

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Restaurování oltářního obrazu sv. Barbory na plátně z kostela sv. Jana  
Křtitele v Radomyšli a historické a současné metody scelování trhlin  
plátěných podložek závěsných obrazů se zaměřením na metodu

*„bridging“*

Diplomová práce

2022

BcA. Jiří Pečinka

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jiří Pečinka**  
Osobní číslo: **R19027**  
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace uměleckých a umělecko-řemeslných děl na papírových, textilních a souvisejících podložkách: Textil**  
Téma práce: **Restaurování oltářního obrazu sv. Barbory na plátně z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli a historické a současné metody scelování trhlin plátěných podložek závěsných obrazů se zaměřením na metodu „bridging“**  
Zadávací katedra: **Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru**

## Zásady pro vypracování

Kompletní průzkum a restaurování oltářního obrazu sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele z Radomyšle. Bude se jednat o komplexní restaurátorský zásah zahrnující zpracování a vyhodnocení výsledků průzkumu, na jejichž základě bude vypracován záměr na restaurování. Průběh restaurátorského zásahu bude vycházet ze záměru na restaurování a bude podrobně dokumentován podle standardů pro restaurátorské dokumentace, která bude nedílnou součástí závěrečné práce. Součástí bude i studie na téma scelování trhlin plátěných podložek závěsných obrazů se zaměřením alternativní metody k rehtoaláži. Cílem práce bude shromáždit informace o vývoji scelování trhlin, o historických i současných materiálech a metodách používaných v praxi. Práce přinese ucelený pohled na tuto tematiku, představí literaturu a publikované články související s tématem a pomůže v orientaci při případném výběru vhodné metody scelování trhlin při restaurování malířských děl. Zároveň blíže popíše a kriticky zhodnotí metodu scelování „bridging“.

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

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

Seznam doporučené literatury:

SLÁNSKÝ, Bohuslav. Techniky malby. Díl I., Malířský a konzervační materiál. Vyd. 2. Praha: Paseka, 2003. ISBN 80-7185-624-X.

SLÁNSKÝ, Bohuslav. Techniky malby. Díl II., Průzkum a restaurování obrazů. Vyd. 2. Praha: Paseka, 2003. ISBN 80-7185-623-1.

ŠIMŮNKOVÁ, Eva a Tatjana BAYEROVÁ. Pigmenty. 3., upr. vyd. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek ? STOP, 2013. ISBN 978-80-86657-17-2

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

KUBIČKA, Roman a Jiří ZELINGER. Výkladový slovník: malířství, grafika, restaurování. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-9046-7.

NICOLAUS, Knut. The Restoration of Paintings. Cologne: Könemann, 1999. ISBN 3-89508-922.

STONER, Joyce Hill a Rebecca Anne RUSHFIELD. *The conservation of easel paintings*. New York, NY: Routledge, 2012. ISBN 9780080941691.

Vedoucí diplomové práce:

**Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.**

Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru

Datum zadání diplomové práce: **15. listopadu 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. srpna 2022**

L.S.

---

**Mgr. BcA. Radomír Slovík**  
děkan

---

**Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.**  
vedoucí ateliéru

V Litomyšli dne 19. července 2022

## **Prohlašuji:**

Práci s názvem *Restaurování oltářního obrazu sv. Barbory na plátně z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli a historické a současné metody scelování trhlin plátěných podložek závěsných obrazů se zaměřením na metodu „bridging“* jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Litomyšli dne

Jiří Pečinka

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi s diplomovou prací pomohli a bez kterých by ji nebylo možné vypracovat.

Rád bych poděkoval vedení Ateliéru restaurování uměleckých děl na papíru, Mgr. art. Luboši Macháčkovi, Art.D. a MgA. Martině Zychové za jejich pomoc s praktickou částí, během restaurování oltářního obrazu sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli.

Mé velké díky patří Ing. Petře Lesniakové, Ph.D., za cenné rady a připomínky k teoretické a experimentální části, a také za vypracování chemicko-technologického průzkumu. Za dílčí průzkumy vděčím i RNDr. Evě Svobodové, Ph.D., Ing. Ivaně Kopecké a doc. Ing. Marcele Pejchalové, Ph.D.

Za pomoc při práci na teoretické části a cenné rady a připomínky vděčím Ing. Markétě Škrdlantové, Ph.D. a Ing. Janu Krejčímu.

Za seznámení s tématem a osvojení si praktických dovedností v oblasti různých technik scelování trhlin vděčím MgA. Janě Chalupové, Mag.<sup>a</sup> art. Veronice Loiskandl a Mag.<sup>a</sup> art. Franzisce Marinovic.

V neposlední řadě děkuji své rodině a svému příteli, kteří mi byli psychickou oporou při psaní této práce, stejně jako během celého studia.

## **Anotace**

Diplomová práce v první části představuje komplexní restaurátorský zásah včetně podrobných průzkumů na oltářním obrazu sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli. Jedná se o olejomalbu na lněném plátně od Františka Julia Luxe z poloviny 18. století. Druhá část diplomové práce se věnuje historickým a současným metodám scelování trhlin v plátně malířských děl. Shromažďuje informace o vývoji metod a o materiálech používaných v praxi. Představuje literaturu a publikované články související s tématem. V rámci experimentální části byla blíže zkoumána metoda *bridgingu*, která byla kriticky zhodnocena na základě několika faktorů včetně zátěžových jednoosých zkouškách v tahu.

## **Klíčová slova**

restaurování závěsného obrazu, olej na plátně, polovina 18. století, sv. Barbora, František Julius Lux, restaurátorská dokumentace, trhliny v plátně obrazu, scelování trhlin, rentoaláž, záplata, nit na nit, chirurgické šití, vláknitá cupanina, bridging, BEVA 371, Acrykleber 498 HV

**Title**

Conservation of the altarpiece oil painting of St. Barbara on canvas from the church of St. John the Baptist in Radomyšl and historical and contemporary methods of tear mending in canvas support of easel paintings with a focus on the bridging method

**Annotation**

The practical part of this diploma thesis presents a comprehensive conservation intervention, including detailed surveys of the altarpiece of St. Barbara from the church of St. John the Baptist in Radomyšl. It is an oil painting on linen canvas by František Julius Lux from the middle of the 18th century. The theoretical part deals with historical and contemporary methods of tear mending in canvas support of easel paintings. It collects information about the development of methods and materials used in practice, features literature and published articles related to the topic. In the experimental part, the bridging method was examined in more detail, which was critically evaluated on the basis of several factors, including uniaxial tensile stress tests.

**Keywords**

easel painting conservation, oil on canvas, mid-18th century, St. Barbara, František Julius Lux, conservation documentation, tears in canvas of easel paintings, tear mending, lining, patch, thread by thread, stitching, thread-mixture binder mending, bridging, BEVA 371, Acrylkleber 498 HV

## **OBSAH**

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
----------	------------------	----------

### **RESTAURÁTORSKÁ DOKUMENTACE**

<b>2</b>	<b>Identifikace restaurovaného objektu.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Typologický popis objektu .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Popis poškození objektu před restaurováním .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Průzkum restaurovaného objektu .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Kulturně-historický průzkum.....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Restaurátorský záměr.....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Postup restaurátorských prací.....</b>	<b>28</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých chemikálií, pomůcek a materiálů.....</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>Doporučené podmínky uložení .....</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>Seznam textových příloh .....</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>Seznam grafických příloh.....</b>	<b>74</b>
<b>14</b>	<b>Seznam obrazových příloh .....</b>	<b>81</b>

### **TEORETICKÁ ČÁST**

<b>15</b>	<b>Plátno jako textilní podložka obrazu .....</b>	<b>129</b>
<b>16</b>	<b>Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin.....</b>	<b>141</b>
<b>17</b>	<b>Možnosti scelování trhlin.....</b>	<b>159</b>
<b>18</b>	<b>Seznam obrazových příloh teoretické části .....</b>	<b>183</b>
<b>19</b>	<b>Experimentální část .....</b>	<b>200</b>
<b>20</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>244</b>
<b>21</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>246</b>



# 1 Úvod

Práce v první části představuje výsledky komplexního restaurátorského zásahu na závěsném obrazu, prezentovaného formou restaurátorské dokumentace. Druhá část, která je rozdělena na teoretickou rešeršní a doplňující experimentální, navazuje na jednu z hlavních problematik, kterou v rámci restaurování objektu řešíme, a sice na problematiku trhlin v plátěných podložkách závěsných obrazů.

Hlavním cílem práce je představit komplexní restaurátorský zásah na závěsném oltářním obrazu z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli z poloviny 18. století od umělce Františka Julia Luxe, zobrazující sv. Barboru. Zásah byl založen na podrobných chemicko-technologických invazivních a neinvazivních průzkumech. Na základě těchto průzkumů byl navržen záměr na restaurování, jehož cílem bylo omezení postupující degradace a navrácení funkce a estetických hodnot dílu, jehož stav před restaurováním byl havarijní. Prezentovaný postup restaurování řeší celou řadu problémů. Mezi ty nejzávažnější patří možnosti očištění povrchu a redukce laků z křehkých a silně degradovaných barevných vrstev, a především možnosti zajištění a scelení silně degradované plátěné podložky, poškozené rozsáhlými perforacemi.

Teoretická část si klade za cíl předložit souhrn informací o historických a současných metodách scelování trhlin v plátěných podložkách obrazů se zaměřením na novodobé alternativní metody. Zároveň chce seznámit čtenáře s problematikou trhlin samotných. Na základě literární rešerše českých, anglických a německých zdrojů, stejně tak praktických zkušeností, chce kriticky zhodnotit informace o vývoji metod a o materiálech používaných v praxi, zařadit do kontextu stav výzkumu v českých zemích a nastínit srovnání se stavem výzkumu ve světě.

V experimentální části, která rozvíjí část teoretickou, je blíže podrobena výzkumu jedna z technik scelování trhlin v plátěných obrazů, a to technika *bridgingu*. Cílem experimentu je navrhnout a uskutečnit vhodný systém průzkumu, na základě jehož výsledků bude možné kriticky zhodnotit možnosti jejího využití jakožto samostatné techniky scelování, a navrhnout tak její vhodnou implementaci.

Společně s teoretickou částí by měla vzniknout práce, která pomůže v orientaci při případném výběru vhodné metody scelování trhlin při restaurování malířských děl na plátě.

# RESTAURÁTORSKÁ DOKUMENTACE

Komplexní restaurování oltářního obrazu  
z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli,  
sv. Barbora od Františka Julia Luxe, polovina 18. století



**Vedoucí práce:** Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D., vedoucí Ateliéru restaurování  
uměleckých děl na papíru, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

**Dokumentaci vypracoval:** BcA. Jiří Pečinka, studující VI. ročník, ARUDP FR UPa

**Litomyšl 2021**

**Počet vyhotovených restaurátorských dokumentací: 3**

**Místo uložení restaurátorské dokumentace:**

1. Fakulta restaurování Univerzity Pardubice v Litomyšli
2. Římskokatolická farnost Radomyšl
3. Soukromý archiv restaurátora

Počet stran textových příloh: 32

Počet stran obrazových příloh: 49

**Celkový počet stran dokumentu: 111**

Typ fotoaparátu:

Digitální zrcadlovka Canon EOS 70D (objektivy 17–85 mm, 50 mm)

Digitální zrcadlovka Canon EOS 600D

Digitální fotoaparát Samsung Galaxy S7

Autor fotografií: BcA. Jiří Pečinka, studující VI. ročník, ARUDP FR UPa

© Dokumentace jako dílo vědecké a literární je chráněna ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o Právu autorském v úplném znění pozdějších dodatků (Autorský zákon podle č. 398/2006 Sb.) s tím, že právo k užití má příslušný orgán státní památkové péče a majitel památky.

Prohlašuji, že jsem použil při restaurování pouze materiálů a postupů uvedených v této restaurátorské dokumentaci. Nejsem si vědom nových zjištění a skutečností na restaurovaných částech díla, které by nebyly uvedeny v této dokumentaci.

V Litomyšli dne.....

.....

Restauroval:

BcA. Jiří Pečinka, studující VI. ročník,  
ARUDP FR UPa

.....

Vedoucí práce:

Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.,  
vedoucí ARUDP FR UPa

## **OBSAH RESTAURÁTORSKÉ DOKUMENTACE**

<b>2</b>	<b>Identifikace restaurovaného objektu.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Typologický popis objektu .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Popis poškození objektu před restaurováním .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Průzkum restaurovaného objektu .....</b>	<b>19</b>
5.1	Metodika průzkumu .....	19
5.1.1	Neinvazivní metody průzkumu .....	19
5.1.2	Invazivní metody průzkumu .....	20
5.2	Vyhodnocení průzkumu .....	22
<b>6</b>	<b>Kulturně-historický průzkum.....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Restaurátorský záměr.....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Postup restaurátorských prací.....</b>	<b>28</b>
8.1	Fotodokumentace a průzkumy .....	28
8.2	Mechanické čištění rubové strany a desinfekce .....	28
8.3	Aplikace přelepů z japonského papíru .....	28
8.4	Mechanické čištění rubové strany .....	29
8.5	Příprava textilie na textilní doplňky .....	29
8.6	Doplnění perforací plátěné podložky .....	30
8.7	Sejmutí z vypínacího rámu a mechanické dočištění rubové strany.....	30
8.8	Lokální rovnání deformací plátěné podložky .....	31
8.9	Scelení trhliny a doplnění zbylých perforací plátěné podložky .....	31
8.10	Celoplošná konsolidace barevné vrstvy roztokem BEVA 375 .....	31
8.11	Zkoušky metod snímání lakových vrstev .....	32
8.12	Redukce lakových vrstev a povrchových nečistot .....	33
8.13	Snímání přemaleb.....	33
8.14	Doplnění chybějící části plátěné podložky v horní části oblouku.....	34
8.15	Rentoaláž pomocí filmu BEVA 371 (65 µm).....	34

8.16	Tmelení klišokřídovým tmelem a jeho úprava .....	35
8.17	Vypnutí na nový vypínací rám .....	35
8.18	Mezilaková vrstva .....	36
8.19	Nápodobivá retuš a hypotetická rekonstrukce chybějících částí.....	36
8.20	Adjustace fragmentů.....	36
<b>9</b>	<b>Seznam použitých chemikálií, pomůcek a materiálů.....</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>Doporučené podmínky uložení .....</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>Seznam textových příloh .....</b>	<b>41</b>
12.1	Chemicko-technologický průzkum .....	42
12.2	Mikrobiologické zkoušky I.....	72
12.3	Mikrobiologické zkoušky II. ....	73
<b>13</b>	<b>Seznam grafických příloh.....</b>	<b>74</b>
<b>14</b>	<b>Seznam obrazových příloh .....</b>	<b>81</b>
14.1	Fotografie stavu před restaurováním a průzkumové fotografie .....	85
14.2	Fotografie z průběhu restaurování.....	98
14.3	Fotografie stavu po restaurování a komparativní fotografie .....	115

## 2 Identifikace restaurovaného objektu

**Název díla:** sv. Barbora

**Autor díla:** nesignováno (František Julius Lux)

**Datace:** nedatováno, polovina 18. století (1737–1764)

**Technika:** olejomalba (mastná tempera) na textilní podložce

**Rozměry:** 209,5 × 120 cm (v × š)

**Umístění:** kostel sv. Jana Křtitele, 341 01 Radomyšl

**Zadavatel:** Římskokatolická farnost Radomyšl, Velké náměstí 4, 341 01 Radomyšl

**Zhotovitel:** Univerzita Pardubice, veřejná škola, zal. podle zák. č. 111/1998 Sb.,  
sídlo Studentská 95, 532 10 Pardubice, zastoupená Mgr. et BcA.  
Radomírem Slovíkem, děkanem Fakulty restaurování, Jiráskova 3, 570 01  
Litomyšl

**Vedoucí práce:** Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D., vedoucí ARUDP FR UPa

**Restauroval:** BcA. Jiří Pečinka, studující VI. ročník, ARUDP FR UPa

### **Chemicko-technologický průzkum:**

Ing. Petra Lesniaková, Ph.D., KCHT FR UPa, Litomyšl,

RNDr. Eva Svobodová, Ph.D. a Ing. Ivana Kopecká, Oddělení preventivní  
konzervace NTM, Praha

### **Mikrobiologické zkoušky:**

doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D., KBBV FCHT UPa, Pardubice

**Datum započetí a ukončení restaurování:** leden–červenec 2021

### 3 Typologický popis objektu

Předmětem restaurování je malba na textilní podložce nepravidelného tvaru (v horní části zakončena obloukem, ve spodní části mírným obloukovitým vykrojením). Obraz je součástí vedlejšího oltáře, situovaného v jihozápadní části kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli. [Obr. 2] Textilní podložka je sešita ze čtyř částí, u všech se jedná o plátňovou vazbu o dostavě přibližně  $10 \times 10$  nití na  $1 \text{ cm}^2$ , u největšího textilního pásu je díky pevnému okraji možné s jistotou identifikovat horizontální směr jako směr útkový. [Obr. 3–5, 34] Obraz je vypnut na dřevěném napínacím rámu se středovou horizontální příčkou pomocí dvou typů hřebů, pravděpodobně původních ručně kovaných a novodobých strojových z pozdějších úprav.

Výjev je namalován na červeném podkladu bolusového typu. Způsob malby je převážně lazurní, šerosvitný, prosvítajícího podkladu bylo využito především v partiích pozadí a stínů. Rukopis je poměrně schématický, obzvláště drapérie jsou tvořeny monochromními tahy štětcem (což může být zkuseno znečištěním a degradací barevných vrstev). Detailněji jsou zhotoveny tváře sv. Barbory a andělů.

Výjev zobrazuje mučednici sv. Barboru s jejími náležitými atributy. Barbora je bohatě oděna v modrých šatech s červeným pláštěm, korunou, opaskem a perlami ve vlasech. V pravé ruce drží kalich s hostií, v levé otevřenou knihu a palmovou ratolest. Při levé straně u nohou se nachází dvě hlavy andělů s krvavým mečem a po pravé straně v pozadí věž se třemi okny. V pravém horním rohu se nachází další dvě hlavy andělů. [Obr. 9–10]



## 4 Popis poškození objektu před restaurováním

Dílo je celoplošně pokryto silným nánosem prachového depozitu, pavučinami, hmyzími exkrementy a jinými nečistotami (lokálně jsou patrné i ptačí exkrementy). Povrch díla je celoplošně pokryt hustou sítí krakel miskovitého tvaru. Malba degradovala v menší míře pouze v místech, kde se z rubové strany nacházel dřevěný rám. Celoplošně došlo k rozsáhlým ztrátám barevných vrstev i s podkladem. K nejextrémnějším ztrátám došlo především v dolní levé části obrazu. Okraje krakel jsou křehké a náchylné na mechanické namáhání. [Obr. 9–26]

Čitelnost výjevu je vlivem degradace a znečištění povrchu značně snížena. Pravděpodobně vlivem degradace lakových vrstev společně s povrchovým znečištěním došlo k celoplošnému světlému, místy olivovému zákalu. K tomuto došlo především v dolní části obrazu, v oblastech modrých šatů a vlasů, nelze vyloučit ani povlak vzniklý vlivem mikrobiologického napadení. Dílo bylo lakováno v pokročilém stádiu degradace barevné vrstvy a ve svislé poloze, což dokazují viditelné silné nánosy laku v dolních okrajích miskovitých krakel. [Obr. 31] Lokálně se na díle nachází i bílý povlak, rozdílný od světlého zákalu. [Obr. 21–22, 29]

V textilní podložce se nachází celá řada perforací, jak od hřebů, tak způsobených degradací plátna. Nachází se zde 9 větších perforací o průměru 3 až 7 cm, 12 středních o průměru 1 až 3 cm a řada menších defektů, nejvíce se jich vyskytuje především v pravé dolní polovině. V levém horním rohu se pod záplatou vedle perforace nachází trhlina dlouhá 8 cm. V horních částech došlo ke smrštění, či ztrátě okrajů textilie, jelikož je zde patrná dřevěná příčka rámu (cca 3 cm). Textilie je v rámu uvolněná, v levém dolním rohu a při horním okraji značně zvlněná. [Obr. 3–5, 32]

V minulosti, pravděpodobně v roce 1895, proběhly v kostele celkové opravy jak architektury, tak i vybavení interiéru, zároveň došlo k restaurátorským úpravám.<sup>1</sup> Ty se dochovaly v podobě tří textilních záplat s keprovou a plátňovou vazbou, nalepených pravděpodobně kličovým adhezivem z rubové strany. [Obr. 10] Ty v těchto místech pravděpodobně způsobily vyšší míru ztrát a nesoudržnost barevných vrstev. Zároveň bylo v těchto místech výrazně patrné mikrobiální napadení v podobě bílých a černých povlaků z rubu a na vnitřní straně záplat.

---

<sup>1</sup> PETERKA, Luboš 2012, a datační záznam na zdi za obrazem *sv. Barbora* po jejím sejmutí z oltářní architektury. [Obr. 39]

Starší restaurátorské zásahy dokládají i patrné ztmavlé retuše. Ty se nacházejí především při levém okraji a při pravém okraji nahoře. Při horním okraji pastózní nános retuše, který překrývá jak textilní podložku, tak i odhalenou část dřevěného rámu, přilepil textili k rámu. V ploše malby se retuše pravděpodobně nevyskytují. [Obr. 11, 30]

Zda byl obraz sejmut z rámu není zřejmé, pravděpodobně došlo jen k přepnutí horního oblouku, kde se hřeby nenacházejí po stranách rámu, ale při okrajích přímo z líce obrazu. Dřevěný rám je, nebo byl napaden dřevokazným hmyzem, nachází se na něm řada výletových otvorů. Lokálně byly identifikovány dřevokazné houby. Z důvodu absence zkosení a zaoblení příček rámu došlo ke ztrátám barevných vrstev z lícové strany obrazu v místech kontaktu s ostrými hranami. Samotný rám prošel řadou úprav v podobě přibitých zpevňujících dřevěných prvků. [Obr. 10, 27–28]

Celý formát obrazu je zkosený přibližně o 2,5°. Dochází tak až k 8cm posunu horního středu obrazu do pravé strany. Problém však nastává už u ozdobného rámu, který se taktéž nachází v havarijním stavu, není však součástí restaurátorského záměru. Ten má zkosení pravděpodobně ještě větší, jelikož muselo být dílo v minulosti rozšířeno přibližně o 1 až 2 centimetry při pravé straně v horním rohu pomocí dřevěných klínek s přemalbou. Během snímání díla z oltářní architektury bylo patrné, že i architektura samotná zkosení ozdobného rámu i samotného díla vyžaduje. [Obr. 35–36]

V minulosti nedošlo k žádnému komplexnějšímu viditelnému zásahu v podobě rentoaláže či ochranných rubových nátěrů.

Dílo bylo v kostele vystaveno nevhodným klimatickým podmínkám, extrémním výkyvům teplot a relativní vzdušné vlhkosti. Uzavření díla v oltářní architektuře bez možnosti proudění vzduchu v kombinaci s přiléhající studenou zdí kostela mohlo vést ke vzniku nevhodného mikroklimatu, kondenzaci vzdušné vlhkosti a vzniku vhodného prostředí pro růst mikroorganismů. Tyto faktory mohly vést k extrémnímu poškození a degradaci díla. Stav objektu lze označit za havarijní a pro jeho záchranu je restaurátorský zásah nezbytný.

## **5 Průzkum restaurovaného objektu**

Restaurovatelský průzkum byl zaměřen na zjištění charakteru díla, určení výtvarné techniky a použitých materiálů, zhodnocení stupně poškození a posouzení příčin těchto poškození. Restaurovatelský průzkum dokumentoval stav díla před započítím restaurovatelských prací a byl podkladem pro určení vhodného restaurovatelského postupu.

### **5.1 Metodika průzkumu**

#### **5.1.1 Neinvazivní metody průzkumu**

##### **5.1.1.1 Průzkum v denním rozptýleném světle**

Průzkumem v denním rozptýleném světle byly zjišťovány základní informace o výtvarné technice a využitých materiálech objektu. Byla zkoumána jeho poškození, jak obrazových vrstev, tak textilní podložky, dřevěného rámu a případné druhotné zásahy.

##### **5.1.1.2 Průzkum v razantním bočním světle**

V razantním bočním světle byla zkoumána morfologie povrchu, perforace, trhliny, zvlnění, vystouplé části, krakelace apod. [Obr. 15, 26]

##### **5.1.1.3 Průzkum v průsvitu**

V průsvitu byl pozorován fyzický stav objektu, jak textilní podložky, tak barevné vrstvy. Byly zkoumány především defekty plátěné podložky a ztráty barevných vrstev. [Obr. 16]

##### **5.1.1.4 Průzkum optickou stereomikroskopií**

Průzkum optickou stereomikroskopií byl proveden pomocí stereomikroskopu LeicaS6D (s fotoaparátem Canon EOS 600D) při zvětšení 10× až 30× v bílém dopadajícím světle. Tímto průzkumem bylo možné získat bližší informace o barevné vrstvě a jejích úpravách, morfologii, poškození a znečištění, stejně tak umožnil bližší průzkum textilní podložky. Dílo bylo stereomikroskopem pozorováno i během restaurovatelských prací, obzvláště během scelování trhlín. [Obr. 29–34]

### **5.1.1.5 Průzkum UV luminiscence**

Průzkumem UV luminiscence díla byly zjištěny bližší informace o lakových vrstvách, druhotných zásazích a případných specifických fenoménech.

Při fotografování byly využity dvě UV lampy s trubicemi značky Philips TL – D 18 W BLB s rubínovým sklem. Fotografie byly pořízeny bez použití filtru. Průzkum v UV luminiscenci proběhl před restaurátorskými zásahy a v průběhu snímání lakových vrstev.

### **5.1.1.6 Průzkum pomocí infračervené fotografie**

Při fotografování byl použit fotoaparát Canon EOS 70D s objektivem 17–85 mm a IR filtrem B+W IR-830. Průzkumem v infračervené fotografii byla zkoumána případná podkresba, podmalba a autorské změny (pentimenti).

## **5.1.2 Invazivní metody průzkumu**

### **5.1.2.1 Chemicko-technologický průzkum**

Z díla byly odebrány čtyři vzorky malířských vrstev za účelem zjištění stratigrafie malby a materiálového složení ve vybraných oblastech malby, včetně bílého povlaku/zákalu (OM, SEM/EDX,  $\mu$ FTIR). Dále byly odebrány dva vzorky pro identifikaci vláknového složení textilní podložky (OM/PLM, chemické selektivní reakce, zkouška stáčení vláken) a jeden vzorek pro identifikaci původu černých skvrn z rubové strany (FTIR). Vyhodnocení v kapitole 5.2 *Vyhodnocení průzkumu* a podrobnější informace v příloze 12.1 *Chemicko-technologický průzkum*.<sup>2</sup>

### **5.1.2.2 Mikrobiologické zkoušky**

Stěry byly provedeny vatovými tyčinkami na ploše přibližně 10 × 10 cm<sup>2</sup> ve dvou na sebe kolmých směrech. Byly odebrány dva stěry, z oblasti textilní podložky z rubové strany v místech pod spodní záplatou a z povrchu malby z lícové strany v obdobné lokaci. Vyhodnocení viz kapitola 5.2 *Vyhodnocení průzkumu* a v příloze 12.2 *Mikrobiologické zkoušky*.<sup>3</sup> Po desinfekci byly provedeny kontrolní stěry viz příloha 12.3 *Mikrobiologické zkoušky II*.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Průzkum provedla Ing. Petra Lesniaková, Ph.D. 10. 2. 2021 na Katedře chemické technologie Fakulty restaurování Univerzity Pardubice v Litomyšli a dílčí průzkumy provedla RNDr. Eva Svobodová, Ph.D. a Ing. Ivana Kopecká 26. 01. 2021 na Oddělení preventivní konzervace Národního technického muzea v Praze.

<sup>3</sup> Kultivaci provedla a vyhodnotila 14. 12. 2020 doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D. na Katedře biologických a biochemických věd Univerzity Pardubice.

<sup>4</sup> Kultivaci provedla a vyhodnotila 08. 03. 2021 doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D. na Katedře biologických a biochemických věd Univerzity Pardubice.

### 5.1.2.3 Zkoušky stability barevných vrstev a snímání laků a přemaleb

Průzkumy byly prováděny pomocí vatových smotků nasucho a namočených v organických rozpouštědlech či jejich směsích. Byla zkoumána rozpustnost lakových vrstev, přemaleb a stabilita vrstev malby, i podkladových vrstev jak ve viditelném světle, tak v UV luminiscenci. [Obr. 37–38] Zkoušky možných metod snímání lakových vrstev a přemaleb bylo možné provést až po celoplošné konsolidaci barevných vrstev, viz kapitola 8.11 *Zkoušky metod snímání lakových vrstev a přemaleb*.

Zkoušky byly prováděny jak v místech silně degradovaných laků v pravém dolním rohu, tak v oblastech středové příčky rámu, kde byla laková vrstva nejstabilnější a neotírala se nasucho. Byl zkoumán i účinek vodných roztoků, a to 1% Marlipal 1618/25, 0,2% Marlipal 1618/25 zahuštěný 1% Tylose MH 300, 5% Sebamed Syndet a 1% citrát triamonný. Výsledky však byly u všech obdobné jak u samotné demineralizované vody, a proto nejsou zaznamenány v následující tabulce.

Tab. 1 *Zkoušky stability barevných vrstev a snímání laků a přemaleb*

	č.	Lak	Přemalba	Barevná vrstva
Demineralizovaná voda	1	-	+/-	-
Terpentýn	2	-	-	-
Izooktan	3	-	-	-
Xylen	4	- způsobuje zákaly	-	-
White Spirit	5	- způsobuje zákaly	-	-
Toluen	6	-	-	-
White Spirit : Isopropanol (1 : 1)	7	+/- způsobuje zákaly	+/-	-
Toluen : Isopropanol (1 : 1)	8	+/- způsobuje zákaly	+/-	-
Aceton	9	+ zanechává zákaly	+	+/-
Isopropanol	10	+	+	-
Étanol	11	+	+	+

- = nereaguje, +/- = mírně reaguje, + = reaguje

## 5.2 Vyhodnocení průzkumu

Předmětem průzkumu byl oltářní obraz sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele z Radomyšle. Výsledky vstupního průzkumu v denním světle, v razantním bočním nasvícení a v průsvitu jsou zaznamenány v předchozích kapitolách *3 Typologický popis objektu* a *4 Popis poškození objektu*. Na základě zjištěných informací byly provedeny dílčí invazivní a neinvazivní průzkumy.

Obraz byl v minulosti nerovnoměrně lakován, lakové vrstvy se vyznačují světle modrou luminiscencí. [Obr. 11–12] Na základě chemicko-technologického průzkumu byly identifikovány jedna až tři lakové vrstvy. Minimálně závěrečná laková vrstva byla nanášena na dílo ve svislé poloze v pokročilém stádiu poškození. To dokazuje usazený lak při spodcích miskovitě prohnutých krakelách a přítomnost v UV luminiscenci patrné lakové vrstvy v místech výrazných ztrát na odhalené textilní podložce, . V místech červeného pláště je patrná výraznější luminiscence, rozdílná od zbytku obrazu. S největší pravděpodobností je vrchní laková vrstva s výraznou světle modrou UV luminiscencí na bázi terpenických pryskyřic (pravděpodobně mastix). Světlé, až olivově zbarvené zákalý, které se vyskytují na povrchu díla a značně snižují jeho čitelnost, jsou degradované laky. Ty vlivem silné degradace/delaminace a četných mikrokrakel ztratily svou transparentnost. Na tomto se mohlo podílet i mikrobiologické napadení, které bylo v mikrokrakelách na povrchu malby detekováno.

Zdrojem bílých zákalů, které jsou vizuálně odlišné od světle olivových až okrových oblastí zmíněných výše, jsou zřejmě degradační produkty na bázi sloučenin síry a olova spolu s mikrobiologickým napadením. Mikroskopicky byly zaznamenány přímo na povrchu malby v místech bez lakových vrstev. Na základě prvkového složení není možné tyto produkty přesně identifikovat, lze však předpokládat, že budou obsahovat sírany a olovnaté soli, kromě síranu olovnatého například olovnatá mýdla nebo šťavelany.

Místa s retuší byla v UV luminiscenci snadno detekovatelná, vyznačovala se velmi tlumenou (tmavou) UV luminiscencí. Retuše byly v bílém světle i na základě průzkumu UV luminiscence zaznamenány při okrajích obrazu a především v pravém horním rohu v oblasti trhliny. V ploše malby se retuš nevyskytovala.

Pomocí infračervené fotografie nebyly prokázány žádné podkresby, podmalby ani pentimenti.

Na základě chemicko-technologického průzkumu lze předpokládat, že pojivo barevných vrstev obsahuje vysychavé oleje s příměsí bílkovin, jedná se tedy pravděpodobně o mastnou temperu. Malba na podkladových vrstvách se dle stratigrafií skládá většinou z jedné až dvou barevných vrstev, v případě červených ploch navíc jedné lakové lazurní.

Užité pigmenty v modrých plochách drapérie pláště jsou převážně olovnatá běloba, pruská modř<sup>5</sup> a uhličitan vápenatý. Na základě vizuálního srovnání je tomu pravděpodobně tak i v ostatních modrých plochách.

Dle průzkumu odebraného vzorku z červeného pláště je červená malba charakteristická tím, že se na těchto místech nachází pod lakovou vrstvou další lazurní, nebo laková vrstva s příměsí červeného lakového pigmentu. To by vysvětlovalo charakteristické ohraničení těchto ploch, patrně nejen výraznější UV luminiscencí, ale i výraznějším ohraničením ve viditelném světle. Na základě invazivního průzkumu snímání lakových vrstev bylo zjištěno, že tato lazurní laková vrstva nelze sejmout stejnými organickými rozpouštědly, jako laková vrstva s výraznou modrou UV luminiscencí. Velmi zjednodušeně lze shrnout, že červené plochy z pigmentů obsahují především olovnatou bělobu, rumělku, červený lakový pigment a uhličitan vápenatý.

Mezi další identifikované pigmenty patří železitá a neapolská žluť, zem zelená, umbra či kostní čern. Podklad malby je jednovrstvý, bolusového typu, pojený vysychavým olejem. V podkladu byly identifikovány také stopy terpenických pryskyřic, nicméně nelze jednoznačně určit, zda jsou součástí pojiva, nebo jeho kontaminací. Podklad je probarven červenou hlinkou, křemennými a jinými silikátovými zrny.

Textilní podložka je s největší pravděpodobností ze lnu. Zda byla textilie klížena, nebylo potvrzeno, ale je to vysoce pravděpodobné. Vyskytovaly se na ní však terpenické pryskyřice, jejichž zdrojem mohly být zateklé laky. Na rubové straně obrazu byly pozorovány pásy s intenzivní světle modrou UV luminiscencí srovnatelnou s UV luminiscencí vrchní lakové vrstvy malby. Dále se na rubové straně obrazu vyskytují tmavé skvrny s intenzivní okrovou UV luminiscencí. Analýzou pomocí infračervené spektroskopie bylo zjištěno, že se jedná o materiál na bázi terpenických pryskyřic.

---

<sup>5</sup> Jeden z prvních moderních syntetických pigmentů. Pigment byl prvně vytvořen v Německu v roce 1704 a od 30. let 18. století byla jeho výroba rozšířena po celé Evropě. BERRIE, Barbara 1997, s. 191–195.

Mikroskopicky byla zaznamenána přítomnost mikrobiologického napadení na povrchu malby. Mikrobiologickým průzkumem bylo zjištěno aktivní napadení obrazu z lícové (12 kolonií) i rubové (16 kolonií) strany směsí plísní, především *Penicillium*, *Fusarium*, *Cledosporium* a *Mucar*. Dílo bylo doporučeno k desinfekčnímu zásahu.

Z důvodu silné degradace lakových vrstev byly provedeny zkoušky jejich odstranitelnosti spolu se zkouškami stability barevných vrstev a odstranitelnosti přemaléb. Silně degradované lakové vrstvy bylo možné v místech největší degradace odstranit mechanicky. Kontaktem s organickými rozpouštědly jim byla dočasně navrácena transparentnost. Nejlépe byla laková vrstva odstranitelná etanolem, isopropanolem a acetonem, v kombinaci s rozpouštědly s nižší polaritou docházelo ke vzniku zákalů. Těmito rozpouštědly bylo také možné velice snadno odstranit přemalby. Originální malba je citlivá na etanol a mírně citlivá na aceton.

Na základě průzkumu byl stav díla vyhodnocen jako vysoce havarijní. Pro jeho záchranu je nezbytné provést restaurátorský zásah, bez kterého by další vystavování, ale i uložení díla mohlo vést k silnějším poškozením.



## 6 Kulturně-historický průzkum

Obraz *sv. Barbora* je součástí souboru čtyř vedlejších oltářních obrazů v kostele sv. Jana Křtitele.<sup>6</sup> Autorství ani datace oltářních obrazů před započítáním restaurování nebyly známé. O historii kostela sv. Jana Křtitele<sup>7</sup> byla napsána publikace od Bohumila Lifky<sup>8</sup> a bakalářská práce Anety Brejchové.<sup>9</sup> Publikace Bohumila Lifky zmiňuje kamenické práce pro hlavní oltář v roce 1737 a doplňuje i řezbáře z Dlouhé Vody, který zhotovil vedle hlavního oltáře i čtyři oltáře postranní.<sup>10</sup> Aneta Brejchová u postranních oltářů zmiňuje pouze jejich havarijní stav.<sup>11</sup> Na základě informací z těchto publikací můžeme stanovit nejmladší datum, kdy mohly být tyto obrazy vytvořeny, tedy rok 1737.

Pravděpodobné autorství obrazu *sv. Barbora* nám bylo odhaleno během restaurátorských prací na oltářním obrazu *sv. Jan Nepomucký*.<sup>12</sup> Během snímání laků byla odhalena signatura „*JVLIVS.F.LUX*“, [Obr. 40] která patří umělci Juliu Františku Luxovi. S velkou pravděpodobností by mohl být autorem všech čtyř postranních oltářů.<sup>13</sup> Hlavní oltář nebyl předmětem průzkumu, zdali je Lux autorem i hlavního oltáře tak není jisté.

Přesné datum a místo narození Julia Františka Luxe neznáme, stejně tak nevíme nic o jeho uměleckých začátcích. První záznam o umělci se nám dochoval až v plzeňských dokumentech z roku 1725, kdy mu bylo uděleno plzeňské měšťanství. Umírá ve věku 62 letech 27. března 1764 v chudých poměrech. Na základě této informace odhadujeme jako datum narození roky 1701–1702. Julius František Lux byl především freskař, ale nedílnou součástí jeho tvorby tvoří i oltářní obrazy. Ty však často nesignoval a nedatoval, proto je jejich identifikace problematická. Stylově se řadí mezi barokní a rokokové malíře, byl silně ovlivněn Václavem Vavřincem Reinerem či Petrem Brandlem. O tvorbě a životě umělce blíže pojednává publikace Pavla Preisse z roku 2000.<sup>14</sup>

---

<sup>6</sup> Dalšími obrazy jsou *sv. Jan Nepomucký*, *Umučení Páně* a *Panna Marie Neposkvrněná*. [Obr. 2, 41–44]

<sup>7</sup> Kostel, v takové podobě, ve které se teď nachází, byl postaven/renovován mezi lety 1733–1736. LIFKA, Bohumír 1993, s. 191–194.

<sup>8</sup> LIFKA, Bohumír 1993.

<sup>9</sup> BREJCHOVÁ, Aneta 2011.

<sup>10</sup> LIFKA, Bohumír 1993, s. 194.

<sup>11</sup> Zároveň uvedla subjektivní zhodnocení kvality obrazů: „Žádný z obrazů zdaleka nedosahuje takové umělecké hodnoty, jako obraz hlavního oltáře.“ Což je vzhledem k nečitelnosti výjevu, kterou sama zmiňuje, diskutabilní. Zmiňuje, že ani v případě „kvalitního“ hlavního oltářního obrazu neznáme autora. BREJCHOVÁ, Aneta 2011, s. 29.

<sup>12</sup> Restaurátorské práce provedla v roce 2022 Eliška Pavlisová na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice. PAVLISOVÁ, Eliška 2022.

<sup>13</sup> Porovnání všech čtyř postranních oltářních obrazů po restaurování či v průběhu viz [Obr. 41–44].

<sup>14</sup> PREISS, Pavel 2000.

## 7 Restaurátorský záměr

Na základě výsledků restaurátorského průzkumu s ohledem na stav díla, požadavky investora a budoucí využití díla, byl navržen následující postup restaurátorských prací:

1. Fotodokumentace díla před, v průběhu a po restaurování.
2. Odstranění záplat a mechanické očištění díla muzejním vysavačem a vlasovými štětci z rubové strany.
3. Desinfekce díla opakovaným nástřikem z rubové strany 70% roztokem etanolu v demineralizované vodě pomocí airbrush.
4. Aplikace přelepů z tenkého japonského papíru a vodného roztoku Tylose MH 6000.
5. Mechanické očištění rubové strany díla pomocí čisticí gumy CleanMaster.
6. Sejmutí z napínacího rámu a mechanické dočištění díla z rubové strany.
7. Scelení trhlin a perforací v textilním nosiči metodou nit na nit, doplnění ztrát textilní podložky novou textilií či nitěmi s odpovídající dostavou a tloušťkou nití. Jako adhezivum bude využita směs vyziny a škrobu.
8. Vyrovnání okrajů a deformací plátna pomocí vlhkých obkladů a požadované zátěže, případně rozzehlením tepelně regulovatelnou špachtlí přes antiadhezivní fólii Hostaphan.
9. Aplikace 15% roztoku BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu z rubové strany.
10. Sejmutí přelepů po mírném zvlhčení demineralizovanou vodou.
11. Konsolidace barevné vrstvy pomocí tepelně regulovatelné špachtle zahřáté na maximální teplotu 68 °C mezi antiadhezivními fóliemi Hostaphan a následné zatížení do vychladnutí.
12. Sejmutí lakových vrstev na základě zkoušek rozpustnosti organickými rozpouštědly.
13. Odstranění starých retuší na základě zkoušek rozpustnosti organickými rozpouštědly.

14. Rentoaláž díla na novou textilní lněnou podložku vysoké kvality pomocí roztoku BEVA Lascaux<sup>®</sup> Heat-Seal Adhesive 375, nebo BEVA fólie 65 $\mu$ m.
15. Aplikace olejoprskyřičného damarového laku.
16. Vytmelení ztrát barevných vrstev pomocí klišokřídového tmelu zatónovaného pigmenty do barevnosti podkladu. Strukturace nových tmelů.
17. Vypnutí díla na nový dřevěný vypínací rám s možností vložení dřevěných klínů pomocí nových kovových hřebíků s antikorozní úpravou.
18. Nápodobivá scelující retuš v místě tmelů a defektů prskyřičnými barvami značky Gamblin Conservation Colors.
19. Aplikace závěrečné lakové vrstvy, pravděpodobně damarového laku, případně s příměsí polymerizovaného lněného oleje.

## 8 Postup restaurátorských prací

Restaurování bylo provedeno na základě výsledků restaurátorského průzkumu a podle záměru na restaurování s přihlédnutím k případným novým zjištěním během restaurátorských prací.

### 8.1 Fotodokumentace a průzkumy

Po převzetí díla proběhly podrobné průzkumy a fotodokumentace před restaurováním v denním rozptýleném světle, v bočním razantním nasvícení, záznam v UV luminiscenci, IR fotografie a optická stereomikroskopie. Získané informace jsou zaznamenány ve výše uvedených kapitolách 3 *Typologický popis objektu*, 4 *Popis poškození objektu před restaurováním* a 5 *Průzkum restaurovaného objektu*. Fotodokumentace probíhala průběžně během restaurování až po závěrečné focení po restaurování. [Obr. 9–38]

### 8.2 Mechanické čištění rubové strany a desinfekce

Z důvodu silného nánosu prachového depozitu bylo pro účinnější desinfekci provedeno mechanické čištění rubové strany pomocí muzejního vysavače s jemnou štětinovou násadkou. V rámci mechanického čištění byly taktéž mechanicky odstraněny textilní záplaty. Z lícové strany bylo dílo z důvodu křehkosti barevné vrstvy ponecháno bez čištění. [Obr. 45]

Poté bylo dílo pouze z rubové strany opatřeno 3 až 5 nástřiky vodnoetanolového roztoku v poměru 30 : 70 pomocí airbrush. Vyšší pozornost byla věnována oblastem pod příčkami rámu a po odstraněných záplatách.

Kontrolní mikrobiální stěry prokázaly účinnost desinfekčního zásahu, viz 12.3 *Mikrobiologické zkoušky II*.

### 8.3 Aplikace přelepů z japonského papíru

Před jakoukoli další manipulací bylo nutné zajistit barevnou vrstvu. Pro zkoušky přelepů byl vybrán japonský papír Mino Tengujo 9 g/m<sup>2</sup>, který byl zkoumán společně s vybranými adhezivy.

Peptidická adheziva byla zastoupena 4% vodným roztokem vyziny, byla však z výběru vyloučena pro své nevyhovující vlastnosti v ne zcela vhodných klimatických podmínkách, stejně tak bylo problematické pozdější sejmutí takovýchto přelepů.

I přes jeho plánované využití v celoplošné konsolidaci nebyl roztok BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 zvolen, a sice pro svou velmi špatnou odstranitelnost a četná malá rezidua na povrchu sejmutého japonského papíru.

Výsledky zkoušek přelepů s vodnými roztoky Klucelu G a arabské gumy byly srovnatelné. Tylose MH 6000 ve 4% vodném roztoku se na základě zkoušek jevila jako nejvhodnější. Přelep byl snadno odstranitelný, neulpívala po jeho sejmutí na japonských papírech žádná rezidua barevných vrstev a adhezivum vizuálně zůstávalo na povrchu malby a nepenetroval nadbytečně do struktury obrazových vrstev. [Obr. 46] Proto bylo rozhodnuto pro aplikaci přelepů právě tímto způsobem. Výčet zkoumaných adheziv a jejich vyhodnocení viz následující tabulka.

Tab. 2 Zkoušky adheziv přelepů japonského papíru

	Přilnavost	Odstranitelnost	Míra reziduí	Penetrace
4% Tylose MH 6000	dobrá	dobrá	žádná	malá
5% Klucel G	střední	dobrá	žádná	malá
10% Arabská guma	střední	střední	střední	střední
4% vyzina	dobrá	špatná	střední	vysoká
10% (hm.) BEVA 375 v technickém benzínu	střední	špatná	vysoká	vysoká

#### 8.4 Mechanické čištění rubové strany

Po zajištění barevné vrstvy bylo možné dílo položit lícem dolů a mechanicky očistit rubovou stranu pomocí čistící pryže Wishab a muzejního vysavače. Hrubé nánosy nečistot, jako exkrementy škůdců a jiné blíže neidentifikované usazeniny, byly očištěny pomocí očních skalpelů.

#### 8.5 Příprava textilie na textilní doplňky

Jako textilie pro doplnění chybějících částí originální textilní podložky byla zvolena lněná textilie s tzv. vazbou „*polopanama*“<sup>15</sup> o dostavě 22 × 11 nití na 1 cm<sup>2</sup> (po vykoupání a naklížení o dostavě 20 × 9,5 nití na 1 cm<sup>2</sup>), plošná hmotnost 530 g/m<sup>2</sup>, od společnosti TRIGI s.r.o.

Tato textilie byla vybrána proto, že po odstranění vždy jedné ze zdvojených osnovních nití (úprava vazby na plátňovou vazbu), a po vykoupání a naklížení, měla nejpodobnější charakter, jako originální textilie.

Textilie byla pětkrát opatrně vyprána v teplé vodě o teplotě 45–50 °C a po vyschnutí bez vypnutí naklížena 1,5% vodným roztokem Tylose MH 300.

<sup>15</sup> *Panama (textil)* [online], poslední aktualizace 19. 04. 2021 17:03 [cit. 26. 07. 2021], Wikipedie. Dostupné z WWW: <[http:// https://cs.wikipedia.org/wiki/Panama\\_\(textil\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Panama_(textil))>

## 8.6 Doplnění perforací plátěné podložky

Chybějící části textilní podložky byly doplněny intarziemi z předem upravené lněné textilie viz 8.5 *Příprava textilie na textilní doplňky*. Intarzie byly aplikovány metodou nit na nit,<sup>16</sup> která zajišťuje za pomoci minimální intervence vizuální i mechanickou obnovu celistvosti originálního plátna. Jako adhezivum byla využita směs 20% roztoku vyziny a 10% pšeničného škrobu v poměru 1 : 1.<sup>17</sup> Jednotlivé nitě z intarzie byly postupně zastříhávány do přesného tvaru perforace a postupně spojovány adhezivem s nitěmi originálu. V průběhu byla využívána tepelně regulovatelná restaurátorská jehla, která byla zahřívána na kontaktní teplotu kolem 50 °C. Spoj jednotlivých nití byl utvořen tak, aby se vždy spojované nitě překrývaly alespoň 0,5 mm (tzv. „lap joint“ spoj).<sup>18</sup> Menší perforace a defekty byly scelovány samostatnými narovnanými osnovními nitěmi téže textilie obdobným způsobem. [Obr. 47–48]

## 8.7 Sejmutí z vypínacího rámu a mechanické dočištění rubové strany

Z důvodu snadnější manipulace byla velká část defektů plátěné podložky zacelena ještě v na rámu napnutém stavu. Z důvodu četných perforací, defektů a trhliny nacházejících se v nedostupných místech pod rámem musel být ale tento v určité fázi sejmut z díla.

Rám byl sňat mechanicky. V průběhu snímání byly detekovány dva typy hřebů. Pravděpodobně původní ručně kované a novodobější, nejspíš přidané během přepínání uvolněných částí během předchozích zásahů (především v oblasti celého horního oblouku). [Obr. 49–50]

Vrchní část plátna byla k rámu připevněna pomocí silného nánosu přemalby. Tento spoj musel být před mechanickým sejmutím měkčen isopropanolem, pomocí nasyceného filtračního papíru přiloženého přímo na spoj a jeho zatížením (opakovaně přibližně po dobu 2 minut).

Následně mohla být z rubové strany mechanicky dočištěna dříve nedostupná místa od usazených nečistot.

---

<sup>16</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 117–146.

<sup>17</sup> Tamtéž, s. 133–135.

<sup>18</sup> HEIBER, Winfried, et al. 2012, s. 384–414 a [Obr. 112].

## **8.8 Lokální rovnání deformací plátěné podložky**

Lokálně se na díle nacházely silné deformace plátěné podložky. Především v místě trhliny v pravém horním rohu a v levém dolním rohu. Tato místa byla společně s celým okrajem díla zvlhčena z rubu demineralizovanou vodou a následně zatížena v polotvrdém sendviči (deska – Hostaphan – dílo lícem dolů – Hollytex – filtrační papír – deska). Oblast trhliny musela být rovnána opakovaně z důvodu silné lokální deformace textilní podložky.

## **8.9 Scelení trhliny a doplnění zbylých perforací plátěné podložky**

Zbývající perforace a trhlina byly zaceleny stejným způsobem, který je popsán výše v kapitole 8.6 *Doplnění perforací plátěné podložky*. Samotná trhlina nemusela být až na několik míst o nová lněná vlákna doplněna, překryv jednotlivých originálních nití byl dostatečný.

Z četných perforací v místech zkorodovaných hřebů byly zaceleny jen ty, které se vyskytovaly na přední pohledové straně díla, především v oblasti oblouku a při pravém horním okraji. Perforace vyskytující se po bocích byly ponechány. [Obr. 51–53]

## **8.10 Celoplošná konsolidace barevné vrstvy roztokem BEVA 375**

Vzhledem k nesoudržnosti barevných vrstev bylo před čištěním líce díla přistoupeno k celoplošné konsolidaci 15% (hm.) roztokem BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu. [Obr. 54] Adhezivum bylo nanášeno z rubové strany, po odtěžení rozpouštědla bylo dílo otočeno lícem nahoru a byl sejmout přelep z japonského papíru. Ten bylo možné sejmut po lokálním mírném zvlhčení vlhkým filtračním papírem.

Před samotnou konsolidací byly mechanicky odstraněny zjevně dislokované fragmenty barevných vrstev (fragmenty otočené červeným podkladem směrem nahoru). Ty se nacházely především při levém dolním rohu v oblastech největšího poškození. [Obr. 55–56]

Konsolidace probíhala pomocí tepelně regulovatelné špachtle. Dílo bylo zespodu podloženo antiadhezivní fólií Hostaphan a svrchu silikonovým papírem. Reakční teplota špachtle činila 65–68 °C. Po aktivaci adheziva byla barevná vrstva zažehlena do studena a poté ponechána pod zátěží. [Obr. 57–58]

## 8.11 Zkoušky metod snímání lakových vrstev

I přes dobré vyrovnání miskovitě prohnutých a jinak deformovaných krakel byla barevná vrstva vysoce citlivá na mechanické namáhání při okrajích. Nebylo tedy možné dílo čistit pouze pomocí vatových smotků. Byly provedeny zkoušky snímání pomocí 3% agarových gelů v demineralizované vodě a příslušném organickém rozpouštědle o různých koncentracích, vybraných na základě zkoušek viz 5.1.3 *Zkoušky stability barevných vrstev a snímání laků a přemaleb.*

Čisticí gely byly přiloženy přímo na barevnou vrstvu a přikryty melinexovou fólií. Nechaly se působit po dobu 30, 60 a 90 sekund. Následně byla místa začištěna mikroporézní houbičkou Blitz-fix či vatovým smotkem v příslušném rozpouštědle. Pravděpodobně autorská laková lazurní vrstva s příměsí červených lakových pigmentů v oblasti červené drapérie s odlišnou výraznější UV luminiscencí byla stabilní u všech zkoušených metod. [Obr. 59–60] Výsledky zkoušek jsou zaznamenány v následujících tabulkách.

Tab. 3 *Metody snímání lakových vrstev pomocí agarového gelu*

	zn.	Poměr	Čas [s]	Účinnost
voda : isopropanol	1.1	3 : 2	30	nedostatečná (nerovnoměrná)
	1.2		60	dostatečná
	1.3		90	dostatečná
	2.1	5 : 2	30	nedostatečná (nerovnoměrná)
	2.2		60	nedostatečná
	2.3		90	dostatečná
voda : isopropanol : aceton	3.1	4 : 1 : 1	30	nedostatečná (tvorba zákalů, nerovnoměrná)
	3.2		60	nedostatečná (tvorba zákalů, nerovnoměrná)
	3.3		90	dostatečná (tvorba zákalů)
voda : aceton	4.1	3 : 1	30	nedostatečná (tvorba zákalů, nerovnoměrná)
	4.2		60	dostatečná (tvorba zákalů)
	4.3		90	dostatečná (tvorba zákalů, bere barevnou vrstvu)
	5.1	3 : 2	30	nedostatečná (tvorba zákalů, nerovnoměrná)
	5.2		60	nedostatečná (tvorba zákalů, bere barevnou vrstvu, nerovnoměrná)



Tab. 4 Metody začišťování agarových gelů

	zn.	Rozpouštědlo	Účinnost
vatový smotek	A	voda	Nedostatečné začištění, tvorba zákalů, silně odírá barevnou vrstvu.
	B	isopropanol	Dobře začišťuje, odírá barevnou vrstvu.
	C	aceton	Začišťuje méně než isopropanol, při delším působení pouští barevná vrstva, tvoří se zákalý, silně odírá barevnou vrstvu.
	D	White Spirit	Nedostatečné začištění, tvorba zákalů, silně odírá barevnou vrstvu.
Blitz-fix	E	voda	Nedostatečné začištění, tvorba zákalů.
	F	isopropanol	Dobře začišťuje, šetrný k barevné vrstvě.
	G	aceton	Začišťuje méně než isopropanol, při delším působení pouští barevná vrstva, tvoří se zákalý.
	H	White Spirit	Nedostatečné začištění, tvorba zákalů.

### 8.12 Redukce lakových vrstev a povrchových nečistot

Na základě předchozích zkoušek viz 8.11 *Zkoušky metod snímání lakových vrstev* byl k redukci lakových vrstev a povrchových nečistot vybrán 3% agarový gel ve vodě a isopropanolu v poměru 3 : 2, následně byl začištěn mikroporézní houbičkou Blitz-fix v isopropanolu s dobou působení 60 sekund. Místa s největšími nánosy laku byla čištěna opakovaně. V místech s citlivější barevnou vrstvou, především v dolních partiích v oblasti věže a tmavě hnědých a okrových ploch, bylo snímání prováděno opakovaně a doba působení gelu činila 30 sekund. [Obr. 61–66]

### 8.13 Snímání přemalby

Část přemalby byla ztenčena či částečně odstraněna během snímání lakových vrstev. Přemalby v místě trhliny v pravém horním rohu musely být dočišťovány pomocí vatových smotků v isopropanolu, stejně tak přemalby v horní části oblouku. Přemalby však nebylo možné odstranit zcela, jelikož hrozilo poškození originální barevné vrstvy, proto byla malá rezidua ponechána.

#### **8.14 Doplnění chybějící části plátěné podložky v horní části oblouku**

Vrcholová část oblouku byla v minulosti pravděpodobně seříznuta, přepnuta a opatřena silnou vrstvou tmavě hnědé přemalby, která zakrývala nedostatečný přesah přes dřevěnou příčku oblouku rámu. Tato část byla doplněna předem upravenou intarzií z lněné textilie, viz 8.5 *Příprava textilie na textilní doplňky*.

Způsob připevnění byl stejný jako u předchozích intarzií, viz 8.6 *Doplnění perforací plátěné podložky*. V tomto případě však byla intarzie vzhledem k svému rozsahu a umístění ve vrchní centrální části oblouku, kde je na textilní podložku po vypnutí vyvoláván větší tlak než v centrálních částech, posílena o zpevňující *bridgingové* lněné nitě o délce 1 cm napuštěné ve 40% (hm.) roztoku BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu. Následně byla celá tato intarzie natřena 15% (hm.) roztokem BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu pro přiblížení mechanických vlastností zbytku díla. [Obr. 67]

#### **8.15 Rentoaláž pomocí filmu BEVA 371 (65 µm)**

Kvalitním zacelením veškerých defektů bylo docíleno relativní stability a sjednocení mechanických vlastností textilní podložky. Přesto byl však stupeň křehkosti podložky poměrně vysoký. Proto, a vzhledem k tomu, že budoucí využití díla neumožňuje zajistit galerijní klimatické podmínky, bylo přistoupeno k celoplošné rentoaláži.

K tomuto účelu bylo vybráno vysoce kvalitní lněné plátno Doublierleinwand L517 od společnosti Kremer Pigmente GmbH & Co. KG a adhezivum BEVA 371 film o tloušťce 65 µm.

Nejprve bylo na dílo lícem dolů ručně přichyceno rentoalážní plátno žehličkou zahřátou přibližně na 68 °C pomocí BEVA 371 filmu. Takto připravené dílo s rentoalážní textilií bylo položeno lícem nahoru na nízkotlaký perforovaný stůl s tepelnou regulací, přikryto antiadhezivní fólií Hostaphan a za sníženého tlaku 160 mPa a teploty 68 °C spojeno. Podtlak byl udržován do snížení teploty na přibližně 30 °C a následně bylo dílo vloženo pod zátěž do druhého dne. Okraje díla byly pro lepší adhezi lokálně dožehleny tepelně regulovatelnou špachtlí. [Obr. 68]

## 8.16 Tmelení křídlovým tmelem a jeho úprava

Místa se ztrátou obrazových vrstev až na samotnou textilií byla nejprve opatřena tenkou vrstvou damarového laku s malou příměsí polymerizovaného lněného oleje v terpentýnu (v poměru 1 : 0,1 : 4, dle Slánského za tepla<sup>19</sup>).

Následně byla místa tmelena želatino-křídlovým tmelem, tónovaným do barvy podkladu. Byl využit 5% vodný roztok želatiny se směsí Boloňské a Šampaňské křídly (1 : 1), smíšený s minerálními pigmenty Kaput mortuum červená a Okr zlatý italský. Objemový podíl pevné a tekuté fáze byl přibližně 2 : 1. Tmel byl nanášen v několika vrstvách pomocí tenkého vlasového štětce a po vyschnutí začištěn čistícím hadříkem Wunder Tuch značky Spontex. Na závěr byly zbytky tmelu společně s okolním lakem zamyty vatovým smotkem ve White Spiritu.

Vzhledem k rozsáhlým ztrátám a husté síti krakel bylo potřeba sjednotit povrch tmelů s povrchem originálu tak, aby nebyl po retuších vizuálně rušivý. Toho bylo docíleno pomocí zubní jehly. [Obr. 6–8, 69–70]

## 8.17 Vypnutí na nový vypínací rám

Původní dřevěný rám byl nestabilní a nebylo možné do něj vložit vypínací klíny. Podle provedených zkoušek byl navíc stále napaden aktivním červotočem. Proto bylo přistoupeno k jeho nahrazení. Nový dřevěný rám byl opatřen obvodovou zaoblenou distancí, aby se dílo nedotýkalo příček rámu v ploše. Nová konstrukce zároveň umožňovala vložení dřevěných klínů. Rám byl před vypnutím díla opatřen nátěrem proti dřevokaznému hmyzu a houbám Lignofix I-Profi ve vodě (1 : 4) a následně natřen řídkým nátěrem včelího vosku ve White Spiritu (1 : 5) a vyleštěn hadříkem.

Na takto připravený dřevěný rám, u kterého byl zajištěn sklon jako u původního rámu, bylo dílo vypnuto pomocí vypínacích kleští a kovových hřebíků s antikorozií úpravou. Lemy rentoaláží textilie byly přibity z rubové strany taktéž hřebíčky s antikorozií úpravou a dřevěné klíny byly před vypadnutím a možným zapadnutím pod rám obrazu zajištěny tenkým rybářským vlasem.

---

<sup>19</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I., s. 168–169.

### **8.18 Mezilaková vrstva**

Před retuší bylo dílo opatřeno nátěrem damarového laku s malou příměsí polymerizovaného lněného oleje v terpentýnu (v poměru 1 : 0,1 : 3, dle Slánského za tepla<sup>20</sup>). Lokálně, především v místech rozsáhlých tmelů, byl lak nanesen opakovaně. [Obr. 71–77]

### **8.19 Nápodobivá retuš a hypotetická rekonstrukce chybějících částí**

Estetické scelení díla bylo provedeno formou nápodobivé retuše pryskyřičnými barvami Gamblin Conservation Colors ředěnými terpentýnem. Jednalo se o tmelená místa a jiné malé defekty.

K rozsáhlejším rekonstrukcím bylo přistoupeno v levé dolní části v místě drapérie a nožiček anděla, kde byla malba dochována velmi fragmentárně.

Na závěr bylo dílo natřeno damarovým lakem s příměsí polymerizovaného lněného oleje ve White Spiritu (v poměru 1 : 0,1 : 3, upravená receptura dle Slánského za tepla<sup>21</sup>). [Obr. 78–93]

### **8.20 Adjustace fragmentů**

Z důvodu historických hodnot dochovaných fragmentů díla v podobě záplat, dřevěných klínek s přemalbou, oddělené části originální textilní podložky a dvou typů kovových hřebů bylo rozhodnuto o jejich zachování a uložení v ochranném obalu.

Fragmenty byly přichyceny na alkalickou archivní lepenku Box Board 7 mm a vloženy do obalu z téhož materiálu. Součástí obalu je i grafický náčrt lokalizace fragmentů s popisky. [Obr. 1, 94]

---

<sup>20</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I., s. 168–169.

<sup>21</sup> Tamtéž.

## 9 Seznam použitých chemikálií, pomůcek a materiálů

### Použité chemikálie

- aceton
- agar – přírodní polysacharid s gelující schopností z červených mořských řas
- arabská guma
- BEVA 371 film 65 µm a BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 – adhezivum na základě ethylenvinylacetátu
- bělený včelí vosk
- boloňská křída
- citrát triamonný
- damara – přírodní pryskyřice
- demineralizovaná voda
- etanol
- isooktan
- isopropanol
- Klucel G – hydroxypropylcelulóza
- Lignofix I-Profi – ochranný prostředek na dřevo před dřevokazným hmyzem a houbami
- Marlipal 1816/25 – neionický tenzid
- minerální pigmenty (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo)
- polymerizovaný lněný olej
- pryskyřičné barvy Gamblin Conservation Colors (Gamblin Artist Colors, USA)
- pšeničný škrob
- Sebamed Syndet – tenzid, pH 5,5
- šampaňská křída
- technický benzín
- terpentýn
- toluen
- Tylose MH 300 a MH 6000 – methylhydroxyethylcelulóza
- vyzina
- White Spirit – lakový benzín
- xylen
- želatina

## **Použité pomůcky, přístroje a pomocné materiály**

- Blitz-fix – mikroporézní houba (Deffner & Johann GmbH, Německo)
- Box Board – archivní alkalická lepenka, 7 mm
- buničitá vata – 100% celulóza
- filtrační papír 520 g/m<sup>2</sup> – pH neutrální, pro restaurátorskou praxi
- Hollytex 33 g/m<sup>2</sup> – netkaná textilie, 100 % polyester
- Hostaphan 36 g/m<sup>2</sup> – antiadhezivní, 100% polyesterová fólie
- IR filtr B+W IR-830
- japonský papír (Mino Tengujo 9 g/m<sup>2</sup>)
- kompresor pro airbrush a souprava airbrush Micro-Color
- kované hřebíčky s antikorozi úpravou
- lněná textilie, [polopanama], 530 g/m<sup>2</sup> (TRIGI s.r.o., Česká republika)
- lněné plátno, Doublierleinwand L517, 180 g/m<sup>2</sup> (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo)
- Melinex 401 100 μm – 100% polyester
- muzejní vysavač Muntz 555-MU-E-HEPA
- nízkotlaký perforovaný stůl s tepelnou regulací
- rybářský vlasec
- silikonový papír – papír s antiadhezivní úpravou
- Stereolupa Leica S6D (Leica Microsystems)
- UV lampy s trubicemi značky Philips TL – D 18 W BLB, s rubínovým sklem 360–380 nm
- vlasové štětce, skalpely, pinzety, špachtle, zubní jehly
- Wishab – jemná 100% latexová čisticí pryž
- Wunder tuch (Spontex CE s.r.o., Francie)

## 10 Doporučené podmínky uložení

Pro zachování kvality zrestaurovaného objektu je nutné zajistit odpovídající podmínky pro uložení díla, které zabrání předčasnému znehodnocení.

Doporučujeme dílo deponovat při relativní vlhkosti 45–55 %  $\pm$  5 % / 1 den a teplotě +20 °C  $\pm$  1 °C / 1 den při osvětlení max 150 lx mimo zdroje sálavého tepla, sluneční záření. Je třeba eliminovat veškeré zdroje UV záření.

Vzhledem k havarijnímu stavu díla před započítím restaurátorských prací je navrácení díla na původní místo možné pouze v případě zajištění několika preventivních opatření, přesto však není příliš doporučeno. Uzavřená dřevěná architektura tvořila společně s dílem a přiléhající stěnou vlastní mikroklima, ve kterém se kumulovala vlhkost, která byla jedním z hlavních důvodů degradace. Navrhujeme upravit architekturu tak, aby bylo zajištěno proudění vzduchu. Zároveň doporučujeme před osazením obrazu architekturu očistit od silných nánosů prachového depozitu a jiných usazenin, které jsou vhodnou živnou půdou pro plísně. Proto je nutná i pravidelná kontrola přiléhající stěny, zda vlivem zvýšené vlhkosti není plísní napadena.

Při preventivní péči o dílo je doporučeno ošetřovat je pouze nasucho, opatrným ometáním měkkými a čistými vlasovými štětci, popř. vysáváním. Dále je také nutné kontrolovat, zda dřevěné prvky jak obrazu, tak samotné dřevěné architektury nejsou napadeny dřevokazným hmyzem, např. červotočem. Přítomnost tohoto škůdce se projeví malými výletovými otvory, zaplněnými čerstvými požerkami. Zvýšená opatrnost je rovněž důležitá při jakékoliv manipulaci s dílem či při jeho transportu. Je třeba vyvarovat se nárazů a otřesů.<sup>22</sup>

Doporučujeme pravidelnou kontrolu díla. Všechny případné zásahy či úpravy je nutno konzultovat se zástupci odborné složky památkové péče, rovněž jim je třeba hlásit veškeré negativní změny (nápadné změny barevnosti či struktury povrchu apod.).

---

<sup>22</sup> KOPECKÁ, Ivana 2002, s. 27.

## **11 Seznam tabulek**

Tab. 1 Zkoušky stability barevných vrstev a snímání laků a přemaleb .....	21
Tab. 2 Zkoušky adheziv přelepů japonského papíru.....	29
Tab. 3 Metody snímání lakových vrstev pomocí agarového gelu .....	32
Tab. 4 Metody začišťování agarových gelů.....	33



## **12 Seznam textových příloh**

12.1 Chemicko-technologický průzkum .....	42
12.2 Mikrobiologické zkoušky I.....	72
12.3 Mikrobiologické zkoušky II. ....	73

## 12.1 Chemicko-technologický průzkum



### MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VZORKŮ SV. BARBORA, MALBA NA PLÁTĚNÉ PODLOŽCE

#### ZADAVATEL PRŮZKUMU

Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru  
Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Jiráskova 3, Litomyšl 570 01  
Vedoucí ateliéru: Mgr. art. Luboš Machačko

#### PEDAGOGICKÝ DOZOR RESTAUROVÁNÍ / STUDENT

Mgr. art. Luboš Machačko / BcA. Jiří Pečinka



Obr. 1 Lokalizace odběru vzorků na malbě sv. Barbory. Autor zákresu: J. Pečinka.

#### ZPRÁVA Z MATERIÁLOVÉHO PRŮZKUMU

Počet stran:	30	Datum:	22. 2. 2021
Autor:	Petra Lesniaková		
Místo:	Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice Jiráskova 3, Litomyšl 570 01		
Dílčí analýzy:	RNDr. Eva Svobodová Ph.D., Ing. Ivana Kopecká Národní technické muzeum v Praze, oddělení preventivní konzervace měření metodou infračervené mikrospektroskopie ( $\mu$ FTIR) vzorku 10215/Vz.05		

#### SPECIFIKACE OBJEKTU OD ZADAVATELE

Název díla: sv. Barbora, malba na plátěné podložce (oltářní obraz)  
 Autor: neznámý  
 Datace: po roce 1733  
 Rozměry: 209,5 × 120 cm (v × š)  
 Umístění: kostel sv. Jana Křtitele, 341 01 Radomyšl  
 Zadavatel restaurování / majitel: Římskokatolická farnost Radomyšl, Velké náměstí 4, 341 01

#### ZADÁNÍ PRŮZKUMU

Zadání: stratigrafie a materiálový průzkum malby, vláknové složení plátna  
 Počet a typ dodaných vzorků: 4 vrstevnaté vzorky malby  
 2 vzorky nití (horizontální/vertikální)  
 1 vzorek adheziva (skvrna, rub plátna)

Použité metody: optická mikroskopie (OM) včetně fluorescenční mikroskopie  
 polarizační mikroskopie (PLM)  
 skenovací elektronová mikroskopie (SEM)  
 skenovací elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou (SEM/EDX)  
 infračervená mikrospektroskopie ( $\mu$ -FTIR, ATR)  
 infračervená spektroskopie (FTIR, ATR)  
 chemické selektivní reakce  
 zkouška směru stáčení vláken

#### PŘEHLED A LOKALIZACE ODBĚRŮ VZORKŮ

Lokalizace a detailní snímky míst odběrů vzorků jsou uvedeny v Příloze I.  
 Protokol z analýz metodou infračervené mikrospektroskopie ( $\mu$ FTIR) je uveden v Příloze II.

**Tab. 1:** Přehled vzorků, označení, lokalizace, popis, metody průzkumu.

Evidenční číslo	Označení, lokalizace, popis	Zkratky metod průzkumu
10211	Vz.01, modrá plocha (zřejmě bílý povlak)	OM, SEM/EDX
10212	Vz.02, červená plocha	
10213	Vz.03, nit, vertikální směr	OM/PLM, chemické reakce, zkouška stáčení vláken
10214	Vz.04, nit, horizontální směr	
10215	Vz.05, modrá plocha s olivovou krustou	OM, SEM/EDX, $\mu$ FTIR
10216	Vz.06, černá, bílý povlak	OM, SEM/EDX
10217	Vz.07 skvrna, rub, plátno	FTIR

#### METODIKA PRŮZKUMU

STRATIGRAFIE A OPTICKÉ VLASTNOSTI VRSTEV /  
 OPTICKÁ, FLUORESCENČNÍ A SKENOVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE (SEM)

Studium stratigrafie a optických vlastností vrstevnatých vzorků bylo provedeno s využitím optické, fluorescenční mikroskopie a skenovací elektronové mikroskopie (SEM). Vzorky byly nejprve zkoumány a zdokumentovány optickým mikroskopem Eclipse LV100D-U (Nikon) s digitálním fotoaparátem EOS 1100D (Canon) v dopadajícím bílém světle, viditelné fluorescenci generované modrým světlem a viditelné fluorescenci buzené UV zářením (UV fluorescence). Stejně techniky byly použity k mikroskopickému průzkumu nábrusů připravených z vybraných úlomků vzorků. Nábrusy byly připraveny zalitím úlomků do polyesterové pryskyřice GPE100S a následným sbroušením. Jako imerzní kapalina byla použita demineralizovaná voda. Pouhličené nábrusy byly dále studovány elektronovým mikroskopem Mira 3 LMU (Tescan) ve vysokém vakuu, režimu zpětně odražených elektronů (BSE), urychlovacím napětí 25kV a pracovní vzdálenosti 15 mm.

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VRSTEV /  
SKENOVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE S PRVKOVOU MIKROANALÝZOU (SEM/EDX)

Materiálový průzkum byl proveden na základě určení prvkového složení částí vzorků vybraných pomocí optické mikroskopie a skenovací elektronové mikroskopie metodou energiově-disperzní rentgenové mikroanalýzy (SEM/EDX). K tomuto účelu byly využity optický mikroskop Eclipse LV100D-U (Nikon) a elektronový mikroskop Mira 3 LMU (Tescan) s analytickým systémem Bruker Quantax 2000 (Bruker, XFlash 5010 detektor). Měření bylo provedeno na pouhličných nábrusech vzorků ve vysokém vakuu, v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), urychlovacím napětí 25kV a pracovní vzdálenosti 15 mm. Výsledky analýz jsou uvedeny na základě atomových procent tak, že prvky s dominantním zastoupením jsou podtrženy, následují prvky s menším zastoupením a v závorkách jsou prvky s minoritním zastoupením. Prvky kyslík a uhlík nejsou ve výsledcích uváděny, pokud to není účelné.

VLÁKNOVÉ SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY /  
POLARIZAČNÍ MIKROSKOPIE (PLM), KROUCENÍ VLÁKEN PŘI VYSYCHÁNÍ,<sup>1,2</sup> VYBARVOVACÍ TESTY

Identifikace vláken byla provedena na základě vybarvovacích zkoušek s roztokem floroglucinu (floroglucinol, 2 % (hm.) v ethanolu : konc. HCl 1 : 1 (hm.)) a charakteristických mikroskopických znaků vláken. Dále bylo určeno, zda se jedná o vlákna typu S (např. len, ramie, kopřiva) nebo Z (např. konopí, juta) zkouškou směru otáčení vláken při vysychání. Identifikace, případně dokumentace vláken, byla provedena optickým/polarizačním mikroskopem Eclipse LV100D-U (Nikon) s digitálním fotoaparátem EOS 1100D (Canon) v procházejícím a v polarizovaném světle ve zkřížených nikolech (×) při zvětšení 50 × až 500 ×.

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VYBRANÝCH VRSTEV VZORKU 10215/Vz.05  
INFRAČERVENÁ MIKROSPEKTROSKOPIE ( $\mu$ -FTIR)

Materiálový průzkum vrstev úlomku vzorku 10215/Vz.05 byl proveden pomocí metody infračervené mikrospektroskopie s Fourierovou transformací ( $\mu$ -FTIR). K tomuto účelu byl použit spektrometr Nicolet iN10 MX, měření bylo provedeno technikou mikroATR (germanium). Úlomek vzorku byl zalisován do tablety z bromidu draselného, dále byl pozorován a zdokumentován pomocí stereoskopického mikroskopu Leica M165FC ve viditelném světle a v UV fluorescenci. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází. Získaná spektra nejsou spektra čistých látek, ale směsí. V některých případech na základě analýzy nelze specifikovat konkrétní látku, ale pouze chemickou skupinu látek, do které přísluší (např. vosky, polysacharidy). Analýzu provedly RNDr. Eva Svobodová Ph.D. a Ing. Ivana Kopecká z Národního technického muzea v Praze, oddělení preventivní konzervace. Protokol z analýz je uveden v Příloze II.

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM SKVRN NA RUBU OBRAZU (VZOREK 10217/Vz.07/  
INFRAČERVENÁ SPEKTROSKOPIE (FTIR)

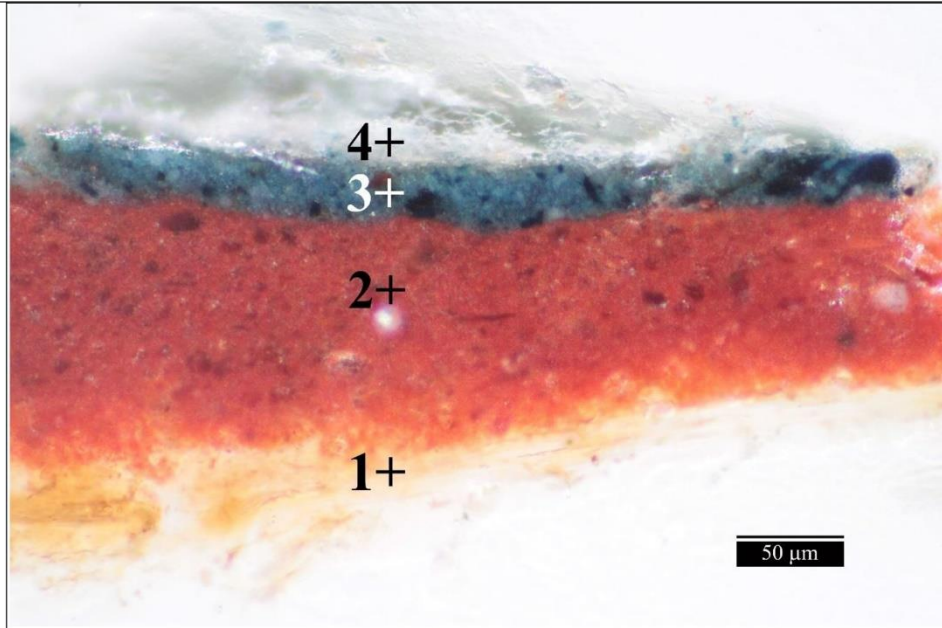
Materiálový průzkum materiálu skvrn na rubové straně obrazu (vzorek 10217/Vz.07) byl proveden metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). K analýze byl použit spektrofotometr Nicolet 380, měření bylo provedeno technikou ATR (diamantový krystal). K interpretaci spekter byla použita databáze Katedry chemické technologie Fakulty restaurování.

<sup>1</sup> Wiener J. a kol. Differences between flax and hemp. Autex Research Journal, Vol. 3, No. 2, June 2003.

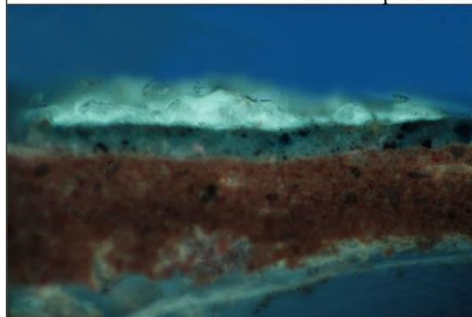
<sup>2</sup> Schaffer E. Fiber identification in ethnological textile artifacts. Studies in Conservation 26, 1981, s. 119–129. 3/30

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEVNATÝCH VZORKŮ – OM, SEM/EDX

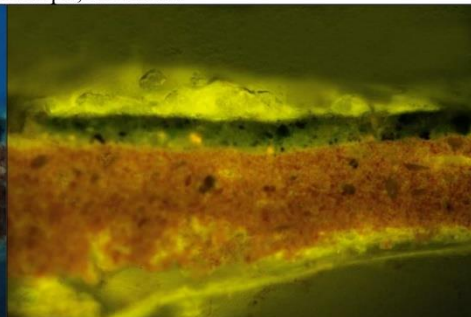
VZOREK 10211/Vz.01 MODRÁ PLOCHA



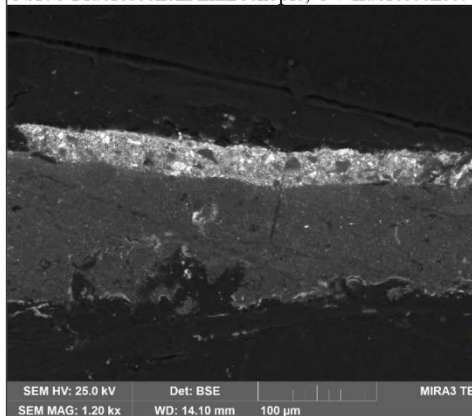
Obr. 2 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 3 Fluorescenční mikroskopie, UV fluorescence.



Obr. 4 Fluorescenční mikroskopie, modré světlo.



Obr. 5 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 6 Místo odběru vzorku, detail.

**Tab. 2:** Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

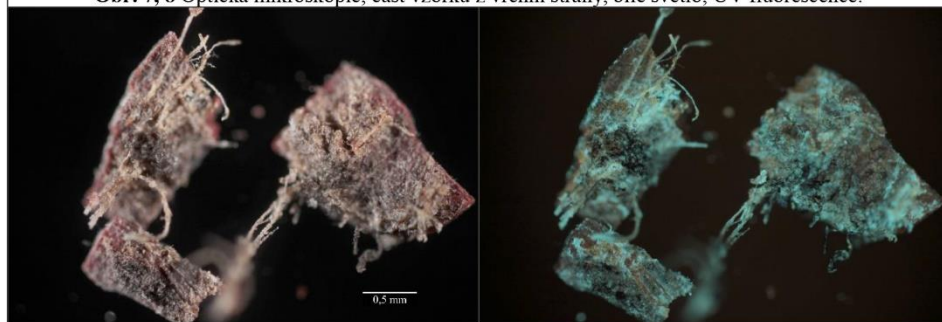
Číslo	Popis a složení vrstvy (OM, SEM-EDX)
<u>5</u>	Blíže nespecifikované <b>fragmenty, zřejmě nečistoty a korozní produkty</b> , zřejmě obsahuje sírany, chloridy, sloučeniny olova (Pb) a další SEM-EDX plošná analýza: C, Pb (S, K, Al, Ca, P, Fe, Ti, Cl, Zn)
<u>4</u>	<b>Poloprůhledná/bělavá organická vrstva, zřejmě lak</b> , intenzivní UV fluorescence SEM-EDX plošná analýza: C (S, Na, Si, Ca)
<u>3</u>	<b>Modrá vrstva</b> olovnatá běloba, pruská modř, uhličitan vápenatý, ojediněle kostní čern, železitá červeň, umbra a zřejmě zem zelená, zrna červeného lakového pigmentu na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém taktéž zřídka, zrno Neapolské žlutí, zcela ojediněle rumělka SEM-EDX plošná analýza: Pb, Fe, Al, Ca, Si (Na, P, Cl, K, Mg, Mn)
<u>2</u>	<b>Silná vrstva červeného podkladu</b> červená hlinka, křemenná a jiná silikátová zrna, ojediněle malá bílá zrna oxidu titaničitého <u>Ti</u> – přirozená příměs hlinky SEM-EDX plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Ti, Ca, Ti, P, Cl, Pb)
<u>1</u>	<b>Fragmenty organické vrstvy a vláken</b> SEM-EDX plošná analýza: C (Si, Al, Ca, Pb)

**Shrnutí:**

Na spodní straně vzorku se vyskytují vlákna uvolněná z textilní podložky a fragmenty organického materiálu s okrovým odstínem (1). Malba je nanášena na silnější červený (bolusový) podklad s hlinkou (2). Modrá malba (3) obsahuje olovnatou bělobu, pruskou modř, uhličitan vápenatý a velmi malou příměs železité červeně, umbry, rumělky, kostní černi, zřejmě zelené hlinky a červeného lakového pigmentu na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém, dále bylo zaznamenáno zrno Neapolské žlutí. Následuje poloprůhledná/bělavá zřejmě degradovaná laková vrstva (4). Na povrchu vzorku se vyskytují fragmenty zřejmě s nečistotami a/nebo produkty degradace malby (5). Na povrchu i spodní straně vzorku byla v optickém mikroskopu pozorována tenká bílá vlákna, může se jednat o soli nebo biologické napadení, jehož případnou aktivitu nelze dostupnými metodami určit.

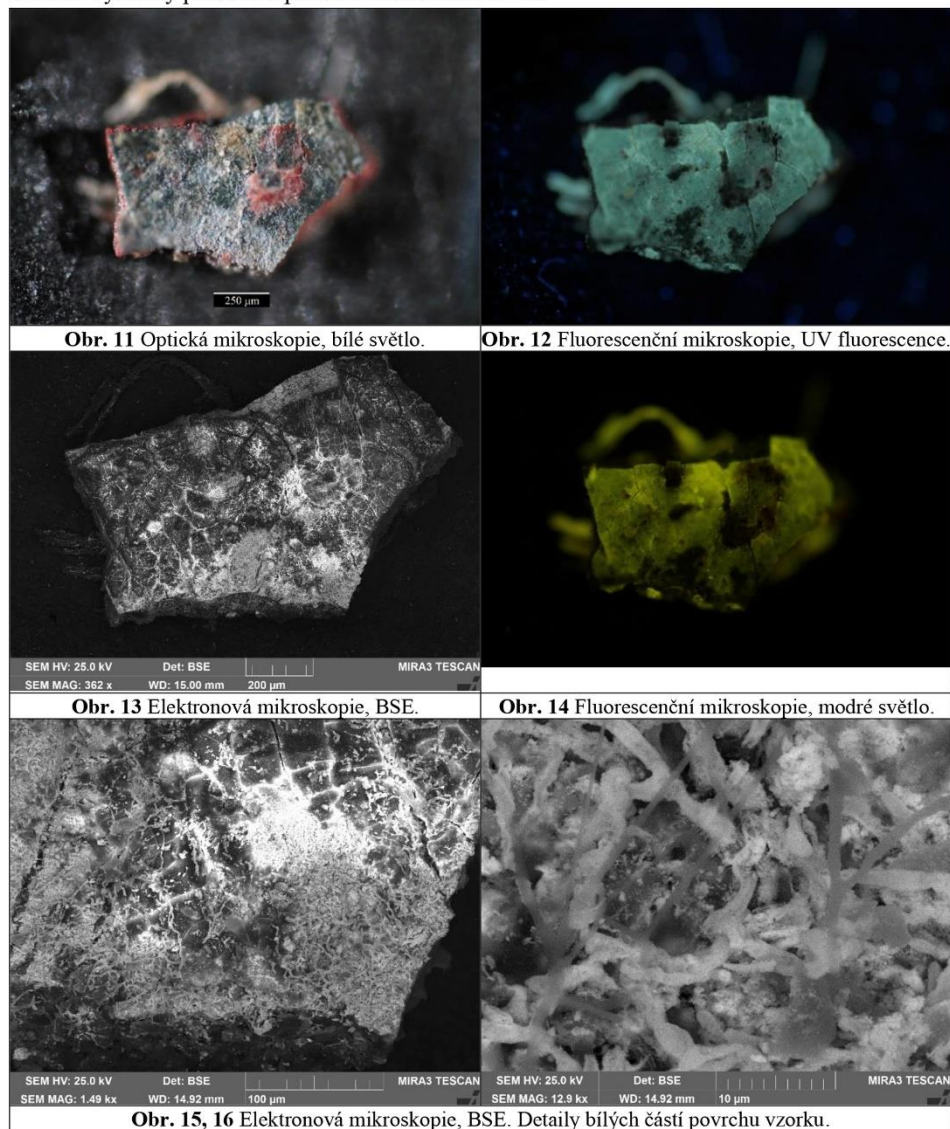


**Obr. 7, 8** Optická mikroskopie, část vzorku z vrchní strany, bílé světlo, UV fluorescence.



**Obr. 9, 10** Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV fluorescence.

**Tab. 3:** Výsledky průzkumu povlaků na úlomku vzorku.



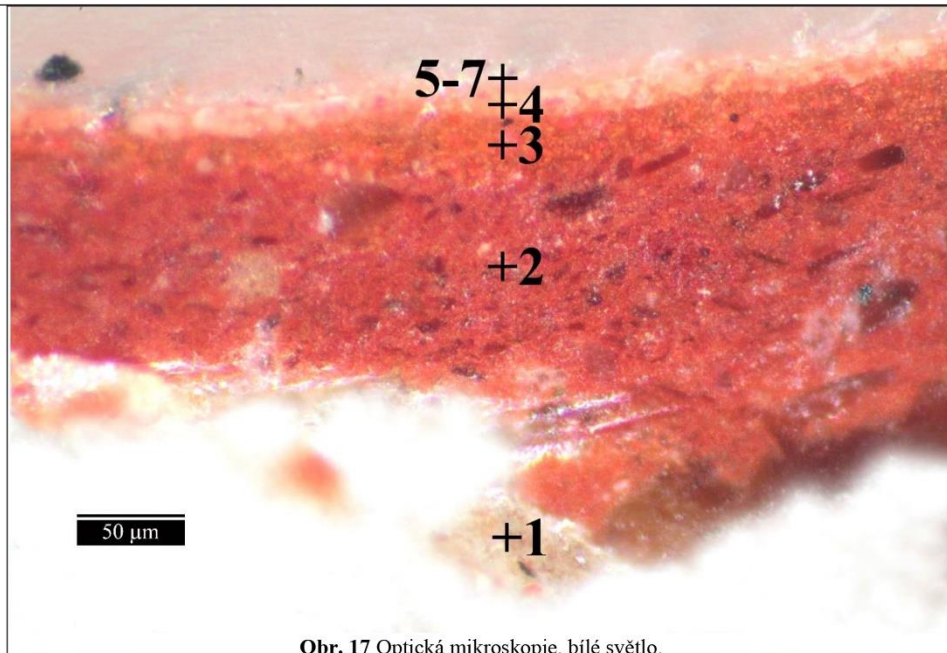
**Tab. 4:** Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

Zkoumaná část	Popis a složení oblasti (OM, SEM-EDX)
<b>Spodní bílá oblast – zřejmě povrch malby</b>	síran olovnatý, další prvky reflektují složení modré malby (3), lze předpokládat jiné produkty degradace, mikrobiologické napadení SEM-EDX plošná analýza: <b>Pb, S, Si, Al</b> (K, Fe, P, Ca, Na, Mg)
<b>Povrch laku</b>	organický materiál – lak, malé množství síranů, místy mikrobiologické napadení SEM-EDX plošná analýza: <b>C</b> (S, K, Pb, Al, Ca, Si)

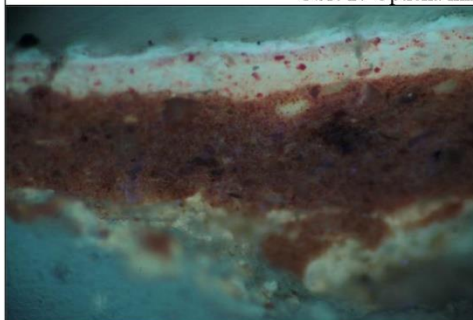
**Shrnutí:** Bílé části na povrchu vzorku (např. dolní oblast vzorku) jsou odhalenou vrstvou malby, respektive se jedná o oblasti s odpadnutými krakelami laku. Vyskytuje se zde mikrobiologické napadení a produkty degradace malby, zejména síran olovnatý, vytvářející bílý povlak na malbě. Produkty degradace a zřejmě i mikrobiologické napadení byly zaznamenány také v prasklinách laku.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEVNATÝCH VZORKŮ – OM, SEM/EDX

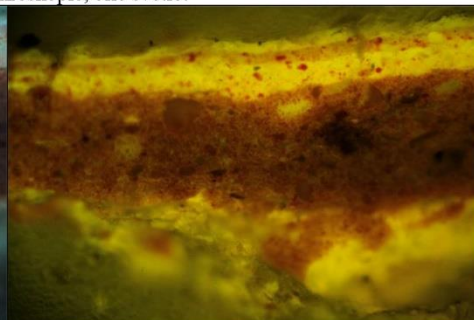
VZOREK 10212/VZ.02 ČERVENÁ PLOCHA



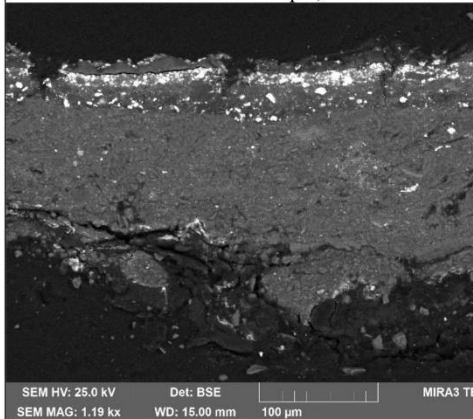
Obr. 17 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 18 Fluorescenční mikroskopie, UV fluorescence.



Obr. 19 Fluorescenční mikroskopie, modré světlo.



Obr. 20 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 21 Místo odběru vzorku, detail.



**Tab. 5:** Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

Číslo	Popis a složení vrstvy (OM, SEM-EDX)
7	<b>Velmi tenká nesouvislá vrstva/fragmenty, zřejmě nečistoty a korozní produkty</b> SEM-EDX plošná analýza: C (Si, Al, K, S, Pb, Na, Fe, P)
6	<b>Fragmenty zřejmě lakové vrstvy s intenzivní modro-žlutou UV fluorescencí</b> SEM-EDX plošná analýza: C (S, Pb, Ca, K, Al, Si, Cl, P)
5	<b>Průhledná/poloprůhledná organická vrstva, lak / lazura</b> , intenzivní modrá UV fluorescence červený lakový pigment na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém SEM-EDX plošná analýza: C, Al (Pb, Ca, S, Si, K, P, Fe)
4	<b>Červeno-růžová vrstva</b> , obsahuje olovnatou bělobu, uhličitán vápenatý, rumělkou, zřejmě červený lakový pigment na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém, relativně vyšší obsah pojiva SEM-EDX plošná analýza: Pb, S, Hg, Al, Ca (Fe, Si, K, Cl, K, Si, P)
3	<b>Červená vrstva</b> , obsahuje olovnatou bělobu, rumělkou, uhličitán vápenatý, může obsahovat suřík, zřejmě červený lakový pigment na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém, zřejmě železitou červeně, zcela ojediněle zrna kostní černi, vysoký obsah pojiva SEM-EDX plošná analýza: C, Al, S, Si, Hg, Pb, Fe, Ca (Mg, K, Ti, P)
2	<b>Silná vrstva červeného podkladu</b> , obsahuje červenou hlinku, křemenná a jiná silikátová zrna, ojediněle malá bílá zrna oxidu titaničitého Ti – přirozená příměs hlinky SEM-EDX plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Mg, Na, Ca, Pb, Ti, Mn)
1	<b>Fragmenty organické vrstvy a vláken</b> SEM-EDX plošná analýza: C (S, Mg, Al, P, Si, Cl, Ca)

**Shrnutí:**

Na spodní straně vzorku se vyskytují vlákna z textilní podložky a fragmenty organického nažloutlého materiálu (1). Malba je nanášena na silnější červený (bolusový) podklad s hlinkou (2). Červená malba (3) obsahuje olovnatou bělobu, rumělkou, uhličitán vápenatý, zřejmě malé množství červeného lakového pigmentu na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém a železité červeně. Světle červená malba (4) obsahuje olovnatou bělobu, rumělkou, uhličitán vápenatý a zřejmě červený lakový pigment na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém. Následuje nejprve nesouvislá zřejmě poloprůhledná vrstva s (5) s intenzivní modrou UV fluorescencí s červeným lakovým pigmentem na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém (lazura/lak?), dále potom fragmenty laku (6) s intenzivní modro-žlutou UV fluorescencí. Na povrchu vzorku se vyskytují tenké fragmenty depositů a/nebo produktů degradace (7).

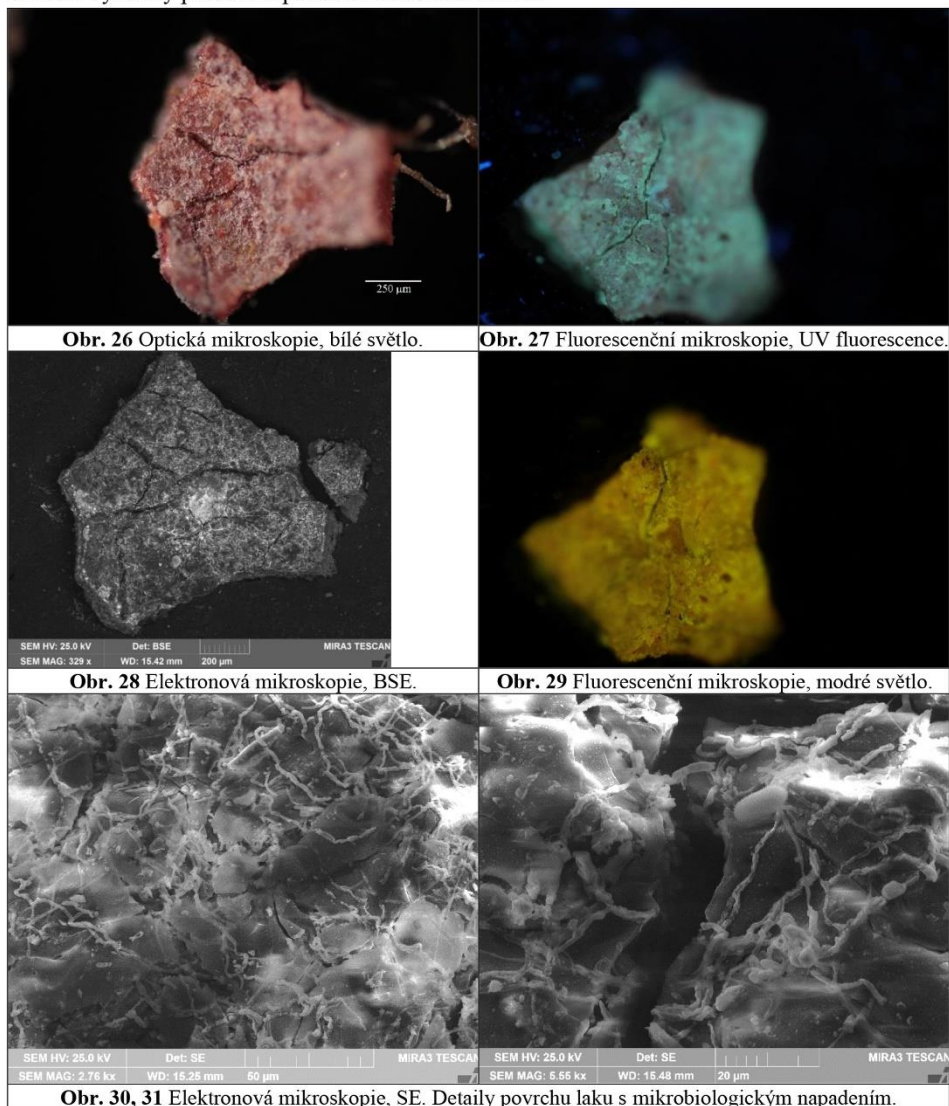


**Obr. 22, 23** Optická mikroskopie, část vzorku z vrchní strany, bílé světlo, UV fluorescence.



**Obr. 24, 25** Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV fluorescence.

Tab. 6: Výsledky průzkumu povlaků na úlomku vzorku.



**Shrnutí:** Vzorek je pokryt mikrobiologickým napadením, které však zřejmě nepůsobuje samo o sobě bílé/světlé plochy na povrchu. Ty jsou zřejmě výsledkem především degradace/delaminace a krakelovatění lakové/lakových vrstev (5, 6). Na degradaci laku se mohlo mikrobiologické napadení podílet.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VLÁKNOVÉHO SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY – PLM

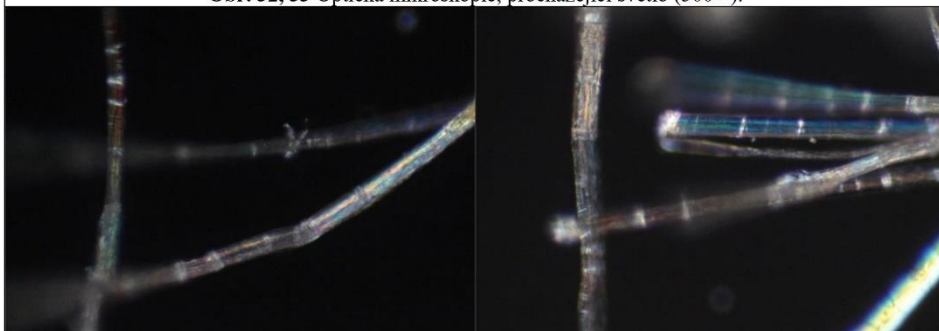
VZOREK 10213/Vz.03 – FRAGMENT VERTIKÁLNÍ NITĚ

**Shrnutí:**

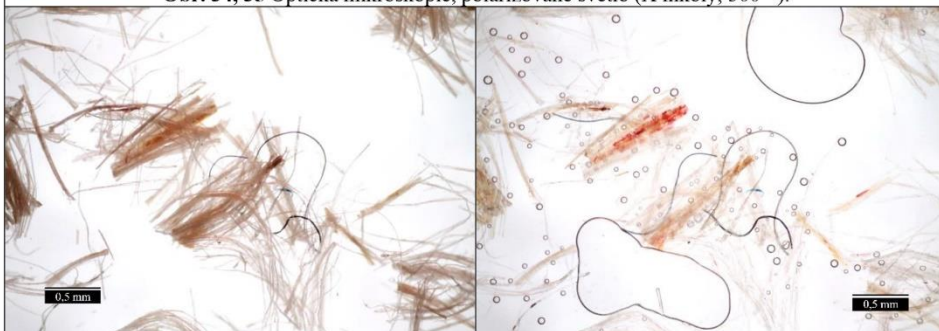
Vlákna vykazují mikroskopické znaky charakteristické pro lýková vlákna. V roztoku floroglucinu vlákna nijak zásadně nezměnila barevnost. Na základě této skutečnosti a s ohledem na druhy lýkových vláken sloužících k výrobě textilií a využívaných jako podložka pro malbu lze předpokládat, že se může jednat o lněná nebo konopná vlákna. Vlhká vlákna se při sušení stáčela spíše po směru hodinových ručiček, což je charakteristické pro lýková vlákna vyrobená například ze lnu, kopřivy nebo ramie a vylučuje vlákna získaná například z konopí nebo juty. Z uvedených poznatků vyplývá, že se zřejmě jedná o lněná vlákna.



Obr. 32, 33 Optická mikroskopie, procházející světlo (500 ×).



Obr. 34, 35 Optická mikroskopie, polarizované světlo (X nikoly, 500 ×).



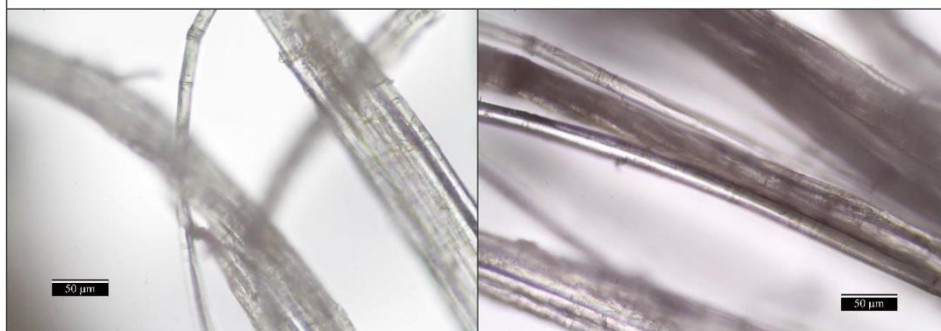
Obr. 36, 37 Optická mikroskopie, odražené světlo, před a po kontaktu s floroglucinem (50 ×).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VLÁKNOVÉHO SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY – PLM

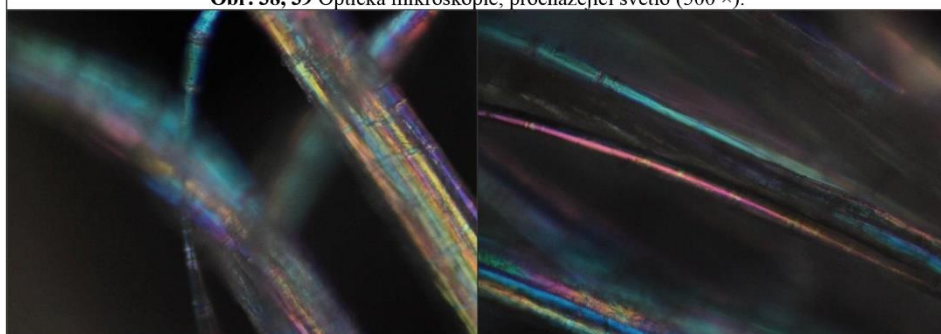
VZOREK 10214/Vz.04 – FRAGMENT HORIZONTÁLNÍ NITĚ

**Shrnutí:**

Vlákna vykazují mikroskopické znaky charakteristické pro lýková vlákna. V roztoku floroglucinu větší část vláken nijak zásadně nezměnila barevnost, menší část se zbarvila růžově. U vláken, která nezměnila barevnost a s ohledem na druhy lýkových vláken využívaných k výrobě podložek pro malbu lze předpokládat, že jsou tato vlákna lněná nebo konopná. Sytě růžové zbarvení bývá charakteristické pro jutu. Vlhká vlákna se při sušení stáčela po směru hodinových ručiček, což je charakteristické pro lýková vlákna vyrobená například ze lnu, kopřivy nebo ramie a vylučuje vlákna získaná například z konopí nebo juty. Z uvedených poznatků nevyplývají jednoznačné závěry, může se jednat o lněná vlákna, nebo směs lněných vláken s konopím nebo jutou.



Obr. 38, 39 Optická mikroskopie, procházející světlo (500 ×).



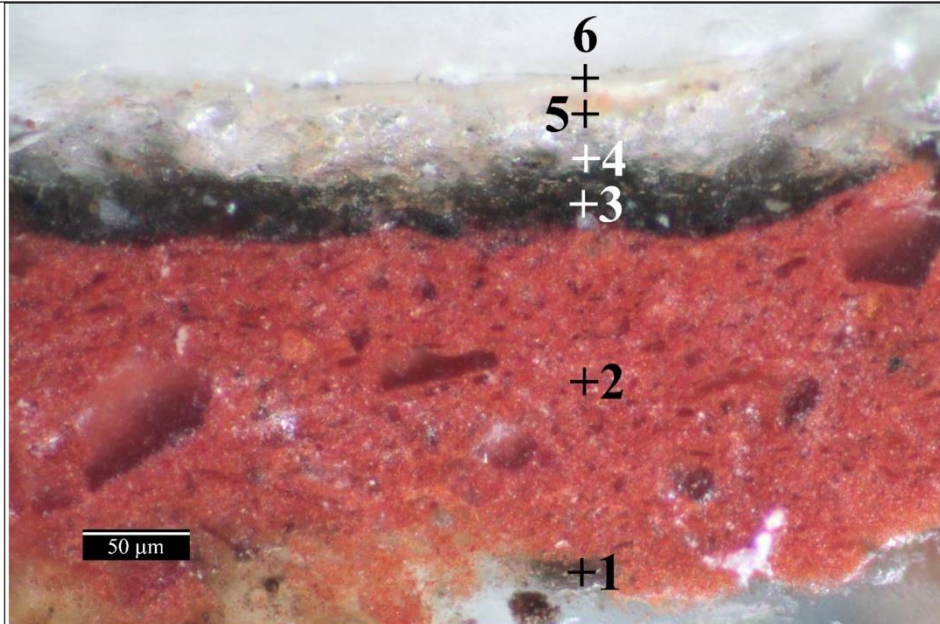
Obr. 40, 41 Optická mikroskopie, polarizované světlo (X nikoly, 500 ×).



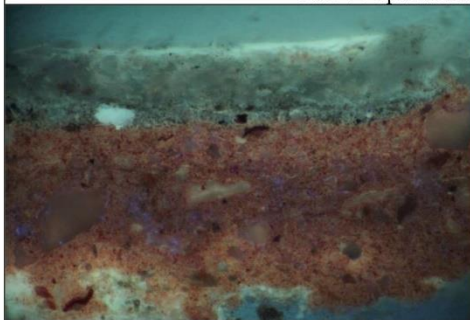
Obr. 42, 43 Optická mikroskopie, odražené světlo, před a po kontaktu s floroglucinem (50 ×).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEVNATÝCH VZORKŮ – OM, SEM/EDX

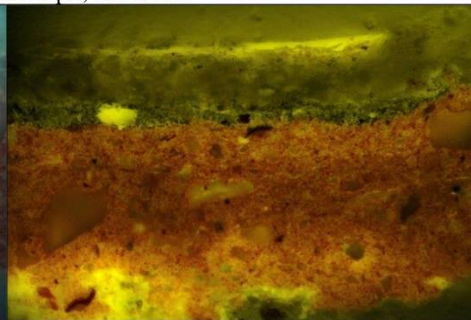
VZOREK 10215/Vz.05 MODRÁ PLOCHA S OLIVOVOU KRUSTOU



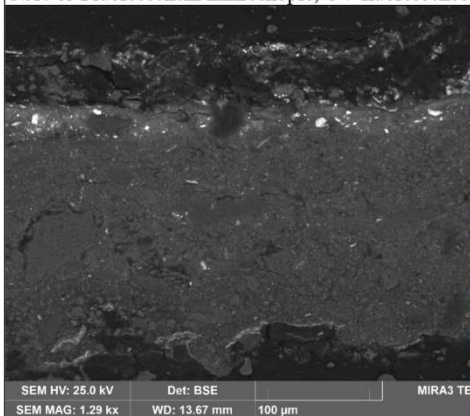
Obr. 44 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 45 Fluorescenční mikroskopie, UV fluorescence.



Obr. 46 Fluorescenční mikroskopie, modré světlo.



Obr. 47 Elektronová mikroskopie, BSE.



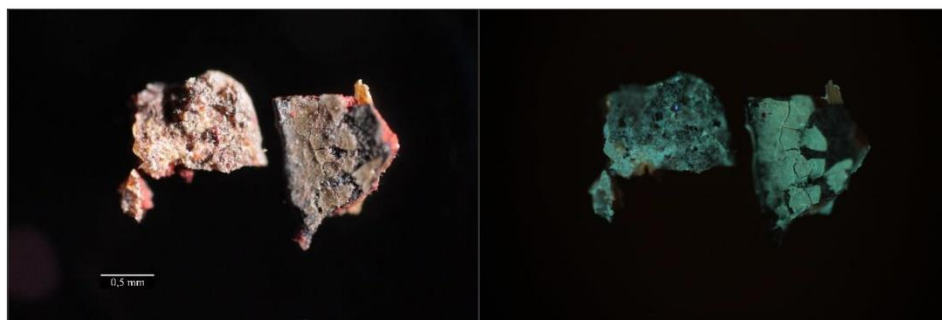
Obr. 48 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 7: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

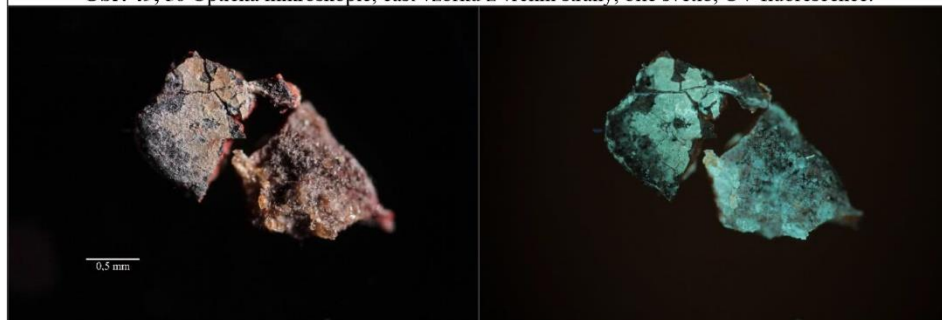
Číslo	Popis a složení vrstvy (OM, SEM-EDX)
<u>6</u>	<b>Průhledná vrstva, zřejmě lak</b> , intenzivní modrá UV fluorescence SEM-EDX plošná analýza: C (Si, S, K, Ca, Al, P, Pb)
<u>5</u>	<b>Poloprůhledná vrstva</b> , místy oranžový odstín zřejmě suřík, železité pigmenty, uhličitán vápenatý SEM-EDX plošná analýza: C, Si, Pb, Al, S (K, Fe, Ca, P, Na, Ti, Cl)
<u>4</u>	<b>Průhledná organická vrstva, fragmenty</b> SEM-EDX plošná analýza: C (Si, Al, Fe, K, Ca, Pb, P)
<u>3</u>	<b>Tmavá vrstva</b> , není jednoznačné, zda se nejedná o dvě vrstvy, v tom případě by byla horní tenčí vrstva obohacena o zelený železitý pigment (železitou hlinku) zelená hlinka/další železité pigmenty, uhličitán vápenatý, olovnatá běloba, železitá červeň, rumělka, umbra, zřejmě příměs neapolské žluti – může být odbarvená, blíže nespecifikováno, zcela ojediněle červený lakový pigment SEM-EDX plošná analýza: Si, Fe, Al, Ca, Pb (K, Mg, P, Na, Ti, Mn, Cl, Hg)
<u>2</u>	<b>Silná vrstva červeného podkladu</b> obsahuje červenou hlinku, křemenná a jiná silikátová zrna, zcela ojediněle malá bílá zrna oxidu titaničitého Ti – přirozená příměs hlinky SEM-EDX plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Ti, Ca, Pb, Mg, Na)
<u>1</u>	<b>Fragmenty organické vrstvy a vláken</b> SEM-EDX plošná analýza: C (S, Mg, Al, P, Si, Cl, Ca)

**Shrnutí:**

Na spodní straně vzorku se vyskytují vlákna uvolněná z textilní podložky a fragmenty organického poloprůhledného okrového materiálu (1). Malba je nanesena na silnější červený (bolusový) podklad s hlinkou (2). Tmavá malba (3) obsahuje zelenou hlinku, uhličitán vápenatý, olovnatou bělobu, rumělku, železitou červeň, umbru, zřejmě příměs neapolské žluti, která může být odbarvená. Není jednoznačné, zda je malba (3) složena se dvou obdobných vrstev, v tom případě by byla horní tenčí vrstva obohacena o zelený železitý pigment (železitou hlinku). Následuje průhledná/bělavá zřejmě degradovaná laková vrstva (4), dále potom zřejmě poloprůhledná vrstva s oranžovým odstínem (5) a lak (6) s intenzivní modrou UV fluorescencí.



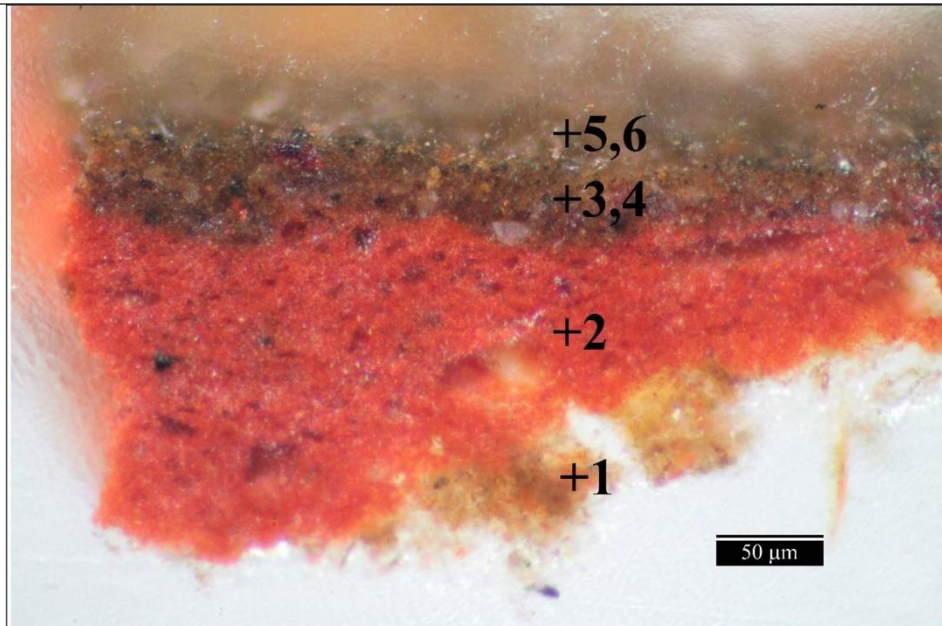
Obr. 49, 50 Optická mikroskopie, část vzorku z vrchní strany, bílé světlo, UV fluorescence.



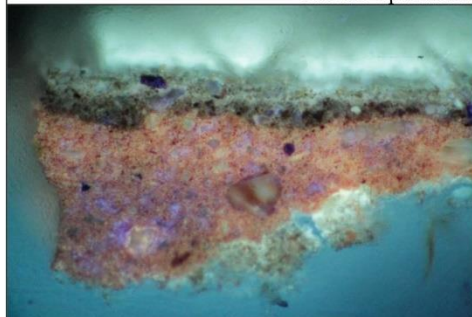
Obr. 51, 52 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV fluorescence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEVNATÝCH VZORKŮ – OM, SEM/EDX

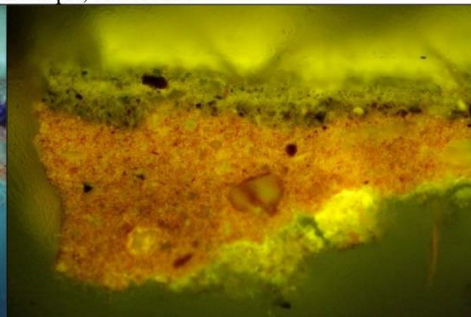
VZOREK 10216/VZ.06 ČERNÁ PLOCHA S BÍLÝM POVLAKEM



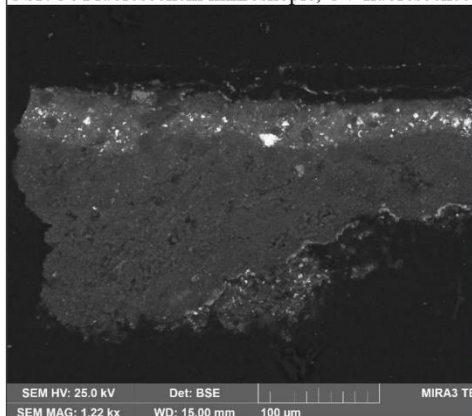
Obr. 53 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 54 Fluorescenční mikroskopie, UV fluorescence.



Obr. 55 Fluorescenční mikroskopie, modré světlo.



Obr. 56 Elektronová mikroskopie, BSE.



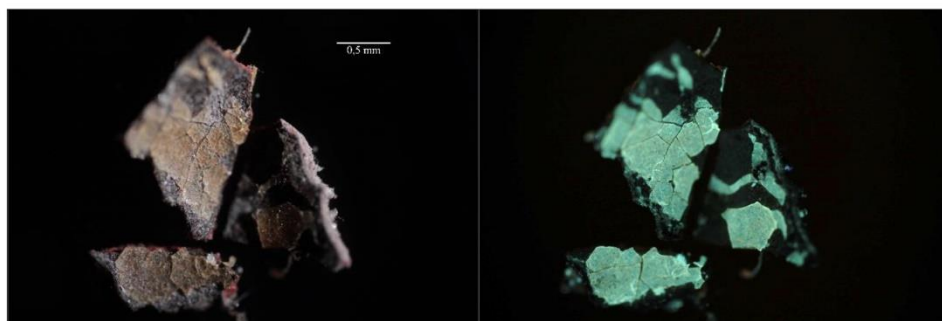
Obr. 57 Místo odběru vzorku, detail.

**Tab. 8:** Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

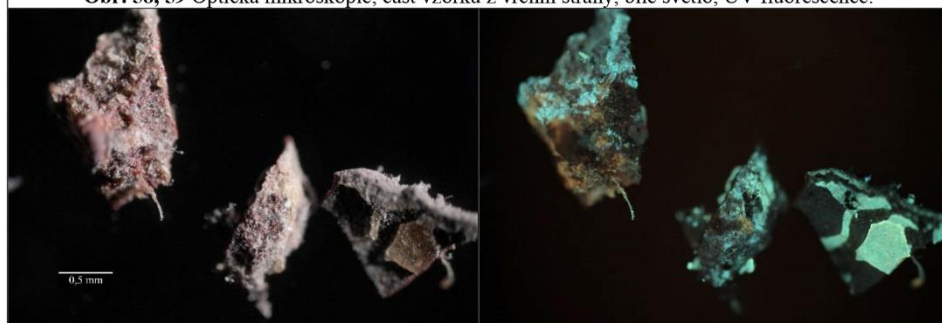
Číslo	Popis a složení vrstvy (OM, SEM-EDX)
6	<b>Průhledná organická vrstva, zřejmě lak</b> , intenzivní modro-žlutá UV fluorescence SEM-EDX plošná analýza: C (Si, Al, S, Ca, K)
5	<b>Průhledná organická nesouvislá vrstva, zřejmě lak</b> SEM-EDX plošná analýza: C (Ca, Si, Al, Fe)
4	<b>Hnědá vrstva</b> uhlícitan vápenatý, železité pigmenty (červený, žlutý, hnědý), křemenná a jiná silikátová zrna SEM-EDX plošná analýza: Ca, Si, Fe, Al (K, Pb, Mn, P, Ca, Na, Mg)
3	<b>Hnědá vrstva</b> obsahuje železité pigmenty (červený, žlutý, hnědý), umbru, rumělkou, uhlícitan vápenatý, olovnatou bělobu, kostní čern SEM-EDX plošná analýza: Fe, Si, Al, Pb (Ca, K, Mn, Hg, Mg, Na, Ti, Cl)
2	<b>Silná vrstva červeného podkladu</b> , obsahuje červenou hlinku, křemenná a jiná silikátová zrna, ojediněle malá bílá zrna oxidu titaničitého Ti – přirozená příměs hlíny SEM-EDX plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Pb, Ti, Ca, Mg, Na)
1	<b>Fragmenty organické vrstvy a vláken</b> s korozními produkty SEM-EDX plošná analýza: C (S, Ca, K, Si, Cl, P)

**Shrnutí:**

Na spodní straně vzorku byla zaznamenána vlákna uvolněná z textilní podložky a fragmenty organického nažloutlého materiálu (1). Malba je nanášena na silnější červený (bolusový) podklad s hlinkou (2). Hnědá malba (3) je složena ze dvou vrstev. Spodní hnědá vrstva malby (3) obsahuje železité pigmenty (červený, žlutý, hnědý), umbru, rumělkou, uhlícitan vápenatý, olovnatou bělobu a kostní čern. Vrchní hnědá malba (4) obsahuje uhlícitan vápenatý, železité pigmenty (červený, žlutý, hnědý), dále potom křemenná a jiná silikátová zrna. Následují dvě organické průhledné zřejmě lakové vrstvy (5, 6), vrchní lak se vyznačuje intenzivní modro-žlutou UV fluorescencí.



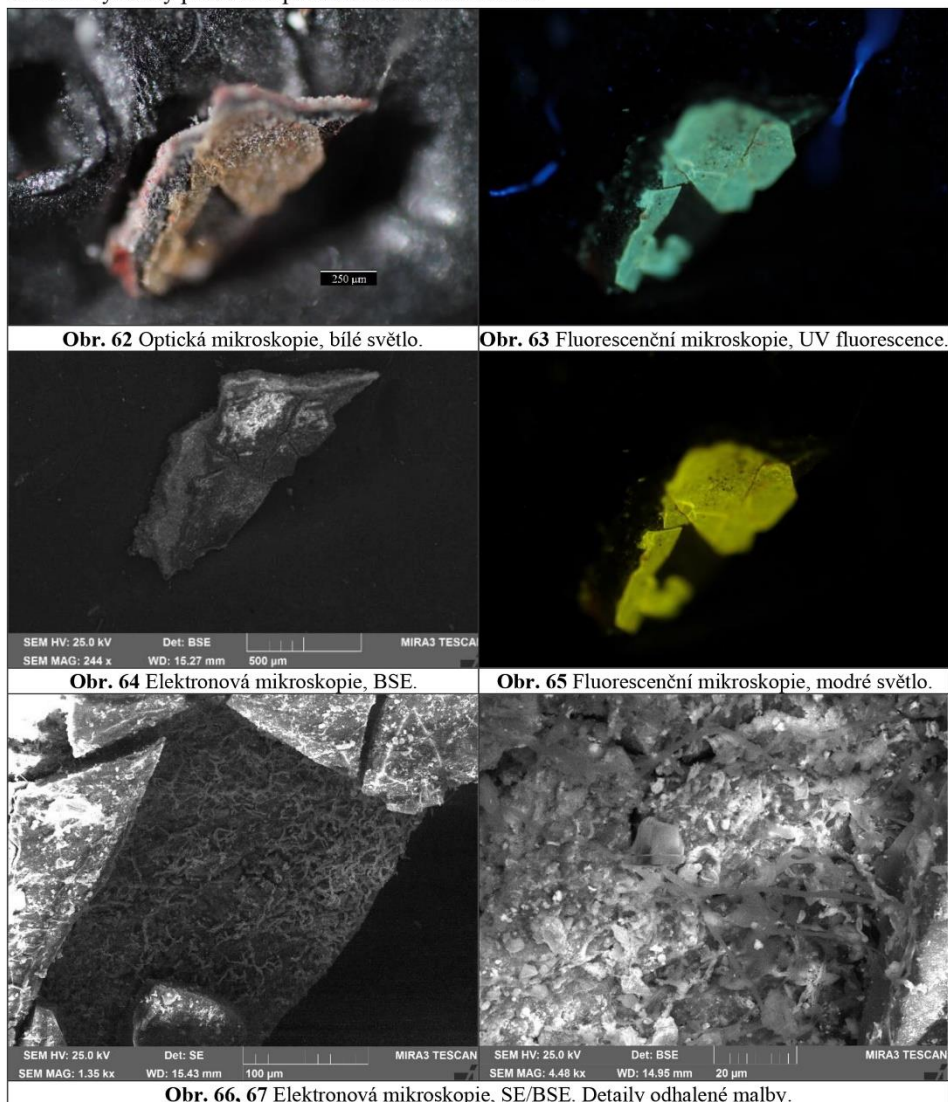
**Obr. 58, 59** Optická mikroskopie, část vzorku z vrchní strany, bílé světlo, UV fluorescence.



**Obr. 60, 61** Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV fluorescence.



Tab. 9: Výsledky průzkumu povlaků na úlomku vzorku.



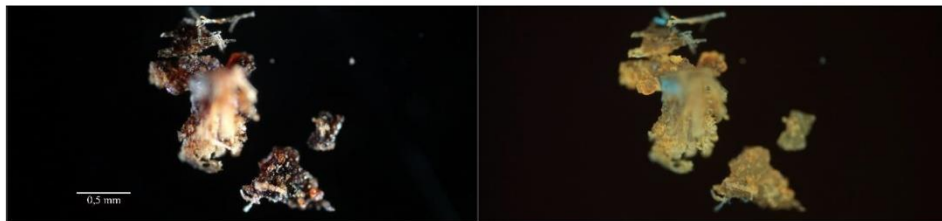
Tab. 10: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

Zkoumaná část	Popis a složení vrstvy (OM, SEM-EDX)
Odhalené části, místy bělavé	síran olovnatý, další prvky reflektují složení hnědé malby (3, 4), lze předpokládat jiné produkty degradace, zřejmě mikrobiologické napadení, blíže nespecifikováno SEM-EDX plošná analýza: Si, S, Fe, Ca, Al, K, Pb (Na, Mg, P, Mn)
Povrch laku	organický materiál – lak, malé množství síranů, místy mikrobiologické napadení SEM-EDX plošná analýza: C (S, Si, Al, K, Ca, Mg, Pb, Fe, P)

**Shrnutí:** Na úlomku vzorku nelze jednoznačně určit části, které by byly pozorovatelné jako zákal/povlaky na malbě. Světlejší/bělavé oblasti byly lokalizovány v některých místech odpadlých krakel laku, tedy na povrchu malby. Zde je povrch malby pokryt mikrobiologickým napadením a produkty degradace zahrnující sírany, oba jevy jsou zřejmě příčinou zesvětlení povrchu. Na laku se místy vyskytují nečistoty, některé jsou bílé a nelze tedy vyloučit, že mohou působit jako zákal.

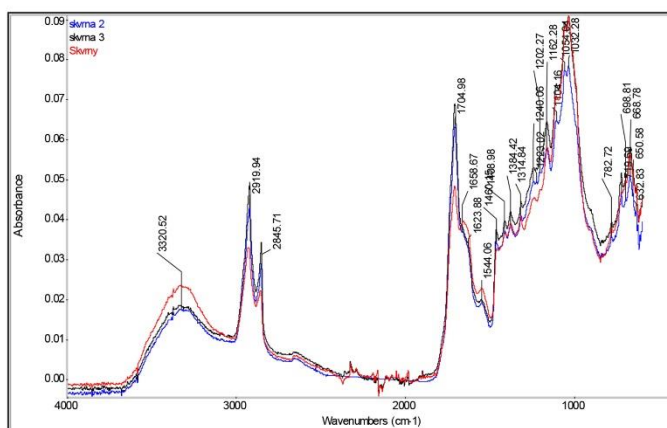
VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ NÁTĚRU NA RUBU OBRAZU – OM, FTIR

VZOREK 10217/Vz.07, RUB OBRAZU, SKVRNA

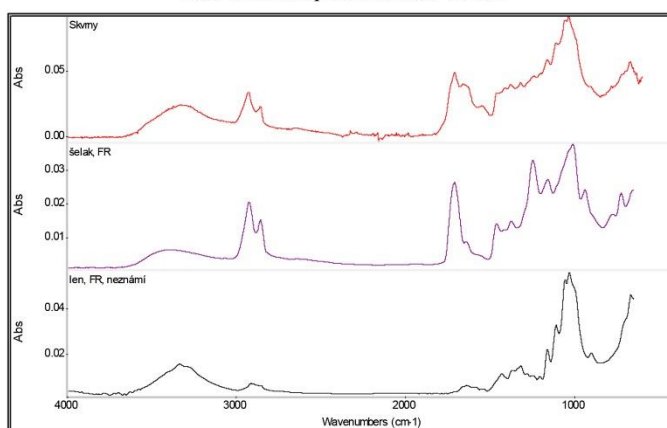


Obr. 68, 69 Optická mikroskopie, dokumentace vzorku, bílé světlo, UV fluorescence.

**Shrnutí:** Z dokumentace nábrusů vzorků vyplývá, že se vzorek zřejmě skládá z fragmentů vláken uvolněných z plátna a hnědé poloprůhledné organické hmoty s intenzivní žlutou UV fluorescencí. Lze předpokládat, že hmota většinou obsahuje terpenické pryskyřice, může obsahovat příměs vysychavých olejů a/nebo bílkovin. Ve FTIR spektrech se vyskytují pásy polysacharidů, jejichž zdrojem budou fragmenty vláken.



Obr. 70 FTIR spektra úlomků vzorku.



Obr. 71 FTIR spektrum vzorku 10217/Vz.07 (červená linka) a FTIR spektra standardů: terpenické pryskyřice (fialové spektrum, šelak) a polysacharidů (černé spektrum, len).

### ZÁVĚR<sup>3</sup>

Předmětem průzkumu byly vzorky odebrané z oltářního obrazu s motivem sv. Barbory. Průzkum byl zaměřen na stratigrafii a materiálové složení malby (10211/Vz.01, 10212/Vz.02, 10215/Vz.05, 10216/Vz.06), zkoumány byly také předpokládané bílé povlaky/zákaly na povrchu vybraných úlomků vzorků (10211/Vz.01, 10212/Vz.02, 10216/Vz.06). Dále bylo studováno vláknové složení textilní podložky (10213/Vz.03, 10214/Vz.04) a složení hnědých skvrn na rubové straně obrazu (10217/Vz.07). K průzkumu nábrusů vrstevnatých vzorků i povrchů vybraných úlomků byly využity metody optické mikroskopie (OM) a skenovací elektronové mikroskopie s prvkovou mikroanalýzou (SEM/EDX). Průzkumem zjištěné informace jsou podrobně uvedeny spolu s fotografickou dokumentací vzorků a jejich nábrusů ve výsledcích průzkumu výše (str. 12–16 a 4–9). Za účelem identifikace pojiv a techniky malby byl vzorek 10215/Vz.05 externě analyzován infračervenou mikrospektroskopií ( $\mu$ -FTIR, technika ATR, Příloha II). Vláknové složení textilní podložky bylo určeno na základě mikroskopického zkoumání, vybarvovacího testu s roztokem fluoroglučinu a zkoušky směru stáčení vláken při vysychání (str. 10, 11). Materiál skvrny (vzorek 10217/Vz.07) byl analyzován metodou infračervené spektroskopie (FTIR) technikou ATR.

#### Plátno (10213/Vz.03, 10214/Vz.04)

Z průzkumu vyplynulo, že jsou horizontální nitě zřejmě vyrobeny ze lnu. Nebylo přesně zjištěno, z jakého materiálu jsou vertikální nitě, nejspíše se jedná o len, případně směs lněných vláken s konopnými či jutou.

#### Celková výstavba malby, pojiva (10211/Vz.01, 10212/Vz.02, 10215/Vz.05, 10216/Vz.06)

Na spodní straně vzorků se vyskytují vlákna uvolněná z plátna a fragmenty organické vrstvy, která se vyznačuje okrovým někdy až nahnědlým odstínem a intenzivní převážně modrou UV fluorescencí. Z průzkumu vzorku 10215/Vz.5 metodou  $\mu$ FTIR vyplynula, že je tato vrstva převážně tvořena terpenickými pryskyřicemi.

Malba je nanesena na bolusovém podkladu, který kromě červené hlínky obsahuje relativně větší množství křemenných, případně jiných silikátových zrn. Pojivo bolusového podkladu je na bázi vysychavých olejů a nelze jednoznačně určit, zda nejsou jeho součástí terpenické pryskyřice.

Následují barevné, případně lazurní vrstvy malby, jejichž sled a složení jsou shrnuty v následujících odstavcích. Na základě  $\mu$ FTIR analýz vrstvy malby vzorku 10215/Vz.5 lze předpokládat, že je malba pojena mastnou temperou, obsahuje vysychavé oleje a příměs bílkovin.

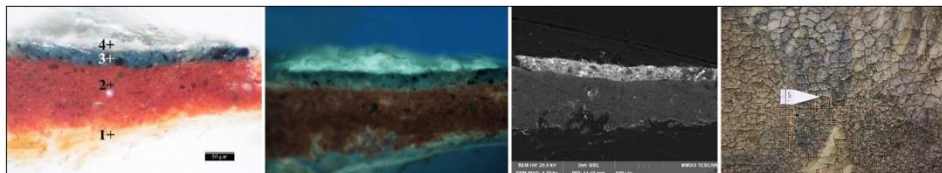
Na povrchu vzorků se vyskytují průhledné a zřejmě také poloprůhledné vrstvy, které jsou dochované v různé míře, nevyskytují se na všech vzorcích kompletně a jsou velmi degradované – ve větší či menší míře krakelované až drolicí se. Nejprve jsou to fragmenty zřejmě lakové vrstvy (10215/Vz.05, 10216/Vz.06), následuje nesouvislá zřejmě poloprůhledná převážně organická vrstva s oranžovým/červeným odstínem (10215/Vz.05, 10216/Vz.06, fragment na 10212/Vz.02) obsahující olovnaté pigmenty, tato vrstva nebyla blíže specifikována. Na všech vzorcích se vyskytuje předpokládaná laková vrstva s intenzivní modrou až modro-žlutou UV fluorescencí. Tento lak je zřejmě na bázi terpenických pryskyřic, může obsahovat bílkoviny.

Povrch laku, ale také malba v odhalených částech bez laku jsou v různé míře pokryty mikrobiologickým napadením, jehož případnou aktivitu nelze dostupnými metodami určit. Z průzkumu předpokládaných bílých povlaků/zákalů vyplynulo, že se bílé povlaky vyskytují na odhalené malbě (10211/Vz.01, 10216/Vz.06), jsou produkty degradace (síraný, sloučeniny olova) a jejich složení závisí do jisté míry na složení malby. Bývají doprovázeny mikrobiologickým napadením, které se na jejich výskytu zřejmě podílí. Dalším důvodem zesvětlení malby je zřejmě krakelovatění a delaminace v lakových vrstvách (10215/Vz.05). Nelze odhadnout, do jaké míry má na tyto fenomény vliv mikrobiologického napadení.

<sup>3</sup> Šimůnková E., Bayerová T. Pigmenty. STOP. Praha 2014. ISBN 978-80-86657-17-2.

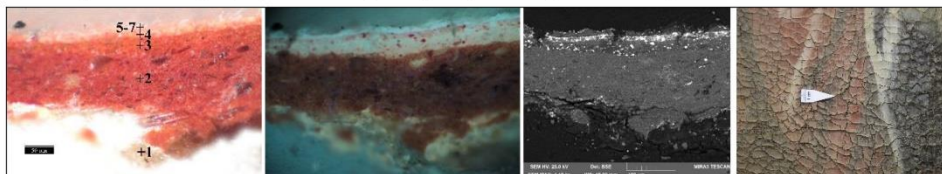
Stratigrafie a složení jednotlivých vrstevnatých vzorků

**Modrá malba (10211/Vz.01):** Modrá malba (3) obsahuje olovnatou bělobu, pruskou modř, uhličitán vápenatý a velmi malou příměs železité červeně, umbrý, rumělký, kostní černi, zřejmě zelené hlinky a červeného lakového pigmentu na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém, dále bylo zaznamenáno zrno neapolské žluti. Následuje poloprůhledná/bělavá zřejmě degradovaná laková vrstva (4). Na povrchu vzorku se vyskytují fragmenty s nečistotami a/nebo produkty degradace malby (5).



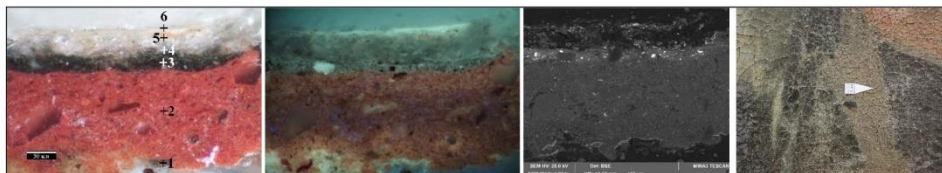
Obr. 72, 73 Optická mikroskopie, bílé světlo, UV fluorescence. Obr. 74 SEM, BSE. Obr. 75 Odběr vzorku.

**Červená malba (10212/Vz.02):** Červená malba (3) i následující světle červená vrstva malby (4) obsahují olovnatou bělobu, rumělký, uhličitán vápenatý, malé množství červeného lakového pigmentu na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém a železité červeně. Následuje nejprve nesouvislá poloprůhledná vrstva (5) s intenzivní modrou UV fluorescencí s červeným lakovým pigmentem na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém, dále potom fragmenty laku s intenzivní modrou UV fluorescencí (6). Na povrchu se vyskytují tenké fragmenty depozitů či produktů degradace (7).



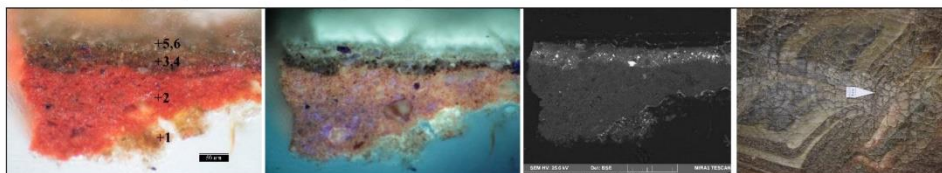
Obr. 76, 77 Optická mikroskopie, bílé světlo, UV fluorescence. Obr. 78 SEM, BSE. Obr. 79 Odběr vzorku.

**Tmavá malba (10215/Vz.05):** Tmavá malba (3) obsahuje zelenou hlinký, uhličitán vápenatý, olovnatou bělobu, rumělký, železitou červeň, umbru, zřejmě příměs neapolské žluti, která může být odbarvená. Není jednoznačné, zda je malba (3) složena se dvou obdobných vrstev, v tom případě by byla horní vrstva obohacena o zem zelenou. Následuje zřejmě degradovaná laková vrstva (4), dále potom vrstva s oranžovým odstínem (5) a lak (6) s intenzivní modrou/modro-žlutou UV fluorescencí.



Obr. 80, 81 Optická mikroskopie, bílé světlo, UV fluorescence. Obr. 82 SEM, BSE. Obr. 83 Odběr vzorku.

**Tmavá malba (10216/Vz.06):** Tmavá malba (3) je složena ze dvou hnědých vrstev. Spodní vrstva (3) obsahuje železité pigmenty (červený, žlutý, hnědý), umbru, rumělký, uhličitán vápenatý, olovnatou bělobu a kostní černi. Vrchní hnědá malba (4) obsahuje uhličitán vápenatý, železité pigmenty (červený, žlutý, hnědý), křemenná a jiná silikátová zrna. Následují dvě organické průhledné zřejmě lakové vrstvy (5, 6), vrchní lak se vyznačuje intenzivní modrou až modro-žlutou UV fluorescencí.



Obr. 84, 85 Optická mikroskopie, bílé světlo, UV fluorescence. Obr. 86 SEM, BSE. Obr. 87 Odběr vzorku.

Skvrna na rubové straně obrazu (10217/Vz.07)

Z průzkumu metodou FTIR vyplynulo, že je materiál hnědé skvrny tvořen zejména terpenickou pryskyřicí. Nelze vyloučit, že obsahuje příměs vysychavých olejů nebo proteinů. Skvrna se vyznačuje intenzivní žlutou až okrovou UV fluorescencí.

Přehled pigmentů (plniv) a přibližná doba počátku jejich využití ve výtvarné tvorbě

Bílá, průhledná: uhličitan vápenatý ( $\text{CaCO}_3$ ), olovnatá běloba ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ ), křemenná a jiná silikátová zrna

Žlutá: železitá žlut' ( $\text{FeO(OH)}$ ), neapolská žlut' ( $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$ , „1630“)

Červená, oranžová: železitá červeň ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), rumělka ( $\text{HgS}$ ), červený lakový pigment na substrátu oxidu/hydroxidu hlinitém, nelze vyloučit suřík ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )

Modrá: pruská modř ( $\text{Fe}_4[\text{Fe(CN)}_6]_3$ , 1724)

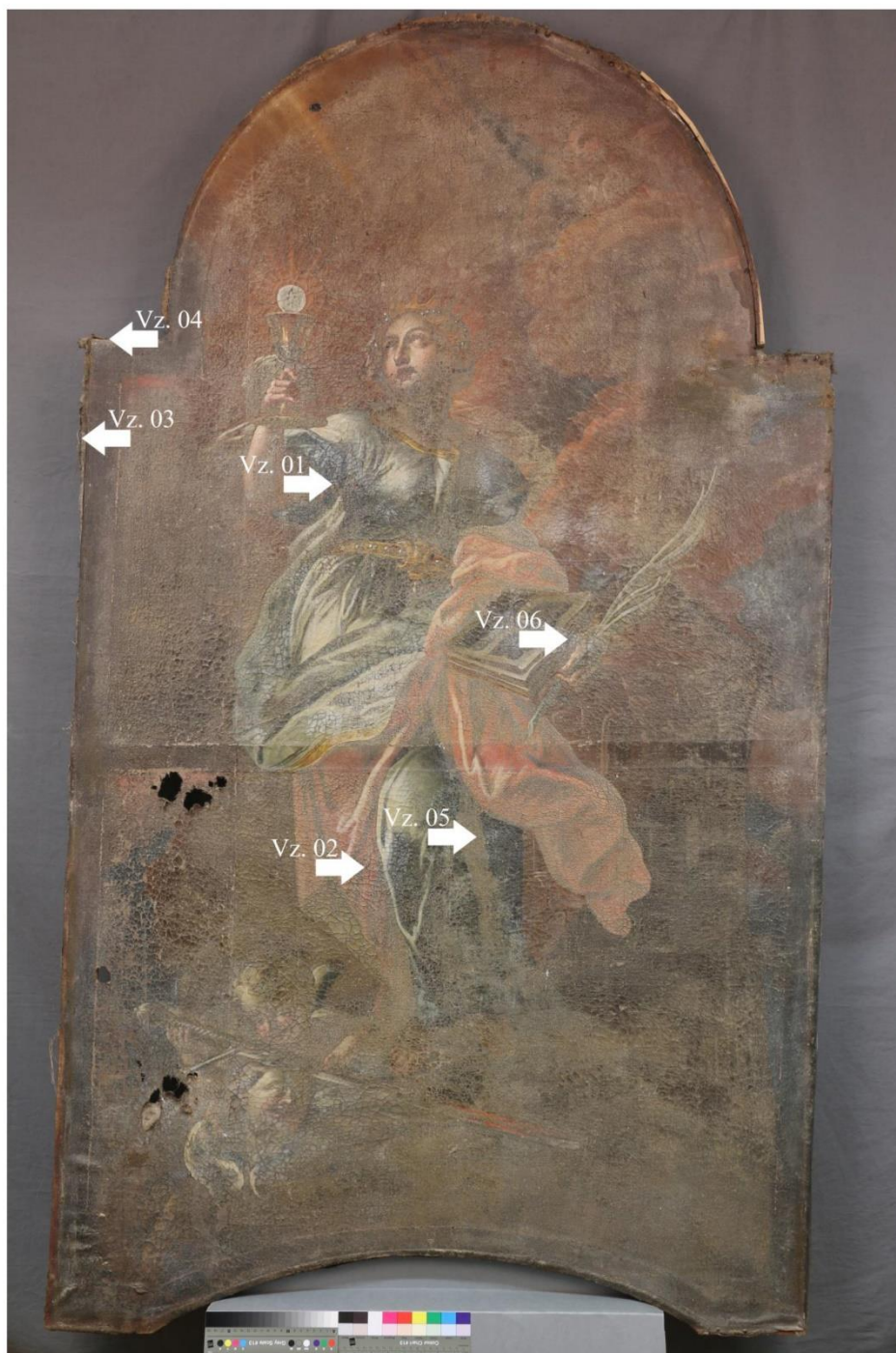
Zelená: zem zelená (jilové minerály/křemičitany železité a železnaté)

Hnědá: umbra ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2$ )

Černá: kostní čern' ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )

PŘÍLOHA – FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE MÍST ODBĚRŮ VZORKŮ

Autor fotografií a zákresu: J. Pečinka



Obr. 88 Lokalizace odběru vzorků na díle.



**Obr. 89** Lokalizace odběru vzorku 10211 / Vz.01, detail.



**Obr. 90** Lokalizace odběru vzorku 10212 / Vz.02, detail.

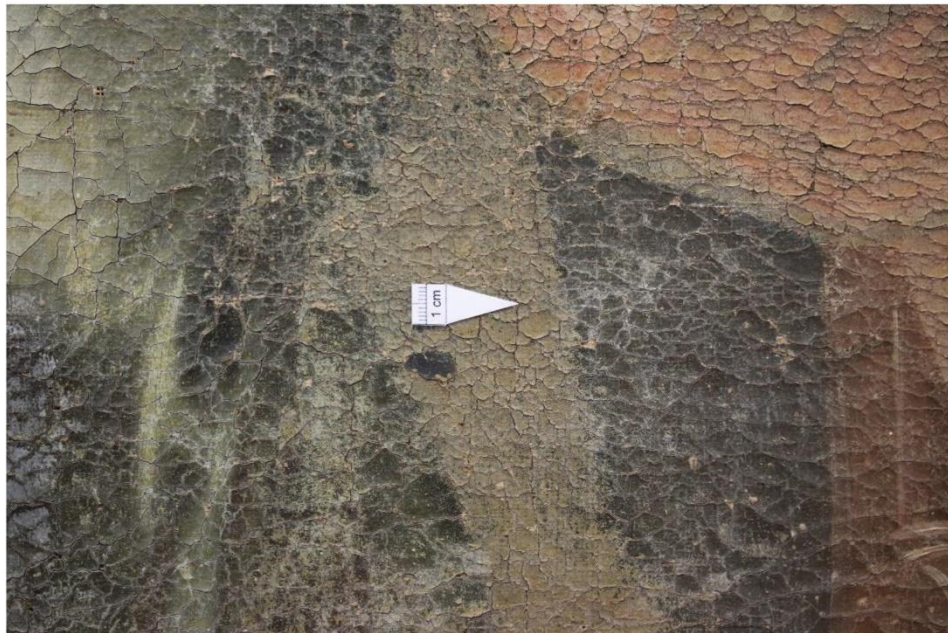


**Obr. 91** Lokalizace odběru vzorku 10213 / Vz.03, detail.



**Obr. 92** Lokalizace odběru vzorku 10214 / Vz.04, detail.





**Obr. 93** Lokalizace odběru vzorku 10215 / Vz.05, detail.



**Obr. 94** Lokalizace odběru vzorku 10216 / Vz.06, detail.



NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM

Oddělení preventivní konzervace

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

ZADAVATEL: FR UPCE - Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.

ODBĚR – LOKALITA: obraz sv. Barbora Radomyšl – J. Pečinka

Č. AKCE / Č. VZORKU: 06/21/24

POPIS VZORKŮ A MÍSTA ODBĚRU: vzorek 10215/Vz.5 – volný vzorek

POŽADOVANÉ STANOVENÍ: materiálová analýza

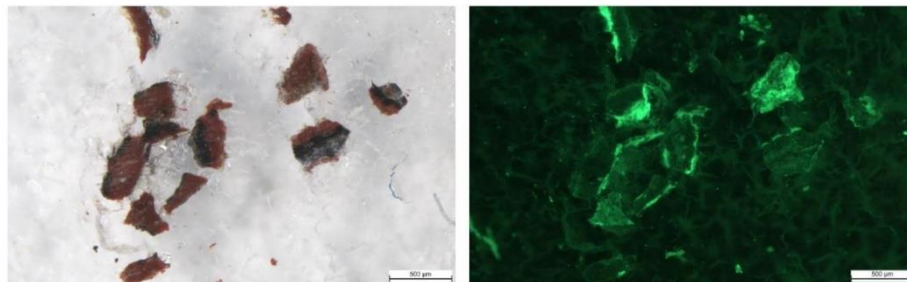
## PROTOKOL

### POSTUP:

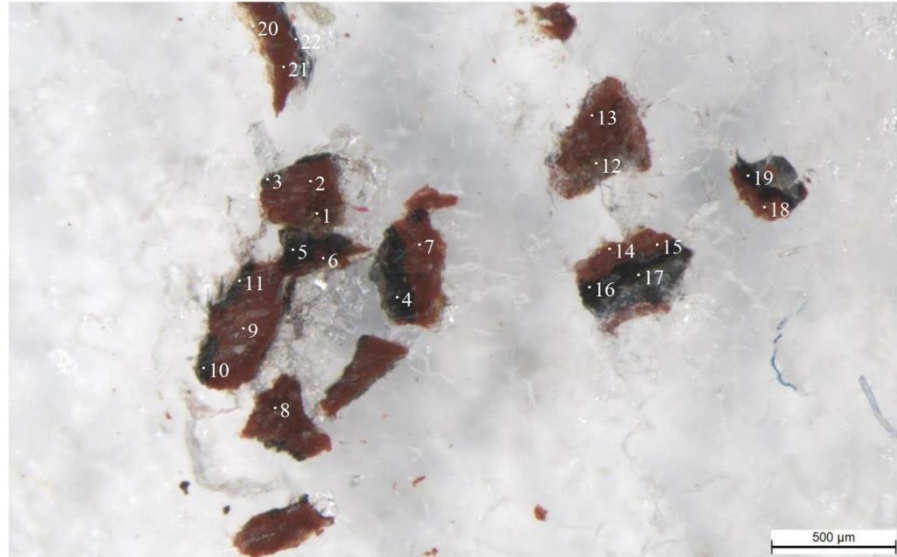
**Materiálová analýza:** Vzorek 10215/Vz.5, odebraný z obrazu sv. Barbory, byl zalisován do tablety z bromidu draselného a pozorován pod stereomikroskopem Leica M165FC pod viditelným a ultrafialovým světlem. Jednotlivé vrstvy vzorku byly analyzovány FTIR spektrometrií na FTIR spektrometru Nicolet iN10 MX technikou mikro-ATR/germanium. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází.

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

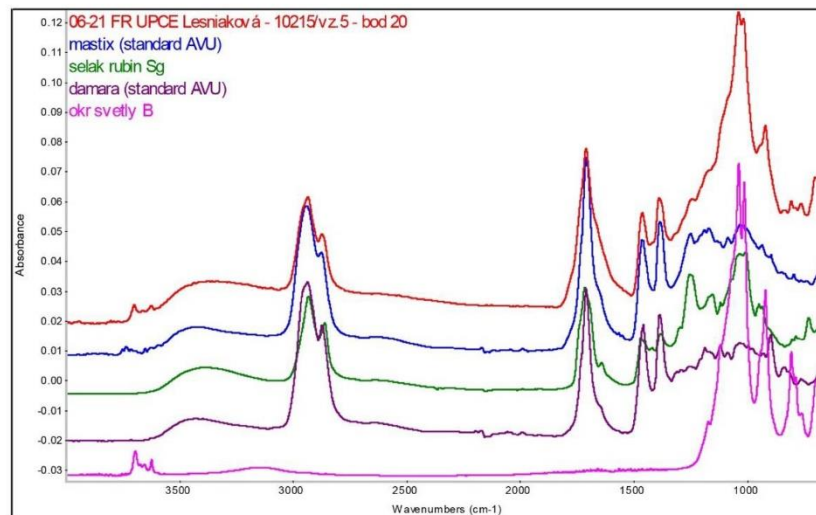
Obr. 1: Mikroskopické snímky úlomků vzorku 10215/Vz.5 zalisovaných do tablety z bromidu draselného pod viditelným (vlevo) i ultrafialovým světlem (vpravo). Měřítka je vloženo.



Obr. 2: Místa analýz vzorku 10215/Vz.5 v tabletě z bromidu draselného.

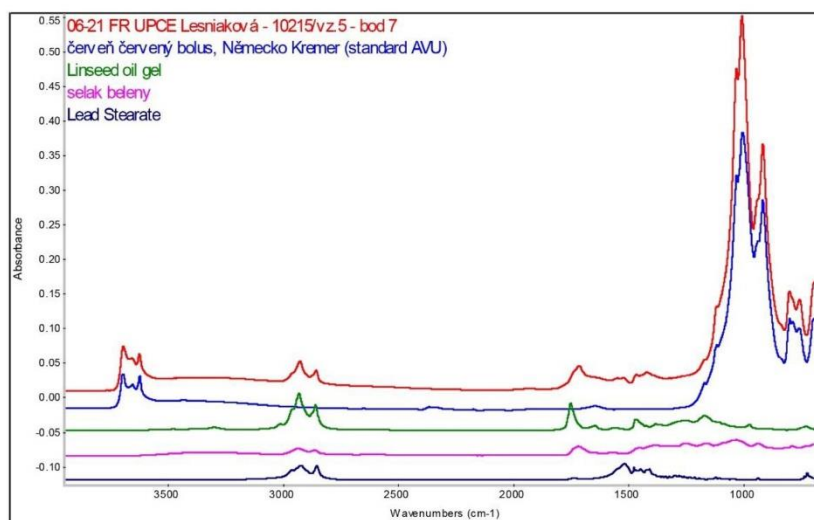


Obr. 3: FTIR spektrum vzorku 10215/Vz.5 v bodě 20 (v oblasti výraznější UV fluorescence) společně se spektry standardů – ve spektru byl identifikován pigment na bázi hlinitokřemičitanu (např. okry) a terpenická pryskyřice. Spektru nejvíce vyhovuje spektrum mastixu.

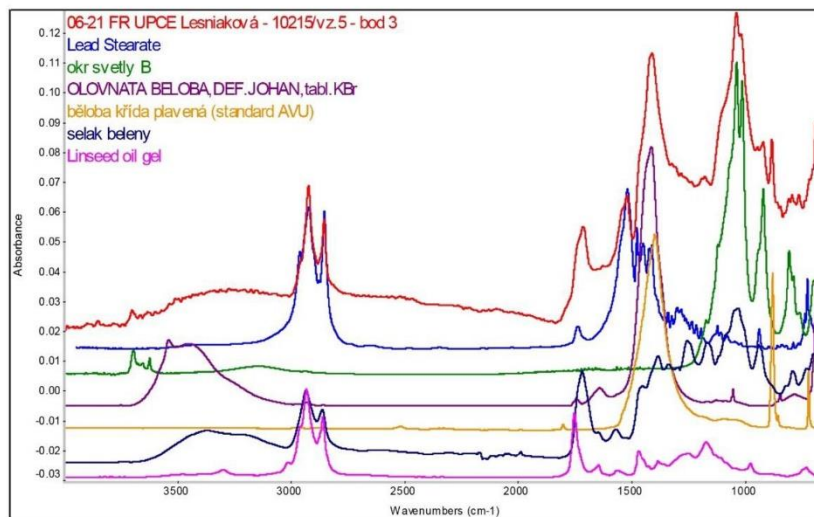


2

Obr. 4: FTIR spektrum bolusového podkladu vzorku 10215/Vz.5, měřeného v bodě 7 společně se spektry standardů – ve spektru byl identifikován pigment na bázi hlinitokřemičitanu (např. okry), olej (včetně jeho degradačních produktů – stearátů) a není vyloučena ani přítomnost terpenická pryskyřice. Identická spektra byla naměřena v bodech 2, 9, 14, 21 a 22.

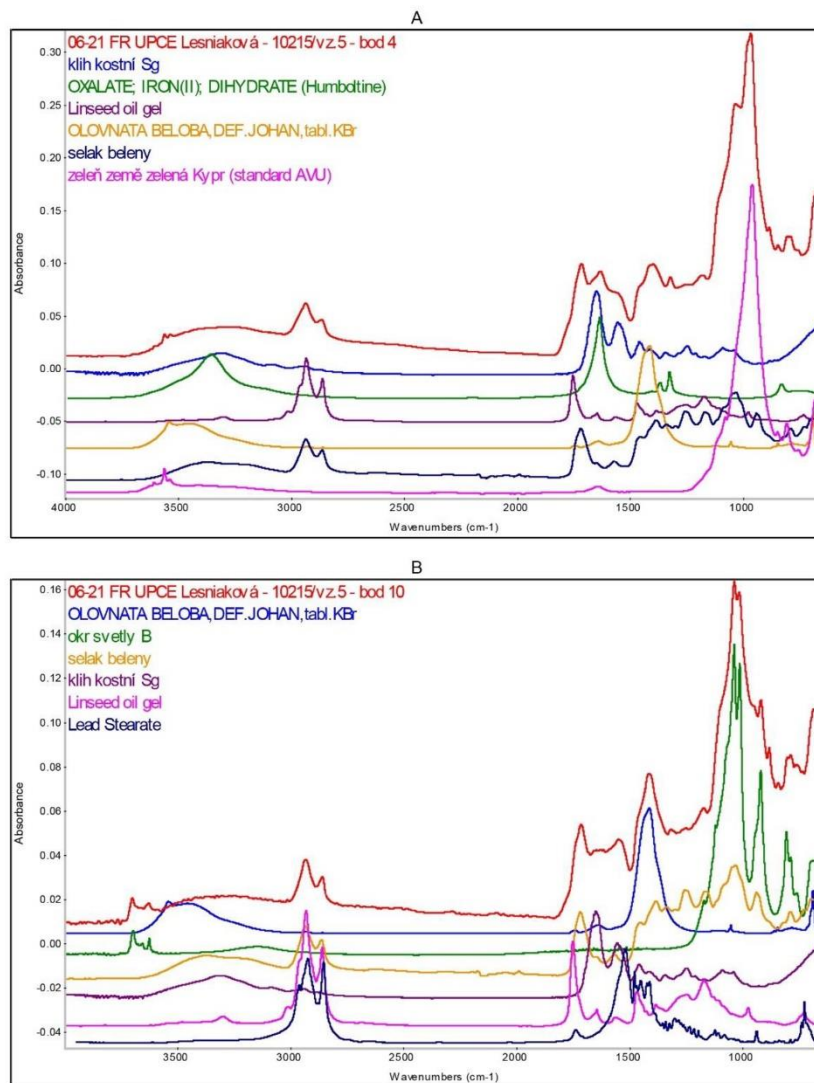


Obr. 5: FTIR spektrum vzorku 10215/Vz.5 v bodě 3 (vrstva malby) společně se spektry standardů – ve spektru byl identifikován pigment na bázi hlinitokřemičitanu, olovnatá běloba a křída, které byly pravděpodobně pojeny olejem. Ve spektru lze identifikovat i degradační produkty oleje (stearáty). Vrstva obsahuje i terpenickou pryskyřici.

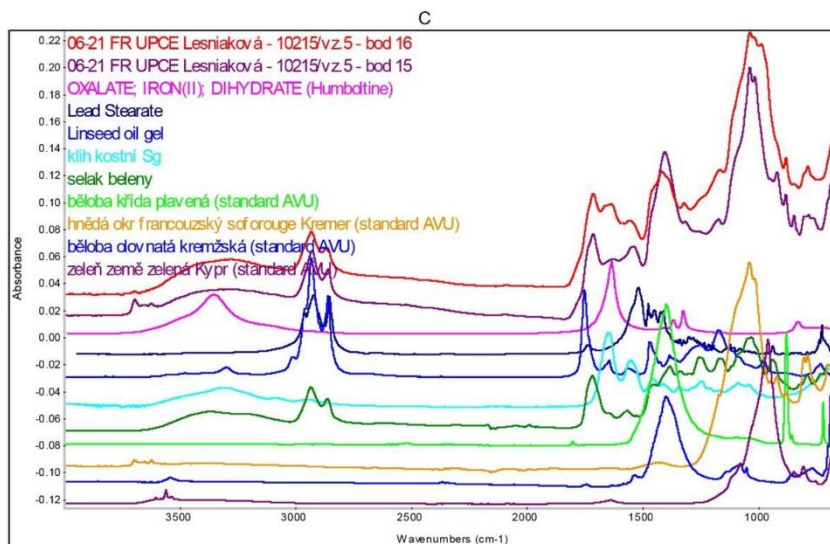


3

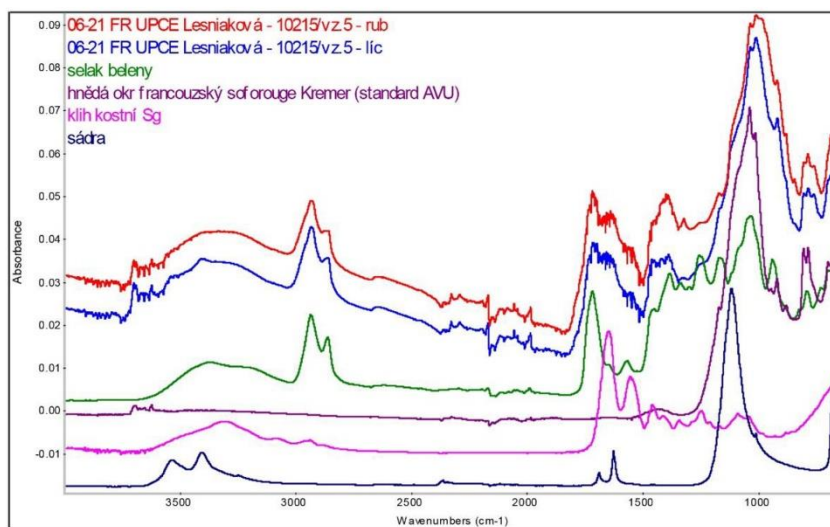
Obr. 6: FTIR spektra vzorku 10215/Vz.5 v bodech 4, 5, 10, 15 a 16 (vrstva malby) společně se spektry standardů – oproti spektru v bodě 3 (Obr. 5) je zde obsaženo pojivo bílkovinné povahy. Pravděpodobně se tedy jedná o velmi mastnou temperu (směs oleje s proteinem). Přítomnost oleje potvrzují i pásy degradačních produktů oleje (stearáty a oxaláty). Spektra dále obsahují minerální běloby – olovnatá běloba, křída, boloňská křída; a minerální pigmenty na bázi hlinitokřemičitanu (okry, země zelená). Ve všech spektrech jsou i spektrální pásy terpenické pryskyřice.



4



Obr. 7: FTIR spektra rubové a líčové strany vzorku 10215/Vz.5 společně se spektry standardů – ve spektech lze identifikovat pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů a pojivo bílkovinné povahy (ve spektru uveden standard klišu). Rubová i líčová strany vzorku je prosycena terpenickou pryskyřicí. Ve spektru líčové strany lze navíc identifikovat boloňskou křídou (sádru).





NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM

**Oddělení preventivní konzervace**

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

**ZÁVĚR:**

Vzorek 10215/Vz.5 sestává ze tří až čtyř vrstev – spodní vrstva je tvořena terpenickou pryskyřicí (mohlo by se jednat o zbytky nažehlovací směsi), navazuje na ní podložní bolusová vrstva, pojená olejem, a pohledová vrstva malby, pojená pravděpodobně velmi mastnou temperou (směs oleje s bílkovinným pojivem). Všechny vrstvy obsahují terpenickou pryskyřici (pravděpodobně se jedná o kontaminaci v důsledku nažehlení). Bolusová vrstva obsahuje červenohnědý minerální pigment na bázi aluminosilikátu. Ve vrstvách malby byly identifikovány minerální pigmenty – běloby (olovnatá běloba, křída, boloňská křída – sádra) a dále pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů (okry, země zelená). Lokálně je malba kryta lakem terpenické povahy.

Detailní popisy jsou uvedeny u jednotlivých spekter.

V Praze, 26. 1. 2021

  
RNDr. Eva Svobodová, Ph.D.

  
Ing. Ivana Kopecká  
oddělení preventivní konzervace NTM

## 12.2 Mikrobiologické zkoušky I

doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D.  
mikrobiolog

### MIKROBIOLOGICKÉ ZKOUŠKY

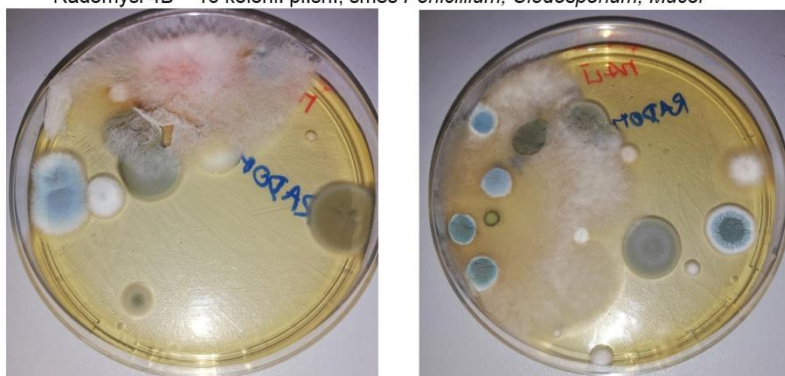
<b>Místo odběru:</b> Sv. Barbora, Radomyšl (Jiří Pečinka) Fakulta restaurování Univerzity Pardubice <b>Mgr. art. Luboš Machačko</b>	<b>Materiál:</b> Stěry provedeny sterilním vatovým tampónem, na dřevěné špejli
--	--

**Datum provedení:** začátek mikrobiologické analýzy 20. 11. 2020  
výsledky odeslány 14. 12. 2020

#### Provedené zkoušky:

Pomocí sterilních vatových tampónů byly provedeny stěry části analyzovaných předmětů. Částice získané tímto způsobem byly přeneseny roztěrem na povrch kultivační půdy MALT. Inkubace probíhala 5 dní při laboratorní teplotě. Případné nakultivované kolonie mikroorganismů (plísni a bakterií) byly přeočkovány na další živnou půdu a identifikovány pomocí makroskopických a mikroskopických morfologických znaků.

**Výsledky:** Radomyšl 4A – 12 kolonií plísni, směs *Penicillium*, *Fusarium*, *Cledosporium*  
Radomyšl 4B – 16 kolonií plísni, směs *Penicillium*, *Cledosporium*, *Mucor*



**Závěr:** Doporučuji desinfekční zásah.

**Datum:** 14. 12. 2020

**Podpis:** doc. Ing. Marcela Pejchalová,  
Ph.D.



## 12.3 Mikrobiologické zkoušky II

doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D.  
mikrobiolog

### MIKROBIOLOGICKÉ ZKOUŠKY

<b>Místo odběru: Jiří Pečínka</b> Sv. Barbora, Radomyšl, kontrolní stěr po desinfekci Fakulta restaurování Univerzity Pardubice	<b>Materiál:</b> Stěry provedeny sterilním vatovým tampónem, na dřevěné špejli
--	--

**Datum provedení:** odběr 9. 2. 2021; začátek mikrobiologické analýzy 1. 3. 2021

**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 byla zjištěna pouze 1 kolonie plísně rodu *Cladosporium*.

**Závěr:** není potřeba provádět desinfekční zásah

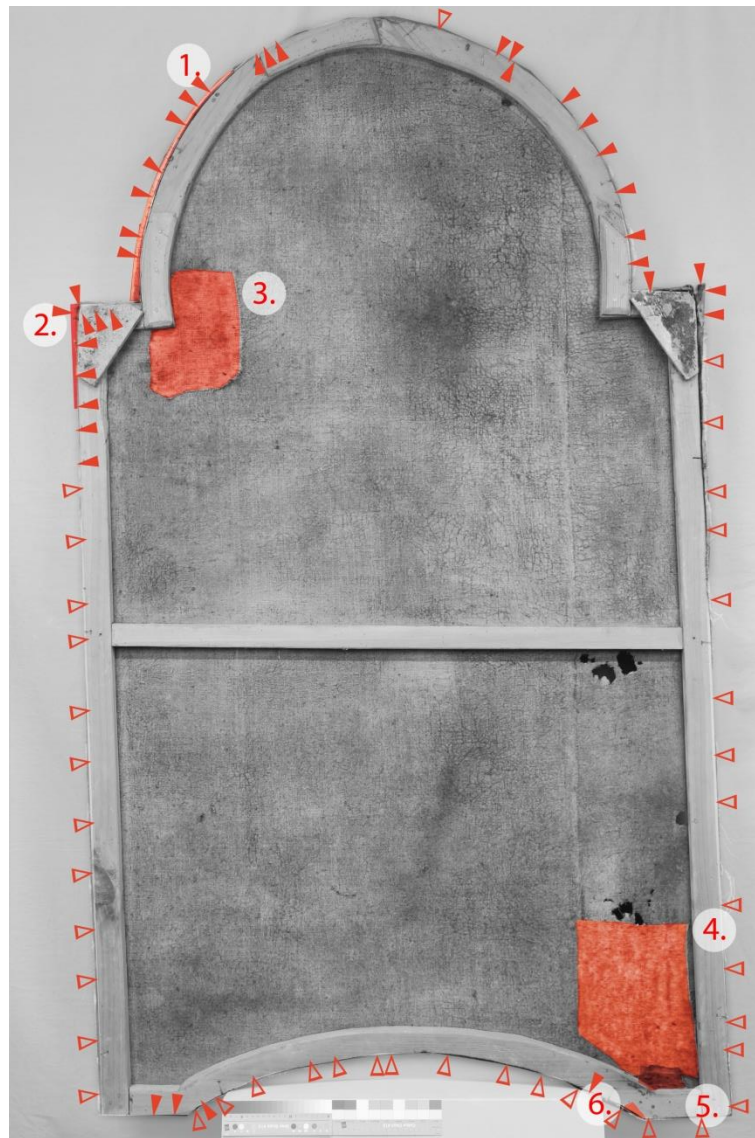
**Datum:** 8. 3. 2021

**Podpis:** doc. Ing. Marcela Pejchalová,  
Ph.D.

### 13 Seznam grafických příloh

Není-li napsáno jinak, autorem všech vyobrazení je autor diplomové práce.

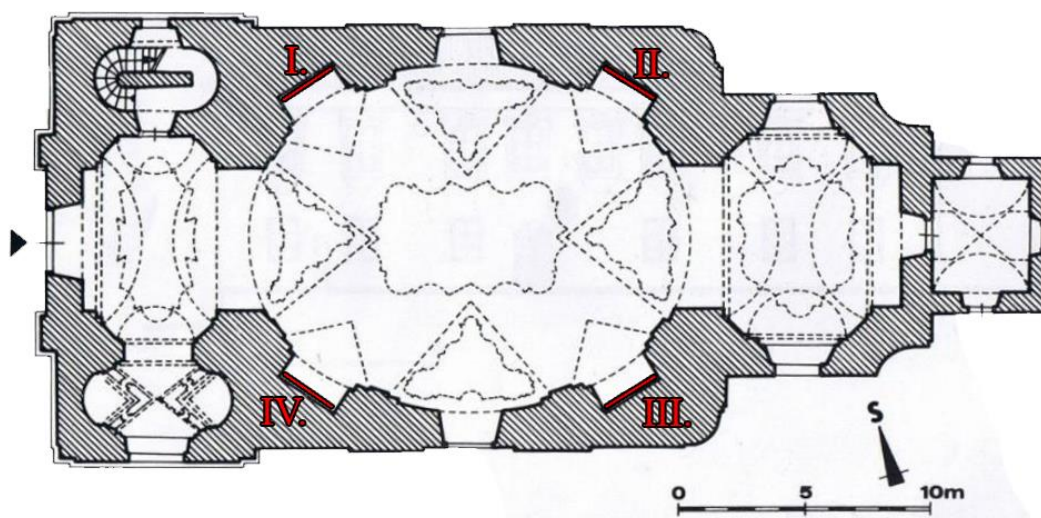
Obr. 1 Grafické zaznačení hřebů a fragmentů, rub .....	75
Obr. 2 Grafické zaznačení bočních oltářních obrazů kostela sv. Jana Křtitele (autorem upravený grafický nákres) In: LIFKA, Bohumír 1993, s. 195.....	76
Obr. 3 Grafické znázornění defektů a švů plátěné podložky, líc .....	77
Obr. 4 Grafické znázornění defektů v plátěné podložce, líc, detail, pravý horní roh .....	78
Obr. 5 Grafické znázornění defektů a švů v plátěné podložce, líc, detail, levý dolní roh .....	78
Obr. 6 Grafické znázornění tmelů, líc .....	79
Obr. 7 Grafické znázornění tmelů, líc, detail .....	80
Obr. 8 Grafické znázornění tmelů, líc, detail, levý dolní roh.....	80



Obr. 1 Grafické označení hřebů a fragmentů, rub

Legenda pro Obr. 1, popisováno z rubové strany:

1. Dřevěný klín se zbytky přemalby, oblouk, vlevo nahoře.
  2. Dřevěný klín se zbytky přemalby, levý horní roh.
  3. Textilní záplata, plátňová vazba, levý horní roh.
  4. Textilní záplata, keprová vazba, pravý dolní roh.
  5. Textilní záplata, plátňová vazba, pravý dolní roh.
  6. Fragment originální textilie, pravý dolní roh.
- △ Původní hřeby.  
 ▲ Hřeby z předchozích úprav.



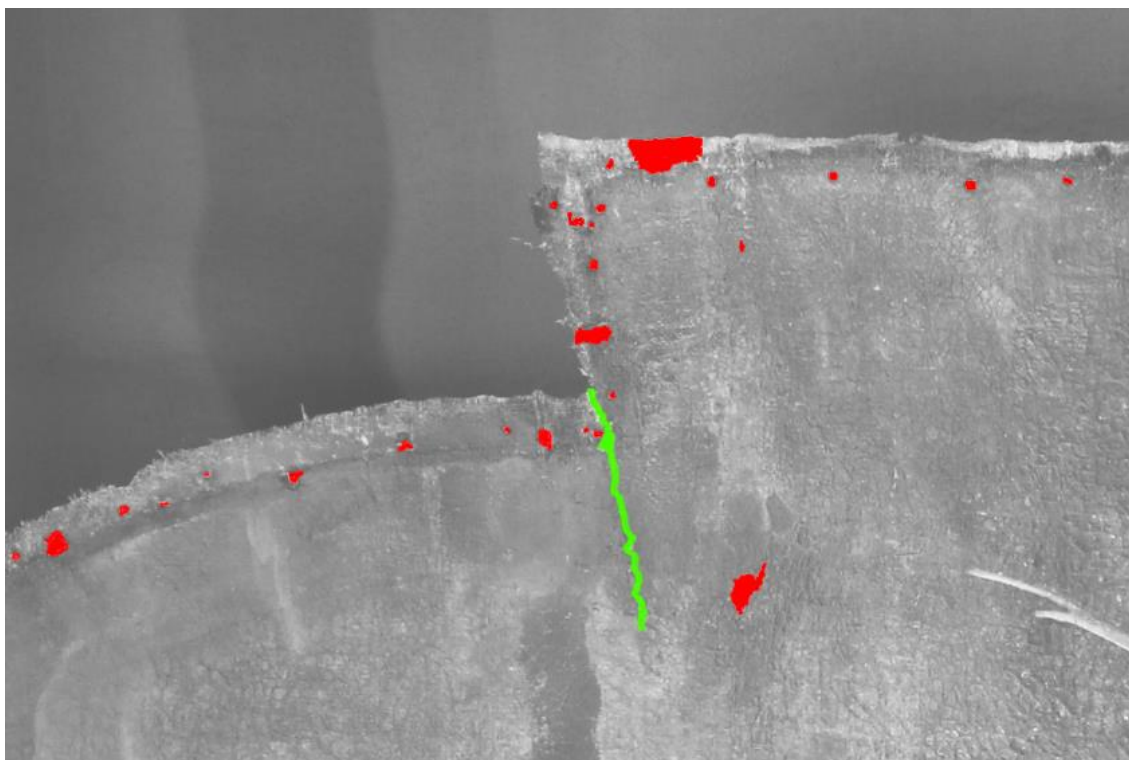
Obr. 2 Grafické zaznačení bočních oltářních obrazů kostela sv. Jana Křtitele (autorem upravený grafický nákres) In: LIFKA, Bohumír 1993, s. 195.

Legenda pro Obr. 2:

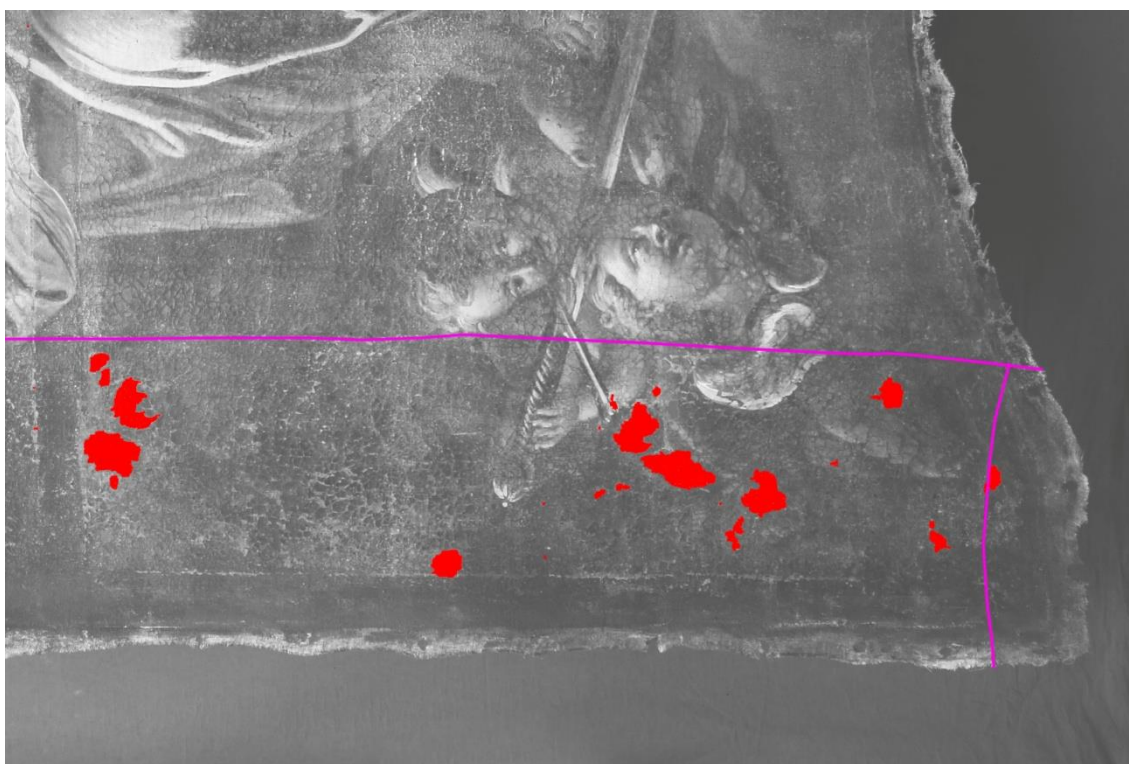
- I. sv. Jan Nepomucký
- II. Umučení Páně
- III. Panna Marie Neposkvrněná
- IV. sv. Barbora



Obr. 3 Grafické znázornění defektů a švů plátěné podložky, líc



Obr. 4 Grafické znázornění defektů v plátěné podložce, líc, detail, pravý horní roh



Obr. 5 Grafické znázornění defektů a švů v plátěné podložce, líc, detail, levý dolní roh

Legenda pro Obr. 3–5:

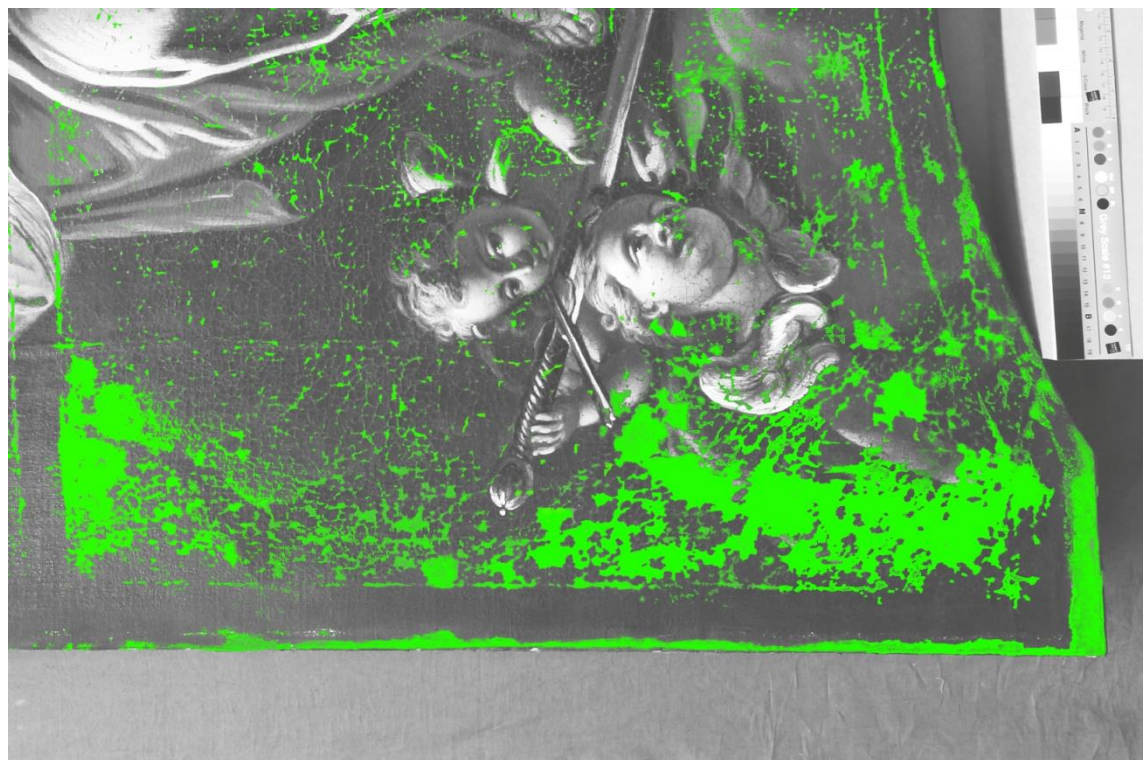
■ intarzie ■ velká horní intarzie ■ švy ■ trhlina



Obr. 6 Grafické znázornění tmelů, líc



Obr. 7 Grafické znázornění tmelů, líc, detail



Obr. 8 Grafické znázornění tmelů, líc, detail, levý dolní roh



## 14 Seznam obrazových příloh

Není-li napsáno jinak, autorem všech vyobrazení je autor diplomové práce.

Obr. 9 Stav před restaurováním, líc, rozptýlené světlo .....	85
Obr. 10 Stav před restaurováním, rub, rozptýlené světlo.....	86
Obr. 11 Stav před restaurováním, líc, UV luminiscence.....	87
Obr. 12 Stav před restaurováním, rub, UV luminiscence .....	87
Obr. 13 Stav před restaurováním, detail tváře, rozptýlené světlo .....	88
Obr. 14 Stav před restaurováním, detail tváře, UV luminiscence.....	88
Obr. 15 Stav před restaurováním, detail tváře, razantní boční nasvícení.....	88
Obr. 16 Stav před restaurováním, detail tváře, průsvit .....	88
Obr. 17 Stav před restaurováním, detail, oblouk, rozptýlené světlo .....	89
Obr. 18 Stav před restaurováním, detail, oblouk, UV luminiscence.....	89
Obr. 19 Stav před restaurováním, detail, horní roh, rozptýlené světlo .....	89
Obr. 20 Stav před restaurováním, detail, horní roh, UV luminiscence .....	89
Obr. 21 Stav před restaurováním, detail, bílý povlak, rozptýlené světlo .....	90
Obr. 22 Stav před restaurováním, detail, bílý povlak, UV luminiscence.....	90
Obr. 23 Stav před restaurováním, detail, andílci, rozptýlené světlo .....	90
Obr. 24 Stav před restaurováním, detail, andílci, UV luminiscence.....	90
Obr. 25 Stav před restaurováním, detail, dolní roh, rozptýlené světlo.....	91
Obr. 26 Stav před restaurováním, detail, dolní roh, razantní boční nasvícení .....	91
Obr. 27 Stav před restaurováním, rub, detail, dolní roh, rozptýlené světlo .....	91
Obr. 28 Stav před restaurováním, rub, detail, horní roh, rozptýlené světlo .....	91
Obr. 29 Stereomikrosnímek, bílý povlak a degradovaná laková vrstva, sekundární krakely .....	92
Obr. 30 Stereomikrosnímek, retuše, degradovaná laková vrstva.....	92
Obr. 31 Stereomikrosnímek, degradovaný lak, sonda mechanického sejmutí, sekundární krakely.....	92
Obr. 32 Stereomikrosnímek, perforace, ztráta barevných vrstev i textilní podložky, sekundární krakely .....	92
Obr. 33 Stereomikrosnímek, textilie, rub, černá skvrna .....	92
Obr. 34 Stereomikrosnímek, textilie, rub, pevný okraj.....	92
Obr. 35 Stav před restaurováním, líc, detail, vložené klíny v ozdobném rámu, rozptýlené světlo .....	93

Obr. 36 Stav před restaurováním, transport, rub, v ozdobném rámu, rozptýlené světlo.	93
Obr. 37 Stav před restaurováním, zkoušky snímání laků a stability barevných vrstev, rozptýlené světlo .....	94
Obr. 38 Stav před restaurováním, zkoušky snímání laků a stability barevných vrstev, UV fluorescence.....	94
Obr. 39 Datace na kostelní zdi za obrazem <i>sv. Barbora</i> v kostele sv. Jana Křtitele, Radomyšl .....	95
Obr. 40 LUX, František Julius. <i>sv. Jan Nepomucký</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Objevená signatura po redukci degradovaných lakových vrstev a povrchových nečistot. (foto: Eliška Pavlisová 2021).....	95
Obr. 41 LUX, František Julius. <i>Umučení páně</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po vytmelení a nalakování, líc. (foto: Aneta Ševčíková 2020).....	96
Obr. 42 LUX, František Julius. <i>Panna Marie Neposkvrněná</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po restaurování, líc. ....	96
Obr. 43 LUX, František Julius. <i>sv. Jan Nepomucký</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po restaurování, líc. (foto: Eliška Pavlisová 2022).....	97
Obr. 44 LUX, František Julius. <i>sv. Barbora</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po restaurování, líc.....	97
Obr. 45 Průběh restaurování, mechanické čištění rubové strany před desinfekcí, rozdíl očištěných ploch.....	98
Obr. 46 Průběh restaurování, aplikace ochranných přelepů z japonského papíru .....	98
Obr. 47 Průběh restaurování, zacelování perforací pod stereomikroskopem .....	99
Obr. 48 Průběh restaurování, průběh scelování perforace intarzií.....	99
Obr. 49 Průběh restaurování, snímání z napínacího rámu .....	100
Obr. 50 Průběh restaurování, rub, detail, pravý dolní roh, po sejmutí z rámu, usazené nečistoty, fragment oddělené originální textilní podložky.....	100
Obr. 51 Průběh restaurování, rub, po zacelení všech perforací a trhlin, rozptýlené světlo .....	101
Obr. 52 Průběh restaurování, rub, levý horní roh, po zacelení perforací a trhlin .....	102
Obr. 53 Průběh restaurování, rub, pravý dolní roh, po zacelení perforací a trhlin .....	102
Obr. 54 Průběh restaurování, aplikace roztoku BEVA 375 .....	103
Obr. 55 Průběh restaurování, dislokované fragmenty barevné vrstvy před konsolidací .....	103

Obr. 56 Průběh restaurování, po odstranění dislokovaných fragmentů barevné vrstvy před konsolidací .....	103
Obr. 57 Průběh restaurování, líc, pravý horní roh, po zacelení perforací, trhlin a po konsolidaci roztokem BEVA 375 .....	104
Obr. 58 Průběh restaurování, líc, levý dolní roh, po zacelení perforací, trhlin a po konsolidaci roztokem BEVA 375 .....	104
Obr. 59 Průběh restaurování, zkoušky snímání laků agarovými gely, rozptýlené světlo .....	105
Obr. 60 Průběh restaurování, zkoušky snímání laků agarovými gely, UV fluorescence .....	105
Obr. 61 Průběh restaurování, líc, průběh snímání laků a přemaleb, rozptýlené světlo.	106
Obr. 62 Průběh restaurování, líc, průběh snímání laků a přemaleb, UV fluorescence .	106
Obr. 63 Průběh restaurování, líc, detail, sv. Barbora, po snímání laků a přemaleb, rozptýlené světlo .....	107
Obr. 64 Průběh restaurování, líc, andílci, po snímání laků a přemaleb, rozptýlené světlo .....	107
Obr. 65 Průběh restaurování, líc, pravý horní roh, po snímání laků a přemaleb .....	108
Obr. 66 Průběh restaurování, líc, levý dolní roh, po snímání laků a přemaleb.....	108
Obr. 67 Průběh restaurování, rub, detail, horní oblouk, intarzie.....	109
Obr. 68 Průběh restaurování, rentoaláž na nízkotlakém perforovaném stole .....	109
Obr. 69 Průběh restaurování, tmelení .....	110
Obr. 70 Průběh restaurování, strukturace tmelů.....	110
Obr. 71 Průběh restaurování, líc, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	111
Obr. 72 Průběh restaurování, detail, oblouk, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	112
Obr. 73 Průběh restaurování, líc, detail, sv. Barbora, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	112
Obr. 74 Průběh restaurování, líc, detail, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	113
Obr. 75 Průběh restaurování, líc, andílci, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	113
Obr. 76 Průběh restaurování, detail, pravý horní roh, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	114

Obr. 77 Průběh restaurování, detail, levý dolní roh, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo .....	114
Obr. 78 Stav před restaurováním, líc, rozptýlené světlo .....	115
Obr. 79 Stav po restaurování, líc, rozptýlené světlo .....	116
Obr. 80 Stav před restaurováním, rub, rozptýlené světlo.....	117
Obr. 81 Stav po restaurování, rub, rozptýlené světlo.....	117
Obr. 82 Stav před restaurováním, líc, detail, oblouk, rozptýlené světlo .....	118
Obr. 83 Stav po restaurování, líc, detail, oblouk, rozptýlené světlo .....	118
Obr. 84 Stav před restaurováním, detail, sv. Barbora, rozptýlené světlo.....	119
Obr. 85 Stav po restaurování, detail, sv. Barbora, rozptýlené světlo .....	119
Obr. 86 Stav před restaurováním, líc, pravý horní roh, rozptýlené světlo .....	120
Obr. 87 Stav po restaurování, líc, pravý horní roh, rozptýlené světlo .....	120
Obr. 88 Stav před restaurováním, líc, detail, rozptýlené světlo .....	121
Obr. 89 Stav po restaurování, líc, detail, rozptýlené světlo .....	121
Obr. 90 Stav před restaurováním, líc, detail, andílci, rozptýlené světlo .....	122
Obr. 91 Stav po restaurování, líc, detail, andílci, rozptýlené světlo .....	122
Obr. 92 Stav před restaurováním, líc, levý dolní roh, rozptýlené světlo.....	123
Obr. 93 Stav po restaurování, líc, levý dolní roh, rozptýlené světlo.....	123
Obr. 94 Stav po restaurování, fragmenty uložené v ochranném boxu .....	124

## 14.1 Fotografie stavu před restaurováním a průzkumové fotografie



Obr. 9 Stav před restaurováním, líc, rozptýlené světlo



Obr. 10 Stav před restaurováním, rub, rozptýlené světlo



Obr. 11 Stav před restaurováním, líc, UV luminiscence



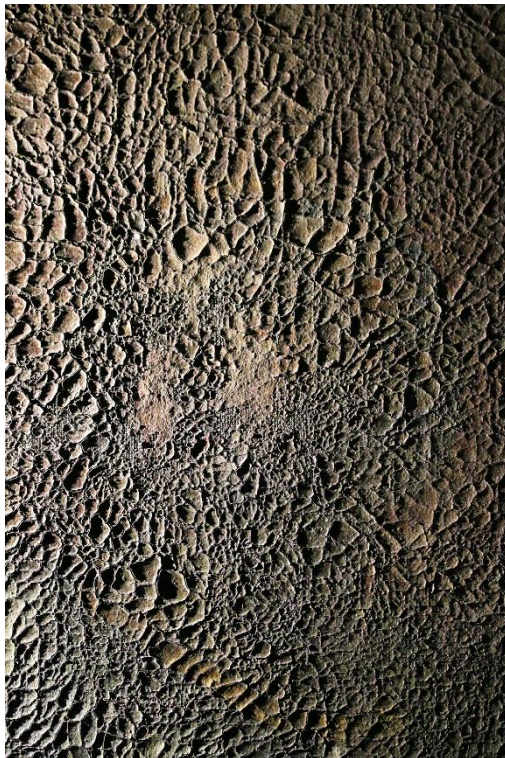
Obr. 12 Stav před restaurováním, rub, UV luminiscence



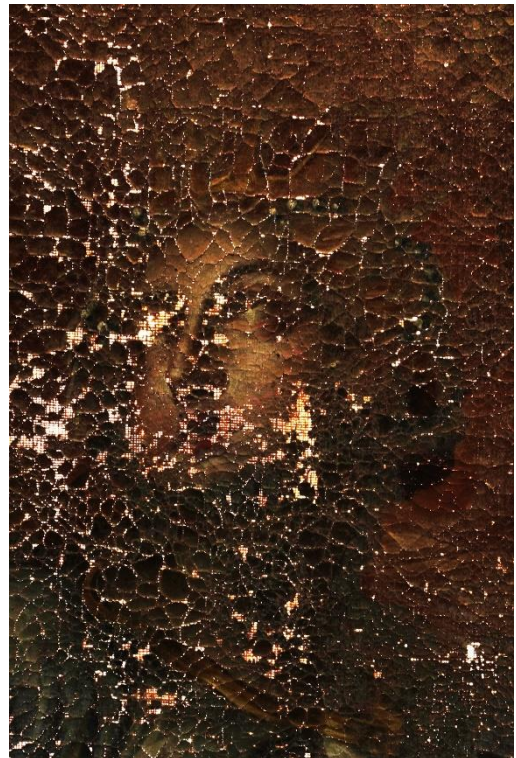
Obr. 13 Stav před restaurováním, detail tváře, rozptýlené světlo



Obr. 14 Stav před restaurováním, detail tváře, UV luminiscence



Obr. 15 Stav před restaurováním, detail tváře, razantní boční nasvícení

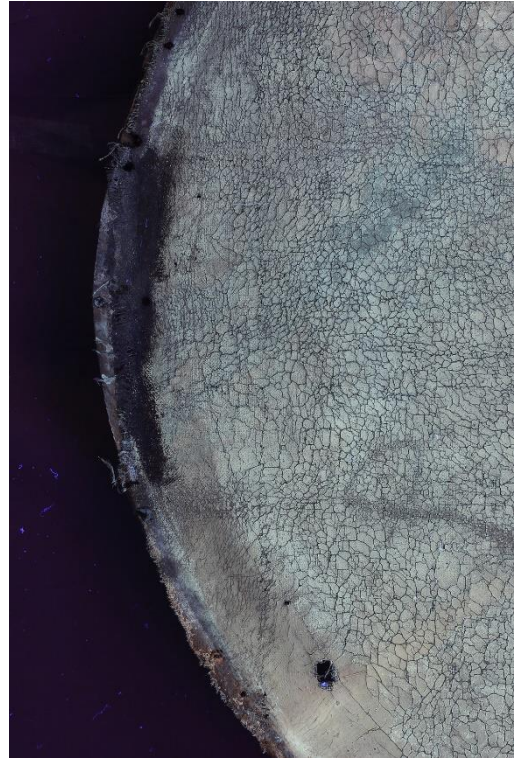


Obr. 16 Stav před restaurováním, detail tváře, průsvit





Obr. 17 Stav před restaurováním, detail, oblouk, rozptýlené světlo



Obr. 18 Stav před restaurováním, detail, oblouk, UV luminiscence



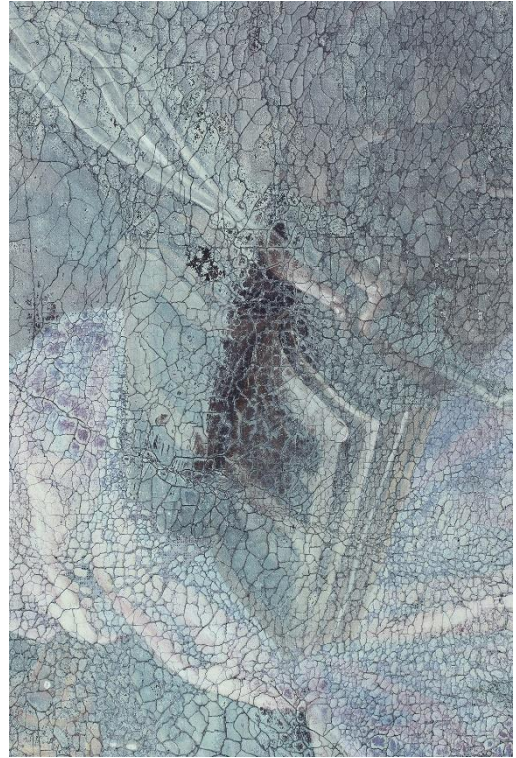
Obr. 19 Stav před restaurováním, detail, horní roh, rozptýlené světlo



Obr. 20 Stav před restaurováním, detail, horní roh, UV luminiscence



Obr. 21 Stav před restaurováním, detail, bílý povlak, rozptýlené světlo



Obr. 22 Stav před restaurováním, detail, bílý povlak, UV luminiscence



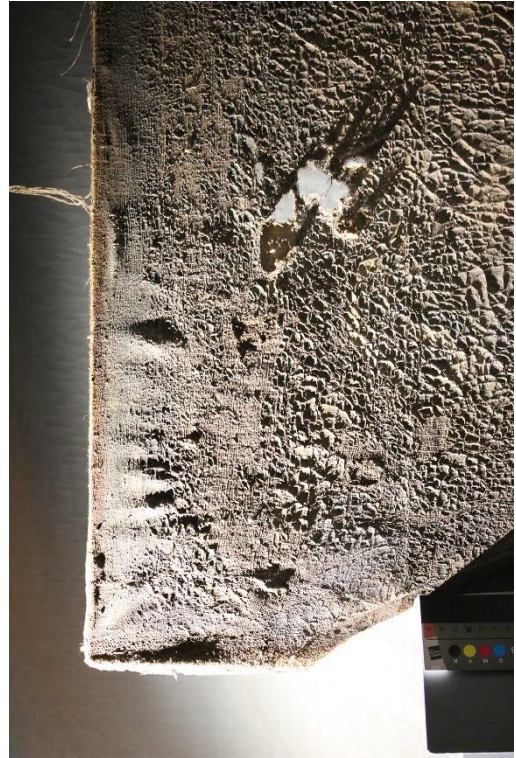
Obr. 23 Stav před restaurováním, detail, andílci, rozptýlené světlo



Obr. 24 Stav před restaurováním, detail, andílci, UV luminiscence



Obr. 25 Stav před restaurováním, detail, dolní roh, rozptýlené světlo



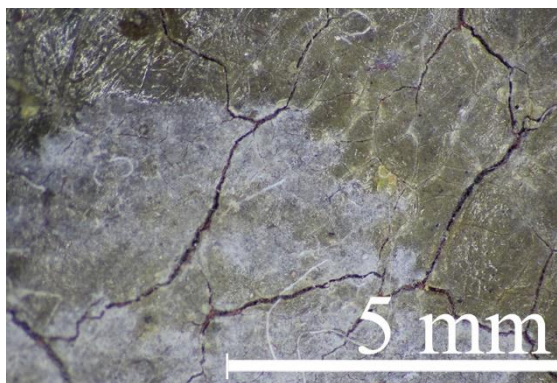
Obr. 26 Stav před restaurováním, detail, dolní roh, razantní boční nasvícení



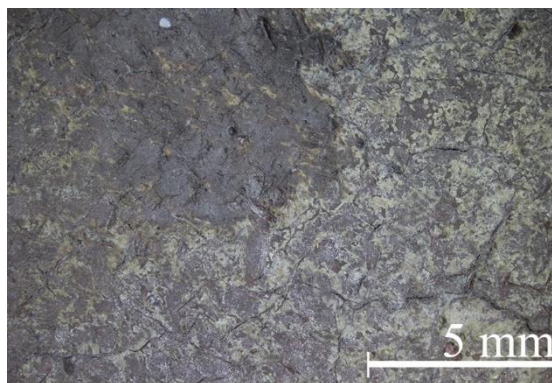
Obr. 27 Stav před restaurováním, rub, detail, dolní roh, rozptýlené světlo



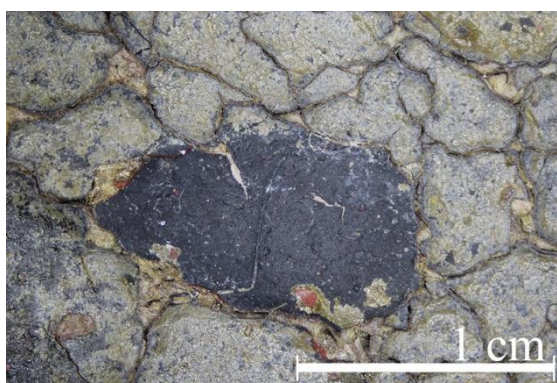
Obr. 28 Stav před restaurováním, rub, detail, horní roh, rozptýlené světlo



Obr. 29 Stereomikrosnímek, bílý povlak a degradovaná laková vrstva, sekundární krakely



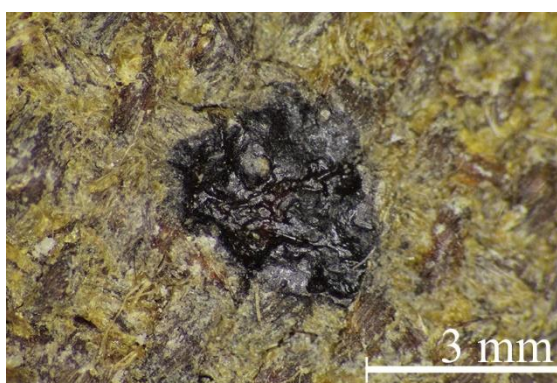
Obr. 30 Stereomikrosnímek, retuše, degradovaná laková vrstva



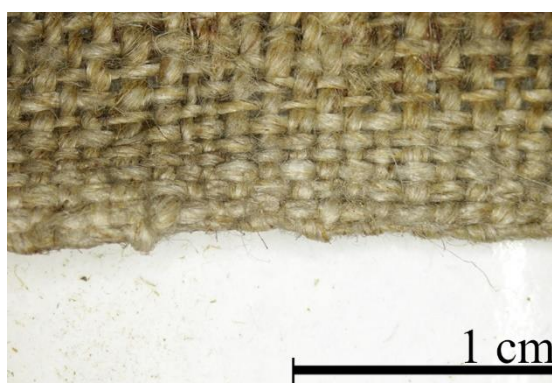
Obr. 31 Stereomikrosnímek, degradovaný lak, sonda mechanického seřmutí, sekundární krakely



Obr. 32 Stereomikrosnímek, perforace, ztráta barevných vrstev i textilní podložky, sekundární krakely



Obr. 33 Stereomikrosnímek, textilie, rub, černá skvrna



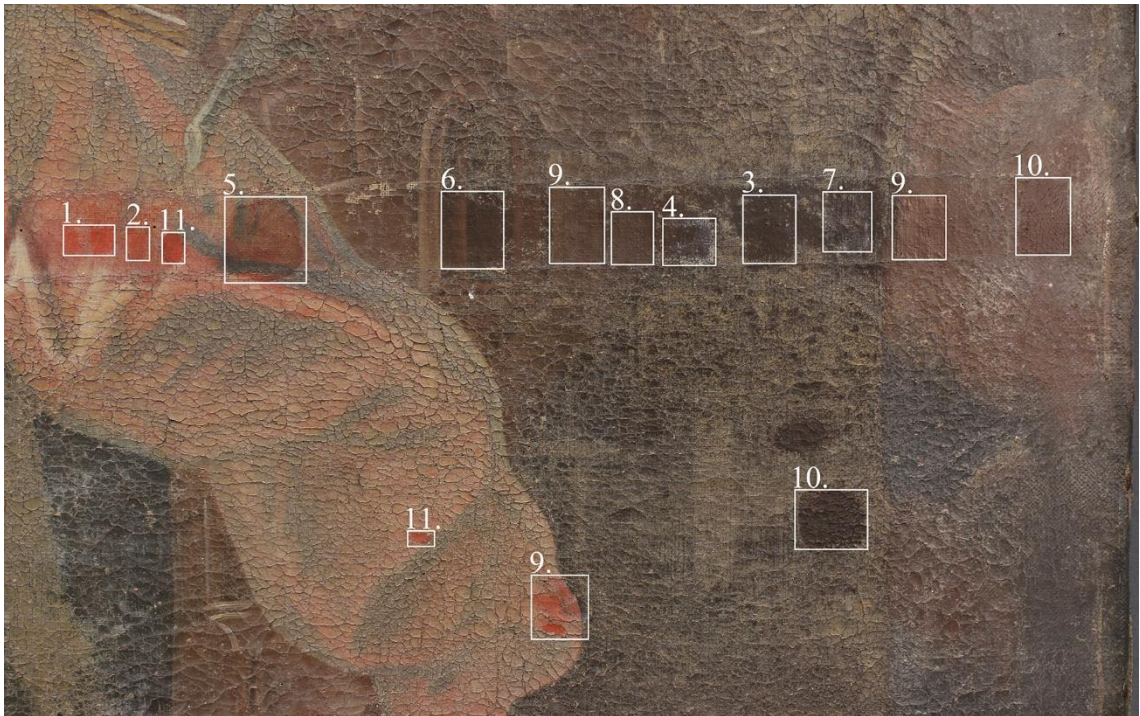
Obr. 34 Stereomikrosnímek, textilie, rub, pevný okraj



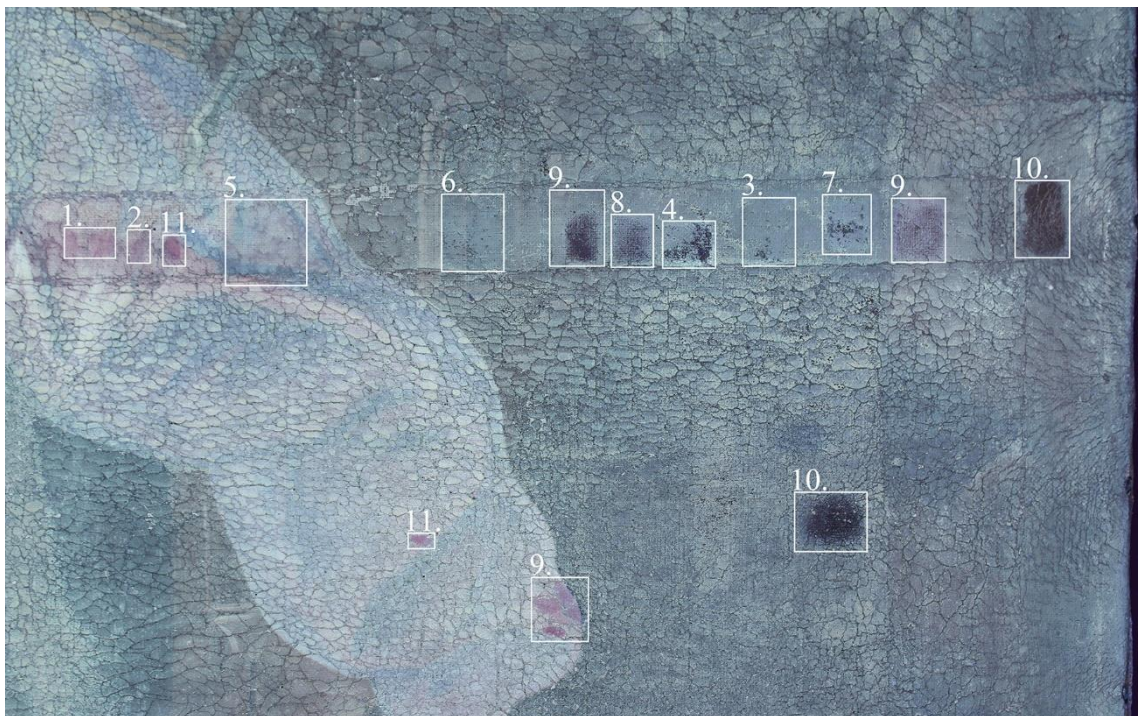
Obr. 35 Stav před restaurováním, líc, detail, vložené klíny v ozdobném rámu, rozptýlené světlo



Obr. 36 Stav před restaurováním, transport, rub, v ozdobném rámu, rozptýlené světlo



Obr. 37 Stav před restaurováním, zkoušky snímání laků a stability barevných vrstev, rozptýlené světlo



Obr. 38 Stav před restaurováním, zkoušky snímání laků a stability barevných vrstev, UV fluorescence

Legenda pro Obr. 37–38 viz Tab. 1 Zkoušky stability barevných vrstev a snímání laků a přemaléb.



Obr. 39 Datace na kostelní zdi za obrazem *sv. Barbora* v kostele sv. Jana Křtitele, Radomyšl



Obr. 40 LUX, František Julius. *sv. Jan Nepomucký* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Objevená signatura po redukci degradovaných lakových vrstev a povrchových nečistot. (foto: Eliška Pavlisová 2021)



Obr. 41 LUX, František Julius. *Umučení páně* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po vytmelení a nalakování, líc. (foto: Aneta Ševčíková 2020)

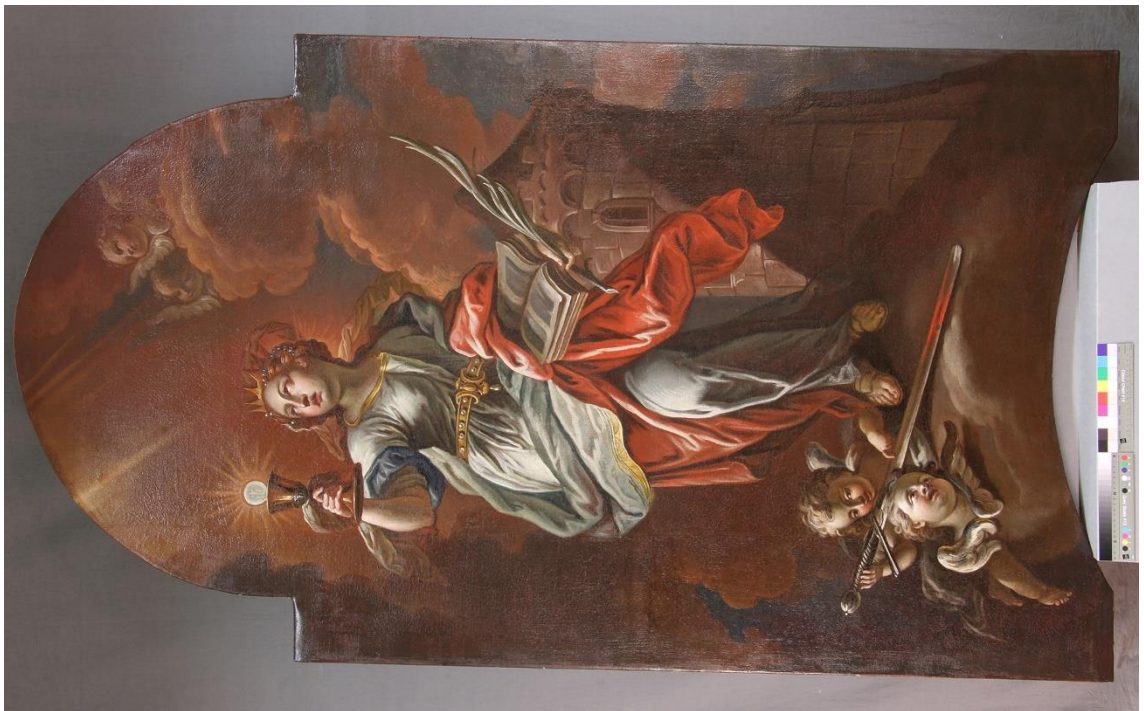


Obr. 42 LUX, František Julius. *Panna Marie Neposkvrněná* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po restaurování, líc.





Obr. 43 LUX, František Julius. *sv. Jan Nepomucký* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po restaurování, líc. (foto: Eliška Pavlisová 2022)

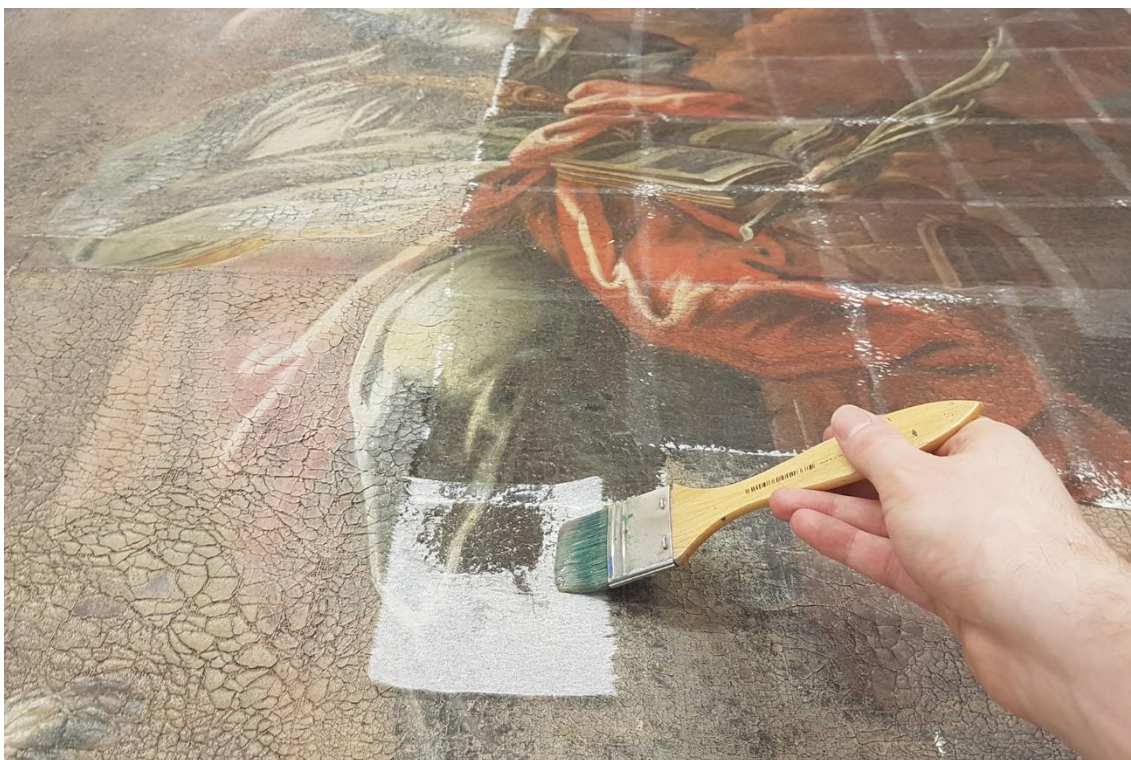


Obr. 44 LUX, František Julius. *sv. Barbora* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Stav po restaurování, líc.

## 14.2 Fotografie z průběhu restaurování



Obr. 45 Průběh restaurování, mechanické čištění rubové strany před desinfekcí, rozdíl očištěných ploch



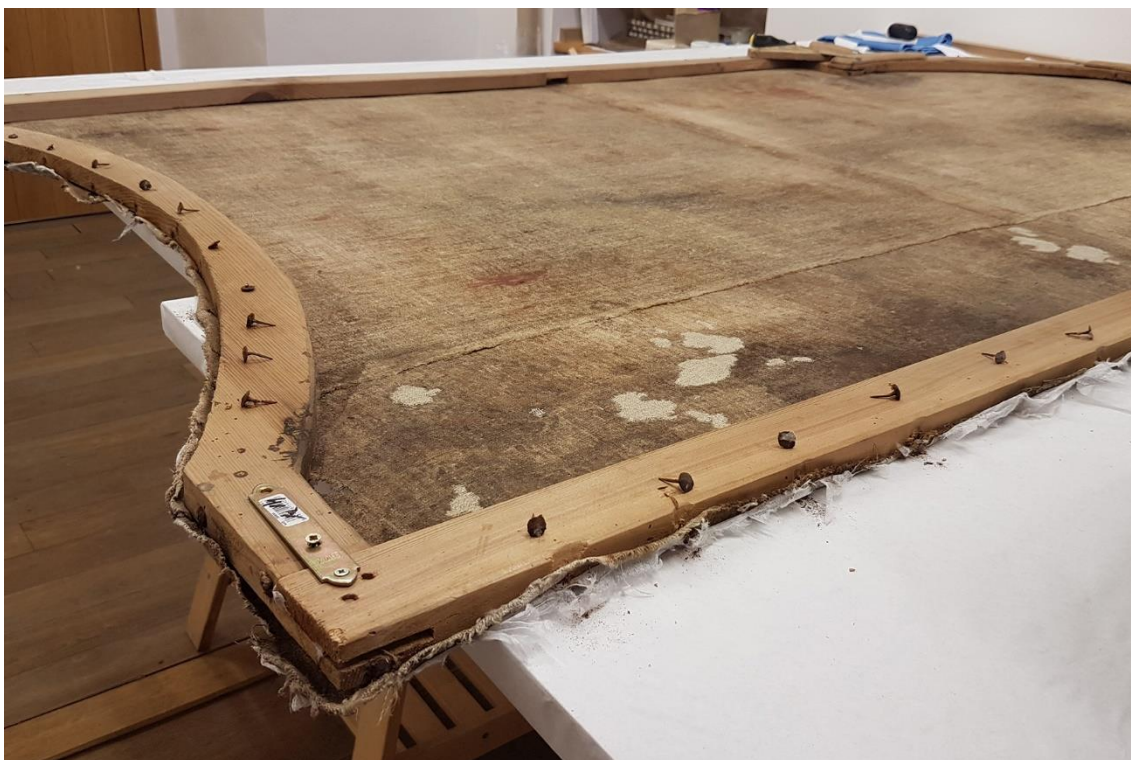
Obr. 46 Průběh restaurování, aplikace ochranných přelepů z japonského papíru



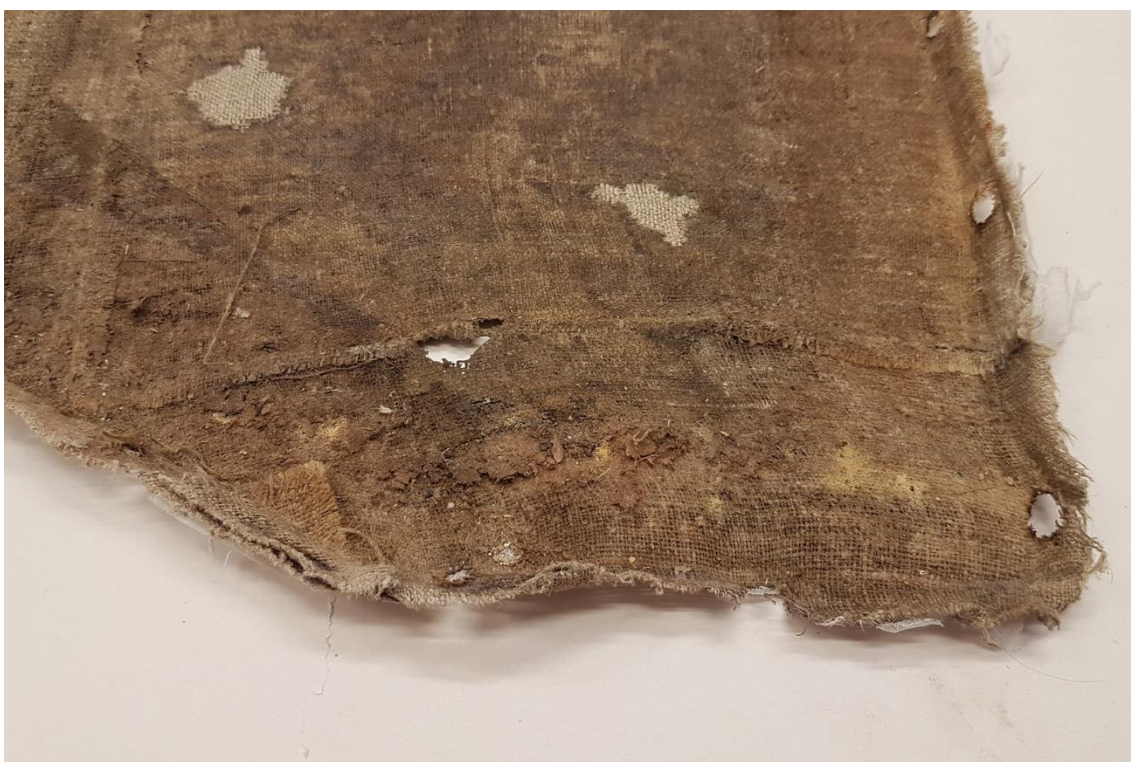
Obr. 47 Průběh restaurování, zacelování perforací pod stereomikroskopem



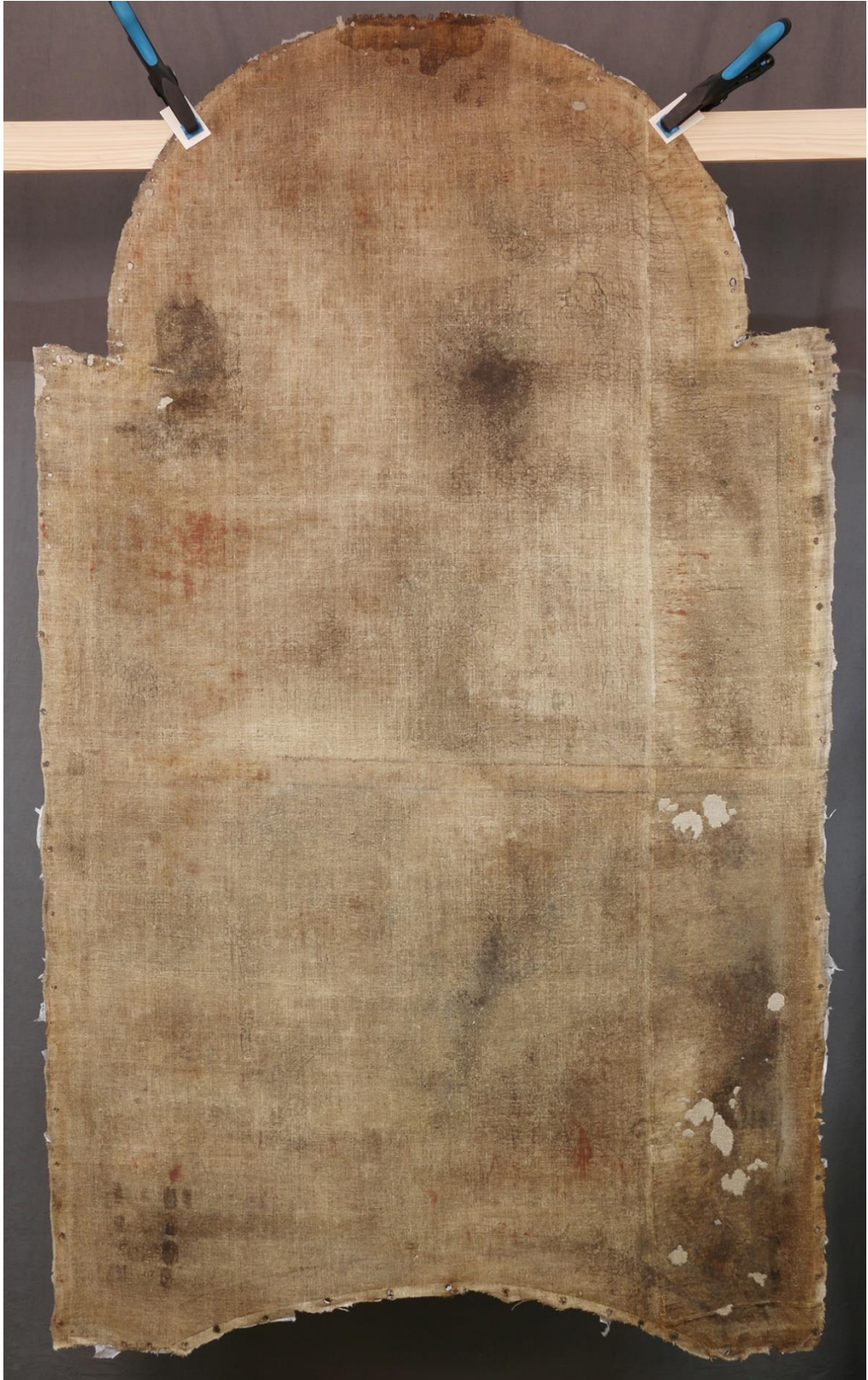
Obr. 48 Průběh restaurování, průběh scelování perforace intarzií



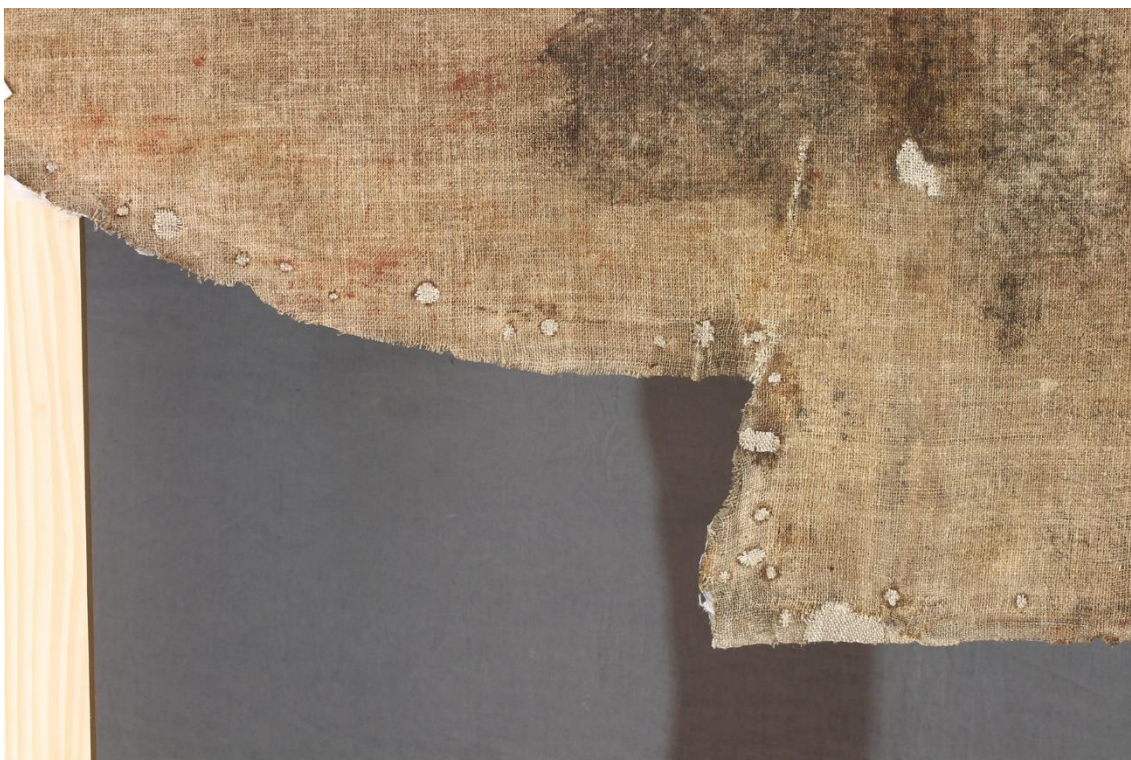
Obr. 49 Průběh restaurování, snímání z napínacího rámu



Obr. 50 Průběh restaurování, rub, detail, pravý dolní roh, po sejmutí z rámu, usazené nečistoty, fragment oddělené originální textilní podložky



Obr. 51 Průběh restaurování, rub, po zacelení všech perforací a trhlin, rozptýlené světlo



Obr. 52 Průběh restaurování, rub, levý horní roh, po zacelení perforací a trhlin



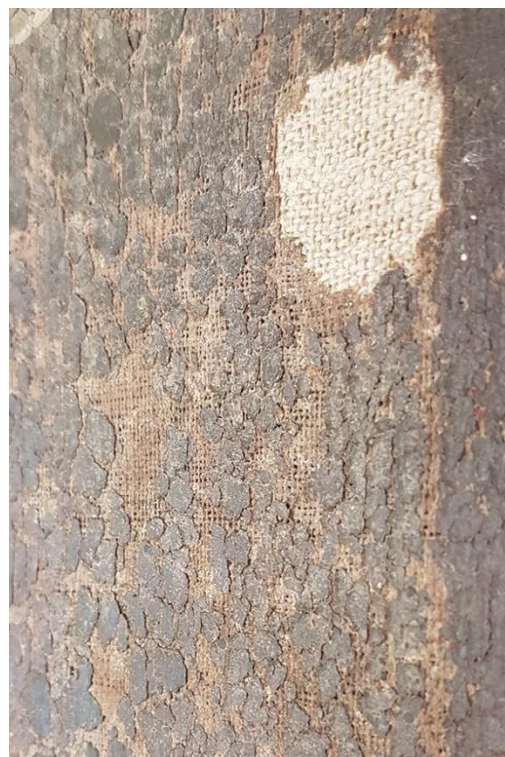
Obr. 53 Průběh restaurování, rub, pravý dolní roh, po zacelení perforací a trhlin



Obr. 54 Průběh restaurování, aplikace roztoku BEVA 375



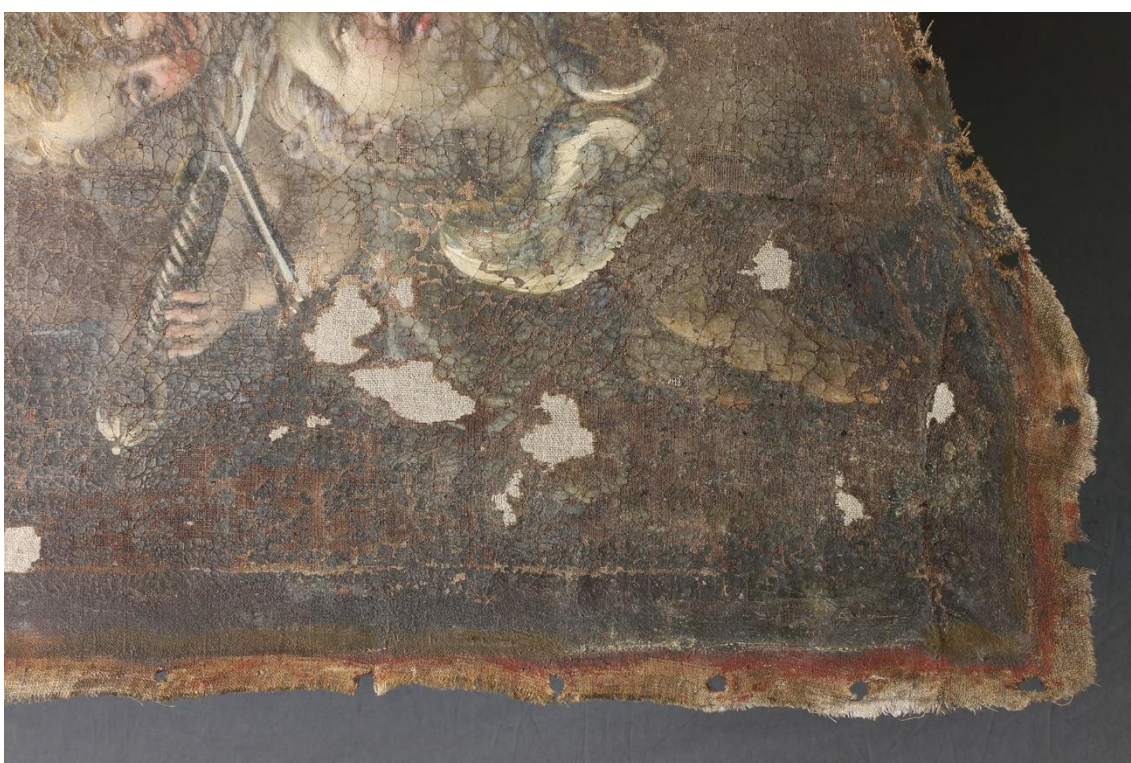
Obr. 55 Průběh restaurování, dislokované fragmenty barevné vrstvy před konsolidací



Obr. 56 Průběh restaurování, po odstranění dislokovaných fragmentů barevné vrstvy před konsolidací

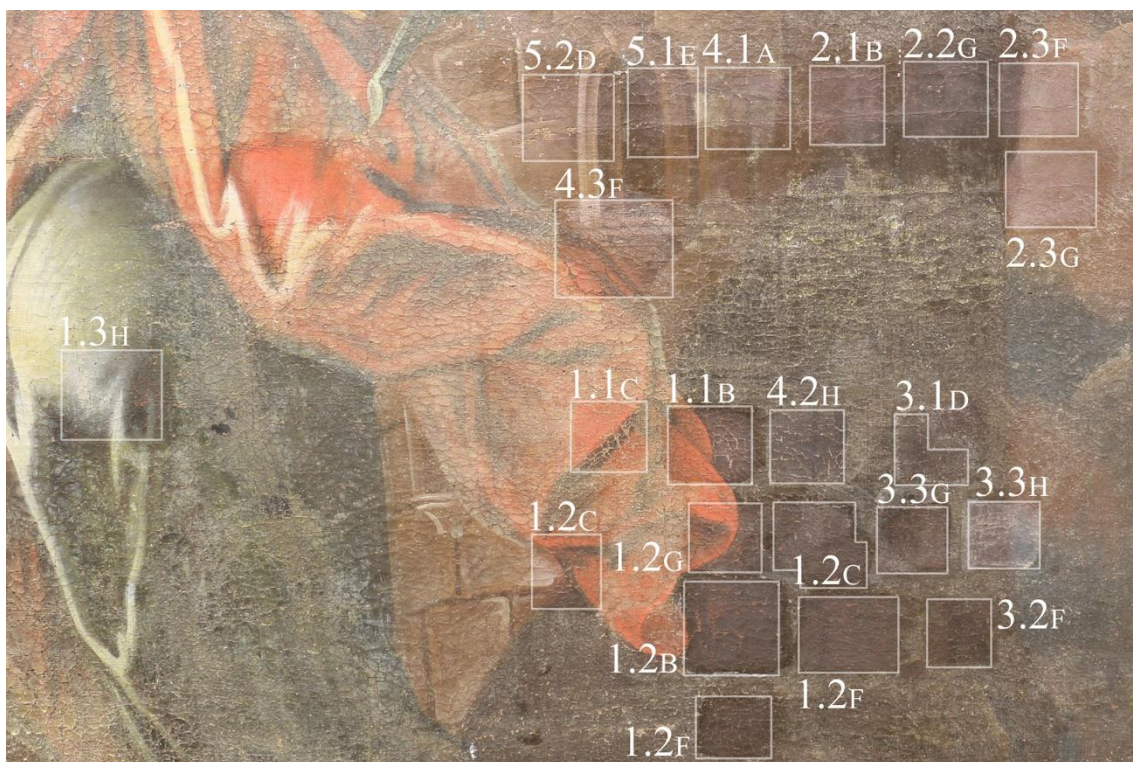


Obr. 57 Průběh restaurování, líc, pravý horní roh, po zacelení perforací, trhlin a po konsolidaci roztokem BEVA 375

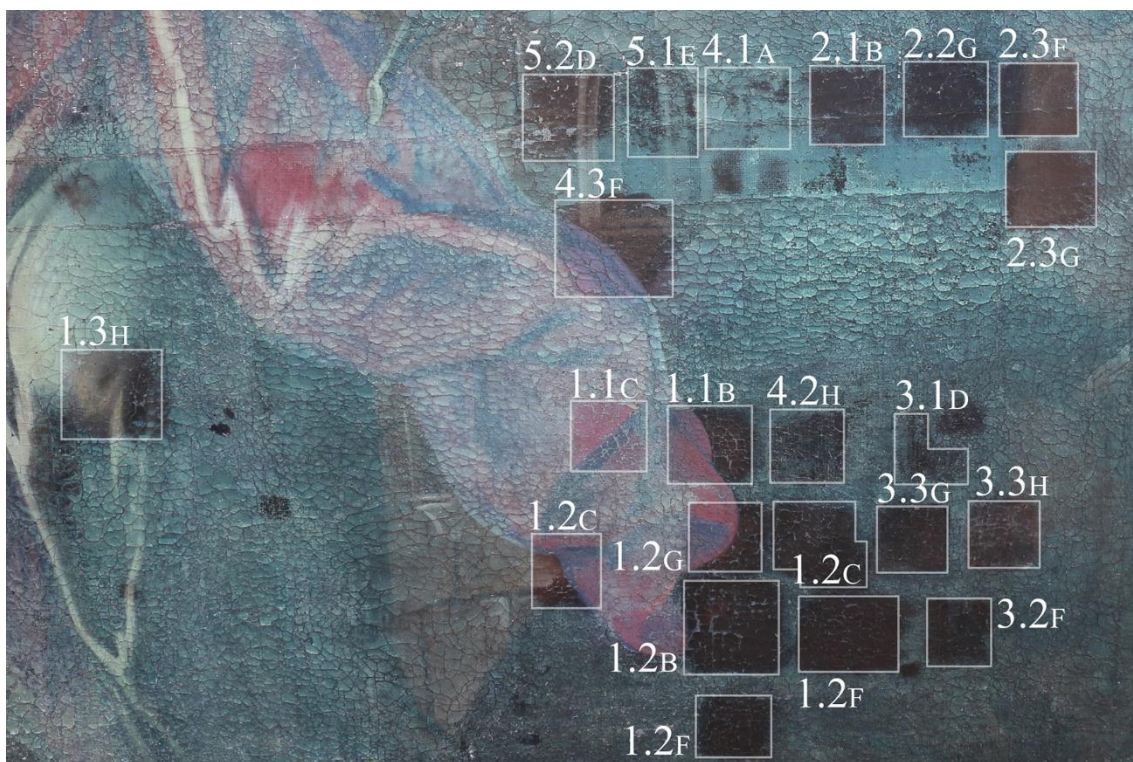


Obr. 58 Průběh restaurování, líc, levý dolní roh, po zacelení perforací, trhlin a po konsolidaci roztokem BEVA 375





Obr. 59 Průběh restaurování, zkoušky snímání laků agarovými gely, rozptýlené světlo



Obr. 60 Průběh restaurování, zkoušky snímání laků agarovými gely, UV fluorescence

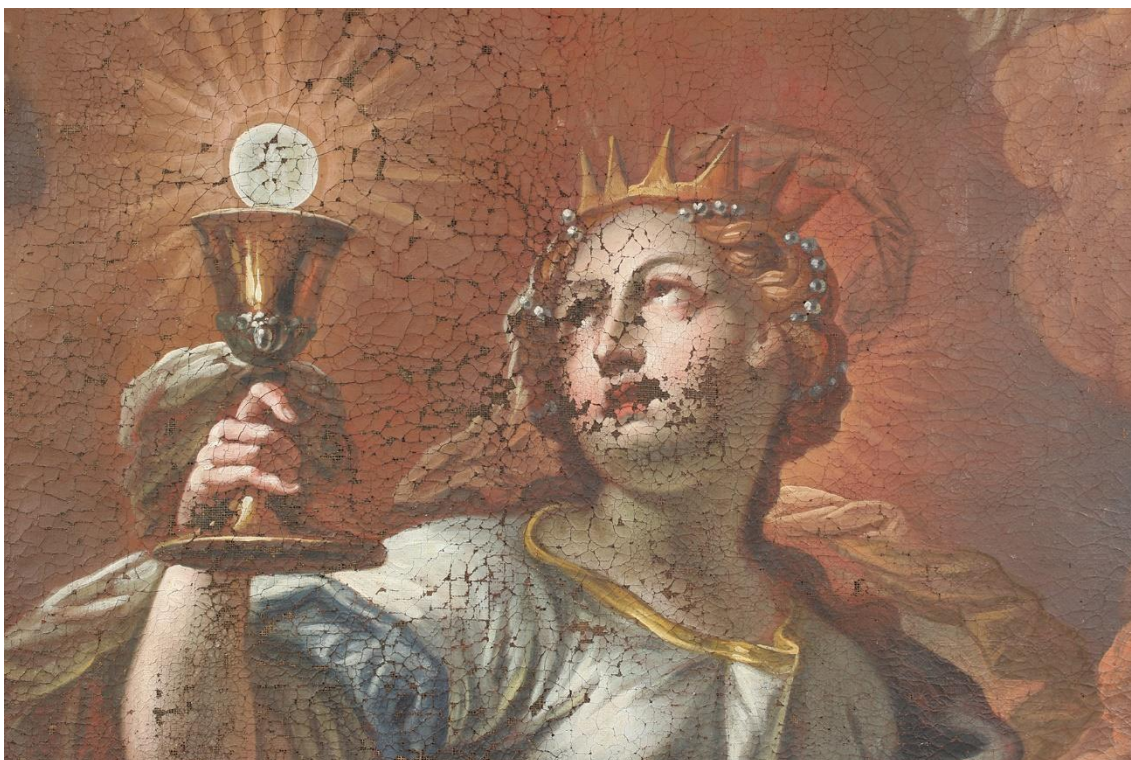
Legenda pro Obr. 59–60 viz *Tab. 3 Metody snímání lakových vrstev pomocí agarového gelu* a *Tab. 4 Metody začišťování agarových gelů*.



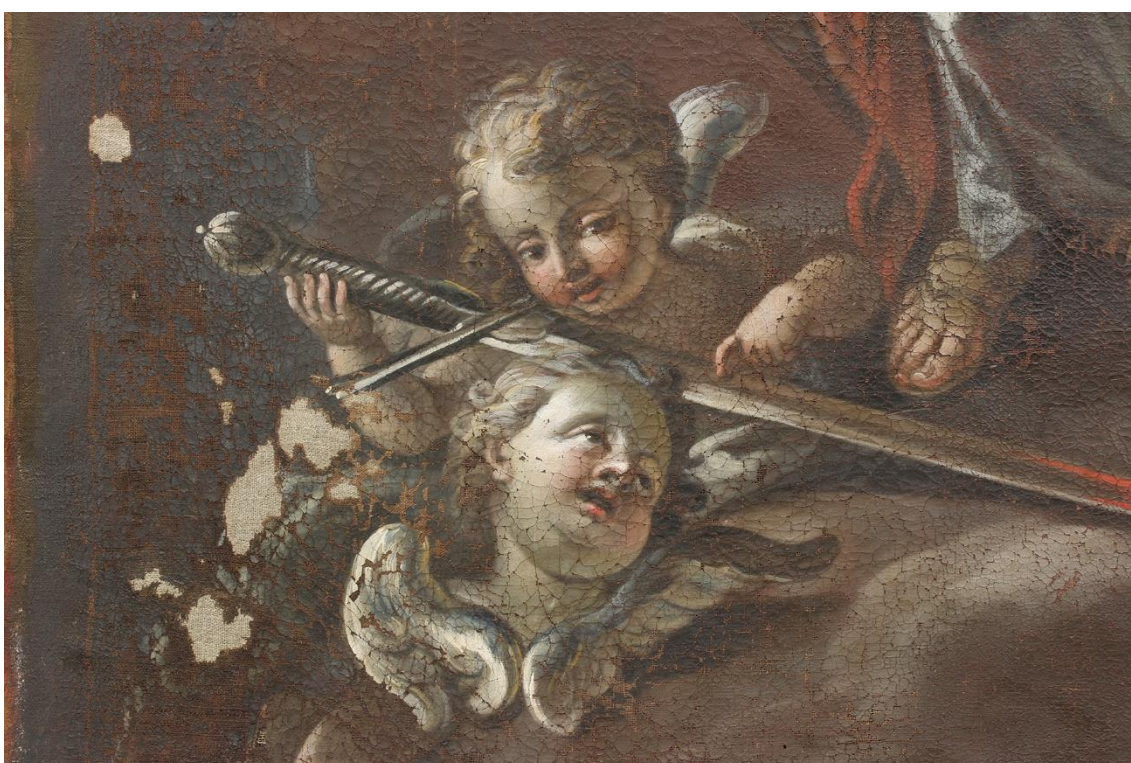
Obr. 61 Průběh restaurování, líc, průběh snímání laků a přemaleb, rozptýlené světlo



Obr. 62 Průběh restaurování, líc, průběh snímání laků a přemaleb, UV fluorescence



Obr. 63 Průběh restaurování, líc, detail, sv. Barbora, po snímání laků a přemaleb, rozptýlené světlo



Obr. 64 Průběh restaurování, líc, andělci, po snímání laků a přemaleb, rozptýlené světlo



Obr. 65 Průběh restaurování, líc, pravý horní roh, po snímání laků a přemaleb



Obr. 66 Průběh restaurování, líc, levý dolní roh, po snímání laků a přemaleb



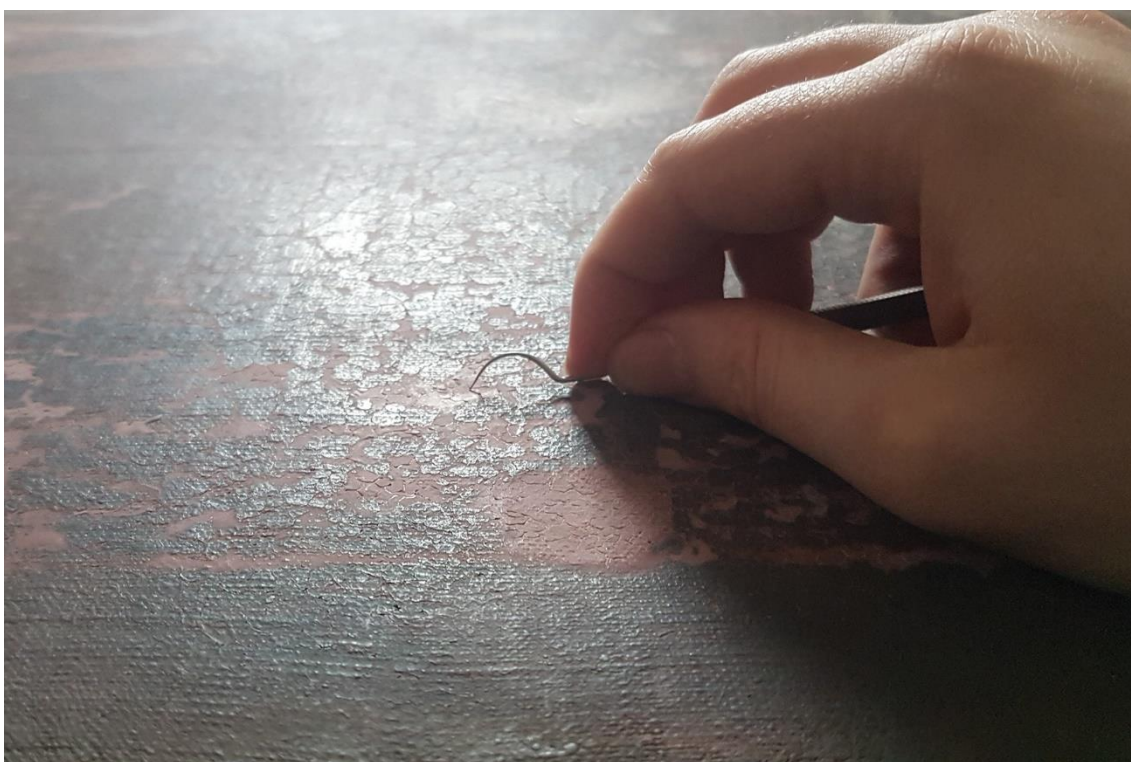
Obr. 67 Průběh restaurování, rub, detail, horní oblouk, intarzie



Obr. 68 Průběh restaurování, rentoaláž na nízkotlakém perforovaném stole



Obr. 69 Průběh restaurování, tmelení



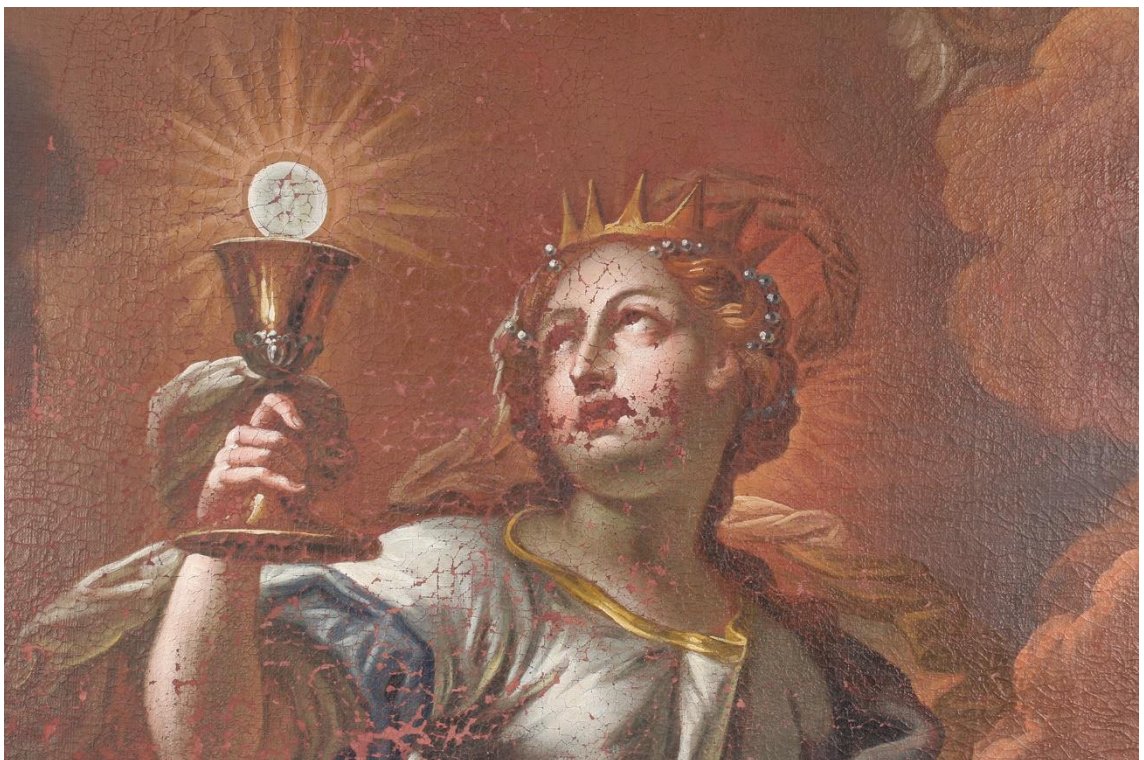
Obr. 70 Průběh restaurování, strukturace tmelů



Obr. 71 Průběh restaurování, líc, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo



Obr. 72 Průběh restaurování, detail, oblouk, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo



Obr. 73 Průběh restaurování, líc, detail, sv. Barbora, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo





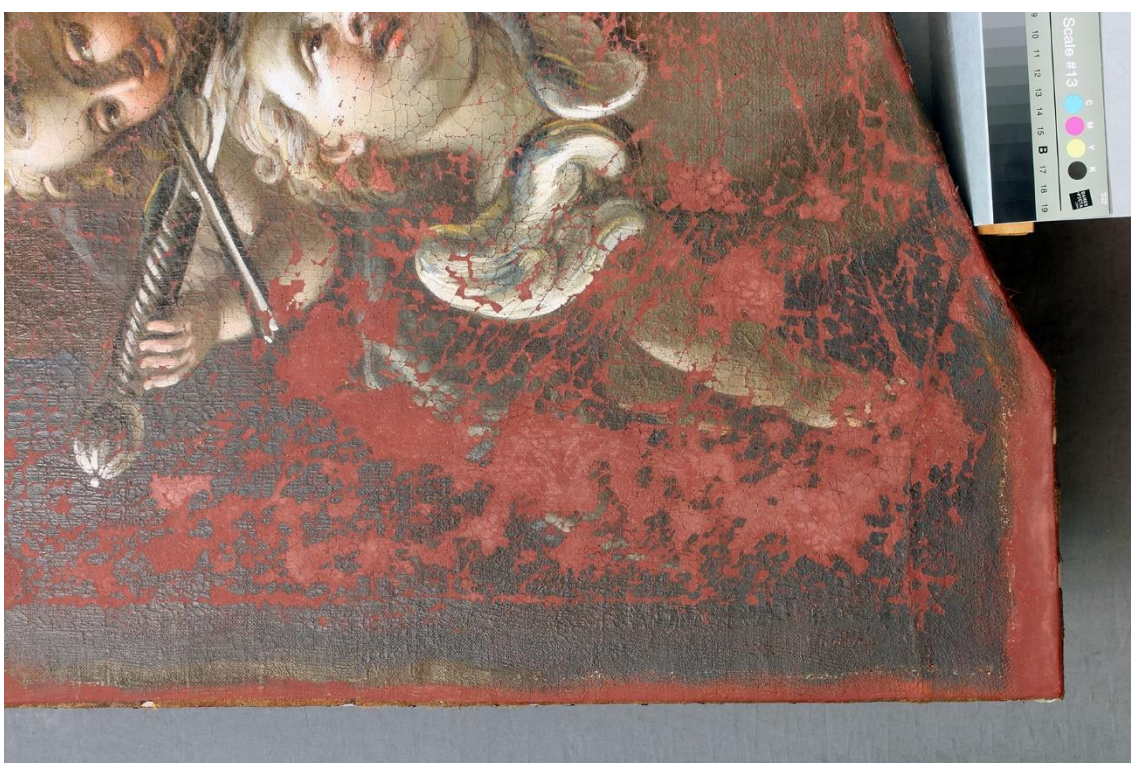
Obr. 74 Průběh restaurování, líc, detail, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo



Obr. 75 Průběh restaurování, líc, andílci, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo



Obr. 76 Průběh restaurování, detail, pravý horní roh, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo



Obr. 77 Průběh restaurování, detail, levý dolní roh, po vytmelení, vypnutí a nalakování, rozptýlené světlo

### 14.3 Fotografie stavu po restaurování a komparativní fotografie



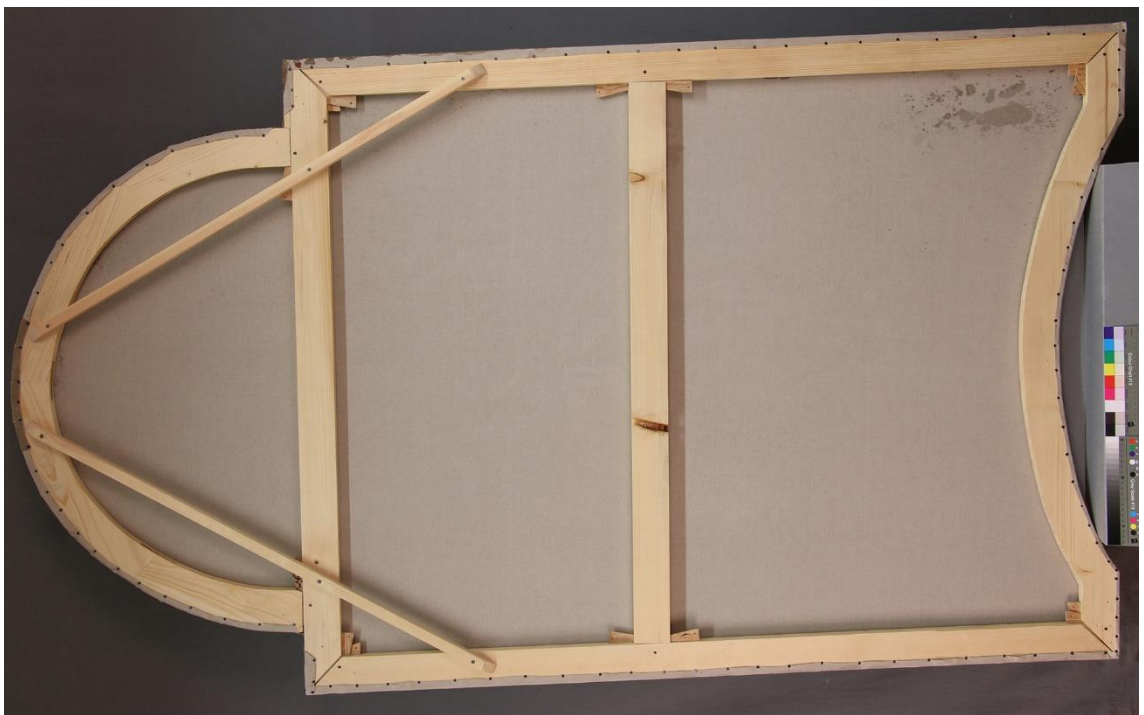
Obr. 78 Stav před restaurováním, líc, rozptýlené světlo



Obr. 79 Stav po restaurování, líc, rozptýlené světlo



Obr. 80 Stav před restaurováním, rub, rozptýlené světlo



Obr. 81 Stav po restaurování, rub, rozptýlené světlo



Obr. 82 Stav před restaurováním, líc, detail, oblouk, rozptýlené světlo



Obr. 83 Stav po restaurování, líc, detail, oblouk, rozptýlené světlo



Obr. 84 Stav před restaurováním, detail, sv. Barbora, rozptýlené světlo



Obr. 85 Stav po restaurování, detail, sv. Barbora, rozptýlené světlo



Obr. 86 Stav před restaurováním, líc, pravý horní roh, rozptýlené světlo

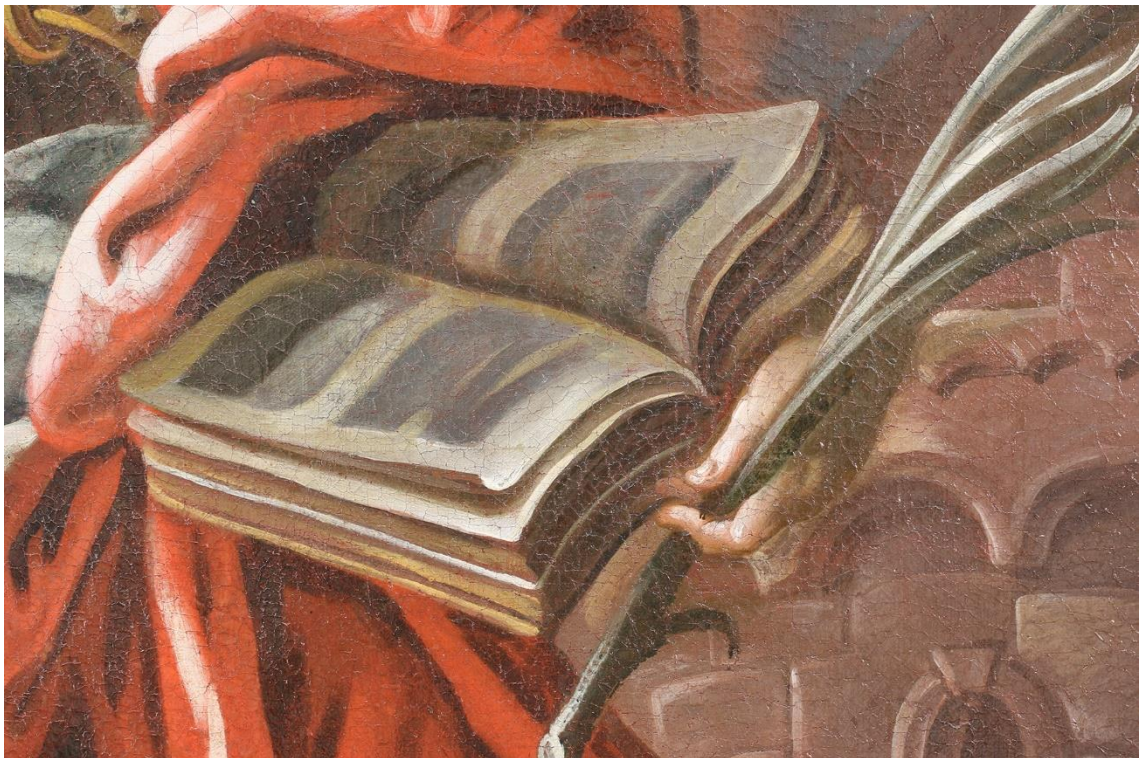


Obr. 87 Stav po restaurování, líc, pravý horní roh, rozptýlené světlo





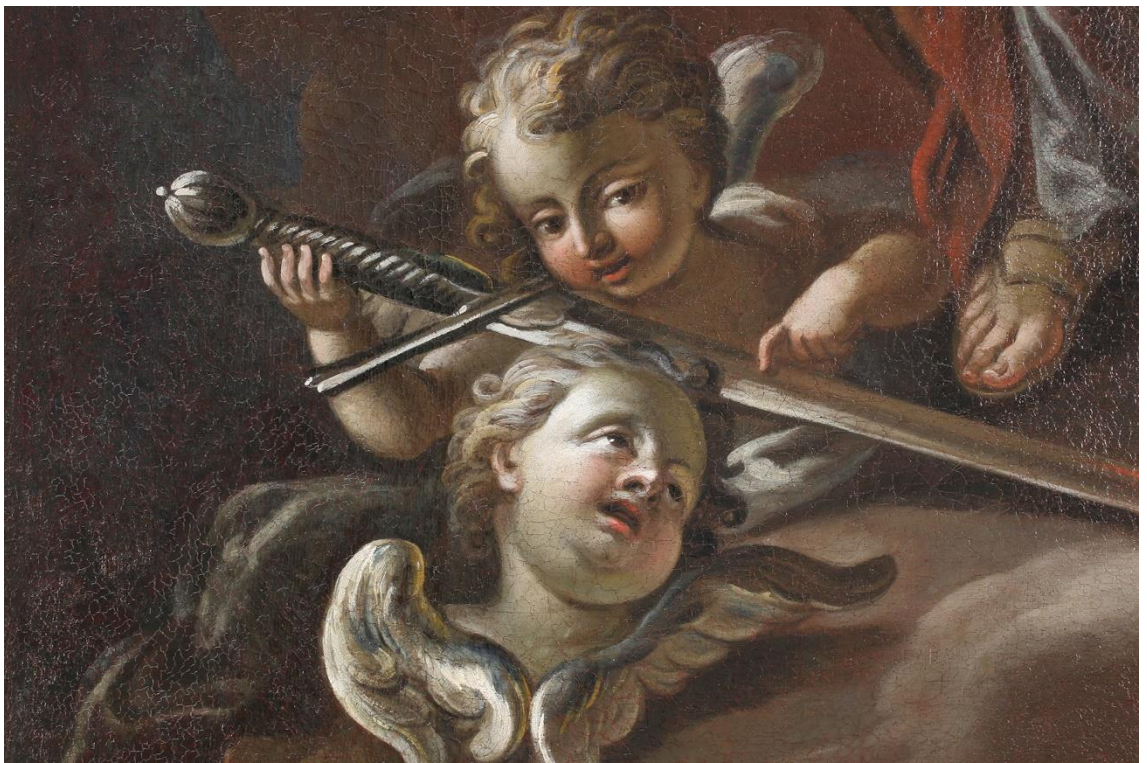
Obr. 88 Stav před restaurováním, líc, detail, rozptýlené světlo



Obr. 89 Stav po restaurování, líc, detail, rozptýlené světlo



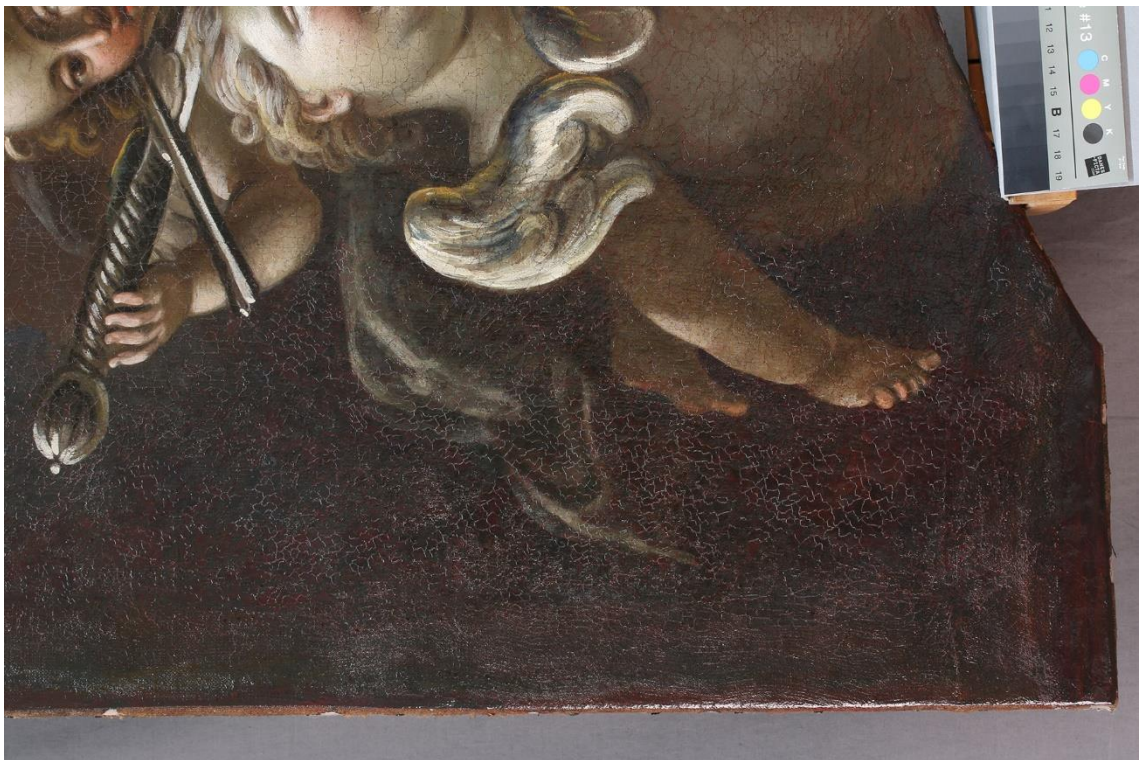
Obr. 90 Stav před restaurováním, líc, detail, andílci, rozptýlené světlo



Obr. 91 Stav po restaurování, líc, detail, andílci, rozptýlené světlo



Obr. 92 Stav před restaurováním, líc, levý dolní roh, rozptýlené světlo



Obr. 93 Stav po restaurování, líc, levý dolní roh, rozptýlené světlo



Obr. 94 Stav po restaurování, fragmenty uložené v ochranném boxu

# TEORETICKÁ ČÁST

**Odborný konzultant:** Ing. Jan Krejčí

## OBSAH TEORETICKÉ ČÁSTI

<b>15 Plátno jako textilní podložka obrazu .....</b>	<b>129</b>
15.1 Vymezení pojmů .....	129
15.1.1 Len.....	129
15.1.2 Plátnová vazba .....	130
15.2 Problematika trhlin v plátně obrazu .....	131
15.2.1 Degradální vlastnosti celulózy .....	131
15.2.2 Osnova a útek v kontextu vzniku trhlin .....	132
15.2.3 Popis trhlin na základě původu jejich vzniku .....	133
15.2.4 Redukce deformací trhlin v plátně obrazu .....	135
15.3 Rozložení napětí v plátně obrazu .....	136
15.3.1 Změny ve struktuře obrazu způsobené trhlinami .....	138
15.4 Vliv klimatických podmínek na plátno .....	138
15.4.1 Difúze vodních par .....	139
<b>16 Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin.....</b>	<b>141</b>
16.1 Kritéria pro volbu vhodného adheziva .....	141
16.1.1 Mechanické a související vlastnosti.....	141
16.1.2 Chemické vlastnosti .....	143
16.1.3 Optické vlastnosti.....	143
16.1.4 Zpracovatelnost.....	143
16.2 Přírodní adheziva.....	144
16.2.1 Voskopryskyřičné směsi .....	144
16.2.2 Škrob a jeho směsi .....	145
16.2.3 Proteinová adheziva a jejich směsi .....	147
16.3 Syntetická adheziva .....	151
16.3.1 Polyvinylacetáty (PVAc) .....	151
16.3.2 Akryláty.....	152

16.3.3	Nízkotavné polyamidy (PA) .....	154
16.3.4	Etylen-vinylacetátové kopolymery (EVA) .....	155
16.3.5	Epoxidové pryskyřice.....	158
<b>17</b>	<b>Možnosti scelování trhlin.....</b>	<b>159</b>
17.1	Stav výzkumu ve světě .....	159
17.1.1	Problematika minimalismu v restaurování.....	161
17.2	Stav výzkumu v českých zemích.....	162
17.3	Metody scelování trhlin.....	166
17.3.1	Rentoaláž.....	167
17.3.2	Záplaty.....	167
17.3.3	Nit na nit.....	170
17.3.4	Šití, chirurgické šití .....	173
17.3.5	Scelování vláknitou cupaninou .....	175
17.3.6	<i>Bridging</i> .....	178
17.4	Intarzie .....	181
17.5	Problematika deformací ošetřených trhlin .....	181
<b>18</b>	<b>Seznam obrazových příloh teoretické části .....</b>	<b>183</b>
<b>19</b>	<b>Experimentální část .....</b>	<b>200</b>
19.1	Materiály, příprava vzorků a metody testování.....	201
19.1.1	Textilie .....	201
19.1.2	<i>Bridging</i> .....	201
19.1.3	Adheziva .....	201
19.1.4	Příprava zkušebních vzorků .....	202
19.1.5	Časová náročnost metod scelení .....	209
19.1.6	Pevnost v tahu při jednoosém namáhání.....	209
19.2	Výsledky a diskuze.....	211
19.2.1	Stanovení vhodné délky a četnosti <i>bridgingových</i> nití .....	211

19.2.2	Časová náročnost scelování .....	212
19.2.3	Vizuální zhodnocení jednotlivých metod .....	214
19.2.4	Projevy tahových zkoušek.....	218
19.2.5	Jednoosé namáhání v tahu – maximální tahové zatížení .....	222
19.3	Závěr experimentální části .....	226
19.4	Seznam obrazových příloh experimentální části.....	229
19.5	Seznam tabulek a grafů experimentální části .....	237
19.6	Seznam použitých materiálů a pomůcek pro experimentální část.....	238
19.7	Seznam příloh experimentální části .....	239
19.7.1	Příloha: Tahová zatížení v závislosti na dráze všech sérií experimentu .	240



## 15 Plátno jako textilní podložka obrazu

Nejstarší umělecká díla na textilních podložkách se nám dochovala z poloviny 15. století. S příchodem 16. století začala textilní podložka postupně nahrazovat dřevěné panely a od 18. století představuje hlavní podložku obrazů v evropském malířství.<sup>23</sup>

Diplomová práce se primárně zabývá textilní podložkou s plátňovou vazbou z lněných nití.<sup>24</sup> Jedná se o jeden z nejstarších a nejběžnějších materiálů, který se využívá dodnes jako nosná podložka obrazů. Zároveň byl právě tento materiál využit i pro oltářní obraz sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele z Radomyšle, jehož komplexní průzkum a restaurátorský zásah byly jedním ze zadání diplomové práce a jsou výše prezentovány restaurátorskou dokumentací.

Vzhledem k omezenému rozsahu práce následující kapitoly předkládají pouze základní vysvětlení pojmů a principů týkajících se tohoto tématu. Pro hlubší vzhled do problematiky slouží odkazy na příslušné literární zdroje.

### 15.1 Vymezení pojmů

Textilní podložka obrazu může být vyrobena z různých vláknitých materiálů a různých druhů tkacích vazeb. Obecně se pod pojmem plátno rozumí textilie bez ohledu na materiál použitého vlákna s plátňovou vazbou. Pro plynulost a snadnější porozumění textu bude pod pojmem plátno v této práci rozuměn textilní nosič obrazu s plátňovou vazbou z lněných nití, neznamená však, že by informace nebyly aplikovatelné na jiné druhy textilních podložek obrazů.

#### 15.1.1 Len

K výrobě textilních podložek obrazů se využívá celá řada přírodních a syntetických materiálů, přičemž len patří k těm nejstarším a nejpoužívanějším. Lýková vlákna, mezi která patří len, ale také například juta, konopí či ramie, se získávají ze stonků dvouděložných rostlin. Zdrojem lněných vláken je len setý (*Linum usitatissimum*). Než se získá výsledný produkt, tedy vláknitá surovina, musí rostlina projít komplexní výrobní procedurou, zahrnující trhání, rosení nebo máčení, odsemeňování a lámání stonků, potírání (tření), vochlování a kotonizaci. Použitelná vlákna tvoří přibližně 9 % z původního objemu rostliny, zbytkem jsou koudel, pazdeří a jiné odpadní suroviny.<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 80.

<sup>24</sup> Získané informace a s nimi spojený způsob opravy děl se dají aplikovat i na textilní podložky z jiných materiálů, jako je konopí či juta, do jisté míry i na textilní podložky ze syntetických materiálů. To platí i pro jiné typy vazeb, jako je keprová vazba nebo atlas.

<sup>25</sup> MILITKÝ, Jiří 2002, s. 107.

Z chemického hlediska jsou vlákna tvořena z velké části z celulózy (64 %), dále z hemicelulózy (17 %), pektinu (2 %), ligninu (2 %) a dalších látek jako jsou bílkoviny, vosky/tuky a minerály. Díky vícevrstvé struktuře se ve vláknech tvoří četné dutiny, které jsou přístupné molekulám vodních par.<sup>26</sup> Elementární vlákna mají své charakteristické vlastnosti, mají délku 15–40 mm a tloušťku 10–30 μm, jsou relativně velmi pevná, málo tažná, hydrofilní, hygroskopická, hladká, lesklá, dle způsobu získání světle žlutá až bílá.<sup>27</sup> Patří mezi zvláště nepružná vlákna, ale jejich sprádkání do nitě či příze může způsobit výraznější pružnost.<sup>28</sup> Se stárnutím vlákna se jeho hodnota pH posouvá do kyselé oblasti a jeho pevnost v tahu klesá.<sup>29</sup>

Předáním vláken vzniká lněná příze. Z příze se dále družicím či skacím procesem vytvářejí nitě, ze kterých se tkaním vyrábí plošná textilie. V rámci výroby samotné příze, potažmo nitě, je pro teorii scelování trhlin podstatný proces výroby, během kterého vzniká tzv. „S“ (∞), nebo „Z“ (/) zákrut. Zákrut je v rámci výroby důležitý, jelikož tak vzniká zpevněná struktura.<sup>30</sup>

### 15.1.2 Plátňová vazba

Dle definice vzniká plošná textilie křížením různých skupin nití v pravém úhlu. Nitě jdoucí podélně stavem nebo v tkacím stroji tvoří osnova (něm. Kette, ang. warp), přes kterou probíhá vkládaný útek (něm. Schuß, ang. weft). Útek tvoří tzv. lem nebo pevný okraj. Způsob křížení nití osnovy a útku udává typ vazby. Plátňová vazba je nejjednodušší vazbou tkanin, při které se osnovní a útkové nitě pravidelně střídají přes jednu nit.<sup>31</sup>

Osnovní nitě lze považovat za aktivní nosný prvek tkaniny, útkové nitě naopak za prvek vyplňovací. Při tkacím procesu jsou nitě tlačeny kolem sebe, často zejména osnovní kolem útkových, což vede k určitému zvlněnému charakteru nití v tkanině. V důsledku tkacího procesu a nestejnomyerné struktury mají textilní podložky anizotropní, tj. směrově nestejně vlastnosti.<sup>32</sup> Důvody vzniku a vliv těchto rozdílných vlastností na vznik trhlin jsou podrobněji uvedeny v kapitole 15.2.2 *Osnova a útek v kontextu vzniku trhlin*. [Obr. 95–96]

<sup>26</sup> K možné absorpci vody dochází v amorfních vláknitých oblastech; krystalické oblasti vlákna nejsou schopny vodu absorbovat. TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998, s. 23.

<sup>27</sup> Bližší informace viz MILITKÝ, Jiří 2002; TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998.

<sup>28</sup> TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998, s. 34.

<sup>29</sup> HEDLEY, Gerry 1993, s. 59.

<sup>30</sup> Základní informace o textilu jako podložce obrazů a její využití napříč historií do současnosti viz YOUNG, Christina 2012, s. 117–147.

<sup>31</sup> Informace o vlastnostech délkových i plošných textilií včetně druhů vazby viz TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998; KADOLPH, Sara, MARCKETTI, Sara 2016, s. 269–309.

<sup>32</sup> ZENKER, Evelin 1998, s. 338–350.

## 15.2 Problematika trhlin v plátně obrazu

Kapitola se zaměřuje na degradační procesy probíhající v plátěných podložkách obrazů a vedoucí ke vzniku trhlin a jim přidruženým nežádoucím jevům. Jsou zde stručně popsány základní faktory mající vliv na proces vzniku trhlin, mezi které lze zařadit například vliv klimatických podmínek na plátno v napnutém stavu nebo jeho mechanické vlastnosti, zejména potom rozložení napětí v plátnu.

### 15.2.1 Degradační vlastnosti celulózy

Degradace plátna je nedílně spjatá s degradačními procesy celulózy jakožto jeho hlavní materiálové složky.<sup>33</sup> Jedním z hlavních mechanismů degradace („stárnutí“) celulózy je oxidace atmosférickým kyslíkem. Jedná se o nezastavitelný proces, který je však možné zpomalit zajištěním vhodných podmínek. Plátno oxidací celulózy, případně jiných složek, ztrácí svou elasticitu a stává se křehké. Tento proces katalyzují mimo jiné významně vysychavé oleje či pryskyřice.<sup>34</sup> Lněné, makové a jiné oleje, ale také pryskyřice, mohou být přítomné v samotné malbě, podkladu malby, rentoalázních směsích či v minulosti hojně aplikovaných ochranných zadních nátěrech.<sup>35</sup> [Obr. 99]

Silným katalyzátorem oxidačních reakcí jsou i kovy, které jsou v přímém kontaktu s plátnem. Tento jev je dobře patrný při okrajích obrazů, kde kovové hřebíky podléhají procesu koroze. Textilie v těchto místech mění svou barevnost (hnědá až černá), stává se křehkou a dochází k jejímu rozpadu. Obdobný vliv mohou mít také pigmenty na bázi sloučenin železa, ale i jiné pigmenty s obsahem kovových kationtů.<sup>36</sup> [Obr. 100]

Také elektromagnetické záření z okolí, především jeho UV složka, způsobují štěpení řetězců molekul celulózových vláken a působí jako katalyzátor oxidačních reakcí. Tento fotochemický proces rozpadu vláken může být urychlován vysokou relativní vzdušnou vlhkostí.<sup>37</sup>

---

<sup>33</sup> Degradační procesy celulózy jsou nám sice z chemicko-technologického hlediska známy, jejich principy a průzkum však vychází především z výzkumu celulózy v papíru a ne nití/textilu. Historii výzkumu degradačních procesů textilních obrazových nosičů blíže přibližuje ve své disertační práci Anna von Reden. REDEN, Anna von 2018, s. 22–33.

<sup>34</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 82, a viz kapitola 16.2.1 *Voskopryskyřičné směsi*.

<sup>35</sup> Až do konce 60. a počátku 70. let 20. století se restaurátoři domnívali, z důvodu nebezpečnosti vlivu vlhkosti na textilní podložku, že obrazy na plátně lze dlouhodobě uchovat impregnační hydrofobními adhezivy ve formě vosko-pryskyřičných či olejových nátěrů. ACKROYD, Paul 2005, s. 173—184.

<sup>36</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 82; HACKNEY, Stephen 2020, s. 129.

<sup>37</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 82.

Dalším z hlavních degradačních chemických procesů celulózy je hydrolytické štěpení jejích řetězců. Hydrolytické štěpení často způsobují znečišťující látky v atmosféře, jako jsou oxidy síry a dusíku, respektive kyseliny, které vznikají jejich reakcí s vlhkostí. Původcem hydrolytického štěpení celulózy mohou být také zmýdelněné oleje a pryskyřice či volné kationty vodíku vznikající při oxidačních procesech. Při tomto procesu dochází ke zkracování polymerních řetězců celulózy v důsledku rozpadu glykosidických vazeb. Proces může být podpořen například vrstvou prachu, která zajišťuje vhodné podmínky pro degradaci. Následky jsou obdobné jako při oxidaci.<sup>38</sup>

Dalším problematickým zdrojem degradace textilních podložek bývají mikroorganismy, zejména plísně či bakterie. Kromě možného vzniku skvrn způsobených mycelií plísní a hub dochází ke ztrátě flexibility, pevnosti, ke křehkosti až k úplnému rozpadu textilie. Procesy jsou podpořeny zvýšenou relativní vlhkostí, prachovým depozitem či například přítomností přírodních adheziv.<sup>39</sup> Problémem mohou být samozřejmě i jiní biologičtí škůdci, jako hlodavci či brouci.

Všeobecně se tématu mechanismů degradačních procesů blíže věnují Anna von Reden, Christina Young, Knut Nicolaus, Ágnes Tímár-Balázsy s Dinah Eastop či Stephen Hackney.<sup>40</sup>

### 15.2.2 Osnova a útek v kontextu vzniku trhlin

Jak již bylo uvedeno, osnovní a útkové nitě se vyznačují rozdílnými vlastnostmi. Míra těchto odlišností závisí mimo jiné na způsobu tkaní textilie. Pro historické a současné strojově tkané textilie s plátňovou vazbou jsou potom charakteristické následující poznatky. [Obr. 95–96]

Pokud pomineme jiné faktory, jako jsou například míra degradace plátna, rozdílná tloušťka nití a přítomnost i vlastnosti malby se souvisejícími vrstvami, pak má plátňová vazba kvůli rozdílným vlastnostem útkových a osnovních nití, a tedy také své anizotropii, tendence tvořit trhliny paralelně k osnovním nitím při stejném biaxiálním přepětí.<sup>41</sup> Příčinou tohoto jevu je skutečnost, že osnovní nitě jsou již z výroby vlnitější než nitě útkové. V případě čtvercového kusu plátna tedy budou osnovní nitě delší než útkové

---

<sup>38</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 82.

<sup>39</sup> Bližší informace k tématu vlivu mikroorganismů na textilní podložku viz MAKEŠ, František 1984, s. 26–30; MAKEŠ, František 2013.

<sup>40</sup> REDEN, Anna von 2018; YOUNG, Christina 2012; NICOLAUS, Knut 1999, s. 82; TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998; HACKNEY, Stephen 2020, s. 111–145.

<sup>41</sup> Tedy napětí jdoucí ve dvou na sebe kolmých směrech, které nejvíce demonstrují způsob napětí v napnutých textilních nosičích na pravoúhlých rámech.

a v případě vypnutí mohou lépe reagovat na rozměrové změny. Jelikož útkové nitě jsou méně vlnité a kratší, v případě stejného nadměrného tlaku působícího jak na útek, tak osnovu, dochází k jejich dřívějšímu porušení. Rozdílné vlastnosti osnovy a útku a jejich roli v textilní podložce malířských děl blíže zkoumá ve svém článku Evelin Zenker.<sup>42</sup>

U pláten obrazů se jednotlivé směry nití rozeznávají obtížně. Z důvodu celé řady faktorů mohou rozdíly mezi osnovou a útkem splývat až do té míry, že jsou osnovní nitě od nití útkových nerozeznatelné. Vliv na to může mít technologický postup přípravy pláten, jako je praní, klížení, opakované vypínání a přepínání. V takových případech, nenajde-li se pevný okraj, se používají pojmy první a druhá soustava nebo vertikální a horizontální směr.<sup>43</sup>

### 15.2.3 Popis trhlin na základě původu jejich vzniku

Trhliny v plátně obrazů mohou zjednodušeně vznikat v důsledku čtyř základních příčin, které spolu mohou vzájemně korelovat:

- degradace celulózy (např. nevhodné úložné podmínky)
- fyzické poškození (např. nevhodné zacházení)
- vandalismus
- umělecký záměr

Trhliny vzniklé v důsledku degradace celulózových vláken společně s mírným mechanickým namáháním, způsobeným například otřesy, tíhou barevné vrstvy a vlivem prověšení plátna, jsou charakteristické tím, že nemusí být vedeny paralelně s osnovou ani útkem a mohou mít nepravidelný tvar.<sup>44</sup> Objevují se převážně u silně degradovaných, velmi zkrěhlých pláten. Obdobné projevy se objevují u trhlin vzniklých vlivem mikrobiálního napadení. Jsou charakteristické nejen výraznou změnou barevnosti textlie v okolí napadení, ale často i chybějícími nitěmi v důsledku jejich rozpadu. Dále plátno pod zkorodovanými hřebíky a v jejich okolí vykazuje výraznou zkrěhlost, změnu barevnosti, ztrátu materiálu a nepravidelné trhliny. [Obr. 99–100]

Špatné zacházení s dílem a nevhodné úložné podmínky také bývají původci vzniku celé řady různorodých druhů trhlin a defektů v plátně. Konkrétně mohou trhliny vznikat kvůli nevhodným klimatickým podmínkám (včetně střídání vysoké a nízké relativní vzdušné vlhkosti a teploty či jejich extrémy), působení hlodavců či hmyzu, ale

<sup>42</sup> ZENKER, Evelin 1998 s. 338–350.

<sup>43</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 35–47.

<sup>44</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 83.

také nevhodným restaurátorským zásahům. Trhliny vzniklé únavou materiálu a mechanickým namáháním, například tíhou obrazu samotného, se nejčastěji objevují při rozích obrazů, či při jejich okrajích jako důsledek kontaktu s ostrou hranou dřevěného rámu.

Trhliny se mohou utvořit i během neopatrného vypínání obrazu, kdy je lokálně vyvoláván nadměrný tlak na plátno. V neposlední řadě se může jednat o poškození vlivem nepozornosti, jako jsou různá prokopnutí, propíchnutí a jiné. Takové trhliny jsou většinou paralelní k osnově či k útku, tedy ve tvaru „I“. Případně může dojít k jejich kombinaci, tedy k tvarům „L“, „T“, schodovitému tvaru či různě větvenému (obloukový je méně běžný), a tyto jsou často doprovázené lokální deformací. Jejich vznik je silně závislý na typu a míře degradace plátna a tato poškození tedy vznikají často závisle na sobě. Tenká plátna mají nižší pevnost, a proto jsou náchylnější k protržení, trhliny se dále snadněji rozšiřují a bývají dlouhé, ale zato lineární a jednodušší k opravě.<sup>45</sup>

Nakonec bychom rádi zmínili trhliny vzniklé záměrně jako akt vandalizmu. Takovéto trhliny nepodléhají žádným předpokladům uvedeným výše a jsou čistě závislé na způsobu provedení. Využívají se pro ně spíše jiná pojmenování než „trhlina“, například „řez“, „vpich“ a jiné. [Obr. 98] V historii jsme se s cílenými útoky na umělecká díla mohli setkat nesčetněkrát. Mezi nejznámější patří útok na obraz *Ivan Hrozný a jeho syn Ivan* od Ilji Repina v roce 1913, který byl poničen třemi řezy nožem.<sup>46</sup> V roce 1914 sufražetka Mary Richardson sekáčkem na maso na sedmi místech poškodila obraz Diega Velázqueze *Venuše před zrcadlem*.<sup>47</sup> Dále byl v roce 1975 cílem útoku obraz *Noční hlídka* od Rembrandta van Rijna. Obraz byl poničen 12 řezy.<sup>48</sup> Cílem vandalizmu se staly opakovaně obrazy umělce Barnetta Newmana. První útok proběhl roku 1986 na obraz *Who's afraid of red, yellow and blue, III*.<sup>49</sup> Druhý provedl tentýž pachatel po svém propuštění z vězení, roku 1997 stejným způsobem poničil řezacím nožem obraz

---

<sup>45</sup> KUDRJAWZEW, E. W. 1954, s. 45.

<sup>46</sup> Obraz byl poničen psychicky narušeným jedincem. Oprava spočívala v rentoalázi a retuš byla původně provedena samotným autorem obrazu (Ilja Repin \* 5. 8. 1844, † 29. 9. 1930.) Jelikož ale obličej zcela přemaloval olejovými barvami, rozhodli se restaurátoři přemalby ihned sejmout a retuše provést akvarelovými barvami. Russkaja narodnaja liniya: pravoslaviye. Samoderzhaviye narodnost. "Kartina krovi", ili Kak Il'ya Repin tsarevicha Ivana ubival. Chast' 6 [online][cit. 20.02.2022]. Dostupné z: [https://ruskline.ru/monitoring\\_smi/2007/12/25/kartina\\_krovi\\_ili\\_kak\\_il\\_ia\\_repin\\_carevicha\\_ivana\\_ubiva\\_l\\_chast\\_6](https://ruskline.ru/monitoring_smi/2007/12/25/kartina_krovi_ili_kak_il_ia_repin_carevicha_ivana_ubiva_l_chast_6)

<sup>47</sup> PRATER, Andreas 2001, s. 7.

<sup>48</sup> Během restaurování byla jako jedna z prvních provedena opatření, která by se dala označit za scelování metodou nit na nit. KUIPER, Luitsen, HESTERMANN, W. 1976, s. 14–49.

<sup>49</sup> ANDERSON-REECE, Erik 1993, s. 49–57.

*Cathedra*.<sup>50</sup> Vzhledem k hodnotám těchto děl představovala poškození prostor pro nové výzkumy z hlediska scelování trhlin a restaurování obrazů na textilních podložkách obecně, které tak vedly k vývoji nových technik a zlepšení stávajících.

Samostatnou kapitolou zůstávají díla, u nichž je „poškození“ textilní podložky součástí uměleckého záměru.<sup>51</sup> Restaurování těchto objektů spadá do oblasti restaurování moderních uměleckých děl, a tak toto téma přesahuje zadání diplomové práce a nebude mu věnováno více pozornosti.

#### 15.2.4 Redukce deformací trhlin v plátně obrazu

Kromě samotného vzniku trhlin v důsledku porušení plátna dochází také k jejich deformacím (viz 15.3.1 *Změny v struktuře obrazu způsobené trhlinami*). Takovéto trhliny je třeba před scelením vyrovnat a případně stáhnout zpět do původního stavu.

Deformace, u kterých nedošlo vlivem přerušeno napětí k oddálení stran, a tudíž k jejich otevření, se nejčastěji redukuje vlhkem a tlakem, popřípadě teplem.<sup>52</sup> Avšak v případě otevřených trhlin je problematika komplikovanější.

V minulosti bylo k redukci deformací trhlin využíváno převážně postupného působení vlhkosti a tlaku vyvinutého závažím. Tento postup však nepřinášel dostatečně uspokojivé výsledky. Otevřené trhliny byly tedy většinou ponechány a vytmeleny, v lepším případě byl vzniklý prostor vyplněn intarzií z nového plátna. Winfried Heiber ve svém článku z roku 1996 upozorňuje na tento problém, snaží se navrhnout možné alternativní metody ošetření a představuje první způsob, na jehož principu sestavil v pozdějších letech tzv. „*Trecker*“.<sup>53</sup>

„*Trecker*“ je stahovací zařízení, které prvně představil Winfried Heiber ve spolupráci s Petrou Demuth v roce 2000.<sup>54</sup> Toto zařízení bylo dále zdokonalováno v rámci dalších výzkumů, například Kerstin Bucherovou a Tobiasem Hauptem<sup>55</sup> či Dietrich Wellmerem.<sup>56</sup> Jedná se většinou o kovové zařízení, ve kterém se pomocí vyvolání protisměrného tlaku působí na otevřenou trhlínu, ke které jsou pomocí adheziva

---

<sup>50</sup> V rámci restaurování byla zdokonalena technika nit na nit, která byla kombinována s *bridgingem* z ocelových prutů a chirurgickým šitím. BRACHT, Elisabeth, et al. 2003, s. 21–28.

<sup>51</sup> Jako příklad uvádíme řezy a penetrace v plátnech od Lucia Fontany (\*1899 – †1968). HESS, Barbara 2017; GOTTSCHALLER, Pia, et al. 2012, s. 76–91. O restaurování HACKNEY, Stephen 2020, s. 61.

<sup>52</sup> Běžnou praxí v Ateliéru restaurování uměleckých děl na papíru Fakulty restaurování univerzity Pardubice je například zvlhčení objektu přes paropropustnou textilii Sympatex a následné zatížení místa. Případně je možné dílo rovnat po zvlhčení na nízkotlakém perforovaném stole s tepelnou regulací.

<sup>53</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 127.

<sup>54</sup> DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried 2000, s. 344–347.

<sup>55</sup> BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000, s. 139–148.

<sup>56</sup> WELLMER, Dietrich, CHRISIANE, Elisabeth 2006, s. 520–524.

(zpravidla BEVA 371) bodově připevněna táhnoucí lanka. Tato lanka jsou na opačném konci buďto opatřena závažím, nebo se utahují pomocí šroubů. Důležitým aspektem tohoto procesu je, že se musí provádět v napnutém stavu obrazu.<sup>57</sup> Zařízení je poměrně komplikované a lze se setkat s jeho různými obměnami, které fungují na podobném principu.<sup>58</sup> [Obr. 104–105]

Další možností redukce deformací trhlin jsou elastické pásky ze sportovního lékařství, také nazývané kineziotape. Anna Krez v rámci své bakalářské práce zjistila, že tento způsob lze použít na zadní straně obrazů se srovnatelnými výsledky, jako u „treckeru“.<sup>59</sup> Na základě jejích poznatků byla technika vyzkoušena v rámci diplomové práce Glynis Gale-Schodterer, která ji zhodnotila kladně. Jako největší výhodu uvedla nenáročnost jak práce samotné, tak nároků na potřebná zařízení. Za jistou nevýhodu této metody lze považovat nutnost opakované výměny a přelepování pásek v průběhu stahování otevřených trhlin kvůli jejich nedostatečné adhezi.<sup>60</sup> [Obr. 106]

### 15.3 Rozložení napětí v plátně obrazu

Účelem opravy trhlin by mělo být obnovení stejného rozložení napětí jako před vznikem trhliny.<sup>61</sup> Tímto způsobem by tkanina měla znovu získat vyhovující pevnost v tahu a zároveň by se tím zabránilo rozšíření poškození. Změny v přístupu k restaurování v 70. letech 20. století<sup>62</sup> vedly v 80. letech k potřebě bližší definice tohoto napětí, zejména potom stanovení nejnižšího možného napětí, které by však bylo stále dostatečné k vypnutí obrazu.<sup>63</sup> Do té doby uplatňovaná praxe maximálního vypnutí plátna,<sup>64</sup> a s tím spojené vysoké hodnoty napětí, byla vyhodnocena dokonce jako nebezpečná pro obrazy samotné,<sup>65</sup> a pro obrazy s ošetřenými trhlínami, hlavně metodami jdoucími v duchu minimální intervence, přímo jako nevhodná.

---

<sup>57</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 37.

<sup>58</sup> Jednu z možností dle Winfrieda Heibera představuje ve své diplomové práci CHALUPOVÁ, Jana 2018 s. 52–53. Názorný video-návod na sestavení vlastního „treckeru“ představil popularizátor restaurování na svém youtubovém kanálu Julian Baumgartner, viz BAUMGARTNER, Julian 2021.

<sup>59</sup> KREZ, Anna 2013. Výsledky svého průzkumu dále rozvedla a publikovala i v anglickém jazyce. KREZ, Anna 2015.

<sup>60</sup> GALE-SCHODTERER, Glynis 2016, s. 53

<sup>61</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 114.

<sup>62</sup> Viz kapitola 17.1 *Stav výzkumu ve světě*.

<sup>63</sup> ACKROYD, Paul 2002, s. 3–14.

<sup>64</sup> Dodnes se vyskytující, avšak přežitě tvrzení, že by se obraz měl vypnout tak, aby zněl jako buben, se ukázalo jako zbytečné a pro obraz i nebezpečné (z estetického hlediska pro rovně vypnutý obraz bez deformací však může být tento způsob nevyhnutelný). IDELSON, Antonio Iaccarino 2009.

<sup>65</sup> Poškození způsobené vlivem nadměrného vypnutí, především pak způsob vzniku a vzhled krakel, zkoumal a blíže popsal ve svém článku z roku 1990 Adam Karpowicz, viz KARPOWICZ, Adam 1990, s. 169–180.



Definované hodnoty vhodného napětí v obraze se však v různých výzkumech liší. Mezi hlavní autory odborných článků a publikací, kteří se tomuto tématu věnují, patří Gustav Berger a William Russell, kteří jako první zkonstruovali a popsali biaxiální tahový přístroj pro zkoumání napětí v plátně.<sup>66</sup> Ti v roce 1988 definovali průměrnou hodnotu napětí v obraze mezi 100–200 N/m.<sup>67</sup> V článku z roku 1990 již tito autoři uvádějí napětí 200 N/m jako příliš vysoké a 100 N/m jako maximální napětí, které vypnuté plátno vydrží v adekvátních klimatických podmínkách libovolně dlouhou dobu.<sup>68</sup> To vedlo k ustanovení tzv. „*maximálního udržitelného napětí*“ („*Maximum Sustainable Tension*“), tj. napětí, které plátno dokáže snést, aniž by reagovalo plasticou deformací. Jeho rozmezí experimentálně určili na 60–130 N/m. Zároveň bylo uvedeno, že se jedná o hodnoty, které, v případě přepnutí, plátno opětovně zaujme postupem času.<sup>69</sup> Gerry Hedley naproti tomu zjistil, že při vypnutí (případném přepnutí) plátna se průměrné napětí po dvou až čtyřech dnech sníží na třetinu původní hodnoty a naměřili hodnoty 120–320 N/m.<sup>70</sup> Christina Young a Roger Hibberd udávají jako realistický rozsah napětí 150–600 N/m.<sup>71</sup>

Výše uvedené hodnoty jsou však orientační a závisí na mnoha faktorech od materiálu a typu textilie obrazu<sup>72</sup> až po vliv klimatických podmínek.<sup>73</sup> Důležitým faktorem, který by měl být brán v potaz během samotného scelování trhlin, je i jejich umístění v textilní podložce, jelikož napětí v ploše obrazů není na všech místech stejné. V závislosti na tvaru a velikosti obrazu se z pravidla vyskytuje vyšší napětí v rozích obrazu a při horní hraně, což je ovlivněno tíhou samotného obrazu včetně konstrukce rámu.<sup>74</sup>

---

<sup>66</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1982, s. 139–145.

<sup>67</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1988, s. 188.

<sup>68</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1990, s. 45–76.

<sup>69</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1988, s. 189–190.

<sup>70</sup> Rozdílné, a v tomto případě výrazně vyšší hodnoty, lze přisoudit rozdílným vlastnostem zkoumaných vzorků, stejně tak případné rozdílné nastavení provedení experimentu. HEDLEY, Gerry 1988, s. 135–136.

<sup>71</sup> YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger 1999, s. 132.

<sup>72</sup> Mezi vlastnosti vzorků, které ovlivňují výsledné hodnoty, patří počet vláken v přízi, typ vlákna, pevnost vlákna, velikost vlákna a příze, intenzita zkroucení příze, hustota přízi v osnově a útku, vazba tkaniny, intenzita zvlnění nití, úprava tkaniny po tkaní, procesy přípravy textilie před a během malby nebo ošetření rubovým nátěrem či rentoalází. YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger 1999, s. 129.

<sup>73</sup> viz Kapitola 15.4 Vliv klimatických podmínek na plátno.

<sup>74</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 135.

### 15.3.1 Změny ve struktuře obrazu způsobené trhlinami

Trhlina v napnutém plátně obrazu znamená vždy větší či menší změnu rozložení napětí v závislosti na jejím typu, tj. podle její velikosti, směru trhliny, tvaru či lokace.<sup>75</sup> Přerušením plátna dojde k přerušení na něj působícího napětí a jeho přesunu na neporušené sousední nitě. Tím vzniká koncentrace napětí na koncích trhlín, která může způsobovat jejich rozšíření, zejména pokud se mění podmínky napětí, například v důsledku klimatických výkyvů. Vedle toho pak tahová síla působí na přerušené nitě, které již ale nejsou pod napětím, a dochází tak k jejich oddalování. Znamená to, že se trhlina otevírá v závislosti na průběhu trhliny a směru tahu. Výsledkem je deformace okraje trhliny a její otevření (tzv. „stárnutí trhliny“).<sup>76</sup> [Obr. 101–102]

Trhliny u nových a starých obrazů se mohou v postupech restaurování lišit. Rozdíl představují především nitě jdoucí kolmo k trhlíně. Ty z důvodu tahové síly a přerušení vnitřního napětí opětovně nabývají zvlnění, což způsobuje, že se vazba napravo i nalevo od trhliny začne postupně stahovat. Tento jev je výraznější u mladých pláten, jelikož stářím se elasticita nití snižuje.<sup>77</sup>

Napětí však nemusí mít vliv pouze na plátno, dochází i k vyrovnání přerušeno napětí v barevné vrstvě, vlivem čehož se okraje trhlíny ohýbají dolů, nahoru, nebo se vlní. Tyto deformace jsou samozřejmě o to závažnější, čím větší a delší trhlina je.<sup>78</sup>

### 15.4 Vliv klimatických podmínek na plátno

Nadměrná vlhkost všeobecně představuje nebezpečí pro objekty z přírodních textilních materiálů, neboť vytváří vhodné podmínky k degradačním procesům (viz kapitola 15.2.1 *Degradační vlastnosti celulózy*). Stejně tak mohou být pro objekt kritické příliš nízké hodnoty vlhkosti. Nebezpečné jsou také časté a náhlé změny klimatických podmínek, které mohou mít negativní dopad například na mechanické vlastnosti a chování jednotlivých obrazových vrstev.<sup>79</sup>

Len je schopen absorbovat vzdušnou vlhkost, tato schopnost se stářím materiálu snižuje. Absorpcí vlhkosti dochází k nabobtnání lněných vláken, které tak mění svůj objem. Se vzrůstajícím obsahem vlhkosti stoupá i flexibilita a elasticita, zatímco pevnost a chemická odolnost klesají. Neošetřená napnutá textilie vykazuje při zvyšující se RH zvyšující se napětí. Například při RH od 80 % je napětí již dvojnásobné v porovnání

<sup>75</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993 s. 113–117.

<sup>76</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 37.

<sup>77</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 37.

<sup>78</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993 s. 113–117.

<sup>79</sup> HEDLEY, Gerry 1993.

s napětím při 60 % RH. S vlhkostí dochází tedy ke smršťování napnutého plátna, zatímco při nižší relativní vlhkosti dochází k jejímu uvolnění. Opakujícím se stavem smršťování a uvolnění se snižuje schopnost na tyto změny reagovat, textilie ztrácí flexibilitu a pevnost a dochází k jejímu prověšení.<sup>80</sup> [Obr. 97]

Rozměrové změny plátna vzniklé v důsledku kolísavých klimatických podmínek mohou být dále ovlivněny klížením. To je způsobeno přednostní absorpcí vlhkosti klížděním, které zvětšuje svůj objem a působí tak proti srážení plátna. S vyšší vlhkostí se však plátno stává měkčím a náchylnějším vůči mikrobiálnímu napadení. Naopak při nízké RH dochází k jeho tvrdnutí a smršťování, což může vést v případě silných nánosů adheziva (například u rentoaláže či aplikovaných záplat) k lokálním deformacím.<sup>81</sup> Při vzrůstu RH z 20 % na 95 % se neošetřené plátno srazí o 6,5 %, zatímco zaklížené plátno zvětší svůj objem o 1,5 až 5 %.<sup>82</sup>

Blíže se tématu věnují Gerry Hedley, Gustav Berger s Williamem Russellem, Marion Mecklenburg s Charles Tumosa, Anna von Reden nebo Stephen Hackney.<sup>83</sup>

#### 15.4.1 Difúze vodních par

V rámci scelování trhlin na plátně obrazů se setkáváme s přidruženými degradačními jevy, které jsou ovlivněny difúzí vodních par. Jak již bylo zmíněno výše (viz kapitola *15.4 Vliv klimatických podmínek na plátno*), obrazy na plátně vlivem své schopnosti absorbovat a desorbovat relativní vzdušnou vlhkost reagují na její kolísání rozměrovými změnami. V případě, že došlo k ošetření poškozeného obrazu, v rámci kterého došlo k lokálnímu přidání či odebrání jakéhokoli materiálu oproti originálnímu okolí, schopnost reakce na tyto změny se v těchto místech liší a dochází tak k charakteristickým deformacím. V těchto oblastech se mění nejen absorpce a desorpce vlhkosti / vodní páry, ale také její difúze (propustnost).<sup>84</sup>

---

<sup>80</sup> BILSON, Thomas 1996, s. 245–253.

<sup>81</sup> SCHAIBLE, Volker 1990, s. 240.

<sup>82</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 83.

<sup>83</sup> HEDLEY, Gerry 1988, s. 133–148; BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1994, s.73–86; (V této publikaci mimo jiné autoři vyvrací dlouhotrvající názor, že hlavním důvodem degradace barevných vrstev v podobě sekundárních krakel či ztráty adheze k podložce apod., je pohyb textilní podložky. Zjistili, že hlavní příčinou je reakce barevných vrstev na změny klimatických podmínek samotných.) BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1988, s. 187–204; MECKLENBURG, Marion, TUMOSA, Charles 1991, s. 173–216; REDEN, Anna von 2018; HACKNEY, Stephen, et al. 2012, s. 433–435.

<sup>84</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 88. Tento jev byl prvně popsán v roce 1941 Francisem I. G. Rawlinsem (RAWLINS, I. G. Francis 1941, s. 59–72) a v roce 1987 byl prvně podrobně popsán vliv difúze vodních par na degradaci obrazových vrstev obrazů na textilních podložkách Volkerem Schaiblem (SCHAIBLE, Volker 1987, s. 75–94).

Ze zadní strany obrazu se z důvodu distance mezi rubovou stranou plátna a rámu mohou vytvořit tzv. „*klimatické kapsy*“, jejichž problematika je úzce spjatá právě zejména s difúzí vzdušné vlhkosti. Hloubka napínacího rámu nebo dekorativního rámu tak utváří malý vzdušný prostor mezi zdí a textilní podložkou, v němž se udržuje rozdílná relativní vzdušná vlhkost oproti zbytku místnosti. Tyto rozdíly se odvíjí od typu a lokace zdi, záleží například na tom, zda se jedná o severní zeď, venkovní zeď nebo zeď s izolací. Teplota mezi obrazem a zdí je zpravidla nižší a relativní vzdušná vlhkost vyšší. K těmto rozdílům dochází zejména, je-li obraz umístěn příliš blízko u zdi, v jejím přímém kontaktu nebo za ním není zajištěná dostatečná fluktuace vzduchu.<sup>85</sup> Takovéto „*kapsy*“ způsobují výraznou difúzi vodních par skrze obrazové vrstvy.<sup>86</sup> [Obr. 103]

Uvedený jev může způsobit závažnou krakelaci, odchlípnutí, separaci jednotlivých vrstev a deformaci. Záplaty, papírové štítky a nápisy z rubové strany zvyšují odolnost vůči difúzi, což je jedním z důvodů, proč se stávají patrnými i z lícové strany díla v podobě rozdílného typu krakel a deformací plátna.<sup>87</sup> Tento jev může být patrný i tehdy, nachází-li se pod barevnou vrstvou rám obrazu.<sup>88</sup> Z těchto důvodů by měla být difúzi vodních par v rámci výběru metody scelování trhlin obrazů na plátně věnována pozornost a měla by být uváděna jako jeden z aspektů ovlivňujících volbu vhodných opatření.

---

<sup>85</sup> Extrémním případem může být oltářní obraz sv. Barbory, který byl restaurován v rámci této diplomové práce. Zde se obraz nacházel v zezadu uzavřené dřevěné oltářní architektuře při vlhké zdi.

<sup>86</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 84–89.

<sup>87</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 196–198.

<sup>88</sup> SCHAIBLE, Volker 1990, s. 80.

## 16 Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin

V této kapitole je uveden přehled nejběžnějších historických a současných adheziv, která se při různých technikách scelování trhlin v minulosti využívala a využívají se dodnes. Jejich množství je vzhledem k vývoji jak metod scelování, tak samotných adheziv, enormní. Z tohoto důvodu se práce podrobněji věnuje především adhezivům, která byla využita v rámci experimentální části. Ostatní adheziva vybrána na základě literárních zdrojů jsou zmíněna ve formě stručného přehledu jejich využití a základních vlastností. Zároveň je kladen důraz především na jejich vyhovující a nevyhovující vlastnosti a možná rizika poškození, která jejich použití přináší. Uvedení podrobnějších informací o těchto adhezivech by bylo nad rámec rozsahu diplomové práce, nicméně je možné je případně dohledat pomocí odkazů na vybrané odborné publikace.

### 16.1 Kritéria pro volbu vhodného adheziva

Adheziva pro scelování trhlin musí splňovat různé požadavky, které jsou uvedeny v následujících podkapitolách. Tyto požadavky však nelze splnit současně, i proto, že si v některých případech do jisté míry mohou protiřečit.<sup>89</sup> Pro každou konkrétní situaci je proto zapotřebí znovu zvážit relevanci jednotlivých kritérií.

Volba vhodného adheziva závisí především na technice scelování trhlin, lepeném materiálu a napětí vyvolávaném v místě lepení. Níže uvedená kritéria jsou diskutována zejména s ohledem na řešenou problematiku, tedy na scelování bodovými technikami, jako je technika spoje nit na nit či její alternativy, například *bridging*. U technik pracujících v ploše, tedy u rentoaláže a lepení záplat, jsou požadavky na volbu adheziva vesměs rozdílné. Z důvodu zaměření práce na alternativní metody scelování trhlin je míra pozornosti v tomto ohledu k plošným technikám rentoaláže omezena.

#### 16.1.1 Mechanické a související vlastnosti

Cílem lepeného spoje by mělo být dosažení optimální **přilnavosti/adheze** při co nejmenším možném množství přidaného materiálu. Měla by však být nižší, nežli **soudržnost/koheze** samotných lepených nití. To proto, aby v případě mechanického namáhání došlo k přednostnímu porušení v místech lepeného spoje, a ne mimo něj.<sup>90</sup> V případě náhlého nárůstu napětí by se měl lepený spoj porušit přednostně před

---

<sup>89</sup> YOUNG, Christina 2003, s. 55-58.

<sup>90</sup> REUBER, Lena 2010, s. 18.

neporušenou okolní textilií. Selhání adheziva při zatížení by však mělo být co nejpomalejší, ne trhavé, aby nedošlo k okamžitému rozšíření trhliny.<sup>91</sup>

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu spoje je míra smáčení lepeného materiálu adhezivem. Dobrou přilnavost lze zajistit pouze dostatečným **smáčením** nití adhezivem. Nedostatečná smáčivost, která zhoršuje adhezi, se projevuje například u vodných adheziv použitých na lněné nitě prosycené vosky a pryskyřicemi (viz kapitola 16.2.1 *Vosko-pryskyřičné směsi*). Naopak při příliš vysoké smáčivosti může docházet k nadměrné penetraci adheziva do struktury nitě a ke snížení adheze k jejímu povrchu. Smáčivost nití lze ovlivnit předchozí impregnací.<sup>92</sup>

Adhezivum by mělo být do jisté míry **elastické/pružné a flexibilní**, aby mohlo vhodným způsobem reagovat na pohyby plátna obrazu v případě kolísání klimatu a mechanického zatížení. Pružnost adheziva by měla být vyšší než pružnost nití, aby se zabránilo silnému namáhání při okrajích lepeného spoje. Zároveň by ale nemělo být elastické natolik, aby mohlo docházet k deformaci trhliny. Proto by měl mít lepený spoj obdobnou elasticitu jako textilní podložka samotná.<sup>93</sup>

**Teplota skelného přechodu ( $T_g$ )**<sup>94</sup> použitého adheziva, by měla nabývat dostatečně nízkých hodnot. V opačném případě je totiž adhezivum při běžné teplotě příliš křehké. Při nízkých  $T_g$  může naopak dojít k jeho nadměrným deformacím.<sup>95</sup> Přechodové teploty úzce souvisejí s aplikačními teplotami tavných adheziv. Ty by neměly být příliš vysoké (nad 65 °C), aby nejen vlákna textilní podložky, ale i kompletní umělecké dílo nebyly zatíženy teplotami, při kterých dochází k urychlení stárnutí a k degradaci. Kromě toho může být barevná vrstva v případě pastóznějších nánosů i deformována.<sup>96</sup>

Adhezivum by mělo být schopné odolat extrémní fluktuaci klimatických změn (např. v kostelech) a neměly by se měnit jeho mechanické vlastnosti (např. tloušťka nebo flexibilita). V klimatizovaném prostředí má tento aspekt sekundární význam. Adhezivum by také mělo odolávat klimatickým výkyvům během ochranných opatření, například během vyrovnávání nebo konsolidace vodnými adhezivy.<sup>97</sup>

---

<sup>91</sup> YOUNG, Christina 2003, s. 56.

<sup>92</sup> REUBER, Lena 2010, s. 18; CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 45–46.

<sup>93</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 114.

<sup>94</sup>  $T_g$  označuje teplotu, při které amorfní polymer přechází z pevného, sklovitého stavu do měkkého, elastického stavu. Při  $T_g$  dochází k výrazné změně vlastností polymerů jako je tvrdost, odolnost proti nárazům, lepivost a pevnost v tahu.

<sup>95</sup> REUBER, Lena 2010, s. 19

<sup>96</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 115.

<sup>97</sup> REUBER, Lena 2010, s. 19.

### 16.1.2 Chemické vlastnosti

Adheziva by měla být z dlouhodobého hlediska stabilní, jejich vlastnosti by se měly stárnutím měnit minimálně. Degradovaná stará vlákna lněných nití mohou být extrémně citlivá na alkalické nebo kyselé prostředí,<sup>98</sup> proto by měl být výběr adheziv řízen také stavem textilní podložky a **hodnotou** jeho **pH**.<sup>99</sup> Adheziva by dále neměla být zdrojem škodlivých látek, které mohou způsobovat nebo iniciovat další degradaci předmětu. Příkladem může být uvolňující se kyselina octová z polyvinylacetátových adheziv. Také by neměla být nebezpečná z hlediska lidského zdraví nebo životního prostředí.

### 16.1.3 Optické vlastnosti

Optické vlastnosti adheziv jsou pro lepení trhlin méně důležité u bodových technik scelování trhlin, za předpokladu, že lepení není vidět také z přední strany obrazu. U technik scelování trhlin pracujících v ploše jsou optické vlastnosti, v kombinaci s jejich změnami vlivem stárnutí, podstatnější, obzvláště v případě, dochází-li k prosycení adhezivem napříč obrazovými vrstvami.<sup>100</sup>

### 16.1.4 Zpracovatelnost

**Aplikace** adheziva by měla být snadná a v případě potřeby by mělo být možné spojené nitě bez rizika upravit i po jejich slepení. Použitelnost je rozhodujícím způsobem ovlivněna **viskozitou** adheziva v okamžiku aplikace. Viskozita by měla být dostatečně vysoká, aby se zabránilo nadměrné penetraci adheziva do nití. Mělo by však být zajištěno dostatečné smáčení povrchu spojovaných nití.

Teoreticky by adhezivum mělo být **reversibilní**. Je však nutné si uvědomit, že z praktického hlediska je úplná a zcela bezpečná reversibilita nedosažitelná. Například nemusí být možné adhezivum odstranit úplně mechanicky nebo teplem, aniž by došlo k poškození vláken. Při použití rozpouštědel k odstranění adheziva zase hrozí, že adhezivum bude pronikat hlouběji nenávratně do vláken nebo vrstev malby. V mnohých případech proto může být důležitější **možnost opakovatelného zásahu** („*retreatability*“), tedy možnost opakované aplikace adheziva.

---

<sup>98</sup> TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998, s. 36.

<sup>99</sup> RUBER, Lena 2010, s. 20.

<sup>100</sup> Viz kapitola 16.2.1 *Voskopryskyřičné směsi*.

Při výběru adheziva je třeba vzít v úvahu další plánované kroky. Musí být zvažena **kompatibilita** s tmelením a retušováním oblasti trhliny a jinými procesy restaurování následujícími po scelení trhlín. Zpevnění a vyrovnaní díla může být také problematické, není-li adhezivum odolné vůči vodě nebo rozpouštědlům. Dále je nutné vzít v úvahu teplotní odolnost adheziva v souvislosti s případnou rentoalází nebo konsolidací barevných vrstev pomocí tepla.

## 16.2 Přírodní adheziva

### 16.2.1 Voskopryskyřičné směsi

Mezi nejstarší využívaná adheziva patří vosky,<sup>101</sup> přírodní pryskyřice<sup>102</sup> a jejich směsi. Samotné pryskyřice se pro účely scelování trhlín nevyužívají, jelikož jsou příliš křehké a málo elastické.<sup>103</sup> Vosky nebývají vyhovujícími adhezivou zejména kvůli nízké přídržnosti a pevnosti. Proto se používají jejich směsi. Rentoalázni směsi na bázi přírodních pryskyřic a vosků se pravděpodobně začaly využívat v Holandsku v polovině 19. století.<sup>104</sup> Ještě během 2. poloviny 20. století byly například Františkem Petrem<sup>105</sup> nebo Bohuslavem Slánským<sup>106</sup> doporučovány. V 30. letech 20. století byl proveden jeden z prvních vědeckých průzkumů zaměřujících se na problematiku adheziv používaných při rentoalází. Na jeho základě byly voskopryskyřičné směsi upřednostněny před přírodními adhezivou ve vodním prostředí.<sup>107</sup> To v domnění, že omezí hygroskopické vlastnosti obrazu a zvýší tak jeho stabilitu vůči změnám okolního klimatu.<sup>108</sup> Přestože vzniká jisté omezení hygroskopických vlastností obrazu, k vyšší stabilitě vůči změnám okolního klimatu ve skutečnosti nedochází. Naopak dochází k charakteristickým druhům degradace, jako jsou specifické deformace obrazových vrstev.<sup>109</sup>

---

<sup>101</sup> V historii nejpoužívanějším voskem je včelí vosk. Je to stabilní organický materiál, stává se plastickým při 30–40 °C a taje při 61–70 °C. Při zahřátí je rozpustný v terpentýnu a v nepolárních rozpouštědlech. ZELINGER, Jiří, ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTLÍK, Petr 1987, s. 86–87.

<sup>102</sup> Využívají se mimo jiné damara, kalafuna, či mastix. Mezi nejběžnější využívanou pryskyřici ale patří damara. Damara měkne při 82–88 °C a taveninou se stává při 150 °C. Je rozpustná v terpentýnu a v uhlovodíkových rozpouštědlech. Z přírodních pryskyřic je opticky nejstálejší. SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I. s. 67.

<sup>103</sup> Manual on the Conservation of Paintings 1940, s. 213.

<sup>104</sup> HACKNEY, Stephen, et al. 2012, s. 424.

<sup>105</sup> PETR, František 1954, s. 225.

<sup>106</sup> „*Touto methodou by měly být konservovány všechny vzácné obrazy malované na plátně, avšak ještě dříve, než se na nich objeví hrubší známky stárnutí. Její preventivní aplikaci lze doporučit dokonce i pro obrazy zcela nové.*“ SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 193.

<sup>107</sup> STOUT, George, GETTENS, Rutherford 1933/4, s. 81–104.

<sup>108</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I. s. 192.

<sup>109</sup> ANDERSEN, Cecil Karup, et al. 2019, s. 66–77.



Jejich různé směsi včetně směsí s vysychavými oleji či různými balzámy<sup>110</sup> byly vzhledem k jejich charakteru využívány pouze pro techniky rentoaláže a záplat, a jejich využití pro nové metody scelování trhlin, jako je nit na nit nebo *bridging*, nebylo zkoumáno.<sup>111</sup>

Tato adheziva jsou z dnešního pohledu zastaralá a jejich využití s sebou nese celou řadu aspektů představující ohrožení pro restaurované dílo. Hlavním důvodem jsou vysoké aplikační teploty,<sup>112</sup> kyselý charakter a procesy jejich degradace, které podporují oxidační nebo jiné mechanismy poškození samotné textilní podložky.<sup>113</sup> Nevyhovující jsou také jejich ireversibilita a vizuální změny spjaté s jejich stárnutím či způsobené prosycením obrazových vrstev.<sup>114</sup> Přítomnost těchto adheziv ve struktuře obrazu zároveň omezuje možnost další aplikace adheziv v případě potřeby opětovného restaurování. Navíc v podstatě znemožňuje případné použití vodných adheziv kvůli svému hydrofobnímu charakteru.<sup>115</sup> [Obr. 107] Praktické srovnání způsobené degradace a následného restaurování na dvou rentoilovaných obrazech různými adhezivy (voskopryskyřičná směs a směs škrobu) popsal ve svém článku Jan Vojtěchovský.<sup>116</sup> Více o voskopryskyřičných směsích uvádí například Bohuslav Slánský, Knut Nicolaus nebo Stephen Hackney.<sup>117</sup>

### 16.2.2 Škrob a jeho směsi

Škrob je přírodní adhezivum získávané z rostlin. Historicky také patří k nejstarším využívaným adhezivům. V rámci restaurování se samotný, či v různých směsích využívá především při restaurování papíru,<sup>118</sup> ale i jako adhezivum pro rentoaláž či aplikaci záplat.<sup>119</sup> Jedná se o polysacharid, který je rozpustný v teplé vodě (teplota mazování

---

<sup>110</sup> Například benátský balzám, též známý pod názvem benátský terpentýn, který se přidává za účelem zvýšení pružnosti pryskyřičné směsi. KUBIČKA, Roman, ZELINGER, Jiří 2004, s. 21.

<sup>111</sup> Na základě vlastních zkušeností by byla tato adheziva naprosto nevhodná, ba dokonce by jejich využití u těchto technik nebylo z praktických důvodů vůbec možné. Pryskyřičná a voskopryskyřičná adheziva lze prakticky využít pouze v ploše.

<sup>112</sup> Teploty měknutí se pohybují kolem 70–90 °C v závislosti na použité pryskyřici (damara 70–80 °C, mastix 80–90 °C, kalafuna 70 °C). Nízko viskózní taveninu poskytují při teplotách v rozmezí 100–120 °C (mastix a kalafuna), některé až při 150 °C (damara). Z těchto důvodů je dílo vystaveno vyšším teplotám hned dvakrát. Poprvé při nánosu, kdy se nanáší pryskyřičná směs teplá a poté při aktivaci žehličkou, či na tepelně regulovatelném nízkotlakém stole. ZELINGER, Jiří, ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTLÍK, Petr 1987, s. 93–95.

<sup>113</sup> ACKROYD, Paul 2005, s. 173–184.

<sup>114</sup> BOMFORD, David, STANIFORTH, Sarah 1981, s. 58–65.

<sup>115</sup> Vlastní zkušenosti se scelováním trhlin plátěných podložek prosycených voskopryskyřičnou směsí popisuje v praktické části své diplomové práce Jana Chalupová. CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 45–46.

<sup>116</sup> VOJTĚCHOVSKÝ, Jan 2007, s. 29–32.

<sup>117</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I.; SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II.; NICOLAUS, Knut 1999, s. 125–127; HACKNEY, Stephen, et al. 2012, s. 424–433.

<sup>118</sup> ĎUROVIČ, Michal a kol. 2002.

<sup>119</sup> Slánský uvádí i rentoaláž emulsními směsmi, ale upozorňuje na jejich krátkodobou stabilitu a uvádí, že trvanlivost zákroku lze zvýšit v případě silného nátěru z rubové strany obrazu směsí vosku a pryskyřice.

činí 68–80 °C), ve studené pouze bobtná.<sup>120</sup> V restaurátorské praxi se setkáváme s různými druhy škrobů, mezi které patří pšeničný, bramborový a rýžový škrob, či různé speciální škroby asijského původu, které mají své charakteristické vlastnosti.<sup>121</sup>

Pro restaurování se nejčastěji používají 5–15% mazy, které lze připravit několika způsoby.<sup>122</sup> Škrob má všeobecně dobré adhezivní vlastnosti v kontaktu s celulózovými vlákny, tedy s papírem, ale i s textilními vlákny.<sup>123</sup> Při vysychání samotného mazu dochází k jeho výraznému smrštění.<sup>124</sup> Jedná se o hygroskopický materiál, který silně reaguje na zvýšenou relativní vzdušnou vlhkost bobtnáním a s tím spojenými rozměrovými změnami, či ztrátou adheze.<sup>125</sup> Zároveň se stává náchylnějším vůči biologickému napadení.<sup>126</sup> Dále podléhá fotooxidaci či hydrolytickému štěpení. Tyto degradační procesy způsobují křehnutí filmu a ovlivňují i samotnou textilní podložku.<sup>127</sup> Staré, již léta zaschlé filmy bývají nerozpustné a jejich odstranění je možné pouze mechanicky, nebo pomocí enzymů.<sup>128</sup> Různé druhy škrobu vykazují rozdílné hodnoty pH, pšeničný, rýžový či bramborový škrob mají převážně neutrální hodnoty (pH 7).<sup>129</sup>

Směsi škrobu, známé také jako německý „*kleister*“,<sup>130</sup> anglický „*paste glue*“,<sup>131</sup> nebo italská „*Coletta*“,<sup>132</sup> jsou nejstarší adheziva používaná při rentoaláži obrazů. Samotný škrobový maz se pro tyto účely nevyužívá, jelikož je příliš křehký a málo elastický nebo lepidlý, proto se používá v různých směsích.<sup>133</sup> Jedná se nejčastěji o směsi s klišem, pryskyřicemi, balzámy, melasou, medem či vysychavými oleji, se kterými

---

Zároveň uvádí voskopryskyřičnou směs jako nejdokonalejší možnou volbu pro rentoaláž obrazů, jelikož obraz zbavuje svých hygroskopických vlastností. SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 191–192.

<sup>120</sup> Skládá se z  $\alpha$  D-glukopyranózových jednotek, které tvoří amylozu a amylopektin. Amylóza (20–30 %) je nízkomolekulární lineární polymer rozpustný ve vodě. Amylopektin (70–80 %) je vysokomolekulární větvený polymer, ve vodě je nerozpustný, pouze bobtná. Viz ĎUROVIČ, Michal a kol. 2002, s. 228–229.

<sup>121</sup> ĎUROVIČ, Michal a kol. 2002, s. 228–229.

<sup>122</sup> Způsob přípravy škrobu může ovlivnit jeho vlastnosti, také na něm závisí výsledný vzhled, tj. zdali bude hladký, nebo s hrudkami. To se však dá ovlivnit pasírováním přes husté síto a důkladným mícháním během přípravy. Nejběžnějším způsobem přípravy je mísení se studenou vodou a následné mísení s vroucí vodou. Nebo lze škrob do studené vody vsypat a za stálého míchání zahřívát na teplotu mazovatění (65–80 °C). ĎUROVIČ, Michal a kol. 2002, s. 500–501.

<sup>123</sup> TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998, s. 123.

<sup>124</sup> KREJČÍ, Jan 2020, s. 61.

<sup>125</sup> WALTER, Henry, et al. 1989, s. 6.

<sup>126</sup> Klišy a škroby jsou při vysokém stupni relativní vlhkosti náchylné k biologickému napadení, které může vést i k napadení samotných vláken textilní podložky. TEIXEIRA, Andréa 2016, a RODGERS, M. Sylvia 1988, s. 7.

<sup>127</sup> HORIE, Velson 2010, s. 233.

<sup>128</sup> Bližší informace k tématu vlivu mikroorganismů na textilní podložku viz MAKEŠ, František 2013.

<sup>129</sup> KREJČÍ, Jan 2020, s. 61. a REUBER, Lena 2010, s. 24.

<sup>130</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II.

<sup>131</sup> HACKNEY, Stephen, et al. 2012, s. 423

<sup>132</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 141.

<sup>133</sup> Manual on the Conservation of Paintings 1940, s. 213

se můžeme v jistých obměnách setkat dodnes.<sup>134</sup> Jak už bylo ale zmíněno výše, voskopryskyřičné směsi byly upřednostňovány před adhezivy ředěnými vodou, kam škrobové směsi také patří. To plynulo především z obav ze vzniku deformací restaurovaných objektů, nebo z degradace barevných vrstev vlivem změn okolního klimatu. Další obavou byl fakt, že vodná adheziva způsobují ztrátu koheze barevných vrstev.<sup>135</sup>

Vedle historických technik spojovaných s opravami trhlin, jako je rentoaláž či aplikace záplat, kde se využívalo především přímo mouky nebo bramborového škrobu,<sup>136</sup> se pšeničný či rýžový škrob využívá v současné době především jako plnivo ve směsi s vyzinou pro techniku scelování nit na nit, viz kapitola 16.2.3.2 *Směsi vyziny*. Samotný škrob se však nepoužívá, protože bodově neposkytuje pro techniky nit na nit či *bridgingu* dostatečnou pevnost.<sup>137</sup>

### 16.2.3 Proteinová adheziva a jejich směsi

Z historického hlediska patří proteinová adheziva, zejména klihy, k nejběžnějším v restaurátorské praxi. Různé druhy klihů byly častou volbou pro aplikaci záplat,<sup>138</sup> ale i pro rentoaláž.<sup>139</sup> Často se při aplikaci záplat využívaly klihy samotné, nebo ve směsi se škrobem (viz předchozí kapitola). U rentoaláže není toto adhezivum příliš běžné.<sup>140</sup> Pro účely rentoaláže se využívá především vyzina v kombinaci s medem, a to hlavně v ruském prostředí.<sup>141</sup>

Proteinová adheziva se dobře rozpouštějí ve vodě při teplotách mezi 35 a 50 °C. Po zaschnutí jsou ve vodě opětovně rozpustná.<sup>142</sup> Jsou hygroskopická. S rostoucím obsahem relativní vzdušné vlhkosti (nad 65 %) a v kontaktu s vodou se snižuje jejich pevnost, dochází k botnání, měknutí a zvyšuje se jejich objem.<sup>143</sup> Při nízkých hodnotách relativní vzdušné vlhkosti naopak adhezivní filmy vodu ztrácí a stávají se tuhými a křehkými.<sup>144</sup> Kromě toho mohou být peptidové vazby hydrolyzovány, což vede

---

<sup>134</sup> Například i s přidávkem PVAc adheziv či disperzí akrylátových pryskyřic. NICOLAUS, Knut 1999, s. 123.

<sup>135</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 141.

<sup>136</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I., s. 178; SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 178.

<sup>137</sup> REUBER, Lena 2010, s. 61.

<sup>138</sup> S největší pravděpodobností byl klich použit pro aplikaci záplat na oltářním obrazu sv Barbory z kostela sv. Jana Křtitele z Radomyšle.

<sup>139</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 125, 141.

<sup>140</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 141.

<sup>141</sup> EL-FEKI, Osama, ELHADY, Amr 2009, s. 249.

<sup>142</sup> Tato vlastnost se dá ovlivnit přidáním kamence či formalinu. SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I., s. 172.

<sup>143</sup> ZUMBÜHL, Stefan 2003, s. 95–103; RODGERS, M. Sylvia 1988, s. 7.

<sup>144</sup> KREJČÍ, Jan 2020, s. 61.

například ke snížení jejich odolnosti. Stejně tak se s vlhkostí zvyšuje náchylnost k mikrobiálnímu napadení.<sup>145</sup> Při nízkých hodnotách relativní vzdušné vlhkosti naopak vzniklé filmy vodu ztrácí a stávají se tuhými a křehkými. Přesto se považuje za výhodu, že jsou kompatibilní s materiály přítomnými v impregnaci a v podkladu obrazu, kterými bývají taktéž bílkoviny. To má za následek srovnatelné reakce v případě kolísání klimatu.<sup>146</sup> Filmy kostních a kožních klišů jsou obecně relativně tvrdé, křehké a nepružné.<sup>147</sup> Na to má vliv i teplota, při které adhezivní film usychá – přesáhne-li se doporučená teplota (teploty nad 60 °C), dochází k jeho degradaci a snížení mechanických vlastností.<sup>148</sup>

Samotným proteinovým adhezivům je často připisována celá řada dalších poškození plátna obrazu, způsobených především silnými nánosy a s nimi souvisejícím nadměrným pnutím během schnutí a značným snížením difúze vodních par. To se projevuje silnou deformací v místech aplikovaných záplat a jejich výrazným prolisováním společně s paprscitým zvrásněním deformujícím jejich okolí.<sup>149</sup> Podporují výraznou deformaci samotných trhlin, nebo deformaci plátna z důvodu silných nánosů i v místech jen samotných přípisů či kapek a cákanců. V neposlední řadě může být plátno v těchto místech výrazně zkřehlé.<sup>150</sup> [Obr. 108–109]

### 16.2.3.1 Vyzina

Zástupcem proteinových adheziv, který se při scelování trhlin těší v současnosti velké oblibě, především při technice nit na nit, je vyzina.<sup>151</sup> Jedná se o adhezivum získávané z vnitřních stran plynového měchýře jeseterovitých ryb, především vyzy velké.<sup>152</sup>

Využívá se jako vodný roztok, jehož hodnoty pH se pohybují převážně v kyselých<sup>153</sup> až neutrálních oblastech.<sup>154</sup> Lepivost je velmi dobrá i při nízkých koncentracích, náleží k jedněm z nejsilnějších proteinových adheziv vůbec.<sup>155</sup> Pro scelování trhlin je zásadní nízká viskozita, a proto je s ní práce jednodušší, s jinými kožními či kostními klišy, které i při nižších koncentracích rychle tuhnou a je potřeba je

---

<sup>145</sup> RODGERS, M. Sylvia 1988, s. 7.

<sup>146</sup> REUBER, Lena 2010, s. 22.

<sup>147</sup> KREJČÍ, Jan 2020 s. 61.

<sup>148</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 141.

<sup>149</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 172.

<sup>150</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 327.

<sup>151</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 35–47.

<sup>152</sup> PETUKHOVA, Tatyana, BONADIS, Stephen 1993, s. 23–31.

<sup>153</sup> mezi 5,0 a 5,5 KREJČÍ, Jan 2020, s. 61.

<sup>154</sup> 5,3 až 7,0 pH, viz REUBER, Lena 2010, s. 21.

<sup>155</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I., s. 172.

neustále zahřívat.<sup>156</sup> Pokud je teplota příliš nízká nebo gel tuhne příliš rychle, smáčení a vyplňování pórů vláken, a s tím spojená přilnavost, není dostačující.<sup>157</sup> Doporučená teplota roztoku a tepelně regulovatelných restaurátorských zařízení při práci s roztoky vyziny činí maximálně 40–45 °C.<sup>158</sup>

Při bodových technikách scelování trhlin je však samotná vyzina nevyhovující. Spoje mají nedostatečnou pevnost, především z důvodu silné penetrace vodného roztoku do struktury nití. Při vyšších koncentracích (byly zkoumány až 40% koncentrace) je však viskozita roztoku příliš vysoká a práce s ním je obtížná. Stejně tak pevnost spoje se samotnou vyzinou v tahu podle literatury nedosahuje pevností spojů vyziny v různých směsích.<sup>159</sup>

### 16.2.3.2 Směsi vyziny

Jak již bylo zmíněno, samotná vyzina nevykazuje dostatečnou pevnost, a to především z důvodu silné penetrace vodného adheziva do struktury nití. Přidáním různých aditiv byla vynaložena snaha dosáhnout vyšších kvalit adhezivní směsi, jako je pevnost, pružnost či stálost, což by usnadnilo také její aplikaci. Přidáním aditiva do směsi s vyzinou dochází ke zvýšení viskozity směsi a ke snížení penetrace adheziva dovnitř nití. Vyzina vystupuje jako adhezní lepicí složka.<sup>160</sup>

V souvislosti s tématem práce se podařilo v odborné literatuře dohledat informace zejména o směsích vyziny se škrobem, funori (JunFunori<sup>®</sup>) a drcenou celulózu, konkrétně produktem Arbocel<sup>®</sup> BWW 40.<sup>161</sup>

---

<sup>156</sup> HORIE, Velson 2010, s. 231.

<sup>157</sup> REUBER, Lena 2010, s. 21.

<sup>158</sup> Škrob-vyzinové směsi se při sušení příliš horkou jehlou stávají křehčí a snižuje se pevnost v tahu a adheze. Zároveň se v místě lepeného spoje utváří světlý opakní film. REUBER, Lena 2010, s. 64; HEIBER, Winfried 2003 s. 44.

<sup>159</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 332.

<sup>160</sup> REUBER, Lena 2010, s. 25.

<sup>161</sup> HEIBER, Winfried 2003; REUBER, Lena 2010; FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 321–341; FLOCK, Hannah, DIEBELS, Stefan et al. 2019, s. 117–128.

### **Vyzina ve směsi se škrobem**

Směs 10–13% pšeničného škrobu<sup>162</sup> a 20% vyziny (vodné roztoky v hmotnostním poměru 1 : 1) doporučuje již ve svých člancích Winfried Heiber<sup>163</sup> a jedná se o jedno z nejběžnějších adheziv při technice scelování trhlin nit na nit.<sup>164</sup> V posledních letech byla zkoumána i náhrada pšeničného škrobu za rýžový. Ten je ve stejné koncentraci ve směsi s vyzinou homogennější a nedochází v takové míře k separaci jednotlivých látek. Je také méně viskózní, tím pádem tvoří tenčí adhezivní film s vyšším průnikem do struktury nití.<sup>165</sup> Směs vyziny s rýžovým škrobem se však vyznačuje nižší pevností v tahu než se škrobem pšeničným.<sup>166</sup> Nižší pevnost v tahu vykazuje také modifikovaný škrob, který je rozpustný zastudena.<sup>167</sup>

### **Vyzina ve směsi s JunFunori®**

Produkt JunFunori® je standardizovanou čištěnou formou polysacharidového rostlinného adheziva funori. Byly provedeny zkoušky při koncentraci 1% roztoku JunFunori® ve směsi s 20% roztokem vyziny v hmotnostním poměru 1 : 1.<sup>168</sup> I při koncentraci 1 % se ve vodě utvoří vysoce viskózní koloidní roztok s neutrálním až mírně zásaditým pH. Práce s tepelnou jehlou by měla být jednodušší než u směsi s pšeničným škrobem, protože nedochází k přilepování vláken k jehle.<sup>169</sup> V kombinaci s vyzinou poskytuje nižší pevnost v tahu, ale díky svému optickému charakteru poskytuje při zaschnutí méně nápadné spoje nežli směs se škrobem.<sup>170</sup>

### **Vyzina ve směsi s Arbocel® BWW 40**

Produkt Arbocel® BWW 40 je složen z celulóзовých vláken o průměrné délce 200 µm a tloušťce 20 µm. Hana Flock toto aditivum využila ve svých průzkumech s 25% roztokem vyziny v hmotnostním poměru 1 : 20. Při zátěžových zkouškách tato směs vykazovala dokonce vyšší pevnost, než směs vyziny a pšeničného škrobu.<sup>171</sup> Tato směs je výhodná i z důvodu snadnější přípravy oproti přípravě pšeničného škrobu.

---

<sup>162</sup> Vzhledem ke způsobu přípravy škrobu je v tomto případě vymezení procentuální hodnoty s takovou přesností přinejmenším sporné. Na základě praktických zkušeností autora byl škrob vždy připravován z přibližně 10% hm. vodného roztoku.

<sup>163</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 41.

<sup>164</sup> Tato směs byla využita i v rámci praktické části této diplomové práce při restaurování oltářního obrazu sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele.

<sup>165</sup> REUBER, Lena 2010, s. 25.

<sup>166</sup> REUBER, Lena 2010, s. 61–64.

<sup>167</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 334.

<sup>168</sup> DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011, s. 4.

<sup>169</sup> REUBER, Lena 2010, s. 26.

<sup>170</sup> REUBER, Lena 2010, s. 61–64.

<sup>171</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 334.

### 16.3 Syntetická adheziva

Syntetická adheziva jsou prakticky zastoupena syntetickými makromolekulárními látkami. Mohou poskytovat příznivější vlastnosti než přírodní makromolekulární látky, respektive přírodní adheziva. Vyznačují se vyšší stálostí (homogenitou) vlastností, které podléhají daným normám. Používají se nejčastěji v podobě vodných roztoků a disperzí, roztoků v organických rozpouštědlech nebo jako tavná adheziva.<sup>172</sup>

Od 30. let 20. století začali restaurátoři využívat k rentoaláži obrazů také syntetické produkty, respektive syntetické polymery. Syntetické makromolekulární látky se mohou dělit na termoplasty,<sup>173</sup> reaktoplasty<sup>174</sup> a elastomery.<sup>175</sup> Z těchto se pro plošné i bodové metody scelování trhlin prakticky využívají převážně termoplasty a jejich směsi.<sup>176</sup> Z reaktoplastů uvedeme pouze epoxidové pryskyřice, které se využívají při bodových technikách scelování trhlin.

Následující výčet syntetických adheziv byl sestaven na základě průzkumů Leny Rauber, Hanny Flock a Petry Demuth. Jsou zde uvedena adheziva nejběžněji využívaná při scelování trhlin bodovými technikami. Publikace od Knuta Nicolause posloužila pro doplnění o adheziva, která se využívají nebo využívala výhradně pro plošné techniky.

#### 16.3.1 Polyvinylacetáty (PVAc)

Polyvinylacetáty se získávají polymerací vinylových esterů a jsou k dispozici v široké škále molekulárních hmotností. Mohou být použity jako vodné disperze, v roztoku organických rozpouštědel nebo jako tavné adhezivum.<sup>177</sup> V disperzích se vedle hlavních složek objevují obvykle neznámé a výrobcem nspecifikované aditivní látky, které po vyschnutí ovlivňují vlastnosti filmu.<sup>178</sup> Přestože se mohou disperze kvůli přítomnosti aditiv a jejich interakci s pojivem vyznačovat horšími vlastnostmi z hlediska stárnutí, upřednostňují se někdy před roztoky v organických rozpouštědlech a tavnými adhezivy

---

<sup>172</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 231.

<sup>173</sup> Látky, jež působením zvýšených teplot měknou až kapalní, ale po ochlazení nabývají původních vlastností, přičemž je tento proces opakovatelný. Jedná se především o lineární, málo rozvětvené polymery. ZELINGER, Jiří, ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTLÍK, Petr 1987, s. 14.

<sup>174</sup> Látky reagující na zvýšené teploty svým měknutím či zkapalněním, po vystydnutí však nevratně tvrdnou, vytvrzují se. Dochází totiž k vzájemnému propojování lineárních polymerů a k tvorbě trojrozměrných struktur. Zároveň nejsou po vytvrzení rozpustné v rozpouštědlech, pouze bobtnají. ZELINGER, Jiří, ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTLÍK, Petr 1987, s. 14.

<sup>175</sup> Elastomery jsou pružné syntetické otiskovací materiály (vulkanizující polymery podobné kaučukům) tuhnoucí chemicky. HUBÁLKOVÁ, Hana, KRŇOULOVÁ, Jana 2009, s. 301.

<sup>176</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 127.

<sup>177</sup> HORIE, Velson 2010, s. 92–96.

<sup>178</sup> EIPPER, Paul-Bernhard 2020/21, s. 60–64. V průměru disperze obsahuje 50–70 % vody, 30–50 % PVAc, 1–3 % smáčedla, 1–3 % katalyzátoru, 0–3 % ochranného koloidu, 0–5 % změkčovadla, 0–1 % pufru a 0–1 % zahušťovadla. REUBER, Lena 2010, s. 33.

kvůli lepším zpracovatelským vlastnostem. Vodné prostředí disperzí navíc v porovnání s roztoky v organických rozpouštědlech poskytuje vyšší bezpečnost práce z hlediska toxicity.

PVAc disperze jsou ve vodě volně ředitelné, jejich zaschlé filmy jsou však již nerozpustné, jen mírně bobtnají. Z tohoto důvodu je ale zároveň práce při scelování trhlin komplikovaná, jelikož je zde limitovaná možnost oprav již spojených nití. Stejně tak jsou špatně mechanicky odstranitelné. PVAc disperze mohou být rozpustné ve středně polárních rozpouštědlech, jako je aceton, estery a ethylacetát, a jsou částečně rozpustné v aromatických uhlovodících.<sup>179</sup>

Problematickou vlastností PVAc adheziv je jejich křehnutí vlivem stárí a uvolňování kyseliny octové. Několik studií ukázalo, že hodnota pH většiny disperzí (která u čerstvých disperzí činí kolem 5) se vlivem stárnutí snižuje až na hodnoty pH 4.<sup>180</sup> Uvolňování kyseliny octové je na začátku velmi vysoké, ale po jednom měsíci rychle klesá. Z těchto důvodů se zdají být PVAc disperze vysoce nevhodné pro plošné techniky scelování trhlin, v případě bodových technik, kde je množství přidaných látek limitováno, je nebezpečí degradačních vlivů kyselin na samotnou textilní podložku nižší, ne však zanedbatelné.<sup>181</sup>

V rámci průzkumů provedených Lenou Rauber, Hannou Flock, Janem Krejčím a Paulem Bernhardem Eipperem byly zkoumány komerčně prodávané PVAc disperze značky Mowilith<sup>®</sup>, Vinnapas<sup>®</sup>, Vinamul<sup>®</sup>, Jade<sup>®</sup>, a Dispercoll<sup>®</sup>.<sup>182</sup>

### 16.3.2 Akryláty

Pojem akrylové (akrylátové) polymery označuje systémy na bázi esterů kyseliny akrylové a metakrylové.<sup>183</sup> Akryláty se podobně jako polyvinylacetáty používají jako roztoky v organických rozpouštědlech, vodné disperze nebo tavná adheziva. V kontextu scelování trhlin jsou však nejběžnější ve formě vodných disperzí. Na tomto místě je vhodné znovu připomenout, že je obecnou nevýhodou disperzí přítomnost různých aditiv.<sup>184</sup> Přesto nacházejí široké uplatnění díky jejich příznivým vlastnostem, přičemž některé z nich byly nastíněny v předchozí kapitole. Chemické složení a molární hmotnost akrylových

<sup>179</sup> EIPPER, Paul-Bernhard 2020/21, s. 60–61.

<sup>180</sup> REUBER, Lena 2010, s. 35–36; KREJČÍ, Jan 2020, s. 59.

<sup>181</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 19–44.

<sup>182</sup> REUBER, Lena 2010; FLOCK, Hannah, et al. 2021; KREJČÍ, Jan 2020; EIPPER, Paul-Bernhard 2020; EIPPER, Paul-Bernhard 2020/21.

<sup>183</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 21.

<sup>184</sup> Disperze se v průměru skládá z vody (50–70 %), polymeru (30–50 %), povrchově aktivní látky (1–3 %), iniciátoru (1–3 %), ochranného koloidu (0–3 %) a pufru (0–1 %). REUBER, Lena 2010, s. 36.



polymerů ovlivňují jejich vlastnosti, např. teplotu skelného přechodu, pevnost, pružnost, rozpustnost, ale také odolnost vůči fotooxidaci.<sup>185</sup>

Adheze akrylátových disperzí k textilním materiálům bývá velmi dobrá. Lze ji vylepšit zvyšováním koncentrace disperzního podílu, teploty nebo tlaku během lepení. Disperze poskytují vyšší pevnost spojení nití než tavná akrylátová adheziva.<sup>186</sup> Akrylátové filmy bývají ve srovnání s jinými adhezivy velmi pružné a flexibilní.<sup>187</sup> Akryláty mohou mít poměrně nízké teploty skelného přechodu, záleží však na jejich typu.<sup>188</sup> Proto jsou tato adheziva zřídka používaná pro techniku scelování trhlin nit na nit, jsou však častou volbou u plošných technik.<sup>189</sup> Velmi dobré výsledky vykazují také při technice *bridgingu*.<sup>190</sup> Hodnoty pH disperzí se pohybují v neutrálních až mírně alkalických rozmezích mezi 7–9.<sup>191</sup> Hodnoty pH vzniklého filmu se však během doby mění v závislosti na jednotlivých typech disperzí, respektive akrylátů.<sup>192</sup> Akryláty mají během stárnutí obecně velmi dobrou stabilitu, například lepší než polyvinylacetáty.<sup>193</sup>

Filmy z adheziv na bázi akrylátů jsou nerozpustné ve vodě, mohou v ní bobtnat. Jejich mechanické nebo tepelné odstranění bývá obtížné. Mohou být rozpuštěny v aromatických látkách, ketonech a esterech, například xylenu, toluenu a acetonu. Jsou nerozpustné v alifatických uhlovodících.<sup>194</sup>

První akrylátové disperze začaly vznikat koncem 30. let 20. století.<sup>195</sup> Koncem 60. a v průběhu 70. let 20. století bylo kvůli vodnému systému a nebezpečí zavlhčení díla před akrylátovými disperzemi upřednostněno tepelně aktivovatelné adhezivum BEVA 371. S vývojem nových rentoalázních technik, například aktivace adheziv organickými rozpouštědly, a nízkotlakých tepelně regulovatelných stolů byla akrylátovým disperzím během 80. let 20. století opět věnována větší pozornost.<sup>196</sup>

---

<sup>185</sup> TIŠLOVÁ, Renata, TAUCHMANOVÁ, Renata 2015, s. 64–74.

<sup>186</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 32.

<sup>187</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 41; REUBER, Lena 2010, s. 36.

<sup>188</sup> Plextol B500 má  $T_g$  9 °C, Plextol D498 13 °C a Plextol D540 29 °C. REUBER, Lena 2010, s. 39.

<sup>189</sup> Díky své elasticitě tak po zaschnutí filmu zůstávají obrazům ošetřeným těmito adhezivy jejich elastický charakter. NICOLAUS, Knut 1999, s. 142.

<sup>190</sup> Viz *Experimentální část*.

<sup>191</sup> REUBER, Lena 2010, s. 39; KREJČÍ, Jan 2020, s. 60.

<sup>192</sup> Hodnota pH se může v důsledku stárnutí dále snižovat. Například Plextol B500 má jako disperze pH 7,7, ale pH 5,8 jako čerstvý film a pH 5,2 jako starý film. Plextol D498 má pH 8,9 jako disperze, pH 5,9 jako čerstvý film a pH 5,8 jako starý film. REUBER, Lena 2010, s. 39.

<sup>193</sup> Studie Kanadského institutu pro ochranu, ve které bylo testováno chování stárnutí 27 PVAC a 25 pojiv akrylové pryskyřice po dobu 5 let. DOWN, Jane L., et al. 1996.

<sup>194</sup> REUBER, Lena 2010, s. 38.

<sup>195</sup> MAREK, Jiří 2018, s. 46.

<sup>196</sup> ACKROYD, Paul 2002, s. 322.

V rámci průzkumů provedených Lenou Rauber a Janem Krejčím byly zkoumány komerčně prodávané akrylátové disperze značky Plextol<sup>®</sup>, Lascaux<sup>®</sup>, Akrylep<sup>®</sup> a Sokrat<sup>®</sup>.<sup>197</sup>

#### 16.3.2.1 Acrylkleber 498 HV

Akrylátové disperze Lascaux<sup>®</sup> s označením „HV“ (HV = „*highly viscous*“) jsou všeobecně vysoce viskózní, vodou ředitelné, termoplastické, kopolymerové disperze methylnmethakrylátu a butylakrylátu zahuštěné estery akrylových kyselin s přísadami biocidů a pH stabilizátorů. Hodnota pH se uvádí mezi 8–9, teplota skelného přechodu 13 °C, teplota tepelné aktivace mezi 68–76 °C, disperze obsahuje přibližně 40 % sušiny. Stejně jako jiná akrylátová adheziva bobtná adhezivní film po vyschnutí ve vodě, je rozpustný v acetonu, alkoholech, toluenu, či xylynu a je nerozpustný a nebobtnatelný ve White Spiritu.

Produkty značky Lascaux<sup>®</sup> Acrylkleber 498 HV a 360 HV jsou běžně užívaná adheziva pro plošné metody scelování trhlin obrazů. Směs těchto dvou disperzí při rentoaláži dosahovala dobrých výsledků.<sup>198</sup>

#### 16.3.3 Nízkotavné polyamidy (PA)

Polyamidy jsou polymery, pro které je charakteristická přítomnost amidové vazby. Polyamidová adheziva bývají často kopolymerem a mohou obsahovat přísady různých látek, jako jsou pryskyřice a změkčovadla.<sup>199</sup> Polyamidová adheziva jsou termoplastická. Mají úzký rozsah měknutí s definovanou teplotou tání a tavenina je mírně viskózní.<sup>200</sup> Po ztuhnutí taveniny zůstávají filmy a vazby po jistou dobu elastické a plastické. Teprve po několika hodinách získává materiál odpovídající pevnost, a proto by neměl být vyvoláván tlak na lepená místa ihned po scelení.<sup>201</sup>

Pro účely restaurování jsou adheziva k dispozici v podobě prášku. Známá jsou například polyamidová adheziva výrobce Lascaux<sup>®</sup>, která se mimo jiné liší teplotou tání. Patří sem například Lascaux<sup>®</sup> Polyamide Textile Welding Powder 535 (teplota tání 90–100 °C), dále Lascaux<sup>®</sup> Polyamid-Textil-Schweißpulver Nr. 5065

---

<sup>197</sup> REUBER, Lena 2010; FLOCK, Hannah, et al. 2021; KREJČÍ, Jan 2020; EIPPER, Paul-Bernhard 2020/21.

<sup>198</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 142.

<sup>199</sup> BODECHTEL, Steffi 2000, s. 26.

<sup>200</sup> BODECHTEL, Steffi 2000, s. 9.

<sup>201</sup> REUBER, Lena 2010, s. 40.

(teplota tání 80 °C), Lascaux® Polyamid-Textil-Schweißpulver Nr. 256 (teplota tání 110–120 °C) a Texolit® Textilschweißpulver (teplota tání 130 °C).<sup>202</sup>

Vzhledem ke způsobu užití, kdy se přímo prášek aplikuje pomocí tepelně regulovatelné jehly, nebo v podobě předem připravených tenkých polyamidových filmů, se polyamidová adheziva hodí především pro techniku nit na nit. Polyamidové taveniny jsou zvláště ceněny pro svou vysokou přilnavost, zejména na voskem impregnované textilie.<sup>203</sup> Obecně vykazují vysokou pevnost, tuhost a tvrdost.<sup>204</sup>

Při užití polyamidových adheziv při scelování trhlin se můžeme setkat s následujícími problémy. Jsou zaznamenána označení scelených trhlin z lícové strany obrazu v případě silné linie či větších ploch aplikovaného adheziva.<sup>205</sup> V případě velkých nánosů a silného prosycení neexistuje způsob, jak zcela odstranit polyamidy z organických nebo křehkých materiálů, aniž by došlo k jejich poškození, a proto je jejich odstranitelnost silně limitována.<sup>206</sup> Nedojde-li však k prosycení, byla v rámci průzkumu podlepování historických textilií zjištěna téměř 100% odstranitelnost podlepového materiálu bez reziduí adheziva na originální textilii.<sup>207</sup> Dobrou odstranitelnost vykazovalo prolévání objektu methanolem zahřátým na teplotu 50 °C při na odsávacím stole,<sup>208</sup> což ale může být u olejomalb na plátně vysoce rizikové.

Spoj však může být otevřen a opětovně zpracován teplem. Polyamidové prášky nesplňují požadavek opětovného zásahu, jelikož silně omezují možnost využití jiných adheziv, například vodných. Degradční účinky mohou mít na plátno, ale především na barevné vrstvy, i vysoké reakční teploty potřebné pro aktivaci tohoto adheziva.

#### **16.3.4 Etylen-vinylacetátové kopolymery (EVA)**

Jedná se o kopolymery etylenu a vinylacetátu. Kopolymerace s etylenem dodává chemické struktuře „*vnitřní změkčení*“, a proto jsou obecně tyto materiály pružnější, měkčí a méně tažné než samotné polyvinylacetáty.<sup>209</sup> Zároveň se vyznačují lepším stárnutím a neutrálnějšími hodnotami pH než samotné PVAc a některé další disperze

---

<sup>202</sup> REUBER, Lena 2010, s. 40.

<sup>203</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 46–47.

<sup>204</sup> REUBER, Lena 2010, s. 40.

<sup>205</sup> To je z velké části ovlivněno rozdílnou difúzí vodních par, viz kapitola 15.4.1 *Difúze vodních par*. HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 327.

<sup>206</sup> BODECHTEL, Steffi 2000, s. 21.

<sup>207</sup> KREJČÍ, Jan, ŠKRDLANTOVÁ, Markéta a kol. 2021, s. 72–73.

<sup>208</sup> KREJČÍ, Jan, ŠKRDLANTOVÁ, Markéta a kol. 2021, s. 9.

<sup>209</sup> REUBER, Lena 2010, s. 33.

syntetických polymerů.<sup>210</sup> Mezi EVA disperze lze zařadit produkt Lineco® Neutral pH Adhesive,<sup>211</sup> ten však výrobci řadí mezi PVAc disperze.<sup>212</sup>

V restaurování se v kontextu scelování trhlin setkáváme s EVA adhezivou Evacon-R®, EVA produkty od Lineco® a produkty BEVA 371. Vybrané produkty od Lineco®, Evacon-R® a BEVA 371 byly zkoumány Lenou Rauber, Hannou Flock a Petrou Demuth.<sup>213</sup> Na základě průzkumu byly v případě bodových technik scelování trhlin produkty Lineco®<sup>214</sup> vyhodnoceny jako adheziva s vysokým potenciálem. Produkty BEVA 371 byly pro svou vysokou flexibilitu vyhodnoceny jako nevhodné, avšak jejich využití je vhodné především v plošných metodách scelování trhlin, popřípadě při technice *bridgingu*.<sup>215</sup>

#### 16.3.4.1 BEVA 371, 371b, 375 Film, Lascaux 375

Adhezivum s označením BEVA 371 bylo vyvinuto a prvně testováno Gustavem Bergrem mezi lety 1970 a 1986 jako alternativa pro dosavadní rentoaláží směsi.<sup>216</sup> Obecně se jedná o směs etylen-vinylacetátů, vinylacetátů a ketonových pryskyřic a syntetických vosků.<sup>217</sup> Složení se však od dob vzniku změnilo, naposledy v roce 2010, kdy se setkáváme s označením BEVA 371b, u níž došlo k nahrazení původní ketonové pryskyřice Laropal K80.<sup>218</sup>

Adhezivum se využívá ve formě roztoku, suché směsi nebo filmů, které jsou dostupné v tloušťkách 25 µm a 65 µm. Na trhu je jako ekvivalent produktu BEVA 371 k dostání produkt Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375, někdy označován jako „BEVA 375“. Vlastnosti obou produktů by měly být obdobné, složení se však může lišit.<sup>219</sup> Podrobné informace o vývoji tohoto adheziva uvádí ve své diplomové práci Dominika

---

<sup>210</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 27.

<sup>211</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 321–341.

<sup>212</sup> Sami výrobci uvádějí produkty Lineco® jako PVAc disperzi, Hannah Flock však toto zařazení uvádí jako mylné na základě průzkumu FTIR a řadí toto adhezivum mezi EVA disperze. FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 338.

<sup>213</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021; DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011; REUBER, Lena 2010.

<sup>214</sup> Lineco® Neutral pH Adhesive.

<sup>215</sup> Viz kapitoly 17.3.6 *Bridging* a 19 *Experimentální část teoretické práce*.

<sup>216</sup> BERGER, Gustav 1972, s. 173–194.

<sup>217</sup> Původní složení: „BEVA 371 obsahuje asi 23 % ethylen-vinyl acetátového kopolymeru. Konkrétně se jedná o kombinaci produktů Elvax Resin Grade 150 (DuPont, 17 %) a A-C Copolymer 400 (6 %). Dalšími komponenty adheziva BEVA 371 byly ketonová pryskyřice Laropal K 80 (10 %), parafin Essowax 4610 (3 %, teplota tání 65 °C), abietyl ester kyseliny fialové Cellolyn 21 (3 %), změkčovadla (1 %), toluen (34 %) a benzín (27 %).“ MEDOVÁ, Dominika 2020, s. 236–237.

<sup>218</sup> MEDOVÁ, Dominika 2020, s. 237.

<sup>219</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 143.

Medová.<sup>220</sup> Z důvodů různých pojmenování budou v následujících odstavcích tyto produkty všeobecně označovány jako „BEVA“.

Produkty BEVA mohou být rozpuštěny v nepolárních rozpouštědlech nebo použity jako tavná laminační adheziva při teplotách 65–68 °C.<sup>221</sup> BEVA má dobrou adhezi k většině materiálů. Podle Bergera je adhezní pevnost v ploše desetkrát vyšší než u voskopryskyřičných směsí. Zároveň jsou produkty BEVA často voleným adhezivem při restaurování obrazů již prosycených voskopryskyřičnou směsí.<sup>222</sup>

BEVA je flexibilní a elastické adhezivum. Na základě praktických zkušeností má pro svou elasticitu a flexibilitu poměrně nízkou adhezní pevnost při bodové aplikaci, je však užívána při rentoaláži.<sup>223</sup>

Spoje lze uvolnit teplem a znovu přilepit. BEVA Film je rozpustný v rozpouštědlech jako toluen, xylen a benzin. Podle Bergera je možné úplné odstranění beze skvrn, a to i po stárnutí.<sup>224</sup> Záleží však na metodě aplikace, v případě prosycení textilních vláken BEVA adhezivem je úplné odstranění nemožné.<sup>225</sup> U všech metod však existuje nebezpečí hlubšího pronikání adheziva do vláken.<sup>226</sup>

Použití BEVA je někdy vnímáno velmi kriticky,<sup>227</sup> protože se jedná o směs několika materiálů, z nichž některé nejsou odolné vůči stárnutí. BEVA žloutne vlivem světla.<sup>228</sup> Při pokusech o umělé stárnutí se oddělí malá množství kyseliny octové jako u běžných polyvinylacetátů,<sup>229</sup> přesto hodnota pH zůstává po umělém stárnutí kolem 7,5.<sup>230</sup> Výhodou jejich využití je však naprostá absence vodného prostředí či působení organických rozpouštědel v případě BEVA filmu.

V rámci diplomové práce Jany Chalupové byly provedeny zkoušky adheze techniky nit na nit na plátně prosyceném 10% roztokem BEVA 371. Bylo zjištěno, že na

---

<sup>220</sup> MEDOVÁ, Dominika 2020.

<sup>221</sup> REUBER, Lena 2010, s. 42.

<sup>222</sup> BERGER, Gustav 1976, s. 177.

<sup>223</sup> BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 114.

<sup>224</sup> BERGER, Gustav 1975, s. 127.

<sup>225</sup> Odstranitelnost adheziva BEVA 371 filmu a BEVA Lascaux® 375 z textilních podložek mimo jiné zkoumala ve své diplomové práci Luisa Wávrová. Ta své výsledky prezentovala ale pouze na základě optického průzkumu, a proto nejsou zcela objektivní. WÁVROVÁ, Luisa 2018, s. 146–147. Na základě vlastní zkušenosti, dojde-li k celkovému prosycení obrazových vrstev, tak je možná pouze redukce, nikoliv kompletní odstranění adheziva.

<sup>226</sup> BERGER, Gustav 1975, s. 127.

<sup>227</sup> V Německu a v Rakousku se toto adhezivum postupně přestává při rentoaláži, či konsolidaci barevných vrstev postupně údajně využívat a je nahrazováno například akrylátovými disperzemi, jako jsou produkty Plextol® či Lascaux® Acrilkleber. Ústní sdělení Veroniky Loiskandl, asistentka na Universität für angewandte Kunst Wien, Konservierung und Restaurierung von Gemälden. Sdělení ze dne 30. 11. 2021.

<sup>228</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 35.

<sup>229</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 28.

<sup>230</sup> DOWN, Jane L., et al. 1996, s. 24.

rozdíl od voskopryskyřičných směsí byly nitě schopny dobré adheze i s vodnými adhezivy.<sup>231</sup>

### 16.3.5 Epoxidové pryskyřice

Epoxidové pryskyřice jsou makromolekulární látky, jejichž řetězce obsahují více epoxidových skupin. Aby vznikl vhodný (pevný) materiál, lze epoxidové pryskyřice sesít'ovat, tzv. vytvrdit. Bývají tedy dvousložkové, jednou složkou je epoxidová pryskyřice, druhou tvrdidlo, nejčastěji na bázi polyaminů. Proces vytvrzování probíhá zpravidla zastudena. Vyžití epoxidových pryskyřic je zaznamenáno v kontextu scelování trhlin v textilních podložkách pouze při technice scelování nit na nit a *bridgingu*. Mezi hlavní nevýhody tohoto adheziva patří jejich vysoká tvrdost, tuhost a žloutnutí.<sup>232</sup> V průzkumech Leny Reuber dosahovaly spoje lepené epoxidovou pryskyřicí poměrně nízké pevnosti v tahu.<sup>233</sup> Stejně tendence zaznamenaly ve svých průzkumech i Hannah Flock<sup>234</sup> a Petra Demuth,<sup>235</sup> přestože byly dlouhou dobu doporučovány jako adhezivum pro scelování technikou nit na nit právě pro svou vysokou pevnost a klimatickou inertnost.<sup>236</sup> Epoxidové pryskyřice byly doporučovány také pro scelování voskem impregnovaných tkanin a syntetických vláken.<sup>237</sup> Při zvýšení napětí v plátně v rámci experimentu Petry Demuth a Leny Reuber docházelo u vzorků scelených metodou nit na nit epoxidovou pryskyřicí k přednostnímu porušení spoje v oblasti scelované niti, a nikoli v samotném spoji.<sup>238</sup> Další nevýhodou epoxidových pryskyřic je jejich vysoká penetrace.<sup>239</sup>

Epoxidové pryskyřice jsou zcela ireversibilní a při jejich odstraňování může docházet k silnému poškození obrazových vrstev.<sup>240</sup> Nejsou rozpustné ani odstranitelné vodou nebo běžnými organickými rozpouštědly.<sup>241</sup>

---

<sup>231</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 44–45.

<sup>232</sup> REUBER, Lena 2010, s. 45.

<sup>233</sup> REUBER, Lena 2010, s. 73.

<sup>234</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 323.

<sup>235</sup> DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011, s. 8.

<sup>236</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 133.

<sup>237</sup> PLÖTZ, Sandra 2003, s. 9.

<sup>238</sup> DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011, s. 8.

<sup>239</sup> REUBER, Lena 2010, s. 45.

<sup>240</sup> Jedním ze způsobů, jak je odstranit, je nabobtnání filmu v horké páře nebo pomocí obkladů s následujícími rozpouštědly: tetrahydrofuran, dimethylformamid, chlorované uhlovodíky, pyridin, dimethylsulfoxid, N-Methylpyrrolidon nebo směs acetonu a vody. I tak je ale odstranění obtížné a velice riskantní pro okolní obrazové vrstvy. REUBER, Lena 2010, s. 45.

<sup>241</sup> EIPPER, Paul-Bernhard 1993, s. 69; HEIBER, Winfried 1996, s. 133; BECKER, Laurence 2002, s. 28.

## 17 Možnosti scelování trhlín

V následujících kapitolách je všeobecně popsán stav výzkumu této problematiky ve světě a v českých zemích. Navazují kapitoly jednotlivých metod, v rámci kterých nastiňujeme stav jejich výzkumu v odborné literatuře, jejich charakteristické vlastnosti a způsoby provedení. Literární rešerše byla zaměřena převážně na zdroje psané od 70. let 20. století v závislosti na *The Greenwich Lining Conference* viz následující kapitola, a na zdroje psané v německém a anglickém jazyce.<sup>242</sup> Kapitola 17.1 *Stav výzkumu ve světě* prezentuje pouze významné události a s nimi spojené zdroje v kontextu scelování trhlín v plátně, které silně ovlivnily vývoj jednotlivých metod prezentovaných v následujících kapitolách. V rámci kapitoly 17.2 *Stav výzkumu v českých zemích* jsou prezentovány veškeré dohledané informační zdroje,<sup>243</sup> jelikož tomuto tématu zde nebyla doposud věnována žádná větší pozornost.

### 17.1 Stav výzkumu ve světě

*The Greenwich Lining Conference* 1974 je považována za klíčový moment přehodnocující dosavadní přístupy ke konzervaci a restaurování, především k celoplošným zásahům v čele s rentoalází. To z důvodu, že do této doby doporučovaná rentoaláž, jakožto i preventivní opatření, bývala aplikována převážně pomocí voskopryskyřičných směsí.<sup>244</sup> Jeden z hlavních příspěvků od Westbyho Percivala-Prescotta s názvem *The Lining Cycle* otevřel diskusi vyzívající k omezení rentoaláže a upozornil na význam a vzácnost nerentoilovaných obrazů.<sup>245</sup> V kontrastu k tomuto příspěvku byly prezentovány i nově vyvinuté metody rentoaláže a využití nových syntetických adheziv.<sup>246</sup> Vznikl tak milník, který otevřel dveře novým konzervačním a restaurátorským postupům a jehož následkem byly zvyšující se tendence principu tzv. „*minimální intervence*“, kde před celoplošnými strukturálními opatřeními byly upřednostněny lokální zákroky se snahou o co nejmenší možné množství nově přidaného materiálu a změn autenticity materiálů původních.

---

<sup>242</sup> V rámci práce s literaturou bylo zjištěno, že velká část zdrojů je německojazyčné proveniencí a v případě anglických zdrojů se většinou jedná o jejich překlad.

<sup>243</sup> Publikacím a článkům, které se zabývají metodou rentoaláže a s nimi spojeným vývojem a testováním nových adheziv, je věnován minimální prostor, jelikož hlavním tématem těchto výzkumů je celoplošné strukturální zpevnění obrazu, a nikoli scelování trhlín a jejich problematika.

<sup>244</sup> HEDLEY, A. Gerry, et al. 1974. V roce 2003 znovu vydáno VILLERS, Caroline 2003.

<sup>245</sup> PERCIVAL-PRESCOTT 1974, s. 1–15.

<sup>246</sup> Více viz kapitola 17.3.1 *Rentoaláž*.

Na základě průzkumu provedeného Geraldem Hedleyem a Caroline Villers v roce 1984, tj. 10 let po konferenci v Greenwich, došlo k výrazným změnám v přístupu k restaurování.<sup>247</sup> Přestože v průběhu 70. a 80. let 20. století bylo rentoilování obrazů stále běžnou praxí, došlo v reakci na Greenwichskou konferenci k nahrazení přírodních adheziv (škrobových a voskopryskyřičných směsí) syntetickými adhezivy (akrylátovými disperzemi a BEVA 371). Byla rozšířena různorodost technik rentoaláže a byl kladen vysoký důraz na reversibilitu a stabilitu provedeného zákroku.<sup>248</sup> Došlo však k deziluzi ohledně reversibility syntetických materiálů, což vedlo k zavedení nového pojmu „*retreatability*“, tedy možnost opakovatelného zásahu, prvně užitého Barbarou Applebaum v roce 1987.<sup>249</sup>

V reakci na Greenwichskou konferenci a pozdější, výše zmíněný průzkum bylo v roce 2001 téma změn v přístupech konzervování a restaurování obrazů opětovně důkladně zkoumáno pod vedením Paula Ackroyda.<sup>250</sup> Změny, ovlivněné již výše zmíněnou deziluzí z nemožnosti reversibility syntetických materiálů a snahou o zachování autenticity původního díla, daly koncem století naplno průchod principům minimální intervence. Došlo k všeobecnému odmítnutí rentoaláže a k upřednostnění méně invazivních zákroků.<sup>251</sup> Začaly se prosazovat přírodní materiály z důvodu kompatibility s materiály původních obrazových vrstev a s tím související možnost opětovného zásahu. Zároveň bylo dobře známé jejich chování při stárnutí a reversibilita.<sup>252</sup> Vývoj technického vybavení, především přístupnost dokonalejších mobilních zvětšovacích mikroskopů a lup, vedl koncem 90. let a počátkem 21. století také k rozšíření restaurátorských postupů scelování trhlin. Tyto postupy tak splňovaly nejen principy minimální intervence, ale vhodně voleným adhezivem zajistily možnost opětovného zásahu.<sup>253</sup> V tomto ohledu je třeba zmínit rok 2003, kdy se konala konference „*Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining*“, pořádaná v Londýně Institutem pro konzervaci *United Kingdom Institute for*

---

<sup>247</sup> HEDLEY, Gerald, VILLERS, Caroline 1984 s. 37–41.

<sup>248</sup> ACKROYD, Paul 2002, s. 6.

<sup>249</sup> APPLEBAUM, Barbara 1987, s. 65–73.

<sup>250</sup> ACKROYD, Paul 2001, s. 321–327.

<sup>251</sup> Rentoaláž nebyla zavrhnuta úplně; u silně poškozených obrazů, u kterých se navíc ví, že po zásahu mají být deponovány v nevyhovujících podmínkách, jsou rentoalážní postupy stále nevyhnutelnou praxí. ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline 2003, s. 9–14.

<sup>252</sup> ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline 2003, s. 10.

<sup>253</sup> Naprostá schopnost reversibility zásahu je připisována technice scelování trhlin textilních podložek šitím, nazývané také jako chirurgické šití. Avšak i toto tvrzení nemusí být zcela pravdivé. Viz 17.3.4 *Šití, chirurgické šití*.



*Conservation*.<sup>254</sup> Byl zde mimo jiné publikován dlouholetý výzkum Winfrieda Heibra v anglickém překladu, jehož inovativní metoda scelování trhlin jednotlivými vlákny, tedy nit na nit, byla do té doby podrobně popsána jen v německy psaném periodiku.<sup>255</sup>

Všeobecným vývojem v přístupech konzervačních a restaurátorských postupů, které úzce souvisí i s tématem scelování trhlin v textilních podložkách obrazu, se blíže zabývali ve svých příspěvcích Paul Ackroyd s Caroline Villers a Alanem Phenixem.<sup>256</sup>

### **17.1.1 Problematika minimalismu v restaurování**

Samotnou kapitolu v kontextu scelování trhlin tvoří principy minimalismu v restaurování. Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, zesilující tendence principu minimální intervence se začaly naplno projevovat především od 80. let 20. století. Lze pozorovat odklon od celoplošných strukturálních invazivních postupů renovaláže a příklon k alternativním dílčím postupům. Mezi ně patří například rovnání plátna a s tím spojené rovnání deformací obrazových vrstev, lokální konsolidace, strip-lining a právě scelování trhlin novými metodami.<sup>257</sup>

Úzce lokalizovaná minimální intenzita zákroků na objektu nejlépe splňuje potřebu možného opětovného zásahu. Zachovává historickou integritu objektu s co nejnižší kontaminací novými materiály, které by v budoucnu mohly bránit získávání nových informací o objektu. Životnost těchto minimalistických zásahů je však kratší než u invazivních celoplošných zásahů, a představuje tak i ekonomický problém.<sup>258</sup>

Míra zásahu by měla být vždy diskutována s ohledem na koncepci a cíle restaurování a individuální stav poškození objektu. Měl by být utvořen kompromis požadavků na restaurování prostřednictvím interdisciplinárních diskuzí mezi odborníky.<sup>259</sup> Blíže problematiku minimalismu v restaurování reflektují ve svých příspěvcích Barbara Applebaum, Andrew Oddy a Sara Carroll či Caroline Villers a Paul Ackroyd.<sup>260</sup>

---

<sup>254</sup> BUSTIN, Mary, CALEY, Tom 2003.

<sup>255</sup> HEIBER, Winfried 1996; O metodě nit na nit nás seznamuje i publikace NICOLAUS, Knut 1999, s. 107–108, což je ovšem anglický překlad německého originálu z roku 1996, NICOLAUS, Knut 1996, který ale tuto metodu zmiňuje ve velmi omezeném rozsahu.

<sup>256</sup> ACKROYD, Paul 2001; ACKROYD, Paul 2002; ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline 2003; ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline, PHENIX, Alan 2002.

<sup>257</sup> ACKROYD, Paul 2002, s. 8.

<sup>258</sup> Sarah Staniforth ve svých průzkumech odhadla, že zásahy jdoucí cestou minimální intervence mají životnost přibližně 25 let, zatímco vysoce invazivní zásahy mohou vydržet i sto let, pokud jsou ale zajištěny vhodné klimatické podmínky. ACKROYD, Paul 2002, s. 11, citováno z STANIFORTH, Sarah 1998.

<sup>259</sup> ACKROYD, Paul 2002, s. 13.

<sup>260</sup> APPLEBAUM, Barbara 1987; ODDY, Andrew, CARROLL, Sara 1999; VILLERS, Caroline 2004; ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline 2003.

## 17.2 Stav výzkumu v českých zemích

Na základě rešerše stavu výzkumu scelování trhlin v plátnech obrazů v Česku s ohledem na alternativní techniky scelování k plošným technikám rentoaláže<sup>261</sup> byla zjištěna naprostá absence tohoto tématu nejen v odborné literatuře. Zatímco se s výzkumem a testováním tradičních metod rentoaláže můžeme v tuzemské literatuře setkat relativně často,<sup>262</sup> alternativní techniky scelování trhlin u nás nikdy nebyly, až na práce Jany Chalupové,<sup>263</sup> publikovány. Neznamena to však, že by byly tyto techniky českým restaurátorům neznámé.<sup>264</sup>

Informace jsou v české literatuře pro restaurátory obrazů omezené. Existují pouze dva autoři, František Petr a Bohuslav Slánský, jejichž publikace se všeobecně zabývají restaurováním obrazů na plátně. Postupy při scelování trhlin v plátně se v obou publikacích liší převážně jen v detailech.<sup>265</sup> Pro bližší představu o soudobém restaurování tyto poznatky shrneme v následujících odstavcích.

První je publikace od Františka Petra<sup>266</sup> *O starých malbách a jejich restaurování* z roku 1954.<sup>267</sup> Vedle techniky rentoaláže se zde Petr zmiňuje o textilních a papírových záplatách, ale prezentuje tyto postupy jako zastaralé a škodlivé, neboť se záplaty reliéfně projevují na líci díla deformací obrazu a poškození je těžko opravitelné. Odmítá vodná adheziva, především klišová, jelikož srážejí originální plátno a způsobují výraznější označení z líce. Zmiňuje i škrobová a dextrinová adheziva, u kterých vyzdvihuje jejich snadnou odstranitelnost, přesto je však nedoporučuje. Preferuje olejové

---

<sup>261</sup> Technikou záplat se jakožto nedokonalou technikou scelování trhlin doposud nikdo nezabýval, a to, až na výjimky, ani v cizojazyčných publikacích.

<sup>262</sup> Vedle starších publikací prosazující rentoaláž klasickými přírodními adhezivy SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I. 141–172; PETR, František 1954, s. 224–227 se můžeme setkat i s publikacemi z 70. a 80. let 20. století, které reflektují nová adheziva KAMARÝTOVÁ, Alena 1984, s. 403–404; stejně tak byl rentoaláži věnován prostor i v rámci diplomových prací na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice WÁWROVÁ, Luisa 2018; MEDOVÁ, Dominika 2020. Blíže se ale vývojem technik rentoaláže v českých zemích a na Slovensku nebudeme zabývat.

<sup>263</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018, a CHALUPOVÁ, Jana 2019, s. 61–66.

<sup>264</sup> Obdobný stav výzkumu je i na Slovensku. Ústní sdělení Marka Kocky, student Vysoké školy výtvarných umění v Bratislavě, Ateliér restaurování závěsného obrazu a deskové malby. Sdělení ze dne 23. 2. 2022.

<sup>265</sup> V jiných otázkách restaurování se však oba restaurátoři rozcházejí, například v otázkách retuše. František Petr se např. silně vymezuje proti akvarelové retuši, provedené na nástěnných malbách v kostele sv. Apolináře a vedené Bohuslavem Slánským, který naopak zavrhoval Petrovy ireversibilní kaseinové a vaječné retuše. Výměny názorů obou restaurátorů byly publikovány ve čtyřech příspěvcích mezi lety 1954–1956 ve *Zprávách památkové péče*. PETR, František, *ZPP* 1954, s. 235–239 až SLÁNSKÝ, Bohuslav, *ZPP* 1956, s. 94–96.

<sup>266</sup> Český pedagog, malíř a restaurátor (\* 22. 11. 1884, † 14. 9. 1964). Více o životě Františka Petra viz František Petr In: *Archiv výtvarného umění*. [Online], [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://cs.isabart.org/person/3792>

<sup>267</sup> PETR, František 1954.

a voskopryskyřičné směsi, přestože si je vědom jejich špatné odstranitelnosti.<sup>268</sup> Jako nejvhodnější metodu při opravách obrazů s trhlinou v plátně doporučuje rentoaláž. „Záplatování dřevého obrazu je jakási náhražka rentoilování. U obrazů větší umělecké ceny použijeme záplatování jen v nejnějnějších případech, protože je konservační způsob méně dokonalý a také méně ušlechtilý.“<sup>269</sup> Zmiňuje dva způsoby rentoaláže, úplné odstranění původního plátna a nahrazení novým, nebo možnost jeho ponechání s aplikací nového. Upřednostňuje lněná či konopná plátna předem řádně vysrážená horkou vodou, střední až husté hrubé struktury, jemná tenká plátna nedoporučuje.<sup>270</sup>

Zmiňuje poměrně podrobný, dle něj vhodný postup aplikace záplat, kdy v rámci postupu předem prosytí poškozené místo kolem trhliny směsí včelího vosku a terpentýnu a po vytěkání rozpouštědla místo zažehlí. Poté odstraní vyčnívající nitě plátna v oblasti trhliny a z líce aplikuje papírový přelep voskopryskyřičnou směsí, zažehlí a zatíží. Samotnou záplatu doporučuje utvořit ze lněného plátna, pravoúhlého tvaru, jemnější struktury, než je plátno ošetřovaného obrazu, a takové velikosti, aby byla na délku i šířku dvojnásobná k rozměrům samotné trhliny. Zmiňuje i možnost roztřepení okrajů záplaty pro plynulejší, měkčí přechod, nebo přilepení záplaty po jejím středu, nikoliv až do okrajů. Záplatu doporučuje lepit teplým roztokem stejné směsi, jako výše zmíněný papírový přelep, zahrnujícím 1 objemový díl pryskyřice (kalafuna nebo damara) a 2 objemové díly včelího vosku. Následně záplatu zažehluje žehličkou.<sup>271</sup>

Zmiňuje i ojedinělý případ zacelování defektu v plátně způsobeného myší, kdy vzniklé perforace o průměru asi 2 cm zacelil jehlou a nití, tzv. štupeváním. Výsledek tohoto zákroku zhodnotil po vytmelení a retuši velmi kladně, blíže se jím však již nezabýval.<sup>272</sup>

V rámci restaurování trhlín či jiných druhů poškození s větším rozsahem chybějícího plátna nedoporučuje dělat výplň z jednoho kusu nového plátna, ale z několika tenkých pruhů, 4–5 mm širokých, kladených vedle sebe a přilepených voskem. To z důvodu, že výplň z jednoho kusu plátna by se měla časem více projevit z lícové strany obrazu. Doporučuje však výplň provádět až po rentoaláži z líce.<sup>273</sup>

---

<sup>268</sup> PETR, František 1954, s. 210–211, 225.

<sup>269</sup> PETR, František 1954, s. 224.

<sup>270</sup> PETR, František 1954, s. 213.

<sup>271</sup> PETR, František 1954, s. 213. Stejnou směs doporučuje i pro rentoaláž, zmiňuje ale i směs vosku a klihu, která je díky přítomnosti vosku také odolná vůči vlhkosti. PETR, František 1954, s. 214–216.

<sup>272</sup> PETR, František 1954, s. 227.

<sup>273</sup> PETR, František 1954, s. 211.

O problematice projevení trhlin z lícové strany i v případě užití rentoaláže se František Petr ve své publikaci vůbec nezmiňuje.

V roce 1956 byl vydán II. díl knihy Bohuslava Slánského<sup>274</sup> *Techniky Malby*<sup>275</sup> s podtitulem *Průzkum a restaurování obrazu*, ve kterém se z velké části věnuje i restaurování obrazů na textilní podložce.<sup>276</sup> V této knize je prvně v české literatuře věnována rozsáhlá kapitola rentoaláži obrazů a jejího vývoje v historii.<sup>277</sup> Stejně jako František Petr upřednostňuje při ošetřování trhlin rentoaláž: „*Je-li obraz jinak intaktní,[...] může být porušené místo restaurováno nalepením záplaty na rub obrazu a poté zatmelením a retušováním poškozené barevné vrstvy. Již zde však je třeba podotknout, že i v tomto jednoduchém případě je mnohem správnější podlepit celý obraz novým plátnem, protože záplata se dříve nebo později projeví na přední straně malby v podobě plochy vystupující poněkud nad úroveň okolí.*“<sup>278</sup> Uvádí, že ve zkušenosti je i obyčejná papírová inventární cedulka z líce patrná, když je nalepena z rubové strany, případně se změní charakter krakel. Na záplatu využívá lněné plátno vhodné struktury a síly a vystříhnuté do takového tvaru, aby odpovídalo porušenému místu tak, aby záplata zbytečně nepřesahovala.<sup>279</sup> Z okrajů vyjímá několik nití, aby bylo docíleno postupnějšího přechodu a textilií předem důkladně propírá v horké vodě, aby co nejméně reagovala na změny klimatu.<sup>280</sup>

Doporučuje taktéž lepení voskopryskyřičnou směsí, jelikož není přítomna voda, a nedochází tak ke srážení plátna. Adhezivum nanáší na záplatu i poškozené místo a přes novinový papír opatrně zažehlí a na několik hodin zatíží. Doporučuje i adheziva na bázi polysacharidů jako například arabská guma, a to pro jejich vyšší viskozitu, kdy adhezivum tolik nepenetruje do struktury plátna. Přesto doporučuje tento typ adheziv pro lepší stálost mísit s pryskyřičným lakem. Emulsní adhezivum uvádí jako možnost při

---

<sup>274</sup> Český pedagog, malíř a restaurátor (\* 26. 1. 1900, † 30. 7. 1980). Více o životě Bohuslava Slánského viz Bohuslav Slánský In: *Archiv výtvarného umění*. [Online], [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://cs.isabart.org/person/5879>

<sup>275</sup> První díl byl vydán v roce 1953.

<sup>276</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II.

<sup>277</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 141–146.

<sup>278</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 172.

<sup>279</sup> Což je výrazný rozdíl oproti přístupu Františka Petra, který používá oproti Bohuslavu Slánskému nadměrně velké záplaty. Tento přístup, zaměřující se více lokálně pouze na místo poškození, Slánský pravděpodobně přejal od E. W. Kudrjawzewa, z kterého cituje i ve své knize (SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 147, 219, 228.) Ten se totiž ve své vlastní knize jako první vyjadřuje k podstatě úzce lokalizovaných zásahů v případě užití záplat při scelování trhlin v plátně. KUDRJAWZEW, E. W. 1954, s. 45.

<sup>280</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 172.

opravě velkých trhlin s nadměrnou okolní deformací podložky. Zmiňuje ale, že se dříve vizuálně projeví z lícové strany.<sup>281</sup>

Také v této publikaci lze najít relativně méně invazivní postupy při scelování trhlin v plátně. Například u příliš malých trhlin bez chybějících nití se zde nedoporučují záplaty. Slánský doporučuje trhliny jen zvlhčit, přežehlit a zalisovat. Proražené místo by se tak mělo dokonale vyrovnat a spojit. Také uvádí, že do úzkých trhlin lze ještě před nažehlením vložit několik lněných vláken<sup>282</sup> navlhčených emulsním adhezivem a mimo to i vtisknout na přední stranu trochu křídového tmelu, aby konečné spojení plátna bylo co nejpevnější.<sup>283</sup>

Slánský se ve své publikaci blíže nevěnuje problematice trhlin a jiných typů poškození s větším rozsahem chybějícího originálního plátna, po případném odstranění přebytečné vrstvy rentoaláží směsí daná místa rovnou tmelí.<sup>284</sup>

Na rozdíl od Františka Petra ale zmiňuje problematiku velkých trhlin, které se i přes rentoaláž časem objevují z lícové strany díla svým vyboulením, či propadem. Tento problém řeší aplikací celoplošné papírové, či textilní mezivložky, kterou lepí z rubu díla stejnou směsí, jakou provádí rentoaláž. V případě papírových mezivložek nedoporučuje klížený papír, ale silný druh neklíženého, který se až rentoaláží směsí prosytí. To z důvodu rozdílných roztažností materiálů, což by v průběhu mohlo způsobit oddělení jednotlivých vrstev a vést ke vzniku výdutí. Proto z důvodu homogenosti materiálů doporučuje jako mezivrstvu použít další plátno.<sup>285</sup>

Vedle těchto dvou publikací se restaurátor sice mohl setkat s články a sborníky, v nichž byly prezentovány nové poznatky v oblasti rentoaláže obrazů, nezabývaly se však problematikou trhlin samotných. Až do roku 2018 nebyla reflektována nová zjištění, která by zahrnovala alternativní metody scelování. O to se zasloužila až Jana Chalupová, která se touto problematikou zabývala v rámci své diplomové práce na Akademii výtvarných umění v Praze<sup>286</sup> a o rok později souhrn svého průzkumu publikovala v odborném periodiku *Fórum pro konzervátory-restaurátory*.<sup>287</sup>

---

<sup>281</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 171–172.

<sup>282</sup> Zdalí myslel lněné nitě, nebo se jedná o možnou alteraci scelování trhlin vláknitou cupaninou (viz kapitola 17.3.5 *Scelování vláknitou cupaninou*), není z textu zřejmé.

<sup>283</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 172.

<sup>284</sup> SLÁNSKÝ, BOHUSLAV, díl II., s. 171.

<sup>285</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 186–187.

<sup>286</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018.

<sup>287</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2019.

Jana Chalupová se v roce 2016 zúčastnila zahraniční studijní stáže na vídeňské Akademii výtvarných umění,<sup>288</sup> kde se seznámila s alternativními technikami scelování trhlin v plátně. Ve své práci se zabývá jak historickými metodami scelování (rentoaláž, záplaty), tak především metodami splňujícími principy minimální intervence (nit na nit, chirurgické šití a *bridging*).<sup>289</sup> Také uvádí nejběžněji používané materiály, adheziva, nástroje a pomůcky a podrobněji přibližuje problematiku stahování trhlin a aplikace intarzií. V rámci experimentální části byly vybrané metody a procesy restaurování vyzkoušeny, včetně zkoušek přilnavosti různých adheziv k povrchu pláten prosycených voskopryskyřičnou směsí a roztokem BEVA 371. Práce je zaměřená především na prezentaci postupu metody nit na nit a opírá se hlavně o vlastní praktické zkušenosti.<sup>290</sup>

### 17.3 Metody scelování trhlin

Informace v následujících kapitolách vycházejí především ze zahraničních publikací, ve velké míře potom vysokoškolských prací, které byly z hlediska praktických poznatků a zkušeností v oblasti alternativních technik k technice rentoaláže mnohdy jediným informačním zdrojem. Informace jsou také čerpány z osobních rozhovorů s českými i zahraničními restaurátory a z vlastních praktických zkušeností, kterých jsme vedle samotného studia na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice nabyli během praktických a studijních stáží. Konkrétně se jednalo o praktickou pracovní stáž v Muzeu hlavního města Prahy v konzervátorských dílnách pod vedením Jany Chalupové,<sup>291</sup> studijní stáž na vídeňské Univerzitě užitého umění v institutu Konzervování a restaurování profesorky Gabrieli Krist za asistence Veroniky Loiskandl a Franzisky Marinovic<sup>292</sup> a na stuttgartské Státní akademii výtvarných umění v programu Konzervování a restaurování obrazů a polychromovaných soch.<sup>293</sup> Následující metody se používají samostatně i kombinovaně.

---

<sup>288</sup> Ateliér restaurování malby profesora Wolfganga Baatze, odborná asistentka Anke Schäning. Ústní sdělení Jany Chalupové, restaurátorka v Hlavním muzeu města Prahy. Sdělení ze dnů 3.–18. 8. 2020.

<sup>289</sup> *Bridging* neboli přemostění, v rámci práce neuvádí jako techniku scelování trhlin, která by byla schopna fungovat samostatně, ale vždy jako podpoření techniky nit na nit.

<sup>290</sup> Práce zároveň čerpá z omezeného množství zdrojů. Rešeršní činnost nebyla záměrem dané práce. Hlavním cílem bylo seznámit restaurátory s možnostmi alternativních metod scelování trhlin a prakticky je představit. Z časových důvodů nebyly v práci podrobně popsány všechny metody scelování a některé vůbec autorka neuvádí (například scelování vláknitou cupaninou). CHALUPOVÁ, Jana 2018 a ústní sdělení Jany Chalupové, restaurátorka v Hlavním muzeu města Prahy. Sdělení ze dnů 3.–18. 8. 2020.

<sup>291</sup> Muzeum hlavního města Prahy. Stáž probíhala v období od 3. 8. 2020 do 18. 8. 2020.

<sup>292</sup> Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung, Gemälde. Stáž probíhala od 29. 9. 2021 do 22. 2. 2022.

<sup>293</sup> Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, studienangebote Konservierung und Restaurierung von Gemälden und gefassten Skulpturen. Stáž probíhala od 4. 4. 2022 do 13. 7. 2022.

### 17.3.1 Rentoaláž

Technika rentoaláže byla již částečně popsána a představena v kapitolách *16 Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin*, *17.1 Stav výzkumu ve světě* a *17.2 Stav výzkumu v českých zemích*. S prvními užitími rentoaláže se lze setkat už během 17. století pravděpodobně v Amsterdamu, její dlouholetá tradice se dále pojí s Itálií a Francií.<sup>294</sup> Technika nezahrnuje pouze problematiku trhlin, ale jedná se o komplexní restaurátorský zákrok, kterým se převážně v historii řešilo hned několik druhů poškození najednou. Patří mezi ně například celoplošné zpevnění zchátralé původní podložky, konsolidace barevných vrstev a redukce jejich deformací nebo vyrovnání samotného plátna.<sup>295</sup> Ačkoli technika nemusí být vždy zcela nevhodným řešením, v současnosti se od ní v restaurátorské praxi upouští a například při restaurování trhliny v obraze jakožto solitérního problému je považována za zcela nevhodnou a zastaralou. Sama může být ve větší či menší míře, v závislosti na odbornosti provedení, využitých materiálech a nevhodnosti podmínek uložení, původcem nových poškození obrazů. Soudobé restaurátorské snahy a tendence, které pozorujeme od počátku 70. let 20. století, jsou zaměřeny na využití a případné objevení alternativních postupů, které by rentoaláž úplně eliminovaly či maximálně snížily její invazivnost.<sup>296</sup> Z těchto důvodů není rentoaláží jako samostatné technice v této práci věnován větší prostor.<sup>297</sup> Technika navíc zcela neřeší problematiku trhlin v plátně, protože se trhliny časem stejně na lícové straně projeví.<sup>298</sup> Tomuto problému je věnována samostatná kapitola *17.5 Problematika deformací ošetřených trhlin*.

### 17.3.2 Záplaty

Samotný pojem „záplata“ je v restaurátorských kruzích brán jako nevhodné, až amatérské opatření zajišťující defekty pláten obrazů, které se využívalo především v historii. Proto se můžeme v dnešní terminologii setkat i s pojmy, které se snaží předcházet negativním

---

<sup>294</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 117–118.

<sup>295</sup> BUSTIN, Mary, CALEY, Tom 2003.

<sup>296</sup> Například redukcí potřebného množství adheziva a vhodnou aplikací by bylo v případě potřeby možné adhezivum z originálu odstranit takřka beze zbytku. Rentoaláž pomocí tenkých adhezivních filmů, sítě malých adhezivních bodů, tzv. „nap-bond lining“, či tzv. „cold-lining“ MEHRA, Vishwa Raj 1975, s. 87–95; nebo tzv. „mist-lining“ OCH, Jos van, HOPPENBROUWERS, René 2003, s. 116–128.

<sup>297</sup> Blíže se technice věnuje například NICOLAUS, Knut 1999, s. 117–150; HACKNEY, Stephen, et al. 2012, s. 415–453; HACKNEY, Stephen 2020, s. 76–92.

<sup>298</sup> Záleží i na tuhosti adheziva a podlepové textilie či jiného materiálu. U materiálů, které na změny klimatických podmínek reagují málo nebo vůbec a nejsou flexibilní, dochází k deformaci trhlin pomaleji. SCHÄFER, Linda 2010, s. 82.

konotacím, například „rubový lokální přelep“ či „zajištění“, stále se však principiálně jedná o metodu záplat.

### 17.3.2.1 Stav výzkumu

Není známo, kdy byla prvně tato technika využita, stejně jako u šití se pravděpodobně začala objevovat se samotným příchodem maleb na textilních podložkách. Nedokonalost záplat byla vždy známá a s příchodem rentoalážních technik byla rychle nahrazena. Záplaty se proto uplatňovaly především u děl nižších kvalit, případně u menších trhlin.<sup>299</sup> Klasické postupy aplikace byly zpracovány i v české literatuře, viz kapitola 17.2 *Stav výzkumu v českých zemích*. Z důvodů nižších kvalit této techniky jí nebyla věnována žádná větší pozornost ani v návaznosti na *The Greenwich Lining Conference*.

V souvislosti s tím však nikdy nebyly blíže popsány ani mechanismy doprovodných poškození. Autorem byly dohledány doposud pouze tři novodobé zdroje, vysokoškolské práce. Okrajově se tématem bavlněných a polyesterových záplat lepených proteinovými adhezivy, polyamidovým práškem a produkty BEVA 371 s ohledem na značení z lícové strany, pevnost v tahu a samotnou stabilitu oblasti takto zajištěných trhlin věnovala ve své diplomové práci z roku 2003 Karen Gäbler.<sup>300</sup> Dále se v roce 2009 Regina Hoffmann ve své seminární práci věnovala možnostem stabilizace trhlin ošetřených metodou nit na nit s omezeným počtem zacelených nití pomocí záplat. Zde však řeší pouze časovou úsporu práce a stabilitu opatření.<sup>301</sup> Až v roce 2010 se v rámci celé své diplomové práce věnovala problematice záplat a jejich historii Linda Schäfer. Na základě experimentálních pokusů blíže popsala příčiny doprovodných poškození (označení záplat z líce díla, deformace trhlin, vliv difúze vodních par) a zkoumala, zda existuje vhodná metoda záplat.<sup>302</sup>

### 17.3.2.2 Implementace

Záplata může být pravoúhlého či organického tvaru. Může být zhotovena z celé řady materiálů od přírodních a syntetických tkaných textilií, přes netkané textilie a papíry až po useň. Lepena může být různými adhezivy.

Na základě zátěžových testů v tahu na pružích plátka scelených záplatou různými adhezivy a materiály byla pevnost techniky vyhodnocena jako dostačující.<sup>303</sup>

---

<sup>299</sup> SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 170–171.

<sup>300</sup> GÄBLER, Karen 2003.

<sup>301</sup> HOFFMAN, Regina 2009.

<sup>302</sup> SCHÄFER, Linda 2010.

<sup>303</sup> A to i záplaty aplikované BEVA 371 Film 25 µm. SCHÄFER, Linda 2010, s. 82.



Na základě těchto a výše zmíněných důvodů Linda Schäfer připouští, že neexistuje způsob záplat, které by splňovaly všechny podmínky pro scelování trhlin, může se však jednat o dočasné opatření v případě, že se restaurovaný objekt nachází ve vhodných klimatických podmínkách. Můžeme se setkat například s metodou scelování trhlin, které jsou zajištěny dvojitým, či trojitým přelepem japonského papíru se škrobem.<sup>304</sup> V případě užití záplat by měl být kladen důraz především na dostatečně prodyšný a flexibilní materiál a adhezivum s co nejmenším vlivem na difúzi vodních par, stejně tak je důležitá reversibilita a možnost opětovného zásahu. Během aplikace by měl být dáván pozor na objemové změny v originální podložce a v případě vodných adheziv, nejde-li se jim vyhnout, co nejvíce vlhkost eliminovat a záplatu nechávat do vyschnutí pod zátěží s filtračními papíry, nebo při vypnutém stavu. Přesto metodu záplat nelze doporučit, především ne do prostor s nestabilním klimatem.

### 17.3.2.3 Problematika záplat

Jak již bylo zmíněno, záplaty představují pro restaurované dílo riziko vzniku nových poškození. Na těchto poškozeních se podílí hned několik faktorů, u kterých hlavní roli hrají změny klimatických podmínek a rozdílná difúze vodních par v kombinaci s rozložením napětí v plátně obrazu a jeho přerušení.<sup>305</sup> Deformaci opravených trhlin se věnuje kapitola 17.5 *Problematika deformací ošetřených trhlin*.

Deformace obrazu v místě záplat z lícové strany obrazu je poškození, které se dříve či později vždy projeví a může být v závislosti na volbě nevhodných materiálů a techniky patrné bezprostředně po aplikaci záplaty. V takových případech hrozí také deformace s paprskovitým zvrásněním kolem záplat z důvodu vyvolaného napětí během schnutí adheziva.<sup>306</sup> I přes dodržení doporučených zásad aplikací trhlin<sup>307</sup> se ale záplata časem vždy projeví. Jedním z důvodů je vliv procházejícího vektoru napětí napnutým plátnem, kde záplata vektor napětí přejímá a dochází k jeho vyrovnání.<sup>308</sup> [Obr. 111] Dalším důvodem je vliv rozdílné difúze vodních par. Například záplaty z netkaných textilií, které silně omezují difúzi vodních par, se projeví z lícové strany obrazu výrazněji než silnější záplaty z lněné textilie, které jsou však řídce tkané. Stejně tak málo pružné

---

<sup>304</sup> Jedná se například o běžnou praxi v Národní galerii v Praze. Ústní sdělení Laury Khaindrava, restaurátorka v Národní galerii. Sdělení ze dne 21. 3. 2022.

<sup>305</sup> Viz kapitoly 15.3 *Rozložení napětí v plátně obrazu*, 15.3.1 *Změny v struktuře obrazu způsobené trhlinami*, 15.4 *Vliv klimatických podmínek na plátno*, 15.4.1 *Difúze vodních par*.

<sup>306</sup> Nejvýraznější deformace jsou pozorovány především u vodných adheziv, především proteinových. SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 172.

<sup>307</sup> Viz kapitola 17.2 *Stav výzkumu v českých zemích*.

<sup>308</sup> SCHÄFER, Linda 2010, s. 70.

záplaty mají mnohem větší předpoklad ke značení než záplaty z pružnějších materiálů.<sup>309</sup> Projevit se vlivem rozdílné difúze vodních par v kombinaci s rozdílným pnutím mohou i samotné adhezivní nánosy, například rubové nápisy.<sup>310</sup> [Obr. 109–110]

### 17.3.3 Nit na nit

Pojem „*nit na nit*“ v kontextu scelování trhlin ve svém článku prvně použila Jana Chalupová<sup>311</sup> jako překlad anglického termínu „*thread by thread*“. Pojem byl publikován v anglickém překladu článku Winfreida Heibera,<sup>312</sup> jeho originální znění je „*Rißverklebung*“.<sup>313</sup> Lze se setkat i s jinými pojmy, které mohou vycházet z celé řady anglických i německých předloh. Tyto překlady však ve své podstatě nebývají přesné, a proto se v rámci současných odborných článků a publikací setkáváme především s výše zmíněnými termíny.<sup>314</sup> V předkládané práci se pro scelování trhlin pomocí spojení dvou konců přerušených nití adhezivem používá termín „*nit na nit*“.

#### 17.3.3.1 Stav výzkumu

Tato metoda je v současnosti nahlížena jako nejvhodnější pro scelování trhlin a do začátku 20. let 21. století jí byla v odborné literatuře věnována velká pozornost. Ke značnému vývoji došlo také v oblasti vhodných pracovních pomůcek a adheziv. Přestože jako otec metody nit na nit je uváděn profesor Winfried Heiber, snahy o obdobné scelení trhlin byly vynaloženy už dříve. První zmínka o scelování malých trhlin propletením a slepením jednotlivých nití pochází od ruského restaurátora Kudrajawzewa a datuje se do roku 1945.<sup>315</sup> Do 70. let 20. století nebyla této technice věnována žádná větší pozornost, jelikož převažovala rentoaláž či záplaty. Stejně tak byla zpochybňována její trvanlivost, proto se během 70. a 80. let využívala pro techniku nit na nit adheziva s vysokou pevností, jako jsou epoxidové pryskyřice. Povědomí o této metodě

---

<sup>309</sup> SCHÄFER, Linda 2010, s. 73. Takoveto záplaty ale spíš brání před deformací ošetřených trhlin. Více viz kapitola 17.5 *Problematika deformací ošetřených trhlin*.

<sup>310</sup> NICOLAUS, Knut 1999, s. 88–89.

<sup>311</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2019. Ve své diplomové práci uvedla nepřesný pojem „*vlákno na vlákno*“. CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 20.

<sup>312</sup> HEIBER, Winfreid 2003, s. 35.

<sup>313</sup> HEIBER, Winfreid 1996, s. 117.

<sup>314</sup> Dalšími pojmy jsou například německé „*Einzelfadenverklebung*“ BECKER, Laurence 2002, s. 8, a anglické „*gluing tears*“ NICOLAUS, Knut 1999, s. 107, označují však lepení jak jednotlivých nití, tak slepování celých trhlin. Nebo německé „*Rissverschweißung*“ HEDINGER, Daniela 1997, s. 36 a anglické „*welding*“ NICOLAUS, Knut 1999, s. 107, představuje nepřesné označení pro scelování trhlin tavnými adhezivy.

<sup>315</sup> KUDRJAWZEW, E. W. 1954, s. 45–46.

zvýšily publikace Kuipera a Hestermann (1976)<sup>316</sup> či Gablera (1980).<sup>317</sup> Oba uváděli epoxidové pryskyřice jako jediné materiály, u kterých nebylo zapotřebí provádět následnou rentoaláž. Zavedení jehly s termoregulací v restaurátorských dílnách bylo později umožnilo využití tavných či tekutých adheziv, a to proto, že díky této nové pomůcce při aplikaci rychleji vyschly.<sup>318</sup> Na základě téměř 20letého výzkumu profesor Winfried Heiber<sup>319</sup> ustanovil tuto metodu jako rovnocennou metodu scelování trhlin a publikoval o ní rozsáhlý článek,<sup>320</sup> který se v roce 2003 dočkal revize v anglickém překladu.<sup>321</sup> Jeho experimenty byly však založeny na subjektivních výsledcích a pocitech vyvozených z lepení jednotlivých nití i úzkých pruhů plátna zatížených kbelíkem s vodou. Navíc byla testována úzká škála adheziv (Ponal, Mowilith DM1 a DM4, Plextol B500 a směsi vyziny a škrobu). Od té doby byly v několika pracích zkoumány různé aspekty této metody. Například Paul-Bernhard Eipper zkoumal vhodnost různých PVAc disperzí,<sup>322</sup> Laurence Becker zase akrylové disperze Lascaux® Acrylkleber 360 HV a 498 HV.<sup>323</sup> Plötz zkoumala vhodná adheziva pro trhliny v polyesterových tkaninách<sup>324</sup> a tkaniny prosycené vosky a voskopryskyřičnou směsí.<sup>325</sup> Výsledky těchto průzkumů však byly z důvodu nízkého počtu testovaných vzorků do jisté míry subjektivní a nenabízely širší srovnání běžných adheziv pro lněná vlákna. Proto v roce 2008 Lena Rauber prvně zkoumala a porovnála v rámci své diplomové práce širokou škálu možných adheziv na jednotlivých lněných nitích s přesně definovanými metodami průzkumu, včetně vlivu kolísajícího vlhka a tepla.<sup>326</sup> Její výsledky byly publikovány ve společném

---

<sup>316</sup> Ti v rámci restaurování poškozeného obrazu *Noční hlídka* od Rembradta van Rijn před celoplošnou rentoaláží místa trhlin (řezů) ošetřili epoxidovou pryskyřicí společně s aplikovanými nitěnými mřížkami. Zároveň zmiňují, že v Institutu královského kulturního dědictví v Bruselu je tato technika již roky úspěšně užívána. KUIPER, Luitsen, HESTERMANN, W. 1976, s. 25.

<sup>317</sup> Gabler spojil 2 metry dlouhou trhlínu epoxidovou pryskyřicí, trhlínu poté zajistil nitěmi s epoxidovou pryskyřicí. GABLER, Wolfram 1980/81, s. 22–25.

<sup>318</sup> HEIBER, Winfried 1983/84, s. 37.

<sup>319</sup> Winfried Heiber (\* 1. 1. 1938, † 28. 5. 2009), německý restaurátor a profesor, působil na oddělení Umělecké technologie, konzervace a restaurování umění a kulturních statků na Akademii výtvarných umění v Drážďanech. CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 20.

<sup>320</sup> HEIBER, Winfried 1996.

<sup>321</sup> HEIBER, Winfried 2003. Další překlad spolu s novými poznatky o technice byl publikován v roce 2012. HEIBER, Winfried, et al. HEIBER, Winfried, et al. 2012, s. 384–396.

<sup>322</sup> EIPPER, Paul-Bernhard 1993; EIPPER, Paul-Bernhard 2020; EIPPER, Paul-Bernhard 2020/21.

<sup>323</sup> BECKER, Laurence 2002.

<sup>324</sup> PLÖTZ, Sandra 2002.

<sup>325</sup> PLÖTZ, Sandra 2003.

<sup>326</sup> Na základě této diplomové práce byla vydána v roce 2010 oficiální publikace. REUBER, Lena 2010.

článku s Petrou Demuth<sup>327</sup> v roce 2011.<sup>328</sup> V roce 2014 Hannah Flock na práci navázala a zkoumala širokou škálu možných adheziv a vliv klimatu na jejich vlastnosti. Průzkum nebyl tentokrát proveden jen na jednotlivých nitích, ale byly zkoumány samotné adhezivní filmy a scelené trhliny na pružích plátna o různé šíři, stejně tak prvně zkoumala pevnost v tahu scelených trhlín při biaxiálním a triaxiálním napětí, aby co nejlépe imitovala reálné napětí v plátně.<sup>329</sup> Další poznatky svého průzkumu publikovala v kolektivním článku v roce 2020.<sup>330</sup> [Obr. 112–113]

### 17.3.3.2 Implementace

Nit na nit je metoda, která splňuje zásadu minimální intervence a umožňuje obnovit vizuální i mechanickou celistvost plátna a zachovat tak nejen estetické, ale i historické aspekty díla. Scelením trhlíny je zajištěna pevnost a stálost ošetřeného plátna, obnovením přerušeno vektoru napětí je zamezeno pohybu okrajů trhlín, který jinak způsobuje jejich deformaci.<sup>331</sup> Samotný postup scelení je podrobně popsán v člancích Winfrieda Heibra.<sup>332</sup> Jednotlivé přerušeno nitě se opětovně slepí, pokud možno s dostatečným přesahem a propletením jednotlivých vláken nitě, přičemž minimální doporučený přesah činí 0,6–0,7 mm. Takzvaný „*butt joint*“ spoj, [Obr. 112] neboli spoj, kde nedochází k žádnému přesahu spojovaných nití, je při tahovém zatížení slabší<sup>333</sup> a je potřeba zvolit pevnější adhezivum, které je však mnohdy zcela ireversibilní.<sup>334</sup> V případě nedostatečného přesahu, nebo chybí-li část originální nitě, je nit možné doplnit nebo nastavit novou. Scelení je potřeba provádět při zvětšení 6–25× (průměrně 12×), nejvhodnější je pro práci stereo lupa s mobilním ramenem. Dále je pro práci potřebná tepelně regulovatelná jehla a celá řada pinzet a jehel.<sup>335</sup> Na základě průzkumů vhodných

---

<sup>327</sup> Restaurátorka a kantorka na Univerzitě aplikovaných věd v Kolíně, v Institut konzervace a restaurování. Několik let působila jako asistentka profesora Heibra na Akademii výtvarných umění v Drážďanech, kde společně pracovali na vývoji techniky nit na nit. V tomto výzkumu Petra Demuth pokračuje i po smrti Winfrieda Heibra. CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 20.

<sup>328</sup> DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011, s. 1–23.

<sup>329</sup> FLOCK, Hanna 2014.

<sup>330</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021.

<sup>331</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 35.

<sup>332</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 129–133; HEIBER, Winfried 2003, s. 40; HEIBER, Winfried, et al. 2012, s. 386.

<sup>333</sup> YOUNG, Christina 2003, s. 55–58.

<sup>334</sup> Na základě průzkumu z roku 1990 byla kladně hodnocena epoxidová (Araldite HY 3314), polyuretanová (Dow-Corning Urethane Bond) a polyamidová (Lascaux Polyamide Textile Welding Powder N. 5060) adheziva. O'MALLEY, Michael 1990. Na základě výzkumu Hanny Flock však i při „*butt-joint*“ spoji vycházely nejlépe směsi vyziny a Arbocel® BWW 40, nebo adhezivum Lineco®. FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 330–332.

<sup>335</sup> HEIBER 2012, s. 386. Více o vhodných pomůckách viz CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 35.

adheziv byly vedle Heiberem ozkoušené směsi vyziny a škrobu velmi kladně vyhodnoceny směsi vyziny s Arbocel® BWW 40 a adhezivum Lineco®.<sup>336</sup>

Na základě svých průzkumů Hannah Flock mimo jiné poukázala na nejednotné mechanické vlastnosti jednotlivých spojů a nemožnost reprodukovatelnosti jejich kvality. Kvalita spojů je ovlivněna nejen rozdílností lepených materiálů, ale především schopností samotného restaurátora.<sup>337</sup> [Obr. 115] Ve spolupráci s Petrou Demuth pro jednotnější a jednodušší aplikaci adheziva vyvinuly komerčně dostupné aplikační pero.<sup>338</sup> [Obr. 114]

Přestože se pro scelování obrazů metoda jeví jako dokonalá, jejími největšími nevýhodami jsou časová náročnost<sup>339</sup> a vysoké požadavky na restaurátorské vybavení.<sup>340</sup> Problém představují i velmi jemná a hustě tkaná plátna, kde může docházet k deformacím z líce obrazu v místě linie hustě kladených adhezivních bodů z důvodu rozdílné propustnosti vodních par, hlavně u epoxidových a polyamidových adheziv.<sup>341</sup> Stejně tak u jsou již u těchto tkanin kladeny vysoké nároky na restaurátorovu zručnost.<sup>342</sup> V praxi jsme se mohli setkat i s metodou, která zdánlivě metodu nit na nit připomíná. Jedná se o postup, během kterého je do místa trhliny vpraveno adhezivum, aniž by se dbalo na přesnost spojení jednotlivých nití, například nasypáním polyamidového prášku a jeho zatavení nebo přetřením trhliny tekutým adhezivem.<sup>343</sup> Takový přístup je však z důvodu silného prosycení trhliny zcela ireversibilní, může být omezena i možnost opakovatelného zásahu a jeho následky jsou stejné jako u výše zmíněných hustě kladených adhezivních bodů.

#### 17.3.4 Šití, chirurgické šití

Mezi nejstarší způsoby můžeme na základě dochovaných starých oprav řadit metody zahrnující šití. Novodobý způsob sešívání trhlín však nazvala ve své práci Jana Chalupová jako „chirurgické šití“ či „šití chirurgickými jehlami“.<sup>344</sup> Mohlo by se jednat o vhodný termín, který by nebyl spojován s nevyhovujícími historickými metodami.

---

<sup>336</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 332.

<sup>337</sup> FLOCK, Hannah, DIEBELS, Stefan, et al. 2021, s. 1336–1357.

<sup>338</sup> DEMUTH, Petra, FLOCK, Hannah 2019, s. 129–136.

<sup>339</sup> Rychlost scelování metodou nit na nit je závislá na zručnosti a zkušenostech restaurátora. Časové porovnání techniky nit na nit a *bridgingu* viz *EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST*.

<sup>340</sup> Silnější plátna s řídkou vazbou lze scelovat pomocí čelní binokulární lupy, přesto je ale práce nejsnadnější se stereo lupou.

<sup>341</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 327.

<sup>342</sup> V rámci restaurování obrazu *Portrét starší ženy* od Lva Lercha z roku 1885 z Muzea hlavního města Prahy během praktické pracovní stáže (2020) byla zacelována penetrace o průměru 0,5 cm v plátně o dostavě 20/20 nití na 1 cm<sup>2</sup>. Už takto jemné a hustě tkané plátno bylo velice problematické a náročné scelit.

<sup>343</sup> Tento postup je často běžný například u popularizátora restaurování Juliana Baumgartnera. BAUMGARTNER, Julian.

<sup>344</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 25, 48.

V anglických zdrojích se zatím využívá pojem „*sewing tears*“<sup>345</sup> a v německých „*Rißvernähmung*“<sup>346</sup> které však tento problém nezohledňují.

Se šitím v kontextu obrazů na textilních podložkách se setkáváme už v případě sešívání jednotlivých kusů pláten dohromady pro zvětšení jejich rozměrů z důvodu limitovaných šířek tkalcovských stavů. Jsou nám dochovány příklady z 16. století na obrazech od Tiziana či Veroneseho, kde byly složené okraje jednotlivých kusů pláten sešity lněnou nití.<sup>347</sup> Setkat se můžeme s různými případy, kdy byly sešity dva kusy pláten různými stehy lícem k sobě a rozžehleny, nebo i sešitím dvou pevných okrajů.<sup>348</sup> Samotné trhliny byly sešívány různými způsoby, většinou silnými nitěmi, stejně tak velikost jehel byla relativně velká, a proto tyto metody za sebou zanechaly charakteristická poškození. [Obr. 116–118] Jistou paralelu můžeme shledat v historických opravách oděvů, v tzv. štipování. Nejednalo se však o odborný zákrok a v literatuře mu nebyla věnována žádná pozornost. Ojedinělý případ byl nalezen v české publikaci Františka Petra.<sup>349</sup>

Až v roce 1992 se této technice oprav začala blíže věnovat Karoline Beltinger, která navrhla na základě spolupráce s chirurgy použití chirurgických jehel a nylonových vláken.<sup>350</sup> Na Beltinger navázala v roce 1997 ve své diplomové práci Daniela Hedinger, která zkoumala jak pevnost techniky v tahu, tak zkoušela vhodnost různých druhů syntetických vláken a práci s různým typem chirurgických jehel.<sup>351</sup> Poměrně komplikovaný postup chirurgického šití je podrobně popsán v diplomové práci Daniely Hedinger.<sup>352</sup>

Techniku lze použít především u mladých, flexibilních, hustých pláten nebo u trhlin v rentoalážních plátnech.<sup>353</sup> U starších a křehkých pláten může docházet k poškození nití, jako problematické se taky může jevit možné poškození barevných vrstev v podobě vpichů či drobné krakeláže.<sup>354</sup> V případě některých objektů může být tato

---

<sup>345</sup> Workshop on sewing tears in canvas paintings with lecturer Daniela Hedinger. [May 6–7, 2011, German Association for Conservators-Restorers in Collaboration with Eva Rieß] In: *Flickr.com* [online]. MKKM Moderne Kunst-Kulturgut der Moderne, [cit. 23.03.2022]. Dostupný z: <https://www.flickr.com/photos/141754144@N05/albums/72157667416397313>

<sup>346</sup> HEDINGER, Daniela 1997.

<sup>347</sup> YOUNG, Christina 2012, s. 124.

<sup>348</sup> Jak sešítí dvou pláten k sobě z lícové strany, tak dvou konců s pevným okrajem se vyskytuje i na oltářním obraze sv. Barbory z kostela sv. Jana Křtitele z Radomyšle.

<sup>349</sup> Vyžrané díry od myši v plátně zašil jehlou a lněnou nití, dle něj s velice uspokojivým výsledkem. Více se ale o této opravě nezmiňuje. PETR, František 1954, s. 227.

<sup>350</sup> BELTINGER, Karoline 1992, s. 353–359.

<sup>351</sup> HEDINGER, Daniela 1997.

<sup>352</sup> HEDINGER, Daniela 1997, s. 62–77.

<sup>353</sup> BRACHT, Elisabeth, et al. 2003, s. 21–28.

<sup>354</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 25.

metoda však 100% reversibilní. Chirurgické šití by zároveň mělo zabránovat deformacím trhliny. Stejně jako u techniky nit na nit je vyžadováno zvětšení pomocí stereo lupy, stejně tak je i časově technika velice náročná.

### 17.3.5 Scelování vláknitou cupaninou

V české literatuře nebyla tato technika doposud nikde popsána ani zmíněna a je zde tak uvedena jako vůbec poprvé. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto zavést jako možný pojem „scelení vláknitou cupaninou“. Německá literatura pracuje s termíny „Faserbrei“,<sup>355</sup> tedy „vláknitá drt“, nebo „Rissverklebung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch“,<sup>356</sup> tedy „lepení trhlin pomocí směsi vláken a pojiva“. Přestože technika vychází z praxe restaurování papíru, kde se využívá pojem „dolévání papíroviny“,<sup>357</sup> nebyl tento termín aplikovatelný, jelikož nedochází nutně ani k dolévání, ani k použití papíroviny. Slovo „cupanina“ představuje materiál, který se získává „cupováním“ textilií.<sup>358</sup> Zdá se tedy významově příhodnější, než „drt“. Z důvodu možnosti využití „cupaniny“ z různých přírodních materiálů jako len, konopí či bavlna bylo zvoleno obecné slovo „vláknitá“.<sup>359</sup> Stejně tak bylo užito všeobecné „scelování“, jelikož způsob aplikace může být jak „dolévání“, tak „tmelení“. Možnou alternativou by mohl být i pojem „scelování hadrovinou“.<sup>360</sup> Pro náš text však byla vybrána první možnost z důvodu způsobu přípravy textilního materiálu pro tuto techniku.

#### 17.3.5.1 Stav výzkumu

Tato technika scelování trhlín je známá teprve krátce, a proto se nachází ještě v experimentální fázi vývoje a nejsou přesně známy její dlouhodobé vlastnosti s ohledem na stárí a změny klimatických podmínek. Během začátku 21. století jí však byla věnována náležitá pozornost a tato tendence pokračuje.

<sup>355</sup> BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 45–54.

<sup>356</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 325–337.

<sup>357</sup> ĎUROVIČ, Michal a kol. 2002, s. 235.

<sup>358</sup> „materiál z plátina, lnu či bavlny rozcupovaný na vlákna, kdysi používaný především na obvazy a krytí ran“ citováno z Cupovat In: REJZEK, Jiří 2001, s. 108; „...nitky ze starého plátina vytahané a složené souběžně nebo v chomáče smačkané, jichž užívalo se ku krytí ran a k obvazům. Není-li c [cupanina] desinfikována, jest užívání její velmi nebezpečno, a proto v nové době ustoupila všude čistě, aseptické vatě.“ citováno z Cupanina In: OTTŮV SLOVNÍK NAUČNÝ 1892, s. 783.

<sup>359</sup> „Pojem vláknina se označují vláknité materiály, získané mechanicky nebo chemicky, případně kombinovanými technologiemi z vláknitých surovin – vláknovin.“ KOČMAN, Jiří 2011, s. 12.

<sup>360</sup> „Hadrovina se vyrábí z lněných výčesků, krátkých vláken bavlny (tzv. líntrů), z hadrů apod. Je to nejkvalitnější a nejdrazší vláknina. Užívá se k výrobě speciálních druhů papíru.“ KOČMAN, Jiří 2011, s. 18.

Bohuslav Slánský uvádí ve své knize možnost scelování malých trhlin, která by mohla připomínat tuto metodu, z textu není však postup zcela zřejmý.<sup>361</sup> Proto jako první využití techniky uvádíme článek Silke Beiner-Büthe a Steffanie Beckmann z roku 2007.<sup>362</sup> V rámci restaurování obrazu na křehké, jemné a velmi hustě tkané (20 osnovních a 32 útkových nití na 1 cm<sup>2</sup>) lněné textilii s keprovou vazbou vyzkoušely techniku převzatou z postupů restaurování a konzervování papíru, která nahradila v tomto případě neproveditelnou techniku nit na nit.<sup>363</sup> Ta dosahuje svých limitů u velmi jemných tkanin. Vysoká hustota spojovacích adhezivních bodů, související s rozdílnou propustností vodních par, představuje riziko deformací podél konců přerušených nití z lícové strany obrazu. To je známo z lepení epoxidovou pryskyřicí nebo polyamidovým textilním svařovacím práškem.<sup>364</sup>

Z důvodu uspokojivých výsledků byla od roku 2013 věnována velká pozornost možnosti scelování vláknitou cupaninou ve výzkumech na Akademii výtvarných umění v Drážďanech.<sup>365</sup> V rámci své diplomové práce z roku 2014 restaurovala Claudia Hartwich potrhaný obraz na velice jemném, hustě tkaném (26/26 nití na 1 cm<sup>2</sup>) a křehkém plátně touto technikou.<sup>366</sup> Na základě této práce byl v roce 2016 publikován společný článek Claudie Hartwich a Sandry Plötz.<sup>367</sup> Dále ve své seminární práci z roku 2015 provedla Anna Maria Bungenberg podrobný výzkum pevnosti v tahu různých druhů vláknité cupaniny a adheziv s aditivou.<sup>368</sup> Další společný článek Elly Dudew, Evy Krug von Nidda a Sandry Plötz z roku 2019 prezentuje výsledky dvou prací z roku 2017.<sup>369</sup> Práce Elly Dudew se zabývala předúpravou trhliny před scelením vláknitou cupaninou a vlivem plniv přidaných k adhezivu.<sup>370</sup> Eva Krug von Nidda zkoumala možnosti metody při scelování trhlin v novodobých komerčně prodávaných šepsovaných bavlněných plátnech.<sup>371</sup>

---

<sup>361</sup> Do úzkých malých trhlin vkládá několik lněných vláken navlhčených emulsním adhezivem. Zdali myslí lněné nitě, nebo opravdu vlákna, není zřejmé. SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II., s. 172.

<sup>362</sup> BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 45–54.

<sup>363</sup> BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie, 2007, s. 45.

<sup>364</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 327.

<sup>365</sup> DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra 2019, s. 317.

<sup>366</sup> HARTWICH, Claudia 2014.

<sup>367</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 325–337.

<sup>368</sup> BUNGENBERG, Anna Maria 2015.

<sup>369</sup> DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra 2019, s. 317–326.

<sup>370</sup> DUDEW, Ella 2017.

<sup>371</sup> KRUG VON NIDDA, Eva 2017.



### 17.3.5.2 Implementace

První realizace z roku 2007 byla provedena na odsávacím stole za mírného podtlaku. Vlákniť cupanina se jako při dolévání papíroviny aplikovala na místo trhlin a případně upravila.<sup>372</sup> Zvolená směs vycházela z Heiberovy směsi pro techniku nit na nit.<sup>373</sup> Nejlepších výsledků<sup>374</sup> bylo dosaženo směsí cupaniny se směsí 20% vyziny s 13% rýžovým škrobem (v poměru 1 : 1), dále naředěnou vodou v poměru 1 : 2.<sup>375</sup> [Obr. 119]

Claudie Hartwich již dílo nescelovala na odsávacím stole, ale položila je lícem dolů na filtrační papír s Hollytexem a po aplikaci směsi cupaniny trhlinu přikryla Hollytexem a filtračním papírem a zatížila do úplného vyschnutí. Snížila množství vody ve směsi, aby zamezila nadměrné penetraci do struktury plátna a zvýšila tak pevnost spoje. Směs 15% vyziny a 13% pšeničného škrobu v poměru 1 : 1 smísila s lněnou cupaninou v poměru 2,5 : 1. Samotnou cupaninu připravila z jemného lněného plátna, z nějž jednotlivé nitě nařezala na 1–2 mm dlouhé kousky, které následně vyvařovala a rozvlákňovala v mixéru. Naráz scelovala úseky o maximální velikosti 5 cm.<sup>376</sup> [Obr. 120] Testy se směsí s vlákny Arbocel® BC 200 a Arbocel® BWB 40 z důvodu malých částic vykazovaly na rozdíl od lněné cupaniny výraznou deformaci.<sup>377</sup>

Ella Dudew v rámci svého výzkumu zjistila, že pevnost spoje takto scelené trhliny se zvýší, zaklíží-li se předem oblast trhliny 5% roztokem vyziny, jelikož dojde k menší penetraci pojiva do struktury degradovaných nití.<sup>378</sup> I přes vysoké výsledky pevnosti v tahu však stále docházelo k přerušení v místě spoje a nikoli v originálním plátně.<sup>379</sup>

Magdalena Hopfensperger v rámci svého zkoumání snížila množství přítomné vlhkosti tím, že předem připravenou suchou cupaninu nanasla na místo trhliny a až poté ji štětcem opatřila adhezivní směsí (15% vyzina s 10% pšeničným škrobem v poměru 1 : 1), zažehlila přes Hostaphan a zatížila.<sup>380</sup> [Obr. 121]

---

<sup>372</sup> Dílo bylo položeno lícem dolů na Hollytex a filtrační papír na odsávacím stole. Po aplikaci cupaniny se dílo přikrylo Hollytexem, filtračním papírem a igelitovou fólií. Po 10 minutách bylo místo zbaveno přebytečné vlhkosti a mohlo být zanecháno pod zátěží do úplného vyschnutí. BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 51.

<sup>373</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 41.

<sup>374</sup> V rámci zátěžových testů nesplňoval orientační kritérium 100 N/m skoro žádný ze zkušebních vzorků, což ale mohlo být dáno špatně zvoleným experimentem, kde se scelovaly čisté řezy v plátně. BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 51.

<sup>375</sup> BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 51.

<sup>376</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 334.

<sup>377</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 329.

<sup>378</sup> DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra 2019, s. 321

<sup>379</sup> Výsledky maximálního tahového zatížení měly hodnoty kolem 2 000 N/m, silně tak překračovaly orientační hodnoty 150–600 N/m. DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra 2019, s. 325; YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger 1999, s. 132.

<sup>380</sup> HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 47.

Vhodnost této techniky byla zkoumána a doporučena při restaurování oboustranně malovaných obrazů, kde nebylo možné trhliny scelit technikou nit na nit,<sup>381</sup> případně u trhlín, kde z důvodu nánosu obrazových vrstev či rubových nátěrů nejsou porušené nitě dostupné.<sup>382</sup>

Volba přírodních adheziv umožňuje možnost opětovného zásahu a stále je do jisté míry splněn požadavek minimální intervence. Zároveň by technika měla bránit deformacím scelených trhlín z důvodu zachování vektoru napětí v rovině. Difúze vodních par by měla být také obdobná nebo stejná s okolím z důvodu podobnosti s originálním materiálem podložky obrazu, proto by nemuselo docházet ke značení trhlín z líce. Vzhledem k nízkým požadavkům na potřebné vybavení a relativně rychlému postupu práce, nesrovnatelně rychlejšímu, než je scelování trhlín metodou nit na nit, by mohla být tato technika ve vybraných případech vhodnou alternativou. Techniku nit na nit však nenahrazuje.

### **17.3.6 Bridging**

Prvně byla tato technika představena v České republice Janou Chalupovou, která ji označila jak anglickým termínem „*bridging*“,<sup>383</sup> tak českým ekvivalentem „*přemostění*“.<sup>384</sup> Ve svém článku z roku 2019 však tuto metodu nazývá pouze „*bridgingem*“.<sup>385</sup> V rámci textu proto budeme užívat tento termín.<sup>386</sup>

#### **17.3.6.1 Stav výzkumu**

Není známo, kdy byl způsob této opravy prvně použit, ať už samostatně, nebo jako podpůrné zpevnění jiné scelovací techniky. První zmínka byla nalezena v článku Kuipera a Hestermannova z roku 1976 o restaurování obrazu *Noční hlídka* Rembrandta van Rijn. Zde byl řez plátnem po scelení metodou nit na nit zajištěn lněnými nitěmi opatřenými epoxidovou pryskyřicí.<sup>387</sup> Obdobný způsob opravy byl popsán v článku Wolframa Gablera z roku 1980 o restaurování obrazu *Noc* od Ferdinanda Hodlera.<sup>388</sup>

V dostupných publikacích je metoda zmiňována pouze jako podpůrné opatření metody nit na nit. První popis, její využití a způsob provedení, spolu s efektivnější

---

<sup>381</sup> MARINOVIC, Franziska 2021.

<sup>382</sup> KASTRLUNGER, David 2021.

<sup>383</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 44.

<sup>384</sup> CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 24.

<sup>385</sup> CHALUPOVÁ, JANA 2019, s. 61.

<sup>386</sup> V německém jazyce se užívají termíny „*Fadenbrücken*“ – „*nitkové můstky*“ HEIBER, Winfried 1996, s. 140, či „*Rissverklammerung*“ – „*vyztužení trhlín*“ REUBER, Lena 2010, s. 7.

<sup>387</sup> KUIPER, Luitsen. HESTERMANN, W. 1976, s. 25.

<sup>388</sup> GABLER, Wolfram 1980/81, s. 22–25.

a časově úspornou metodou přípravy většího množství jednotlivých nití,<sup>389</sup> představil ve svém článku Winfried Heiber v roce 1996.<sup>390</sup> Zvýšení pevnosti v tahu pomocí *bridgingu* zkoumala u techniky nit na nit u tzv. „*butt-joint*“ spojů Hannah Flock.<sup>391</sup> Přestože vyztužování scelených trhlin různými materiály je běžnou praxí, především u větších nebo komplikovaných trhlin,<sup>392</sup> nebyla této technice věnována žádná větší pozornost. Můžeme se setkat s vysokoškolskými pracemi, které techniku zmiňují, není ale jejich hlavním tématem. Možnosti využití kombinace *bridgingu* a metody nit na nit zkoumala Regina Hoffman.<sup>393</sup> Možnost vyztužení pláten před rentoaláží zmiňuje Marina Langner.<sup>394</sup> Sandra Maria Dzialek zmiňuje možnosti vyztužení silně se deformujících trhlin pomocí ocelových lanek a tyčinek ze skleněných vláken a sklolaminátu.<sup>395</sup> Glynis Gale-Schodterer, Magdalena Theresa Hopfensperger a Franziska Marinovic zkoumaly *bridging* ve spojení s technikami nit na nit a scelování vláknitou cupaninou.<sup>396</sup> [Obr. 123–125]

### 17.3.6.2 Implementace

Na základě rešerše i vlastních zkušeností má tato metoda čtyři možnosti využití:

- Samostatná technika scelování trhlin.
- Zvýšení pevnosti v tahu již scelených trhlin.
- Opatření před deformacemi scelených trhlin.
- Přechodné zajištění trhlin.

*Bridging* jako samostatná technika ke scelení trhlin nebyla doposud nikdy blíže zkoumána. Winfried Heiber tuto možnost nedoporučuje, jelikož podle něj nezabraňuje deformaci a znovuobjevení scelené trhliny.<sup>397</sup> Proto jsou možnosti využití *bridgingu* jako

---

<sup>389</sup> Tento způsob přípravy většího množství nití k technice *bridgingu* vyzkoušela a kriticky zhodnotila v rámci své diplomové práce Jana Chalupová. CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 51.

<sup>390</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 140.

<sup>391</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021.

<sup>392</sup> Vyztužení několikametrové trhliny v rentoalážním plátně ocelovými lanky viz BRACHT, Elisabeth, et al. 2003, s. 26. Podpoření silně rozvětvené trhliny scelené vláknitou cupaninou lněnými nitěmi viz BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 51.

<sup>393</sup> Výsledky tohoto průzkumu však byly do jisté míry neobjektivní, poukázaly zejména na to, že při scelování trhlin technikou nit na nit je časově nejnáročnější samotné předupravení přerušovaných nití, nikoli lepení. Proto kombinace techniky nit na nit s *bridgingem* nebyla vyhodnocena jako časově efektivnější metoda. HOFFMAN, Regina 2009, s. 46.

<sup>394</sup> Metoda *bridgingu* jako zajištění trhlin před celoplošnou rentoaláží byla vyhodnocena jako nedostačující, jelikož *bridging* nezabraňuje deformacím trhlin a nedrží původní rovinu obrazu. LANGNER, Marina 2012, s. 53–68.

<sup>395</sup> DZIALEK, Sandra Maria 2014.

<sup>396</sup> GALE-SCHODTERER, Glynis 2016, s. 44–45; MARINOVIC, Franziska 2020, s. 22–40.

<sup>397</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 45.

alternativní techniky scelování trhlin diskutovány a na základě zátěžových zkoušek v tahu zhodnoceny včetně problematiky jejich využití v rámci *Experimentální části*.

Nejběžněji se v literatuře vyskytující způsob užití je vyztužení již scelených trhlin různými technikami, aby byla zvýšena jejich pevnost v tahu. Může se jednat o vyztužení příliš dlouhých trhlin, trhlin nacházejících se v místech obrazu s koncentrací vyššího napětí, nebo trhlin, u kterých nebylo možné scelit veškeré přerušené nitě či nebyl možný jejich dostatečný přesah.<sup>398</sup>

Pro *bridging* se používají nitě z přírodních a syntetických materiálů, především konopné nebo lněné, opatřené adhezivem. Lepí se kolmo k trhlíně po celé její délce,<sup>399</sup> jako prevence před možným rozšiřováním se doporučuje aplikovat *bridging* i za konec trhliny. Při aplikaci by nitě měly být umístěny střídavě tak, aby netvořili rovinu, například kladením různě dlouhých nití, nebo různým místem přichycení, tzv. „zig-zag“. [Obr. 122] To z důvodu možného označení z lícové strany. Intervaly mezi jednotlivými nitěmi a délka samotných nití závisí na typu trhliny.<sup>400</sup> Na základě průzkumů Hanny Flock bylo zjištěno, že v případě scelených trhlin metodou nit na nit u tzv. „*butt-joint*“ spoju se pevnost v tahu za přítomnosti *bridgingu* až zdvojnásobí.<sup>401</sup> *Bridging* byl zkoumán pouze z lněných nití opatřených BEVA® 371 25 µm filmem. Jiná adheziva nebyla doposud v takovém rozsahu zkoumána, stejně tak ani jiné materiály samotných nití.<sup>402</sup>

U příliš nepoddajných trhlin, které mají tendence se deformovat, i v případě scelení metodou nit na nit, se v literatuře a praxi můžeme setkat s *bridgingem* i z jiných materiálů, než jsou přírodní nitě. Jedná se o neflexibilní pevné inertní materiály, které i přes působící napětí nemění svůj tvar.<sup>403</sup> V rámci restaurování obrazu *Cathedra* od Barnetta Newmana v roce 1997 byla původní poškozená rentoalážní textilie po scelení metodou nit na nit a chirurgickém sešití opatřena ocelovými dráty, které byly přišity

---

<sup>398</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 44; FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 344; GALE-SCHODTERER, Glynis 2016, s. 60; HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa, 2018, s. 44–45; MARINOVIC, Franziska 2020, s. 39.

<sup>399</sup> HEIBER, Winfried 2003, s. 44.

<sup>400</sup> Roli hraje především umístění trhliny a na ni působící tlak, případně její velikost. MARINOVIC, Franziska, 2020 s. 23. Jedná se však o poměrně subjektivní zhodnocení, dle Heibera trhlina žádnou další stabilizaci nepotřebuje, v případě že dojde k dokonalému scelení všech jednotlivých nití s dostatečným přesahem. HEIBER, Winfried 2003, s. 44.

<sup>401</sup> Hanna Flock zkoumala vliv *bridgingu* jak u pruhů textilie při jednoosém, tak i při dvouosém zatížení. Lněná vlákna opatřena BEVA® 371 filmem o tloušťce 25 µm byla přichycena kolmo na trhlínu scelenou technikou nit na nit adhezivy Lineco® nebo směsí vyziny a škrobu. FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 334.

<sup>402</sup> Jiné průzkumy z důvodu nízkého množství zkoumaných vzorků (3) nebyly pro svou neobjektivnost s ohledem na zvýšení pevnosti v tahu zohledněny. Byly však zkoumány možnosti využití konopných nití, lepených adhezivem Lineco®, i směsí vyziny a pšeničného škrobu. HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa, 2018, s. 44–45; MARINOVIC, Franziska 2020, s. 39.

<sup>403</sup> DZIALEK, Sandra Maria 2014, s. 101–102.

z rubové strany.<sup>404</sup> V Uměleckohistorickém muzeu ve Vídni se u takových trhlin, nebo u trhlin příliš dlouhých, použily vedle kovových drátů (kytarových strun)<sup>405</sup> i sklolaminátové tyčinky,<sup>406</sup> nebo skleněné tyčinky.<sup>407</sup> [Obr. 124–125] Dlouhodobá stabilita a případné označení z lícové strany však doposud nebyly zkoumány.

#### 17.4 Intarzie

V případě, že se v originálním plátně nachází trhlina nebo díra, u které došlo k větším ztrátám jak osnovních, tak útkových nití, má restaurátor možnost takový defekt buďto znovu doplétat novými nitěmi, nebo může místo doplnit předem připravenou textilií, tzv. *intarzií*.<sup>408</sup> Tato textilie by měla být co nejpodobnější originálu, tj. se stejnou tloušťkou nití a obdobnou tkalcovskou dostavou. Možnosti aplikace těchto intarzií jsou různé. Jednotlivé nitě se mohou spojit s originální textilií technikou nit na nit, stejně tak ale může být u problematických pláten intarzie aplikovaná vláknitou cupaninou,<sup>409</sup> *bridgingem*,<sup>410</sup> nebo pomocí různých kombinací.<sup>411</sup> Výhodou těchto intarzií je jejich časová úspora a snadnější práce v porovnání s doplétáním jednotlivých nití.<sup>412</sup> [Obr. 115]

#### 17.5 Problematika deformací ošetřených trhlin

Pravděpodobně až na techniky nit na nit, chirurgické šití a scelování vláknitou cupaninou mají trhliny scelené ostatními metodami tendenci se časem z líce projevovat. To z důvodu přerušení vektoru napětí v plátně, kdy i přes scelení a případné vytmelení dochází k pozvolnému oddalování hran trhliny, jelikož tyto metody jejich deformacím nezabraňují, nýbrž pouze je zpomalují.<sup>413</sup> Tuto problematiku řeší už Bohuslav Slánský, který proto vkládá papírovou, nebo textilní mezivložku mezi originální a rentoalážní

<sup>404</sup> Ocelové tyče značky Henry Schein, Melville, USA, 0,16 × 0,22 mm, délka 5–7 cm; chirurgické jehly; šicí nit Ethibond 6/0 (spletená polyesterová nit od Ethicon). BRACHT, Elisabeth, et al. 2003, s. 21–28.

<sup>405</sup> HOPFENSPIERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 82.

<sup>406</sup> Sklolaminátové tyčinky Drachenbau Fly High, ø 1,5 mm, bodově lepené akrylátovým adhezivem Lascaux® Acrykleber na rentoalážní textilií. ODLOZIL, Michael 2014, s. 64–66.

<sup>407</sup> Skleněné tyčinky foukané na zakázku, ø cca 0,5 mm, lepené akrylátovým adhezivem Lascaux® Acrykleber ve čtyřech bodech, z rubové strany na originální textilií. DZIALEK, Sandra Maria 2014, s. 102.

<sup>408</sup> Pojem „*intarzie*“ pochází původně z oblasti dekorativního zdobení dřevěného nábytku. MŽYKOVÁ, Marie 1986. Termín v tomto kontextu prvně použila Jana Chalupová ve své diplomové práci. CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 24.

<sup>409</sup> HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016.

<sup>410</sup> MIKLOVIČOVÁ, Eliška 2020, s. 68.

<sup>411</sup> V případě kombinace technik nit na nit a *bridgingu* se může využít nití samotné intarzie, kdy se namísto *bridgingu* mohou dle potřeby některé nitě nechávat delší a ty pak přichytit z rubové strany k originálu.

<sup>412</sup> V rámci scelování trhlin na objektu SITATAPATRA na vídeňské Univerzitě užitého umění byla dlouhá trhlina, ve které chybělo přibližně 6 podélných nití, pomocí intarzie a techniky nit na nit scelena čtyřikrát rychleji, než když se vazba doplétala. PEČINKA, Jiří 2022.

<sup>413</sup> Průběh deformací podrobně popsán v kapitole *Změny v struktuře obrazu způsobené trhlínami* nebo konkrétně v případě scelených trhlin SCHÄFER, Linda 2010, s. 87–90.

textilii, a zabraňuje tak přirozenému pohybu originálního plátna v reakci na klimatické změny.<sup>414</sup> Zmiňuje se i možnost syntetických mezivložek z netkaných textilií, nebo polyethylenových fólií.<sup>415</sup>

---

<sup>414</sup> SLÁNSKÝ, BOHUSLAV, díl II., s. 171.

<sup>415</sup> Tzv. „*interleave layer*“ HACKNEY, Stephen, et al., 2012, s. 449–451.

## 18 Seznam obrazových příloh teoretické části

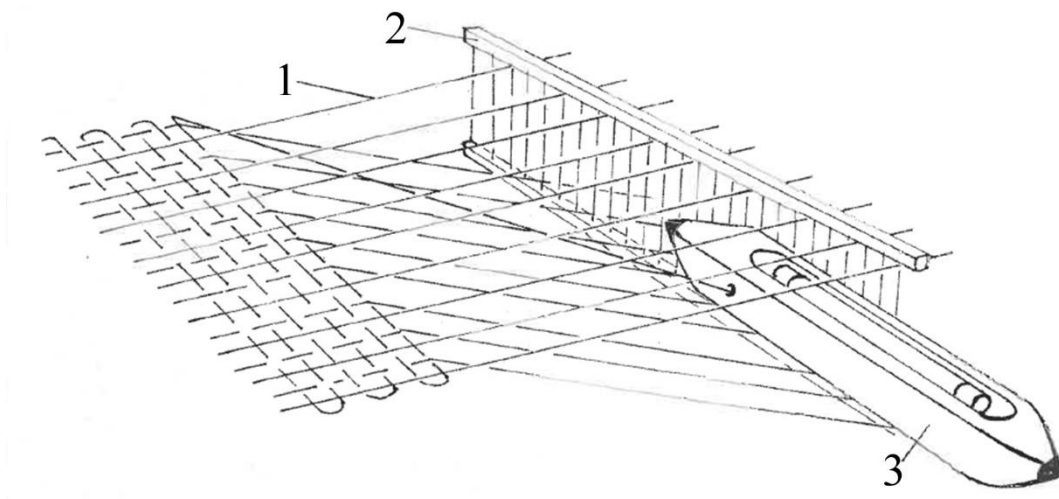
Není-li napsáno jinak, autorem všech vyobrazení je autor diplomové práce.

Obr. 95 Zjednodušený nákres procesu tkaní na tkalcovském stroji, 1 – osnova, 2 – paprsek, 3 – člunek s útkem. In: ZENKER, Evelin 1998, s. 342.....	186
Obr. 96 Rozlišení nití v plátně, K – osnova (něm. Kette, ang. warp), S – útek (něm. Schuß, ang. weft), 1 – pevný okraj. In: HEIBER, Winfried 1996, s. 121.....	186
Obr. 97 Průřez plátnem, a) před namočením, b) po namočení (nabobtnání nití), c) po usušení. In: ZENKER, Evelin 1998, s. 345. ....	186
Obr. 98 Trhlina způsobená ostrým předmětem, rub. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 82. ....	187
Obr. 99 Trhlina způsobená nadměrnou degradací plátna, rub. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 82. ....	187
Obr. 100 LUX, František Julius. <i>Sv. Barbora</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Perforace plátna způsobené oxidací kovových hřebů.....	187
Obr. 101 Grafické znázornění vlivu trhliny na změnu vektorů napětí v plátně. In: BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 113. ....	188
Obr. 102 Grafické znázornění rozevírání trhlin v závislosti na poloze trhliny a směru vektoru napětí. In: DIETMANN, Herbert 1982, s. 85. ....	188
Obr. 103 LUX, František Julius. <i>Sv. Barbora</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Vliv difúze vodních par ovlivněné středovou příčkou rámu. ....	189
Obr. 104 KLOSS, Friedfrich Theodor. <i>Der Hafen von Malta</i> [olej na plátně]. 113 × 158 cm, ve sbírce zámku Fasanerie, Německo. Stav před restaurováním, deformované trhliny vlivem nadměrného kontaktu s vlhkostí. In: BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000, s. 140.....	189
Obr. 105 Stahování trhlin obrazu zasaženého vodou pomocí treckerů. In: BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000, s. 144. ....	190
Obr. 106 Stahování trhlin obrazu pomocí sportovních pásek kinesiotaping. In: GALE-SCHODTERER, Glynis 2016, s. 68. ....	190
Obr. 107 Extrémní případ špatně provedené voskopryskyřičné rentoaláže a s ní spojené degradační jevy. In: WÁWROVÁ, Luisa 2018, s. 116.....	191
Obr. 108 Záplata lepená glutinovým adhezivem, silné deformace. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 326. ....	191

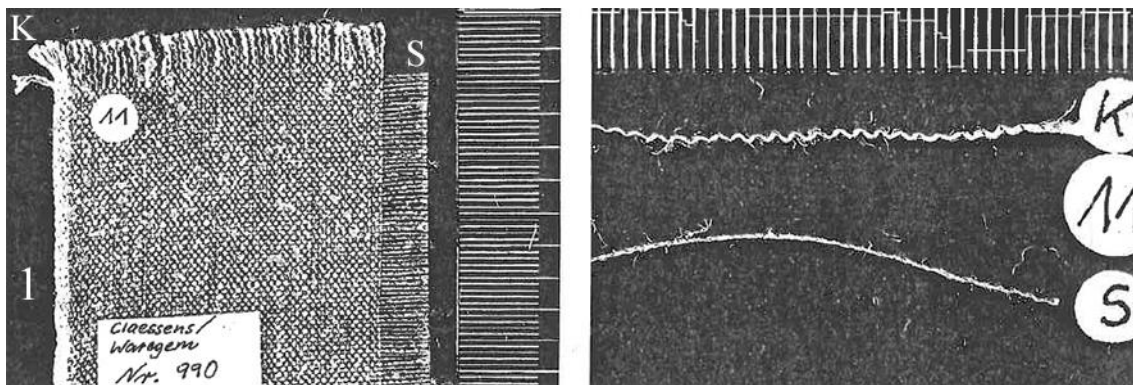
Obr. 109 Prorýsovaný nápis z rubové strany obrazu na lícové straně díla. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 89. ....	192
Obr. 110 CAREGETTI, Josef. <i>Panna Maria s tělem Kristovým</i> [olej na plátně], [třinácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Vliv záplaty se silnou vrstvou tmelu na lícovou stranu obrazu. (Foto 2018) .....	192
Obr. 111 Způsob vzniku deformací vlivem záplaty a vektoru napětí v plátně obrazu. In: HEDINGER, Daniela 1997, s. 23. ....	193
Obr. 112 Způsoby lepení jednotlivých nití při technice nit na nit. In: FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 326. ....	193
Obr. 113 Vzhled měřených vzorků Hannah Flock, a) adhezivní film, b) jednotlivá nit, c) textilní pás pro uniaxiální zatížení, d) textilní vzorek pro biaxiální zatížení, e) textilní vzorek pro multiaxiální zatížení. In: FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 324. ....	193
Obr. 114 Aplikátor adheziva pro scelování trhlin metodou nit na nit. In: DEMUTH, Petra, FLOCK, Hannah 2019, s. 136. ....	194
Obr. 115 LUX, František Julius. <i>Sv. Barbora</i> [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Zacelená trhlina a perforace pomocí techniky nit na nit s různými stupni preciznosti v závislosti na lokaci defektu v obraze. ....	194
Obr. 116 CAREGETTI, Josef. <i>Panna Maria s tělem Kristovým</i> [olej na plátně], [třinácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Extrémní poškození způsobené v místě sešití dvou pláten. (Foto 2018) .....	195
Obr. 117 CAREGETTI, Josef. <i>Ježíšův pohřeb</i> [olej na plátně], [čtrnácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Sešití dvou pláten dohromady a vliv na přední stranu. (Foto 2018) .....	195
Obr. 118 Sešitá a zatmelená trhlina v plátně a vliv opatření z přední strany. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 113. ....	196
Obr. 119 Dolévání tekuté cupaniny se směsí adheziva na místo trhliny. In: BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 47. ....	197
Obr. 120 Scelování trhlin vláknitou cupaninou předem smíšenou s adhezivem. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 334. ....	197
Obr. 121 Proces scelování vláknitou cupaninou, na kterou se adhezivum nanese až po aplikaci cupaniny do místa trhliny. In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 47. ....	197



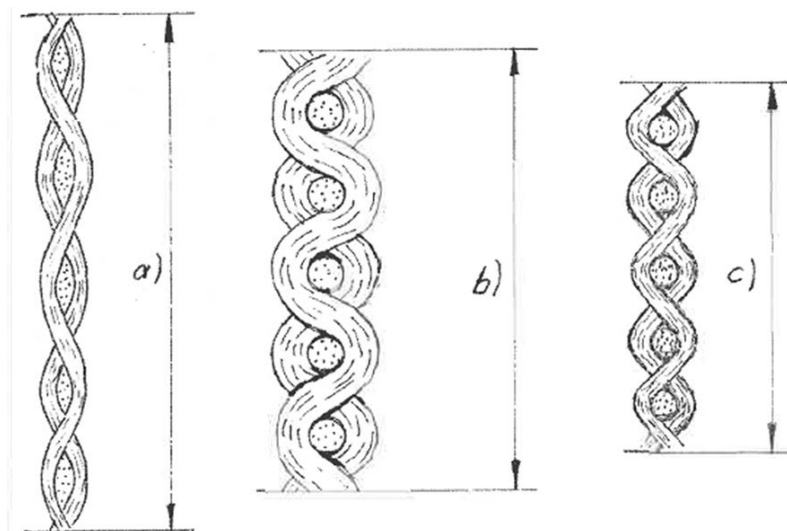
Obr. 122 Grafický nákres použití <i>bridgingu</i> . Zleva: špatné užití <i>bridgingu</i> , tvoří se rovina, nejsou zajištěné okraje trhliny. Správné užití <i>bridgingu</i> , rozbitá rovina, zajištěné okraje trhliny. Správné užití <i>bridgingu</i> , rozbití roviny užitím různě dlouhých můstků. ....	197
Obr. 123 Aplikace <i>bridgingu</i> na trhlínu scelenou vláknitou cupaninou. In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 49. ....	198
Obr. 124 Vyztužení trhliny kombinací <i>bridgingu</i> z nití a ocelových lanek, lepeno adhezivem Lineco®. In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 82.....	198
Obr. 125 Ukázka scelených trhlín pomocí <i>bridgingu</i> z nití a z polyesterových tyčinek se skleněnými vlákny. In: CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 51.....	199



Obr. 95 Zjednodušený náčrt procesu tkaní na tkalcovském stroji, 1 – osnova, 2 – paprsek, 3 – člunek s útkem. In: ZENKER, Evelin 1998, s. 342.



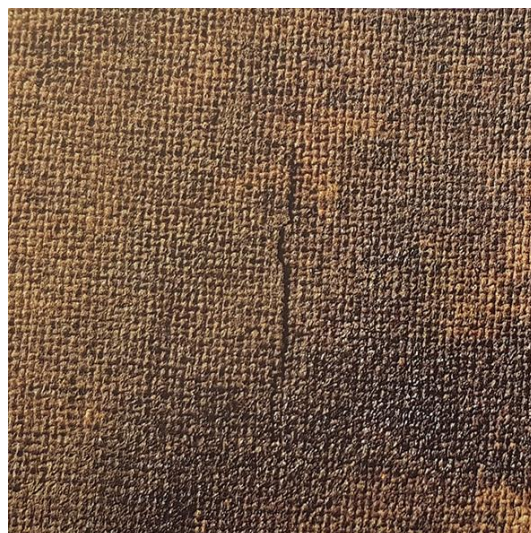
Obr. 96 Rozlišení nití v plátně, K – osnova (něm. Kette, ang. warp), S – útek (něm. Schuß, ang. weft), 1 – pevný okraj. In: HEIBER, Winfried 1996, s. 121.



Obr. 97 Průřez plátnem, a) před namočením, b) po namočení (nabobtnání nití), c) po usušení. In: ZENKER, Evelin 1998, s. 345.



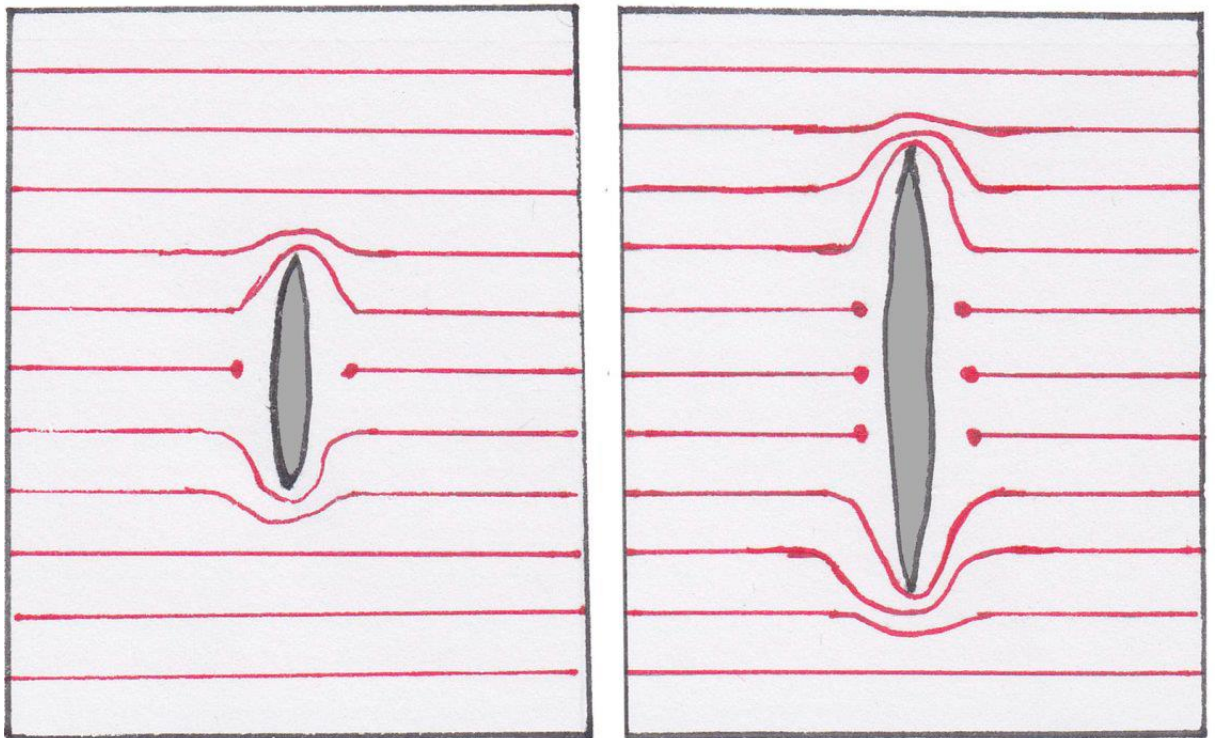
Obr. 98 Trhlina způsobená ostrým předmětem, rub. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 82.



Obr. 99 Trhlina způsobená nadměrnou degradací plátna, rub. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 82.

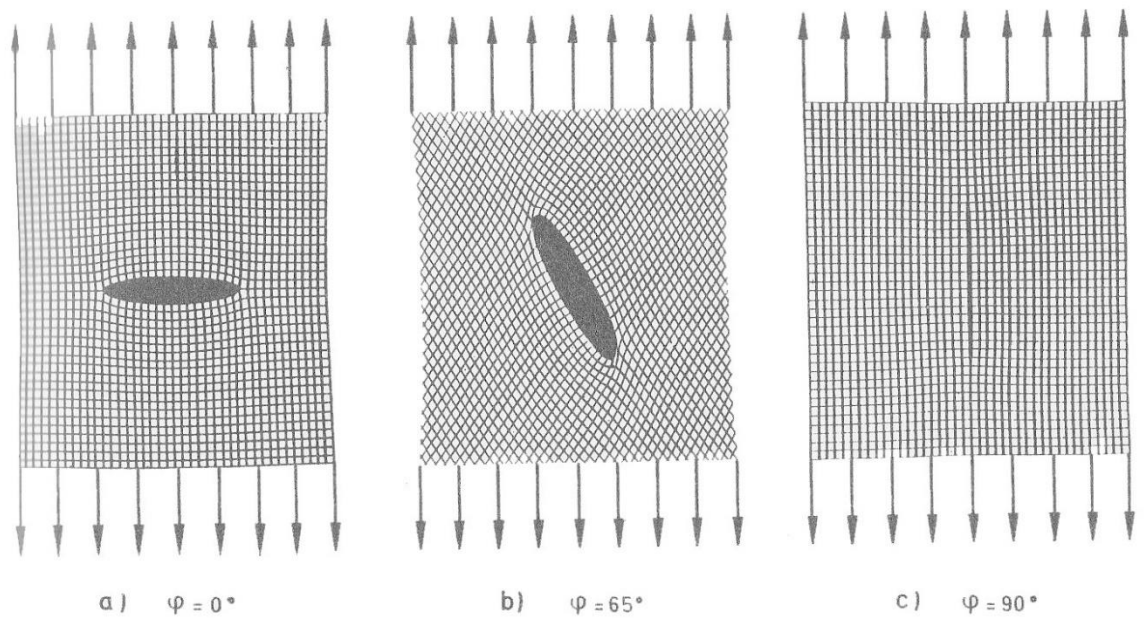


Obr. 100 LUX, František Julius. *Sv. Barbora* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Perforace plátna způsobené oxidací kovových hřebů.



Obr. 101 Grafické znázornění vlivu trhliny na změnu vektorů napětí v plátně.

In: BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993, s. 113.



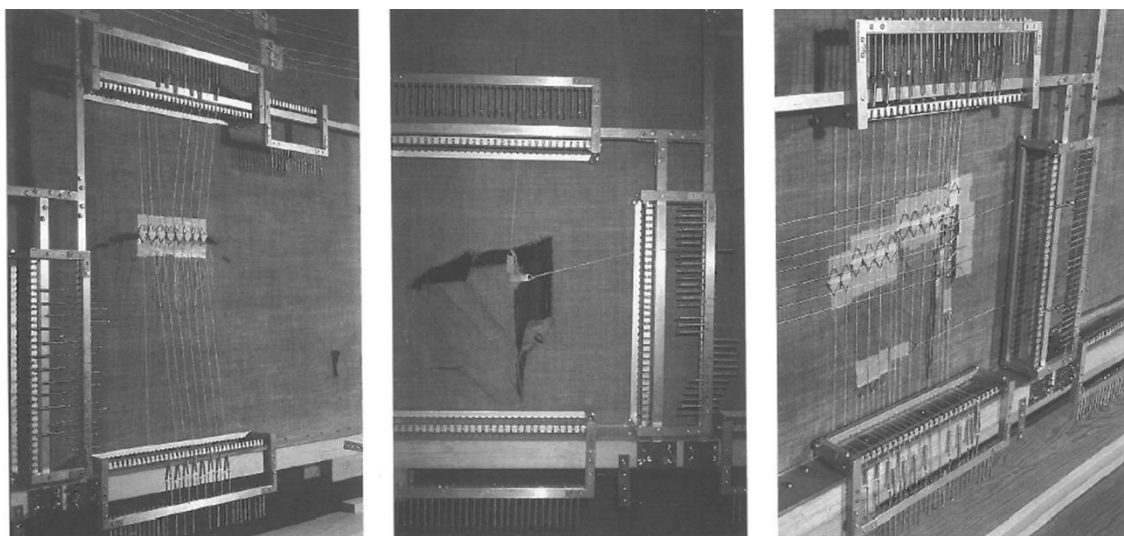
Obr. 102 Grafické znázornění rozevírání trhlín v závislosti na poloze trhliny a směru vektoru napětí. In: DIETMANN, Herbert 1982, s. 85.



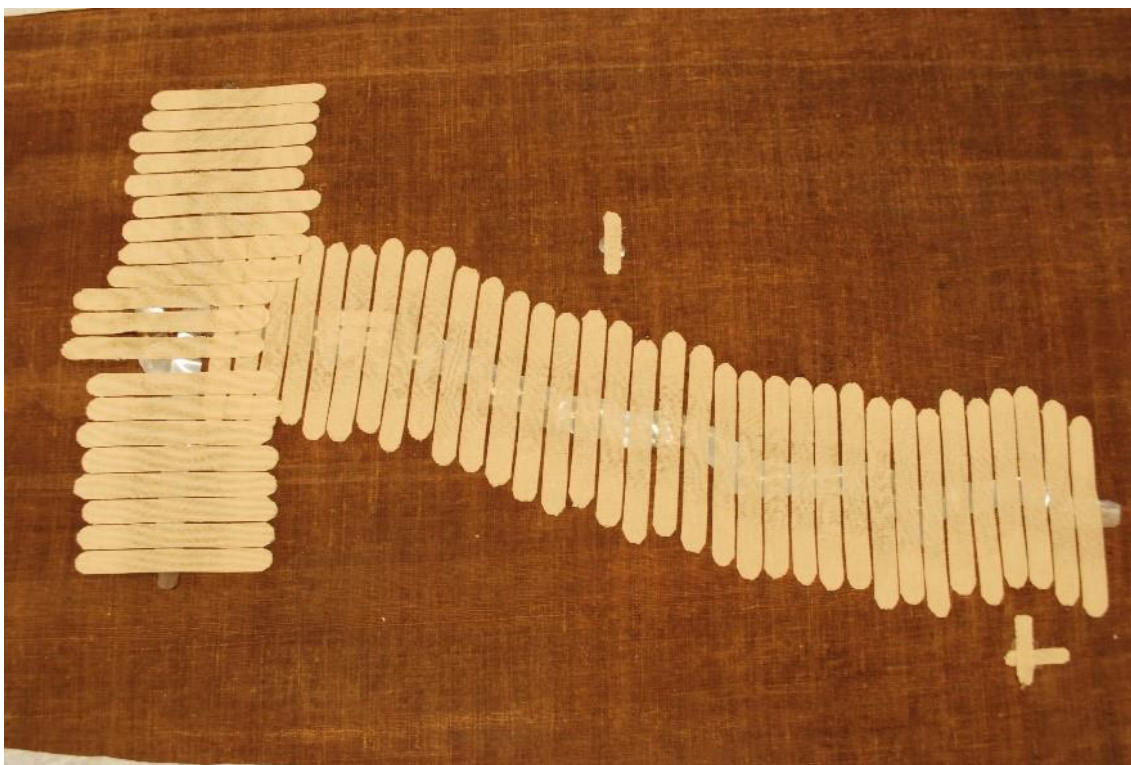
Obr. 103 LUX, František Julius. *Sv. Barbora* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Vliv difúze vodních par ovlivněné středovou příčkou rámu.



Obr. 104 KLOSS, Friedrich Theodor. *Der Hafen von Malta* [olej na plátně]. 113 × 158 cm, ve sbírce zámku Fasanerie, Německo. Stav před restaurováním, deformované trhliny vlivem nadměrného kontaktu s vlhkostí. In: BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000, s. 140.



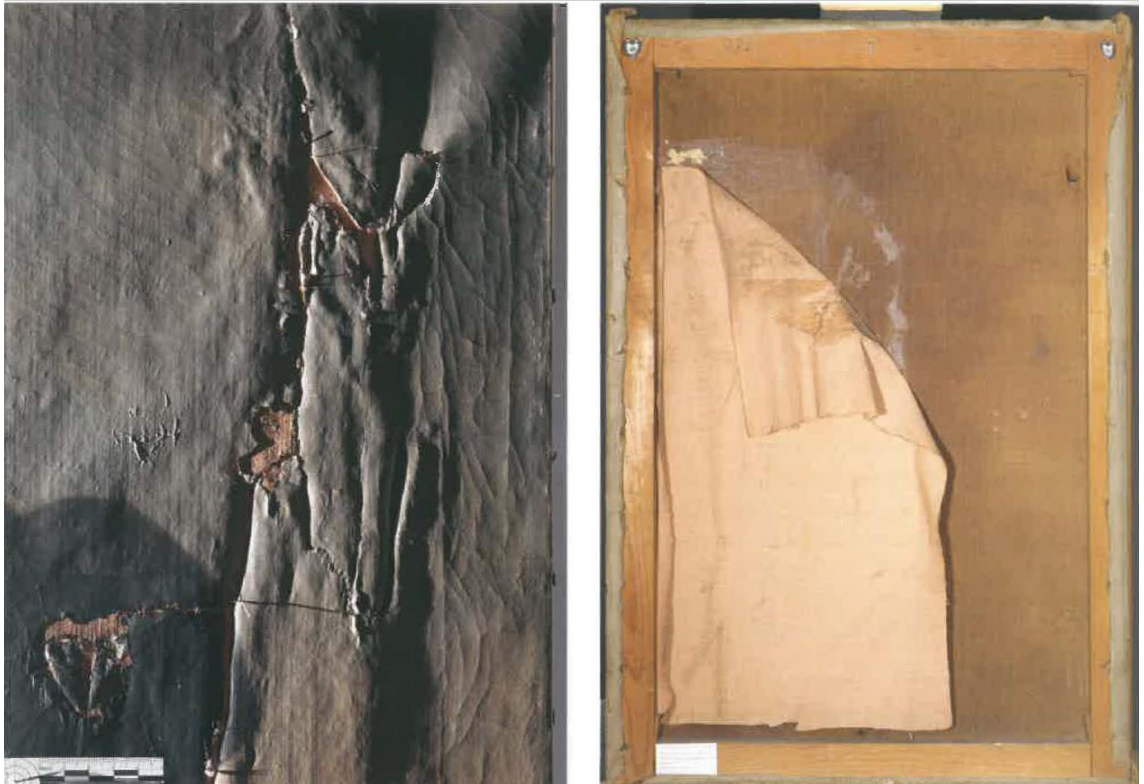
Obr. 105 Stahování trhlin obrazu zasaženého vodou pomocí treckerů. In: BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000, s. 144.



Obr. 106 Stahování trhlin obrazu pomocí sportovních pásek kinesiotaping. In: GALE-SCHODTERER, Glynis 2016, s. 68.



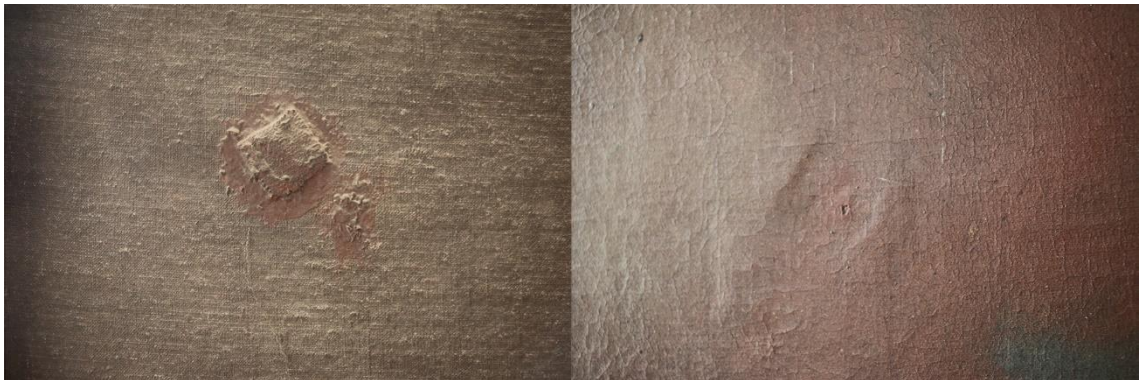
Obr. 107 Extrémní případ špatně provedené voskopryskyřičné rentoaláže a s ní spojené degradační jevy. In: WÁWROVÁ, Luisa 2018, s. 116.



Obr. 108 Záplata lepená glutinovým adhezivem, silné deformace. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 326.

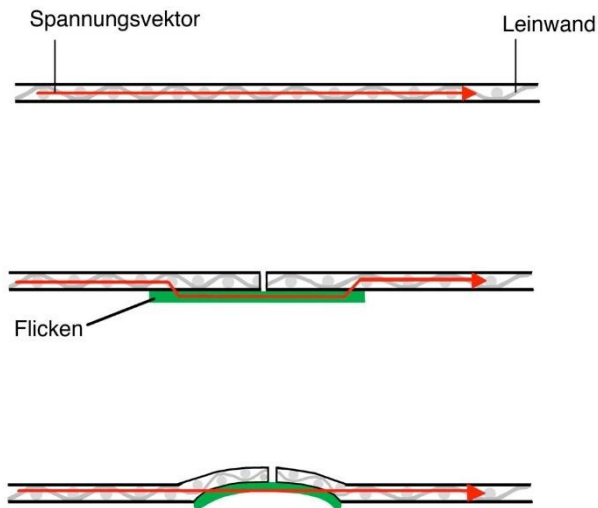


Obr. 109 Prorýsovaný nápis z rubové strany obrazu na lícové straně díla. In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 89.

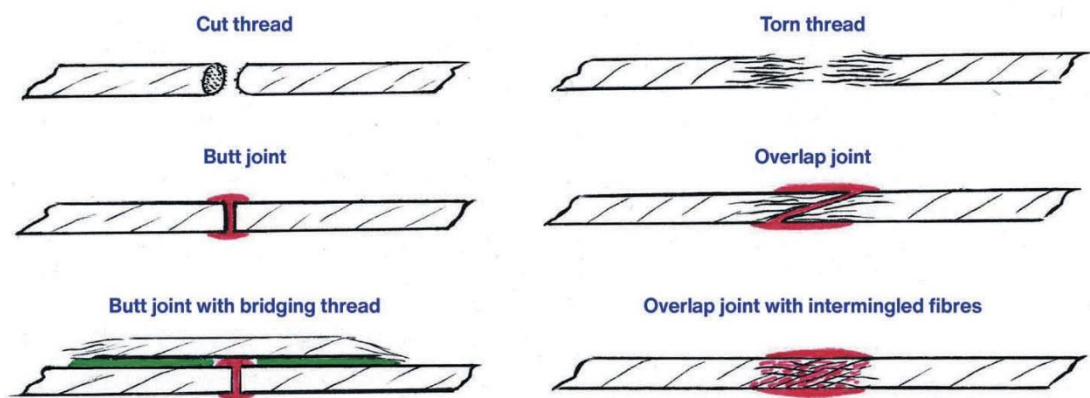


Obr. 110 CAREGETTI, Josef. *Panna Maria s tělem Kristovým* [olej na plátně], [třinácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Vliv záplaty se silnou vrstvou tmelu na lícovou stranu obrazu. (Foto 2018)

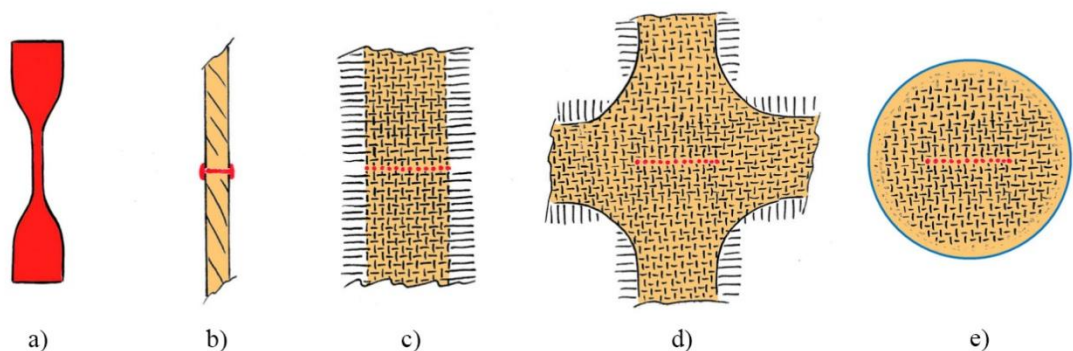




Obr. 111 Způsob vzniku deformací vlivem záplaty a vektoru napětí v plátně obrazu. In: HEDINGER, Daniela 1997, s. 23.



Obr. 112 Způsoby lepení jednotlivých nití při technice nit na nit. In: FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 326.



Obr. 113 Vzhled měřených vzorků Hannah Flock, a) adhezivní film, b) jednotlivá nit, c) textilní pás pro uniaxiální zatížení, d) textilní vzorek pro biaxiální zatížení, e) textilní vzorek pro multiaxiální zatížení. In: FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 324.



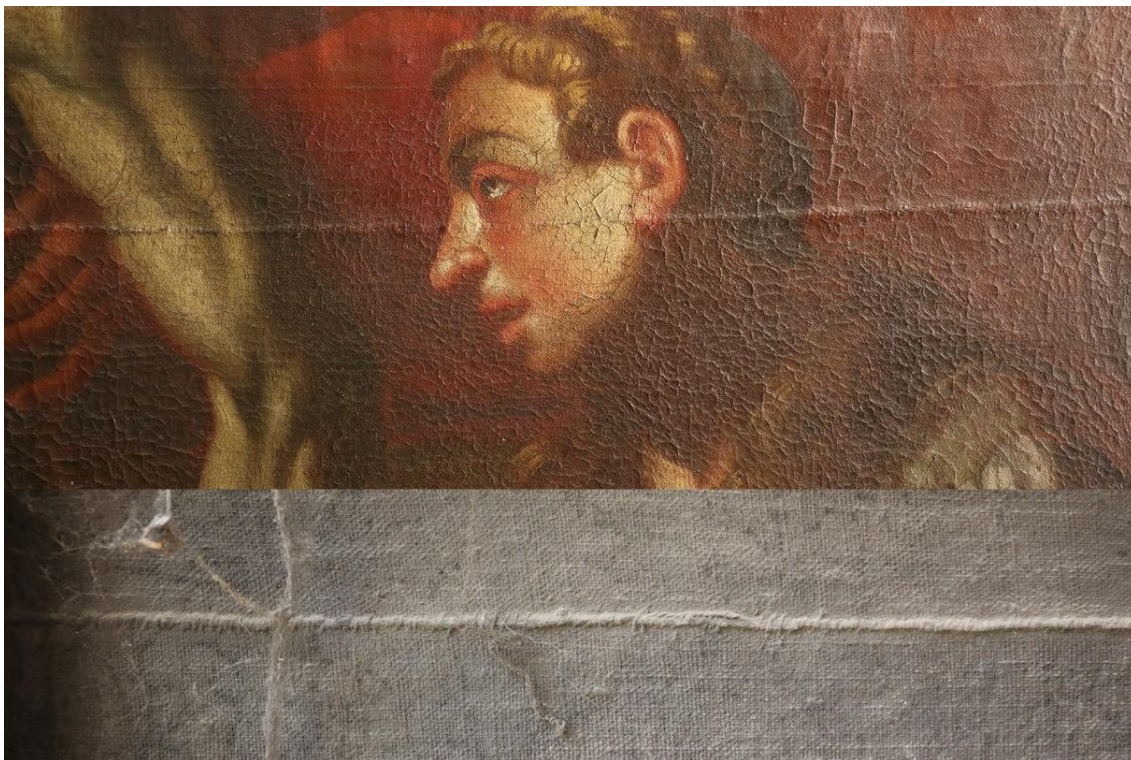
Obr. 114 Aplikátor adheziva pro scelování trhlin metodou nit na nit. In: DEMUTH, Petra, FLOCK, Hannah 2019, s. 136.



Obr. 115 LUX, František Julius. *Sv. Barbora* [olej na plátně]. Kostel sv. Jana Křtitele. Radomyšl. Zacelená trhlina a perforace pomocí techniky nit na nit s různými stupni preciznosti v závislosti na lokaci defektu v obraze.



Obr. 116 CAREGETTI, Josef. *Panna Maria s tělem Kristovým* [olej na plátně], [třinácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Extrémní poškození způsobené v místě sešití dvou pláten. (Foto 2018)



Obr. 117 CAREGETTI, Josef. *Ježíšův pohřeb* [olej na plátně], [čtrnácté zastavení křížové cesty]. Kostel Povýšení sv. Kříže. Litomyšl. Sešití dvou pláten dohromady a vliv na přední stranu. (Foto 2018)



Obr. 118 Sešitá a zatmelená trhlina v plátně a vliv opatření z přední strany.  
In: NICOLAUS, Knut 1999, s. 113.



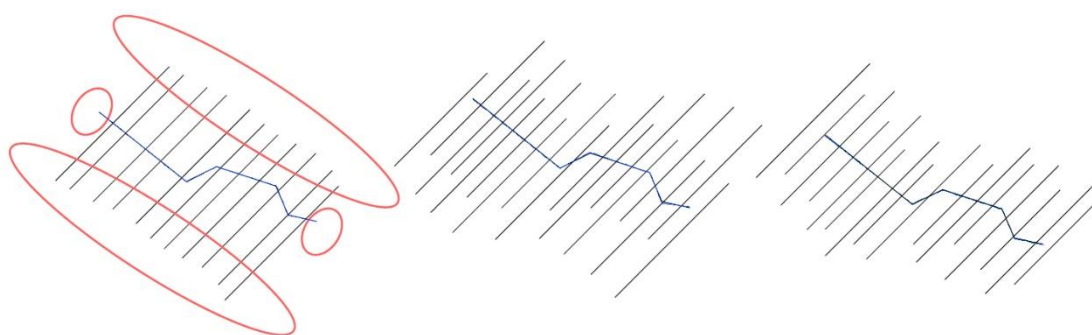
Obr. 119 Dolévání tekuté cupaniny se směsí adheziva na místo trhliny. In: BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007, s. 47.



Obr. 120 Scelování trhlin vláknitou cupaninou předem smíšenou s adhezivem. In: HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016, s. 334.



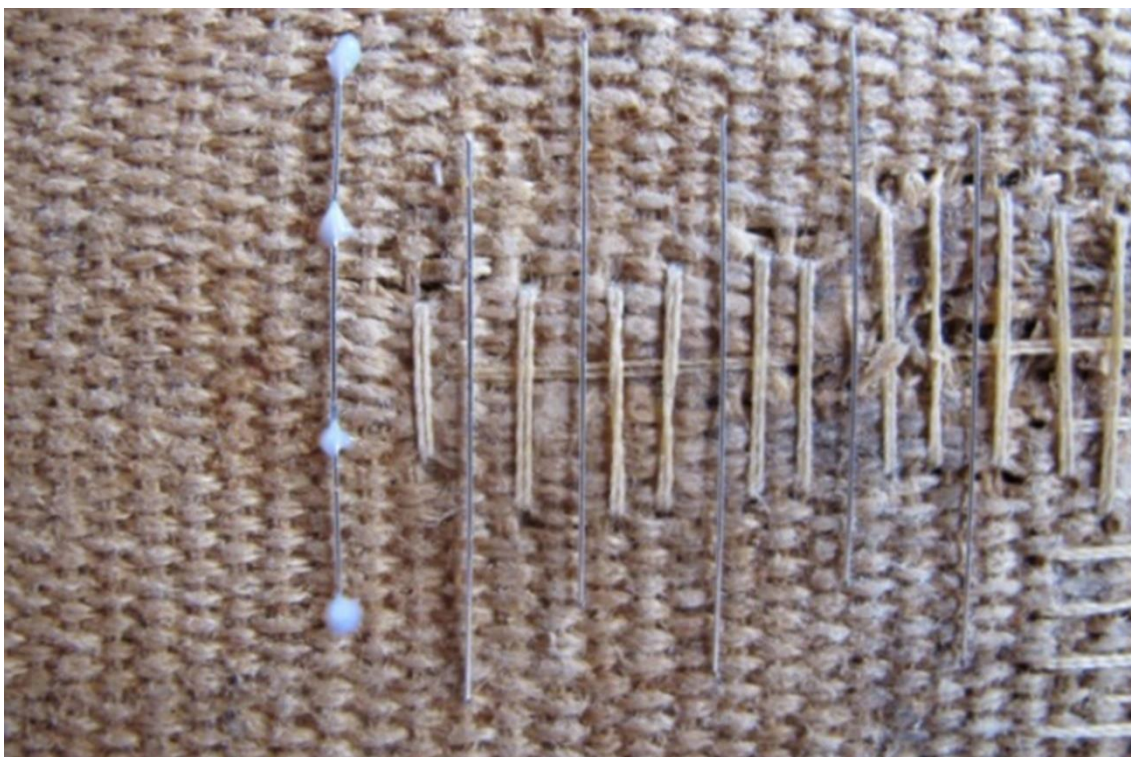
Obr. 121 Proces scelování vláknitou cupaninou, na kterou se adhezivum nanese až po aplikaci cupaniny do místa trhliny. In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 47.



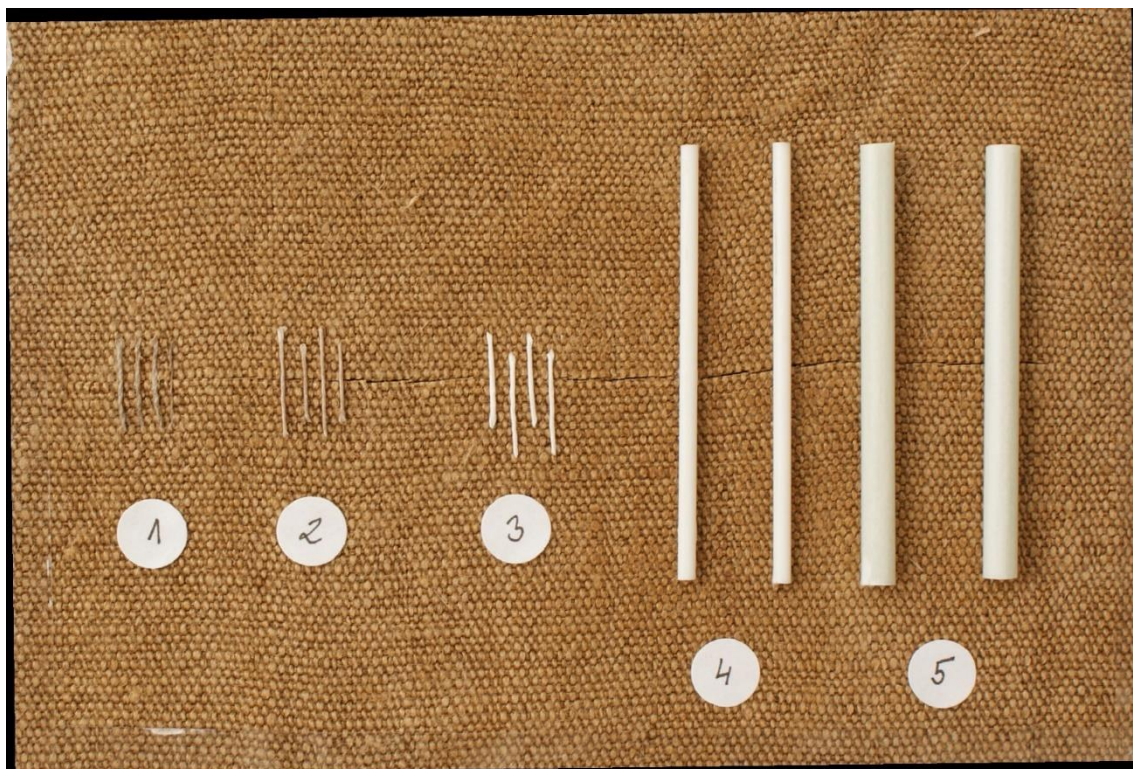
Obr. 122 Grafický náčrt použití *bridgingu*. Zleva: špatné užití *bridgingu*, tvoří se rovina, nejsou zajištěné okraje trhliny. Správné užití *bridgingu*, rozbitá rovina, zajištěné okraje trhliny. Správné užití *bridgingu*, rozbití roviny užitím různě dlouhých můstků.



Obr. 123 Aplikace *bridgingu* na trhlinu scelenou vláknitou cupaninou.  
In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 49.



Obr. 124 Vyztužení trhliny kombinací *bridgingu* z nití a ocelových lanek, lepeno adhezivem Lineco®. In: HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa 2018, s. 82.



Obr. 125 Ukázka scelených trhlin pomocí *bridgingu* z nití a z polyesterových tyčinek se skleněnými vlákny. In: CHALUPOVÁ, Jana 2018, s. 51.

## 19 Experimentální část

Experimentální část diplomové práce je zaměřena na možnosti využití techniky *bridgingu* jakožto samostatné techniky scelování trhlin textilních podložek závěsných obrazů. Cílem práce je zhodnotit tuto techniku především na základě mechanických vlastností experimentálně scelených vzorků (pruhů) pláten, respektive hodnot maximální síly při namáhání pláten v tahu. Kromě pevnosti v tahu byla dále hodnocena a diskutována časová náročnost této scelovací techniky, její implementace a vzhled.

Mechanické vlastnosti byly zjišťovány pomocí jednoosých tahových zkoušek na *bridgingem* scelených vzorcích plátna. Kromě pevnostních charakteristik bylo subjektivně posuzováno chování vzorků při namáhání. Vzorky byly připraveny z pruhů lněného plátna daných rozměrů, které byly vždy stejným způsobem zcela rozříznuty s cílem simulovat přítomnost trhliny v textilní podložce. Poté byly trhliny scelovány *bridgingem* s různými adhezivy, ale také technikou nit na nit s jedním typem adheziva. Obě techniky scelování byly navzájem porovnávány, stejně tak byl sledován vliv použitých adheziv při technice *bridgingu* na sledované parametry. Jako standard sloužily vlastnosti nepoškozeného pruhu plátna.

Výběr využitých materiálů a metod, včetně jednoosých tahových zkoušek, byl odvozen z výzkumu Hanny Flock.<sup>416</sup> Zároveň byly experimenty přizpůsobeny vlastním požadavkům na základě dosavadních zjištěných poznatků,<sup>417</sup> dílčích předběžných testů a zkušeností nabytých v průběhu restaurátorské praxe.

Textilní vzorky scelené požadovanou technikou byly připraveny v prostorách Fakulty restaurování Univerzity Pardubice. Jednoosé tahové zkoušky byly realizovány na univerzálním zkušebním stroji na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze.

Na tomto místě je zapotřebí zdůraznit, že v rámci experimentu jsou hodnoceny standardizované ideální situace, zahrnující například použití nového lněného plátna, které je namáháno pouze v jedné ose. Přestože je restaurátorská praxe mnohem rozmanitější – plátna jsou například namáhána v mnoha směrech, jsou degradovaná, opatřená řadou vrstev malby apod. – je možné na základě provedených zkoušek získat představu o chování, vlastnostech a tendencích pláten scelených testovanými metodami při namáhání.

---

<sup>416</sup> Hannah Flock se v rámci své rozsáhlé práce mimo jiné věnovala problematice stanovení vhodného zkušebního systému pro hodnocení adheziv při scelování trhlin. FLOCK, Hannah 2014.

<sup>417</sup> Viz 16 *Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin* a 17.3.6 *Bridging*.



## 19.1 Materiály, příprava vzorků a metody testování

### 19.1.1 Textilie

Nejprve bylo zamýšleno využít lněnou tkaninu „*Pattina L 13 (puro lino)*“ od výrobce Tessitura Enrico Sironi, a následovat tak výzkum provedený Hannou Flock.<sup>418</sup> Tato textilie však již nebyla dostupná.<sup>419</sup> Proto bylo rozhodnuto z dostupných textilií využít lněné plátno Trigi s.r.o. o šíři 240 cm a gramáži 300 g/m<sup>2</sup>.<sup>420</sup> Na základě konzultací, předběžných zkoušek a subjektivního zhodnocení byla tato textilie vyhodnocena jako nejvhodnější, především z důvodu snadné manipulace, jak během scelování metodou nit na nit, tak při aplikaci *bridgingu*. Jiné než lněné materiály nebo jiné typy vazeb nebyly pro experiment zvažovány.

### 19.1.2 Bridging

V rámci experimentů byl pro *bridging* použit vždy stejný typ nití. Jednalo se o útkové nitě ze stejné textilie, ze které byly připraveny zkušební pruhy plátna. *Bridgingové* nitě tak splňovaly podmínku stejné, případně menší tloušťky oproti nitím scelovaného plátna. Na základě odborné literatury byly zvažovány i nitě konopné, jelikož jsou nitě z rostlinných vláken považovány za nejpevnější.<sup>421</sup> Nakonec bylo upřednostněno použití druhově jednotných textilních materiálů. Syntetické a jiné přírodní materiály nebyly v rámci experimentu zvažovány pro nedostatek informací a praktických zkušeností.

### 19.1.3 Adheziva

Na základě odborné literatury (viz kapitola 16 *Historická a současná adheziva využívaná při scelování trhlin*) i praktických zkušeností byla pro aplikaci *bridgingu* zvolena adheziva BEVA 371 film o tloušťkách 25 a 65 μm, 40% (hm.) roztok BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu a neředěná vodná disperze Lascaux® Acrylkleber 498 HV.

---

<sup>418</sup> Plošná hmotnost přibližně 156,6 g/m<sup>2</sup> s hustotou dostavy 10 × 10 nití/1 cm<sup>2</sup>. FLOCK, Hannah 2014, příloha A.4.2 Gewebe / Sironi, nestr. [s. 229–231].

<sup>419</sup> Italský distributor byl opakovaně kontaktován e-mailem i telefonicky během října 2020 bez jakékoliv odpovědi. K datu 1. 4. 2022 se situace nezměnila.

<sup>420</sup> *Lněné malířské plátno* [online]. Trigi s.r.o.: Výroba technických tkanin a technické konfekce, 2019 [cit. 11.04.2022]. Dostupné z: [https://trigi.cz/professionalni-malirska-platna/54-175-lnene-malirske-platno-sire-240-cm-gramaz-300-gm2.html#/30-barva-prirodni/35-sire-240\\_cm](https://trigi.cz/professionalni-malirska-platna/54-175-lnene-malirske-platno-sire-240-cm-gramaz-300-gm2.html#/30-barva-prirodni/35-sire-240_cm).

<sup>421</sup> Bylo zjištěno, že mezi soukromými restaurátory i v restaurátorských institucích (včetně Umělecko-historického muzea ve Vídni) jsou konopné nitě jako materiál pro *bridging* častou volbou. MARINOVIC, Franziska 2020, s. 76–82.

Pro aplikaci *bridgingu* jsou produkty BEVA jednou z nejběžnějších možností.<sup>422</sup> Akrylátová disperze Acrylkleber 498 HV byla vybrána na základě literatury,<sup>423</sup> ale i proto, že jsou s tímto produktem na Fakultě restaurování Univerzity Pardubice dobré několikaleté zkušenosti.

Z dalších adheziv byly zvažovány nízkotavné polyamidové prášky, které se taktéž používají k aplikaci *bridgingu*.<sup>424</sup> Ty však byly pro svou nepraktičnost při práci (náročná aplikace, tvoření adhezivního filmu mimo oblast *bridgingové* nitě), stejně tak kvůli nevyhovujícím vlastnostem (špatná odstranitelnost a vliv na difúzi vodních par u silnějších nánosů) z experimentu vyřazeny (viz kapitola 16.3.3 *Nízkotavné polyamidy (PA)*). Z obdobných důvodů nebyl *bridging* proveden s Heiberovou vyzino-škrobovou směsí, práce se směsí byla při aplikaci *bridgingových* nití náročná, zdlouhavá a směr pomalu schla.

Pro srovnávací sérii vzorků scelených metodou nit na nit byla jako reprezentační nejběžnější adhezivum zvolena Heiberova směs 20% roztoku vyziny s 10% pšeničným škrobem v hmotnostním poměru 1 : 1.<sup>425</sup>

#### 19.1.4 Příprava zkušebních vzorků

Pro tahové zkoušky bylo vyhotoveno celkem sedm zkušebních sérií. Jejich způsob přípravy je popsán v následujících kapitolách. Pro snadnější orientaci je v následující tabulce zaznamenána každá ze zkušebních sérií s příslušnou zkratkou.

Tab. 5 Zkušební série vzorků pláten, užitá zkratky a jejich popis

NV	Vzorek standardu, pruhy plátna bez trhliny.
HV	Vzorky scelené metodou nit na nit s Heibrovou adhezivní směsí.
BNV	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> opatřeným 40% (hm.) roztokem BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu.
B65V	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> opatřeným BEVA 371 filmem o tloušťce 65 µm.
B25V	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> opatřeným BEVA 371 filmem o tloušťce 25 µm.
AV	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> s adhezivem Acrylkleber 498 HV.
AAV	Vzorky scelené <i>bridgingem</i> s adhezivem Acrylkleber 498 HV aktivovaným acetonem.

<sup>422</sup> FLOCK, Hannah 2014, s. 33.

<sup>423</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021.

<sup>424</sup> MARINOVIC, Franziska 2020, s. 36.

<sup>425</sup> HEIBER, Winfried 2003.

#### 19.1.4.1 Pruhy plátna

Aritmetickým průměrem z 10 různých míst na tkanině byla vypočítána dostava, která čítala přibližných 17 osnovních a 10 útkových nití na 1 cm<sup>2</sup>. Před přípravou testovacích vzorků bylo plátno kvůli možné přítomnosti klíždidel opatrně práno v teplé vodě při teplotě přibližně 45 °C. Tento krok byl proveden celkem 4krát, dokud nebyla odpadní voda čirá. Poté bylo plátno ponecháno volně vysychat. Před úplným vyschnutím bylo umístěno pod silnou zátěž do vřetenového lisu mezi dva filcy, aby se na něm nevyskytoval žádný sklad a jiné deformace. Po těchto procesech se dostava plátna zvětšila na 18 osnovních a 10 útkových nití na 1 cm<sup>2</sup>.

Pro přípravu zkušebních vzorků byly z plátna po niti vystříhány pruhy o délce 200 mm ve směru útku. Šíře pruhů byla 34 útkových nití, kde z každé strany 5 útkových nití bylo vytaženo. Výsledná šíře pruhu potom činila 24 nití, tedy asi 25 mm.<sup>426</sup> Deset neporušených pruhů představovalo sérii, která sloužila jako srovnávací standard (NV). Do ostatních pruhů byla implementována trhлина jejich přeříznutím.



Obr. 126 Ukázka vzorku z testovací série NV, která sloužila jako standardní série.

#### 19.1.4.2 Bridgingové nitě

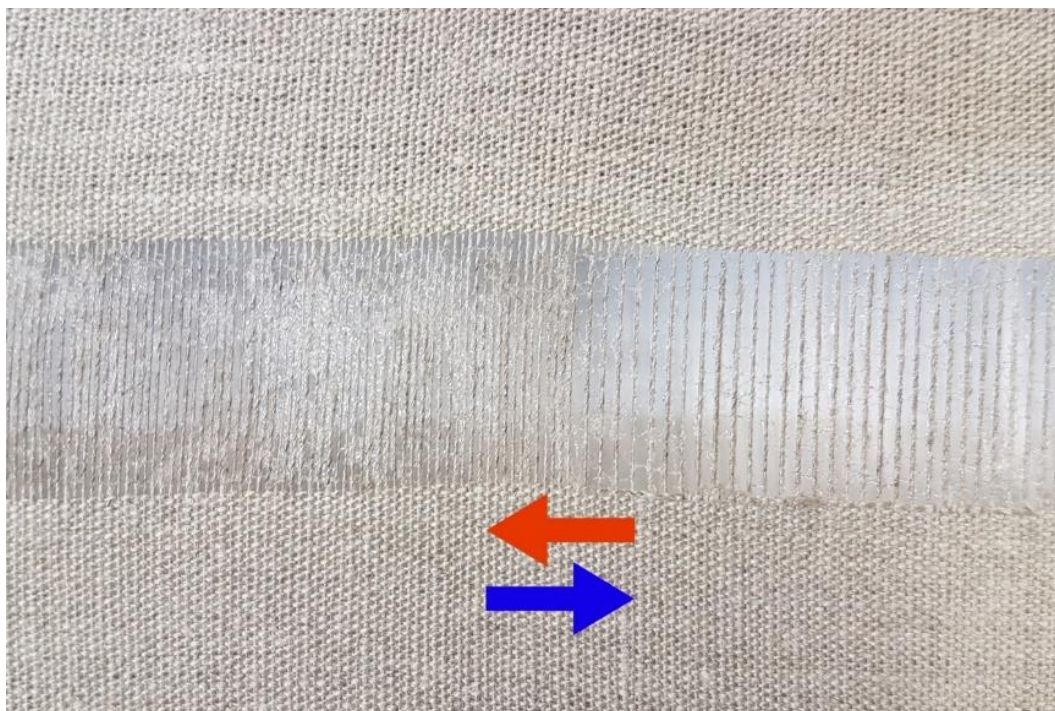
Nitě na *bridging* byly připraveny z útkových nití stejného plátna, které bylo použito k přípravě vzorků (pruhů) plátna. Na základě postupů popsanych Hannou Flock<sup>427</sup> byly připraveny dvě zkušební série *bridgingových* nití s produkty BEVA 371 film o tloušťce 25 μm (B25V) a 65 μm (B65V). Další tři zkušební série vzorků s produkty BEVA Lascaux<sup>®</sup> Heat-Seal Adhesive 375 (BNV) a Acrykleber Lascaux<sup>®</sup> 498 HV (AAV, AV) byly připraveny na základě vlastních zkušeností a předběžných experimentů. Metoda

<sup>426</sup> Hannah Flock ve svém průzkumu zhotovila stejné vzorky o šířce 12 nebo 24 útkových nití, což odpovídá asi 12,5 a 25 mm. Vzorky měly ale délku 300 mm. Z důvodu rozpětí upínacích čelistí jednoosého tahového zařízení však poukázala na to, že se jedná o zbytečně dlouhý vzorek a 200 mm by bylo dostatečných. Tento fakt platil i v případě tohoto experimentu, a proto byla zvolena délka pruhů 200 mm. FLOCK, Hannah 2014, s. 78.

<sup>427</sup> Jednalo se o jediný konkrétně a podrobně popsany postup přípravy *bridgingových* nití, který byl v odborné literatuře dohledán. FLOCK, Hannah 2014, A.5.2 / Tabelle V.

přípravy přejatá od Hanny Flock byla ze všech zvolených metod nejnáročnější na čas i potřebné pomůcky.

Způsob přípravy *bridgingových* nití dle Hanny Flock byl následující. Nejprve bylo vysušené vyprané plátno vypnuto na pomocný rám. Z části vazby byly vytaženy osnovní nitě tak, aby vznikl pruh požadované šířky 3 cm pouze s útkovými nitěmi. Následně byla v tomto pruhu odstraněna každá druhá útková nit. Na pruh obnažených útkových nití byly posléze aplikovány filmy produktů BEVA 371 film pomocí tepelně regulovatelné restaurátorské špachtle při teplotě asi 60 °C. Poté byly nitě zahřívány pomocí fénu<sup>428</sup> při teplotě 50–60 °C tak, aby adheziva rovnoměrně obalila jednotlivé útkové nitě. Způsob přípravy byl stejný pro filmy obou tloušťek, tedy o tloušťce 25 µm (B25V) i 65 µm (B65V). Na závěr byly nitě *bridgingu* z plátna vystříhány.



Obr. 127 Příprava *bridgingových* nití série B65V, červená šipka po aplikaci filmu tepelně regulovatelnou špachtlí, modrá šipka po obalení nití pomocí fénu.

<sup>428</sup> Byl proveden pokus i s horkovzdušnou pistolí, ta však neposkytovala požadující rovnoměrné obalení filmu kolem nití.

U dalších tří metod aplikace *bridgingu* byla příprava nití jednodušší. Jednotlivé útkové nitě vytažené přímo z textilie byly štětcem opatřeny nátěrem požadovaného adheziva. Při použití 40% (hm.) BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375<sup>429</sup> v technickém benzínu (BNV) byly nitě volně ponechány k úplnému odtěkání rozpouštědla po dobu delší než 24 hodin. Stejný způsob byl použit i v jednom ze dvou případů *bridgingu* s adhezivem Lascaux® Acrykleber 498 HV (AAV). Ve druhém případě byla *bridgingová* nit bezprostředně použita po aplikaci adheziva Acrykleber 498 HV v jeho nezaschlém stavu (AV).



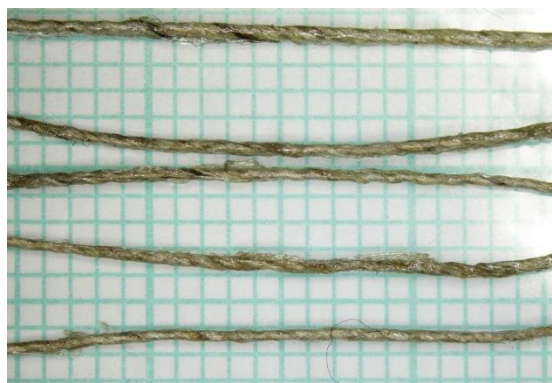
Obr. 128 *Bridgingové* nitě pro sérii BNV



Obr. 129 *Bridgingové* nitě pro sérii B65V



Obr. 130 *Bridgingové* nitě pro sérii B25V



Obr. 131 *Bridgingové* nitě pro sérii AAV

<sup>429</sup> Roztok BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu byl zkoušen také při 20% (hm.) koncentraci. Nitě však byly v tomto případě minimálně (nedostatečně) přilnavé. Kromě navýšení koncentrace lze tuto situaci teoreticky řešit také předchozím zaklížením nití *bridgingu* nebo zaklížením povrchu originální textilie. Tímto způsobem dojde ke snížení nasákavost nití/textilie adhezivem.

### 19.1.4.3 Způsob implementace trhliny

Bylo rozhodnuto, že veškeré trhliny budou provedeny porušením útku, jelikož útkové nitě jsou náchylnější k poškození (viz kapitola 15.2.2 *Osnova a útek v kontextu vzniku trhlín*). Každá trhlina byla provedena bezprostředně před jejím scelením.

Nejprve byl na dřevěnou desku připevněn milimetrový papír, který byl obalen antiadhezivní fólií Hostaphan. Na takto připravenou podložku byl položen pruh zkušebního plátna, který byl přichycen k podložce pomocí dvou kolmo položených proužků zdravotnické fixační náplasti Urgofilm® 5MX1. Postranní osnovní nitě byly pod náplastí překryty kouskem tenkého filtračního papíru. Tímto způsobem bylo dosaženo dostatečné stability přípravy zkušebního vzorku, který se během práce nehýbal. Zároveň však byla náplast snadno odstranitelná, aniž by došlo k jakémukoliv poškození. Následně byl pomocí ostrého skalpelu uprostřed zkušebního vzorku proveden řez přes všechny útkové nitě.<sup>430</sup>



Obr. 132 Implementace trhliny zkušebních vzorků

---

<sup>430</sup> Přestože správný termín pro dané poškození je „řez“, bylo rozhodnuto v kontextu experimentu využívat jednotně označení „trhlina“.

#### 19.1.4.4 Scelení metodou nit na nit

V případě série vzorků scelených metodou nit na nit (HV) Heiberovou adhezivní směsí byly z míst trhliny nejprve odstraněny dvě osnovní nitě, což umožnilo scelení s dostatečným přesahem útkových nití alespoň 0,5 mm, nejlépe však doporučených 0,6 až 0,7 mm.<sup>431</sup> Celý proces scelování probíhal pod stereo lupou (Leica S6D) při zvětšení asi 12×. Adhezivní směs byla zahřívána na teplotu přibližně 40 °C. Byla nanášena pomocí tenkého štětce na místo přerušených nití a následně vysoušena pomocí tepelně regulovatelné jehly při teplotě 45–50 °C.

#### 19.1.4.5 Aplikace *bridgingu*

Nejprve bylo nutné stanovit nejvhodnější délky a četnosti *bridgingových* nití. Proto bylo zhotoveno pět předběžných sérií o dvou vzorcích<sup>432</sup> plátna sceleného s různou četností a délkou *bridgingových* nití (viz Tab. 6 *Série testovaných vzorků pro stanovení vhodné délky a četnosti bridgingových nití*). Konkrétně byly vyzkoušeny délky nití 10 mm a 40 mm a četnosti umístění *bridgingových* nití do každého třetího nebo šestého meziprostoru mezi útkovými nitěmi porušeného plátna. Přehled vzorků pro předběžné testování uvádíme v následující tabulce.

Tab. 6 *Série testovaných vzorků pro stanovení vhodné délky a četnosti bridgingových nití*

Série 1	Standardizovaný vzorek, bez poškození.
Série 2	Každý 3. meziprostor zajištěn nití o délce 10 mm.
Série 3	Každý 6. meziprostor zajištěn nití o délce 10 mm.
Série 4	Každý 3. meziprostor zajištěn nití o délce 40 mm.
Série 5	Každý 6. meziprostor zajištěn nití o délce 40 mm.

Všechny *bridgingové* nitě byly v předběžných testech opatřeny nátěrem 40% (hm.) roztoku BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu. Jejich aplikace probíhala stejně jako u zkušební série BNV (viz níže) závěrečného experimentu pomocí tepelně regulovatelné špachtle při 65–68 °C přes antiadhezivní fólii Hostaphan.

<sup>431</sup> YOUNG, Christina 2003, s. 55–58.

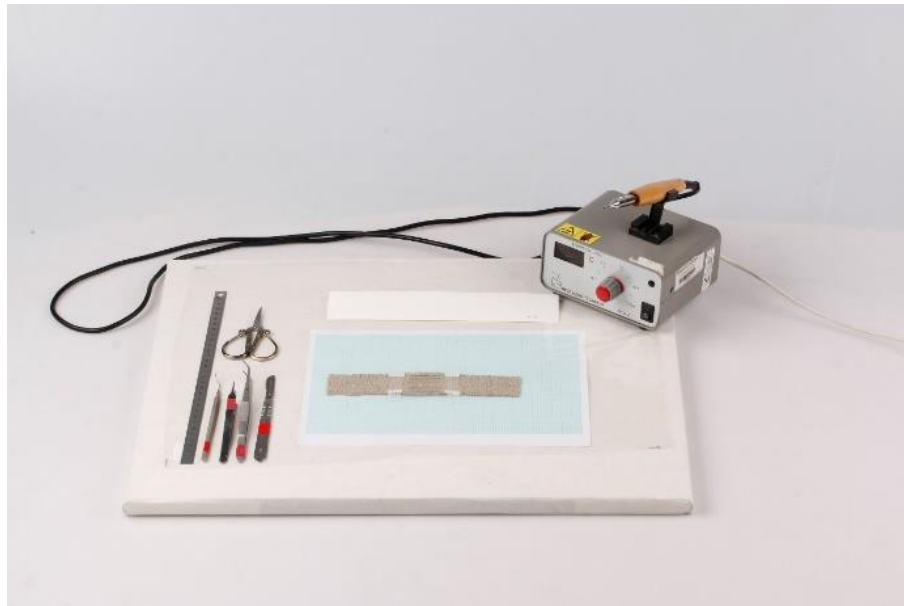
<sup>432</sup> Kvůli malému množství testovaných vzorků v sériích byly získané informace pouze orientační a sloužily jako vodítko pro následující/hlavní experimenty.

Na základě předběžných tahových zkoušek byla pro hlavní experiment zvolena optimální celková délka *bridgingových* nití 30 mm a četnost každý třetí meziprostor mezi dvě přerušené útkové nitě (viz kapitola 19.2.1 Stanovení vhodné délky a četnosti *bridgingových* nití).

Zkušební série vzorků scelené *bridgingem* z nití opatřených adhezivy BEVA 371 film o tloušťce 25 a 65  $\mu\text{m}$  (B25V, B65V) a série s nitěmi předem opatřenými nátěrem 40% (hm.) roztoku BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 (BNV) byly přichyceny pomocí tepelně regulovatelné restaurátorské špachtle při přibližně 65–68 °C přes antiadhezivní fólii Hostaphan a následně zatíženy do vychladnutí.

U série s označením AV byly jednotlivé nitě bezprostředně po natření adhezivem Acrylkleber 498 HV nalepeny na zkušební vzorek plátna a mírně přizheleny tepelně regulovatelnou restaurátorskou špachtlí při asi 70 °C přes antiadhezivní fólii Hostaphan.

U poslední série *bridgingových* nití s vyschlým nátěrem adheziva Acrylkleber 498 HV (AAV) bylo adhezivum nejprve aktivováno rychlým ponorem do čistého acetonu. Po mírném odtěkání rozpouštědla, které trvalo přibližně 10 s, byly nitě přichyceny na zkušební vzorek a mírně přizheleny tepelně regulovatelnou restaurátorskou špachtlí při asi 90 °C přes antiadhezivní fólii Hostaphan.<sup>433</sup>



Obr. 133 Pomůcky při implementaci poškození a scelování zkušebních vzorků

<sup>433</sup> Byly provedeny i zkoušky aplikace takto připravených nití bez aktivace rozpouštědlem, pouze teplem restaurátorskou tepelně regulovatelnou špachtlí při asi 70–80 °C. Adheze těchto nití však byla minimální (nedostatečná), a proto nebyl tento způsob v experimentu využit.



### 19.1.5 Časová náročnost metod scelení

Byla zjišťována časová náročnost jednotlivých metod scelování trhlin, která zahrnovala samotné scelování. Doba přípravy samotných *bridgingových* nití u vybraných metod byla měřena zvlášť. Do experimentu nebyla zahrnuta časová náročnost přípravy vyzinoškově směsi. Stejně tak nebyla do celkové časové dotace započítána doba praní, sušení a vypínání textilie pro přípravu *bridgingových* nití. Čas implementace jednotlivých metod byl měřen až po vytvoření trhliny.

### 19.1.6 Pevnost v tahu při jednoosém namáhání

Zkušební vzorky pláten byly před zatěžovacími zkouškami vloženy do ochranných pouzder z neutrálního papíru gramáže 90 g/m<sup>2</sup>, přičemž každý jednotlivý vzorek měl svou vlastní obálku. Zkoušky probíhaly na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze, Ústavu chemické technologie restaurování památek, kde byly ponechány ve stabilizovaných klimatických podmínkách při teplotě 25 °C a relativní vzdušné vlhkosti 35–40 % po dobu dvou týdnů. Posléze byly ve stejných podmínkách testovány.

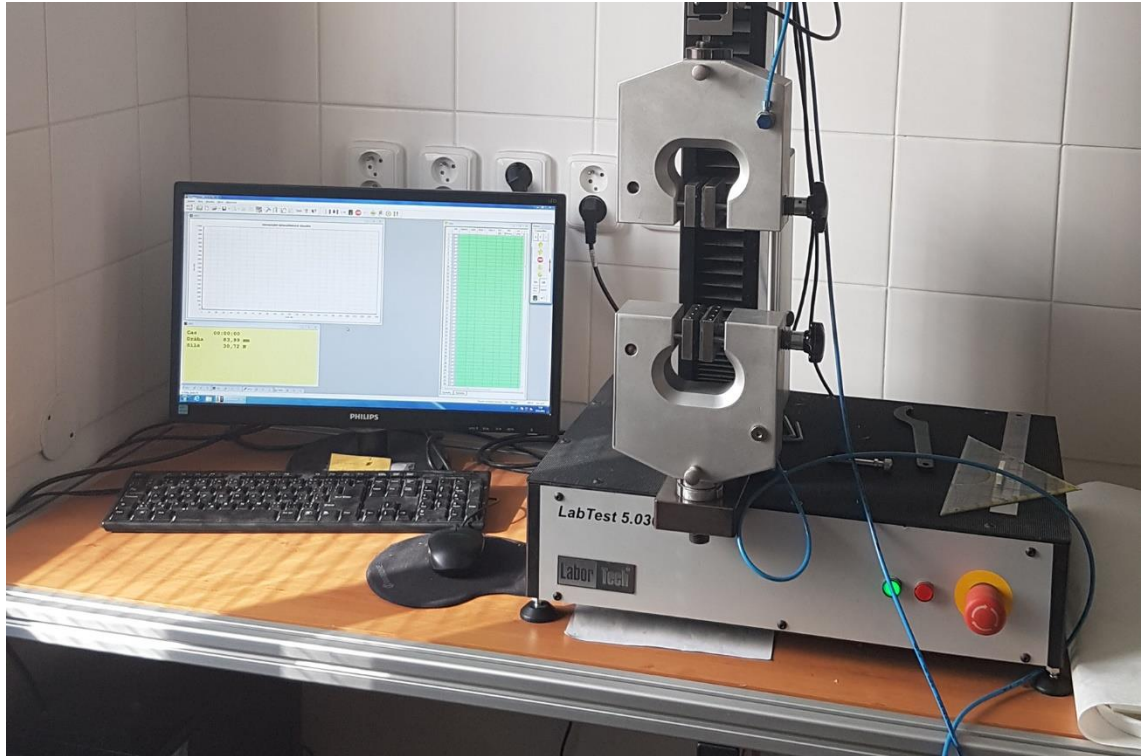


Obr. 134 Uložení vzorků před zátěžovými zkouškami

Zkoušky jednoosého namáhání v tahu probíhaly na sedmi zkušebních sériích pláten označených zkratkami NV, HV, B25V, B65V, BNV, AV a AAV (viz *Tab. 5 Zkušební série vzorků pláten, užití zkratky a jejich popis*). Testy byly provedeny na přístroji LabTest 5.030-2 (LaborTech, ČR). Při zkouškách byly vzorky, respektive pruhy textilií vloženy do testovacího zařízení tak, aby střed měřeného vzorku byl ve středu mezi upínacími čelistmi testovacího zařízení. Vzdálenost čelistí činila 100 mm, čelisti se pohybovaly konstantní rychlostí 50 mm/min.<sup>434</sup> Naměřené výsledky byly zpracovány jako grafy závislosti síly na dráze (změně vzdálenosti upínacích čelistí) v programu

<sup>434</sup> Proces zátěžového testu na ilustračním vzorku viz obrazová příloha *Obr. 149 Ukázka průběhu jednoosého zátěžového testu na vzorku BNV9*.

Test&Motion a dále v MS Excel (viz 19.7.1 Příloha: Tahová zatížení v závislosti na dráze všech sérií experimentu). Z těchto závislostí byly odečteny maximální síly při vzniku zásadních deformací. Z měření deseti vzorků byl vypočten aritmetický průměr těchto sil a standardní směrodatná odchylka.



Obr. 135 Univerzální zkušební stroj LabTest 5.030-2

## 19.2 Výsledky a diskuze

### 19.2.1 Stanovení vhodné délky a četnosti *bridgingových* nití

Na základě výsledků předběžných zátěžových testů bylo zjištěno, že pevnost scelení metodou *bridgingu* závisí především na délce užitých *bridgingových* nití, poté až na jejich četnosti. Proto bylo přistoupeno v hlavní/závěrečné experimentální části, tj. k použití *bridgingových* nití o délce větší než 10 mm. *Bridgingové* nitě o délce 40 mm se na základě subjektivního zhodnocení zdály už moc dlouhé, proto byla zvolena délka 30 mm.

Na základě subjektivního zhodnocení se četnost s jednou *bridgingovou* nití na každý šestý meziprostor zdála až příliš veliká. Proto byla na základě předběžných testů pro účely experimentu zvolena četnost jedné *bridgingové* nitě na každý třetí meziprostor. Na tomto místě je nutné si zároveň uvědomit, že v praxi je vhodná četnost nití závislá na míře poškození plátna a jeho dostavě. Čili může být samozřejmě odlišná od četnosti *bridgingových* nití aplikované v rámci experimentu. Zároveň je v praxi doporučováno *bridgingové* nitě střídat, buďto jejich délku, nebo uplatnit tzv. „zig-zag“ uspořádání (viz kapitola 17.3.6 *Bridging*).

Tab. 7 Naměřené hodnoty maximálního jednoosého zatížení vzorků pro stanovení vhodné délky a četnosti *bridgingových* nití

Série	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5
Vzorek 1 Fmax [N]	368,66	31,46	18,42	106,56	89,87
Vzorek 2 Fmax [N]	280,66	32,04	16,02	117,34	66,13
Aritmetický průměr [N]	324,66	31,75	17,22	111,95	78,00

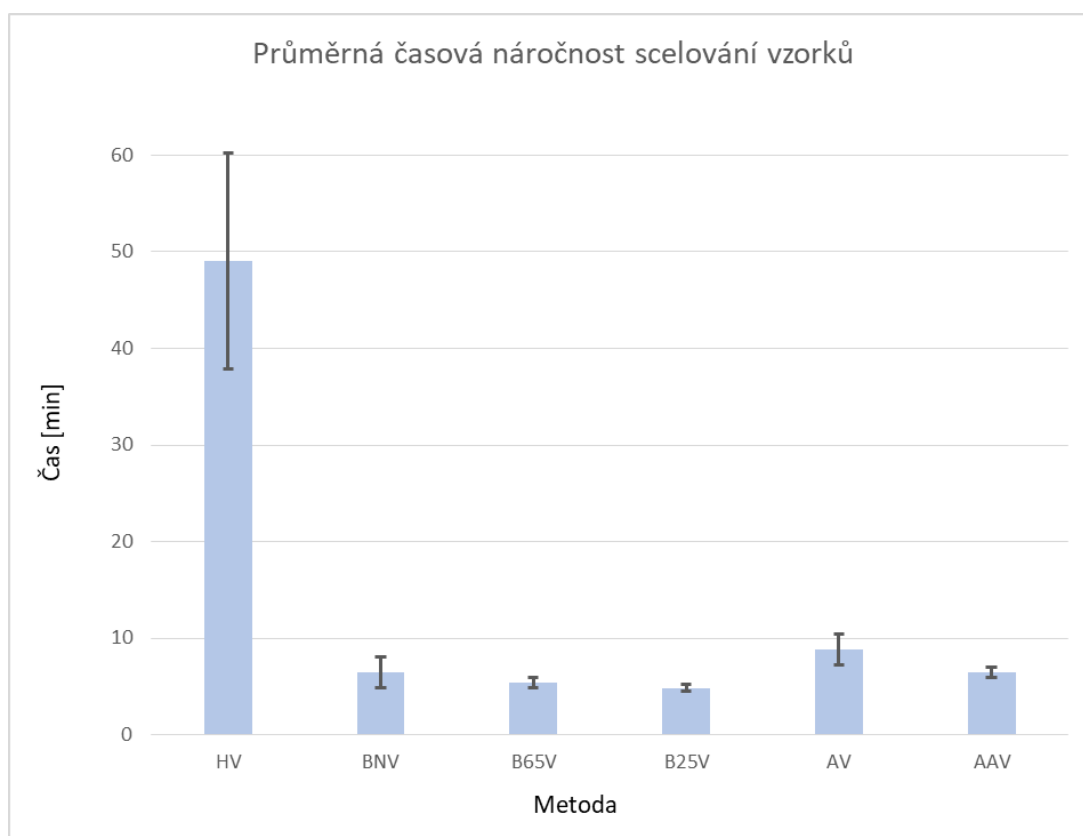
### 19.2.2 Časová náročnost scelování

Výsledky měření časové náročnosti aplikace jednotlivých scelovacích metod jsou uvedeny v následující tabulce a grafu. Metody v tabulce jsou zaznamenány v takovém pořadí, v jakém byly provedeny.

Tab. 8 Časová náročnost implementace jednotlivých metod

Číslo vzorku	Metoda / čas [min]					
	HV	BNV	B65V	B25V	AV	AAV
1.	69,50	8,33	5,55	4,87	10,17	7,70
2.	67,00	7,53	5,23	4,72	10,27	6,72
3.	37,33	10,02	6,00	4,42	11,87	6,12
4.	36,57	4,72	5,17	4,20	9,92	6,03
5.	36,50	6,45	4,55	4,53	8,50	5,68
6.	47,17	5,68	6,13	4,80	8,33	6,68
7.	43,83	5,83	5,53	5,22	8,10	6,75
8.	52,00	5,50	5,07	5,02	7,37	5,93
9.	52,50	5,50	4,48	5,33	6,62	6,13
10.	47,83	5,27	5,98	5,15	7,08	6,68
Celkem	490,23	64,83	53,70	48,25	88,22	64,43
Průměr	49,02	6,48	5,37	4,83	8,82	6,44
Standardní směrodatná odchylka	11,15	1,57	0,55	0,35	1,59	0,55

Graf 1 Průměrná časová náročnost scelování jednotlivými metodami



Doba přípravy *bridgingu* před jeho aplikací byla u vybraných metod měřena zvlášť a nebyla zahrnuta do celkového času scelování trhlin. Mezi tyto metody patřily *bridgingové* nitě opatřené BEVA 371 filmy (série B65V a B25V), protože se oproti ostatním metodám jednalo o náročný proces. Samotné vytažení nití z vazby, odstranění každé druhé útkové nitě a aplikace adhezivního filmu trvalo v průměru 60 minut na 100 nití o délce 30 mm.<sup>436</sup> Časová náročnost u *bridgingových* nití ze zbylých sérií nebyla měřena, jelikož je závislá na době schnutí adhezivního filmu.<sup>437</sup>

Podle očekávání z naměřených hodnot vyplývá, že časově nejnáročnější je scelování trhlin metodou nit na nit (HV), která v průměru trvala 49 minut na vzorek. Tato doba je asi 5,5× (AV) až 10× (B25V) delší než čas věnovaný scelování *bridgingem*. Srovnání časové náročnosti jednotlivých metod *bridgingu* mezi sebou není kvůli relativně velkému rozptylu hodnot jednotlivých sérií jednoznačné. Navíc se ukázalo, že na rychlost scelování měla nejspíše vliv zkušenost s touto metodou a lepší manuální schopnost

<sup>436</sup> Tato doba se může samozřejmě lišit, pokud by se připravil delší pruh. Také pravděpodobně v případě, kdyby byla vytvořena dvojnásobná šíře vzorku a *bridgingové* nitě byly následně rozpůleny.

<sup>437</sup> Během této doby se může restaurátor věnovat jiným činnostem. *Bridgingové* nitě si však může do zásoby připravit předem, a proto tento údaj není v rámci tohoto experimentu zcela směrodatný s ohledem i na série B65V a B25V.

restaurátora, která byla odvislá od množství již scelených vzorků, nežli metoda *bridgingu* jako taková. Proto byly zřejmě nejrychleji sceleny série, které přišly na řadu jako poslední. Subjektivně je ale možné konstatovat, že série s adhezivem Acrylkleber 498 HV (AV, AAV) byly časově náročnější, nežli série s BEVA adhezivou (BNV, B65V, B25V), jelikož jim předcházela příprava v podobě aplikace adheziva či jeho aktivace během samotného procesu scelování. Stejně tak při zohlednění přípravy *bridgingových* nití na základě subjektivního zhodnocení vychází časově nejnáročněji série s adhezivem BEVA 371 film, přestože samotná aplikace patřila k nejrychlejším.

### 19.2.3 Vizuální zhodnocení jednotlivých metod

Dle očekávání se z výše uvedených šesti zkušebních metod scelení vizuálně nejlépe jevila metoda scelení trhliny metodou nit na nit. Z pozorovací vzdálenosti přibližně 1,5 m je takto scelená trhlina na rozdíl od *bridgingu* prakticky nepostřehnutelná. Vyskytl se rozdíl mezi přední a zadní stranou, ten byl ale především způsoben zručností restaurátora a není podmínkou pro tuto techniku.



Obr. 136 Ukázka testovací série HV, přední a zadní strana

Celkově mají *bridgingové* metody horší vizuální charakter v porovnání s technikou nit na nit. Obecně lze konstatovat, že u *bridgingových* metod v případě experimentálních vzorků dochází k rozšíření plátna v místě trhliny i jejím okolí. Scelení je u *bridgingu* patrnější ze strany, na kterou byly nitě aplikovány, logicky je to zejména kvůli vizuálnímu uplatnění *bridgingových* nití. Na druhé straně plátna se uplatňují optické změny povrchu vzniklé v důsledku použití tepelně regulovatelné špachtle. Tato optická změna je přítomna i na straně s *bridgingem*, není však tolik patrná. Samotná linie trhliny je na rozdíl od metody nit na nit mírně viditelná.

Při scelování originálních děl by však z důvodu celé řady ovlivňujících faktorů nemuselo k výše zmíněným alteracím docházet vůbec, případně jen v minimální míře. Stejně tak je možné, že by tyto faktory mohly být původcem jiných alterací, které nebyly na experimentálních vzorcích zpozorovány.

Pokud bychom porovnávali metody *bridgingu* mezi sebou, pak se nejvýrazněji jeví scelení u série s adhezivem BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 (BNV). Vizuálně se uplatňuje jako ztmavnutí nitě a částečně také jejího okolí. Zůstává otázkou, zda je v tomto případě míra ztmavnutí výsledkem vyššího množství adheziva a značného prosycení nití, nebo je dáno samotným druhem adheziva nehledě na jeho množství.



Obr. 137 Ukázka testovací série BNV, přední a zadní strana

Dále bylo zaznamenáno ztmavnutí u sérií s adhezivou BEVA 371 film (B25V, B65V), avšak méně výrazné než v předchozím případě.



Obr. 138 Ukázka testovací série B65V, přední a zadní strana



Obr. 139 Ukázka testovací série B25V, přední a zadní strana



U sérií s adhezivem Acrylkleber 498 HV (AV, AAV) zůstával odstín nití, případně jejich barevnost, téměř nezměněn. V obou případech vypadala scelení velmi podobně, přesto bylo možné očekávat u série s přímým užitím adheziva bez jeho aktivace rozpouštědlem (AV) významnou migraci adheziva do struktury vzorku. U série scelené *bridgingem* s adhezivem Acrylkleber 498 HV aktivovaném acetonem se předpokládá naopak nejnižší množství reziduí adheziva na vzorku při jejich odstranění na základě vizuálního průzkumu.



Obr. 140 Ukázka testovací série AV, přední a zadní strana



Obr. 141 Ukázka testovací série AAV, přední a zadní strana

Výhradně na základě vizuálních změn při implementaci *bridgingu* a vizuálu *bridgingu* samotného nemůže být tato metoda doporučena u děl, která nejsou opatřena žádným podkladem či barevnou vrstvou, nebo je tomu tak jen v minimální míře. Což je příznačné především pro díla moderní či pro tzv. „*non-finita*“. U klasických děl s podkladovou i barevnou vrstvou se tyto vizuální změny nepředpokládají, stejně tak nemusí být vzhled samotného *bridgingu* z rubové strany obrazu nikterak problematický.

#### 19.2.4 Projevy tahových zkoušek

Podle literatury<sup>438</sup> není technika *bridgingu* schopná zabránit znovuotevření trhlin. Provedené experimenty tento předpoklad ve většině případů potvrzují. Při namáhání vzorků scelených pláten v tahu bylo možné sledovat tendence poškození, které by v případě zvýšeného napětí mohly vznikat na sceleném obraze.

Z experimentů vyplynula problematika *bridgingu*, která tkví z velké části v tom, že *bridgingové* nitě zajišťují především neporušené, v tomto případě osnovní nitě, a porušené útkové nitě tak mají možnost volného pohybu. Což má za následek výše zmiňované znovuotevření trhliny.<sup>439</sup> Na základě vizuálního průzkumu byl také zpozorován další způsob deformací vlivem tohoto faktoru, které se nesoustředí pouze na místo trhliny, ale utváří se v oblasti nebo při okrajích *bridgingových* nití. Tyto deformace při okrajích *bridgingových* nití lze teoreticky eliminovat aplikací různých délek *bridgingových* nití, nebo jejich tzv. „*zig-zag*“ aplikací.

Je však třeba znovu zmínit problematiku celé řady ovlivňujících faktorů, které by v tomto ohledu měly být dále zkoumány. Patří sem možnosti technologických úprav malířských pláten od klížení, přes podkladové vrstvy až po typ samotného plátna či jiné. Tyto faktory mohou teoreticky eliminovat nebo zcela zamezit nevyžádaným deformacím mimo místo samotné trhliny.

V kapitolách níže jsou popsány deformace pláten v průběhu a po jejich namáhání v tahu. Jsou zde publikovány snímky vzorků, na kterých jsou nejlépe pozorovatelné popisované jevy. Snímky všech testovaných vzorků jsou uvedeny v příloze.<sup>440</sup>

---

<sup>438</sup> HEIBER, Winfried 1996, s. 140.

<sup>439</sup> Tento mechanismus je obdobný pro techniky rentoaláže a záplat (viz kapitoly 17.3.1 *Rentoaláž* a 17.3.2 *Záplaty*).

<sup>440</sup> Viz obrazová příloha *Obr. 150–155 Vzorky po jednoosých zátěžových zkouškách*.

#### 19.2.4.1 Vzorky nepoškozeného plátna (NV)

U vzorků nepoškozeného plátna docházelo k deformacím vlivem napětí v různých místech. Tyto deformace nebyly u všech vzorků jednotné. Ani u jednoho ze zkoumaných vzorků nedošlo k přerušení útkových nití. V průběhu měření se vzorky vždy nejprve napnuly. Poté se začaly vlnit jejich okraje, přičemž následoval posun („*skluz*“) osnovních a útkových nití v jednom či více místech. K posunu docházelo ve všech případech od kraje plátna. Jakmile nitě povolily a oddálily se v jednom místě, začalo se poškození od tohoto místa rychle rozšiřovat ve větší ploše.



Obr. 142 Vzorek NV1 po jednoosých zátěžových zkouškách

#### 19.2.4.2 Technika nit na nit (HV)

Tato série vykazovala při mechanickém namáhání stejné chování u všech vzorků. Po počátečním rovnoměrném napnutí vzorku došlo k přetržení nití v místech spojů. Prvotní povolení se lišilo pravděpodobně v závislosti na kvalitě scelení jednotlivých přerušovaných nití. Došlo-li v jednom místě k přetržení spojených nití, nastalo velmi rychlé postupné přetržení ostatních spojů. Pruhy plátna zůstávaly v podstatě nedeformované.



Obr. 143 Vzorek HV1 po jednoosých zátěžových zkouškách

#### 19.2.4.3 Bridging, BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 (BNV)

Testovací série scelená tepelnou aktivací nátěru 40% (hm.) roztoku BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 (BNV) se vyznačovala třemi základními typy defektů, které se ve větší či menší míře kombinovaly.

U všech vzorků došlo k úplnému či částečnému otevření v místě trhliny. Zároveň nastávaly deformace plátna při okraji *bridgingových* nití či jejich oblastí. *Bridgingové* nitě silně držely osnovní nitě, ale útkové nikoli. Proto docházelo k jejich posunu ve vazbě spolu s některými osnovními nitěmi. Ve většině případů zůstaly *bridgingové* nitě přichyceny k nitím vzorku a jen u čtyř vzorků došlo k ojedinělému oddělení některých *bridgingových* nití při jedné straně od trhliny již před dosažení maximálního zatížení.



Obr. 144 Vzorek BNV1 po jednoosých zátěžových zkouškách

#### 19.2.4.4 *Bridging*, BEVA 371 film 65 $\mu\text{m}$ (B65V)

U vzorků s adhezivem BEVA 371 film 65  $\mu\text{m}$  docházelo primárně k přerušení v místě trhliny. Zároveň se u všech vzorků v menší míře objevovaly deformace při jednom či obou okrajích pláten v místě konců *bridgingových* nití či jejich ploše. *Bridgingové* nitě místy držely na osnovních nitích vzorku tak pevně, že docházelo k jejich oddělení až těsně před dosažením maxima.



Obr. 145 Vzorek B65V1 po jednoosých zátěžových zkouškách

#### 19.2.4.5 *Bridging*, BEVA 371 film 25 $\mu\text{m}$ (B25V)

V sérii s adhezivem BEVA 371 film o tloušťce 25  $\mu\text{m}$  primárně docházelo při tahu k deformacím u jednoho nebo obou okrajů *bridgingových* nití. Znovuotevření trhliny nastávalo méně často, konkrétně ve čtyřech případech z deseti testovaných vzorků. *Bridgingové* nitě byly silně spojeny s povrchem osnovních nití a nedocházelo ani k jejich oddělení. K deformaci mimo oblast trhliny a okrajů *bridgingových* nití nedocházelo.

Tato série vykazovala nejvýraznější míru deformací. To může být odůvodněno nižší mírou penetrace adheziva do struktury útkových nití, které by druhotně tyto nitě taktéž ovlivnilo.



Obr. 146 Vzorek B25V1 po jednoosých zátěžových zkouškách

#### 19.2.4.6 Bridging, Acrykleber 498 HV (AV)

V této testovací sérii byly deformace mimo místo trhliny zásadně menší nežli u testovacích sérií BNV, B65V a B25V. Přesto se zde objevovaly deformace, které se projevovaly jiným způsobem. Zatímco u vzorků BNV, B65V a B25V se deformace nacházely při okrajích *bridgingových* nití, u série AV se drobné deformace vyskytovaly v celé oblasti *bridgingu*. Znovuotevření trhlín však nastalo vždy až po vzniku jiné lokální deformace mimo oblast trhliny. *Bridgingové* nitě se ve větší míře oddělovaly od povrchu plátna.



Obr. 147 Vzorek AV1 po jednoosých zátěžových zkouškách

#### 19.2.4.7 Bridging, Acrykleber 498 HV – aktivace acetonem (AAV)

V této sérii bylo tahovou zkouškou plátno nejméně deformované (vyjma série scelené metodou nit na nit – HV). Zároveň docházelo k přednostnímu otevření trhliny a k oddělení *bridgingových* nití od plátna.



Obr. 148 Vzorek AAV1 po jednoosých zátěžových zkouškách

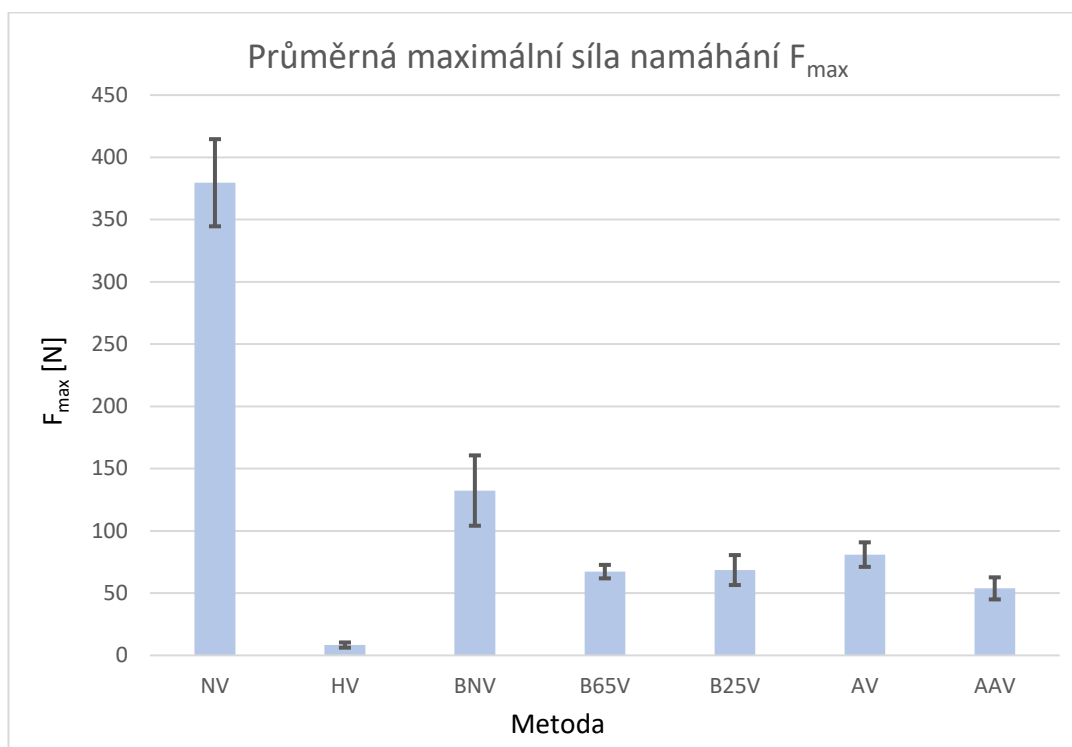
### 19.2.5 Jednoosé namáhání v tahu – maximální tahové zatížení

V rámci experimentu byla zjišťována maximální tahová zatížení  $F_{\max}$  [N] vzorků při konstantní rychlosti namáhání 50 mm/min. U techniky nit na nit docházelo k přetržení vzorků. Vzorky s *bridgingem* a neporušené vzorky byly při této síle deformovány, nedocházelo k jejich přetržení. Naměřené hodnoty maximální síly při jednoosém namáhání pro jednotlivé scelovací metody  $F_{\max}$  a jejich aritmetické průměry z deseti měření se standardními směrodatnými odchylkami jsou uvedeny v následující tabulce a grafu.

Tab. 9 Maximální tahová zatížení při jednoosých tahových zkouškách vybraných metod scelování trhlín

Číslo vzorku	Metoda / maximální tahová síla $F_{\max}$ [N]						
	NV	HV	BNV	B65V	B25V	AV	AAV
1.	313,84	8,07	90,47	75,31	57,25	86,76	58,22
2.	381,21	8,96	107,04	73,26	60,05	76,47	68,30
3.	354,39	6,85	123,81	72,65	52,45	70,59	33,88
4.	383,38	10,57	92,6	69,42	74,24	87,53	56,24
5.	328,86	6,55	121,08	58,03	89,21	99,26	56,2
6.	394,59	6,65	158,74	61,24	59,49	84,03	57,25
7.	418,95	9,05	132,15	71,71	88,72	89,79	55,53
8.	402,84	4,46	166,03	62,55	78,55	69,67	53,23
9.	378,47	9,24	182,02	62,27	60,02	82,16	59,15
10.	439,69	12,59	149,93	66,45	65,42	63,28	40,31
Průměr	379,62	8,30	132,39	67,29	68,54	80,95	53,83
Standardní směrodatná odchylka	35,00	2,09	28,25	5,42	12,02	9,85	8,86

Graf 2 Průměrná maximální tahová síla při jednoosých tahových zkouškách vybraných metod scelování trhlin



V následující tabulce jsou uvedeny maximální tahové síly vztažené na šířku nesceleného vzorku, tedy na 25 mm [N/m]. Je to zejména kvůli údajům v literatuře, kde se nejčastěji uplatňuje takovéto vyjádření výsledků podobných experimentů. Dále jsou tyto maximální tahové síly prezentovány jako procentuální podíly maximální tahové síly  $F_{max}$  zaznamenané u vzorků neporušených pláten (standardů, NV). Průběhy závislosti síly na dráze (viz 19.7.1 Příloha: Tahová zatížení v závislosti na dráze všech sérií experimentu) nejsou v rámci této práce dále diskutovány, za stěžejní údaje jsou považovány maximální síly při jednoosém namáhání  $F_{max}$  a související informace.

Tab. 10 Převod zatížení vybraných metod scelování trhlin na N/m a procentuální srovnání  $F_{max}$  se sérií NV

Série	Průměrná maximální síla, $F_{max}$ [N]	Průměrná maximální síla vztažená na šířku vzorků, $F_{max}/s$ [N/m]	Procentuální podíl z $F_{max}$ NV [%]
NV	379,62	15184,88	100,00
HV	8,30	331,96	2,19
BNV	132,39	5295,48	34,87
B65V	67,30	2691,56	17,73
B25V	68,54	2741,60	18,05
AV	80,95	3238,16	21,32
AAV	53,83	2153,24	14,18

Ze zjištěných údajů podle očekávání vyplývá, že žádný ze scelených vzorků nedosahoval hodnot maximálního zatížení neporušených, standardních vzorků série NV. Maximální průměrná tahová síla standardní série NV dosahovala hodnot 379,62 N (15185,88 N/m).

Nejvyšší hodnoty maximálního zatížení scelených vzorků byly naměřeny u série *bridgingu* s adhezivem BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 (BNV). Jejich průměrná hodnota činila 132,39 N (5295,48 N/m), což je necelých 35 % maximální síly série NV. U sérií s adhezivy BEVA 371 film (B65V, B25V) byly naměřené hodnoty podobné. Konkrétně dosahovaly vzorky série s fólií o tloušťce 65  $\mu\text{m}$  (B65V) hodnoty maximální síly 67,3 N (2691,56 N/m) a série s fólií o tloušťce 25  $\mu\text{m}$  (B25V) 68,54 N (2741,6 N/m), což je přibližně 18 % hodnoty standardních vzorků. Série scelená *bridgingem* s adhezivem Acrykleber 498 HV (AV) dosáhla hodnot 80,95 N (3238,16 N/m), tedy 21 % maximální síly standardních vzorků. Série scelená *bridgingem* s adhezivem Acrykleber 498 HV aktivovaným acetonem (AAV) byla ze sérií *bridgingových* metod scelení nejslabší, dosahovala hodnoty 53,83 N (2153,24 N/m), což činí 14 % hodnoty standardních vzorků. Vzhledem ale k chybovosti měření nelze série B65V, B25V, AV a AVV mezi sebou takto striktně rozlišovat, a jejich výsledky jsou proto srovnatelné.

Metody *bridgingu* vždy dosahovaly znatelně vyšších hodnot maximálního zatížení nežli série scelené technikou nit na nit (HV). U techniky nit na nit bylo dosažené maximální zatížení přibližně  $16\times$  (BNV) až  $6,5\times$  (AAV) nižší než u *bridgingu*. Průměrná hodnota  $F_{\text{max}}$  techniky nit na nit (HV) činila 8,3 N (332 N/m), tedy 2,2 % z naměřených hodnot  $F_{\text{max}}$  neporušených standardních vzorků NV. Přestože jsou tyto hodnoty nižší než u *bridgingu*, může být technika nit na nit vhodnou metodou pro scelování trhlin. V literatuře se totiž uvádí, že optimální hodnoty maximálního zatížení spoje plátna při jednoosém namáhání se mohou pohybovat mezi 150–600 N/m.<sup>441</sup> Z praxe je doloženo nespočet úspěšně scelených trhlin, které napětí v plátně bez problému snášejí.

Nutno podotknout, že u *bridgingu* hraje velkou roli i způsob jeho aplikace na výsledné hodnoty při tahovém zatížení. Při porovnání výsledků maximální síly namáhání vzorků tohoto experimentu s výsledky Hannah Flock se ukázalo, že vzorky zpevněné *bridgingem* v tomto experimentu vykazovaly s metodou nit na nit výrazně větší rozdíly. Hannah Flock, která porovnávala mimo jiné vzorky scelené metodou nit na nit

---

<sup>441</sup> YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger 1999, s. 132.



s tzv. „*butt-joint*“ spojem se vzorky scelené toutéž metodou s přidaným *bridgingem* z nití opatřených BEVA 371 filmem o tloušťce 25 µm, zaznamenala nižší zvýšení maximálních sil při namáhání. Vzorky s *bridgingem* vykazovaly přibližně 1,8–2,3× vyšší výsledné hodnoty než vzorky scelené pouze metodou nit na nit.<sup>442</sup> Přesný způsob aplikace *bridgingu* Hannah Flock však neuvádí, pouze zmiňuje využití tepelně regulovatelné jehly, kterou prováděla i techniku nit na nit.<sup>443</sup> Hannah Flock užila výrazně nižšího nebo žádného tlaku. Je tak usuzováno na základě praktických zkušeností autora s tepelně regulovatelnou jehlou, která neumožňuje při práci využití tak vysokého tlaku, jako u restaurátorské tepelně regulovatelné špachtle. Druhým ovlivňujícím faktorem je to, že Flock užila o 10 mm kratší *bridgingové* nitě, zato však zajistila každou jednotlivou přerušenu nit, nikoli každý třetí meziprostor.<sup>444</sup>

---

<sup>442</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 334.

<sup>443</sup> FLOCK, Hannah 2014, A.7.1 / Tabelle II [nestr.].

<sup>444</sup> FLOCK, Hannah, et al. 2021, s. 325 a FLOCK, Hannah 2014, A.7.1 / Tabelle II [nestr.].

### 19.3 Závěr experimentální části

Experimentální část diplomové práce byla zaměřena na techniku *bridgingu* a její možné využití jako scelovací metody trhlin v plátně obrazu v porovnání s metodou nit na nit a standardizovanými neporušenými vzorky.

Testy byly provedeny na pruzích z lněného plátna, do kterých byla implementována trhlina jejich úplným přeříznutím kolmo přes útkové nitě. Při metodě nit na nit byla zvolena adhezní směs pšeničného škrobu a vyziny. Na základě předběžných zkoušek byl *bridging* proveden s nitěmi o délce 30 mm na každou třetí mezeru mezi přerušenými nitěmi. Adheziva byla vybrána na základě literatury a poznatků z praxe. Konkrétně byla použita adheziva BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375, BEVA 371 filmy a adhezivum Acrylkleber 498 HV, které bylo použito dvěma způsoby.

Metody byly posuzovány podle následujících faktorů:

- Časová náročnost
- Vizuální posouzení
- Projevy poškození vlivem jednoosého namáhání v tahu
- Maximální pevnost při jednoosém namáhání v tahu

Na základě časové náročnosti, která byla měřena v průběhu samotného scelování trhlin, byla metoda scelování nit na nit dle předpokladů vyhodnocena jako časově nejnáročnější. Metody scelování *bridgingem* byly mezi sebou časově srovnatelné.

Z vizuálního hlediska byla po scelení vzorků nejlépe hodnocena metoda scelování nit na nit (HV). U této metody lze v závislosti na zručnosti restaurátora trhlinu scelit tak, aby bylo restaurátorské opatření prakticky nepostřehnutelné. Na rozdíl od metod scelování *bridgingem*. Ty jsou už od podstaty patrné především ze strany aplikace i patrnější viditelnou trhlinou z pohledové strany. Z *bridgingových* metod byla nejvíce patrná série vzorků s roztokem 40% (hm.) BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu (BNV). Tyto nitě byly výrazně tmavší a docházelo i k výraznějšímu ztmavnutí jejich okolí po aktivaci teplem. Adhezivum optickým zhodnocením totiž nejvíce migrovalo do struktury vzorku. Nejmenší vizuální změny představovaly série s adhezivem Acrylkleber 498 HV (AV a AAV). Na základě subjektivního zhodnocení během implementace se však předpokládá významná migrace materiálu adheziva do struktury vzorků u série AV, jelikož dochází k přímému kontaktu tekutého adheziva se vzorkem. Na rozdíl od série AAV, kde je adhezivum aktivováno acetonem. Zde se naopak předpokládá množství migrujícího adheziva nejnižší.

Projevy změn/deformací vlivem jednoosého namáhání v tahu jednotlivých vzorků bylo posuzováno během a po tomto namáhání. K nejméně výrazným deformacím během zátěžových testů docházelo u série vzorků scelených *bridgingovými* nitěmi opatřenými adhezivním filmem BEVA 371 o tloušťce 25 µm (B25V). V tomto ohledu vykazovala nejlepší výsledky série scelená *bridgingem* s adhezivem Acrykleber 498 HV aktivovaným acetonem (AAV), u které nejčastěji docházelo k přednostnímu znovuotevření v oblasti trhliny. Tímto pozorováním byly zároveň zhodnoceny a popsány možné deformační mechanismy trhlín scelených *bridgingem* v obrazech. Na základě pozorování posunu útkových nití při mechanických zkouškách ve vazbě při metodě *bridgingu* lze konstatovat, že bude docházet k znovuotevření scelené trhliny.

Na základě porovnání výsledků testů maximálního zatížení všech testovaných sérií, které probíhaly na testovacím stroji s konstantní rychlostí 50 mm/min, vykazovaly všechny metody scelení trhliny pomocí *bridgingu* výrazně vyšší hodnoty, než série scelená metodou nit na nit (HV), tedy než v současné době preferovaná metoda scelování trhlín.

Nejvyšší pevnost v tahu při jednoosém namáhání byla zaznamenána u série vzorků scelených *bridgingovými* nitěmi opatřenými nátěrem 40% (hm.) roztoku BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu (BNV). Další série vzorků scelených *bridgingovými* nitěmi (B65V, B25V, AV a AAV) byly v závislosti na chybovosti měření srovnatelné.

Ze sérií scelených *bridgingem*, při zohlednění i dalších aspektů, se ve výsledku jevila jako nejvhodnější série scelená nitěmi s adhezivem Acrykleber 498 HV aktivovaným acetonem (AAV). Zpevnění bylo na základě zátěžových zkoušek dostatečné, metoda byla vizuálně uspokojivá, představovala nejmenší míru deformace vzorků a zároveň se u ní předpokládá nejlepší reversibilita.

Na základě všech výše zmíněných informací, včetně informací zjištěných při vypracování teoretické části, je metoda scelování *bridgingu* vhodná především jako dodatečné zpevňující opatření již scelených trhlín, například metodou nit na nit, nebo vláknitou cupaninou, nebo jako dočasné zajištění. Z dlouhodobého hlediska může být totiž její využití jako samostatné scelující techniky z důvodu deformace v místě trhlín a jejího okolí problematické. Této problematice by měla být věnována bližší pozornost v rámci dalšího bádání. Metoda scelování nit na nit je i přes svou časovou náročnost

a vysoké požadavky jak na zručnost restaurátora, tak samotné potřebné restaurátorské vybavení stále hodnocena jako nejvhodnější metoda scelování trhlin v plátně obrazu.

## 19.4 Seznam obrazových příloh experimentální části

Není-li řečeno jinak, je autorem vyobrazení autor diplomové práce.

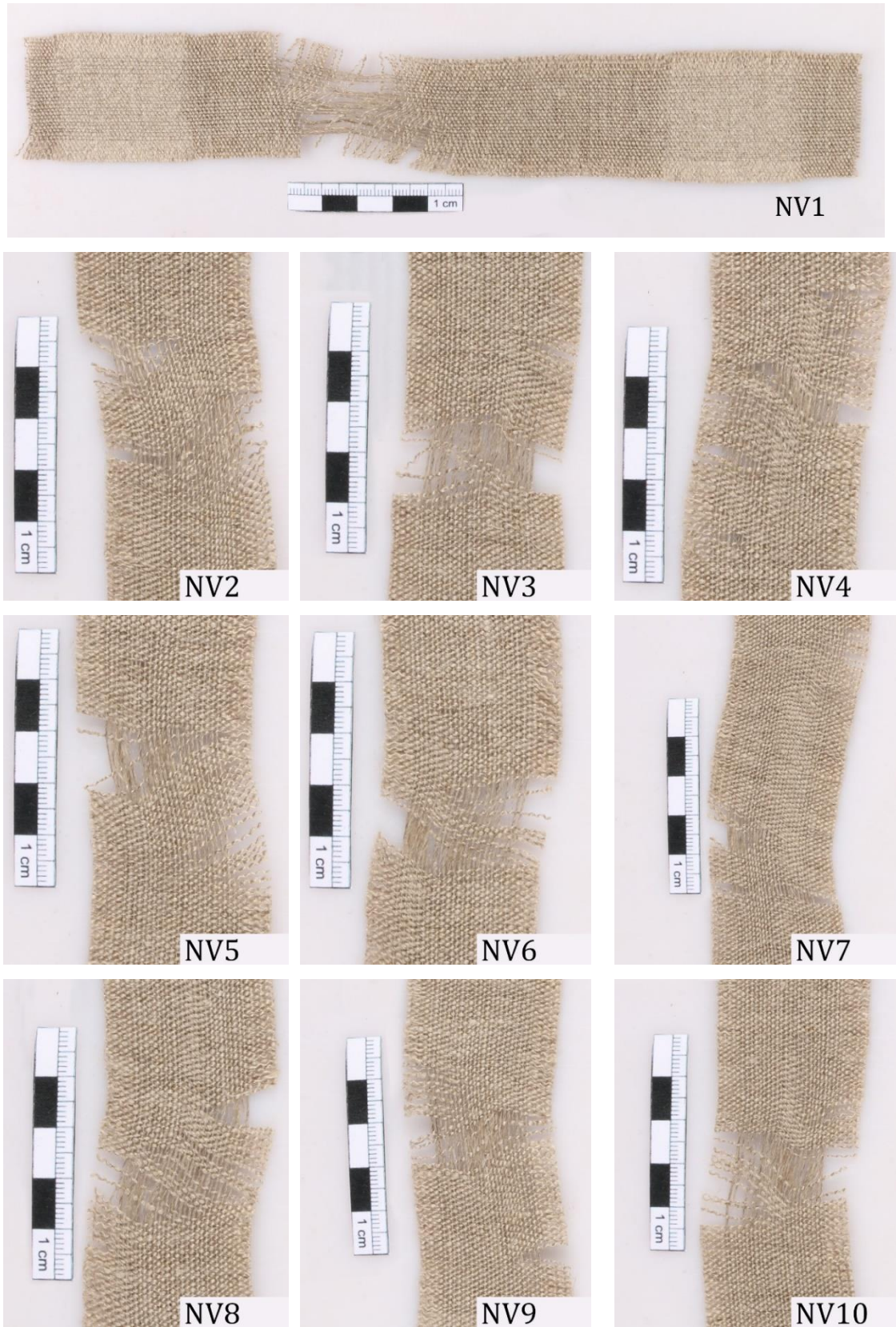
Obr. 126 Ukázka vzorku z testovací série NV, která sloužila jako standardní série. ...	203
Obr. 127 Příprava <i>bridgingových</i> nití série B65V, červená šipka po aplikaci filmu tepelně regulovatelnou špachtlí, modrá šipka po obalení nití pomocí fěnu. ....	204
Obr. 128 <i>Bridgingové</i> nitě pro sérii BNV .....	205
Obr. 129 <i>Bridgingové</i> nitě pro sérii B65V .....	205
Obr. 130 <i>Bridgingové</i> nitě pro sérii B25V .....	205
Obr. 131 <i>Bridgingové</i> nitě pro sérii AAV .....	205
Obr. 132 Implementace trhliny zkušebních vzorků .....	206
Obr. 133 Pomůcky při implementaci poškození a scelování zkušebních vzorků .....	208
Obr. 134 Uložení vzorků před zátěžovými zkouškami .....	209
Obr. 135 Univerzální zkušební stroj LabTest 5.030-2 .....	210
Obr. 136 Ukázka testovací série HV, přední a zadní strana .....	214
Obr. 137 Ukázka testovací série BNV, přední a zadní strana .....	215
Obr. 138 Ukázka testovací série B65V, přední a zadní strana .....	216
Obr. 139 Ukázka testovací série B25V, přední a zadní strana .....	216
Obr. 140 Ukázka testovací série AV, přední a zadní strana .....	217
Obr. 141 Ukázka testovací série AAV, přední a zadní strana .....	217
Obr. 142 Vzorek NV1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	219
Obr. 143 Vzorek HV1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	219
Obr. 144 Vzorek BNV1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	220
Obr. 145 Vzorek B65V1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	220
Obr. 146 Vzorek B25V1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	221
Obr. 147 Vzorek AV1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	221
Obr. 148 Vzorek AAV1 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	222
Obr. 149 Ukázka průběhu jednoosého zátěžového testu na vzorku BNV9 .....	230
Obr. 150 Série NV 1–10 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	231
Obr. 151 Série BNV 1–10 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	232
Obr. 152 Série B65V 1–10 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	233
Obr. 153 Série B25V 1–10 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	234
Obr. 154 Série AV 1–10 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	235
Obr. 155 Série AAV 1–10 po jednoosých zátěžových zkouškách .....	236

**Obr. 149 Ukázka průběhu jednoosého zátěžového testu na vzorku BNV9**



## Vzorky po jednoosých zátěžových zkouškách

Obr. 150 Série NV po jednoosých zátěžových zkouškách



**Obr. 151 Série BNV po jednoosých zátěžových zkouškách**





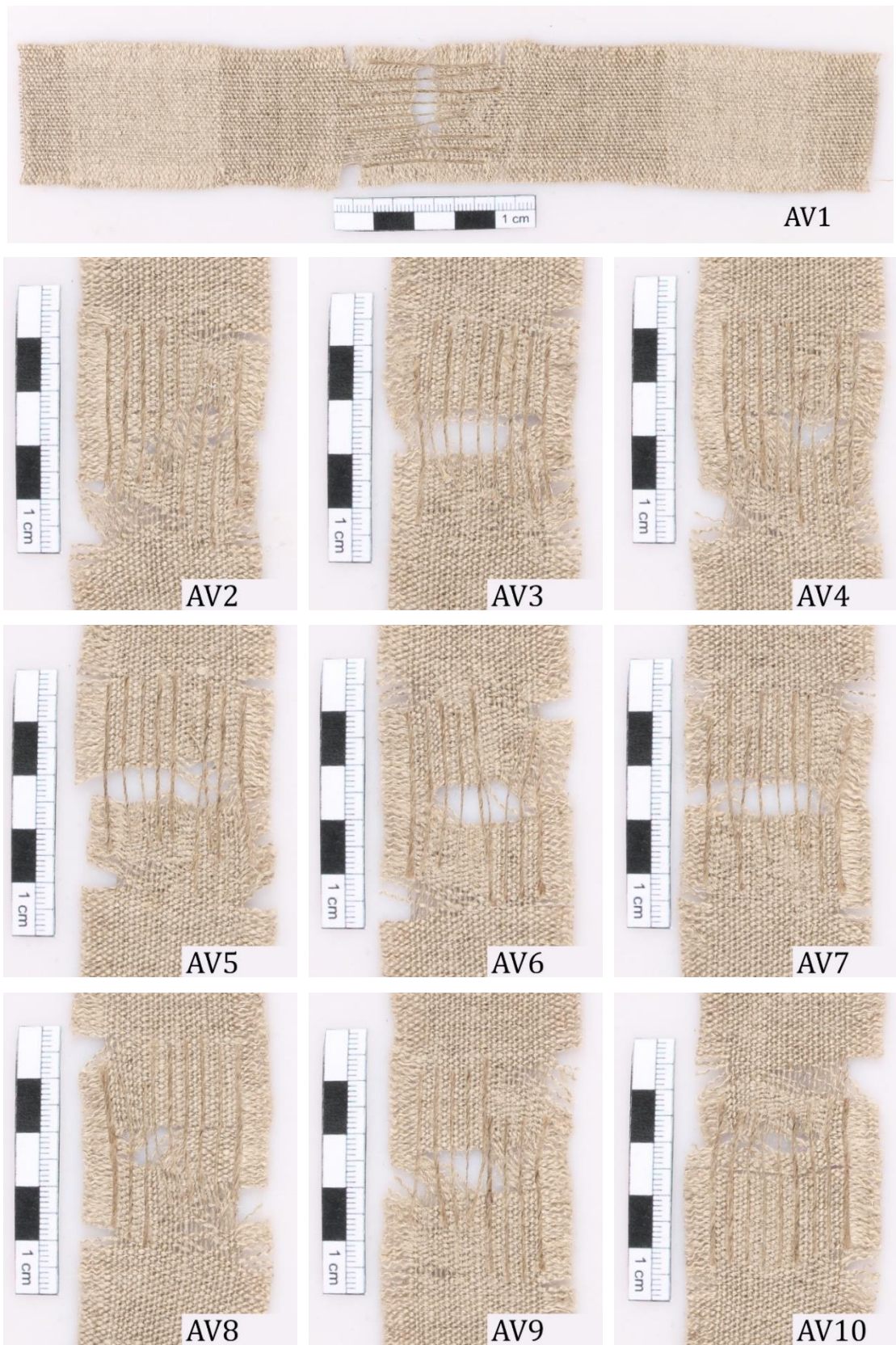
Obr. 152 Série B65V po jednoosých zátěžových zkouškách



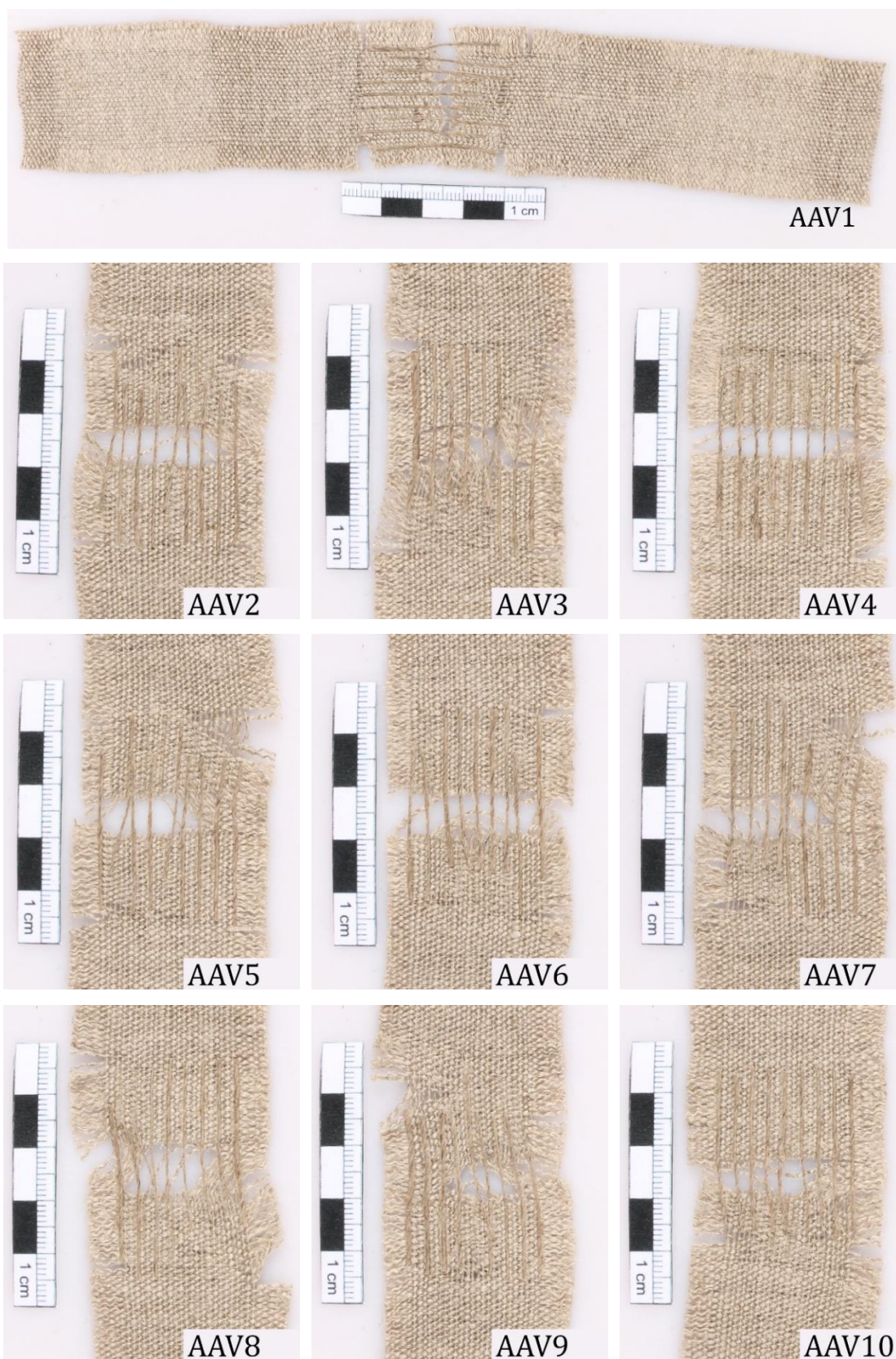
**Obr. 153 Série B25V po jednoosých zátěžových zkouškách**



**Obr. 154 Série AV po jednoosých zátěžových zkouškách**



**Obr. 155 Série AAV po jednoosých zátěžových zkouškách**



## 19.5 Seznam tabulek a grafů experimentální části

Autorem všech tabulek a grafů experimentální části je autor diplomové práce.

Tab. 6 Série testovaných vzorků pro stanovení vhodné délky a četnosti <i>bridgingových</i> nití .....	207
Tab. 7 Naměřené hodnoty maximálního jednoosého zatížení vzorků pro stanovení vhodné délky a četnosti <i>bridgingových</i> nití .....	211
Tab. 8 Časová náročnost implementace jednotlivých metod.....	212
Tab. 9 Maximální tahová zatížení při jednoosých tahových zkouškách vybraných metod scelování trhlin .....	222
Tab. 10 Převod zatížení vybraných metod scelování trhlin na N/m a procentuální srovnání $F_{max}$ se sérií NV .....	223
Graf 1 Průměrná časová náročnost scelování jednotlivými metodami.....	213
Graf 2 Průměrná maximální tahová síla při jednoosých tahových zkouškách vybraných metod scelování trhlin .....	223

## 19.6 Seznam použitých materiálů a pomůcek pro experimentální část

### Seznam použitých chemikálií:

- aceton (Penta s.r.o., Česká republika)
- BEVA 371 film 25 a 65  $\mu\text{m}$  – adhezivum na základě ethylvinylacetátu
- BEVA Lascaux<sup>®</sup> Heat-Seal Adhesive 375 – adhezivum na základě ethylvinylacetátu
- demineralizovaná voda (FR UPa Litomyšl)
- Lascaux<sup>®</sup> Acrykleber 498 HV – akrylátová disperze
- pšeničný škrob (Ceiba s.r.o., Česká republika)
- technický benzín (Penta s.r.o., Česká republika)
- vyzina – kvalitní rybí klich (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo)

### Seznam použitých materiálů:

- filtrační papír 75  $\text{g}/\text{m}^2$
- Hostaphan 36  $\text{g}/\text{m}^2$  – antiadhezivní, 100% polyesterová fólie
- lněné plátno – 300  $\text{g}/\text{m}^2$ , 17 osnovních, 10 útkových nití na 1  $\text{cm}^2$  (Trigi s.r.o., Česká republika)
- neutrální papír 90  $\text{g}/\text{m}^2$
- Urgofilm<sup>®</sup> 5MXI – lékařská fixační náplast

### Seznam použitých pomůcek:

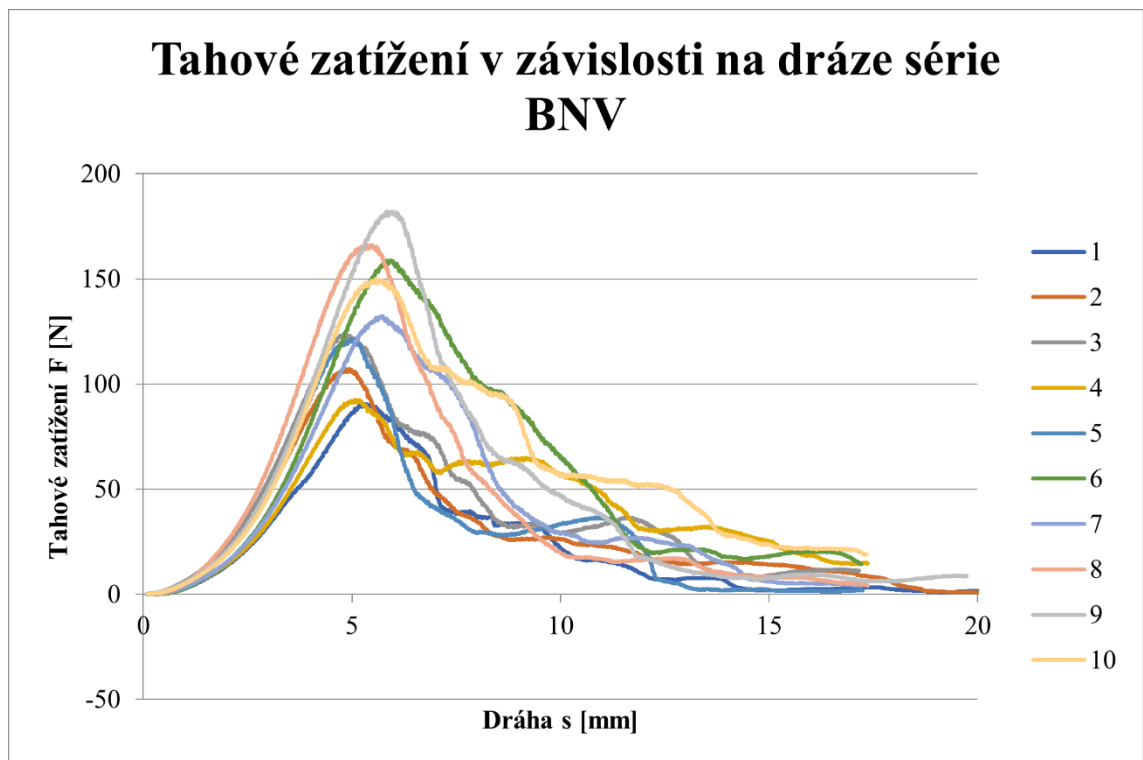
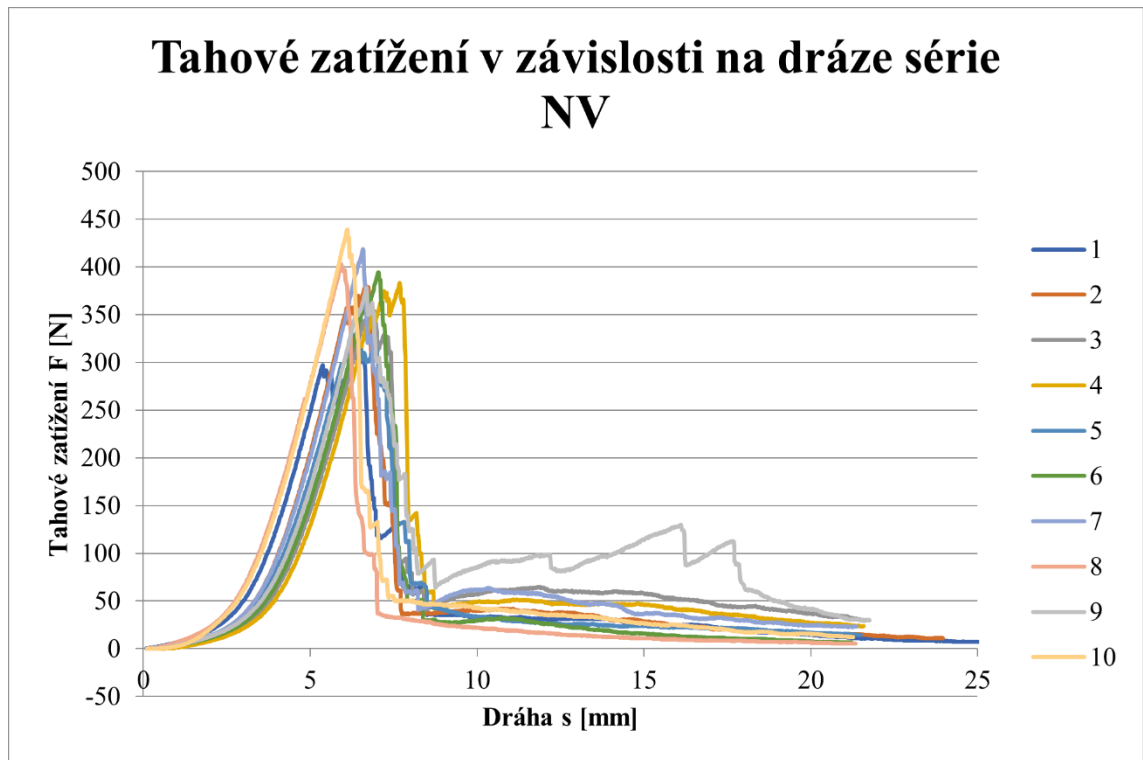
- fén
- stereo lupa Leica S6D (Leica Microsystems)
- univerzální zkušební stroj LabTest 5.030-2 (LaborTech, Česká republika)
- tepelně regulovatelná restaurátorská špachtle (různé nástavce)

## **19.7 Seznam příloh experimentální části**

Autorem příloh a všech částí jejich obsahu je autor diplomové práce.

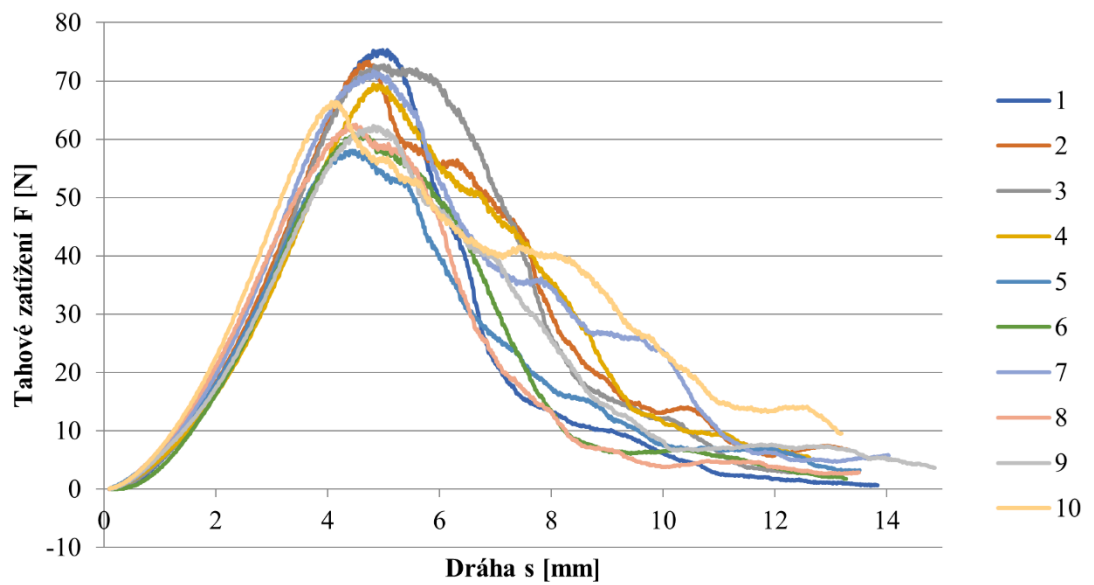
19.7.1 Příloha: Tahová zatížení v závislosti na dráze všech sérií experimentu .240

### 19.7.1 Příloha: Tahová zatížení v závislosti na dráze všech sérií experimentu

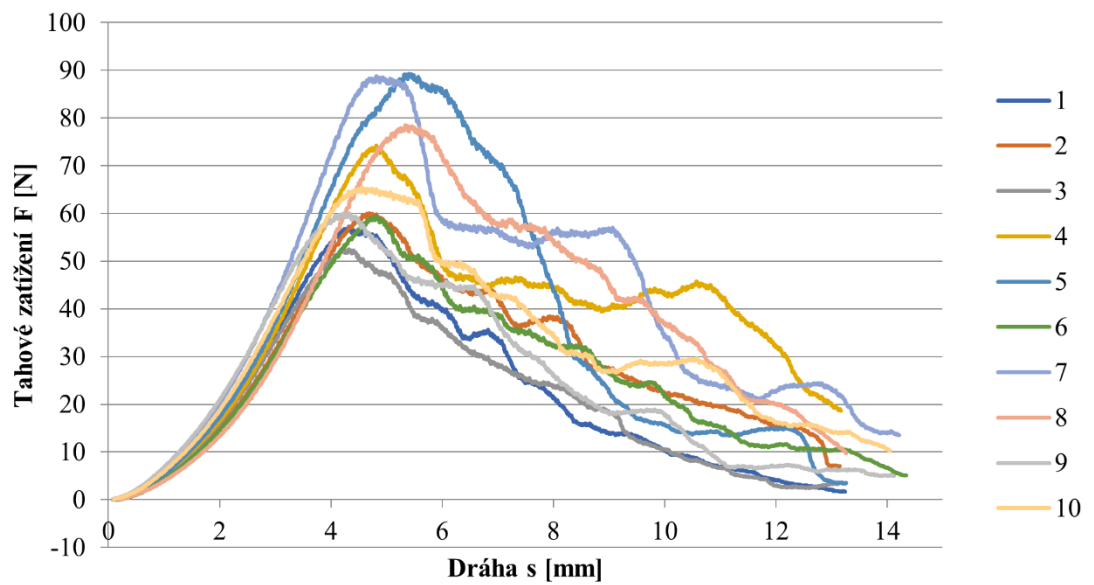




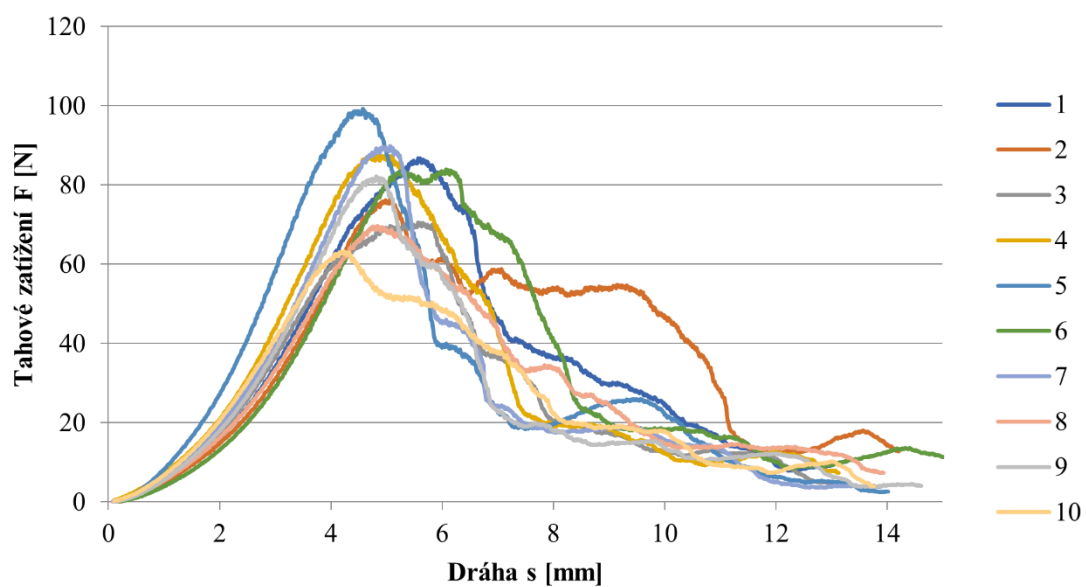
### Tahové zatížení v závislosti na dráze série B65V



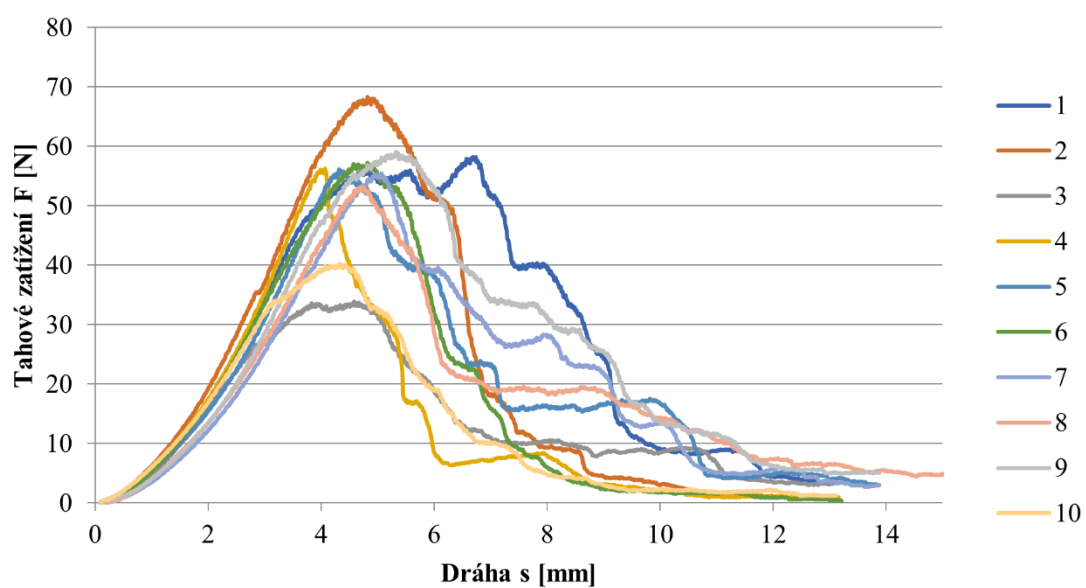
### Tahové zatížení v závislosti na dráze série B25V



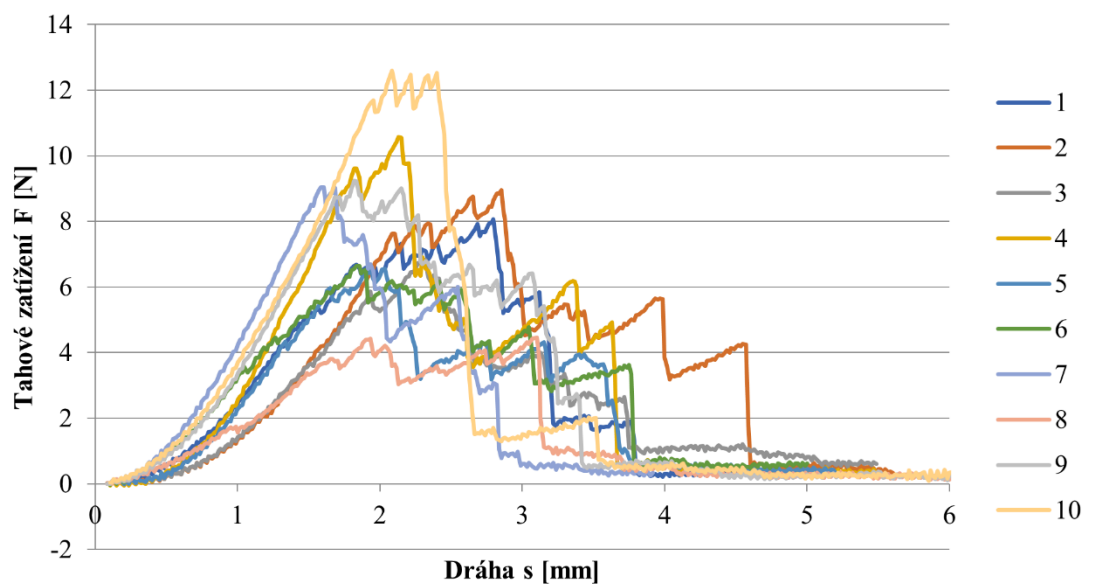
## Tahové zatížení v závislosti na dráze série AV



## Tahové zatížení v závislosti na dráze série AAV



## Tahové zatížení v závislosti na dráze série HV



## 20 Závěr

Hlavním cílem první části diplomové práce bylo prezentovat výsledky komplexního restaurátorského zásahu na oltářním závěsném obrazu sv. Barbory z poloviny 18. století od autora Františka Julia Luxe z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli. Jedním z hlavních problémů bylo nalezení vhodného způsobu zajištění a scelení hojných defektů v plátně obrazu. K tomuto účelu byla zvolena metoda nit na nit, lokálně se stabilizačními *bridgingovými* nitěmi. S ohledem na nestabilní klima v kostelních prostorách a celkovou křehkost plátěné podložky bylo přistoupeno k celoplošné rentoaláži díla na nové lněné plátno pomocí adhezivního filmu BEVA 371. Obdobné adhezivum 15% (hm.) BEVA Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375 v technickém benzínu bylo využito i pro předcházející celoplošnou konsolidaci barevné vrstvy, která byla nezbytná pro zajištění šetrného očištění povrchu a redukce lakových vrstev. Tento problematický krok byl na základě rozsáhlých testů úspěšně proveden pomocí agarových gelů ve směsi isopropanolu a vody a začištěn mikroporézní syntetickou houbou v isopropanolu.

Dokončením komplexního restaurátorského zásahu byla omezena postupná degradace objektu a zároveň mu byla navrácena jeho estetická hodnota. Historická hodnota v podobě neodborných restaurátorských zásahů byla zachována v podobě podrobné fotodokumentace a zachovaných fragmentů.

Navazující teoretická část v úvodu shrnula základní informace o lněných plátěných podložkách v kontextu závěsných obrazů. Byla zaměřena na jejich degradační procesy, na způsob vzniku trhlin, na vliv trhlin na podložku samotnou a také na roli osnovních a útkových nití v kontextu jejich vzniku. V návaznosti na tyto kapitoly bylo nezbytné shrnout základní informace o rozložení napětí v plátnech obrazu, stejně tak vliv klimatických podmínek a difúze vodních par.

Na úzce selektovaném vzorku byla představena a hodnocena historická a současná adheziva užívaná pro různé metody scelování trhlin a byly uvedeny jejich základní vyhovující a nevyhovující vlastnosti.

Části pojednávající o jednotlivých metodách scelování trhlin předchází kapitoly reflektující stav výzkumu jak ve světě, tak v českých zemích. Tyto kapitoly byly nezbytné k pochopení vývoje a důvodů vzniku jednotlivých metod. Také je jimi zdůrazněna nezbytnost vzniku této práce, vzhledem k alarmující absenci informací zpracovaných na toto téma pro české čtenáře. Jako jedním z hlavních přínosů hodnotíme představení

nové techniky scelování trhlin, tzv. scelování vláknitou cupaninou, jelikož tato technika je v české literatuře takto představena úplně poprvé.

Experimentální část byla nejen v českém prostředí, ale na základě rešeršní činnosti i ve světě, pravděpodobně zcela prvním případem vědeckého zkoumání metody *bridgingu* jakožto samostatné metody scelování trhlin, přestože je tato technika v praxi využívána. Na základě průzkumu časové náročnosti, vizuálního posouzení, projevů poškození vlivem jednoosého namáhání v tahu a maximálních pevností při jednoosém namáhání v tahu byla technika kriticky zhodnocena. Nejlepších výsledků bylo na základě výše zmíněných aspektů dosaženo *bridgingovými* nitěmi s adhezivem Acrykleber 498 HV aktivovaným acetonem. Přesto však byly nastíněny a potvrzeny nevyhovující vlastnosti, které limitují užití této techniky jako dlouhodobé vhodné opatření pro scelování trhlin v plátnech obrazů.

Předkládaná diplomová práce na téma scelování trhlin v plátně závěsných obrazů je ve své komplexnosti v porovnání s dosavadní dostupnou českou literaturou významným informačním zdrojem, který může být nápomocný restaurátorům při volbě vhodného restaurátorského postupu. Rešerše na toto téma v takovémto rozsahu nebyla dosud v českém prostředí zpracována, a tak jsou zde některé informace prezentovány zcela poprvé. Uváděné informace lze vzhledem k omezené kapacitě diplomové práce v tuto chvíli považovat za prvotní vstup do tohoto vcelku komplikovaného a stále se vyvíjejícího se tématu.

## 21 Seznam použitých zdrojů

### Zkrácený název citace

Celá citace

#### **ACKROYD, Paul 2001**

ACKROYD, Paul et al. Structural treatments for canvas paintings in 2001: questionnaire replies. *ICOM-CC 13th Triennial Meeting Rio de Janeiro*. London: ICOM, 2002, s. 321–327.

#### **ACKROYD, Paul 2002**

ACKROYD, Paul. The structural conservation of canvas paintings: changes in attitude and practice since the early 1970s. *Reviews in Conservation*, 2002, **47**(3), s. 3–14.

#### **ACKROYD, Paul 2005**

ACKROYD, Paul. The long-term aims of lining treatments for canvas paintings: are they achievable?. In: AUGUSTÍ, María Castell, LÓPEZ, Laura Fuster, ed. *Preprints International conference on painting conservation. Canvases: behaviour, deterioration and treatment*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005, 9–11 March, s. 173–184.

#### **ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline 2003**

ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline. The Problem with Minimalism. In: *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining*. London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003, s. 9–14.

#### **ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline, PHENIX, Alan 2002**

ACKROYD, Paul, VILLERS, Caroline, PHENIX, Alan. Not lining in the twenty-first century: Attitudes to the structural conservation of canvas paintings. *The Conservator*, 2002, **26**, s. 14–23.

#### **ANDERSEN, Cecil Karup, et al. 2019**

ANDERSEN, Cecil Karup, et al. Bulking in wax-resin impregnated canvas painting. In: CLARRICOATES, Rhiannon, et al. *Interactions of Water with Paintings*. London: Archetype Publications Ltd in association with the Icon Paintings Group, 2019, s. 66–77.

#### **ANDERSON-REECE, Erik 1993**

ANDERSON-REECE, Erik. Who's Afraid of Corporate Culture: The Barnett Newman Controversy. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*. 1993, **51**(1), s. 49–57.

#### **APPLEBAUM, Barbara 1987**

APPLEBAUM, Barbara. Criteria for Treatment: Reversibility. *Journal of the American Institute for Conservation*. 1987, **26**(2), s. 65–73.

#### **BAUMGARTNER, Julian**

BAUMGARTNER, Julian. In: *Youtube* [online]. 20.12.2021 [cit. 12.02.2021]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/c/BaumgartnerRestoration>. Kanál uživatele Baumgartner Restoration.

#### **BAUMGARTNER, Julian 2021**

BAUMGARTNER, Julian. Stretching Belief Part 2. In: *Youtube* [online]. 20.12.2021 [cit. 12.02.2021]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=LLLeLKVhhAhs>. Kanál uživatele Baumgartner Restoration.

#### **BILSON, Thomas 1996**

BILSON, Thomas. Canvas Shrinkage. A Preliminary Investigation into the Response of a Woven Structure. In: ICOM Committee for Conservation (Hg.), 11th Triennial Meeting. Edinburgh, Scotland, 1-6 September 1996. Preprints Volume I, London 1996, s. 245–253.

#### **BECKER, Laurence 2002**

BECKER, Laurence. *Möglichkeiten und Grenzen der Einzelfadenverklebung in der Textilkonservierung*. Diplomarbeit. Fachhochschule Köln. Institut für Konservierungs- und Restaurierungswissenschaft. 2002.

**BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie 2007**

BEINER-BÜTH, Silke, BECKMANN, Steffanie. Faserbrei zur Schliesung klaffender Risse: Ein Werkstattbericht. *Verbandes der Restauratoren Beiträge*. 2007, (1/2), s. 45–54.

**BELTINGER, Karoline 1992**

BELTINGER, Karoline. Die Vernähung eines Risses in einem Leinwandgemälde. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 1992, (2), s. 353–359.

**BERGER, Gustav 1972**

BERGER, Gustav. Testing Adhesives for the Consolidation of Paintings. *Studies in Conservation*. 1972, 17(4), s. 173–194.

**BERGER, Gustav 1975**

BERGER, Gustav. Heat-seal lining of a torn painting with BEVA 371. *Studies in Conservation*. 1975, 20(4), s. 126–151.

**BERGER, Gustav 1976**

BERGER, Gustav. Formulating Adhesives for Conservation of Paintings. In: N. Brommelle a P. Smith, eds. *Conservation and Restoration of Pictorial Art*. London, UK: Butterworths, 1976.

**BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1982**

BERGER, Gustav, RUSSELL, William. The behaviour of canvas as a structural support for painting. *Science and Technology in the Service of Conservation, IIC, London*. 1982, s. 139–145.

**BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1988**

BERGER, Gustav, RUSSELL, William. An Evaluation of the Preparation of Canvas Paintings Using Stress Measurements. *Studies in Conservation*. 1988, 33(4), s. 187–204.

**BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1990**

BERGER, Gustav, RUSSELL, William. Deterioration of Surfaces Exposed to Environmental Changes. *Journal of the American Institute for Conservation*. 1990, 29(1), s. 45–76.

**BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1993**

BERGER, Gustav, RUSSELL, William. Tears in Canvas Paintings: Resulting Stress Changes and Treatment. In: *ICOM Committee for Conservation – 10th Triennial Meeting, Washington DC, USA, August 1993 – Preprints, Vol. 1*. Paris: ICOM, 1993, s. 113–117.

**BERGER, Gustav, RUSSELL, William 1994**

BERGER, Gustav, RUSSELL, William. Interaction between canvas and paint film in response to environmental changes. *Studies in Conservation*. 1994, 39(2), s.73–86.

**BERRIE, Barbara 1997**

BERRIE, Barbara. Prussian Blue. In: FITZHUGH, Elisabeth West. *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics. VOLUME 3*. London: Archetype Publications. 1997 [reprint 2012], s. 191–218.

**BODECHTEL, Steffi 2000**

BODECHTEL, Steffi. *Über Polyamide in der Restaurierung: Betrachtungen zu Polyamid-Textilschweißpulver*. Seminararbeit, Dresden: Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2000.

Bohuslav Slánský In: *Archiv výtvarného umění*. [Online], [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://cs.isabart.org/person/5879>.

**BOMFORD, David, STANIFORTH, Sarah 1981**

BOMFORD, David, STANIFORTH, Sarah. Wax-Resin Lining and Colour Change: An Evaluation. *National Gallery Technical Bulletin*. London: The National Gallery, 1981, 5, s. 58–65.

**BRACHT, Elisabeth, et al. 2003**

BRACHT, Elisabeth, et al. Barnett Newman's Cathedra (1951): The Restoration of Slash Damages in a Colourfield Painting. In: *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining. 19th September 2003*. London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003, s. 21–28.

**BREJCHOVÁ, Aneta 2011**

BREJCHOVÁ, Aneta. *Kostel sv. Jana Křtitele v Radomyšli*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta filozofická, Ústav dějin umění, 2011.

**BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias 2000**

BUCHER, Kerstin, HAUPT, Tobias. Klaffende Risse mit gestauchter Malschicht. Eine Spannkonstruktion mit Zugfedern. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 2000, (1), s. 139–148.

**BUNGENBERG, Anna Maria 2015**

BUNGENBERG, Anna Maria. *Studien zur Risssschließungsmethode mittels Faser-Bindemittel-Gemisch*. Seminararbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2015.

**BUSTIN, Mary, CALEY, Tom 2003**

BUSTIN, Mary, CALEY, Tom. *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining. 19th September 2003*. London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003.

**DEMUTH, Petra, FLOCK, Hannah 2019**

DEMUTH, Petra, FLOCK, Hannah. Der Consolidation Pen Winnie. Die Entwicklung eines kleinen, beheizbaren Klebstoff-Applikators als Generationenprojekt. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 2019, (1), s. 129–136.

**DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried 2000**

DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried. Der Trecker. Eine Spannkonstruktion für die Rissverklebung. *Restaurio, Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen*, 2000, (5), s. 344–347.

**DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. 2011**

DEMUTH, Petra, REUBER, Lena, et al. Review: Adhesives for Thread-by-Thread Tear Mending in Torn Fabric-Supported Paintings. In: *Proceedings of CCI Adhesives Symposium*. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2011, s. 1–23.

**DIETMANN, Herbert 1982**

DIETMANN, Herbert. *Einführung in die Elastizitäts- und Festigkeitslehre*. Stuttgart: Staatliche Akademie der Bildenden Künste, 1982.

**DOWN, Jane L., et al. 1996**

DOWN, Jane L., et al. Adhesive testing at the Canadian Conservation Institute. An evaluation of selected Poly- (VinylAcetate) and Acrylic adhesives. *Studies in Conservation*. 1996, **41**(1), s. 19–44.

**DUDEW, Ella 2017**

DUDEW, Ella. *Risssschließung am textilen Bildträger mittels Faser-Bindemittel: Gemisch. Einfluss einer Vorleimung auf die Stabilität der Verklebung*. Seminararbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2017.

**DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra 2019**

DUDEW, Ella, KRUG VON NIDDA, Eva, PLÖTZ, Sandra. Zwei Studien zur Risssschließung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 2019, (2), s. 317–326.

**DZIALEK, Sandra Maria 2014**

DZIALEK, Sandra Maria. *Schadensfaktor Rückseitenanstrich: Konservierung-Restaurierung des Kosmoramas „Forum in Pompeji“ v. Hubert Sattler Gemälde, 1850, Öl/Lwd., 124,5 x 95,5 cm, Salzburg Museum*. Diplomarbeit. Akademie der bildenden Künste Wien. Studienrichtung: Konservierung-Restaurierung, 2014.

**ĎUROVIČ, Michal a kol. 2002**

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



**EIPPER, Paul-Bernhard 1993**

EIPPER, Paul-Bernhard. *Die Reinigung von Gemäldeoberflächen mit Tensiden / Der Einsatz von modifizierten Polyvinylacetaten zur Konservierung von textilen Bildträgern*, Bern: Haupt Verlag, 1993.

**EIPPER, Paul-Bernhard 2020**

EIPPER, Paul-Bernhard. The conservation of torn canvasses, part I. *Exptime! The international magazine for museum professionals*. [Online], double issue August/October 2020, s. 60–70 [cit. 04.03.2022]. Dostupné z: <https://www.museumaktuell.de/home/eTime/ExpoTime-2020-0810/index.html#p=61>.

**EIPPER, Paul-Bernhard 2020/21**

EIPPER, Paul-Bernhard. The conservation of torn canvasses, part II. *Exptime! The international magazine for museum professionals*. [Online], double issue December 2020/January 2021, s. 60–64 [cit. 04.03.2022]. Dostupné z: [https://www.nedcc.org/assets/media/documents/THuber\\_ExpoTimeJan21Beleg.pdf](https://www.nedcc.org/assets/media/documents/THuber_ExpoTimeJan21Beleg.pdf).

**EL-FEKI, Osama, ELHADY, Amr 2009**

EL-FEKI, Osama, ELHADY, Amr. Treatment and Restoration of an Oil Painting by Sturgeon Glue. In: *PROCEEDINGS 4th International Congress on "Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*. Cairo, 2009, vol. II., session B.

**FLOCK, Hannah 2014**

FLOCK, Hannah. *Neue Untersuchungen zur Risssschließung in Leinwandbildträgern: Uni- und Biaxiale Zugprüfungen an Prüfkörpern aus verklebtem Leinengarn und -gewebe sowie freien Klebstofffilmen. Kölner Beiträge*. Fachhochschule Köln. Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft. 2014.

**FLOCK, Hannah, DIEBELS, Stefan, et al. 2019**

FLOCK, Hannah, DIEBELS, Stefan, et al. Störleim-Cellulosefaser-Gemische zur Einzelfadenverklebung. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 2019, (1), s. 117–128.

**FLOCK, Hannah, DIEBELS, Stefan, et al. 2021**

FLOCK, Hannah, DIEBELS, Stefan, et al. Thread-by-thread tear mendings in conservation of canvas paintings: a problem of reproducibility in bonding qualities. *The Journal of Adhesion*, [firt published 2020], 2021, **97**(14), s. 1336–1357.

**FLOCK, Hannah, et al. 2021**

FLOCK, Hannah, et al. New Investigations of Adhesives for Tear Repair of Canvas Paintings. *Studies in Conservation*. 2021 [online published 2020], **66**(6), s. 321–341.

František Petr In: *Archiv výtvarného umění*. [Online], [cit. 15.03.2022]. Dostupné z: <https://cs.isabart.org/person/3792>.

**GABLER, Wolfram 1980/81**

GABLER, Wolfram. Eine Möglichkeit der Restaurierung von Rissen: Leinwandgemälden ohne Doublierung. Dargestellt am Beispiel des Gemäldes „Die Nacht“ von Ferdinand Hodler. *Mitteilungen Deutschen Restauratorenverband*, 1980/81, s. 22–25.

**GALE-SCHODTERER, Glynis 2016**

GALE-SCHODTERER, Glynis. *RISSVERKLEBUNG IM FOKUS: Theorie und Praxis der Rissbehandlung anhand eines entsprechend geschädigten, barocken Gemäldes aus der Sammlung des Stiftes Neukloster, Wiener Neustadt*. Diplomarbeit. Wien: Universität für angewandte Kunst Wien, Konservierung-Restaurierung. 2016.

**GÄBLER, Karen 2003**

GÄBLER, Karen. *Gewebebrücken aus Baumwolle und Polyester zur Verstärkung einer Rissverklebung. Tendenzen anhand praktischer Versuche*. Diplomarbeit. Hochschule für Bildende Künste Dresden. Studiengang: Kunsttechnologie, Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgut. Dresden 2003.

**GOTTSCHALLER, Pia, et al. 2012**

GOTTSCHALLER, Pia, et al. The Evolution of Lucio Fontana's Painting Materials. *Studies in Conservation*. 2012, 57(2), s. 76–91.

**HACKNEY, Stephen 2020**

HACKNEY, Stephen. *On Canvas: Preserving the Structure of Paintings*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2020.

**HACKNEY, Stephen, et al. 2012**

HACKNEY, Stephen, et al. Lining easel paintings. In: STONER, Joyce Hill, RUSHFIELD, Rebecca Anne. *The Conservation of Easel Paintings*. New York, NY: Routledge, 2012, s. 415–453.

**HARTWICH, Claudia 2014**

HARTWICH, Claudia. *Konservierung des Leinwandgemäldes "Caroline Luise, geh. Prinzessin von Sachsen-Weimar-Eisenach" aus der Klassik Stiftung Weimar: Schließung der Risse im sehr fein gewebten Bildträger*. Diplomarbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2014.

**HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra 2016**

HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra. Eine Rissverklebung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 2016, (2), s. 325–337.

**HEDINGER, Daniela 1997**

HEDINGER, Daniela. *Rissvernähnung am Gemälde*. Diplomarbeit. Stuttgart: Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, Institut für Technologie der Malerei, Studiengang „Restaurierung und Technologie von Gemälden und gefaßten Skulpturen“, 1997.

**HEDLEY, Gerry 1988**

HEDLEY, Gerry. Relative Humidity and the Stress/Strain Response of Canvas Paintings: Uniaxial Measurements of Naturally Aged Samples. *Studies in Conservation*. 1988, 33(3), s. 133–148.

**HEDLEY, Gerry 1993**

HEDLEY, Gerry. The practicalities of the interaction of moisture with oil paintings on canvas. In: VILLERS, Caroline, et al. *Measured opinions: Collected papers on the conservation of paintings*. London, 1993.

**HEDLEY, Gerry, et al. 1974**

HEDLEY, Gerry, et al. *Conference on comparative lining techniques*. Greenwich: National Maritime Museum, April 1974.

**HEDLEY, Gerald, VILLERS, Caroline 1984**

HEDLEY, Gerald, VILLERS, Caroline. Lining in 1984: questionnaire replies. In: VILLERS, Caroline, et al. *Measured Opinions*. London: United Kingdom Institute for Conservation, 1984, s. 37–41.

**HEIBER, Winfried 1983/84**

HEIBER, Winfried. Kunstgriffe, Tüfteleien und Hilfsmittel aus Gemälderestaurierungswerkstätten. *Mitteilungen Deutschen Restauratorenverband*, 1983/84, s. 34–41.

**HEIBER, Winfried 1996**

HEIBER, Winfried. Die Reißverklebung, *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 1996, (1), s. 117–146.

**HEIBER, Winfried 2003**

HEIBER, Winfried. The Thread-by-Thread Tear Mending Method. In: *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining. 19th September 2003*. [abridged, revised and translated version of the: HEIBER, Winfried. Die Reißverklebung, In: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 1996, Heft 1, s. 117–146.] London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003, s. 35–47.

**HEIBER, Winfried, et al. 2012**

HEIBER, Winfried, et al. Tear mending and other structural treatments of canvas paintings, before or instead of lining. [Carolyn Tomkiewicz translation] In: STONER, Joyce Hill, RUSHFIELD, Rebecca Anne. *The Conservation of Easel Paintings*. New York, NY: Routledge, 2012, s. 384–396.

**HESS, Barbara 2017**

HESS, Barbara. *Fontana*. Köln: TASCHEN, 2017.

**HOFFMAN, Regina 2009**

HOFFMAN, Regina. *Untersuchungen zu reduzierten Einzelfadenverklebungen mit Faden- oder Gewebebrücken an Rissen im textilen Bildträger*. Seminararbeit. Hochschule für Bildende Künste Dresden. Studiengang: Kunsttechnologie, Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgut. Dresden, 2009.

**HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa, 2018**

HOPFENSBERGER, Magdalena Theresa, *Theorie und Praxis rationeller Alternativen zur Einzelfaden-Rissverklebung anhand eines barocken Jagdstilllebens aus der Sammlung des Stiftes Neukloster, Wiener Neustadt*. Vordiplomarbeit. Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien, Wien, 2018.

**HORIE, Velson 2010**

HORIE, Velson. *Materials for Conservation: Organic consolidants, adhesives and coatings*. New York: Routledge, 2010.

**HUBÁLKOVÁ, Hana, KRŇOULOVÁ, Jana 2009**

HUBÁLKOVÁ, Hana, KRŇOULOVÁ, Jana. *Materiály a technologie v protetickém zubním lékařství*. Praha: Galén, 2009.

**CHALUPOVÁ, Jana 2018**

CHALUPOVÁ, Jana. *Metody scelování plátěné podložky závěsných obrazů*. Diplomová práce. Akademie výtvarných umění v Praze. Ateliér restaurování výtvarných děl malířských a polychromované plastiky. 2018.

**CHALUPOVÁ, Jana 2019**

CHALUPOVÁ, Jana. *Metody scelování plátěné podložky závěsných obrazů. Fórum pro konzervátory-restaurátory*. Technické muzeum v Brně, 2019, IX.(2), s. 61–66.

**IDELSON, Antonio Iaccarino 2009**

IDELSON, Antonio Iaccarino. About the choice of tension for canvas paintings. In: *CeROArt: Les dilemmes de la restauration* [Online], 2009, 4, s. 1–14 [cit. 31.01.2022]. Dostupné z: <http://journals.openedition.org/ceroart/1269>.

**KADOLPH, Sara, MARCKETTI, Sara 2016**

KADOLPH, Sara, MARCKETTI, Sara. *Textiles*. 12th ed. Boston: Pearson, 2016.

**KAMARÝTOVÁ, Alena 1984**

KAMARÝTOVÁ, Alena. Nový způsob rentoaláže závěsných obrazů na plátně. *Památky a příroda*. 1984, 9(7), s. 403–404.

**KARPOWICZ, Adam 1990**

KARPOWICZ, Adam. A Study on Development of Cracks on Paintings. *Journal of the American Institute for Conservation*. 1990, 29(2), s. 169–180.

**KASTRLUNGER, David 2021**

KASTRLUNGER, David. *SITATAPATRA. Konzept zur Konservierung und Restaurierung sowie Präsentation eines Thangka-Gemäldes*. Vordiplomarbeit. Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien, Wien, 2021.

**KOCMAN, Jiří 2011**

KOCMAN, Jiří. *Médium papír*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, VUTIU, 2011.

**KREJČÍ, Jan a kol. 2020**

KREJČÍ, Jan a kol. Vlastnosti adheziv z hlediska podlepování historických textilií. *Fórum pro konzervátory-restaurátory*. Technické muzeum v Brně, 2020, X.(2), s. 58–62.

**KREJČÍ, Jan, ŠKRDLANTOVÁ, Markéta a kol. 2021**

KREJČÍ, Jan, ŠKRDLANTOVÁ, Markéta a kol. *Podlepečování historických textilií*. Praha: Ústav chemické technologie restaurování památek, VŠCHT Praha, 2021.

**KREZ, Anna 2013**

KREZ, Anna. *Eignung kinesologischer Tapes in der Restaurierung*. Bachelolarbeit. München: Technische Universität München, Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft, 2013.

**KREZ, Anna 2015**

KREZ, Anna. Kinesio tape: conservation science meets sports medicine. In: BARROS D' SA, Angelina, et al. *Current technical challenges in the conservation of paintings*. London: Archetype Publications, in association with the Icon Paintings Group, 2015.

**KRUG VON NIDDA, Eva 2017**

KRUG VON NIDDA, Eva. *Riss-schließung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch: Studien an Baumwollbildträgern*. Seminararbeit, Hochschule für Bildende Künste Dresden, 2017.

**KUBIČKA, Roman, ZELINGER, Jiří 2004**

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

**KUDRJAWZEW, E. W. 1954**

KUDRJAWZEW, E. W. *Die Technik des Gemälderestaurierens*. [1. Vyd., Moskau 1945], [něm. překlad]. Leipzig: E. A. Seemann Verlag, 1954.

**KUIPER, Luitsen, HESTERMANN, W. 1976**

KUIPER, Luitsen, HESTERMANN, W. Restauratieverslag van Rembrandts Nachtwach. [Report on the Restoration of Rembrandt's Night Watch], [with english translation], *Bulletin van het Rijksmuseum*. 1976, 24(1–2), s. 14–49.

**LANGNER, Marina 2012**

LANGNER, Marina. *Konservierung und Restaurierung des Leinwandgemäldes Maximilian I. Joseph, König von Bayern (1756-1825) aus dem Mainfränkischen Museum Würzburg: Zum Umgang mit den Rissen in Vorbereitung der Doublierung unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Bildträgers*. Diplomarbeit. Hochschule für Bildende Künste Dresden Studiengang: Kunsttechnologie, Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgut. Dresden, 2012.

**LIFKA, Bohumír 1993**

LIFKA, Bohumír. *Radomyšl: Dějiny jihočeského městečka a jeho okolí*. Radomyšl: Nadace historie Radomyšle, 1993.

*Lněné malířské plátno, šíře 240 cm, gramáž 300 g/m<sup>2</sup>* [online]. Trigi s.r.o.: Výroba technických tkanin a technické konfekce, 2019 [cit. 11.04.2022]. Dostupné z: [https://trigi.cz/profesionalni-malirska-platna/54-175-lnene-malirske-platno-sire-240-cm-gramaz-300-gm2.html#/30-barva-prirodni/35-sire-240\\_cm](https://trigi.cz/profesionalni-malirska-platna/54-175-lnene-malirske-platno-sire-240-cm-gramaz-300-gm2.html#/30-barva-prirodni/35-sire-240_cm).

**MAKEŠ, František 1984**

MAKEŠ, František. Enzymatic removal of lining paste from the pictures. *ICOM Committee for Conservation – 7th Triennial Meeting, Copenhagen, 10-14. September 1984*. Paris: ICOM, 1984, 2, s. 26–30.

**MAKEŠ, František 2013**

MAKEŠ, František. *Nové strategie preventivní konzervace a identifikace obrazů*. Turnov: UNIPRESS, 2013.

**Manual on the Conservation of Paintings 1940**

*Manual on the Conservation of Paintings*. Republication [Vyd. 1. International Institute of Intellectual Cooperation, 1940] London: Archetype Publications Ltd in association with the International Council of Museums, 1997, s. 213.

**MAREK, Jiří 2018**

MAREK, Jiří. Vliv aditiv na vlastnosti vodou ředitelných pojiv. Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Fakulta Chemicko-technologická, Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek, 2018.

**MARINOVIC, Franziska 2020**

MARINOVIC, Franziska. *KONSERVATORISCH-RESTAURATORISCHE MAßNAHMEN NACH EINER EINZELFADENRISSVERKLEBUNG: Konservierungswissenschaftlicher Diskurs und Testreihen zu Fadenbrücken und Kittung an Einzelfadenrissverklebungen am Beispiel eines barocken Jagdstilllebens aus der Sammlung des Stiftes Neukloster, Wiener Neustadt*. Vordiplomarbeit. Universität für angewandte Kunst Wien. Konservierung-Restauration. Wien, 2020.

**MARINOVIC, Franziska 2021**

MARINOVIC, Franziska. *DIE ZEHN ZUNFTFAHNEN DES MUSEUMS LAURIACUM IN ENNS: Erstellung eines Maßnahmenkataloges, Modellrestauration zweier Fahngemälde*. Diplomarbeit. Institut für Konservierung und Restauration, Universität für angewandte Kunst. Wien, 2021.

**MECKLENBURG, Marion, TUMOSA, Charles 1991**

MECKLENBURG, Marion, TUMOSA, Charles. Mechanical behavior of paintings subjected to changes in temperature and relative humidity. *Art in Transit: Studies in the Transport of Paintings*. Washington DC: National Gallery of Art, 1991, s. 173–216.

**MEDOVÁ, Dominika 2020**

MEDOVÁ, Dominika. *Komplexní restaurování dvou barokních olejomalb na plátně ze sbírek zámku Jaroměřice nad Rokytinou a transparentní rentoaláž malířských děl na plátně, historie, materiály, metody*. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, 2020.

**MEHRA, Vishwa Raj 1975**

MEHRA, Vishwa Raj. Nap-bond cold lining on a low pressure table. *Maltechnik restauro*, 1975, **81**(2), s. 87–95.

**MIKLOVIČOVÁ, Eliška 2020**

MIKLOVIČOVÁ, Eliška. *Kompletní průzkum a restaurování oboustranně malované olejomalby na plátně z kostela sv. Vavřince ve Vizovicích. Průzkum závěsných obrazů in-situ v kostele sv. Vavřince ve Vizovicích*. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2020.

**MILITSKÝ, Jiří 2002**

MILITSKÝ, Jiří. *Textilní vlákna – Klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002.

**MŽYKOVÁ, Marie 1986**

MŽYKOVÁ, Marie. *Chebská reliéfní intarzie a grafika*. Praha: Středočeská galerie, 1986.

**NICOLAUS, Knut 1996**

NICOLAUS, Knut. *Handbuch der Gemälderestauration*. Köln: Könemann 1996.

**NICOLAUS, Knut 1999**

NICOLAUS, Knut. *The Restoration of Paintings*. Cologne: Könemann, 1999.

**OCH, Jos van, HOPPENBROUWERS, René 2003**

OCH, Jos van, HOPPENBROUWERS, René. Mist-lining and low-pressure envelopes: an alternative lining method for the reinforcement of canvas paintings. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 2003, (1), s. 116–128.

**ODDY, Andrew, CARROLL, Sara 1999**

ODDY, Andrew, CARROLL, Sara. Reversibility-Does it Exist? *British Museum Occasional Paper*. London: British Museum Publications, 1999, **135**.

**ODLOZIL, Michael 2014**

ODLOZIL, Michael. Bacchanal, Michaelina Woutiers, vor 1659, Öl auf Lw., Inv.-Nr. 3548, Restaurierbericht. In: HAAG, Sabine [editor]. *Jahresbericht 2013*. Wien: Kunsthistorisches Museum Wien, 2014, s. 64–66.

**O'MALLEY, Michael 1990**

O'MALLEY, Michael. *A Comparative Study of Adhesives Used to Butt-Joint Torn Canvas Threads*. Master's thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, 1990.

**OTTŮV SLOVNÍK NAUČNÝ 1892**

*Ottův slovník naučný: Ilustrovaná encyklopedie obecných vědomostí. Díl pátý C–Čechůvky*. Fotoreprint původního vydání z roku 1892. Praha, Litomyšl: Argo, Paseka, 1997.

**PAVLISOVÁ, Eliška 2022**

PAVLISOVÁ, Eliška. *Komplexní restaurování oltářního obrazu z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli, sv. Jan Nepomucký*. Restaurátorská dokumentace. Fakulta restaurování. Univerzita Pardubice. Litomyšl, 2022.

**PEČINKA, Jiří 2022**

PEČINKA, Jiří. *SITATAPATRA: Implementation/Execution of the concept for the conservation of a thangka painting*. Unpublished report, University of Applied Arts Vienna, Institut for Conservation, 2022.

**PERCIVAL-PRESCOTT 1974**

PERCIVAL-PRESCOTT. The lining cycle. In: HEDLEY, A. Gerry, et al. *Conference on comparative lining techniques*. Greenwich: National Maritime Museum, April 1974, s. 1–15.

**PETERKA, Luboš 2012**

PETERKA, Luboš. *Kostel svatého Jana Křtitele* [informační tabule]. Radomyšl, 2012.

**PETR, František 1954**

PETR, František. *O starých malbách a jejich restaurování*. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1954.

**PETR, František, ZPP 1954**

PETR, František. O výchově konservátorských a restaurátorských kádrů. *Zprávy památkové péče*, 1954, XIV.(8), s. 235–239.

**PETUKHOVA, Tatyana, BONADIS, Stephen 1993**

PETUKHOVA, Tatyana, BONADIS, Stephen. Sturgeon Glue for Painting Consolidation in Russia. *Journal of the American Institute for Conservation*. 1993, 32(1), s. 23–31.

**PLÖTZ, Sandra 2002**

PLÖTZ, Sandra. *Klebstoffe für die Verklebung von Rissen in Polyestergeweben*. Seminararbeit. Hochschule für Bildende Künste. Dresden, 2002.

**PLÖTZ, Sandra 2003**

PLÖTZ, Sandra. *Die Verklebung von Rissen in einem mit Wachs getränkten Gewebe*. Theoretischer Teil der Diplomarbeit. Hochschule für Bildende Künste. Dresden, 2003.

**PRATER, Andreas 2001**

PRATER, Andreas. *Venus at Her Mirror: Velazquez and the Art of Nude Painting*. London: Prestel, 2001.

**PREISS, Pavel 2000**

PREISS, Pavel. *František Julius Lux: Západočeský rokokový malíř*. Praha: SCRIPTORIUM, 2000.

**RAWLINS, I. G. Francis 1941**

RAWLINS, I. G. Francis. The rheology of paintings. *Technical Studies in the Field of Fine Arts*, 1941, 10(2), s. 59–72.

**REDEN, Anna von 2018**

REDEN, Anna von. *Studien zum hygrischen Verhalten gealterter Leinwände*. Inauguraldissertation. Dresden: Hochschule für Bildende Künste Dresden. Kunsttechnologie, Konservierung und Restaurierung von Kunst- und Kulturgut, 2018.

**REJZEK, Jiří 2001**

REJZEK, Jiří. *Český etymologický slovník*. Voznice: Leda, 2001.

**REUBER, Lena 2010**

REUBER, Lena. *Klebstoffe für die Rissverklebung an Leinengeweben*. [Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut]. Köln: Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft, 2010.

**RODGERS, M. Sylvia 1988**

RODGERS, M. Sylvia. Consolidation/Fixing/Facing. In: *Paper Conservation Catalog, American Institute for Conservation Book and Paper Group*. Washington D. C., 1988.

Russkaja narodnaya liniya: pravoslaviye. samoderzhaviye.narodnost. "Kartina krovi", ili Kak Il'ya Repin tsarevicha Ivana ubival. Chast' 6 [online][cit. 20.02.2022]. Dostupné z: [https://ruskline.ru/monitoring\\_smi/2007/12/25/kartina\\_krovi\\_ili\\_kak\\_il\\_ia\\_repin\\_carevicha\\_ivana\\_ubiva\\_l\\_chast\\_6](https://ruskline.ru/monitoring_smi/2007/12/25/kartina_krovi_ili_kak_il_ia_repin_carevicha_ivana_ubiva_l_chast_6).

**SCHAIBLE, Volker 1987**

SCHAIBLE, Volker. Überlegungen der Schlüsselbildung an Leinwandgemälden. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 1987, (1), s. 75–94.

**SCHÄFER, Linda 2010**

SCHÄFER, Linda. „Flicker“ für die Rissbehandlung am textilen Bildträger: Vergleichende Untersuchungen zu Materialien und Applikationstechniken. Diplomarbeit. Fachhochschule Köln. Institut für Konservierungs- und Restaurierungswissenschaft. Köln, 2010.

**SCHEIBLE, Volker 1990**

SCHAIBLE, Volker. Überlegungen der Schlüsselbildung an Leinwandgemälden. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 1990, (2), s. 235–250.

**SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl I.**

SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika malby, díl I. malířský a conservační materiál*. Vyd. 2. [Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1953]. Praha: Paseka, 2003.

**SLÁNSKÝ, Bohuslav, díl II.**

SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika malby, díl II. Průzkum a restaurování obrazů*. Vyd. 2. [Vyd. 1. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1956]. Praha: Paseka, 2003, s 191–192.

**SLÁNSKÝ, Bohuslav, ZPP 1956**

SLÁNSKÝ, Bohuslav. K článku F. Petra: Sporné otázky restaurace nástěnných maleb. *Zprávy památkové péče*, 1956, XVI.(2), s. 94–96.

**STANIFORTH, Sarah 1998**

STANIFORTH, Sarah. Painting conservation: a study in the economics of conservation planning. Unpublished typescript. London: National Trust Conservation Service Conference, 1998.

**STOUT, George, GETTENS, Rutherford 1933/4**

STOUT, George, GETTENS, Rutherford. The problem of lining adhesives for paintings. *Technical Studies in the Field of the Fine Arts*, 1933/4, 2(2), 81–104.

**TEIXEIRA, Andréa 2016**

TEIXEIRA, Andréa. Canvas support impregnation materials and techniques: a study of Portuguese painting and its conservation issues. In: *CeROArt: Les dilemmes de la restauration* [Online], 2016, numéro 5, [cit. 07.02.2022]. Dostupné z: <https://journals.openedition.org/ceroart/4918>.

**TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah 1998**

TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes, EASTOP, Dinah. *Chemical Principles of textile Conservation*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998.

**TIŠLOVÁ, Renata, TAUCHMANOVÁ, Renata 2015**

TIŠLOVÁ, Renata, TAUCHMANOVÁ, Renata. Testování adheziv pro barevnou vrstvu. In: *Restaurování a ochrana uměleckých děl: Konsolidace uměleckých děl: Konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt, Galerie Středočeského kraje, Kutná Hora, 19. listopadu 2015*. Kutná Hora: Arte-fakt, 2015, s. 64–74.

**VILLERS, Caroline 2003**

VILLERS, Caroline. *Lining paintings: papers from the Greenwich Conference on Comparative Lining Techniques*. London: Archetype, 2003.

**VILLERS, Caroline 2004**

VILLERS, Caroline. Post minimal intervention. *The Conservator*, 2004, **28**, s. 3–10.

**VOJTĚCHOVSKÝ, Jan 2007**

VOJTĚCHOVSKÝ, Jan. Srovnání restaurování dvou oltářních obrazů v kapli sv. Bernarda a Českých zemských patronů kostela Nanebevzetí Panny Marie a sv. Jana Křtitele v Kutné Hoře – Sedlci. In: *Restaurování a ochrana uměleckých děl: Konzervace a restaurování malby a polychromie: Konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt, Galerie Středočeského kraje, Kutná Hora, 29. listopadu 2007*. Místo neuv.: Arte-fakt, sdružení pro ochranu památek, 2007, s. 29–32.

**WALTER, Henry, et al. 1989**

WALTER, Henry, et al. Adhesives. In: *Paper Conservation Catalog, American Institute for Conservation Book and Paper Group*. Washington D. C., 1989.

**WÁWROVÁ, Luisa 2018**

WÁWROVÁ, Luisa. *Restaurování dvou olejomalb na textilních podložkách bez napínacích rámu ze soukromých sbírek*. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, 2018.

**WELLMER, Dietrich, CHRISTIANE, Elisabeth 2006**

WELLMER, Dietrich, CHRISTIANE, Elisabeth. Entwicklung und Konstruktion eines Streckrahmens zur Behandlung klaffender Leinwandrisse. *Restaura, Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen*, 2006, **8**, s. 520–524.

Workshop on sewing tears in canvas paintings with lecturer Daniela Hedinger. [May 6–7, 2011, German Association for Conservators-Restorers in Collaboration with Eva Rieß] In: *Flickr.com* [online]. MKKM Moderne Kunst-Kulturgut der Moderne, [cit. 23.03.2022]. Dostupný z: <https://www.flickr.com/photos/141754144@N05/albums/72157667416397313>.

**YOUNG, Christina 2003**

YOUNG, Christina. The mechanical requirements of tear mends. In: BUSTIN, Mary, CALEY, Tom. *Alternatives to lining: the structural treatment of painting on canvas without lining. 19th September 2003*. London: United Kingdom Institute for Conservation, 2003, s. 55–58.

**YOUNG, Christina 2012**

YOUNG, Christina. History of fabric supports, In: STONER, Hill Joyce, RUSHFIELD Rebecca, *The Conservation of Easel Paintings*. Abingdon, Oxon [England]; New York: Routledge, 2012, s. 117–147.

**YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger 1999**

YOUNG, Christina, HIBBERD, Roger. Biaxial Tensile Testing of Paintings on Canvas. *Studies in Conservation*. 1999, **44**(2), s. 129–141.

**ZELINGER, Jiří, ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTLÍK, Petr 1987**

ZELINGER, Jiří, ŠIMŮNKOVÁ, Eva a KOTLÍK, Petr. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. Vyd. 2. Praha: Academia, 1987.



**ZENKER, Evelin 1998**

ZENKER, Evelin. Über Kett- und Schusfaden. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*, 1998, (2), s. 338–350.

**ZUMBÜHL, Stefan 2003**

ZUMBÜHL, Stefan. Proteinische Leime- ein vertrauter Werkstoff? Aspekte zum feuchtephysikalischen Verhalten von Gelatine. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung*. 2003, (1), s. 95–103.

**ÚSTNÍ SDĚLENÍ**

Ústní sdělení Jany Chalupové, restaurátorka v Hlavním muzeu města Prahy. Sdělení ze dnů 3.–18. 8. 2022.

Ústní sdělení Marka Kocky, student Vysoké školy výtvarných umění v Bratislavě, Ateliér restaurování závěsného obrazu a deskové malby. Sdělení ze dne 23. 2. 2022.

Ústní sdělení Laury Khaindrava, restaurátorka v Národní galerii. Sdělení ze dne 21. 3. 2022.

Ústní sdělení Veroniky Loiskandl, asistentka na Universität für angewandte Kunst Wien, Konservierung und Restaurierung von Gemälden. Sdělení ze dne 30. 11. 2021.