

1 ÚVOD

Developed out papers (dále uváděné jako DOP) želatinostříbrné pozitivy jsou rozšířenou fotografickou technologií, bohatě zastoupenou v muzejních institucích, archivech apod. V historii fotografie je tato technika nejdéle používanou metodou fotochemického zachycování obrazu. Ani v současné době nepřestává být podstatným problémem vztahu člověka k minulosti způsob uchování jejích dokladů. Potřeba péče o tento fotografický materiál je umocněna nejen četností, časem, po který byla tato technologie využívána, ale i podmínkami pro stabilitu fotografických záznamů, které dosud nejsou v depozitářích samozřejmostí. Vzhledem k její mimořádné citlivosti vůči vnějším faktorům je nutné jí zajistit odpovídající uložení.

Cílem práce je vypracování rešerše literatury na téma preventivní péče DOP želatinostříbrných pozitivů, uvedení nejčastějších příčin degradace a podmínek pro dlouhodobé uložení s porovnáním přístupů k preventivní péči o DOP želatinostříbrné pozitivy v odborných institucích zaměřených na ochranu fotografie.

První část práce obsahuje studii materiálového složení DOP s popisem dobového výrobního a zpracovatelského procesu, studii poškození (degradace) a jejich příčin. Druhá část obsahuje možnosti preventivní péče DOP s uvedením optimálních i doporučovaných podmínek pro uložení.

Metodicky jsem zpracovala dobovou fotografickou literaturu v rozmezí let 1880-1950 a současnou odbornou literaturu se zaměřením na problematiku preventivní péče archiválií, převážně DOP želatinostříbrných pozitivů, od roku 1970-2015. Studie zohledňuje rovněž směrnice a doporučované standardy. Možnosti preventivní péče v praxi dokládám aktuálními sondami do výstavby

vybraných archivů. Výsledkem práce je uvedení doporučených metod a podmínek uložení DOP želatinostříbrných pozitivů.

Práce je zaměřena pouze na problematiku dlouhodobého uložení DOP želatinostříbrných pozitivů, zabývá se pouze základními vnějšími a vnitřními faktory poškození, nezahrnuje doporučení týkající se protipožární ochrany, jejich periodických kontrol a doporučení proti přírodním živlům a katastrofám, které jsou dostatečně obecně známé a vztahují se na veškeré předměty kulturního dědictví a svým rozsahem přesahují rámec této práce. Práce se primárně zabývá problematikou obrazové želatinové vrstvy DOP želatinostříbrných pozitivů, nezabývá se rozbořem vlastností a degradačních mechanismů celulózových nosičů, tématem, které rovněž přesahuje rámec této práce, stejně tak se z těchto důvodů nezabývá problematikou materiálů na papírové podložce opatřené polyethylenovou fólií (označované jako Resin Couted nebo PE paper). Výklad použitých pojmů je v souznění s aktuálním standardem ČSN EN 15898:2011 – Ochrana kulturního dědictví – Základní obecné termíny a definice. Český normalizační institut, 2012.

2 DOP želatinostříbrné pozitivy ⁽⁷⁴⁾

Technologie DOP želatinostříbrných pozitivů byla již koncem 19. století známa ve všech fotografických ateliérech světa a dnes je nejčteněji zastoupenou v depozitářích sbírkových institucí a archivů. Rozšíření v amatérských i profesionálních laboratořích napomohla vysoká citlivost světlocitlivé emulze, trvanlivost neexponovaných materiálů před použitím a relativní stálost fotografických obrazů za předpokladu uložení v optimálních podmínkách. Charakteristickým znakem je jednoduché zpracování, barevné odstíny obrazu od neutrálních černých, hnědočervených, žlutoazurových a sépiových odstínů, rozměrová různorodost a množství vzhledů povrchu citlivé vrstvy.

2.1 Historie vývoje pozitivních fotografií ^(10, 12, 21, 73, 74, 45, 46)

V roce 1871 R. L. Maddox publikoval technologický postup využívající želatinu jako náhradu za kolódium, která udržovala světlocitlivou látku halogenidu stříbra v suspenzi a působila jako ochranný koloid. Na základě těchto poznatků se začaly strojově vyrábět suché želatinové desky s relativně stálými vlastnostmi. Mokrý kolódiové desky byly postupně nahrazovány suchými želatinovými a později počali obchodníci ve fotografickém průmyslu i výrobu pozitivních fotografických papírů. Ty se staly koncem roku 1880 velmi populárními a začaly nahrazovat papíry albuminové. Kromě papírů přímo kopírujících světlem¹ (tzv. POP) byly používány papíry se želatinovou emulzí,

¹ Přímě kopírující papíry zpravidla obsahovaly jako citlivé soli chloridu stříbrného, který se působením světla redukoval na kovové stříbro. Tyto papíry se označovaly podle látky, která byla pojivem stříbrné soli-škrobový, arrowrootový, albuminový, protalbinový, kasoidinový, cellodionové. Želatinové přímě kopírující pozitivní papíry byly označovány jako aristové.

kteřá se zpracovávala laboratorním vyvoláváním. Tyto pozitivní vyvolávací papíry se staly hlavním typem fotografických papírů a vytlačily papíry přímo kopírující.²

2.2. Historie vývoje pozitivních vyvolávacích papírů ^(12, 21, 53, 73)

Pozitivní vyvolávací papíry byly vyráběny ve dvou druzích. Papíry chlorobromostříbrné, při jejichž výrobě bylo použito jako citlivé látky chloridu a bromidu stříbrného, byly méně citlivé. Citlivější byly papíry bromostříbrné, jichž světlocitlivou látkou byl pouze bromid stříbrný. Rudolf Špillar uvádí: „...vrstva byla z emulze podobného složení jako vrstva desek negativních. Papíry tyto jsou proto také stejně citlivé vůči účinkům světla, jako tyto desky.“³ Produkce vyvolávacích papírů byla převážně na bílém a krémově zbarvené papírové podložce (tzv. chamois)⁴.

Chlorobromostříbrné papíry se vyráběly v různých gradacích: zvláště měkké, měkké, normální, tvrdé a zvláště tvrdé, v pozdější době se vyskytovaly ještě papíry ultratvrdé. Bromostříbrné papíry nejdříve vykazovaly jen jednu

² Továrny na výrobu fotografického papíru s názvy produkovaných papírů: Továrna Dr. E. Justa ve Vídni, papíry prof. Lainera ve Vídni tzv. durochromatové papíry, M. Blochwitz – papír „Velox“ v Drážďanech, Kraft & Steudel Drážďany, Fotografická společnost NPG v Berlíně papír „Lenta“, Chemická továrna dříve Scheringovy v Charlottenburgu papír „Satrap“, Akciová společnost L. Gevaert papír „Ridax“, Rýnské továrny emulsních papírů, papír „Mimosa Ray“, Továrna Schaeuffelenova v Heilboně, papír „Pala“, Lumierova továrna, papír „Radios“, Liesegangovy papíry „sv. Lukáše“, Společnost Kodak, papír „Deklo“, Továrna prof. Lainera, papír „Palos“, Továrna F. Hrdličky ve Vídni, papíry „Vindobona“, Neobrom Brno, Foma Hradec Králové.

³ Světelná citlivost emulzí je podrobně zpracována v publikaci Rudolfa Špillara a Jana Špriňara. ŠPILLAR, Rudolf, ŠPRIŇAR, Jan. *Kompendium praktické fotografie pro amatéry*. II. vydání. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva Československého v Praze, 1913. s. 104.

⁴ Továrna na výrobu pozitivních vyvolávacích papírů *Mimosa* uvádí ve své příručce pro zpracování DOP následující druhy papíru: Velotyp, Velotyp-Carbon, Mimosa Velotyp Carbon, Mimosa Radiotyp, Mimosa Sunotyp. Povrchy těchto papírů byly silně matné, lesklé slabě růžové s papírovou podložkou bílá hladká, chamois zrnitá nebo tenká – tuhá. (*Příručka Mimosa průvodce povšechnou výrobou akciové společnosti Mimosa Drážďany*, nákladem akc. spol. Mimosa Drážďany. s. 33nn.)

gradaci, později (30.léta 20. století) se můžeme setkat s papíry gradace tvrdé, normální i měkké [73].

Složení vyvolávacích lázní ovlivňovalo vzhled fotografie a bývalo doporučováno výrobcem papíru. Amidolová vývojka vyvolávala obraz v modročerném tónu, metolová a hydrochinonová obraz nazelenalých a teplejších hnědých odstínů. Na chlorobromostříbrných papírech s větším podílem chloridu stříbrného ve vrstvě bylo možné dosáhnout v kombinaci s vhodnou vyvolávací látkou (viz kap. 5.1.2.) obrazů různě zbarvených, a to nejběžnějších odstínů hnědých, ale i žlutavých a červenavých.

Povrchy fotografického papíru byly vyráběny v matném až lesklém provedení, často s dezénem. Na obrazech s lesklým povrchem bylo možné dosáhnout až zrcadlového lesku, používaného zejména u malých formátů a technické fotografie. Postup dosažení vysokého lesku povrchu uvádí Robert Šimon: „Mokrú fotografie se přitiskla na bezvadně vyčištěný (sklo), celuloid, emailový plech nebo niklovaný plech. Nejdříve bylo třeba je pečlivě vyčistit křídou a lihem, rozmočené obrazy se na ně přitiskly, přebytečná voda i vzduch mezi obrazem a lesklým předmětem se vytlačily, aby mezi nimi nezůstaly vzduchové bublinky. Po usušení odskočily obrazy samy od podložky a vrstva obrazu byla zrcadlově lesklá. Prostředkem k bezvadnému zhotovení zrcadlového lesku byl roztok volské žluči, jímž se potřela lesklá plocha podložky pro zrcadlový lesk, poté se vyleštila a na ni se přitiskly rozmočené obrazy, které po usušení spolehlivě odskočily od podložky“⁵. Další možností, pomocí níž bylo možné

⁵ ŠIMON, Robert. *Kompendium praktické fotografie pro amatéry*. III. vydání. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva Československého v Praze, 1935. s. 151.

dosáhnout vysokého lesku byly leštící strojky, které měly lesklou kovovou plochu, na kterou se rozmočené fotografie přitiskly. Strojky se elektricky vytápěly, obrazy uschly za několik minut. Tento postup fotografové využívali po celou éru DOP želatinostříbrné fotografie.

3 Složení DOP želatinostříbrného pozitivu a jeho vlastnosti (1, 21, 44, 50,

58, 77)

DOP želatinostříbrné pozitivy jsou třívrstvé fotografické materiály složené ze želatinové vrstvy se světlocitlivou látkou, substrátovou vrstvou a papírovou podložkou. V některých případech v pozdějších letech byla ještě na emulzní vrstvu nanесena velmi tenká vrstva ochranná z čisté želatiny.

3.1 Světlocitlivá složka (73, 74, 77)

Světlocitlivá složka je rozptýlena v emulzním neosiči a je původcem vzniku vlastního fotografického obrazu. Jako světlocitlivý materiál byly používány halogenidy stříbrné: bromid stříbrný, zpravidla vykazující černý tón obrazu, a méně citlivý chlorid stříbrný, vykazující teplý tón.

Halogenidy stříbra využívají světelnou energii k uskutečnění nevratných fotochemických změn (tvorba latentního obrazu), které probíhají s velkými kvantovými výtěžky. Tyto fotochemické změny (redukce halogenidu stříbrného na kovové stříbro) se ještě $10^8 - 10^9$ krát zesilují účinkem redukčních látek při vyvolávacím procesu.

Důležitou vlastností stříbrných halogenidů je jejich malá rozpustnost ve vodě. Tato vlastnost určuje hlavní charakter technologických operací při výrobě a dalším zpracování DOP želatinostříbrných pozitivů. Nejvíce rozpustný ve vodě je chlorid stříbrný jehož součin rozpustnosti při teplotě 25 °C je $1,6 \times 10^{-10}$, méně rozpustný je bromid stříbrný se součinem rozpustnosti při teplotě 25 °C $1,6 \times 10^{-13}$, nejméně rozpustný jodid stříbrný $1,5 \times 10^{-16}$ při teplotě 25 °C [88]. Na základě znalostí těchto charakteristik je možno při výrobě fotografických materiálů nastavovat technologické parametry výrobního procesu s cílem regulace velikosti a distribuce podle velikosti emulzních krystalů, které jsou základním parametrem při výrobě fotografických emulzí s požadavky na citlivost,

kontrast a rozlišovací schopnost. U směsných krystalů z roztoku směsi halogenidu s přídavkem stříbrných iontů nejdříve vypadávají částice halogenidů o nižší rozpustnosti (určuje počet krystalů), na niž dalším přídavkem stříbrných iontů dále narůstá hmota krystalu (řídí se velikost krystalu).

3.2 Želatinový nosič fotografické emulze a jeho vlastnosti ^(68, 80, 83)

Želatinový nosič zajišťuje ochranný koloid zrn halogenidu stříbrného, která je v něm rozptýlena. Želatina zajišťovala dlouhodobou stabilitu vlastností fotografického materiálu a umožňovala tak výrobu s dostatečným časovým intervalem před jeho použitím. Expirační doba byla několik měsíců. Další výhodou bylo exponování fotografické emulze bez předchozího zcitlivování.

Želatina, druh nejčistšího kolagenu, je organická makromolekulární látka vyráběná ze zvířecích kostí a kůží, což zapříčiňuje kolísání obsahu aktivních látek ovlivňujících fotografické vlastnosti emulze (závoj, gradace, citlivost). Z tohoto důvodu byly jednotlivé šarže želatin pečlivě vybírány. Později byly do želatin přidávány další látky, jejichž cílem bylo upravit fyzikální vlastnosti emulze (viskozita) a snížit celkový obsah želatin. Syntetické látky, které by mohly plně nahradit želatinu, se však nepodařilo připravit.

Želatina je makromolekula bílkoviny, ve které jsou aminokyseliny spojené peptidickou vazbou (-CO-NH-). V suchých podmínkách je stabilní a ve vlhkém prostředí botná v závislosti na jeho hodnotě pH a dalších přítomných látkách⁶. Její nerozpustnost ve vodě se zajišťuje utvrzením, které mimo jiné snižuje

⁶ Botnání želatin ovlivňuje například přítomnost solí v okolním vodném prostředí: sírany, citráty, vlny, octany, etanol, dextróza, destilovaná voda, chloridy, nitráty, bromidy. (EDER, Josef, Maria. Theorie und praxis. Photographie mit Bromsilber-emulsionen.. Wien: Verlag der Photographischen Correspondenz. 1881. s. 62nn.)

botnavost, zvyšuje mechanickou odolnost v suchém stavu a zvyšuje bod tání gelu. Botnání želatiny je opakovatelné. Želatinový gel umožňuje průnik aktivních složek zpracovatelských lázní k částicím halogenidů stříbrných při ponoření suché fotografické vrstvy do vodných roztoků. Stejně tak potom umožňuje vyprání zpracovatelské chemie na konci vyvolávání.

Želatina působí jako dispergační médium a zabraňuje koagulaci halogenidových stříbrných částic. Přítomnost organických látek, obsahujících ve své molekule atom síry, pak způsobuje aktivitu želatiny, která zvyšuje světelnou citlivost fotografické emulze⁷.

Při výrobě želatiny byly všeobecně uznávány a používány standardní postupy, jejich kvalitativní parametry vycházely například ze standardu, za všechny jmenujme například BS 647-1935 *Methods of testing glues (bone, skin and fish glues)* [68]. Vlastnosti želatiny⁸ pro fotochemickou výrobu určují: viskozita, pevnost gelu, hodnota pH, výsledky fotochemických zkoušek, bod tání [68], obsah síry, obsah popelovin.

Želatina je poměrně odolná vůči expozici světlem, její stabilitu mohou ovlivnit nečistoty, především ionty přechodných kovů. Nevýhodami želatiny jsou

⁷ Výzkumem vlastností řady organických sloučenin bylo zjištěno, že pouze malé množství je možné použít při chemické senzibilaci. Pro ty, které mají senzibilaci schopnost je charakteristická skupina $N_2=C=S$. Dalšími látkami například deriváty thiomocoviny, nebo některé aminokyseliny (cystin tvořený molekulami cysteinu) (LJALIKOV, Konstantin. *Teorie fotografických procesů*. Sírny sensibilátory. Přeložil Josef Kubal-Alena Hálová. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1955. s.255nn.)

⁸ Želatina pro DOP pozitivní papíry se vybírala podle svých fotochemických vlastností. Jedním z mnoha parametrů byla také fotochemická aktivita želatiny, která měla vliv na citlivost želatinové emulze nebo její závoj (zvýšení denzity v neexponovaných místech citlivé vrstvy po vyvolání).

její citlivost na vlhkost vzduchu, vedoucí k botnání, a organický původ, který je častou vyhledávanou živnou půdou plísní a bakterií.

3.3 Papírová podložka se substrátovou vrstvou ^(16, 24, 48, 56)

Papírová podložka nese citlivou vrstvu DOP pozitivu. Vhodné vlastnosti papíru umožňují výrobní a zpracovatelský proces DOP pozitivu a relativní trvanlivost želatinostříbrného obrazu, dokonalou rovinu citlivé vrstvy, mechanická pevnost, pružnost, relativní rozměrovou stálost a chemickou stabilitu s absencí síry a kovu. Těchto vlastností bylo docíleno výrobou papíru s vysokým obsahem celulózy a hemicelulózy pod 4 %. Nejdříve byla podložka vyráběna pouze z hadroviny. S vývojem výroby papíru se měnilo i složení hlavní suroviny a na počátku 20. let 20. století byl podíl hadroviny jako hlavní suroviny již jen 50 %, od konce 20. let 20. století byla hlavní surovinou sulfitová buničina.

Klížení papírové podložky procházelo také vývojem a řadou postupů: nejdříve byla pro klížení používána želatina, škrob nebo kalafuna. Ve 20. létech 20. století se papír klížil již stearátem sodným, ve 40. létech 20. století směsí melaninu s formaldehydem, ve druhé polovině 20. století dalšími polymery.

Výrobci DOP pozitivů produkovali různé povrchy a vzhledy citlivé vrstvy. To umožňovala tzv. substrátová vrstva, jež chránila papírovou podložku před pronikáním zpracovatelských lázní, vyrovnávala povrch citlivé vrstvy a dostatečně ji provazovala s papírovou podložkou, rovněž chránila citlivou vrstvu před případnými nečistotami obsaženými ve hmotě podložky. Hlavní složka obsahovala ve vodě dispergovaný síran barnatý (tzv. baryt) s malým množstvím želatiny a případného barviva. Postup přípravy vrstvy určoval povrchy: lesklý,

polomatný, matný a rastrové vzhledy, používaná při výrobě byla od konce 80. let 19. století.

Fotografická papírová podložka se vyráběla v odstínech bílé, slonové kosti, chamois případně dalších zbarvení s plošnou hmotností: 120 g/m² až 250 g/m², pro některé obory se používala podložka ještě 80 g/m² až 110 g/m² [73, 74].

4 Výroba DOP želatinostříbrných pozitivů ^(11, 21, 58)

Nejdůležitějším úkonem v procesu výroby DOP želatinostříbrných pozitivů je příprava fotografické emulze. Důsledné dodržení jejího pracovního postupu určuje kvalitu obrazu. Pracovní postup zahrnuje výrobu emulze, úpravu vlastností a polev fotografické emulze na papírovou podložku.

4.1 Výroba fotografické emulze ^(38, 50, 58)

Do reakční nádoby s předloženým roztokem alkalických halových solí se v přesně definovaném režimu (rychlost přítoků, intervaly mezi jednotlivými fázemi přítoku) přivádí roztok stříbrných iontů. Po srážecí reakci prováděné za vysoké teploty (při předpisem definované teplotě) je emulze⁹ ochlazována a vznikne gel, který je možné po rozdělení (tzv. nudlování) na malé kousky prát v chladné tekoucí vodě. Při praní dochází k odstranění přebytečného bromidu draselného, jehož přítomnost by snižovala citlivost emulze. Dále při praní fotografické emulze dochází k odstraňování dusičnanu draselného, který vznikl jako vedlejší produkt srážení.

Papíry pro zvětšování nebo kontaktní kopie obsahovaly nejčastěji jako světlocitlivou složku bromid stříbrný s malou příměsí jodidu stříbrného nebo směs chloridu a bromidu stříbrného. Portrétní fotografie byly vyráběny často s emulzí na bázi jodidu stříbrného. Vyznačovaly se nízkou světelnou citlivostí. Používaly se pro kontaktní kopie, po vyvolání poskytovaly obraz v zeleném tónu.

⁹ Používaný pojem fotografická „emulze“ upřesňuje z hlediska chemie koloidů Wilhelm Junge a Gustav Hübner pojmem suspenze: směs skládající se z tuhé fáze bromidu stříbrného rozptýleného v kapalně fázi, vodném roztoku želatiny. JUNGE, Wilhelm–HÜBNER, Gustav. *Fotografická chemie*. Přeložil Pavel Vetešník. Praha: SNTL, 1987. s. 55. 04–603–86. Tuto skutečnost zmiňuje také Ivana Maxová. MAXOVÁ, Ivana. *Přehled poškození černobílých fotografií s želatinostříbrnou emulsní vrstvou a metody jejich nápravy*. In: *Historická fotografie*. 1/2001, ročník 1, s. 57. pozn. č. 3.

4.2 Úprava vlastností fotografické emulze ^(38, 58)

Fotografická emulze je před polem na podložku pozitivů chemicky senzibilována, stabilizována, opticky senzibilována, dále pak upravena její viskozita a povrchové napětí. Těsně před polem se dávkuje tvrdila.

4.2.1 Chemická senzibilizace ^(38, 47, 58)

Zahříváním emulze na vyšší teplotu dochází ke zvýšení její světelné citlivosti.¹⁰ Tato chemická senzibilizace se děje za přítomnosti v želatině obsažených aktivních látek, nebo látek přidaných do emulze před tímto krokem (viz kap.3.2.) Vhodnými látkami jsou sloučeniny obsahující v molekule vhodně vázaný atom síry¹¹, dále pak některé soli vzácných kovů (platina, rhodium), především zlata.¹² Průběh senzibilizace je nutné přesně sledovat a vyhodnocovat citlivost emulze a závoj, její ukončení provést ve chvíli, kdy světelná citlivost již neroste a závoj dosahuje přijatelné hodnoty.

¹⁰ Konstantin Ljalikov uvádí postup zahřívání při teplotě 35–65°C. LJALIKOV, Konstantin. *Teorie fotografických procesů*. Přeložil Josef Kubal–Alena Hálová. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1955. s. 166.

¹¹ V roce 1925 Sheppard uvedl zvýšení citlivosti fotografické emulze za přítomnosti sloučeniny senné a z ní vytvořeného senníku stříbrného nalézající se v želatině v koncentraci 1:3–10⁵ až 1:10–10⁶. MILBAUER, Jaroslav. *Chemie ve fotografii*. Praha: Jednota Československých matematiků a fyziků, 1948. s. 9.

¹² Zcitlivování sloučeninami zlata poprvé zavedl Koslowski v roce 1935 v předválečné německé firmě Agfa, pozdější ORWO. JUNGE, Wilhelm–HÜBNER, Gustav. *Fotografická chemie*. Přeložil Pavel Vetešník. Praha: SNTL, 1987. s. 59n. 04–603–86.

4.2.2 Optická senzibilizace ⁽³⁸⁾

Německý chemik Wilhelm Vogel objevil v roce 1873 způsob rozšíření spektrální citlivosti halogenidů stříbra založený na jejich obarvení vhodnými organickými barvivy. Potřebu optické senzibilace určuje fakt, že stříbrné halogenidy absorbují v čistém stavu pouze světlo krátkovlnného záření a to chlorid stříbrný v UV, bromid stříbrný v modré a jodid stříbrný v modrozelené oblasti. Směsné halogenidy mají proti čistým složkám jistý malý posun k delším vlnovým délkám, ale jejich spektrální citlivost nedostačuje pro správný převod barev do černobílé stupnice. Wilhelmem Vogelem objevená barviva pro optickou senzibilaci musela dostatečně adsorbovat na povrch částic halogenidů stříbra a absorbovat světla v požadovaných spektrálních oblastech. Pro tyto požadavky byly používány tzv. selektivní senzibilátory, které zcitlivovaly fotografický materiál k definovanému oboru vlnových délek (šíře okolo 10nm). Pro zcitlivění širšího rozsahu vlnových délek byly používány také senzibilátory pásmové.

Pro DOP materiály se spektrální senzibilace používá od druhé poloviny 20. století. Zpočátku pouze pro zvýšení citlivosti v modré oblasti spektra, později se spektrální citlivost rozšířila do zelené části spektra (multigradační papíry).¹³

4.2.3 Utvrzení fotografické emulze ⁽²¹⁾

Při tvrzení želatiny dochází k jejímu síťování, pevnému propojení želatinových molekul, čímž se zamezí rozpustnosti želatinového gelu a sníží botnavost vrstvy. Anorganickou utvrzovací látkou byly používány soli

¹³ V osmdesátých letech 20. století byly vyráběny také panchromatické materiály, které byly levnou variantou pro zhotovování černobílých kopií z barevných negativů.

trojmocného chromu a hliníku, velmi často byly používány látky organického původu, kterou byl formaldehyd nebo glyoxal.

4.2.4 Stabilizace fotografické emulze ^(38, 58)

Stabilizace fotografické emulze byla nutná zejména pro ukončení procesu chemické senzibilace, dále pak pro udržení jejích parametrů během výroby a uložení pozitivu po dobu expirační lhůty. K tomuto účelu byly při výrobě do emulze přidávány tzv. emulzní stabilizátory, které byly adsorbovány na povrch halogenidu stříbra. Při vyvolávání latentního obrazu v průběhu zpracovatelského procesu byly z povrchu halogenidu stříbra uvolňovány, čímž bylo dosaženo udržení citlivosti fotografické vrstvy a zamezení nárůstu jejího závoje v průběhu přirozeného stárnutí. Pro snížení vzniku závoje se používala tzv. protizávojevá látka, která se absorbovala na povrch částic halogenidu stříbra nevratně a tím umožňovala minimalizovat vznik závoje při vyvolávání.

4.3 Polev fotografické emulze ^(38, 58)

Polev fotografické emulze na papírovou podložku byl závěrečnou fází výrobního procesu DOP želatinostříbrných pozitivů. Nedůsledný technologický postup polevu způsobil nežádoucí vlastnosti emulze jako například nedostatečná přilnavost k podložce a kolísání nánosu emulzní vrstvy. Strojní výroba fotografických papírů zavedla nanášení emulze pomocí polévacích strojů. Před polevem se do emulze přidávalo: tvrdidlo, látky snižující povrchové napětí, přísady ovlivňující plasticitu v suchém stavu (glycerol). Viskozita emulze se řídila z počátku pouze obsahem želatiny, později (od poloviny 20. století) přidávkem polymerních látek. Pro odstranění nežádoucích pevných nečistot a vzduchových

bublin byla provedena mechanická filtrace a odpěnění, to je udržování roztavené emulze po určitou dobu za sníženého tlaku vzduchu.

5 Fyzikálně–chemické základy fotografického procesu DOP želatinových fotografií ^(46, 69, 70, 73)

Vznik fotografického obrazu DOP želatinostříbrného pozitivu je založen na fyzikálních dějích a fotochemických reakcích. Při světelné expozici citlivé fotografické vrstvy vznikal v emulzi neviditelný latentní obraz, který byl chemickým procesem vyvolán v obraz viditelný. Vyvolávání bylo nutné přerušit prací lázní, po které následoval proces ustalování a závěrečné praní, v některých případech byla želatinová emulze ještě následně dotvrzována.

5.1 Vznik latentního a formování viditelného fotografického obrazu ^(24, 38, 46, 50, 58, 74, 77)

Působením světla na halogenid stříbrný dochází na jeho povrchu k fotolytické redukci při níž vznikají malé částičky stříbra (cca 100-200 atomů)¹⁴. Soubor těchto částiček bývá označován jako latentní obraz.

Latentní obraz se zviditelní vyvoláváním. Vyvolávání je oxidačně-redukční reakce, při které se halogenid stříbrný redukuje slabým redukčním činidlem (vyvolávací látka metol, hydrochinon) na kovové stříbro, za katalytické pomoci kovových částiček latentního obrazu. Neosvětlená emulze zůstává beze změny, na osvětlených místech emulze dochází k působení vývojky k redukci halogenidu

¹⁴ Teorie vzniku latentního obrazu je poněkud komplikovaná a přesahuje rámec této práce. Dopadem světelného kvanta dojde k vyražení elektronu z krystalové mřížky a bromidový ion se konvertuje na atomární brom, jenž se uvolní z mřížky a migruje na povrch krystalu. V krystalové mřížce tak vznikne místo s parciálním záporným nábojem, k němuž migrují kladně nabitě intersticiální (nevázané v mřížce) stříbrné ionty a redukují se na atomy stříbra s parciálním kladným nábojem. Tento kladný náboj přitáhne další elektron a místo je opět nabitě záporně, takže přitahuje další kladně nabitý intersticiální stříbrný ion. Vše se cyklicky opakuje dokud nevznikne pecička velikosti minimálně cca 200 atomů stříbra. Tyto stříbrné pecičky vzniklé osvitom působí při vyvolávání jako katalyzátor, který umožní vyvolávacímu činidlu (vývojce-velmi slabá redukční látka) vyredukovat stříbrný obraz. (LJALIKOV, Konstantin. *Teorie fotografických procesů. Soudobá teorie o vzniku latentního obrazu*. Přeložil Josef Kubal–Alena Hálová. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1955. s. 54-56).

stříbrného na kovové stříbro a vytvoření obrazu. Množství vyredukovaného stříbra je úměrné expozici.

5.1.1 Vyvolávání ^(38, 46, 50, 58, 73)

Při vyvolávání fotografického obrazu dochází k redukci exponovaných stříbrných iontů na kovové stříbro. Při chemickém vyvolávání fotografického obrazu DOP želatinostříbrného pozitivu dochází k oxidačně-redukční reakci. Tato reakce probíhá v závislosti na přítomné vyvolávací látce, nejlépe v alkalickém prostředí, ve kterém docházelo k odstranění bromovodíku, který zpomaloval, ve vyšší koncentraci až zastavoval reakci.

Vyvolávací organická látka ve vhodně složených roztocích redukovala a převáděla tak zrna halogenidu stříbrného nesoucí latentní obraz v černé stříbro metalické. Vyvolaný obraz tvoří kovové stříbro. U neosvětleného bromidu stříbrného probíhala tato reakce jen zcela nepatrně (závoj). V místech polostíňů – přechodů mezi partiemi nejsvětlejšího a nejtemnějšího předmětu fotografovaného motivu nastávala redukce jen částečná, a to taková, která je prakticky úměrná množství světla, které dotyčné místo předmětu snímku do objektivu vysílalo. Hodnota pH vývojky se pohybovala v rozmezí pH 7,0 – 12,5 v závislosti na použité vyvolávací látce.

Kombinace použité vyvolávací látky a způsob vyvolávání určoval tón vyvolaného stříbra v neutrální šedé nebo hnědočerném odstínu. Výrazná změna odstínu byla docílena tónováním fotografického obrazu, jehož charakter umocňovalo použití pozitivních papírů se zabarvenou podložkou.

5.1.2 Složení vývojky ^(38, 46, 50, 58)

Vyvolávací látka (organická redukční látka) byla základní a charakterizovala vyvolávací proces. Nejčastěji používanou byl metol, glycin nebo hydrochinon. Konzervační látka chránila vývojku před samovolným ztrácením vyvolávací síly vlivem vzdušné oxidace a částečně regenerovala spotřebovanou vyvolávací látku. Pro tyto účely byl přidáván siřičitan sodný. Alkálie podmiňovala rychlost vyvíjení a tím i kontrast a neutralizovala vznikající kyselinu bromovodíkovou (resp. chlorovodíkovou). Při vyvolávání lázeň neutralizovaly: uhličitan sodný (soda), uhličitan draselný (potaš), hydroxid sodný a hydroxid draselný. Jako nejslabší byl používán uhličitan sodný, silnější a nejčastěji používanou byl uhličitan draselný, nejsilnější alkálií byl hydroxid sodný a hydroxid draselný. *Protizávojevá látka*, bromid draselný, udržovala obraz čistý nezávojevaný. Množství této látky potřebné pro vývojku určoval charakter materiálu, použitá lázeň, eventuálně velikost přeexpozice, větší množství obsažené ve vyvolávací lázni brzdilo vyvolávání.

5.2 Praní - přerušovací lázeň ^(50, 58)

Vyvolávací proces vyžadoval přerušování vyvolávání přenesením materiálu do tzv. přerušovací vodní lázně. U fotografie s velmi porézní podložkou, bylo nutné použít přerušovací lázeň se slabě kyselou reakcí. K tomu se používaly slabě zředěné roztoky slabých kyselin, například kyseliny citronové nebo kyseliny octové. Vyvolávací proces se přerušil velmi rychle. Ivana Maxová uvádí přerušovací lázeň při přechodu z vývojky do ustalovače 2% roztokem kyseliny octové, která zabraňovala tvorbě nažloutlých závoju a skvrn [50].

5.3 Ustalování ^(50, 58)

Při ustalování dochází v citlivé vrstvě k odstranění neexponovaného halogenidu stříbrného, u něž by působením světla došlo k fotolýze za vzniku kovového stříbra a tak k zániku obrazu. V černobílém procesu ustalování se používaly látky, které měly slabě kyselou reakci, aby neutralizovaly případné zbytky vývojky, které materiál do ustalovače přenesl. Nejdříve byl pro ustalování používán thiosíran sodný (od roku 1841), později, ale velmi zřídka, kyanid. Současně ustalovač zbavoval materiál oxidačních produktů vyvolávacích látek. Touto látkou byl disiřičitan sodný nebo disiřičitan draselný, který ve vodě disociuje na siřičitan sodný (nebo siřičitan draselný) a slabou kyselinu siřičitou. Kyselina siřičitá bránila vylučování elementární síry, ke kterému může docházet v roztocích thiosíranů. Použití vyčerpaného ustalovače mohlo výrazně snížit trvanlivost fotografických obrazů nebo být příčinou skvrn, jelikož nedošlo k dokonalé konverzi halogenidu stříbrného do rozpustného thiosíranového komplexu.

5.4 Závěrečné vypírání a sušení materiálu ^(50, 58, 77)

Závěrečné praní tekoucí vodou sloužilo k odstranění zbytků chemikálií z emulzní vrstvy fotografického pozitivního papíru. Doba praní měla být dostatečně dlouhá a praní důkladné, aby byly odstraněny veškeré zbytkové sloučeniny síry, jelikož jejich rezidua mohou v průběhu času narušovat fotografický obraz.

5.5 Utvrzování želatinové emulzní vrstvy po zpracování ^(50, 77)

Utvrzování želatinové emulzní vrstvy snižovalo její rozpustnost ve vodě. Nejčastější postup byl pomocí podvojných síranů trojmocných kovů (tzv. kamenců). V tomto procesu se uplatňoval zejména síran hlinito-draselný nebo síran chromito-draselný.

6 Doplnující zásahy v procesu vzniku DOP želatinostříbrného obrazu - tónování, virážování, zesilování a zeslabování stříbrného obrazu ^(50, 58, 73, 74)

6.1 Tónování

V historii fotografie byly DOP želatinostříbrné pozitivy tónovány spektrálními metodami a chemickými reakcemi. Tónováním chemickou cestou docházelo k převádění kovového stříbra na barevné anorganické nebo organické sloučeniny a tím k převedení černobílého obrazu na obraz barevně tónovaný. Nejčastěji se jednalo o sloučeniny síry, zlata, selenu, železa a mědi. Podle pracovního postupu rozlišujeme tónování přímé a nepřímé.¹⁵ Stejného efektu bylo dosaženo též pomocí barvotvorného vyvolávání.

6.1.1 Tónování spektrální metodou přímo při vyvolávání ^(38, 45, 46)

Tato metoda byla podmíněna skutečností, že částice stříbra, které obraz tvořily, měly přesnou submikronovou velikost. Metoda tzv. přímého tónování je založena na spektrálních vlastnostech koloidních částic stříbra. Pohlcováním konkrétních vlnových délek vznikal barevný odstín obrazu. Při vyvolávání halogenidu stříbrného speciálními černobílými vývojkami bylo stříbro redukováno v takové formě, která podávala obraz žlutého, červeného nebo hnědého odstínu.

¹⁵ Podrobné postupy doplňujících zásahů jsou popsány v dobových příručkách vydávaných výrobcem vyvolávacích papírů. (např. tzv. Carbonové tónování, Scala tónování nebo hnědé tónování) například *Příručka Mimosa průvodce povšechnou výrobou akciové společnosti Mimosa Drážďany*, nákladem akc. spol. Mimosa Drážďany. s. 49, nebo v *Příručce Neobromu*. LAUSCHMANN, Jan. Tónování kopií na vyvolávacích papírech. In: *Příručka Neobromu*. Brno: Neobrom, 1927. s. 44.

6.1.2 Nepřímé tónování ^(38, 44, 45, 46, 69)

Rozšířeným fotografickým postupem změny tonality obrazu byla metoda tzv. nepřímého tónování, kdy byl stříbrný obraz nahrazen jinými sloučeninami. V tomto případě bylo nutné kovové stříbro převést oxidací zpět na halogenid nebo na jinou nerozpustnou sloučeninu, která se působením kovových solí zbarvovala. Pro převod kovového stříbra zpět na bromid stříbrný byl zpravidla používán roztok červené krevní soli. Vedle halových solí bylo kovové stříbro převáděno také na nerozpustný ferrokyanid stříbrný.

Nejčastější metodou bylo převedení stříbra na sirník stříbrný. Tento chemický postup původně využíval vyčerpaný ustalovač, později pak reakce sirníku sodného se stříbrem. Při převádění stříbra na sirník stříbrný bylo nutné použít sirník sodný suchý a nezvětralý. Tento postup umožňoval tonální posun fotografického obrazu z černobílé tonální škály na odstíny hnědého tónu, zpravidla byl využíván ve snaze o dosažení teplého tónu. Hnědý odstín odpovídal barevnému rozsahu od tmavohnědého po sépiový tón. Nevýrazné tonality fotografických obrazů byly převedeny do neurčitého tónu, obrazy sytě černé s jasnými světly podávaly tón šťavnatý hnědý. Výpary z této lázně působily silně škodlivě na všechny citlivé fotografické vrstvy. Působením výparů sirníkové lázně docházelo k nenávratným změnám ve struktuře DOP želatinostříbrného pozitivu.

Jiný způsob nepřímého tónování využíval vzájemné reakce komplexních železnatých a železitých solí, při které byl docílen obraz modrého tónu, nebo reakci síranu měďnatého s citronanem draselným pro dosažení červeného tónu či reakce chloridu vanadnatého pro dosažení zeleného tónu obrazu. Tyto odstíny nepřímého tónování nebyly dostatečně barevně stálé.

Velmi rozšířené bylo také tónování chloridem zlatitým, které v závislosti na způsobu provedení umožňovalo dosahovat velmi širokou paletu odstínů obrazu od zelených po červenou.

6.1.3 Tónování barvotvorným vyvoláváním ^(10, 58, 73)

Tónování procesem barvotvorného vyvolávání využívalo možnosti převedení stříbrného obrazu zpět na halogenid, který lze znovu vyvolat v barvotvorné vývojce. Pakliže vývojka obsahovala barvotvornou komponentu (například alfa-naftol), emulze po vyvolání nesla současně černobílý stříbrný i obraz barevný. Druh použité barvotvorné komponenty určoval odstín jeho zbarvení.

6.2 Virážování

Virážování je rovnoměrné vybarvení celé emulzní vrstvy vhodnými organickými barvivy. Ve fotografii se tento postup pro DOP používal ojediněle, ale například Wiliam Junge se o tomto postupu ve své práci *Fotografická chemie* zmiňuje. Tradice virážování je typická naopak převážně v kinematografickém němém filmu, kde byl tento postup prostředkem sémantické konstrukce obsahu díla.

Fotografické továrny produkovaly velké množství barvených podložek, které do určité míry nahrazovaly efekt viráže. Identifikace viráže je ve fotografickém obraze velmi obtížná, zcela jednoznačné identifikace určíme (pokud je to prakticky možné) pouze při použití analytických metod, které jsou schopny stanovit organické barvivo ve stopovém množství.

6.3 Zesilování stříbrného obrazu ⁽²¹⁾

Fotochemickými procesy praktikované zesilování stříbrného obrazu zvyšovalo jeho optickou hustotu.[21].

6.3.1 Způsoby zesilování stříbrného obrazu. Proporcionální a super-proporcionální zesilovače ^(38, 44, 73, 74)

Ve fotografické praxi bylo možné stříbrné obrazy upravovat v lokálních proporciálních a super-proporcionálních zesilovačů. Proporcionální zvyšovaly denzitu stříbrného obrazu úměrně k množství existujícího stříbra. Zvýšení nastávalo v oblastech s vysokou i nízkou denzitou, v místech obrazu s vyšší hustotou docházelo k intenzivnějšímu zesílení, než v místech s nízkou hustotou. Tímto docházelo i ke zvýšení celkového kontrastu obrazu. Stříbrný obraz byl nejdříve rehalogenován a v následném kroku bylo znovu vyvoláno za současné redukce stříbrných iontů dodaných navíc ve formě roztoku. Tento proces bylo možné provádět ve zjednodušené podobě bez předchozí rehalogenace stříbra. Oba postupy byly unikátní tím, že při něm nedocházelo ke změně barvy obrazu. Super-proporcionální zesilovače zvyšovaly denzitu obrazu v oblastech s nízkou denzitou obsahující málo obrazového stříbra.

Jiný postup uvádí Josef Hanus založeným na zesilování depozity jiných kovů (chrom, rtuť, měď nebo olovo) na existující obrazové stříbro¹⁶ [21]. Proces byl také proporcionální, při kterém nejprve docházelo k vybělení obrazového stříbra v lázni dvojchromanu draselného a kyseliny chlorovodíkové nebo kyseliny bromovodíkové. V bělicím stupni část obrazového stříbra přecházela na chlorid

¹⁶ Tyto postupy se prováděly především u negativních materiálů, u pozitivních pouze výjimečně.

stříbrný a sloučeniny chromu se ukládala na zesilovaná místa v obraze. Při opětovném vyvolání docházelo k redukci chloridu stříbrného zpět na kovové stříbro. Zesílený obraz je tvořen z kovového stříbra a sloučenin chromu.

6.4 Zeslabování stříbrného obrazu ^(21, 50, 66)

Proces zeslabování stříbrného obrazu snižoval množství stříbra, čímž se snížila i jeho optická hustota. Obrazové kovové stříbro se přeměnilo na halogenid stříbrný a následně bylo odstraněno. Nejčastěji používaným zeslabovačem byl hexakvanoželezitan draselný (tzv. Farmerův zeslabovač).

6.4.1 Způsoby zeslabování stříbrného obrazu ^(73, 74)

Při zeslabování obrazu byly používány metody subtraktivního, proporcionálního, super-proporcionálního a sub-proporcionálního zeslabovače. Rozdíly mezi jednotlivými typy určovalo místo a míra snížené denzity v senzimetrické charakteristice obrazu. Subtraktivní zeslabovače snižovaly hustotu stříbrného obrazu rovnoměrně v celém rozsahu optických denzit. Gradace se neměnila, ale hustota se snižovala ve všech tónových skupinách, oblasti s vysokou denzitou ztrácely stejné množství stříbra jako oblasti s denzitou nízkou. Při proporcionálním zeslabování docházelo v oblasti s vysokou denzitou k intenzivnějšímu odstranění stříbra než v oblasti s nízkou denzitou, tímto zároveň docházelo ke snižování vizuálního kontrastu obrazu. Super-proporcionální zeslabovače eliminovaly více obrazového stříbra z oblastí s vysokou denzitou obrazu, než z oblastí s denzitou obrazu nízkou.

Sub-proporcionální zeslabovače odstraňovaly více stříbra z oblastí s nízkou hustotou obrazu, než z oblastí s vysokou hustotou. Tím se dosahovalo snížení závoje.

6.5 Dodatečné úpravy fotografického obrazu ^(58, 66)

Dodatečné úpravy retuše a kolorování fotografického obrazu byly ve velké míře ruční lokální opravy a úpravy vizuálního vzhledu DOP želatinostříbrných fotografií. Tyto úpravy byly speciálně začleňované do procesu vzniku fotografie a stávaly se samostatnou oblastí fotografické činnosti, která byla prováděna na vysoké úrovni a stala se nedílnou součástí autorských fotografií.

6.5.1 Retuš DOP želatinových fotografií ⁽⁶⁶⁾

Retuš pozitivních obrazů znamenala dodatečné zakrytí vad, které vznikaly při fotografickém laboratorním procesu. Nejčastějšími technikami pozitivní retuše byla: aplikace retušovací barvy pomocí štětečku, aplikace retuše retušovací měkkou tužkou, škrábání nožem, aplikace retušovací barvy postříkem a chemická retuš.

Běžně používané retušovací barvy byly bílkové (albuminové) lazurovací barvy v tekutém stavu, které byly používány v různých odstínech. Tyto barvy se nenaťukávaly, ale roztíraly. Pro větší krytí se barva nanášela v několika vrstvách. Zůstávaly na povrchu lesklé. Současně s těmito lesklými barvami byly na trhu retušérské barvy značky Halie z České Kamenice. Zde byly vedle barev lesklých vyráběny i barvy matné. Pokud bylo třeba získat při retušování většího lesku, přidávala se do retušovacích barev arabská guma.

Na polomatných papírech se používala měkčí tužka pro pozitivní retuš nebo křída. Větší plochy polomatných papírů se retušovaly tužkou značky Stabilo. Před jejím nanesením byl povrch obrazu potřen směsí lněného oleje a terpentinu.

Škrábání nožem bylo u pozitivní retuše víceméně vyjímečné, jelikož zanechávalo viditelné stopy na povrchu citlivé vrstvy. Pokud bylo použito, bylo

olakováno slabým roztokem arabské gummy nebo tzv. Cerátem, který byl připraven smícháním 100 g bílého vosku se 100g terpentínového rektifikovaného oleje. Do této směsi se po roztavení přidaly 4g damarové pryskyřice. Takto vzniklá pasta byla nanášena na povrch citlivé vrstvy a vyleštěna měkkým hadříkem. Alternativou lakování cerátem s damarovou pryskyřicí byl doporučován rybí klič nebo syndetikon¹⁷. Tyto látky však obsahovaly kyseliny, které nebyly pro stálost citlivé vrstvy vhodné.

Retuš stříkaná se používala nejen pro nápravu vad, ale i pro úpravy a změny charakteru a výsledného dojmu fotografického obrazu, chemická retuš odpovídala procesům zeslabování obrazu. Jednalo se o místní zeslabení hustoty stříbrného obrazu, zřídka také její zesílení, pomocí vhodného, zředěného zeslabovače. Zeslabování bylo používáno pro vyjasnění vrcholných jasů fotografií, ale i k místnímu zeslabení tmavých nebo zatažených partií obrazu. Zeslabovací látka byla aplikována na žádoucí místa lokálně pomocí vatových tamponů.

6.5.2 Kolorování

Kolorování pozitivních vyvolávacích papírů se používalo pro dodatečné vybarvování černobílých fotografií. Pro tento účel se zhotovovaly světlé fotografie s nízkou gradací, aby vlastní černobílý obraz nebyl příliš výrazný. Pro kolorování byla používána široká paleta anilinových barev.

¹⁷ Druh kličového lepidla na papír.

7 Faktory ovlivňující životnost DOP želatinostříbrných pozitivů

7.1 Teplota a vlhkost vzduchu

Teplota je základní fyzikální veličinou soustavy SI s jednotkou kelvin (K) a vedlejší jednotkou stupeň Celsia (°C). Vlhkost popisuje množství vody obsažené v daném prostředí (materiálu) a má zásadní vliv na životnost želatinostříbrných pozitivů. Množství vodních par ve vzduchu vyjadřuje tlak vodní páry, absolutní vlhkost vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, rosný bod, poměr směsi a měrná vlhkost vzduchu.

Každé hodnotě relativní vlhkosti v prostředí odpovídá maximální množství absorbované vody v materiálu. Pokud se relativní vlhkost atmosféry v depozitáři snižuje, snižuje se také hodnota EMC a materiál ztrácí vlhkost. V případě klesající teploty prostředí je naopak hodnota EMC vyšší a materiál absorbuje více atmosférické vodní páry.

7.2 Elektromagnetické záření⁽⁸⁾

Elektromagnetické záření je mechanické vlnění, které je do prostředí přenášeno periodickými kmity z výchozího zdroje. Charakteristickým potenciálem každého záření je počtem kmitů za určitou časovou jednotku ve vztahu k velikosti výkyvu. Tento vztah určuje kvalitativní potenciál záření. Kvantitativním parametrem záření je vlnová délka, která určuje jeho energii. Vlnové délky viditelné lidským okem jsou tzv. fotometrické veličiny s rozsahem 470–780 nm. Tento rozsah záření vyjadřuje světelný tok, svítivost a intenzita osvětlení.

Vlnové délky nižší než 370 nm a vyšší než 480 nm jsou tzv. radiometrické veličiny, které vyjadřuje zářivý tok, zářivost, intenzita ozáření. Podle vlnové délky (resp. frekvence) elektromagnetického vlnění lze rozlišit druhy

elektromagnetického záření: rádiové vlny, dlouhé vlny, střední vlny, krátké vlny, velmi krátké vlny, ultra krátké vlny, mikrovlnné záření (pod které patří i centimetrové vlny a kratší), terahertzové záření, infračervené záření, světlo, ultrafialové záření, rentgenové záření, záření gama.

Zdroje elektromagnetického záření

Kvalitativní parametry elektromagnetického záření určuje zdroj záření. Pokud je elektromagnetické záření přeměnou z určité elektrické energie, jedná se o tzv. teplotní zdroj záření (projekční žárovka, halogenová žárovka). Záření takto vzniklé se označuje jako tepelné záření. Příčinou záření vlákna žárovky je děj, při němž atomy vlákna žárovky získávají vlivem tepelného pohybu vyšší energii a tu následně vyzařují v podobě energie elektromagnetického záření. Teplotní zářiče vyzařují záření různých vlnových délek, které nejsou v záření obsažené stejnou měrou. Výsledné záření tak obsahuje různé vlnové délky v různém množství. Tepelné záření je charakterizováno rozsahem vlnových délek 370-780 nm (viditelné světlo) a je závislé na teplotě tělesa vyjadřující příslušnou teplotou chromatičnosti (T/kelvin).

Jiným zdrojem jsou tzv. výbojky. Příčinou vzniku světla je výboj v plynu (xenonová výbojka, halogenidová výbojka), při kterém atomy působením elektrického pole získávají větší energii. Proto při tomto ději nevzniká tepelné záření. Při výboji v zářivce vzniká záření ultrafialové, které není viditelné lidským okem. Toto záření dopadá na vrstvu, kterou je pokryta vnitřní stěna trubice, která vyvolává její viditelné záření.

7.3 Atmosférické kontaminanty

Atmosférické kontaminanty jsou veškeré látky v ovzduší, které nejsou součástí „čistého vzduchu“. Znečištění atmosféry je způsobeno především škodlivinami, které vznikají při spalování, velké množství produktů tzv. dokonalého spalování fosilních paliv (tzn. spalování za přístupu vzduchu): oxid uhličitý, oxid siřičitý, oxidy dusíku (37 % emisí z elektráren, 47 % emisních škodlivin spalování paliva). Produkty nedokonalého spalování fosilních paliv: aromatické uhlovodíky.

Oxid siřičitý

Oxid siřičitý patří mezi nejvíce korozivní prvky kyselých dešťů důsledkem jeho hydrolýzy na kyselinu siřičitou nebo více korozivní kyselinu sírovou, snadno oxiduje na oxid sírový. Do atmosféry se uvolňuje spalováním fosilních paliv, zejména hnědého uhlí nebo tavením sulfidických rud (15 % veškerého oxidu siřičitého v atmosféře).

Oxidy dusíku

Oxid dusnatý a oxid dusičitý nebývají rozlišovány a označují se NO_x . Jedná se o reakci mezi dusíkem a kyslíkem při palivových spalovacích procesech, kdy vysoká teplota a tlak při spalování směsi v motoru vedou k oxidaci dusíku obsaženého v nasávaném vzduchu. Kromě oxidu dusnatého (90 % celkového objemu z NO_x v atmosféře), vzniká v malém množství také oxid dusičitý 10 % a oxid dusný.

Přírodní emise oxidů dusíku vznikají převážně z půdy, nevýrazný podíl v celkovém obsahu těchto kontaminantů v atmosféře je způsoben vulkanickou činností.

Oxid uhličitý, sulfan, amoniak

Oxid uhličitý je nejedovatý produkt spalování. Nejvíce škodlivých emisí vzniká spalováním automobilových paliv. Podíl dopravy na zvyšování škodlivých emisí ve skleníkovém efektu se odhaduje od 10 % do 15 %. Kromě snižování škodlivých látek vzniká také úkol snižovat spotřebu paliva a tím držet emise oxidu uhličitého na nejnižší možné hranici.

Rozkladem dusíkatých organických materiálů se do atmosféry uvolňuje sulfan, fotochemickými reakcemi mezi oxidy dusíku, těkavými organickými látkami a okolními složkami atmosféry amoniak, vnitřní atmosféry často obsahují formaldehyd, acetaldehyd.

Atmosférické kontaminanty z pevných částic

Pevné částice jsou zdrojem pro uchování mikrobiologických organismů, médiem pro vlhkost, proto jsou tyto kontaminanty a jejich nebezpečí závislé na vlhkosti ovzduší. Podíl jednotlivých zdrojů na těchto látkách je především průmyslového důsledku, nejvíce kontaminantů zanechává automobilová doprava (42 %) a energetické zdroje (11 %).

Podle velikosti částic se rozlišují tyto frakce pevných částic: inhalovatelná frakce, respirabilní frakce (chemické reakce, kondenzace plyných emisí na povrchu vzniklých částic, koagulace nejjemnějších částic), hrubá frakce (drcení, mletí, otěr povrchů).

8 Poškození DOP želatinostříbrných pozitivů (16, 21, 45, 50, 77)

Poškození fotografického obrazu je jakákoliv fyzická, fyzikální nebo chemická změna stavu nebo vzhledu originálu [21]. Hlavní a nejčastější příčiny poškození jsou: nedostatečné zpracování DOP pozitivu, jejich nevhodná adjustace a uložení v nevhodných ochranných obalech, nevhodné uložení v nevyhovujících prostorách, nepřiměřené neopatrné zacházení nebo nešetrná manipulace, nevhodné podmínky uložení: teplota, vlhkost, světlo a atmosferická kontaminace (viz kap.7.1.).

K mechanickému poškození dochází při prohlížení, studiu, fotografování nebo vystavování. Dalšími příčinami mohou být neodborná restaurátorská ošetření nebo úplné zničení důsledkem mechanického zásahu nebo při živelné katastrofě.

Iniciátorem chemického účinku v mnoha degradačních procesech jsou neoptimální podmínky uložení zapříčiňující vznik mikroklimatu (viz kap. 9.1). To způsobuje mikrobiologické napadení citlivé želatinové vrstvy, jehož důsledkem je mikrobiální degradace¹⁸.

Degradace materiálového složení DOP želatinostříbrného pozitivu je také důsledek neodborného postupu zpracování fotografického obrazu. Příčinami této degradace jsou chemické změny způsobené přítomností chemikálií ze zpracovatelských procesů. Velmi častou degradační látkou je přítomnost nevypraného zbytkového thiosíranu sodného z ustalovací lázně, který způsobuje barevné změny a blednutí obrazu. Na stabilitě obrazu se také projevuje kvalita a složení vody zpracovatelských lázní použitých pro přípravu.

¹⁸ Pojmem mikrobiální degradace označuje Jelena Paříková rozklad materiálů působením bakterií a mikroskopických vláknitých hub vegetujících v příznivých podmínkách pro život jejichž hlavním stimulem a regulujícím faktorem je dostatek vody. PAŘÍKOVÁ, Jelena–KUČEROVÁ, Irena. „Plísňe a vnitřní prostředí“. *Jak likvidovat plísňe*. Praha: Grada Publishing, 2001. s. 25nn. ISBN 80-247-9029-7.

Stále častější příčinou degradace fotografických materiálů jsou chemické změny vyvolané působením nežádoucích látek ve vnějším okolí, například reaktivní chemické látky obsažené v kontaminované atmosféře (viz 7.4). Vystavení fotografií těmto látkám (tzv. plynným polutantům) může být příčinou praskání emulze, ale i jejího úplného rozpadu. Vlivem vzdušného kyslíku, ozonu nebo peroxidů, které jsou uvolňovány z okolních materiálů, dochází k oxidaci kovového stříbra, které může dospět až do posledního stádia tvorby kovově lesklých ploch (tzv. zrcátek) na povrchu emulze. Působením kyslíku a vzdušné vlhkosti na kovové stříbro v přítomnosti sloučenin síry dochází k přeměně černého kovového stříbra na hnědý sulfid stříbrný [30]. Dalšími nežádoucími atmosférickými kontaminanty jsou oxidy dusíku nebo síry. Působení sirovodíku na DOP želatinostříbrný pozitiv uložený ve vysoké relativní vlhkosti vzduchu je příčinou barevné změny a blednutí obrazu. Častou příčinou vzniku mechanického poškození pozitivů jsou nečistoty v ovzduší v podobě prachových částic.

Neméně častou příčinou jsou chemické změny vyvolané působením nežádoucích látek z ochranných materiálů, ve kterých jsou pozitivy uložené nebo působení látek přicházejících z vnějšího prostředí, v jejichž důsledku dochází k oxidaci stříbra v obraze.

Změny teploty a vlhkosti okolního prostředí nebo fyzikální změny způsobují odchlípnutí želatinové emulzní vrstvy od její podložky. V případě vysoké teploty nebo nízké vlhkosti se emulze smršťuje, v obráceném případě se rozpíná až botná. Experimentálně bylo prokázáno, že při relativní vlhkosti větší než 60-70 % a teplotě vyšší než 40-50 °C je emulze náchylná k botnání ve vodě. Želatina nejvíce botná v alkalickém prostředí, pH kolem hodnoty 11. Důsledkem vlhkého vzduchu dochází také k blednutí fotografií. Velký vliv na stálost a barevné změny

bylo také složení a kvalita prcí vody. Příčiny a průběh degradace jednotlivých složek DOP pozitivu jsou odlišné, ale vzájemně na sebe působí.

8.1 Poškození citlivé vrstvy DOP želatinostříbrných pozitivů ^{(21,}

22, 50, 56)

8.1.1 Fyzikální změny

Nejčastějšími fyzikálními změnami citlivé vrstvy jsou: bubliny, zvlnění, odchlípnutí, zkroucení, praskliny emulze. Tyto změny jsou obvykle zapříčiněny působením atmosféry nebo podmínkami uložení.

Uložení ve velmi suchém prostředí může způsobit zkroucení fotografií, jemné praskliny emulze nebo křehnutí papírové podložky a následné defekty citlivé vrstvy [30]. V emulzi, která byla uložena ve vlhkém prostředí a následně vystavena rychlým teplotním změnám, může docházet k pnutí v želatinové citlivé vrstvě a následně k nepravidelностям v jejím povrchu [21]. Pokud je citlivá vrstva vystavena častému kolísání rovnovážné vlhkosti dochází k její deformaci, vzniku prasklin [35].

Odchlípnutí citlivé emulzní vrstvy je vyvoláno vysokou vlhkostí prostředí a fyzikálním poškozením podložky, nebo nesprávným zpracováním fotografie, například nevhodnou teplotou zpracovatelských lázní. Důsledkem jsou drobné krakely na povrchu emulze nebo její úplný rozpad [30].

Nevhodné adhezivum, které bylo použito v případě, kdy byla fotografie podlepena podkladovým kartónem nebo lepenkou, zapříčiňuje nevratná poškození fyzikálního charakteru (rozpad papírové podložky), která jsou součástí chemické degradace želatinového obrazu i papírové podložky. Na DOP pozitivěch tak vznikly žlutohnědé skvrny, žlutý závoj, obraz ztrácí tonální rozsah.

Různé tečky, díry a škrabance jsou obvykle výsledkem poškození fotografií vzájemným kontaktem citlivých vrstev. Tyto fyzické defekty vyžadují věnovat

pozornost vhodnému uložení poškozených fotografií mezi pomocné podložky z pH neutrálních materiálů, uložení fotografií v optimálních podmínkách.

8.1.2 Chemické změny ^(14, 21, 24, 56)

Nejčastějším projevem degradace¹⁹ DOP želatinostříbrných pozitivů způsobených chemickými změnami je barevný posun a blednutí obrazu, závoj, kovové metalické plošky ve tmavých partiích obrazu nazývané tzv. stříbrná zrcátka. Tyto změny jsou obyčejně výsledkem nedostatečného laboratorního chemického zpracování a nepříznivých environmentálních podmínek [21].

8.1.2.1 Příčiny chemických změn obrazu v důsledku nedostatečného zpracovatelského procesu ⁽¹⁴⁾

Chemickou degradací obrazu DOP pozitivu způsobenou nedostatečným zpracovatelským postupem (viz 5.1) jsou skvrny, žlutohnědé zbarvení obrazu a závoje na černobílých fotografiích. Nejčastější příčiny těchto degradačních projevů je nadměrné používání již částečně vyčerpaných zpracovatelských lázní nebo jejich příliš vysoká teplota při zpracování. Dalšími příčinami v důsledku nedostatečně zpracovaného procesu bylo nedůsledné promíchání zpracovatelské lázně a nadměrné zbytky jednoho roztoku v druhém, kdy nebylo dostatečně pečlivě použito přerušovací lázně při vyvolávání obrazu.

Pokud byla při laboratorním fotografickém procesu použita voda s neoptimálním složením vypírací vody, vznikají v obraze nežádoucí reakce zapříčiňující degradaci obrazu. Dále se jedná o kombinace výše uvedených příčin a oxidace vedlejších produktů vyvolávacích roztoků.

¹⁹ Degradace [lat. degradatio–sezazení] snížení, znehodnocení. Při degradaci polymeru dochází ke „změnám vlastností polymerního materiálu spojené se změnou struktury nebo molekulové hmotnosti polymeru“. Universum všeobecné encyklopedie. 1. vydání. Praha: Euromedia–Odeon, 2002. s. 505. ISBN–80–207–1113–9.

8.1.2.2 Příčiny chemických změn obrazu vzniklé v důsledku tónování ⁽⁷³⁾

Tónování DOP želatinostříbrných pozitivů bylo častým doplňujícím zásahem ve fotografickém procesu vzniku pozitivního obrazu. Cílem tónování želatinostříbrného obrazu bylo převážně hledisko estetické, docílit z neutrální černobílé škály obrazu barevný tonální obrazový vjem. Nedostatečný postup v průběhu chemických reakcí při tónování obrazu je hlavní příčinou degradací způsobených tónováním. Tyto degradace nastávají, pokud obrazy při tónování nebyly dokonale ustáleny v čerstvé ustalovací lázni, a také dokonale vyprány.

Před tónováním obrazu bylo nutné fotografie připravené pro tónování dostatečně utvrdit. Pokud tento proces nebyl proveden dostatečně pečlivě docházelo k nestejnomyšlnému tónování. Stejně tak k nerovnoměrnému otónování obrazu docházelo v případech, kdy bylo pro tónovací lázně použito misek a nedocházelo u tónovací lázně k pravidelnému kynetickému pohybu. Závěrečné vypírání vyžadovalo zvýšenou důslednost. V případech, kdy nebyly vyprány z obrazu poslední zbytky použitých látek při tónování je obraz vystaven chemickým degradačním mechanismům.

Žádný tónovaný obraz, který vznikl přeměnou zčernalého stříbra ve ferrokyanidu stříbrný, nebyl stálý, pokud nebyla dodržována čistota a pečlivost. Příčinou této nedůslednosti jsou kovově lesklé skvrny, které způsobil nerozpuštěný ferrokyanid stříbrný, který zůstal v nepatrných stopách v citlivé vrstvě. Po tónování bylo doporučováno obrazy ustálit ve slabém 2% roztoku sirnatanu_sodného.

8.1.2.3 Identifikace skvrn a závoje v obrazové vrstvě DOP

želatinostříbrného pozitivu (14, 22, 24, 50, 77)

Zpracování latentního fotografického obrazu DOP želatinostříbrných pozitivů je založeno na chemických reakcích. Obrazová želatinová vrstva tak byla v procesu vyvolávání, ustalování, tónování a závěrečné adjustace fotografií vystavena chemickým reakcím, které mohou v obraze katalyzovat nežádoucí procesy působící na fotografii při jejím uložení. Chemické látky ze zpracovatelského procesu způsobují degradaci v podobě skvrn, barevných zabarvení, závoje a jiných defektů v obrazové části citlivé vrstvy. Po studiu chemické degradace želatinostříbrné vrstvy byly identifikovány některé degradační mechanismy a látky, které identifikují nežádoucí fotochemický jev.

1) siřičitan vápenatý – zabarvení se vytváří reakcí siřičitanu sodného z vývojky s vápníkem přítomným v želatině nebo v tvrdé vodě. Zabarvení je rozpustné v kyselinách a rozpouští se kyselou přerušovací lázní a nebo kyselým ustalovačem po dobu zpracování. Projevuje se bílým povlakem nebo bílé otisky prstů,

2) hliníkový závoj - pokud kyselost ustalovací lázně klesne pod určitou kritickou hranici, dochází k tvorbě siřičitanu hlinitého. Tento jev se vyskytuje pokud je v ustalovači nadměrné množství zbytků alkalické vývojky. Ustalovač se stává mléčným a na povrchu fotografií se usazuje bílý zákal. Je rozpustný v kyselinách i v alkáliích,

3) opalescence

a) žlutá opalescence je způsobena jemnou nebo koloidní sírou tehdy, když ustalovač je příliš kyselý nebo obsahuje málo siřičitanu nebo je příliš teplý. Je nerozpustná ve vodě, v kyselinách a v uhličitanu sodném,

b) stříbrobílá opalescence vzniká tehdy, pokud byl fotografický materiál sušen pomocí silného denaturovaného nebo dřevěného alkoholu a sušení bylo urychlováno teplem,

4) Oxidačně vývojkové skvrny - jsou žluté nebo jantarové a obvykle transparentní. Jsou způsobeny oxidačními zplodinami vyvolávacích činidel. Mohou být lokální nebo celoplošné,

5) Žluté-hnědé skvrny z barevných rostlinných extraktů - vyskytují se obvykle v nejsvětlejších částech obrazu a mohou být způsobeny přítomností rozpustných extraktivních látek rostlinného původu a nebo kůry stromů ve vypírací vodě,

6) Hnědé rezavé skvrny jsou způsobeny zkorodovanými kovovými sponkami a jinými kovovými předměty.

7) Hnědočervené zbarvení může být způsobeno použitím rtuťového zesilovače, protože fotografické zeslabování a zesilování bylo častým postupem zlepšení kvality pozitivů při dodatečných úpravách,

8) Modré a hnědé zbarvení od železa - toto zbarvení může být plošné, ale často se projevuje barevnými skvrnami na fotografiích. Příčinou tvorby berlínské modři nebo hnědých skvrn může být rez ve vypírací lázni nebo stopy železa v pracovních chemikáliích reagujících s hexakynoželezitany nebo hexakynoželeznatany v takových roztocích jako je např. Farmerův zeslabovač apod.

9) Vodorozpustné zbytky - soli z tvrdé vody, které se často jeví jako vodní kapky nebo bílý zákal, zbytky tiosíranu v důsledku nedostatečného vyprání a zbytky smáčedel, které vznikají při použití velmi koncentrovaných nebo nevhodných sloučenin.

10) Žluté (jodové) zbarvení na lesklých fotografiích - vyskytuje se na starých lesklých fotografiích vyvolaných pravděpodobně v roztoku, který obsahoval jodid

draselný. Důsledek toho je zbarvení silného citrónově žlutého odstínu. Uvedené zbarvení způsobuje jodid draselný, který konvertuje povrchovou vrstvu emulze bromidu stříbrného na jodid stříbrný.

11) Bílé až nažloutlé skvrny jsou tvořené jemnými částicemi síry v důsledku nedokonalého praní po ustálení fotografického obrazu, kdy byl materiál ještě utvrzován v roztoku kamence, dochází k rozkladu síranu až na síru. Příčinou může být také vysoká kyselost ustalovače a nízká koncentrace siřičitanu sodného v použité vyvolávací lázni.

12) Bílý práškovitý povlak na povrchu emulze, tvořený thiosíranem sodným nebo siřičitanem hlinitým, vzniká v případě použití síranu hlinito-draselného (kamence draselného) pro utvrzování emulze, kdy byla ustalovací lázeň málo kyselá.

13) Modrozelené skvrny na povrchu fotografie, tvořené hydroxidem chromitým vznikají v důsledku použití kamence, síranu chromitodraselného při zpracovatelském postupu. Podobně zbarvené tečky mohou vznikat také po zeslabování fotografie pomocí červené krevní soli, hexakvanoželezitanu nebo také ferrikyanidu draselného. Jedná se o tečky tvořené částicemi železa z prací lázně a s ferrikyanidem reagovaly na berlínskou modř.

14) Dichroický povlak se projevuje v odraženém světle kovovým barevným leskem a tvoří se po znečištění vývojky ustalovačem a naopak.

8.1.2.4 Degradace kovového stříbra fotografického obrazu ^{(14,}

21, 24, 50, 77)

Stálost černobílých fotografických materiálů je velmi ohrožena přítomností agresivních oxidačních chemikálií. Prvním krokem chemické degradace obrazu je vždy oxidace elementárního stříbra na stříbrné ionty. Tyto ionty mohou migrovat želatinovou vrstvou a vytvářet stříbrné soli nebo mohou migrovat a redukovat se na elementární stříbro na povrchu nebo v substrátové vrstvě. Působení kyslíku a

vzdušné vlhkosti na kovové stříbro v přítomnosti sloučenin síry vede ke změně černého kovového stříbra na hnědý sulfid stříbrný, zdrojem síry může být také oxid siřičitý z ovzduší. Posledním stádiem chemické přeměny kovového stříbra ve sloučeniny stříbra je vznik kovově lesklých ploch, tzv. zrcátek na povrchu emulze²⁰. Stříbromodrý kovový lesk v oblasti stříbrného fotografického obrazu v místech s vysokou denzitou, je v podstatě vytvořený z velmi tenké vrstvy elementárního stříbra soustředěného v okolí částic sirníku stříbrného. Stříbrné ionty kolem tvorby stříbrných sloučenin mohou být za určitých okolností redukovány na elementární stříbro, které však může mít odlišnou strukturu od původního. Jednou z takovýchto forem je koloidní stříbro s oranžovo-žlutým zabarvením.

Poškození vznikající v důsledku kovového stříbra, jsou způsobeny převážně nedokonalým praním materiálu po ustalování. Zbytkové sloučeniny síry, komplexní stříbrné soli, siřičitany, jsou příčinou vzniku žlutých až hnědých skvrn nebo závoje na povrchu emulzní vrstvy. Degradční mechanismy oxidace obrazového stříbra a následné migrace na povrch publikovali pracovníci Fuji Photo Film Co²¹, Ltd. již v roce 1984.

8.1.3 Biologické napadení citlivé vrstvy ^(54, 62, 72)

Organický původ pojiva želatinostříbrné emulze předurčuje citlivou fotografickou vrstvu náchylnosti k biologickému, převážně mikrobiologickému

²⁰ Tyto degradační mechanismy ve své práci publikuje Giovanna Di Pietro. PIETRO, Di Pietro. Silver Mirroring on Silver Gelatin Glass Negatives. Inaugural Dissertation. Basel: Philophish–Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel. 2002. PIETRO, Di Pietro–LIGTERINK, Frank. Silver–Mirroring Edge Pattern: Diffusion–Reaction Models For The Formation Of Silver Mirroring On Silver Gelatin Glass Plates. In: *Journal of the American Institute for Conservation. JAIC 2002, Article 2, Volume 41, Number 2. pp.111–126.*

²¹ Schéma (viz příloha práce) a problematiku chemické degradace publikuje ve své stati Josef Hanus. HANUS, Jozef. *Ochrana fotografických dokumentov. In: ĎUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 462. ISBN 80-7185-383-6.*

napadení. Nejčastější biologické napadení způsobují mikroorganismy²², hmyz, ale mohou být nalezeny i stopy po hlodavcích.

8.1.3.1 Mikroorganismy

Mikroorganismy jsou organismy, mezi které řadíme bakterie a mikroskopické houby. Bakterie jsou skupinou organismů vyznačující se velkou tvarovou rozmanitostí a velikostí. Mikroskopické houby jsou botanicky zařaditelné do nižších rostlin, vytvářejí na povrchu napadených materiálů charakteristické, viditelné porosty tzv. mycelia, tvořené jednotlivými vlákny, které se nazývají hyfy. Na myceliu vznikají rozmnožovací orgány produkující výtrusy tzv. spory. Rozmanitost utváření spor a rozmnožovacích orgánů umožňuje rozlišení jednotlivých skupin i jednotlivých druhů podle charakteristických morfologických znaků rozmnožovacích skupin.

Pojivo fotografické emulze je živnou půdou²³ mikroorganismů, nejčastěji hub, které potřebují ke své výživě především látky organické, zejména cukry, a některé látky anorganické. Pokud jsou vybaveny vhodnými enzymy, využívají nejen jednoduché cukry, ale rozkládají i látky složitější, jako je celulóza a škrob. Při mikrobiologickém průzkumu byly zachyceny nejčastěji plísně rodu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium* a *Trichoderma*.

²² Podmínky pro život plísní uvádí Ivana Kopecká v příspěvku Ochrana sbírek před biologickým poškozením: 20-30°C psychrotolerantní druhy, mezofilní 23-40 °C nebo termotolerantní. KOPECKÁ, Ivana. Ochrana sbírek před biologickým poškozením. In: *Sborník z konzervatorského a restaurátorského semináře 1.-3. října 1997 Teplice*. Brno:Technické muzeum v Brně. 1997. s. 111–115.

²³ Živiny z prostředí pokrývají veškeré požadavky mikroorganismů na energii a na stavební kameny pro syntézu buněčné stěny. Kromě zdroje energie musí živné prostředí obsahovat tzv. asimilovatelné zdroje prvků, které jsou součástí buněčné hmoty mikroorganismů. Největší požadavky jsou kladeny na C, H, O, N, P a S. Živné prostředí musí obsahovat dostatečné množství vody, jelikož veškeré reakce probíhající v živých organismech vyžadují vodné prostředí. ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. „Vliv vnějšího prostředí na mikroorganismy“. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vydání. Praha: Academia, 2002. s. 153n. ISBN 80-200-1024-6.

8.1.3.2 Hmyz

Poškození hmyzem se u DOP želatinostříbrných pozitivů vyskytuje oproti mikroorganismům méně, nejčastěji jsou nacházeny stopy po rybence domácí a pisivky muzejní. Rybenka vyžaduje vlhko a teplo. Méně častými škůdci jsou švábi.

8.2 Poškození papírové podložky ^(16, 21, 22, 50, 57, 78)

Mechanické poškození papírové podložky je nejčastějším typem poškození způsobené neopatrnou manipulací nebo mechanickým defektem. Substrátová vrstva na povrchu podložky potlačuje náchylnost papíru k degradačním mechanismům způsobených nevhodnými podmínkami uložení, odolnost vůči okolnímu prostředí je tak vyšší, než u běžných papírových archiválií. Nejčastější degradací je mikrobiologické napadení v důsledku napadení citlivé vrstvy.

Degradace papíru nastává při uložení v nevhodných podmínkách způsobujících degradační mechanismy, při kterých dochází ke kyselé hydrolýze, oxidaci, fotolýze, fotooxidaci a napadení mikroorganismy.

K hydrolýze dochází při vysokých hodnotách RV (nad 60 %) a teploty. Proces hydrolýzy se vyskytuje především v kyselém prostředí. Hlavním zdrojem kyselosti papíru jsou klišidla, kyselinotvorné oxidy z atmosféry, karboxylové skupiny vzniklé oxidací či fotooxidací, železoduběnkové ikousty. Působením vody dochází ke štěpení glykosidických vazeb celulózy nebo hemicelulóz a tím se zkracuje polymerní řetězec a vznikají hydroxylové a poloacetalové skupiny.

K oxidaci a fotooxidaci dochází převážně při nižší RV a vyšší teplotě prostředí. Je výrazně katalyzována ionty přechodných kovů, oxidačními činidly či volnými radikály. Při oxidaci dochází ke vzniku nových funkčních skupin a k přeskupení sítě vodíkových vazeb, a tím i ke změně prostorového uspořádání. Oxidovány mohou být primární i sekundární hydroxylové skupiny beta-D-glukopyranózy. Vznikají ketonové, aldehydové nebo karboxylové skupiny. K fotolýze celulózové makromolekuly dochází při překročení disociační energie vazeb. K tomuto dochází při dopadu fotonů o vlnové délce 300 nm a méně. Pokud však celulóza obsahuje fotosenzibilátory (pigmenty, barviva, plniva)

dochází k fotolýze i při vyšších vlnových délkách až do 400 nm. K fotooxidaci papíru dochází při vzájemném působení kyslíku a záření. Nejcitlivější složkou papíru vůči fotooxidaci je lignin.

9 Preventivní péče DOP želatinostříbrných pozitivů ^(14, 62, 77)

Preventivní péče zahrnuje nezbytná opatření, jejichž cílem je uchování obsahu zaznamenaných informací. Podstatnou její součástí je sledování a případná regulace mikroklima v depozitářích. Každý materiál je přístupný řadě vlivů, jejichž přítomnost urychluje jeho degradaci, a stává se příčinou jeho narušení až rozpadu. Jedná se především o teplotu a relativní vlhkost atmosféry, atmosférické kontaminanty a elektromagnetické záření. Tyto vlivy se navzájem podmiňují, což násobí proces stárnutí a ztěžuje možnost ochrany.

Znalost příčin degradace a jejích mechanismů s nežádoucími důsledky je nezbytným předpokladem vhodné preventivní péče (viz kap. 8). Stav DOP želatinostříbrných pozitivů je závislý na podmínkách a způsobu ukládání. Preventivní ochrana se uplatňuje tím naléhavěji, čím výraznější je atmosférická kontaminace v ovzduší, neregulované podmínky teploty a relativní vlhkosti v úložném prostoru a další nepříznivé vnější podmínky. Nejlepší ochranou je jejich vhodná archivace v bezprašném zastíněném prostoru, optimální podmínky teploty a vzdušné vlhkosti a opatrná manipulace.

Druhy poškození DOP želatinostříbrných pozitivů určuje typ použitého materiálu (podložky, citlivé vrstvy) a způsob jeho zpracování. Nezanedbatelnou příčinou poškození, zejména u fotografií jejichž účelem jsou badatelská studia, je neustálá manipulace. Velmi častým poškozením těchto archivních fotografií způsobeným jejich užíváním je znečištění a mechanické poškození. Vážnost tohoto druhu poškození prohlubuje manipulace bez ochranných opatření a v nevhodných podmínkách (rukavice, podmínky osvětlení či nepříznivé environmentální podmínky). Originály je nutné používat jen výjimečně, pokud je to možné, je nezbytné je nahradit kopiemi. Ochrana fotografických materiálů se soustředí na dvě hlavní oblasti. Efektivní postupy restaurování mechanických poškození s

použitím vhodných materiálů, které zpomalují chemické degradace obrazu a preventivní péči.

9.1 Relativní vlhkost vzduchu a teplota v preventivní péči DOP

želatinostříbrných pozitivů²⁴ (2, 8, 12, 14, 19, 23, 24, 28, 37, 48, 56, 62, 63, 64, 86)

Citlivost materiálu vůči vlhkosti určují jeho hygroscopické vlastnosti. Vzhledem k hygroscopickým vlastnostem DOP želatinostříbrných pozitivů je nezbytné jejich uložení ve stabilních klimatických podmínkách vykazujících přijatelnou rovnovážnou vlhkost materiálu (equilibrium moisture content EMC). Závislost EMC na klimatických podmínkách udávají sorpční izoterma²⁴. Tabelované hodnoty EMC želatinostříbrného pozitivu s tvrzenou želatinovou emulzí odpovídají 3–9 % EMC, 30–60 % RH, 20°C [19]. EMC je rozlišována : molekulárně vázaná v molekulách, volná (vícevrstvá voda), kondenzovaná voda. Regulace či odstraňování je závislá na vzájemných fyzikálních podmínkách [19]. Bezpečné uložení DOP pozitivů je zaručené při nižších teplotách a snížené relativní vlhkosti.²⁵ RH je nutné udržet pod úrovní, při níž dochází k mikrobiologické aktivitě (RH vyšší než 60 % umožňuje podmínky pro život mikrobiologických organismů) [32]. Vždy je nutné brát zřetel na četnost užívání. Velmi škodlivé jsou prudké změny klimatických podmínek při přesunu pozitivů z depozitáře, není-li zajištěna pozvolná aklimatizace. Extrémní rozsah T a RH je nepříznivý, neboť i malé změny T a RH narušují rovnovážnou vlhkost materiálu,

²⁴ Problematiku organických hygroscopických materiálů a klimatické podmínky okolního prostředí publikuje Alena Selucká, Petr Jakubec: SELUCKÁ, Alena–JAKUBEC, Petr. „Současné standardy mikroklimatu v muzejní praxi“. In: *Fórum pro konzervátory – restaurátory*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 71–76. ISBN 978–80–87896–08–2.

²⁵ V konkrétním nastavení klimatických podmínek se standardy různí, všechny vychází z této obecné zákonitosti. Podrobná analýza klimatických faktorů je předmětem následujícího textu. Podmínky přijatelného intervalu relativní vlhkosti vzduchu a teploty v depozitářích uvádí britský standard: Pas 198:2012 *Specification for managing environmental conditions of cultural collections, the British Standard Institution, 2012*. Nový pohled na uplatňování regulace vnitřního prostředí pro organické hygroscopické materiály předkládá evropská norma ČSN EN 15757 *Ochrana kulturního dědictví – požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroscopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu* přijata v ČSN v roce 2011 [64].

současně dochází k mechanickému poškození, v případě, kdy náhlá změna způsobí klimatický šok, který může vyvolat deformační napětí. (viz kap. 8.1) Cílem preventivní péče je dosažení co možná nejstabilnějších hodnot T a RH [30, 35]. Pokud nastanou rozdíly RH v krátkém časovém intervalu, teplota rosného bodu klesne pod přijatelnou hodnotu, a dochází ke kondenzaci vodní páry na povrchu DOP pozitivů [38]. Jestliže není možno změny relativní vlhkosti a teploty zcela vyloučit, je nutná jejich pozvolná aklimatizace.

Nižší hodnoty jsou proto doporučovány pro dlouhodobé uložení a méně využívané pozitivy. Přijatelný rozdíl relativní vlhkosti 5 % v průběhu jednoho dne doporučuje ISO standard [30, 32], naopak Eastman [56] nepřipouští žádný rozsah (viz tab. 9.1.4, 9.1.5, 9.1.8 příloha práce).

Při vyšší relativní vlhkosti a teploty dochází k vzájemnému chemickému působení sloučenin obsažených v jednotlivých složkách DOP pozitivů. Tyto reakce ovlivňuje také působení sloučenin obsažených v nevhodných obalových materiálech (viz kap. 9.4.2).²⁶

Při volbě ukládacích podmínek je často nutné přijmout kompromis mezi prokázanými optimálními podmínkami uložení a podmínkami vhodnými pro práci v depozitních prostorech. Volba vhodné relativní vlhkosti a teploty vzduchu je dána konkrétními podmínkami a možnostmi instituce.

Jednoznačným kritériem optimálních podmínek pro dlouhodobé uložení je vlastnost materiálové složení DOP pozitivů. Optimální ukládací podmínky splňují

²⁶ Jan Josef, v příspěvku *Mikroklimatické podmínky prostředí a vlhkost sbírkových předmětů* pojednávajícím o vlivu vlhkosti okolního prostředí na vnitřní vlhkost materiálu a jejich degradaci, uvádí počátek uplatňování chemických reakcí při vnitřní vlhkosti 10% (5–10% je aktivita chemických reakcí nízká), jako hranici relativní vlhkosti okolní atmosféry pro růst plísní uvádí hodnotu 60%, přičemž připomíná urychlení napadení se zvyšující se teplotou a nedostatečném proudění vzduchu.

JOSEF, Jan. Mikroklimatické podmínky prostředí a vlhkost sbírkových předmětů. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 4.–6.9.2007 Znojmo*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 64n. ISBN 80–86413–41–1.

novostavby archivů, v nichž dochází k absolutnímu oddělení depozitářů od dalších částí budovy. Na podkladě individuálního zhodnocení je možné použít úplnou nebo nucenou klimatizaci či samostatně klimatizovatelné boxy (viz kap.9.1.2.2).

Zachování aktuálních standardů doporučujících klimatické hodnoty (viz příloha práce tab. 9.1.2-9.1.8) umožňují depozitáře v budově konstruované podle zásad klimatické stability. Takové stavby využívají vhodných stavebních materiálů, které zaručují stabilní klima vnitřního prostředí s minimální závislostí na mechanických systémech. Tyto materiály v maximální míře izolují interiér od klimatických změn. Depozitář je nutné vybavit monitorovacím zařízením, jejichž přístroje je nutné kalibrovat podle pokynů výrobce [30].

9.1.2 Možnosti regulace relativní vlhkosti a teploty

9.1.2.1 Přírozená regulace ^(12, 14, 27, 55, 62)

Klimatické podmínky deponitářů závisí na stavebně technickém stavu budovy²⁷. Řada udržovaných nebo rekonstruovaných historických budov, v nichž jsou archiválie deponovány, vykazuje potřebnou termodynamickou rovnováhu. Jejich velká teplotní a vlhkostní kapacita reguluje vnější náhlé výkyvy vlhkosti²⁸ a teploty, před nimiž je takto uložený materiál dostatečně chráněn. Mikroklimatické faktory historických deponitářů lze úspěšně řešit promyšleným kombinováním tradičních stavebních postupů .

9.1.2.2 Klimatizační zařízení, vytápění a chlazení, zvlhčování a odvlhčování deponitářů ^(12, 27, 55, 62, 81)

Komplexním řešením klimatické situace ukládacích prostorů je klimatizační zařízení obstarávající výměnu vzduchu i jeho úpravu: čištění (zbavení prachových a plynných nečistot), ohřívání, chlazení, vlhčení, sušení [62]. U rozsáhlých deponitářů je vhodné vytvářet samostatné klimatizační okruhy pro jednotlivé části budovy a klimatický režim přizpůsobit druhu uloženého materiálu. Instalace klimatizačního zařízení je nezbytná u deponitářů umístěných

²⁷ Problematikou závislosti klimatických podmínek na konstrukci budovy se zabývá například Jelena Paříková a Irena Kučerová v kapitole *Plísňe a vnitřní prostředí* nebo Martin Blaha a Ladislav Bukovský v práci *Prevence a odstraňování vlhkosti*. Poukazují zde na problematický faktor–zdroj vlhkosti, kterou zapříčiňuje: zemní podpovrchová voda, atmosférická voda a vlhkost technologická, vnášená se do konstrukce při její výrobě a provozu a závisí na způsobu užívání budovy. Konstrukce stavby je hlavním činitelem klimatické rovnováhy jejích prostorů. [PAŘÍKOVÁ, Jelena–KUČEROVÁ, Irena. „Plísňe a vnitřní prostředí“. *Jak likvidovat plísňe*. Praha: Grada Publishing, 2001. s. 25nn. ISBN 80–247–9029–7.],[BUKOVSKÝ, Ladislav., BLAHA, Martin., *Prevence a odstraňování vlhkosti*. I. Vydání. Šlapanice: Era, 2004. s. 1. ISBN 80-86517-48-9.]

²⁸ Hodnoty vlhkosti stavebních materiálů jsou zjišťovány následujícími metodami: na podkladě vysušení vzorků do ustálené hmotnosti, nepřímým stanovením, s jasně definovatelným složením materiálu a změny jeho hodnot v důsledků zvlhnutí, chemickými metodami (CD–metoda), nebo elektrickými metodami (voda s roztoky solí vytváří vodivý elektrolyt). BUKOVSKÝ, Ladislav., BLAHA, Martin., *Prevence a odstraňování vlhkosti*. I. Vydání. Šlapanice: Era, 2004. s. 43nn. ISBN 80-86517-48-9.

v městských aglomeracích se zvýšenou nebo kritickou hladinou znečištěného vzduchu. Klimatické systémy obsahují: vzduchotechniku, chladicí ventilátor, tepelný ventilátor, odpařovací chladicí zařízení, vzdušné filtry, zvlhčovače, odvlhčovače [27].

Při lokálním vytápění je nezbytné zavést chladicí potrubí opatřené chladiči, kondenzátory a ventilátory po celé budově. Pro speciální případy je možné použít i samostatně klimatizované vitríny. Jedna klimatizační jednotka může zajišťovat regulaci kvality vzduchu až několika desítek vitrín.

Nestabilní vlhkost v jednotlivých depozitních místnostech pomáhají řešit samostatné zvlhčovače a odvlhčovače představující nenákladnou, ale přitom úspěšnou metodu udržení klimatických podmínek v přijatelných mezích. Zvyšování vlhkosti vzduchu je založeno na principu rozptylování nebo odpařování vodní páry či vody elektrickým topením (parní zvlhčovač), otáčejícími se břity zvlhčovacího stroje (atomizující zvlhčovač), nebo ventilátorem s mokrým médiem vhánějícím do atmosféry vlhký vzduch (vypařovací zvlhčovač) [7, 27, 28].

Vlhkost vzduchu je závislá na jeho teplotě. Kritéria pro uložení DOP pozitivů určuje vzájemný vztah teploty a množství relativní vlhkosti ovzduší. Relativní vlhkost snížíme ochlazováním vzduchu. Pokud je nutné udržet teplotu konstantní, využívá se pro její snížení absorpce vodní páry pevnými hygroskopickými látkami [7, 27]. Zajištění vhodné relativní vlhkosti a teploty je proces náročný, jehož výsledek ovlivňuje řada faktorů. Vypracování návrhu optimálních podmínek relativní vlhkosti a teploty by mělo být provedeno individuálně pro daný depozitář, po vyhodnocení základních údajů, teplotních ztrát a zisků, polohy depozitáře. Je důležité mít na zřeteli hygroskopické vlastnosti DOP želatinostříbrných pozitivů reagujících na minimální změnu výchozích podmínek (viz kap. 9.1). Průzkum ukládacích prostorů, včetně návrhů řešení nepříznivé

klimatické situace a přístrojové vybavení, je vhodné řešit ve spolupráci s firmou specializovanou na tuto oblast. Vyhodnocení a pravidelné sledování relativní vlhkosti a teploty ukládacích prostorů je podmínkou včasných zásahů.

9.1.2.3 Hygroskopické látky (28, 52, 62, 63)

Hygroskopické látky ovlivňují relativní vlhkost ovzduší, v případě, že relativní vlhkost poklesne, uvolňují takové materiály vodu, když naopak stoupne, absorbují ji. Nejčastěji používanou látkou je Silikagel. Metoda je vhodná pro uložení v objektech, ve kterých selhalo, nebo je vyloučeno jiné řešení klimatické situace.

9.1.3 Metody měření relativní vlhkosti a teploty

9.1.3.1 Měření relativní vlhkosti vzduchu (24, 27, 28, 62, 63, 81)

Měření relativní vlhkosti (RH) vnitřní atmosféry umožňují psychrometry (tzv. psychrometrické metody), vlasové hygrometry nebo hygrometrické přístroje měření rosného bodu.

Psychrometry jsou založené na využití tepelných změn při vypařování vody měřených pomocí tzv. mokrého a suchého teploměru. Základem měřícího přístroje (např. aspirační psychrometr, mávací psychrometr, stabilní psychrometr) jsou dva shodné teploměry. Jeden z nich má teplotní čidlo suché a druhý obalené navlhčovanou látkou, která zajišťuje, aby jeho teplotní čidlo bylo pokryto tenkou vrstvou vody (ledu). Díky odpařování vody z vlhkého teploměru, zaznamenává tento zpravidla (při RH < 100 %) nižší teplotu než suchý. Z rozdílu jejich teplot (psychrometrický rozdíl) lze z tabulek určit tlak vodní páry ve vzduchu a následně i relativní vlhkost.

Vlasové hygrometry (dilatační vlhkoměry) vyhodnocují relativní vlhkost atmosféry na podkladě změn fyzikálně-chemických vlastností vznikajících v důsledku sorpce a absorpce želatinového pojiva nebo papírové podložky vodou.

Nejnižší RH zaznamatelná těmito vlhkoměry je 15 %, nejvyšší RH 85–95%. Rozmezí pracovních teplot přístroje je od -20°C do 70°C [7]. Tento typ měření je založen na přenášení změny délky nylonové pásky (dříve využívané vlasy, tedy tzv. vlasové vlhkoměry) na speciální rameno opatřené prostředkem zaznamenávajícím průběh vlhkosti atmosféry, některé konstrukce detekovaly také teplotu. Nevýhodou a komplikací těchto přístrojů je nezbytnost průběžné kalibrace.²⁹ Vliv vlhkosti na klimatickou rovnováhu úložných prostředí sleduje mnoho odborných pracovišť, například The International Joint Committee on Psychrometric Data.

9.1.3.2 Měření rovnovážné vlhkosti materiálů (28, 37, 51, 64, 63)

Nejběžnější metodou měření rovnovážné vlhkosti materiálu je metoda využívající závislost elektrické vodivosti na vlhkosti materiálu. Při této vodivostní metodě jsou měřeny změny povrchové vodivosti pomocí měrných elektrod se vzájemnou konstantní vzdáleností.

Obsah rovnovážné vlhkosti materiálového složení DOP pozitivu je závislý na vlhkosti prostředí při jeho konstantní teplotě. Pro určení závislosti vlhkosti materiálů DOP pozitivů na prostředí tzv. sorpční izoterma vlhkosti, je nutná znalost jejich sorpční izotermy pro různé reálné teploty a sorpční hysterezi, tj. sorpční izoterma sušení nebo adsorpce. Rovnovážné stavy pak mají různé hodnoty, podle způsobu jejich dosažení. Hysterezní jevy mezi adsorpcí a desorpcí vlhkosti mohou být pro praxi za určitých okolností užitečné, například tehdy, je-li vyžadován vlhký produkt s nízkou vodní aktivitou.

²⁹ Postup kalibrace je založen na sorpci vzorků plynů s definovanou vlhkostí. Tento postup je možné použít i při kalibraci přístrojů měřících rovnovážnou vlhkost v materiálovém složení DOP pozitivů, přičemž musí být zaručena při kalibračním testu konstantní vlhkost.

9.1.3.3 Měření teploty⁽⁶²⁾

Distribuce tepla ve vnitřním klimatu je výsledkem komplexní energetické bilance, která zahrnuje všechny přítomné zdroje tepla (sluneční záření, topení, reflektory, provozní úniky tepla). Teplotní gradient určujeme pro teplotu atmosféry i povrchu objektu.

Pokud je vnitřní prostředí tepelně heterogenní, měření je zaznamenávané na více místech podle plánu, na podkladě místního tepelného proudění vzduchu. Předem je nutné definovat konkrétní problémy tepelného rozložení vnitřního klimatu. Heterogenní tepelný prostor je nutné rozdělit do oddělených zón s definicí různých plánů měření teploty. Při použití více senzorů, je nutné dodržet měření za konstantních podmínek a měřících sond stejného typu. Frekvence měření je výsledkem studia s definovaným časovým rozsahem a dynamikou kolísání tak, aby měření postihlo i nejrychlejší výkyvy.

Měřící přístroje by měly být pravidelně kalibrovány³⁰. Veškeré měření je nutné dokumentovat, nejistota³¹ referenčního měření vykazuje 1/3 nejistoty požadované pro ostatní používané nástroje. Nejjednodušší technická měření teploty využívají objemové roztažnosti kapalin. Potřebné vlastnosti splňuje pro běžné měření často používaná rtuť.

³⁰ Postup kalibrace je doporučen normou EN ISO 7726. Alespoň jeden přístroj, primární, by měl být srovnatelný s národními normami. S normou EN ISO/IEC 17025.

³¹ Nejistotou referenčního měření je označován parametr, který charakterizuje rozptyl naměřených hodnot měřené veličiny.

Jiný způsob měření je pomocí délkové roztažnosti s využitím bimetalu (pásky dvou kovů s rozdílnou teplotní roztažností), černý kulový teploměr, černé těleso – páskový snímač, měřidla pro měření teploty povrchu.^{32 33}[34].

³² **Černý kulový teploměr** měří teplotu vzduchu teplotním čidlem umístěným v černé kulovém objemu. Toto čidlo zaznamenává efektivní radiační teplotu vzduchu (výsledek tepelné bilance teploty vzduchu, radiačních podílů z různých tepelných zdrojů, tepla šířeného prouděním vzduchu).

Černé těleso – páskový snímač je vybaven senzorem s malou tepelnou setrvačností zabudovaným do pásku černé textilie.

³³ Problematika fyzikálních měřících metod, postupů a přístrojů pro měření vzduchu je předmětem studií například S.Michalskiho ve spolupráci s CCI: MICHALSKI, Stefan. *Guidelines for humidity and temperature in Canadian archives*. Canadian Conservation Institute. Ottawa: Canadian Conservation Institute. 2000. ISBN 9780662295099. Metody měření zpracoval například kolektiv autorů: (MICHALSKI, Ludwig et al: *Temperature Measurement*. 2nd edition. New York: Wiley. 2001. ISBN 978-0-471-86779-1).

9.2 Atmosferické kontaminanty v preventivní péči DOP

želatinostříbrných pozitivů (1, 2, 8, 14, 27, 32, 48, 59, 62, 82, 83)

Znečištění ovzduší tvoří všechny látky, které se běžně v čistém vzduchu nevyskytují. V posledních letech se znečištění atmosféry prosazuje mezi degradačními činiteli stále výrazněji. Jde především o směs látek: pevné (prachové částice, vlákna, spory), kapalné (roztoky aerosoli), plynné látky organického nebo anorganického původu: látky, které tvoří atomy uhlíku tzv. volatile organic compound (VOC), oxidy dusíku, síry, ozon (viz kap. 7.3). Atmosférické nežádoucí látky pro úložné prostory DOP pozitivu lze na podkladě charakteristik rozdělit: vnitřní znečištění způsobené látkami při provozu a obývání budov, průmyslové znečištění způsobené výrobním procesem, hořlavé plyny a páry, prachové částice, radioaktivní látky, přírodní splodiny.

Při vysokých hodnotách atmosférické kontaminace je nezbytné vzduch přiváděný do prostoru určeného pro uložení DOP želatinových pozitivů

filtrovat. Morten Ryhl–Svedsen uvádí mezi nejčastější atmosférickými kontaminanty způsobující degradaci DOP pozitivu: blednutí stříbrného obrazu, křehnutí papíru, křehnutí emulze, hnědožluté zbarvení stříbrného obrazu [59, 82]. Přehled a příčiny poškození jsou uvedeny v příloze práce v *Tab. 9.2.5. Vliv atmosférických plynných kontaminantů na DOP želatinostříbrný pozitiv podle Ryhl–Svendse*. Ahmed Ali problematiku vlivu atmosférické kontaminace na DOP pozitivu publikuje ve zprávě *Investigations on the Chemical Degradation of Silver Gelatin Prints* [1]. V experimentální části hodnotí výsledky Gas fading testu: nepříznivý vliv atmosférických kontaminantů, zejména pokud jsou DOP pozitivy nedostatečně zpracovány a obsahují chemikálie ze zpracovatelského procesu, převážně zbytky thiosíranu. Výraznější degradace nastala u DOP pozitivu vystavenému současně i vysoké relativní vlhkosti prostředí. Tyto degradační projevy Ali označuje: vliv oxidu

siřičitého (křehnutí jednotlivých papírové podložky pozitivu) peroxid vodíku (blednutí a žlutooranžový závoj, stříbrná zrcátka), sirovodíku (teple hnědý odstín závoje).

Pro úložné prostory DOP pozitivů je doporučené z obecně platných nežádoucích látek v ovzduší (viz kap. 7.4.) limitovat převážně oxid siřičitý, sulfan, peroxid, ozon, amoniak, oxidy dusíku a pevné částice, těkavé organické látky (degradační projevy vlivem oxidu siřičitého viz kap. 8.3.2.3.) [8, 32, 48]. Klimatizační zařízení spojené s pročišťováním vzduchu je nezbytně nutné napojit na prostory, ve kterých mohou vznikat škodlivé látky. Před vykonáním natěračských prací přímo v místě uložení, při nichž je používáno ředidel nebo rozpouštědel organického původu, je nutno pozitivy vystěhovat a uložit je zpět až po důkladném odvětrání. Materiály ukládacích zařízení a jejich povrchové úpravy nesmí do okolní atmosféry uvolňovat aktivně působící organické látky Volatile organic compound (VOC). Tyto látky mohou uvolňovat také fotografické filmové materiály, které je nutné od DOP pozitivů oddělit [82]. Kvalita ovzduší v úložných prostorech je proto monitorována, zejména se sledováním přítomnosti kyselých a oxidujících plynů nebo prachu. Výstupy poskytují znalost o průběhu změn [32].

9.2.1 Formy ochrany před atmosférickými kontaminanty

9.2.1.1 Uložení v prostředí inertní atmosféry ^(62, 67)

K naprostému vyloučení degradačních vlivů průmyslových exhalací i samého kyslíku dochází při uložení archiválií v prostředí inertních plynů³⁴ (dusíku a skupiny vzácných plynů: helia, neonu, argonu, xenonu a radonu). Tento způsob uložení výrazně zamezuje růst mikroorganismů. Ve fotografii je předmětem budoucích testování.

9.2.1.2 Řízená klimatizace, snižování a odstraňování atmosférických kontaminantů ^(2,32, 39, 59, 79, 82, 81)

Jediným uspokojivým řešením v oblastech s vysokým stupněm znečištění atmosférickými kontaminanty je filtrace přiváděného vzduchu ústřední klimatizací. Účinek je zajištěn instalací vzdušných filtrů. Depozitáře napojené na ústřední klimatizační jednotku není doporučováno osazovat okny s přímým větráním a přístupem světla.

Druhy vzdušných filtrů, pomocí nichž jsou odstraňovány nežádoucí látky z ovzduší, jsou navrhovány pro filtraci vybraných škodlivých atmosférických látek (viz kap 7.4.1.2–7.2): filtry mechanický, ionizátor, ozonový generátor [27]. Jejich identifikace a exaktní určení chemického složení se znalostí koncentrace usnadňuje volbu metody vzdušného čištění [81]. Ali Vedavarz v kapitole *Indoor Air Quality and Ventilation* rovněž uvádí přehled následujících druhů filtrů: High-efficiency particle air filter (HEPA), Carbon Media Filters, Fiber and Foam Filters,

³⁴ Speciální vitríny tohoto řešení jsou součástí expozice fotografie NTM v Praze pro vystavení daguerrotypií. Vnitřní atmosféra obsahující 99,5 % dusíku, 0,5% kyslíku, stopové množství argonu a hélia při relativní vlhkosti udržované na hodnotě 45% 50% s přetlakem uvnitř vitrín maximálně 30 Pa. [NEDBALOVÁ, Tereza–ŠVARCOVÁ, NEDBALOVÁ, Tereza– ŠVARCOVÁ, Zuzana– CERMANOVÁ, Tereza. Konzervace a restaurování adjustací historických fotografií ze sbírek Národního technického muzea v Praze. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 6.–8.9.2011 Opava*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 32 pozn. č. 4. ISBN 978–80–86413–80–8].

Ozone, UV Filters ^[81], nebo tzv. chemisorpční filtry založené na adsorbci kontaminační látky [2, 82].

Výskyt atmosférických kontaminantů v ovzduší vyžaduje jejich kombinace, parametry zajišťující jejich kvalitu jsou vzdušné proudění, účinnost a životnost [81]. Při odstraňování kontaminantů je nevyhnutelné: stanovení nejvíce agresivních a nežádoucích látek s ohledem na vlastnosti DOP pozitivů, původ vzniku kontaminantu (viz kap. 7.4.1) a stanovení limitů znečištění (viz kap. 9.2.3). Vybrané zástupné doporučované limity obsahují tabulky v příloze práce *Tab. 9.2.1. Doporučené limity kontaminantů v atmosféře depozitáře publikované K.Hendriksem [32] a Tab. 9.2.2. Maximální hodnoty plynných kontaminantů v atmosféře depozitáře ISO ČSN 11799:2003 [79]*. Při aplikaci filtračních zařízení jsou v praxi využívány tzv. *Using Source Data to Predict Indoor Concentrations*, se stanovením vzájemných vztahů přiložených v tab. 9.2.6. *Přehled vybraných zdrojů, určení a koncentrace škodlivých látek Using Source Data to Predict Indoor Concentrations podle ASHRAE [2]³⁵*. Identifikace kontaminantů je v praxi velmi obtížná, jelikož hypotetické určení jejich koncentrací není zcela jednoznačné. Při užití filtračních zařízení nesmí samotné materiály užívané k filtraci poškozovat dokumenty.

Není-li možno zavést úpravy vzduchu úplnou klimatizací, je třeba co nejvíce omezit prašnost. Dostatečně prachotěsná okna jsou nezbytná. Atmosférické kontaminanty jsou do prostředí depozitáře uvolňovány rovněž jeho provozem. Interiér je proto nutné navrhnout snadno udržovatelný, včetně podlahových krytin. Nepřípustné jsou, z hlediska údržby a uvolňování pevných prachových částic, podlahy dřevěné nebo betonové. K ochraně před prachem přispívá uložení

³⁵ Pracovní skupina ASHRAE ve sborníku ASHRAE 2007 doporučuje podmínky vnitřní atmosféry, metody jejího stanovení, doporučuje metodu klasifikace prostředí daného depozitáře (21.5-21.16).

DOP pozitivu do vhodného ukládacího systému (viz 9.4.2.). Součástí péče o čistotu ukládacích prostorů je pravidelný úklid a stálý program čištění.

9.2.2 Monitorování atmosférické kontaminace v depozitářích ^{(5,}

20, 33, 34, 60, 82)

Pro postup odhadu korozivní agresivity je potřeba měřit T, RH a vzdušné znečištění. Hodnocení vnitřních atmosfér s nízkou korozní agresivitou³⁶ může být provedeno na základě přímého stanovení korozního napadení vybraných kovů (viz ISO 11844-2) nebo měřením enviromentálních parametrů (viz ISO 11844-3), které mohou způsobit korozi kovů a slitin [33].

9.2.2.1 Přímé stanovení korozního napadení vybraných kovů ^{(5,}

20, 31, 33, 48, 82)

Zařízení a způsoby přímého stanovení koncentrace plynů vychází z následujících postupů a metod: zařízení na kontinuální měření koncentrace plynu, měření průměrné koncentrace plynu s použitím aktivního vzorkovače a vzduchové pumpy, měření průměrné koncentrace plynu s použitím pasivního vzorkovače, měření průměrné depoziční rychlosti [20, 33].

Postupy monitorování atmosférických kontaminantů založených na korozním chování vybraných kovů–Cu, Ag byly publikovány ve zprávě Grantového projektu Národního archivu *Monitorování plynných polutantů v depozitářích státních archivů ČR a způsoby jejich odstranění* [82]. Jednou z metod je přímé stanovení indikačním kupónem CCCS Purafil³⁷, jehož pomocí získáme úroveň reaktivity znečišťujících látek s příslušnými kovy na základě měření tloušťky zkorodované

³⁶ Vnitřní atmosféra s nízkou korozní agresivitou podle ISO 9223 odpovídá stupni C1 (velmi nízko) a C2 (nízkou). Tyto stupně jsou standardem ISO 11844 dále rozděleny do pěti stupňů korozní agresivity vnitřních atmosfér IC1–IC5. Citlivost DOP pozitivů je citlivá pro hladiny IC1, IC2.

³⁷ CCCS kupón–Corrosion Classification Coupons and Silver jsou indikační kupóny pro měření kumulativní korozivnosti ovzduší. Indikují přítomnost oxidů síry, ozónu, oxidu dusičitého, chloru a řady dalších korozivních látek.

stříbrné a měděné vrstvy kupónů za určitý čas. Prostředí je klasifikováno podle rychlosti vzniku korozních produktů s výsledným zařazením do tříd čistoty ovzduší dle ANSI/ISA-S 71.04-1985 [48, 82]. Přehled těchto kategorií s hodnotami korozní vrstvy je uveden v příloze práce 9.2.3. *Klasifikace kvality ovzduší podle ISA (Standard ISA-S71-04-1985) publikované Lavedrinem [31].* Andrew Oddy v Britské museum používala používala pro určení kontaminace skleněnou nádobu s kovovými materiály (měď, stříbro, olovo) již v roce 1973. Bamberger publikoval metodu uložení těchto kupónů do jedné skleněné nádoby [5]. Nevýhodou těchto postupů je metoda vyhodnocení výsledků založená na subjektivním vizuálním pozorování. Okamžité hodnoty korozivnosti prostředí je možné stanovit přístrojem ONGUARD 3000, využívající patentovou technologii pro měření koroze měděných a stříbrných povrchů [48, 82].

Přesnější měření vzdušných polutantů stanovují tzv. dozimetrické analytické metody jejichž součástí jsou aktivní a pasivní (Active Sampling Device ASD, Passive Sampling Device PSD) postupy [20, 48, 82]. Rozdílem těchto metod je způsob sběru vzorků. V prvním případě ASD jsou vzorky získávány pomocí vzdušného čerpadla, metody založeny na čerpání vzduchu přes absorpční jednotku obsahující reaktivní povrch nebo kapalinu a následné laboratorní analýze absorbovaného množství. Doba sběru musí být jeden týden. Údaje se shromažďují pro každé období sběru a vyhodnocují jako měsíční průměry. Výsledkem je průměrná koncentrace za dobu sběru. V druhém případě PSD je odběr zkoumané atmosféry odebrán přirozeně do vzorkovnice. U těchto pasivních dozimetrických metod se výsledky obvykle udávají mikrogramech na metr krychlový [34].

9.2.2.2 Měření enviromentálních parametrů ^(20, 33,86)

Základní činitele znečištění ovzduší definuje norma ISO ČSN 9223:1992/1994 Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosféry. Klasifikace. Touto normou je činitelem znečištění definováno odvlhčení (t), znečištění oxidem siřičitým a vzdušná salinita. Klasifikace korozní agresivity je vyjádřena ve stupních, přičemž se vychází z údajů o úrovních působení výše uvedených tří činitelů [86]. Klasifikaci vnitřní atmosféry definovanou stupněm C1 (velmi nízká) a C2 (nízká) doporučuje norma ISO ČSN 11844-1:2006/2007 Koroze kovů a slitin-Klasifikace vnitřních atmosfér s nízkou korozní agresivitou-Část 1: Stanovení a odhad korozní agresivity vnitřních atmosfér, kde je atmosféra rozdělena do 5 stupňů korozní aktivity vnitřních atmosfér IC1-IC5 [33]. Klasifikace je zobrazena v tabulce *Tab. 9.2.4. Klasifikace kvality ovzduší vnitřních atmosfér podle ISO ČSN 11844-1:2006 [33], měřenou veličinou je přírůstek hmotnosti kupónu.*

Stanovením znečišťujících látek v atmosféře a jejich limitů se zabývá mnoho pracovních skupin v USA: Occupational Safety and Health Administration (OSHA), *Environmental Protect Agency* (EPA), National Institute of Occupational and Health (NIOSH), vliv atmosférických kontaminantů na DOP pozitivy je studován pouze u vybraných skupin exhalantů, nejčastějšími jsou oxid siřičitý oxidy dusíku NO_x či oxid uhličitý [20]. Hlubší poznání vlivu atmosférických kontaminantů na DOP pozitivy přinesou nové studie výzkumných skupin např. Canadian Conservation Institute (CCI) spolupracující s *American Society for Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE). Kontaminaci atmosféry a jejích vlivů na fotografický materiál s výzkumnými zájmy publikuje již citovaný Morten Ryhl-Svendsen (viz kap. 9.2).

9.2.3 Stanovení limitů znečištění atmosféry podle Tétreaulta

(20, 75)

Tétreault reagoval na vývoj stanovení limitů v druhé polovině 20. století a experimentálním procesem vymezil hranici limitů jednotlivých agresivních látek v okolí na tzv. viditelně neprokázaný vliv *No Observe Adverse Effects Level* (NOAEL), který určuje největší koncentraci nebo množství látky neprokazující poškození. Opatrnější přístup jež metodicky vychází nejen z experimentálního procesu NOAEL, ale také z teoretického poznání, je systém nízké prokazatelnosti *Low Observe Adverse Effects Dose* (LOAED). Tento přístup klasifikuje úroveň koncentrace znečišťujících látek na základě náchylnost materiálů ke znečišťujícím látkám a délkou jejich expozice [20, 75].

9.2.4 Strategie ochrany DOP želatinostříbrných pozitivů před atmosférickými kontaminanty podle CCI ⁽⁵⁹⁾

Kanadský konzervátorský institut v Ottawě formuloval základní kritéria při preventivní péči, která vliv škodlivých látek omezuje: zabránit přítomnosti škodlivých látek, zajistit ochranná opatření v případech, kdy není možné zdroj škodlivých atmosférických látek zcela odstranit, rozpoznat vliv škodlivých atmosférických látek a jejich degradaci, zajistit záchranná opatření při výskytu atmosférických polutantů, zajistit pro DOP pozitivy ochranné obaly s doporučujícími parametry (viz 9.4.2) [59].

Výše uvedené aspekty preventivní péče komplikuje synergie a kumulace atmosférických kontaminantů. Obecnou komplikaci detekování publikoval například Tétreault, v případě fotografických materiálů byl zkoušen detektor f. Agfa Gevaert v podobě těchto látkám citlivé emulze polévané na filmových pásech. Nevýhodami těchto metod je rozdílná expoziční historie u archivních pozitivů a detekčního pásku. test nezahrnuje dávky škodlivých látek [59, 75].

Škodlivými látkami jsou také kyseliny uvolňující se z podložek fotografických filmů. Součástí preventivní péče DOP pozitivů je detekce těchto látek způsobujících následné poškození a řádné uložení DOP pozitivů odděleně od ostatních fotografických materiálů.

9.3 Elektromagnetické záření v preventivní péči DOP

želatinostříbrných pozitivů (1, 7, 9, 11, 17, 23, 40, 62, 77, 83, 85, 86)

Přirozené denní i umělé světlo s blízkými spektry záření vyvolává degradaci citlivé vrstvy i papírové podložky a jeho účinky jsou podstatným faktorem degradačních procesů DOP pozitivů, jež jsou výraznější se zvyšující se energií záření.

Vlivům elektromagnetického záření na citlivou vrstvu DOP želatinostříbrného pozitivu dosud nebylo věnováno mnoho pozornosti. Jednou z mála je zpráva Jiřího Zelinger³⁸ o žloutnutí a křehnutí citlivé vrstvy vlivem elektromagnetického záření [40]. Tuto skutečnost také publikuje Hendriks nebo Ali v experimentální části studie *Black-and-white light fading test*, ve kterém vystavil vzorky UV záření [1, 23]. Totožné výsledky vlivu vysoko energetického gama záření na DOP pozitivy: blednutí ve vyšších denzitách a žloutnutí ve středních a nižších tonalitách obrazu potvrzuje také diplomová práce Kateřiny Tomšové *Vliv dezinfekčních metod na černobílý fotografický materiál*, kdy v experimentální části vystavila vzorky DOP želatinostříbrného pozitivu expozici gama záření a stárnutí světlem [84].

Samotná želatina (viz kap. 3.2) je k viditelnému světlu poměrně stábilní. Stříbro nepodléhá změnám vlivem viditelného světla, ale je ovlivňováno fotooxidačním degradačním procesem některých složek pozitivu, které jej mohou narušovat (viz kap. 8.3.2.3) [83]. Citlivá vrstva dobře zpracovaných DOP pozitivů je tedy při přiměřeném osvětlení vlnových délek od 500 nm výše a nízké

³⁸ Jiří Zelinger zde uvádí intenzitu osvětlení v rozsahu 30–100 luxů. Podmínky pro uložení: bez přístupu záření, dobře uložené v těsných obalových materiálech, použití světla v depozitářích minimální s předností umělého žárovkového zdroje, omezení vystavování, při nutné expozici snížit UV záření. [Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty. Závěrečná zpráva grantového úkolu řešeného v letech 1998–2000. Praha: Národní archiv, 2009. s. 130nn. ISBN: 978–80–86712–73–4].

intenzity osvětlení, relativně stabilní. Stupeň degradace citlivé vrstvy vlivem viditelného světla a okolních spekter záření je závislý na kvalitě zpracovatelského procesu, thiosíranů a jiné komplexy z nedokonale vypraných pozitivů mohou vyvolat vznik skvrn (viz 8.3.2.2), zbytky halogenidů stříbra v nedokonale ustálených pozitivěch mohou tmavnout.

DOP pozitivy jsou nejvíce degradovány vlivem elektromagnetického záření v rozsahu vlnových délek s vysokou energií: viditelného světla 400–500 nm nebo 300–400 nm UV [83]. Následující doporučené parametry expozice DOP želatinostříbrných materiálů elektromagnetickým zářením dle ISO 11799 publikuje také Hendriks a již zmíněná práce Zelingerova [23, 83]: „Škody způsobené světlem mají být v zájmu minimalizace škod řízeny. Místnost nesmí být osvětlena více než je nezbytné. Vyloučeno přímé denní světlo, osvětlení musí být zajištěno fluorescenčními lampami, žárovkovým osvětlením, osvětlovacími systémy s optickými lampami. [32] Přehled obsahu ultrafialového záření v jednotlivých světelných zdrojích předkládá tab. v příloze práce 9.3.2. *Klasifikace spektrálního složení elektromagnetického záření u vybraných světelných zdrojů* [43].

Z výše uvedených skutečností je nutné omezit přístup světla a UV záření do depozitářů a nevystavovat originály. Vystavení DOP pozitivů světlu má kumulativní charakter, většinou se jedná o ireverzibilní fyzikální změny. Toto změny jsou nebezpečné, jelikož jsou latentní, projevující se určitou dobu po ozáření. Degradací procesy tímto zapříčiněné vedou k trvalým poškozením.

Základním problémem je rozpor mezi podmínkou chránit fotografie před nepříznivým vlivem světla na jedné straně a na druhé straně potřebou osvětlení při studiu nebo výstavách. Znalost fyzikálních a chemických procesů, povědomí o citlivosti jednotlivých materiálů tvořících DOP želatinovou fotografii a světelných

zdrojů používaných k osvětlení je nezbytnou podmínkou. Podstata ochrany proto spočívá ve způsobu osvětlení nepoškozující DOP pozitivy. Citlivost jednotlivých složek DOP želatinostříbrných pozitivů ke světlu je dána její schopností absorbovat přijímané záření.

Přiměřenou ochranu lze obecně zajistit pouze neustálým splňováním nezbytně nutných parametrů současně: snižování intenzity (v ideálním případě absolutní odstranění) osvětlení, vhodné spektrální složení světla (bez ultrafialového a infračerveného záření), omezení doby osvětlení. Pro nejcitlivější materiály je nejčastěji doporučováno osvětlení 50 luxů. Pro ukládací prostory je obecně doporučováno osvětlení 100 luxů v úrovni podlahy [43].

9.3.1 Spektrální složení světla a fotochemické poškození ⁽⁸³⁾

V roce 1951 byly publikovány výsledky metod Národního ústavu pro standardizaci v USA (NBS), které stanovily nejbezpečnější osvětlení dokumentů. Tyto metody osvětlovaly archivní dokumenty různými vlnovými délkami světla. Na tuto práci navázalo MoMA v NY doporučením schématu bezpečného osvětlení již čárovým spekterm zářivek ve zprávě „Report on the Deteriorating Effects of Modern Light Sources“ z roku 1953 [83]. Zde byly publikovány první experimenty, které kvantitativně porovnávaly poškození dokumentu vyvolané různými zdroji záření. Výsledky experimentu vychází pouze z poškození hodnoceného na podkladě změny barvy.

Zhodnocení různých zdrojů záření uvádí Činitel relativního poškození Relative Damage Faktor (RDF). Neuvažuje citlivost materiálu k záření, je lineárně závislý na teplotě chromatičnosti světla.

Všeobecný faktor poškození neexistuje. Vysoká energie dopadajícího záření zvyšuje degradaci materiálu dokumentu, stupeň degradace žárovkovým světlem

oproti světlu dennímu při stejné intenzitě osvětlení je nižší, což je způsobeno rozdílným spektrálním složením energie.

9.3.2 Metody detekce záření ⁽⁸³⁾

Přístroje pro monitorování záření jsou rozlišovány podle měřeního záření, např. přístroj na měření intenzity slunečního, oblohového záření nebo simulujícího slunečního záření nazývané „fyzikální aktinometry“: Eppyho pyranometr, Kyppův solarimetr.

Způsobem stanovení hodnot UV spektra umožňují přístroje měřící intenzitu a dávku ozáření s vymezenou spektrální citlivostí určité oblasti optického světla (nejčastěji v ultrafialové oblasti): f. Littlemore Scientific Engineering, Kühnast Strahlungstechnik, International Light.

Podrobné zjišťování spektrálních charakteristik je obtížnější, umožňují je přístroje na měření kolorimetrických charakteristik zdrojů světla nebo přístroje na měření spektrálních charakteristik odraznosti či prostupu pevných i kapalných vzorků. Nejpřesnějšími přístroji jsou laboratorní spektrofotometry, umožňující měření ve spektrálním rozsahu 180 nm–3000 nm. Dalšími měřitelnými parametry záření barevné charakteristiky a barevné rozdíly, teplota chromatičnosti světla, intenzita osvětlení, osvit, jas.

9.3.3 Klasifikace citlivosti materiálu ozářením ⁽⁸³⁾

Klasifikaci fotografických materiálů založené na jejich citlivosti k elektromagnetickému záření publikovala ve sborníku *Topics in Photographic Preservation, Vol 9, 2001–Guidelines for Exhibition Light Levels for Photographic Materials* Sarah S. Wagner, Constance McCabe, a Barbara Lemmen. DOP želatinostříbrným materiálům připisuje kategorii „less light sensitive“³⁹, nejméně citlivou kategorií následující za: *extraordinary, very a moderately light sensitive category*.

Kategorizaci jednotlivých materiálů a jejich citlivosti k elektromagnetickému záření vypracovala pracovní skupina MMFA (The Montreal Museum of Fine Arts) vycházející z ISO 105 series a Britského standardu modré vlny BS 1006:1978 [83].

Základem této klasifikace je zařazení děl na papíře do jedné ze tří kategorií: Kategorie 1 a hladina citlivosti ISO 1, 2, 3, Kategorie 2 a hladina citlivosti ISO 4, 5, 6, Kategorie 3 a hladina citlivosti ISO 7, 8, a vyšší.

Systém se skládá z 8 barevných proužků, které vlivem světla blednou určitou rychlostí (nejvíce citlivý proužek 1). Pracovníci MMFA navázali na kategorie a stanovili expozici vyvolávající tzv. prvé rozlišitelné vyblednutí–*just noticeable fade (dále jen JNF)* [40]. Příslušné hodnoty jsou přiloženy v příloze práce *Tab.*

9.3.4. Stanovení expozice vyvolávající JNF na podkladě ISO modré vlny (MMFA) [40]. V uvedené tabulce je potvrzeno dosavadní poznání o relativně stabilní vlastnostech DOP pozitivů vůči viditelnému světlu.

³⁹ Shodnou klasifikaci publikuje v závěrečné zprávě *Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty* Jiří Zelinger, tuto klasifikaci rovněž publikuje standard ISO ČSN 11799. [Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty. Závěrečná zpráva grantového úkolu řešeného v letech 1998–2000. Praha: Národní archiv, 2009. s. 130nn, s. 168. ISBN: 978-80-86712-73-4].

9.4 Úložné prostory a materiály pro uložení DOP želatinových pozitivů

9.4.1 Úložné prostory ^(2,9,14,30,32,62)

Součástí preventivní péče je volba ukládacího systému, tedy ukládacího zařízení a ochranných obalů, které mohou zabránit poškození fotografií. Bezpečné uložení zajistí respektování základních podmínek pro šetrné ukládání, které maximálně zamezuje degradačním procesům DOP pozitivů. Požadavkem ukládacího zařízení je garance dostatečné nosnosti, nehořlavosti a stability materiálu s trvalou povrchovou úpravou. Kovové zařízení by mělo být opatřeno antikorozi úpravou. Konstrukční členění a umístění v prostoru by mělo dovolit volnou cirkulaci vzduchu. Mělo by zamezovat možnému mechanickému poškození fotografií.

„Materiály použité pro všechny vnitřní povrchy musí být nehořlavé, a nesmí uvolňovat, přitahovat nebo zadržovat prach. Rovněž nesmí, v případě požáru nebo z jiných důvodů, při rozkladu uvolňovat látky škodlivé pro úložné materiály, například kyselé plyny.“ [32]. V depozitáři nesmí být jiný mobiliář než ten, který je doporučován pro uložení dokumentů, nesmí uvolňovat a přitahovat prach, škodlivé látky [32].

Požadavky na materiál mobiliáře je dostatečná trvanlivost, absence látek, které mohou mít škodlivý vliv na uložené DOP pozitivy. Rozpouštědla čerstvě aplikované povrchové úpravy mohou mít nepříznivý vliv na obraz, barvy použité na skříně mohou uvolňovat peroxidy, rozpouštědla a další nečistoty po dobu až tří měsíců po aplikaci (viz kap. 9.2). Adekvátní a doporučované jsou skříně z nerezové oceli nebo eloxovaného hliníku, kovové krycí materiály, které byly ošetřeny pryskyřičnou ochrannou vrstvou [30].

9.4.2 Ochranné obaly ^(7,14, 31, 32, 36, 62)

Chemicky stabilní ochranné obaly jsou důležitou součástí preventivní péče DOP pozitivů, jelikož s nimi přicházejí do přímého kontaktu. Dostatečná pevnost chrání pozitivy před mechanickým poškozením. Konstrukce usiluje o těsné a uzavřené řešení chránící DOP pozitivy rovněž před vzdušnými polutanty. Z tohoto důvodu je nutný monitoring.

Ukládací materiál pro výrobu boxů z lepenky musí splňovat následující požadavky: surovina pro výrobu lepenky z bavlny nebo lnu, bez obsahu dřevoviny, bez opticky zjasňujících prostředků, obsah uhličitanu vápenatého nebo hořečnatého minimálně 3 %, bez obsahu kovů, vosků, plastických hmot a jiných nečistot, hladký povrch, obsah redukovatelné síry nižší než 8×10^{-4} , obsah chloridů 0,3 %, obsah síranu maximálně 1 %, pH studeného extraktu lepenky v hodnotě 8-10, použitá barviva světlostálá, lepidla pro kaširování vícevrstevné lepenky bez obsahu plastifikátorů, nekyselá (pH 7), odolná proti vodě a stárnutí

Papírová ochranná pouzdra určená k uložení želatinových fotografií by měla splňovat následující podmínky: nízký obsah uhličitanu vápenatého používaného jako plnidlo, který urychluje degradaci želatinové vrstvy fotografie. Hlavní surovinou je požadována bavlna, neutrální klížení, bez optických zjasňovačů, hodnota pH 6, bez použití alkalických pufrů, obsah redukcí síry menší než 2×10^{-4} , splnění PAT testu: PAT test dle ISO 18916:2007 (ANSI IT 9.16-1993, zrušena 2000), ISO 18902:2007 (ANSI standard IT9.2-1991, zrušena 2000), TAPPI T444⁴⁰ (Technical Association of the Pulp and Paper Industry).⁴¹[7, 21, 36, 62]

⁴⁰ TAPPI T444 Silver tarnishing by paper and paper and paperboard. Test method TAPPI/ANSI T 444 om-12.

Při přípravě ochranných pouzder by mělo být použito co nejméně lepidlo, pokud je používáno, nesmí být příčinou degradace fotografie. Jsou doporučována pouzdra vysekávaná s předtlačenými ohyby. Předchází se tak nevhodnému sešívání kovovými sponami. Lepený spoj nesmí nikdy přijít do přímého kontaktu s uloženou fotografií. Vhodné podmínky a způsob uložení fotografií jsou specifikovány standardy, které vydala „*International Organization for Standardisation*“ nebo „*British Institut of Standard*“ [8, 30, 31, 32].

⁴¹ Jan Josef v příspěvku publikuje stanovení podmínek pro obalový materiál: neutrální hodnota pH, případně slabě kyselá pH 7–6,5. (JOSEF, Jan. „Vlastnosti papíru jako obalového materiálu pro ukládání sbírkových předmětů“. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 5.–7.9.2006 Cheb*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 44n. ISBN 80–86413–35–7).

9.5 Depozitáře.

Uložení DOP želatinostříbrných pozitivů vyžaduje podmínky s velmi striktními požadavky mikroklimatu sledávajícím v reálné praxi řadu úskalí. Setkáme se s depozitáři umístěnými v historických objektech⁴², nebo s úložnými prostory v budovách novostaveb. Výstavba nových objektů se stává společným dílem mnoha oborů, základním kritériem takovýchto řešení jsou požadované klimatické podmínky a provozní energetická efektivita stavebního řešení depozitáře.

9.5.1 Standardy pro dlouhodobé uložení DOP želatinostříbrných pozitivů

Podmínky pro dlouhodobé uložení DOP želatinostříbrných pozitivů doporučují standardy technických komisí, složených z odborníků výzkumných laboratoří, vědeckých pracovišť, výzkumných organizací. Mezinárodní standardy pro fotografii určuje ISO/TC 42, Photography.

Hygroskopické vlastnosti DOP želatinostříbrných pozitivů zčásti podléhají problematice preventivní péče celulózových materiálů, ale želatinový obraz vyžaduje podmínky zohledňující i vlastnosti želatinového pojiva.

Současné řešení podstatných úkolů preventivní péče DOP želatinostříbrného pozitivu odpovídá přirozenému vývoji oboru a nové poznatky vycházejí z problematiky preventivní péče archiválií, která byla metodicky zpracovávána v průběhu druhé poloviny 20. století⁴³. Některá platná doporučení pro uložení DOP

⁴² BERGER, Ivan. „Projekt reorganizace depozitářů-trochu jiný pohled na preventivní konzervaci.“ In: *Muzea, památky a konzervace*. Brno: Technické muzeum v Brně. Metodické centrum konzervace. 2009. s. 78n. ISBN 978-80-86413-68-6.

⁴³ *Archivní terie, metodika a praxe. Zásady archivní péče o fyzický stav archiválií*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1984.

želatinostříbrných materiálů jsou původní revidované poznatky doplněné poznáním aktuálním⁴⁴. Současné možnosti analytické chemie problematiku preventivní péče DOP želatinostříbrných pozitivů rozšiřují (a v budoucnu rozšíří) o nové, dosud postrádané aspekty.

V roce 2015 zpracovaly pracoviště Národního technického muzea (NTM) s Fakultou jaderné a fyzikálně inženýrské (FJFI ČVUT) *Metodiku preventivní konzervace fotografických materiálů*, jenž je součástí projektu *Průzkum sbírkových předmětů z fondů NTM moderními fyzikálními a chemickými metodami s cílem zkvalitnit jejich restaurování a preventivní konzervaci*. Doporučení pro DOP želatinostříbrné pozitivy je předmětem mezinárodní a české technické normy z roku 2003 a 2006 ISO ČSN 11799 (viz tab. 9.1.5, 9.2.2), ISO 18920 (viz tab. 9.1.8) doporučuje ukládací podmínky pro fotografické pozitivy⁴⁵. Složení a vlastnosti obalových materiálů doporučuje ISO 18916 testem fotografické aktivity (Photography Activity Test PAT), ISO 18902 specifikuje ukládací schránky pro DOP pozitivy.

Provoz a podmínky ukládacích prostorů depozitáře jsou závislé na konstrukci budovy. Doporučovaná kritéria vycházejí ze zásad klimatické stability. Za významné kritérium všechna metodická doporučení zcela zákonitě považují optimální klimatický vztah RH a T. Nejnižší přijatelná vlhkost pro dlouhodobé skladování DOP pozitivů je předmětem diskuzí. Standardy doporučují různé limity, ale obecná shoda o vztahu teploty a vlhkosti vnitřní atmosféry depozitáře neexistuje. Je prokázáno, že materiály vydrží déle za nižších teplot a nižší

⁴⁴ PAS 198:2012 Specification for managing environmental conditions for cultural collections

BS 5454:1977 *Recommendations from the storage exhibition of archival documents*
PD 5454: 2012 *Guide for the storage and exhibition of archival materials*

⁴⁵ Tato norma se soustředí na rozdíl od normy 11799 pouze na fotografické reflexní tisky.

relativní vlhkosti [32]. Kolísání T a RH působí na DOP pozitivy nepříznivě, proto je nutné jim předcházet, a zajistit stabilní T a RH pod úrovní, při níž dochází k mikrobiologické aktivitě⁴⁶ (viz obr. č. 17 - obr. č. 20 obrazové přílohy) [32]. Podle současného stavu poznání nastává zvýšené riziko mikrobiologické aktivity při RH vyšší než 60 % a zvýšené křehkosti při velmi nízké RH [30]. „Depozitář musí být vybaven monitorovacím zařízením pro měření teploty a vlhkosti, nejlépe se zapisovači, které zaznamenávají podmínky v různých časech a v různých časových obdobích. Monitorovací přístroje musí být kalibrovány a rekalibrovány podle pokynů výrobce.“ [32].

ČSN ISO 11799:2006 definuje požadavky na umístování novostaveb depozitářů s ohledem na možnost vnějšího ohrožení: „...vystavení poklesům terénu nebo záplavám, obzvláště ohrožené zemětřesení, přílivovými vlnami nebo sesuvy půdy, ohrožené požárem nebo výbuchy z blízkých míst, blízko místa nebo budovy, které přitahují hlodavce, hmyz a další škůdce, blízko provozu nebo zařízení vypouštějící škodlivé plyny, kouř a prach, v obzvláště znečištěné oblasti, blízko strategické budovy, která by se mohla stát cílem útoku v případě ozbrojeného konfliktu.

Jestliže není možné vyhovět těmto požadavkům, musí být v konstrukci budovy provedena zvláštní opatření k ochraně před uvedenými ohroženími. K omezení škodlivých účinků působení slunečního světla má být věnována velká pozornost orientaci, parkové úpravě a mikroklimatu stavebního pozemku⁴⁷ [32]

⁴⁶ BS standard neuvádí oproti ISO žádnou přípustnou odchylku RH a T. Všechny se shodují na vysokém riziku mikrobiologického napadení, mechanickém poškození při kolísání klimatických podmínek.

⁴⁷ ISO ČSN 11799:2003/2006 Informace a dokumentace — Požadavky na ukládání archivních a knihovnických dokumentů. Kapitola 4. Umístění budovy, Kapitola 5. Konstrukce budovy. Český normalizační institut, 2006. s. 7n.

9.5.2 Depozitáře s centrálním klimatizačním systémem

Při navrhování klimatizačního systému dochází ke spolupráci mezi architekty odpovídající za optimalizování energie konstrukcí depozitáře, inženýry navrhující metody regulace vnitřních klimatických podmínek, designéry uvádějící potřeby aktuálních technologií v praxi. Na počátku jsou definovány základní požadavky: stanovení klimatu, provoz v depozitáři, ale i pravidlech užívání fotografií. Centrální klimatizace udržuje požadované podmínky filtrací, zvlhčováním, odvlhčováním, za neustálé kontroly hodnot RH a T (viz kap. 9.1.2.).

Moderní stavbu s klimatizačním systémem prezentuje budova francouzského národního archivu (*Archives nationales*), *Centre des contemporaines* (CAC), umístěná ve Fontainebleau. Stavba disponuje rozlehlými suterénními halami v hloubce 15 metrů⁴⁸. Teplota depotů dosahuje 18 °C s vlhkostí kontrolovanou dvěma ochrannými systémy. Při katastrofě požárem je možné prostor deopozitáře hermeticky uzavřít a protipožární systém automaticky vyčerpá kyslík.

Centrála francouzského národního archivu se nachází v Paříži ve čtvrti Marais, v historických objektech francouzských paláců z prvního desetiletí 19. století. Podmínky pro uložení archiválií v depozitních prostorech jsou regulovány rovněž klimatizačním systémem. Zavedení centrální klimatizace v interiéru historických budov tak umožní vnitřním klimaticky nestabilním prostorům využití pro účel národního archivu s adekvátními archivními podmínkami.

Na počátku 21. století byly vybudovány nové depozitáře v České republice, Oblastní *Galerie v Liberci* (OGL) a *Národního technického muzea* (NTM). Prvním příkladem je stavba v historickém jádru Liberce v těsné blízkosti původních městských lázní. V roce 2011 zde byla citlivě vestavěna minimalistická stavba

⁴⁸ DUREC, Ivo et al. Francouzské archivy pokořeny českými archiváři. *Ikaros* [online]. 2006, ročník 10, číslo 9. ISSN 1212–5075. Dostupné <https://ikaros.cz/node/12230>.

obdélníkového půdorysu s čistým bezokenním pláštěm. V druhém případě byla stavba depozitáře realizována na samostatném pozemku areálu NTM v Čelákovících, kde později následovala další výstavba (2003-20011). Nejdříve vybudovanou je hala 11 m vysoká s monolitickou železobetonovou konstrukcí, sendvičovým, rovněž téměř bezokenním opláštěním. Budovu rozčleňují jednotlivé specifické provozy s vlastním režimem. Vnitřní klima je v obou případech zajištěno centrální klimatizací.

9.5.3 Depozitáře Ultra-Low-Energy Storage. Stanovisko „přijatelné fluktuační klimatických podmínek.“

Programem „*Partnership for the Preventive Conservation of Endangered Museum Collections in Developing Countries*“⁴⁹ (reorganizace depozitářů v malých muzeích) byla v roce 2008 zahájena spolupráce ICCROM s UNESCO, jehož nestor byl Gael de Guichen. Tento projekt vypracoval metodiku dlouhodobého uložení dokumentů, vycházející z omezených lidských a finančních zdrojů a dlouhodobé udržitelnosti pro instituci. Motivací vzniku metodiky je stanovení přijatelné míry kolísání parametrů vnitřního prostředí, které umožní snížení investičních a provozních nákladů depozitářů, zejména snížení nákladů na instalaci a provoz klimatizací a technologií upravujících vnitřní prostředí. Nový pohled na stanovení klimatických podmínek v depozitářích doporučuje standard ČSN EN 15757⁵⁰ přihlížející k sezónním klimatickým cyklům [35].

⁴⁹ „*Partnership for the Preventive Conservation of Endangered Museum Collections in Developing Countries*“ předurčila diskuzi o potřebách preventivní péče, převážně v malých archivech a muzeích. Tento projekt připravil obecně použitelnou metodiku pro reorganizaci depozitářů, převážně v zemích třetího světa. Metodika je zpracována pro instituce s 10 000 archivními jednotkami.

⁵⁰ ČSN EN 15757 *Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu.*

Ekologickou koncepci využití ročních klimatických cyklů při stanovení podmínek dlouhodobého uložení artefaktů kulturního dědictví představuje výstavba depozitáře v Ribe v jižním Dánsku. 16. Triennale restaurátorské konference v Lisabonu pořádané ICOM-ICC tuto problematiku zastupovalo příspěvkem Ultra-Low-Energy Museum Storage kolektivu autorů⁵¹ dánské sekce ICC. Příspěvek prezentoval Mortenem Ryhl-Svedsenem z konzervátorského oddělení dánského Národního muzea. Koncept depozitáře vyžadující minimální energii pro údržbu a provoz představuje novostavba z roku 2007 realizována jako ekologický, stabilní objekt kontejnerového typu. Půdorys 42 x 24 m, vysoký 6,5 m se stěnami silnými 740 mm obsahujícími 250 mm silnou izolaci z minerální vlny vkládané mezi vrstvy cihel a betonu, oddělených vzduchovými mezerami. Střešní pokrývka obsahuje 300 mm silné vrstvy minerální vlny, betonové podlahy nejsou izolované. Vzduch je vyměňován ventilací s periodou jeden krát za 33 hodin. V objektu není zavedeno topení. Rozsah teplot během ročního cyklu 9 °C – 15 °C, relativní vlhkost udržována na 50 % (průběh hodnot viz graf 9.5.1-9.5.3 v příloze práce) [59].

Požadavky pro architektonický koncept Ultra-Low-Energy Museum Storage podle Ryhl-Svedsena a kol. představuje: teplota vnitřní atmosféry následuje (s kontrolovaným režimem bezpečnostních opatření pro vnitřní klimatické podmínky) roční klimatické cykly. Vyrovnání denního kolísání venkovní teploty. Tepelná jednotnost vnitřní atmosféry nevyžadující tepelnou ventilaci. Velmi pomalá výměna vzduchu. Minimální zněčištění vnitřní atmosféry (zajistit

⁵¹ Morten Ryhl-Svensen (National Museum of Denmark, Department of Conservation), Lars Aasbjerg Jensen (National Museum of Denmark, Department of Conservation), Poul Klens Larsen (National Museum of Denmark, Department of Conservation), Benny Bøhm (National Museum of Denmark, Department of Conservation), Tim Padfield (Devon, UK)

dostatečnou filtraci při ventilaci). Minimální výměna vzduchu umožňuje využití vyrovnávacích pamětí vlhkosti, za pomoci odvlhčování řízeného sluneční energií.

9.5.4 Novostavba depozitáře se stabilním vnitřním prostředím utvořeným konstrukcí obvodového pláště

Přísným nárokům na uložení DOP želatinostříbrných pozitivů vyhovují moderní, účelově navržené a provozované depozitáře s regulací vnitřního prostředí, které je docíleno především návrhem obvodového pláště. Jedním z příkladů tohoto řešení je Archiv de Yvelines.

Objekt Archivu de Yvelines je moderní budova, postavená v roce 2004. ve Francii v regionu Ile-de-France. Skeletová, železobetonová konstrukce s dvojitými cihlovými vyzdívkami je pokryta keramickým opláštěním. Vnitřní atmosféra dosahuje ideální stabilní klima $18\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ a $55\% \pm 5\%$ relativní vlhkosti⁵². Prostory depozitářů neobsahují žádné vysoko energetické záření, zdrojem světla v bezokenních místnostech jsou umělé zdroje s filtrem UV záření. Udržování klimatu je docíleno především konstrukcí a stavebním řešením bez aplikace klimatizace, potřebný pohyb vzduchu zajišťuje pouze systém centrálně ovládané ventilace. Takovéto stavební řešení umožňuje udržovat stálé klima na principu termosky. V těchto případech výstavby depozitáře je snahou snížení regulace klimatických podmínek zvýšením pasivní tepelné kapacity budovy.

Projekty staveb tohoto typu využívají definice standardu 11799, která je popsána v kapitole 5.2 *Klimatická stabilita*. Zde je doporučováno projektování depozitářů tak, „aby poskytoval správné a stabilní vnitřní prostředí s minimální závislostí na mechanických systémech. Toho lze částečně docílit konstrukcí

⁵² DUREC, Ivo et al. Francouzské archivy pokořeny českými archiváři. Ikaros [online]. 2006, ročník 10, číslo 9. ISSN 1212-5075. Dostupné <https://ikaros.cz/node/12230>.

vnějších zdí, střechy a podlahy budovy z materiálů, které v maximální míře izolují interiér od vnějších klimatických změn⁵³ [32].

⁵³ ISO ČSN 11799:2003/2006 Informace a dokumentace — Požadavky na ukládání archivních a knihovních dokumentů. Kapitola 5.2. Klimatická stabilita. Český normalizační institut, 2006. s. 8n.

Závěr

Diplomová práce se zabývá perspektivou uchování DOP želatinostříbrných pozitivů pro další desetiletí. Cílem práce bylo vypracování rešerše literatury na téma preventivní péče DOP želatinostříbrných pozitivů, uvedení nejčastějších příčin degradace a podmínek pro dlouhodobé uložení s porovnáním přístupů k preventivní péči o DOP želatinostříbrné pozitivy v odborných institucích zaměřených na ochranu fotografie.

Studium tématu bylo založeno na dvou paralelních liniích literatury. Dobová fotografická s vymezením let 1880-1850 mi byla cenným materiálem pro exaktní popis technologických postupů této techniky. Druhou linií byla literatura zaměřující se na problematiku preventivní péče archiválií, převážně DOP želatinostříbrných pozitivů od roku 1970-2015. Výsledkem práce je uvedení doporučených podmínek uložení DOP želatinostříbrných pozitivů s porovnáním přístupů odborných institucí zaměřených na preventivní péči o DOP želatinostříbrné pozitivy.

Práce je zaměřena pouze na problematiku dlouhodobého uložení DOP želatinostříbrných pozitivů a zabývá se primárně problematikou obrazové želatinové vrstvy DOP želatinostříbrných pozitivů. Nezabývá se materiálem na papírové podložce opatřené polyethylenovou fólií (označované jako Resin Couted nebo PE paper) a rozbořem vlastností a degradačních mechanismů celulózových nosičů, jejichž problematika přesahuje rámec této práce.

První část práce obsahuje studii materiálového složení DOP želatinostříbrných pozitivů s popisem dobového výrobního a zpracovatelského procesu. Nejčastějšími a doporučenými vyvolávacími lázněmi byla metolová a hydrochinonová, ustalovací lázní byl thiosíran sodný. Navazující studií je popis

poškození DOP želatinostříbrných pozitivů s uvedením nejčastějších příčin. Přední vlastností DOP pozitivu je hygroskopicita papírové podložky a zejména želatinového pojiva. Z tohoto hlediska se jedná o materiál mimořádně náročný na uložení. Při relativní teplotě vzduchu vyšší než 60 % dochází k mikrobiologickému napadení, vzhledem k nedostatečné preventivní péči DOP pozitivů jsou tato poškození velmi častá a charakteristická. Součástí přílohy práce je rovněž dokumentace poškození DOP pozitivů vybraných zástupných fotografií Archivu Národního muzea. Posouzení poškození na vybraných fotografiích z Archivu Národního muzea bylo realizováno na podkladě rešerše literatury. V praxi tak byl doložen teoretický základ práce. Nejčastějšími poškození se prokázala mechanická, způsobená vnějším faktorem a chemická degradace v důsledku nekvalitního zpracovatelského procesu.

V druhé části práce jsou definovány nejčastější faktory způsobující poškození nebo degradaci DOP želatinostříbrných pozitivů a jsou zde uvedena doporučení pro jejich uložení. Stav DOP želatinostříbrných pozitivů je závislý na faktorech, které vzájemně umocňují rozsah poškození a jejich regulace je nezbytná. Mezi tyto faktory patří teplota, relativní vlhkost, elektromagnetické záření a atmosférické kontaminanty. Ideální jsou opatření navržená pro konkrétní depozitář vycházející z jeho technických možností a konkrétních požadavků na uložení DOP pozitivů. Doporučení optimálního klimatu jsou předmětem mezinárodních a národních standardů např. ISO 11799:2003, ISO 18916:2007, ISO 18920:2011, BS PAS 198:2012, PD 5454:2012 přiložených v příloze práce. Jednoznačné určení podmínek uložení DOP želatinostříbrných pozitivů neexistuje, optimální klimatické podmínky v depozitáři ovlivňuje konstrukce budovy, klimatizační režim a technologie regulace klimatických podmínek, výstavní a archivní historie DOP želatinostříbrných pozitivů, bohužel v některých případech i

finanční možnosti instituce. Většina doporučení se však pohybuje v rozsahu hodnot 30-50 % RH s požadavkem minimálního kolísání při teplotě 16-18 °C v ideálním případě bez kolísání s filtrací vnější atmosféry a eliminací, v ideálním případě absolutní odstranění zdrojů způsobujících expozici DOP želatinostříbrných pozitivů elektromagnetickým zářením.

Možnosti preventivní péče v praxi dokládám aktuálními sondami do výstavby vybraných archivů. Instalování klimatizační jednotky je řešením, které zajišťuje adekvátní uložení, limitem jsou však finanční možnosti instituce. Velmi náročné, ale ve svém výsledku velmi úspěšné jsou novostavby realizované moderními stavebními technologiemi. Práce nezahrnuje doporučení týkající se protipožární ochrany depozitářů a jejich periodických kontrol či ochranu před katastrofou, která jsou dostatečně obecně známa, vztahují se na veškeré předměty kulturního dědictví a jejich rozsah přesahuje rámec této práce.

Zpracování dobového fotochemického procesu ozřejmuje projevující se i nastávající degradace a umožňuje tak adekvátní péči. Je zřejmé, že vývoj analytické chemie v budoucnu umožní pracovat s takovými analytickými metodami, které povedou k ještě hlubšímu poznání složení DOP želatinostříbrného pozitivu, zejména látek zpracovatelských procesů. To umožní předurčit další degradační procesy a tak stanovit přesnější či ověřit současné doporučované podmínky uložení. Aktuálním úkolem preventivní péče je nalezení takových opatření, která jsou a v dalším horizontu budou v praxi dostupná a udržitelná.

Seznam použité literatury

- 1) ALI, M., A. Investigations on the chemical degradation of silver gelatin prints. In: *International Journal of Conservation Science*. 2012, vol. 3, no. 2, p. 93-106.
- 2) ASHRAE 2007. Photographic Material Facilities. In: *Handbook. HVAC Applications*. SI Edition. Atlanta Georgia: Ashrae, 2007. Chapter 20, 21. ISBN 978-1-933742-14-4.
- 3) ASHRAE 2009. Indoor Environmental Quality. Building Envelope. General. In: *Handbook. Fundamentals*. SI Edition. Atlanta Georgia: Ashrae, 2009. Chapter 10, 26, 36. ISBN 978-1-933742-55-7.
- 4) BACÍLKOVÁ, Bronislava. Ochrana depozitářů před biologickými škůdci. In: *Depozitáře–obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 16-19.
- 5) BAMBERGER et al., *Studies in Conservation*, Vol. 44, No. 2 (1999), pp. 86-90 dostupné <http://britishlibrary.typepad.co.uk/collectioncare/2014/06/materials-testing-the-oddy-test.html#sthash.u6I60uAt.dpuf> (cit. 20.6.2015).
- 6) BARTLOVÁ, Lenka. Přírodní lepidla: klijhy, želatiny a rostlinné gummy. In: *Sborník semináře Lepidla v památkové péči*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2010. s. 18-21.
- 7) Bartl, Benjamin–Bartlová, Lenka. Přehled mezinárodních a národních norem stanovujících limity plynného znečištění, prachu a aerosolů pro knihovny, archivy, muzea a galerie. Metodický materiál Národního archivu ČR, 2015.
- 8) BS PAS: 198:2012, Specification for managing environmental conditions of cultural collections, the British Standard Institution, 2012. s. 14.
- 9) Britská státní norma "Recommendations from the storage exhibition of archival documents" BS 454:1977. In: *Zpravodaj pobočky ČSVTS*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1987. č. 33, s. 104. (nahrazeno BS 5454:2000, nahrazeno 5454:2012)
- 10) BUFKA, Vladimír., Jindřich. *Katechismus fotografie. Úvod do fotografie pro fotografy amatéry*. I. vydání. Praha: Nakladatelství Hejda a Tuček v Praze, 1913. s. 122.
- 11) BUKOVSKÝ, Vladimír. *Ochrana knižných a archívnych zbierok - vplyv svetla*. In: *Knižnice a informácie*. 1997. roč. 29, zv. 10, s. 407-418. ISSN 1210-096X. Dostupné www: < <http://194.160.178.68/snk/ki/1097/d.html> > (20.6.2015).
- 12) BUKOVSKÝ, Ladislav–BLAHA, Martin. *Prevenca a odstraňovíní vlhkosti*. I. Vydání. Šlapanice: Era, 2004. s. 41. ISBN 80-86517-48-9.
- 13) CAMUFFO, D. *Microclimate for Cultural Heritage, Conservation, Restoration, and Maintenance of Indoor and Outdoor Monuments*. Elsevier, Amsterdam. s. 88-89.

14) DANEŠ, Ivan–VEČEŘA, Milan–KREJČÍ, Antonín. *Techniky ošetření, uložení a duplikace archivních fotografických snímků*. Závěrečná zpráva grantového úkolu A03/V065/1993. Praha: Vúzort, 1993. s. 12, s. 15, s. 20, s. 24.

15) DOUBRAVOVÁ, Kateřina. „Zásady preventivní péče v depozitářích“. In: *Depozitáře–obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 7–15.

16) ĎUROVIČ, Michal. Materiálová podstata, vlastnosti a příčiny poškození archivních a knihovních sbírek. In: *ĎUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih*. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 46. ISBN 80–7185–383–6.

16/2 EDER, Josef, Maria. *Theorie und praxis. Photographie mit Bromsilberemulsionen*. Wien: Verlag der Photographischen Correspondenz. 1881. s.62nn

17) EIGL, Jan. Receptory záření. In: *EIGL, Jan., BLUMOVÁ, Věra. Optické základy obrazové techniky*. II. Vydání. Praha: Famu, 1993. s. 48.

18) EN ČSN 12500:2000/2001 Ochrana kovových materiálů proti korozi – Pravděpodobnost koroze v atmosférickém prostředí – Klasifikace, stanovení a odhad korozní agresivity atmosférického prostředí.

19) FLORIAN, Mary–Lou. Water, heritage photographic materials and fungi. In: *Topics in Photographic Preservation, Volume 10*. Washington: Photographic Materials Group of the American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works. pp. 60-73. 2003.

20) GRZYWACZ, Cecily. Monitoring for Gaseous Pollutants in Museum Environments. Los Angeles: The Getty Conservation Institutes, 2006. s. 14–33. ISBN–13: 978–0–89236–851–8.

21) HANUS, Jozef. Ochrana fotografických dokumentov. In: *ĎUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih*. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 462–490. ISBN 80-7185-383-6.

22) HENDRIKS, Klaus. Developed–Out Photographic paper Prints. In: *HENDRIKS, Klaus. The preservation and Restoration of Photographic Materials in Archives and Librares: a RAMP study with guidelines*. For the General Information Programme and INISIST. Paris: UNESCO, 1984. s. 19. PGI–84/WS/1.

23) HENDRIKS, Klaus. Storage conditions. In: *HENDRIKS, Klaus. The preservation and Restoration of Photographic Materials in Archives and Librares: a RAMP study with guidelines*. For the General Information Programme and INISIST. Paris: UNESCO, 1984. s. 84. PGI–84/WS/1.

24) HENDRIKS, Klaus. *Fundamental of Photograph Conservation: A Study guide. Canada: The National Archives of Canada and The Canada Communication Group*, 1991. s. 40nn, s. 45nn, s. 356nn, s. 402nn. ISBN 0-921633-80-7.

25) HENDRIKS, Klaus et al. Properties and Stability of Gelatin Layers in Photographic Materials

26) HEŘMÁNEK, Zbyněk–ŠUPOVÁ, Kateřina. „Nové depozitáře Národního technického muzea“. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 7.–9.9.2010 Uherské Hradiště*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2010. s. 172n. ISBN 978–80–86413–72–3.

27) HOWELL, Ronald et al. *Principles of Heatign Ventilating and Air Conditioning. Based on the 2013 ASHRAE Handbook–Fundamentals*. 7th Edition. Atlanta GEORGIA: Ashrae, 2013. s. 477nn. ISBN 978–1–936504–57–2.

28) HUBÁČEK, František. Vlhkost vzduchu–její měření a regulace. In: *Zpravodaj pobočky ČSVTS Státní ústřední archiv Praze*. č. 20, Praha: Státní ústřední archiv v Praze. 1982, s. 69–76.

29) CHAPMAN, Orville–DE PUY, Charles. *Molekulové reakce a fotochemie*. Přeložil Miloš Nepraš. Praha: SNTL, 1978. s. 145. 04–60478.

30) ISO 18920:2011 Imaging materials — Reflection prints — Storage practices. International Organisation of Standards, 2011.

31) ISO 18916:2007 Imaging materials — Processed imaging materials — Photographic activity test for enclosure materials. International Organisation of Standards, 2007.

32) ISO ČSN 11799:2003/2006 Informace a dokumentace — Požadavky na ukládání archivních a knihovních dokumentů. Český normalizační institut, 2006. s. 6nn, s.9nn.

33) ISO ČSN 11844–1:2006/2007 Koroze kovů a slitin — Klasifikace vnitřních atmosfér s nízkou korozní agresivitou - Část 1: Stanovení a odhad korozní agresivity vnitřních atmosfér. Český normalizační institut, 2007. s. 32.

34) ISO ČSN 9225:199 Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér. Měření znečištění. Český normalizační institut, 1994 Chapter 5.

ČSN EN 15758:2010 Ochrana kulturního dědictví – Postupy a přístroje pro měření teploty vzduchu a teploty povrchů objektu. Český normalizační institut, 2011.

34) ISO ČSN 9223:1992 Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér. Klasifikace. Český normalizační institut, 1994.

35) ČSN EN 15757 Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu

36) JOSEF, Jan. Vlastnosti papíru jako obalového materiálu pro ukládání sbírkových předmětů. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 5.–*

7.9.2006 *Cheb*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 44n. ISBN 80-86413-35-7.

37) JOSEF, Jan. Mikroklimatické podmínky prostředí a vlhkost sbírkových předmětů. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 4.–6.9.2007 Znojmo*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 64n. ISBN 80-86413-41-1.

38) JUNGE, Wilhelm–HÜBNER, Gustav. Fotografická chemie. Přeložil Pavel Vetešník. Praha: SNTL, 1987. s. 55. 04-603-86.

39) KALINA, Tomáš. Velké archivní budovy současnosti. In: *Zpravodaj pobočky ČSVTS Státní ústřední archiv Praze*. č. 33. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1987. s. 1nn.

40) KOPECKÁ, Ivana. Ochrana sbírek před biologickým poškozením. In: *Sborník z konzervatorského a restauratorského semináře 1.-3. října 1997 Teplice*. Brno: Technické muzeum v Brně. 1997. s. 111-115.

41) KOPECKÝ, Jan–PANCÍŘ, Jiří. Faktory ovlivňující průběh fotochemických reakcí. In: *HORÁK, Milan. Organická chemie v obrazech, schématech a tabulkách*. Praha: Academia, 1987. s. 145-162. 21-093-86.

42) KRČMÁŘOVÁ, Štěpánka. *Fotografické techniky a jejich nejčastější poškození*. Diplomová práce. Praha: Akademie Múzických Umění. Fakulta Filmová a televizní, Katedra fotografie, 2006. s.33nn.

43) KREJČÍ, Antonín. Zdroje světla. *Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty*. Závěrečná zpráva grantového úkolu řešeného v letech 1998-2000. Praha: Národní archiv, 2009. s. 17nn. ISBN: 978-80-86712-73-4.

44) KŘIVÁNEK, Ladislav. *Fotografická laboratorní technika*. I. vydání. Praha: Orbis, 1957. s.16.

45) LAUSCHMANN, Jan. *Příručka Fotochemy*. Hradec Králové: Fotochema, 1924. s. 35.

46) LAUSCHMANN, Jan. *Příručka Neobromu*. Brno: Neobrom, 1927. s. 4-36.

47) LJALIKOV, Konstantin. *Teorie fotografických procesů*. Přeložil Josef Kubal-Alena Hálová. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1955. s. 166.

48) LAVEDRINE, Bertrand. *A Guide to the preventive conservation of photograph collections*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2009. s. 83, s. 99nn, s.109nn. ISBN 0892367016.

49) LOURENCO, M. Microbial deterioration of gelatin emulsion photographs. In: *International biodeterioration a biodegradation*, 2009, vol. 63, p. 496-502.

50) MALIŠ, Jan. *Metody snižování emisí oxidu uhličitého*. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2007. s. 16.

50/2) MAXOVÁ, Ivana. Přehled poškození černobílých fotografií s želatino-stříbrnou emulsní vrstvou a metody jejich nápravy. *Historická fotografie*. 1/2001, roč. 1, s. 54–59. ISSN–1213–399X.

51) McCORMICK-GOODHART: Cold storage Environments for Photographic Materials. The society for Imaging Science and Technology, 1993 USA. s.9.

52) MERVIN, Richard. The Benefits and Disadvantages of Adding Silica-gel to Microclimate Packages for panel paintings, In: *Museum Microclimates*. Copenhagen: The National Museum of Denmark, 2007. s.237–243.

53) NORRIS, Debbie. Hess. *Silver gelatine photographic prints*. Kodaň: Det Kongelige Danske Kunstakademi Konservatorskolen, Fotografisk konservering, 2005. s.1–7.

54) PAŘÍKOVÁ, Jelena–KUČEROVÁ, Irena. „Plísně a vnitřní prostředí“. *Jak likvidovat plísně*. Praha: Grada Publishing, 2001. s. 25nn. ISBN 80–247–9029–7.

55) PEŠTA, Jan a kol., *Diagnostika staveb*. II. Vydání. Praha: Dek, 2014. s. 25. ISBN 978-80-87215-15-9.

56) Photographic Products Group. *Conservation of Photographs*. Rochester: Eastman Kodak Company, 1985. s. 36, s. 71. ISBN 0-87985-352-2.

57) PRONIEWITZ, Hydrothermally degraded groundwood containing paper. *Journal of Molecular Structure*, 2002, vol. 614, no. 1_3, p. 345-353.

58) RŮŽEK, Jiří. Fotografické materiály. In: *Technické základy fotografie*. I. vydání. Praha: KFŽ, 2002. s. 113, s.121. ISBN 80-02-01492-8.

59) RYHL–SVENDSEN, Morten. *Pollution in the photographic archive - a practical approach to the problem*. IADA, 1995. s. 211–215. dostupné: [iada home.org/ta99_211.pdf](http://iada.home.org/ta99_211.pdf) (cit. 1.7.2015)

RYHL–SVENDSEN, Morten et all. Ultra Low-Energy Museum Storage. In: ICOM-International Committee for Conservation 16th Triennial Conference in Lisbon. Paris: ICOM. 2011. ISBN 988–898–97522–2–1. dostupné: [www conservationphysics.org](http://www.conservationphysics.org) (cit. 20.8.2015)

60) REILLY, James et al. New Tools for Preservation. Assessing Long–Term Environmental Effects on Library and Archives Collection. IPI 1995 s. 6–8. ISBN 1–887334–46–7.

61) REILLY, James. *Care and identification of 19th century photographic prints*. New York: Eastman Kodak Company, 1986. s. 73–97. ISBN 13: 978-0879853655.

- 62) STRAKA, Roman. Preventivní péče. In: *ĎUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih*. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 79nn. , s. 99. s. 124. ISBN 80-7185-383-6.
- 63) SELUCKÁ, Alena et all. *Preventivní konzervace: moderní postupy a technologie*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2014. s. 4nn., 14nn.
- 64) SELUCKÁ, Alena–JAKUBEC, Petr. Současné standardy mikroklimatu v muzejní praxi. In: *Fórum pro konzervátory–restaurátory*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 71–76. ISBN 978–80–87896–08–2.
- 65) SCHEUFLER, Pavel. Péče o fotografické dědictví ve Švýcarsku. In: *Ochrana fotografických sbírek. Sborník textů vydaný u příležitosti konání stejnojmenného semináře v rámci 6. pražského setkání historiků a teoretiků fotografie v NTM 12.listopadu 1998*. Praha: České foto, 1998. s. 27–30. ISBN 80-900903-5-4.
- 66) SKOPEC, Rudolf. *Negativní a pozitivní retuš*. I. vydání. Praha: Orbis, 1959. s. 52.
- 67) SNÍŽEK, Luboš. Využití inertní atmosféry při ukládání archivních dokumentů. In: *VIII. Seminář restaurátorů a historiků, Železná ruda 1991*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992. s. 86nn.
- 68) SPITZER, Max. *Technologie klišů a želatin*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952. s. 109nn., 116nn.
- 69) STULIK, Dusan. *Silver gelatin: The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute. 2013. s. 24nn.
- 70) STÝBLO, Pavel. Zpracování fotografických materiálů. In: *Technické základy fotografie*. I. vydání. Praha: KFŽ, 2002. s. 139. ISBN 80-02-01492-8.
- 71) ŠEFCŮ, Ondřej. Několik poznámek k problematice depozitářů v historických budovách. In: *Depozitáře–obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 4–6.
- 72) ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. Vliv vnějšího prostředí na mikroorganismy. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vydání. Praha: Academia, 2002. s. 153n. ISBN 80–200–1024–6.
- 73) ŠIMON, Robert. *Kompendium praktické fotografie pro amatéry*. III. vydání. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva Československého v Praze, 1935. s. 151.
- 74) ŠPILLAR, Rudolf–ŠPRIŇAR, Jan. *Kompendium praktické fotografie pro amatéry*. II. vydání. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva Československého v Praze, 1913. s. 104.

- 75) TÉTREAU, Jean. Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives. Risk assesment, Control Strategies, and Preservation Management. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2003.
- 76) VÁVROVÁ, Petra. Degradace, archivace a systémy ukládání archiválií a fotografického materiálu. In: *Depozitáře–obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 32–40.
- 77) VÁVROVÁ, Petra. Fotografický materiál. In: *KOTLÍK, Petr. Zpravodaj STOP. Téma: Péče o fotografický materiál. Svazek 10 (2008), číslo první*. Slaný: Společnost pro technologie ochrany památek, 2008. s. 5–23. ISSN 1212-4168. ISSN 1212-4168.
- 78) VÁVROVÁ, Petra. Koroze a degradace polymerních materiálů–3.4.Koroze a degradace papíru. Učební materiály VŠCHT–Ústav chemické technologie restaurování památek. s. 41–60.
- 79) VÁVROVÁ, Petra. Základy péče a konzervace historických fotografických materiálů aneb jak pečovat a starat se o fotografie. In: *Fotografie v muzeích*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2009. s. 13–26. ISBN 978-80-86413-64-0.
- 80) VESELÁ, Mária a kol. Vliv mikrobionální kontaminace na kvalitu stříbrného fotografického obrazu. In: *XIV. Seminář restaurátorů a historiků Brno 2009*. Praha: Národní archiv, 2012. s. 211–218. ISBN 978-80-7469-007-5.
- 81) VEDAARZ, Ali. HVAC: Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation. 1st Edition. New York NY: Industrial Press. Chapter 2,4. ISBN 0–8311–3163–2.
- 82) Vliv vzdušných polutantů na stabilitu fotografického materiálu. In: *Monitorování plynných polutantů v depozitářích státních archivů ČR a způsoby jejich odstranění*. Grantový projekt VE20072008003. Řešitel Michal Ďurovič. Praha: Národní archiv, 2009. s. 15–22, s. 27, s.27–37.
- 83) Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty. Závěrečná zpráva grantového úkolu řešeného v letech 1998–2000. Praha: Národní archiv, 2009. s. 56nn, s. 130nn, s. 168. ISBN: 978–80–86712–73–4.
- 84) TOMŠOVÁ, Kateřina. *Vliv dezinfekčních metod na stabilitu černobílých fotografických materiálů*. Diplomová práce. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. Fakulta chemické technologie, Ústav chemické technologie restaurování památek, 2014.
- 85) WILSON, David. *The care and storage of photographs. Recomendations for good Practise*. London: British Library. 1997. s. 19-23.
- 86) ZIKMUND, Jiří. „Přehled základních zásad pro uložení fotografických sbírek“. In: *Ochrana fotografických sbírek. Sborník textů vydaný u příležitosti konání stejnojmenného semináře v rámci 6. pražského setkání historiků a teoretiků fotografie v NTM 12.listopadu 1998*. Praha: České foto, 1998. s. 8–13. ISBN 80-900903-5-4.

87) ZÍKA, Miroslav. *Vliv polutantů vzduchu na vlastnosti anorganických materiálů*. Diplomová práce oboru Technologie ochrany prostředí. Praha: VŠCHT. 1994.

88) ZÁTKA, Vladimír–SÝKORA, Václav. Příruční tabulky pro chemii. Praha: SNTL, 1960. s. 174.

Prameny:

Vzorník pozitivních kopií firmy KRAFTaSTEUDEL továrny fotografických papírů (spol s.r.o.) Drážďany. Vydavatel, místo, rok: neuvedeno. [Knihovna Památníku národního písemnictví, Fond Karáskova galerie, sign. KaG LXIII-458]

Fotografie Divadelního archivu Národního muzea, lokace Vinohradské divadlo. Praha: Vinohradské divadlo, 1. polovina 20. století. . [Dosud nezpracovaný fond: Národní muzeum, Divadelní archiv]

Přehled vybraných citovaných institucí, autoři odborných textů

ASHRAE

je společnost založená v roce 1984 zaměřující se na stavební činnost, energetickou účinnost, kvalitu vnitřního ovzduší. Soustřeďuje se na vývoj vytápění, ventilace, klimatizace a chlazení jehož cílem je udržitelná energetická schopnost života člověka.

Bertand Lavedrine

je profesorem Muzeua d'Histoire Naturelle v Paříži (Francie), a od roku 1998 ředitel Centre de Recherche sur la. Představuje současného propagátora a podporovatele preventivní péče a restaurování fotografického materiálu. Zpracoval a vydal mnoho dokumentů a knih o uchování fotografického média, za které získal několik ocenění a vyznamenání. Jeho výzkumný zájem se soustředí na realizaci udržitelného rozvoje v oblasti vědy a preventivní konzervace. je členem správní rady neziskových organizací, byl koordinátorem fotografické skupiny Mezinárodní rady muzeí (ICOM-CC). Byl stážista v Getty muzeu a Getty výzkumném ústavu (Los Angeles, USA).

Canadian Conservation Institute

Canadian Conservation Institute (CCI) sídlí v Ottawě a byl založen roku 1972 s cílem ochrany národního kulturního dědictví. Ve své činnosti se zaměřuje na výzkum, technologie restaurování, které také aplikuje v praxi. Spolupracuje se sbírkotvornými institucemi s působením převážně na Americkém kontinentu.

ČSN

označení státních Československých norem. Po osamostatnění České republiky bylo označení ČSN zachováno. V současné době je zákonem chráněné označení česká technická norma. Proces a vydávání zajišťuje Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

David Wilson

zakládající člen Air Archeology Research Group (AARG), zakládající člen National Association Photographic Library (NAPLIB) roku 1989. Zaměřoval se na péči a ukládání fotografií, doporučeními pro uložení. Profesně se kromě archeologie a tance věnoval letecké fotografii. Od roku 1980 působil jako akademický výzkumný pracovník se zřetelem na archivní konzervaci na Cambridge University Collection of Aerial Photography (CUCAP).

Eastman Kodak Company

společnost založená v roce 1892 v Rochesteru. Hlavním zájmem byl obchod a podpora fotografického průmyslu. od počátku proslulá vývojem fotografických technologií.

Environmental Protection Agency

Environmental Protection Agency, United States (EPA) založena roku 1970 prezidentem Nixonem je agentura Federální vlády Spojených států amerických zameřena na ochranu lidského zdraví, životního prostředí se sídlem ve Washingtonu. Agentura v současné době provozuje 27 laboratoří s výzkumy životního prostředí a jeho podmínek pro život člověka. Prostřednictvím environmentálního výzkumu a vzdělávání minimalizuje dopad průmyslového znečištění prostředí.

EN

evropské normy, které byly ratifikovány evropskou organizací (CEN, CENELES, ETSI oprávněné u nařízení EU 1025/2012. Evropská norma se stává národním standardem v každé členské evropské zemi.

Europe Environmental Agency

Europe Environmental Agency (EEA), evropská agentura pro životní prostředí je agenturou Evropské unie jejíž cílem je zprostředkování kvalitních, nezávislých informací o životním prostředí. Agentura byla zřízena Evropskou unií v roce 1990 se sídlem v Kodani. Hlavními cíli jsou zlepšování životního prostředí, koordinace Evropské Informační a pozorovací sítě pro Životní prostředí (Eionet).

Getty Conservation Institute

Getty Conservation Institute (GCI) je mezinárodní výzkumné pracoviště nacházející se v Los Angeles se sídlem v Getty centru založeném v roce 1985. Soustředí se na výzkum, ochranu, vzdělávání. Prostřednictvím terénních výzkumů navazuje dialog na téma ochrana umění po celém světě. Podporuje projekty zachování kulturního dědictví.

Image Permanence Institute

Image Permanence Institute (IPI) je neziskové výzkumné pracoviště podporované Rochester Institute of Technology a Společností Imaging Science and Technology. IPI byl založen roku 1985 se zaměřením na výzkumné a poradenské služby v oblasti preventivní ochrany a obnovy obrazů a kulturních statků. Finanční podporou je Národní dotace pro humanitní obory, Andrew W. Mellon Foundation, Ústav pro muzea a knihovní obory. Hlavní náplí institutu je poradenství, výzkum, vzdělávací služby.

ISO

celosvětová federace národních normalizačních orgánů. Mezinárodní normy připravují technické komise ISO. Předmětem organizace je příprava mezinárodních norem.

Klaus B. Hendriks (1937 Hamburg - 1996 Kemptville)

odborným tématem byly fyzikálními vlastnostmi a trvalost fotografických materiálů, odborně působil jako konzultant UNESCO, nezávislý člen výboru ANSI IT9, člen ICCOM-ICC, podporovatel ochrany fotografií. V roce 1971 vystudoval chemii sacharidů, od roku 1975 působil v Kanadském národním archivu. V roce 1991 se stal ředitelem nově otevřeného oddělení konzervace.

Morten Ryhl-Svedsen

působí v dánském Národním muzeu v oddělení konzervace, na Dánské královské akademii výtvarných umění, Školy architektury, designu a konzervace. Zaměřuje se na preventivní konzervaci fotografického materiálu.

Stanford University Libraries, Preservation Department. Conservation Online

Stanford University Libraries, Preservation Department. Conservation Online (SUL) sídlí v kampusu University na Broadway street Redwood City v Kalifornii. Specializuje se na problematiku preventivní péče, ochrany kulturního dědictví a výzkumu technologií restaurování a konzervace. V laboratoři konzervačního oddělení univerzita využívá digitalizace, podílí se na výzkumu zavedení nových informačních technologií v restaurátorské praxi.

The International Society of Automation

The international Society of Automation (ISA) je mezinárodní neziskové profesní sdružení, které nastavuje standard pro ty, kteří žádají inženýrství a technologií s cílem zlepšit správu, bezpečnost, a kybernetická bezpečnost moderních automatizačních a řídicích systémů používaných v rámci průmyslu a kritické infrastruktury. Společnost byla založena v roce 1945, ISA vyvíjí široce použité globální standardy; certifikace profesionálů; poskytuje vzdělání a odbornou přípravu; vydává knihy a technické předměty; hostí konferencí a výstav; a poskytuje síťové a rozvojové programy.

Citované mezinárodní, evropské a národní standardy

ISO 18902:2013

Katalogové číslo:

Název dokumentu: Imaging materials – Processed imaging materials – Album, framing and storage materials

Datum vydání: 2013 (třetí vydání) nahrazuje dokument ISO 18902:2007, který nahradil ISO 18902: 2001 (Processed photographic films, plates and papers – Filling enclosures and storage containers), nahrazující ISO 10214:1997, nahrazující ISO 10214:1991 (kat. č. 21884) (Processed photographic materials – Filling enclosures for storage)

Committee: ISO/TC 42, Photography

Anotace: specifikuje požadavky na albusy, adjustace, uložení fotografických materiálů.

ISO 18916

Název dokumentu: *Imaging materials - Photographic activity test fot enclosure materials*

Rok vydání: 2007 (nahrazuje ISO 14523:1999)

Committee: ISO/TC 42, Photography

ISO 18920

Název dokumentu: Imaging materials – Reflection prints – Storage practises

Datum vydání: 2011 (druhé vydání) nahrazuje dokument ISO 18920:2000

Committee: ISO/TC 42, Photography

ČSN ISO 11799

Katalogové číslo: 75160

Název dokumentu: Informace a dokumentace – Požadavky na ukládání archivních a knihovních dokumentů (Information and documentation – Document storage requirements for archive and library materials)

Datum vydání ČSN: 1.2.2006

Rok vydání ISO: 2003

Technická komise ISO/TC 46

Anotace: Norma stanoví charakteristiky univerzálních depozitářů užívaných pro dlouhodobé uložení archivních a knihovních materiálů*. Zabývá se umístěním a konstrukcí budov, instalacemi a vybavením.

(* pro účely dokumentu ČSN 11799 je na s. 6 užit termín **archivní a knihovní materiály** následující definicí: „ všechny typy dokumentů uchovávané v archivech a knihovnách,.....grafické sbírky a jiné papírové dokumenty, ale také pergamen, papyrus, filmy, fotografické materiály.....“)

ČSN ISO 11844-1:2006

Katalogové číslo: 77805 / Z1 81399

Název dokumentu: Koroze kovů a slitin – Klasifikace vnitřních atmosfér s nízkou korozní agresivitou – Část 1: Stanovení a odhad korozní agresivity vnitřních atmosfér (Corrosion of metals and alloys Classification of low corrosivity of indoor atmospheres Part 1: Determination and estimation of indoor corrosivity)

Datum vydání ČSN: 1.2.2007

Rok vydání ISO: 2006

Anotace: Klasifikace vnitřních atmosfér s nízkou korozní agresivitou je podle ISO 11844-1 rozdělena do 5 stupňů korozní agresivity vnitřních atmosfér IC1 – IC5.

Hodnocení může být provedeno na základě přímého stanovení korozního napadení vybraných kovů (viz ISO 11844-2) nebo měřením enviromentálních parametrů (viz ISO 11844-3) zkoumaného prostředí. Cílem normy je charakterizovat vnitřní atmosférické prostředí, stanovit ucelený způsob klasifikace vnitřních atmosfér, předepsat postupy pro odvození a odhad stupňů korozní agresivity vnitřních atmosfér. Tato norma definuje následující symboly a značky: $r_{(corr)}$ – korozní rychlost stanovená ze změn hmotnosti měřených po expozici po dobu jednoho roku, $r_{(mi)}$ – rychlost přírůstku hmotnosti po expozici po dobu jednoho roku.

ČSN EN 9223:2012

Katalogové číslo: 91332

Název dokumentu: Koroze kovů a slitin - Korozní agresivita atmosfér – Klasifikace, stanovení a odhad (Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation)

Datum vydání ČSN: 1.9.2012

Rok vydání ISO: 2012 / nahrazuje dokument ČSN ISO 9223:1994 kat. č. 16335

Anotace: stanovuje systém klasifikace korozní agresivity atmosférických prostředí. Norma specifikuje základní činitele atmosférické koroze kovů a slitin, což jsou teplotně-vlhkostní komplex a znečištění oxidem siřičitým a vzdušnou salinitou (koncentraci minerálních látek rozpuštěných v roztoku). Činitele korozního účinku jiných znečištění – ozónu, oxidů dusíku, pevných částic nejsou považovány za rozhodující pro posuzování korozní agresivity podle této normy (viz ČSN ISO 11844)

ISO EN ČSN 9225:2012

Katalogové číslo: 91334

Název dokumentu: Koroze kovů a slitin - Korozní agresivita atmosfér – Měření činitelů prostředí ovlivňujících korozní agresivitu atmosféry (Corrosion of metal and alloys – Corrosivity of atmospheres – Measurement of environmental parameters affecting corrosivity of atmospheres)

Datum vydání ČSN: 1.9.2012

Rok vydání ISO: 2012 / nahrazuje dokument ČSN ISO 9225:1994 kat.č. 16662

Anotace: specifikuje metody měření parametrů potřebných k odhadu korozní agresivity použitému v ISO EN ČSN 9223 pro klasifikaci korozní agresivity atmosfér.

ČSN BS EN 15757:2010

Katalogové číslo: 88028

Název dokumentu: Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu (Conservation of

Cultural Property – Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials

Datum vydání ČSN: 1.4.2011

Rok vydání EN: 2010

Anotace: tento evropský standard je podkladem pro správné nastavení parametrů vnitřního klimatu – teploty a relativní vlhkosti s cílem zamezit fyzickému poškození hygroskopických materiálů organické povahy v důsledku opakovaného mechanického namáhání.

ČSN EN 15758:2010

Název dokumentu: Ochrana kulturního dědictví – Postupy a přístroje pro měření teploty vzduchu a teploty povrchů objektu (Conservation of Cultural Property – Procedures and instruments for measuring temperatures of the air and the surfaces of objects)

Datum vydání ČSN: 1.4.2011

Rok vydání EN: 2010

Committee CEN/TC 346

Anotace: Standard doporučuje způsoby měření teploty vzduchu a teploty povrchu objektů ve vnitřní i vnějším prostředí a stanovuje minimální požadavky měřicího přístroje těchto měření. Tento dokument obsahuje příslušná doporučení pro to, aby tato měření byla přesná, zaměřuje se na měření teploty ve vztahu k ochraně kulturního dědictví, aby sledované předměty neohrozila. Je určen všem pracovníkům, kteří odpovídají za vnitřní klima a jeho monitorování, za preventivní konzervaci, péči o budovy, sbírky nebo jednotlivý sbírkový objekt.

ČSN EN 15898:2011

Katalogové číslo: 91163

Název dokumentu: Ochrana kulturního dědictví – Základní obecné termíny a definice (Conservation of Cultural Property – Main general terms and definitions)

Datum vydání ČSN: 2012

Datum vydání EN: 20.8.2011

Anotace: shrnuje termíny a jejich definice, které jsou běžně používány v oblasti ochrany hmotného kulturního dědictví.

BS PAS: 198:2012,

Název dokumentu: Specification for managing environmental conditions of cultural collections, the British Standard Institution, 2012.

Rok vydání: 2012

Nakladatel: BSI

ISBN: 978 0 580 71315 6

PD 5454:2012

Název dokumentu: Guide for the storage and exhibition of archival materials.
the British Standard Institution, 2012

Rok vydání: 2012 (nahrazuje BS 5454:2000)

Klasifikace použité literatury

Knižní publikace

BUFKA, Vladimír, Jindřich. *Katechismus fotografie. Úvod do fotografie pro fotografy amatéry*. I. vydání. Praha: Nakladatelství Hejda a Tuček v Praze, 1913. s. 122.

ASHRAE 2007. Photographic Material Facilities. In: *Handbook. HVAC Applications*. SI Edition. Atlanta Georgia: Ashrae, 2007. Chapter 20, 21. ISBN 978-1-933742-14-4.

ASHRAE 2009. Indoor Environmental Quality. Building Envelope. General. In: *Handbook. Fundamentals*. SI Edition. Atlanta Georgia: Ashrae, 2009. Chapter 10, 26, 36. ISBN 978-1-933742-55-7.

BUKOVSKÝ, Ladislav-BLAHA, Martin. *Prevence a odstraňování vlhkosti*. I. Vydání. Šlapanice: Era, 2004. s. 41. ISBN 80-86517-48-9.

ŽUROVIČ, Michal. Materiálová podstata, vlastnosti a příčiny poškození archivních a knihovních sbírek. In: *ŽUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih*. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 46. ISBN 80-7185-383-6.

EDER, Josef, Maria. *Theorie und praxis. Photographie mit Bromsilber-emulsionen*. Wien: Verlag der Photographischen Correspondenz. 1881. s.62nn.

EIGL, Jan. Receptory záření. In: *EIGL, Jan., BLUMOVÁ, Věra. Optické základy obrazové techniky*. II. Vydání. Praha: Famu, 1993. s. 48.

GRZYWACZ, Cecily. *Monitoring for Gaseous Pollutants in Museum Environments*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2006. s. 14-33. ISBN-13: 978-0-89236-851-8.

HANUS, Jozef. Ochrana fotografických dokumentů. In: *ŽUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih*. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 462-490. ISBN 80-7185-383-6.

HENDRIKS, Klaus. *Fundamental of Photograph Conservation: A Study guide*. Canada: The National Archives of Canada and The Canada Communication Group, 1991. s. 40nn, s. 45nn, s. 356nn, s. 402nn. ISBN 0-921633-80-7.

HOWELL, Ronald et al. *Principles of Heatign Ventilating and Air Conditioning. Based on the 2013 ASHRAE Handbook-Fundamentals*. 7th Edition. Atlanta GEORGIA: Ashrae, 2013. s. 477nn. ISBN 978-1-936504-57-2.

CHAPMAN, Orville-DE PUY, Charles. *Molekulové reakce a fotochemie*. Přeložil Miloš Nepraš. Praha: SNTL, 1978. s. 145. 04-60478.

JUNGE, Wilhelm-HÜBNER, Gustav. *Fotografická chemie*. Přeložil Pavel Vetešník. Praha: SNTL, 1987. s. 55. 04-603-86.

KOPECKÝ, Jan-PANCIŘ, Jiří. Faktory ovlivňující průběh fotochemických reakcí. In: *HORÁK, Milan. Organická chemie v obrazech, schématech a tabulkách*. Praha: Academia, 1987. s. 145-162. 21-093-86.

KŘIVÁNEK, Ladislav. *Fotografická laboratorní technika*. I. vydání. Praha: Orbis, 1957. s.16.

LAUSCHMANN, Jan. *Příručka Fotochemy*. Hradec Králové: Fotochema, 1924. s. 35.

LAUSCHMANN, Jan. *Příručka Neobromu*. Brno: Neobrom, 1927. s. 4-36.

LJALIKOV, Konstantin. *Teorie fotografických procesů*. Přeložil Josef Kubal-Alena Hálová. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1955. s. 166.

LAVEDRINE, Bertrand. *A Guide to the preventive conservation of photograph collections*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2009. s. 83, s. 99nn, s.109nn. ISBN 0892367016.

McCORMICK-GOODHART: Cold storage Environments for Photographic Materials. The society for Imaging Science and Technology, 1993.. USA. s.9. Dostupné/ [www.wilhelm-search.com/CMI Paper_2007_07](http://www.wilhelm-search.com/CMI_Paper_2007_07)(cit. 8.5.2015)

MICHALSKI, Stefan. 2000. *Guidelines for humidity and temperature in Canadian archives*. Canadian Conservation Institute. Ottawa: Canadian Conservation Institute. 2000.

PAŘÍKOVÁ, Jelena–KUČEROVÁ, Irena. „Plísňe a vnitřní prostředí“. *Jak likvidovat plísňe*. Praha: Grada Publishing, 2001. s. 25nn. ISBN 80–247–9029–7.

PEŠTA, Jan a kol., *Diagnostika staveb*. II. Vydání. Praha: Dek, 2014. s. 25. ISBN 978-80-87215-15-9.

Photographic Products Group. *Conservation of Photographs*. Rochester: Eastman Kodak Company, 1985. s. 36, s. 71. ISBN 0-87985-352-2.

RŮŽEK, Jiří. Fotografické materiály. In: *Technické základy fotografie*. I. vydání. Praha: KFŽ, 2002. s. 113, s.121. ISBN 80-02-01492-8.

REILLY, James et al. New Tools for Preservation. Assessing Long–Term Environmental Effects on Library and Archives Collection. IPI 1995 s. 6–8. ISBN 1–887334–46–7.

STRAKA, Roman. Preventivní péče. In: *ĎUROVIČ, Michal. Restaurování a konzervování archiválií a knih*. I. vydání. Praha: Paseka, 2002. s. 79nn. , s. 99. s. 124. ISBN 80-7185-383-6.

SELUCKÁ, Alena et al. *Preventivní konzervace: moderní postupy a technologie*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2014. s. 4nn., 14nn.

SKOPEC, Rudolf. *Negativní a pozitivní retuš*. I. vydání. Praha: Orbis, 1959. s. 52.

SPITZER, Max. *Technologie klišů a želatin*. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1952. s. 109nn., 116nn.

STÝBLO, Pavel. Zpracování fotografických materiálů. In: *Technické základy fotografie*. I. vydání. Praha: KFŽ, 2002. s. 139. ISBN 80-02-01492-8.

ŠILHÁNKOVÁ, Ludmila. Vliv vnějšího prostředí na mikroorganismy. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologie*. 3. vydání. Praha: Academia, 2002. s. 153n. ISBN 80–200–1024–6.

ŠIMON, Robert. *Kompendium praktické fotografie pro amatéry*. III. vydání. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva Československého v Praze, 1935. s. 151.

ŠPILLAR, Rudolf–ŠPRIŇAR, Jan. *Kompendium praktické fotografie pro amatéry*. II. vydání. Praha: Ústřední nakladatelství a knihkupectví učitelstva Československého v Praze, 1913. s. 104.

TÉTREAUULT, Jean. Airborne Pollutants in Museums, Galleries, and Archives. Risk assesment, Control Strategies, and Preservation Management. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2003.

VEDAVARZ, Ali. HVAC: Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation. 1St Edition. New York NY: Industrial Press. Chapter 2,4. ISBN 0–8311–3163–2.

WILSON, David. *The care and storage of photographs. Recomendations for good Practise*. London: British Library. 1997. s. 19-23.

ZÁTKA, Vladimír – SÝKORA, Václav. Příruční tabulky pro chemii. Praha: SNTL, 1960. s. 174.

Články v odborném periodiku

ALI, M., A. Investigations on the chemical degradation of silver gelatin prints. In: *International Journal of Conservation Science*. 2012, vol. 3, no. 2, p. 93-106.

BAMBERGER et al., *Studies in Conservation*, Vol. 44, No. 2 (1999), pp. 86-90
dostupné/<http://britishlibrary.typepad.co.uk/collectioncare/2014/06/materials-testing-the-oddy-test.html#sthash.u6I60uAt.dpuf> (cit. 20.6.2015).

BUKOVSKÝ, Vladimír. *Ochrana knižných a archívnych zbierok - vplyv svetla*. In: *Knižnice a informácie*. 1997. roč. 29, zv. 10, s. 407-418. ISSN 1210-096X. Dostupné [www: <http://194.160.178.68/snk/ki/1097/d.html >](http://194.160.178.68/snk/ki/1097/d.html) (20.6.2015).

FLORIAN, Mary-Lou. Water, heritage photographic materials and fungi. In: *Topics in Photographic Preservation, Volume 10*. Washington: Photographic Materials Group of the American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works. pp. 60-73. 2003.

HENDRIKS, Klaus et al. Properties and Stability of Gelatin Layers in Photographic Materials. Dostupné/ www.albumen.conservation-us.org/library/ (cit. 26.6.2015)

HEŘMÁNEK, Zbyněk-ŠUPOVÁ, Kateřina. „Nové depozitáře Národního technického muzea“. In: *Sborník z konference konzervátorů-restaurátorů 7.-9.9.2010 Uherské Hradiště*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2010. s. 172n. ISBN 978-80-86413-72-3.

KOPECKÁ, Ivana. Preventivní konzervace - požadavky, standardy a možnosti v roce 2014. In: *Fórum pro konzervátory - restaurátory*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2014. s. 83nn. ISBN 978-80-87896-08-2.

LOURENCO, M. Microbial deterioration of gelatin emulsion photographs. In: *International biodeterioration a biodegradation*, 2009, vol. 63, p. 496-502.

MERVIN, Richard. The Benefits and Disadvantages of Adding Silica-gel to Microclimate Packages for panel paintings, In: *Museum Microclimates*. Copenhagen: The National Museum of Denmark, 2007. s.237-243.

NORRIS, Debbie. Hess. *Silver gelatine photographic prints*. Kodaň: Det Kongelige Danske Kunstakademi Konservatorskolen, Fotografisk konservering, 2005. s.1-7.

RYHL-SVENDSEN, Morten. *Pollution in the photographic archive - a practical approach to the problem*. IADA, 1995. s. 211-215. dostupné: iada.home.org/ta99_211.pdf (1.7.2015)

SELUCKÁ, Alena-JAKUBEC, Petr. Současné standardy mikroklimatu v muzejní praxi. In: *Fórum pro konzervátory-restaurátory*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 71-76. ISBN 978-80-87896-08-2.

VÁVROVÁ, Petra. Základy péče a konzervace historických fotografických materiálů aneb jak pečovat a starat se o fotografie. In: *Fotografie v muzeích*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2009. s. 13-26. ISBN 978-80-86413-64-0.

Sborník textů

BACÍLKOVÁ, Bronislava. Ochrana depozitářů před biologickými škůdci. In: *Depozitáře-obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 16-19.

BARTLOVÁ, Lenka. Přírodní lepidla: klihy, želatiny a rostlinné gummy. In: *Sborník semináře Lepidla v památkové péči*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2010. s. 18-21.

DOUBRAVOVÁ, Kateřina. „Zásady preventivní péče v depozitářích“. In: *Depozitáře-obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 7-15.

HUBÁČEK, František. Vlhkost vzduchu-její měření a regulace. In: *Zpravodaj pobočky ČSVTS Státní ústřední archiv Praze*. č. 20, Praha: Státní ústřední archiv v Praze. 1982, s. 69-76.

MAXOVÁ, Ivana. Přehled poškození černobílých fotografií s želatino-stříbrnou emulsní vrstvou a

metody jejich nápravy. *Historická fotografie*. 1/2001, roč. 1, s. 54–59. ISSN–1213–399X.

PRONIEWITZ, L. M. FT-IR and FT-Raman study of hydrothermally degraded groundwood containing paper. *Journal of Molecular Structure*, 2002, vol. 614, no. 1_3, p. 345–353.
dostupne/[www.sciencedirect.com/article/S0022-860\(02\)00275-2](http://www.sciencedirect.com/article/S0022-860(02)00275-2)

RYHL–SVENDSEN, Morten et al. Ultra Low-Energy Museum Storage. In: Bridgland, Judith. ed. ICOM-International Committee for Conservation 16th Triennial Conference in Lisbon. Paris: ICOM. 2011. ISBN 988–898–97522–2–1.

Seminář restaurátorů a historiků, Železná ruda 1991. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992. s. 86nn.

SCHEUFLER, Pavel. Péče o fotografické dědictví ve Švýcarsku. In: *Ochrana fotografických sbírek. Sborník textů vydaný u příležitosti konání stejnojmenného semináře v rámci 6. pražského setkání historiků a teoretiků fotografie v NTM 12. listopadu 1998*. Praha: České foto, 1998. s. 27–30. ISBN 80-900903-5-4.

ŠEFCŮ, Ondřej. Několik poznámek k problematice depozitářů v historických budovách. In: *Depozitáře–obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 4–6.

VÁVROVÁ, Petra. Degradace, archivace a systémy ukládání archiválií a fotografického materiálu. In: *Depozitáře–obecné zásady: Sborník z odborného semináře 13.dubna 2006 Národní muzeum*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2006. s. 32–40.

VÁVROVÁ, Petra. Fotografický materiál. In: *KOTLÍK, Petr. Zpravodaj STOP. Téma: Péče o fotografický materiál. Svazek 10 (2008), číslo první*. Slaný: Společnost pro technologie ochrany památek, 2008. s. 5–23. ISSN 1212-4168. ISSN 1212-4168.

VESELÁ, Mária a kol. Vliv mikrobionální kontaminace na kvalitu stříbrného fotografického obrazu. In: *XIV. Seminář restaurátorů a historiků Brno 2009*. Praha: Národní archiv, 2012. s. 211–218. ISBN 978-80-7469-007-5.

ZIKMUND, Jiří. „Přehled základních zásad pro uložení fotografických sbírek“. In: *Ochrana fotografických sbírek. Sborník textů vydaný u příležitosti konání stejnojmenného semináře v rámci 6. pražského setkání historiků a teoretiků fotografie v NTM 12. listopadu 1998*. Praha: České foto, 1998. s. 8–13. ISBN 80-900903-5-4.

Vědecké výzkumné zprávy

Bartl, Benjamin–Bartlová, Lenka. *Přehled mezinárodních a národních norem stanovujících limity plynného znečištění, prachu a aerosolů pro knihovny, archivy, muzea a galerie*. Metodický materiál Národního archivu ČR, 2015.

DANEŠ, Ivan–VEČEŘA, Milan–KREJČÍ, Antonín. *Techniky ošetření, uložení a duplikace archivních fotografických snímků*. Závěrečná zpráva grantového úkolu A03/V065/1993. Praha: Vúzort, 1993. s. 12, s. 15, s. 20, s. 24.

HENDRIKS, Klaus. Developed–Out Photographic paper Prints. Storage conditions. In: *HENDRIKS, Klaus. The preservation and Restoration of Photographical Materials in Archives and Libraries: a RAMP study with guidelines*. For the General Information Programme and INISIST. Paris: UNESCO, 1984. s. 19, s. 84. PGI–84/WS/1.

JOSEF, Jan. Vlastnosti papíru jako obalového materiálu pro ukládání sbírkových předmětů. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 5.–7.9.2006 Cheb*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 44n. ISBN 80–86413–35–7.

JOSEF, Jan. Mikroklimatické podmínky prostředí a vlhkost sbírkových předmětů. In: *Sborník z konference konzervátorů–restaurátorů 4.–6.9.2007 Znojmo*. Brno: Metodické centrum konzervace. Technické muzeum v Brně, 2006. s. 64n. ISBN 80–86413–41–1.

KALINA, Tomáš. Velké archivní budovy současnosti. In: *Zpravodaj pobočky ČSVTS Státní ústřední archiv Praze*. č. 33. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1987. s. 1nn.

KOPECKÁ, Ivana. Ochrana sbírek před biologickým poškozením. In: *Sborník z konzervatorského a restauratorského semináře 1.-3. října 1997 Teplice*. Brno: Technické muzeum v Brně. 1997. s. 111–115.

KRČMÁŘOVÁ, Štěpánka. *Fotografické techniky a jejich nejčastější poškození*. Diplomová práce. Praha: Akademie Múzických Umění. Fakulta Filmová a televizní, Katedra fotografie, 2006. s.33nn.

KREJČÍ, Antonín. Zdroje světla. *Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty*. Závěrečná zpráva grantového úkolu řešeného v letech 1998–2000. Praha: Národní archiv, 2009. s. 17nn. ISBN: 978–80–86712–73–4.

MALIŠ, Jan. *Metody snižování emisí oxidu uhličitého*. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2007. s. 16.

STULIK, Dusan. *Silver gelatin: The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.. 2013. s. 24nn. Dostupne/www.getty.edu/pdf/atlas_silver_gelatin.pdf. (cit. 18.7.2015)

VÁVROVÁ, Petra. Koroze a degradace polymerních materiálů–3.4.Koroze a degradace papíru. Učební materiály VŠCHT–Ústav chemické technologie restaurování památek. s. 41–60.

Vliv vzdušných polutantů na stabilitu fotografického materiálu. In: *Monitorování plynných polutantů v depozitářích státních archivů ČR a způsoby jejich odstranění*. Grantový projekt VE20072008003. Řešitel Michal Durovič. Praha: Národní archiv, 2009. s. 15–22, s. 27, s.27–37.

Vliv světla a ultrafialového záření na archivní dokumenty. Závěrečná zpráva grantového úkolu řešeného v letech 1998–2000. Praha: Národní archiv, 2009. s. 56nn, s. 130nn, s. 168. ISBN: 978–80–86712–73–4.

TOMŠOVÁ, Kateřina. *Vliv dezinfekčních metod na stabilitu černobílých fotografických materiálů*. Diplomová práce. Praha: Vysoká škola chemicko–technologická. Fakulta chemické technologie, Ústav chemické technologie restaurování památek, 2014.

Miroslav Zíka. Vliv polutantů vzduchu na vlastnosti anorganických materiálů. Diplomová práce oboru Technologie ochrany prostředí. Praha: VŠCHT. 1994.

Mezinárodní, evropské a národní standardy

ISO 18902:2013 Imaging materials – Processed imaging materials – Album, framing and storage materials. International Organisation of Standards, 2013.

ISO 18916:2007 Imaging materials — Processed imaging materials — Photographic activity test for enclosure materials. International Organisation of Standards, 2007.

ISO 18920:2011 Imaging materials — Reflection prints — Storage practices. International Organisation of Standards, 2011.

ČSN ISO 11799:2003 Informace a dokumentace — Požadavky na ukládání archivních a knihovních dokumentů. Český normalizační institut, 2006.

ČSN ISO 11844–1:2006 Koroze kovů a slitin — Klasifikace vnitřních atmosfér s nízkou korozní agresivitou - Část 1: Stanovení a odhad korozní agresivity vnitřních atmosfér. Český normalizační institut, 2007.

ČSN ISO 9223:1992 Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér. Klasifikace. Český normalizační institut, 1994.

ČSN ISO 9225:2012 Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosféry. Měření znečištění. Český normalizační institut, 2012.

ČSN BS EN 15757:2010 Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu. Český normalizační institut, 2011.

ČSN EN 15758:2010 Ochrana kulturního dědictví – Postupy a přístroje pro měření teploty vzduchu a teploty povrchů objektu. Český normalizační institut, 2011.

ČSN EN 15898:2011 – Ochrana kulturního dědictví – Základní obecné termíny a definice. Český normalizační institut, 2012.

ČSN EN 12500:2000 Ochrana kovových materiálů proti korozi –Pravděpodobnost koroze v atmosférickém prostředí – Klasifikace, stanovení a odhad korozní agresivity atmosférického prostředí. Český normalizační institut, 2001.

BS PAS: 198:2012, Specification for managing environmental conditions of cultural collections, the British Standard Institution, 2012.

BS 5454:1977 Recommendations from the storage exhibition of archival documents. *In: Zpravodaj pobočky ČSVTS*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1987. č. 33, s. 104. (nahrazeno BS 5454:2000, nahrazeno 5454:2012)

PD 5454:2012 Guide for the storage and exhibition of archival materials. the British Standard Institution, 2012.

Internetové odkazy

Canadian Conservation Institute

<www.cci-icc.gc.ca>

Conservation Network Bibliographic database

<www.bcin.ca>

Getty Conservation Institute

<www.getty.edu/NPS/>

Image Permanence Institute

<www.imagepermanenceinstitute.org>

Stanford University Libraries, Preservation Department. Conservation Online (CoOL)

<www.library.stanford.edu/>

EPA (Environmental Protection Agency), United States

<www.epa.gov/ebtpages/air.html/>

EEA (Europe Environmental Agency)

<www.eea.eu.int/>

Samostatně číslované přílohy

Příloha ke kapitole 3 Složení DOP želatinostříbrných pozitivů a jeho vlastnosti a kapitolám 5.1.1 Vyvolávání, 5.1.2 Složení vývojky

Vzorník pozitivních kopií firmy KRAFTaSTEUDEL továrny fotografických papírů (spol s.r.o.) Drážďany. Vydavatel, místo, rok: neuvedeno. [Knihovna Památníku národního písemnictví, Fond Karáskova galerie, sign. KaG LXIII-458]

Obr. č. 1. „Sidi“, hedvábný, chamois, tenký, normálně pracující

Obr. č. 2. „Sidi“, lesklý, tenký, tvrdě pracující

Obr. č. 3. „Sidi“, mdlý, hladký, tenký, bílý, tvrdě pracující

Obr. č. 4. „Sidi“, polomdlý, tenký, bílý, tvrdě pracující

Obr. č. 5. mdlý papír pro zlatou lázeň

Obr. č. 6. „Cellofix“ papír mdlý zelený

Obr. č. 7. „Cellofix“ papír mdlý červený

Obr. č. 8. „Cellofix“ papír mdlý modrý

Obr. č. 9. „Cellofix“ papír chamois, hladký

Obr. č. 10. „Cellofix“ papír mdlý

Obr. č. 11. „Cellofix“ papír lesklý



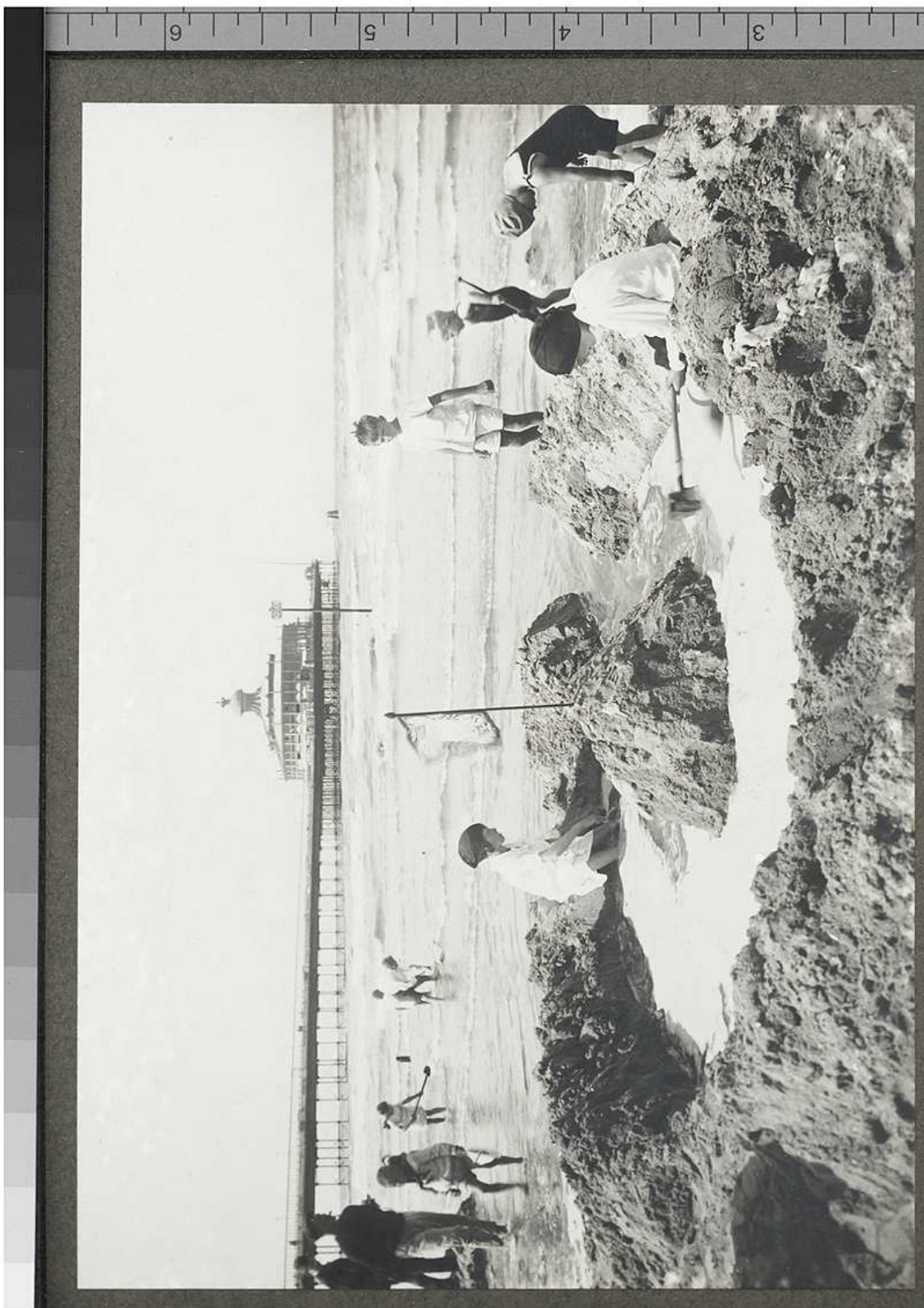
Obr. č. 1. „Sidl“, hedvábný, chamois, tenký, normálně pracující



Obr. č. 2. „Sidl“, lesklý, tenký, tvrdě pracující



Obr. č. 3. „Sidl“, mdlý, hladký, tenký, bílý, tvrdě pracující



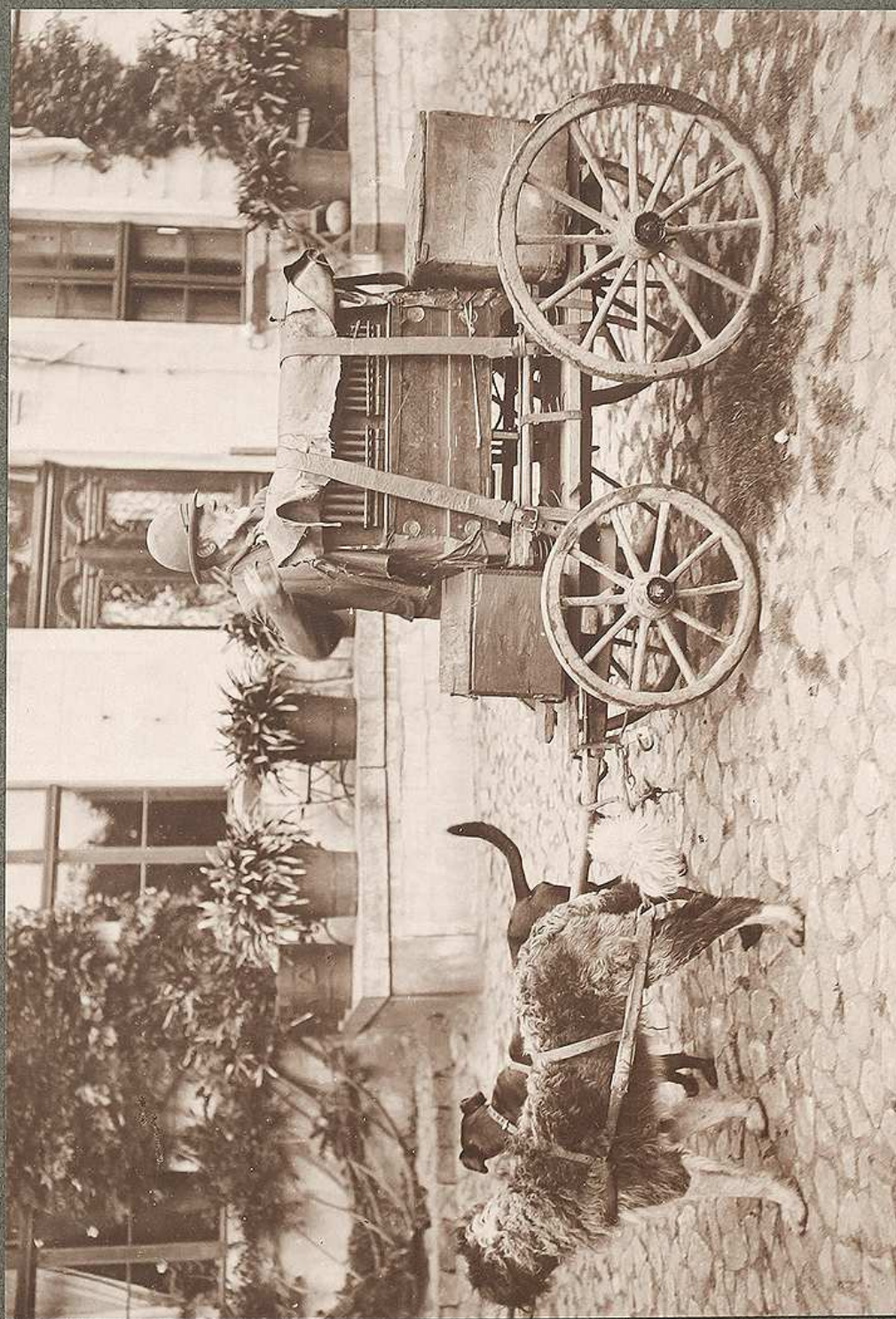
Obr. č. 4. „Sidi“, polomdlý, tenký, bílý, tvrdě pracující



Obr. č. 5. mdlý papír pro zlatou lázeň



Obr. č. 6. „Cellofix“ papír mdlý zelený



Obr. č. 7. „Cellofix“ papír mdlý červený



Obr. č. 8. „Cellofix“ papír mdlý modrý



Obr. č. 9. „Cellofic“ papír chamois, hladký



Obr. č. 10. „Cellofic“ papír mdlý



Obr. č. 11. „Cellofix“ papír lesklý

Příloha ke kapitole 8 Poškození DOP želatinostříbrných pozitivů

Fotografie Divadelního archivu Národního muzea. Lokace Vinohradské divadlo. Praha: Vinohradské divadlo, 1. polovina 20. století. [Dosud nezpracovaný fond: Národní muzeum, Divadelní archiv]

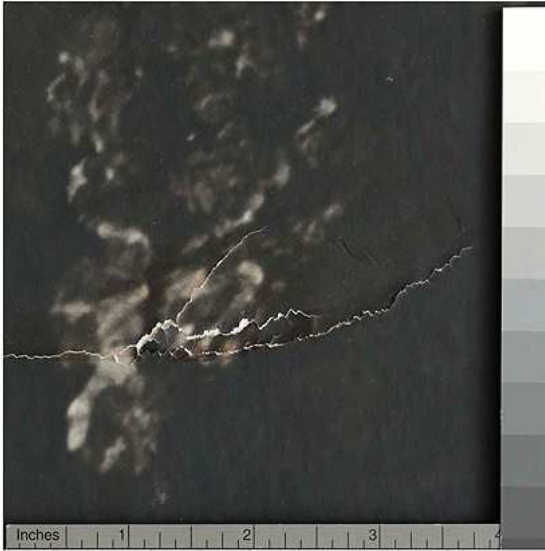
Tab. 8.1 Poškození vybraných DOP želatinostříbrných pozitivů ze souboru fotografií Archivu Národního muzea

Obrazová příloha číslo	typ poškození
1	Trhlina
2	Úbytek citlivé vrstvy
3	Abraze
4	Zlom
5	Trhlina v podložce pozitivu
6	Úbytek, zlom papírové podložky
7	Záznamový prostředek
8	Zbytky adheziva, neodborné odstranění adjustace pozitivu (druhotná podložka)
9	Vykrytí obrazu papírovým páskem
10	Zbytky papírové adjustace
11	Nedostatečná adheze pozitivu k druhotné podložce
12	Archivní popisky na pozitivech
13	Reliéfní plošné skvrny
14	Aplikace závěsného systému
15	Nedostatečná adheze, úbytek druhotné podložky
16	Skvrny způsobené nadměrnou vlhkostí
17	Napadení citlivé vrstvy plísní
18	Poškození mikroorganismy

	(mikroskopický snímek obr. č. 17)
19	Lokální skvrny biologického původu, znečištění biologickými rezidui
20	Poškození mikroorganismy (mikroskopický snímek obr. č. 19)
21	Skvrny neidentifikovaného původu
22	Znečištění biologickými rezidui
23	Skvrny způsobené korozí kovu (nejčastěji při kontaktu s jinou fotografií, která je adjustována kovovým závěsným systémem)
24	Retušovací barvy
25	Degradace stříbrného obrazu
26	Celoplošný metalický povlak, bílé skvrnky v ploše obrazu
27	Žluté, červené, hnědé skvrny, hnědožlutý závoj
28	Stříbrná zrcátka

LÍČ DOP želatinostříbrného pozitivu

Mechanické poškození



Obr. č. 1. Trhlina



Obr. č. 2. Úbytek citlivé vrstvy



Obr. č. 3. Abraze



Obr. č. 4. Zlom

RUB DOP želatinostříbrného pozitivu

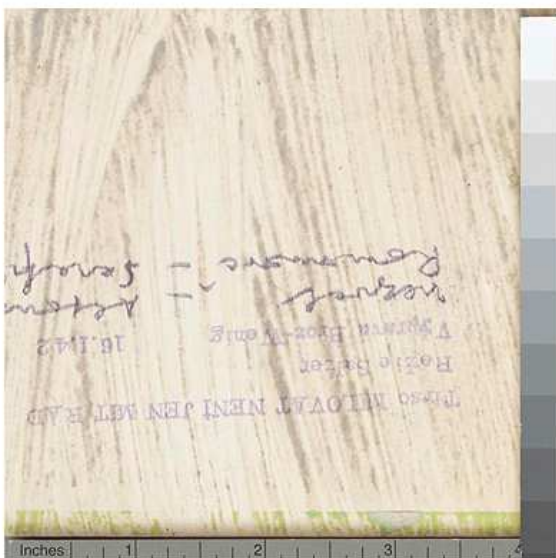
Mechanické poškození



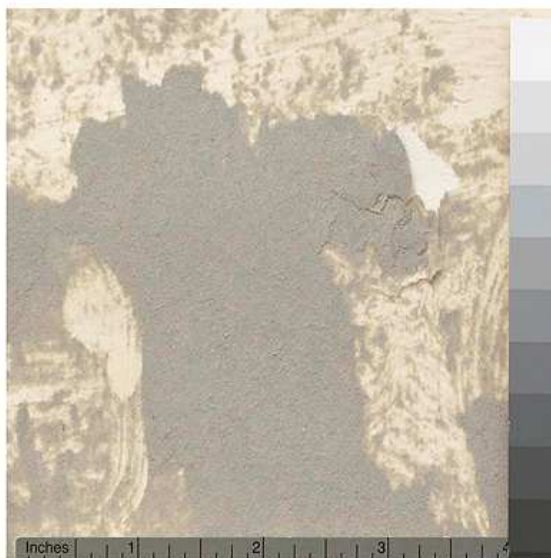
Obr. č. 5. Trhlina v podložce pozitivu



Obr. č. 6. Úbytek, zlom papírové podložky



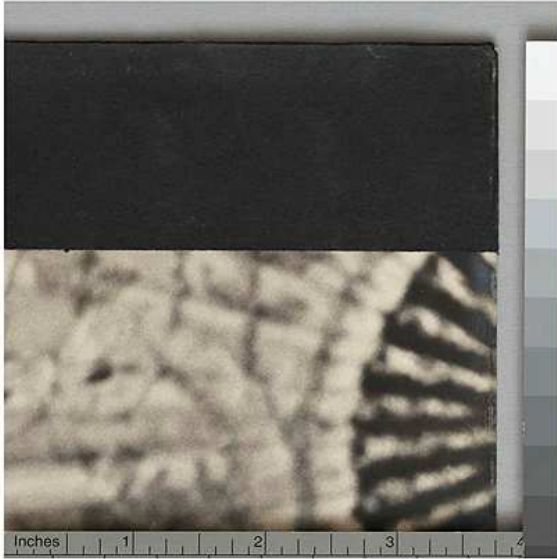
Obr. č. 7. Záznamový prostředek



Obr. č. 8. Zbytky adheziva, neodborné odstranění adjustace pozitivu (druhotná podložka)

LÍČ DOP želatinostříbrného pozitivu

Nevhodná adjustace citlivé vrstvy



Obr. č. 9. Vykrytí obrazu papírovým páskem



Obr. č. 10. Zbytky papírové adjustace



Obr. č. 11. Nedostatečná adheze pozitivu k druhotné podložce



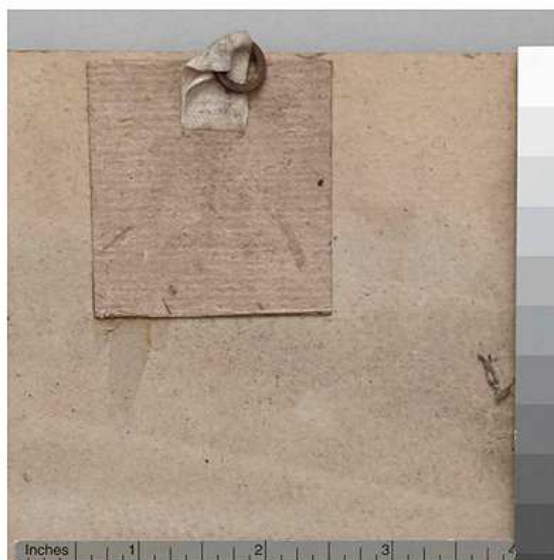
Obr. č. 12. Archivní popisky na pozitivech

RUB DOP želatinostříbrého pozitivu

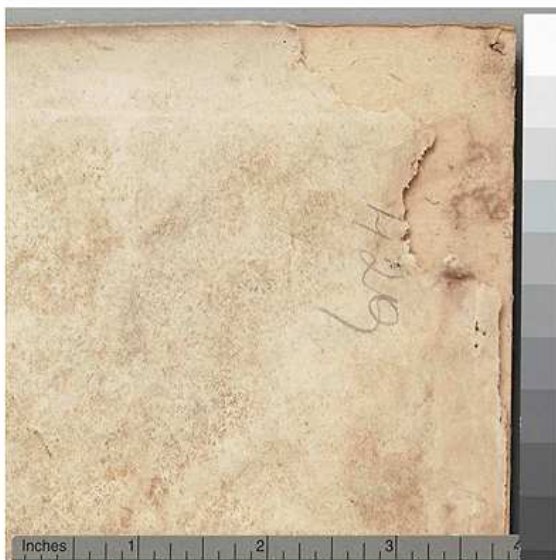
Nevhodná adjustace papírové podložky a její poškození



Obr. č. 13. Reliéfní plošné skvrny



Obr. č. 14. Aplikace závěsného systému



Obr. č. 16. Nedostatečná adheze, úbytek druhotné podložky



Obr. č. 15. Skvrny způsobené nadměrnou vlhkostí

LÍČ DOP želatinostříbrného pozitivu

Mikrobiologické poškození citlivé vrstvy



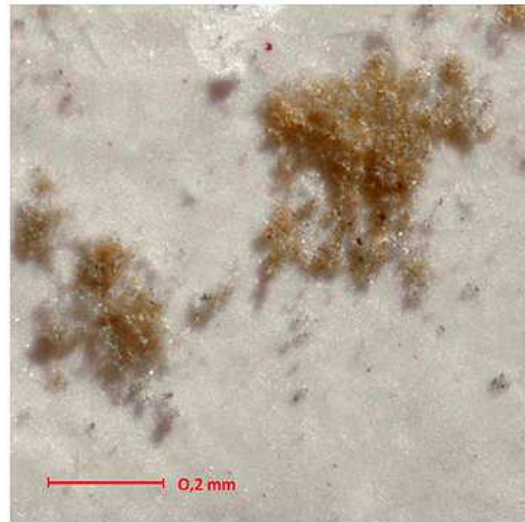
Obr. č. 17. Napadení citlivé vrstvy plísní



Obr. č. 18. Poškození mikroorganismy
(mikroskopický snímek obr. č. 17)



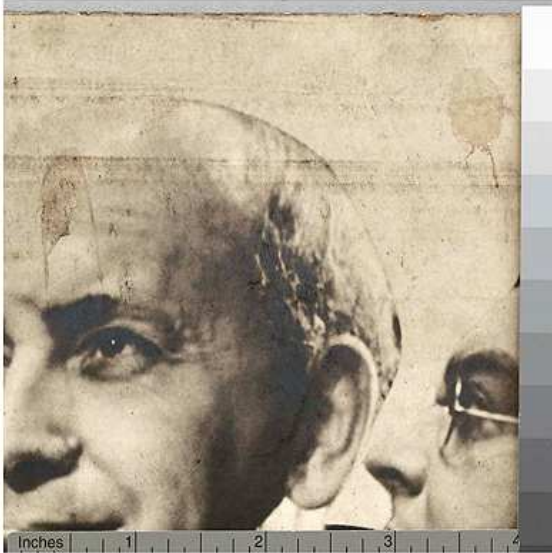
Obr. č. 19. Lokální skvrny biologického
původu, znečištění biologickými rezidui



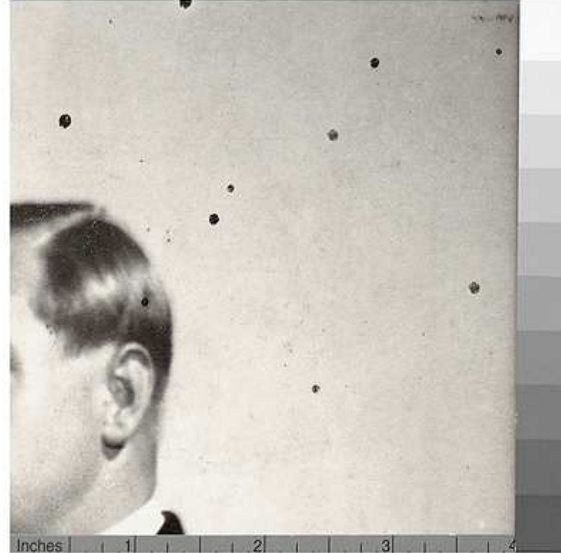
Obr. č. 20. Poškození mikroorganismy
(mikroskopický snímek obr. č. 19)

LÍČ DOP želatinostříbrného pozitivu

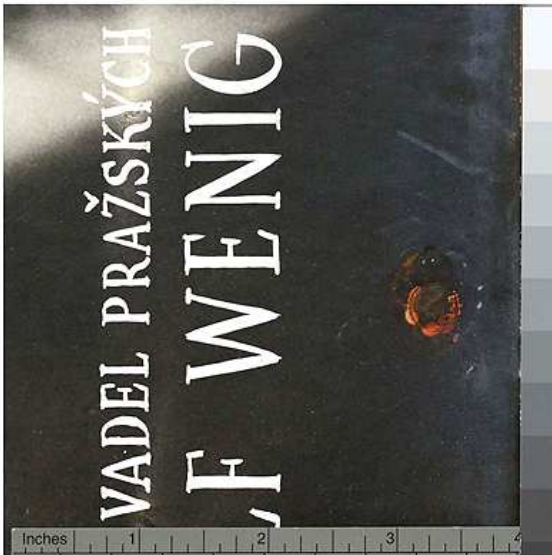
Skvrny



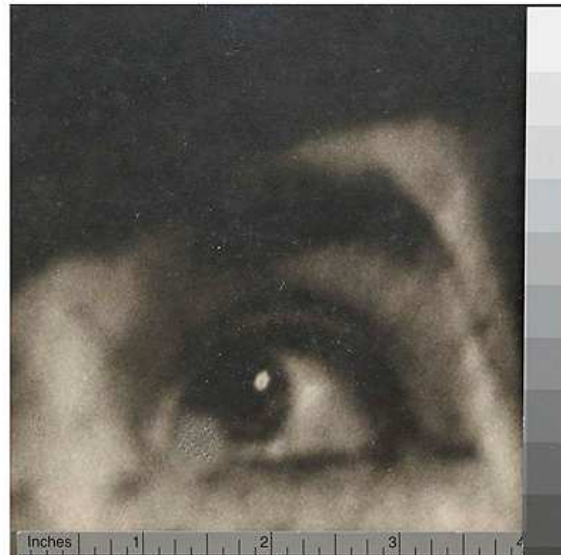
Obr. č. 21. Skvrny neidentifikovaného původu



Obr. č. 22. Znečištění biologickými rezidui



Obr. č. 23. Skvrny způsobené korozí kovu (nejčastěji při kontaktu s jinou fotografií, která je adjustována kovovým závěsným systémem)



Obr. č. 24. Retušovací barvy

DOP želatinostříbrný pozitiv

Chemické poškození citlivé vrstvy



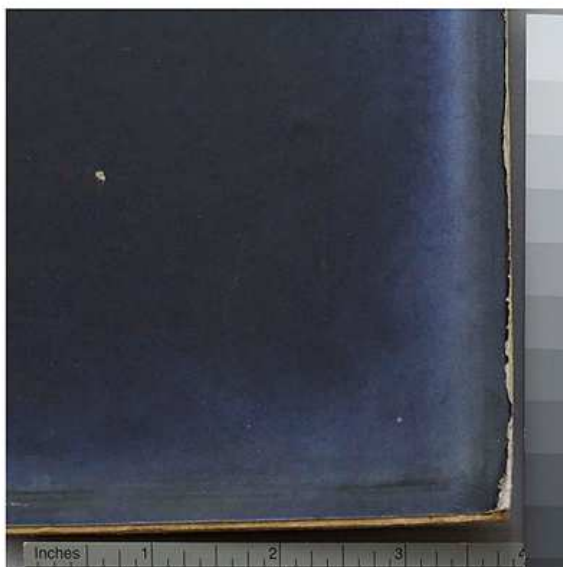
Obr. č. 25. Degradace stříbrného obrazu



Obr. č. 26. Celoplošný metalický povlak, bílé skvrnky v ploše obrazu



Obr. č. 27. Žluté, červené, hnědé skvrny, hnědožlutý závoj



Obr. č. 28. Stříbrná zrcátka

Příloha ke kapitole 7.4 Atmosférické kontaminanty

Tab. 7.4.1. Hodnoty emisní redukce atmosférických kontaminantů [50]

Hodnocení emisní redukce (%)	Státy
8	Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Irsko, Itálie, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Monako, Nizozemí, Německo, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Španělsko, Švédsko
7	USA
6	Japonsko
5	Chorvatsko
0	Nový Zéland, Rusko, Ukrajina
-1	Norsko
-8	Austrálie
-10	Island

* Tabulka ukazuje, překročení vybraných států limitů stanovených Kjótským protokolem.

Příloha ke kapitole 9.1 Relativní vlhkost vzduchu a teplota v preventivní péči DOP želatinostříbrných pozitivů

Tab. 9.1.1. Chemická degradace DOP želatinostříbrného pozitivu, příčina, popis degradace podle Eastman Kodak [33]

Degradační projev	příčina	Podmínky degradace
Hnědnutí obrazu	Stříbrné krystaly rekrystalizují a tvoří větší částice	Uložení ve vlhkých podmínkách
Žloutnutí a formování červenožlutých bodových skvrn	Oxidačně-redukční děje	Expozice plynných atmosférických kontaminantů
Žlutohnědý závoj	Chemické reakce zbytkových produktů fotochemického procesu s obrazovým stříbrem	Nedostatečný zpracovatelský proces
Hnědavý závoj, stříbrná zrcátka	Chemická reakce sulfanu s obrazovým stříbrem, oxidace obrazu	Nevhodné uložení
Změna tónu obrazu	Oxidace nevypraných vyvolávacích látek v emulzi	Nedostatečné odstranění vyvolávací látky z emulze, oxidační látky v emulzi
Barevné změny tónu obrazu	Skvrny	Dodatečné úpravy pozitivu
Žlutavé skvrny	Redukce stříbrných iontů	Dichroické stříbrné produkty
Kovový duhový lesk, modrohnědé zbarvení	Oxidace stříbra	Neúplné odstranění stříbrných komplexů
Blednutí nebo ztráta obrazu	Oxidační proces vlivem kontaminantů v atmosféře	Kyselé plynné kontaminanty
Ztráta obrazu se žlutým zbarvením	Konverze stříbrného sulfátu na rozpustný stříbrný sulfát	Vliv vysoké RH a T na zbytkový thiosíran v obraze

Tab. 9.1.2. Doporučení podmínek uložení publikované K.Hendriksem [21]

Maximální RH	<60%
Doporučený rozsah RH	35–40%
Maximální T	< 21°C ±2
Nepřípustné plynné polutanty	SO, No _x , peroxidy
Nepřípustné pevné částice v ovzduší	prach
Světlo	Doporučené ochranné obaly
Obalový materiál	papír, plast
Parametry papíru pro uložení	apfa–celulóza, bez adheziv, hodnota pH 6,5–7,5
Parametry plastového obalu	uncoated polyethylen, uncoated acetát celulóza nebo polyester
Vybavení depozitáře	lepenková krabice (apfa–celulóza, bez adheziv, hodnota pH 6,5–7,5)

Tab. 9.1.3. Doporučené klimatické podmínky RH a T publikované Lavedrinem [21]

Doporučený rozsah RH	30–50%
Doporučená T	18°C
Ideální limit fluktuace RH	±2 nebo ±3%
Přijatelná fluktuace	±5%
Maximální hodnota, Risk assesment minimal	±10%
Risk assesment slight	± 20%
Risk assesment high	± 40%

Tab. 9.1.4. Doporučené podmínky uložení publikované Estman Kodak [33]

Doporučený rozsah RH	30–50%
Biologické napadení–rozsah RH	60–65%
Přijatelná fluktuace	bez kolísání
Křehnutí emulzní vrstvy–minimální RH	< 25%
Doporučená T	< 21°C
Risk assesment / T, RH	24°C, < 60%
Složení papírové obálky	nekyselý, alfa celulóza, pufrovaný proti změnám pH
Při použití adhezivum	hygroskopicky odolné, chemicky stabilní

* zde jsou parametry citované standard ANSI Standard PH 1.43–1983.

Tab. 9.1.5. Doporučené klimatické podmínky ISO ČSN 11799:2003 [79]

Doporučený rozsah RH	30–50%
Přijatelná fluktuace RH	±5%
Doporučená T	18°C
Přijatelná fluktuace T	±2°C

Tab. 9.1.6. Doporučené klimatické podmínky ASHRAE [74]

Doporučený rozsah RH	30–50%
Doporučená „přijatelná“ T	15–25°C
Maximální limit T	<30°C
Přijatelný denní rozsah T	4K

Tab. 9.1.7. Doporučené klimatické podmínky Wilson [48]

Doporučený rozsah RH	30–50%
Doporučená T	15–18°C
Maximální limit RH	<60%
Minimální limit RH	> 20%
Maximální limit T	<30°C
Minimální limit T	>0°C
Přijatelný denní rozsah T	4°C

Tab. 9.1.8. Doporučené klimatické podmínky podle ISO 18920:2000 [77]

Doporučený rozsah RH	30–50%
Maximální fluktuace	±5% / 24 hod.
Doporučená T	16°C
Maximální fluktuace	±2°C / 24 hod.

Příloha ke kapitole 9.2 Atmosférické kontaminanty v preventivní péči DOP želatinostříbrných pozitivů

Tab. 9.2.1. Doporučené limity kontaminantů v atmosféře deponitáře publikované K.Hendriksem [32] (koncentrace $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Kontaminant	Stupeň 1	Stupeň 2
SO ₂	< 1	< 1
NO _x	< 5	25
O ₃	< 25	< 25
CO ₂	< 4,	< 4,5
HCl, HCHO,	-	-
Pevné částice	< 75	< 75

Tab. 9.2.2. Maximální přípustné hodnoty plynných kontaminantů v atmosféře deponitáře ISO ČSN 11799:2003 [79]

Druh kontaminantu	Objemový zlomek $\times 10^9$ *
SO ₂	5–10**
NO _x	5–10**
O ₃	5–10**
CH ₃ COOH kyselina octová	<4***
HCHO formaldehyd	<4***
Částice prachu, plísňové spóry	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

* Objemový zlomek 10^9 značí objemovou koncentraci látky v množství jedné částice z miliardy

** WILSON, William. *Environmental guidelines for the storage of paper record: a technical report sponsored by NISO (USA)*. NISO PRESS, 1995. 21pp. ISBN 1-880124-21-1.

*** citace z US National Archives

Tab. 9.2.3. Klasifikace kvality ovzduší podle ISA (Standard ISA-S71-04-1985) publikovaný Lavedrinem [31]

Kategorie	Tloušťka korozní vrstvy měděného kupónu / angstroms	Kategorie	Tloušťka korozní vrstvy stříbrného kupónu / angstroms	Klasifikace
G1	< 300	S1	< 40	mild pollution
G2	300-999	S2	40-99	moderate pollution
G3	1,000-1,999	S3	100-199	harsh pollution
G4	>2,000	S4	200-299*	severe pollution
-	-	S5	>300**	-

*/** Standard ISA uvádí tyto hodnoty pro Cu s rozdílem S4 100-199, S5 >200, expozice kupónů ovzduším 30 dnů, fotografický materiál je již citlivý na expozici kategorie G1 a S1.

Tab. 9.2.4. Klasifikace kvality ovzduší vnitřních atmosfér podle ISO ČSN 11844-1:2006 [80], měřenou veličinou je přírůstek hmotnosti

Kategorie	Rychlost přírůstku hmotnosti r_{cor} /mg m ⁻² a/ měděný kupón	Rychlost přírůstku hmotnosti r_{co} /mg m ⁻² a/ stříbrný kupón	Klasifikace
IC1	$r_{\text{cor}} < 25$	$r_{\text{co}} < 25$	velmi nízká
IC2	$25 < r_{\text{cor}} < 100$	$25 < r_{\text{co}} < 100$	nízká
IC3	$100 < r_{\text{cor}} < 450$	$100 < r_{\text{co}} < 450$	střední
IC4	$450 < r_{\text{cor}} < 1000$	$450 < r_{\text{co}} < 1000$	vysoká
IC5	$1000 < r_{\text{cor}} < 2500$	$1000 < r_{\text{co}} < 2500$	velmi vysoká

Tab. 9.2.5. Vliv atmosférických plynných kontaminantů na DOP želatinostříbrný pozitiv podle Ryhl-Svendsena [59, 82]

Kontaminanty	Zdroj znečištění	Vliv a degradační projevy
Sloučeniny na bázi síry	Nekvalitní papírové obálky a adheziva Koberce Biologické vlivy Vnější prostředí	Blednutí stříbrného obrazu Hnědožluté zbarvení stříbrného obrazu Křehnutí papíru a želatinostříbrné emulze
NO _x	Nitrátové filmy Kolódiové fotografie Vnější zdroje	Blednutí stříbrného obrazu Křehnutí papíru a želatinostříbrné emulze
Plynné kontaminanty s oxidačním účinkem (O ₃ , H ₂ O ₂)	Nekvalitní papírové obálky a adheziva Fres paint Kancelářské stroje Atmosférické průmyslové kontaminanty, přírodní zdroje	Blednutí stříbrného obrazu Křehnutí papíru a želatinostříbrné emulze
Karbonylové plynné kontaminanty (kyseliny, aldehydy)	Acetátové filmy Dřevo a dřevěný nábytek Stavební materiál	Křehnutí papíru a želatinostříbrné emulze

Tab. 9.2.6. Přehled vybraných zdrojů, určení a koncentrace škodlivých látek *Using Source Data to Predict Indoor Concentrations* podle ASHRAE [2]

Zdroj	Kontaminant
Vnější atmosféra	SO ₂ ,
Vnější atmosféra	NO _x
Vnější atmosféra	O ₃
Vnější atmosféra	CO ₂
Vnitřní atmosféra	HCHO formaldehyd
Vnitřní atmosféra	Částice prachu, plísňové spóry

Příloha ke kapitole 9.3 Elektromagnetické záření v preventivní péči DOP želatinostříbrných pozitivů

Tab. 9.3.1. Hodnoty ultrafialového záření nejběžnějších světelných zdrojů [83]

Zdroj	$\text{m}\mu\text{W}\cdot\text{lm}^{-1}$
Žárovka standardní, 40–200W	35–38
Halogenová žárovka 12V, 100W, bez UVS	< 130
Zářivka, barevný tón bílý, 40W, bez UVS	40–180
Kompaktní zářivka 9–18W, bez UVS	70–130
Halogenidová výbojka	150–170
Sluneční světlo přímé	< 400
Světlo severní oblohy (6500K)	500–800
Světlo modré oblohy (15000K)	< 1500

Tab. 9.3.2. Klasifikace spektrálního složení elektromagnetického záření u vybraných světelných zdrojů [43]

ZDROJ SVĚTLA	Záření celkem (%) [*]	UV (%)	VIS (%)	IR (%)
Žárovka standardní, 200W	85–90	< 0,1	9	80
Halogenová žárovka, 100W	85–90	0,1–1,3	7–12	75–80
Zářivka, barevný tón bílý, 5W	55–60	0,6–0,8	18–20	40
Výbojka rtuťová vysokotlaká s luminoforem, 400W	70–75	2–4	15	55
Výbojka halogenidová, 400W	65–80	2–4	25	60–65
Výbojkasodíková vysokotlaká, 400W	60–75	< 0,5	30	45–50
Výbojka xenonová, 400W	65–80	6	50	44

^{*} zbývající procentuální podíl připadá na ztráty energie odvádějí teplo nebo ztráty na elektrodách.

Tab. 9.3.3. Klasifikace intenzity osvětlení dle ISO systému modré vlny [83]

Kategorie 1 Kategorie dle MMFA / Fellera	Kategorie 2 Kategorie dle MMFA / Fellera	Kategorie 3 Kategorie dle MMFA / Fellera
ISO 1,2,3	ISO 4,5,6	ISO 7,8, 8<
Citlivé / prchavé	Střední / střední	Trvalé / vynikající

Tab. 9.3.4. Stanovení expozice vyvolávající JNF na podkladě ISO modré vlny (MMFA) [40]

ISO hladina modré vlny	Expozice JNF	Expozice JNF	Expozice JNF
1, 2, 3	0,4	1,2	3,6
4, 5, 6	10	32	100
7,8	300	900	-

JNF Just noticeable fade / první právě rozlišitelné vyblednutí

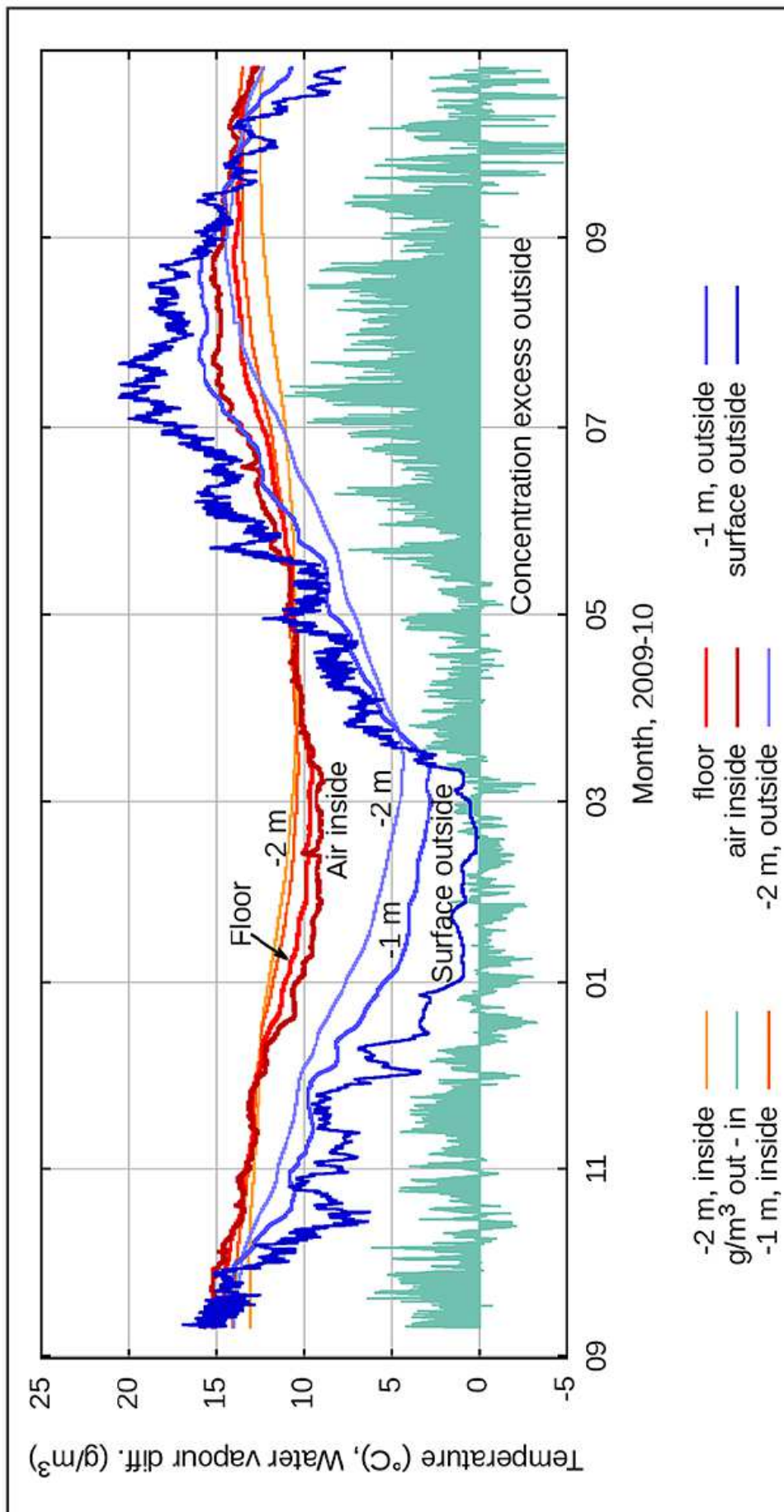
Příloha ke kapitole 9.5 Depozitáře

Zdroj: RYHL–SVENDSEN, Morten et all. Ultra Low-Energy Museum Storage. In: *ICOM-International Committee for Conservation 16th Triennial Conference in Lisbon*. Paris: ICOM. 2011. ISBN 988–898–97522–2–1

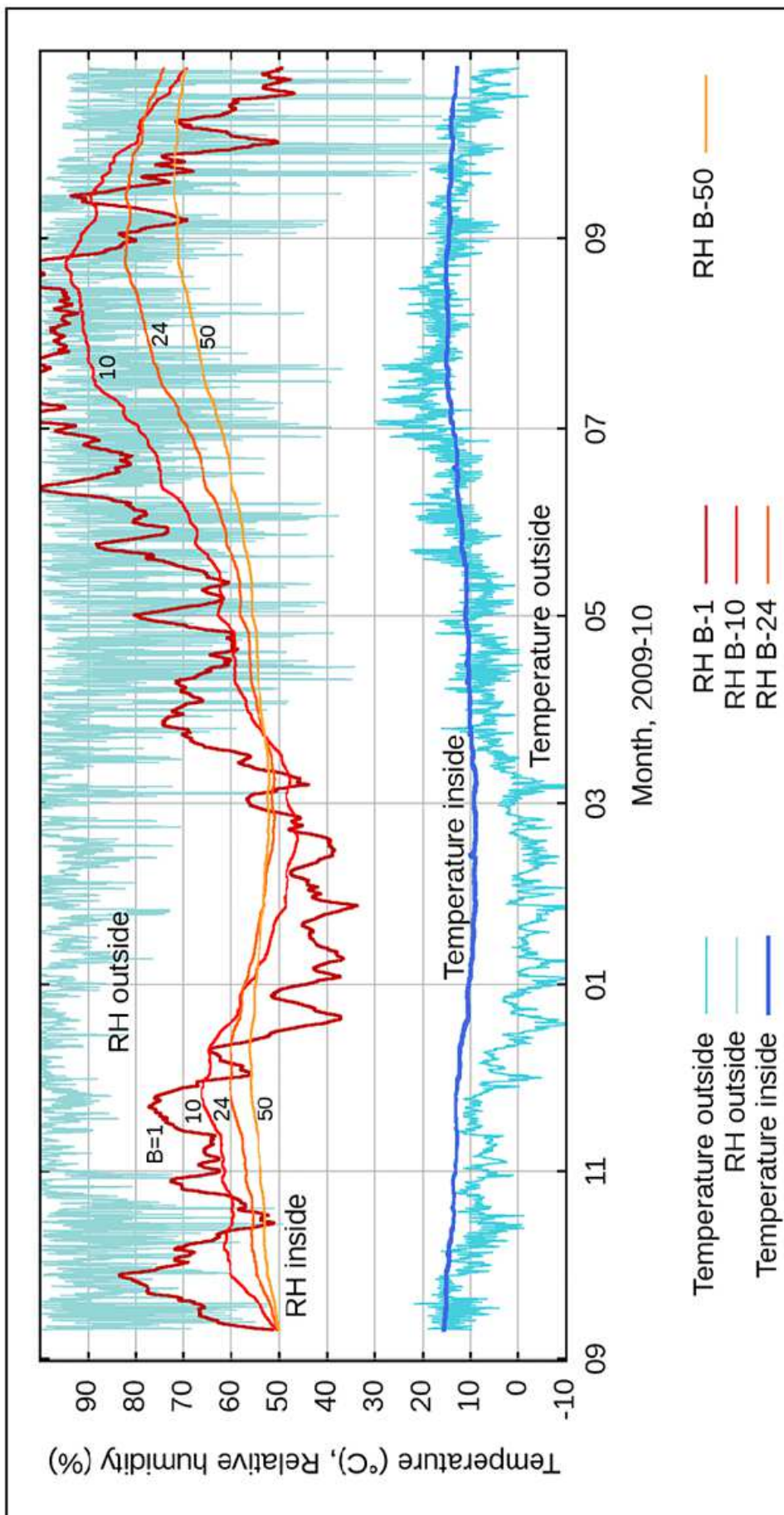
Obr. č. 1. Graf znázorňující teploty naměřené v průběhu jednoho roku uvnitř, 1 m a 2 m pod úrovní, teplotu vnější atmosféry v těsné blízkosti konstrukce depozitáře v dánské Ribě.

Obr. č. 2. Graf znázorňuje průběh teploty bez použití odvlhčování s různou mírou sorpčních izoterem uložených materiálů. Počáteční hodnota RH 50 % vzestupuje v závislosti na absenci odvlhčování.

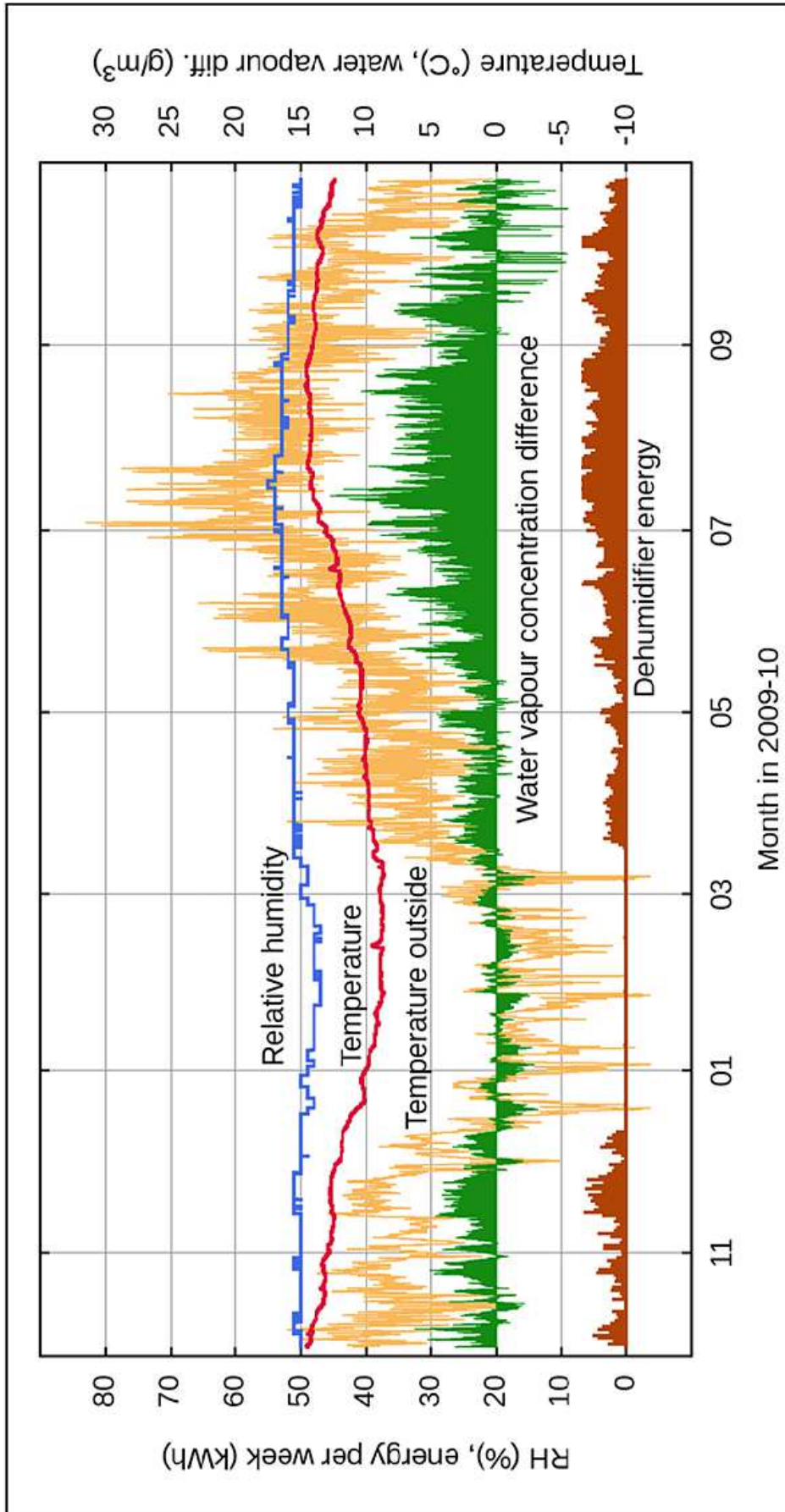
Obr. č. 3. Teplota a relativní vlhkost v depozitáři v dánském Ribe. Graf znázorňuje využití odvlhčovače v letních měsících. V tyto měsíce je možné využít solární energie a optimalizovat náklady na energii.



Obr. č. 1. Graf znázorňuje teploty naměřené v průběhu jednoho roku uvnitř, 1 m a 2 m pod úrovní, teplotu vnější atmosféry v těsné blízkosti konstrukce depositáře (střešní pokrývka). Z grafu je patrný minimální přenos tepelné energie obvodovou konstrukcí. Zelená oblast zaznamenává koncentraci vodní páry v závislosti na vnějších klimatických podmínkách.



Obr. č. 2. Graf znázorňuje průběh teploty bez použití odvlhčování s různou mírou sorpčních izoterm uložených materiálů. Počáteční hodnota RH 50 % vzestupuje v závislosti na absenci odvlhčování.



Obr. č. 3. Teplota a relativní vlhkost v depozitáři v dánském Ribe. Graf znázorňuje využití odvlhčovače v letních měsících. V tyto měsíce je možné využít solární energie a optimalizovat náklady na energii.

Abecední rejstřík

Atmosférické kontaminanty	7, 10, 11, 46, 47, 74, 137, 141
Atmosférické znečištění.....	14
Degradace kovového stříbra fotografického obrazu	7, 57
Depozitáře.....	11, 64, 65, 67, 73, 74, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 112, 139, 141, 146
Depozitář	8, 11, 73, 85, 88, 89, 95, 96, 100, 101, 112, 113, 146
Developed out paper.....	13, 14
Dlouhodobé uložení	14
Elektromagnetické záření	7, 8, 11, 43, 44, 45, 78, 144
Fotografická emulze.....	14, 26
Fotografický závoj	15
Fyzikálně–chemické základy	29
Hygroskopické látky.....	8, 67
Chemická senzibilace	6
Klimatizační systémy	14
Korozní agresivita atmosféry.....	14
Latentní obraz.....	29
Nepřímé tónování.....	35
Optická hustota.....	14
Optická senzibilace	6
Papírová podložka	6, 23
Poškození DOP želatinostříbrných pozitivů	7, 10, 50, 128
Preventivní péče.....	8, 15, 62, 100, 111
Regulace vnitřního prostředí	15
Relativní vlhkost.....	7, 8, 10, 15, 41, 42, 63, 67, 138
Rovnovážná vlhkost materiálu.....	15, 43
Složení vývojky	6, 10, 30, 116
Spektrální fotografická citlivost	15
Spektrometrie.....	46
Světlocitlivá složka	6, 20
Tónování	6, 34, 36, 54

Úložné prostory	83
Ustalování	6, 31
Vnitřní prostředí	15
Výroba DOP	6, 25
Výroba fotografické emulze	6, 25
Vyvolávání.....	6, 10, 29, 30, 116
Zesilování stříbrného obrazu	7, 37
Zeslabování stříbrného obrazu	7, 38
Želatinový nosič	6, 21