národní
úložiště
šedé
literatury

Památkový postup pro ochranu a ošetření chromolitografických tisků na papírech zušlechtěných natíráním

Chadimová, Martina; Vlčková, Lucie; Franc, Jan; Vávrová, Petra; Ruml Fortelná, Irena; Kubíčková, Markéta

2021

Dostupný z http://www.nusl.cz/ntk/nusl-438765

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Licence Creative Commons Uveďte původ-Zachovejte licenci 4.0

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 17.04.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Památkový postup pro ochranu a ošetření chromolitografických tisků na papírech zušlechtěných natíráním (N_{pam})

Památkový postup vznikl v rámci programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní kulturní identity na léta 2016–2022 (NAKI II) Ministerstva kultury ČR: Plakát jako nástroj komunikace a kulturně-historický pramen: vizuální médium proměn národní kulturní identity v letech 1880–1938, postupy jeho ochrany, uchování a zpřístupnění (DG18P02OVV011)

Uměleckoprůmyslové museum v Praze, 2020

Autoři:
Bc. Martina Chadimová
PhDr. Lucie Vlčková, Ph.D.
Ing. Jan Franc
Ing. Petra Vávrová, Ph.D.
MgA. Irena Ruml Fortelná
Markéta Kubíčková DiS.

Oponenti:
PhDr. Dalibor Prix, CSc., Ústav dějin umění Akademie věd ČR, v.v.i.
Ing. Petr Macek, Ph.D. , Národní památkový ústav

Obsah

I.

3 Vymezení postupu a identifikace chromolitografických tisků na papírech zušlechtěných natíráním

4 Úvod

6 Identifikace chromolitografických tisků

18 Identifikace papírů zušlechtěných natíráním

II.

27 Teoretická část

28 Papír ve službách chromolitografie

36 Přehled faktorů ovlivňujících degradaci papíru

50 Teoretická východiska praktických konzervačních postupů

III.

58 Praktická část

59 Péče o chromolitografické tisky na papíru zušlechtěném natíráním

64 Konzervační postupy

IV.

76 Postup ošetření chromolitografických tisků na papíru zušlechtěném natíráním

90 Příloha - Formulář průzkumu sbírky

94 Příloha - Ověření postupu v praxi

117 Bibliografie

I.

Vymezení postupu a identifikace chromolitografických tisků na papírech zušlechtěných natíráním

Úvod

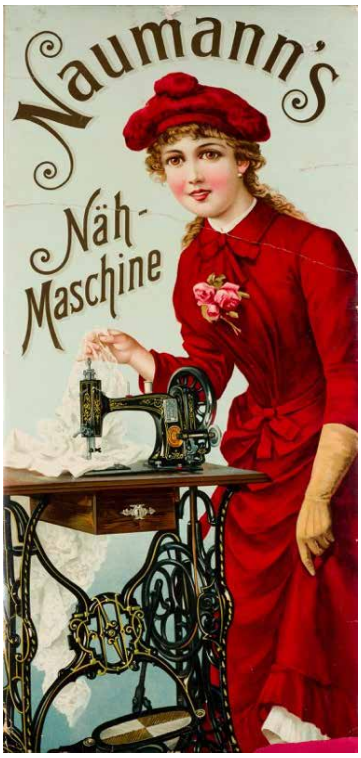
Předkládaný památkový postup poskytuje odborné veřejnosti z řad restaurátorů, konzervátorů a dalších pracovníků sbírkových institucí ověřené znalosti a praktický návod, jak s chromolitografickými tisky na zušlechtěných (natíraných) papírech pracovat v konzervátorské a restaurátorské praxi a v obecné péči o sbírky. Postup definuje kroky při identifikaci chromolitografických tisků, zhodnocení jejich stavu, určení poškození a nabízí bezpečný způsob řešení konzervátorských a restaurátorských zásahů. Je zaměřen na poměrně raritně dochovaná grafická díla vzniklá náročnou technikou barevného soutisku z litografických kamenů na speciální, tzv. zušlechtěný papír (chromopapír) a realizovaná nejčastěji v poslední třetině 19. století (nejranější ze závěru třicátých let, pozdní z první dekády 20. století). Postup je však aplikovatelný obecně na tisky na zušlechtěných papírech, a tím se množina artefaktů, které zahrnuje, značně rozšiřuje. Vychází z dlouhodobého výzkumu a navazuje na předchozí výstup restaurátorského pracoviště Uměleckoprůmyslového musea v Praze zaměřený na zmapování typů poškození chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře.[1]

Chromolitografie, resp. chromolitografické tisky, představuje dnes ve sbírkových institucích raritní doklady vývoje tiskařského řemesla, grafického umění a vizuální kultury 19. století. A to i přesto, že v době své největší slávy v poslední třetině 19. století dosáhly až masového rozšíření. Role chromolitografie se v průběhu jejího vývoje proměňovala od reprodukční techniky s ambicemi takřka imitovat malířská díla přes její využití jako svébytného média na poli reklamy až po ryze služebnou funkci jak v exaktní vědecké ilustraci, tak v podobě často esteticky pokleslých užitkových merkantilních tisků, které chromolitografii přinesly pejorativně vnímané označení „barvotisk“.[2] Právě tento aspekt v uměleckohistorických a společenskovědních disciplínách na dlouhou dobu neprávem deklasoval výjimečná díla – zejména reklamní plakáty, ale i diplomy či kalendáře –, která touto mimořádně náročnou technikou vznikla. Do pozornosti badatelů se chromolitografie dostávaly až v poslední třetině 20. století v souvislosti s proměnou paradigmatu klasické hierarchizace umění „vysokého“ a „nízkého“ a díky rozmachu interdisciplinárních studií vizuální kultury zhodnocujících její umělecky nekanonické a okrajové projevy včetně reklamy.[3] Současně ovšem vzrůstal zájem o problematiku komercionalizace a také demokratizace umění, která je v souvislosti s chromolitografií coby původně především technikou k reprodukování malířských děl bezprostředně spjata. Chromolitografie umožnila šířit jedinečná umělecká díla v podstatně širším publiku, nelimitovaném společenskou, vzdělanostní či jinou exkluzivitou, a otevřela tak otázky hodnoty originálu i devalvace umění.[4] Vzhledem ke značnému historickému odstupu od éry chromolitografie a jejího docenění se podstatná část hodnotných chromolitografií do sbírkových institucí nedostala a mnohdy se ani nedochovala, známá je někdy i jen ze sekundárních pramenů. Ne všechny doklady chromolitografické produkce však propadly sítem badatelů a muzejníků zcela neprávem. Z těch, které v něm zůstaly, patří k nejcennějším projevy raného obrazového plakátu, patřící dnes k nejvzácnějším artefaktům nejvýznamnějších světových sbírek zaměřených na užitou grafiku. Jsou klíčovým materiálem dokládajícím proměnu stylů a estetických preferencí, stejně jako hodnotným historickým pramenem razantních změn ve společnosti 19. století, zohledňujícím aspekty životního stylu, zrodu konzumní společnosti i posuny v tradiční genderové hierarchii.

Chromolitografické tisky mají dnes primárně význam jako artefakty a předměty kulturního dědictví soustředěné ve sbírkových institucích (v Česku především Uměleckoprůmyslové museum v Praze, Národní muzeum, Moravská galerie v Brně, Muzeum hlavního města Prahy, Národní

pedagogické muzeum a knihovna J. A. Komenského, Muzeum Jindřichohradecka a další) s nároky na adekvátní ochranu a konzervátorskou a restaurátorskou péči. Vzrůstající zájem odborné i laické veřejnosti o vizuální styl, grafický design, reklamu a popkulturu a s tím související zvýšená manipulace, reprodukování, vystavování atd. tyto nároky ještě zvyšují. Raritní dochování cenných chromolitografických tisků ve sbírkových institucích[5] komplikuje jejich často značně problematický stav a četná poškození, vyplývající ze specifik tiskového materiálu a technologického procesu tisku. Ten sice bylo možné po průběžném zdokonalování provádět takřka na cokoli, ale v případě nejcennějších obrazových plakátů probíhal takřka výhradně na tzv. zušlechtěný papír. „Zušlechťující“ nátěr papíru, pro chromolitografie charakteristický, stejně jako také charakteristická finální transparentní „laková“ vrstva představují z restaurátorského hlediska celou řadu problémů a rizik fyzikálních a chemických, vyplývajících z vrstvení a interakcí materiálů. Zavedené konzervátorské a restaurátorské postupy v běžné praxi sbírkových institucí tyto velmi specifické otázky dosud nezohledňovaly. V souvislosti s mnohdy kritickým stavem nejohroženějších chromolitografických tisků tak vyvstala naléhavá potřeba standardizovaného ověřeného postupu, který pomůže zajistit dochování významných artefaktů kulturního dědictví pro příští generace.

Ukázky typických chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře, Sbírka užité grafiky a fotografie, Uměleckoprůmyslové museum v Praze



Identifikace chromolitografických tisků

Vymezení termínu chromolitografie v odborné literatuře i technických tiskařských příručkách není zcela jednoznačné – nejednou byl používán jako obecné pojmenování barevné litografie a sama chromolitografie sensu stricto byla popisována jako litografický barvotisk,[6] pod který byly s vývojem průmyslových grafických technik zahrnovány další inovace včetně nepřímého tisku (ofsetu) a světlotisku.[7] Současná literatura věnovaná grafickým technikám zachází s označením chromolitografie rezervovaně jako s archaismem[8] a tisky vzniklé touto technikou popisuje jako barevnou litografii. Uměleckohistorické a příbuzné teoretické obory (studia vizuální kultury) používají tento termín primárně pro produkci reklamních tisků a merkantilií druhé poloviny 19. století s charakteristickou barevností a specifickým vizuálním jazykem a dále pro všechny litografické tisky provedené z více kamenů (obvykle se uvádí minimálně z osmi) principem sčítání barev.

K obecnému vymezení okruhu chromolitografií přispívají faktory spjaté s užitím této techniky a s její produkcí. Než začala být chromolitografie devalvována fotomechanickými zjednodušeními tisku v závěru 19. století, jednalo se o techniku exkluzivní, finančně náročnou, realizovanou obvykle v nižším nákladu. Vzhledem k technologické náročnosti tisku ji nebyla schopná vyhotovit každá tiskárna. Důraz na řemeslnou dovednost a specifika personálního zajištění[9] byly tak zásadní, že produkovat chromolitografické tisky dokázaly jen některé podniky, v českých zemích to byly zejména tiskárny Bohemia (později A. Haase)[10], A. L. Koppe, W. Pick, H. Fuchs, A. Landfras a další. Tisky často bývají označeny názvem tiskárny, která náklad realizovala, někdy bývá uvedena poznámka o technice v podobě „Chromolith.“, „Chromolitho.“ apod., nebo slovy „nákladem chromolithografického ústavu“ atd. Při vizuálním zhodnocení běžným okem prozrazuje chromolitografii vedle široké barevné škály i velmi jemná tvarová modelace a plynulé přechody světla a stínu, kterých před nástupem fotoprocesů nebylo možné žádnou jinou technikou v takové míře dosáhnout. Charakteristickou zářivost barev chromolitografií (odtud obecné označení barvotisk, později značně pejorativně vnímané) umocňovalo použití tzv. chromopapíru – tj. papíru zušlechtěného nátěrem tenké bílé vrstvy, jejíž vlastnosti umožnily barvám vyniknout a odrazit se. Nátěr poskytl podkladovému papíru hladkou vrstvu, ideální pro jemný rastr tisku, a navíc dovolil používat papír horší kvality.[11] Zásadním důvodem použití chromopapíru byla však tvarová stálost, nezbytná pro správný soutisk. (Běžný papír by se při opakovaném exponování vlhkosti při tisku a tlaku lisu během postupného tisku všech barev roztahoval.)

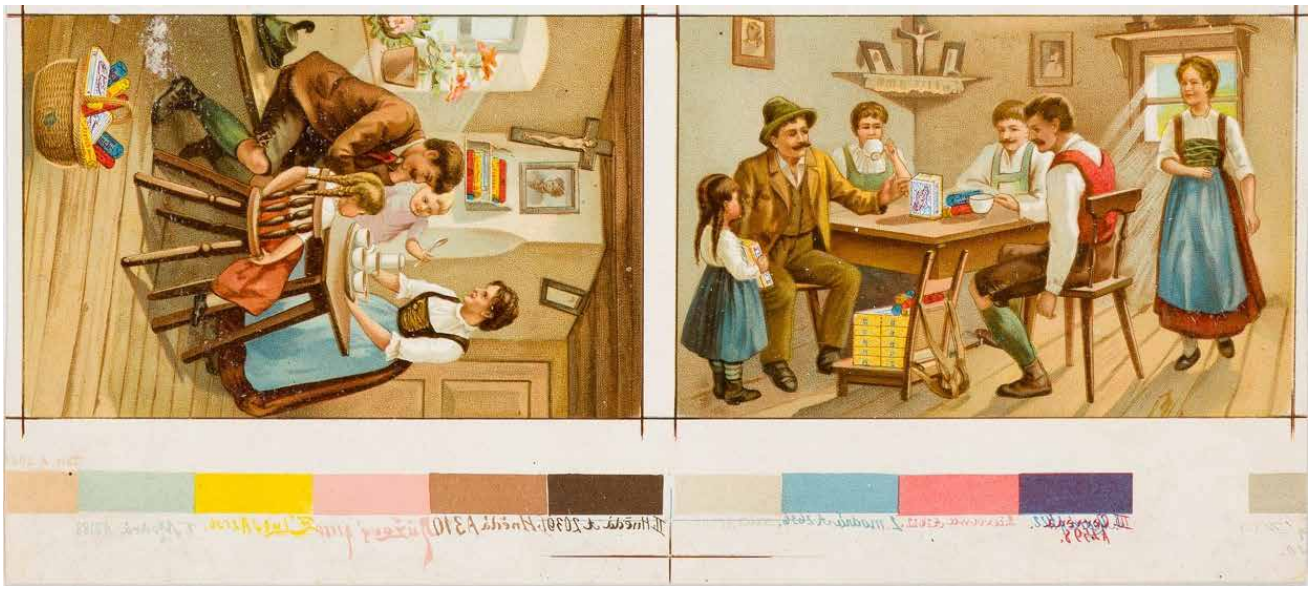
Mezi další rozlišovací znaky chromolitografie patří extrémně lesklé povrchy (velmi hojné, ne nutně vždy přítomné), které vznikaly finální aplikací lazurní barvy. Ta mohla být aplikována nejen celoplošně, ale i pouze parciálně na akcentované části tisku (např. zdůraznění ilustrace oproti písmu či obráceně atd.). Lazurní vrstva měla nejen vizuální efekt, ale prodlužovala životnost tisku. Pro užití chromolitografických tisků je typické, že se očekávala jejich delší životnost než u běžných akcidenčních tisků, proto se tato technika s oblibou používala pro reklamní vývěsky, které pak visely v obchodech léta. Obdobně byly chromolitografické reprodukce uměleckých děl určeny k zavěšení v interiéru, svaté obrázky k časté manipulaci a tabule s naučnými ilustracemi byly vystaveny zátěži ve vzdělávacích institucích. Výčet nejčastějších typů chromolitografických tisků podle funkce doplňují diplomy, kalendáře, viněty, karty, drobné merkantilie, pohlednice a dále nejrůznější ilustrace – zprvu zejména v albech (architektonická, ornamentální, přírodovědná atd.), později i jako součást nejen naučných vázaných knih.

Viskozita a sytost použitých tiskových barev byly adekvátní konkrétnímu účelu (např. zda se jednalo o reprodukci či imitaci olejomalby nebo akvarelu), dojem hutnosti tisku zesilovaly zušlechťující vrstva papíru, finální lazurní lak a v některých případech i 3D efekty v podobě ražby nebo imitace struktury.[12] Obecně platí, že použité barvy byly do značné míry transparentní, což je nezbytným požadavkem pro výslednou barevnost založenou na sčítání barev, a tedy na odstínech vzniklých následným přetiskem.

Zmíněné hlavní obecné identifikační znaky chromolitografických tisků doplňuje charakteristický vizuální jazyk reklamních plakátů, vývěsek a drobných merkantilií. Vyznačuje se podbízivou líbezností motivů – silně idealizovaných žánrových výjevů, které reprezentují především ženy a děti. Jejich líbivost umocňuje časté použití škály jemných pastelových tónů (bledě modrá, tyrkysová, růžová, lososová atd.). I když se chromolitografie nejlépe uplatnila v zobrazeních s jemnou modelací, vyznačuje se schopností reprodukovat jakýkoli výtvarný výraz, včetně tvrdých expresivních linií. Od počátku byla technikou reprodukční, proto si svůj vlastní výraz nevytvořila – roli zde hrál také fakt, že chromolitografie jsou až na výjimky neautorské, prováděl je specializovaný litograf-chromista a umělec se do realizace nemohl (vzhledem ke složitosti techniky) tvůrčím způsobem zapojit.

Exaktní identifikace chromolitografických tisků je založena na znalosti specifické technologie přípravy tiskové matrice – tedy práce na litografickém kameni.

Označení chromolitografického tisku



Záznam použité barevné škály na archu reklamních kartiček

Technologie chromolitografického tisku

Chromolitografie je podkategorií litografie, s níž sdílí základní postupy tisku z plochy. Rozšířit možnosti techniky litografie o tisk barev představovalo velmi lákavou výzvu, se kterou se potýkal už objevitel litografie Alois Senefelder, provádějící od roku 1808 pokusy s vícebarevným tiskem. Potenciál tištěných médií z hlediska průmyslu a obchodu inicioval vypsání prémie 2 000 franků za barevnou litografii francouzskou Společností na podporu národního hospodářství (Société d'Encouragement de l'Industrie nationale) v roce 1829, která přispěla k motivaci tiskařů hledat nové cesty a experimentovat. Třicátá léta pak nejen ve Francii, ale stejně tak v Německu přinášela postupné inovace, ve kterých nejvíc pokročil francouzský litograf Godefroy Engelmann, cizelující v letech 1835–1837 proces barevného soutisku z více kamenů.[13] Jím formulovaná technika chromolitografie, patentovaná v roce 1837, se rychle rozšířila prostřednictvím publikovaných praktických příruček[14] a tiskařskou praxí.[15] Chromolitografie se od barevné litografie liší v řadě technických detailů, primárně ovšem ve způsobu použití barvy. Zatímco barevná litografie vyplňuje plochy, dané obrysovou kresbou na prvním tisku (kontury obvykle černé nebo obecně tmavé), postupně jednotlivými barvami, chromolitografie využívá efektu sčítání barev a nepracuje s výraznými konturami. První tisk je u chromolitografie obvykle vyhrazen pro naznačení světla a stínu, tedy pro tvarovou modelaci tiskem žlutou barvou, která, stejně jako všechny následné tištěné barvy, nevyplňuje souvisle plochu, ale je tvořena rastrem izolovaných bodů. Další barvy jsou tištěny minimálně z osmi až více než dvaceti kamenů[16] v ustáleném pořadí, kde se opakují žlutá, šedá, červená a modrá v různých sytostech tónu. Poslední tisk barvou je vyhrazen velmi řídce a lokálně aplikovanému nejtmavšímu tónu, který kompozici opticky sceluje a zvýrazňuje modelaci vytvářením ostrých okrajů jednotlivých tvarů. Charakteristickým rysem chromolitografických tisků je, že barva pokrývá celou tištěnou plochu. Na rozdíl od jiných technik, které nechávají opticky působit i nepotištěný papír, používá chromolitografie bílou barvu tištěnou. Složitý proces chromolitografického tisku popisují nejpodrobněji tiskařské příručky, nejen Engelmannův traktát, ale i některá ilustrativní komentovaná alba tiskařů-grafiků jako např. Louise Pranga nebo Rudolfa Beckera,[17] která poskytují názorné příklady tisku rozloženého na jednotlivé použité kameny.

Pro chromolitografii jsou specifické postupy samotné práce na kameni. Pro přípravu jednotlivých desek se používá prvotní kresba prováděná přímo na kámen, která se na všechny další nakopíruje. Dále se kameny upravují jakýmkoli způsobem typickým pro litografii obecně, nejčastěji technikou tušovou (perem nebo štětcem) a křídovou, ale tak, aby bylo dosaženo efektu rastru šrafurou nebo charakteristickým tečkováním. Intenzita tónu barvy vycházela z hustoty šrafur či tečkování a interakce s následnými tisky dalších barev. K tečkování větších ploch se používaly nejrůznější metody a pomůcky, např. stříkání, které v litografii aplikoval již Senefelder pro dosahování různé intenzity tónů, nebo aplikace přes síto, tangýrou nebo airbrushem, používaným v Americe od osmdesátých let 19. století. Uvedenými způsoby lze dosáhnout velmi bohaté škály výrazových možností a optických efektů, které byly nejednou tak propracované, že výslednou chromolitografii lze od pozdějších průmyslových tisků okem obtížně rozlišit; prozradí ji především nepravidelnost rastru patrná při vysokém zvětšení.

Typologie chromolitografie podle rastru

Pro identifikaci chromolitografických tisků je klíčové posouzení rastru ve zvětšení (alespoň 10x), kterým lze rozeznat způsob práce na kameni a sled a počet tištěných barev (desek). Uvádíme zde základní, nejobvyklejší a charakteristické postupy, s nimiž se lze na dochovaných tiskovinách setkat. Je třeba vést v patrnosti, že grafické řemeslo bylo velmi živým oborem, který ovlivňovaly nejrůznější faktory; volba prostředků a materiálů nevycházela z rigidně udržovaných postupů, ale byla výsledkem snahy provést tisk levněji, rychleji, jednodušeji či efektněji. Proto se, zejména od osmdesátých let 19. století, jednotlivé postupy i techniky tisku prolínaly a kombinovaly. Z restaurátorského hlediska není zásadní rozeznat všechny finesy tisku, ale orientovat se v základních postupech a znacích indikujících chromolitografický tisk.[18]

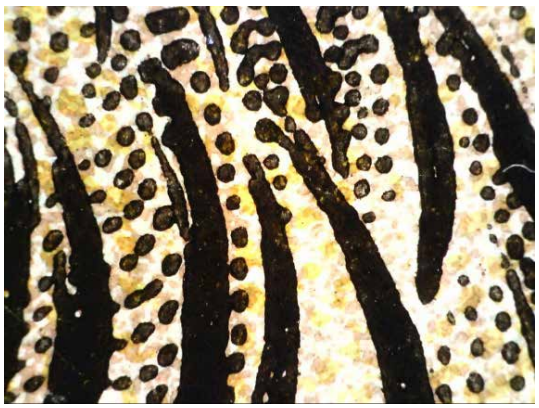
Tečkování

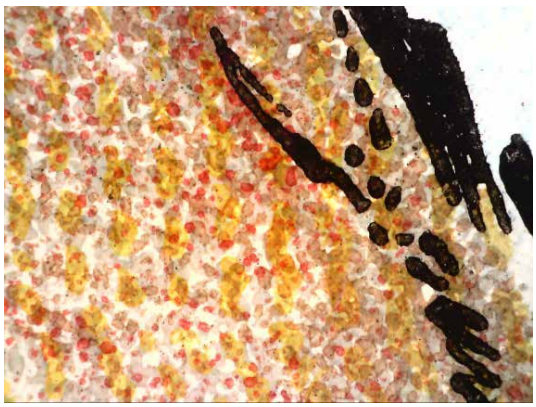
Pro chromolitografii je nejcharakterističtějším způsobem vytvoření obrazu tečkování perem litografickou tuší na hladký kámen, které vytváří specifický rastr. Tečkování bylo ideální nejen z důvodu požadované měkké modelace, ale i proto, že eliminovalo charakteristický osobní rukopis, který nejvýrazněji prozrazuje lineární kresba. Autorská individualizace byla v případě chromolitografie takřka nežádoucí – komplikovala by rutinní práci chromistů, kteří takto mohli kolektivně pracovat na množství kamenů pro jeden tisk současně a byli zastupitelní. Nadto rastr vzniklý tečkováním vyžadoval mnohem méně kreslířských schopností než rastr kreslený (šrafura) tužkou nebo křídou – i tak to však byla vysoce specializovaná činnost.

Podoba rastru vzniklého ručním tečkováním vykazuje nepravidelnosti ve velikosti a tvaru skvrn, tj. tiskových bodů a jejich rozložení v ploše. Podoby rastru vzniklého mechanickou cestou jsou při vysokém zvětšení nápadně pravidelné ve tvaru i rozmístění (u tříbarvotisku pak i s pravidelným pootočením rastru každé tištěné barvy). Rozvoj moderní polygrafie a technik založených na fotoprocesech technicky zdokonaloval reprodukční možnosti tisku, abstrahující obraz na systém rastru. Od osmdesátých let se začínaly tisknout reprodukce fotografií autotypií a později průmyslový tisk ovládl tříbarvotisk. Z restaurátorského hlediska je podstatné, že pokud byly uvedené inovace kombinovány s chromolitografií a tištěny litografickým procesem (platí pro ně tedy stejné nároky na materiál – chromopapír), potom také vyžadují stejnou péči jako chromolitografické tisky. Po zavedení ofsetu (nepřímého tisku) se proces tisku obvykle obešel bez speciálního chromopapíru – díky přítlaku gumového válce, který dokázal přilnout i k ne zcela hladkému papíru, bylo možné tisknout i na nezušlechtěný, hrubý a méně kvalitní papír, a přitom dosáhnout uspokojivého otisku. Výjimkou byly exkluzivnější tisky z autotypické předlohy s jemným rastrem, pro které se používal oboustranně natíraný papír, označovaný jako autotypický nebo křídový, u něhož byl vysoký nárok na jemnost nátěru.[19]

Ruční tečkování. Vlevo: nepravidelné rozmístění tiskových bodů, různá hustota, definování detailů nejtmavší barvou, místy tečkování přechází do tahů štětcem / vpravo: modelaci tvaru určuje nejen plynule přecházející velikost tiskových bodů, ale také směr trajektorií, jež vytvářejí

Když se v závěru 19. století do chromolitografie promítl vliv soudobého umění a japonských grafik, došlo nejen k celkové redukci barev a používání větších jednobarevných izolovaných ploch, ale také k větší uvolněnosti kompozice a expresivnějšímu výrazu. Jemnou světelnou modelaci nahradilo tvrdší definování tvaru výraznou černou barvou, která z tečkování přecházela v tahy štětcem. Výsledný tisk byl pak autorsky podstatně individualizovanější.





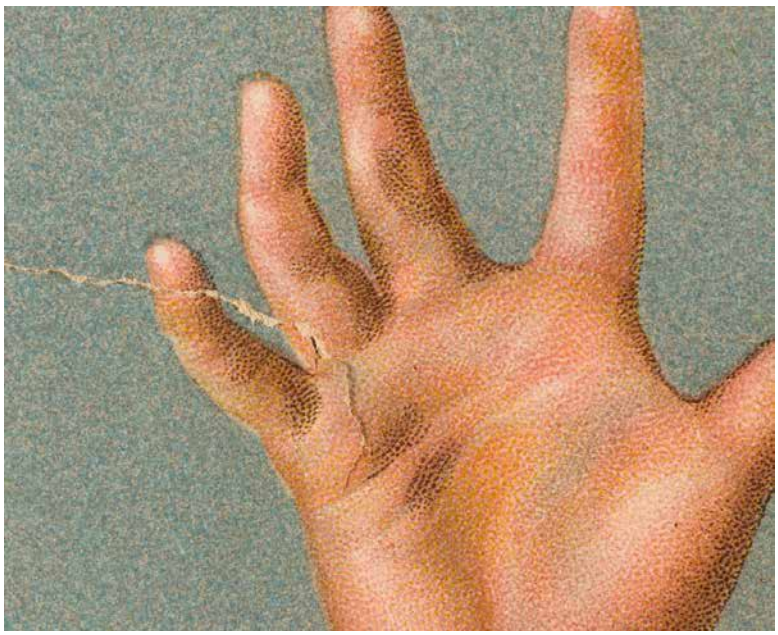
Ruční tečkování světlými barvami a tahy štětcem

Stříkání

Pokud bylo stříkání prováděno manuálně (např. pohybem přes štětiny kartáče), je velmi snadno identifikovatelné – výsledného charakteristického efektu různě velkých skvrn lze jen těžko dosáhnout jiným způsobem. Obvykle se stříkáním řešilo pozadí nebo jiné větší plochy a pomocí šablon bylo také možné definovat exponovaná místa a vytvářet tak obraz z menších stříkaných ploch. Přesného a regulovaného nánosu skvrn zhruba stejnoměrné jemné velikosti se dosahovalo nejlépe airbrushem. Pozdější chromolitografie méně usilující o měkkou modelaci a realistické zobrazení a tíhnoucí naopak k silnějšímu, individualizovanějšímu výrazu okrajově (a lokalizovaně) používaly i expresivnějších, větších a nepravidelných skvrn.

Stříkání. Vlevo: metoda jemného kontinuálního stříkání / vpravo: skvrny (tištěné žlutou barvou) byly na kámen stříkány litografickou tuší ručně (např. ze štětce, přes kartáč atd.), černá barva byla tištěna z kamene připraveného tužkou

Příklad stříkání přes šablonu (vlevo) kombinovaného s ručním tečkováním a malbou štětcem



Souvisle stříkané pozadí kombinované s ručním tečkováním

Kresba křídou

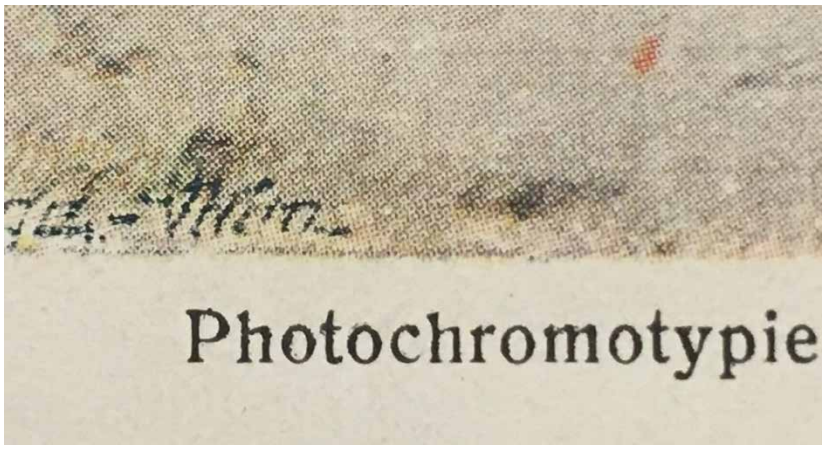
Tahy litografickou křídou na hrubě broušeném kameni vytvářejí charakteristické zrno, umožňují prolínání barev a měkké přechody. Nesou ovšem individuální rukopis, a vyžadují proto významnější zapojení umělce či umělecky zdatnějšího chromisty.

Charakteristické zrno vzniklé kresbou křídou na litografický kámen

Křída kombinovaná s malbou štětcem

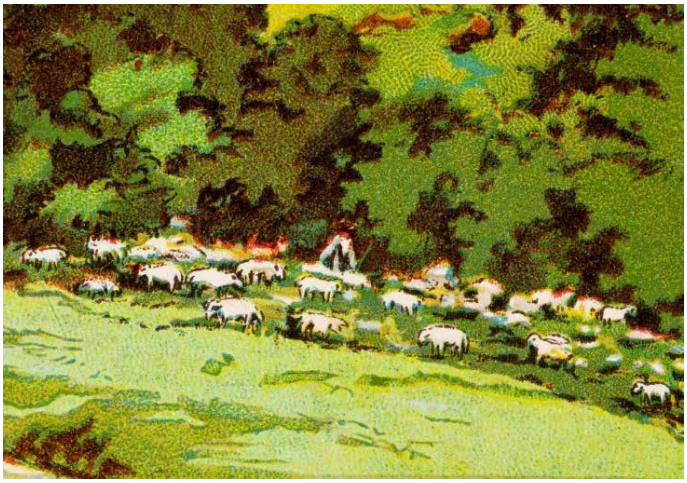
Kombinace technik a polygrafické postupy

Ve snaze zjednodušit proces přípravy matrice a zrychlit a zlevnit realizaci tisku byly zmíněné základní způsoby práce na kameni navzájem kombinovány a doplňovány v podstatě jakýmkoli myslitelným litografickým postupem (včetně fotolitografie). A nejen litografickým; tisk jednoho listu mohl probíhat různými technikami tisku, chromolitografii mohl doplnit tisk z výšky (knihtisk u sázeného písma), kolem přelomu 19. a 20. století pak nové průmyslové techniky jako chromotypie (zinkové desky zpracované leptem), autotypie používaná pro přenos fotografií nebo tříbarvotisk (fotochromotypie) s typickým pravidelným rastrem.[20]



Příklad fotochromotypie s charakteristickým pravidelným rastrem

Kombinace litografických postupů a autotypie



Kombinace chromolitografie a chromotypie, vpravo detail, na němž je patrné typické leptané zrno i ruční tečkování

Vznik polygrafie odsoudil většinu tradičních grafických technik používaných k reprodukčním účelům do sféry uměleckého média pro volnou tvorbu. Rychlosti a lacinosti průmyslového tisku nemohly konkurovat, ale své uplatnění našly v moderní grafické tvorbě 20. století. Emancipace grafiky se však chromolitografie netýkala – byla natolik složitou, že umělce nelákala a o její charakteristické vizuální kvality (barevnost, modelace, efekty jako lak, ražba, zlacení) stál v novém století málokdo.

Charakteristické finální úpravy chromolitografických tisků

Technika chromolitografie byla používána pro kvalitnější tisky, proto byla věnována velká pozornost celému procesu a použitému materiálu, aby byla zajištěna hodnota díla, za niž bude zákazník ochoten zaplatit. Na přípravu podkladu a samotný tisk navazovaly často finální úpravy, které zajistily větší atraktivitu díla a také funkčnost (prodloužení životnosti lakováním, připevnění závěsných kovových prvků). K finálním úpravám lze řadit i efekty vznikající přímo v rámci tisku, např. použití metalických barev.

Zlacení/stříbření

Aplikace zlacení či stříbření našla uplatnění tam, kde měl působit vizuální vjem reflexního materiálu (např. vědecká ilustrace), a s oblibou byla používána pro zvýšení dekorativnosti díla v reklamních tiscích, svatých obrázcích a podobně.

Stříbření v ilustraci horniny

Zlacení dekorativního prvku v reklamním tisku

Lakování

Lakování se provádělo obvykle u předmětů, které to vyžadovaly svou funkcí (hrací karty, ozdobné předměty, krabičky atd.), nebo tam, kde bylo nutné lakem podpořit žádoucí umělecký dojem. Tato závěrečná úprava zvyšovala finanční náročnost tisku, zároveň však značně prodloužila jeho životnost. Různě silná vrstva laku na povrchu chromolitografie chrání materiál před mnoha negativními vlivy, např. před mechanickým poškozením, vlhkostí, vyblednutím barev působením světla atd. Lakování povrchu byla procedura prováděná ve většině případů fermeží,[21] v menší míře jinými prostředky. Podle očekávaného výsledného estetického dojmu se volila hustota fermeže tak, aby byl lesk přiměřený.[22] Nejřidší fermeže vytvořily na povrchu tisku pouze velmi tenkou, lehce lesklou vrstvu. Hustší fermeže mohly vytvořit poměrně silný nános laku s různým stupněm lesku, což poskytovalo podklad pro možnou plastickou úpravu. Tam, kde nemohla být použita fermež, se přistupovalo k jiným způsobům vytvoření lakové vrstvy na povrchu hotového tisku. Z široké škály používaných materiálů lze zmínit např. potírání povrchu islandským mechem, jemným klihem, želatinou, mastixem či speciálním lakem na papír,[23] který se dal koupit v obchodě jako prefabrikovaný produkt. Tisk uplatněný na obalovém materiálu pro zboží (jako např. krabičky, které většinou mívaly dekorativní víko) byl obvykle opatřován vrstvou kolodia, což byl údajně nesnadný proces, avšak s výborným výsledkem.[24] Lak chromolitografických tisků mívá nejčastěji vysoký lesk, objevuje se však i v podobě povrchu s charakterem drobných hrudek/kapiček, případně i s rastrem plátna (kopírujícím strukturu tlakem upraveného povrchu), jednalo-li se o tisky imitující olejomalby na plátně. Obvykle jde o poměrně výraznou a nepřehlédnutelnou povrchovou úpravu, která mohla být provedena nejen celoplošně, ale i parciálně na místa, jež měla být vizuálně zdůrazněna.

Lak vysokého lesku

Lakovaný povrch plakátu – „hrudkovitý“ povrch

Lakovaný povrch rastrovaný do vzhledu plátna

Ražba a dekorativní perforace

Na řadě tisků se pro zvýšení vizuálního efektu uplatnily 3D úpravy v podobě ražby a dekorativní perforace (často obojího současně). Tím dílo získalo i haptické kvality, které zákazníci oceňovali především u drobných upomínkových kartiček, svatých obrázků nebo papírových hraček. Ražbou se dotvářel již hotový tisk, kdy slepotiskem – tj. za použití tlaku a speciální raznice (formy) – docházelo k vytlačení plastického reliéfu do papíru. Pro vytvoření matrice se v minulosti používaly např. suché litografické kameny, do jejichž povrchu byla vyryta nebo vyleptána textura. Papír na litografickém kameni byl přitlačen dostatečným tlakem a pomocí bambusové jehlice s kulatým hrotem byl vzor přenesen do papíru. Ražba mohla spolu např. se zlacením imitovat tepaný dekor. Oblíbenou finální úpravou byla též dekorativní perforace, kterou bylo možné např. vytvářet vzhled připomínající krajku. Větší rozmach těchto typů úprav nastal s jejich postupnou automatizací v závěru 19. století, která nahrazovala náročnou ruční práci.

Plastická ražba na merkantilní tiskovině

Aplikace adjustačních prvků

Chromolitografické tisky byly nejčastěji používány k zavěšení pro reklamní účely nebo dekoraci interiéru, proto se již v tiskárně opatřovaly nejrůznějšími prefabrikovanými adjustačními prvky. Aplikace zavěšovacích mechanismů – nejčastěji kovových, jako jsou např. úchyty, druky, lišty a různé druhy háčků – byla tou skutečně finální úpravou díla. Z hlediska ochrany sbírkových předmětů a jejich uložení jsou takové komponenty značně problematické (kombinace různých materiálů, deformace atd.).

Identifikace papírů zušlechtěných natíráním

Specifický materiál pro chromolitografii, chromopapír (tedy papír zušlechtěný nátěrem minerální pasty s obsahem klížidla, určený primárně pro chromolitografii – odtud označení papíru), se mohl stejně dobře uplatnit i u jiných technik, avšak pro kvalitní chromolitografii byl takřka nezbytný.[25] Zušlechtěním se zajistila potřebná hladkost povrchu pro dokonalé přilnutí při tisku, význam mělo i barevné sjednocení papíru a vytvoření brilantně bílého podkladu, který není příliš nasákavý a na němž barvy vyniknou v plné síle. Nejvýznamnějším faktorem však byla potřebná rozměrová stabilita pro precizní soutisk při opakovaném exponování vlhkosti v průběhu procesu tisku. V případě plakátů, reklam, kalendářů a obecně velkých formátů se nejčastěji setkáváme s jednostranně natíranými papíry; oboustranně natírané papíry se používaly hlavně u malých formátů – tedy tisků, s nimiž se manipulovalo a jež měly potištěnou i rubovou stranu.[26] V rámci péče o sbírky a v zájmu zachování artefaktů kulturního dědictví pro příští generace a jejich zpřístupňování je klíčová vstupní identifikace předmětu včetně bezpečného rozeznání typu papíru. Riziko chybné identifikace a následně neadekvátní volby dalších postupů může mít u natíraných papírů fatální následky v podobě nevratné destrukce. Minerální vrstva je sice velmi stabilní z hlediska vnitřních degradačních procesů, současně však vykazuje zvýšenou citlivost na vnější faktory; zejména vlhkost, nečistoty a mechanické vlivy zde mohou mít naprosto devastující účinky. S ohledem na význam a vzácnost raných chromolitografických tisků je třeba mít toto riziko neustále na zřeteli.

Ve většině případů je identifikace snadná a jednoznačná, někdy je ovšem technika nátěru tak dokonale provedena, že při určování podkladu tisku mohou nastat jistá úskalí. Ve sledovaném období éry chromolitografie (druhá polovina 19. a počátek 20. století) obecně platí, že čím mladší papír je, tím bývá identifikace komplikovanější. Výrazná technologická změna nastává později ve 20. století, kdy jsou do natírací vrstvy přidávány ještě další přísady, např. novodobá pojiva a syntetické látky. Takové papíry však mají zcela odlišný charakter, jiné nároky na péči a s produkcí chromolitografie nejsou spjaty, proto se jimi zde nebudeme zabývat.

Jednostranně natírané papíry

Jednostranně natírané papíry jsou snadněji rozeznatelné než ty opatřené nátěrem z obou stran. Prvotním a snadno zjevným rozlišovacím znakem (zejména u papírů raných tisků) je nápadný rozdíl mezi přední a zadní stranou objektu. Podložka ze zadní strany vykazuje znaky dřevitého papíru, obvykle značně zežloutlého až zhnědlého, s většími či menšími částečkami dřevoviny. Přední strana podložky (papíru či kartonu; gramáž byla používána různá) je opatřena souvislou vrstvou bílé tvrdé hmoty, která je teprve nosnou vrstvou tisku a jeho ideálním podkladem. Vrstvení bílé a papírové části bývá dobře viditelné především na okrajích a dále potom v poškozených místech v ploše, která nejlépe napovídají, zda je papír skutečně natíraný a opatřený minerální vrstvou, nebo je pouze dobře hlazený.

Dobře viditelné vrstvy: dřevitá papírová podložka s tenkou natíranou vrstvou na líci

Stupeň bělosti a lesku není u všech objektů stejný, což je způsobeno technologickými i materiálovými odlišnostmi – především odlišným složením nátěru,[27] možným napuštěním papíru fermeží jako příprava plochy pro tisk a po tisku anebo také možnými reakčními procesy.[28]

Rozdílnost v bělosti pigmentového nátěru (okraje několika plakátů)

Zušlechtěná plocha může vykazovat různé stupně lesku, od míst téměř matných až po vysoký lesk, pozorovatelný nejlépe při pohledu proti silnému bočnímu osvětlení. Bohužel se můžeme setkat i s výjimkami, kdy je papír téměř nebo úplně bez lesku a opticky působí jako kvalitní, hodně hlazený tiskový papír, ale přesto se jedná o papír natíraný.[29]

Jedno z možných řešení lícové plochy je její celoplošné pokrytí tiskovými barvami, tzv. podtisk; zde může být barva jakákoli, a to i bez ponechaných bílých okrajů. V tomto případě se přítomnost pigmentového podkladu identifikuje hůře a jedno z mála vodítek, tedy viditelné vrstvení, můžeme nalézt v hraně materiálu – na okraji listu nebo v místě poškození povrchu v ploše. Zde může být makroskopicky či mikroskopicky viditelný nános minerální hmoty pod barevnou vrstvou (záleží na jemnosti zušlechťující vrstvy, typu poškození a viditelnosti diferenciace jednotlivých vrstev).

Identifikace natíraného papíru by proto měla být zaměřena zejména na hrany, okraje a případné defekty, a to ideálně za použití jakékoli zvětšovací techniky.

Problematická identifikace může nastat v případě celoplošného tisku opatřeného lakovaným povrchem. Takové exempláře obvykle bývají ve velmi dobrém stavu, povrch je mnohdy tak dokonale pokrytý tiskařskou barvou a lakem, že nelze nalézt porušené místo, které by s identifikací pomohlo. Vizuální identifikace je v těchto případech proveditelná jen na hraně objektu, někdy je však neprůkazná; v takové situaci je nezbytné provést analýzu za účelem zjištění přítomnosti signifikantních vrstev či prvků.

Oboustranně natírané papíry

Oboustranně natírané papíry vznikly o něco později a uplatnily se spíše u drobnějších tisků. Vzhledem k pokroku, který ve výrobě natíraných papírů v průběhu 19. století nastal, je provedení povrchové úpravy již na první pohled kvalitnější, vrchní vrstva je mnohem jemnější a tenčí. Viditelné poškození těchto předmětů zařazených ve standardním režimu užívání nebývá, na rozdíl od jednostranně natíraných papírů, nijak zásadní. Oboustranný nátěr totiž umožnil lepší ochranu papírového jádra i celého objektu a podpořil delší trvanlivost tisku. Také dřevitý papír využívaný jako jádro již nemívá tak hrubé zrnění a obsahuje menší částečky dřevoviny.

Při identifikaci se sledují stejné znaky jako u jednostranně natíraných papírů, jen s odlišnostmi ohledně vrstvení a složení materiálu. Hlavní rozdíl je v tom, že papír zde není viditelný coby nosná vrstva, ale je jádrem objektu. Z rubu i líce je potažený bílou minerální hmotou. Pokud je papírové jádro zežloutlé, je identifikace snazší; v takovém případě se pokračuje zkoumáním, zda je jádro pokryto skutečně minerálním nátěrem, a ne hlazeným papírem. V případě světlého jádra není identifikace na první pohled často možná. Může nastat případ, že natíraná vrstva je velmi tenká, navíc ohlazená, a papírové jádro je nízké gramáže a podobného odstínu bílé jako nátěrová hmota. Pak je nezbytné využít zvětšovací techniku, bez níž není spolehlivá identifikace možná.

Ztenčená nátěrová vrstva, prosvítající dřevitý papír

Lakování povrchu u oboustranně natíraných materiálů většinou nebylo prováděno, vyjma hracích karet, kde účel využití indikoval tuto závěrečnou úpravu.

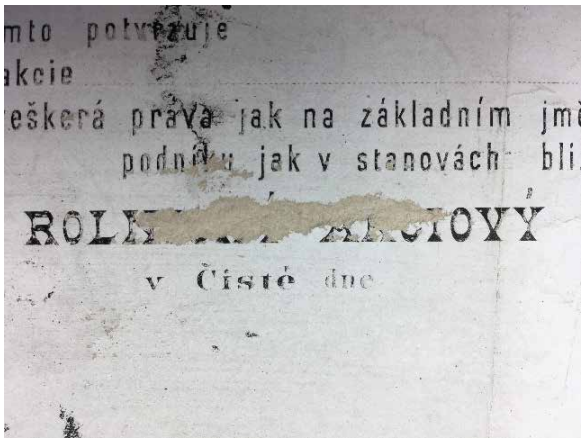
Nastanou-li pochybnosti v identifikaci natíraného papíru, je vždy bezpečnější přiklonit se k ochrannému režimu používanému pro natírané papíry. Vzhledem k citlivosti tohoto materiálu je při takovém postupu malá pravděpodobnost dalšího poškození, a to i v případě, že se bude jednat o jakýkoli jiný papírový materiál.

Nemožnost identifikace techniky jedno- i oboustranně natíraných papírů okometricky nastává zřídkakdy. Pokud by nastala, je další postup identifikace otázkou důkladnější mikroskopie či chemických analýz, avšak vzhledem k nevhodnosti většiny zásahů provedených na předmětech tohoto charakteru a zacílení péče především na vhodné uložení a manipulaci jsou takové postupy, vyžadující značné náklady na vybavení či externí provedení analýz, v běžném provozu sbírkových institucí málokdy opodstatnitelné.[30]

Identifikace natíraného papíru podle charakteristických druhů poškození

Jedním ze způsobů, jak identifikovat zušlechtěné (natírané) papíry, je vizuální analýza jejich poškození. Poškozená vrchní hladká plocha napomáhá lepšímu provedení jednoduchého prvotního průzkumu. Na poškozených místech jsou vidět papírová vlákna vystupující z míst, kde je povrchová úprava narušená nebo zcela chybí. Může se jednat o trhliny, ohlazené hrany, zlomy či jiná poškození. Pozorování je možné provádět pouhým okem, eventuálně zvětšovacími přístroji.

Okrajové lokality jsou při identifikaci jasným ukazatelem.

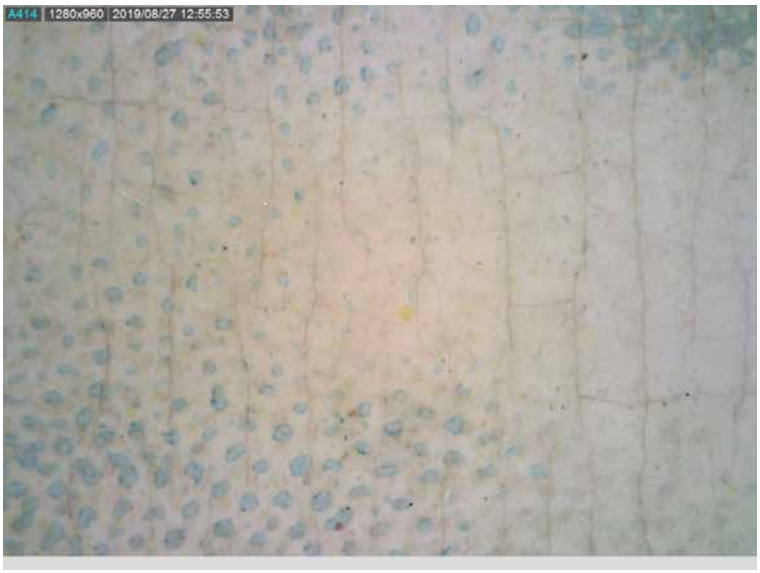


Ztráta fragmentů natírané vrstvy – viditelná vlákna papíru sloužícího jako podklad

Trhlina s vlákny vystupujícími zpod minerální povrchové vrstvy, drobné praskliny v okolí

Trhlina s vlákny vystupujícími zpod minerální vrstvy pokryté tiskovými barvami

Velmi často jsou v minerální vrstvě patrné praskliny, které představují jedno z nejčastějších poškození. Pokud jsou většího rozměru, navíc zanesené nečistotami, jsou patrné i bez zvětšení. Jemnější prasklinky jsou viditelné pouze za použití zvětšovací techniky.

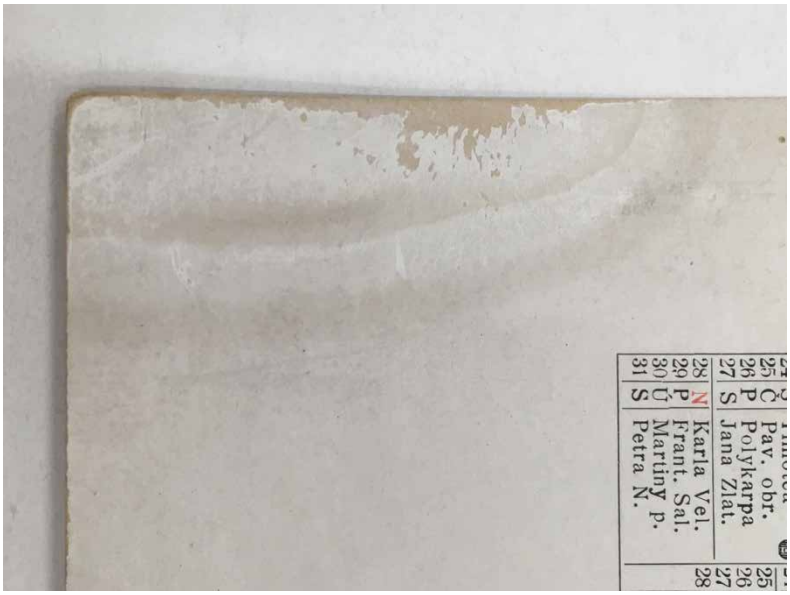


Praskliny v zušlechťující vrstvě, zvětšeno 50x

Praskliny v zušlechťující vrstvě, zvětšeno 50x

Identifikace je poměrně snadná v případě, kdy je minerální vrstva narušená zatečením tekutiny nebo otěrem za vlhka. Zde je díky typickému vytváření map a viditelnému částečnému transferu jasně identifikovatelná přítomnost minerální vrstvy. Tam, kde vrstva ještě nebyla mechanicky poškozená či lokálně zcela odstraněná, obvykle hmota alespoň změní svou strukturu. Nátěr viditelně ztratí kompaktnost a také přilnavost k povrchu, což se projeví vznikem krakel postupně se nadzdvihávajících z podložky. Špatná adheze a ztráta lesku jsou jasným ukazatelem odplaveného pojiva. Toto poškození je možné pozorovat i bez zvětšovací techniky.

Stopy otěru změklé minerální hmoty s nečistotami



Poškození po zatečení tekutiny – skvrna s odpadávající povrchovou vrstvou v nejexponovanějším místě

POZNÁMKY

1 Martina Chadimová (ed.), *Atlas poškození chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře*, Uměleckoprůmyslové museum v Praze 2020, elektronická publikace https://www.upm.cz/atlas-poskozeni-chromolitografickych-tisku/.

2 První komplexní kulturně-historické zhodnocení chromolitografie viz Michael Twyman, *A history of Chromolithography – Printed Colour for All*, Ipswitch 2013.

3 V obecné rovině zejména studie: Peter Burke, *Popular Culture in Early Modern Europe*, New York 1978, John Fiske, *Understanding Popular Culture*, New York 1989, a další. K problematice reklamy např. Pavla Vošahlíková, *Zlaté časy české reklamy*, Praha 1999, k problematice plakátu zejména texty Petra Štembery pro výstavní a publikační projekty Uměleckoprůmyslového musea v Praze. Dále např.: Tomáš Vlček, *Český plakát 1890–1914*, Praha 1971; Josef Kroutvor, *Poselství ulice*, Praha 1991; Harold H. Hutchison, *The Poster. An Illustrated History from 1860*, London 1968; Kateřina Holečková, *Kalendář a jeho vizuální aspekty v českých zemích 19. století* (diplomová práce), FF UK, Praha 2009.

4 Tyto aspekty byly diskutovány zejména v souvislosti s americkou produkcí, viz např. Peter C. Marzio, *The Democratic Art – An Exhibition on History of Chromolithography on America 1840–1900* (kat. výst.), Amon Carter Museum of Western Art, Fort Worth 1979; idem, *The Democratic Art. Pictures for a 19th-Century America: Chromolithography, 1840–1900*, Amon Carter Museum of Western Art, Fort Wort 1979; Jay T. Last, *The Color Explosion. Ninetheenth Century American Lithography*, Santa Ana 2005.

5 Ve sbírce užité grafiky Uměleckoprůmyslového musea, čítající mimo jiné 35 000 plakátů a kolem 100 000 grafických listů, tvoří chromolitografické tisky pouze nepatrnou část. Tisky, které splňují jak technikou, tak i nosnou papírovou vrstvou parametry chromolitografie na zušlechtěných papírech, jsou početně nejvíce zastoupeny v souborech plakátů, svatých obrázků, kalendářů a reklamy. V poměru k rozsahu sbírky se jedná zhruba o 1 % tiskovin.

6 Viz např. Richard Martinčík, *Úvod do grafického průmyslu*, Brno 1922, s. 57; Jan Rambousek, *Slovník a receptář malíře-grafika*, Praha 1954.

7 *„Litografickým barvotiskem rozumí se* […] *též práce, při nichž litografický kámen nahrazen je umělým kamenem nebo kovy, na něž se písmo nebo obraz s kamene přenáší a sluje přetiskem: negativní přetisk s rytiny, positivní spojený s negativním, rastrovaný, z knihtisku, mědirytin, ocelorytin, klihu, desek světlotiskových, anastatických a jiné.“* Ibidem, s 57. Dále viz Friedrich Hesse, *Die Chromolithographie, mit besonderer Berücksichtigung der modernen, auf photographischer Grundlage beruhenden Verfahren und der Technik des Aluminiumdrucks*, Halle a. S. 1906.

8 Viz např. Bamber Gascoigne, *How to Identify Prints. A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, s. 80, London 2004, odst. d–f: „*Chromolitografie – termín běžně používaný pro jakékoliv ze značného množství barevných litografií komerčně produkovaných v druhé polovině 19. století a později*.“

9 S chromolitografickou praxí byla spojena profesní specializace chromisty, který rozuměl teorii barev a jejich sčítání, dokázal exaktně rozložit obraz na jednotlivé tóny barev a rozkreslit je na jednotlivé kameny.

10 K historii Haaseho tiskárny viz *Anenský dvůr slovem i obrazem. Monografie domu A. Haase v Praze*, Praha 1908.

11 Obrovský rozmach tiskovin v druhé polovině 19. století kladl nároky na masivní produkci levného papíru; reliéf laciného dřevitého papíru však znemožňoval souvislou dokonalou přilnavost při tisku a způsoboval nejednotnou savost barev, proto se pro jemné tisky používal papír zušlechtěný.

12 V tiscích imitujících malířská díla se dosahovalo vrcholu v dokonalosti napodobení díky strukturním efektům, zajištěným např. protažením tisku lisem s plotnou s plastickým rastrem malířského plátna.

13 K počátkům chromolitografie viz Michael Twyman, *Images en couleurs. Godefroy Engelmann, Charles Hullmandel et les débuts de la chromolithographie*, Lyon 2007; Tanya Szrajber, Documents on Godefroy Engelmann's „Chromolithographie“, *Print Quarterly* XXVIII, 2011, č. 4, s. 414–418.

14 Godefroy Engelmann, *Album chromolithographique ou Recueil d'essays du nouveau procédé d'impression lithographique en couleurs*, Paris – Leipzig 1837; idem, Traité théorique et pratique de lithographie, Mulhouse – Paris 1839.

15 Chromista někdy dokumentoval postup tisku realizovaných děl, ať již z důvodu demonstrace techniky pro zákazníky či obecně veřejnost, nebo aby mohl méně zdatný tiskař v případě potřeby dílo vytisknout později v identické podobě.

16 Výjimečně se používalo až 40 kamenů, zejména v případě reprodukcí malířských děl.

17 Louis Prang, Prang's Prize Babies. *How This Picture is Made. An Outline of the Process of Chromolithography in General…*, Boston 1888; Rudolf Becker, *Der Werdegang einer Chromolithographie in 12 Farben (12 Tafeln auf Lichtdruckkarton mit einem erklärenden Begleitwort*, Leipzig 1942, 2. vydání; Hesse (pozn. 7).

18 Velmi podrobně techniku chromolitografie popisuje stať Václava Korandy Chromolitografie, in: *Pamětní spis vydaný na oslavu sté ročnice vynálezu litografie*, uspořádali a vydali zástupci pražských sdružení litografických, red. Václav Koranda, Praha 1899, s. 80–100.

19 Blíže viz Ivar Hilken, *Zušlechtěné papíry*, Praha 1955; Jaroslav Šalda, *Tiskařské papíry*, Praha 1952.

20 Blíže k polygrafii viz Martinčík (pozn. 6).

21 Alespoň v období námi sledovaném tomu tak bylo. Později, kolem poloviny 20. století, se jak pro výrobu natírané vrstvy, tak pro lakované povrchy začínaly používat další materiály, včetně syntetických. Pro lakování to byly např. roztoky přírodních a umělých pryskyřic. V současnosti se využívá v polygrafii disperzní, tiskový, parciální UV lak nebo plošný UV lak a laminace. Moderní povrchová úprava může zahrnovat lakování čirým lihovým lakem, aby se zvýšila životnost tiskoviny a zároveň lesk na potištěné ploše.

22 Fermež si tiskárny často vyráběly samy, aby bylo dosaženo potřebné hustoty a kvality.

23 W. D. Richmond, *The Grammar of Lithography*, London 1878, s. 213.

24 Ibidem, s. 211.

25 K zušlechtěným, natíraným papírům viz Šalda (pozn. 19); Richard Bláha, *Přehled polygrafie*, Praha 1963, 2., upravené vydání; Hilken (pozn. 19); Dianne van der Reyden, *History, technology, and treatment of specialty papers found in archives, libraries and museums: tracing and pigment-coated papers*, 1993, online zdroj: https://www.si.edu/mci/downloads/RELACT/coat_special_papers.pdf.

26 U velkých objektů, jako jsou např. plakáty, bylo evidentně finančně neefektivní používat oboustranně natírané papíry, na rozdíl od drobné grafiky, kde oboustranná povrchová úprava zajišťovala delší životnost předmětu i přitažlivější ztvárnění.

27 Pro fixaci natírané hmoty se používala různá pojiva jako škrob, želatina, klih nebo kasein, která mohou být bezbarvá nebo s různým stupněm žlutohnědého zabarvení. Do směsí byly také přidávány barevné pigmenty.

28 V minerální vrstvě může zvýšené působení vlhkosti způsobit zešednutí nebo zežloutnutí, a to buď lokálně, nebo celoplošně.

29 U papírů, které již prošly nějakým procesem vlhčení, v horším případě spojeného s vysycháním pod zátěží – např. u celoplošného podlepení, je ztráta lesku a změna charakteru povrchu zásadní. Zde je snadné dojít k mylnému přesvědčení, že se jedná o běžný papír.

30 Analýzy složení by bylo nutné provést, pokud by bylo třeba zjistit složení materiálu především pro účely konzervace a restaurování.

II.
Teoretická část

Papír ve službách chromolitografie

„Chromový, chybně též křídový papír nazvaný, jest bílou krycí barvou jednou neb oboustranně natíraný papír, k litografickému tisku používaný. Dříve používány byly k docílení krásných obrázků hlavně drahé savé papíry nenatřené, tzv. mědirytinové, avšak pro drahotu byla spotřeba omezená.

Pro litografii, postavivší se do služeb reklamy, povstala nutnost hledati sobě za drahý tiskací papír náhradu, která by při týchž dobrých vlastnostech následkem levné ceny dovolovala širší upotřebení. Těmto nárokům vyhovuje chromový papír v plné míře. Nátěrem, jejž papír obdrží, umožňuje se, by za podklad vzat byl sprostší papír. Nátěr dá papíru krásnou bělost, hladkou plochu a velkou savost. Zpracování papíru po natření zmenšuje nepříjemné, každému papíru vlastní natahování se na sotva znatelné minimum. Cena obyčejného chromového papíru hodícího se pro dvou- až dvacetibarevný tisk není vyšší než cena lepšího papíru s přísadami dřeva, který by se mohl k provedení lepšího litografického tisku použíti.

K orientování továrníka budiž při objednávce chromového papíru udáno:

1. pro kolik barev má papír sloužiti,

2. bude-li se papír před tiskem fermežovati,

3. bude-li se papír po tisku lakovati.

Rozumí se samo sebou, že jemnější práce litografická vyžaduje též jemnější chromový papír.“[1]

Tiskové papíry

Výroba papíru vždy podléhala speciálním potřebám tiskařského průmyslu, jenž měl často velmi specifické požadavky na vlastnosti materiálu pro daný účel. Dosažení požadovaného výsledku tisku je dodnes závislé především na výběru vhodného papíru, barev a stejně tak na precizně provedeném technologickém procesu. Výběr papíru se odvíjel od souboru vlastností, které papír pro konkrétní tiskovou úlohu musel mít. Jejich úhrn se označuje jako potiskovatelnost papíru. Patří sem mj. rozměrová stálost, stupeň zaklížení, schopnost absorpce vody, barev a inkoustů, pevnost povrchu proti vytrhávání, hladkost povrchu, poréznost, lakovatelnost, bělost, opacita a další. Je to veličina, která s ohledem na konkrétní výsledek mění svůj obsah.

Technika chromolitografie kladla na materiál oproti jiným technikám zvýšené nároky. Papír zde byl obzvlášť zatížený, protože musel vydržet mnohabarevný soutisk. To mj. znamenalo, že opakovaně, podle počtu tištěných barev, přicházel do kontaktu s vodním filmem na povrchu kamene, zbytky leptacích činidel a kyselinami, kterých se užívalo při oživování tiskové formy. Toto musel vydržet i při nezměněných optických a fyzikálních vlastnostech.

Kvalitní tiskařský papír pro litografii měl mít rovnoměrný hladký povrch, protože na příliš výrazné zrno papíru se špatně otiskovala souvislá vrstva barvy, a mohlo tak docházet během tisku k deformacím nebo absenci barvy v prohlubních, což by ve výsledku vedlo k horší kvalitě celého díla. Stejně tak mohla kvalitu výsledného tisku ovlivnit rozměrová nestabilita. Původně byla požadovaná kvalita papíru zajištěna vysokým podílem hadroviny, ale s narůstající produkcí papírenského průmyslu začal být této suroviny nedostatek a bylo čím dál obtížnější ji zajistit. Již od poloviny 18. století

probíhaly soustavné pokusy o využití přírodních rostlinných materiálů k výrobě papíru se slámou, řasami, pilinami, vlákny semen a řadami rostlinných pletiv, které ale přinesly jen dílčí úspěchy.[2] Podstatným mezníkem byl pokus J. M. Koopse který v roce 1801 vařil slámu v sodném louhu bez tlaku a později potom v letech 1852–1854 také pokus M. A. C. Melliera s T. Coupierem, kteří zpracovávali slaměnou buničinu opět pomocí louhu, ale za využití tlaku. Příprava surovin chemickou cestou byla významným pokrokem v hledání nového způsobu výroby buničiny, ale bylo nutné ještě nalézt vhodnou surovinu (včetně způsobu, jak ji získat), ze které by bylo možné buničinu vyrábět. Teprve v roce 1844 nastal slibný posun ohledně zpracování suroviny ve formě dřeva, kdy byl G. Kellerem objeven dřevní obrus. Díky tomu byly v roce 1852 uvedeny do provozu první brusy na dřevo, jež zajistily dostatečné množství této suroviny.[3] Bohužel ale ideální vlastnosti stále neměla – mechanicky broušená vlákna byla příliš krátká a křehká, než aby mohla dřevovina samostatně sloužit pro výrobu papíru. Tyto problémy překlenul až chemický proces výroby buničiny ze dřeva. Uplatňovaly se dva hlavní způsoby výroby, a to alkalicky nebo kyselou cestou. Sulfitová buničina, tedy zpracování dřeva kyselou chemickou cestou, byla objevena a patentována v roce 1866–1867 B. C. Tilgmanem. Metoda využívala vysokého rozpouštěcího účinku kyseliny siřičité a jejích solí na doprovodné látky celulózy.[4] Od roku 1874 již začala tovární výroba sulfitové buničiny, která se od roku 1881 vyráběla i v českých zemích. Proces probíhal za vyšších teplot a tlaků účinkem hydrogensiřičitanu vápenatého na dřevo jehličnanů s nízkým obsahem pryskyřic (smrk, jedle). Vzniklá buničina se snadno bělila, a proto se často využívala k výrobě psacích, tiskových a grafických papírů.

Dalším způsobem chemického zpracování vláknitých surovin byl alkalický proces, kterým bylo možné zpracovat mnohem více druhů dřevin. Tímto způsobem se vyráběla zejména dřevní celulóza nátronová a sulfátová. V roce 1879 (resp. v roce 1884, kdy byl proces patentován) byl nátronový proces vylepšen přídavkem sulfidu sodného. [5] Ten usnadňoval i způsoboval delignifikaci dřeva, takže nedocházelo k takovému narušení vláken jako u roztoku samotného hydroxidu sodného. Výhodou tohoto tzv. sulfátového procesu je možnost zpracování téměř všech druhů dřeva – listnáčů i jehličnanů, včetně druhů s vysokým obsahem pryskyřic. Tento proces poskytoval vlákna vysoké pevnosti, srovnatelná s hadrovinou. Většinou se sulfátová buničina používala nebělená v hnědavých odstínech k výrobě velmi pevných balicích a obalových materiálů.[6]

Z uvedeného přehledu plyne, že surovinová základna papírenského průmyslu získala v podobě dřeva téměř neomezený zdroj a přestala být limitujícím faktorem výroby papíru. V praxi se uplatňovaly a dodnes uplatňují všechny zdroje vlákniny – hadrovina, dřevoviny, sulfitová a sulfátová buničina. O jejich použití rozhodují požadované vlastnosti papíru.[7]

Stejně nedostatečný jako materiálové zdroje byl i technologický proces čerpání (tj. odlití) papíru. Ruční čerpání se v 18. století projevilo jako omezující prvek ve výrobě, a proto se i zde začalo hledat řešení, jak celý postup zmechanizovat. Již v roce 1799 nahradil L. Robert ruční čerpání nátokem na nekonečné síto, jehož funkcí byla výroba nepřerušovaného pásu papíru. Podstata výroby spočívala ve vodorovně umístěném kovovém sítu obíhajícím jako řemen dva dřevěné válce. Na nátok tohoto síta byla papírovina nanášena pomocí lopatkového kola a přebytečná voda odtékala zpět do kádě se suspenzí. Válce i lopatkové kolo se uváděly do chodu pomocí kliky, byla zde tedy nutná obsluha jednoho pracovníka. Ze síta potom procházela zplstěná papírovina skrz dva dřevěné válce, které zajistily její vyždímání, a následně se mokrý papír navíjel do roliček, z nichž se ještě za mokra stříhaly archy požadované velikosti a nechávaly se sušit.[8] Proces výroby se tím značně urychlil a zjednodušila se výroba. Byly zde ale ještě značné nedostatky, především v podobě pohonu a sušení papíru, které se postupně musely vyřešit. V období 1803–1808 bratři Fourdrinierovi ve spolupráci s Bryanem Donkinem částečně odstranili nedostatky díky pohonu vodním kolem. Dalším pokrokem, který stojí

za zmínku, je vylepšení procesu sušení papíru; v roce 1820 byl stroj zdokonalen T. B. Cromptonem, který k němu přidal měděný válec vyhřívaný parou. Ten byl instalován na konec stroje (do závěru výroby), čímž technický způsob sušení značně urychloval a zjednodušoval tak výrobu.9

V Anglii, Německu i Francii souběžně probíhaly další pokusy o různá vylepšení strojů na výrobu papíru a zdokonalení výroby. V Čechách byl uveden do provozu první stroj v Praze v papírně Císařský mlýn v Bubenči na prahu třicátých let 19. století.[10]

Odstraněním hlavních nedostatků nově nastavené technologie výrobního procesu se položily základy strojové výroby papíru, jejímž výsledkem bylo vyřešení krize papírenského průmyslu. Strojní výroba měla potenciál poskytnout vhodnou materiálovou základnu tiskařskému odvětví.

Historie a technika „natírání“

S ohledem na druh a vzhled papíru bylo pro potřeby některých tiskových technik nutné povrch papíru upravit do vhodné estetické a funkční podoby. Efektivní úpravy papíru bylo dosaženo vytvořením tenké, zušlechťující vrstvy na jeho povrchu. Ta převzala tiskové vlastnosti původně požadované od papíru a fungovala jako vhodný podklad pro tisk. Takto upravený papír vycházel vstříc náročným požadavkům tiskařů a v největší míře se uplatnil právě v produkci chromolitografie, od které také ve výsledku přijal svůj název (chromopapír/chromokarton).

Proces zušlechtění papíru nanesením rovnoměrné vrstvy minerální pasty (z jedné nebo z obou stran) s následnou úpravou povrchu hlazením a leštěním byla metoda, která procházela vývojem stejně jako samotný proces výroby papíru. Proměňovala se v reakci na surovinové a technologické inovace rozmáhající se průmyslové výroby 19. století a jejím hlavním přínosem bylo, že umožnila uspokojit stále vzrůstající poptávku po kvalitním a dostupném tiskovém materiálu.

Nejranější příklady zušlechťování papíru pocházejí z Číny, kde byly na papírech dochovaných z roku 450 zaznamenány snahy o zlepšení vlastností papíru za použití škrobu a sádry. Během vládnutí dynastie Tang (618–907) byl papír natírán směsí složenou z bílých minerálních látek a vosku. Tato směs vyplňovala prostor mezi vlákny papíru za účelem zvýšení voděodolnosti a hladkosti pro kaligrafické účely. Dále například arabská kultura v 8. století údajně vyvinula modifikaci za použití mastku, křídy nebo sádry. Tato směs byla pojena rýžovým škrobem a měla zvýšit bělost papíru.[11] Z uvedených příkladů je zjevné, že ještě nešlo o nijak dokonalé zušlechťování, ale existovaly zde již tendence k vylepšení papírové podložky pro konkrétní účely.

Následně vznikaly další různé modifikace těchto směsí. V období středověku byly pro kresbu suchou jehlou papíry zušlechťovány pomocí bílých pigmentů. Zušlechtěné papíry měly pro tento způsob kresby výhodu v tom, že nepovedené úpravy se daly snadno odstranit (odškrábat nebo zaleštit). Pro přípravu tohoto papíru bylo nutné hmotu pro natírání rozmíchat v určitém poměru s vodou (v průměru s dvěma díly vody) a ručně rozetřít po povrchu papíru. Poté se papír nechal vyschnout volně na vzduchu. Na závěr se papír pro dosažení potřebné hladkosti a lesku leštil achátovým kamenem, přičemž došlo k ještě většímu stlačení pigmentů, a tím pádem ke zvýšení celistvosti povrchu.

Dávné receptury jsou technologicky i materiálově odlišné, dochovaly se zmínky o směsích, ve kterých byl obsažen například popel z mletých kostí, prášek ze sépiové kosti, sádra, a to dohromady smíchané s vodnými pojivy (klihem či gumou) nebo lněným olejem. Z perských maleb se dá vyčíst způsob, jakým se povrchově zušlechťovala papírová hmota, jejíž ochranná vrstva se skládala ze sádry,

lepidla a hroznového sirupu a byla zakončena olovnatou bílou barvou a lakem na bázi oleje. V 16. století byly nátěry aplikovány také na zadní stranu hracích karet, aby se zlepšila jejich pevnost a odolnost. V polovině 16. století bylo leštění kamenem nahrazeno ručním hlazením. V polovině 18. století se natírací směs patentovaná Georgem Cummingsem skládala z olovnaté běloby, sádry, klihu, ořechového nebo lněného oleje. Z této doby existují zmínky také o používání zinkové běloby.

Na počátku 19. století vzniklo několik nových natíracích směsí. Nejpopulárnější byla představena kolem roku 1807 – byla založena na použití kaolinu pojeného klihem, který byl později kvůli citlivosti na vodu zčásti nebo i zcela nahrazen kaseinem. Takovýto nátěr byl bělejší, těžší a lépe přijímal inkoust. U nás se první takovéto jednostranně natírané papíry objevily asi v polovině 19. století, zejména pro použití při kamenotisku.[12]

Směs využívaná k natírání prošla postupně velkými změnami, které zapříčinily především objevy či vynálezy nových materiálů a pigmentů. Kolem roku 1827 se pro výrobu natíraných papírů používala již také olovnatá běloba, různé druhy klihů, arabská guma či želatina. Některé papíry se po uschnutí leštily hlazením za použití tlaku mezi kovovými deskami nebo později mezi válci. Po roce 1830 bylo vysokého lesku dosahováno aplikací vosků a pryskyřic při leštění.

Kolem roku 1879 se objevil pigmentový nátěr používaný pro produkci vysoce leštěného uměleckého a ofsetového saténového papíru. Ten se vyznačoval vysokým pH a při jeho výrobě se používalo mnoho typů pojiv (arabská guma, kasein, sójový protein, karboxymetylcelulóza atd.), aby bylo docíleno jemného - saténového lesku a jasné barvy. Tento papír měl ale tak vysoké pořizovací náklady, že se pro masovou produkci nehodil. Na konci 19. století nastala další výrazná změna, a to v použití barytu neboli síranu barnatého. Ten tvořil jasný, hustý a méně porézní povrch a dal se dobře kombinovat s jinými pigmenty. Vzhledem k poměrně nízkým pořizovacím nákladům se hojně používal, a to především pro speciální papíry a papíry fotografické.[13]

20. století předznamenávalo použití dalších nových materiálů, například titanové běloby, která je natolik opakní, že jí do směsi stačilo přidávat pouze malé množství, anebo křídy. Jako pigment se v této době používala i křemelina. Mnoho materiálů, které dosud byly využity jako plniva, se nyní používalo i jako součást povrchové natírací směsi.

Škálu pojidel obohatil latex a sójový či arašídový protein. V polovině 20. století byla vynalezena optická zjasňovadla, akrylové gesso a postupně byl více využíván mastek.

V 19. a 20. století souběžně probíhal vývoj aplikačních technik v souladu s čím dál rozvinutější mechanizací výroby. V poslední čtvrtině 19. století, kdy již velkokapacitní strojová výroba papíru v plné míře nahradila mnohdy dosud přežívající manufakturní provozy, nastala mechanizace i v nanášení zušlechťujících nátěrů. Původně se nanášení nátěru provádělo ručně a zvlášť, mimo papírenský stroj, což zvyšovalo časovou náročnost celé výroby, a tím i cenu produkce. Postupně se přešlo k aplikaci nátěrových hmot již v závěrečné fázi výroby, v papírenském stroji, což byl způsob nedokonalý, ale zato finančně a vzhledově přijatelný. Samostatný mechanizovaný proces, který byl prováděn v odlišném stroji, než je ten papírenský, byl představen v roce 1852. Byl zkonstruován pro jednostranné nanášení nátěru. Pro správnou a rovnoměrnou aplikaci hmoty se používaly „nanášecí kartáče“. Natírání bylo dobré kvality, avšak nejednotné. Kolem roku 1880 byl zmechanizován proces oboustranně natíraného papíru opět za pomoci kartáčů. Vzhledem k tomu, že zde byla nutná příliš náročná a drahá údržba používaných kartáčů, brzy se přešlo k nanášení minerální pasty rotačními válci, které pracovaly rychle a rovnoměrně, a kartáčů se užívalo již jen v dalších fázích výroby.[14] Stroje kartáčového typu se dále vyvíjely a od roku 1900 již byly na takové úrovni, že nebylo nutné jejich funkčnost nijak zásadně měnit. Docházelo pouze k drobným úpravám, jež umožňovaly především zvýšení rychlosti výroby, a tím i kapacity výrobního procesu. Tomu se následně muselo přizpůsobovat i složení natíracích směsí.[15]

Zušlechťující nátěr

Natíraná vrstva byla směsí pigmentů a pojiv, časově a geograficky proměnlivého složení. Nejčastěji ji tvořil jako základ kaolin, později ve směsi se síranem barnatým, a to v různých poměrech. Jako pojivo se používal zpočátku klih, později kasein, škrob nebo želatina (případně kombinace více klížidel, především kaseinu s dalším pojivem). Složky byly zastoupené v různých poměrech, které odpovídaly momentálním potřebám. Do směsi se často přidávaly také bílé pigmenty, jejichž účelem bylo zvýšení některých optických vlastností, zejména bělosti a neprůhlednosti zušlechťující vrstvy (běloby – zinková, olovnatá, titanová atd.). Směs se vyráběla nejen v závislosti na dostupnosti jednotlivých surovin, ale také s ohledem na způsob nanášení či využití takto zušlechtěného papíru. V závěru výroby byla zušlechťující vrstva obvykle leštěna na požadovaný stupeň lesku[16] (někdy s použitím vosků či pryskyřic) a natíraný papír prošel předtiskovou úpravou (napuštění povrchu např. fermeží, klihovou vodou nebo želatinou).

Pojiva

Pojiva (adheziva) měla důležitou funkci. Především zajišťovala, aby se minerální hmota homogenně spojila a dokonale přilnula k papírové podložce. Špatné dávkování mělo za následek nekvalitní provedení tisku, což bylo nepřípustné z hlediska navýšení ceny produkce. V případě nadbytku klížidla nepřijímal povrch takto upraveného papíru dobře barvy, při nedostatku se nátěrová hmota odtrhávala při procesu tisku z papírového podkladu. Přiměřené množství pojiva dále zajišťovalo dostatečnou tvarovou stabilitu, flexibilitu, odolnost vůči vlhku, hladkost povrchu a také zlepšovalo absorpci barev. Používána byla pojiva přírodní – různé druhy škrobů v závislosti na lokalitě výroby (kukuřičný, pšeničný, tapiokový, bramborový, čirokový, rýžový a maniokový škrob) nebo také pryskyřice (např. arabská guma) a proteiny (klih, kasein z kravského mléka, želatina). Syntetická pojiva se používala až od roku 1940 a do materiálů spojených s chromolitografií tak nepronikla.[17]

Škrob je pojivo získávané z hlíz a semen rostlin. Chemicky se jedná o polysacharid, jehož vlastnosti jsou dány jeho původem. Známe škrob pšeničný, rýžový, bramborový, kukuřičný, tapiokový atd.

Pryskyřice jsou přirozené výměty mnoha druhů rostlin. Na povrch se vyroňují buď samovolně, nebo po zranění kůry. Mezi nejvíce používané patří arabská guma.

Kasein je nažloutlá krupicová hmota, svým složením patří do skupiny fosfoproteidů. Při výrobě natíraných papírů se používá výhradně kyselý mléčný kasein. Je pevný, dobře se pojí s pigmenty a je možné ho vytvrdit, což napomáhá voděodolnosti. To je důvod jeho hojného použití i přesto, že byl cenově nákladnější než ostatní pojiva.

Klih – nejčastěji používaný byl kostní či kožní. Název i vlastnosti nese podle různých živočišných částí, ze kterých byl vyroben. Existuje ještě mnoho dalších druhů klihů, z nichž nejznámější je rybí, nezanedbatelná je i želatina (jemný, bezbarvý klih z nejčistších výrobních surovin – vybraných kůží a kostí). Kvalitní klih má být čistý, po aplikaci a zaschnutí opět pružný a pevný.

Pigmenty

Pigmenty spolu s adhezivy a aditivy tvoří základní složku nátěru pro zušlechtění papíru. Některé z nich jsou v zásadě jemnější a jasnější verzí pigmentů používaných jako plniva papíru. Dají se kombinovat mezi sebou - složení natírané vrstvy se vyvíjelo v závislosti na dosažitelnosti specifických surovin (časově a geograficky), druhu nátěru a způsobu aplikace. Pro představu uvádíme nejčastěji používané bílé pigmenty: barytová běloba, lithopon, sádra, titanová běloba, přírodní křída, olovnatá běloba, zinková běloba, kaolin atd.[18]

Barytová běloba je síran barnatý a v přírodě ho nalezneme jako minerál baryt/těživec. Běloba se získává mletím přírodního minerálu, a to od roku 1820. Síran barnatý je plnidlem, jehož bělost a krycí schopnost se blíží titanové bělobě a měla jím být nahrazena toxická olovnatá běloba,[19] je také vysoce stabilní při působení světla, inertní, nerozpouští se v kyselinách ani zásadách a je velmi málo rozpustný v koncentrovaných kyselinách. Směs síranu barnatého a sulfidu zinečnatého se nazývá lithopon.

Lithopon (směs síranu barnatého a sulfidu zinečnatého) je bílý pigment, poprvé objevený v roce 1853, jehož výroba započala až v roce 1874. Má vysokou krycí schopnost, ale při působení světla dochází pravděpodobně k vylučování zinku, a tedy k šednutí barvy. Dnešní využití lithoponu je v plakátové produkci a výrobě levných akvarelových barev.

Blanc fix neboli stálá běloba je uměle vyrobena vysrážením v roztoku (velmi čistý síran barnatý). Stálá běloba se velmi dobře snáší se všemi pojivy a spotřebuje jich velmi málo, barvicí i krycí mohutnost je malá, ale je jedním z nejstálejších pigmentů. U nátěrů je často využívána místo barytové běloby.

Sádra (lenzin / alabastrová běloba) je mletý sádrovec, používaný jako substrát nebo plnidlo ostatních pigmentů. Sádra se využívala již v období starověku zejména ve stavebnictví a později také na podklad deskových maleb a polychromovaných plastik. Na rozdíl od jiných pigmentů nemá takovou kryvost a barvivost. Je vhodná jen pro vodová pojidla.

Titanová běloba (oxid titaničitý) je známa ve dvou druzích – jako běloba anatasová a rutilová. Běloba anatasová byla objevena v roce 1909, její výroba byla zahájena od roku 1924. Kvůli své optické nestálosti si vysloužila mezi umělci špatnou pověst. Vlivem UV záření šedne a rozkládá se (sprašuje). Zároveň má oproti rutilové bělobě nižší kryvost. Rutilová běloba byla vyráběna až od roku 1938.[20] Výborně kryje a má velmi jasný zářivý pigment, její použití ve formě plnidla má navíc minimální negativní dopad na pevnost papíru. Oproti anatasové bělobě je stálejší na světle a odolnější vůči povětrnostním vlivům.

Přírodní křída se v současné době rozlišuje podle místa naleziště (šampaňská, španělská, boloňská,[21] německá). Současná největší ložiska jsou u Doveru v Anglii, v Belgii a za nejkvalitnější se považuje křída z kraje Champagne ve Francii. Po chemické stránce se jedná o uhličitan vápenatý (čistota > 90 %), vyjma křídy boloňské (síran vápenatý). Jedná se o usazenou horninu pórovitého povrchu s drobivým charakterem. Křída vzniká rozpadem schránek malých mořských živočichů. Má měkkou texturu a malou kryvost v oleji oproti pojidlům na vodní bázi. Její výhodou je světlostálost a schopnost mísení s ostatními pigmenty.

Olovnatá běloba je jedovatý světlostálý pigment s vysokou kryvostí, který s vhodným pojivem dosahuje výrazného lesku. Pigment má měkkou texturu a je ideální v kombinaci s olejovými pojivy. Po chemické stránce se jedná o směs uhličitanu olovnatého a hydroxidu olovnatého. Označuje se také jako kremžská běloba, kremnická běloba nebo cerusa. Nevýhodou této běloby, která se používala již ve starověku, je špatná mísitelnost s jinými pigmenty.

Zinková běloba (též běloba čínská) je oxid zinečnatý. Je zmiňována od roku 1810, její výroba je zaznamenána až od roku 1834. Čistota běloby záleží na čistotě zinku, ze kterého se vyrábí.[22] Má nižší kryvost než olovnatá běloba, je odolná vůči UV záření, lze ji mísit se všemi barvami. Používá se spíše do pojidel na bázi vody než oleje, protože s olejem vytváří zinečnatá mýdla, tzv. rezináty, se kterými špatně schne a mění barvu (žloutne).

Kaolin je hydratovaný křemičitan hlinitý, vzniklý větráním živců. Používá se především k výrobě porcelánu, papíru a při výrobě barev jako plnivo. Zvyšuje kryvost, aniž by měnil barevnost, plastičnost či zvyšoval objem. Barvy mají vyšší viskozitu a nestékají. Lze ho použít jako plnivo pro nastavování všech pigmentů. U natíraných papírů slouží jako základ hmoty pro natírání.

Barevné pigmenty *či barviva* přidávané v malém množství do bílé nátěrové hmoty vytváří zcela odlišný dojem výsledného materiálu. Přírodní pigmenty: umbra přírodní a pálená (odstíny hnědé), siena pálená (odstíny červené), okr a siena přírodní (odstíny žluté). Synteticky vyrobené pigmenty se skládají primárně z oxidů kovů, zejména železa, chromu a dalších.

Při průmyslové výrobě natíraného papíru v Čechách musely být dodrženy technologické parametry, jejichž splněním byla zajištěna požadovaná kvalita. Papír pro natírání musel splňovat poměrně přísná kritéria především ohledně množství použitých klížidel a plniv. Surový papír musel být pevný a přitom vláčný a z hlediska složení byl popisován jako středně jemný, bezdřevý či dřevitý. Množství plniv muselo být menší, než jaké se do papíru přidávalo obvykle, protože pokud se navyšovalo jejich množství, ztrácela se potřebná pevnost papíru. Udávalo se, že chromopapír může mít až 12 % plniv, chromokarton i nad 12 % plniv. Klížení měl surový papír mít 1/1.[23, 24]

Vhodný papír se buď v závěru své výroby, nebo poté v samostatném provozu opatřoval nátěrem minerální pastou. Aplikovaný nátěr musel opět splňovat poměrně přísné dávkování některých látek, především klížidel. Minerální pasta ho musela obsahovat 10–30 % na suchou váhu nátěru, a to podle jeho druhu.[25]

Po nanesení a vysušení nátěru se papír hladil mezi kovovými deskami nebo na kalandrech, a to na hladkost různého stupně. Vysokého lesku se poté dosahovalo použitím třecích kalandrů nebo kamenných leštiček s leštícími acháty, případně za přídavku vosků nebo pryskyřic. Pro chromolitografický tisk byl papír (buď v závěru výroby, nebo v tiskárně před tiskem) opatřen nátěrem olejovými laky, klihovou vodou nebo jinými látkami, které zvýšily jeho voděodolnost a rozměrovou stabilitu.

Tiskařské barvy, pojiva a laky

Základem tiskařských barev užívaných pro chromolitografii byly barevné pigmenty (anorganického nebo organického původu) rozptýlené v mastném kapalném mediu, fermeži. Výrobu barev si dlouhou dobu obstarávaly samotné dílny, protože jedině tak bylo možné docílit jejich požadované kvality i odstínů. Mísení se provádělo nejdříve ručně na kameni, později hnětením v nádobách. Jemně

rozetřené pigmenty se smísily v potřebném množství s fermeží a aditivy a takto byly připraveny k použití. Výběr barev pro chromolitografii byl poměrně náročný nejen s ohledem na dobře zvolený odstín, ale také na kvalitu a trvanlivost tisku samotného a na ekonomickou stránku.[26]

Fermež byla stejně jako pigmenty zpočátku vyráběna v tiskařských dílnách. Vlastní výroba měla značné výhody, protože bylo dosaženo potřebné čistoty i hustoty fermeže. Její výroba probíhala zahříváním lněného oleje na 300 °C, čímž došlo k částečné polymeraci a oxidaci lněného oleje při současném zvýšení jeho viskozity a hutnosti.[27] Hustota fermeže se regulovala délkou varu. Fermež se používala jako pojivo v barvách, ale také jako lak aplikovaný na povrch tisku. V případě horšího schnutí se do fermeže přidávaly oxidy a soli těžkých kovů nebo soli těžkých kovů s mastnými kyselinami, které se ve fermeži rozpustily a zapříčinily její rychlejší schnutí a lesklý povrch (tzv. sikativy).[28] Pro dražší, reprezentativní tisky se používaly fermeže s rozpuštěným jantarem, kopálem nebo damarovou pryskyřicí.[29]

Všechny látky a materiály, které byly použity ať už v samotném procesu výroby papíru, při tisku, nebo v následných úpravách, je nutné brát v úvahu při určování původce degradačních procesů papíru a hledání způsobů stabilizace stavu tisků či jejich restaurování.

Přehled faktorů ovlivňujících degradaci papíru

Úvod

Degradační změny vlastností papíru jsou výsledkem komplexních procesů, ve kterých se prolíná několik různých faktorů. Mechanické a optické vlastnosti papíru (pevnost, tuhost, zabarvení, opacita, světlostálost) jsou dány především pevností (a kvalitou) celulózových vláken a chemickými a fyzikálními vazbami mezi nimi. Pevnost vláken celulózy je určena typem jejich krystalové struktury a prostorovou hustotou, pevnost papíru je dána především pevností vláken celulózy, jejich délkou a typem molekuly, ovlivněna vzájemnou orientací svazků celulózových vláken a jejich hustotou, obsahem plnidel, stupněm zaklížení nebo i vlhkostí papíru.[30] Degradace papíru je následkem chemických reakcí založených především na hydrolýze, oxidaci a síťování. Tyto reakce postupně přerušují celulózová vlákna a v konečném důsledku mohou způsobit až rozpad mikrovláken uvnitř hmoty papíru. Tím se zvýší jeho křehkost a sníží jeho pevnost a soudržnost. Většina produktů chemického rozkladu papíru má kyselý charakter, což dále vede k progresi degradace.

Důležité pojmy a jejich definice

Papír

Definice pojmu má svůj historický vývoj. Mění se podle soudobých technologií a úrovně obecných i odborných znalostí:

– *„Pojmem slova papír rozumíme v přítomné době ohebnou a pevnou umělou hmotu ve tvaru listu o malé tloušťce, vzniklou zplstěním hlavně rostlinných vláken ve vodním prostředí. Tloušťka se může pohybovat v hranicích od 0,02 do 0,3 mm.“*[31]

– *„Papír je plošný heterogenní sytém, jehož hlavní složkou jsou vlákna nejrůznějšího původu. V knihách 19. a 20. století jde o papír vyrobený z vláken dřevné buničiny a dřevoviny.“*[32]

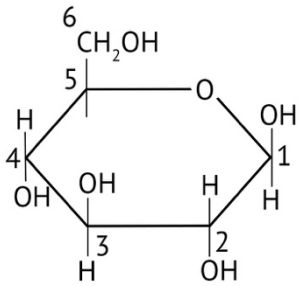
– *„Papír je plošný objekt, který byl vyroben uložením především rostlinných vláken z jejich vodné suspenze tak, že se vlákna zplstila a na papírenském sítu spojila a usušila. Vzniklý list papíru je tvořen sítí vzájemně propojených vláken s vrstevnatou strukturou o tloušťce cca 30–300 μm a plošné hmotnosti do 150 g·m-2.“*[33]

Složení papíru se liší jak v historickém, tak v technologickém kontextu. Vždy ale základ tvoří vláknina, doplněná o další složky, jako jsou klížidla (želatina, klih, kamenec), plniva a pigmenty (např. kaolin, plavená křída, titanová běloba, baryt, uhličitan vápenatý a další). Všechny složky spoluurčují vlastnosti papíru a jeho odolnost vůči degradaci.[34]

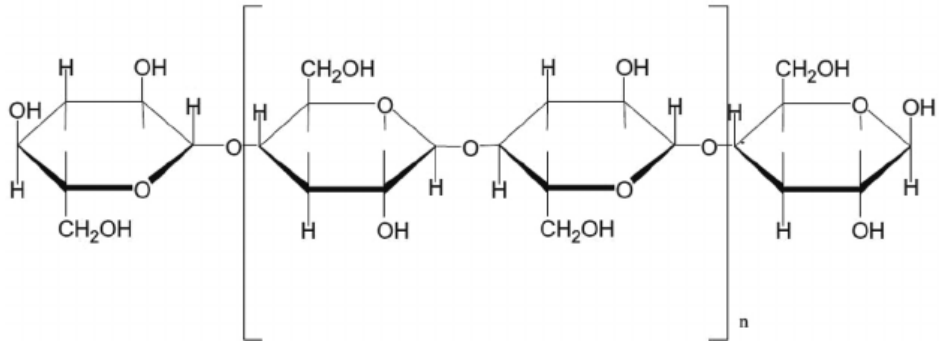
Celulóza

V roce 1838 francouzský chemik Anselme Payen popsal odolnou pevnou vláknitou látku, která zbyla jako poslední produkt po následné extrakci rostlinných tkaniv kyselinami, amoniakem, vodou, alkoholem a éterem. Elementární analýzou stanovil sumární vzorec jako $C_6H_{10}O_5$ a zjistil, že tato

substance je izomerní[35] se škrobem. Termín „celulóza“ byl poprvé pro tuto rostlinnou složku použit v roce 1839 ve zprávě francouzské akademie o Payenově práci.[36, 37]
Z chemického hlediska je celulóza polysacharid, dlouhý lineární polymer, sestávající z beta-glukózových jednotek navázaných za sebou glykosidickou vazbou v polohách β-(1→4).[38, 39]



Beta-glukóza, sumární vzorec C6H12O6 – číslování uhlíkatého řetězce[40]



Dvojice jednotek β-glukózy tvoří základní stavební jednotku celulózy.[41]

Celulóza je hlavní stavební látkou rostlinných buněčných stěn a podílí se i na stavbě sekundárních buněčných stěn rostlin. Dokážou ji produkovat i některé bakterie, houby a řasy. Jde o vysoce funkční homopolymer s lineárním tuhým řetězcem, který je tvořen opakovaným spojením ß-D-glukózových stavebních podjednotek, kterých může být 3 000–15 000, výjimečně až 20 000. V přírodě tak jde o látku s nejvyšším polymeračním stupněm. Celulózový polymer je charakteristický svou pevností, hydrofilností, chiralitou, biologickou rozložitelností, širokou chemickou modifikační kapacitou a pestrou morfologií semikrystalických vláken. Ze dřeva se celulóza získává chemickým odstraněním doprovodných složek.

Hemicelulózy

Jsou polysacharidy v buněčných stěnách rostlin, které mají základní β-(1→4) propojení dvou sousedních sacharidových jednotek v ekvatoriální konformaci s občasnými substitucemi na postranních řetězcích, čímž vzniká nepravidelně rozvětvená struktura. Jedná se o heteropolymery, tj. řetězce jsou složené z různých jednotek (hexosy a pentosy). Detailní struktura hemicelulóz a jejich variabilita se mezi různými druhy a typy buněk značně liší. Nejdůležitější biologickou úlohou hemicelulóz je jejich výplň, posílení a propojení buněčné stěny interakcí s celulózovými vlákny, v případě dřeva i s ligninem.[42] Hemicelulózy se při chemickém zpracování dřeva na buničinu poměrně snadno hydrolyticky štěpí na nižší rozpustné sacharidy.[43]

Lignin

Slovo lignin je odvozeno z latinského slova pro dřevo, *lignum*. Lignin patří do kategorie komplexních organických polymerů, které tvoří klíčové strukturální složky v podpůrných tkáních cévnatých rostlin a některých řas. Po celulóze je druhým nejrozšířenějším biopolymerem v přírodě. Ligniny plní důležitou funkci při tvorbě buněčných stěn, zejména u dřeva a kůry, protože rostlině propůjčují tuhost, hydrofobnost a ochranu před bakteriemi. Chemicky jsou ligniny zesítěné fenolické polymery. [44]

Buničina

Pro polotovar při výrobě papíru se v papírenském průmyslu používá termín buničina.[45] Jedná se o chemicky vyrobenou vláknitou pololátku[46] ze dřeva či jiných rostlinných surovin, která je směsí celulózy a zbytků inkrustačních látek. V literatuře je možné ji nalézt též pod pojmem „technická celulóza“.[47] Výtěžek buničiny bývá kolem 50 % hmotnostních, vztaženo k výchozímu dřevu (bezvodému). Zbylých 50 % tvoří tzv. inkrustační látky, tj. hemicelulózy a lignin zhruba v poměru 1 : 1. Buničina se vzhledem k obsahu dlouhých vláken celulózy i jejímu vysokému podílu vyznačuje velmi dobrou schopností zplstění.[48]

Dřevovina

Dřevovina je vláknitá pololátka, vyrobená mechanickou cestou, a to různými způsoby podle dalšího účelu použití. Vzniká tak bílá nebo hnědá dřevovina. Nejdéle a nejčastěji využívanou je dřevovina, zvaná též obrus, bílý obrus, bílá dřevitá drť nebo bílá dřevovina, která se dodnes vyrábí dle Kellerova vynálezu z roku 1843 na základě stejného principu. Dřevěná odkorněná polena se přitlačují na rychle se otáčející brusný kámen (brus, defibrér, rozvlákňovač), který je chlazený postřikem vodou. Tato voda zároveň odplavuje vzniklý obrus do sběrné kádě. Na stupni jemnosti dřevoviny závisí i stupeň jemnosti budoucího papíru. Protože dřevovina byla (a stále je) nejlevnější pololátkou, jejíž výtěžnost se (vzhledem k výchozímu bezvodému dřevu) pohybuje kolem 90 % m/m i více, najdeme ji v levnějších a méně jakostních tiskařských papírech a v některých lepenkách. Vzhledem k obsahu inkrustačních látek dřeva a krátkým celulózovým vláknům nemá dřevovina sama schopnost dostatečně zplstět a i při výrobě nejlevnějšího papíru se musí přidávat určitý podíl buničiny.[49]

Degradace papírových materiálů

Degradace papírové hmoty je rozkladný proces probíhající v materiálu a je způsobena mnoha dílčími faktory. Pro systematický popis je vhodné jejich rozdělení na vnitřní a vnější.

1) Vnitřní faktory jsou dány technologií výroby papíru:
– druh a kvalita papíroviny[50] a výchozí suroviny, její chemické složení
– použitá aditiva
– nečistoty vnesené do papíru z procesu výroby (technologická voda, technologie výroby aj.)[51]

2) Vnější faktory jsou všechny vlivy působící na papírový materiál během jeho existence. Tyto faktory můžeme ovlivňovat, a tím regulovat rychlost a intenzitu degradačních procesů:
– teplota a relativní vlhkost vzduchu
– čistota ovzduší – účinek oxidů síry a dusíku (kyselinotvorné oxidy), ozonu

– světelná energie
– biologičtí škůdci
– člověk a jeho činnost[52]

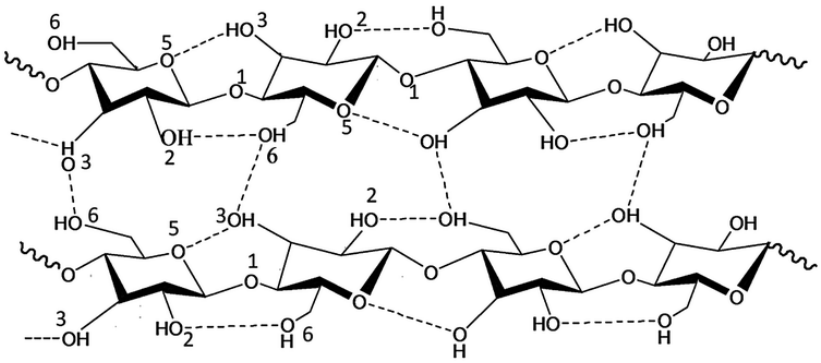
V důsledku degradace papíru dochází k těmto strukturním změnám:
– k nárůstu obsahu kyslíkatých funkčních skupin (karbonylová, karboxylová skupina, peroxidy) a také dvojných vazeb, které fungují jako chromofory, tj. zvyšují absorpci UV záření
– ke štěpení makromolekulárních řetězců nebo vzniku dalších sloučenin[53]
Tyto strukturní změny mají za následek změnu fyzikálních vlastností papíru, zejména změnu barvy a změnu mechanických vlastností.

Vnitřní faktory degradace papírového materiálu

Hydrolýza glykosidické vazby
Hydrolýza je druh chemické rozkladné reakce, kde reakčním činidlem je voda. Hydrolýzu umožňuje kyselé nebo alkalické prostředí, nebo ji účinně provádí specializovaný enzym. Jejím následkem je štěpení a zkracování celulózových vláken, což se navenek projevuje křehnutím a lámavostí papíru. Glykosidické vazby, které v makromolekulách celulózy a hemicelulózy spojují její základní stavební prvky, jsou stabilní jen v neutrálním či lehce zásaditém prostředí.

Kyselá hydrolýza celulózy nebo hemicelulóz probíhá jako adice vodíkového iontu H^+ za vzniku konjugované kyseliny, což vede k rozštěpení glykosidické vazby. Adicí molekuly vody dojde k přerušení makromolekulárního řetězce a uvolnění glukózy nebo krátkých řetězců glukózových oligomerů a H^+ iontu. V tomto smyslu působí vodíkový iont jako katalyzátor, který umožňuje další pokračování hydrolytické reakce. Oligomery se dále mohou hydrolyzovat až na glukózu. Amorfní části celulózového řetězce, hemicelulózy a oligomery se poměrně rychle rozpadají za vzniku monomerní glukózy, zatímco krystalické oblasti celulózy reagují mnohem pomaleji.[54]

Hydrolýzou dochází k postupné fragmentaci polymerního řetězce, což vede ke ztrátě mechanických vlastností papíru. Odborná literatura udává, že se papír stává nepoužitelným již ve stavu, kdy dojde k rozpadu 0,5–1 % glykosidických vazeb.[55]

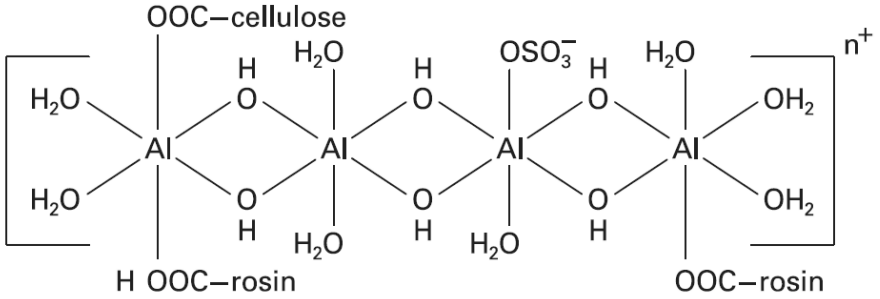


Princip provázanosti dvou celulózových řetězců (uvnitř elementární fibrily)[56] vodíkovými můstky (čárkovaně). Na horním a dolním okraji obrázku jsou také znázorněny intramolekulární vodíkové můstky.[57]

V hierarchicky vyšší molekulární struktuře jsou makromolekuly celulózy pospojovány také vazbami vodíkovými můstky, což jsou mezimolekulární vazby, které dávají vzniknout stabilním složitějším strukturám. Vazby vodíkovými můstky jsou sice mnohonásobně méně pevné než kovalentní vazby uvnitř molekul (tj. např. vazba mezi C-C, C-O nebo C-H), nicméně fungují jako jakýsi „suchý zip“ mezi jednotlivými molekulami či molekulárními řetězci, které tak mohou podržet nějakou strukturu vyššího řádu, jež není jiným způsobem schopna stabilní existence. Mohou také fungovat intramolekulárně – přednostně zafixují určité konformace dané molekuly a způsobí tak její větší rigiditu (tvarovou stálost), což vede k určité formě krystalové struktury nebo několika jejím formám.[58] V současné době je známo sedm polymorfních forem celulózy.[59] Část celulózy vytváří tzv. krystalické a parakrystalické oblasti.[60] Jiná část celulózy vytváří nepravidelné amorfní oblasti, které jsou snadněji přístupné pro chemická činidla, pročež jsou reaktivnější. Amorfní charakter makromolekul hemicelulóz způsobuje, že hemicelulóza podléhá kyselé hydrolýze rychleji a ve větší míře. Kromě toho některé glykosidické vazby jsou zde šestkrát až desetkrát reaktivnější než v celulóze a existuje i možnost autohydrolýzy.[61]

Častá příčina výskytu H^+ kationtů spočívá v donedávna používaných klížidlech. V druhé polovině 19. století byl při nově zaváděné průmyslové výrobě papíru dříve užívaný kožní a kostní klih (pH obvykle v rozmezí 5,5–7,5)[62] nahrazován louhem zmýdelněnými pryskyřicemi z jehličnatých stromů. Aby pryskyřice splnila svůj klížicí efekt, přidávaly se sírany nebo podvojné sírany, zejména síran hlinitý $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14(H_2O)$ a síran hlinitodraselný $KAl(SO_4)_2 \cdot 12(H_2O)$, tzv. kamenec. Klížilo se stechiometrickým nadbytkem síranů (vzhledem k pryskyřici) na pH 4,5.[63]

„Podstatou procesu bylo vysrážení hlinitých solí pryskyřičných kyselin na povrchu vláken papíru ještě před nátokem na papírenský stroj. Vysrážený rezinát hlinitý se působením zvýšené teploty při sušení papíru rozprostře po povrchu vlákna a hydrofobizuje jej. Vznik rezinátu ze síranu hlinitého uvolní ekvivalentní množství kyseliny sírové, která se částečně adsorbuje na povrch vláken a je primární příčinou výchozí kyselosti takto vyrobeného papíru.“[64]



Hlinitý iont má schopnost ukotvit pryskyřičné sraženiny k vláknům vzhledem k jeho schopnosti tvořit polynukleové iontové komplexy jak s pryskyřicí, tak i s karboxylovými skupinami na vlákně celulózy.[65]

Dalším zdrojem kyselosti papíru jsou zbytkové látky z procesu delignifikace či bělení a dále kyselinotvorné oxidy (SO_2, SO_3 a NO_x) obsažené v ovzduší. Plynné oxidy síry a dusíku jsou papírem absorbovány a přeměňují se adicí vody v kyseliny (H_2SO_3, H_2SO_4, HNO_3). Tyto silné minerální kyseliny jsou, jak výše popsáno, zdroji kyselých kationtů H_3O^+, které se účastní rozkladných hydrolyzačních procesů organických složek papíru.[66]

Oxidace a fotochemické reakce celulózy

Oxidací se běžně myslí reakce se vzdušným kyslíkem.[67] Hydroxylové skupiny z glukopyranózové stavební jednotky celulózy mohou být oxidovány za vzniku ketonových, aldehydových a karboxylových skupin. V důsledku této oxidace dochází ke štěpení i relativně pevných kovalentních vazeb. Uvolňuje se vodíkový kationt, který dále vstupuje do kyselé hydrolýzy jako katalyzátor. Některé funkční skupiny celulózy mohou navíc podléhat autooxidačním procesům. Zvýšená teplota a výkyvy relativní vlhkosti urychlují oxidační reakce.[68]

Fotochemické reakce (fotolýza a fotooxidace) jsou rozkladné procesy, ke kterým dochází vlivem světla. Fotony světelného záření jsou při patřičné úrovni energie schopny tyto reakce iniciovat. Fotolytická reakce čisté celulózy není běžná, neboť čistá celulóza je vůči světelnému záření poměrně odolná. Podmínkou fotochemické reakce je přítomnost fotosenzibilátorů, které jsou v celulóze přítomny vlivem ostatních rozkladných reakcí (hydrolyzačních a oxidačních), dále vlivem výrobního procesu (plnidla a barviva) a znečištěním. Jde především o acetalové, karbonylové a karboxylové funkční skupiny. Fotosenzibilitu rovněž způsobují některé pigmenty (titanová běloba, zinková běloba) a stopová množství iontů těžkých kovů, zvláště železa. Podmínkou reakce je také působení fotonů relativně vysoké energie, která odpovídá vlnovým délkám UV záření, jež je součástí běžného denního či umělého světla. Vlivem fotolytických procesů se rozpadají základní kovalentní vazby (-C-C- a -C-O-) celulózy, resp. jejích složek, β-D-glukopyranóz.

Fotooxidace celulózy je reakcí radikálovou. Je charakterizována účastí částic s velmi reaktivními nepárovými elektrony, tzv. radikály. Její průběh lze rozdělit do tří fází – iniciace, propagace a terminace. Jedná se o řetězovou reakci, která je ukončena až v okamžiku, kdy reakční produkty jsou již neradikálové povahy. První fáze, iniciace, je vyvolána přítomností radikálů, které vzniknou fotolýzou celulózy, konkrétně její hydroxylové skupiny na nejvíce reaktivním šestém uhlíku glukózové jednotky. V průběhu propagační fáze vstupuje do reakce vzdušný kyslík a reakční meziprodukty, zejména hydroperoxidy, které dále řetězí (propagují) reakci a ve fázi terminace způsobují svým rozpadem na peroxosloučeniny ukončení rozštěpených celulózových řetězců.

Oxidace a fotooxidace hemicelulóz

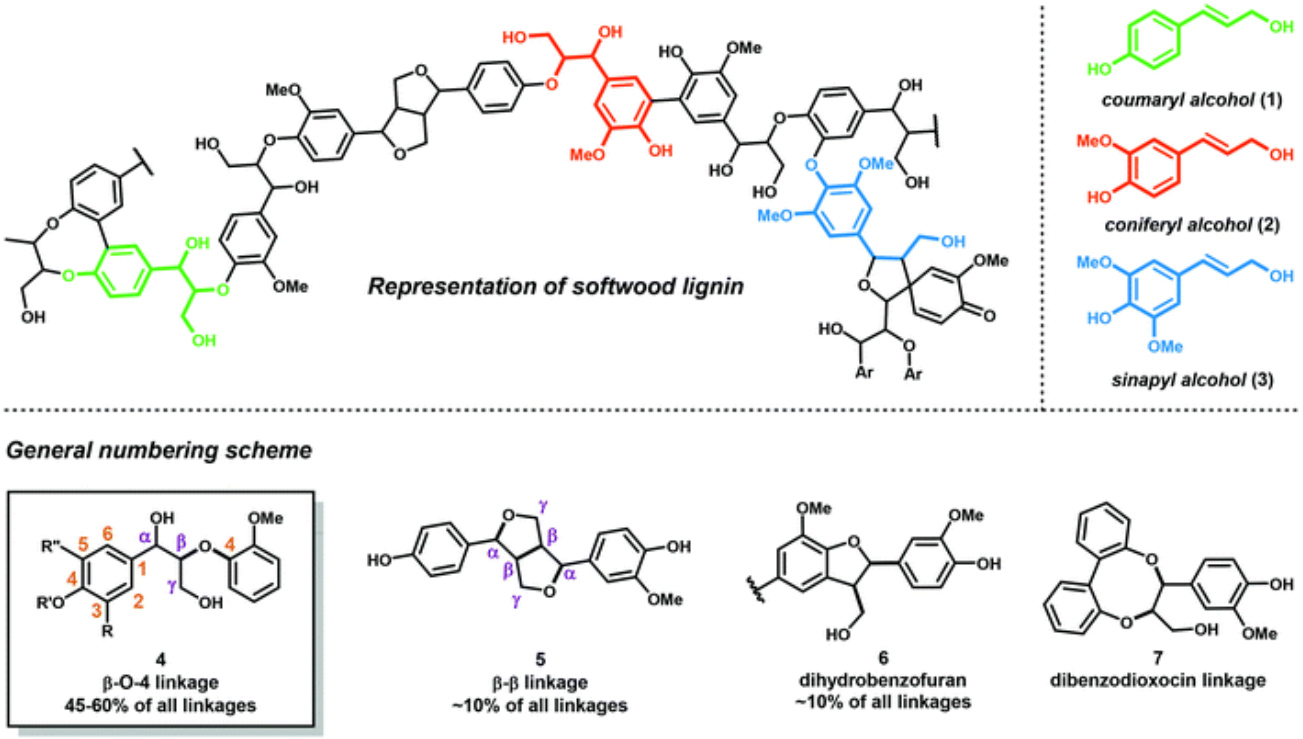
Degradace hemicelulóz působením světla probíhá stejnými mechanismy jako u celulózy, ale vzhledem ke kratším a rozvětveným řetězcům jejich makromolekul i jejich prostorově neuspořádané (amorfní) struktuře jsou hemicelulózy mnohem náchylnější ke všem reakcím. Fotolytické a fotooxidační procesy jsou iniciovány hlavně fotony ultrafialového záření, ale hemicelulózy zároveň obsahují funkční skupiny, které fungují jako chromofory,[69] takže absorbují i viditelnou část spektra. Vlivem působení fotonů se polymer rozpadá na kratší řetězce, což se v makroměřítku projevuje jako degradační změna. Navíc jsou takto nově rozpojená místa reaktivnější pro další chemické procesy. Výrobní proces, především fáze bělení, dává vzniknout některým pentózám, hexózám a hexuronovým kyselinám, schopným dalších reakcí za vzniku fenolů, enolů a furanových derivátů. Tyto vzniklé látky a jejich části jsou společně s chinonem (který vzniká fotooxidací ligninu) nositeli žlutého zabarvení.[70]

Fotolýza a fotooxidace ligninu

Makromolekulární látka lignin je tvořena stavebními jednotkami odvozenými od fenylpropanu. Svou strukturou i povahou chemických vazeb se od celulózy i hemicelulózy zásadně odlišuje. Jeho polyaromatická a amorfní struktura je důvodem, že právě tato složka papíru je nejcitlivější ke světelnému záření a její změny se projevují změnou barevného odstínu papírových dokumentů.

Stejně jako v případě celulózy, i v ligninu probíhají rozkladné reakce, které vyžadují ke své iniciaci světlo – fotolýza a fotooxidace. Podmínkou fotooxidace je také přítomnost kyslíku.

Reakční mechanismus je spouštěn absorpcí fotonu UV záření nebo viditelného světla na chromoforu. Pomocí pohlcené energie překoná chromofor aktivační energii ke spuštění následné reakce, například přetržení relativně pevné kovalentní vazby. Tak dochází k přetrhání éterových vazeb a vzniku volných radikálů, které opětovně vstupují do reakce s ligninem za vzniku fenoxyradikálů a ketylradikálů. Tyto radikály se dále rozpadají nebo oxidují s kyslíkem za vzniku žlutých chinonů, které způsobují zabarvení starých dokumentů. Jelikož vzniklé chinony jsou taktéž chromofory, fotooxidace ligninu může pokračovat, a navíc jeho fotoreaktivita vzrůstá. V průběhu reakce dochází i ke tvorbě karboxylových kyselin, které mohou vstupovat do reakce s ostatními složkami papíru a také zvyšují jeho kyselost. [71]



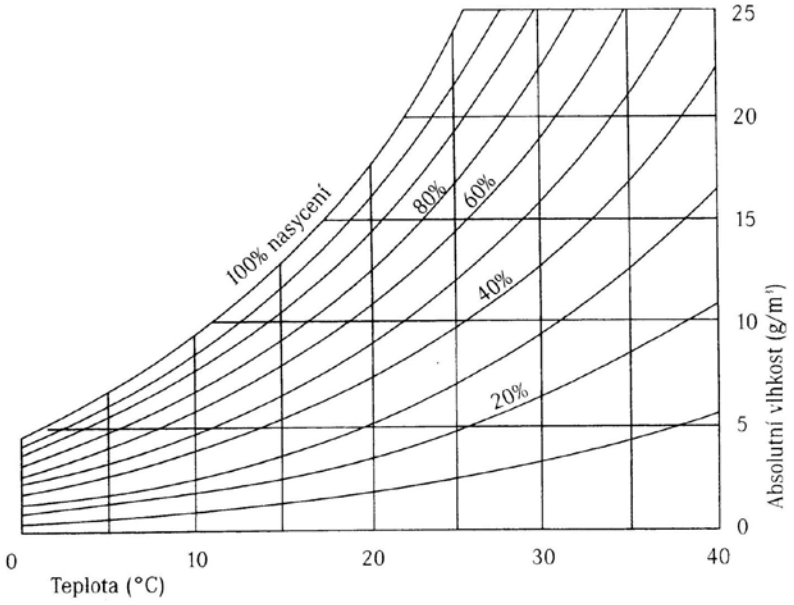
Příklady vzájemných vazeb jednotlivých fenylpropanových jednotek v ligninu[72]

Reakce probíhající v ligninu jsou velmi složité, některé látky, které jsou reakčními produkty fotooxidačních reakcí, se často stávají výchozími látkami dalších reakcí. Vzhledem k tomu, že hemicelulózy ani lignin (oproti vláknům čisté celulózy) nenesou významný podíl na pevnosti papíru, projevuje se jejich degradace především změnou zabarvení, nikoliv změnou pevnosti. Ve hmotě papíru jsou všechny děje vzájemně provázané, takže například fotooxidaci nejrychleji podléhající lignin svými produkty oxidace způsobí také zrychlenou degradaci celulózy, a tím i následné snížení pevnosti. Dá se tudíž očekávat, že míra degradace papíru bude vzhledem k vnitřním faktorům nejvíce záviset na množství obsaženého ligninu a hodnotě pH.

Vnější faktory degradace papíru

Relativní vlhkost a teplota

Teplota je termodynamickou stavovou veličinou, která je měřitelná za pomoci definování základního teplotního bodu, teplotní stupnice a jednotky teplotního rozdílu, v tomto případě stupně Celsia. Relativní vlhkost vzduchu je hodnota vyjadřující v procentech podíl reálně přítomného (tzv. absolutní vlhkost vzduchu, v g/m^3) a maximálně možného obsahu vodní páry ve vzduchu (tj. při stavu nasycení, v g/m^3) za dané teploty.[73] Relativní vlhkost vzduchu je závislá na teplotě, v uzavřeném systému[74] se zvyšující se teplotou snižuje – plyny mají obecně schopnost podržet při vyšší teplotě větší množství vodní páry. V opačném případě, při ochlazování, se daná relativní vlhkost zvyšuje. Pokud je při 100% relativní vlhkosti teplota povrchu nižší než teplota vzduchu, nadbytečná voda na povrchu kondenzuje. Z následujícího psychrometrického diagramu se dá například odečíst, že v případě ochlazení vzduchu z počáteční teploty 31 °C a relativní vlhkosti 60 % (běžná letní hodnota) na teplotu cca 22 °C dosáhne hodnota relativní vlhkosti právě 100 %, tedy rosného bodu (hodnota absolutní vlhkosti, tj. 20 g/m^3, zde zůstává konstantní, ale pouze do teploty rosného bodu).[75]



Zjednodušený hygrometrický graf (verze Mollierova diagramu)[76]

Vlhkost papíru

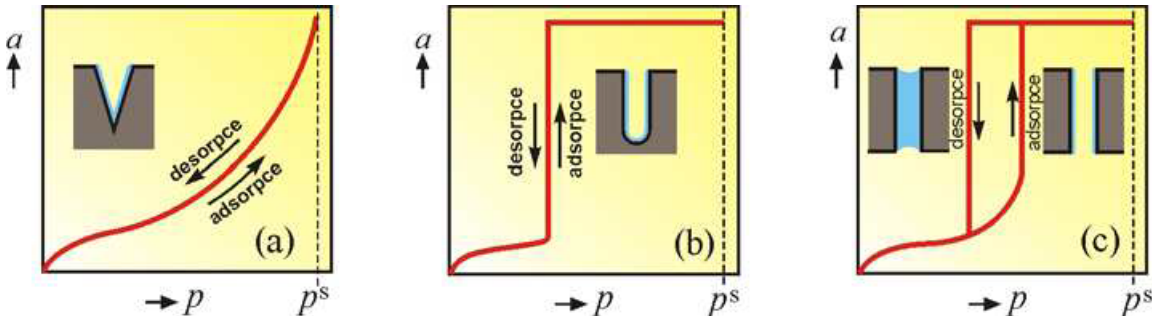
Vláknité suroviny, hlavní součást papírové hmoty, patří do skupiny hygroskopických látek. Ve vlhkém prostředí vlhkost přijímají a v suchém prostředí vlhkost odevzdávají. Schopnost pohlcování vlhkosti je u vláknin závislá na jejich chemickém složení a vnitřní mikrostruktuře.

Voda je v materiálu vázána různými způsoby. Některé molekuly vody jsou vázány chemickou vazbou v daném molárním poměru k molekule substrátu. Je to tzv. vázaná voda. Další molekuly jsou vázané fyzikálně-chemicky, a to vodíkovými vazbami k povrchovým strukturám substrátu a slabými elektrostatickými silami, které vážou další vícenásobné vrstvy molekul vody. Voda, která materiál smáčí, se nazývá volná voda a nachází se v kapilárách, pórech a štěrbinách. Tato voda je vázaná mechanicky, je to tzv. kapilárně kondenzovaná voda. Kromě vody chemicky vázané se jedná v součtu o adsorbovanou vodu. Mnohovrstvá elektrostaticky vázaná voda a voda vázaná vodíkovou vazbou jsou závislé na parametrech okolí, dosahují s ním rovnováhy. Proto se v praxi též používá termín

rovnovážný obsah vlhkosti. Při procesu sušení se voda odstraňuje v závislosti na síle vazby v materiálu (tomu odpovídá množství energie vynaložené k danému stupni sušení) – nejprve odchází volná voda z buněk a kapilár. Materiál se tak dostává pod stav nasycení. Při dalším sušení odchází voda elektrostaticky vázaná.[77] Při pokračujícím sušení se odstraňuje voda vázaná vodíkovými vazbami. Chemicky vázaná voda se odstraňuje nejobtížněji, na její odstranění je zapotřebí řádově více energie.[78]

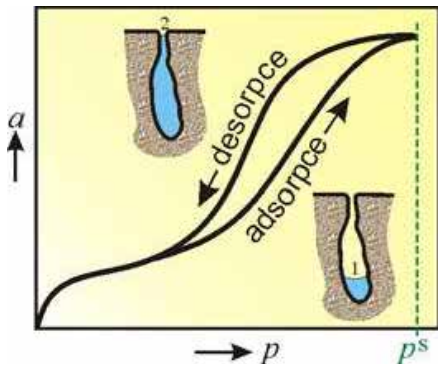
Hysterezní sorpční vlastnost papíru

Z běžných látek, které se týkají této problematiky, má nejvyšší rovnovážný obsah vody dřevovina. Dalším parametrem je rychlost, se kterou látky dosahují rovnovážného stavu. Nejrychleji reaguje dřevovina, následují buničiny ze dřeva, nejpomaleji reaguje bavlna a čistá celulóza. Rychlost procesů sorpce vody a desorpce se může lišit podle převažujícího druhu pórů v materiálu. Póry tvaru kužele (otevřeného směrem ven) nebo válcového tvaru s jedním uzavřeným koncem (jako tvar dlouhé zkumavky) mají rychlosti sorpce i desorpce stejné.



Sorpční izotermy pro různé tvary pórů [79]

Papír však obsahuje též póry otevřené na obou koncích, póry mezi dvěma rovinnými vrstvami materiálu a póry nepravidelného lahvovitého tvaru. V těchto případech se závislost adsorbovaného množství na kondenzačním tlaku liší při adsorpci a při desorpci. Jev se nazývá adsorpční hystereze.

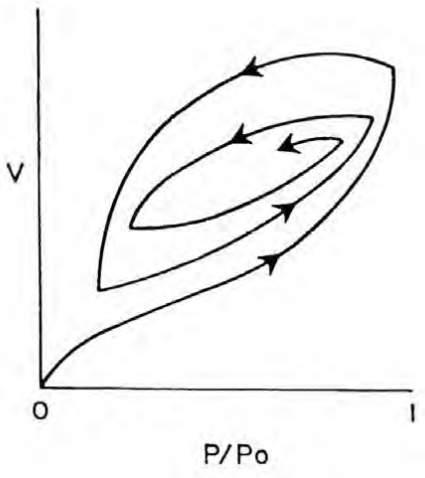


Izotermický hysterezní diagram pro sorpci a desorpci póru lahvovitého tvaru[80]

Při zaplňování póru rozhoduje o velikosti kondenzačního tlaku větší poloměr menisku uvnitř póru, po úplném zaplnění póru pak o desorpci rozhoduje malý poloměr v úzkém hrdle póru.

V realitě nemají póry adsorbentu jednotný tvar ani rozměr a ani se současně nezaplňují a nevyprazdňují.[81]

Sorpční historie materiálu je výsledkem opakovaných sorpčních a desorpčních cyklů, při nichž dochází ke ztrátě hystereze, snížení obsahu rovnovážné vlhkosti a ke změně molekulární struktury.



Hysterezní křivka při opakované adsorpci a desorpci vodní páry (podle Kapsalise, 1981). P/Po – aktivita vody, V – rovnovážný obsah vlhkosti [%] [82]

V organickém materiálu se také nacházejí vodorozpustné látky použité při výrobě nebo látky, které se do materiálu dostaly později, např. jako konzervační prostředek. Tyto látky mohou změnit tenzi vodní páry.[83]

Vzhledem k těmto informacím je žádoucí, aby v depozitáři, kde jsou uloženy papírové dokumenty (zejména potom ty, které obsahují vysoký obsah dřevoviny), byly udržovány stabilní klimatické podmínky, nejlépe v nižších hodnotách doporučeného rozmezí. Pokud se ale relativní vlhkost sníží příliš, většina organických materiálů přesychá, což představuje další degradační problém.[84]

Pokud je relativní vlhkost příliš vysoká (60 % a více), urychluje chemické reakce a podporuje růst plísní. Pokud je relativní vlhkost naopak nízká (pod 40 %), papír se dehydratuje příliš, tzv. přesychá, je křehčí a objemově se smršťuje. V důsledku výkyvů vlhkosti nastává rozdílné pnutí v jednotlivých vrstvách kombinovaných materiálů, což má v krajním případě za následek např. popraskání vrstev nanesených na povrchu papíru.

V praxi je nastavení klimatických podmínek hledáním kompromisu. V prostorech jednoho depozitáře jsou často ukládány různorodé materiály. Není možné je uložit separátně a zajistit ideální klimatické podmínky vyhovující každému materiálu. Nežádoucí jsou jakékoliv extrémy hodnot teploty i relativní vlhkosti, stejně jako jejich výkyvy.[85] Tuto skutečnost je třeba mít na paměti a zajistit fondu střední doporučované hodnoty tak, aby byla zajištěna drobná vůle pro možné kolísání hodnot (v případě, že jej nelze odstranit zcela).[86] Součástí péče o historické dokumenty je i pravidelné měření, zaznamenávání a vyhodnocování hodnot teploty a vlhkosti ovzduší; v případě zjištění nevhodných podmínek by měla být neprodleně zjednána náprava.

Eliminace negativních vlivů způsobených nevhodnými klimatickými podmínkami:

- měření/monitorování klimatických podmínek v depozitářích, badatelnách a restaurátorských dílnách
- instalace klimatického zařízení, zvlhčovačů či odvlhčovačů
- řízené větrání (v případě, že není možnost instalace technického zařízení)
- vhodný obalový materiál
- volba vhodných materiálů při stavbě či rekonstrukci depozitárních prostor
- kontrola stavebnětechnického stavu budovy (zejména v místech depozitářů, badatelen, konzervátorských dílen)

Znečištění ovzduší

Změna přirozeného složení ovzduší vlivem činností člověka, zejména vypouštěním emisí, má neblahý vliv na stav historických objektů. Z pohledu paměťových institucí[87] je velkým nebezpečím plynné znečištění ovzduší, s nímž úzce souvisí i znečištění drobnými pevnými částicemi, které označujeme jako prach.

Polétavý prach neboli pevné částice (PM – *particulate matter*) jsou velmi jemné částice, menší než 10 μm, schopné volného pohybu v atmosféře. Přirozeně se částice do atmosféry uvolňují z mořské vody, při vulkanické činnosti, požárech nebo erozi. Mezi antropogenní zdroje patří především spalovací procesy. K nejvýznamnějším primárním zdrojům prašnosti patří domácí topeniště a doprava. Vliv průmyslu je patrný hlavně v lokalitách s jeho vysokou koncentrací. Jemné částice prachu unášené atmosférickým prouděním se usazují na povrchu předmětů a zde se díky svým vlastnostem stávají katalyzátorem mnoha destruktivních procesů. Prachové částice jsou nežádoucí především proto, že svými ostrými hranami mohou mechanicky rozrušovat povrchovou strukturu organických materiálů, vážou vlhkost a plynné škodliviny, čímž mohou vytvářet prostředí vhodné pro uchycení a růst mikroorganismů či degradační procesy.

Plynné polutanty – z látek znečišťujících atmosféru jsou nejagresivnější především sloučeniny obsahující síru (oxidy siřičitý, sírový, dále sulfan – sirovodík) a dusík (oxidy NO_x, amoniak). Některé oxidy dusíku společně s uhlovodíky (z nedostatečně spálených paliv v dopravě) navíc způsobují tzv. fotochemický smog,[88] jehož výsledkem je vznik troposférického ozonu.

Ozon (trikyslík, O_3) je jedním z nejsilnějších známých oxidačních činidel, který účinně poškozuje všechny organické materiály. Způsobuje tvorbu volných radikálů, štěpí dvojné vazby a váže se na takto aktivovaná místa za vzniku nestabilních ozonidů, jejichž dalším rozkladem vznikají hydroperoxidy, ketony, alkoholy nebo karboxylové kyseliny. Jeho přirozený výskyt je ve vysokých vrstvách atmosféry. Ozon jako polutant vzniká působením ultrafialové složky slunečního záření na oxidy dusíku z automobilových výfukových plynů. Také se tvoří v elektrostatických filtračních soustavách klimatizačních zařízení a v elektrostatických fotokopírovacích strojích (fotokopírkách).

Papírové dokumenty by rovněž neměly být vystavovány vlivům ostatních kysele reagujících plynů (CO_2) a dalším možným reaktivním plynným látkám (monomery uvolňující se při stárnutí plastů, formaldehyd uvolňovaný z dřevotřískových desek atp.)

Podobně jako u hodnot relativní vlhkosti a teploty by v depozitářích měla být mapovaná koncentrace alespoň vybraných plynných látek.

Druh znečištění	Přípustná koncentrace
SO_2	≤ 1 μg/m^3
NO_x (N_2O, NO, NO_2)	≤ 5 μg/m^3
O3	≤ 25 μg/m^3
CO2	≤ 4,5 μg/m^3
polétavý prach	≤ 75 μg/m^3

Tabulka hodnot znečištění[89]

Eliminace negativních vlivů znečištěného ovzduší:

– filtrací vzduchu proudícího do interiéru

– volbou vhodných stavebních materiálů a materiálů vybavení

– pravidelným úklidem
– ochrannými obaly

Účinky světla a tepla

Světlo je viditelná část elektromagnetického záření. Jeho frekvence je zhruba od $3{,}9 \times 10^{14}$ do $7{,}9 \times 10^{14}$ Hz (hertz), čemuž odpovídají vlnové délky v intervalu 390–760 nm. Vlnové délky viditelného světla leží mezi vlnovými délkami ultrafialového (UV) záření a infračerveného (IR) záření. Míra poškození papíru světlem je dána především celkovou expozicí materiálu a druh poškození je dán spíše vlnovou délkou.

Světlo způsobuje na artefaktech tři hlavní efekty:

– fotochemické poškození (chemické změny)
– fotomechanické poškození (strukturální změny)
– termodynamické poškození (poškození vlivem dilatace a expanze materiálu)

Poškození světlem se dá minimalizovat omezením energie, kterou artefakt absorbuje.

Výše uvedené účinky světelného záření jsou kumulativní a nevratné. Urychlují degradační procesy a současně i barevnou změnu dokumentů. Míra poškození světelným zářením je ovlivněna intenzitou osvětlení, vlnovou délkou dopadajícího světla, dobou celkové expozice a charakterem či stavem materiálu. Chemické procesy spuštěné světelným účinkem dále pokračují i v naprosté tmě.[90] Jedná se o tzv. postradiační efekt.

Ultrafialové záření

UV záření [91] významně urychluje nežádoucí fotochemické procesy v papírových dokumentech. Se snižující se vlnovou délkou se zvyšuje energie fotonu, kterou tento předá elektronovému obalu molekuly, s níž interaguje. Vlnová délka UV záření leží mimo viditelnou oblast, člověk ho nevnímá. Působením UV záření také vzniká ozon, dochází k destrukci organických materiálů a ke škodlivému působení na zdraví. Proto je žádoucí UV záření zcela odfiltrovat.[92]

Infračervené záření [93]

Některé světelné zdroje, především sluneční záření a běžné či halogenové žárovky, produkují infračervené (IR, tepelné) záření, které také urychluje degradační procesy ohřevem předmětů a okolního vzduchu. Zvýšení teploty povrchu materiálů se podílí na fotomechanickém a termodynamickém poškození. Vyšší teplota rovněž urychluje veškeré chemické reakce a ovlivňuje úroveň relativní vlhkosti prostředí.[94]

Nejefektivnější ochranou před nežádoucími vlivy světelného záření je uložení papírových artefaktů v naprosté tmě. Chceme-li zmírnit negativní dopady světelného záření, je třeba především eliminovat UV složku světelného spektra. Jelikož denní světlo obsahuje vysoký podíl UV záření (5 %) a intenzita osvětlení se během dne i během celého roku mění, doporučuje se denní světlo úplně vyloučit ze systému osvětlení. Toho je možné docílit zatemněním oken v prostorech, kde jsou sbírky uložené, případně depozitář vybudovat tak, aby v depozitárních prostorech žádná okna nebyla. Denní světlo lze potom zcela nahradit vhodným umělým osvětlením jak v depozitářích, tak ve výstavních prostorech, popřípadě uložit objekty v obalech.

Dalším faktorem je škodlivost některých reprodukčních procesů, zejména elektrografického kopírování a skenování, jelikož reprodukovaný dokument je v daném okamžiku velmi intenzivně osvícen.[95] Během elektrografického kopírování je objekt vystaven i silnému tepelnému záření, a proto

lze u dokumentů uvažovat toto řešení jen jako jednorázové. Dokumenty s větší citlivostí materiálu, případně dokumenty ve vyšším stadiu degradačního procesu, by kopírovány být v žádném případě neměly. Zde připadá v úvahu pouze taková forma digitalizace, která je k objektu šetrnější a nese pouze minimální riziko poškození.

Eliminace negativních vlivů světla:
– výběrem vhodného druhu umělého zdroje světla
– omezením intenzity osvětlení
– omezením doby osvitu
– udržováním patřičné vzdálenosti zdroje od osvětlovaného dokumentu
– nepřímým osvětlováním
– užitím filtrů pohlcujících UV záření i IR záření
– pravidelnou kontrolou funkčnosti všech nastavených parametrů
– obalovým materiálem

Biologické napadení

Biologické škůdce ohrožující papírové objekty můžeme rozdělit do tří základních skupin, a to na mikroorganismy, hmyz a hlodavce.
Do skupiny mikroorganismů řadíme bakterie a vláknité mikroskopické houby – plísně.

Bakterie, stejně jako plísně, jsou vývojově nejnižší živé organismy. Jsou všudypřítomné a šíří se vzduchem. Záleží tedy jen na tom, zda jsou jim poskytnuty vhodné životní podmínky. Míra napadnutelnosti historických artefaktů bakteriemi je závislá zejména na přítomnosti látek o nižší molekulové hmotnosti, případně látek obsažených v prachu na povrchu materiálu. Na sbírkových objektech stravují bakterie pouze povrch struktury organických látek.

Plísně jsou mikroorganismy, se kterými je možné se setkat častěji, a představují mnohem závažnější a obtížně odstranitelný problém. Vytváří charakteristické vláknité porosty (tzv. mycelia), která jsou tvořena jednotlivými vlákny (tzv. hyfami); ta vznikají klíčením spor. Předpokladem pro jejich aktivitu je dostatek potravy a vhodné klimatické podmínky. Živnou půdou jsou převážně organické materiály (obzvlášť cukry: celulóza, škrob, rostlinné gumy a bílkoviny: klih, vaječné proteiny, kasein a další), méně anorganické, některé druhy napadají i syntetické polymery, živí se například i prachovými depozity. Optimální klimatické podmínky pro rozvoj plísní jsou vyšší relativní vlhkost (nad 70 % RV) a teplota nad 15 °C. V aktivním stadiu již nejsou zapotřebí tak vysoké hodnoty RV, plísně jsou velmi přizpůsobivé.[96]

Biochemický rozklad celulózy probíhá za přítomnosti enzymu celulázy, který nejprve narušuje krystalickou část celulózy a následně štěpí glykosidickou vazbu a molekuly celobiózy na glukózu.

Hmyz je další skupinou biologických škůdců. Obvykle napadá materiály bílkovinného charakteru, nevyhýbá se však ani papíru. Nejčastěji se setkáváme s rybenkami, které vyhledávají temná vlhká místa, a pisivkami, které se živí navíc také plísněmi, řasami a jinými organickými materiály. Stopy po

dřevokazném hmyzu, jako např. červotoči, se kromě dřeva vyskytují také v papírovém materiálu, poznáme je podle charakteristických vykousaných cestiček. Z dalších škůdců jmenujme ještě kožojedy a rušníky, kteří se živí spíše bílkovinnými materiály, a v neposlední řadě též šváby a rusy, s nimiž se však nesetkáváme příliš často.

Hlodavci jsou poslední kategorií škůdců napadající papírový materiál. S těmi se v rámci institucí prakticky nesetkáváme. Pokud se vyskytuje takové poškození, jedná se spíše o následky předchozích úložných podmínek původních majitelů nebo o velmi ojedinělé případy. V našich podmínkách se vyskytují hlodavci, jako jsou myši a potkani. Ty zanechávají na papírových předmětech stopy okusu, poškrábání nebo výkaly.[97]

Eliminace negativních dopadů působení biologických činitelů:
- pravidelný úklid
- důsledné udržování optimálních klimatických hodnot v depozitářích a výstavních prostorech
- pravidelné kontroly cílené na přítomnost biologických škůdců
- kladení pastí (hmyz, hlodavci), plynování

Člověk a jeho činnost

Člověk je zástupcem sbírkotvorné instituce, jejíž hlavní náplní je sbírkotvorná činnost, uchovávání a prezentace sbírkových předmětů stejně jako vědecký výzkum sbírek. Jeho konání by mělo být v souladu se Zákonem o ochraně sbírek muzejní povahy č. 122/2000 sb. Náplní sbírkotvorné instituce z hlediska ochrany sbírkových předmětů je především:
- formulace obecných zásad preventivní konzervace
- stanovení optimálních podmínek pro zacházení s danými typy materiálů
- zajištění vhodné péče o sbírkové předměty,
- získávání dostatečného množství finančních prostředků i odborných pracovníků způsobilých vykonávat tyto činnosti

Člověk může být i zástupcem strany návštěvnické, badatelské nebo soukromým sběratelem, jenž provádí vědecký výzkum v dané oblasti a je návštěvníkem, který se seznamuje s artefakty, ať už z jakéhokoliv důvodu. I tyto osoby by měly dbát na dodržování základních pravidel zacházení se sbírkovými předměty a dokumenty.

V případě dostatečně poučeného pracovníka, který nějakým způsobem nakládá s dokumenty nebo přímo zajišťuje péči o sbírkové předměty, vč. papírových materiálů, existuje vysoká pravděpodobnost zachování předmětů po mnohem delší období, než by tomu bylo bez jeho působení. V případě nedodržování obecných zásad preventivní konzervace může docházet k poškozování předmětů, či dokonce jejich zničení.

Eliminace negativních dopadů působení člověka:
- dostatečné odborné znalosti pracovníků obstarávajících prostory pro ukládání, vystavení či manipulaci s předměty
- pravidelné školení osob přicházejících do kontaktu se sbírkovými předměty
- dostatečné zásoby ochranných pracovních pomůcek a jejich používání

Teoretická východiska praktických konzervačních postupů

Shora uvedený rozbor materiálových specifik a s nimi souvisejících degradačních efektů ilustruje určující roli chemické a strukturní vlastnosti papíru pro charakter poškození a degradačních procesů, a tedy i pro volbu optimálních konzervačních postupů. Konkrétním postupům restaurování a konzervace chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech musí předcházet identifikace chemického složení materiálů, resp. druhu použité techniky. Špatná identifikace materiálů i technologie výroby pak může vést k poškození plakátů v důsledku špatné volby postupu restaurování a konzervace. Pokud již započne degradace těchto tisků, dochází k nevratnému poškození.

Pro technology a především pro restaurátory je důležité znát použité materiály a techniky chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech, aby byl správně navržen technologický postup konzervace a restaurování a následně i optimální podmínky pro uchování.

Existuje několik postupů identifikace materiálů plakátů, přičemž jednotlivé identifikační metody se výrazně liší jak přesností, tak i náročností přístrojového vybavení.

Výchozím krokem je makroskopické zhodnocení fyzického stavu objektu a optická mikroskopie s použitím optického zobrazení různého zvětšení, digitální mikrofotografie a softwarové analýzy obrazu. Současné instrumentální možnosti rozšiřují tyto běžně dostupné techniky instrumentální analýzy o výstupy elektronové a infračervené mikroskopie, které umožňují zohlednit strukturu materiálů v mikro- a nanoskopických rozměrech a pozorovat již okem nepostřehnutelné změny, a dokonce změny v chemickém složení.[98] Všechna tato pozorování (až na elektronovou mikroskopii) můžeme provádět neinvazivně.

Identifikace pomocí pozorování příčného řezu je invazivní metoda, která umožňuje pozorování různých vrstev vzorku na příčném řezu a použitím předchozích nedestruktivních (optický nebo elektronový mikroskop) či destruktivních (mikrochemické testy) metod analyzovat složení a použitou techniku či materiál.

Mikrochemické testy (chemické testovací metody) slouží opět k určení chemického složení materiálů tisků, především materiálu podložky nebo pojiva. Princip spočívá v použití různých rozpouštědel a chemických látek (činidel) na testování složek materiálů. Identifikace materiálů je založena na specifických chemických reakcích. Materiál je vždy poškozen odebráním potřebného vzorku, testy jsou tedy invazivní a u sbírkových předmětů není většinou možné je provést.

Spektrum analytických metod doplňují i metody fyzikálně-chemické. Jednou z nich je rentgenfluorescenční analýza (XRF spektrometrie). Typicky bývá využívána k identifikaci původu materiálu, pravosti, eventuálně výrobních technologií daného předmětu na základě prvkového složení materiálu. Informuje o zastoupení jednotlivých prvků ve vzorku. Tato metoda dokáže určit zastoupení všech prvků najednou, a to v širokém rozsahu koncentrací. Na druhou stranu má relativně vysoký detekční limit a není použitelná pro prvky s protonovým číslem menším než 20 (organické materiály). Neumí také určit chemickou sloučeninu, ve které se prvek nachází – čili např. z prvkového zastoupení je pak nutné interpretovat, o jaký pigment se jedná. Samotné měření je poměrně jednoduché. Problém nastává až při vyhodnocování naměřených spekter a při vytváření závěrů

z těchto dat a lze ji i u větších předmětů provádět neinvazivně, tj. měření může být realizováno na daném předmětu jako celku.[99]

Další analytickou metodou je infračervená mikrospektroskopie. Studuje interakce elektromagnetického záření v infračervené oblasti světelného spektra s analyzovaným materiálem. Analytickým výstupem je infračervené spektrum, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie, většinou vyjádřené v procentech transmitance nebo jednotkách absorbance, v závislosti na vlnové délce dopadajícího záření. Infračervené spektrum poskytuje informace o chemické struktuře molekul látky. Z infračervených spekter látky lze získat informace o chemickém složení vzorku (organické materiály tvořící jednotlivé vrstvy plakátu – podložka, pojivo, barevné složky apod.), o procesech stárnutí materiálu, o působení chemických látek použitých při konzervaci a restaurování, o vlivu okolního prostředí a podmínek uložení na možné poškození materiálů.

Aplikace moderních instrumentálních technik může být ovšem přístrojově, časově i finančně dosti náročná, přesahuje rovinu běžné rutinní praxe, je nicméně namístě zejména v případě cenných a značně poškozených objektů. V podmínkách běžné sbírkové praxe tak lze ve většině případů vystačit s postupy optické analýzy a standardní mikroskopie s digitálním záznamem.

Aplikace uvedených metod je nezastupitelným výchozím krokem konzervačního postupu – předpokladem spolehlivé identifikace materiálu a zevrubného zhodnocení zaznamenaných typů poškození se zvláštním zřetelem k rozsahu degradačních procesů ovlivňujících výchozí vlastnosti nosiče tisku a specifika jeho strukturních a povrchových úprav. Záznam o těchto skutečnostech je vstupním bodem konzervačního protokolu a opěrnou informací pro volbu následného konzervačního postupu.

Záchrana plakátů s kyselou podložkou – vybrané metody potencionálně vhodné k deacidifikaci papírové podložky plakátů

Jak prokázala šetření na rozsáhlém souboru sbírky UPM, nejčastěji zjištěnými degradačními změnami s nejzávažnějším dopadem jsou u plakátů hydrolytické reakce v kyselém prostředí (dále jen kyselá hydrolýza), které vedou ke křehnutí, praskání, až rozpadu materiálu. Klíčovým krokem konzervačních postupů musí tak být odkyselování – proces, který neutralizuje kyselé látky ve struktuře papíru. Principem je zde postup, jímž je do papíru dodána alkalická látka, která kyseliny převede na neutrální sůl. V optimálním případě by se měla sama nakumulovat do struktury papíru a vytvořit tzv. alkalickou rezervu.[100]

Abychom v odkyseleném papíru zneutralizovali i kyseliny, které teprve vzniknou v průběhu přirozeného stárnutí a vlivem kyselých polutantů, je nutné vpravit do něj přiměřenou alkalickou rezervu. Doporučovaná hodnota alkalické rezervy je 0,4 mol/kg (2 % $CaCO_3$). Čím silnější (více disociovaná) je báze, kterou vytvoříme tuto alkalickou rezervu, tím vyšší je hodnota pH. Při použití alkalického hydroxidu je toho dosaženo při pH > 11,7. Tak vysoké pH způsobuje žloutnutí papíru, zejména pokud obsahuje nebělené buničiny a dřevovinu, a také podporuje degradaci celulózy. V praxi se proto využívá látek ve vodě málo rozpustných, schopných reagovat s kyselými látkami v papíru za vzniku sloučenin, které vytěkají nebo jsou inertní.

Výběr metody odkyselování závisí na charakteru tiskoviny, jejím komplexním materiálovém složení a množství materiálů, jež je nutné takto ošetřit. V praxi se používá několik činidel, které převádějí kyseliny na stálé neutrální soli bez negativních účinků pro papír i ostatní komponenty, jsou-

li neoddělitelné, jež se liší složením i způsobem aplikace.[101] U každého druhu tiskoviny je nutné zvolit takovou metodu, která bude plně odpovídat požadavkům materiálu. Dostupné metody jsou dle množství odkyselovaných předmětů rozdělovány na:

– individuální
– hromadné,

dle způsobu aplikace na:

– postřik (MMMK v metanolu),
– ponor a kontaktní – kontakt s alkalickými látkami a difuze alkalických látek
– odkyselování „in situ“ ve vakuových balíčcích

Klíčovým faktorem je chemická skladba použitých alkalických činidel:

– *„Nejčastěji jde o uhličitany (vápenatý nebo hořečnatý), které se aplikují ve formě hydrogenuhličitanu rozpuštěného ve vodě nasycené oxidem uhličitým. V tomto roztoku se odkyselovaný materiál koupe. Přítomné kyseliny jsou zneutralizovány a případná alkalická rezerva vznikne sorpcí rozpuštěných karbonátů na povrchu vláken a v malé míře jako zbytek po odpaření roztoku při sušení papíru.*
– *Další látkou je MgO, který se ve formě submikronových částic aplikuje do papíru ve formě aerosolu v proudu plynu nebo jako suspenze v nevodném rozpouštědle. Představitelem tohoto postupu je metoda BOOKKEEPER. Do této kategorie patří i aplikace speciálně připravených suspenzí $Ca(OH)_2$ a $Mg(OH)_2$ ve vyšších alkoholech.*
– *Velkou skupinu odkyselovacích látek tvoří magnezium alkoxidy a jejich deriváty (alkyl-alkoxymagnezium karbonáty). Jejich vývoj byl veden snahou získat látky, které jsou dobře rozpustné v takových organických kapalinách, které minimálně rozpouští inkousty, barvy a lepidla v odkyselovaných materiálech. Typickým představitelem je postup BOOKSAVER.*
– *ethanolát hořečnatý a titaničitý v rozpouštědle hexametyldisiloxan, postup PAPERSAVE SWISS*
– *Existují i postupy odkyselování látkami v plynné fázi, jako je amoniak a těkavé aminy. Získaná alkalická rezerva není stabilní.“*[102]

Požadavky kladené na „ideální“ metodu hromadného odkyselování lze definovat dle požadavků sestavených specializovaným pracovištěm NK, které jsou z velké části modifikovatelné i pro sbírku plakátů UPM. V původním znění podmínky vypadají takto:

- Neutralizované knihy nesmí být rozvazovány.
- Proces musí být aplikovatelný na všechny druhy papíru, resp. papíry obsažené v knihovním fondu NK ČR.
- Proces nesmí negativně ovlivňovat jakýkoliv druh materiálu použitý na knize. Vzhled knihy se nesmí změnit.
- Veškeré kyseliny musí být kompletně a trvale neutralizovány.
- Neutralizací musí být vytvořena v papíru alkalická rezerva ekvivalentní 2 % uhličitanu vápenatého – stanovení dle ISO 10716. Při odkyselování by se měl vytvořit v papíru nadbytek uhličitanů vápenatého nebo hořečnatého, které jsou pak schopny absorbovat plynné oxidy síry a dusíku nacházející se v atmosféře (koncentrace např. v Barokním sále proměřujeme).
- Distribuce pH a alkalické rezervy musí být homogenní v celé knize a v materiálech knih. Stanovení např. Atomovou absorpční spektrometrií EN ISO 7980:2000, dle Papiertechnische Stiftung (PTS) Nr. 30799. Průnik částic uhličitanů vápenatého nebo hořečnatého skrz materiály, resp. jejich vláknitou strukturu a odkyselení ve hmotě, nejen povrchově (bez bílých reziduí na povrchu materiálů).

- Hodnota pH papíru musí být mezi 7 a 8,5 (tolerance u hodně kyselých materiálů min. 6,5 až po 9,5 u méně kyselých materiálů) – stanovení hodnoty pH studeného vodného výluhu dle normy ČSN ISO 6588. Hodnoty pH vyšší než 9,5 a naměřené na povrchu papíru mohou indikovat poškození pomocí alkalické hydrolýzy.
- Životnost neutralizovaného papíru (stanoveno testy urychleného stárnutí dle ČSN 50 0375, dnes spíše dle ISO 5630/1 a ISO 5630/3) by měla vzrůst ideálně pětinásobně.
- Mechanické vlastnosti materiálů knih by měly zůstat nezměněny, pokud dojde ke zlepšení, je to žádoucí. Stanovení různých mechanických vlastností referenčních vzorků dle norem, např. ISO 5626.
- Použité chemikálie nesmí být nebezpečné pro obsluhu, budoucí čtenáře a životní prostředí.
- Použité chemikálie musí být trvale neškodné pro veškeré součásti knihy.

V případě nesplnění některých požadavků na hromadné odkyselování je nutné přistoupit k individuální metodě. Pro plakáty se jeví jako možná metoda MMMK v metanolu, PAPERSAVE SWISS a nebo metoda „in situ“ ve vakuových balíčcích. Omezením mohou být rozměry plakátů, jednotlivé tisky, materiálové složení a již velmi špatný fyzický stav plakátů.

Odkyselování „in situ“ ve vakuových balíčcích

Metoda umožňuje odkyselování papírových materiálů, aniž je nutné materiál ponořit do kapaliny. Odkyselovat lze jen knižní blok, případně jeho části, aniž je postupem významně dotčena zbývající část knihy. Důležité je, že knihu nerozebíráme a vazba zůstává zachována. Tento princip publikovali Page a kol. v roce 1995.[103] Využívá difuze odkyselovací látky ($CaCO_3$), která je obsažena v listech papíru, jímž je odkyselovaný dokument proložen. Difuze je podpořena podmínkami uložení (materiál je mechanicky stlačen, aby došlo k těsnému kontaktu alkalického a odkyselovaného papíru, a uložen v prostředí se zvýšenou relativní vlhkostí). Nevýhodou tohoto postupu je malá rychlost odkyselování a nebezpečí růstu plísní při zvýšené relativní vlhkosti. Proto je nutné systém zahřívat nebo používat dezinfekční činidla.

„Níže popsaná metodika využívá ke stlačení odkyselované knihy její vakuové zabalení do standardní fólie pro vakuové balení potravin a zvlhčení je realizováno vložením zvlhčeného filtračního papíru. To přináší řadu výhod:

a. Vzájemné přitlačení listů bez vzduchových mezer umožní dlouhodobé zajištění příznivých podmínek pro difuzi odkyselovací látky bez nároku na technické prostředky (zařízení na stlačení, udržování zvýšené relativní vlhkosti).
b. Nepřítomnost vzduchu vyloučí možnost růstu plísní i při nastavení vysoké relativní vlhkosti.
c. Umožní přesné nastavení obsahu vody ve vnitřním prostředí i její koncentrační gradient na začátku procesu.
d. Dosažení potřebné vlhkosti listů je rychlé a rovnoměrné v celé ploše.
e. Dosažená alkalická rezerva závisí na alkalické látce ve vkládaném alkalickém papíru. Pokud použijeme $CaCO_3$, je velmi malá do 0,3 % $CaCO_3$. Při použití $Ca(OH)_2$ dosahuje alkalická rezerva až 3 % $CaCO_3$, ale hodnota pH je vysoká (větší než 11) a papír s obsahem nebělené buničiny a dřevoviny silně žloutne.“[104]

Hromadná technologie PAPERSAVE SWISS

Technologie PAPERSAVE SWISS[105] je určena pro odkyselování jak knih a brožur, tak i jednotlivých listů papíru v krabicích, kdy jsou knihy umístěny do kovových klecí a fixovány lepenkami či dalšími fixačními prvky. Jako odkyselovací látka jsou použity etanolát hořečnatý a titaničitý, jako nosné médium hexametyldisiloxan. Jedná se o komorový proces, kdy jsou knihy či další materiály ponořeny do roztoku po předsušení. Následně jsou knihy umístěny do klimatizačních komor a zde setrvají několik týdnů.

Metoda MMMK

Metoda odkyselení metoxymagnesiummetylkarbonátu rozpuštěného v metanolu se aplikuje postřikem, nátěrem nebo ponorem. K neutralizaci se běžně používají 1–2% roztoky, zanechávající dostatečnou rezervu 2 % uhličitanu hořečnatého. Hodnota pH se potom ustálí v oblasti 8–9 jednotek.[106]

Nevýhodou použití metanolu je jeho vysoká rozpouštěcí schopnost některých barviv, lepidel a pojiv. Práce s ním je omezena na profesionálně vybavené laboratoře, neboť se jedná o látku zařazenou do kategorie zvláště nebezpečných jedů.

POZNÁMKY

1 *Almanach příslušníků grafických odborů* na rok 1904, Praha 1904, s. 41–42.
2 Známý fyzik René-Antoine Ferchault de Réaumur roku 1719 navrhuje využít k výrobě papíru vlákna trouchnivějícího dřeva, na základě pozorování vos, které jej používají k výstavbě svých hnízd. Blíže viz např. Jaroslav Šalda, *Tiskařské papíry*, Praha 1952, s. 26; John H. Lienhard, No. 152: Of Wasps Making Paper, in: *Engines of Our Ingenuity*, dostupné online: https://uh.edu/engines/epi1052.html, vyhledáno 10. 5. 2020; Michal Ďurovič a kol., *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Praha – Litomyšl 2002, s. 36.
3 Např. Richard Bláha, *Přehled polygrafie*, Praha 1963, s. 474.
4 Šalda (pozn. 2), s. 50.
5 Ibidem, s. 47.
6 Ibidem, s. 48.
7 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 36–37.
8 František Zuman, *Papír, historie řemesla a výrobní techniky*, Praha 1983, s. 151.
9 Šalda (pozn. 2), s. 21; Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 37–38; Petr Voit, *Encyklopedie knihy*, Praha 2008, s. 666.
10 Literatura se v datacích rozchází, např. Karel Kabát, *Knihtisk a jeho vývoj v Československu*, Praha 1936, s. 192, nebo Šalda (pozn. 2), s. 23, uvádějí rok 1829, naopak Jana Vránková, Technická revoluce v malé tiskárně, in: *Tiskárny a tisky 19. století. Sborník příspěvků z celostátní konference pořádané při příležitosti 200. výročí založení jindřichohradecké Landfrasovy tiskárny*, Jindřichův Hradec 1998, s. 77, uvádí rok 1833.
11 Dianne van der Reyden, *History, technology, and treatment of specialty papers found in archives, libraries and museums: tracing and pigment-coated papers*, dosrupné online: https://www.si.edu/mci/downloads/RELACT/coat_special_papers.pdf, vyhledáno 17. 7. 2019, s. 3.
12 Šalda (pozn. 2), s. 114.
13 Reyden (pozn. 11).
14 Erika Moosier – Dianne van der Reyden – Mary Baker, *The Technology and Treatment of an Embossed Chromolithographic „Mechanical" Victorian Valentine Card*, dostupné online: https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v11/bp11-30.html, vyhledáno 15. 5. 2019, s. 3–5.
15 Ivar Hilken, *Zušlechtěné papíry*, Praha 1955, s. 68.
16 Hlazení a leštění natíraného papíru jsou dva na sebe navazující procesy, kde se nejprve za vysokého tlaku dociluje zhutnění materiálu a následně se třením o jiné hladké plochy povrch leští. Více např. Šalda (pozn. 2), s. 102–103.
17 Mezi syntetické emulze, používané v druhé polovině 20. století, patří polyvinylalkohol, syntetické pryskyřice (SBR), akryláty a polyvinylacetáty (PVAc), metylcelulóza, karboxymetylcelulóza, hydroxyetylcelulóza atd.
18 K pigmentům obecně viz Josef Rožan – Otakar Vaníček, *Pigmenty práškové barvy*, Praha 1959, dále např. *Přehled pigmentů – bílé barvy*, dostupné online: http://vyuka.z-moravec.net/download/download/__chemie/3-03prehled-pigmentu-bile_print.pdf, vyhledáno 10. 6. 2020.
19 Pokusy nahradit barytem jedovatou olovnatou bělobu nebyly úspěšné, ale ujal se jako nastavovadlo a rozšířil se v poslední třetině 19. století. Blíže o síranu barnatém viz Robert L. Feller, Barium Sulfate - Natural and Synthetic, in: idem (ed.), *Artists' Pigments. A handbook of their History and Characteristics*, Volume 1, Cambridge 1986, s. 47–65.
20 Barbora A. Hřebíčková, *Recepty starých mistrů*, Praha 2006, s. 134.
21 Boloňská křída je druh sádrovce, používá se pro přípravu podkladů na dřevěných deskách. S vodným roztokem kožního klihu velmi nízké koncentrace dává hodnotné podklady pro malbu i pro polimentové zlacení. Povrch těchto podkladů lze snadno vyrovnat seškrabováním a broušením na dokonale rovnou plochu.
22 Blíže viz Hermann Kühn, Zinc White, in: Feller, *Artists' Pigments* (pozn. 19), s. 169–187.
23 Šalda (pozn. 2), s. 112–116.
24 Dříve se rozlišovalo klížení na plné (ozn. 1/1), částečné (ozn. ¾, ½ nebo ¼) nebo neklíženo. Plně klížený papír 1/1 byl takový, na němž se několik čar nakreslených inkoustem přes sebe nerozpíjelo ani neprosakovalo na druhou stranu, a to ani v místech křížení. Ibidem, s. 76–81.
25 Ibidem, s. 112–116.
26 Almanach (pozn. 1), s. 43–51, nebo také Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 323–326.
27 W. D. Richmond, *The Grammar of lithography. A practical guide for the artists and printer in commercial and artistic lithography, and chromolithography, zincography, photo-lithography, and lithographic machine printing*, London 1878, s. 205–206.
28 *Almanach* (pozn. 1), s. 61–64.
29 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 325–326.
30 Tyto měřitelné či analyzovatelné faktory jsou dány použitými surovinami, technologií jejich zpracování a technologií výroby papíru i následnou historií jeho uložení a používání.
31 Šalda (pozn. 2), s. 11.
32 Jiří Neuvirt, *Odkyselování papíru s využitím vakuových baliček*, s. 427, dostupné online: http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2011/Neuvirt_2011.pdf, vyhledáno 10. 7. 2020.
33 Petra Vávrová, *Koroze a degradace papíru*, s. 41, dostupné online: https://docplayer.cz/6478984-3-4-koroze-a-degradace-papiru.html, vyhledáno 10. 8. 2019.
34 Jiří H. Kocman, *Médium papír*, Brno 2011, s. 24–26.
35 Izomerie je vzájemný stav dvou či více sloučenin obsahujících stejné atomy ve stejném počtu (mají stejný sumární vzorec), které se od sebe liší pouze strukturním uspořádáním atomů v molekule.

36 A. Brongniart, T.–J. Pelouze, J.-B. Dumas, *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*. 1839, 8, s. 51–53, dostupné online: https://www.biodiversitylibrary.org/item/81359#page/60/mode/1up, vyhledáno 10. 7. 2020.

37 C. H. Fisher, Anselm Payen – Pioneer in Natural Polymers and Industrial Chemistry, in: Raymond B. Seymour, *Pioneers in Polymer Science*, Dordrecht 1989.

38 Vazba ß: jednotlivé molekuly glukózy jsou oproti sobě otočeny o 180°. Důsledkem tohoto uspořádání je přímý charakter celé makromolekuly, s ideálně rozloženými hydroxylovými skupinami pro tvorbu vodíkových můstků se sousedící makromolekulou celulózy.

39 Holtzapple, Cellulose, in: Benjamin Caballero (ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Cambridge 2003, s. 998–1007, dostupné online: https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/cellulose, vyhledáno 11. 5. 2020.

40 National Center for Biotechnology Information, PubChem Database, Beta-D-Glucose, dostupné online: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/64689, vyhledáno 11. 5. 2020.

41 Dieter Klemm, *Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material*, dostupné online: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/anie.200460587, vyhledáno 11. 5. 2020.

42 Henrik Vibe Scheller – Peter Ulvskov, Hemicelluloses, *Annual Review of Plant Biology* LXI, 2010, s. 263–289, dostupné online: https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809–112315, vyhledáno 18. 5. 2020.

43 Milan Kodíček, Hemicelulosy, in: *Biochemické pojmy. Výkladový slovník*, Praha 2007, dostupné online: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/ebook.html?p=hemicelulosy, vyhledáno 21. 5. 2020.

44 J. D. Gargulak – S. E. Lebo – T. J. McNally: Lignin (2015), in: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, dostupné online: https://doi.org/10.1002/0471238961.12090714120914.a01.pub3, vyhledáno 15. 7. 2020.

45 „[Slovo] buničina (od bunice = buňka, hlavní součást buněčných blan rostlinných), dřevovina (dřevová vláknina),“ viz Vladimír Šmilauer: Substantiva tvořená příponou -ina, *Naše řeč* XXII, 1938, č. 8, s. 225–236, dostupné oline: http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?lang=en & art=3321, vyhledáno 15. 7. 2020.

46 Tj. polotovar pro výrobu papíroviny. Finální papírovina, ze které se odlévá papír, se pak nazývá celolátkou. Viz Šalda (pozn. 2), s. 34.

47 Ibidem, s. 28.

48 Ibidem, s. 46–56.

49 Ibidem, s. 34–41.

50 Papírovina, dříve nazývaná též celolátka, je vodná suspenze vlákniny s přídavkem potřebných plnidel, klížidel a dalších látek. O výrobě papíroviny podrobně viz. ibidem, s. 60–68.

51 Petra Vávrová – Magda Součková, *Konzervace a restaurování novodobých knihovních fondů*, Praha 2017, s. 127.

52 Ibidem.

53 Ibidem.

54 Charles E. Wyman – Stephen R. Decker – John W. Brady et al., Hydrolysis of Cellulose and Hemicellulose, in: Severian Dumitriu (ed.), *Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility*, New York 2005, s. 995–1033.

55 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 40–42.

56 Vodíkovými můstky paralelně propojené makromolekuly celulózy vytvářejí tzv. elementární fibrily, které spolu dále vytvářejí mikrofibrily (vyšší stavební jednotky), z nichž vznikají makrofibrily, které tvoří buněčnou stěnu výchozího rostlinného materiálu použitého pro výrobu papíru.

57 Xueming Yuan – Gang Cheng, From cellulose fibrils to single chains: understanding cellulose dissolution in ionic liquids, *Physical Chemistry Chemical Physics* XVII, 2015, č. 47, s. 31592–31607.

58 Masahisa Wada – Laurent Heux – Junji Sugiyama, Polymorphism of Cellulose I Family: Reinvestigation of Cellulose IVI, *Biomacromolecules* V, 2004, č. 4, s. 1385–1391, dostupné online: https://doi.org/10.1021/bm0345357, vyhledáno 11. 5. 2020.

59 Wyman – Decker – Himmel (pozn. 54), s. 995–1033.

60 Krystalický stav je charakterizován trojrozměrnou, periodicky se dlouhodobě opakující pravidelnou strukturou, která má svoji geometrii a symetrii. Geometrie je charakterizována pojmy: elementární buňka, prostorová mřížka, pozice atomů v elementární buňce. Symetrii popisují termíny: krystalografická soustava, prostorová grupa. Projevem symetrie krystalové struktury je habitus, vnější tvar krystalů. Parakrystalické oblasti mají určitý podíl amorfní fáze, např. v jednom směru prostorové mřížky nebo v periodách. Parakrystalinita, jako odchylnost od pravidelné krystalové struktury, může nabývat velké rozmanitosti forem.

61 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 40–42.

62 Všechny recentní klihy a želatiny vyráběné pomocí tradičních receptur mají toto rozmezí pH.

63 Šalda (pozn. 2.), s. 78.

64 Neuvirt (pozn. 32), s. 427.

65 Szymon Kugler – Paula Ossowicz – Kornelia Malarczyk-Matusiak et al., Advances in Rosin-Based Chemicals: The Latest Recipes, Applications and Future Trends, *Molecules* XXIV, 2019, č. 9, s. 1651, dostupné online: https://www.mdpi.com/1420-3049/24/9/1651, vyhledáno 11. 5. 2020.

66 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 42–43.

67 Z hlediska teorie reakčního mechanismu se přesněji jedná o odštěpování elektronů substrátu působením oxidačního činidla, které elektrony přijímá, čímž se samo redukuje. V tomto případě je substrátem molekula celulózy a oxidačním činidlem atmosférický kyslík.

68 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 42–43.

69 Chromofor je světlocitlivá molekula nebo její část, která absorbuje světelné kvantum s určitou vlnovou délkou. Toto kvantum zvýší energetický stav molekuly. Pokud chromofor absorbuje fotony z oblasti viditelného světla, vnímáme odražené světlo jako barevné, protože v odraženém spektru chybí pohlcená vlnová délka. Odražené světlo vnímáme v doplňkové (komplementární) barvě pohlcené vlnové délky.

70 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 44–45.

71 Ibidem.

72 Xiaofei Tian – Zhen Fang – Richard L. Smith Jr. et all., Properties, Chemical Characteristics and Application of Lignin and Its Derivatives, in: Zhen Fang – Richard L. Smith, Jr. (eds.), *Production of Biofuels and Chemicals from Lignin. Biofuels and Biorefineries*, Singapore 2016, s. 3–33.

73 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 42–43.

74 Jde o termodynamický systém s vyloučeným sdílením hmoty s okolím, ale energie a teplota sdíleny jsou. V praxi se tomuto modelu bude blížit uzavřená místnost v budově, např. depozitář.

75 Při dalším snižování teploty by docházelo k úbytku hmotnostního podílu vody ve vzduchu (snižování absolutní vlhkosti pod rosným bodem) a její kondenzaci na okolních površích, při zachování 100% relativní vlhkosti vzduchu.

76 Zbyněk Vacek, *Účinky vlhkosti na sbírkové předměty*, dostupné online: https://adoc.tips/uinky-vlhkosti-na-sbirkove-materialy.html; idem, Účinky vlhkosti na sbírkové materiály 1, dostupné online: https://docplayer.cz/17588199-Ucinky-vlhkosti-na-sbirkove-materialy.html, vyhledáno 11. 5. 2020.

77 Mikroorganismy jsou schopny využívat nejen vodu volnou, ale i elektrostaticky vázanou.

78 Závěrečná zpráva grantového úkolu, Ochrana archivních materiálů před živelními pohromami v síti archivů České republiky, Část A / Kapitola č. 2, Praha 2004, s. 11–12, dostupné online: https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/zivelnipohromy_opt1.pdf, vyhledáno 16. 7. 2020.

79 Lidmila Bartovská – Marie Šišková, *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*, Praha 2005, s. 75.

80 Ibidem.

81 Ibidem.

82 Závěrečná zpráva (pozn. 78), s. 14.

83 Ibidem.

84 Filip Mařík, *Degradace papírových dokumentů a možné způsoby nápravy: hromadné odkyselování a reformátování* (bakalářská práce), FF UK, Praha 2009.

85 Maximální výkyv hodnot relativní vlhkosti by neměl přesáhnout rozdíl 5 % v průběhu 24 hodin a u teploty 1 °C / 24 h.

86 Edward P. Adcock (ed.), Zásady starostlivosti a zaobchádzania s knižničným materiálom, IFLA 1998, s. 21–24, dostupné online: https://www.mestskakniznica.sk/data/userfiles/metodika/IFLAzasady.pdf, vyhledáno 11. 5. 2020.

87 Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV) termínem „paměťová instituce“ označuje knihovny, archivy, muzea, výzkumné ústavy nebo univerzity, jejichž cílem je ochrana a zpřístupňování dokumentů kulturního dědictví, viz http://wiki.knihovna.cz/index.php/Pam%C4%9B%C5%A5ov%C3%A9_instituce, vyhledáno 11. 5. 2020.

88 Adcock (pozn. 86), s. 24.

89 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 104–113.

90 Ibidem.

91 Ultrafialové záření (zkratka UV, z anglického ultraviolet) je elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou kratší, než má viditelné světlo, ale delší, než má rentgenové záření. Pro člověka je neviditelné, existují však živočichové (ptáci, plazi, některý hmyz), kteří jej dokáží vnímat. Jeho přirozeným zdrojem je Slunce.

92 Vladimír Bukovský, Ochrana knižných a archívnych zbierok – vplyv svetla, *Knižnice a informácie* XXIX, 1997, č. 10, s. 407–418.

93 Infračervené záření (také IR, z anglického infrared) je elektromagnetické záření s vlnovou délkou mezi 760 nm a 1 mm. Název značí „pod červenou“ (z latiny infra = „pod“).

94 Příkony světelných zdrojů a systém osvětlení by měly být sladěny s klimatizačním zařízením či systémem vytápění. V podstatě neexistuje způsob osvětlení bez negativního vlivu na papír, který by neurychloval jeho degradaci.

95 Jiří Zelinger, Vliv světla a UV záření na knižní, archivní, muzejní a galerijní sbírky. Hodnocení stupně poškození, in: Závěrečná zpráva grantového úkolu vliv světla a UV záření na archivní dokumenty, Část A, Literární část závěrečné zprávy, kapitola č. 5, Praha 2009, s. 92–94, přístupné online: https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/svetlo.pdf, vyhledáno 16. 7. 2020.

96 Hana Paulusová – Bronislava Bacílková – Michal Ďurovič, Degradace archivního materiálu, *Zpravodaj STOP. Časopis Společnosti pro technologie ochrany památek* II, 2000, č. 4, s. 7–13.

97 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 22–24.

98 Blíže viz Ivana Kopecká – Eva Svobodová, *Metody průzkumu historických materiálů*, Praha 2019, s. 13, 29.

99 Blíže viz např. Martin Hložek, *Aplikace měření ručními XRF spektrometry v muzejní praxi*, 2017, dostupné online: https://mck.technicalmuseum.cz/wp-content/uploads/2017/12/XRF_web-1.pdf, vyhledáno 19. 5. 2020.

100 Alkalická rezerva je kvantitativně vyjadřována jako hmotnost alkalicky reagujících látek obsažených v papíru, vztažená na hmotnostní jednotku papíru.

101 Více např. Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 214–221.

102 Neuvirt (pozn. 32), s. 211–215.

103 Derek H. Page – Anthony M. Scallan – Steven R. Middleton – Xuejun Zou, Method for the deacidification of papers and books, *Tappi Journal*, November 1996, dostupné online: file:///Users/martinachadimova/Downloads/AMethodforDeacificationofPapersandBooks_Middletonetal.pdf, vyhledáno 20. 6. 2020.

104 Neuvirt (pozn. 32), s. 211–215.

105 Blíže viz *Hromadné odkyselování knihovních a archivních dokumentů*, dostupné online: https://hromadneodkyselovani.cz/, vyhledáno 20. 5. 2020.

106 Ďurovič a kol. (pozn. 2), s. 214–218.

III.
Praktická část

Péče o chromolitografické tisky na papíru zušlechtěném natíráním

Stav předmětů v námi zkoumaném fondu (Sbírka užité grafiky UPM) odpovídá zčásti přirozenému stárnutí tohoto druhu materiálu a zčásti nevhodným podmínkám, ve kterých byl fond v minulosti uložen. Na předmětech lze doložit širokou škálu poškození. Velmi znepokojivé jsou zejména důsledky často se vyskytující nízké hodnoty pH papíru, tedy jeho postupující degradace. Hlavním úkolem v rámci stabilizace stavu těchto artefaktů je stanovení postupu, který vyřeší základní problémy spojené s již zmíněnou chemickou degradací papíru, dále potom znečištěním předmětů, které působí často katalyticky a zvyšuje možnost jak chemické degradace, tak biologického napadení, a v závěru také mechanického namáhání objektů, jež může mít devastující a nevratné následky pro celý objekt. Aby byly předměty uchovány i pro další generace, je nutné zaměřit se především na řešení těchto hlavních problémů, a získat tak čas pro nalezení vhodného způsobu dalšího ošetření ve formě konzervátorského či restaurátorského zásahu, které by vrátilo i ty nejvíce poškozené objekty do života.

Vzhledem k tomu, že podmínky uložení byly ve 20. století v řadě sbírkových institucí v ČR obdobné, jsou získané poznatky do značné míry zobecnitelné a snadno přenositelné i na ostatní fondy chromolitografických tisků.

Identifikace a popis předmětu

Identifikace a historický průzkum předmětu, stejně jako materiálový průzkum, jsou důležitým vstupním krokem jakékoliv péče o sbírkový předmět. Jsou prováděny za účelem zjištění jeho historické hodnoty, zařazení do dobového kontextu a rovněž za účelem důkladného seznámení se s materiálem. Zjištěné informace slouží také jako základ pro určení konkrétního postupu péče o předmět. Z těchto důvodů se všechny údaje, které vyplynou z průzkumu, zaznamenávají, a to v písemné i obrazové formě. Důležitým prvkem průzkumu je uchovávání dat na místě přístupném pro všechny, kteří by je mohli (i v budoucnu) potřebovat ke své práci, aby byla minimalizována manipulace se samotným předmětem. V praxi sbírkových institucí nám v současnosti nabízí takovéto nástroje pro systematický zápis a uchování dat specializované (muzejní) evidenční systémy nebo databáze – např. Museion, Demus, Bach, popřípadě postačí i standardní tabulkový procesor.

U chromolitografií je v první řadě nutné se zaměřit na identifikaci předmětu, tedy na určení techniky tisku a druhu materiálu, na kterém je obraz vytištěn, a zjištění dalších informací ohledně předmětu. Pokud je papír natíraný, zjišťujeme, zda se jedná o jedno- či oboustranné natírání. Dalším krokem je určení dokončovacích úprav, sledujeme, je-li přítomna vrstva laku a v jakém je stavu, zda je tiskovina upravena ražbou (plastické tvarovaní) a dekorativní perforací či jestli má předmět nějaký druh závěsného systému. Podstatné jsou také jakékoliv popisky, tiskové značky, provenience, atribuce a další informace, které lze vyčíst z předmětu.

Samotný průzkum je prováděn v několika fázích. Prvním, ve většině případů dostačujícím krokem je okometrické pozorování, následované pozorováním s použitím zvětšovací techniky

(zvětšovací lupa, mikroskop). Nápomocné mohou být různé druhy osvětlení směrované na objekt z různých úhlů, které při pozorování dokážou odhalit některé hůře viditelné detaily. Dalšími nástroji průzkumu, které jsou žádoucí z hlediska kvalitativního i kvantitativního složení materiálu, jsou odborné analýzy. Většina institucí nemá dostatečné vybavení k provádění takovýchto rozborů a musí se obracet na specializované pracoviště. Informace z laboratorních analýz jsou ale nejobjektivnější a nejpřesnější. Velice užitečné jsou rovněž interdisciplinární konzultace s kolegy z příbuzných oborů.

Této části průzkumu je třeba věnovat zvýšenou pozornost, protože chyba v identifikaci tiskového materiálu může mít pro objekt fatální následky.

Průzkum fyzického stavu

Po vstupní identifikaci a popisu předmětu následuje průzkum a popis jeho fyzického stavu, jehož hlavním účelem je zjištění skutečného stavu a nalezení, pokud možno, všech poškození nacházejících se na materiálu. Průzkum probíhá obdobným způsobem jako u předchozí sekce „Identifikace a popis předmětu“ – tedy vizuálním pozorováním s různými úrovněmi zvětšení a způsoby či směry osvětlení, nebo laboratorně. Při průzkumu fyzického stavu je nutné postupně prozkoumat všechny vrstvy a zaměřit se na nalezení poškození i jejich rozsahu, včetně chemické degradace a určení jejího stupně a zdroje. Tyto informace je nutné zaznamenávat detailně, a to písemně i ve formě obrazové dokumentace (nákresy a fotodokumentace), včetně připojení laboratorních protokolů. Všechny tyto výstupy by měly být datovány (kvůli možnosti porovnávání a vyhodnocování průběhu degradace v budoucnu) a opět zpřístupněny všem, kteří je potřebují ke své práci. Pro zjednodušení a systematičnost práce jsme vytvořili „ Formulář průzkumu sbírky“,[2] kde je možné rychle a jednoduše zaznamenat zjištěná data, což nám poskytuje pevnou strukturu, a tím i snadný nástroj pro další zpracování zjištěných dat (porovnávání stavu předmětů, analýzy atd.).

Na tiskovinách tohoto charakteru je značně problematické pokrytí různými druhy nečistot, a to v různých formách (na povrchu, vpité do struktury materiálu), dále různé druhy mechanických poškození, vedlejší efekty způsobené opravami provedenými v minulosti a chemická degradace materiálů. Je nutné věnovat zvýšenou pozornost postupně všem vrstvám materiálu, tedy papírové podložce, zušlechťující vrstvě, tištěné vrstvě i lakové vrstvě (popřípadě i adjustačním prvkům). Každá z nich inklinuje k jiným druhům poškození a jejich poškození může vyvolat či stimulovat poškození dalších vrstev. Včasné odhalení co největšího množství poškození může být zásadní pro záchranu objektu.

Metody identifikace materiálů a jejich poškození

V rámci vizuálních metod identifikace rozeznáváme, o jakou techniku tisku se jedná, orientačně odhadneme materiál podložky (papír, zušlechťující vrstva apod.) a zhodnocujeme míru a závažnost nalezených poškození. Na základě těchto informací vzniká potřeba dalších, přesnějších průzkumů a analýz.[3] Identifikaci materiálu a posouzení degradačních změn je žádoucí provádět ve třech úrovních. Předmět vždy zkoumáme nejprve pomocí vizuálního pozorování – makroskopicky a mikroskopicky, tedy sledováním buď pouhým okem, nebo za pomoci zvětšovací techniky (např.

kapesním, digitálním nebo laboratorním mikroskopem). Třetí úrovní průzkumu jsou laboratorní analýzy, kdy probíhá průzkum jednotlivých strukturních charakteristik materiálů, jejich chemického složení a použitých materiálů. Chemickými analýzami se kromě přítomnosti některých látek zjišťuje také míra poškození materiálu. Pro běžné potřeby průzkumu materiálu před restaurováním je nejvhodnějším řešením provedení optické mikroskopie, měření hodnot pH papíru, stanovení materiálového složení papírové podložky (tedy především zjištění druhu použitých vláken a klížidel) a stanovení materiálového složení zušlechťujícího nátěru či laků.[4] Tyto metody nám poskytnou dostatečnou základnu pro stanovení základních potřebných postupů.

Klasifikace poškození tisků

Ve sbírce UPM byl proveden průzkum stavu více než 130 ks chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře. Systematický popis nalezených poškození, zahrnující také informace ohledně jejich charakteristických znaků a příčin vzniku včetně obsáhlé obrazové dokumentace, je uveden v *Atlasu poškození chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře*, který vznikl jako základní příručka pro tuto problematiku. Níže uvádíme pro úplnost soupis typů poškození, se kterými se u chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech můžeme setkat.

Souhrn není rozdělen podle standardních systémů uváděných v literatuře, ale je členěn podle jednotlivých vrstev a dokončovacích úprav do šesti kategorií (poškození papírové podložky, natírané vrstvy, tisku, ražby, lakované vrstvy a adjustačních prvků). Posloupnost těchto kategorií odpovídá tomu, v jakém sledu docházelo k jejich vytvoření ve výrobním procesu. Některé druhy poškození se mohou nacházet pouze v jedné z těchto vrstev nebo mohou prostupovat více vrstvami materiálu najednou.

1. Papírová podložka

1.1 Biologické poškození
- 1. 1. 1 Poškození mikroorganismy
- 1. 1. 2 Poškození hmyzem
- 1. 1. 3 Poškození hlodavci

1.2 Změna barevnosti papíru
1.3 Nečistoty
1.4 Skvrny
1.5 Křehnutí papíru
1.6 Materiálové ztráty
1.7 Perforace
1.8 Trhlina
1.9 Zlom
1.10 Zvlnění
1.11 Druhotné záznamy
1.12 Předchozí zásahy
- 1. 12. 1 Odborně provedené zásahy
- 1. 12. 2 Neodborně provedené zásahy

2. Natíraná vrstva

2.1 Biologické poškození
- 2. 1. 1 Poškození mikroorganismy
- 2. 1. 2 Poškození hmyzem
- 2. 1. 3 Poškození hlodavci

2.2 Změna barevnosti
2.3 Nečistoty
2.4 Skvrny
2.5 Poškození natírané vrstvy při zvýšené vlhkosti
- 2. 5. 1 Vymytí

2.6 Úbytek materiálu vydrolením
2.7 Abraze
2.8 Perforace
2.9 Trhlina
2.10 Zlom
2.11 Zvlnění
2.12 Ztráta lesku
2.13 Druhotné záznamy
2.14 Předchozí zásahy
- 2. 14. 1 Odborně provedené zásahy
- 2. 14. 2 Neodborně provedené zásahy

3. Poškození tisku

3.1 Biologické poškození
- 3. 1. 1 Poškození mikroorganismy
- 3. 1. 2 Poškození hmyzem
- 3. 1. 3 Poškození hlodavci

3.2 Nečistoty
3.3 Skvrny
3.4 Migrující barevná vrstva
3.5 Změny charakteru kovových pigmentů
3.6 Abraze
3.7 Perforace
3.8 Trhlina
3.9 Zlom
3.10 Druhotné záznamy
3.11 Předchozí zásahy
- 3. 11. 1 Odborně provedené zásahy
- 3. 11. 2 Neodborně provedené zásahy

4. Ražba

4.1 Deformace
4.2 Abraze
4.3 Chybějící části

5. Lakovaná vrstva

5.1 Změna barevnosti
5.2 Zmatnění
5.3 Nečistoty
5.4 Abraze
5.5 Zlom
5.6 Trhlina

6. Adjustační prvky

6.1 Deformace
6.2 Chybějící část
6.3 Absence prvku
6.4 Koroze
6.5 Poškození povrchové úpravy

Konzervační postupy

Vyhodnocení četnosti jednotlivých typů poškození ukázalo, že vedle různých typů znečištění a mechanických poškození je nejčastějším zdrojem povrchových i strukturálních změn materiálu degradace papíru, způsobená použitým druhem výrobních surovin v součinnosti s působením vnějších vlivů. V důsledku toho má papír nízké hodnoty pH, což potvrdily i výsledky systematického měření. Papíru narušenému chemickou degradací se snižuje pevnost a snáze dochází k dalším poškozením při běžné manipulaci i uložení. Může docházet k vytvoření trhlin, zlomů, odřených ploch nebo se mohou fragmenty materiálu zcela odtrhnout a ztratit. Tyto a další vlivy se navzájem stimulují tak dlouho, až dojde k úplnému rozpadu materiálu.

Náprava stavu u kombinovaných materiálů, které jsou navíc citlivé na působení vlhkosti i některých rozpouštědel, je velmi složitá záležitost, vyžadující odbornou péči na velmi vysoké úrovni. K nalezení vhodného postupu je vždy třeba dojít cestou důkladného průzkumu a průběžným vyřazováním nevhodných postupů. Než je zvolený postup uplatněn na konkrétním artefaktu, je nutné jej vždy dobře otestovat.

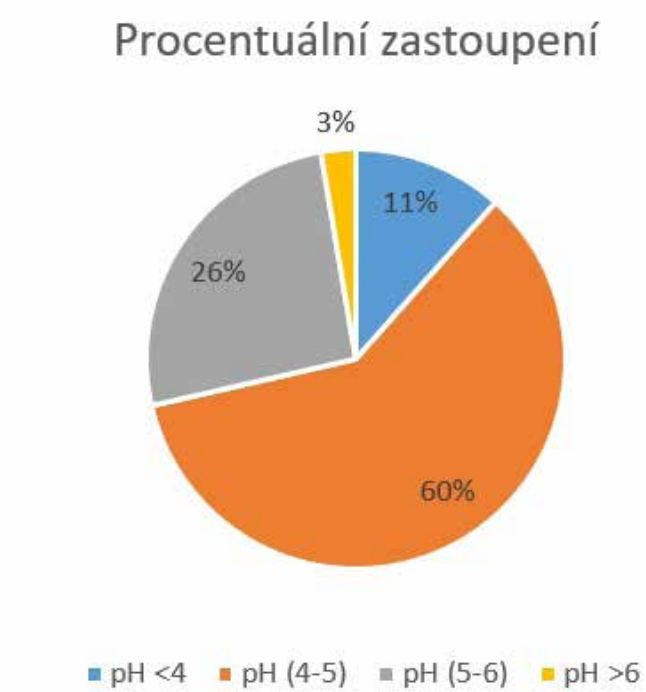
Dezinfekce

Podobně jako většina běžně používaných konzervačních zásahů, představuje dezinfekce pro chromolitografie riziko dalšího poškození. Při průzkumu fondu jsme se setkali pouze se čtyřmi objekty (z celkového počtu cca 300 ks), které byly viditelně zasažené mikroorganismy. Z toho vyplývá, že i když se u chromolitografií nesetkáváme s kontaminací plísní často, je i tak nutné se možnostmi dezinfekce zabývat. Jako potenciálně vhodná metoda se jeví dezinfekce v parách alkoholu (butanol, etanol), protože tak objekt nepřichází do přímého kontaktu s dezinfekčním prostředkem ani s vodou a zároveň je možné průběžně sledovat možné negativní reakce předmětu přímo při procesu dezinfekce. Pouhým vizuálním pozorováním se metoda použití par butanolu jeví u testovaných objektů jako vhodná, ovšem s ohledem na rozdílné materiálové složení, a tím i různou citlivost natírané vrstvy vůči vlhkosti, ji nelze doporučit pro všechny typy chromolitografických tisků bez předchozích analýz a zkoušek provedených u každého objektu. U nelakovaných objektů je třeba provést stěry a po identifikaci konkrétních druhů plísní celou situaci konzultovat s technologem či mikrobiologem. Ti zvolí přesné, cílené řešení, čímž se minimalizují rizika vedlejších, nechtěných efektů způsobených dezinfekčním prostředkem nebo vlhkostí. Je třeba si uvědomit skutečnost, že čím déle působí zvýšená vlhkost na chromolitografické tisky, tím více změn se v materiálu postupně bude objevovat.

Lakované objekty by se z těchto procesů měly zcela vyloučit, abychom zamezili reakci laku s alkoholy a zvýšenou vlhkostí.

Měření a následná úprava pH

Změřením hodnot pH papírové podložky u 113 vybraných kusů jsme byli postaveni před mnohem závažnější problém, než jsme u chromolitografií na zušlechtěném papíře předpokládali. Vzhledem ke složení minerálního nátěru tvořícího souvislou vrstvu pokrývající povrch papíru jsme očekávali hodnoty pohybující se spíše v neutrální či alkalické oblasti. Hodnoty pH se však pohybují v kyselé oblasti. Nejčastější je výskyt hodnot v rozmezí 4–4,6 (většina těchto tisků je datována kolem roku 1900), vyšší hodnoty byly naměřené pouze v malé míře (především však u tisků po roce 1920), nižší hodnoty (kolem 3,8) jsme zaznamenali také poměrně hojně. Pro přesnější vyhodnocení jsme rozdělili hodnoty po celých jednotkách a vyhodnotili jejich procentuální zastoupení. Poté nám z výše zmíněného počtu naměřených hodnot vychází alarmující výčet – pouze 3 % tisků mají hodnoty vyšší než 6,26 % tisků je na úrovni rozmezí 5–6, 60 % tisků má hodnoty pH papíru v rozmezí 4–5 a 11 % tisků dokonce pod hodnotou 4.



Graf vyjadřuje procentuální zastoupení hodnot pH.

Nízké hodnoty pH mají za následek akceleraci degradačních procesů, a tím i zhoršování původních vlastností papíru. Těmito procesy jsou v případě kombinovaných materiálů ohrožené i ostatní vrstvy, tedy zušlechťující nátěr, tisk a lak. V materiálu se v důsledku zhoršení vlastností vytváří mnoho dalších poškození, obvykle ve formě zlomů, trhlin, prasklin či drolení natírané vrstvy. Pokud se degradace papírové podložky nezastaví, hrozí celkový rozpad materiálu. Ve většině případů je proto žádoucí aplikovat vhodný odkyselovací prostředek, který zajistí i dostatečnou alkalickou rezervu. Situaci však značně komplikuje nevhodnost použití systémů, kde artefakt přichází do přímého kontaktu s vodou. Z nepříliš bohatého portfolia metod zbyl tedy následující výčet metod:

1) MMMK v metanolu

2) PAPERSAVE SWISS

3) metoda odkyselení pomocí alkalického papíru „in situ“ ve vakuových balíčcích

1. MMMK

Metoda postřiku 1,2% metanolovým roztokem metoxymagnesiummetylkarbonátu byla prováděna s ohledem na citlivou vrstvu pouze na zadní straně objektu, a to na 3 různých dobových materiálech zakoupených pro účely testování, aby systém fungoval autenticky. Nechtěli jsme odkyselení testovat na novodobě vyrobených vzorcích kvůli možným odchylkám v procesu výroby a možnému chybnému působení celého testu. Sledovanými znaky byla kromě zvýšení hodnoty pH také změna barevnosti papíru, bílé minerální vrstvy, tiskových barev a změna struktury povrchu – lesk, kompaktnost povrchu. Lakované objekty jsou z tohoto procesu vyřazeny z důvodu možné citlivosti laku na metanol.

Vyhodnocení probíhalo vizuálním pozorováním a kontrolním měřením pH papíru. Vzorky byly také před celým procesem fotograficky dokumentovány pro srovnání stavu před zásahem a po něm.

Testování metody

Nejprve bylo změřeno povrchové pH papíru testovaných objektů. PH bylo měřeno dotykovou elektrodou, pH metr byl před měřením kalibrován na hodnoty 4 a 7. Měření probíhalo pouze ze zadní strany objektů, kde není natíraná vrstva, a to na několika místech.

Před aplikací roztoku byl vždy nejprve proveden test potenciální změny pigmentů. Aplikace probíhala bodově štětcem, ve vybraném kritickém místě. Pokud byl test bez reakce, byl teprve aplikován postřik na větší plochu tiskoviny. Vždy byl aplikován pouze jeden zkušební nástřik MMMK.

První reklamní kartička byla nastříkána roztokem pouze z poloviny, aby byl případný rozdíl snadno viditelný. U druhého a třetího objektu byl nástřik proveden 1x v celé ploše. Kontrolní pH bylo měřeno 14 dní po aplikaci.

První vzorek nevykazoval po aplikaci a vytěkání metanolu žádné změny, které by byly viditelné lidským okem. Naměřené hodnoty pH byly před zásahem v průměru 4,78, po aplikaci měla odkyselená polovina pH 6,3 a v neodkyselované polovině pH vzrostlo na 5,6. Nebyla viditelná ani změna barevnosti papíru.

Druhý vzorek vykazoval nepatrné změny, které by byly snadno měřitelné přístroji, pro lidské oko však byly zachytitelné minimálně. Jednalo se o lehké, nerovnoměrné zežloutnutí podkladu, jež zlehka prostupovalo minerální i barevnou vrstvou. Po cca měsíci se tyto „skvrny“ zjemnily. Tiskové barvy zůstaly beze změn. PH před zásahem se pohybovalo okolo hodnoty 5,3. Po aplikaci roztoku vzrostla hodnota na 6,99.

Třetí vzorek měl větší a kompaktnější plochu zušlechťujícího nátěru. Po nástřiku se v minerální vrstvě objevily nerovnoměrné nažloutlé skvrny, které působily velmi rušivě. Tiskové barvy zůstaly beze změn. PH před zásahem bylo 4,1, po zásahu 4,63.

Po posledním testu jsme od dalších zkoušek upustili a metodu jsme vyhodnotili jako vyhovující za určitých podmínek. Tato metoda připadá v úvahu pouze v případě, že by nebyla nalezena jiná, vhodnější metoda a hrozil by zánik artefaktu. Je zcela normální, že papír vlivem této metody lehce zežloutne, ale vytváření nerovnoměrných skvrn v minerálním nátěru výrazně narušuje estetický vjem z díla.

2. PAPERSAVE SWISS

Možnost ošetření plakátů a grafik pomocí metody PAPERSAVE SWISS vypadá velmi nadějně. V možnostech, které provozovatel uvádí ve svých instruktážních materiálech, jsme nalezli možnost odkyselení velkoformátových předmětů v koších velkých rozměrů. Po navázání komunikace a konzultaci problému, kdy jsme popsali techniku, rozměry i množství materiálů nám však přišel zamítavý postoj k testování této metody. Odkyselení tohoto typu objektů konzultanti společnosti nedoporučili.

3. Metoda „in situ“ ve vakuových balíčcích

Tato metoda vypadá poměrně slibně, byla však dosud testována pouze na knižních objektech. U chromolitografických tisků je tato metoda potenciálně vhodná jen u jednostranně natíraných, nelakovaných papírů, u kterých by byl vlhký filtrační papír umístěn na zadní, papírovou stranu.

K otestování této metody je nutné použití vakuového zařízení dostatečně velkého formátu, kterým disponuje restaurátorské oddělení NK ČR. Ve spolupráci s nimi bude v nejbližší době metoda otestována.

Čištění

Znečištění představuje u chromolitografií, stejně jako u jiných papírových objektů, značný problém. Kromě rizika poškození a urychlení procesů degradace materiálu zde můžeme sledovat ještě negativní dopad ve formě ztráty původního vizuálního vjemu. Základním krokem pro dlouhodobé uchování předmětů (jejich funkce a funkčnosti) je tedy jejich očištění. Podle charakteru nečistot i poškození je nutné volit strategii očištění, vhodné prostředky i způsob manipulace objektem v procesu čištění.

Metody čištění se standardně rozdělují na mechanické (suché) čištění, čištění vodnými systémy a čištění pomocí organických rozpouštědel.[5] U zušlechtěných papírů však jiné, než mechanické čištění představuje velké riziko poškození, které nelze dopředu odhadnout bez provedených analýz složení natírané vrstvy a důkladných zkoušek. Abychom se přiblížili skutečnosti, byly různé způsoby čištění testovány na historických materiálech zakoupených k tomuto účelu.

Mechanické čištění

Mechanické čištění vyžaduje velkou pozornost a opatrnost. Výrobní proces se odráží v kompaktnosti a stabilitě povrchové vrstvy, která je navíc ovlivněna stadiem degradace. Tato vrstva obsahuje rozdílná pojiva (škrob, želatina, klih a další) a pigmenty/plniva, a tím vykazuje trochu jiné reakce na kontakt s čisticími prostředky. Výběru čisticího materiálu i celému procesu čištění je nutné věnovat zvýšenou pozornost, aby vzhled tiskoviny zůstal zachován beze změn. Před každým zásahem na zušlechtěném povrchu je nutné provést test čisticích prostředků, protože bílá i potištěná plocha vykazují různé stupně lesku, které by čištěním neměly být dotčeny. Každá z barevných ploch reaguje

na čisticí prostředky vlastním způsobem. U některých povrchů může docházet ke zvýšení lesku, tzv. oleštění, u jiných naopak ke zmatnění, skvrnitosti a zanechání stop tahů čisticími prostředky, které jsou většinou spojené s lehkou abrazí povrchu. Existuje mnoho druhů natíraných papírů, a nedá se tedy stoprocentně určit, že nějaký prostředek bude vždy účinný na nečistoty a zároveň šetrný k povrchové vrstvě. Nutnou součástí čištění je tudíž nepřetržitá vizuální kontrola čištěného povrchu, a to při osvětlení přímém (shora) i bočním. Veškeré úkony provedené na materiálu je nutné okamžitě vyhodnocovat okometricky a přiměřeně reagovat. Velmi důležité je rovněž používat v průběhu čištění rukavice, aby nedocházelo k zanechávání otisků prstů na povrchu předmětu. Některé typy zušlechtěných papírů reagují tak silně na zvýšenou vlhkost a další látky, že může dojít k nenávratnému poškození minerálního nátěru i při kontaktu během čištění, kdy jednou rukou přidržujeme čištěný předmět, a tím dochází k zanechání viditelného otisku prstů či dlaně v místě dotyku.

U potištěných částí je vizuální kontrola nutná z důvodu možné nestability tiskových barev. Tisková barva je poměrně stabilní vůči mnoha vlivům, není však vždy stoprocentně odolná vůči otěru.

S lakovanými objekty je čisticí proces v mnoha ohledech jednodušší. Lak chrání objekt před nečistotami a jeho hladký povrch z velké části znemožňuje jejich ulpění. V případě, že se zde nějaké nečistoty vyskytnou a dojde k jejich odstraňování, je nutné dávat pozor na možnou abrazi povrchu laku příliš hrubým čisticím materiálem nebo na zanechání šmouh na povrchu příliš jemným čisticím materiálem.

Mechanické čištění štětci, stlačeným vzduchem a vysavačem

Nejjednodušším způsobem odstranění volných nečistot z povrchu materiálu je jejich odmetení měkkými štětci. Čištění se vždy provádí s ohledem na druh nečistot, vlastnosti povrchu a míru poškození předmětu (především křehkost, různé druhy trhlin a uvolněné části materiálu).

Na tento jednoduchý druh očištění lze použít i vysavač s kartáčovými nástavci, je však nutný regulovatelný tah vysavače, kdy proces čištění probíhá při nastavení minimálního sacího výkonu. Podmínkou tohoto způsobu čištění je dobrý stav tiskoviny, který umožní vysávání, aniž by došlo k vysátí fragmentů materiálu nebo jeho mechanickému poškození. Podstatné je, aby v průběhu čištění objekt stále ležel na podložce a nedocházelo k jeho nadzdvihování podtlakem či k přímé deformaci. V případě nejistoty, zda k nadzdvihování podložky nedojde, je možné využít podtlakový stůl jako plochu pro uchycení, a tím zajistit šetrné upevnění k podkladu. Následně je možné využít vysavač či stlačený vzduch[6] k odstranění volných nečistot.

Mechanické čištění průmyslově vyráběnými prostředky

Sypká čistidla

Jako optimální se jeví sypká čistidla (Akawipe, Document cleaning powder). Všeobecně se dá říci, že čím měkčí čistidlo a menší velikost zrn, tím lepšího efektu je možné dosáhnout. Schopnost vázat povrchové nečistoty je zde prokazatelně nejefektivnější, a to při zachování vzhledu povrchu zušlechtěného papíru. Po nanesení práškové hmoty je nutné krouživým pohybem prstů očistit všechny nečistoty za použití lehkého tlaku. Je žádoucí se vyhnout místům, kde již byla povrchová vrstva nějakým způsobem narušena (zlomy, trhliny), protože zde není možné zaručit, že nedojde

k úbytkům materiálu v místě poškození. Velkou pozornost je nutné věnovat, jak již bylo zmíněno výše, kontrole povrchu minerální vrstvy i barevného tisku, zda nedochází k jejich změnám.

Tato čistidla je možné použít i na lakované povrchy.

Čisticí tmely

Použití těchto přípravků není kvůli silné přilnavosti nijak efektivní a na natírané a lakované povrchy se neosvědčily. Jejich použitím na znečištěném hladkém povrchu nedochází k odstranění nečistot v žádoucí míře, navíc se můžou nepříjemně lepit k povrchu, a tím způsobit další poškození.

Na zadní nezušlechtěnou stranu objektu je tento prostředek za předpokladu zvýšené pozornosti a opatrnosti možné použít.

Latexové pěny

Čisté latexové pěny (Wallmaster, Cleanmaster) jsou na zušlechtěné povrchy vhodné pouze za určitých podmínek. Je nutné použití jen velmi lehkého tlaku a stálé kontroly, protože zde může docházet k poškrábání povrchu, které je viditelné velmi často až při zvětšení a v bočním osvětlení.

Velmi efektivní jsou ale tyto prostředky na tištěné ploše, ze které snadno sejmou nečistoty při zachování barevnosti a povrchového lesku tisku. Nezanechávají stopy po tahu ani nestírají tiskovou barvu, a to i v případě kovových pigmentů, které jsou z tohoto hlediska značně problematické. Pro lakované plochy je tato metoda také vhodná – dojde k odstranění nečistot bez poškození povrchu.

Papírovou zadní stranu objektu je samozřejmě možné tímto způsobem bez větších problémů očistit.

PUR pěna

Houbičky z polyuretanové pěny je vhodné použít pro obzvláště citlivé povrchy. Jejich použití při čištění zušlechtěné vrstvy natíraných papírů se jeví jako velmi efektivní. Dobře odstraňují nečistoty z povrchu, nepoškozují povrch, nemění jeho lesk, neovlivňují barevnou plochu a zároveň do sebe absorbují značnou část nečistot. Při použití tohoto materiálu je nutné pouze hlídat množství nečistot, které již byly houbičkou absorbovány, a v případě silného znečištění vyměnit houbičku za novou.

Tento druh čistidla jsme vyhodnotili jako nejlepší pro první fázi čištění minerálního nátěru, lakované vrstvy i tištěné vrstvy.

Standardní pryže

Pryží neboli gum se na našem trhu nabízí velké množství. Pro naše účely se dají podle hrubosti rozdělit na 2 skupiny. V první skupině jsou standardní pryže typu „bílá pryž se slonem“, dvoubarevné pryže (kombinovaná hrubší a jemnější část), tužky s pryžemi uvnitř. Druhou skupinu představují hladké „plastické“ pryže typu „plastic eraser“, které jsou mnohem jemnější.

Všeobecně se dá říci, že první skupina pryží není vhodná na lesklé povrchy. Pryže způsobují lehkou abrazi povrchu, projevující se zmatněním či stopami ve směru tahu gumy po čištění. Na tištěných plochách dochází k úbytku tiskových barev v důsledku otěru plochy pryží a vzniká nesourodý povrch.

Druhá skupina pryží je velmi vhodná na dočištění silných nečistot na bílých nepotištěných plochách, které se nalézají obvykle kolem okrajů. Někdy můžou způsobovat změnu charakteru natírané vrstvy, a to jejím oleštěním. Abychom se tomuto efektu vyhnuli, je nutné používat při gumování velmi lehký tlak a jemným pohybem gumou kroužit v místě zašpinění. Je nutné občas

očistit gumovací plochu od černých žmolků, aby nedošlo k zpětnému roztírání nečistot na povrchu materiálu. Neustálá kontrola stavu tiskoviny po působení čisticího prostředku je zcela zásadní. Opět je nutné vyhnout se trhlinám a vyvýšeným místům ve zlomených partiích, kde bychom riskovali větší narušení povrchu či ztrátu materiálu vydrolením. Není vhodné s tímto druhem pryží čistit barevné plochy, na povrchu zůstávají stopy tahů (stírá se tisková barva).

Na papírové, nenatírané povrchy, se kterými se můžeme většinou setkat na zadní straně objektu, jsou oba druhy těchto pryží vyhovující.

Tvárné pryže

Použití tvárné pryže na natírané či lakované vrstvě není efektivní, hrozí riziko zanechání stop po čištění. U tištěné plochy je tomu naopak, zde jsou plastické pryže šetrnými pomocníky při odstraňování různých druhů nečistot. Zadní papírovou stranu je možné takto velmi dobře očistit bez negativních následků.

Závěr: Nejlepšího způsobu očištění objektu suchou cestou bez vedlejších efektů jsme docílili postupným použitím 3 výrobků, v tomto pořadí:

1. PUR houbičky (jakékoliv povrchy)
2. sypká čistidla (jakékoliv povrchy)
3. plastic eraser (nepotištěné povrchy)

Ostatní možnosti čištění

V rámci komplexnosti přehledu možných způsobů čištění jsme se zabývali i čištěním pomocí organických rozpouštědel a alternativami vodných systémů. Použití vodných procesů a prostředků stejně jako rozpouštědel představuje pro tento druh materiálu velké riziko, a proto doporučujeme buď je zcela vynechat, nebo aplikovat jen po předchozím pečlivém zvážení nutnosti provedení takového zákroku, a to výhradně po podrobných analýzách materiálového složení a důkladných zkouškách vlivu testovaných rozpouštědel na předmět, vše ve spolupráci s technologem a vybavenou laboratoří. Takovéto druhy čištění mohou snadno zanechat na materiálu stopy v podobě skvrn, zvlnění, uvolnění pigmentu či odlučování minerální vrstvy od podkladu.

Testování opět probíhalo na dobových vzorcích k tomuto účelu zakoupených. Jejich původní stav i stav po zásahu byl dokumentován a vizuálně porovnáván.

Z nevodných metod byl zkoušen vybraný druh rozpouštědel, tedy etanol (96 %), lékařský benzin a aceton. Testovanými „vodnými“ metodami byly perlóza a hydrogel.

Čištění pomocí rozpouštědel

Byly testovány účinky nejvíce používaných rozpouštědel na povrch natírané a tištěné vrstvy. Pro testování byly vybrány vzorky s lehce odlišnými povrchy. Vliv rozpouštědel byl hodnocen pouze vizuálně, avšak i na základě pouhého pozorování bez ověření analytickými metodami jsme od zkoušek čištění organickými rozpouštědly nakonec ustoupili, protože už samotná aplikace na vzorky často zanechávala různé estetické stopy, nebo docházelo dokonce i k bobtnání, a tím k narušení minerální vrstvy.

Alternativní vodné způsoby čištění

Vzhledem k citlivosti zušlechtěných materiálů na přímý styk s vodou a jinými kapalinami jsme testovali šetrnější způsoby vodného čištění.

Perlóza

Jako jedna z variant, která se nabízí, je použití perlózy. Tato metoda stojí na pomezí mezi tzv. suchým čištěním a čištěním pomocí vodných systémů. Jedná se o čistou regenerovanou celulózu v podobě porézních kulovitých mikročástic s určitým obsahem vody, která do sebe dokáže absorbovat jak pevné nečistoty, tak i organické sloučeniny. Používá se primárně pro čištění textilu, ale byly prováděny i testy účinnosti na papírových předmětech.[8]

Testování probíhalo u několika předmětů v místě skvrn neznámého charakteru a skvrn od kapalin, tzv. zateklin. V místě zatekliny/skvrny byla přímo na povrch natírané vrstvy nanesena vrstva perlózy, jež zde byla volně ponechána až do úplného vyschnutí. Poté byla mechanicky odstraněna. Skvrnu neznámého charakteru se nepodařilo odstranit, ale u zateklin došlo ke zjemnění ostrých okrajů a zlepšení estetického vjemu. K úplnému odstranění skvrny však také nedošlo. Při vizuálním porovnání povrchů po úplném vyschnutí nebyly zaznamenány následky zvlhčení v zušlechťující vrstvě. Perlózou je třeba se zabývat i nadále a zjistit, za jakých podmínek je možné využít její potenciál bez nechtěných efektů.

Hydrogely[9]

Další možností nepřímého vodného čištění je použití tuhých vodných gelů, které jsou schopné vázat ve své struktuře velké množství vody a předávat je materiálu, s nímž jsou v přímém kontaktu. Při styku s předmětem dochází k absorpci nečistot a degradačních produktů z předmětu do hydrogelu. Vzhledem k tomu, že hydrogely mají pevné skupenství, dá se s nimi dobře manipulovat a korigovat oblast, ve které mají působit.

Pro účely ošetření chromolitografií jsme zvolili Gellan gum, který se připravuje v koncentraci od 1 do 4 hm. %. Čím je koncentrovanější, tím méně vody uvolňuje do předmětu, se kterým je v kontaktu.

Gellan gum nelze bez rizika použít na ošetření zušlechťujícího nátěru, a to i v nejvyšší koncentraci. Při lokálním použití na povrch natírané vrstvy došlo k vytvoření různě intenzivních zateklin. Po delším působení zušlechťující nátěr měkne a migrují pojiva v něm obsažená, což má za následek rozpad této minerální hmoty. Po vyschnutí materiálu, na nějž byl aplikován Gellan gum, došlo k tvarové deformaci materiálu, nátěr ztratil lesk a začal se odlučovat od papíru. Soudržnost minerální hmoty se zhoršila a důsledkem těchto změn bylo sprašování a praskliny v nátěru.

Celoplošná aplikace hydrogelu na zadní, papírovou stranu artefaktu způsobila provlhčení objektu včetně natírané vrstvy, což je nepřípustné. Na jakékoliv zásahy tohoto typu, včetně odkyselení papírové podložky, se tato metoda neosvědčila, avšak v případě použití hydrogelu na snímání nevhodných přelepů a lepicích pásek z rubové strany, tedy z papírové podložky, se použití Gellanu osvědčilo, a to zejména při koncentraci 4 %. Po jeho působení nebyly zaznamenány změny ve struktuře natírané vrstvy nebo v jejím vzhledu. Negativním jevem je možnost vytvoření zateklin v okolí aplikovaného Gellanu, a to v případě, že Gellan gum tvarem a velikostí přesně nekopíruje tvar a velikost odstraňovaného materiálu.

Zušlechtěné papíry jsou velmi složitou materiálovou kompozicí, která nám do značné míry brání v použití mnoha jinak běžných zásahů. Pokud se chceme vyhnout důsledkům v podobě zmatnění (zušlechťujícího nátěru i lakové vrstvy), skvrn či nerovnováhy v materiálu způsobeným rozdílným

zvlhčením nebo prasklinám v zušlechťujícím nátěru způsobeným především rozdílnou délkou schnutí a dalším nerovnovážným pnutím, ztrátám materiálu (spraš ováním, drolením, krakelací) v podobě snížení obsahu pojiv jak v papíru, tak v zušlechťujícím nátěru a dalším podobným jevům, je nutné si každý zásah pečlivě rozmyslet a pokusit se nalézt jinou cestu ošetření.

Lepení, lokální zajištění trhlin a doplňování ztrát

Problémy spojené s působením vlhkosti a některých druhů rozpouštědel se dotýkají také možností oprav mechanických poškození. Lepení, vytváření spojů a doplňování chybějících částí je základním způsobem ošetření těchto druhů poškození papíru. Problematika lepení a oprav chromolitografií byla řešena a zveřejněna některými zahraničními kolegy,[10] avšak materiálová různorodost povětšinou znemožňuje využití jak těchto technik, tak technik standardně prováděných na chromopapírech. Běžně používané metody vytvářejí na tiscích mapy či skvrny, a i když je množství aplikovaného pojiva minimální, není docíleno zcela čistého lepeného spoje. Přebytky vodných lepidel mohou navíc pronikat porušeným materiálem až na lícovou stranu či prosakovat skrz materiál. Lepidla rozpuštěná v rozpouštědle také nejsou ideální, protože nezafixují materiál tak, aby byl spoj zafixován pevně (i z důvodu špatného stavu papíru anebo nemožnosti aktivovat pojivo rozpouštědlem v dostatečné míře), a i když je lepidlo aplikováno na zadní stranu (tedy na papír), je zde opět riziko prosáknutí a reakce i s natíranou vrstvou.

Po zvážení všech získaných zkušeností a průzkumu stavu fondu jsme dospěli k závěru, že nejvhodnější péčí bude minimalizovat lepení a využít ho jen k fixaci fragmentů a velkých trhlin a také k uchycení předmětu na podložku (do adjustace). V rámci tohoto záměru je nutné pouze přilepit drobné proužky japonského papíru k originálu. Je nutné zvolit lepidlo dostatečně pevné, v takové koncentraci, aby se s ním dobře pracovalo, ale aby do papíru bylo vneseno pouze minimální množství vlhkosti. Lepená část by měla mít co nejmenší plochu. Při volbě lepidla je nutné myslet také na jeho reverzibilitu. Vysoká reaktibilita materiálu s vlhkostí a rozpouštědly neomezuje jen možnosti konzervace a restaurování, ale také reverzibilitu zásahů. I zde je nutné myslet na co nejsnazší způsob odstranění s minimálním působením na předmět.

Z důvodu nutnosti zajištění rizikových trhlin a fragmentů a pro potřeby bezpečného uchycení objektu v adjustaci je tedy přijatelné lepení hustým, snadno reverzibilním lepidlem. Testovali jsme 3 druhy škrobů při několika koncentracích, vařených stejným způsobem. Hodnotili jsme nejen, jak se s takto hustým škrobem pracuje, ale i jak dobře pojí nebo jak zvlhčí materiál, na který je aplikován, a v jakých intervalech zasychá. Lepidlo by mělo v minimální míře prostoupit do hmoty papíru a zůstat co nejvíce na povrchu. Nejlepší variantou byl japonský pšeničný škrob (Jin Shofu v hustotě 10 g škrobu na 50 ml vody připravený na vařiči), podobně se pracuje i s rýžovým škrobem ve stejné koncentraci. Běžný pšeničný škrob lepí při stejné koncentraci trochu hůře než dva výše zmíněné, a to při intenzivnějším zvlhčení fixovaných částí, čímž následně dochází k lehkému zvlnění okolo trhliny. Dalším druhem pojiva, které jsme testovali, byla Tylose MH 6000 (6% roztok ve vodě), která je také použitelná. Samotný proces lepení by měl probíhat tak, že se lepidlo nanese ve slabé, rovnoměrné vrstvě na japonský papír, nechá se 1 až 2 minuty lehce zavadnout a poté se teprve lehkým přitlačením aplikuje na historický materiál. Není vhodné papír příliš přihlazovat, aby nedocházelo k přebytečnému prostupu lepidla do hmoty papíru. Lepený spoj se takto ponechá opět zavadnout, v řádu minut, a teprve poté se těsně před úplným uschnutím, pod vrstvou lepenky nebo filtračního

papíru s proklady netkané textilie, zatěžká. Tímto získáme kontrolu nad prosakováním pojiva i zvlněním materiálu. Zatěžkaný materiál se nechá dokonale vyschnout. Tento postup funguje jak pro lepení pásek japonského papíru na uchycení do adjustace, tak pro zajištění fragmentů a velkých trhlin lokálním způsobem. Metoda je reverzibilní i při minimálním zvlhčení lepeného spoje.

Uložení

Natírané papíry jsou složené z několika různorodých vrstev, což zvyšuje citlivost materiálu, a to vůči různým vlivům. Jako nezbytná součást uchování se zde jeví nastavení správné preventivní péče, zejména způsobu uložení a manipulace. Toto je vysoce funkční, široce využitelný způsob ochrany a může být prováděn i v institucích s nedostatečným zázemím pro konzervaci a restaurování papíru. Vhodné, bezpečné uložení představuje velmi důležitou část postupu uchování chromolitografií na zušlechtěném papíře.

Chromolitografické tisky jsou velmi ohrožovány mj. mechanickými vlivy. To znamená, že jakékoliv ohyby, zlomy, rolování a tření způsobují nevratná poškození materiálu. Příčinou je především křehkost natírané vrstvy (v některých případech i lakované vrstvy), které vůči určitým druhům mechanických vlivů nejsou odolné. Důsledky nevhodné manipulace a uložení můžeme nalézt v minerální vrstvě v takové formě, která je někdy viditelná pouhým okem (větší trhliny, praskliny, vyvýšená místa, vydrolení) a někdy pouze pod mikroskopem (mikroabraze a mikropraskliny, ve kterých se dále mohou navíc usazovat nečistoty), a mohou také vyústit ve ztrátu barevného pigmentu či natírané vrstvy vydrolením nebo sprášením, což je u narušených povrchů poměrně časté (nejpostiženější je okolí trhlin a zlomů). Další problém nastává, pokud leží více objektů na sobě. Zde dochází ke tření materiálů o sebe navzájem a může (především v zeslabených a poškozených místech) docházet k otěru zušlechťující vrstvy či lakové vrstvy, drolení a dalším poškozením tohoto typu. Vlivem mechanických poškození může v extrémnějších případech dojít i ke změně vzhledu tisku.

V případě dvourozměrných předmětů se tedy jako nejvhodnější varianta nabízí uložit je tak, aby nedocházelo k abrazi, vrypům, dalšímu zašpinění a defektům způsobeným ohýbáním. Předmět by měl mít prostor, jak okolo sebe, tak nad sebou, aby materiál mohl přirozeně pracovat. Na takovéto uložení se nejlépe hodí adjustace typu uzavíratelné pasparty nebo box. Zde by spodní deska i víko měly být vyrobené z dostatečně pevného materiálu, který nebude náchylný k přílišnému prohýbání. Čím větší objekt je uvnitř umístěný, tím pevnější by měly být tyto plochy, aby odolaly prohýbání a tlakům. Takto je objekt chráněn před jakýmikoliv vlivy. Chromolitografické tisky na zušlechtěných papírech za žádných okolností nesmějí být rolovány.

Další citlivou záležitostí je uchycení objektu v adjustaci/pouzdře, aby nedocházelo k posunům, a tím k poškozením (např. o hrany/stěny adjustace nebo pouzdra). Způsobů uchycení může být více. Zásadní je, aby bylo dostatečně pevné (předmět se uvnitř nesmí pohybovat), ale také nesmí být příliš „utažené“, aby nebyly poškozovány části tiskoviny v okolí uchycení nebo zeslabená místa v ploše (zlomy a trhliny). Pokud je uchycení správně provedeno, může předmět dobře pracovat. V adjustaci je možné objekt i vystavovat a nejsou k tomu nutné další speciální úpravy, všechny přesuny a manipulace mohou probíhat bezpečným způsobem.

Pro menší objekty nebo také pro objekty oboustranně natírané se pro uchycení dají použít velké fotorůžky odpovídající muzeálním standardům pro uložení.[11] Velké objekty, zvlášť pokud jsou více poškozené, je lepší přichytit páskami japonského papíru, které můžeme nalepit na vyhovující místa ze

zadní strany objektu. Kvalita používaných materiálů by měla odpovídat muzejním standardům pro ukládání sbírkových předmětů.

Důležitou částí ochrany a uchování je také dodržení vhodného a stabilního klimatu v místě uložení, vystavení nebo v badatelně. Cílem je minimalizovat roztažnost materiálů, a tím zamezit jejich odlišnému pnutí v jednotlivých vrstvách, čímž se zabrání vzniku dalších poškození. Vzhledem ke složení materiálů a jeho kombinacím (dřevitý papír s natíranou vrstvou, laky a někdy i kovovým závěsným systémem) je vhodnější spíše nižší hranice hodnot doporučovaných pro papírové materiály.

Závěr

Pro zušlechtěné papíry, jejichž složení je velmi rozmanité, a to nejen v ČR, ale i v zahraničí, není možné stanovit jednotný postup ošetření. Mnohé z těchto materiálů jsou citlivé na vlhkost a rozpouštědla, jiné materiály nemusí reagovat vůbec. Některé typy materiálů při vizuální kontrole po působení různých látek nevykazují změny, ale po bližším průzkumu je zjevné, že materiál je aplikovaným procesem dotčen. Z toho vychází jasný závěr, že bez laboratorního vybavení a erudovaného přístupu je každý zásah na zušlechtěných papírech sázkou do loterie. Při působení různých látek, a to i jen v minimálním množství, se v některých vrstvách mohou rozbíhat procesy, jež ovlivní i ostatní vrstvy. Ty potom reagují způsobem vlastním pro daný materiál – od skvrn způsobených uvolňováním degradačních produktů, pojiv a dalších látek, které v mnoha případech prostupují až do zušlechťujícího nátěru a vytvářejí zde skvrny, až po rozdílné pnutí v materiálech, které má za následek tvarové deformace materiálu, prasklinky a další poškození. Vzhledem k tomu, že chromolitografie byl typ tiskovin, který byl určen i pro vizuální potěšení, je jakákoliv ztráta estetických vlastností přesným opakem toho, čeho bychom chtěli konzervátorským či restaurátorským zásahem docílit.

Pokud přece jen nastane potřeba restaurátorského zásahu, měla by se u každého předmětu opírat o analýzy materiálového složení a stadia degradačních procesů. Způsob ošetření je nutné řádně konzultovat s dalšími odborníky z řad technologů a kurátorů. Vždy je nutné předpokládat, že každý tisk je jedinečný svým složením a různou kombinací mnoha materiálů.

Pro zachování chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech v co nejautentičtějším stavu je tedy žádoucí se v co největší míře vyhnout procesům, které nejsou urgentní, a řešit v tomto okamžiku jevy, jež by materiál bezprostředně ohrožovaly. Těmi je kromě odkyselení papírové podložky (vhodná metoda se stále hledá) také očištění a vhodné uložení s minimalizací manipulace takovýmto předmětem. Vhodná péče spočívá mj. i v provedení identifikace, průzkumu a případné digitalizace předmětu jednorázově, a to v takové kvalitě, aby již nebylo nutné tyto procedury provádět v následujících letech znovu.

POZNÁMKY

1 K minimalizaci chyb by měl sloužit zjednodušený návod „Identifikace tisků na zušlechtěných papírech“ a „Identifikace natíraného papíru podle charakteristických druhů poškození “ (viz. kap. 1), nebo také „Postup ošetření chromolitografických tisků na papíru zušlechtěném natíráním“ (viz. kap. 4), kde je postup určení materiálu rozepsaný.

2 Tento formulář byl vytvořen na základě průzkumu fondu chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech a je přílohou postupu „Ošetření chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře“.

3 Více viz Ivana Kopecká – Eva Svobodová, *Metody průzkumu historických materiálů*, Praha 2019.

4 Jako dostačující základ se zde jeví analýza pomocí FTIR.

5 Více viz Michal Ďurovič, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Praha 2002, s. 203–207.

6 Viz např. Yash Pal Kathpalia, *Conservation and restoration of archive materials*, Paris 1973, s. 86–87.

7 Více např. Erika Mosier – Dianne van Reyden – Mary Baker, The technology and Treatment of an Embossed, Chromolithographic „Mechanical“ Victorian Valentine Card, *The Book and Paper Group Annual* XI, 1992, dostupné online: https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v11/bpga11-30.pdf, vyhledáno 5. 6. 2019.

8 Více viz: Jitka Neoralová – Marie Benešová – Kristýna Boumová – Tereza Sazamová – Petra Vávrová, Čištění, in: *Konzervace a restaurování novodobých knihovních fondů*, Praha 2017, s. 187–188.

9 Viz Kristýna Boumová – Tereza Sazamová – Jitka Neoralová – Lucie Palánková – Petra Vávrová, Využití hydrogelů při čištění papírové podložky, in: *Fórum pro konzervátory-restaurátory*, 2015, s. 9.

10 Mary Studt – Amy Fernandez – Irene Bruckle, Uncovered: Two- layered Inserts for Chromo Papers, *The Book and Paper Group Annual* XVI, 1997, dostupné online: https://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v16/bp16-15.html, vyhledáno 11. 6. 2019; *Repair of an Antique Patent Medicine Advertisement*, 2016, dostupné online: https://www.bookandpaperconservationservices.com/news/2016/11/11/repair-of-an-advertising-poster-board, vyhledáno 20. 8. 2019.

11 Např. fotorůžky od firmy Lineco (velikost 2,5 cm) jsou z inertního PE materiálu s kvalitním lepidlem.

IV.
Postup ošetření chromolitografických tisků na papíru zušlechtěném natíráním

1. Identifikace a popis předmětu

Vstupní průzkum, jehož výsledkem je identifikace a popis předmětu, je nezbytným krokem k získání informací o vzniku předmětu, jeho materiálovém složení a výrobních procesech. Na jejich základě se nastaví následná adekvátní, co nejefektivnější péče. V případě špatně provedené identifikace hrozí riziko poškození předmětu při jakékoliv budoucí manipulaci, proto je nutné průzkum provést velmi zodpovědně. Je nezbytné, aby se na tomto kroku vedle konzervátorů a restaurátorů podíleli kompetentní odborní pracovníci (kurátoři sbírek – historici umění, muzeologové, archiváři apod.).

Průzkum pro identifikaci a popis díla se provádí nejprve **okometrickou metodou**, všechny zjištěné informace i nesrovnalosti se zaznamenávají (nejlépe do formuláře určeného k tomuto účelu). Zaznamenané zjevné informace se v případě potřeby doplní o důležitá fakta k danému předmětu vedená ve sbírkové evidenci (např. údaje vztahující se k provenienci díla, způsobu nabytí atd.) a eventuálně o výsledky uměleckohistorického průzkumu (primární a sekundární prameny). Následně se přistupuje k průzkumu tiskové techniky a druhu papíru s použitím **zvětšovací techniky**, ideální je průběžné pořizování fotodokumentace pro případ pozdější srovnávací analýzy. Posledním krokem, který není vždy nezbytný, avšak je nutný v případě přípravy restaurátorského záměru s následným zásahem, jsou **analýzy složení** pomocí laboratorního vybavení.

Kategorie, jež určujeme, vycházejí z institucionálně nastavených způsobů evidence sbírky a z požadavků na další péči. Zde uvádíme položky, jež jsou podstatné pro konzervátorsko-restaurátorskou praxi. Systematičnost je u takto citlivých objektů zásadní a poskytuje nám vhodnou základnu pro komplexnější péči, která souvisí mimo jiné i s minimální manipulací s předměty do budoucna. Pro chromolitografické tisky se určují tyto kategorie (v pořadí podle zvyklostí instituce):

a) Inventární číslo

Inventární číslo je hlavním a jednoznačným identifikátorem předmětu v rámci sbírky. Pokud dosud nebylo přiděleno, je třeba zaznamenat číslo dočasné evidence či přírůstkové číslo.

b) Název díla

Název díla by měl mít shodnou podobu s názvem, pod nímž je předmět evidován ve sbírce. Obvykle se jedná o titul díla, případně hlavní část textu u reklamních tiskovin, nebo název vyplývá z charakteru předmětu, např. Kalendář na rok…, Reprodukce podle… atd.

c) Původce díla

Původce díla nemusí být vždy znám (právě u chromolitografií je to poměrně obvyklá situace), nebo nemusí být známi všichni původci, tedy litograf (překreslil dílo na kámen), autor návrhu (vytvořil návrh celé tiskoviny), autor předlohy (obvykle u reprodukcí uměleckých děl či při využití uměleckých děl v reklamním tisku). Zaznamenávají se zjevné signatury a využívá se evidenční systém sbírky, případně se konzultuje s odbornými pracovníky.

d) Tiskárna
Označení tiskárny je důležitým vodítkem pro určení provenience díla, což může přinést zásadní informaci o použitých materiálech. Bývá uvedeno obvykle u spodního okraje díla. Je důležité respektovat přesnou podobu označení – ta se proměňovala v průběhu existence podniku a indikuje období vzniku díla.

e) Datace
Datace může být obsažena v tištěné informaci, většinou tam však nebývá. Pokud zde není uvedena, vychází se ze záznamů v evidenci sbírky a v případě nejasností je nutná konzultace s kurátory sbírky. Je to velmi podstatná informace, ze které se dá odhadnout možné složení natírané vrstvy či papírové podložky a na základě tohoto stanovit další péči.

f) Rozměry
Tiskovinu je nutné měřit s milimetrovou přesností a údaje zanášet vždy ve stejných jednotkách do formuláře (cm, mm). Je třeba také zohlednit pořadí měření (výška – šířka) a toto pořadí dodržovat u všech předmětů, a to podle úzu sbírkové instituce.

Především v případě velkých formátů tiskovin je nutné měřit rozměry vždy na obou stranách, tzn. že výška se měří na pravé i levé straně, šířka nahoře i dole, protože papír nebyl vždy dokonale ořízntutý a rozměry se mohou lišit. Zaznamenává se větší údaj, ten je podstatný i pro další péči, adjustaci atd. Pokud má tiskovina zcela nerovnoměrný okraj, vybere se pro měření vždy nejširší část. Pokud se zjištěné rozměry liší od záznamu v evidenci sbírky, je třeba zadat podnět k doplnění či opravě správci sbírky.

g) Majitel
U této položky je nutné uvést celé jméno majitele, v lepším případě i s adresou. Pokud se provádí průzkum větší části sbírky, u jednotlivých předmětů adresu uvádět nebudeme. Tato položka je zde obsažena kvůli komplexnosti průzkumu, můžeme ji považovat za nepovinnou. Nemá přímý vliv na vyhodnocení stavu objektu či stanovení další péče.

h) Technika
V případě techniky je důležité správně rozlišit, zda se jedná o chromolitografii či kombinaci technik, eventuálně určit způsob práce na kameni, počet použitých kamenů a sled barevného soutisku. Pro další péči o předmět jsou zvlášť zásadní údaje o dokončovacích úpravách předmětu. Identifikace techniky je jednoznačná, pokud je součástí původního označení díla („Chromolith.“, „nákladem chromolithografického ústavu“). Pokud označení chybí, přistoupí se k okometrickému průzkumu a hledají se znaky, které jsou charakteristické pro chromolitografický tisk, a to zejména:

– tiskové body v podobě teček či skvrn, někdy v kombinaci s liniemi či barevnými plochami,
– široká barevná škála,
– velmi jemná tvarová modelace,
– plynulé přechody světla a stínu.

V případě nejasností je nutné přistoupit k průzkumu pomocí zvětšovací techniky. Vyberou se místa s odlišným rozložením a tvarem tiskových bodů, neopomíjí se eventualita kombinace různých technik (část kamene připravena fotomechanickou cestou, zbylá ručně perem atd.).

Vhodné je obvykle desetinásobné zvětšení, avšak minimální zvětšení je určeno viditelností tiskového rastru a rovněž individuálními zrakovými možnostmi zkoumajícího. Pokud to technické vybavení umožnuje, je cennou pomůckou fotografická dokumentace, snímky pak mohou opakovaně sloužit ke srovnávací analýze.

Technika provedení díla zahrnuje dokončovací úpravy, u chromolitografií se často vyskytuje ražba, dekorativní perforace a lakování, které významně ovlivňují péči o předmět, zvyšují rizika poškození a kladou zvýšené nároky na manipulaci a uložení předmětu.

Ražba – plastický reliéf je snadno rozeznatelný, tisk je opatřen plastickou úpravou – slepotiskem. Vzhledem k možným tvarovým deformacím a náchylnosti takto upravených objektů k poškození má informace o ražbě předmětu vysokou důležitost.

Dekorativní perforace – snadno rozeznatelná úprava, často kombinovaná s ražbou. Platí totéž co pro ražbu.

Povrchová úprava lakováním – přítomnost lakovaného povrchu je u některých objektů jasně viditelná. Je vhodné zaznamenat skutečnost, zda se lakovaná vrstva na objektu nachází a v jakém provedení (dekoru).

ch) Materiál

Při identifikaci materiálu jsou podstatné informace o druhu papíru, přítomnosti zušlechťující vrstvy, přítomnosti laku, případně o dalších vrstvách a doplňcích. Průzkum provádíme nejprve okometricky (charakteristické znaky viz první kapitola), v případě nejistoty nebo potřeby bližšího určení je možné využít zvětšovací techniku či analýzu materiálového složení.

Druh papírové podložky

U papírové podložky se sledují a zaznamenávají informace o složení a typu. Při určení, zda se jedná o papír, karton nebo lepenku, je třeba vzít v potaz další vrstvy neoddělitelně spojené s podkladem (nosným jádrem papíru), např. vrstvu minerálního nátěru, vrstvu laku, případné podlepy atd., nelze tedy s přesností určit, o který typ se jedná (pro vyhodnocení stavu a nastavení další péče není přesné určení nezbytně nutné). Určení probíhá bez speciálního zařízení, a to odhadem na základě zkušenosti. Složení papíru je možné obecně určit na základě vizuálního průzkumu nebo blíže cestou analýzy – identifikací vláken a pojiv. Papír může být dřevitý (jemný či s viditelnými částečkami dřevoviny, často silně zežloutlý až zhnědlý), nebo bezdřevý (bílý nebo v lehce zežloutlé barvě).

Natíraná vrstva

Přítomnost natírané vrstvy prozrazují charakteristické znaky, které je nutné nalézt:

- hladká, tenká povrchová vrstva bílé barvy nebo barvy slonové kosti s různou intenzitou lesku (od matného až po vysoký), v krajních případech může být i barevná, vzhledem připomíná porcelán,
- u jednostranně natíraných papírů je ze zadní strany viditelná papírová podložka, její barevnost je od bílé až po silněji zežloutlou, různé hladkosti; z přední strany je celoplošně pokrytá tenkou vrstvou minerální hmoty, která slouží jako podklad pro tištěnou vrstvu,
- v poškozených lokalitách vystupují zpod okraje natírané vrstvy vlákna papírové podložky,

– při oboustranně provedeném natírání slouží papír jako jádro, které je z obou stran opatřené nátěrem bílé barvy nebo barvy slonové kosti; nátěr je hladký, s různou intenzitou lesku a je z jedné nebo z obou stran využitý jako tisková plocha (blíže k identifikaci natíraných papírů viz první kapitola).

Tento způsob zušlechtění papíru lze v krajním případě zaměnit za hlazený papír nebo celoplošně potištěný papír bez minerálního nátěru. Pokud není identifikace jasná, je věnována zvýšená pozornost povrchu, který je nutné podrobněji prozkoumat zvětšovací technikou (pro rozlišení je nutné zvětšení 50x až 200x, podle druhu a kvality papíru i natírané vrstvy). V případě nejasností nebo špatné viditelnosti se hledá okraj natírané vrstvy, a to v poškozených lokalitách nebo na okraji tiskoviny, kde je dobře viditelné vrstvení a identifikace vrstev je zde snazší. Je třeba vyhledat tyto rozlišovací znaky:

– zpod okraje natírané vrstvy vystupují vlákna papírové podložky,
– v ploše minerální vrstvy jsou viditelné mikropraskliny (někde i pod tiskem),
– v ploše jsou viditelné drobné bublinky,
– lokální výskyt viditelných vláken papíru: může se jednat jen o zeslabení/poškození minerální vrstvy; pozorování je nutné provést na více místech, vhodné je porovnávat lokality kolem okrajů a poškozených míst s nepoškozenými oblastmi (blíže viz první kapitola),
– v případě objektů, kde tisk pokrývá celou plochu natíraného papíru, se v místech poškození dá rozeznat bílá vrstva oddělující papírovou a tištěnou vrstvu.

(Upozornění: Pokud vlákna papíru plasticky vystupují i pod tiskem, nejedná se o natíraný papír. Pokud jsou vlákna světlé barvy zploštělá, ale viditelná v celé ploše, bez hmoty na povrchu, nejedná se o natíraný papír, ale o hlazený papír.)

Laková vrstva
Identifikace lakovaného povrchu je u většiny objektů snadná. Typickými znaky při okometrickém průzkumu jsou:

– různě intenzivní lesk (v případě hladkého povrchu vysoký lesk, v případě plastických úprav spíše matnější povrch),
– rastr ve formě plátna, drobných kapiček atd. (může být i nemusí).

V případě nejistoty je možné provést další průzkum s použitím zvětšovací techniky. Při silném bočním osvětlení jsou viditelné různé stupně abraze povrchu, prasklinek v laku, případně zmatnění (blíže viz první kapitola a dále *Atlas poškození*, viz bibliografie). Jako poslední identifikační krok může v případě potřeby sloužit analýza na zjištění přítomnosti a složení lakové vrstvy.

Doplňky a *adjustační prvky*
K materiálovému složení díla patří i případné doplňky a adjustační prvky, zde zaznamenáme druh a materiál a umístění na díle.

2. Průzkum fyzického stavu předmětu – poškození

Po základní identifikaci je vždy nutné provést průzkum fyzického stavu, jehož součástí je i různý způsob záznamu. K průzkumu slouží **vizuální průzkum** (makroskopický, mikroskopický) a **provedení základních analýz**. Jedním z nejdůležitějších údajů je v případě chromolitografických tisků **určení kyselosti papíru** a **stanovení materiálového složení** (papír, natíraná vrstva, lak). Ty provádíme jako součást průzkumu před stanovením postupu konzervátorského nebo restaurátorského zásahu, ale také obecně informativně (ze získaných dat je možné vyvodit také historické souvislosti ohledně výrobních technologických procesů, využití materiálů atd.). Zjištěné skutečnosti je možné doplnit zákresem poškození a fotodokumentací. U větších sbírek je pro zjednodušení možné vytvořit jednotný protokol, kam se všechny zjištěné skutečnosti zaznamenají. Při určování poškození je možné použít jako pomocný nástroj *Atlas poškození*.

a) Vizuální průzkum

U posouzení stavu je nutné zohlednit jednotlivé vrstvy i celek. Hlavní typy poškození jsou do detailu rozepsané ve formuláři pro průzkum (viz příloha), kam je možné systematicky zapisovat zjištěné údaje. Hlavními kategoriemi poškození jsou:

– biologické poškození (kontaminace mikroorganismy, poškození hmyzem, hlodavci),
– změny barevnosti jednotlivých vrstev,
– nečistoty – jaké, v jakých lokalitách/vrstvách/celoplošně,
– skvrny – jaké, v jakých lokalitách/vrstvách/celoplošně,
– trhliny – přibližná velikost,
– zlomy, pomačkané části – intenzita a plocha, kterou zasahují,
– stav papírové podložky – křehnutí, štěpení,
– materiálové ztráty,
– perforace,
– zvlnění – celoplošné/lokální,
– deformace,
– ostatní poškození natírané vrstvy – oleštění, zmatnění, poškození působením zvýšené vlhkosti (vymytí, vydrolení, zatekliny), abraze, mikrotrhliny,
– ostatní poškození tištěné vrstvy – migrace/sprašování pigmentu, změna charakteru kovových pigmentů, abraze,
– ostatní poškození lakové vrstvy – mikrotrhliny, abraze, zmatnění atd.,
– poškození adjustačních prvků – deformace, absence prvku, chybějící část prvku, koroze, poškození povrchové úpravy,
– druhotné záznamy, včetně druhu záznamového prostředku,
– předchozí zásahy – doplňky, lepicí pásky, celoplošné podlepení, retuše atd.

b) Měření hodnot pH papíru

Aby byl průzkum co nejdůslednější, je nutné změřit hodnoty pH papírové podložky. Tyto hodnoty do jisté míry poskytují informaci o stavu papírové podložky, jež je rozhodujícím výchozím bodem z hlediska nastavení péče o předmět. Měření se provádí, až na drobné výjimky, standardním způsobem, který vychází z normy PN 50 0374, měří se dotykovou elektrodou.[1] Specifika měření pH u natíraných papírů jsou tato:

– před samotným měřením je nutné zkontrolovat dotykovou elektrodu i pH metr a kalibrovat zařízení na pufry 4 a 7, protože očekávané hodnoty pH se velmi často pohybují v kyselé oblasti,
– měření se nikdy neprovádí na natírané vrstvě,
– u oboustranně natíraných papírů se pH z výše uvedeného důvodu neměří (výjimka nastává, pokud má oboustranně natíraný papír poškozený povrch tak, že je přístupná dostatečně velká plocha papírového jádra pro orientační změření hodnoty pH papíru),
– u jednostranně natíraných papírů se měří pH na zadní straně, kde je přístupná papírová podložka,
– s ohledem na citlivost materiálu vůči vlhkosti je nutné zvolit minimální počet měření (max. 2–3), podle stavu materiálu, gramáže materiálu, velikosti tiskoviny a rozsahu potištěné plochy,
– místa měření jsou vybrána tam, kde je na lícové straně tisk, i tam, kde je z líce jen nepotištěná minerální vrstva (hodnoty se mohou lišit),
– zvolená místa je nutné předem očistit suchou mechanickou cestou (viz část 5. Ošetření předmětu – mechanické čištění),
– v případě měření celoplošně podlepených tiskovin je nutné odchlípnout roh/okraj podlepového materiálu, pokud to situace dovolí; následuje očištění povrchu od lepidla vatovým tamponem lehce navlhčeným v destilované vodě, případně skalpelem atd, poté je povrch nutné nechat pod lehkou zátěží vyschnout a následně je teprve možné na očištěném místě měřit hodnotu pH papírové podložky (lepidlo použité na podlepení by hodnoty mohlo zkreslit),
– je obzvlášť důležité, aby nedošlo k prosáknutí destilované vody na lícovou stranu či k rozměknutí minerální vrstvy,
– z naměřených hodnot se nevypočítává aritmetický průměr, pro přehlednost se všechny zaznamenají do protokolu s poznámkou, kde byly naměřeny,
– místa měření je nutné dokonale osušit a nechat doschnout s proklady netkané textilie a filtračního papíru z obou stran pod zátěží, aby nedošlo k deformacím papíru.

c) Určení složení

Znalost složení materiálu umožňuje přesněji určit možnosti při jeho ošetření i další péči. Základní rozdělení analýz je stanoveno na invazivní, tedy s odběrem vzorku, a neinvazivní, kde se vzorek neodebírá. S ohledem na historicky cenný materiál a získání potřebných informací je prioritně využíváno metod neinvazivních. Jednou z kvalitativních metod, která poskytne dostatečné množství informací, je např. FTIR. Analýzy tohoto druhu obstarávají pro většinu institucí specializované laboratoře, na které je vhodné se v tomto případě obrátit. Tyto analýzy jsou vždy na zvážení, podle potřeb a možností zadavatele.

3. Fotodokumentace

Fotodokumentace je důležitou součástí průzkumu sbírkového předmětu. Je zásadní pro identifikaci předmětu, dokumentaci stávajícího stavu včetně všech důležitých detailů a stejně tak pro průběžnou dokumentaci během konzervátorského nebo restaurátorského zásahu. Dobře provedená fotodokumentace může později sloužit jako studijní materiál odborným pracovníkům, což velkým dílem napomůže ochraně předmětu a minimalizuje rizika spojená s manipulací s předmětem, nebo jako srovnávací materiál.

Je vždy důležité zaznamenat celek, a to z obou stran (přední i zadní strana), včetně důležitých detailů (zajímavosti, poškození), které se dokumentují zejména při zvětšení (makroobjektiv, mikroskop) nebo např. v UV světle.

Dokumentaci je nutné provést i během zásahu a po jeho dokončení, kde se množství dokumentace odvíjí od prováděných úkonů a jejich náročnosti, stejně jako od míry poškození konkrétního objektu.

Při fotodokumentaci musí být přiložena barevná škála s měřítkem pro možnost následné barevné kalibrace a představu o velikosti fotografovaného objektu.

4. Návrh ošetření předmětu – záměr

Na základě provedeného průzkumu probíhá vyhodnocení stavu předmětu a určení možných zásahů. Určuje se:

a) jakého stadia ošetření je nutné docílit,
b) jakým postupem,
c) jakými prostředky a materiály toho bude docíleno,
d) způsob uchování, tedy materiál a způsob adjustace, klimatické podmínky a způsob uložení či vystavení.

Záměr je vždy individuální – stanovuje se zvlášť u každého objektu. Jeho volba se odvíjí zejména od materiálového složení a s ohledem na jeho budoucího využití. Je tedy nutné zohlednit, jaký úmysl má s předmětem konkrétní zadavatel a z jakého důvodu u předmětu dochází k průzkumu a následné péči. Je nutné pečlivě zvážit, které kroky zvolit a kterých se vyvarovat. Minimalizace zásahů a obezřetnost je u tohoto typu materiálu naprosto zásadní.

Vzhledem k tomu, že u chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře nelze určit jednotný postup restaurování, který by byl vhodný pro všechny objekty, je zde stanoven přístup konzervátorský s cílem stabilizovat a uchovat předměty do budoucna. V případě potřeby restaurování je nutné každý krok důkladně zvážit a u každého jednotlivého předmětu na základě průzkumu a zkušeností s tímto typem materiálu stanovit vhodný individuální postup.

5. Ošetření předmětu

Materiál je křehký, citlivý na mechanické vlivy i na působení zvýšené vlhkosti či některých chemikálií. Při jakémkoliv přenášení či náročnější manipulaci by měl být objekt umístěn na pevné podložce.

Dezinfekce

Při kontaminaci mikroorganismy se provede dezinfekce. Rozhodnutí o dezinfekci a způsobu dezinfekce musí být podloženo těmito druhy informací:
– stěry na zjištění aktivity mikroorganismů a určení jejich druhu,
– analýza materiálového složení vrstev (především natírané vrstvy),
– určení procesu a volba dezinfekčního činidla na základě konzultace s technologem.

Jedině tak je možné dezinfekci přesně zacílit a vyvarovat se zbytečně rizikového jednání. Proces je individuální a mělo by se k němu přistupovat pouze ve výjimečných situacích.

Mechanické čištění

Čištění předmětu se provádí vždy po předchozích zkouškách vhodnosti a účinnosti jednotlivých čisticích prostředků. Je zde nutné důkladné pozorování povrchu natírané vrstvy v průběhu čištění, aby nedošlo k oděru a zmatňování, nebo naopak k oleštění povrchu. Pozorování se provádí v různých úhlech dopadajícího světla (vizuálně v bočním osvětlení). Ideálně probíhá kontrola současně pozorováním pod mikroskopem. U lakovaných objektů probíhá očištění odlišným způsobem než u nelakovaných.

a) Nelakované objekty

Při čištění sledujeme natíranou vrstvu i barevnou vrstvu, zda zde nedochází ke změnám, a to jak při testech ohledně vhodnosti prostředků, tak při samotném procesu čištění.
Prvním krokem pro očištění povrchu je použití **PUR houbiček**. Těmi lze poměrně bezpečně očistit celý povrch natírané i tištěné vrstvy. Čistí se krátkými tahy v různých směrech, celoplošně. Poškozeným místům (trhliny, zlomy, odřené plochy) je žádoucí se vyhnout, aby čištěním nedošlo ke ztrátám minerální hmoty v místě poškození. Po celou dobu čištění je nutné hlídat v bočním osvětlení čištěnou plochu, aby nedocházelo k jejímu oleštění nebo povrchovým ztrátám minerální hmoty či pigmentu. Taktéž je nutné po několika tazích vždy zkontrolovat PUR houbičku a stupeň jejího znečištění. V případě silnějšího znečištění je nutné houbičku vyměnit za novou.

Druhým krokem je použití jemného sypkého prostředku **Akawipe** nebo **Wishab**, který je v malém množství aplikován na povrch. Jemnými krouživými pohyby prsty se očistí celá plocha tiskoviny. Pokud prášek zešedne, je nutné ho vyměnit za nový. Prášek se po skončení práce odstraní z tiskoviny, a to jemným štětcem nebo za pomoci vysavače s regulovatelnou intenzitou sání. Poškozeným místům (trhliny, zlomy, odřené plochy) je opět žádoucí se vyhnout. Tento způsob je vhodný na natíranou i papírovou vrstvu. Očistíme tedy nejprve papírovou (zadní) stranu a poté pokračujeme stejným postupem na lícní natírané/tištěné straně. Stále je nutné hlídat v bočním osvětlení čištěnou plochu, aby nedocházelo k jejímu oleštění nebo vydrolení minerální hmoty či pigmentu.

Pokud se na povrchu natírané vrstvy vyskytují ještě nějaké nečistoty, dočistí se jemnou grafickou gumou (nejlépe **Plastic eraser**). Dočištění probíhá opět jemnými krouživými pohyby s neustálým sledováním povrchu v bočním osvětlení. Takovéto gumy není vhodné použít na tištěnou plochu, mohou nabalovat barvu a zanechávat tak stopy na povrchu tisku.

U objektů dekorovaných **ražbou či průsekem** se způsob čištění i tlak vyvinutý při čištění na tiskovinu musí přizpůsobit citlivosti a poškození dané lokality. V případě jemných průseků a dekorativních perforací je nejbezpečnější volbou jejich očištění štětcem s jemnými chlupy nebo použití PUR houbiček za velmi jemného tlaku vyvíjeného čištěním na tiskovinu. Jemné nebo poškozené „krajky“ je bezpečnější ponechat neočištěné.

Zadní stranu jednostranně natíraných papírů – tedy papírovou podložku, je možné očistit běžným způsobem, ovšem jen s velmi lehkým tlakem vyvíjeným na čištěnou plochu a s ohledem na stav materiálu a charakter poškození.

b) Lakované objekty

Vzhledem k citlivosti lakovaného povrchu na některé druhy prostředků je adekvátním způsobem očištění použití štětců s měkkým chlupem, kterými se nejprve objekt jemně očistí. Poté se pokračuje otíráním povrchu **PUR houbičkami** až do úplného vyčištění, kdy je houbička po použití již čistá, na

povrchu laku tedy již nejsou nečistoty, které by absorbovala. Podrobně viz předchozí text. Dokud tomu tak není, je nutné PUR houbičky sledovat a v případě vyššího znečištění měnit vždy za novou, aby nedošlo k poškození lakovaného povrchu nečistotami absorbovanými do houbičky.
U lakovaných objektů dekorovaných **ražbou či průsekem** je třeba přizpůsobit předchozí kroky, tedy způsob čištění i tlak vyvinutý při čištění na tiskovinu, citlivosti a poškození dané lokality. V případě jemných průseků a dekorativních perforací je nejbezpečnější volbou jejich očištění štětcem s jemnými chlupy nebo použití PUR houbiček za velmi jemného tlaku vyvíjeného čištěním na tiskovinu. Jemné nebo poškozené „krajky“ je bezpečnější ponechat neočištěné.
Zadní stranu jednostranně natíraných papírů, tedy papírovou podložku, je možné očistit běžným způsobem, ovšem jen s velmi lehkým tlakem vyvíjeným na čištěnou plochu a s ohledem na stav materiálu a charakter poškození.

6. Odkyselení

V případě, že papírová podložka vykazuje nízké hodnoty pH, je standardem provést její neutralizaci. Dosud však nebyla stanovena metoda, která by neměla negativní vliv na předmět. Než bude vhodný způsob odkyselení papírové podložky nalezen, zaměřuje se péče především na vhodné uložení, které má poskytnout časový prostor nutný k dořešení problematiky odkyselení.

7. Fixace trhlin a fragmentů

V případě nalezení fragmentů je možné je umístit do obálky z vhodného materiálu dovnitř adjustace nebo přikročit k přichycení těchto fragmentů k celku lepením. Postup fixace je následovný:
- příprava škrobového mazu: 10 g škrobu (japonského pšeničného nebo rýžového) se v hrnci rozmíchá v 50 ml demineralizované vody a za stálého míchání se zahřívá až do doby, než škrob zmazovatí a zprůhlední, poté se hrnec odstaví z vařiče a škrob se za občasného míchání nechá vychladnout; ve škrobu se vařením ani vychladnutím nesmí vytvořit hrudky,
- z japonského papíru se podle pravítka natrhají 0,5 cm široké pásky, které se rozdělí na cca 1–1,5 cm dlouhé části (podle velikosti objektu a poškození),
- tiskovina se položí na čistou rovnou pracovní plochu lícem dolů a všechny části, jež je potřeba zafixovat, se pomocí těžítek narovnají do polohy, v níž mají zůstat,
- obdélníky japonského papíru se rovnoměrně namažou v tenké vrstvě škrobovým mazem a nechají se chvíli zavadnout,
- po několika minutách se stále lepivé pásky přitisknou na místa, kde je třeba tiskovinu fixovat, a lehce se přihladí,
- spoje se nechají schnout volně na vzduchu téměř až do vyschnutí,
- lepené spoje se těsně před uschnutím, kdy jsou již jen slabě navlhlé, překryjí netkanou textilií a filtračním papírem a zatěžkají se, aby nedošlo k tvarovým deformacím,
- po úplném vyschnutí (nejlépe do druhého dne) se odstraní těžítka, filtrační papíry a netkaná textilie,
- provede se kontrola proužků japonského papíru, zda dobře drží na tiskovině, pokud ano, pak je objekt připraven na uchycení do adjustace, pokud ne, zopakuje se proces lepení v místě, kde proužek japonského papíru nedrží,
- pokud je trhlina delší nebo oddělený fragment větší, je třeba zajistit celou délku přerušeného materiálu s pravidelnými rozestupy (podle uvážení a citlivosti objektu, cca 5–8 cm); četnost spojů

je volena podle stavu materiálu,
– lepených míst by mělo být minimální množství, aby se zabránilo potenciálním poškozením způsobeným lepením.

8. Vhodné uložení

V případě chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře se zdá být nejlépe vyhovující způsob adjustace, kde nebude předmět mechanicky namáhán, čímž je míněno nejen ohýbání, rolování atd., ale je zde zohledněno i působení různých tlaků na předmět (při uložení v deskách ve více kusech na sobě), otírání předmětů jeden o druhý atd. Adjustace v podobě, v jaké je zde představena, zajistí minimální pohyb předmětu bez pevné podložky, čímž se zamezí zbytečnému namáhání a poškozování tohoto vrstveného materiálu. Dále znemožní otírání jednoho předmětu o druhý a tlaku, který je vyvíjen na předměty, pokud nejsou uloženy jednotlivě, a tím vzniku nových mechanických poškození. Adjustace je zároveň použitelná jako pasparta. V případě potřeby vystavení objektu již tedy není nutné se samotným předmětem nijak manipulovat, a je tak minimalizováno potenciální riziko jeho poškození.

a) Příprava pro adjustaci

– jako pojivo se bude používat přípravený škrobový maz (viz Fixace trhlin a fragmentů),
– japonský papír vyšší gramáže (cca 20–30 g/m^2, s ohledem na velikost a gramáž objektu, který budeme uchycovat do adjustace) se natrhá podle pravítka na proužky o velikosti cca 1–2 x 5 cm,
– množství pásek uchycených na tiskovinu se odvíjí od její velikosti a gramáže, materiálu s přihlédnutím ke stavu a způsobu poškození materiálu,
– jedná-li se o celistvou tiskovinu menších rozměrů, postačí 2–3 pásky na horní straně a 2–3 pásky na spodní straně,
– v případě velkých tiskovin a plakátů je nutné navýšit počet pásek dle uvážení a konkrétního případu tak, aby mohla být tiskovina bezpečně uchycena v adjustaci,
– v případě, že má materiál, který budeme adjustovat, dlouhé trhliny a fixované fragmenty, je nutné pásky uchytit v blízkém okolí těchto poškození, aby spoje nebyly příliš namáhané, konce proužků připravených na míru se v délce cca 5 mm namažou tenkou souvislou vrstvou škrobového mazu a nechají se několik minut lehce zavadnout,
– ve chvíli, kdy jsou ještě proužky dostatečně lepivé, ale zároveň již nejsou příliš vlhké, se namazané konce proužků japonského papíru přitisknou na okraj očištěné zadní strany tiskoviny, a to tak, aby lepený spoj byl co nejmenší, ale zároveň co nejpevnější (místo vhodné k polepení je takové, kde se nenacházejí žádné záznamy, v případě přelepení zápisů by vzniklo vhodné prostředí pro aktivaci záznamových prostředků),
– pásky se dobře přihladí,
– spoj se nechá ještě několik minut vysychat volně na vzduchu, aby nedošlo k nekontrolovanému zvlhčení tiskoviny,
– lepené spoje se těsně před uschnutím, kdy jsou již jen slabě navlhlé, překryjí netkanou textilií a filtračním papírem a zatěžkají se, aby nedošlo k tvarovým deformacím,
– po úplném vyschnutí (nejlépe do druhého dne) se odstraní těžítka, filtrační papíry a netkaná textilie,
– provede se kontrola proužků japonského papíru, zda dobře drží na tiskovině, pokud ano, pak je objekt připraven na uchycení do adjustace, pokud ne, zopakuje se proces lepení v místě, kde proužek nedrží,

– oboustranně natírané objekty menších rozměrů je možné uchytit do adjustace za dostatečně velké speciální fotorůžky s vlastnostmi vhodnými pro použití u archivních či muzejních fondů; je nutné pracovat velmi opatrně, aby při uchycení nedocházelo k ohýbání rohů.

b) Výroba adjustace / ochranného pouzdra

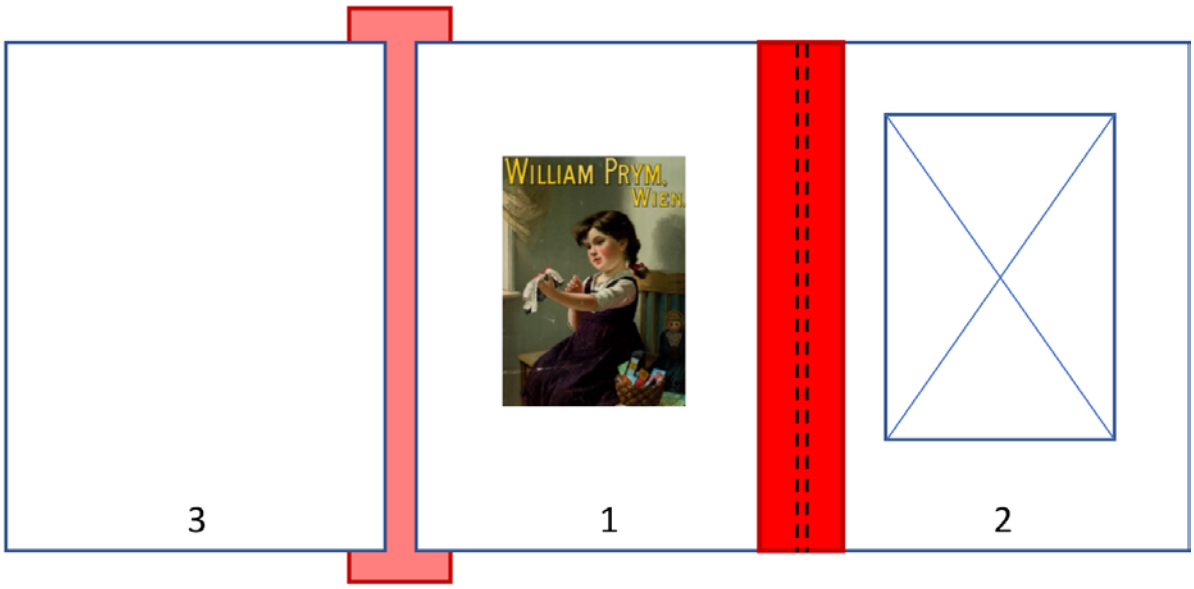
Navržená adjustace (viz obrazová příloha) je složená ze tří částí: č. 1 – zadní deska, č. 2 – díl s výřezem, č. 3 – krycí část. Části jsou spojeny textilními páskami tak, aby byla adjustace uzavíratelná. V případě potřeby dílo vystavit se dá krycí část otočit za zadní desku a objekt v adjustaci vložit do vitríny či zarámovat, přičemž je potřeba dodržet následující podmínky:

– materiál na výrobu ochranného pouzdra se volí tak, aby odpovídal požadavkům muzeální/archivní kvality: používá se pH neutrální lepenka nebo lepenka s alkalickou rezervou a textilní páska s lepidlem aktivovatelným vodou (aplikovaným již z výroby), která rovněž odpovídá kvalitou muzeálním/archivním standardům (je možné použít i knihařské plátno a škrobový maz),
– celková velikost adjustace se volí podle velikosti tiskoviny, jež zde bude umístěna; formát by měl být z každé strany o několik centimetrů větší než tiskovina (velikost může zohledňovat i institucionální standard rámů, velikost polic v depozitáři atd.),
– velikost výřezu v desce č. 2 se určí podle velikosti ukládaného objektu – ten by měl být z každé strany cca o 1 cm větší než objekt; okraje tiskoviny by neměly přijít do kontaktu s hranou výřezu a měl by zde být ponechán dostatečně velký prostor, aby mohl materiál pracovat,
– výši materiálu desky s výřezem volíme podle výšky objektu (měření probíhá u volně ležícího objektu, respektuje se výška deformací papíru nebo adjustačních prvků – pokud je papír pomačkaný či zvlněný, a to tak, že při položení na plochu je nejvyšší bod objektu 3 mm vysoký, adjustace bude ještě o 1–2 mm vyšší, aby nedocházelo ke kontaktu materiálu s krycí částí),
– u předmětů zdobených dekorativní perforací či ražbou je nutné respektovat výšku tohoto materiálu a přidat 1–2 mm, aby výška vzniklé dutiny byla dostatečně vysoká a nedocházelo k deformacím,
– lepenka zadní a krycí části by měla být dostatečně pevná – její síla se tedy odvíjí od velikosti objektu; minimální tloušťka u menších formátů by tedy měla být 1–1,2mm.

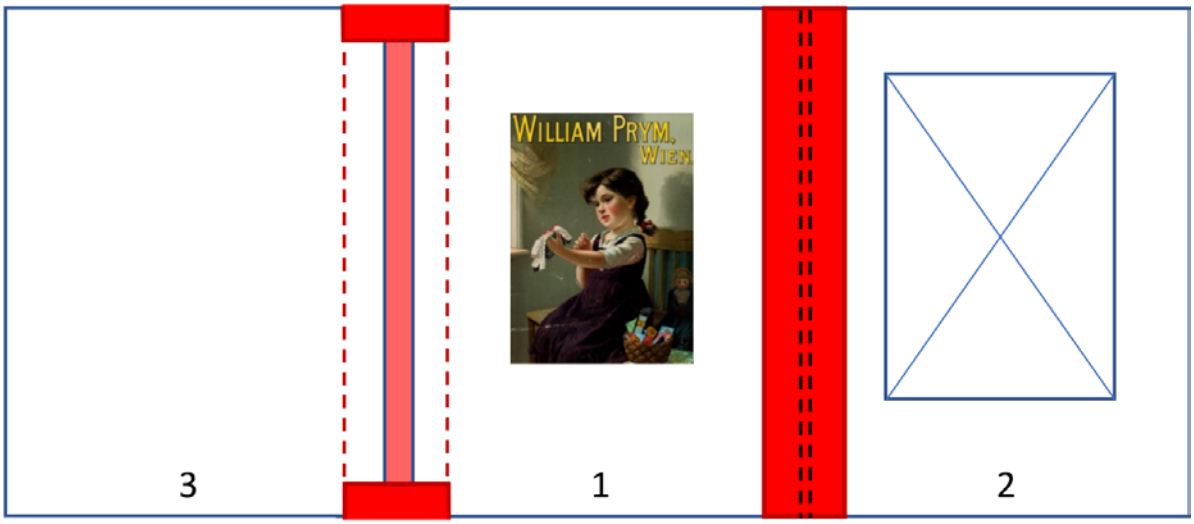
Samotné slepení desek probíhá takto (viz nákres):

1. Na pevnou podložku se položí desky č. 1 a 2 (lícovou částí dolů, na pravo od desky č. 1) těsně vedle sebe a z vrchní strany se nalepí od shora dolů zvlhčená textilní páska. Spoj se dobře přihladí a nechá se vyschnout.
2. Slepené desky se otočí lícem nahoru a vedle desky č. 1 se položí deska č. 3, mezi deskami se nechá mezera o 1 mm větší, než je tloušťka desky č. 2; na takto připravený spoj se aplikuje zvlhčená textilní páska přesahující nahoře i dole délku spoje o cca 1 cm, páska se dobře přihladí (tímto je kompletní krok č. 1 z vyobrazení). Adjustace se opatrně otočí a pásky se zahnou a dobře přihladí. Celý proces musí proběhnout dostatečně rychle, aby lepidlo předčasně neuschnulo a spoj byl pevný (tímto je kompletní 2. krok z vyobrazení).
3. Desky leží lícem dolů (ve výchozí pozici) a vnitřní strana spoje – mezi 3. a 1. deskou – se pokryje zvlhčenou textilní páskou, nahoře i dole kratší o 2–3 mm, než je skutečná délka desek. Páska se dobře zapracuje do drážky a přihladí. Spoj je ponechán k vyschnutí (tímto je kompletní krok č. 3).
4. Adjustace se poskládá; nejprve se složí deska č. 2 na prostřední desku a následně se přes ni složí deska č. 3.
5. Adjustace je připravená k přichycení artefaktu.

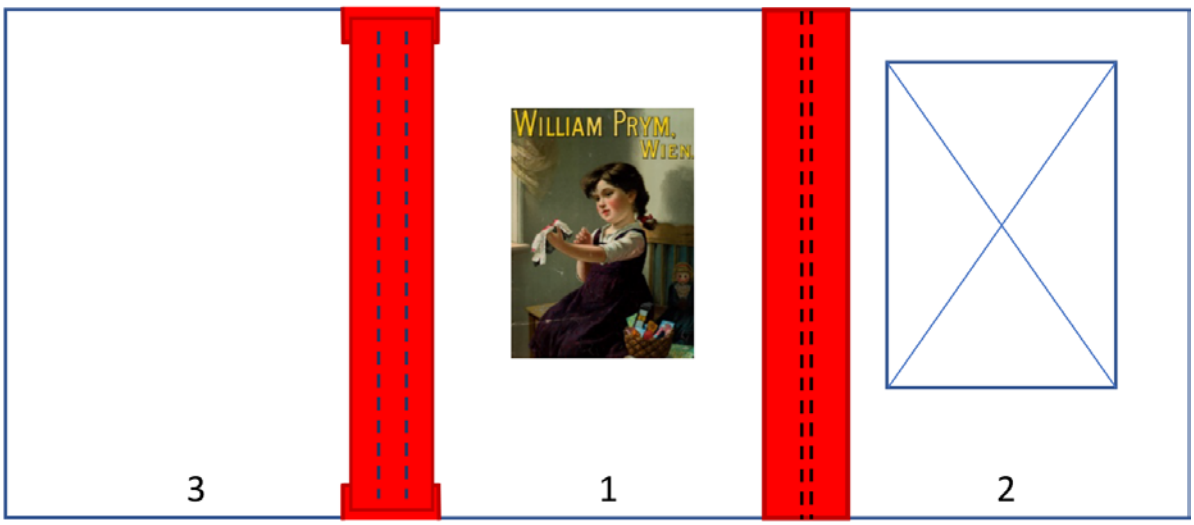
Krok 1



Krok 2



Krok 3



Výroba ochranného pouzdra

c) Uchycení do adjustace

1. Tiskovina se volně položí do adjustace (1. + 2. díl jsou složené, je odklopená pouze krycí část, č. 3) a vycentruje se ve výřezu.
2. Po přesném umístění se tiskovina opatrně zafixuje na místě zatěžkáním.
3. Krycí část se odklopí, tiskovina zůstává ležet na prostředním díle (č. 1).
4. Na volné konce předem připravených proužků japonského papíru se nanese připravený škrobový maz (proužek se nechá cca 5 mm od tiskoviny bez lepidla, zbytek pásky se namaže až do konce) a přihladí se k podložce.
5. S použitím netkané textilie a filtračního papíru se lepené spoje zatěžkají.
6. Spoje se nechají dobře vyschnout (cca 24 hodin), teprve poté se sundají těžítka a separační vrstvy.
7. Zkontroluje se, zda všechny proužky japonského papíru dobře drží přilepené, pokud ne, zopakuje se proces lepení.
8. Adjustace se v případě uložení do depozitáře uzavře (nejprve část s výřezem, č. 2, poté krycí část, č. 3), v případě rámování se přehne krycí část (č. 3) dozadu a objekt se zarámuje.
9. Krycí část (č. 3) se popíše potřebnými identifikačními údaji dle institucionálního úzu (inventární číslo, název atd.).

9. Stanovení podmínek pro další uchování

Jako poslední krok je nutné určit, jak bude předmět uložený nebo vystavený.

a) Klimatické podmínky

Vhodné klimatické podmínky by měly být v souladu se všemi materiály použitými k výrobě toho konkrétního objektu. Jako ideální se jeví 40–45% RV a teplota mezi 18 a 20 °C, což vychází ze standardů většiny použitých materiálů.

b) Způsob uložení

Předmět upevněný v adjustaci již není ve srovnání s obnaženým předmětem tolik náchylný na různé druhy poškození, stále se ale jedná o poměrně křehký materiál, který by měl být dlouhodobě uchováván v horizontální poloze, lícem nahoru na polici, nikoliv v pozici lícem dolů nebo ve svislé poloze. Horizontální polohu lícem nahoru je vhodné uplatnit i v případě, kdy je předmět v depozitáři dlouhodobě uchováván v rámu. Vertikální poloha je pro předmět zbytečně zatěžující a mohlo by dojít k nechtěným deformacím či jiným poškozením.

c) Způsob vystavení

Stanovení způsobu vystavení podléhá standardům citlivých papírových materiálů v souladu s institucionálními požadavky.

10. Záznam o provedení a použitých materiálech

Do protokolu, kde jsou zapsány všechny potřebné informace z průzkumu, se zaznamenají také informace o zásahu, tedy očištění a uchycení do adjustace, a to včetně použitých materiálů a jejich specifikace.

POZNÁMKY

1 Návod na měření povrchového pH papíru viz např. Petra Vávrová – Magda Součková (eds.), *Konzervace a restaurování novodobých knihovních fondů*, Praha 2017, s. 274–283.

FORMULÁŘ PRŮZKUMU SBÍRKY

IDENTIFIKACE

Inventární číslo:
Název díla:
Původce díla (litograf / autor návrhu / autor předlohy):
Tiskárna:
Datace:
Rozměry předmětu (v x š): **Rozměry adjustace** (v x š):
Majitel:

Technika:

Tisk:

☐ chromolitografie – uvedeno na tisku: _____

Specifikace techniky tisku:_____

___

Dokončovací úpravy:

☐ ražba_____

☐ dekorativní perforace_____

☐ lak_____

☐ závěsný systém _____

Materiál:

Papírová podložka

☐ papír zušlechtěný minerálním nátěrem: ☐ jednostranný nátěr ☐oboustranný nátěr

☐ hlazený papír

Druh podložky: ☐ papír ☐ karton ☐ lepenka

☐ dřevitý ☐ bezdřevý

Poznámky: _____

Adjustační prvky

☐ lišty ☐háčky ☐očka ☐jiné _____

Materiál: ☐ papír ☐kov ☐jiné _____

Poznámky:_____

POŠKOZENÍ

Zhodnocení celkového stavu:

☐ bez poškození ☐ drobná poškození ☐ výrazné poškození
☐ předchozí oprava ☐ konzervováno/restaurováno

Poznámky: _____

Papírová podložka
☐ Poškození mikroorganismy
☐ Poškození hmyzem
☐ Poškození hlodavci
☐ Změna barevnosti
☐ Nečistoty
☐ Skvrny
☐ Křehnutí papíru
☐ Materiálové ztráty
☐ Perforace
☐ Trhlina
☐ Zlom
☐ Zvlnění
☐ Druhotné záznamy
☐ Předchozí zásahy
☐ Jiné: _____

Natíraná vrstva
☐ Poškození mikroorganismy
☐ Poškození hmyzem
☐ Poškození hlodavci
☐ Změna barevnosti
☐ Nečistoty
☐ Skvrny
☐ Poškození natírané vrstvy při zvýšené vlhkosti
☐ Úbytek materiálu vydrolením
☐ Abraze
☐ Perforace
☐ Trhlina
☐ Zlom
☐ Zvlnění
☐ Ztráta lesku
☐ Oleštění povrchu
☐ Druhotné záznamy
☐ Předchozí zásahy **retuš, lak**
☐ Jiné: _____

Tisk
☐ Poškození mikroorganismy
☐ Poškození hmyzem
☐ Poškození hlodavci
☐ Nečistoty
☐ Skvrny
☐ Migrující barevná vrstva
☐ Změny charakteru kovových pigmentů
☐ Abraze
☐ Perforace
☐ Trhlina
☐ Zlom
☐ Druhotné záznamy
☐ Předchozí zásahy
☐ Jiné: _____

Ražba - není
☐ Deformace
☐ Abraze
☐ Chybějící část
☐ Jiné: _____

Lakovaná vrstva - není
☐ Změna barevnosti
☐ Zmatnění
☐ Nečistoty
☐ Abraze
☐ Zlom
☐ Mikrotrhliny
☐ Jiné: _____

Adjustační prvky - nejsou
☐ Deformace
☐ Chybějící část
☐ Absence prvku
☐ Koroze
☐ Poškození povrchové úpravy
☐ Jiné: _____

KONZERVAČNÍ PROTOKOL
Návrh konzervace: *(zaškrtněte a uveďte návrh způsobu/procesu a prostředky)*
☐ Dezinfekce: ☐ Analýzy: materiálové složení ☐ Mechanické čištění ☐ Neutralizace ☐ Zajištění trhlin a fragmentů ☐ Výroba ochranného obalu (adjustace) ☐ Jiné _____ Poznámky:_____ _____
Postup konzervace: *(doplňte vždy stručný popis a použité prostředky)*
☐Dezinfekce ☐ Mechanické čištění ☐ Neutralizace ☐ Zajištění trhlin a fragmentů ☐ Výroba ochranného obalu (adjustace) ☐ Jiné Poznámky:_____
Použité materiály a chemikálie:

Analýzy

☐ XRF ☐ SEM ☐ FTIR ☐ jiné_____

☐ měření pH *(uveďte datum měření)*

Místo měření (prostor pro nákres)	pH před zásahem dat.:	pH po zásahu dat.:	kontrolní měření dat.:

Přílohy:

☐ Příloha č. 1: _____
☐ Příloha č. 2: _____
☐ Příloha č. 3: _____
☐ Příloha č. 4: _____
☐ Příloha č. 5: _____
☐ Příloha č. 6:_____

Doporučené podmínky uložení:

Relativní vlhkost:
Teplota:
Intenzita osvětlení:
Doba expozice:
Způsob uložení:

PŘÍLOHA
Ověření postupu v praxi

Postup ošetření chromolitografických tisků na papíru zušlechtěném natíráním
(N_{pam})

Uměleckoprůmyslové museum v Praze
ulice 17. listopadu 2
Praha 1, 110 00

Postup ověřily:

Bc. Martina Chadimová

MgA. Irena Ruml Fortelná

Markéta Kubíčková DiS.

Ověření schváleno statutárním zástupcem organizace:

PhDr. Helena Koenigsmarková
ředitelka, Uměleckoprůmyslové museum v Praze

Popis ověření památkového postupu:

Ověření památkového postupu předcházel detailní průzkum 150 sbírkových předmětů - chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech ze sbírky užité grafiky Uměleckoprůmyslového musea v Praze. Tam, kde bylo možné zjistit jaké hodnoty pH vykazuje papírová podložka, bylo následně provedeno měření pH - jednalo se o jednostranně natírané papíry v počtu 113 ks. Vyhodnocení četnosti jednotlivých typů poškození ukázalo, že vedle mechanických poškození, povrchového znečištění a lokální degradace pigmentové vrstvy je nejčastějším zdrojem povrchových i strukturních změn degradace papírové podložky, odvíjející se především od použití dřevité vstupní suroviny.

Na základě zjištěných dat byl stanoven postup, který byl následně ověřen na souboru padesáti předmětů (15 ks velkoformátových tisků - plakáty, a 35 kusů drobné užité grafiky). Po seznámení se s citlivostí tohoto typu vrstveného materiálu byl stěžejní důraz kladen na nejdůležitější zásahy nutné pro záchranu artefaktů, a to v podobě odkyselení papírové podložky, odstranění nečistot a vhodného uložení.

Praktickými experimenty byly v některých případech modifikovány postupy dosud využívané u jiného typu materiálu (knihy). Efekty konzervačních zásahů byly dokumentovány digitální mikrofotografií a konfrontovány s analogickými snímky před konzervačním zásahem.

Při stanovení postupu bylo podstatným krokem určení vhodné metody odkyselení. Vytipované metody jsme testovali, avšak výsledky byly neuspokojivé a nelze je doporučit. Za stávající úrovně poznání tedy nejsou vhodné metody odkyselení chromolitografických tisků na zušlechtěných papírech. Dopady nevhodnosti současných metod odkyselení musíme zmírnit alespoň vhodnými způsoby uložení do doby, než bude nalezen vyhovující způsob odkyselení.

Ověření postupu probíhalo ve stanovených krocích: po identifikaci, vizuální, případně i materiálové analýze a zhodnocení stavu byl proveden zásah na předmětu v podobě očištění a uložení do vhodné adjustace. Nejprve byla tedy ověřena funkčnost a bezpečnost čistidel využitelných pro papíry zušlechtěné minerální vrstvou, tištěné i lakované povrchy. Čištění probíhalo vždy nejprve PUR houbičkami – celoplošně. Na nelakované objekty bylo následně aplikováno jemné sypké čistidlo, v našem případě produkt Wishab/Akawipe, kterým byl povrch celoplošně dočištěn. Na závěrečné dočištění silně zněčištěných ploch minerálního nátěru, byla ověřena účinnost a bezpečnost pryže Plastic eraser. Všechna tato čištění probíhala za neustálé kontroly lesku povrchu.

Velkoformátové objekty byly přichyceny do předem vyrobené adjustace za pásky japonského papíru vyšší gramáže, a to při minimálním působení vlhkosti na materiál. Pásky byly rozmístěné v přirozených rozestupech na horním a dolním okraji objektu (úměrně podle velikosti formátu a stupně poškození).

Ověření postupu optimálního uložení proběhlo výrobou obalu na předmět po jeho detailním změření.

Postup byl ověřen za použití následujících materiálů:

- rýžový škrob – dodavatel Ceiba Praha, Praha 9
- lepenky MSK natur, muzeální kvalita, tloušťka 1,2-1,5mm, splňuje normy pro konzervaci a ukládání sb. předmětů – Nielsen, Praha 6,
- pH neutrální lepenky 1,5 mm, splňují normy pro konzervaci a ukládání – výrobce KLUG, SRN,

- Lineco lepící páska ze lněné tkaniny, opatřeno pH neutrálním lepidlem – Ceiba Praha, Praha 9
- Akawipe/Wishab – prášek jemný, Dytec, Praha
- PUR houbičky – Dytec, Praha
- Pryž Plastic eraser – Zlatá loď, Národní 416/37, Praha 1
- Japonský papír 22 – 32g/m – Paper Nao, Japan

Výsledky ověření postupu:

Technologie byla ověřena a bylo prokázáno, že navržený způsob ošetření, popsaný v textu „Postup ošetření chromolitografických tisků na papíru zušlechtěném natíráním“, je pro další záchranu a uchování chromolitografických tisků v co nejlepším stavu funkční. Způsob ošetření se opírá o výsledky průzkumu sbírkového fondu UPM a vyhodnocení stavu předmětů zde uložených, dále vychází ze studia literatury ohledně výroby těchto artefaktů v historii a také ze znalosti tiskové techniky chromolitografie. Na základě těchto hlavních informačních pilířů byl vytvořen postup, který i přes lehký hendikep ohledně nalezení vhodného způsobu odkyselení papírové podložky, zlepšuje stav předmětů jak z hlediska estetického tak z hlediska minimalizace degradačních procesů podmiňovaných neznalostí problematiky identifikace a ošetření chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře, přítomností nečistot na povrchu i nevhodnou manipulací a uložením. Postup byl prověřen v Uměleckoprůmyslovém museu, v atelieru restaurování papíru.

Bc. Martina Chadimová

MgA. Irena Ruml Fortelná

Markéta Kubíčková DiS.

FORMULÁŘ PRŮZKUMU SBÍRKY

IDENTIFIKACE

Inventární číslo: **GP 2498**
Název díla: **Zlatá Praha**
Původce díla (litograf / autor návrhu / autor předlohy): **Viktor Oliva**
Tiskárna: **UNIE Praha**
Datace: **1898**
Rozměry předmětu (v x š): **106,3 x 39,7 cm** **Rozměry adjustace** (v x š): **128 x 60 cm**
Majitel: **Uměleckoprůmyslové museum v Praze**

Technika:

Tisk:

☒ chromolitografie – uvedeno na tisku: **„Chromolilografie, „UNIE“ v Praze**
Specifikace techniky tisku:_____

___

Dokončovací úpravy:

☐ ražba_____
☐ dekorativní perforace_____
☐ lak_____
☐ závěsný systém _____

Materiál:

Papírová podložka

☒ papír zušlechtěný minerálním nátěrem: ☒ jednostranný nátěr ☐oboustranný nátěr
☐ hlazený papír

Druh podložky: ☒ papír ☐ karton ☐ lepenka
☒ dřevitý ☐ bezdřevý

Poznámky: _____

Adjustační prvky

☐ lišty ☐háčky ☐očka ☐jiné _____
Materiál: ☐ papír ☐kov ☐jiné _____

Poznámky:_____

POŠKOZENÍ

Zhodnocení celkového stavu:

☐ bez poškození ☐ drobná poškození ☒ výrazné poškození
☒ předchozí oprava ☐ konzervováno/restaurováno

Poznámky: Plakát byl v minulosti celoplošně podlepený papírem, některé defekty byly vyretušované, retuš lokálně zajištěna silnou vrstvou laku

Papírová podložka

☐ Poškození mikroorganismy
☐ Poškození hmyzem
☐ Poškození hlodavci
☒ Změna barevnosti
☐ Nečistoty
☐ Skvrny
☒ Křehnutí papíru
☒ Materiálové ztráty
☐ Perforace
☒ Trhlina
☒ Zlom
☒ Zvlnění
☐ Druhotné záznamy
☒ Předchozí zásahy
☒ Jiné: **celoplošně podlepeno papírem**

Natíraná vrstva

☐ Poškození mikroorganismy
☐ Poškození hmyzem
☐ Poškození hlodavci
☒ Změna barevnosti
☒ Nečistoty
☒ Skvrny
☒ Poškození natírané vrstvy při zvýšené vlhkosti
☒ Úbytek materiálu vydrolením
☐ Abraze
☐ Perforace
☒ Trhlina
☒ Zlom
☒ Zvlnění
☒ Ztráta lesku
☐ Oleštění povrchu
☐ Druhotné záznamy
☒ Předchozí zásahy **retuš, lak**
☐ Jiné: _____

Tisk

☐ Poškození mikroorganismy
☐ Poškození hmyzem
☐ Poškození hlodavci
☒ Nečistoty
☐ Skvrny
☐ Migrující barevná vrstva
☒ Změny charakteru kovových pigmentů
☒ Abraze
☐ Perforace
☒ Trhlina
☒ Zlom
☐ Druhotné záznamy
☐ Předchozí zásahy
☐ Jiné: _____

Ražba - není

☐ Deformace
☐ Abraze
☐ Chybějící část
☐ Jiné: _____

Lakovaná vrstva - není

☐ Změna barevnosti
☐ Zmatnění
☐ Nečistoty
☐ Abraze
☐ Zlom
☐ Mikrotrhliny
☐ Jiné: _____

Adjustační prvky - nejsou

☐ Deformace
☐ Chybějící část
☐ Absence prvku
☐ Koroze
☐ Poškození povrchové úpravy
☐ Jiné: _____

KONZERVAČNÍ PROTOKOL

Návrh konzervace:
(zaškrtněte a uveďte návrh způsobu/procesu a prostředky)

☐ Dezinfekce:
☒ Analýzy: materiálové složení
☒ Mechanické čištění
☒ Neutralizace
☒ Zajištění trhlin a fragmentů
☒ Výroba ochranného obalu (adjustace)
☐ Jiné _____

Poznámky:_____
_____

Postup konzervace:
(doplňte vždy stručný popis a použité prostředky)

☐Dezinfekce

☒ Mechanické čištění
PUR, Wishab – měkký, Plastic eraser

☐ Neutralizace
Nebyla provedena z důvodu nevhodnosti dostupných metod.
☒ Zajištění trhlin a fragmentů
Rýžový škrob, japonský papír 22g/m^2

☒ Výroba ochranného obalu (adjustace)
Lepenky MSK natur, Lineco – textilní páska

☐ Jiné

Poznámky:_____

Použité materiály a chemikálie:
PUR houbičky – Dytec, Praha
Wishab prášek bílý, měkký (Akawipe) – Dytec, Praha
Plastic eraser – Koh I Noor
Rýžový škrob – Ceiba, Praha
Japonský papír 22g/m^2 – Paper Nao, Japonsko
Lepenka 1,2 mm, MSK natur – Nielsen Bainbridge, Praha
Lineco, textilní páska – Dantik, Praha

Analýzy

☐ XRF ☐ SEM ☒ FTIR ☐ jiné_____

☒ měření pH *(uveďte datum měření)*

Místo měření (prostor pro nákres)	pH před zásahem dat.: 28.8.2019	pH po zásahu dat.:	kontrolní měření dat.:
	Levý dolní roh 4,48	----------	

Přílohy:

☐ Příloha č. 1: Protokol o provedené analýze – FTIR, vzorek 270
☐ Příloha č. 2: FOTODOKUMENTACE
☐ Příloha č. 3: _____
☐ Příloha č. 4: _____
☐ Příloha č. 5: _____
☐ Příloha č. 6:_____

Doporučené podmínky uložení:

Relativní vlhkost: 45% +-5%/24 hodin
Teplota: 18°C
Intenzita osvětlení: 50Lx
Doba expozice: --
Způsob uložení: v adjustaci, horizontální poloha

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM

Oddělení preventivní konzervace

Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

ZADAVATEL: UPM, paní Martina Chadimová

ODBĚR – LOKALITA: 3 plakáty – chromolitografie ze sbírek UPM

Č. AKCE / Č. VZORKU: 72/18/270-273

POPIS VZORKŮ A MÍSTA ODBĚRU:

270	i. č. GP 2498
271	i. č. GP 25590
272	i. č. GP 2007

POŽADOVANÉ STANOVENÍ: materiálová analýza

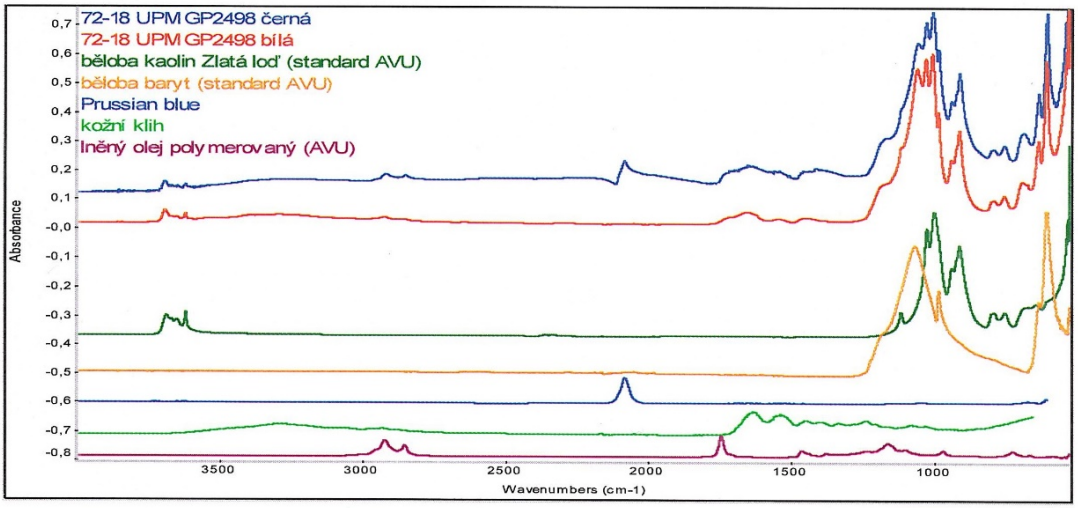
PROTOKOL

POSTUP:

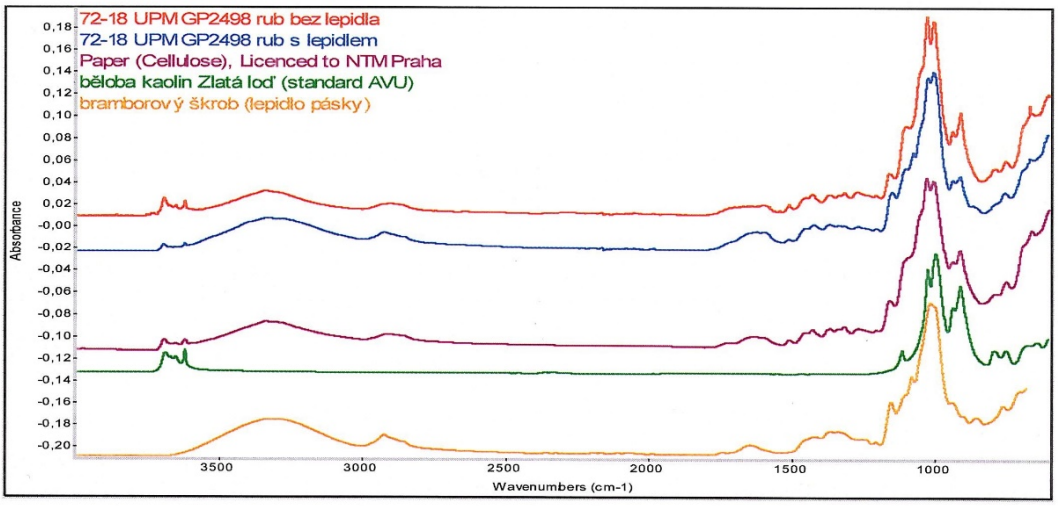
Materiálová analýza: Vzorky byly analyzovány FTIR spektrometrií z líce i z rubu na FTIR spektrometru Nicolet iN10 MX technikou makro-ATR/diamant. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází.

Získaná spektra nejsou spektry čistých látek, ale směsí. V některých případech na základě analýzy nelze specifikovat konkrétní látku, ale pouze chemickou skupinu látek, do které přísluší (např. vosky, polysacharidy).

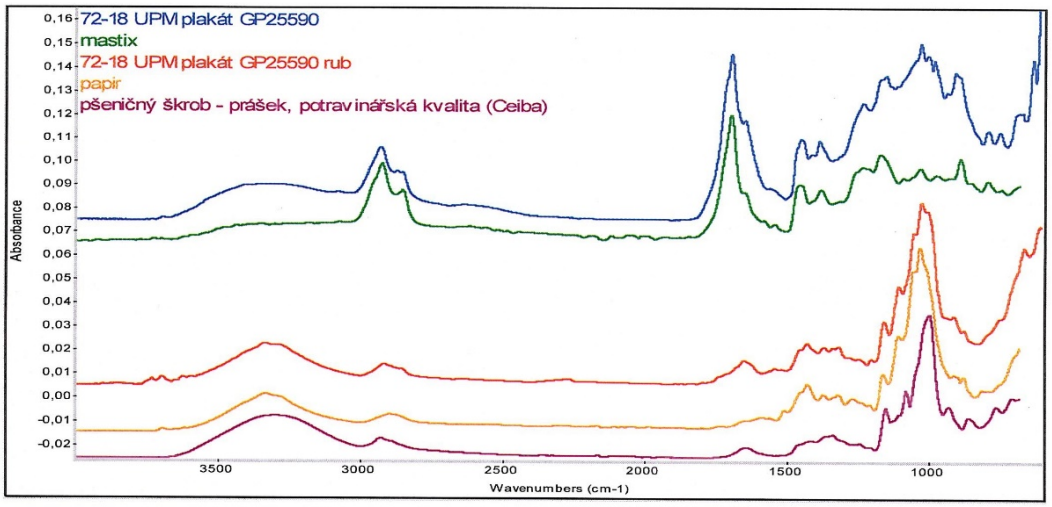
Obr. 1: FTIR spektra povrchu líce plakátu i. č. GP 2498 – v místě černého písma a v bílém místě spolu se spektry standardů. Na líci plakátu byl v obou případech identifikován kaolin, baryt, klih. V tmavém místě písma byl kromě toho identifikován pigment pruská modř a velmi malé množství oleje.



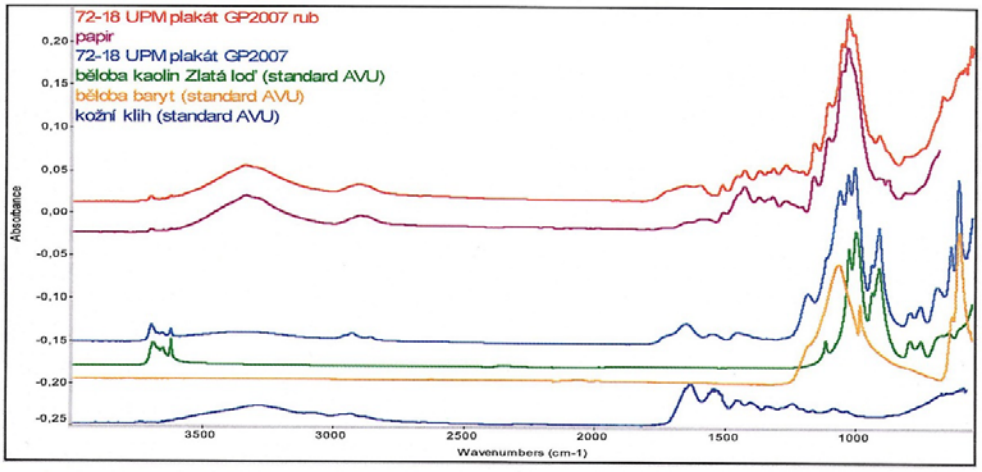
Obr. 2: FTIR spektra povrchu rubu plakátu i. č. GP 2498 – v místě bez lepidla a s lepidlem, spolu se spektry standardů. Kromě papíru samotného (celulózy) zde byl identifikován kaolin a jako lepidlo škrob.



Obr. 3: FTIR spektra povrchu rubu a líce plakátu i. č. GP 25590 spolu se spektry standardů. Na líci byl identifikován terpenický lak (mastix) a na rubu lepidlo škrob.



Obr. 4: FTIR spektra povrchu rubu a líce plakátu i. č. GP 2007 spolu se spektry standardů. Na líci byl identifikován kaolin, baryt a klih a na rubu pouze papír (celulóza).



ZÁVĚR:

Analýza vyloučila přítomnost křídy na povrchu plakátů.

V případě plakátů i.č. GP 2498 a i.č. GP 2007 je na lícové straně směs kaolinitu a barytu (jedná se rovněž o minerální běloby – hlinitokřemičitan a síran barnatý, které však nejsou zaměnitelné s křídou – uhličitanem vápenatým a které na rozdíl od křídy nejsou zásadité). V malém množství byl na povrchu těchto plakátů nalezen i klih. V místě tmavého písma byl dále identifikován pigment pruská modř (kyanid železnatoželezitý) a malé množství oleje, pravděpodobně pojiva barvy. (Černé pigmenty na bázi uhlíku nemají v IR oblasti spektrální odezvu.)

Povrch plakátu i.č. GP 25590 je kryt lakem na bázi terpenické pryskyřice (ze standardů nejlépe vyhovuje mastix). Původní povrch tohoto plakátu nebyl analyzován, neboť bez alespoň minimální lokální destrukce terpenického laku na povrchu to není možné.

Na rubových stranách všech tří analyzovaných plakátů byla identifikována buď pouze celulóza (papír) – plakát i.č. 2007, anebo celulóza a lepidlo – škrob (plakáty i.č. GP 2498 a i.č. GP 25590).

RNDr. Eva Svobodová, Ph.D.

V Praze, 26. 11. 2018

Ing. Ivana Kopecká
oddělení preventivní konzervace NTM

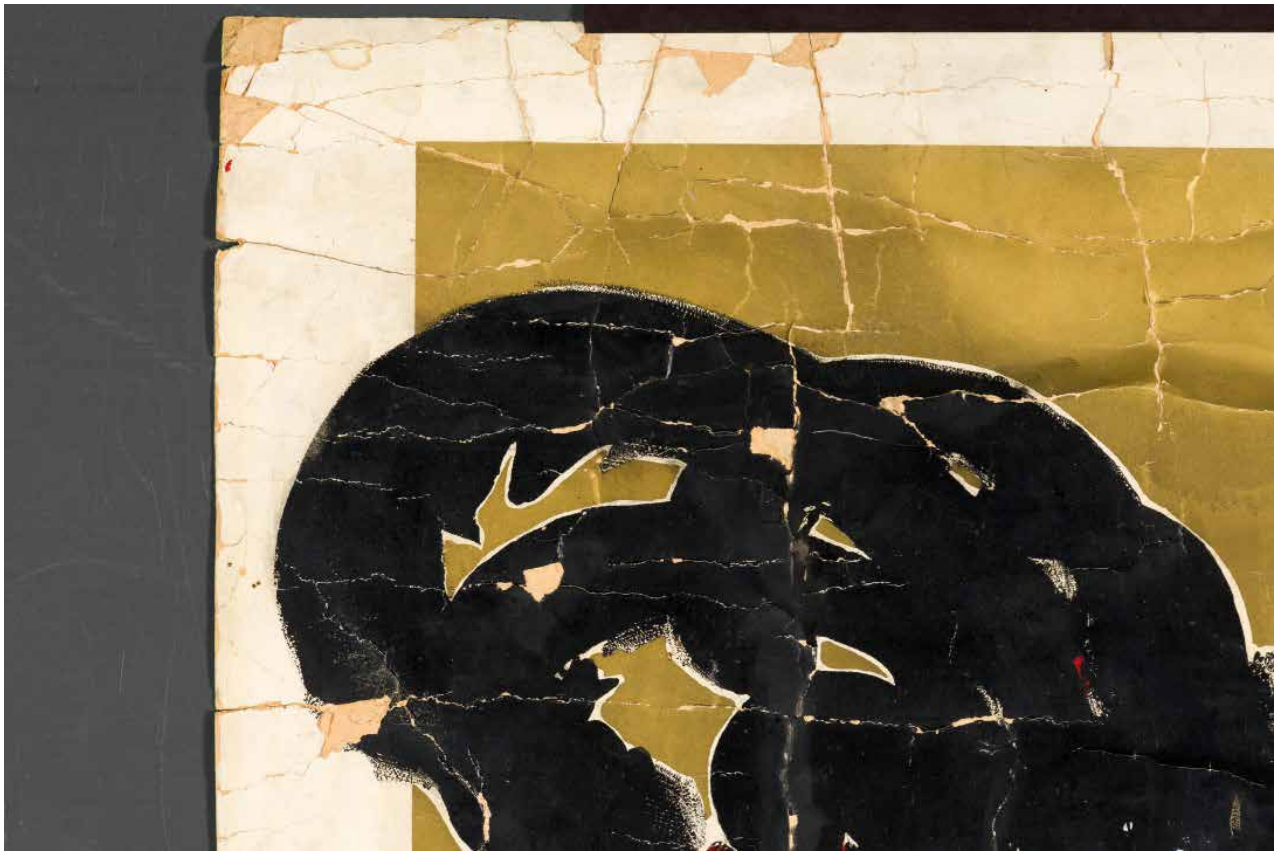
Fotodokumentace původního stavu:

Celek – přední a zadní strana

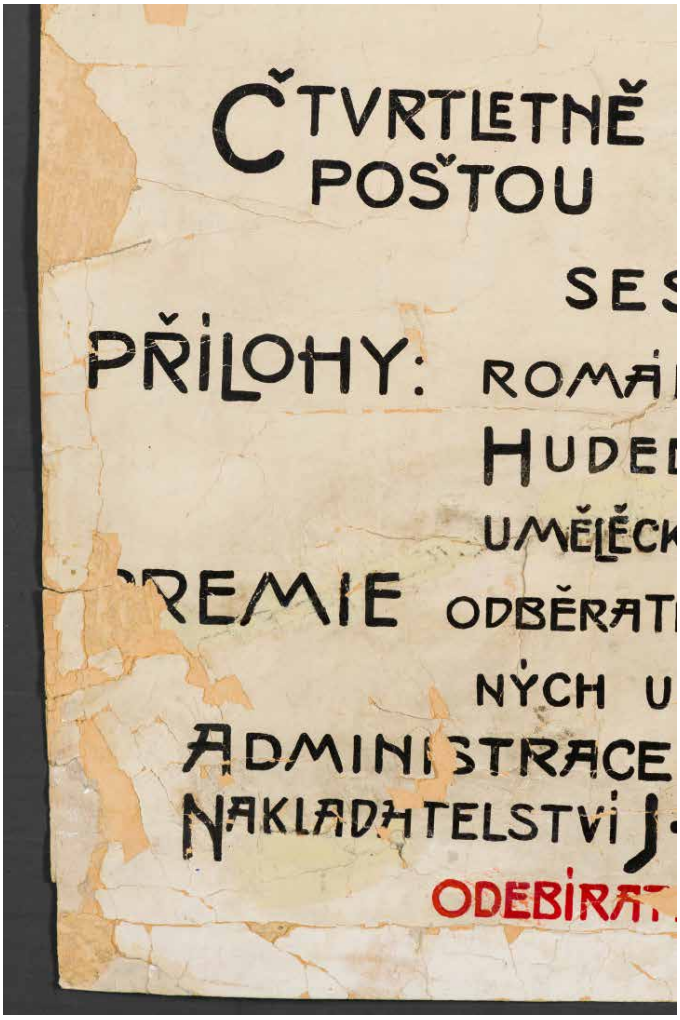
detail – pravý horní roh

detail – středová část

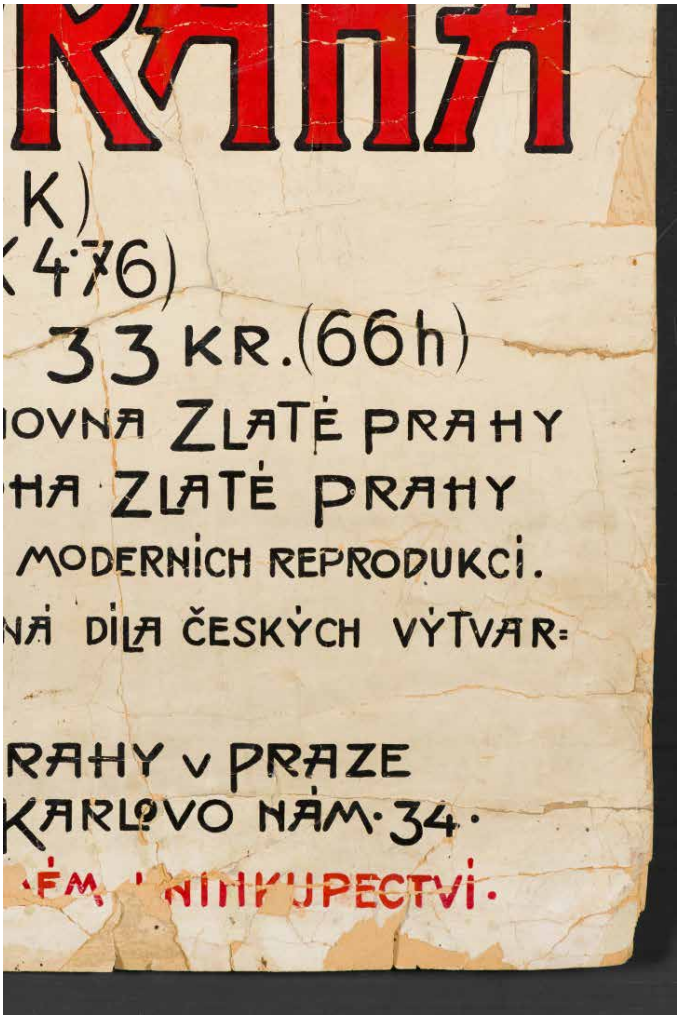
detail – středová část



detail – levý horní roh



detail – levý dolní roh



detail – pravý dolní roh

Fotodokumentace stavu během procesu čištění a po něm:

Detail – čištění povrchu chromolitografie PUR houbičkou

Detail - kontrola lesku v průběhu čištění

Detail – dočišťování okrajových částí pryží Plastic Eraser (tmavé žmolky na povrchu)

Detail - kontrola lesku v průběhu čištění

Celkový pohled - po očištění je plakát viditelně čistší, bez ztráty fragmentů či změny lesku

Detail - horní polovina po očištění

Detail - dolní polovina po očištění

Fotodokumentace uchycení objektu v adjustaci

Pásky japonského papíru 1,5 x 5 cm připravené pro aplikaci na zadní stranu plakátu

Aplikace pásek japonského papíru na zadní stranu plakátu

Umístění plakátu do předem vyrobené adjustace, vycentrování na střed výřezu

Přilepení volných konců japonského papíru k podkladové lepence

Uzavření první vrstvy adjustace (po zaschnutí lepených spojů)

Adjustace po uzavření - předmět je chráněn horní deskou

Detail spoje adjustace

BIBLIOGRAFIE

A

Adcock, Edward P. (ed.), *Zásady starostlivosti a zaobchádzania s knižničným materiálom*, IFLA 1998, dostupné online: https://www.mestskakniznica.sk/data/userfiles/metodika/IFLAzasady.pdf

Almanach příslušníků grafických odborů na rok 1904, Praha 1904

Anenský dvůr slovem i obrazem. Monografie domu A. Haase v Praze, Praha 1908

B

Bartovská, Lidmila – Šišková, Marie, *Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav*, Praha 2005

Becker, Rudolf, *Der Werdegang einer Chromolithographie in 12 Farben (12 Tafeln auf Lichtdruckkarton mit einem erklärenden Begleitwort*, Leipzig 1942, 2. vydání

Bláha, Richard, *Přehled polygrafie*, Praha 1963, 2., upravené vydání

Boumová, Kristýna – Sazamová, Tereza – Neoralová, Jitka – Palánková, Lucie – Vávrová, Petra, Využití hydrogelů při čištění papírové podložky, in: *Fórum pro konzervátory-restaurátory*, 2015

Brongniart, T – Pelouze, J., Dumas, J.-B., *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences.* 1839, dostupné online: https://www.biodiversitylibrary.org/item/81359#page/60/mode/1up

Bukovský, Vladimír, Ochrana knižných a archívnych zbierok – vplyv svetla, *Knižnice a informácie* XXIX, 1997, č. 10

Burke, Peter, *Popular Culture in Early Modern Europe*, New York 1978

D

Ďurovič, Michal a kol., *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Praha – Litomyšl 2002

E

Engelmann, Godefroy, *Album chromolithographique ou Recueil d'essays du nouveau procédé d'impression lithographique en couleurs*, Paris – Leipzig 1837; idem, *Traité théorique et pratique de lithographie*, Mulhouse – Paris 1839

F

Feller, Robert L., Barium Sulfate - Natural and Synthetic, in: idem (ed.), *Artists' Pigments. A handbook of their History and Characteristics*, Volume 1, Cambridge 1986

Fisher, C. H., Payen, Anselm – Pioneer in Natural Polymers and Industrial Chemistry, in: Raymond B. Seymour, *Pioneers in Polymer* Science, Dordrecht 1989

Fiske, John, *Understanding Popular Culture*, New York 1989

G

Gargulak, J. D. – Lebo, S. E. – McNally, T. J.: *Lignin* (2015), in: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, dostupné online: https://doi.org/10.1002/0471238961.12090714120914.a01.pub3

Gascoigne, Bamber, *How to Identify Prints. A Complete Guide to Manual and Mechanical Processes from Woodcut to Inkjet*, s. 80, London 2004

H

Hesse, Friedrich, *Die Chromolithographie, mit besonderer Berücksichtigung der modernen, auf photographischer Grundlage beruhenden Verfahren und der Technik des Aluminiumdrucks*, Halle a. S. 1906

Hilken, Ivar, *Zušlechtěné papíry*, Praha 1955

Hložek, Martin, *Aplikace měření ručními XRF spektrometry v muzejní praxi*, 2017, dostupné online: https://mck.technicalmuseum.cz/wp-content/uploads/2017/12/XRF_web-1.pdf

Holečková, Kateřina, *Kalendář a jeho vizuální aspekty v českých zemích 19. století* (diplomová práce), FF UK, Praha 2009

Holtzapple, M.T., Cellulose, in: Benjamin Caballero (ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Cambridge 2003, dostupné online: https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/cellulose

Hromadné odkyselování knihovních a archivních dokumentů, dostupné online: https://hromadneodkyselovani.cz/

Hřebíčková, Barbora A., *Recepty starých mistrů*, Praha 2006

Hutchison, Harold H., The Poster. An Illustrated History from 1860, London 1968

CH

Chadimová, Martina (ed.), *Atlas poškození chromolitografických tisků na zušlechtěném papíře*, Uměleckoprůmyslové museum v Praze 2020, elektronická publikace https://www.upm.cz/atlas-poskozeni-chromolitografickych-tisku/.

K

Kabát, Karel, *Knihtisk a jeho vývoj v Československu*, Praha 1936

Kathpalia, Yash Pal, *Conservation and restoration of archive materials*, Paris 1973

Klemm, Dieter, *Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material*, dostupné online: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/anie.200460587

Kodíček, Milan, Hemicelulosy, in: *Biochemické pojmy. Výkladový slovník*, Praha 2007, dostupné online: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/ebook.html?p=hemicelulosy

Kopecká, Ivana – Svobodová, Eva, *Metody průzkumu historických materiálů*, Praha 2019

Koranda, Václav, Chromolitografie, in: *Pamětní spis vydaný na oslavu sté ročnice vynálezu litografie*, uspořádali a vydali zástupci pražských sdružení litografických, red. Václav Koranda, Praha 1899

Kroutvor, Josef, *Poselství ulice*, Praha 1991

Kugler, Szymon – Ossowicz, Paula – Malarczyk-Matusiak, Kornelia et al., Advances in Rosin-Based Chemicals: The Latest Recipes, Applications and Future Trends, *Molecules* XXIV, 2019, č. 9, dostupné online: https://www.mdpi.com/1420-3049/24/9/1651

L

Last, Jay T., *The Color Explosion. Ninetheenth Century American Lithography*, Santa Ana 2005

Lienhard, John H., No. 152: Of Wasps Making Paper, in: *Engines of Our Ingenuity*, dostupné online: https://uh.edu/engines/epi1052.html

M

Martinčík, Richard, *Úvod do grafického průmyslu*, Brno 1922, s. 57; Jan Rambousek, *Slovník a receptář malíře-grafika*, Praha 1954

Marzio, Peter C., *The Democratic Art – An Exhibition on History of Chromolithography on America 1840–1900* (kat. výst.), Amon Carter Museum of Western Art, Fort Worth 1979; idem, *The Democratic Art. Pictures for a 19th-Century America: Chromolithography, 1840–1900*, Amon Carter Museum of Western Art, Fort Wort 1979

Mařík, Filip, *Degradace papírových dokumentů a možné způsoby nápravy: hromadné odkyselování a reformátování* (bakalářská práce), FF UK, Praha 2009

Mosier, Erika – Reyden, Dianne van der – Baker, Mary, *The Technology and Treatment of an Embossed Chromolithographic „Mechanical" Victorian Valentine Card*, dostupné online: https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v11/bp11-30.html

Mosier, Erika – Reyden, Dianne van der – Baker, Mary The technology and Treatment of an Embossed, Chromolithographic „Mechanical" Victorian Valentine Card, *The Book and Paper Group Annual* XI, 1992, dostupné online: https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/v11/bpga11-30.pdf

N

National Center for Biotechnology Information, PubChem Database, Beta-D-Glucose, dostupné online: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/64689

Neoralová, Jitka – Benešová, Marie – Boumová, Kristýna – Sazamová, Tereza – Vávrová, Petra, Čištění, in: *Konzervace a restaurování novodobých knihovních fondů*, Praha 2017

Neuvirt, Jiří, *Odkyselování papíru s využitím vakuových baliček,* dostupné online: http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2011/Neuvirt_2011.pdf

P

Page, Derek H. – Scallan, Anthony M. – Middleton, Steven R. – Zou, Xuejun, Method for the deacidification of papers and books, *Tappi Journal*, November 1996, dostupné online: file:///Users/martinachadimova/Downloads/AMethodforDeacificationofPapersandBooks_Middletonetal.pdf

Paulusová, Hana – Bacílková, Bronislava – Ďurovič, Michal, Degradace archivního materiálu, *Zpravodaj STOP. Časopis Společnosti pro technologie ochrany památek* II, 2000, č. 4

Prang, Louis, *Prang's Prize Babies. How This Picture is Made. An Outline of the Process of Chromolithography in General…*, Boston 1888

R

Repair of an Antique Patent Medicine Advertisement, 2016, dostupné online: https://www.bookandpaperconservationservices.com/news/2016/11/11/repair-of-an-advertising-poster-board

Reyden, Dianne van der, *History, technology, and treatment of specialty papers found in archives, libraries and museums: tracing and pigment-coated papers*, 1993, online zdroj: https://www.si.edu/mci/downloads/RELACT/coat_special_papers.pdf

Richmond W. D., *The Grammar of lithography. A practical guide for the artists and printer in commercial and artistic lithography, and chromolithography, zincography, photo-lithography, and lithographic machine printing*, London 1878

Rožan, Josef – Vaníček, Otakar, *Pigmenty práškové barvy*, Praha 1959

dále např. *Přehled pigmentů – bílé barvy*, dostupné online: http://vyuka.z-moravec.net/download/download/__chemie/3-03prehled-pigmentu-bile_print.pdf

S

Scheller, Henrik Vibe – Ulvskov, Peter, Hemicelluloses, *Annual Review of Plant Biology* LXI, 2010, dostupné online: https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809–112315

Studt, Mary – Fernandez, Amy – Bruckle, Irene, Uncovered: Two- layered Inserts for Chromo Papers, *The Book and Paper Group Annual* XVI, 1997, dostupné online: https://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v16/bp16-15.html

Szrajber, Tanya, Documents on Godefroy Engelmann's „Chromolithographie", *Print Quarterly* XXVIII, 2011

Š

Šalda, Jaroslav, *Tiskařské papíry*, Praha 1952

Šmilauer, Vladimír: Substantiva tvořená příponou -ina, *Naše řeč* XXII, 1938, č. 8 dostupné oline: http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?lang=en & art=3321

T

Tian, Xiaofei – Fang, Zhen – Smith, Richard L. Jr. et all., *Properties, Chemical Characteristics and Application of Lignin and Its Derivatives*, in: Zhen Fang – Richard L. Smith, Jr. (eds.), *Production of Biofuels and Chemicals from Lignin. Biofuels and Biorefineries*, Singapore 2016

Twyman, Michael, *A history of Chromolithography – Printed Colour for All*, Ipswitch 2013.

Twyman, Michael, *Images en couleurs. Godefroy Engelmann, Charles Hullmandel et les débuts de la chromolithographie*, Lyon 2007

V

Vacek, Zbyněk, *Účinky vlhkosti na sbírkové předměty*, dostupné online: https://adoc.tips/uinky-vlhkosti-na-sbirkove-materialy.html *Účinky vlhkosti na sbírkové materiály 1*, dostupné online: https://docplayer.cz/17588199-Ucinky-vlhkosti-na-sbirkove-materialy.html

Vávrová, Petra, *Koroze a degradace papíru*, dostupné online: https://docplayer.cz/6478984-3-4-koroze-a-degradace-papiru.html

Vávrová, Petra – Součková, Magda, *Konzervace a restaurování novodobých knihovních fondů*, Praha 2017

Vlček, Tomáš, *Český plakát 1890–1914*, Praha 1971

Voit, Petr, *Encyklopedie knihy*, Praha 2008

Vošahlíková, Pavla, *Zlaté časy české reklamy*, Praha 1999

Vránková, Jana, Technická revoluce v malé tiskárně, in: *Tiskárny a tisky 19. století. Sborník příspěvků z celostátní konference pořádané při příležitosti 200. výročí založení jindřichohradecké Landfrasovy tiskárny*, Jindřichův Hradec 1998

W

Wada, Masahisa – Heux, Laurent – Sugiyama, Junji, Polymorphism of Cellulose I Family: Reinvestigation of Cellulose IV_I, *Biomacromolecules* V, 2004, č. 4, dostupné online: https://doi.org/10.1021/bm0345357

Wyman, Charles E. – Decker, Stephen R. – Brady, John W. et al., Hydrolysis of Cellulose and Hemicellulose, in: Severian Dumitriu (ed.), *Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility*, New York 2005

Y

Yuan, Xueming – Cheng, Gang, From cellulose fibrils to single chains: understanding cellulose dissolution in ionic liquids, *Physical Chemistry Chemical Physics* XVII*, 2015,* č. 47

Z

Závěrečná zpráva grantového úkolu, *Ochrana archivních materiálů před živelními pohromami v síti archivů České republiky*, Část A / Kapitola č. 2, Praha 2004, dostupné online: https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/zivelnipohromy_opt1.pdf

Zelinger, Jiří, Vliv světla a UV záření na knižní, archivní, muzejní a galerijní sbírky. Hodnocení stupně poškození, in: *Závěrečná zpráva grantového úkolu vliv světla a UV záření na archivní dokumenty,* Část A, Literární část závěrečné zprávy, kapitola č. 5, přístupné online: https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/svetlo.pdf

Zuman, František, *Papír, historie řemesla a výrobní techniky*, Praha 1983