



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

Podleповání historických textilií

METODIKA PROJEKTU MINISTERSTVA KULTURY ČR NAKI II
„VÝVOJ METOD PODLEPOVÁNÍ HISTORICKÝCH TEXTILIÍ“
(DG18P02OVV023)

AUTOŘI:

Jan Krejčí

Markéta Škrdlantová

Klára Drábková

Jana Bureš Víchová

Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha

Praha 2021

Obsah

1. Úvod.....	3
2. Indikace k využití podlepování u historických textilií.....	3
3. Principy podlepování u historických textilií	4
4. Metodika podlepování historických textilií	4
Doporučené metody podlepování	6
Lascaux 5350 - prášek	6
Lascaux 5350 - film	7
Odstranění adheziva v místech chybějící historické textilie.....	8
5. Reverzibilita doporučených metod podlepování	9
6. Restaurátorský zásah.....	10
Malovaný kapesníček	10
Paravánek (figury)	10
7. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci	11
8. Zhodnocení přínosu metodiky	11
9. Seznam publikací předcházejících metodice	12
10. Výběr použité související literatury	12
11. Přílohy	14
Příloha č. 1: Vlastnosti vybraných adheziv a jejich dlouhodobá stabilita	14
Výběr adheziv a metodika testování	14
Výsledky	15
Závěr	22
Příloha č. 2: Podkladové materiály pro podlepování historických textilií	24
Vlastnosti a dlouhodobá stabilita vybraných podkladových materiálů	24
Vliv orientace podkladových materiálů na vlastnosti podlepené textilie	29
Příloha č. 3: Možnosti barvení syntetických podkladových materiálů.....	32
Barvení polyamidových textilií.....	32
Barvení polyesterových textilií	38
Příloha č. 4: Vlastnosti sendvičových vzorků	45
Příprava lepených modelových vzorků.....	45
Referenční šité vzorky	47
Metodika testování.....	48
Výsledky a diskuze	50
Závěrečné zhodnocení.....	64
Příloha č. 5: Reverzibilita doporučených metod podlepování.....	65

Reverzibilita podlepení adhezivem Lascaux 5350.....	65
Vliv doporučených rozpouštědel na proteinové a celulózoové textilie	69
Možnosti odstranění adhezivní vrstvy na pohledových místech	72
Příloha č. 6: Případová studie – restaurování kapesníčku	74
Základní údaje o předmětu.....	74
Popis předmětu.....	74
Stav předmětu před restaurováním	75
Textilně technologický průzkum	75
Postup restaurování	77
Použité materiály	80
Doporučené podmínky pro uložení a vystavení.....	81
Fotodokumentace	82
Příloha č. 7: Případová studie – restaurování textilních figur z paravánku	91
Základní údaje o předmětu.....	91
Popis paravánku	91
Stav figur před restaurováním.....	92
Textilně technologický průzkum	93
Postup restaurování	95
Použité materiály na restaurování	97
Fotodokumentace	98

1. Úvod

V oblasti konzervování-restaurování památkových objektů z textilních materiálů v pokročilém stupni degradace je možné využít namísto běžnější šité skeletáže podlepování, popř. kombinaci obou technik. Podlepování je také vhodné u předmětů, které svým charakterem použití stehů vylučují (obuv, vějíře, malovaný textil apod.). Zcela zásadní je však výběr vhodného adheziva, podkladového materiálu a metody vytvoření lepeného spoje.

V odborné literatuře se vyskytují informace o využití adheziv z různých materiálových skupin při konzervování historických textilií. V průběhu času docházelo k posunu ve výběru těchto adheziv. Nejprve byly využívány dostupné přírodní polymery. Jednalo se nejčastěji o polysacharidy (škroby a gumy) z rostlinných zdrojů, případně proteiny získávané z tkání různých živočichů (želatina, zvířecí kůže, apod.). S nástupem moderní doby je často zmiňováno užití akrylátových kopolymerů (ve formě roztoků nebo vodných disperzí), polyvinylalkoholů a polyvinylacetátů, různých derivátů celulózy. Objevují se také adheziva aktivovaná zvýšenou teplotou (tavná adheziva na bázi polyamidu, popř. jiné komerční směsi).

Stěžejními vlastnostmi, které obecně vyžadujeme u materiálů používaných v oblasti památkové péče, je jejich dlouhodobá stabilita s vyloučením negativních vlivů na historický předmět. Dále jsou u takových materiálů důležité vhodné vlastnosti pro danou aplikaci - např. barevná kompatibilita s předmětem, vhodné mechanické vlastnosti a aplikační požadavky slučitelné s charakterem a stavem předmětu a v neposlední řadě dobrá reverzibilita.

Metodika určená restaurátorkám textilu shrnuje výsledky rozsáhlého výzkumu podlepování historických textilií provedeného na Ústavu chemické technologie restaurování památek na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze. Protože dosud neexistuje u nás ani v zahraničí studie, která by se dostatečně komplexně zabývala touto problematikou, pokusil se výzkumný tým definovat konkrétní metody podlepování, které jsou vhodné pro použití v oblasti konzervování-restaurování historických textilií, a to s využitím v současné době dostupných adheziv a podkladových materiálů.

2. Indikace k využití podlepování u historických textilií

Podlepování může být vhodnou alternativou k šité skeletáži nebo šitému sendviči zejména v případech silně degradovaných předmětů, které zároveň svým charakterem takový zásah umožňují. Jednou z výhod podlepování je to, že umožňuje plošné zpevnění při minimální manipulaci s předmětem, zatímco v případě šité skeletáže jde vždy do jisté míry o zpevnění bodové a navíc vyžadující značnou manipulaci. V případě textilie v pokročilém stádiu degradace může být soudržnost předmětu tak nízká, že pro něj mohou být vpichy jehlou a přichycení stehy fatální. Využití podlepování je zejména vhodné v případě plošných textilií, popř. v případech, kdy je třeba textilii přichytit k jinému materiálu. Podlepování je dále dobře použitelné pro fixaci textilií rozpadlých na jednotlivé fragmenty, pro přichycení flotujících nití. Velmi vhodné je také pro malované předměty, u nichž by vpichy jehlou a stehy působily obzvláště rušivě.

Samostatnou kapitolou jsou předměty, které již byly v minulosti podlepeny a vyžadují rekonzervační zásah. Za tímto účelem byla v rámci téhož projektu vytvořena samostatná metodika *Rekonzervace v minulosti podlepených historických textilií*, která se zabývá mimo jiné i odstraňováním nevyhovujících zásahů.

3. Principy podlepování u historických textilií

Termínem podlepování označujeme konsolidaci (zajištění) historické textilie nalepením na nový podkladový materiál pomocí vhodného adheziva. Lepený spoj může vznikat několika způsoby. Nejjednodušší způsob je založen na spojení textilií adhezivem ve formě roztoku nebo disperze. Roztok (nebo disperze) adheziva je nanesen na podkladovou (nosnou) textilií, následně je přiložena historická textilie. Takto vzniklý sendvič je poté obvykle zatížen. Ke vzniku spoje v tomto případě dojde vyschnutím adheziva odpařením rozpouštědel. Problémem těchto metod může být prosycení historické tkaniny adhezivem, což je nežádoucí jednak z estetických důvodů, dále i kvůli vzniku sendviče s extrémní tuhostí.

Další způsoby jsou založeny až na dodatečné aktivaci lepivých schopností adheziva, které bylo předem nanese na podkladovou vrstvu, k prosycení historické textilie zde nedochází. Jedním ze způsobů aktivace je působení vhodných rozpouštědel (nejlépe ve formě par). Po přiložení historické textilie na podkladový materiál opatřený adhezivem je vrstva aktivována a zatížena, čímž dojde ke vzniku spoje. Výhodné je využití membránových textilií (např. Sympatex), které umožňují aktivovat adhezivum parami rozpouštědla přímo skrz historickou textilií.

Obdobně je u některých adheziv možné využít dodatečnou aktivaci již vytvořené adhezivní vrstvy zvýšenou teplotou. Historická textilie je přiložena na podklad opatřený vrstvou tavného adheziva a následně přes vhodnou separační vrstvu pomocí žehličky, vyhřívané restaurátorské špachtle nebo vyhřívaného stolu zažehlena.

Vzhledem k tomu, že podlepováním cílíme nejčastěji na velmi degradované historické textilie, jsou preferovány postupy, kdy je adhezivní vrstva nanese na podkladovou textilií (nikoliv na originál), která je až následně spojena s historickou textilií. Tento postup minimalizuje manipulaci s restaurovaným předmětem a snižuje rizika jeho poškození v rámci zásahu.

Při podlepování historických textilií se snažíme dosáhnout určitých vlastností podlepeného předmětu. V první řadě jde o to, zajistit minimální vliv na změnu vzhledu. Dále zachovat původní vlastnosti a charakter textilií, tedy minimalizovat nárůst tuhosti v důsledku podlepení, zachovat dostatečnou splývavost, neovlivnit významně omak předmětu a zajistit dostatečnou pevnost lepeného spoje.

4. Metodika podlepování historických textilií

Na základě rozsáhlého výzkumu byly nejprve otestovány vlastnosti (např. barevnost, mechanické vlastnosti, pH) a dlouhodobá stabilita velkého množství adheziv z různých skupin, dále jejich adhezivní vlastnosti a možnosti využití pro problematiku podlepování historických textilií. Dále byly testovány různé podkladové materiály a možnosti jejich použití pro danou oblast. Dílčí výsledky a závěry vedoucí k výběru vhodných metod podlepování jsou přílohami této metodiky.

Pro restaurování textilií, u nichž je třeba zachovat splývavost, bylo jako optimální na základě výzkumu vybráno teplem aktivovatelné adhezivum Lascaux 5350 na bázi polyamidu. Má vynikající vlastnosti pro využití v dané oblasti a je dlouhodobě velmi stabilní (viz [Příloha č. 1](#)). Dopad jeho použití na výsledný vzhled předmětu je při dobrém provedení zásahu zcela minimální (viz [Příloha č. 4](#)) a více než na použitém adhezivu závisí především na podkladovém materiálu. Jak bylo zjištěno, nejnižší aktivační teplota adheziva pro vytvoření lepeného spoje

se pohybuje nad 105 °C. Je však třeba si uvědomit, že aby došlo k aktivaci a následnému spojení, je nutné této teploty dosáhnout přímo v místě adhezivní vrstvy a zároveň vyvinout dostatečný přítlak. Pro vytvoření kvalitního spoje platí, že čím nižší přítlak jsme schopni vyvinout, tím vyšší teplotu je nutné použít. Zatímco např. při použití vyhřívané restaurátorské špachtle je možné použít k aktivaci adheziva už teplotu 105-110 °C, při použití žehličky popř. alternativních řešení (vyhřívání stůl, apod.), s nimiž nejsme schopni dosáhnout tak silného přítlaku, je třeba počítat s nastavením vyšší teploty. Pro nastavení dostatečné teploty je potřeba zohlednit též tloušťku textilie. Potřebná doba působení zvýšené teploty pro aktivaci adheziva je obvykle tak krátká (v řádu sekund), že by nemělo docházet k poškození historického předmětu teplem. Nespornou výhodou, jakou výběr adheziva Lascaux 5350 přináší, je jeho variabilita. Jednou možností je aplikace přímo ve formě prášku, jak jej dodává výrobce. Dále byl v rámci projektu optimalizován postup jeho dalšího zpracování a způsob přípravy tenkého filmu. Obě varianty použití téhož adheziva se liší nejen způsobem aplikace, ale zejména výslednými vlastnostmi lepeného spoje a každá z nich je vhodná pro předměty jiného charakteru v závislosti na očekávaném výsledku restaurátorského zásahu. U barevných textilií důrazně doporučujeme ještě před aplikací vybrané metody podlepování provést zkoušku stálobarevnosti historické i podkladové textilie vůči rozpouštědlům, která jsou vhodná pro potřeby případné budoucí rekonzervace.

U předmětů, u nichž není zásadním požadavkem dobrá splývavost je možné pro podlepení využít i další dlouhodobě stabilní adheziva jako např. Klucel G, Tylose MH 6000. Pro nalepení textilií na pevnou podložku je možné využít i např. Paraloid B72. (viz [Příloha č. 1](#), [Příloha č. 4](#))

Volba nejvhodnějšího podkladového materiálu zůstává na potřebách konkrétního předmětu. Z palety testovaných podkladových materiálů nelze vybrat obecně vhodný nebo naopak obecně problematický materiál. (viz [Příloha č. 2](#)) Mají vzájemně velmi rozdílné vlastnosti i dlouhodobou stabilitu a hodí se jako podkladová vrstva pro podlepování charakterově odlišných předmětů. Jak bylo zjištěno, i syntetické podkladové materiály mohou být výhodným řešením v případech, kdy není dostupný vhodný materiál vyráběný z přírodních vláken. Takovým příkladem může být např. náhrada hůře dostupného hedvábného tylu tylem polyamidovým, popř. polyesterovým. Dalšími důvody volby vhodného syntetického podkladového materiálu mohou být jeho výhodné vlastnosti (např. dlouhodobá stabilita, budoucí snadná identifikace novodobého zásahu). U netkaných polyesterových textilií (např. Hollytex) je další výhodou, že se netřepí a po jejich aplikaci nevzniká moaré efekt.

Je-li tuhost historické textilie v různých směrech rozdílná a zvolený podkladový materiál vykazuje podobné chování, je při podlepení třeba zvolit takovou orientaci podkladového materiálu, která umožní vzájemnou kompenzaci těchto vlastností. V opačném případě dojde ke vzniku sendviče s extrémní tuhostí v jednom směru a naopak nízkou ve směru na něj kolmém, navíc se zvýšeným rizikem vzniku moaré efektu. Přesto musí být při volbě orientace podkladového materiálu kladen důraz zejména na vizuální stránku, proto je možné přizpůsobit orientaci podkladové textilie kvůli tuhosti až v případě, kdy to umožňuje vzhledová kompatibilita s historickým předmětem. (viz [Příloha č. 2](#))

Vzhledem k tomu, že je obvykle nutné podkladový materiál obarvit na vhodný odstín, byly v rámci výzkumu testovány možnosti barvení syntetických materiálů dostupnými textilními barvivy od české firmy Synthesia, a.s. Ohled byl brán na obvyklé možnosti restaurátorské dílny, proto byl zvolen vytahovací způsob barvení.

Bylo zjištěno, že pro barvení materiálů na bázi polyamidu se nejlépe hodí barviva přímá (Saturn) a barviva 1:2 kovokomplexní (Ostalan). Jimi vybarvené polyamidové textilie vykazují dobrou egalitu, mokré stálosti i barevnou stabilitu po umělém stárnutí. (viz [Příloha č. 3](#))

Podkladové materiály na bázi polyesteru je nejvhodnější barvit za zvýšené teploty a tlaku disperzními barvivy (Ostacet). Pro tento způsob barvení postačí tlakový hrnec s pracovním tlakem 250 kPa a vyšším. Barvením za varu při atmosférickém tlaku, popř. postupy využívajícími tzv. přenašeče není možné dosáhnout dostatečně sytých odstínů, dobré egality a stálosti. (viz [Příloha č. 3](#))

Doporučené metody podlepování

Lascaux 5350 - prášek

Postup podlepování

Polyamidový prášek se v přebytku rovnoměrně (např. pomocí sítky) nanese na důkladně očištěný silikonový papír v ploše mírně přesahující rozměry podlepované textilie, popř. její části, kterou podlepujeme. Silikonový papír následně nakloníme a přebytek prášku z něj nejprve sesypeme, následně vlněním a poklepáváním odstraníme, až na papíře zůstane zachycena pouze rovnoměrná tenká vrstvička nejjemnějších částic. Zejména pokud podlepujeme jemnou historickou tkaninu s nízkou gramáží, u níž vyžadujeme ve výsledku co nejnížší nárůst tuhosti a dobrou splývavost, doporučujeme v této fázi odstranit ze silikonového papíru ještě další množství adheziva. Použijeme plochý štětec s velmi jemným chlupem a dlouhými rovnými tahy se zcela minimálním přitlakem odstraníme ze silikonového papíru ještě další adhezivum. Touto metodou lze ještě snížit již tak dobrou výslednou tuhost spoje při zachování jeho pevnosti. (viz [Příloha č. 4](#))

Následně se na silikonový papír opatřený vrstvou práškového adheziva rozloží a vyrovná připravený podkladový materiál. Přílišné posouvání po vrstvě prášku je nežádoucí, protože se prášek může přesouvat (odhrnout) a tím ztrácíme kontrolu nad rovnoměrností nánosu. Nyní se přes separační vrstvu, nejlépe další silikonový papír, souvrství krátce přezehlí žehličkou (1× až 2× krátce přejet, teplota cca 120 °C). V této fázi je cílem jen částečné natavení adheziva, a jeho přenos ze silikonového papíru na podkladový materiál. Po vychladnutí se podkladový materiál s adhezivní vrstvou sloupne ze silikonového papíru a přenesení se na čistý silikonový papír adhezivní vrstvou vzhůru.

Dále se historická textilie vyrovná na podklad opatřený adhezivní vrstvou. Následně se opět přes čistý silikonový papír souvrství zažehlí ze strany historické textilie žehličkou. Postačí 2× až 3× krátce přejet s dostatečným přitlakem po celé ploše. Příliš dlouhým zažehlením, použitím příliš vysoké teploty, popř. nedostatečným oklepáním/ometením přebytků adheziva v první fázi hrozí protavení adheziva skrz historickou textilií.

Po vychladnutí se sejme vrchní a spodní separační silikonový papír, čímž je proces podlepování hotov a s podlepenou textilií je již možno manipulovat, začistit okraje, odstranit zbytky adheziva v místech, kde se nedochovala historická textilie, apod.

Opětovné zažehlování nelze doporučit, protože tím nedosáhneme obnovení ani zlepšení kvality spoje, dojde naopak spíše ke ztrátě soudržnosti.

Zhodnocení metody

Metodou využívající prášek Lascaux 5350 lze dosáhnout výjimečně dobré kombinace nízké tuhosti, dobré splývavosti a příjemného omaku podlepené textilie. Použití této metody dále zajišťuje dostatečnou pevnost lepeného spoje, která dosahuje přibližně 25–150 N/m v závislosti na druhu pojených textilních materiálů. Metoda je velmi vhodná i pro podlepování transparentních předmětů (řídce tkaniny, krepelína, organza atd.), neboť vizuální dojem předmětu obvykle nekazí nežádoucími odlesky podlepované plochy.

Adhezivum je dodáváno ve formě prášku s poměrně širokou distribucí částic. Výše popsaným postupem jsou pro spojení historické textilie s podkladem využity jen nejjemnější frakce adheziva. Z větších částic, které nejsou v rámci postupu využity, tak vzniká poměrně vysoký podíl odpadu. Nicméně vzhledem k tomu, jak malá je plošná spotřeba adheziva při popsaném postupu, nepředstavuje to zásadní problém. Posbíraný podíl nevyužitých větších frakcí adheziva po aplikaci této metody je navíc možné využít pro přípravu adhezivního filmu (viz níže).

Lascaux 5350 - film

Příprava filmu

V rámci výzkumu vlastností adheziva bylo zjištěno, že je polyamidový prášek Lascaux 5350 rozpustný v alkoholech. Nejvhodnějším rozpouštědlem je methanol, neboť s klesající délkou řetězce příslušného alkoholu rozpustnost adheziva roste. Vhodné je rozpouštění podpořit zahříváním.

Vzhledem k tomu, že výrobek obsahuje kromě polyamidu ještě určitý podíl nerozpustných složek, je pro tvorbu kvalitního filmu nejprve vhodné tento podíl ze směsi odstranit. Navážku 20 g adheziva rozpustíme za mírného varu ve 480 ml methanolu v uzavřené reagenční lahvi. Var udržujeme přibližně 10–15 min, čímž vznikne suspenze nerozpustného podílu v přibližně 5% roztoku adheziva, kterou přefiltrujeme přes jemné bavlněné plátno. Filtrát přelijeme do nádoby, v níž necháme rozpouštědlo za laboratorní teploty zcela odpařit (až několik dní). Je vhodné použít nádobu ze silikonu nebo alespoň vyloženou PE fólií, k níž se polyamid po vysušení nepřichytí. Po vysušení přečištěný polyamid nastříháme na malé kousky, které je možné uložit pro další zpracování.

Dále připravíme formu pro odlití filmu. Tlustší PE fólii napneme na rovnou podložku (skleněná tabule, deska stolu, apod.) a lepicí páskou vymezíme prostor pro nalití roztoku polyamidu. Z kousků přečištěného polyamidu připravíme 10% methanolvý roztok za varu v reagenční lahvi. Po úplném rozpuštění se roztok polyamidu nechá vychladnout na laboratorní teplotu. Roztok aplikujeme na připravenou formu v množství přibližně 130 ml/m² a ihned v ploše rozetřeme štětcem, aby vznikla rovnoměrná vrstva. Methanol je velmi těkavý a je třeba pracovat rychle. Po prvotním zavadnutí odpar rozpouštědla ještě podpoříme proudem horkého vzduchu nebo umístěním do sušárny s teplotou 50 °C, čímž zabráníme zbělání filmu.

Po odpaření rozpouštědla vzniká film (za běžné teploty je nelepivý) o tloušťce přibližně 10 µm, který vykrojíme zalamovacím nožem z formy včetně PE fólie, která slouží jako transportní podklad. Film z fólie sloupneme až přímo před aplikací. Výroba filmu o větších rozměrech může být problematická jednak kvůli rovnoměrnosti nánosu, dále kvůli manipulaci po sloupnutí z transportní fólie.

S vědomím náročnosti přípravy výzkumný tým zajišťuje zakázkovou výrobu filmu výše popsaným způsobem. Je možné jej dodat na základě objednávky ve formě archů o různých rozměrech (dostupné rozměry A5, A4, A3), ceník bude zaslán na vyžádání. Kontakt:

*výzkumná skupina Textilní materiály, laboratoř A63
Ústav chemické technologie restaurování památek
VŠCHT Praha, budova A
Technická 5, Praha 6, 166 28
kontaktní osoba: Ing. Jan Krejčí (jan.krejci@vscht.cz)*

Postup podlepování

Předem připravený film se opatrně sloupne z transportní fólie, na potřebný tvar je možné jej upravit nůžkami ještě před sloupnutím. Případně je možné vedle sebe klást i kusy filmu menších rozměrů a vytvořit tak požadovanou plochu. Film se po rozložení vyrovná na důkladně očištěný silikonový papír. Poté se přiloží podkladová textilie a opatrně se na filmu vyrovná.

Dále je již postup analogický k metodě využívající prášek. Přes separační vrstvu, nejlépe další čistý silikonový papír, se souvrství krátce přežehlí žehličkou (1× až 2× krátce přejet, teplota cca 120 °C). Po vychladnutí se podkladový materiál již opatřený adhezivní vrstvou sloupne ze silikonového papíru a přenes se na čistý silikonový papír adhezivní vrstvou vzhůru.

Dále se historická textilie vyrovná na podklad opatřený adhezivní vrstvou. Následně se opět přes čistý silikonový papír souvrství zažehlí ze strany historické textilie žehličkou. Postačí 2× až 3× krátce přejet s dostatečným přitlakem po celé ploše. Příliš dlouhým zažehlením nebo použitím příliš vysoké teploty opět vzniká riziko protavení.

Po vychladnutí se sejme vrchní a spodní separační silikonový papír, čímž je proces podlepování hotov a s podlepenou textilií je již možno manipulovat, začistit okraje, odstranit zbytky adheziva v místech, kde se nedochovala historická textilie, apod.

Zhodnocení metody

Metodou využívající předem připravený film z adheziva Lascaux 5350 lze dosáhnout dobrého omaku, splyvavosti a nízké tuhosti podlepené textilie. Nítě jsou dobře fixovány ve vazbě, po zastřížení okrajů podkladové tkaniny tedy nedochází k třepení. Hlavní výhodou této metody oproti použití prášku je však zejména vyšší pevnost lepeného spoje 140–350 N/m v závislosti na druhu pojených materiálů. Je proto vhodná i pro předměty u nichž předpokládáme častější manipulaci (např. opakované vystavování) neboť má pevnost spoje dostatečnou rezervu.

Je třeba zohlednit, že tam, kde adhezivní vrstva prosvítá skrz textilií, mohou vznikat nežádoucí lesklé plochy, což může působit rušivě. S tímto jevem se však nesetkáváme u neprůsvitných textilií, nebo předmětů plastických. Proto se metoda příliš nehodí pro podlepování velkých rovných ploch u transparentních textilních předmětů (jemné řídké tkaniny, krepelína, organza apod.).

Odstranění adheziva v místech chybějící historické textilie

Při podlepování se často setkáváme s předměty, které nejsou zcela celistvé. Nacházíme u nich buď díry, popř. jsou složeny z nespojitých částí, jejichž podlepením nutně vznikají z pohledové strany místa nezakrytá historickou textilií. V těchto místech se pak mohou objevovat lesklá

místa, která kazí vizuální dojem předmětu. Tento jev může nastat jak při podlepení práškem, tak filmem.

Odstranění lesku a tedy viditelnosti adhezivní vrstvy polyamidu Lascaux 5350 lze docílit opakovaným přezehlováním místa přes čisté hedvábné plátno vyhřívanou restaurátorskou špachtlí (120 °C). Po přilnutí hedvábí v místě působení vždy plátno sloupneme, čímž postupně docílíme přenosu většiny adheziva pryč z podkladové textilie. Není-li výsledný efekt dostatečný, je možné na závěr podkladovou textilií v místě otvoru navlhčit jemným štětcem namočeným v methanolu. Následně je na toto místo ještě za vlhka přiloženo hedvábné plátno, které se opět přezehlí. Přítomností methanolu se podpoří odstranění zbytků adheziva z podkladové textilie, ovšem je zde riziko vzniku mapy. Po sloupnutí zůstává podkladový materiál pod dírou již bez viditelných zbytků adheziva. (viz [Příloha č. 5](#))

Aby nedošlo k nežádoucímu oslabení, popř. rozlepení spoje v bezprostředním okolí otvorů, je nezbytné působit vyhřívanou restaurátorskou špachtlí pouze v místě otvoru a nepřejíždět přes jeho okraj. Současně, je-li použit závěrečný krok s methanolem, je třeba dbát na to, aby nebylo použito příliš velké množství a nedošlo k jeho podtečení až do oblasti lepeného spoje. Pro každý z popsaných kroků je nezbytné použít vždy čisté hedvábné plátno, aby nedocházelo ke zpětnému přenosu adheziva.

5. Reverzibilita doporučených metod podlepování

Popsané metody podlepování historických textilií polyamidem Lascaux 5350 vykazují velmi dobrou reverzibilitu, ať už se jedná o podlepení metodou pomocí prášku nebo filmu. Postupem odstranění, který lze doporučit pro obě popsané metody podlepování, je obklad a následný proplach teplým methanolem (50 °C) na odsávacím stole.

Podlepená textilie se umístí historickou textilií (tedy lícem) dolů na síťku odsávacího stolu s regulovaným odtahem. Následně se z vrchní strany, tzn. ze strany podkladové textilie, přikryje netkanou PES textilií (např. Hollytex). Na ni se umístí obklad z buničiny (10–15 vrstev), který se následně prosytí teplým methanolem (cca 50 °C). Obklad se přikryje hliníkovou fólií s dostatečným přesahem, čímž se zabrání odpařování rozpouštědla. Obklad se ponechá 30 min působit, během této doby dojde k naměkčení a částečnému rozpuštění adhezivní vrstvy. Po uplynutí předepsané doby jsou všechny vrstvy obkladu z předmětu sejmuty. Poté je opatrně sejmuta podkladová vrstva i s částí adheziva, spoj již neklade žádný odpor. Následně se zapojí odtah odsávacího stolu a historická textilie je v celé ploše promývána teplým methanolem (50 °C). Přibližná spotřeba methanolu na dostatečné promytí textilie se pohybuje kolem 150 ml na 1 dm² textilie. Po dokonalém proplachu je textilie ponechána na odsávacím stole se zapojeným spodním odtahem až do úplného odtěkání rozpouštědla.

Bylo zjištěno (viz [Příloha č. 5](#)), že působení teplých alkoholů (methanol, ethanol) nemá žádný negativní vliv na vlastnosti celulózových textilních materiálů. Jejich působením na textilie na bázi proteinů však může docházet k mírnému poklesu pevnosti nití, a to zejména při použití teplého ethanolu (pravděpodobně vlivem přesušení materiálu). V případě, kdy není možné pro odstranění z nějakých důvodů využít teplý methanol, je možné výše popsaný postup provést s teplým ethanolem. Celková účinnost odstranění adheziva je tím však mírně snížena a navíc s sebou v případě textilií na bázi proteinů náhrada methanolu ethanolem může nést vyšší riziko poklesu pevnosti.

6. Restaurátorský zásah

Pro ověření využití v praxi byly doporučené metody podlepování využity při restaurování historických předmětů. Jednalo se o 2 předměty – malovaný hedvábný kapesníček s erotickou tematikou a o malý paravánek sestavený ze čtyř dřevěných ráků vyplněných řídkou hedvábnou tkaninou s malovanými scenériemi a plastickými figurami.

Malovaný kapesníček

Malovaný kapesníček z hedvábného krepu (Obr. 1) byl znečištěný prachovými částicemi a také odlupujícími se mikročásticemi barvy. Malba byla dobře zachovalá, její kontury byly místy popraskané a odřené. Tkanina byla velmi křehká, popraskaná zejména v místech skladů, s odlomenými částmi v rozích.

Vzhledem ke křehkosti tkaniny, přítomnosti malby, potřeby zachování viditelnosti rubové strany a plošnému charakteru předmětu byla zvolena metoda podlepení práškem Lascaux 5350 a podkladovou textilií Hollytex. Kompletní restaurátorská zpráva je [Přílohou č. 6](#) této metodiky.



Obr. 1 Malovaný kapesníček - stav po restaurování; celkový pohled zepředu (vlevo), detail zadní strany (vpravo)

Paravánek (figury)

Paravánek byl před restaurováním ve velmi špatném stavu, ačkoli byl v minulosti již opravovaný. Předmět byl znečištěný prachem, na tkaninách byly viditelné skvrny, malba na hedvábí i jednotlivé tkaniny na figurách byly výrazně vybledlé a místy velmi poškozené. Tkaniny vyplňující jednotlivá pole byly velmi křehké a popraskané. V minulosti byly tyto tkaniny podlepeny hedvábnou krepelínou a to jak celoplošně, tak v některých případech pouze záplatou. Opravy byly zcela nefunkční, krepelína byla popraskaná a křehká, zřejmě v důsledku použití nevhodného adheziva. Pro restaurování figur (Obr. 2) bylo využito podlepení adhezivem Lascaux 5350 metodami využívající prášek i předpřipravený film. Metody byly modifikovány pro překrytí svrchu.



Obr. 2 Restaurování figur paravánku; stav před restaurováním (vlevo), stav po restaurování (vpravo)

Výňatek z kompletní restaurátorské zprávy je uveden v [Příloze č. 7](#).

7. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Při práci s organickými rozpouštědly je třeba dodržovat zásady „Bezpečnosti a ochrany zdraví při práci“. Zejména při práci s methanolem je vhodné používat ochranné pracovní rukavice a pracovat v odtahovém boxu (digestoři), a to jak při přípravě filmu, tak při případném odstraňování adheziva z textilií. Alternativně je možné využít např. lokální odtah zajišťovaný odsávacími rameny, případně filtrační masku s vhodným filtrem. Dále je třeba zajistit odbornou likvidaci použitých rozpouštědel.

8. Zhodnocení přínosu metodiky

Metodika Podlepení historických textilií nabízí pro konsolidaci textilních předmětů vhodné alternativy k běžně užívanému šití. Popsané metody využívající adhezivum Lascaux 5350 umožňují dostatečnou konsolidaci textilií, konzervátorsko-restaurátorský zásah je zároveň šetrný, reverzibilní a umožňuje zachování typických vlastností textilií (splývavost, omak apod.). Uvedené metody podlepení je možné různě modifikovat podle potřeb konkrétního předmětu, možné je např. překrytí lícové strany krepelínou nebo tylem, spojení textilie s pevnou podložkou, nebo využití adhezivního filmu silnějšího než 10 µm (vyžadujeme-li pevnější spoj a není důležitá dobrá splývavost).

Poděkování

Metodika vznikla v rámci řešení grantového výzkumného projektu Ministerstva kultury ČR NAKI II „Vývoj metod podlepení historických textilií“ (DG18P02OVV023).

Oponenti metodiky

Ing. Ivana Kopecká, Národní technické muzeum

Ing. Martina Ohlidalová, Ph.D., Národní muzeum

9. Seznam publikací předcházejících metodice

KREJČÍ, J.; ŠKRDLANTOVÁ, M.; DRÁBKOVÁ, K.; BUREŠ VÍCHOVÁ, J. Vlastnosti adheziv z hlediska podlepování historických textilií. Fórum pro konzervátory-restaurátory. 2020, roč. 10, č. 2, s. 58-62. ISSN 2571-4384

KREJČÍ, J.; VALENTOVÁ, M.; BUREŠ VÍCHOVÁ, J.; ŠKRDLANTOVÁ, M.; DRÁBKOVÁ, K. Barvení polyamidových textilií. Textil v muzeu. 2020. 16. 5-11. ISSN 1804-1752.

KREJČÍ, J.; DRÁBKOVÁ, K.; BUREŠ VÍCHOVÁ, J.; ŠKRDLANTOVÁ, M. Reversibility of adhesive techniques applied on historical textiles. European Physical Journal Plus. 2021. 136 (6). 1-22. ISSN 2190-5444.

10. Výběr použité související literatury

ABDEL-KAREEM, O. The long-term effect of selected conservation materials used in the treatment of museum artefacts on some properties of textiles. Polymer degradation and stability. 87. 2005.

ABDEL-KAREEM, O., ZIDAN, Y., LOKMA, N., AHMED, H. Conservation of rare painted ancient Egyptian textile object from the Egyptian museum in Cairo. e-PreservationScience. 5. 2008.

AHMED, H. E., KOSILIS, F. N. An investigation of the removal of starch paste adhesives from historical textiles by using the enzyme α -amylase. Journal of Cultural Heritage. 12. 2011.

BOERSMA, F. A review of adhesive treatments used in 20th century Dutch textile conservation with particular reference to a 19th century banner retreated in 1991. Adhesive Treatments Revisited. 1998.

DOWN, J. L., MACDONALD, M. A., TÉTREAU, J., WILLIAMS, R. S. Adhesive testing at the Canadian conservation institute - an evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives. Studies in conservation. 41. 1996.

HILLYER, L., TINKER, Z., SINGER, P. Evaluating the use of adhesives in textile conservation: Part I - an overview and surveys of current use. The Conservator. 21. 1997.

JEDRZEJEWSKA, H. Problems in the Conservation of Textiles: Needle versus Adhesive (1981). In: BROOKS, Mary M.; EASTOP, Dinah D. (ed.). Changing Views of Textile Conservation. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2011, s. 148–152. ISBN 978-1-60606-048-3.

KARSTEN, I., DOWN, J. The effect of adhesive concentration, reactivation time, and pressure on the peel strength of heat and solvent-reactivated. ICOM Committee for Conservation. 2005.

KOLEKTIV AUTORŮ: Příručka pro textilní barvíře a tiskaře. Sdružení pro odbyt dehtových barviv. Praha. 1976.

KRYŠTŮFEK, J.; WIENER, J.: Barvení textilií I. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. ISBN 978-80-7372-328-6.

KRYŠTŮFEK, J.; MACHÁŇOVÁ, D.; WIENER, J.: Barvení textilií II. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. ISBN 978-80-7372-796-3.

MEDINA, C., ROGERSON, C. Solvent reactivation of adhesives in textile conservation survey and comparison with heat reactivation. *Conservar Partimónio*. 3-4. 2006.

PRETZEL, B. Evaluating the use of adhesives in textile conservation: Part II - Tests and evaluation matrix. *The Conservator*. 21. 1997.

PRETZEL, B. Sticky fingers: an evaluation of adhesives commonly used in textile conservation. *The Interface Between Science and Conservation*. London, UK. 1997.

SAMOHÝLOVÁ, A. Využití termoplastických látek v restaurování historického materiálu. In: *Mezinárodní seminář o konzervaci a restaurování historického textilu*. Praha: Státní restaurátorské ateliéry v Praze, 1988, s. 53-58.

SHELLMANN, N. C. Animal glues: a review of their key properties relevant to conservation. *Studies in conservation*. 52. 2007.

TINKER, Z. Pragmatism with past adhesive treatments. In *Proceedings of Symposium 2011 – Adhesives and Consolidants for Conservation*, October 17-21 Ottawa, Canada. 2011.

11. Přílohy

Příloha č. 1: Vlastnosti vybraných adheziv a jejich dlouhodobá stabilita

Výběr adheziv a metodika testování

Pro tuto studii zaměřenou na testování vlastností a dlouhodobé stability vybraných adheziv z různých skupin bylo vybráno celkem 26 adheziv, která pro přehlednost členíme do několika skupin. Do výběru byla zahrnuta adheziva pro podlepování historického textilu již využívaná, tak i adheziva vybraná na základě předpokládaného aplikačního potenciálu. Výběr adheziv znázorňuje následující tabulka (Tab. 1).

Tab. 1 Výběr adheziv pro testování

Skupina	Název adheziva	Výrobce/Dodavatel
nízkotavné polyamidy	Vestamelt 750	Evonik Industries
	Vestamelt 970	Evonik Industries
	Lascaux 5350	Lascaux Colours & Restauro
polyolefiny	PE $M_w=35000$	Sigma-Aldrich
	PE $M_w=4000$	Sigma-Aldrich
akrylátové disperze	Lascaux 498HV	Lascaux Colours & Restauro
	Akrylep 545x1	Ceiba
	Sokrat 2802A	HB-Lak
akrylátové kopolymery	Paraloid B72	Ceiba
polyvinylbutyral	Butvar B98	Acros Organics
polyvinylacetátové disperze	Dispercoll D2	Druchema
ethery celulózy	Klucel G	Ceiba
	Tylose MH6000	Ceiba
	methylocelulóza	Ceiba
polysacharidy	bramborový škrob	Natura
	pšeničný škrob	Ceiba
	rýžový škrob	Ceiba
	kukuřičný škrob	Natura
	tapiokový škrob	Tapioca
	kuzu škrob	Bio MUSO
proteiny	kostní klíč	Deffner & Johann
	kožní klíč	Deffner & Johann
	želatina	Deffner & Johann
	vyzina	Deffner & Johann
poly(2-ethyl-2-oxazolin)	Aquazol 500	Kremer Pigmente
komerční směsi	Beva 371	Ceiba
	Beva film	Ceiba

Byly připraveny vzorky adheziv přizpůsobené svým tvarem měření konkrétních vlastností (kotoučky, filmy apod.). Jejich příprava probíhala způsobem odpovídajícím charakteru daného adheziva. Tavná adheziva byla odlévána z taveniny, u ostatních byly vzorky vytvořeny odléváním roztoků, příp. disperzí a následným vysycháním. Vzorky adheziv byly následně podrobeny třem typům umělého stárnutí - vlhkým teplem (55 °C, 65% RV, 8 týdnů), suchým teplem (65 °C, 7% RV, 8 týdnů) a umělým denním světlem obohaceným o UV složku (5,2 klx, 13 W/m², 38±2 °C, 16% RV, 2 týdny). Podmínky umělého stárnutí byly zvoleny tak, aby se

při nich žádné z testovaných adheziv nenacházelo nad teplotou tečení. Pro zjištění dlouhodobé stability adheziv byly všechny testované vlastnosti (viz dále) měřeny vždy před a po umělém stárnutí. Před každým měřením byly vzorky kondicionovány při 45 ± 2 % RV za laboratorní teploty po dobu 48 hodin.

Kolorimetrie

Pro měření barevných změn adheziv vzniklých v důsledku umělého stárnutí byl použit spektrofotometr Konica Minolta CM-700d s difuzní geometrií, 8mm měřicí šterbinou a světelným zdrojem D65. Bylo měřeno v barvovém systému CIELAB, stanovena celková barevná difference ΔE^*_{ab} dle rovnice (1). Výsledná hodnota je vždy aritmetickým průměrem 6 měření a chyba měření je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2} \quad (1)$$

kde L^* je měrná světlost, a^* je barevná osa mezi zelenou a červenou a b^* je barevná osa mezi modrou a žlutou

Hodnota pH

Hodnoty pH adheziv a jejich případné změny vzniklé v důsledku umělého stárnutí byly stanovovány dotykovou elektrodou pH metrem inoLab 7310. Výsledná hodnota pH je vždy aritmetickým průměrem 2 měření.

Modul pružnosti v tahu

Pro sledování změn mechanických vlastností adheziv vzniklých v důsledku vystavení podmínkám umělého stárnutí byl u vzorků stanoven modul pružnosti v tahu. Na základě měření jeho změn lze sledovat např. křehnutí adheziv (nárůst modulu). Měření modulu pružnosti v tahu probíhalo na základě normy ISO 527 na přístroji LabTest 5.030-2 (Labortech s.r.o.). Výsledná hodnota je průměrem 10 měření, chyba je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

Tvrдост

Zda nedochází ke změnám tvrdosti adheziv v důsledku umělého stárnutí, bylo testováno měřením tvrdosti podle Shore D. Výsledná hodnota je vždy průměrem 20 měření, chyba je vyjádřena formou výběrové směrodatné odchylky.

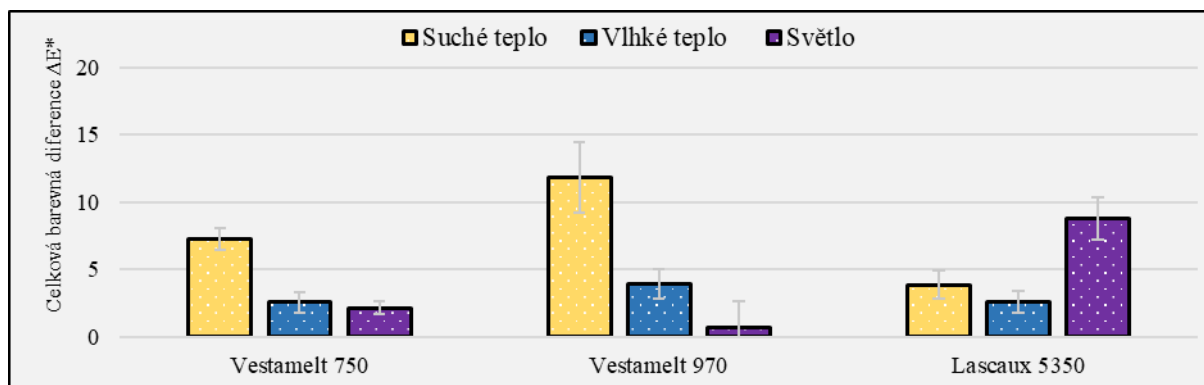
Dynamicko-mechanická analýza

Změny v teplotě skelného přechodu (T_g) v důsledku umělého stárnutí byly měřeny u adheziv, ze kterých bylo možné připravit vzorky v požadované kvalitě pro dané měření. Měření byla provedena dynamicko-mechanickou analýzou (DMA) v ohybu na přístroji DMA DX04T (RMI, ČR). Hodnota T_g byla stanovena ze ztrátového modulu, měření probíhalo pro každý vzorek jednou.

Výsledky

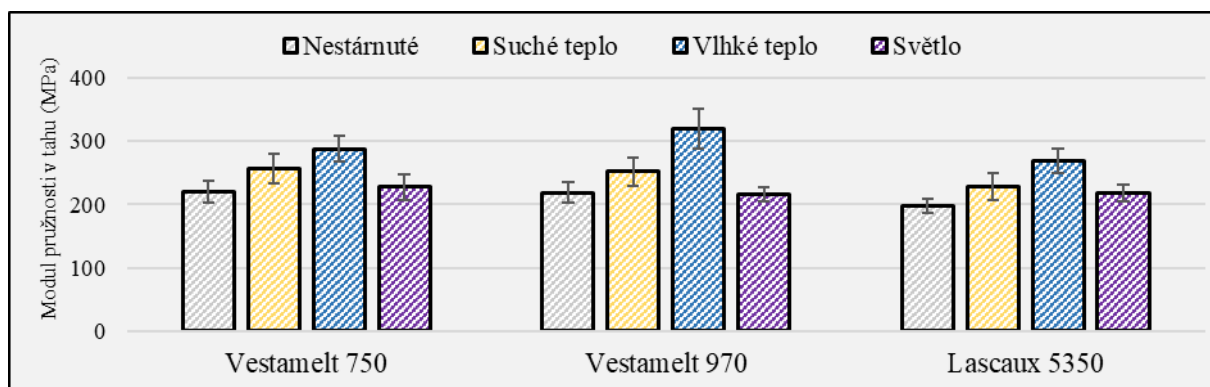
Nízkotavné polyamidy

Z hlediska kolorimetrických měření bylo zjištěno rozdílné chování polyamidů od různých výrobců. Polyamidy Vestamelt 750 a 970 vykazovaly větší citlivost vůči stárnutí suchým teplem, po němž u nich došlo k nárůstu celkové barevné difference na více než dvojnásobek. U polyamidu Lascaux 5350 k tomuto nárůstu nedošlo, ovšem byla u něj zaznamenána vyšší citlivost vůči stárnutí světlem než u ostatních polyamidů. (Obr. 1).



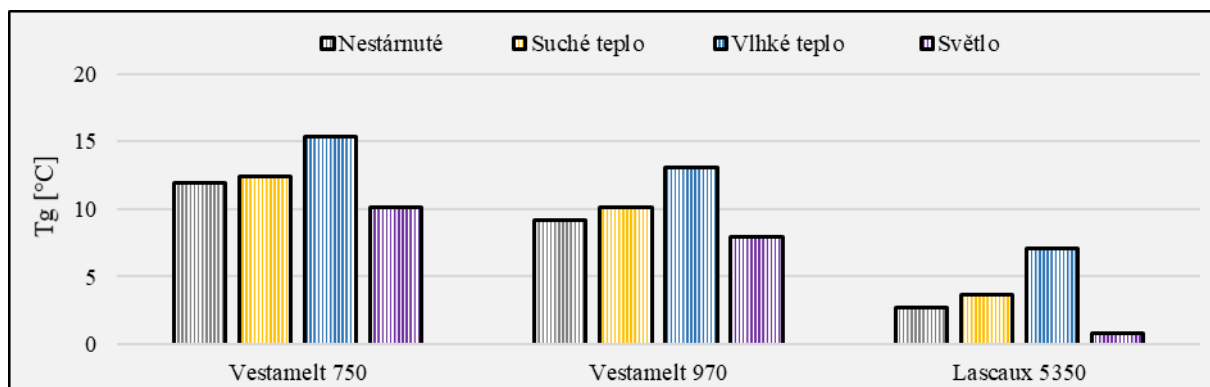
Obr. 1 Barevné změny nízkotavných polyamidů

Měření ostatních testovaných vlastností rozdílnou citlivost vůči druhům umělého stárnutí neprokázala. Měřením modulu pružnosti v tahu byl shodně u všech polyamidů zaznamenán mírný nárůst hodnot po stárnutí vlhkým teplem (Obr. 2).



Obr. 2 Modul pružnosti v tahu nízkotavných polyamidů

Tento trend koreluje s výsledky dynamicko-mechanické analýzy, kde byl zaznamenán posun teplot skelného přechodu polyamidů směrem nahoru (Obr. 3).



Obr. 3 Výsledky měření teplot skelného přechodu nízkotavných polyamidů

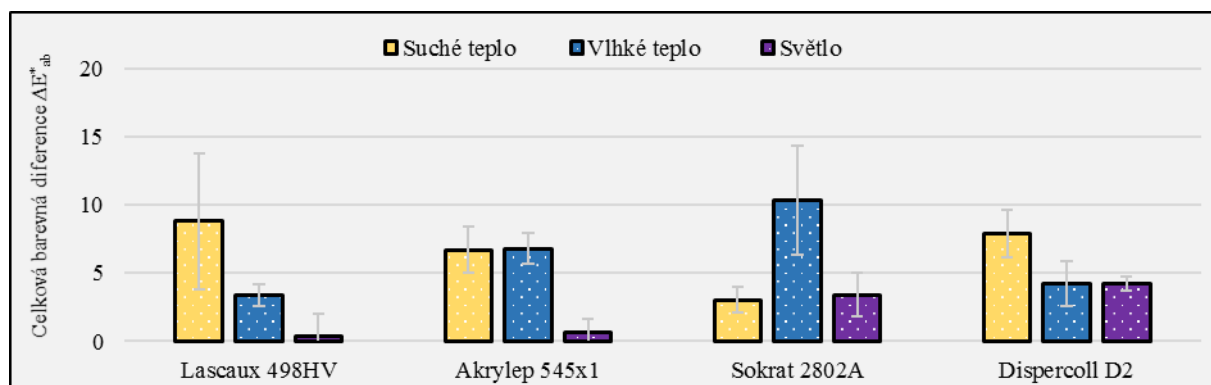
Polyolefiny

Oba testované typy nízkohustotního polyethylenu se ukázaly jako dlouhodobě velmi stabilní. Jejich barevné změny po umělém stárnutí byly minimální ($\Delta E_{ab}^* < 1,5$). Vlivem umělého stárnutí nedošlo ke změnám modulu pružnosti v tahu polyethylenu s $M_w \sim 35000$, které by převyšovaly chyby měření. Tělíška z polyethylenu s $M_w \sim 4000$ vykazovala po odlití nízkou soudržnost a neumožňovala upnutí do čelistí zkušebního stroje, modul pružnosti proto nebyl

stanoven. U vzorků PE nebyly zaznamenány změny tvrdosti ani hodnot pH vlivem umělého stárnutí.

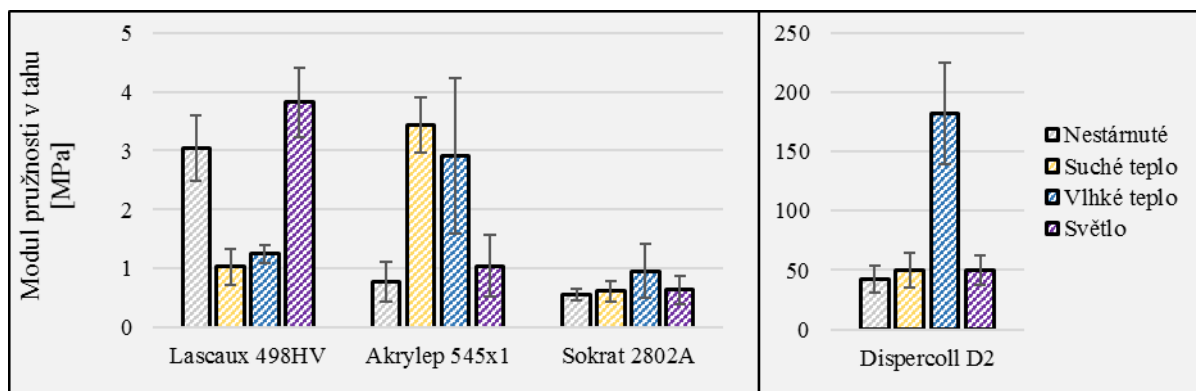
Akrylátové a polyvinylacetátové disperze

Testované akrylátové a polyvinylacetátové (PVAc) disperze vykazaly vůči umělému stárnutí rozdílné chování z hlediska barevnosti (Obr. 4). PVAc disperze Dispercoll D2 vykazala výrazný barevný posun po stárnutí suchým teplem, méně výrazný po stárnutí vlhkým teplem a světlem. Akrylátová disperze Akrylep 545x1 se ukázala jako poměrně citlivá vůči stárnutí suchým a vlhkým teplem, ale naopak velmi stálá při vystavení světlu, zde dosahovala barevných změn pod hranici rozlišitelnosti pouhým okem. Podobně se chovala vůči světelnému stárnutí akrylátová disperze Lascaux 498HV, dobrou stabilitu vykazovala i vůči podmínkám stárnutí vlhkým teplem, ale vykazovala citlivost vůči stárnutí suchým teplem. Zatímco tři zmíněné disperze vykazovaly z hlediska kolorimetrie nízkou odolnost vůči stárnutí suchým teplem, akrylátová disperze Sokrat 2802A dosahovala po stárnutí suchým teplem a světlem nízkých barevných změn. Naopak méně odolná se ukázala vůči podmínkám stárnutí vlhkým teplem, u něhož ΔE^*_{ab} přesahovala hodnotu 10.



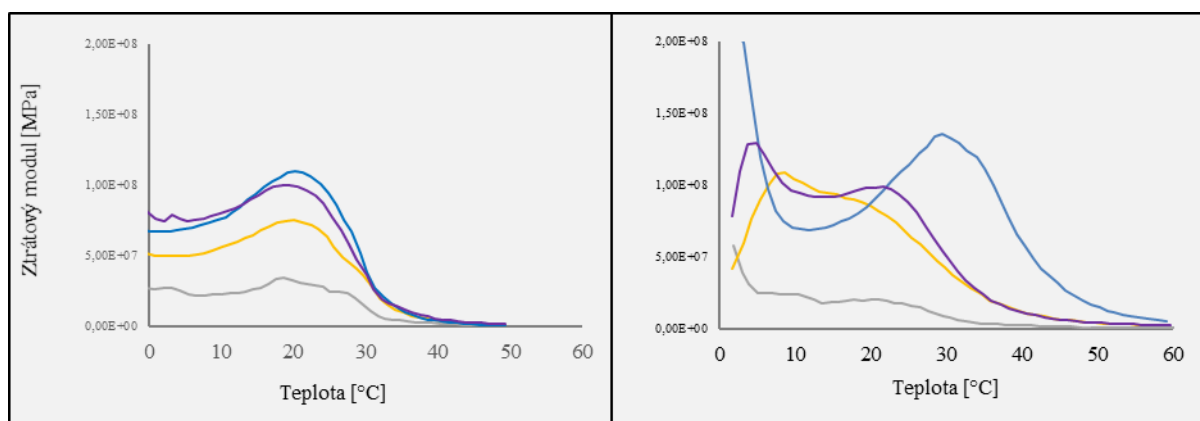
Obr. 4 Barevné změny akrylátových a PVAc disperzí

Testované akrylátové disperze dosahovaly velmi nízkých hodnot modulu pružnosti v tahu a vykazovaly spíše elastomerní chování. Přestože u Akrylepu 545x1 a Lascaux 498HV došlo k určitým změnám po stárnutí suchým a vlhkým teplem, tyto změny jsou vzhledem k jejich obecně velmi nízkým hodnotám modulu pružnosti spíše na hranici chyby měření. Ani z hlediska měření tvrdosti nedocházelo vlivem použitého umělého stárnutí u akrylátových disperzí k zásadním změnám vlastností. PVAc disperze Dispercoll D2 disponovala vyšším modulem pružnosti, po vlhkém tepelném stárnutí u ní dále došlo k zásadnímu zkrěhnutí, což se projevilo výrazným nárůstem modulu pružnosti (Obr. 5) přibližně na trojnásobek. Toto chování potvrdilo měření tvrdosti, tvrdost zkušebních tělísek z disperze Dispercoll D2 se po stárnutí vlhkým teplem zvýšila přibližně na dvojnásobek.



Obr. 5 Modul pružnosti v tahu akrylátových a PVAc disperzí

Vzorky disperzí Lascaux 498 HV, Akrylep 545x1 a Dispercoll D2 byly podrobeny i dynamicko-mechanické analýze. Z výsledných křivek zejména posledních dvou jmenovaných je možné vysledovat korelaci s výsledky měření modulu pružnosti v tahu (Obr. 6). Teplotní oblast změn elastického chování disperze Akrylep 545x1 se po stárnutí suchým a vlhkým teplem posunula mírně nahoru, u disperze Dispercoll D2 nastal výrazný posun po stárnutí vlhkým teplem.

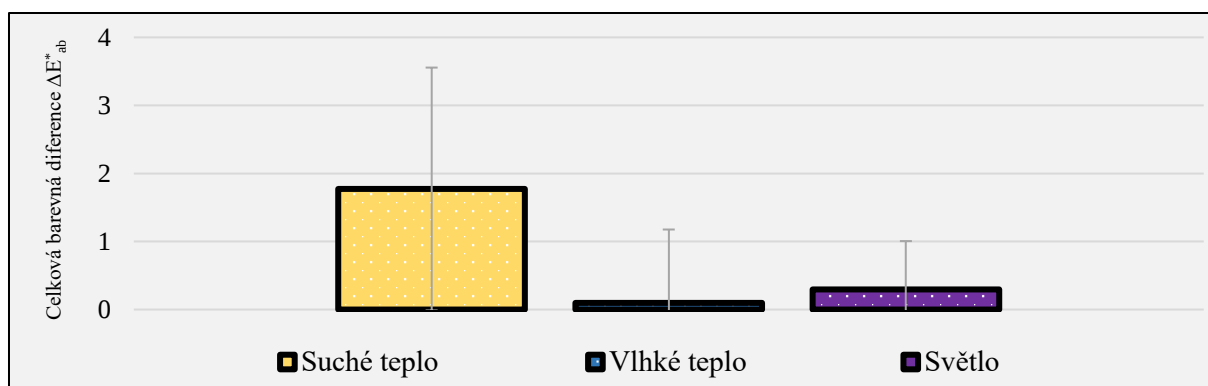


Obr. 6 Grafy teplotních změn z dynamicko-mechanické analýzy disperzí Akrylep 545x1 (vlevo) a Dispercoll D2 (vpravo)

Na základě měření pH bylo zjištěno, že akrylátové disperze si zachovávají i po stárnutí hodnoty pH v neutrální oblasti. Oproti tomu pH polyvinylacetátové disperze Dispercoll D2 se pohybuje kolem hodnoty 4.

Polyvinylbutyral

Na základě předběžných testů stability byly zjištěny rozdíly v dlouhodobé stabilitě polyvinylbutyralu od různých dodavatelů. Pro testování byl proto zvolen polyvinylbutyral Butvar B98, u něhož výrobce kromě průměrného polymeračního stupně uvádí i obsah alkoholových a acetátových skupin.



Obr. 7 Barevné změny polyvinylbutyralu Butvar B98

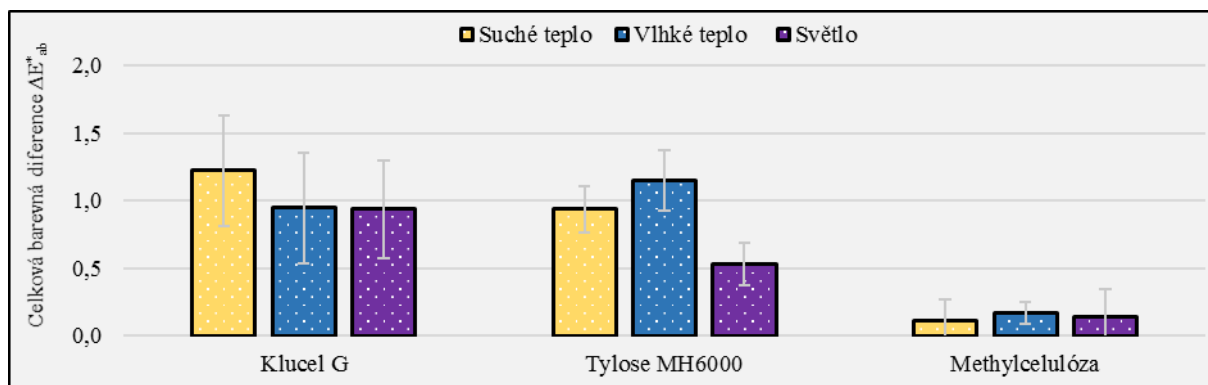
Z hlediska barevnosti (Obr. 7) je polyvinylbutyral Butvar B98 citlivější vůči stárnutí suchým teplem. Měření modulu pružnosti v tahu prokázalo pouze mírný nárůst hodnot po stárnutí suchým teplem, ostatní druhy použitého umělého stárnutí nezpůsobily v chování adheziva téměř žádné změny. Měřením dle Shore D bylo zjištěno, že tvrdost polyvinylbutyralu se důsledkem umělého stárnutí téměř nemění. Hodnoty pH polyvinylbutyralu Butvar B98 se bez ohledu na stárnutí pohybovaly v rozmezí 7,5–8.

Paraloid B72

Akrylátový kopolymer Paraloid B72 vykázal podle očekávání výbornou dlouhodobou stabilitu. V důsledku ani jednoho z použitých umělých stárnutí nedošlo ke změnám mechanických vlastností či pH přesahujícím chybu měření. Měření barevnosti odhalilo mírnou změnu v důsledku stárnutí suchým teplem. I v tomto případě však hodnota celkové barevné difference byla menší než 1, barevný posun tedy není možné zaznamenat pouhým okem.

Ethery celulózy

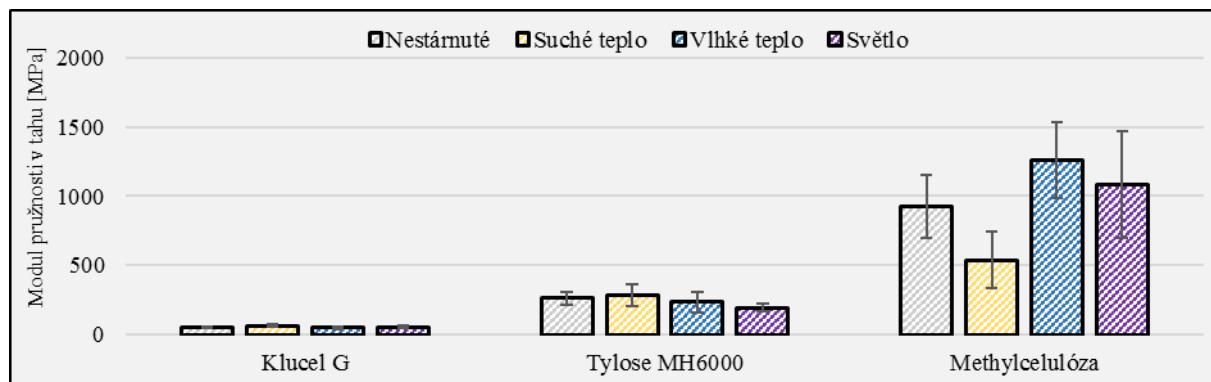
Všechny tři testované ethery celulózy, tedy hydroxypropylcelulóza Klucel G, methylhydroxyethylcelulóza Tylose MH 6000 a methylcelulóza vykázaly z hlediska barevnosti stabilní chování vůči všem typům umělého stárnutí, lišící se vzájemně v rámci chyby měření (Obr. 8). Nejlepší barevné stability v podmínkách umělého stárnutí dosahovala z testovaných etherů celulózy methylcelulóza.



Obr. 8 Barevné změny testovaných etherů celulózy

Z měření modulu pružnosti v tahu vyplynula vynikající stabilita hydroxypropylcelulózy Klucel G, u níž prakticky nedošlo ke změnám mechanických vlastností v důsledku umělého stárnutí. Stejně tak u produktu Tylose MH 6000 nebyly zaznamenány vlivem stárnutí změny v mechanických vlastnostech převyšující hodnoty chyb měření. Methylcelulóza dosahovala

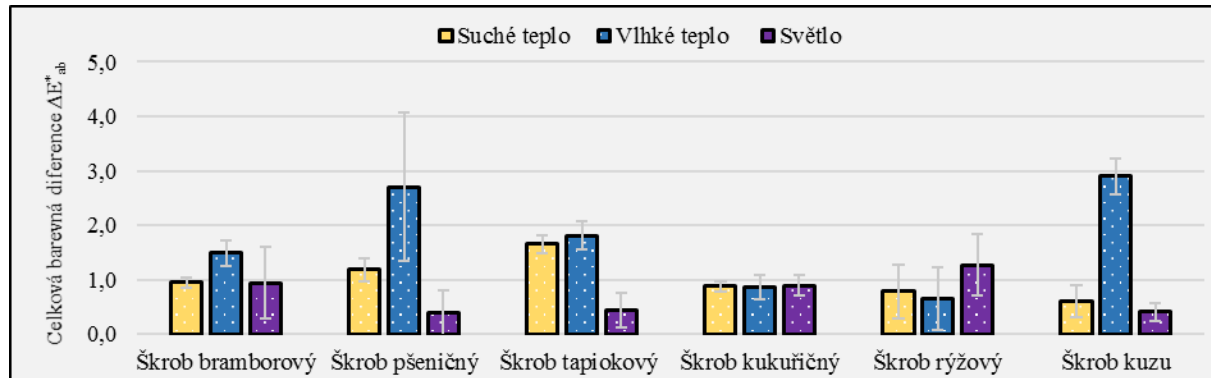
velmi vysokých hodnot modulu pružnosti v tahu, k měřitelnému poklesu zde došlo po stárnutí suchým teplem (Obr. 9).



Obr. 9 Modul pružnosti v tahu testovaných etherů celulózy

Polysacharidy (škroby)

Mezi testovanými druhy škrobů byly kolorimetrickými měřeními zjištěny významné rozdíly v dlouhodobé stabilitě (Obr. 10). Pšeničný škrob a škrob z kořene kuzu vykazovaly vyšší citlivost ke stárnutí vlhkým teplem, tapiokový škrob měl zvýšenou barevnou změnu po stárnutí suchým a vlhkým teplem. Škrob bramborový a škrob rýžový vykazovaly nízké změny barevnosti po stárnutí všemi druhy umělého stárnutí. Také u kukuřičného škrobu žádné z použitých umělých stárnutí nezpůsobilo významné barevné změny. Nicméně je třeba poznamenat, že zatímco ostatní druhy škrobů měly původní barevnost bílou (v práškové formě), resp. transparentní (ve formě mazu), kukuřičný škrob byl viditelně zabarven do žluta.



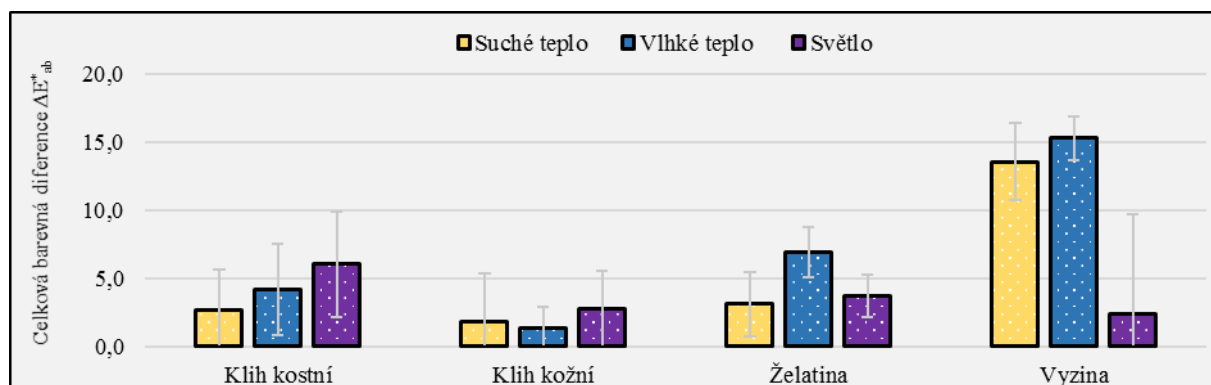
Obr. 10 Barevné změny polysacharidů (škrobů)

Velké smrštění a deformace škrobových mazů při vysychání zabránily výrobě tělísek pro testování modulu pružnosti v tahu. Byla proto vyrobena pouze tělíska pro měření tvrdosti podle Shore D. S výjimkou tělísek z kukuřičného škrobu, která se obecně vyznačovala zcela minimální soudržností (což zkoušku znemožnilo), testy tvrdosti neprokázaly žádné rozdíly v chování jednotlivých škrobů vlivem umělého stárnutí.

Byly naměřeny rozdílné hodnoty pH testovaných škrobů. Zatímco škrob bramborový, pšeničný, kukuřičný a rýžový měly pH v neutrální oblasti (blízké 7), škrob z kořene kuzu a tapiokový škrob byly kyslejší s hodnotami pH mezi 5 a 5,5. U všech testovaných škrobů nicméně nedocházelo ke změnám pH vlivem umělého stárnutí.

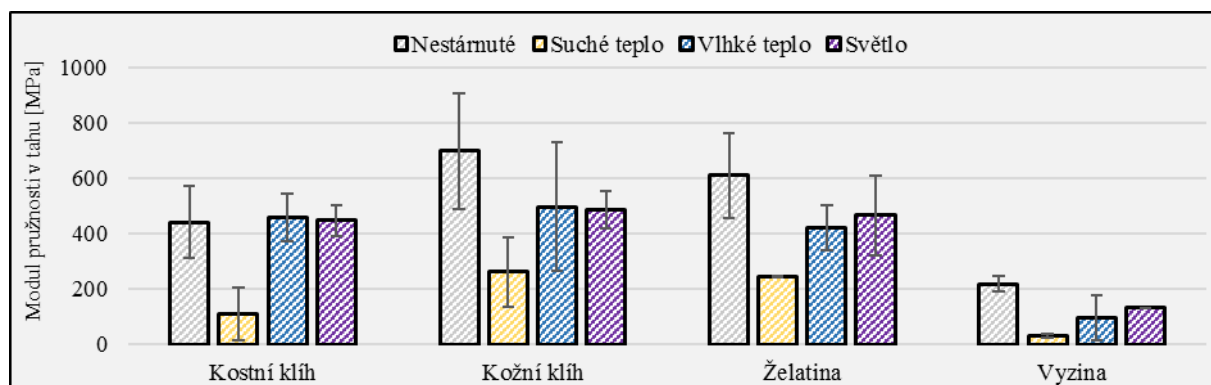
Proteiny

U kostního a kožního klišu a želatiny v závislosti na typu umělého stárnutí docházelo k mírné až střední barevné změně. U vyziny však došlo vlivem stárnutí suchým a vlhkým teplem k barevné změně, kterou lze označit jako velmi výraznou. (Obr. 11)



Obr. 11 Barevné změny proteinových adheziv

Z hlediska mechanických zkoušek se všechna adheziva na bázi proteinů chovala podobně (Obr. 12). Vlivem stárnutí vlhkým teplem a světlem docházelo buď k žádnému (kostní klíh) nebo k mírnému poklesu naměřených hodnot modulu pružnosti v tahu. Zásadní změny, které se u všech čtyř typů klišových adheziv projeví poklesem modulu, způsobilo stárnutí suchým teplem. Paradoxně není v těchto případech pokles modulu pružnosti způsoben nárůstem elasticity vzorků, ale naopak rozpraskáním jejich struktury, které způsobilo zkreslení výsledků zkoušky. Podobně je tomu u vyziny, kde obecně nižší hodnoty modulu pružnosti v tahu nepoukazují na vyšší pružnost než u ostatních adheziv, ale spíše na přítomnost prasklinek a nízkou soudržnost vzorků.



Obr. 12 Modul pružnosti v tahu testovaných proteinů

Hodnoty pH kostního klišu, želatiny a vyziny se pohybovaly mezi 5 a 5,5, pH kožního klišu se blížilo hodnotě 6. K zásadním změnám vlivem umělého stárnutí nedošlo.

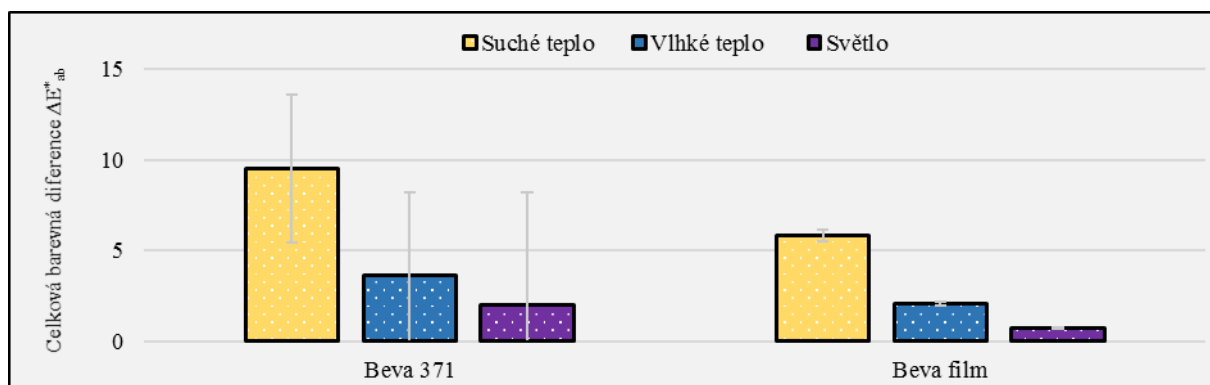
Aquazol 500

U poly(2-ethyl-2-oxazolinu) Aquazol 500 došlo vlivem stárnutí suchým teplem ke vzniku střední celkové barevné difference o hodnotě přibližně 3,5. Po stárnutí vlhkým teplem a světlem byla mírně menší, přibližně 2. Vlivem stárnutí vlhkým teplem u něj dochází pravděpodobně ke změnám mechanických vlastností, protože po něm došlo k nárůstu modulu pružnosti v tahu přibližně na dvojnásobek a zároveň se snížila tvrdost o cca 25 %. Měření vzorků dynamicko-

mechanickou analýzou ovšem tento trend nepodpořilo. K významnému posunu T_g zde nedošlo, její hodnota se pohybovala u nestárnutých i stárnutých vzorků kolem 32 °C.

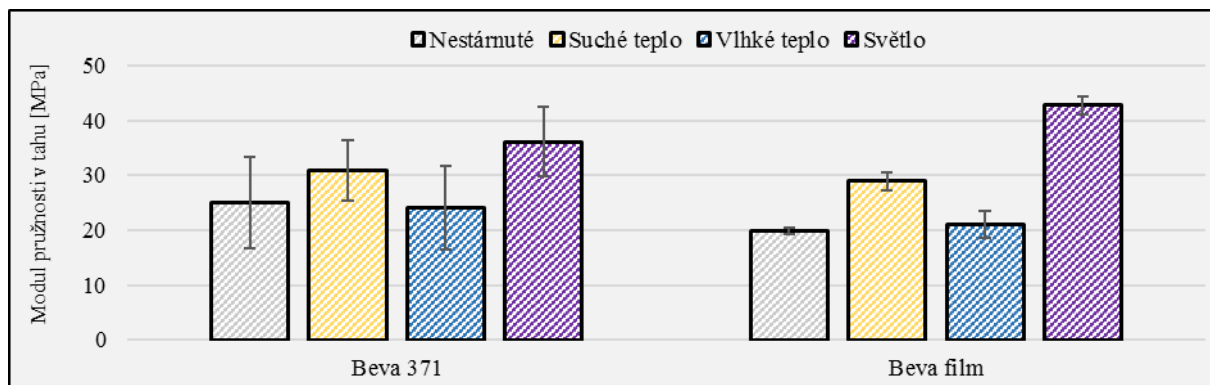
Beva 371/Beva film

Provedenými testy bylo potvrzeno obdobné chování obou variant produktu Beva 371 a Beva film z hlediska jejich vlastností a změn způsobených umělým stárnutím. Kolorimetricky lépe odolávají stárnutí vlhkým teplem a světlem než stárnutí suchým teplem (Obr. 13), po němž došlo k výraznému zežloutnutí, což může být způsobeno nastavenou teplotou stárnutí (65 °C) blízkou se aktivační teplotě produktu.



Obr. 13 Srovnání barevných změn adheziv Beva 371 a Beva film

Měřením modulu pružnosti v tahu byl tento trend potvrzen pouze částečně, neboť k většímu nárůstu jeho hodnot došlo u vzorků po stárnutí světlem (Obr. 14). Hodnoty pH se pohybovaly v neutrální oblasti a vlivem stárnutí se neměnily.



Obr. 14 Modul pružnosti v tahu adheziv Beva 371 a Beva film

Závěr

Zatímco z hlediska barevnosti jsou u nízkotavných polyamidů rozdíly v odolnosti vůči různým druhům umělého stárnutí, u ostatních testovaných vlastností jsou naměřené trendy u testovaných polyamidů obdobné. Lepších vlastností pro aplikaci v dané problematice dosahuje polyamid Lascaux 5350. Jedná se o komerčně dostupný produkt a zjištěná nižší barevná stabilita vůči světelnému záření jej vzhledem k obvyklým podmínkám uložení/vystavování historického textilu nediskvalifikuje.

Obě testované varianty nízkohustotního polyethylenu vykazovaly vynikající stabilitu vůči umělému stárnutí. Vhodnějším typem pro navazující experimenty je polyethylen s $M_w \sim 35000$, díky lepším mechanickým vlastnostem a lepší soudržnosti.

PVAc disperze se ukázala jako poměrně nestabilní, a i z dalších důvodů (např. kyselost) pro dané použití nevhodná. Lepších výsledků dosáhly disperze akrylátové. Jako vhodné se jeví akrylátové disperze Lascaux 498HV a Akrylep 545x1. Podle aktuálních informací byl však Akrylep 545x1 v současné době z nabídky dodavatelů vyřazen.

Dlouhodobá stabilita testovaného polyvinylbutyralu Butvar B98 je dobrá. Nicméně při použití polyvinylbutyralu v oblasti památkové péče je nutné dbát na pečlivý výběr konkrétního produktu a dodavatele. Vlastnosti a stabilita polyvinylbutyralu záleží nejen na průměrném polymeračním stupni, ale i na obsahu alkoholových a acetátových skupin. Produkty od různých dodatelů se mohou bohužel výrazně lišit, což z popisu produktu nemusí být vždy zřejmé.

Akrylátový kopolymer Paraloid B72 se podle očekávání ukázal jako dlouhodobě vysoce stabilní a pro použití v dané oblasti tedy vhodný.

Ethery celulózy byly vyhodnoceny jako dlouhodobě velmi stabilní. Jako nejvhodnější se z nich jeví Klucel G (hydroxypropylcelulóza), který kromě dobré dlouhodobé stability a výhodných mechanických vlastností poskytuje možnost dodatečné aktivace alkoholu.

V případě volby adheziv na bázi přírodních polymerů se z testovaných škrobů jako nejvhodnější z hlediska dlouhodobé stability ukázal bramborový a rýžový škrob.

Z proteinů podmínkám umělého stárnutí nejlépe odolával kožní klíh. Vyzina, která bývá pro oblast péče o památkové objekty často doporučována, vykazovala v testech velmi špatnou dlouhodobou stabilitu a pro danou aplikaci nevhodné vlastnosti.

Přestože Aquazol 500 vykázal jisté změny mechanických vlastností po stárnutí vlhkým teplem, je jinak hodnocen jako adhezivum dlouhodobě poměrně stabilní. Výhodou by mohla být variabilita jeho využití z hlediska rozpustnosti, aktivace a lepivosti.

Provedenými testy bylo prokázáno, že v případě komerčního směsného adheziva Beva jde v obou testovaných variantách (Beva 371/Beva film) o stejný produkt – jejich vlastnosti i dlouhodobá stabilita jsou velmi podobné a pro dané využití relativně vhodné.

Podrobná studie vlastností a dlouhodobé stability testovaných adheziv umožnila pro navazující výzkum v rámci projektu zvolit užší výběr vhodných adheziv, která byla využita pro vývoj vhodných metod pro podlepování památkových objektů z textilních materiálů.

Příloha č. 2: Podkladové materiály pro podlepování historických textilií

Vlastnosti a dlouhodobá stabilita vybraných podkladových materiálů

Na základě vlastních praktických zkušeností a informací z literatury a výsledků průzkumu reálných předmětů v depozitářích muzeí byly shromážděny různé podkladové materiály pro testování jak ze skupin přírodních materiálů, tak i materiálů syntetických. Do výběru byly zahrnuty materiály uvedené v Tab. 1.

Tab. 1 Výběr podkladových materiálů k testování

Podkladový materiál	Složení	Gramáž [g/m²]	Výrobce / dodavatel
tyl PES	polyester	40	Stoklasa
tyl PA	polyamid	16	Látky Mráz
netkaná textilie Hollytex	polyester	17	Ceiba
krepešina	přírodní hedvábí	12	Lelievre Paris
organza	přírodní hedvábí	24	Zdeněk Volf
Habutai	přírodní hedvábí	43	Zdeněk Volf
batist	bavlna	103	Ivana Blanářová
sukno	vlna	650	Ivana Blanářová
Tengujo	japonský papír	6	Artprotect
Tengujo Kashmir	japonský papír	8,6	Ceiba

Metodika testování a výsledky

Testované textilní materiály byly nejprve vyprány 3× v destilované vodě (40 °C). Pro porovnání dlouhodobé stability byly všechny podkladové materiály uměle stárnuty třemi způsoby – stárnutí suchým teplem (105 °C, 4 týdny), stárnutí vlhkým teplem (80 °C, 65% RV, 4 týdny) a stárnutí světlem obohaceným o UV složku (intenzita osvětlení 5,2 klx, energie UV složky 13 W/m², 38 °C, 16% RV, 2 týdny).

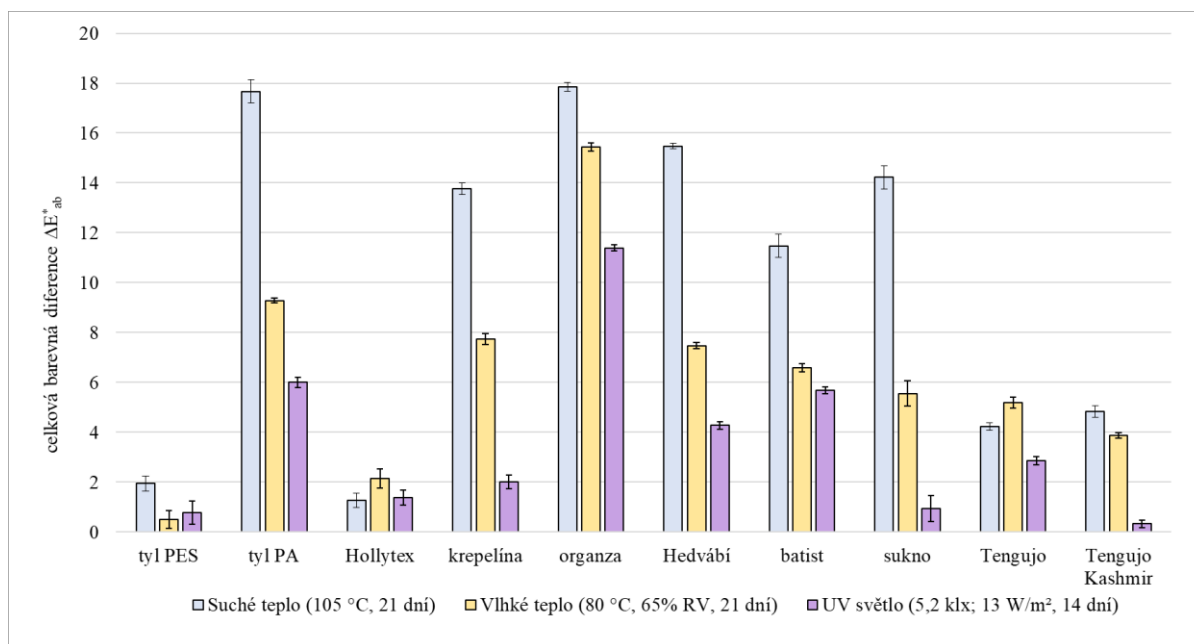
Vzorky byly dále podrobeny kolorimetrickým měřením a měření mechanických vlastností (tržného zatížení a tuhosti). Měření mechanických vlastností byla prováděna paralelně pro osnovní (MD pro netkané), tak pro útkový směr (CD pro netkané).

Kolorimetrie

Pro kolorimetrická měření byl použit spektrometr Konica Minolta CM-700d. Byla prováděna na bílé světlostálé podložce při tzv. kritické tloušťce vzorku. Na každém vzorku bylo provedeno celkem 5 měření. Z naměřených parametrů byla následně vypočtena celková barevná difference ΔE^*_{ab} vzniklá v důsledku vystavení podmínkám umělého stárnutí (Obr. 1). Chyby měření jsou vyjádřeny formou celkových směrodatných odchylek ΔE^*_{ab} vypočtených na základě Gaussova zákona šíření nejistot.

Pro většinu testovaných materiálů lze označit za nejvíce poškozující umělé stárnutí suchým teplem. Došlo zde k posunu ke žlutým tónům (parametr b^*) a tmavnutí (parametr L^*). Barevnou stabilitou vynikají zejména syntetické materiály vyrobené z polyesterových vláken, tedy polyesterový tyl a netkaná textilie Hollytex. Tyl z polyamidu dosáhl největšího barveného posunu po suchém tepelném stárnutí (ΔE^*_{ab} cca 18), stárnutí vlhkým teplem a světlem odolával o něco lépe. Oba japonské papíry vykazaly velmi stabilní chování vůči všem typům umělého stárnutí. Jemný bavlněný batist uspokojivě odolal stárnutí vlhkým teplem a světlem, ale větších barevných změn dosáhl po vystavení suchému tepelnému stárnutí (ΔE^*_{ab} cca 7). Všechny tři

podkladové materiály vyrobené z hedvábí vykazovaly největší barevné změny v důsledku stárnutí suchým teplem, nejmenší naopak po světelném stárnutí. Zatímco u hedvábné krepelíny a hedvábného plátna můžeme pozorovat shodný trend, hedvábná organza kromě vysoké citlivosti ke stárnutí suchým teplem vykazovala i citlivost ke zbylým dvěma typům umělého stárnutí. Vlněné sukno dosáhlo razantních barevných změn po stárnutí suchým teplem (ΔE^*_{ab} cca 15), docházelo zde k výraznému žloutnutí (posun na ose b^*). Ovšem barevná změna způsobená vlhkým teplem byla na nižší úrovni (ΔE^*_{ab} cca 6) a stárnutí světlem odolávalo sukno z hlediska kolorimetrie velmi dobře.



Obr. 1 Celková barevná difference testovaných podkladových materiálů po umělém stárnutí

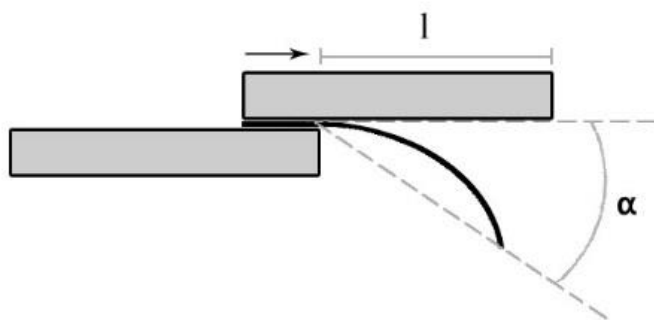
Tuhost v ohybu

Měření tuhosti podkladových materiálů a jejich změn po umělém stárnutí bylo prováděno na základě normy DIN 53362 na automatizovaném měřicím přístroji (Polymertest CZ).

$$G = m_F \cdot \left(\frac{l_0}{2}\right)^3 \cdot 10^{-4} \cdot g_n \quad (1)$$

kde G je tuhost v ohybu na jednotku šířky v mN.cm; m_F je plošná hmotnost v g.m⁻², l_0 je délka proužku potřebná pro jeho ohnutí o 41,5 ° v důsledku působení gravitace, g_n je gravitační zrychlení v m.s⁻²

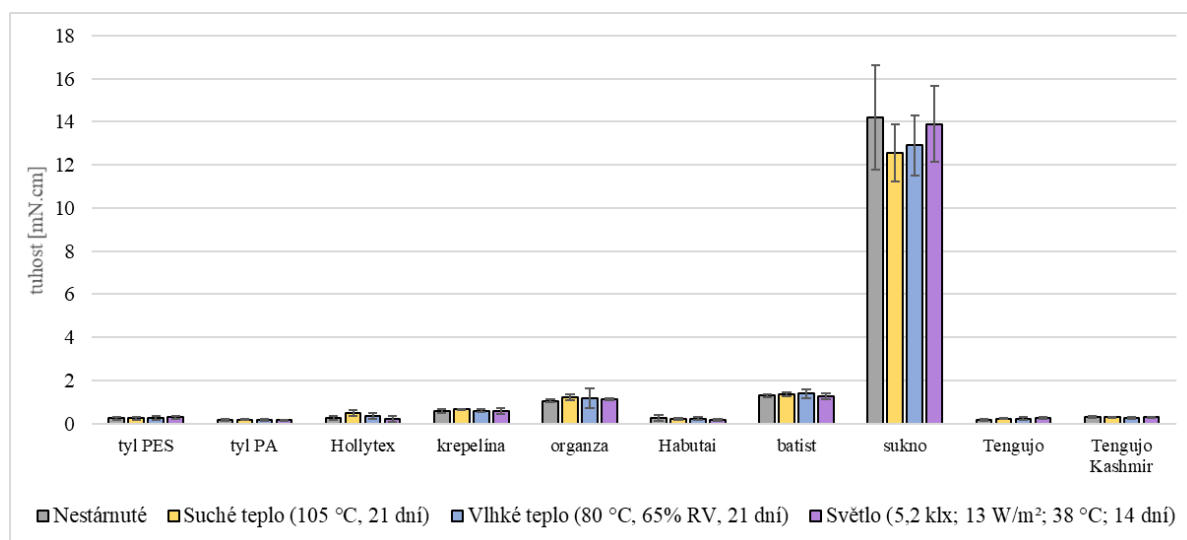
Tuhost v ohybu (G) na jednotku šířky je vyjádřena v mN.cm a vypočítává (rovnice 1) se na základě plošné hmotnosti proužku a jeho délky potřebné k ohnutí o 41,5 ° působením gravitace. (viz schéma na Obr. 2)



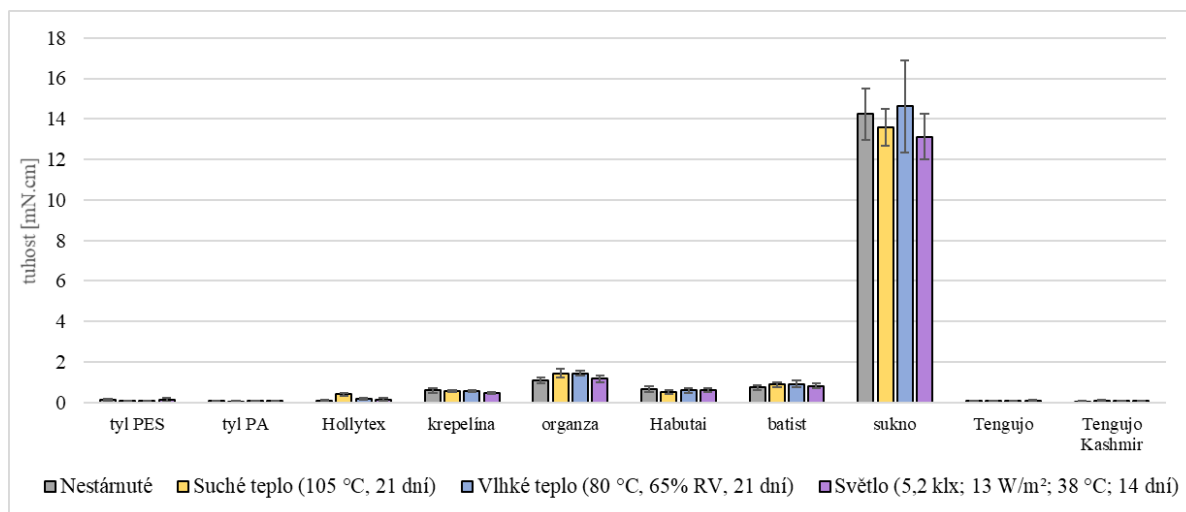
Obr. 2 Schéma měření tuhosti v ohybu dle DIN 53362, boční pohled; l - měřená vzdálenost; α - úhel ohybu proužku ($41,5^\circ$)

Byly připraveny vzorky ve formě proužků o šířce 15 mm a délce 250 mm, paralelně ve směru osnovy (MD) a útku (CD). Tuhost byla stanovována pro každou sadu vzorků jako aritmetický průměr 6 naměřených hodnot, a to paralelně v obou směrech. Výsledky shrnují grafy na Obr. 3 a Obr. 4.

Z výsledků vyplývá, že u testovaných podkladových materiálů nedochází vlivem stárnutí k měřitelným změnám tuhosti, s výjimkou Hollytexu. U této netkané PES textilie, zejména ve směru kolmém na směr výroby (CD), byl zjištěn mírný nárůst v tuhosti po umělém stárnutí suchým teplem. U ostatních materiálů byly rozdíly v rámci chyb měření, tento trend byl dobře patrný jak při měření ve směru výroby, tak ve směru na něj kolmém.



Obr. 3 Výsledky tuhosti podkladových materiálů ve směru osnovy (MD)

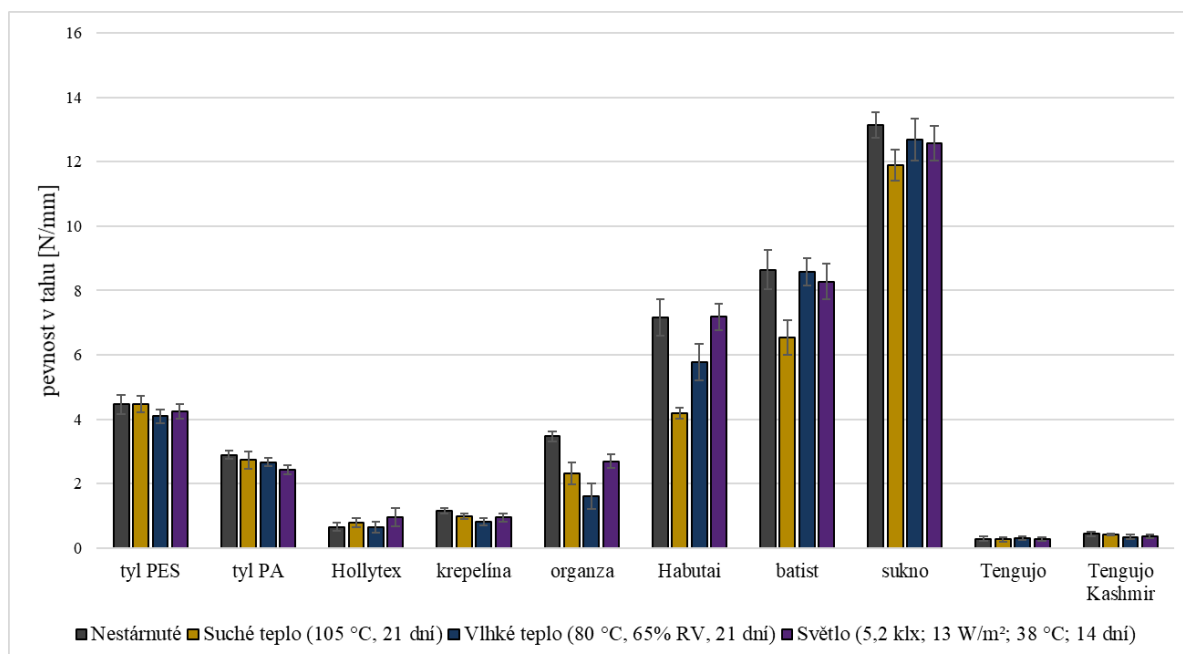


Obr. 4 Výsledky tuhosti podkladových materiálů ve směru útku (CD)

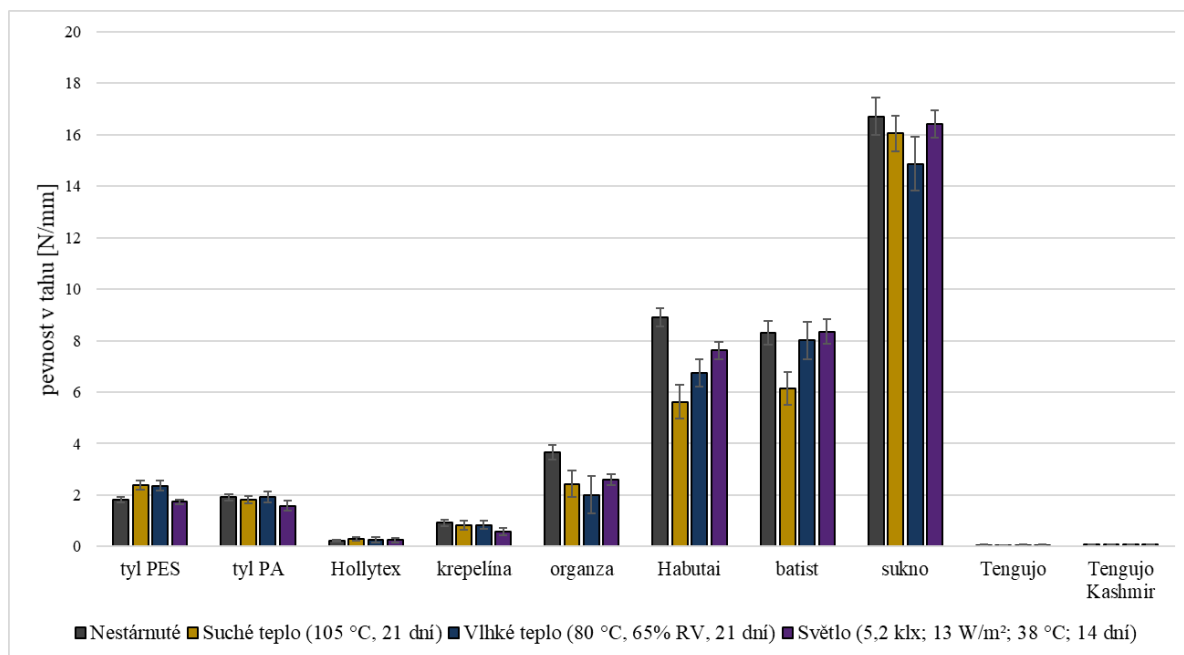
Protože je měření tuhosti metodou nedestruktivní, byly vzorky následně použity pro měření pevnosti v tahu (viz dále).

Pevnost v tahu

Byla měřena hodnota tržného zatížení vzorků o šířce 15 mm a z ní následně vypočtena pevnost v tahu v N/mm. Měření bylo provedeno na univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030 – 2 (Labortech s. r. o.). Vzdálenost čelistí činila 150 mm a rychlost posuvu byla nastavena na 250 mm/min. Zkouška byla provedena na základě normy ISO 13934-1:1999. Konečný výsledek pro každou sadu materiálů v daném směru byl vypočten jako aritmetický průměr z měření 10 vzorků. Výsledky pevnosti v tahu ve směru osnovy (MD) ukazuje graf na Obr. 5 a ve směru útku (CD) na Obr. 6.



Obr. 5 Pevnost v tahu podkladových materiálů ve směru osnovy (MD) v závislosti na umělém stárnutí



Obr. 6 Pevnost v tahu podkladových materiálů ve směru útku (CD) v závislosti na umělém stárnutí

Pevnost v tahu podkladových materiálů se v závislosti na složení a plošné hmotnosti samozřejmě zásadně liší, neboť je tržná síla vztažena pouze k šířce vzorku, a gramáž zde nijak nefiguruje.

Zároveň materiály vykazují různou citlivost k různým typům poškození. Syntetické materiály si poměrně dobře udržují své mechanické vlastnosti i během umělého stárnutí. Materiály na bázi polyesteru (tyl, Hollytex) nevykazují ve směru výroby (MD) téměř žádné změny pevnosti, ve směru kolmém (CD) pak mírný nárůst po stárnutí suchým nebo vlhkým teplem. Může se ovšem jednat i o změny vzniklé drobným smrštěním těchto materiálů v důsledku zvýšené teploty, které bylo zaznamenáno.

Polyamidový tyl nevykazoval změny pevnosti přesahující chyby měření po stárnutí suchým a vlhkým teplem. Stárnutí světlem vyvolalo mírné snížení pevnosti, a to v obou směrech.

Hedvábná krepelína byla také velmi stabilní, ke drobnému poklesu v pevnosti došlo po stárnutí vlhkým teplem v osnovním směru a po stárnutí světlem ve směru útkovém.

U hedvábné organzy byl zaznamenán pokles pevnosti po všech typech umělého stárnutí, nejvíce stárnutí vlhkým teplem, a to jak ve směru osnovním, tak útkovém. Podobně se chovalo hedvábné plátno Habutai s tím rozdílem, že v osnovním směru nebyl zaznamenán pokles pevnosti po stárnutí světlem. Naopak nejvíce snížilo jeho pevnost v tahu stárnutí suchým teplem.

Bavlněný batist vykazoval snížení pevnosti po stárnutí suchým teplem, a to jak ve směru osnovním, tak útkovém. Ostatními typy stárnutí jeho pevnost ovlivněna nebyla.

Změna pevnosti v tahu vlněného sukna byla v osnovním směru zaznamenána v důsledku působení stárnutí suchým teplem, ve směru útkovém pak po stárnutí vlhkým teplem.

Oba vybraní zástupci lehkých japonských papírů vykazovali výbornou dlouhodobou stabilitu. Z hlediska pevnosti v tahu u nich nedošlo k měřitelným změnám v důsledku vystavení umělému stárnutí.

Závěrečné zhodnocení

Na základě zjištěných výsledků provedených zkoušek lze konstatovat, že mezi jednotlivými podkladovými materiály jsou z hlediska vlastností zásadní rozdíly, u všech však lze říci, že disponují dostatečnou dlouhodobou stabilitou. Volba nejvhodnějšího podkladového materiálu tak zůstává zcela na potřebách konkrétního předmětu. Z palety testovaných podkladových materiálů nelze vybrat obecně vhodný nebo naopak obecně problematický materiál. Mají vzájemně velmi rozdílné vlastnosti a hodí se jako podkladová vrstva pro podlepování charakterově odlišných předmětů.

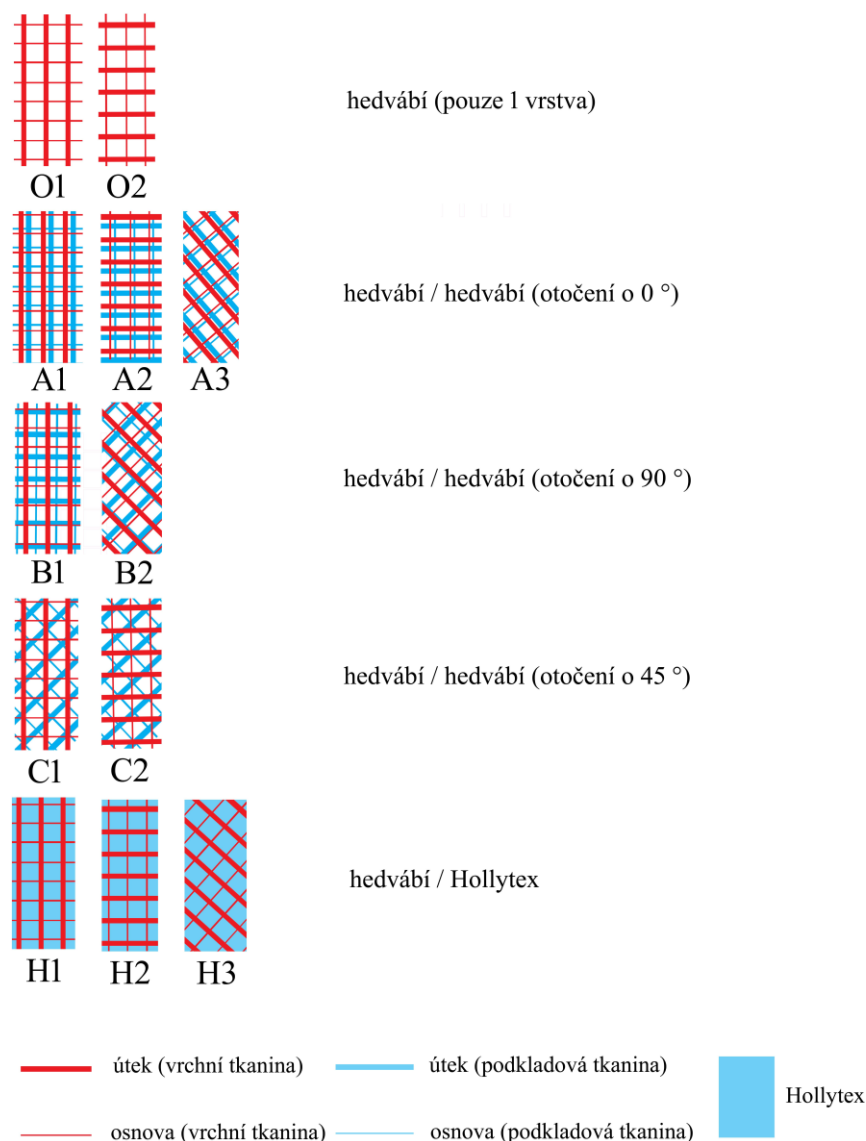
Jak bylo zjištěno, dostupné syntetické podkladové materiály mohou být výhodným řešením v případech, kdy není dostupný vhodný materiál vyráběný z přírodních vláken. Takovým příkladem může být např. náhrada hůře dostupného hedvábného tylu tylem polyamidovým, popř. polyesterovým. Dalšími důvody volby vhodného syntetického podkladového materiálu mohou být jeho výhodné vlastnosti (např. dlouhodobá stabilita, budoucí snadná identifikace novodobého zásahu). U netkaných polyesterových textilií (např. Hollytex) je další výhodou, že se netřepí a po jejich aplikaci nevzniká moaré efekt.

Vliv orientace podkladových materiálů na vlastnosti podlepené textilie

Podkladové materiály mají mnohdy v různých směrech různé vlastnosti, ostatně stejně jako samotné historické textilie. Při jejich spojení v rámci podlepování (nebo i šité skeletáže) pak může být rozdílnost vlastností v různých směrech ještě umocněna. Byly proto testovány vlastnosti lepených sendvičových vzorků při různých orientacích podkladových materiálů.

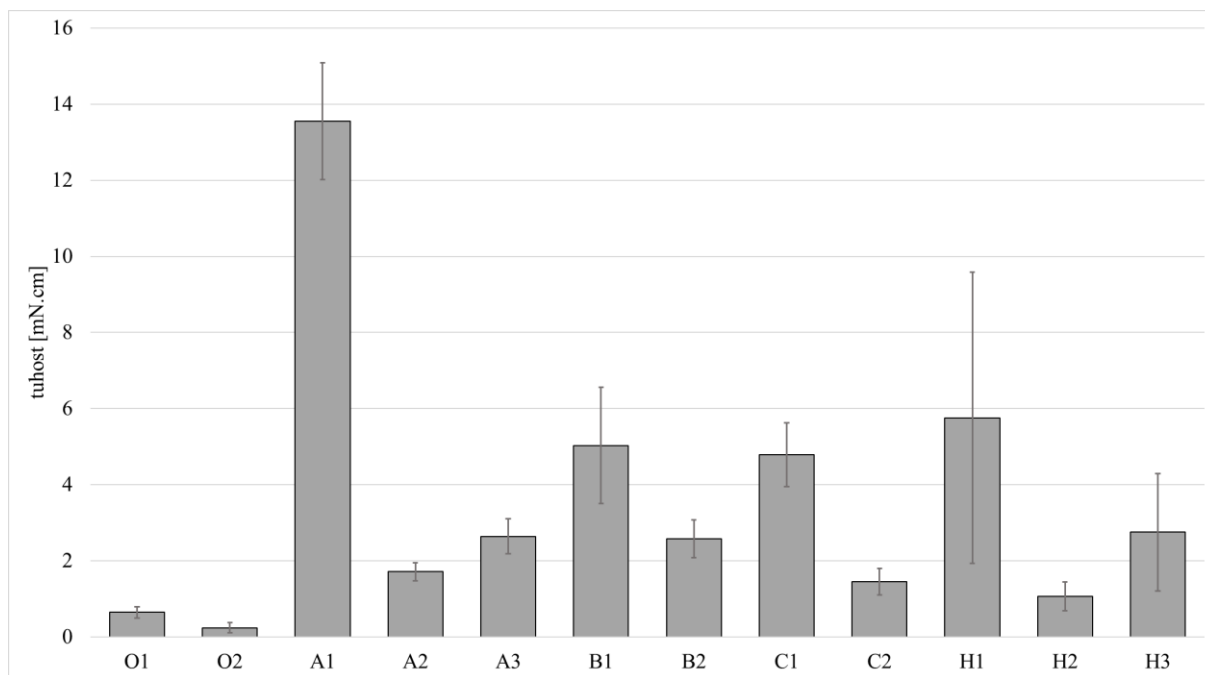
Metodika testování a výsledky

Byly připraveny modelové vzorky o velikosti 150 × 15 mm. Jako vrchní textilie simulující textiliu historickou bylo použito hedvábí Habutai, které má výrazně rozdílnou tuhost v útkovém a osnovním směru. Jako podkladová textilie bylo zvoleno totožné hedvábí Habutai (jako zástupce tkanin s rozdílnou tuhostí ve směru osnovy a útku) nebo polyesterová netkaná textilie Hollytex (jako zástupce netkaných materiálů se srovnatelnou tuhostí v různých směrech). Z textilií byly připraveny výřezy v potřebných směrech, které byly následně spojeny předpřipraveným filmem z polyamidu Lascaux 5350. Schéma přípravy modelových vzorků viz Obr. 7.



Obr. 7 Schéma přípravy vzorků pro testování vlivu orientace podkladové textilie na výsledné vlastnosti podlepené textilie

Tuhost textilie resp. podlepené historické textilie má bezprostřední souvislost s charakteristickou vlastností textilií, kterou je splývavost. Vzorky byly proto hodnoceny nejenom na základě organoleptického porovnání splývavosti, ale i na základě měření tuhosti v ohybu dle DIN 53362 (popis viz výše). Výsledky měření tuhosti 5 vzorků z každé sady (měřeno vrchní textilií vzhůru i dolů, celkem tedy průměr 10 měření) jsou uvedeny v grafu na Obr. 8. Chyby měření jsou vyjádřeny formou výběrových směrodatných odchylek.



Obr. 8 Testování vlivu orientace podkladových materiálů na tuhost podlepené textilie

Závěr

Z výsledků vyplývá, že je-li tuhost historické textilie v různých směrech rozdílná a zvolený podkladový materiál vykazuje podobné vlastnosti, bylo by chybou zvolit takovou orientaci, kdy jsou tužší směry vzájemně rovnoběžné. V takovém případě dojde k synergii vlastností obou textilií a výsledkem je sendvič s extrémně vysokou tuhostí v jednom směru a naopak nízkou ve směru na něj kolmém. Navíc je zde vysoké riziko vzniku moaré efektu. Takové výsledné vlastnosti nejsou z hlediska restaurátorského zásahu vhodné.

Je proto vhodnější v takovém případě pootočit podkladovou textilií o 90 °, čímž dojde k vzájemné kompenzaci vlastností obou textilií. Ještě vhodnější variantou je použití směrově homogenního podkladového materiálu s podobnou tuhostí ve směru osnovy i útku, např. netkané textilie, u níž zároveň nehrozí vznik moaré efektu.

Při volbě podkladového materiálu musí být kladen důraz též na vizuální stránku, proto je možné přizpůsobit orientaci podkladové textilie pro dosažení rovnoměrné tuhosti až v případě, kdy to umožňuje vzhledová kompatibilita s historickým předmětem. Způsoby, kdy jsou vzájemně textilie otočeny o jiný úhel než 90 ° (či násobku) se neosvědčily, protože právě z vizuálního hlediska působí velice rušivě.

Příloha č. 3: Možnosti barvení syntetických podkladových materiálů

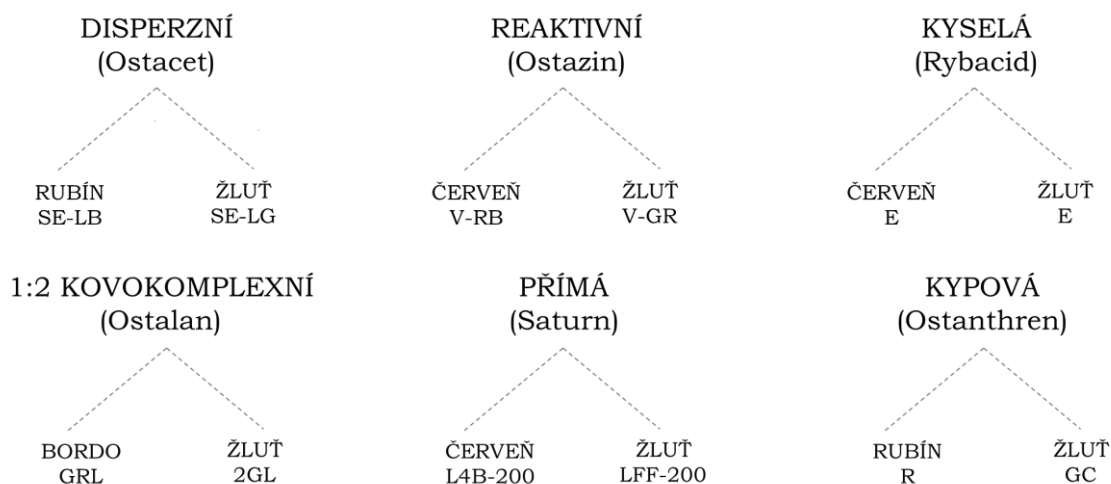
Vzhledem k tomu, že se při restaurování textilií můžeme setkat s některými druhy syntetických materiálů, které jsou vhodné např. pro využití v rámci metod podlepování, byly testovány možnosti barvení těchto materiálů.

Barvení polyamidových textilií

Materiálem používaným při restaurování textilií je polyamidový tyl, který slouží mimo jiné jako náhrada hůře dostupného tylu hedvábného. Polyamidové textilie jsou teoreticky obarvitelné takřka všemi typy textilních barviv, otázkou je však výsledný odstín, egalita a zejména pak dlouhodobá stabilita vybarvení. Dalším aspektem volby vhodného barviva je jeho dostupnost a nenáročnost použití v prostředí restaurátorské dílny.

Výběr materiálu a barviv

Jako modelový materiál byl zvolen polyamidový tyl (dodavatel LÁTKY MRÁZ s.r.o.). Pro samotné barvení bylo vybráno celkem 6 skupin barviv od českého výrobce Synthesia, a.s. vždy ve dvou odstínech (výběr viz Obr. 1). U každého barviva byl zvolen barvicí postup vhodný pro barvení polyamidu.



Obr. 1 Vybraná barviva pro barvení polyamidového tylu

Postupy barvení

Vzorky polyamidového tylu o rozměrech přibližně 50 × 50 cm byly před barvením nejprve vyprány. Prací lázeň obsahovala 3 g/l Syntaponu L a 1,5 g/l uhličitanu sodného. Materiál byl v lázni postupně zahříván 30 min při 95 °C. V důsledku praní došlo k mírnému sražení materiálu (do 5 % v obou směrech). Termofixace polyamidu by podle informací v textilně barvířské literatuře měla pomáhat k dosažení lepších výsledných odstínů i stability vybarvení. Proto byla pro zjištění vlivu termofixace na sledované vlastnosti polovina počtu vzorků před barvením termofixována varem v destilované vodě při 130 °C (za zvýšeného tlaku) po dobu 30 min. V důsledku termofixace došlo k pomačkání a dalšímu sražení materiálu, a to (vůči rozměrům po vyprání) o přibližně 20 % ve směru výroby, resp. 15 % ve směru na něj kolmém.

Vzorky (s i bez termofixace) byly obarveny v jednotlivých barvicích lázních. Požadovaná sytost vybarvení činila shodně u všech barvicích postupů 2 %. Barvicí lázeň byla připravena v poměru 1 : 50, barvení probíhalo v kádince na elektrickém vařiči.

Ostacet (rubín SE-LB 150, žlut' SE-LG)

Barvivo v práškové formě bylo vsypáno do desetinásobného množství vody o teplotě cca 40 °C a intenzivně promícháno. Vzniklá suspenze byla nalita do barvicí lázně obsahující dispergátor Spolostan 4P (1 g/l). Barvení polyamidu je možné bez přenašeče.

Počáteční teplota lázně činila 40 °C a zhruba po 30 min byla zvýšena na cca 95–100 °C, při této teplotě byl materiál barven po dobu 60 min. Po zchladnutí lázně byly textilie důkladně propláchnuty střídavě teplou (5×) a studenou vodou (5×) a na závěr ještě destilovanou vodou (1×).

Ostazin (červeň V-RB, žlut' V-FG)

Barvivo bylo nejprve natěstěno malým množstvím studené vody a posléze za stálého míchání rozpuštěno 50 °C teplou vodou. Barvicí lázeň dále obsahovala 4 % síranu amonného.

Počáteční teplota barvicí lázně činila 40 °C a během 35 min byla zvýšena na 95–100 °C, při této teplotě byl materiál barven po dobu 60 min. Pro zlepšení egality bylo po 30 min barvení do lázně přidáno 1 % kyseliny octové. Po barvení byly textilie důkladně propláchnuty střídavě teplou a studenou vodou a následně vyprány v lázni obsahující Syntapon ABA (1 g/l) při 80 °C po dobu 20 min. Na závěr byly textilie opět propláchnuty teplou, studenou, a nakonec destilovanou vodou.

Rybacid (červeň E, žlut' E)

Barvicí lázeň obsahovala 2 % smáčecího a egalizačního prostředku Synferol AH a 2 % síranu amonného. Barvivo bylo natěstěno malým množstvím studené vody, poté přelito vroucí vodou a krátce povařeno (v řádu sekund); následně bylo vlito do barvicí lázně.

Počáteční teplota barvicí lázně činila 40 °C a během 30 min došlo ke zvýšení teploty na 95–100 °C, při této teplotě byl materiál barven po dobu 45 min. Po zchladnutí lázně následovalo důkladné propláchnutí materiálu střídavě studenou, teplou, a nakonec destilovanou vodou.

Ostalan (bordó GRL, žlut' 2GL)

Barvivo bylo natěstěno malým množstvím studené vody, poté přelito vroucí vodou a krátce povařeno. Následně bylo přidáno do barvicí lázně obsahující 2 % egalizačního prostředku Syntegal V 7 a 1 % síranu amonného.

Počáteční teplota barvicí lázně činila 40 °C a během 40 min byla teplota zvýšena na teplotu 95–100 °C, při této teplotě byly textilie barveny po dobu 45 min. Po zchladnutí lázně následovalo důkladné propláchnutí materiálu střídavě teplou, studenou, a nakonec destilovanou vodou.

Saturn (červeň L4B 200, žlut' L4B 200)

Barvivo bylo nejprve natěstěno malým množstvím studené vody, poté přelito vroucí vodou a krátce povařeno (v řádu sekund) a následně bylo přidáno do barvicí lázně obsahující 2 % Syntegalu V7 a 1 % síranu amonného.

Počáteční teplota barvicí lázně činila 40 °C a během 40 min došlo k jejímu zvýšení na 95–100 °C, při této teplotě byl materiál barven po dobu 45 min. Po zchladnutí lázně byly textilie důkladně propláchnuty střídavě teplou, studenou, a nakonec destilovanou vodou.

Ostanthren (rubín R, žlut' GC)

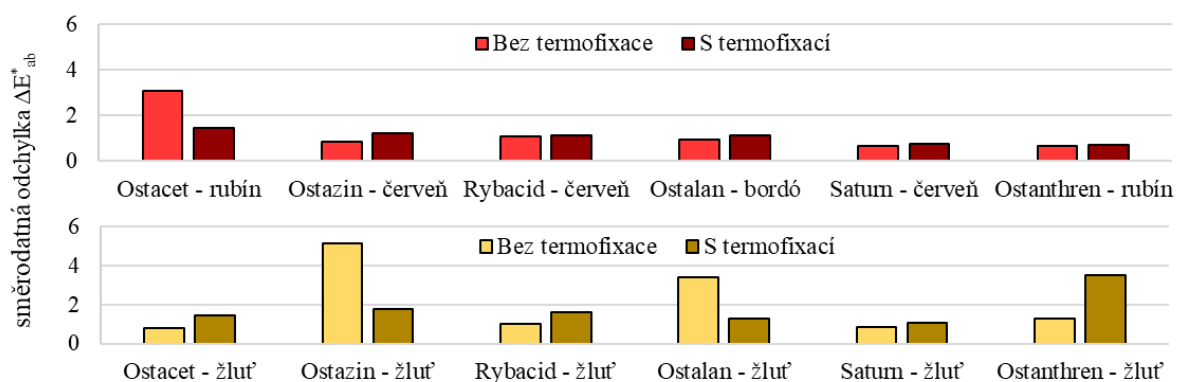
Barvivo bylo natěstěno malým množstvím Synferolu AH, poté zředěno 60 °C teplou vodou a následně přidáno do připravené barvicí lázně obsahující 10 ml roztoku hydroxidu sodného

(32,5 %) na 1 l lázně a dithioničitan sodný (2 g/l). Lázeň byla při teplotě 60 °C ponechána kypovat po dobu 15 min.

Počáteční teplota barvicí lázně činila 60 °C a během 10 min byla teplota zvýšena na 80–90 °C, při této teplotě byl materiál barven po dobu 30 min. Po zchladnutí lázně byl materiál propláchnut tekoucí vodou a poté ponechán na vzduchu oxidovat pro nabytí požadovaného odstínu (cca 30 min). Poúpravou bylo mydlení materiálu ve vroucí lázni obsahující Syntapon ABA (2 g/l) po dobu 20 min. Nakonec byly textilie důkladně propláchnuty střídavě teplou, studenou, a nakonec destilovanou vodou.

Egalita vybarvení

Egalita (rovnoměrnost) vybarvení byla stanovena kolorimetricky na nestárnutých vzorcích. Vzorek byl proměřen v jedné vrstvě vzorku na bílé světlostálé podložce, a to vždy na 10 náhodně vybraných místech. Pro zhodnocení equality vybarvení byl zvolen vlastní postup vyjádření formou směrodatných odchylek celkové barevné difference ΔE_{ab}^* vztažené vůči neobarvenému vzorku polyamidového tylu (Obr. 2).



Obr. 2 Egalita vybarvení vzorků polyamidového tylu

U většiny použitých barviv byly zjištěny uspokojivé hodnoty equality na PA tylu. Vyšší hodnoty směrodatných odchylek a potažmo horší egalita vybarvení byla naměřena u vzorků obarvených Ostazinovou žlutí (bez termofixace). Mírně zhoršená egalita byla zjištěna také u vzorků Ostalanové žluti (bez termofixace) a Ostanthrenové žluti (s termofixací).

Umělé stárnutí

Aby byla zjištěna dlouhodobá stabilita vybarvení PA tylu testovanými barvivy, byly obarvené vzorky podrobeny celkem třem typům umělého stárnutí: suchým teplem (105 °C, 4 týdny), vlhkým teplem (80 °C, 65% RV, 4 týdny), kombinací umělého denního a UV světla (5,2 klx, 13 W/m², 38 °C, 2 týdny). Pro zjištění stability výsledného odstínu byly poté vzorky podrobeny kolorimetrickým měřením a provedena zapouštěcí zkouška dle ISO 105/I a provedeny mechanické zkoušky.

Stabilita výsledného odstínu

Pro kolorimetrická měření byl každý vzorek poskládán takovým způsobem, aby vznikla kritická tloušťka vzorku. Poté byla provedena dvě měření spektrometrem CM-700d v barvovém systému CIELAB, výsledná hodnota barevnosti vznikla aritmetickým průměrem těchto měření. Následně byly porovnány barevné odstíny vzorků před a po umělém stárnutí (formou celkové barevné difference ΔE_{ab}^*) a zároveň byl vyhodnocen vliv termofixace na barevnou stabilitu (viz Obr. 3).

Z hlediska stability výsledného barevného odstínu nedosahovala dobrých výsledků disperzní barviva, u Ostacetové žluti SE-LG totiž došlo ke vzniku velké celkové barevné difference po stárnutí suchým teplem. Špatných barevných stabilit dosahovala dále barviva kypová, zejména Ostanthrenová žlut' GC po stárnutí světlem. Vybarvení PA tylu ostatními barvivy, tedy barvivy reaktivními (Ostazin), kyselými (Rybacid) a zejména 1:2 kovokomplexními (Ostalan) a přímými (Saturn) lze na základě výsledků kolorimetrických měření označit za stabilní.

Zapouštěcí zkouška

Zapouštěcí zkouška byla provedena dle normy ISO 105/I. Jako doprovodný materiál byl zvolen filtrační papír. Vzorky byly tedy vloženy mezi dvě vrstvy filtračního papíru a za vlhka při teplotě 37 °C zatíženy tlakem 125 g/cm² po dobu 4 hodin. Následně byla po vysušení měřena barevná změna ΔE^*_{ab} doprovodného materiálu (filtrační papír) v místě otisku. Přehled výsledků zapouštěcí zkoušky zobrazuje graf na Obr. 4.

U některých barviv byla zjištěna větší míra zapouštění u vzorků s termofixací. Většina barviv vykazala během testů nízkou míru zapouštění. Neuspokojivých výsledků dosáhla pouze Ostacetová červeň, u níž došlo k zapuštění viditelnému i pouhým okem, a to i pro vzorek, který nebyl podroben umělému stárnutí.

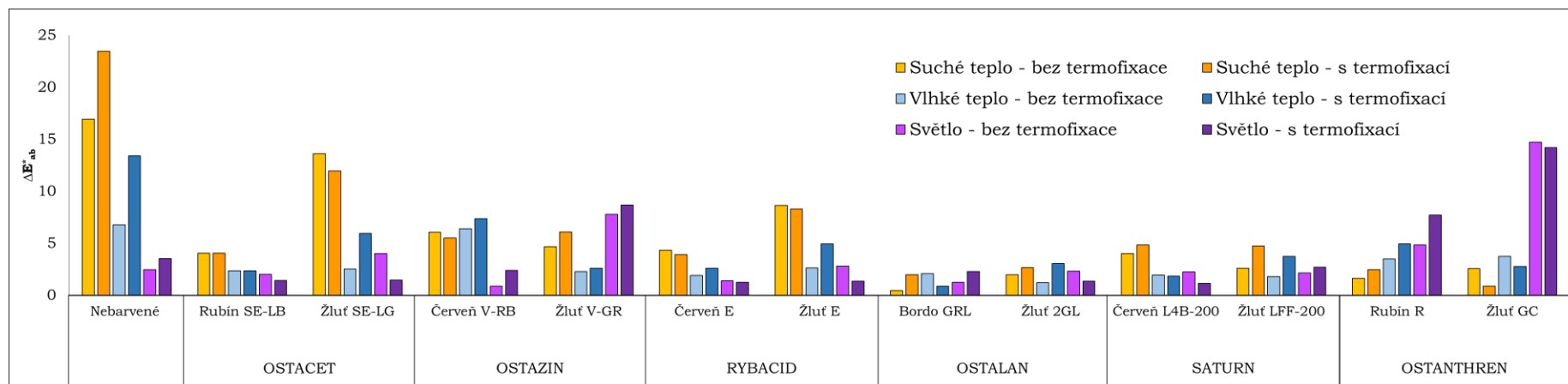
Mechanické zkoušky

Kvůli případným degradačním vlivům použitých barviv a barvicích postupů na PA tyl byly měřeny jeho mechanické vlastnosti před a po umělém stárnutí.

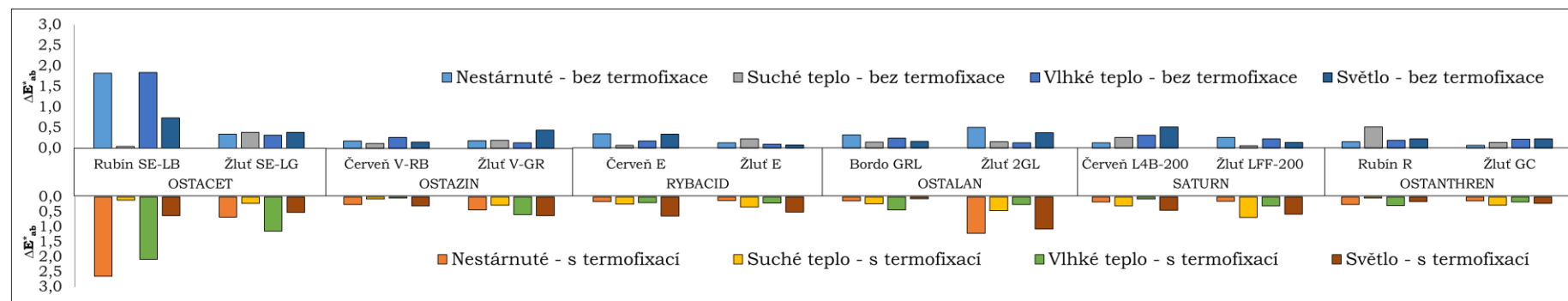
U všech vzorků byla zjišťována hodnota pevnosti v tahu pomocí univerzálního zkušebního stroje LabTest 5.030 – 2 (Labortech s. r. o.). Vzdálenost čelistí činila 15 cm a rychlost posuvu byla nastavena na 50 cm/min. Zkouška byla provedena na základě normy ISO 13934-1:1999. Všechny vzorky byly nastříhány na proužky o šířce 20 mm a následně podrobeny mechanické zkoušce. Konečný výsledek pro každý vzorek byl vypočten jako aritmetický průměr z tržných zatížení deseti proužků. Výsledky ukazuje graf na Obr. 5.

Z výsledků vyplývá, že některá testovaná barviva mohou pravděpodobně akcelarovat degradační působení umělého stárnutí suchým teplem, popř. světlem na polyamidový tyl. Tento vliv se v různé míře projevil u většiny barviv. Zejména šlo o vzorky obarvené barvivy reaktivními (Ostazin) a kypovými (Ostanthren). Z grafu na první pohled patrná nízká pevnost u nestárnutého vzorku obarveného Ostazinovou červení V-RB je způsobena spíše nepřiměřeným teplotním namáháním způsobeným pokusy o vyžehlení materiálu po termofixaci, která se mimo jiné projevila silným smrštěním a nevratným pomačkáním materiálu.

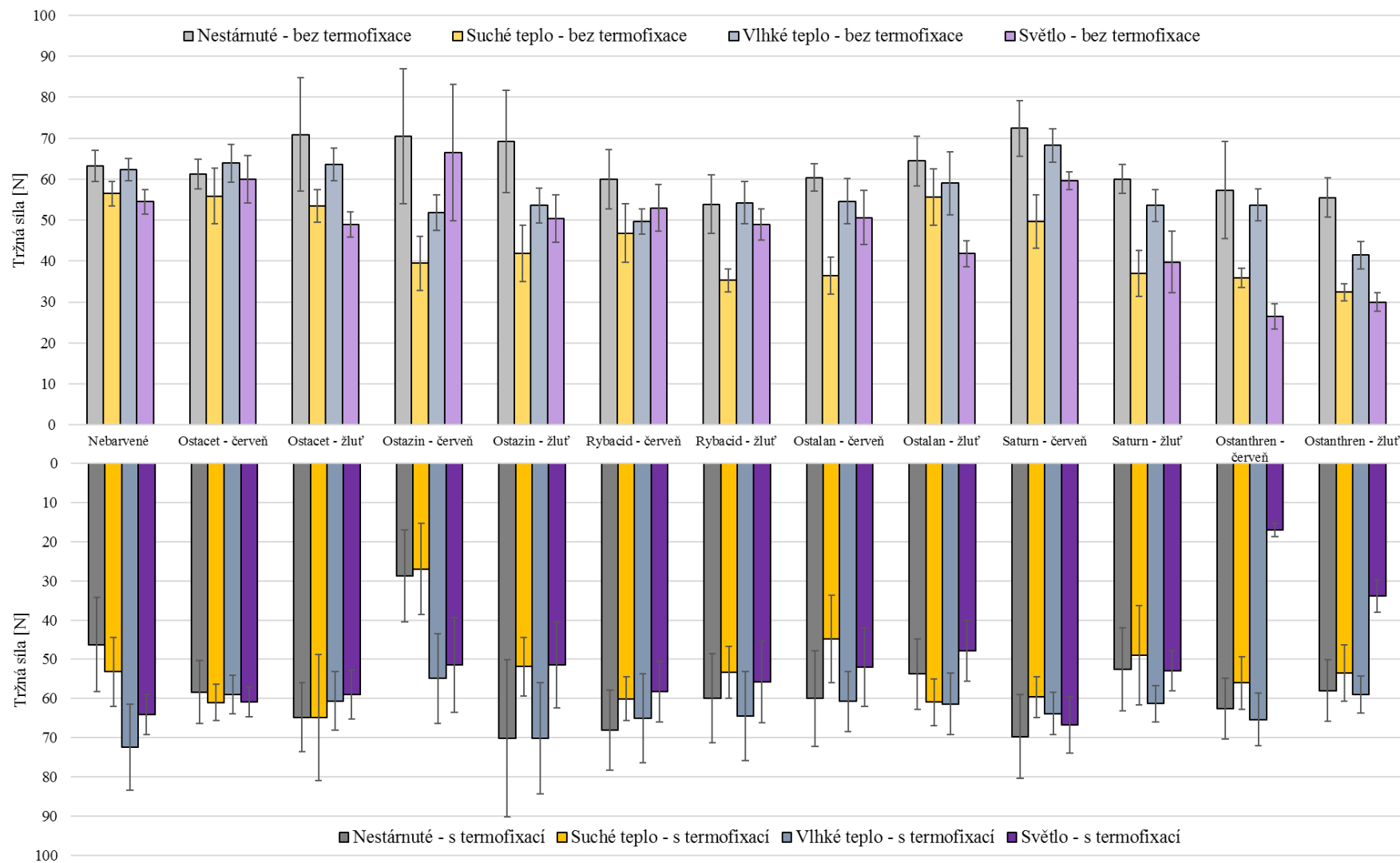
Termofixace PA tylu před barvením nezpůsobuje výrazné změny v hodnotách tržné síly. Změny se neprojevily ani u vzorků podrobených umělému stárnutí. Výjimku tvoří barviva kypová, u nichž po stárnutí světlem došlo u vzorků s termofixací k ještě výraznějšímu poklesu pevnosti materiálu než u vzorků bez termofixace.



Obr. 3 Výsledky měření barevných změn (ΔE^*) polyamidového tylu vzniklých v důsledku vystavení podmínkám umělého stárnutí. Porovnání vzorků s a bez termofixace.



Obr. 4 Výsledky zapouštěcí zkoušky polyamidového tylu dle ISO 105/I. Horní část - vzorky bez termofixace. Spodní část - vzorky s termofixací.



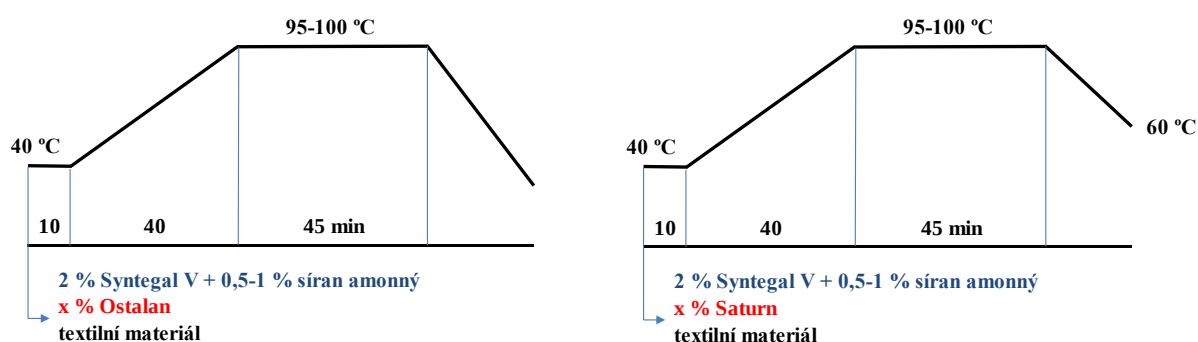
Obr. 5 Výsledky mechanických vlastností polyamidového tylu obarveného vybranými barvivy, před a po umělém stárnutí. Horní část - vzorky bez termofixace. Spodní část - vzorky s termofixací.

Závěrečné zhodnocení

I přes drobné zlepšení egality u některých barviv lze vliv termofixace (předúpravy PA tylu teplem) označit spíše za negativní, a to zejména s ohledem na výsledky měření barevné stability a zapouštěcí zkoušky. Dále důsledkem termofixace za zvolených podmínek, které umožňuje běžné vybavení restaurátorské dílny, došlo k silnému smršťení a nevratnému pomačkání materiálu, čímž je materiál v podstatě znehodnocen. To je dalším důvodem, proč předúpravu PA tylu termofixací nedoporučit.

Z hlediska zapouštěcí zkoušky jednoznačně nelze pro barvení PA tylu doporučit barviva disperzní (Ostacet). Jejich výsledky nebyly dobré ani z hlediska stability výsledného barevného odstínu. Doporučit nelze ani barviva kypová (Ostanthren), a to kvůli snížené barevné stabilitě (zejména žlutě) vzorků po stárnutí světlem.

Celkově nejlepších výsledků dosahovala barviva Ostalan a Saturn, proto je vhodné pro barvení polyamidu volit zejména tato barviva a použité barvicí postupy (Obr. 6), včetně praní před a důkladného máchání po barvení.



Obr. 6 Barvicí křivky pro barvení polyamidu Ostalanem (vlevo) a Saturnem (vpravo)

Barvení polyesterových textilií

Polyesterové materiály nejsou při restaurování historických textilií příliš často využívány. Nově by uplatnění mohly nalézt zejména v podobě polyesterového tylu a polyesterové netkané textilie (např. Hollytex). Nevýhodou polyesterových materiálů je jejich obtížná barvitelnost. Dílčím cílem výzkumu bylo optimalizovat postupy jejich barvení s ohledem na podmínky a vybavení dostupné restaurátorkám textilu.

Výběr materiálu a barviv

Pro barvení a následné testování byla jako modelový materiál zvolena 100% polyesterová tkanina v plátňové vazbě (dodavatel LÁTKY MRÁZ s.r.o.; gramáž 167 g/m², šíře 150 cm). Možnosti míchání jednotlivých barviv pak byly testovány na tylu a Hollytexu.

Vzhledem ke značně hydrofobní struktuře polyesterového vlákna přicházejí pro barvení v úvahu zejména tzv. disperzní barviva. Zvolena byla disperzní barviva Ostacet od české firmy Synthesia, a.s., celkem v 7 odstínech (viz Tab. 1).

Tab. 1 Vybraná barviva pro barvení polyesteru

Disperzní barviva OSTACET	Chemická třída	Označení v experimentu
ŠARLAT S-L2G	Azobarvivo	A
ČERNĚ S-B 150	Směs	B
ČERVENĚ E-LG	Antrachinonové barvivo	C
MODŘ E-LR	Antrachinonové barvivo	D
ŽLUŤ SE-LG	Nitrobarvivo	E
RUBÍN SE-LB 150	Azobarvivo	F
TYRKYS SE-G	Antrachinonové barvivo	G

Postupy barvení

Barvení bylo prováděno vytahovacím (lážňovým) způsobem třemi různými postupy: při 100 °C bez přenašeče (č. postupu 1-4), při 100 °C s přenašečem (č. postupu 5-8) a vysokoteplotním způsobem při 130 °C (č. postupu 9-12). Zatímco postupy barvení za varu nebo za varu s přenašečem byly prováděny v kádince, pro vysokoteplotní způsob barvení byl použit tlakový hrnec s pracovním tlakem 250 kPa a vyšším. Byly vždy dodrženy základní podmínky, a to 2% vybarvení a poměr lázně 1:100. Postupy byly voleny tak, aby byly snadné a dostupné pro textilní restaurátory v běžných podmínkách. Proto nebyl testován termosolový postup (barvení při 180-225 °C), který vzhledem k požadavku na specifické zařízení nemá v restaurátorské praxi využití.

Tkanina byla před barvením vyprána. Praní probíhalo v lázni s obsahem Syntaponu L (2 g/l) a fosforečnanu sodného (1 g/l), 70-80 °C po dobu 30 min. Následoval důkladný proplach čistou vodou, sušení volně na vzduchu. Textilně barvířská literatura se podobně jako u polyamidu zmiňuje o výhodách termofixace materiálu teplem (termofixace), byl proto testován i vliv této předúpravy. Materiál byl nejdříve vyžehlen při cca 120 °C (zbavení záhybů). Termofixace byla následně provedena zatížením tkaniny přes filtrační papír po dobu 30 sekund ocelovým plátem ohrátným v sušárně na 220 °C (č. postupů 1, 2, 5, 6, 9, 10).

Následoval samotný proces barvení. Při barvení bylo barvivo nejprve za stálého míchání dispergováno v malém množství 40 °C teplé vody. Přesný popis barvicích procesů je uveden níže.

V průběhu testování byla věnována pozornost i vlivu závěrečných úprav na stabilitu, egalitu a sytost vybarvení. Proto po barvení následovaly dva různé způsoby praní. **Způsob praní I:** Syntapon ABA (1 g/l) a uhličitan sodný (1 g/l), praní probíhalo 20 min při 70-80 °C, následoval opakovaný proplach teplou a studenou vodou, sušení volně na vzduchu (č. postupů 1, 3, 5, 7, 9, 11). **Způsob praní II** (alkalicko-redukční): 33% hydroxid sodný (3 ml/l), dithioničitan sodný (2 g/l) a Syntapon ABA (1 g/l). Materiál byl prán 25 min při 70-80 °C, následoval opakovaný proplach teplou a studenou vodou, sušení volně na vzduchu (č. postupů 2, 4, 6, 8, 10, 12).

Závěrečná tepelná fixace byla provedena žehlením při teplotě 150-170 °C po dobu 30-60 sekund a byla provedena u všech vzorků (č. postupů 1 – 12).

Barvení za varu bez přenašeče (č. postupů 1–4)

Barvicí lázeň o teplotě 50-60 °C obsahovala 3 g/l síranu sodného, 1 g/l Spolostanu 4, 2 g/l síranu amonného a kyselinou mravenčí byla upravena hodnota pH na 5-5,5. Po promíchání byla vložena tkanina. Po 10 min byla tkanina vyjmuta, do lázně bylo přidáno dispergované Ostacetové barvivo (2 % z hmotnosti textilie) a po důkladném rozmíchání byla tkanina vložena zpět. Po dalších 10 min započalo zvyšování teploty k bodu varu, a to během 30 min. Za varu bylo barveno 60 min. Po barvení byla tkanina okamžitě propláchnuta v teplé vodě a následovalo praní.

Barvení za varu s přenašečem (č. postupů 5–8)

Barvicí lázeň s teplotou 50-60 °C obsahovala 3 g/l síranu sodného, 6 % (z hmotnosti materiálu) Refaktanu DLN 1, 1 g/l Spolostanu 4, 2 g/l síranu amonného a kyselinou mravenčí byla upravena hodnota pH na 5-5,5. Po rozpuštění chemikálií a promíchání byla vložena tkanina. Po 10 min byla tkanina vyjmuta, do lázně bylo přidáno dispergované Ostacetové barvivo (2 % z hmotnosti textilie) a po důkladném rozmíchání byla tkanina vložena zpět. Po dalších 10 min započalo zvyšování teploty k bodu varu, a to během 30 min. Barvení probíhalo 60 min. Po barvení byla tkanina okamžitě propláchnuta v teplé vodě a následovalo praní.

Vysokoteplotní barvení (č. postupů 9–12)

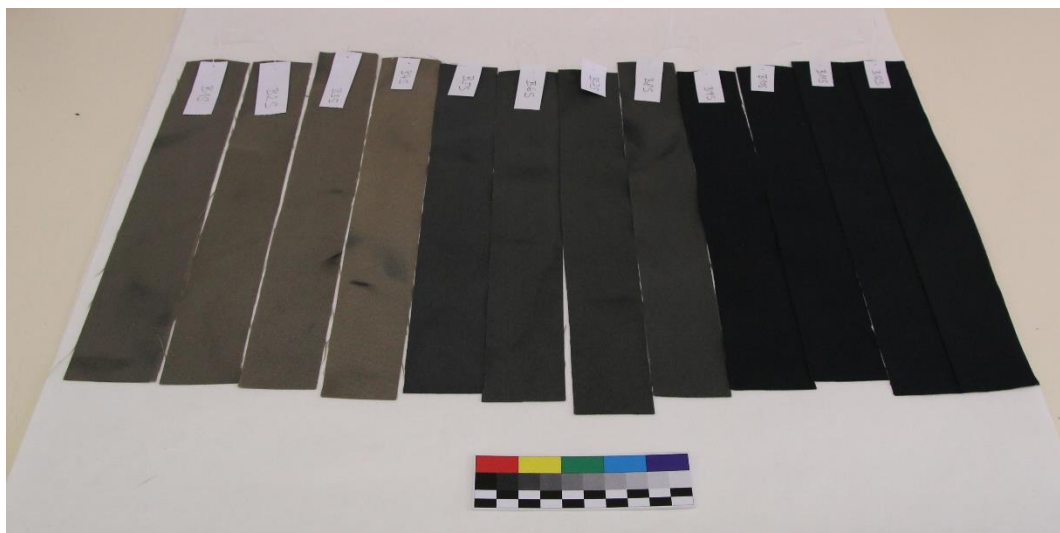
Barvicí lázeň s teplotou 50-60 °C obsahovala 6 g/l síranu sodného, 1 g/l Spolostanu 4, 2 g/l síranu amonného a kyselinou mravenčí byla upravena hodnota pH na 5-5,5. Po rozpuštění chemikálií byla vložena tkanina. Po 10 min byla tkanina vyjmuta, do lázně bylo přidáno dispergované Ostacetové barvivo (2 % z hmotnosti textilie) a po důkladném rozmíchání byla tkanina vložena zpět. Po dalších 10 min započalo zvyšování teploty k bodu varu, a to během 30 min. Poté byl tlakový hrnec uzavřen a barvení probíhalo 60 min při 125-130 °C. Průběžně bylo třeba hrnec cca každých 5-10 min naklánět, aby došlo k promíchání jeho obsahu. Po barvení byl tlak snížen na hodnotu atmosférického tlaku a následně byla tkanina okamžitě propláchnuta v teplé vodě. Následovalo praní.

Egalita vybarvení

Egalita (rovnoměrnost) vybarvení vzorků PES plátna obarvených jednotlivými barvivy a postupy byla stanovena kolorimetricky v barvovém systému CIELAB spektrometrem Konica Minolta CM-700d. Vzorky byly měřeny na bílé světlostálé podložce na 10 náhodně vybraných místech. Na základě velikostí směrodatných odchylek celkové změny barevnosti jednotlivých vzorků byla porovnána výsledná egalita vybarvení při použití testovaných barviv a různých postupů barvení.

Bylo zjištěno, že barvení za varu bez přenašeče neumožňuje rovnoměrné vybarvení. Použití přenašeče egalitu významně zvýší, nejlepší egality však bylo dosaženo vysokoteplotním způsobem barvení (postupy 9-12).

Různé postupy barvení kromě egality významně ovlivňují i výsledný odstín (viz Obr. 7).



Obr. 7 PES plátno vybarvené Ostacetovou černí všemi testovanými postupy (čtyři vlevo – za varu bez přenašeče; prostřední čtyři – za varu s přenašečem; čtyři vpravo – vysokoteplotní způsob)

Umělé stárnutí

Aby byla zjištěna dlouhodobá stabilita vybarvení PES plátna testovanými barvivami a postupy, byly obarvené vzorky podrobeny celkem třem typům umělého stárnutí: suchým teplem (105 °C, 6 týdnů), vlhkým teplem (80 °C, 65% RV, 6 týdnů) a kombinací umělého denního a UV světla (5,2 klx, 13 W/m², 38 °C, 16% RV, 2 týdny). Pro zjištění stability výsledného odstínu byly vzorky podrobeny kolorimetrickým měřením a byla provedena zapouštěcí zkouška dle ISO 105/I a provedeny mechanické zkoušky.

Stabilita výsledného odstínu

Barevnost byla měřena spektrometrem Konica Minolta CM-700d v barvovém systému CIELAB na pěti místech každého vzorku. Byla vypočtena celková změna barevnosti vzorků ΔE^*_{ab} po umělém stárnutí a vyhodnocen vliv postupů barvení na stabilitu barevného odstínu (Obr. 8).



Obr. 8 Barevná stabilita vzorků polyesteru vybarvených různými způsoby a barvivy

Stabilita výsledného barevného odstínu je ovlivněna barvicím postupem, ale i druhem barviva. Jako nejméně stabilní se ukázala barviva Ostacetová modř E-LR a Ostacetová žluť SE-LG (označení vzorků D a E). U většiny barviv byla nejlepší dlouhodobá stabilita barevného odstínu po vybarvení vysokoteplotním způsobem v tlakovém hrnci.

Zapouštěcí zkouška

Zapouštěcí zkouška byla provedena dle normy ISO 105/I. Jako doprovodný materiál byl zvolen materiál shodný s modelovým materiálem pro přípravu vzorků, tedy polyesterové plátno. Vzorky byly položeny na smočený doprovodný materiál a překryty PE fólií a za vlhka

při teplotě 37 °C zatíženy tlakem 125 g/cm² po dobu 4 hodin. Následně byla po vysušení měřena barevná změna ΔE^*_{ab} doprovodného materiálu v místě otisku.

Obecně lze říci, že všechna testovaná barviva vykazovala nejmenší míru zapouštění v případě použití vysokoteplotního způsobu barvení. Celková barevná difference doprovodného materiálu po zapouštění zkoušce vzorků vybarvených vysokoteplotním způsobem nebyla vyšší než 3, ve většině případů byla ale nižší než 1 (tedy na hranici viditelnosti pouhým okem). Významně horších výsledků zapouštění zkoušky ale dosáhly některé vzorky obarvené za varu nebo za varu s přenašečem. Např. PES vybarvený Ostacetovým šarlatem S-L2G postupy při 100 °C vykazoval velmi špatný výsledek zapouštění zkoušky, ΔE^*_{ab} doprovodného materiálu se v některých případech blížila až hodnotě 8. Kromě šarlatu vykazovala horší výsledky zapouštění zkoušky při barvení za varu nebo za varu s přenašečem zejména barviva Ostacetová čern S-B 150 a Ostacetový rubín SE-LB 150. Otisky na doprovodném materiálu byly v mnoha případech viditelné i pouhým okem. U většiny vzorků (bez ohledu na způsob barvení) nižší míru zapouštění vykazovaly ty, u nichž byla použita pouprava alkalicko-redukčním praním (způsob praní II) a také vzorky, které nebyly podrobeny tepelné fixaci před barvením.

Nejlepších výsledků zapouštění zkoušky tedy dosahovaly vzorky barvené vysokoteplotním postupem, změny barevnosti doprovodného materiálu byly minimální. Byl prokázán pozitivní vliv alkalicko-redukčního praní (označeno jako způsob praní II) po barvení. Dále nebyl prokázán pozitivní vliv termofixace před barvením, výsledky byly ve většině případů horší než bez termofixace.

Mechanické zkoušky

Kvůli případným degradačním vlivům použitých barviv a barvicích postupů na PES textilií byly měřeny její mechanické vlastnosti před a po umělém stárnutí.

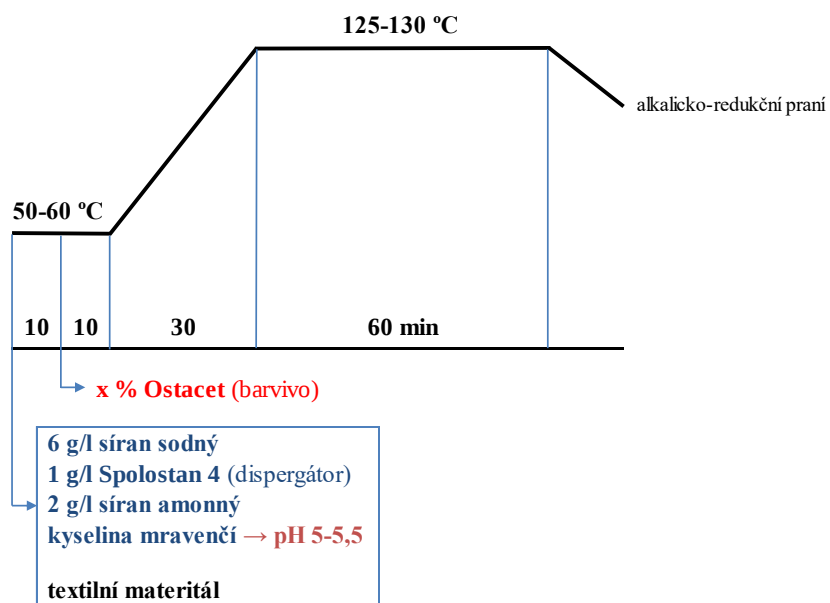
U všech vzorků byla zjišťována hodnota pevnosti v tahu pomocí univerzálního zkušebního stroje LabTest 5.030 – 2 (Labortech s. r. o.). Upínací délka činila 100 mm a rychlost posuvu čelistí byla nastavena na 500 mm/min. Konečný výsledek pro každý vzorek byl vypočten jako aritmetický průměr z měření 10 útkových nití.

U žádného barviva ani postupu barvení se neprokázal negativní vliv na mechanické vlastnosti polyesterových nití, vzájemné rozdíly byly v mezích chyb měření.

Závěrečné zhodnocení

Jako nejvhodnější postup barvení polyesterových textilií byl vyhodnocen vysokoteplotní způsob bez předúpravy termofixací následovaný alkalicko-redukčním praním a závěrečnou termofixací. Barvicí křivka nejvhodnějšího postupu je uvedena na Obr. 9. Tímto způsobem byly následně vybarveny i vzorky Hollytexu a polyesterového tylu, tedy materiálů, u nichž lze předpokládat využití v oblasti restaurování textilií. Byly na nich vyzkoušeny možnosti míchání barviv a úspěšně vybarvena barevná škála.

Lze tedy konstatovat, že u Hollytexu a PES tylu je možné mícháním disperzních barviv Ostacet docílit požadovaného odstínu, a to i v tlumených odstínech vhodných pro restaurování.



Obr. 9 Doporučený postup barvení polyesteru barvivy Ostacet

Příloha č. 4: Vlastnosti sendvičových vzorků

Příprava lepených modelových vzorků

Na základě výsledků výzkumu, který předcházel testování vlastností lepených spojů, byl vyselektován užší výběr adheziv (Tab. 1), která byla shledána jako dostatečně stabilní, a u nichž byly zároveň zjištěny vlastnosti slibné pro využití v oblasti podlepování historických textilií.

Tab. 1 Výběr adheziv pro testování vlastností lepených spojů

adhezivum	složení	dodavatel/výrobce
Lascaux 5350	nízkotavný polyamid	Lascaux Colours & Restauro
PE	polyethylen Mw-35000	Sigma-Aldrich
škrob	rýžový škrob	Ceiba
klíh	kostní klíh	Deffner & Johann
Butvar B98	polyvinylbutyral	Acros Organics
Aquazol 500	poly(2-ethyl-2-oxazolin)	Kremer Pigmente
Lascaux 498HV	disperze methylmetakrylát / butylakrylát, záhustka z kyseliny akrylové, biocid (2-ethyl-4-isothiazolin-3-on, 1,2-benzisothiazol-3-(2H)-on, látky upravující pH	Lascaux Colours & Restauro
Beva film	kopolymer ethylenvinylacetátu, polycyklohexanon, hydroabietyl ester kyseliny ftalové, parafín	Ceiba
Klucel G	hydroxypropylcelulóza	Ceiba
methylcelulóza	methylcelulóza	Ceiba
Paraloid B72	kopolymer ethylmethakrylátu a methylakrylátu	Ceiba

Adheziva byla podrobena rozsáhlým předběžným testům možností tvorby lepeného spoje. Proběhly pokusy s lepením vysycháním z roztoku nebo disperze a testy dodatečných možností aktivace adhezivní vrstvy teplem, popř. parami ethanolu. V případě, kdy se adhezivum aplikuje ve formě roztoku, bylo provedeno srovnání různých koncentrací, popř. různých rozpouštědel. U vybraných adheziv byly dále testovány možnosti přípravy bodového nánosu pro srovnání s nánosem plošným.

Ze zmíněných předběžných testů byly vybrány vhodné způsoby, jimiž je možné daným adhezivem vytvořit lepený spoj pojící dvě textilie. Na základě formulace těchto metod byly připraveny sady modelových vzorků (viz Tab. 2).

Tab. 2 Testovaná adheziva a způsoby jejich aplikace pro podlepování textilií

Adhezivum	Způsob nánosu	Způsob vytvoření spoje	Plošně	Bodově
bez adheziva	2 vrstvy hedvábí, bez adheziva	x	✓	x
Lascaux 5350	film (z roztoku, ethanol, 10 %)	teplo	✓	✓
	film 30 µm (z roztoku, methanol, 10 %)	teplo	✓	x
	film 10 µm (z roztoku, methanol, 10 %)	teplo	✓	x
	prášek velké množství	teplo	✓	x
	prášek střední množství	teplo	✓	x
	prášek malé množství	teplo	✓	x
PE	prášek	teplo	✓	x
škrob (rýžový)	roztok (H ₂ O, 7,5 %)	vysychání	✓	✓
klíh (kostní)	roztok (H ₂ O, 15 %)	vysychání	✓	x
Butvar B98	roztok (ethanol, 10 %)	teplo	✓	x
		páry ethanolu	✓	x
	film (z roztoku, ethanol, 10 %)	teplo	✓	x
		páry ethanolu	✓	x
Aquazol 500	film (z roztoku, ethanol, 10 %)	teplo	✓	✓
Lascaux 498HV	disperze (cca 50 % suš.)	vysychání	✓	✓
		teplo	✓	✓
		páry ethanolu	✓	✓
	film (z disperze, cca 50 % suš.)	teplo	✓	✓
		páry ethanolu	✓	✓
Beva film	film	teplo	✓	x
Klucel G	roztok (H ₂ O, 8 %)	vysychání	✓	✓
		páry ethanolu	✓	✓
	roztok (ethanol, 8 %)	vysychání	✓	✓
		páry ethanolu	✓	✓
	film (z roztoku, H ₂ O/ethanol, 4%)	páry ethanolu	✓	✓
methylcelulóza	roztok (H ₂ O, 4 %)	vysychání	✓	✓
Paraloid B72	roztok (ethanol/acetón, 20 %)	teplo	✓	x
		páry ethanolu	✓	x
	film (z roztoku, ethanol/acetón, 20 %)	teplo	✓	x
		páry ethanolu	✓	x

Aby byly postihnuty vlastnosti lepených spojů u různých materiálů, byly paralelně připraveny sady vzorků z hedvábí a lnu. Horní textilie simulující historický předmět i spodní podkladová textilie byly tedy pro účely modelových vzorků tvořeny shodným materiálem, a to buď hedvábím Habutai (43 g/m², Zdeněk Volf) nebo lněným plátnem (310 g/m², Sartor). Hedvábí bylo předupraveno vypráním v destilované vodě při 40 °C (celkem 3×). Lněné plátno bylo předupraveno vyvářkou dle normy ČSN 800811 pro celulózové materiály.

Z předupravených textilií byly připraveny výřezy o rozměrech 15 × 10 cm (delší strana ve směru útku). Dvě vrstvy byly následně spojeny s využitím níže popsanych způsobů.

Způsoby nánosu

Plošný nános

Zcela souvislá vrstva adheziva (nános roztoku nebo předem připraveného filmu), popř. souvislá vrstva prášku.

Bodový nános

Bodový nános roztoku popř. disperze adheziva, kdy se jednotlivé adhezivní body vzájemně nedotýkají. Nános přes perforovanou šablonu z PES, popř. PE fólie. Vzhledem k viskozitě

použitých roztoků a disperzí adheziv byla na základě předběžných testů jako optimální zvolena šablona s kruhovými otvory o průměru 1 mm s rastrem 2,5 mm.

Forma adheziva

Roztok/disperze

Adhezivum bylo rovnoměrně nebo bodově nanесeno přímo na podkladovou textilií ve formě roztoku/disperze o dané koncentraci.

Film

Adhezivum bylo ve formě roztoku resp. disperze o dané koncentraci nanесeno na vhodný dočasný nosič (např. silikonový papír, PE fólie apod.), odparem rozpouštědla byl vytvořen tenký souvislý film, který byl následně přenesen na podkladovou textilií. Variantou filmu pro bodový nános je vytvoření sítě jednotlivých adhezivních bodů přes šablonu na dočasném nosiči.

Prášek

Adhezivum ve formě jemného prášku bylo nanесeno buď přímo, nebo s využitím vhodného dočasného nosiče (např. silikonového papíru) na podkladovou textilií.

Způsob vytvoření lepeného spoje

Vysychání roztoku/disperze

Vrchní textilie simulující historický předmět byla přiložena na podkladovou textilií ihned po aplikaci roztoku/disperze adheziva. Souvrství bylo zatíženo, lepený spoj vzniknul na základě odparu rozpouštědla.

Aktivace teplem

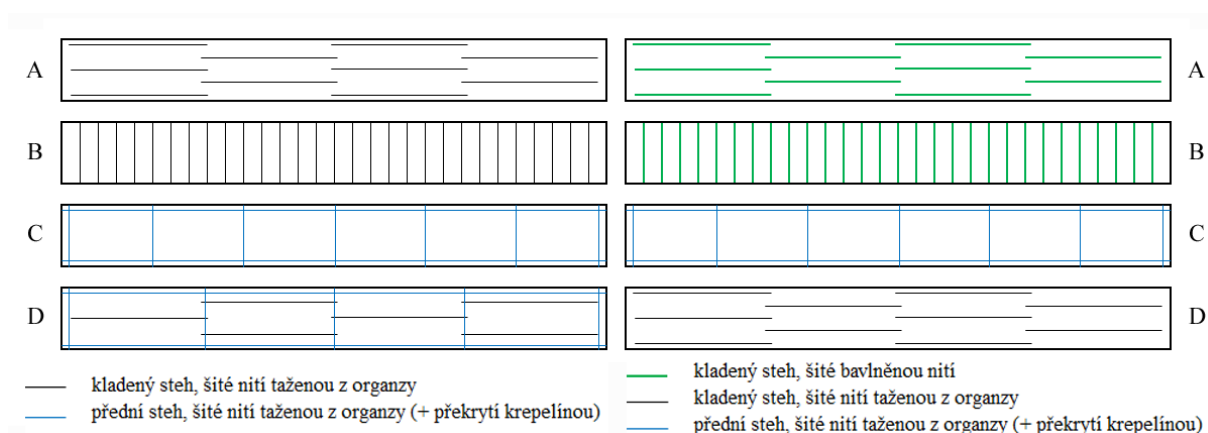
Vrchní textilie simulující historický předmět byla přiložena na podkladovou textilií opatřenou vrstvou adheziva. Adhezivum bylo dodatečně aktivováno teplem - přežehlením souvrství žehličkou nastavenou na 120 °C. Lepený spoj v tomto případě vzniknul na základě natavení a následného vychladnutí adheziva.

Aktivace parami ethanolu

Vrchní textilie simulující historický předmět byla přiložena na podkladovou textilií opatřenou vrstvou adheziva. Následně bylo souvrství ze strany vrchní textilie překryto membránovou textilií Sympatex, několika vrstvami buničiny nasycené ethanolem a skleněnou tabulí a po danou dobu (5-30 min v závislosti na typu adheziva) zatíženo olověným závažím. Po sejmutí závaží, skleněné tabule, buničitého obkladu i membránové textilie byl sendvič ponechán chvíli volně na vzduchu kvůli odtékání zbytků par rozpouštědla. Lepený spoj v tomto případě vzniknul v důsledku naměkčení adhezivní vrstvy parami rozpouštědla.

Referenční šité vzorky

Pro zhodnocení vyvíjených metod podlepování historických textilií byly připraveny i sady modelových vzorků, kde byla místo podlepování použita běžná šitá skeletáž nebo šitý sendvič (Obr. 1). Restaurátorka textilu připravila několik sad modelových vzorků hedvábí na hedvábí a lnu na lnu lišících se vzájemně buď směrem kladených stehů (varianty skeletáže), nebo tím, že jsou překryty krepelínou (varianty tzv. šitého sendviče), případně kombinují obě metody. Pro šití modelových vzorků byla využita nit tažená z hedvábné organzy, popř. bavlněná nit. Způsoby šití byly zvoleny na základě metod a případů používaných v restaurátorské praxi.



Obr. 1 Schéma šitých modelových vzorků z hedvábí (vlevo) a lnu (vpravo)

Umělé stárnutí

Vzorky byly následně podrobeny třem typům umělého stárnutí - vlhkým teplem (55 °C, 65% RV, 8 týdnů), suchým teplem (65 °C, 7% RV, 8 týdnů) a umělým denním světlem obohaceným o UV složku (5,2 klx, 13 W/m², 38±2 °C, 16% RV, 2 týdny). Podmínky umělého stárnutí byly zvoleny tak, aby se při nich žádné z použitých adheziv nenacházelo nad svou aktivační teplotou.

Metodika testování

Připravené modelové vzorky byly podrobeny testování z hlediska kolorimetrie a různých organoleptických či mechanických vlastností (tuhost v ohybu, pevnost spoje). Byly srovnávány vlastnosti spojů při použití různých adheziv, vliv způsobu nánosu a přípravy spoje. V neposlední řadě byla hodnocena dlouhodobá stabilita testovaných lepených spojů na základě odolnosti vůči umělému stárnutí. Všechny vlastnosti byly tedy měřeny před a po umělém stárnutí. Před každým měřením byly vzorky kondicionovány při 45±2 % RV za laboratorní teploty po dobu 48 hodin.

Kolorimetrie

Pro kolorimetrická měření v barvovém prostoru CILAB byl použit spektrometr Konica Minolta CM-700d v měřicích módech SCI i SCE, měřicí štěrbina o velikosti 8 mm, světelný zdroj D65. Měření byla prováděna na bílé světlostálé podložce. Na každém vzorku o rozměrech 15 × 10 cm tvořeném souvrstvím dvou textilií spojených příslušnou adhezivní vrstvou bylo provedeno celkem 10 měření.

V případě vyhodnocení vlivu podlepení na vizuální dojem předmětu byl příslušný vzorek srovnáván se standardem, jímž bylo souvrství dvou textilií bez adhezivní vrstvy. V případě vyhodnocení dlouhodobé barevné stability podlepování bylo měření prováděno vždy u téhož vzorku před a po umělém stárnutí. Z naměřených parametrů L^* , a^* a b^* v módu SCI byla následně vypočtena celková barevná difference ΔE^*_{ab} vzniklá v důsledku aplikace testovaných metod, resp. v důsledku vystavení podmínkám umělého stárnutí (rovnice 1). Chyby měření byly vyjádřeny formou celkových směrodatných odchylek ΔE^*_{ab} vypočtených na základě Gaussova zákona distribuce nejistot.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (1)$$

kde L^* je měrná světlost, a^* je barevná osa mezi zelenou a červenou a b^* je barevná osa mezi modrou a žlutou

Lesk modelových vzorků byl měřen současně s měřením barevnosti. Spektrofotometr vyhodnocuje lesk z rozdílu mezi naměřenými hodnotami barevnosti v módech SCI a SCE a vyjadřuje jej jako relativní hodnotu vůči vnitřnímu standardu. Na základě zjištěných hodnot lesku souvrství příslušných textilií bez adhezivní vrstvy a jejich srovnáním s hodnotami lesku modelových vzorků bylo vyhodnoceno, zda má příslušná adhezivní technika zásadní vliv na celkový lesk předmětu.

Tuhost v ohybu

Modelové vzorky byly nařezány na proužky o šířce 15 mm (osnova) a délce přibližně 150 mm (útek). Na nich pak byla měřena tuhost v ohybu dle normy DIN 53362 na automatizovaném měřicím přístroji (Polymertest CZ). Pro každý modelový vzorek každého typu stárnutí bylo měřeno 5 proužků a to ze strany vrchní i ze strany podkladové textilie (celkem 10 měření).

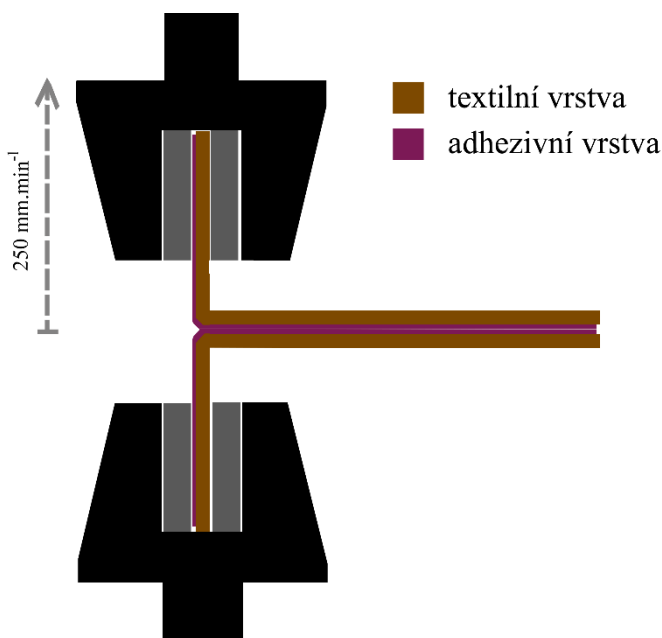
$$G = m_F \cdot \left(\frac{l_0}{2}\right)^3 \cdot 10^{-4} \cdot g_n \quad (2)$$

kde G je tuhost v ohybu na jednotku šířky v mN.cm; m_F je plošná hmotnost v g.m⁻², l_0 je délka proužku potřebná pro jeho ohnutí o 41,5 ° v důsledku působení gravitace, g_n je gravitační zrychlení v m.s⁻²

Tuhost v ohybu (G) na jednotku šířky je vyjádřena v mN.cm a vypočítává se (rovnice 2) na základě plošné hmotnosti proužku a jeho délky potřebné k ohnutí o 41,5 ° působením gravitace.

Pevnost spoje

Proužky modelových vzorků o šířce 15 mm a délce přibližně 150 mm byly dále podrobeny měření pevnosti lepeného spoje. Pevnost byla měřena na základě normy ISO 36:2011. Stanovení probíhalo na univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030 – 2 (Labortech, CZ), rychlost posuvu čelistí byla 250 mm/min. Schéma zkoušky je zobrazeno na Obr. 2.



Obr. 2 Schéma zkoušky pevnosti lepeného spoje

Proužek byl na jednom konci rozlepen, upnut do čelistí a postupně v důsledku tahu čelistí došlo k rozdělení souvrství v délce přesně 100 mm. Byla zaznamenána křivka síly potřebné k rozlepení tohoto spoje.

Dle normy ISO 6311:1998 byla v rámci výpočtu nejprve odstraněna počáteční a koncová část silové křivky kvůli možným nedokonalostem v okrajových částech podlepované plochy. Na zbývajících středních částech křivky byla následně vyhledána lokální maxima, z nichž byl vypočítán medián síly potřebné k rozlepení souvrství. Výsledná hodnota síly byla následně vztažena k šířce proužku, hodnoty pevnosti spoje jsou vyjádřeny v N/m.

Organoleptické hodnocení

Kromě výše uvedených vlastností, byly testované metody podlepování textilií hodnoceny na základě fyzických vjemů – omak, splývavost, dostatečná soudržnost apod. Uvedené závěry byly vždy formulovány na základě hodnocení provedeného všemi členy výzkumného týmu včetně zkušené restaurátorky textilu.

Výsledky a diskuze

Kolorimetrie

Lesk

Z hlediska lesku nebyly zaznamenány zásadní změny v důsledku aplikace žádné z testovaných metod podlepování, ať už se jednalo o modelové vzorky ze lnu nebo z hedvábí. Případné změny byly tak nízké, že nebyly pozorovatelné pouhým okem. Přítomnost adhezivní vrstvy tedy vizuální dojem předmětu z hlediska lesku nijak neovlivňuje, alespoň u textilií, které mají charakter plátna.

Barevné změny vzniklé podlepením

Na základě naměřených barevných změn lze konstatovat, že volba adheziva má na barevnost podlepované textilie až na výjimky poměrně malý vliv, a to jak v případě modelových vzorků z hedvábí (Obr. 3), tak ze lnu (Obr. 4). Lépe bylo možné sledovat vliv adheziv na vzorcích lnu, protože zde došlo k větším barevným změnám.

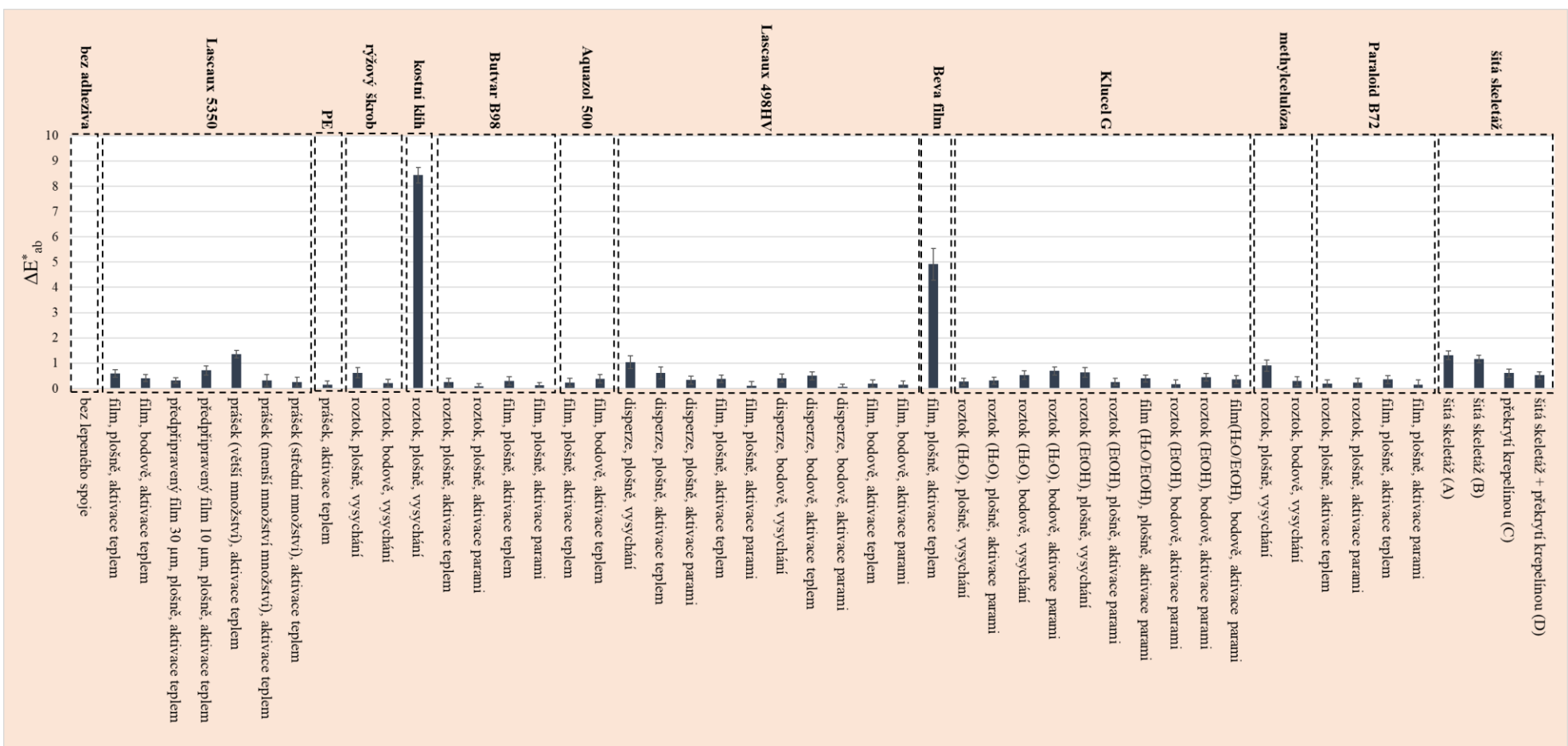
Velmi vysoké barevné změny bylo dosaženo pouze v důsledku použití kostního klišu (aplikace formou roztoku, spoj vysycháním) a adheziva Beva film (aplikace formou filmu, tepelná aktivace). Změny byly způsobeny již barevností samotných adheziv v kombinaci s velkým množstvím adheziva potřebným pro vytvoření spoje.

Rozdíly ve změnách barevnosti modelových vzorků v důsledku použití plošného a bodového nánosu adheziva se projevily jen v některých případech. Menší vliv na změnu barevnosti při použití bodového spoje lze vyzorovat zejména u rýžového škrobu a disperze Lascaux 498HV.

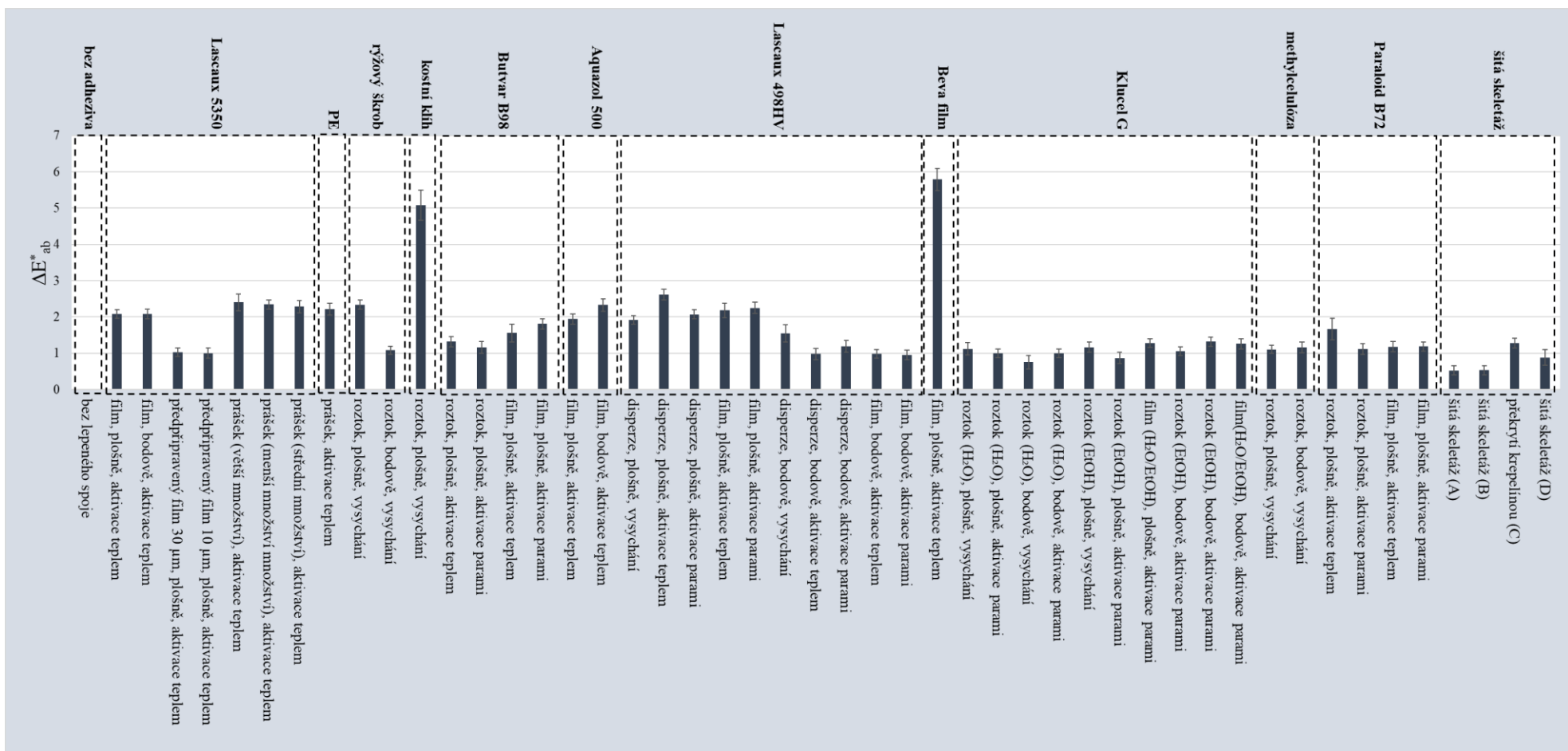
Mezi adhezivními technikami využívajícími předpřipravený film nebo přímo nános adheziva na podkladovou textilii (např. nátěrem) nebyly pozorovány měřitelné rozdíly z hlediska barevnosti. A to přestože rozdíly v množství použitého adheziva byly mezi těmito technikami zásadní.

U prášku Lascaux 5350 se vliv použitého množství projevilo, alespoň tedy na modelových vzorcích z hedvábí. Použití technik, při nichž je přebytek práškového adheziva oklepán, popř. odmeten štětcem ze silikonového papíru pryč, nepřináší téměř žádnou barevnou změnu. Naopak, je-li pro tvorbu lepeného spoje využito veškeré adhezivum, které přirozeně ulpí na silikonovém papíru po odsypání přebytků, množství se mírně projeví na výsledné barevnosti podlepené textilie.

Srovnáním s referenčními vzorky využívajícími metody šitím bylo zjištěno, že užití vybraných adhezivních technik může mít na vzhled předmětu dokonce menší dopad. Tento jev bylo možné pozorovat zejména u modelových vzorků z hedvábí. Při užití šité skeletáže nevyhnutelně vznikají v textilií drobné otvory, dalším problémem může být viditelnost šicí nitě.



Obr. 3 Barevné změny hedvábných modelových sendvičových vzorků vzniklé v důsledku konsolidace



Obr. 4 Barevné změny lněných modelových sendvičových vzorků vzniklé v důsledku konsolidace

Barevná stabilita podlepených vzorků

I samotné textilie nějakým způsobem podléhají degradačním vlivům, výsledky měření barevnosti po vystavení podmínkám umělého stárnutí je proto třeba vztahovat k referenční sadě vzorků bez adhezivní vrstvy.

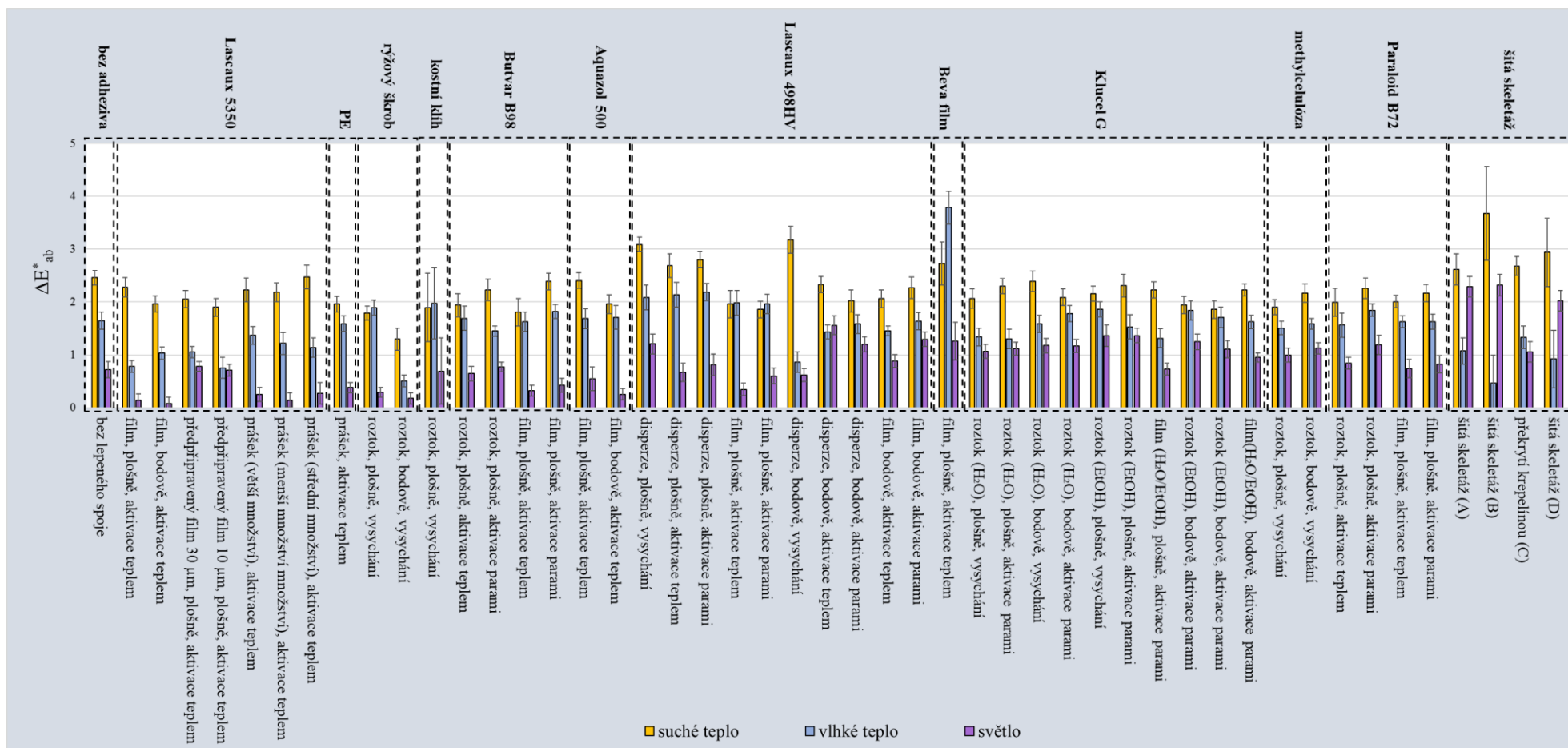
Protože byla pro etapu testování lepených spojů vybrána adheziva vykazující dobrou dlouhodobou stabilitu, barevné změny podlepených modelových vzorků vzniklé v důsledku umělého stárnutí se ve většině případů příliš neliší od barevných změn referenční sady bez adhezivní vrstvy (viz Obr. 5 a Obr. 6).

Zásadní barevné změny byly zaznamenány při použití adheziva Beva film, a to v důsledku suchého (v případě hedvábí) a vlhkého (v případě lnu) tepelného stárnutí, což jen potvrdilo výsledky testování vlastností adheziv (Příloha č. 1).

Dále bylo možné na základě výsledků vysledovat určitý vliv množství práškového adheziva Lascaux 5350 na celkovou barevnou změnu modelových vzorků v důsledku umělého stárnutí. S rostoucím množstvím adheziva použitého pro vytvoření lepeného spoje narůstají i barevné změny. Tento trend se projevil pouze u modelových vzorků z hedvábí, u lnu byl vliv množství adheziva na barevnost utlumen tloušťkou textilie.

Za zmínku ještě stojí zvýšená celková změna barevnosti u sad hedvábí lepených polyvinylbutyralem Butvar B98. Po suchém stárnutí se projevil vliv adhezivní vrstvy na barevnost nárůstem barevných změn, v případě vlhkého stárnutí byly barevné změny hedvábí naopak kompenzovány barevnými změnami polyvinylbutyralu, proto jsou výsledné hodnoty celkové barevné difference nižší ve srovnání se vzorky zcela bez adheziva. U modelových vzorků ze lnu se tento trend neprojevil.

Zatímco v případě modelových vzorků z hedvábí byl vliv na barevnost v důsledku použití šité skeletáže resp. šitého sendviče zanedbatelný, u vzorků ze lnu se vliv vpichů a přítomnosti šicí nitě projevil. Ke zvýšení barevných změn oproti referenčním vzorkům došlo zejména v důsledku suchého tepelného stárnutí a stárnutí světlem.



Obr. 6 Barevné změny lněných modelových sendvičových vzorků vzniklé v důsledku umělého stárnutí

Tuhost v ohybu

Vzhledem k rozdílnému charakteru modelových textilních materiálů a jejich odlišné tuhosti již před aplikací adheziva, bylo potřeba tyto materiály hodnotit separátně. Trendy sledované v rámci použití daného adheziva však byly srovnatelné bez ohledu na to, zda se jednalo o modelové vzorky z hedvábí nebo ze lnu (Obr. 7 a Obr. 8).

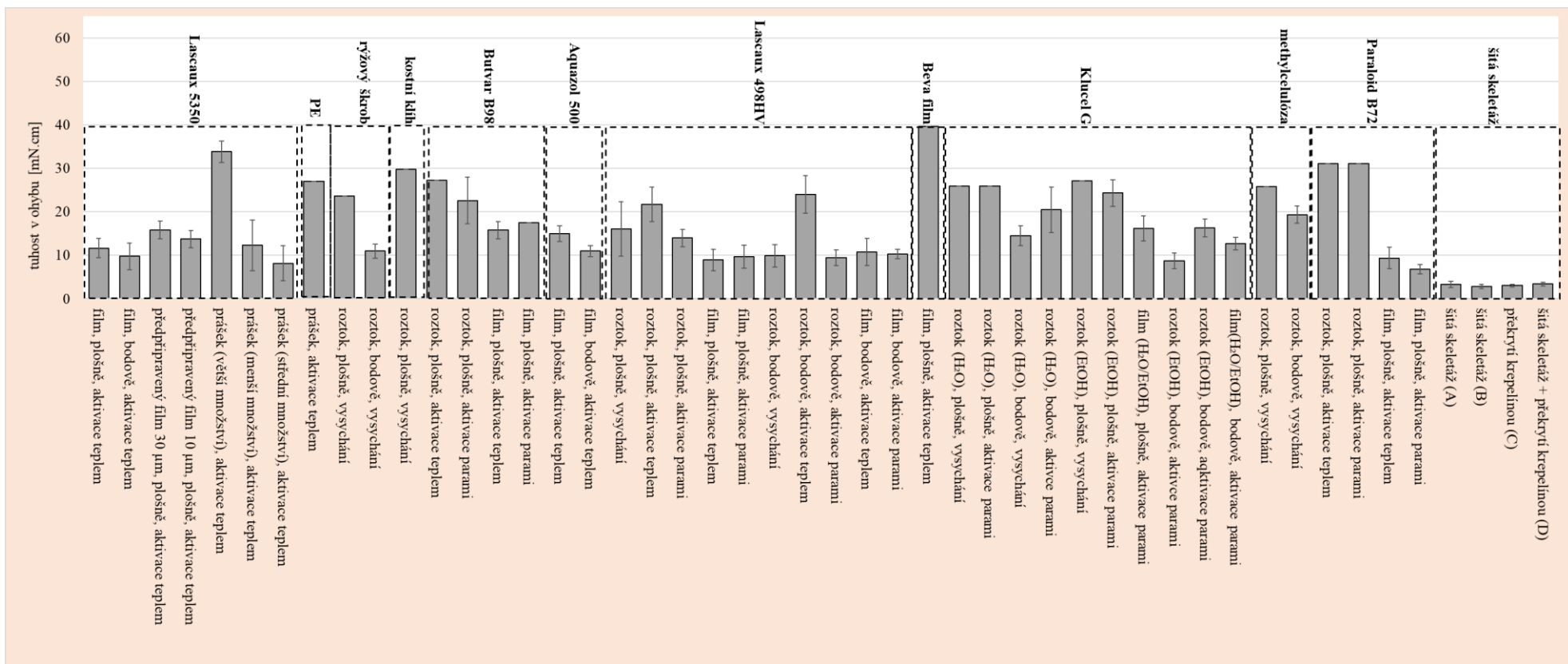
V závislosti na použitém adhezivu a způsobu nánosu a tvorby spoje se tuhost modelových vzorků více či méně blížila srovnávacím vzorkům provedenými šicími metodami, jejichž tuhost byla obecně nejnižší. Bodový spoj je už z principu ohebnější a méně tuhý, což je důvodem pro nízkou tuhost šitých vzorků. Tento trend se dále mírně projevil i ve srovnání vzorků s plošným a bodovým lepeným spojem.

Jak se ukázalo, negativní vliv na tuhost spoje má užití adhezivních technik, při nichž dochází nějakým způsobem k prosycení podkladové (popř. i vrchní) textilie. Z tohoto hlediska se ukázaly výhodnější postupy využívající předpřipravený vyschlý film z adheziva, jímž jsou textilie spojeny až dodatečně pomocí aktivace (teplem, popř. parami rozpouštědla).

Výrazný vliv na tuhost spoje v ohybu má i množství adheziva potřebného pro jeho vytvoření. Čím méně adheziva je použito pro tvorbu dostatečně soudržného lepeného spoje, tím nižší tuhosti pak spoj dosahuje. To lze pozorovat kromě rozdílů mezi filmem (menší množství) a nátěrem podkladové textilie (větší množství) i na srovnání tuhosti vzorků podlepených práškovým polyamidem Lascaux 5350. V případě, že je použito větší množství adheziva, je výsledná tuhost výrazně vyšší než, je-li jej méně (oklepání, popř. ometení před zažehlením).

Zásadní vliv použití adheziva Beva film na zvýšení tuhosti podlepené textilie, který byl zaznamenán u hedvábných modelových vzorků, se u vzorků ze lnu neprojevil. Stejně tomu bylo u vzorků lepených práškovým polyethylenem.

Výběr adheziv pro testování lepených spojů probíhal na základě předchozího testování jejich dlouhodobé stability, kde byl velký důraz kladen zejména na stabilní mechanické vlastnosti. Nebylo proto překvapením, že tuhost testovaných lepených spojů byla umělým stárnutím ovlivněna pouze minimálně, rozdíly zřídka překročily chybu měření.



Obr. 7 Tuhost v ohybu modelových sendvičových vzorků z hedvábí

Organoleptické hodnocení

Na základě hodnocení omaku a celkového pocitu z modelových vzorků bylo vyloučeno použití některých adheziv, neboť podlepené textilie pak působily celkově nepřírozně a uměle. Ostatními provedenými měřeními (např. měřením tuhosti) tyto jevy nebylo možné postihnout. Jednalo se o adheziva Beva film, akrylátovou disperzi Lascaux 498 HV a akrylátový kopolymer Paraloid B72.

Metody využívající bodového nánosu se vyznačovaly nerovnoměrnou pevností lepeného spoje a kolísajícím chováním v ploše z hlediska tuhosti, což bylo patrné z ručního hodnocení splývavosti podlepených textilií.

Použití některých adheziv bylo dále vyloučeno i na základě negativního vizuálního vjemu způsobeného aplikací adheziva, např. na základě vzniku velké barevné změny (kostní klíž, Beva film).

Škála modelových vzorků byla ručně odlepována. Porovnáním s číselnými hodnotami pevností vědecký tým včetně zkušené restaurátorky textilu stanovil hranici pro dostatečně pevný lepený spoj pro potřeby historických textilií 25 N/m. Spoje, jejichž pevnost se pohybovala pod touto hranicí tedy nelze brát v úvahu pro využití ve zkoumané oblasti.

Pevnost lepeného spoje

Podle očekávání byly zaznamenány zásadní rozdíly v pevnosti spojů lepených různými adhezivy v závislosti na způsobu nánosu, aktivace, charakteru adhezivní vrstvy atd. (Obr. 9 a Obr. 10)

Jestliže bychom hodnotili lepený spoj pouze na základě jeho pevnosti, nejvyšších hodnot (a to jak v případě modelových vzorků z hedvábí, tak i ze lnu) dosahoval spoj lepený filmem Beva. V závislosti na umělém stárnutí ovšem jeho pevnost kolísala.

Obecně výborných výsledků z hlediska pevnosti bylo dosaženo použitím tepelně aktivovatelného adheziva Lascaux 5350 na bázi polyamidu. Vyšší pevnosti dosahují spoje využívající předem připravený film, avšak i metody, které využívají přímo prášek, přinášejí pevnost spoje dostačující pro využití při restaurování historických textilií. Pevnost spoje se v závislosti na stárnutí příliš nemění, jistý pokles po stárnutí vlhkým teplem byl zaznamenán u spoje využívajícího větší množství prášku. Dobrá adheze byla zaznamenána jak k textiliím na bázi proteinů, tak i celulózy.

Z hlediska pevnosti spoje dosahovaly dobrých výsledků také metody založené na použití akrylátové disperze Lascaux 498HV. Pevnost spojů vytvořených všemi testovanými způsoby byla dostatečná, nejsoudržnější spoje však bylo dosaženo při metodách využívajících dodatečnou aktivaci adhezivní vrstvy parami ethanolu. Pevnost spojů se stárnutím významně nezměnila.

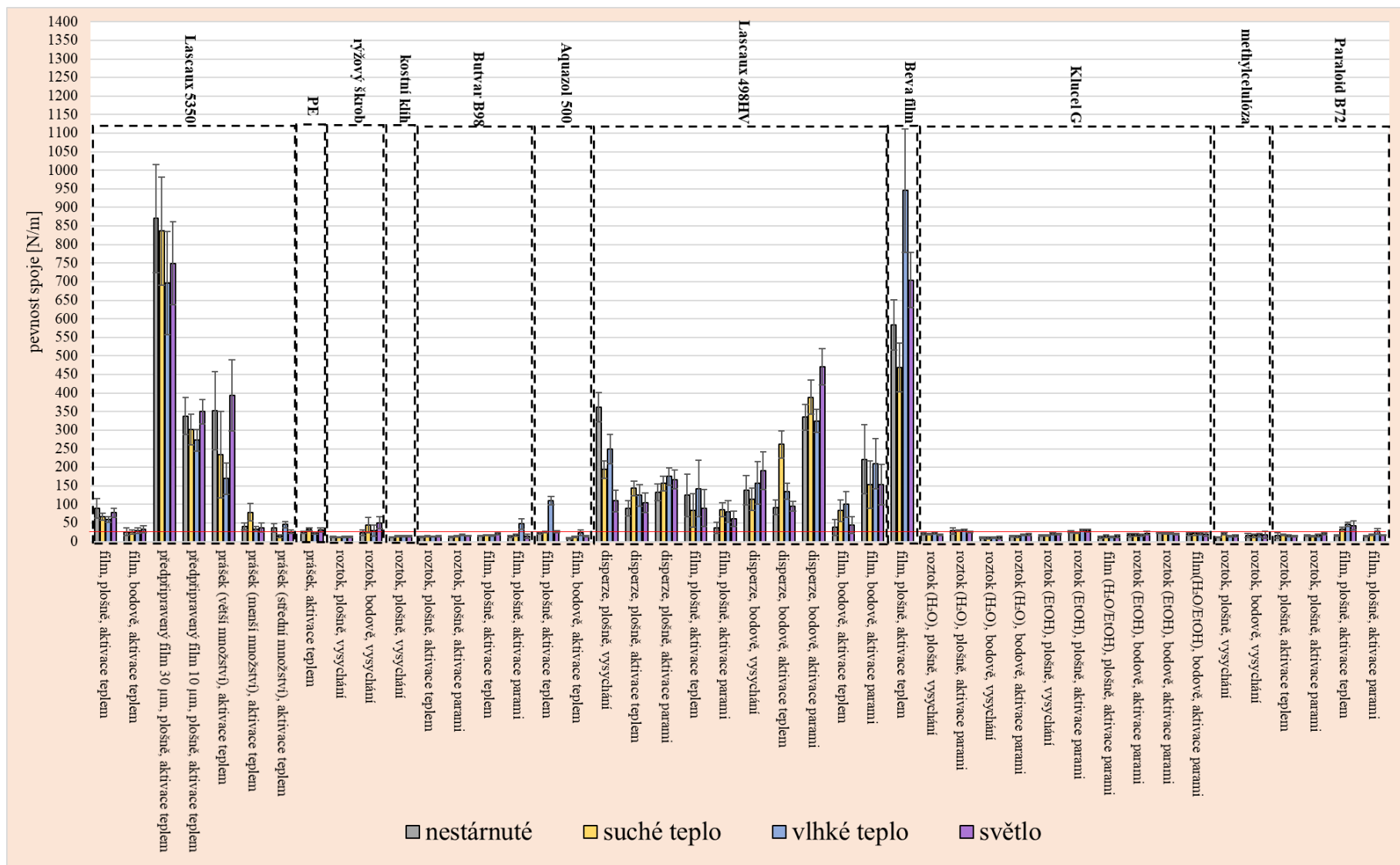
Pevnost spoje vytvořeného pomocí práškového polyethylenu se pohybovala pod hranicí 25 N/m, jeho pevnost nebyla dostatečná. Jako metody nepřinášející dostatečnou pevnost spoje byly dále vyhodnoceny ty využívající rýžový škrob, polyvinylbutyral Butvar B98 a poly(2-ethyl-2-oxazolin) Aquazol 500.

U hydroxypropylcelulózy Klucel G byla zaznamenána vyšší pevnost lepeného spoje u metod využívajících aktivaci parami ethanolu, zároveň lepší adhezi vykazoval k celulózovým

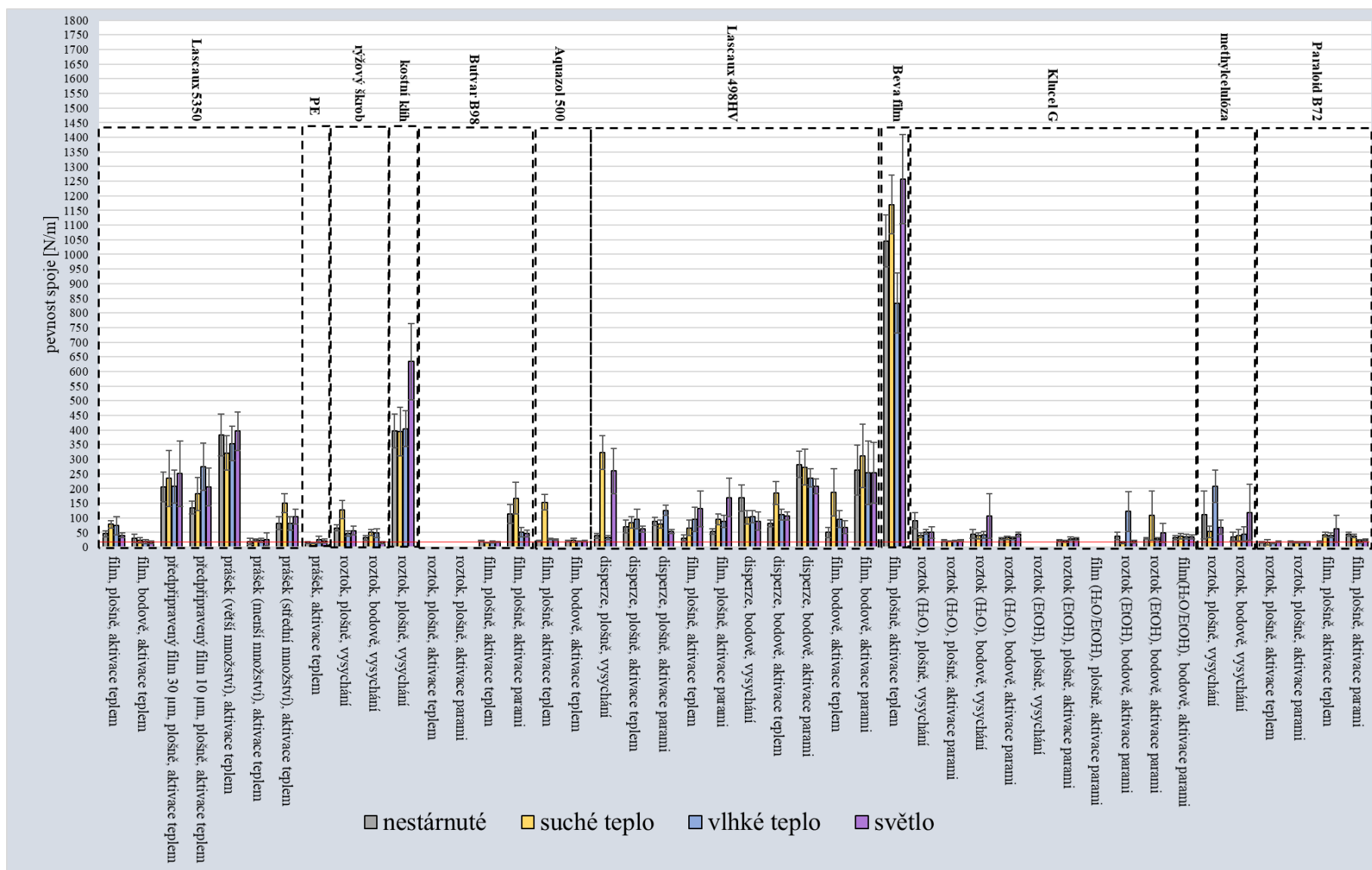
materiálům. Nicméně obecně lze konstatovat, že použití tohoto adheziva neumožňuje vytvoření dostatečně celistvého a tím pádem soudržného spoje při zachování nízké tuhosti.

Metody využívající kostní klíč a methylcelulózu neumožňovaly vytvoření dostatečně pevného lepeného spoje u modelových vzorků z hedvábí. Jejich adheze k celulózovým materiálům je však výrazně lepší, jak se ukázalo u modelových vzorků ze lnu. Takové spoje nicméně nedisponují dostatečně stabilními vlastnostmi.

Pomocí předem připraveného filmu z Paraloidu B72 dodatečně aktivovaného teplem, popř. parami lze vytvořit lepený spoj s dostatečnou pevností. Při přípravě spoje lze však obtížně kontrolovat jeho kvalitu a homogenitu, což se bohužel negativně projevilo rozdíly mezi jednotlivými sadami modelových vzorků.



Obr. 9 Výsledky měření pevností lepených spojů modelových vzorků z hedvábí (vyznačena limitní hranice 25 N/m) před a po stárnutí



Obr. 10 Výsledky měření pevností lepených spojů modelových vzorků ze lnu (vyznačena limitní hranice 25 N/m) před a po stárnutí

Závěrečné zhodnocení

Metody podlepování byly vždy srovnány s šitou skeletáží. V případě jemných textilií (hedvábí) je tuhost lepených textilií vyšší, nicméně v případě hrubších textilií (len) jsou tuhosti srovnatelné. Naopak výhodou podlepování je nižší časová náročnost zásahu v porovnání se šitou skeletáží, možnost konsolidace i velmi křehkých textilií a významně menší manipulace s předmětem v průběhu zásahu. Další výhodou podlepení je skutečnost, že tento zásah viditelně nezasahuje do pohledové strany předmětu, jako je tomu po šité skeletáži. Při hodnocení jednotlivých metod podlepování bylo třeba výsledky testování pojmut komplexně. Častým jevem bylo zjištění dobrých vlastností dané metody z hlediska jedné zkoušky (např. tuhost), zatímco v jiné spoj zcela propadl (např. pevnost). Důležitým doplňkovým hlediskem bylo organoleptické zhodnocení lepených spojů, které dokázalo odhalit detaily, které nebyly zřejmé z výsledků ostatních zkušebních testů.

Bylo zjištěno, že metody využívající nátěru adheziva ve formě roztoku/disperze přímo na podkladovou textiliu nejsou příliš vhodné. Dochází při nich k prosycení podkladové textilie, navíc vlivem tahů štětky u řidších tkanin může dojít k posunu nití ve vazbě. Je-li lepený spoj následně vytvořen na principu vysychání roztoku adheziva, dojde navíc k jeho nežádoucí penetraci i do vrchní (historické) textilie. Obecně výhodnější jsou tedy metody využívající až dodatečnou aktivaci adhezivní vrstvy teplem nebo parami rozpouštědel, u nichž k prosycení historické textilie nedochází.

Mnoho metod podlepování bylo v rámci testování aplikováno jak ve formě plošného, tak ve formě bodového spoje. Výsledky ukazují, že výhody bodových spojů zdaleka nepřevažují nad jejich nevýhodami vůči spojům plošným. Vykazovaly sice nižší tuhosti v ohybu, nicméně měly obvykle zároveň nižší pevnost. Dalším problémem je nerovnoměrná pevnost lepeného spoje v ploše. Došlo-li navíc v rámci podlepování k penetraci adheziva do vrchní textilie, nezřídka vznikl rušivý vizuální dojem kvůli viditelnosti adhezivních bodů.

Po otestování široké škály metod podlepování na modelových vzorcích z hedvábí a lnu a jejich dlouhodobé stability bylo jako optimální pro dané využití vyhodnoceno adhezivum Lascaux 5350 na bázi polyamidu. Jak vyplývá z výsledků, adhezivum je velmi variabilní, lze tedy v závislosti na zvoleném způsobu aplikace dosáhnout pevnosti spoje přímo na míru danému předmětu. Má dobrou adhezi jak k materiálům na bázi proteinů, tak celulózy. Nejnižší potřebná aktivační teplota se pohybuje nad 105 °C, což obvykle ani pro poškozený historický textil není limitující.

Aplikace Lascaux 5350 ve formě prášku přináší výjimečně dobrou ohebnost podlepené textilie. Lepený spoj disponuje v závislosti na použitých materiálech a množství prášku dostatečnou pevností 25–150 N/m. Pro dosažení optimálních vlastností spoje je třeba v rámci jeho přípravy dbát na důkladné odstranění přebytků adheziva (oklepáním, popř. odmetením štětkou) před přenesením na podkladovou textiliu. Aplikace Lascaux 5350 využívající předem připravený film přináší v závislosti na použitých materiálech pevnost spoje 140–350 N/m. Metoda se tedy hodí pro předměty, u nichž vyžadujeme pevnější spoj ať už kvůli charakteru předmětu nebo předpokladu časté manipulace, apod.

U předmětů, u nichž není zásadním požadavkem dobrá splývavost je možné pro podlepení využít i další dlouhodobě stabilní adheziva jako např. Klucel G, Tylose MH 6000 a různé způsoby jejich aplikace. Pro nalepení textilií na pevnou podložku je možné využít např. i Paraloid B72.

Příloha č. 5: Reverzibilita doporučených metod podlepování

Reverzibilita podlepení adhezivem Lascaux 5350

Reverzibilita je jedním ze základních požadavků pro postupy určené k použití v památkové péči. Výstupem projektu zabývajícím se možnostmi podlepování historických textilií je doporučení dvou metod podlepování využívajících teplo aktivovatelné adhezivum Lascaux 5350 na bázi polyamidu. Bylo nezbytné prozkoumat mimo jiné i možnosti dodatečného cíleného rozlepení spoje a odstranění reziduí adheziva z historické textilie např. pro účely budoucího rekonzervačního zásahu.

Materiály, příprava vzorků

Byly připraveny modelové sendvičové vzorky ze dvou vrstev hedvábí Habutai, popř. ze dvou vrstev lněného plátna slepením doporučenými metodami – pomocí prášku a předem připraveného filmu (tloušťka 10 µm). Dva různé textilní materiály byly zvoleny proto, aby byla v rámci experimentu postihnuta případná rozdílná adheze k proteinovým a celulózovým textiliím, dále i vliv plošné hmotnosti. Vzorky byly uměle stárnuty 3 týdny při 80 °C a 65% relativní vlhkosti. Následně na ně byla metodou obkladu a následného proplachu na odsávacím stole aplikována různá rozpouštědla. Bylo vyhodnoceno, s jakou úspěšností došlo k rozlepení spoje a následnému odstranění reziduí adheziva z textilie.

Stejným způsobem jako vzorky modelové, byly připraveny i kontrolní vzorky napodobující podlepenou historickou textilií. Vrchní vrstvu simulující historickou textilií tvořily textilie (hedvábí Habutai, lněné plátno) uměle zestárnuté uložením do půdy, čímž vzniklo poškození charakteristické pro reálné předměty (ztráta pevnosti, díry, apod.). Textilie byly následně podlepeny odpovídajícím způsobem, poté byly vzorky uměle stárnuty společně se vzorky modelovými. Na závěr celého experimentu byl na tyto vzorky aplikován postup, který byl při testování modelových vzorků vyhodnocen z hlediska reverzibility jako nejvhodnější.

Podobným způsobem jako kontrolní vzorky napodobující podlepenou historickou textilií byly dále připraveny vzorky využívající namísto podlepení šitou skeletáž. Po umělém stárnutí byly stehy odstraněny a reverzibilita metody byla porovnána s doporučenými metodami využívajícími podlepování.

Metodika testování na modelových vzorcích

Použitá metodika odstraňování adheziv a podkladových materiálů z podlepených textilií vychází z výzkumu provedeného v rámci projektu, v němž byly testovány různé metody rekonzervace podlepených textilií napříč různými adhezivy. Vzhledem k tomu, že jako obecně nejlepší postup pro odstranění adheziv zde byl vyhodnocen obklad a následný proplach vhodným rozpouštědlem na odsávacím stole s regulovaným odtahem, byl pro odstranění podlepení doporučenými metodami využit výlučně tento způsob. Testována však byla různá rozpouštědla a jejich efektivita pro odstranění adheziva. Výběr rozpouštědel byl uskutečněn na základě přibližné znalosti rozpustnosti adheziva a na základě provedených předběžných testů rozlepování vzniklých lepených spojů.

Tab. 1 Přehled použitých rozpouštědel pro testování reverzibility doporučených metod podlepování

Použitá metoda	Použité rozpouštědlo
obklad a následný proplach na odsávacím stole se spodním odtahem	voda
	voda teplá (50 °C)
	methanol
	methanol teplý (50 °C)
	ethanol
	ethanol teplý (50 °C)

Průběh odstranění byl vždy stejný. Vzorek byl umístěn vrchní (historickou) tkaninou dolů na síťku odsávacího stolu s regulovaným odtahem. Následně byl shora, tzn. ze strany podkladové textilie přikryt netkanou PES textilií. Na ni byl umístěn obklad z buničiny (10–15 vrstev) zcela prosycený rozpouštědlem. Obklad byl přikryt hliníkovou fólií s dostatečným přesahem. Po uplynutí 30 min byl obklad sejmут. Poté byla opatrně sejmuta podkladová vrstva. Následně byl zapojen odtah odsávacího stolu a textilie byla opakovaně promývána daným rozpouštědlem (přibližně 150 ml rozpouštědla na 1 dm² textilie). Po důkladném proplachu byla textilie ponechána na odsávacím stole se zapojeným spodním odtahem až do úplného odtěkání rozpouštědla.

Efektivita odstranění byla hodnocena na základě průběhu a snadnosti odstranění a výsledných vlastností vrchní textilie simulující textilií historickou - omaku a splývavosti, tuhosti a sledování reziduí adheziva optickou mikroskopií a metodou infračervené spektroskopie (pouze u lnu). Jednotlivé vlastnosti byly hodnoceny známkou od 1 (nejlepší) do 5 (nejhorší). Na základě známek pak byl vybrán nejefektivnější způsob odstranění adheziva.

Snadnost odstranění

Byl hodnocen průběh odstraňování danou metodou – odpor kladený spojem při odlupování podkladové textilie po odstranění obkladu.

Organoleptické hodnocení vlastností

U textilií simulujících historické textilie byly po odstranění podkladových materiálů a adheziva subjektivně hodnoceny omak a splývavost.

Tuhost v ohybu

Přítomnost adheziv významně ovlivňuje tuhost textilií, proto byl tento parametr zvolen pro sledování účinnosti odstraňování adheziv z modelových vzorků. Tuhost textilie byla vypočtena dle normy DIN 53362, dle které se měří délka proužku (v mm) nutná k ohnutí textilie o úhel 41,5 °. Pro měření byl využit automatický přístroj pro stanovení tuhosti v ohybu, dle DIN 53362 (výrobce Polymertest), na každém modelovém vzorku bylo provedeno 6 měření. Výsledky měření tuhosti poměrně dobře korespondují s výsledky získanými pomocí optického mikroskopu. Pouze v případě, že dojde k dobrému rozpuštění adheziva a tím k jeho penetraci do textilních vláken nejsou rezidua na optickém mikroskopu patrná, zatímco ve změně tuhosti se výrazně projeví.

Optická mikroskopie

Pro sledování reziduí adheziv v textiliích je vhodné využití optické mikroskopie, v této studii byl použit mikroskop Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Účinnost eventuálního odstranění adheziva je na snímcích dobře patrná.

Infračervená spektroskopie (FTIR)

Pro sledování účinnosti odstraňování adheziv byla použita i infračervená spektroskopie, konkrétně spektrometr Nicolet iZ10 v ATR režimu (diamantový krystal). Počet akumulací spekter 64, rozlišení 4 cm⁻¹, kapalným dusíkem chlazený MCT-A detektor. Bylo změřeno 6 spekter na každém vzorku. Pro kvantifikaci obsahu reziduí adheziv, byla vybrána oblast 1 800-800 cm⁻¹ a provedena automatická korekce baseliny. Dále byl proveden výpočet poměru intenzit charakteristického pásu adheziva Lascaux 5350 v pozici 1536 cm⁻¹ a charakteristického pásu lnu v pozici 1107 cm⁻¹. Vzhledem k překryvu charakteristických pásů testovaného adheziva a hedvábí nebylo možné infračervenou spektroskopii využít pro hodnocení reverzibility hedvábných sendvičů.

Hodnocení reverzibility – modelové vzorky

Podle očekávání byly zaznamenány zásadní rozdíly v efektivitě odstranění podlepení při použití různých rozpouštědel. Zcela odlišných výsledků bylo také dosaženo v závislosti na tom, zda byla rozpouštědla použita při laboratorní teplotě nebo předeřhává na 50 °C (viz Tab. 2).

Tab. 2 Znamky udělené jednotlivým metodám odstranění podlepení na základě různých hledisek hodnocení

HEDVÁBÍ - prášek	ZPŮSOB ODSTRANĚNÍ	Průběh sejmutí	Organolepticky	Lupa	Tuhost	FTIR
	obklad + proplach vodou	2	2	4	1	-
	obklad + proplach teplou vodou	2	2	4	1	-
	obklad + proplach methanolem	1	1	3	2	-
	obklad + proplach teplým methanolem	1	1	1	2	-
	obklad + proplach ethanolem	2	3	2	2	-
	obklad + proplach teplým ethanolem	1	1	1	2	-
	ZPŮSOB ODSTRANĚNÍ	Průběh sejmutí	Organolepticky	Lupa	Tuhost	FTIR
HEDVÁBÍ - film	obklad + proplach vodou	4	5	4	3	-
	obklad + proplach teplou vodou	4	5	5	3	-
	obklad + proplach methanolem	2	3	3	2	-
	obklad + proplach teplým methanolem	1	1	1	2	-
	obklad + proplach ethanolem	2	4	4	1	-
	obklad + proplach teplým ethanolem	2	1	1	2	-
	ZPŮSOB ODSTRANĚNÍ	Průběh sejmutí	Organolepticky	Lupa	Tuhost	FTIR
LEN - prášek	obklad + proplach vodou	2	2	3	1	3
	obklad + proplach teplou vodou	2	2	3	1	1
	obklad + proplach methanolem	1	2	2	1	2
	obklad + proplach teplým methanolem	1	1	1	1	1
	obklad + proplach ethanolem	2	3	2	1	2
	obklad + proplach teplým ethanolem	1	1	1	2	1
	ZPŮSOB ODSTRANĚNÍ	Průběh sejmutí	Organolepticky	Lupa	Tuhost	FTIR
LEN - film	obklad + proplach vodou	3	4	3	1	3
	obklad + proplach teplou vodou	3	3	2	1	2
	obklad + proplach methanolem	1	3	3	1	4
	obklad + proplach teplým methanolem	1	1	1	1	1
	obklad + proplach ethanolem	2	4	4	1	5
	obklad + proplach teplým ethanolem	2	1	1	1	2
	ZPŮSOB ODSTRANĚNÍ	Průběh sejmutí	Organolepticky	Lupa	Tuhost	FTIR

Co se týká průběhu samotného sejmutí, bylo obecně snazší u podlepování práškem. Už z podstaty totiž tato metoda poskytuje nižší pevnost spoje než při použití filmu.

Voda (teplá ani studená) polyamid nerozpouští, přesto v důsledku jejího působení docházelo ke snížení soudržnosti textilií a bylo tak možné rozdělení souvrství. Nicméně síla k tomu

potřebná byla vyhodnocena jako příliš vysoká, což by v případě reálného předmětu bylo rizikem pro již tak křehkou historickou tkaninu. Proplachem vodou dále nebylo možné zajistit odstranění reziduí adheziva z textilie.

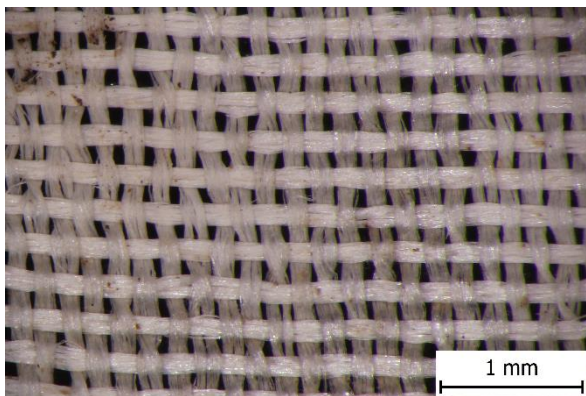
Použité alkoholy nebyly při laboratorní teplotě příliš efektivní, docházelo pouze k částečnému rozpouštění adheziva. Rozdělení vrstev po sejmutí obkladu zde bylo snadné, spoj kladl jen mírný odpor, ovšem pro dodatečný proplach byly tyto metody neúčinné a neumožňovaly efektivně odstranit zbytky adheziva.

Nejefektivnější metodou byl obklad a následný proplach teplým methanolem (50 °C). Po sejmutí obkladu spoj již nekladl sebemenší odpor, následným proplachem se podařilo odstranit adhezivum do té míry, že již nebylo možné najít rezidua ani optickým mikroskopem, ani FTIR spektroskopií.

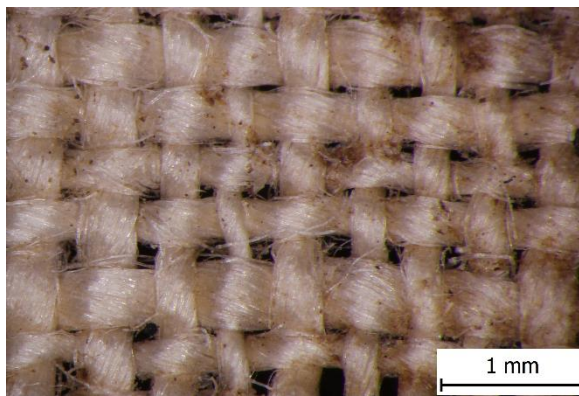
Obklad a následný proplach teplým ethanolem byl také velice efektivní. Na rozdíl od užití teplého methanolu však spoj po sejmutí obkladu přece jen vykazoval jistou míru soudržnosti, byť naprosto minimální. V případě lněného vzorku podlepeného filmem byly navíc po proplachu detegovány zbytky adheziva.

Hodnocení reverzibility – vzorky simulující podlepenou historickou textilií

Nejvhodnější metody odstranění, tedy obklad a následný proplach teplým (50 °C) methanolem (resp. ethanolem) na odsávacím stole byly aplikovány i na kontrolní vzorky s vrchní vrstvou simulující historickou textilií. Bylo ověřeno, že metody se hodí i pro použití na reálných předmětech. Kromě velmi dobré úrovně odstranění zbytků adheziva (viz. Obr. 1, Obr. 2) z historické textilie nedocházelo během procesu ke ztrátě subtilních fragmentů textilií.



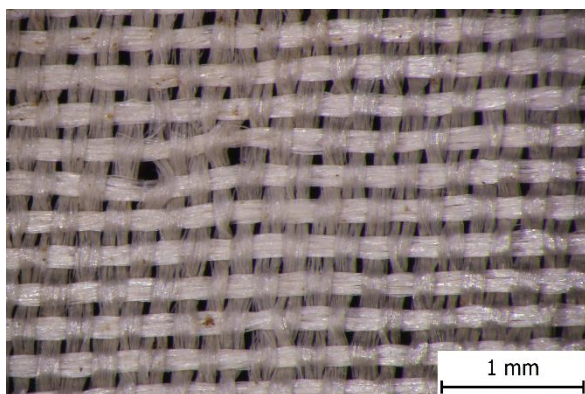
Obr. 1 Hedvábný vzorek simulující historickou textilií po odstranění adheziva teplým methanolem



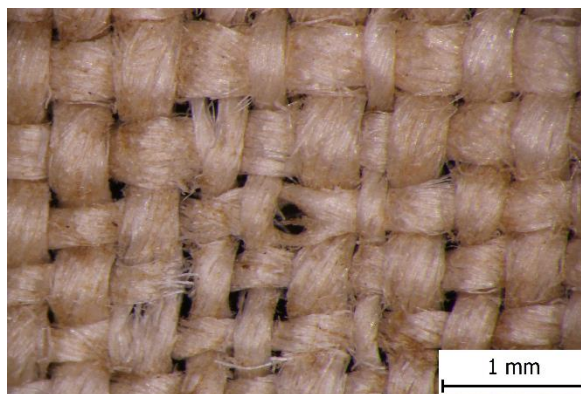
Obr. 2 Lněný vzorek simulující historickou textilií po odstranění adheziva teplým methanolem

Hodnocení reverzibility – vzorky využívající šitou skeletáž

Šitá skeletáž byla ze vzorků demontována zkušenou restaurátorkou. Vzorky byly během tohoto procesu vystaveny výrazně vyššímu mechanickému namáhání než při odstraňování podlepování na odsávacím stole, čímž bylo zvýšeno riziko jejich dalšího poškození. Navíc ve struktuře textilie zůstaly v místech vpichů jehlou otvory, které jsou dobře patrné při přiblížení. (Obr. 3, Obr. 4)



Obr. 3 Hedvábný vzorek simulující historickou textilií po odstranění šité skeletáže



Obr. 4 Lněný vzorek simulující historickou textilií po odstranění šité skeletáže

Závěr

Na základě testování odstranitelnosti podlepení textilií adhezivem Lascaux 5350, ať už metodou využívající prášek nebo film, byl jako nejefektivnější metoda vyhodnocen obklad a následný proplach teplým methanolem (50 °C). Tato metoda nabízí šetrné oddělení pojených vrstev s minimálními riziky pro křehkou a citlivou historickou textilií. Zároveň umožňuje v podstatě bezesbytkové odstranění reziduí použitého adheziva Lascaux 5350 z historické textilie. Metody podlepování historických textilií vyvinuté v rámci projektu a doporučené v metodice lze tedy označit za reverzibilní, zejména v porovnání s odstranitelností šité skeletáže.

Není-li z nějakých důvodů (např. toxikologických) možné použít pro popsanou metodu odstranění podlepení teplý methanol, je možné jej pro historické textilie na bázi celulózy (viz následující podkapitola) nahradit teplým ethanolem.

Před aplikací popsaných metod na reálný historický předmět je nezbytné provést zkoušku stálobarevnosti v aplikovaných rozpouštědlech.

Vliv doporučených rozpouštědel na proteinové a celulóзовé textilie

V rámci projektu byl testován vliv rozpouštědel nejvhodnějších pro odstraňování doporučených metod podlepování (tj. teplý methanol a teplý ethanol) na živočišná a rostlinná vlákna a to i z dlouhodobého hlediska.

Příprava vzorků

Pro testování vlivu v této metodice doporučených rozpouštědel na textilie byli vybráni zástupci živočišných i rostlinných vláken. Z rostlinných vláken byla vybrána bavlna, protože obsahuje téměř výhradně hlavní složku rostlinných vláken celulózu. Jako zástupce vláken živočišných bylo vybráno hedvábí. Vzorky textilií byly před působením rozpouštědel uměle předstárnuty (80 °C, 65 % RV, 21 dní), aby byl zjištěn vliv rozpouštědel na již degradované textilie.

Textilie

přírodní hedvábí (Habutai, 43 g/m², dodavatel Zdeněk Volf) a bavlněné nebělené plátno (134 g/m², dodavatel Výtvarné potřeby - Radek Rosenkranz)

Rozpouštědla

methanol, p.a. (Lach-Ner, s.r.o.) – 50 °C, doba působení 30 min; ethanol denaturovaný benzínem (BIOFERM - lihovar Kolín, a.s.) – 50 °C, doba působení 30 min

Umělé stárnutí

Pro zjištění dlouhodobé stability textilií ošetřených testovanými rozpouštědly byly ošetřené i neošetřené vzorky podrobeny třem typům umělého stárnutí - suchým teplem dle ISO 5630/1 (105 °C, 21 dní), vlhkým teplem dle ISO 5630/3 (80 °C, 65 % RV, 21 dní) a světelným stárnutím (kombinace umělého denního a UV světla; 5,2 klx, 13 W/m², 38 °C, 16 % RV, 14 dní).

Metody studia vlivu rozpouštědel na textilie

Vliv rozpouštědel na vlastnosti a dlouhodobou stabilitu hedvábí a bavlny byl studován několika metodami.

Kolorimetrie

Byla měřena barevnost vzorků v barvovém prostoru CIELAB spektrofotometrem Konica Minolta CM-700d před ošetřením, po ošetření a po umělém stárnutí. Výpočet celkové změny barevnosti byl proveden z 10 měření pro každý vzorek. Byla použita 8mm měřicí štěrba a světelný zdroj D65.

Limitní viskozitní číslo hedvábí a průměrný polymerační stupeň celulózy

Viskozimetrické stanovení, pomocí kapilárního Ubbelohdeho viskozimetru, bavlna dle ČSN 800811 (rozpouštědlo: sodno-železitý komplex kyseliny vinné), hedvábí dle SNV 195 595 (rozpouštědlo: vodný nasycený roztok LiBr). Případný pokles limitního viskozitního čísla (resp. průměrného polymeračního stupně) indikuje poškození (štěpení) makromolekul vláken. Metoda je citlivá i při nižším stupni degradace testovaného materiálu.

Pevnost nití v tahu

Měření bylo provedeno na univerzálním zkušebním stroji LabTest 5.030-2, upínací délka nitě byla 10 cm, rychlost posuvu čelistí 50 mm/min. Výsledky byly vypočítány jako průměr z měření 10 útkových nití.

Výsledky

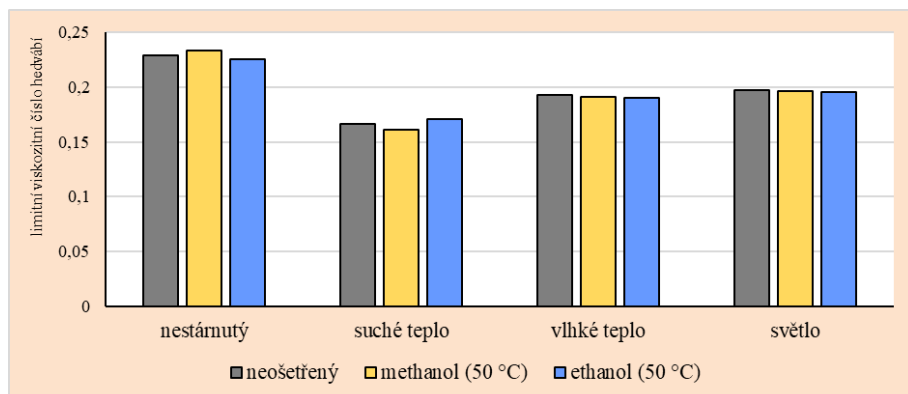
Kolorimetrie

Bylo zjištěno, že působením testovaných rozpouštědel nedochází ani u hedvábí ani u bavlny ke změnám barevnosti bezprostředně po ošetření. Také po umělém stárnutí jsou barevné změny ošetřených i neošetřených textilií srovnatelné, liší se vzájemně o hodnoty nepřesahující chyby měření.

Limitní viskozitní číslo hedvábí a průměrný polymerační stupeň celulózy

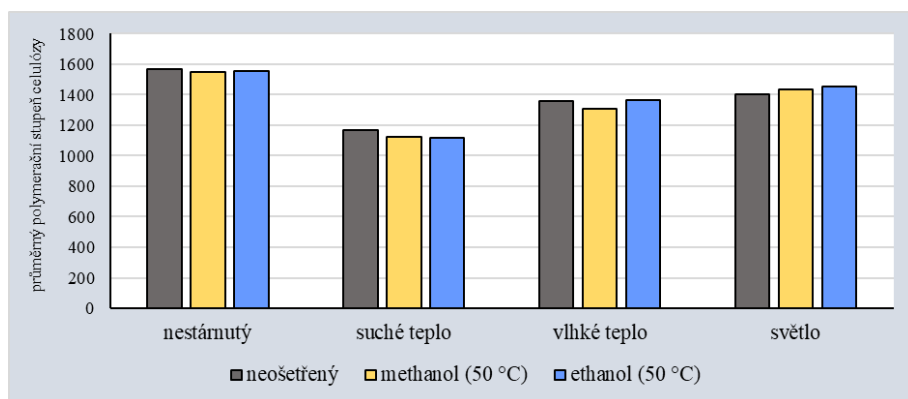
V rámci viskozimetrických stanovení limitního viskozitního čísla hedvábí, resp. průměrného polymeračního stupně celulózy nebyly zjištěny rozdíly mezi vzorky ošetřenými testovanými alkoholy a mezi vzorky neošetřenými.

Vliv působení teplého methanolu, resp. teplého ethanolu na degradaci hedvábí se neprojevil. (Obr. 5) V rámci daného typu umělého stárnutí byly vždy hodnoty pro všechny vzorky srovnatelné.



Obr. 5 Sledování vlivu rozpouštědel na degradaci hedvábí

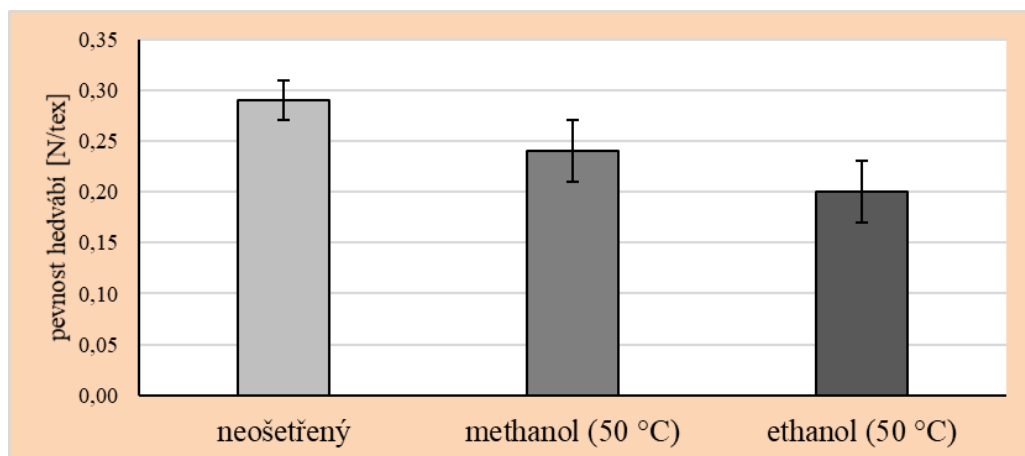
Rozdíly v degradaci makromolekul vlivem teplých alkoholů nebyly zaznamenány ani u bavlny. (Obr. 6)



Obr. 6 Sledování vlivu rozpouštědel na degradaci bavlny

Pevnost nití

Pevnost všech bavlněných nití se pohybovala kolem hodnoty 0,2 N/tex bez ohledu na způsob ošetření, vliv působení rozpouštědel se tedy nijak neprojevil. V případě hedvábí ovšem došlo vlivem působení teplých alkoholů k poklesu pevnosti, pravděpodobně v důsledku přesušení – v případě methanolu na hranici chyby měření, v případě ethanolu byl efekt výraznější. Působení teplých alkoholů na pevnost hedvábných nití se projevilo v případě nestárnutých vzorků (viz Obr. 7) a v případě vzorků stárnutých světlem. Z dlouhodobého hlediska ale nedošlo použitím teplých alkoholů k akceleraci poškození hedvábných nití.



Obr. 7 Sledování vlivu testovaných rozpouštědel na pevnost nití hedvábí (nestárnuté vzorky)

Závěr

Negativní vliv testovaných teplých alkoholů na celulóзовé textilie nebyl prokázán, a to ani z hlediska dlouhodobé stability. Nebyl prokázán ani jejich negativní vliv na barevnost, popř. poškození makromolekul u textilií na bázi proteinů. Byl však zaznamenán pokles pevnosti hedvábí v důsledku jejich působení. Vliv teplého methanolu na pevnost hedvábí byl na hranici chyby měření, pokles pevnosti vlivem působení teplého ethanolu byl však vyšší.

Užití teplého methanolu lze tedy v rámci výše popsaných metod využít pro odstraňování podlepení historických textilií polyamidem Lascaux 5350, neboť nebyl prokázán zásadní vliv na vlastnosti a stabilitu textilií. Jeho nahrazení ethanolom (např. z toxikologických důvodů) však nelze doporučit v případě textilií na bázi proteinů.

Možnosti odstranění adhezivní vrstvy na pohledových místech

Při podlepování se můžeme setkat s předměty, které nejsou zcela celistvé. Nacházíme u nich buď díry, popř. jsou složeny ze samostatných částí, jejichž podlepením nutně vznikají z pohledové strany místa, která nejsou zakryta historickou textilií. V těchto místech může dojít k odhalení adhezivní vrstvy a vzniku nežádoucího lesku, což ruší vizuální dojem předmětu. Jev může při podlepování adhezivem Lascaux 5350 nastat jak při použití prášku, tak i filmu.

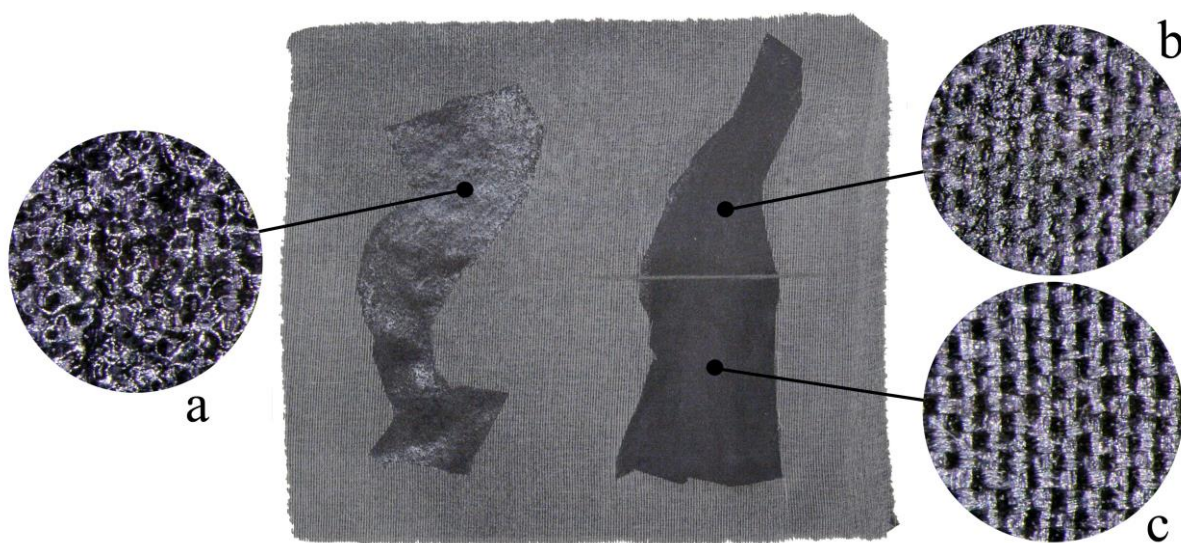
Pro testování možnosti potlačení tohoto jevu byly připraveny modelové vzorky, kdy byla vrchní vrstva hedvábné krepelíny opatřené otvory podlepena černě obarveným hedvábným plátnem Habutai. Při podlepení byly použity obě doporučované metody využívající adhezivum Lascaux 5350 na bázi polyamidu, tedy metoda prášku i filmu. Černá barva podkladové textilie byla zvolena proto, aby maximálně vynikla viditelnost adhezivní vrstvy.

V místech otvorů vrchní (historické) textilie, kde došlo k odhalení adhezivní vrstvy na podkladové textilií, byly aplikovány různé postupy, jejichž cílem bylo odstranit adhezivum a sjednotit vizuální dojem. Testované postupy využívaly působení tepla, rozpouštědel, popř. jejich kombinaci.

Jako optimální byl vyhodnocen postup opakovaného přezehlování v místě otvoru přes čisté hedvábné plátno pomocí vyhřívané restaurátorské špachtle (120 °C). Po přilnutí bylo vždy toto plátno v místě otvoru sloupnuto, čímž postupně došlo k přenesení většiny adheziva pryč z podkladové textilie. Po přibližně 5 opakováních je možné pro zlepšení výsledku na závěr podkladovou textilií v místě otvoru navlhčit jemným štětcem namočeným v methanolu,

následně na navlhčené místo znovu přiložit hedvábné plátno, a přežehlit jej. Přítomností methanolu je podpořen přenos zbytků adheziva pryč z podkladové textilie, ovšem je zde riziko vzniku mapy. Záleží tedy vždy na zhodnocení konkrétní situace a stavu po prostém odžehlení.

Aby nedošlo k nežádoucímu oslabení, popř. rozlepení spoje v bezprostředním okolí otvorů, je nezbytné působit vyhřívanou restaurátorskou špachtlí pouze v místě otvoru a nepřejíždět přes jeho okraj. Výsledek odstraňování dokumentuje situace na Obr. 8, pro dobrou názornost bylo pro podlepení využito větší množství prášku Lascaux 5350. Jak dokládá obrázek, množství reziduí adheziva při využití závěrečného kroku s navlhčením methanolem je výrazně nižší, přestože vizuální rozdíl nemusí být nijak zásadní. Při volbě postupu proto záleží na konkrétní situaci.



Obr. 8 Výsledek odstranění vizuálně rušivé adhezivní vrstvy v místě otvorů vrchní (historické) textilie; stav před odstraněním (a), stav po odstranění opakovaným odžehlením na hedvábné plátno (b), stav po opakovaném odžehlení na hedvábné plátno a závěrečném kroku s methanolem (c)

V průběhu testování bylo zjištěno, že pro každý z kroků je nezbytné použít čistý kus hedvábného plátna, aby nedošlo ke zpětnému přenosu adheziva. V rámci případného závěrečného kroku využívajícího methanol je třeba dbát na to, aby nebylo použito příliš velké množství rozpouštědla, aby nedošlo k jeho podtečení až do oblasti lepeného spoje a dále se vyhnout vzniku viditelných map.

Příloha č. 6: Případová studie – restaurování kapesníčku

Základní údaje o předmětu

Předmět: Malovaný kapesníček
Majitel: soukromý vlastník
Autor: neznámý
Datace: 1. polovina 20. století
Provenience: pravděpodobně Čechy

Materiál: hedvábný krep
Technika: malba na hedvábí
Rozměry: 22,5 cm × 22,2 cm

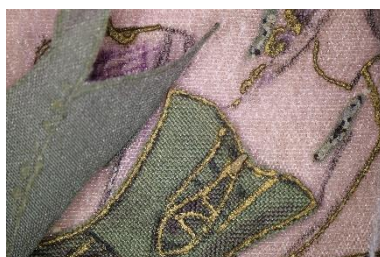
Restaurovala: Bc. Jana Bureš Víchová, DiS.
Konzultanti: Ing. Klára Drábková, Ph.D.
Ing. Jan Krejčí
Ing. Markéta Škrdlantová, Ph.D.

Popis předmětu

Ručně malovaný kapesníček s erotickou tematikou je vyroben z růžového hedvábného krepu. Je na něm ztvárněna dáma v zelených večerních šatech typu charleston a s velkým vějířem v podobě pavího ocasu. Šaty jsou tvořeny dvěma vrstvami zelené tkaniny, které jsou na kapesníček přilepeny. Vrchní část oděvu lze odklopit, objeví se pod ní korzet, pod kterým se ukrývá kresba nahých řader. Okraje kapesníčku jsou zastřiženy do trojúhelníkových nebo víceúhelníkových tvarů zeleně a fialově kolorovaných a jsou lemovány zlatou konturou. Tyto kontury a některé další detaily jsou namalovány s podkladovou vrstvou, působí tak mírně reliéfně.



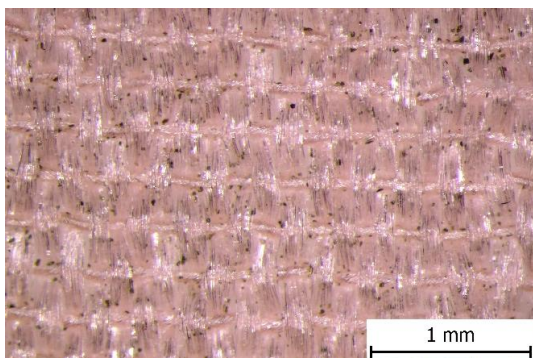
Obr. 1-3: Detaily malby na kapesníčku



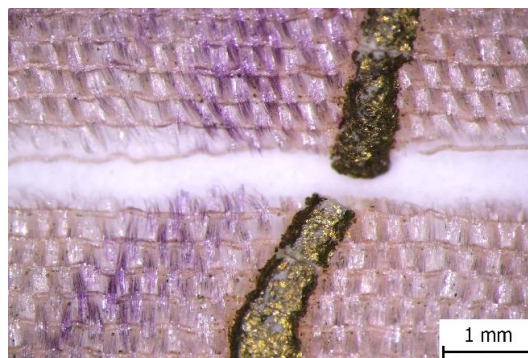
Obr. 4-6: Jednotlivé vrstvy tkanin – horní část šatů

Stav předmětu před restaurováním

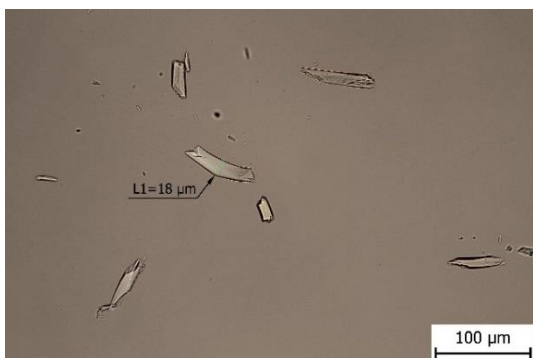
Kapesníček je znečištěný prachovými částicemi a také v minulosti odpadány mikročásticemi „zlaté“ barvy (Obr. 7). Malba je dobře zachovalá, jen kontury jsou místy popraskané a odřené (Obr. 8), v současnosti je „zlatá“ vrstva stabilní. Růžová tkanina je velmi křehká (Obr. 9), popraskaná zejména v místech skladů, v krajích jsou odlomené kousky tkaniny, došlo i k drobným ztrátám materiálu (Obr. 10). Zelené tkaniny jsou v dobrém stavu bez poškození.



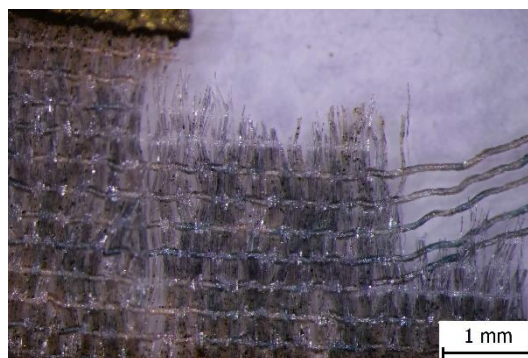
Obr. 7: Znečištění tkaniny



Obr. 8: Poškození tkaniny – perforace



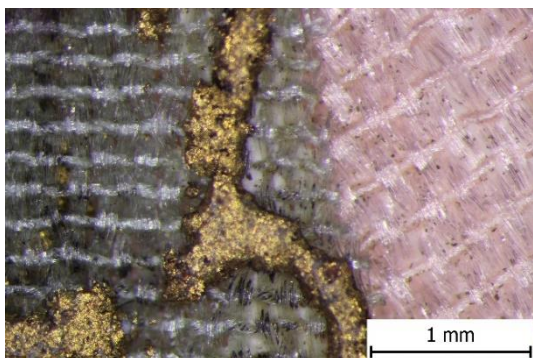
Obr. 9: Poškozená křehká vlákna hedvábí



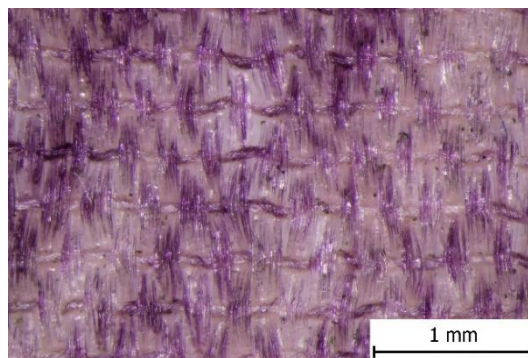
Obr. 10: Poškození tkaniny – úbytek materiálu

Textilně technologický průzkum

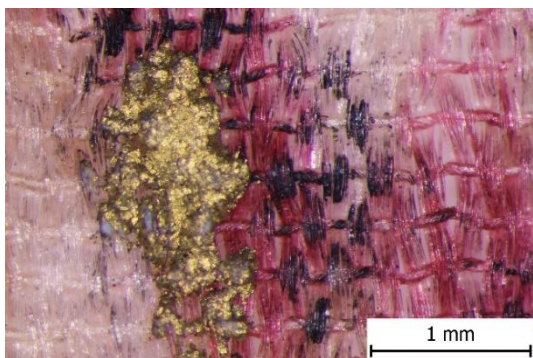
Pro výrobu kapesníčku byly použity dvě tkaniny (Obr. 11): růžový krep jako základní materiál a jemnější zelený krep pro ztvárnění šatů. Kapesníček je ručně malovaný (Obr. 12, 13), drobné detaily jsou dotvořeny kovovými lamelkami či kapičkou barvy (Obr. 14).



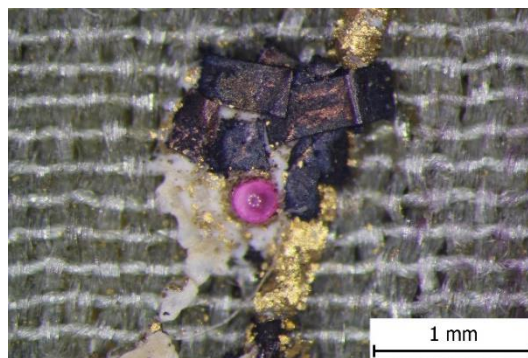
Obr. 11: Detail tkanin – zelený a růžový krep



Obr. 12: Malba na hedvábí



Obr. 13: Malba na hedvábí



Obr. 14: Detaily – lamelky a kapička barvy

Růžová tkanina – rozbor

Vazba: plátňová (Obr. 15)

Osnova: hedvábí (Obr. 17), bez zákrutu, dostava 65 nití / 1 cm, tloušťka nitě 0,18 mm

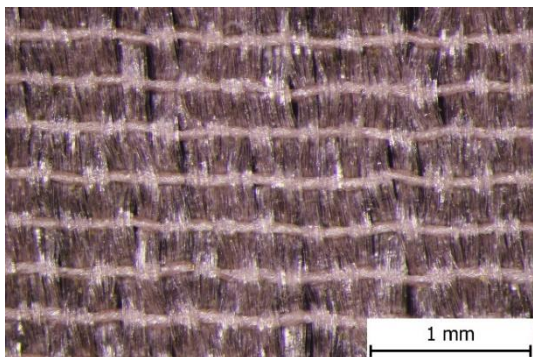
Útek: hedvábí (Obr. 18), střídají se 2 útky se silným zákrutem Z a 2 útky se silným zákrutem S (→ krepový efekt), dostava 40 nití / 1 cm, tloušťka nitě 0,07 mm

Zelená tkanina – rozbor

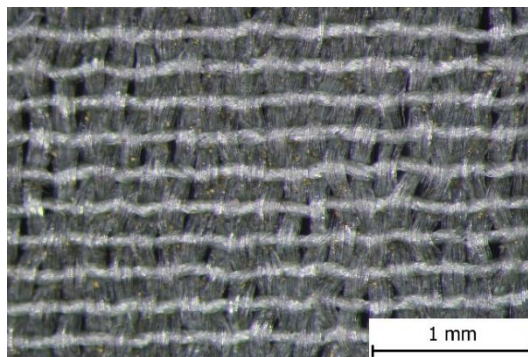
Vazba: plátňová (Obr. 16)

Osnova: hedvábí, bez zákrutu, dostava 70 nití / 1 cm, tloušťka nitě 0,15 mm

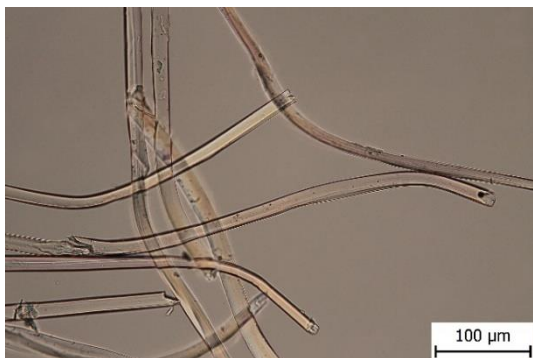
Útek: hedvábí, střídají se 2 útky se silným zákrutem Z a 2 útky se silným zákrutem S (→ krepový efekt), dostava 50 nití / 1 cm, tloušťka nitě 0,1 mm



Obr. 15: Mikroskopický snímek vazby – růžový krep (vazba plátňová)



Obr. 16: Mikroskopický snímek vazby – zelený krep (vazba plátňová)



Obr. 17: Mikroskopický snímek vláken – osnova růžového krepu (hedvábí)



Obr. 18: Mikroskopický snímek vláken – útek růžového krepu (hedvábí)

Vazebný rozbor byl proveden pod stereomikroskopem Olympus SZX9 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Druh vláken byl určován na základě charakteristických morfologických znaků pod mikroskopem Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Údaje a fotografie získané pomocí mikroskopu byly zpracovávány v programu QuickPHOTO INDUSTRIAL 3.0.

Postup restaurování

Dokumentace

Stav předmětu byl před, po i během celého restaurování dokumentován fotoaparátem:

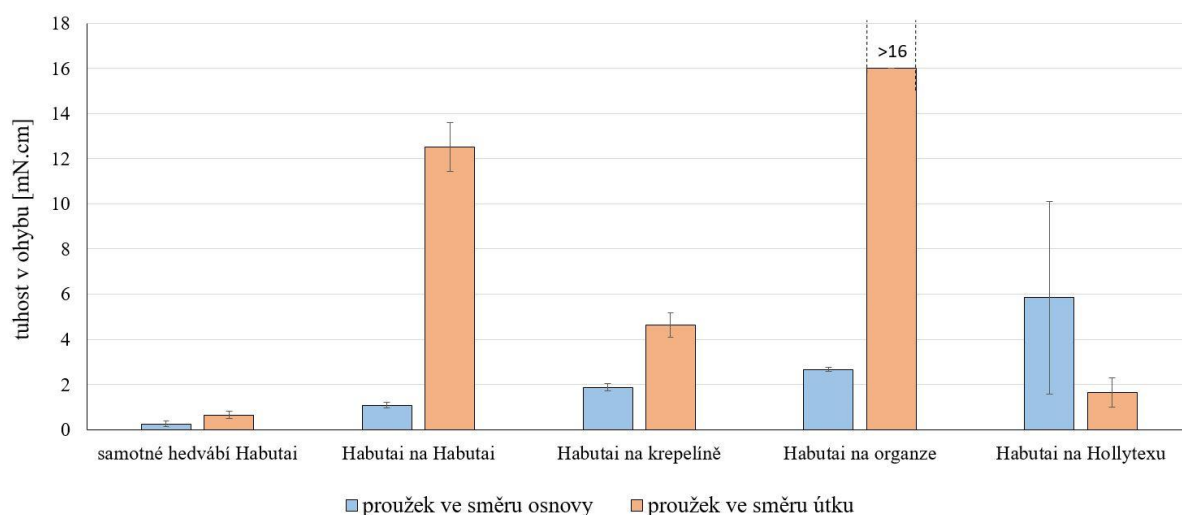
CANON EOS 350D – digitální zrcadlovka, snímač CMOS s rozlišením 8,0 megapixelů, objektiv EFS 18-55 mm.

Výběr materiálu a technologie lepení

Na základě předcházejícího výzkumu adheziv a metod podlepování byl jako nejvhodnější pro podlepení vyhodnocen polyamidový prášek Lascaux 5350 aktivovaný teplem. Jedná se o dlouhodobě stabilní adhezivum s vhodnými vlastnostmi pro podlepování historických textilií. Lascaux 5350 je možné aplikovat buď přímo ve formě dodávaného prášku, nebo předem připraveného filmu. Výhodou užití filmu je vyšší pevnost spoje, jeho nevýhodou vyšší lesk v případě použití na průhledné textilie. Pro případ kapesníčku byl zvolen postup nanesení prášku na podkladovou textilií přenosem přes silikonový papír. Výhodou této metody je minimální průnik adheziva do struktury textilie. Vzniklý spoj disponuje dostatečnou soudržností a velmi dobrými vlastnostmi (splývavost, omak, prodyšnost, nízká tuhost atd.). Důležitým kritériem pro výběr adheziva je bezesporu také jeho reverzibilita. Restaurátorský zásah využívající adhezivum Lascaux 5350 je velmi dobře odstranitelný teplým methanolem (50 °C).

Stejně jako samotný historický materiál má i každá podkladová vrstva svá specifika. Proto byly pro optimální volbu podkladového materiálu provedeny modelové zkoušky podlepení hedvábného plátna Habutai (vhodně simulující materiál kapesníčku) různými podkladovými textiliemi (totožné hedvábné plátno Habutai, hedvábná krepelína, hedvábná organza a polyesterová netkaná textilie Hollytex). Podlepení bylo provedeno polyamidovým práškem Lascaux 5350 níže popsanou metodou (množství adheziva cca 10 g/m²). Vzorky měly tvar proužků o délce 150 mm a šířce 15 mm a pro každou z kombinací materiálů byly připraveny dvě sady po třech proužcích – ve směru osnovy a ve směru útku. Hodnocena byla tuhost v ohybu dle DIN 53362, vzhled výsledného podlepeného vzorku a obtížnost provedení v důsledku chování různých podkladových materiálů.

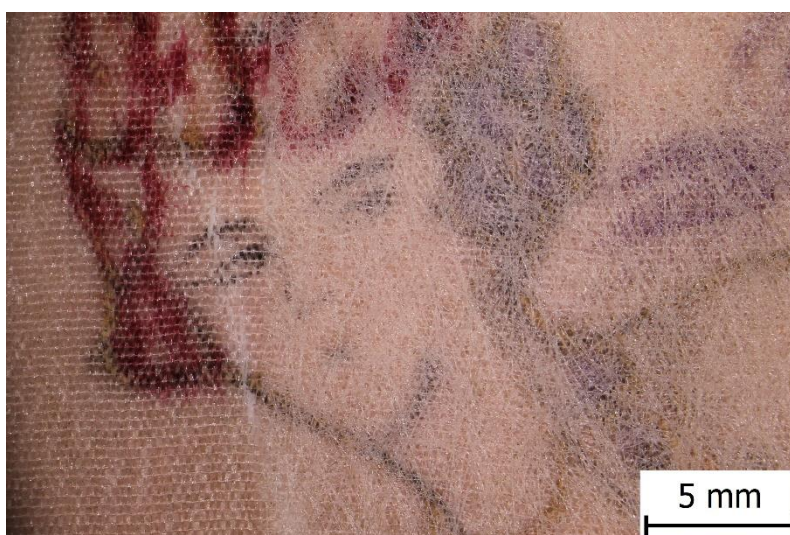
Srovnání tuhosti modelových vzorků hedvábí podlepeného různými podkladovými materiály zobrazuje graf (Obr. 19), chyby měření jsou vyjádřeny formou směrodatných odchylek. Vzhledem k tomu, že historická i podkladová textilie může vykazovat různé tuhosti ve směru osnovy a útku, byly modelové vzorky měřeny vždy v obou směrech. Hedvábí Habutai (podobně jako materiál kapesníčku) vykazuje výrazně vyšší tuhost ve směru útku. Při jeho podlepení stejným materiálem nebo hedvábnou organzou byl tento trend umocněn – došlo ke vzniku velmi tuhého spoje ve směru útku, po podlepení organzou byly hodnoty dokonce mimo rozsah přístroje. Po podlepení hedvábnou krepelínou a netkanou polyesterovou textilií Hollytex nebyly rozdíly v chování v různých směrech tak výrazné a hodnoty tuhosti byly velmi nízké.



Obr. 19: Srovnání tuhosti hedvábi Habutai podlepeného různými materiály s tuhostí samotného hedvábi

Všechny běžně používané hedvábné podkladové materiály jsou tkaniny, jejichž velkou nevýhodou je třepení okrajů. Metoda podlepení pomocí prášku Lascaux 5350 využívá k vytvoření dostatečně pevného spoje velmi malé množství adheziva, které nedokáže zabránit třepení podkladových materiálů, v případě použití tkanin by tak bylo nutné řešit začistění okrajů. Nevýhodou plátna Habutai je, že zcela zakrývá rubovou stranu kapesníčku, u organzy a krepelíny může zase vznikat tzv. moaré efekt.

Jako celkově nejvhodnější podkladový materiál pro podlepení kapesníčku byla zvolena polyesterová netkaná textilie Hollytex, která se netřepí, přespříliš opticky nezakrývá rubovou stranu předmětu (Obr. 20), nevzniká efekt moaré, a podobně jako krepelína příliš nezvyšuje tuhost podlepovaného předmětu. Další výhodou polyesterové textilie je její dlouhodobá stabilita.



Obr. 20: Detail kapesníčku z rubové stany – v levé části bez zakrytí, v pravé části překryt nebarveným Hollytexem

Barvení Hollytexu pro podložení

Barvení Hollytexu bylo provedeno vysokoteplotním vytahovacím způsobem (v tlakovém hrnci při teplotě 130 °C) pomocí disperzních barviv Ostacet.

Délka lázně 1:500

Pomocné přípravky: 6 g/l síran sodný, 2 g/l síran amonný, 1 g/l Spolostan 4, kyselina mravenčí (okyselení barvicí lázně na pH 5-5,5).

Použitá barviva: 0,07 % Ostacetový šarlat S-L2G, 0,06 % Ostacetová žlut' SE-LG, 0,03 % Ostacetový tyrkys SE-G.

Závěrečné zpracování bylo provedeno alkalicko-redukčním praním: 3 ml/l hydroxid sodný (33%), 2 g/l dithioničitan sodný, 1 g/l Syntapon ABA. Po usušení následovala tepelná fixace žehlením přes filtrační papír při 170 °C po dobu 1 min.

Čištění

Před samotným čištěním byly provedeny zkoušky stálosti za mokra s použitím Syntaponu L při teplotě 40 °C, které prokázaly výborné stálosti jak barevných tkanin, tak i malby a dalších výzdobných detailů (Obr. 21-23).

Bylo tedy provedeno čištění mokrou cestou na odsávacím stole za použití detergentu Syntapon L. Kapesníček byl položen na odsávací stůl, propláchnut vodou a poté byla nanесena pěna ze Syntaponu L a ponechána 30 min působit. Po šetrném tupování mořskou houbou následoval důkladný proplach vodou (teplota vody 30-40 °C), na závěr destilovanou vodou. Kapesníček byl vyrovnán a sušení probíhalo na sítu odsávacího stolu při laboratorní teplotě. Výsledný efekt čištění byl velmi dobrý, bez znatelných známek poškození tkaniny i malby (pozorováno pod binokulární lupou).



Obr. 21: Před čištěním



Obr. 22: Po mokrému čištění



Obr. 23: Podkladový filtrační papír – bez známek zapouštění

Podlepení

Na silikonový papír byla nejprve nanесena rovnoměrná vrstva prášku Lascaux 5350, následně byl přebytek odstraněn oklepáním. Takto byla na silikonovém papíru připravena velmi tenká rovnoměrná vrstva adheziva, na niž byl rozložen a vyrovnán předem připravený podkladový materiál – PES netkaná textilie Hollytex obarvená na vhodný odstín. Přes silikonový papír bylo souvrství velmi krátce přezhleheno žehličkou nastavenou na 120 °C, čímž došlo k částečnému natavení adheziva a jeho přichycení k podkladové textili. Takto připravený podklad byl následně sloupnut ze silikonového papíru, otočen adhezivní vrstvou vzhůru a na něj byl položen a vyrovnán kapesníček, rubovou stranou dolů směrem k adhezivní vrstvě. Vzniklé souvrství bylo opět krátce zažehlehno žehličkou (120 °C) přes další list silikonového papíru. Přechínající Hollytex byl obstrížen podle tvaru kapesníčku.



Obr. 24: Detail kapesníčku – před restaurováním



Obr. 25: Detail kapesníčku – po restaurování

Adjustace

Pro uložení kapesníčku byla vytvořena uzavíratelná pasparta z kartonu Box Board. Lůžko pro kapesníček bylo vytvořeno z Moltonu, okolo vytvořený rámeček z kartonu – lepeno disperzním akrylátovým lepidlem Lascaux Acrylkleber 498 HV. Z levé strany byla pomocí lepenky Filmoplast přilepena vrchní deska pasparty a vpravo tkaloun sloužící k zavázání. Svrchu byla pasparta opatřena fotografií předmětu.



Obr. 26: Pasparta pro uložení – otevřená



Obr. 27: Pasparta pro uložení – zavřená

Použité materiály

Použité materiály na restaurování

- Hollytex (netkaná polyesterová textilie, plošná hmotnost 17 g/m²; dodavatel Ceiba, s.r.o)
- Lascaux 5350 (polyamidový prášek; výrobce Lascaux Colours & Restauro)
- Syntapon L (anionaktivní tenzid – laurylsulfát sodný; výrobce: Enaspol, a.s.)
- Ostacet (disperzní barviva; výrobce Synthesia, a.s.)
- Pomocné prostředky při barvení:
 - síran sodný (dodavatel Penta, s.r.o.)
 - síran amonný (dodavatel Penta, s.r.o.)
 - Spolostan 4 (dispergátor; výrobce: Enaspol, a.s.)
 - kyselina mravenčí (dodavatel Penta, s.r.o.)
 - hydroxid sodný (dodavatel Penta, s.r.o.)
 - dithioničitan sodný (dodavatel Penta, s.r.o.)
 - Syntapon ABA (směs anionaktivních tenzidů; výrobce: Enaspol, a.s.)

Použité materiály na adjustaci

- Box Board (archivní lepenka, dodavatel Ceiba, s.r.o.)
- Molton (100% bavlněná počesaná tkanina, dodavatel www.latka.cz)
- Lascaux Acrykleber 498 HV (akrylátové disperzní lepidlo; výrobce Lascaux Colours & Restauro)
- Filmoplast SH a Filmoplast T 9500 (samolepicí textilní páska; dodavatel Ceiba, s.r.o.)
- Bavlněný tkaloun

Doporučené podmínky pro uložení a vystavení

Uložení v depozitáři

- teplota: 16 ± 2 °C
- relativní vlhkost vzduchu: 50 ± 5 %
- bez přístupu světla
- čisté prostředí (chránit před plynnými polutanty, prachem, biologickým napadením)
- uložení ve vodorovné poloze ve vyrobené paspartě

Vystavení

- teplota: 20 ± 2 °C
- relativní vlhkost vzduchu: 50 ± 5 %
- intenzita osvětlení: méně než 50 lx
- podíl UV záření: max. 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ (lépe méně než 30 $\mu\text{W}/\text{lm}$)
- osvit v jednom roce: 36 klxh
- vystavovat ve vodorovné poloze případně na mírně nakloněné rovině

Fotodokumentace



Malovaný kapesníček, celkový pohled, líc – před restaurováním



Malovaný kapesníček, celkový pohled, líc – po restaurování



Malovaný kapesníček, detail, líc – před restaurováním



Malovaný kapesníček, detail, líc – po restaurování



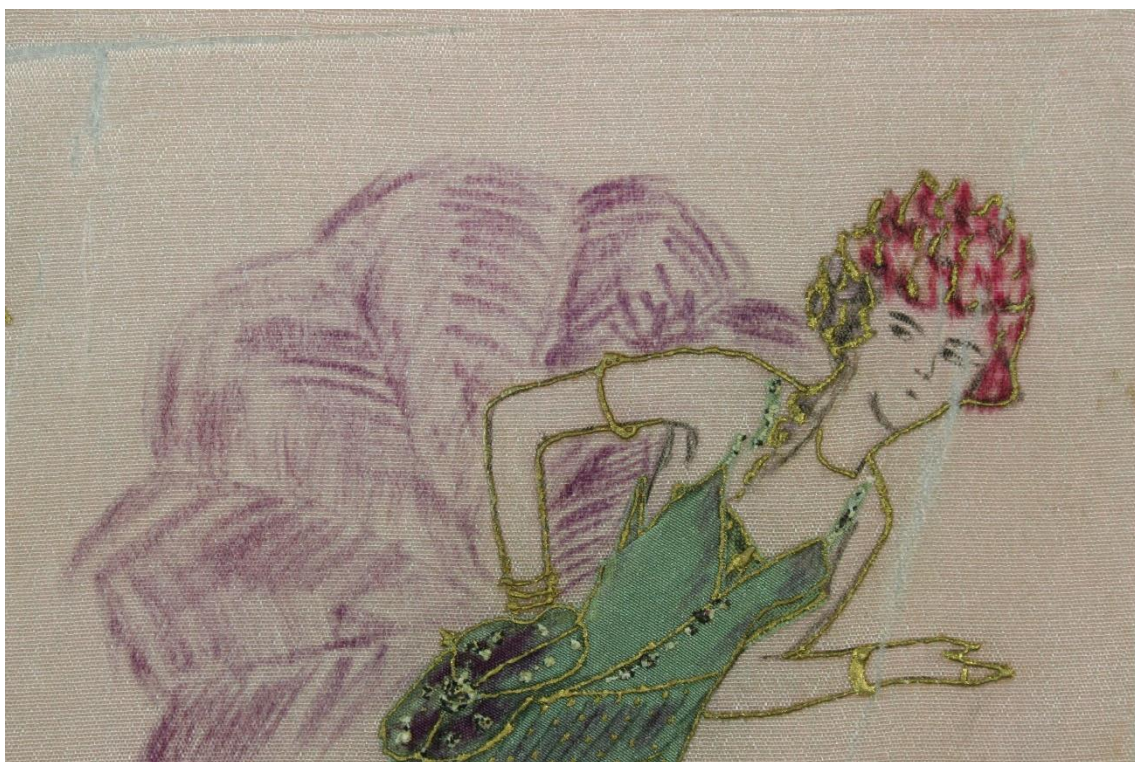
Malovaný kapesníček, detail, lic – před restaurováním



Malovaný kapesníček, detail, lic – po restaurování



Malovaný kapesníček, detail, lic – před restaurováním



Malovaný kapesníček, detail, lic – po restaurování



Malovaný kapesníček, detail, lic – před restaurováním



Malovaný kapesníček, detail, lic – po restaurování



Malovaný kapesníček, celkový pohled, rub – před restaurováním



Malovaný kapesníček, celkový pohled, rub – po restaurování



Malovaný kapesníček, detail, rub – před restaurováním



Malovaný kapesníček, detail, rub – po restaurování



Malovaný kapesníček, detail, rub – před restaurováním



Malovaný kapesníček, detail, rub – po restaurování



Malovaný kapesníček, detail, rub – před restaurováním



Příloha č. 7: Případová studie – restaurování textilních figur z paraváнку

Základní údaje o předmětu

Předmět:	Paravánek – textilní figury
Majitel:	soukromý vlastník
Autor:	neznámý
Datace:	konec 19. století
Provenience:	Japonsko
Materiál:	textil (hedvábí, bavlna); papír
Technika:	<i>ošie</i> (vatou vycpané figury)
Rozměry:	jednotlivých figur: cca 18 × 18 cm celého paravánu: 40 × 75 cm
Restaurovala:	Bc. Jana Bureš Víchová, DiS. Ing. Klára Drábková, Ph.D.
Konzultanti:	Ing. Jan Krejčí Ing. Markéta Škrdlantová, Ph.D.

Popis paravánu

Jedná se o paravánek menších rozměrů sestavený ze čtyř polí (Obr. 1). Každé pole je tvořeno dřevěným rámem širokým 2 cm, nahoře tvarovaným do mírného oblouku, dolní část je ozdobně tvarovaná a má výšku 8,5 cm. Rámy mají tmavě hnědou barvu (lak), jsou zdobeny malbou rostlinnými motivy japonského stylu – motiv vistárie (*fudži*). Jednotlivá pole jsou spojená pomocí mosazných pantů. Výplně polí jsou tvořené jemnou řídkou hedvábnou tkaninou s malovanými scénériemi – malby jednotlivých polí na sebe navazují. Textilní výplně jsou ze zadní strany paravánu přilepeny pomocí papírové pasparty béžové barvy s ornamentálním dekorem.



Obr. 1: Paravánek po restaurování

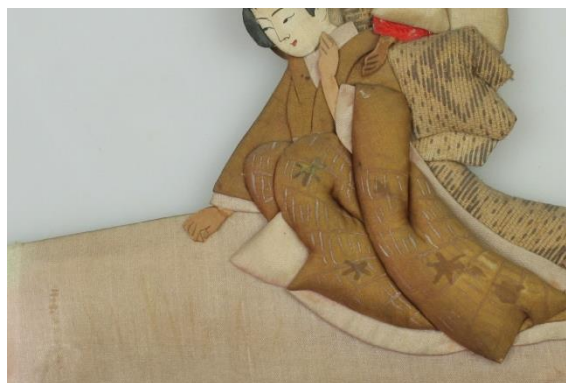
Popis figur

Každý díl paravánu je doplněn detailně a precizně propracovanými figurami – tzv. *ošie*, (Obr. 2, 3) vytvořenými plasticky z vycpaných dílků různých hedvábných a polohedvábných tkanin (vytkávaných nebo malovaných). Některé detaily na textilních figurách (ruce, nohy, vlasy, vějíř) jsou z papíru. Nejmenší detaily jsou domalované. Některé figury jsou uvnitř

vyztužené dřívkem a všechny zezadu podlepené papírem. Ztvárněné postavy na paravánku mají na sobě zřetelně módu konce 19. století.



Obr. 2: Figury z 2. pole paravánku



Obr. 3: Figury z 2. pole paravánku – detail

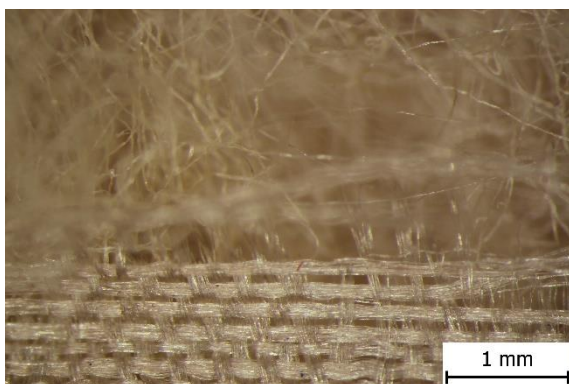
Ačkoli byl paravánek v minulosti již opravovaný, vzhledem k velmi špatnému stavu předmětu ho bylo nutné rekonzervovat. V této zprávě je pozornost věnována pouze restaurování figur ošie. Kompletní restaurátorská zpráva je uvedena v metodice *Rekonzervace v minulosti podlepených historických textilií*.

Stav figur před restaurováním

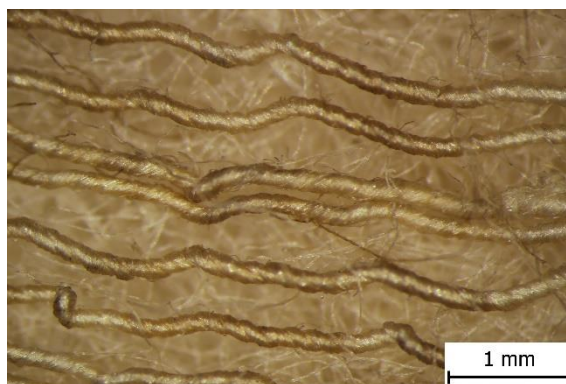
Jednotlivé figury nejsou žádným způsobem připevněny k rámu paravánku, jsou pouze zastrčené mezi rám a textilní výplň pole.

Postavy jsou znečištěné prachem a skvrnami neznámého původu, textilie jsou výrazně vybledlé. Tkaniny použité na figurách jsou velmi křehké a popraskané, na některých místech vylézá výplň (Obr. 4) nebo zcela chybí jedna soustava nití (Obr. 5), či dokonce část tkaniny. Hlavičky figur byly v minulosti přilepeny lepidlem, které v místě spoje ztmavlo (Obr. 6). Úplně ulomená hlava u pravé figury na poli 2 je připevněná zezadu pomocí bílé nevhodné výztuhy. Uvolněné hlavy u figur na dílech 3 a 4 jsou připevněné pomocí dřevěné špejle, ta je jen částečně překrytá papírem nebo je papír poškozený, a tak odhalené špejle (Obr. 7), kromě neestetického dojmu, mohou poškozovat hlavní výplň paravánku.

Jednotlivá pole i figury jsou pro přehlednost ve zprávě číslovány zleva doprava při pohledu na přední stranu paravánku.



Obr. 4: Křehká a popraskaná tkanina, odhalená bavlněná výplň



Obr. 5: Degradace jedné soustavy nití vrchní tkaniny



Obr. 6: Skvrny od lepidla po předchozí opravě

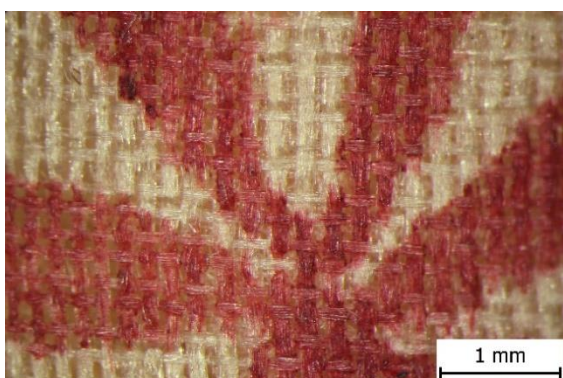


Obr. 7: Výztuha pomocí dřevěné špejle

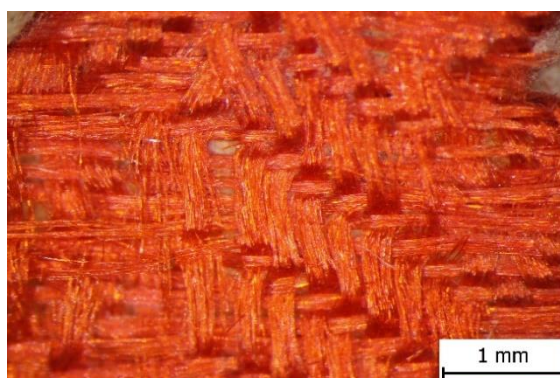
Textilně technologický průzkum

Průzkum figur (Obr. 8-19)

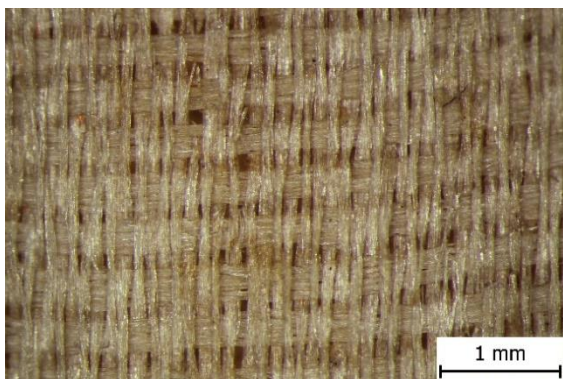
- figury jsou vytvořené plasticky z vycpaných kousků mnoha různých tkanin hedvábných a polohedvábných (kombinace hedvábí a bavlny)
- tkaniny jsou vazebně vytkávané (vazba plátnová, keprová, atlasová i jejich odvozeniny), pro vzorování je využito barevného snování či házení (různě barevné nitě v osnově či útku), krepového efektu (příze s velmi silným zákrutem v osnově nebo útku), i zatkávání pokovených proužků a u některých tkanin tisk nebo malba na hedvábí
- výplň jednotlivých dílků je ze surové bavlny



Obr. 8: Vazba plátnová s tiskem



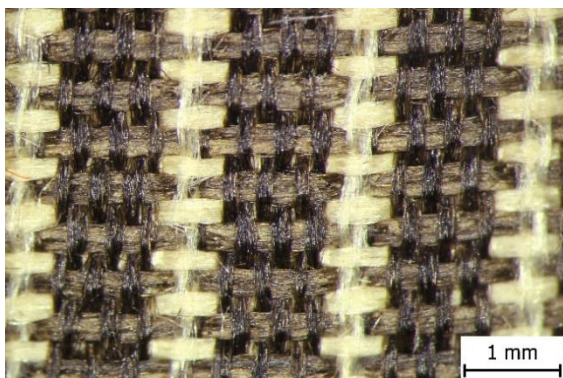
Obr. 9: Vazba keprová



Obr. 10: Vazba atlasová



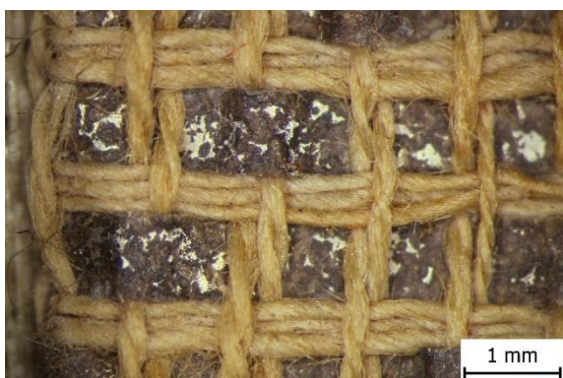
Obr. 11: Odvozená vazba plátnová s přidaným kovovým útkem



Obr. 12: Barevné snování a házení



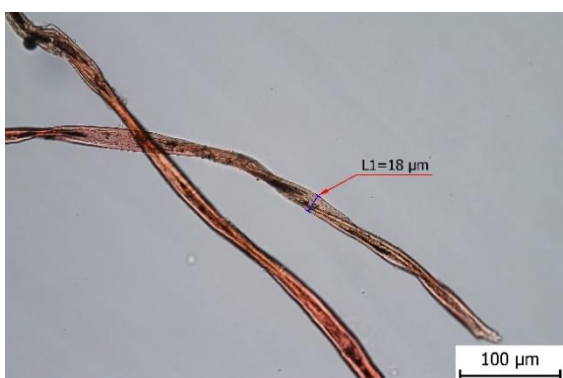
Obr. 13: Krepový efekt v kombinaci s tiskem



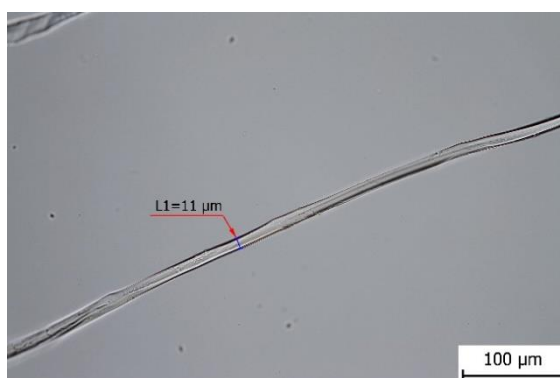
Obr. 14: Zatkané pokovené proužky



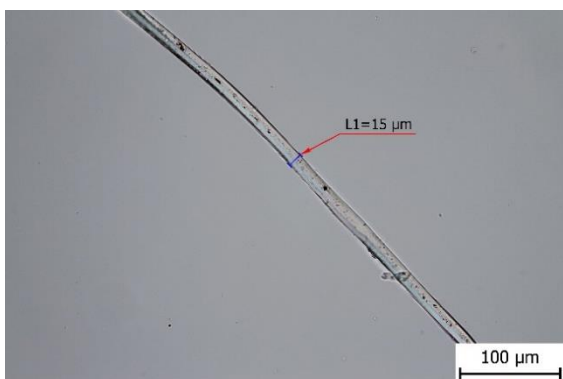
Obr. 15: Malba na hedvábí



Obr. 16: Mikroskopický snímek vláken – kabátek pravé figury na 3. poli (bavlna)



Obr. 17: Mikroskopický snímek vláken – kimono pravé figury na 3. poli (hedvábí)



Obr. 18: Mikroskopický snímek vlákna – dolní části figur (hedvábí)



Obr. 19: Mikroskopický snímek vláken – výplň vycpaných kousků (bavlna)

Vazebný rozbor byl proveden pod stereomikroskopem Olympus SZX9 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Druh vláken byl určován na základě charakteristických morfologických znaků pod mikroskopem Olympus BX60 s fotoaparátem Canon EOS 1100D. Údaje a fotografie získané pomocí mikroskopu byly zpracovávány v programu QuickPHOTO INDUSTRIAL 3.0.

Postup restaurování

Čištění figur

Bylo provedeno odsátí prachových nečistot vysavačem s jemným odtahem a poté následovalo velmi šetrné stírání polyuretanovými houbičkami.

Na figuře z pole 2 byla z rubové strany odstraněna nevhodná dřívější oprava (mechanicky pomocí skalpelu).

Papír na rubové straně figur byl setřen polyuretanovými houbičkami a následně odkyselen postříkem 2,4% roztokem MMMK v methanolu.

Barvení pomocných textilií

Pomocné hedvábné tkaniny (krepelína, plátno Habutai) byly obarveny vytahovacím způsobem pomocí 1:2 kovokomplexních barviv Ostalan a Ostalan S. Po barvení bylo nezařixované barvivo odstraněno vypráním v 70 °C teplém 2% roztoku Syntaponu ABA.

Restaurování figur

Poškození tkanin na plastických figurách bylo nutné konsolidovat svrchu překrytím jemnou hedvábnou krepelínou. Pro zajištění poškozených míst bylo nejvhodnějším řešením použití adheziva, a to vzhledem ke křehkosti tkanin, plastičnosti i použitému podkladovému materiálu figur (papír).

Na základě výzkumu adheziv a metod podlepování byl jako nejvhodnější pro lepení vyhodnocen polyamidový prášek Lascaux 5350 aktivovaný teplem. Lascaux 5350 je možné aplikovat buď přímo ve formě dodávaného prášku, nebo předem připraveného filmu. Výhodou užití filmu je vyšší pevnost spoje, který zajistí i netřepení okrajů pomocných tkanin, jeho nevýhodou je vyšší lesk v případě použití na transparentní plošné textilie. Pro restaurování figur na paravánku byly využity obě zmíněné metody.

Na překrytí plastických částí figur krepelínou, nebo na jedné červené nejvíce poškozené části u figury z pole č. 3 hedvábím Habutai, bylo využito lepení pomocí připraveného filmu (Obr. 20-23). U malých kousků tkanin bylo nutné spolehlivě zajistit, aby nedocházelo ke třepení okrajů, a v případě zaobleného povrchu nedochází ani při použití transparentní krepelíny v kombinaci s filmem k viditelnému lesku. Vlivem odrazivosti světla však dochází při použití filmu k lesku na rovných plochách, a proto u spodních rovných částí figur, bylo pro překrytí krepelínou využito adhezivum ve formě prášku (Obr. 23). U těchto částí bylo možné krepelínu zahrnout na zadní stranu, čímž byl vyřešen problém s třepením okrajů tkaniny.

Postup konsolidace

Předem připravený film (o tloušťce 10 µm) byl opatrně sloupnut z podkladové fólie a vyrovnán na silikonový papír, poté byla na film opatrně vyrovnána krepelína (případně hedvábné plátno Habutai) obarvená vždy na potřebný odstín. Přes silikonový papír bylo souvrství velmi krátce přezhleheno žehličkou nastavenou na 120 °C, čímž došlo k částečnému natavení adheziva a jeho

přichycení ke krepelíně. Po vychladnutí byla tkanina opatřena adhezivní vrstvou sloupnuta ze silikonového papíru a mohla být dle vystřižena do potřebného tvaru. Následně byly jednotlivé kousky kladeny na poškozená místa a přezheleny pomocí vyhřívané restaurátorské špachtle nastavené na 105-110 °C (jelikož v tomto případě neprobíhala fixace přes silikonový papír, mohla být teplota snížena). Pro dosažení optimálního výsledku byly používány různé nástavce restaurátorské špachtle a byly stále udržovány v čistotě. Následně byla přečnívající krepelína opatrně odstrižena.

Obdobný postup byl aplikován i v případě použití prášku s tím rozdílem, že nejprve byla na silikonový papír nanесena rovnoměrná vrstva adhezivního prášku, následně byl přebytek odstraněn oklepáním a ometením štětcem a na tuto vrstvu vyrovnána krepelína obarvená na potřebný odstín. Další postup je již shodný jako při použití filmu popsáném výše.



Obr. 20: Detail figury na 2. poli – stav po restaurování, překrytí obarvenou krepelínou, lepení pomocí filmu



Obr. 21: Detail figury na 2. poli – stav po restaurování, překrytí smetanové tkaniny (rukávu) krepelínou, lepení pomocí filmu



Obr. 22: Detail figury na 3. poli – stav po restaurování, překrytí obarvenou krepelínou, lepení pomocí filmu



Obr. 23: Detail figury na 4. poli – překrytí obarvenou krepelínou, vlevo lepení pomocí prášku, v pravo pomocí filmu

Konsolidace mírně poškozených částí, které nebylo vhodné překrýt krepelínou (např. obličej figury), byla provedena přetřením 0,5% roztokem Tylose MH 6000.

Výztuže pro ulomené nebo uvolněné hlavičky figurek byly vytvořeny z papíru Whatman No.1. Papír byl obarvený Saturnovými barvivy (hněd' LR300, modř L4G, oranž L7G180), natužený pšeničným škrobem a pro zpevnění byly použity dle potřeby jedna nebo dvě vrstvy papíru. Lepení bylo provedeno pomocí Tylose MH 6000 (4% roztok).

Následně bylo provedeno celkové zpevnění zadních stran všech figur (Obr. 24-25). Konsolidace původního papírového začíštění byla provedena překrytím japonským papírem Mino Tengujo 9 g/m² dobarveným Saturnovými barvivy (hněd' LR300, modř L4G, oranž L7G180), lepeno bylo 4% vodným roztokem Tylose MH 6000.



Obr. 24: Zadní strana figur, 4. pole – před restaurováním



Obr. 25: Zadní strana figur, 4. pole – po restaurování

Použité materiály na restaurování

- Polyuretanové houbičky (dodavatel Artprotect spol. s.r.o.)
- Roztok MMMK v methanolu (methoxymagnesium methyl karbonát)
- Krepelína (100% přírodní hedvábí, gramáž 12 g/m²; dodavatel LELIEVRE Paris)
- Habutai (100% přírodní hedvábí, gramáž 43 g/m²; dodavatel Zdeněk Volf)
- Ostalan a Ostalan S (1:2 kovokomplexní barviva; výrobce Synthesia, a.s.)
- Syntapon ABA (směs anionaktivních tenzidů; výrobce Enapol, a.s.)
- Lascaux 5350 (polyamidový prášek; výrobce Lascaux Colours & Restauro)
- Tylose MH 6000 (methylhydroxyethylcelulóza; dodavatel Ceiba, s.r.o.)
- Papír Whatman No.1 (100% celulóza, gramáž 87 g/m²; dodavatel VWR International s.r.o.)
- Japonský papír Mino Tengujo (gramáž 9 g/m²; dodavatel Ceiba, s.r.o.)
- Saturn (přímá barviva; výrobce Synthesia, a.s.)
- Pšeničný škrob (dodavatel Ceiba, s.r.o.)

Fotodokumentace



Figura, pole 1, celkový pohled – před restaurováním



Figura, pole 1, celkový pohled – po restaurování



Figura, pole 1, detail – před restaurováním



Figura, pole 1, detail – po restaurování; odstranění nečistot, obličej konsolidován 0,5% roztokem Tylose MH 6000, opasek překryt krepelínou



Figury, pole 2, celkový pohled – před restaurováním



Figury, pole 2, celkový pohled – po restaurování



Figury, pole 2, detail – před restaurováním



Figury, pole 2, detail – po restaurování; hlavy konsolidovány 0,5% roztokem Tylose MH 6000, smetanové a okrové tkaniny překryty krepelínou pomocí filmu Lascaux 5350



Figury, pole 3, celkový pohled – před restaurováním



Figury, pole 3, celkový pohled – po restaurování



Figury, pole 3, detail – před restaurováním



Figury, pole 3, detail – po restaurování;

plastické části překryté krepelínou nebo tkaninou Habutai pomocí filmu Lascaux 5350,
spodní rovná část překrytá krepelínou pomocí prášku Lascaux 5350



Figury, pole 4, celkový pohled – před restaurováním



Figury, pole 3, celkový pohled – po restaurování



Figury, pole 4, detail – před restaurováním



Figury, pole 4, detail – po restaurování; plastické světlé části (vpravo) překryté krepelínou pomocí filmu Lascaux 5350,
spodní rovná část překrytá krepelínou pomocí prášku Lascaux 5350