

Univerzita Pardubice | Fakulta restaurování  
Ateliér restaurování papíru, knižní vazby a dokumentů  
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

# Srovnání možností scelování a doplňování pergamenu pomocí kolagenní blány a japonského papíru

Vypracovala: Anna Pátková  
Vedoucí práce: Ing. Karol Bayer

Diplomová práce  
Litomyšl 2024

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Anna Pátková**  
Osobní číslo: **R20021**  
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace uměleckých a umělecko-řemeslných děl na papírových, textilních a souvisejících podložkách: Papír**  
Téma práce: **Srovnání možností scelování a doplňování pergamenu pomocí kolagenové blány a japonského papíru**  
Zadávající katedra: **Ateliér restaurování papíru, knižní vazby a dokumentů**

## Zásady pro vypracování

V úvodu své práce studentka shrne obecné informace o pergamenu v oblasti památkové péče a restaurování. Dále se bude věnovat rešerši literatury, kterou sumarizuje dosavadní informace o možnostech scelování a doplňování pergamenu. Studentka bude čerpat jak z dostupné literatury, příspěvků ve sbornících z odborných seminářů, tak i z dostupných restaurátorských dokumentací. Dále provede kritické zhodnocení vybraných možností scelování a doplňování pergamenu na objektech již restaurovaných. Experimentální část práce bude zaměřena na možnosti scelování a doplňování pergamenu pomocí kolagenové blány, jakožto velice příbuzného materiálu k vyspravované podložce. Kolagenovou blánu bude studentka srovnávat s aktuálně nejčastěji používanou metodou scelování a doplňování pergamenu – japonským papírem. Experiment bude založený na přípravě vzorků a jejich srovnávání. Dojde k porovnání vlastností jednotlivých vstupních materiálů (kolagenová blána, japonský papír) a jejich charakteristice stárnutí. Poslední částí experimentu bude vytipování vhodných adheziv pro potřebu přilepení testovaných materiálů v konfrontaci s původním materiálem.

Na takto zpracovanou experimentální část naváže část aplikační. V rámci diplomové práce studentka provede kompletní zásah na vytipovaném objektu, který bude obsahovat pergamen. Při restaurování objektu využije informace ze své výzkumné části práce a aplikuje je v rámci restaurátorského zásahu. Celý proces samotného restaurátorského zákroku bude podrobně písemně a fotograficky zdokumentován dle platných organizačních pokynů pro psaní diplomových prací na FR UPa. Fotografická dokumentace bude obsahovat celkové pohledy a detaily díla před a po jeho zrestaurování, spolu s dokumentací jednotlivých zásahů z průběhu samotného restaurování. Nedílnou součástí předání díla bude vypracovaná restaurátorská dokumentace.

Práce bude konzultovaná s vedoucím práce a odpovědným restaurátorem v řádně domluveném termínu a zpracovaná dle platných organizačních pokynů pro psaní diplomových prací na FR UPa.

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

HAINES, Betty M. *Parchment: the physical and chemical characteristics of parchment and the materials used in its conservation*. Northampton: Leather Conservation Centre, c1999. ISBN 0-946072-05-1.

KITE, Marion a Roy THOMSON. *Conservation of leather and related materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. Butterworth-Heinemann series in conservation and museology. ISBN 0-7506-4881-3.

LARSEN, René, ed. *Microanalysis of parchment*. London: Archetype, 2002. ISBN 1-873132-68-9.

*Nové metody muzejní konzervace: sborník přednášek ze semináře*. Praha: Národní technické muzeum, 1988. ISBN (brož.).

ZELINGER, Jiří. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. 2. vyd., přeprac. a dopl. Praha: Academia, 1987.

ZELINGER, Jiří. *Konzervace pergamenu a jeho uložení*. Praha: Národní knihovna, 1992. ISBN 80-7050-137-5.

ŽUROVIČ, Michal. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002. ISBN 80-7185-383-6.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Karol Bayer**

Katedra chemické technologie FR

Datum zadání diplomové práce:

**30. listopadu 2021**

Termín odevzdání diplomové práce:

**14. srpna 2024**

L.S.

---

**Mgr. BcA. Radomír Slovík**  
děkan

---

**MgA. Ivan Kopáček**  
vedoucí ateliéru

V Litomyšli dne 8. srpna 2024

## **Prohlášení**

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (Dislokované pracoviště – Fakulta restaurování, Litomyšl).

V Litomyšli dne: 8. 8. 2024

Anna Pátková

## **Poděkování**

Touto cestou si dovoluji poděkovat všem, kteří se na této práci přímo, či nepřímo podíleli. V první řadě vedoucímu práce Ing. Karolu Bayerovi. Nejen za odborné vedení mé diplomové práce, ale také za jeho přátelský přístup, ochotu, čas a pochopení. Vedoucímu ateliéru MgA. Ivanu Kopáčkovi děkuji za provedení magisterským studiem.

Za zhotovení technologických analýz děkuji Ing. Aleně Hurtové a Ing. Nikole Šipošové. Za odbornou konzultaci dále MgA. Lucii Janáčkové, Mgr. Jitce Neoralové, Ing. Petře Vávrové Ph.D. a PhDr. Janu Štěpánovi, Ph.D. Petře Pokorné děkuji za vstřícnost a pomoc při řešení studijních záležitostí.

Za obecnou podporu vděčím všem blízkým a spolužákům, se kterými jsem mohla sdílet strasti i radosti studia. Za nekonečnou laskavost i finanční pomoc děkuji své rodině.

## **Anotace**

Práce se zabývá možnostmi restaurování pergamenových objektů pomocí kolagenní blány a japonského papíru. Kolagenní blány, tzv. *goldbeaters skin* nejsou v České republice příliš rozšířené, jejich užívání je spíše výjimečné a ve většině případů se opravy pergamenů provádí japonským papírem.

Diplomová práce se skládá ze tří okruhů zaměření: teoretický, experimentální a praktický. Teoretická část popisuje užití pergamenu v knižní kultuře, jeho výrobu, chemické složení, degradační procesy a popis poškození. Na základě rešerše byly shrnuty historické zkušenosti a přístupy k opravám trhlin a ztrátám pergamenu jak na území bývalého Československa, tak v dalších Evropských zemích.

Následuje experimentální část, v níž je zkoumán a porovnáván japonský papír, přírodní kolagenní blána a průmyslově vyráběná kolagenní fólie. Byla testována jejich aplikace k pergamenu pomocí různých adheziv a následně byly pozorovány rozdíly v průběhu stárnutí těchto kompozitů. Byly zhotoveny spektrofotometrické analýzy a zkoušky pevnosti v tahu.

V poslední části byly získané informace aplikovány při restaurování pergamenové listiny z 19. století, která vykazovala mechanické poškození v podobě trhlin a ztrát materiálu.

## **Klíčová slova**

pergamen, kolagen, kolagenní blána, japonský papír, restaurování, konzervování, vyspravování, trhliny, ztráty

## **Title**

*Comparison of Methods for Joining and Filling Parchment  
Using Collagen Membrane and Japanese Paper*

## **Annotation**

This thesis focuses on the possibilities of restoring parchment objects using collagen membrane and Japanese paper. Collagen membranes, also known as goldbeater's skin, are not widely used in the Czech Republic; their usage is rather exceptional, and most parchment repairs are conducted with Japanese paper.

The thesis consists of three sections: theoretical, experimental, and practical. The theoretical part describes the use of parchment in book culture, its production, chemical composition, degradation processes, and damage description. Based on research, historical experiences and approaches to repairing tears and losses of parchment both within the former Czechoslovakia and in other European countries were summarized.

The experimental part follows, in which Japanese paper, natural collagen membrane, and industrially manufactured collagen foil are examined and compared. Their application to parchment using various adhesives was tested, and the differences in the aging process of these composites were observed. Spectrophotometric analyses and tensile strength tests were conducted.

In the final part, the obtained information was applied in the restoration of a 19th-century parchment document, which exhibited mechanical damage in the form of tears and material loss.

## **Keywords**

parchment, collagen, collagen membrane, Japanese paper, restoration, conservation, repairing, tears, losses

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Teoretická část</b>	<b>13</b>
2.1	Pergamen	13
2.2	Užití pergamenu v minulosti	13
2.3	Druhy pergamenu	15
2.4	Pergamen ve sbírkách knih a dokumentů	18
2.4.1	Folia kodexů	19
2.4.2	Listiny	20
2.4.3	Tisky a umělecká díla	21
2.4.4	Svitky	23
2.4.5	Fragmenty	24
2.4.6	Měkké pergamenové vazby	24
2.4.7	Pergamen součástí knižní vazby	25
2.5	Výroba a struktura pergamenu	27
2.5.1	Řemeslná výroba	27
2.5.2	Struktura kůže před zpracováním	30
2.5.3	Chemické složení	30
2.5.4	Struktura pergamenu po zpracování	34
2.6	Vlastnosti pergamenu	36
2.6.1	Fyzikálně chemické vlastnosti	36
2.6.2	Fyzikálně mechanické vlastnosti	38
2.7	Příčiny poškození	38
2.7.1	Ztráta obsažené vody	38
2.7.2	Mikrobiologické napadení	39
2.7.3	Živočišné napadení	40
2.7.4	Koroze inkoustu	40
2.7.5	Mechanické poškození	41
2.8	Restaurování pergamenu se zřetelem na opravy	43
2.8.1	Historické techniky	44
2.8.2	Novodobé techniky	45
2.8.3	Vyspravování pergamenu na území bývalého Československa	46
2.8.4	Současný přístup v ČR	55

	2. 8. 5 Zkušenosti s vyspravováním pergamenu kolagenní blánou v Evropě	56
<b>2. 9</b>	<b>Zkoumané materiály</b>	<b>63</b>
	2. 9. 1 Přírodní kolagenní blána	64
	2. 9. 2 Průmyslově vyráběná kolagenní blána	66
	2. 9. 3 Japonský papír	67
	2. 9. 4 Lepidla	69
<b>3</b>	<b>Experimentální část</b>	<b>76</b>
<b>3. 1</b>	<b>Cíle výzkumu</b>	<b>76</b>
<b>3. 2</b>	<b>Testované materiály</b>	<b>76</b>
	3. 2. 1 Kolagenní materiál	76
	3. 2. 2 Japonský papír	77
	3. 2. 3 Adheziva	77
<b>3. 3</b>	<b>Použité metodiky</b>	<b>78</b>
	3. 3. 1 Srovnání základních vlastností použitých materiálů	78
	3. 3. 2 Změny barevnosti	78
	3. 3. 3 Pevnost v tahu lepeného spoje	79
<b>3. 4</b>	<b>Příprava vzorků</b>	<b>79</b>
	3. 4. 1 Vzorky simulující trhlinu v pergamenu	80
	3. 4. 2 Vzorky doplňovaného materiálu	81
<b>3. 5</b>	<b>Stárnutí vzorků</b>	<b>82</b>
<b>3. 6</b>	<b>Závěry a diskuze</b>	<b>83</b>
	3. 6. 1 Vlastnosti kolagenních materiálů	83
	3. 5. 2 Vlastnosti japonských papírů	83
	3. 5. 3 Vyhodnocení lepení vzorků	85
	3. 5. 4 Vyhodnocení vzorků po stárnutí	91
	3. 5. 5 Vyhodnocení barevnosti	102
	3. 5. 6 Zkoušky pevnosti v tahu lepeného spoje	105
<b>4</b>	<b>Praktická část</b>	<b>107</b>
<b>4. 1</b>	<b>Restaurátorská dokumentace</b>	<b>107</b>
	4. 1. 2 Popis objektu	107
	4. 1. 3 Popis poškození	108
	4. 1. 4 Restaurátorské analýzy	109
	4. 1. 5 Postup restaurování	110
<b>4. 2</b>	<b>Fotodokumentace objektu</b>	<b>112</b>

<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>124</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zkratk a jejich význam</b>	<b>134</b>
<b>8</b>	<b>Seznam tabulek</b>	<b>134</b>
<b>9</b>	<b>Seznam textových příloh</b>	<b>134</b>
9.1	Výsledky internetového dotazníku	139
9.2	Edicol – technický list	145
9.3	Aquazol – technický list	146
9.4	Klucel – technický list	148
9.5	Paraloid B 72 – technický list	150
9.6	Pšeničný škrob – technický list	152
9.7	Tylose MH 300 – technický list	154
9.8	Tylose MH 6000 – technický list	155
9.9	Vyzina – technický list	156
9.10	Techická želatina – technický list	157
9.11	Analýza pevnosti v tahu lepeného spoje	158
9.12	Analýza teploty smrštění	162
9.13	Analýza vlákninového složení	165
9.14	Mikrobiologické zkoušky	174

# 1 Úvod

Pergamen, jako jedna z nejstarších psacích látek, se stal v oblasti péče o památky svébytným tématem. Je nosičem velmi starých a cenných informací, kulturních i uměleckých hodnot, neboť byl ve velké míře využíván již v době starověku a následně byl mohutně rozšířen ve středověké Evropě. Dodnes se na pergamenu dochoval nespočet iluminovaných rukopisů či potvrzovacích listin. Pro své velmi dobré vlastnosti byl pergamen využíván k výrobě knižních vazeb běžné či umělecké produkce. Již v minulosti vznikala potřeba tyto předměty chránit z důvodu jejich historického a společenského významu. V současnosti je pergamen jako restaurovaný materiál poměrně dobře popsán po stránce historického vývoje i z hlediska chemické podstaty. Přesto zůstává v praktické zkušenosti restaurátora stále mnoho otázek, jak k materiálu a jeho restaurování přistupovat správně a zodpovědně.

Tématem práce je porovnání dvou materiálů používaných k zpevnování nebo doplňování pergamenu. Jedná se o japonský papír a kolagenní blánu. Zatímco japonský papír je v české praxi používán k vyspravování pergamenu běžně, kolagenní blána minimálně. Tento rozdílný přístup je zarážející především z toho důvodu, že je restaurátory upřednostňován materiál zcela odlišného chemického složení oproti materiálu příbuzného s pergamenem. Obecně se předpokládá, že chemická příbuznost restaurovaného a doplňovaného materiálu vytváří určitou celistvost, která zaručuje vhodnější podmínky pro uchování historického předmětu. Neméně důležitý je, zvláště u uměleckých předmětů, estetický výsledek po vyspravování pergamenu novým materiálem. Nezbytné jsou vlastnosti materiálů, které by měly být vůči historickému pergamenu neškodné jak během restaurování, tak v průběhu stárnutí.

V diplomové práci je popsán pergamen jako historický materiál, jeho výroba a použití v minulosti. Popsáno je také poškození pergamenu souvisejícího s tématem práce, kterému předchází chemická charakteristika materiálu. Dále jsou uvedeny příklady z praxe popisující konkrétní práci s materiály užívanými při vyspravování v tuzemsku i v zahraničí. Pomocí anonymního dotazníku byl zjištěn a zhodnocen současný přístup restaurátorů v České republice k restaurování mechanických poškození pergamenových památek.

Na základě takto zpracované teoretické části byly následně vybrány materiály zkoumané v části experimentální. Z materiálů dostupných na Evropském trhu a v rámci Ateliéru restaurování papíru, knižní vazby a dokumentů byl zvolen vždy jeden zástupce japonského papíru, přírodní kolagenní blány a průmyslové kolagenní blány. Ty byly

zhodnoceny vizuálně a byly zjištěny jejich základní vlastnosti. Následně byla zkoumána jejich přilnavost k pergamenu v závislosti na různých lepidlech. Byly vytvořeny sady vzorků lišící se dle použitých podpůrných materiálů a adheziv. První skupina vzorků simulovala scelování trhlin pergamenu, druhá skupina vzorků představovala materiál nahrazující ztráty v pergamenu. Vzorky byly podrobeny spektrofotometrickým analýzám a zkouškám odolnosti v tahu vždy před stárnutím a po umělém stárnutí.

Poslední částí diplomové práce je restaurátorská dokumentace komplexního ošetření pergamenové listiny z 19. století. Součástí práce je řešena problematika doplnování ztrát vodou poškozeného pergamenu.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Pergamen

Pergamen je plochý materiál živočišného původu, v minulosti používán předně jako podložka pro psaní, malbu nebo jako pokryv knižních vazeb. Má bílou až slabě nažloutlou barvu, může být opakní nebo lehce průsvitný. Vyráběn je z kůží zvířat – nejčastěji telat, koz a ovcí. Od usní se liší vlastnostmi a to kvůli odlišnému způsobu výroby. Pozornost restaurátorů i historiků získal pergamen zcela přirozeně z důvodu jeho rozsáhlého využití v minulosti i pro svou vysokou odolnost vůči opotřebení a stárnutí. Jako psací látka byl používán již od starověku, nejprve v podobě svitků, později jako folia kodexů. Nejširší využití zaznamenal v knižní produkci středověku, následně byl však vytlačen papírem. Petr Voit připomíná, že v oblasti knižního řemesla byl pergamen hojně uplatňován jako vazební materiál ještě v 17. a 18. století.<sup>1</sup> V současnosti je jeho výroba a použití výjimečné. Pergamen je velmi odolný a stálý materiál, proto se dodnes dochovalo mnoho vzácných pergamenových památek, které je potřeba nadále chránit.

### 2.2 Užití pergamenu v minulosti

Významné zastoupení pergamenu v evropských sbírkách vychází z historických příčin jeho využívání. V evropském prostoru se jednalo o nejčastěji používaný psací materiál v období raného a vrcholného středověku. Slovo *pergamene* je odvozeno od názvu helénistického města Pergamon, které bylo v minulosti považováno za středisko jeho výroby. Dle historických pramenů byla ve 2. století př. n. l. v Pergamonu vynalezena tzv. *charta pergamene* (pergamonský papír) v reakci na egyptské embargo dovozu papyru. R. Reed považuje tento výklad za kulturně-historickou dezinterpretaci. Dokládá, že v Jordánské oblasti Herbon byly nalezeny fragmenty pergamenu pocházející již z období mezi 7. a 9. stoletím př. n. l.<sup>2</sup> Pergamon byl pravděpodobně pouze hlavním dovozcem tohoto psacího materiálu do Říma, odkud se název rozšířil do celé Evropy.

Historie pergamenu sahá do ranných civilizací Egypta, Asýrie a Babylonie, kde se po tisíciletí používaly k psaní dvě psací látky – papyrus a kůže. Kůže byla chápána jako materiál odolnější vůči stárnutí i mechanickému namáhání, proto na něj byly psány texty posvátného charakteru nebo dokumenty, které vyžadovaly častou manipulaci. Vlivem obchodu v oblasti Středoziemního moře byly stejné psací materiály dostupné také ve sta-

1 VOIT, Petr. *Encyklopedie knihy: starší knihtisk a příbuzné obory mezi polovinou 15. a počátkem 19. století*. Praha: Libri ve spolupráci s Královskou kanonií premonstrátů na Strahově, 2006, s. 677.

2 REED, Ronald. *Ancient skins, parchments and leathers*. London; New York: Seminar Press, 1972, s. 118.

rověkém Řecku a Římě.<sup>3</sup>

V prvním století našeho letopočtu byl pergamen používán již běžně jako hlavní materiál k výrobě svitků na území antického Říma. Opět z důvodu vyšší odolnosti předčil papyrus a lépe se osvědčil u svitků dlouhých několik metrů. Pergamen bylo možné formovat do podoby dlouhých pruhů sešíváním jednotlivých listů, přičemž tato vazba byla mnohem pevnější než lepený spoj u svitků papyrových. Časem pergamen nahradil v Římě běžně používané voskové tabulky. Je pravděpodobné, že formátování pergamenu do dvojlistů, po vzoru voskových tabulek, bylo zárodkem pro vznik knih kodexového typu, které se později rozšířily po celé Evropě a zcela potlačily produkci svitků.<sup>4</sup>



Obr. 1: Koptské voskované tabulky v otevřené a uzavřené podobě, 500–700 n. l. The Metropolitan Museum of Art. Online, dostupné z: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/473393> [cit. 2024-7-28]

Formátování psaného projevu do podoby kodexů souviselo pravděpodobně s nárůstem liturgických textů vlivem rozšiřující se oblíbenosti křesťanství. Toto náboženství stálo od počátku na vyprávění dlouhých příběhů doprovázených obsírnými diskuzemi, které věřící zaznamenávali, ale v podobě svitků by se tato díla špatně četla.<sup>5</sup> Od roku 300 n. l. nahradil kodex formu svitku v oblasti literárních děl, zejména pro svou praktičnost při čtení i kompaktnost v poměru k délce textu.<sup>6</sup>

Ve středověku pergamenový kodex dominoval a šířil se po celé Evropě spolu s křesťanskou praxí a latinskou kulturou. V českém prostředí byl vývoj opožděn – doklady místní tvorby jsou zaznamenány až od 9. století. Výroba pergamenu byla dlouho spjata výhradně s existencí klášterů, kde vznikala převážná produkce středověkých kodexů. Až v pozdějším období středověku, s rozšířením hospodářské společnosti a užívá-

3 REED, Ancient skins, 1972, s. 3.

4 *Ibidem*, s. 4.

5 KWAKKEL, Erik. *Books before print*. Leeds: Arc Humanities Press, 2018, s. 2.

6 KAZHDAN, Alexander P.; TALBOT, Alice-Mary; CUTLER, Anthony; GREGORY, Timothy E.; ŠEVČENKO, Nancy P. *Oxford Dictionary of Byzantium*. New York & Oxford: Oxford University Press, 1991, s. 473.

ním knih i mimo církevní instituce, existoval samostatný trh s pergamenem. Na našem území se řemeslníci zvaní *pergameníci* objevují od 14. století.<sup>7</sup>

Využívání pergamenu se často datuje do poloviny 15. století, kdy byl tento materiál knižních folií nahrazen papírem. Papírenské řemeslo se rozvíjelo spolu s šířením techniky knihtisku, protože výroba papíru byla značně levnější než výroba pergamenu a papír je obecně s tiskem kompatibilnější. Přesto probíhala tato substituce materiálů velmi pozvolna a pergamen se dále využíval i v pozdějších stoletích. „(...) ještě v době vynálezu knihtisku kolem poloviny 15. století byly na pergamenu psány tři čtvrtiny rukopisů. Až do poloviny 16. století se používal i pro některé tisky, pro některé rukopisy (liturgické knihy) byl užíván i později.“<sup>8</sup> I po prosazení papíru jako materiálu pro knižní blok, byl nadále pergamen ve velké míře využíván jako pokryv knižních desek. Pergamenové vazby se staly svébytným druhem existujícím ještě ve 20. století.



Obr. 2: Raná ilustrace pergameníka v kodexu *Opera Varia*, 12. století. Staatsbibliothek Bamberg. Online, dostupné z: [http://digital.bib-bvb.de/view/bvb\\_mets/viewer.0.6.5.jsp?folder\\_id=0&dvs=1722173044423~97&pid=7877598&locale=cs&usePid1=true&usePid2=true](http://digital.bib-bvb.de/view/bvb_mets/viewer.0.6.5.jsp?folder_id=0&dvs=1722173044423~97&pid=7877598&locale=cs&usePid1=true&usePid2=true) [cit. 2024-7-28].

S exponenciálním nárůstem vydávání tištěných knih vznikala tomu úměrná poptávka po knižním řemesle. Pergamen sloužil jako dobrý vazební materiál v 16. století, kdy se stal levnější variantou nákladných kožených vazeb. Knižní trh se začal diversifikovat: objevovaly se drahé reprezentační vazby, které byly často pokrývané kůží, a levné knihy běžné potřeby – často s pergamenovou obálkou. Nejvíce byly do pergamenu vázány bloky v italských, španělských, holandských a německých zemích, o něco méně na území Francie a Velké Británie. V 17. století se začaly pergamenové vazby proměňovat a byly využívány i v oblasti umělecké knižní vazby, kde přetrvaly v omezené míře dodnes. Ve 20. století byly součástí estetiky hnutí Arts and Crafts.<sup>9</sup>

### 2.3 Druhy pergamenu

V restaurátorské a kodikologické praxi se běžně rozlišují tři základní typy psacích pergamenů. Liší se způsobem opracování v souvislosti se zeměpisným původem.

<sup>7</sup> BOHATCOVÁ, Miriam; HLAVÁČEK, Ivan; KNEIDL, Pravoslav; KRÁSA, Josef a NUSKA, Bohumil. *Česká kniha v proměnách staletí*. Praha: Panorama, 1990, s. 18–19.

<sup>8</sup> PÁTKOVÁ, Hana. *Česká středověká paleografie*. České Budějovice: Veduta, 2008, s. 56.

<sup>9</sup> MILLER, Julia. *Book Will Speak Plain. A handbook for Identifying and Describing Historical Bindings*. U.S.A.: The Legacy Press, 2010, s. 111–114.

V Itálii bylo zvykem opracovávat pouze jednu stranu pergamenu do hladka, z pravidla stranu masovou, na kterou se následně psalo. Z toho důvodu nazýváme takto pojatý pergamen *italský* nebo také *jihoevropský*. V zaalpské oblasti nebylo zvykem vyhlazovat povrch pergamenu do takové dokonalosti jako v Itálii, oproti tomu se zpracovávaly obě strany pergamenového folia a texty byly psány oboustranně. Nejčastěji se tyto pergameny nazývají *německé*, *středoevropské* nebo *severní*. Oboustranně opracovaný je také tzv. *byzantský pergamen*, jeho povrch je však oproti severnímu velmi lesklý a hladký. Tento efekt byl vytvořen přetíráním fólií vaječným bílkem nebo pšeničným škrobem, dokonalejším broušením a leštěním.<sup>10</sup>

Zvláštní pozorost byla v historii věnována obzvláště jemným a tenkým pergamenům, u nichž se předpokládalo, že byly vyrobeny z nejjemnějších kůží nenarozených mláďat. Lze tak dohledat pojmenování jako *děložní pergamen*, *charta nonnata* (nenarozený list), *charta virginea* (panenský list), *pergamene vitulinae* (telecí pergamen) nebo česky *velín* (z ang. *vellum*). Nejnovější průzkumy založené na DNA analýze historických pergamenů ovšem toto tvrzení rozporují. Použití kůže z nenarozených mláďat nelze vyloučit, ale odborníci se dnes přiklánějí k názoru, že kvalita nejjemnějších pergamenů vycházela z vysoce specializované řemeslné techniky výroby a nebyla podmíněna původem suroviny.<sup>11</sup>

Známé jsou transparentní pergameny, které byly ve skriptoriích používány jako kopírovací materiál. Vyráběly se z již hotových pergamenových listů přetřením roztokem arabské gumy, vaječným bílkem, klihem nebo jinými látkami schopnými vysoké absorpce vody. Takto zvlhčený pergamen se nechal vyschnout pod tlakem. Znovunamocení originální mezivláčenné hmoty a její vyplnění přidanými materiály způsobilo rovnoměrnou průhlednost.<sup>12</sup>

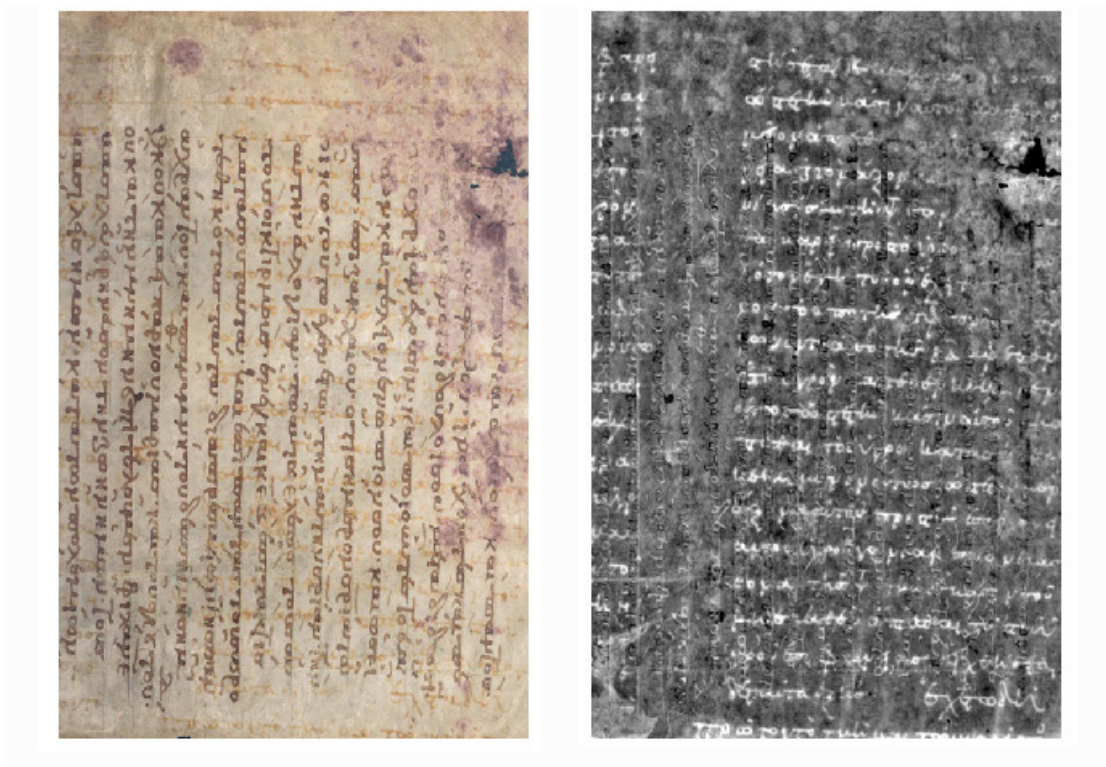
Druhotně použitý pergamen se nazývá *pallimpsest*. Jedná se o dokument provedený na pergamenu, jehož původní text byl seškrábán nebo omyt. Odstraňována byla, z tehdejšího pohledu, neaktuální a nepotřebná díla. K reskribaci docházelo především z důvodu finančních úspor, protože výroba nového pergamenu byla velmi nákladná. Jako příklad lze uvést tzv. *Archimedův palimpsest*. Matematické dílo z 10. století bylo

10 ZELINGER, Jiří; BRABEC, Michal; FRIES, Tomáš a ŠIMŮNKOVÁ, Eva. *Konzervace pergamenu a jeho uložení*. Praha: Národní knihovna v Praze, 1992, s. 15–16.

11 FIDDYMENT, Sarah; HOLSINGER, Bruce; RUZZIER, Chiara; DAVINE, Alexander; BINNOIS, Annelise et al. Animal origin of 13th-century uterine vellum revealed using noninvasive peptide fingerprinting. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, roč. 112 (2015), č. 49. Online dostupné z: <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.1512264112> [citováno 2024-03-15].

12 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 17.

nahrazeno liturgickým textem ve 12. století. Některé seškrábané texty palimpsestů je možné zobrazit pomocí UV světla nebo rentgenové fluorescence.<sup>13</sup> V mnoha případech se starý text z pergamenů neodstraňoval a druhotně se používal dále jako popsaný materiál. Využívaný byl na knižní vazby jako pokryv, obálka nebo další funkční prvky, např. mezivazné přelepy, křidélka složek, jádra kapitálků apod. Takový pergamen lze označit jako *makulturní*.



Obr. 3: Klasické a multispektrální zobrazení detailu folia palimpsestu (zleva).

EASTON, Roger L.; CHRISTENS-BARRY, William A. a KNOX, Keith T. Spectral image processing and analysis of the Archimedes Palimpsest. In: 2011 19th European Signal Processing Conference. Barcelona: IEEE, 2011, s. 1441.

Vazební pergamen se od psacího pergamenu liší především vizuálně. Jeho povrch bývá vysoce lesklý, což je způsobeno neopracováním vnější strany holiny při procesu sušení.<sup>14</sup> Ladislav Kolařík doporučuje jako výchozí surovinu kozí nebo telecí kůže, z nichž je pergamen tvrdší, hustší a pevnější.<sup>15</sup> Alois Vagrčka doporučuje pergamen z teletiny, který hodnotí jako velmi tlustý a méně nažloutlý. Dále pergamen skopový a kozí, které uvádí jako tenčí a čistě bílé. V případě kozího pergamenu je znatelné žilkování na rubové straně. Vyzdvihuje tzv. pergamen antik, který se vyrábí z kozí kůže spe-

13 MAREK, Jindřich. *Palimpsest*. Online, dostupné z: <https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?-title=Palimpsest&oldid=18323> [cit. 2024-03-13].

14 HAINES, Betty M. *Parchment: The physical and chemical characteristics of parchment and the materials used in its conservation*. Northampton: The Leather Conservation Centre, 1999, s. 21.

15 KOLAŘÍK, Ladislav. *Restaurování písemných památek a tvorba faksimilií*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1991, s. 35.

ciálním činěním. Dává pergamenu světle hnědou bavu, žilkování prostupuje na lícovou stranu pergamenu a celkově svým vzhledem vyvolává dojem stáří.<sup>16</sup>

V některých případech se historické pergameny barevně tónovaly nebo natírali, přičemž nejčastěji se jednalo o fialové a zelené odstíny, dále se objevují tóny oranžové, červené a hnědé. Dle literatury se fialový pergamen vyskytuje v podobě fólií kodexů pocházejících z období pozdní antiky a raného středověku, přičemž za vrchol výroby se udává 6. století. Jednalo se převážně o Bible vysoké hodnoty a prestiže. Fialová barva byla obecně v minulosti vnímána jako symbol vysokého významu a společenského postavení.<sup>17</sup> Zelený pergamen byl nejčastěji používán k výrobě knižních obálek. Poprvé se objevuje ve Francii v roce 1657, kdy byl použit pařížským knihvazačem Pierrem Portierem. Knihy kvartového formátu v zeleném pergamenu zaplavily trh v 18. století po jejich zpopularizování londýnským nakladatelem Francisem Newberym, který v nich vydával především rodící se dětskou literaturu.<sup>18</sup>



Obr. 4: Tónované a natírané pergameny využity k pokryvu knih. Sběrka Metropolitní kapituly Olomouc; Zemský archiv v Opavě, pobočka Olomouc.

## 2.4 Pergamen ve sbírkách knih a dokumentů

Napříč kulturně historickým vývojem se vnímání pergamenu jako materiálu proměňovalo, čemuž odpovídá poměrně nesourodé zastoupení pergamenových památek v dnešních sbírkách. Jak už bylo popsáno v předchozí kapitole, vliv na rozšíření a využívání pergamenu byl dán jeho dostupností, která se odvíjela významně od dostupnosti dalších psacích látek na trhu. Středověké památky našeho území byly zpravidla všechny psané na pergamenu, u novodobějších děl se využití pergamenové psací podložky stávalo postupně raritnější. Jako knihařský materiál přetrvával pergamen až do moderní doby, dokud nebyly zcela pozměněny výrobní standardy vlivem průmyslové revoluce. Přesto nelze pergamen vnímat pouze jako materiál nejstarších českých

16 VAKRČKA, Alois. *Knihářství. Technologie ruční vazby*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1969, s. 170.

17 RABITSCH, Sophie; KANOLD, Inge Boesken; HOFMANN, Christa: Purple dyeing of parchment. In: HOFMANN, Christa a kol. *The Vienna Genesis: Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Vídeň: Böhlau Verlag, 2020, s. 71–73.

18 *BPG Parchment Bookbinding*. American Institute for Conservation. Online, dostupné z: [https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG\\_Parchment\\_Bookbinding#Dyed\\_or\\_Stained\\_Parchment](https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Parchment_Bookbinding#Dyed_or_Stained_Parchment) [cit. 2024-07-19].

fondů archivů a knihoven, ale v různé míře se objevuje i v novověkých sbírkách muzeí a galerií. Často se lze s pergamenem setkat v etnografických sbírkách jako součást hudebních nástrojů, oděvů a doplňků, drobného vybavení domácností aj.

#### 2. 4. 1 Folia kodexů

Pergamen je výluční psací látkou středověkých evropských kodexů. V raném gotickém období se produkce kodexů koncentrovala do skriptorií při opatstvích a kapitulách. Na našem území je doložena činnost skriptorií v břevnovském a strahovském klášteře a při olomouckém biskupství za biskupa Jindřicha Zdíka. S rozvojem středověkého školství začaly vznikat písařské dílny i při univerzitách. Pergamenové rukopisy jsou však v největší míře liturgická a náboženská díla.



Obr. 5: Kodex s pergamenovými folii.

Sbírka Metropolitní kapituly Olomouc; Zemský archiv v Opavě, pobočka Olomouc.

Pergamen byl u kodexů skládán do složek a sešíván do knižního bloku. K rovnoměrnému rozvržení textu písaři využívali linkování, které bylo zpočátku vyrýváno tupým nástrojem do podoby tzv. slepých řádků. Od 12. století se rozšířilo vyznačování linek olůvkem a od 13. století byl používán navíc inkoust. Časté byly i rukopisy nelinkované.<sup>19</sup>

K psaní textu se používal uhlíkový nebo železozalový inkoust. Základem železozalového inkoustu byl tanin, který se nejčastěji získával z duběnek. Do roztoku se dále přidávaly soli železa, různé druhy gum, šťáv a voda. U uhlíkového inkoustu to byly uhlíkové částice nebo lampová čern smíchaná s pojivem. Psalo se nejrůznějšími druhy

<sup>19</sup> MAREČKOVÁ, Marie. *Přehled pomocných věd historických*. Brno: Masarykova univerzita, 2000, s. 37–38.

per nebo štětci. Inkoust se používal také k podkladové kresbě iluminací.<sup>20</sup> K psaní na barvené pergameny se využívaly inkousty s příměsí stříbra nebo zlata. Pro vysokou finanční hodnotu drahých kovů i barviv se takový potup uplatňoval u reprezentativních kodexů vysoké hodnoty a významu.<sup>21</sup>

Součástí kodexů byly celostránkové ilustrace, miniatury, malované iniciály a bordury. Technika iluminací zůstávala po celou dobu produkce v podstatě neměnná. Malba byla prováděna vždy až po napsání textu. Jako podklad se využíval nátěr vaječného bílku, pergamenového klišu nebo směs vaječného bílku s plavenou křídou. Po rozvržení kresby bylo prováděno prvně zlcení a až následně se pracovalo s barvami. Finálně mohly být iluminace přelakovány vrstvou arabské gumy nebo vaječného bílku a přeleštěny kamencem.<sup>22</sup>

#### 2. 4. 2. Listiny

Jedná se o písemnosti, které dokládají historická fakta právní povahy. Listiny zakládají nová práva, potvrzují práva starší nebo určují speciální pravomoce. Zpravidla mají ustálenou vnitřní i vnější formu. Vznikaly v kancelářích nejrůznějších právních subjektů. Podle vydavatele se listiny dělí na papežské, císařské, královské, listiny ostatních suverénů (tj. knížecí, šlechtické, městské, notářské aj.) a soukromé.<sup>23</sup>

Pergamenovou listinu tvoří nejčastěji jeden list, který je opatřen textem pouze z jedné strany. Z praktických důvodů bylo zvykem listiny překládat do formátu čtverce nebo obdélníku zhruba kvartového formátu. Spodní část bývá u listin přeložena po celé délce spodního okraje. Takto vytvořený sklad se nazývá plika a slouží jako zpevnění listiny pro zavěšení pečetí. Ty se s listinou propojovaly pergamenovými proužky, textilními stuhami nebo šňůrami. Listiny s plikou byly v českém prostředí nejčastější. Historicky první pečetě byly přitiskovány přímo na pergamenový list do spodní části, ale kvůli častému poškozování bylo v 11. a 12. století přistoupeno k zavěšování nebo přivěšování pečetí. Přivěšené pečetě byly přitištěny na proužek pergamenu, který byl vytvořen částečným naříznutím spodního okraje listiny. Tento způsob se používal především ve 13. a 14. sto-

20 DŘEVÍKOVSKÁ, Jana a MAREK, Jindřich. *Inkoust*. Online, dostupné z: <https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?title=Inkoust&oldid=15802> [cit. 2024-03-13].

21 RABITSCH, Sophie; MALISSA, Antonia; HRADIL, Klaudia; ERLACH, Rudolf; GRIESSER, Martina; HOFMANN, Christa: The silver inks of the Vienna Genesis. In: HOFMANN, *The Vienna Genesis*, 2020, s. 119.

22 DŘEVÍKOVSKÁ, Jana a OHLÍDALOVÁ, Martina: *Metodika průzkumu a konzervace iluminací středověkých rukopisů*. Praha: Národní knihovna, 2011, s. 1–2.

23 MAREČKOVÁ, *Přehled pomocných věd historických*, 2000, s. 44–61.

letí a v českých sbírkách se nachází pouze na listinách cizí provenience.<sup>24</sup>

Nejšíře byly pergamenové listiny vydávány v období středověku a raného novověku. Později byl pergamen u běžných úředních akt nahrazován papírem, ovšem u reprezentativních dokumentů stále přetrvával. Takové listiny byly zdobeny malbou pigmenty i zlacením. Některé pergamenové listiny byly vázány do formy jedné nebo více složek, mohly být opatřeny také knižní vazbou.



Obr. 6: Listina s plikou (vlevo), listina tvořena více listy svázanými do složky (vpravo). Fond Arcibiskupství Olomouc; Zemský archiv v Opavě, pobočka Olomouc.

### 2. 4. 3 Tisky a umělecká díla

Přestože valná většina tištěných děl byla již od vynálezu knihtisku produkována na papíru, přetrval pergamen v oblasti tisku až do 20. století. Nikdy se však nejednalo o klasický materiál, protože tištění na pergamen bylo vysoce náročné jak po technické, tak po finanční stránce. Začátkem tiskařského řemesla byl pergamen volen vždy tam, kde byly stanoveny vysoké nároky na trvanlivost a odolnost folia nebo na jeho estetické kvality. U knih byla běžná produkce tištěna ve velkém nákladu na papír a v řádu jednotek také na pergamen. Mohlo se jednat o důležité a často používané knihy jako Bible, misály či gramatiky. Objevují se i kodexy, u kterých byl celý knižní blok vytištěn na papíře vyjma nejdůležitějších částí vyvedených na pergamenu.<sup>25</sup>

24 KUKÁNOVÁ, Zlatuše a ŠEJHAROVÁ, Jitka. Metody konzervování a restaurování pečeti. In: ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 288.

25 JENKINS, Penny: Printing on parchment or vellum. *Vellum and parchment: The Paper Conservator. Institute of Paper Conservation*, roč. 16 (1992), č. 1, s. 32–33.

Grafické práce tištěné na pergamenu, zejména rytiny, byly oblíbené především na přelomu 19. a 20 století. Jednalo se povětšinou o sběratelské perličky vysoké hodnoty. Je možné, že pergamen byl volen kvůli vysokým nárokům na trvanlivost tisku, ale oblíbenost mohla vycházet i z tehdejší módy napodobovat cenné historické předměty a postupy.<sup>26</sup> Grafická díla se na pergamen tiskla i dříve, dokladem je např. suchá jehla od Rembranta *Tři kříže* z roku 1653. Prvních patnáct tisků vytvořil na pergamenu, čímž již tak vzácné práce povýšil na exkluzivní zboží. Pergamen oproti papíru vsakuje méně barvy a tisk tak vizuálně působí jako lavírovaná perokresba.<sup>27</sup> Ve 20. letech 20. století již produkce tisků na pergamenu téměř neexistuje. Zánik byl způsoben pravděpodobně nedostatkem kvalitního pergamenu, rozšířením a prosazováním reprodukcí techniky fotografie a tedy sníženou poptávkou po grafických dílech obecně.<sup>28</sup>



Obr. 7: Suchá jehla na pergamenu. Rembrandt van Rijn, *Tři kříže*, 1653. The Metropolitan Museum of Art. Online, dostupné z: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/354631> [cit. 2024-3-12].



Obr. 8: Kvaš na pergamenu. MERIAN, Maria Sibylla. *Studie kapary, hlodáše a broučka*, 1693. The Metropolitan Museum of Art. Online, dostupné z: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/399922> [cit. 2024-3-12].

Na historickém pergamenu se dochovaly také kresby a malby. Zřídka se jako médium používal grafit, častěji pak stříbrný stylus, pero s inkoustem, pastel, uhel, akvarel a kvaš. Jako podložka byl pergamen využíván holandskými a italskými umělci 16. a 17. století, zejména pro portrétní miniatury, krajinomalby nebo výjevy z Bible. Až

26 JENKINS, Printing on parchment, *Vellum and parchment: The Paper Conservator*, 1992, č. 1, s. 33.

27 KUBÍKOVÁ, Blanka. Rembrantova grafická tvorba. In: NĚMEČKOVÁ, Lucie a SEVCIK, Anja K. *Rembrant. Portrét člověka*. Praha: Národní galerie Praha, 2020, s. 300–302.

28 JENKINS, Printing on parchment, *Vellum and parchment: The Paper Conservator*, 1992, č. 1, s. 33–36.

do 19. století se datuje na pergamentu mnoho květinových i jiných zátiší.<sup>29</sup>

#### 2. 4. 4 Svitky

Velmi raná forma textových záznamů využívaná ponejvíce v pozdní antice, kde byla postupně nahrazena kodexovým typem knihy. V českém prostředí se jedná o archiválie cizí provenience a jsou v našich sbírkách naprosto výjimečné vyjma židovské kultury, která podobu svitků využívá pro liturgické texty zvané *tóry*.<sup>30</sup>

Svitek má podobu folia stáčeného podél osy rovnoběžné s kratší stranou formátu. Rozsah díla ovlivňoval velikost svitku, který mohl mít i několik metrů. Takový svitek musel být vyráběn z několika kusů pergamenů, které se spojovaly při okrajích lepením či šitím pomocí nití, pergamenových proužků nebo jiných zvířecích tkání, např. šlach. Text byl na svitky psán pouze jednostranně a většinou byl členěn do sloupců.<sup>31</sup>



Obr. 9: Svitek tóry, 18.–19. století. The Jewish Museum New York. Online, dostupné z: <https://thejewishmuseum.org/collection/7006-torah-scroll-and-staves> [cit. 2024-4-19]

29 BPG Parchment. American Institute for Conservation. Online, dostupné z: [https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG\\_Parchment](https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Parchment) [cit. 2024-03-15].

30 MAREK, Jindřich. *Svitek*. Online, dostupné z: <https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?title=Svitek&oldid=11524> [cit. 2024-03-20].

31 BPG Parchment. Online.

#### 2. 4. 5 Fragментy

Do této skupiny lze zařadit díla, která se nedochovala ve svém celku, ale pouze jejich fragmentární segment. Mohou to být části svitků, jednotlivé listy nebo složky rukopisů, neúplné listiny a pod. Tyto uchovávané fragmenty nesou část textu nebo malby, které dokládají jedinečné historické informace. Z toho důvodu bývají v některých případech makulaturní pergameny zbaveny své druhotné funkce a obnoveny v podobě fragmentu původního díla.



Obr. 10: Listina druhotně použita jako pokryv knižní vazby. Přední a zadní strana (zleva).  
Zemský archiv v Opavě, pobočka Olomouc.

#### 2. 4. 6 Měkké pergamenové vazby

V období gotiky byly kromě typických kodexů velkých rozměrů rozšířeny i malé měkké vazby pergamenové. Knižní bloky nebyly chráněny deskami, ale byly všity do pergamenové obálky, často opatřené klopou k uzavření ze strany přední ořízky. Použitý pergamen byl tak tuhý a silný, že jej nebylo nutné podlepovat dalším materiálem. Hřbety byly rovné buď bez výztuže, nebo s vyztužením v podobě usňové, dřevěné či rohovinové destičky. Někdy byl pergamen barven nebo byla obálka vytvořena z pergamenové makulatury.<sup>32</sup> Tento typ vazeb se vyráběl nejpozději ve 14. století a sloužil jako obdoba dnešního poznámkového bloku.<sup>33</sup>

V určité obměně se pergamenová vazba využívala v 16. a 17. století v souvislosti s prudkým vývojem knižního trhu pod vlivem vynálezu knihtisku. Christopher Clark-

32 TOMŠŮ, Jana; OPATOVÁ, Kateřina; VNOUČEK, Jiří; DERNOVŠKOVÁ, Jana. Konzervování a restaurování historické knižní vazby. In: ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 363–364.

33 ROBERTS, Matt T. a ETHERINGTON, Don. *Bookbinding and the conservation of books: A dictionary of descriptive terminology*. Washington: Library of Congress, 1982, s. 160.

son spojuje rozšíření měkkých pergamenových vazeb v první dekádě 16. století s produkcí kapesních forem výtisků, převážně v Benátkách. Právě pro ty se nenáročná výroba a vlastnosti měkké pergamenové vazby zdály ideální.<sup>34</sup> Po dobu celého 16. století se levnější vazby vázaly i do pergamenových makulatur. Postupně se forma pergamenové vazby začala proměňovat. Složky se začaly šít na pergamenové vazy, jejichž konce zároveň propojovaly knižní blok s pergamenovou obálkou. Ta se začala časem vyztužovat lepenkovými deskami a u přední ořízky byly vytvářeny tzv. holandské kanty. K pevnému uzavření bloku mohly být přidány k přední ořízce tkanice.<sup>35</sup> Pokryv zůstával bez výzdoby, nákladější vazby byly opatřeny zlaceným slepotiskem. Měkké pergamenové vazby se využívaly pro úřední publikace ještě v 17. a 18. století a lze je označit za předchůdce dnešní brožované vazby.<sup>36</sup>



Obr. 11: Dvě pergamenové vazby z 16. století (vlevo), pergamenová vazba ze 17. století (uprostřed), polopergamenová a pergamenová vazba z 18. století (vpravo). Sběrka Metropolitní kapituly Olomouc; Zemský archiv v Opavě, pobočka Olomouc.

#### 2. 4. 7 Pergamen součástí knižní vazby

V běžné knihařské produkci se pergamen využíval v rozličných případech jako pomocný materiál. Od nejstarších dob zajišťovaly pergamenové komponenty pevnost určitých knižních systémů. U gotické vazby obtáčela úzká pergamenová křídélka zpravidla první a poslední složku bloku, čímž bránila jejich snadnému vytržení. Koncem 15. století býval pergamenový proužek přišíván k bloku samostatně nebo současně s listy přideš-

34 CLARKSON, Christopher. Limp vellum binding and its potential as a conservation type structure for the rebinding of early printed books. In: *ICOM Committee for Conservation, 4th triennial meeting, Venice, 13–18 October 1975*. International Council of Museums, s. 75/15/3-1.

35 TOMŠŮ, OPATOVÁ, VNOUČEK, DERVNOŠKOVÁ, Konzervování a restaurování historické knižní vazby. In: *ĐUROVIČ, Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 379.

36 VOIT, *Encyklopedie knihy*, 2006, s. 971.

tí a předsádky. V některých případech byly vyztuženy všechny složky knižního bloku. Knižní hřbet býval zpevněn mezivaznými pergamenovými přelepy, často vyráběných z pergamenových makulatur. Pergamenové vazby byly šity na ploché pergamenové vazy, které zároveň propojovaly knižní blok s vazbou. Od renesančního období se pergamen nejběžněji využíval k výrobě kapitálového jádra lepeného na knižní hřbet. Pergamenový proužek mohl soužit také jako zpevnění usňového řemínku pro knižní sponu. Gotické vazby byly občas opatřeny pergamenovými štítky s názvem rukopisu na přední desce. Byly přilepené k lihem nebo přibité spolu se slonovinovou destičkou.<sup>37</sup>



Obr. 12: Pergamenový mezivazný přelep při hřbetu knižního bloku (vlevo), pergamen součástí řemínku pro knižní sponu (vpravo).

U novodobých knižních vazeb byl pergamen využíván k pokryvu knižních desek. Ludvík Losos zmiňuje, že z materiálů pro knižní vazbu byl pergamen řazen mezi ty dražší. Jako důvod uvádí nákladnou výrobu pergamenu, ale také jeho vysokou kvalitu a jedinečný vzhled. Moderní pergamenové vazby se vyznačují mimořádnou úhledností a elegancí, která vychází z možnosti dokonalého zpracování a tvarování materiálu.<sup>38</sup> Zejména v 16. a 17. století byly vazby pokrývány teletinovým nebo kozinovým pergamenem, který mohl být nový nebo druhotně použitý. Objevují se i pergameny barvené do oranžových, červených, hnědých nebo zelených odstínů. Zvláštní úpravou procházel pergamen během 17. a 18. století zejména v Německu a Nizozemí. Po finálním vyhlaze-

37 TOMŠŮ, OPATOVÁ, VNOUČEK, DERVNOŠKOVÁ, Konzervování a restaurování historické knižní vazby. In: ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 349–399.

38 LOSOS, Ludvík. Pergamenové vazby a jejich konzervace. In: *Historická knižní vazba: Sborník příspěvků k dějinám vazby a k metodice ochrany historických knižních vazeb*. Liberec: Severočeské museum, 1963, s. 58.

ní za tepla získal pergamen vysoký lesk a strukturu připomínající slonovinu.<sup>39</sup>

## 2.5 Výroba a struktura pergamenu

Pergamen se vyrábí ze zvířecích kůží různých druhů zvířat. V minulosti byly nejčastěji využívány kůže telat, koz a ovcí. Ovšem je znám i pergamen např. z kůže prasat, oslů<sup>40</sup> či jelenů<sup>41</sup>. Výrobu pergamenu lze obecně rozdělit do dvou fází. Smyslem první fáze je opracovat surovou kůži na vnitřní kolagenní vrstvu. Při jednotlivých krocích se z kůže postupně odstraňuje srst a pokožka z vnější strany kůže, zbytky masa, tuk a podkožní vazivo ze strany vnitřní. V druhé fázi se takto opracovaná kůže vypíná na speciální rám a zpracovává se dále v nataženém stavu do podoby bílé a hladké blány. Přeměna kůže v pergamen je znatelná i ve struktuře materiálu. Vnitřní vlákna procesem výroby mění své přirozené uspořádání a tato změna je pozorovatelná jak skrze vlastnosti pergamenu, tak pod mikroskopem. Zatímco useň je po výrobě svými vlastnostmi dále podobná vlastnostem surové kůže, pergamen je zcela odlišný.

### 2.5.1 Řemeslná výroba

Mluvíme-li o výrobě pergamenů, které se nám dochovaly jako historické památky, myslíme tím výrobu řemeslnou, jenž se během staletí příliš neměnila. Průmyslově vyráběný pergamen se ve svém vzhledu i vlastnostech mírně liší a v restaurátorské praxi se téměř nepoužívá. Historická výroba pergamenu byla nesmírně náročná na čas i zručnost a preciznost řemeslníků. Z toho důvodu byl pergamen velmi drahý a přirozeně byl postupně, ve všech oblastech používání, nahrazen jinými materiály. Dnes je ruční výroba pergamenu velmi okrajovou záležitostí malého množství výrobců a to spíše z nadšení a zájmu, nikoli z podnikatelského záměru.

#### Máčení

Kůže se v minulosti prodávaly jako surovina k následnému zpracování. Vzhledem k jejich rychlé degradaci v surovém stavu bylo nezbytné kůže po stažení ze zvířete ihned konzervovat. Nejčastěji se volila metoda nasolení, v teplejším podnebí pak vysušení. Tímto procesem kůže ztratila velké množství vody a zkréhla, proto byla před samotným zpracováním namáčena ve vodě, aby se znovu hydratovala a zvláčněla.<sup>42</sup> Vnitřní vlákna kůže po námoku nabobtnala, struktura se mírně uvolnila a kůži bylo možné mechanicky lépe očistit nejen od chlupů (*odchlupování*), ale i od zbytků podkožních

39 VOIT, *Encyklopedie knihy*, 2006, s. 971.

40 ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 51.

41 HAINES, *Parchment*, 1999, s. 1.

42 *Ibidem*, s. 19.

blan, masa a tuku na rubové straně (*mízdření*). Koželuzi pracovali mechanicky s ruční kosou na koželuzském špalku. Proces to byl poměrně namáhavý a náročný na zručnost a přesnost, protože rořezáním kůže by se hodnota materiálu v podstatě zničila.<sup>43</sup>

### Loužení, moření

Následujícím procesem výroby bylo *loužení*, jehož účelem je úplné odstranění srsti zvířete. Ve středoevropském prostoru se kůže ponořila do vápenného mléka, což je 5–30% vodní suspenze hašeného vápna (hydroxid vápenatý).<sup>44</sup> Loužení probíhalo 8 až 16 dní dle teploty prostředí (čím nižší teplota, tím delší doba loužení).<sup>45</sup> Vápenný roztok narušuje spojení srsti s kůží štěpením disulfidických vazeb keratinu. Účinek loužení se projevuje i v kolagenní struktuře. Zde dochází k procesu označovanému jako *otevření struktury*. Kolagenní vrstva se stává volnější a přístupnější dalším chemikáliím.<sup>46</sup> Loužením navíc kůže zbělela. Během celého procesu loužení se kůže pravidelně vyjímala z lázně a mechanicky se z ní stíraly uvolněné chlupy srsti tupou kosou – opět na koželuzském špalku. Po odstranění srsti se kůže označuje jako *holina*.<sup>47</sup>



Obr. 13: Ilustrace koželuzského řemesla na dřevorezu z roku 1568 od Josta Ammana. Deutsche Fotothek. Online, dostupné z: <https://www.deutschefotothek.de/documents/obj/70022501> [cit. 2024-06-14].

Druhým způsobem odstranění srsti od kůže bylo loužení enzymatické, tzv. *moření*. Působením enzymů a bakterií se v kůži narušují peptidické vazby přímo v řetězcích bílkovin. Nejedná se však o přímou reakci, ale o katalýzu hydrolytické reakce ve vodě.<sup>48</sup> V minulosti se, kvůli tomuto účelu, namáčela kůže v teplé lázni se psím nebo ptačím trusem. Moření se provádělo buď samostatně nebo jako následující krok po loužení. Po

43 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 64.

44 *Ibidem*, s. 65.

45 HAINES, *Parchment*, 1999, s. 19.

46 BLAŽEJ, Anton. *Technologie kůže a kožešin: vysokoškolská učebnice*. Praha: SNTL, 1984, s. 125.

47 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 65.

48 BLAŽEJ, *Technologie kůže*, 1984, s. 132.

obou operacích se holina vždy vymývala v čisté vodě, aby v ní nezůstala obsažena velká rezidua loužících látek. Ještě mokrá holina se dala zeslabovat broušením, z lícové strany pak mechanicky čistit tzv. *omykáním* na koželužském špalku.<sup>49</sup>

### Sušení

Holina se po mokrém zpracování vypínala na vypínací rám, který mohl mít kulatý či obdélníkový tvar. Holina se nikdy neupevňovala přímo na rám, protože vysoké pnutí, ke kterému dochází při vysychání kůže, by způsobilo natržení či úplné roztržení pergamenu. Napínání probíhalo nejčastěji skrze dřevěné kolíky a přírodní motouzy. V napnutém stavu, dokud byla holina ještě mokrá, se mohl povrch oboustranně brousit speciálním obouručním kulatým nožem.<sup>50</sup> Opět zde platila vysoká míra přesnosti práce kvůli nebezpečí protržení blány. Po dosažení požadované tloušťky se pergamen nechal pomalu samovolně vysušit.

Psací pergamen byl po vysušení dále upravován ještě v napnutém stavu.

Lesklá místa byla jemně broušena pemzou nebo křídou, aby zmatněla, protože na lesklých částech by nedržel inkoust. Případně byla používána leštící pasta z mleté pemzy, skleněného prachu, rozemletých skořápek mušlí apod. Závěrem mohl být pergamen přetřen slabou vrstvou roztoku vaječného bílku (či jiného pojiva), čímž byl povrch v podstatě zaklížen a připraven k psaní.<sup>51</sup> Definitivní úprava povrchu mohla být prováděna až v písarských dílnách tak, aby vyhovovala požadavkům písaře a iluminátora. Posledním krokem výroby bylo sejmutí pergamenu ze sušícího rámu a nařezání na potřebné formáty.



Obr. 14: Ilustrace pergamenářského řemesla na dřevořezu z roku 1568 od Josta Ammana. Deutsche Digitale Bibliothek. Online, dostupné z: <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/3HNPX-CGSMQSL2E4IOD6LDCJPF0YVHKIQ> [cit. 2024-06-14].

49 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 65.

50 HAINES, *Parchment*, 1999, s. 20–21.

51 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 13.

### 2. 5. 2 Struktura kůže před zpracováním

Obecně je pro restaurátora nezbytná základní znalost restaurovaných materiálů po chemické stránce, především z hlediska správného vyhodnocování degradačních procesů a volby vhodných restaurátorských či konzervačních látek. Proto je v následujících dvou kapitolách stručně popsána makroskopická a mikroskopická struktura zvířecí kůže jako vstupního materiálu pro výrobu pergamenu.

Přestože se vnitřní struktura kůže mírně liší v závislosti na svém původu, lze obecně všechny živočišné kůže rozčlenit do čtyř totožných základních vrstev. Hlavní vrstvy každé kůže jsou *pokožka (epidermis)*, *škára (cutis, dermis)* a *podkožní vazivo (hypodermis)*. Pokožka je svrchní vrstvou celého orgánu, kterou tvoří tkáň buněk na povrchu zrohovatělých. Při zpracování kůže je pokožka ve všech případech odstraněna.

Druhou vrstvu, škáru, lze dělit na další dvě části – *korium* a *podkožní vazivo*. Korium je nejdůležitější část pro koželužství, ať už řemeslné či průmyslové. Při zpracování kůží korium zůstává a je základem všech pergamenů i vazebních a jiných usní. Korium se vyskytuje přímo pod pokožkou a jedná se o tuhou nehomogenní vrstvu složenou především z kolagenu. Část blíže pokožky se nazývá *papilární*. Je biologicky mladší a probíhá zde syntéza kolagenu. Vlákná jsou zde proto tenčí a stáčí se do velmi hustých svazků. V této vrstvě jsou obsaženy také chlupové váčky, tukové a potní žlázy. Papilární vrstva dále přechází plynule ve vrstvu *retikulární*, ve které se kolagenní vlákna rovnoměrně rozšiřují a jejich svazky se vzájemně lehce oddělují. Propletení vláken není v této husté vazivové desce zcela nahodilé, ale vlákna jdou paralelně s povrchem kůže ve směru svého růstu. Tato orientace kolagenových vláken dále ovlivňuje fyzikální vlastnosti usní i pergamenu. Vlastnosti se dále liší v závislosti na oblasti, ke které kůže přiléhá – např. část kůže pokrývající záda zvířete je kompaktnější než kůže z krku, boků či končetin. Z tohoto důvodu bývá pergamen vyřezaný z hřbetní části považován za nejvyšší a co možná nejhomogennější materiál. Papilární a retikulární část koria lze rozlišit v příčném řezu tkání pod mikroskopem.

Nejspodnější vrstvou škáry je *podkožní vazivo*. Skládá se z tukové vrstvy, vazivové blány a vlastního podkožního vaziva. Tato vrstva spojuje kůži se spodinou, tj. např. se svalovou tkání pod kůží.

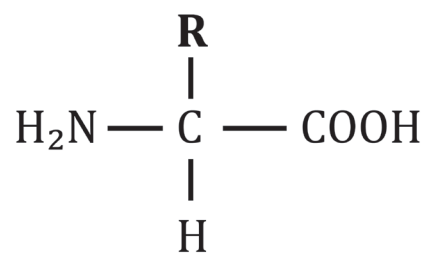
### 2. 5. 3 Chemické složení

Vynikající mechanické vlastnosti pergamenu jsou dány především jeho chemickým složením. Přestože struktura kůže se dle původu zvířete může mírně lišit, chemická stavba zůstává vždy stejná co do obsahu chemických látek. Základní stavební jednot-

kou koria, ze které je pergamen vyráběn, jsou dlouhá bílkovinná vlákna zvaná *kolagen*. Ta se proplétají do svazků a spolu s další vláknitou bílkovinou, *elastinem*, tvoří hustou vazivovou desku. Kromě vláknitých bílkovin jsou zastoupeny nevláknité bílkoviny *globulární* a *glykoproteiny*, které vyplňují prostor mezi kolagenními řetězci a do jisté míry přispívají k soudržnosti celku. Tyto látky zůstávají přítomny ve struktuře materiálu po celou dobu procesu přeměny kůže v pergamen a jsou patrné pod mikroskopem. V celé škáře je kolagen zastoupen asi v 83–85 % sušiny. Zbytek bílkovin tvoří asi 10 % sušiny. Dále se ve škáře vyskytují jiné nebílkovinné látky jako tuky, vosky, mastné kyseliny aj. Ty se mohou objevovat v rozpětí 1–30 %, přičemž tento obsah závisí již na druhu zvířete. Kromě těchto látek jsou to ještě sacharidy (11,5 %) a minerální látky (0,5–1,5 %).<sup>52</sup> V pergamentu je obsaženo také určité množství vody, které přispívá k elasticitě materiálu. Klimatické podmínky mají na obsah vody v pergamentu zásadní vliv. U křehkých až ztvrdlých pergamentů se volí procesy zvlhčování ve snaze obnovit původní elasticitu a měkkost materiálu, kterou procesem stárnutí ztratil.

### Kolagen

V pergamentu nejvíce zastoupená kolagenní vlákna jsou svazky jednotlivých kolagenních fibril, které se dále skládají z mnoha dlouhých řetězců molekuly kolagenu. Molekula kolagenu, stejně jako všechny bílkoviny, je tvořena  $\alpha$ -aminokyselinami, tzn.  $\alpha$ -uhlík tvoří vazbu s vodíkem (H), karboxylovou skupinou (COOH) a aminovou skupinu ( $N_2H$ ). Poslední postranní řetězec bývá označován "R"



Obr. 15: Scéma  $\alpha$ -aminokyseliny.  
HAINES, Parchment, 1999, s. 10.

a dle jeho povahy se jednotlivé aminokyseliny mohou lišit. U nejjednodušší aminokyseliny, *glycinu*, tvoří postranní řetězec pouze další atom vodíku. Dle typu radikálového zbytku vázaného na  $\alpha$ -uhlíku rozlišujeme aminokyseliny s alkoholovým, alifatickým, aromatickým, sirným, bazickým a kyselým uhlovodíkovým zbytkem.

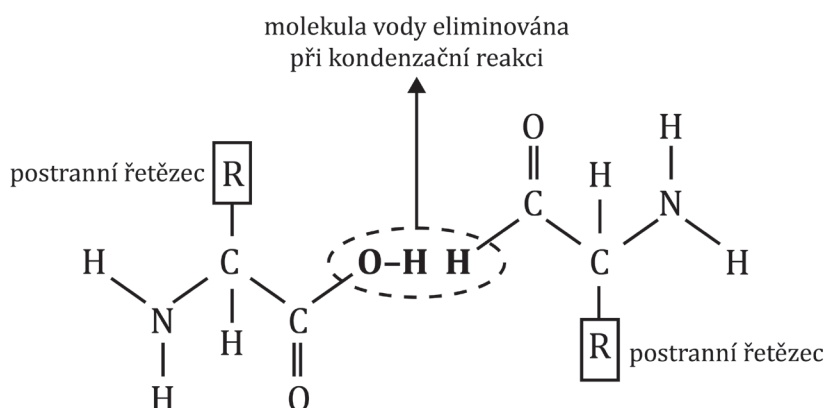
#### *Primární struktura kolagenu:*

Kolagen se skládá z přibližně dvaceti různých aminokyselin spojených do řetězce dlouhého 300 nm obsahujícího přibližně 1000 jednotek. Ve vysokém podílu je zastoupen *glycin* (30 %), *prolin* (10 %) a *hydroxyprolin* (10 %). Hydroxyprolin je aminokyselina, která se mimo kolagen vyskytuje jen zřídka, protože vzniká chemicky po syntéze páteřního řetězce z aminokyseliny prolin. Z toho důvodu bývá hydroxyprolin

<sup>52</sup> ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 57.

využíván k identifikaci přítomnosti kolagenu ve vzorku nebo k určení kolagenu ve složení neznámého vzorku.<sup>53</sup>

Do řetězců se jednotlivé aminokyseliny propojují díky funkčním skupinám kovalentní vazbou. Tato silná peptidová vazba vzniká vždy mezi karboxylovou skupinou jedné aminokyseliny a amino skupinou sousední aminokyseliny, přičemž při vzniku vazby mluvíme o kondenzační reakci se ztrátou vody. Takto propojené aminokyseliny tvoří základní kolagenní řetězec, tzv. páteř bílkoviny. Všechny proteiny mají tuto základní páteř identickou. Charakteristiku jednotlivých proteinů určují až konkrétní sekvence různých aminokyselin v podélném řetězci. U kolagenu lze sekvenci blíže specifikovat jako tripeptid dle schématu: glycin, aminokyselina X a aminokyselina Y. Zcela pravidelně je tedy rozložen glycin, který zastupuje každou třetí aminokyselinu v řetězci. Určitá rovnoměrnost platí i pro zastoupení prolinu a hydroxyprolinu. Tyto aminokyseliny se nachází většinou, ne však vždy, za glycinem na pozici X. Na pozici Y již není možné určit konkrétní pravidlo pro zastoupení některé z dalších dvaceti aminokyselin.



Obr. 16: Spojení dvou aminokyselin peptidovou vazbou, kondenzační reakce se ztrátou vody. HAINES, Parchment, 1999, s. 11.

### *Sekundární struktura kolagenu:*

Sekundární úroveň nám definuje natočení hlavního řetězce v prostoru. U kolagenu se řetězce stáčí do pravidelné levotočivé šroubovice protáhlého typu, ve které připadají 3,3 aminokyselinové zbytky na jeden závit stoupání. Tuto rotaci způsobuje především prostorový tvar aminokyselin prolinu a hydroxyprolinu, které mají tzv. prstenčovou strukturu. Stočení hlavního řetězce do pravidelné levotočivé šroubovice je u bílkovin výjimečné a vyskytuje se pouze u kolagenu, případně u polypeptidů s podobnou aminokyselinovou sekvencí. Tato specifická konformace sama o sobě není schopná

53 HAINES, Parchment, 1999, s. 11.

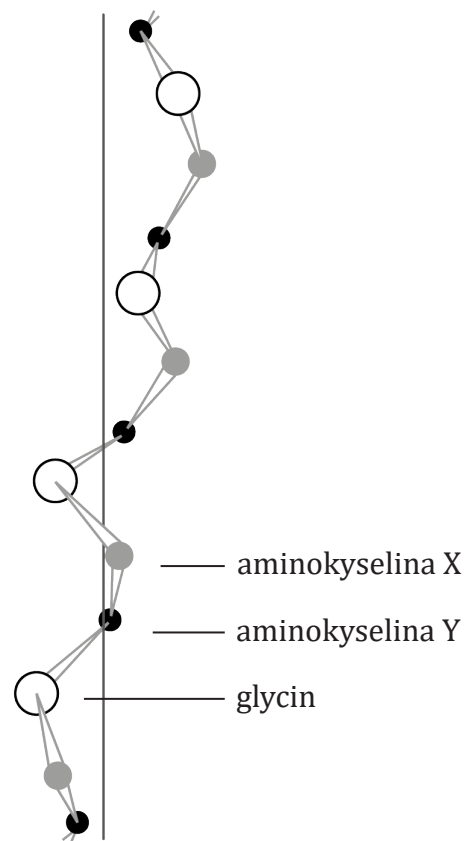
stabilizovaného stavu, jako je tomu u odlišných prostorových řetězců. Stabilizace řetězce vzniká až v interakci s dalšími těsně sousedícími řetězci.

#### *Terciální struktura kolagenu:*

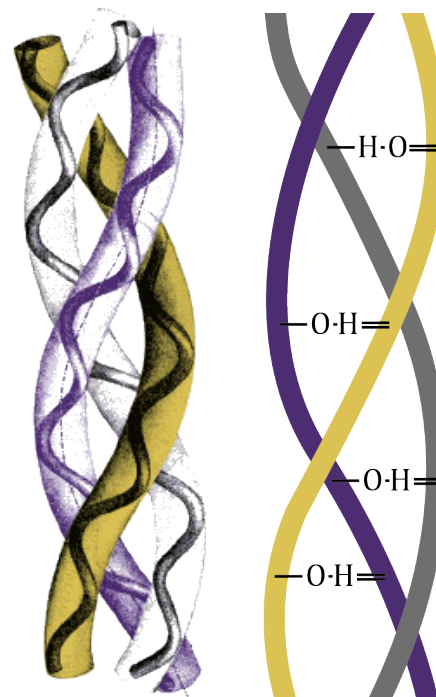
Stabilizovaná molekula kolagenu je tvořena třemi řetězci kolagenu a označuje se jako trojitá šroubovice. Tyto tři řetězce se díky své levotočivé konformaci vzájemně stáčí do pravotočivé spirály a dohromady se nazývají *tropokolagen*. Vzájemné propojení těchto spirál probíhá skrze prvky vodíku tzv. *vodíkovými můstky*. Vodíkové vazby se vytvářejí mezi skupinami -NH a -CO sousedních gycinových skupin. Ty jsou mezi jednotlivými řetězci možné pouze v případě jejich velmi vysokého vzájemného přiblížení. Takové přiblížení je u kolagenu možné díky pravidelně se opakujícímu gycinu, jehož funkční skupiny jsou orientovány právě do středu tropokolagenu a vytváří vnitřní vazby mezi jednotlivými řetězci. Vedlejší skupiny ostatních aminokyselin směřují ze šroubovice směrem ven, což vytváří potenciál pro vazby vyšších struktur.

#### *Kvartérní struktura kolagenu:*

Významná vlastnost tropokolagenových molekul je schopnost vytvářet v mimobuňčném prostoru vysoce uspořádané vláknité struktury. Pět tropokolagenových molekul vytváří jednu mikrofibrilu o průměru 4 nm<sup>54</sup>, což je nejmenší jednotka viditelná pod transmisním elektronovým mikroskopem. Stabilita fibrily je způsobena mezimolekulárními příčnými vazbami, které vznikají mezi vedlejšími řetězci dalších druhů aminokyselin.



Obr. 17: Sekundární struktura kolagenu. HAINES, Parchment, 1999, s. 11.



Obr. 18: Terciální struktura kolagenu, schéma vodíkových můstků. University of Notre Dame. Online, dostupné z: <https://www3.nd.edu/%7Eeaseriann/CHAP8B.html/sld022.htm> [cit. 2024-5-20].

54 BLAŽEJ, *Technologie kůže*, 1984, s. 92–93.

#### 2. 5. 4 Struktura pergamenu po zpracování

Během procesu výroby pergamenu probíhají ve struktuře kůže změny, které mají vliv na jeho výsledné vlastnosti. Ty se oproti vlastnostem původní kůže poměrně liší. Jak již bylo nastíněno v kapitolách výše, po procesu výroby pergamenu zůstává z původní struktury kůže pouze prostřední část zvaná škára (korium), kterou tvoří zejména vlákna kolagenu. Procesem výroby dochází k vnitřním změnám. Nasolením a dlouhým máčením kůže v počáteční fázi výroby se struktura kolagenu naruší, jednotlivé chemické látky nabobtnají a mírně uvolní z pevných komplexů. V surové kůži jsou prostory mezi kolagenními vlákny zaplněny několika dalšími látkami, které jsou volně rozptýleny v tekutém prostředí bez vazeb na kolagen.<sup>55</sup> Jsou to další proteiny (např. elastin, albumin, globulin), mukopolysacharidy, kyselina hyaluronová, aj. Tyto nekolagenní látky se po máčení, loužení a všech mechanických operacích z kůže vyplaví. V případě jejich nedokonalého odstranění bývá výsledný pergamen tvrdý a nepoddajný. Typické složení pergamenu po vysušení uvádí Betty M. Haines přibližně:

voda	13 %
kolagen	85,4 %
zbytkové vápno	1,6 %

I přes důkladné vymývání holiny po loužení zůstávají ve struktuře pergamenu částice vápna navázané na řetězce kolagenu. Dle textu Betty M. Haines přispívají k pružnosti, bělosti a neprůhlednosti pergamenu. Vápník působí mezi řetězci kolagenu jako distanční prvek, udržuje přilehlá vlákna v mírném rozestupu a tím zvyšuje pružnost pergamenu. Rezidua vápníku dále ohýbají světlo dopadající na pergamen, čímž zvyšují jeho bělost a neprůhlednost. Autorka stručně uvádí vlastnosti tří vzorků pergamenu v suchém stavu ve vztahu k procentuálnímu obsahu vápníku:

Vzorek č. 1:	Tenký, bílý, neprůhledný a pružný pergamen	1,6 % Ca
Vzorek č. 2:	Silný, průsvitný, žlutý a tvrdý pergamen	0,5 % Ca
Vzorek č. 3:	Tenký, průsvitný, žlutý a neohebný pergamen	0,5 % Ca

Jako faktory zvyšující obsah vápníku v pergamenu uvádí dlouhou dobu loužení, vysoký obsah vápna ve vápenném mléce a časté míchání loužící lázně. Vliv loužení se promítá i do struktury samotného kolagenu. Vysoká alkalita způsobuje tzv. otevření kolagenního komplexu a uvolnění těsných vazeb mezi vlákny. Pro kolagenní strukturu platí, že zásadité prostředí způsobuje změny u aminokyselin s postranním řetězcem amidové

<sup>55</sup> S výjimkou komplexního mukopolysacharidu – dermatansulfátu, který je chemicky vázán na kolagen. Dermatansulfát má kyselý charakter a proto je jeho vazba s kolagenem rozštěpena účinkem alkálie při vícedenním loužení kůže v roztoku hydroxidu vápenatého.

nebo aminové koncové skupiny. Amidové skupiny jsou hydrolyzovány za vzniku karboxylových kyselin a amoniak se uvolňuje do vápenné lázně. Ukázalo se, že během osmi dnů ve vápenné lázni bylo takto hydrolyzováno 40 % všech amidových skupin a tedy zaniklo 40 % mezimolekulárních vazeb.<sup>56</sup>

Další chemickou změnou způsobenou vápnem je racemizace. Konformace aminokyselin s jediným vyčnívajícím postranním řetězcem je asymetrická a může existovat ve dvou zrcadlově převrácených pozicích. Převrátí-li se, vlivem alkálie, postranní řetězec aminokyseliny do středu tropokolagenu, rozšíří se vzájemná vzdálenost páteřních řetězců a tím se oslabí jejich vodíková vazba. Ztrátou všech těchto příčných vazeb dochází k destabilizaci kolagenu. Ta se projevuje např. u teploty smrštění kolagenu.

Otevření kolagenní struktury kůže je pro přípravu pergamenu velmi důležité a mnohem zásadnější, než pro přípravu usní. Navázání zásady na kolagen skrze kyselé funkční skupiny postranních polárních řetězců způsobuje silné bobtnání mezi jednotlivými vlákny. Příjem vody se úměrně zvyšuje s vyšší koncentrací vápníku v kolagenu. Rozdílná polarita holiny a loužící lázně vyvolává potřebu vyrovnání těchto prostředí a proto se dostává velké množství vody z lázně i mezi vlákna kolagenu.

Nabobtnalá kolagenní vlákna se vlivem tahu při vypínání holiny na vypínací rám přeorientují z příčného směru na směr podélný. Kromě vody navázané vodíkovou vazbou na polární skupiny molekuly kolagenu, se zbytek vody vyskytuje volně v kapilárních prostorech mezi fibrilami. Při vysychání volná voda migruje až k povrchu pergamenu, kde se odpařuje. S klesajícím obsahem vody ve struktuře se projevuje povrchové napětí vody, které uzavírá mezivláknenné kapiláry vody a vlákna se přibližují k sobě. Přilnou-li vlákna k sobě tak blízko, že se spojí, výsledný pergamen se stává křehký a průsvitný. Určité množství vody v pergamenu je proto důležité pro flexibilitu a neprůhlednost materiálu.

Procesem výroby zaniká kresba na lícové straně typická pro jednotlivé druhy kůže. U vyčiněných usní lze díky ní snadno vizuálně identifikovat původ zvířete a posuzovat vlastnosti materiálu, u pergamenů je optická identifikace původu složitější. Pro historické pergameny se volí pouze nedestruktivní metody analýz, z kterých se dnes využívá např. spektrofotometrie nebo triboelektrická extrakce.<sup>57</sup>

<sup>56</sup> HAINES, *Parchment*, 1999, s. 24.

<sup>57</sup> ZUBOVÁ, Anna. Rozlišení pergamenů podle jejich zvířecího původu. *Bioprospect: bulletin biotechnologických společností v České republice a Slovenské republice*, roč. 31 (2021), č. 1, s. 15.

## 2.6 Vlastnosti pergamenu

Pergamen je z podstaty svého živočišného původu heterogenní materiál. Jeho základní chemické, fyzikální a mechanické vlastnosti lze zobecnit, ovšem škála proměnných při definici materiálu je poměrně široká a závisí na mnoha faktorech. Těmi jsou původ kůže, konkrétní výrobní proces, stáří, podmínky skladování aj. Kvůli strukturální heterogenitě materiálu je chemická analýza složitá, existuje však několik ověřených metod stanovení vlastností pergamenu. Pro restaurátora jsou to zejména pevnost, pružnost, barevný odstín, soudržnost apod. Tedy vlastnosti, pro které byl v minulosti materiál vybrán a použit a které se zároveň mění procesem stárnutí.

### 2.6.1 Fyzikálně chemické vlastnosti

Z bílkovinné podstaty pergamenu vychází jeho základní chemické a fyzikálně-chemické vlastnosti, z nichž některé byly jmenovány již v předchozích kapitolách. V publikacích o pergamenu jsou za nejdůležitější vlastnosti považovány absorpce/desorpce vody a teplota smrštění. Dalšími parametry pro určení vlastností pergamenu mohou být např. obsah látek vyloužených vodou, pH výluhu, obsah jiných látek (tuku, dusíku, popela, atd.), kapilární savost, měkkost aj.<sup>58</sup>

Ne všechny vlastnosti lze určit u historických pergamenů tak, aniž by nebyla narušena jejich integrita a hodnota. Jako šetrný způsob analýzy se pro usně a pergameny zavedlo termické měření, které umožňuje odvodit stav nadmolekulární struktury materiálu díky odezvám souvisejícím s počtem a typem mezimolekulárních vazeb. Nejčastěji se používá *diferenciální skenovací kalorimetrie (DSC)* a *stanovení teploty smrštění (Ts)* ze vzorku pomocí mikroskopu vybaveného horkým stolem.<sup>59</sup>

### Teplota smrštění

Smrštění pergamenu při působení vysoké teploty je dáno vlastností kolagenového vlákna. Kolagenní vlákna jsou za normálních podmínek v mírně nataženém stavu působením sil vodíkových můstků. Při určitém stupni zahřátí je dosaženo zlomového bodu, kdy jsou tyto síly překonány pnutím uvnitř kolagenu a vodíkové vazby zanikají. Vlákno kolagenu se smrští do nahodilého a neuspořádaného tvaru a celý pergamen se stává měkký až kaučukovitý. Tento proces je nevratný, přičemž část kolagenu se stává rozpustnou ve vodě. Od absolutního rozpuštění dělí kolagen zbývající kovalentní a solné vazby. Teplota smrštění surového kolagenu se pohybuje okolo 65 °C. Vlivem loužení

58 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 26–28.

59 MOŽIR, Alenka; KRALJ CIGIĆ, Irena; MARINŠEK Marjan; STRLIČ, Matija. Material properties of historic parchment: A reference collection survey. *Studies in Conservation*, roč. 59 (2014), č. 3, s. 137.

a racemizace při výrobě pergamenu se teplota smršťení u kolagenu snižuje na 60 °C, při delším procesu loužení až na 55 °C. Naopak proces činění u usní může teplotu smršťení zvýšit až na 100 °C. Stárnutí pergamenu, způsobené hydrolytickou nebo oxidační degradací kolagenu, vede rovněž k poklesu teploty smršťení.<sup>60,61</sup>

Měření teploty smršťení se provádí postupným zahříváním vzorku ve vodě podle normy ČSN EN ISO 3380 a lze jej využít k definování kondice historického pergamenového objektu. Ve stručnosti jde o odebrání vzorku kolagenových vláken, která se rozdělí a umístí do destilované vody mezi mikroskopická sklíčka. Takto připravený vzorek se umístí pod mikroskop na vyhřívaný stolek, jehož teplota se postupně zvyšuje o 2 °C v řádu minut. Zaznamenává se teplota, při které začalo docházet ke smršťování. V závislosti na hodnotě  $T_s$  se historické pergameny řadí do čtyř kategorií poškození. Pergameny s  $T_s < 35$  °C jsou považovány za nejvíce poškozené.<sup>62</sup>

Teplota smršťení se u pergamenu projevuje pouze v přítomnosti vody. V případě suchého prostředí se během zahřívání pergamenu žádné barevné, rozměrové ani tvarové změny neprojeví a to ani při 100 °C. Mnohé pergameny vydrží až 130 °C po dobu dvou týdnů. Nad 150 °C však hnědnou a kroutí se.<sup>63</sup>

### **Obsah vlhkosti**

Pergamen je přirozeně hydrokopický materiál a množství obsažené vody zásadně ovlivňuje jeho pevnost, pružnost a propustnost pro další látky (páry, plyny aj.). Při různém množství obsažené vody lze u pergamenových objektů pozorovat rozměrové změny až o 4,5 %.<sup>64</sup> Pergamen se roztahuje nebo smršťuje oproti původnímu stavu s rostoucí či klesající vlhkostí. V pergamenu se voda vyskytuje ve formě vody vázané, asociované a volné. Voda vázaná je nepostradatelná pro stabilní strukturu kolagenu, asociovaná a volná voda tvoří její rezervu. Za ideálního stavu je v pergamenu zhruba 13 % vody.<sup>65</sup> Takové množství má pozitivní vliv převážně na jeho pružnost a ohebnost, protože za těchto podmínek vykazuje větší pohyblivost kolagenní struktura pergamenu. Při snižování procenta vody v pergamenu se kolagenní struktura zhušťuje, pergamen křehne a je náchylnější k mechanickému poškození.

60 HAINES, *Parchment*, 1999, s. 18.

61 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 27–28.

62 MOŽIR, Material properties of historic parchment, *Studies in Conservation*, 2014, č. 3, s. 137–138.

63 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 28.

64 WOODS, Christopher S. The conservation of parchment. In: KITE, Marion a THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006, s. 205.

65 HAINES, *Parchment*, 1999, s. 23.

V případě pergamenu lze pozorovat hysterézní charakter procesu sorpce a desorpce vody a je důležité jej neopomenout v případě zvlhčování pergamenového objektu. Sorpční izotermy se výrazně liší v závislosti na stáří pergamenu. Novodobý pergamen má vždy uzavřenější vnitřní strukturu, proto přijímá menší množství vody za delší čas. Historický pergamen má naopak strukturu otevřenější a je schopný pojmout větší množství vody za poměrně krátkou dobu.<sup>66</sup>

## **2. 6. 2 Fyzikálně mechanické vlastnosti**

Předností pergamenového materiálu jsou jeho výborné mechanické vlastnosti. Zejména je to jeho pevnost v tahu a odolnost při opakovaném namáhání. Vysoké hodnoty jsou dány kondicí nadmolekulární stavby kolagenu. U nového pergamenu lze provádět zkoušky na pevnost v tahu a prodloužení, modul pružnosti v tahu, ohybovou odolnost, aj. K definici fyzikálně mechanických vlastností lze částečně využít české technické normy třídy 79 pro kožedělný průmysl. U historických pergamenů není možné výše uvedené destruktivní zkoušky provádět.

## **2. 7 Příčiny poškození**

Jak již bylo uvedeno, pergamen je jeden z nejodolnějších historických materiálů využívaných v oblasti produkce knih a jiných dokumentů. Není-li vystaven extrémním podmínkám, je velmi trvanlivý. Vlivem zásaditého charakteru pH z výroby má schopnost vysoké odolnosti před chemickými procesy stárnutí jako je např. kyselá hydrolýza. Existují další vlivy, které mohou vést k narušení vnitřní struktury pergamenu i při jeho vysoké hodnotě pH. Spolu s mechanickým namáháním oslabeného materiálu mohou vznikat trhliny či ztráty, jejichž opravy jsou předmětem této diplomové práce.

### **2. 7. 1 Ztráta obsažené vody**

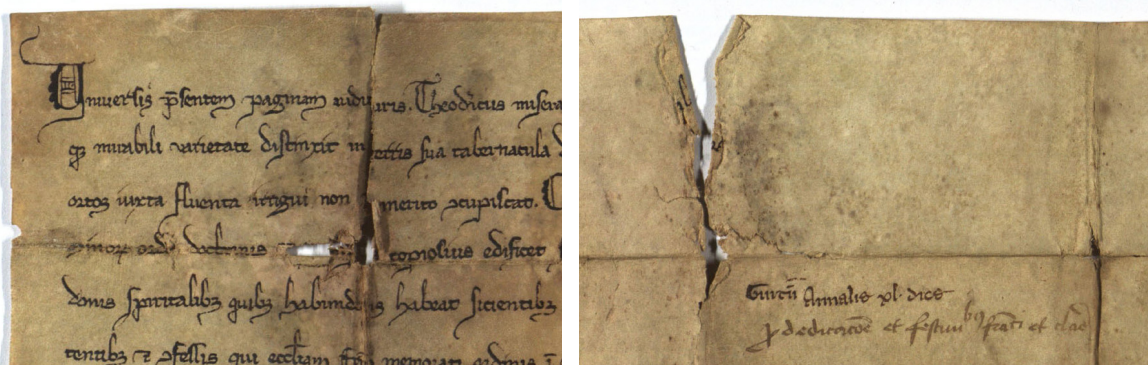
Významně se na ztrátě pevnosti a pružnosti historických pergamenů podílí vliv obsažené vlhkosti. V extrémních případech může toto poškození vést k narušení celistvosti pergamenu, vzniku trhlin a odpadávání materiálu. Nejčastěji je toto poškození zapříčiněno uložením pergamenu v prostředí s nízkou vlhkostí. Suché klima vede k tvrdnutí a křehnutí pergamenu z důvodu zániku vodíkových můstků ve struktuře pergamenu – jak bylo popsáno v kapitole o vlastnostech pergamenu. Betty M. Haines uvádí, že do určité míry, jedná-li se o ztrátu vody asociované a volné, je toto poškození dočasné a lze jej napravit adekvátním zvlhčením pergamenu. Sníží-li se obsah vody v pergamenu do míry ztráty vody vázané, mění se již struktura kolagenu a jedná se o nevratné

---

66 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 59.

poškození. Hranici pro obsah vázané vody stanovila na 8 % hmotnosti pergamenu.<sup>67</sup>

V případech mechanického namáhání suchého a křehkého pergamenu může dojít ke vzniku prasklin či ztrátám materiálu. Typickými místy s takovýmto poškozením bývají sklady listin, pergamenové závěsy pečetí, drážky mezi hřbetem a deskami u pergamenových knižních vazeb, přelepy na hřbetu knihy, kapitálová jádra, řemínky knižních spon a pod.



Obr. 19: Mechanická poškození v místech skladů listiny. Monasterium. Online, dostupné z: <https://www.monasterium.net/mom/AT-AWMK/WienOFMConv/35/charter> [cit. 2024-5-23].

## 2. 7. 2 Mikrobiologické napadení

Pergamen může být, jako přírodní makromolekulární látka, snadno náchylný k poškození plísněmi a bakteriemi za specifických podmínek. Rozvoj biodegradace nastává v případě uložení pergamenu do prostředí s relativní vlhkostí 70 % a výše. Proces bývá často zesílen vyšší teplotou prostředí a přítomností prachového depozitu.<sup>68</sup>

Kromě povrchového poškození (překrytí vrstvou mycelia, zbarvení) způsobují mikroorganismy poškození samotné struktury kolagenu a tím zhoršují mechanické vlastnosti pergamenu. To se může projevovat jako tvarové deformace podložky, křehkost a lámavost pergamenu. Nejvyšší míra napadení vede k destrukci celistvosti a rozpadání materiálu.<sup>69</sup>

V současné době je vznik mikrobiologického napadení spíše výjimečný, protože většina pergamenových památek je uložena ve vyhovujících klimatických podmínkách zabraňujících růstu mikroorganismů. Je však možné setkat se s objekty, které prošly

67 HAINES, *Parchment*, 1999, s. 28.

68 KUKÁNOVÁ, Zlatuše a DERNOVŠKOVÁ, Jana. Metody konzervování a restaurování listin. In: ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 259.

69 VORONINA, L. I., NAZAROVA, O. N., PETUSHKOVA, U. P. a REBRIKOVA N. L. Damage of parchment and leather caused by microbes. In: *ICOM Committee for Conservation, 6th triennial meeting, Ottawa, 21–25 September 1981*. International Council of Museums, s. 81/19/3-2.

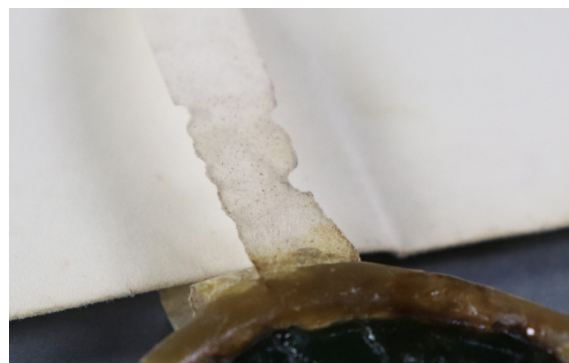
v minulosti procesem desinfekce, činnost mikroorganismů byla zastavena, ale nebylo ošetřeno poškození.

### 2. 7. 3 Živočišné napadení

Poškození hmyzem či hlodavci způsobuje především ztrátu materiálu. Zelinger jmenuje jako nejčastější škůdce brouky z čeledi kožojedovití, rybenky nebo červotoče.<sup>70</sup> Obecně se uvádí, že tento typ poškození není u pergamentu tak častý, jako u papíru. Pergamenové komponenty knižních vazeb, jako je pokryv nebo přelepy hřbetu, bývají poškozeny červotoči, kteří využívají ke svému růstu častěji jiné součásti knih, např. lepenkové desky nebo papírový blok. V pergamentu vytváří tzv. výletové otvory. Okraje těchto ztrát bývají většinou pevné a bez rizika šíření poškození. Pokud není přítomno jejich velké množství na relativně malé ploše doprovázené např. pnutím pergamentu, není potřeba je ošetřovat.



Obr. 20: Výletové otvory po červotoči na pergamenovém pokryvu. Foto: ZIKL, Ondřej.



Obr. 21: Poškození pergamenového závěsu pečeti hlodavcem.

### 2. 7. 4 Koroze inkoustu

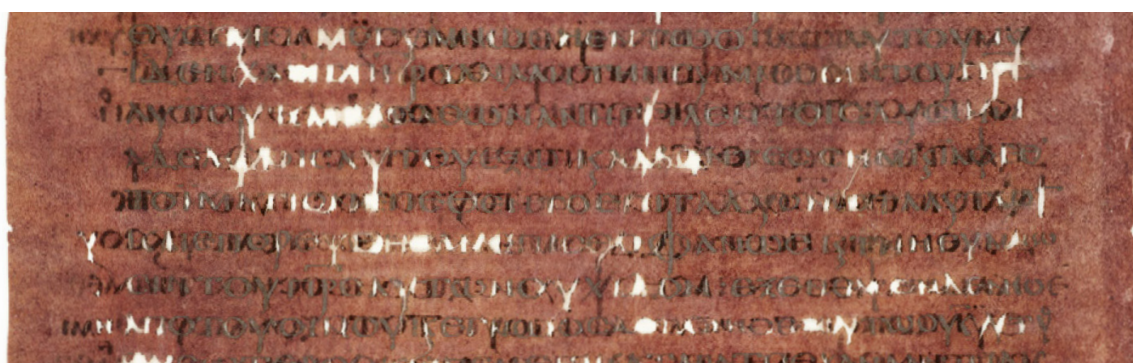
Pergameny popsané železozalovými inkousty, používanými od nejstarších rukopisů až do novověku, jsou vystaveny silným kyselinám a korozivním účinkům železnatých iontů. Riziko poškození je častější u papírových podložek, protože celulózové řetězce jsou méně odolné kyselinám přítomným v inkoustu než řetězce kolagenní. Papír se také častěji než pergamen dostane do kyselé oblasti pH vlivem stárnutí, což způsobuje oxidační štěpení celulózy katalyzované železitými ionty rozpustnými právě v prostředí pod hodnotou 5 pH.<sup>71</sup> Železnaté ionty jsou kromě inkoustů přítomny i v určitých pigmentech, ve stopovém množství ve vodě a dalších látkách použitých při výrobě. Po-

<sup>70</sup> ZELINGER, *Konzervace pergamentu*, 1992, s. 50.

<sup>71</sup> ŠIROKÝ, Miroslav. Záznamové prostředky. In: ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 322.

škození může vyvolat i přímý dlouhodobý kontakt s kovovým předmětem, nejčastěji kování knižní vazby.<sup>72</sup>

Důsledkem těchto degradačních procesů je v konečné fázi ztráta materiálu, v případě psací látky současně ztráta textu nebo obrazu. Vhodné řešení této problematiky je momentálně ve fázi výzkumu, testují se možná ošetření pergamenů vedoucí k zastavení nebo zpomalení degradačních procesů způsobených železnatými ionty. Ukazuje se, že látky vhodné pro papírové podložky, zejména roztoky fyátů vápenatých, jsou při ošetření pergamenů nedostatečné.<sup>73</sup> Pergamenová folia, která vlivem záznamových prostředků zřehla, je zvykem alespoň jednostranně podlepovat japanovými nebo kolagenními foliemi, aby se zabránilo ztrátě materiálu.



Obr. 22: Poškození pergamenu vlivem koroze inkoustu. HOFMANN, *The Vienna Genesis*, 2020, s. 294.

### 2. 7. 5 Mechanické poškození

Mechanická poškození pergamenu se projevují jako nejrůznější deformace, trhliny, odlupování, odření nebo částečná ztráta materiálu. Vznikají z různých důvodů – u archivních dokumentů nejčastěji během jejich používání. V minulosti byly tyto objekty předmětem denní potřeby, čemuž může odpovídat dnešní stav opotřebení. Jedná se o různou manipulaci s objekty, rozevírání knih, listování, přehýbání fólií aj. Přestože je pergamen odolný materiál, vlivem stárnutí je k mechanickému poškození náchylnější.

U pergamenových knižních vazeb se nejčastěji setkáme s opotřebením v místech knižního hřbetu, kde je materiál opakovaně namáhán ohýbáním. Toto se týká i dalších komponentů, které jsou součástí vazby, např. pergamenová křídélka u hřbetů složek, pergamenové přeplepy, vazby, jádra kapitálků. Stejně tak se mohou poškodit hřbety per-

72 OHLÍDALOVÁ, Martina; KUČEROVÁ, Irena. Vliv kationů kovů na degradaci kolagenových materiálů. In: *Restaurování a ochrana uměleckých malířských a sochařských děl: konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt*. Kutná Hora: Arte-fakt sdružení pro ochranu památek, 2006, s. 30.

73 BEHRENS, Lisa; HENNIGES, Ute; FORSTMAYER, Kerstin; BRÜCKLE, Irene. Iron Gall Ink Corrosion on Parchment. Preliminary Evaluation of Treatment Methods Using Aqueous Solutions. *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*, roč. 43 (2022), č. 1–2, s. 73–92.

gamenových složek knižního bloku. Mechanická poškození pergamenového pokryvu vznikají nešetrnou manipulací s knihou. Viditelná bývají na místech desek, jejich hranách, u hlavy a paty hřbetu. Pokud má knižní vazba pergamenové řemínky spon, i zde vznikají opotřebení častým otevíráním a uzavíráním knižního bloku.

Pergamenové listiny jsou nejméně odolné při tenkých okrajích, v místech ohybů, podle kterých se listiny opakovaně rozevíraly a skládaly. Velké namáhání bývá patrné u pergamenových závěsů pro pečetě. U listin se může restaurátor setkat se záměrným prořezáním pergamenu, které mělo sloužit k zneplatnění listiny a jejího znění. Zásah v místě textu byl častěji prováděn v českých zemích, na moravě se listiny zneplatňovali přestřížením závěsů s pečetěmi. Tato poškození je třeba chápat jako součást historických událostí, které objekt dokládá a proto by se neměla opravovat.<sup>74</sup>

Posledním typem mechanického poškození jsou defekty, které vznikly již při výrobě pergamenu. Nedopatřením nebo nedostatečnou zkušeností pergameníka se kůže mohla poškodit v procesu sušení a broušení. Vzniklé tvary v podobě ok nebo slz se v minulosti často tolerovaly a i takto poškozená folia jsou součástí dnešních kodexů nebo listin, patrně z důvodu šetření materiálem i financemi.

Zvláštním poškozením jsou ztráty u iluminovaných rukopisů. Lze se setkat s případy, kdy byly v minulosti z folia vyřezány iluminované iniciály, tedy nejzdrobnější části mnoha kodexů. Tato poškození mohou naznačovat formu "krádeže" vzácné části artefaktu za účelem zisku.



Obr. 23: Vyřezaná iluminace z folia kodexu. Medievalbooks. Online, dostupné z: <https://medievalbooks.nl/2014/10/24/feeling-good-about-bad-skin/> [cit. 2024-4-11].

74 ŠTĚPÁN, Jan. Osobní rozhovor. 12. 5. 2024.

## 2.8 Restaurování pergamenu se zřetelem na opravy

Výše popsaná poškození přirozeně vedou k otázkám jejich odstranění, nápravy nebo zpomalení degradačních procesů. Woods shrnuje, že v minulém století bylo k restaurování pergamenu přistupováno spíše experimentálně, bylo použito mnoho různých postupů, technik a materiálů, z nichž ovšem nevzešel žádný komplexní ani univerzální recept ošetření. Naopak, během posledních let sleduje autor postupný příklon restaurátorů k minimalizaci zásahů jak ve volbě materiálů, tak obecně v otázce o jejich nutnosti či zbytnosti.<sup>75</sup>

Tento jev je patrně reakcí na restaurátorské snahy minulého století. Dle Woodse se v Evropě v období 30. až 80. let minulého století očekával přelom na poli restaurování díky rychlému vývoji moderní vědy a chemického průmyslu. Vědecký přístup měl odstranit problémy stárnutí a navrátit objekty do jejich původní podoby. Trendem byl odklon od řemeslných metod a starých materiálů, které byly nahrazovány syntetickými. Zkušenosti ovšem ukázaly, že některé inovace měly nežádoucí účinky a restaurovaným objektům spíše uškodily. Od devadesátých let se restaurátoři důsledněji zamýšlejí nad dopady zvolených technologií a navracejí se k historickým postupům i materiálům.<sup>76</sup>

V oblasti vyspravování pergamenů se moderní přístup 20. století neprojevil v takové míře, jako tomu bylo například u tukování pergamenů, desinfekci nebo skeletizaci. V literatuře se neobjevují škodlivé syntetické materiály vyjma některých polymerních lepidel. Oblast restaurování byla naopak obohacena vědeckým výzkumem o použitelné deriváty celulózy a průmyslově vyráběný kolagen. Jak shrnuje bakalářská práce Veroniky Žákové, byla v minulém století vyvíjena metoda dolévání pergamenu. Od 70. let 20. století hledali restaurátoři vhodnou dolévací pergamenovou směs aplikovatelnou na silně poškozený pergamen s množstvím materiálových ztrát. V českém prostředí se však tato metoda příliš nerozšířila, patrně z důvodu velké náročnosti zásahu i jeho nesourodým výsledkům.<sup>77</sup> V zahraničí se dnes tato metoda používá také k výrobě přesných záplat, které se aplikují k pergamenu za sucha jako tzv. rekonstituovaný pergamen.

Snaha o opravy pergamenové psací podložky pochází ovšem už z raného středověku.<sup>78</sup> Lze nalézt mnoho historických metod pro podporu slabého pergamenu, vy-

75 WOODS, The conservation of parchment. In: KITE, *Conservation of Leather*, 2006, s. 213

76 *Ibidem*, s. 213.

77 ŽÁKOVÁ, Veronika: *Doplňování pergamenu se zřetelem k metodám dolévání*. Bakalářská práce. Litomyšl: Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl, o.p.s., 2005, s. 9.

78 REED, *Ancient skins*, 1972, s. 220.

plnění děr a opravu trhlin. Varianty se liší použitými materiály, technikami i časovým rozmezím, tzn. v které fázi práce s pergamenem byly opravy provedeny.<sup>79</sup>

### 2. 8. 1 Historické techniky

Ve středověkých rukopisech, zejména z 12. a 13. století, je možné pozorovat opravy pergamenu pomocí šití. Nitěmi nebo proužky kůže bylo možné uzavřít trhliny a prořezané části k sobě. Přišívány byly i pergamenové záplaty. Rozeznat lze zásahy provedené na vypnutém pergamenu před jeho vysušením od oprav provedených na suchém pergamenu, např. ve svázaném kodexu. Defekty opravené ještě ve stavu napínání se během procesu sušení stabilizují a po vysušení drží svůj tvar dále i bez dodané podpory. Opravy prováděné po vysušení pergamenu mají často ozdobný charakter díky barevným nitím a nejrůznějším kombinacím stehů, které vyplňují celou plochu defektu a samy o sobě tvoří originální záplatu.<sup>80</sup>

Dle R. Reeda stačilo některá poškození pouze zatřít kličem, přičemž uvádí klič pergamenový. Častěji byl však kombinován s dalším materiálem. Kus pergamenu nebo kolagenní blány sloužil jako záplata pro ztráty nebo trhliny. Autor uvádí tyto historické zásahy jako klasickou metodu oprav rukopisů a hodnotí je jako velmi dobré a ověřené časem.<sup>81</sup>



Obr. 24: Historická oprava defektu folia ozdobným vyšíváním. The Morgan Library and Museum. Online, dostupné z: <https://www.themorgan.org/collection/berthold-sacramentary/50> [cit. 2024-06-14].



Obr. 25: Historická oprava defektu folia – sešití před vysušením pergamenu.

79 WOODS, The conservation of parchment. In: KITE, *Conservation of Leather*, 2006, s. 224.

80 JAKOBI-MIRWALD, Christine; CSANÁDY, Thomas; BREITH, Astrid. Pergamentnähte in mittelalterlichen Handschriften. Ein Tagungsbericht. In: *Künstliche Intelligenz in Bibliotheken: 34. Österreichischer Bibliothekartag Graz 2019*. Graz: Uni-Press, 2020, s. 381–389.

81 REED, *Ancient skins*, 1972, s. 221.

Pokud jsou historické opravy stále funkční a nepoškozují originální předmět, zůstávají součástí objektu a nenahrazují se novými metodami. Bezvýhradně se neodstraňují vysprávky opatřené originálním textem, kresbou nebo malbou. Mladší opravy v některých případech také nesou novodobý text nebo ilustraci, protože bylo v minulosti zvykem tyto informace doplňovat spolu s materiálem. Ve všech případech je dnes dobový doplněk vnímán jako důležitý prvek historické hodnoty předmětu.

### 2. 8. 2 Novodobé techniky

Woods uvádí, že během dvacátého století byla v Británii rozšířena praxe využívat k opravám nový pergamen v kombinaci se škrobovou pastou. Toto lepidlo má oproti klišu menší přilnavost a kvůli vyššímu obsahu vody také delší dobu schnutí. Dle autora tato metoda nepříznivě ovlivnila celkové restaurování. Pergameny byly za účelem lepší přilnavosti necitlivě broušeny, nadměrně smáčeny a lisovány. Výsledkem byl tuhý a křehký materiál s drsným povrchem, docházelo ke smrštění rozměrů nebo k ztransparentnění.<sup>82</sup>



Obr. 26: Historická vysprávka pomocí kolagenní blány. HOFMANN, *The Vienna Genesis*, 2020, s. 65.

Nové pergameny mohou být po stránce doplňovaného materiálu paradoxně nevyhovující pro své jinak vynikající vlastnosti. Příliš pevné a odolné záplaty se nehodí k vyspravování slabých a křehkých materiálů. Když se slabá místa vyztuží nebo doplní příliš pevnou podporou, při případném dalším namáhání hrozí destrukce originálu, protože v pevnosti povolí dříve než materiál doplňovaný. Vhodnější se proto pro doplňky a vysprávky zdají být flexibilnější a pružnější materiály. Je-li historický pergamen v dobré kondici, pak se doplňování novým pergamenem dá doporučit.

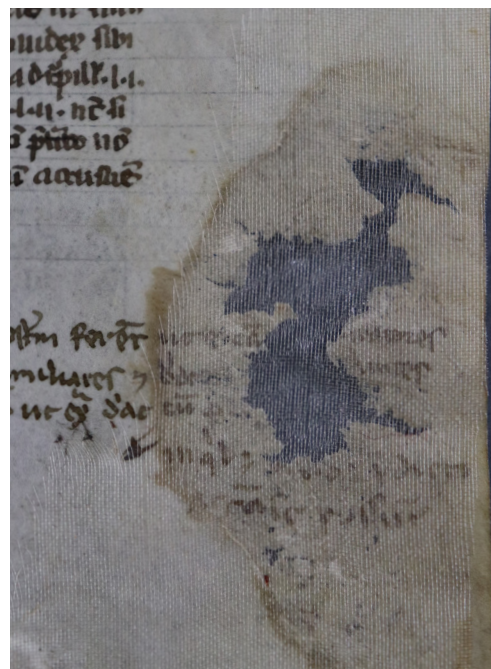
V literatuře i v praxi se zmiňují především japonské či jiné papíry a kolagenní blány. Práce s japonským a ručním papírem je oblíbená kvůli jednoduché manipulaci,

82 WOODS, The conservation of parchment. In: KITE, *Conservation of Leather*, 2006, s. 224.

vysoké pevnosti při nízké gramáži materiálu a možnosti barevného tónování. Nevýhodou může být odlišná podstata materiálu a z ní vycházející odlišné reakce při stárnutí oproti pergameni. Při vyšších gramážích není japonský papír zcela průhledný a jeho povrch nedokáže napodobit leštěné a lesklé pergameny. Jako kolagenní materiál je známa tzv. zlatotepecká blána nebo syntetický kolagen. Materiály jsou pro restaurování pergameni vyhovující pro svou chemickou příbuznost. Mají také vyhovující vlastnosti, jako je průhlednost, vysoká pevnost a pružnost ale práce s nimi může být komplikovaná.

Od dvacátých let minulého století jsou ve Francii a Německu doloženy vysprávky z tzv. *pergamenového transparentního papíru*. Ve Velké Británii se mezi 30. a 80. lety 20. století hojně používal hedvábný šifon k restaurování papíru a v ojedinělých případech byla technika reprodukována i na pergamenové objekty. Z textilních materiálů byly zaznamenány také pokusy o vyspravování plátnem, hedvábnou gázou a viskózou.<sup>83</sup>

Z polymerních lepidel, se kterými se v minulém století v restaurování experimentovalo, uvádí Ch. Woods tepelně aktivovatelná lepidla a polyvinylacetátové (PVA) emulze. Dnes je tato metoda silně odmítána. PVA lepidla byla kombinovaná s kolagenní blánou nebo japonským papírem, přičemž nevhodná se zdají být z několika důvodů. Nevykazují hygroskopické vlastnosti, které jsou pro pergamen zásadní. Nelze je snadno odstranit tak, aby nepoškodily originál a produkují nežádoucí látky při rozkladu. Autor pochybuje i o novodobějších polyvinylacetátových lepidlech, která zaručují reverzibilitu.<sup>84</sup>



Obr. 27: Vyspravení pergamenového folia hedvábnou gázou.

### 2. 8. 3 Vyspravování pergamenu na území bývalého Československa

Restaurování pergamenu nebylo v bývalém Československu uceleným tématem a stejně jako v zahraničí přistupovali restaurátoři k problematice experimentálně. Z publikovaných příspěvků vyplývá, že nejčastěji byl v minulosti používán k vyspravování pergamenu japonský papír nebo pergamen v kombinaci se škrobovou pastou,

83 WOODS, The conservation of parchment. In: KITE, *Conservation of Leather*, 2006, s. 227.

84 *Ibidem*, s. 225.

klihem nebo průmyslovými disperzními lepidly. Autoři odborných příspěvků vycházeli ze zahraniční literatury nebo sami absolvovali kvalifikační cesty do zahraničí (Itálie<sup>85</sup>, Německo<sup>86</sup>).

V odborné stati z roku 1927 věnující se kondici muzejních památek uvádí autor A. Stocký krátký příspěvek také k pergamenovým objektům. Zmíněno je mechanické čištění měkkým kartáčem a odsávačem prachu, postup nepřímého zvlhčování a následné rovnání zmačkaných nebo slepených pergamenových dokumentů. Problematika oprav mechanického poškození se v práci neskloňuje, je však uveden názor, že dobře zachované pergamenové listiny, knihy a vazby není třeba konzervovat vůbec.<sup>87</sup>

Za prvního českého autora publikujícího odborné texty o restaurování archiválií je považován Václav Vojtíšek.<sup>88</sup> Ten již v příručce z roku 1932 doporučuje k podlepování zkrehlých a poškozených pergamenů japonský papír lepený želatinou nebo čerstvým škrobem.<sup>89</sup> Dále hodnotí tehdejší používání zlatotepecké blány: *"Při vzácných rukopisech pergamenových užilo se k přelepení trhlin zlatotepecké mázdry (ze slepého střeva hovězího dobytka). Avšak těžko se pro mastnost spojuje s pergamenem, je v malých kusech a je dosti drahá. Proto tento prostředek nenabyl většího významu, ani když byl doporučován spíše pro písemnosti papírové nebo papyrusové."*<sup>90</sup>

V 60. letech minulého století publikoval přístupy péče o pergamenové památky historik Ludvík Losos. Ve sborníku příspěvků o historické knižní vazbě z roku 1963 píše konkrétně o pergamenových vazbách, přičemž se věnuje i mechanickému poškození. *„K vysprávce větších otvorů a trhlin se používá tzv. zlatotepecká kožka nebo blána, která je v podstatě nejjemnějším pergamenem, která se vyrábí z telecích apendixů nebo i ostatních střevních stěn."*<sup>91</sup> Materiál hodnotí jako dosti průsvitný a uvádí, že k vysprávce postačí také běžný pergamen. Japonský papír nevzpomíná. Pro vyplňování chybějících míst ještě popisuje použití tmelu z rozvlákněného japonského papíru, pergamenu,

85 MARTINEK, František a ŠIROKÝ, Miroslav. Poznatky ze studijní cesty na některá italská konzervační pracoviště. In: *VI. seminář restaurátorů a historiků. Bratislava, 17.-19. 9. 1985*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1985, s. 164–176.

86 DERNOVŠKOVÁ Jana a BUCHTELOVÁ Lucie. Metody konzervování archiválií v Mnichově. *Archivní časopis*. Praha: Sekce archivní správy MV ČR, roč. 44 (1994), č. 1. s. 54–56.

87 STOCKÝ, Albín. *Konzervace muzejních předmětů*. Praha: Svaz československých museí, 1927, s. 60–61.

88 VANIŠOVÁ, Milana. *Historický vývoj oboru Konzervátorství restaurátorství papírových dokumentů a knižní vazby, používaných metod a vzdělávacích institucí v Československu a České republice*. Diplomová práce. Litomyšl: Univerzita pardubice, Fakulta restaurování, 2018, s. 52.

89 VOJTÍŠEK, Václav. *O konzervaci archiválií*. Praha: Státní tiskárna v Praze, 1932, s. 40–42.

90 *Ibidem*, s. 43.

91 LOSOS, Pergamenové vazby. *Historická knižní vazba*, 1963, s. 63.

pergamenového klišu a škrobu.<sup>92</sup>

V roce 1986 vydal kolektiv autorů *Přehled konzervačních metod používaných v oddělení ochany a restaurování fondů v tehdejší Státní knihovně ČSR*. Dokument byl zaměřen na konzervaci bílých vazebních usní a pergamenů, zejména z období 16. a 17. století. Přesto, že byla tato metodika pro potřeby restaurátorů dobře zpracována, kapitola o vyspravování materiálu zde zcela chybí. Důvodem je patrně zaměření autorů na vazební materiály početných fondů, při kterých byla v zájmu především kondice materiálu, tzn. čištění, neutralizace, dočinění a tukování pokryvů.<sup>93</sup>

Ivan Galamoš prezentoval v roce 1988 svůj postup restaurování při rozsáhlém zásahu na pergamenovém rukopisu. K vyspravování knižního bloku uvádí následující: „*Tam, kde bol pergamen prerezaný, sme použili úzký prúžok natrhaného japonského papiera, ktorý sa aplikoval z oboch stran pomocou lepidla Sokrat kombinovaného s Thylozou M 300. Japonským papierom sa opravili i poškodené miesta v chrbtových partiach.*“<sup>94</sup> Dále specifikuje vyplňování míst s vyřezanou iniciálou. Pro toto poškození využil broušený psací pergamen s minimálním překrytím originálu. Chybějící folia nahradil pergamenovými křidélky. Všechny doplňky nechal po aplikaci lepidla lisovat pod mírným tlakem v lisu do úplného vysušení.<sup>95</sup>

Restaurováním pergamenu se zabýval také český restaurátor Ladislav Kolařík, který své znalosti shrnul v publikaci z roku 1991. Kolařík obecně rozlišuje vyspravování pergamenu jako zajištění trhlin nebo podporu poškozeného materiálu od doplňování chybějícího pergamenu. V prvním případě využívá podpůrného materiálu kolagenní blány nebo japonského papíru, obojí lepené hustším kolagenem. Chybějící materiál nahrazuje broušeným pergamenem.<sup>96</sup> Z textu dále vyplývá, že používání kolagenní blány vycházelo z jeho vlastní iniciativy využít vhodný materiál pro opravu pergamenů a uvádí i proces výroby těchto fólií: „*Při hledání materiálů na opravu pergamenu – tenkých, pevných a průhledných – jsem objevil, že vhodným materiálem požadovaných vlastností*

92 LOSOS, Pergamenové vazby. *Historická knižní vazba*, 1963, s. 63.

93 ŘEHÁK, Petr, ORLITA Alois a kol. *Přehled konzervačních metod používaných v oddělení ochrany a restaurování fondů Státní knihovny ČSR. Díl III. Technologický předpis pro konzervaci bílých vazebních usní a pergamenů zejména z období 16. a 17. století*. Praha: Státní knihovna ČSR, 1986.

94 GALAMBOŠ, Ivan. Konzervovanie a reštaurovanie pergamenového rukopisu a jeho kniznej vazby „Graduale posoniense“ resp. „Anthiphonarium Bratislaviense“ jako je uvádzaný v poslednej súčasnej literatúre o stredovekých latinských kodexoch na slovensku. In: *VII. seminár restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 96.

95 *Ibidem*, s. 96.

96 KOLAŘÍK, *Restaurování písemných památek*, 1991, s. 30–31.

*je blána stažená z povrchu hovězích jater. Blánu očistíme od zbytků a pak máčíme ve slabém vápenném mléce. Potom ji dokonale propereme v čisté vodě, lehce napneme na desku a necháme sušit. Lepíme škrobem, do kterého přidáme malé množství kolagenu.*"<sup>97</sup>

František Křivánek uvedl na 8. semináři restaurátorů a historiků svůj příspěvek o konzervaci a restaurování pergamenových listin a voskových pečetí. U možností doplňování chybějících částí pergamenové listiny pouze vyjmenovává vhodné materiály, které dále nerozvádí. Zmiňuje japonský papír, směs pergamenu a ručního papíru a také kolagenní blánu: „*Velmi dobře se osvědčila při zpevňování a doplňování natržených nebo proříznutých částí pergamenů serózní blána.*“<sup>98</sup> Výběr konkrétního materiálu přenechává autor textu na restaurátorovi. Pouze zdůrazňuje, že doplnění pergamenu musí být funkční, aby se zabránilo případnému dalšímu mechanickému poškození.<sup>99</sup>

Asi nejobsáhleji se pergamenem zabýval Jiří Zelinger, který opravy pergamenu rozděluje na *laminování* a *záplatování*. Laminování definuje jako uzavírání trhlin a perforací a to lokálně nebo celoplošně. Jako podpůrné materiály vhodné pro laminaci vyjmenovává zlatotepecký pergamen (přírodní kolagenní blána), syntetický kolagen, dlouhovláknový papír, japonský papír, telecí zmetkovici, blánu z plovoucích měchýřů ryb, bubnovou kůži a polyamidový textil.<sup>100</sup>

Záplatování definuje Zelinger jako „*(...) doplňování chybějících míst pergamenu záplatou z vhodného materiálu, který se svými fyzikálními vlastnostmi a vzhledem co nejvíce blíží původnímu.*“<sup>101</sup> Nejvhodnějším materiálem by měl být, dle autora, nový pergamen, ovšem dostupnost materiálu s podobnými fyzikálními vlastnostmi i texturou příbuznou historickému pergamenu vidí jako problematickou. Zejména z důvodu odlišné novodobé technologie výroby pergamenu. Jako druhou variantu popisuje použití japonského nebo ručního papíru, ale odlišnou podstatu materiálů vnímá jako nevhodnou. Papír může vyvolat tvarové deformace a neúměrné namáhání pergamenu v místech spoje. Příčinou by měly být odlišné reakce papíru a pergamenu na změny teploty a vlhkosti prostředí a odlišné chemické procesy během stárnutí. Jako možné řešení navrhuje Zelinger přístup Amerického institutu, kde pergamenové záplaty používají pro

97 KOLAŘÍK, *Restaurování písemných památek*, 1991, s. 30.

98 KŘIVÁNEK, František. Konzervace a restaurace pergamenových listin a voskových pečetí. In: *VIII. seminář restaurátorů a historiků. Železná Ruda–Špičák, 25.–27. května 1991*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992, s. 83.

99 *Ibidem*, s. 83.

100 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 72–73.

101 *Ibidem*, 1992, s. 74.

objekty v dobrém fyzickém stavu a papírové záplaty pro pergamen poškozený a oslabený. Kromě pergamenu a papíru jmenuje autor jako další možné alternativy hedvábný textil, typografický papír zpevněný impregnačním alkoholickým roztokem a všechny materiály určené v předchozím odstavci pro laminaci.<sup>102</sup>

### Archiv koruny české

V 80. a 90. letech minulého století se restaurátoři Národního archivu soustředili na restaurování nejvzácnějšího pergamenového listinného fondu u nás, tedy na archiv koruny české (dále AČK). Miroslav Široký uvedl v roce 1989 dochovaný stav listin následovně: „(...) od dob svého založení prodělal (AČK) velmi pohnuté osudy, které bezprostředně souvisely s politickou situací. V dobách nebezpečí byl převážen a ukrýván. Ale i v době relativního klidu byl ukrýván na místech vyhovujících sice tehdejšímu předstávám o bezpečném uložení, ale nikoliv dnešním o preventivní fyzické péči. Nevětrané vlhké prostory s minimální cirkulací vzduchu a někdy i zatékající vodou se na některých listinách krutě podepsaly.“<sup>103</sup> Celkově však hodnotí stav pergamenového souboru jako dobrý s přihlédnutím k stáří fondu i výše popsaným nevyhovujícím podmínkám uložení. Pouze malá část fondu utrpěla poškození vyžadující skeletizaci.<sup>104</sup>

Stejně závěry vyhodnotil také František Martinek: „V důsledku uložení v prostředí s enormní vlhkostí došlo u mnohých listin k poškození plísněmi, v některých případech také hmyzem. Přirozeným, ale vlivem nevhodných ukládacích podmínek i urychleným stárnutím došlo k porušení struktury pergamenu, což mělo spolu s vlivem vody za následek ztvrdnutí a v místech ohybů listin došlo ke vzniku trhlin. (...) Častým mechanickým namáháním byly poškozeny také některé závěsy pečeti.“<sup>105</sup>

Restaurátor Miroslav Široký publikoval typický postup vyspravování pergamenové listiny fondu AČK následovně. „Drobné trhliny se zacelují navlákněným japonským papírem, který zvlhčujeme směsí Tylozy a upraveného Sokratu 6492. Bez úpravy (koalescent, alkalizace) nelze Sokrat použít. Větší otvory, zejména nepravidelných tvarů lze zcelit suspenzí papírové vlákniny, obdobnou technikou jako u papíru, ale s užitím menšího lisovacího tlaku. Po zaschnutí se doplněné místo dle potřeby zabrousí jemným smirkovým

102 ZELINGER, Konzervace pergamenu, 1992, 74–76.

103 ŠIROKÝ, Miroslav. Konzervace pergamenových listin archivu české koruny. In: *VIII. seminář restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 36.

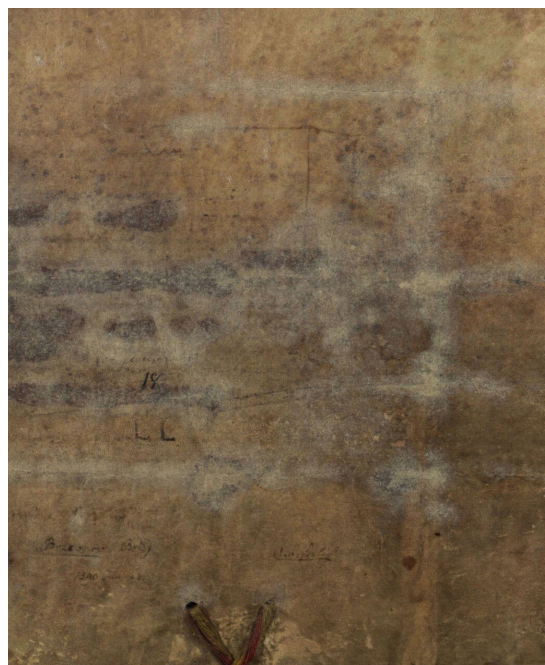
104 *Ibidem*, s. 36.

105 MARTINEK, František. Specifické problémy konzervace a restaurace fondu archiv české koruny. In: *VII. seminář restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 23.

papírem a vyhladí kostkou. Otvory menších a středních rozměrů pravidelných tvarů lze spravovat záplatami z pergamenu či ručního papíru. Na prosvětlovacím stole si připravíme předem požadovaný tvar záplaty, vytenčíme okraje a pomocí speciálního lepidla na bázi Sokratu 6492 (Sokrat–pergamo) vlepíme do otvoru. Po zaschnutí zabrousíme okraje vlepů jemným smirkovým papírem."<sup>106</sup> K těmto opravám přistoupil restaurátor až po celkovém vyrovnání listiny.

Obdobný postup popsala i Kateřina Sadílková, která se také podílela na restaurování fondu AČK a následně publikovala jakýsi praktický přehled zásahů: „(...) je někdy zapotřebí vyspravit jejich drobnější nebo i větší trhliny. Tyto opravy se provádějí na úplný závěr všech operací s listinou. Na vysprávky se používá podle potřeby buď rozvlákněný japonský papír lepený lepidlem Sokrat–Super, nebo vytenčený pergamen lepený lepidlem Sokrat–Pergam."<sup>107</sup>

V pozdější době se restaurátoři zabývali nejvíce poškozenými listinami fondu AČK, které bylo nutné rekonzervovat: „(...) povrch pergamenu byl rozrušen v celé tloušťce (krajka) s častými trhlinami. (...) Listiny se dosud nerozpadly jenom zásluhou podlepení papírem, plátnem nebo obojím. Jako lepidlo byl zřejmě použit škrob. Vyjimku tvoří listina inv. č. 1291, která byla podlepena knihařským plátnem v době ne zcela dávné pomocí



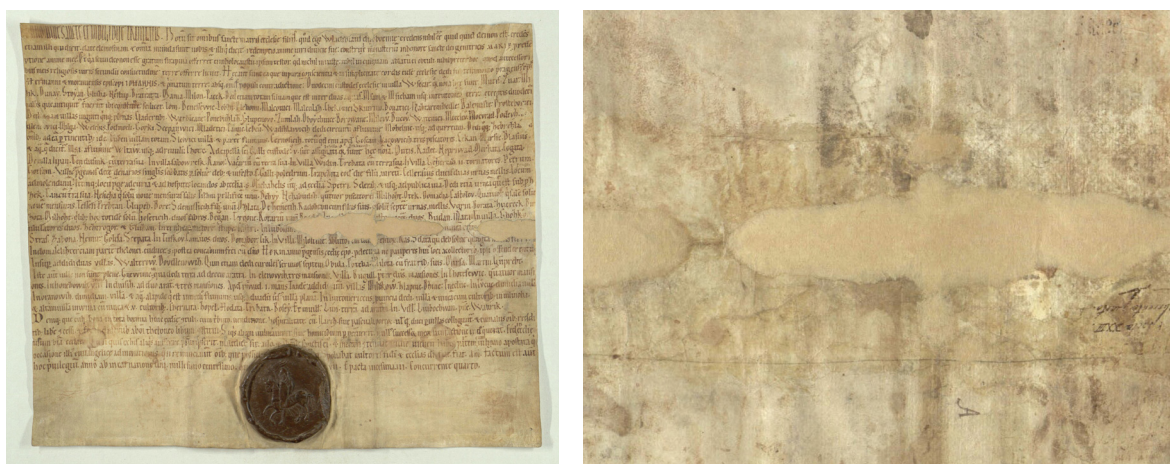
Obr. 28: Listina z fondu České koruny, inv. č. 1291 po restaurování. Ztráty doplněny pergamenovou dolévací směsí. Přední strana (vlevo), detail zadní strany (vpravo). Monasterium. Online, dostupné z: <https://www.monasterium.net/mom/CZ-NA/ACK/1291/charter> [cit. 2024-8-28].

106 ŠIROKÝ, Konzervace pergamenových listin. VII. seminář restaurátorů a historiků, 1989, s. 42.

107 SADÍLKOVÁ, Kateřina. Praktické zkušenosti při konzervaci a rekonzervaci AČK. In: VII. seminář restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 85.

disperzního lepidla.“<sup>108</sup> Tento novodobý zásah byl zdůvodněn korozí písma vedoucí až k jeho propadávání patrně po provedených experimentech se zviditelňováním textu. „Pergamenové závěsy byly ve stejném stavu jako vlastní listiny – křehké, potřhané a se stopami starých plísni.“<sup>109</sup> Listiny byly z rubové strany doplněny nebo zpevněny dolévací směsí (Chem. laboratoř VII. oddělení SÚA: pergam. prach, perg. náhrada, ethanol, Sokrat 6492). Stejným způsobem byly v případě potřeby ošetřeny i pergamenové závěsy, ovšem někdy byl použit na zpevnění nebo slepení natrženého závěsu pouze japonský papír a Sokrat 6492).<sup>110</sup>

Popis dobového restaurování pergamenových listin v Národním archivu prezentovala Jana Dernovšková při odborné konferenci v roce 1998. Uvedla zde příklady méně častého poškození pergamenových listin a tedy i náročnější restaurátorské postupy. Doplnňování pergamenu bylo aplikováno u listiny AZK 492 ze zrušeného benediktínského kláštera v Kladrubech. Listina byla poškozena zateklinami a velkými ztrátami, které byly v minulosti doplněny dvěma materiály: tenkým transparentním pergamenem a sítěnkou. Historické opravy byly nevyhovující – pergamenové záplaty měly tendenci stahovat originální pergamen, záplaty ze sítěnky nerespektovaly původní tvar děr, byly zdegradované a obecně byly již nevyhovující z funkčního i estetického hlediska. Nahrazeny byly tónovaným japonským papírem ve třech vrstvách, aby se tloušťkou přiblížily tloušťce pergamenu. Dvě vrstvy jap. papíru kopírovaly tvar děr v pergame-



Obr. 29: Listina AZK 492 po restaurování, ztráty doplněny japonským papírem. Přední strana (vlevo), detail zadní strany (vpravo). Monasterium. Online, dostupné z: <https://www.monasterium.net/mom/CZ-NA/AZ-K%7CKladruby/492/charter> [cit. 2024-8-28].

108 HEJZLAROVÁ, Julie a SNÍŽEK, Luboš. Rekonzervace a restaurování poškozených listin z fondu AČK. In: *VIII. seminář restaurátorů a historiků. Železná Ruda–Špičák, 25.–27. května 1991*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992, s. 70–71.

109 *Ibidem*, s. 71–72.

110 *Ibidem*, s. 74.

nu přesně, třetí vrstva okraje těchto děr přesahovala o milimetr. Tento přesah propojil záplaty s originálním pergamenem za použití Tylose MH 4000 rozpuštěného ve směsi voda : ethanol v poměru 1 : 2. Přidaný ethanol zabránil silnému promáčení pergamenu během lepení.<sup>111</sup>

V roce 2006 prezentovala restaurátorka Veronika Žáková práci s pergamenovým svitkem ze sbírek Židovského muzea v Praze. Doplnění pergamenu provedla kombinováním japonského papíru a kolagenní blány. „*Jednotlivé vrstvy jsme slepovali pergamenovým kličem v pořadí: zlatotepecká blána, japonský papír (v několika vrstvách, tak abychom dosáhli příslušné tloušťky), zlatotepecká blána.*“<sup>112</sup>

Kombinaci kolagenní blány a japonského papíru využila při doplňování pergamenového diplomu také restaurátorka Jitka Neoralová ve Středočeském muzeu v Roztokách u Prahy. Restaurovaný objekt byl rozpadlý na více částí a přítomny byly velké ztráty. Propojení a zároveň doplnění pergamenu provedla restaurátorka vrstvou kolagenní blány (v textu uvedena jako blána pergamenová) podlepenou tónovaným japonským papírem.<sup>113</sup>

Ve Státním okresním archivu v Táboře proběhlo restaurování dvou listin Zikmunda Lucemburského, jehož stručný přehled byl prezentován na *XV. semináři restaurátorů a historiků v Olomouci* v roce 2012. Pergamenové psací podložky byly poškozeny tradičně v místech skladů a při svém okraji. Trhliny byly vyspraveny japonským papírem za použití rýžového škrobu.<sup>114</sup>

Národní knihovna je dnes patrně jednou z mála institucí v ČR, která používá k opravám pergamenů kolagenní blánu. V katalogu shrnujícím práci a vývoj restaurátorských dílen instituce je popsáno použití tenké blány tzv. Goldbeater's skin, která se lepí vyzinou nebo pergamenovým kličem. Blána je popisována jako membrána ze střeva zvířat a je hodnocena jako velmi odolná proti roztržení. Kolagení materiál je

111 DERNOVŠKOVÁ, Jana. Metody konzervace středověkých psacích pergamenů. In: *Problematika historických a vzácných knižních fondů Čech, Moravy a Slezska: Středověké rukopisy a jejich prezentace. Sborník ze 7. odborné konference*. Brno: Sdružení knihoven České republiky a Státní vědecká knihovna v Olomouci, 1999, s. 156–159.

112 ŽÁKOVÁ, Veronika. Restaurování a adjustace svitků ze sbírky rukopisů a starých tisků ŽMP pro výstavu „O svitku“. In: *Restaurování a ochrana uměleckých malířských a sochařských děl. Konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt*. Kutná Hora: Arte-fakt sdružení pro ochranu památek, 2006, s. 33.

113 NEORALOVÁ, Jitka. Restaurování pergamenové listiny. In: *Sborník z Konference konzervátorů-restaurátorů, 7.–9. 9. 2010 v Uherském Hradišti*. Technické muzeum v Brně, 2010, s. 157–158.

114 KAJANOVÁ, Alena a BJUŇÁKOVÁ, Lucia. Restaurátorské práce spojené s průzkumem Listiny Zikmunda Lucemburského. In: *XV. seminář restaurátorů a historiků, Olomouc 2012: sborník referátů*. Praha: Národní archiv, 2015, s. 62–72.

v restaurátorských dílnách knihovny volen především z důvodu chemické příbuznosti s pergamenem. Jako alternativu kolagenní blány uvádí autoři adhezivní japanovou fólii s vrstvou Klucelu G.<sup>115</sup> Dále je v katalogu uvedena práce s pergamenem u fragmentů starých rukopisů, při kterých byly k opravám využity japonské papíry lepeny Glutofixem 600 (rozpuštěným ve vodě a ethanolu) nebo japonské adhezivní folie aktivované 5% ethanolem.<sup>116</sup> Vzhledem k povaze publikace není více uvedeno, dle jakých parametrů se restaurátoři rozhodují při volbě jednoho ze dvou zmíněných materiálů.

Příklad konzervátorských zásahů na pergamenových listinách v Muzeu hlavního města Prahy přednesla restaurátorka Romana Tošovská na *XVII. semináři restaurátorů a historiků* v roce 2019. Trhliny na pergamenových listinách byly provedeny opět pomocí japonského papíru lepeného 5% roztokem Tylose MH 6000.<sup>117</sup>

Výše uvedené příklady dokládají, že k opravám pergamenových objektů využívají restaurátoři velkou škálu materiálů. Nejstarší příspěvky uvádějí použití japonského papíru i kolagenní blány pro scelování trhlin a křehkých míst. Doplnky se v minulosti vyráběly zejména z pergamenu, v některých případech se doporučoval japonský nebo jiný papír a experimentovalo se s pergamenovou dolévací směsí. U mladších zásahů převládá používání japonského papíru, kolagenní blána se objevuje pouze v kombinaci s japonským papírem. Z hodnocení autorů vyplývá, že japonský papír se zdá být univerzálním a bezpečným materiálem, pouze J. Zelinger se pozastavuje nad možnými rozdíly fyzikálních vlastností s pergamenem. Poměrně negativní verdikt vůči kolagenní bláně zastával již ve třicátých letech minulého století V. Vojtíšek, který uvedl špatnou přilnavost materiálu k pergamenu a především jeho vysokou cenu. Přesto v průběhu let existovali jednotliví restaurátoři, kteří tento materiál testovali, používali a dosahovali dobrých restaurátorských výsledků.

Obecně lze v současnosti pozorovat větší pozornost restaurátorů v otázce potřeby doplňování pergamenových ztrát. Jsou patrné posilující tendence zachovávat pergamen ve stavu bez doplňků, zhodnotí-li restaurátor nulový nebo minimální vliv ztrát na další poškozování objektu. Dokládá to například zkušenost Petry Vránové, restaurátorky SOkA v Plzni se sídlem v Horšovském Týně: „*Dříve se všechny větší materiálové ztráty doplňovaly a potrhané části zpevňovaly. Dnes už volíme méně invazivní zákroky.*

115 VÁVROVÁ, Petra a kol. *Restaurování pokladů Národní knihovny České republiky aneb tajemství práce restaurátora. Katalog výstavy*. Praha: Národní knihovna České republiky, 2022, s. 55.

116 *Ibidem*, s. 69.

117 TOŠOVSKÁ, Romana. Konzervátorské zásahy na pergamenových listinách, hromniční svíčky a voskových hlavách ze sbírek Muzea hlavního města Prahy. In: *XVII. seminář restaurátorů a historiků, Jihlava 2019: sborník referátů*. Praha: Národní archiv, 2023, s. 203.

*Zpevňují se a doplňují pouze velmi křehké a odpadávající části pergamenu japonskými papíry s použitím lepidla Tylose.*<sup>118</sup> Tento přístup je asi nejsilněji zastáván při plošných pergamenových dokumentech, kde pergamen slouží pouze jako psací látka, nikoli jako mechanický prvek většího celku. V druhém případě je často vyspravení a doplnění pergamenu při restaurování nevyhnutelným krokem.

## 2. 8. 4 Současný přístup v ČR

K zjištění současného stavu a přístupu byl v rámci této práce vytvořen internetový dotazník zjišťující zkušenosti a postoje restaurátorů k opravám pergamenových objektů. Dotazníku se zúčastnilo 39 respondentů, přičemž sedm restaurátorů uvedlo soukromou praxi a 24 respondentů se přihlásilo k vykonávání praxe v instituci. Z nich jsou zastoupeny archivy v Praze, Liberci, Táboře, Třeboni, Brně a Opavě. Dále poskytli odpovědi restaurátoři z Národní knihovny v Praze, Vědecké knihovny v Olomouci, Uměleckoprůmyslového muzea a Židovského muzea v Praze. Dotazník byl anonymní a uvedení praxe bylo pouze dobrovolné, osm zbývajících odpovědí proto nebylo možné tímto způsobem vyhodnotit.

Z oslovených restaurátorů mělo zkušenosti s restaurováním pergamenu 89,7 %, tj. 35 kladných odpovědí. Nejčastěji se jednalo o pergamenové listiny (82,0 % z oslovených), pergamenové knižní vazby (66,6 %) a pergamenová folia knižního bloku (41,0 %). Po jedné odpovědi byla zastoupana pergamenová tóra, mědiryt na pergamenu a pergamenové prvky knižní vazby (2,6 %). K vyspravování trhlin v rámci restaurování přistoupilo 29 oslovených restaurátorů (74,4 %), k doplňování ztrát 28 (71,8 %).

Dotazník prokázal, že nejčastěji voleným materiálem pro opravy trhlin je japonský papír, tuto možnost zvolilo 27 respondentů (69,2 %). Šestkrát byl zmíněn nový pergamen (15,4 %) a čtyři restaurátoři uvedli kolagenní blánu (10,3 %). Velmi podobné jsou výsledky při otázce doplňování ztrát pergamenu: japonský papír zvolilo celkem 25 respondentů (64,1 %), nový pergamen uvedlo deset restaurátorů (25,6 %) a kolagenní blánu čtyři (10,3 %). Navíc byla čtyřikrát uvedena pergamenová dolévací směs (10,3 %) a jednou papírenská pololátka (2,6 %). K lepení trhlin jsou nejčastěji voleny deriváty celulozy, tuto odpověď zvolilo 18 oslovených (46,2 %). Konkrétně restaurátoři uvedli Tylose MH 6000, Klucel F a Klucel H. Druhým nejčastějším typem lepidel jsou klihy, které zvolilo 14 restaurátorů (35,9 %). Jmenovaná byla převážně vyzina, v jednom případě také želatina. Devět respondentů uvedlo lepení škrobem (23,1 %). Ve volbě adheziva

118 VRÁNOVÁ, Petra. Pergamenové listiny a voskové pečeti. In: KINKOROVÁ, Radka a kol. *Archiv jako klenotnice minulosti: 25 let restaurování v horšovskotýnském archivu*. Horšovský Týn: Státní oblastní archiv v Plzni - Státní okresní archiv Domažlice se sídlem v Horšovském Týně, 2021, s. 96.

pro doplňování pergamenu zastávají restaurátoři obdobná stanoviska jako při lepení trhlin. Deriváty celulozy uvedlo 17 oslovených (43,6 %). Opět uvedli konkrétní lepidla Tylose MH 6000, Klucel F a Klucel H. Dvanáct restaurátorů používá klihy (30,8 %), konkrétně byl uveden roztok vyziny a želatiny. Posledním voleným materiálem byl škrob, který byl zastoupen v deseti odpovědích (25,6 %).

Devatenáct restaurátorů uvedlo, že jsou se zvolenými materiály spokojeni jak po stránce aplikace, tak s výsledkem opravy (48,7 %). Dva respondenti se vyjádřili k aplikaci japonského papíru za pomoci škrobu nebo derivátu celulózy kladně, ale nejsou spokojeni s výsledkem opravy (5,1 %). Jednou byla zaznamenána nevyhovující pevnost opravy při kombinaci japonského papíru a Klucelu (2,6 %). Tři respondenti uvedli lepení japonského papíru pomocí derivátů celulozy jako složité (7,7 %). Dva oslovení uvedli jako složité doplňování záplat pergamenovou dolévací směsí (5,1 %). Jeden restaurátor hodnotí práci s kolagenní blánou lepenou klihem jako náročnou (2,6 %).

V otázce zásahu zcelování trhlin se objevily čtyři odpovědi, které se přikláněly k individuálnímu posuzování trhlin a možnosti neopravovat tato poškození (10,3 %). V případě ztrát se k variantě nedoplňovat materiál rozhodlo sedm respondentů (17,9 %). Detailní výsledky dotazníku jsou uvedeny v příloze.

### **2. 8. 5 Zkušenosti s vyspravováním pergamenu kolagenní blánou v Evropě**

Z předchozí kapitoly vyplývá, že v českém a slovenském prostředí není s kolagenním materiálem, až na jednotlivé případy, příliš velká zkušenost a obecně dnes restaurátoři upřednostňují pro vyspravování japonský papír nebo pergamen. V evropských institucích se kolagenní blána uznává jako vhodný materiál k opravám mechanických poškození i jako podpurný materiál oslabeného pergamenu. Proto jsou níže uvedeny příklady jejího použití, především v oblasti knižních bloků vzácných rukopisů.

#### **Vienna Dioscorides**

Otto Wächter, vídeňský restaurátor, publikoval v roce 1962 postup restaurování při iluminovaném rukopisu zvaném *Vienna Dioscorides* z 6. století, který byl poškozen korozí inkoustu. K opravám pergamenové podložky využil několik materiálů. Celoplošně byla folia zpevněna postřikem pergamenového klihu. Větší ztráty doplňoval Wächter novým pergamenem, trhliny zajišťoval zlatotepeckou blánou lepenou směsí škrobu a pergamenového klihu v poměru 1 : 1. Zlatotepeckou blánu využil v kombinaci s pergamenovým tmelem (směs japonského papíru, pergamenových hoblin, pergamenového klihu a škrobu). Kolagenní blána zde sloužila jako podpora z vnějších stran, vznikl tak sendvičový doplněk: kolagenní blána, tmel, kolagenní blána. Jako alternativní pod-

poru tmelu uvádí krepelínu, japonský papír a jiné průhledné syntetické fólie, ale tyto materiály hodnotí jako nevhodné, protože nereagují dobře na přirozenou roztažnost pergamenu.<sup>119</sup>

Stručný přehled restaurátorských principů v péči o pergameny zpracoval Anthony Cains v textu *Repair treatments for vellum manuscripts* z roku 1982. Pro opravy mechanických poškození a ztrát doporučuje několik materiálů a technik, mimo jiné doplňování novým pergamenem nebo sešívání fragmentů lýkovými vlákny. Přírodní kolagenní blánu používá v podobě tepelně aktivovatelné fólie s vrstvou želatinového lepidla. Kolagenní blánu v první fázi odmašťuje acetonem a následně zasypává povrch oboustraně práškovou pemzou. Zdráhal se používat PVA lepidla.<sup>120</sup>

### **Kodex Eyckensis**

V 90. letech minulého století probíhal v Belgii rozsáhlý projekt zaměřený na ochranu kodexu *Eyckensis* z 8. století. Tento nejstarší belgický rukopis byl v minulosti značně poškozen především nevhodným restaurátorským zásahem z roku 1957, kdy byl pergamen tepelně laminován polyvinylchloridovými foliemi (prodávány pod názvem *Mipofolie*) za účelem zpevnění oslabené podložky. Tento materiál způsobil degradaci pergamenu mnoha různými způsoby; jmenovitě došlo stárnutím folií k okyselení pergamenu emisí kyseliny chlorovodíkové z polymeru, zprůhlednění pergamenu migrací změkčovadla, žloutnutí a tvrdnutí kompozitu. Po odstranění laminačních folií byly zkoumány nové, vhodnější možnosti ošetření degradovaného pergamenu. Testováno bylo restaurování jak pomocí dolévaného pergamenu, tak kolagenní blány v kombinaci několika lepidel. Kolagenní blána byla pro zpevnění pergamenu vybrána jako nejvhodnější materiál pro svou pevnost, průhlednost a kompatibilitu s oslabeným pergamenem. Testována byla pouze přírodní kolagenní blána kvůli čistšímu složení, oproti průmyslově vyráběnému kolagenu. Měřeny byly rozdílné vlastnosti ve vztahu k odmaštění a neodmaštění blány. Autor textu vychází z hypotézy, že odmaštěná blána je přilnavější k lepidlům na vodní bázi. Výsledky ukázaly, že po odmaštění se ztratí asi 40 % střední pevnosti v tahu. Dle Wouterse není v tomto případě ztráta pevnosti nevýhodou. Ztráta pevnosti je větší, dochází-li k tahu ve směru kolmém k nejdelší ose membrány. Text nespécifikuje látky používané k odmaštění.<sup>121</sup>

119 WÄCHTER, Otto: The "Vienna Dioskurides" and its restoration. *Libri: International Journal of Libraries and Information Studies*, roč. 13 (1963), č. 2, s. 109–111.

120 CAINS, Anthony. Repair treatments for vellum manuscripts. *The Paper Conservator*, roč. 7 (1982), č. 1, s. 17–19.

121 WOUTERS, Jan; GANCEDO, Gely; PECKSTADT, An a WATTEEUW, Lieve. The Conservation of the Codex Eyckensis: The evolution of the project and the assessment of materials and adhesives for repair of pergment. *The Paper Conservator*, roč. 16 (1992), č. 1, s. 67–69.



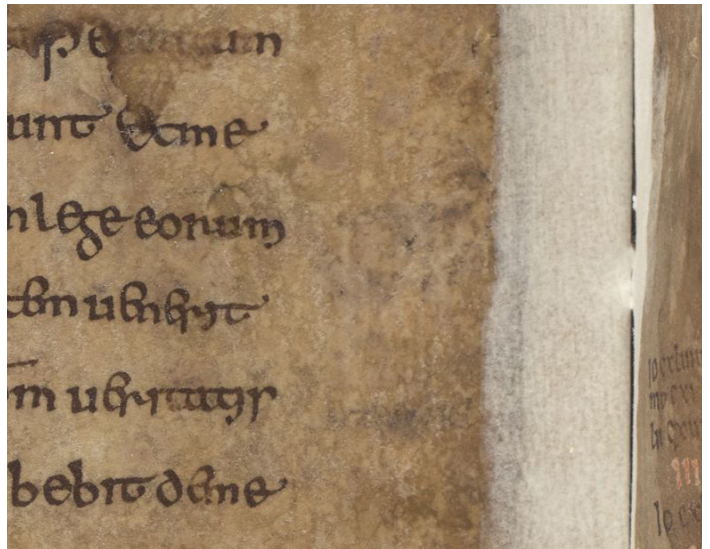
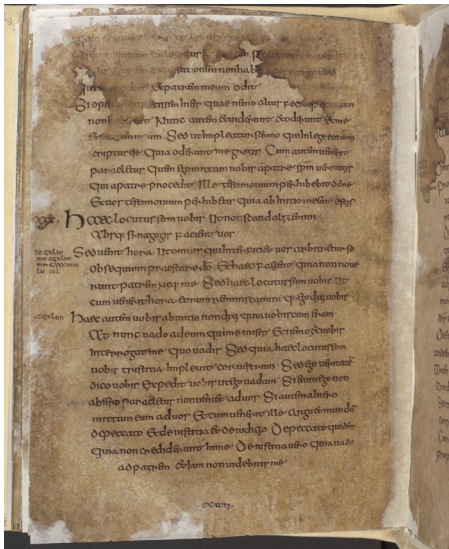
Obr. 30: Zrestaurovaná folia Codexu Eyckensis. Folio 005R (vlevo), folio 006V (vpravo).

Stad Maaseik. Online, dostupné z: [https://repository.teneo.libis.be/delivery/DeliveryManagerServlet?change\\_lng=en&dps\\_custom\\_att\\_1=staff&dps\\_pid=IE5258806&mirador=true](https://repository.teneo.libis.be/delivery/DeliveryManagerServlet?change_lng=en&dps_custom_att_1=staff&dps_pid=IE5258806&mirador=true) [cit. 2024-6-12].

Ve výsledku bylo nové ošetření kodexu provedeno dolévací pergamenovou směsí. Kolagenní blána se uplatnila u hřbetů složek jako zpevnění pro budoucí sešívání knižního bloku. Byla lepena 2,5% roztokem Tylose MH 300 bezprostředně po dolití pergamenových záplat ještě před sejmutím pergamenu z dolévacího stolu. Lepidlo bylo na pergamen nanесeno štětcem a navlhčená kolagenní blána byla k lepidlu přenesena pomocí Melinexu a netkané textilie Hollytex během zapnutého odsávání. Pro dobré přilnutí systému se nechal proužek kolagenu i s netkanou textilií asi 30 minut pod zátěží bez odsávání.<sup>122</sup>

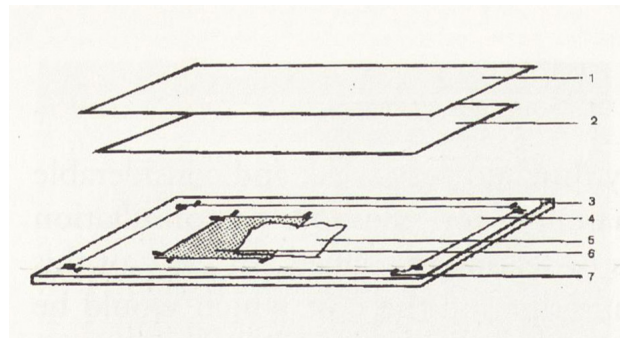
Dále Jan Wouters prezentoval restaurování pergamenových folií na příkladu karo-linského evangeliáře z 10. století, rovněž uloženého v Belgii. Jednalo se o nsvázané listy z velmi tenkého a křehkého pergamenu, který, dle slov autora, připomínal velmi degra-novaný papír. Problémem byly velké ztráty a jakákoli manipulace s pergamenem před-stavovala velké riziko pro stav objektu. Nejslabší a nejkřehčí okraje folií byly zpevněny japonským papírem nebo kolagenní blánou. Autor jako stanovisko pro výběr materiálu uvádí text na podložce, který nemá být aplikací podpurného materiálu zakryt, ovšem již dále nerozvádí, který z materiálů má lepší transparentní vlastnosti. Pro adhezi obou ma-

122 WOUTERS, Jan. Leafcasting with Dermal Tissue Preparations: A New Method for Repairing Fragile Parchment, and its Application to the Codex Eyckensis. *The Paper Conservator*, roč. 19 (1995), č. 1, s. 5–22.



Obr. 31: Zrestaurované folio 120V Codexu Eycckensis. Vlevo celé folio, vpravo detail vysprávký u hřbetu. Stad Maaseik. Online, dostupné z: [https://repository.teneo.libis.be/delivery/DeliveryManagerServlet?change\\_lng=en&dps\\_custom\\_att\\_1=staff&dps\\_pid=IE5258806&mirador=true](https://repository.teneo.libis.be/delivery/DeliveryManagerServlet?change_lng=en&dps_custom_att_1=staff&dps_pid=IE5258806&mirador=true) [cit. 2024-6-12].

teriálů k originálu byl použit 2,5% roztok Thylose MH 300. Opravy japonským papírem hodnotí autor stručně jako rychlé, pevné a oproti kolagenní bláně lépe reverzibilní. Práci s kolagenní blánou popisuje detailněji, patrně pro její větší náročnost: „*Laminace kolagenní blánou se prováděly prvotním vypnutím blány na Hollytex upevněný na skleněné desce. Tento komplet byl položen do vodorovné polohy kolagenní blánou nahoru, na kterou bylo aplikováno lepidlo. Na takto vypnutou kolagenní blánu bylo přiloženo pergaménové fólio.*“<sup>123</sup> Vyschnutí lepidla probíhalo mezi Hollytexem a savým papírem po dobu 48 hodin při mírném zatížení. V některých případech, u zvláště poškozeného a slabého pergamenu, bylo takové zpevnění provedeno oboustranně. Pro zlepšení vlastností byl na pergaménové listy z obou stran aplikován také pergaménový klich jemným postříkem. Tato úprava zvýšila fyzickou odolnost pergamenu, ale pergamén mírně ztmavnul a zvýšila se jeho citlivost na klimatické podmínky.<sup>124</sup>



Obr. 32: Schéma aplikace kolagenní blány k pergamenu. Legenda: 1. savý papír, 2. Hollytex, 3. tenká skleněná deska, 4. Hollytex, 5. pergaménový dokument, 6. kolagenní blána přesahující pergamén, 7. páska k vypnutí Hollytexu. WOUTERS: The Conservation of Parchment Manuscripts. In: *ICOM 11th Triennial Meeting*, s. 542.

123 WOUTERS, Jan: The Conservation of Parchment Manuscripts: Two Case Studies. In: *ICOM Committee for Conservation 11th Triennial Meeting, Edinburgh, 1–September 1996*. International Council of Museums, s. 542.

124 WOUTERS, The Conservation of Parchment Manuscripts. *ICOM 11th Triennial Meeting*, 1996, s. 539–544.

Obecný přístup restaurátorů v péči o pergamenové památky byl zjišťován v letech 1997–1998 ve Velké Británii. Pod záštitou *National Archives of Scotland* byl zpracován dotazník, který měl podat základní přehled o tehdejší situaci jak v památkových institucích, tak u restaurátorů se samostatnou praxí. Obecné otázky se zaměřovaly na povahu pergamenových sbírek, na restaurování, ukládání a vystavování pergamenů i na vzdělání restaurátorů v oblasti tématu.<sup>125</sup> Dotazníku se účastnilo 41 subjektů převážně z Velké Británie. Jednotlivé odpovědi byly poskytnuty z Nizozemí, Belgie, New Yorku a Prahy.<sup>126</sup>

Výsledky šetření shrnují, že tehdejším trendem pro opravy pergamenů byly kolagenní materiály. Nejčastěji byly jmenovány tyto látky: želatinové lepidlo, pergamen, průmyslový kolagen a přírodní kolagenní blána. U průmyslového kolagenu byl zaznamenán určitý rozpor, protože byl často uváděn i mezi materiály, které restaurátoři ve své praxi přestali používat. Ostatní materiály jako papír, lepidla na bázi škrobu, PVA lepidla nebo dolévaný pergamen byly zaznamenány pouze v jednotlivých případech.<sup>127</sup>

### **Stuttgartský žaltář**

V letech 2006—2011 probíhal ve Württembergische Landesbibliothek ve Stuttgartu projekt zabývající se průzkumem a restaurováním iluminovaného rukopisu zvaného *Stuttgartský žaltář*. Pergamenová folia kodexu byla silně zdegradována korozí, kterou vyvolával zelený pigment použitý u iluminací. Podložka pod tímto pigmentem do velké míry ztuhlala, v mnoha případech vedlo poškození ke ztrátám pergamenu. Restaurátoři se přiklonili k funkčnímu zásahu, který by umožnil bezpečné listování kodexem s minimálním vkladem materiálů. Proces restaurování spočíval v zajištění a podpoře křehkých míst pomocí tenkých fólií, chybějící materiál se nedoplňoval. Aplikovány byly dva kolagenní materiály: kolagenní blána a rekonstituovaný (odlévaný) pergamen. K lepení byla použita vyzina a Klucel G. Preferovanou variantou pro opravy byla kombinace rekonstituovaného pergamenu lepeného vyzinou. Odlévaný pergamen byl hodnocen jako vyhovující pro svůj matný povrch, nízkou hmotnost, neprůhlednost a poměrně přesnou reprodukovatelnost. S kolagenní blánou byla obecně složitější manipulace při práci kvůli citlivé reakci materiálu na vodu. Byla však využita v místech, kde záplata překrývala text či iluminaci, protože kolagenní blána je téměř průhledná. Primárně používaným lepidlem byla vyzina, pozitivně hodnocena pro svou stálost, dobrou pružnost

125 RALSTON, Nicola L.: *Parchment/Vellum Conservation Survey and Bibliography*. Edinburgh: Historic Scotland 2000, s. 1–3.

126 *Ibidem*, s. 23.

127 *Ibidem*, s. 12–13.

a živočišný původ. Klucel G byl použit výhradně tam, kde nebylo vhodné použití lepidla rozpuštěného ve vodě (riziko koroze měděných pigmentů). Restaurátoři hodnotí volbu Klucelu jako problematickou pro odlišnou chemickou podstatu a trvanlivost, ale jako jedinou možnou alternativu v kontextu možných rizik. V závěru uvádí použitá opatření jako vhodná. Manipulace s objektem byla vylepšena za minimálního ovlivnění originálu.<sup>128</sup> Při bližší prohlídce digitální verze rukopisu jsou viditelné zásahy rekonstituovaným pergamenem, především v podobě můstků zajišťujících zkřehlou pergamenovou podložku. Zásahy zlatotepeckou kůží nelze v tomto případě rozeznat a identifikovat.



Obr. 33: Poškození pergamenového folia vlivem koroze zeleného pigmentu. Württembergische Landesbibliothek Stuttgart. Online, dostupné z: <https://archive.org/details/StuttgarterPsalter/page/n141/mode/1up?view=theater> [cit. 2024-5-15].

### Vienna Genesis

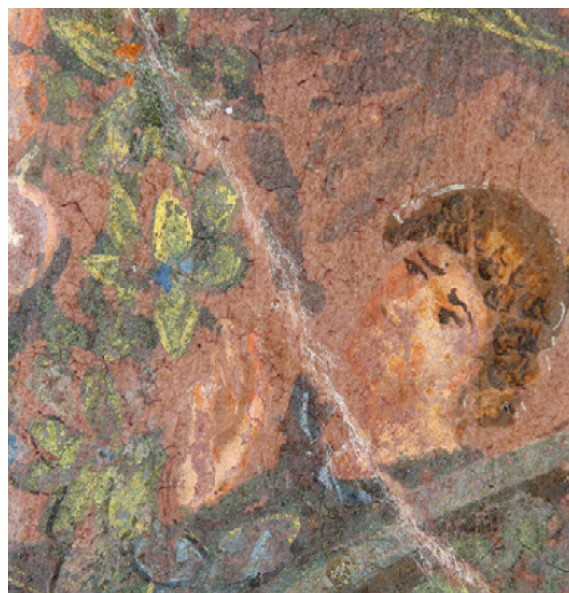
Österreichische Nationalbibliothek ve Vídni publikovala v roce 2020 rozsáhlou publikaci o průzkumu a restaurování antického rukopisu známého jako *Vienna Genesis*. Rukopis se zachoval v podobě jednotlivých pergamenových folií bez vazby. Kromě menšího množství mechanických opotřebení pergamenu při okrajích folia vznikly velké ztráty v místech textu způsobených korozi stříbrného inkoustu. Trhliny vzniklé patrně při výrobě pergamenu byly v minulosti ošetřeny záplatami z několika materiálů. Jednalo se o pergamen nebo papír, proužky hedvábné gázy, proužky transparentního papíru, papírová vlákna podobná japonskému papíru a transparentní páska podobná pásce Filmoplast. Hedvábná gáza zajišťovala trhliny pergamenu a byla používána na začátku 20. století. Opravy pomocí hrubších papírových proužků byly pravděpodobně provedeny koncem 19. století, subtilnější papírová vlákna byla využívána až v druhé polovině 20. století. Papírové záplaty zajišťovaly ztráty

128 PATAKI-HUNDT Andrea: Conservation treatment and stabilization of the ninth-century Stuttgart Psalter. *Journal of the Institute of Conservation*, roč. 35 (2012), č. 2, s. 152–164.

pergamenu v místech textu i u poškozených miniatur. Lepicí páska byla použita asi v roce 1975 a je možné, že se jednalo o ambulantní typ opravy vzhledem k poměrně hrubému rozměru záplaty. V jednom případě byla v rukopisu použita kolagenní blána, která vyplnila plochu otvoru vytvořeného při výrobě pergamenu. Toto vyplnění sloužilo jako podklad pro návaznost malované bordury (obr. 26). Lepidla používaná k opravám a konsolidaci nebyla analyzována ani datována. Novodobé konzervační ošetření se zaměřilo především na komplexní zajištění křehkých okrajů ztrát způsobených korozi inkoustu. Zvolen byl přístup minimálního zásahu s respektem k historickému přístupu, takže bylo zvoleno fixování pomocí proužků přelepů stejně jako v minulosti. Vyplňování celých ztrát bylo zamítnuto z důvodu možného vzniku pnutí a rizika poškození oslabeného pergamenu. Zpevněna byla křehká místa a vrstvy barevných ploch miniatur. Ponechány byly všechny historické opravy s výjimkou oprav novodobou páskou ze 70. let 20. století. Výběr použitého materiálu a aplikace nových přelepů byly podrobeny testování, na jehož základě byl zvolen tónovaný japonský papír tzv. Berlin Tissue<sup>129</sup> lepený 5% vodným roztokem Klucelem G. Papír byl ze všech vhodných materiálů vybrán jako nejuspokojivější na základě vizuálního efektu i práce s materiálem. Je matný, transparentní, lehce se tónuje a snadno se s ním manipuluje za suchého i mokrého stavu. Kolagenní materiál byl vyhodnocen jako příliš lesklý, těžce tónovatelný a náročný pro aplikaci, protože i po malém zvlhčení se kroutí.<sup>130</sup>



Obr. 34: Mústek z hedvábné gázy zajišťující trhlínu. HOFMANN, *The Vienna Genesis*, 2020, s. 18.



Obr. 35: Záplata z papírových vláken. HOFMANN, *The Vienna Genesis*, 2020, s. 26.

129 Kombinace vláken Nasu-Kozo a Mitsumata, klíždlo Aloe Vera.

130 RABITSCH, Sophie; HOFMANN, Christa; SONDEREGGER, Junko. Conservation of the Vienna Genesis and the new storage. In: HOFMANN, *The Vienna Genesis*, 2020, s. 247–286.

Uvedené příklady ze zahraničí se v použitých technologiích a materiálech zásadně neliší s restaurátorskými postupy používanými na našem území. Pro zcelování a doplňování pergamenových památek restaurátoři kombinují japonský papír, kolagenní blánu, pergamen i dolévací pergamenovou směs. K lepení byly jmenovány deriváty celulozy, (Tylose, Klucel), škrob, roztok vyziny, želatiny nebo pergamenového klihu. Oproti českému prostředí je využití kolagenní blány při zcelování trhlin, podlepování křehkých míst nebo doplňování ztrát lépe zdokumentované. Aplikace tohoto materiálu není neobvyklá ani u velmi hodnotných písemných památek.

## **2.9 Zkoumané materiály**

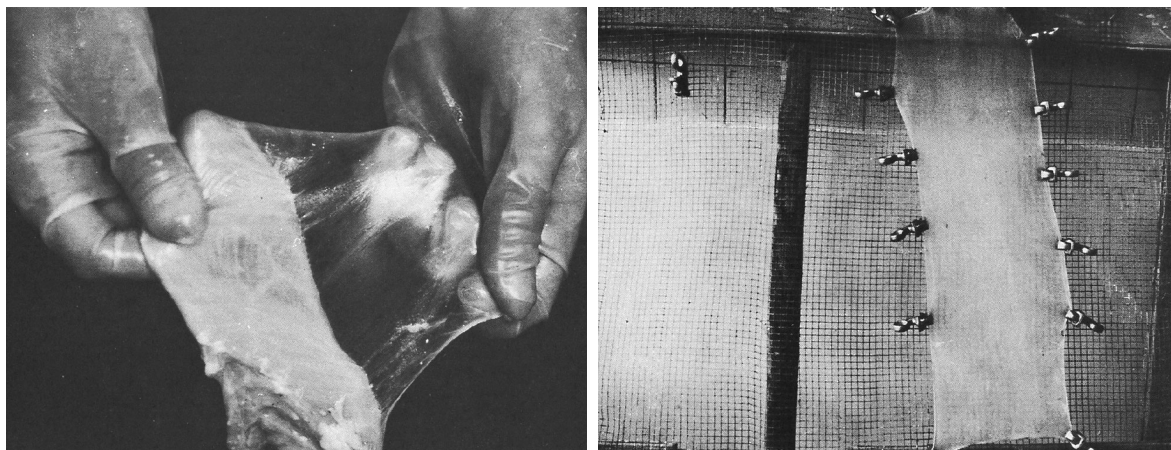
Poškozená struktura pergamenového materiálu vyžaduje při restaurování použití materiálů specifických vlastností. Při doplňování ztrát se uplatňují materiály stejné nebo velmi podobné originálnímu materiálu. Jejich přítomnost by neměla být vizuálně rušivá, zároveň by měly být vysprávky určitým způsobem rozpoznatelné. Důležité jsou také vlastnosti materiálu, které neovlivňují restaurovaný předmět negativně po mechanické ani chemické stránce a nepoškozují jej.

Jedná-li se o zajištění trhlin, osvědčily se tenké, ale pevné fólie, které jsou ideálně průhledné, aby nebyly na originálu viditelné a rušivé. Jejich použití je vhodné zejména v těch případech, kdy by nezajištěním ztráty nebo trhliny hrozilo prohlubování poškození nebo vznik nových poškození. V praxi se osvědčily materiály zkoumané při této diplomové práci a to japonský papír a kolagenní blána. Podpůrné kolagenní materiály jsou v současné restaurátorské praxi známy dvojí, lišící se původem. Jedná se o přírodně získávaný kolagen ze stěn zvířecích střev a o průmyslově vyráběné kolagenní fólie. Nabídka japonských papírů je dnes velmi široká, ale i zde lze rozlišit řemeslný a průmyslový původ. Průsvitné folie lze dále vyrobit z tenké vrstvy dolévací pergamenové směsi. Jedná se o metodu použitou v zahraničí, která ovšem nebyla zahrnuta do testování v rámci této diplomové práce.

Při doplňování pergamenových ztrát se nový materiál snaží přiblížit pergamenu po vizuální stránce i mechanických vlastnostech. Jedná se o velmi individuální vlastnosti co do pevnosti, průhlednosti i barevného odstínu. Využívá se převážně nový pergamen, rekonstituovaný pergamen a japonský papír vyšší gramáže. Tenké materiály uvedené v předchozím odstavci se osvědčily při sendvičových typech doplňků v různých kombinacích. Hlavní vrstvou bývá japonský papír, ale může jím být také rekonstituovaný pergamen. Jednostranně či oboustranně se podlepují tenkými japonskými papíry nebo kolagenní blánou s přesahy, díky kterým se doplněk propojuje s originálem.

### 2. 9. 1 Přírodní kolagenní blána<sup>131</sup>

Tento materiál byl používán v kombinaci s pergamenem od pradávna při zajišťování defektů při výrobě pergamenu. Vyrábí se ze zvířecích střivek stejným způsobem, jako pergamen. Má proto velmi podobné vlastnosti, zejména dokáže reagovat obdobně jako pergamen na změny vlhkosti. Dalšími výhodami jsou dobrá průhlednost, vysoká pevnost poměrem k malé tloušťce a odolnost vůči stárnutí. Blána se vyrábí ze slepého střeva dospělého skotu. Střeva mladých zvířat bývají příliš jemná a mohou být těžko zpracovatelná. Přesto některé zdroje píší o střevech telecích. Střevo se skládá z vnějšího kolagenového pláště, který slouží jako opora pro celou strukturu střeva, centrální svalové vrstvy a vnitřní slizniční vrstvy. Vnější kolagenový plášť se při výrobě blány oddělí od zbylých částí střeva. Vzniká tak tenký, poměrně pevný, pružný a zcela průhledný materiál chemicky příbuzný pergamenu. Jeho tloušťka se odhaduje na 0,05–0,01 mm<sup>132</sup>. Následné zpracování kolagenní blány vhodné k restaurování je velmi podobné výrobě pergamenu. Surový materiál se omyje vodou a poté louží v hydroxidu nebo uhličitanu draselném. Poté se vyčistí oškrábáním od nežádoucích přebytků střev a ještě vlhký se vypne na rám pro dokonalé vysušení pod napětím. Původně byl materiál používán jako nepřilnavá separační vrstva mezi plátky zlata určených ke zlacení. Odtud také vznikl pro materiál anglický výraz *goldbeater's skin* překládaný jako zlatotepecká kůže. Další metodou zpracování je činění kolagenního pláště pomocí kamence stejně jako v jircharství. Výsledný materiál je bílý, méně průhledný a poměrně křehký.



Obr. 36: Oddělování kolagenního pláště ze střeva (vlevo), sušení kolagenní blány v napnutém stavu (vpravo). HENDRIK de GROOT, Zeger. The Manufacture of Goldbeater's Skin, Transparent Parchment, and Split Parchment. *Art in Transation*, roč. 13 (2021), č. 4, s. 408–418.

131 HAINES, Parchment, 1999, s. 30; HENDRIK de GROOT, Zeger. The Manufacture of Goldbeater's Skin, Transparent Parchment, and Split Parchment. *Art in Transation*, roč. 13 (2021), č. 4, s. 408–418; KITE, THOMSON, Conservation of Leather, 2006, s. 194–195; THOMPSON, Jack C. Notes on the Manufacture of Goldbeater's Skin. *The Book and Paper Group Annual*, roč. 2 (1983), s. 119–122.

132 FUCHS, Robert. *The History and Biology of Parchment*. Online, dostupné z: [https://misc.karger.com/gazette/67/Fuchs/art\\_5.htm](https://misc.karger.com/gazette/67/Fuchs/art_5.htm) [cit. 2024-03-24].

Jan Wouters upřesňuje, že vysoká propustnost pro vodní páru je u přírodní kolagenní blány dokonce vyšší než u pergamenu. Vysoká pevnost v tahu zároveň nepřesahuje pevnost pergamenu.<sup>133</sup> Obě tyto skutečnosti se zdají být v souladu s všeobecnými nároky na restaurátorské materiály. Propustnost vlhkosti podporuje přirozenou roztažnost pergamenu v závislosti na klimatických podmínkách. Nižší pevnost doplňku oproti originálu je důležitá pro případ, kdy by vzniklo nežádoucí pnutí nebo namáhání objektu. Únava materiálu se tak projeví dříve u záplaty a originál zůstane neporušen.



Obr. 37: Přírodní kolagenní blána loužená nečiněná (vlevo) a činěná kamencem (vpravo). Franz Hoffmann-Feinleder. Online, dostupné z: <https://www.feinleder-hoffmann.com/en/articles/article-range/natural-skin-parchment/goldbeater-skin.html> [cit. 2024-6-23].

R. Reed považuje kolagenní blánu za nejideálnější materiál k zajištění mechanických poškození na pergamenu. Opírá se především o skutečnost, že takto provedené historické opravy vykazují i po tisíci letech velmi dobré výsledky. Jako příklad uvádí dobové zásahy na byzantském rukopisu *Vienna Dioscurides* z 6. století: „(...) záplaty jsou stále flexibilní a schopné přizpůsobit se ohybům fólií, jsou průhledné, téměř nepopraskané, zřídka roztrhané a nezpůsobily druhotné defekty – výmluvné svědectví o dovednosti řemeslníků šestého století a jejich výběru materiálů.“<sup>134</sup> Vznik historických záplat lze dořadit v případě originálních textů či maleb překrývajících tyto doplňky.

Přírodní kolagenní blánu doporučuje k opravám trhlin a jiných, dle jeho slov, závažnějších poškození Ch. Woods. Opět shledává vysokou podobnost materiálu s pergamenem a to především jeho chemickou podstatu, hydrofilní vlastnosti a průběh stárnutí, kdy zůstává přírodní kolagenní blána čirá a pružná po mnoho let.<sup>135</sup>

133 WOUTERS, The Conservation of the Codex Eycckensis, *The Paper Conservator*, 1992, č. 1, s. 69.

134 REED, *Ancient skins*, 1972, s. 231.

135 WOODS, Chris. Conservation Treatments for Parchment Documents. *Journal of the Society of Archivists*, roč. 16 (1995), č. 2, s. 227.

## 2. 9. 2 Průmyslově vyráběná kolagenní blána

Průmyslová výroba kolagenní blány spočívá v rozemletí vápněných hovězích kůží na jemnou kaši, která se po promytí vodou smíchá s vodným roztokem kyseliny octové nebo citrónové. Působením kyseliny část kolagenových vláken nabobtná, část ze zcela rozpustí v roztok. Nejhrubší vlákna, která nevykazují reakci s kyselinou, jsou ze směsi odstředěna. Dále mohou být přidána změkčovadla, jako je vaječný bílek nebo glycerol, a plniva, jako je karboxymethylcelulóza nebo nasekaná celulózová vlákna. Hotová směs se vytlačuje pod tlakem do fólie požadovaného formátu. Následně prochází výrobek řadou vodno-ethanolových lázní za účelem snížení obsahu vlhkosti. Poté se stabilizuje ošetřením formaldehydem, potašovým kamencem nebo slabým chromovým činidlem. Na závěr, po důkladném promytí, se fólie suší v proudu teplého vzduchu.<sup>136</sup>

Syntetický kolagenní materiál popisuje v českém prostředí J. Zelinger. Doporučuje jej k restaurování střídě, protože v době vydání textu nejsou se syntetickým kolagenem ještě dlouhodobé zkušenosti. Tento materiál byl vyvinut k výrobě uzenářských střívek a pro aplikaci při restaurování pergamenu byl poprvé zkoušen a doporučen v Imperial College of Science and Technology v Londýně. Jako největší výhodu syntetického kolagenu uvádí jeho stálou kvalitu a distribuci ve velkých rozměrech vhodných pro laminování rozsáhlých objektů jako jsou např. mapy.<sup>137</sup>



Obr. 38: Průmyslově vyráběná kolagenní blána – střeva pro potravinářský průmysl.

Online, dostupné z: <https://www.profood.cz/cs/streva> [cit. 2024-07-23].

136 REED, *Ancient skins*, 1972, s. 226.

137 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 72.

Chris Woods ve svém příspěvku *Conservation treatments for parchment documents* také konstatuje, že doposud (1995) nebyl proveden komplexní výzkum stárnutí průmyslové kolagenní blány. Z prostého pozorování oprav starších deseti let nachází průmyslově vyráběné kolagenní blány na historických dokumentech zkřehlé a mírně zbarvené, proto jejich používání nedoporučuje. Materiál, přestože jeho základem je kolagen, shledává s pergamenem jako velmi odlišný. Složení jednoho konkrétního materiálu uvádí následovně: 50–55 % kolagenu, 18–20 % vody, 18–20 % glycerolu, malé množství methylcelulózy, asi 1,5 % anorganické hmoty a 0,5 % zbytkového tuku.<sup>138</sup> „Kolagenní vlákna průmyslově vyráběné blány jsou krátká a na rozdíl od vláken zvířecí kůže nejsou svázána do silné, komplexní sítě. Takový materiál je křehčí a méně pružný než pergamen a jeho povrch má rovnoměrný lesk.“<sup>139</sup>

### 2. 9. 3 Japonský papír

Japonské papíry, označované názvem *washi*, se na západním trhu začaly objevovat v první polovině 20. století. Koncem 70. a v průběhu 80. let byly k dispozici již takové druhy, které se začaly uplatňovat v restaurování. Dnes jsou nejužitečnější při opravách papírových artefaktů a knih, ale osvědčily se také při restaurování textilu, nábytku nebo slaměných objektů.<sup>140</sup> Jsou výjimečným podpůrným materiálem v oblasti restaurování papíru. Díky svému jedinečnému původu a procesu výroby tvoří soudržnou a pevnou strukturu i za velmi malé gramáže. Lze je tónovat a po aplikaci mohou být na opravovaných objektech téměř nerozeznatelné. Výhodou je velká rozmanitost druhů dostupných na trhu. Patrně kvůli dobré zkušenosti a široké znalosti práce s japonským papírem se začaly uplatňovat i v restaurování pergamenů. Z chemického hlediska se však jedná o zcela odlišnou substanci, než je kolagen. Stejně jako evropský papír je japonský papír tvořen celulózovými vlákny.

Nejčastěji se označují japonským názvem výchozí suroviny, kterou jsou lýka nebo kůry stromů lýkovců nebo morušovníků. V oblasti restaurování jsou nejrozšířenější papíry z vláken kozo, gampi a mitsumata, ale lze se setkat i s názvy minogami, sekishu shi, tengujo, udagami nebo misu. Ruční výroba papírů je dnes v Japonsku sice ceněné řemeslo, ale zájem o jeho vykonávání je v úpadku. Většinou produkci dnes

138 WOODS, Conservation Treatments for Parchment Documents, *Journal of the Society of Archivists*, 1995, č. 2, s. 227.

139 *Ibidem*, s. 227.

140 WEBBER, Pauline. The use of Asian paper conservation techniques in Western collections. In: *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group*, London 8–10 April 2015. Londýn: The Institute of Conservation, 2017, s. 13–16.

tvorí průmyslově vyráběné japy, které jsou také velmi kvalitní, ale oproti ručně vyráběným mohou obsahovat dřevěnou hmotu nebo jiné příměsi ovlivňující jejich vlastnosti. Rozlišovat jednotlivé druhy papírů bez znalosti technických specifik může být pro konzervátora poměrně obtížné.

Prestowitz a Katayama v článku *Washi: Understanding Japanese Paper as a Material of Culture and Conservation* stanovili základní rozdíly u nejpoužívanějších papírů kozo, mitsumata a gampi. Nejdelší vlákna poskytují papíry kozo a jsou ze všech tří nejpevnější. Ve srovnání s gampi a mitsumata obsahují nejméně ligninu a hemicelulózy. Jsou nejméně lesklé a velmi transparentní. Mitsumata papíry se podobají papírům kozo, ale mají měkčí charakter, jsou lesklejší a spíše průsvitné. Nejkratší vlákna má japan gampi, proto je také nejméně pevný s vysokou reaktivitou vůči vlhkosti. Má nažloutlý odstín a je velmi hladký, lesklý a nejméně průsvitný. Dále autoři upozorňují na chemické látky ovlivňující vlastnosti papírů při jejich výrobě, ať už se jedná o loužení nebo bělení za pomoci hydroxidu sodného nebo jiných silných alkálií. Takto zpracované papíry jsou často nepřirozeně bílé, pokud nejsou následně dobarvované, s tvrdou strukturou a hrubým povrchem. Kvůli silnějšímu narušení vláken jsou tyto japy slabé a rychleji stárnou. K rozlišení tradiční výroby od strojní mohou posloužit některé detaily ve struktuře uvnitř i na povrchu papíru. Homogennější skladba vláken s pouze občasnými kazy odkazuje na kvalitněji rozmělněná vlákna. Příliš heterogenní nebo naopak dokonale homogenní organizace vláken napovídají o špatném zpracování vláken nebo vysokém obsahu klíždla. Příliš hlazené japy budou pravděpodobně rozměrově nestálé při měnící se vlhkosti kvůli rychlému vysušení na horkých válcích při zpracování.<sup>141</sup>

Restaurátorské zprávy zabývající se doplňováním pergamenů bývají spíše stručné. V mnoha případech uvádí restaurátoři pouze obecně použití japonského papíru bez bližšího upřesnění. V souvislosti s laminací pergamenu zmiňuje Jiří Zelinger použití papíru doporučeného T. M. Subbotinou. Ten užíval pro laminování blíže nespecifikovaný dlouhovláknový papír, který k sobě slepil v několika vrstvách s důrazem na zachování různého směru vláken. Tím měla být dosažena izotropnost, čímž by se měl doplněk přibližovat, z hlediska fyzikálních vlastností, pergamenu.<sup>142</sup> U papírových doplňků vyzdvihuje Zelinger možnost jejich tónování a tedy vizuální sjednocení s originálním pergamenem, kritizuje odlišnou reakci na změny teplot a vlhkosti a jiné procesy stárnutí

141 PRESTOWITZ, Brook a KATAYAMA, Yuki. Washi: Understanding Japanese Paper as a Material of Culture and Conservation. *The Book and Paper Group Annual*, roč. 37 (2018), s. 85–88.

142 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 72–73.

oproti pergameni.<sup>143</sup> R. Reed vidí velkou výhodu japonského papíru v jeho široké škále dostupnosti a nízké ceně. Je ovšem také skeptický k rozdílnému procesu stárnutí oproti pergameni a proto jej doporučuje především pro opravy dočasného charakteru.<sup>144</sup>



Obr. 39: Záplaty z japonských papírů při pergamenových listinách. Detailní pohled na přední a zadní stranu vysprávky. Zemský archiv v Opavě, pobočka Olomouc.

#### 2. 9. 4 Lepidla

V součinnosti s podpůrnými materiály ovlivňují kvalitu restaurátorských zásahů zvolená lepidla. Jejich vlastnosti určují pevnost a pružnost spoje, mají vliv na trvanlivost zásahu i jeho estetický výsledek. Jan Wouters definoval kritéria pro výběr vhodných lepidel k použití na pergameni následovně:

- pevnost lepicího spoje ve vztahu k pevnosti historického materiálu
- reverzibilitnost spoje
- propustnost vodních par lepicího filmu
- minimální poškození povrchu pergameni po odstranění lepidla
- minimální rozměrové a barevné změny pergameni po nanesení lepidla
- projevy stárnutí lepidla.<sup>145</sup>

143 ZELINGER, *Konzervace pergameni*, 1992, s. 74.

144 REED, *Ancient skins*, 1972, s. 230–231.

145 WOUTERS, *The Conservation of the Codex Eycensis*, *The Paper Conservator*, 1992, č. 1, s. 69.

Důležitým faktorem při výběru lepidla pro lepení nebo konsolidaci je viskozita, protože ovlivňuje stupeň penetrace do podkladu. Pokud je příliš nízká, může lepidlo proniknout příliš hluboko do podkladu a zanechat povrch bez lepidla. Naopak vysoká viskozita může zabránit dostatečnému pronikání do materiálů a může způsobit nežádoucí napětí na rozhraní konsolidované a nekonsolidované oblasti.

Testováním byla podrobena lepidla při restaurování belgického Kodexu Eyckensis. Výše popsanými požadavky prošla tato lepidla: škrob, methylhydroxyethylcelulóza (Tylose) a hydroxypropylcelulóza (Klucel), pergamenový klič, želatina, Mowilith DM5, Plextol D360 a Paraloid B72. Jako nejvhodnější látka pro lepení zlatotepecké blány, i po simulaci stárnutí, byl vyhodnocen škrob a Tylose MH300.<sup>146</sup>

Zelinger doporučoval pro lepení pergamenu v roce 1970 pšeničný škrob, směs škrobu s hydroxyethylcelulózou a polyvinylacetátem, pergamenový klič, methylcelulózu, směs želatiny a glutofixu, kopolymerní akrylátovou disperzi a zahuštěnou karboxymethylcelulózu. Za nejpevnější označil rybí a pergamenový klič.<sup>147</sup> V roce 2004 doporučuje zejména vodné roztoky etherů celulozy, příkladně zředěný vodně-ethanolový roztok methylhydroxyethylcelulozy.<sup>148</sup>

Dle výše uvedeného se pro restaurování pergamenu volí lepidla z následujících skupin:

- přírodní kličy
- škrobové mazy
- deriváty celulózy
- syntetické polymery

### **Kličová lepidla**

Kličová lepidla jsou přírodní polymery živočišného původu. Po chemické stránce se jedná o adheziva nejbližší pergamenu. Vznikají hydrolytickým rozkladem savčího nebo rybího kolagenu, který je získáván ze zvířecích kůží, pojivových tkání, chrupavek nebo kostí. Tato lepidla mohou vykazovat různé fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti v závislosti na svém původu a způsobu přípravy.<sup>149</sup> Poskytují pevné spoje jak za malé koncentrace, tak v podobě hustších mazů. V současné restaurátorské praxi se připouštějí látky, jejichž původ nabízí nejvyšší kvalitu lepidla, tj. nejčistší želatina, per-

146 WOUTERS, The Conservation of the Codex Eyckensis, *The Paper Conservator*, 1992, č. 1, s. 69–73.

147 ZELINGER, *Konzervace pergamenu*, 1992, s. 73.

148 KUBIČKA, Roman a ZELINGER, Jiří. *Výkladový slovník: malířství, grafika, restaurátorství*. Praha: Grada, 2004, s. 124.

149 SCHELLMANN, Nanke C. Animal glues: a review of their key properties relevant to conservation. *Studies in Conservation*, roč. 52 (2007), č. sup1, s. 55.

gamenový kliš a vyzina. Tyto jsou schopné dobrého spoje už za koncentrace 0,5–3 %.<sup>150</sup> I. K. Belaya doporučuje jako nejvhodnější 15% vizynu, protože vytváří pevný a pružný film, jehož vlastnosti se stárnutím mění nejméně.<sup>151</sup> Kliš byl materiál dobře známý již středověkým řemeslníkům. Pro své dobré lepící vlastnosti jej používali nejen pergamenci, ale také sedláři, houslaři, malíři a další. V oblasti knižní kultury byl využíván také jako podklad iluminací. Lepidlo se vyrábělo z různých živočišných tkání, z nichž za nejlepší zdroj byly považovány plovoucí měchýře ryb, rybí kosti nebo odřezky pergamenu.<sup>152</sup>

Klišová lepidla tvoří bezbarvý, nažloutlý až hnědý film. Koncentrace se pohybují okolo 20 %, připravují se nabobtnáním ve studené vodě a následným zahřátím roztoku na 55 °C, čímž vznikne viskózní roztok. Klesáním teploty se roztok proměňuje v gel a naopak. Při vyšších teplotách denaturuje kolagenní struktura klišových lepidel, snižují se lepivé vlastnosti a viskozita.<sup>153</sup> Maximalizace houževnatosti lepícího filmu, tedy jak je materiál pružný a zároveň pevný, lze ovlivnit dobou schnutí. Delší doba molekulární pohyblivosti po gelaci a během schnutí podporuje vývoj vysoce uspořádaných síťových struktur.<sup>154</sup> Viskozitu lze ovlivnit molekulovou hmotností, koncentrací roztoku, teplotou a rovněž přidávkem solí.<sup>155</sup> Vzhledem k původu jsou klišová lepidla náchylná k biologickému napadení, úspěšně mu však brání ukládání památek do vhodných klimatických podmínek.

Dostupná je také řada průmyslově vyráběných kolagenních lepidel, která zůstávají tekutá i za nízkých teplot. Mají modifikované vlastnosti obsahem přísad, která prodlužují dobu působení při pokojové teplotě, snižují náchylnost k biodegradaci nebo citlivost zaschlého filmu vůči vlhkosti. Jedná se však o běžná lepidla, nikoli o specializované látky vhodné k restaurátorským zásahům. Přesné složení lepidel výrobci často nezveřejňují. Je pravděpodobné, že vlastnosti lepidel nezbytné pro restaurátorské zásahy nejsou u těchto komerčních výrobků prioritou. Nelze u nich zaručit stabilitu při stárnutí ani vyloučit negativní vliv obsažených složek vůči historickým předmětům. Obecně se pro restaurování doporučují minimálně modifikované látky a proto se průmyslová

150 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 223.

151 BELAYA, I. K.: Selecting and Testing Adhesives for the Restoration of Skin-bindings and Parchments. *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*, roč. 1 (1970), č. 4, s. 222.

152 REED, *Ancient skins*, 1972, s. 220–221.

153 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 228.

154 SCHELLMANN, Animal glues, *Studies in Conservation*, 2007, č. sup1, s. 57.

155 ZELINGER, Jiří; ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTÍK, Petr. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. Praha: Academia, 1982, s. 66.

kolagenní lepidla nedoporučují a nepoužívají.<sup>156</sup> U některých zásahů se však v minulosti průmyslové kolagenní lepidlo využívalo, v českém prostředí jej jmenuje například Ladislav Kolařík.<sup>157</sup>

### Škrobová lepidla

Lepivé vlastnosti škrobu jsou známé a využívané lidmi již od starověkého Egypta. Jedná se o přírodní polymer rostlinného původu získávaný ze semen nebo hlíz určitých druhů. Chemicky se jedná o směs dvou polysacharidů – amylozy (20–30 %) a amylopektinu (70–80 %). Základní jednotkou obou je glukóza. Amylóza je nízkomolekulární a lineární polymer a je rozpustný ve vodě. Amylopektin vysokomolekulární větvený polymer a ve vodě pouze bobtná.<sup>158</sup> Přesné poměry a molekulové hmotnosti amylozy a amylopektinu se liší dle původu škrobu a určují vlastnosti konečného filmu. Vysoký podíl amylosy, např. v kukuřičném a pšeničném škrobu, působí gelovatění mazu při ochlazování. Vyšší zastoupení amylopektinu s vysokou molekulovou hmotností bude mít za následek vyšší viskozitu škrobu i za nižších teplot.<sup>159</sup>

Výroba škrobového lepidla spočívá v rozmíchání škrobového prášku ve studené vodě nejčastěji v poměru jeden díl škrobu na čtyři díly vody. Zahřátím tohoto roztoku vzniká hustá konzistence, tzv. škrobový maz. Zelinger stanovuje teplotu mazovatění škrobu mezi 52 a 70 °C dle původu zrna a lze ji ovlivnit přidávkem solí.<sup>160</sup> Po zaschnutí vytváří průsvitný, lehce bílý film. V praxi se nejčastěji používá v oblasti restaurování papíru a knižních vazeb, jedná se totiž o příbuzné látky, v poslední době však restaurátoři upřednostňují k lepení derivát celulózy. Použití škrobu lze přesto doporučit za podmínek použití čistých produktů, nejčastěji se doporučuje škrob bramborový, pšeničný nebo rýžový. Rýžový škrob nabízí jemnější struktur a vytváří pevnější, ale křehčí spoje oproti škrobu pšeničnému.

Protože je škrobový maz náchylný k mikrobiálnímu napadení, je nezbytné ukládat takto ošetřené objekty v čistých prostorách dle podmínek ukládání. Další nevýhodou je zhoršená dekonzervatelnost starých filmů, protože vlivem stárnutí síťují a stávají se rezistentní vůči vodě. Příliš vysoké vysoušení filmů způsobuje jejich smrštění, což může poškozovat přidružené látky. Obecně se adheze k pergamenu uvádí jako nedostatečná, problematická je také dlouhá doba schnutí škrobového mazu a s ní spojené riziko promáčení pergamenu. Jan

156 SCHELLMANN, *Animal glues*, *Studies in Conservation*, 2007, č. sup1, s. 55–56.

157 KOLAŘÍK, *Restaurování písemných památek*, 1991, s. 30.

158 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 228.

159 HORIE, Velson. *Materials for Conservation: Organic consolidants, adhesives and coatings*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010, s. 223.

160 ZELINGER, *Chemie v práci konzervátora*, 1982, s. 100.

Wouters škrobové lepidlo pro restaurování pergamenu doporučuje.<sup>161</sup>

Modifikované škroby se v oblasti restaurování nepoužívají. Příkladem může být dextrin, který vytváří křehké a lesklé filmy. Negativně ovlivňuje barevnost tónů, ke kterým je přidán a celkově je nestálý. Problematická je jeho aktivace za nízkých teplot, takže bývá lepivý i v běžných skladovacích podmínkách.<sup>162</sup>

### Deriváty celulózy

V současné praxi se jedná o nejpoužívanější adhezivum pro restaurování papíru. Jsou to polosyntetické polymery odvozené od celulózy. Vznikají substitucí hydroxylových skupin v celulóze etherovými nebo esterovými skupinami za vzniku polymerních materiálů s různými vlastnostmi. Míru modifikace lze určit dle stupně substituce v molekule a molární substituce polymeru. Lišit se mohou viskozitou, lepivostí, rozpustností v polárních a nepolárních rozpouštědlech, reakcemi vyvolanými procesem stárnutí aj. Veskrze jde ale o transparentní nebo mírně nažloutlé gely roztíratelné do 10% koncentrace roztoků. Po vyschnutí tvoří bezbarvé, pružné a pevné filmy, které jsou velmi stálé a odolné i mikrobiologickému napadení. V oblasti restaurování se osvědčily pouze ethery celulozy. Za nejstálejší se považují metyl-, metylhydroxyethyl- a karboxymetyl-celulózy. Díky specifickým vlastnostem své uplatnění získala také hydroxypropyl-celulóza. Známější jsou však obchodní názvy jako Tylose, Klucel, Methocel, Glutofix aj.<sup>163,164</sup>

Aplikace derivátů celulózy v oblasti restaurování pergamenů pravděpodobně kopíruje trend vysokého používání při restaurování papíru. Tato lepidla vyhovují díky výborným vlastnostem a díky průmyslovému zpracování nabízejí zaručený standard kvality oproti přírodním adhezivům. Jak jsou po chemické stránce výchozí polymery vhodně příbuzné s papírem, s kolagenním pergamenem jsou již materiálově vzdálené. Přesto se osvědčily například ke konsolidaci a opravám slabého nebo degradovaného pergamenu. Gely se většinou nanášejí štětcem a jejich výhodou je dobrá a rychlá ředitelnost za nízkých teplot. Často se využívají také ke konsolidaci inkoustů, pigmentů a jiných médií na pergamenech.<sup>165</sup>

161 WOUTERS, The Conservation of the Codex Eycckensis, *The Paper Conservator*, 1992, č. 1, s. 72–73.

162 KUBIČKA, ZELINGER, *Výkladový slovník: malířství, grafika, restaurátorství*, 2004, s. 53.

163 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 229–232.

164 HORIE, *Materials for Conservation: Organic consolidants, adhesives and coatings*, 2010, s. 205–211.

165 *BPG Parchment Conservation Treatment*. American Institute for Conservation. Online, dostupné z: [https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG\\_Parchment\\_Conservation\\_Treatment#Adhesives](https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Parchment_Conservation_Treatment#Adhesives) [cit. 2024-03-23].

## Syntetické polymery

### *Polyvinylacetátová lepidla (PVA)*

Tato skupina polymerů vzniká polymerací vinylacetátů. Svou polaritou jsou dobře přilnavé k polárním materiálům na bázi celulózy, proteinů, silkáto apod, proto se nejčastěji využívají jako lepidla pro dřevo, papír, kůži, tkaniny aj. Samotný polyvinylacetát vytváří bezbarvý, poměrně stálý, ovšem tvrdý a křehký film.<sup>166</sup> Lepidla se distribuují v podobě vodní disperze a mohou být tvořeny homopolymery nebo kopolymery. Do disperzí tvořených homopolymery jsou přidávána změkčovadla, která zároveň představují riziko pro restaurátorské zásahy. Vlivem změkčovadel může zaschlý a stárnoucí film žloutnout a jejich postupným těkáním křehnout. Kopolymerní disperze jsou samy svým složením vláčnější a stabilnější. Obecně je u PVA lepidel problematická reverzibilitnost, která se procesem stárnutí filmů zhoršuje. V tuzemsku se vyrábějí disperze pod názvem Duvilax a Dispercoll, v zahraničí Mowilith.<sup>167, 168</sup> Americký institut pro ochranu památek doporučuje k restaurování disperze vyráběné pod názvem Jade 403, Elvace, CM-Bond a Adhesin A22. Jejich použití uvádí při doplňování pergamenů záplatami nebo při opravách pergamenových vazeb.<sup>169</sup>

### *Akrylátové pryskyřice*

Tyto syntetické polymery se v oblasti konzervování vyskytují převážně jako akryláty odvozené od kyseliny akrylové nebo methakryláty odvozené od kyseliny methakrylové. Aplikují se v podobě roztoků s většinou organických rozpouštědel, jako vodní disperze nebo taveniny. Akrylové pryskyřice nabízí silné, bezbarvé a velmi stálé spoje, které jsou dobře reverzibilní za použití rozpouštědel nebo při zvýšené teplotě. Při konzervaci pergamenu byla v minulosti využita pryskyřice prodávaná pod názvem *Paraloid B72*, což je methakrylátový kopolymer tvořený převážně metylmethakrylátem (MMA) s malým množstvím ethylmethakrylátu (EMA). Jeho běžná aplikace je v podobě roztoku v ethanolu, je ale rozpustný dále v toluenu, xylenu, acetonu, methylethylketonu, ethylacetátu a amylacetátu. Zkušenosti s lepením pergamenu nejsou velké a názory nejsou jednotné. Nevyhovující je především špatná propustnost pro vodní páru. Z disperzí akrylových pryskyřic byly k péči o pergamen testovány výrobky s názvem *Plectol* a *Rhoplex*. Nejnovější výzkumy ukazují, že přirozeným stárnutím tato lepidla křehnou

166 ZELINGER, *Chemie v práci konzervátora*, 1982, s. 31.

167 *BPG Parchment Conservation Treatment*, American Institute, online.

168 ĎUROVIČ, *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, 2002, s. 233.

169 *BPG Parchment Conservation Treatment*, American Institute, online.

a jejich hodnoty pH klesají až do kyselého prostředí.<sup>170</sup>

### *Polyoxazoliny*

Vznikají polymerizací oxazolinových monomerů procesem kationtové polymerizace oxazolinů. Tato třída polymerů vykazuje vlastnosti vhodné pro použití ve formě biomateriálů. V restaurátorské praxi se v posledních letech osvědčil polymer poly(2-ethyl-2-oxazolinu), často zkracovaný jako PEOX. Komerčním názvem je *Aquazol*. Je rozpustný ve vodě i v polárních rozpouštědlech, jako jsou ethanol, isopropanol, methanol a aceton. Využívá se k lepení papíru, textilu a dalších materiálů. Národní archiv v Praze jej doporučuje k lepení historických voskových pečetí. Používá se také ke konsolidaci křehkých a degradovaných objektů. Poskytuje stabilitu bez výrazného ovlivnění vzhledu nebo textury. Je považován za netoxický a chemicky stabilní.<sup>171</sup>

---

170 *BPG Parchment Conservation Treatment*, American Institute, online.

171 URBÁNEK, Štěpán; BARTL, Benjamin; ZAPLETAL, Martin; TREJBAL, Jiří; HOLAKOVSKÁ, Libuše a BACÍLKOVÁ, Bronislava. *Postup lepení historických voskových pečetí pomocí poly(2-ethyl-2-oxazolinu)*. Praha: Národní archiv, 2018.

## 3 Experimentální část

### 3.1 Cíle výzkumu

Na základě předchozí rešerše problematiky doplňování pergamenu a zajišťování trhlin bylo přistoupeno k otestování, zhodnocení a rozšíření získaných informací. Testování vycházelo z potřeby prohloubení znalostí a orientace restaurátora na poli možností oprav pergamenu s využitím dostupných materiálů a technik. Návazností bylo restaurování konkrétní pergamenové listiny (viz 4 Praktická část).

Cílem výzkumu bylo porovnání japonského papíru a kolagenní blány při doplňování nebo scelování pergamenových dokumentů v kombinaci s vhodnými adhezivy. Sjednocující veličinou, u jinak rozdílného kolagenního a celulózového materiálu, byla pro potřeby komparace stanovena stejná nebo podobná gramáž materiálů. Dále byla rozhodující vysoká průhlednost podpůrných materiálů.

Kromě samotných materiálů byla hodnocena schopnost jejich adheze pomocí různých typů lepidel k pergamenu, manipulace a obecná práce restaurátora s konkrétními látkami při aplikaci v praxi. V rámci testování se vlastnosti materiálů a jejich spoju porovnaly před i po umělém stárnutí po stránce vizuální i mechanické.

### 3.2 Testované materiály

#### 3.2.1 Kolagenní materiál

Do testování byly zahrnuty kolagenní blány přírodní i průmyslově vyráběné. Přírodní blány určené pro restaurování jsou dostupné na evropském i americkém trhu pod názvem *Goldbeaters skin* nebo *Goldschlägerhaut*. Poměrně jednoduše se dají objednat přes několik internetových obchodů ([www.gmw-shop.de](http://www.gmw-shop.de), [www.talasonline.com](http://www.talasonline.com), [www.preservationequipment.com](http://www.preservationequipment.com), [www.feinleder-hoffmann.com](http://www.feinleder-hoffmann.com) atd.) Bližší specifikace materiálu nenabízí téměř žádný z jmenovaných subjektů. Není známý původ materiálu, přesná technologie výroby ani výrobce. Kromě přibližných plošných rozměrů neposkytují prodejci ani informace o tloušťce, průhlednosti, pevnosti nebo jiných vlastnostech kolagenní blány. Některé obchody nabízejí kolagenní blánu ve dvou variantách – průsvitné a bílé. Průhledná varianta vzniká louhováním ve vápenném mléce stejně jako pergamen, bílé zbarvení blány je způsobeno činěním kamencem. Z českých dodavatelů materiálů pro restaurátory neposkytoval v čase výzkumu přírodní kolagenní blánu žádný. Konkrétně byly k této práci dostupné čtyři přírodní kolagenní blány od německých dodavatelů: *Altenburger Parchment & Drumfell GmbH*, *GMW – a brand of Wilhelm Leo's Nachfolger GmbH* a *Franz Hoffmann-Feinleder©*.

Průmyslově vyráběnou kolagenní blánu výše uvedení dodavatelé nenabízí, z čehož lze usoudit, že tento materiál nebyl v restaurátorské praxi ukotven. Tomu nasvědčují i závěry v teoretické části této práce. Restaurátoři v minulosti dospěli k názorům, že kvalitou nedosahují průmyslové folie kvalit přírodní kolagenní blány a zdaleka neobstojí během procesu stárnutí. Za účelem aktualizace těchto teorií bylo rozhodnuto o zařazení zkušebního vzorku průmyslově vyráběné kolagenní blány do tohoto testování.

K získání požadovaného materiálu byl osloven český výrobce kolagenních fólií Devro s.r.o. specializující se na materiály pro potravinářský průmysl. Na základě konzultací byl vybrán konkrétní výrobek *Edicol*, který má z nabízeného sortimentu firmy nejmenší tloušťku. Složením sestává převážně z hovězího kolagenu (45–75 %), aditivy jsou rostlinný glycerol (16–28 %), voda (8–14 %) a rostlinný sorbitol (4–7 %).



Obr. 40: Kolagenní fólie Edicol výrobce DEVRO s.r.o. Online, dostupné z: <https://www.zlatestranky.cz/profil/H1761551> [cit. 2024-7-23].

### 3. 2. 2 Japonský papír

Japonské papíry jsou v praxi restaurátorů velmi oblíbené, ověřené a proto velmi snadno dostupné. Vzhledem k velkému množství typů japonských papírů byl výběr materiálů pro tento výzkum zúžen na papíry používané v Ateliéru restaurování papíru, knižní vazby a dokumentů (dále ARPKVD) na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice. Dodavateli je *Ceiba s.r.o.* a *GMW – a brand of Wilhelm Leo's Nachfolger GmbH*. Volba papíru srovnávaného s průhlednou kolagenní blánou byla podřízena stejnou nebo příbuznou gramáží. Tato veličina byla stanovena jako společná hodnota jinak nestejnorodých materiálů.

### 3. 2. 3 Adheziva

Na základě rešerše a dostupnosti materiálů v ARPKVD bylo vybráno několik lepidel vhodných k restaurování pergamenu. U několika lepidel byly vstupní koncentrace odvozeny od výzkumu materiálů při restaurování Codexu Eycckensis<sup>1</sup>. Jednalo se o 10% roztok technické želatiny; 3% roztoky Tylose MH 300, Tylose MH 6000 a Klucelu G;

1 WOUTERS, Jan; GANCEDO, Gely; PECKSTADT, An a WATTEEUW, Lieve. The Conservation of the Codex Eycckensis: The evolution of the project and the assessment of materials and adhesives for repair of parchment. *The Paper Conservator*, roč. 16 (1992), č. 1, s. 69–70.

5% roztok pšeničného škrobu a 30 % roztok Paraloidu B72. Výběr byl dále doplněn 10% roztokem vyziny a 20% roztokem Aquazolu 500. Jako rozpouštědla byla použita demineralizovaná voda nebo ethanol (99% Ethylalkohol, 1% methylethylketon). Bylo uvažováno o testování pergamenového klišu, ale z důvodu nedostupnosti materiálu nebyl tento kliš do testování zařazen. Zkouška lepení podpurných materiálů probíhala v několika fázích, přičemž u některých vybraných lepidel byly pozměněny koncentrace a to především z důvodu vhodnější aplikace, zvýšení přilnavosti nebo snížení vsákavosti do pergamenu.

### 3.3 Použité metodiky

#### 3.3.1 Srovnání základních vlastností použitých materiálů

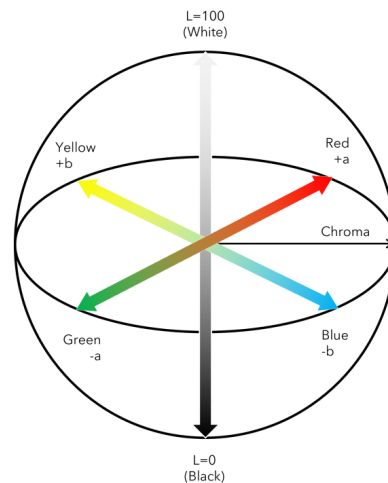
Jednotlivé materiály byly srovnávané dle základních charakteristik. Digitálním posuvným měřítkem byla změřena tloušťka jednotlivých materiálů a byla stanovena jejich průměrná hodnota dle výsledků tří měření. Na základně plochy a váhy byla vypočítána jejich přibližná gramáž. Hodnota pH byla stanovena průměrem tří hodnot měřených elektrodou s dvojitým rozhraním Hanna Instruments. Vizualně byly posouzeny základní rozdíly v barevnosti a opaktnosti. Subjektivní zkouškou namáhání materiálu byla zhodnocena úvodní odolnost vůči protržení.

U lepidel byla hodnocena jejich aplikace, přilnavost a výsledný charakter vrstvy lepidla a podpurného materiálu na novém pergamenu. K vizuálnímu zhodnocení byl použit také stereoskopický trinokulární mikroskop Nikon SZM800. Míra zprůhlednění pergamenu vlivem lepidel byla hodnocena dle čitelnosti textu podloženého pod vzorkem a byla zaznamenána fotograficky. Přilnavost mezi doplňkem a pergamenem byla stanovena procentuálně odvisle od 24 vzorků, které tvořily 100 %.

#### 3.3.2 Změny barevnosti

K analýze změn barevnosti vlivem umělého stárnutí byl použit spektrofotometr CM – 2600d od výrobce Konica Minolta. Barevná diference byla určena pomocí barevného prostoru CIELab. Definice konkrétního barevného odstínu odvisí od přesných souřadnic tří pravouhlých os, kde vertikální *osa L* představuje světlost barvy (0 = černá, 100 = bílá). Horizontální *osa a* definuje zelený odstín v záporné polovině a červený odstín v kladné. Druhá horizontální *osa b* značí modrý odstín v záporné oblasti a žlutý odstín v kladné. Celková změna barevnosti před a po umělém stárnutí byla vypočítaná z průměru naměřených hodnot dle rovnice:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ .

Měřeny byly vždy tři vzorky od každé kombinace materiálů, z nichž byly následně vypočítané průměrné hodnoty barevnosti vzorku. Barevnost byla změřena také u čistého pergamenu a čistého japonského papíru vyšší gramáže. Na základě těchto výstupů byla vyhodnocena změna barevnosti vlivem lepení jednotlivých fólií a dále změna barevnosti vlivem umělého stárnutí. Výsledky měření SCI (s leskem) a SCE (bez lesku) byly téměř rovnocenné, proto bylo počítáno pouze s hodnotami bez lesku.



Obr. 41: Schéma barevného prostoru CIE Lab. Online, dostupné z: <https://www.umfcorp.com/post/understanding-the-cielab-l-a-b-scale> [cit. 2024-5-15].

### 3. 3. 3 Pevnost v tahu lepeného spoje

Vzorky simulující trhlinu v pergamenu, byly dále podrobeny zkoušce pevnosti v tahu. Testovány byly všechny nestárnuté vzorky a vzorky, jejichž spoje odolaly umělému stárnutí. Cílem tohoto testu bylo zjistit, jak různé materiály ovlivňují pevnost a soudržnost lepeného spoje u pergamenu. Zkouška pevnosti v tahu určuje, jak materiál reaguje na tahové zatížení aplikované ve směru osy vzorku. Zjišťuje maximální tahovou sílu, které materiál odolává, než dojde k jeho přetržení nebo trvalé deformaci. V případě lepených spojů se pozoruje průběh přetržení.

Měření probíhalo v laboratoři Národní knihovny České republiky při teplotě  $23 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $45 \pm 5$  %. Ze získaných hodnot byl stanoven aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Všechny vzorky byly před samotným měřením kondicionovány 24 hodin v klimatizační komoře (Binder) při relativní vlhkosti vzduchu  $50 \pm 2$  % a teplotě  $23 \pm 1$  °C. Při testování byly vzorky upevněny z obou stran do čelistí a měření probíhalo při rychlosti 20 mm/min.

### 3. 4 Příprava vzorků

V první testovací fázi byly vytvořeny vždy dva vzorky pergamenu o velikosti  $38 \times 25$  mm. K jednomu vzorku byl celoplošně přilepen japonský papír Mino Tengujo  $9 \text{ g/m}^2$ , k druhému půsvitná kolagení blána dodavatele GMW. Lepidlo bylo nanášeno štětcem na doplňovaný materiál, který byl předem položen a rozvinut na mírně zvlhčenou tenkou fólii Melinex. K této metodě bylo přistoupeno z několika důvodů: prvně bylo snahou reprodukovat nejběžnější a nejsnadnější aplikaci lepidel pro restaurátory, proto byl vybrán nátěr štětcem. Zároveň metoda eliminuje přílišné provlhčování pergamenu, které hrozí při aplikaci adheziv přímo na pergamen. Pokládání materiálu na pod-

podpurnou fólii Melinex bylo proto nezbytné pro rovnoměrné rozetření lepidel po povrchu doplňku bez jeho poškození a pro následnou manipulaci s tenkými kolagenními i japonskými foliemi provlhčenými lepidly. V první fázi byla testována největší škála lepidel: Tylose MH 300, Tyhlose MH 6000, Klucel H rozpuštěný v ethanolu, vyzina, technická želatina, Paraloid B 72 v ethanolu a Aquazol 500 v demineralizované vodě i ethanolu. Vzorky byly ponechány samovolně vyschnout mezi lepenkami pod mírným tlakem kancelářských klipů.

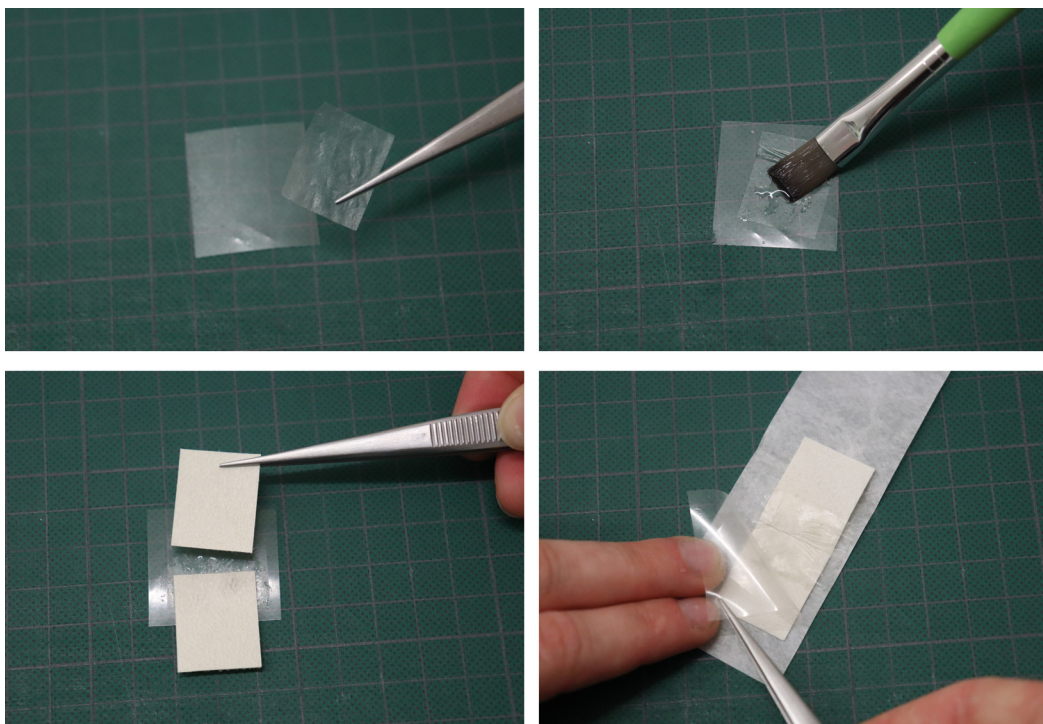
V druhé fázi byly vyrobeny dva druhy vzorků vždy po 12 skupinách. První skupina simulovala trhlinu pergamenu zajištěnou průhlednou fólií. Druhá skupina vzorků představovala kompozit nahrazující ztrátu pergamenu. Obě skupiny pak byly zastoupeny třemi sadami vzorků o čtyřech kombinacích dle podpurné fólie a lepidel. Lepení všech vzorků v každé fázi probíhalo za konstantních klimatických podmínek při teplotě  $25 \pm 2$  °C a relativní vlhkosti  $55 \pm 2$  %.

### 3. 4. 1 Vzorky simulující trhlinu v pergamenu

V této fázi byl testován již menší počet adheziv a byl přidán průmyslový kolagen Edicol. Pergamenové vzorky o rozměru  $50 \times 20$  mm byly v polovině delší strany rozpůleny a propojovány přídatným materiálem o rozměru  $20 \times 20$  mm. Aplikace probíhala stejnou metodou jako v první fázi výroby vzorků. Fólie byly lepeny vždy na broušenou stranu pergamenu. Celkově bylo vyrobeno 24 vzorků pro každou kombinaci materiálů, z toho polovina byla následně uměle stárnutá. K propojení simulované trhliny byl přidáván japonský papír Mino Tengujo, přírodní kolagenní blána od dodavatele GMW



Obr. 42: Pomůcky a materiály používané při výrobě vzorků simulující trhlinu pergamenu.



Obr. 43: Aplikace kolagenní blány k pergameni pomocí folie Melinex.

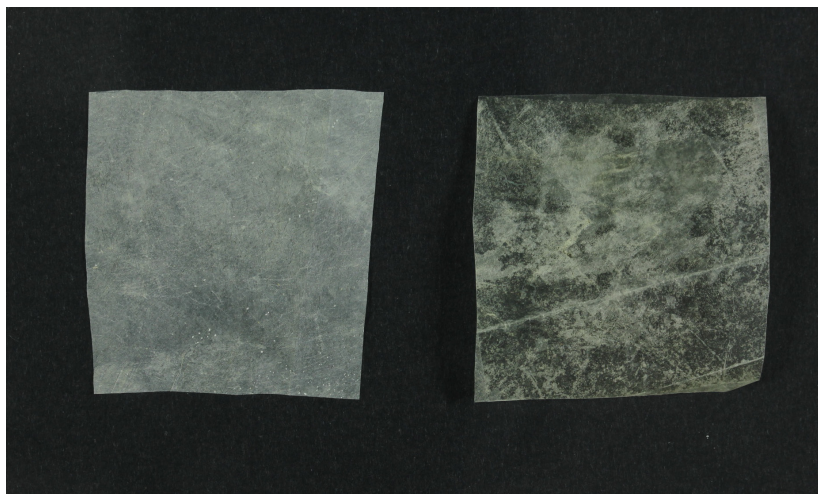
a průmyslová kolagenní blána Edicol. K lepení byla použita lepidla zastupující každou skupinu adheziv. Testována byla vyzina, technická želatina, pšeničný škrob, Klucel H a Klucel G, Aquazol 500 a Paraloid B 72.

### 3. 4. 2 Vzorky doplňovaného materiálu

K doplňování ztrát pergameni byl vytvořen sendvič japonského papíru vyšší gramáže v kombinaci s výše zmíněnými kolagenními a japanovými foliemi. Folie byly k japonskému papíru 39 g/m<sup>2</sup> lepeny oboustraně opět čtyřmi typy adheziv, které byly použity u vzorků simulující trhlinu v pergameni. Jednalo se o technickou želatinu, pšeničný škrob, Klucel H a Aquazol 500. Lepidla byla nanášena štětcem a poté byl doplněk lisován mezi lepenkami. Vzhledem k omezenému množství materiálu byly vyrobeny vždy tři vzorky o rozměru 50 × 50 mm, z toho dva byly následně stárnuty.

Kombinace japonského papíru a průhledných fólií byla vybrána na základě příkladů v teoretické části této práce. Japonský papír vyšší gramáže zajišťuje dostatečnou opaktnost doplnku, je neutrální, dá se snadno tónovat do požadovaného odstínu. V kombinaci s podpurnými materiály lze ovlivnit povrchové vlastnosti doplnku a také jeho celkovou pevnost. S historickým pergamenem se propojuje pomocí průhledných fólií stejně jako v případě zajišťování trhlin, vzniká tak minimální zásah vůči originálnímu objektu. Podobný sendvičový doplněk není možné vyrobit z bílé neprůhledné kolagenní blány, která by nahrazovala opaktní japonský papír. Po nanesení lepidla tato

kolagenní blána částečně zprůhlední a v kombinaci s dalšími materiály flekatí (obr. 44). Alternativou středového materiálu by mohla být záplata pergamenová či dolitek z pergamenové dolévací směsi, obojí doplněné průhlednými foliemi. K těmto variantám však nebylo v této fázi výzkumu přistoupeno.



Obr. 44: Zprůhlednění bílé přírodní kolagenní blány. Stav před lepením (vlevo) a po lepení (vpravo).

### 3.5 Stárnutí vzorků

Za účelem simulace stárnutí a relativním srovnání odolnosti testovaných materiálů byly vzorky vystaveny extrémním podmínkám zvýšené teploty a vlhkosti. Podmínky urychleného stárnutí byly zvolené podle doporučení publikované v disertační práci<sup>172</sup> Martiny Ohlídalové bez působení kyselých polutantů ( $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_2$ ) pouze působením zvýšené teploty. Konkrétně se jednalo o jeden den expozice vzorků při teplotě  $150^\circ\text{C}$  a šest dní expozice při teplotě  $40^\circ\text{C}$  a RV 30%. Procesu urychleného stárnutí byla vystavena polovina vzorků simulujících trhlinu v pergamenu a dvě třetiny vzorků materiálových záplat. Přidány byly referenční vzorky čistého pergamenu a japonského papíru gramáže  $39\text{ g/m}^2$ . Před samotným stárnutím byly vzorky fotograficky zdokumentovány a byly změřeny hodnoty barevnosti pomocí spektrofotometru CM – 2600d firmy Konica Minolta. Bezprostředně po stárnutí byly vzorky fotograficky zdokumentovány. Následně byly vzorky vlhčeny po dobu 30 hodin v prostředí se zvýšenou relativní vlhkostí (80 %), aby mohly být vyrovnány a dále analyzovány.

172 OHLÍDALOVÁ, Martina. Vliv kationů kovů na degradaci kolagenních materiálů. Disertační práce. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2021, s. 4-44.

### 3. 6 Závěry a diskuze

#### 3. 6. 1 Vlastnosti kolagenních materiálů

Jednotlivé blány si byly na pohled velmi podobné. Tloušťka všech materiálů se pohybovala mezi 0,001–0,003 mm. Gramáž přírodních kolagenních blan byla velmi malá, pohybovala se od 7 do 13,3 g/m<sup>2</sup>. Průmyslová kolagenní blána měla výrazně odlišnou gramáž a to 47,6 g/m<sup>2</sup>. Rozdíly byly znatelné i u naměřených hodnot pH. Poměrně dobré výsledky měly kolagenní blány od dodavatelů Altenburger a GMW, jejichž hodnoty se pohybovaly v mírně kyselé oblasti. Zbylé kolagenní materiály byly významně kyselější. Všechny přírodní průhledné blány se prokázaly jako velmi pevné. Bílá blána byla ve srovnání s předchozími znatelně křehčí. Výrobek Edicol má na povrchu jemný reliéf pravidelného rastru a nažloutlý odstín. Je poměrně pružný, ale také méně odolný v tahu ve srovnání s průhlednými kolagenními fóliemi přírodního původu. Na základě výsledků byla k dalšímu testování vybrána kolagenní blána od dodavatele GMW. Měla nejvyšší průhlednost a neutrální odstín, malou tloušťku a hodnoty pH v optimální zásadité oblasti. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1, vizuální porovnání je zaznamenáno na obrázku č. 45.

#### 3. 5. 2 Vlastnosti japonských papírů

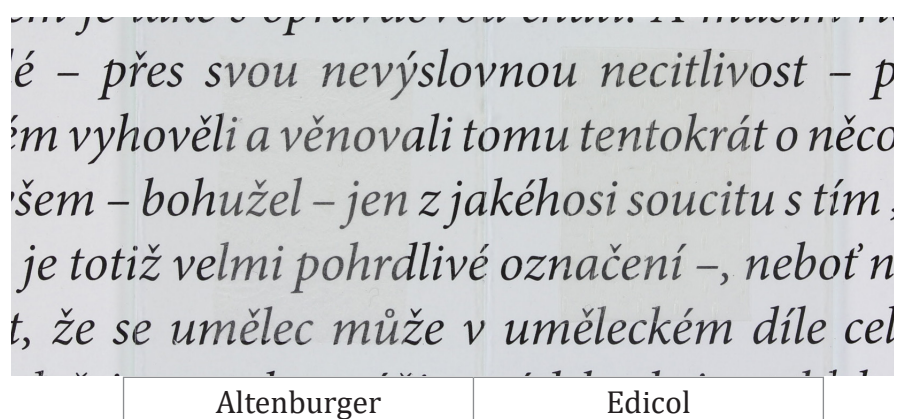
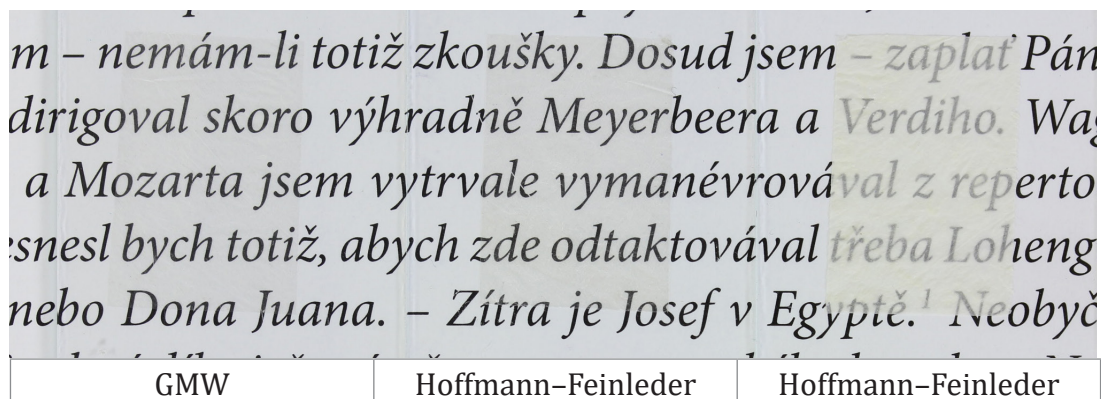
Všechny vybrané japonské papíry si byly velmi podobné a vykazovaly totožné vlastnosti. Jsou velmi tenké, neliší se gramáží a mají vhodné neutrální pH. Mírně se lišily v daném odstínu, průsvitnosti a pevnosti. K testování byl finálně použit japonský papír Mino Tengujo od firmy Roemer Turm, na český trh dodávaný společností Ceiba. Gramáží 9 g/m<sup>2</sup> je shodný s kolagenní blánou prodejce GTW. Jedná se o strojově vyráběný papír se 100% složením vláken Kozo. Ta jsou obecně považována za vysoce kvalitní – papíry z této suroviny bývají matné a nabízejí jak vysokou pevnost, tak zároveň vysokou průsvitnost. Papír Mino Tengujo měl z vybraných subjektivně nejmenší pevnost, ale nejvyšší průsvitnost a nejvíce neutrální barevný odstín. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 2, vizuální porovnání je zaznamenáno na obrázku č. 46.

dodavatel	rozměr (cm)	gramáž (g/m <sup>2</sup> )	tloušťka (mm)	pH
Altenburger	60 × 15	7	0,02	5,92
GMW	60 × 15	9	0,01	6,77
Hoffmann–Feinleder (průhledná)	50 × 15	13,3	0,01	4,57
Hoffmann–Feinleder (bílá)	50 × 15	13,3	0,01	4,53
Devro s.r.o. (Edicol)	role, šířka 58	47,6	0,03	5,08

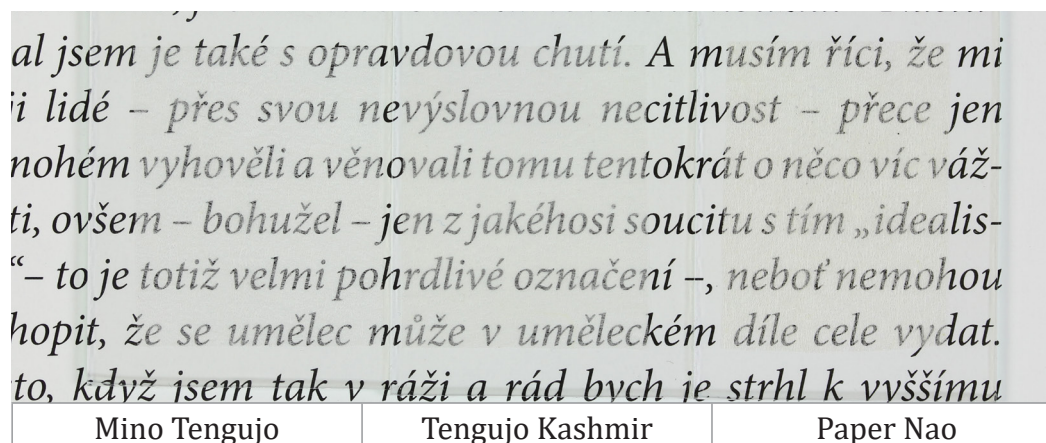
Tab. 1: Porovnání kolagenních materiálů.

název	dodavatel	rozměr (cm)	gramáž (g/m <sup>2</sup> )	tloušťka (mm)	pH
Tengujo Kashmir	Ceiba	94 × 48	8,6	0,01	7,03
Mino Tengujo	Ceiba	role, šířka 48	9	0,02	7,15
Paper Nao	GMW	role, šířka 33	11	0,02	7,22

Tab. 2: Porování japonských papírů



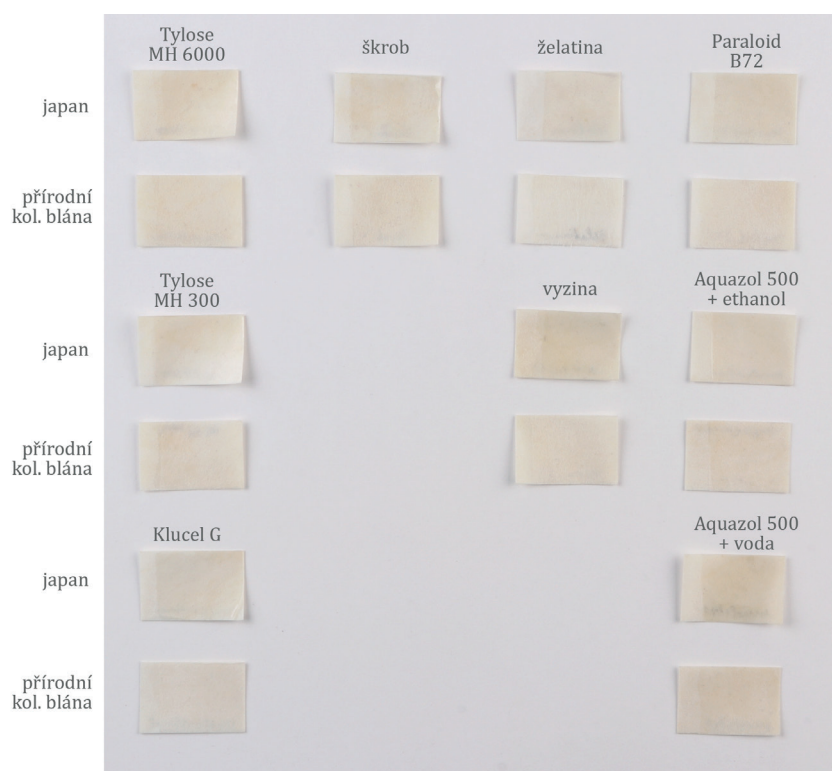
Obr. 45: Vizuální srovnání odstínu a průhlednosti kolagenních fólií.



Obr. 46: Vizuální srovnání odstínu a průhlednosti japonských papírů.

### 3. 5. 3 Vyhodnocení lepení vzorků

Všechna použitá adheziva se prokázala jako více či méně funkční pro lepení doplňků k pergameni. Vytváří po zaschnutí průhledný film, který je nezbytný pro zachování barevné autenticity v případě restaurování uměleckých předmětů. U broušeného pergamenu s otevřenou strukturou byly zaznamenány povrchové změny po aplikaci a zaschnutí filmu u všech lepidel. Vizuálně byla pozorovatelná odlišná torze vzorků v závislosti na použitém adhezivu i podpurném materiálu. Fotografie všech skupin vzorků před stárnutím jsou zařazeny na konci kapitoly 3. 5. 4 *Vyhodnocení vzorků po stárnutí* kvůli komparaci stavu před a po stárnutí.



Obr. 47: Zkoušky lepení japonského papíru a přírodní kolagenní blány k pergameni.

### Lepení deriváty celulozy

Odzkoušené deriváty celulozy jsou snadné na přípravu a dobře se nanášejí na všechny testované podpurné materiály. Při uchování v chladu mají vysokou trvanlivost a lze je průběžně ředit.

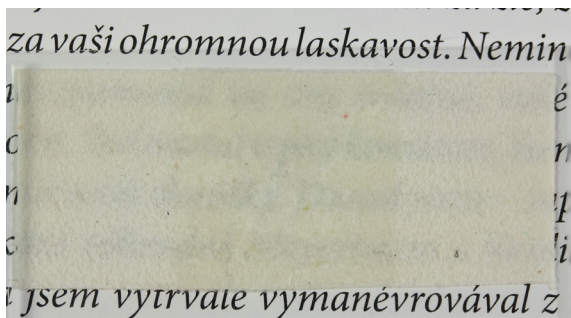
#### *Vzorky simulující trhlinu v pergameni*

Po nalepení jsou filmy na pergameni téměř neznatelné. V případě prosáknutí mimo lepenou plochu jsou zatekliny lepidla rozpoznatelné pouze v protisvětle, povrch broušeného pergamenu se mírně uzavře a má vyšší lesk. Přílnavost doplňovaných materiálů k pergameni je výborná u Tylose MH 6000. U lepidel s nižším polymeračním

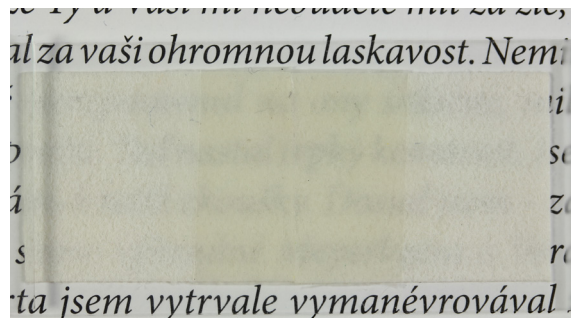
stupněm (Tylose MH 300 a Klucel G) byla přilnavost slabší a doplňky měli tendenci se samovolně odlepovat. Pergamen se pod vlivem vodných roztoků poměrně hodně kroutil, zvláště pak v kombinaci s přírodní kolagenní blánou. Při použití ethanolového roztoku Klucelu byl tento efekt na pergamenu téměř nezatlený.

Pro další testování byl zvolen roztok derivátu Klucel G v ethanolu. Tato kombinace byla zvolena kvůli svému potenciálnímu použití u velmi poškozených pergamenů, pro které by mohly mít vodné roztoky degradační potenciál. Lepení vzorků 3% ethanolovým roztokem Klucelu G bylo nejúspěšnější u japonského papíru – přilnulo 87,50 %. Většina doplňků přilnula zcela, u části nebyla adheze celoplošná, ale i tak bylo propojení pevné. U lepení přírodní kolagenní blány byla přilnavost k pergamenu 50%. Kolagenní blána chytala na povrchu pergamenu velmi často pouze částečně a měla tendenci se od pergamenu samovolně odlepovat. Průmyslový kolagen se chová stejně jako kolagen přírodní, pouze jeho přilnavost byla o něco menší (46,15 %).

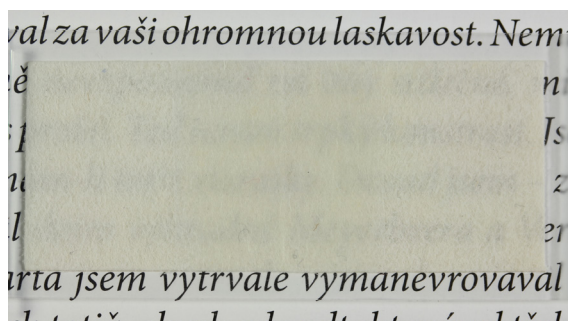
Kvůli nedostatečným přilnavým schopnostem Klucelu G byl testován dále Klucel H s vyšší viskozitou gelů. Koncentrace ethanolového roztoku byla zvýšena na 5 %. Přilnavost již byla 100% u japonského papíru a přírodního kolagenního materiálu, u průmyslového kolagenu se jednalo o 17 přilepených vzorků z 24, tj. 70,83 %. U obou kolagenních materiálů byly spoje velmi málo odolné mechanickému namáhání a při zatížení měli tendenci se od okrajů odlepovat. V žádném případě neměl Klucel H vliv na zprůhlednění pergamenu.



Obr. 48: Přírodní kolagenní blána přilepená k pergamenu pomocí Klucelu H.



Obr. 49: Průmyslová kolagenní blána přilepená k pergamenu pomocí Klucelu H.



Obr. 50: Japonský papír přilepený k pergamenu pomocí Klucelu H.

### *Vzorky doplňovaného materiálu*

Přilnavost fólií k japonskému papíru pomocí Klucelu H byla výborná u všech materiálů. V kombinaci s japonským papírem byl povrch doplňku nejméně uzavřený, mírně se zaklížil, ale stále měl měkký a vláknitý charakter. Povrch doplňku s přírodní kolagenní blánou byl hladký a mírně lesklý, ale celkově doplněk mírně zprůhledněl. Průmyslová kolagenní blána Edicol vytvořila také lesklý povrch, ale v protisvětle byl čitelný reliéf na povrchu fólie. Zprůhlednění bylo oproti přírodní kolagenní bláně menší, celkově změnil doplněk odstín mírně do žluta.

### **Lepení škrobem**

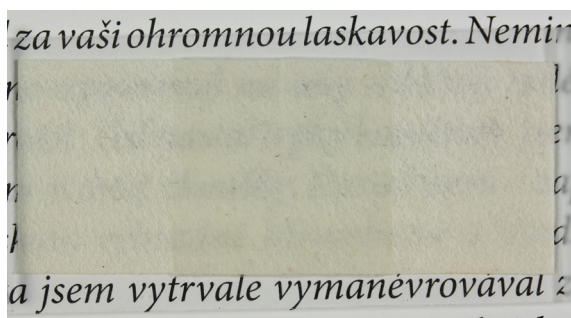
Kvalitně připravený škrobový maz, nejlépe prosátý skrze jemné síto, se velmi pohodlně nanáší štětcem, ovšem nanesený film může mít nepravidelnou strukturu povrchu. U škrobu vzniká synereze vody z gelu a hrozí její rozpíjetí mimo lepenou plochu. Je potřeba dbát na používání čerstvé směsi, protože škrob rychle podléhá kontaminaci plísněmi.

### *Vzorky simulující trhlinu v pergamenu*

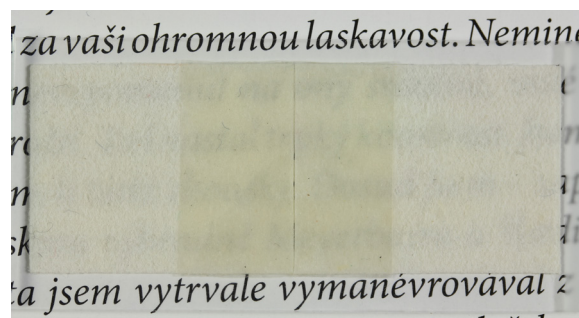
Škrobové filmy se po zaschnutí velmi podobaly filmům derivátů celulozy. V kombinaci s japonským papírem vytvářel příjemný matný efekt, v případě přírodní kolagenní blány byly i po zaschnutí rozpoznatelné tahy štětcem. Tento efekt nebyl viditelný při průmyslové kolagenní bláně. Zatekliny škrobového mazu mimo doplňovaný materiál jsou lehce rozpoznatelné, povrch se uzavře a pergamen mírně zprůhlední. Při koncentraci 5 % byl vznik zateklin velmi častý. Míra torze pergamenu se dala srovnat s torzí vlivem derivátů celulozy rozpuštěnými ve vodě.

Přilnavost japonského papíru byla 100% a adheze byla celoplošná. Přírodní kolagen měl tendence se mírně odlepovat od okrajů vzorků. Přilnulo 87,50 % lepené přírodní kolagenní blány a 75 % průmyslové kolagenní blány.

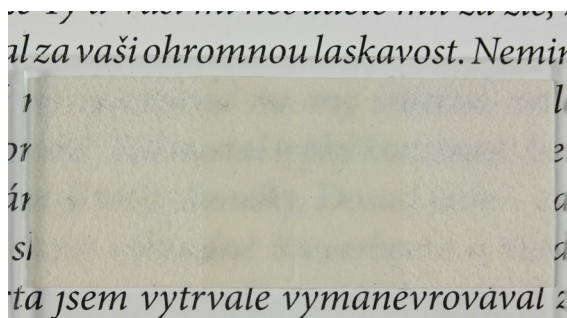
Z důvodu vzniku velkého množství zateklin a zvýšení přilnavosti u kolagenních materiálů byl dále testován 15% škrobový maz. Koncentrovanější roztok bylo možné aplikovat s větší precizností, protože se škrob nerozpíjel mimo tah štětce. Zároveň docházelo k menšímu promáčení pergamenu. Přilnavost všech materiálů byla v případě hustšího škrobového mazu 100%. Japonský papír přilnul velmi pevně a celoplošně, kolagenní materiály místy nedoléhaly. Míra zprůhlednění pergamenu byla výrazná po aplikaci 5% škrobového mazu. Po zvýšení koncentrace se efekt zprůhlednění snížil na přijatelnou míru.



Obr. 51: Přírodní kolagenní blána přilepená k pergamenu pomocí škrobu.



Obr. 52: Průmyslová kolagenní blána přilepená k pergamenu pomocí škrobu.



Obr. 53: Japonský papír přilepený k pergamenu pomocí škrobu.

#### *Vzorky doplňovaného materiálu*

Povrch doplňků lepených škrobem byl srovnatelný s doplňky lepenými Kluclem G. Celkově byly vysprávký méně zaklížené a stále působily vláknitým charakterem. Japonský papír vlivem škrobu nezměnil svou průhlednost v žádném případě dolepované fólie. Všechny lepené materiály přilnuly velmi dobře.

#### **Lepení knihy**

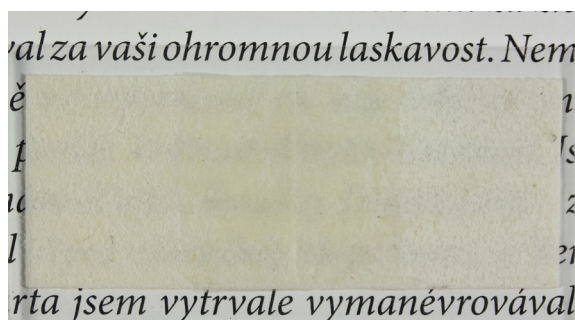
Příprava knihových lepidel je běžnou restaurátorskou praxí. Vyžaduje více času pro nabobtnání suchých částic a následné zahřátí směsi, které je potřeba kontrolovat, aby nedošlo k denaturaci kolagenu. Nejnižší koncentrace vyziny i želatiny jsou velmi tekuté.

#### *Vzorky simulující trhlinu v pergamenu*

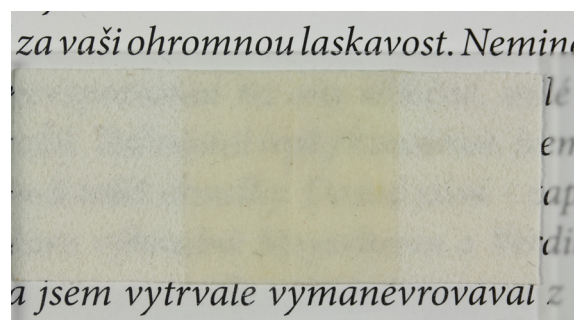
Na pergamenu vytváří oba knihy velmi příjemný neviditelný film. Japonský papír měl i po zaschnutí stále poměrně vláknitý charakter. Kolagenní blána vykazovala silnější přilnavost u koncentrovanějšího 10% roztoku želatiny v porovnání s 6% roztokem vyziny. Torze pergameu byla velmi slabá v obou případech knihů. Vzniklé zatekliny uzavíraly povrch broušeného pergamenu, ale neměly tendenci zprůhledňovat materiál. Roztok vyziny byl dále zvýšen na 10 %. Přilnavost byla opět výborná u japonského papíru, který se přilepil ve 100 %. Japonský papír s filmem vyziny se také pohodlně nanášel na pergamen a po zaschnutí vytářel nenápaný matný film. V kombinaci s kolagenními materiály byl roztok vyziny překvapivě nevyhovující. Špatná přilnavost se projevila

už při samotné aplikaci. Roztok vyziny nebylo možné na kolagenu rovnoměrně rozetřít a velmi špatně přilnul k pergamentu, proto byla práce v tomto případě velmi komplikovaná. Přírodní kolagenní blána byla přilepena v 84,62 % a průmyslovou kolag. blánu se povedlo přychytit pouze z 33,33 %. Film byl pod kolagenními foliemi po zaschnutí viditelný, tvořil nepravidelné skvrny s rozdílným leskem.

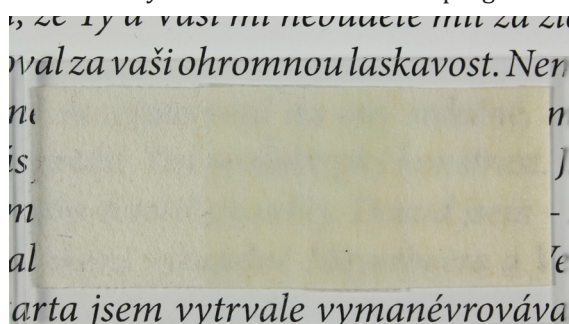
Získat viskóznější roztok vyziny by vyžadovalo velké množství poměrně drahého materiálu, proto bylo v další fázi přistoupeno k hustšímu želatinovému klišu. Byl namíchan 30% roztok, který se nanášel při zahřátí na 30 °C. Zvýšením koncentrace zmizela u japonského papíru jeho vláknitost, ale dále byl film po zaschnutí nepozorovatelný. U kolagenních fólií byly po zaschnutí želatiny patrné tahy štětcem, viditelnější o něco více u přírodní kolagenní blány. Aplikace želatinového lepidla byla snadná, vyžadovala ovšem konstantní a kontrolované zahřívání klišu. Oproti roztoku vyziny nebylo problematické rozetřít film po celé ploše kolagenních fólií. Přilnavost k pergamentu byla 100% u všech lepených materiálů. Zprůhlednění pergamentu nezpůsobil žádný roztok testovaných klišů.



Obr. 54: Přírodní kolagenní blána přilepená k pergamentu pomocí želatiny.



Obr. 55: Průmyslová kolagenní blána přilepená k pergamentu pomocí želatiny.



Obr. 56: Japonský papír přilepený k pergamentu pomocí želatiny.

#### Vzorky doplňovaného materiálu

Všechny vzorky lepené želatinou byly po zaschnutí silně zaklížené – měly tzv. zvonivý charakter. Povrch byl ve všech případech uzavřený a lesklý. Kombinace japonských

papírů po zaschnutí poměrně zprůhledněla, stejně tak japonský papír v kombinaci s fólií Edicol. U přírodní kolagenní blány zůstal japonský papír opaktní. Přilnavost všech materiálů byla v případě lepení technickou želatinou výborná.

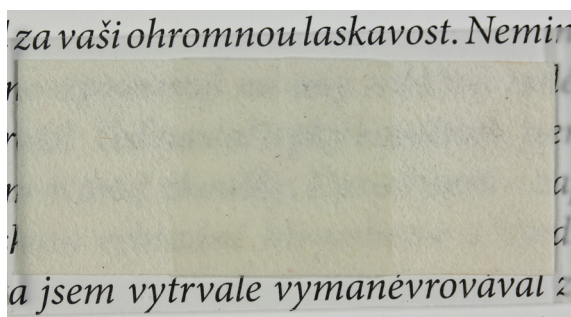
### Lepení syntetickými polymery

Příprava těchto adheziv je nenáročná, ale vyžaduje několik hodin pro dokonalé rozpuštění suchých částic v rozpouštědle. Mají vysokou trvanlivost a lze je průběžně ředit.

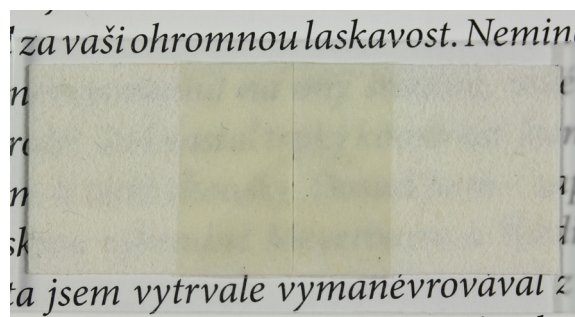
#### *Vzorky simulující trhlinu v pergamenu*

Na pergamenu vytváří průhledný a mírně lesklý film, povrch pergamenu se hodně uzavřel a výrazně zaklížil, celkově pergamen poměrně ztvrdl. Tato změna byla výrazější u adheziva Paraloid B 72. Torze pergamenu byla malá, minimální u ethanolových roztoků, výrazněji se projevila u vzorků lepených Aquazolem rozpuštěným ve vodě.

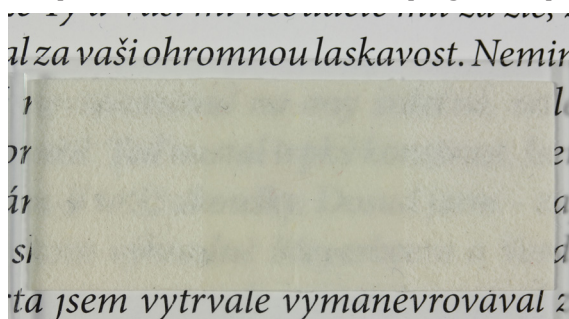
K dalšímu testování byl vybrán roztok Aquazolu 500 rozpuštěného v ethanolu, přičemž vstupní koncentrace byla stanovena na 20 %. Tato koncentrace je doporučovaná Národním archivem pro lepení pečeti<sup>173</sup>, nebyla však k roztírání tenkého filmu na fóliích vhodná. Jedná se o poměrně tuhé lepidlo tvořící tlustou a nerovnoměrnou vrstvu, proto byla koncentrace snížena na 10 %. V tomto případě byla přilnavost 100% u japonského papíru. Přírodní kolagenní blána držela ve 20 případech (83,33 %). Kolagenní blána Edicol měla nejmenší,



Obr. 57: Přírodní kolagenní blána přilepená k pergamenu pomocí Aquazolu 500.



Obr. 58: Průmyslová kolagenní blána přilepená k pergamenu pomocí Aquazolu 500.



Obr. 59: Japonský papír přilepený k pergamenu pomocí Aquazolu 500.

173 URBÁNEK, BARTL, ZAPLETAL, TREJBAL, HOLAKOVSKÁ a BACÍLKOVÁ. *Postup lepení historických voskových pečeti*, 2018, s. 3.

ale stále dobrou přilnavost (66,66 %). Finálním zvýšením koncentrace na 15 % byla již přilnavost 100% u všech lepených materiálů. Zprůhlednění nevyvolal tanto roztok v žádném případě lepeného materiálu.

#### *Vzorky doplňovaného materiálu*

Stejně jako v případě lepení želatinou měly všechny vzorky silně uzavřený a lesklý povrch. Zvonivost byla výrazná u japonského papíru kombinovaného s přírodní kolagenní blánou, menší byla u kombinace japonských papírů a v případě kolagenní blány Edicol byla minimální. Vysprávka z japonských papírů měla vysokou opaktnost, která se vlivem adheziva zdála dokonce vyšší oproti čistému japonskému papíru. Přírodní kolagenní blána v kombinaci s japonským papírem částečně zprůhledněla. Fólie Edicol lepená k japonskému papíru Aquazolem získala poměrně umělý charakter, lesklý povrch s viditelným rastrovím fólie a mírné zprůhlednění vysprávky.

### **3. 5. 4 Vyhodnocení vzorků po stárnutí**

Samotný pergamen po umělém stárnutí obecně zežloutl, zkroutil se a zkřehl. Japonský papír vyšší gramáže použitý k doplňování pergamenu zežloutl oproti pergameni méně a žádné jiné degradační znaky nebyly zaznamenány. Všechny lepené fólie zežloutly. Některé zůstaly neměnné a dále propojovaly poškozený pergamen. V jiných případech ztratily vysprávky vlivem umělého stárnutí adhezi nebo samy zdegradovaly více, než samotný pergamen. U vzorků záplaty pro pergamen bylo taktéž v některých případech sledováno odlepení podpůrných fólií od japonského papíru. Všechny vzorky byly před i po umělém stárnutí fotograficky zdokumentovány. Vysprávky přilepené k pergameni byly navíc zdokumentovány pod mikroskopem při zvětšení 30x. Fotografie jsou zařazeny na konec této kapitoly.

#### **Sada vzorků s japonským papírem**

##### *Vzorky simulující trhlinu v pergameni*

U japonského papíru byl pozorovaný dvojitý efekt v přilnavosti. V případě lepení roztokem želatiny a škrobem byly všechny vysprávky po stárnutí stále velmi pevně a celoplošně propojené s pergamenem. U lepení ethanolovými roztoky Aquazolu a Klucelu se všechny fólie od pergamenu samovolně odlepily. Po Klucelu H zůstal na pergameni téměř nezatelný film. Film Aquazolu 500 byl po uvolnění japonského papíru výrazně tmavší, než samotný pergamen. Mírně ztmavl také film želatiny a škrobu a japonské papíry v kombinaci s těmito adhezivy mírně zvrásněly.

### *Vzorky doplňovaného materiálu*

Japonský papír v kombinaci s dalším japonským papírem zůstal jako soudržný doplněk při všech použitých lepidlech. Zežloutnutí je nerovnoměrné – nejvíce se projevilo u roztoků želatiny a Aquazolu. Doplnky lepené škrobem se po stárnutí samovolně zkroutily. U doplňků lepených Klucelem bylo rozpoznáno tmavší flekatění, které nebylo patrné při stavu před umělým stárnutím. Vlivem želatinového klišu se křehkost doplňku po stárnutí zvýšila a vzorek měl také tendenci k torzi.

### **Sada vzorků s přírodní kolagenní blánou**

#### *Vzorky simulující trhlinu v pergamentu*

Po umělém stárnutí měl přírodní kolagen nejlepší přilnavost v kombinaci s roztokem želatiny, kdy zůstalo 10 vzorků z 12 velmi pevně spojených. Pevná adheze byla pozorována také u lepení škrobem, ovšem zde zůstalo po stárnutí přilepeno pouze 8 vzorků. Při lepení Klucelem H vydrželo soudržných 9 z 12 vzorků, ale spoje byly oproti předchozím poměrně křehké. Roztok Aquazolu 500 byl nedostatečný, všechny vysprávký se samovolně odlepily. Vysprávký lepené želatinou i škrobem výrazně ztmavly. U škrobového mazu se zvýraznily tahy štětcem z nanášení lepidla.

#### *Vzorky doplňovaného materiálu*

Přírodní kolagenní blána měla obecně tendenci ke zkroucení všech vzorků. Zároveň se zde projevila velká míra samovolného oddělování od japonského papíru. Pouze v případě vzorků lepených škrobem zůstal doplněk kompletní. Tento kompozit se také nejméně kroutil, ale zato velmi výrazně zežloutl a také se zvýšila jeho zvonivost. Nejvíce se kolagenní blána odlepovala od japonského papíru při použití Klucelu H, materiály se od sebe samovolně zcela oddělily, ale vzorky byly ze všech nejméně stočené. Při lepení roztokem Aquazolu a želatiny se doplnky nejvíce zkroutily a u obou lepidel se projevilo samovolné uvolnění fólie, ovšem vždy pouze jednostranné. Zvýraznila se také jejich zvonivost.

### **Sada vzorků s průmyslovou kolagenní fólií**

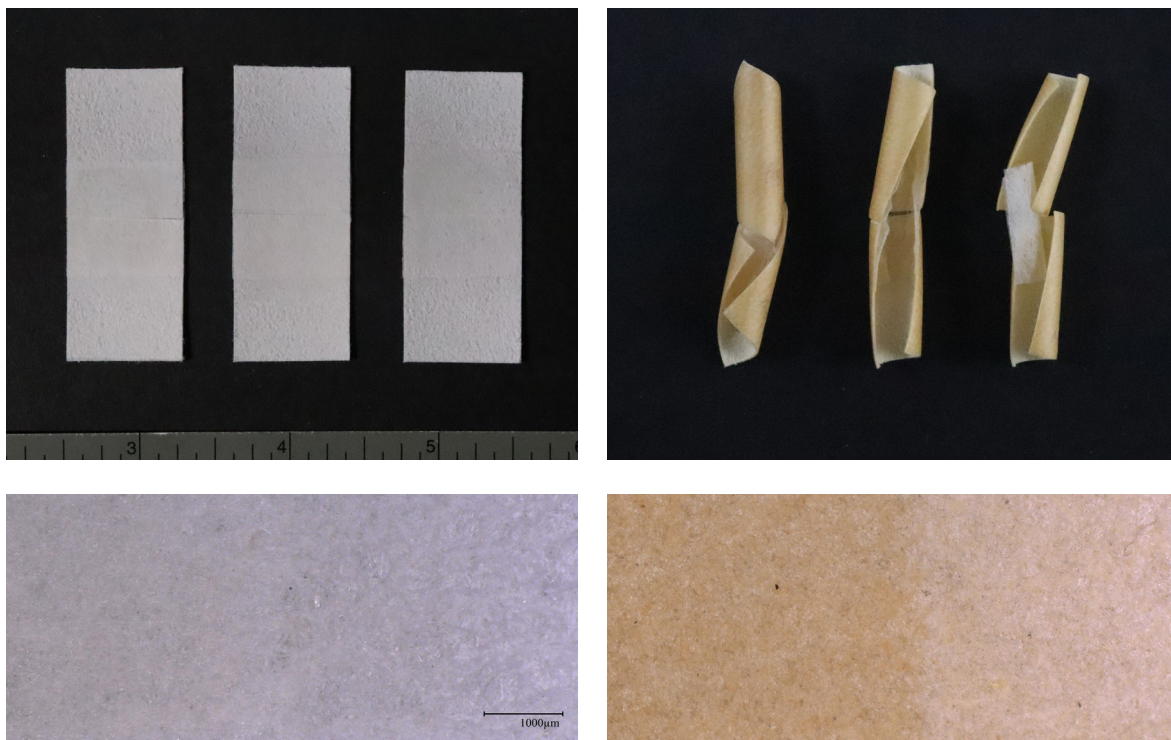
#### *Vzorky simulující trhlinu v pergamentu*

Přilnavost kolagenní blány Edicol byla po stárnutí nejmenší ze všech testovaných fólií. V kombinaci s roztokem Aquazolu se samovolně oddělila u všech vzorků. Vysprávký navíc velmi ztmavly, zkřehly a změnilý svůj tvar smršněním. Tento efekt nastal při všech dalších vzorcích s jinými lepidly, ovšem už v menší míře. Spoje lepené želatinou vydržely v 8 případech z 12. Při lepení škrobem zůstala dostatečná adheze u poloviny vysprávek, v kombinaci s Klucelem H byly po stárnutí dále slepeny pouze 4 vzorky z 12.

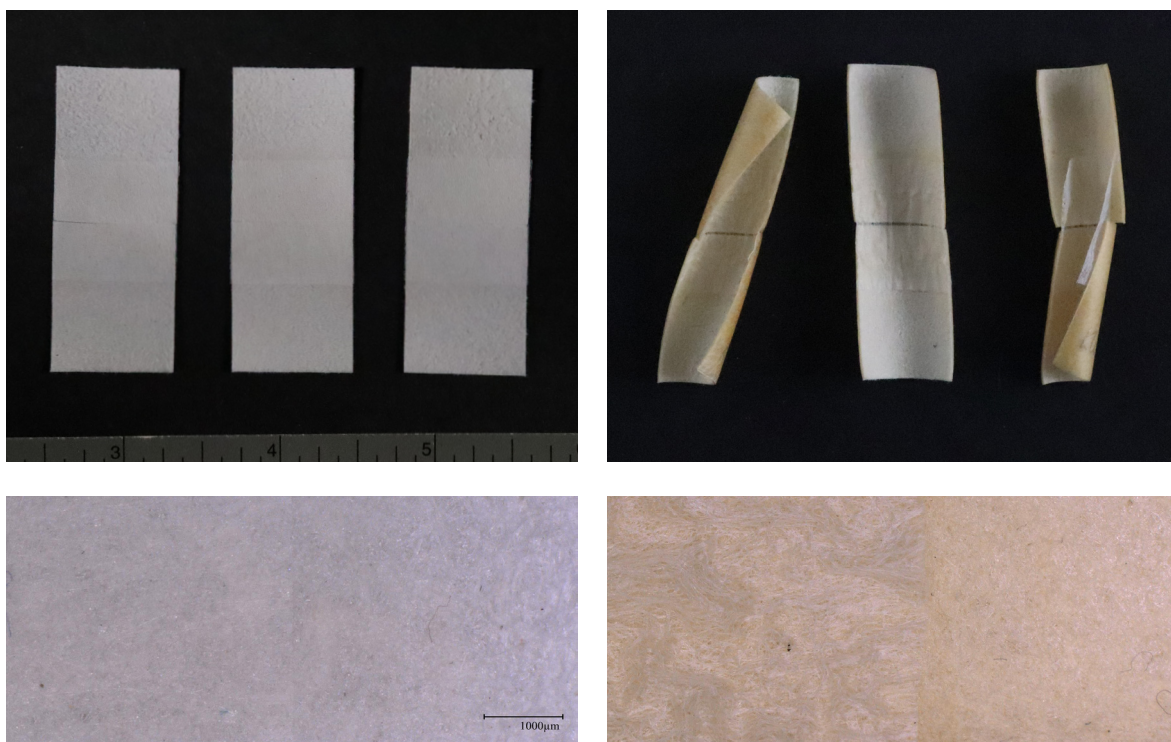
### *Vzorky doplňovaného materiálu*

V tomto případě kolagenní fólie Edicol zásadně neobstála ve všech kombinacích. Všechny doplňky extrémě ztmavly a zkřehly. V případě vzorků lepených ethanolovými roztoky Aquazolu a Klucelu se fólie od japonského papíru oddělily a následně smrštily, ovšem degradace probíhala i u japonského papíru, který zhnědl a výrazně zkřehl. Fólie u doplňků lepených roztokem želatiny a škrobovým mazem se od japonského papíru neodělily, takže smršštění a další degradace se projevíly v kompozitu jako celku.

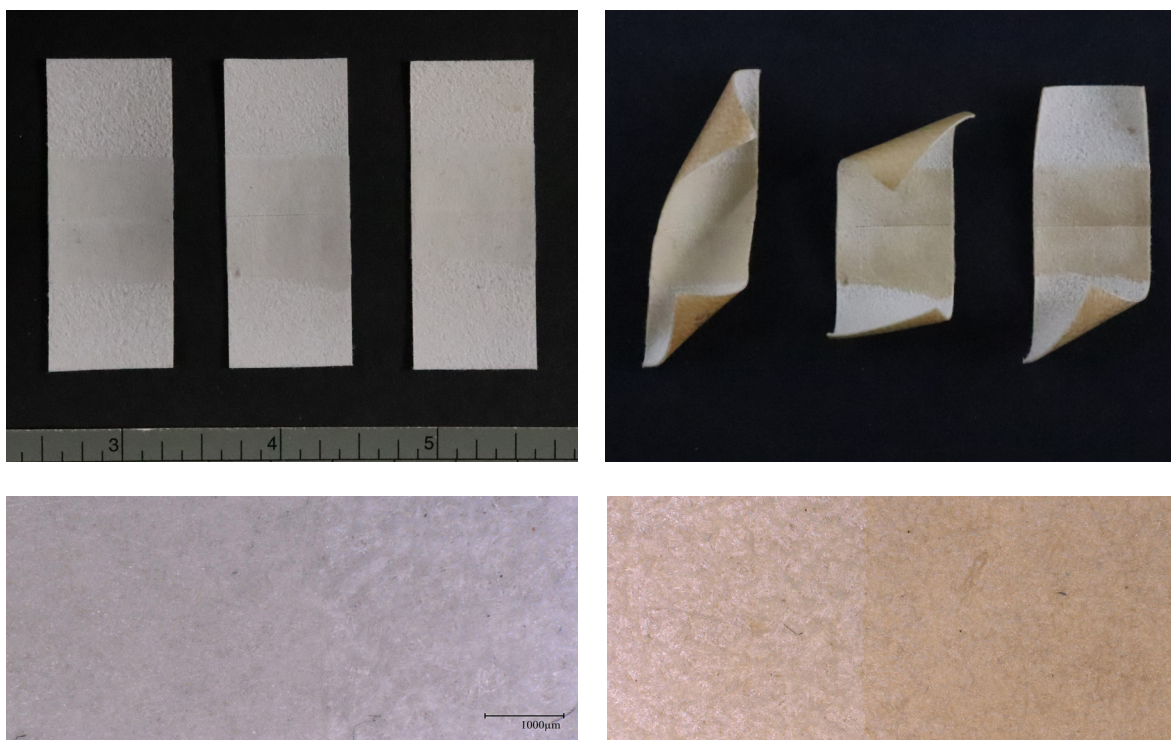
**Vzorky simulující trhlinu v pergamenu propojenou japonským papírem:**



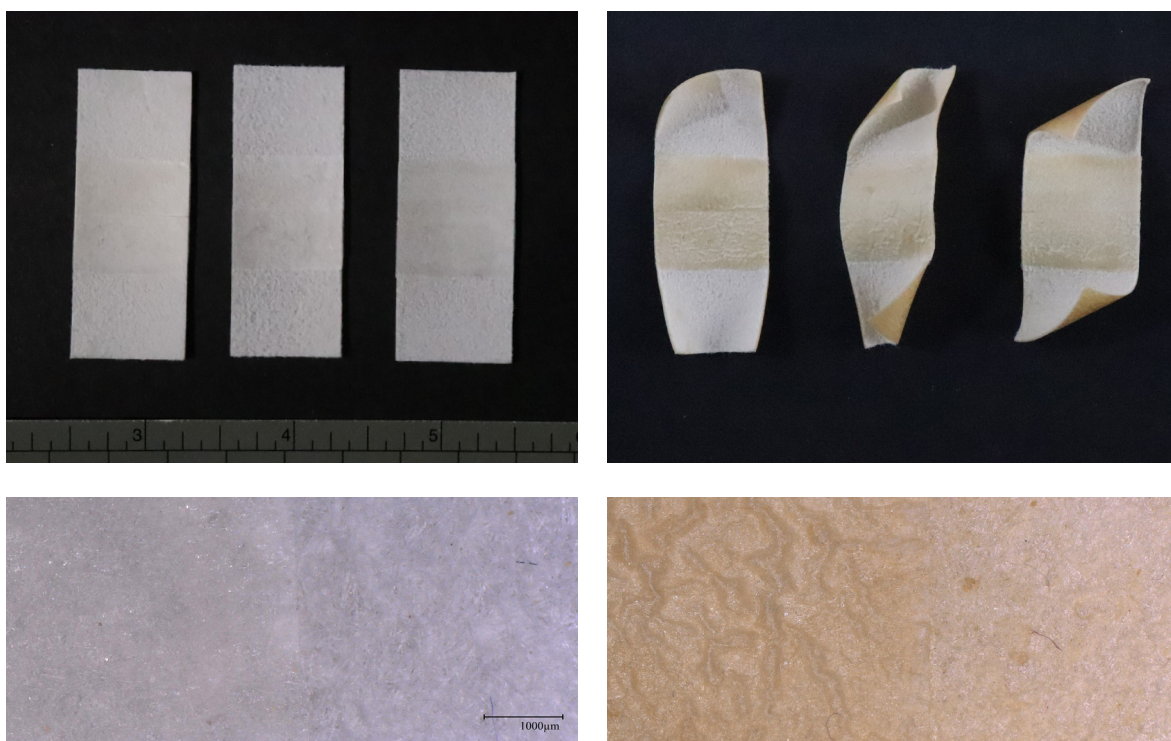
Obr. 60: Japonský papír lepený roztokem Aquazolu. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).  
Na přiblíženém snímku po stárnutí je pouze pergamen bez japonského papíru, který se samovolně oddělil.



Obr. 61: Japonský papír lepený roztokem Klucelu H. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

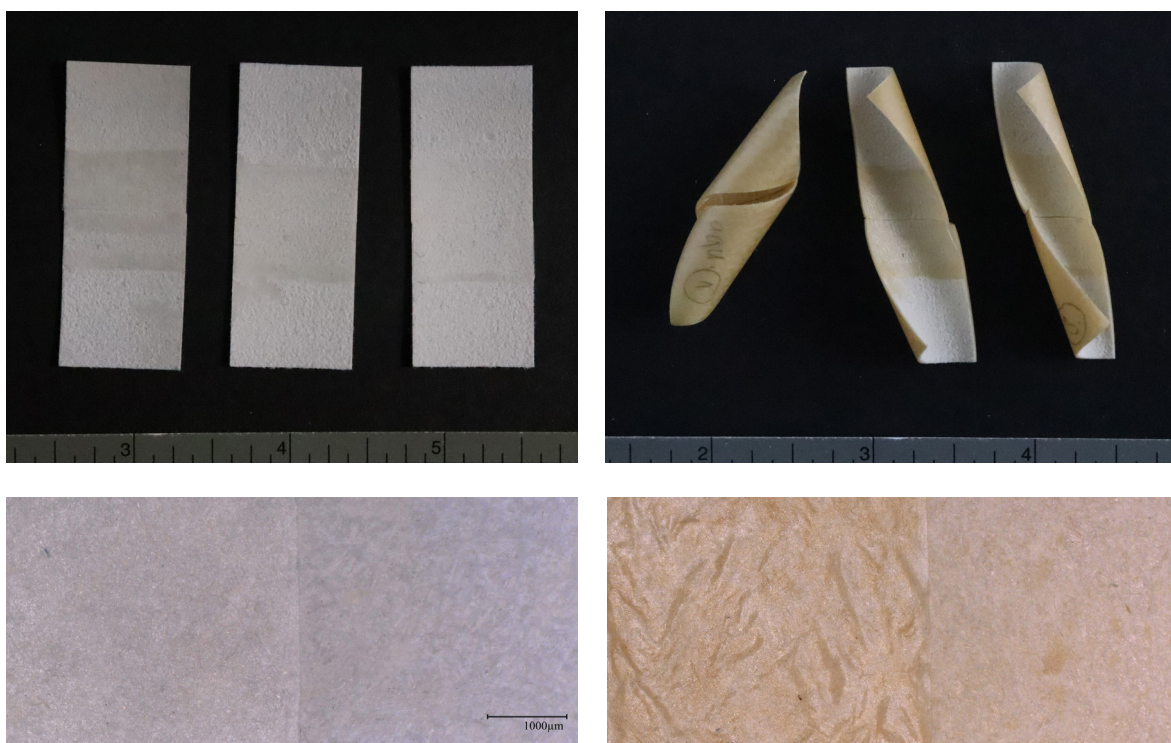


Obr. 62: Japonský papír lepený škrobem. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

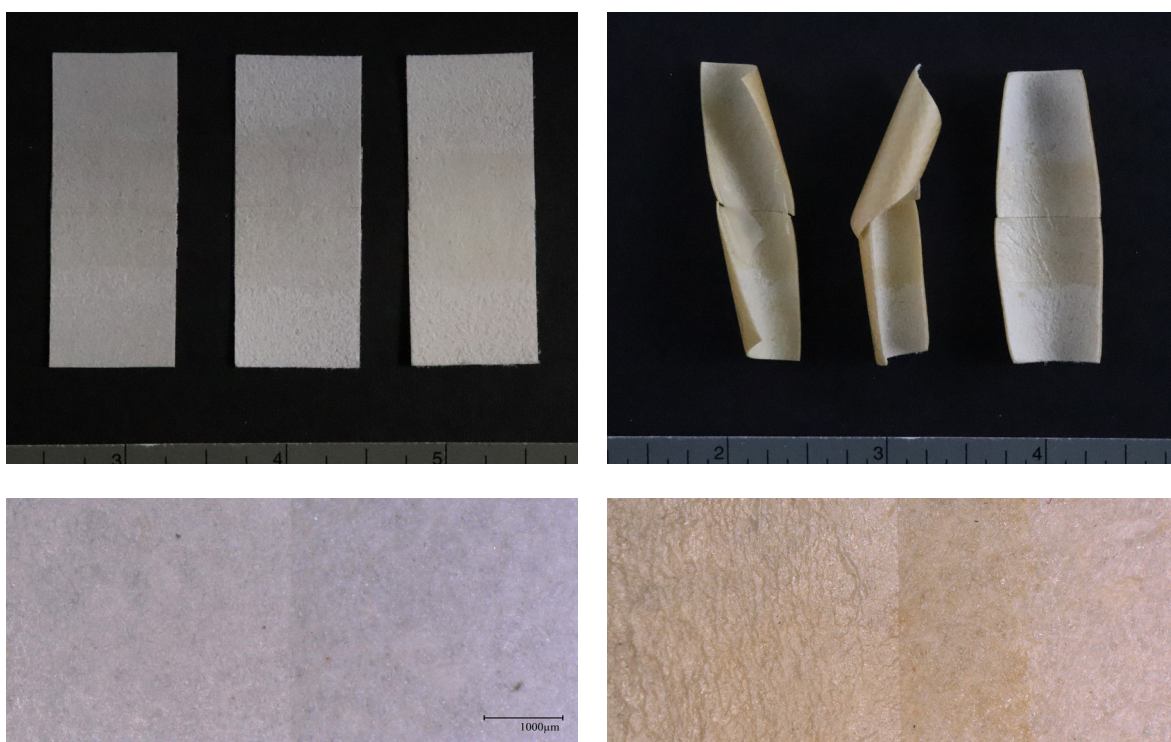


Obr. 63: Japonský papír lepený želatinou. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

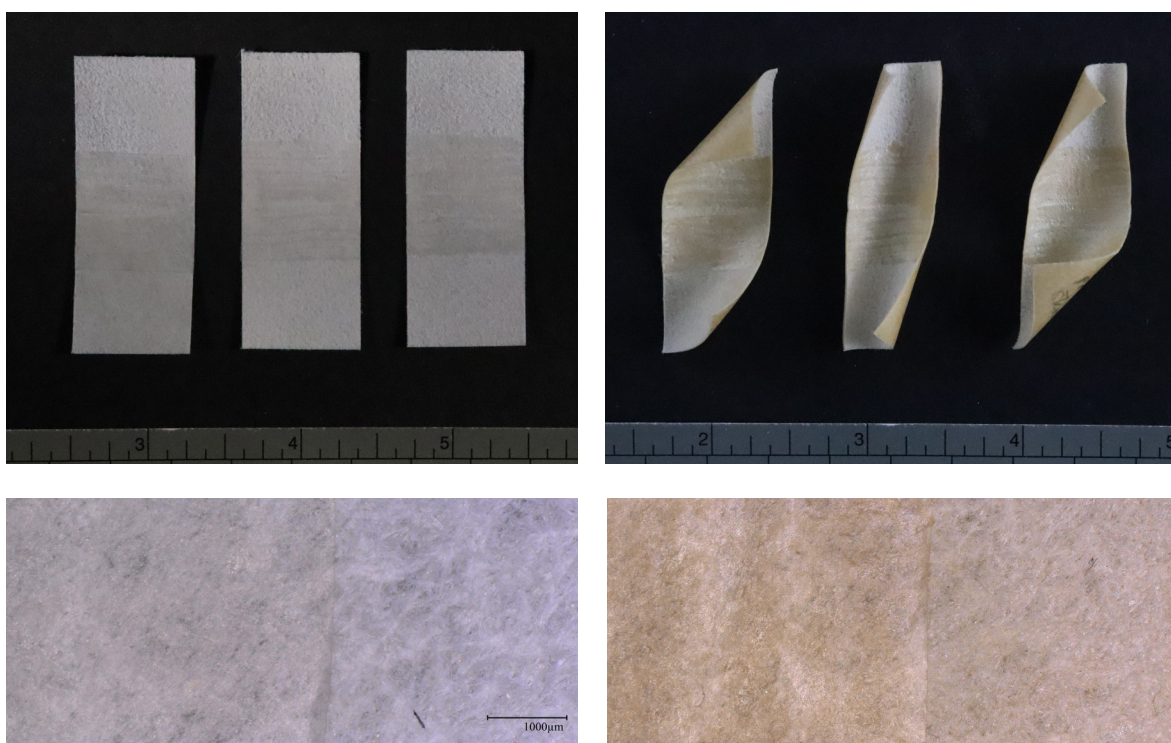
**Vzorky simulující trhlinu v pergamentu propojenou přírodní kolagenní blánou:**



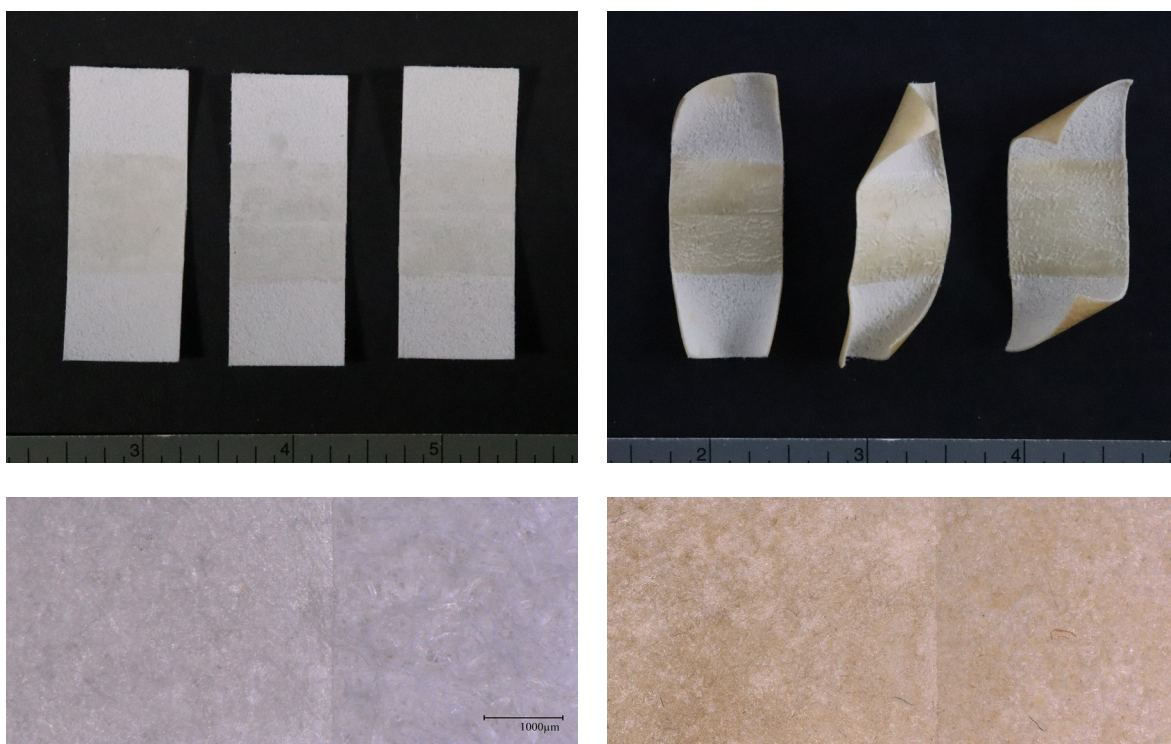
Obr. 64: Přírodní kolagenní blána lepená roztokem Aquazolu. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 65: Přírodní kolagenní blána lepená roztokem Klucelem H. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

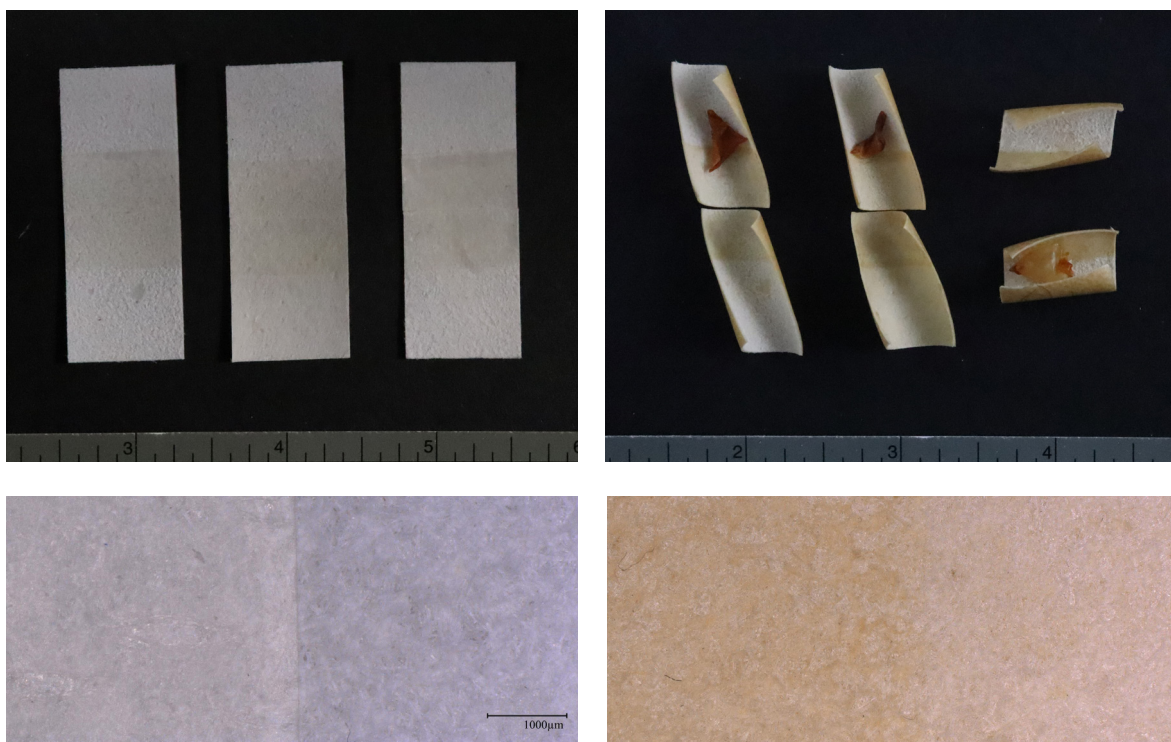


Obr. 66: Přírodní kolagenní blána lepená škrobem. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

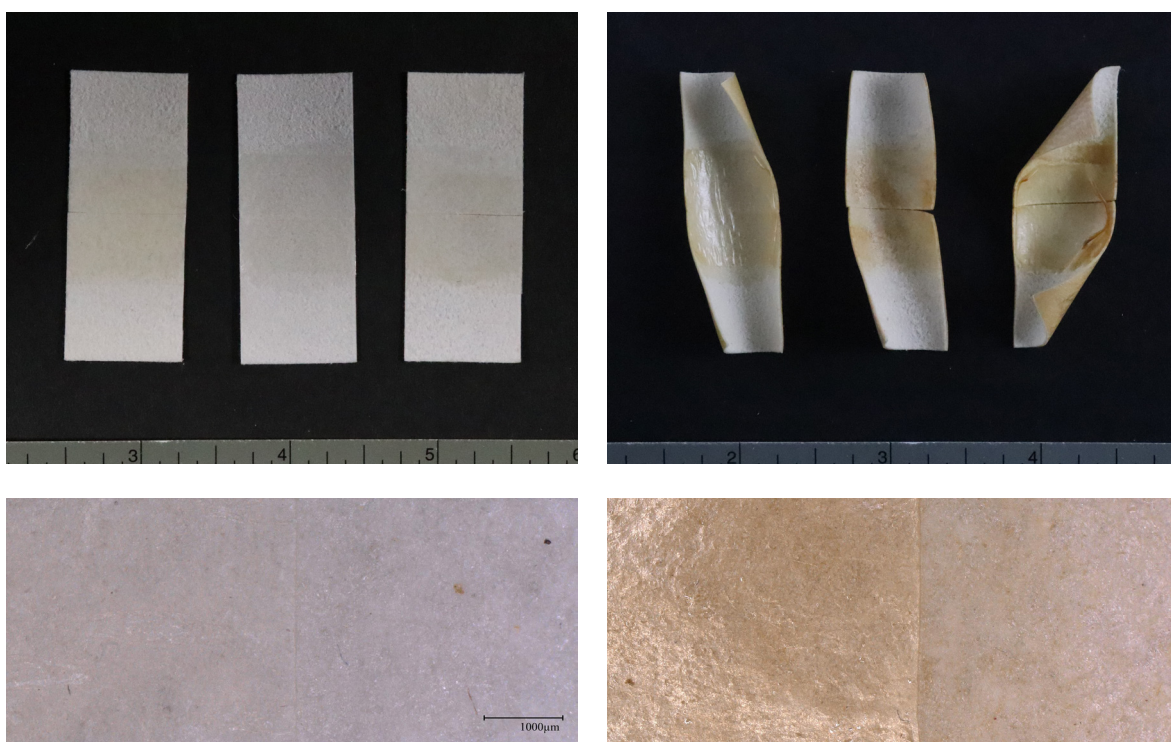


Obr. 67: Přírodní kolagenní blána lepená želatinou. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

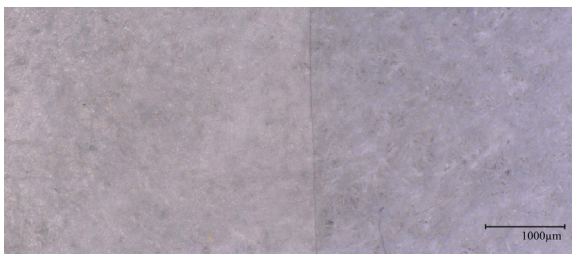
**Vzorky simulující trhlinu v pergamenu propojenou fólií Edicol:**



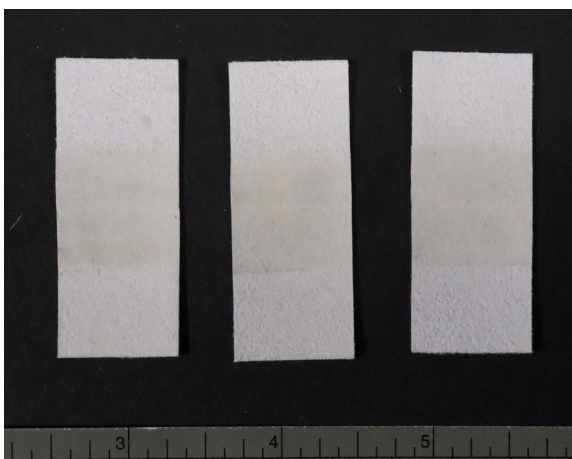
Obr. 68: Průmyslová kolagenní fólie Edicol lepená roztokem Aquazolu. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo). Na přiblíženém snímku po stárnutí je pouze pergamen bez fólie Edicol, který se samovolně oddělil.



Obr. 69: Průmyslová kolagenní fólie Edicol lepená roztokem Klucelu H. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

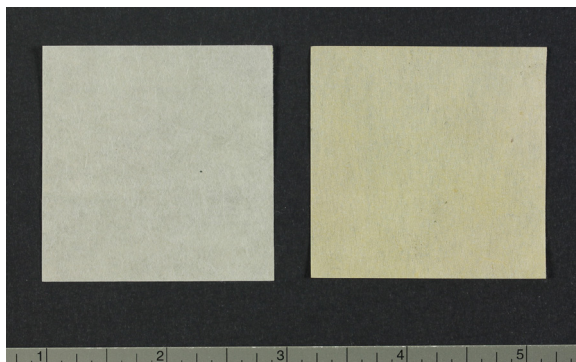


Obr. 70: Průmyslová kolagenní fólie Edicol lepená škrobem. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

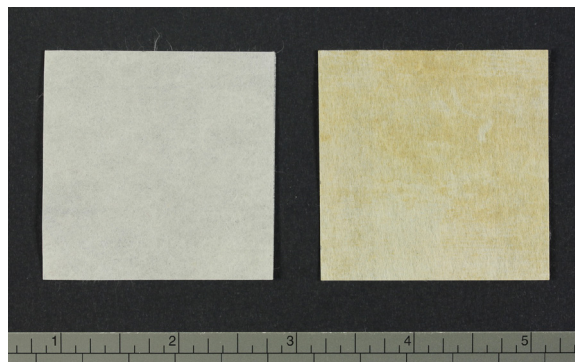


Obr. 71: Průmyslová kolagenní fólie Edicol lepená želatínou. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

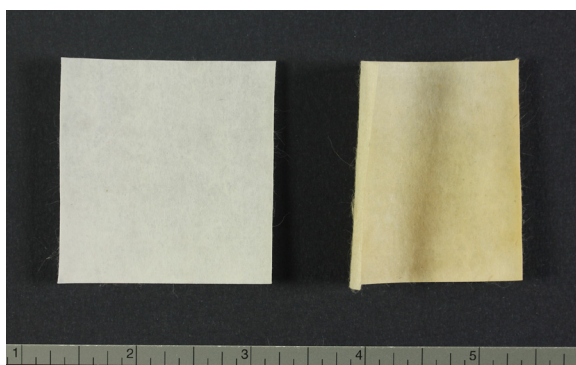
### Vzorky doplňovaného materiálu s japonskými fóliemi:



Obr. 72: Japonský papír lepený k japonskému papíru roztokem Aquazolu. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 73: Japonský papír lepený k japonskému papíru roztokem Klucelu H. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

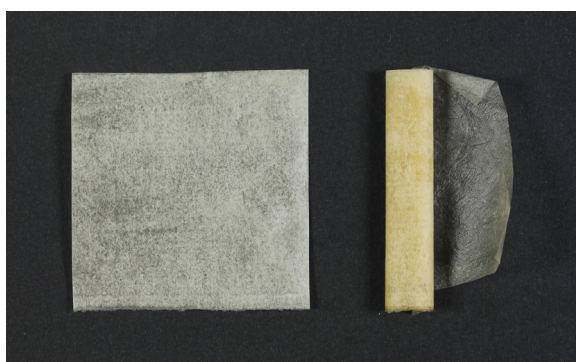


Obr. 74: Japonský papír lepený k japonskému papíru škrobem. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 75: Japonský papír lepený k japonskému papíru želatinou. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

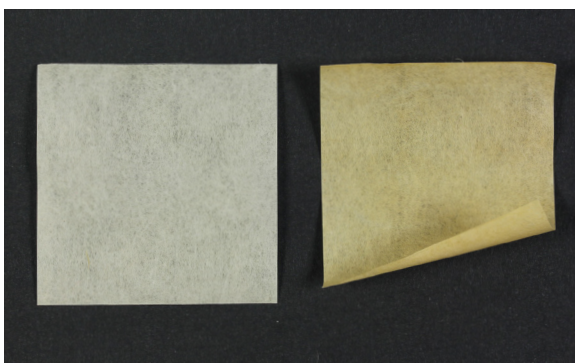
### Vzorky doplňovaného materiálu s fóliemi z přírodní kolagenové blány:



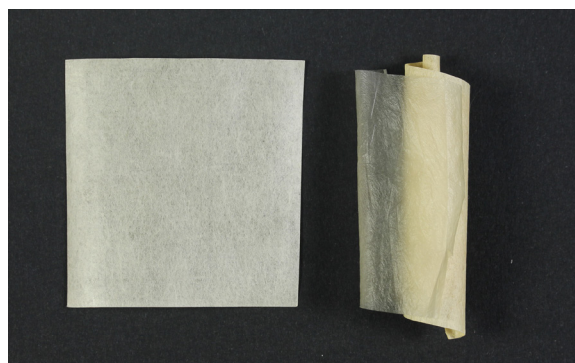
Obr. 76: Přírodní kolagenní blána lepená k japonskému papíru roztokem Aquazolu. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 77: Přírodní kolagenní blána lepená k japonskému papíru roztokem Klucelu H. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 78: Přírodní kolagenní blána lepená k japonskému papíru škrobem. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

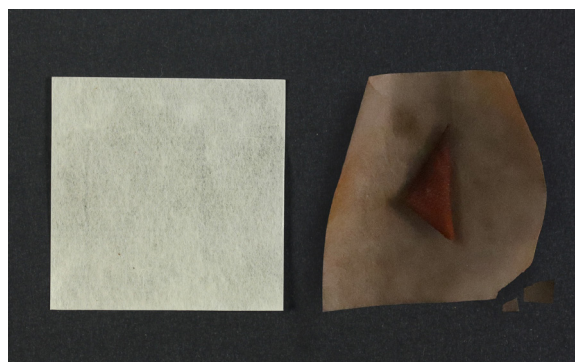


Obr. 79: Přírodní kolagenní blána lepená k japonskému papíru želatinou. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

### Vzorky doplňovaného materiálu s fóliemi Edicol:



Obr. 80: Fólie Edicol lepená k japonskému papíru roztokem Aquazolu. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 81: Fólie Edicol lepená k japonskému papíru Klucelem H. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 82: Fólie Edicol lepená k japonskému papíru škrobem. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).



Obr. 83: Fólie Edicol lepená k japonskému papíru želatinou. Stav před stárnutím (vlevo) a po stárnutí (vpravo).

### **3. 5. 5 Vyhodnocení barevnosti**

Obecně se potvrdilo, že kolagenové materiály mají mírně žlutější odstín před stárnutím než japonský papír. Po stárnutí se rozdíl ještě zvýraznil u průmyslové kolagenní fólie, odstíny přírodní kolagenní blány a japonského papíru se po stárnutí mírně vyrovnaly. Největší změna barevnosti v průběhu stárnutí nastala fólie Edicol a u škrobového mazu. Klucel má v kombinaci s japonským papírem nejlepší barevnou stálost.

#### **Sada vzorků s japonským papírem**

Měřením se potvrdilo zežloutnutí vzorků po aplikaci japonského papíru u všech lepidel. Odrazivost klesla pro všechny vlnové délky výrazně na fialové straně spektra, méně výrazně na červené straně spektra. Celkové zežloutnutí bylo největší u želatiny a aquazolu. Po umělém stárnutí se tento efekt dále prohloubil u všech lepidel. Želatina a Aquazol stárnou podobně jako Klucel, škrob vlivem stárnutí změnil svou barevnost nejvýrazněji.

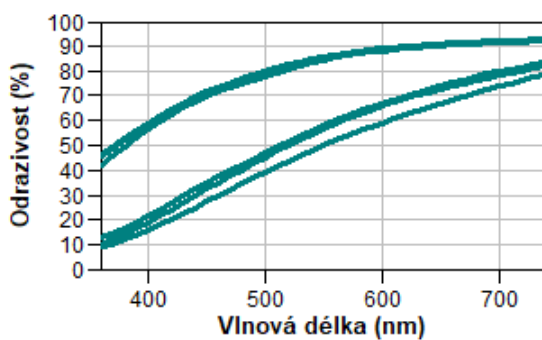
#### **Sada vzorků s přírodní kolagení blánou**

Dle naměřených hodnot se výsledky po aplikaci přírodní kolagenní blány podobaly výsledkům předchozí skupiny vzorků. Změny se projeví ve stejných částech spektra jako u kombinací s japonovou fólií. Po stárnutí jsou změny barevnosti u všech lepidel podobné, neprojevily se výrazné odchylky změn dle použitých adheziv. Jednotlivá lepidla měla v kombinaci s přírodní kolagení blánou menší vliv na barevnost než u japanových fólií.

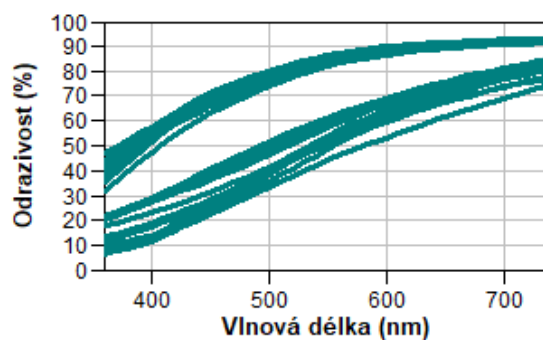
#### **Sada vzorků s průmyslovou kolagení fólií**

Analýza potvrdila tmavší žlutý odstín průmyslové kolagenní blány Edicol. Díky tomuto zbarvení již nebyla dále pozorována změna barevnosti vlivem filmů různých adheziv, jako v předchozích dvou případech. U vzorků představujících pergamenovou záplatu se tvar křivky po stárnutí významně lišily. Křivka odpovídá vizuálnímu posouzení, že fólie Edicol ztmavla a odstín se posunul do červené oblasti spektra. Největší změna barevnosti pak byla pozorována u vzorků lepených škrobem.

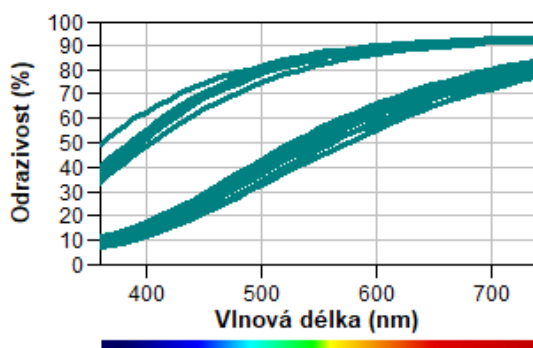
## Vzorky simulující trhlinu v pergamenu:



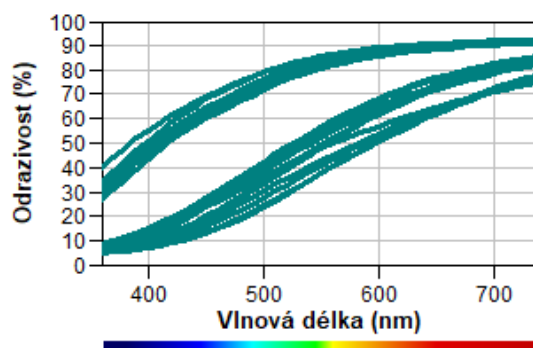
Graf 1: Křivka barevnosti čistého pergamenu před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).



Graf 2: Křivka barevnosti japonského papíru na pergamenu před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).

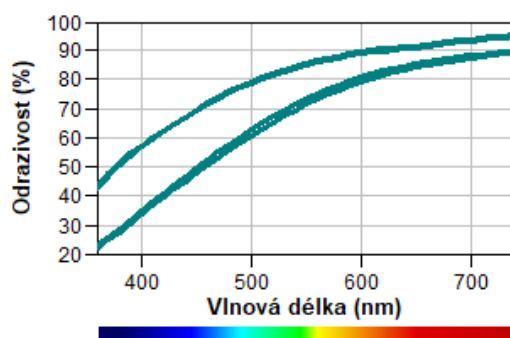


Graf 3: Křivka barevnosti přírodní kolagenové blány na pergamenu před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).

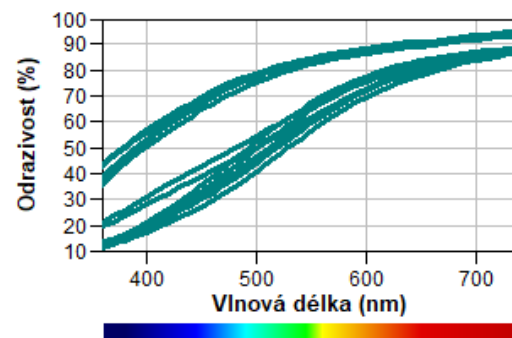


Graf 4: Křivka barevnosti průmyslové kolagenní blány na pergamenu před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).

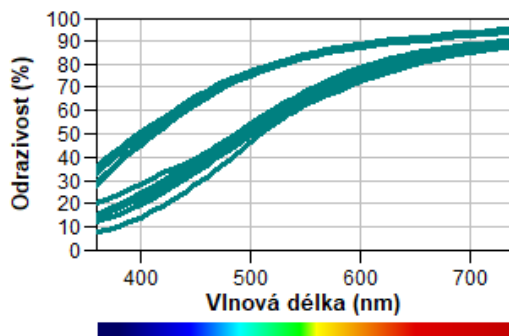
## Vzorky doplňovaného materiálu:



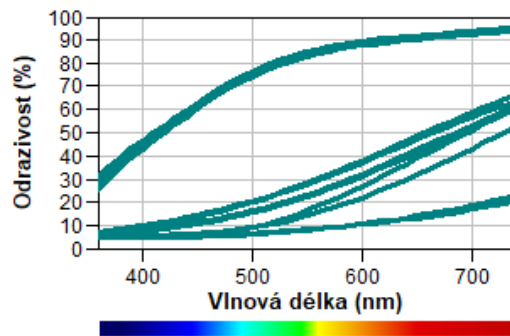
Graf 5: Křivka barevnosti čistého japonského papíru před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).



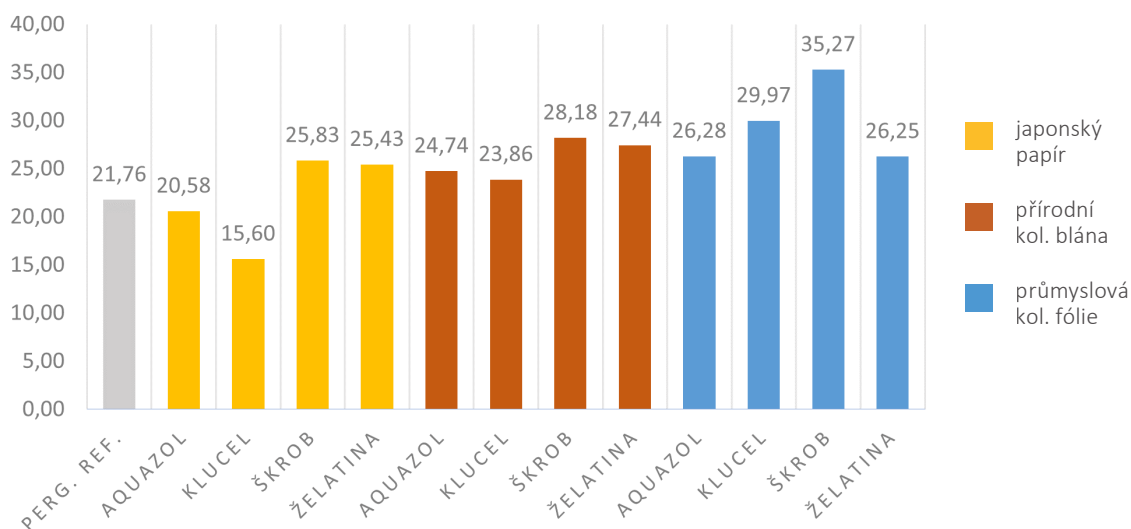
Graf 6: Křivka barevnosti japonského papíru na japonském papíru před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).



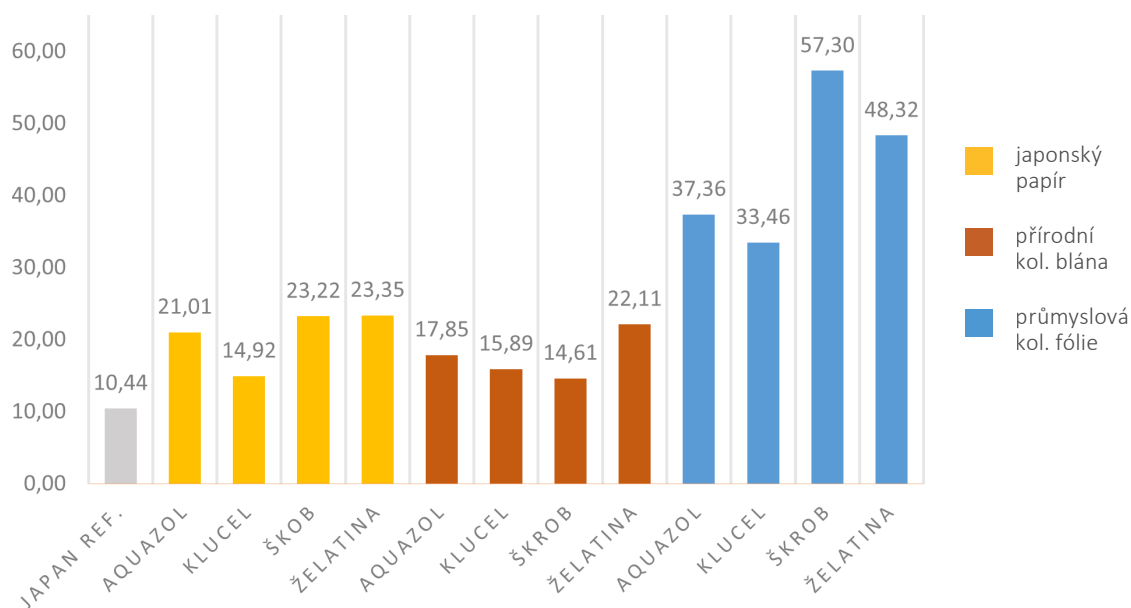
Graf 7: Křivka barevnosti přírodní kolagenní blány na japonském papíru před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).



Graf 8: Křivka barevnosti fólie Edicol na japonském papíru před stárnutím (nahore) a po stárnutí (dole).



Graf 9: Změna barevnosti ( $\Delta E$ ) po stárnutí u vzorků simulujících trhlinu v pergameni.



Graf 10: Změna barevnosti ( $\Delta E$ ) po stárnutí u vzorků doplňovaného materiálu.

### 3. 5. 6 Zkoušky pevnosti v tahu lepeného spoje

#### Odolnost spoje

Odolnost spoje byla definována dle různých druhů přetržení lepených spojů nestárnutých i stárnutých vzorků. U obou skupin se vyskytly čtyři typy přetržení. V prvním případě došlo k úplnému oddělení záplaty od základního materiálu. Tento typ přetržení naznačuje slabou adhezi mezi záplatou a pergamenem a byl zaznamenán u nestárnutých i stárnutých vzorků. U dalšího typu přetržení zůstala propojovací fólie pevně přilepena k jedné polovině vzorku. Tento typ přetržení naznačuje částečnou pevnost spoje a byl zaznamenán nejvíce u obou nestárnutých kolagenních materiálů a u stárnuté fólie Edicol. K částečnému a rovnoměrnému přetržení vysrávek došlo vlivem pevného spoje, přičemž propojení s pergamenem bylo dále funkční. Takové přetržení bylo pozorováno u stárnutých i nestárnutých sad vzorků s japonským papírem lepeným želatinou a u nestárnutých vzorků s japonským papírem lepeným roztokem Klucelu a Aquazolu. Vysokou pevnost spoje vykazovaly dále vzorky propojované přírodní kolagenní blánou a to lepené želatinou u nestárnutých i stárnutých vzorků a roztokem Aquazolu v případě nestárnutých vzorků.



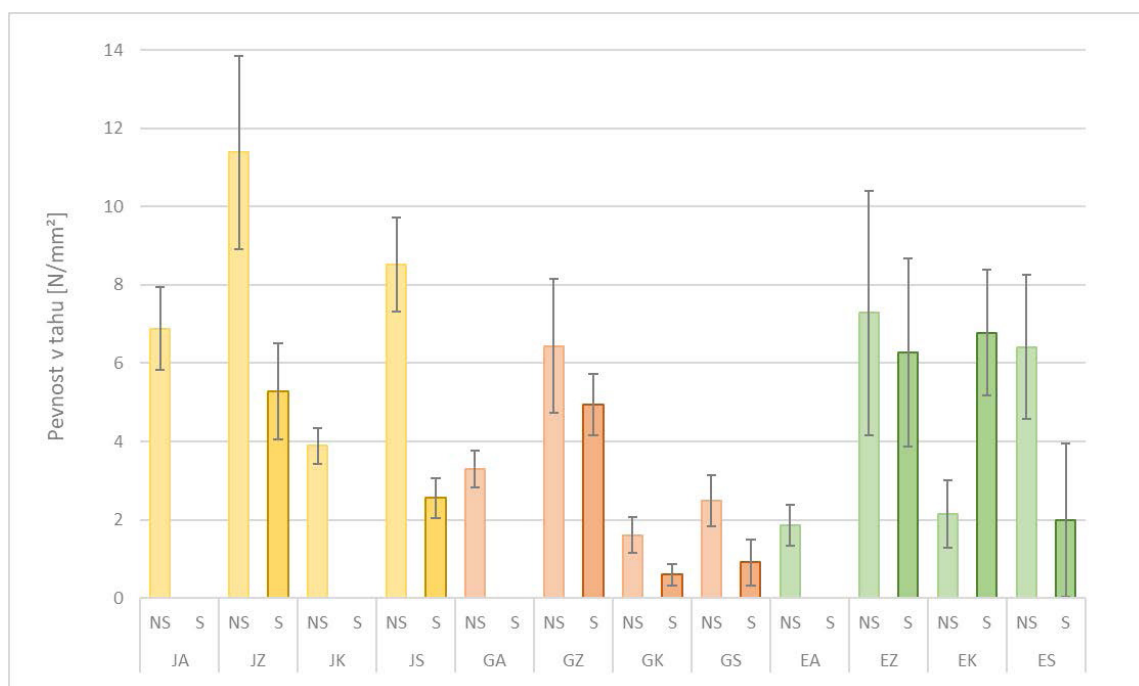
Obr. 84: Různé druhy přetržení spojů u nestárnutých vzorků.



Obr. 85: Různé druhy přetržení spojů u stárnutých vzorků.

## Pevnost v tahu

Zkouška prokázala, že stárnuté vzorky mají nižší pevnost v tahu v porovnání s nestárnutými. Významný pokles pevnosti v tahu po stárnutí byl zaznamenán u většiny typů spojů, což naznačuje, že stárnutí má negativní vliv na mechanickou odolnost lepených spojů. Vyjimku tvoří kombinace fólie Edicol s Klucelem H, kde nastal opačný efekt. Nejlepší pevnost lepeného spoje mají sady vzorků s japonským papírem lepeným želatinou a škrobem, vzorky propojené přírodní kolagenní blánou lepenou želatinou a Aquazolem a fólie Edicol lepená želatinou a škrobem. Nejmenší pokles hodnot pevnosti spoje po stárnutí byl zaznamenán u obou kolagenních materiálů lepených želatinou.



Graf 11: Pevnost v tahu lepeného spoje. Legenda: nestárnuté vzorky (NS), stárnuté (S), sada vzorků s japonským papírem (J), s přírodní kolagenní blánou (G), s fólií Edicol (E). Vzorky lepené Aquazolem (A), Klucelem (K), želatinou (Z) a škrobem (S).

## 4 Praktická část

### 4.1 Restaurátorská dokumentace

Vzhledem k širšímu zaměření diplomové práce jsou následující kapitoly a fotodokumentace pouze výňatkem z kompletní restaurátorské dokumentace, která vznikla během restaurování a byla předána spolu s objektem zadavateli. Další kopie je archivována na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice a u autorky práce.

#### 4.1.2 Popis objektu

Objektem restaurování je pergamenová listina vydaná dne 29. dubna 1842 ve Vídni císařem Ferdinandem V. Potvrzuje obci Svojanov pět výročních a dobytčích trhů, konkrétně v masopustní úterý, ve čtvrtek před Květnou nedělí, ve středu před svátkem Nanebevzetí Páně, v den svátku sv. Máří Magdaleny a ve čtvrtek před svátkem sv. Tomáše.

Listina má celkový rozměr 615 × 430 mm, spodní část je tvořena plikou o výšce 65 mm. Uložena byla ve složeném stavu. Použitý pergamen byl opracován tzv. středoevropským způsobem, tj. oboustranně. Původ zvířecí kůže nebylo možné identifikovat. Na listině jsou znatelné ohyby po skládání – dva ve svislém a dva ve vodorovném směru. Hlavní text se nachází na přední straně listiny a je doplněn několika podpisy. Psán je německy železegalovým inkoustem písmem fraktura a kurent. Dva kratší texty se nachází také na plíce. Zadní strana je zcela nepopsaná.

Pečeť má kulatý tvar o celkovém průměru 140 mm a byla k listině přivěšena pomocí textilního závěsu uprostřed spodní strany v místě pliky. Pergamenem prochází ve třech místech skrze vyseknuté otvory. Závěs je tvořen hedvábnými šňůrami v černé a žluté barvě, které byly spleteny do jedné kroucené šňůry ze čtyř pramenů – dvou černých a dvou žlutých. Pečeť je uložena v dřevěném pouzdře s víkem. Dřevo je z vnější strany lakované a víko bylo opatřeno papírovým štítkem nesoucím text: „Čís: 5. Obec Svojanov.“ Textilní závěsy byly provlečeny otvory v dřevěném rámu a zality pečeti látkou. Přesahující konce závěsu, pod spodním okrajem pečeti, byly spleteny do jednoho uzlu. Za uzlem byly šňůry omotány žlutou nití. Reliéf pečeti zobrazuje dvouhlavou orlici (znak rakouského císařství) nesoucí devět erbů. Uprostřed se nachází erb habsbursko-lotrinské dynastie, z níž pocházel Ferdinand V. Výjev je doplněn dvěma okřídlenými zvířaty a orámován opisem: *FERDINANDUS I D F C AUST IMP HUN BOH R HU I NOM V R LOM ET VEN DAL CR SLAV GAL LOD ET ILL R HIER A A M D HET D LOTH SAL STYR SIL MUT PAR M P TRANS M MOR C HAB HIER*. Celkový reliéf má průměr 100 mm a je zhotoven z červeného španělského vosku.

#### 4. 1. 3 Popis poškození

Pergamenová podložka je v relativně dobré kondici, listinu lze rozložit i bez předchozího zvlhčení, celkově je však pergamen poměrně tuhý. V místech skladů vykazuje materiál vyšší křehkost a degradaci. Nejvýraznější poničení se nachází při levé svislé linii skladu, kde byl pergamen poškozen politím tekutinou a vzniklo zde smrštění kolagenových vláken pergamenu. Stejně poškození se objevuje bodově u pravé hrany listiny a je tak zřejmé, že k poškození došlo při složeném stavu archiválie. Pnutí mezi poškozenými a nepoškozenými místy je patrné na celé ploše pergamenu a vytváří nepravidelné zvlnění podložky. Listina se dochovala kompletní, malé ztráty vznikly v průsečících skladů na levé straně a u pravé hrany objektu. Při horním okraji se nachází trhliny délkou nepřesahující 10 mm. Rovné okraje trhlín naznačují možnost jejich vzniku pomocí ostrého nástroje. Celoplošně je podložka znečištěna prachem, místy se objevují malé skvrny nespécifikovaného původu. V degradovaných místech je znatelné bodové zbarvení vlivem plísní. Zdegradovaný pergamen částečně ztmavnul.

Text listiny je kompletní vyjma chybějící části v místě jedné ztráty a celkově čitelný. Poškození listiny způsobilo zeslabení vrstvy inkoustu u tučných tahů fraktury, zejména v prvním řádku při znacích *der E*. Inkoust těchto tahů se částečně přetiskl na další část pergamenu při složeném stavu listiny. Stejný efekt se v menší míře opakuje u menších písmen. Vizuálním posouzením se zdá stopa inkoustu celkově stabilní, lze však předpokládat aktivaci inkoustového média při velkém zvlhčení a zatížení.

Textilní závěs je na přední straně listiny kompletní a doléhá k listině dle původního rozvržení. Při zadní straně pergamenu je závěs nepoškozen u diagonálně položených pramenů, ale zcela roztržen je rovnoběžný segment. Část mezi pergamenem a pečetí je také nekompaktní – žluté šňůry závěsu jsou roztrženy v místech spodního otvoru v pergamenu, černé se vůbec nedochovaly. Konce závěsu pod pečetí jsou rozpletené, potrhané a některé prameny jsou částečně uvolněné nebo zcela chybí. Degradace textilního závěsu zapříčinila kompletní oddělení pečete od listiny. Zejména černá vlákna jsou křehká a slabá. Jsou velmi citlivá na mechanické namáhání, při kterém se uvolňují mikrovlákná. Celkově je závěs znečištěn prachem.

Vosková pečeť je téměř kompletní, vyskytují se minimální ztráty a povrchová poškození. Ve spodní části chybí malý segment opisu a znatelné jsou dvě linie krakel, které naznačují přesušení materiálu. Celá pečeť je znečištěna prachem a nečistotami. Uložení vosku v dřevěné misce je pevné a stabilní. Spojení s textilním závěsem je bez vad a funguje velmi dobře, vlákna závěsu jsou viditelně poškozena až za hranou pouz-

dra. Dřevěné pouzdro je stále velmi dobře funkční. Obě části k sobě pevně doléhají, kromě mechanického poškození povrchu a znečištění nevykazuje potřebu restaurátorského ošetření.

#### 4. 1. 4 Restaurátorské analýzy

Pomocí základních analýz byly zjišťovány informace o stavu či původu materiálů, byla zkoumána účinnost některých čistících metod i reakce materiálů vůči různým rozpouštědlům. V prvním kroku byly odebrány stěry pro mikrobiologické zkoušky, které prokázaly negativní kontaminaci mikroskopickými vláknitými houbami, tedy plísněmi.

Pro širší poznání stavu objektu a následný výběr restaurátorských metod byly odebrány vzorky pergamenu ze dvou míst psací podložky a dva vzorky nití ze závěsu pečeti. Pergamen byl testován na koherenci vláken a teplotu smrštění. Prokázala se silná degradace pergamenu v místech poškození ( $T_s = 44,2^\circ$ ) a mírná degradace pergamenu nepoškozeného ( $T_s = 49,9^\circ$ ). U textilních vláken byl zjišťován původ materiálu. Na základě spektra infračervené spektrometrie byl definován jako hedvábí. Detailní závěry analýz jsou v části příloh této diplomové práce.

U inkoustu byla zkoumána jeho stabilita a kondice. Suchým vatovým tamponem byl proveden test sprašování záznamového prostředku. Dále se testovala jeho rozpíjivost při kontaktu s tamponem zvlhčeným demineralizovanou vodou, a to kvůli předpokládanému zvlhčování listiny. Výsledek suché zkoušky se prokázal jako negativní, stopa média zůstávala neměnná. Při pouhém kontaktu s vodou inkoust nereagoval, za vysokého tlaku se mírně obtiskl na tampon.

Ze základního vizuálního posouzení nebylo možné určit potencionální korozi inkoustu, proto byla listina prohlédnuta pod UV světlem, při kterém se neprokázala migrace železnatých iontů fluorescencí. Vzhledem k citlivosti pergamenu na vodu nebyl proveden bathofenantrolinový test.

Podezření na uvolnění železnatých iontů však vykazovala křehká černá vlákna textilního závěsu pečeti, u kterých se předpokládá barvení pomocí tříslavin. Byla proto otestována reakce textilního závěsu na demineralizovanou vodu, ethanol a methanol kvůli možným restaurátorským ošetřením. Černá vlákna byla odolná vůči všem rozpouštědlům. Žluté barvivo nereagovalo na ethanol ani methanol, ale rozpouštělo se při kontaktu s vodou. U černých vláken byl proveden bathofenantrolinový test, který prokázal slabý výskyt železnatých iontů. Měření hodnot pH prokázalo mírně kyselý charakter žlutých vláken (průměrná hodnota  $\text{pH} = 5,97$ ) a mírně zásaditý charakter vláken černých (průměrná hodnota  $\text{pH} = 7,97$ ).

#### 4. 1. 5 Postup restaurování

Objekt byl zdokumentován ve stavu před restaurováním pomocí digitálního fotoaparátu za stabilních světelných podmínek. Nafocen byl z několika pohledů včetně detailů a poškození. Následovalo provedení restaurátorských analýz.

Podle výše uvedených závěrů analýz bylo přistoupeno k mechanickému čištění pergamenu. Na nepopsané části pergamenu bylo odzkoušeno čištění gumou Wallmaster, grafickou pryží rasoplast značky Staedtler a syntetickou šedou pryží značky Ecobra. Nejlepší výsledky čištění povrchu s ohledem na stav materiálu pergamenové podložky byly zaznamenány u grafické pryže rasoplast. Šedá guma měla vyšší účinnost při silnějším znečištění a dokázala odstranit i některé skvrny, současně však narušovala povrch pergamenu, proto nebyla využita. Pro místa poškozená a popsaná inkoustem byla z preventivních důvodů zvolena měkkí guma Wallmaster, protože při jejím používání není potřeba vyvíjení vysokého tlaku.

V návaznosti na předchozí krok byl vyčištěn také textilní závěs. Čištění bylo provedeno mechanicky pouze suchou cestou, protože žluté barvivo silně reagovalo s vodou. Využit byl jemný syntetický štětec.

Vzhledem k vysoké degradaci černých hedvábných vláken bylo přistoupeno k odkyselení textilního závěsu pomocí roztoku MMMK. 1,5% roztok byl nanesen štětcem ve dvou vrstvách. Hodnoty pH se po tomto ošetření posunuly do zásadité oblasti nepřesahující pH 10. Tato oblast je pro hedvábná vlákna stále bezpečná a předpokládá se zpomalení jejich degradace vlivem kyselé hydrolýzy.

K fixaci černých zkřehlých vláken byl zvolen 3% roztok Klucelu G rozpuštěný v ethanolu. Nanesen byl pomocí tenkého štětce v jedné vrstvě, u velmi poškozených míst ve více vrstvách. Současně byla uvolněná černá vlákna zapletena zpět mezi vlákna žlutá a pomocí stejného roztoku Klucelu fixována k sobě. K dočasnému zajištění během vysychání adheziva byly využity dřevěné kolíčky. Žlutá vlákna nebyla fixována.

Pečeť byla zbavena silného znečištění pomocí slabého roztoku benátského mýdla a demineralizované vody. Jemným syntetickým štětcem a kartáčkem byla aplikována a roznášena pěna benátského mýdla po celé ploše pečetě. Po dostatečném absorbování nečistot byla pěna snímána navlhčeným bavlněným tamponem. Pro dokonalé vyčištění byl proces několikrát opakován. Dřevěné pouzdro bylo vyčištěno z vnější strany vatovým tamponem zvlhčeným demineralizovanou vodou.

Dále bylo přistoupeno k nepřímému zvlhčení pergamenu, a to za účelem zlepšení jeho kondice a možnosti vyrovnání. Pergamen byl vložen do klimakomory s regulací

relativní vlhkosti pomocí páry. Vlhkost byla prvotně nastavena na 80 % RV a po dobu 180 minut byla postupně zvyšována až na 93 % RV. Textilní závěsy byly během zvlhčování dokonale izolovány igelitem. Po vyjmutí byla listina ihned za vlhkého stavu vypnuta na napínacím rámu a takto ponechána samovolně vysoušet. Protože toto prvotní vyrovnaní nebylo dostatečné, byla listina znovu zvlhčena v klimakomoře, tentokrát však už v napnutém stavu i s rámem a pouze po dobu 60 minut.

Protože vypnutí nebylo dostatečné, byla listina dále lokálně zvlhčována v místech největších nerovností a dodatečně vyrovnávána pomocí silných magnetů. Listina byla ponechána v napnutém stavu po dobu čtyř týdnů. I přes toto ošetření nebylo možné některé deformace zcela potlačit a vrátit podložku do rovného stavu. Z toho důvodu nebylo dále přistoupeno k lisování listiny.

Ještě v napnutém stavu bylo provedeno doplnění pergamenové podložky. Chybějící místa byla nahrazena doplňkem japonského papíru a kolagenní blány. Japonský papír Kozo 39 g/m<sup>2</sup> byl natónován saturnovými barvivy do potřebného odstínu a navrstven do kompozitu skládajícího se ze dvou vrstev japonského papíru a jedné vrstvy kolagenní blány GMW pomocí 4% gelu Tylose MH 6000. Japonské papíry svým tvarem odpovídaly ztrátě, kolagenní blána přesahovala tvar o pár milimetrů. Pomocí kolagenní blány byly doplňky propojeny s pergamenovou listinou ze zadní, nepohledové strany. Vzhledem k degradovanému stavu pergamenové podložky v místech ztrát byl ke spojení použit gel 5% Klucel H v ethanolu. Vysychání lepidla na pergamenové podložce probíhalo pod zátěží mezi HollyTexy a lepenkami. Trhliny v pergamenu byly podlepeny pouze kolagenní blánou stejnou metodou jako doplňky. K vysprávkování pergamenu byla využita prosvětovací LED panel a skleněná podložka.

Zrestaurovaný objekt byl vyňat z napínacího rámu, zdokumentován pomocí digitálního fotoaparátu za stabilních světelných podmínek a uložen do ochranného obalu z materiálů archivní kvality. Bylo přistoupeno k uložení listiny a pečetě v rozloženém stavu, aby se zamezilo namáhání materiálů při opakovaném rozkládání a skládání za účelem prohlídky a studia obsahu dokumentu.

## 4.2 Fotodokumentace objektu



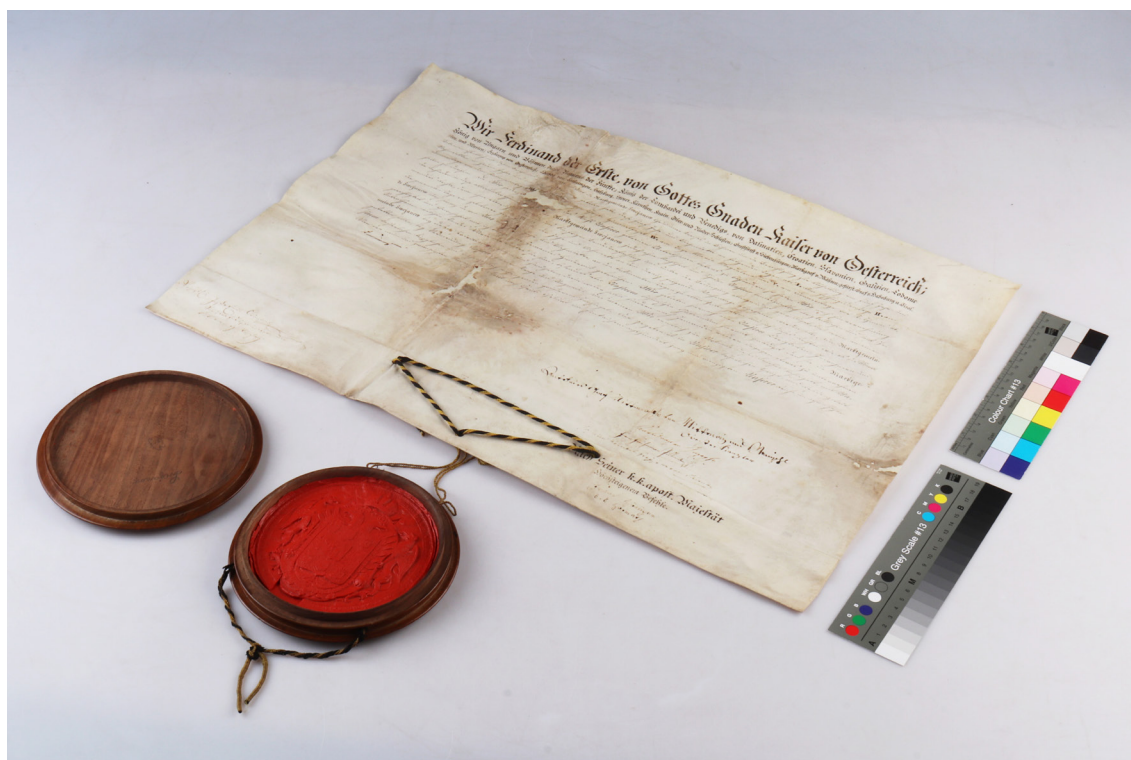
Obr. 86: Původní uložení listiny v papírové obálce



Obr. 87: Podoba objektu po vyjmutí z papírové obálky



Obr. 88: Podoba objektu po rozložení – stav před restaurováním



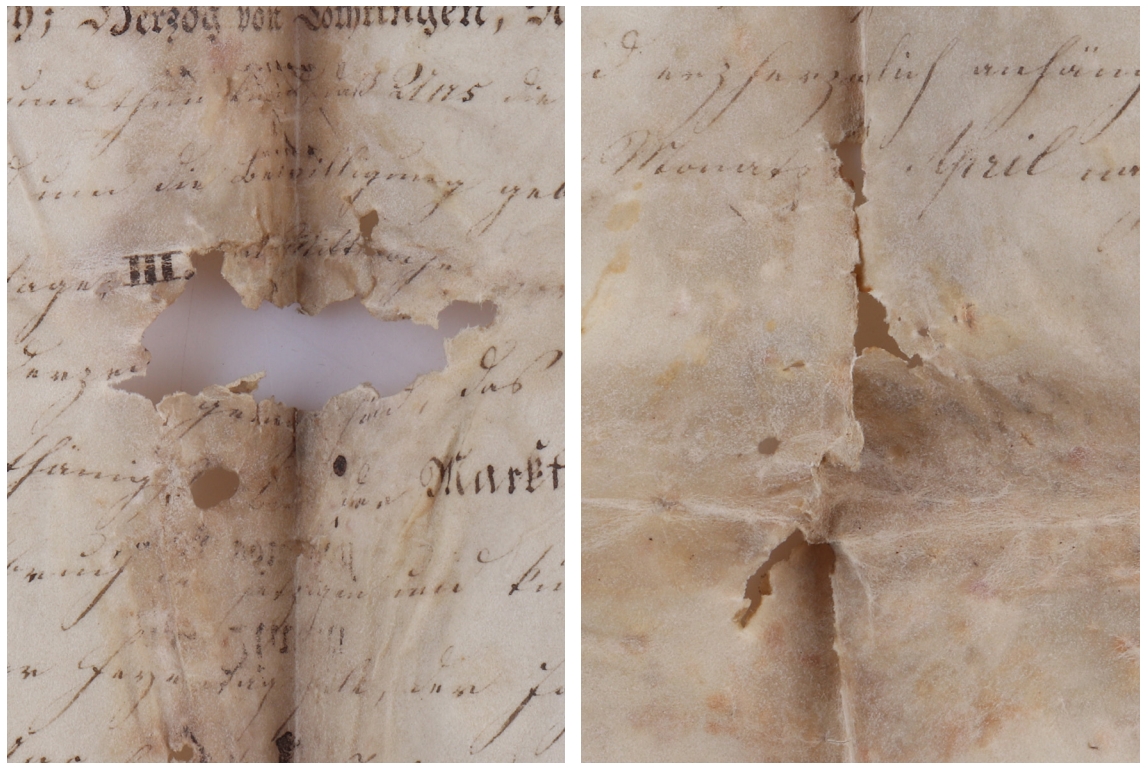
Obr. 89: Podoba objektu po rozložení – stav po restaurování



Obr. 90: Boční pohled na zadní stranu rozložené listiny – stav před restaurováním



Obr. 91: Boční pohled na zadní stranu rozložené listiny – stav po restaurování



Obr. 92: Ztráty pergamentu – stav před restaurováním



Obr. 93: Ztráty pergamentu – stav po restaurování



Obr. 94: Boční pohled na voskovou pečeť – stav před restaurováním



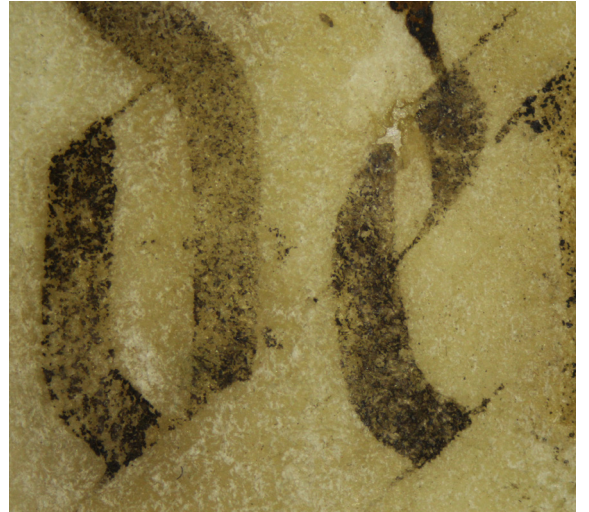
Obr. 95: Boční pohled na voskovou pečeť – stav po restaurování



Obr. 96: Přímý pohled na přední a zadní stranu dřevěného pouzdra pro pečeť  
– stav před restaurováním



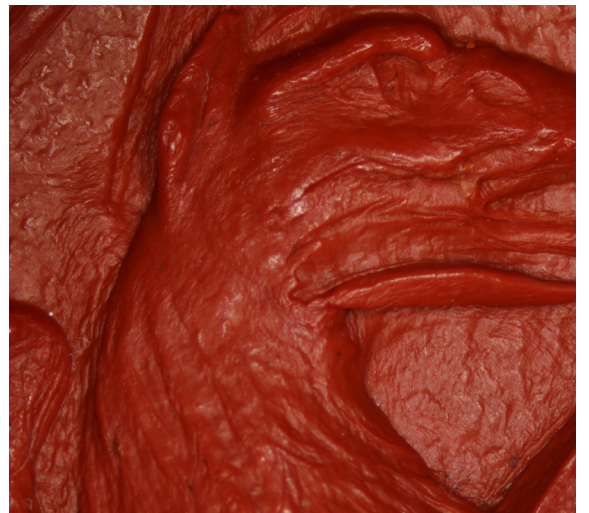
Obr. 97: Přímý pohled na přední a zadní stranu dřevěného pouzdra pro pečeť  
– stav po restaurování



Obr. 98: Detail poškozeného inkoustu před a po restaurování



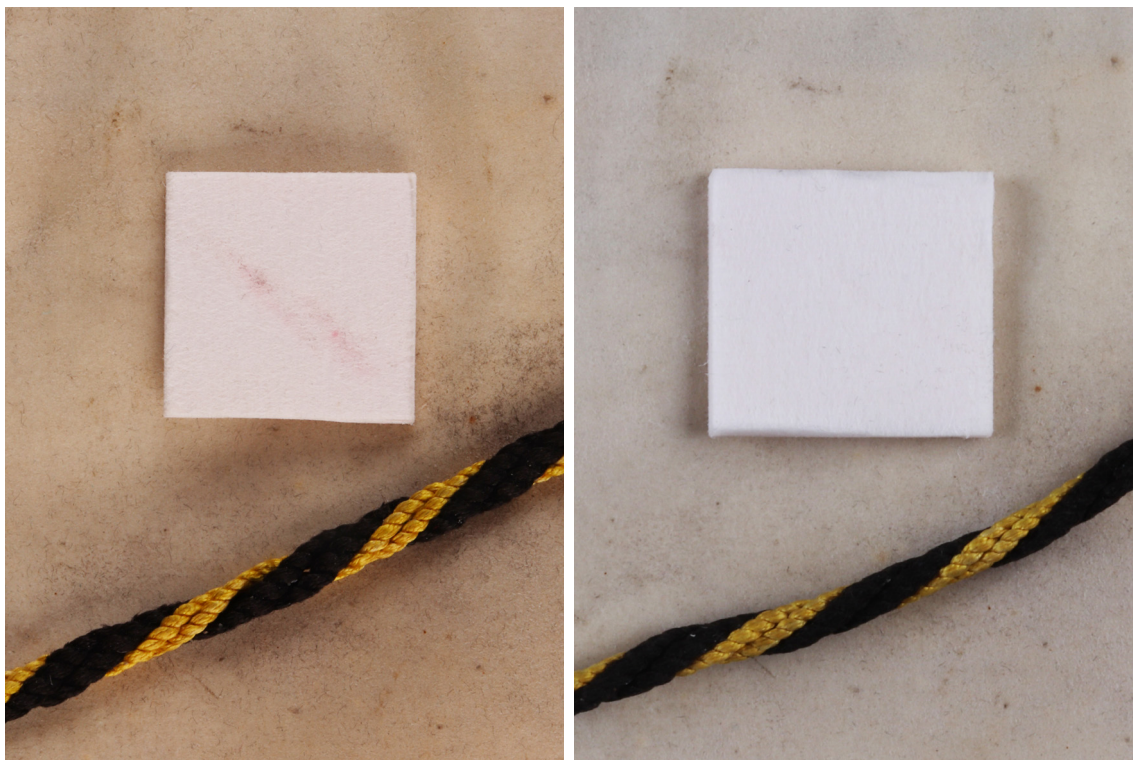
Obr. 100: Detail hedvábných vláken před a po restaurování



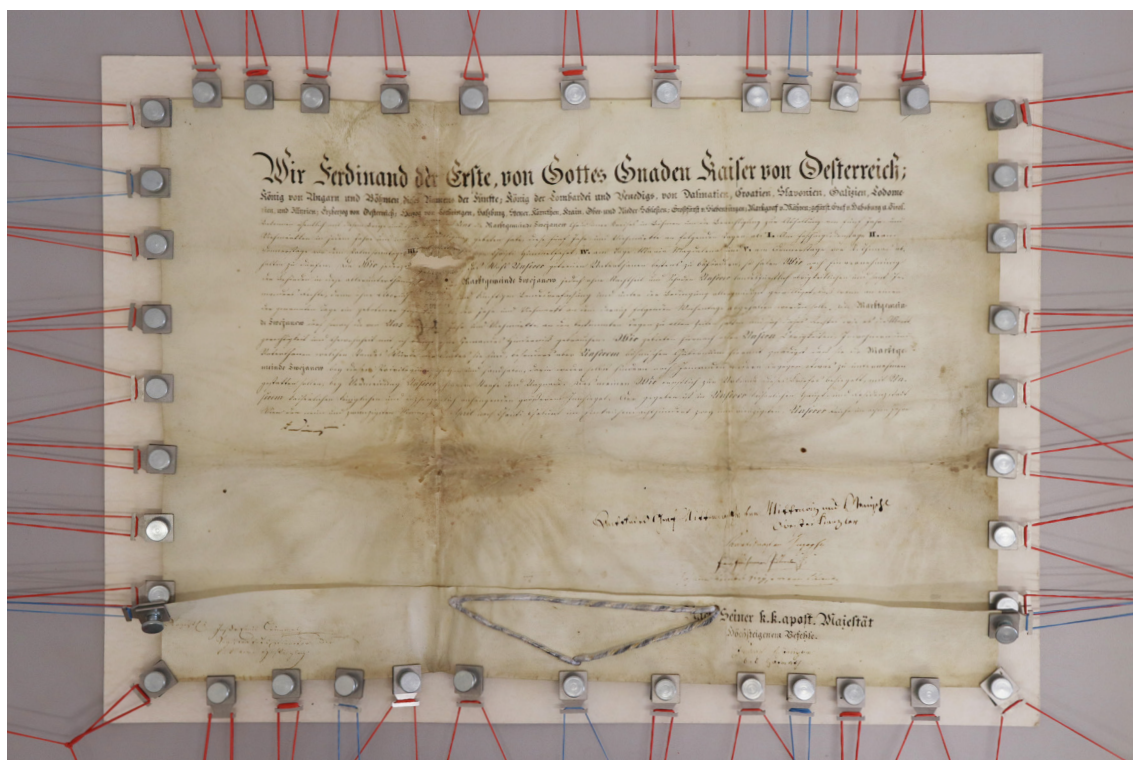
Obr. 99: Detail voskové pečeti před a po restaurování



Obr. 101: Zkoušky suchého čištění pergaemnové psací podložky



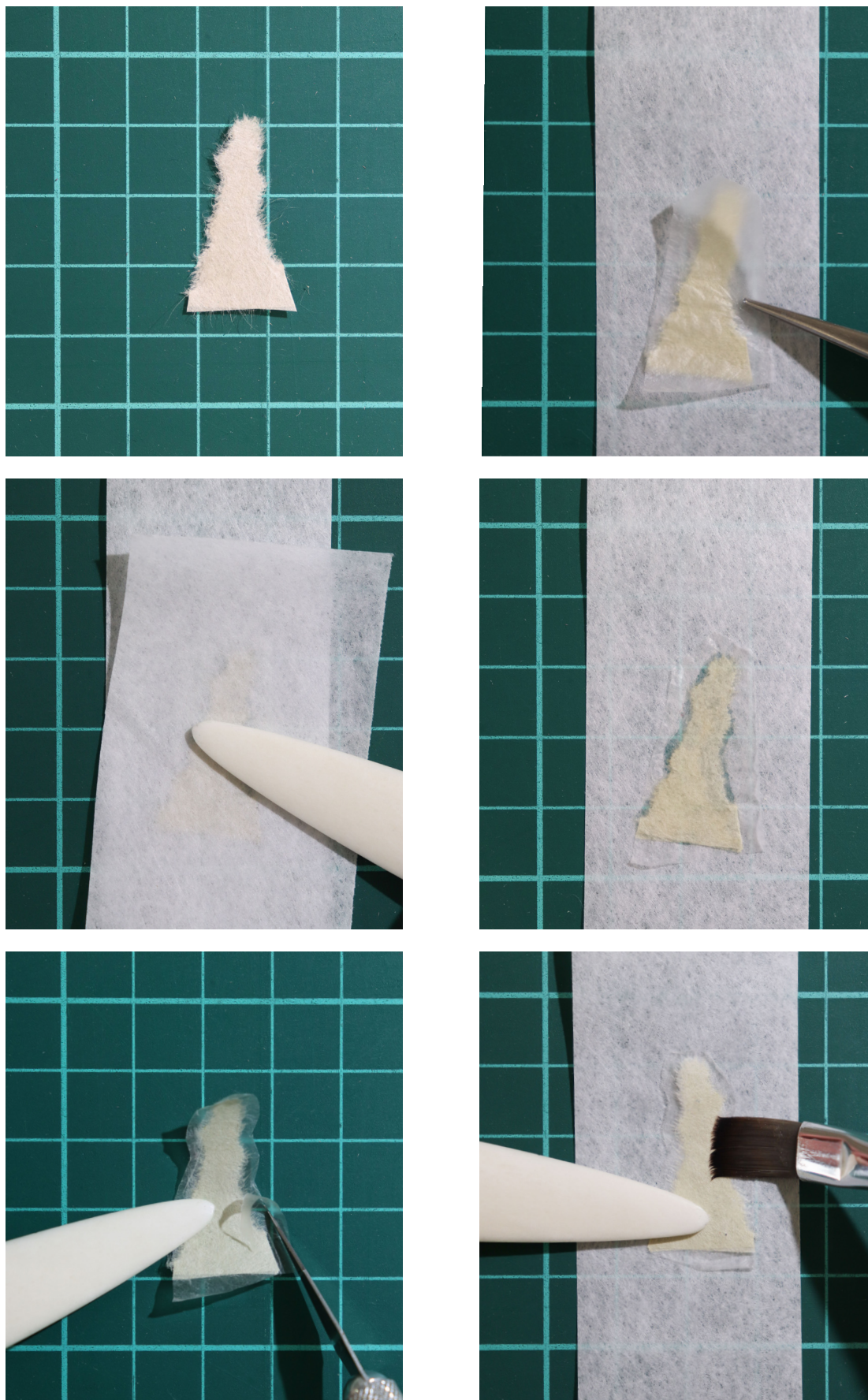
Obr. 102: Výsledky bathofenantorlinového testu u černých vláken textilního závěsu před a po restaurování.



Obr. 103: Přímý pohled na listinu vypnutou ve vypínacím rámu



Obr. 104: Výroba šablony pro doplnění pergamenu.



Obr. 105: Postup výroby doplňku pergamenové ztráty. Aplikace kolagenní blány na japanovou vysprávku, vyřezání přesahů a následná aplikace adheziva.



Obr. 106: Aplikace vysprávky na pergamenovou podložku.



Obr. 107: Aplikace vysprávky na pergamenovou podložku.



Obr. 108: Vysprávka na pergamenové podložce, pohled na zadní stranu.



Obr. 109: Objekt uložen v ochranném obalu.

## 5 Závěr

Diplomová práce byla v teoretické části koncipována jako srozumitelný přehled základních informací o historickém pergamenu důležitých pro praxi restaurátora. Je shrnuto jeho použití v minulosti, výroba a základní vlastnosti. Popsána je chemická podstata materiálu a nejčastější typy poškození. V další části je pozornost věnována historickému i současnému přístupu při vyspravování pergamenu v České republice a v některých Evropských zemích.

Na základě rešerše literatury v teoretické části byly v rámci experimentální části zvoleny tři typy průhledných fólií, které byly vzájemně porovnávány. V praxi nejvíce používaný japonský papír, méně známá kolagenní blána přírodního původu a v restaurátorské komunitě odmítaná průmyslová kolagenní fólie. V každé skupině byly srovnány podobné typy materiálu, z nichž byl k dalším analýzám vybrán vždy jeden zástupce. Stejný postup byl uplatněn také při výběru testovaných adheziv, přičemž byly vyselektovány čtyři materiály zastupující po jednom skupinu derivátů celulózy, průmyslových polymerů, klišů a škrobů. Z těchto byly vytvořeny dva vodné roztoky a dva ethanolové.

V experimentální části se zkoumala přilnavost průhledných fólií k pergamenu a k japonskému papíru, který byl zvolen k doplňování pergamenu. Dále se porovnávaly optické vlastnosti a mechanická odolnost spojů a sledovaly se změny vlivem umělého stárnutí. Prokázalo se několik skutečností, které mohou pomoci s výběrem konkrétních materiálů při restaurování pergamenových objektů.

Dle základního zhodnocení byly japonský papír a přírodní kolagenní blána shledány jako vhodné k použití v oblasti propojování a doplňování defektů historického pergamenu. Průmyslová kolagenní fólie Edicol má jako jediná nevyhovující pH v kyselé oblasti. Všechny fólie měli dobrou průhlednost, přičemž přírodní kolagenní blána poskytuje zcela nejlepší výsledek. Je plně čirá a zvolený typ od dodavatele GMW měl dobrý neutrální odstín. Kolagenní blána Edicol měla v porovnání s předchozím nažloutlý tón. Japonský papír s gramáží shodnou s gramáží kolagenního materiálu je při vrstvení vždy mírně rozpoznatelný – vytváří jemný mlhavý efekt. Výhodou japonských papírů je jeho vláknitá struktura, díky které lze vytvořit mezi originálem a doplňkem plynulý přechod. Kolagenní blány tuto vlastnost nemají, přechod mezi objektem a vysprávkou je vždy ostrý, což nevytváří vizuálně uspokojivé výsledky. Dalším potencionálně rušivým aspektem kolagenních fólií je jejich vysoký lesk. Efekt není patrný v přímém pohledu, ale vzniká při boční odrazivosti světla. Vysoký lesk doplňků může být u určitých uměleckých objektů nežádoucí, zároveň může být tato vlastnost využita k odlišení restaurátorských zásahů od historické látky.

K lepení lze obecně doporučit viskóznější gely, které méně prosakují do otevřené struktury pergamenu a zároveň vytváří silnější spoje. Přílnavost byla obecně vyšší u japonských fólií. Kolagenní materiály mají rozdílnou reaktivitu vůči vlhkosti, přičemž přírodní kolagenní blána se svými vlastnostmi podobá samotnému pergamenu. Oproti japonskému papíru má menší smáčivost povrchu, ale je citlivější vůči změnám vlhkosti. Za vysokých hodnot se přírodní kolagenní blána samovolně kroutí.

Ve všech případech aplikování doplňků byla pomocí spektrofotometrické analýzy změřena změna barevnosti. Kolagenní blány mají obecně žlutější odstín, u japonského papíru je naopak barevnost výrazně ovlivněna použitým adhezivem. Nejvyšší barevná stabilita po umělém stárnutí byla změřena u kombinace japonského papíru a Klucelu G. Z fólií je barevně nejméně stabilní průmyslový kolagen Edicol a z lepidel škrobový maz, čímž byly potvrzeny závěry z literatury.

Pomocí zkoušek pevnosti v tahu byla měřena odolnost vysprávek vůči mechanickému namáhání. Zkouška prokázala negativní vliv stárnutí na pevnost spojů všech lepených kombinací vyjma fólie Edicol lepené Klucelem. Nejmenší odolnost spoje v průběhu stárnutí vytvářel ethanolový roztok Aquazolu. Nejvyšší pevnost spojů mezi pergamenem a všemi doplňovanými materiály vytvářel želatinový kliš, přičemž v kombinaci s kolagenními materiály byl zaznamenán nejmenší pokles pevnosti vlivem stárnutí. Vysokou pevnost vytvářel také škrobový maz, u nějž byl výraznější pokles po stárnutí vzorků.

Závěry analýz nenabízí jednoznačné doporučení pro vyspravování a doplňování mechanických poškození pergamenů. Je možné odmítnout průmyslově vyráběnou kolagenní blánu Edicol z důvodů špatných vstupních vlastností i nevhodných změn vlivem stárnutí. Přestože je schopna vytvářet poměrně pevné spoje s pergamenem i po stárnutí, jeho barevnost se výrazně mění. Zcela nevhodný je pro výrobu doplňků ztrát pergamenu v kombinaci s japonským papírem. Japonské fólie i přírodní kolagenní blána jsou pro historický pergamen nezávadné a lze je doporučit k aplikaci. Jejich optické vlastnosti se liší, čímž vzniká prostor pro individuální zhodnocení požadavků na vysprávky dle konkrétního restaurovaného objektu a optických vlastností konkrétního pergamenu. Barevné změny během stárnutí jsou u obou materiálů srovnatelné a ovlivňují je vlastnosti stárnutí zvolených lepidel. Výraznější vliv byl pozorován u fólií z japonských papírů. Zřetelný rozdíl mezi těmito dvěma materiály vzniklá v případě přílnavosti a odolnosti spojů. Japonský papír má nejvyšší přílnavost k pergamenu v kombinaci všech testovaných lepidel v nestárnutém stavu, ale vysoký pokles pevnosti vlivem stárnutí. Japonské vysprávky slepené ethanolovými roztoky procesem stárnutí

zcela povolily a samovolně se oddělily od pergamenu. Přilnavost a pevnost spojů mezi pergamenem a přírodní kolagenní blánou byla ze všech testovaných materiálů nejmenší, ale zároveň vlivem stárnutí klesala nejméně.

Diplomová práce podala přehled o základních vlastnostech průhledných fólií používaných při restaurování historického pergamenu a zhodnotila jejich změny procesem umělého stárnutí. Byly potvrzené některé informace vyplývající z odborné literatury a byly nastíněné základní znaky chování materiálů důležité pro práci restaurátora. Součástí diplomové práce je restaurátorská dokumentace ošetření pergamenové listiny, při které byly získané informace prakticky aplikovány. K širšímu prohloubení znalostí se nabízí další testování materiálů v kombinaci odlišných koncentrací a rozpouštědel lepidel i dalších typů adhesiv. Pro restaurátorskou praxi pak možnosti odstranitelnosti vysprávek, jejich tónování a kombinace s dalšími typy materiálů. Pro mechanicky namáhané spoje by bylo dále vhodné provedení zkoušky odolnosti vyspravovaných spojů v ohybu.

## 6 Seznam použité literatury

### Monografie

BOHATCOVÁ, Miriam; HLAVÁČEK, Ivan; KNEIDL, Pravoslav; KRÁSA, Josef a NUSKA, Bohumil. *Česká kniha v proměnách staletí*. Praha: Panorama, 1990.

BLAŽEJ, Anton. *Technologie kůže a kožešin: vysokoškolská učebnice*. Praha: SNTL, 1984.

ČERVENKA, Stanislav; HRBÁČOVÁ, Jana; KOHOUT, Štěpán; OPATOVÁ, Kateřina a ŠIROKÝ, Miroslav. *Opatovický misál. Restaurování 2007–2010*. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2012.

DŘEVÍKOVSKÁ, Jana a OHLÍDALOVÁ, Martina: *Metodika průzkumu a konzervace iluminací středověkých rukopisů*. Praha: Národní knihovna, 2011.

ĐUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002.

HAINES, Betty M. *Parchment: The physical and chemical characteristics of parchment and the materials used in its conservation*. Northampton: The Leather Conservation Centre, 1999.

HAMANOVÁ, Pavlína. *Z dějin knižní vazby. Od nejstarších dob do XIX. stol.* Praha: Orbis, 1959.

HOFMANN, Christa a kol. *The Vienna Genesis: Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Vídeň: Böhlau Verlag, 2020.

HORIE, Velson. *Materials for Conservation: Organic consolidants, adhesives and coatings*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010.

KAZHDAN, Alexander P.; TALBOT, Alice-Mary; CUTLER, Anthony; GREGORY, Timothy E.; a ŠEVČENKO, Nancy P. *Oxford Dictionary of Byzantium*. New York & Oxford: Oxford University Press, 1991.

KITE, Marion a THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006.

KOLAŘÍK, Ladislav. *Restaurování písemných památek a tvorba faksimilií*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1991.

KUBIČKA, Roman a ZELINGER, Jiří. *Výkladový slovník: malířství, grafika, restaurátorství*. Praha: Grada, 2004.

KUBÍKOVÁ, Blanka. Rembrantova grafická tvorba. In: NĚMEČKOVÁ, Lucie a SEVCIK, Anja K. *Rembrant. Portrét člověka*. Praha: Národní galerie Praha, 2020, s. 300–302.

- KUKÁNOVÁ, Zlatuše a DERNOVŠKOVÁ, Jana. Metody konzervování a restaurování listin. In: ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 249–276.
- KUKÁNOVÁ, Zlatuše a ŠEJHAROVÁ, Jitka. Metody konzervování a restaurování pečetí. In: ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 277–316.
- KUSÝ, František a Rudolf, RICHTER. *Pergamenová knižní vazba*. Opava: Památník Petra Bezruče, 1989.
- KWAKKEL, Erik. *Books before print*. Leeds: Arc Humanities Press, 2018.
- LARSEN, René. *Microanalysis of parchment*. London: Archetype, 2002.
- MAREČKOVÁ, Marie. *Přehled pomocných věd historických*. Brno: Masarykova univerzita, 2000.
- MILLER, Julia. *Book Will Speak Plain. A handbook for Identifying and Describing Historical Bindings*. U.S.A.: The Legacy Press, 2010.
- ODVÁRKOVÁ, Jana; SOUČKOVÁ, Magda; ORLITA, Alois; VACULÍK, Jaroslav. *Metodické pokyny ke konzervaci usňových nebo pergamenových knižních vazeb a ostatních sbírkových předmětů vyrobených z kůže a pergamenu*. Praha: Národní knihovna ČR, 1999.
- OSTEN, Miloš. *Práce s lepidly a tmely*. Praha: Grada Publishing, 1996.
- PÁTKOVÁ, Hana. *Česká středověká paleografie*. České Budějovice: Veduta, 2008.
- RABITSCH, Sophie; KANOLD, Inge Boesken; HOFMANN, Christa: Purple dyeing of parchment. In: HOFMANN, Christa a kol. *The Vienna Genesis: Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Vídeň: Böhlau Verlag, 2020, s. 71–73.
- RABITSCH, Sophie; MALISSA, Antonia; HRADIL, Klaudia; ERLACH, Rudolf; GRIESSER, Martina; HOFMANN, Christa: The silver inks of the Vienna Genesis. In: HOFMANN, Christa a kol. *The Vienna Genesis: Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Vídeň: Böhlau Verlag, 2020, s. 119–153.
- RABITSCH, Sophie; HOFMANN, Christa; SONDEREGGER, Junko. Conservation of the Vienna Genesis and the new storage. In: HOFMANN, Christa a kol. *The Vienna Genesis: Material analysis and conservation of a Late Antique illuminated manuscript on purple parchment*. Vídeň: Böhlau Verlag, 2020, s. 247–286.
- RALSTON, Nicola L.: *Parchment/Vellum Conservation Survey and Bibliography*. Edinburgh: Historic Scotland 2000.
- REED, Ronald. *Ancient skins, parchments and leathers*. London; New York: Seminar Press, 1972.

ROBERTS, Matt T. a ETHERINGTON, Don. *Bookbinding and the conservation of books: A dictionary of descriptive terminology*. Washington: Library of Congress, 1982.

ŘEHÁK, Petr; ORLITA Alois a kol. *Přehled konzervačních metod používaných v oddělení ochrany a restaurování fondů Státní knihovny ČSR. Díl III. Technologický předpis pro konzervaci bílých vazebních usní a pergamenů zejména z období 16. a 17. století*. Praha: Státní knihovna ČSR, 1986.

STOCKÝ, Albín. *Konzervace musejních předmětů*. Praha: Svaz československých museí, 1927.

ŠIROKÝ, Miroslav. Záznamové prostředky. In: ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 317–348.

TOBOLKA, Zdeněk. *Knih. Její vznik, vývoj a rozbor*. Praha: Orbis, 1949.

TOMŠŮ, Jana; OPATOVÁ, Kateřina; VNOUČEK, Jiří; DERNOVŠKOVÁ, Jana. Konzervování a restaurování historické knižní vazby. In: ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, s. 349–461.

URBÁNEK, Štěpán; BARTL, Benjamin; ZAPLETAL, Martin; TREJBAL, Jiří; HOLAKOVSKÁ, Libuše a BACÍLKOVÁ, Bronislava. *Postup lepení historických voskových pečetí pomocí poly(2-ethyl-2-oxazolinu)*. Praha: Národní archiv, 2018.

VAKRČKA, Alois. *Knihářství. Technologie ruční vazby*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1969.

VÁVROVÁ, Petra a kol. *Restaurování pokladů Národní knihovny České republiky aneb tajemství práce restaurátora. Katalog výstavy*. Praha: Národní knihovna České republiky, 2022.

VOIT, Petr. *Encyklopedie knihy: starší knihtisk a příbuzné obory mezi polovinou 15. a počátkem 19. století*. Praha: Libri ve spolupráci s Královskou kanonií premonstrátů na Strahově, 2006.

VOJTÍŠEK, Václav. *O konzervaci archiválií*. Praha: Státní tiskárna v Praze, 1932.

VRÁNOVÁ, Petra. Pergamenové listiny a voskové pečeti. In: KINKOROVÁ, Radka a kol. *Archiv jako klenotnice minulosti: 25 let restaurování v horšovskotýnském archivu*. Horšovský Týn: Státní oblastní archiv v Plzni - Státní okresní archiv Domažlice se sídlem v Horšovském Týně, 2021, s. 92–104.

VYSKOČILOVÁ, Gabriela; ORLITA, Alois; SOUČKOVÁ, Magda; ŠEVČÍK, Richard. *Kůže, useň, pergamen. Studijní materiály k předmětům C5984, C5985 a C8910*. Brno: Masarykova univerzita, 2016.

WOODS, Christopher S. The conservation of parchment. In: KITE, Marion a THOMSON, Roy. *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006, s. 200–224.

ZELINGER, Jiří; BRABEC, Michal; FRIES, Tomáš a ŠIMŮNKOVÁ, Eva. Konzervace pergamentu a jeho uložení. Praha: Národní knihovna v Praze, 1992.

ZELINGER, Jiří; ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTÍK, Petr. Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Praha: Academia, 1982.

### **Články z katalogů, sborníků a periodik**

BEHRENS, Lisa; HENNIGES, Ute; FORSTMAYER, Kerstin; BRÜCKLE, Irene. Iron Gall Ink Corrosion on Parchment. Preliminary Evaluation of Treatment Methods Using Aqueous Solutions. *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*, roč. 43 (2022), č. 1–2, s. 73–92.

BELAYA, I. K.: Selecting and Testing Adhesives for the Restoration of Skin-bindings and Parchments. *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*, roč. 1 (1970), č. 4, s. 221–231.

CAINS, Anthony. Repair treatments for vellum manuscripts. *The Paper Conservator*, roč. 7 (1982), č. 1, s. 17–19.

CLARKSON, Christopher. Limp vellum binding and its potential as a conservation type structure for the rebinding of early printed books. In: *ICOM Committee for Conservation, 4th triennial meeting, Venice, 13–18 October 1975*. International Council of Museums, s. 75/15/3-1–75/15/3-15.

DERNOVŠKOVÁ, Jana. Metody konzervace středověkých psacích pergamenů. In: *Problematika historických a vzácných knižních fondů Čech, Moravy a Slezska: Středověké rukopisy a jejich prezentace. Sborník ze 7. odborné konference*. Brno: Sdružení knihoven České republiky a Státní vědecká knihovna v Olomouci, 1999, s. 156–159.

DERNOVŠKOVÁ Jana a BUCHTELOVÁ Lucie. Metody konzervování archiválií v Mnichově. *Archivní časopis*. Praha: Sekce archivní správy MV ČR, roč. 44 (1994), č. 1. s. 54–56.

EASTON, Roger L.; CHRISTENS-BARRY, William A. a KNOX, Keith T. Spectral image processing and analysis of the Archimedes Palimpsest. In: *2011 19th European Signal Processing Conference*. Barcelona: IEEE, 2011, s. 1440–1444.

FIDDYMENT, Sarah; HOLSINGER, Bruce; RUZZIER, Chiara; DAVINE, Alexander; BINNOIS, Annelise et al. Animal origin of 13th-century uterine vellum revealed using noninvasive peptide fingerprinting. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, roč. 112 (2015), č. 49. Online dostupné z: <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.1512264112> [citováno 2024-03-10].

GALAMBOŠ, Ivan. Konzervovanie a reštaurovanie pergamenového rukopisu a jeho kniznej vazby „Graduale posoniense“ resp. „Anthiphonarium Bratislaviense“ jako je

uvádzaný v poslednej súčasnej literatúre o stredovekých latinských kodexoch na slovensku. In: *VII. seminár restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 88–104.

HEJZLAROVÁ, Julie a SNÍŽEK, Luboš. Rekonzervace a restaurování poškozených listin z fondu AČK. In: *VIII. seminár restaurátorů a historiků. Železná Ruda–Špičák, 25.–27. května 1991*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992, s. 69–75.

HENDRIK de GROOT, Zeger. The Manufacture of Goldbeater's Skin, Transparent Parchment, and Split Parchment. *Art in Transation*, roč. 13 (2021), č. 4, s. 408–418.

JAKOBI-MIRWALD, Christine; CSANÁDY, Thomas; BREITH, Astrid. Pergamentnähte in mittelalterlichen Handschriften. Ein Tagungsbericht. In: *Künstliche Intelligenz in Bibliotheken: 34. Österreichischer Bibliothekartag Graz 2019*. Graz: Uni-Press, 2020, s. 381–389.

JENKINS, Penny: Printing on parchment or vellum. *Vellum and parchment: The Paper Conservator*, roč. 16 (1992), č. 1, s. 31–39.

KAJANOVÁ, Alena a BJUŇÁKOVÁ, Lucia. Restaurátorské práce spojené s průzkumem Listiny Zikmunda Lucemburského. In: *XV. seminár restaurátorů a historiků. Olomouc 2012: Sborník referátů*. Praha: Národní archiv ČR, 2015, s. 62–72.

KŘIVÁNEK, František. Konzervace a restaurace pergamenových listin a voskových pečetí. In: *VIII. seminár restaurátorů a historiků. Železná Ruda–Špičák, 25.–27. května 1991*. Praha: Státní ústřední archiv v Praze, 1992, s. 76–85.

LOSOS, Ludvík. Pergamenové vazby a jejich konzervace. In: *Historická knižní vazba: Sborník příspěvků k dějinám vazby a k metodice ochrany historických knižních vazeb*. Liberec: Severočeské museum, 1963, s. 58–64.

MARTINEK, František. Specifické problémy konzervace a restaurace fondu archiv české koruny. In: *VII. seminár restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 21–35.

MARTINEK, František a ŠIROKÝ, Miroslav. Poznatky ze studijní cesty na některá italská konzervační pracoviště. In: *VI. seminár restaurátorů a historiků. Bratislava, 17.–19. 9. 1985*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1985, s. 164–176.

MOŽIR, Alenka; KRALJ CIGIĆ, Irena; MARINŠEK Marjan; STRLIČ, Matija. Material properties of historic parchment: A reference collection survey. *Studies in Conservation*, roč. 59 (2014), č. 3, s. 136–149.

NEORALOVÁ, Jitka. Restaurování pergamenové listiny. In: *Sborník z Konference konzervátorů a restaurátorů, 7.–9. 9. 2010 v Uherském Hradišti*. Technické muzeum v Brně, 2010, s. 157–158.

OHLÍDALOVÁ, Martina; KUČEROVÁ, Irena. Vliv kationů kovů na degradaci kolagenových materiálů. In: *Restaurování a ochrana uměleckých malířských a sochařských děl: konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt*. Kutná Hora: Arte-fakt sdružení pro ochranu památek, 2006, s. 30–32.

PATAKI-HUNDT Andrea: Conservation treatment and stabilization of the ninth-century Stuttgart Psalter. *Journal of the Institute of Conservation*, roč. 35 (2012), č. 2, s. 152–164.

PRESTOWITZ, Brook a KATAYAMA, Yuki. Washi: Understanding Japanese Paper as a Material of Culture and Conservation. *The Book and Paper Group Annual*, roč. 37 (2018), s. 77–91.

SADÍLKOVÁ, Kateřina. Praktické zkušenosti při konzervaci a rekonzervaci AČK. In: *VII. seminář restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 82–87.

SCHELLMANN, Nanke C. Animal glues: a review of their key properties relevant to conservation. *Studies in Conservation*, roč. 52 (2007), č. sup1, s. 55–66.

ŠIROKÝ, Miroslav. Konzervace pergamenových listin archivu české koruny. In: *VIII. seminář restaurátorů a historiků. Kružberk u Opavy, 1.–3. listopadu 1988*. Praha: Pobočka ČSVTS při Státním ústředním archivu v Praze, 1989, s. 36–43.

THOMPSON, Jack C. Notes on the Manufacture of Goldbeater's Skin. *The Book and Paper Group Annual*, roč. 2 (1983), s. 119–122.

TOŠOVSKÁ, Romana. Konzervátorské zásahy na pergamenových listinách, hromniční svíčky a voskových hlavách ze sbírek Muzea hlavního města Prahy. In: *XVII. seminář restaurátorů a historiků, Jihlava 2019: sborník referátů*. Praha: Národní archiv, 2023, s. 94–97.

VORONINA, L. I., NAZAROVA, O. N., PETUSHKOVA, U. P. a REBRIKOVA N. L. Damage of parchment and leather caused by microbes. In: *ICOM Committee for Conservation, 6th triennial meeting, Ottawa, 21–25 September 1981*. International Council of Museums, s. 81/19/3-2.

WÄCHTER, Otto: The "Vienna Dioskurides" and its restoration. *Libri: International Journal of Libraries and Information Studies*, roč. 13 (1963), č. 2, s. 107–111.

WEBBER, Pauline. The use of Asian paper conservation techniques in Western collections. In: *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, London 8–10 April 2015*. Londýn: The Institute of Conservation, 2017, s. 12–27.

WOODS, Chris. Conservation Treatments for Parchment Documents. *Journal of the Society of Archivists*, roč. 16 (1995), č. 2, s. 221–238.

WOUTERS, Jan; GANCEDO, Gely; PECKSTADT, An a WATTEEUW, Lieve. The Conservation of the Codex Eyckensis: The evolution of the project and the assessment of materials and adhesives for repair of pergment. *The Paper Conservator*, roč. 16 (1992), č. 1, s. 67–77.

WOUTERS, Jan. Leafcasting with Dermal Tissue Preparations: A New Method for Repairing Fragile Parchment, and its Application to the Codex Eyckensis. *The Paper Conservator*, roč. 19 (1995), č. 1, s. 5–22.

WOUTERS, Jan: The Conservation of Parchment Manuscripts: Two Case Studies. In: *ICOM Committee for Conservation 11th Triennial Meeting, Edinburgh, 1–6 September 1996*. International Council of Museums, s. 539–544.

ZUBOVÁ, Anna. Rozlišení pergamenů podle jejich zvířecího původu. *Bioprospect: bulletin biotechnologických společností v České republice a Slovenské republice*, roč. 31 (2021), č. 1, s. 14–16.

ŽÁKOVÁ, Veronika. Restaurování a adjustace svitků ze sbírky rukopisů a starých tisků ŽMP pro výstavu „O svitku“. In: *Restaurování a ochrana uměleckých malířských a sochařských děl: konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt*. Kutná Hora: Arte-fakt sdružení pro ochranu památek, 2006, s. 33–34.

### **Diplomové práce:**

VANIŠOVÁ, Milana. *Historický vývoj oboru Konzervátorství restaurátorství papírových dokumentů a knižní vazby, používaných metod a vzdělávacích institucí v Československu a České republice*. Diplomová práce. Litomyšl: Univerzita pardubice, Fakulta restaurování, 2018.

ŽÁKOVÁ, Veronika: *Doplňování pergamentu se zřetelem k metodám dolévání*. Bakalářská práce. Litomyšl: Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl, o.p.s., 2005.

OHLÍDALOVÁ, Martina. *Vliv kationů kovů na degradaci kolagenních materiálů*. Disertační práce. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2021.

### **Online zdroje**

BPG Parchment. American Institute for Conservation. Online, dostupné z: [https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG\\_Parchment](https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Parchment) [cit. 2024-03-15].

BPG Parchment Conservation Treatment. American Institute for Conservation. Online, dostupné z: [https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG\\_Parchment\\_Conservation\\_Treatment#Adhesives](https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Parchment_Conservation_Treatment#Adhesives) [cit. 2024-03-23].

DŘEVÍKOVSKÁ, Jana a MAREK, Jindřich. Encyklopedie knihy – Inkoust. Online, dostupné z: <https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?title=Inkoust&oldid=15802> [cit. 2024-03-13].

FUCHS, Robert. The History and Biology of Parchment. Online, Karger Gazette. Dostupné z: [https://misc.karger.com/gazette/67/Fuchs/art\\_5.htm](https://misc.karger.com/gazette/67/Fuchs/art_5.htm) [citováno 2024-03-11]

MAREK, Jindřich. Encyklopedie knihy – Palimpsest. Online, dostupné z: <https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?title=Palimpsest&oldid=18323> [cit. 2024-03-13].

MAREK, Jindřich. Encyklopedie knihy – Svitek. Online, dostupné z: <https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?title=Svitek&oldid=11524> [cit. 2024-03-20].

## 7 Seznam použitých zkratk a jejich význam

AČK	Archiv koruny České	r.	rok
aj.	a jiné	roč.	ročník
apod.	a podobně	RV	relativní vlhkost
cit.	citováno	s.	strana
č.	číslo	sb.	sbírka
kol.	kolektiv	SOkA	Státní okresní Archiv
např.	například	sv..	svatý/svatá
obr.	obrázek	tzv.	takzvaně

## 8 Seznam tabulek

Tab. 1: Naměřené hodnoty barevnosti u vzorků simulujících trhlinu pergamentu

Tab. 2: Naměřené hodnoty barevnosti u vzorků doplňovaného materiálu

## 9 Seznam textových příloh

- 9.1 Výsledky internetového dotazníku
- 9.2 Edicol – technický list
- 9.3 Aquazol – technický list
- 9.4 Klucel – technický list
- 9.5 Paraloid B 72 – technický list
- 9.6 Pšeničný škrob – technický list
- 9.7 Tylose MH 300 – technický list

- 9. 8 Tylose MH 6000 – technický list
- 9. 9 Vyzina – technický list
- 9. 10 Technická želatina – technický list
- 9. 11 Analýza pevnosti v tahu lepeného spoje
- 9. 12 Analýza teploty smrštění
- 9. 13 Analýza vlákninového složení
- 9. 14 Mikrobiologické zkoušky

Tab. 1: Naměřené hodnoty barevnosti u vzorků simulujících trhlinu pergamentu

	měřené materiály	před stárnutím			po stárnutí		
		L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
SCE	pergamen1	93,15	0,35	11,07	75,8	4,7	27,73
SCI	pergamen1	92,77	0,41	11,15	75,49	4,7	27,7
SCE	pergamen2	93,72	0,1	10,33	80,39	3,9	24,76
SCI	pergamen2	93,35	0,16	10,41	80,1	3,91	24,69
SCE	pergamen3	93,45	0,45	11,03	79,57	3,9	26,83
SCI	pergamen3	93,07	0,51	11,11	79,3	3,91	26,77
SCE	jap. pap. + aquazol	93,26	0,23	11,7	76,3	5,43	26,83
SCI	jap. pap. + aquazol	92,85	0,29	11,76	75,97	5,41	26,7
SCE	jap. pap. + aquazol 2	93,22	0,17	11,94	77,46	5,99	24,38
SCI	jap. pap. + aquazol 2	92,8	0,23	12,01	77,13	5,96	24,29
SCE	jap. pap. + aquazol 3	93,57	-0,01	11,55	80,14	5,34	22,37
SCI	jap. pap. + aquazol 3	93,15	0,06	11,62	79,81	5,35	22,34
SCE	jap. pap. + klucel 1	92,97	0,26	12,58	82,1	3,45	20,74
SCI	jap. pap. + klucel 1	92,57	0,32	12,62	81,79	3,47	20,69
SCE	jap. pap. + klucel 2	93,94	-0,08	11,13	80,73	4,32	21,72
SCI	jap. pap. + klucel 2	93,51	-0,02	11,2	80,48	4,33	21,66
SCE	jap. pap. + klucel 3	93,48	0,12	11,83	81,2	3,88	21,12
SCI	jap. pap. + klucel 3	93,05	0,18	11,89	80,86	3,9	21,09
SCE	jap. pap. + škrob 1	92,32	0,66	12,82	76,2	4,59	27,28
SCI	jap. pap. + škrob 1	91,88	0,72	12,88	75,95	4,59	27,19
SCE	jap. pap. + škrob 2	93,16	-0,29	12,46	74,95	7,08	33,34
SCI	jap. pap. + škrob 2	92,75	-0,22	12,53	74,67	7,07	33,24
SCE	jap. pap. + škrob 3	92,7	0,94	11,38	72,05	5,96	28,89
SCI	jap. pap. + škrob 3	92,33	0,99	11,44	71,87	5,96	28,81
SCE	jap. pap. + želatina 1	91,99	0,31	14,77	77,48	4,5	31,39
SCI	jap. pap. + želatina 1	91,49	0,38	14,84	77,2	4,5	31,33
SCE	jap. pap. + želatina 2	93,56	-0,2	11,24	76,6	5,39	34,23
SCI	jap. pap. + želatina 2	93,06	-0,13	11,33	76,29	5,38	34,14
SCE	jap. pap. + želatina 3	92,71	0,2	12,66	77,9	4,99	32,83
SCI	jap. pap. + želatina 3	92,22	0,26	12,74	77,59	4,99	32,75
SCE	př. kol. + aquazol 1	93,29	-0,22	11,84	78,79	4,78	29,94
SCI	př. kol. + aquazol 1	92,46	-0,15	12,03	78,19	4,79	30
SCE	př. kol. + aquazol 2	93,08	-0,24	11,52	78,22	4,89	29,17
SCI	př. kol. + aquazol 2	92,34	-0,19	11,68	77,63	4,91	29,26
SCE	př. kol. + aquazol 3	94,25	0,05	9,1	76,32	5,77	29,63
SCI	př. kol. + aquazol 3	93,06	0,1	9,34	75,84	5,77	29,71
SCE	př. kol. + klucel 1	93,51	-0,25	11,85	77,95	5,13	30,21
SCI	př. kol. + klucel 1	92,71	-0,2	12,02	77,26	5,16	30,41
SCE	př. kol. + klucel 2	93,48	-0,36	12,53	78,94	4,79	30,1
SCI	př. kol. + klucel 2	92,88	-0,3	12,63	78,43	4,81	30,19
SCE	př. kol. + klucel 3	92,03	0,14	14,11	74,94	4,41	29,69
SCI	př. kol. + klucel 3	91,36	0,2	14,23	74,2	4,44	29,97
SCE	př. kol. + škrob 1	93,21	-0,49	12,62	72,44	7,34	31,9
SCI	př. kol. + škrob 1	92,44	-0,43	12,76	71,51	7,4	32,42
SCE	př. kol. + škrob 2	93,75	-0,35	11,6	77,79	4,87	28,78
SCI	př. kol. + škrob 2	92,76	-0,3	11,81	77,04	4,91	29,09

SCE	př. kol. + škrob 3	93,83	-0,51	11,6	74,03	7,04	34,15
SCI	př. kol. + škrob 3	93,1	-0,45	11,77	73,44	7,06	34,33
SCE	př. kol. + želatina 1	93,53	-0,39	11,93	75,91	5,59	34,23
SCI	př. kol. + želatina 1	92,87	-0,33	12,09	75,18	5,64	34,59
SCE	př. kol. + želatina 2	93,72	-0,41	11,18	78,35	4,59	32
SCI	př. kol. + želatina 2	93,11	-0,34	11,3	77,74	4,62	32,23
SCE	př. kol. + želatina 3	93,17	-0,29	12,53	76,7	4,81	32,66
SCI	př. kol. + želatina 3	92,53	-0,23	12,65	76,08	4,85	32,99
SCE	prům. kol. + aquazol 1	93,59	-0,25	12,01	74,82	8,75	38,23
SCI	prům. kol. + aquazol 1	92,51	-0,22	12,17	74,43	8,74	38,22
SCE	prům. kol. + aquazol 2	92,68	-0,1	15,01	79,51	5,65	33,44
SCI	prům. kol. + aquazol 2	90,98	-0,1	15,31	79,12	5,65	33,41
SCE	prům. kol. + aquazol 3	92,43	0,03	14,44	78,8	6,39	33,47
SCI	prům. kol. + aquazol 3	91,2	0,06	14,64	78,52	6,39	33,39
SCE	prům. kol. + klucel 1	92,39	-0,14	16,21	71,25	7,34	35,76
SCI	prům. kol. + klucel 1	91,05	-0,13	16,4	69,64	7,49	37,16
SCE	prům. kol. + klucel 2	93,52	-0,65	13,13	77,22	6,59	33,76
SCI	prům. kol. + klucel 2	92,16	-0,63	13,33	75,55	6,67	34,33
SCE	prům. kol. + klucel 3	92,47	0,13	14,56	75,26	7,68	38,27
SCI	prům. kol. + klucel 3	91,21	0,15	14,71	73,65	7,83	39,55
SCE	prům. kol. + škrob 1	91,97	0,25	15,33	67,94	10,87	39,28
SCI	prům. kol. + škrob 1	90,76	0,27	15,5	67,04	10,99	40,17
SCE	prům. kol. + škrob 2	91,33	0,48	16,09	69,98	9,17	37,67
SCI	prům. kol. + škrob 2	90,3	0,52	16,31	68,57	9,32	38,74
SCE	prům. kol. + škrob 3	92,06	-0,21	16,08	67,92	11,62	40,66
SCI	prům. kol. + škrob 3	91,27	-0,16	16,25	66,74	11,81	41,97
SCE	prům. kol. + želatina 1	92,77	-0,09	14,92	77,7	5,63	35,88
SCI	prům. kol. + želatina 1	91,65	-0,05	15,14	76,45	5,73	36,82
SCE	prům. kol. + želatina 2	92,88	-0,56	15,43	77,14	5,23	35,02
SCI	prům. kol. + želatina 2	92,09	-0,5	15,59	75,67	5,32	35,98
SCE	prům. kol. + želatina 3	92,46	-0,21	14,28	74,18	4,91	30,54
SCI	prům. kol. + želatina 3	91,6	-0,16	14,46	73,6	4,94	30,78

Tab. 2: Naměřené hodnoty barevnosti u vzorků doplňovaného materiálu

	měřené materiály	před stárnutím			po stárnutí		
		L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
SCE	jap. pap. 1	93,49	0,1	11,51	87,23	2,27	20,91
SCI	jap. pap. 1	91,07	0,12	11,36	86,54	2,32	20,97
SCE	jap. pap. 2	93,75	-0,01	11,82	88,11	1,84	20,63
SCI	jap. pap. 2	91,34	0,02	11,65	87,44	1,89	20,69
SCE	jap. pap. + aquazol 1	93,13	-0,15	12,42	84,85	3,31	31,04
SCI	jap. pap. + aquazol 1	90,76	-0,12	12,25	84,22	3,33	30,94
SCE	jap. pap. + aquazol 2	93,22	-0,14	12,22	83,57	4,16	32,06
SCI	jap. pap. + aquazol 2	90,86	-0,11	12,04	82,91	4,17	32,01
SCE	př. kol. + aquazol 1	92,33	-0,18	14,86	83,74	4,1	31,14
SCI	př. kol. + aquazol 1	89,95	-0,14	14,62	82,91	4,15	31,35
SCE	př. kol. + aquazol 2	92,93	-0,28	15,2	83,19	4,54	29,27
SCI	př. kol. + aquazol 2	90,46	-0,24	15,01	82,52	4,57	29,31
SCE	prům. kol. + aquazol 1	92,76	-0,34	16,81	55,48	11,75	26,86
SCI	prům. kol. + aquazol 1	89,49	-0,32	16,9	55,08	11,74	26,97
SCE	prům. kol. + aquazol 2	92,32	-0,3	16,54	56,37	11,57	26,73
SCI	prům. kol. + aquazol 2	89,42	-0,3	16,45	56,05	11,55	26,78
SCE	jap. pap. + klucel 1	93,42	0,07	11,45	82,65	5,51	23,41
SCI	jap. pap. + klucel 1	91,02	0,09	11,28	82,03	5,5	23,39
SCE	jap. pap. + klucel 2	93,35	0,07	11,25	84,67	4,3	22,28
SCI	jap. pap. + klucel 2	90,95	0,09	11,09	84,04	4,31	22,29
SCE	př. kol. + klucel 1	92,89	0,04	13,74	85,44	3,44	28,59
SCI	př. kol. + klucel 1	90,12	0,07	13,64	84,63	3,47	28,59
SCE	př. kol. + klucel 2	92,88	0	14,05	84,62	3,8	27,53
SCI	př. kol. + klucel 2	90,26	0,03	13,91	83,88	3,82	27,51
SCE	prům. kol. + klucel 1	93	-0,32	16,45	61,01	10,55	26,5
SCI	prům. kol. + klucel 1	90,26	-0,3	16,33	60,57	10,55	26,63
SCE	prům. kol. + klucel 2	92,77	-0,15	16,19	60,38	10,41	26,81
SCI	prům. kol. + klucel 2	89,98	-0,14	16,08	59,89	10,41	26,93
SCE	jap. pap. + škrob 1	92,97	0,24	11,59	81,87	5,68	31,11
SCI	jap. pap. + škrob 1	90,61	0,26	11,4	81,19	5,71	31,24
SCE	jap. pap. + škrob 2	93,13	0,15	11,41	81,54	5,89	31,88
SCI	jap. pap. + škrob 2	90,78	0,17	11,23	80,81	5,93	32,08
SCE	př. kol. + škrob 1	92,25	0,14	13,58	82,81	4,98	22,96
SCI	př. kol. + škrob 1	89,83	0,16	13,39	82,3	4,99	22,94
SCE	př. kol. + škrob 2	92,56	0,01	14,32	84,02	4,33	28,26
SCI	př. kol. + škrob 2	90,1	0,04	14,13	83,52	4,36	28,21
SCE	prům. kol. + škrob 1	92,63	-0,44	18,07	35,15	7,28	12,41
SCI	prům. kol. + škrob 1	90,08	-0,42	17,89	33,58	7,67	13,49
SCE	prům. kol. + škrob 2	93,11	-0,47	16,78	35,4	5,64	12,4
SCI	prům. kol. + škrob 2	90,62	-0,44	16,57	33,71	5,97	13,51
SCE	jap. pap. + želatina 1	92,22	0,13	13,65	79,51	7,29	33,53
SCI	jap. pap. + želatina 1	89,88	0,16	13,4	79,04	7,28	33,46
SCE	jap. pap. + želatina 2	93,09	-0,04	12,95	81,1	6,51	32,15
SCI	jap. pap. + želatina 2	90,71	-0,01	12,73	80,58	6,51	32,1
SCE	př. kol. + želatina 1	92,86	-0,05	14,2	82,84	5,03	37,56
SCI	př. kol. + želatina 1	90,41	-0,01	14	82,07	5,06	37,76
SCE	př. kol. + želatina 2	92,41	-0,11	15,71	83,71	4,48	31,94
SCI	př. kol. + želatina 2	89,94	-0,08	15,5	83	4,53	32,05
SCE	prům. kol. + želatina 1	92,33	-0,52	17,56	49,45	17,66	34,29
SCI	prům. kol. + želatina 1	89,81	-0,49	17,38	48,42	18	35,86
SCE	prům. kol. + želatina 2	92,66	-0,47	16,82	46,26	15,19	25,46
SCI	prům. kol. + želatina 2	90,15	-0,44	16,64	46,01	15,21	25,59

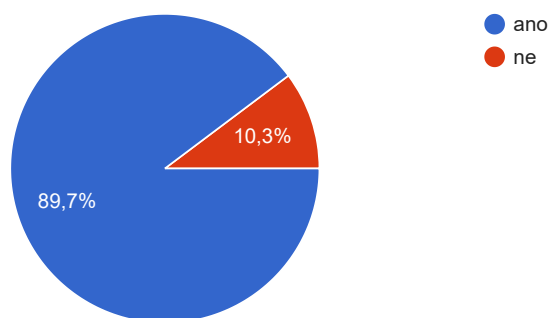
## 9.1 Výsledky internetového dotazníku

### *Opravy mechanického poškození a ztrát pergamenu za pomoci přídatných materiálů*

39 odpovědí

V instituci či v osobní praxi jsem se setkal/a s restaurováním pergamenu:

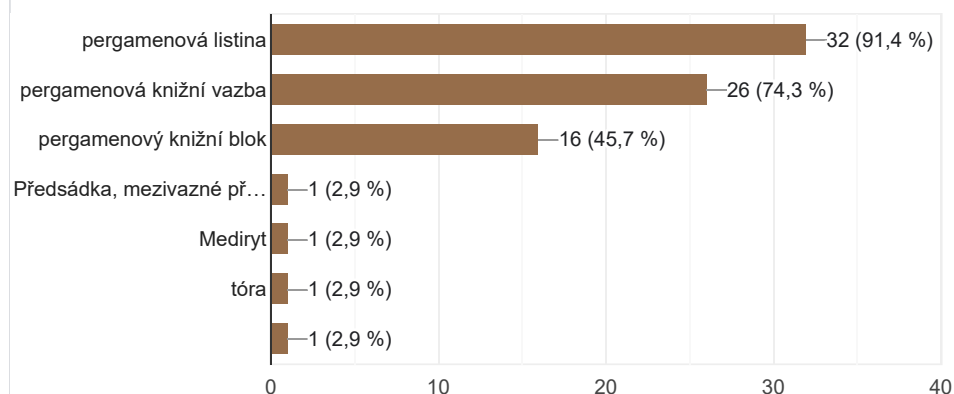
39 odpovědí



#### *Restaurování pergamenu*

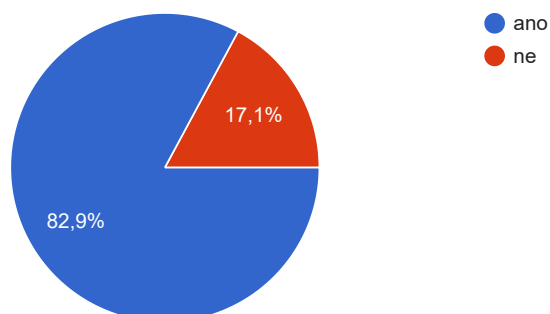
O jaký objekt se jednalo?

35 odpovědí



V rámci restaurování pergamenu bylo přistoupeno k vyspravování trhlin či doplňování ztrát:

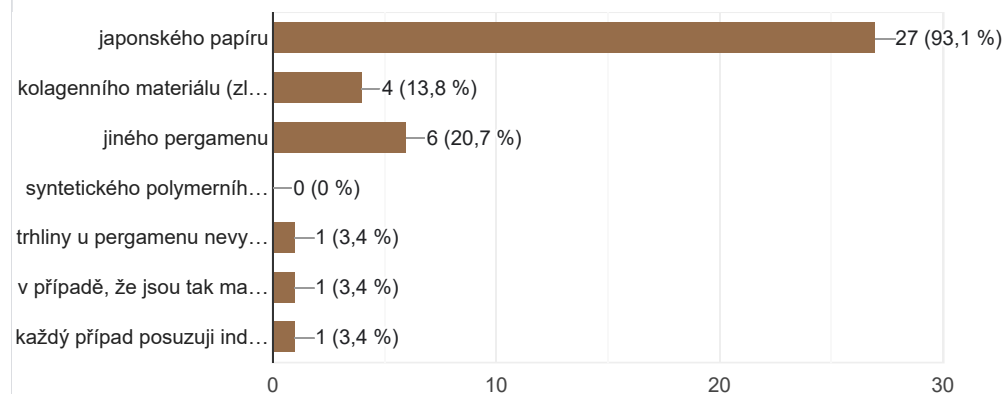
35 odpovědí



#### *Opravy mechanického poškození a ztrát*

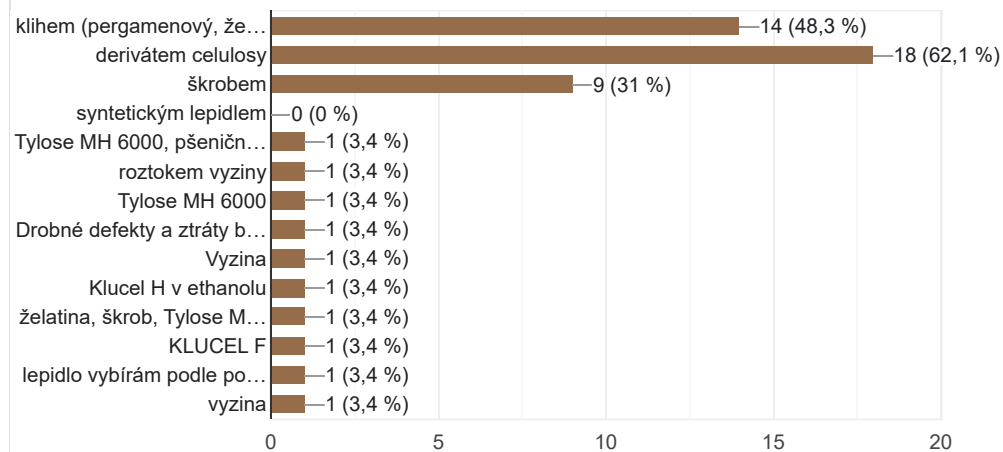
Pro vyspravování trhlin obvykle využívám přídatného materiálu (konkrétní látku můžete uvést v posledním bodě):

29 odpovědí



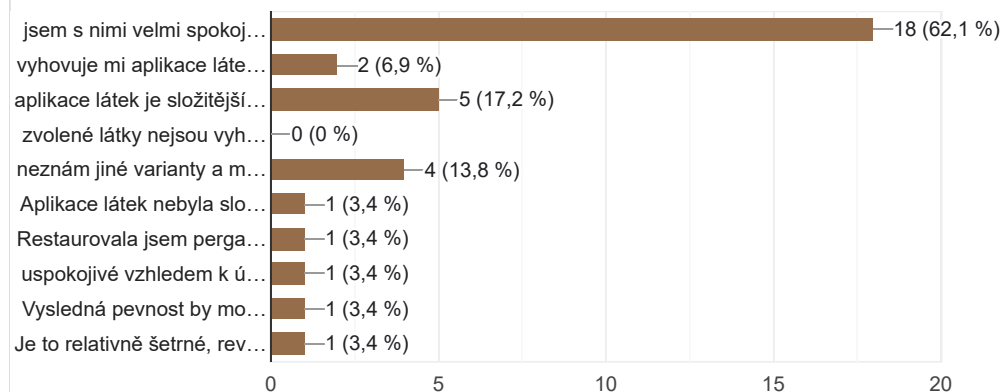
### Spoje byly lepeny (konkrétní látku uveďte, prosím, v posledním bodě):

29 odpovědí



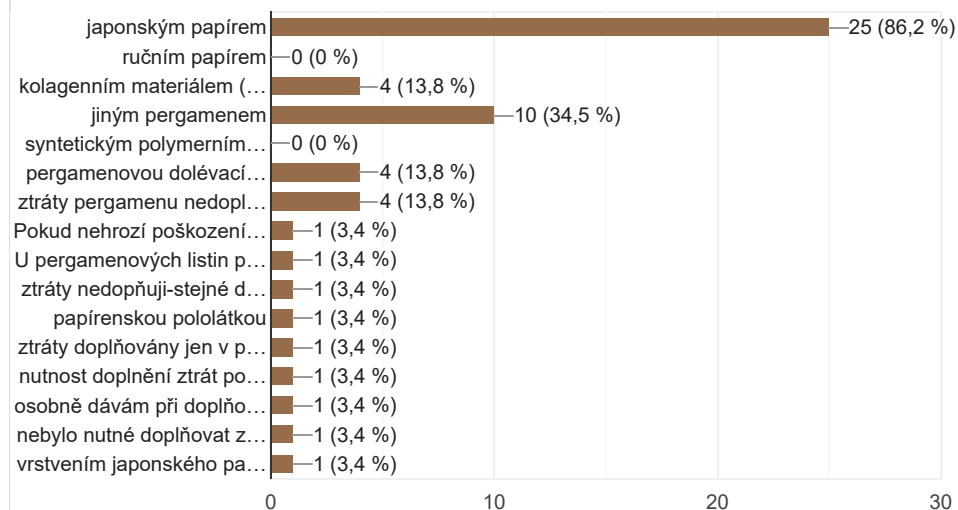
### Zvolený výběr látek hodnotím:

29 odpovědí



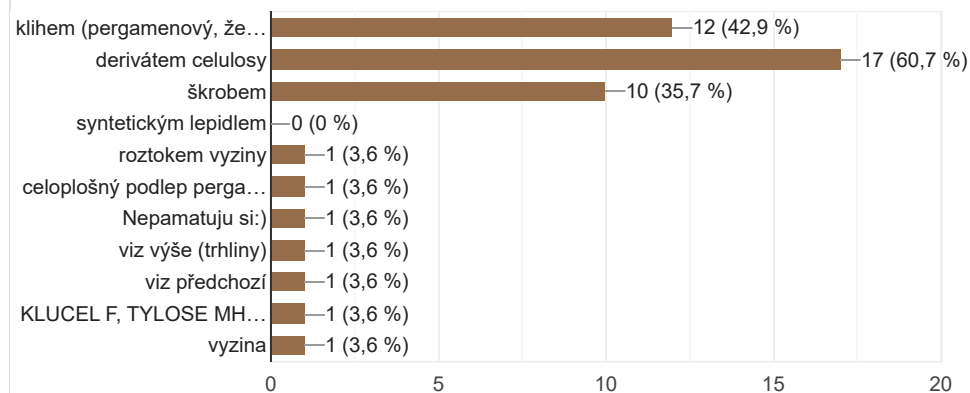
Doplňování ztrát bylo provedeno (konkrétní látku a způsob aplikace můžete uvést v posledním bodě):

29 odpovědí



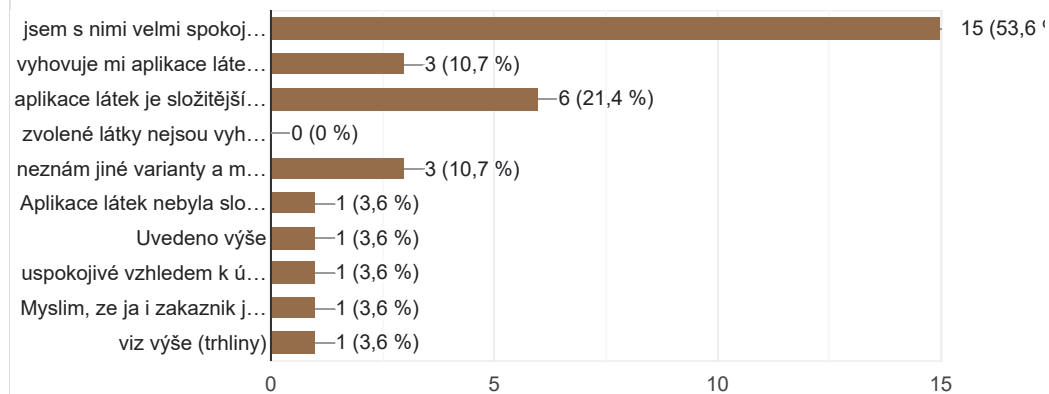
Spoje byly lepeny (konkrétní látku uveďte, prosím, v posledním bodě):

28 odpovědí



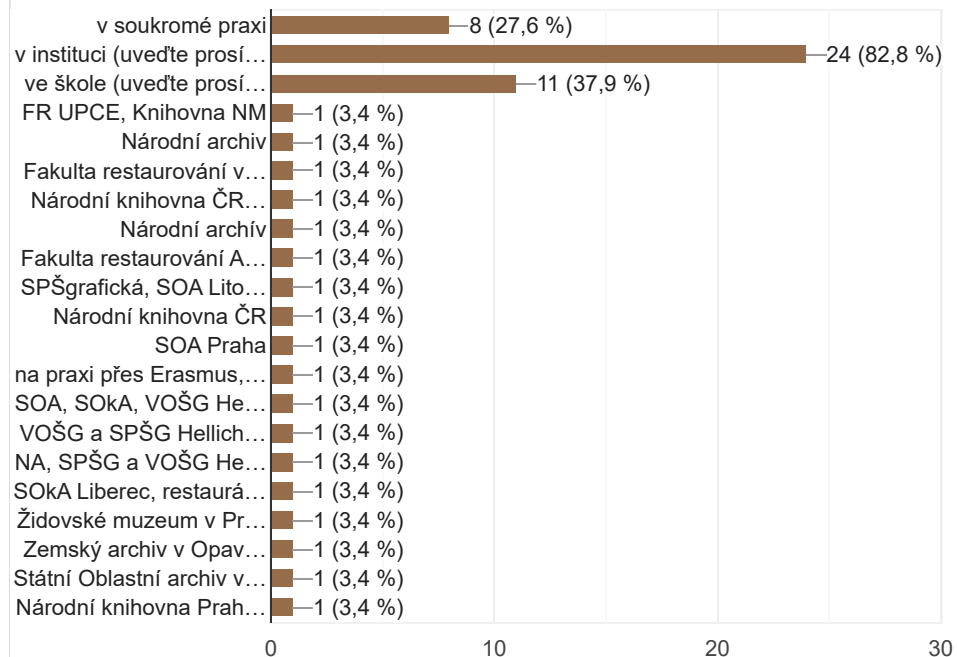
### Zvolený výběr látek hodnotím:

28 odpovědí



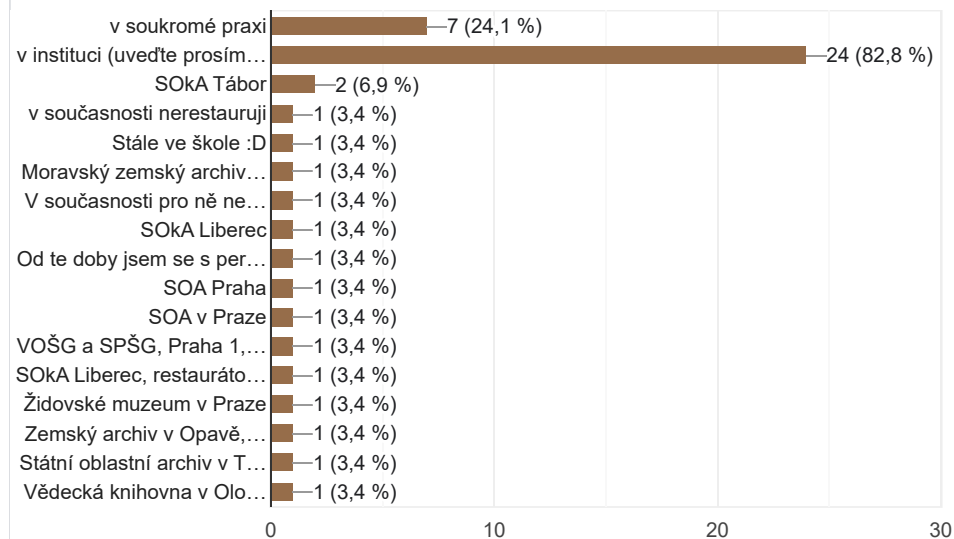
### Kde jste výše zmíněné zkušenosti získali?

29 odpovědí



## Kde nyní získané zkušenosti uplatňujete?

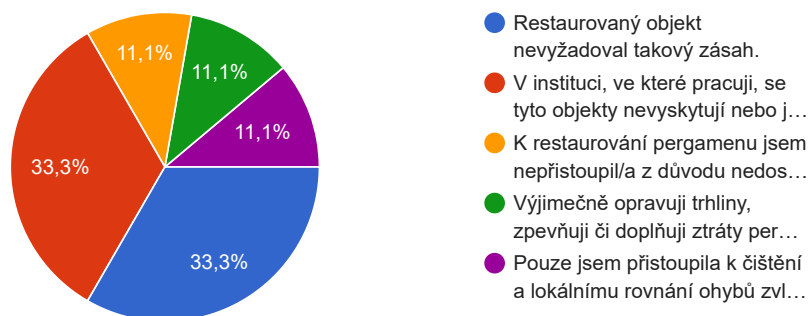
29 odpovědí



## Bez zkušenosti oprav pergamenu

## Z jakého důvodu nemáte zkušenost s opravami pergamenu?

9 odpovědí



## Jiné



## 9.2 Edicol – technický list



Část 1: Informace o výrobku a kontaktní informace				
Část 1.1 Popis výrobku a kontaktní informace				
Název výrobku:	Edicol MX, MXP, MXR & MXRP (CLR)			
Typ výrobku:	Jedlé kolagenní fólie ve formě rolí a archů			
Původ:	Vyrobeno z hovězích kůží			
Výrobce:	Devro s.r.o. Víchovská 830, 514 19 Jilemnice Czech Republic	Tel.:	+420 481 563 210	
Adresa		E-mail:	<a href="mailto:InfoCZ@Devro.com">InfoCZ@Devro.com</a>	
		Web:	<a href="http://www.devro.com">www.devro.com</a>	
Vyrobeno v:	Česká Republika	Č. registrace:	CZ 310	
Část 1.2 Informace o certifikaci				
ISO 9001	X	FSSC 22000	X	ISO 14001
			X	
Poznámka: Specifikace může být změněna tato specifikace je platná 6 měsíců. Kontaktujte nás prosím s žádostí o aktuální verzi nejméně jednou ročně..				
Část 1.3 Typické složení				
Složka	Průměrný obsah [%]	E-číslo	Funkce / kategorie přídatné látky	Původ materiálu
Kolagen	45-75%	-	Závisí na vlhkosti	Hovězí
Glycerol	16-28%	E 422	Zvlhčující látka	Rostlinný
Voda	8-14%	-	-	--
Sorbitol	4-7%	E420 (i)	Zvlhčující látka	Rostlinný
Síran hlinitý <i>Vyjádřeno jako hliník</i>	<0.25%	E 520	Pomocná látka – Použití pro formování fólie z kolagenní hmoty	Syntetický
Poznámka: Jedná se o produkt získaný z přírodních surovin, proto se jeho barva může lišit. Různé odstíny barvy střev nemají vliv na jejich kvalitu nebo jejich použití.				
Část 1.4 Balení a skladování				
Druhy balení:	Složení		Schváleno pro styk s potravinami	
	<p><b>Archy</b> jsou před zabalením baleny do kartonových zásobníků.</p> <p>Fólie – vnější krabice – vlnitá panenská lepenka</p> <p>Fólie – vnitřní krabice / prolože– vlnitá panenská lepenka</p> <p><b>Role</b> jsou zabaleny v tepelně uzavřeném obalu.</p> <p>Úzké role jsou zabaleny v přepravním obalu s vložkou pro styk s potravinou.</p> <p>Dutinky z běleného materiálu Kraftu</p> <p>Polystyrénové nebo papírové koncovky dutinky pro fólii.</p> <p>Přepravní kartóny – vlnitá lepenka</p>		<p>Nařízení v platném znění:</p> <p>1935/2004/ES</p> <p>10/2011/EU</p> <p>2023/2006/ES</p>	
Skladovací podmínky:	Skladujte v původním neporušeném obalu v suchých skladech prostých pachů s ochranou před přímým slunečním světlem, bez velkých výkyvů teplot. Produkt musí být spotřebován ihned po rozbalení jednotlivých obalů.			
Minimální trvanlivost:	24 měsíců od data výroby.			

Část 1.5 Použití výrobku	
Použití výrobku	Doporučené použití pro kolagenní fólii Edicol: tepelně opracované, tepelně neopracované, sušené a fermentované tepelně nepracované sušené výrobky. Překrývání fólie: min. 10 mm. To je závislé na použité síťce a použitém materiálu nebo na aplikaci zákazníka.
Doporučené strojní zařízení:	Automatické plnicí stroje pro fólii, polo-automatické plnicí stroje, aplikátor plochého fólie, manuální plnění.
Doporučené použití:	Teplota díla: minimálně min. 2-10°C Maximální teplota v průběhu tepelného opracování po sušení: 78 °C

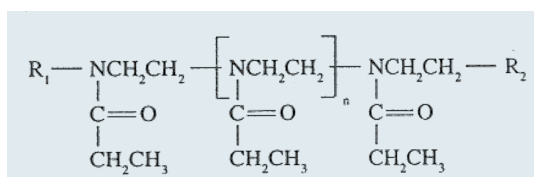
## 9.3 Aquazol – technický list



### 63901 - 63905 Aquazol®

#### General Characteristics

Poly(2-ethyl-2-oxazoline) AQUAZOL®  
CAS Number: 25805-17-8



Product Grade	Target Molecular Weight	Poly-Dispersity Range	Kinematic Viscosity Range
63901 Aquazol® 50	50,000	3 – 4	5 – 7 cSt
63902 Aquazol® 200	200,000	3 – 4	18 – 24 cSt
63905 Aquazol® 500	500,000	3 – 4	60 – 80 cSt

#### Physical Data

Appearance:	Light yellow solid
Specific gravity:	1.14
pH of aqueous solutions:	neutral
Solubility:	freely soluble in water
Glass temperature, TG:	69 – 71°C (amorphous)
Melt viscosity at 200°C:	130 Sec-1 shear rate, 400,000 CPS (mPa.S)
Refractive Index:	1.52
Degradation Onset:	> 380°C (TGA in air)

#### Solubility of Aquazol® in Various Solvents

Aquazol® has unusually broad solubility in water and polar organic solvents. A few solvents and their solubility parameter are listed below.

Solubility Parameter (cal/cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>	Solvent	Solubility* of Aquazol®
7.0	n-Pentane	P
8.9	Toluene	P
9.3	Methyl ethyl ketone	S
9.7	Methylene chloride	S
9.9	Acetone	S
12.0	Propylene chloride	S
12.7	Ethanol	S
14.5	Methanol	S
23.4	Water	S

\*P < 2% by wt S > 25% by wt



### Properties

Water soluble:	Recyclability: Reduced need for organic solvents.
Polymer compatibility:	Broad ability to promote adhesion and lamination.
Low viscosity:	Fewer deformities in ceramics.
Thermoplastic:	Forms a good film.
Thermal & Shear Stability:	Retains good performance and aesthetic characteristics at typical processing temperatures.
Plasticization:	Softening temperature can be readily controlled.
Low Hazard:	U.S. FDA approval for Indirect Food Additives: Adhesives under 21. CFR 175.105. Also, not found to be in any hazard category defined by SARA Title III, Sections 311 and 312.

### Applications

Aquazol's excellent water solubility and thermal stability makes it a preferred substitute for PVOH and PVP in high temperature applications. Currently, it is used in a variety of hot-melt and pressure-sensitive adhesive products. In addition, it is gaining acceptance in the ceramics industry as a greenware binder because of the clean burn-out and non-ionic nature of this polymer.

Other applications include, but are not limited to: coatings, textile and fibreglass sizing, lubricants, plasticizers, compatibilizers and films.

## 9.4 Klucel – technický list



### 63700 - 63712 Klucel™, Hydropropylcellulose

63700 Klucel™ E  
63706 Klucel™ G  
63710 Klucel™ M  
63712 Klucel™ H

CAS Number: 9004-64-2  
CAS Name: Cellulose, 2-hydroxypropyl ether

Klucel hydropropylcellulose (HPC) is a non ionic water-soluble cellulose ether with a versatile combination of properties. It combines organic solvent solubility, thermo plasticity, and surface activity with the thickening and stabilizing properties of other water-soluble cellulose polymers. Klucel is a white powder with no odor or taste. It is available in various chain lengths, which means different viscosity.

#### Properties and Uses

Klucel is soluble in many polar organic solvents and in water below 38°C, but is insoluble in water above 45°C. Klucel is highly surface-active, with low surface and interfacial tensions of solutions.

In films and coatings, Klucel is heat-sealable, and it is extremely flexible without plasticizers.

The versatility of Klucel is apparent in a wide variety of pharmaceutical applications, including tablet coatings, controlled-release products, encapsulation, tablet binding and as a suspension aid.

A solution in non-aqueous/denatured ethyl alcohol enables a water spot-free gluing of wall-paper or stabilization of paints.

#### Viscosity Specification of Klucel, Brookfield LVF at 25°C, mPa.s

Type	Concentration in Water by weight			Molecular Weight
	1 %	2 %	10 %	
H	1275 - 3500	30000	-	1150000
M	-	3500 – 7500	-	850000
G	-	150 – 400	-	370000
E	-	7	250 – 800	80000

Type	Concentration in Anhydrous Alcohol by weight		
	1 %	2 %	10 %
H	1000 - 4000	-	-
M	-	3000 – 6500	-
G	-	75 – 400	-
E	-	-	150 – 700



### Typical Properties of Klucel

#### Polymer as-is

Appearance	off-white, tasteless powder
Bulk density, g/ml	0.5
Softening temperature, °C	100 - 150
Burnout temperature in N <sub>2</sub> or O <sub>2</sub> , °C	450 - 500

#### Solutions in water

Specific gravity, 2% solution at 30°C	1.010
Refractive index, 2% solution	1.337
Surface tension, 0.1% conc., N/m	0.0436
Interfacial tension, 0.1% in water vs. refined mineral oil, N/m	0.0125
Bulking value in solution, l/kg	0.334

Product	Viscosity in mPa.s	Soluble in
63700 Klucel E	7 thin	water, ethanol, acetone, etc.
63706 Klucel G	300 medium	cold water, polar solvents
63710 Klucel M	5000 thick	cold water, polar solvents
63712 Klucel H	30000 extra thick	cold water, polar solvents

#### Regulatory Status

Klucel is used in drug products as an inert ingredient. The Klucel Pharm grades meet the specifications of the current edition of the European Pharmacopoeia, the National Formulary and the Japanese Pharmacopoeia.

#### Packaging and Storage

Klucel is a non-perishable powder. It is recommended to use the product in rotation on a first-in first-out basis. The product should be stored under dry and clean conditions in its original packing and away from heat. The product is hygroscopic. The packaging is selected in a way to avoid ingress of moisture, but the water content of the packed product will/may increase if not stored dry.

#### Product Safety

According to EC legislation on dangerous substances and preparations these products are not hazardous. We do not have food quality conditions for packaging; therefore these products are not suitable as food additives.

## 9.5 Paraloid B 72 – technický list



### 67400 Paraloid™ B-72

#### Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin

##### Summary

Paraloid™ B-72 is an excellent general purpose acrylic resin, supplied as a 100 % solid grade or as a 15 % solution.

It can be applied in either clear or pigmented coatings by a variety of application methods and can be air-dried or baked. Paraloid™ B-72 has a very low reactivity with sensitive phosphorescent and luminescent pigments. The durability and non-yellowing characteristics also make it valuable for use with these pigments.

Paraloid™ B-72 is compatible with other film forming materials such as vinyls, cellulose, chlorinated rubbers, and silicones and can be used in combination with them to produce coatings with a wide variety of characteristics.

Paraloid™ B-72 is very resistant against water, alkalis, acids, oils and chemical fumes. The coverings are very elastic and adhere on many different surfaces, e.g. also on light metals.

Paraloid™ B-72 is unique in possessing a high tolerance for ethanol. The property allows its use in applications in which strong solvents cannot be tolerated. The alcohol dispersions may be cloudy or milky; however, clear, coherent films are formed.

##### Melting Point

Paraloid™ B-72 is an acrylic resin with a high molar mass, thus, it doesn't have a defined melting point. It starts to melt at 70 - 75°C; the flowing point is at 145 - 150°C. TG: 40°C

##### Physical Properties

(Not to be used as specifications)

Physical form	Pellets
Bulk density, 25°C, lb/gal	9.6
Solubility parameter	9.3
Transition temperature, Tg, °C	40
Ultimate hardness of clear films, KHN	10 to 11
Chemical composition	EMA Copolymer



### Solubility of PARALOID™-Acrylic Thermoplastic Resins

(Values given are Viscosity, cps, at 25°C of a 40% solids solution, except as noted)

Solvents	PARALOID™ Types				
	B-44 No. 67460	B-66 No. 67480	B-67 No. 67420	B-72 No. 67400	B-82 No. 67440
<b>Alcohols</b>					
2B Alcohol	- <sup>c</sup>	- <sup>c</sup>	- <sup>c</sup>	D <sup>c</sup>	PS <sup>cd</sup>
Isopropanol	-	-	2 800	-	-
n-Butanol	-	94 <sup>e</sup>	2 500	130 <sup>e</sup>	-
Isobutanol	-	5 600 <sup>fg</sup>	3 200	-	-
n-Amyl alcohol	-	-	3 200	-	-
Diacetone alcohol	10 000	6 200	2 300	3 500	3 000
<b>Chlorinated Hydrocarbons</b>					
Methylene chloride	2 700	850	520	960	1 200
Carbon tetrachloride	860 <sup>g</sup>	280 <sup>c</sup>	20 000	280 <sup>c</sup>	6 000 <sup>f</sup>
Ethylene dichloride	5 500	1 200	640	1 300	1 800
Trichloroethylene	12 000	7 200	2 100	4 800	3 400
<b>Esters</b>					
Ethyl acetate	1 800	940	240	500	610
n-Propyl acetate	1 800	570	180	550 <sup>g</sup>	580
n-Butyl acetate	2 600	875	250	700	630
Isobutyl acetate	3 100	960	240	660 <sup>g</sup>	700
Amyl acetate	5 600	1 110	320	850	980
1-Ethyl hexyl acetate	-	6 900	770	-	-
<b>Ethers</b>					
Dioxane	5 600	880	830	1 300	1 700

- c. Code for used letters: - = Insoluble; D = Dispersed; PS = Partially soluble  
d. Results when using pure 2B alcohol. Paraloid™ B-82 is soluble in different alcohol/water-mixtures.  
e. Viscosity determined at 20 % solids.  
f. Viscosity determined at 30 % solids.  
g. Hazy solution.

## 9.6 Pšeničný škrob – technický list



### 63451 Wheat Starch Powder

Appearance: white, fine powder  
Odor: odorless  
Taste: typical, neutral

#### Chemical Requirements:

	Specification	Result	Method
Humidity	11.0 – 13.0 %	max. 13.0 %	ICC-Standard No. 110
Protein (N x 5,7)	0.25 – 0.29 %	max. 0.35 %	AACC 46-30
Protein (N x 6,25)	0.27 – 0.32 %	max. 0.38 %	AACC 46-30
Fat	0.1 %	max. 0.20 %	AACC 30-25
Unsaturated fats	0.1 %		Literature
Ashes	0.18 – 0.20 %	max. 0.30 %	ICC-Standard No. 104/1
pH-Value	6.0 – 7.0		10 g in 100 ml water
Starch content		min. 97 %	ICC-Standard No. 123
Mesh	1.5 % > 200 µm	max. 2.0 %	Alpine sieve apparatus

#### Physical Requirements:

Bulk density	480 – 500 kg/m <sup>3</sup>
Solubility in H <sub>2</sub> O	Practically insoluble
Energy value	1470 kJ/100 g / 351 kcal/100 g (Literature)
Bread unit	2,4 / 100 g (Literature)
Brabender viscosity	min. 300 BU (ICC-Standard Nr. 126/1)

#### Microbiological Requirements:

This product complies with the recommendations of the German Association for Hygiene and Microbiology (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM)) and the Association of German Mills (VDM).



Total count	< 10000 KbE/g	§ 64 LFGB	L 06.00-18, 1984-05
Mould	< 150 KbE/g	§ 64 LFGB	L 01.00-37, 1991-12
Yeasts	< 150 KbE/g	§ 64 LFGB	L 01.00-37, 1991-12
Coliforms	< 10 KbE/g	§ 64 LFGB	L 01.00-3, 1987-03
E. coli	< 10 KbE/g	§ 64 LFGB	L 01.00-54, 1992-12
Staphylococcus aureus	< 10 KbE/g	§ 64 LFGB	L 00.00-100, 2006-12
Bacillus cereus	< 10 KbE/g	§ 64 LFGB	L 01.00-72, 2011-01
Salmonella	< negative / 25 g	§ 64 LFGB	L 00.00-20, 2008-12
Enterobacteriaceae	< 10 KbE/g	§ 64 LFGB	L 06.00-24, 1987-11

**Pesticides, Heavy Metals, Radioactivity:**

This product complies with the relevant food law regulations, the requirements of EC Regulation No. 1881/2006 (Contaminated maximums regulation) and EC Regulation No. 470/2009 (maximum residue limits).

**Transport and Storage Conditions:**

Transportation: non hazardous good  
 Storage: dry, ambient temperature  
 Time of consumption: 24 months

Since this is a natural product, all values are subject to certain fluctuations. The values listed are averages.

## 9.7 Tylose MH 300 – technický list



### 63600 Tylose® MH 300 P2

---

Composition: Methylhydroxyethyl cellulose  
CAS No.: 9032-42-2

**Physical Properties:**

Form: powder  
Solubility: soluble in cold water  
Ionicity: nonionic

Quality Data	Specification
Active substance	min. 91.5 %
Moisture, as packed	max. 7 %
NaCl content	max. 1.5 %
Particle-size distribution < 0.180 mm (through 80 mesh) < 0.100 mm (through 140 mesh)	min. 90 % min. 25 %
Viscosity 1.9 % absolutely dry, 20°C, 20°GH Grade, Höppler falling ball viscometer Brookfield RV, 20 rpm, sp. 2	300 mPa.s 320 - 500 mPa.s

## 9.8 Tylose MH 6000 – technický list

SE Tylose GmbH & Co.KG

**ShinEtsu**

# Tylose MH 6000 YP4

Methylhydroxyethylcellulose, with retarded swelling time

### Product Specification

<u>Item</u>	<u>Specification</u>	<u>Unit</u>	<u>Method</u>
Texture/Physical form	fine powder		
Solubility	soluble in cold water		
Active substance content of commercial product	min. 92.5	%	8100
Moisture, as packed	max. 6	%	8130
NaCl content	max. 1.5	%	8150
Particle size			
<0.125 mm (through 120 mesh)	min. 90	%	8010
<0.100 mm (through 140 mesh)	min. 70	%	8010
Viscosity			
1.9% absolutely dry, 20°C, 20°GH			
Grade, Höppler falling ball viscometer	6000	mPas	8320
Range, Brookfield RV, 20 rpm, sp. 4	5500 - 8000	mPas	8270

#### Remarks: PACKAGING AND STORAGE

This Tylose-type is supplied in multi-ply paper bags with polyethylene intermediate layer, shrink palletizing is available by ordering a minimum quantity of 1 pallet, and/or in big bags.

If stored in closed bags under dry conditions, Tylose has a long shelf life.

Product Code : 202793  
CAS No : 9032-42-2

Version : 2  
Date of Issue : 13.12.2007

This product specification would cease to be binding if the customer has not purchased the product during the preceding 12 months. This information is based on our present state of knowledge and is intended to provide general notes on our products and their uses. It should therefore not be construed as guaranteeing specific properties of the products described or their suitability for a particular application. Any existing industrial rights must be observed. This Product Specification is not signed. If you have any questions, please contact SE Tylose GmbH & Co. KG, Quality Assurance, D-65174 Wiesbaden, Germany. email: frank.kitzinger@setylose.de  
\*\*\*

## 9.9 Vyzina – technický list



### 63110 Salianski-Kremer Isinglass Glue

The Salianski Kremer Isinglass Glue is made from the fresh air bladder of the sturgeon (species of origin: Acipenseridae). Our product does not include any equine, ruminant, swine or avian species or their materials.

In the places of origin, the bladders are taken out of the sturgeon, cut lengthwise, dipped into hot water, the outer muscle layer and blood removed and put up for drying.

The largest amounts of native collagen are contained by the bladders from caviar fish, which are qualitatively the best. We call this quality Salianski Sturgeon Glue. Sturgeon glue has been used by Russian conservators for consolidation and as glue for a long time. Sturgeon glue has a higher adhesion and lower viscosity than comparable animal products, such as gelatine or rabbit skin glue.

Put sturgeon glue into a glass or enamel container, cover with water and let soften for several hours. Dump excess water, wring glue to uniform consistency. Pour into double boiler and cover with fresh, distilled water. Slowly heat to 60°C - stirring constantly - until glue has solved, which depends on the amount of glue. Do not overheat the glue! Remove from heat, and if necessary, strain through fine cotton cloth. A conservative may be added at this time, but it is best to prepare only the amount needed. Remaining solved glue may be kept in the refrigerator for several days at 5 - 6°C (cold glue may gel, however can be melted again by heating). In case a plasticizer is required, Russian conservators add dark wild flower honey to the glue - normally the weight of the honey is equal to the weight of the dry sturgeon glue.

#### Isinglass and CITES

**To prevent the poaching of sturgeon fish in Russia the CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora) has included the wild sturgeon into the group of protected species. Sturgeon farming emerged from the need for caviar. Our Isinglass is a by-product of this caviar production.**

#### Technical Specification

Sturgeon glue is a natural product. The specifications listed below are only approximate values.

Form:	sheets
Color:	yellowish
Odor:	characteristic
Humidity:	10 - 12 %
Ashes:	8 - 12 %
Protein content:	75 - 80 %
Storage:	Store in tightly closed containers. Do not store above 30°C.

## 9.10 Techická želatina – technický list



### 63045 Technical Gelatine, Powder

#### Technical Data

Form:	powder
Color:	yellowish white
Odor:	slight odor
pH Value:	5.5 – 6.5
Humidity:	7 – 10.5
Gelatinous strength (12.5 %):	340 – 380 Bloomgrams (17h, 10°C)
Viscosity:	2.00 – 6.10 Engler (17.75 % at 60°C) 65 – 125 mPa.s (12.50 % at 60°C)
Fat content:	max. 3 %
Storage:	Store product in a dry place, keep away from water and humidity.
Application:	Soak the gelatine powder in cold water during 3 hours. Then slowly heat up in a double boiler between 50 and 60°C.

Gelatine is usually prepared in solutions of 2 to 60 %, depending on the purpose of application.

## 9.11 Analýza pevnosti v tahu lepeného spoje



Národní knihovna  
České republiky  
National Library  
of the Czech Republic

### PEVNOST V TAHU LEPENÉHO SPOJE

---

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta restaurování**

Anna Patková

Jirásková 3

560 02 Litomyšl

### VZORKY

**Materiál:** sada vzorků J, G a E

Vzorek je tvořen ze dvou dílů pergamenu slepených pomocí aquazolu, škrobu, želatiny nebo Klucelu. Spoj byl přelepen záplatou buď z kolagenové blány nebo jasanu.

**Velikost vzorků:** 5 x 2 cm, lepený spoj 2 x 2 cm

**Počet vzorků:** 10 a více u nestárnutých, 10 a méně u stárnutých

### MĚŘENÍ PEVNOSTI V TAHU LEPENÉHO SPOJE

Zkouška pevnosti lepeného spoje byla provedena na testovacím stroji Testomeric (Type LC250). Měření probíhalo v laboratoři Národní knihovny České republiky při teplotě  $23\pm 2$  °C a relativní vlhkosti vzduchu  $45\pm 5$  %. Ze získaných hodnot byl stanoven aritmetický průměr a směrodatná odchylka.

Všechny dodané nestárnuté (NS) i stárnuté (S) vzorky byly před samotným měřením kondicionovány 24 hodin v klimatizační komoře (Binder) při relativní vlhkosti vzduchu  $50\pm 2$  % a teplotě  $23\pm 1$  °C. Při testování byly vzorky upevněny z obou stran do čelistí a měření probíhalo při rychlosti 20 mm/min.

### VÝSLEDKY

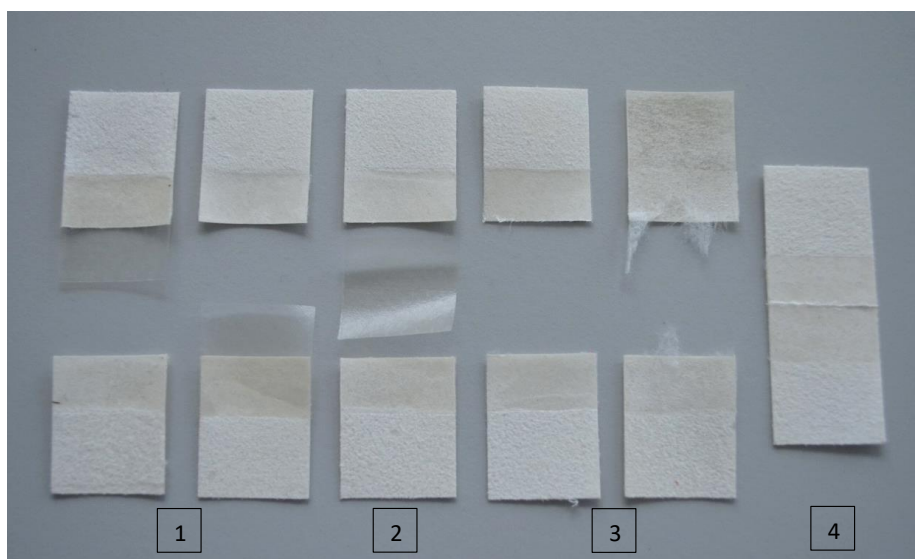
Cílem tohoto testu bylo zjistit, jak různé materiály ovlivňují pevnost a soudržnost lepeného spoje pergamenů. Výsledky testu pevnosti v tahu lepeného spoje jsou zdokumentovány na Obr. 1 a 2, které demonstrují různé druhy přetržení spojů u nestárnutých a stárnutých vzorků. Obr. 3 zobrazuje pevnost v tahu lepených spojů v N/mm<sup>2</sup> pro nestárnuté a stárnuté vzorky.

---

Národní knihovna České republiky, Mariánské náměstí 190/5, 110 00 Praha 1, tel./fax: +420 221 663 384

IČ 00023221 • DIČ CZ00023221 • Česká národní banka, Praha 1 • č.ú. 855 35 011/0710

e-mail: [Nikola.Siposova@nkp.cz](mailto:Nikola.Siposova@nkp.cz) • [www.nkp.cz](http://www.nkp.cz) • [www.klementinum.cz](http://www.klementinum.cz)

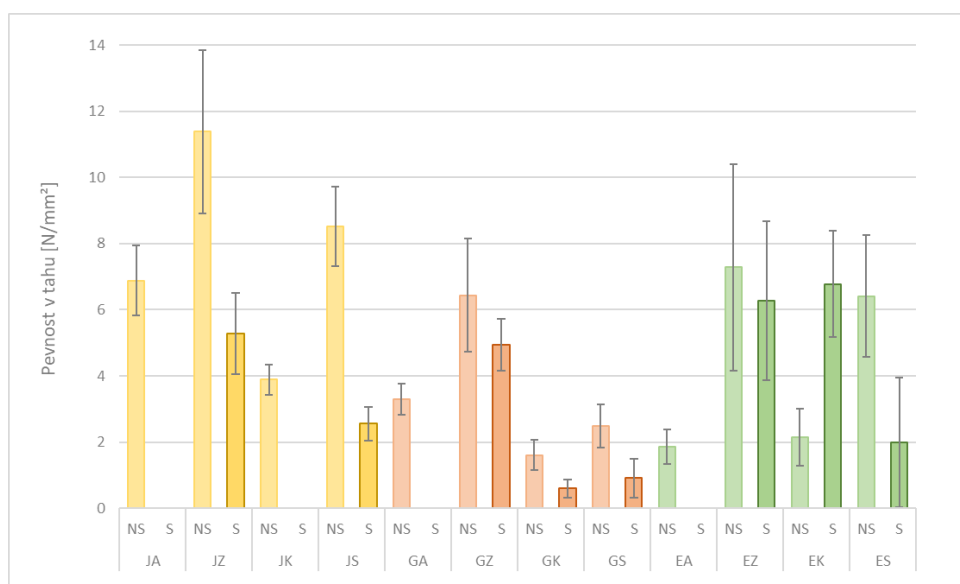


Obr. 1 Různé druhy přetržení spojů u nestárnutých vzorků



Obr. 2 Různé druhy přetržení spojů u stárnutých vzorků

Obr. 1 a 2 demonstrují variabilitu různých druhů přetržení lepených spojů nestárnutých a stárnutých vzorků. U některých (NS) i (S) vzorků došlo k úplnému oddělení záplaty od základního materiálu – pergamenu. Tento typ přetržení naznačuje slabou adhezi mezi záplatou a pergamenem (typ 2). V případech NS vzorků ze sady G zůstala záplata pevně přilepena k jedné polovině vzorku (typ 1). U NS sady J došlo pouze k částečnému natržení spoje (typ 4), přičemž záplata zůstala celá přilepená ke vzorku. To naznačuje, že spoj byl dostatečně silný na to, aby záplata zůstala připevněná, i když samotný materiál byl narušen. Rovnoměrné přetržení (typ 3) se objevilo také u sady J, kde se záplata roztřhla na dvě části, které zůstaly fixovány ke vzorku. U NS sady E byla záplata jednoznačně pevně přilepena k jedné polovině vzorku. U stárnutých vzorků sady J a G převládá typ přetržení 3 a u sady E typ 1.



Obr. 3 Pevnost v tahu lepeného spoje

Výsledky na Obr. 3 ukazují, že stárnuté vzorky mají nižší pevnost v tahu v porovnání s nestárnutými. Významný pokles pevnosti v tahu po stárnutí byl zaznamenán u většiny typů spojů, což naznačuje, že stárnutí má negativní vliv na mechanickou odolnost lepených spojů. Nejlepší pevnost lepeného spoje



Národní knihovna  
České republiky  
National Library  
of the Czech Republic

## PEVNOST V TAHU LEPENÉHO SPOJE

mají sady vzorků  $J_Z$ ,  $J_S$ ,  $G_Z$  a  $E_Z$ ,  $E_S$ . Nejmenší pokles hodnot pevnosti spoje po stárnutí je zaznamenán u sad  $G_Z$  a  $E_Z$ .

### ZÁVĚR

Z výsledků tahové zkoušky lze vyvodit, že na hodnotu pevnosti a chování vzorků při zkoušce má vliv více faktorů, včetně tloušťky vzorku lepeného spoje a typu materiálu záplaty.

Vizuální hodnocení vzorků po zkoušce pevnosti ukazuje, že sady  $J_K$ ,  $J_Z$ ,  $J_A$  a  $G_A$ ,  $G_Z$  dosahují nejlepších výsledků, co se týká přetržení (typ 4). Nejlepší pevnost lepeného spoje podle grafu (Obr. 3) vykazují naopak sady vzorků,  $J_S$ ,  $G_Z$  a  $E_Z$ ,  $E_S$ , s nejmenším poklesem hodnot pevnosti spoje po stárnutí u sad  $G_Z$  a  $E_Z$ .

V Praze dne 7.8.2024

Ing. Nikola Šipošová  
Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří  
Národní knihovna ČR – Centrální depozitář

## 9.12 Analýza teploty smrštění



Národní knihovna  
České republiky  
National Library  
of the Czech Republic

TEPLOTA SMRŠTĚNÍ PERGAMENŮ

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Ing. Alena Hurtová

Jirásková 3

560 02 Litomyšl

### MĚŘENÍ TEPLoty SMRŠTĚNÍ USNÍ

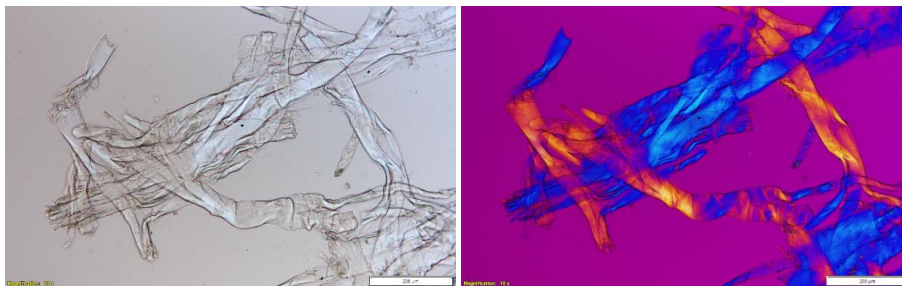
Měření teploty smrštění je prováděno mikroskopicky s použitím měřicí cely FP82 a termosystému FP900 (Mettler) a mikroskopu Olympus BX 60. Vzorek pergamenu je namočen do destilované vody a rozvlákněn tupou hranou skalpelu. Rozvlákněný vzorek je v destilované vodě zahříván na vyhřívaném stolku rychlostí 2 °C / min a smrštění vláken je pozorováno v mikroskopu, objektiv 4x.

*Pergamenová listina vydaná roku 1842 potvrzující obci Svojanov pět výročních a dobytčích trhů*

Vzorek č. AP1DP/11564, degradovaný pergamen

#### Koherence vláken

Rozvláknění vzorků po namočení v destilované vodě bylo snadné. Po rozvláknění obsahoval vzorek spíše rozdělení vláken, směs dlouhých, středně dlouhých a krátkých vláken. Taktéž směs částic z kolagenních vláken a prachových částic. U vláken bylo pozorováno podélné štěpení a místy třepení.



Obr. 1 Vzorek po rozvláknění (vpravo pod polarizovaným světlem)

Národní knihovna České republiky, Mariánské náměstí 190/5, 110 00 Praha 1, tel./fax: +420 221 663 384

IČ 00023221 • DIČ CZ00023221 • Česká národní banka, Praha 1 • č.ú. 855 35 011/0710

e-mail: [Nikola.Siposova@nkp.cz](mailto:Nikola.Siposova@nkp.cz) • [www.nkp.cz](http://www.nkp.cz) • [www.klementinum.cz](http://www.klementinum.cz)



Národní knihovna  
České republiky  
National Library  
of the Czech Republic

## TEPLOTA SMRŠTĚNÍ PERGAMENŮ



Obr. 2 Vzorek v měřící cele FP82, před měřením teploty smrštění

### Teplota smrštění

Smršťování vláken probíhalo v intervalu 40,2 °C–56,1 °C.

Zjištěná teplota smrštění je **44,2 °C**.

**Jedná se o silně degradovaný pergamen. Při restaurování je nutné vyvarovat se styku pergamentu s vodou i s činidly obsahujícími vodu.**

Vzorek č. AP2DP/11565, pergamen

### Koherence vláken

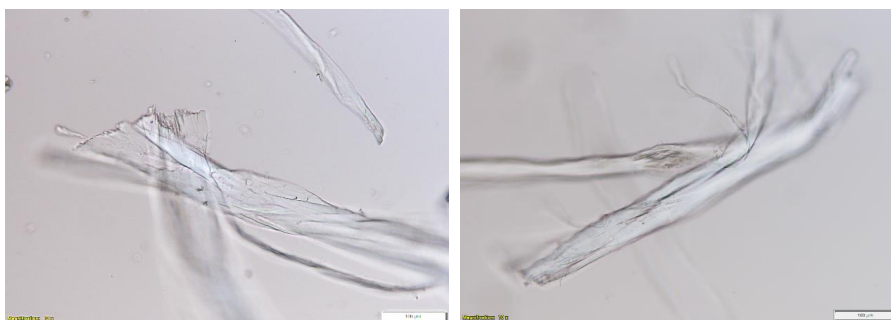
Rozvláknění vzorků po namočení v destilované vodě bylo snadné, avšak docházelo ke tvorbě shluků. Vzorek po rozvláknění obsahoval směs středně dlouhých a krátkých vláken, spolu s kolagenními částicemi a prachovými částicemi. Na vláknech bylo patrné podélné štěpení a místy třepení.

---

Národní knihovna České republiky, Mariánské náměstí 190/5, 110 00 Praha 1, tel./fax: +420 221 663 384

IČ 00023221 • DIČ CZ00023221 • Česká národní banka, Praha 1 • č.ú. 855 35 011/0710

e-mail: [Nikola.Siposova@nkp.cz](mailto:Nikola.Siposova@nkp.cz) • [www.nkp.cz](http://www.nkp.cz) • [www.klementinum.cz](http://www.klementinum.cz)



Obr. 3 Vzorek po rozvláknění



Obr. 4 Vzorek v měřicí cele FP82, před měřením teploty smrštění

#### Teplota smrštění

Smršťování vláken probíhalo v intervalu 48,5 °C–62,7 °C.

Zjištěná **teplota smrštění je 49,9 °C.**

**Jedná se o mírně degradovaný pergamen.**

V Praze dne 19.7.2024

Ing. Nikola Šipošová  
Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří  
Národní knihovna ČR – Centrální depozitář

## 9.13 Analýza vlákninového složení



### Chemicko-technologický průzkum

---

**Zadavatel průzkumu:** Anna Pátková, Ateliér restaurování papíru, knižní vazby a dokumentů.

**Objekt:** Pergamenová listina vydaná roku 1842 potvrzující obci Svojanov pět výročních a dobytčích trhů.

**Průzkumu provedl:** Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Jiráskova 3, Litomyšl, 570 01, Ing. Alena Hurtová

**Datum zadání průzkumu:** květen 2024

**Datum vyhodnocení průzkumu:** červenec 2024

**Počet stran ve zprávě:** 9



Fotografie objektu: Anna Pátková

## 1. Metodika průzkumu

*Optická mikroskopie (OM)* - provedeno na stereomikroskopu SMZ 800 (Nikon) při zvětšení 10x, 20x a 30x v bílém odraženém světle. Pro větší zvětšení byl použit optický mikroskop ECLIPSE LV100 (Nikon, Japan) při zvětšení 50x, 100x, 200x a 500x v procházejícím bílém světle.

*Vlákninové složení papíru a textilií* – Herzbergova vybarvovací zkouška ČSN ISO 9184-3. Vzorky byly rozvlákněny v destilované vodě. Po vysušení byly vzorky zakápnuty Herzbergovým činidlem, zakryty krycím sklíčkem a pozorovány v mikroskopu ECLIPSE LV100 v procházejícím bílém světle.

*Infračervená spektrometrie* – provedeno na infračerveném spektrofotometru s Fourierovou transformací (FTIR) Nicolet 380 s diamantovým ATR krystalem. Měření bylo provedeno na neupravených površích objektů bez nutnosti odebírat vzorky. Vyhodnocení spekter bylo provedeno pomocí programu OMNIC 7.3 srovnávací metodou se spektry standardu knihovny FR UPa a Polymers Miracle UPa a databáze IRUG (<http://www.irug.org/search-spectral-database>).

### *Použitá literatura:*

1. ĎUROVIČ, M., et al. *Restaurování a konzervace archiválií a knih*. 1st ed. 2002. ISBN 80-7185383-6.
2. DERRICK, M.R., STULIK, D., LANDERY, J. M. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*, 1999, ISBN 0-89236-469-6.
3. SOCRATES, G. *Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies*, 2004, ISBN 0-471-85298-8.

## 2. Vzorčky k analýze

objekt	vzorek	identifikační číslo vzorku	místo odběru	povrchová úprava	stručný popis	cíl analýzy	metody analýzy
Pergamenová listina vydaná roku 1842 potvrzující obci Svojanov pět výročních a dobytých trhů.	AP1DP	11564	prasklina	ne	degradovaný pergamen	příprava na TS	OM
	AP2DP	11565	okraj listiny	ne	pergamen	příprava na TS	OM
	AP3DP	11566	textilní závěs pečeti	ano	černá vlákna	identifikace vláken	OM, Herzbergovo činidlo, FTIR
	AP4DP	11567	textilní závěs pečeti	ano	žlutá vlákna	identifikace vláken	OM, Herzbergovo činidlo, FTIR

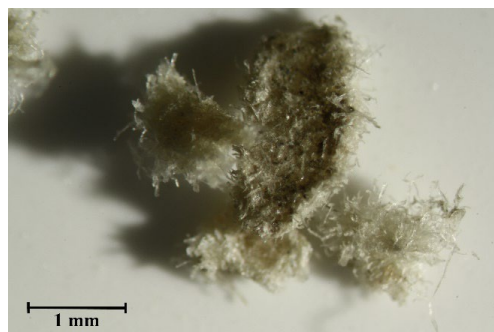
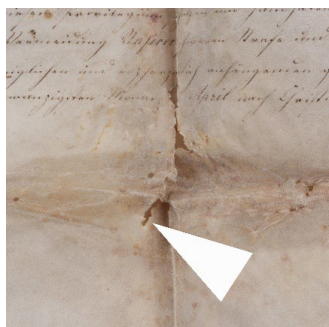
Identifikační číslo udává číslo dle vzorkového systému Katedry chemické technologie, Fakulty restaurování, Univerzity Pardubice.

### 3. Výsledky chemicko-technologického průzkumu

Vzorek č. AP1DP/11564 degradovaný pergamen

Lokalizace: prasklina

#### *Detail místa odběru vzorku a detail vzorku*



Místo odběru (fotografie Anna Pátková) a makrosnímek vzorku AP1DP/11564. Fotografováno na stereomikroskopu SMZ 800, bílé dopadající světlo, zvětšení na mikroskopu 20x.

Vzorek č. AP2DP/11565 pergamen

Lokalizace: okraj listiny

***Detail místa odběru vzorku a detail vzorku***

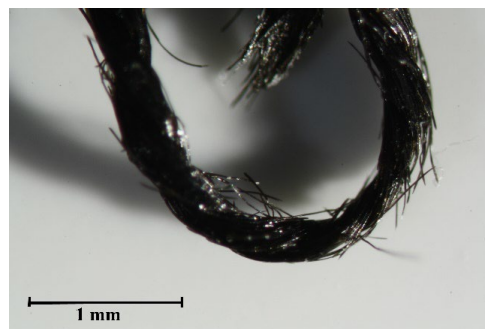


Místo odběru (fotografie Anna Pátková) a makrosnímek vzorku AP2DP/11565. Fotografováno na stereomikroskopu SMZ 800, bílé dopadající světlo, zvětšení na mikroskopu 20x.

Vzorek č. AP3DP/11566 černá vlákna

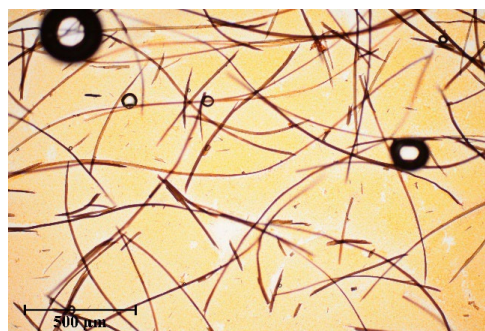
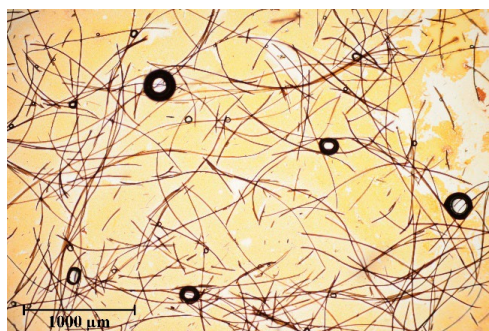
Lokalizace: textilní závěs pečete

*Detail místa odběru vzorku a detail vzorku*

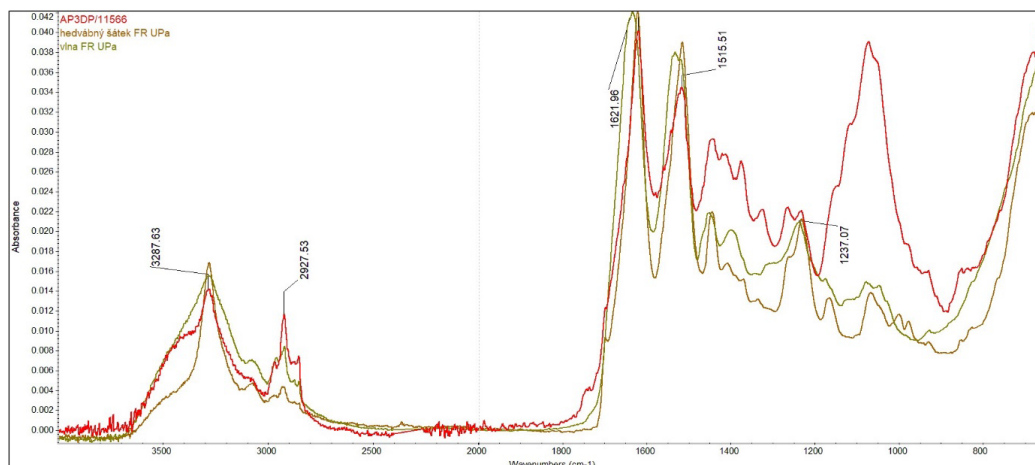


Místo odběru (fotografie Anna Pátková) a makrosnímek vzorku AP3DP/11566. Fotografováno na stereomikroskopu SMZ 800, bílé dopadající světlo, zvětšení na mikroskopu 30x.

*Identifikace vláken – optická mikroskopie*



Snímek vláken vzorku AP3DP/11566v Herzbergově činidlo. Fotografováno na optickém mikroskopu Nikon ECLIPSE LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x, 100x, 200x a 500x v bílém procházejícím světle.

*Infračervená spektrometrie*

FTIR spektrum textilie AP3DP/11566v a srovnávací spektra vybraných organických látek.

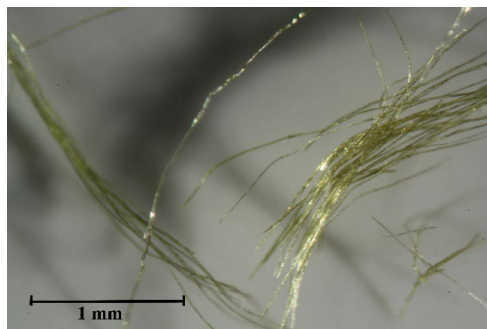
*Vyhodnocení:*

Vzorek AP3DP/11566 tvořila vlákna černé textilie s tloušťkou mezi 5 až 20  $\mu\text{m}$ . Po styku s Herzbergovým činidlem nedošlo k zbarvení vláken, která jsou hladká bez jakýchkoli specifických znaků. Textilie je pravděpodobně dosti degradovaná, protože se hodně vlákna lámou. Na základě spektra vzorku AP3DP/11566 by se mělo jednat o hedvábní. Má specifický široký pás v oblasti 3600-3200  $\text{cm}^{-1}$  odpovídající O-H a N-H vazbám. Výrazný pás v oblasti 1700-1600  $\text{cm}^{-1}$  s maximem 1621  $\text{cm}^{-1}$  odpovídá pásu amid I a pás s maximem 1515  $\text{cm}^{-1}$  amidu II.

Vzorek č. AP4DP/11567 žlutá vlákna

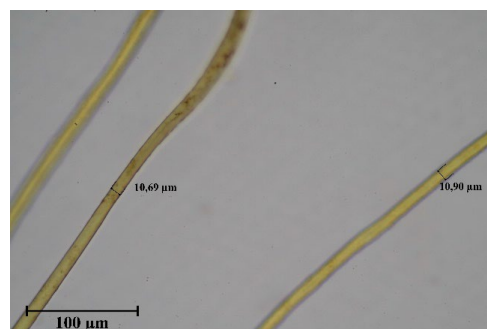
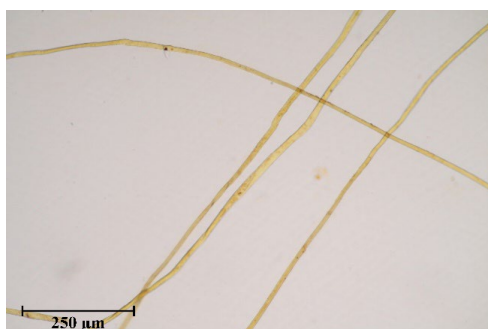
Lokalizace: textilní závěs pečetě

*Detail místa odběru vzorku a detail vzorku*

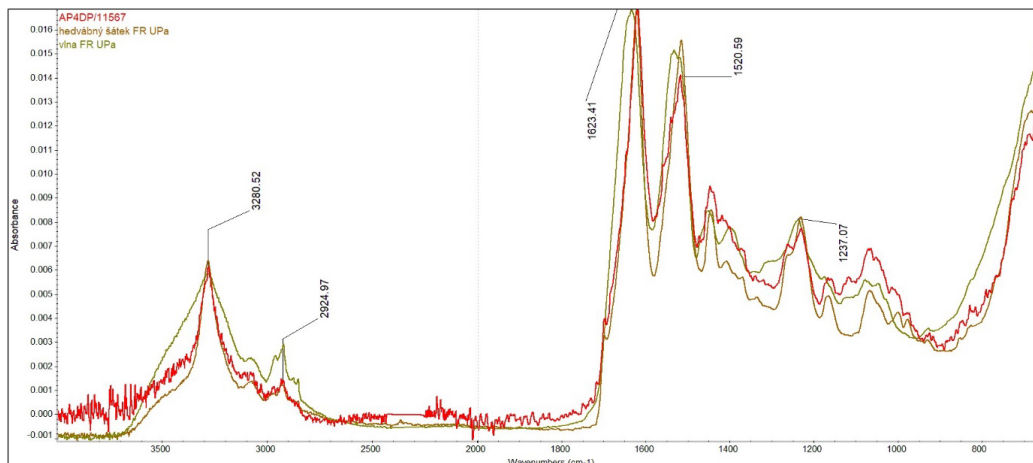


Místo odběru (fotografie Anna Pátková) a makrosnímek vzorku AP4DP/11567. Fotografováno na stereomikroskopu SMZ 800, bílé dopadající světlo, zvětšení na mikroskopu 30x.

*Identifikace vláken – optická mikroskopie*



Snímek vláken vzorku AP4DP/11567 v Herzbergově čínidle. Fotografováno na optickém mikroskopu Nikon ECLIPSE LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x, 100x, 200x a 500x v bílém procházejícím světle.

*Infračervená spektrometrie*

FTIR spektrum textilie AP4DP/11567 a srovnávací spektra vybraných organických látek.

*Vyhodnocení:*

Vzorek AP4DP/11567 tvořila vlákna žluté textilie s tloušťkou mezi 5 až 20  $\mu\text{m}$ . Po styku s Herzbergovým čínidlem nedošlo k zbarvení vláken, která jsou hladká bez jakýchkoli specifických znaků. Textilie je pravděpodobně dosti degradovaná, protože se hodně vlákna lámou. Na základě spektra vzorku AP4DP/11567 by se mělo jednat o hedvábní. Má specifický široký pás v oblasti 3600–3200  $\text{cm}^{-1}$  odpovídající O-H a N-H vazbám. Výrazný pás v oblasti 1700–1600  $\text{cm}^{-1}$  s maximem 1623  $\text{cm}^{-1}$  odpovídá pásu amid I a pás s maximem 1520  $\text{cm}^{-1}$  amidu II.

V Litomyšli 30. 7. 2024

Ing. Alena Hurtová

Fakulta restaurování  
Univerzita Pardubice

## 9.14 Mikrobiologické zkoušky

doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D.  
mikrobiolog

### MIKROBIOLOGICKÉ ZKOUŠKY

<b>Místo odběru:</b> Anna Pátková <b>Listina Svojanova, bal 1</b> Alena Samcová	<b>Materiál:</b> Stěry provedeny sterilním vatovým tampónem na plastové špejli
---	--

**Datum provedení:** odběr 14. 5. 2024; začátek mikrobiologické analýzy 15. 5. 2024.

**Provedené zkoušky:**

Pomocí sterilních vatových tampónů byly provedeny stěry části analyzovaných předmětů. Pevné částice získané tímto způsobem byly přeneseny roztěrem na povrch kultivační půdy MALT. Inkubace 7 dní při laboratorní teplotě.

**Výsledky:** Po kultivaci nebyla zjištěna kontaminace mikroskopickými vláknitými houbami. Byla zaznamenána pouze 1 kolonie sporotvorných bakterií rodu *Bacillus*.

**Závěr:** není potřeba provádět desinfekční zásah.

**Datum** 23. 5. 2024

**Podpis:** doc. Ing. Marcela Pejchalová,  
Ph.D.