

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2009

Aplikace uměleckých děl na papíru na novou
podložku

AUTORKA PRÁCE: Iva Lukešová

VEDOUCÍ PRÁCE: Mgr. art. Veronika Kopecká

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Art. Veronice Kopecké za výběr zajímavého tématu, za odborné vedení a trpělivost při realizaci bakalářské práce, panu Ing. Bohumilu Jašůrkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při realizaci měření vlivu degradačních procesů na modelových vzorcích. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Aleně Hurtové za ochotu při spolupráci v chemicko-technologickém zaměření a v neposlední řadě rodině za podporu.

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (pobočka FR Litomyšl).

V Litomyšli dne

Iva Lukešová

SOUHRN

Práce je věnována souhrnu teoretických i praktických poznatků na poli aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku. Podle toho byla práce orientována do dvou základních částí a to části teoretické a experimentální. V jednotlivých kapitolách je popsána problematika tohoto náročného restaurátorského úkonu a vše s ní úzce související jako jsou příčiny poškození papíru nebo doporučení ukládacích podmínek.

KLÍČOVÁ SLOVA

kašírování, podlepování, laminace, umělecká díla, papír, podložka

TITLE

Application of art works on paper on the new support.

ABSTRACT

The work deals with a summary of the theoretical and practical pieces of knowledge on the field of application of art works on paper on the new support. Under the rule of this fact, the work was oriented in two basic parts, the theoretical and the practical one. The dilemma of this demanding task in restoration and all related matters such as causes of damage of paper or recommendation of storage conditions are described in every single chapter.

KEYWORDS

adhesive laminating, mounting, lamination, art works, paper, support

OBSAH:

1 Úvod.....	7
2 Teoretická část.....	9
2. 1 Činnosti předcházející samotné aplikaci uměleckých děl na papíru na novou podložku.....	9
2. 2 Příčiny poškození papíru.....	9
2. 3 Vymezení pojmů, které aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku zahrnuje.....	11
2.3.1 Skeletizace.....	12
2.3.2 Laminace.....	13
2.3.3 Kašírování.....	15
2.3.4 Podlepování.....	16
2. 4. Příklady z praxe.....	19
2.4.1 Restaurování anglických tapet.....	19
2.4.2 Restaurování mapy Turkaňského rudného pásma.....	21
2.4.3 Restaurování světlotiskové reprodukce „Madona s dítětem“	26
2.4.4 Restaurování perokresby „Akt“	30
2. 5 Optimální podmínky uložení „nakašírovaných“ děl.....	32
2.6 Charakteristické vlastnosti adheziv zvolených pro experimentální část.....	36
2.6.1 Kožní klíh.....	36
2.6.2 Vyzina.....	37
2.6.3 Škrob.....	38
2.6.4 Tylose MH.....	39
2.6.5 Klucel G.....	39
2.6.6 Akrylep 545.....	40
2.7 Charakteristické vlastnosti materiálů zvolených pro experimentální část.....	42
2.7.1 Japonský papír.....	42
2.7.2 Ruční papír.....	42
2.7.3 Lepenka.....	43
2.7.4 Karton.....	44
2.7.5 Plátno (pro rentoaláž)	44

3 Experimentální část.....	45
3. 1 Použité materiály.....	45
3.1.1 Adheziva.....	45
3.1.2 Chemikálie.....	45
3.1.3 Materiály.....	45
3. 2 Příprava modelových vzorků.....	46
3.2.1 Napínání vzorků na sklo.....	47
3.2.2 Lisování.....	47
3.2.3 Napínání na dřevěný blind rám.....	48
3.2.4 Vlastní poznatky a postřehy při práci.....	50
3. 3 Použité přístroje a metodika měření.....	52
3.3.1 Přirozené stárnutí.....	53
3.3.2 Umělé stárnutí – teplé, vlhké.....	54
3.3.3 Stanovení změny barevnosti.....	54
3.3.4 Stanovení pH.....	56
3.4 Výsledky a diskuze.....	56
3.4.1 Stanovení změny barevnosti.....	56
3.4.2 Stanovení pH.....	64
4 Závěr.....	67
5 Poznámkový aparát.....	69
6 Literatura.....	73
7 Textové přílohy	
8 Obrazové přílohy	

1 Úvod

Cílem této práce bylo shrnutí a zaznamenání současného stavu poznání praktických i teoretických zkušeností na dané téma, tedy aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku.

Důvodem této práce byl také fakt, že aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku patří k poměrně málo zpracované problematice v české odborné literatuře.

Pod názvem tématu této bakalářské práce se skrývá ještě několik výrazů používaných při restaurování uměleckých děl na papíru, jako např. podlepování, kašírování, laminace či skeletizace. Terminologii těchto výrazů je věnována kapitola 2.3.

Protože papír v této problematice hraje významnou roli jako nosná podložka díla, která představuje složitý systém a může být snadno znehodnocena, bylo pamatováno také na příčiny jeho poškození. V důsledku nejrůznějších poškození papíru bývá přistupováno právě ke kroku, kdy je rozhodnuto o tom, že papírový artefakt je nutné naaplikovat na novou podpůrnou podložku. V tento okamžik je důležité pamatovat na některé další prvky (např. barevná vrstva), které jsou součástí díla a musí být zachovány s nemenší důležitostí jako jejich podložka. Při práci by se také nemělo zapomínat na konzultace s historiky a restaurátory.

Nedílnou součástí restaurátorského zásahu je vhodná adjustace památky, která by měla vyhovovat nárokům preventivní péče. Doporučení ukládacích podmínek se v této práci věnuje kapitola 2.5.

Práce měla také přispět na základě vlastních pozorování a zkušeností. Jednak z vlastní restaurátorské praxe, a také z poznatků získaných při výrobě modelových vzorků, které byly součástí experimentální části této práce. Vzorky byly dále podrobeny degradačním procesům, jejichž vliv byl posléze měřen několika metodami a výsledky byly statisticky zpracovány.

Pro názornost je označení a rozdělení všech materiálů a adheziv rozpracováno v tabulce č. 10, která má sloužit jako vodítko pro snadnou orientaci v systému, podle kterého se praktická část práce řídila.

Tato rozkládací tabulka je vložena do kapsy na přídešší zadní desky vazby, aby bylo možné ji mít stále před sebou.

Při výrobě vzorků, byly kombinovány nejběžněji i méně používané materiály a adheziva v restaurátorské praxi, aby na závěr mohly být mezi sebou porovnány. Jejich vlastnosti a složení byly zpracovány v teoretické části práce na základě dostupné literatury.

Jak již bylo řečeno, je třeba dbát zvýšené opatrnosti při podlepování díla v souvislosti s barevnou vrstvou. Bylo by proto namístě se touto problematikou taktéž zabývat. To bohužel z důvodu rozsáhlosti samotné problematiky (v souvislosti s prostorem pro bakalářskou práci) nebylo možné. I tak bylo v textu na toto téma pamatováno. Mohla by tomu ale být věnována samostatná bakalářská či jiná odborná práce.

2 Teoretická část

2. 1 Činnosti předcházející samotné aplikaci uměleckých děl na papíru na novou podložku

Ještě před tím než restaurátor dospěje k rozhodnutí, že dílo bude naaplikováno na novou podložku, jako podpůrnou kostru, je nutné provést důkladný průzkum díla před započítím restaurátorských prací. Nezbytností je spolupráce restaurátora s chemiky-technology, archiváři, knihovníky a historiky. Důležitá je také komunikace s investorem.

Restaurátorský průzkum je zaměřen na zjištění stupně degradace, znečištění, definování sekundárních úprav. Cílem průzkumu je předložení návrhu na restaurování, obnovení výtvarno-estetických kvalit díla v souladu s umělecko-metodickým památkovým záměrem.¹ Při průzkumu se používají nedestruktivní i destruktivní metody ve snaze co nejmenšího zásahu do díla. Mezi metody nedestruktivního průzkumu patří průzkum v denním rozptýleném světle, průzkum v bočním světle, průzkum v UV světle, průzkum v IČ reflektografii, průzkum v RTG záření, nebo odebrání stěrů pro mikrobiologickou analýzu. Mezi metody destruktivního průzkumu patří, zkoušky rozpustnosti, nebo chemicko-technologický průzkum. Následuje vyhodnocení restaurátorského průzkumu, na jehož základě je utvořen restaurátorský záměr. Pak už následuje samotné restaurování, které se z pravidla řídí restaurátorským záměrem.²

2. 2 Příčiny poškození papíru

V knize Restaurování a konzervování archiválií a knih se uvádí, že s papíry, u kterých dosáhla degradace vysokého stupně a rozsahu, již nelze bez problémů manipulovat. Jedinou možností obnovení jejich vlastností a použitelnosti je vytvoření nové nosné kostry, tedy aplikace na novou podložku.³ Příčiny poškození papíru jsou v knize Restaurování a konzervování archiválií a knih rozebrány následovně: *„Pevnost papíru závisí především na kvalitě celulózových vláken. Obecně platí, že při jakémkoliv typu destrukce vláken dochází k jejich postupnému zkracování, což se projeví ve ztrátě pevnosti papíru.*

Základními chemickými mechanismy degradace papíru jsou hydrolýza, oxidace, popřípadě síťování.

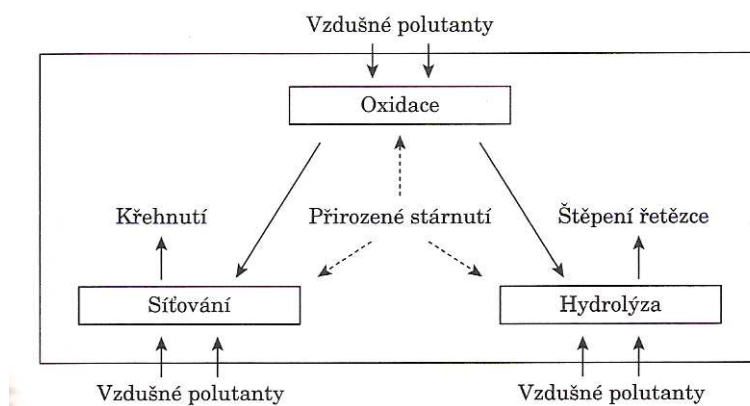
Vodíkové kationty společně se stopovým množstvím iontů kovů (železnatých, železitých, měďnatých) katalyzují hydrolýzu celulóзовé makromolekuly. Hydrolýza celulózy probíhá i v alkalickém prostředí. Hemicelulózy hydrolyzují snadněji než celulóza a lignin. Ultrafialové záření způsobuje fotolytickou a v přítomnosti kyslíku fotooxidační destrukci celulózy. Papíry s vysokým obsahem ligninu (novinový papír) jsou vůči světlu a kyslíku extrémně citlivé. Reakce vedoucí ke vzniku nových příčných vazeb (síťování) způsobují křehkost papíru a zvyšují pravděpodobnost praskání makromolekulárních řetězců. Destrukční reakce celulózy způsobují, že konečným produktem je buď D-glukóza, nebo nízkomolekulární produkty. V následující tabulce č. 1 jsou souhrnně uvedeny možné typy degradačních reakcí celulózy.

Typ chemické reakce	Reagující látky	Produkty
Hydrolýza (termická)	celulóza + H ₂ O	D-glukóza
Hydrolýza v kyselém prostředí	celulóza + H ₃ O ⁺	D-glukóza
Hydrolýza v alkalickém prostředí	celulóza + báze	nízkomolekul. produkty
Enzymatická hydrolýza	celulóza + celulóza	nízkomolekul. produkty
Oxidace	celulóza + O ₂ (T,hv)	částečně oxidovaná a depolymerovaná celulóza

Tabulka č. 1 Typy degradačních reakcí celulózy.

Faktory vedoucí k destrukci papíru, resp. celulóзовé makromolekuly lze rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi významné vnitřní faktory, které si papír nese již ze samé výroby, patří kupříkladu druh, kvalita a chemické složení papíroviny, použitá plniva, klíždla a barviva. Dále pak mezi vnitřní faktory patří nečistoty vnesené do papíru z provozních vod a technologií. Mezi vnější degradační faktory patří především teplota, relativní vlhkost a čistota prostředí, účinek oxidů síry a dusíku (kyselinotvorné oxidy), ozónu, světelná energie, biologičtí škůdci (plísňe, bakterie, hmyz atd.).

Lze říci, že degradace papíru je složitý proces, ve kterém se vnitřní i vnější faktory navzájem stimulují, přičemž významnou roli hrají vzdušné polutanty. Následující schéma zjednodušeně zachycuje přehled mechanismů destrukce papíru:“⁴



Obr. č. 1 Mechanismy destrukce papíru.

K dalšímu poškození může dojít mechanickou cestou v průběhu existence samotného díla. Umělecké dílo bývá poškozeno nevhodnou manipulací, adjustací a nevhodným uložením, kdy na papírové podložce díla vznikají trhliny, praskliny, sklady, chybějící místa apod.

Po uvedení různých příčin poškození papírové podložky se nyní budeme věnovat popisu a vysvětlení jednotlivých metod aplikace děl na novou podložku. Ve všech případech se bude jednat o jednu z možností, jak lze zajistit použitelnost a obnovení vlastností podložky díla.

2. 3 Vymezení pojmů, které aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku zahrnuje

Vedle pojmu aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku existují ještě další výrazy, které nesou stejný, či podobný význam. V restaurátorské praxi se ještě můžeme setkat s výrazy jako je skeletizace, podlepování, laminace nebo také kašírování. Všechny tyto termíny jsou založeny na stejném principu. Mohou se lišit pouze ve způsobu aplikace či oblasti jejich použití.

V knize *Restaurování a konzervování archiválií a knih* se nejen v kapitolách věnovaným skeletizaci, laminaci a podlepování, hovoří spíše o restaurování knih a archiválií, nikoli uměleckých děl.

Princip těchto postupů pro umělecká díla na papíře je však stejný s tím rozdílem, že je třeba věnovat zvýšenou pozornost barevné vrstvě. Ta může být aktivována použitými adhezivy.

2.3.1 Skeletizace

Pojem skeletizace vychází ze skutečnosti, kdy je vytvářena nová nosná kostra, tedy skelet, pro poškozenou papírovou podložku díla. M. Ďurovič a kol. ve své knize uvádějí, že se tak děje spojením papíru s podložkou vysokých mechanických kvalit, kdy je tento proces nazýván skeletizací.⁵

*„V případě maloformátových písemností se užívá japonský papír. Dříve rozšířené náhražky jako sítěnky, kondenzátorové a mikelantní papíry nelze dnes doporučit. Mělo by platit, že skeletizační podložka nemá dominantní vliv na charakter ošetřeného papíru. Měla by se minimalizovat změna povrchu, čitelnosti a tloušťky a také opacity. Sílu skeletizačního papíru volíme úměrně dle tloušťky a velikosti originálu.“*⁶ Uvádí se zde také, že v některých případech, nezasahuje-li poškození celý list, je možné lokálně podlepit pouze poškozené místo s přesahem do nepoškozené hmoty papíru.⁷ Metoda skeletizace je popisována následovně: *„Pokud pracujeme s jemnými druhy japonského papíru, lze nános lepidla provést přes něj.*

*Důležitá je přiměřená a stejnoměrná vrstva lepidla. Jeho přebytek vytváří tvrdá, lesklá místa, nedostatek zas tvoří místa bělavá a omezeně průhledná.“*⁸ V tomto případě se hovoří o možné oboustranné skeletizaci písemnosti ve velmi špatném stavu a s jednou méně, či zřetelněji popsanou stranou, kterou je možné také opatřit tenkou skeletizační vrstvou. U uměleckého díla však není možné oboustrannou skeletizaci provádět. Skeletizace uměleckého díla na papíře se tedy provádí vždy ze zadní strany. *„Po částečném uschnutí lepidla vložíme opravený list mezi separační proklad a zalisujeme.“*⁹ V případě lisování uměleckého díla, je opět nutné zohlednit barevnou vrstvu. Může se jednat například o malbu pastóznějšího charakteru, kdy je potřeba dílo lisovat mezi filci. Dále by se mohlo jednat o kresbu suchým pastelem, či přírodním uhlím. V tomto případě je nutné zajistit takový separační proklad, u kterého nefunguje statická elektřina, která by mohla způsobit migraci barevné vrstvy.

2.3.2 Laminace

Laminace je vlastně zvláštním druhem skeletizace. „Jedná se o metodu pracující s polymerní lepidlovou složkou v podobě fólie, nebo laminační fólie, tj. polymerní lepidivé vrstvy, nanesené na papírovou skeletizační podložku. Fólie polymeru se vkládá na dokument, nebo mezi dokument a skeletizační podložku – většinou japonský papír. Laminační fólie s preparovanou podložkou se přikládá přímo na dokument.“¹⁰ Na umělecká díla však opět nelze provádět ošetření oboustranně. Opět platí zvýšená pozornost u barevné vrstvy.

„Aktivace lepidla probíhá buď rozpouštědlem – tzv. studená laminace, nebo teplem – tzv. laminace za tepla. S většinou fólií lze pracovat oběma způsoby. Při jednostranné laminaci lze na chybějící místa přiložit z opačné strany papírové záplaty a tím je doplnit.“¹¹

Studená laminace – při ní lze použít průmyslově i samostatně vyráběné laminační fólie. V Čechách se v současnosti pro přípravu laminační fólie používá lepidlo na bázi polyakrylátové disperze Sokrat 6492 v kombinaci s japonským papírem. V minulosti se také používalo lepidlo na bázi polyvinylacetátové disperze Duvilax BD 20. Z důvodu obtížné reverzibility disperzních filmů, je vhodnější pracovat s laminační fólií z japonského papíru impregnovaným pravým roztokem polymeru. M. Ďurovič a kol. uvádí, že dotýkající se listy knih opatřené laminační fólií na bázi měkčené polyvinylacetátové disperze Duvilax BD 20, se po dlouhodobém kontaktu mohou slepit.¹² To by v případě uměleckých děl nemělo platit, budou-li vhodně adjustována.

D. G. Suryawashi a kol. uvádějí návod na přípravu laminační fólie následovně: Lepidlo se připraví z 1000 ml destilované vody, 40 g Tylose MH 300, 200 ml polyvinylacetátového lepidla a 6 g sráženého uhličitanu hořečnatého.

Dále se připravené lepidlo nanese v tenké a pokud možno stejnoměrné vrstvě na desku s hladkým povrchem. Na to se položí tenký japonský papír a po zaschnutí se fólie opatrně sejme. Takto připravená fólie se položí na desku s hladkým povrchem, na níž je položen HollyTex. Originál se namočí do 80 % roztoku etanolu a položí se na připravenou desku. Takto je originál překryt opět HollyTexem, vložen mezi filtrační papíry a na

několik minut zalisován (10 – 15 min). Během zalisování je lepidlo aktivováno rozpouštědlem. Po vyjmutí z lisu se zalaminovaný list nechá volně vyschnout.¹³

Tepelná laminace – „využívá tepelnou aktivaci polymerního filmu či fólie, kde po jejich natavení dojde tlakem a ochlazením k pevnému spojení s originálem. Již ve 40. letech 20. století byly Barowem používány fólie z polyvinylacetátu a polyvinylchloridu. Časem prokázaly degradační účinek na papír a byly nahrazeny vhodnějšími, především polyetylenovými.

Dnes jsou pro laminaci doporučovány fólie na bázi polyakrylátů. Teplou laminaci lze provádět ručně pomocí vyhřívané špachtle, pájky či žehličky nebo ve vyhřáté zlatičce. Podstatně efektivnější je použití strojových laminátorů. Systém laminační fólie – dokument se vloží mezi vyhřívané kovové desky, které se na krátkou dobu stlačí k sobě a tím spojí laminovaný systém. Papíry musí být suché, jinak teplem uvolněné vodní páry poškodí laminát a fólií uzavřená vlhkost může aktivovat růst mikroorganismů.“¹⁴

V současné době se používají polyakrylátové fólie (kopolymer metylmetakrylát s butylakrylátem) přímo nanesené na japonský papír. U nás je požíván např. Filmoplast R – výrobce Neschen. Tyto fólie se aktivují při teplotě 125 ± 10 °C. Tuto fólii lze snadno odstranit. Po opětovné aktivaci teplem lze fólii stáhnout. Nebo lze použít rozpouštědlo aceton nebo toluen. Úplné odstranění polymeru však není možné.¹⁵ V dnešní době je dále na trhu dostupná kvalitní termoplastická fólie Beva 371 tl. 25 µm, která splňuje požadavky pro laminaci uměleckých děl. Objevitelem této termoplastické fólie byl Gustav Berger v roce 1971. Její základní složkou je etylenvinylacetát. V porovnání s Filmoplastem R je její výhoda v nižší teplotě aktivace – 65 - 68 °C, což pro umělecká díla na papíře představuje podstatně menší zátěž. Podrobné informace a studie o těchto dvou termoplastických fóliích jsou zpracovány v bakalářské práci Ireny Homolové.¹⁶

„Laminační metodu nelze doporučit pro historické písemné památky. Jejím použitím se mění charakter originálu a dekonzervovatelnost laminátu, obzvláště ve velkých množstvích, bývá problémová.

Laminační fólie jsou paropropustné, ale vliv vlhkosti na ně je jiný než na samotný papír.“¹⁷ V knize *Restaurování a konzervování archiválií a knih* je dále zmiňována strojová laminace, která je ovšem vhodná spíše pro ošetření nekvalitních novodobých papírů, jejichž kvanta jsou ručními metodami nezvládnutelná a jimž jinak hrozí fyzický zánik.¹⁸ To platí například pro noviny či novodobý archivní aktový materiál, nikoliv však pro umělecká díla na papíru. „*Písemnosti musí být před laminací vysušeny, dezinfikovány a odkyseleny.*“¹⁹ Tato kritéria by měla platit i pro umělecká díla, u nichž však musí být brána v potaz barevná vrstva.

Ray O. Hummel ml. a W. J. Barrow ve svých studiích uvádějí kombinaci odkyselování a laminace acetylcelulózovým filmem v kombinaci s tenkou tkaninou, přičemž W. J. Barrow byl průkopníkem této metody. Ve svém výzkumu popisují celou proceduru. List papíru byl nejprve odkyselen v lázni uhličitanu vápenatého. Po uschnutí je list usušen na vzduchu a zalaminován mezi film a tenkou tkaninu. Podle W. J. Barowa testy, které byly na takto ošetřených listech papíru prováděny, prokázaly dobré výsledky. W. J. Barrow a jeho asistent Ray O. Hummel ml. prováděli ještě několik dalších studií způsobů laminace, kde kromě acetylcelulózových filmů používali různé nosné materiály, jako například hedvábí.²⁰

Shrneme-li předcházející text zabývající se laminací, dalo by se říci, že laminace je vhodnou metodou pro novější archivní materiály ve špatném fyzickém stavu.

Určitou alternativou pro poškozená umělecká díla na papíru, u kterých je barevná vrstva náchylná na vodné systémy či jiná rozpouštědla, může být tepelná laminace. Nevýhodou je však její problémová reverzibilita a odlišná reakce na vlhkost, nežli má papír. Další nevýhodou je také vysoká aktivační teplota některých laminačních fólií, která může přímo destruovat nebo změnit vlastnosti barevné vrstvy.

2.3.3 Kašírování

Ve výkladovém slovníku J. Zelinger a R. Kubičky je termín kašírování vykládán dvěma způsoby. V prvním případě je vysvětlován jako práce v méně hodnotných náhražkových materiálech, např. v kartapeště²¹.

V druhém případě se termínem rozumí „fixování papírové či jiné podobné podložky, např. pro pastelovou, akvarelovou a jinou malbu, podobně i lepení takové kresby nebo malby na tuhou nepohyblivou podložku při adjustáži. Tento význam si kašírování uchovalo v knihařství. Nejběžněji je chápáno jako estetické zhodnocení méně hodnotné lepenky polepením kvalitnějším papírem, tapetou či plátnem (např. při výrobě paspart, dekorací). Jako takové má kašírování dlouhou historii. Tak už některé egyptské sarkofágy byly zdobeny malbou na vápeno-jílovém podkladu, který se nanášel na mnohvrstevný, lepením kašírovaný textilní povlak. Také středověké deskové tabule byly často před nanesením podkladní vrstvy polepovány plátnem. Podobně sloužilo plátno kašírované klihem, nebo kaseinem na ploše omítek pro renesanční nástěnné malby (pokud nešlo o techniku pravé fresky a jejích odvozenin). Takovýto postup se zachovával až do 19. stol.“²²

2.3.4 Podlepování

Tento termín se používá pro metodu zpevňování, tedy podlepování velkých formátů, jako jsou mapy, plakáty, velkoformátové tisky ale také díla provedená nejrůznějšími technikami, jejichž podložkou je papír. Z důvodu jejich nadměrné rozměrnosti je potřeba k nim přistupovat s poněkud odlišnou technologií, než u běžných formátů. „Velkoformátové památky jsou valnou většinou skladovány ve složeném stavu a bývají tištěny na méně kvalitní, strojově vyráběný papír. Tyto faktory předurčují neutěšený stav těchto památek. Mechanická poškození, především trhliny v ohybech a okrajích, jsou spíše pravidlem než výjimkou. Tento stav spolu s prevencí předurčuje skeletizaci jako základní zákrok při jejich restaurování. Vzhledem k jejich charakteru je většinou nutno použít podložku plátěnou nebo vytvořenou z pevného nekyselého papíru nebo z více vrstev japonského papíru. Předem je nutné ověřit stabilitu barevné vrstvy.“²³ Alois Vokrčka postup napínání map a plakátů popisuje následovně: „Mapy napínáme buď v celku na plátno a horní a dolní okraj opatřujeme dřevěnými lištami a kroužky k zavěšení nebo na plátno k složení na malý formát. Používáme pevného bílého nebo šedého plátna (nejraději širtnku), nebo na větší formáty neškrobeného kalika.

Lepíme středně rozředěným škrobem.“ ²⁴ U napínání map k zavěšení Alois Vokrčka píše, že plátno je střiženo na každé straně o 5 až 10 cm větší než mapa. Aby lepením nevznikly na plátně záhyby nebo lomy, je třeba plátno mírně navlhčit a napnout na rovné prkno hřebíky. Plátno je napínáno nejdříve na stranách osnovy plátna a to od středu ke krajům. Hřebíky se umísťují ve vzdálenosti asi 8 – 10 cm od sebe. Když plátno po napnutí oschne, čímž se sráží a napíná, vznikne plocha bez záhybů nebo lomů. Hřebíky nakláníme mírně k okraji. Nakloněné hřebíky lépe odolávají tahu plátna při vysychání. V případě, že je mapa větší než plátno, které je k dispozici, je nožné ho sešít na krejčovském šicím stroji. Přitom je třeba dbát na to, aby tkanina byla po osnově ve stejném směru. ²⁵ Mazání mapy je popsáno následovně: *„Mapa se na zadní straně maže středně zředěným škrobovým mazem. Po prvním namazání necháme mapu náležitě rozvlhnout, potom mažeme celou její plochu po druhé s pravidelným nánosem. S pomocí druhého pracovníka položíme mapu na plátno a přes čistý papír přehladíme. Škrob lze nanášet větším štětcem nebo přímo rukou v gumové rukavici. Nalepenou mapu vyhlazujeme zpravidla celou plochou dlaně ze středu do stran. Jako pomocný prostředek na hlazení může dobře posloužit měkký kartáč na šaty. Nalepenou mapu necháme zpravidla napnutou 24 hodin vysychat. Mapa velkého formátu bývá zpravidla slepena ze dvou dílů; spoj se musí předem vlažnou vodou rozlepit a nově stříhnout spoj na přeložení 8 – 10 mm široké. Při lepení nejprve položíme na plátno díl mapy určený svým spojovacím okrajem pod okraj druhého dílu. Teprve potom položíme druhý díl mapy, spojení urovnáme na tisk a přes čistý papír celou plochu mapy náležitě přehladíme. Mapa slepená ze dvou dílů vyžaduje rovnoměrné namazání škrobovým mazem a také stejné rozvlhnutí obou částí. Jinak vzniknou na povrchu mapy dutá místa, která se při častém používání potrhají. Po usušení se hřebíky odstraní a mapa se v okraji odstříhne nebo nožem podle kovového pravítka ořízne.“* ²⁶ Dále píše Alois Vokrčka o upevnění dřevěných lišt na zavěšení mapy. To je z hlediska restaurátorského kodexu nepřijatelné, stejně tak ořezávání mapy v okrajích.

Dále se v knize píše o napínání mapy ke složení, kdy je potřeba mapu rozřezat na potřebný formát („*zpravidla na kapesní formát A6*“).²⁷ Tento text a postup Aloise Vokrčky je potřeba chápat s určitou rezervou a spíše informativně. Text je určen za učebním účelem jako základy knihařské výroby v 70. letech 20. století.

V tomto případě je na místě odcitovat několik důležitých vět z Teorie Restaurování Cesare Brandiho. „*Avšak vyslovením principů, na nichž má restaurování spočívat, a provedením restaurátorského zákroku je ještě nutno zaplnit mezeru, kterou bychom v právní problematice nazvali nařízením. To znamená, že i když nadále trváme na tom, že jak pro sám pojem uměleckého díla jako unicum, tak pro neopakovatelnou jedinečnost historického dění bude každý restaurátorský případ případem jedinečným, a ne jedním prvkem v rovnoměrné řadě, přesto bude možno vyčlenit některé rozsáhlejší skupiny uměleckých děl, a to právě na základě referenčního systému, v němž je umělecké dílo uměleckým dílem jako historická památka i jako forma.*“²⁸

V knize Restaurování a konzervování archiválií a knih je podlepování velkých formátů popsáno takto: „*Předem vysrážené plátno se vypne na dřevěné desce přibitím nebo přilepením. Pomalu schnoucím lepidlem se natře plátno i papírový artefakt, který se na ně přenese. Chybějící místa se podloží kousky vhodného papíru. Od středu pečlivě uhladíme a zbavíme bublin i přebytků lepidla. Při schnutí dochází ke smršťování a tím i k vypnutí podlepeného dokumentu. Velmi poškozené velkoformátové památky se položí lícem na podložku (např. plexisklo). Na rub se nanese lepidlo a přiloží se lepidlem rozvlhčené plátno či pevný papír. Chybějící místa se podloží papírem a pečlivě se od středu uhladí. Přečnívající okraje podložky se přilepí nebo zatíží, takže při schnutí dojde k vypnutí dokumentu. Někteří restaurátoři upřednostňují postup, při kterém je písemnost nejprve podlepena nekyselým strojním či japonským papírem a poté popsáním způsobem přenesena na plátno.*

Výše uvedený proces přináší v praxi řadu úskalí a vyžaduje zkušenost. Je nutno předem ověřit, zda se podlepovaný dokument neskládá z více částí, které by se oddělily při pokusu o přenos ve zvlhčeném stavu.

Vzhledem k rozměrům vystupuje do popředí faktor roztažnosti vlhkého a smršťování schnoucího papíru. Při podlepení nedostatečně zvlhčeného papíru vzniknou vlny a vrásky. Ještě větší úskalí skýtá sušící proces. Po pevném uchycení zcela rozvlhčeného dokumentu může dojít při vysychání k jeho roztrhání. To hrozí především na papírové podložce, kde je nutno vypínat předsušený dokument či provést dosušení ve velkoformátovém lisu. Důležitý je rovnoměrný nános lepidla. Při nedostatečném nánosu vznikají boule neslepených vrstev, při nadbytečném nánosu se vytvářejí místní deformace způsobené tvrdým filmem lepidla a jeho pomalým schnutím. Důležitá je také rovnoměrnost vysoušení celé podlepené plochy, které napomáháme případným zvlhčováním. Rizika lze omezit využitím laminační techniky. Nosnou podložku je možno předem upravit nánosem polymerního filmu a pomocí rozpouštědla, či tepla spojit s originálem. Velkoformátové laminátory jsou komerčně dostupné stejně jako textilní laminační podložky.“²⁹

2. 4. Příklady z praxe

2.4.1 Restaurování anglických tapet

Tento příklad je vybrán z toho důvodu, že restaurování tapet patří k poměrně málo zpracované problematice v české odborné literatuře, jak tvrdí sami restaurátorky tapet a zároveň autorky referátu X. semináře restaurátorů a historiků v Litomyšli.³⁰

Jednalo se o tapety pocházející ze Západočeského muzea v Plzni. Původem tapet by měla být Anglie kolem roku 1900. Autor tapet byl neznámý, avšak podle stylu lze návrh na tapetách klást do okruhu Arts and Crafts. Tapety podle všeho prošly nelehkým osudem při rekonstrukci muzea, kde byly tapety uloženy.

Před započítím restaurátorských prací byl proveden důkladný průzkum sestávající z chemicko-technologických analýz složení všech přítomných materiálů.

Tapety byly zachovány v pásech o výšce cca 170 cm a rozdílné šířce závisející na velikosti polepovaných zdí.

Podložka tapety byla z papíru vyrobeného ze slámové a dřevní celulosy s malým obsahem elementů jehličnatého dřeva.

Na povrchu tapet bylo dotykovou elektrodou změřeno pH a také byly identifikovány některé pigmenty barevné vrstvy.

Na základě vyhodnocení výsledků průzkumu a konzultací byl postup restaurátorských prací následovný: byla provedena dezinfekce, sesazení fragmentů (z lícové strany), mechanické čištění, doplnění chybějících částí, podlepování (bude podrobněji popsáno níže), tmelení prasklin a trhlin, retuše, povrchová úprava (akrylátovým kopolymerem Paraloidem B 72). V referátu se také mluví o předpokládaném průběhu dalších prací, kde jsou zvažovány dvě varianty.

V první variantě, měly být pro tapety připraveny omítky z říčního písku a vápenným štukem. Po dvou až třech měsících vysychání těchto omítek měly být zdi polepeny filtračním papírem, na který by po dokonalém vyschnutí byly lepeny jednotlivé pásy tapet. Dále byla zvažována varianta, při které by tapety byly upevněny na panely a teprve ty pomocí roštu připevněny ke zdi. Jako zjevnou výhodou této možnosti je uváděn proudící vzduch mezi tapetami a zdí, a také možnost kdykoli jednoduše tapety demontovat.

Podlepování – nejprve byly provedeny rozsáhlé zkoušky související s výběrem vhodného lepidla a podlepovaného materiálu. Nejlepší výsledky byly dosaženy s pšeničným škrobem. Původní záměr použít pro podlepení některý z typů netkané textilie, se na základě provedených modelových zkoušek, ukázal jako nepraktický. Nakonec byl použit japonský papír (23 g/m²) dodávaný v roli. Prováděné zkoušky měly také za cíl ověřit, který z materiálů má být lepidlem natíraný – tapeta, japonský papír, případně obě vrstvy. Nejlepší soudržnost se projevila u vzorků, kde byl suchý japonský papír přihlazen na dostatečně namazanou podložku.³¹

Samotný postup je popsán následovně: *„Tapeta byla nejprve položena na větší pás fólie Melinex lícem dolů a konsolidována roztokem Tylose MH 300 v uhličitane hořčnatém. U zkroucených ztvrdlých tapet toto vlhčení umožnilo jejich částečné vyrovnání. Navlhčení rubu usnadnilo také jeho dočištění a odstranění posledních zbytků novin. Celá plocha pásu byla poté natřena pšeničným škrobem.*

Škrob byl pokaždé připraven čerstvý s přidavkem 2 % Septonexu. Na natřený povrch byl položen suchý japonský papír, dokonale přhlazen a spojen s papírem tapety štětcem. S pomocí fólie Melinex byla tapeta otočena podlepeným rubem dolů na stejně velký pás netkané textilie. Po vizuální kontrole všech spojů a odstranění většiny papírové pásky, kterou bylo možné ve vlhkém stavu lehce sloupnout z povrchu, se zatížený pás nechal vysychat. Reliéfní povrch tapety byl chráněn filcovým prokladem, jejímu přilepení k podložce zabraňovala netkaná textilie. Po dvou až třídním schnutí byly pásy uloženy pod mírnou zátěží.“³²

Pozn. Následující příklady jsou s laskavým svolením demonstrovány na základě vlastních zkušeností tak, aby poukázaly na základní problémy i postupy při restaurování a podlepování uměleckých děl na papíru.

2.4.2 Restaurování mapy Turkaňského rudného pásma

Tento příklad má poukázat na odstraňování již v minulosti nevhodně provedených zpevňovacích zásahů podložky díla, dále na možnost rerestaurování nového zásahu podlepení díla a také na volbu vhodného uložení díla. Stav díla před, v průběhu a po restaurování je na obr. č. 2, 3 a 4.

Jednalo se o mapu Turkaňského rudného pásma z Muzea stříbra v Kutné Hoře. Autorem ručně malované mapy byl Andreas Brukner a datace vzniku díla je rok 1665. Rozměry díla byly 144,5 x 51 cm, přičemž bylo dílo slepeno ze dvou stejně velkých polovin ručního papíru. Na díle byly provedeny sekundární úpravy, jako papírové záplaty v místech, kde došlo ke ztrátám papírové podložky. Dále mnohočetné trhliny a oddělené části byly přelepeny nejrůznějšími lepicími páskami. Celek mapy byl podlepen jemným bavlněným plátnem pomocí škrobu nebo směsí škrobu a dextrinů. Dílo bylo podrobeno důkladnému průzkumu před započítím restaurátorských prací.

Z důvodu nekvalitně provedeného druhotného zásahu a působení kyselého prostředí z pojiva textilního podlepu bylo rozhodnuto, že plátno i lepicí pásky budou sejmuty. Originální papírová podložka díla byla v natolik destruktivním stavu, že bylo nutno ji celoplošně podlepit.

Restaurátorské zákroky byly následovné: suché čištění, sejmutí papírové podložky z textilního podlepu, zjištění hodnot pH, sejmutí lepicích pásek a papírových záplat, separace dalších zásahů, dočištění zadní strany (odstranění lepidla), vyrovnaní nerovností, zpevnění a zajištění poškozených míst, doplnění chybějících částí záplatami dolitými probarvenou papírovinou, nakašírování díla na nový materiál, lokální scelující retuš, adjustace dle návrhu investora.

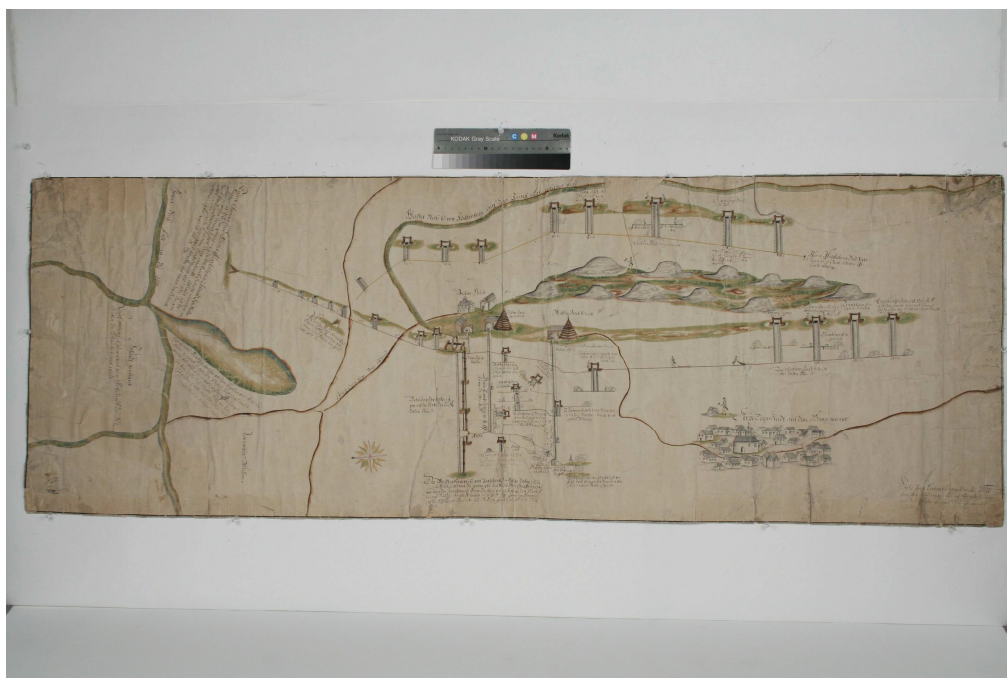
Na tomto místě je vhodné podrobněji popsat postup nakašírování díla na nový materiál a adjustaci.

Pro nakašírování mapy byl zvolen japonský papír (35g/m²). Po provedení zkoušek různých lepicích médií a s přihlédnutím ke zkouškám rozpustnosti jsme jako adhezivum zvolili 3% vodno-etanolový roztok Tylose MH 6000 v poměru 1:1. Japonský papír byl rozdělen na čtyři části a postupně byl nakašírován na zadní stranu mapy. Japonský papír jsme nechali přecházet přes okraje díla v délce asi 7 cm pro systém adjustace. Přebytečné lepidlo a vzduchové bubliny jsme pomocí širokého štětce a válečku vytlačili přes povrch HollyTexu. Dílo bylo zatíženo pod HollyTexem, filtračními papíry a dřevěnou deskou. Takto bylo ponecháno až do dokonalého vyschnutí po dobu cca 48 hodin.

Z důvodu nevodných klimatických podmínek (vysoká RHV) v expozici bylo nutné dílo napnout na podpůrnou desku.

Poté byla zhotovena podpůrná deska (s povrchovou úpravou) s dřevěnou lištou pro adjustaci díla, která byla polepena neutrálním papírem (120 g/m²). Jako lepidlo jsme pro tento účel použili Akrylkleber 489-20x. Na tuto desku jsme mapu napnuli za přecházející japonský papír, který byl nalepen ze zadní strany na dřevěnou lištu 4% vodným roztokem Tylose MH 6000. Systém napnutí díla na podpůrnou lištu je rozkreslen na obr. č. 5. Dřevěná lišta byla na dvou místech opatřena sponami na zavěšení.

Na závěr bylo dílo vloženo do desek z lepenky archivní kvality, aby bylo zajištěno optimální uložení díla mimo expozici.³³



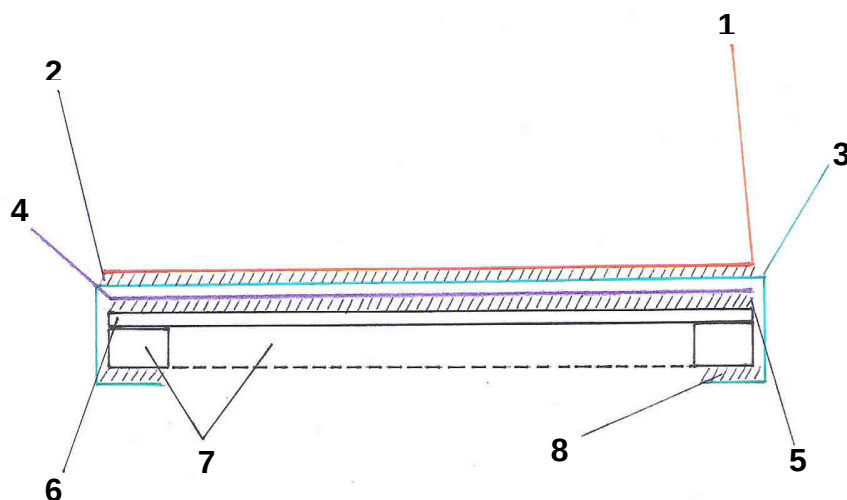
Obr. č. 2 Stav před restaurováním, celkový pohled na přední stranu díla denní rozptýlené světlo.



Obr. č. 3 Stav po restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.



Obr. č. 4 Průběh restaurování, dílo napnuté na podpůrnou desku, pohled z boku, denní rozptýlené světlo.



Obr. č. 5 Nákr. systému napnutí díla na podpůrnou desku, řez.

Vysvětlivky:

1 – dílo

2 – 3% roztok Tylose MH 6000 etanol:voda, 1:1

3 – japonský papír (35 g/m^2)

4 – neutrální papír (120 g/m^2)

5 – adhezivum- Akrylkleber 498-20x

6 – odlehčená deska (povrchově upravená)

7 – dřevěná lišta slepého rámu

8 – 4% vodný roztok Tylose MH 6000

2.4.3 Restaurování světlotiskové reprodukce „Madona s dítětem“

Tento příklad je uváděn pro demonstraci aplikace díla na papíru na plátno. Stav díla před, v průběhu a po restaurování viz na obr. č. 6, 7 a 8.

Restaurovaným objektem byl závěsný obraz světlotiskové reprodukce olejomalby umístěný na Faře Dolní Újezd. Autorem olejomalby je František Dvořák. Papírová podložka světlotisku byla naaplikována na textilním plátně (lněném), které bylo napnuté na napínací rám a vloženo do ozdobného dřevěného rámu.

Na objektu byl proveden důkladný průzkum a provedeny chemicko-technologické analýzy.

Protože původní plátno již z větší části neplnilo svůj účel, podložka vykazovala nízké pH, relativně vysoké ztráty původní papírové podložky a její nízkou kvalitu, bylo potřeba dílo naaplikovat na novou podložku tak, aby bylo možné dílo opět napnout na napínací rám. Po provedení všech potřebných restaurátorských úkonů bylo přistoupeno k naaplikování díla na plátno následujícím způsobem: Jako podpurná podložka, na kterou byla světlotisková reprodukce naaplikována, bylo bavlněné plátno (vazba plátňová, 27 nití na cm²), které bylo nejprve vypráno jádrovým mýdlem v teplé vodě a po vyschnutí vyžehleno. Plátno bylo pomocí kovových spon napnuto na dřevěnou desku opatřenou igelitovou fólií. Dále byla připravena „kašírovací“ směs z řídkého škrobu a 4% vodného roztoku Tylosy MH 6000 v poměru 2:1 s přidáním několika kapek dezinfekčního prostředku Ajatinu. Napnuté plátno bylo natřeno první vrstvou této směsi. Po dokonalém vyschnutí a vypnutí bylo plátno natřeno druhou vrstvou připravené směsi, tentokrát však přes Japonský papír 11 g/m² přiložený na plátno. Po vyschnutí bylo plátno opět opatřeno třetí vrstvou směsi. Mezitím bylo dílo lehce provlhčeno destilovanou vodou a pomocí HollyTexu přiloženo zadní stranou na povrch natřeného plátna. Z přední strany byl na dílo přiložen HollyTex a pomocí válečku a suchého štětce vytlačeny nežádoucí vzduchové bubliny. Dílo bylo takto ponecháno až do dokonalého vyschnutí (cca 48 hodin) ve stabilních klimatických podmínkách při teplotě 18°C a 55% relativní vlhkosti. V průběhu schnutí bylo dílo pravidelně kontrolováno.

Dále se přistoupilo k nápodobivé retuši. Dílo bylo sejmuto z dřevěné desky a pomocí kovových spon napnuto na nový napínací rám ze smrkového dřeva. Rám byl na horní liště opatřen sponou na zavěšení obrazu. Po zrestaurování ozdobného rámu bylo dílo do tohoto rámu upevněno pomocí kovových hřebíků.³⁴



Obr. č. 6 Stav před restaurováním, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.



Obr. č. 7 Stav v průběhu restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.



Obr. č. 8 Stav po restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

2.4.4 Restaurování perokresby „Akt“

Tento příklad je vybrán pro ukázkou napínání papírového artefaktu na sklo. Stav díla před restaurováním a po restaurování viz obr. č. 9 a obr.

č. 10.

Předmětem restaurování byla perokresba - „Akt“ z Galerie hlavního města Prahy. Autorem perokresby je Zdeněk Tůma a je datována do roku 1938. Podložkou díla je ruční papír o rozměrech 515 x 657 mm. Pro metodu nakaširování díla na novou podložku bylo rozhodnuto na základě velké trhliny téměř napříč celého díla a díky jeho větším rozměrům a nepříliš obratné manipulaci s dílem. Jako podpurná podložka byl zvolen japonský papír (35 g/m²).

Po všech předcházejících restaurátorských zákrocích bylo přistoupeno ke kaširování následovně:

Nejprve bylo potřeba trhlinu z přední strany zajistit japonským papírem proti pohybu, aby se s listem při kaširování lépe manipulovalo. Pak byla připravena směs vhodná pro kaširování: řídký škrob + 3 kapky 5% lautercidu + destilovaná voda + 4% Tylosy MH 6000 v poměru 2 díly škrobu a 1 díl Tylosy. Dále byl na sklo položen silný japonský papír a v celé jeho ploše natřen již připravenou směsí tak aby se dobře přilepil ke sklu, a pomocí štětců byly vytlačeny do stran vzniklé vzduchové bubliny. Mezi tím byl lehce navlhčen list originálu a po chvíli postupně položen zadní stranou na natřený japonský papír. Pomocí HollyTexu a gumového válečku byly opět odstraněny přebytečné vzduchové bubliny, které se vytvořily pod listem papíru. Takto nakaširovaný list papíru byl ponechán ve stabilizovaných klimatických podmínkách, aby vyschnul. Dále bylo přistoupeno k retuším imitativním způsobem. List papíru byl sejmут ze skla a oříznut po všech stranách tak, aby japonský papír přesahoval 3 – 5 mm přes okraje originálu. Takto bylo dílo vloženo do složky z alkalického kartonu.³⁵



Obr. č. 9 Stav před restaurováním, celkový pohled na přední stranu díla, boční světlo.



Obr. č. 10 Stav po restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

2. 5 Optimální podmínky uložení „nakaširovaných“ děl

Jak již bylo řečeno v kapitole 2. 2., příčiny poškození papíru jsou nejrůznějšího charakteru. Proto je nutné dbát vhodných podmínek uložení, které mohou těmto poškozením předcházet. V případě nakaširovaných uměleckých děl je potřeba dbát také na barevnou vrstvu a použít adheziva.

Roman Straka uvádí doporučené podmínky uložení pro papír a papírové dokumenty. „*Jsou-li dokumenty trvale využívány, je vhodné volit vyšší stabilní teplotu uložení (doporučováno 19 - 21 °C). U méně využívaných fondů je naopak dobré zajistit nízkou teplotu.*“

*Pro historické fondy a sbírky obsahující kromě knižních vazeb také pergamenové listiny s pečeti, aktový materiál a všechny ostatní papírové dokumenty jsou stanoveny optimální hodnoty uložení na 55 ± 5 % relativní vlhkosti (dále jen RV) a 15 ± 2 °C. Akceptovány jsou dlouhodobější pozvolné změny teploty a relativní vlhkosti v rozmezí 13 – 31 °C a 40 – 60 % RV, jinde 45 – 55 %. Novější odkazy trvají na přísnějších parametrech, které se pohybují mezi 40 – 50 %.*³⁶ Doporučená relativní vlhkost a teplota pro uložení archivních a knihovních materiálů jsou dle normy ISO / DIS 11799 následovné: Optimální uložení pro papír je teplota min. 2 °C a max. 18 °C s akceptovatelnými změnami ± 1 °C. Relativní vlhkost by měla být min. 30 % a max. 50 % s akceptovatelnými změnami ± 5 %. Pro pravidelně využívaný papír je doporučena teplota min. 14 °C a max. 18 °C s akceptovatelnými změnami ± 1 °C. Relativní vlhkost je doporučena min. 30 % a max. 50 % s akceptovatelnými změnami ± 5 %.

*„Pokud jsou v depozitáři uskladněny výhradně dokumenty zaznamenané na papírovém nosiči, zejména novodobém, s vysokým obsahem dřevní hmoty, jsou kvůli zpomalení degradačních reakcí a snížení reaktivity vzdušných nečistot doporučovány co nejnižší hodnoty jak relativní vlhkosti vzduchu, tak teploty. Vlhkost by v žádném případě neměla přesáhnout 50 %. Tento požadavek je respektován řadou norem a doporučení: Národní archiv Spojených států amerických stanovil pro uložení papírových dokumentů ve své nové budově jako optimální relativní vlhkost 45 % a teplotu 21 °C, jinde v literatuře jsou citovány hodnoty 30 ± 5 % a 20 ± 2 °C.“*³⁷

Důležitá je dále ochrana proti dennímu světlu či jinému škodlivému osvětlení.

„Přiměřenou ochranu lze obecně zajistit pouze souběžným snižováním intenzity osvětlení, vhodným spektrálním složením světla (bez ultrafialového a infračerveného záření) a omezením doby osvětlení.

Způsob ochrany je významně ovlivněn citlivostí jednotlivých druhů památek, přesněji citlivostí materiálů, ze kterých jsou památky vytvořeny. Citlivost je dána jejich schopností absorbovat přijímané záření.

Čím je energie záření vyšší, tím rychleji v materiálu probíhají degradační procesy a tím dříve se projeví poškození.

Na základě dlouholetých zkušeností byly materiály památek rozděleny do tří kategorií a pro každou z nich stanoveny nejvyšší doporučené hodnoty osvětlení. Je však třeba zdůraznit, že navržená osvětlení vůbec neznamenaají, že nasvícením konkrétního dokumentu světlem o nižší intenzitě než doporučované by nedošlo vůbec k žádnému poškození. (Takovou hranicí je snad pouze naprostá tma, při které jsou dlouhodobě skladovány zvláště citlivé památky a na světlo vynášeny pouze v ojedinělých případech). Není zde zohledněn ani významný degradační účinek ultrafialového záření.“³⁹

Mezi nejcitlivější materiály z hlediska uměleckých děl na papíru patří textilie, vodové barvy, tisky a kresby, známky, manuskripty, miniatury, temperové malby, tapety a kvaše. Pro tuto skupinu je doporučováno osvětlení 50 luxů.⁴⁰ *„Příčinou stanovené přísně nízké intenzity světla je především velmi malá stálost psacích a výtvarných prostředků (většiny historických barev, lakových pigmentů a živočišných barviv) a nekvalitní papírová podložka s vysokým podílem dřevoviny.“⁴¹*

Do skupiny středně citlivých materiálů z hlediska uměleckých děl na papíru lze zařadit olejové a temperové barvy. Pro tuto skupinu je doporučováno osvětlení 150 luxů.⁴²

„Neomezená intenzita osvětlení je vhodná pouze pro vysoce odolné materiály, jakými jsou kovy, kámen, keramika, sklo apod.“⁴³

„Způsob ochrany archivních materiálů proti působení denního světla je v první řadě závislý na charakteru budovy, v níž jsou archivní materiály uloženy.“⁴⁴

V případě historických budov je situace poněkud složitější. *„Úpravy, které mají zajistit ochranu proti dennímu světlu, nesmí změnit nejen historický charakter oken, ale ani vzhled celé budovy. Speciálně upravené sklo, reflexní sluneční filmy a polymethylmethakrylátové či polykarbonátové desky určené pro filtraci světla jsou většinou výrazně zabarvené.“⁴⁵*

Následná doporučení se vztahují na díla, která jsou vystavována, nebo jsou přímo součástí (tapety) historických budov.

„V řadě případů pro historické budovy je vhodné použít „historická“ opatření, která vedou ke snížení přístupu světla a UV záření. Většinou se jedná o úpravy používané pro ochranu před slunečním světlem již po několik století.

Poměrně jednoduché je nainstalovat okenní rolety a používat je v době přímého slunečního ozáření oken a v době, kdy místnost není používána.“

⁴⁶

*„Většinou je možno použít k zamezení vstupu světla do místnosti stávající dřevěné okenice, ovšem za předpokladu, že jsou v pořádku a schopné provozu.“*⁴⁷

K omezení přístupu denního světla je také možno použít žaluzie, draperie a záclony.⁴⁸

*„Je přirozené, že významnému poškození objektů světlem je možno zabránit tím, že jsou umístěny mimo dopad přímého slunečního světla, tedy do oblasti kam dopadá světlo rozptýlené odrazem od nátěru stěn. Jednoduchou metodou jak omezit dopad UV záření je, že pro výmalbu stěn místností jsou použity barvy, které obsahují oxid zinečnatý a titaničitý. Tyto oxidy pohlcují UV záření, ale neodstraňují je úplně.“*⁴⁹

*„V řadě případů tato opatření nestačí a do místnosti vstupuje nadměrné množství UV záření. V takovém případě je nutno přistoupit k použití UV filtrů.“*⁵⁰

*„V posledních letech se stále výrazněji mezi degradačními činiteli prosazuje znečištění atmosféry. Jde především o plynné exhaláty, ale také tuhé částice souhrnně označované jako prach.“*⁵¹

*„K ochraně před prachem přispívá uložení dokumentů do vhodného ukládacího prostředku – uzavíratelné papírové kapsy, tubusy, lepenkové krabice apod.“*⁵² Na tato opatření by měly být používány materiály výhradně archivní kvality – nekyselý karton či lepenka, materiály s alkalickou rezervou atp. Tyto ukládací systémy by měly také posloužit jako ochrana před mechanickým poškozením.

U uměleckých děl s pastóznější či porosní barevnou vrstvou, která jsou vystavována, je zasklení nezbytnou nutností, jinak by byly v krátké době zničeny kouřem a prachem vnikajícím přímo do barevné vrstvy, jak upozorňuje Bohuslav Slánský u závěsných obrazů.⁵³

2.6 Charakteristické vlastnosti adheziv zvolených pro experimentální část

2.6.1 Kožní klíh

Jedná se o vodorozpustný protein získaný částečnou hydrolýzou (denaturací) kolagenu. Kolagen se ve velkém množství vyskytuje právě v živočišných kůžích. Je možno jej hydrolyticky štěpit přes stadium želatiny a klihu na sloučeniny s nižší molekulovou hmotností. Klíh obsahuje mimo želatinu značné množství produktů hydrolytického rozpadu kolagenu (peptony, polypeptidy, aminokyseliny), které ovlivňují jeho koloidně-chemické, příp. další vlastnosti a rozlišují tak želatinu od klihu. Pro přípravu kožního klihu se používají podřadnější druhy kůží, králíčí a zaječí kůže atp. V minulosti byly zpracovávány i zbytky pergamenu. Klíh je nažloutlý až hnědý. V případě želatiny jsou používány mírnější podmínky přípravy (teplota, doba zpracování) než při přípravě klihu. Tyto mírnější podmínky pak umožňují vznik čisté želatiny, bez nízkomolekulárních podílů. Čím větší množství těchto podílů obsahuje klíh, tím je horší jakosti. Poskytuje méně kvalitní gel a zároveň má horší pojivé vlastnosti. Při teplotě do 20°C se ve vodě prakticky nerozpouští, ale silně botná. Stupeň botnání závisí na pH. Při zahřátí na 35°C tvoří ve vodě viskózní koloidní roztoky. Viskozita klihu je ovlivněna molekulovou hmotností, koncentrací a teplotou. Ovlivňují ji rovněž přídavky solí, zvyšuje ji např. přídavek solí chromitých, hlinitých atp. Viskozitu rovněž zvyšuje přídavek formaldehydu. Nadměrným zahříváním roztoků klihu nad 55°C se snižuje jejich viskozita. Toto snížení viskozity je důsledkem celkového poklesu molekulové hmotnosti proteinu a projeví se i poklesem pevnosti gelu a dále i poklesem pojivých schopností. Rozklad želatiny je urychlován působením kyselin a alkálií, příp. působením proteolytických enzymů a mikroorganismů.

Kvalita klihu je určena především dvěma vlastnostmi: viskozitou jejího roztoku a pevností (tuhostí) gelu. Se stoupající pevností gelu se zvyšuje pojící schopnost klihu, neboť pevnější gel přejde po odpaření vody v pevnější pojivý film. Tento film, pokud do výchozího roztoku klihu nebyla přidána síťovadla, je na rozdíl od kaseinu ve vodě zcela rozpustný.

Za běžných podmínek mají kvalitnější klišy charakterizované vyšší viskozitou roztoků i vyšší pevnost gelu, a poskytují tedy i pevnější spoje.

V současné době se klišu používá k lepení dřeva, dýh atp. Používá se ho rovněž při vázání knih, při lepení papíru, k pojení netkaného textilu a k výrobě brusných papírů.

V umělecké tvorbě je klíš používán především jako pojivo k přípravě křídových nebo sádrových podkladů. Snahou je používat klíš s co největší pevností gelu, což umožňuje vysoké plnění podkladového nátěru.

V minulosti byla vyráběna celá řada klišových pojivových látek. Rozlišovaly se jednak kvalitou výchozích surovin, dále způsobem přípravy a čištění a konečně i přidavkem různých, většinou změkčujících látek (kupř. medu).

Vcelku lze shrnout, že s rozvojem a koncentrací průmyslu stoupá produkce omezeného počtu nejčastěji používaných druhů želatin a klišů místo celé řady speciálních, úzce zaměřených druhů vyráběných dříve. S některými druhy klišů, slavnými v minulosti, se již v současné době nesetkáváme. Rovněž je nutno poznamenat, že vzhledem k chemické podobnosti různých klišů je v současné době prakticky nemožné analyticky stanovit, jaký druh klišu byl použit.⁵⁴

2.6.2 Vyzina

Vyzina je nejvyšší druh rybího klišu pro výtvarnou a restaurátorskou práci. Vyrábí se z vnitřní vrstvy plovacího měchýře jeseterovité vyzy (Huso huso). Dodávána je v tenkých průsvitných šupinách či v práškové podobě. Při použití se nechává nabobtnat ve studené vodě a posléze je rozpuštěna v teplé vodě na koloidní roztok způsobem podobným jako jiné klišy. Její roztoky nacházejí uplatnění jako lepidla při konzervaci papíru a konzervaci pergamenu. Běžně je roztok tohoto rybího klišu používán k ochranným nátěrům povrchu matového plátkového zlacení. Kvality klišu vyziny byly známé po staletí, např. ji zmiňuje Heraklius (v 10. stol.) jako velmi vhodnou k lepení zlaté fólie na slonovinu.⁵⁵

2.6.3 Škrob

Škrob a jeho deriváty nacházejí rozsáhlé uplatnění v průmyslu. Jsou používány jako lepidlo, pojivo, zahušťovadlo, šlichtovací prostředek atp. nacházejí však uplatnění i v restaurátorské praxi. Nejčastěji používané škroby pocházejí z obilí, rýže a brambor.

Škrob je polysacharid s obdobnou strukturou jako celulóza. Jeho základní jednotkou je glukosa.

Tento polysacharid se skládá ze dvou typů makromolekul. Lineární makromolekuly tvoří podstatu amylosy a rozvětvené makromolekuly amylopektinu.

Škrob sestává dle rostlinného původu ze zrn různé velikosti a tvaru. Škrobová zrna ve studené vodě nevratně botnají a nepatrně mění svůj objem. Za zvýšené teploty dochází k hydrataci (mazovatění) škrobových zrn. Při tomto procesu jsou tepelnou energií narušovány sekundární vazby mezi makromolekulami škrobu (vodíkové můstky) a tyto jsou hydratovány molekulami vody. Vzniká trojrozměrná síť, která obsahuje značné množství fyzikálně vázané vody.

Teplota, při níž škroby přecházejí v maz, se nazývá teplotou mazovatění (pro běžné škroby bývá 52 - 70°C) a je možno i ovlivnit přidavkem solí.

Z hlediska použití škrobu je důležité, že škrob po ochlazení vytváří gel. Při tomto ději se znovu vytvářejí silné asociační vazby pomocí vodíkových můstků, přičemž významnou roli v tomto procesu hrají lineární molekuly amylosy. Zvýšená pohyblivost umožňuje jejich snadnou asociaci.

Základní nevýhodou škrobu je, že přechází do koloidního roztoku pouze za zvýšené teploty a že z něho nelze připravit roztoky o vysokých sušinách. Chemickým, enzymatickým příp. oxidačním odbouráním škrobu je možno snížit jeho molekulovou hmotnost a dosáhnout tak nižší teploty mazovatění, vyšší stability roztoků, vyššího obsahu sušiny, nižší viskozity roztoků atp. ⁵⁶

2.6.4 Tylose MH

Methylhydroxyetylcelulóza (MHEC), v konzervátorské praxi známa pod obchodním názvem Tylose MH. *„Následné číslo uvádí viskozitu 2% roztoku a je úměrné velikosti makromolekuly. Pro lepení jsou užívány vodné roztoky Tylose MH s číslem vyšším než 1000.“*⁵⁷ Po chemické stránce vzniká z derivátů celulosy. Deriváty celulosy pocházejí všechny z téže suroviny, kterou je čistá celulóza ze dřeva nebo bavlny. Tato čistá celulóza se zalkalizuje reakcí s NaOH. Po této přípravě se z ní dají připravit rozličné ethery pomocí různých etherifikačních činidel. V závislosti na požadovaném etheru jsou používána různá činidla.⁵⁸ Pro methylhydroxyetylcelulózu je to metylchlorid a etylenoxid. *Stupeň substituce se pohybuje mezi 1,5 - 2,0. MHEC je rozpustná ve vodě. Používá se jako zahušťovadlo, koloidy ochranné, lepidlo, prostředek k impregnaci papíru, apretační a separační prostředek, pojivo barev atp.*⁵⁹ Na základě testů methylhydroxyetylcelulóza patří mezi ethery celulosy, které se uplatnily jako nejvhodnější lepidla pro restaurátorskou praxi. Roztoky MHEC a stejně tak i ostatních éterů celulosy se připravují v koncentracích do 10%, kdy jsou ještě roztíratelné. Musí být bezbarvé. Reakce roztoku MHEC má být neutrální či mírně zásaditá a lze ji upravit přidávkem kyselin či zásad. Lze připravit vodné i vodně etanolové roztoky. Filmy vzniklé vyschnutím roztoků jsou bezbarvé, pevné a pružné. Nevýhodou je určitá hygroskopičnost. Velmi pozitivní je jejich mikrobiální odolnost a zdravotní nezávadnost.⁶⁰

2.6.5 Klucel G

Hydroxypropylcelulóza (HPC), éter celulózy, který se připravuje reakcí propylenoxidu hydroxylovými skupinami celulosy. Je známá pod firemním názvem Klucel. Přestože její lepidivé ani konsolidační vlastnosti nejsou nijak oslnivé, HPC pronikla do praxe díky dvěma vlastnostem. Prvou je schopnost rozpouštět se pouze ve studené vodě. Při teplotách nad 45°C je již slep vodovzdorný. Druhou je rozpustnost v bezvodých alkoholech. K těmto roztokům lze přidat určité množství nepochopitelných rozpouštědel (např. toluen).

Tyto vlastnosti dávají možnost využít HPC jako pomocného či alternativního lepidla.⁶¹ Platí pro něj podobné závěry jako pro ostatní étery celulózy, viz výše v poznámce č. 60. Dr. Ing. M. Ďurovič a Ing. H. Paulusová uvádí typy Klucelů a jejich viskozitu odpovídající relativní molární hmotnosti viz obr. č. 11.

Základní označení:

Tabulka 1: Typy Klucelů

a jejich viskozita dpovídající rel. mol. hmotnosti

Standard – určený pro průmyslové využití

Food (F) – určený pro potravinářství, kosmetiku a farmacii; je rovněž vhodný i pro restaurátorské účely

Typy		Hmotnostní koncentrace ve vodě				M _w (b)
Standard	Potravinář.	1%	2%	5%	10%	
H	HF	1500–3000	–	–	–	1 150 000
M	MF	–	4000–6500	–	–	850 000
G	GF	–	150–400	–	–	370 000
J	JF	–	–	150–400	–	140 000
L	LF	–	–	75–150	–	95 000
–	EF	–	–	–	200–600	80 000
E	–	–	–	–	150–700	80 000

Tabulka 2: Typy Klucelů

a jejich viskozita dpovídající rel. mol. hmotnosti

(a) všechny viskozity jsou stanoveny při 25 °C Brookfieldovým LVF viskozimetrem

(b) průměrná molekulová hmotnost byla stanovena chromatograficky

Typy		Hmotnostní koncentrace ve vodě				M _w (b)
Standard	Potravinář.	1%	2%	5%	10%	
H	HF	1000–3000	–	–	–	1 150 000
M	MF	–	3000–6500	–	–	850 000
G	GF	–	75–400	–	–	370 000
J	JF	–	–	75–400	–	140 000
L	LF	–	–	25–150	–	95 000
E	EF	–	–	–	150–700	80 000

Obr. č. 11 Typy Klucelů a jejich viskozita odpovídající relativní molární hmotnosti.

2.6.6 Akrylep 545

V technickém listu firmy Lear a. s. jsou uvedeny následující informace: Jedná se o disperzní vodné lepidlo složené z akrylátové disperze, aditiv a konzervačního prostředku. Je zdravotně a ekologicky nezávadné a nehořlavé podle zákona 352/2000 Sb. o chemických látkách a přípravcích a podle evropské směrnice 96/112/EEC. Je již připraveno k použití. Akrylep 545 se používá pro ruční nebo strojní lepení kartonáže používané v archivnictví.

Vlastnosti lepidla zabezpečují dlouhodobou životnost spoje bez negativního vlivu na kvalitu slepeného papíru.

Jeho hodnota pH se pohybuje mezi 7,5 – 8,5. Lepidlo bylo úspěšně testováno Státním ústředním archivem v Praze.⁶²

Lucie Weberová ve svých studiích uvádí následující zjištění u Akrylepu 545x1 (styrenakrylátová disperze) a Akrylepu 545x2 (vodná disperze kopolymeru styren-butylakrylát a butoxyakrylamidu): „*Mechanické vlastnosti lepidel Akrylep 545x1 a 545x2 si jsou velmi podobné. Obě lepidla zvýšila po nanesení pevnost papírové podložky, vlivem umělého stárnutí suchým i vlhkým teplem došlo k slabému poklesu tržného zatížení, ale hodnoty jsou stále vyšší než u samotného stárnutého filtračního papíru Whatman 1. Odolnost v přehybání papírové podložky se po nanesení vrstvy lepidla zvýšila. Vlivem umělého stárnutí suchým teplem došlo k poklesu počtu dvojohybů, a to hlavně u typu 545x1, naopak vliv vlhkého tepla se více projevil u typu 545x2, kde došlo k poklesu počtu dvojohybů až o 30 %. Rozdíl ve výsledcích měření mechanických vlastností po umělém stárnutí vlhkým teplem pravděpodobně způsobuje přítomnost síťujících složek v lepidle Akrylep 545x2, které mohou při vyšší teplotě způsobovat křehnutí. Optické vlastnosti obou typů lepidel jsou srovnatelné a to i se samotnou papírovou podložkou Whatman 1. I hodnoty pH studeného výluhu obou lepidel jsou akceptovatelné, navíc se tato hodnota dá upravit již při výrobě. Obě lepidla všech čtyř rozpouštědel (pozn. etanol, aceton, toluen, voda) botnají, ale nejsou snadno odstranitelná. Jako nejlepší rozpouštědlo se ukázal aceton, který je schopen narušit lepený spoj. U obou lepidel jsou rozdíly v odstranitelnosti způsobené vlivem umělého stárnutí.*“⁶³ Dále je v referátu Lucie Weberové slovně zhodnoceno, že obě akrylátová lepidla Akrylep 545x1 a 545x2 jsou vhodná pro použití na pomocné kartonážní práce či v knihařství. Nevýhodou je špatná odstranitelnost, a to především u lepidla Akrylep 545x2.⁶⁴

2.7 Charakteristické vlastnosti materiálů zvolených pro experimentální část

2.7.1 Japonský papír

„Dnes obecné označení řady jemných kvalitních papírů, tzv. washi (wa – japonský, shi – papír).

*V prvním slova smyslu jde o papír mimořádné hodnoty, vyráběný v Japonsku tradičními technologiemi. Surovinami byla lýka různých domácích rostlin, keřů a stromů (včetně bambusu). Obvykle se však používala dlouhá a pevná vlákna lýka dřevin moruše kodzu či kozo, tj. papírovníku Kazinockého (*Broussonetia papyrifera*, resp. *Kazinoky Silb.*), mitsumata či též mutsumata (*Edgeworthia pypyrifera* Salz.) a pro hedvábné, charakteristicky lesklé papíry se osvědčila zvláště dlouhá vlákna gampi *Wickstroemia canescens* Wall.).“⁶⁵*

2.7.2 Ruční papír

„Papír vyráběný především z lněných hadrů. Surovinové textilie byly rozřezány, prány, na slunci běleny a podrobeny fermentačnímu rozkladu. Rozvláknění hadroviny ve vodě se dělo ve stoupě, později v holandru. Vhodně zředěná papírovina se nabírala na kovová papírenská síta. Původní síta tvořená bambusovými rohožemi byla v 13. století nahrazena síty kovovými. Tvořila je silnějšími drátky sestavená osnova, do níž byly hustě napnuty jemné drátky tvořící útek. Síto bylo volně zasazeno do dřevěného rámečku s vystouplými okraji. Na síto měla papírna přiletovánu značku z drátků, které svoji výškou způsobí zeslabení a tím průsvitnění načerpaného papíru. Vznikne tzv. filigrán neboli průsvítka, tedy velmi důležitý průkaz totožnosti papíru, umožňující přiřadit papír určitému výrobcí. Po odkapání vody byl papírový plstěnek uložen na listy plstě, která odvedla přebytek vody. Po navršení dostatečného počtu byly plstě s papíry přeneseny do papírenského lisu, kde byly tlakem odvodněny tak, že s listem papíru bylo možno manipulovat a přenést jej k sušení, které bylo prováděno volným vyschnutím na vzduchu. Sušené archy byly posléze klíženy klihem (původně škrobem, arabskou gumou, atp.). Po klížení se papír lisoval a opět sušil.

Hlazením došlo k dalšímu zhutnění především povrchové oblasti. Původně bylo prováděno ručně kamennými či kovovými hladítky. Později se užívalo vodní síly k zdvihu palice, tlukoucí na papírový list. V 19. století se rozšířilo lisování papíru mezi dvěma kovovými válci. Dnes se papír vyrábí jen výjimečně, většinou jde o aplikovanou ručně-strojovou výrobu. Podobně se k základní surovině běžně přidává i celulóza jiného původu, zejména bavlna, která může být i sama o sobě základní surovinou. Ruční papír vyniká pevností, optimálním vzhledem a trvanlivostí.“⁶⁶ U nás se ruční papír dodnes vyrábí ve Velkých Losínách, v jedné z nejstarších historických papíren na světě, založené v roce 1596. Patří ke třem nejvýznamnějším současným evropským ručním papírenským manufakturám (vedle Cartiere Miliani Fabriano v italském Fabrianu a Moulin Richard de Bas ve francouzském Ambertu).⁶⁶

2.7.3 Lepenka

Obecné označení většinou spotřebních kartonážních papírů různé síly (od 0,3 mm až nad 1,5 mm) a vyšší váhové gramáže (plošné hmotnosti) od 250 g/m² do 4000 g/m². Bývá z málo kvalitní papíroviny, resp. dřevité drti, slámy, recyklovaných papírových materiálů, popř. materiálů vzniklých jejich kombinací. Lepenka nabízí různé kvalitativní a typové varianty. „Nabíraná“ lepenka je strojově vyráběna podobným způsobem jako strojový ruční papír. Má měkký houbovitý charakter a není trvanlivá. Ve válcových lisech se vyrábí několika vrstevnatá lisovaná (tzv. mačkaná) lepenka. Za horka válcovaná zhutněná lepenka se nazývá „prešpán“. S ohledem na kvalitu výrobní suroviny a množství zbytkových látek z výroby by tyto materiály neměly teoreticky sloužit k přímé umělecké práci, případně by měly být opatřeny kvalitními izolačními vrstvami a penetracemi. Lepenky jsou však běžně používány i k přímé malbě, a to v podobě rozličně kaširovaných a šepsovaných „malířských lepenek“, polepovaných textiliemi různé síly i hustoty.⁶⁷

2.7.4 Karton

*„Silnější papír s plošnou hmotností 150-250 g/m², představuje přechod k lepenkám. Technické kartony jsou obvykle lepeny z několika vrstev papíru. Karton slouží jako dostatečně pevná a nebortící se podložka, např. pro akvarelovou malbu.“*⁶⁸

2.7.5 Plátno (pro rentoaláž)

*„Kvalitní lněné nebělené plátno, před použitím máčené a vyvářené, aby se při aplikaci ve vodě rozpustných adheziv pro rentoaláž zamezilo objemovým změnám.“*⁶⁹ Pozn. Výraz rentoaláž je poměrně podrobně vysvětlen ve výkladovém slovníku Romana Kubičky a Jiřího Zelinger. Jedná se o nažehlování na nové plátno. Rentoaláž, někdy nazývaná „dublování“, je základní operací při komplexním restaurování malby na plátně. Běžně je originální plátno ponecháno a z rubové strany je podlepeno novým textilním materiálem pomocí vhodného adheziva pro rentoaláž. Vzniká tedy komplikovaný sendvič sestávající z barevné vrstvy, podkladu, starého plátna, adhezivní vrstvy a nového plátna.⁷⁰ *„V současné době se při rentoaláži prosazují syntetické tkaniny na bázi polyetylenteraftalátu a polypropylenu (podobné se používají k výrobě plachet sportovních lodí). Taková plátna jsou rovnoměrně tkaná, pevná a odolná vůči vlhkosti a stárnutí. Zcela odolávají mikroorganismům. Nové uplatnění nacházejí plátna tkaná ze skleněných vláken. Je-li požadována větší tuhost podložky, lze tyto nové materiály upravovat lepením několika vrstev do podoby tzv. sendvičů (polyvinylacetátovými adhezivy, např. BEVA atp.)“*⁷¹ Ve výkladovém slovníku Romana Kubičky a Jiřího Zelinger pod výrazem „plátno malířské“ je uvedeno, že plátna lněná a konopná jsou dostatečně pevná a odolná vůči ostatním vlivům. Juta, bavlna a jiné podobné materiály rychle podléhají oxidaci, jsou proto méně trvanlivé, špatně odolávají např. vlhkosti.⁷²

3 Experimentální část

3. 1 Použité materiály

3.1.1 Adheziva

Kožní klíh: 30% vodný roztok, (Topaz II, Ceiba s.r.o., Praha).

Pšeničný škrob: řídký (koncentrace se běžně neuvádí), (Ceiba s.r.o., Praha).

Tylose MH 6000: 3% vodný roztok, /metylhydroxyetylcelulóza/, (Ceiba s.r.o., Praha).

Vizina: 18% vodný roztok, (deffner & Johann, KREMER PIGMENTE GmbH & Co KG).

Tylose MH 6000: 4% vodný roztok + pšeničný škrob: řídký, v poměru 1:2 dílům, (dodavatelé jsou již jednotlivě uvedeni v této kapitole).

Klucel G: 5% vodný roztok, /hydroxypropylcelulóza/, (Gabi Kleindorfer, Vilsheim).

Akrylep 545: akrylátová disperze, číslo šarže: 19-2-1106, (Lear, a.s., Brno).

3.1.2 Chemikálie

Ajatin: N- (dimethyl-lauryl-benzylamonium) bromid, (Profarma produkt s.r.o.).

3.1.3 Materiály

Japonský papír: Kawashi 35g/m², (Ceiba s.r.o., Praha).

Japonský papír: Mino Tengujo 9g/m², (Ceiba s.r.o., Praha).

Ruční papír: 160 g/m², (Papírna ve Velkých Losinách, 60 % bavlna : 40 % len).

Karton: 220 g/m², kreslicí karton – bílý, (č. výrobku: 240/001013 V – 01, Ospap).

Lepenka: 2 mm, AlphaCell, (Ceiba s.r.o., Praha).

Bavlněné plátno: vazba plátňová, 27 nití na cm², galanterie Litomyšl.

Lněné plátno: vazba plátňová, 16 nití na cm², výtvarné potřeby LátaL, Litomyšl.

3. 2 Příprava modelových vzorků

V průběhu přípravy modelových vzorků byly pozorovány nejen vlastnosti a chování použitých materiálů, ale také metody jejich vzájemné aplikace a práce s nimi. Při přípravě vzorků byl brán v potaz důležitý fakt, že podložkou většiny uměleckých děl, především těch starších je ruční papír. V menší míře potom strojově vyráběný papír. Proto byl ruční papír zvolen jako podložkou uměleckých děl, který je v restaurátorské praxi z nejrůznějších důvodů poškození potřeba zpevnit (konsolidovat). Ten byl pak při přípravě vzorků kombinován s různými materiály, které lze pro konsolidaci použít. Tyto materiály byly rozděleny do dvou skupin. V první skupině byl ruční papír aplikován na materiály papírového složení (původu) a v druhé skupině byl ruční papír aplikován na podložky textilní. V této skupině byl použit také karton, jako podložka uměleckých děl. Pro aplikaci ručního papíru a kartonu na novou podložku, byla použita různá adheziva, která byla také rozdělena do dvou skupin. Tedy do skupiny přírodních adheziv a do skupiny syntetických adheziv. Pro snadnější a rychlejší orientaci byly vzorky podle jejich vzájemné kombinace materiálů označeny písmeny A, B, C, D, E, F, G, H, I. Pro názornost je označení a rozdělení všech materiálů a adheziv rozpracováno v tabulce č. 10, která má sloužit jako vodítko pro snadnou orientaci v systému, podle kterého se řídila praktická část práce. Tato rozkládací tabulka je vložena do kapsy na příděšné zadní desky vazby, aby bylo možné ji mít stále před sebou.

Vzorky byly připravovány třemi způsoby. Prvním způsobem bylo napínání vzorků na sklo. V druhém případě byly vzorky po naaplikování na novou podložku zalisovány do hydraulického lisu mezi proklady až do dokonalého vyschnutí a ve třetím případě byly vzorky napínány na dřevěný blind rám. Tento třetí způsob platí pro vzorky aplikované na textilní plátno. Rozměry vzorků byly 15 x 15 cm.

Nejprve jsme si vždy připravili lepidlo a materiály, které jsme se rozhodli při aplikaci vzájemně kombinovat. Důležité bylo při aplikaci vždy dodržet směr výroby materiálů na sebe vzájemně aplikovaných. Jinak by mohlo dojít k jejich kroucení i po dokonalém vylisování či vypnutí. Také bylo důležité do připravovaných adheziv přidávat dezinfekční prostředek.

Především do adheziv živočišného a rostlinného původu, jako je klíh, vizina a škrob, které snadno podléhají biologickému napadení. Při přípravě a vzájemném kombinování adheziv a materiálů jsme se orientovali podle již zmíněné tabulky č. 10, kde je u jednotlivých vzorků také uvedeno, jakému stárnutí byly podrobeny.

3.2.1 Napínání vzorků na sklo

První aplikační metodou bylo napínání vzorků na sklo. Tato metoda je logickým odvozením podle tloušťky materiálů proveditelná pouze u kombinace japonského a ručního papíru. Při kombinaci jiných, silnějších materiálů by při usychání pravděpodobně došlo k odlupování, nebo by nakaširovaný vzorek na sklo vůbec nepřilnul. Problém by nastal i v případě použití některých lepidel, jako je klíh, vizina nebo Akrylep 545. Jejichž vlastnosti by pravděpodobně nedovolovaly vzorku uschnout a zároveň se vypnout. Spekulace se potvrdily po naaplikování ručního papíru na japonský papír za použití klihu jako adheziva. Další zkouška proběhla při kombinaci ručního papíru s kartonem za použití škrobového mazu jako adheziva. Obě zkoušky byly neúspěšné. Úspěšný byl pouze pokus v kombinaci ručního papíru s japonským papírem 9 g/m² a Tylosy MH 6000 se škrobovým mazem (1:2). Dále již v tomto experimentování nebylo pokračováno.

3.2.2 Lisování

Tento postup probíhal následovně: Ruční papír představující podložku díla byl vždy pomocí stříčky navlhčen destilovanou vodou a chvíli volně ponechán aby mohl dostatečně provlhnout. Dále byl materiál představující podpůrnou podložku díla (skelet) rovnoměrně natřen příslušným adhezivem a také chvíli volně ponechán aby provlhnul. K mazání byl použit široký plochý štětec s jemnými štětinami a lepidlo se nanášelo od středu ke krajům. Poté byl ruční papír přiložen na natřenou stranu skeletu. Pomocí válečku byl vzorek přihlazen přes netkanou textilií směrem od středu k okrajům, tak aby k sobě oba materiály dokonale přilnuly a byly vytlačeny případné vzduchové bubliny.

Poté byl vzorek vložen mezi netkané textilie, filtrační papíry a lepenky a na několik hodin (přes noc) zalisován v hydraulickém lisu. Při práci s japonskými papíry, s kterými by se po opatření adhezivy špatně manipulovalo, bylo použito netkané textilie. Japonský papír byl opatřen adhezivou přímo na HollyTexu a něj byl pak přiložen provlhčený ruční papír. Pomocí HollyTexu byl takto vzorek přenesen mezi čisté proklady a zalisován.

3.2.3 Napínání na dřevěný blind rám

Tento postup byl zvolen pro aplikaci ručního a strojového papíru na plátno. Bylo vybráno bavlněné a lněné plátno. Tato plátna byla nejprve vyprána v teplé vodě jádrovým mýdlem a po uschnutí vyžehlena. Takto připravené plátno bylo pomocí napínacích kleští a kovových spon napnuto na dřevěný blind rám. Napínání začalo nejprve ve středu protilehlých lišt přibližně ve stejně velkých úsecích a pokračovalo ke krajům. Tak bylo dosaženo rovnoměrně rozloženého napětí plátna na celé jeho ploše. Napnuté plátno bylo dále natřeno první rovnoměrnou vrstvou příslušného adheziva a ponecháno ve vodorovné poloze na sušáku a ve stabilních klimatických podmínkách do úplného vyschnutí. Adhezivum i papírová podložka byly aplikovány z vnitřní strany rámu proto, aby bylo možné po naaplikování použít váleček k vytlačení případných vzduchových bublin a k dokonalému přilnutí papírové podložky k plátnu (viz obr. č. 12).

Místa, která nebylo možné z vnitřní strany rámu natřít adhezivem (tzn. místa pod lištami), byla natřena z druhé strany z důvodu rovnoměrného provlhčení a tím pádem vypnutí. Po zaschnutí první vrstvy adheziva byl na plátno přiložen japonský papír 11 g/m² a přes něj byla nanesena vrstva druhá.

Japonský papír má sloužit jako mezivrstva mezi plátnem a samotným dílem pro případné rerestaurování v budoucnosti. Může být ale také určitou „oporou“ při vysychání díla, kdy dochází k velkému pnutí, což by mohlo být pro dílo nebezpečné. Tato metoda byla provedena při restaurování světlotiskové reprodukce „Madona s dítětem“ viz kapitola 2.4.3.

Pro nanášení lepidel byl použit široký plochý štětec s jemnými štětinami. Po zaschnutí druhé vrstvy byly provlhčeny papírové podložky destilovanou vodou pomocí stříčky a ponechány volně provlhnout. Na plátno byla nanesena třetí vrstva adheziva a na ní byla přiložena již provlhlá papírová podložka. Přes netkanou textilií byl použit gumový váleček, aby byly vytlačeny případné vzduchové bubliny a aby papírová podložka dokonale přilnula k plátnu. Takto byl objekt ponechán ve vodorovné poloze při stabilních klimatických podmínkách, až do dokonalého vyschnutí viz obr. č. 13.

Poté bylo plátno sejmuto z blind rámu. Přebytečné okraje plátna byly od papírové podložky odstříhnuty.



Obr. č. 12 Vzorky naaplikované na plátno napnuté na dřevěný blind rám.



Obr. č. 13 Schnutí vzorků ve vodorovné poloze ve stabilních klimatických podmínkách.

3.2.4 Vlastní poznatky a postřehy při práci

Díky nevelkým rozměrům vzorků, s nimi nebylo potřeba po natření či navlhčení manipulovat pomocí netkané textilie. Při podlepování rozměrných děl, zvláště potom, jsou-li vážně poškozena, je nezbytné si při manipulaci s nimi pomoci netkanou textilií.

Při práci s Klucelem G se projevila jeho velmi špatná lepicí schopnost. Po nanesení adheziva na plátno nedošlo k jeho dokonalému vypnutí, ba naopak se zvlnilo. Mezi plátnem a papírovou podložkou tak vznikla „hluchá“ místa viz obr. č. 14 a 15. To se projevilo především u bavlněného plátna. Lněné plátno se již v tak velké míře nezvlnilo, ale adhezivo vykazovalo stále malou adhezi.

Naopak při práci s vizinou byla prokázána její vysoká lepicí schopnost. Bylo proto možné připravit roztok o nižší koncentraci nežli 18 %. Po zaschnutí však vzorky stejně jako vzorky opatřené kožním kličem, byly velmi tuhé a křehké.

Při práci s Akrylesem 545 bylo potřeba pracovat rychleji, protože rychle zasychal. Vzorky byly po vyrobení na několik dní uloženy do obálky z neutrálního papíru (každé lepidlo v jiné obálce).

Když byly vzorky z obálky vyndány, některé z nich byly k sobě přilepeny. Podařilo se je od sebe odlepit bez mechanického poškození. Přesto by bylo vhodné pro díla opatřená tímto lepidlem zajistit vhodnou adjustaci takovým materiálem, aby se na něj dílo nemohlo přilepit. Vzorky opatřené tímto lepidlem byly velmi ohebné a pružné. Při aplikaci Akrylepu 545 na plátno, nedošlo k výraznému vypnutí.

Při nanášení adheziva 4 % vodného roztoku Tylosy MH 6000 s mazem pšeničného škrobu (1:2) se dobře pracovalo.

Při nanášení mazu pšeničného škrobu i přes důkladné roztírání štětcem na plátně ulpěla poměrně silná vrstva adheziva, která se při delším roztírání začala lehce drolit.



Obr. č. 14 Použití Klucelu G jako adheziva pro aplikaci papírové podložky na bavlněné plátno, pohled na zadní stranu.



Obr. č. 15 Použití Klucelu G jako adheziva pro aplikaci papírové podložky na bavlněné plátno, pohled na přední stranu.

3. 3 Použité přístroje a metodika měření

Připravené vzorky byly rozstříhány na několik částí, z nichž jedna byla použita pro přirozené stárnutí, další na umělé (teplé, vlhké) a zbylá část byla ponechána nestárnutá. Na všech těchto částech byly po podrobení zmíněných podmínek měřeny hodnoty pH a změna barevnosti. Tyto naměřené hodnoty byly zprůměrovány a následně porovnány v grafech viz kapitola 3.4.

3.3.1 Přirozené stárnutí

Vzorky byly upevněny na filtrační papír pomocí lepidla Akrylkleber pouze při horním a dolním okraji tak, aby lepidlo působilo na co nejmenší plochu vzorku. Na tato místa při měření pH nebyla dotyková elektroda pokládána. Takto byly vzorky v období od 11. 3. do 2. 6. 2009 vystaveny v nevytápěné místnosti přímému dennímu světlu viz obr. č. 16. V tomto období byla pravidelně měřena relativní vlhkost vzduchu a teplota. Výsledky jsou zpracovány v následující tabulce č. 2.

datum	teplota vzduchu	relativní vlhkost vzduchu
11. 3. 09	-3 °C	45%
20. 3. 09	8 °C	44%
28. 3. 09	13, 8 °C	50%
12. 4. 09	20 °C	52%
23. 4. 09	19 °C	60%
2. 5. 09	16 °C	56%
19. 5. 09	17, 5 °C	55%
26. 5. 09	18, 6 °C	58%
2. 6. 09	22 °C	62%

Tab. č. 2 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu.



Obr. č. 16 Přirozené stárnutí vzorků.

3.3.2 Umělé stárnutí – teplé, vlhké

Vzorky byly podrobeny umělému (urychlenému) stárnutí při 50 °C a 60 % relativní vzdušné vlhkosti po dobu třiceti dnů. Na vzorky během stárnutí nepůsobilo žádné světlo. Pro stárnutí vzorků byla použita klimatizační komora Sanyo Gallenkamp PLT (Velká Británie), která je umístěna ve Státním ústředním archivu v Praze.

3.3.3 Stanovení změny barevnosti

Barevnost modelových vzorků byla měřena spektrofotometrem Avamause, který byl nakalibrován na absolutní bílou barvu. Hodnoty byly zpracovány počítačovým programem Spectrocam. Průběh měření je zdokumentován na obrázcích č. 17 a 18.

Každý vzorek byl měřen přibližně na pěti místech, jejichž hodnoty byly zprůměrovány. Pro vyhodnocení výsledků změny barevnosti byly mezi sebou porovnávány hodnoty barevnosti vzorků nestárnutých s hodnotami vzorků stárnutých. Důležité pro nás byly hodnoty zachycené v barevném prostoru $L^* a^* b^*$ ⁷³. V tomto barevném prostoru může být barevná difference vyjádřena jednou hodnotou ΔE^*_{ab} , která je definována následující rovnicí: $\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, kde ΔL^* , Δa^* a Δb^* jsou rozdíly těchto hodnot mezi předlohou a srovnávaným vzorkem.⁷⁴ Podle uvedeného vzorce jsme následně vypočítali změnu barevnosti mezi nestárnutými a stárnutými vzorky a hodnoty jsme převedli do názorných grafů viz kapitola 3.4.1.



Obr. č. 17 Průběh měření změny barevnosti.



Obr. č. 18 Průběh měření změny barevnosti, spektrofotometr.

3.3.4 Stanovení pH

Stanovení pH bylo měřeno dotykovou elektrodou vždy na třech místech vzorku. Měření byla zprůměrována a výsledky jsou zpracovány v tabulkách č. 6 a 8. Vzájemné porovnání je názorně zpracováno v grafech viz kapitola 3.4.2.

3.4 Výsledky a diskuze

Výsledky byly statisticky zpracovány do tabulek uvedených v textové příloze, kde jsou v číslech uvedena všechna data. Výsledné hodnoty jsou pro názornost zpracovány do grafů uvedených v následujících kapitolách.

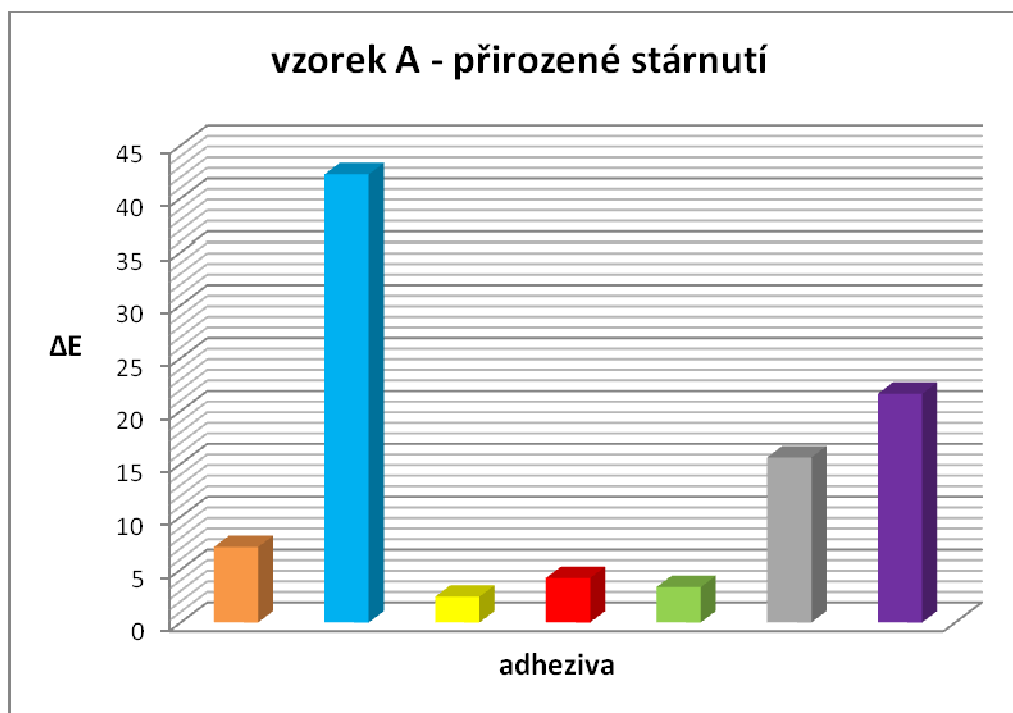
3.4.1 Stanovení změny barevnosti

Změny barevnosti jsou uvedeny na následujících obrázcích v grafech. Obrázky jsou seřazeny postupně podle názvů vzorků od A do I. Vysvětlení vzájemných kombinací materiálů a jejich pojmenování je uvedeno níže v následující tabulce č. 3. Přesto je však vhodné mít před sebou tabulku č. 10, která slouží jako vodítko pro lepší orientaci.

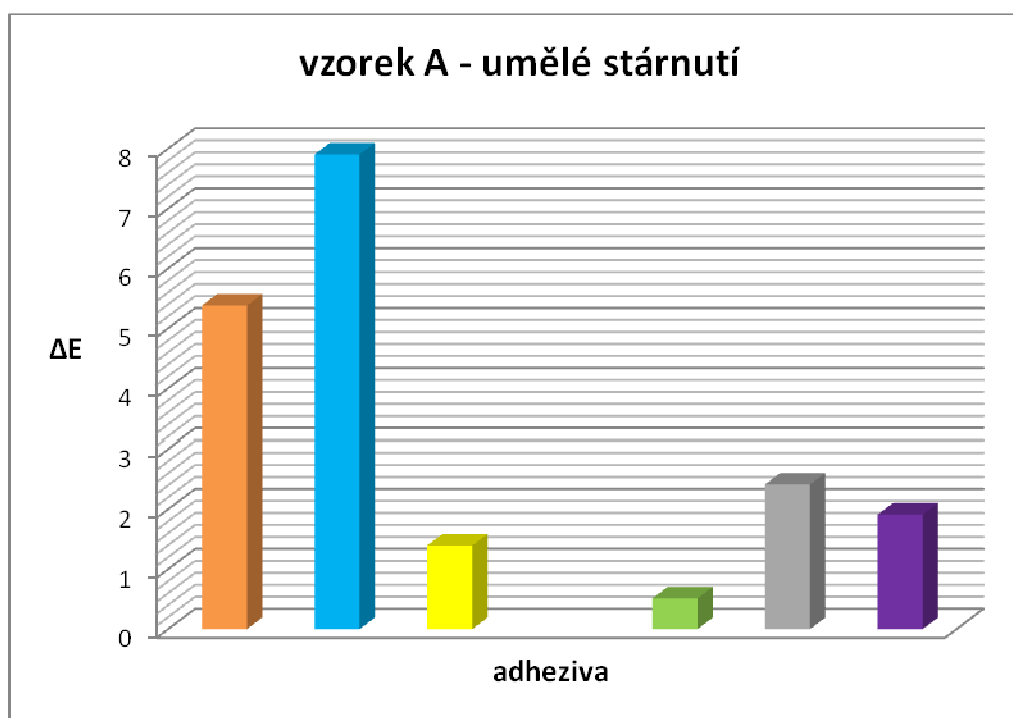
Pro umělé stárnutí jsme vybrali dva typy materiálů a to vzorky A a F napříč všemi použitými adhezivy. Vzorek A byl vybrán jako zástupce vzorků podlepaných papírovými podložkami a vzorek F jako zástupce vzorků podlepených textilními podložkami. Protože umělé stárnutí bylo prováděno pouze u těchto dvou vzorků, grafy s výsledky jsou pro porovnání s přirozeným stárnutím zařazeny vždy bezprostředně za vzorek stejného materiálového složení.

vzorek	kombinace materiálů
A	ruční papír + japonský papír 35 g/m ²
B	ruční papír + japonský papír 9 g/m ²
C	ruční papír + ruční papír
D	ruční papír + karton
E	ruční papír + lepenka
F	ruční papír + bavlněné plátno
G	karton + bavlněné plátno
H	ruční papír + lněné plátno
I	karton + lněné plátno

Tab. č. 3 Vysvětlení vzájemných kombinací materiálů a jejich pojmenování písmeny od A po I.



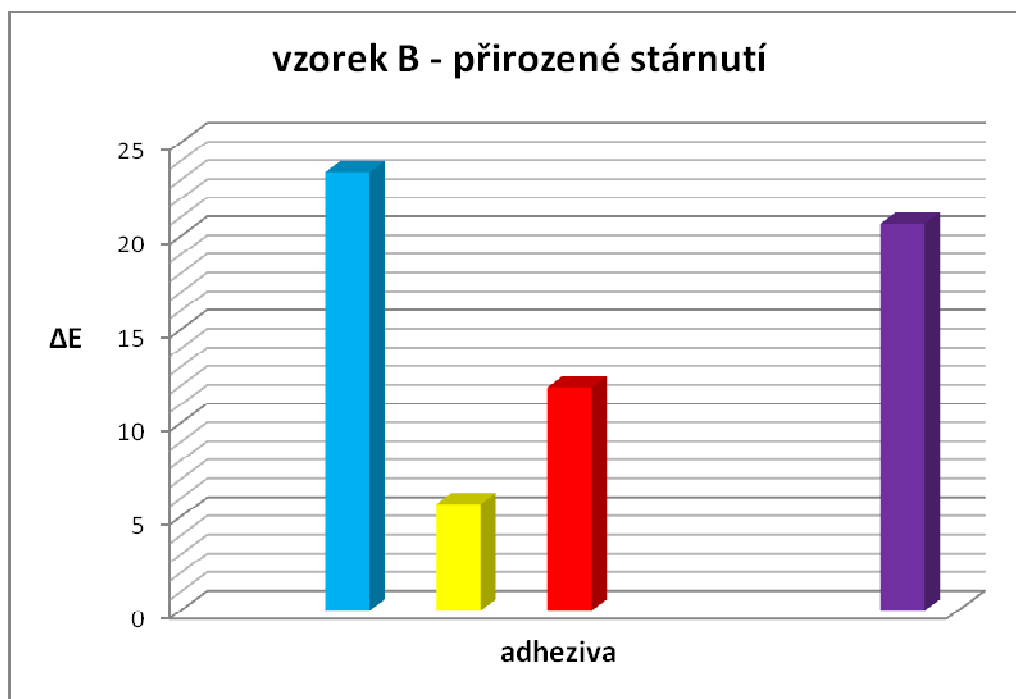
Obr. č. 19 Změna barevnosti vzorku A vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.



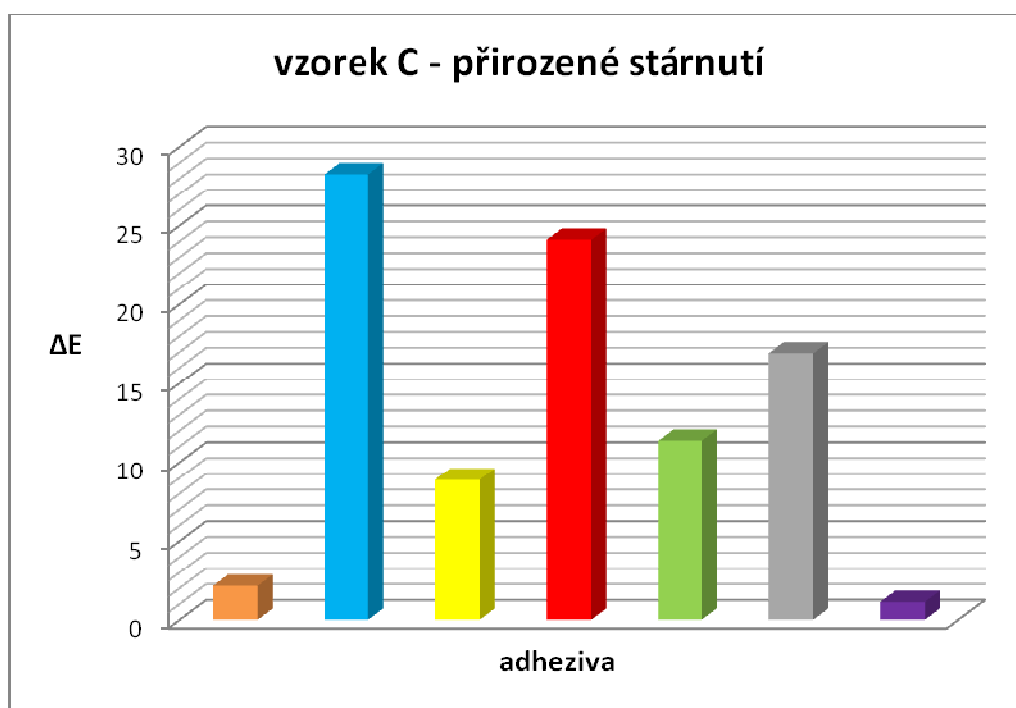
Obr. č. 20 Změna barevnosti vzorku A vůči aplikovaným adhezivům po umělém stárnutí.

Legenda adheziv:

● - klíh,
 ● - škrob,
 ● - Klucel G,
 ● - Tylosa+škrob,
 ● - Akrylep 545,
 ● - vizina,
 ● - Tylosa



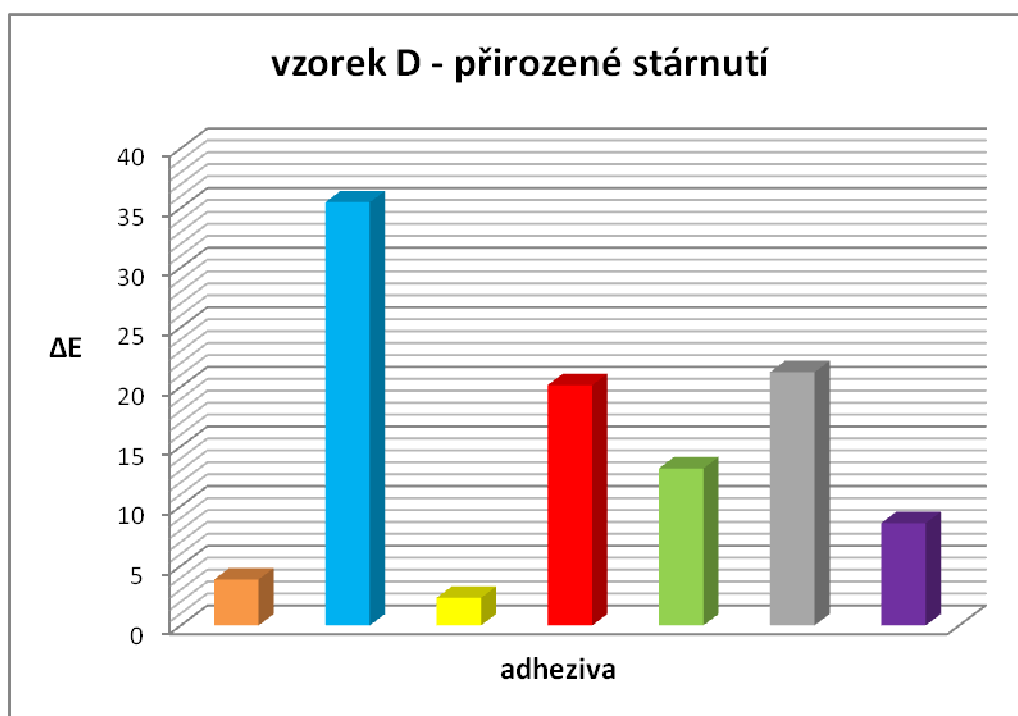
Obr. č. 21 Změna barevnosti vzorku B vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.



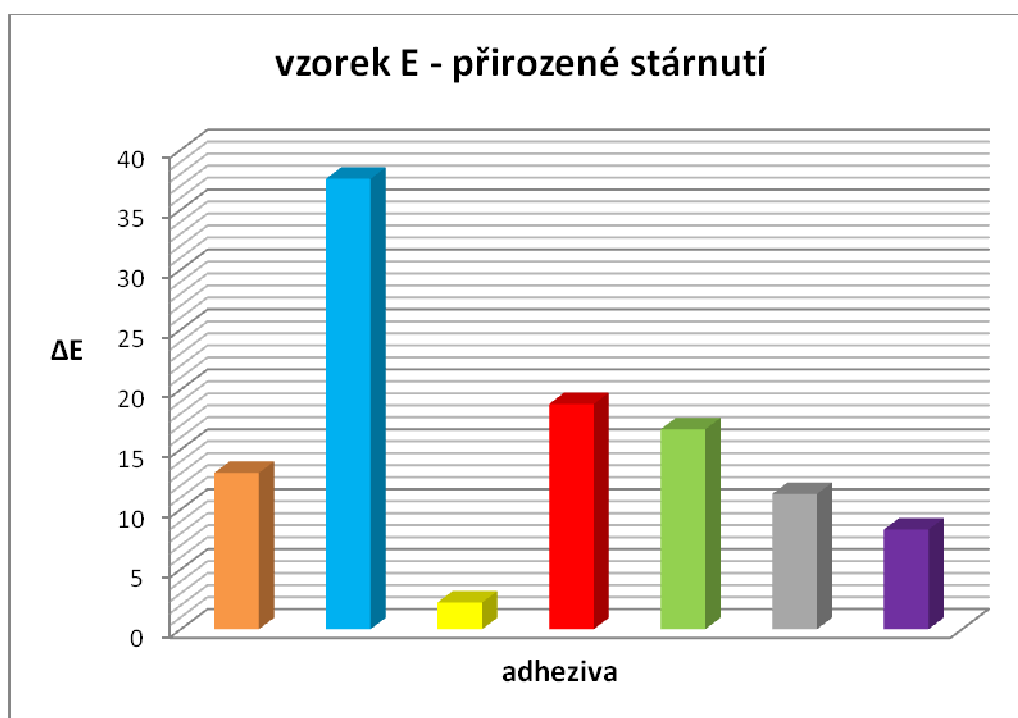
Obr. č. 22 Změna barevnosti vzorku C vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Legenda adheziv:

●- klíč, ●- škrob, ●- Klucel G, ●- Tylosa+škrob, ●- Akrylep 545, ●- vizina, ●- Tylosa



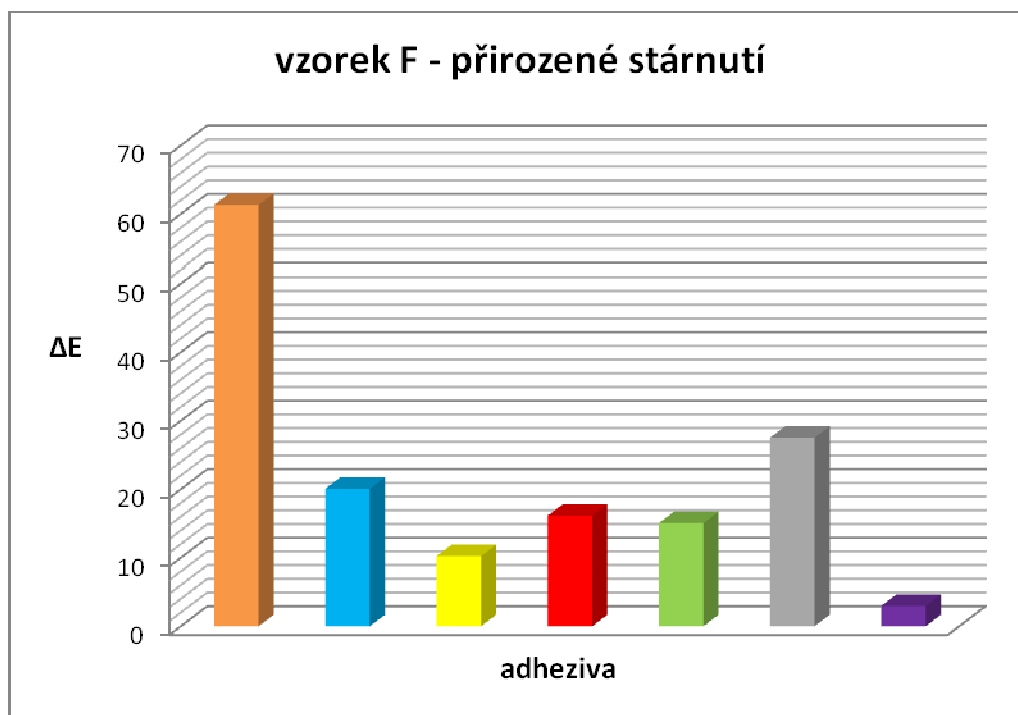
Obr. č. 23 Změna barevnosti vzorku D vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.



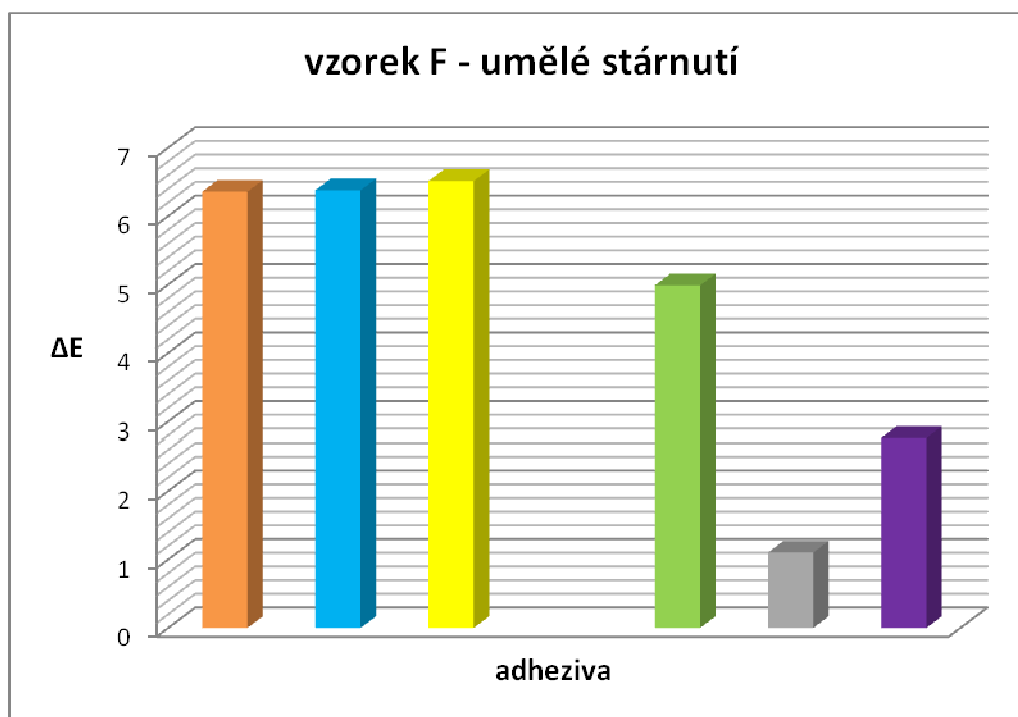
Obr. č. 24 Změna barevnosti vzorku E vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Legenda adheziv:

● - klíh,
 ● - škrob,
 ● - Klucel G,
 ● - Tylosa+škrob,
 ● - Akrylep 545,
 ● - vizina,
 ● - Tylosa



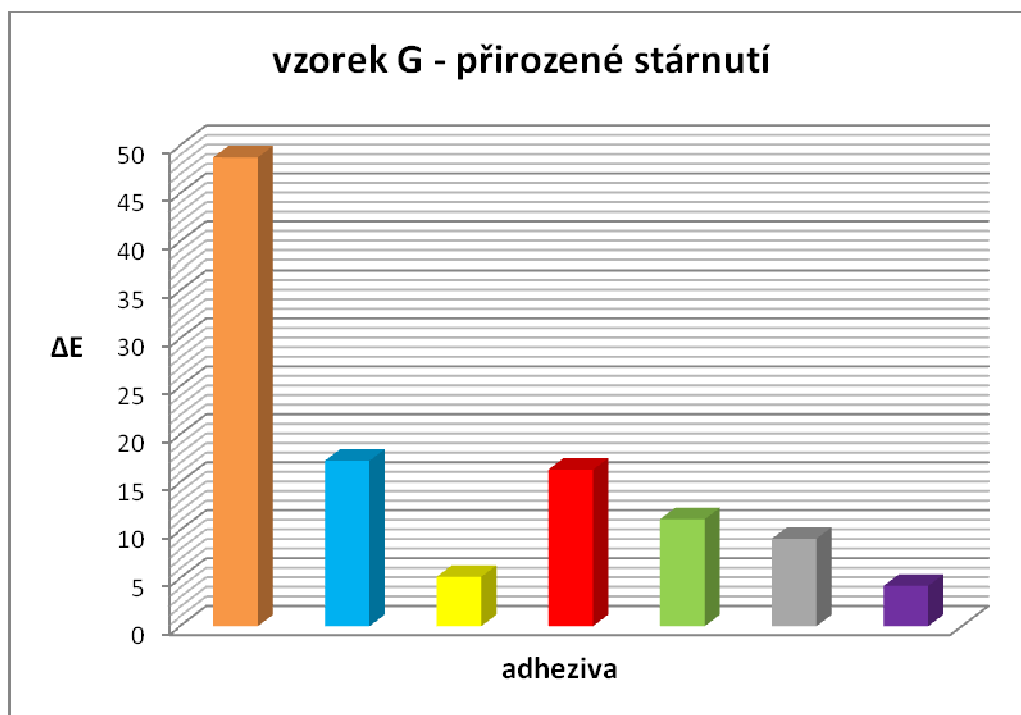
Obr. č. 25 Změna barevnosti u vzorku F vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.



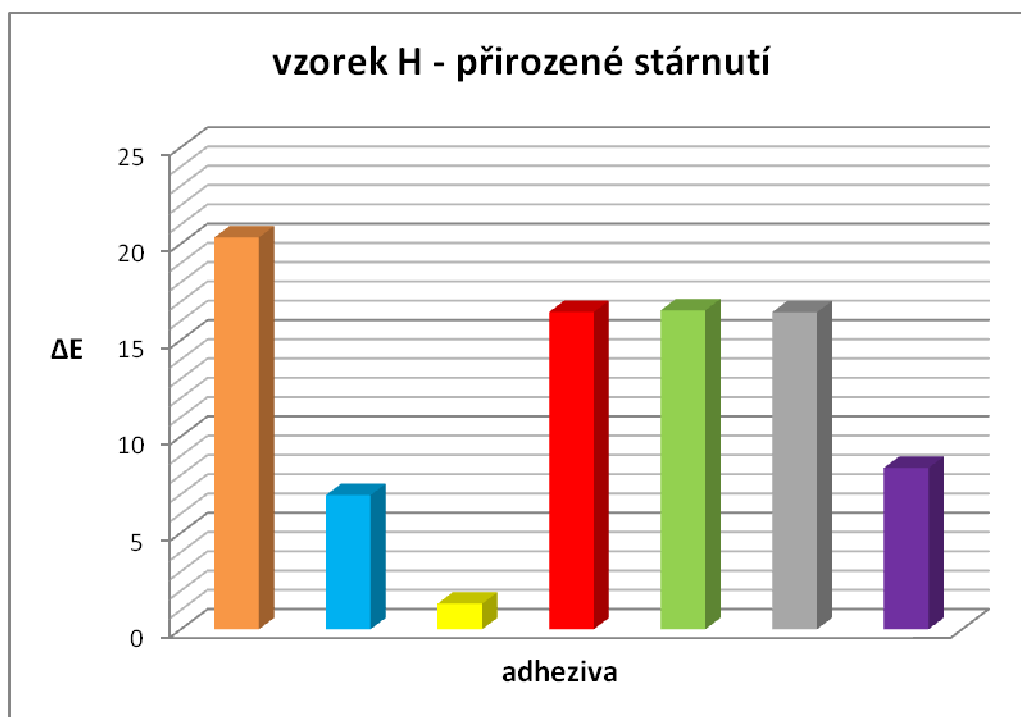
Obr. č. 26 Změna barevnosti u vzorku F vůči aplikovaným adhezivům po umělém stárnutí.

Legenda adheziv:

● - Klíh,
 ● - škrob,
 ● - Klucel G,
 ● - Tylosa+škrob,
 ● - Akrylep 545,
 ● - vizina,
 ● - Tylosa



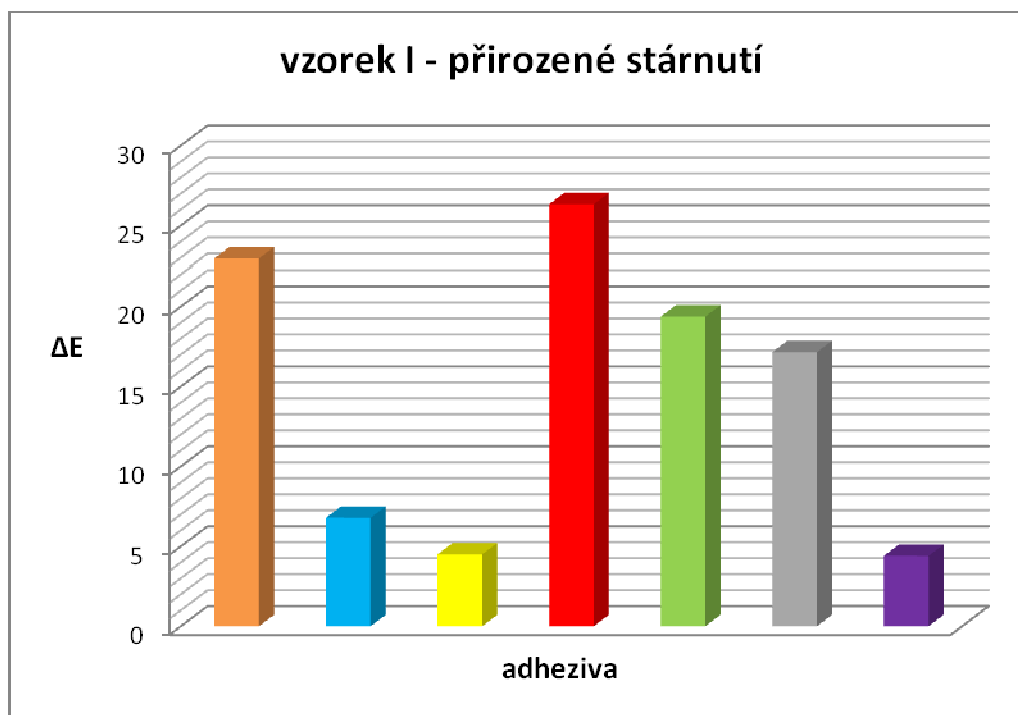
Obr. č. 27 Změna barevnosti u vzorku G vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.



Obr. č. 28 Změna barevnosti u vzorku H vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Legenda adheziv:

● - klíč,
 ● - škrob,
 ● - Klucel G,
 ● - Tylosa+škrob,
 ● - Akrylep 545,
 ● - vizina,
 ● - Tylosa



Obr. č. 29 Změna barevnosti u vzorku I vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Legenda adheziv:

● - klíh, ● - škrob, ● - Klucel G, ● - Tylosa+škrob, ● - Akrylep 545, ● - vizina, ● - Tylosa

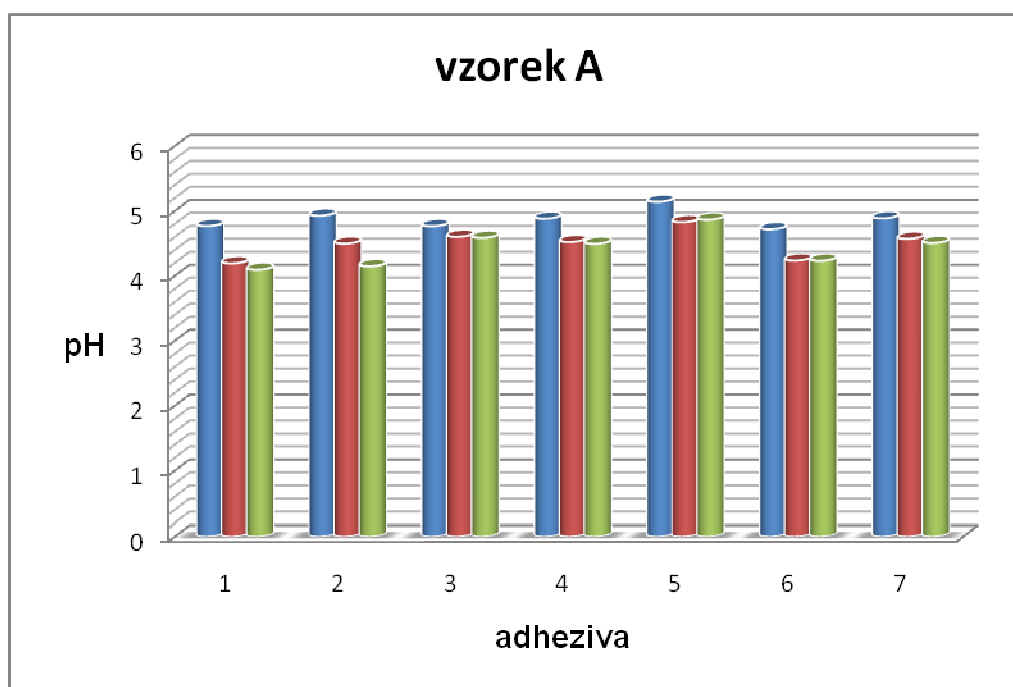
Při porovnání grafů, největší změnu u použitých adheziv vykazuje škrob a to jak u přirozeného, tak i umělého stárnutí. Tyto změny se však již neprojevují u vzorků F, G, H a I, tedy u vzorků podlepených textilními podložkami. Právě u vzorků s těmito textilními podložkami projevila největší barevnou změnu kožní klíh. Celkově nejmenší změna barevnosti byla zaznamenána u Klucelu G a to jak u vzorků podlepených papírovými podložkami, tak u vzorků podlepených textilními podložkami. Po tomto adhezivu v míře nejmenších změn následovala Tylosa MH 6000. Ostatní adheziva kolísala na přibližně stejných hodnotách. Celkově výrazně nižší změny barevnosti vykazovaly vzorky A a F stárnuté uměle, protože v průběhu stárnutí na ně nebylo působeno žádným světelným zářením.

Co se týká papírových podložek zastupující umělecké dílo, karton vykazoval vyšší hodnoty změny barevnosti nežli ruční papír. Zvláště pak v kombinaci s kožním kliehem.

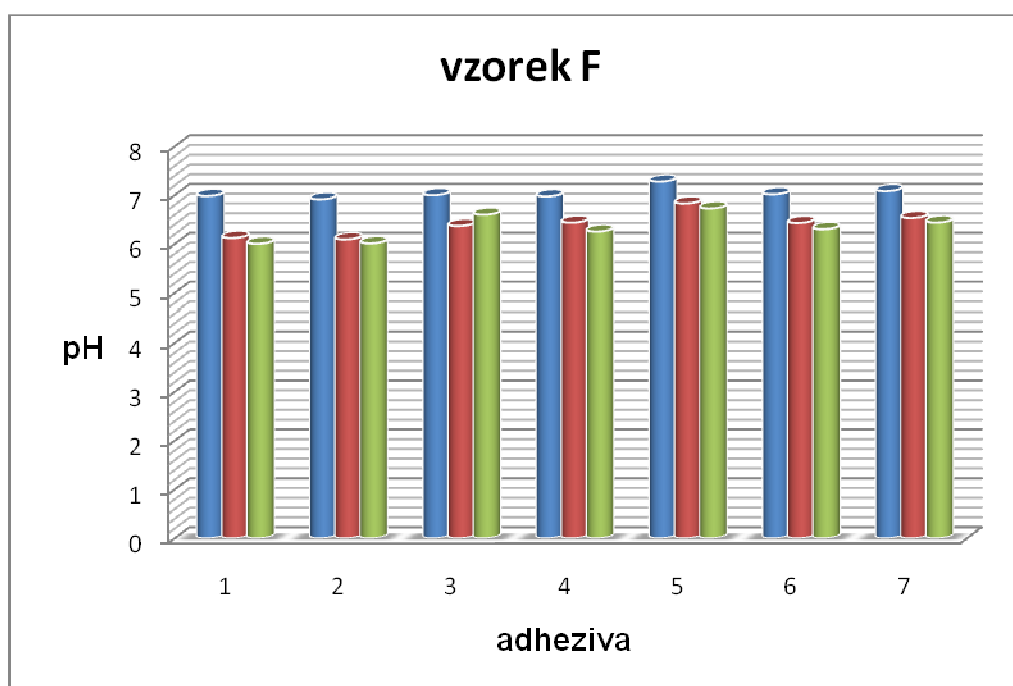
V obrazové příloze jsou pro zajímavost fotografie některých nestárnutých a stárnutých modelových vzorků. Pouhým okem a vlivem nepatrných změn světelných podmínek při fotografování však nejsou rozpoznatelné markantní změny v barevnosti. Na obrázcích č. 36, 37 a 38 jsou demonstrovány vzorky, které se nejvíce zkroutily po umělém stárnutí.

3.4.2 Stanovení pH

Hodnoty pH jsou uvedeny na následujících obrázcích v grafech, viz obr. č. 30 a obr. č. 31. Adheziva jsou v grafech očíslována od 1 do 7 a barvami jsou vyznačena jednotlivá stárnutí.



Obr. č. 30 Stanovení změny pH po přirozeném a umělém stárnutí vzorku A.



Obr. č. 31 Stanovení změny pH po přirozeném a umělém stárnutí vzorku F.

Legenda:

- - nestárnuté vzorky, ■ - přirozené stárnutí, ■ - umělé stárnutí
1 – klíh, **2** – škrob, **3** – Klucel G, **4** - Tylosa+škrob, **5** – Akrylep 545,
6 - vizina, **7** - Tylosa

Změny pH byly zaznamenány na základě grafů a hodnot vypočtených odečtením stárnutých vzorků od hodnot nestárnutých vzorků viz tabulka č. 7 a 9. v textových přílohách. U vzorku A byl největší pokles pH zaznamenán u klihu a škrobu. Po umělém stárnutí vykazoval škrob vůbec nejvyšší pokles pH. Nejnižší pokles byl zaznamenán u Klucelu G a Akrylepu 545. Ostatní hodnoty byly podobné. U vzorku F byl zaznamenán celkově vyšší pokles pH než u vzorku A. Největší změnu pH vykazoval opět škrob a klíh a nejmenší změna byla u Akrylepu 545 a Klucelu G. Potom následovala Tylosa. Ostatní hodnoty se pohybovaly mezi těmi předešlými. Zajímavé bylo, že nestárnutý vzorek A po nanesení Akrylepu 545 mírně zvýšil pH v porovnání s naměřeným pH samotného ručního papíru (ještě neopatřené adhezivem). To bylo pravděpodobně způsobeno tím, že pořízený ruční papír byl již delší dobu skladován a jeho pH se pohybovalo mezi 4,8 – 4,93.

4 Závěr

Cílem této práce bylo shrnout současný stav poznání na poli restaurování uměleckých děl na papíru v konkrétní problematice - aplikace uměleckých děl na papíru na novou podložku. Impulsem pro tuto práci byl také fakt, že informace na dané téma jsou v odborné literatuře neucelené a nedostatečné.

Práce se dělí na dvě základní části, teoretickou a experimentální. První část obsahuje literární rešerši na dané téma a některé příklady z restaurátorské praxe. Druhá část je založena na vlastních poznatcích získaných při výrobě modelových vzorků. Po jejich zhotovení byly vzorky podrobeny degradačním procesům, jejichž vliv byl posléze měřen několika metodami a výsledky byly statisticky zpracovány do grafů a tabulek a slovně vyhodnoceny.

V české literatuře se v souvislosti s tímto tématem uvádí informace spíše pro knihařské účely. Proto bylo mou snahou se pokusit navázat na tyto poznatky a rozšířit je na základě poznatků o adhezivech a materiálech předpokládaných pro použití při podlepování papírových artefaktů. V teoretické části bylo pamatováno na barevnou vrstvu, která je nedílnou součástí uměleckého díla. V průběhu práce jsem čerpala také ze zahraniční literatury. Toto téma je velmi rozsáhlé a proto nebyl lehký úkol uspořádat práci tak aby byla ucelená. V této práci jsou představeny příčiny poškození papíru, jako podložky uměleckých děl a charakteristické vlastnosti materiálů a adheziv předpokládaných pro aplikaci papírových artefaktů na novou podložku. Je také vyložena terminologie názvu práce. Důležité také bylo doporučit optimální podmínky pro „nakaširovaná“ díla. Do teoretické části jsem také zařadila některé základní příklady podlepování děl na papíru z restaurátorské praxe.

Při výrobě modelových vzorků jsem se snažila zaznamenat vlastní postřehy při práci s adhezivou v kombinaci s různými materiály. Na základě toho jsem vyvodila výhody i nevýhody jednotlivých postupů v souvislosti s použitými materiály.

Na závěr bych ve zkratce shrnula získané poznatky z celé práce následovně: Každé dílo by mělo být bráno jako individuální objekt, ke kterému je třeba přistupovat s respektem a pokorou. Před započítím restaurátorských prací by měl být proveden důkladný chemicko-technologický průzkum. Restaurátor by neměl zapomínat na konzultace s historiky a kolegy. Těžiště péče o umělecká díla na papíře spočívá především v prevenci a také v zastavení nebo alespoň zpomalení jeho rozpadu. Měly by být zajištěny optimální klimatické podmínky uložených děl. Při volbě vhodných ukládacích systémů pro nakaširovaná díla by mělo být pamatováno na jejich materiálové složení (tj. papírová podložka díla, barevná vrstva, adhezivo a podpurná podložka díla). Sám restaurátorský zásah by měl být prováděn promyšleně a uvážlivě s vědomím, že někdy méně znamená více. Ještě před tím, nežli je přistoupeno k aplikaci uměleckého díla na novou podložku, měly by restaurátorovi být známy vlastnosti a složení adheziv i materiálů pro nosnou podložku. Jak plyne z experimentální části, složení adheziv v souvislosti s klimatickými podmínkami může mít na dílo velký vliv.

5 Poznámkový aparát

- 1 - Katalog k výstavě Umění restaurovat umění, str. 100 – 109, Moravská galerie v Brně, 2006.
- 2 - Lukešová, I., Bakalářská práce, část 3, Restaurátorská dokumentace mapy Turkaňského rudného pásma, archiv UPCE Fakulty restaurování v Litomyšli, 2009.
- 3- Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 237, Paseka 2002.
- 4- Ibidem, pozn. č. 3, str. 38 - 39.
- 5 - Ibidem, pozn. č. 3, str. 237.
- 6- Ibidem, pozn. č. 5.
- 7- Ibidem, pozn. č. 5.
- 8 - Ibidem, pozn. č. 5.
- 9 - Ibidem, pozn. č. 5.
- 10 - Ibidem, pozn. č. 5, str. 238.
- 11 - Ibidem, pozn. č. 10.
- 12 - Ibidem, pozn. č. 10.
- 13 - Suryawanshi, D. G., Sinha, P. M., Nair, M. V., Evaluation of adhesives and supporting materials for the process of lamination of old documents, 1996.
- 14 - Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 238, Paseka 2002.
- 15 - Hurtová, A., Učební skripta pro technologii na Fakultě restaurování v Litomyšli, str. 25, 2006.
- 16 - Homolová, I., Srovnání vlastností laminačních fólií Beva 371 a Filmoplast R, Bakalářská práce, UPCE Litomyšl, 2009.
- 17 - Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 238, Paseka 2002.
- 18 - Ibidem, pozn. č. 17, str. 239.
- 19 - Ibidem, pozn. č. 18.
- 20 - Hummel, Ray O. ml. a Barow W. J., Lamination and Other Methods of Restoration, str. 259 – 268, 1956.

21 - kartapesta – papírmašé či „papírovina“, papírová hmota ke kašírování připravovaná z nehodnotného papíru (makulatury). Při její tradiční přípravě je surovina natrhána na drobné částice a rozmáčena ve vodě (po dobu několika dnů), poté za stálého míchání rozvařena na kaši. Po scezení a vyždímání se papírová masa zpracovává se směsí křídlové vody a plavené křídly. Existuje několik dalších variant její přípravy. Nejběžněji praktikovaným způsobem kašírování je vtlačování vrstev rozmočeného papíru do formy s průběžnými nátěry škrobovým mazem. Papírmaš slouží ke zhotovování náhražkových plastických prvků zaformováním do separovaných sádrových a dřevěných forem. Uschlé „odlitky“ jsou při síle 3 – 5 mm samonosné a povrchově zpevňované (např. šelakováním) a upravované tmelením, barvením atp. K dekoračnímu zdobení sloužila cartapesta v 19. stol., kdy se mimořádně rozšířila., Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, str. 113, Grada 2004.

22 - Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, str. 114, Grada 2004.

23 - Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 242, Paseka 2002.

24 - Vokrčka, Alois, Základy knihařské výroby, Učební text pro odborná učiliště, str. 217, Praha 1968.

25 - Ibidem, pozn. č. 24, str. 218.

26 - Ibidem, pozn. č. 24, str. 219.

27 - Ibidem, pozn. č. 24, str. 220.

28 - Brandi, Cesare, Teorie Restaurování, str. 55, Tichá Byzanc, 2000.

29 - Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 242 - 243, Paseka 2002.

30 - X. seminář restaurátorů a historiků, referát Kateřiny Opatové a Jarmily Žebrové, str. 39, Litomyšl 1997.

31 - Ibidem, pozn. č. 30, str. 39 – 43.

32 - Ibidem, pozn. č. 30, str. 42.

33 - Lukešová, I., Bakalářská práce, část 3, Restaurátorská dokumentace mapy Turkaňského rudného pásma, archiv UPCE Fakulty restaurování v Litomyšli, 2009.

- 34 - Lukešová, I., Bakalářská práce, část 2, Restaurátorská dokumentace světlotiskové reprodukce „Madona s dítětem“, archiv UPCE Fakulty restaurování v Litomyšli, 2009.
- 35 - Lukešová, I., Restaurátorská dokumentace perokresby „Akt“, soukromý archiv, 2007.
- 36 - Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 85, Paseka 2002.
- 37 - Ibidem, pozn. č. 36.
- 38 - Ibidem, pozn. č. 36, str. 86.
- 39 - Ibidem, pozn. č. 36, str. 105 – 106.
- 40 – Ibidem, pozn. č. 36, str. 106.
- 41 - Ibidem, pozn. č. 40.
- 42 - Ibidem, pozn. č. 40.
- 43 - Ibidem, pozn. č. 40.
- 44 - XI. Seminář restaurátorů a historiků, referát Jiřího Zelinger, str. 164, Litoměřice, 2000.
- 45 - Ibidem, pozn. č. 44, str. 167.
- 46 - Ibidem, pozn. č. 45.
- 47 - Ibidem, pozn. č. 45.
- 48 - Ibidem, pozn. č. 45.
- 49 - Ibidem, pozn. č. 45.
- 50 - Ibidem, pozn. č. 45.
- 51 - Ďurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 115, Paseka 2002.
- 52 - Ibidem, pozn. č. 52, str. 119.
- 53 - Slánský, B., Technika malby, díl II., průzkum a restaurování obrazů, Paseka 2003.
- 54 - Zelinger, J. a kol., Chemie v práci konzervátora a restaurátora, str. 63 – 68, Academia, Praha 1982.
- 55 - Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, str. 320, Grada 2004.
- 56 - Zelinger, J. a kol., Chemie v práci konzervátora a restaurátora, str. 99 – 100, Academia, Praha 1982.
- 57 - Ďurovič, M., a kol. Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 231, Paseka 2002.

- 58 - X. Seminář restaurátorů a historiků, referáty – Silke Schröder, Aram Ter-Akopow, Deriváty celulosy pro restaurátorské účely, str. 242, Litomyšl 1997.
- 59 - Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, str. 169, Grada 2004.
- 60 - Ďurovič, M., a kol. Restaurování a konzervování archiválií a knih, str. 230, Paseka 2002.
- 61 - Ibidem pozn. č. 7, str. 498.
- 62 - Technický list, výrobce Lear a. s., číslo technického listu: T 18104, datum vydání č. 2: 3. 11. 2004.
- 63 - Weberová Lucie, „Porovnání vlastností některých lepidel pro knihařské účely“, str. 172, XII. Seminář restaurátorů a historiků, Praha 2003.
- 64 - Ibidem pozn. č. 63, str. 173.
- 65 - Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, str. 199, Grada 2004.
- 66 - Ibidem pozn. č. 10, str. 199 - 200.
- 12 - Jiří H. Kocman, Méduim papír, Vysoké učení technické v Brně, str. 65, VUTIUM 2004.
- 67 - Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, str. 146, Grada 2004.
- 68 - Ibidem, pozn.č. 67, str. 113.
- 69 - Ibidem, pozn.č. 67, str. 212.
- 70 - Ibidem, pozn.č. 67, str. 247.
- 71 - Ibidem, pozn.č. 67, str. 212.
- 72- Ibidem, pozn. č. 71.
- 73 - Přesná komunikace o barvě, Kontrola barevnosti od vjemu po přístrojové měření, str. 18, KONICA MINOLTA, Pragolab.
- „Barevný prostor $L^* a^* b^*$ (označovaný také jako CIELab) je jedním z nejčastěji používaných barevných prostorů pro měření barvy objektu a je používán v mnoha oborech. Tento rovnoměrný barevný prostor, definovaný CIE v roce 1976, byl vytvořen ve snaze vyrovnat se s jedním z velkých problémů původního prostoru Yxy , kde stejné vzdálenosti na osách x , y barevného diagramu neodpovídají vnímanému rozdílu. V barevném prostoru $L^* a^* b^*$ označuje hodnota L^* jas a hodnoty a^* a b^* jsou souřadnicemi barevnosti.“*
- 74 – Ibidem, pozn. č. 73, str. 22.

6 Literatura

Alison Richmond, Modern Works, Modern Problems?, Conference Papers, The Institute of Paper Conservation, March 1994.

Antoinette Owen, Antoinette Dwan, „Lining“, Paper Conservation Catalog Aic Book and Paper Group, Vol 5, 1988.

Brandi, Cesare, Teorie Restaurování, Tichá Byzanc, 2000.

Đurovič, M., a kol., Restaurování a konzervování archiválií a knih, Paseka 2002.

Homolová, I., Srovnání vlastností laminačních fólií Beva 371 a Filmoplast R, Bakalářská práce, UPCE Litomyšl, 2009.

Hummel, Ray O. jr. and Barow W. J., Lamination and Other Methods of Restoration, 1956.

Hurtová, A., Učební skripta pro technologii na Fakultě restaurování v Litomyšli, 2006.

Katalog k výstavě Umění restaurovat umění, Moravská galerie v Brně, 2006.

Kocman, H. Jiří, Méduim papír, Vysoké učení technické v Brně, VUTIAM 2004.

Komise konzervátorů – restaurátorů a preparátorů při AMG, Odborný seminář – Konzervace a restaurování kulturního dědictví z pohledu mezinárodní etiky konaný v Luhačovicích 1994, Technické muzeum v Brně 1995.

Kubička, R., Zelinger, J., Výkladový slovník, Grada 2004.

Lukešová, I., Bakalářská práce, Restaurátorská dokumentace mapy Turkaňského rudného pásma, archiv UPCE Fakulty restaurování v Litomyšli, 2009.

Lukešová, I., Bakalářská práce, Restaurátorská dokumentace světlotiskové reprodukce „Madona s dítětem“, archiv UPCE Fakulty restaurování v Litomyšli, 2009.

Lukešová, I., Restaurátorská dokumentace perokresby „Akt“, soukromý archiv, 2007.

McAusland, Jane and Phillip Stevens, „Techniques of Lining for the support of fragile works of art on Paper“, The Paper Conservator, Vol 4, 1979.

Přesná komunikace o barvě, Kontrola barevnosti od vjemu po přístrojové měření, KONICA MINOLTA, Pragolab.

Restauratorenblätter, Papier und Graphik, Band 14, Wien, 1994.

Sheila Fairbrass, The Institute of Paper Conservation, Conference Papers Manchester, 1992.

Slánský, B., Technika malby, díl I., malířský a konzervační materiál, Paseka 2003.

Slánský, B., Technika malby, díl II., průzkum a restaurování obrazů, Paseka 2003.

Suryawanshi, D. G., Sinha, P. M., Nair, M. V., Evaluation of adhesives and supporting materials for the process of lamination of old documents, 1996.

Technický list, výrobce Lear a. s., číslo technického listu: T 18104, datum vydání č. 2: 3. 11. 2004.

Vakrčka, Alois, Základy knihařské výroby, Učební text pro odborná učiliště, Praha 1968.

Weberová Lucie, „Porovnání vlastností některých lepidel pro knihařské účely“, XII. Seminář restaurátorů a historiků, Praha 2003.

Zelinger, J. a kol., Chemie v práci konzervátora a restaurátora, Academia, Praha 1982.

X. Seminář restaurátorů a historiků, referát Kateřiny Opatové a Jarmily Žebrové, Litomyšl 1997.

XI. Seminář restaurátorů a historiků, referát Jiřího Zelinger, Litoměřice, 2000.

7 Textové přílohy

Seznam textových příloh

Tab. č. 1 Typy degradačních reakcí celulózy.

Tab. č. 2 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu.

Tab. č. 3 Vysvětlení vzájemných kombinací materiálů a jejich pojmenování písmeny od A po I.

Tab. č. 4 Hodnoty změny barevnosti vzorků po přirozeném stárnutí vyjádřené hodnotou celkové difference ΔE .

Tab. č. 5 Hodnoty změny barevnosti vzorků po umělém stárnutí vyjádřené hodnotou celkové difference ΔE .

Tab. č. 6 Zprůměrovaná data naměřených hodnot pH vzorku A.

Tab. č. 7 Rozdíly změn pH vzorku A po přirozeném a umělém stárnutí.

Tab. č. 8 Zprůměrovaná data naměřených hodnot pH vzorku F.

Tab. č. 9 Rozdíly změn pH vzorku F po přirozeném a umělém stárnutí.

Tab. č. 10 Vodítko pro snadnou orientaci v systému, podle kterého se řídila experimentální část práce.

ΔE	vz. A	vz. B	vz. C	vz. D	vz. E	vz. F	vz. G	vz. H	vz. I
klíh	7,134713		2,15168	3,86083	13,04419	61,32814	48,77017	20,32996	22,94728
škrob	42,27354	23,40191	28,27533	35,48623	37,5759	20,08284	17,26378	6,961072	6,785988
Klucel G	2,441866	5,682737	8,887258	2,311244	2,235009	10,23425	5,156974	1,329522	4,500079
Tylose+škrob	4,206926	11,91397	24,09985	20,15155	18,78494	16,14711	16,33155	16,45755	26,32471
Akrylep 545	3,341963		11,35576	13,17388	16,68409	15,05907	11,16956	16,54885	19,37828
vizina	15,61978		16,90783	21,23979	11,28769	27,54415	9,137276	16,44917	17,15415
Tylose	21,63442	20,65335	1,132119	8,586696	8,31515	2,975427	4,204683	8,369036	4,402972

Tab. č. 4 Hodnoty změny barevnosti vzorků po přirozeném stárnutí vyjádřené hodnotou celkové difference ΔE .

ΔE	vz. A	vz. F
klíh	5,381681	6,35548
škrob	7,903407	6,37643
Klucel G	1,395499	6,511454
Tylose+škrob		
Akrylep 545	0,512151	4,98639
vizina	2,416478	1,101779
Tylose	1,911446	2,760268

Tab. č. 5 Hodnoty změny barevnosti vzorků po umělém stárnutí vyjádřené hodnotou celkové difference ΔE .

vz. A pH	klíh	škrob	Klucel G	Tylose+škrob	Akrylep 545	vizina	Tylose
N	4,77	4,929	4,767	4,882	5,142	4,719	4,889
P	4,194	4,497	4,604	4,523	4,829	4,238	4,573
U	4,096	4,15	4,588	4,495	4,866	4,234	4,508

Tab. č. 6 Zprůměrovaná data naměřených hodnot pH vzorku A.

vz. A pH	klíh	škrob	Klucel G	Tylose+škrob	Akrylep 545	vizina	Tylose
P	0,576	0,432	0,163	0,359	0,313	0,481	0,316
U	0,674	0,779	0,179	0,387	0,276	0,485	0,381

Tab. č. 7 Rozdíly změn pH vzorku A po přirozeném a umělém stárnutí.

vz. F pH	klíh	škrob	Klucel G	Tylose+škrob	Akrylep 545	vizina	Tylose
N	6,984	6,914	7,0	6,976	7,278	7,019	7,083
P	6,125	6,095	6,369	6,437	6,83	6,43	6,532
U	6,005	6,014	6,601	6,256	6,729	6,305	6,438

Tab. č. 8 Zprůměrovaná data naměřených hodnot pH vzorku F.

vz. F pH	klíh	škrob	Klucel G	Tylose+škrob	Akrylep 545	vizina	Tylose
P	0,859	0,819	0,631	0,539	0,448	0,589	0,551
U	0,979	0,9	0,399	0,72	0,549	0,714	0,645

Tab. č. 9 Rozdíly změn pH vzorku F po přirozeném a umělém stárnutí.

Vysvětlivky: N - nestárnuté vzorky

P - vzorky podrobené přirozenému stárnutí

U - vzorky podrobené umělému stárnutí

8 Obrazové přílohy

Seznam obrazových příloh

Obr. č. 1 Mechanismy destrukce papíru.

Obr. č. 2 Stav před restaurováním, celkový pohled na přední stranu díla denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 3 Stav po restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 4 Průběh restaurování, dílo napnuté na podpůrnou desku, pohled z boku, denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 5 Náčrt systému napnutí díla na podpůrnou desku, řez.

Obr. č. 6 Stav před restaurováním, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 7 Stav v průběhu restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 8 Stav po restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 9 Stav před restaurováním, celkový pohled na přední stranu díla, boční světlo.

Obr. č. 10 Stav po restaurování, celkový pohled na přední stranu díla, denní rozptýlené světlo.

Obr. č. 11 Typy Klucelů a jejich viskozita odpovídající relativní molární hmotnosti.

Obr. č. 12 Vzorky naaplikované na plátno napnuté na dřevěný blind rám.

Obr. č. 13 Schnutí vzorků ve vodorovné poloze ve stabilních klimatických podmínkách.

Obr. č. 14 Použití Klucelu G jako adheziva pro aplikaci papírové podložky na bavlněné plátno, pohled na zadní stranu.

Obr. č. 15 Použití Klucelu G jako adheziva pro aplikaci papírové podložky na bavlněné plátno, pohled na přední stranu.

Obr. č. 16 Přirozené stárnutí vzorků.

Obr. č. 17 Průběh měření změny barevnosti.

Obr. č. 18 Průběh měření změny barevnosti, spektrofotometr.

Obr. č. 19 Změna barevnosti vzorku A vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 20 Změna barevnosti vzorku A vůči aplikovaným adhezivům po umělém stárnutí.

Obr. č. 21 Změna barevnosti vzorku B vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 22 Změna barevnosti vzorku C vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 23 Změna barevnosti vzorku D vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 24 Změna barevnosti vzorku E vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 25 Změna barevnosti u vzorku F vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 26 Změna barevnosti u vzorku F vůči aplikovaným adhezivům po umělém stárnutí.

Obr. č. 27 Změna barevnosti u vzorku G vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 28 Změna barevnosti u vzorku H vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 29 Změna barevnosti u vzorku I vůči aplikovaným adhezivům po přirozeném stárnutí.

Obr. č. 30 Stanovení změny pH po přirozeném a umělém stárnutí vzorku A.

Obr. č. 31 Stanovení změny pH po přirozeném a umělém stárnutí vzorku F.

Obr. č. 32 Nestárnuté vzorky opatřené Akrylepem 545.

Obr. č. 33 Vzorky opatřené Akrylepem 545 podrobené přirozenému stárnutí.

Obr. č. 34 Nestárnuté vzorky opatřené pšeničným škrobem.

Obr. č. 35 Vzorky opatřené pšeničným škrobem podrobené přirozenému stárnutí.

Obr. č. 36 Vzorky opatřené Klucelem G podrobené umělému stárnutí.

Obr. č. 37 Vzorky opatřené pšeničným škrobem podrobené umělému stárnutí.

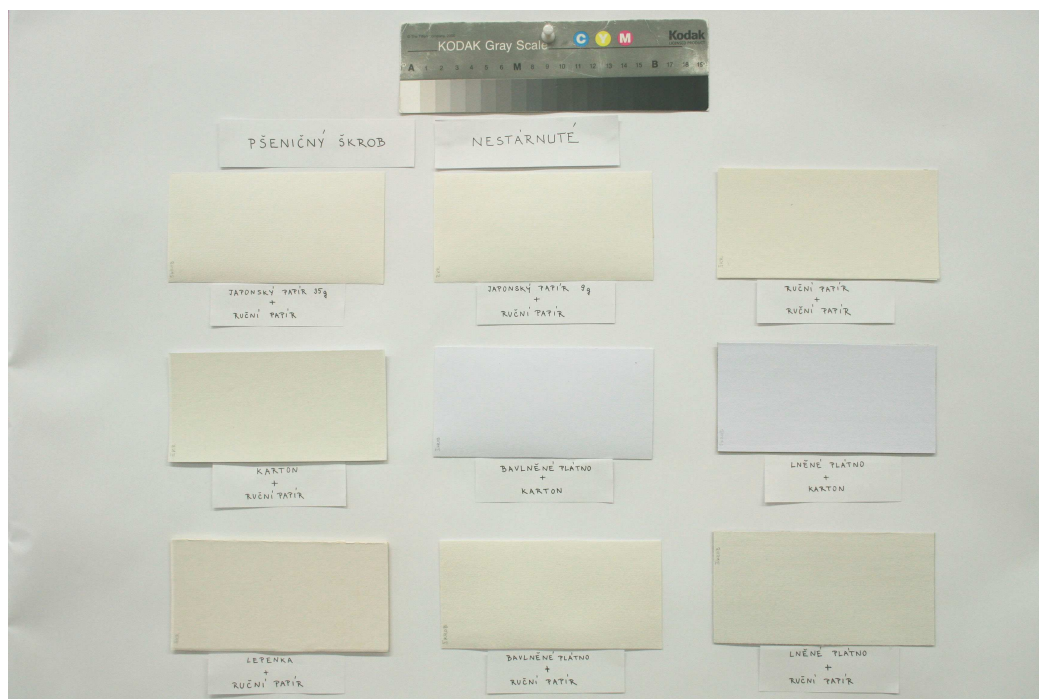
Obr. č. 38 Vzorky opatřené kožním kličem podrobené umělému stárnutí.



Obr. č. 32 Nestárnuté vzorky opatřené Akrylepem 545.



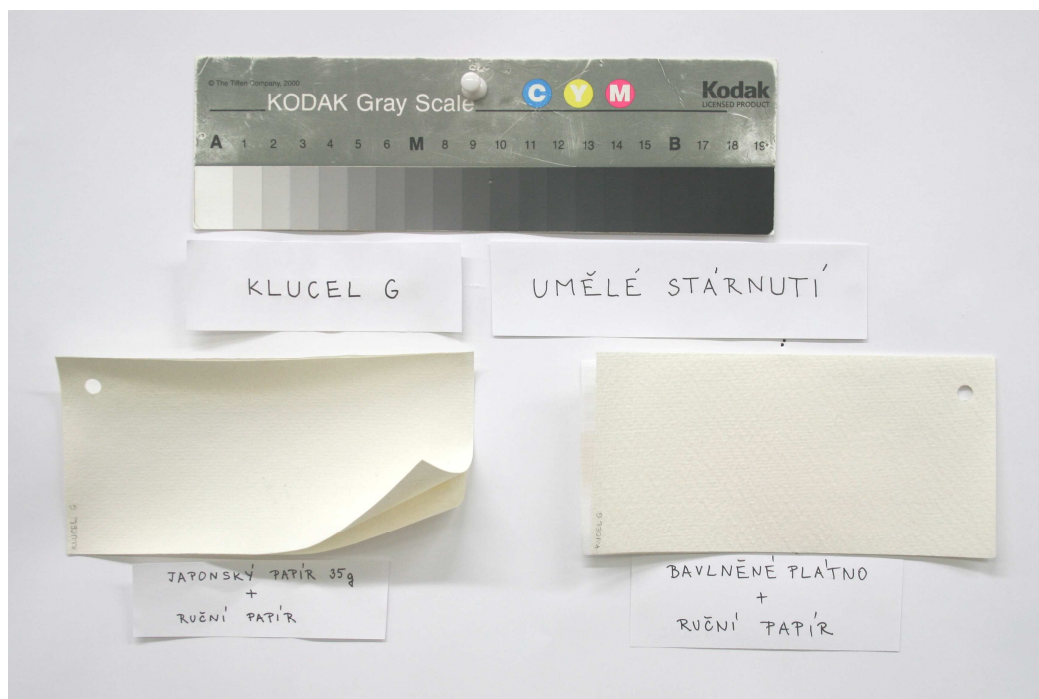
Obr. č. 33 Vzorky opatřené Akrylepem 545 podrobené přirozenému stárnutí.



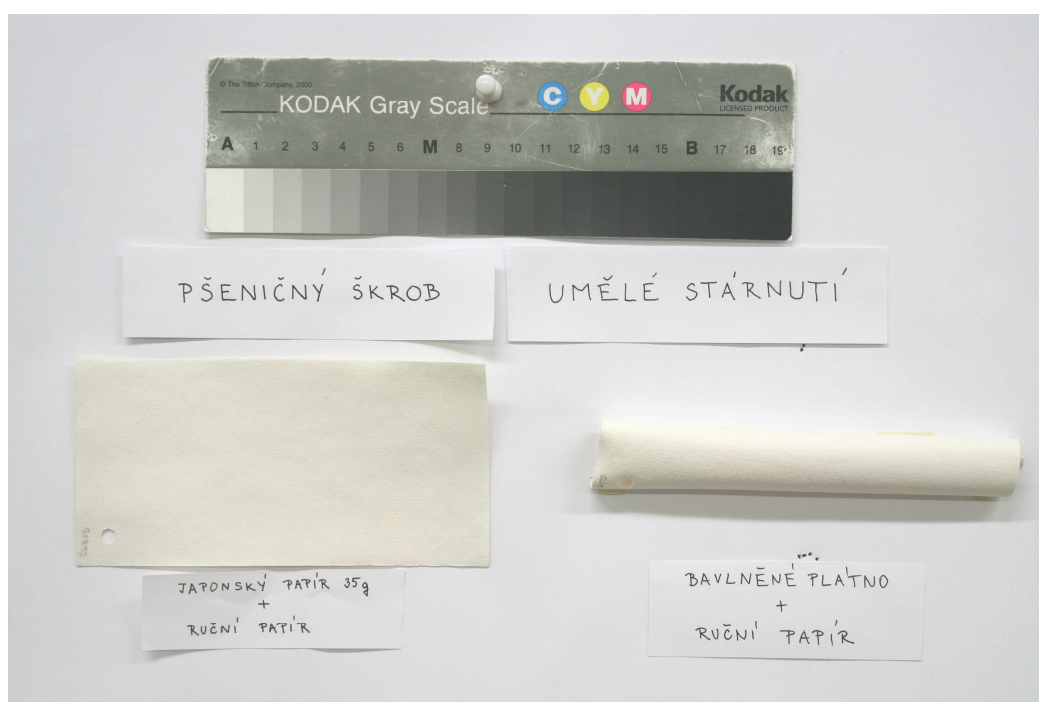
Obr. č. 34 Nestárnuté vzorky opatřené pšeničným škrobem.



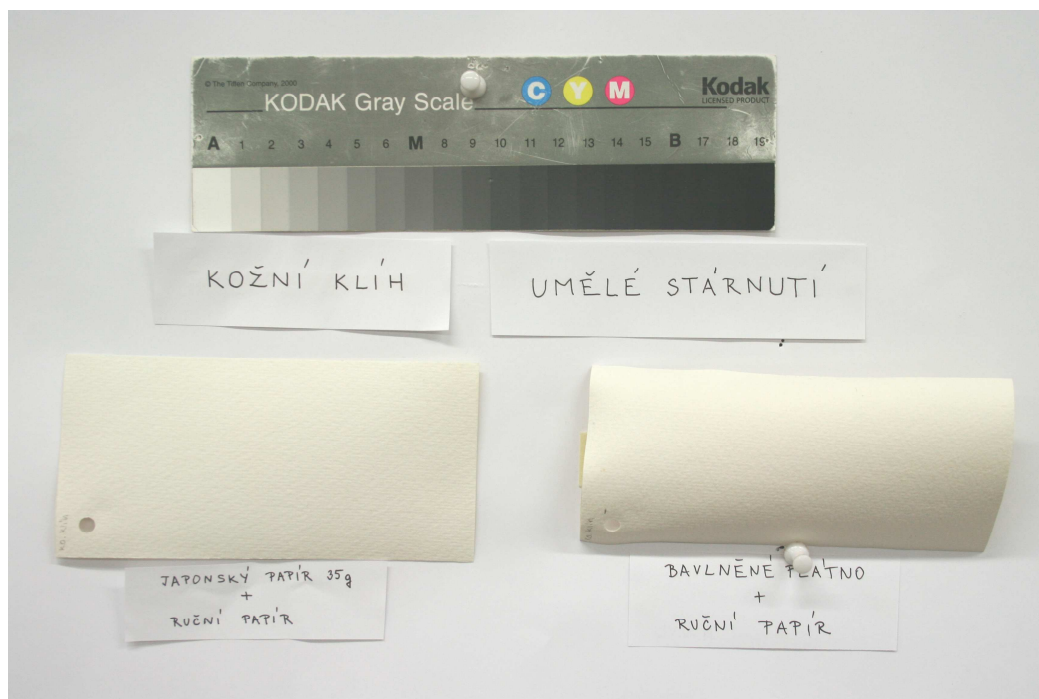
Obr. č. 35 Vzorky opatřené pšeničným škrobem podrobené přirozenému stárnutí.



Obr. č. 36 Vzorky opatřené Klucelem G podrobené umělému stárnutí.



Obr. č. 37 Vzorky opatřené pšeničným škrobem podrobené umělému stárnutí.



Obr. č. 38 Vzorky opatřené kožním kličem podrobené umělému stárnutí.

adheziva / materiály	
přírodní adheziva	kožní klíh
	pšeničný škrob
	Tylose MH 6000
	Vizina
	Tylose MH 6000 + pšeničný škrob
syntetická adheziva	Klucel G
	Akrylep 545

Tabulka č. 10 Vodítko pro snadnou orientaci v sy

Vysvětlivky: P - vzorky, které byly podrobeny při
U - vzorky, které byly podrobeny u
pH - vzorky, na kterých bylo měře

ruční papír			
japonský papír 35 g/m ²	japonský papír 9 g/m ²	ruční papír	karton
vz. A	vz. B	vz. C	vz. D
P, U, pH		P	P
P, U, pH	P	P	P
P, U, pH	P	P	P
P, U, pH		P	P
P, pH	P	P	P
P, U, pH	P	P	P
P, U, pH		P	P

ystému, podle kterého se řídila experimentální část práce.

řirozenému stárnutí
umělému stárnutí
no pH

	textil		
	bavlna		le
lepenka	ruční papír	karton	ruční papír
vz. E	vz. F	vz. G	vz. H
P	P, U, pH	P	P
P	P, U, pH	P	P
P	P, U, pH	P	P
P	P, U, pH	P	P
P	P, pH	P	P
P	P, U, pH	P	P
P	P, U, pH	P	P

[illegible]