

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Restaurování obrazu *Svatý Karel Boromejský*

a

Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

Diplomová práce

2023

BcA. Gabriela Polívková

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Gabriela Polívková**
Osobní číslo: **R21025**
Studijní program: **N0222A310001 Restaurování a konzervace děl hmotného kulturního dědictví**
Specializace: **Maliářská umělecká díla na textilní podložce**
Téma práce: **Restaurování obrazu Svatý Karel Boromejský a Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb**
Zadávací katedra: **Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru**

Zásady pro vypracování

Diplomová práce bude zahrnovat komplexní restaurátorský zásah na obraze *Svatý Karel Boromejský*, včetně podrobné restaurátorské dokumentace, která bude rozšířena tak, aby odpovídala standardu diplomové práce.

Druhá část diplomové práce se bude zabývat použitím nových materiálů při ztenčování lakových vrstev v oboru restaurování, především ztenčování lakových vrstev na závěsném obraze. Tato část bude řešit použití rigidních gelů, představí komerční gely *Nanorestore Gel® Dry* a *Nanorestore Gel® Peggy*. Dále bude práce zahrnovat tzv. "nanostructured cleaning fluids", tedy nanostrukturu čistící kapaliny, mikroemulze, konkrétně výrobky *Nanorestore Cleaning®*.

Nedílnou součástí diplomové práce je vypracování kompletní restaurátorské dokumentace pro správce restaurovaného objektu.

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. Technika malby. Díl II., Průzkum a restaurování obrazů. Vyd. 2. Praha: Paseka, 2003. ISBN 80-7185-623-1.
STONER, Joyce Hill a Rebecca Anne RUSHFIELD. The conservation of easel paintings. New York, NY: Routledge, 2012. ISBN 9780080941691.
ŠIMŮNKOVÁ, Eva a Tatjana BAYEROVÁ. Pigmenty. 3., upr. vyd. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek STOP, 2013. ISBN 978-80-86657-17-2 ŠIMŮNKOVÁ, Eva a Jiří KARHAN. Pigmenty, barviva a metody jejich identifikace: [Určeno pro posl. fak. chem. technol.]. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1993. ISBN 80-7080-194-8.
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.
KOLLER, Manfred, Hermann KÜHN, Heinz ROOSEN-RUNGE a Rolf E STRAUB. Reclams Handbuch der künstlerischen Techniken. Bd. 1, Farbmittel, Buchmalerei, Tafel- und Leinwandmalerei. 2. Aufl. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1988. ISBN 3-15-010322-3

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.**
Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru

Datum zadání diplomové práce: **21. prosince 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. srpna 2023**

LS.

Mgr. BcA. Radomír Slovík
děkan

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

V Litomyšli dne 14. srpna 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem *Restaurování obrazu Svatý Karel Boromejský a Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb* jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze Zákona č. 121/2000 Sb., 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

BcA. Gabriela Polívková v. r.

Poděkování

Se stejnou pokorou a úctou, jako v mé bakalářské práci, i nyní upřímně děkuji všem, kteří mi pomohli.

Děkuji nejenom za veškerou odbornou pomoc v oboru restaurování a příbuzných oborech, za Vaši práci, rady, Váš čas a trpělivost, ale také za obyčejnou lidskou pomoc v mém neprofesním životě. Moc si toho vážím a přeji si, aby mé poděkování pro Vás bylo upřímné.

Děkuji.

Anotace

Diplomová práce zahrnuje komplexní restaurátorský zásah, včetně podrobné restaurátorské dokumentace, která je zde rozšířena tak, aby odpovídala standardu diplomové práce. Dílo představuje velmi kvalitní barokní olejomalbu na plátěné podložce z roku 1727. Restaurátorská dokumentace obsahuje průzkum díla *Svatý Karel Boromejský*, zahrnuje ikonografický popis sv. Karla Boromejského, kulturně-historický průzkum a zabývá se také autorstvím obrazu. Pravděpodobně se jedná o obraz z dílny Jana Kryštofa Handkeho působícího v Olomouci v 18. století.

Druhá část diplomové práce se zabývá použitím nových materiálů pro ztenčování lakových vrstev v oboru restaurování, především ztenčování lakových vrstev na závěsném obraze, tedy lakované malbě. Jedná se o jednu z počátečních prací v projektu, který bude pokračovat. Tato část se zabývá použitím rigidních gelů a představuje komerční gely *Nanorestore Gel® Peggy* a *Nanorestore Gel® Dry*. Dále práce zahrnuje tzv. „nanostructured cleaning fluids“, tedy nanostrukturní čisticí kapaliny či mikroemulze, zde konkrétně výrobky *Nanorestore Cleaning®*.

Klíčová slova

barokní olejomalba, svatý Karel Boromejský, restaurování, malba na plátně, závěsný obraz, ztenčování lakové vrstvy, Jan Kryštof Handke, olomoucké baroko, *Nanorestore Gel® Peggy*, *Nanorestore Gel® Dry*, mikroemulze, čisticí emulze, *Nanorestore Cleaning®*, ochrana zdraví, zdraví restaurátora, ochrana životního prostředí

Title

Restoration of the painting St. Charles Borromeo and New options for varnish removal from paintings

Annotation

The Mater Thesis represents the complex restoration intervention and also including the restoration documentation. The artwork represents a high-quality baroque oil painting on canvas from 1727. The restoration documentation contains the survey of the artwork St. Charles Borromeo, cultural-historical research and also deals with the authorship of the painting. It is probably a oil painting from the workshop of Jan Kryštof Handke, who was operating in Olomouc in the 18th century.

The second part of the Mater Thesis deals with the use of new materials for thinning varnish layers, specially from hanging pictures. This is one of the initial works. This section deals with the use of rigid gels and introduces the commercial gels: *Nanorestore Gel® Peggy* and *Nanorestore Gel® Dry*. Furthermore, the work also includes nanostructured cleaning fluids, here specifically deals with the *Nanorestore Cleaning®* products.

Keywords

baroque oil painting, St. Charles Borromeo, restoration, conservation, painting on canvas, easel painting, hanging painting, thinning of a varnish layers, Jan Kryštof Handke, Olomouc Baroque, *Nanorestore Gel® Peggy*, *Nanorestore Gel® Dry*, microemulsion, nanostructured cleaning fluids, *Nanorestore Cleaning®*, health protection, restorer's health, environmental protection

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Komplexní restaurování olejomalby na plátně <i>Svatý Karel Boromejský</i>	13
2.1	Identifikace restaurovaného díla.....	16
2.2	Typologický popis.....	17
2.3	Kulturně-historický průzkum	17
2.3.1	Ikonografie svatého Karla Boromejského.....	17
2.3.2	Autorství.....	23
2.4	Popis stavu díla před restaurováním	28
2.5	Průzkumová zpráva	30
2.5.1	Mikrobiologická analýza	30
2.5.2	Neinvazivní metody průzkumu.....	30
2.5.3	USB mikroskopie	37
2.5.4	Invazivní metody průzkumu	46
2.5.5	Vyhodnocení průzkumu.....	47
2.6	Restaurátorský záměr	49
2.7	Postup restaurování	50
2.7.1	Mechanické čištění celého díla	50
2.7.2	Sejmutí díla z napínacího rámu	50
2.7.3	Odstranění kovových komponentů z rámu	51
2.7.4	Čištění původního dřevěného napínacího rámu	51
2.7.5	Konsolidace a tmelení dřevěného rámu	52
2.7.6	Konzervace dřevěného rámu voskem, retuš.....	53
2.7.7	Čištění prachového depozitu a jiných nečistot z obrazu	53
2.7.8	Facing.....	53
2.7.9	Čištění rubové strany díla.....	53

2.7.10	Zkoušky ztenčování lakových vrstev	54
2.7.11	Konsolidace barevné vrstvy a podkladu	54
2.7.12	Odstranění facingu	55
2.7.13	Žehlení	55
2.7.14	Odstranění zbývajícího facingu z rizikových oblastí	55
2.7.15	Ztenčení lakových vrstev	55
2.7.16	Odstraňování rušivých retuší.....	58
2.7.17	Striplining	59
2.7.18	Scelení plátna.....	59
2.7.19	Mezilak a tmelení obrazu	60
2.7.20	Izolace tmelů, aplikace mezilaku	60
2.7.21	Retuš	60
2.7.22	Napnutí díla na nový vypínací klínovací rám.....	61
2.7.23	Tmelení vosko-pryskyřičným tmelem.....	61
2.7.24	Závěrečná retuš	61
2.7.25	Nástřík ochranného laku	62
2.8	Seznam použitých materiálů a chemikálií	63
2.9	Doporučené podmínky uložení	65
2.10	Seznam obrázků k průzkumům v restaurátorské dokumentaci.....	67
2.11	Seznam tabulek v restaurátorské dokumentaci.....	69
2.12	Obrazová příloha restaurátorské dokumentace	70
2.13	Textová příloha restaurátorské dokumentace	106
3	Ztenčování lakové vrstvy pomocí gelů a nanostrukturních kapalných systémů	135
3.1	Úvod.....	135
3.2	Vývoj a výzkum nových materiálů a technologií, CSGI	137
3.3	Laky a jejich ztenčování.....	138

3.4	Gely v restaurátorské praxi.....	140
3.5	Agar.....	142
3.6	Gellan.....	143
3.7	Škrob.....	144
3.8	Komerční rigidní gely <i>Nanorestore Gel®</i>	146
3.8.1	Nanorestore Gel® Dry.....	148
3.8.2	Nanorestore Gel® Peggy.....	149
3.9	Nanostrukturní kapaln \acute{e} syst \acute{e} m \acute{y}	150
3.9.1	Nanorestore Cleaning®	152
4	Experimentální část	156
4.1	Seznam použit \acute{y} ch materiál \acute{u} , metod a p \acute{r} stroj \acute{u}	157
4.2	Základní vlastnosti a v \acute{y} b \acute{e} r materiál \acute{u}	159
4.3	P \acute{r} íprava modelov \acute{y} ch barevn \acute{y} ch vrstev s lakem.....	162
4.4	Metodika zkoušek ztenčování lakové vrstvy	164
4.5	Metody vyhodnocení	166
4.5.1	Ztenčování damarového laku.....	166
4.5.2	Hmotnostní procento netěkavého podílu nanostrukturních systém \acute{u}	174
4.5.3	Analýza netěkavého podílu nanostrukturních čistících systém \acute{u} infračervenou spektroskopií (FTIR/ATR).....	174
4.6	V \acute{y} sledky a diskuse.....	174
4.6.1	Ztenčování damarového laku.....	174
4.6.2	Hmotnostní procento netěkavého podílu nanostrukturních systém \acute{u}	178
4.6.3	Analýza netěkavého podílu nanostrukturních systém \acute{u} infračervenou spektroskopií (FTIR/ATR)	180
5	Diskuse a další doporučení části Nové možnosti ztenčování lak \acute{u} z povrch \acute{u} maleb.....	181

6	Závěr části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb	184
7	Seznam obrázků v části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb	186
8	Seznam tabulek v části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb	187
9	Obrazová příloha k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb	188
10	Příloha tabulek k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb.	205
11	Textová příloha k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb	215
12	Seznam použité literatury a jiných pramenů	221
12.1	Literatura	221
12.2	Akademické práce	223
12.3	Internetové zdroje	223
13	Seznam zkratk.....	226

1 Úvod

V první části se diplomová práce věnuje komplexnímu restaurování díla *Svatý Karel Boromejský*, včetně detailní restaurátorské zprávy s průzkumy. Cílem druhé části práce je představit nové materiály pro restaurátorskou praxe, které by mohly přispět k ochraně zdraví restaurátora a snížení dopadu na životní prostředí.

Komplexní restaurátorský zásah provedený na barokní olejomalbě *Svatý Karel Boromejský* z roku 1727 vychází z podrobného průzkumu, který byl před restaurováním proveden. Na základě výsledků provedeného průzkumu byl sestaven restaurátorský záměr, na kterém je založen samotný průběh restaurování. Dále restaurátorská zpráva zahrnuje kulturně-historický průzkum, zabývá se ikonografií sv. Karla Boromejského a také autorstvím samotného obrazu. Dílo pochází pravděpodobně z dílny Jana Kryštofa Handkeho, která v Olomouci v 18. století působila.

V druhé části se diplomová práce zabývá rešerší literatury na téma použití rigidních gelů a tzv. „nanostructured cleaning fluids“, tedy mikroemulzí. Je nutno upozornit, že cílem rešerše literatury není předložit zcela kompletní rešerši o daném tématu. Zajisté existuje mnoho jiných relevantních zdrojů pojednávajících o této problematice, ale z důvodu jasně stanoveného časového rozsahu práce nebylo možné další zdroje kvalitně probádat. Dále tato část představuje výše zmíněné nové materiály, konkrétně se zabývá použitím komerčních rigidních gelů *Nanorestore Gel® Dry* a *Nanorestore Gel® Peggy* a použitím nanostrukturních čisticích kapalin z řady *Nanorestore Cleaning®*. A také jejich vzájemnou kombinací, či kombinací těchto rigidních gelů s jinými kapalinami. Cílem práce je představit restaurátorskému prostřední tyto pokročilé moderní materiály a usnadnit tak jejich zavedení přímo do praxe.

RESTAURÁTORSKÁ DOKUMENTACE

2 Komplexní restaurování olejomalby na plátně *Svatý Karel Boromejský*



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

Dokumentaci vypracovala: BcA. Gabriela Polívková (2. ročník navazujícího magisterského studia)

Litomyšl 2023

Počet vyhotovených restaurátorských dokumentací: 3

Místo uložení restaurátorské dokumentace:

1. Fakulta restaurování Univerzity Pardubice v Litomyšli
2. Archiv vlastníka díla
3. Soukromý archiv restaurátora

Celkový počet stran:

122

Celkový počet fotografií:

90

Autor fotografií:

BcA. Gabriela Polívková

Fotoaparát:

Canon EOS 60D

Canon EOS 70D

Nikon D3300

Nikon D7000

Objektiv fotoaparátu:

EF-S 17-85 mm

AF-S NIKKOR 18-105 mm

© Dokumentace jako dílo vědecké a literární je chráněna ve smyslu zákona č. 89/1990 Sb. v úplném znění pozdějších dodatků (Autorský zákon) s tím, že právo k užití má Vlastivědné muzeum v Olomouci, jako majitel díla.

Dokumentaci vypracovala: BcA. Gabriela Polívková, studující FR UPa

Prohlašujeme, že jsme použili při restaurování pouze materiálů a postupů uvedených v této restaurátorské dokumentaci. Nejsme si vědomi nových zjištění a skutečností na restaurovaných částech díla, které by nebyly uvedeny v této dokumentaci.

V Litomyšli dne:

Restaurovala:

BcA. Gabriela Polívková, studující FR UPa

Vedoucí práce:

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

2.1 Identifikace restaurovaného díla

Předmět restaurování: *Svatý Karel Boromejský*

Autor: Neznámý, pravděpodobně dílna Jana Kryštofa Handkeho nebo okruh

Datace: Rok 1727

Materiál: Olejomalba na plátěné podložce

Technika: Olejomalba

Rozměry: Výška: 120 cm, šířka: 93 cm na rámu, eliptický tvar

Zadavatel: Vlastivědné muzeum v Olomouci, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc

Zhotovitel: Univerzita Pardubice, Veřejná škola, zal. podle Zák. č. 111/1998 Sb.,

Sídlo: Studentská 95, 532 10 Pardubice,

zastoupena Mgr. BcA. Radomírem Slovíkem,

děkanem Fakulty restaurování, Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

Restaurovala: BcA. Gabriela Polívková, studující druhý ročník ARUDP FR UPa

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

Konzultace: Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.

PhDr. Leoš Mičák

MgA. Mgr. Věra Sejkorová Kašparová

MgA. Kateřina Zadinová

Analýzy: doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D.

Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.

Dílčí analýzy: Národní technické muzeum v Praze,

oddělení preventivní konzervace:

RNDr. Eva Svobodová Ph. D.

Ing. Ivana Kopecká

Ing. Lucie Poláková

Datum započetí a ukončení restaurování: 1. 12. 2022–9. 8. 2023

2.2 Typologický popis

Jedná se o olejomalbu na plátěné, pravděpodobně lněné, podložce s plátěnou vazbou, vypnutou na původním dřevěném napínacím rámu eliptického tvaru (rozměry v: 120 cm, š: 93 cm). Datace díla „Anno 1727“ uvedená na zadní straně obrazu, v jeho středové části, koresponduje s barokní technikou malby, kterou je dílo provedeno (výsledky analýz ani zobrazený motiv dataci také nevyvrátily). Malba je provedena velmi kvalitně. Na díle se nenachází žádná signatura.

Jedná se o klasické vyobrazení svatého Karla Boromejského. V jeho tváři je vidět osobitá fyziognomie, především orlí nos, vysoké čelo, hluboké oči a hubená tvář s jemnou vráskou kolem rtů, viz také níže v kapitole 2.3 *Kulturně-historický průzkum* na str. 17–23 [Obr. 1–3, str. 21–23]. Má charakteristicky tmavé vlasy a snědou olivovou barvu pleti. Celá, zřejmě stojící, figura je natočená mírně do strany, s pohledem směřujícím dolů na krucifix, který v rukou drží (atribut). Sv. Karel Boromejský je oděn do červené kleriky a bílé rochety. Na hlavě má zřejmě náznak tonzury. Pod rukama držícíma krucifix se nachází stolek či menza, kde je v popředí umístěna lebka (atribut) a za ní hnědá kniha (atribut). Světec je zasazen do tmavě nazelenalého pozadí, jehož vysvětlení v oblasti kolem hlavy tvoří zdánlivou svatozář mírně ozařující i vrch světcovy hlavy.

2.3 Kulturně-historický průzkum

2.3.1 Ikonografie svatého Karla Boromejského¹

2.3.1.1 Život

Biskup, kardinál, asketa a světec Karel Boromejský (italsky Carlo Borromeo) se narodil 2. října 1538 na hradě v Aroně (Itálie) u jezera Lago Maggiore a zemřel 3. listopadu 1584 v Miláně (Itálie). Jeho život byl velmi zbožný, skromný a bez poskvrny. Blahořečen byl roku 1602 a roku 1610 papežem Pavlem V. prohlášen svatým. Do římského kalendáře byl přijat roku 1613.

¹ HEYDUK, Josef. *Svatí církevního roku*. Praha: Vyšehrad, 2001, str. 198–199. ISBN 80-7021-385-X
RULÍŠEK, Hynek. *Slovník křesťanské ikonografie postavy, atributy, symboly*. České Budějovice: Karmášek, 2006, druhé, upravené vydání. ISBN 80-239-7434-3
SCHAUBER, Vera, SCHINDLER, Hanns Michael. *Rok se svatými*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 2002, vydání v KN třetí, str. 567–569. ISBN 80-7192-650-7

Pocházel ze šlechtického rodu, byl nejmladším ze tří dětí Gilberta Borromeo a Margharety Medici. Jeho starší sestra, která později vstoupila do kláštera, se jmenovala Alžběta. Starší bratr Bedřich/Federig, kníže z Oria, zemřel roku 1562, když bylo Karlovi 24 let. Karel bratra miloval a jeho smrt jej velmi poznamenala a ovlivnila jeho život. Karel během svého života podporoval umění, což možná zdědil ze strany po své matce, která ale zemřela již v Karlově dětství a jeho výchovu později zajišťovala jeho nevlastní matka Taddea. Jeho strýc Giano Angelo da Medici (od roku 1559 papežem jako Pius IV.) měl Karla ve velké oblibě a hrál velmi významnou roli v Karlově církevní kariéře.

Po studiích teologie a práv v Pávii se stal již ve svých 21 letech² doktorem v obou oborech. Své studium musel několikrát přerušit z důvodu tělesného vyčerpání. Velmi brzy spravoval rodový majetek, v 11 letech se stal opatem kláštera a většinu obročí ze tří opatství charitativně věnoval. Krátce po jmenování G. A. da Medici papežem Piem IV. byl Karel svým strýcem povolán do Říma, kde ho jmenoval svým tajným sekretářem. Své postavení u papeže vnímal jako povinnost a vykonával ji velmi vytrvale a skromně. Ve 26 letech byl jmenován arcibiskupem milánským, ale skrze své povinnosti v Římě do tohoto úřadu nastoupil až ve 28 letech. Po smrti jeho staršího bratra Federiga se upjal ke kariéře kněze (vzdělání v Římě), posléze biskupa. V létě r. 1563 byl Karel Boromejský vysvěcen knězem a za několik měsíců potom byl papežem jmenován biskupem, arcibiskupem a kardinálem v Miláně. Oficiálně do úřadu arcibiskupa milánského nastupuje ve svých 27 letech (r. 1565) a úřad vykonává až do své smrti. Dále byl stanoven apoštolským protonotářem, správcem milánské diecéze a dostal boloňskou a romagneskou legaci. Žije přísně asketický život, podstupuje velmi náročná kající exercia, drží půsty a spí jen velmi málo. Karel Boromejský byl velmi důležitou osobností Tridentského koncilu (r. 1545–1563), zasloužil se o obnovení rozhovorů a úspěšné zakončení koncilu, dále také o uskutečňování tridentských reforem, které jeho intervencí nařídil papež Pius IV.

O jeho rozsáhlé činnosti také vypovídá sto svazků jeho korespondence v Ambrosiánské knihovně. Za svůj život čelil nejen poměrně velkému odporu, jak ze strany světské, tak církevní, maření jeho reformní činnosti, ale také dokonce pokusu

² Heyduk J. v knize *Svatí církevního roku* na str. 198 uvádí věk 16 let, v knize *Rok se svatými* na str. 576 je uveden věk 21 let a Rulíšek H. v knize *Slovník křesťanské ikonografie postavy, atributy, symboly* píše věk 22 let.

o atentát na jeho osobu. Skrz exkomunikaci se dostal dokonce pod hrozbu zbavení jeho úřadu na žádost španělského dvora. Ze všech sporů však vyšel vítězně, zřejmě díky své pověsti světce a také díky jeho velkému vlivu v Miláně, Římě a Madridu.

Karlovou velmi významnou činností bylo osobní navštěvování/vizitace, chodil pěšky i do horských oblastí své diecéze. Věřil především v osobní příklad a podle toho přesvědčení proto velmi přísně žil. Měl obrovskou snahu o nápravu života kněží a řeholníků. Tehdejšími velkými nešvarem církve, především švýcarských údolí, byly konkubináty duchovních, děti kněží na farách, pověry anebo magie. V Karlově zájmu bylo dodržování církevních příkázání, výchova dětí, péče o chudé a charitativní činnost a život prostého lidu. Zakládal také školy.

Důležitým mezníkem Karlova života byla morová epidemie, která trvala mezi lety 1576–1577 v Miláně. Osobně se staral o veřejné lazarety, nouzové špitály, zajišťoval potraviny, ošacení a léky nebo také organizoval ambulantní péči a ve svém paláci dokonce zřídil nemocnici. Sám byl vyzáblý a žil jen o chlebu a vodě. V pozdějším věku prý často jídával sám, aby své okolí nezatěžoval pohledem na svůj skromný jídelníček. Proto můžeme narazit i na takováto vyobrazení svatého.

Zemřel 3. listopadu roku 1584 při cestě z kláštera Monte Varallo. Dostal horečku a jeho tělo vyčerpané přísným a náročným životem podlehló zápalu plic, a to i přes to, že mu bylo teprve 46 let.

2.3.1.2 Vyobrazení a podoba

Patron: Lugano, diecése Lugano, biskupství Lugano, univerzita v Salcburku, „Boromejské sdružení“, duchovní správci, kněžské semináře, Boromejky, proti moru, nemocní.

Atributy: Krucifix/kříž, lebka, nemocní (mor), šíp (mor), odznaky kardinálského/biskupského úřadu (červená klerika, bílá rocheta, červená mozzeta a biret), kardinálský klobouk/biskupská mitra na zemi, bosý, kajícnický provaz kolem krku, důtky.

Vyobrazení: Navštěvuje nemocné morem, rozdává šatstvo, podává svaté přijímání, křísí mrtvé dítě, drží dítě v náručí, sedí sám u jídla, P. Maria jej přivádí ke Kristu.

Fyziognomie: Výrazný orlí nos, vysoké čelo, snědá pleť, tmavé vlasy.

Svatý Karel Boromejský bývá zobrazován v různých vyobrazeních, viz přehledný výpis výše. Je zobrazována scéna s navštívením nemocných (morem), rozdávání ošacení, nebo scéna, kde Karel Boromejský podává svaté přijímání, dále výjev, kde křísí mrtvé dítě nebo jak drží dítě v náručí. Dál je také svatý Karel Boromejský vyobrazován, jak sedí sám u jídla nebo kde ho Panna Marie přivádí ke Kristu. Zde, na restaurovaném díle, je vyobrazen v půlfiguře s jeho příznačnými morfologickými rysy a atributy.

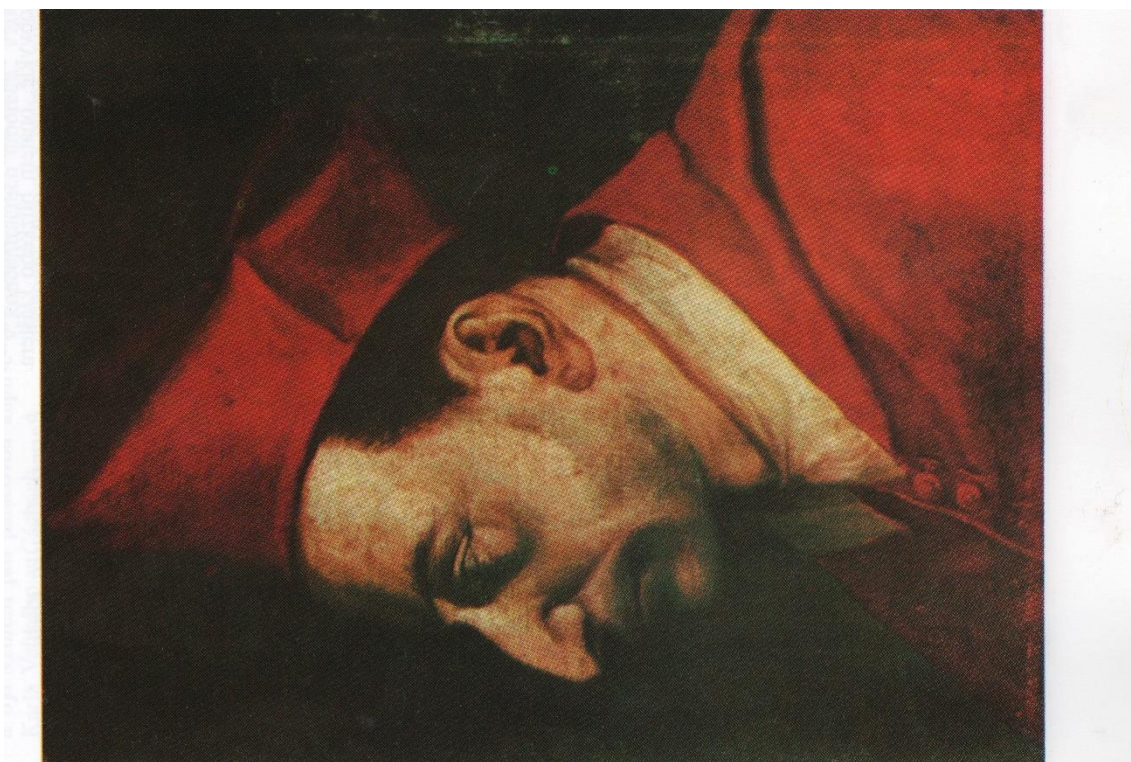
Podoba, tedy hlavně morfologie jeho obličeje, jak umělci svatého Karla Boromejského vypořádávají, vychází pravděpodobně ze dvou základních nejvěrohodnějších předloh. První ze zmíněných předloh je malba Ambrogia Figina, *Karel Boromejský* [Obr. 1–2, str. 21–22], jež zřejmě vznikla za Karlova života³. Obraz (it). *Ritratto di san Carlo Borromeo*⁴, ve volném překladu do češtiny tedy *Portrét svatého Karla Boromejského*, jehož autorství je tradičně připisováno Giovannimu Ambrogio Figinovi (1548–1608), je dílem Lombardské školy 16.–17. století. Jedná se o portrét provedený v technice olejomalby na plátně,

³ SCHAUBER, Vera, SCHINDLER, Hanns Michael: *Rok se svatými*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 2002, ISBN 80-7192-650-7, vydání v KN třetí. Str. 567

⁴ *Ambrosiana, Ritratto di san Carlo Borromeo* [online]. [cit. 4. 7. 2023]. Dostupné z: <https://www.ambrosiana.it/opere/ritratto-di-san-carlo-borromeo/>

o rozměrech 50 × 40 cm. Obraz je uložen v sálu 6 v *Pinacoteca Ambrosiana*⁵ v italském Milánu.

Dalším obecným zdrojem podoby svatého Karla Boromejského, ze které mohli umělci čerpat, je *Posmrtná maska Karla Boromejského* uložená v kapucínském klášteře v Miláně⁶ [Obr. 3, *Posmrtná maska Karla Boromejského [posmrtná maska]. Kapucínský klášter. Miláno, Itálie*, str. 23]. Výše uvedené dva zdroje by tedy měly světce vypodobňovat nejpřesněji. Následně vzniklá díla tvoří další vzory dalším umělcům a úzus podoby se může přirozeně rozvolňovat.



Obr. 1, Ambrogio Figino. *Karel Boromejský*⁷ [olejomalba na plátěné podložce]. Pinacoteca Ambrosiana. Miláno, Itálie.

⁵ *Ambrosiana, Pinacoteca* [online]. [cit. 4. 7. 2023]. Dostupné z: <https://www.ambrosiana.it/chisiamo/ambrosiana/pinacoteca/>

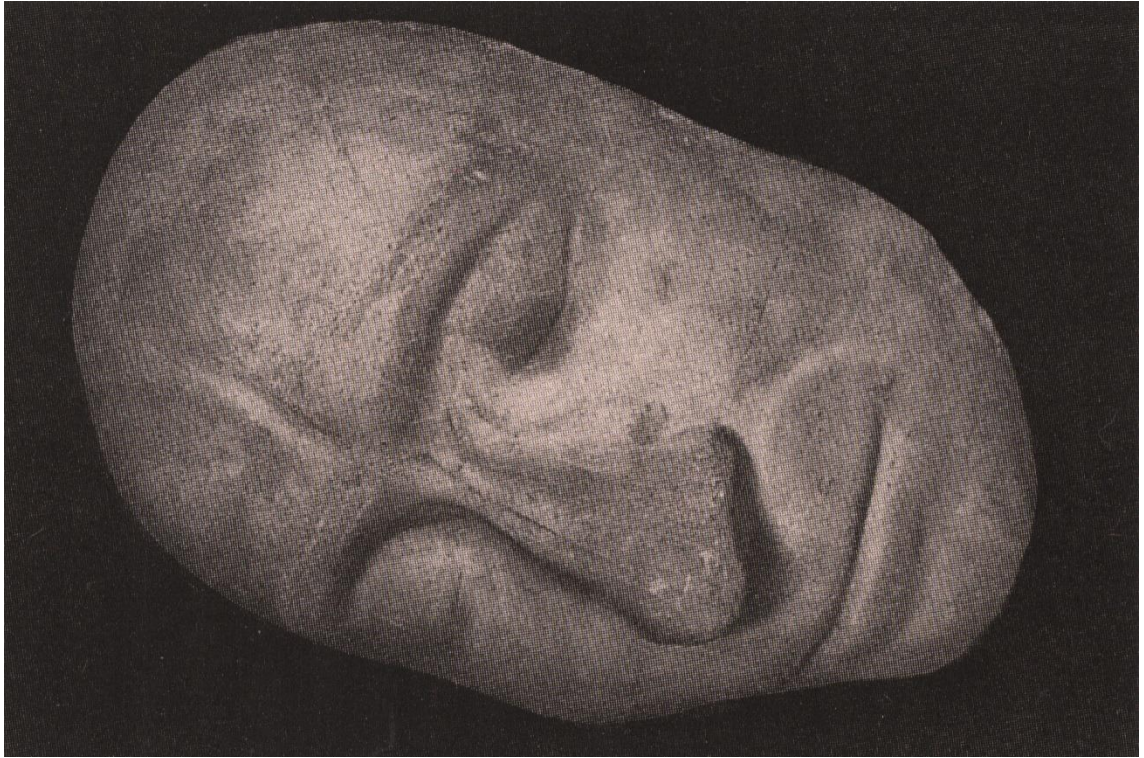
⁶ SCHAUBER, Vera, SCHINDLER, Hanns Michael. *Rok se svatými*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 2002, vydání v KN třetí, str. 568. ISBN 80-7192-650-7

⁷ SCHAUBER, Vera, SCHINDLER, Hanns Michael: *Rok se svatými*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 2002, vydání v KN třetí, str. 567. ISBN 80-7192-650-7



Obr. 2, Ambrogio Figino. *Ritratto di san Carlo Borromeo*⁸ [olejomalba na plátně].
Pinacoteca Ambrosiana. Miláno, Itálie.

⁸ *Ritratto di san Carlo Borromeo* [online]. [cit. 4. 7. 2023]. Dostupné z:
<https://www.ambrosiana.it/opere/ritratto-di-san-carlo-borromeo/>



Obr. 3, *Posmrtná maska Karla Boromejského* [posmrtná maska]. Kapucínský klášter. Miláno, Itálie.

2.3.2 Autorství

Obraz pochází ze sbírek *Vlastivědného muzea Olomouc*, které je i jeho vlastníkem. Prostřednictvím e-mailových zpráv⁹ byly Mgr. Robertem Šrekem a Mgr. Michelou Čadilovou poskytnuty informace, že obraz byl původně sbírkovým předmětem *Okresního muzea v Litovli*¹⁰ (inventární číslo 320). Z inventáře je možné zjistit, že obraz byl získán darem, pravděpodobně v roce 1928. Bohužel ale žádné další informace o starším původu obrazu zde nejsou známy. V roce 1975 byl obraz převeden do sbírkového fondu *Galerie výtvarného umění* (pod *Vlastivědným ústavem v Olomouci*), s přírůstkovým číslem 8/77 a inventárním číslem O 1636. V litovelském inventáři je dále v souvislosti s obrazem zmíněn pozlacený rám. Na předávacím protokolu z Litovle do Olomouce už rám ale zmíněn není. V tomto období zřejmě totiž nebyly zaznamenávány žádné rámy u závěsných obrazů. V souvislosti s bádáním byl v detašovaném depozitáři v Chudobíně nalezen pozlacený barokní rám. Rozměr oválu

⁹ŠREK, Robert. *Informace o obraze Sv. Karel Boromejský*. Litomyšl, Olomouc, 17. 7. 2023. (e-mailová korespondence)

¹⁰ *Okresní muzeum v Litovli* bylo v minulosti zrušeno, ovšem dnes se mu dostává jakéhosi „obnovení“, a v Litovli bylo zřízeno *Muzeum Litovel*.

zařezaného na rubu rámu, skutečně naměřený pracovníky *Vlastivědného muzea Olomouc*, je 121–2 cm × 93–4 cm. Tyto rozměry přibližně odpovídají rozměrům díla. Litovelský inventář zmiňuje vnější rozměry rámu 141 × 108 cm.

Mgr. Šrek a Mgr. Čadilová nevyklučují okruh dílny Jana Kryštofa Handkeho. Na základě konzultace¹¹ s PhDr. Leošem Mlčákem byl okruh pravděpodobných autorů zúžen na okruh dílny Jana Kryštofa Handkeho působící v Olomouci. Takto bylo učiněno na základě signifikantních uměleckých rysů malby a uměleckého stylu J. K. Handkeho. Autorství prozatím nebylo připsáno, věc je stále předmětem bádání.

Jan Kryštof Handke a jeho dílna¹²

Pravděpodobný původ obrazu v Handkeho dílně je možné podložit časovými údaji a informacemi o lokalitě. Nápis „ANNO 1727“ [Obr. 55, *Rub obrazu po mechanickém čištění*, str. 86] na zadní straně obrazu, odkazuje na rok 1727, kdy byl obraz pravděpodobně namalován, což odpovídá době, kdy Handke v Olomouci působil a jeho dílna měla v Olomouci dominantní postavení. Handke přichází do Olomouce roku 1714 v rámci své tovaryšské cesty jako malíř školený u malíře Jana Daniela Langer¹³ a Christiana Davida¹⁴. Roku 1719 se vyplácí z poddanskví a roku 1722¹⁵ se stává olomouckým měšťanem. V Olomouci působí v dílně mistra Ferdinanda Nabotha. Po Nabothově smrti se ujímá jeho zavedené dílny a v roce 1724 se žení s vdovou po svém mistrovi a je přijat do sdruženého malířského cechu.

¹¹ MLČÁK, Leoš. *Obraz z okruhu Handkeho a jeho dílny, Fakulta restaurování*. Litomyšl, Olomouc, 18. 7. 2023. (e-mailová korespondence, telefonická konzultace)

¹² *Olomoucké baroko, Výtvarná kultura let 1620–1780, 3/Historie a kultura*. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2011, str. 129, 241. ISBN 978-80-87149-40-9

TOGNER, Milan. *Barokní malířství v Olomouci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2008, str. 85–96. ISBN 978-80-244-1952-7

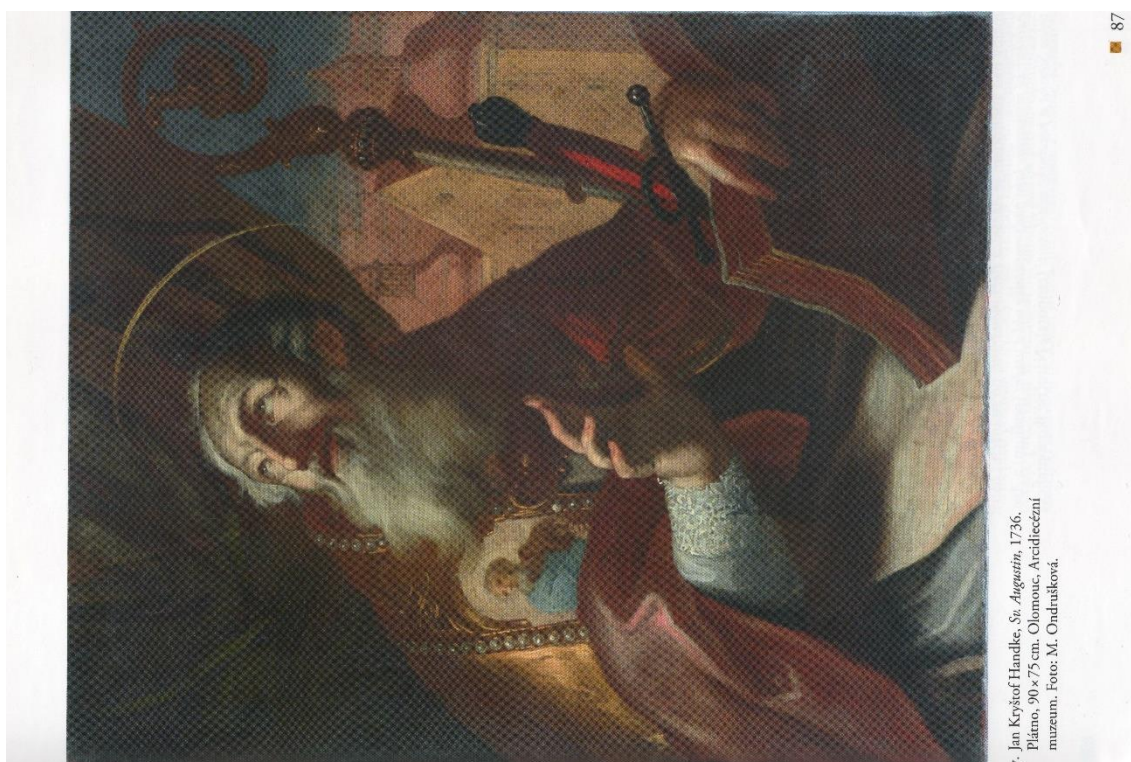
KROUPA, Jiří. MILÁČKOVÁ, Martina. MLČÁK, Leoš. *Josef Ignác Sadler 1725–1767*. Olomouc: Muzeum umění Olomouc – Arcidiecézní muzeum Olomouc, 2011, str. 21–25. ISBN 978-80-87149-45-4

¹³ Školení u bruntálského malíře Langer¹³ r. 1708–1712

¹⁴ Školení francouzským malířem Davidem v Moravské Třebové

¹⁵ V knize *Josef Ignác Sadler 1725–1767* je uveden rok 1724 v souvislosti s jeho sňatkem.

Jeho tvorba dosahuje největšího tvůrčího rozkvětu hlavně na přelomu dvacátých a třicátých let, kdy jsou třicátá léta považována za jeho vrcholná. V tomto období realizuje nástěnné malby i rozměrné oltářní obrazy, a prokazatelně působí v Olomouci a okolí. Podobné rysy mohou být shledány v Handkeho obraze (připsaném) *Sv. Augustin*¹⁶ z roku 1736, kde je ústřední postavou také robustně provedená postava světce. Podobnost lze dále sledovat na velmi obdobně zpracované hmotě drapérií, zejména drapérie na oděvech v oblasti rukou u obou porovnávaných obrazů. Podobné je též pojetí krajky lemující rukáv. Dále je analogicky zpracovaný atribut knihy, která se na obou porovnávaných obrazech nachází. Vypodobnění sv. Karla Boromejského na jiném Handkeho díle můžeme hledat v Olomouci v kostele Panny Marie Sněžné v díle *Sv. Ignác udílí almužny*, 1744.



7. Jan Kryštof Handke, *Sv. Augustin*, 1736. Plátno, 90×75 cm. Olomouc, Arcidiecézní muzeum. Foto: M. Ondrašíková.

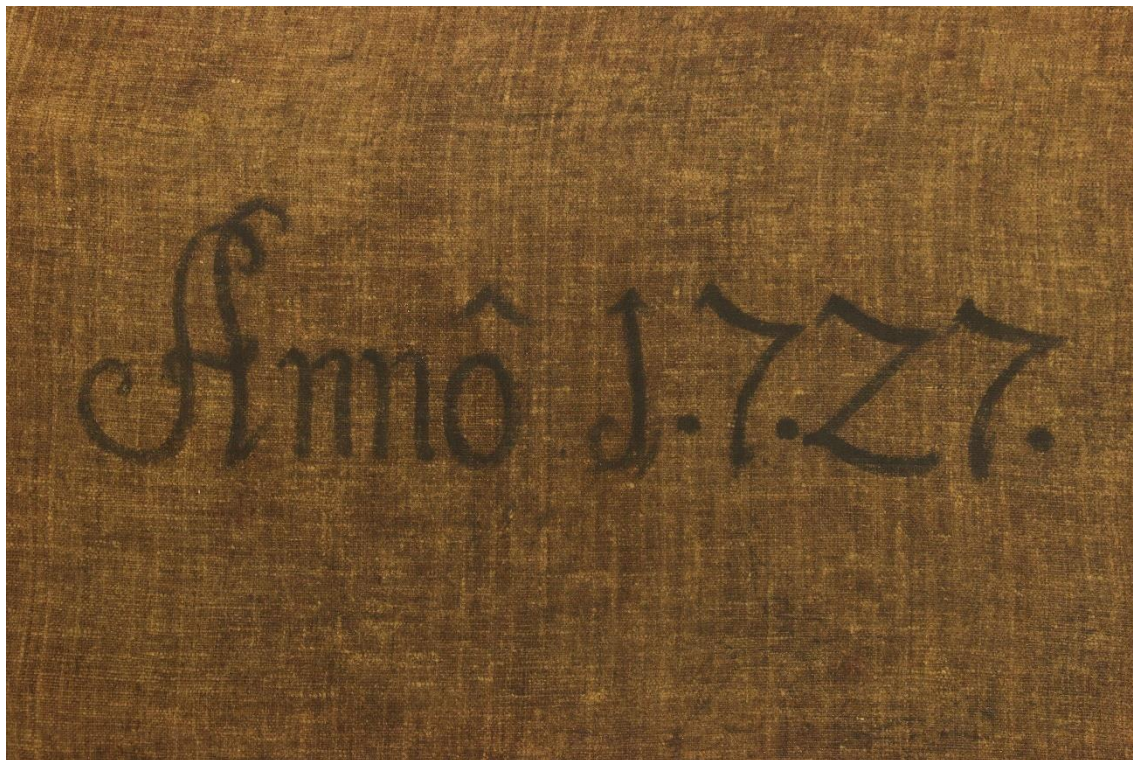
87

Obr. 4, Jan Kryštof Handke. *Sv. Augustin*¹⁷ [olejomalbana plátěné podložce]. Arcidiecézní muzeum. Olomouc.

¹⁶ Jan Kryštof Handke, 1736. Plátno 90 × 70 cm. Olomouc, Arcidiecézní muzeum.

¹⁷ TOGNER, Milan. *Barokní malířství v Olomouci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2008, str. 87. ISBN 978-80-244-1952-7

Kromě monumentálních děl a obrovských oltářních obrazů tvoří Handke i závěsné obrazy, které jsou ale zpravidla také většího formátu. Obrazy z Handkeho dílny jsou většinou na rubových stranách datovány a označeny monogramem *JCH* nebo textem „*Johann Christoph Handke gebürtig von Janowitz, Bürger und Mahler in Olomütz*“. Na obraze *Svatý Karel Boromejský* se nachází pouze výše zmíněná datace¹⁸ [Obr. 55, Rub obrazu po mechanickém čištění, str. 86]



Obr. 5, Datace na rubové straně obrazu *Svatý Karel Boromejský*

Uvedená uložení obrazu¹⁹ vybízejí ke spekulaci původu obrazu v okolí Litovle a Olomouce. Kromě Olomouce, kde sídlil on i jeho dílna, byl Handke provázán s nedalekým městem Šternberk a místními augustiniány. Malíř poprvé navštívil Šternberk již v roce 1719, kdy byl nucen zde zastavit z důvodu morové epidemie. V tomtéž roce získává zakázku na 26 fiktivních podobizen světců a portrét probošta Patricia Lehmana. Dodnes je zachována pouze fragmentární část, která je podstatnou částí dnešní *Handkeho galerie* ve Šternberku v augustiniánském klášteře. Malíř

¹⁸ „ANNO 1727“

¹⁹ *Okresní muzeum v Litvli*, následně sbírkový fond *Galerie výtvarného umění pod Vlastivědným ústavem v Olomouci*

spolupracoval s proboštem Johannem Patriciem Maixnerem (1725–1734) a provedl pro něj řadu realizací.

Handkeho významným dílem je i jeho autobiografie, kterou napsal kolem roku 1766. J. K. Handke je velmi kvalitním autorem odpovídajícím evropským barokním standardům a představuje naprostou moravskou špičku. Mimo velkou malířskou kvalitu vykazují jeho díla i kvalitní ikonografii, jejíž původ můžeme pravděpodobně vysledovat v příručce *Iconologia* italského autora Cesare Ripy. V raném Handkeho díle můžeme vidět vlivy italských malířů. Největší vliv na jeho tvorbu má pravděpodobně poučení o rakouském „velkém stylu“ od umělců působících v Olomouci, se kterými se osobně setkal²⁰: Karel Josef Harringer, Jan Jiří Schmidt, František Josef Wickart. Kořeny rakouského „velkého stylu“ můžeme hledat v římské, benátské a boloňské tradici malby, transformované středoevropským, říšským prostředím. V menší míře je také, hlavně v pozdější tvorbě, ovlivněn díly Johanna Michaela Rottmayra, Petra Brandla a Paula Trogera a Daniela Grana, která osobně viděl.

Pro další spekulace nad autorstvím jsou zde uvedeni i dva Handkeho tovaryši a zároveň následovatelé. Prvním z nich je Petr Hochecker (1696–1748), který s Handkem začíná spolupracovat v roce 1724 a roku 1727 se stává mistrem. Z období kolem roku 1727 je známo jeho samostatné dílo *Apoteóza křesťanské víry*²¹, doplněná čtyřmi medailony (*Sv. Jan Křtitel, Sv. Jan Evangelista, Sv. Jan Nepomucký, Sv. Jan Sarkander*). Není ověřeno, zda Hochecker své obrazy vždy signoval, ale na jeho zachovaném obraze *Kristův Křest*²², ovšem z roku 1746, se nachází kompletní signatura „*Pet[rus] Hochecker Pin[xit] olom[ucii] A[nn]o 1746*“. Jan Drechsler přichází do Handkeho dílny v roce 1726 a v roce 1733 se osamostatňuje, ale s Handkem spolupracuje dál. Z období kolem roku 1727 se Drechsler podílí společně s Handkem na výzdobě na Sv. Kopečku u Olomouce a dále v Olomouci údajně maluje oltářní obraz *Sv. Jan Nepomucký* (nedochováno) do kostela sv. Václava.

²⁰ Práce v kostele Panny Marie Sněžné v první třetině 18. století

²¹ Petr Hochecker, *Apoteóza křesťanské víry*, 1730. Nástěnná olejomalba v kanovnícké rezidenci. Olomouc, Křížkovského ulice 6.

²² V kostele na hl. oltáři v Lipné. Mlčák a Svátková (1997) uvádějí, že obraz je v současné době nezvěstný.

2.4 Popis stavu díla před restaurováním

Stav díla před restaurováním byl špatný, zejména barevná vrstva a podklad malby byly v kritickém stavu, místy docházelo ke ztrátám barevné vrstvy a podkladu. Další ztráty barevné vrstvy a podkladu hrozí téměř v celé ploše kvůli značné krakeláži. Obraz byl zvlněný v pravé horní části (dřevěný napínací rám obrazu byl v tomto místě rozpojen v jeho spoji). Kompletně celé dílo bylo znečištěno velkým množstvím prachového depozitu a jiných nečistot, jak z rubu, tak z líce díla.

Hustá síť krakel se nachází téměř v celé ploše obrazu. Barevná vrstva i podklad obrazu byl velmi zkřehlý, krakeláž je velmi silná, a to jak v barevných vrstvách, tak i v podkladu malby. Je zde přítomna i kruhovitá krakeláž charakteristická pro olejové techniky (olejový podklad). Zmiňované ztráty barevné vrstvy a podkladu byly zřejmě způsobeny právě silnou krakeláží v kombinaci s celkovou zkřehlostí materiálů. Ke ztrátám barevné vrstvy však došlo pouze lokálně, v menších plochách, a to zejména po obvodu obrazu a spíše v jeho pravé části, dále také v obličejí světce. V obličejí světce se, kromě ztráty barevné vrstvy společně s podkladem, objevují také ztráty pouze horních (barevných) vrstev malby, to znamená, že zde byla odhalena (tzn. viditelná) barokní podmalba obrazu. Ztrátou byla ale kriticky ohrožena velká plocha obrazu, asi 95 % plochy malby.

Na malbě se nacházely dva typy retuší. Na první pohled byly patrný nepřilíš odborné retuše, které byly provedeny přímo na obnaženou plátěnou podložku. Jednalo se o retuše v oblasti světceva ramene, ve spodním cípu rochetty (pod rukou s krucifixem) a dále se takovýto typ retuší nacházel v horní části pozadí obrazu (nad hlavou svatého Karla Boromejského). Na těchto retuších zřejmě nebyl lak, tudíž byly nejspíše provedeny až po posledním lakování obrazu, tzv. „sanitárně“. Druhým typem retuše byla velmi subtilně provedená retuš, na první pohled nepatrná (viditelná až po ztenčení lakových vrstev), nacházející se až pod lakovou vrstvou. Tyto retuše byly aplikovány po obvodech krakel, na ruce světce v popředí. Další retuše tohoto typu, však o něco méně subtilní, se nacházely také v obličejové části světce. Všechny tyto subtilní retuše byly ve „vyžitém“ stavu. Retuše v obličejí byly ztmavlé a retuše na ruce světce popraskané a také neodpovídaly odstínem. Po odstranění degradovaných lakových vrstev originál rušily.

Lak byl velmi zdegradovaný a taktéž, jako barevná vrstva a podklad, poškozen krakeláží, zde ale kompletně v celé jeho ploše. Celková hmota laku byla ztmavlá a zežloutlá. I přes vysoký stupeň degradace byl lak poměrně tvrdý a jeho koheze k malbě byla dobrá.

Plátěná podložka díla byla také značně zkřehlá, ale celistvá a bez perforací, místy ale byla plátěná vazba plátna velmi řídká. V obvodu obrazu došlo k drobným ztrátám jednotlivých nití, zřejmě vlivem jejich křehkosti způsobené jejich degradací.

Dřevěný napínací rám byl znečištěn velkým množstvím prachového depozitu a exkrementy hmyzu. V rámu se nacházely velmi zkorodované hřebíky a menší kovové armaturky (zřejmě v průběhu času přidány při opravě). Rám je pouze minimálně napaden dřevokazným hmyzem, počet výletových otvorů je v řádu jednotek. Jednotlivé části rámu byly v jednom místě (pravá spíše horní část obrazu) rozpojeny a tato skutečnost poškozovala samotný obraz.

2.5 Průzkumová zpráva

2.5.1 Mikrobiologická analýza

Před započítím restaurování byl z díla odebrán reprezentativní vzorek pro zjištění přítomnosti mikrobiologické aktivity. Vzorek byl odebrán stěrem z povrchu díla. Zkoušky zpracovala doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph. D. a nedoporučila dezinfekci díla. Podrobné informace jsou dostupné v kapitole **2.13 Textové přílohy** v příloženém protokolu [*Protokol Mikrobiologické zkoušky*, str. 107].

2.5.2 Neinvazivní metody průzkumu

2.5.2.1 Průzkum v denním rozptýleném světle

Informace získané průzkumem v denním rozptýleném světle jsou uvedeny na str. 17 v kapitole **3 Popis stavu díla před restaurováním**.

2.5.2.2 Průzkum v razantním bočním nasvícení

V razantním bočním nasvícení byla zvýrazněna deformace obrazu, která byla lokalizována zejména v pravé horní části obrazu. Zvlnění bylo způsobeno rozpojením rámu v jeho spoji. Zvýrazněna byla také velmi silná krakeláž, síť krakel se nachází téměř v celé ploše obrazu, asi na 95 % malby. Bylo zde také patrné oddělování jednotlivých krakel z obrazu. Hustá síť krakel se nachází téměř v celé ploše povrchu obrazu. Je zde přítomna i typická kruhovitá krakeláž příznačná pro olejové techniky (olejový podklad). Ke ztrátám barevné vrstvy došlo pouze lokálně, v menších ploškách, a to zejména po obvodu obrazu a spíše v jeho pravé části, dále také v obličejí světce. V obličejí světce se, kromě ztráty barevné vrstvy společně s podkladem, objevují také ztráty pouze horních (barevných) vrstev malby, to znamená, že zde byla odhalena barokní podmalba obrazu.

Dále byla patrná struktura plátna v retuších v oblasti světceva ramene a také další retuš tohoto typu nacházející se v pozadí, v horní části malby.



Obr. 6, Průzkum v razantním bočním nasvícení, celek, líc



Obr. 7, Průzkum v razantním bočním nasvícení, detail v pravém okraji obrazu



Obr. 8, Průzkum v razantním bočním nasvícení, detail hlavy světce



Obr. 9, Průzkum v razantním bočním nasvícení, detail ruky světce

2.5.2.3 Průzkum v ultrafialovém záření

Průzkum v UV²³ záření prokázal několik vrstev laků zřejmě rozlišného složení. Byla zde zvýrazněna síť krakel, a to jak krakel v malbě, tak krakeláž laku. Toto zvýraznění bylo zřejmě způsobeno absencí laku mezi jednotlivými krakelami, které se v jejich okrajích již oddělovaly od plátna, protože tyto drobné nitkovité prostory nevykazovaly žádnou luminiscenci. A dále také rozlišnou VIS²⁴ luminiscencí buzenou UV zářením, jež vykazovaly dříve zmíněné laky zřejmě nestejného složení. Byla zde patrná VIS luminiscence buzená UV zářením, která vykazovala namodralou barvu a dále také žlutooranžová VIS luminiscence buzená UV zářením, která by mohla odpovídat luminiscenci damarové pryskyřice.

Dále byly vizualizovány retuše, které nebyly opatřeny lakem (ne příliš odborně provedené „sanitární“ retuše provedené přímo na obnažené plátno). Tyto retuše nevykazovala žádnou VIS luminiscenci buzenou UV zářením.

Použité přístroje/pomůcky:

UV lampy s trubicemi zn. Philips TL – D 18 W BLB, s rubínovým sklem 360–380 mm

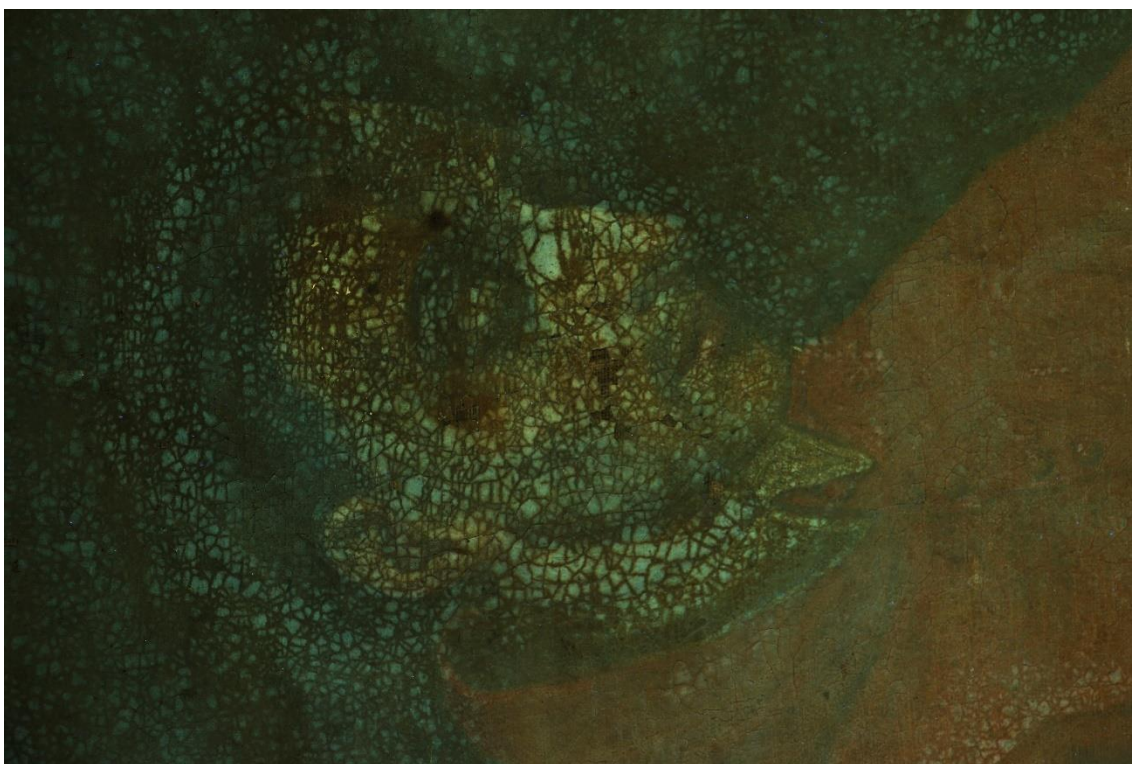
Fotoaparát Canon EOS 70D s objektivem EF-S 17–85 mm

²³ Ultrafialové záření

²⁴ Viditelné záření



Obr. 10, Průzkum v UV záření, celek, líc



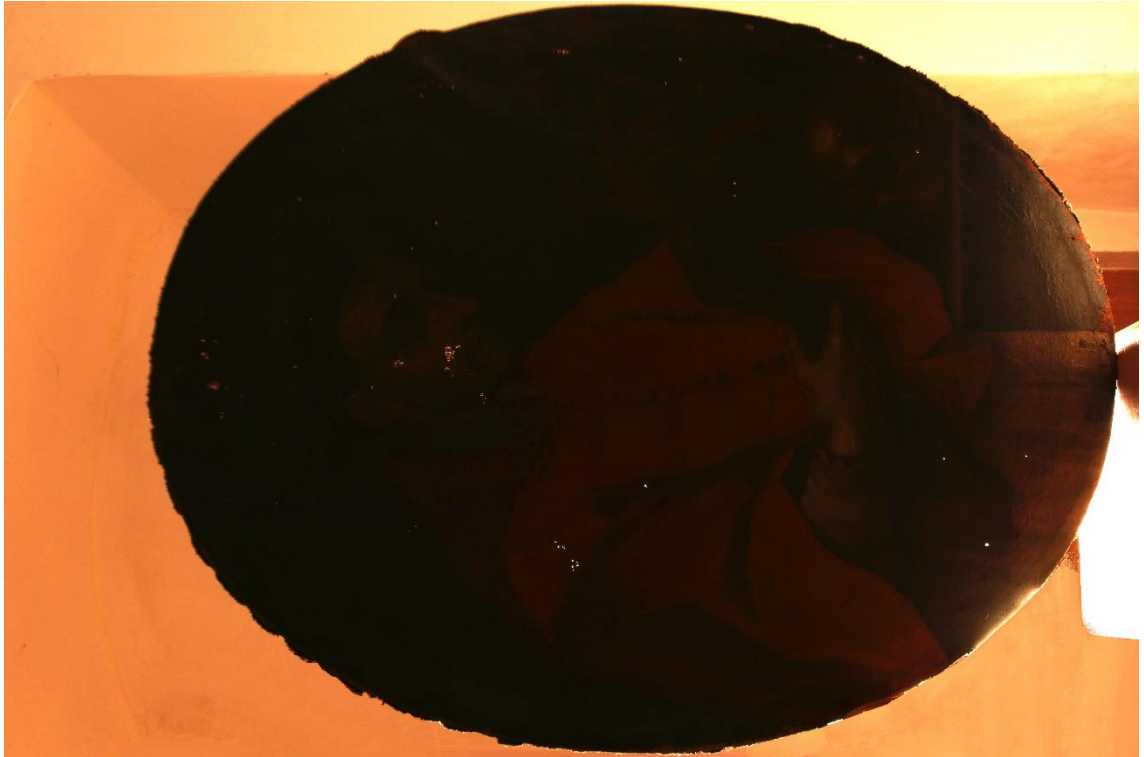
Obr. 11, Průzkum v UV záření, detail hlavy světce



Obr. 12, Průzkum v UV záření, detail ruky světce

2.5.2.4 Průzkum v průsvitu

Průzkum v prosvícení světlem zvýraznil ztráty podkladu (vč. barevné vrstvy a laku). Světlo také procházelo lokalitami s retušemi, které se nacházely přímo na plátně (oblast světcova ramene, pozadí v horní části obrazu). Průchod světla je patrný hlavně v obličejí světce a nad světcovou hlavou.



Obr. 13, Průzkum v průsvitu, celek, líc

2.5.3 USB²⁵ mikroskopie

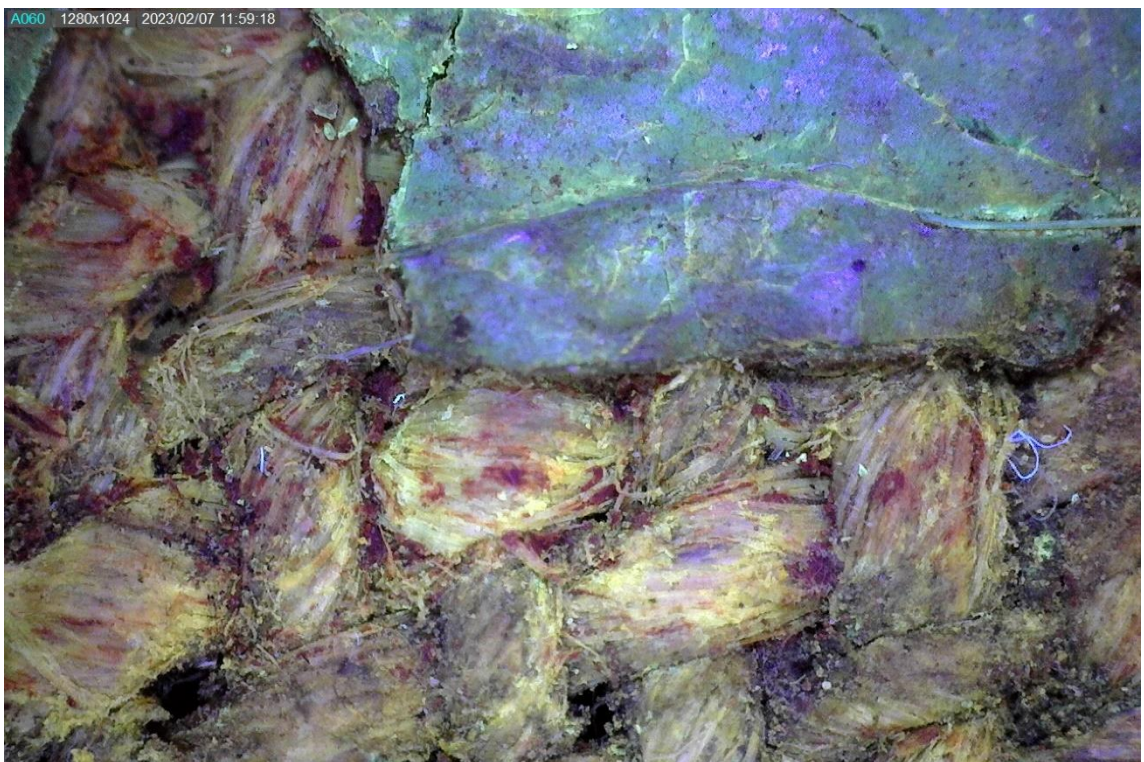
Digitální mikroskopie provedená digitálním USB mikroskopem zn. *DinoLite* (AM2111 – USB Dino-Lite mikroskop, 0,3MPix) na snímcích přiložených níže ukazuje značná poškození malby. Je zde viditelná krakeláž a krakely oddělující se od plátna. Dále je možné zde pozorovat obnažené plátno a jeho strukturu s ulpělými rezidui podkladu. V ultrafialovém záření, kterým mikroskop kromě viditelného světla disponuje, lze pozorovat VIS luminiscenci buzenou UV zářením. Namodralou a nažloutlou luminiscenci, která je místy až do oranžové barvy, vykazují různé vrstvy laků. Také je možné vidět detailní strukturu retuší provedených přímo na obnaženém plátně, bez lakové vrstvy.

U snímků byla upravena velikost v grafickém programu ve velikost 10×15 cm.

²⁵ Universal Serial Bus



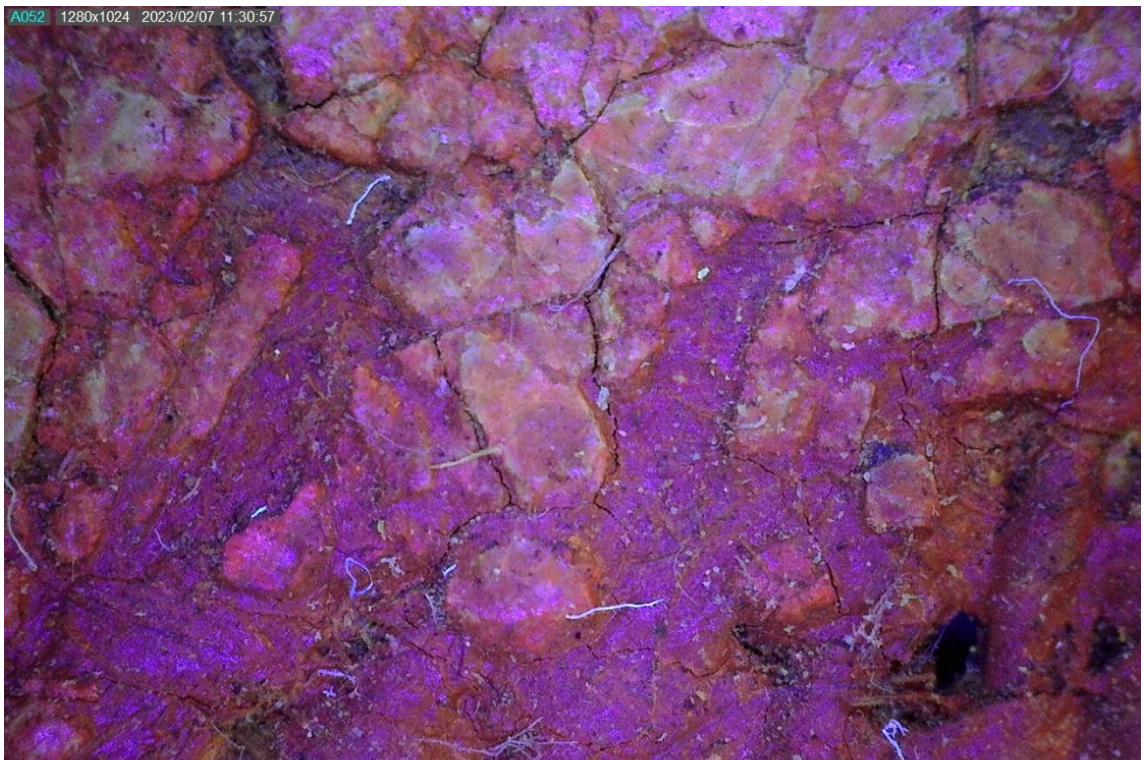
Obr. 14, USB mikroskopie, VIS, levý okraj obrazu, ztráta barevné vrstvy a podkladu až na plátno



Obr. 15, USB mikroskopie, UV, levý okraj obrazu, ztráta barevné vrstvy a podkladu až na plátno



Obr. 16, USB mikroskopie, VIS, oblast na rameni světce, retuš na obnaženém plátně



Obr. 17, USB mikroskopie, UV, oblast na rameni světce, retuš na obnaženém plátně



Obr. 18, USB mikroskopie, VIS, obličej svěčky, ztráty barevné vrstvy a podkladu, oddělující se krakela



Obr. 19, USB mikroskopie, UV, obličej svěčky, ztráty barevné vrstvy a podkladu, oddělující se krakela

2.5.3.1 Průzkum v rentgenovém záření

Průzkum byl proveden externě a jeho výstupem je níže přiložený složený snímek. RTG²⁶ záření prostupuje do hlubších vrstev obrazu než viditelné záření, a je tedy možné sledovat vrstvy pod povrchem malby a tím i to, jak autor pracoval. Zde je zvýrazněna výstavba malby, velké kvality dosahuje propracování rukou a obličejů, dále velmi kvalitní propracování drapérie a také jsou patrné tahy štětce ve výstavbě pozadí. Je tu možné vypočítat postup autora v malbě. Výsledná malba se mírně liší s fází malby, která je vidět na snímku z průzkumu v RTG záření. V tomto smyslu se odlišují hlavně: světcovo ucho a nos, ruce a taky drapérie v oblasti za krkem světce. Je velmi dobře patrné vystavování hmoty drapérie v červené mozetě světce.

Níže je přiložen zmiňovaný složený snímek (výstup průzkumu v RTG záření), a pro dobré porovnání je přiložena také fotografie obrazu v průběhu restaurování (po odstranění retuší, kdy je vizuálně nejvíce patrný holý originál obrazu). Dále jsou níže k dispozici výřezy jednotlivých partií pro srovnání rozlišností a malířova postupu v malbě.

Autorem RTG snímků, které jsou přiloženy níže, a RTG průzkumu je doc. Ing. Michal Vopálenský, Ph.D., Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i., Prosecká 809/76, 190 00, Praha 9.

²⁶ Rentgenové záření



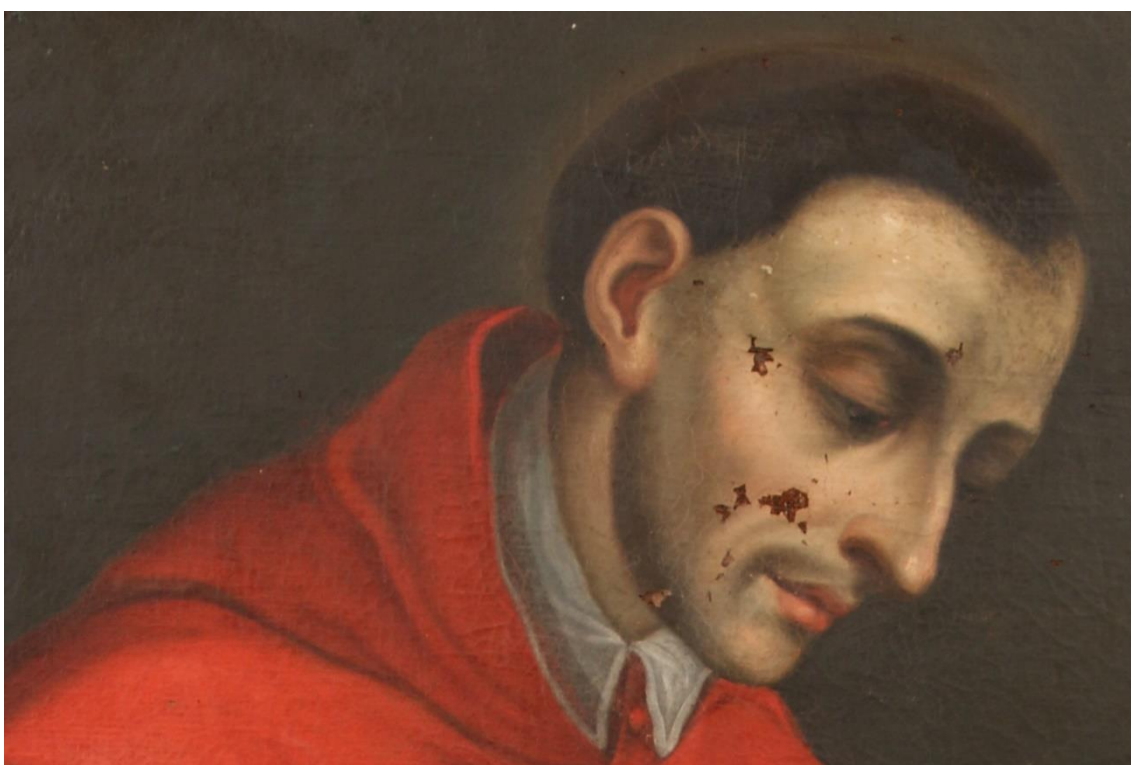
Obr. 20, Průzkum v RTG záření, RTG, celek



Obr. 21, Průzkum v RTG záření, VIS, celek



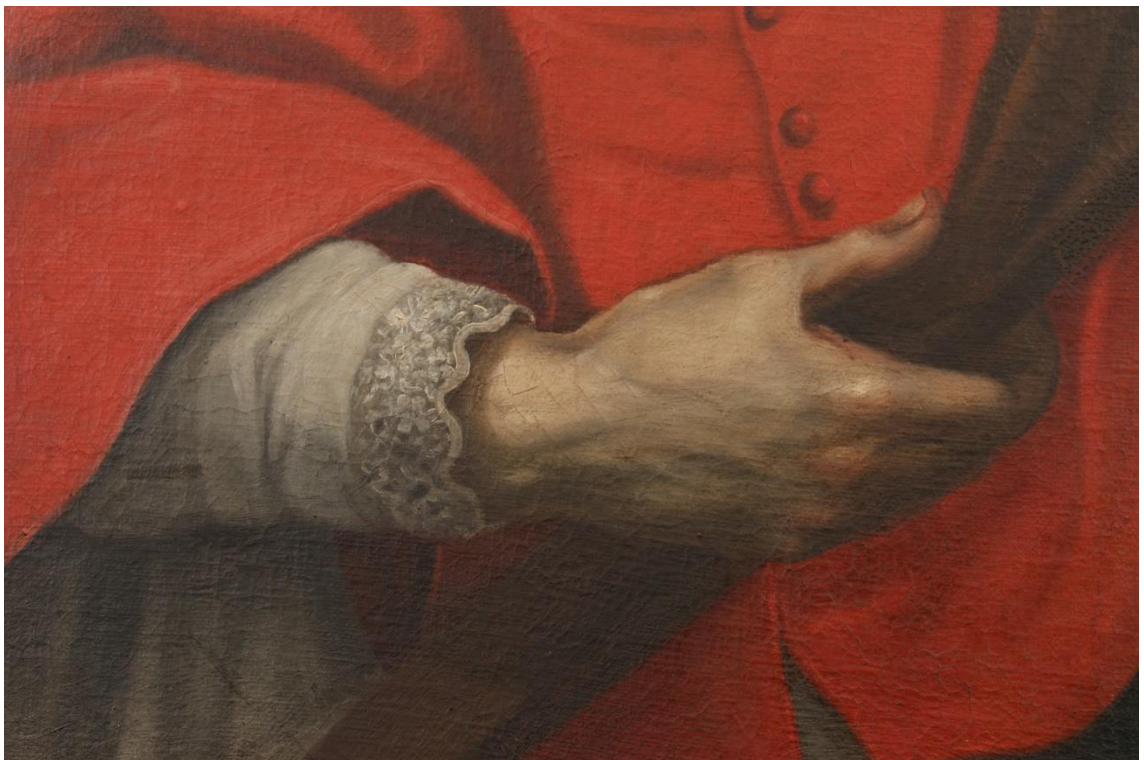
Obr. 22, Průzkum v RTG záření, RTG, detail hlavy světce



Obr. 23, Průzkum v RTG záření, VIS, detail hlavy světce



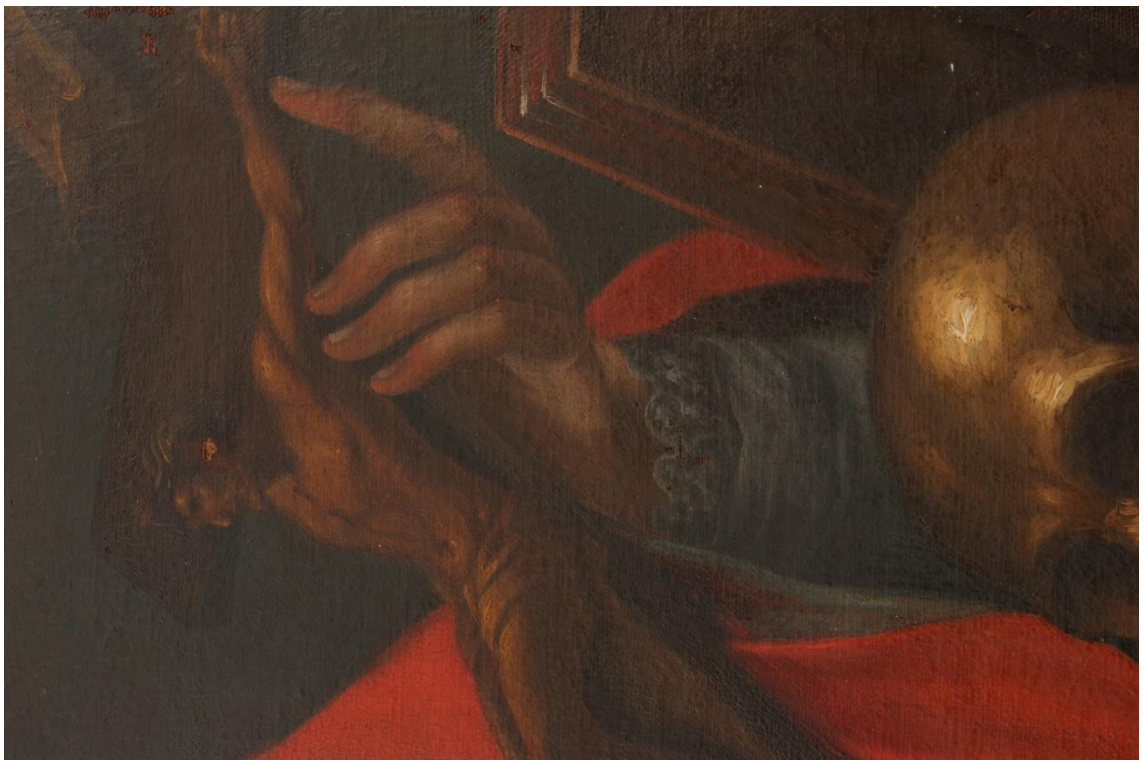
Obr. 24, Průzkum v RTG záření, RTG, detail ruky světce



Obr. 25, Průzkum v RTG záření, VIS, detail ruky světce



Obr. 26, Průzkum v RTG záření, RTG, detail s krucifixem



Obr. 27, Průzkum v RTG záření, VIS, detail s krucifixem

2.5.4 Invazivní metody průzkumu

2.5.4.1 Chemicko-technologický průzkum

Pro chemicko-technologický průzkum bylo odebráno celkem šest vzorků. Přesněji čtyři vrstevnaté kompaktní vzorky (VZ1–VZ4) a dva vzorky fragmentů nití (z vertikálního směru VZ5, z horizontálního směru VZ6). Cílem průzkumu bylo zjistit informace o technice malby, stratigrafii a optické vlastnosti malby, případné přemalby, materiálové složení vybraných barevných vrstev a druh textilní podložky. Podrobné a komplexní informace jsou uvedeny v kapitole *13 Textové přílohy* v příloženém protokolu [*Protokol Materiálový průzkum vzorků ze závěsné malby sv. Karel Boromejský, 1727: na str. 98–124*].

Výsledky chemicko-technologického průzkumu, jejich interpretace

Bylo zjištěno, že textilní podložka je vyrobena pravděpodobně ze lnu nebo konopí (VZ5 zřejmě konopí, VZ6 zřejmě konopí nebo len).

Výstavba malby je následující: červený podklad (převážně červená hlina–železitá červeň, malá příměs olovnaté běloby a uhličitanu vápenatého, nízký obsah křemenných zrn a tmavých částic, nelze vyloučit malou příměs suříku nebo rumělky), vrstvy malby, nejstarší nesouvislá až fragmentární laková vrstva a mladší zažloutlé lakové vrstvy. V inkarnátu (VZ2) jsou přítomny čtyři vrstvy, vrstvy obsahují olovnatou bělobu, černý blíže nespecifikovaný pigment a lze předpokládat přítomnost rumělky nebo suříku a železitých pigmentů, příp. uhličitanu a síranu vápenatého, ojediněle zelená zrna blíže neurčeného pigmentu. Červená mozeta (VZ3) je vystavěna dvěma vrstvami, kde je přítomen suřík a také nízký obsah olovnaté běloby. Pojiva v zaznamenaných vrstvách jsou polymerní, organická. Malba obsahuje olovnatá mýdla, což jsou degradační produkty oleje (z pojiva) a pigmentů (zejména olovnatých pigmentů).

Vzorek (VZ1) odebraný z bílé drapérie vykazuje nestandardní stratigrafii.

První vrstvy (VZ2) jsou provedeny technikou mastné tempéry, toto lze tvrdit na základě přítomnosti vysychavých olejů a příměsi bílkovin, nelze vyloučit ani obsah terpenických pryskyřic. Následující vrstvy (VZ2) jsou provedeny zřejmě technikou olejomalby a všechny tyto vrstvy obsahují příměs pryskyřic. Národní technické muzeum v závěru protokolu uvádí, že nejspodnější vrstvu (VZ2) tvoří zbytky klížených celulósových vláken a zbytky rentoaláže (vosko-pryskyřičná směs). V průběhu

restaurování ale nebyla přítomnost rentoaláže potvrzena. Dále uvádí, že po vrstvě červeného podkladu následuje okrová vrstva pojená pravděpodobně velmi mastnou temperou. Na tuto vrstvu dále navazují růžové vrstvy pojeny pravděpodobně olejem a jsou probarveny olovnatou bělobou, křídou, boloňskou křídou (sádrou) a pigmenty na bázi křemičitanů a hlinitokřemičitanů. Následně navazuje tenká laková vrstva (nelze blíže určit složení), potom silná vrstva laku (terpenická pryskyřice či jejich směs).

Slabší laková vrstva je dochována spíše ve fragmentech. Silnější laková vrstva s modrou UV luminiscencí, která se vyskytuje na všech vzorcích, je pravděpodobně převážně pryskyřičná. Organická vrstva se žlutou až naoranžovělou UV luminiscencí obsahuje terpenické pryskyřice a dále může obsahovat také příměs vysychavých olejů a vosku.

Ve VZ4, který byl odebrán z povrchu dřevěného napínacího rámu, je přítomna červená hlinka.

2.5.5 Vyhodnocení průzkumu

Provedený kulturně-historický průzkum nevyvrátil dataci (rok 1727) uvedenou na rubové straně díla, jedná se totiž o typickou barokní malbu velmi vysoké kvality. Okruh autorství byl zúžen na dílnu Jana Kryštofa Handkeho působící v Olomouci.

Obraz nebyl v dobrém stavu, podložka byla zvlněná, a to především následkem poškození dřevěného napínacího rámu. Dále byl znečištěn značným množstvím prachového depozitu. Malba je celoplošně poškozená velmi hustou sítí krakel. Toto poškození bylo velmi vážné, některé krakely se od malby oddělovaly a hrozila tak jejich ztráta. V obličejí světce došlo ke ztrátám svrchních barevných vrstev (a lakových vrstev) a byla obnažena bílá podmalba. Místy došlo i ke ztrátě podkladu včetně barevné vrstvy a lakových vrstev. Na obraze se nacházely ne příliš odborné, spíše „sanitární“ retuše provedené přímo na obnaženém plátně, v oblasti nad hlavou světce v pozadí, na ramenu světce a ve spodním cípu mozety. V průběhu restaurování byly objeveny další retuše, které se nacházely až pod vrstvami laku. Tyto subtilní, avšak barevně neodpovídající retuše se nacházely v obličejí svatého Karla Boromejského, především v oblasti spánku, a na jeho pravé ruce.

Bylo zjištěno, že se jedná pravděpodobně o olejomalbu s klasickou barokní výstavbou, na červeném podkladu. Výstavba díla od nejspodnější podložky směrem k lakovým vrstvám: plátěná podložka (zřejmě len, nebo směs len a konopí), červený podklad (červená hlínka), pravděpodobně podmalba mastnou temperou, olejomalba, nejstarší velmi tenká laková vrstva (složení nespecifikováno) ve fragmentárním stavu, mladší lakové vrstvy. V barevných vrstvách je významná přítomnost olovnaté běloby. Pojiva byla identifikována jako polymerní, organická. Dále byla zjištěna přítomnost olovnatých mýdel, která jsou degradačními produkty oleje (z pojiva) a pigmentů (zejm. olovnatých pigmentů). Ve VZ4 odebraném z dřevěného rámu (pravděpodobně ulpělý podklad) byla prokázána přítomnost červené hlínky, což nevylučuje, že se s největší pravděpodobností jedná o původní, originální, napínací rám obrazu.

2.6 Restaurátorský záměr

- Mikrobiologická analýza, případná dezinfekce (dle doporučení mikrobiologa)
- Fotodokumentace stavu před, v průběhu a po restaurování, restaurátorský průzkum
- Odběr vzorků pro analýzu barevné vrstvy a povrchových úprav
- Mechanické čištění prachového depozitu jemnými vlasovými štětci, současně dočasná konsolidace/zajištění (facing japonským papírem a vodným roztokem derivátu celulózy) barevné vrstvy
- Sejmutí díla z napínacího rámu
- Mechanické čištění dřevěného napínacího rámu (restaurátorské čisticí gumy, muzejní vysavač), případně šetrné dočištění vlhčeným vatovým smotkem
- Konsolidace, tmelení dřevěného napínacího rámu
- Facing
- Mechanické čištění rubové strany díla
- Zkoušky čištění povrchových nečistot na lícové straně díla
- Čištění povrchových nečistot na lícové straně díla
- Zkoušky ztenčování povrchových úprav/lakových vrstev
- Ztenčení povrchových úprav/lakových vrstev
- Dočištění barevné vrstvy, případné odstranění nevyhovujících tmelů nebo retuší
- Striplining (lněné plátno odpovídajícího charakteru, *Lascaux® Acrylkleber 498 HV*, aktivace acetonem, zažehlení teplem a tlakem)
- Aplikace mezilaku nátěrem
- Tmelení barevné vrstvy a podkladu, izolace tmelů
- Retuš barevné vrstvy (pryskyřičné barvy restaurátorské kvality zn. *Gamblin*)
- Závěrečný lak, aplikace nástřikem
- Napnutí na původní dřevěný napínací rám
- Součástí restaurátorských a konzervačních prací je vyhotovení restaurátorské zprávy

2.7 Postup restaurování

Před započítím restaurování bylo dílo zdokumentováno ve stavu před restaurováním a ihned poté byl proveden jednoduchý sanitární zásah. Na velmi kritická místa aplikován facing (facing: japonský papír tengujo *Kashmir* 8,6 g/m², 4% vodný gel z *Tylose MH 6000* a demineralizované vody), aby nedošlo ke ztrátám barevné vrstvy a podkladu [Obr. 37, *Aplikace sanitárního facingu před započítím restaurování*, str. 77]. Jednalo se o místa, kde se krakely oddělovaly od plátna. Bez aplikace facingu by nebylo možné s dílem bezpečně manipulovat. Bezprostředně před aplikací facingu byla provedena zkouška citlivosti díla na vodu, jak přitlakem, tak otěrem (pomocí vatového smotku vlhčeného demineralizovanou vodou). Zkouška citlivosti díla na vodu byla negativní.

Dezinfekce nebyla provedena na základě doporučení mikrobiologa [Protokol *Mikrobiologické zkoušky*, str. 107].

2.7.1 Mechanické čištění celého díla

Dílo bylo nejprve velmi šetrně mechanicky čištěno. Bylo potřeba tuto činnost provádět opravdu šetrně, vzhledem ke špatné kohezi barevné vrstvy a podkladu. Čištění bylo provedeno jemnými vlasovými štětci a muzejním vysavačem (opatřen jemnou hustou gázou). I v průběhu této fáze byl na nesoudržná místa aplikován lokální ochranný přelep (facing: japonský papír tengujo *Kashmir* 8,6 g/m², 4% vodný gel z *Tylose MH 6000* a demineralizované vody).

Mechanické čištění zahrnovalo také odstranění drobných fragmentů pravděpodobně křídové vrstvy se zlacením [Obr. 38, *Mechanické čištění reziduí skalpelem*, str. 78] (nacházejících se po obvodu obrazu), které mohly pocházet z ozdobného rámu. Žádný ozdobný rám ale nebyl součástí díla.

2.7.2 Sejmutí díla z napínacího rámu

Většinu zkorodovaných hřebíků nebylo z rámu možné vyjmout tak, aby nedošlo k poškození díla. Hřebíky, které šlo vyjmout, byly vyjmuty kleštěmi. Hřebíky, které kleštěmi pro jejich silný stupeň degradace a velmi špatný stav vyjmout nešlo, byly v rámu zatím ponechány a plátno (okraj bez barevné vrstvy a podkladu) bylo v těsné blízkosti hřebíku ořezáno skalpelem. Následně bylo plátno z napínacího dřevěného rámu sejmuto.

Při tomto procesu byly objeveny drobné fragmenty tiskovin [Obr. 54, *Fragmenty tiskovin*, str. 86].

2.7.3 Odstranění kovových komponentů z rámu

Kovové komponenty, hřebíky a dvě menší kovové armaturky u spojů rámu, bylo z důvodu vysokého stupně jejich degradace nutné z rámu vyjmout [Obr. 45, *Odstraňování zkorodovaných hřebíků z originálního dřevěného rámu*, str. 81]. Hřebíky byly velmi zkorodované, koroze a korozní produkty by mohly poškozovat hmotu dřeva, případně samotné dílo, pokud by bylo na rám v budoucnu navraceno. Kovové armatury, které v minulosti zajišťovaly lepené spoje rámu, byly odstraněny, protože svoji funkci neplnily dobře.

2.7.4 Čištění původního dřevěného napínacího rámu

Rám byl pečlivě očištěn pomocí restaurátorský hub *Wishab/Akapad* a *Cleanmaster* [Obr. 46, *Čištění dřevěného originálního rámu houbou Wishab/Akapad*, str. 82], vlasových štětců a muzejního vysavače [Obr. 44, *Mechanické čištění dřevěného originálního rámu muzejním vysavačem*, str. 81]. Čištění probíhalo tak, aby zůstaly zachovány drobné nánosy červeného podkladu bolusového typu, které na rámu ulpěly při přípravě plátna. Následně byl rám dočištěn vatovým smotkem vlhčeným v ethanolu. Zkoušky čištění a zkoušky citlivosti barevné vrstvy viz tabulky níže.

Legenda	
Neúčinné	-
Velmi málo účinné	+
Málo účinné	++
Vyhovující	+++

Tab. 1, Legenda Zkoušky čištění rámu

Zkoušky čištění rámu	
Demineralizovaná voda	+
Směs 1:1, demi. voda:ethanol	+
Ethanol	+++

Tab. 2, Zkoušky čištění rámu

Legenda	
Negativní	-
Slabě pozitivní	+
Pozitivní	++
Silně pozitivní	+++

Tab. 3, Legenda Citlivost barevné vrstvy, rám

Citlivost barevné vrstvy, rám		
Rozpíjivost	Ethanol	<i>White Spirit</i>
Černá	-	-
Bílá	-	-
Červená	-	-

Tab. 4, Citlivost barevné vrstvy, rám, Rozpíjivost

Citlivost barevné vrstvy, rám		
Otěr	Ethanol	<i>White Spirit</i>
Černá	+	-
Bílá	+	+
Červená	-	-

Tab. 5, Citlivost barevné vrstvy, rám, Otěr

2.7.5 Konsolidace a tmelení dřevěného rámu

Spoje rámu nebyly dostatečně silně slepeny, jeden spoj byl dokonce zcela rozlepen. Proto byl rám ve spojích konsolidován/lepen 20–30% roztokem kostního klihu v demineralizované vodě.

Otvory po hřebících, drobné ztráty dřevěné hmoty (mechanické poškození) a drobné výletové otvory po dřevokazném hmyzu byly zatmeleny kliho-pilinovým tmelem (jemné piliny z měkkého dřeva, 10% roztok kožního klihu v demineralizované vodě). Tmel byl následně zbroušen smirkovými papíry tak, aby jeho povrch odpovídal struktuře a povaze okolního dřeva.

2.7.6 Konzervace dřevěného rámu voskem, retuš

Dřevěný původní napínací rám byl v závěru jeho restaurování opatřen vrstvou vosku (směs karnaubského vosku a včelího vosku, poměr 1 : 1) ve *White Spiritu*. Potom byl vosk rozleštěn.

Vrstva vosku slouží také jako izolační separační vrstva pod retuš. V oblasti tmelů byla provedena jednoduchá retuš, kombinovaně napodobivého a lokálního charakteru. Retuš byla provedena pryskyřičnými (syntetická pryskyřice *Laropal A-81*) barvami zn. *Gamblin* v restaurátorské kvalitě.

2.7.7 Čištění prachového depozitu a jiných nečistot z obrazu

Povrch barevné vrstvy byl velmi šetrně čištěn vatovým smotkem vlhčeným v demineralizované vodě [*Obr. 52, Čištění povrchu obrazu vatovým smotkem a demineralizovanou vodou*, str. 85]. Tento krok byl prováděn velmi šetrně, protože barevná vrstva byla velmi křehká, degradovaná a nesoudržná, krakely byly místy stále uvolněné. V průběhu tohoto čištění byl také současně aplikován další facing (japonský papír *tengujo Kashmir* 8,6 g/m², 4% vodný gel z *Tylose MH 6000* a demineralizované vody), aby nedošlo ke ztrátě barevné vrstvy. Ve většině případů se podařilo facing aplikovat až na očištěnou plochu.

2.7.8 Facing

Následně byl aplikován facing tak, že byl asi na 95 % plochy obrazu (facing: japonský papír *tengujo Kashmir* 8,6 g/m², 4% vodný gel z *Tylose MH 6000* a demineralizované vody), aby bylo možné s obrazem bezpečně manipulovat (zejm. kvůli čištění rubové strany a aplikace konsolidantu). [*Obr. 53, Facing obrazu, líc*, str.85]

2.7.9 Čištění rubové strany díla

Rubová strana díla byla nejprve pečlivě očištěna restaurátorskými houbami *Wishab/Akapad* a *Cleanmaster* [*Obr. 56, Čištění rubu obrazu houbou Cleanmaster*, str. 87], muzejním vysavačem [*Obr. 55, Čištění rubu obrazu muzejním vysavačem*, str. 86] a vlasovými štětci. Následně byla dočištěna jemnými polyuretanovými houbami *PU Sponges–latex free*.

2.7.10 Zkoušky ztenčování lakových vrstev

Před aplikací *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* byly na vhodném místě provedeny zkoušky ztenčování lakové vrstvy, viz tabulky níže. Zkoušky byly prováděny vatovým smotkem vlhčeným níže uvedeným rozpouštědlem. [Obr. 58–59, str.88]

Legenda	
Neúčinné	-
Velmi málo účinné	+
Málo účinné	++
Vyhovující	+++

Tab. 6, Legenda Zkoušky ztenčování laku

Zkoušky ztenčování laku	
Isooktan	+
Isopropylalkohol	+
Aceton	+++

Tab. 7, Zkoušky ztenčování laku

Nejúčinnější pro ztenčování laku byl aceton, který byl ale pro barevnou vrstvu příliš agresivní. Velmi dobré účinky dále vykazoval isopropylalkohol

2.7.11 Konsolidace barevné vrstvy a podkladu

Před konsolidací barevné vrstvy *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* byla provedena zkouška citlivosti na *White Spirit* a toluen. Zkouška citlivosti byla v obou případech negativní, tudíž bylo možné aplikovat *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* jako konsolidant.

Konsolidant *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* byl aplikován nátěrem z rubové strany díla. Aby byla penetrace konsolidantu co nejlepší, aplikace byla provedena dvěma nátěry o vzestupné koncentraci. V prvním nátěru [Obr. 60, *První aplikace Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375*, str. 89] byl aplikován roztok o nižší koncentraci (*Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375*²⁷ : *White Spirit*, obj. 1 : 6). Po zaschnutí/odtěkání

²⁷ 40% směs připravená dle návodu výrobce

rozpouštědla byl aplikován nátěr roztoku s vyšší koncentrací *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* (*Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375*²⁸ : *White Spirit*, obj. poměr 1 : 4).

2.7.12 Odstranění facingu

Facing byl odstraňován pouze mechanicky. V rizikových částech byl facing ponechán, protože v této fázi by jej nebylo možné sejmout bez ztráty barevné vrstvy.

2.7.13 Žehlení

V průběhu žehlení bylo rozhodnuto o ztenčení (zřejmě) tmelu nacházejícího se z rubové strany díla v horní třetině díla. Tmel byl ztenčen mechanicky, špachtlí. Dále bylo také rozhodnuto o odstranění nopů (kazů ve struktuře plátna). Jednalo se o zejména o větší nop v oblasti tváři Ježíše Krista na kříži. Na všechna tato místa byl aplikován konsolidant stejným postupem (viz výše, **6. 12 Konsolidace barevné vrstvy a podkladu** na str. 43).

Obraz byl žehlen z rubové strany vyhřívanou špachtlí (T=80–120 °C) přes silikonový papír. Tato místa byla následně bezprostředně žehlena do pokojové teploty kovovou zátěží (těžký kovový blok s hladkým povrchem). Tímto postupem byl obraz finálně zpevněn a také vyrovnán. Díky takto šetrnému postupu byla barevná vrstva (vč. podkladu) konsolidována se zachováním typické struktury, zejména zachování struktury tahů štětce v pastách.

2.7.14 Odstranění zbývajících facingu z rizikových oblastí

Po žehlení bylo možné odstranit zbylý facing. Rezidua japonského papíru byla postupně odstraňována mechanicky pomocí špachtle. Souběžně s tím byly přižehlovány oddělující se krakely k plátnu. Ulpělá vlákna japonského papíru byla odstraněna mírně navlhčenou gázou (demineralizovaná voda, gáza).

2.7.15 Ztenčení lakových vrstev

Nejprve byly provedeny zkoušky, viz tabulky v kapitole **2.7.10 Zkoušky ztenčování lakových vrstev** na str. 54. Po odstranění facingu byla provedena ještě doplňující zkouška ztenčování lakových vrstev, viz tabulka níže. Zkouška byla

²⁸ 40% směs připravená dle návodu výrobce

provedena aplikací připraveného gelu (příprava gelu viz recept níže) na povrch, následovala expozice 30 s a následné dočištění izopropylalkoholem.

Příprava agarového hydrogelu s isopropylalkoholem, recept: 60 ml demineralizované vody, 2,5 g agaru, zahřát a nechat asi třikrát provařit, míchat. Odstavit ze zdroje tepla a za stálého míchání přidat 35 ml isopropylalkoholu. Směs vylít na vhodnou podložku, nechat ztuhnout.

Legenda	
Neúčinné	-
Velmi málo účinné	+
Málo účinné	++
Vyhovující	+++

Tab. 8, Legenda Zkoušky ztenčování laku 2

Zkoušky ztenčování laku 2	
Isopropylalkohol v agarovém gelu	+++

Tab. 9, Zkoušky ztenčování laku 2

Legenda	
Negativní	-
Slabě pozitivní	+
Pozitivní	++
Silně pozitivní	+++

Tab. 10, Legenda Citlivost barevné vrstvy

Citlivost barevné vrstvy				
Rozpíjivost	Demin. voda	Isopropylalkohol	Toluen	White Spirit
Pozadí	-	-	-	-
Inkarnát	-	-	-	-
Bílá	-	-	-	-
Černá	-	-	-	-
Červená	-	-	-	-

Tab. 11, Citlivost barevné vrstvy, Rozpíjivost

Citlivost barevné vrstvy				
Otěr	Demin. voda	Isopropylalkohol	Toluen	White Spirit
Pozadí	-	-	-	-
Inkarnát	-	-	-	-
Bílá	-	-	-	-
Černá	-	-	-	-
Červená	+	+	+	+

Tab. 12, Citlivost barevné vrstvy, Otěr

Velmi účinným pro ztenčení lakových vrstev byl aceton, který byl ale pro barevnou vrstvu příliš agresivní. Dobré účinky vykazoval isopropylalkohol. Tyto výsledky jsou zvedeny výše v kapitole **2.7.10 Zkoušky ztenčování lakových vrstev** (od str. 54). Pokud by byl lak ztenčován vatovým smotkem vlhčeným izopropylalkoholem, mohlo by docházet k přílišnému mechanickému namáhání barevné vrstvy a také k nadměrné penetraci rozpouštědla s rezidui odstraňované látky do struktury díla. Proto bylo ztenčování laku prováděno agarovým hydrogelem s příměsí izopropylalkoholu. Díky aplikaci isopropylalkoholu v gelu bylo možné proces více kontrolovat, aplikace byla lokální s řízenou expozicí (expozice dle lokality, 30–120 s). Tento gel lakové vrstvy nabobtnával a částečně vstřebával. Nabobtnaný gel byl šetrně odstraňován vatovým smotkem vlhčeným v isopropylalkoholu. Na některých místech byl proces prováděn opakovaně, dokud nebyla laková vrstva ztenčena do požadovaného výsledku. [*Obr. 66, Ztenčování lakových vrstev pomocí agarového hydrogelu s izopropylalkoholem*, str. 93]

Na některých místech malby ulpěla rezidua, která rušila vzhled díla. Jednalo se zejména o místa v bílých a pleťových barvách, a dále v červené. Proto byly provedeny další zkoušky pro ztenčení těchto rušivých reziduí laku, viz tabulky níže.

Legenda	
Neúčinné	-
Velmi málo účinné	+
Málo účinné	++
Vyhovující	+++

Tab. 13, Legenda Zkoušky ztenčování laku 3, Citlivost barevné vrstvy 2

Zkoušky ztenčování laku 3	
Směs 1:1, isopropylalkohol:WS	++
Směs 1:1, ethanol:WS	-
Aceton	++

Tab. 14, Zkoušky ztenčování laku 3

Citlivost barevné vrstvy 2		
Rozpíjivost	Směs 1:1, isopropylalkohol:WS	Aceton
Inkarnát	-	-
Bílá	-	-
Červená	-	-

Tab. 15, Citlivost barevné vrstvy 2, Rozpíjivost

Citlivost barevné vrstvy 2		
Otěr	Směs 1:1, isopropylalkohol:WS	Aceton
Inkarnát	-	-
Bílá	-	-
Červená	+	+

Tab. 16, Citlivost barevné vrstvy 2, Otěr

2.7.16 Odstraňování rušivých retuší

Retuše [Obr. 73–76, str. 97–89], které barevně neodpovídaly originálu a rušily tak celkový dojem obrazu, byly odstraňovány směsí dimethylformamidu a toluenu (obj. poměr 1 : 1), protože žádná šetrnější rozpouštědla nebyla účinná, viz tabulka s výsledky provedených zkoušek níže. Směs byla aplikována vatovým smotkem pouze na retuš, retuš byla v co největší možné míře odstraněna a místo bylo následně zamyto toluenem, aby zde neulpěla rezidua DMF²⁹. Retuše se nepodařilo dokonale odstranit, bylo zde riziko poškození originální malby. Retuše, které se nepodařilo odstranit [Obr. 77–80, str. 99–100], byly ponechány a následně překryty novou odpovídající retuší, viz **2.7.21 Retuš** na str. 51.

²⁹ Dimethylfomamid

Legenda	
Neúčinné	-
Velmi málo účinné	+
Málo účinné	++
Vyhovující	+++

Tab. 17, Legenda Zkoušky odstraňování retuší

Zkoušky odstraňování retuší	
Isooktan	-
Isopropylalkohol	-
Toluen	-
White Spirit	-
Aceton	-
Terpentýn	-
Směs 1:1, terpentýn:ethanol	-
Směs 1:1, DMF:toluen	++

Tab. 18, Zkoušky odstraňování retuší

2.7.17 Striplining

Stripy byly připraveny z nového lněného plátna odpovídajícího charakteru, byly penetrovány slabým vodným roztokem *Lascaux® Acrykleberu 498 HV* (obj. poměr 1 : 6; *Acrykleber 498 HV* : demineralizovaná voda). Strana stripu uvnitř díla byla předem rozvlákněna tak, aby později nedošlo k prolisování hrany stripu v ploše díla. Styčná (lepivá) plocha stripu byla připravena aplikací tří slabých nátěrů adhezivem *Lascaux® Acrykleberu 498 HV*.

Stripy byly lepeny na pláno aktivací adheziva acetonem, byly přitisknuty k dílu a následně zažehleny restaurátorskou žehličkou (T=70 °C) přes silikonový papír.

[Obr. 81, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, líc, str. 101] a [Obr. 83, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, rub, str. 102]

2.7.18 Scelení plátna

Ke scelení plátna bylo využito metody bridging. Byly použity nitě z nového lněného plátna odpovídajícího charakteru. Na nitě byly nanесeny tři aplikace adheziva

Lascaux® Acrylkleberu 498 HV. Nit byla připravena v požadované délce, adhezivum bylo aktivováno acetonem, následně byla nit umístěna na dílo a poté zažehlena vyhřívanou restaurátorskou špachtlí (T=70 °C) přes silikonový papír.

Takto byly opraveny drobné ztráty, které se v plátnu nacházely, a také lakuny/prázdná místa, které vznikly po odstranění nopů plátna (odstraněny, protože poškozovaly barevnou vrstvu a podklad).

[*Obr. 83–84*, str. 102]

2.7.19 Mezilak a tmelení obrazu

Před tmelením byl aplikován mezilak, byl aplikován celoplošně, nátěrem damarového lesklého laku s UV stabilizátorem *Dammarfirnis glänzed, mit UV-Schütz* zn. *Kremer* (obj. poměr 1 : 1, lak : terpentýn).

Potom bylo přistoupeno ke tmelení. Ztráty barevné vrstvy a podkladu byly tmeleny želatino-křídovým tmelem (6% vodný roztok želatiny, plavená křída, pigmenty *Kremer*). Povrch tmelů byl upraven tak, aby odpovídal struktuře povrchu malby.

2.7.20 Izolace tmelů, aplikace mezilaku

Povrch tmelů byl izolován nátěrem damarového lesklého laku s UV stabilizátorem *Dammarfirnis glänzed, mit UV-Schütz* zn. *Kremer* (obj. poměr 1 : 1, lak : terpentýn). Po zaschnutí byla nátěrem aplikována druhá vrstva mezilaku, použit byl damarový lesklý lak s UV stabilizátorem *Dammarfirnis glänzed, mit UV-Schütz* zn. *Kremer* (obj. poměr 1 : 1, lak : terpentýn). Po tomto kroku viz [*Obr. 82–83*, str. 101–102].

2.7.21 Retuš

Z důvodu prodlení dodání napínacího rámu byla napodobivá retuš zahájena již před vypnutím díla na ozdobný rám, v rámci časové úspory. Napodobivá retuš byla provedena pryskyřičnými (syntetická pryskyřice *Laropal A-81*) barvami zn. *Gamblin* v restaurátorské kvalitě.

2.7.22 Napnutí díla na nový vypínací klínovací rám

I přesto, že se dochoval původní rám v poměrně dobrém stavu, bylo rozhodnuto obraz vypnout na nově zhotovený vypínací klínovací dřevěný rám. Důvodem bylo to, že původní rám nemá možnost klínování a také není vhodně zkosen tak, aby nedocházelo k prolisování vnitřní hrany dřevěné lišty do obrazu.

Nový klínovací vypínací rám byl povrchově ošetřen směsí vosku (karnaubský vosk : včelí vosk, obj. poměr 1 : 1) ve *White Spiritu*. Následně byla tato vrstva rozleštěna.

Pro upevnění bylo použito sekaných hřebíků s antikorozií úpravou. Pro přichycení přesahů plátka k rámu byly použity kovové svorky opatřené konzervační vrstvou 2% roztoku Paraloidu B72 v toluenu. Roztok byl aplikován dvakrát. Mezi svorku a plátno byl umístěn malý obdélníček archivní lepenky s alkalickou rezervou *AlphaCell Antique* (0,5 mm), aby odstraňování svorek bylo v budoucnu snazší a eliminovalo se tak riziko poškození díla nebo dřevěného klínovacího rámu.

2.7.23 Tmelení vosko-pryskyřičným tmelem

Po napnutí obrazu na rám byly zatmeleny zbývající ztráty barevné vrstvy a podkladu. Jednalo se o tmelení lokalit po obvodu obrazu, kde byl z důvodu většího mechanického namáhání použit vosko-pryskyřičný tmel (složení: damarová pryskyřice, včelí vosk, minerální pigmenty restaurátorské kvality). Dále byl vosko-pryskyřičný tmel použit k zatmelení ztrát pouze vrchních vrstev malby (ztráty na bílou podmalbu), tyto ztráty se nacházely v obličejí svatého Karla Boromejského. Tmelené oblasti viz [Obr. 85–87, str. 103–104].

Povrch tmelů byl upraven tak, aby odpovídal struktuře povrchu malby. Následně byly tyto tmely izolovány lakem, nátěrem damarového lesklého laku s UV stabilizátorem *Dammarfirnis glänzed, mit UV-Schutz* zn. *Kremer* (obj. poměr 1 : 1, lak : terpentýn).

2.7.24 Závěrečná retuš

Protože se v této fázi na obrazu nacházely nové tmely, byla zahájena další fáze retušování. Byly retušovány především doplněné vosko-pryskyřičné tmely (oblast obličejí světce a okraj obrazu). Nápodobivá retuš byla opět provedena pryskyřičnými (syntetická pryskyřice *Laropal A-81*) barvami zn. *Gamblin* v restaurátorské kvalitě.

2.7.25 Nástřik ochranného laku

Závěrečný ochranný damarový lesklý lak s UV stabilizátorem, *Dammarfirnis glänzed, mit UV-Schutz* zn. Kremer (obj. poměr 1 : 1, lak : terpentýn) byl aplikován airbrushovým nástřikem. Aplikace byla provedena dvěma nástřiky (horizontálně, vertikálně).

2.8 Seznam použitých materiálů a chemikálií

Použité materiály

- Demineralizovaná voda (voda zbavená všech iontově rozpustných látek a křemíku)
- Aceton
- Toluén
- *Shellsol A* (směs, aromatické uhlovodíky C9)
- Paraloid B72
- *Laropal A-81* (aldehydová pryskyřice)
- Isopropylalkohol
- Isooktan
- Terpentýn
- Ethanol
- DMF, dimethylformamid
- Lékařský benzín
- *White Spirit* lakový benzín
- *Spolapon AOS 146* (anionaktivní tenzid, Alfa-olefin (C14–16) sulfonát sodný)
- *Tylose MH 6000* (methylhydroxyethylcelulosa)
- Pigmenty zn. Kremer (restaurátorská kvalita)
- Damarová pryskyřice
- Plavená křída (plnivo, přírodní uhličitán vápenatý)
- Želatina (přírodní kolagenní látka)
- Agar (přírodní polysacharid, lineární polymer galaktózy)
- Kožní klíč (přírodní, částečně hydrolyzovaný kolagen)
- Včelí vosk
- Karnaubský vosk
- Jemné piliny z měkkého dřeva

- Japonský papír (tengujo *Kashmir* 8,6 g/m²)
- *Alphacell Antique* (lepenka archivní kvality s alkalickou rezervou, 0,5 mm)
- Lněné plátno (100 % len)
- *Melinex 401* (polyesterová fólie, 100 µm)
- *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* (směs ethylenvinylacetátového kopolymeru, cyklohexanonové pryskyřice, ftalátesteru hydroabiethyl alkoholu a parafinu)
- *Lascaux® Acrykleber 498 HV* (syntetické lepidlo zahuštěné akrylovým kopolymerem, pH 8–9, biocidně stabilizováno)
- *Regalrez® Firnis für Gemälde* zn. Kremer (*Regalrez® 1094* s UV ochranou)
- Damarový lesklý lak s UV stabilizátorem *Dammarfirnis glänzed, mit UV-Schütz* zn. *Kremer*

Pomocné materiály

- Sterilní odběrový vatový tampon (mikrobiologické stěry)
- *Wallmaster* (100% latexová guma)
- *Wishab/Akapad* (polyuretanová houba)
- *Hollytex* (netkaná textilie, 100% polyester bez obsahu kyselin)
- Filtrační papír (pH neutrální, bělená buničina)
- Bílá dřevitá lepenka s vysokým obsahem ligninu (lisování)
- Silikonový papír

2.9 Doporučené podmínky uložení³⁰

Pro zachování zrestaurovaného díla v dobrém stavu je nutné zajistit takové podmínky, které zamezí předčasné degradaci díla a zabrání jeho případnému poškození.

„Obecně platí, že uložení při nižších teplotách, nižší relativní vlhkosti a nižší intenzitě osvětlení je pro dílo vhodnější. Zvýšená teplota obecně urychluje průběh chemických reakcí, které mohou poškozovat dílo. Teplota také ovlivňuje relativní vlhkost vzduchu. Změny teploty způsobují také změny relativní vlhkosti. Relativní vlhkost a její změny ovlivňují rychlost chemických, biologických a fyzikálních degradačních mechanismů. Oba tyto parametry posuzujte jako celek a nepřekračujte jejich doporučené hodnoty. Ideální doporučené podmínky pro uchování tohoto díla jsou 15–22 °C a relativní vlhkost 50 %. Nepřekračujte teplotu 25 °C a RV 65 %, riziko viditelného růstu plísní se zvyšuje už při teplotě 20 °C a rychlost korozních dějů se značně zvyšuje při RV 60 %. Není vhodné, aby teplota klesla pod 5 °C. Při RV nižší jak 30 % by došlo k rozměrovým změnám, což by způsobilo poškození.“³¹

„Součástí díla je barevná vrstva. Barevná vrstva vlivem světelného záření degraduje. Proto je nutné objekt umístit mimo přímé denní světlo, jiné zdroje UV záření a dále také mimo zdroje sálavého tepla. Druh osvětlení je vhodné vybrat také dle úspory energie, jsou vhodné typy osvětlení na principu emitujících diod (LED)³².“³³

Stálé podmínky jsou pro dílo nejvhodnější. Pokud není možné dodržení doporučených hodnot konstantně, je pro dílo vhodnější zajištění konstantních podmínek, které nedosahují ideálních hodnot. Pokud jsou změny relativní vlhkosti a teploty nevyhnutelné, měly by být pozvolné a měly by probíhat v delších časových intervalech. Je doporučeno zabránit jejich náhlému kolísání, a nesmí docházet ani k náhlým výkyvům hodnot, které by přesáhly 3 % v průběhu jednoho dne. Je nutné zabránit přímému kontaktu s vodou.

³⁰ Kolektiv autorů Technického muzea v Brně, Národního památkového ústavu, Moravské galerie v Brně a oponenti. *Metodika uchování předmětů kulturní povahy*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2018. ISBN978-80-87896-40-2

POLÍVKOVÁ, Gabriela. *Restaurování souboru uměleckých děl na papíru*. Litomyšl: ARUDP, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, bakalářská práce, 2021.

³¹ POLÍVKOVÁ, Gabriela. *Restaurování souboru uměleckých děl na papíru*. Litomyšl: ARUDP, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, bakalářská práce, 2021, str.158

³² Light Emitting Diode, elektroluminiscenční dioda

³³ POLÍVKOVÁ, Gabriela. *Restaurování souboru uměleckých děl na papíru*. Litomyšl: ARUDP, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, bakalářská práce, 2021, str.159

„Podle normy ISO 11799 se doporučuje dílo skladovat při relativní vlhkosti 30–45 % max. s akceptovatelnou denní změnou ± 3 % a při teplotě 18–20 °C ± 2 .“³⁴

Zapůjčení objektu doporučuji pouze při zajištění vhodných podmínek uložení a bezpečné manipulaci.

³⁴ ĎUROVIČ, Michal a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*. Praha: Paseka, 2002, str. 517. ISBN 80-7185-383-6

2.10 Seznam obrázků k průzkumům v restaurátorské dokumentaci

Obr. 1, Ambrogio Figino. <i>Karel Boromejský</i> [olejomalba na plátěné podložce]. Pinacoteca Ambrosiana. Miláno, Itálie.	21
Obr. 2, Ambrogio Figino. <i>Ritratto di san Carlo Borromeo</i> [olejomalba na plátně]. Pinacoteca Ambrosiana. Miláno, Itálie.	22
Obr. 3, <i>Posmrtná maska Karla Boromejského</i> [posmrtná maska]. Kapucínský klášter. Miláno, Itálie.....	23
Obr. 4, Jan Kryštof Handke. <i>Sv. Augustin</i> [olejomalba na plátěné podložce]. Arcidiecézní muzeum. Olomouc.	25
Obr. 5, Datace na rubové straně obrazu <i>Svatý Karel Boromejský</i>	26
Obr. 6, Průzkum v razantním bočním nasvícení, celek, líc	31
Obr. 7, Průzkum v razantním bočním nasvícení, detail v pravém okraji obrazu	31
Obr. 8, Průzkum v razantním bočním nasvícení, detail hlavy světce	32
Obr. 9, Průzkum v razantním bočním nasvícení, detail ruky světce.....	32
Obr. 10, Průzkum v UV záření, celek, líc	34
Obr. 11, Průzkum v UV záření, detail hlavy světce	34
Obr. 12, Průzkum v UV záření, detail ruky světce	35
Obr. 13, Průzkum v průsvitu, celek, líc.....	36
Obr. 14, USB mikroskopie, VIS, levý okraj obrazu, ztráta barevné vrstvy a podkladu až na plátno.....	38
Obr. 15, USB mikroskopie, UV, levý okraj obrazu, ztráta barevné vrstvy a podkladu až na plátno.....	38
Obr. 16, USB mikroskopie, VIS, oblast na rameni světce, retuš na obnaženém plátně	39
Obr. 17, USB mikroskopie, UV, oblast na rameni světce, retuš na obnaženém plátně	39
Obr. 18, USB mikroskopie, VIS, obličej světce, ztráty barevné vrstvy a podkladu, oddělující se krakela	40
Obr. 19, USB mikroskopie, UV, obličej světce, ztráty barevné vrstvy a podkladu, oddělující se krakela	40
Obr. 20, Průzkum v RTG záření, RTG, celek	42
Obr. 21, Průzkum v RTG záření, VIS, celek	42
Obr. 22, Průzkum v RTG záření, RTG, detail hlavy světce	43
Obr. 23, Průzkum v RTG záření, VIS, detail hlavy světce	43
Obr. 24, Průzkum v RTG záření, RTG, detail ruky světce	44

Obr. 25, Průzkum v RTG záření, VIS, detail ruky světce	44
Obr. 26, Průzkum v RTG záření, RTG, detail s krucifixem	45
Obr. 27, Průzkum v RTG záření, VIS, detail s krucifixem	45

2.11 Seznam tabulek v restaurátorské dokumentaci

Tab. 1, Legenda Zkoušky čištění rámu	51
Tab. 2, Zkoušky čištění rámu	51
Tab. 3, Legenda Citlivost barevné vrstvy, rám.....	52
Tab. 4, Citlivost barevné vrstvy, rám, Rozpíjivost	52
Tab. 5, Citlivost barevné vrstvy, rám, Otěr	52
Tab. 6, Legenda Zkoušky ztenčování laku	54
Tab. 7, Zkoušky ztenčování laku.....	54
Tab. 8, Legenda Zkoušky ztenčování laku 2	56
Tab. 9, Zkoušky ztenčování laku 2.....	56
Tab. 10, Legenda Citlivost barevné vrstvy	56
Tab. 11, Citlivost barevné vrstvy, Rozpíjivost	56
Tab. 12, Citlivost barevné vrstvy, Otěr	57
Tab. 13, Legenda Zkoušky ztenčování laku 3, Citlivost barevné vrstvy 2	57
Tab. 14, Zkoušky ztenčování laku 3.....	58
Tab. 15, Citlivost barevné vrstvy 2, Rozpíjivost	58
Tab. 16, Citlivost barevné vrstvy 2, Otěr	58
Tab. 17, Legenda Zkoušky odstraňování retuší	59
Tab. 18, Zkoušky odstraňování retuší	59

2.12 Obrazová příloha restaurátorské dokumentace

Seznam obrazových příloh:

Obr. 27, Průzkum v RTG záření, VIS, detail s krucifixem	45
Obr. 28, Stav před restaurováním, líc	73
Obr. 29, Stav před restaurováním, detail hlavy světce	73
Obr. 30, Stav před restaurováním, detail ruky s krucifixem	74
Obr. 31, Stav před restaurováním, detail lebky	74
Obr. 32, Stav před restaurováním, detail ve spodního okraje obrazu uprostřed	75
Obr. 33, Stav před restaurováním, rub	75
Obr. 34, Stav před restaurováním, detail zkorodovaných hřebíků	76
Obr. 35, Stav před restaurováním, detail dřevěného rámu s popiskem vlevo	76
Obr. 36, Stav před restaurováním, detail dřevěného rámu s popisky vpravo	77
Obr. 37, Aplikace sanitárního facingu před započítím restaurování	77
Obr. 38, Mechanické čištění reziduí skalpelem	78
Obr. 39, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, rub	78
Obr. 40, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, líc	79
Obr. 41, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, detail ulpělých reziduí podkladu	79
Obr. 42, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, detail kovové armaturky vlevo	80
Obr. 43, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, detail kovové armaturky vpravo	80
Obr. 44, Mechanické čištění dřevěného originálního rámu muzejním vysavačem	81
Obr. 45, Odstraňování zkorodovaných hřebíků z originálního dřevěného rámu	81
Obr. 46, Čištění dřevěného originálního rámu houbou <i>Wishab/Akapad</i>	82
Obr. 47, Zkouška čištění rámu, zleva: demineralizovaná voda, ethanol; dále vpravo shora: demineralizovaná voda, 50% vodný roztok ethanolu, ethanol	82
Obr. 48, Čištění rámu vatovým smotkem s ethanolem	83
Obr. 49, Originální dřevěný napínací rám po restaurování, rub	83
Obr. 50, Originální dřevěný napínací rám po konzervaci, líc	84
Obr. 51, Obraz s částečným facingem po sejmutí z napínacího rámu, líc	84
Obr. 52, Čištění povrchu obrazu vatovým smotkem a demineralizovanou vodou	85
Obr. 53, Facing obrazu, líc	85

Obr. 54, Fragmenty tiskovin	86
Obr. 55, Čištění rubu obrazu muzejním vysavačem	86
Obr. 56, Čištění rubu obrazu houbou <i>Cleanmaster</i>	87
Obr. 57, Rub obrazu po mechanickém čištění	87
Obr. 58, Zkoušky ztenčování lakových vrstev, nahoře zleva: aceton, isooktan, isooktan; dole zleva: isopropylalkohol, směs terpentýnu a ethanolu, VIS	88
Obr. 59, Zkoušky ztenčování lakových vrstev, nahoře zleva: aceton, isooktan, isooktan; dole zleva: isopropylalkohol, směs terpentýnu a ethanolu, UV	88
Obr. 60, První aplikace <i>Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375</i>	89
Obr. 61, Obraz po konsolidaci <i>Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375</i> a odstranění facingu, líc, VIS	90
Obr. 62, Obraz po konsolidaci <i>Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375</i> a odstranění facingu, líc, UV	90
Obr. 63, Obraz po konsolidaci <i>Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375</i> a odstranění facingu, detail hlavy světce	91
Obr. 64, Obraz po konsolidaci <i>Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375</i> a odstranění facingu, detail retuší na plátně, VIS	92
Obr. 65, Obraz po konsolidaci <i>Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375</i> a odstranění facingu, detail retuší na plátně, UV	92
Obr. 66, Ztenčování lakových vrstev pomocí agarového hydrogelu s isopropylalkoholem	93
Obr. 67, Průběh ztenčování lakových vrstev, líc, VIS	94
Obr. 68, Průběh ztenčování lakových vrstev, líc, UV	94
Obr. 69, Průběh ztenčování lakových vrstev, detail ruky s krucifixem, VIS	95
Obr. 70, Průběh ztenčování lakových vrstev, detail ruky s krucifixem, UV	95
Obr. 71, Obraz po ztenčení lakových vrstev, líc	96
Obr. 72, Obraz po ztenčení lakových vrstev, detail světcovy hlavy	96
Obr. 73, Rušivé retuše v oblasti spánků světce, VIS	97
Obr. 74, Rušivé retuše v oblasti spánků světce, UV	97
Obr. 75, Rušivé retuše na ruce s krucifixem, VIS	98
Obr. 76, Rušivé retuše na ruce s krucifixem, UV	98
Obr. 77, Finální fáze odstranění retuší, oblast spánku světce, VIS	99
Obr. 78, Finální fáze odstranění retuší, oblast spánku světce, VIS	99

Obr. 79, Finální fáze odstranění retuší, ruka s krucifixem, VIS	100
Obr. 80, Finální fáze odstranění retuší, ruka s krucifixem, UV	100
Obr. 81, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, líc	101
Obr. 82, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, detail hlavy	101
Obr. 83, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, rub.....	102
Obr. 84, Detail bridgingu a ztenčený tmel, rub	102
Obr. 85, Obraz po napnutí na rám s vosko-pryskyřičnými tmely, líc	103
Obr. 86, Obraz po napnutí na rám s vosko-pryskyřičnými tmely, detail hlavy	103
Obr. 87, Obraz po napnutí na rám, rub.....	104
Obr. 88, Obraz po restaurování, líc	104
Obr. 89, Obraz po restaurování, detail hlavy světce	105
Obr. 90, Obraz po restaurování, detail ruky s krucifixem	105



Obr. 28, Stav před restaurováním, líc



Obr. 29, Stav před restaurováním, detail hlavy světce



Obr. 30, Stav před restaurováním, detail ruky s krucifixem



Obr. 31, Stav před restaurováním, detail lebky



Obr. 32, Stav před restaurováním, detail ve spodního okraje obrazu uprostřed



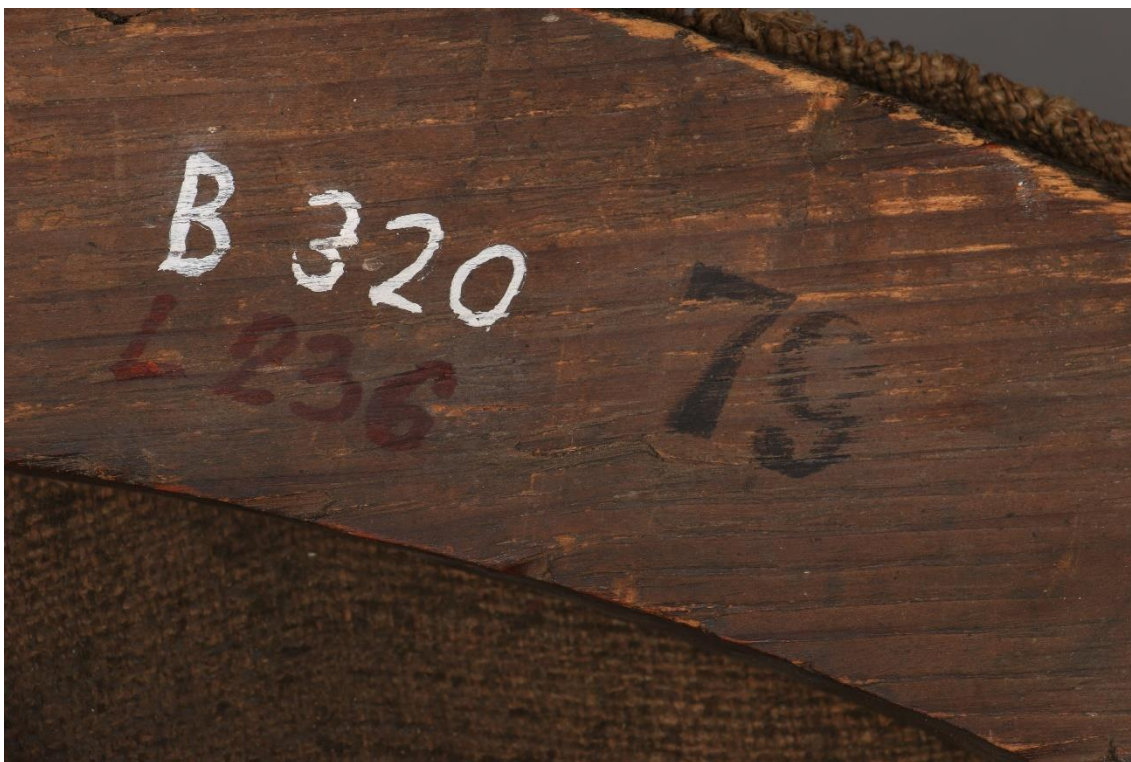
Obr. 33, Stav před restaurováním, rub



Obr. 34, Stav před restaurováním, detail zkorodovaných hřebíků



Obr. 35, Stav před restaurováním, detail dřevěného rámu s popiskem vlevo



Obr. 36, Stav před restaurováním, detail dřevěného rámu s popisky vpravo



Obr. 37, Aplikace sanitárního facingu před započítím restaurování



Obr. 38, Mechanické čistění reziduí skalpelem



Obr. 39, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, rub



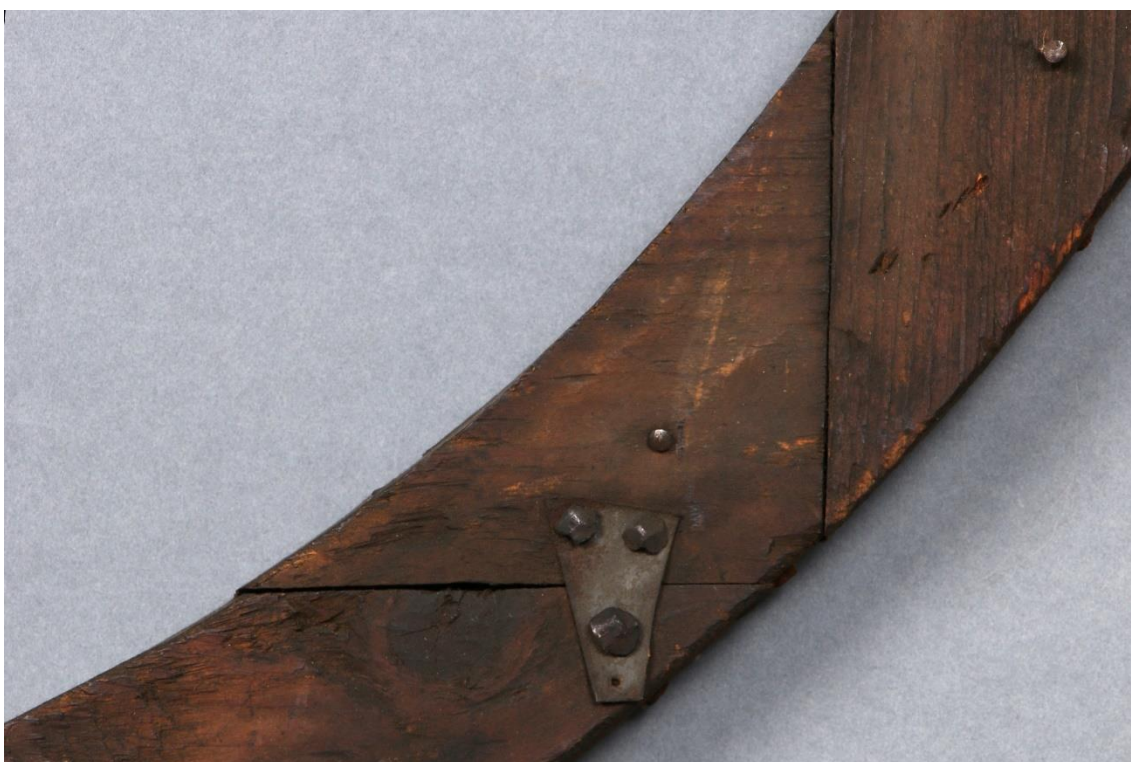
Obr. 40, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, líc



Obr. 41, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, detail ulpělých reziduí podkladu



Obr. 42, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, detail kovové armaturky vlevo



Obr. 43, Stav před restaurováním, dřevěný originální napínací rám, detail kovové armaturky vpravo



Obr. 44, Mechanické čištění dřevěného originálního rámu muzejním vysavačem



Obr. 45, Odstraňování zkorodovaných hřebíků z originálního dřevěného rámu



Obr. 46, Čištění dřevěného originálního rámu houbou *Wishab/Akapad*



Obr. 47, Zkouška čištění rámu, zleva: demineralizovaná voda, ethanol; dále vpravo shora: demineralizovaná voda, 50% vodný roztok ethanolu, ethanol



Obr. 48, Čištění rámu vatovým smotkem s ethanolem



Obr. 49, Originální dřevěný napínací rám po restaurování, rub



Obr. 50, Originální dřevěný napínací rám po konzervaci, líc



Obr. 51, Obraz s částečným facingem po sejmutí z napínacího rámu, líc



Obr. 52, Čištění povrchu obrazu vatovým smotkem a demineralizovanou vodou



Obr. 53, Facing obrazu, líc



Obr. 54, Fragmenty tiskovin



Obr. 55, Čištění rubu obrazu muzejním vysavačem



Obr. 56, Čištění rubu obrazu houbou *Cleanmaster*



Obr. 57, Rub obrazu po mechanickém čištění



Obr. 58, Zkoušky ztenčování lakových vrstev, nahoře zleva: aceton, isooktan, isooktan;
dole zleva: isopropylalkohol, směs terpentýnu a ethanolu, VIS



Obr. 59, Zkoušky ztenčování lakových vrstev, nahoře zleva: aceton, isooktan, isooktan;
dole zleva: isopropylalkohol, směs terpentýnu a ethanolu, UV



Obr. 60, První aplikace *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375*



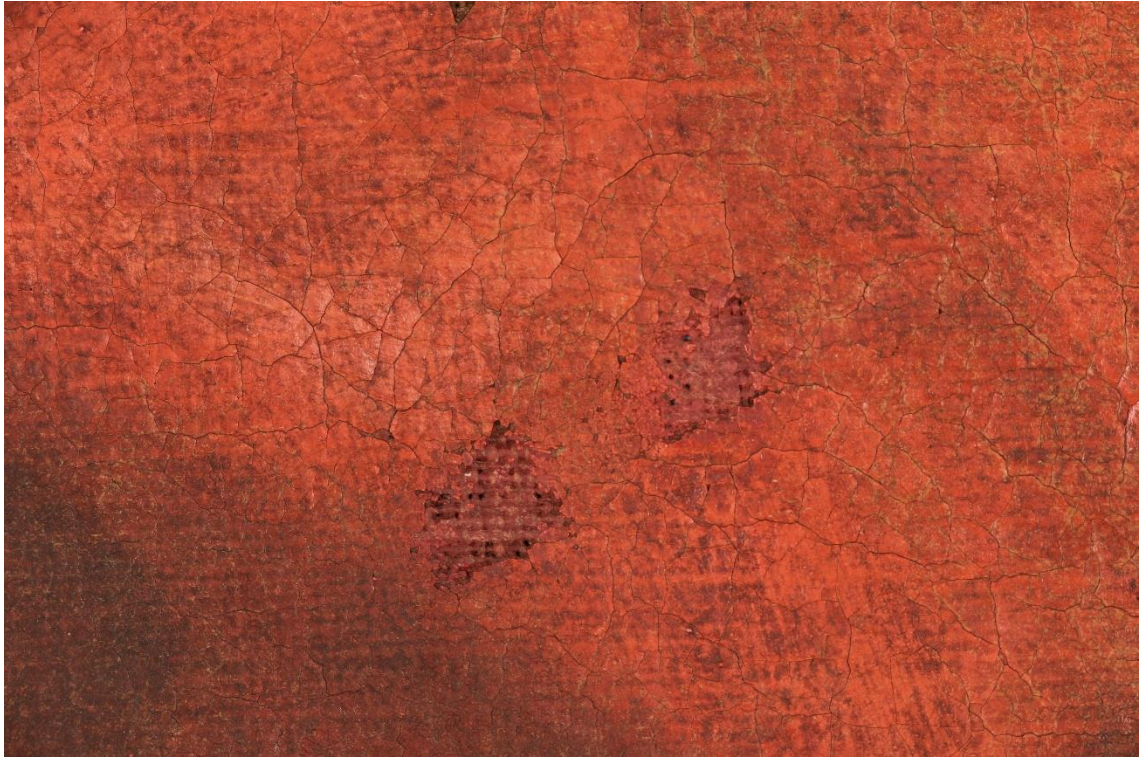
Obr. 61, Obraz po konsolidaci *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* a odstranění facingu, líc, VIS



Obr. 62, Obraz po konsolidaci *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* a odstranění facingu, líc, UV



Obr. 63, Obraz po konsolidaci *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* a odstranění facingu, detail hlavy svätce



Obr. 64, Obraz po konsolidaci *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* a odstranění facingu, detail retuší na plátně, VIS



Obr. 65, Obraz po konsolidaci *Lascaux® Heat-Seal Adhesive 375* a odstranění facingu, detail retuší na plátně, UV



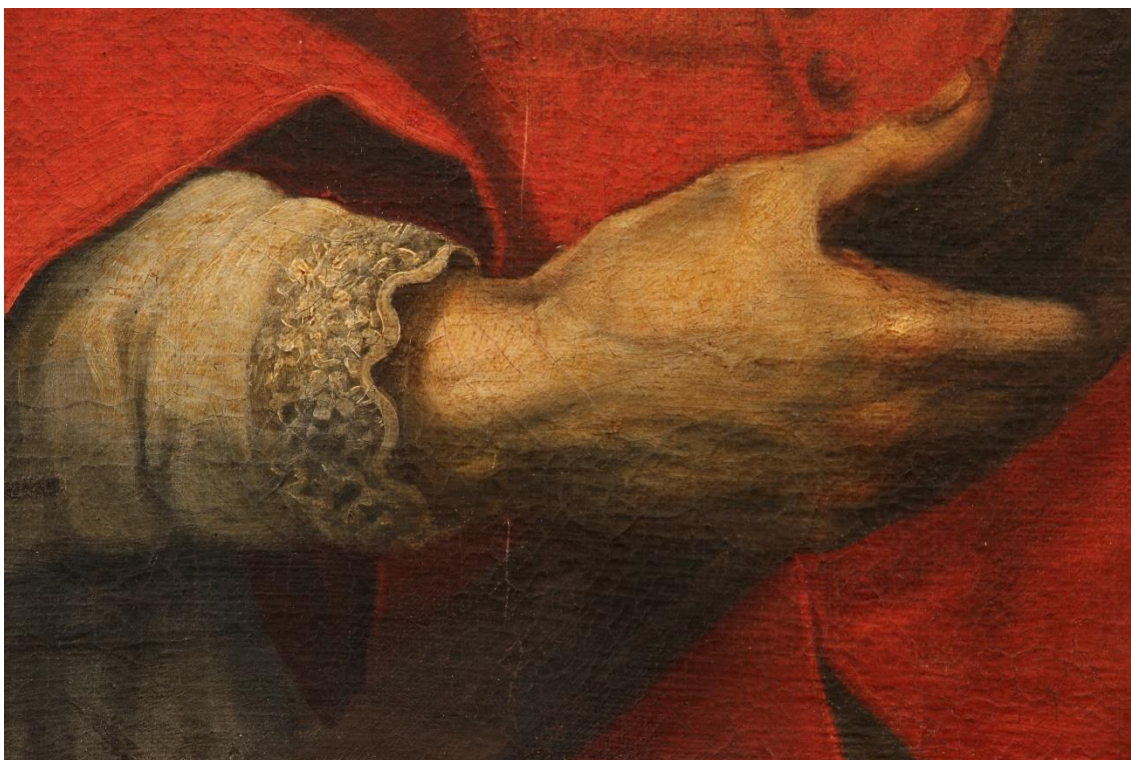
Obr. 66, Ztenčování lakových vrstev pomocí agarového hydrogelu s isopropylalkoholem



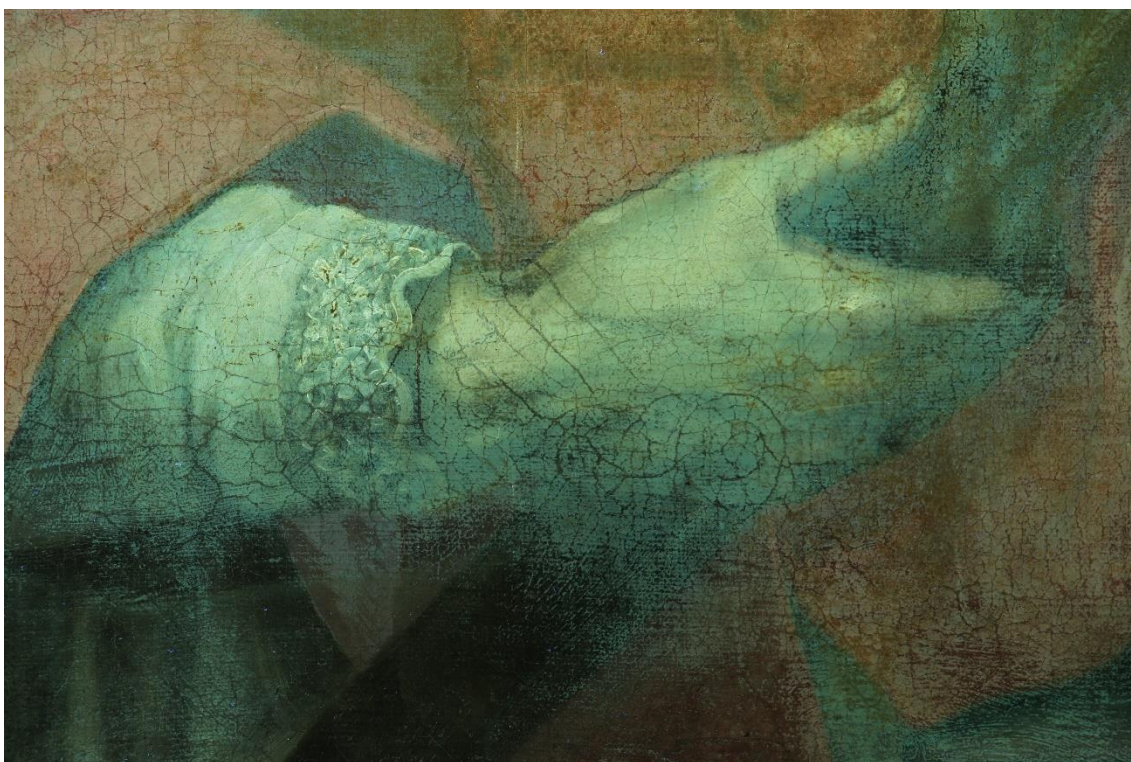
Obr. 67, Průběh ztenčování lakových vrstev, líc, VIS



Obr. 68, Průběh ztenčování lakových vrstev, líc, UV



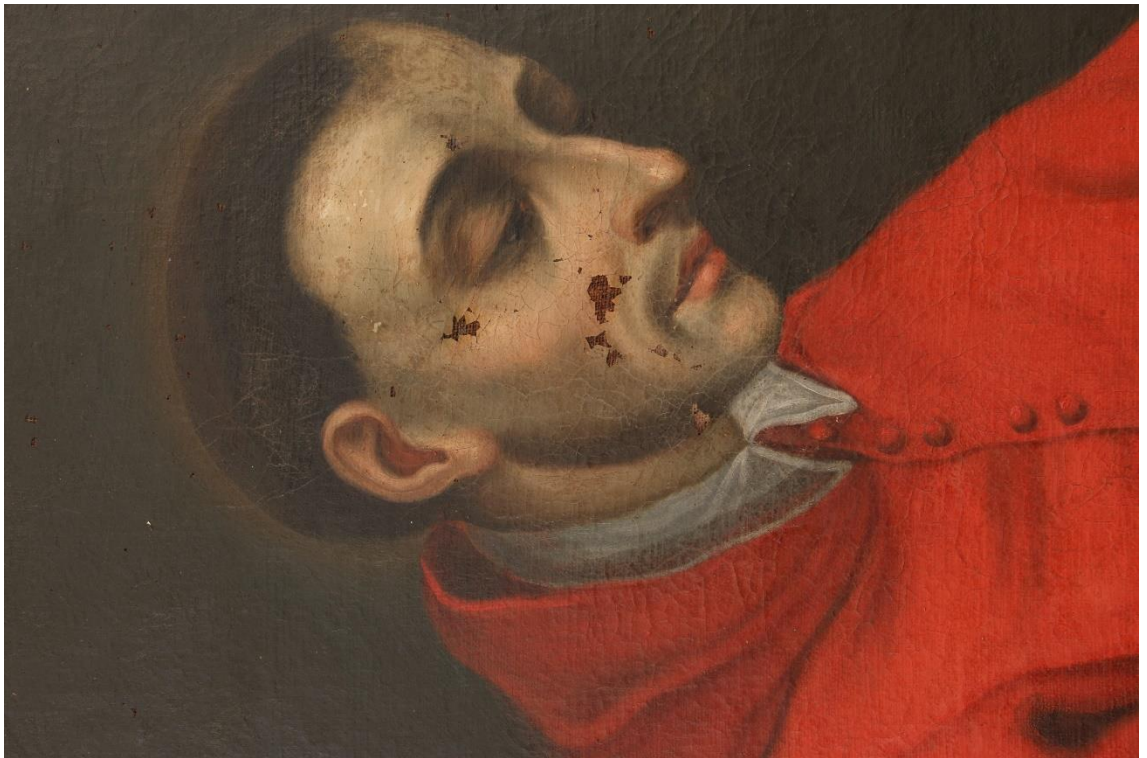
Obr. 69, Průběh ztenčování lakových vrstev, detail ruky s krucifixem, VIS



Obr. 70, Průběh ztenčování lakových vrstev, detail ruky s krucifixem, UV



Obr. 71, Obraz po ztenčení lakových vrstev, líc



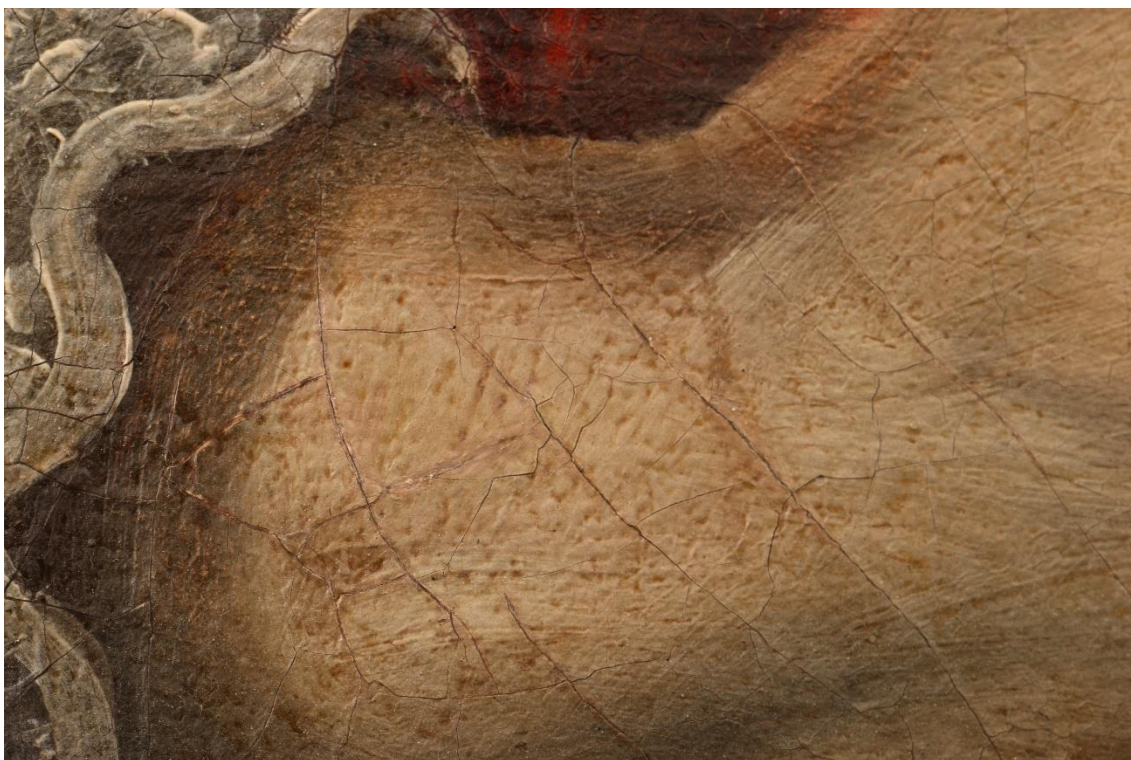
Obr. 72, Obraz po ztenčení lakových vrstev, detail světcovy hlavy



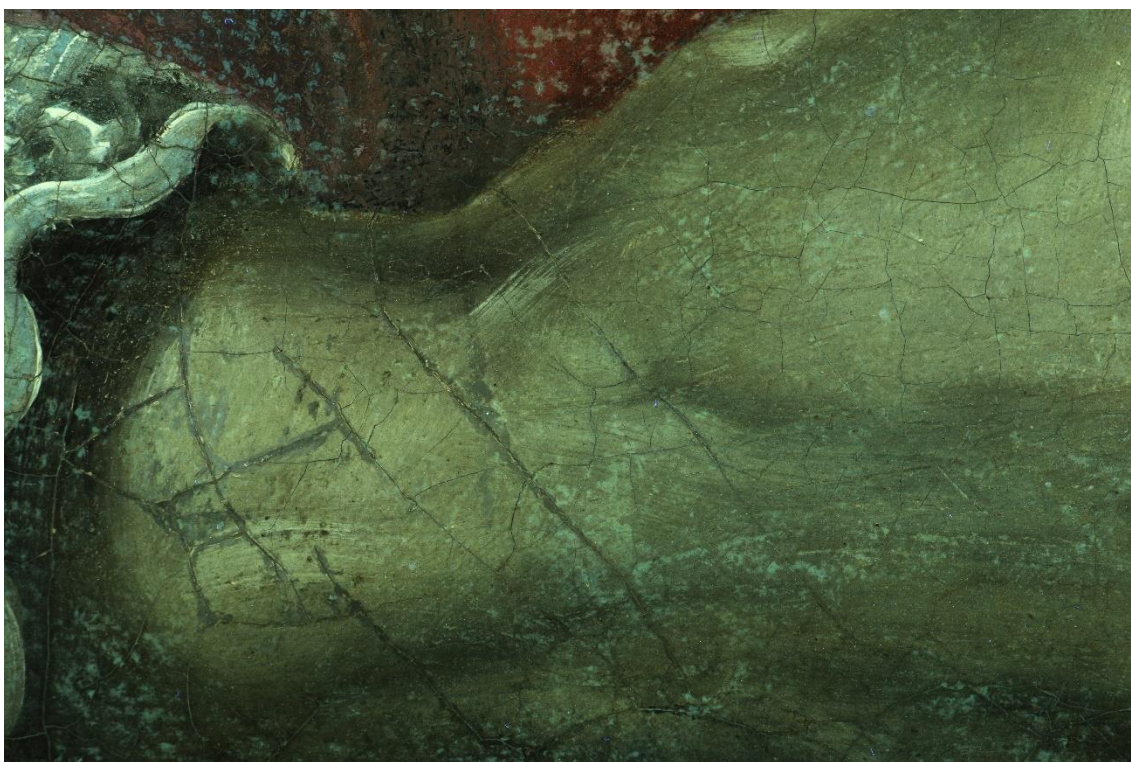
Obr. 73, Rušivé retuše v oblasti spánků světce, VIS



Obr. 74, Rušivé retuše v oblasti spánků světce, UV



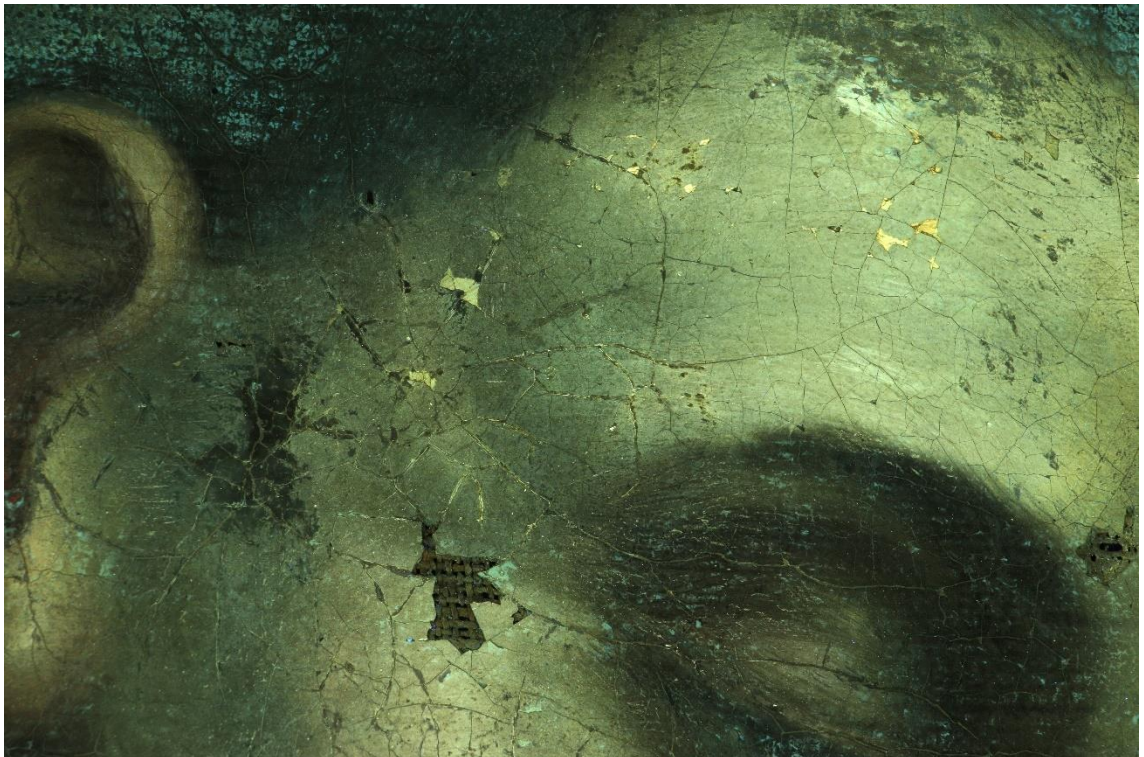
Obr. 75, Rušivé retuše na ruce s krucifixem, VIS



Obr. 76, Rušivé retuše na ruce s krucifixem, UV



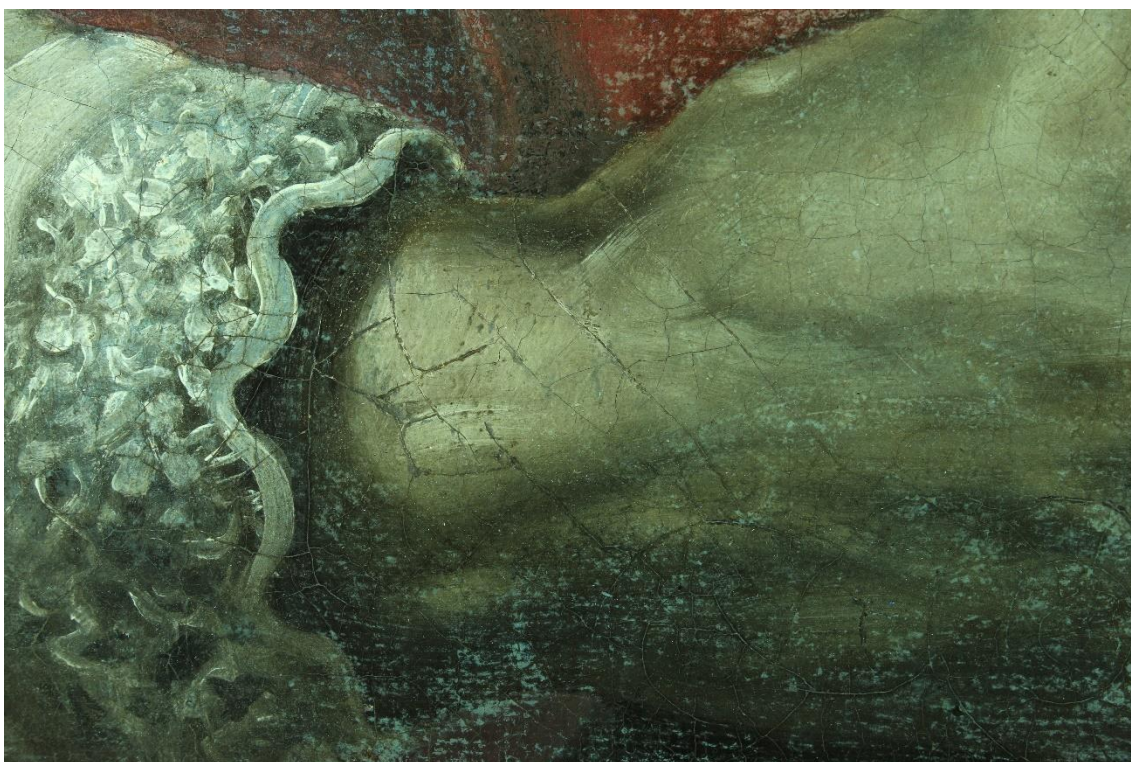
Obr. 77, Finální fáze odstranění retuší, oblast spánku světce, VIS



Obr. 78, Finální fáze odstranění retuší, oblast spánku světce, VIS



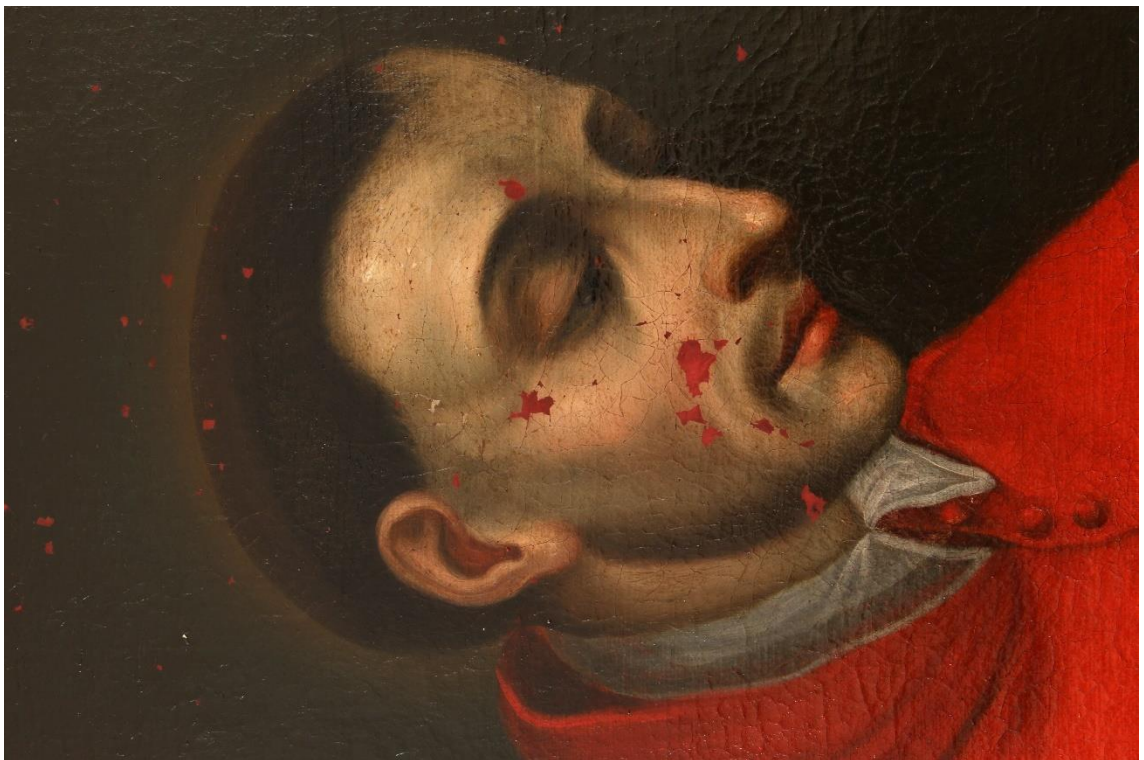
Obr. 79, Finální fáze odstranění retuší, ruka s krucifixem, VIS



Obr. 80, Finální fáze odstranění retuší, ruka s krucifixem, UV



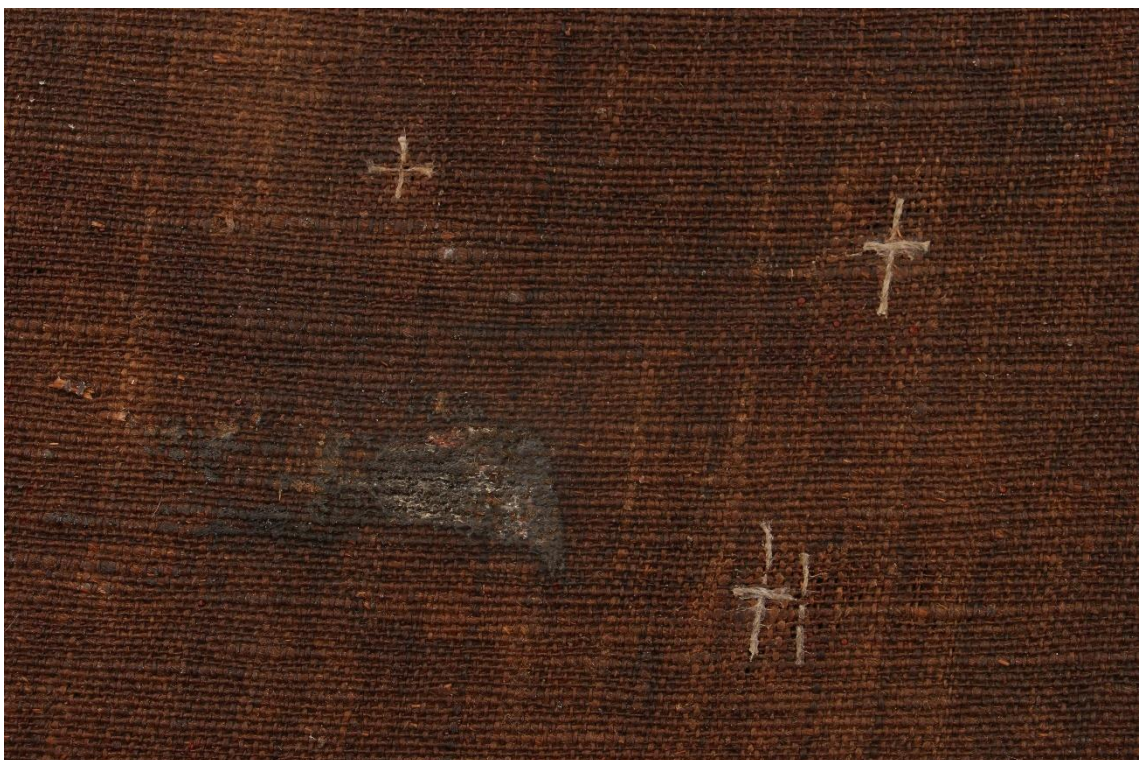
Obr. 81, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, líc



Obr. 82, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, detail hlavy



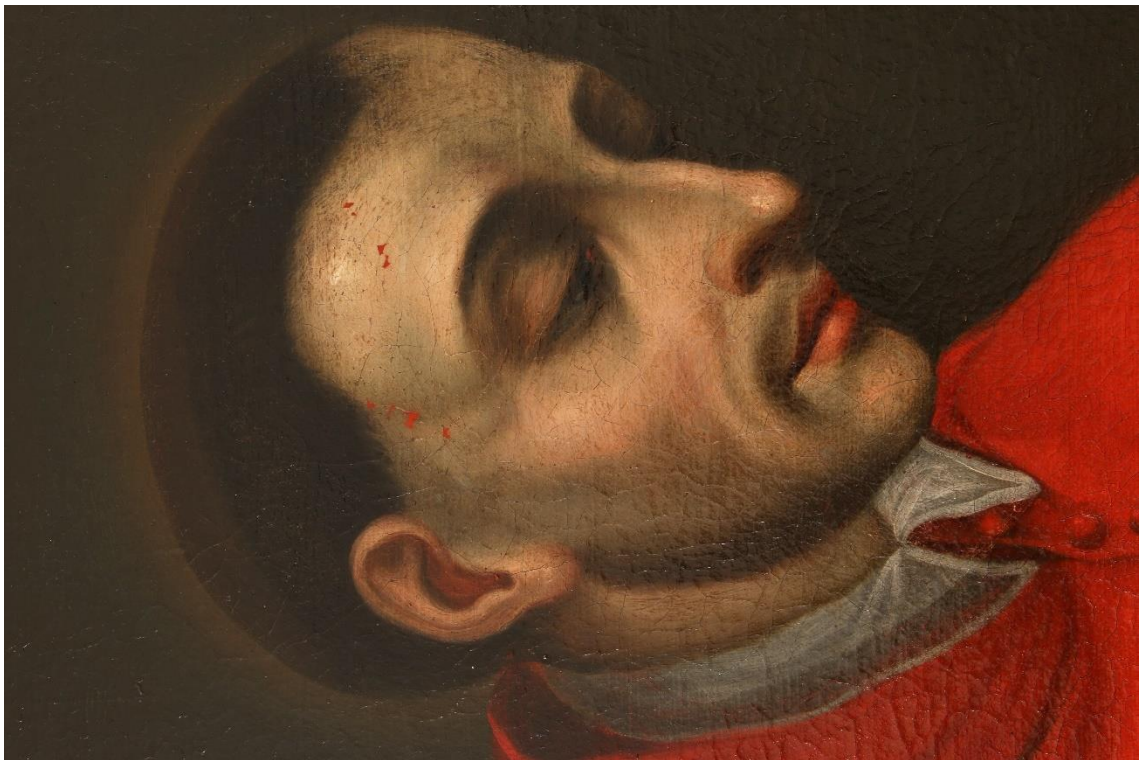
Obr. 83, Obraz opatřený stripy po obvodu, s bridgingem, vytmelení kliho-křídovým tmelem, zalakovaný nátěrem, rub



Obr. 84, Detail bridgingu a ztenčený tmel, rub



Obr. 85, Obraz po napnutí na rám s vosko-pryskyřičnými tmely, líc



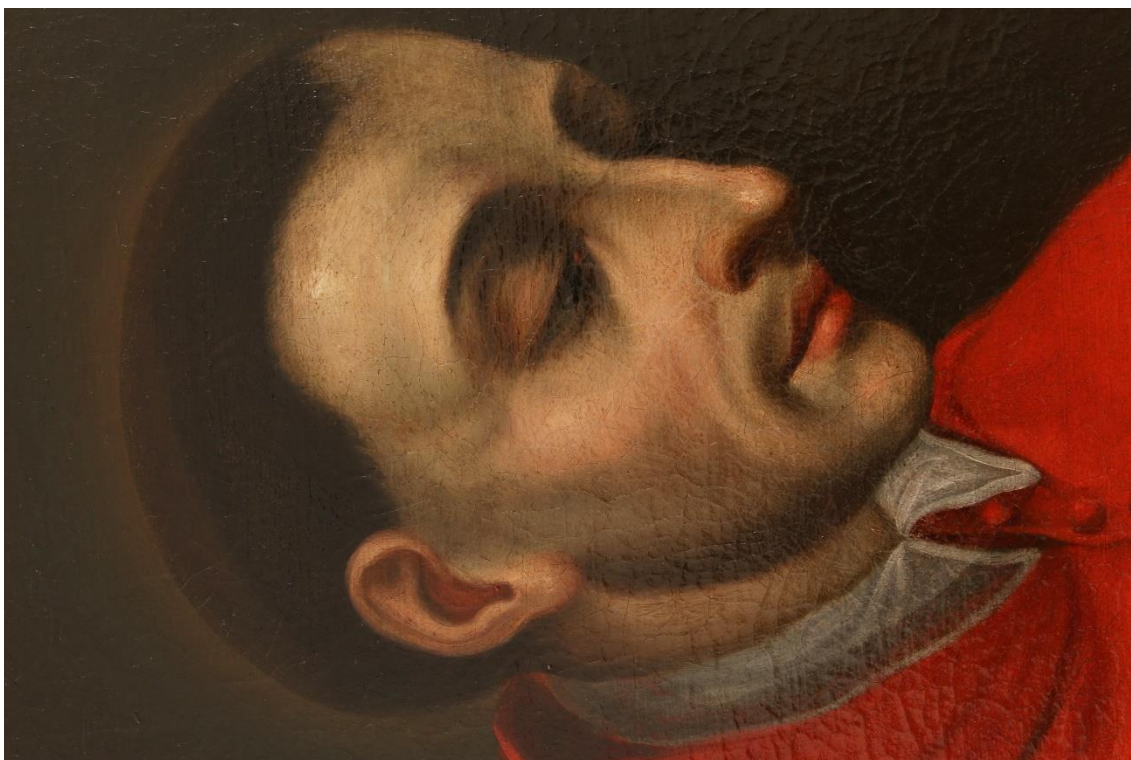
Obr. 86, Obraz po napnutí na rám s vosko-pryskyřičnými tmely, detail hlavy



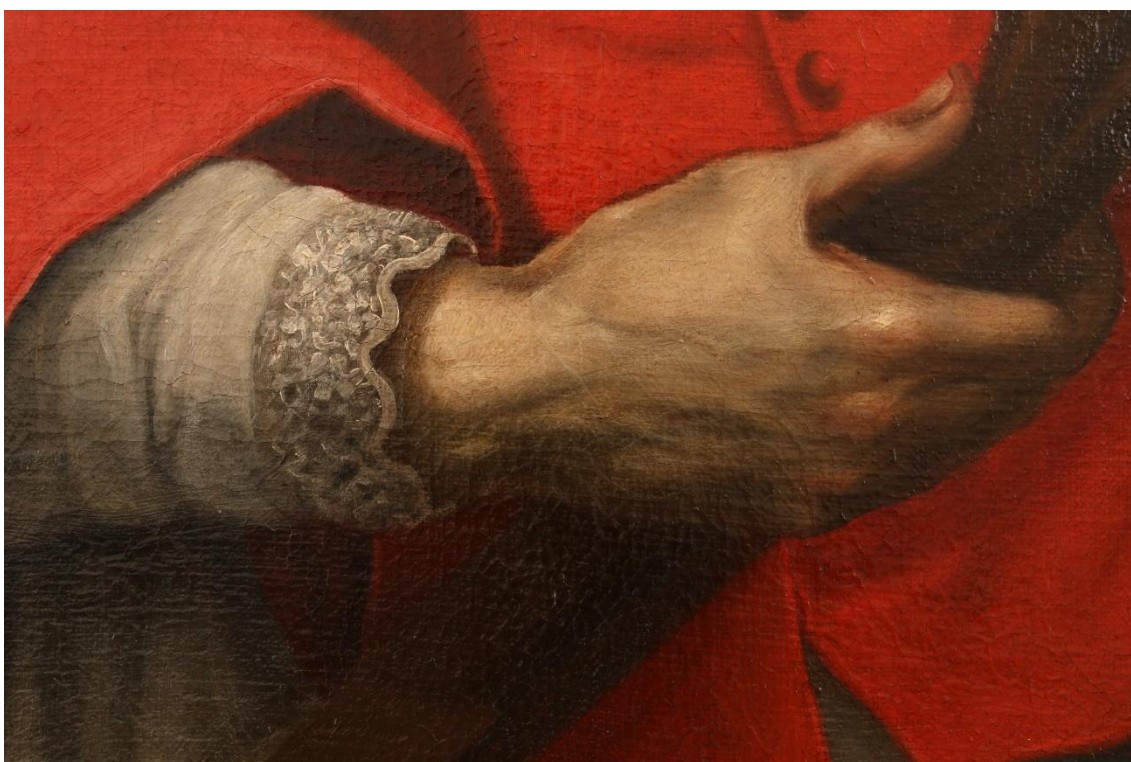
Obr. 87, Obraz po napnutí na rám, rub



Obr. 88, Obraz po restaurování, líc



Obr. 89, Obraz po restaurování, detail hlavy svěťce



Obr. 90, Obraz po restaurování, detail ruky s krucifixem

2.13 Textová příloha restaurátorské dokumentace

Seznam textových příloh:

Protokol Mikrobiologické zkoušky:.....	107
Protokol Materiálový průzkum vzorků ze závěsné malby sv. Karel Boromejský, 1727:	108– 134

Protokol *Mikrobiologické zkoušky*:

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

MIKROBIOLOGICKÉ ZKOUŠKY

Místo odběru: Eliška Mátllová Gabriela Polívková, 6. ročník „Karel Boromejský“ Fakulta restaurování Univerzity Pardubice Ateliér UDP	Materiál: Stěry provedeny sterilním vatovým tampónem, na dřevěné špejli
---	--

Datum provedení: odběr 2. 12. 2022; začátek mikrobiologické analýzy 8. 12. 2022.
Provedené zkoušky: Pomocí sterilních vatových tampónů byly provedeny stěry části analyzovaných předmětů. Pevné částice získané tímto způsobem byly přeneseny roztěrem na povrch kultivační půdy MALT. Inkubace 7 dní při laboratorní teplotě.
Výsledky: po kultivaci nebyla zjištěna výrazná kontaminace mikroskopickými vláknitými houbami. –
Závěr: Není potřeba provádět desinfekční zásah!

Datum: 16. 12. 2022

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

Protokol *Materiálový průzkum vzorků ze závěsné malby sv. Karel Boromejský, 1727:*



MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VZORKŮ ZE ZÁVĚSNÉ MALBY SV. KAREL BOROMEJSKÝ, 1727

ZADAVATEL PRŮZKUMU

Ateliér restaurování uměleckých děl na papírové podložce
Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice
Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D., vedoucí ateliéru

STUDENT / PEDAGOGICKÝ DOZOR

Bc. Gabriela Polívková / Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.

SPECIFIKACE OBJEKTU OD ZADAVATELE

Dílo: obraz na plátěné podložce, sv. Karel Boromejský
Lokalizace: Vlastivědné muzeum v Olomouci, nám. Republiky 5, 771 73 Olomouc
Autor, datace malby: autor neznámý, dílo nesignováno, 1727



Obr. 1 Celkový pohled na malbu, lokalizace odběrů vzorků. Autor: Gabriela Polívková.

ZPRÁVA Z MATERIÁLOVÉHO PRŮZKUMU

Počet stran:	27	Počet Příloh:	2	Datum:	14. 7. 2023
Autor:	Petra Lesniaková				
Místo:	Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice Jiráskova 3, Litomyšl 570 01				
Dílejší analýzy:	RNDr. Eva Svobodová Ph.D., Ing. Ivana Kopecká, Ing. Lucie Poláková Národní technické muzeum v Praze, oddělení preventivní konzervace měření metodou infračervené mikrospektroskopie (μ FTIR) vzorku 11123/VZ2				

ZADÁNÍ, PŘEHLED POUŽITÝCH METOD PRŮZKUMU

Počet a typ vzorků:

4 vrstevnaté kompaktní vzorky malby (11122/VZ1 až 11125/VZ4)
2 vzorky fragmentů nití z horizontálního a vertikálního směru plátěné podložky (11159/VZ5, 11160/VZ6)

Cíle a metody průzkumu:

technika malby, stratigrafie a optické vlastnosti malby, případně přemaleb (optická mikroskopie, skenovací elektronová mikroskopie), materiálové složení vybraných barevných vrstev (infračervená mikrospektroskopie), druh vláken textilní podložky (selektivní reakce, směr stáčení vláken)

Seznam použitých metod průzkumu:

- optická mikroskopie (OM): světelná a luminiscenční
- skenovací elektronová mikroskopie (SEM)
- chemické selektivní reakce s roztokem fluoroglucinu
- zkouška směru stáčení vláken (*twist test*)
- infračervená mikrospektroskopie s Fourierovou transformací (μ -FTIR)

Lokalizace a detailní snímky míst odběrů vzorků jsou uvedeny v Příloze I.
Zpráva z průzkumu infračervenou mikrospektroskopií (μ -FTIR) je uvedena v Příloze II.

PŘEHLED VZORKŮ

Tab. 1: Přehled vzorků, označení, lokalizace, popis.

Evidenční číslo	Označení, lokalizace, popis
11122	VZ1, spodní okraj obrazu, střední část, spodní okraj roucha v místě defektu (oddělující se krakela)
11123	VZ2, vrchní první třetina obrazu, střední část, tvář obličejce Karla Boromejského v místě defektu (oddělující se krakela)
11124	VZ3, druhá třetina obrazu, levá polovina, rameno Karla Boromejského, červený oděv v místě defektu (oddělující se krakela)
11125	VZ4, rám obrazu, zadní strana obrazu, fragment červené barvy
11159	VZ5, fragment svislé nitě, okraj obrazu
11160	VZ6, fragment vodorovné nitě, okraj obrazu

METODIKA PRŮZKUMU

STRATIGRAFIE A OPTICKÉ VLASTNOSTI VRSTEV / SVĚTELNÁ, LUMINISCENČNÍ A SKENOVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE (SEM)

Studium stratigrafie a optických vlastností vzorků bylo provedeno s využitím světelné, luminiscenční 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, UV luminiscenci (viditelné luminiscenci buzené ultrafialovým zářením, jinak UV fluorescence) a viditelné (VIS) luminiscenci buzené modrým světlem. Stejně techniky byly použity k mikroskopickému průzkumu nábrusů připravených z vybraných úlomků vzorků. Nábrusy byly připraveny zalitím úlomků do polyesterové pryskyřice GPE100S a sbrúšením po vytvrdnutí hmoty. Pouhličené nábrusy byly dále studovány pomocí skenovacího elektronového mikroskopu Mira 3 LMU (Tescan) ve vysokém vakuu, režimu zpětně odražených elektronů (BSE), při urychlovacím napětí 25 kV.

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VRSTEV VZORKU 11123/VZ2 INFRAČERVENÁ MIKROSPEKTROSKOPIE (μ -FTIR)

Průzkum vrstev vzorku 1112/VZ2 byl proveden metodou infračervené mikrospektroskopie s Fourierovou transformací (μ -FTIR). K tomuto účelu byl použit FTIR mikrospektrometr RaptIR Nicolet, měření bylo provedeno technikou mikro-ATR/germanium. Úlomky vzorku byly zalisovány do tablety z bromidu draselného, dále byly pozorovány a zdokumentovány pomocí stereoskopického mikroskopu Leica M165FC ve viditelném světle a UV luminiscenci. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází. Získaná spektra nejsou spektra čistých látek, ale směsí. V mnohých případech na základě analýzy nelze specifikovat konkrétní látku, ale pouze chemickou skupinu látek, do které přísluší (např. vosky, bílkoviny).

Analýzu provedly RNDr. Eva Svobodová Ph.D., Ing. Ivana Kopecká a Ing. Lucie Poláková z Národního technického muzea v Praze, oddělení preventivní konzervace. Protokol z analýz je uveden v Příloze II.

VLÁKNOVÉ SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY / POLARIZAČNÍ MIKROSKOPIE (PLM), KRUT VLÁKEN PŘI VYSYCHÁNÍ,^{1,2} VYBARVOVACÍ TESTY

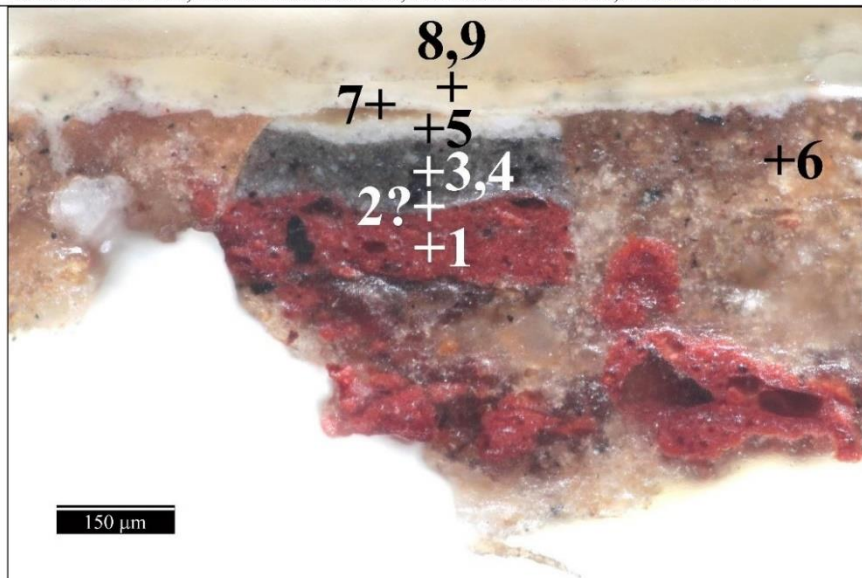
Identifikace vláken byla provedena na základě vybarvovacích zkoušek s roztokem floroglucinu (floroglucinol, 2 % (hm.) v ethanolu : konc. HCl 1 : 1 (hm.)) a charakteristických mikroskopických znaků vláken. Dále bylo určeno, zda se jedná o vlákna typu S (např. len, ramie, kopřiva) nebo Z (např. konopí, 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 ×.

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

² Schaffer E. Fiber identification in ethnological textile artifacts. Studies in Conservation 26, 1981, s. 119–129. 3/27

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM

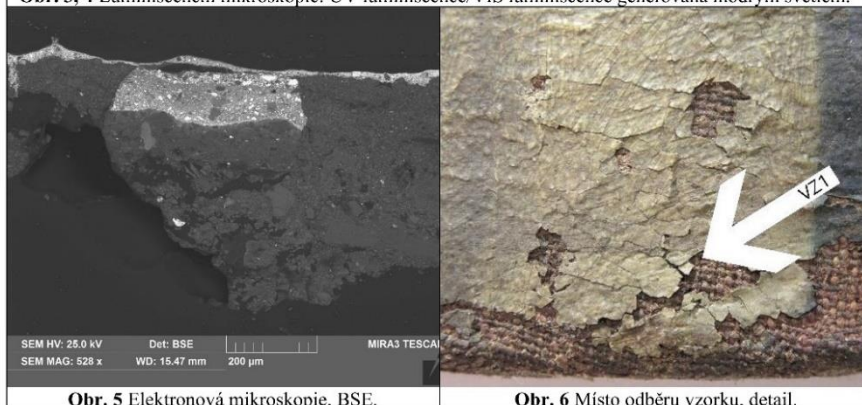
VZOREK 11122/VZ1, SPODNÍ OKRAJ ROUCHA, SPODNÍ OKRAJ OBRAZU, MÍSTO DEFektU



Obr. 2 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 3, 4 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Obr. 5 Elektronová mikroskopie, BSE.

Obr. 6 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 2: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií.

Vrstva	Popis a složení vrstvy
8, 9	Dvě lakové vrstvy, nažloutlé, modrá UV luminiscence – místy dožluta
7	Bílá malba, okrová UV luminiscence
6	Světlá okrová silná vrstva, okrová UV luminiscence, lze předpokládat, že obsahuje přírodní křídou
5	Fragment bílé malby, intenzivní bílá UV luminiscence
2?, 3, 4	Dvě nebo tři vrstvy šedé malby, šedá UV luminiscence, obsahují částice černého pigmentu
1	Červený (bolusový) podklad, obsahuje černé částice



Obr. 7, 8 Optická mikroskopie, úlomek vzorku z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



Obr. 9, 10 Optická mikroskopie, úlomek vzorku ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

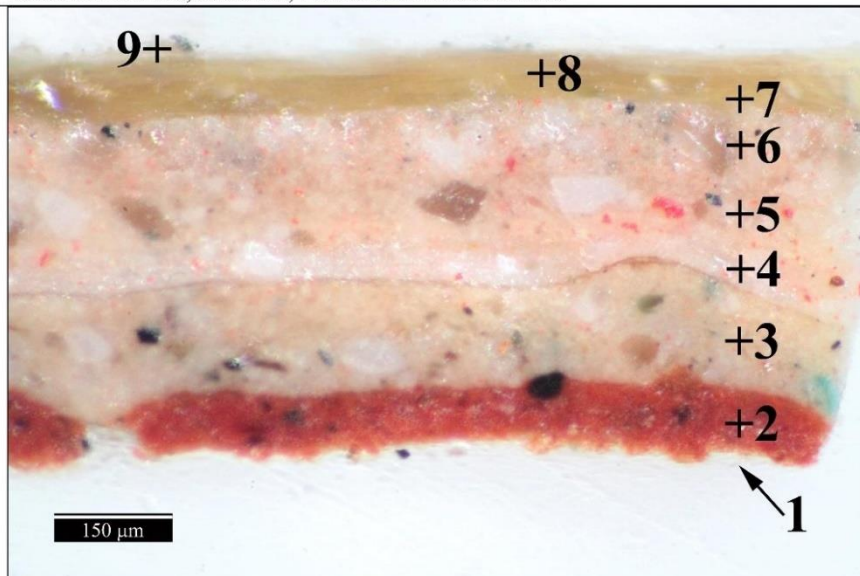
Shrnutí:

Vzorek obsahuje fragment **souvrství malby** (předpokládané původní, vrstvy 1 až 5), který je pravděpodobně zalit („utopen“) ve světle **okrovém** blíže nespecifikovaném **materiálu** (vrstva 6). Na této vrstvě se dále vyskytuje **bílá malba** 7 a **dvě vrstvy nažloutlého laku** 8, 9 s modrou (modro-žlutou) UV luminiscencí.

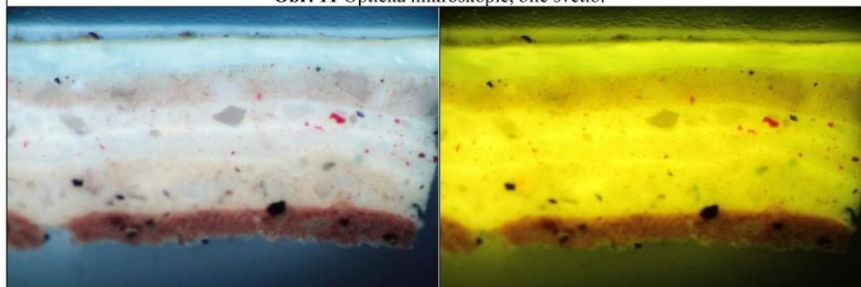
Výstavba fragmentu souvrství malby nejprve zahrnuje **červený bolusový podklad** 1. Následují dvě nebo tři **šedé vrstvy malby** 2 až 4 a fragment **bílé malby** 5.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM

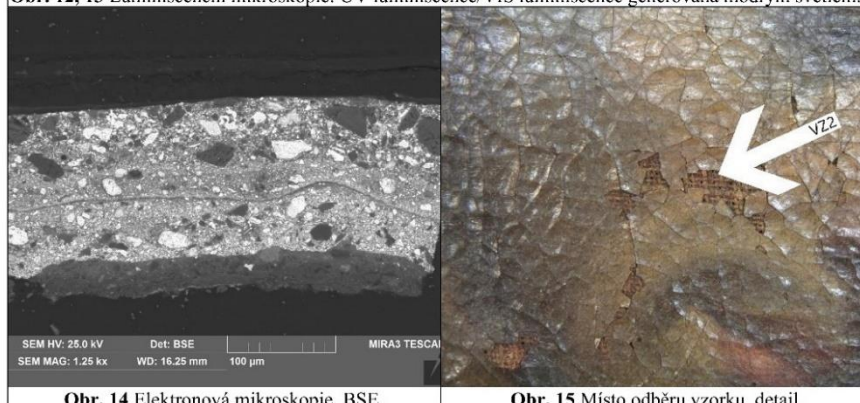
VZOREK 11123/VZ2, INKARNÁT, TVÁŘ KARLA BOROMEJSKÉHO



Obr. 11 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 12, 13 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.

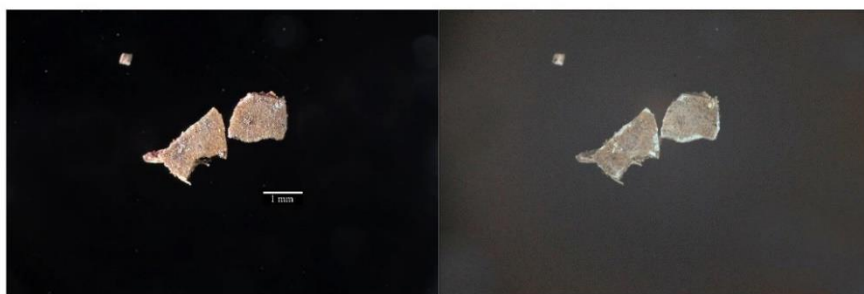


Obr. 14 Elektronová mikroskopie, BSE.

Obr. 15 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 3: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií.

Vrstva	Popis a složení vrstvy
9	Převážně organická okrová vrstva, okrová UV luminiscence, na povrchu nečistoty
8	Silnější vrstva nažloutlého laku , světle modrá UV luminiscence
7	Tenká vrstva nažloutlého laku , světle modrá UV luminiscence
6	Světle růžová malba , modro-žlutá UV luminiscence, obsahuje bílé, průhledné a jasně červené částice
5	Světle růžová malba , modro-žlutá UV luminiscence, obsahuje bílé, průhledné a jasně červené částice
4	Světle růžová až bílá malba , modro-žlutá UV luminiscence, obsahuje bílé a jasně červené částice
3	Světle žlutá vrstva , žlutá UV luminiscence, obsahuje bílé, červené, tmavé (černé) a ojediněle zelené částice pigmentů
2	Červený (bolusový) podklad s tmavými částicemi
1	Fragmenty organické vrstvy s intenzivní bílou UV luminiscencí?



Obr. 16, 17 Optická mikroskopie, úlomek vzorku z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



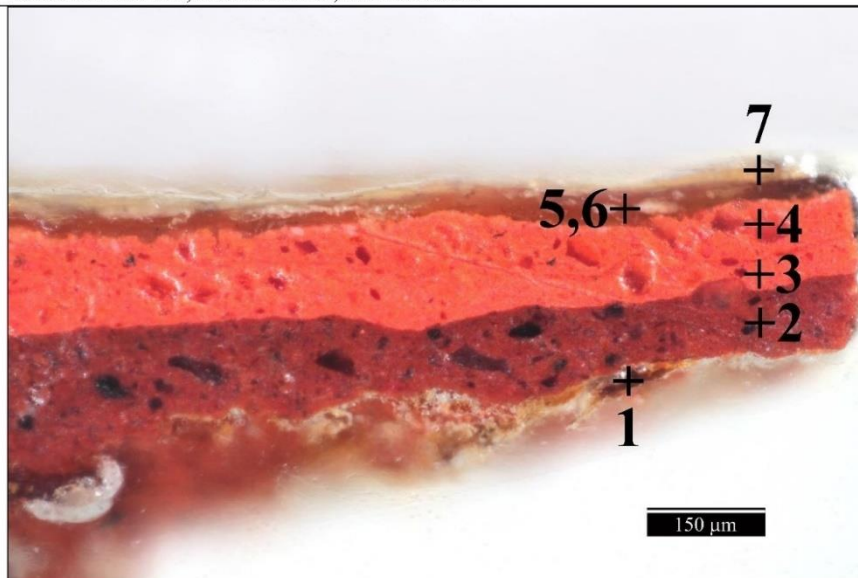
Obr. 18, 19 Optická mikroskopie, úlomek vzorku ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

Shrnutí:

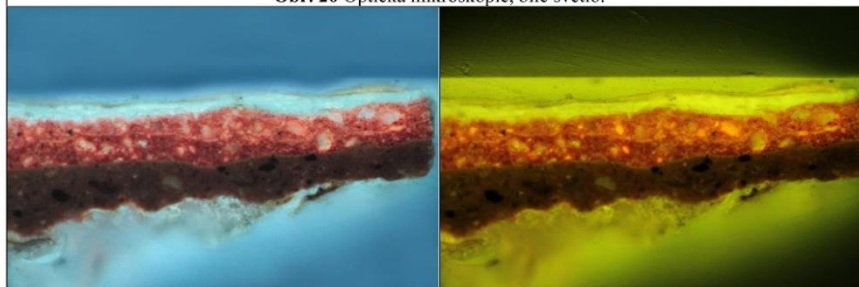
Na spodní straně vzorku se vyskytuje **organický fragment 1**. Výstavba malby nejprve zahrnuje **červený bolusový podklad 2**. Následuje **světle žlutá malba 3** a **tři růžové vrstvy malby 4 až 6**. Na malbě jsou nejprve přítomny předpokládané **zbytky staršího laku 7**. Dále se zde vyskytuje silnější vrstva **8 nažloutlého laku** s intenzivní modrou UV luminiscencí. Na povrchu vzorku byla zaznamenána další **organická žlutá, zřejmě laková** vrstva 9 s výraznou žlutou až mírně oranžovou UV luminiscencí. Vrstva se vyznačuje různou tloušťkou. Na povrchu vzorku se vyskytují nečistoty.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM

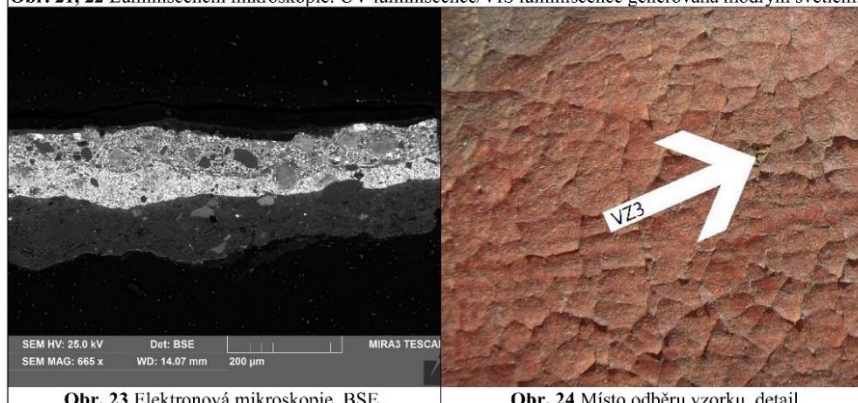
VZOREK 11124/VZ3, ČERVENÝ ODĚV, PRAVÉ RAMENO



Obr. 20 Optická mikroskopie, bílé světlo.

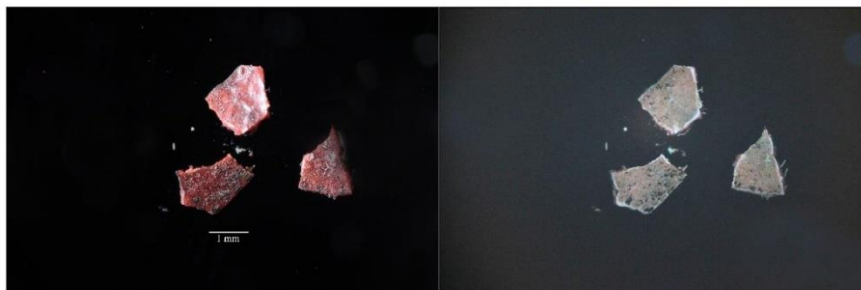


Obr. 21, 22 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Tab. 4: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií.

Vrstva	Popis a složení vrstvy
7	Převážně organická okrová vrstva, okrová UV luminiscence
6	Silnější vrstva nažloutlého laku , světle modrá UV luminiscence
5	Tenká vrstva nažloutlého laku , světle modrá UV luminiscence
3, 4	Dvě srovnatelné vrstvy jasně červené malby
2	Červený (bolusový) podklad s tmavými částicemi
1	Fragmenty organické nažloutlé vrstvy s okrovou tlumenou UV luminiscencí



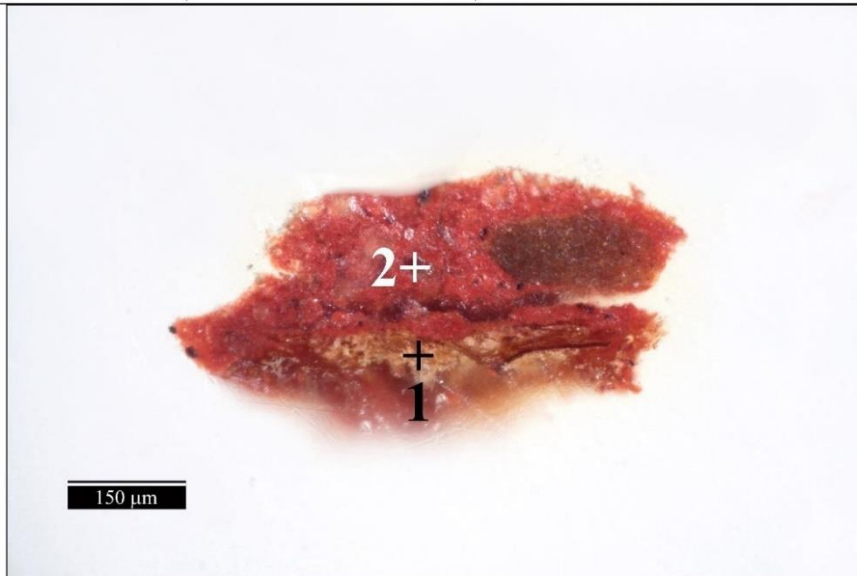
Obr. 25, 26 Optická mikroskopie, úlomek vzorku z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.

Shrnutí:

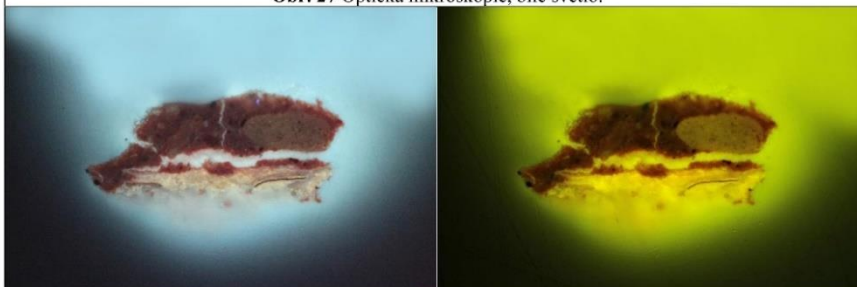
Na spodní straně vzorku se vyskytuje **organický fragment 1**. Výstavba malby nejprve zahrnuje **červený bolusový podklad 2**. Následují dvě srovnatelné vrstvy **červené malby 3, 4**. Na malbě jsou nejprve přítomny předpokládané **zbytky staršího laku 5**. Dále se zde vyskytuje silnější vrstva **6 nažloutlého laku** s intenzivní modrou UV luminiscencí. Na povrchu vzorku byla zaznamenána další **organická žlutá vrstva 7** s výraznou žlutou až mírně oranžovou UV luminiscencí. Vrstva se vyznačuje různou tloušťkou.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM

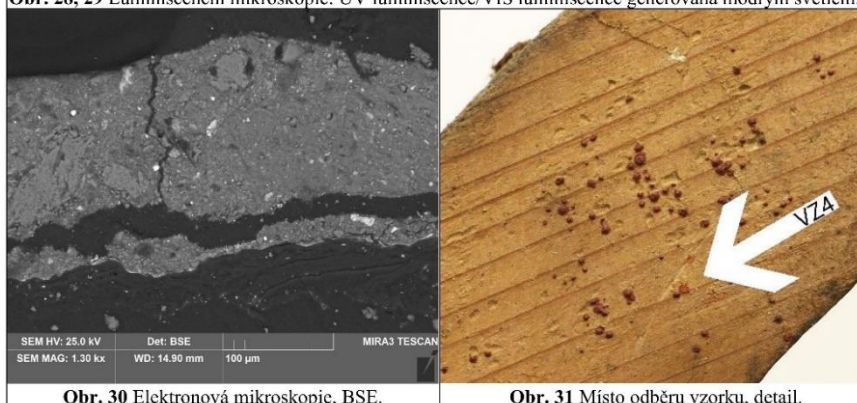
VZOREK 11125/VZ4, RÁM OBRAZU ZE ZADNÍ STRANY, ČERVENÝ FRAGMENT



Obr. 27 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 28, 29 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Obr. 30 Elektronová mikroskopie, BSE.

Obr. 31 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 5: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií.

Vrstva	Popis a složení vrstvy
<u>2</u>	Červený fragment barvy
<u>1</u>	Okrová vrstva, fragment, okrová UV luminiscence



Obr. 32, 33 Optická mikroskopie, úlomek vzorku z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



Obr. 34, 35 Optická mikroskopie, úlomek vzorku ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

Shrnutí:

Vzorek je tvořen **fragmentem dřeva 1** a **červené vrstvy 2** (barvy).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VLÁKNOVÉHO SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY

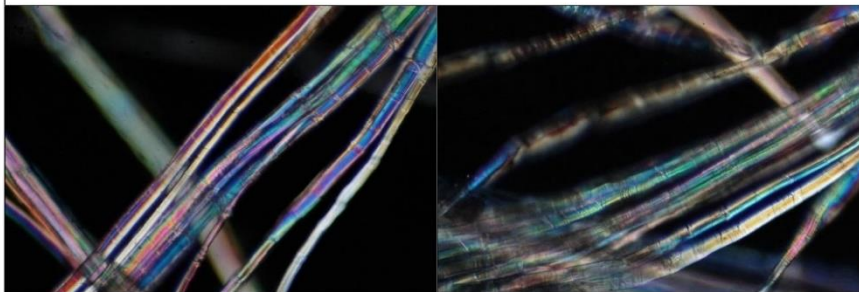
VZOREK 11159/VZ5, FRAGMENT SVISLÉ NITĚ

Shrnutí:

Vlákna vykazují mikroskopické znaky charakteristické pro lýková vlákna. V roztoku floroglucinolu vlákna nijak zásadně nezměnila barevnost, některé jejich části zžloutly. 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 či konopná vlákna. Vlhká vlákna se při sušení stáčela proti směru hodinových ručiček, což je charakteristické pro lýková vlákna například z konopí nebo juty a vylučuje vlákna získaná například ze lnu, kopřivy nebo ramie. Z uvedených poznatků vyplývá, že se zřejmě jedná o konopná vlákna.



Obr. 36, 37 Optická mikroskopie, procházející světlo (zvětšení 500 ×).



Obr. 38, 39 Optická mikroskopie, polarizované světlo (X nikoly, zvětšení 500 ×).



Obr. 40, 41 Optická mikroskopie, odražené světlo, před a po kontaktu s floroglucinem (zvětšení 50 ×).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VLÁKNOVÉHO SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY

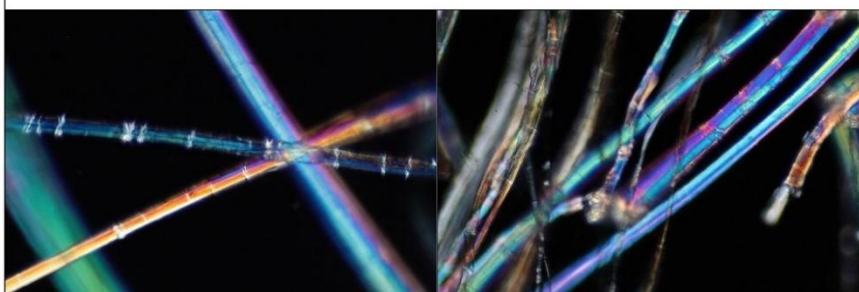
VZOREK 11160/VZ6, FRAGMENT VODOROVNÉ NITĚ

Shrnutí:

Vlákna vykazují mikroskopické znaky charakteristické pro lýková vlákna. V roztoku floroglucinolu vlákna nijak zásadně nezměnila barevnost, některé jejich části zrůžověly. 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. Zkouška stáčení vláken byla neprůkazná. Z uvedených poznatků vyplývá, že se jedná o lněná nebo konopná vlákna.



Obr. 42, 43 Optická mikroskopie, procházející světlo (zvětšení 500 ×).



Obr. 44, 45 Optická mikroskopie, polarizované světlo (X nikoly, zvětšení 500 ×).



Obr. 46, 47 Optická mikroskopie, odražené světlo, před a po kontaktu s floroglucinem (zvětšení 50 ×).

ZÁVĚR

Předmětem materiálového průzkumu byly **vzorky** odebrané z **malby na textilní podložce** s námětem **sv. Karel Boromejský**. Malba pochází z roku 1827, její autor je neznámý.

Průzkum byl zaměřen na **stratigrafii** a **materiálové složení malby** (vrstevnaté vzorky 11122/VZ1 až 11124/VZ3) a fragmentů (kapek) barevné vrstvy na dřevěném rámu (vrstevnatý vzorek 11125/VZ4). Dále bylo studováno **vláknové složení** textilní podložky (vzorky vláken 11159/VZ5, 11160/VZ6). K průzkumu nábrusů vrstevnatých vzorků byly využity metody **optické mikroskopie** (OM) a **skenovací elektronové mikroskopie** (SEM/BSE). Za účelem identifikace pojiv a techniky malby byl vzorek 11123/V2 dále externě analyzován **infračervenou mikrospektroskopií** (μ -FTIR, Příloha II). Vláknové složení textilní podložky bylo určeno na základě **mikroskopického** zkoumání, vybarvovacího testu s roztokem **fluoroglucínu** a **zkoušky směru stáčení vláken** při vysychání. Průzkumem zjištěné informace jsou podrobně uvedeny spolu s fotografickou dokumentací vzorků, případně jejich nábrusů, ve výsledcích průzkumu výše. Průzkum lze shrnout následujícím způsobem.

Textilní podložka

Z průzkumu vyplynulo, že jsou **svislé nitě plátna** (11159/VZ5) zřejmě vyrobeny z **konopí**. Vlákna fragmentu **horizontální nitě** (11160/VZ6) nebyla přesně identifikována, tyto nitě jsou pravděpodobně vyrobeny z **konopí** nebo **lnu**.

Výstavba a složení malby

Zjednodušeně lze konstatovat, že celková výstavba malby nejprve zahrnuje **červený (bolusový) podklad**. Následují **vrstvy malby** a **starší** nesouvislá až fragmentální **laková vrstva**, dále potom jsou to **mladší** vrstvy **zežlutých laků**. Nejmladší předpokládaná laková vrstva může být tónována, vyznačuje se intenzivní žlutou až mírně oranžovou UV luminiscencí. Laková vrstva pod touto vrstvou je souvislá, silnější, vyznačuje se intenzivní modrou až modro-žlutou UV luminiscencí.

U vzorku odebraného z **bílé draperie** (11122/VZ1) byla zaznamenána nestandardní stratigrafie. Nejprve se zde vyskytuje fragment standardního souvrství zahrnujícího bolus, šedou malbu modelovanou ve dvou nebo třech vrstvách a bílou malbu. Tento fragment je však pokryt mohutnější běžovou (okrovou) vrstvou, na kterou byla aplikována bílá malba. Následují zřejmě dvě lakové vrstvy s modro-okrovou UV luminiscencí.

Technika malby / složení pojiv

Lze předpokládat, že jsou **pojiva** zaznamenaných vrstev **organická/polymerní**. Z průzkumu infračervenou mikrospektroskopií vzorku 11123/VZ2 vyplývá, že jsou **bolusový podklad** a první vrstvy **nažloutlé až růžové malby** inkarnátu zhotoveny v technice **mastné tempéry** (vysychavé oleje s příměsí bílkovin, nelze vyloučit příměs terpenických pryskyřic). Následující **tří růžové vrstvy malby** jsou zřejmě **olejové**, vyloučit nelze ani techniku **mastné tempéry**. Všechny tyto vrstvy obsahují příměs pryskyřic. Silnější **souvislá laková vrstva** vyskytující se na všech vzorcích s intenzivní modrou UV luminiscencí je zřejmě **převážně pryskyřičná** (terpenické pryskyřice nebo jejich směs). **Organická vrstva** se žlutou až mírně oranžovou UV luminiscencí obsahuje **terpenické pryskyřice**, může dále obsahovat **příměs vysychavých olejů a vosku**.

Zastoupení pigmentů, případně plniv

Složení vrstev z hlediska pigmentů, případně plniv, vychází z analýz infračervenou mikrospektroskopií vzorku z **inkarnátu** 11123/VZ2. Lze předpokládat, že všechny (barevné) vrstvy malby obsahují větší či menší podíl olovnaté běloby.

Bolusový podklad obsahuje převážně červenou hlínku (železitou červen), malou příměs olovnaté běloby a uhličitanu vápenatého, dále potom nízký obsah křemenných zrn a tmavých částic. Nelze vyloučit malou příměs suříku nebo rumělký v podkladu. **Malba inkarnátu** je vytvořena/modelována ze čtyř růžových vrstev různých odstínů. Kromě olovnaté běloby a černého blíže nespecifikovaného pigmentu lze předpokládat příměs rumělký, případně suříku a železitých pigmentů, případně uhličitanu a siranu vápenatého. V jedné růžové vrstvě malby inkarnátu byla zaznamenána ojedinělá zelená zrna blíže neurčeného pigmentu. Malby obsahují olovnatá mýdla (degradační produkty oleje z pojiva a zejména olovnatých pigmentů).

PŘÍLOHA I – FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE MÍST ODBĚRŮ VZORKŮ

Autorka fotografií: Gabriela Polívková



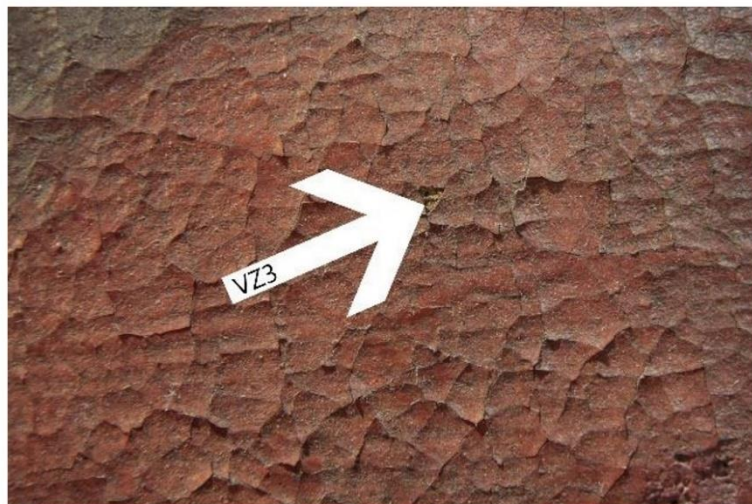
Obr. 48 Celkový pohled na malbu s lokalizací odběrů vzorků.



Obr. 49 Lokalizace odběru vzorku I1122/VZ1, detail.



Obr. 50 Lokalizace odběru vzorku I1123/VZ2, detail.



Obr. 51 Lokalizace odběru vzorku 11124/VZ3, detail.



Obr. 52 Lokalizace odběru vzorku 11125/VZ4, detail.



Obr. 53 Lokalizace odběrů vzorků 11159/VZ5 a 11160/VZ6, detail.



ZADAVATEL: UPCE FR Ing. Petra Lesniaková, Ph.D. (Polívková, Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.)

ODBĚR – LOKALITA: závěsná malba, sv. Karel Bartolomějský – inkarnát

Č. AKCE / Č. VZORKU: 43/23/150

POPIS VZORKŮ A MÍSTA ODBĚRU: vzorek 11123/VZ2

POŽADOVANÉ STANOVENÍ: analýza pojiv

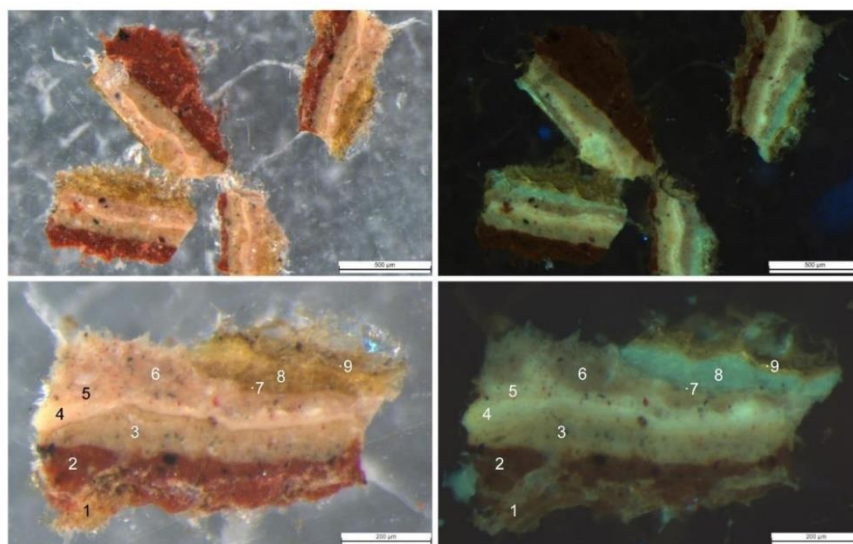
PROTOKOL

POSTUP:

Materiálová analýza: Úlomky vzorku 11123/VZ2 byly zalisovány do tablety z bromidu draselného a pozorovány pod stereomikroskopem Leica M165FC pod viditelným i ultrafialovým světlem. Jednotlivé vrstvy souvrství byly dále analyzovány FTIR spektrometrií na FTIR spektrometru RaptIR Nicolet technikou mikro-ATR/germanium. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází.

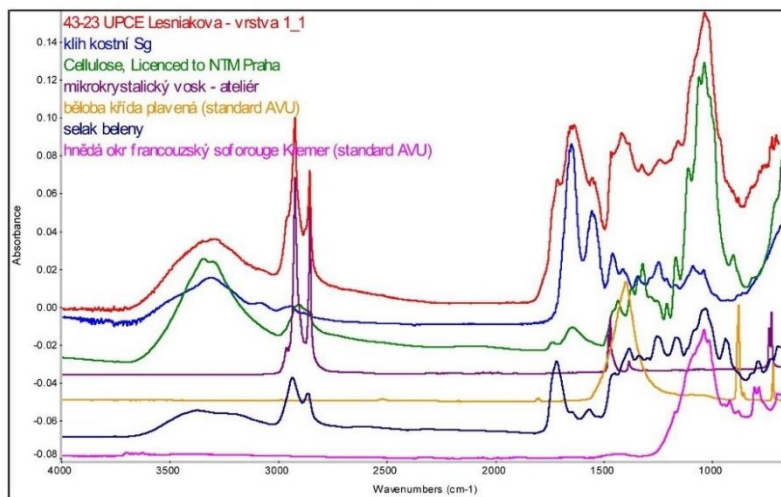
Získaná spektra nejsou spektra čistých látek, ale směsí. V některých případech na základě analýzy nelze specifikovat konkrétní látku, ale pouze chemickou skupinu látek, do které přísluší (např. vosky, polysacharidy).

Obr. 1: Mikroskopické snímky úlomků vzorku 11123/VZ2 zalisované v KBr tabletě pod viditelným a ultrafialovým světlem. Měřítka je vloženo.

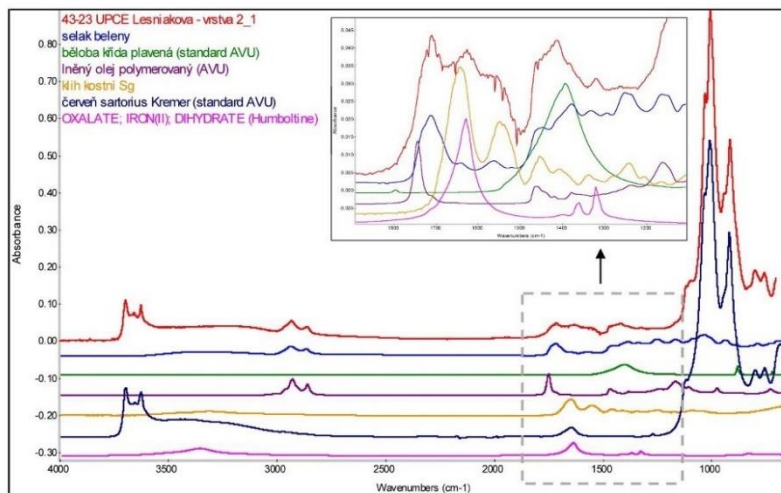


1

Obr. 2: FTIR spektrum vrstvy 1 společně se spektry standardů – jedná se o zbytky celulóзовých vláken z podkladu. Ve spektru lze dále identifikovat uhlíkatý vápenatý, pigmenty na bázi hlinitokřemičitanu a proteinové pojivo (ve spektru uveden standard kříhu). Vosk a terpenická pryskyřice pravděpodobně představují zbytky rentoaláže.

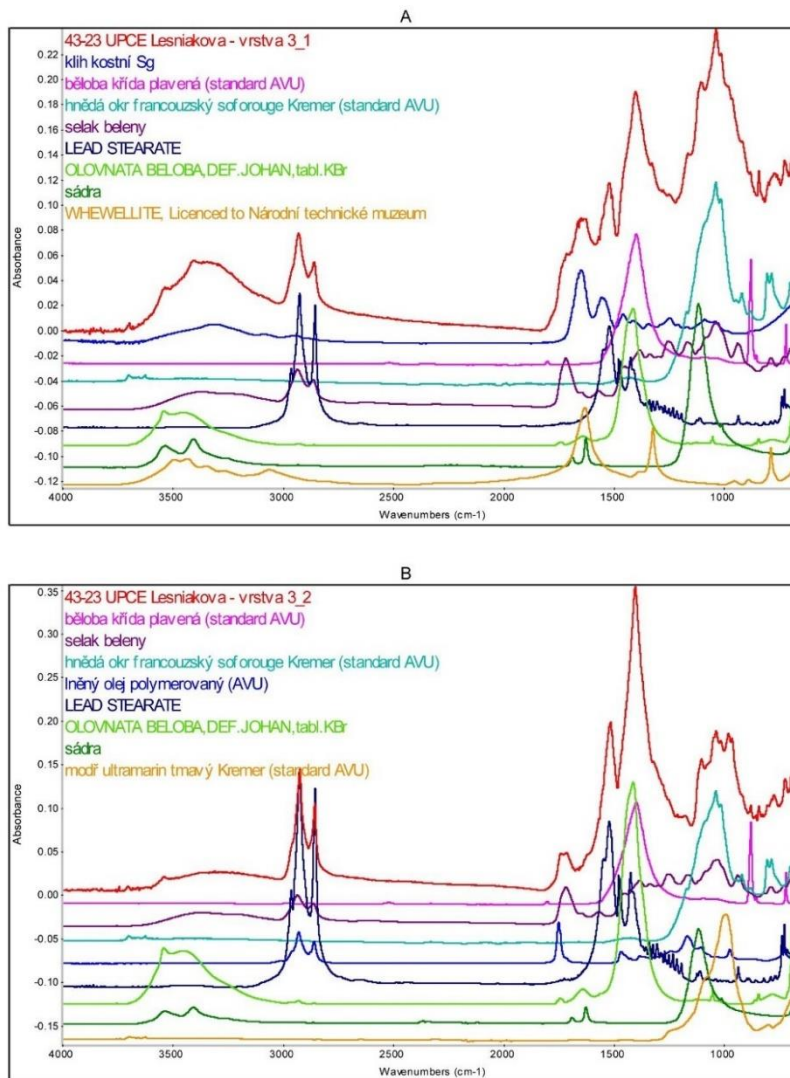


Obr. 3: FTIR spektrum vrstvy 2 společně se spektry standardů – vrstva byla pravděpodobně pojena mastnou temperou (směs proteinového pojiva a oleje) a obsahuje pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů (okry). Dále lze identifikovat příměs křidy. Vrstva je kontaminována terpenickou pryskyřicí (ve spektru uveden standard selaku).



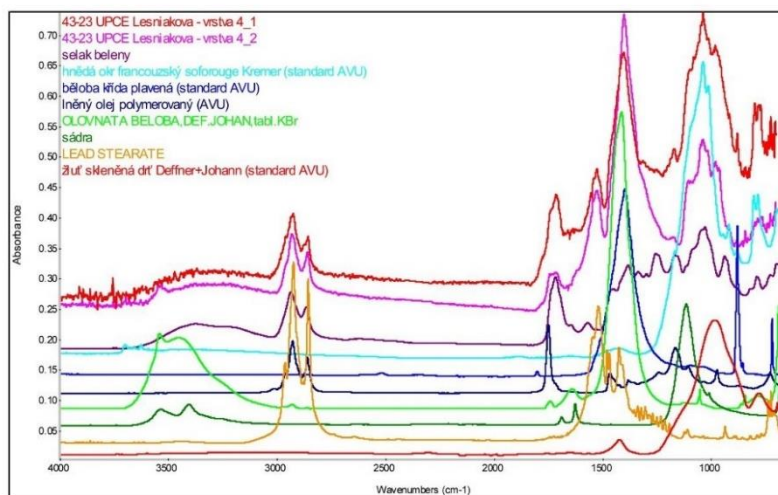
2

Obr. 4: FTIR spektra vrstvy 3 z různých míst měření společně se spektry standardů – vrstva byla pravděpodobně pojena velmi mastnou temperou (směs proteinového pojiva a oleje) a obsahuje olovnatou bělobu, křidu, boloňskou křidu (sádra) a pigmenty na bázi hliníkokřemičitanů (okry). Nelze vyloučit ani přítomnost ultramarínu. Vrstva také obsahuje degradační produkty oleje – oxaláty a stearáty, a je kontaminována terpenickou pryskyřicí (ve spektru uveden standard šelaku).

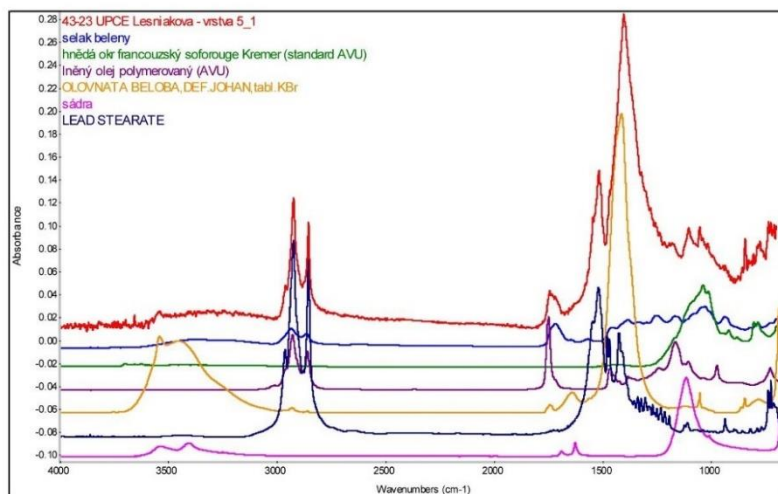


3

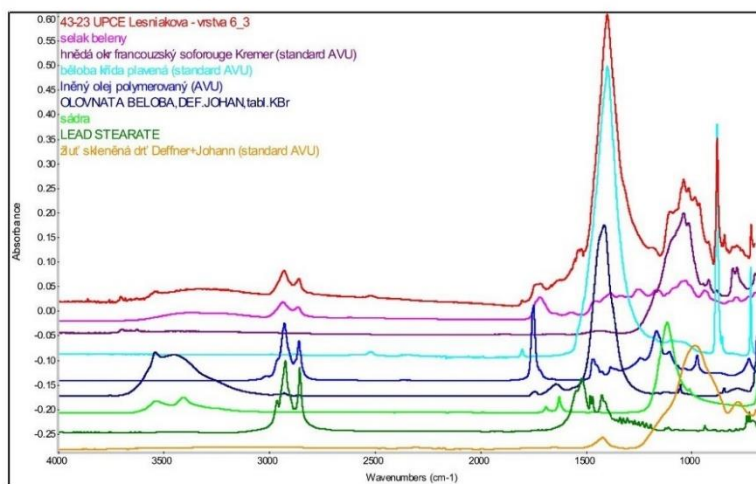
Obr. 5: FTIR spektra vrstvy 4 z různých míst měření společně se spektry standardů – vrstva byla pravděpodobně pojena olejem a obsahuje olovnatou bělobu, křidu, boloňskou křidu (sádra), pigmenty na bázi křemičitanů (uveden standard droceného skla) a hlinítokřemičitanů (okry). Vrstva také obsahuje degradační produkty oleje – stearáty, a je kontaminována terpenickou pryskyřicí (ve spektru uveden standard šelaku).



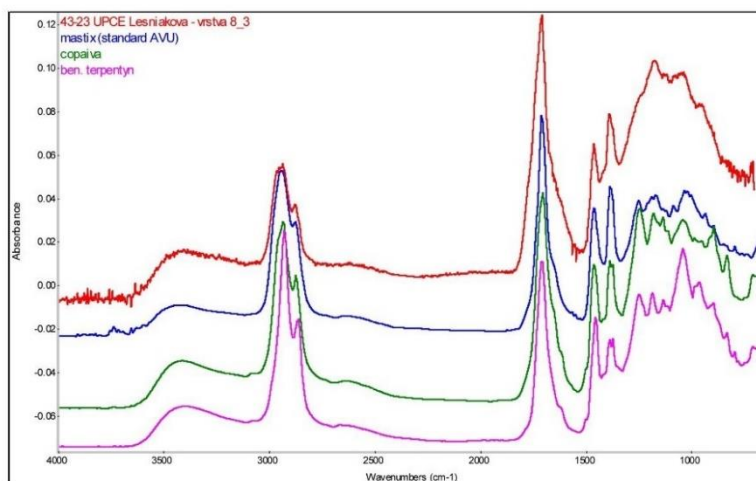
Obr. 6: FTIR spektrum vrstvy 5 společně se spektry standardů – vrstva byla pravděpodobně pojena olejem a obsahuje olovnatou bělobu, boloňskou křidu (sádra) a pigmenty na bázi hlinítokřemičitanů (okry). Vrstva je kontaminována terpenickou pryskyřicí (ve spektru uveden standard šelaku).



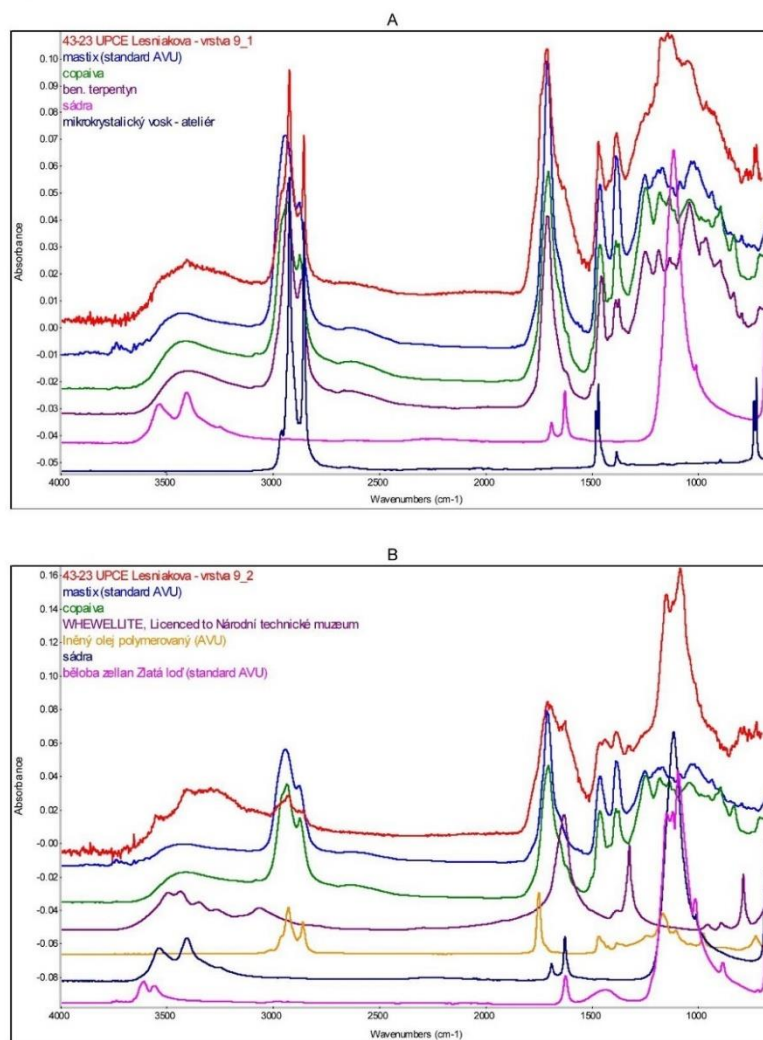
Obr. 7: FTIR spektrum vrstvy 6 společně se spektry standardů – vrstva byla pravděpodobně pojena olejem a obsahuje křídou, olovnatou bělobou, boloňskou křídou (sádra) a pigmenty na bázi křemičitanů (ve spektru uveden standard drceného skla) a hlinitokřemičitanů (okry). Vrstva je opět kontaminována terpenickou pryskyřicí (ve spektru uveden standard šelaku).



Obr. 8: FTIR spektrum vrstvy 8 společně se spektry standardů – vrstva je tvořena terpenickou pryskyřicí či směsí terpenických pryskyřic. Spektru nejlépe vyhovuje standard mastixu.

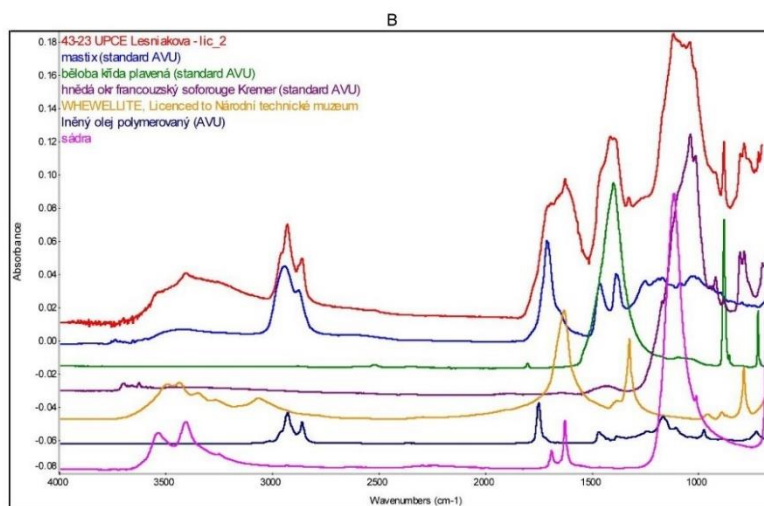
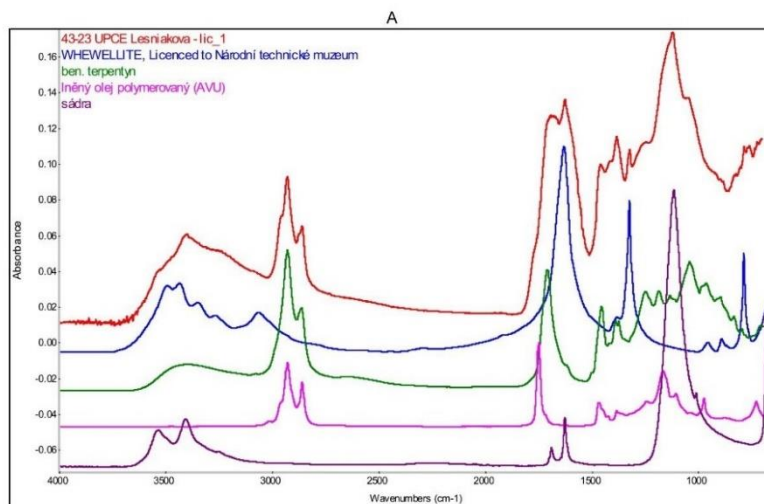


Obr. 9: FTIR spektra vrstvy 9 z různých míst měření společně se spektry standardů – vrstva obsahuje terpenickou pryskyřici a dále obsahuje boloňskou křidu (sádro) a lokálně lze identifikovat i vosk či degradační produkty oleje – oxaláty.

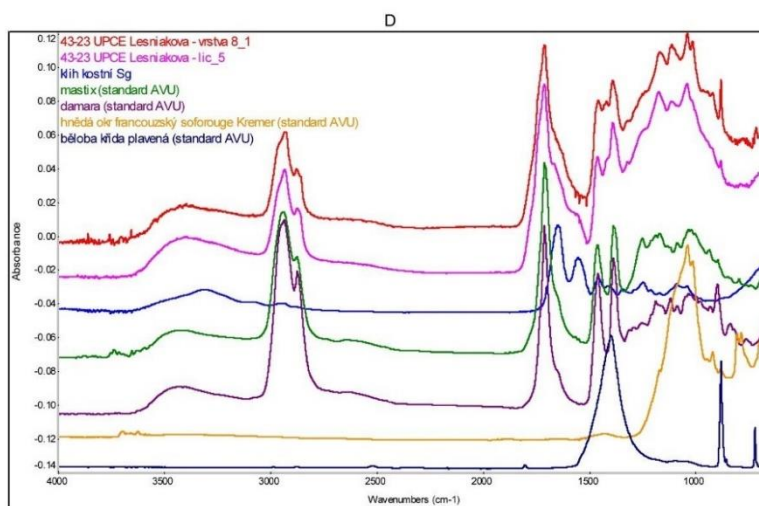
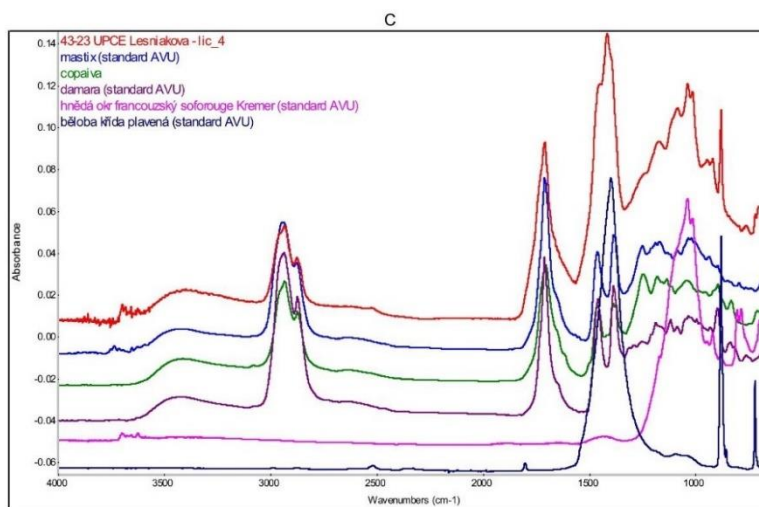


6

Obr. 10: FTIR spektra lícové strany vzorku z různých míst měření společně se spektry standardů – A, B) ve spektrech lze identifikovat oxaláty (degradační produkt oleje), terpenickou pryskyřici a dále boloňskou křidu (sádra) s lokální příměsí křidy a pigmentů na bázi hlinitokřemičitanů. C, D) ve spektrech lze vedle křidy, pigmentů na bázi hlinitokřemičitanů a terpenické pryskyřice lokálně identifikovat i proteinové pojivo (ve spektru uveden standard křihu).



7



ZÁVĚR:

Nejspodnější vrstvu vzorku tvoří zbytky klížených celulózových vláken a zbytky rentoaláže (vosko-pryskyřičná směs). Navazující vrstva červeného podkladu je pravděpodobně pojena mastnou temperou a obsahuje pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů (okry) s příměsí křídou. Následuje okrová vrstva, která byla pravděpodobně pojena velmi mastnou temperou, a na ní navazují růžové vrstvy s různou luminiscencí v UV světle, které jsou pravděpodobně pojeny olejem. Tyto vrstvy jsou probarveny olovnatou bělobou, křídou, boloňskou křídou (sádra) a pigmenty na bázi křemičitanů či hlinitokřemičitanů. Dále navazuje tenká laková vrstva (viz Obr. 1 označená č. 7), která je příliš tenká a nelze jí zvolenou instrumentací analyzovat. Silná vrstva laku (viz Obr. 1 – č. 8) je tvořena terpenickou pryskyřicí (či jejich směsí). Lokální pohledová vrstva obsahuje terpenickou pryskyřicí, oxaláty (degradační produkty oleje), boloňskou křidu (sádru), křidu a pigmenty na bázi hlinitokřemičitanu. Lokálně byl identifikován i vosk a proteinové pojivo.

Všechny vrstvy malby jsou kontaminovány terpenickou pryskyřicí.

Podrobné složení jednotlivých analyzovaných vrstev je uvedeno v popisku příslušného spektra.

V Praze, 26. 5. 2023


Ing. Lucie Poláková


RNDr. Eva Svobodová, Ph.D.


Ing. Ivana Kopecská
oddělení preventivní konzervace NTM

NOVÉ MOŽNOSTI ZTENČOVÁNÍ LAKŮ Z POVRCHŮ MALEB

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

Konzultant: Ing. Petra Lesniaková, Ph.D., Katedra chemické technologie, FR UPa

3 Ztenčování lakové vrstvy pomocí gelů a nanostrukturních kapalných systémů

3.1 Úvod

Trendy posledních let v širokém spektru oborů se zaměřují na ochranu a péči o lidské zdraví, životní prostředí a ekologii. Není tomu jinak ani v oblasti restaurování uměleckých děl. Důraz na ochranu zdraví jako absolventka střední zdravotnické školy považují za velmi dobrý krok vpřed. Člověk, a tedy i restaurátor, by kromě ochrany a péče o památky či umělecká díla měl dbát hlavně také na své zdraví i zdraví svého okolí. Z praxe získané po dobu studia restaurování vím, že ne vždy je možné použít pouze pro zdraví zcela nezávadné látky. Někdy je to nevyhnutelné, zejména při čištění pomocí organických rozpouštědel, které většinou zahrnuje ztenčování lakové vrstvy, odstraňování nevhodných retuší, jiných restaurátorských materiálů či nejrůznějších nečistot z povrchu nebo struktury díla.

K ochraně zdraví samozřejmě slouží adekvátní ochranné pomůcky a zařízení, mezi které například patří rukavice, odpovídající ochranné brýle, respirátory nebo ochranné masky, celkové a lokální odtahy vzduchu či digestoře. Výrobce chemických přípravků vhodné ochranné pomůcky a postupy doporučuje a je důležité se těmito doporučeními řídit. I přesto, že budeme na tyto postupy dbát, je vždy vhodné se nebezpečným látkám a jejich výparům co nejvíce vyhnout.

Výše zmíněné aspekty mohou pro restaurátory představovat poměrně vysoké riziko. Není totiž výjimkou, že restaurátor je ve styku se zdraví škodlivými látkami téměř denně nebo opakovaně po celou svoji kariéru. Jak bylo uvedeno, nejlepší cesta která má za cíl ochranu zdraví by byla, přirozeně, eliminace používání zdraví škodlivých látek v restaurátorské praxi. Pokud však není při práci možné se kontaktu se škodlivinami zcela vyhnout, rozhodně bychom měli usilovat o jeho minimalizaci. V této souvislosti obor restaurování poměrně krátkou dobu otevírá nové šetrné možnosti zahrnující využití rigidních gelů anebo nanostrukturních kapalných čisticích systémů,

jimiž se zároveň zaobírá tato část mé diplomové práce. Rigidní gely a nanostrukturní čisticí systémy se vyznačují mnohými příznivými vlastnostmi, které zahrnují zejména schopnost značného omezení jak použitého množství škodlivých látek, tak těkání škodlivin do okolí, zejména potom organických rozpouštědel. Benefity zahrnující ochranu lidského zdraví jsou velmi provázány s přínosy pro životního prostředí a ekologii. Zároveň by nové rigidní gely a čisticí kapalně nanostrukturní systémy měly poskytovat šetrnější, mnohdy také účinnější a kontrolovatelnější přístup k ošetřovaným dílům oproti mnohým zavedeným postupům.

Jako jednoduché případy mohu uvést použití organických rozpouštědel v gelu. Z gelu látka těká ztlačně pomaleji, což minimalizuje vystavení pracovníka výparům ze zdraví škodlivých rozpouštědel. Zvyšuje se zároveň účinnost působení rozpouštědla na čištěnou plochu kvůli jeho vysoké retenci v gelu, jako jeho nosiči. Navíc je aplikace ztlačně řízenější a může být lokální. Při použití tuhých, jinak řečeno rigidních gelů, je možné zásadním způsobem snížit negativní dopady čištění dokonce také na předměty vysoce citlivé k mokřým procesům, kterými jsou například umělecká díla na papírové nebo textilní podložce nebo jiné archiválie na podobných nebo souvisejících podložkách.

Při použití nanostrukturních čisticích systémů, které zahrnují mikroemulze a speciální micelární roztoky, se potom značně snižuje celkové množství organických rozpouštědel v čisticím médiu. Je to proto, že tyto systémy obsahují relativně malé množství těkavých organických rozpouštědel v přebytku vody. Rozpouštědla jsou ve vodě rozptýlena takovým způsobem, aby byl celý systém vysoce účinný právě i při nízkém obsahu organických rozpouštědel. Nejlepších výsledků můžeme dosáhnout kombinací gelů s těmito speciálními čisticími nanostrukturními systémy. Benefity obou systémů se pak výhodně spojí.

Jedním z nejvýznamnějších hybatelů na poli uvedených moderních materiálů používaných v restaurování je institut *Center for Colloid and Surface Science*³⁵ (CSGI³⁶) sídlící v italské Florencii. Cílem teoretické části diplomové práce je získat zkušenosti, testovat a představit nové rigidní gely a nanostrukturní čisticí systémy

³⁵ *Center for Colloid and Surface Science*, Florencie [online]. [cit. 14. 7. 2023]. Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/>

³⁶ Center for Colloid and Surface Science

vyvinuté a zavedené do restaurátorské praxe tímto pracovištěm pod značkou *Nanorestore*®.

3.2 Vývoj a výzkum nových materiálů a technologií, CSGI

CSGI je meziuniverzitním výzkumným konsorciem, které se zabývá základním výzkumem a vývojem nových high-tech technologií v několika různých vědeckých oborech. A dále také podporuje činnost malých a středních podniků, které si nemohou dovolit finanční náročnost nezávislé výzkumné činnosti. Jak již bylo uvedeno, aktivity CSGI zahrnují mnoho vědeckých oblastí, jejichž výsledky jsou aplikovatelné v několika oborech, mezi které patří také konzervace a restaurování kulturního dědictví. Institut je také velmi činný na poli publikací dotýkajících se tématu nových nanotechnologií, mikroemulzí a gelů v oboru restaurování a péče o památky.³⁷

Hlavní činnost *Center for Colloid and Surface Science* je spjata s vývojem, charakterizací a hodnocením nových materiálů pro konzervování, založených na poznatcích a konceptech z koloidních věd. Cílem je uspokojit řešení těch nejnáročnějších otázek a problémů, kterým musí restaurátor v moderní péči o památky čelit. Pokročilé materiály, jako jsou nanostrukturní systémy, nanodisperze a gely, jsou navrženy a vyrobeny tak, aby přesně korespondovaly s potřebami a požadavky restaurátorů. Tyto nové a moderní systémy se používají při konsolidaci zkrěhlých povrchů uměleckých děl, k odstraňování nečistot nebo ztenčování zestárých vrstev laků nebo adheziv, dále k úpravě pH a celkovému ošetření poškozených způsobených nevyhnutelným procesem degradace. Tyto systémy byly vyvinuty s ohledem na použití i pro velmi významná a vzácná díla. Systémy byly úspěšně použity na díla významných autorů, jako jsou Pablo Picasso, Jackson Pollock, Roy Lichtenstein a další. CSGI také komerčně nabízí některé z jejich produktů pod značkou *Nanorestore*®³⁸ Produkty jsou distribuovány firmou *Deffner & Johann GmbH*³⁹ a v omezené míře také například C.T.S. S.r.l.⁴⁰. Jedná se zřejmě o jediné komerčně prodávané přípravky tohoto typu, proto jsou hlavním předmětem této části mé diplomové práce. Cílem této části je

³⁷*Center for Colloid and Surface Science*, Florencie [online]. [cit. 14. 7. 2023]. Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/>

³⁸*Art restoration*, CSGI [online]. [cit. 14. 7. 2023]. Dostupné z: https://www.csgi.unifi.it/art_restoration.php

³⁹*Deffner & Johann GmbH* [online]. [cit. 14. 7. 2023]. Dostupné z: <https://deffner-johann.de/de/>

⁴⁰C.T.S. S.r.l., *Nanorestore*® [online]. [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z: <https://www.ctseurope.com/gb/252-nanorestore>

seznámit české restaurátorské prostředí se základními vlastnostmi a použitím těchto produktů.

3.3 Laky a jejich ztenčování⁴¹

Laky se nanášejí v tenké vrstvě, většinou štětcem, ale je možné laky aplikovat také nástřikem, moderně například pomocí airbrush nebo použít laky ve spreji. Po zaschnutí laku vzniká průhledný film, který je v ideálním případě rovnoměrně nanesený na povrch díla. Účel lakové vrstvy je nejen estetický, ale především také ochranný. Vzhled laku může být matný až vysoce lesklý. Mat a lesk lze odstupňovat dle potřeby složením laku a způsobem aplikace. Matný vzhled se dosahuje pomocí různých aditiv přidaných do laku, například příměsí vosku. Nátěrem lze docílit velmi lesklého povrchu, ale pokud je tentýž lak aplikován nástřikem, výsledek je matnější.

Lakovány byly a jsou předměty nejrůznější povahy a charakteru, od soch, nábytku, lodí až po obrazy. Nejtypičtěji jsou však lakovány obrazy, proto se tedy se ztenčováním lakových vrstev restaurátor uměleckých děl na papíru, plátně a souvisejících podložkách setkává opravdu velmi často.

Historické laky jsou nejčastěji pryskyřičné nebo olejopryskyřičné. Jak již bylo naznačeno, do laků se z různých důvodů dodnes přidávají aditiva, například matovadla nebo pigmenty, receptur je opravdu mnoho. Klasicky používanými pryskyřicemi v lacích určených pro lakování závěsných obrazů byly kopál, mastix a nejčastěji damara. Dále se také poměrně často můžeme setkat s šelakem. Historicky významný pro dvacáté století je také nitrocelulózový lak, jež byl hojně používaný, a to i při restaurování. Nyní se v oboru restaurování používají jak klasické tradiční materiály, jako je například damarová pryskyřice, ale také syntetické a poměrně nové materiály, jako je třeba *Regalrez*® nebo *Laropal*® A 81. Pro laky byla také vyvinuta nová aditiva, která mají stupeň ochrany laku zlepšovat. Jako třeba UV stabilizátory, kterým může být například *Tinuvin*®. Laky lze koupit již připravené přímo k použití, anebo lze také koupit suroviny pro jeho přípravu svépomocí.

⁴¹ SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika v malířské tvorbě (Malířský a restaurátorský materiál)*. Praha: SNL-Nakladatelství technické literatury, 1976, Druhé nezměněné vydání.
KOTLÍK, Petr. ŠIMŮNKOVÁ, Eva. ZELINGER, Jiří. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. Praha: ACADEMIA, 1982.

Laky postupem času, zejména vlivem okolního prostředí, degradují a ztrácejí své příznivé užitné vlastnosti. Proto je na místě zajistit vhodné podmínky uložení díla, aby k degradaci docházelo co nejpomaleji. V určitém okamžiku je zapotřebí zestárlé nevyhovující laky redukovat, ztenčit. Jedná se o běžný úkon, který je součástí restaurátorského procesu. V ideálním případě bychom tuto činnost nazývali odstraňováním, ale v praxi se jedná pouze o ztenčování či redukci takovýchto vrstev do míry, která je pro konkrétní dílo nejlepší. Používání pojmu „ztenčování laku“ nebo lakové vrstvy je v restaurátorské praxi již zažitě. Toto slovní spojení je upřednostňováno před slovním spojením „odstraňování laku“ z důvodu, že téměř vždy nedochází k úplnému odstranění lakové vrstvy včetně odstranění veškerých reziduí. Je to jakýmsi ustáleným zvykem v oboru.

Laky se nejčastěji redukuje pomocí různých rozpouštědel. Při výběru vhodného rozpouštědla je nutné dbát nejen na to, aby bylo optimálně účinné, ale také aby vlivem rozpouštědla nedocházelo k poškození originálního díla. Dále je také při výběru důležité zohlednit zdraví restaurátora a vliv zvoleného rozpouštědla na životní prostředí.

Proces ztenčování lakové vrstvy je u nových nezestárlých laků většinou poměrně snadný. Stačí vybrat vhodné rozpouštědlo a lak ztenčit například vatovým smotkem. Vazby molekul čerstvého nestárnutého laku je totiž poměrně snadné narušit. Velmi speciálním a náročným krokem je však ztenčování zestárlých a degradovaných laků. Zestárlé laky jsou velmi zesíťované, a proto je často obtížné narušit jejich strukturu, aby bylo možné je ztenčit. Při jejich odstraňování je nutné lak nejprve nabobtnat případně rozpustit a poté mechanicky odstranit, například pomocí špachtle, skalpelu nebo vatového smotku.

V případě, kdy restaurovaný předmět čistíme od nejrůznějších nečistot, je v podstatě pravidlem, že na restaurovaném předmětu ulpí velmi malé množství čištěné látky v podobě reziduí. Pokud restaurátor shledá, že by pro dílo bylo riskantní nečistoty z díla dále odstraňovat, proces čištění je ukončen a rezidua odstraňované nečistoty jsou ponechána na díle. Každý případ je samozřejmě vždy posuzován velmi individuálně, ale obecně lze říci, že je vždy výhodnější na ošetřovaném předmětu ponechat rezidua odstraňovaných nečistot než poškodit cenný originál. Poškození by hrozilo například v případech tzv. „přečištění“, které v horším případě může znamenat, že dojde ke snímání originálních, autorských vrstev díla. Dalším případem může být „přečištění“ ve smyslu přílišného očištění nánosů nečistot tvořících patinu, která získala hodnotu

stáří⁴², a lze tedy říci, že se stala jakousi hodnotnou součástí díla. Tento fenomén hodnoty stáří nebo patiny je ale spíše filosofickou otázkou a nebude v této práci dále rozvíjen nebo řešen.

3.4 Gely v restaurátorské praxi⁴³

V posledních desetiletích se v restaurování objevilo mnoho nových materiálů, pomůcek a postupů. Často se jedná o převzaté materiály využívané v jiných oborech, například ve zdravotnictví, potravinářství nebo kosmetice. Toto se týká i odvětví gelů, které se v restaurování dnes používají k různým účelům, dominantně však k čištění, respektive odstraňování nebo redukci nežádoucích materiálů. V tomto případě slouží gely jako nosiče kapalných čisticích systémů umožňující jejich řízenou, kontrolovanou a šetrnou aplikaci nejen ve vztahu k restaurovanému dílu, ale také z hlediska ochrany lidského zdraví.

Vznik gelů je podmíněn jevem, který se nazývá gelace. Gelace je proces, kdy se tvoří spoje mezi molekulami a makromolekulami, které tvoří tzv. uzly vzniklé sítě, tedy gelu. Uzly sítě vznikají buď chemickou reakcí nebo působením fyzikálních sil či propletením řetězců. Gely vzniklé chemickou reakcí se nazývají chemické gely, tyto gely jsou síťované primárními (kovalentní) vazbami. Gely vzniklé působením fyzikálních sil se potom nazývají fyzikálně síťované gely nebo jednoduše fyzikální gely.

Gely využívané v restaurování jsou materiály tvořené disperzním podílem, kterým je trojrozměrná makromolekulární síť makroskopické velikosti, a disperzním prostředím, kterým je kapalina. Chovají se jako tuhé látky i kapaliny zároveň. Mají velmi elastické vlastnosti. Gely je možné dělit z různých hledisek. Na základě složení disperzního podílu lze gely rozdělit na organické a anorganické nebo syntetické a přírodní.

⁴² RIEGEL, Alois. *Moderní památková péče*. Praha: NPÚ, generální ředitelství, 2003. ISBN 80-86234-34-7

⁴³ HEGER, Richard. *Sledování změny pH v systému fázově separovaných hydrogelů*. Brno: Fakulta Chemická, Vysoké učení technické v Brně, diplomová práce, 2018, str. 15–18.
BAGLIONI, Piero, CHELAZZI, David, GIORGI, Rodorico. *Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage*. London: Springer, 2015, 1.4 Gels. ISBN 978-94-024-0704-4
Gels in the conservation of art. London: Archetype Publications Ltd, 2017, str.11. ISBN 978-1-909492-50-9

Podle toho, čím je tvořeno jejich disperzní prostředí, gely můžeme klasifikovat na organogely a hydrogely. Disperzní prostředí organogelů je tvořeno organickou kapalinou, u hydrogelů je tvořeno dominantně vodou, může být tedy také vodným systémem. Hydrogel je tvořený trojrozměrnými polymerními sítěmi, které jsou schopné do své struktury přijmout a zadržet v ní velké množství vody. Schopnost sorbovat vodu mají hydrogely díky hydrofilním skupinám, které jsou vázány na polymerním řetězci a jsou schopny tvořit vodíkové můstky. Díky schopnosti síťovat také nedochází k jejich rozpouštění.

Podle míry soudržnosti je možné gely dělit na rigidní gely nebo vysoce viskózní (polotuhé/polotekuté) gelové systémy. Rigidní gely mívají tvar plátů, jsou soudržné, lze s nimi většinou velmi snadno manipulovat, aniž by se potrhaly nebo rozpadly. Lze je uchopit v jednom místě a zpravidla snadno v celistvé podobě odstranit. V oboru restaurování spočívá výhoda rigidních gelů hlavně v tom, že mají vysokou zádrž kapalin a zanechání jejich reziduí je minimální nebo žádné oproti polotuhým gelům. Polotuhé či polotekuté gely nejsou soudržné, hůře a obtížněji se odstraňují a hrozí zde ulpění reziduí na restaurovaném díle. Zpravidla je zapotřebí je po aplikaci dočistit či vymýt, nejčastěji pomocí vatových tampónů, což sebou přináší další nežádoucí fyzikální namáhání ošetřovaného díla.

Základními rigidními gely nejčastěji používanými v restaurování jsou přírodní hydrogely na bázi polysacharidů a bílkovin nebo potom nové chemické gely. Zdrojem disperzního podílu rigidních gelů na bázi polysacharidů používaných v restaurování jsou škrob, gellan a agar. Za bílkovinné gely lze uvést želatinu.

V odborných publikacích byly za posledních několik let prezentovány různé typy chemických rigidních gelů – hydrogelů a v menší míře i organogelů. Mnohými z těchto gelů se tato práce nezabývá, protože se buď jednalo o slepé cesty z hlediska restaurátorské praxe nebo nedostupné či obtížně připravitelné materiály. Poměrně nedávno byly na trh pod značkou *Nanorestore*[®] uvedeny chemické hydrogely na bázi metylmetakrylátu s elhylenglycol-dimethakrylátem (MMA/EGDMA). Záhy však byly tyto produkty z trhu stáhnuty a rigidní organogely nejsou v současné době k dostání. Pod stejnou značkou jsou však poměrně nově dostupné chemické hydrogely na bázi polyvinylalkoholu nebo polyhydroxyethylmetakrylátu s polyvinylpyrrolidonem (PVA/PVP nebo PHEMA/PVP), na které se proto zaměřuje i tato práce.

Spíše viskózní až vysoce viskózní systémy hojně využívané při restaurování potom tvoří gely na bázi derivátů celulózy, kyseliny polyakrylové (zahrnující také tzv. *Wolbersovy gely*) a gely na bázi polyvinylalkoholu síťovaného boraxem.

3.5 Agar⁴⁴

Agar je získáván z červených mořských řas třídy Rhodophyceae. Je to přírodní polysacharid složený z agarózy a agaropektinu. Poměr agarózy a agaropektinu se liší v závislosti na původu zdroje, ze kterého je agar získáván. Určuje fyzikálně-chemické, mechanické a reologické vlastnosti gelu. Agaróza je polymer s lineárním řetězcem, složený z β -D-galaktózy a 3,6-anhydro- α -L-galaktózy. Má vysokou molekulovou hmotnost, a také proto je nositelem příznivých gelačních vlastností agaru, zejména jeho pevnosti a tuhosti. Agaropektin je v podstatě heterogenní nízkomolekulární agaróza silně modifikovaná kyselými postranními skupinami, jako jsou síranové a pyruvátové skupiny. Agaropertin kvůli svému složení i nízké molekulové hmotnosti nemá dobré gelační vlastnosti. Pokud je agar podroben alkalickým procesům, dochází ke změně jeho složení a zvýšení pevnosti výsledného gelu.

Agar tvoří podobně jako ostatní gelotvorné látky na bázi polysacharidů termoreversibilní polotuhé až tuhé hydrogely. Je nerozpustný při pokojové teplotě. Příprava gelu zahrnuje zahřívání suspenze agaru a vody⁴⁵ do vzniku čirého roztoku a jeho následné ochlazování, při kterém se tvoří gel. Roztok z agaru vzniká při teplotách nad 85 °C. Při ochlazení na teplotu asi 45 °C a nižší se vytvoří trojrozměrná síť z vysoce uspořádaných dvoušroubovice, které fungují jako spojovací body mezi řetězci a jsou podstatou vzniku rigidního gelu. K zahřívání se většinou používá varná plotna nebo mikrovlnná trouba.

V restaurování agarové gely většinou splňují požadavky pro umělecké dílo z hlediska účinnosti a bezpečnosti čištění. Výhodou agarových gelů je jejich snadná odstranitelnost vázaná na soudržnost a pevnost gelů a dobrá dostupnost i bezproblémová příprava svépomocí. Gely z agaru jsou bohužel opakní, nejsou průhledné, což snižuje kontrolovatelnost aplikací. Z odborné literatury vyplývá, že se gely z agaru dále vyznačují nižší zádrží kapalin než používané gely z gellanu nebo chemické hydrogely

⁴⁴*Gels in the conservation of art*. London: Archetype Publications Ltd, 2017, str.11. ISBN 978-1-909492-50-9

⁴⁵ Nebo vhodného vodného systému.

značky *Nanorestore*®. Měly by mít také horší chování z hlediska možného zanechání reziduí.

V odborné literatuře jsou popsány různé receptury a postupy nejen přípravy, ale také aplikací gelů z agaru⁴⁶. V praktické části diplomové práce při ztenčování laku z přírodních pryskyřic se osvědčil například následující recept.

V rámci přípravy agaru bylo nejprve smícháno 2,5 g agaru se 60 ml demineralizované vody, za stálého míchání byla suspenze přivedena k varu a ponechána krátce provařit. Poté byl roztok odstaven z tepelného zdroje a za stálého míchání do něj bylo pomalu přiléváno asi 35 ml isopropylalkoholu. Je zapotřebí dbát, aby v tomto kroku nedošlo k zakalení připravované směsi, jinak by byl gel nevyhovující, nebyl by nesoudržný, což by zamezilo jeho vhodné aplikaci. Také by zajisté nebylo dosaženo ideální retence rozpouštědel v systému a stouplo by riziko zanechání reziduí. Isopropylalkohol je tedy nutné přilévat velmi pomalu, pozvolna, dobře míchat, a při první zakalené kapce přestat izopropylalkohol do soustavy přidávat. [Obr. 66, *Ztenčování lakových vrstev pomocí agarového hydrogelu s izopropylalkoholem*, str. 93]

Velmi obdobný recept se osvědčil i při restaurování olejomalby na plátěné podložce „*Portrét muže s chlapcem*“. Postup byl totožný, recept se lišil v poměru surovin. Zde byly použity 3 g agaru, 60 ml demineralizované vody a 30–38 ml isopropylalkoholu. Přesný postup je uveden v restaurátorské zprávě⁴⁷.

3.6 Gellan⁴⁸

Gellan je přírodní hydrokoloid tvořený lineárním opakujícím se řetězcem tetrasacharidů. Tetrasacharidová jednotka je složena z jedné molekuly β -D-glukuronátu, dvou jednotek β -D-glukózy a jedné molekuly α -L-ramnózy. Tento druh polysacharidu je vylučován mikroorganismem, bakterií *Sphingomonas elodea*. V přírodní (původní) formě obsahuje acylové substituenty a označuje se jako acylovaný nebo vysoce

⁴⁶ MROVĚC, Pavel. *Restaurování sádrového modelu pomníku Jana Husa na Staroměstské náměstí od Stanislava Suchardy, Možnosti využití laseru v kontextu tradičních a současných metod čištění povrchově neupravených sádrových odlitků*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, diplomová práce, 2017.

⁴⁷ POLÍVKOVÁ, Gabriela. *Komplexní restaurování olejomalby na plátě „Portrét muže s chlapcem“*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, restaurátorská dokumentace, 2023, str. 34.

⁴⁸ CASSANELLI, Mattia. *Drying and rehydration of gellan gum gels*. Birmingham: School of Chemical Engineering, College of Engineering and Physical Sciences, University of Birmingham, Doctoral Thesis, 2018, str. 18–26.

acylovaný gellan. Tato přírodní forma je potom pro mnohé účely upravována fermentací, pasterizací a alkoholovou precipitací na nízko acylovaný nebo deacylovaný gellan. V restaurátorské praxi převládá využití deacylovaného gelanu, který vytváří průhledné, dosti pevné a soudržné gely stabilní v relativně širokém rozmezí pH. Mnohé vlastnosti gelů důležité pro restaurování je možné měnit koncentrací gellanu.

K získání gelů uspokojivých vlastností se koncentrace deacylovaných gellanů zpravidla pohybují přibližně mezi 1 a 5 % hm. S rostoucí koncentrací roste tuhost a soudržnost gelu, ale také schopnost retence (zádrže) kapalin. Je tedy možné připravit gely s tak vysokou retencí čistícího systému, že jsou tyto gely použitelné i na díla vysoce citlivá k mokřým procesům a zavlhčení. Gely se připravují v přítomnosti kationtů, díky nimž mohou být pevnější a soudržnější. Pro aplikaci na umělecké předměty se většinou jako zdroj těchto kationtů do vody s gellanem přidává octan vápenatý podle základní receptury, která se prakticky při přípravě gelů ustálila.

Podobně jako agar je nutné suspenzi gellanu ve vodě (vodném systému) s rozpuštěným octanem zahřát na vysokou teplotu (asi nad 85 °C) kvůli vzniku čirého roztoku. Po ochlazení roztoku, ve kterém je gellan rozptýlen ve formě neuspořádaných klubek, vzniká vysoce uspořádaná síť dvoušroubovic, která je podstatou trojrozměrné polymerní sítě v podobě rigidního gelu. Příprava gelu je tedy snadná, levná a rychlá.

Používá se v potravinářství, kosmetice a jiných oborech. V restaurování nalézá gellan mnoho uplatnění. Využívá se nejen při čištění různých předmětů i druhů nečistot, ale také například při řízeném zvlhčování, odkyselování nebo desinfekci. Použitím gellanu v restaurování se zabývá diplomová práce⁴⁹ BcA. Anety Ševčíkové.

3.7 Škrob

Škrob je průmyslově získáván z brambor, žita, kukuřice a rýže. V oblasti restaurování jsou používány různé druhy škrobů, myšleno dle zdroje jeho získávání. Je ve studené vodě nerozpustný, v horké vodě bobtná a tvoří tzv. škrobový máz.⁵⁰ Škrob je polysacharid, jehož základní jednotkou je glukóza. Glukózové jednotky

⁴⁹ ŠEVČÍKOVÁ, Aneta. *Komplexní restaurování olejomalby na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska a možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, diplomová práce, 2023.

⁵⁰ SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika v malířské tvorbě (Malířský a restaurátorský materiál)*. Praha: SNL-Nakladatelství technické literatury, 1976, Druhé nezměněné vydání, str. 43–44.

jsou vázány (1-4)- α -glykosidickou vazbou. Skládá se z amylózy s lineární strukturou a amylopektinu s rozvětvenými makromolekulami. Amylóza je ve škrobu zastoupena asi z 20% hm. Zahříváním škrobu lze amylóza postupně oddělit od amylopektinu. Amylopektin tvoří zbývajících zhruba 80 % hmotnosti škrobu. Struktura amylopektinu je složitější než struktura amylózy, jak bylo uvedeno, amylopektin je větveným polymerem. Obsahuje přibližně na každých dvacet pět glukózových jednotek jedno větvení.⁵¹ Tepelnou úpravou škrobu lze získat dextrin.

V restaurování je zpravidla používán tzv. škrobový máz. Teplota mazování je pro jednotlivé druhy škrobu rozlišná, škrob z brambor mazovatel při 72 °C, škrob z pšenice při 62 °C, žitný při 68 °C.⁵² Restaurátoři používají škrob často jako lepidlo, především při restaurování papíru a uměleckých děl na textilní podložce, v malířských technikách může být využíván jako pojivo barev. Pavel Mrověk ve své diplomové práci⁵³ uvádí více způsobů použití škrobu při čištění. Zmiňuje zde možnost použití jak škrobového mázu s různými způsoby aplikací, tak čištění škrobem jako suchou látkou.

Přes publikované úspěšné aplikace se škrob (podobně jako želatina) v dnešní době jako rigidní gel prakticky nepoužívá. Zřejmě k tomu není důvodu, protože jeho vlastnosti předčí ostatní dostupné diskutované materiály, které byly navíc hojně testovány a zkoumány. Proto není využití gelů ze škrobu v restaurátorské praxi detailněji v rámci této práce popisováno.

⁵¹MCMURRY, John. *Organická chemie*. Praha: VUTIUM (VŠCHT Praha), 2007, str. 970–971. ISBN 978-80-7080-637-1

⁵² SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika v malířské tvorbě (Malířský a restaurátorský materiál)*. Praha: SNL-Nakladatelství technické literatury, 1976, Druhé nezměněné vydání, str. 43–44.

⁵³ MROVĚC, Pavel. *Restaurování sádrového modelu pomníku Jana Husa na Staroměstské náměstí od Stanislava Suchardy, Možnosti využití laseru v kontextu tradičních a současných metod čištění povrchově neupravených sádrových odlitků*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, diplomová práce, 2017, str. 119–121.

3.8 Komerční rigidní gely *Nanorestore Gel*⁵⁴

Jedná se o chemické rigidní hydrogely na bázi poly-vinylalkoholu nebo polyhydroxyethylmetakrylátu s polyvinylpyrrolidonem (PVA/PVP nebo pHEMA/PVP). Jsou určeny k čištění nebo kontrolovatelnému zvlhčování povrchů, zvláště pak materiálů vysoce citlivých k mokřým procesům a zavlhčení. Díky přesně koncipované struktuře mají tyto gely výbornou retenci kapalin. Gely jsou velmi soudržné, odstranění gelů z čištěného povrchu je velmi snadné, což je také jejich velkým benefitem. Gel je možné z povrchu celý sejmout například pinzetou, gel stačí pouze sloupnout, aniž by se dělil nebo jinak rozpadal. Nezanechávají proto rezidua na povrchu objektu, na který jsou aplikovány. Gely jsou dodávány nasycené vodou, ale je možné je kombinovat i s jinými vodnými systémy, jak bude uvedeno dále.

Tyto gely nejsou toxické. Přesto výrobce doporučuje manipulaci s nimi v běžných laboratorních rukavicích, zřejmě kvůli různému charakteru používaných kapalin v kombinaci s gely. Ochranné brýle není zapotřebí používat. Pokud jsou však gely nasyceny rozpouštědlem, výrobce upozorňuje na to, aby toto bylo bráno v potaz a uživatel se chránil dle předpisů (např. digestoř, ochranná maska atp.) pro zacházení s používaným rozpouštědlem. A to i přes to, že rozpouštědlo je uzavřeno v gelu a může se odpařovat ve velmi malém množství.

Gely je možné snadno upravit do potřebného tvaru pouhým seříznutím nebo stříháním, například skalpelem nebo jinou pomůckou k řezání. V tomto ohledu lze doporučit nějaký inertní materiál nebo materiál nereagující na vlhkost či látky obsažené v gelu, např. použité rozpouštědlo. Před přímou aplikací, položením gelu na čištěný povrch, se musí z gelu odsát přebytečné tekutiny. Provádí se to tak, že gel se umístí do sendviče mezi absorpční materiály (např. mezi dva listy filtračního papíru). Po tomto kroku může být gel aplikován, položen, na čištěný povrch. Gel stačí na čištěný povrch umístit, případně jemně přitlačit, aby došlo k dobrému přilnutí na povrch. Díky tomu

⁵⁴*Gels in the conservation of art*. London: Archetype Publications Ltd, 2017, str. 272. ISBN 978-1-909492-50-9

Bezpečnostní list Nanorestorel® MWR Dry Gel, Dostupné online 7. 7. 2023: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.PDF

Bezpečnostní list Nanorestore®, Peggy 6 Gel, Dostupné online 7. 7. 2023: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20PG6%20Gel_EN_DJ.pdf

dojde například také k odstranění vzduchových bublin mezi gelem a čištěným povrchem nebo lepšímu přilnutí gelu na nerovný povrch.

Pokud je potřeba ještě více zlepšit zabránění odpařování kapalin z gelu, lze na nekrytý povrch gelu umístit fólii z vhodného typu plastu, který je stabilní a neuvolňuje žádné látky.⁵⁵ Obvykle však není potřeba tento krok přidávat, doba aplikace gelu na čištěném povrchu bývá totiž obvykle spíše kratší. Čas aplikace se odvíjí od typu gelu, použitých materiálech a povaze odstraňovaných látek a také povrchu, ze kterého jsou tyto nežádoucí látky odstraňovány. Doba aplikace se může velmi lišit, aplikace může trvat 1 minutu anebo třeba i několik hodin.⁵⁶ Pokud je aplikace delší, že dobré provést výše zmíněná opatření ke zlepšení zabránění odpařování kapalin ze systému.

Gel je možné aplikovat v jednom cyklu nebo opakovaně (opakovaná aplikace). V případě opakované aplikace je nutné gel vždy zkontrolovat, zda má správné vlastnosti a je dostatečně vlhký. Pokud není gel dostatečně vlhký, výrobce doporučuje použít nový kus. Gel lze používat nejenom opakovaně, ale také z jeho obou stran. Výrobce doporučuje pro udržení příznivých vlastností gelů, aby mohl být požívaný opakovaně, ponořit gel do dané kapaliny přes noc anebo alespoň na 12 hodin. Tento proces zajistí dostatečnou hydrataci gelu a také jeho očištění od nečistot nebo špíny. Podle výrobce lze gely použít asi čtyřikrát až pětkrát. Účinnost však s každým opakovaným použitím klesá. Po dlouhodobém skladování gelu, který byl předtím již jednou použit, ho výrobce nedoporučuje dále používat.

Firma dodává gely ponořené v demineralizované vodě, takto zabalené gely jsou stabilní a lze je uchovávat při pokojové teplotě několik měsíců. Po vyjmutí gelů z originálního obalu výrobce doporučuje gely skladovat ponořené ve vodě v uzavřené nádobě a takto uložené gely uchovávat v temnu. Dále výrobce doporučuje vyčkat 24 hodin před prvním použitím. Po delší době skladování výrobce doporučuje gely před použitím nejprve zkontrolovat, zda nedošlo k nějaké změně. Přestože by měly být gely poměrně odolné proti napadením mikroorganismy, může dojít k jejich kontaminaci. V případě biologického napadení je doporučeno gely podrobit lázni

⁵⁵ Z materiálů dostupných na českém trhu pro restaurování je možné vybrat polyesterové fólie *Melinex 401*.

⁵⁶ Výrobce doporučuje aplikaci 1–5 minut nebo 3–4 hodiny, v závislosti na konkrétním případě (použité materiály atp.).

v 1% roztoku chlornanu draselného po dobu 1–2 minut. Po vyjmutí z lázně je zapotřebí gel pečlivě opláchnout vodou, aby došlo k odstranění chlornanu draselného a dále gely skladovat v čisté vodě. Před každou aplikací na dílo výrobce doporučuje kontrolu gelu, je potřeba zkontrolovat, zda na gelu nedošlo k nějaké změně.

3.8.1 Nanorestore Gel® Dry⁵⁷

Jedná se o transparentní chemické hydrogely na bázi poly2-hydroxyethylmethakrylátu a polyvinylpyrrolidonu (pHEMA/PVP). Podle výrobce by tyto gely neměly zanechávat rezidua na povrchu objektu, na který jsou aplikovány. Díky jejich struktuře, mají velmi vysokou schopnost retence kapalin a je tudíž možné gely aplikovat i na povrchy vysoce citlivé na mokré procesy, respektive na vodu a vodné systémy. Gely působí pouze na styčné ploše, na rozhraní mezi gelem a povrchem. Na povrch objektu, kam jsou aplikovány, se proto uvolňuje velmi malé množství kapaliny. Jsou relativně dosti tuhé.

Podle výrobce lze tyto gely kombinovat s vodnými roztoky organických rozpouštědel (např. alkoholy), jinými vodnými roztoky (např. chelatačních činidel), některými organickými rozpouštědly (glykoly, alkoholy) a nanostrukturními čisticími systémy *Nanorestore Cleaning*®. Výrobce dále konkrétně doporučuje kombinaci gelů s následujícími chemikáliemi: s benzylalkoholem, 2-methoxyethanolem (*Methyl cellosolve*), ethanolem, 2-propanolem, kyselinou octovou, ethanolaminem, methanolem, ethylenglykolem, propylenglykolem a 2-buthanolem. Naopak nedoporučuje sycení gelů acetonem, ethylacetátem, 1-penthanolem, xyleny, bythylacetátem, heptanem, propylenkarbonátem, cyklohexanem, methylethylketonem a toluenem.

V řadě *Nanorestore Gel*® *MWR Dry* jsou dostupné dva druhy výrobků, *Nanorestore Gel*® *Medium Water Retention – MWR*⁵⁸ a *Nanorestore Gel*® *High Water Retention – HWR*⁵⁹. *Nanorestore Gel*® *HWR* by měl vykazovat vyšší retenci než

⁵⁷ *Bezpečnostní list Nanorestorel*® *MWR Dry Gel*, Dostupné online 7. 7. 2023: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.PDF

Technický list Nanorestore Gel® *Dry*, [online]. [cit. 10. 7. 2023].: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.pdf

⁵⁸Medium Water Retention

⁵⁹High Water Retention

Nanorestore Gel® MWR a je ho možné použít k ošetření povrchů, které prakticky nesmí být zvlhčeny.

3.8.2 Nanorestore Gel® Peggy⁶⁰

Jak bylo uvedeno, gely *Nanorestore Gel® Peggy* jsou složeny z polyvinylalkoholu a polyvinylpyrrolidonu (PVA/PVP). Značnou výhodou těchto gelů je, že jsou velmi flexibilní a elastické, což umožňuje jejich dobrou a rovnoměrnou aplikaci na drsné a nerovné povrchy, které dokáží výborně kopírovat. Gely nejsou průhledné, jsou bílé opakní, což může být nevýhodou zejména při nutnosti kontroly v průběhu jejich aplikace. Mohou být také vhodné na povrchy citlivé k zamokření, zároveň však dokáží čisticí kapalným systémem postupně s prodloužením doby aplikace uvolňovat. Měly by tedy poskytnout řízené a zároveň z tohoto úhlu pohledu kontrolovatelné čištění.

Obecně gely *Nanorestore Gel® Peggy* zahrnují dva typy gelů, *Nanorestore Gel® Peggy 6* a *Nanorestore Gel® Peggy 5*, které jsou na rozdíl od gelů *Nanorestore Gel® Dry* dostupné ve třech podobách, a to plátech, hranolů/kvadrů a tvaru pera/tužky. Gely *Nanorestore Gel® Peggy 6* jsou flexibilnější a elastičtější než gely *Nanorestore Gel® Peggy 5*. Gely *Nanorestore Gel® Peggy 6* mají dále nižší retenci kapalin než gely *Nanorestore Gel® Peggy 5*.

Formu plátů mají gely s názvy *Nanorestore Gel® Peggy 5* a *Nanorestore Gel® Peggy 6*. Gely *Nanorestore Gel® Peggy 5 Gum* a *Nanorestore Gel® Peggy 6 Gum* mají tvar hranolů o velikosti asi 12 cm³. Díky tomuto tvaru gel umožňuje provádět kontrolované lokální vlhčení a zároveň i velmi jemné mechanické čištění. Lze jej totiž použít jako ultra jemnou gumu/houbu pro opravdu delikátní, jemné, čištění a odstranění povrchových nečistot. V neposlední řadě mají gely *Nanorestore Gel® Peggy 5 Pen* a *Nanorestore Gel® Peggy 6 Pen*, jak již název napovídá, tvar „tužky/pera“ o velikosti asi 8 cm na délku a o průměru asi 1,5 cm. Tento typ gelu je vhodný pro lokální

⁶⁰*Bezpečnostní list Nanorestore®, Peggy 6 Gel*, Dostupné online 7. 7. 2023: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20PG6%20Gel_EN_DJ.pdf

Technický list Nanorestore Gel®, Peggy PG6, Dostupné online 7. 7. 2023: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Gel%20Peggy%206_EN_DJ.pdf

zvlhčování mechanickým způsobem, zároveň je možné gelem provádět velmi delikátní a jemné čištění povrchových nečistot podobně jako gely *Nanorestore Gel® Peggy Gum*.

Nanorestore Gel® Peggy je možné sytit směsmi vody s alkoholy (např. ethanol), přičemž obsah alkoholu ve směsi nesmí přesáhnout 50 % obj. Dále výrobce uvádí možné kombinace s vodnými nanostrukturními systémy (např. *Nanorestore Cleaning®*) a vodnými roztoky (např. chelatačními činidly jako je TAC⁶¹).

3.9 Nanostrukturní kapalné systémy⁶²

Pokročilé nanostrukturní kapalné systémy zavedené do restaurátorské praxe zahrnují mikroemulze a speciální micelární roztoky. Zjednodušeně lze říci, že tyto systémy jsou složené z kontinuální kapalně fáze (disperzního prostředí), ve které jsou rozptýleny pomocí tenzidů (jinak povrchově aktivní látky, surfaktanty) malé (nano)částice kapaliny odlišných vlastností. Tyto systémy mohou být podobně jako emulze⁶³ tzv. přímé, tedy typu „olej ve vodě“ (O/V⁶⁴), kdy je nepolární fáze dispergována ve vodě (v polární fázi) nebo obrácené, typu „voda v oleji“ (V/O⁶⁵), kdy je tomu naopak. V kontextu práce se následující text zaměřuje na vodné systémy, ve kterých jsou dispergována organická rozpouštědla.

Pokud bychom měli zjednodušeně shrnout složení nanostrukturních čisticích systémů, tak tyto systémy obsahují kromě vody, jako převládající fáze, povrchově aktivní látku, nízký obsah organických rozpouštědel a v některých případech také tzv. ko-surfaktant. Přítomnost ko-surfaktantu má velký vliv na vlastnosti celého systému. Ko-surfaktant nanodisperzní systém buď stabilizuje nebo působí jako pomocné rozpouštědlo, jeho funkce může být i kombinovaná.⁶⁶

⁶¹ Citrát triamonný

⁶²BAGLIONI, Piero, CHELAZZI, David, GIORGI, Rodorico. *Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage*. London: Springer, 2015, str. 6–8. ISBN 978-94-024-0704-4

KOTLÍK, Petr. *Možnosti použití micelárních koloidů a mikroemulzí při restaurování památek*. Praha: Ústav chemické technologie a restaurování památek, VŠCHT, 2014, Chem. Listy 108, 113–118, str. 1114.

⁶³ SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika v malířské tvorbě (Malířský a restaurátorský materiál)*. Praha: SNL-Nakladatelství technické literatury, 1976, Druhé nezměněné vydání, str. 140–145.

⁶⁴ Mikroemulze typu olej ve vodě

⁶⁵ Mikroemulze typu voda v oleji

⁶⁶KEEFE, Melinda, ORMSBY, Bronwyn, PHENIX, Alan, VON ADERKAS, Eleanor, LEANER, Tom, TUCKER, Christopher, MINERAL, Kozak. *Mineral Spirits-Based Microemulsions: A Novel Cleaning System for Painted Surfaces*. Journal of the American Institute for Conservation, 55, 1, 12–31, 2016, str. 13

Jak bylo naznačeno, velkou výhodou nanostrukturních kapalných systémů je to, že s jejich použitím můžeme docílit citelně menšího množství organických rozpouštědel. Zároveň se vyznačují velkou účinností při čištění. To je dáno velkým celkovým povrchem rozptýlených částic organických rozpouštědel⁶⁷ oproti jejich malému celkovému obsahu (objemu). Účinnost čištění je dále zvýšena podpurným působením tenzidů spolu s organickými rozpouštědly.⁶⁸

Díky malému množství organických rozpouštědel rozptýlených ve vodném prostředí se nanostrukturní čisticí systémy vyznačují přednostmi jako jsou nízká toxicita a šetrnost k životnímu prostředí. Výhodou vodného systému je také dobrá manipulace a aplikovatelnost.

Dalším přínosem těchto systémů je potom schopnost odstraňování nežádoucích materiálů ve vodném prostředí, a to i takových, které nejsou vodou, případně běžnými vodnými čisticími systémy odstranitelné. Což je velmi výhodné při redukci různých vodou nerozpustných nežádoucích vrstev a jiných nečistot nebo organických (polymerních) degradovaných či nevhodných materiálů aplikovaných v rámci restaurátorských zásahů.

Právě k odstraňování takových materiálů a vrstev jsou pokročilé nanostrukturní čisticí kapalně systémy určeny. Konkrétně mezi ně patří například degradované laky, také pryskyřičné a olejopryskyřičné, které není prakticky možné odstranit běžnými postupy založenými na použití vodných systémů. Dále jsou to materiály v minulosti použité restaurátory (např. konsolidanty, adheziva). Ty mohou být na přírodní nebo syntetické bázi. Syntetické restaurátorské materiály, které jsou dostupné od dvacátého století, nejčastěji zahrnují polymerní látky vinylového typu (polyvinylacetát, polyvinylalkohol) a polyakryláty.

Odstraňování takových látek pouze organickými rozpouštědly je téměř vždy spojené s rizikem zanesení materiálu hluboko do struktury restaurovaného předmětu. Protože při použití nanostrukturních systémů nedochází k rozpuštění nečistot, ale

⁶⁷ Protože jsou rozptýlené částice rozpouštědel velmi malé (řád nanometrů), vyznačují se dohromady velkým účinným povrchem. Při čištění potom dochází k mnohem větší interakci částic s odstraňovanými materiály, než kdyby částice byly větší a jejich celkový povrch tedy menší, jako například v emulzích.

⁶⁸ BAGLIONI, Michele. BAGLIONI, Piero. HIDETOMO SEKINE, Felipe. OGURA, Taku. CHEN, Sow-Hsin. *Nanostructured fluids for polymeric coatings removal: Surfactants affect the polymer glass transition temperature*. Journal of Colloid and Interface Science, Volume 606, Part 1, 2022, str. 124–134.

převážně jejich solubilizaci a také proto, že se pracuje ve vodném prostředí, nemělo by k redepozici při použití těchto systémů docházet. Odstraňované nečistoty by při čištění měly přecházet do vodného prostředí nanostrukturního systému, nikoliv do porů čištěného materiálu, kam se teoreticky nemohou dostat.

Další výhodou těchto systémů by měla být selektivita čištění. V systému je možné dispergovat různá rozpouštědla a kombinovat je, což umožňuje cílit čisticí systém na odstraňování látek dané (vybrané) chemické podstaty.

Príznivé je také umožnění větší kontrolovatelnosti procesu čištění, zejména potom při vhodném způsobu aplikace, například v kombinaci s rigidními gely. Je tak možné dosáhnout nejenom větší kontrolovatelnosti a šetrnosti, ale také například cílené lokální aplikace. Kombinací s gely se ještě více snižuje nejen množství použitých organických rozpouštědel, ale také nežádoucích výparů. Systém gelů s nanostrukturními kapalinami je potom ještě více šetrný k lidskému zdraví i životnímu prostředí.

3.9.1 Nanorestore Cleaning®⁶⁹

Jak bylo uvedeno, komerčně lze v současnosti získat již hotové a odzkoušené čisticí přípravky na bázi micelárních roztoků a mikroemulzí vyvinuté centrem CSGI pod značkou *Nanorestore*®. Jelikož jsou tyto výrobky podstatnou součástí experimentální části, představuje je tato kapitola podrobněji. Jsou zde především uvedeny informace a doporučení od výrobce, případně dodavatele těchto produktů, nezbytné pro jejich použití. Teoreticky je možné tyto systémy připravit svépomocí na základě dostupných publikací.⁷⁰ Příprava prostředků svépomocí však zásadním způsobem přesahuje možnosti této práce a nebude dále řešena.

Obecně výrobce doporučuje přípravky *Nanorestore Cleaning*® k „odstraňování nepolárních nečistot, špíny nebo (starších) organických povlaků z povrchu (porézních) uměleckých děl, jsou koncipovány tak, aby překonaly nevýhody tradičních čisticích metod (tj. omezená kontrolovatelnost čisticího účinku organických rozpouštědel,

⁶⁹Technický list, [online]. [cit. 10. 7. 2023]. Dostupné z: https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2090010/EN/2090010_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Cleaning%20Test%20Kit_EN_DJ.pdf

⁷⁰ DRÁBKOVÁ, Klára, FIALOVÁ, Anna, KOTLÍK, Petr, ŠKRDLANTOVÁ, Markéta. *Vodné mikroemulze, teorie a praxe*. Praha: Ústav chemické technologie restaurování památek, Vysoká škola chemicko-technická v Praze, sborník, *Restaurování a ochrana uměleckých děl*, 2014.

redepozice, problémy s toxicitou), nebo byly účinné v případech, kdy čistá organická rozpouštědla neposkytují uspokojivé výsledky“⁷¹.

V současnosti výrobky *Nanorestore Cleaning*® zahrnují čtyři typy kapalných čisticích systémů⁷², konkrétně jimi jsou *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating S*, *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating B*, *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating G* a *Nanorestore Cleaning*® *Apolar Coating*. Dále nabízí testovací sadu *Nanorestore Cleaning*® *Test Kit*, kterou je možné využít pro zkoušky pro výběr vhodného produktu na konkrétní restaurované dílo. Testovací sada obsahuje 100 ml od každého *Nanorestore Cleaning*® čisticího systému. Přípravky by měly obsahovat méně než 25 % hm. organických rozpouštědel. V následující tabulce je uvedeno jejich složení získané z bezpečnostních listů.

Složení <i>Nanorestore Cleaning</i> ® [hm. %] uvedené v bezpečnostních listech			
<i>Polar Coating S</i>	<i>Apolar Coating</i>	<i>Polar Coating G</i>	<i>Polar Coating B</i>
Voda	voda	voda	voda
Tenzid SDS* 2–4	tenzid SDS* 3–5	tenzid etoxylovaný alkohol** 4–7	tenzid etoxylovaný alkohol** 2–4
1-pentanol 3–9	1-pentanol 5–10	butanon 10–14	butanon 15–22
Propylenkarbonát 4–10	p-xylen 1–3	2-butanol 7–10	2-butanol 5–10
Etylacetát 4–10		propylenkarbonát 4–8	
		etylacetát 4–8	

* SDS = dodecylsulfát sodný; ** alkyl(C9-11) etoxylovaný alkylalkohol

Tab. 19, Složení *Nanorestore Cleaning*®

Nanorestore Cleaning® kapalně čisticí systémy jsou dodávány v bílých plastových láhvích, které výrobce zároveň doporučuje pro skladování. Systémy jsou v lahvích stabilní a před použitím je lze takto skladovat při pokojové teplotě několik měsíců. Po dlouhodobém skladování však výrobce doporučuje zkontrolovat čisticí kapaliny před použitím, a hlavně před aplikací na originální restaurované dílo. Výjimku tvoří produkty *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating S* a *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating G*, které jsou dvousložkové a jsou určeny k aplikaci až po smíchání složek, tedy po přidání ethylacetátu. V těchto případech výrobce uvádí, že tato směs je stabilní pouze několik týdnů a doporučuje tedy přípravu pouze takového množství, které bude spotřebováno během uvedených několika týdnů. Následující odstavce jsou

⁷¹*Nanorestore Cleaning*® [online]. [cit. 14. 8. 2023. Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/products/cleaning.html>]

⁷²*Nanorestore Cleaning*® [online]. [cit. 14. 8. 2023. Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/products/cleaning.html>]

přehledem jednotlivých přípravků s vybranými informacemi specifickými do jisté míry pro každý produkt.

Nanorestore Cleaning® Polar Coating S je podle výrobce určen pro odstraňování polymerních filmů, jako jsou akrylové a vinylové syntetické polymery, stárnuté, přírodní a syntetické laky. Přípravek je dvousložkový, jedna složka je základem systému se všemi komponenty, až na ethylacetát, který je dodáván v separátní nádobě jako druhá složka. Smíchání obsahu složek je doporučeno až těsně před použitím. Po přidání ethylacetátu do směsi je celý systém stabilní pouze několik týdnů, a proto je dobré si připravit takové množství, které restaurátor využije v uvedeném kratším časovém úseku. Množství ethylacetátu, které se do směsi přidává se vypočítá následujícím způsobem:

$$V_{et} = (V \times 9) / 100 \text{ přičemž } V_{PCS} = V - V_{et} \text{ neboli } V_{PCS} = V - 0,09 \times V,$$

kde V_{et} je objem ethylacetátu [ml], V je celkový objem směsi [ml], V_{PCS} je objem *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* [ml].

Nanorestore Cleaning® Polar Coating B je určený k odstraňování polymerních filmů, jako jsou akrylové a vinylové syntetické polymery nebo stárnuté, přírodní a syntetické laky. Výhodou tohoto produktu je, že může být bezpečně použit i v přítomnosti solí.

Nanorestore Cleaning® Polar Coating G je doporučený pro odstraňování široké škály polymerních filmů i stárnutých, přírodních a syntetických laků. Výrobek opět může být bezpečně použit i v přítomnosti solí. Stejně jako *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* je i tento přípravek výrobcem prodáván ve dvou složkách, jedna obsahuje ethylacetát. Po přidání ethylacetátu do směsi, tedy po smíchání složek, je celý systém stabilní pouze několik týdnů. Množství ethylacetátu, které se do směsi přidává, se vypočítá následujícím způsobem:

$$V_{et} = (V \times 7) / 100 \text{ přičemž } V_{PCG} = V - V_{et} \text{ neboli } V_{PCG} = V - 0,07 \times V,$$

kde V_{et} je objem ethylacetátu [ml], V je celkový objem směsi [ml], V_{PCS} je objem *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* [ml].

Nanorestore Cleaning® Apolar Coating je určen k odstraňování nepolárních syntetických a přírodních polymerních filmů⁷³.

S přípravky je doporučeno pracovat v digestoři nebo zajistit jiné odvětrávání. Výrobce doporučuje pro zacházení s těmito výrobky použít běžné laboratorní rukavice a ochranné brýle. Použití digestoře doporučuje kdykoliv je to možné. Před celkovým použitím přípravků je zapotřebí provést testy na díle, které bude restaurováno. Je doporučeno testy provádět vatovými smotky smočenými v přípravku, který může být použit na malém, vhodném místě. V případě, že je zkouška vatovým smotkem málo účinná, je možné expozici prodloužit buď zvýšením času aplikace nebo použitím obkladu nebo v gelu.

Doporučené způsoby aplikace jsou různé, zejména se používají obklady v drcené celulóze (*Arbocel®*) a celulózové buničiny⁷⁴ nebo potom rigidní gely. Připravený obklad by měl být vlhký, ale neměla by z něj odkapávat přebytečná tekutina. Takto připravené médium by mělo být rovnoměrně naneseno přes japonský papír⁷⁵, který je umístěný přímo na čištěném povrchu. Tloušťka obkladu je velmi spjata s povahou odstraňovaného nánosů, může se pohybovat mezi několika milimetry až do 10–20 mm. Jak bylo uvedeno, další aplikační metodou je použití rigidních gelů značky *Nanorestore*. Postupy takové aplikace se zabývá kapitola zaměřená na rigidní gely (viz kapitola **3.8 Komerční rigidní gely *Nanorestore Gel®***).

⁷³Takové látky jsou například přírodní a syntetické vosky nebo látky olejové povahy.

⁷⁴Konkrétně je například doporučena *BC200*, kde je průměrná délka vlákna 0,3 mm nebo *BWW*, kde je průměrná délka vlákna 0,2 mm. Na každý gram přípravku *Nanorestore Cleaning®* má připadnout 0,3–0,4 g celulózové drti/buničiny.

⁷⁵Doporučená gramáž japonského papíru je 8,6–11 g m⁻²

4 Experimentální část

Cílem experimentu je popsat vlastnosti vybraných nových materiálů, tedy rigidních chemických hydrogelů a nanostrukturních čisticích systémů, a jejich teoretickou vhodnost pro použití v restaurátorské praxi při ztenčování laků. V této souvislosti je vhodné připomenout, že ideální materiál používaný pro ztenčování laků nepoškozuje originální dílo, dobře odstraňuje lakové vrstvy, nezanechává rezidua, nepoškozuje lidské zdraví ani životní prostředí. Za velkou výhodou lze také zajisté považovat dobrou a pohodlnou aplikovatelnost. V rámci experimentu budou kromě účinnosti odstraňování lakové vrstvy zjišťována také úskalí aplikace. Záměrem je potom získané výsledky a parametry mezi sebou porovnat. Poznatky z experimentální práce mohou být užitečné v praxi restaurátora, a to především ve fázi, kdy restaurátor vybírá materiály a postupy, které by v restaurování chtěl použít pro ztenčování lakové vrstvy. Dále zvyšuje povědomí o nových možnostech ztenčování nevhodných (dožilých) lakových i jiných nežádoucích vrstev z povrchů maleb.

Konkrétně se experimentální část zaměřuje na využití komerčně dostupných kapalných nanostrukturních čisticích systémů a vybraných rigidních chemických hydrogelů značky *Nanorestore*® při ztenčování damarového laku. Jak bude uvedeno dále, experimenty budou založeny na zkouškách čištění pomocí čtyř nanostrukturních systémů a pro porovnání také vodného ethanolového roztoku či samotné demineralizované vody. K aplikaci byly vybrány dva zástupci rigidních chemických hydrogelů značky *Nanorestore*® z obou chemicky i fyzikálně odlišných řad, míněno gelů *Nanorestore*® *Dry* a *Nanorestore*® *Peggy*. Uvedené chemické hydrogely jsou určeny pro díla citlivá k mokřým procesům a zavlhčení.

Experimenty jsou prováděny na „čerstvém“ damarovém laku, který sice neposkytuje podmínky dostatečně srovnatelné s podmínkami v restaurátorské praxi, ale pro počáteční experimenty je nanejvýš vyhovující. Vrstvy čerstvého laku jsou teoreticky snadno odstranitelné a je možné na nich proto dobře vyzorovat a postihnout i malé rozdíly mezi vybranými čisticími systémy a tyto rozdíly snadněji mezi sebou porovnávat. Bylo by zajímavé experimenty provádět také na uměle stárnutých modelových vzorcích maleb nebo posléze také na reálných malbách. Takovéto zkoušky však převyšují kapacitu předkládané diplomové práce, a proto by mohly být inspirativním předmětem případného dalšího zkoumání.

4.1 Seznam použitých materiálů, metod a přístrojů

- Alkydové barvy zn. *Winsor & Newton, Griffin Alkyd Fast Drying Oil Colour* hnědý odstín siena pálená⁷⁶, číslo odstínu: 74, alkydová pryskyřice, permanence: AA, extremely permanent, series: 1, opacity: transparent, kód pigmentu: PR101
- Alkydové barvy zn. *Winsor & Newton, Griffin Alkyd Fast Drying Oil Colour*, černý odstín slonovinová čern⁷⁷, číslo odstínu: 331, alkydová pryskyřice, kód pigmentu: PBk9
- *Shellsol® A*, aromatický uhlovodík C9, *Kremer*, číslo položky: #70520
- Plátno *Livorno* (35 % bavlna, 65 % polyester, akrylový šeps bílé barvy)
- Dřevěný vypínací klínovací rám
- Damarová pryskyřice
- Terpentýn
- Demineralizovaná voda
- Ethanol (96%), čistota: zkoušeno dle ČL; PENTA s. r. o., katalogové číslo: 71430-12501
- Gel *Nanorestore Gel® Medium Water Retention*, směs poly(2-hydroxyethylmethakrylátu a polyvinylpyrrolidonu sycený vodou, distributor: *Deffner&Johann*, číslo artiklu: 2092012
- Gel *Nanorestore Gel® Peggy 6*, směs poly(vinyl alkoholu) a polyvinylpyrrolidonu sycený vodou, distributor: *Deffner&Johann*, číslo artiklu: 2092002
- *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, propylenkarbonát, ethylacetát, 1-pentanol, dodecylsulfát sodný, distributor: *Deffner&Johann*, číslo artiklu: 2090000
- *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, butanon, butan-2-ol, etoxylovaný (C9-11) alkylalkohol, distributor: *Deffner&Johann*, article number: 2090002
- *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G*, butanon, butan-2-ol, propylenkarbonát, etylacetát, etoxylovaný (C9-11) alkylalkohol, distributor: *Deffner&Johann*, číslo artiklu: 2090004

⁷⁶ *Winsor&Newton*, další informace a bezpečnostní list [online]. [cit. 14. 8. 2023]. Dostupné z: <https://www.winsornewton.com/na/paint/oil/griffin-fast-drying-oil/>

⁷⁷ *Winsor&Newton*, další informace a bezpečnostní list [online]. [cit. 14. 8. 2023]. Dostupné z: <https://www.winsornewton.com/na/paint/oil/griffin-fast-drying-oil/>

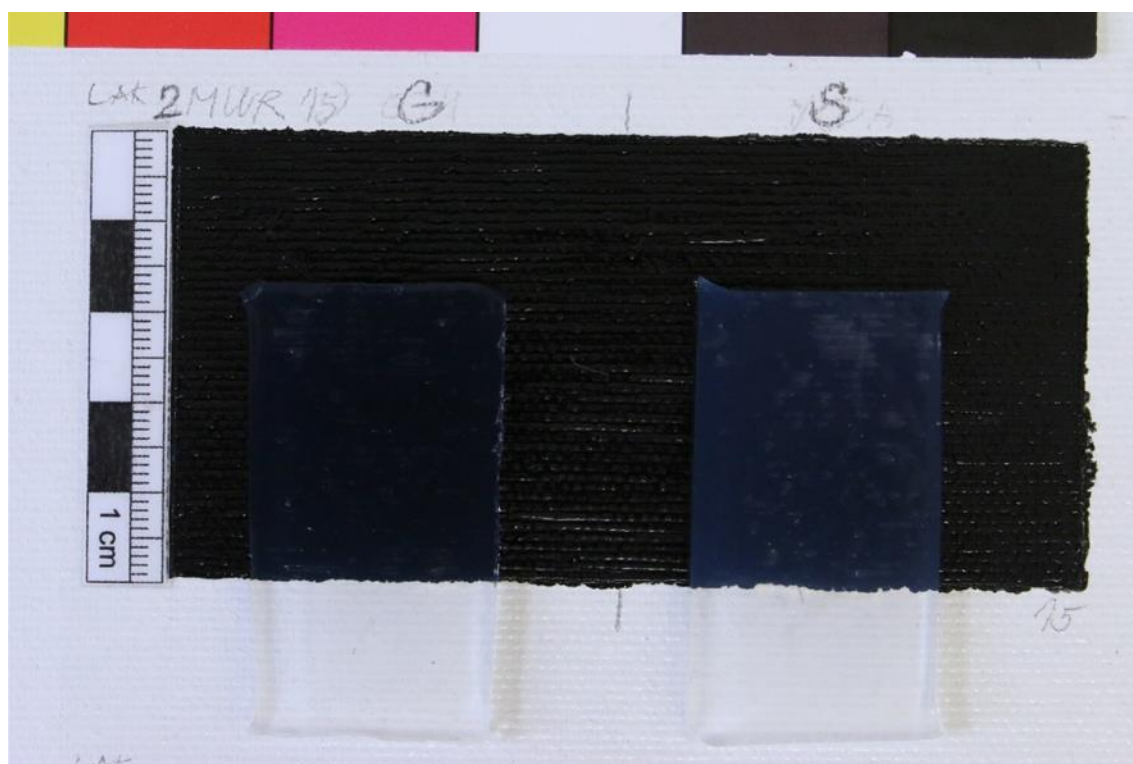
- *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating*, 1-pentanol, dodecylsulfát sodný, p-xylen, distributor: *Deffner&Johann*, číslo artiklu: 2090006
- Gáza (100% bavlna)
- Mikropipeta, špičky
- Vlasový štětec
- Analytická váha *KERN PLJ*, KERN & Sohn GmbH
- Analytická váha *KERN ABT 120-4M*, KERN & Sohn GmbH
- pH metr Orion Star A111 s elektrodou výrobce HANNA Instruments, Ins
- Sušárna Memmert UF110, Memmert GmbH+Co.KG
- Digestoř
- Digitální zrcadlovka Canon EOS 70D, objektiv EF-S 17-85 mm
- UV zářiče *UVA SPOT 400 T/BL*, Hönle UV Technology
- Záblesková světla
- LED⁷⁸ světla
- Škály pro fotografování *Danes Picta BST13*, Danes-Picta

⁷⁸ Light Emitting Diode, elektroluminiscenční dioda

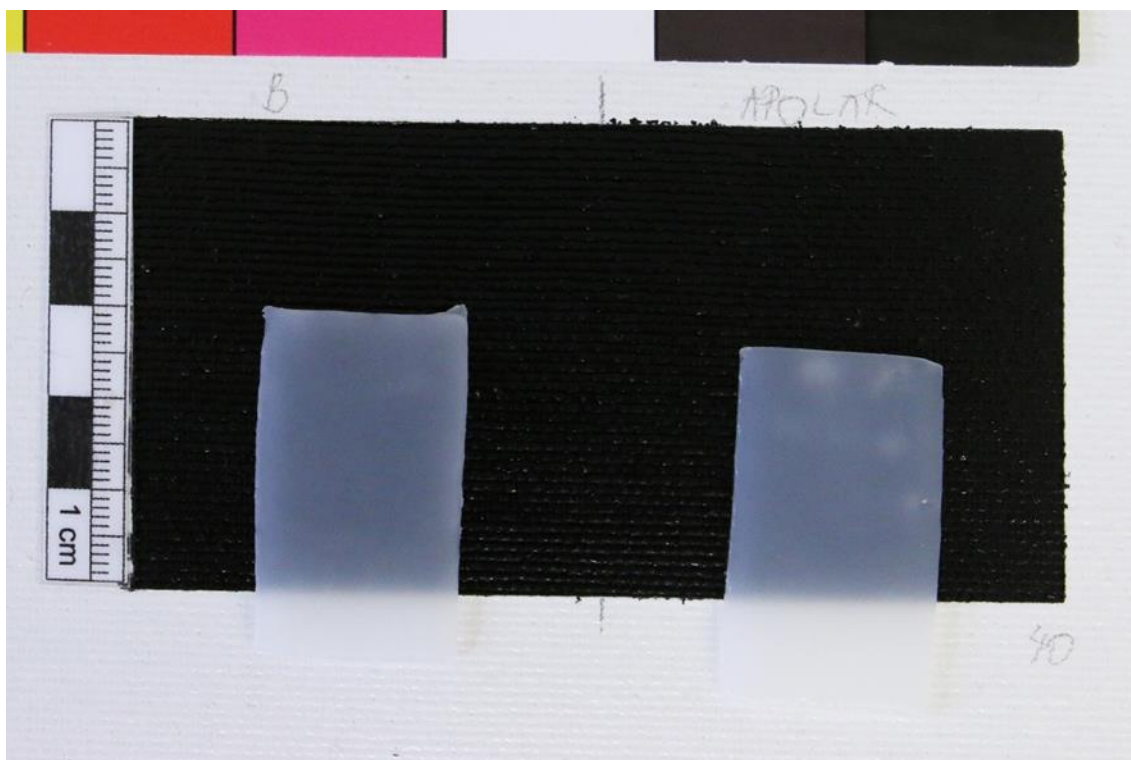
4.2 Základní vlastnosti a výběr materiálů

Pro experiment byly vybrány celkem dva gely značky *Nanorestore*®, které byly kombinovány se čtyřmi nanostrukturními čisticími kapalnými systémy téže firmy, 25% hm. ethanolem v demineralizované vodě (96% ethanol zn. Penta) a demineralizovanou vodou. Výběr těchto materiálů poskytoval tedy celkem 12 různých čisticích soustav.

Z gelů byl vybrán kvůli omezené kapacitě práce vždy jeden zástupce z každé řady. Výběr byl podmíněn předpokladem větších změn při použití gelů (např. větší redukce laku). Z gelů řady *Nanorestore Gel*® *Dry* byl využit produkt *Nanorestore Gel*® *Medium Water Retention (MWR)*, protože se jedná o gel s o něco nižší retencí (zádrží) kapalin než *Nanorestore Gel*® *High Water Retention (HWR)*. Dále byl vybrán *Nanorestore Gel*® *Peggy 6*, který by měl být měkkší a pružnější, tedy přizpůsobivější, variantou s nižší retencí kapalin z řady měkkých gelů *Nanorestore Gel*® *Peggy*.



Obr. 91, Transparentnost gelu *Medium Water Retention* na testovacím poli 15 (*Panel 1*)



Obr. 92, Opacita gelu *Peggy 6* na testovacím poli 40 (*Panel 2*)

Gely měly podobu podle popisu výrobce. Pláty gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR) byly pevné, tuhé, průhledné a prakticky bezbarvé. Gely *Nanorestore Gel® Peggy 6* byly velmi měkké, ohebné a bíle opakní. V následující tabulce je uveden přehled vybraných gelů se zkratkami (pracovním označením), které budou v textu používány.

Název gelu	Pracovní označení
<i>Nanorestore Gel® Medium Water Retention</i>	MWR
<i>Nanorestore Gel® Peggy 6</i>	Peggy 6, příp. PEG6

Tab. 20, Pracovní označení gelů

Pro kombinaci s těmito gely byly vybrány všechny druhy nanostrukturálních čisticích kapalin značky *Nanorestore®*⁷⁹ řady *Nanorestore Cleaning®*.⁸⁰ Distributor *Deffner&Johann* má ve své nabídce produktů *Nanorestore Cleaning®* ještě výrobek *Nanorestore Cleaning® Wax*, který však pro experiment zvolen nebyl, výběr vycházel z oficiální nabídky CSGI.

⁷⁹ Nabídka řady *Nanorestore Cleaning®* od firmy *Nanorestore* [online]. [cit. 16. 8. 2023]. Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/products/cleaning.html>

⁸⁰ V práci se používají názvy produktů *Nanorestore®* uváděné výrobcem (CSGI) nikoliv distributorem (*Deffner&Johann*). Distributor názvy mírně modifikuje.

Systémy *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* a *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* jsou dvousložkové a byly připraveny podle doporučení výrobce CSGI, nikoliv distributora Deffner&Johann, který u systému *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* doporučuje jiný koeficient míchání (místo 7 doporučuje 8⁸¹).

Na tomto místě je znovu uveden postup míchání, který byl použit:

$$V_{et} = (V \times 9) / 100 \text{ přičemž } V_{PCS} = V - V_{et} \text{ neboli } V_{PCS} = V - 0,09 \times V,$$

kde V_{et} je objem ethylacetátu [ml], V je celkový objem směsi [ml], V_{PCS} je objem *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* [ml].

$$V_{et} = (V \times 7) / 100 \text{ přičemž } V_{PCG} = V - V_{et} \text{ neboli } V_{PCG} = V - 0,07 \times V,$$

kde V_{et} je objem ethylacetátu [ml], V je celkový objem směsi [ml], V_{PCS} je objem *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* [ml].

Název čistícího systému	Pracovní označení
<i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating S</i>	Polar Coating S, příp. S
<i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating B</i>	Polar Coating B, příp. B
<i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating G</i>	Polar Coating G, příp. G
<i>Nanorestore Cleaning® Apolar Coating</i>	Apolar

Tab. 21, Pracovní označení *Nanorestore Cleaning®*

Výrobce doporučuje kombinaci gelů s alkoholy, maximálně však s 50% vodnými roztoky. Dále uvádí, že množství organických rozpouštědel v čistících nanostrukturních systémech nepřesahuje 25 % hm. Proto byl ke zkouškám pro porovnání zvolen 25% hm. vodný roztok ethanolu s tím, že bylo očekáváno, že tato kombinace bude sice možná, ale pro ztenčování čerstvého damarového laku nevhodná.⁸² Dále byla pro kombinaci s gely zvolena demineralizovaná voda. Od čistících soustav s demineralizovanou vodou nebyl očekáván žádný čistící efekt, avšak bylo zde očekáváno riziko tvorby zákalu po aplikaci na čerstvý lak. Demineralizovaná voda byla také použita kvůli porovnání, jelikož je převládající kapalinou čistících nanostrukturních kapalin.

⁸¹ Technický list [online]. [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z: 2090004_Technical Data Sheet_Nanorestore Cleaning Polar Coating G_EN_DJ.pdf (deffner-johann.de)

⁸² Alkohol v kombinaci s poměrně vysokým obsahem vody často způsobuje zákal lakové vrstvy, zejm. potom na čerstvém laku. Alkoholové vodné roztoky mohou být při redukci damarových laků účinné.

4.3 Příprava modelových barevných vrstev s lakem

Pro experiment byla připravena dvě malířská plátna. Na dva vypínací klínovací dřevěné rámy o velikosti 50 × 70 cm bylo nejprve napínacími kleštěmi vypnuto našepsované malířské plátno *Livorno* (35 % bavlna, 65 % PES⁸³) s bílým akrylovým šepsem. Plátna k ráům byla připevněna kovovými svorkami svorkovačkou. Dále byla na obě plátna totožně vyměřena zkušební pole tvaru obdélníků o velikosti 5 × 10 cm, zbylá pole u levého okraje měla velikost cca 5×6 cm. Všechna pole byla nejprve ohraničena krepovou maskovací páskou. Zkušební pole byla značena čísly od 1 do 72 a to vzestupně zleva doprava a po řadách. Na *Panelu 1* jsou tedy pole 1–36 a na *Panelu 2* jsou pole 37–72.

Následně byly štětcem natřeny alkydové barvy *Winsor & Newton, Griffin Alkyd Fast Drying Oil Colour* řaděné *Shellsolem*®. A to tak, aby byly patrné tahy štětce, zároveň bylo snahou natřít pole srovnatelně a homogenně. Na panelech byly paralelně vytvořeny různé sendviče barevných vrstev. Konkrétně se na polích 1–12 (*Panel1*, dvě řady) a 49–60 (*Panel2*, prostřední dvě řady) nachází v první vrstvě siena pálená a ve druhé vrstvě slonovinová čern, na polích 13–24 (*Panel 1*, prostřední dvě řady) a 37–48 (*Panel 2*, horní dvě řady) je v obou vrstvách slonovinová čern a na polích 25–36 (*Panel1*, spodní dvě řady) a 61–72 (*Panel 2*, spodní dvě řady) jsou dvě vrstvy sieny pálené. Druhá vrstva malby byla aplikována vždy asi po 6 dnech na první vrstvu malby.

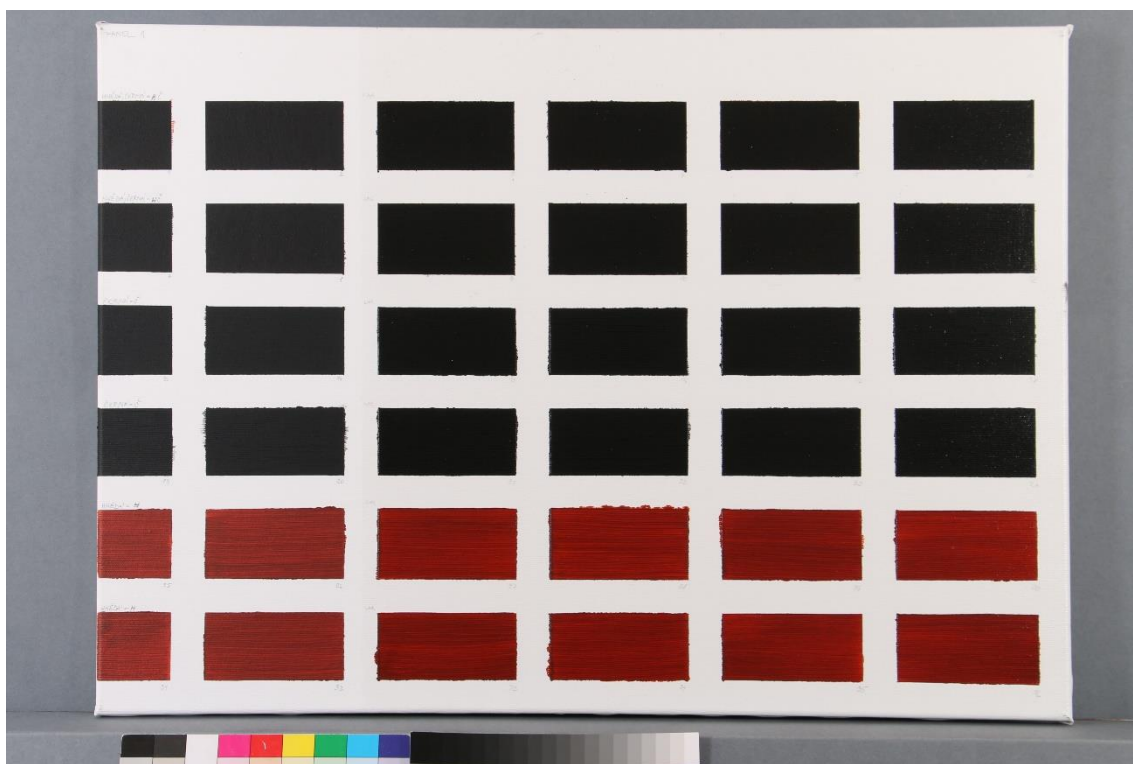
Všechny nátěry jsou provedeny v horizontálním, vodorovném, směru, výjimku tvoří druhý nátěr černou barvou na *Panelu1* v polích 1–12 a panelu *Panel2* v polích 49–60. Tento černý nátěr byl aplikován ve vertikálním, svislém, směru.

Pro lakování byl zvolen damarový lak, který byl připraven z 50,1 g damarové pryskyřice a 150,0 g terpentýnu. Pryskyřice byla zabalena do gázy, vzniklá gázová „kapsa“ byla nahoře svázaná konopným provázkem a instalována do skleněné nádoby ($m_{\text{nádoba}} = 306,7 \text{ g}$) tak, že pryskyřice byla ponořená do terpentýnu a provázek a horní část gázové „kapsy“ ponořeny nebyly. Provázek byl upevněn k hornímu okraji nádoby, nádoba byla uzavřena a ponechána v digestoři po dobu 27 dní. Poté byla vytažená gázová „kapsa“ se zachycenými nečistotami z damarové pryskyřice a také konopný provázek, který gázovou „kapsu“ držel. Nádoba se vzniklým lakem byla zvážena

⁸³ Polyesterová vlákna

($m=499,3$ g). V průběhu přípravy laku došlo k úbytku hmotnosti (vlivem odpařování terpentýnu, odstranění nečistot z pryskyřice a ulpění laku na gáze) přibližně o 7,4 g. Recept vycházel z knihy *The restoration of paintings*⁸⁴. Koncentrace vzniklého damarového laku byla tedy asi $23,5 \pm 1$ % hm.

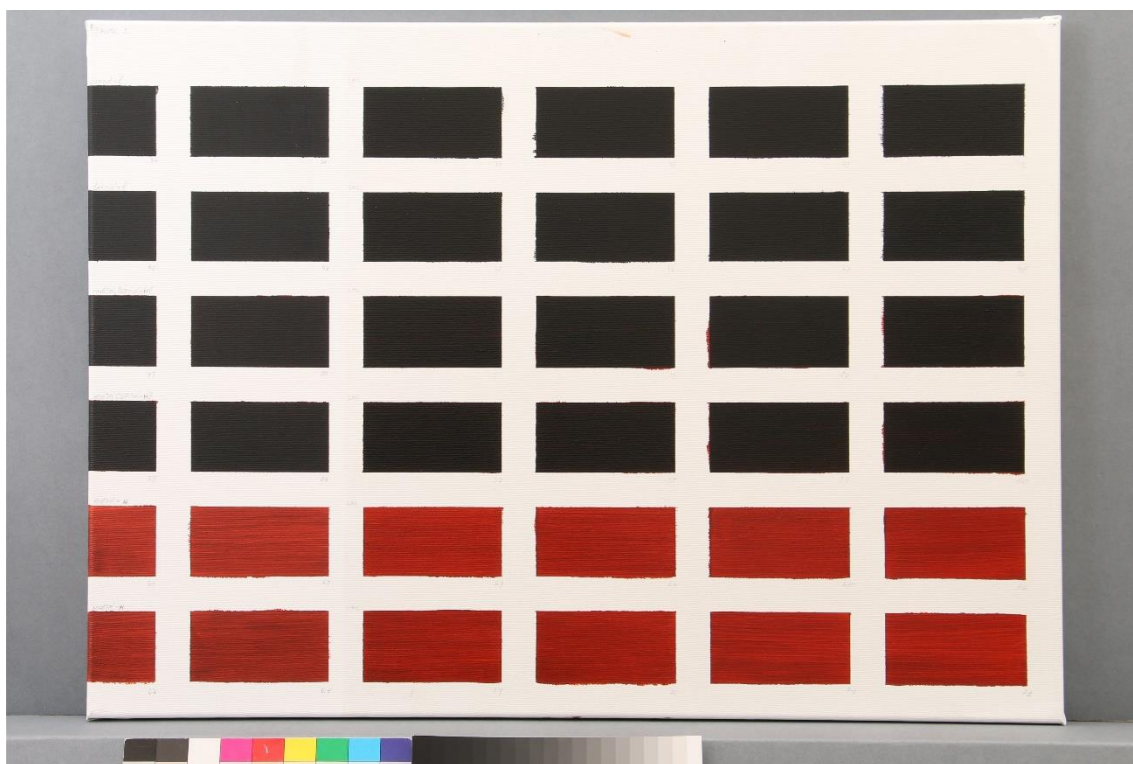
Takto připravený lak byl aplikován po asi 7 dnech na zkušební pole modelových maleb. Plocha, která byla určena pro aplikaci laku, byla nejprve ohraničena samolepicí krepovou páskou. Jednalo se o plochu od poloviny bílé dělicí plochy mezi druhým a třetím svislým sloupcem (zleva) po konec panelu, směrem vpravo.⁸⁵ Nátěr byl proveden vlasovým štětcem v jedné tenké vrstvě.



Obr. 93, *Panel 1* před experimentem

⁸⁴ KNUT, Nicolaus. *The restoration of paintings*. Cologne: Könemann Verlagsgesellschaft mbH, 1998, str. 315–316. ISBN 3-89508-922-2

⁸⁵ Lakem tedy nebyla natřena pole 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26, 31, 32, 37, 38, 43, 44, 49, 50, 55, 56, 61, 62, 67, 68.



Obr. 94, *Panel 2* před experimentem

4.4 Metodika zkoušek ztenčování lakové vrstvy

Nejprve byly připraveny zásobní roztoky demineralizované vody, 25% hm. roztoku ethanolu v demineralizované vodě a čisticích nanostrukturních systémů *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* a *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating*. Připravené čisticí kapalně systémy byly nality každý vždy do dvou uzavíratelných nádob z polypropylenu v množství po 200 ml. Vybrané gely *Nanorestore Gel® High Water Retention* a *Nanorestore Gel® Peggy 6* byly nakrájeny pomocí kuchyňského vykrajovátko nebo skalpelu na obdélníkové vzorky velikosti 2,5 × 4,5 cm. Vždy 4 vzorky gelů byly po upravení na požadovanou velikost a osušení na filtračním papíru vloženy do výše uvedených druhů roztoků, zároveň byl každý gel umístěn do samostatné nádoby s roztokem.⁸⁶ Těsně před první aplikací bylo u všech čisticích soustav změřeno jejich pH pH metrem *Orion Star A111* s elektrodou výrobce *HANNA Instruments, Ins.* [Tab. 34, *Měření pH čisticích soustav před aplikací*, str. 208]. Po vytažení ze zásobního roztoku byl gel položen na filtrační papír, potom otočen,

⁸⁶ Nebyly ponořeny vzorky z obou typů gelů do téhož roztoku.

aby byla přebytečná tekutina odsátá z obou stran. Následně byl gel položen na testovací plochu. Na jedno pole byly umístěny vždy dva vzorky gelů, tzn. pole bylo pomyslně přepůleno, jak je uvedeno v následujících tabulkách.

Legenda			
Pozice označení, zleva:			
Panel	Sendvič	Číslo pole	Pozice na poli:
1/2	Č/HČ/H	1–72	L/P

Tab. 22, Legenda Označení testovacích polí a panelů

Legenda							
Panel	Sendvič		Pozice na poli		Písmo		
1 Panel1	Č	černá, černá	L	vlevo	Normální	bez laku	
2 Panel2	HČ	hnědá, černá	P	vpravo	Tučné	lakované	
	H	hnědá, hnědá					

Tab. 23, Legenda Označení testovacích polí a panelů a jejich vlastností

1HČ1	1HČ2	1HČ3L	1HČ3P	1HČ4L	1HČ4P	1HČ5L	1HČ5P	1HČ6L	1HČ6P
1HČ7	1HČ8	1HČ9L	1HČ9P	1HČ10L	1HČ10P	1HČ11L	1HČ11P	1HČ12L	1HČ12P
1Č13	1Č14	1Č15L	1Č15P	1Č16L	1Č16P	1Č17L	1Č17P	1Č18L	1Č18P
1Č19	1Č20	1Č21L	1Č21P	1Č22L	1Č22P	1Č23L	1Č23P	1Č24L	1Č24P
1H25	1H26	1H27L	1H27P	1H28L	1H28P	1H29L	1H29P	1H30L	1H30P
1H31	1H32	1H33L	1H33P	1H34L	1H34P	1H35L	1H35P	1H36L	1H36P

Tab. 24, Tabelovaná testovací pole *Panelu 1*

2Č37	2Č38L	2Č38P	2Č39L	2Č39P	2Č40L	2Č40P	2Č41L	2Č41P	2Č42L	2Č42P
2Č43	2Č44L	2Č44P	2Č45L	2Č45P	2Č46L	2Č46P	2Č47L	2Č47P	2Č48L	2Č48P
2HČ49	2HČ50L	2HČ50P	2HČ51L	2HČ51P	2HČ52L	2HČ52P	2HČ53L	2HČ53P	2HČ54L	2HČ54P
2HČ55	2HČ56L	2HČ56P	2HČ57L	2HČ57P	2HČ58L	2HČ58P	2HČ59L	2HČ59P	2HČ60L	2HČ60P
2H61	2H62L	2H62P	2H63L	2H63P	2H64L	2H64P	2H65L	2H65P	2H66L	2H66P
2H67	2H68L	2H68P	2H69L	2H69P	2H70L	2H70P	2H71L	2H71P	2H72L	2H72P

Tab. 25, Tabelovaná testovací pole *Panelu 2*

Dle předběžných zkoušek a literatury byly zvoleny aplikační časy gelů na 15 minut bez zatížení [Obr. 113, Obr. 115, str. 194–195] a 60 minut se zatížením 25 g. Ani v jednom případě nebyly gely nijak přitlačovány rukou. Jak bylo uvedeno, gely byly na zkušební plochy jen položeny, případně posléze zatíženy.

Zátěž byla prováděna tak, že byla zvážena tři podložní sklíčka a jedna Petriho miska odpovídající velikosti, přičemž byl tento systém doplněn odpovídajícím množstvím demineralizované vody tak, aby vážil 25 g. Bezprostředně po položení gelu na testovací pole byl gel zakryt jedním podložním sklíčkem, na podložní sklíčko byla položena Petriho miska s odpovídajícím množstvím vody, a ta byla zakryta zbývajícími dvěma podložními sklíčky. Kromě zatížení gelů sloužila zátěž také omezení případného odpařování těkavých komponent čisticích systémů. Aplikace viz [Obr. 117, Ukázka způsobu aplikace gelů s 60 min expozicí, krytím a 25 g, zde: 2HČ57L (MWR, G), 2HČ57P (MWR, S), str. 196].

Zkoušky čištění bez zátěže byly provedeny vždy ve třech opakováních. Se zátěží byl proveden vždy jeden pokus. Po uplynutí aplikační doby byly gely odstraněny a vloženy do příslušného uchovávacího roztoku⁸⁷ Vzhled pole byl dokumentován focením před aplikací gelu, bezprostředně po položení gelu na pole, bezprostředně po sejmutí gelu z pole a po úplném vyschnutí polí po uplynutí dvou dnů.

4.5 Metody vyhodnocení

4.5.1 Ztenčování damarového laku

Ztenčování damarového laku bylo vyhodnocováno subjektivně z hlediska efektivity (účinnosti) ztenčování laku⁸⁸, změn v barevných nebo zbylých lakových vrstvách (zákal, rozpíjení, opacita), zavlhčení okolí gelu při jeho aplikaci a vzniku určitých map v okolí těchto míst po uschnutí. Výsledky byly vyhodnocovány vizuálně, zároveň byly fotograficky dokumentovány v rozptýleném viditelném světle, viditelné luminiscenci buzené UV zářením (tzv. UV luminiscence) a ve viditelném světle v takovém uspořádání, aby maximálně vynikly lesky. Ukázalo se, že každá z uvedených metod pozorování a fotografické dokumentace nachází při vyhodnocování různá těžiště, jak je rozvedeno v následujících odstavcích. Zároveň byly použité metody k vyhodnocení výše uvedených fenoménů do jisté míry doplňující.

Stěžejní metodou pro vyhodnocovací efektivity ztenčování laku bylo pozorování a fotodokumentace lesklých a matných ploch. K fotografické dokumentaci lesků byly

⁸⁷ Nebyly vráceny zpět k ještě nepoužitým gelům, byly vloženy do další nádobky, kde byly uchovávány pouze jednou použité gely stejného druhu.

⁸⁸ Míněno množství odstraněného laku.

použity dva osvětlovací LED systémy (lampy), které byly umístěny symetricky v bezprostřední blízkosti fotoaparátu. Tímto způsobem bylo podpořeno zviditelnění lesků na fotografiích. Při fotografování byly ostatní světelné zdroje v místnosti vypnuty.

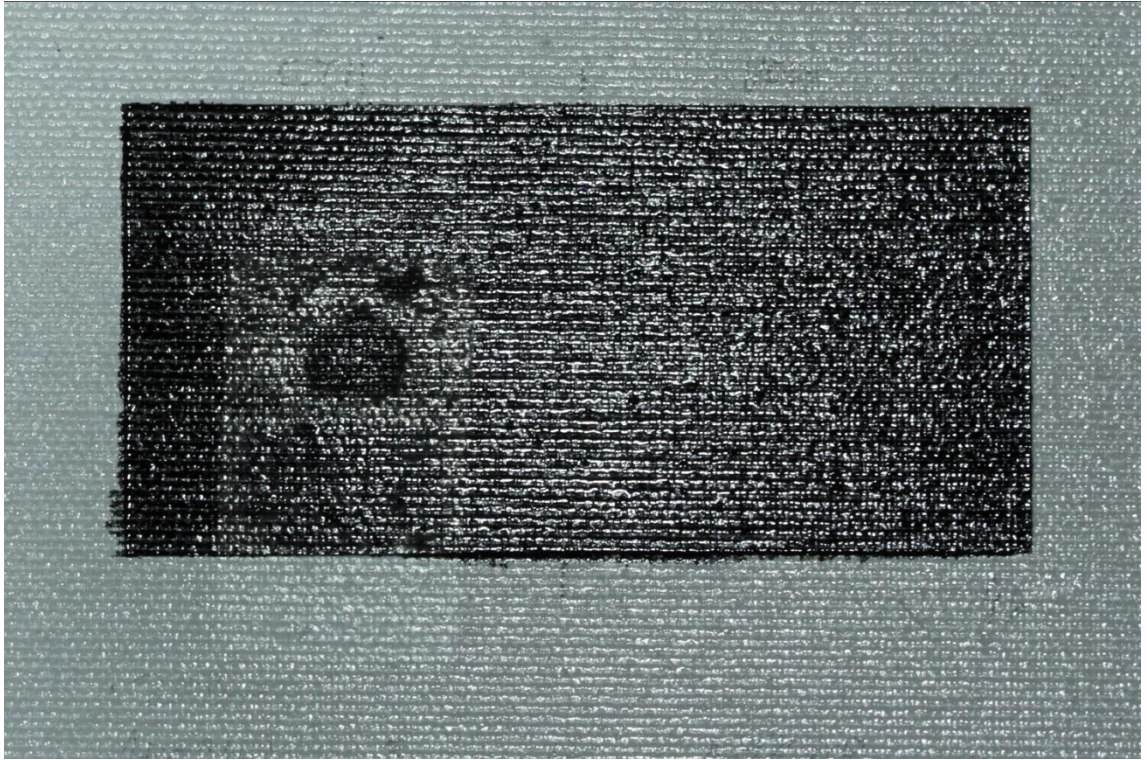
Výsledky byly tabelovány a byly vytvořeny subjektivní škály pro hodnocení účinnosti čištění. Byla sledována *Účinnost* čistícího systému, která byla hodnocena od 0 do 5. Přičemž hodnota 0 znamená *Neúčinné, beze změn*, hodnota 1 míní *Málo účinné*, hodnota 2 značí *Účinné*, hodnota 3 je *Dobře účinné* a hodnota 5 znamená, že zkouška byla vyhodnocena jako *Nejlépe účinná*. Výsledky všech tří opakování pro aplikaci 15 minut bez zakrytí a bez zátěže byly podrobeny aritmetickému průměru, byla tak zjištěna přibližná průměrná účinnost daného čistícího systému.

Legenda		
Účinnost	5	Nejlépe účinné
	4	Velmi účinné
	3	Dobře účinné
	2	Účinné
	1	Málo účinné
	0	Neúčinné, beze změn
Zákal	1	Se zákalem
	0	Bez zákalu
Okraje	3	Silně patrný okraj
	2	Patrný okraj
	1	Slabě patrný okraje
	0	Bez okraje

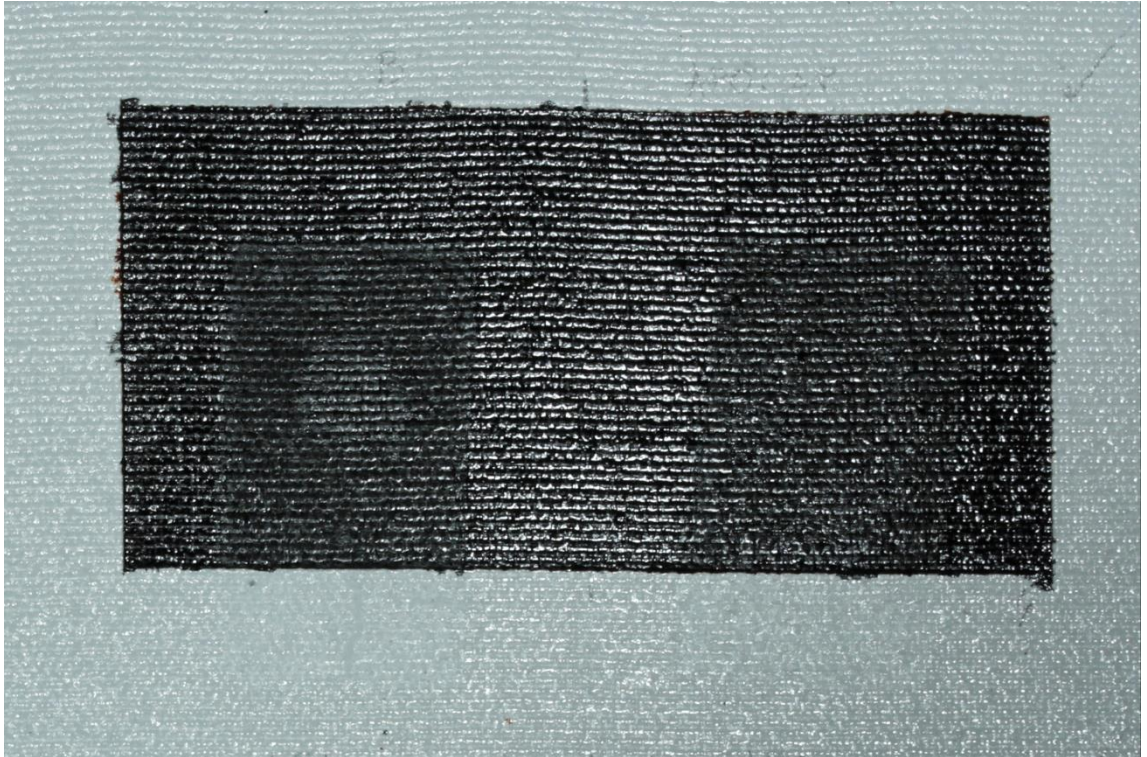
Tab. 26, Legenda k *Účinnosti, Zákalu a Okrajům*

Účinnost hodnoty 0 (*Neúčinné, beze změn*) byla zvolena pro vzorky, kde nedošlo ke změnám lakové vrstvy ve smyslu jejího úbytku, tzn. že plocha byla celá lesklá, protože se na ní stále uplatňoval lesk neztenčeného laku.

Malá účinnost s hodnotou (1) byla určena pro vzorky, kde došlo k minimálním změnám v lakové vrstvě. Došlo k nepatrnému narušení lakové vrstvy. Lidským okem šla pozorovat drobná matná místa, „tečkovitého“ až „skvrnkovitého“ charakteru, kde pravděpodobně došlo k nějakému narušení, respektive ztenčení lakové vrstvy. Výsledek mohl však zkreslovat případný zákal. Jako *Málo účinné* byly vyhodnoceny výsledky aplikací, kde došlo k velmi malému narušení lakové vrstvy projevující se pouze na vystupující struktuře plátna, nikoliv však v jejich hloubkách.



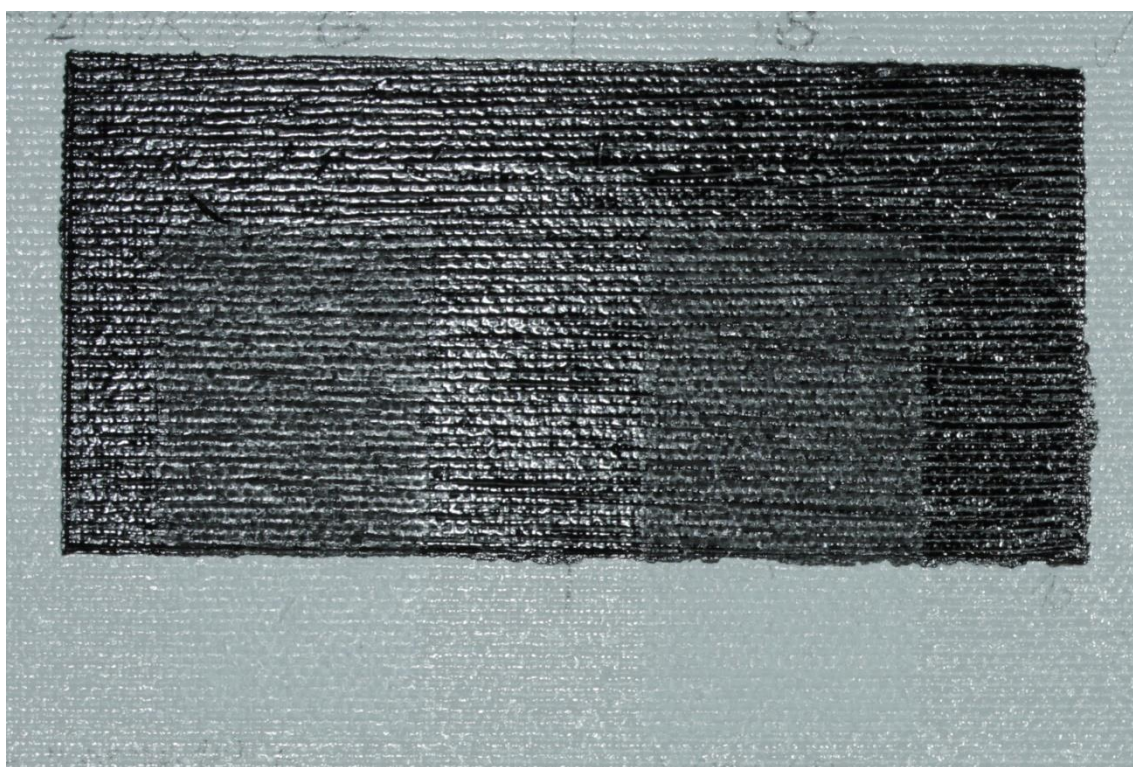
Obr. 95, *Účinnost 1* na 2Č46L, *Účinnost 0* na 2Č46P, fotografie v lesku laku



Obr. 96, *Účinnost 2* na 1Č4L a 1HČ4P, fotografie v lesku laku

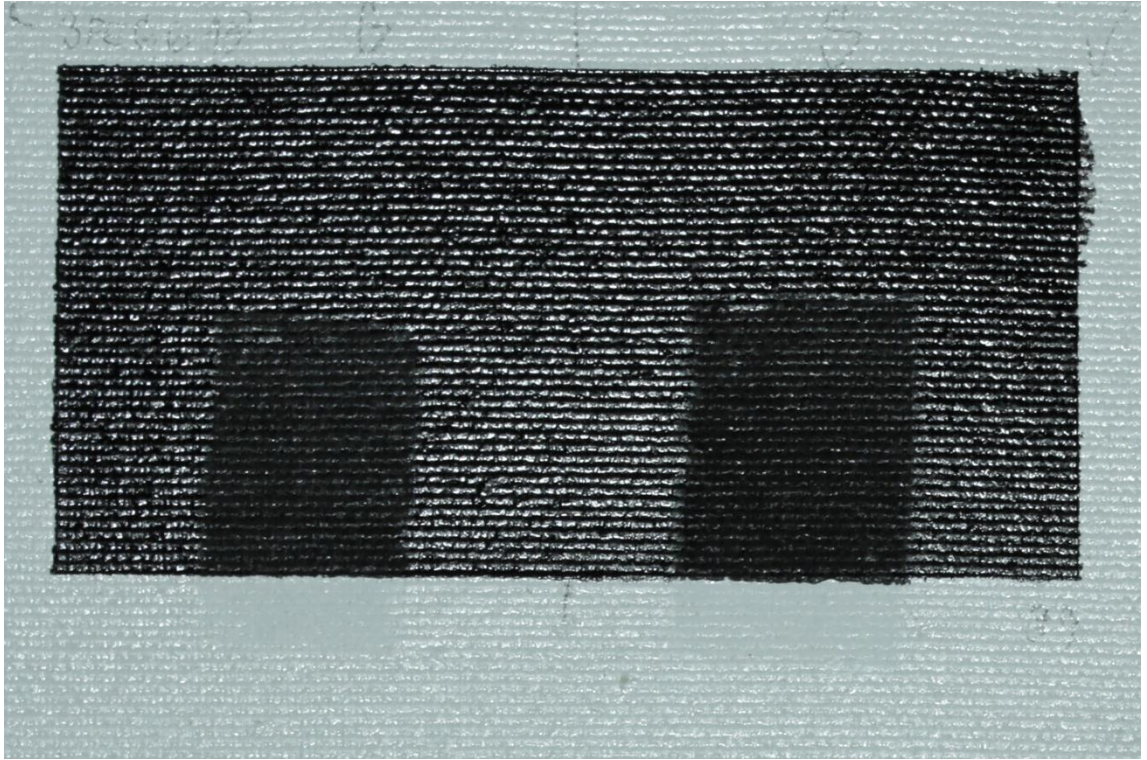
Hodnotou 2 (*Účinné*) byla vyhodnocována pole, kde došlo k narušení lakové vrstvy v menších ploškách a spíše ve „výškách“ struktury nežli v „hloubkách“ struktury vytvářené plátnem a tahy štětcem. Matná místa byla „skvrnkovitého“ charakteru.

Jako *Dobře účinné* (3) byly hodnoceny výsledky, kde došlo k narušení a odstranění nebo částečnému odstranění lakové vrstvy v téměř celé ploše. Objevovala se zde „hluchá“ místa většinou z toho důvodu, že se pod gelem vytvořila bublina a gel tak logicky nemohl působit na plochu, kde nedoléhal. Výrobce však doporučuje nepřiléhající gel přitlačit, což v experimentu nebylo prováděno.

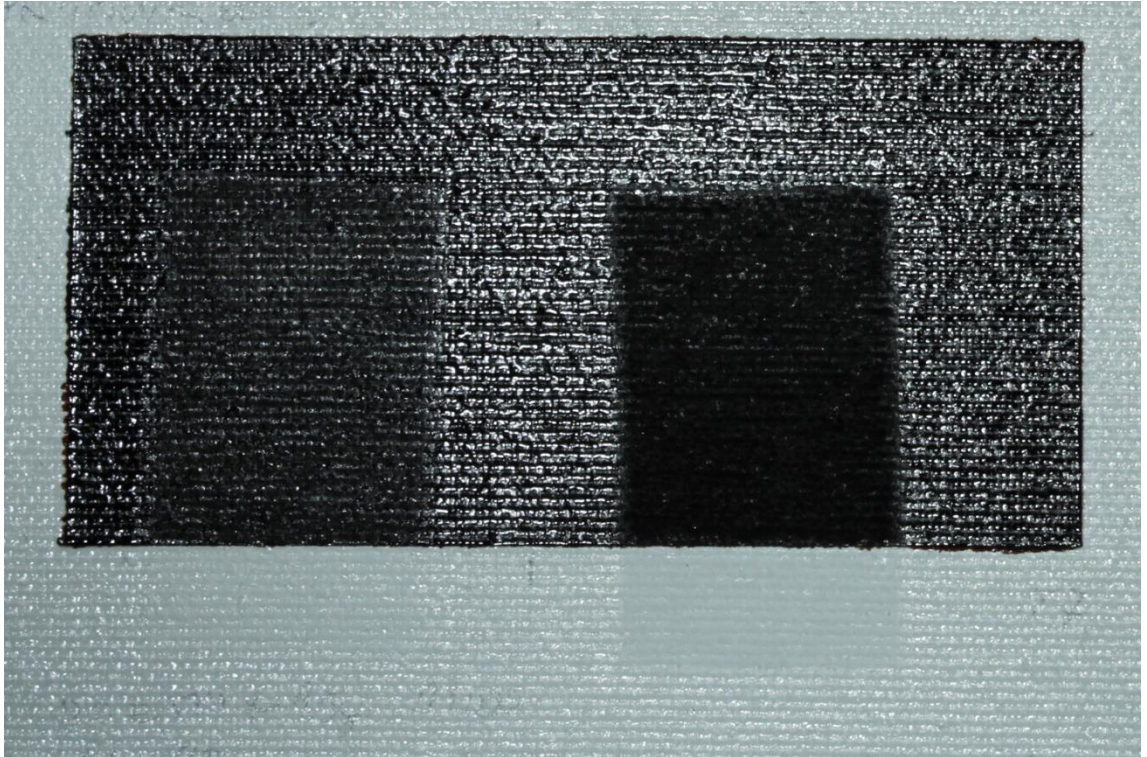


Obr. 97, Účinnost 3 na 1Č15L a 1Č15P, fotografie v lesku laku

Hodnotou 4 (*Velmi účinné*) byla hodnocena pole, kde došlo k narušení a odstranění nebo částečnému odstranění lakové vrstvy v celé ploše. Narušení/odstranění lakové vrstvy bylo, dá se říci, homogenní. Působení čisticí soustavy bylo jak ve výškách, tak v hloubkách struktury vzorku.



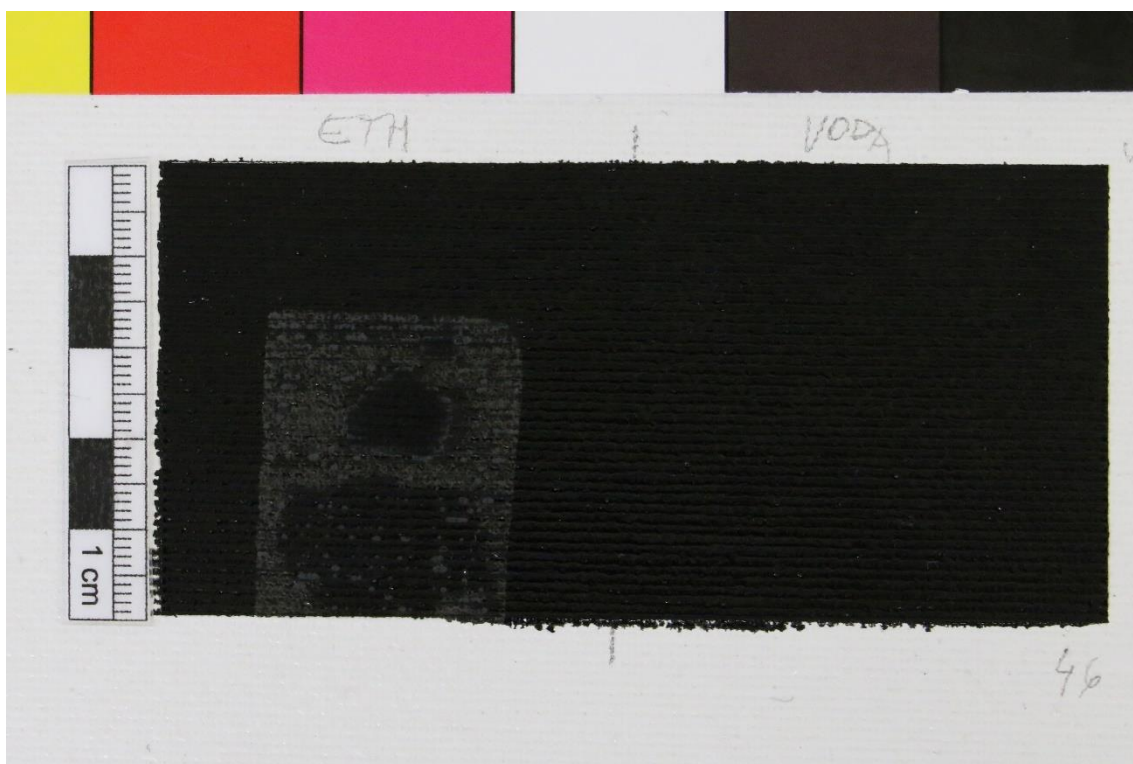
Obr. 98, *Účinnost 4* na 2Č39L a 2Č39P, fotografie v lesku laku



Obr. 99, *Účinnost 2* na 2HČ57L, *Účinnost 5* na 2HČ57P, fotografie v lesku laku

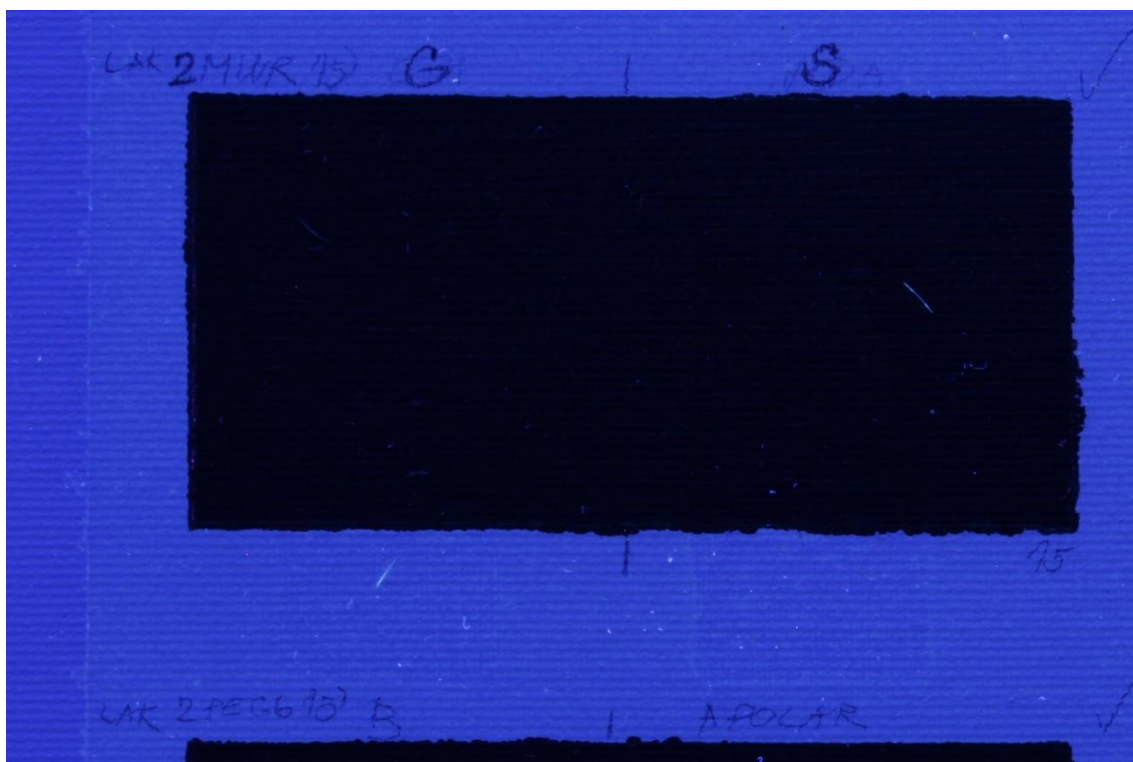
Parametr 5, *Nejlépe účinné*, byl vytvořen pro vzorky, kde došlo k nejlepším výsledkům v celém experimentu. Laková vrstva byla odstraněná nebo částečně odstraněná homogenně v celé ploše, kam byla čisticí soustava aplikovaná. K odstranění/částečnému odstranění lakové vrstvy došlo jak ve výškách, tak v hloubkách struktury aplikačních ploch. Barevná vrstva vypadala těsně po sejmutí čisticího systému lehce nabobtnalá. Na gelu však nebyla patrná žádná rezidua barvy.

Dále bylo v rozptýleném viditelném světle sledováno, zda po aplikaci čisticí soustavy dojde k zakalení čištěné plochy. Pro tento fenomén byl tabelován parametr *Zákal* se stupnicí 1 (*Se zákalem*) a 0 (*Bez zákalu*).

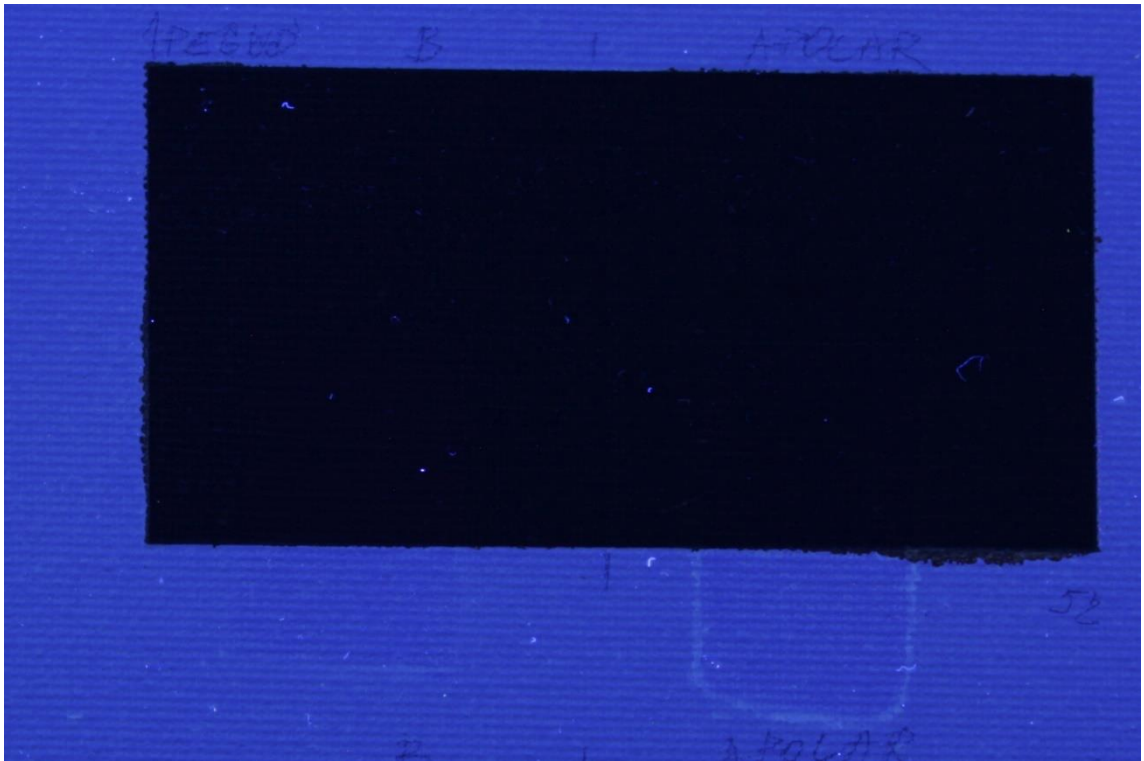


Obr. 100, *Zákal 1* na 2Č46L (také *Účinnost 1*), *Zákal 0* na 2Č46P (také *Účinnost 0*)

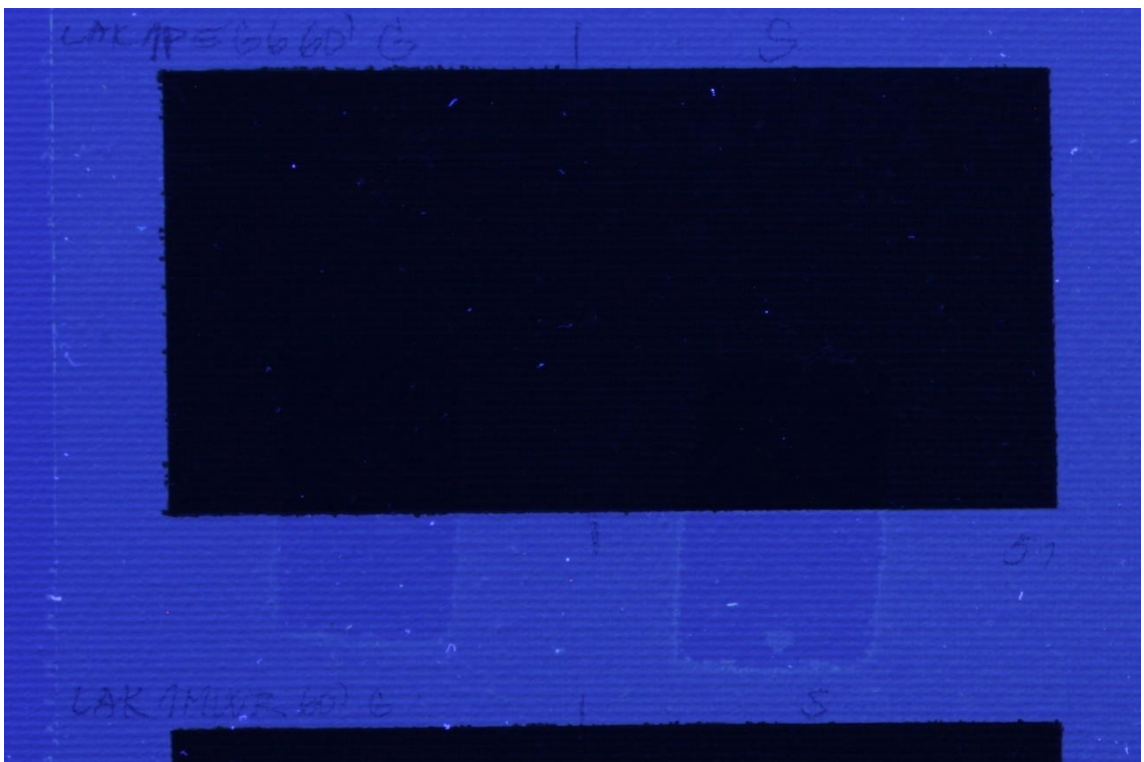
Ukázalo se, že pomocí UV luminiscenční fotografie lze nejlépe dokumentovat jakési „okraje“, které v některých případech po vyschnutí vznikaly okolo místa, kde byl aplikován gel. Vyznačovaly se intenzivnější bílou UV luminiscencí. Ve viditelném světle nebyly tyto okraje („mapy“) patrné. Pro tento jev byl definován parametr *Okraje* se stupnicí 0–3, kde 0 znamená *Bez okraje*, 1 značí *Slabě patrný okraj*, 2 *Patrný okraj* a 3 míní *Silně patrný okraj*. Z hodnot parametru *Okraje* byl také stanoven aritmetický průměr ze všech tří opakování (expozice 15 minut bez zakrytí a bez zátěže). Byla tak zjištěna průměrná četnost a zároveň intenzita jevu. UV luminiscence byla buzená dvěma symetricky umístěnými zdroji UV záření. Těmi byly UV zářiče *UVA SPOT 400 T/BL* (Hönle UV Technology) s emisí UV záření o vlnových délkách 315 až 400 nm.



Obr. 101, Okraje 1 na 1Č15L a 1Č15P, fotografie VIS luminiscence v UV záření



Obr. 102, Okraje 2 na 2HČ52L, Okraje 3 na 2HČ52P, fotografie VIS luminiscence v UV záření



Obr. 103, Okraje 3 na 2HČ51L a 2HČ51P, fotografie VIS luminiscence v UV záření

4.5.2 Hmotnostní procento netěkavého podílu nanostrukturních systémů

Bylo stanoveno hmotnostní procento netěkavého podílu ve všech čtyřech nanostrukturních kapalných systémech značky *Nanorestore*®. Nejprve byly dle návodu uvedeného výrobcem připraveny nanostrukturní kapaliny *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating S* a *Nanorestore Cleaning*® *Polar Coating G* smísením složek.

Obsah netěkavého podílu (c) byl stanoven jako podíl hmotnosti zbytku čisticího systému po jeho sušení (m) při 100 °C po dobu 6 h ku hmotnosti výchozího čisticího systému (m_0) před sušením. Před vážením netěkavého zbytku do konstantní hmotnosti byl po sušení tento zbytek na Petriho misce nejprve vložen do exsikátoru se silikagelem, dokud nezchladl. Pokusy byly opakovány třikrát. Počáteční množství kapalin bylo vždy asi 3 ml. Výsledek poskytuje představu o obsahu povrchově aktivních látek v čisticích systémech, které by měly být jejich jedinou netěkavou složkou.

Vzorec pro výpočet obsahu netěkavého podílu: $c [\% \text{ hm.}] = 100 \times m / m_0$

4.5.3 Analýza netěkavého podílu nanostrukturních čisticích systémů infračervenou spektroskopií (FTIR⁸⁹/ATR⁹⁰)

Charakterizace netěkavých podílů výše uvedených čisticích systémů (viz předchozí kapitola **4.5.2 Hmotnostní procento netěkavého podílu nanostrukturních systémů**) značky *Nanorestore*® byly provedeny metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). K analýzám byl použit spektrofotometr *Nicolet 380*, měření byla provedena technikou ATR (diamantový krystal). Netěkavé podíly byly získány sušením vzorků čisticích systémů při 100 °C po dobu 6 hodin. Měření bylo provedeno na Katedře chemické technologie Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, měření provedla Ing. Petra Lesniaková, Ph.D. Protokol z analýz je uveden v příloze [Protokol: FTIR Analýzy vzorků netěkavých podílů čisticích systémů, str. 116–220].

4.6 Výsledky a diskuse

4.6.1 Ztenčování damarového laku

Pro přehlednost byly výsledky tabelovány (systém viz kapitola **4.5 Metody vyhodnocení**, str. 166–174). Všechny tabulky jsou přiloženy v příloze **10 Příloha**

⁸⁹ Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací

⁹⁰ Attenuated Total Reflectance, tlumená totální reflexe

tabulek k části *Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb* [Tab. 35–55, str. 208–214]. V následujících tabulkách jsou shrnuty výsledky.

Typ gelu <i>Nanorestore</i> ®	<i>Medium Water Retention (MWR)</i>			<i>Peggy 6 (PEG6)</i>		
	Účinnost	Zákal	Okraje	Účinnost	Zákal	Okraje
<i>Nanorestore Cleaning</i> ®						
<i>Polar Coating S</i>	3	0	1	4	0	2
<i>Polar Coating G</i>	3	0	1	4	0	1
<i>Polar Coating B</i>	2	0	0	3	0	0
<i>Apolar Coating S</i>	2	0	2	3	0	2
25% ethanol	1	1	0	1	1	0
Demineralizovaná voda	0	0	0	0	0	0

Tab. 27, Vyhodnocení ztenčování lakové vrstvy při aplikačním čase 15 minut

Typ gelu <i>Nanorestore</i> ®	<i>Medium Water Retention (MWR)</i>			<i>Peggy 6 (PEG6)</i>		
	Účinnost	Zákal	Okraje	Účinnost	Zákal	Okraje
<i>Nanorestore Cleaning</i> ®						
<i>Polar Coating S</i>	5	0	3	4	0	3
<i>Polar Coating G</i>	2	0	3	4	0	2
<i>Polar Coating B</i>	3	0	2	3	0	1
<i>Apolar Coating S</i>	3	0	3	3	0	3
25% ethanol	1	1	0	1	1	0
Demineralizovaná voda	0	0	0	0	0	0

Tab. 28, Vyhodnocení ztenčování lakové vrstvy při aplikačním čase 60 minut s krytím a 25g zátěží

Vizuálně jsou výsledky přiloženy v příloze **9. *Obrazová příloha části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb***. Výsledky *Panelu 1* viz [Obr. 119–126, str. 197–200] a *Panelu 2* [Obr. 127–134, str. 201–204].

Čisticím systémem gelu *Medium Water Retention* syceného *Polar Coating G* bylo dosaženo *Dobré účinnosti* ve všech případech 15minutové aplikace. Žádná aplikace nevykazovala zákal a ve dvou případech (první a druhé opakování) byl přítomný *Slabě patrný okraj* a v jednom případě *Patrný okraj*, tedy hodnota 2. Výsledek byl poměrně uspokojivý, účinnost systému byla dobrá a nevykazovala tvorbu zákalu. Nevýhodou aplikace bylo nepřizpůsobení gelu struktuře povrchu testovacích polí tak, jak by bylo vhodné. Gel byl příliš rigidní a nedostatečně pružný. Docházelo k nevyhovujícímu lnutí gelu k čištěnému povrchu, tvořila se tak hluchá místa, kde gel nepůsobil. Čištění nebo působení systému nebylo příliš rovnoměrné. Ale v porovnání s ostatními aplikacemi gelu MWR dosahovala tato kombinace s *Polar Coating G* nejlepšího výsledku, to

znamená, že účinnost byla lepší než u jiných kombinací a také docházelo k rovnoměrnějšímu působení (nebylo přítomno takové množství hluchých míst). Výjimku tvořila pouze extrémní aplikace, expozice 60 minut s krytím a zatížením, kde lepší účinnosti dosáhla kombinace *MWR s Polar Coating S* (*S*: účinnost: 5; *G*: účinnost 2).

Čisticím systémem gelu *Medium Water Retention* syceného *Polar Coating S* bylo dosaženo *Dobré účinnosti* ve dvou případech (první a druhé opakování) 15minutové aplikace bez krytí a bez zátěže a v jednom případě *Účinného výsledku* (poslední opakování), žádná aplikace nevykazovala zákal a *Slabě patrný okraj* byl přítomen pouze ve dvou případech (první a druhé opakování). Celkově je tato kombinace velmi srovnatelná a podobná kombinaci *Medium Water Retention s Polar Coating G*, ale poměrně velkého rozdílu je dosaženo při delší expozici (60 minut, krytí, 25 g zátěž), kde je kombinace gelu *Medium Water Retention* a *Polar Coating S* výrazně lepší, je zde dosaženo *Nejlepší účinnosti* (5), kdežto kombinace *Medium Water Retention s Polar Coating G* dosahuje pouze stupně účinnosti 2. Tento rozdíl však mohl být způsobený hlavně nerovnoměrnou aplikací gelu, v praxi by bylo rozhodně vhodnější držet se doporučení výrobce a gel k čištěnému povrchu přitlačit tak, aby gel k povrchu těsně přiléhal a také aby pod gelem nebyly vzduchové bubliny. Uvedené by mohlo být dalším doporučením pro případné rozšíření testování, bylo by zajímavé porovnat homogenitu čištění po přitlačení, respektive vyrovnaní gelů prsty na čištěnou plochu.

Čisticím systémem gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR) syceného *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B* bylo dosaženo ve všech případech 15minutové aplikace účinnosti 2, žádná aplikace nevykazovala zákal a *Slabě patrný okraj* (1) byl přítomen pouze při třetím opakování. Téměř totožných výsledků dosáhla kombinace gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR), kde byl rozdíl pouze při tvorbě okrajů. Okraj byl přítomen u MWR s *Apolar Coating* ve všech případech, v prvním opakování dosahoval hodnoty 1 a ve druhém a třetím opakování byl přítomen dokonce *Silně patrný okraj* (3). Malý rozdíl byl patrný v účinnosti při expozici 60 minut s krytím a zátěží 25 g, kde kombinace MWR s *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B* dosáhla stupně účinnosti 3 a MWR s *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating* 2.

Čisticím systémem gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* syceného 25% ethanolem bylo dosaženo ve všech případech 15minutové aplikace i 60minutové

aplikace s krytím a 25g zátěží) účinnosti 1, všechny aplikace vykazovaly zákal (1) a okraj nebyl přítomen v žádném z opakování. Stejně výsledky vykazoval i gel *Nanorestore Gel® Peggy 6* s 25% ethanolem.

Čisticí systém gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* syceného demineralizovanou vodou se ve všech případech 15minutové aplikace i 60minutové aplikace s krytím gelu a 25g zátěží jevil jako *Neúčinný, beze změn (0)*. Žádná aplikace nevykazovala zákal a okraj také nebyl přítomen v žádném z případů. To stejné platí i pro *Nanorestore Gel® Peggy 6* s demineralizovanou vodou.

Čisticí systém gelu *Nanorestore Gel® Peggy 6* (PEG6⁹¹) syceného *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* se jevil ve všech případech 15minutové aplikace jako *Velmi účinný (4)*, žádná aplikace nevykazovala zákal. Totéž lze tvrdit o kombinaci *Nanorestore Gel® Peggy 6* s *Polar Coating S*. Ovšem tyto kombinace se poměrně liší v parametru *Okraje*. Obě kombinace v prvním opakování dosahují hodnoty 2, ve druhém opakování je *Patrný okraj* pouze u *Peggy 6* s *Polar Coating S*. Ve třetím opakování vykazuje kombinace s *Polar Coating G* *Patrný okraj* a *Polar Coating S* *Velmi patrný okraj*. Při 60minutové expozici s krytím gelu a 25gramovou zátěží opět dosáhla nejlepšího výsledku nanostrukturní kapalina *Polar Coating S*, tedy maximální hodnoty 5 (*Nejlépe účinné*), stejně jako u kombinace s gelem *Medium Water Retention*. Systémy gelu *Peggy 6* s *Polar Coating G* a *Polar Coating S* při této aplikaci nevykazovaly zákal a v obou případech byly přítomny *Velmi patrné okraje*.

Čisticím systémem gelu *Nanorestore Gel® Peggy 6* syceného *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B* bylo dosaženo trochu lepší, ale prakticky srovnatelné účinnosti (3, 4, 3), než *Nanorestore Gel® Peggy 6* (PEG6) s *Apolar Coating* (2, 3, 3) při 15minutové aplikaci. Žádná aplikace těchto čisticích soustav nevykazovala zákal. Přítomnost okrajů nebo jejich větší intenzitu vykazovala spíše kombinace s *Apolar Coating* (1, 2, 3) v porovnání s *Peggy 6* s *Polar Coating B* (0, 0, 1). Při 60minutové expozici s krytím a 25gramovou zátěží dosahovaly PEG6 s *Polar Coating B* a *Peggy 6* s *Apolar Coating* stejné účinnosti (3) a u obou také nebyl přítomný zákal. Lišila se intenzita zákalu, kdy u *Polar Coating B* byl *Patrný okraj* a u *Apolar Coating* *Silně patrný okraj*.

⁹¹ *Nanorestore Gel® Peggy 6*

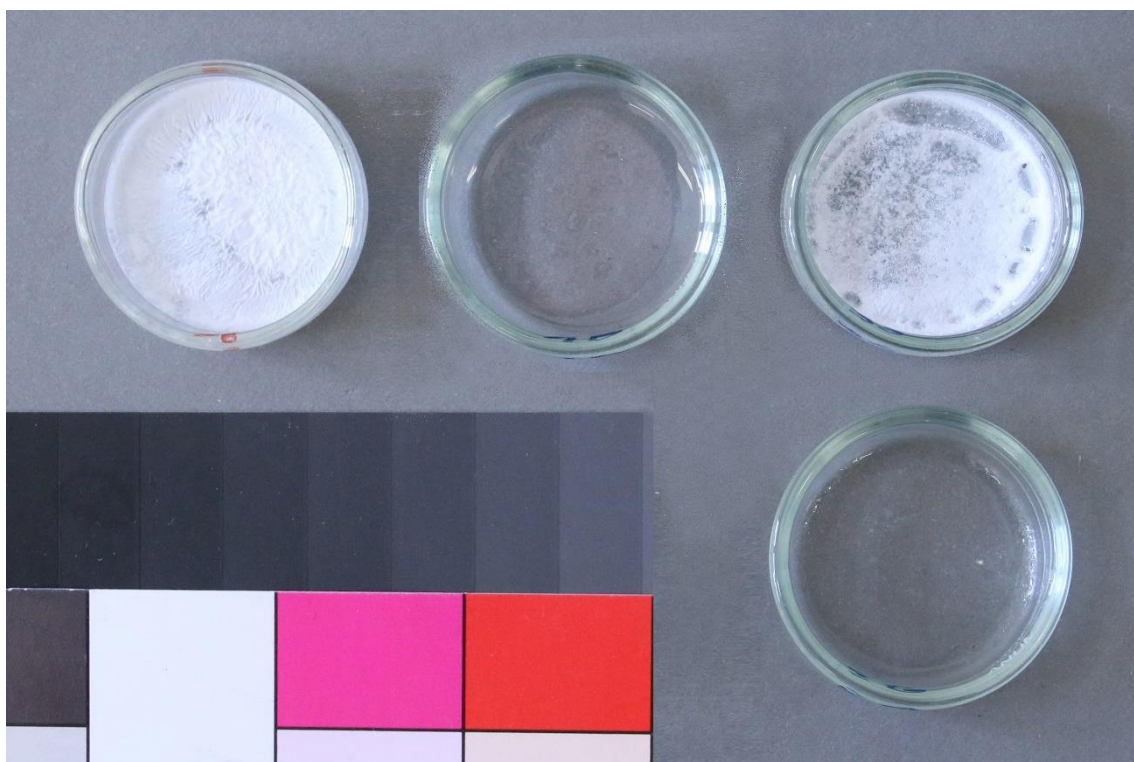
4.6.2 Hmotnostní procento netěkavého podílu nanostrukturních systémů

Netěkavé podíly systémů *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* a *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating* mají podobu bílých prášků. Netěkavé podíly systémů *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* a *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B* jsou průhlednými bezbarvými hustými kapalinami. Netěkavé podíly jsou (převážně) tvořeny povrchově aktivními látkami a jejich forma odpovídá předpokladům. Obsahy povrchově aktivních látek (surfaktantů) získané z bezpečnostních listů a jejich druhy jsou pro lepší přehlednost uvedeny v následující tabulce. Z tabulky vyplývá, že systémy *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* a *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating* obsahují surfaktant dodecylsulfát sodný (SDS), což je bílý prášek. Surfaktantem *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* a *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B* je ethoxylovaný alkylalkohol, který je průhlednou bezbarvou kapalinou. Fotodokumentace před započítáním stanovení hmotnostního procenta netěkavého podílu nanostrukturních systémů a po jeho dokončení je přiložena v příloze **9** *Obrazová příloha k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb*, [Obr. 105–112, str. 190–193].

[Tab. 31–33, str. 207]

Nanorestore Cleaning®	Surfaktant	Hmotnostní podíl surfaktantu [%]
<i>Polar Coating S</i>	dodecylsulfát sodný (SDS)	2–4
<i>Polar Coating G</i>	etoxylovaný alkylalkohol, alkyl(C9-11)	4–7
<i>Polar Coating B</i>	etoxylovaný alkylalkohol, alkyl(C9-11)	2–4
<i>Apolar Coating</i>	dodecylsulfát sodný (SDS)	3–5

Tab. 29, Hmotnostní podíly surfaktantů v *Nanorestore Cleaning®*



Obr. 104, Výsledná sušina, zleva: *Apolar Coating*, *Polar Coating B*, *Polar Coating S*, v druhé řadě: *Polar Coating G*

Výsledky stanovení hmotnostních procent netěkavých podílů ve zkoumaných nanostrukturních čisticích kapalných systémech uvádí následující tabulka. Výsledky jsou aritmetickým průměrem ze tří hodnot, u vzorku G ze dvou hodnot⁹². Tabulka uvádí také průměrné směrodatné odchytky stanovení.

Nanorestore Cleaning®	Obsah netěkavého podílu c [%] 100 °C	Průměrná směrodatná odchytky 100 °C
<i>Polar Coating S</i>	4,58	0,003
<i>Polar Coating G</i>	4,98	0,67
<i>Polar Coating B</i>	3,46	0,04
<i>Apolar Coating</i>	4,09	0

Tab. 30, Obsah netěkavého podílu c [%] naměřeného v *Nanorestore Cleaning®*

Hmotnostní procenta netěkavých podílů nanostrukturních kapalin po úplném vysušení, tedy při 100 °C, jsou potom následující. Systém *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* obsahuje 4,58 % hm. netěkavého podílu. U *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* je hmotnostní procento netěkavého podílu 4,98 %. U produktu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B* je obsah netěkavého podílu 3,46 % hm.

⁹² Vzorek G3 byl při zkoušce znehodnocen, proto je aritmetický průměr proveden ze dvou hodnot.

a u *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating* 4,09 % hm. Výsledky stanovení odpovídají daným rozmezím obsahů surfaktantů, uvedených v technických listech přípravků. Výjimkou je systém *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, u kterého bylo stanoveno 4,58 % hm. netěkavého podílu namísto očekávaných 2 až 4 % hm. Důvod zjištěného vyššího obsahu netěkavého podílu nebyl vysvětlen.

4.6.3 Analýza netěkavého podílu nanostrukturních systémů infračervenou spektroskopií (FTIR/ATR)

V rámci analýz byla zaznamenána infračervená spektra netěkavých podílů zkoumaných nanostrukturních čisticích systémů. Netěkavé podíly byly v případě systémů obsahujících dodecylsulfátsodný (SDS) měřeny v podobě bílých prášků. Jednalo se o systémy *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* a *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating*. V ostatních případech, tedy u *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* a *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, byl netěkavý podíl kapalný s předpokladem, že taktéž obsahuje výhradně povrchově aktivní látku, kterou byl neionogenní ethoxylovaný alkohol. Jednotlivá spektra jsou uvedena v příloze ve zprávě FTIR analýz netěkavých podílů čisticích systémů (viz **11. Textová příloha k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb, Protokol: FTIR Analýzy vzorků netěkavých podílů čisticích systémů**, str. 116–220). Z měření vyplývá, že netěkavé podíly skutečně dominantně obsahují uvedené povrchově aktivní látky. Další případné příměsi nebo zbytky z čisticích systémů nebyly stanovovány.

5 Diskuse a další doporučení části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

Na základě provedených experimentů a jejich výsledků lze učinit mnohé závěry a shrnutí, ale také doporučení a předpoklady nejen pro další případný výzkum, ale také restaurátorskou praxi. Jednotlivé zkoumané parametry, případně jejich vzájemné propojení a jiné souvislosti jsou proto diskutovány v následujících odstavcích.

Z práce vyplynulo, že s oběma gely se dobře pracuje, lze s nimi dobře manipulovat a velmi snadno se odstraňují z čištěného povrchu. Odstranění je možné pouhým sloupnutím, tak, jak uvádí výrobce. Nevýhodou gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR) je vyšší tuhost (rigidita) a možná také křehkost, kterou oproti gelu má *Nanorestore Gel® Peggy 6*. Lze předpokládat, že v mnohých situacích může být vhodnější pro obor restaurování závěsného obrazu gel *Nanorestore Gel® Peggy 6*, protože je oproti *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR) měkčí, lépe lne k povrchu a lépe dokáže podle očekávání kopírovat tvar. Na druhou stranu je nutno uvést, že je gel *Nanorestore Gel® Peggy 6* na rozdíl od gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR) bíle opakní, což je v neprospěch kontrolovatelnosti procesu čištění.

Pro praxi lze rozhodně doporučit gely k čištěnému povrchu jemně přitlačit, tak, jak doporučuje výrobce. Pokud by tak nebylo učiněno, hrozí velmi nehomogenní působení čistícího systému, a to hlavně při použití gelu *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* (MWR). Při pokládání gelů na čištěný povrch se také mohou tvořit i vzduchové bubliny, kde potom nedochází k čištění.

Podle předpokladů vyplynulo, že aplikace gelů pouze s demineralizovanou vodou nemá žádnou účinnost při ztenčování damarového laku, ale ani jiný efekt. Vodný ethanolový roztok velmi nepatrně lak redukoval, zanechával však po aplikaci podle předpokladu zákal, nikoliv okraje (mapy) v okolí čištěného místa po jeho vyschnutí. Je možné, že by se uvedené parametry změnily s jinou dobou aplikace, koncentrací ethanolu či použitím jiného typu alkoholu. V této souvislosti by bylo velmi zajímavým výzkumným tématem kombinování (rigidních) gelů s organickými rozpouštědly, respektive jejich vodnými roztoky.

Zjednodušeně lze říci, že se nanostrukturní čistící systémy vyznačovaly různou účinností, která byla vždy vyšší v porovnání s ethanolovým vodným roztokem.

V žádném z případů aplikace nanostrukturních čisticích systému nevznikl zákal, kdežto u všech aplikací vodnoethanolového roztoku došlo po aplikaci k tvorbě zákalu. Asi nejvíce účinný byl systém *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S* a podobně účinný systém *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* v porovnání se zbývajícími systémy, které také vykazovaly vzájemnou podobnou účinnost. V restaurátorské praxi jsou zajisté dobře použitelné systémy *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* i *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, markantnější rozdíl lze pozorovat pozorovat při volbě větší délky expozice.

Je zapotřebí si dále uvědomit že byly použity z hlediska restaurátorské praxe poměrně dlouhé časy aplikace a že (některé) výsledky či závěry nemusí být pro jiné situace platné.

Potenciálně velmi důležitým a zřejmě nežádoucím jevem byl vznik okrajů pozorovatelných pouze v UV luminiscenci, v okolí umístění gelů s nanostrukturními systémy po vyschnutí malby. Tento jev nebyl zřejmě způsoben gely, jelikož nebyl zaznamenán při použití demineralizované vody ani ethanolového roztoku. V rámci experimentů nebylo zkoumáno, čím jsou okraje tvořeny nebo způsobeny. Hlavními teoretickými důvody jsou kumulace a/nebo migrace rozpuštěného (rozvolněného) laku nebo povrchově aktivní látky. Tento fenomén by bylo vhodné dále zkoumat a analyzovat. Intenzita okrajů je vyšší při delší aplikaci. Jeví se, že při použití systému s obsahem dodecylsulfátu sodného (SDS) byly *Okraje* intenzivnější než při použití systému s obsahem etoxylovaného alkoholu. Nebylo zkoušeno dočištění, které by tento fenomén mohlo potlačit. Tato problematika je zajímavým tématem pro další práci. Otevírá totiž otázku, zda nanostrukturní systémy nezanechávají rezidua, což je pravděpodobné, a zda se lze případných reziduí zbavit dočištěním nebo jiným postupem.

V souvislosti s metodami zvolenými pro vyhodnocování ztenčování lakové vrstvy se nepotvrdil předpoklad, že pro posouzení účinnosti čištění bude vhodná metoda UV luminiscence. Toto zjištění bylo velmi překvapivé, protože laky lze běžně v UV luminiscenci zviditelnit (zvýraznit). Jistý, ale ne příliš uspokojivý rozdíl byl patrný na bílém podkladu (šepsu) nežli tmavých malbách. Určité rozdíly/výsledky v účinnosti bylo sice možné rozeznat v denním světle okem, nicméně nebyly dostatečně viditelné na fotografické dokumentaci. Ztenčení lakové vrstvy bylo možné dostatečně zvýraznit a vyhodnotit až na základě pozorování a fotografické dokumentace lesků (nenarušený lak) a matných ploch (narušená laková vrstva nebo podklad bez lakové

vrstvy). Zde se ukázalo být lépe zachytitelným ztenčování lakové vrstvy na tmavém podkladu. Pro další zkoumání by bylo možná výhodné přidat do laku nějaký inertní indikátor kvůli lepšímu vyhodnocení výsledků. Například nějakého stálého pigmentu, například zinkové běloby, která se vyznačuje intenzivní charakteristickou UV luminiscencí. Výsledky by tak mohly být lépe hodnotitelné jak ve viditelném světle, tak v UV luminiscenci.

6 Závěr části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

Teoretická část diplomové práce byla zaměřena na možnosti využití nových materiálů, které by měly nabízet pokročilé aplikace pro restaurátorskou praxi při čištění. Konkrétně byly zkoumány vybrané chemické rigidní hydrogely a nanostrukturní kapalně čisticí systémy vyvinuté CSGI⁹³ (*Center for Colloid and Surface Science*) značky *Nanorestore*® při ztenčování damarového laku. Jedním z hlavních cílů práce bylo získat základní zkušenosti s těmito novými a zároveň komerčně dostupnými materiály, dále potom zmapovat a vyzkoušet jejich možnosti při čištění povrchů maleb.

V rámci rešerše byly nejprve stručně představeny rigidní gely používané v restaurování. V rešerši jsou podrobně popsány rigidní chemické hydrogely značky *Nanorestore*®, kterými jsou gely *Nanorestore Gel*® *Dry* a *Nanorestore Gel*® *Peggy*. Mezi jejich základní výhody patří snadné použití a kvůli jejich soudržnosti možnost sejmutí celého gelu, aniž by se gely rozpadaly s předpokladem, že proto gely nezanechávají rezidua. Další výhodou je vysoká retence kapalin, která se odvíjí od zvoleného produktu, nicméně kvůli této schopnosti jsou všechny řešené chemické hydrogely určeny k ošetřování povrchů vysoce citlivých k vodným procesům a zavlhčení.

Rešerše dále podrobně popisuje nanostrukturní kapalně systémy, které zahrnují mikroemulze a micelární roztoky, a jsou určeny k čištění uměleckých děl. Jedná se o vodné čisticí systémy s nízkým obsahem organických rozpouštědel. Tyto systémy by se měly vyznačovat vysokou účinností při odstraňování. Lze je použít také při odstraňování vodou nerozpustných nežádoucích vrstev, jako jsou mnohé laky, nebo polymerních degradovaných či jiných nevhodných materiálů aplikovaných v rámci restaurátorských zásahů. Zkoumané nové rigidní gely a pokročilé čisticí kapalně nanostrukturní systémy mají poskytovat šetrnější, mnohdy také účinnější a kontrolovatelnější přístup k ošetřovaným dílům oproti mnohým zavedeným postupům. Dále jsou zde uvedeny jediné komerčně dostupné nanostrukturní čisticí systémy značky *Nanorestore*®, které byly posléze testovány v experimentální části. Obrovským přínosem zkoumaných materiálů je minimalizace negativního dopadu na lidské zdraví a životní prostředí. Při jejich použití se totiž snižuje množství zdraví škodlivých organických rozpouštědel a omezuje se jejich těkání do okolního prostředí.

⁹³ Center for Colloid and Surface Science

V návaznosti na poznatky získané studiem literatury byl na dané téma koncipován experiment. Těžištěm experimentální práce bylo ztenčování damarového laku na modelové alkydové malbě. K tomuto účelu byly vybrány dva zástupci rigidních gelů značky Nanorestore, *Nanorestore Gel® Medium Water Retention* a *Nanorestore Gel® Peggy 6*. Gely byly kombinovány s čisticími nanostrukturními kapalnými systémy *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G*, *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating*. Pomocí gelů byly kromě těchto čisticích kapalin pro porovnání zkoušeny také demineralizovaná voda a 25% hm. vodný roztok ethanolu.

Bylo zjištěno, že lze nanostrukturními systémy damarový lak úspěšně ztenčovat. Nejúčinnější aplikace byla dosažena použitím systémů *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G* a *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, zatímco systémy *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating* byly méně účinné. Účinnost čištění lze ale korigovat dobou aplikace a zlepšit také přitlačením gelů k čištěnému povrchu (jak doporučuje výrobce). Při aplikaci systémů nevznikaly zákalý. Druh gelu neměl nějak extrémní vliv na výsledek, lze ale konstatovat, že pokud gel přiléhal dobře k čištěnému povrchu, bylo dosaženo lepších výsledků.

Provedené experimenty lze považovat jako vstup do rozsáhlé problematiky. Práce potom otevírá několik dalších dílčích témat, která by byla vhodná k případnému dalšímu výzkumu. Asi nejdůležitějším z nich je otázka případného zanechání reziduí po použití nanostrukturních systémů. Bylo by vhodné zjistit, zda tyto systémy mohou zanechávat rezidua a pokud toto riziko hrozí, zda jej lze řešit dočištěním po aplikaci těchto systémů či jiným postupem, pro jehož vyzkoušení v rámci časového rozsahu dané práce nebyl prostor. Toto dočištění je z uvedených důvodů také doporučováno výrobcem.

Výsledky práce přibližují nové možnosti při čištění uměleckých děl a ztenčování laků, zároveň je lze chápat za vstup do rozsáhlejší problematiky, která by zasluhovala další zkoumání.

7 Seznam obrázků v části **Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb**

Obr. 91, Transparentnost gelu <i>Medium Water Retention</i> na testovacím poli 15 (<i>Panel 1</i>)	159
Obr. 92, Opacita gelu <i>Peggy 6</i> na testovacím poli 40 (<i>Panel 2</i>).....	160
Obr. 93, <i>Panel 1</i> před experimentem.....	163
Obr. 94, <i>Panel 2</i> před experimentem.....	164
Obr. 95, <i>Účinnost 1</i> na 2Č46L, <i>Účinnost 0</i> na 2Č46P, fotografie v lesku laku	168
Obr. 96, <i>Účinnost 2</i> na 1Č4L a 1HČ4P, fotografie v lesku laku	168
Obr. 97, <i>Účinnost 3</i> na 1Č15L a 1Č15P, fotografie v lesku laku	169
Obr. 98, <i>Účinnost 4</i> na 2Č39L a 2Č39P, fotografie v lesku laku	170
Obr. 99, <i>Účinnost 2</i> na 2HČ57L, <i>Účinnost 5</i> na 2HČ57P, fotografie v lesku laku....	170
Obr. 100, <i>Zákal 1</i> na 2Č46L (také <i>Účinnost 1</i>), <i>Zákal 0</i> na 2Č46P (také <i>Účinnost 0</i>)	171
Obr. 101, Okraje 1 na 1Č15L a 1Č15P, fotografie VIS luminiscence v UV záření ...	172
Obr. 102, Okraje 2 na 2HČ52L, Okraje 3 na 2HČ52P, fotografie VIS luminiscence v UV záření.....	173
Obr. 103, Okraje 3 na 2HČ51L a 2HČ51P, fotografie VIS luminiscence v UV záření	173
Obr. 104, Výsledná sušina, zleva: <i>Apolar Coating</i> , <i>Polar Coating B</i> , <i>Polar Coating S</i> , v druhé řadě: <i>Polar Coating G</i>	179

8 Seznam tabulek v části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

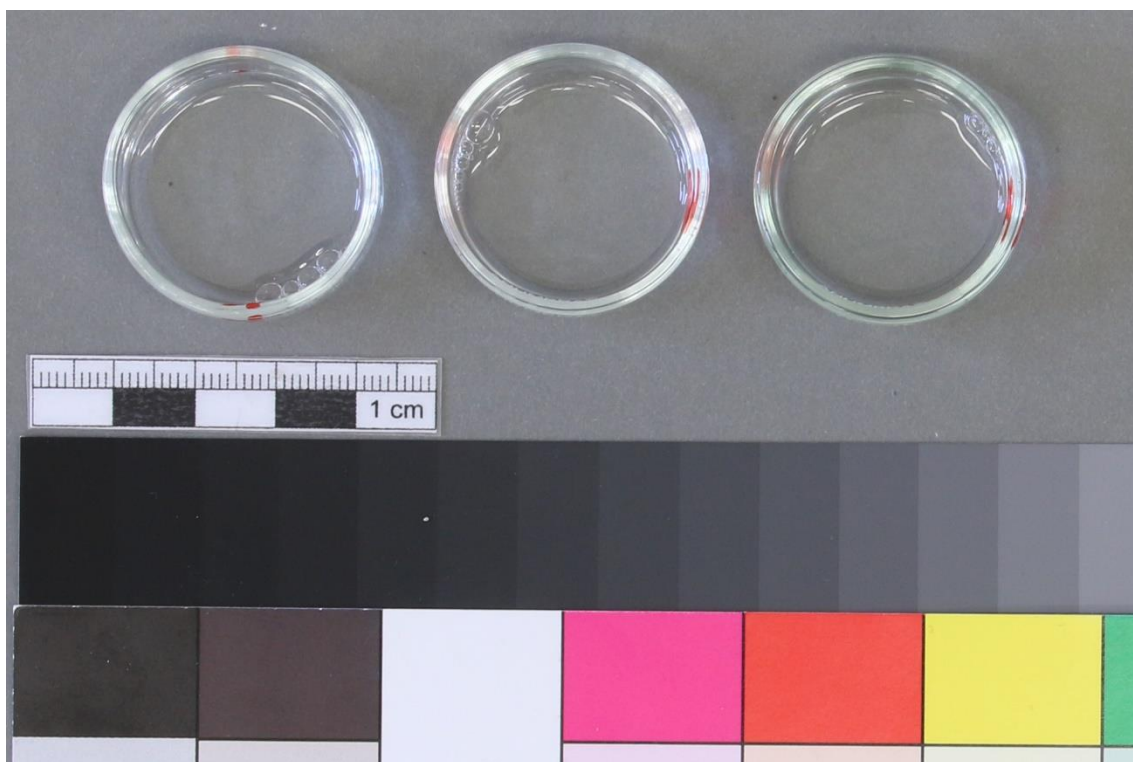
Tab. 19, Složení <i>Nanorestore Cleaning</i> ®	153
Tab. 20, Pracovní označení gelů	160
Tab. 21, Pracovní označení <i>Nanorestore Cleaning</i> ®	161
Tab. 22, Legenda Označení testovacích polí a panelů	165
Tab. 23, Legenda Označení testovacích polí a panelů a jejich vlastností	165
Tab. 24, Tabelovaná testovací pole <i>Panelu 1</i>	165
Tab. 25, Tabelovaná testovací pole <i>Panelu 2</i>	165
Tab. 26, Legenda k <i>Účinnosti, Zákalu a Okrajům</i>	167
Tab. 27, Vyhodnocení ztenčování lakové vrstvy při aplikačním čase 15 minut	175
Tab. 28, Vyhodnocení ztenčování lakové vrstvy při aplikačním čase 60 minut s krytím a 25g zátěží	175
Tab. 29, Hmotnostní podíly surfaktantů v <i>Nanorestore Cleaning</i> ®	178
Tab. 30, Obsah netěkavého podílu c [%] naměřeného v <i>Nanorestore Cleaning</i> ®	179

9 Obrazová příloha k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

Seznam obrazových příloh:

Obr. 105, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Apolar Coating</i> , t_0	190
Obr. 106, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Apolar Coating</i> , t_3	190
Obr. 107, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating B</i> , t_0	191
Obr. 108, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating B</i> , t_3	191
Obr. 109, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating G</i> , t_0	192
Obr. 110, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating G</i> , t_3	192
Obr. 111, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating S</i> , t_0	193
Obr. 112, Hmotnostní procento netěkavého podílu <i>Nanorestore Cleaning® Polar Coating S</i> , t_3	193
Obr. 113, Ukázka aplikace gelů s 15min expozicí, zde: 1HČ5L (MWR, 25% ethanol), 1HČ5P (MWR, voda).....	194
Obr. 114, Ukázka pole těsně po sejmutí gelů (15 min expozice), zde: 1HČ5L (MWR, 25% ethanol, těsně před vytvoření zákalu), 1HČ5P (MWR, voda).....	194
Obr. 115, Ukázka aplikace gelů s 15min expozicí, zde: 1HČ6L (PEG6, G), 1HČ6P (PEG6, S).....	195
Obr. 116, Ukázka pole těsně po sejmutí gelů (15min expozice), zde: 1HČ6L (PEG6, G), 1HČ6P (PEG6, S).....	195
Obr. 117, Ukázka způsobu aplikace gelů s 60min expozicí, krytím a 25 g, zde: 2HČ57L (MWR, G), 2HČ57P (MWR, S).....	196
Obr. 118, Ukázka pole těsně po sejmutí gelů (60min expozice, krytí, 25 g), zde: 2HČ57L (MWR, G), 2HČ57P (MWR, S).....	196
Obr. 119, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 3, 4, 9, 10, lesk.....	197
Obr. 120, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 3, 4, 9, 10, UV.....	197

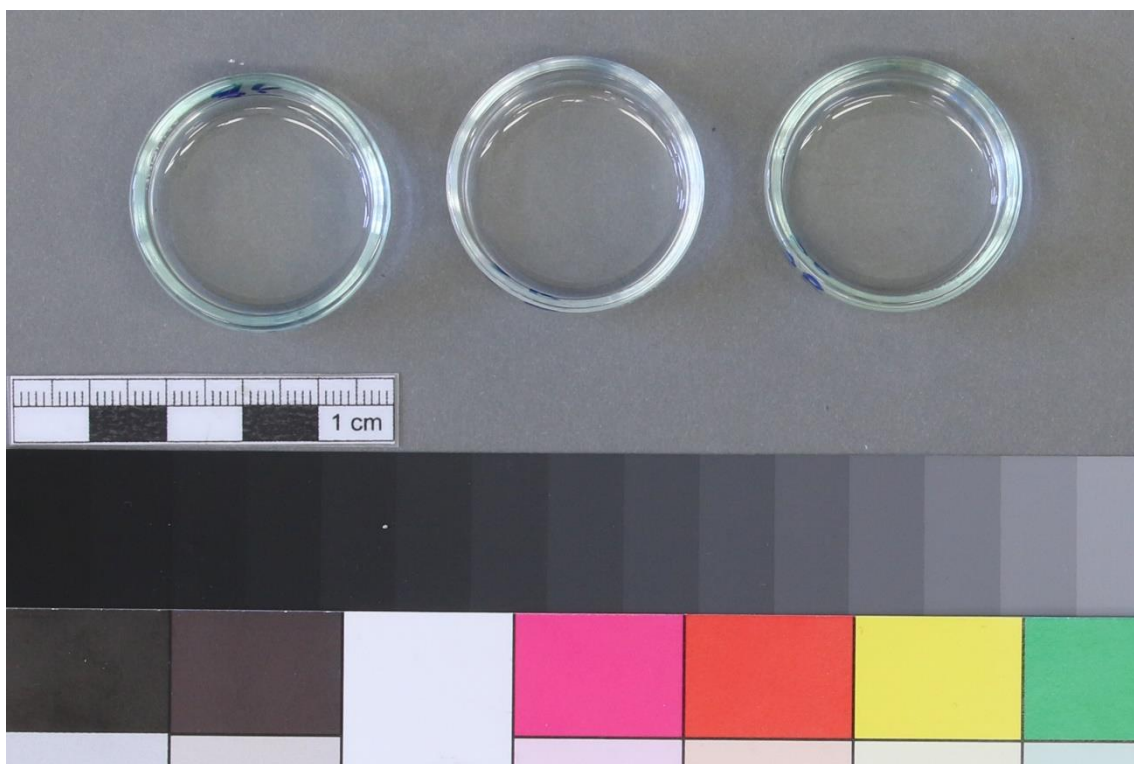
Obr. 121, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 5, 6, (nesledováno: 11, 12), lesk	198
Obr. 122, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 5, 6, (nesledováno: 11, 12), UV	198
Obr. 123, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 15, 16, 21, 22, lesk	199
Obr. 124, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 15, 16, 21, 22, UV	199
Obr. 125, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 17, 17, (nesledováno: 23, 24), lesk.....	200
Obr. 126, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 17, 17, (nesledováno: 23, 24), UV	200
Obr. 127, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 39, 40, 45, 46, lesk	201
Obr. 128, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 39, 40, 45, 46, UV	201
Obr. 129, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 41, 42, (nesledováno: 47, 48), lesk.....	202
Obr. 130, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 41, 42, (nesledováno: 47, 48), UV	202
Obr. 131, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 51, 52, 57, 58, lesk	203
Obr. 132, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 51, 52, 57, 58,UV	203
Obr. 133, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 53, (nesledováno: 54), 59, (nesledováno: 60), lesk	204
Obr. 134, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 53, (nesledováno: 54), 59, (nesledováno: 60), UV	204



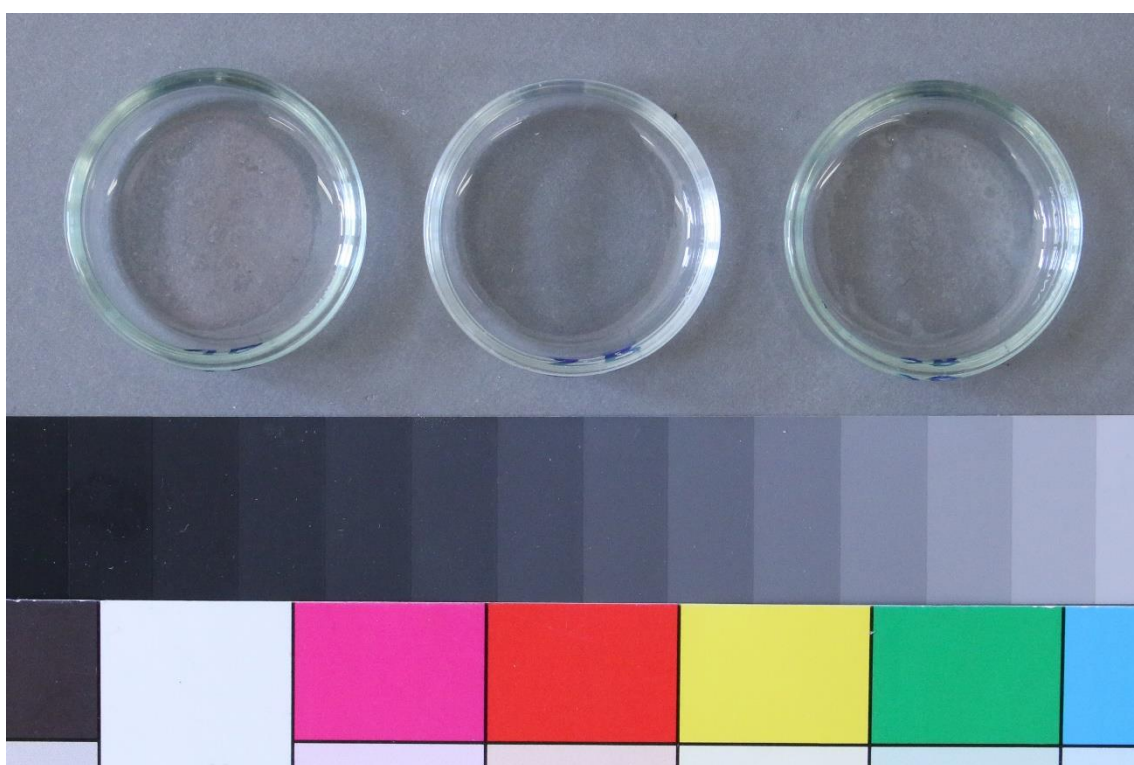
Obr. 105, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating*, t_0



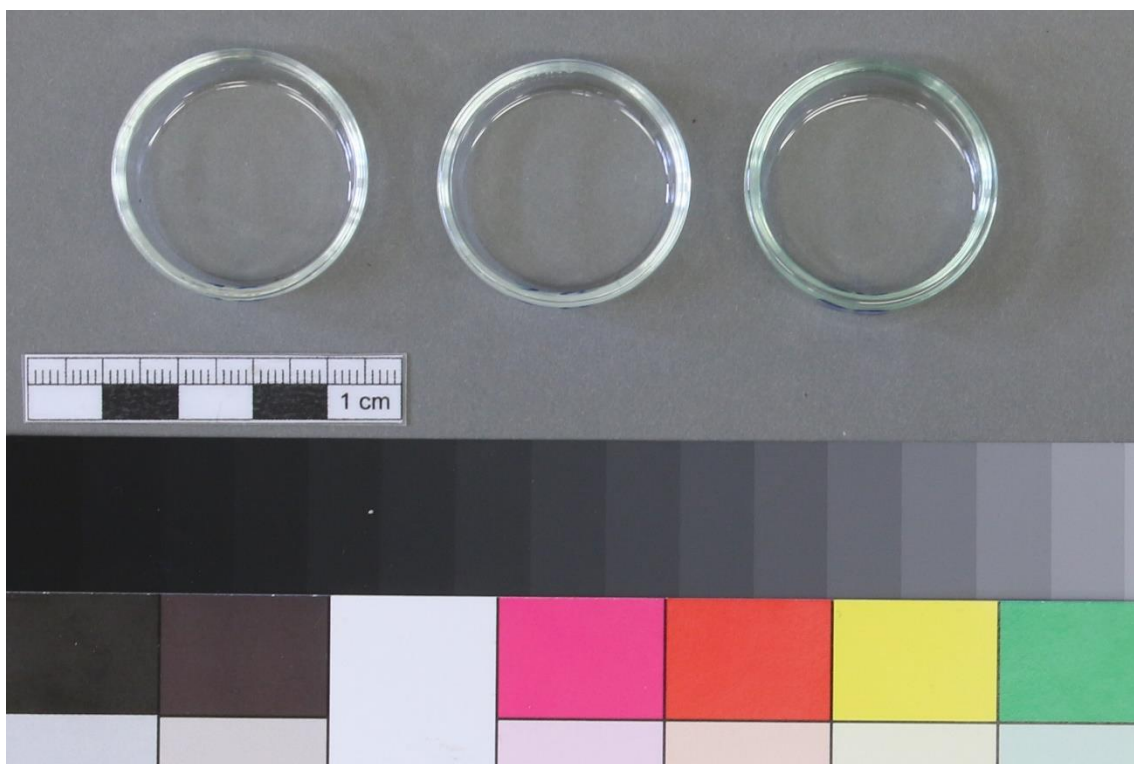
Obr. 106, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Apolar Coating*, t_3



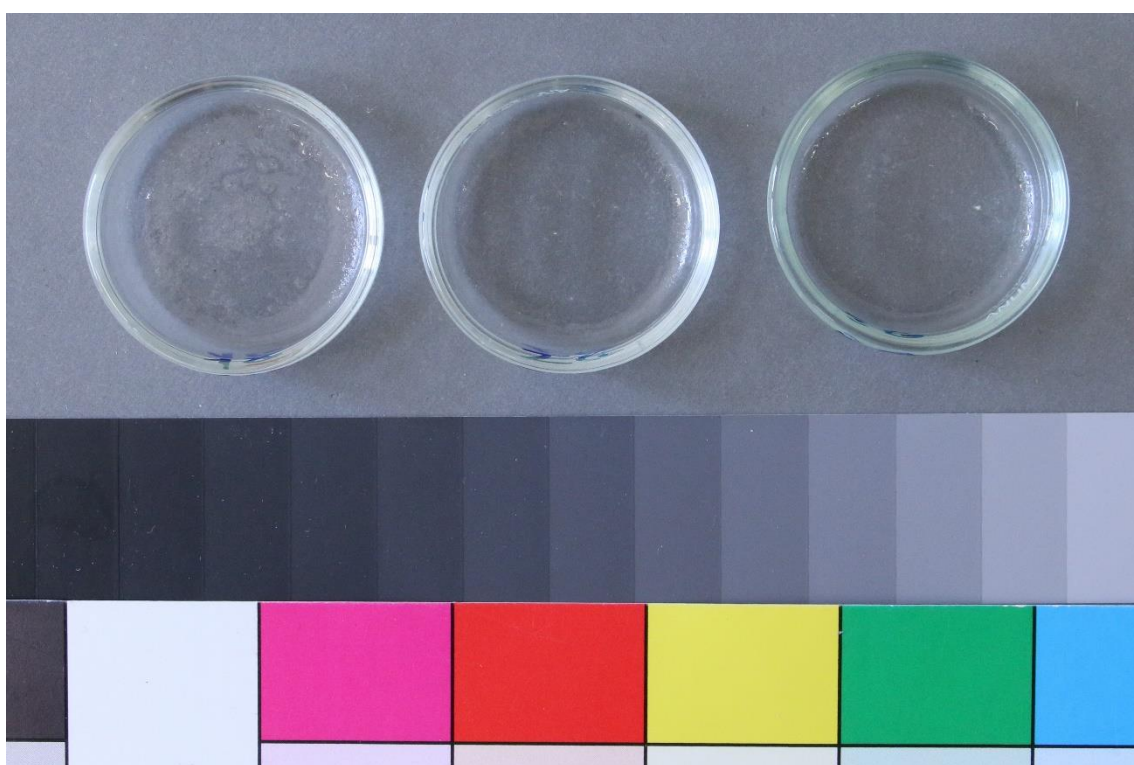
Obr. 107, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, t_0



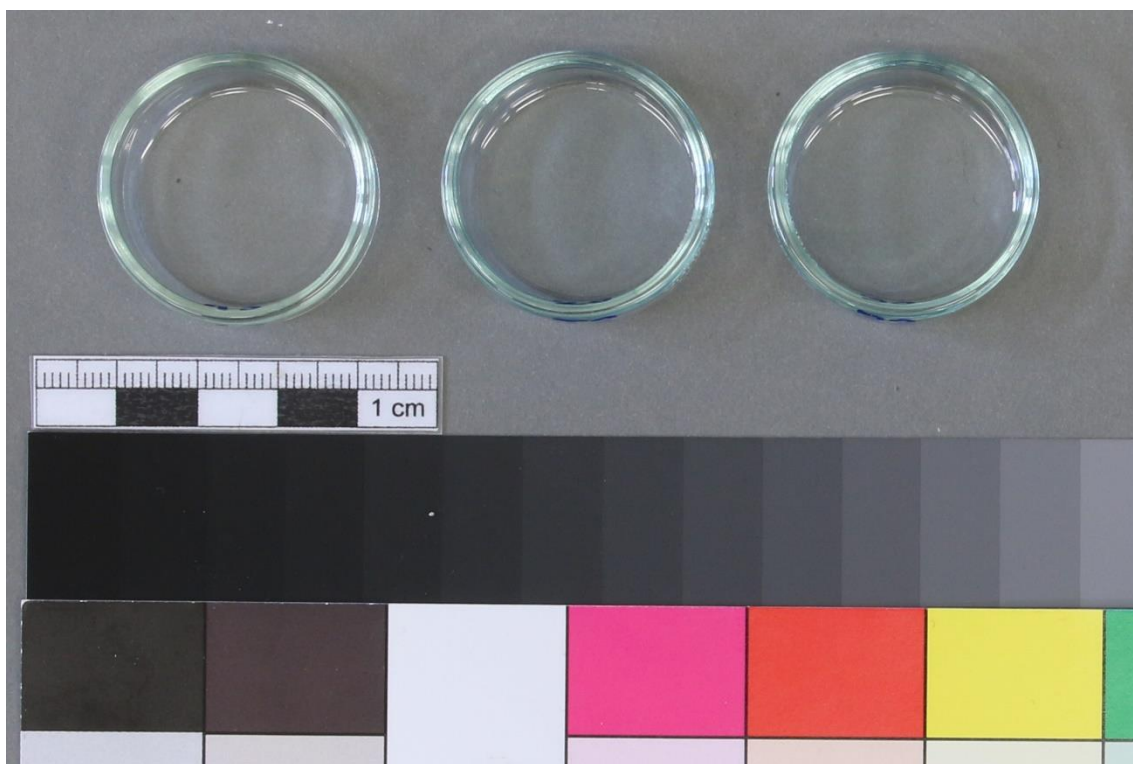
Obr. 108, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating B*, t_3



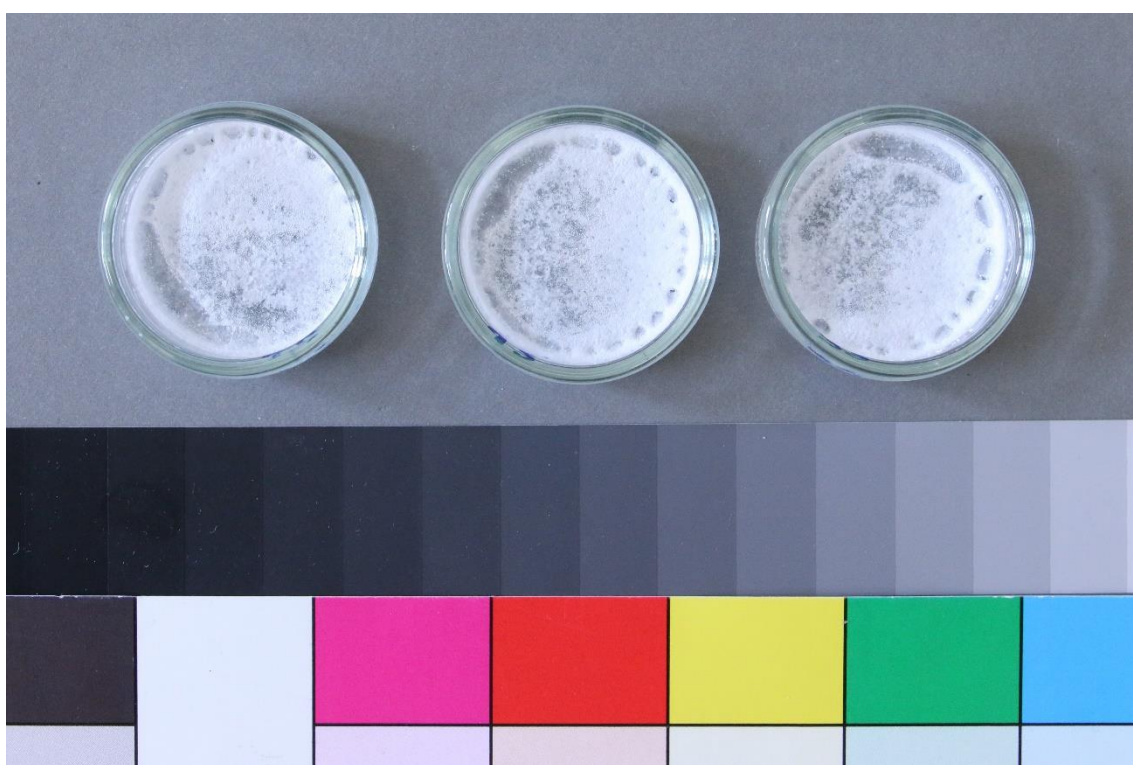
Obr. 109, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G*, t_0



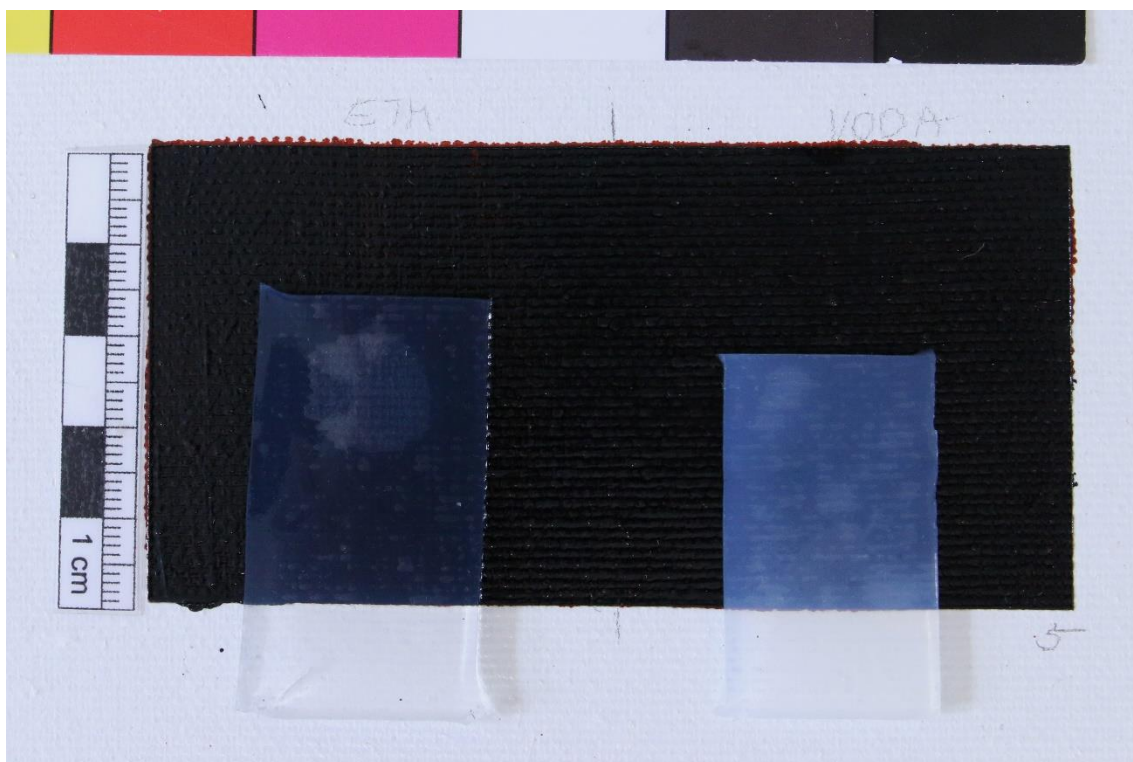
Obr. 110, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating G*, t_3



Obr. 111, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, t_0



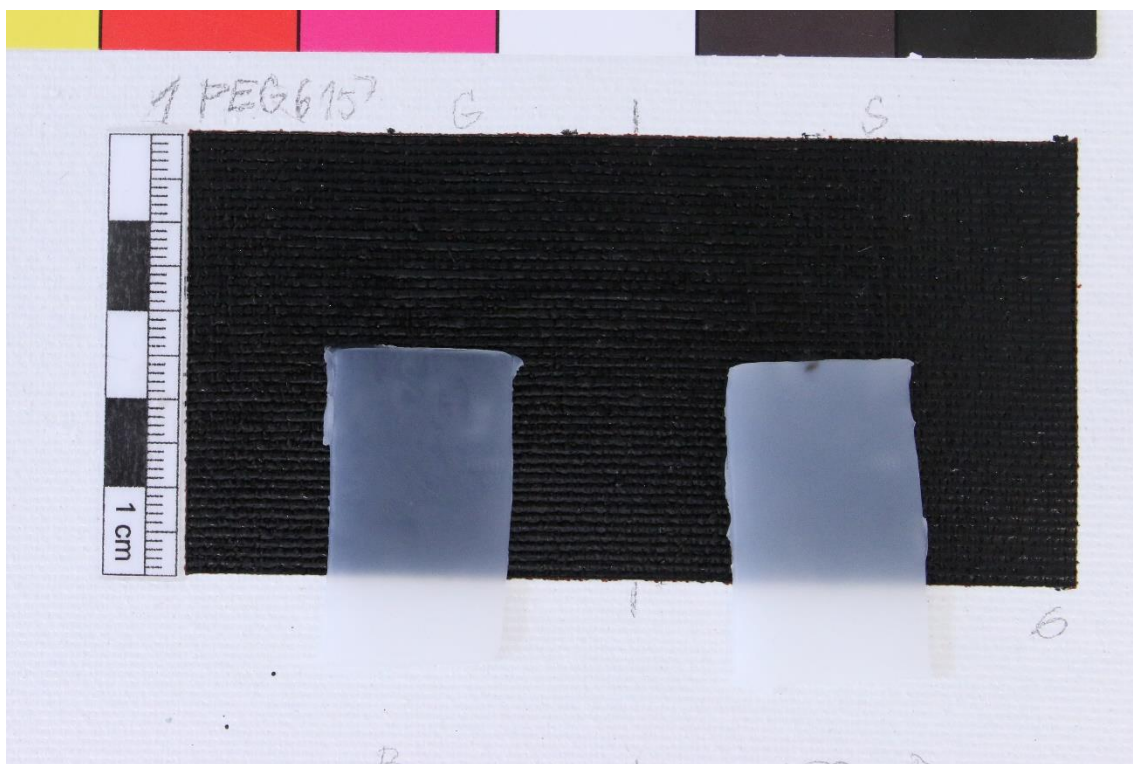
Obr. 112, Hmotnostní procento netěkavého podílu *Nanorestore Cleaning® Polar Coating S*, t_3



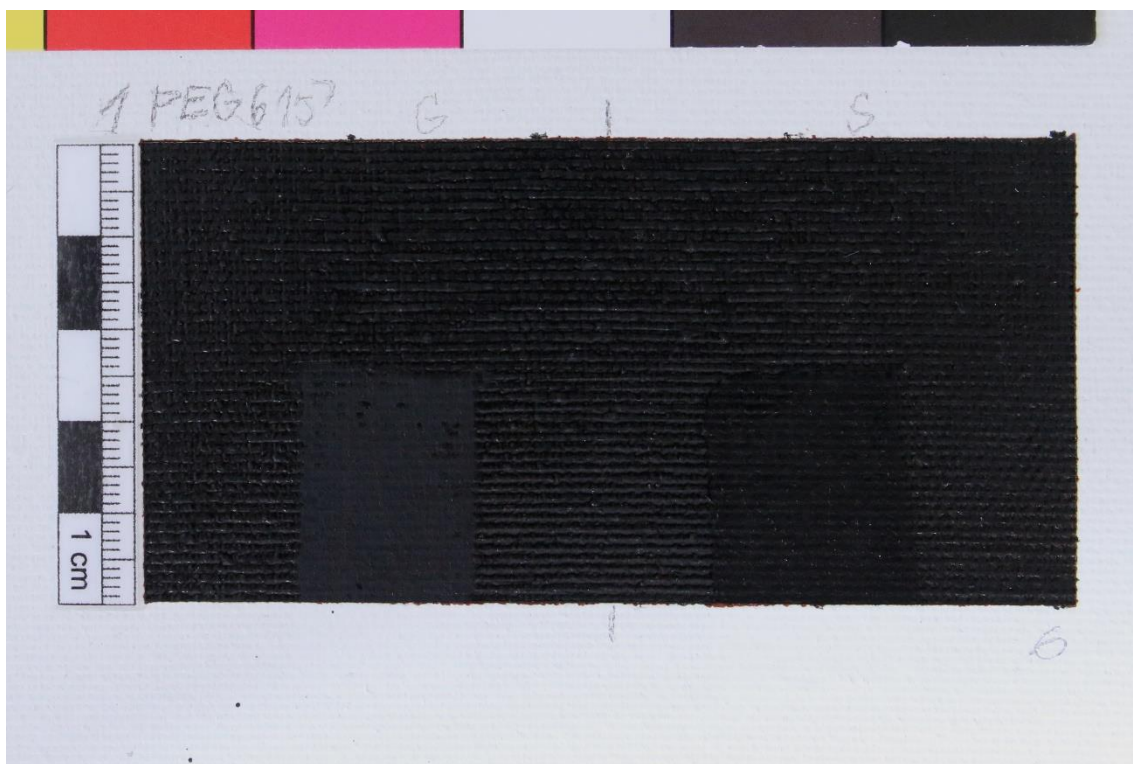
Obr. 113, Ukázka aplikace gelů s 15 min expozicí, zde: 1HČ5L (MWR, 25% ethanol), 1HČ5P (MWR, voda)



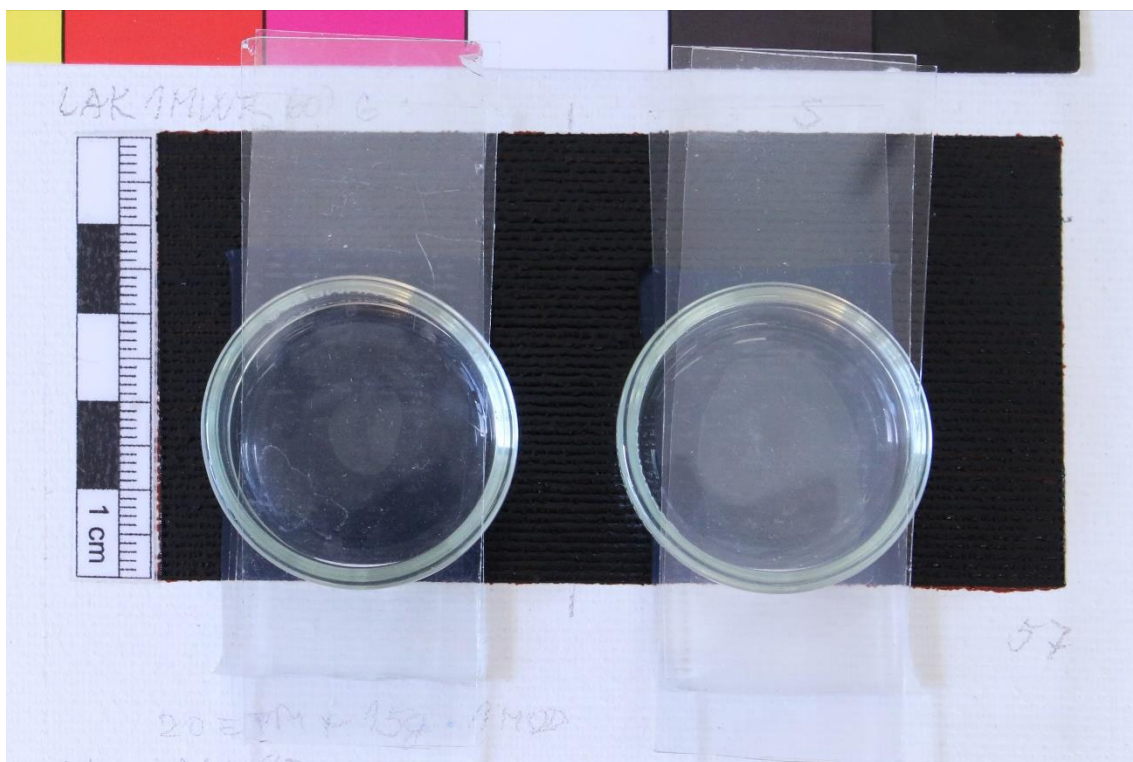
Obr. 114, Ukázka pole těsně po sejmutí gelů (15min expozice), zde: 1HČ5L (MWR, 25% ethanol, těsně před vytvoření zákalu), 1HČ5P (MWR, voda)



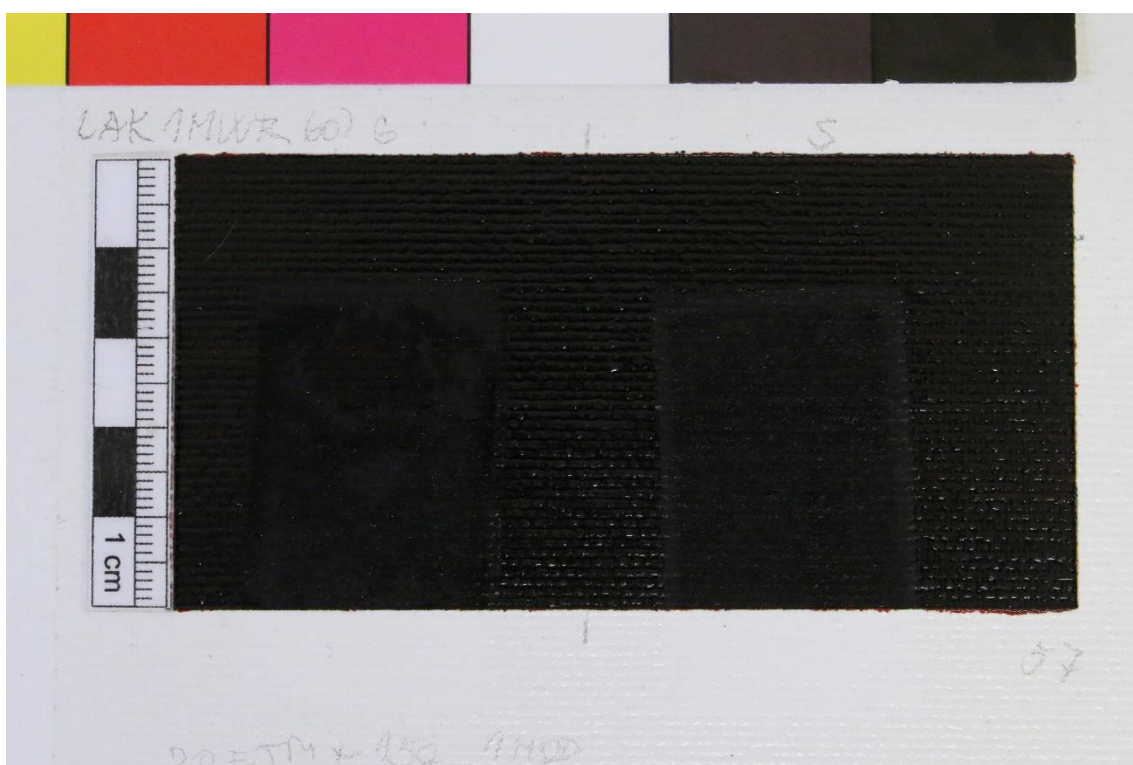
Obr. 115, Ukázka aplikace gelů s 15min expozicí, zde: 1HČ6L (PEG6, G), 1HČ6P (PEG6, S)



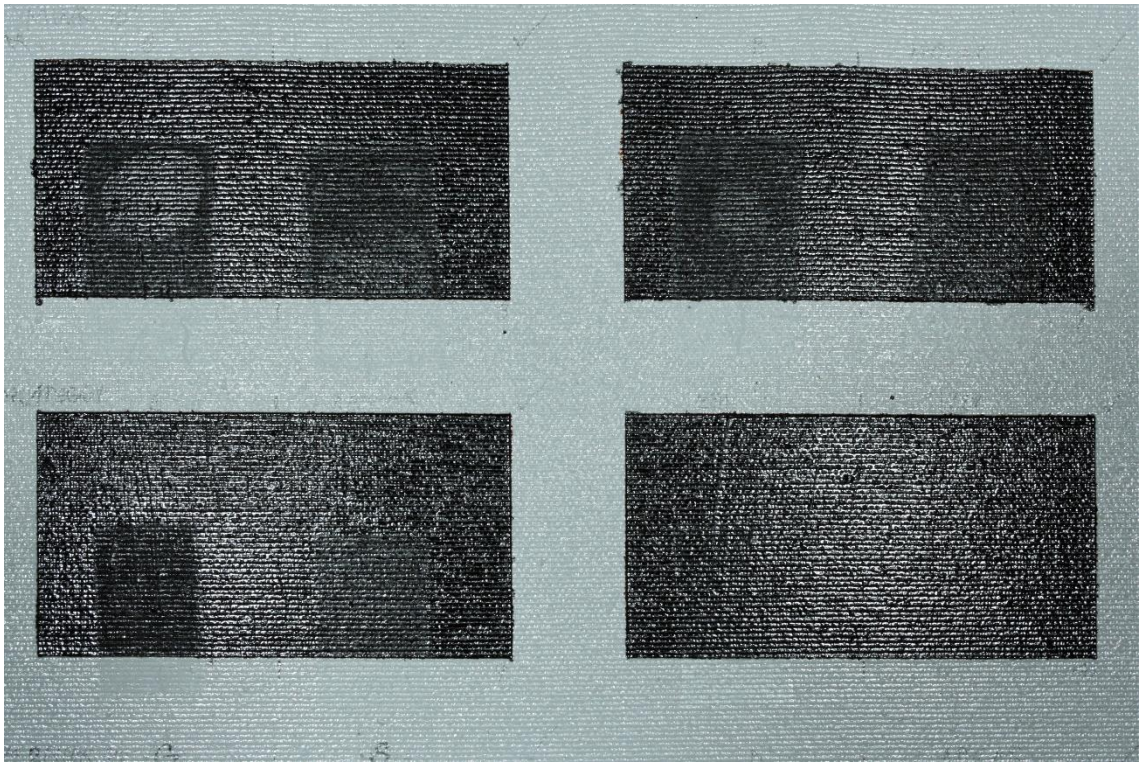
Obr. 116, Ukázka pole těsně po sejmutí gelů (15min expozice), zde: 1HČ6L (PEG6, G), 1HČ6P (PEG6, S)



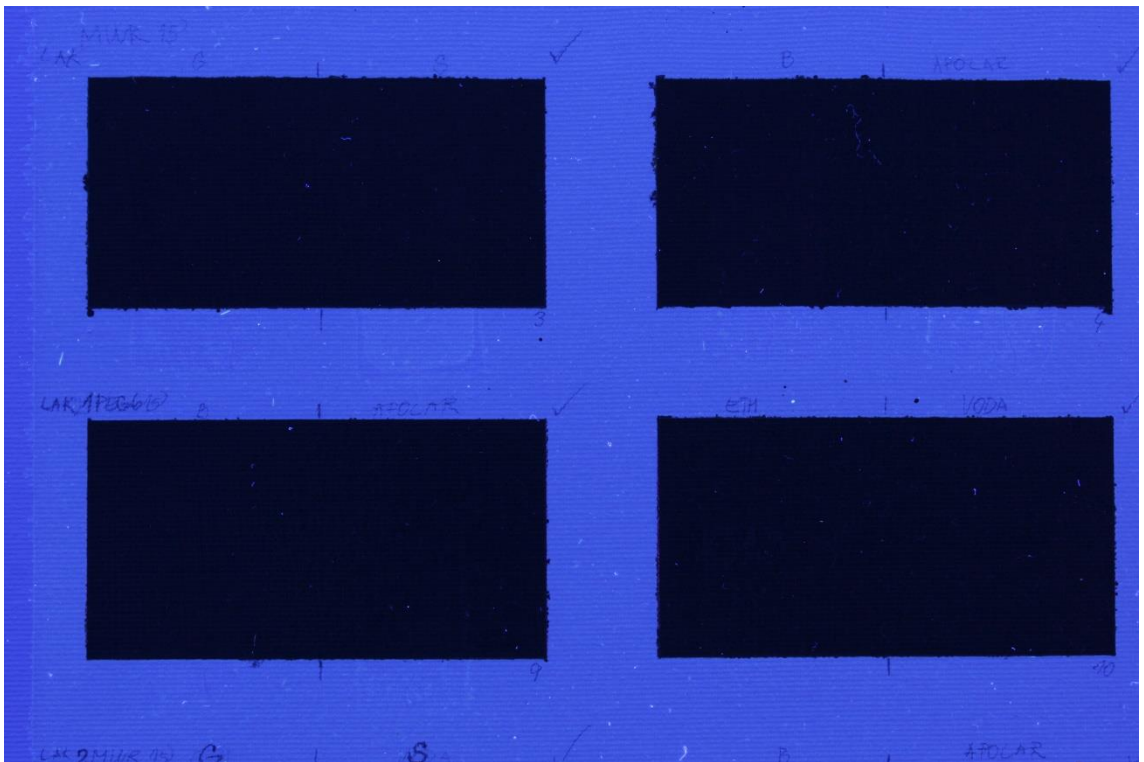
Obr. 117, Ukázka způsobu aplikace gelů s 60min expozicí, krytím a 25 g, zde: 2HČ57L (MWR, G), 2HČ57P (MWR, S)



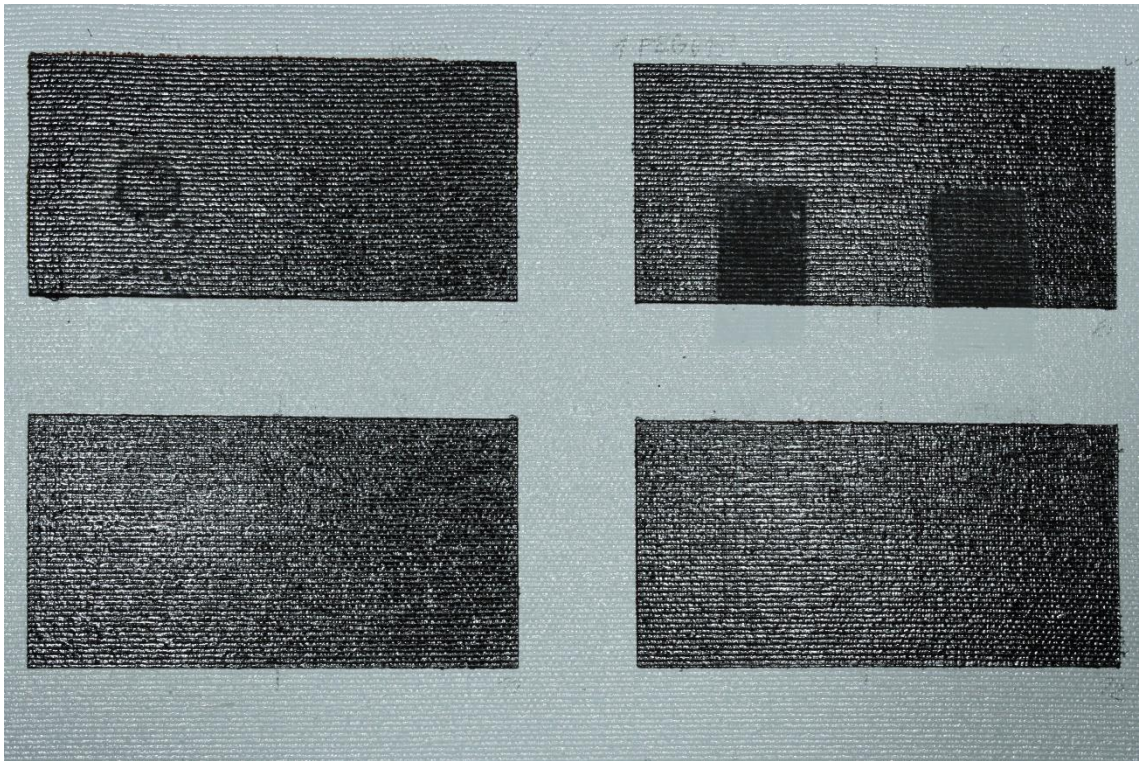
Obr. 118, Ukázka pole těsně po sejmutí gelů (60min expozice, krytí, 25 g), zde: 2HČ57L (MWR, G), 2HČ57P (MWR, S)



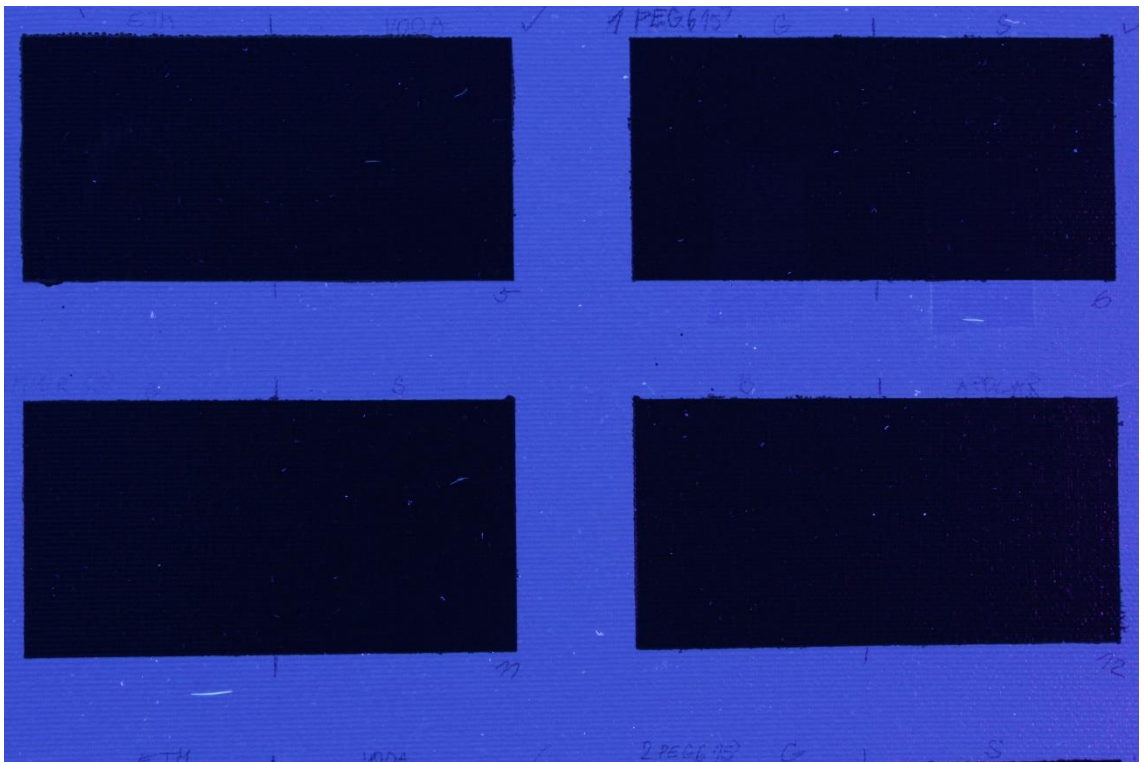
Obr. 119, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 3, 4, 9, 10, lesk



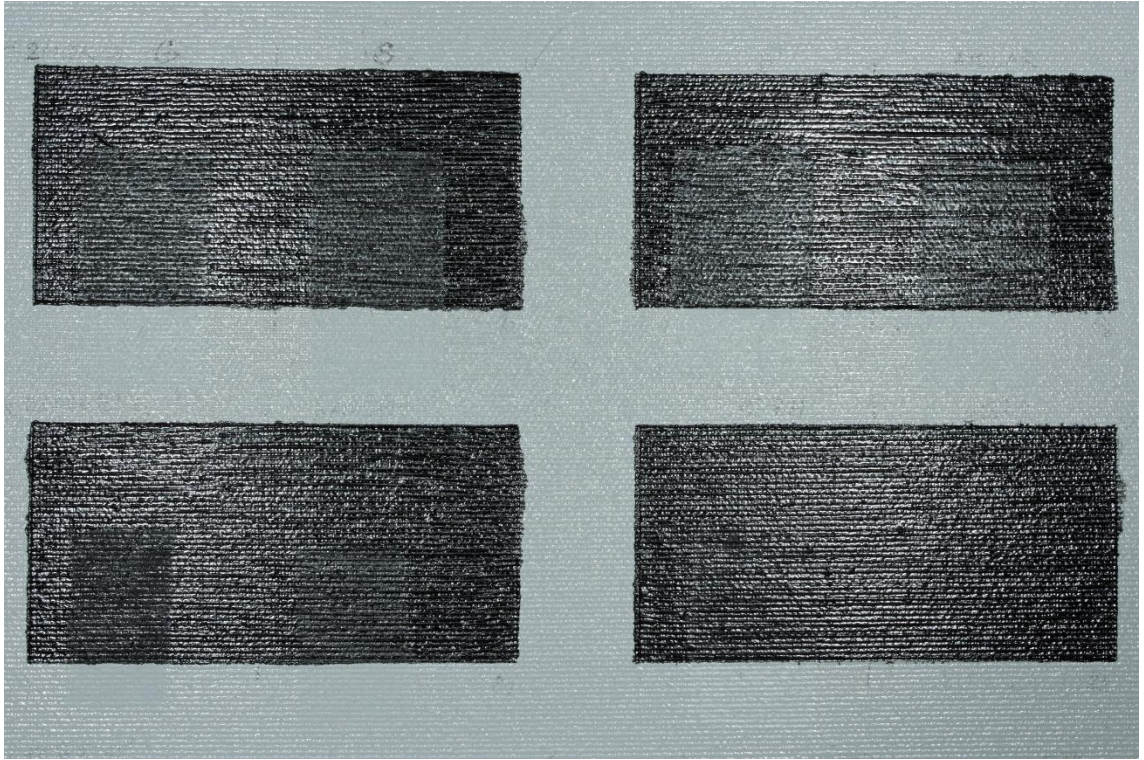
Obr. 120, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 3, 4, 9, 10, UV



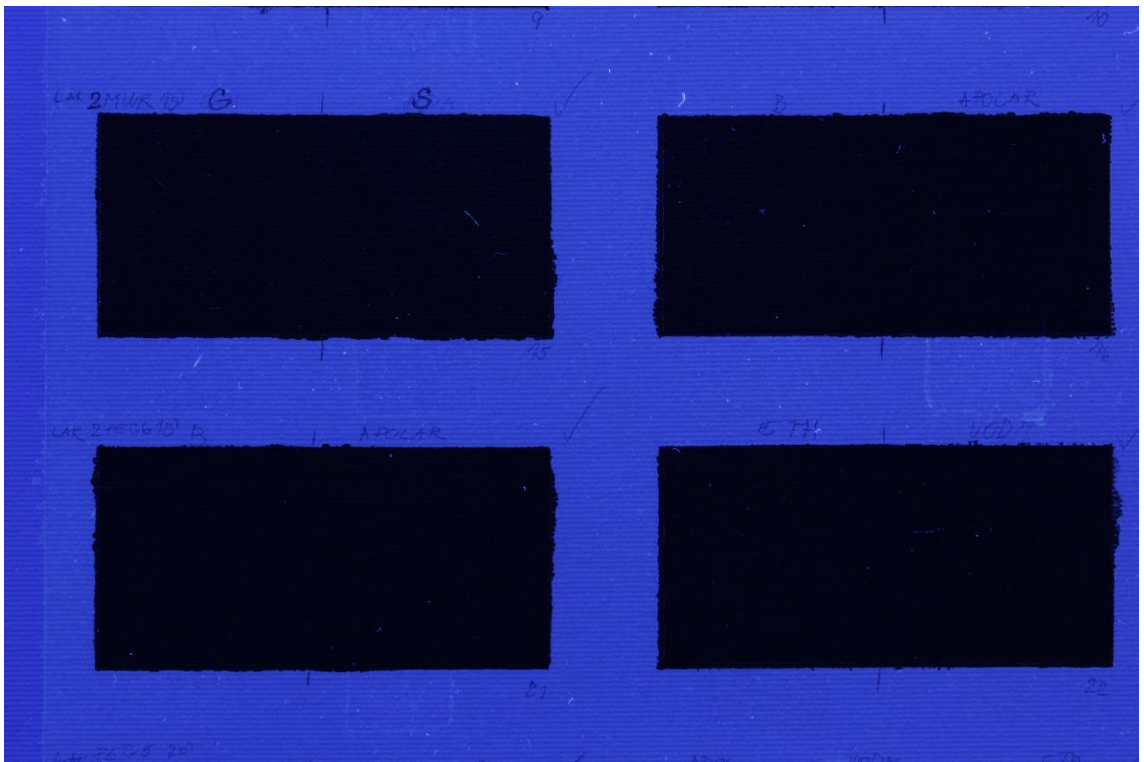
Obr. 121, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 5, 6, (nesledováno: 11, 12), lesk



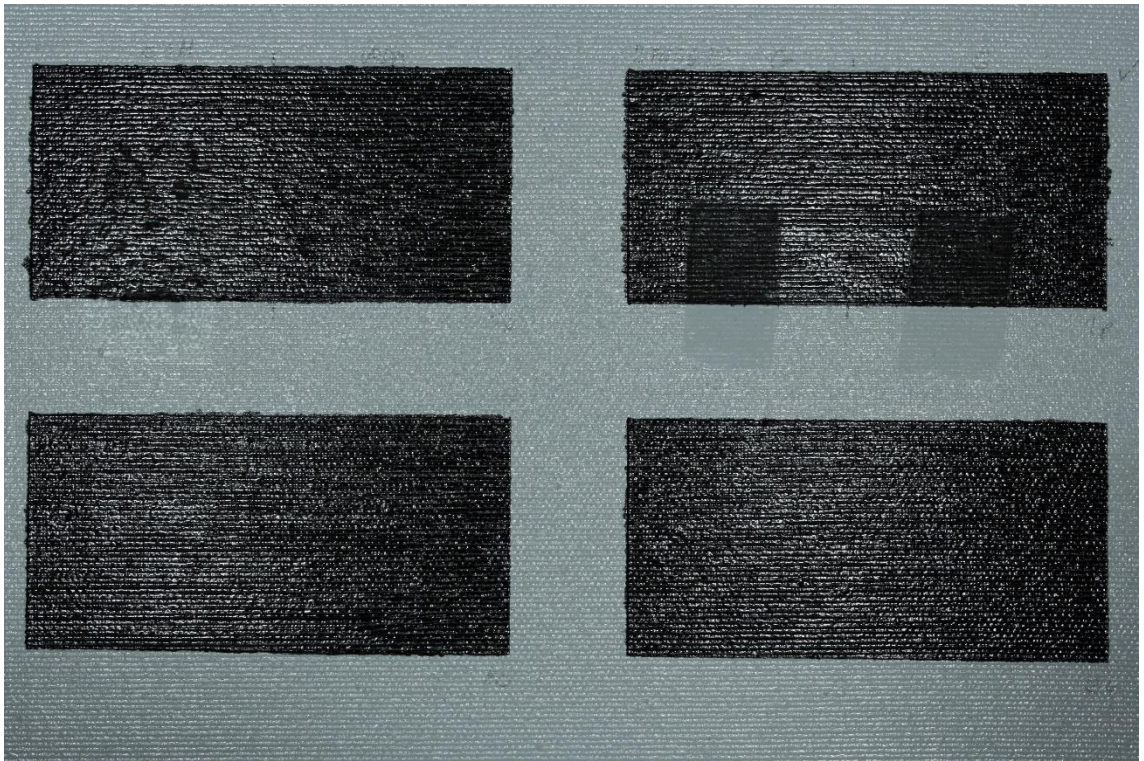
Obr. 122, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 5, 6, (nesledováno: 11, 12), UV



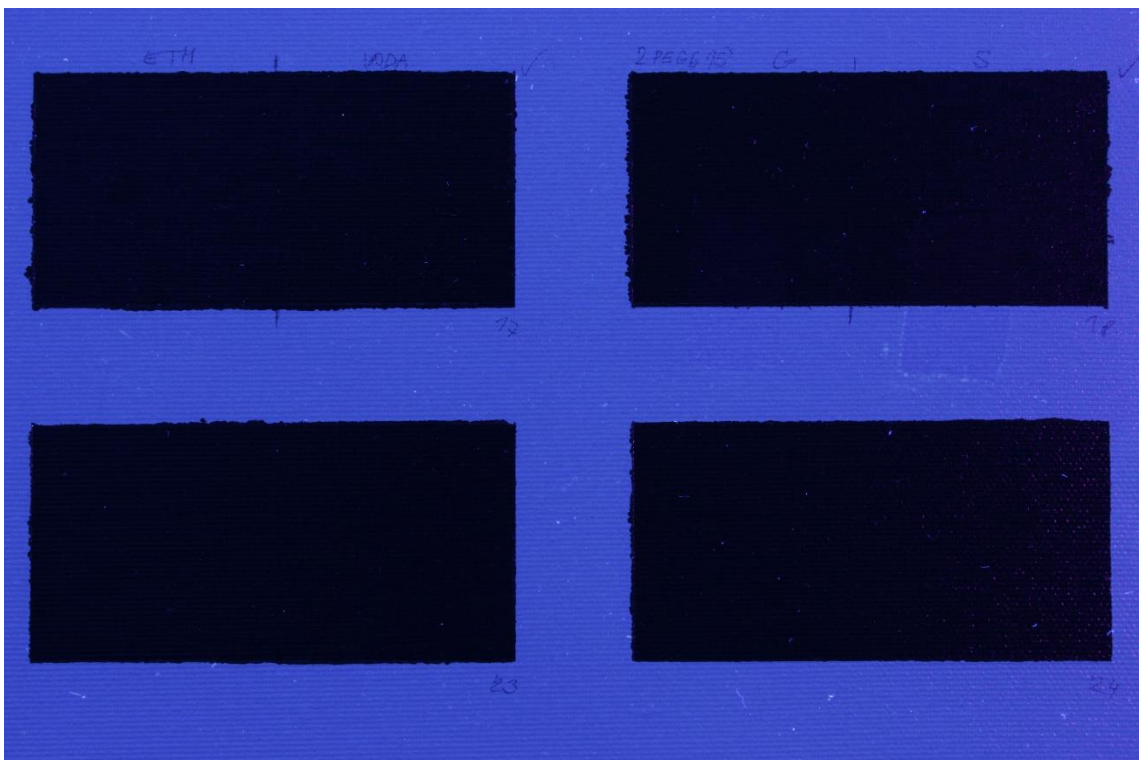
Obr. 123, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 15, 16, 21, 22, lesk



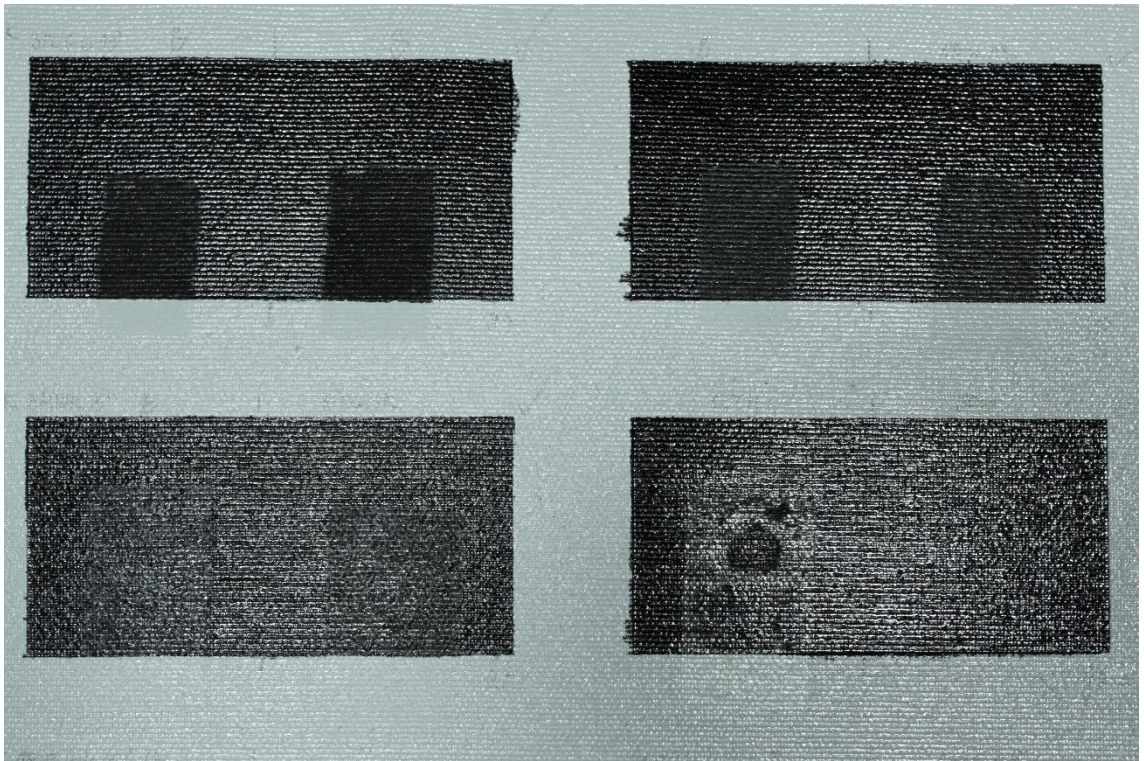
Obr. 124, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 15, 16, 21, 22, UV



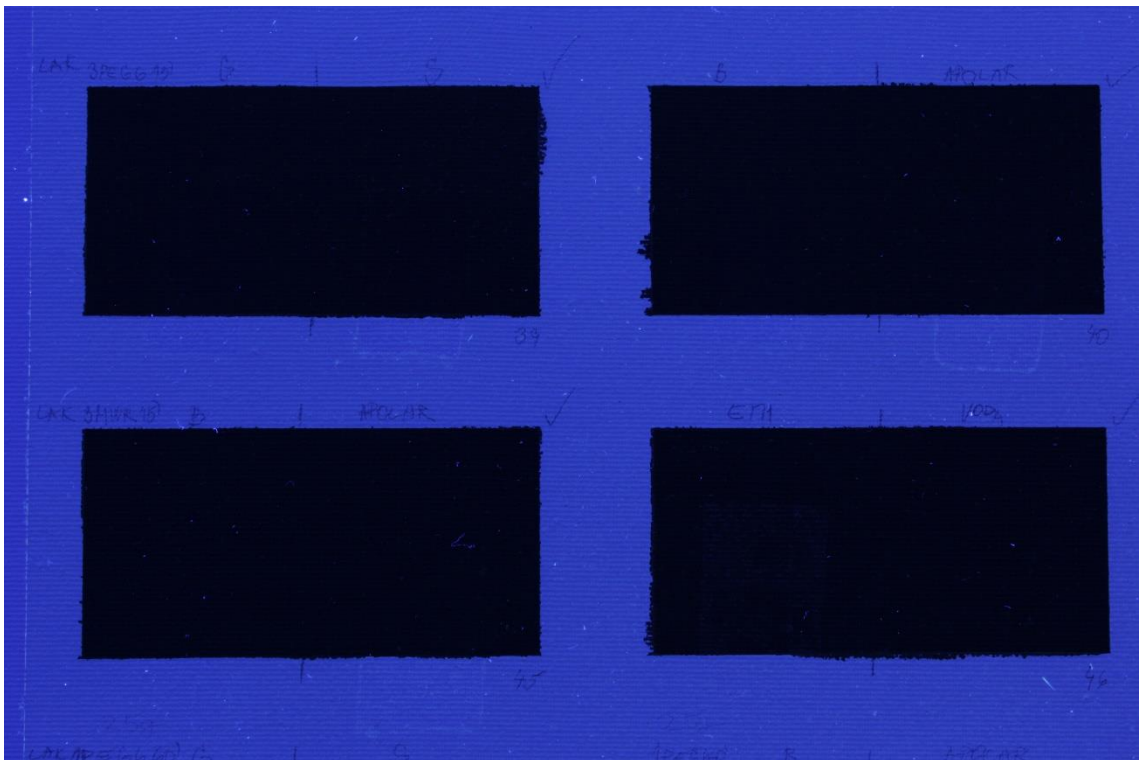
Obr. 125, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 17, 17, (nesledováno: 23, 24), lesk



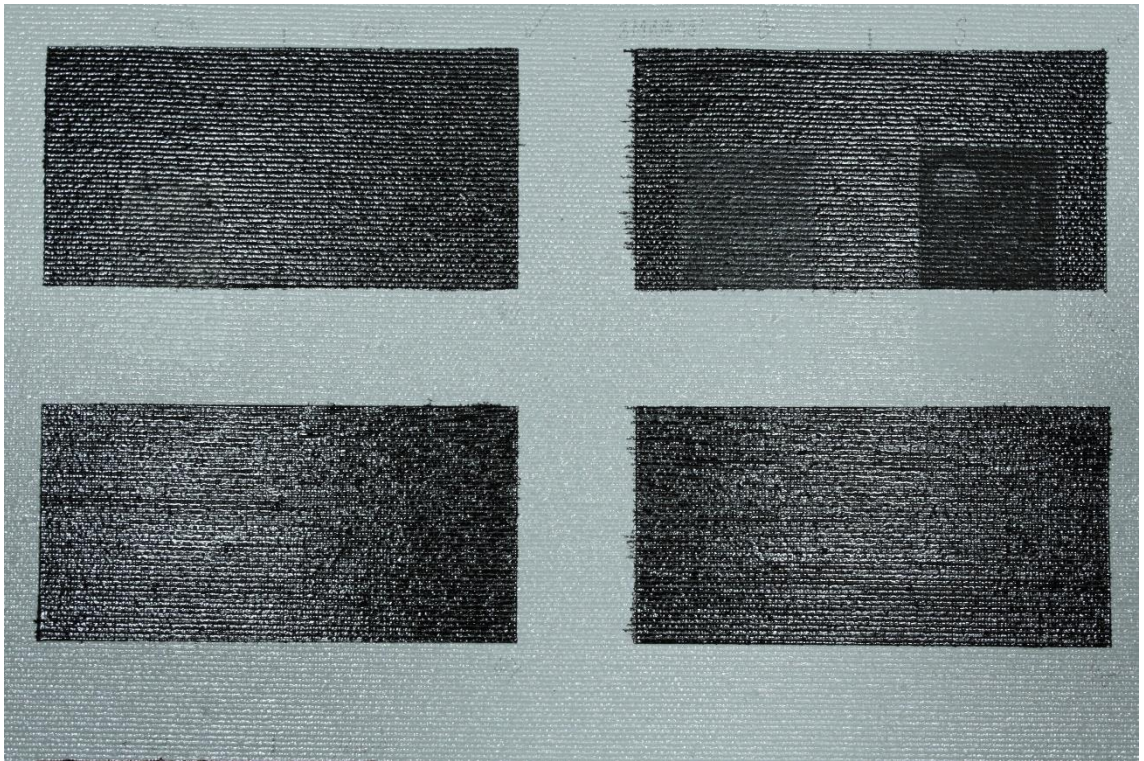
Obr. 126, Výsledek ztenčování laku na Panelu 1, pole 17, 17, (nesledováno: 23, 24), UV



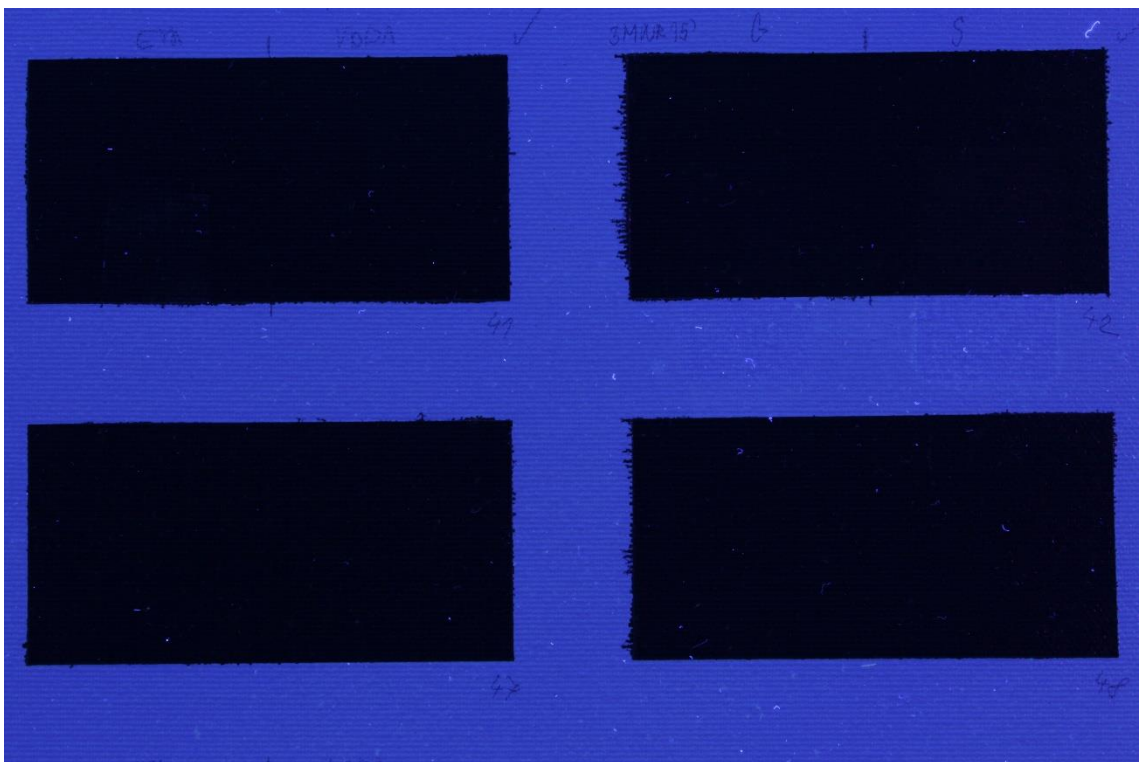
Obr. 127, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 39, 40, 45, 46, lesk



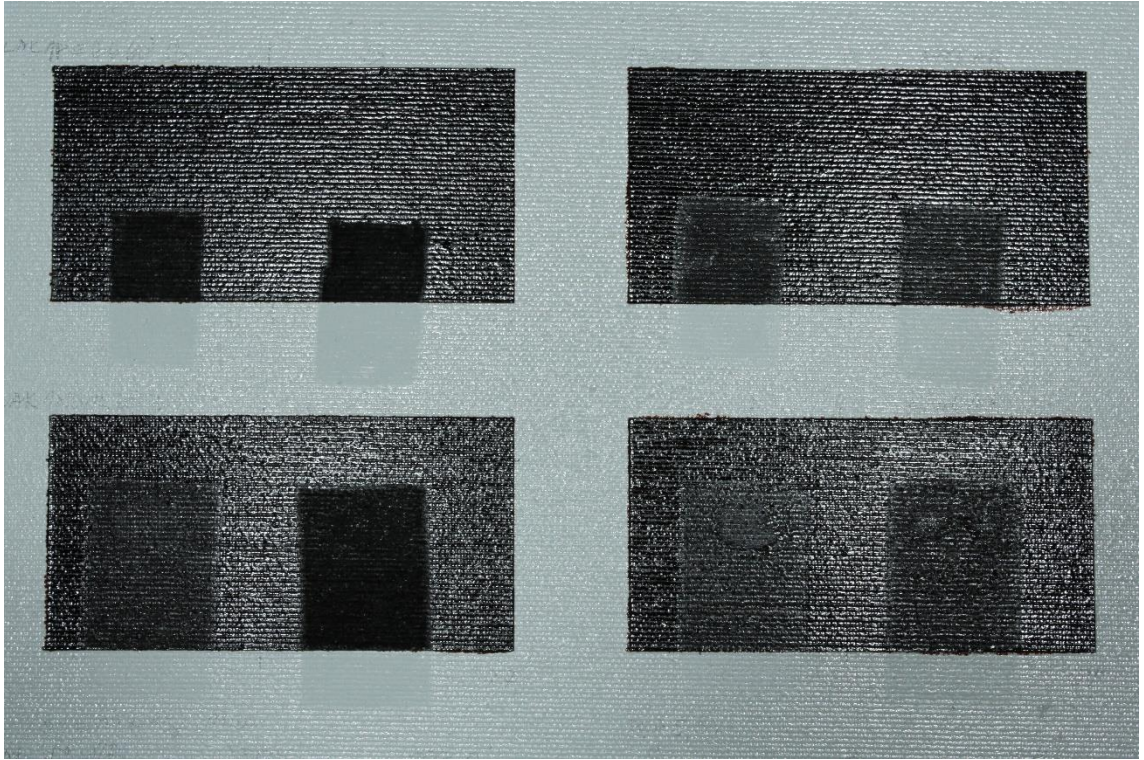
Obr. 128, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 39, 40, 45, 46, UV



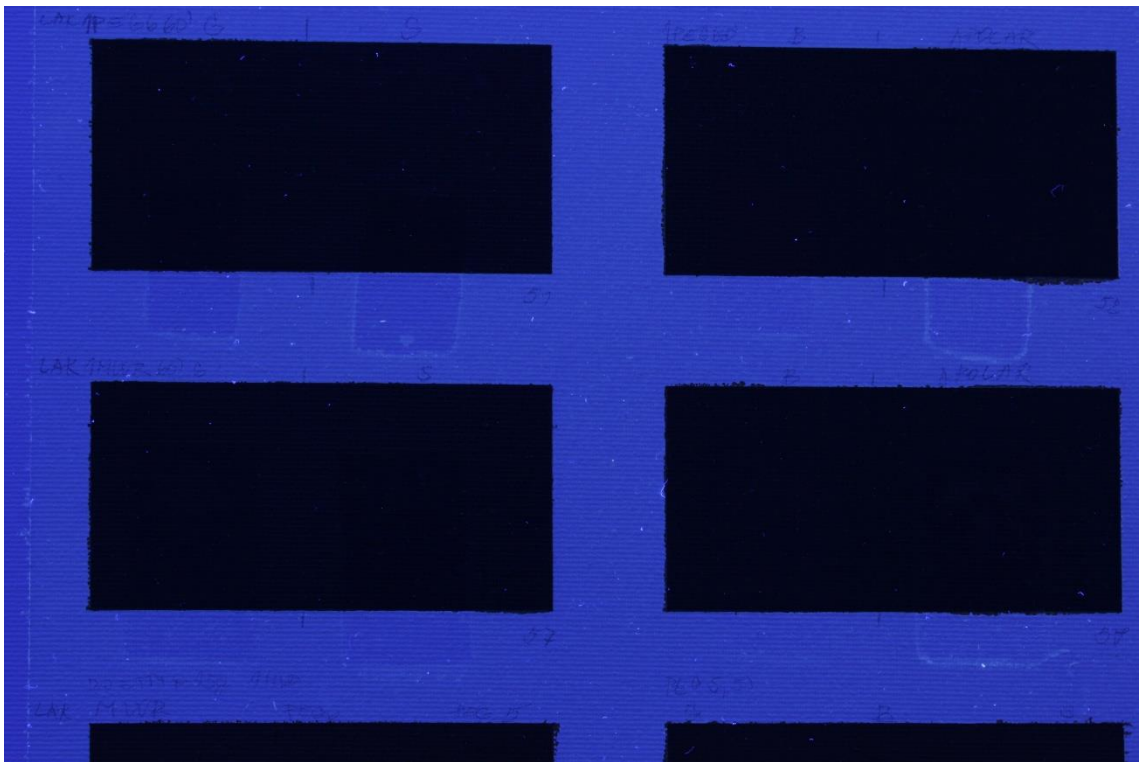
Obr. 129, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 41, 42, (nesledováno: 47, 48), lesk



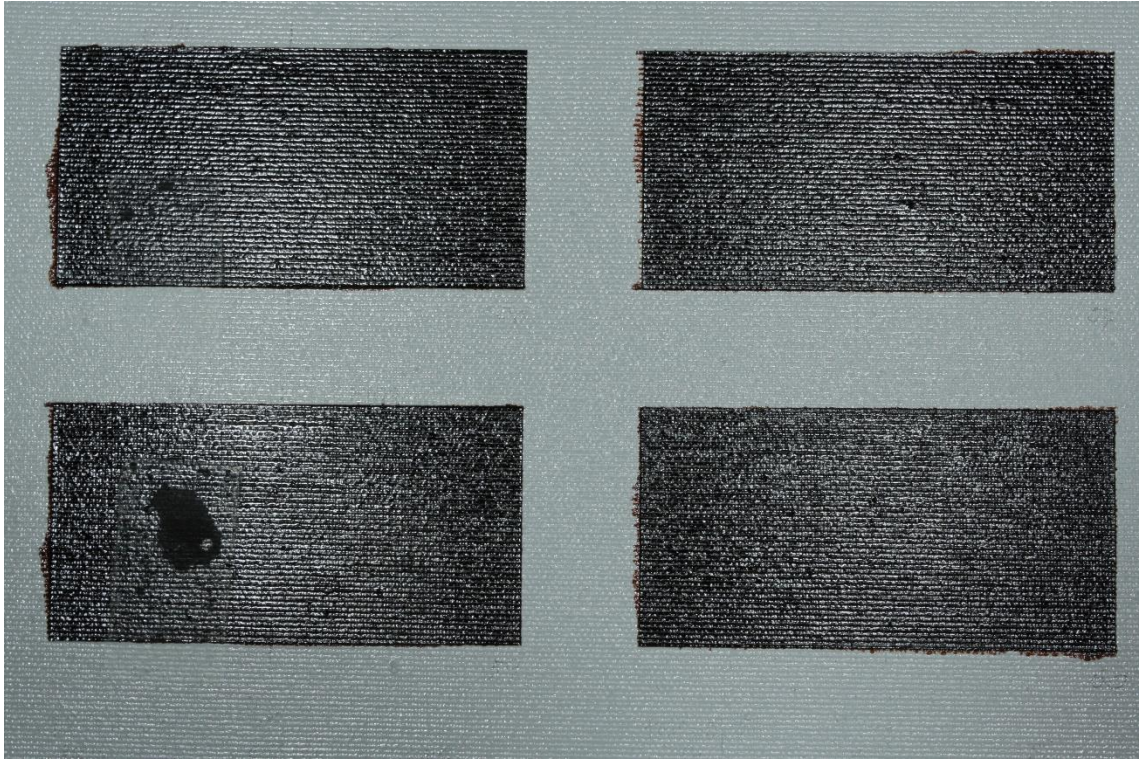
Obr. 130, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 41, 42, (nesledováno: 47, 48), UV



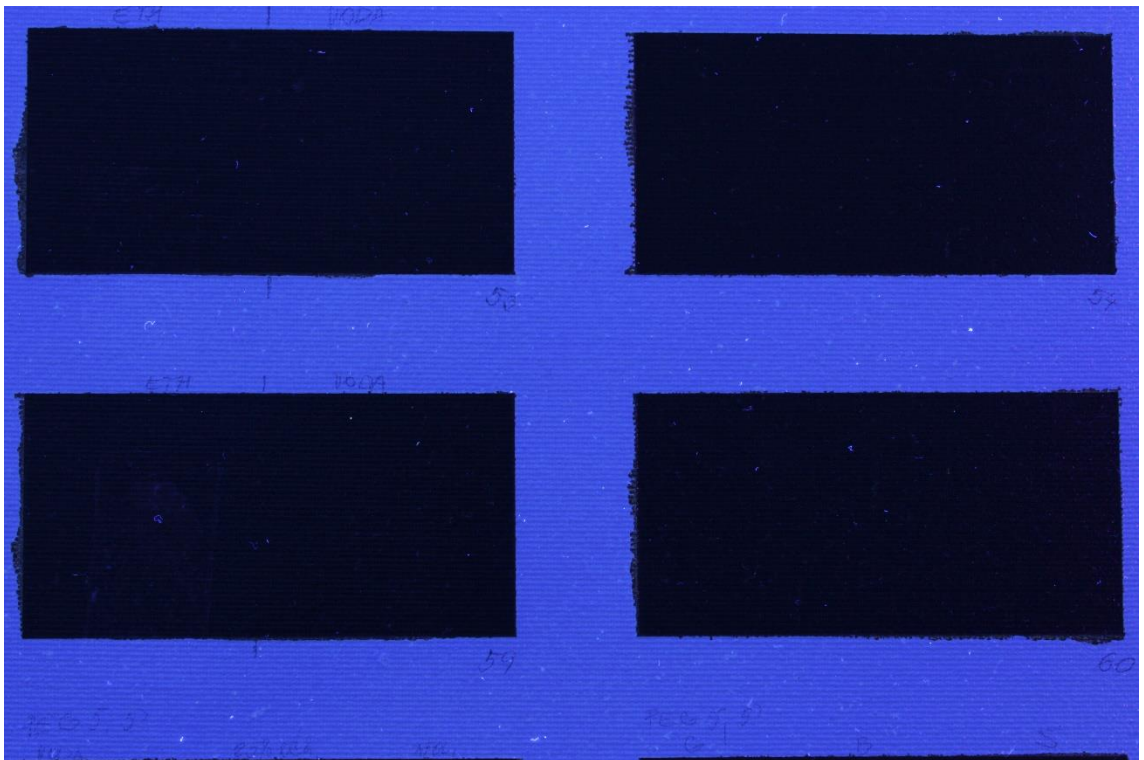
Obr. 131, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 51, 52, 57, 58, lesk



Obr. 132, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 51, 52, 57, 58, UV



Obr. 133, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 53, (nesledováno: 54), 59, (nesledováno: 60), lesk



Obr. 134, Výsledek ztenčování laku na Panelu 2, pole 53, (nesledováno: 54), 59, (nesledováno: 60), UV

10 Příloha tabulek k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

Seznam tabulek:

Tab. 31, Hmotnostní procento netěkavého podílu, Vážení m v čase t	207
Tab. 32, Hmotnostní procento netěkavého podílu m_0 [g], m_1 [%].....	207
Tab. 33, Hmotnostní procento netěkavého podílu, Průměrná směrodatná odchylka .	207
Tab. 34, Měření pH čisticích soustav před aplikací	208
Tab. 35, Legenda, Účinnost, Zákal, Okraje.....	208
Tab. 36, 1. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí	208
Tab. 37, 2. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí	209
Tab. 38, 3. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí	209
Tab. 39, MWR, expozice 60 min, krytí, 25 g	209
Tab. 40, 1. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí.....	210
Tab. 41, 2. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí.....	210
Tab. 42, 3. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí.....	210
Tab. 43, PEG6, expozice 60 min, krytí, 25 g	211
Tab. 44, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, <i>Polar Coating G</i> , expozice 15 min bez krytí.....	211
Tab. 45, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, <i>Polar Coating S</i> , expozice 15 min bez krytí.....	211
Tab. 46, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, <i>Polar Coating B</i> , expozice 15 min bez krytí.....	211
Tab. 47, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, a <i>Polar Coating</i> , expozice 15 min bez krytí.....	212
Tab. 48, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, 25% ethanol, expozice 15 min bez krytí	212
Tab. 49, 1. Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, demineralizovaná voda, expozice 15 min bez krytí	212
Tab. 50, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, <i>Polar Coating G</i> , expozice 15 min bez krytí.....	212
Tab. 51, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, <i>Polar Coating B</i> , expozice 15 min bez krytí.....	213

Tab. 52, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, Polar Coating B, expozice 15 min bez krytí.....	213
Tab. 53, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, Apolar Coating, expozice 15 min bez krytí.....	213
Tab. 54, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, 25% ethanol, expozice 15 min bez krytí	213
Tab. 55, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, demineralizovaná voda, expozice 15 min bez krytí	214

Vážení m [g] v čase t [hod]				
Označení systému	t0	t = 2	t = 4	t = 6
S1	11,1337	8,604	8,5412	8,5101
S2	11,2448	8,613	8,5525	8,5163
S3	11,1868	8,617	8,552	8,5247
G1	10,135	7,6832	7,6803	7,6785
G2	10,6511	8,0264	8,0239	8,022
B1	11,0877	8,4859	8,4837	8,4818
B2	10,0362	7,4863	7,4836	7,4815
B3	11,06	8,4779	8,4758	8,4746
Apolar1	10,4131	7,6303	7,6301	7,6299
Apolar2	10,2588	7,4911	7,4909	7,4908
Apolar3	11,2297	8,4936	8,4934	8,4932

Tab. 31, Hmotnostní procento netěkavého podílu, Vážení m v čase t

Označení systému	Petriho miska [g]	Celkem [g]	m_0 [g]	m_1 [g] 100 °C	m_1 [%] 100 °C
S1	8,38	11,13	2,75	8,51	4,58
S2	8,38	11,24	2,86	8,52	4,61
S3	8,40	11,19	2,79	8,52	4,54
G1	7,53	10,14	2,60	7,68	5,65
G2	7,90	10,65	2,75	8,02	4,32
B1	8,39	11,09	2,70	8,48	3,46
B2	7,39	10,04	2,64	7,48	3,41
B3	8,38	11,06	2,68	8,47	3,52
Apolar1	7,51	10,41	2,90	7,63	4,08
Apolar2	7,37	10,26	2,89	7,49	4,09
Apolar3	8,38	11,23	2,85	8,49	4,09

Tab. 32, Hmotnostní procento netěkavého podílu m_0 [g], m_1 [%]

Označení přípravku	m_1 [%] 100 °C	Průměrná směrodatná odchylka
S	4,58	0,03
G	4,48	0,89
B	3,46	0,04
Apolar	4,09	0,00

Tab. 33, Hmotnostní procento netěkavého podílu, Průměrná směrodatná odchylka

MWR sycený:	Hodnota pH	PEG6 sycený:	Hodnota pH:
Polar Coating G	6,85	Polar Coating G	6,93
Polar Coating S	7,11	Polar Coating S	7,03
Polar Coating B	7,84	Polar Coating B	7,81
Apolar	7,49	Apolar	7,37
25% ethanol	6,66	25% ethanol	7,06
Demin. voda	6,65	Demin. voda	6,66

Tab. 34, Měření pH čisticích soustav před aplikací

Legenda		
Účinnost	5	Nejlépe účinné
	4	Velmi účinné
	3	Dobře účinné
	2	Účinné
	1	Málo účinné
	0	Neúčinné, beze změn
Zákal	1	Se zákalem
	0	Bez zákalu
Okraje	3	Silně patrný okraj
	2	Patrný okraj
	1	Slabě patrný okraje
	0	Bez okraje

Tab. 35, Legenda, Účinnost, Zákal, Okraje

1. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ3L	<i>Polar Coating G</i>	3	0	1
1HČ3P	<i>Polar Coating S</i>	3	0	1
1HČ4L	<i>Polar Coating B</i>	2	0	0
1HČ4P	<i>Apolar Coating</i>	2	0	1
1HČ5L	25% ethanol	1	1	0
1HČ5P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 36, 1. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí

2. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
1Č15L	<i>Polar Coating G</i>	3	0	1
1Č15P	<i>Polar Coating S</i>	3	0	1
1Č16L	<i>Polar Coating B</i>	2	0	0
1Č16P	<i>Apolar Coating</i>	2	0	3
1Č17L	25% ethanol	1	1	0
1Č17P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 37, 2. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí

3. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
2Č42L	<i>Polar Coating G</i>	3	0	2
2Č42P	<i>Polar Coating S</i>	2	0	0
2Č45L	<i>Polar Coating B</i>	2	0	1
2Č45P	<i>Apolar Coating</i>	2	0	3
2Č46L	25% ethanol	1	1	0
2Č46P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 38, 3. Opakování, MWR, expozice 15 min bez krytí

MWR, expozice 60 min, krytí, 25 g				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
2HČ57L	<i>Polar Coating G</i>	2	0	2
2HČ57P	<i>Polar Coating S</i>	5	0	2
2HČ58L	<i>Polar Coating B</i>	3	0	1
2HČ58P	<i>Apolar Coating</i>	2	0	3
2HČ59L	25% ethanol	1	1	0
2HČ59P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 39, MWR, expozice 60 min, krytí, 25 g

1. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ6L	<i>Polar Coating G</i>	4	0	2
1HČ6P	<i>Polar Coating S</i>	4	0	2
1HČ9L	<i>Polar Coating B</i>	3	0	0
1HČ9P	<i>Apolar Coating</i>	2	0	1
1HČ10L	25% ethanol	1	1	0
1HČ10P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 40, 1. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí

2. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
1Č18L	<i>Polar Coating G</i>	4	0	0
1Č18P	<i>Polar Coating S</i>	4	0	2
1Č21L	<i>Polar Coating B</i>	4	0	0
1Č21P	<i>Apolar Coating</i>	3	0	2
1Č22L	25% ethanol	1	1	0
1Č22P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 41, 2. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí

3. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
2Č39L	<i>Polar Coating G</i>	4	0	2
2Č39P	<i>Polar Coating S</i>	4	0	3
2Č40L	<i>Polar Coating B</i>	3	0	1
2Č40P	<i>Apolar Coating</i>	3	0	3
2Č41L	25% ethanol	1	1	0
2Č41P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 42, 3. Opakování, PEG6, expozice 15 min bez krytí

PEG6, expozice 60 min, krytí, 25 g				
Poloha aplikace	Specifikace sycení gelu	Účinnost	Zákal	Okraje
2HČ51L	<i>Polar Coating G</i>	4	0	3
2HČ51P	<i>Polar Coating S</i>	5	0	3
2HČ52L	<i>Polar Coating B</i>	3	0	2
2HČ52P	<i>Apolar Coating</i>	3	0	3
2HČ53L	25% ethanol	1	1	0
2HČ53P	demineralizovaná voda	0	0	0

Tab. 43, PEG6, expozice 60 min, krytí, 25 g

Vyhodnocení MWR, expozice 15 min bez krytí			
<i>Polar Coating G</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ3L	3	0	1
1Č15L	3	0	1
2Č42L	3	0	2
Vyhodnocení	3	0	1

Tab. 44, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, *Polar Coating G*, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení MWR, expozice 15 min bez krytí			
<i>Polar Coating S</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ3P	3	0	1
1Č15P	3	0	1
2Č42P	2	0	0
Vyhodnocení	3	0	1

Tab. 45, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, *Polar Coating S*, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení MWR, expozice 15 min bez krytí			
<i>Polar Coating B</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ4L	2	0	0
1Č16L	2	0	0
2Č45L	2	0	1
Vyhodnocení	2	0	0

Tab. 46, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, *Polar Coating B*, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení MWR, expozice 15 min bez krytí			
<i>Apolar Coating</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ4P	2	0	1
1Č16P	2	0	3
2Č45P	2	0	3
Vyhodnocení	2	0	3

Tab. 47, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, aPolar Coating, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení MWR, expozice 15 min bez krytí			
25% ethanol	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ5L	1	1	0
1Č17L	1	1	0
2Č46L	1	1	0
Vyhodnocení	1	1	0

Tab. 48, Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, 25% ethanol, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení MWR, expozice 15 min bez krytí			
Demineral. voda	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ5P	0	0	0
1Č17P	0	0	0
2Č46P	0	0	0
Vyhodnocení	0	0	0

Tab. 49, 1. Vyhodnocení ztenčování laku, MWR, demineralizovaná voda, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení PEG6, expozice 15 min bez krytí			
<i>Polar Coating G</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ6L	4	0	2
1Č18L	4	0	0
2Č39L	4	0	2
Vyhodnocení	4	0	2

Tab. 50, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, *Polar Coating G*, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení PEG6, expozice 15 min bez krytí			
<i>Polar Coating S</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ6P	4	0	2
1Č18P	4	0	2
2Č39P	4	0	3
Vyhodnocení	4	0	2

Tab. 51, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, Polar Coating B, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení PEG6, expozice 15 min bez krytí			
<i>Polar Coating B</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ9L	3	0	0
1Č21L	3	0	0
2Č40L	3	0	1
Vyhodnocení	3	0	0

Tab. 52, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, Polar Coating B, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení PEG6, expozice 15 min bez krytí			
<i>Apolar Coating</i>	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ9P	2	0	1
1Č21P	3	0	2
2Č40P	3	0	3
Vyhodnocení	3	0	2

Tab. 53, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, Apolar Coating, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení PEG6, expozice 15 min bez krytí			
25% ethanol	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ10L	1	1	0
1Č22L	1	1	0
2HČ53L	1	1	0
Vyhodnocení	1	1	0

Tab. 54, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, 25% ethanol, expozice 15 min bez krytí

Vyhodnocení PEG6, expozice 15 min bez krytí			
Demineral. voda	Účinnost	Zákal	Okraje
1HČ10P	0	0	0
1Č22P	0	0	0
2Č41P	0	0	0
Vyhodnocení	0	0	0

Tab. 55, Vyhodnocení ztenčování laku, PEG6, demineralizovaná voda, expozice 15 min bez krytí

11 Textová příloha k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

Seznam textových příloh:

Protokol: *FTIR Analýzy vzorků netěkavých podílů čisticích systémů*: 116–220



FTIR ANALÝZY VZORKŮ NETĚKAVÝCH PODÍLŮ ČISTICÍCH SYSTÉMŮ

ZADAVATEL PRŮZKUMU

Ateliér restaurování malby na papírové podložce
Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Jiráskova 3, Litomyšl 570 01
Vedoucí ateliéru: Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.

VEDOUcí PRÁCE / STUDENT

Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D. / Bc.A. Gabriela Polívková, 2. ročník magisterského studia

SPECIFIKACE ZADÁNÍ, ZÁVĚR

Analýzám infračervenou spektroskopii (FTIR) byly podrobeny vzorky netěkavých podílů čisticích systémů značky Nanorestore (dodavatel Deffner & Johann GmbH). Celkem byly analyzovány 4 vzorky. Čisticí kapalné systémy zahrnovaly produkty Nanorestore Cleaning® Polar Coating S, Nanorestore Cleaning® Polar Coating G, Nanorestore Cleaning® Polar Coating B a Nanorestore Cleaning® Apolar Coating.

Výše uvedené výrobky (cca 3 ml) byly podrobeny sušení při 100 °C (sušárna Memmert UF110) po dobu 6 h s předpokladem, že netěkavý podíl obsahuje především povrchové aktivní látky, což se měřením potvrdilo (viz FTIR spektra Obr. 1 až Obr. 8). Netěkavé podíly měly podobu buď bílých prášků (systémy obsahující aniontovou povrchově aktivní látku, konkrétně SDS, Nanorestore Cleaning® Polar Coating S a Nanorestore Cleaning® Apolar Coating) nebo průhledné viskózní kapaliny (systémy s neionogenní povrchově aktivní látkou, ethoxylovaným alkoholem, Nanorestore Cleaning® Polar Coating G, Nanorestore Cleaning® Polar Coating B). Níže je uveden přehled těchto produktů a jejich složení uvedené v bezpečnostních listech.

Tab. 1: Nanorestore čisticí systémy, složení z bezpečnostních listů dodavatele, pH 6–7.

Nanorestore Cleaning® Polar Coating S	Nanorestore Cleaning® Apolar Coating	Nanorestore Cleaning® Polar Coating G	Nanorestore Cleaning® Polar Coating B
složení, hm. %			
voda tenzid SDS*: 2–4 %	voda tenzid SDS*: 3–5 %	voda tenzid etoxylovaný alkohol**: 4–7 %	voda tenzid etoxylovaný alkohol**: 2–4 %
1-pentanol 3–9 %	1-pentanol 5–10 %	butanon 10–14 %	butanon 15–22 %
propylen carbonát 4–10 %	p-xylen 1–3 %	2-butanon 7–10 %	2-butanon 5–10 %
etylacetát 4–10 %		propylene karbonát 4–8 %	
		etylacetát 4–8 %	

* SDS = dodecylsulfát sodný, ** alkyl(C₉₋₁₁) etoxylovaný alkylalkohol

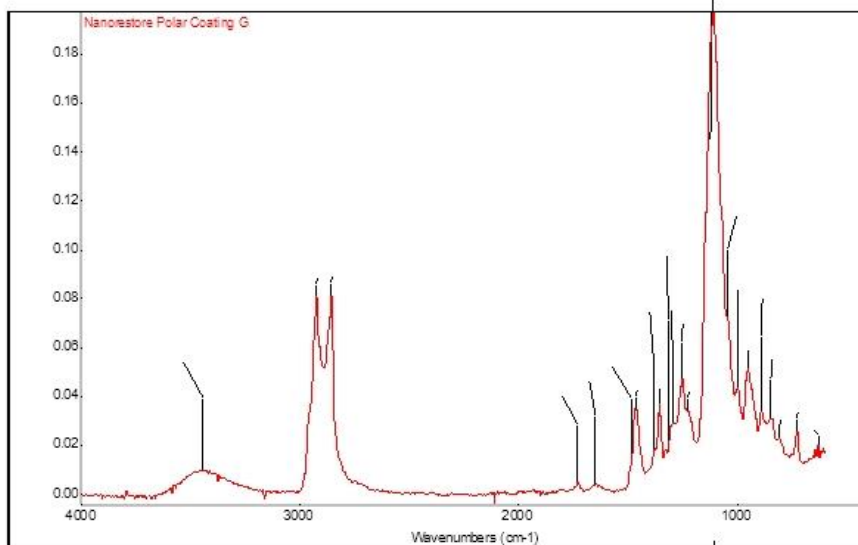
METODIKA CHARAKTERIZACE LÁTEK METODOU INFRAČERVENÉ SPEKTROSKOPIE (FTIR)

Charakterizace netěkavých podílů výše uvedených čisticích systémů značky Nanorestore byly provedeny metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). K analýzám byl použit spektrofotometr Nicolet 380, měření byla provedena technikou ATR (diamantový krystal). Jak bylo uvedeno, netěkavé podíly byly získány sušením vzorků čisticích systémů při 100 °C po dobu 6 h. Naměřená spektra jsou uvedena ve výsledcích zprávy níže (str. 2 až 5). Zároveň jsou zde uvedena srovnávací FTIR spektra z různých knihoven FTIR spekter.

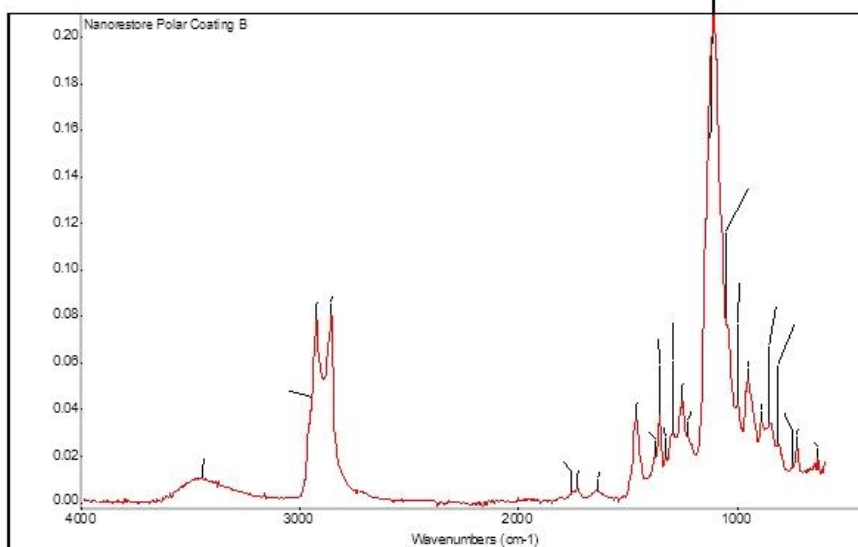
ZPRÁVA Z MATERIÁLOVÉHO PRŮZKUMU

Počet stran:	5	Počet Příloh:	0	Datum:	30. 7. 2023
Autor zprávy:	Petra Lesniaková				
Místo:	Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice Jiráskova 3, Litomyšl 57001				

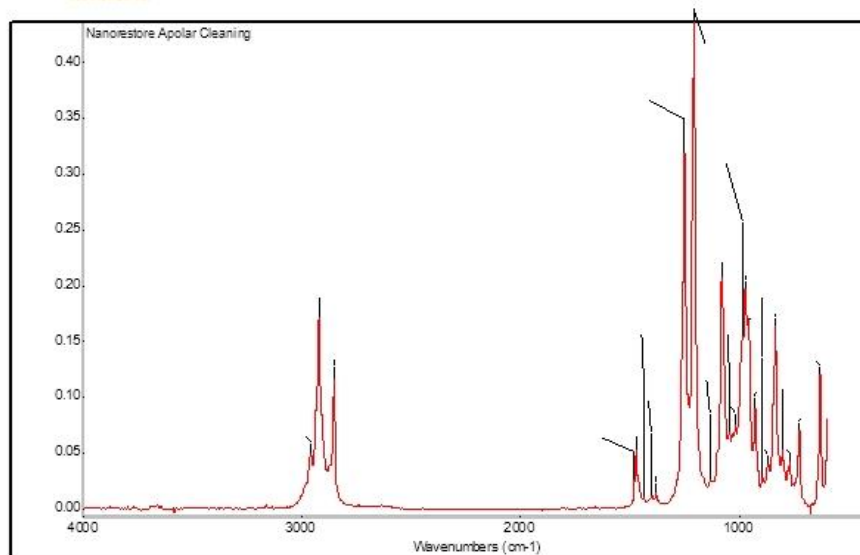
VÝSLEDKY – NAMĚŘENÁ FTIR SPEKTRA



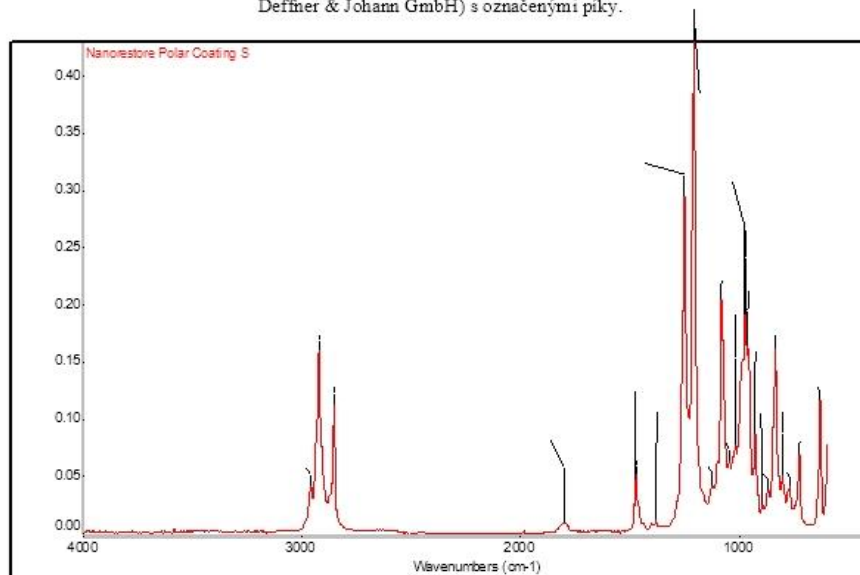
Obr. 1 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobku Nanoestore Cleaning® Polar Coating G (dodavatel Deffner & Johann GmbH) s označenými píky.



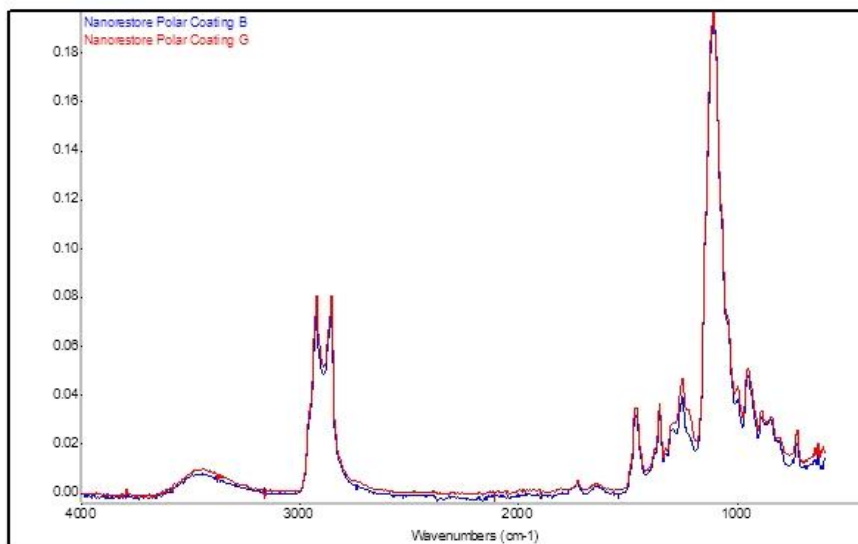
Obr. 2 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobku Nanoestore Cleaning® Polar Coating B (dodavatel Deffner & Johann GmbH) s označenými píky.



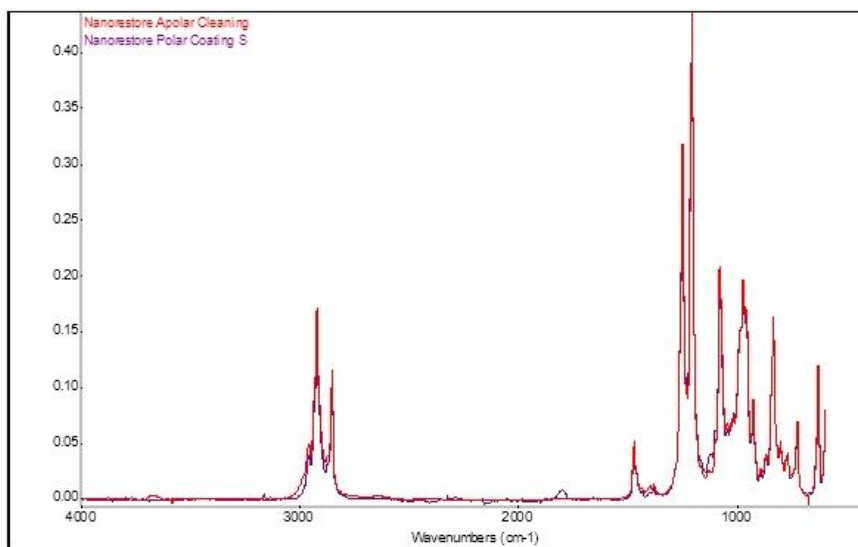
Obr. 3 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobku Nanoestore Cleaning® Apolar Coating (dodavatel Deffner & Johann GmbH) s označenými píky.



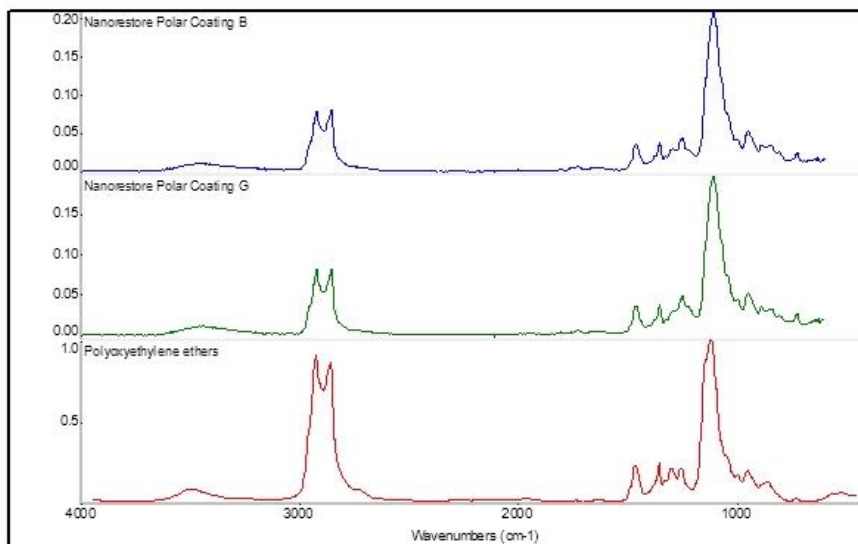
Obr. 4 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobku Nanoestore Cleaning® Polar Coating S (dodavatel Deffner & Johann GmbH) s označenými píky.



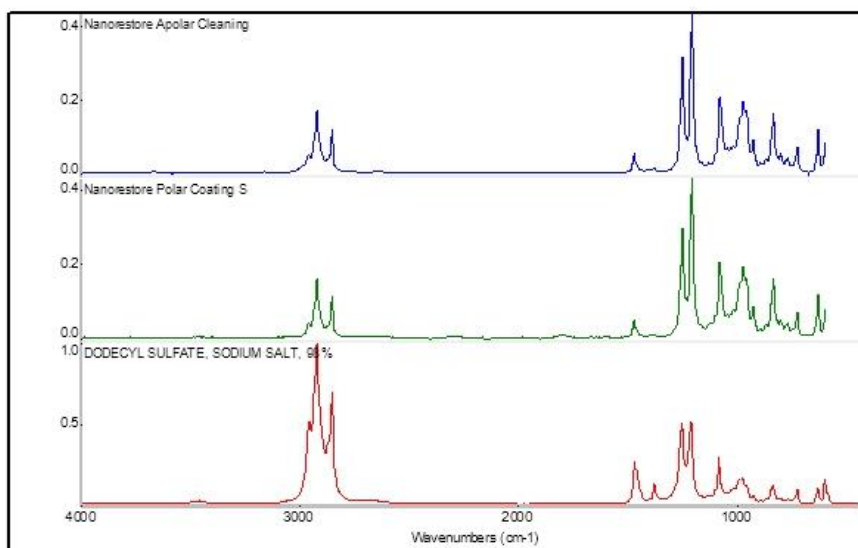
Obr. 5 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobků Nanoestore Cleaning® Polar Coating G a Nanoestore Cleaning® Polar Coating B (dodavatel Deffner & Johann GmbH).



Obr. 6 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobků Nanoestore Cleaning® Apolar Coating a Nanoestore Cleaning® Polar Coating S (dodavatel Deffner & Johann GmbH).



Obr. 7 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobků Nanoestore Cleaning® Polar Coating G a Nanoestore Cleaning® Polar Coating B (dodavatel Deffner & Johann GmbH), pro srovnání spektrum ethoxylovaného éteru (Polyoxyethylene ethers, knihovna, HR Nicolet Sample Library).



Obr. 8 FTIR spektrum netěkavého podílu výrobků Nanoestore Cleaning® Apolar Coating a Nanoestore Cleaning® Polar Coating S (dodavatel Deffner & Johann GmbH), pro srovnání spektrum dodecylsulfátu sodného (Dodecyl sulfate, sodium 98 %, knihovna HR Aldrich Phosphorous and Sulfur).

12 Seznam použité literatury a jiných pramenů

12.1 Literatura

Literatura k restaurátorské dokumentaci:

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

HEYDUK, Josef. *Svatí církevního roku*. Praha: Vyšehrad, 2001. ISBN 80-7021-385-X

Kolektiv autorů Technického muzea v Brně, Národního památkového ústavu, Moravské galerie v Brně a oponenti. *Metodika uchovávání předmětů kulturní povahy*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2018. ISBN978-80-87896-40-2

KROUPA, Jiří. MILÁČKOVÁ, Martina. MLČÁK, Leoš. *Josef Ignác Sadeler 1725–1767*. Olomouc: Muzeum umění Olomouc – Arcidiecézní muzeum Olomouc, 2011. ISBN 978-80-87149-45-4

Olomoucké baroko, Výtvarná kultura let 1620–1780, 2/Katalog. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2010. ISBN 978-80-87149-39-3

Olomoucké baroko, Výtvarná kultura let 1620–1780, 3/Historie a kultura. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2011. ISBN978-80-87149-40-9

RULÍŠEK, Hynek. *Slovník křesťanské ikonografie postavy, atributy, symboly*. České Budějovice: Karmášek, 2006, druhé, upravené vydání. ISBN 80-239-7434-3

SCHAUBER, Vera. SCHINDLER, Hanns Michael. *Rok se svatými*. Kostelní Vydří: Karmelitánské nakladatelství, 2002, vydání v KN třetí. ISBN 80-7192-650-7

TOGNER, Milan. *Barokní malířství v Olomouci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2008. ISBN 978-80-244-1952-7

Literatura k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb

BAGLIONI, Michele. BAGLIONI, Piero. HIDETOMO SEKINE, Felipe. OGURA, Taku. CHEN, Sow-Hsin. *Nanostructured fluids for polymeric coatings removal: Surfactants affect the polymer glass transition temperature*. Journal of Colloid and Interface Science, Volume 606, Part 1, 2022.

BAGLIONI, Piero. CHELAZZI, David. GIORGI, Rodorico. *Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage*. London: Springer, 2015, 1.4 Gels. ISBN 978-94-024-0704-4

Gels in the conservation of art. London: Archetype Publications Ltd, 2017. ISBN 978-1-909492-50-9

CASSANELLI, Mattia. *Drying and rehydration of gellan gum gels*. Birmingham: School of Chemical Engineering, College of Engineering and Physical Sciences, University of Birmingham, Doctoral Thesis, 2018.

DRÁBKOVÁ, Klára. FIALOVÁ, Anna. KOTLÍK, Petr. ŠKRDLANTOVÁ, Markéta. *Vodné mikroemulze, teorie a praxe*. Praha: Ústav chemické technologie restaurování památek, Vysoká škola chemicko-technická v Praze, sborník, *Restaurování a ochrana uměleckých děl*, 2014.

Gels in the conservation of art. London: Archetype Publications Ltd, 2017. ISBN 978-1-909492-50-9

HEGER, Richard. *Sledování změny pH v systému fázově separovaných hydrogelů*. Brno: Fakulta Chemická, Vysoké učení technické v Brně, diplomová práce, 2018.

KEEFE, Melinda. ORMSBY, Bronwyn. PHENIX, Alan. VON ADERKAS, Eleanor. LEANER, Tom. TUCKER, Christopher. MINERAL Kozak. *Mineral Spirits-Based Microemulsions: A Novel Cleaning System for Painted Surfaces*. Journal of the American Institute for Conservation, 55, 1, 12–31, 2016.

KNUT, Nicolaus. *The restoration of paintings*. Cologne: Könemann Verlagsgesellschaft mbH, 1998. ISBN 3-89508-922-2

KOTLÍK, Petr. *Možnosti použití micelárních koloidů a mikroemulzí při restaurování památek*. Praha: Ústav chemické technologie a restaurování památek, VŠCHT, 2014, Chem. Listy 108, 113–118.

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

MCMURRY, John. *Organická chemie*. Praha: VUTIUM (VŠCHT Praha), 2007. ISBN 978-80-7080-637-1

POLÍVKOVÁ, Gabriela. *Komplexní restaurování olejomalby na plátně „Portrét muže s chlapcem“*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, restaurátorská dokumentace, 2023.

RIEGEL, Alois. *Moderní památková péče*. Praha: NPÚ, generální ředitelství, 2003. ISBN 80-86234-34-7

SLÁNSKÝ, Bohuslav. *Technika v malířské tvorbě (Malířský a restaurátorský materiál)*. Praha: SNL-Nakladatelství technické literatury, 1976, Druhé nezměněné vydání.

ŠEVČÍKOVÁ, Aneta. *Komplexní restaurování olejomalby na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska a možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, diplomová práce, 2023.

12.2 Akademické práce

Akademické práce k restaurátorské dokumentaci:

POLÍVKOVÁ, Gabriela. *Restaurování souboru uměleckých děl na papíru*. Litomyšl: ARUDP, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, bakalářská práce, 2021.

Akademické práce k části **Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb:**

MROVĚC, Pavel. *Restaurování sádrového modelu pomníku Jana Husa na Staroměstské náměstí od Stanislava Suchardy, Možnosti využití laseru v kontextu tradičních a současných metod čištění povrchově neupravených sádrových odlitků*. Litomyšl: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, diplomová práce, 2017.

12.3 Internetové zdroje

Internetové zdroje k restaurátorské dokumentaci:

Ambrosiana, Biblioteca [online]. [cit. 4. 7. 2023]. Dostupné z:

<http://www.ambrosiana.it/chi-siamo/ambrosiana/biblioteca/>

Ambrosiana, Pinacoteca [online]. [cit. 4. 7. 2023]. Dostupné z:

<https://www.ambrosiana.it/chi-siamo/ambrosiana/pinacoteca/>

Ambrosiana, Ritratto di san Carlo Borromeo [online]. [cit. 4. 7. 2023]. Dostupné z:

<https://www.ambrosiana.it/opere/ritratto-di-san-carlo-borromeo/>

Internetové zdroje k části Nové možnosti ztenčování laků z povrchů maleb:

Art restoration, CSGI [online]. [cit. 14. 7. 2023]. Dostupné z:

https://www.csgi.unifi.it/art_restoration.php

Bezpečnostní list Nanorestorel® MWR Dry Gel, Dostupné online 7. 7. 2023:

[https://deffner-](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.PDF)

[johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.PDF](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.PDF)

Bezpečnostní list Nanorestore®, Peggy 6 Gel, Dostupné online 7. 7. 2023:

[https://deffner-](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20PG6%20Gel_EN_DJ.pdf)

[johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20PG6%20Gel_EN_DJ.pdf](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Safety%20Data%20Sheet_Nanorestore%20PG6%20Gel_EN_DJ.pdf)

Center for Colloid and Surface Science, Florencie [online]. [cit. 14. 7. 2023].

Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/>

C.T.S. S.r.l., Nanorestore® [online]. [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z:

<https://www.ctseurope.com/gb/252-nanorestore>

Deffner & Johann GmbH [online]. [cit. 14. 7. 2023]. Dostupné z: [https://deffner-](https://deffner-johann.de/de/)

[johann.de/de/](https://deffner-johann.de/de/)

Nabídka řady *Nanorestore Cleaning®* od firmy Nanorestore [online].

[cit. 16. 8. 2023]. Dostupné z: <https://www.csgi.unifi.it/products/cleaning.html>

Nanorestore Cleaning® [online]. [cit. 14. 8. 2023]. Dostupné z:

<https://www.csgi.unifi.it/products/cleaning.html>

Technický list *Nanorestore Cleaning®*, [online]. [cit. 10. 7. 2023]. Dostupné z:

[https://deffner-](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2090010/EN/2090010_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Cleaning%20Test%20Kit_EN_DJ.pdf)

[johann.de/pub/media/datasheets/2090010/EN/2090010_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Cleaning%20Test%20Kit_EN_DJ.pdf](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2090010/EN/2090010_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Cleaning%20Test%20Kit_EN_DJ.pdf)

Technický list *Nanorestore® Cleaning Polar Coating G* [online]. [cit. 17. 8. 2023].

Dostupné z: [2090004_Technical Data Sheet_Nanorestore Cleaning Polar Coating G_EN_DJ.pdf](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2090004/EN/2090004_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Cleaning%20Polar%20Coating%20G_EN_DJ.pdf) (deffner-johann.de)

Technický list Nanorestore Gel® Dry [online]. [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z:

[https://deffner-](https://deffner-johann.de/pub/media/datasheets/2090004/EN/2090004_Technical%20Data%20Sheet_Nanorestore%20Cleaning%20Polar%20Coating%20G_EN_DJ.pdf)

johann.de/pub/media/datasheets/2092012/EN/2092012_Technical%20Data%20Sheet_
Nanorestore%20MWR%20Dry%20Gel_EN_DJ.pdf

Technický list Nanorestore Gel® Peggy [online]. [cit. 17. 8. 2023]. Dostupné z:
<https://deffner->

johann.de/pub/media/datasheets/2092002/EN/2092002_Technical%20Data%20Sheet_
Nanorestore%20Gel%20Peggy%206_EN_DJ.pdf

Winsor&Newton, další informace a bezpečnostní list [online]. [cit. 14. 8. 2023].
Dostupné z: <https://www.winsornewton.com/na/paint/oil/griffin-fast-drying-oil/>

13 Seznam zkratek

ATR =	Attenuated Total Reflectance, tlumená totální reflexe
CSGI =	Center for Colloid and Surface Science
FTIR =	Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací
HWR =	High Water Retention
LED =	Light Emitting Diode, elektroluminiscenční dioda
MWR =	Medium Water Retention
(O/V) =	Mikroemulze typu olej ve vodě
PEG6 =	<i>Nanorestore Gel® Peggy 6</i>
PES =	Polyesterová vlákna
pHEMA =	Polyhydroxyethylmetakrylát
PVA =	Poly-vinylalkohol
PVP =	Polyvinylpyrrolidon
pHEMA =	Polyhydroxyethylmetakrylátu
TAC =	Citrát triamonný
UV =	Ultrafialové záření
VIS =	Viditelné světlo
(V/O) =	Mikroemulze typu voda v oleji