjela tog zračenja u ukupnom svjetlosnom toku. Uređaj koji mjeri tu količinu naziva se UV metar, a mjerna jedinica kojom se ona izražava jest mikrovat po lumenu ($\mu\text{W}/\text{lm}$). Različiti izvori svjetlosti emitiraju različite količine UV zračenja. Tako, na primjer, obična električna žarulja emitira $75 \mu\text{W}/\text{lm}$, fluorescentne žarulje emitiraju $80\text{-}250 \mu\text{W}/\text{lm}$, a Sunčeva svjetlost oko $400 \mu\text{W}/\text{lm}$. UV zračenje u potpunosti bi trebalo biti eliminirano, no količina UV zračenja koju emitira obična električna žarulja obično se uzima za maksimalnu dopuštenu količinu UV zračenja, dok je za svaki drugi izvor koji emitira više potreban UV filter.¹⁰²

5.2.2. Metode preventivne zaštite od svjetlosnog zračenja

Različiti su načini za postizanje optimalnog kompromisa između potreba zaštite i potreba izlaganja. U svakom slučaju, preporučljivo je u potpunosti eliminirati dnevnu svjetlost u prostoru gdje se čuvaju ili izlažu grafike te isključivo koristiti umjetnu rasvjetu. Najjednostavnije metode zaštite podrazumijevaju pokrivanje grafika neprozirnim zastorima, gašenje svjetla kada nema posjetitelja (po mogućnosti instalacijom timera ili senzora za pokret), izbjegavanje bljeskalica kod fotografiranja, izbjegavanje fotokopiranja te, u pojedinim slučajevima, izlaganje kopija umjesto originalne umjetnine.¹⁰³

Posebnu pažnju potrebno je obratiti na eliminaciju UV zračenja. To je moguće postići i filtracijom. Ona se u većini slučajeva obavlja propuštanjem svjetla kroz materijal koji propušta vidljivo zračenje, a apsorbira određenu količinu UV zračenja. Tako se, primjerice, na prozore stavljaju folije koje apsorbiraju Sunčevo UV zračenje (Slika 25.). Obično su to samoljepljive acetatne folije ili samostojeći panoi (akrilni filtri). Ipak, vrlo mali broj filtera apsorbira svo UV zračenje. Većina ih



Slika 25. Folija koja apsorbira UV zračenje

¹⁰¹ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 42.

¹⁰² Piasevoli, 2004, str. 70.

¹⁰³ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 42.

osigurava zaštitu od 98%. Također, svim UV filterima s vremenom pada učinkovitost. Svoja apsorpcijska svojstva uglavnom počnu gubiti u razdoblju između 5 i 15 godina, ovisno o sastavu i jačini UV zračenja kojoj su izloženi. Zato postavljanje UV filtera na prozore nije trajno rješenje, nego je uvijek potrebno s vremena na vrijeme provjeravati razinu UV zračenja koja ulazi u prostoriju.¹⁰⁴

Druga negativna strana plastičnih UV filtera na staklima jest njihova estetska specifičnost. Naime, mnoge takve folije imaju metalni odsjaj ili su vrlo tamne (Slika 25.) pa mogu biti neprikladne za korištenje na povijesnim zgradama. Kao alternativa postoje razni lakovi koji filtriraju UV zračenje ili bijeli premazi na bazi titanovog oksida ili cinkovih pigmentata, no oni nisu tako učinkoviti kao filter folije.

Osim filtera, u zaštiti od UV (i vidljivog) zračenja također mogu biti učinkoviti i platneni zastori. Naime, pažljivo odabrane tkanine mogu znatno smanjiti UV zračenje u prostoriji, a i financijski su povoljniji od drugih rješenja. Posebno su učinkoviti što tamniji, gušći i teži zastori. Primjerice, crna tkanina izrađena od poliestera i dvostruko tkanog pamuka u omjeru 50:50 te crna tkanina sa sastavom *nylon* i *spandex* u omjeru 87:13 blokiraju 99% UV zračenja. Osim toga, može se koristiti i *tyvek*, posebna polipropilenska tkanina koja blokira 98% zračenja, ali je vodootporna te mnogo lakša od prethodne dvije.¹⁰⁵

Većini umjetne rasvjete također je potrebno filtriranje. Primjerice, za fluorescentne žarulje koriste se filteri u obliku tankih plastičnih folija ili krutih plastičnih tuljaca. To su organski filteri, najčešće od polikarbonata. Halogene žarulje koriste filter-stakalca, a za visokotlačne žarulje (HID¹⁰⁶) su potrebni posebni mineralni filteri. Bez obzira na vrstu, svaki tip žarulje emitira drugu količinu UV zračenja pa se filteri danas uglavnom i tvornički ugrađuju u žarulje.¹⁰⁷

Također, za eliminaciju UV zračenja zanimljiva je činjenica da se svjetlost koja se reflektira od bijelih zidova zapravo može smatrati filtriranom jer većina bijelih premaza za zidove apsorbira UV zračenje. Zato se preporuča korištenje indirektno rasvjete, no i dalje se treba paziti na razinu vidljivog zračenja koju sadrži takva reflektirana svjetlost.¹⁰⁸

¹⁰⁴ Piasevoli, 2004, str. 71.

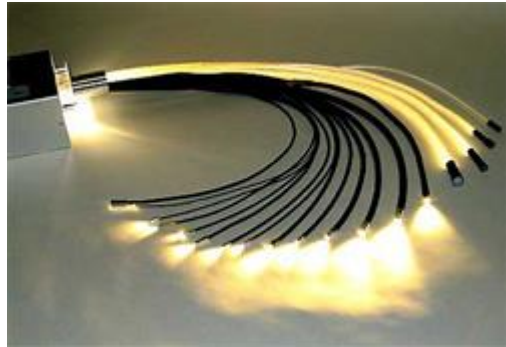
¹⁰⁵ *ibid.*

¹⁰⁶ *High-Intensity Discharge* – žarulje koje sadrže plin unutar staklene cijevi s fluorescentnim premazom kao i fluorescentne žarulje, ali su mnogo jače od njih. Koriste se za ambijentalno indirektno osvjetljavanje jer su prejake za izravno osvjetljenje

¹⁰⁷ Piasevoli, 2004, str. 71.

¹⁰⁸ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 43.

Infracrveno zračenje također je potrebno reducirati, no za to nije potrebno posebno filtriranje ukoliko se radi o prirodnom svjetlu. Dovoljno je ciljano projektiranje zgrade ili upotreba sjenila, roleta, zastora ili posebnog stakla koje reflektira Sunčevu svjetlost. Ako se, pak, radi o umjetnom



Slika 26. Osvjetljenje s udaljenim izvorom svjetlosti i optičkim vlaknima koja vode svjetlost do predmeta

svjetlu grafike je potrebno smjestiti što dalje od izvora svjetlosti, po mogućnosti ih indirektno osvijetliti i ne smještati izvore svjetlosti unutar

vitrine u kojoj se nalaze. Ako je ipak neophodno da izvor svjetlosti bude u vitrini, moguće je koristiti izvore koji ne emitiraju veliku količinu topline, na primjer tzv. svjetlovodno svjetlo¹⁰⁹, fluorescentne cijevi s UV filterima ili sl.¹¹⁰

5.2.2.1. Planiranje rasvjete

Kako bi rasvjeta bila što učinkovitija potrebno je detaljno isplanirati izbor i položaj izvora svjetlosti. Ključno je, zapravo, prilagoditi oko gledatelja na uvjete smanjenog osvjetljenja predmeta. Naime, ako u vidokrug gledatelja ulazi svjetlost koja je dvostruko svjetlija od količine svjetlosti koja pada na izloženi predmet zjenice oka će se stisnuti pa će predmet djelovati nedovoljno osvijetljen. Ljudsko oko je sposobno razlikovati boje već pri svjetlosti od 50 luksa. Potrebno je jedino zasljepljujuću svjetlost ukloniti iz vidokruga gledatelja te će onda i mala količina osvjetljenja postati dovoljna.¹¹¹

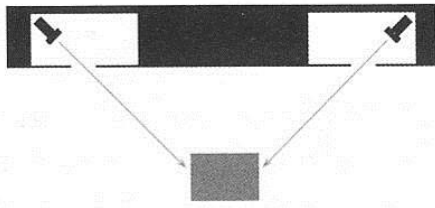
Izvori svjetla mogu se eliminirati iz vidokruga gledatelja na dva osnovna načina: skrivanjem izvora svjetla u spuštenu strop (Slika 27.) ili ugradnjom produljenog sjenila za rasvjetno tijelo (Slika 28.). Pri tome bi trebala unutrašnjost spuštenog stropa i unutrašnjost sjenila trebale bi pri tome biti crne mat boje jer će ona omogućiti jače otvaranje zjenica oka i na taj način će smanjiti potrebu za jačom rasvjetom.¹¹²

¹⁰⁹ tzv. *fiber optic illuminator* – osvjetljenje kod kojega je izvor svjetlosti udaljen, a svjetlost se do predmeta vodi optičkim vlaknima pri čemu sva generirana toplina ostaje na izvoru.

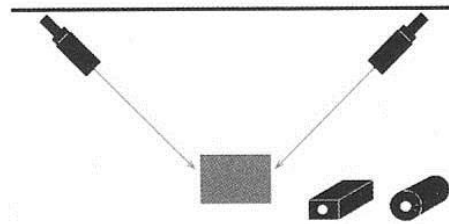
¹¹⁰ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 45.

¹¹¹ Vokić, 2007, str. 72-73.

¹¹² *ibid.*, str. 73.



Slika 27. Rasvjeta skrivena u spuštenu strop koja osvjetljava sliku (prema: D. Vokić, 2007)



Slika 28. Rasvjeta skrivena dubokim sjenilom u obliku kutije ili valjka na rasvjetnom tijelu (prema: D. Vokić, 2007.)

5.3. Zaštita od kemijskih uzroka propadanja

Dva su aspekta zaštite od kemijskih uzroka propadanja. Zaštita od kemijskih uzročnika koji djeluju iz okoliša te zaštita od potencijalno opasnih kemijskih spojeva nastalih u proizvodnom procesu papira koji djeluju iz same strukture papira. Ovaj drugi aspekt zapravo izlazi iz okvira preventivne zaštite jer obuhvaća procese neutralizacije koji već zadiru u strukturu izvornog materijala te stoga u ovom slučaju neće biti obrađeni.

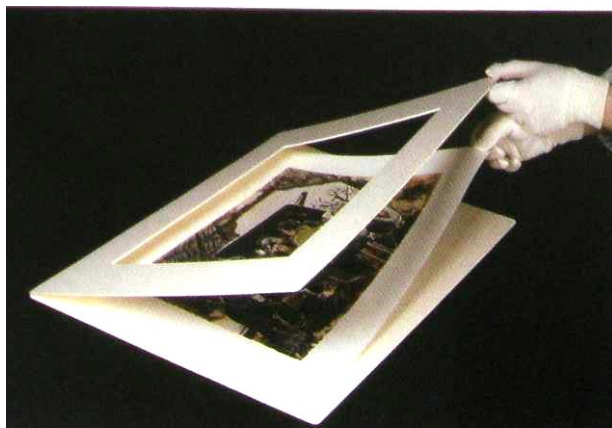
Vanjski kemijski uzroci propadanja do grafika dolaze u obliku čestica ili plinova te potječu iz zagađenog zraka ili iz neodgovarajućeg materijala koji se nalazi u blizini same umjetnine. Na zagađenje zraka u vanjskom okolišu, naravno, ne možemo utjecati, no moguće je zaštititi materijal na nekoliko načina. Jedan od najučinkovitijih načina je sprječavanje ulaska zagađivača u samu zgradu. To se postiže ugradnjom filtera u ventilacijski sustav. Ta se metoda uglavnom može primijeniti samo u potpuno zatvorenim spremištima gdje su i ostali mikroklimatski uvjeti kontrolirani preko sustava ventilacije. Pri tome je važno obratiti pažnju i na odvojeno čuvanje različitih vrsta materijala. Primjerice, nikako se ne preporučuje čuvanje acetatceluloznih filmova i fotografskog gradiva s emulzijama od kolodija zajedno s baštinom na papiru, a posebno je zabranjeno čuvanje nitroceluloznih filmova zajedno s papirom jer spojevi koje sadržavaju mogu uzrokovati znatna kemijska oštećenja na papiru.¹¹³

Mnogo praktičniji način zaštite od kemijskih utjecaja iz okoline predstavlja pravilna pohrana grafika. Obično se grafike pohranjuju u spremnike (paspertue, omote, okvire, vitrine, mikroklimatske komore ili sl.) izrađene od papira ili drveta. Oni, s obzirom da su također

¹¹³ Mušnjak, 2004., str. 65.

celulozni materijali, upijaju plinovite zagađivače kao što su ozon, sumporni dioksid i dušikovi oksidi pa vanjski papirnati omotač ili drveni spremnik može služiti kao 'žrtveni' sloj i smanjiti koncentraciju tih plinova na prihvatljivo niske razine. U neki specijaliziranim sustavima pohranjivanja kisik se čak može ukloniti kako bi papir ostao u potpunosti bez kontakta s njim pri čemu se zrak zamjenjuje s određenim inertnim plinom. Na taj način se može spriječiti propadanje uzrokovano oksidacijskim procesima.¹¹⁴

Pri izboru materijala za izradu spremnika vrlo je važno obratiti pažnju na procese starenja materijala od kojeg je on izrađen. Naime, pojedine vrste drveta, papira i kartona starenjem proizvode spojeve kao što su peroksidi, vodikov sulfid, aldehidi i organske kiseline koje mogu ubrzati propadanje papira i uzrokovati, primjerice, diskoloraciju papira u njihovoj blizini.¹¹⁵ Zahtjeve za ispravno dugotrajno pohranjivanje umjetnina na papiru ispunjavaju uglavnom proizvodi od visoko kvalitetne pulpe od alfa celuloze¹¹⁶. Za upotrebu tih proizvoda



Slika 29. Jedan od standardnih načina opremanja umjetnine na papiru (prema: J. Kosek, 2004.)

upotrebljava se izraz 'uokvirenje konzervatorske kvalitete' (*Conservation framing*), a tu oznaku konzervatorske kvalitete smiju imati samo oni proizvodi koji zadovoljavaju zaštićeni standard postavljen od strane *US Library of Congress*. To su primjerice papiri i kartoni izrađeni od 100% tekstilne celuloze s dodatkom pufera blago lužnatog pH. Na tržištu se još javljaju i izrazi *arhivska kvaliteta*, *muzejska kvaliteta*,

beskiselinsko, i *pH neutralizirano*, no oni ne garantiraju spomenutu konzervatorsku kvalitetu.¹¹⁷ Ti materijali također sadrže lužnati pufer pa je pH vrijednost tog materijala doista između 7 i 9, no celulozna vlakna u njima, zbog procesa proizvodnje, mogu biti nestabilna mijenjajući postupno kemijski sastav pri čemu se lužnata zaliha brzo potroši i pH pada na iznos manji od 6 te kiseli produkti tada prelaze na 'zaštićenu' umjetninu.¹¹⁸

¹¹⁴ Joanna M. Kosek et al., *Conservation Mounting for Prints and Drawings: A Manual Based on Current Practise at the British Museum*, Archetype Publications, British Museum, London, 2004., str. 17.

¹¹⁵ *ibid.*, str. 18.

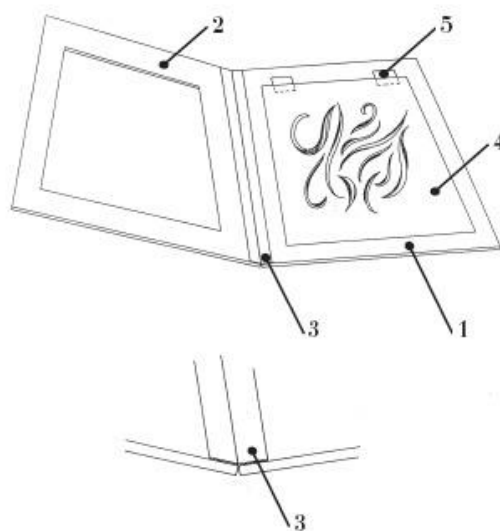
¹¹⁶ Alfa celuloza je najstabilnija od tri tipa celuloze. Druge dvije, su beta i gama celuloza te su još poznate kao hemiceluloze. Visoki postotak alfa celuloze papiru daje stabilnost i trajnost kao, primjerice, u slučaju papira od lana i pamuka. (CAMEO: Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, Museum of Fine Arts, Boston, http://cameo.mfa.org/wiki/Alpha_cellulose, 26.05.2014.)

¹¹⁷ Vokić, 2007, str. 108.

¹¹⁸ Jedert Vodopivec, *Zaštita umjetnina na papiru ulaganjem u paspartue*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004, str. 116.

Osnovnu metodu zaštite grafika od utjecaja iz okoliša predstavlja smještanje u posebne mape od ljepenke (kartona). One se najčešće sastoje od prednje stranice s prozorom kroz koji je vidljiv prikaz na pohranjenoj grafici te stražnje podloge na koju je grafika pričvršćena (Slika 29.). Prije same metodologije potrebno je pojasniti određene terminološke probleme. Naime, te se mape u određenoj (uglavnom slovenskoj) literaturi nazivaju *paspartui*¹¹⁹, no u hrvatskoj terminologiji taj se izraz ustalio kao naziv samo za prednju podlogu na kojoj se nalazi prozor, dok se za cijelu mapu koristi naziv *oprema grafike*¹²⁰ (ili druge umjetnine na papiru). U ovom će se radu također poštovati ta hrvatska terminologija pa će se naziv *paspartu* koristiti za gornju stranicu na kojoj se nalazi prozor, dok će se za cijelu mapu koristiti izraz *oprema*.¹²¹

Dakle, oprema umjetnine na papiru izrađuje se spajanjem dvaju kartona (ljepenki) od kojih jedan služi kao poleđina, a na drugom (paspartu) se nalazi 'prozor' kroz koji je vidljiv prikaz pohranjene grafike. Možemo reći da su ta dva sloja 'druga koža predmeta'. Štite ga od kontakta s drugim materijalima prilikom izlaganja ili pohrane te od mehaničkih oštećenja prilikom rukovanja.¹²² U procesu opremanja grafika se najprije pričvršćuje na poleđinski karton pomoću vješalica (traka) od bezkiselinskog japanskog papira¹²³ ili platna te stabilnog i bezkiselinskog ljepila. Podloga i paspartu zatim se spajaju neutralnom tekstilnom jednostrano ljepljivom trakom i to samo uz jedan rub kako bi grafika bila lako dostupna (Slika 30.).¹²⁴



Slika 30. Shematski prikaz opremanja umjetnine na papiru – 1. poleđinski karton; 2. prednji karton s prozorom; 3. traka koja spaja dva kartona; 4. grafika; 5. vješalice za pričvršćivanje grafike na poleđinski karton (prema: J. Vodopivec, 2004.)

¹¹⁹ Jedert Vodopivec, *Zaštita umjetnina na papiru ulaganjem u paspartue*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004

¹²⁰ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 70.

¹²¹ *ibid.*

¹²² Vodopivec, 2004., str. 113.

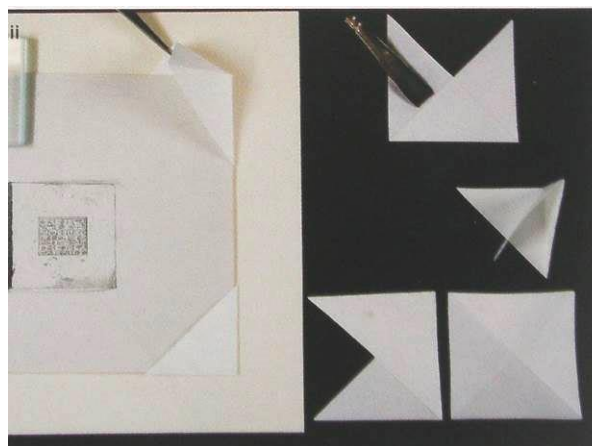
¹²³ Iznimno kvalitetan papir vrlo velike čvrstoće i dugovječnosti. Svoje karakteristike duguje velikoj tradiciji provjerenih metoda proizvodnje bez upotrebe kemikalija. Zbog svoje fleksibilnosti, upijajućih svojstava te neutralnog pH vrlo se često koristi u konzervatorsko-restauratorskim zahvatima. (Kosek, 2004, str. 20.)

¹²⁴ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 72.

Pri izradi opreme koriste se različite vrste kartona (ljepenki) te ljepljiva. Osobito je bitno još jednom naglasiti da svi materijali koji se koriste u izradi budu *konzervatorske* kvalitete. Korištenje nekvalitetne i neodgovarajuće podloge ili ljepljiva uvijek rezultira ubrzanim propadanjem i oštećivanjem materijala. O sastavu papira konzervatorske kvalitete za izradu opreme već je bilo riječi, no posebnu pažnju treba obratiti i na izbor ljepljiva. Ljepljiva razlikujemo prema tome koristimo li ih u kontaktu sa samim izvornikom ili za lijepljenje dijelova opreme. U dodiru s grafikom mogu biti samo kemijski stabilna i reverzibilna ljepljiva topiva u vodi. Te uvijek ispunjavaju samo škrobno ljepljivo te ljepljiva na bazi celuloze (metilceluloze i karboksimetilceluloze), dok se sintetička ljepljiva i samoljepljive trake ne smiju upotrebljavati, čak ni ako su označeni kao *arhivska kvaliteta*.¹²⁵ Kod pričvršćivanja grafike na podlogu najbitnije je naglasiti da se ona uvijek fiksira na karton koji služi kao poledina, a nikada na paspartu. Također, fiksira se samo duž jedne strane tako da slobodno visi (Slika 30.). Na taj se način minimizira stres uzrokovan skupljanjem i širenjem u slučaju promjena relativne vlažnosti te je u svakom trenutku moguće vidjeti stražnju stranu predmeta.

Ljepljiva za lijepljenje dijelova opreme koji nisu u dodiru s umjetninom mogu biti i kvalitetna sintetička ljepljiva ili samoljepljive vrpce i folije, no njihov osnovni problem je u tome što se ona ne mogu ukloniti bez oštećivanja podloge te mogu uzrokovati diskoloraciju podloge. Ipak, smiju se koristiti samo ljepljiva koja su označena kao kemijski stabilna i certificirana, dok se ona dostupna na širokom tržištu ni u kojem slučaju ne smiju koristiti.¹²⁶

U slučaju kada se ljepljiva topiva u vodi ne mogu ili ne smiju koristiti grafike je za opremu moguće pričvrstiti uz pomoć uglova (Slika 31.). Oni mogu biti napravljeni od poliesterske folije ili čvrstog trajnog papira. Ovisno o umjetnini, mogu biti različitih dimenzija. Moguće ih je nabaviti gotove s oznakom *Archival Mounting Corners*, no relativno ih je jednostavno samostalno napraviti.¹²⁷



Slika 31. Pričvršćivanje grafike na poledinski karton pomoću papirnatih uglova (prema: J. Kosek, 2004.)

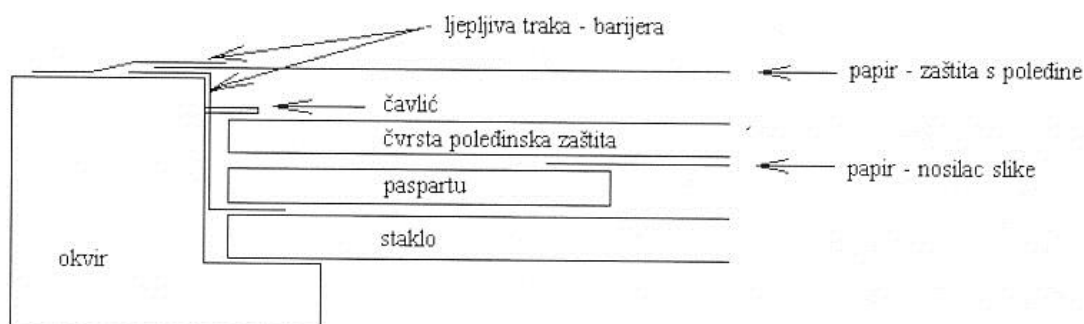
¹²⁵ Dragojević, Laszlo, 2010, str. 117.

¹²⁶ *ibid.*

¹²⁷ *ibid.*, str. 76.

Ukoliko grafika treba biti izložena vrlo učinkovitu zaštitu može predstavljati i uokvirivanje pod staklo (Slika 32.). Ono štiti grafiku od mehaničkog oštećenja, zagađenja u zraku i prašine te čak filtrira dio UV zračenja.

Prilikom uokvirivanja grafika se oprema na standardan, ranije opisani način - pričvršćuje se na kartonsku podlogu te se uokviruje u paspartu. Zatim se smješta u drveni okvir sa staklom i zatvara poledinskim kartonom. Nakon toga se rubovi okvira i poledinskog kartona obljepljuju ljepljivim trakama od aluminijske plastificiranog poliesterom, polietilenom ili polipropilenom kako bi se spriječila kontaminacija papira i kartona migracijom plinova iz drvenog okvira i ulazak zagađivača iz zraka kroz procjep na spoju okvira i stakla ili zaštitne poledine. Pri tome je iznimno bitno da je staklo na određeni način odmaknuto od same grafike jer je u njegovoj blizini, zbog niže temperature materijala, uvijek povišena relativna vlažnost te se u određenim uvjetima može javiti kondenzacija što, kao što znamo, uzrokuje čitav niz štetnih reakcija i pojava. Ulogu tog distancera obično preuzima debeli paspartu. Osim toga, važno je napomenuti i da se ni u kojem slučaju kao pozadinska zaštita ne smije koristiti šperploča, panel ploča ili ni jedna vrsta drveta jer one mogu izlučivati kisele spojeve te različite druge zagađivače.¹²⁸



Slika 32. Shematski prikaz uokvirivanja grafike pod staklo (prema: D. Vokić, 2007.)

¹²⁸ Vokić, 2007, str. 106-110.

5.4. Zaštita od bioloških uzroka propadanja

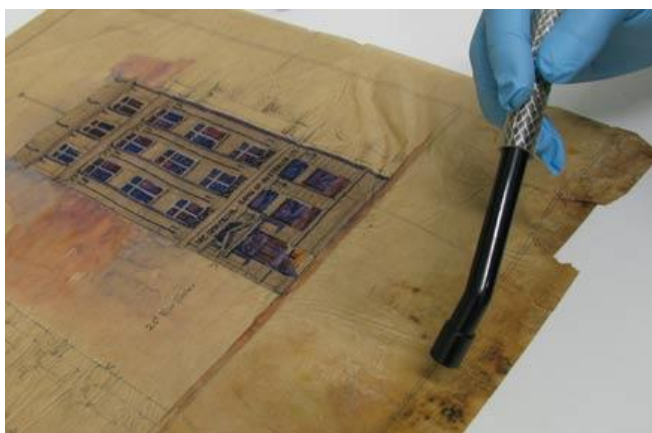
Kontrola razvoja bioloških organizama uglavnom se vrlo uspješno može riješiti kontrolom mikroklimatskih uvjeta. Već je ranije bilo spomenuto da je za razvoj velike većine bioloških organizama potrebna odgovarajuća vlažnost, temperatura, izvor hrane te kisik. Eliminiranjem bilo kojeg od ta četiri uvjeta biološka aktivnost prestaje. Ipak, iznimno je bitno još jednom napomenuti da odgovarajući uvjeti samo zaustavljaju biološki razvoj. Neaktivne spore plijesni i gljivica nalaze se uvijek i svuda te će se one ponovnim ostvarenjem povoljnih uvjeta aktivirati i započet će biološki razvoj koji rezultira propadanjem grafika i drugih umjetnina na papiru.

5.4.1. Kontrola bakterija, plijesni i gljivica

Najučinkovitija metoda suzbijanja plijesni, gljivica i bakterija je održavanje relativne vlažnosti ispod 60%. Većina spora plijesni i gljivica aktivira se pri količini vlage većoj od 70%, a bakterije postaju aktivne tek kada se količina vlage počinje približavati iznosu od 100%.¹²⁹

Ukoliko ipak dođe do razvoja plijesni na papiru moguće ju je ukloniti tek kad ona postane neaktivna. Zato je potrebno najprije utvrditi uzroke njezinog nastanka te ih ukloniti. Nakon toga treba utvrditi je li plijesan aktivna. Aktivna se plijesan prepoznaje po sluzavoj teksturi i ne smije se uklanjati jer može doći do razmazivanja i dodatnog širenja, dok je neaktivna plijesan suha i praškasta. Postupnim sušenjem (smanjenjem relativne vlage) plijesan će postati neaktivna i bit će ju moguće ukloniti.¹³⁰

Uklanjanje plijesni obavlja se mehanički s pomoću kista, skalpela ili malog usisavača (Slika 33.), dok je uklanjanje mrlja složen proces. One su kemijski vrlo složene pa za njihovo uklanjanje ne postoji univerzalno otapalo, nego je sva eventualna otapala potrebno testirati na svakoj mrlji. Taj je postupak potrebno izvoditi s velikim



Slika 33. Uklanjanje plijesni s papira uz pomoć malog usisavača

¹²⁹ Vokić, 2007, str. 80.

¹³⁰ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 60.

oprezom jer se enzimska aktivnost plijesni manifestira oštećenjima kao što je stanjenje i slabljenje površine sve do potpunog gubitka papira, a nakupine plijesni mogu uzrokovati i sljepljivanje listova papira ukoliko su oni bili nepravilno skladišteni.¹³¹

5.4.2. Kontrola aktivnosti kukaca

Kukci najčešće žive u većini zatvorenih prostora i razvijaju se uglavnom na skrivenim i zabačenim mjestima iz kojih migriraju u potrazi za hranom. Zato je najbolja prevencija prekomjernog razvoja kukaca što češće pregledavanje spremišta (polica, ladica...), ali i drugih prostora u ustanovi kao što su podrumi i tavani.¹³²

Ključni aspekt kontrole razvoja kukaca jest njihova nemogućnost regulacije vlastite temperature. Većini vrsta je za ubrzan razvoj potrebna temperatura od oko 25°C, dok će između 15 i 20 °C samo polako disati, a na temperaturi manjoj od 10 °C neće se razvijati ni disati. Temperature niže od -18 °C potpuno će uništiti kukce. Praksa u pojedinim arhivskim ustanovama je da zamrzavaju gradivo na -18 °C na 7 dana, neki ga zamrzavaju na tu temperaturu kratko vrijeme, zatim ga vraćaju na sobnu temperaturu i nakon toga ponovo zamrzavaju. Na taj se način uništavaju i jajašca. Treća metoda podrazumijeva zamrzavanje na -30 °C tijekom 48 sati što se u nekim slučajevima pokazalo djelotvornije.¹³³ Osim smrzavanja dezinfekcija se može provoditi plinom (fumigacija), tekućinom ili izlaganjem gama zrakama.¹³⁴

Razvoj kukaca dodatno se može kontrolirati regulacijom vlage. Većina kukaca treba vodu, no široki je raspon potreba za vlagom ovisno o vrsti. Tako primjerice srebrna ribica treba veću koncentraciju vlage u zraku, dok je nekim vrstama dovoljna samo voda koju dobivaju preradom hrane. Kontroliranjem razine vlage u zraku mogu se, dakle, ograničiti samo pojedine vrste, pogotovo one koje ovise o razvoju plijesni.¹³⁵

¹³¹ Pilipović, 2004, str. 57.

¹³² *ibid.* str. 58.

¹³³ *ibid.*

¹³⁴ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 61.

¹³⁵ Pilipović, 2004, str. 58.

5.4.3. Zaštita od glodavaca

Zaštita od glodavaca provodi se sprječavanjem njihovog naseljavanja u blizini čuvaonica umjetnina te pohranjivanjem umjetnina u kvalitetnoj opremi kroz koju glodavci ne mogu prodrijeti (npr. metalni ladičar). Ukoliko se zaraza dogodi treba se provesti odgovarajuća deratizacija cijelog prostora - zgrade, zbirke ili čuvaonice, kako se zaraza ponovo ne bi proširila. Također je bitno redovito pregledavati umjetnine te održavati čistoću u prostoru gdje se one čuvaju, a pogotovo obratiti pažnju da u tim prostorima nema ništa jestivo.¹³⁶

5.5. Zaštita od mehaničkih uzroka propadanja – pravilno opremanje i rukovanje

O najboljem načinu zaštite od mehaničkih uzroka oštećenja grafika već je ranije bilo riječi u kontekstu zaštite od vanjskih kemijskih uzročnika propadanja. Dobro izrađena *oprema* grafike najbolja je zaštita od uzročnika kao što su čestice prašine ili različite poderotine, uvijanje i udubine nastale neopreznom manipulacijom. Ipak, nije uvijek moguće svaku pojedinu umjetninu zaštititi na taj način te su grafike prilikom manipulacije uvijek u opasnosti od nastanka mehaničkih oštećenja.

Ukoliko je iz nekog razloga potrebno manipulirati nezaštićenom grafikom potrebno je pridržavati se određenih pravila kako bi se opasnost od oštećenja svela na najmanju moguću mjeru. Prije same manipulacije potrebno je isplanirati svaki potez: odrediti u kakvom je stanju umjetnina, koji je najsigurniji način podizanja te pripremiti mjesto na koje će ona biti premještena. Kod prenošenja umjetnine uvijek treba nositi rukavice (najbolje su plastične, tj. kirurške bez pudera) te ju treba držati s obje ruke. Također je bitno da se s ruku i iz blizine umjetnine ukloni sve što bi ju na bilo koji način moglo oštetiti – nakit, alat, kutije, staklo... Osnovno pravilo kod premještanja svih umjetnina na papiru je da se one smiju premještati isključivo ako ispod sebe imaju neku podlogu. Prenosjenje papira u rukama povećava rizik od savijanja ili drugih mehaničkih oštećenja. Kao podloga mogu poslužiti trajni kartoni ili polukartoni, mape od polukartona ili poliestera, deblje folije (poliesterske ili polietilenske) ili, rjeđe, drvene ploče od mekog suhog drva. Ako je ipak neophodno podizati umjetninu na papiru bez podloge najbolji je način da se list papira primi s dvije ruke na suprotnim uglovima.¹³⁷

¹³⁶ Dragojević, Laszlo, 2010., str. 61.

¹³⁷ *ibid.*, str. 64-67.

6. PROCES DIGITALIZACIJE ZBIRKI GRAFIKA

U današnjem svijetu mogućnosti digitalizacije svakim danom su sve veće i veće. Samim time ona postaje sastavnim dijelom dokumentacije kulturne baštine, a preciznost i stručnost njezine izvedbe ključna je za postizanje što potpunijih i dugotrajnijih informacija o predmetima baštine.

Proces digitalizacije svih umjetnina, pa tako i grafičkog materijala, iznimno je složen i obuhvaća veliki broj aspekata na koje je potrebno obratiti pažnju kako bi se on izveo na sustavan i sveobuhvatan način. Osim samog 'snimanja' materijala on obuhvaća i planiranje, njegovu naknadnu obradu, zaštitu i pohranu podataka uz poštivanje posebnosti vezanih uz vrstu digitaliziranog materijala te dugoročno čuvanje s obzirom na promjene različitih tehnologija i normi.¹³⁸ Svaki od tih postupaka ima svoje brojne specifičnosti te je za uspješnu realizaciju ključna interdisciplinarna suradnja. Opseg svih tih metoda pomalo i izlazi iz količinskih okvira ovoga rada pa će u ovom poglavlju biti objašnjene samo neke od njih, koje su ključne za što precizniju prezentaciju grafika u virtualnom okruženju.

Ministarstvo kulture Republike Hrvatske 2006. godine je objavilo prijedlog Nacionalnog programa digitalizacije arhivske, knjižnične i muzejske građe. Prema tom prijedlogu digitalizacija sve baštinske građe, pa tako i grafika, *provodi se radi zaštite izvornika, povećanja dostupnosti i mogućnosti korištenja građe, radi stvaranja nove ponude, odnosno usluga korisnicima ili pak radi upotpunjavanja postojećega fonda.*¹³⁹ Ova definicija jako dobro rezimira ciljeve ovoga rada. Za svaki od njih bi se moglo reći da predstavlja jednu ravnopravnu potrebu te bi, ukoliko se sustavno provede proces, digitalizacija mogla uvelike doprinijeti maksimalnom smanjivanju manipulacije originalnim grafikama i povećanju dostupnosti i ponude za krajnje korisnike, bili oni stručnjaci ili jednostavno zainteresirani ljubitelji grafika i drugih umjetnina na papiru.

Digitalizacija radi zaštite izvornika omogućava da se elektronička verzija grafike može ponuditi zainteresiranim korisnicima na uvid, čime se originalna verzija učinkovitije čuva jer je u tom slučaju manje u upotrebi. Izloženost štetnim uvjetima iz okoliša svodi se na minimum, kao i opasnost od mehaničkih oštećenja prilikom rukovanja. Jednako tako,

¹³⁸ Hrvoje Stančić, Digitalizacija, Zavod za informacijske studije, Zagreb 2009., str. 10.

¹³⁹ Prijedlog Nacionalnog programa digitalizacije arhivske, knjižnične i muzejske građe, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, 20. listopada 2006., str. 10. (<http://daz.hr/bastina/NacionalniProgramDigitalizacije.pdf>, 10.06.2014.)

elektronička verzija može, u neku ruku, služiti kao sigurnosna kopija u slučaju oštećenja ili uništenja originala.

Digitalizacija radi povećanja dostupnosti omogućava da, u slučaju posjedovanja jednog originala koji u jednom trenutku može biti dostupan samo jednom korisniku, elektronička verzija bude istovremeno dostupna većem broju zainteresiranih korisnika. Na taj način postiže se veća otvorenost prema javnosti što omogućava potencijalno povećanje utjecaja u društvu te, u nekim slučajevima, i lakšu promociju kulturne baštine neke države na globalnoj razini.

Digitalizacija radi stvaranja nove ponude i usluga jedan je od ciljeva koji su od najvećeg značaja za korisnike. Proces digitalizacije otvara niz novih mogućnosti koje mogu olakšati istraživanje i obradu digitaliziranog materijala. Omogućava jednostavnu razmjenu metapodataka između institucija, virtualno spajanje različitih predmeta unutar zbirke ili povezivanje s određenim predmetima koji nisu nužno dio zbirke te učinkovito pretraživanje predmeta u zbirci i filtriranje prema određenim kriterijima.

6.1. Problemi zaštite od svjetlosti kod procesa digitalizacije

S obzirom da je digitalizacija grafika i općenito svih umjetnina na papiru poprilično kontroverzna tema s obzirom na osjetljivost materijala na utjecaj svjetlosti, najprije je potrebno razjasniti do kolike mjere svjetlost potrebna za digitalizaciju doista utječe na stanje i stabilnost materijala koji se digitalizira.

U ne tako davnoj prošlosti govorilo se čak da je skeniranje nekog objekta jednako izlaganju tog predmeta godišnjoj količini izloženosti Sunčevoj svjetlosti. Ta tvrdnja ne samo da nije točna, nego je i gotovo nemoguća. Naime, ako bi se papir izložio godišnjoj količini Sunčeve svjetlosti u vremenskom periodu od 1-2 minute, on bi u potpunosti bio pretvoren u prah, dok bi čak i dnevna količina u tom vremenskom periodu uzrokovala iznimno veliku štetu. Taj stav potječe iz vremena kada su fotokopirni aparati trebali vrlo snažan izvor svjetlosti kako bi proizveli sliku, no današnji senzori skenera imaju razine osjetljivosti između 0.1 i 0.001 lux, što znači da im više nije potrebna iznimno velika količina svjetlosti kako bi dostigli svoj cilj.¹⁴⁰

¹⁴⁰ Timothy Vitale, *Light levels Used in Modern Flatbed Scanners*, RLG DigiNews, Vol. 2, No. 5, Research Libraries Group, Cornell University Library, 1998., <http://www.city-gallery.com/learning/guide/light-levels.php>, 10.06.2014.

Istraživanje provedeno još 1998. godine na sedam različitih plošnih skenera¹⁴¹ pokazalo je da prilikom skeniranja na rezoluciji od 300 dpi-a i 36-bitnoj dubini boje maksimalna izloženost iznosi 1664 lux u vremenu od 42 sekunde, odnosno 4.4 lux-sati, dok skeniranje na rezoluciji od 600 dpi-a i 36-bitnoj dubini boje uzrokuje maksimalnu izloženost od 2500 lux u vremenu od 114 sekundi, odnosno 23.8 lux-sati.¹⁴² Usporedbe radi, preporučena dnevna izloženost, spomenuta u prošlom poglavlju, iznosi 5 sati na svjetlosti od 50 lux, odnosno 250 lux-sati dnevno ili 45 000 lux-sati godišnje. Dakle, razina izloženosti prilikom jednog skeniranja u plošnom skeneru u prosjeku iznosi manje od jedne desetine preporučene dnevne izloženosti svjetlosti.

Jedno drugo istraživanje iz 2002. godine obuhvatilo je količine svjetlosti koje emitiraju profesionalni reprografski skeneri. Prema tom istraživanju skeniranje, primjerice originala dimenzija 40x50 cm u rezoluciji od 12000x9000 px trajalo je 10 minuta pri osvjetljenju od 2056 lux. Preračunato u lux-sate to bi iznosilo 678 lux-sati, odnosno ekvivalent izloženosti od 13 sati i 42 minute na izložbi pri osvjetljenju od 50 lux. Maksimalna razina osvjetljenja na koju se naišlo tijekom istraživanja bila je nešto manje od 5000 lux i to je vjerojatno maksimalna količina osvjetljenja koje mogu proizvesti takvi uređaji. Ako uzmemo prosječno vrijeme skeniranja od 20 minuta, to je još uvijek ekvivalent osvjetljenja od 50 lux u vremenu izlaganja 33 sata i 30 minuta. To je, moglo bi se reći, prilično prihvatljiva žrtva za vrlo korisne i atraktivne prednosti koje nosi proces digitalizacije. Iz tog je razloga već veliki dio svjetskih muzeja krenuo u procese digitalizacije svojih zbirki grafika što im je omogućilo bolje uvjete zaštite njihovog materijala i nove mogućnosti prezentacije, kako za javnost, tako i za stručnjake, žrtvujući, u najgorem slučaju, samo nekoliko dana izlaganja materijala na izložbi u svim opće prihvaćenim uvjetima zaštite.¹⁴³

6.2. Digitalizacija unutar ili izvan institucije

Prije samog procesa potrebno je odrediti hoće li se on odvijati unutar institucije ili će se prepustiti vanjskom pružatelju usluga, odnosno posebnim studijima koji se bave digitalizacijom. Oba pristupa imaju svoje pozitivne i negativne strane, a odabir će uvijek ovisiti o specifičnim uvjetima u kojima se institucija nalazi.¹⁴⁴

¹⁴¹ Tipologija skenera bit će objašnjena nešto kasnije.

¹⁴² Vitale, 1998.

¹⁴³ Ben Blackwell, *Light Exposure to Sensitive Artworks During Digital Photography*, WAAC Newsletter, vol. 22, No. 3, 2002., <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn24/wn24-3/wn24-306.html>, 10.06.2014.

¹⁴⁴ Stančić, 2009, str. 25.

Digitalizacija unutar institucije ima prednosti kao što su visoki stupanj izravne kontrole nad postupkom, različitost postupaka koji se mogu obavljati, učinkovitost te ekonomičnost. Obično se odabire u slučaju manjeg projekta koji je jednostavno provesti u razumnom roku ili se može podijeliti u manje faze. Pri tome je potrebno imati stručnjake ili osoblje zainteresirano za učenje za potrebe projekta te dovoljno sredstava za njihovo obrazovanje i za nabavu opreme. Ipak, treba imati na umu da tehnička oprema vrlo brzo zastarijeva pa se može dogoditi da nabava postane neisplativa.¹⁴⁵

Prednosti digitalizacije izvan institucije prvenstveno su financijske i tehničke prirode. U slučaju izbora ove vrste digitalizacije institucija neće trebati osigurati prostor, brinuti se oko nabavke najnovije opreme niti će se trebati baviti edukacijom ili zapošljavanjem stručnjaka. Cijeli će proces, sa svim eventualnim problemima, voditi studio za digitalizaciju, a neće biti ni neočekivanih troškova jer će cijena biti unaprijed definirana. Ipak, prilikom odabira vanjskog pružatelja usluga iznimno je bitno izabrati stručne suradnike, ali i pravilno im objasniti koncept i ciljeve projekta te intenzivno komunicirati s njima prije i tijekom procesa digitalizacije.¹⁴⁶

6.3. Oprema za digitalizaciju

Postupak same digitalizacije grafika ovisi o stanju i vrsti materijala te, vrlo često, o mogućnostima koje su u tom trenutku dostupne instituciji ili drugom vlasniku zbirke. One se, kao i sav ostali slikovni materijal, mogu digitalizirati skenerima i digitalnim fotoaparatom. Pri tome je iznimno bitno izabrati odgovarajuću opremu i kalibrirati ju na pravi način kako bi rezultat digitalizacije bio jednak originalu.

6.3.1. Skeneri

Skeneri se općenito mogu podijeliti u dvije skupine – koračne i protočne. Koračni su skeneri oni koji bez intervencije mogu skenirati samo pojedinačni materijal postavljen na površinu za skeniranje, dok su protočni oni koji sami izmjenjuju materijal koji treba skenirati (npr. s uvlakačima papira ili sa sustavima za automatsko okretanje stranica). Za digitalizaciju

¹⁴⁵ Janet Gertz, Vendor Relations, u: Maxine K. Sitts, ed. Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access, Northeast Document Conversion Center, Andover, Massachusetts, 2000., str. 152 (<http://www.nedcc.org/assets/media/documents/dman.pdf>, 11.06.2014.)

¹⁴⁶ *ibid.*

grafika pogodni su, u određenim slučajevima, samo koračni skeneri, dok se protočni uglavnom koriste za digitalizaciju arhivskog ili knjižničkog gradiva.¹⁴⁷



Slika 34. Ručni skener Ion Copy Cat

Koračni skeneri dalje se dijele na ručne, plošne, skenere za mikrooblike, rotacione, reprografske te 3D skenere.

Ručni skeneri (Slika 34.) stvaraju sliku ručnim prelažanjem lampe skenera preko prikaza pri čemu je potrebno konstantno i jednolično pomicanje i iznimno mirna ruka. Jedina im je prednost da su jeftini, no daju relativno loše rezultate te nisu pogodni za digitalizaciju umjetničkog materijala.

Plošni skeneri (Slika 35.) su najčešća vrsta uređaja na tržištu. Najčešće dolaze u formatima A4 i A3 te su relativno povoljni i jednostavni za korištenje. Postoje i veći formati (do A0), no oni su vrlo skupi i isplate se samo kod velikih dugoročnih projekata digitalizacije materijala velikog formata. Zbog velike ponude na tržištu vrlo je bitno znati odabrati odgovarajući model jer se oni mogu uvelike razlikovati u kvaliteti i mogućnostima realne reprodukcije detalja potrebnih za kvalitetnu prezentaciju u kontekstu istraživanja umjetničkih djela.¹⁴⁸

Ova vrsta skenera prikladna je za digitalizaciju svih vrsta dvodimenzionalnih predmeta pa tako, u teoriji, i grafičkog materijala. Iako, postoje određeni problemi zbog kojih možda i nisu baš najbolji izbor. Kao što smo vidjeli, svjetlost dakle nije, primaran problem zaštite prilikom skeniranja. Veći problem predstavlja fizička zaštita jer je papir u pravilu krhak i podložan mehaničkim oštećenjima pa prilikom manipuliranja u plošnom skeneru postoji velika opasnost od te vrste oštećenja pa je zato digitalni



Slika 35. Profesionalni plošni skener Epson Perfection V750-M Pro

¹⁴⁷ Stančić, 2009., str. 33.

¹⁴⁸ *ibid.*, str. 34.

fotoaparati bolji način digitalizacije grafika. Naime, iako fotografska rasvjeta koristi jaču svjetlost za osvjetljavanje, to osvjetljenje je iznimno kratkotrajno (1/1000 – 1/4000 sekunde), što rezultira vrlo niskim iznosom lux-sati.¹⁴⁹

Rotacioni skeneri (Slika 36.) uglavnom se koriste u profesionalnim studijima za digitalizaciju. Oni daju slike vrlo visoke kvalitete koje je moguće prikazati u velikim povećanjima. Funkcioniraju na način da se originalna slika postavi na cilindar ili bubanj koji se nakon toga okreće oko središnjeg mehanizma. Svakim prolazom sken postaje finiji i na kraju nastaje slika visoke kvalitete. Ova vrsta skenera iznimno je skupa, no daju neusporedivo bolje rezultate od plošnih skenera (izravna konverzija u CMYK, automatsko izoštravanje, veći dinamički raspon i veću površinu slike).¹⁵⁰



Slika 36. Rotacioni skener

Kada govorimo o digitalizaciji grafika oni također nisu preporučljivi. Savijanje papira se ni u kojem slučaju ne preporučuje jer ukoliko je papir krto nije ga moguće savijati te korištenje takvog skenera može uzrokovati nepopravljivu mehaničku štetu.

Reprografski skeneri (Slika 37.) namijenjeni su uglavnom digitalizaciji materijala velikog formata. Sastoje se od prostrane podloge na koju se smješta umjetnina koju je potrebno digitalizirati, dvaju bočnih elemenata koji osvjetljavaju umjetninu sa svake strane kako bi se uklonile eventualne sjene, te digitalne glave za snimanje na čije mjesto može ponekad biti postavljen i digitalni fotoaparati.¹⁵¹

¹⁴⁹ Vitale, 1998.

¹⁵⁰ Stančić, 2009., str. 37.

¹⁵¹ *ibid.*, str. 39.



Slika 37. Reprografski skener

Ova vrsta skenera možda je najprikladnija za digitalizaciju grafičkog materijala jer daje vrlo dobre rezultate s relativno velikom fleksibilnošću što se tiče formata te s minimalnom mogućnošću oštećenja. Jedini im je nedostatak da emitiraju relativno velike količine svjetlosnog zračenja, no kao što je ranije naglašeno, one nisu toliko štetne koliko su rezultati kvalitetni i korisni.

6.3.1.1. Karakteristike skenera

Prilikom izbora opreme za digitalizaciju potrebno je obratiti pažnju na određene osnovne karakteristike skenera o kojima ovisi kvaliteta dobivenog digitalnog dokumenta. Jedna od glavnih karakteristika skenera je razlučivost (rezolucija). Ona se definira kao prostorna frekvencija uzimanja uzoraka iz okoline te se odnosi na broj piksela koje skener može očitati u području skeniranja. Mjeri se obično u točkama po inču (engl. *dot per inch* – dpi), a odabir rezolucije ovisi o potrebama za kvalitetom slike te o kapacitetu medija za pohranu. Što je razlučivost viša, bolja je kvaliteta slike, ali je i dobivena datoteka veća.¹⁵²

Drugi pojam vezan uz karakteristike skenera je dinamički raspon. On se izražava brojačno i odnosi se na vjernost boje i kontrast slike. Što je dinamički raspon slike veći, veći su kontrast i dubina boje. On zapravo pokazuje sposobnost uređaja da bilježi razlike između svijetlih i tamnih tonova, odnosno sposobnost prepoznavanja detalja u područjima slike koji sadrže sjene. U prosjeku, kvalitetniji skeneri imaju dinamički raspon 3,0, dok rotacioni skeneri postižu vrijednosti i do 3,8.

Softver za skeniranje također je važan za postizanje kvalitete krajnjeg digitaliziranog dokumenta. Danas već postoje softveri s najrazličitijim opcijama koje se uglavnom više koriste u digitalizaciji knjižničnog i arhivskog gradiva. U digitalizaciji umjetnina korisne su standardne opcije kao što je kontrola ravnoteže boje (*colour balance*), krivulje tonova (*tonal curves*), svjetline i sjena, kao i izoštravanje i čišćenje slike.¹⁵³

¹⁵² Stančić, 2009., str. 43.

¹⁵³ *ibid.*, str. 44.

6.3.2. Digitalni fotoaparati

Upotreba digitalnih fotoaparata sve je češća u projektima digitalizacije umjetnina. Njihova glavna prednost je fleksibilnost i mogućnost da se neposredno nakon snimanja vidi rezultat te se odmah mogu napraviti izmjene ili se može ponoviti snimanje. Također, iako im je potrebna intenzivna rasvjeta, izlaganje toj količini svjetlosti traje iznimno kratko pa se u većini slučajeva, krajnji iznos lux-sati kojima je bila izložena grafika, može žrtvovati za sve prednosti koje nudi proces digitalizacije.

Najosnovnija podjela digitalnih fotoaparata bila bi ona na amaterske i profesionalne, no postoje i tzv. poluprofesionalni, napredni amaterski, ali i visokoprofesionalni, odnosno studijski fotoaparati.

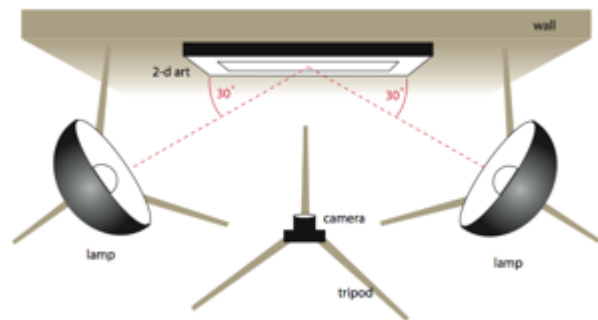
Amaterski fotoaparati u našem slučaju nisu prikladni za stručnu digitalizaciju umjetnina općenito, a onda i grafika. Oni su obično potpuno automatizirani te sami optimiziraju parametre što rezultira uglavnom pristojnim rezultatima samo u idealnim uvjetima osvjetljenja, no boje u pravilu nisu potpuno realno prikazane, a mogućnosti korekcije su minimalne. Oni također imaju ugrađenu bljeskalicu i nemaju nikakvu mogućnost priključivanja vanjske opreme za osvjetljenje.

Profesionalni fotoaparati osim automatskih postavki nude i određene napredne mogućnosti ručnog podešavanja koje rezultiraju mnogo boljom kvalitetom dobivene slike ukoliko snimanje vrši stručna osoba. Tako primjerice profesionalni fotoaparati mogu koristiti veću snagu i posebne načine bljeskalice koji omogućavaju izračunavanje ispravne ekspozicije, bolje objektivne sa većim rasponom zumiranja, zatim imaju mogućnost tzv. makro snimanja, tj. snimanja malih objekata iz vrlo velike blizine, većeg izbora različitih rezolucija dobivene slike te snimanje u naprednim formatima kao što je TIFF i RAW koji kasnije omogućavaju veću fleksibilnost kod obrade i korištenja dobivenih slika.¹⁵⁴

¹⁵⁴Stančić, 2009., str. 49-50.

6.4. Aspekti procesa digitalizacije

Digitalizacija grafika uglavnom se, dakle, provodi upotrebom visoko kvalitetnih digitalnih fotoaparata. Prilikom te metode digitalizacije iznimno je bitna rasvjeta, koja mora biti ciljano postavljena kako bi se izbjegle sjene ili drugi neželjeni efekti (Slika 38.). Također, iznimno je bitno odrediti maksimalnu dopuštenu količinu izloženosti grafika svjetlu te paziti da skener ili digitalni fotoaparat ne proizvode ultraljubičastu komponentu svjetlosnog zračenja.



Slika 38. Shematski prikaz ispravno postavljene rasvjete za digitalizaciju dvodimenzionalnih umjetničkih predmeta fotoaparatom

S obzirom da je cilj digitalizacije očuvanje informacijskog predloška originala u digitalnom obliku, digitalna slika mora biti što je više moguće kvalitetna. To znači da mora biti digitalizirana u visokoj razlučivosti. Standardi za odabir razlučivosti variraju od izvora do izvora, no neka srednja preporuka je skeniranje u razlučivosti većoj od 600 dpi¹⁵⁵ u 24-bitnoj boji za manje formate te 300 dpi za veće formate. Prilikom izbora razlučivosti također se treba imati na umu da se s njenim povećanjem povećava i prostor na mediju potreban za



Slika 39. Kodak Color Separation Guide and Gray Scale

spremanje slikovnog dokumenta te se ujedno i otežava njen prijenos mrežom. Npr. slika veličine A4 formata papira, skenirana u razlučivosti od 600 dpi uz korištenje 8 bitova (256 nijansi) za svaku od tri osnovne boje (crvene, zelene i plave), odnosno 24-bitnu boju, u nekomprimiranom formatu zauzima prostor od 96 MB.

¹⁵⁵ dpi = mjerna jedinica za razlučivost, engl. *dot per inch* = broj točaka po kvadratnom inču

Kako bi se smanjilo vrijeme potrebno za naknadnu obradu digitaliziranih slikovnih materijala trebalo bi se kod digitalizacije uključiti i kontrolne uzorke boja i sivih nijansi (*Color Separation Guide and Gray Scale*, npr. proizvođača Kodak) (Slika 39.), koji se smješta izvan sadržaja umjetnine, zajedno s ravnalom u centimetrima i inčima.¹⁵⁶

6.4.1. Kvaliteta digitalne slike

Kvaliteta digitalne slike ovisi o tri osnovna elementa. To su rezolucija, bitna dubina točke (*pixel bit depth*) i boja. Rezolucija se još naziva i razlučivost ili prostorna frekvencija, a definira se kao broj uzorkovanja predloška tijekom skeniranja. Izražava se kao broj plošne ili linijske gustoće točaka - PPI (*pixel per inch*), DPI (*dot per inch*) i LPI (*lines per inch*). Jedinica PPI uglavnom se upotrebljava za označavanje rezolucije digitalnih slika, DPI se koristi kada se govori o rezoluciji pisača, a LPI za označavanje rezolucije nijansiranja u tiskarstvu. Primjerice, slika veličine 4 x 5 inča rezolucije 600 dpi čini polje sastavljeno od 2400 x 3000 točaka, odnosno ukupno 7 200 000 točaka.¹⁵⁷

Drugi aspekt kvalitete je bitna dubina točke. Naime, svaka digitalna slika se, dakle, sastoji od polja točaka. Svakoj toj točki u polju pridružen je binarni niz, a broj znamenki u tom nizu naziva se bitna dubina točke. Na primjer, točki s dubinom od 1 bita pridružen je niz od jedne binarne znamenke (dakle 1 ili 0), dok je točki s dubinom 2 bita pridružen niz od 2 znamenke (dakle 00, 01, 10 ili 11). Pri tome dubina bita određuje broj mogućih kombinacija znamenki, a svaka kombinacija čini određenu nijansu boje. O kojim se to bojama radi ovisi o sustavu boja koji koristimo. Bitna dubina točke iz tog razloga iznimno utječe na kvalitetu digitalne slike. S obzirom da u prirodi postoji bezbroj nijansi boje, a vrijednosti koje opisuju svaku točku moraju biti konačne, konkretne se vrijednosti moraju zaokružiti na srednju vrijednost. To u sliku unosi određenu količinu pogreške, a što je dubina bita veća, to su pogreške sitnije pa je slika kvalitetnija.¹⁵⁸

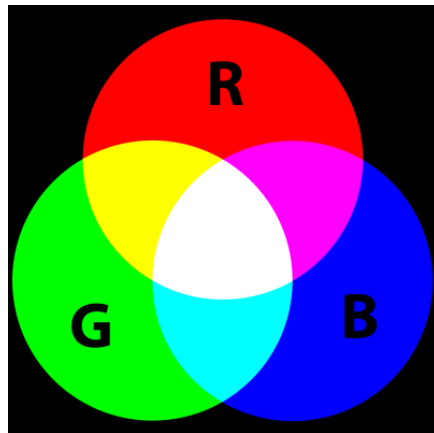
Broj mogućih nijansi na slici u boji izračunava se kroz sustave prikaza boje. Postoji nekoliko tih sustava, a računanje dubine bita je drugačije za svaki od njih. Svima im je zajedničko da se boja prikazuje miješanjem nekoliko kanala zasebnih osnovnih boja. Najčešće

¹⁵⁶ Stančić, 2009., str. 59.

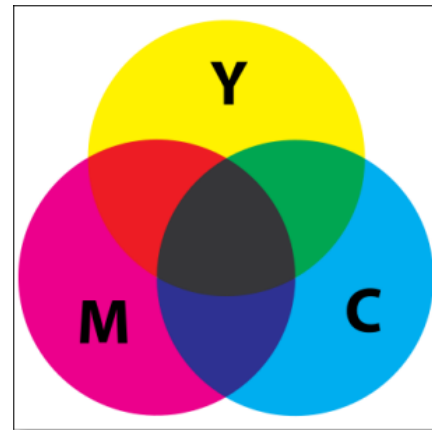
¹⁵⁷ Stančić, 2009., str. 60.

¹⁵⁸ *ibid.*, str. 61-62.

upotrebljavani sustavi su RGB, CMYK i CIELAB. RGB sustav stvara sliku kombinirajući tri osnovne boje: crvenu, zelenu i plavu, po principu dodavanja boje crnoj pozadini (Slika 40.). On se najčešće koristi za prikaz boje na zaslonima računala pri čemu se najčešće primjenjuje 24-bitna RGB slika, odnosno kombinacija triju 8-bitnih kanala.



Slika 40. RGB sustav boja



Slika 41. CMYK sustav boja

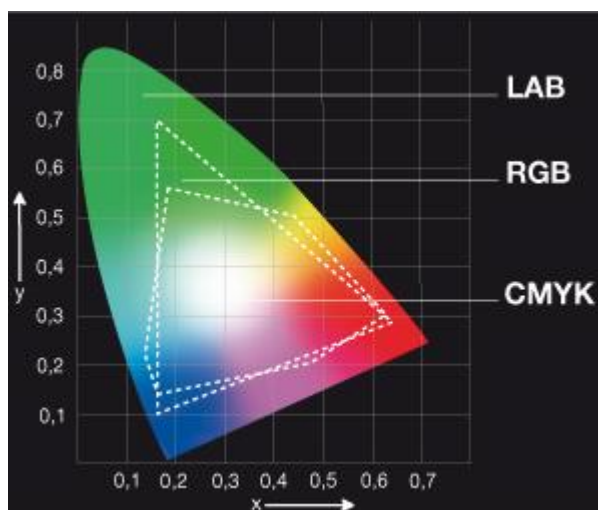
CMYK sustav (Slika 41.) stvara sliku kombinacijom četiri osnovne boje: blijedo plave (Cyan), grimizno ljubičaste (Magenta), žute (Yellow) te crne (black). On, za razliku od RGB sustava, funkcionira na temelju oduzimanja boje bijeloj pozadini. Pri tome se preklapaju četiri sloja osnovnih boja te nastaje 32-bitna slika (ako se svaki od tih kanala sastoji od 8-bitne boje). Ovaj se, pak, sustav koristi primarno kao standard za pisače u boji.¹⁵⁹

Razlike između ova dva sustava postaju vidljive tek prilikom otiskivanja digitalne slike na pisaču. S obzirom da zaslon i pisač koriste različite sustave prikaza boje, može se dogoditi da ono što dobro izgleda na zaslonu, ne izgleda dobro ispisano na papir. Zato je potrebno napraviti separaciju boja, što može dovesti do problema jer se područja boja koja pokrivaju ova dva sustava ne poklapaju u potpunosti pa u svakom sustavu postoji određeni broj boja koje ovaj drugi ne prepoznaje. Iz tog je razloga potrebno napraviti konverziju sustava boja prije tiskanja, no ona je uvijek aproksimativna.

Najbolje rješenje ovog problema predstavlja CIELAB sustav. On prikazuje boje koristeći tri vrijednosti kojima opisuje precizni smješaj boje unutar vidljivog prostora boja. CIE predstavlja skraćenicu za instituciju koja je napravila standard – *Commission*

¹⁵⁹ Stančić, 2009., str. 64.

Internationale de l'Eclairages (Međunarodna komisija istraživača boja), L opisuje relativnu svjetlost (*lightness*), A predstavlja relativan odnos između crvene i zelene, dok B opisuje relativan odnos između žute i plave boje. Na taj se način obuhvaća puno šira paleta boja te se slika zapisana po tom sustavu može konvertirati u bilo koji drugi sustav bez gubitaka informacija.¹⁶⁰



Slika 42. Usporedba raspona CIELAB, RGB i CMYK sustava boja

6.5. Obrada digitalnih dokumenata

Nakon uspješno provedenog postupka digitalizacije digitalni materijal je potrebno dodatno obraditi i provjeriti zadovoljava li njegova kvaliteta postavljene standarde i nakon obrade. Naime, skeneri i digitalni fotoaparati ne moraju uvijek potpuno vjerno prenijeti boju pa je gotovo uvijek potrebno napraviti određene modifikacije kako bi boja bila što vjernija originalu. Osim toga, digitalne slike obrađuju se i zbog pohrane. Digitalne slike moguće je komprimirati kako bi se smanjili memorijski zahtjevi prilikom pohrane ili distribucije. Komprimiranje se definira kao postupak pronalaženja zalihosti u binarnom zapisu te uklanjanje te zalihosti kodiranjem zapisa uz pomoć različitih matematičkih modela. Postoje dva osnovna tipa komprimiranja: komprimiranje bez gubitaka i komprimiranje s gubicima. Prvi tip u potpunosti čuva informaciju, dok drugi složenim algoritmima proračunava koje dijelove može isključiti, kako bi gubitak kvalitete bio kontroliran. Iz tog razloga će odabir višeg stupnja kompresije rezultirati slikom niže kvalitete.¹⁶¹

¹⁶⁰ Stančić, 2009., str. 64.

¹⁶¹ *ibid.*, str. 75.

Najpoznatiji standard za kompresiju digitalnih slika je JPEG standard (*Joint Photographic Experts Group*) stvoren od strane Udruženja fotografskih stručnjaka koje su zajedno formirale Međunarodna organizacija za standarde (ISO) te Europska organizacija za telekomunikacijske standarde (CCITT). Taj standard se sastoji od 29 ugrađenih sustava kodiranja za komprimiranje slika. Oni se razlikuju po brzini kodiranja, stupnju kompresije te postignutom stupnju kvalitete, odnosno vjernosti komprimirane slike originalu te omogućavaju oba spomenuta načina komprimiranja – s gubicima i bez gubitaka. Komprimiranje bez gubitaka nudi se na samo dvije razine, a u prosjeku odnos komprimiranog i nekomprimiranog zapisa iznosi 2:1, dakle komprimirana slika zauzima dvostruko manje memorijskog prostora.¹⁶²

Komprimiranje s gubicima u JPEG standardu omogućava odabir željenog stupnja kompresije. Što je stupanj kompresije viši, to je veličina datoteke manja, ali je i kvaliteta komprimirane slike manja. Za potrebe arhiviranja bilo kakvog slikovnog materijala odnos komprimiranog i nekomprimiranog zapisa ne bi smio biti veći od 20:1 ako se želi zadržati vjerodostojnost originalu.¹⁶³

¹⁶² Stančić, 2009., str. 77-78.

¹⁶³ *ibid.*

7. DOKUMENTIRANJE I STVARANJE DIGITALNE ZBIRKE GRAFIKA

Nakon kvalitetnog procesa digitalizacije grafika, za njihovu sustavnu prezentaciju u virtualnom okruženju ključno je detaljno dokumentiranje i opis svih karakteristika pojedinih djela u zbirci kako bi informacija o originalnom predmetu bila što potpunija te bi se i na taj način dodatno smanjila potreba za rukovanjem originalnim materijalom. To u pravilu znači stvaranje sustavne baze podataka koja sadrži sve informacije o pojedinim grafikama, odnosno stvaranje digitalne zbirke grafika.

S tim ciljem u ovom će dijelu rada biti predložen koncept jedne takve baze temeljen na suvremenim standardima muzejske dokumentacije uz ciljane modifikacije temeljene na specifičnim zahtjevima za opisivanje grafika.

7.1. Što je digitalna zbirka?

Digitalne zbirke nastaju kao rezultat opisivanja i organiziranja digitalne građe dobivene projektom digitalizacije. Postoje brojne varijacije digitalnih zbirki te one ovise isključivo o potrebama i ciljevima projekta digitalizacije. U svakom slučaju, digitalna zbirka je vrijednija kao cjelina, nego kao skup pojedinačnih digitalnih objekata izdvojenih iz konteksta stvarnosti.¹⁶⁴

Stvaranje digitalne zbirke može biti višestruko korisno za instituciju, a onda i za korisnike baštine. U prvom redu, ono djeluje poticajno na sređivanje dokumentacije o fizičkim zbirkama. Naime, digitalne zbirke objedinjuju različite vrste sadržaja i pružaju tehničku mogućnost objedinjavanja različitih baštinskih izvora te, za razliku od analognih zbirki, integriranja znanja o baštinskim sadržajima u istom mediju. Ipak, jedan od najvećih nedostataka joj je što zahtijeva složeniju infrastrukturu i organizaciju znanja o predmetu te je potreban dodatan napor u čuvanju njezinog integriteta u uvjetima stalnih tehnoloških promjena.

Digitalnu zbirku možemo definirati kao *organiziranu, strukturiranu, opisanu, upravljaju i održavanu zbirku digitalnih objekata kojima se može pristupiti putem barem jednog korisničkog sučelja*.¹⁶⁵

¹⁶⁴ Maja Šojat-Bikić, *Modeliranje digitalnih zbirki i digitalnih proizvoda: sadržajno korisnički aspekt komuniciranja kulturne baštine u digitalnom obliku*, Muzeologija 50, MDC, Zagreb, 2013, str. 175.

¹⁶⁵ *ibid.*, str. 176.

Pristup kroz korisničko sučelje zapravo podrazumijeva mogućnost pretraživanja, što predstavlja jednu od ključnih prednosti digitalnih zbirki u odnosu na fizičke. U procesu stvaranja digitalne zbirke kreiraju se *digitalni objekti*, koji se zatim sabiru, organiziraju i dokumentiraju u skladu s konceptom razvoja digitalne zbirke. Stvaranje tog koncepta vrlo je složeno pitanje te mora odgovoriti na pitanja: što, kako, za koga i u koju svrhu.

Prema Susan Schreibman¹⁶⁶, digitalnim se zbirkama treba pristupati s dvostrukog aspekta: s jedne strane moraju se, u što većoj mjeri, slijediti standardi, a s druge strane svaka digitalna zbirka mora biti jedinstvena po sadržaju i obliku te oblikovana s posebnim ciljevima za određenu skupinu korisnika.

U kontekstu virtualne prezentacije baštine govori se o digitalnim baštinskim zbirkama. One se pak, prema sadržaju mogu podijeliti na tri modela: digitalne zbirke objekata na primarnoj kataloškoj razini (zbirke digitaliziranih predmeta s pridruženim osnovnim kataloškim informacijama – metapodacima); digitalne zbirke znanja (kontekstualizirane digitalne zbirke koje objedinjuj digitalne objekte i njihove metapodatke, sekundarne digitalne izvore znanja te interpretaciju i kreativnost stvaratelja zbirke; te participativne digitalne zbirke (zbirke koje omogućavaju korisnicima aktivno sudjelovanje u stvaranju, nadopunjavanju, komentiranju i interpretiranju sadržaja). Na prvoj od tih razina korisnik saznaje osnovne činjenice o predmetima u zbirci, na drugoj može smisleno učiti, a na trećoj aktivno sudjeluje u procesu komuniciranja baštine.¹⁶⁷

Za naš slučaj stvaranja digitalne zbirke grafika bit će ipak odabran prvi model, iako on predstavlja najsuhoparniji i korisnicima najmanje atraktivan koncept. Glavni razlog tog izbora predstavlja činjenica da je primarni cilj ovoga rada oblikovanje prezentacije namijenjene primarno stručnjacima koji bi inače, u nedostatku druge mogućnosti, bili primorani za potrebe istraživanja tražiti vađenje grafika iz kontroliranih uvjeta. Bez obzira na to, stvaranje sustavno koncipirane digitalne zbirke u svakom trenutku omogućava proširenje i promjenu korisničkog sučelja kako bi se ona prilagodila potrebama većeg broja korisnika.

¹⁶⁶ Susan Schreibman, *Best Practice Guidelines for Digital Collections at University of Maryland Libraries*, University of Maryland, 2007, (http://lib.umd.edu/dcr/publications/best_practice.pdf), str. ii.

¹⁶⁷ Šojat-Bikić, 2013., str. 188.

7.1.1. Digitalni objekti

Digitalna zbirka sastoji se, dakle, od digitalnih objekata. Oni se definiraju kao *jedinice digitalizirane građe koja postoji u analognom obliku ili izvorno nastali digitalni objekt koji nema analognu inačicu*.¹⁶⁸ Svaki digitalni objekt može biti sadržan u jednoj datoteci ili se može sastojati od niza povezanih datoteka, odnosno postoje jednostavni i složeni digitalni objekti.

Kvalitetan digitalni objekt treba poštivati šest načela kvalitete koje je postavio NISO¹⁶⁹: mora postojati u formatu koji podržava njegovu sadašnju i buduću upotrebu; mora imati dugoročan vijek trajanja, mora imati značenje i upotrebljivost i izvan konteksta u kojem je nastao; mora mu biti pridružen jedinstveni identifikator (mora se imenovati prema formalnom standardu ili konzistentnoj sintaksi); mora biti moguće provjeriti njegovu autentičnost; te mora imati pridružene metapodatke.

7.2. Metapodaci za opisivanje digitalnih objekata i digitalne zbirke

Stručno govoreći, informacije o predmetima baštine (a i zbirci kao cjelini) nazivaju se metapodaci. Metapodaci bi se mogli definirati kao *strukturirane informacije o bilo kojoj vrsti resursa, koje se koriste za identifikaciju, opisivanje, upravljanje ili osiguravanje pristupa tom resursu*.¹⁷⁰ Druga, neslužbena, ali često popularna i prihvaćena definicija, definira ih jednostavno kao podatke o podacima.

Na početku njihovog korištenja najčešće su se ograničavali samo na opisivanje digitalnih 'objekata'. Danas, u svom širem kontekstu, koriste se, između ostaloga, i u području baštine te predstavljaju podatke o upravljanju zbirka, kataloške podatke i podatke o izložbama.¹⁷¹

Ta upotreba na prvi pogled možda ih ne razlikuje od 'običnih' podataka, no uzmemo li muzejski predmet (ili bilo koji drugi predmet baštine) kao resurs ili izvor informacija, odnosno 'podatak' o nekom fenomenu iz prošlosti, oni se vrlo lako uklapaju u definiciju *podaci o podacima*.

¹⁶⁸ Šojat-Bikić, 2013., str. 180.

¹⁶⁹ National Information Standard Organisation, *A Framework of Guidance for Building Good Digital Collections: 3rd Edition*, NISO Framework Working Group, 2007, str. 26-57. (<http://www.niso.org/publications/rp/framework3.pdf>, 25.06.2014.)

¹⁷⁰ Gordon McKenna, Chris De Loof, *Digitisation: Standards Landscape for European Museums, Archives and Libraries*, ATHENA Project, Rim, 2009., str. 20.

¹⁷¹ Gordon McKenna, Chris De Loof, 2009., str. 15.

Metapodaci se mogu podijeliti na: administrativne metapodatke, koji opisuju upravljanje i administraciju resursa (npr. o akviziciji, pravima, lokaciji); deskriptivne metapodatke koji predstavljaju opis i identifikaciju resursa (npr. kataloški podaci); metapodatke o zaštiti koji opisuju upravljanje zaštitom resursa (npr. podaci o stanju i kretanju resursa); tehničke metapodatke koji opisuju na koji način sustav funkcionira i kako se metapodaci ponašaju (npr. formati, enkripcija, lozinke); te na metapodatke o upotrebi koji opisuju na koji način se resurs koristi (npr. podaci o korisnicima i korištenju resursa).¹⁷²

Metapodaci digitalnih objekata se također dijele u dvije vrste: metapodaci naslijeđeni iz postojećih metapodataka analognih predmeta; te metapodaci generirani tijekom procesa digitalizacije. Svi analogni predmeti, u pravilu, imaju metapodatke koji ih opisuju pa se oni također prenose u digitalni oblik tijekom formiranja digitalne zbirke, dok metapodaci generirani tijekom postupka digitalizacije nastaju automatski kao tehnički metapodaci koje stvaraju uređaji za digitalizaciju.¹⁷³

Metapodaci digitalne zbirke predstavljaju opis na razini zbirke. Oni imaju važnu ulogu u osiguravanju vidljivosti i dostupnosti zbirki u globalnom informacijskom okruženju, odnosno omogućavaju korisnicima pronalaženje zbirki koje ih zanimaju te konzistentno pretraživanje kroz distribuirane zbirke koje se nalaze na različitim lokacijama. Iz opisa na razini zbirke korisnik može shvatiti o čemu je u zbirci riječ, odnosno saznati osnovne informacije o temi, sadržaju, smještaju, vlasniku, stvaratelju i administratoru zbirke te uvjetima korištenja i na taj način može odlučiti je li to upravo zbirka koja ga zanima. Postoji nekoliko modela za opis na razini zbirke, a najpoznatiji je RSLP (*Research Support Libraries Programme Collection Description*).¹⁷⁴

¹⁷² McKenna, De Loof, 2009., str. 17.

¹⁷³ Šojat-Bikić, 2013, str. 182.

¹⁷⁴ *ibid.*, str. 183.

7.2.1. Standardi za opisivanje umjetničkih djela

Kako bi se što preciznije dokumentirao određeni resurs (npr. grafika) stvoreni su određeni standardi za opisivanje i sheme metapodataka. Za potrebe muzejskog i baštinskog konteksta nastali su standardi kao što je primjerice CDWA (*Categories for the Description of Works of Art*), SPECTRUM, OBJECT ID, CIDOC-ove Smjernice za opisivanje muzejskih predmeta itd.

U našem slučaju, koncept baze podataka oslanjat će se najviše na kombinaciju standarda CDWA, CIDOC-ovih Smjernica te Pravilnika o sadržaju i načinu vođenja muzejske dokumentacije Ministarstva kulture Republike Hrvatske, uz specifične elemente potrebne za opisivanje i istraživanje grafičkog materijala.

Categories for the Description of Works of Art (CDWA) je standard koji se razvija u sklopu Getty Research Instituta od 1990. godine. On opisuje sadržaj baza podataka o umjetnosti tako što definira konceptualni okvir za opisivanje i pristup informacijama o predmetima i slikama. Stvaraoci određuju pojmove i praksu opisivanja koji će omogućiti da informacije u različitim sustavima budu kompatibilnije i lakše za pristupiti. Osim toga, formiran je i okvir koji omogućava mapiranje postojećih sustava za opisivanje umjetnosti i na temelju kojeg mogu biti stvoreni novi sustavi.¹⁷⁵

CDWA se sastoji od oko 540 različitih kategorija i podkategorija od kojih je jedan manji broj označen kao *core*, odnosno minimum informacija potrebnih da se opiše umjetničko djelo. Ipak, to su samo opći prijedlozi, a koje će se kategorije smatrati *core* kategorijama bi trebalo zapravo ovisiti o potrebama krajnjih korisnika kojima određeni sustav dokumentacije treba služiti. Također, kako bi se osigurale što konzistentnije informacije i optimiziralo pretraživanje, CDWA predlaže koja bi polja za upis informacija trebala biti sa slobodnim tekstualnim upisom, a koja bi se trebala kontrolirati sustavima kao što su kontrolirane liste, tezaursi ili kontrolirano formatiranje određenih informacija (npr. datuma).¹⁷⁶

CIDOC, odnosno Međunarodni odbor za dokumentaciju ICOM-a, je međunarodna fokus grupa za pitanja dokumentacije za muzeje i slične organizacije. Djeluje od 70tih godina prošlog stoljeća, a danas se sastoji od preko 650 informacijskih stručnjaka iz 60 zemalja svijeta. Tijekom 90tih godina javila se potreba da se iz dotadašnjeg rada stvori široko

¹⁷⁵ McKenna, De Loof, 2009., str. 25.

¹⁷⁶ *Categories for the Description of Works of Art*, Elektroničke publikacije Getty Research Instituta, http://www.getty.edu/research/publications/electronic_publications/cdwa/introduction.html, 20.06.2014.

dostupna preporuka za standardnu praksu muzejske dokumentacije. Tako su nastale *Smjernice za opisivanje muzejskih predmeta*, čije je prvo izdanje objavljeno 1995. godine. One predstavljaju temelj za međunarodni muzejski informacijski standard, nove nacionalne standarde, usporedbu različitih nacionalnih i međunarodnih standarda, olakšano dijeljenje informacija između muzeja te dugoročnu zaštitu vrijednosti podataka.¹⁷⁷

Smjernice se sastoje od 22 podatkovne skupine koje sadrže jednu ili više podatkovnih kategorija koje je moguće koristiti ovisno o zahtjevima pojedinih muzeja ili zbirki. Također se, kao i kod CDWA standarda, predlaže kontrola terminologije i formatiranja sadržaja kroz definiranje pojmova koji smiju biti korišteni i uspostavljanjem odnosa između različitih pojmova, po mogućnosti kroz sustave tezaurusa za koje također postoje međunarodni standardi kao što su *the Art & Architecture Thesaurus* (AAT) ili *the Union List of Artists Names* (ULAN).¹⁷⁸

Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja muzejske dokumentacije o muzejskoj građi Ministarstva kulture Republike hrvatske donešen je na temelju članka 8. stavka 2. Zakona o muzejima (»Narodne novine«, br. 142/98), a na prijedlog Hrvatskog muzejskog vijeća. Njime se utvrđuje sadržaj i način vođenja muzejske dokumentacije i postupci koji se odnose na stvaranje i pohranjivanje muzejske dokumentacije. Prema Pravilniku muzejska dokumentacija se dijeli na primarnu, sekundarnu i tercijarnu. U primarnu dokumentaciju se ubrajaju inventarna knjiga, katalog predmeta, knjiga ulaska predmeta, knjiga izlaska predmeta, knjiga pohrane predmeta te zapisnik o reviziji muzejske građe. U sekundarnu dokumentaciju spadaju inventarne knjige audiovizualnih fondova i hemeroteke, knjiga evidencije o izložbama, evidencija o konzervatorsko-restauratorskim postupcima, evidencija o pedagoškoj djelatnosti, evidencija o stručnom i znanstvenom radu itd. U tercijarnu se, pak, dokumentaciju ubrajaju razni katalozi i indeksi te se ona generira iz fondova primarne i sekundarne dokumentacije u obliku tezaurusa, indeksa, kataloških listića i sažetaka, a služi za brže pretraživanje i korištenje podataka u fondu.¹⁷⁹

¹⁷⁷ International Committee for Documentation of the International Council of Museums, *International Guidelines for Museum Object Information: The CIDOC Information Categories*, lipanj 1995., str. 20. (http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Guidelines/CIDOCguidelines1995.pdf), 20.06.2014.

¹⁷⁸ *ibid.*, str. 22.

¹⁷⁹ *Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja muzejske dokumentacije o muzejskoj građi*, Narodne novine, Klasa: 612-05/02-01-168, Urbroj: 532-03-3/4-02-01, Zagreb, 29. srpnja 2002. (<http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/309509.html>, 21.06.2014.)

7.3. Koncept baze podataka

Konceptualno govoreći, metapodaci za opisivanje grafika mogli bi se podijeliti u četiri glavne skupine: *Opći podaci o djelu*, *Podaci o izradi*, *Povijest predmeta*, te *Podaci o temi*. Svaka od tih skupina dijeli se dalje na određeni broj dodatnih kategorija. Neke od tih kategorija jedinstvene su i ne mogu sadržavati više zapisa (npr. vrsta, tehnika, datacija, dimenzije itd.), dok se neke mogu ponavljati, odnosno sadržavati više zapisa jer je moguće da pojedina grafika treba više različitih zapisa u određenim kategorijama (npr. može biti više stvaratelja, vezanih djela, klasifikacijskih pojmova, vlasnika, zahvata na predmetu itd.).

Opći podaci o djelu (Tablica 1.) sastoje se od kategorija:

Osnovni podaci koji sadržavaju informacije o kataloškoj razini koja označava je li predmet pojedinačna grafika, grafička serija, grafička ploča ili neka druga vrsta predmeta; zatim vrsta grafike, odnosno vrsta grafičke tehnike; grafička tehnika; datacije (opisno i u kontroliranom formatu (Od – Do), te popisa literature vezane uz grafiku koja se opisuje.

U ovoj kategoriji vrlo je bitna sustavna klasifikacija grafičkih vrsta i tehnika. Naime, kao što se može primijetiti u prvom poglavlju ovoga rada, postoji veliki broj različitih tehnika podijeljenih na nekoliko glavnih vrsta prema tehnologiji izvedbe. Iz tog je razloga vrlo važno za konzistentnu bazu podataka da za te kategorije bude dostupna neka vrsta klasifikacije i kontrole nazivlja temeljena na opće prihvaćenoj nomenklaturi.¹⁸⁰

Naziv djela predstavlja ponavljajuću kategoriju jer jedan predmet može imati više naziva, no jedan mora biti označen kao preporučeni

Opis djela koji predstavlja otvorenu rubriku za kratki opis vizualnih i ostalih karakteristika pojedinačne grafike koju se dokumentira.

Dimenzije su jedna od kategorija specifičnih za potrebe opisivanja grafika. Naime, svaka grafika ima dvije vrste dimenzija: jedna opisuje mjere papira, a druga mjere otiska. Osim toga, specifično je i to da se one uvijek izražavaju u milimetrima.

¹⁸⁰ za vrlo opširan popis i klasifikaciju grafičkih vrsta i tehnika v. Dževad Hozo, *Umjetnost multioriginala*, Prva književna komuna, Mostar, 1988.

Vezana djela je ponavljajuća kategorija u kojoj se pojedinačno bilježe predmeti u zbirci koji su na neki način povezani s grafikom koja se opisuje (npr. originalni otisak, kopija, ista serija...)

Klasifikacija je također ponavljajuća kategorija u kojoj se grafici pridružuju klasifikacijski pojmovi koji je povezuju s ostalim predmetima u zbirci koji imaju slične karakteristike (npr. drvorezi, bakrorezi, portreti, reklamne grafike, krajolik...)

Podaci o izradi (Tablica 2.) sadržavaju kategorije vezane uz nastanak predmeta:

Stvaratelj kao još jedna ponavljajuća kategorija, što je osobito važno za opisivanje grafika. S obzirom na njihov proces izrade vrlo je čest slučaj da jedna grafika ima više stvaratelja. Najčešće su različiti autori obavljali pojedinačne korake u nastanku grafike (inventor, grafičar, tiskar) pa je potrebno omogućiti posebni zapis za svakog pojedinog autora.

Stil/period je kategorija u kojoj se navodi ime stila/perioda u koji je smještena grafika te kratki opis njegovih stilskih karakteristika.

Materijali i tehnike je kategorija u kojoj se navodi korištene materijale i tehnike najprije opisno, a onda u kontroliranom obliku popis svake tehnike i svakog materijala koji je korišten u izradi grafike (npr. papir, tinta; litografija).

Opis izrade sadrži kratko objašnjenje na koji način je izvedeno djelo, odnosno na koji način su korišteni svi materijali i tehnike korišteni u izradi grafike.

Natpisi i oznake je ponavljajuća kategorija u kojoj se za svaki pojedinu oznaku ili natpis na grafici navode vrsta natpisa (potpis, naslov, numeracija, tiskarska oznaka, monogram, vodeni žig), transkripcija ili opis, jezik te lokacija na predmetu.

Izdanje je još jedna kategorija metapodataka specifičnih za opisivanje grafika. U njoj se navodi opis izdanja, vrsta otiska, broj otiska (ako je autorski otisak navodi se rimska znamenka) te veličina naklade, odnosno ukupan broj grafika u nakladi.

Povijest predmeta (Tablica 3.) sadržava informacije o trenutnom smještaju i statusu predmeta, kao i o svim prošlim promjenama statusa i smještaja predmeta:

Trenutni smještaj je kategorija u kojoj se navode podaci o lokaciji na kojoj se trenutno nalazi grafika koju se opisuje te se navode oznake koje su joj pridružene na toj lokaciji.

Podaci o vlasništvu u kojima se najprije opisno navodi čitava povijest sabiranja, odnosno vlasništva, određene grafike, a uz to postoje ponavljajući zapisi za svakog vlasnika pojedinačno u kojima se navodi ime vlasnika, mjesto vlasništva, način akvizicije, vrijednost, vrijeme vlasništva te oznake koje je vlasnik dodijelio predmetu.

Stanje djela i povijest pregleda je ponavljajuća kategorija koja opisuje svaki pojedinačni pregled grafike (npr. vizualni, rendgenski, infracrveni, mikroskopski...) te stanje koje su rezultati pregleda pokazali

Konzerviranje i povijest zahvata je također ponavljajuća kategorija koja navodi posebne zapise za svaki zahvat koji je izveden na grafici (opis, vrstu, datum i mjesto, te odgovornu osobu).

Izložbe i posudbe je ponavljajuća kategorija u kojoj se navode pojedinačni zapisi za svaku izložbu na kojoj je grafika bila izložena. Navodi se opis izložbe te podaci o naslovu, tipu, organizatoru, kustosu i datumu izložbe kao i oznake dodijeljene na izložbi (kataloška jedinica, identifikacijski broj) te vrijeme i količina izlaganja grafike svjetlosti.

Podaci o temi (Tablica 4.) sadrže informacije o opisu teme i zapise o općim i detaljnim pojmovima teme prikazane na grafici. Tematski pojmovi također su vrlo specifično pitanje te bi radi postizanja sustavnosti trebalo pratiti određeni klasifikacijski model. Jedan od najpoznatijih klasifikacijskih sustava ikonografije je ICONCLASS.¹⁸¹ To je hijerarhijski uređena zbirka definicija objekata, ljudi, događaja i apstraktnih ideja koje mogu biti tema neke slike. Sastoji se od 28 000 hijerarhijski raspoređenih pojmova u deset glavnih kategorija označenih znamenkama 0-9:

0 Apstrakcija, nefigurativna umjetnost

1 Religija i magija

¹⁸¹ <http://www.iconclass.nl/about-iconclass/what-is-iconclass>, 25.06.2014.

- 2 Priroda
- 3 Ljudsko biće, čovjek općenito
- 4 Društvo, civilizacija, kultura
- 5 Apstraktne ideje i koncepti
- 6 Povijest
- 7 Biblija
- 8 Književnost
- 9 Klasična mitologija i drevna povijest

Svaka od tih kategorija dalje se dijeli na potkategorije sa svojim specifičnim alfanumeričkim oznakama te se na taj način formira se hijerarhija ikonografskih pojmova

Na primjer:

- 2 Priroda
 - 25 Zemlja, svijet kao nebesko tijelo
 - 25F Životinje
 - 25F1 Skupine životinja
 - 25F2 Sisavci
 - 25F3 Ptice
 - 25F4 Gmazovi
 - ...

Tablica 1. Koncept – Opći podaci o djelu

PODACI O DJELU			
Kataloška razina	<i>(pojedinačna grafika, serija, grafička ploča, ...)</i>		
Vrsta tehnike	<i>(visoki tisak, duboki tisak, plošni tisak, propusni tisak, crtež...)</i>		
Tehnika	<i>(drvorez, linorez, bakropis, litografija...)</i>		
Datacija	<i>(opisno)</i>		
	Od		Do
Literatura			
Napomene			

NAZIV DJELA	
Naziv djela	<i>(npr. Judita i Holoferno)</i>
Prioritet	<i>(preporučeni ili alternativni)</i>
Vrsta	<i>(opisni, naslov stvaratelja, prevedeni, popularni)</i>
Jezik	
Napomene	
(sljedeći naziv) →	
<i>(jedan predmet može imati više naziva, ali jedan naziv mora biti označen kao preporučeni)</i>	

DIMENZIJE OTISKA				
Dimenzije opisno:		<i>(Obavezno u mm; npr. 120 x 100 mm)</i>		
Dimenzija 1:	<i>(npr. visina)</i>	vrijednost:		mm
Dimenzija 2:	<i>(npr. širina)</i>	vrijednost:		mm
Dimenzija 3:	<i>(npr. dužina)</i>	vrijednost:		mm
DIMENZIJE PAPIRA				
Dimenzije opisno:		<i>(Obavezno u mm; npr. 150 x 120 mm)</i>		
Dimenzija 1:	<i>(npr. visina)</i>	vrijednost:		mm
Dimenzija 2:	<i>(npr. širina)</i>	vrijednost:		mm
Dimenzija 3:	<i>(npr. dužina)</i>	vrijednost:		mm
...				

VEZANA DJELA	
Naziv vezanog djela	<i>(vezan uz naziv djela u primarnom zapisu o tom djelu u bazi podataka)</i>
Vrsta veze	<i>(npr. originalni otisak, kopija, grafička ploča za, ista serija...)</i>
Broj veze	
Napomene	
(sljedeći zapis) →	

OPIS DJELA

KLASIFIKACIJA	
Klasifikacijski pojam	<i>(drvorezi, bakrorezi, litografije, reklamne grafike...)</i>
(sljedeći pojam) →	
<i>(jedan predmet može imati više klasifikacijskih pojmova koji ga povezuju s drugim predmetima u zbirci sličnih karakteristika - kao tagovi)</i>	

Tablica 2. Koncept – Podaci o izradi

PODACI O NASTANKU	
Opis stvaratelja	<i>(navesti sve stvaratelje i njihove uloge)</i>

STVARATELJ <i>(zapis za svakog stvaratelja pojedinačno)</i>			
Identitet	<i>(Prezime, Ime)</i>		
Uloga stvaratelja	<i>(npr. inventor, grafičar, tiskar)</i>		
Datum nastanka	<i>(opisno)</i>		
	Od		Do
Kvalifikator nastanka	<i>(npr. invencija, graviranje, tiskanje)</i>		
Mjesto nastanka			
<i>(sljedeći stvaratelj) →</i>			

MATERIJALI I TEHNIKE			
Opis materijala i tehnika		<i>(npr. ugljena olovka, papir podlijepjen na karton...)</i>	
MATERIJALI		TEHNIKE	
Vrsta 1	<i>(npr. tinta)</i>	Vrsta 1	<i>(npr. litografija)</i>
Uloga	<i>(medij)</i>	Uloga	<i>(tehnika)</i>
Vrsta 2	<i>(npr. papir)</i>	Vrsta 2	
Uloga	<i>(nositelj)</i>	Uloga	
...		...	
BOJA	<i>(npr. monokromna grafika, grafika u boji...)</i>		

NATPISI I OZNAKE	
Transkripcija ili opis	
Vrsta	<i>(potpis, naslov, numeracija, tiskarska oznaka, monogram, vodeni žig...)</i>
Jezik	
Lokacija na predmetu	
<i>(sljedeći zapis) →</i>	

STIL / PERIOD	
Ime stila / perioda	<i>(npr. renesansa, barok, secesija...)</i>
Opis stila	<i>(kratki opis stilskih karakteristika)</i>

IZRADA	
Opis izrade	<i>(na koji način je izvedeno djelo; opis korištenja materijala i tehnika)</i>
Literatura	

IZDANJE	
Opis izdanja	
Broj otiska	<i>(brojčana oznaka grafike u nakladi)</i>
Vrsta otiska	<i>(autorski...)</i>
Veličina naklade	<i>(ukupni broj grafika u nakladi)</i>

Tablica 3. Koncept – Povijest predmeta

STANJE DJELA I POVIJEST PREGLEDA (za svaki pregled posebni zapis)	
Opis stanja ili pregleda	
Vrsta pregleda	<i>(npr. infracrveni, mikroskopski, rendgenski, vizualni pregled)</i>
Pregled obavio	<i>(Prezime, Ime; titula)</i>
Datum pregleda	
(sljedeći zapis) →	

KONZERVIRANJE I POVIJEST ZAHVATA (za svaki zahvat posebni zapis)	
Opis zahvata	
Vrsta zahvata	<i>(npr. restauracija, konsolidacija, čišćenje...)</i>
Odgovorna osoba	<i>(Prezime, Ime; titula)</i>
Datum zahvata	
Mjesto zahvata	
(sljedeći zapis) →	

PODACI O VLASNIŠTVU - POVIJEST SABIRANJA	
Opis porijekla	<i>(navesti cijelu povijest vlasništva opisno)</i>

VLASNIK (zapis za svakog vlasnika pojedinačno)			
Identitet	<i>(Prezime, Ime / ime institucije)</i>		
Mjesto vlasništva	<i>(adresa)</i>		
Način akvizicije	<i>(npr. kupnja, razmjena, donacija, originalni vlasnik,...)</i>		
Vrijednost djela	<i>(cijena kupnje ili procjena)</i>		
Vrijeme vlasništva	<i>(Opisno)</i>		
	Od		Do
Oznake vlasnika	<i>(oznake koje je vlasnik dodijelio djelu)</i>		
(sljedeći zapis) →			

TRENUTNI SMJEŠTAJ	
Opis trenutnog smještaja	
Lokacija	<i>(geografska lokacija)</i>
Oznaka na trenutnoj lokaciji	
Vrsta oznake	<i>(npr. inv. broj, broj police, signatura...)</i>

IZLOŽBE I POSUDBE			
Opis izložbe ili posudbe			
Naslov izložbe			
Tip izložbe ili posudbe	<i>(npr. izložba, online izložba, posudba)</i>		
Kustos	<i>(Prezime, Ime / ime institucije)</i>		
Organizator izložbe	<i>(Prezime, Ime / ime institucije)</i>		
Mjesto			
Datum izložbe	<i>(opisno)</i>		
	Od		Do
Oznake na izložbi	<i>(npr. katalogska jedinica, identifik. broj)</i>		
Vrijeme i količina izlaganja svjetlosti			
Literatura			
(sljedeći zapis) →			

Tablica 4. Koncept – **Podaci o temi**

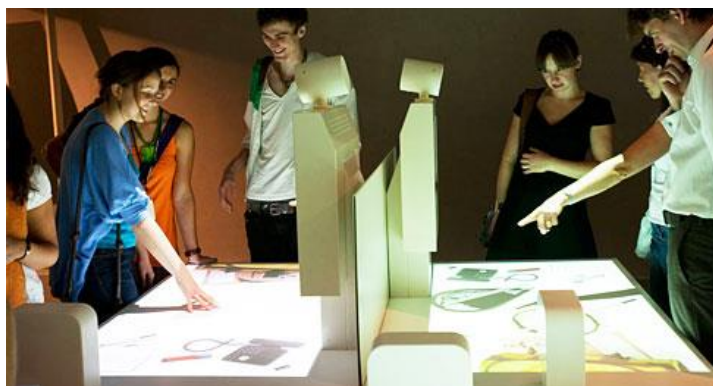
PODACI O TEMI	
Opis teme	
Opći pojam teme / detaljni pojam teme	<i>(npr. krajolik, povijest, legenda... / npr. Judita i Holoferno...)</i>
(sljedeći zapis) →	

8. OBLIKOVANJE PREZENTACIJE DIGITALNE ZBIRKE GRAFIKA ILI STVARANJE DIGITALNOG PROIZVODA

Stvaranje digitalne zbirke zapravo predstavlja oblikovanje materijala za proizvodnju različitih digitalnih proizvoda. Općenito govoreći, digitalni proizvod je *koherentan paket digitalnih sadržaja prikupljenih i/ili kreiranih u određenu svrhu, kojima se pristupa putem interneta, na prenosivom mediju ili nekom drugom digitalnom mediju, a namjena mu je prezentacija sadržaja korisnicima*.¹⁸² U kontekstu baštine govorimo o digitalnom baštinskom proizvodu, odnosno vrsti digitalnog proizvoda koja ima za cilj komuniciranje digitaliziranih ili izvorno nastalih baštinskih sadržaja korisnicima. On nije samo pomagalo u službi tradicionalne prakse prezentiranja i interpretiranja sadržaja u baštinskim institucijama, nego je on zapravo novi digitalni žanr sa vlastitom poetikom, estetikom i etikom. Za stvaranje dobrog digitalnog baštinskog proizvoda ključno je imati kvalitetnu dokumentaciju fizičkih zbirki i sekundarne građe, mogućnost generiranja kvalitetnih digitalnih reprodukcija i dobra priča.¹⁸³

8.1. Online digitalni baštinski proizvod

Postoji četiri glavne vrste digitalnih baštinskih proizvoda: galerijski digitalni proizvodi – digitalni proizvodi dostupni u baštinskoj instituciji (na kiosku ili stolnom računalu, npr. pretražive baze podataka, muzejski multimediji, različite druge lokalne aplikacije) (Slika 43.); referentni digitalni proizvodi – proizvodi na prenosivom mediju (CD/DVD ROM) (Slika 44.); online proizvodi – mrežne stranice institucija, online zbirke, virtualne izložbe, multimedijske priče itd. (Slika 45.); te hibridni digitalni proizvodi – različite kombinacije prve tri skupine.¹⁸⁴

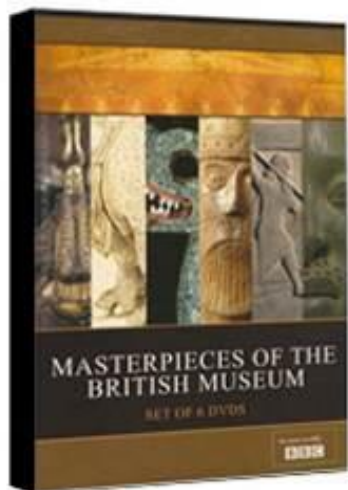


Slika 43. Suvremeni galerijski digitalni proizvod u Prirodoslovnom muzeju u Londonu

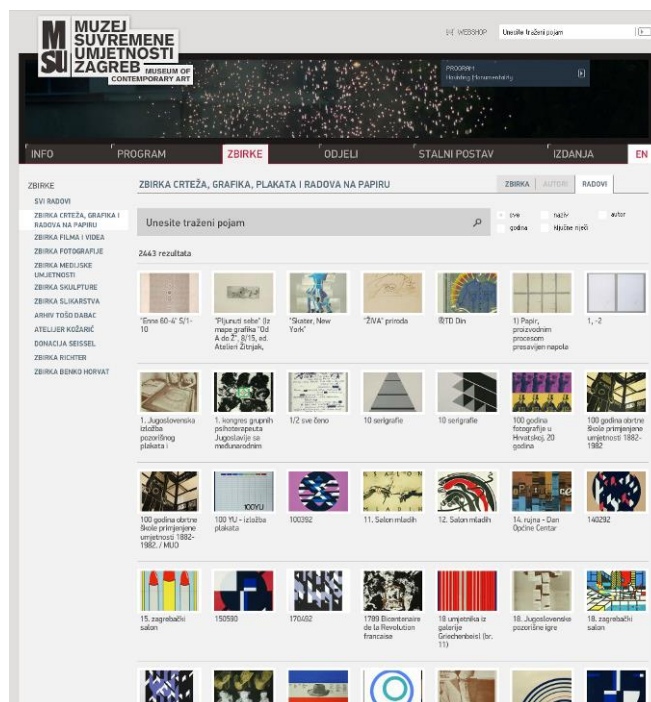
¹⁸² Šojat-Bikić, 2013, str. 200-201.

¹⁸³ *ibid.*, str. 201-203.

¹⁸⁴ *ibid.*, str. 208.



Slika 44. Referentni digitalni proizvod – DVD izdanje Remek-djela Britanskog muzeja



Slika 45. Online digitalna Zbirka crteža, grafika, plakata i radova na papiru Muzeja suvremene umjetnosti u Zagrebu

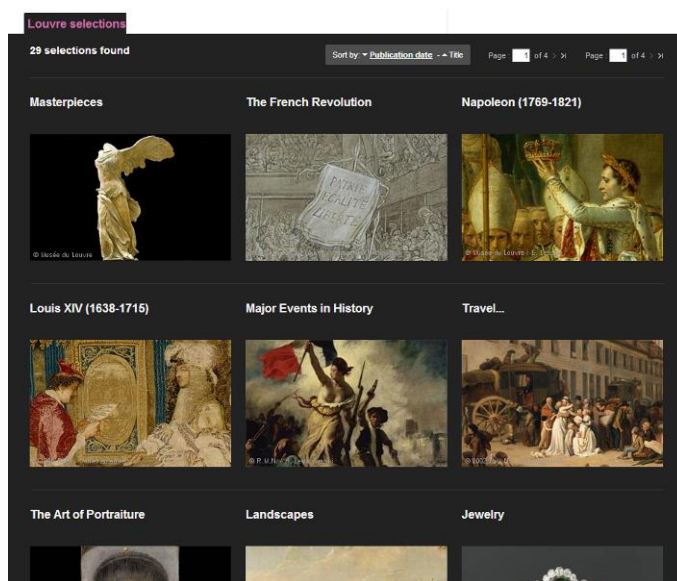
S obzirom da internet danas predstavlja najbolji medij za isporuku digitalnih baštinskih proizvoda jer može istodobno posluživati vrlo veliki broj korisnika, daleko više od bilo koje baštinske ustanove, ovaj rad će se najviše orijentirati na *online* prezentaciju zbirki grafika.

Internet funkcionira na vrlo specifičan i dinamičan način pa je iz tog razloga oblikovanje digitalnih proizvoda za web zahtijeva konstantno ili često obnavljanje budući da se mogućnosti, tehnologije i stilovi oblikovanja vrlo brzo mijenjaju. Osnovne vrste *online* digitalnog baštinskog proizvoda su mrežne stranice baštinske ustanove, online zbirke, virtualne izložbe te multimedijske priče.

U našem slučaju za prezentaciju grafika odabrali smo online zbirku kao vrstu digitalnog baštinskog proizvoda. To je najčešći i najprepoznatljiviji oblik digitalnog proizvoda baštinskih institucija. Svi objekti unutar online zbirke su ravnopravne jedinice, a pomoć korisniku u pronalaženju i pregledavanju zbirke glavna je zadaća funkcionalnosti i upotrebljivosti.

8.2. Formiranje korisničkog sučelja digitalne zbirke grafika

Pristup sadržaju online zbirke svodi se na dva temeljna modela: pregledavanje (*browsing*) i pretraživanje (*searching*). Alati za pregledavanje (Slika 46.) olakšavaju pretraživanje zbirke manje iskusnim korisnicima preko navigacije kroz nepoznata područja i apstraktne koncepte, dok sustav pretraživanja (Slika 47.) zahtijeva unos određenog pojma što podrazumijeva određenu razinu znanja u nekom području. Osim toga, pretraživanje pregledavanjem prikladniji je i lakši



Slika 46. Sustav pristupa temeljen na modelu pregledavanja – *browsing* (web stranice muzeja Louvre u Parizu)

način pronalaženja informacije u malim zbirkama (npr. od nekoliko stotina predmeta), dok je pretraživanje upisom teksta korisnije za velike zbirke ili cijele muzejske funduse.¹⁸⁵

The image shows a screenshot of the Louvre Museum's search interface. At the top, there is a navigation bar with 'Simple search', 'Advanced search', 'By room', 'By department', and 'Recent acquisitions'. Below this is a search criteria form. The form has a 'Search criteria' section and a 'Current search' section. The search criteria section includes fields for 'Category of work', 'Artist', 'Title', 'Material and technique', 'Inventory number', and 'Department'. Each field has a 'List' button next to it. There is also a checkbox for 'Illustrated works only' and a dropdown menu for 'Number of works displayed per page' set to 5.

Slika 47. Sustav pristupa temeljen na modelu složenog pretraživanja – *searching* (web stranice muzeja Louvre u Parizu)

Svaki pristup, dakle, ima prednosti i nedostatke ovisno o zahtjevima korisnika. Međutim moguće je (i poželjno) oblikovati sustav s nekoliko različitih mehanizama pristupa zbirci pa će na taj način korisnik sam moći odabrati koji mu je najprikladniji način pretraživanja zbirke.

¹⁸⁵ Šojat-Bikić, 2013., str. 212.

Najčešće metode pristupa online zbirkama su¹⁸⁶:

- kategorije, tj. klasifikacijski sheme sadržajnih cjelina temeljene na glavnoj temi ili podtemama zbirke. Ako su logično koncipirane korisnik može vrlo lako izravno pristupiti nekoj od tematskih cjelina zbirke.
- uređeni popisi s poveznicama na digitalne objekte u zbirci (npr. popisi godišta, naslova, autora, nakladnika, samih predmeta...) - takav je sustav podobniji za manje zbirke jer korisnik može brzo uočiti što je ponuđeno te izravno pristupiti predmetu koji traži
- identifikacijske sličice (*thumbnails*), tj. umanjene slike predmeta u zbirci s poveznicama na predmet. Pogodne su za vizualni materijal te pomažu korisniku u vizualnom prepoznavanju predmeta.
- polja za unos, odnosno strukturirano pretraživanje prema zadanim kategorijama u polju s padajućim izbornikom ili sa slobodnim unosom pojma, tj. ključne riječi
- oblaci oznaka (*tag clouds*), tj. vizualizirane ključne riječi prema važnosti pomoću boje i veličine fonta. Najviše su korisni za uočavanje najvažnijih atributa predmeta ili skupina predmeta u zbirci
- tzv. folksonomija, kod nas još uvijek rijetko korišten sustav pomoću kojega se odvija dijalog između korisnika i online zbirke. Ona može biti vrlo atraktivan način pristupa sadržaju jer pretraživanje tisuća muzejskih predmeta može biti frustrirajuće za krajnje korisnike ukoliko ne poznaju terminologiju pojedinih znanstvenih disciplina.
- polja za unos (*search box*), odnosno polja za pretraživanje, koja predstavljaju klasičan model korisničkog sučelja prema online zbirkama. Takav pristup prilično je nepogodan za korisnike, osobito za one manje iskusne, jer ne pruža nikakav uvid u sadržaj zbirke, nego je potreban ciljani upis pojmova kako bi se dobio uvid u predmete.

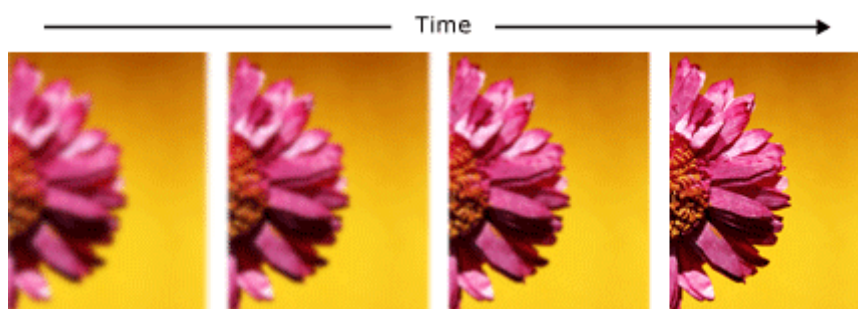
8.2.1. Presentacija digitalnih objekata i *Deep Zoom* tehnologija

Osim spomenutog formiranja navigacije po digitalnoj zbirci, za kontekst ovoga rada vrlo je bitan i sustav prezentacije pojedinih digitaliziranih grafika. S obzirom da je jedan od ciljeva ovoga rada prezentacija grafika digitaliziranih u što većoj rezoluciji potrebno je obratiti posebnu pažnju na način na koji to treba biti izvedeno. Naime, slike visoke rezolucije u pravilu su vrlo zahtjevne za računala koja ih trebaju prikazati te same po sebi nisu pogodne za prijenos putem interneta. Kao rješenje tih problema upravo se nameće tzv. *Deep Zoom*

¹⁸⁶ Šojat-Bikić, 2013., str. 213-214.

tehnologija. Deep Zoom je tehnologija tvrtke Microsoft koja omogućava interaktivno pregledavanje digitalnih slika visoke rezolucije. Pomoću nje slika visoke rezolucije moguće je brzo i jednostavno zumirati (povećavati i smanjivati) i to uz minimalne sistemske zahtjeve. Sliku je moguće zumirati do različitih razina detalja te je zatim moguće pomoću miša pomicati pogled po površini slike na željenoj razini povećanja. Kako korisnik pomiče pogled javljaju se animacije koje daju dojam pomicanja s jednog mjesta na slici do drugog.¹⁸⁷

Deep Zoom tehnologija koristi tzv. multi-rezolucijske slike kako bi postigla visoki broj sličica u sekundi (*frame rate*)¹⁸⁸ i iskustvo brzog otvaranja slika vrlo visoke rezolucije. Deep Zoom polazi od pretpostavke da je za početni prikaz slike potrebna samo mala količina podataka. Zato se na početku prikazuje se samo inačica slike male rezolucije, a inačice više rezolucije se učitavaju po potrebi, vrlo slično tehnologiji Google Karata. Za vrijeme učitavanja viših rezolucija javlja se animacija zamućenog prikaza (Slika 48.). Na taj način dobiva se dojam trenutnog učitavanja slikovnih podataka bez obzira na veličinu slike. Ista animacija javlja se i kod interakcije sa slikom prilikom pomicanja pogleda na već povećanoj slici.¹⁸⁹



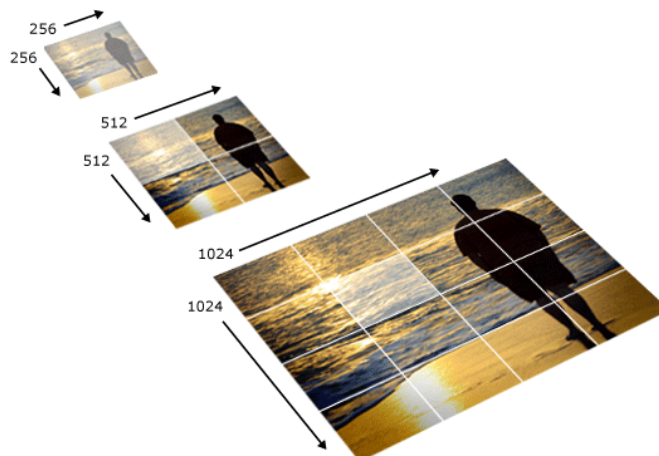
Slika 48. Animacija prilikom učitavanja više rezolucije *Deep Zoom* slike

¹⁸⁷ *Deep Zoom*, Microsoft Developer Network, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050\(vs.95\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050(vs.95).aspx), 14.06.2014.

¹⁸⁸ tzv. *Frame rate* je brzina kojom određeni uređaj prikazuje niz sličica kako bi se simulirao pokret. Izražava se indeksom FPS (*Frames per second*) ili ponekad u hercima (Hz). Veći broj sličica u sekundi daje dojam 'gladeg' pokreta. (http://en.wikipedia.org/wiki/Frame_rate, 14.06.2014)

¹⁸⁹ *Deep Zoom*, Microsoft Developer Network, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050\(vs.95\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050(vs.95).aspx), 14.06.2014.

Deep Zoom slika (*Deep Zoom Image*) (Slika 50.) se zapravo sastoji od određenog broja slikovnih pločica u PNG ili JPEG formatu različite rezolucije koje oblikuju svojevrsnu slikovnu piramidu. Jedna razina piramide predstavlja cijelu sliku određene rezolucije. Pri tome, svaka pločica zapravo je jedna datoteka, obično veličine 256x256 pixela, a pločice svake razine piramide



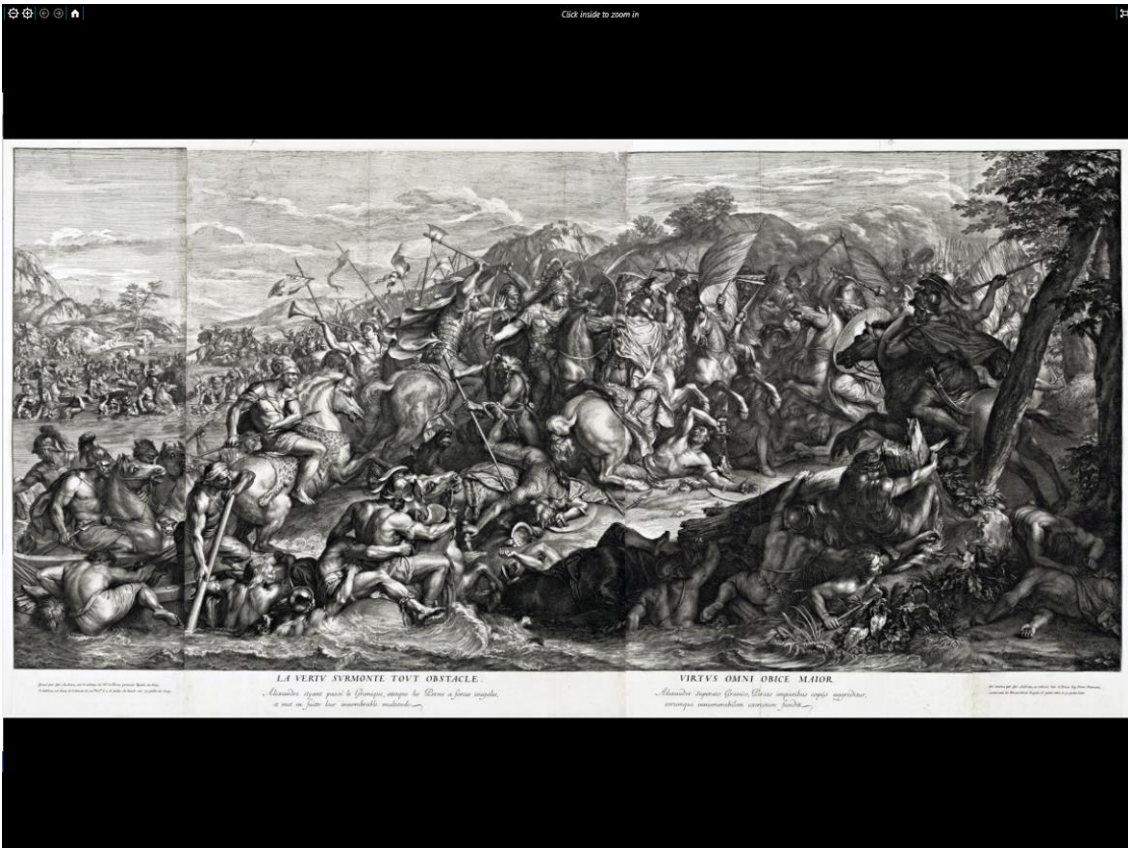
Slika 49. Podjela *Deep Zoom* slike na manje slikovne datoteke

spremljene su u zasebnu mapu. Ta podjela omogućava da Deep Zoom dohvaća samo one pločice koje su potrebne za prikazivanje veličine slike koja se u tom trenutku prikazuje na ekranu, a ne učitava odjednom cijelu sliku u punoj rezoluciji. Slika 49. prikazuje na koji način ta podjela funkcionira. Na dnu piramide dostupna je puna rezolucija slike, a uz nju spremaju se inačice s nižim rezolucijama. Slike na svakoj razini piramide spremaju se u obliku pločica veličine 256x256 pixela, na slici odvojene bijelim linijama.¹⁹⁰

Stvaranje ovakve piramide ručno može biti vrlo mukotrpan posao, no zato postoje razni alati koji automatski rade takve podjele. U tu svrhu Microsoft je razvio tzv. *Deep Zoom Composer*¹⁹¹, koji omogućava stvaranje slikovne piramide od jedne ili čak više slika u jednom dokumentu. Za pristup napravljenim piramidama program koristi datoteku s XML shemom, koju *Deep Zoom Composer* također automatski generira, no moguće ju je ručno preraditi za specifične potrebe projekta.

¹⁹⁰ *Deep Zoom File Format*, Microsoft Developer Network, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645077\(v=vs.95\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645077(v=vs.95).aspx), 14.06.2014.

¹⁹¹ *Deep Zoom Composer*, <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=24819>, 14.06.2014.



Slike 50. i 51. Primjer grafike prezentirane kroz *Deep Zoom* tehnologiju u punoj veličini i maksimalnom povećanju detalja (Gérard Audran prema Charlesu Le Brunu, *Prelazak rijeke Granika*, bakrorez i bakropis u 4 lista, 1672, The Getty Research Institute)



8.2.2. Prijedlog koncepta korisničkog sučelja za digitalnu prezentaciju grafika

Oblikovanje korisničkog sučelja mora biti vrlo jasno i precizno jer prvenstveno o njemu ovisi korisnost svakog digitalnog baštinskog proizvoda. Iz tog razloga ono također zahtijeva stručno planiranje i interdisciplinarnu suradnju prvenstveno informatičkih stručnjaka, stručnjaka za baštinu i dizajnera. U ovom dijelu rada bit će predložen koncept jednog takvog sučelja.


U našem slučaju koncept korisničkog sučelja se sastoji od tri glavne komponente: osnovnog dijela s popisom svih grafika u zbirci te sustavom pretraživanja i filtriranja, zatim javnog dijela prezentacije samo osnovnih informacija o pojedinačnoj grafici te sučelja sa svim informacijama iz baze podataka s ograničenim pristupom namijenjenim za stručnjake koji se bave istraživanjem grafičkog materijala.

Početna stranica korisničkog sučelja (Tablica 5.) sastoji se, dakle, od intuitivnog sustava pretraživanja koji omogućava samostalan upis ključnih riječi ili izbor filtriranja popisa prema određenim klasifikacijskim pojmovima kao što su tehnika, vrsta tehnike, stvaratelj, razdoblje, datacija ili ikonografska tema prikaza na grafici. Ovisno o izboru, s desne strane prikazuje se popis s identifikacijskim sličicama pojedinih grafika i njihovim osnovnim informacijama kao što su naslov, stvaratelj i datacija, koje ujedno predstavljaju i veze prema pojedinačnim zapisima za određenu grafiku. Odabirom konkretnog predmeta s popisa korisnik se preusmjerava na određeni zapis, ovisno o razini dopuštenja u sustavu. Ukoliko se radi o 'običnom' posjetitelju, koji nema posebne ovlasti istraživača, on se preusmjerava na osnovni zapis o predmetu (Tablica 6.). Taj zapis se sastoji od osnovnih informacija kao što su opis, autori, tehnika, dimenzije, datacija i tema djela te okvira za pregledavanje slike djela visoke rezolucije koji se temelji na ranije spomenutoj *Deep Zoom* tehnologiji.

Osim osnovne razine pristupa, online zbirke je moguće programirati na način da se omoguće i posebne ovlasti određenim osobama koje su zainteresirane za detaljnije istraživanje i uvid u više informacija o predmetu nego što je potrebno jednom prosječnom korisniku. Osiguravanje takvog pristupa može biti sigurnosno vrlo diskutabilno, no današnja informacijska tehnologija pruža brojne mogućnosti, primjerice, privremenog pristupa u kojem institucija može pružiti privilegirani pristup samo u dogovorenom ograničenom vremenskom razdoblju nakon kojega se prava poništavaju. Sučelje takvog pristupa (Tablica 7.) osiguravalo bi uvid u sve četiri ranije spomenute kategorije podataka vizualno strukturirane u pojedinačne kartice. Uz to, s desne strane također bi bio dostupan prikaz grafike u visokoj rezoluciji prezentiran kroz *Deep Zoom* tehnologiju.

Tablica 5. Koncept – Početna stranica korisničkog sučelja





IME ZBIRKE




FILTER

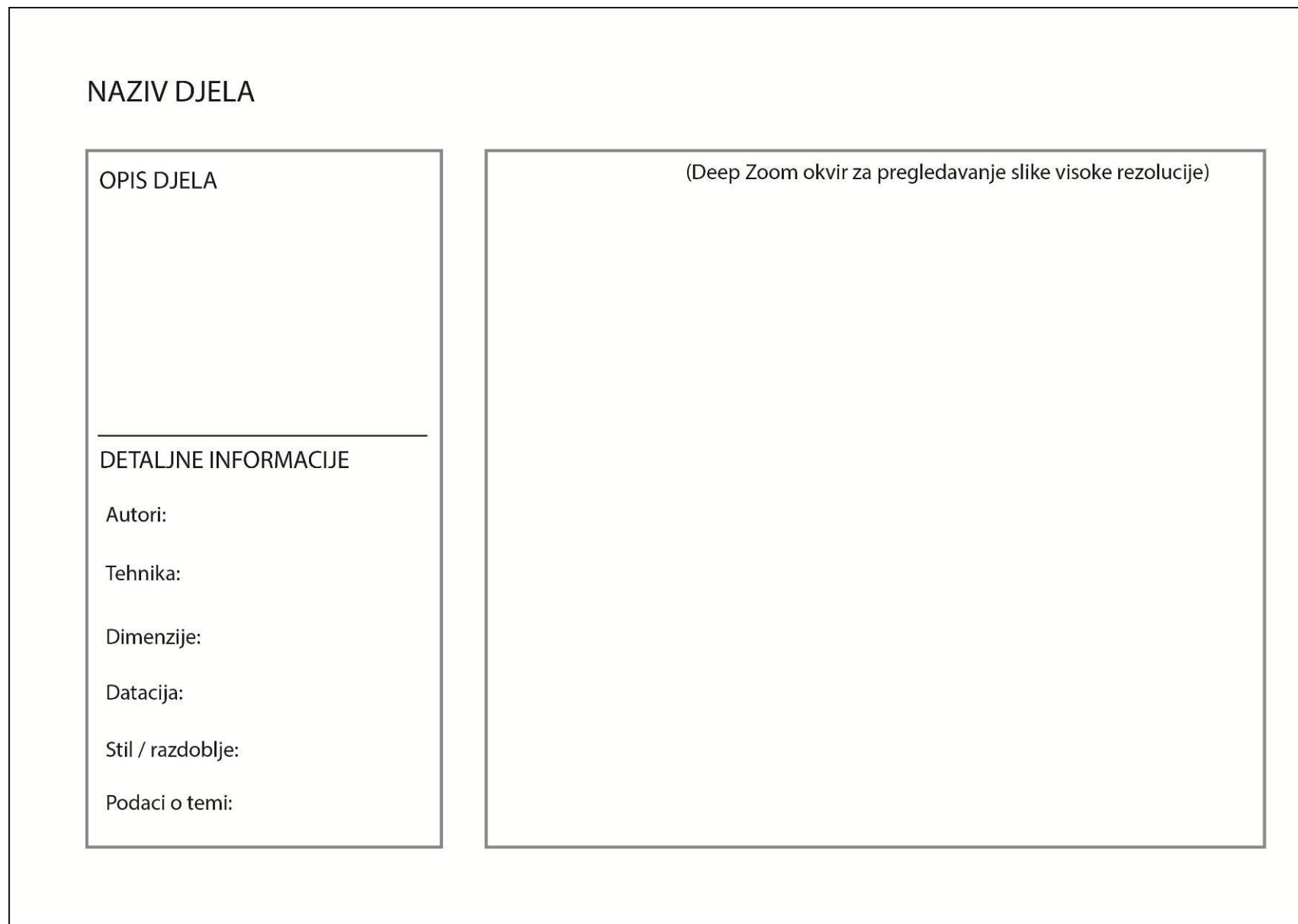
VRSTA TEHNIKE		
TEHNIKA	<input type="checkbox"/>	VISOKI TISAK
STVARATELJ	<input type="checkbox"/>	DUBOKI TISAK
STIL/RAZDOBLJE	<input type="checkbox"/>	PLOŠNI TISAK
DATACIJA	<input type="checkbox"/>	PROPUSNI TISAK
TEMA	<input type="checkbox"/>	

DJELA (popis djela koja odgovaraju rezultatima pretrage ili filtriranja)

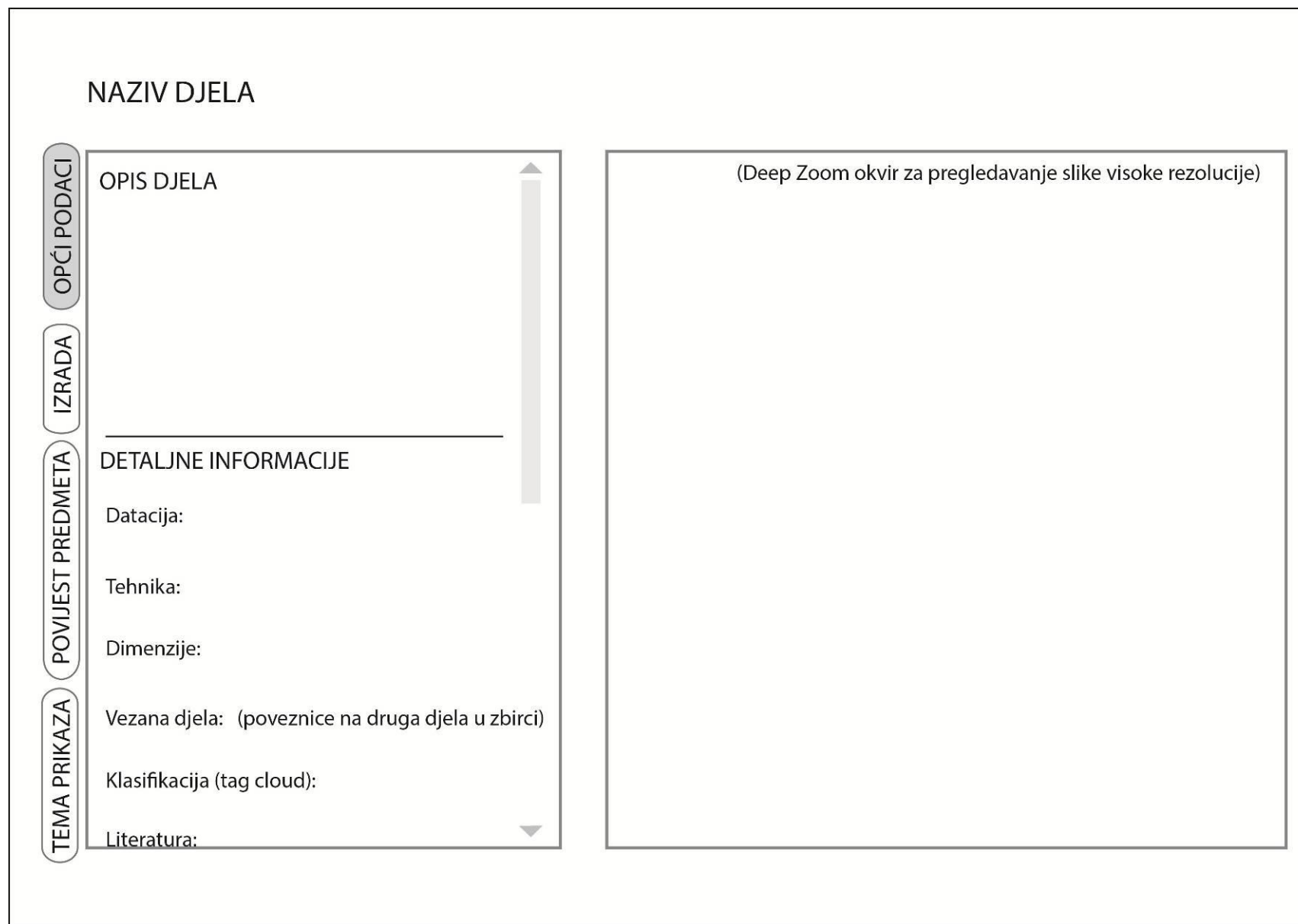
 (fotografija djela)	 (fotografija djela)
(osnovni opis djela)	(osnovni opis djela)
 (fotografija djela)	 (fotografija djela)
(osnovni opis djela)	(osnovni opis djela)



Tablica 6. Koncept – **Stranica korisničkog sučelja za osnovni pristup**



Tablica 7. Koncept – **Stranica korisničkog sučelja za istraživački pristup**



9. ZAKLJUČAK

Kao što smo vidjeli, zaštita zbirki grafika i njihova prezentacija u virtualnom okruženju danas su usko vezani aspekti upravljanja takvom vrstom materijala. Osjetljivost papira kao organskog materijala na najrazličitije utjecaje iz okoliša zahtijeva pomno planiranje i 'vaganje' kada je riječ o ispunjavanju funkcija istraživanja i prezentacije grafika. U rješavanju tog problema nove informacijske tehnologije mogu ponuditi vrlo zanimljive i korisne mogućnosti ukoliko je proces pretvorbe u digitalni medij proveden sustavno i stručno. Iako je proces digitalizacije u pravilu vrlo skup i ipak zahtijeva određene kompromise u pogledu zaštite, krajnji rezultat i mogućnosti nakon njegove provedbe višestruko mogu biti korisni za instituciju koja ga je poduzela: od koristi u kontekstu zaštite, preko poticaja za uređivanje dokumentacije o predmetima i zbirci, pa sve do novih mogućnosti komunikacije i stvaranja novih sadržaja za korisnike.

Mora se ipak naglasiti da digitalizacija i virtualna prezentacija nikako ne predstavljaju potpunu zamjenu za kontakt s originalnim predmetom. U kontekstu istraživanja grafika, kao i bilo koje druge vrste materijala, dodir sa stvarnim predmetom u velikom dijelu slučajeva nikada neće moći biti zamijenjen nekim drugim sredstvom ili medijem. Unatoč tome, ona daje vrlo velike mogućnosti smanjenja potrebe za manipulacijom grafikama, što je vrlo važno jer svakim izlaganjem nepovoljnim uvjetima grafika propada te se njen životni vijek smanjuje, odnosno neizbježni i nezaustavljivi proces propadanja sve ju brže vodi prema uništenju.

10. POPIS I IZVORI SLIKA

Slika 1. Proces izrade i tiskanja bakroreza [Hans Collaert (1571–1633), prema: Jan van der Straet, zvan Stradanus (1523–1605), *Sculptura in Aes*, Antwerpen, kasno 16. stoljeće, Muzej Metropolitan, New York]; preuzeto iz: *Heilbrunn Timeline of Art History*. New York: The Metropolitan Museum of Art, 2000–. ([http://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/49.95.870\(10\)](http://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/49.95.870(10))), 01.07.2014)

Slika 2. Oznaka *épreuve d'artiste* na litografiji francuskog umjetnika i grafičara Claudea Weisbucha (1927-2014); preuzeto iz: *La technique de l'estampe expliquée*, Galerie 125, (<http://www.galerie125.fr/lithographie-originale>), 01.07.2014)

Slika 3. Shematski prikaz visokog tiska, prema: Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, Thames&Hudson, 2004.; preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, (http://www.graphicsatlas.org/identification/?process_id=55), 01.07.2014)

Slika 4. Ilustracija izvedena drvorezom iz poznate *Nürnbergške kronike*, Antun Koberger (izdavač), 1493.; preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology (http://www.graphicsatlas.org/guidedtours/?process_id=86), 01.07.2014)

Slika 5. Ilustracija izvedena drvorezom iz poznate *Nürnbergške kronike*, Antun Koberger (izdavač), 1493., detalj; preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology (http://www.graphicsatlas.org/guidedtours/?process_id=86), 01.07.2014)

Slika 6. Karakteristični trag od pritiska matrice na papir kod dubokog tiska preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology (http://www.graphicsatlas.org/media/images/Intaglio_platemark_true.jpg), 01.07.2014)

Slika 7. Shematski prikaz dubokog tiska, prema: Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, Thames&Hudson, 2004. preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, (<http://www.graphicsatlas.org/identification/>), 01.07.2014)

Slika 8. Bakrorez Albrechta Dürera / Sv. Jeronim u radnoj sobi, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, 1514. (<http://www.deutschefotothek.de/documents/obj/30105649>, 05.07.2014)

Slika 9. Jedna od tri grafike Albrechta Dürera izvedene u tehnici suhe igle / Sv. Obitelj sa sv. Ivanom, Magdalenom i Nikodemom, 1512. Muzej Metropolitan, New York (<http://www.metmuseum.org/toah/works-of-art/19.73.51>, 05.07.2014)

Slika 10. Portret Berthela Thorvaldsena izveden u tehnici mezzotinte / Gustav von Lüderitz prema crtežu Franza Krügera, 1840. i detalj u povećanju od 10x.; preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, (http://www.graphicsatlas.org/identification/?process_id=113, 05.07.2014)

Slika 11. Rembrandt van Rijn / *Prosjak koji se naslanja na štap*, bakropis, oko 1630. (<http://www.metmuseum.org/collection/the-collection-online/search/364154>, 05.07.2014)

Slika 12. Shematski prikaz plošnog tiska, prema: Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, Thames&Hudson, 2004. .; preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, (http://www.graphicsatlas.org/identification/?process_id=113, 05.07.2014)

Slika 13. Naslovnica časopisa, litografija, 1882. i detalj u povećanju od 10x; preuzeto iz: *Online Graphics Atlas*, Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology, (http://www.graphicsatlas.org/identification/?process_id=113, 05.07.2014)

Slika 14. Andy Warhol, *Tripple Elvis*, sitotisak na platnu, 1962. (http://www.saatchigallery.com/aipe/andy_warhol.htm, 05.07.2014)

Slika 15. Mikroskopska slika površine papira oko 1mm² preuzeto iz: Marija Černič Letnar, *Papir kao nositelj kulturne baštine*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004. str. 51.

Slika 16. Northampton Grand Nationalsteeph, 1840., graver Geo Hunt; oštećenja uzrokovana krtosti papirnog nositelja, poderotine i nedostajući dijelovi
preuzeto iz: Andreja Dragojević, Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite umjetnina na papiru*, Zagreb, 2010., str. 51.

Slika 17. Oštećenja na dokumentu iz 19. stoljeća uzrokovana djelovanjem željezno-galne tinte
preuzeto iz: Michele Hamill, *Lincoln's Ink: Preserving Cornell's Gettysburg Address (part 5)*, Cornell University Library
(<http://blogs.cornell.edu/rememberinggettysburg/2013/12/19/lincolns-ink-preserving-cornells-gettysburg-address-part-5/>, 05.07.2014)

Slika 18. Prikaz jedrenjaka; male tamne mrlje uzrokovane djelovanjem mikroorganizama
preuzeto iz: Andreja Dragojević, Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite umjetnina na papiru*, Zagreb, 2010., str. 53.

Slika 19. W. Stiassny: Grundriss Des Zweiten Stokwerkes; mrlje nastale djelovanjem mikroorganizama
preuzeto iz: Andreja Dragojević, Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite umjetnina na papiru*, Zagreb, 2010., str. 54.

Slika 20. Srebrna ribica
preuzeto iz: *Silverfish*, Wikipedia, The Free Encyclopedia.
(<http://en.wikipedia.org/wiki/Silverfish>, 15.07.2014.)

Slika 21. Oštećenje na grafici tipično za djelovanje srebrne ribice
preuzeto iz: *Grazing*, Visual Glossary, Australian Institute for the Conservation of Cultural Materials (<http://www.aiccm.org.au/visual-glossary/grazing>, 15.07.2014.)

Slika 22. Digitalni termohigrometar
preuzeto iz: [https://www.preservationequipment.com/Store/Products/Equipment-\\$4-Tools/Instruments-\\$4-Meters/Digital-Memory-Thermo\\$9Hygrometer](https://www.preservationequipment.com/Store/Products/Equipment-$4-Tools/Instruments-$4-Meters/Digital-Memory-Thermo$9Hygrometer) (16.07.2014.)

Slika 23. Ovlaživač zraka
preuzeto iz:
https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/teaching/case/olita/climate/current.html (16.07.2014.)

Slika 24. Svjetlomjer

preuzeto iz: <http://www.fot-o-grafiti.hr/nauci/op%C4%87e-osnove/svjetlomjer> (16.07.2014.)

Slika 25. Folija koja apsorbira UV zračenje

preuzeto iz: https://www.windowfilm.com/Objectives/cling_tint.html (16.07.2014.)

Slika 26. Osvjetljenje s udaljenim izvorom svjetlosti i optičkim vlaknima koja vode svjetlost do predmeta

preuzeto iz: <http://www.brightenyourhome.net/Fiber-Optic-Lighting.html> (16.07.2014.)

Slika 27. Rasvjeta skrivena u spuštenu strop koja osvjetljava sliku

preuzeto iz: Denis Vokić, *Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki*, Zagreb, 2007., str. 74.

Slika 28. Rasvjeta skrivena dubokim sjenilom u obliku kutije ili valjka na rasvjetnom tijelu

preuzeto iz: Denis Vokić, *Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki*, Zagreb, 2007., str. 74.

Slika 29. Jedan od standardnih načina opremanja umjetnine na papiru

preuzeto iz: Joanna M. Kosek et al., *Conservation Mounting for Prints and Drawings: A Manual Based on Current Practise at the British Museum*, Archetype Publications, British Museum, London, 2004., str. 36.

Slika 30. Shematski prikaz opremanja umjetnine na papiru

preuzeto iz: Jedert Vodopivec, *Zaštita umjetnina na papiru ulaganjem u paspartue*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., priloženi CD-ROM

Slika 31. Pričvrščivanje grafike na poledinski karton pomoću uglova

preuzeto iz: Joanna M. Kosek et al., *Conservation Mounting for Prints and Drawings: A Manual Based on Current Practise at the British Museum*, Archetype Publications, British Museum, London, 2004., str. 92.

Slika 32. Shematski prikaz uokviravanja grafike pod staklo
preuzeto iz: Denis Vokić, *Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki*, Zagreb, 2007., str. 106.

Slika 33. Uklanjanje plijesni s papira uz pomoć malog usisavača
preuzeto iz: *Dealing with mould*, State Library of Victoria
(<http://www.slv.vic.gov.au/explore/conservation-guides/dealing-mould>, 20.08.2014)

Slika 34. Ručni skener Ion Copy Cat
preuzeto iz: <http://www.ionaudio.com/products/details/copy-cat-mkii> (20.08.2014)

Slika 35. Profesionalni plošni skener Epson Perfection V750-M Pro
preuzeto iz: <http://www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/Product.do?sku=B11B178061>
(20.08.2014)

Slika 36. Rotacioni skener
preuzeto iz: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drum_scanner.jpg (20.08.2014)

Slika 37. Reprografski skener
preuzeto iz: http://www.flatbed-scanner-review.org/repro_stand_copy_stand_scanner/repro_stand_scanner.html (20.08.2014)

Slika 38. Shematski prikaz ispravno postavljene rasvjete za digitalizaciju dvodimenzionalnih umjetničkih predmeta fotoaparatom
preuzeto iz: *Methods for photographing artwork for your portfolio*, Kennesaw State University (http://www.kennesaw.edu/visual_arts/varc/TipsForLightStudio.shtml, 20.08.2014)

Slika 39. *Kodak Color Separation Guide and Gray Sscale*
preuzeto iz:
http://motion.kodak.com/motion/Products/Lab_And_Post_Production/Control_Tools/KODAK_Color_Separation_Guides_and_Gray_Scales.htm (20.08.2014)

Slika 40. RGB sustav boja
preuzeto iz: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AdditiveColor.svg> (20.08.2014)

Slika 41. CMYK sustav boja

preuzeto iz: <http://www.thepowerpointblog.com/color-rgb-cmyk-pantone-hex/> (20.08.2014)

Slika 42. Usporedba raspona CIELAB, RGB i CMYK sustava boja

preuzeto iz: <http://blog.1buch.de/2010/04/22/farbunterschiede-zwischen-der-druck-pdf-und-dem-gedrucktem-buch/comment-page-1/> (20.08.2014)

Slika 43. Suvremeni galerijski digitalni proizvod u Prirodoslovnom muzeju u Londonu

preuzeto iz: <http://www.nhm.ac.uk/visit-us/galleries/orange-zone/darwin-centre/cocoon/> (21.08.2014)

Slika 44. Referentni digitalni proizvod – DVD izdanje Remek-djela Britanskog muzeja

preuzeto iz:

<http://www.britishmuseumshoponline.org/invt/cmcmcmdvdbook/?ref=searchzone>

(21.08.2014)

Slika 45. Online digitalna Zbirka crteža, grafika, plakata i radova na papiru Muzeja

suvremene umjetnosti u Zagrebu

preuzeto iz: <http://www.msu.hr/#/hr/18/pretrazivanje/> (21.08.2014)

Slika 46. Sustav pristupa temeljen na modelu pregledavanja – *browsing* (web stranice muzeja Louvre u Parizu)

preuzeto iz: <http://www.louvre.fr/en/selections> (21.08.2014)

Slika 47. Sustav pristupa temeljen na modelu složenog pretraživanja – *searching* (web stranice muzeja Louvre u Parizu)

preuzeto iz:

http://cartelen.louvre.fr/cartelen/visite?srv=ra_call_ra&initCritere=true&langue=en

(21.08.2014)

Slika 48. Animacija prilikom učitavanja više rezolucije *Deep Zoom* slike

preuzeto iz: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050%28VS.95%29.aspx>

(21.08.2014)

Slika 49. Podjela *Deep Zoom* slike na manje slikovne datoteke

preuzeto iz: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050%28VS.95%29.aspx>

(21.08.2014)

Slika 50. Primjer grafike prezentirane kroz *Deep Zoom* tehnologiju u punoj veličini i maksimalnom povećanju detalja (Gérard Audran prema Charlesu Le Brunu, *Prelazak rijeke Granika*, bakrorez i bakropis u 4 lista, 1672, The Getty Research Institute)

preuzeto iz:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crossing_of_the_Granicus,_G%C3%A9rard_Audran_after_Charles_Le_Brun,_1672.jpg (21.08.2014)

11. POPIS LITERATURE

Lothar Altmann, ur., *Leksikon slikarstva i grafike*, Naklada Bergen, Zagreb, 2006. [prijevod: Slaven Dauenhauer; originalno izdanje: *Knars Lexikon Malerei und Grafik*, München ,2004.]

Nevenka Arbanas, *Grafičke tehnike*, u: Zbornik radova Savjetovanja *Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal*, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 21-26.

Ben Blackwell, *Light Exposure to Sensitive Artworks During Digital Photography*, WAAC Newsletter, vol. 22, No. 3, 2002., <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn24/wn24-3/wn24-306.html>, 10.06.2014.

CAMEO: Conservation & Art Materials Encyclopedia Online, Museum of Fine Arts, Boston, http://cameo.mfa.org/wiki/Alpha_cellulose, 26.05.2014.

Categories for the Description of Works of Art, Elektroničke publikacije Getty Research Instituta, http://www.getty.edu/research/publications/electronic_publications/cdwa/introduction.html, 20.06.2014.

Marija Černič Letnar, *Papir kao nositelj kulturne baštine*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004. str. 47.-53

Deep Zoom, Microsoft Developer Network, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050\(vs.95\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645050(vs.95).aspx), 14.06.2014.

Deep Zoom File Format, Microsoft Developer Network, [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645077\(v=vs.95\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645077(v=vs.95).aspx), 14.06.2014.

Deep Zoom Composer, <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=24819>, 14.06.2014.

Andreja Dragojević, Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite umjetnina na papiru*, Zagreb, 2010.

Janet Gertz, Vendor Relations, u: Maxine K. Sitts, ed. *Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access*, Northeast Document Conversion Center, Andover, Massachusetts, 2000. (<http://www.nedcc.org/assets/media/documents/dman.pdf>, 11.06.2014.)

Anthony Griffiths, *Prints and Printmaking: An introduction to the history and techniques*, British Museum Press, London, 1996.

Dževad Hozo, *Umjetnost multioriginala*, Prva književna komuna, Mostar, 1988.

International Committee for Documentation of the International Council of Museums, *International Guidelines for Museum Object Information: The CIDOC Information Categories*, lipanj 1995., str. 20. (http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Guidelines/CIDOCguidelines1995.pdf), 20.06.2014.

Joanna M. Kosek et al., *Conservation Mounting for Prints and Drawings: A Manual Based on Current Practise at the British Museum*, Archetype Publications, British Museum, London, 2004.

Želimir Laszlo, *Priručnik preventivne zaštite slika*, MDC, Zagreb, 2006

Vjera Lopac, Znanstveno nazivlje u fizici, 3. Fizika i svakodnevni govor: toplina i temperatura http://eskola.hfd.hr/nazivlje/toplina_temperatura.htm, 15.05.2014.

Kenneth J. Macleod, *Relative humidity : its importance, measurement, and control in museums*, Technical bulletin no. 1, Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1978

Gordon McKenna, Chris De Loof, *Digitisation: Standards Landscape for European Museums, Archives and Libraries*, ATHENA Project, Rim, 2009

Tatjana Mušnjak, *Zaštita pisane baštine od kemijskih uzročnika oštećenja*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 61-67.

National Information Standard Organisation, *A Framework of Guidance for Building Good Digital Collections: 3rd Edition*, NISO Framework Working Group, 2007

Jelena Piasevoli, *Zaštita papira od štetnoga djelovanja svjetla*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004. str. 69-73.

Dubravka Pilipović, *Uzroci oštećenja papira*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 55-59

Pravilnik o sadržaju i načinu vođenja muzejske dokumentacije o muzejskoj građi, Narodne novine, Klasa: 612-05/02-01-168, Urbroj: 532-03-3/4-02-01, Zagreb, 29. srpnja 2002. (<http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/309509.html>, 21.06.2014.)

Prijedlog Nacionalnog programa digitalizacije arhivske, knjižnične i muzejske građe, Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, 20. listopada 2006., (<http://daz.hr/bastina/NacionalniProgramDigitalizacije.pdf>, 10.06.2014.)

Susan Schreibman, *Best Practice Guidelines for Digital Collections at University of Maryland Libraries*, University of Maryland, 2007, (http://lib.umd.edu/dcr/publications/best_practice.pdf)

Hrvoje Stančić, *Digitalizacija*, Zavod za informacijske studije, Zagreb 2009.

Maja Šojat-Bikić, *Modeliranje digitalnih zbirki i digitalnih proizvoda: sadržajno korisnički aspekt komuniciranja kulturne baštine u digitalnom obliku*, Muzeologija 50, MDC, Zagreb, 2013., str. 17 – 516.

John M.A. Thompson, ur., *Manual of Curatorship: A Guide to Museum Practice*, Butterworth-Heinemann

Timothy Vitale, *Light levels Used in Modern Flatbed Scanners*, RLG DigiNews, Vol. 2, No. 5, Research Libraries Group, Cornell University Library, 1998., <http://www.city-gallery.com/learning/guide/light-levels.php>, 10.06.2014.

Jedert Vodopivec, *Zaštita umjetnina na papiru ulaganjem u paspartue*, Zbornik radova Savjetovanja Konzerviranje i restauriranje papira 4: Grafički materijal, Hrvatski restauratorski zavod, Hrvatski državni arhiv, UNESCO Office in Venice, Ludbreg-Zagreb, 8. do 18. lipnja 2004., str. 113-121.

Denis Vokić, *Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki*, Zagreb, 2007.