

O DELU ARHIVSKEGA DRUŠTVA SLOVENIJE  
ON THE ACTIVITIES OF THE ARCHIVAL ASSOCIATION OF SLOVENIA

**Delavnica, namenjena spoznavanju fotografij in njihovega  
okolja: odločanje za njihovo ohranjanje  
Praga, od 13. do 24. julija 2015**

Gettyjev konservatorski inštitut (Getty Conservation Institut) iz Los Angelesa in Inštitut za umetnostno zgodovino Akademije znanosti Češke republike (Ústav dějin Umění Akademie věd České republiky) sta organizirala teoretično-praktično delavnico z naslovom *Fotografije in njihovo okolje: odločanje za njihovo ohranjanje* (angl. *Photographs and Their Environment: Decision-making for Sustainability*). Delavnica se je odvijala od 13. do 24. 7. 2015 na znani Akademiji upodabljaljajočih umetnosti, Fakulteti za film in televizijo, FAMU v Pragi (Filmová a televizní fakulta akademie múzických umený v Praze).

Glavni temi teh teoretično-praktičnih delavnic sta bili vlaga in temperatura kot najmočnejša dejavnika, ki kvarno vplivata na obstojnost predmetov kulturne dediščine, poleg njiju pa še svetloba in onesnažen zrak. Spoznali smo različne prijeme za zagotavljanje ustreznih klimatskih pogojev v prostorih mogočnih in manj mogočnih zgradb, različne metode njihovega nadzora ter ustrezne načine, kako te predmete varno in trajno zaščititi pred njihovimi vplivi.

Tokrat smo bili udeleženci iz Argentine, Avstralije, Bolgarije, Češke, Hrvaške, Italije, Irske, Japonske, Madžarske, Poljske, Slovaške, Slovenije in Srbije.

Teoretično-praktično delavnico so vodili najboljši strokovnjaki, konservatorji in restavratorji za fotografije in doktor strojništva. Sylvie Pénichon je konservatorica in restavratorica za fotografije na Inštitutu za likovno umetnost v Chicagu (Art Institut of Chicago). Tram Vo je konservatorica in restavratorica za fotografije in projektna menedžerka na Gettyjevem konservatorskem inštitutu. Bertrand Lavedrine je direktor Centra za raziskovanje in konserviranje zbirk *Pariz* (Centre des recherches sur la conservation des collections Paris) in tudi profesor v Narodnem prirodoslovnem muzeju (Muséum national d'histoire naturelle). Janka Križanova je trenutno raziskovalka na področju konserviranja in restavriranja fotografij v Metropolitanskem muzeju umetnosti v New Yorku (Metropolitan Museum of Art). Opravila je raziskavo o karakterizaciji in materialni zaščiti za fotografsko zbirko *Diane Arbus Archive* v tem muzeju. Tomáš Vyhlídál je leta 2003 doktoriral z disertacijo z naslovom *Nadzor in sistem inženiringa* na češki strojni fakulteti v Pragi (České vysoké učení tehnické v Praze, Fakulta strojní), od leta 2012 na tej univerzi ta predmet tudi poučuje. Od leta 2015 sodeluje še s češkim Inštitutom za informatiko, robotiko in kibernetiko (Český institut informatiky robotiky a kybernetiky, CIIRC, České vysoké učení tehnické v Praze). Poleg raziskovalne dejavnosti v zvezi z industrijskimi aplikacijami (zatiranje vibracij mehanskega sistema, nadzor podsistemov v jeklarski industriji) se je osredinil tudi na analize in nadzorovanje klimatskih razmer v notranjosti historičnih stavb. Sodeloval je v projektu EU FP7 Podnebje za kulturo, 2009–2014 (angl. Climate for Culture), kjer je bil vodja pri delu s klimatskimi napravami v notranjostih historičnih stavb. Sodeloval je z Inštitutom za narodno dediščino in skupaj so veliko pripomogli k ustrezno urejeni in nadzorovani mikroklimi na znamenitem češkem gradu Karlštejn (češko Hrad Karlštejn). To delo nam je na delavnici tudi predstavil.

Evropski projekt *Podnebje za kulturo* je bil namenjen vsem, ki se ukvarjajo z zgradbami kulturne dediščine. Projekt je nastal predvsem zaradi globalnega spreminjanja podnebja in vprašanja, kako bo to vplivalo na mikroklimo v histo-

ričnih zgradbah, pa tudi zaradi predragega vzdrževanja zgradb in porasta obiskovalcev v njih. Hkrati so upoštevali načelo dobrega menedžmenta, ki dobro balansira med ustreznim ohranjanjem teh zgradb in energetske učinkovitostjo. V ta evropski projekt je bila vključena tudi Slovenija. Pri projektu sta sodelovala Gradbeni inštitut ZRMK in Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Cilj omenjenega projekta je bil izboljšati pogoje vseh pomembnih funkcij, da so dosegli ustrezno mikroklimo v historičnih zgradbah.

Z dolgotrajnim spremljanjem in opazovanjem različnih mikroklim za različne materiale v različnih historičnih zgradbah povsod po svetu so znanstveniki in konservatorji-restavratorji zabeležili in ovrednotili te različne pristope. V to so vključili zgradbe, ki so imele ali urejeno pasivno mikroklimo, nadzorovano vlaženje ali vlažno ogrevanje. Prav tako so opazovalce zanimale tudi zgradbe, ki so mikroklimo urejale z nadzorovanjem stalne absorpcije vlage ali z nadzorovanjem naravnega nihanja klime itn. S temi pristopi so ugotovili, v katerih pogojih so se ti različni predmeti kulturne dediščine najbolj ohranili. Na podlagi teh raziskav in opazovanj sta nastala standarda ASHREA in evropski standard EN15757 (2010), po katerih so se v omenjenem projektu ravnali.

Znanost na področju dediščine in konservatorsko-restavratorska stroka sta naredila dva osnovna pristopa, da so ugotovili, kdaj je nihanje temperature in relativne vlage za predmete kulturne dediščine v notranjih prostorih historičnih zgradb še neškodljivo. Prvi pristop je bil analiza preteklih mikroklim, ki so se jih predmeti dediščine privadili brez kvarnih posledic. Drugi pristop pa je bil analiza mehanske vzdržljivosti najbolj občutljivejših predmetov dediščine ob nihanju temperature in relativne vlage. Na podlagi pregleda obeh pristopov in izkušenj ljudi, ki so to delali, so z matematičnim modeliranjem zbranih podatkov razvili glavne vidike pri odločanju za trajno ohranjanje kulturne dediščine. Vzporedno pa so naredili še simulacijo s programsko opremo exDSS, ki je bila razvita v podporo projektu in je popolnoma funkcionalna odprtokodna programska oprema za podporo pri odločanju o ustrezni preventivni konservaciji za historične zgradbe. Ker je arhitektura exDSS odprta za vse ustvarjalce in uporabnike ter strokovnjake (ni komercialna), pričakujejo, da se bo platforma še razvijala s sukcesivnimi projekti. Dostopna je na spletnih straneh [cfc.exdss.org/dss/riskcon](http://cfc.exdss.org/dss/riskcon).

Tomaš je nato predstavil rešitve, kako so dosegli ustrezno mikroklimo s čim manjšo porabo energije, z ugodno mikroklimo za obiskovalce, z nizko invazivnostjo tehničnih rešitev v prostoru, z nadzorovanjem vlage, temperature in ventilacije, z vlažnim ogrevanjem, s stenskim ogrevanjem in z lokalnim ogrevanjem.

Na primer: opazili so, da je marsikatera historična zgradba, brez posegov v njej, še danes v odličnem stanju, ker ima pasivno mikroklimo. Nastala je zaradi strukture in geometrije same zgradbe, zaradi debeline zunanjih sten, zaradi kroženja zraka, na primer skozi okna in dimnik ter ventilacijski kanal, vse pa je odvisno od zunanjega podnebja.

Nadzorovanje stalne relativne vlage v notranjih prostorih deluje tako, da so skozi vlažilnike spustili vodno paro v prostor takrat, ko se je ta znižala, in obratno, ko je vlaga narasla, so jo z razvlažilniki znižali.

Ogrevanje je robustna in preprosta strategija, ko so z uporabo grelnih teles prostor ogrevali predvsem pozimi in s tem vzdrževali dovoljeno višino relativne vlage. Strategija dovoljuje, da temperatura in relativna vlaga skozi letne čase zmerno nihata. Najbolj uspešna, smiselna in energetske varčna je pri manjših zgradbah, saj bi bila pri velikih predraga.

Nadzorovanje nihanj naravne klime upošteva algoritem za nadziranje relativne vlage po standardu EN 15757 tako, da so upoštevali karakteristike prejšnjih in trenutnih naravnih nihanj mikroklim v prostorih. Nastavljiva točka za vlažilnike in razvlažilnike ni bila stalna, saj se je ta vsak mesec prilagodila na spremembe zunanjega podnebja. Sistem nadziranja skrbi, da nihanja niso

hitra in ne večja od 10 %, ko mikroklima še ne vpliva kvarno na predmete kulturne dediščine itn.

Prvi dobri primer urejene, ustrezne in nadzorovane mikroklimе je gotski grad Karlštejn, ki ga je leta 1348 zgradil Karl IV in v katerem je hranil svoje dragocenosti. Grad stoji približno 30 km jugozahodno od Prage in je najbolj mogočen, a hkrati tudi najbolj obiskan grad na Češkem. Veliki stolp smo si v programu delavnice pod Tomaševim vodstvom ogledali tudi mi. V drugem nadstropju velikega stolpa je kapela Svetega križa, kjer hranijo 129 najdragocenejših srednjeveških slik na lesu v Evropi. Naslikal jih je dvorni slikar Theodoricus med letoma 1360 in 1365. Ker so bile slike močno poškodovane zaradi previsoke vlage, so jih leta 1999 restavrirane vrnili nazaj v grad. Od takrat naprej odgovorni zagotavljajo in vzdržujejo ustrezno mikroklimo v kapeli oz. stolpu ter jo vseskozi tudi nadzorujejo. Prvi ključni dejavnik, kakšna je preventivna konservacija gradu, je bila vlaga in njeno nihanje skozi letne čase, saj je zunanje podnebje okoli gradu precej problematično. Ker vlaga močno vpliva na higroskopske materiale, posebej na les, so naredili prezračevalni sistem, ki deluje že več kot šestnajst let in je plod znanja čeških strokovnjakov. Prezračevalni sistem vzdržuje stalno relativno vlago in temperaturo s pomočjo toplotne pare ter je odvisen od zunanje klime. Ta ročno upravljalna naprava za nadzorovano mikroklimo se nahaja v majhni sobi zraven kapele. Prednost omenjenega sistema je minimalna invazivnost – je tih, neopazen, kroženje zraka je minimalno, izpust pare je majhen. Drugi pomemben dejavnik pa je bila še debelina zunanjih sten stolpa, ki bistveno vpliva na inertnost temperature v notranjih prostorih, saj so zidovi spodaj debeli 6,3 metra in do 1,3 metra v zgornjem nadstropju in stolp dobro varujejo pred večjimi nihanjem zunanjega podnebja. Novembra začnejo kapelo ogrevati, toliko da pozimi vzdržujejo temperaturo okrog 10 °C, sredi marca temperatura začne počasi naraščati, junija pa gretje izklopijo. Po potrebi poleti prostor tudi hladijo. Zrak v kapeli stalno kroži skozi reže v oknu, saj se mešata zunanji in notranji zrak, pozimi pa zrak kroži skozi dimnik, ki ga takrat odprejo, s tem pa prihranijo veliko energije. Kadar je relativna vlaga nizka, jo povišajo z vlažilniki in previsoko znižajo z razvlažilniki. Letno povprečje temperature je 16,55 °C, relativne vlage pa 52 %, kar je v skladu z ASHREA-standardom. Letno povprečno temperaturo in relativno vlago v kapeli so izračunali po Hendersonomem modelu.

$$u = \left[ \frac{-\ln(1 - \varphi)}{A(T - B)} \right]^C = \Psi(\varphi, T)$$

Prednost tega sistema z nihanjem nastavljivih točk za temperaturo in relativno vlago ( $T_{\min.} = 10 \text{ °C}$  in  $T_{\max.} = 25 \text{ °C}$  in  $RH_{\min.} = 40 \text{ %}$  in  $RH_{\max.} = 60 \text{ %}$ ) je, da so te spremembe zelo upočasnjene in zato manj stresne za predmete v prostoru. Prezračevalni sistem se je izkazal za dobrega, saj po temeljitem pregledu predmetov v kapeli, ki so ga naredili leta 2010, na njih niso opazili poškodb.

Drugi tak dober primer, ki smo si ga ogledali, je depo v Nacionalnem arhivu v Pragi, saj se je arhiv leta 2005 vselili v novo zgradbo. Depo se nahaja v petih etažah, v najvišji so glavne naprave za ogrevanje, ventilacijo in prezračevanje. Sistem, ki je voden računalniško, natančno določa in uravnava nivo temperature in relativne vlage. Zrak pride v depo skozi PURA-filter, ki ga mehansko očisti vseh prašnih delcev, nato gre zrak še skozi kemijske delce, ki zrak prečistijo predvsem plinov dušikovega oksida in žvepla. Prostore hladijo s pomočjo amoniaka. V posebnem ledenem depou s temperaturo pod 0 °C hranijo barvne fotografije, vse fotografije na acetatno celulozni podlagi in vse fotografije, ki so bile močno poškodovane. Pokazali so nam nekaj zanimivih primerov fotografij iz njihovih zbirk. Posamezne fotografije imajo vložene v ovoje in nato zložene v škatle. Ovoji in škatle so narejeni iz ustreznih materialov, ki jih izdeluje češki proizvajalec EMBA®. Tako urejene zbirke se hranijo na kovinskih policah,



*Ogled kapele Svetega križa na gradu Karlštajn.*



*Ogled depoja za fotografije v Nacionalnem arhivu v Pragi.*



*Bertrand, Sylvie in Tram med identifikacijo fotografij na Inštitutu za umetnostno zgodovino.*

v predalčnikih in v omarah, ki so ravno tako iz ustreznih kovinskih materialov. Edina pomanjkljivost tega res dobrega sistema je, da je njegovo vzdrževanje in nadzorovanje izredno drago in energetske potratno.

Ogledali smo si tudi dva depoja za fotografije, ki nimata ustrezne mikroklimne in drugih pogojev za trajno hrambo fotografij. Najprej depo v Češki tiskovni agenciji, CTK (Česká tisková kancelář). Agencija deluje od leta 1918 in hrani 7 milijonov fotografij vseh vrst – od fotografij na steklu, poliestru in na papirju do digitalnih. Depo se nahaja v šestem nadstropju zgradbe, na 1596 m<sup>2</sup> veliki površini. V depou nima ustrezne temperature niti relativne vlage, za cel depo imajo samo en merilnik vlage in temperature, prostori niso temni. Večina analognih fotografij je v različnih ovojih in so zložene v škatlah na številnih kovinskih predalčnikih in v omarah, nekatero pohištvo je tudi leseno. Ker imajo premalo prostora, so fotografije shranjene tudi na predalčnikih. Do zdaj so veliko analognih fotografij že digitalizirali, stare neustrezne ovoje pa so zamenjali z ustreznimi novimi. Danes analognih fotografij v fizični obliki ne dobivajo več.

Nazadnje pa smo si ogledali še depo za fotografije Inštituta za umetnostno zgodovino v centru Prage, katerega prednost je bila, da so v zelo kratkem času materialno uredili skoraj že vse fotografske zbirke, prav tako so tudi restavrirali poškodovane. Depo pa nima ne ustrezne temperature niti relativne vlage, tudi vsi prostori niso zatemnjeni, saj so hkrati tudi pisarne. Pokazali so nam kar nekaj vizualno izjemnih in raznovrstnih fotografij. Ker pa so bili z nami najboljši strokovnjaki in poznavalci fotografij – Sylvie, Tram in Bertrand –, so nam pokazali nekaj še neidentificiranih fotografij, ki so jih nato identificirali.

Smisel vseh ogledov je bil, da smo videli dva primera urejene mikroklimne z ogrevanjem, prezračevanjem in klimatizacijo (OPK) in dva primera, kjer tega ni. Zato smo za Češko tiskovno agencijo in za Inštitut za umetnostno zgodovino po skupinah na delavnici pripravili predloge, kako naj izboljšajo trajno hrambo njihovih fotografij v njihovih depojih. Pri teh smo upoštevali nizke finančne zmožnosti obeh ustanov in število oseb, ki so bile za to delo odgovorne. Predlagali smo restavratorske posege za nekatere prikazane fotografije in jim izbrali kakovostne materiale za ovoje in škatle. Predlagali smo tudi boljšo razporeditev prostorov ter jih opozorili, naj čim prej ločijo nitratne filmske trakove od drugih fotografij, naj pridobijo sredstva od različnih donacij, postavijo merilce vlage in temperature, zatemnijo okna ter sprejmejo prostovoljce. Opozorili

smo jih na neprimerno ravnanje zaposlenih v teh prostorih. Če je izvedljivo, naj fotografije digitalizirajo ter odstranijo preproge in rože iz depojev itn.

**Delavnico**, ki je potekala pod vodstvom Bertranda, Sylvie, Tram in Janke, smo nadaljevali s teoretično-praktičnimi vajami, ki jih potrebujemo pri našem delu. Ocenjevali smo različna tveganja, ki so ključna za preventivno konservacijo za fotografske zbirke. Predvsem konservatorji-restavratorji moramo vedeti, da na obstoj fotografij vplivajo kakovost materialov, iz katerih so narejene, kako natančno so bile narejene, kakšno mikroklimo potrebuje posamezna vrsta fotografije v prostorih, kjer se hranijo, in ali je tam zrak onesnažen, kakšni so materiali v katerih se hranijo, kakšen je vir svetlobe in koliko je osvetljeno, ali je možna biološka onesnaženost in ali obstaja možnost, da se zgodijo nesreče. Ker dolgoročno neustrezna hramba lahko privede do izgube fotografij, je najpomembnejše, da poznamo raznovrstne fotografije, identificiramo njihove poškodbe, določimo prioritete za reševanje težav in hitro tudi ukrepamo. Da vse to uresničimo, pa moramo najprej dobro poznati vse ključne značilnosti raznovrstnih posameznih fotografij. Poglejmo primer dagerotipije, ki je sestavljena iz bakrene plošče, plasti srebra, plasti zlata in živega srebra ter nima veziva. Zato je občutljiva na onesnažen zrak, vlago in fizične dotike na slikovni plasti. Izpostavljena takim slabim vplivom bi potemnela, pojavile bi se značilne pike, ob robu bi se naredil modrikast obstret, emulzija se lahko spraska in odstopi od bakrene podlage. Za trajno hrambo potrebuje čist zrak, nižjo temperaturo pod 18 °C, relativno vlago med 30 in 40 %, temo in zaščitno škatlo iz nevtralnega kartona.

Poleg tega je pomembno tudi poznavanje in razumevanje razmerja temperature in relativne vlage ter kako delujeta v prostoru. Temperatura vpliva na vsebnost vodne pare v zraku, višja je, več vodne pare sprejme. Relativna vlaga je meritev, ki nam pove, koliko vodne pare je lahko v zraku pri določeni temperaturi, in jo izračunamo z odstotnim računom:

$$RH \% = \frac{\text{absolutna vlaga}}{\text{absolutna vlaga v nasičenem zraku}} \times 100$$

Visoka relativna vlaga na organske materiale vpliva tako, da se na njih razvije plesen, spremenita se teža in velikost, material postane krhek, kovina rjavi.

**Nadaljevali** smo z vajo, pri kateri smo ocenili tveganja in stanje ohranjenosti ter izvedli skrben nadzor za veliko zbirko srebrovo želatinskih negativov na steklu, ki je imela pol milijona negativov. Zbirka se je hranila v depoju s temperaturo 25 °C in z 59 % relativno vlago. Zložene so bile v 1000 škatel, v vsaki pa je bilo 500 fotografij. To delo je moral opraviti en konservator-restavrator v 5 dneh. V enem dnevu je lahko pregledal deset škatel in 50 fotografij iz ene škatle, tako je v petih dneh pregledal 2500 fotografij (izračun: 5 dni × 10 škatel × 50 fotografij = 2500 fotografij). Od pregledanih 2500 fotografij je bilo poškodovanih 262. Koliko je zbirka ogrožena, ugotovimo z odstotnim računom:

$$\frac{262}{2500} \times 100 = 10,48 \%$$

Ugotovili smo, da je v zbirki dobrih 10 % poškodovanih fotografij. Zbirke so ogrožene, če je poškodovanih več kot 30 % fotografij, zato obravnavana zbirka ni bila ogrožena. Za skrben pregled zbirke smo izbrali zaporedno, vsako dvajseto škatlo v vrsti. Pomembno je, da naslednjič pregledamo iste fotografije, saj tako najboljše opazimo spremembe na njih. Preglede se dela enkrat na leto, po potrebi lahko tudi redkeje ali pogosteje.

**Z laserskimi** infrardečimi termometri Hack® GM 300 smo na različnih površinah v prostoru (npr. na stenah, omarah, policah, mizah) izmerili temperaturo. Ugotovili smo, da je pri oknu površina stene toplejša kot na senčni steni ob oknu, lesena omara ob oknu je bila najtoplejša itn. Preproste meritve tem-

perature s to napravo na različnih površinah so bile namenjene temu, da smo hitro ugotovili, kje v prostoru je najbolj primerno hraniti zbirke in kje ne.

**Preden** smo začeli uporabljati merilnike temperature in vlage, smo jih najprej kalibrirali s solmi: natrijevim, magnezijevim in litijevim kloridom. To smo naredili tako, da smo vključene merilnike, skupaj z nekaj grami izbrane soli, vložene v plastičen kozarček, ki smo ji dodali še nekaj vode, tesno zaprli v dvojni polietilenski ovoj in tako pustili čez noč. Naslednji dan smo s pomočjo Tabele za kalibracijo relativne vlage merilnike kalibrirali. Tako smo jih pripravili za merjenje temperature in relativne vlage pri našem praktičnem delu. Uporabljali smo digitalne merilnike Testo® in tudi najnovejši PEM2® Datalogger. Za obdelavo podatkov, dobljenih iz teh merilnikov, smo uporabljali DigiChart programsko opremo.

**Psihrometer** je naprava za merjenje relativne vlažnosti, ki je zgrajen iz suhega ( $T_s$ ) in mokrega termometra ( $T_m$ ). Z njim smo izmerili relativno vlago v prostoru, kjer se je odvijala delavnica. Mokri termometer je zaradi mokrega okolja (ovit v mokro krpo) pokazal nižjo temperaturo od suhega. Z njim smo izmerili temperaturo zraka tako, da smo z njim nekaj časa vrteli po zraku in tako izmerili temperaturo. Razlika med temperaturama suhega in mokrega termometra je odvisna od relativne vlažnosti zraka, zato smo vrednost relativne vlažnosti odčitali na Tabeli psihrometra. Na primer: suh termometer je pokazal 26 °C, moker pa 22 °C, razlika med temperaturama je 4 °C ( $T_s - T_m = 26 °C - 22 °C = 4 °C$ ). Relativno vlago na tabeli smo odčitali tako, da smo v prvem stolpcu poiskali izmerjeno temperaturo suhega termometra na številki 26 °C, v tej vrstici pa smo poiskali stolpec št. 4 (razlika med obema temperaturama), kjer smo odčitali višino relativne vlage. Ugotovili smo, da smo takrat, sredi vročega julija, v prostoru imeli 71 % relativno vlago pri normalnem zračnem tlaku. Psihrometer je naprava, ki je zelo zanesljiva za merjenje relativne vlage, saj z njim umerjajo lasne in uporovne higrometre.

**Spoznali** smo tudi temperaturo rosišča, ki nam pove, da je vlaga v zraku zamenjala plinasto stanje v tekoče, saj se takrat na objektih kulturne dediščine in stenah zgradb pojavi rosa ali odvečna vlaga v zraku. Pojav je odvisen od višine temperature, višja je, več vlage lahko zrak sprejme. Zato imamo poleti zaradi višjih temperatur več vlage, pozimi pa manj. Spoznali smo tudi Graf psihrometra, na katerem odčitamo temperaturo rosišča, če imamo podatke temperature suhega



*Med vajo o oceni tveganja za fotografsko zbirko negativov na steklu.*



*Tomaš Vyhlidal med svojimi predavanji na FAMU.*

termometra in relativne vlage. Image Permanent Institut ima na svojih spletnih straneh <http://www.dpcalc.org/> zelo uporabno računalno za izračun temperature rosišča (angl. Dew Point) za fotografije, ki je namenjen tistim, ki skrbimo za fotografske zbirke.

**Za ustrezno** trajno hrambo raznovrstnih fotografij poznamo depoje s sobno temperaturo 20 °C (angl. Room storage), hladno temperaturo 12 °C (angl. Cool storage), mrzlo temperaturo 4 °C (angl. Cold storage) in z ledeno temperaturo pod -0 °C (angl. Frozen storage).

Barvne fotografije in črno-bele na celulozno-nitratni in celulozno-acetatni podlagi sodijo med najbolj občutljive in najmanj obstojne fotografije, saj za svojo ohranitev potrebujejo posebne prostore z nizko temperaturo. Zato smo preizkusili energetske varčne metode za hrambo fotografij v depojih, ki nimajo nadzorovane vlage. Razvili so jo na Harpers Ferry Center, National Archives and Record Administration in National Gallery of Art in je namenjena manjšim zbirkam. S to metodo smo najbolj občutljive fotografije ovili v posebne materiale za hrambo v ledenih pogojih, ker jim ti ustvarijo ugodno mikroklimo znotraj posameznega paketa. Tako so bile zaščitene pred razpadanjem, pred visoko relativno vlago, pred hitrim nihanjem relativne vlage in pred pojavom kondenzacije na njih pri prenosu paketa iz mrzlega depoja v prostor s sobno temperaturo. Za ovoj smo uporabili posebne paro nepropustne materiale, kot so: Marvelseal®, Dri-Shield® in Static-Shield®. Njihove lastnosti so, da so fleksibilne, odporne na vodo, vlago in ne prepuščajo plinov. Marvelseal in Dri-Shield foliji sta sestavljeni iz več finih tankih plasti polipropilena ali polietilena in plasti fino razpršene kovine ali nanesene v obliki filma. Static-Shield je prosojna folija, ki omogoča, da vidimo skozi. Uporabljajo jo tudi za embalažo nekaterih sestavnih delov računalnikov. Marvelseal folijo se uporablja za zaščitno folijo lesenih polic, saj ne prepušča kislin iz naravnega lesa v prostor.

Vsak posamezen paket, ki smo ga naredili, je imel dvojni ovoj. Za notranji ovoj smo uporabili omenjene folije, za zunanji pa tudi folijo iz polietilena in polipropilena. Na primer: barvne diapozitive na poliestrski podlagi v okvirčkih smo položili v ustrezno škatlo za trajno hrambo fotografij. Ker škatla ni bila polna, smo prazni del zapolnili s kakovostnim papirjem, da se diapozitivi niso premikali. Med posamezne diapozitive smo vložili še ustrezne kakovostne papirje in aktiviran digitalni merilnik vlage. Na pokrov škatle smo položili še standardni indikator (s kobaltovimi solmi) za merjenje relativne vlage in zaprto



*Vodotesnost okvirjev smo preverili tako, da smo jih potopili v vodo.*

škaflo dobro zavili v Static-Shield folijo in jo zalepili z lepilnim trakom Lineco®, Archival Frame sealing type. Na prvi ovoj smo položili drugi indikator relativne vlage in zavili v drug ovoj iz istega materiala, prav tako smo za lepljenje uporabili isti lepilni trak. Namen dodanih dveh indikatorjev v oba ovoja je bil, da modro obarvan indikator pokaže, da je skozenj prešla vlaga, ker ni bil dobro zaprt.

Tako pripravljene pakete s fotografijami smo vložili v gospodinjstvo zamrzovalno skrinjo za en dan. S programom DigiChart smo na koncu vaje obdelali zbrane podatke iz merilnika in jih zabeležili v obliki grafa, ki nam je grafično prikazal višino temperature in relativne vlage v paketu. Ugotovili smo, da so se diapozitivi hranili v konstantni mikroklimi, in sicer pri temperaturi  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  in pri 26 % relativni vlagi. Druge skupine so ovoje za pakete kombinirali z drugimi omenjenimi materiali, na koncu pa smo s pomočjo grafov vsakega paketa primerjali njihovo mikroklimo med seboj in ugotovili, da je bila pri vseh enaka.

**Vodič** za razstavljanje fotografij in likovnih del, ki ga je naredila Mednarodna organizacija za standardizacijo, je določil sprejemljive različne pogoje za razstavljanje, prav tako tudi določila za ustrezne materiale.

Za okvirjanje fotografij smo uporabili okvir iz polietilena, za zasteklitev kakovostno pleksi steklo, za paspartu kakovostni muzejski karton, za reguliranje vlage v okvirju pa smo dodali materiale: Art Sorb®, 'silica gel' in zeolit. Tako okvirjenim likovnim delom in fotografijam smo hrbtno stran zavili v Marvelseal folijo tako, da smo jo na različne načine pritrdili na pleksi steklo spredaj. Medtem ko so nekateri folijo spojili na pleksi steklu s pomočjo gretja z grelno spatulo, so jo drugi speli z različnimi lepilnimi trakovi. Notri smo dali še merilnike vlage in temperature ter indikator relativne vlage (namesto prave fotografije). Vse okvirjene fotografije smo potopili v vodo. Ugotovili smo, da je zavoj, ki smo mu folijo spojili z zelo močnim in širokim prozornim komercialnim lepilnim trakom, ščitil fotografijo pred vdorom vode kar 24 ur. Ostali okvirji fotografij niso zaščitili pred vdorom vode. Zeolit je porozen alumosilikat, mineral. Silica gel (v obliki kroglic) je kemijsko stabilen in ne toksičen material, sestavljen iz poroznega amorfnega silicijevega dioksida. Ko je enkrat vlažen, ga v pečici na  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  posušimo in ponovno uporabimo. Iz istega materiala je narejen tudi Art Sorb (v obliki kartona). Vsi trije materiali vase močno vsrkajo vlago iz okolja in jo znižajo.

**Svetloba** je vidni del elektromagnetnega spektra z določeno energijo, ki jo vidi človeško oko, ne vidi pa UV- in IR-svetlobe, ki je nevidni del. Prav ta del svetlobe najbolj kvarno vpliva na fotografije in druge predmete kulturne dediščine. Osvetljenost površine na predmetih merimo z lux metri, lux/m<sup>2</sup> ali 1 lumen na kvadratni meter. Prevelika količina prejete svetlobe povzroči, da fotografije in tudi drugi predmeti kulturne dediščine potemniijo, porumenijo, zbledijo, postanejo bolj krhki ter nastanejo tudi druge kemične in fizične spremembe. Na primer – na prvi črno-beli fotografiji na RC-papirju nastanejo rdeče pike. Pri vrednotenju stopnje osvetlitve, ki je še primerna za razstavljanje ter delo in branje, hkrati pa ne škoduje fotografijam, je najbolj pomembno meriti količino svetlobe in čas osvetlitve zelenega predmeta.

Izračunali smo, koliko svetlobe prejme fotografija na razstavi, če je bila osvetljena s 50 lux-i, 10 ur na dan, razstava pa je trajala 6 dni. Izračun je:  $10\text{ ur} \times 6\text{ dni} \times 50\text{ lux/ur} = 3000\text{ lux/ur}$ . Fotografija je bila v času razstave osvetljena s 3000 lux/ur-ami, kar pomeni, da nismo presegli količine svetlobe, ki bi kvarno vplivala na fotografijo.

Na delavnici smo si izdelali tudi tabelo, ki kaže, katere fotografije lahko izpostavljaš določeni količino prejete svetlobe.

**Tester** »Blue Wool Standard®«, ki je sestavljen iz lestvice tekstilnih trakov, ki so pobarvani z različnimi modrimi tekstilnimi barvami, smo osvetljevali z naravno svetlobo. Na okna, kjer se je odvijala delavnica, smo te vzorce namestili tako, da smo polovico vzorca prekrili s kartonom, drugo polovico pa osvetljevali pet dni. Ugotovili smo, da so nekatere barve močno zbledle, nekatere



kategorije	maksimalna osvetlitev na uro	maksimalna letna osvetlitev
Posebej občutljive: barvna, albumin, cianotipija, solna fotografija, kalotipija	50 lux-ov	12.000 lux/ur
Bolj občutljive: kolodijeva, negativni na steklu, gumijev postopek	75 lux-ov	42.000 lux/ur
Občutljive: črno-bela srebrovo želatinska, pigmentna	150 lux-ov	84.000 lux/ur
Manj občutljive: likovna dela, grafike	300 lux-ov	100.000 lux/ur

manj. Osvetljen vzorec je namenjen temu, da za predmete kulturne dediščine s pomočjo te lestvice obledelih barv ugotovimo, koliko so zbledeli.

**Mikroorganizmi** so prisotni v vodi, zemlji in zraku. To so plesni, virusi in bakterije. Fotografije in drugi predmeti kulturne dediščine so najbolj onesnaženi s plesnimi, v primeru poplav pa se lahko onesnažijo tudi z bakterijami. Najbolj ugodni pogoji, da plesen začne rasti, so: temperatura 21–25 °C, 70 % relativna vlaga, tema in izrabljen zrak. Plesen je zelo škodljiva človekovemu zdravju, a je hrana za mrčes. Do zbirk mikrobi pridejo na različne načine – skozi okna in vrata, s človekom in z insekti. Plesniva fotografija postane bolj krhka, pojavijo se neodstranljivi madeži ali pa zelo hitro popolnoma razpade. Plesen lahko vidimo s prostim očesom ali pa jo z določenimi postopki dokažemo malo pozneje. Pred kratkim je podjetje 3M na trg poslalo tester Petrifilm®, s katerim smo s tradicionalno metodo ugotavljali onesnaženost z mikrobi na različnih površinah. Sestavljen je iz papirne podlage, prevlečene s plastjo polietilena, na isti strani je še natiskana centimetrska mreža, na njej je suho vezivo. Mikrobiološko onesnaženost predmetov v prostoru smo ugotovili tako, da smo na suho vezivo nanесли 1 ml destilirane vode in jo razmazali. Po eni uri smo z mokrim vezivom s pritiskom na različne površine na tleh, pod mizo, na kljukah, na mizi, na pisalu za tablo, stenah in ograji na stopnišču odvzeli vzorec in to pokrili s polietilensko folijo. Inkubacijska doba je bila 4 dni, v temi in pri temperaturi 21–26 °C. Po štirih dneh so se na vseh vzorcih pojavile male zeleno-modre kolonije plesni. S tem smo ugotovili, ali so v prostoru prisotni mikroorganizmi in kateri so. Petrifilm uporabljajo predvsem v živilstvu.

**Zelo** umazane in plesnive fotografije smo očistili z radirkami, s sesalcem ali z etanolom. Vsak posameznik je izbral, s čim bo očistil površino svojih fotografij. Pri tem smo uporabili novejšo napravo Lumitester PD -3, Luci Pen, ki v minuti izmeri količino prisotnih mikroorganizmov in je namenjen za merjenje mikrobiološke onesnaženosti. S to napravo smo številčno izmerili količino umazanije, plesni na fotografiji pred čiščenjem površine, nato pa še po njem. Rezultati čiščenja z vsemi tremi različnimi sredstvi na različnih vrstah fotografij so bili prepričljivi.

**V zraku** je največ dušika in kisika, v manjših količinah pa tudi kompleksne mešanice plinov ozona, žvepla, dioksida in dušikovega oksida. Če se vsi ti delci usedejo na površine predmetov kulturne dediščine, jih imenujemo prah. Glavni cilj te praktične vaje (PAT-test) je bil, da smo najprej ustvarili onesnaženo mikro okolje. Notri smo vložili nekatere materiale in tako ugotovili, ali so ti primerni za trajno hrambo fotografij in drugih umetnin.

Na primer: v večkrat prepognjen navaden papir smo vložili trak s koloidnim srebrom (angl. Collodial silver tape) in indikator 'AD-strip'. Prepognjen papir s trakovoma smo ovili še v papirni ovoj s štirimi poklopci iz ustreznega papirja za trajno hrambo fotografij, nato pa še v 'Charcoal' tekstil in ga zlepili z lepilnim trakom. Na ta oмот smo ponovno dodali trak s koloidnim srebrom in indikator 'AD-strip'. Vse skupaj smo nadalje položili v polipropilensko škatlo, vanjo dodali merilnik vlage in temperature ter vato, namočeno v očetno kislino. V drugo škatlo smo dali vse enako, le namesto Charcoal tekstila smo notri dali zeolit v obliki zrn. Dobro zaprti škatli smo čez vikend pustili na sobni tem-

peraturi. Trak s koloidnim srebrom je sestavljen iz poliestrske podlage, na katero je nanescena želatina, v njej pa je razpršeno občutljivo koloidno srebro. Ta snov je zelo občutljiva na oksidacijsko-redukcijske reakcije v zraku. 'AD-strip' je trak, ki je zelo občutljiv na kisline v okolju. Charcoal tkanina vsebuje aktivno oglje in ima lastnost, da ne prepušča plinov niti pare. Rezultata vaje naše skupine sta bila: v prvi škatli na omotu je bil 'AD-strip' moder, ker je občutljiv na kisline, saj je bil v škatli zrak onesnažen z očetno kislino, trak s koloidnim srebrom je ostal enak. Trakova znotraj ovojev sta ostala nespremenjena, kar pomeni, da sta Charcoal tekstil in ovoj na štiri poklopce zavarovala fotografije pred škodljivimi vplivi onesnaženega zraka. V drugi škatli na omotu pa je bil 'AD-strip' ravno tako moder in zvit, ker je zeolit močno znižal relativno vlago v škatli, koloidno srebro pa je ostalo nespremenjeno. Znotraj ovoja na štiri poklopce je bil trak s koloidnim srebrom nespremenjen, 'AD-strip' pa rahlo modrikast, kar pomeni, da ovoj na štiri poklopce ni zadržal onesnaženega zraka in ni primeren za trajno hrambo fotografij. Naredili smo več različnih poizkusov tako, da smo vanje vložili namesto ocene kisline kalijev polisulfid in uporabili drugi indikator itn.

**Odgovornost** konservatorja-restavratorja je, da za ustrezno trajno hrambo fotografij zagotovi ovoje, ki so narejeni iz ustreznih materialov. Zato smo naredili naslednje vaje, s katerimi smo identificirali ovoje iz različnih materialov, za katere nismo vedeli, iz česa so narejeni.

Z Beilsteinovim testom smo identificirali polivinil klorid (PVC) tako, da smo z ognjem zažgali košček tega materiala. Ker je bil pri gorenju ogenj zelen, to pomeni, da je bil prisoten klorid. Ta vrsta plastike je popolnoma neprimerna za trajno hrambo fotografij.

Polietilen tereftalat (PET) plastiko smo identificirali tako, da smo kos te plastike položili med dva polarizacijska filtra. Če med obračanjem na svetlobi vidimo mavrico, potem gre za poliester, ki ga prepoznamo tudi tako, da ga z rokami ne moremo pretrgati.

Ph-vrednost kakovostnega papirja za trajno hrambo fotografij smo izmerili z napravo za merjenje pH, prej pa smo vzorec še namočili v destilirano vodo. Papir, ki ima vrednost pH 7, je nevtralen in tudi najbolj primeren za trajno hrambo fotografij.

Celulozni nitrat smo identificirali tako, da smo košček tega materiala namočili v blagi indikator difenilamina, mešanega z žveplovo kislino. Ker se je tekočina obarvala modro, to pomeni, da je prisoten nitrat. Ta vrsta plastike je popolnoma neprimerna za trajno hrambo fotografij in drugih predmetov kulturne dediščine.

Majhen del vlažnega svinčevega acetata in papir za ovoje smo dali v zatesnjeno cev, ki smo jo na ognju segreli, da je papir porjavel. Papir smo nato vzeli iz cevi in nanj kapnili destilirano vodo. Ker je na mestu, kjer smo nanj kapnili destilirano vodo, postal bel, to pomeni, da je bilo v onesnaženem zraku prisotno žveplo.

**Obiskali** smo Narodni tehnični muzej (češko Národní technické muzeum) v Pragi, ki je največji češki muzej, namenjen shranjevanju in prikazovanju tehniške dediščine. Ustanovljen je bil leta 1908. V osrednjem razstavnem prostoru je izjemno velika hala s transportnimi vozili, zgoraj so plovila, na tleh so avtomobili (Škoda), lokomotive in vagoni, v treh etažah ob stenah pa so motocikli (Java) in kolesa, na primer Favorit iz leta 1964, s katerim so Čehi zmagali na olimpijskih igrah, ter še mnogo drugih predmetov. V drugih nadstropjih pa so še oddelki astronomije, tiskarstva, metalurgije, najdemo tudi oddelek o urah, ki merijo čas, oddelek o izkopavanju rud ter oddelek z gospodinjskimi aparati. Mi smo si podrobneje ogledali izjemno bogato in kronološko pregledno razstavo o razvoju fotografije na Češkem, ki obsega vse vrste fotografij: od dagerotipije, črno-bele fotografije 19. in 20. stoletja, barvne fotografije, filmskih trakov do digitalnih fotografij, zraven pa še pripadajoči material in opremo. Najbolj dra-

gocena in zelo redka fotografija v muzeju pa je barvna Lippmannova fotografija (angl. Lippmann plate).

Gettyjev konservatorski inštitut je s teoretično-praktično delavnico v Bratislavi leta 2008 začel, v Pragi leta 2015 pa zaključil niz izobraževanj na področju poznavanja ter konserviranja in restavriranja fotografij na območju Srednje, Vzhodne in Južne Evrope. Sama sem se udeležila vseh in bi se ob koncu izobraževanja rada zahvalila vsem direktorjem Arhiva Republike Slovenije: dr. Matevžu Koširju, dr. Jožetu Dežmanu, dr. Draganu Matiču in dr. Bojanu Cvelfarju ter vodji oddelka dr. Jedert Vodopivec Tomažič, ker so mi omogočili udeležbo na vseh teoretično-praktičnih delavnicah, na simpoziju o fotografiji in sodelovanju na razstavi z naslovom *Razumeti fotografijo* v Bratislavi ter študiju na daljavo. Zahvaljujem se še Alenki Hren za prevode besedil, Darji Harauer in Blanki Avguštin Florjanovič, ki sta po meri izdelali zaščitno škatlo za dagerotipijo, Mateji Kotar za posnete fotografije ter Darji Plevel in Borutu Jurca za pomoč pri delu z računalniki ter prijavi na spletu. Hvala tudi Stanki Grkman in Tatjani Rahovskij Šuligoj, ki sta mi posredovali različne podatke, predvsem v času, ko sem bila na delavnicah.

Lucija Planinc