Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování

Možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu a komplexní restaurování olejomalby na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska

Diplomová práce

2023 Aneta Ševčíková

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Aneta Ševčíková**
Osobní číslo:	**R20022**
Studijní program:	**N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor:	**Restaurování a konzervace uměleckých a umělecko-řemeslných děl na papírových, textilních a souvisejících podložkách: Textil**
Téma práce:	**Možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu a komplexní restaurování olejomalby na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska**
Zadávající katedra:	**Ateliér restaurování uměleckých děl na papíru**

Zásady pro vypracování

Čištění je jedním z nejdůležitějších úkonů restaurování výtvarných děl. Zároveň však představuje potenciální riziko poškození či ztráty původních materiálů a v některých případech také ohrožení zdraví restaurátora nebo životního prostředí. Proto je vhodné dávat přednost takovým metodám, materiálům a postupům, které negativní aspekty čištění umožní eliminovat nebo alespoň do jisté míry snížit. Jednou z možností citlivějšího přístupu při procesu čištění je použití rigidních gelů. Teoretická část diplomové práce bude zaměřena na možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu při čištění výtvarných děl. Na základě rešerše literatury budou vybrány vhodné receptury přípravy rigidních gelů na bázi gellanu. Tyto receptury budou následně odzkoušeny, budou zkoumány vlastnosti vzniklých gelů a jejich účinnost při aplikaci.
Praktická část diplomové práce se bude zaobírat kompletním průzkumem a restaurováním olejomalby na plátně *Madona s Ježíškem* z Muzeum Kroměřížska.V rámci komplexního restaurátorského zásahu provede diplomantka podrobný restaurátorský průzkum včetně zaznamenání defektů barevných a podkladových vrstev identifikovaných na restaurovaném díle. Diplomantka provede komplexní restaurátorský zásah zahrnující zpracování a vyhodnocení výsledků průzkumu, na jejichž základě bude vypracován záměr na restaurování. Průběh restaurátorského zásahu bude vycházet ze záměru na restaurování a bude podrobně dokumentován podle standardů pro restaurátorské dokumentace stanovených závažnými požadavky FR Upa v elektronické i tištěné podobě a restaurátorské dokumentace pro zadavatele v elektronické i tištěné podobě.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Cassanelli, M. Drying and rehydration of gellan gum gels. Doctoral thesis, School of Chemical Engineering College of Engineering and Physical Sciences, University of Birmingham, 2018.
Di Napoli, B. at al. Gellan Gum Microgels as Effective Agents for a Rapid Cleaning of Paper. ACS Appl. Polym. Mater. 2, 2020, s. 2791–2801.
Kanth, A., Singh, M., Pandey, S. C. Optimizing the rigidity of gellan and agar gels for cleaning sensitive acrylic emulsion painted surfaces. International Journal of Conservation Science, 9, 3, July-September 2018: 451–462.
Leroux, M. Soft Matter: Gel Development for Conservation Treatment Gellan Gum and Nanorestore Gel®. The Book and Paper Group Annual 35, 43, 2016.
Maheux, A. F. Cross-Disciplinary Uses for Gellan Gum in Conservation. The Book and Paper Group Annual 34, 69, 2015.
Mazzuca, C. How to tune a paper cleaning process by means of modified gellan hydrogels. Microchemical Journal, 126, 2016, s. 359–367.
Mazzuca, C. Gellan hydrogel as a powerful tool in paper cleaning process: A detailed study. Journal of Colloid and Interface Science 416, 2014, s. 205–211.
Tasiouli, N. Study and Conservation of a 19th Century Printed Silk Scarf from the Collection of the National Historical
Museum of Greece. Archaeology, 9 (1), 2021, s. 56-67.
Wolbers, R. Cleaning painted surfaces: aqueous methods. London: Archetype, 2000. ISBN 1-873132--36-0.
Zia, K., M. Recent trends on gellan gum blends with natural and synthetic polymers: A review. International Journal of Biological Macromolecules 109, 2018, s. 1068–1087.
Bomford, D. – Dunkerton, J. – Wyld, M. A Closer Look: Conservation of Paintings. London 2009.
Bomford, D. – Leonard, M. (eds.) Issues in the Conservation of Paintings. Los Angeles 2004.
Brandi C. Teorie restaurování, Tichá Byzanc, Praha 2002.
Dvořák, M. Vývoj adheziv a technologií pro rentoaláž závěsných obrazů, Státní restaurátorské ateliéry, 1990.
Ferretti , M., Scientific investigations of works of art. Rome 1993.
Kopecká, I., Nejedlý, V. Průzkum historických materiálů. Grada, Praha, 2005.
Kubička, R., Zelinger, J. Výkladový slovník malířství, grafika, restaurování. Praha, 2004.
Lehmanová M. (ed.), Etické kodexy, Český výbor ICOM, 2014.
Muňos-Viňas, S. Contemporary Theory of Conservation. London 2004.
Nicolaus, K. The Restoration of Paintings. Kőnemann 1999.
Schätz M. Moderní materiály ve výtvarné praxi, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Polytechnická knižnice, 1982.
Schreiner, M. Naturwissenschaften in der Kunst. Wien 1995.
Šimůnková, E. – Bayerová, T. Pigmenty. Praha, 1999.
Šimůnková, E. – Karhan, J. Pigmenty, barviva a metody jejich identifikace. 1993.
Slánský, B. Techniky malby díl I. Malířský a konzervační materiál, Technika malby díl II. Průzkum a restaurování obrazů Praha, Paseka, 2003.
Stoner J. H. Conservation of Easel Paintings. Taylor & Francis Ltd. 2012
Tatg, W.S., Mayer, W.J., The Science of Paintings. Kindle Edition 2000.
Wolbers, R. Cleaning painted surfaces. Archetype, 2000.
Zelinger, J. a kol. Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Academia, Praha, 1987.

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**

L.S.

Mgr. BcA. Radomír Slovik
děkan

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

V Litomyšli dne 26. července 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem Možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu a komplexní restaurování olejomalby na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska 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 16. srpna 2023

Aneta Ševčíková

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych ráda vyjádřila svou vděčnost a poděkovala všem, kteří významně přispěli svou odbornou pomocí a připomínkami při tvorbě této diplomové práce Za vedení mé práce, poskytnutí zajímavého díla k restaurování a konzultacím děkuji vedoucímu ateliéru ARUDP FR UPCE Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D. Dále bych také ráda poděkovala za kdykoli poskytnuté diskuze, odbornou přátelskou pomoc a povzbuzení MgA. Jiřímu Pečinkovi a MgA. Kateřině Zadinové. Za konzultace, odborný dohled a pozitivní naladění v průběhu restaurování ozdobného rámu upřímně děkuji Vojtovi Krajíčkovi, Dis.

Za věcné připomínky k vyvstalým chemicko-technologickým otázkám v průběhu restaurování děkuji vedoucímu KChT FR UPCE Ing. Karolu Bayerovi, Ing. Markétě Škrdlantové, Ph.D. a věcně vřelé Ing. Petře Lesniakové Ph.D. Za poskytnuté rady, konzultace a prameny k vypracování umělecko-historického průzkumu hluboce děkuji vedoucí KHV FR UPCE Mgr. Vladislavě Říhové, Ph.D., PhDr. Leošovi Mlčákovi a Mgr. et Mgr. Věře Sejkorové Kašparové. Za spolupráci a nezištnou pomoc při fotodokumentaci děkuji MgA. Davidu Svobodovi. MgA. Davidu Svobodovi také děkuji za zpracování snímků v širokém spektru neinvazivních průzkumů před i po restaurování, panu doc. Ing. Michalovi Vopálenskéku, Ph.D. děkuji za vysoce kvalitní snímek v RTG záření. Za vypracování chemicko-technologických analýz děkuji Ing. Petře Lesniakové, Ph.D., RNDr. Evě Svobodové, Ph.D. a Ing. Ivaně Kopecké. Za vypracování mikrobiologické a kontrolní mikrobiologické analýzy děkuji doc. Ing. Marcele Pejchalové, Ph.D.

Své uznání a obdiv bych v závěru chtěla vyjádřit hlavní konzultantce teoretické části diplomové práce, Ing. Petře Lesniakové, Ph.D. Děkuji za její vedení, konstruktivní připomínky, odborné rady a trpělivost. Vaše vedení bylo pro mě nezbytné a přínosné při formulaci tématu práce, výběru metodologie, a při celkovém směřování experimentální části práce.

Nakonec bych chtěla vyjádřit nejupřímnější poděkování své rodině a nejbližším přátelům, za jejich neustálou podporu, povzbuzení a obětavost. Vaše morální opora byla pro mě nedocenitelná a významně přispěla k dokončení této diplomové práce.

ANOTACE

Diplomová práce v první části předkládá rozsáhlý průzkum a komplexní restaurátorský zásah na závěsném obraze *Madona s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska. Jedná se o olejomalbu na plátně, jejichž autor a datace nejsou známé. V rámci podrobného průzkumu byl obraz datován do roku 1753 a jako hypotetický autor byl určen okruh olomouckého barokního malíře Jana Kryštofa Handkeho.

Druhá část práce se zabývá možností citlivějšího přístupu při procesu čištění za použití rigidních gelů se zaměřením na gellan. Práce sumarizuje informace o využití rigidních gelů s důrazem na gellan a jeho využití v restaurátorské praxi. Teoretická část se poté hlouběji zaměřuje na možnosti přípravy a využití gelů z gellanu při čištění výtvarných děl se zaměřením na citlivost vodorozpustných barevných vrstev. Na teoretickou část navazuje volně experimentální část, která se zaobírá recepturami vybraných gelů, zkoumáním základních vlastností vzniklých gelů v porovnání s komerčně dostupnými gely na trhu a jejich účinnost při aplikaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

restaurování závěsného obrazu, malba na plátně, závěsný obraz, olejomalba, washgold, agar, citrát amonný, vyzina, Acrylkleber 498 HV, BEVA Gesso-p, fu-nori, polovina 18. století, Madona s Ježíškem. Madona s dítětem, Sv. Rodina, Jan Kryštof Handke, Josef Ignác Sadler (Sattler), gellan, Nanorestore Gel, rigidní gely v restaurátorské praxi

TITLE

Possibilities of Preparation and Use of Rigid Gels from Gellan Gum and The Complex Restoration of The Oil Painting Madonna and Child Jesus from The Kroměříž Museum

ANNOTATION

The first part of the diploma thesis presents an comprehensive examinations and complex restoration intervention on the painting Madonna and Child Jesus from the Kroměříž Museum. It is an oil painting on canvas, whose author and date are unknown. As part of the thorough research, the painting was dated to 1753 and Baroque painter Jan Kryštof Handke from Olomouc was identified as the hypothetical author.

The second part of the thesis deals with the possibility of a more sensitive approach to the cleaning process using rigid gels, focusing on gellan. The thesis collects information on the application of rigid gels with a specific attention to gellan and its use in restoration practice. The theoretical section then looks in further detail at the possibilities of preparing and using gellan while cleaning artworks, concentrating on the sensitivity of water-soluble paint layers. The theoretical part is then followed by a loosely experimental part that deals with the recipes of selected gels, investigating the basic characteristics of the resulting gels in comparison with commercially obtainable gels on the market and their effectiveness.

KEYWORDS

restoration of a easel painting, painting on canvas, canvas painting, easel painting, oil painting, washgold, agar, ammonium citrate, sturgeon glue, Acrylkleber 498 HV, BEVA Gesso-p, fu-nori, mid-18th century, Madonna with the Baby Jesus. Madonna with Child, Holy Family, Jan Kryštof Handke, Josef Ignác Sadler (Sattler), gellan, Nanorestore Gel, rigid gels in restoration practice, Gellan Gum

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE

1 Úvod 11

RESTAURÁTORSKÁ DOKUMENTACE 12

2 Komplexní restaurování uměleckého díla na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska 13
2.1 Identifikace restaurovaného objektu 18
2.2 Typologický popis objektu 19
2.3 Popis poškození objektu restaurování 21
2.4 Průzkum restaurovaného objektu 24
2.5 Umělecko-historický průzkum 33
2.6 Restaurátorský záměr 46
2.7 Postup restaurátorských prací 48
2.8 Doporučené podmínky a způsob uložení 69
2.9 Seznam použitých materiálů 70

TEORETICKÁ ČÁST 72

3 Možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu 74
3.1 Využití gelů v péči o kulturní dědictví 75
3.2 Struktura a vlastnosti gellanu 82
3.3 Chemické složení gellanu 83
3.4 Využití gellanu mimo restaurátorskou praxi 85
3.5 Tvorba gelu z gellanu 86
3.6 Využití gellanu v restaurátorské praxi 87
3.7 Experimentální část 109

4 Závěr 138

5 Seznam použitých zdrojů 142
5.1 Seznam použité literatury 142
5.2 Seznam použitých pramenů 149
5.3 Databáze a internetové zdroje 152
6 Seznam použitých symbolů a zkratek 156
7 Seznam tabulek 157
8 Seznam grafické přílohy 160
8.1 Seznam zákresů 160
8.2 Seznam grafů 160
9 Seznam obrazové přílohy: praktická část 171
9.1 Obrazová příloha: restaurování závěsného obrazu 178
9.2 Obrazová příloha: restaurování ozdobného rámu 237
9.3 Obrazová příloha: umělecko-historický průzkum 246
10 Seznam obrazové přílohy: teoretická část 260
10.1 Obrazová příloha: experimentální část 262
11 Seznam textové přílohy 272
11.1 Chemicko-technologický průzkum 273
11.2 Mikrobiologická analýza 311
11.3 Kontrolní mikrobiologická analýza 312
11.4 FTIR analýzy vzorků rigidních hydrogelů 313

1 Úvod

Diplomová práce se v první části zaměřuje na rozsáhlý průzkum a komplexní restaurátorský zásah na závěsném obraze *Madona s Ježíškem* ze sbírek Muzea Kroměřížska. Je sepsána v podrobné restaurátorské dokumentaci. Druhá část, která je rozdělena na teoretickou rešerši a navazující experimentální část, se zaměřuje na možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu v restaurátorské praxi.

První část této práce si klade za cíl provést podrobný neinvazivní, invazivní a umělecko-historický průzkum domnělé olejomalby na plátně, jejíž autorství a datace nebyly známé, uvést ji do dobového historického kontextu a podrobně popsat a zaznamenat její fyzický stav před započetím restaurátorských prací. Vyhodnocení průzkumů představovalo základní kámen, na němž byl vypracován restaurátorský záměr, který byl sestaven s citem navrátit dílu jeho původní estetické a umělecké hodnoty a omezit postupující materiálovou degradaci. Předložený postup restaurování demonstruje širokou škálu problémů. Mezi nejzávažnější úskalí patřilo postupné čištění degradovaných povrchových úprav, odstranění a redukce sekundárních zásahů, scelování perforací a navrácení estetických hodnot citlivou imitující retuší. Součástí první části diplomové práce je také konzervace štítků původní provenience a restaurování a průzkum ozdobného rámu závěsného obrazu. Postup restaurátorských prací vždy vycházel z odborných konzultací s vedoucím práce, technology na poli restaurování, výchozí modelové literatury a rešerše.

Teoretická část práce se podrobně zaměřuje na možnosti přípravy a využití gelů z gellanu při čištění výtvarných děl, přičemž je kladen důraz na jejich citlivost k vodorozpustným barevným vrstvám. Sumarizuje informace o využití rigidních gelů v restaurátorské praxi se zvláštním zaměřením na gellan – jeho chemické vlastnosti, strukturu a aplikaci v oblasti restaurování. Jejím cílem je poskytnout ucelený přehled o možnostech a vhodnosti použití gelů z gellanu na poli restaurování. Na teoretickou část práce navazuje experimentální část, která se zaobírá recepturami vybraných gelů z gellanu, zkoumáním základních vlastností vzniklých gelů v porovnání s komerčně dostupnými gely na trhu a jejich účinnost při aplikaci.

Do odborné obce by práce měla přispět kvalitně zdokumentovanou a popsanou restaurátorskou dokumentací, která přináší koncepční řešení výchozích poškození konkrétního závěsného obrazu. Teoretická část práce by měla přispět vybranou rešerší cizojazyčné a české literatury zabývající se využitím gelů z gellanu. Na ni navazuje experimentální část, která porovnává charakteristické vlastnosti gellanu a komerčně dostupné *Nanorestore Gel*® gely.

RESTAURÁTORSKÁ DOKUMENTACE

Vedoucí práce: Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D.

2 Komplexní restaurování uměleckého díla na plátně *Madona s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska



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

Dokumentaci vypracovala: BcA. Aneta Ševčíková, studující VI. ročník, ARUDP FR UPa

Litomyšl 2023

Počet vyhotovených restaurátorských dokumentací: 3

Místo uložení restaurátorské dokumentace:

Fakulta restaurování Univerzity Pardubice v Litomyšli

Muzeum Kroměřížska, p. o. Velké náměstí 38/21, Kroměříž 767 01

Soukromý archiv restaurátora

Počet stran textových příloh: 40

Počet stran obrazových příloh: 81

Počet stran grafických příloh: 6

Celkový počet stran dokumentace: 160

Typ fotoaparátu: *Canon EOS 600D, Canon EOS 60D, Canon EOS 70D, Canon EOS 80D*

Autor fotografií restaurátorské dokumentace: Aneta Ševčíková, MgA. David Svoboda

© 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 Muzeum Kroměřížska, p. o. Velké náměstí 38/21, Kroměříž 767 01, jako majitel díla.

Prohlašuji, že jsem použila při restaurování pouze materiály a postupy uvedené v této restaurátorské dokumentaci. Nejsem si vědoma nových zjištění a skutečností na restaurovaných částech díla, které by nebyly uvedeny v této dokumentaci.

V Litomyšli dne…….....

…….	…….
Restaurovala:	Vedoucí práce:
BcA. Aneta Ševčíková, studující VI. ročník,	Mgr. art Luboš Machačko, Art.D.
ARUDP FR UPa	vedoucí ARUDP FR UPa

OBSAH RESTAURÁTORSKÉ DOKUMENTACE

2 Komplexní restaurování uměleckého díla na plátně Madona s Ježíškem z Muzea Kroměřížska 13

2.1 Identifikace restaurovaného objektu 18
2.2 Typologický popis objektu 19
2.2.1 Typologický popis závěsného obrazu 19
2.2.2 Typologický popis ozdobného rámu 20
2.3 Popis poškození objektu restaurování 21
2.3.1 Popis poškození závěsného obrazu 21
2.3.2 Popis poškození ozdobného rámu 22
2.4 Průzkum restaurovaného objektu 24
2.4.1 Neinvazivní průzkum – fotografická dokumentace 24
2.4.2 Neinvazivní průzkum – grafická úprava fotografické dokumentace 26
2.4.3 Invazivní průzkum 27
2.4.4 Vyhodnocení průzkumu 28
2.5 Umělecko-historický průzkum 33
2.5.1 Provenience restaurovaného objektu 33
2.5.2 Analogie a předlohy 35
2.5.3 Otázka autorství 36
2.5.4 Vyhodnocení umělecko-historického průzkumu 44
2.6 Restaurátorský záměr 46
2.6.1 Restaurátorský záměr závěsného obrazu 46
2.6.2 Restaurátorský záměr ozdobného rámu 47
2.7 Postup restaurátorských prací 48
2.7.1 Fotodokumentace díla a vstupní průzkum 48
2.7.2 Dezinfekce díla nástřikem air-brush 48
2.7.3 Lokální konsolidace barevné vrstvy 48
2.7.4 Demontáž z napínacího rámu a mechanické čištění 49
2.7.5 Přechodné zajištění barevné vrstvy přelepy 49
2.7.6 Snímání sekundárních zásahů z rubové strany obrazu 50
2.7.7 Ztenčování impregnačního nátěru na rubu 50
2.7.8 Ztenčování degradovaných povrchových úprav: snímání svrchní lakové vrstvy 51
2.7.9 Celoplošné rovnání díla přes paropropustnou membránu SympaTex 53
2.7.10 Ztenčování degradovaných povrchových úprav: ztenčení starších lakových vrstev a ulpělých nečistot 54
2.7.11 Ztenčování degradovaných povrchových úprav: ztenčování přemalby a lokální dočišťování malby 55
2.7.12 Celoplošná konsolidace a rovnání na nízkotlakém vakuovém stole 58
2.7.13 Lokální rovnání ondulovaných částí objektu 58
2.7.14 Příprava textilií pro vyspravování perforací a ztrát textilní podložky 58
2.7.15 Scelování trhlin a ztrát textilní podložky 59
2.7.16 Scelování rozvlákněného švu vláknitou cupaninou 60
2.7.17 Strip-lining 61
2.7.18 Tmelení ztrát barevné vrstvy 61

2.7.19 Vypnutí díla na nový napínací rám ... 62
2.7.20 Tmelení po hranách napínacího rámu ... 62
2.7.21 Aplikace lakové vrstvy ... 62
2.7.22 Imitativní retuš a závěrečná laková vrstva ... 62
2.7.23 Konzervace štítků původní provenience ... 63
2.7.24 Restaurování ozdobného rámu ... 64
2.7.25 Finální adjustace ... 67
2.7.26 Kompletace fragmentů ... 67
2.7.27 Fotodokumentace a restaurátorská dokumentace ... 68
2.8 Doporučené podmínky a způsob uložení ... 69
2.9 Seznam použitých materiálů ... 70
5 Seznam použitých zdrojů ... 142
5.1 Seznam použité literatury ... 142
5.2 Seznam použitých pramenů ... 149
5.3 Databáze a internetové zdroje ... 152
6 Seznam použitých symbolů a zkratek ... 156
7 Seznam tabulek ... 157
8 Seznam grafické přílohy ... 160
8.1 Seznam zákresů ... 160
9 Seznam obrazové přílohy: praktická část ... 171
9.1 Obrazová příloha: restaurování závěsného obrazu ... 178
9.2 Obrazová příloha: restaurování ozdobného rámu ... 237
9.3 Obrazová příloha: umělecko-historický průzkum ... 246
11 Seznam textové přílohy ... 272
11.1 Chemicko-technologický průzkum ... 273
11.2 Mikrobiologická analýza ... 311
11.3 Kontrolní mikrobiologická analýza ... 312

2.1 Identifikace restaurovaného objektu

Název díla:	*Madona s Ježíškem*
Autor díla:	neznámý středoevropský malíř (nesignováno)
Datace:	1753 (datováno z rubu objektu)
Technika:	pravděpodobně olejomalba na textilní podložce
Rozměry:	1070 × 775 mm (v × š), s ozdobným rámem 1110 × 805 mm
Inv. č.:	U 167 (DO 253.)
Místo uložení:	Muzeum Kroměřížska, p. o. Velké náměstí 38/21, Kroměříž 767 01
Zadavatel:	Muzeum Kroměřížska, p. o. Velké náměstí 38/21, Kroměříž 767 01
Zhotovitel:	Univerzita Pardubice, veřejná škola, zal. podle zák. č. 111/1998 Sb.,sídlo Studentská 95, 532 10 Pardubice, zastoupená Mgr. et BcA. Radomírem Slovikem, děkanem Fakulty restaurování, Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl
Vedoucí práce:	Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D., vedoucí ARUDP FR UPa
Konzultace:	Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D., MgA. Kateřina Zadinová, Mgr. et Mgr. Věra Sejkorová Kašparová, Mgr. Vladislava Říhová, Ph.D., Ing. Petra Lesniaková, Ph.D., Ing. Karol Bayer, PhDr. Leoš Mlčák
Restaurovala:	BcA. Aneta Ševčíková
Chemicko-technologický průzkum:	Ing. Petra Lesniaková, Ph.D., KChT FR UPa, Litomyšl, RNDr. Eva Svobodová, Ph.D. a Ing. Ivana Kopecká, Oddělení preventivní konzervace NTM, Praha
Mikrobiologický průzkum:	doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D., KBBV FChT UPa, Pardubice

Datum započetí a ukončení restaurování: březen 2022 – duben 2023

2.2 Typologický popis objektu

2.2.1 Typologický popis závěsného obrazu

Předmětem restaurování je olejomalba z pol. 18. století namalována na textilní podložce o jednoduché plátnové vazbě. Textilní podložka je sešita ze dvou kusů, spojena pevným švem ve spodní části výjevu. Dostavba textilie textilií byla stanovena přibližně na 8 × 10 cm^2. Útek byl definován dle pevného okraje textilie ve směru horizontálním a osnova ve směru vertikálním. Obraz je vypnut na tenkém napínacím rámu bez vypínacích klínů pomocí kovaných hřebíků. Dílo je adjustováno dlouhými hřebíky do jednoduchého profilovaného rámu s povrchovou úpravou. [Obr. 1–Obr. 4]

Velkolepá žánrová scéna je sevřena do centrální pyramidové kompozice. Ústředním tématem je půlfigura Panny Marie s dítětem na klíně. Obraz je rozdělen do tří plánů. V zadním plánu je malováno monotónní tmavé pozadí. Ve středu sedí Panna Marie kolébající dítě na pravé ruce. Popředí zaujímá světlé plátno, v níž je dítě položeno a růžová drapérie zakrývající kolena Panny Marie. [Obr. 5, Obr. 6]

Panna Marie je oděna tradičně do červenorůžového šatu s bílou spodní košilí. Šat a pokrývku hlavy jí zahaluje modrý[1] plášť. V náručí drží nahé spící nemluvně, které má slabiny a část těla překryté bílým plátnem.[2] Mezi Pannou Marií a dítětem pozorujeme tichý dialog, kdy se matka s láskou sklání a pozoruje své klidné dítě, které bezelstně spí.

Ikonograficky může malovaná scéna odkazovat na několik skutečností. Panna Marie svým klidným výrazem a zdravými mladými rysy ztělesňuje pokoru, oddanost a mateřství.[3] Výraz pokojně spícího Ježíše Krista, třímající v ruce malý latinský kříž[4], může předznamenávat jeho budoucí obětování.[5]

Výjev je malována na červeném podkladu. Způsob provedení realistické malby je historicky ukotven do moravského barokního prostředí inspirovaného italským akademismem.[6] Můžeme si všimnout tlumeného koloritu s uvolněným malířským přednesem – především v malbě drapérií, stínování nebo ve volném pohybu rukou. Malba byla provedena převážně lazurně, technikou šerosvitu. Využití tónovaného podkladu aplikoval malíř především ve stínovaných

---

[1] Pozn. : Symbolika modré barvy v křesťanské tématice představuje barvu nebes, slávy, království a čistoty. Tyto symboly odkazují na život a osud Panny. BIRREN 1988, s. 41–50.

[2] Pozn.: Je pravděpodobné, že samotná bílá látka, má symbolický význam: „*Je to samozřejmě tradiční symbol smutku, který se hodí do tohoto kontextu; ale připomíná také zvyk starořímského náboženství, které vyžadovalo, aby obětník při oběti byl zahalen.*“ FREEDBERG 1976, s. 734.

[3] ROYT 2006, s. 189.

[4] Pozn.: Symbol Kristovy oběti a křesťanství . HALL 1991, s. 238.

[5] FREEDBERG 1976, s. 734., pozn.: vyobrazení může korelovat s latinským křížem třímajícím v ruce.

[6] ŘÍHOVÁ – historička umění a vedoucí KHV FR UPCE [konzultace], září 2022.

partiích malby. Malířské kvality jsou patrné ve zdařilém zpracování grimas a gest, které podtrhávají kontrasty světel a stínů – skvěle viditelné na detailu úst Panny Marie nebo ve zpracování spícího výrazu dítěte. [Obr. 26, Obr. 42, Obr. 44]

Rub plátna je celoplošně impregnován hnědým nátěrem, kde místy prosakují krůpěje červeného podkladu. V horní části se nalézají pozdější opravy – záplaty, které zajišťují ztrátu originální textilní podložky. [Obr. 50] Na rubu se nalézá několik štítků současné i starší provenience. Tenký napínací rám je opatřen hnědým nátěrem. Jednotlivé štítky jsou blíže specifikovány v kapitole viz. 2.5.1. [Zákres 4, Zákres 5] Po celé ploše lze pozorovat fenomén negativu obrysových linek prostupujícího výjevu z líce. [Obr. 2]

2.2.2 Typologický popis ozdobného rámu

Ozdobný rám obdélného tvaru je tvořen čtyřmi stejně širokými lištami o celkové velikosti 1110 mm × 805 mm (v × š). Jádro všech lišt tvoří dřevo z blíže nespecifikovaného jehličnatého stromu. Z pohledové strany se na povrchu dřeva nachází křídové souvrství s polimentovým stříbřením. Závěrečná povrchová úprava stříbra je provedena pravděpodobně technikou waschgold.[7] Rám není zdoben žádnými ornamentálními prvky. [Obr. 154, Obr. 155]

Profilace rámu je mírně zkosená a uhlopříčně směřuje do středu zarámovaného díla. Profil zdobí dvě konkávní a konvexní křivky s odsazením. Pro zvýraznění optických vlastností jsou křivky upraveny. [Obr. 156] Jednotlivé konkávy jsou leštěny na vysoký lesk, konvexní křivky jsou ponechány v matu. Bočnice rámu pokrývají fragmenty okrové matné barevné vrstvy. Při spodních rozích je na bočnicích drobně namalováno bílou barvou číslo *799,* které pravděpodobně označuje provenienci a souvisí se stejně namalovaným přípisem na napínacím rámu díla *č.p. 799*. [Obr. 158]

Po celé ploše je rám z rubové strany potřísněn bílou barvou a na četných místech se nalézají skvrny od černého polimentu. Z rubu je rám vybaven kovaným závěsným systémem, tvořen háčkem s poutkem. Systém je umístěn na střed horního ramene. Po stranách jsou lišty probity dlouhými hřebíky, které drží jednotlivé lišty pohromadě. V levém spodním rohu je nalepen štítek starší provenience. Na štítku je napsáno modrým záznamovým prostředkem *P 5,* označen je kulatým razítkem *Uměleckohistorické muzeum Kroměříž*. [Obr. 155, Obr. 177]

[7] Jedná se o techniku, kdy stříbro, které se používá podobně jako plátkové zlato, slouží k imitaci zlata: Na postříbření se nanáší žlutá glazura zvaná "gold varnish". Tyto laky mohou mít různé odstíny, stejně jako se používají různé barvy zlata. CESSION 1990, s. 35. V českém jazyce se tato technika zlacení označuje – *waschgold, zlatolak, mycí lak*. LOSOS 2005, s. 71.

2.3 Popis poškození objektu restaurování

2.3.1 Popis poškození závěsného obrazu

Obraz vykazuje známky rozsáhlých fyzických i chemických typů poškození. Příčina těchto poškození je založeno především na druhotných zásazích a nesprávných podmínkách uložení. Dílo je pokryto silným nánosem prachového depozitu, ukládající se především ve žlabech ondulovaného povrchu.

Kolísání relativní vzdušné vlhkosti, teploty a světla, kterými byl předmět pravděpodobně dlouhou dobu vystaven, způsobilo změny objemu textilní podložky, což vedlo k extrémní deformaci, křehnutí barevné vrstvy a rozsáhlé krakeláži. Tuto deformaci pravděpodobně zhoršil také subtilní napínací rám a neodborné galerijní lakování.
[Obr. 7, Obr. 13, Obr. 15] [Zákres 1]

Silný nános degradovaných lakových vrstev a povrchového znečištění ztěžuje celkovou viditelnost a čitelnost obrazu. [Zákres 2] Je vysoce pravděpodobné, že obraz byl restaurován či jinak udržován zřejmě v průběhu 19. století. Důkazem je nesourodý počet nánosů lakových vrstev odlišného charakteru, rozsáhlá přemalba pozadí a zásahy do výstavby stínů původní kompozice obrazu. [Zákres 3] Zásahy jsou viditelné optickým pozorováním tenkých, pravděpodobně barvených lakových nebo olejových nánosů v místech ztrát obrazových vrstev nebo zalakováním hrubých nečistot jako jsou hmyzí exkrementy apod. [Obr. 34–Obr. 37, Obr. 43] Oxidovaná povrchová úprava či přemalby společně s hrubými povrchovými nečistotami a silným nánosem prachového depositu naznačují, že obraz pravděpodobně nebyl v průběhu 20. století rozsáhle restaurován. Dle přírůstkových knih minulé provenience byl obraz silně poškozen již v 50. letech minulého století.[8] Vzhledem k rozsáhlým povrchovým úpravám nelze s přesností určit, zda byla barevná vrstva v minulosti čištěna, ale vzhledem k rozsáhlým mechanickým poškozením barevných vrstev je to velice pravděpodobné. Z rubu jsou druhotné zásahy zaznamenány v podobě dvou materiálově odlišných záplat, které kryjí ztrátu a trhlinu textilní podložky. [Obr. 37,Obr. 49, Obr. 50, Obr. 134]

Fluktuace vnějších podmínek přispěla k odlišnému chování podkladových, barevných a lakových vrstev, což vyústilo v rozsáhlou krakeláž. Paprskovitá krakeláž se na mnohých místech miskovitě zvedá, avšak díky sekundárnímu lakování zůstala barevná vrstva relativně

[8] Z poznámkového aparátu přírůstkové knihy – *„Obraz silně poškozený, oprýskaný…Předáno do Kroměříže 64*". Městské muzeum Bystřice pod Hostýnem, Přírůstková kniha Krajinského muzea Bystřice pod Hostýnem, nezařazeno do fondu, nečíslováno, bez inv. č. Více informací viz 2.5.1.

stabilní a odolná při dotyku. Ztráty barevné vrstvy jsou tak zaznamenány především při okrajích obrazu v mechanicky namáhaných oblastech. [Obr. 18, Obr. 47]

Textilní podložka je především při okrajích silně perforovaná přepínáním díla v minulosti. [Obr. 45] V samotném výjevu se nalézají tři trhliny malých rozměrů a tři ztráty textilní podložky v ploše. Největší ztráta se nalézá těsně nad hlavou Panny Marie. Ztráta je nepravidelného obdélného tvaru o velikosti cca 82 × 18 mm (v × š) . Ve středu obrazu nalevo od obličeje Panny Marie je největší trhlina ve tvaru obráceného *L* o velikosti (44 × 37 mm) (v × š). Šev spojující textilní podložky je na levé straně obrazu roztržen o délce přibližně 74 mm. [Obr. 46, Obr. 49, Obr. 134]

Revers obrazu je natřen tenkým impregnačním nátěrem, který pokrývá silná vrstva prachového depozitu. V rozích je detekováno biologické napadení objektu, stopy hmyzích exkrementů, schránek a pavučin. Nejsilnější nános hrubých nečistot je zaznamenánan především v meziprostoru mezi podrámem a textilní podložkou. [Obr. 48] Ve spodních částech výjevu je textilní podložka potřísněna světlými skvrnami blíže nespecifikovaného původu, pravděpodobně vápenného nátěru nebo ptačích exkrementů. [Zákres 4, Zákres 5] Fyzický stav původního napínacího rámu není vyhovující. Vzhledem k velikosti díla[9] je šířka rámu pouhých 45 mm. Napínací rám je bez profilace a v rozích se již při lehké manipulaci rozkližuje. V minulosti byl rám napaden dřevokazným hmyzem – zaznamenány výletové otvory.

2.3.2 Popis poškození ozdobného rámu

Navzdory rozsáhlým poškozením závěsného obrazu, ozdobný rám se jeví v udržitelném stavu bez deformace. Nejrozsáhlejší poškození je způsobeno dlouhodobými nevyhovujícími podmínkami uložení a nešetrným zacházením s objektem.

Rám je pokryt nánosem prachového depositu a hrubými nečistotami. Na celém rámu se místy vyskytují hmyzí exkrementy. [Obr. 157] Polychromie je částečně degradovaná korozními produkty stříbra, nalézající se nerovnoměrně po celém obvodu lišt. Pokrývá ji drobná krakeláž, kterou prosvítá červený nebo černý poliment kontaminovaný zoxidovaným stříbrem. Stříbření je však stále v dobrém stavu a odolné na dotek. [Obr. 156]

Po okrajích obvodových lišt je rám mechanicky poškozen na spodní vrstvy výstavby polychromie bez stříbření. Nároží rámu je zřejmě nešetrným zacházením otlučeno, na spodní horizontální liště chybí obě nároží ve hmotě. [Obr. 156] Bočnice rámu pokrývají fragmenty okrové barevné vrstvy, které byly silně poškozeny pravděpodobně působením dlouhodobé vlhkosti. Rohy všech lišt byly sekundárně zpevněny kovovými hřebíky, které jsou silně

[9] Tj. 1070 × 775 mm (v × š)

korodované. [Obr. 158] Rubová strana bez polychromie je pokryta drobnými tmavými tečkami, pravděpodobně spory naznačující mikrobiální napadení. Na několika místech je rám mechanicky poškozen vrypy po hřebících. Závěsný systém a hřebíky držící obraz v rámu je mírně znečištěn prachovým depositem a pokryt korozními produkty.

2.4 Průzkum restaurovaného objektu

Restaurátorský průzkum byl zaměřen na zjištění charakteru díla, určení výtvarné techniky a použitých materiálů, zhodnocení stupně poškození a posouzení příčin těchto poškození. Restaurátorský průzkum dokumentoval stav díla před započetím restaurátorských prací a byl podkladem pro určení vhodného restaurátorského postupu. Objekt byl vždy ve stabilních podmínkách focen jako celek z lícové a rubové strany, výjimku tvořily stereomikroskopické snímky a průzkum v RTG.

2.4.1 Neinvazivní průzkum – fotografická dokumentace[10]

2.4.1.1 Průzkum v denním rozptýleném světle

Průzkumem v denním rozptýleném světle byly zjišťovány základní informace o výtvarné technice a použitých materiálech. Byly zkoumány možné příčiny a charakter poškození, jak obrazových a lakových vrstev, tak textilní podložky, napínacího i ozdobného rámu a případné druhotné zásahy. Pro fotografování byl využit fotoaparát *Canon EOS 70D (EF-S 18-135 mm)* a zábleskové světla *Jinbey PDX 600 W*.

2.4.1.2 Průzkum v polarizovaném světle

Vzhledem k charakteru poškození povrchové úpravy bylo dílo foceno také v polarizovaném světle. Polarizační filtr na obraze redukoval nežádoucí odlesky a celkové zvlnění obrazu. Fotografie v polarizovaném světle napomohla k popisu kvality provedení uměleckého díla. Pro fotografování byl využit *Canon EOS 70D (EF-S 18-135 mm)* s filtrem *B+W* polarizační cirkulární filtr *BASIC* a zábleskové světla s lineárním polarizačním filtrem.

2.4.1.3 Průzkum v průsvitu

V průsvitu byl pozorován fyzický stav objektu, jak textilní podložky, tak barevné vrstvy. Byly zkoumány především defekty, hustota plátěné podložky a ztráty barevných vrstev. Pro fotografování byl využit fotoaparát *Canon EOS 70D (EF-S 18-135 mm*) a zábleskové světla J*inbey PDX 600 W*.

[10] Fotografická dokumentace před restaurováním objektu byla provedena pod profesionálním dohledem MgA. Davidem Svobodou. Snímky ve UVL, IRR, UVR a v polarizovaném světle byly vyfotografovány Davidem Svobodou in situ. Snímky v odraženém viditelném světle (VIS), ultrafialová (UVR) a infračervená (IRR) fotografie byly normalizovány podle kalibračního cíle X–Rite ColorChecker.

2.4.1.4 Průzkum v razantním bočním osvětlení

Nasvícení obrazu v razantním bočním osvětlení z 80–90° osvitu byla zvýrazněna morfologie povrchu a četná poškození a perforace. Pro fotografování byl využit *Canon EOS 70D (EF-S 18-135 mm)* a halogenové světlo.

2.4.1.5 Průzkum v ultrafialové luminiscenci

Průzkumem nasvícení díla v UV luminiscenci byly zjištěny bližší informace o organických povrchových úpravách, případných lazurách a druhotných zásazích. Z rubové strany pak o adhezivech použitých na sekundární opravy textilní podložky. V UV luminiscenci byl proveden průzkum fotoaparátem *Canon EOS 70D (EF-S 18-135 mm)*. Jako zdroj záření byla použita desková světla s trubicemi *Philips TL-D 18 W BLB* s rubínovým sklem o vlnové délce 320–400 nm. Tato metoda byla pro kontrolu používána i během dílčích úkonů[11] celého procesu restaurování.

2.4.1.6 Průzkum v infračervené reflektografii a fotografii[12]

Průzkumem v infračervené reflektografii byla zkoumána možná přípravná kresba, podmalba nebo autorské pentimenti. K průzkumu v IRR záření byl použit modifikovaný fotoaparát *Canon EOS 80D (F 50 mm f/1.8 STM, 360 – 1 100 mm)* s filtrem *MaxMax XNite 1000 ≥90 %T 1 300 nm* v odraženém halogenovém světle.

V průběhu restaurování[13] byla využita infračervená reflektografie pomocí IČ kamery *Apollo* s interním skenovacím mechanismem poskytujícím reflektogramy s vysokým rozlišením (až do 26 MP). Kamera pracuje v pásmu 900–1700 nm. Průzkum IČ filtrem proběhl ve vlnových délkách 1400–1700 nm.

2.4.1.7 Průzkum v infračervené transmitografii

Průzkumem v infračervené fotografii procházejícím světlem skrz byl zdokumentován fyzický stav nosné podložky, ztráty barevné vrstvy a textilní podložky in situ. K průzkumu byl použit fotoaparát *Canon EOS 80D (F 50 mm f/1.8 STM, 360-1100 mm)* + filtr *MaxMax XNite 1000 ≥90%T 1 300 nm* v prostupujícím halogenovém světle.

---

[11] Viz 2.7.8., 2.7.10, 2.7.11.

[12] Metoda infračervená fotografie je schopná zaznamenat IČ paprsky až do vlnové délky 1 100 nm. Metoda infračervené reflektografie zaznamenává IČ paprsky až do délky vlny 1 400 nm. SVOBODA 2020, s.22–23.

[13] Tento dodatečný průzkum byl proveden v průběhu restaurátorských prací, tj. po ztenčování povrchové úpravy 2.7.11.

2.4.1.8 Průzkum v ultrafialové reflektografii

Pomocí UVR metody bylo možné získat informace zejména o charakterizaci povrchu díla, rozložení odlišných materiálů, například laků a vrstvách z druhotných zásahů.[14] Na díle bylo snímáno odražené UV za použití filtru s nízkou penetrační schopností. K průzkumu byl použit fotoaparát *Canon EOS 80D (F 50 mm f/1.8 STM, 360-1100 mm)* + filtr *Baader U Filter 80%T 350 nm*.

2.4.1.9 Průzkum v rentgenové mikroradiografii

Dílo bylo vystaveno průzkumu v rentgenovém záření. Tato metoda průzkumu umožnila neinvazivně lokalizovat materiály na bázi těžkých kovů, zviditelnit ve vysokém rozlišení krakeláž barevné vrstvy, charakter textilní podložky a druhotné zásahy. Jako zdroj rentgenového záření byla použita reflexní rentgenka *XWT-240-CT (XRayWorX, Německo*).[15] Průzkum provedl doc. Michal Vopálenský, v Laboratoři rentgenové tomografie v Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, .v.v.i. (cas.cz) v Telči.

2.4.1.10 Průzkum optickou stereomikroskopií a digitální mikroskopií

Průzkum v makro měřítku byl proveden pomocí stereomikroskopu *LeicaS6D* (s fotoaparátem *Canon EOS 600D*) při zvětšení 0,8× až 30× v bílém dopadajícím světle, USB mikroskopem *Dino-Lite AM4113T-FV2W* a digitálním mikroskopem *Keyence VHX-7000*. Tímto průzkumem bylo možné získat bližší informace o barevné vrstvě, morfologii povrchu, typu poškození i znečištění, stejně tak umožnil detailní průzkum textilní podložky a druhotných zásahů. Tato metoda byla pro kontrolu používána i během celého procesu restaurování.

2.4.2 Neinvazivní průzkum – grafická úprava fotografické dokumentace

2.4.2.1 Zákres v MetigoMAP

Pro lepší orientaci a dokumentaci poškození byly vytvořeny zákresy ve specializovaném grafickém softwaru *MetigoMAP*. Tento program umožňuje dvojrozměrné digitální mapování

[14] DYER et al. 2013, s. 13.

[15] Dílo bylo scanováno na zařízení TORATOM v Centru Telč Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky. Jako zdroj rentgenového záření byla použita reflexní rentgenka XWT-240-CT (XRayWorX, Německo) s urychlovacím napětím 100 kV a výkonem na terči 50 W. Záření bylo zaznamenáváno velkoplošným detektorem XRD 1611 CP (Varex Imaging, USA) se scintilátorem GOS ve vzdálenosti 1230 mm od zdroje záření, přičemž objekt byl umístěn do vzdálenosti 615 milimetrů (geometrické zvětšení 2x). Aktivní plocha detektoru je 409.6 x 409.6 mm s velikostí pixelu 0.1 mm. Rastrovací krok byl zvolen 176 mm v horizontálním i vertikálním směru, aby byl zajištěn dostatečný překryv sousedních obrázků. Expoziční doba byla nastavena na 1 s a každý obrázek byl průměrován ze 16 projekcí. Na jednotlivých obrázcích byla posléze provedena korekce typu flat-field a transformace histogramu tak, aby zkoumané detaily byly dobře patrné. KRUMPOVÁ – VOPÁLENSKÝ 2017.

všech důležitých jevů, které se na díle nachází. Funkce pro přesný výpočet procent z plochy definuje rozsah specificky zakreslených poškození.

2.4.2.2 Fotografie zpracovány ve falešných barvách (IRRFC ,UVFC, UVRFC)[16]

Vyfotografované snímky IRRFC a UVRFC byly získány kombinací snímku ve VIS s reflexními snímky (IRR nebo UVR) v programu *Adobe Photoshop CC 2020*.[17] Cílem této metody je zlepšení čitelnosti nebo zvýraznění různých jevů oproti snímkům původním. Falešné barvy bývají uplatnitelné především při rozlišení různých materiálů nebo identifikaci specifických pigmentů.[18]

2.4.3 Invazivní průzkum

2.4.3.1 Chemicko-technologický průzkum[19]

Z díla byly odebrány vzorky pro zjištění statigrafie barevných vrstev a jejich možného prvkového složení za účelem identifikace pigmentů (OM a SEM mikroskopie, prvková analýza SEM-EDX). Dále byly odebrány dva vzorky textilních vláken podložky (v horizontálním a vertikálním směru plátna) pro identifikaci vláknového složení (OM mikroskopie, chemické selektivní reakce, zkouška směru stáčení vláken). Odběr vzorku pro materiálové složení povrchové úpravy rubové strany plátna (FTIR). Odběr vzorku pro materiálovou identifikaci jednotlivých vrstev a povrchových úprav (μ-FTIR analýza). Vyhodnocení a podrobnější informace viz 11.1 a 2.4.4.

2.4.3.2 Mikrobiologický průzkum[20]

Stěry pro mikrobiologický průzkum byly provedeny sterilními vatovými tyčinkami z rubové strany textilní podložky v meziprostoru mezi napínacím rámem a textilní podložkou a dále z povrchu malby na lícové straně okolo spodních rohů díla a na ozdobném rámu z rubové strany obnaženého dřeva. Vyhodnocení a podrobnější informace viz kapitola 11.2 a 2.4.4.

---

[16] Fotografie byly upraveny ve falešných barvách MgA. Davidem Svobodou.

[17] Při tvorbě infračervené fotografie ve falešných barvách (IRRFC) byl zelený kanál snímku odraženého viditelného světla (VIS) posunut na modrý, červený na zelený a červený kanál byl nahrazen infračervenou fotografií (IRR). V případě tvorby ultrafialové fotografie ve falešných barvách (UVRFC) byl zelený kanál VIS snímku posunut na červený, modrý na zelený a modrý kanál byl nahrazen ultrafialovou fotografií (UVR). SVOBODA 2020, s. 75.

[18] LESNIAKOVÁ et al. 2019, s. 35.

[19] Chemicko-technologický průzkum provedly Ing. Petra Lesniaková, Ph.D., KCHT FR UPa, Litomyšl a RNDr. Eva Svobodová, Ph.D. a Ing. Ivana Kopecká, Oddělení preventivní konzervace NTM, Praha

[20] Mikrobiologické analýzy provedla doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D., KBBV FCHT UPa, Pardubice

2.4.4 Vyhodnocení průzkumu

Předmětem průzkumu byl obraz *Madonna s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska. Průzkum byl zaměřen na aktuální fyzické a materiální posouzení díla, stav degradace povrchových úprav a výskyt druhotných zásahů. Na základě stanovených cílů byly vybrány neinvazivní a invazivní analytické metody, které napomohly podrobně zdokumentovat objekt restaurování. Posudek byl poté zpracován pro vypracovávání záměru na restaurování.

Pozorováním díla v denním rozptýleném světle a světle polarizovaném byly věnovány kapitoly 2.2.1 a 2.3.1. V kapitolách je kladen důraz na nejrozsáhlejší poškození, zhodnocení umělecké kvality díla a vizuálnímu posouzení možného materiálního složení předmětu. [Obr. 1, Obr. 2, Obr. 5, Obr. 6, Obr. 26, Obr. 27]

Průzkumem v prosvítajícím světle a razantním bočním nasvícením byla přesně lokalizována četná miskovitě zvedající se krakeláž. Deformace a jednotlivé perforace textilní podložky byly silně zvýrazněny bočním nasvícením. Průzkumem bylo zviditelněno prorýsování napínacího rámu a nevyhovující druhotné zásahy – záplaty z rubové strany obrazu. [Obr. 15–Obr. 18, Obr. 28]

Průzkumem v UV luminiscenci byly přesně zaznamenány nánosy lakových vrstev zářící tyrkysovou fluorescencí. Dále se pod touto vrstvou pravděpodobně nalézá další vrstva zářící spíše intenzivní žlutou fluorescencí. Na malbě pomocí UVL nebyly zaznamenány tmely ani retušování obrazových částí po zalakování. Průzkumem v UV luminiscenci jsou dobře patrné fenomény nerovnoměrných povrchových nátěrů a mechanické poškození povrchu malby. Na reversu díla luminovaly některé skvrny, adhezivum lepené záplaty a materiálové složení záplaty na levé straně obrazu. Stejně tak silně luminoval štítek na levé straně obrazu, který byl podlepen, na základě podobnosti luminiscence, adhezivem podobného původu. Průzkumem v ultrafialové reflektografii byla blíže specifikována morfologie celého povrchu díla a rozložení druhotných povrchových úprav. [Obr. 3, Obr. 4, Obr. 7, Obr. 8, Obr. 29, Obr. 32]

Průzkumem v infračervené reflektografii a transmitografii nebyly podkresby ani pentimenti blíže identifikovány. Infračervené záření nebylo úspěšné, pravděpodobně z důvodů materiálního složení podkladových vrstev na bázi červených hlinek.[21] Fotografie celku rubu napomohla odhalit a zdokumentovat dochovanou dataci [Obr. 19–Obr. 21], která se skrývala pod nánosem prachového depositu a impregnačního nátěru. [Obr. 9–Obr. 12, Obr. 30, Obr. 31]

[21] HRADILOVÁ – HRADIL 2015, s. 35–40.

V rentgenovém záření byl zviditelněn malířský rukopis autora, který byl charakterizován jemně pastózními a polopastózními tahy štětce. Projevil se především v malbě inkarnátů a světlých drapérií, jelikož se jednalo o barevné vrstvy, které obsahovaly pigmenty na bázi těžkých kovů. Pravděpodobně se jedná o místa, kde malíř uplatnil olovnatou bělobu. Na základě principu RTG záření odhalilo také siluetu muže v pozadí malby. Jedná se o vystupující siluetu staršího muže s vousy zobrazeného z profilu. Muž se sklání nad spícím dítětem, které společně s matkou pozoruje. Na základě ikonografie by se mohlo jednat o siluetu sv. Josefa.[22] Tato postava byla v minulosti z neznámých důvodů přemalována v rámci dřívějšího druhotného zásahu. Rentgenové záření napomohlo zdokumentovat fyzický stav plátěné podložky. Byly identifikovány rozsáhlé ztráty barevné vrstvy vyskytující se pod nánosem druhotných povrchových úprav. V místech, kde se ve viditelném světle zdála malba nečitelná a ztmavlá se v pravém dolním rohu obrazu objevily mírně prokreslené sklady drapérie modrého roucha Panny Marie. Byly rozpoznány autorské pentimenti – úprava kompozice pravé ruky Panny Marie směrem nahoru. V neposlední řadě rentgenové záření detekovalo umístění kovových hřebů, kterými bylo dílo napnuto na napínacím rámu. [Obr. 14, Obr. 33]

Optickou stereomikroskopií byly zkoumány jednotlivé fenomény poškození a typologie díla jak z přední, tak rubové strany. Na obraze bylo při vysokém zvětšení detekováno razantní čištění. Důkazem tohoto zjištění jsou mechanicky poškozené okraje krakel v různých místech obrazu. Materiálové složení záplat z rubové strany bylo opticky identifikováno. Záplata na pravé straně byla na třech místech prošita nití a skládá se z textilu. Záplata na straně levé, která byla lepena adhezivem blíže nespecifikovaného původu, byla detekována jako záplata z vepřovice – zušlechtěné vepřové usně.[23] [Obr. 34–Obr. 41]

Programem *MetigoMAP* byly zpracovány grafické zákresy druhotných zásahů a poškození líce a rubu objektu. K zákresům byly použity fotografie napříč celým neinvazivním průzkumem (VIS, RAK, UV, UVR, IR, IRR, RTG). Na základě propočtů programu *MetigoMAP* převyšuje viditelný rozsah ztrát barevné vrstvy 2 % a povrch obrazu je orientačně z více než 20 % silně deformován. Dále byly orientačně zakresleny druhotné zásahy do barevné vrstvy, které narušovali uměleckou kvalitu obrazu a rozlišné lakové vrstvy. Povrchové úpravy byly viditelné především v UV a UVR fotografii. [Zákres 1–Zákres 5] Fotografie byly dále upraveny softwarově ve falešných barvách. Z důvodů silné vrstvy povrchové úpravy snímky příliš nepomohly k identifikaci rozlišných pigmentů. Upravený snímek v ultrafialové luminiscenci ve

[22] HALL 1991, s. 337.

[23] In: Vepřovice, Přispěvatelé Encyklopedie knihy,(tištěná kniha) [online], [26–04–2023].

falešných barvách detekoval lazurní nánosy s příměsí olovnaté běloby zářící fosforeskující žlutou barvou. [Obr. 22–Obr. 24]

Mikrobiální průzkum potvrdil mikrobiologické napadení na povrchu předmětu restaurování. Bylo indikováno napadení rozlišných druhů mikroskopických vláknitých hub. Do záměru restaurování tak musí být zahrnuta i dezinfekce díla před restaurováním.[24]

Na základě chemicko-technologického průzkumu bylo stanoveno stratigrafické rozvrstvení jednotlivých barevných vrstev malby. Celková výstavba malby nejprve zahrnuje několik červených a hnědých podkladových/přípravných vrstev. Následují vrstvy malby a starší lakové vrstvy, dále jsou vrstvy předpokládaných druhotných zásahů a mladší lakové vrstvy.[25]

Primární podkladové vrstvy jsou vystavěny ze dvou červených vrstev. Sumarizací jsou složeny z příměsi olovnaté běloby, červené hlinky, příměsí rumělky, kostní černi a červeného lakového pigmentu. Následuje tenká hnědá nesouvislá vrstva, která je na bázi olejů. Mohli bychom se domnívat, že se jedná o druh probarvení podkladu nebo o imprimituru. Následuje červená podkladová vrstva, která obsahuje především červený železitý pigment. Poslední podkladovou vrstvou je nepravidelná hnědá vrstva, kterou lze považovat za barvu podkladovou nebo imprimituru.[26] Na základě μ-FTIR analýzy byly vrstvy provedeny pravděpodobně v technice oleje nebo mastné tempery.[27]

Malba růžové drapérie je vystavěna ve třech vrstvách, obsahuje především olovnatou bělobu, malé množství červeného lakového pigmentu, neapolskou žluť a příměs rumělky. Modré roucho Panny Marie se skládá z několika pigmentů – olovnatá běloba, uhličitan vápenatý, uhlíkatá čerň a pruská modř[28] se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým. Technika provedení modré barevné vrstvy byla detekována jako olejomalba. Malba inkarnátu je vystavěna v jedné vrstvě, obsahuje olovnatou bělobu a rumělku.[29]

V pozadí malby byly odebrány dva vzorky pro identifikaci sekundárních zásahů. Z chemicko-technologického průzkumu vyplývá, že předpokládaná retuš se vyznačuje vyšším obsahem organického pojiva a okrovou UV luminiscencí, obsahuje příměs barytu/barytové

[24] Více informací viz 11.2.

[25] Viz textová příloha 11.1, LESNIAKOVÁ 2022, s. 23–24.

[26] Tamtéž.

[27] Tamtéž, s. 38.

[28] Modrý syntetický pigment, který byl poprvé vyroben v Německu v r. 1704, v polovině 18. stol. byl již rozšířen po celé Evropě. ŠIMŮNKOVÁ – BAYEROVÁ 2014, s.76.

[29] Viz textová příloha 11.1, LESNIAKOVÁ 2022, s. 23.

běloby.[30] Dále obsahuje uhličitan vápenatý, sloučeniny olova (olovnatá běloba) a železa (železité pigmenty) a kostní čerň. Je možné, že se na retuši lokálně vyskytují další barevné vrstvy.[31]

Povrchová úprava je tvořena převážně organickým materiálem, μ-FTIR analýzou byly detekovány bílkoviny, polysacharidy oleje i terpenické pryskyřice.[32] Dále byl povrch malby opatřen zřejmě čtyřmi nebo i více mladšími lakovými vrstvami. U vzorku odebraného z pozadí se vyskytují alespoň čtyři lakové vrstvy. Nejprve jsou to dvě vrstvy s nažloutlou UV luminiscencí, poté dvě lakové vrstvy s intenzivní modrou UV luminiscencí. Nejmladší silnější lak s intenzivní modro-bílou UV luminiscencí je zřejmě na bázi přírodních pryskyřic.

Textilní podložka je na základě zkoušky směru stáčení vláken vyrobena zřejmě z konopí. Impregnační nátěr je na základě FTIR analýzy tvořen především polysacharidy, s velikou pravděpodobností směsí s arabskou gumou.[33]

Ozdobný rám byl zkoumán neinvazivně v denním rozptýleném světle, UV luminiscenci a optickou stereomikroskopií. Byl odebrán stěr pro mikrobiální analýzu a po konzultaci s technologem byl odebrán mikroskopický vzorek pro chemicko-technologickou analýzu stratigrafie polychromie. Vzorek byl zkoumán OM, SEM a SEM-EDX analýzou.

Podrobné informace o vizuálním popisu rámu, jeho polychromii a poškození jsou popsány v kapitolách 2.2.2 a 2.3.2. Tyto informace vycházejí ze zkoumání v denním světle. Stereomikroskopem *Leica S6D* byla potvrzena pozlacovačská technika, jednotlivé vrstvy však nebyly blíže specifikovány. Technika malby barevné vrstvy bočnic charakterem poškození a provedení odpovídá malbě kvašové. Povrchová úprava rámu v UVL září žlutou souvislou luminiscencí. Spodní vrstvy polychromie UVL reflektuje bílo-tyrkysová luminiscence. [Obr. 3]

Chemicko-technologický průzkum podrobně analyzoval jednotlivé vrstvy polychromie. Materiálové složení rámu je jehličnaté dřevo (pravděpodobně smrk nebo modřín). Dle OM a SEM-EDX světlý podklad polychromie obsahující bílou hlinku vystavěnou v několika vrstvách. Následuje tenký hnědý podklad a tmavý studený podklad (pravděpodobně poliment) opatřený organickou vrstvou. Na vrstvě „polimentu" je položen tenký plátek stříbra opatřený organickým nátěrem.[34] Toto rozvrstvení odpovídá technice „*washgold*", o které byla vedena polemika v kap. 2.2.2.

[30] Pigment byl poprvé užit okolo roku 1782, rozmach v použití jako pojidlo olejových a temperových barev byl zaznamenán až v 1. pol. 19. stol. ŠIMŮNKOVÁ – BAYEROVÁ, s. 20.

[31] Viz textová příloha:11.1, LESNIAKOVÁ 2022, s. 23

[32] Tamtéž, s. 38.

[33] Tamtéž, s. 23.

[34] Tamtéž, s. 19.

Pro zachování objektu je nezbytné provést restaurátorský zásah, stanovit vhodné podmínky uložení a podmínky pro případné budoucí vystavování, preventivní péči a správnou manipulaci. Na základě průzkumu byl celkový stav objektu vyhodnocen jako vysoce havarijní. Záměr i restaurátorský zásah bude koncipován tak, aby byla dílu pietně navrácena jeho estetická a umělecká hodnota a byla omezena jeho postupující materiálová degradace. Pro restaurování budou voleny netoxické tradiční a přírodní materiály s respektem vůči materiálům původním. Využití syntetických materiálů při restaurování bude pečlivě zvažováno na základě konzultací a výsledků předběžných zkoušek.

2.5 Umělecko-historický průzkum

2.5.1 Provenience restaurovaného objektu

Umělecko-historický průzkum objektu byl proveden dle výchozího pátrání od současného místa uložení. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o movitou památku bez zápisu do ÚSKP, dnešní stav bádání stále není zcela kompletní.

Současně je dílo deponováno v Muzeu Kroměřížska.[35] Na rubové straně díla se nacházejí dva provenienční štítky dokládající aktuální místo uložení. Jedná se o lepený štítek na tenkém dřevitém papíru s tištěným nápisem *Uměleckohistorické muzeum v Kroměříži Galerie Inv. č.* a tmavomodrým záznamovým prostředkem *DO 253*. Druhý štítek na podobném papíře se nacházel na ozdobném rámu. Na štítku je napsáno světlemodrým záznamovým prostředkem *P 5* a kulaté razítko s nápisem *Uměleckohistorické muzeum Kroměříž*. Dle staršího názvu muzea se můžeme domnívat, že předmět byl získán v průběhu 60. let 20. stol.[36] [Obr. 175, Obr. 177, Obr. 178]

Z přírůstkových knih Muzea Kroměřížska bylo dohledáno předeponování z muzea Bystřice pod Hostýnem v červnu roku 1964.[37] V návaznosti byly v regionálním muzeu Bystřici pod Hostýnem zjištěny nové informace ze starších přírůstkových knih. Obraz byl v muzeu označen inventárním číslem *799*.[38] V místních análech čteme způsob získání předmětu (tj. *z hostýnského deposita*), přesný rok získání však není jasný.[39] Dne 4. března roku 1977 byla z Kroměříže do muzea Bystřice pod Hostýnem podána vysvětlivka k revizní zprávě.[40] Zde se doptávají na informace z roku 1950 o předeponování ze Svatohostýnského muzea. Předeponování z Hostýna do muzea Bystřice pod Hostýnem proběhlo tedy pravděpodobně začátkem 50. let minulého století. [Obr. 178]

---

[35] Aktuálně v muzeu s více než 90letou tradicí. Historie muzea. In: Muzeum Kroměřížska [online]. c2023 – [cit. 2023-05-03].

[36] Roku 1961 vlastivědný ústav ustanovuje název Uměleckohistorické muzeum v Kroměříži, po vtrhnutí vojsk Varšavské smlouvy do ČSSR je muzeum zrušeno a roku 1970 nově zřízeno Okresní muzeum v Kroměříži. Muzeum Kroměřížska. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. 2001 – [cit. 2023-05-03].

[37] Muzeum Kroměřížska, Přírůstková kniha Muzea Kroměřížska, podsbírka výtvarného umění, malba DO(DO 253), 1950–1976.

[38] Označení *i. č. 799* se nalézá na liště napínacího rámu, napsané černým záznamovým prostředkem. Na ozdobném rámu je rám po obou stranách bočnic označen malou bílou číslicí *799*. [Obr. 158] Dále na pravé liště napínacího rámu pod štítkem *DO253*. se nalézá označení *U 167*, napsáno také bílou barvou. K tomuto označení nebyly v rámci práce dohledány bližší informace, pravděpodobně se bude jednat o starší evidenční popisek Muzea Kroměřížska. [Obr. 178]

[39] Městské muzeum Bystřice pod Hostýnem, Přírůstková kniha Krajinského muzea Bystřice pod Hostýnem, nezařazeno do fondu, nečíslováno, bez inv. č.

[40] Městské muzeum Bystřice pod Hostýnem, fond Archiv Krajinského muzea, Věc: Vysvětlivka ze dne 4. 3. 1977, bez inv. č.

Svatohostýnské muzeum vzniklo na Hostýně roku 1913.[41] Iniciativou jezuitů získalo muzeum přes 100 exponátů různých sbírkových předmětů, od archeologických nálezů po lidová umělecká díla.[42] Roku 1932 bylo muzeum nově uspořádáno a rozšířeno *„po stěnách jsou rozvěšeny rozmanité obrázky a sošky Panny Marie svatohostýnské z dob starší i novější"*.[43]

Na počátcích 50. let 20. století byla činnost muzea dočasně přerušena a muzeum bylo znovu otevřeno až v roce 2007.[44] Dle místní reportérky a pamětnice *Listů Svatohostýnských* byly *„veškeré písemnosti i knihy v padesátém roce spáleny Lidovými milicemi, hodnotné exponáty z muzea ukradeny a nepotřebný zbytek předám okolním muzeům.'*[45] Dle komunikace s místními správci a faráři nebyly přírůstkové ani evidenční listy k obrazu *Madony s dítětem* na Matici Svatohostýnské nebo na tamní Římskokatolické duchovní správě dohledány.[46]

Zřejmě nejstarší štítek nalézající se v pravém horním rohu objektu, je nalepen přímo na textilní podložce adhezivem neznámého původu. Štítek je psán psacím písmem na tenkém papíru nízké gramáže. Přípisek, zřejmě nejdůležitější a nejstarší, předkládá identifikační údaje – *pí. Marie Schattel, čís. 217, Lipník nad Bečvou*. Ze sčítacího operátu Zemského archivu v Opavě provedeného v letech 1898–1900 bylo dohledáno bydliště a místo narození Marie Shattel. Narodila se 16. prosince 1835 v Rymicích u Holešova a v roce 1900 žila v Rudolfově parku čp. 241[47] v Lipníku nad Bečvou.[48] Nabízí se tedy hypotéza, že ručně psaný štítek uvedený na uměleckém díle mohl sloužit k identifikaci jeho majitele či dárce.[49] [Obr. 176]

V souvislosti s námětem obrazu a štítkem nejstarší provenience lze dále uvažovat o původním zadavateli obrazu. Teoretická hypotéza odkazuje na piaristický řád působící od 1. pol. 17. století v Lipníku nad Bečvou, jenž měl v době vrcholného baroka pro město významnou kulturní a pedagogickou roli.[50] V témže období věnovali piaristé zvláštní pozornost

[41] KOZLOVÁ 2005, s. 6.

[42] Tamtéž.

[43] Museum svatohostýnské znovu otevřeno. *Hlas: katolický jednodenník*. 1932, 59, s. 5.

[44] SOUKAL 2021, s. 71.

[45] KOZLOVÁ – členka redakční rady Listů svatohostýnských [emailová korespondence], 10. 4. 2023.

[46] JANEK – zaměstnanec duchovní správy sv. Hostýn [emailová korespondence], 20. 4. 2023.

[47] Dnes Komenského sady 241/16. KUČA 1998, s. 495.

[48] Dle dalších údajů ze sčítacího operátu byla M. Shatell gramotná, jako úřední jazyk používala němčinu, byla penzistkou a žila sama v zděném domě v bytě č. 1. SOkA Přerov, Sčítací operáty ZA Opava, NAD 892–1284, i. č. 2542.

[49] Dle poznámkového aparátu: Městské muzeum Bystřice pod Hostýnem, Přírůstková kniha Krajinského muzea Bystřice pod Hostýnem, nezařazeno do fondu, nečíslováno, bez. inv. č.

[50] Řád zde vybudoval za pomocí Ditrichstejnů v průběhu 17. století piaristickou kolej a v 2. pol. 17. století přestavěli kostel sv. Františka Serafínského. ZEMEK et al. 1992, s. 40.

mariánskému kultu a jejímu rozšiřování.[51] To mohlo vysvětlovat potenciální zapojení piaristů do procesu zadání nebo financování obrazu *Madona s Ježíškem.*

Piaristé se od 1. pol. 18. století věnovali kulturní přeměně katolických kostelů v Lipníku nad Bečvou a tím například významně přispěli k barokní revitalizaci kostela sv. Františka Serafinského po roce 1764.[52] Z dochovaných umělců se na výzdobě v 18. století podíleli Václav Rendel, Filip Sattler[53], Jan Schubert, Václav Böhn, Josef František Pilz, Jan Hoffman, František Eliáš Herbert a člen piaristického řádu uváděný jako bratr Martin.[54] V 70. letech 18. století byly bohoslužby na popud Josefa II. zastaveny a kostel byl z dobré vůle piaristů naposledy restaurován v letech 1882–1883.[55]

Sekularizace v roce 1874 způsobila nedostatek duchovního nadšení, strach z budoucnosti a uzavření piaristických škol, což vyústilo v kompletní zrušení řádu o několik let později.[56] Posledním působícím bratrem v Lipníku nad Bečvou byl v roce 1881 Mark Schlösser, který dohlížel na vyklizení koleje a archivních materiálů. Vnitřní zařízení koleje bylo rozprodáno a knihovna předána městu.[57] V současném stavu bádaní nebyly přírůstkové knihy ani kroniky piaristického řádu z Lipníka nad Bečvou dohledány, pravděpodobně byly v průběhu historie zničeny nebo ztraceny.[58]

2.5.2 Analogie a předlohy

Kompozice obrazu z Muzea Kroměřížska volně navazuje na obraz Johanna Michaela Rottmayera *Sv. Rodina*, která byla převedena do mezzotinty a posloužila jako ilustrační doprovod bakalářské teze studenta olomoucké univerzity Josefa Ignáce Trchaly.[59] Provedl ji Elias Christoph Heiss v roce 1708 v Augsburgu.[60] [Obr. 180] V olomoucké obrazárně je uchována volná kopie *Sv. Rodiny* Johanna Michaela Rottmayera od neznámého malíře z 1. pol. 18. století. Kopie se více drží původní kompozice originálu a je nepochybně původem moravské provenience.[61] [Obr. 179]

---

[51] V roce 1706 vybudovali oltář *Bolestné Panny Marie* a roku 1713 oltář *Panny Marie Karmelské*. Tamtéž, s. 41.

[52] BOMBERA 1950, s. 44–45.

[53] Otec malíře a žáka Handkeho Josefa Ignáce Sadlera(Sattlera). MLČÁK (připr.) 1994, s. 36.

[54] SAMEK 1994, s. 359–361.

[55] BOMBERA 1995, s. 48.

[56] ZEMEK et al. 1992, s. 42.

[57] BOMBERA 1995, s. 145. Bombera v poznámce pod čarou dodává z archivních pramenů: *„je bolestné vzpomínat, že z budovy, založené štědrostí kardinála Dietrichštejna, vyhání piaristy potomek téhož rodu …"*

[58] ŠTĚPÁN – vedoucí pobočky ZA-OL [emailová korespondence], 27. 4. 2023, CHURÝ – farář Římskokatolické farnosti Lipník nad Bečvou [emailová korespondence]. 18. 4. 2023.

[59] TOGNER – KOSTELNÍČKOVÁ 2008, s. 131.

[60] TOGNER 1996, s. 64–65.

[61] TOGNER – KOSTELNÍČKOVÁ 2008, s. 131.

Kromě grafických reprodukcí byly hlavním zdrojem inspirace center barokního umění na Moravě sbírky italského kreslířského umění velkých protagonistů italské barokní malby Carla Maratty, Andrea Sacchia a dalších.[62] Ikonografickou podobnost mezi restaurovaným dílem a jinými barokními obrazy můžeme nalézt v českém prostředí například v Moravské zemské Galerii v Brně (*Madona s Ježíškem*, obraz od neznámého malíře, 18. století)[63] [Obr. 182] (*Sv. Rodina*, obraz od neznámého italského malíře, 18. století)[64] [Obr. 183] nebo (*Svatá Rodina*, František Xaver Wagenschön, 1750–1790).[65] [Obr. 181] Z Čech je záhodno připomenout *Madonu s dítětem* obdobné barokní kompozice z roku 1710 od Petra Brandla.[66] [Obr. 184]

V zahraničním prostředí se v pol. 18. století podobné ikonografické tématice věnoval například slavný italský malíř Francesco Trevisani (Pascoli, 1656 – Řím, 1746)[67] nebo významný představitel římské rokokové školy Corrado Giaquinto[68] (Molfetta, 1703 – Neapol, 1766)[69], malíři tvořící především v 1. pol. 18. století, oba členové Akademie sv. Lukáše v Římě.[70] Několik Madon připisující Trevisanimu nebo jeho okruhu je uloženo v zahraničních galeriích, například v paláci Barberini v Itálii[71] [Obr. 188] nebo v Národní galerii na Maltě[72] [Obr. 186] a dalších sbírkách.[73] [Obr. 185] *Madona se spícím dítětem a andělem* od Giaquinta je uložena v City Art Gallery v Southamptonu v Anglii.[74] [Obr. 187]

2.5.3 Otázka autorství

Vzhledem k nepopiratelným kvalitám restaurovaného obrazu bylo zvažováno několik malířů pozdního českého baroka působících na Moravě. Domnělí autoři byli zkoumáni na

---

[62] TOGNER 1994, s. 11.

[63] Madona s Ježíškem, In: inv. č. 324. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line. [online] c2023 – [cit. 2023-05-04].

[64] In: Sv. rodina, In: inv. č. A 865. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line. [online] c2023 – [cit. 2023-05-04].

[65] In: Svatá Rodina, In: inv. č.: 185. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line. [online] c2023 – [cit. 2023-05-04].

[66] NEUMANN – STECKEROVÁ et al. 2016, s. 41.

[67] In: DANIELE, Giulio. Francesco Trevisani: Dizionario Biografico degli Italiani – Vol. 96 (2019). Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani S.p.A. [online] [cit. 2023-05-04].

[68] Jeho žákem byl od roku 1744 nebo 1745 do roku 1751 Josef Ignác Sadler, jenž si zItálie přivezl určitě mnoho skic, kreseb a grafických listů. ARIJČUK et al. 2011, s. 24. Více viz 2.5.3.1.3 .

[69] In: MEYER, Susanne Adina. Corrado Giaquinto: Dizionario Biografico degli Italiani – Vol. 54 (2000). Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani S.p.A. [online] [cit. 2023-05-30].

[70] Tamtéž.

[71] Trevisani Francesco: Madonna con Bambino, inv. č.: 176. In: BARBERINI GALLERIE CORSINI NAZIONALI. [online] 2001 – [cit. 2023-05-04].

[72] Francesco Trevisani: Madonna and Child, inv. č.: 106. In: Wikipedia: the free encyclopedia. [online] 2001 – [cit. 2023-05-03].

[73] Circle of Trevisani Francesco, Madonna con Bambino, inv.č: – In: Artnet. [online] c2023 – [cit. 2023-05-04].

[74] Corrado Giaquinto: Virgin and Child with an Angel, inv. č.: 3/1970. In: Art UK. [online] [cit. 2023-05-30].

základě datace na rubu objektu restaurování a dohledaného místa uložení. Podrobněji se bádání odvíjelo od hledání paralel malířského rukopisu, fyziognomických znaků postav, kompozice a koloritu. Po konzultacích s kunsthistoriky bylo zvažováno několik autorů vrcholného olomouckého baroka a okolní provenience.[75]

2.5.3.1.1 Josef František Pilz, Jan Augustin Hoffman, František Eliáš Herbert

Známí malíři tvořící pro piaristy v Lipníku nad Bečvou v průběhu 18. století se podíleli především na mobiliáři a výzdobě tamějších kostelů.[76]

František Eliáš Herbert (Fulnek, 1708 – Uherské Hradiště, 1760)[77] byl měšťanským malířem působícím především na Uherskohradišťsku a Novojičínsku. V roce 1740 pracoval se svým otcem Bohumírem Herbertem na oltáři v Lipníku nad Bečvou[78], obraz musel dokončit sám, jelikož téhož roku otec náhle zemřel.[79] Malířský rukopis Herbertův byl dobově ceněný pro půvabné ztvárnění figur a rokokově laděných scén.[80] Fyziognomické znaky postav, práce s perspektivou a kompozicí se však v mnohých detailech s Madonou z Kroměříže liší.

Přerovský malíř Jan Augustin Hoffman (Znojmo, 1708 – Přerov, 1770) patří mezi méně známé moravské malíře působící hlavně na Kroměřížsku a Přerovsku.[81] V průběhu revitalizace kostela v Lipníku nad Bečvou v 60. letech 18. stol. pomáhal Josefu Františku Pilzovi s výzdobou tamějšího kostela, maloval boční strany kaple.[82] Jeho dílo je charakteristické přehlednými kompozicemi s menšími anatomickými odchylkami s důrazem na detail. Většina Hoffmanových děl se dnes nalézá ve velmi špatném stavu, zhodnocení a podrobnější průzkum se musí provést až po komplexnějším restaurování dochovaných děl.[83] [Obr. 189]

Josef František Pilz (Retz, 1711 – Horní Bečva, 1797)[84] byl moravským malířem působícím především na Přerovsku, v Lipníku nad Bečvou nebo v Hranicích.[85] Byl dlouhou dobu tovaryšem olomouckého malíře Jana Kryštofa Handkeho.[86] Na výzdobě filiálního kostela

---

[75] Ústní a on-line konzultace probíhaly v průběhu roku 2022–2023 s Mgr. Vladislavou Říhovou, Ph.D. a PhDr. Leošem Mlčákem.

[76] BOMBERA 1950, s. 44.

[77] SCHENKOVÁ – OLŠOVSKÝ 2001, s. 45.

[78] Jedná se o oltářní obraz *Sv. Františka Serafínského*, obraz byl později přesunut do kostela ve Slavkově u Lipníka.

[79] INDRA 1973, s. 6.

[80] GRYGAROVÁ 2011, s. 26.

[81] SCHENKOVÁ – OLŠOVSKÝ 2001, s. 45.

[82] BOMBERA 1995, s. 47.

[83] Sborník SOkA Přerov 2018, s. 30.

[84] SCHENKOVÁ – OLŠOVSKÝ 2001, s. 61.

[85] LEŠKO 2018, s. 16.

[86] Do učení byl přijat v roce 1740, stejného roku si vzal i Handkeho nevlastní dceru, kterou měl malířv opatrovnictví. MLČÁK (připr.) 1994, s. 36.

sv. Františka Serafínského v Lipníku nad Bečvou pracoval od roku 1766. Malíř Pilz vymaloval hlavní loď i postranní lodě ikonografickými scénami z Nového zákona, nástěnná malba se ale bohužel nedochovala. Roku 1768 dodal malíř piaristům několik oltářních obrazů – *Smrt. sv. Josefa a sv. Josefa Kalasánského.*[87] Malířský rukopis má Pilz silně ovlivněn jeho mistrem a získanými řemeslnými zkušenostmi. Styl Pilzovi tvorby provází kolísavá eklektická forma a stylizovaná fyziognomie postav poněkud horší kvality než připisovaných Handkeho děl. Obrazy dovytváří velmi citlivým teplým koloritem. Ve finálních fázích malířovy tvorby zaznamenáváme nastupující klasicismus 70. let 18. století snoubený s rokokovou malebností.[88] [Obr. 190, Obr. 191]

2.5.3.1.2 Jan Kryštof Handke

Jan Kryštof Handke je jedna z nejvýraznějších postav barokního malířství v Olomouci 1. pol. 18. století, která svou rozsáhlou tvorbou a polem působnosti utvářela úroveň barokní kultury na Moravě.[89] Monumentální iluzivní nástěnné výmalby vytvářel Handke do kostelů napříč celé Moravy a výjimečně i Čech. Mimo práci in situ pracoval se svou dílnou na oltářních i závěsných obrazech pro objednavatele z řad zámožných a šlechtických měšťanů i církevních řádů.[90]

Životní příběh malíře Handkeho (Janovice u Rýmařova, 1694 – Olomouc, 1774) je poměrně důvěrně známý díky jeho vlastní autobiografii uložené v Moravském zemském archivu Brno.[91] Ačkoli jsou informace o jeho životě mnohdy nepřesné a zavádějící, napomohl jeho životopis podrobněji prozkoumat období vzniku objektu restaurování a zařadit ho do kontextu malířova života.[92]

V roce 1749 namaloval Handke pro piaristický řád v Bruntále oltářní obraz vyobrazující zakladatele řádu s Pannou Marií. Dle archivních pramenů, byl obraz zezadu signován.[93] Stejného roku pro kostel v Jívové namaloval s pomocníky křížovou cestu a oltářní obraz Křest Krista.[94] V Předhradí maloval s tovaryši freskovou výzdobu kostela Panny Marie a do Kujav oltářní obraz.[95] V 50. letech se ze životopisu vytrácejí osobité postřehy a glosy, záznamy se omezují na

[87] BOMBERA 1995, s. 44.

[88] MLČÁK 2011, s. 78.

[89] TOGNER 1994, s. 11.

[90] ANTONOVIČ et al. 2010, s. 223.

[91] Tamtéž.

[92] MLČÁK (připr.) 1994, s. 6. Podrobnému studiu Handkeho díla se věnovala a věnuje řada kunsthistoriků, z nejznámějších je nutno zmínit – PhDr. Leoše Mlčáka, prof. PhDr. Milana Tognera, CSc. nebo Mgr. Jana Krampl, Ph.D.

[93] MLČÁK (připr.) 1994, s. 38.

[94] Tamtéž, s. 36.

[95] Tamtéž, s. 37.

strohé údaje o honorářích a jmen děl.[96] V roce 1750 maluje s tovaryši secco-fresco v knihovně ve Šternberku, v létě pak velkou klenbu kostela Panny Marie v Žerotíně s Josefem Ignácem Sadlerem. Oltářní obrazy maloval téhož roku pro Mladoňov, Suchdole a Pusté Žibřidovice. Dva votivní oltářní obrazy daroval pro nový kostel ve Skalách a děkanovi Jindřichu Krausovi v Kroměříži.[97] Další informace Handke zapisuje až roku 1955. V tom roce zemřela jeho druhá manželka Veronika.[98] S Antonínem Richterem maluje nástěnnou malbu ve Šternberku v dnes již zbořeném kostele Nejsvětější Trojice. V témže roce se žení s vdovou Karolínou Harasovou, se kterou nemá klidné manželství a záhy Harasová Handkeho opouští.[99] Do kostela v Předhradí maluje dva oltářní obrazy, které později kostelu daruje. Do Bruntálu pro piaristy maluje několik obrazů. Do konce 50. let 18. století namaloval ještě několik oltářních obrazů do Brušperka, Rýmařova, Fulneku a Senice.[100]

Handkeho působivě rozsáhlé dílo by však nedosáhlo pravděpodobně takové velikosti, kdyby malíř nepřijímal od vlastního osamostatnění tovaryše a pomocníky, kteří pracovali pod jeho vedením a realizovali jeho návrhy nástěnných maleb a oltářních obrazů. Mladí učenci tak nabírali řemeslné zručnosti a čerpali mistrovu techniku provedení malby. V autobiografii Handke často tovaryše nebo spolupracovníky nepojmenovává. Dohromady je v díle vyjmenováno pouze 8 různých žáků.[101] Z nejvýznamnějších, kteří se zapsali do dějin umění baroka na Moravě je vhodné jmenovat Jana Dreschslera, Josefa Ignáce Sadlera(Sattlera) nebo Josefa Františka Pilze.[102]

V Handkeho malířském rukopise v komparaci s *Madonou s Ježíškem* z Kroměříže si lze všimnout několika paralel fyziognomických znaků a zobrazování gest. [Obr. 192–Obr. 196] Jednotlivé podobnosti stojí za pozornost v malířském provedení rtů, oblých obrysů ženské tváře, očních víček a specifické gestikulaci rukou. [Obr. 192, Obr. 197, Obr. 198] Další znak Handkeho rukopisu se skrývá ve výrazu robustního naturelu postav a specificky anatomických detailů tváří. Poslední velké podobnosti si můžeme všimnout v řemeslném zpracování traktace drapérií šatu. [Obr. 196, Obr. 199] V rámci průzkumů byly dohledány starší restaurátorské zprávy Handkeho děl a dle rentgenogramů bylo možné porovnat charakteristické provedení Handkeho malířského rukopisu s Madonou z Kroměříže. [Obr. 200–Obr. 202] Ikonograficky

[96] MLČÁK (připr.) 1994, s. 7.
[97] Tamtéž, s. 40.
[98] Mlčák v pozn. uvádí 24. 2. 1754. Tamtéž.
[99] Tamtéž, s. 40.
[100] Tamtéž, s. 41.
[101]Tamtéž s. 32–41.
[102]ANTONOVIČ et al. 2010, s. 224.

a způsobem provedení je obraz blízko malířově tvorbě pozdních 40. let 18. století a poté jeho pozdní tvorbě konce 50 a počátku 60. let 18. století.[103]

2.5.3.1.3 Josef Ignác Sadler (Sattler)

Velmi nadějný malíř, jeden z posledních Handkeho žáků a zároveň i jeho švagr, Josef Ignác Sadler, byl osobností olomouckého baroka 2. pol. 18. století. Zapsal se v dějinách umění především svým volnějším rukopisem ovlivněným studiem malby v Itálii.[104]

Josef Ignác Sadler (Olomouc, 1725 – Olomouc, 1767) byl synem měšťanského sochaře Filipa Sadlera(Sattlera), u kterého se pravděpodobně naučil základům umělecké zručnosti.[105] Do malířského učení k Handkemu přichází v roce 1739 a pobývá u něj jako jeho tovaryš a žák po dobu 5 let. Během té doby se krom malby závěsných obrazů podílel na Handkeho zakázkách ve Velkých Losinách, Holešově a výmalbě děkanství ve Šternberku.[106] Roku 1744 nebo na jaře roku 1745 odjíždí Sadler na studijní cestu do zahraničí. Přes Vídeň do Itálie přichází do učení předního rokokového malíře Corrada Giaquinta (Malfetta, 1703 – Neapol, 1766).[107] V Itálii byl na konci svého osmiletého pobytu roku 1750 oceněn druhou cenou v 1. malířské třídě za kresbu *Josefa Egyptského dávající se poznat svým bratrům.* Giaquintův vliv je patrný v celém Sadlerově díle, jak v typech figur, tak zejména koloritu. Stylizace drapérií, však nemá podobnost v rokokovém chápání. Tato skutečnost naznačuje, že malíř Giaquinta pouze nekopíroval, ale byl už silně ovlivněn svým předchozím malířským učením.[108] Roku 1751 se Sadler ve svých 26 letech vrací z Itálie jako hotový malíř. Nastupuje zpět k Handkemu, ovšem už jako občasný spolupracovník a stává se olomouckým malířem.[109] Jeho tehdejší orientace na římskou malbu se mohla ve srovnání s naturalismem v díle současných umělců jevit jako konzervativní. Většina tehdejších moravských umělců následovala spíše příkladu vídeňského malíře Franze Antona Maulbertsche. Rokokního malíře, který na Moravu přinesl benátsky orientované vídeňské rokoko.[110]

Sadlerovo dosud rozpoznané dílo není z pochopitelných důvodů příliš rozsáhlé. Hlavním důvodem je havarijní stav mnohých připisovaných děl a brzký skon umělce.[111,] Malíř se podílel například na Handkeho nástěnných malbách v Žerotíně. Z dochovaných jsou dále známé jeho

[103] Kdy jsou dochovány Handkeho práce menších rozměru na plátěné i dřevěné podložce. TOGNER 1994, s. 6.

[104] ANTONOVIČ et al. 2010, s. 224.

[105] ARIJČUK et al. 2011, s. 9.

[106] Tamtéž, s. 25.

[107] Tamtéž, s. 21.

[108] Tamtéž, s. 9.

[109] Tamtéž, s. 13.

[110] KLOPANOVÁ 2007, s. 402.

[111]Josef Ignác Sadler zemřel 9. ledna 1967 ve svých 41 letech na plicní chorobu v rodné Olomouci. Tamtéž, s. 12.

nástěnné malby v kostele Nejsvětější Trojice ve Fulneku (1760) nebo výmalba lékárny U Zlaté koruny v Uherském Hradišti (1754).[112] Po návratu z Itálie je Sadlerova raná tvorba závěsných obrazů spojena především s prací pro moravské kláštery. Na obrazech dominuje italská inspirace snoubená s teplým koloritem a jemným světelným akcentem.[113] [Obr. 204, Obr. 205] Mnoho obrazů je dnes již nezvěstných nebo se staly součástí zakázek, na kterých malíř pracoval společně s Handkem.[114] Ve 2. pol. 50. let již Sadler více propojuje dobovou uměleckou produkci střední Evropy s jeho italským akademismem se zaměřením na individualitu každého závěsného obrazu, který namaloval. [Obr. 209, Obr. 210] V 60. letech 18. století maloval závěsné obrazy pro šternberské a fulnecké augustiniány a jiné kostely na Moravě.[115] Jedna z posledních velkých zakázek malíře byla křížová cesta malována do děkanského kostela Nanebevzetí Panny Marie v Moravské Třebové. Obrazy se vyznačují barokní klasicistní formou, silnými kontrasty a velmi chladnými inkarnáty.[116] Podle obecněji sdíleného názoru se dochované tvorba Sadlera může řadit k tomu nejkvalitnějšímu, co na Moravě ve druhé polovině 18. století vzniklo.[117]

V malířském rukopise Sadlera lze nalézt mnoho paralel mezi jeho závěsnými obrazy a obrazem madony s dítětem z Muzea Kroměřížska. Tyto podobnosti můžeme pozorovat v rozložení celkové kompozice obrazu, porovnáním některých fyziognomických znaků postav a tlumeného chladného koloritu. [Obr. 203, Obr. 208, Obr. 209] Důležitou insignií, která propojuje *Madonu s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska a Sadlerovu malířskou tvorbu je trojúhelníková kompozice obrazu s komparzem v pozadí. [Obr. 204–Obr. 206] V procesu restaurování byla sejmuta na díle přemalba pozadí, která odhalila siluetu sv. Josefa. Silueta se dochovala v neuceleném stavu, avšak způsob provedení malby a barevnost této siluety se silně blíží malbě Sadlerových komparzů. Tyto kompozice Sadler maloval v intimním tichém duchu, kdy spolu postavy explicitně nekomunikují, ale stejně jako v případě Madony s dítětem z Kroměříže mezi postavami cítíme němý dialog (tzv. „*svatou konverzaci*“[118]). V detailech jsou pozorovatelné paralely v manýře provedení některých anatomických prvků jako jsou ruce nebo krk a modelace nosu. [Obr. 204, Obr. 208] Tyto detaily a způsob provedení malby bylo možné porovnat díky dohledané restaurátorské zprávě z roku 2004 i prostřednictvím rentgenogramů. [Obr. 214, Obr. 215]

[112] ARIJČUK et al. 2011, s. 13.
[113] Tamtéž, s. 14.
[114] Tamtéž, s. 15.
[115] Tamtéž, s. 18.
[116] Tamtéž, s. 20.
[117] KLOPANOVÁ 2007, s. 402.
[118]ARIJČUK et al. 2011, s. 124.

Mírná robustnost postavy Panny Marie, její celkové vzezření nebo i traktace drapérií je však více přibližující ustálenému zobrazování Handkeho madon. Vzhledem k velmi špatnému dochovanému stavu díla a nekompletní provenienci objektu nebudeme moci vyvrátit ani potvrdit jednoho z výše zmíněných malířů. Na základě odborných konzultací a dohledaných paralelních děl však můžeme jednoznačně říct, že se jedná o dílo malované v období vrcholného moravského baroka a je dílem jednoho z předních olomouckých malířů, s největší pravděpodobností Jana Kryštofa Handkeho nebo blízkého okruhu žáků jako byl Josef Ignác Sadler (Sattler).

2.5.3.2 Stav bádaní nalezené datace na rubu obrazu

Znovuobjevená datace v IR na rubu objektu se stala klíčovým vodítkem pro další výzkum. [Obr. 210] Malíř Handke povětšinou díla signoval, výjimku tvoří například některá restaurovaná díla nebo díla v havarijním stavu, kdy byla originální signatura překryta nažehlovacím plátnem nebo impregnačním nátěrem.[119] Signaturu Pilzových obrazů lze najít velice vzácně.[120] Od Sadlera je dochována pouze jedna datace na nástěnné malbě ve Fulneku z roku 1760 a dle rešerše i na několika závěsných obrazech.[121]

Byla srovnávána psaná datace Handkeho děl z podobného období s datací na rubu restaurovaného objektu (*Madona s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska). Výzkum byl zaměřen na vizuální zkoumání velikosti písmen, jednotlivých mezer mezi písmeny a porovnání s jinými signaturami se zaměřením na celkovém kaligrafickém provedení.[122] Ke srovnání velikosti sloužila restaurátorská zpráva od Jiřího Josefíka[123] z 90. let 20. století.[124]

Průzkum konstatoval, že velikosti jednotlivých písmen jsou téměř identické. Kaligrafické provedení tahu velkého *A* a některých číslic jsou s mnohými Handkeho signovanými obrazy velmi podobné, [Obr. 212] signatury se však napříč Handkeho tvorbou mnohdy odlišují, pravděpodobně v závislosti na podílu jeho aktuálních tovaryšů. [Obr. 211, Obr. 213] Ve shrnutí všech dosavadních pozorování, je nutné konstatovat, že se stále jedná jen o tradiční rukopisný žargon 18. století a autora nelze jednoznačně určit na základě kaligrafického provedení datace bez monogramů nebo podpisu autora.[125]

---

[119] TOGNER 1994, s. 11.

[120] MLČÁK – historik umění [emailová korespondence], březen 2023.

[121]ARIJČUK et al. 2011, s. 14.

[122] MATHYER 1961, s. 125–127.

[123] Jiří Josefík v rámci svých restaurátorských prací rentooloval díla na nové plátno tudíž, aby byl přípis dochován, překreslil signaturu a vložil ji do restaurátorské zprávy. JOSEFÍK 1994, nestránkováno.

[124] Jednalo se o restaurátorskou dokumentaci Lovecké zátiší s kancem. JOSEFÍK 1994, nestránkováno. Datace restaurovaného objektu byla po očištění rubu překreslena a porovnána s Josefíkovým opisem datace.

[125] ŘÍHOVÁ – historička umění a vedoucí KHV FR UPCE [ústní sdělení], červen 2022.

2.5.3.3 Srovnání výběru stratigrafií obrazových vrstev

V rámci průzkumu byly zkoumány chemicko-technologické zprávy starších restaurátorských dokumentací uložených v ÚOP v Olomouci a Moravské galerii v Brně. Byly zkoumány mikrosnímky stratigrafií obrazových vrstev závěsných obrazů, jejichž autorem byl Handke nebo Sadler. Bylo srovnáno přibližně 10 různých restaurátorských dokumentací, které obsahovaly technologický průzkum. Většina průzkumů byla provedena v letech 1998–2005 nebo v dobách starších.

Dle zkoumaných dokumentací se podklad Handkeho děl v zásadě neměnil a skládal se z především červených a hnědých okrů se stopou černi a olovnaté běloby[126] často s křemičitými podíly[127]. Pro malbu modrých drapérií malíř Handke používal pruskou modř s šedou tenkou vrstvou podmalby[128], ale pravděpodobně to nebylo vždy pravidlem.[129] Průzkumy v restaurátorských zprávách děl připisovaných Sadlerovi potvrzují taktéž červenou podmalbu skládajících se z hnědých okrů, černi a olovnaté běloby.[130] V případě obrazu *sv. Kajetán s Ježíškem* byl průzkum proveden podrobněji, byly určeny pigmenty na základě FTIR spektra a vzorky byly porovnávány jak v bílém dopadajícím světle, tak v UV luminiscenci.[131] Dle dohledaného průzkumu nepoužíval Sadler u malby modrých draperií šedou podmalbu.[132]

Mezi snímky v podkladových vrstvách však nebyla pozorována širší shoda rozvrstvení s obrazem *Madona s Ježíškem*.[133] Souvrství podkladu je popisováno v kapitole 2.4.4 nebo více podrobněji v textové příloze 11.1. Pro získání ucelenějších výsledků a určení autorství podle chemicko-technologických průzkumů je potřeba provést do budoucna podrobnější studium historie technologie malby v moravském prostředí a porovnat stratigrafii jednotlivých vrstev s větším množstvím vzorků. Mnohé metody ve starších dokumentacích jsou velmi zobecněné, v rámci rozšířené přílohy nebyl dohledán chemicko-technologický průzkum, který by nabízel odbornou SEM-EDX analýzu, μ-FTIR analýzu nebo OM v širšími transmisním zobrazování.

---

[126] HAMSÍKOVÁ 2004, nestránkováno.

[127] HAMSÍKOVÁ – HAMSÍKOVÁ 2001, nestránkováno, HAMSÍK – HAMSÍKOVÁ 2002, nestránkováno, HAMSÍKOVÁ – HAMSÍKOVÁ 1999, nestránkováno, HAMSÍK – HAMSÍKOVÁ 1998, nestránkováno.

[128] HAMSÍKOVÁ 2005, nestránkováno, HAMSÍK – HAMSÍKOVÁ 1977, nestránkováno, HAMSÍKOVÁ 2001, nestránkováno, HAMSÍKOVÁ 2004, nestránkováno.

[129] HAMSÍK– HAMSÍKOVÁ 1998, nestránkováno

[130] HAMSÍKOVÁ 2001, nestránkováno.

[131] PADEVĚT 2004, s. 21.

[132] HAMSÍKOVÁ 2001, nestránkováno.

[133] LESNIAKOVÁ ~~o~~dborná asistentka KChT FR UPCE [konzultace], březen 2022.

Pro přehled rozdílnosti v podkladových vrstvách jsou v práci přiloženy fotografie rozdílů mezi stratigrafiemi inkarnátů děl *Madona s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska, obraz *Sv. Kajetán s Ježíškem* (Josef Ignác Sadler) a *sv. Jiljí* (Jan Kryštof Handke). [Obr. 216–Obr. 218]

2.5.4 Vyhodnocení umělecko-historického průzkumu

Dosavadním umělecko-historickým průzkumem provedeném na základě dostupných pramenů, restaurování a studia souvisejících uměleckých děl s obrazem *Madona s Ježíškem* bylo dosaženo několika důležitých závěrů.

Na základě historických provenienčních štítků bylo dohledáno starší místo uložení obrazu – Bystřice pod Hostýnem a Hostýnský deposit. Prameny ověřená provenience však nezasahuje do starší doby, než jsou 50. léta 20. století. Na základě ústních sdělení odborníků a pamětníků bylo konstatováno, že starší evidenční listy z Hostýna byly v průběhu neklidných 50. let minulého století pravděpodobně zničeny. Nejstarší provenienční štítek nalézající se na plátěné podložce umožnil prozkoumat provenienci retrospektivně. Dle sčítacího aparátu z roku 1898–1900 se podařilo nalézt identifikační údaje osoby nalézající se na štítku obrazu a s ním i pravděpodobné starší lokaci díla. Starší místo uložení bylo identifikováno jako Lipník nad Bečvou. V 17. a 18. století působili v Lipníku nad Bečvou piaristé, kteří by s obrazem mohli mít hypotetickou spojitost, avšak prameny nebyly v rámci práce dohledány. Na základě odborných konzultací mohly být archivní prameny v nepokojných dobách josefínských reforem zničeny a drobný majetek odchodem piaristů po roce 1874 z Lipníka nad Bečvou rozprodán nebo rozdán.

Na základě dohledaných analogií a předloh lze konstatovat, že obraz *Madona s Ježíškem* pochází z prostředí moravského baroka, jehož autor byl pravděpodobně významně ovlivněn italskou barokní malbou. Bádání ukázalo, že kompozice obrazu volně parafrázuje díla významných protagonistů barokní malby jako Johanna Michaela Rottmayera, Francesca Trevisaniho nebo Corrada Giaquinta. Dle dohledané rešerše Trevisani a Giaquinto působili v první polovině 18. století na Akademii sv. Lukáše v Římě. U Giaquinta byl v učení i jeden z hypotetických autorů obrazu *Madony s Ježíškem,* Josef Ignác Sadler. Sadler působil u italského mistra od přelomu let 1744 a 1745 do roku 1751. Dle kunsthistoriků se v malbě tohoto olomouckého malíře propisuje italský akademismus po celou jeho malířskou kariéru.

Zásadním bodem bádání v rámci umělecko-historického průzkumu byla otázka autorství. Na základě srovnání malířského rukopisu, fyziognomických znaků postav, kompozice a koloritu bylo zkoumáno několik potenciálních autorů vrcholného olomouckého baroka působících na Moravě, se zvláštním zaměřením na okolí Lipníku nad Bečvou. Mezi nimi byla důkladněji zkoumána tvorba malířů Josefa Františka Pilze, Jan Augustina Hoffmana, Jana Kryštofa

Handkeho a Josefa Ignáce Sadlera. Závěrečný rozbor ukázal, že restaurovaná malba se nejvíce blíží malířskému rukopisu a stylu Handkeho obrazů. Napříč tomu přítomnost podobných fyziognomických znaků, provedení anatomických detailů a drapérií, rovněž známá dlouhodobá spolupráce Handkeho a jeho švagra Sadlera ve svém díle nahrává hypotéze, že *Madona s Ježíškem* mohla být obrazem malíře Handkeho nebo vznikla pod jeho vedením ve spoluprací se Sadlerem.

V rámci průzkumu byla blíže zkoumána i datace nalezena na rubu obrazu s některými Handkeho signovanými připisovanými díly a porovnání vybraných chemicko-technologických průzkumů ze starších restaurátorských dokumentací. Mezi stratigrafiemi nebyla nalezena absolutní shoda a může se stát podkladem pro další odborné bádání. Mezi datacemi byla pozorována kaligrafická shoda, avšak jedná se stále o pouhý rukopisný žargon 18. století a pro potvrzení shody by měla být do budoucnosti navázaná spolupráce s odborníky na poli pomocných věd historických.

Závěrečně lze konstatovat, že restaurovaný obraz *Madona s dítětem* představuje významnou uměleckou památku z moravského barokního prostředí. Jeho atribuce a zařazení do kontextu uměleckých proudů doby otevřelo nové perspektivy a otázky ohledně tvorby moravských malířů a jejich vzájemné inspirace, a tím obraz případně připsat jednomu z hypotetických autorů. Provedení tohoto průzkumu přineslo důkladné bádání, které je nyní možné na základě výsledků provést, může přinést další poznatky a studium vzájemných vlivů mezi moravským a evropským barokním uměním v 18 století.

2.6 Restaurátorský záměr

2.6.1 Restaurátorský záměr závěsného obrazu

1. Fotografická dokumentace před, po a v průběhu restaurování.
2. Provedení neinvazivních a invazivních průzkumů. Odebrání stěru z povrchu díla a rámu pro vyhotovení mikrobiologické analýzy. Provedení dezinfekce na základě výsledků analýzy.
3. Sejmutí díla z ozdobného rámu.
4. Konsolidace uvolněné a nesoudržné barevné vrstvy.
5. Šetrné suché čištění.
6. Zajištění barevné vrstvy lokálním přelepem z japonského papíru při okrajích a v místech mechanického poškození.
7. Sejmutí díla z napínacího rámu.
8. Zajištění líce díla dočasným celoplošným přelepem.
9. Mechanické čištění rubu díla.
10. Sejmutí nevyhovujících sekundárních zásahů na rubu. Ztenčení impregnačního nátěru na rubu objektu. Způsob ztenčení bude vybrán na základě zkoušek.
11. Celoplošné zvlhčení díla přes paropropustnou textilii *SympaTex*, příp. na nízkotlakém vakuovém stole.
12. Sejmutí celoplošného přelepu.
13. Případná lokální konsolidace barevné vrstvy v místech mechanického poškození a zvedajících se sítích krakel adhezivem vybraným na základě zkoušek.
14. Ztenčení povrchové úpravy na základě předem provedených zkoušek.
15. Zacelení trhlin technikou *nit na nit*.
16. Vyspravení ztrát textilní podložky intarziemi z lněného plátna o stejné dostavbě, napojení intarzií technikou nit na nit.
17. Strip-lining lněným plátnem nebo případně provedení transparentní rentoaláže na hedvábnou krepelinu.
18. Nanesení tenké mezivrstvy ochranného damarového laku.
19. Vytmelení defektů tmelem klihokřídovým zabarveným do tónu podkladu.
20. Vypnutí na nový vypínací rám pomocí hřebíků s antikorozní úpravou.
21. Nanesení mezivrstvy ochranného damarového laku.
22. Scelující retuš defektů (pravděpodobně pomocí akvarelových barev *Schmincke* a pryskyřičnými restaurátorskými barvami *Gamblin Conservation Colors*).
23. Nanesení závěrečného ochranného laku nástřikem air-brush.

24. Konzervace štítků původní provenience a jejich adjustace na příčku nového vypínacího rámu.
25. Adjustace zrestaurovaného díla do původního ozdobného rámu.
26. Vytvoření ochranné obálky na fragmenty.
27. Vypracování restaurátorské dokumentace.

2.6.2 Restaurátorský záměr ozdobného rámu

1. Fotografická dokumentace před, po a v průběhu restaurování.
2. Zkoušky stability zlacení/stříbření, odebrání vzorku pro FTIR analýzu a mikrobiální analýzu.
3. Případná dezinfekce.
4. Očištění povrchu rámu na sucho.
5. Případně šetrné mokré očištění.
6. Čištění závěsného systému od degradačních korozních produktů.
7. Ošetření rubu objektu včelím voskem v benzínu.
8. Začistění sekundárních zásahů na bočnicích rámu.
9. Tmelení poškozených částí klihokřídovým tmelem na polychromii, klihopilinovým na rubu rámu.
10. Retuš mušlovým zlatem nebo plátkovým stříbrem na předem izolovaný povrch polychromie.
11. Sjednocení bočnic rámu pololazurním nátěrem kvašové barvy.
12. Případně tenká vrstva ochranného laku nástřikem air-brush.
13. Vlepení dilatační vložky do rámového falcu.
14. Vypracování restaurátorské dokumentace.

2.7 Postup restaurátorských prací

Postup restaurování se odvíjí od výsledků průzkumů a zohledňuje nová zjištění během restaurování. Z tohoto důvodu se postup restaurování může lišit od návrhu na restaurování.

2.7.1 Fotodokumentace díla a vstupní průzkum

Po převezení díla byl proveden podrobný průzkum a dokumentace objektu před restaurováním s ozdobným rámem i bez něj. Všechny neinvazivní průzkumy jsou podrobně popsány v kap. 2.4.1, dále proběhl průzkum invazivní 2.4.3 a zpracování grafických zákresů na základě získaných informací z průzkumů viz 8.1. Podrobný popis a výsledky průzkumu jsou popsány v předešlých kapitolách 2.2, 2.3 a 2.4.4. Fotodokumentace probíhala průběžně po celou dobu restaurování až po závěrečnou fotodokumentaci.

2.7.2 Dezinfekce díla nástřikem air-brush

Na základě výsledku kultivace viz 11.2 bylo před započetím restaurátorských prací přistoupeno k dezinfekci celého objektu. Pro zajištění lepšího dezinfekčního účinku bylo dílo z rubové strany nahrubo očištěno od hrubých nečistot, hmyzích schránek a nánosu prachového depositu jemnými vlasovými štětci. Následně bylo dílo z rubové strany opatřeno 3 až 6 nástřiky vodno-ethanolového roztoku (30 : 70) jemnou pistolí air-brush, z 25–30 cm vzdálenosti. Dílo bylo ponecháno v prostoru s regulovaným odvětráváním. Za několik dní byly odebrány z objektu kontrolní mikrobiální stěry, které potvrdily účinnost dezinfekčního zásahu viz 11.3.

2.7.3 Lokální konsolidace barevné vrstvy

Nesoudržná barevná vrstva při mechanicky namáhaných okrajích a v místech ztrát byla zpevněna vybraným konsolidantem. Konsolidant byl zvolen na základě provedených zkoušek při okraji barevné vrstvy.

Tab. 1 Zkoušky konsolidantů barevné vrstvy.

Konsolidant	Optické vlastnosti	Koheze barevné vrstvy
3% želatina v demi. vodě	Beze změny	Nesoudržná barevná vrstva
5% želatina v demi. vodě	Místy zanechává lesklý povrch	Soudržná barevná vrstva (2–3 opakování)
3% vyzina v demi. vodě	Beze změny	Nesoudržná barevná vrstva
5% vyzina v demi. vodě	Beze změny	Soudržná barevná vrstva (2–3 opakování)
5% želatina : 5% vyzina v demi. vodě (1 : 1)	**Beze změny**	**Soudržná barevná vrstva (místy nutno 1–2 opakovaní)**
5% vyzina : 3% fu-nori v demi. vodě (1 : 1)	Beze změny, viskozní roztok, slabší penetrace	Soudržná barevná vrstva (3–4 opakování)

Nejprve bylo místo pro lepší penetraci předvlhčeno *White Spiritem* a poté byl mírně zahřátý roztok nanášen pomocí tenkého štětce do míst spár a při styku barevné vrstvy s textilní podložkou. Následně bylo místo zahlazeno přes *HollyTex* knihařskou kostkou a zažehleno tepelnou špachtlí *RTC 2F* při teplotě 55–60 °C přes *Hostafan*.

Na základě zkoušek popsaných v tabulce byl vybrán konsolidant – 5% želatina : 5% vyzina v demineralizované vodě v poměru (1 : 1), který dobře a efektivně zpevňoval barevnou vrstvu s respektem vůči původní technologii výstavby barevné vrstvy. Po prekonsolidaci barevné vrstvy byly okraje objektu a místa perforací opatřeny dočasným přelepem z japonského papíru Tengujo 17,5 g/m^2 lepeny 4% *Tylose MH 6 000*. Vybraný konsolidant byl případně využíván v průběhu celého procesu restaurování. [Obr. 51]

2.7.4 Demontáž z napínacího rámu a mechanické čištění

Dílo bylo demontováno z napínacího rámu postupným vytahováním hřebíků pomocí tenkého páčidla a kleští. Následně byla rubová strana mechanicky očištěna od hrubých nečistot, hmyzích schránek a nánosů depositu muzejním vysavačem, pryží *CleanMaster* a *Akapad*. Lícová strana byla posléze očištěna jemnými vlasovými štětci, pryží *CleanMaster* a dočištěna polyuretavonými houbami. Deformované kraje byly jemně navlhčeny houbou *Blitz-Fix* v demineralizované vodě, rozžehleny tepelnou špachtlí *RTC 2F* při teplotě 55–60 °C a následně ponechány pod mírnou zátěží mezi měkkými proklady do druhého dne. [Obr. 52]

2.7.5 Přechodné zajištění barevné vrstvy přelepy

Textilní podložka byla velmi ztvrdlá a nepoddajná, pro budoucí vystavování objektu je nutné podložku zbavit ondulace a postupně ji změkčit. Primárně bylo přistoupeno ke ztenčení degradovaného impregnačního nátěru. Tento krok je důležitý jak pro postupné narovnání podložky, tak pro budoucí konsolidaci obrazových vrstev. Aby nehrozilo poškození a ztráty barevné vrstvy, byl obraz z lícové strany opatřen dočasným přelepem. Adhezivum a typ papíru byly zvoleny na základě provedených zkoušek na okraji obrazu o ploše cca 5 × 8 cm^2 viz tabulka dále [Tab. 2].

Tab. 2 Zkoušky dočasného přelepu lícové strany obrazu
(++ = velmi dobré, + = dobré, +/- = střední, - = špatné)

Adhezivum	Materiál přelepu[134]	Přilnavost	Odstranitelnost
4% *Tylose MH 6 000* v demi. vodě	*Usukuchi Rayon* 12 g/m²	+/-	+
	Tengujo Kashmir 8,6 g/m²	++	-
	Tengujo 17,5 g/m²	+/-	+/-
2% vyzina : 1% fu-nori (1 : 1) v demi. vodě[135]	***Usukuchi Rayon* 12 g/m²**	**+**	**++**
	Tengujo Kashmir 8,6 g/m²	++	-
	Tengujo 17,5 g/m²	+	+
4% želatina v demi. vodě	*Usukuchi Rayon* 12 g/m²	+	+
	Tengujo Kashmir 8,6 g/m²	++	-
	Tengujo 17,5 g/m²	+	+

Pro přelep byl zvolen japonský papír *Usukuchi Rayon* 12 g/m² lepený směsí 2% vyziny s 1% Fu-nori v poměru 1 : 1. Kombinace papíru *Usukuchi Rayon* a konsolidantu byla zvolena na základě velmi dobré přilnavosti a odstranitelnosti papíru bez zanechávání residui vláken na barevné vrstvě. Adhezivum nevytvářelo žádné změny barevností na povrchu objektu, ani nijak neohrožovalo barevnou vrstvu. Příměs fu-nori do roztoku vyziny vytvořilo částečně viskózní roztok, který mírně penetroval do obrazových vrstev. Působil jako konsolidační prostředek podkladových vrstev a svými detergentními schopnostmi částečně vyčistil povrchové znečištění obrazu. Vodním řezem byly připraveny malé čtverce papíru *Usukuchi Rayon* 12 g/m² a pomocí štětce byl přelep postupně aplikován od středu obrazu do jednotlivých stran. [Obr. 54]

2.7.6 Snímání sekundárních zásahů z rubové strany obrazu

Z rubové strany byl nejprve sejmut štítek párovým skalpelem. [Obr. 53] Residua adheziva byla ztenčena mechanicky skalpelem a zubařskou jehlou. Staré záplaty, které dále neplnily svou funkci byly odstraněny volně mechanicky kovovou špachtlí a pozůstatky adheziva byly postupně ztenčovány naměkčováním 3% rigidním gelem agar v demineralizované vodě, restaurátorskou špachtlí a skalpelem. [Obr. 55–Obr. 57] Z nedostupných míst bylo adhezivum odstraňováno zubařskou jehlou pod zvětšením (3,5×).

2.7.7 Ztenčování impregnačního nátěru na rubu

Dle výsledků FTIR analýzy[136] impregnačního nátěru bylo vyzkoušeno několik vodných metod ztenčování bez nutnosti použití chelatačních činidel, enzymů nebo detergentů. Zkoušky byly provedeny na okraji obrazu o přibližné velikosti 5 × 3 cm². Textilní podložka byla vždy

[134] Jedná se o japonský papír od různých výrobců dostupný v různých gramážích. *Usukuchi Rayon* 12 g/m² (*Deffner & Johann: Hiromi Japanese Paper – Usukuchi Rayon*, 12 g/m²), Japonský papír *Tengujo Kashmir* 8,6 g (*Ceiba s. r. o.*), Japonský papír *Tengujo* 17,5 g (*Ceiba s. r. o.*).

[135] Recept byl vybrán na základě akademické práce věnující se použití řasy fu-nori v restaurátorské praxi – PAÚROVÁ 2018, s. .28.

[136] Výsledek viz 11.1, LESNIAKOVÁ 2022, s. 23.

navlhčena zvoleným způsobem a následně mechanicky dočištěna pružnou restaurátorskou špachtlí. [Obr. 58]

Tab. 3 Zkoušky snímání impregnačního nátěru
(++ = velmi dobré, + = dobré, +/- = střední, - = špatné)

Metodika	Míra ztenčení nátěru	Míra penetrace do textilní podložky
Mechanicky bez vlhčení	-	++
3% rigidní gel agar	**++**	**+/-**
Obklad (filtrační papír prosycený teplou demi. vodou)	+	+/-
Blitz-Fix (prosycená teplou demi. vodou)	+/-	-
Párový skalpel (t = 60–65 °C)	+	-

Pro ztenčování impregnačního nátěru byl zvolen 3% rigidní gel Agar. Hydrogel byl vybrán na základě nejlepších optických výsledků, kontrolované penetrace do textilní podložky a snadné manipulace při aplikaci. 3% agar byl přiložen na textilní podložku, poté byl překryt *Melinex* fólií a ponechán pod mírnou zátěží po dobu od 30 do 60 sekund, následně byla impregnace ztenčena pomocí kovové nerezové špachtle a případně zubařské jehly. Nátěr byl snímán postupně po čtvercích o vel. cca 10 × 10 cm, aby nedocházelo k pnutí textilní podložky a následně ohrožení obrazových vrstev. V závislosti na síle impregnačního nátěru byl proces místy opakován. [Obr. 59–Obr. 63]

2.7.8 Ztenčování degradovaných povrchových úprav: snímání svrchní lakové vrstvy

Před provedením zkoušek na ztenčení degradované povrchové úpravy byl sejmut dočasný přelep papíru *Usukuchi Rayon*, přelep bylo možné sejmout na sucho nebo mírným zvlhčením prosyceným filtračním papírem v demineralizované vodě.

Výsledky μ-FTIR potvrdily několik vrstev povrchové úpravy odlišného složení. Aby byla naplněna původní estetická hodnota objektu a byla dodržena původní koncepce restaurování, bylo rozhodnuto k jejímu kontrolovanému postupnému snímání. Prvotní zkoušky byly provedeny na ztenčení nejmladší lakové vrstvy zářící světle modrou luminiscencí. Bylo rozhodnuto vyzkoušet nejprve vybraná organická rozpouštědla na základě Teasova diagramu a jeho parametrů rozpustnosti s ohledem na jejich toxicitu a také zdraví a ochranu restaurátora. Zkoušky byly provedeny na vybrané ploše okolo 2 až 4 cm^2 prosycenou buničinou ve vybraném rozpouštědle nebo směsi rozpouštědel. Doba působení se odvíjela od reakce povrchové úpravy, případně barevné vrstvy.

Tab. 4 Zkoušky rozpustnosti na vybraná rozpouštědla
(++ = silně reaguje, + = mírně reaguje, +/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

Rozpouštědlo	Barevná vrstva	Povrchová úprava
Isooktan	-	- (+ pouze nečistoty, krátká retence)
White spirit lakový benzín)	-	- (+ pouze nečistoty, dlouhá retence)
Xylen	-	-
Ethylmethylketon	-/+	++ (snímá již při přítlaku, špatně kontrolovatelné, ztenčování povrchové úpravy místy i s přemalbou)
Aceton	-	++ (reakce již při delším přítlaku, snímá po mírném mech. namáhání lakovou vrstvu)
Diethylether	-	- (+pouze nečistoty, krátká retence)
Benzylalkohol	-	+ (na přítlak nereaguje, po delším časovém působení účinný na lakovou vrstvu, dlouhá retence)
Isopropylalkohol	-	+ (na přítlak nereaguje, po chvíli účinný na lakovou vrstvu)
Ethanol	-/+	++ (snímá již při přítlaku, špatně kontrolovatelné, ztenčování povrchové úpravy místy i s přemalbou)
Demineralizovaná voda	-	- (+ pouze nečistoty)

Dále byly vyzkoušeny směsi organických rozpouštědel – směsi byly vybrány na základě vybrané modelové literatury a odborné konzultace.[137]

Tab. 5 Zkoušky rozpustnosti na vybrané směsi rozpouštědel
(++ = silně reaguje, + = mírně reaguje,+/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

Směs rozpouštědel	Označení[138]	Barevná vrstva	Povrchová úprava
Isooktan : ethanol : diethylether (80 : 20 : 10)	IS:E:DIE	-	+(mléčný zákal)
Isopropanol : xylen (1 : 1)	ISO:X	-	+(mléčný zákal)
Isooktan : methylethylketon : diethylether (55 : 30 : 15)	IS:M:DIE	-	+/- (reaguje velmi pomalu, při dlouhém mechanickém namáhání)
White spirit : methylethylketon : diethylether (5 : 5 : 1)	WS:M:DIE	-	+/- (reaguje velmi pomalu, při dlouhém mechanickém namáhání)
Benzylalkohol : isooktan : diethylether (6 : 5 : 1)	B:IS:DIE	-	+ (reaguje, po odtěkání rozpouštědla vytváří bílý zákal)

Vzhledem k neuspokojivým výsledkům vybraných směsí byly vybrány směsi polárních organických rozpouštědel s isooktanem, které vycházely z prvotních zkoušek rozpustnosti povrchové úpravy. [Obr. 64, Obr. 65]

[137] KNUT 1999, s. 364, VOJTĚCHOVSKÝ 2005, s. 56–58.

[138] Označení uvádí zkratku, kterou jsou zkoušky popisovány na dokumentujících fotografiích.

Tab. 6 Zkoušky rozpustnosti na vybrané směsi rozpouštědel s isooktanem
(++ = silně reaguje, + = mírně reaguje,+/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

Rozpouštědlo	Označení[139]	Poměr [140]	Barevná vrstva	Povrchová úprava
Aceton	AC:IS	**1 : 1**	**-**	**++**
		1 : 2	-	-/+ (reaguje při delší době působení)
		2 : 1	+/-	++ (rychlá reakce)
Isopropanol	ISO:IS	1 : 1	-	+
		1 : 2	-	-
		2 : 1	-	++ (rychlá reakce, snímá i starší lakové vrstvy)
Ethanol 96%	E:IS	1 : 1	-	+
		1 : 2	+/-	++ (špatně kontrolovatelné, snímá i starší lakové vrstvy)
		2 : 1	+/-	++(špatně kontrolovatelné, snímá i starší lakové vrstvy)

Na základě provedených zkoušek zkoumaných ve VIS a UV luminiscenci byla pro snímání svrchní povrchové úpravy vybrána směs acetonu s isoooktanem v poměru (1 : 1). V případě velmi silné povrchové úpravy byla použita směs poměru acetonu s isooktanem (2 : 1). Pro kontrolování rozpustnosti povrchové úpravy a zvýšení prchavosti směsi z povrchu malby byla směs vždy zamyta po aplikaci čistým isooktanem. Snímání bylo provedeno buničinou nebo PU houbou prosycenou směsí rozpouštědel. Proces snímání byl po celou dobu proveden pod kontrolou v UV luminiscenci a případně pod zvětšením. [Obr. 68–Obr. 71]

2.7.9 Celoplošné rovnání díla přes paropropustnou membránu *SympaTex*

Ztenčením svrchních lakových vrstev bylo dosáhnuto dostatečného změkčení textilní podložky, aby mohlo být přistoupeno k rovnání objektu. Bylo zvoleno rovnání díla přes paropropustnou membránu *SympaTex* ve 3 fázích postupného naměkčení textilie.

V 1. fázi bylo dílo po dobu 30 min. vlhčeno v prokladech skládající se ze silných filtračních papírů prosycených demineralizovanou vodou bez zátěže. Ve 2. fázi byly z lícové strany filtrační papíry vyměněny za filc o nízké gramáži a přidána mírná zátěž. Po 60 minutách vlhčení byl *SympaTex* vyjmut. V poslední fázi bylo dílo vloženo mezi *HollyTex*, suché proklady a ponecháno pod zátěží do druhého dne. Podrobný popis rovnání s popisem jednotlivých prokladů k nahlédnutí v grafické příloze viz [Zákres 7].

Následující den se proces vlhčení bez 1. fáze opakoval. Dále bylo dílo vloženo do vřetenového lisu mezi měkké proklady (filc – *HollyTex* 81 g/m^2– dílo lícem nahoru – *HollyTex*

[139] Označení uvádí zkratku, kterou jsou zkoušky popisovány na dokumentujících fotografiích. [Obr. 66, Obr. 67]

[140] Poměr zvolených rozpouštědel: rozpouštědlo : isooktan.

g/m^2 – filtrační papír 700 g/m^2 – lepenka 1,5 mm). Po 30 minutách byly proklady vyměněny a filc byl vyměněn za filtrační papír 700 g/m^2.[141]

2.7.10 Ztenčování degradovaných povrchových úprav: ztenčení starších lakových vrstev a ulpělých nečistot

Po částečném ztenčení svrchní lakové vrstvy a celoplošném vyrovnání objektu restaurování bylo postupováno ve ztečení povrchových uprav a ulpělých nečistot, které by bylo bez předchozího rovnání pro barevnou vrstvu riskantní. Nejprve byly provedeny rozšířené zkoušky čistých rozpouštědel buničinou prosycenou v daném rozpouštědle. Zkoušky byly provedeny na ploše o velikosti o cca 1 × 1,5 cm, vybrané místo bylo buničinou prosycenou v daném rozpouštědle namáháno krouživými pohyby po dobu 15–30 sekund, v případě polárních rozpouštědel byla rozpouštědla zamývaná *White spiritem*.

Tab. 7 Zkoušky rozpustnosti starších povrchových úprav a ulpělých nečistot (++ = silně reaguje, + = mírně reaguje, +/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

Rozpouštědlo	Barevná vrstva	Povrchová úprava	Nečistoty
Isooktan	-	-	-
Terpentýn	-	-	-
White spirit (lakový benzín)	-	-	-
Xylen	-	-	-
Toluen	-	-	-
Benzylalkohol	+/-	+ (zanechává mléčný zákal)	+/-
Aceton	-	+/- (dlouhá doba působení)	-
Ethylcellosolve	-	+/- (dlouhá doba působení)	-
Isopropanol	-	+ (dlouhá doba působení)	+/-
Ethanol	+/-	+ (zanechává mléčný zákal)	+/-

Vzhledem k nevyhovujícím výsledkům zkoušek polárních a nepolárních rozpouštědel byly vyzkoušeny povrchově aktivní látky ve vodě a isopropanol ve zvoleném nosiči. [Obr. 72] Zkoušky byly provedeny obdobně jako zkoušky čistých rozpouštědel, všechny povrchově aktivní látky byly po 15–30 sekundách působení zamyty demineralizovanou vodou a isopropanol v *Klucelu G* byl zamyt nejprve isopropanolem a poté *White spiritem*. Citrát amonný byl nejprve na okraji malby vyzkoušen na malé ploše o hm. koncentraci 0,5 a 1% pří hodnotě 6 pH, 6,5 pH a 7 pH. Látka při nižších hodnotách pH a koncentracích téměř nereagovala s povrchovou úpravou, pro rozsáhlejší zkoušky byly proto zvoleny vyšší koncentrace o hodnotě 7–7,3 pH. [Obr. 73, Obr. 74]

[141] Pozn: po celou dobu vlhčení bylo dbáno na šev nalézající se ve spodní části obrazu – šev byl po celou dobu lokálně chráněn filcem střední gramáže, aby nedošlo k jeho prolisování.

Tab. 8 Zkoušky rozpustnosti starších povrchových úprav a ulpělých nečistot (++ = silně reaguje, + = mírně reaguje,+/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

PAL látka/rozpouštědlo v nosiči	Označení[142]	Barevná vrstva	Povrchová úprava	Nečistoty
Marlipal 1618 5%	MA 5%	-	-	-
5% pěna z Marseillského mýdla	MAR 5%	-	-/+	-/+
Triton-X 10%	T 10%	-	-	-
Citrát amonný 1,5% (pH 7)	CA 1,5%	-	-/+	-/+
Citrát amonný 2% (pH 7)	**CA 2%**	**-**	**+**	**++**
Citrát amonný 2% (pH 7) v 6% Klucelu G	CA 2% K	-	+ (mléčný zákal)	+
Citrát amonný 1,5% (pH 7) v 3% agaru	CA 1,5% A	-	+/- (mléčný zákal)	++
Citrát amonný 2% (pH 7) v 3% agaru	CA 2%	-	++ (mléčný zákal)	++
Isopropanol v 6% Klucelu G	ISO K	-	+ (mléčný zákal	+
Isopropanol v 3% agaru (2[isopropanol] : 3[voda])	ISO:V A	-/+	++ (mléčný zákal)	+

Na základě posouzení provedených zkoušek a odborných konzultací byla zvolena metoda čištění ve dvou fázích. Před aplikací na celý objekt restaurování byly rozšířeny zkoušky výše zvolenou metodou na dalších barevných vrstvách. Zkoušky byly zkoumány ve VIS a UV luminiscenci. [Obr. 75–Obr. 78] Nejprve byla naměkčena povrchová úprava směsí isopropanol : isooktan (1 : 2)[143] buničinou. Po ztenčení povrchové úpravy směsí rozpouštědel byly ve druhé fázi dočištěny povrchové nečistoty použitím 2% citrátu amonného při hodnotě 7 pH. Roztok byl nanesen jemným vlasovým štětcem, následně byl citrát zamýván teplou demineralizovanou vodou (t = 35–40 °C) a nakonec bylo místo čištění zamyto a zároveň zbaveno od residuí vatové buničiny mikroporézní houbou *Blitz-Fix* prosycenou demineralizovanou vodou. [Obr. 79–Obr. 86]

2.7.11 Ztenčování degradovaných povrchových úprav: ztenčování přemalby a lokální dočišťování malby

V průběhu procesu čištění barevné vrstvy obrazu vyvstala nová zjištění o restaurovaném objektu. Přemalba pozadí zasahující do modelace postav rušila celkové estetické vyznění objektu, a proto bylo podle předem stanovených cílů a konzultací se zadavatelem a vedoucím práce rozhodnuto provést sondážní zkoušky snímání přemalby v pozadí. Na základě vstupních testů snímání přemalby byly zkoušky provedeny v místech, kde se dle RTG snímků nalézala silueta sv. Josefa, na rozhraní pláště Panny Marie s pozadím a na kraji barevné vrstvy obrazu.

[142] Označení uvádí zkratku, kterou jsou zkoušky popisovány na dokumentujících fotografiích [Obr. 73, Obr. 74]

[143] Místy byla použita směs rozpouštědel isopropanol : isooktan (1 : 1)

[Obr. 88–Obr. 90] Ačkoli byl stav dochování původní malby pozadí v celé ploše předem neodhadnutelný, bylo na pokyn zadavatele, rozhodnuto ztenčit přemalbu objektu tak, aby byla dochována původní barevná vrstva v co největší míře a naplněna tak předpokládaná původní estetická hodnota a kompozice celého objektu.

Vzhledem k síle nátěru přemalby bylo rozhodnuto rozšířit zkoušky na ztenčení přemalby a vycházet z původních zkoušek na rozpouštědla – rozpouštědla, směsi rozpouštědel a směsi rozpouštědel ve vybraných nosičích. Zkoušky byly provedeny na ploše o velikosti cca 2 cm^2. V případě použití buničiny bylo místo namáháno po dobu 20–30 sekund krouživými pohyby, u nosiče bylo standartně místo ponecháno pod *Melinex* fólií a mírnou zátěží po dobu cca 30 sekund a poté začištěno buničinou stejným rozpouštědlem, kterým byl prosycen i použitý nosič. [Obr. 91, Obr. 92]

Tab. 9 Zkoušky ztenčování přemalby v pozadí
(++ = silně reaguje, + = mírně reaguje, +/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

Směs rozpouštědel	Nosič	Označení[144]	Výsledek
Isooktan : ethanol (3 : 1)	Buničina	IS:E (3:1)	+ (při dlouhém namáhání reaguje barevná vrstva)
Isooktan : aceton : isopropanol (2 . 1 : 1)	Buničina	IS:AC:ISO (2:1:1)	+/-
Isooktan : isopropanol (1 : 1)	*Evolon*®	IS:ISO (1:1) E	-
Isooktan : isopropanol (2 : 1)	*Evolon*®	IS:ISO (2:1) E	-
Isooktan : isopropanol (1 : 1)	Filtrační papír 700 g/m^2	IS:ISO (1:1) FP	-
Isooktan : ethanol (2 : 1)	Buničina	IS:E (2:1)	++ (reaguje barevná vrstva)
Isopropanol	6% *Klucel G*[145]	ISO K	+/- (špatná manipulace)
Isopropanol	**3% agar (2 : 3)[146]**	**ISO A**	**+/-**

Vzhledem k uspokojivým výsledkům použití hydrogelu agar, byly provedeny rozšířené zkoušky zaměřené na dobu působení rigidního gelu.

[144] Označení uvádí zkratku, kterou jsou zkoušky popisovány na dokumentujících fotografiích. [Obr. 91, Obr. 92]

[145] Nejprve bylo pro snížení reziduí na minimum *Klucel G* nanášen přes mezivrstvu japonského papíru 17,5 g/m^2, vzhledem k téměř žádné reakci bylo přistoupeno provést zkoušku bez mezivrstvy.

[146] Poměr isopropanol a voda byl 2 : 3.

Tab. 10 Zkoušky doby působení 3% Agaru s isopropanolem (2 : 3)
(++ = silně reaguje, + = mírně reaguje,+/- = téměř bez reakce, - = bez reakce).

Nosič + rozpouštědlo	Doba působení	Označení[147]	Výsledek
Isopropanol v 3% agaru (2[isopropanol] : 3[voda])	15 s	ISO A 15	+/-
	30 s	ISO A 30	+/-
	45 s	ISO A 45	+/-
	1 min.	**ISO A 60**	**+**
	1 min. a 15 s	ISO A 75	++ (při nedostatečném zamytí vytváří zákal)
	1 min. a 30 s	ISO A 90	++(mírně reaguje barevná vrstva, při dlouhém namáhání)

Na snímání přemalby byl zvolen 3% agar s isopropanolem po dobu působení 1 minuty pod fólii *Melinex* a mírnou zátěží. Následně byla naměkčená přemalba začištěna houbou *Blitz-Fix* prosycenou v isopropanolu a poté buničinou ve směsi isopropanol : isooktan (1 : 1). [Obr. 99, Obr. 100] Ztenčování bylo poté lokálně stejnou metodou opakováno. [Obr. 93–Obr. 98]

Výsledkem ztenčení přemalby bylo znovuobjevení profilu siluety sv. Josefa v pozadí a odhalení subtilní hvězdné svatozáře Panny Marie. Původní barevná vrstva byla však silně poškozena, svatozář i silueta byly v minulosti pravděpodobně razantně čištěny a mnohé detaily ztraceny, některé detaily jsou kontrastnější a lépe viditelné v UV luminiscenci. [Obr. 138–Obr. 145] Novým zjištěním po ztenčení byly malé bílé částice pokrývající nerovnoměrně celé pozadí obrazu – předpokládané degradační produkty přemalby nebo originální barevné vrstvy. [Obr. 95–Obr. 98] Byl odebrán vzorek částic pro zisk materiálního složení.[148] Dle výsledků FTIR analýzy se jedná o olovnaté částice, tedy pravděpodobně olovnatá mýdla, která jsou součástí degradace původních barevných vrstev.[149] Tyto částice byly z části sejmuty mechanicky v průběhu ztenčování přemalby, jelikož byly svázány s původní malbou. Zbývající částečky byly ponechány a pro estetické sjednocení lokálně potlačeny retuší ve finálních krocích restaurování.

Závěrem byly dočištěny shluky nečistot a reziduí povrchových uprav po celé ploše obrazu lokálně preparovaným 3% agar gelem s isopropanolem (2 : 3) po dobu působení jedné až dvou minut, který byl začištěn houbou *Blitz-Fix* prosycenou v isopropanolu a poté začištěn buničinou ve směsi isopropanol : isooktan (1 : 1). Vzhledem k rozsahu původního znečistění nebylo dosáhnuto kompletního odstranění ulpělých nečistot v silně strukturovaných částech obrazu (pórovitá barevná vrstva, krakeláž, pastózní tahy štětcem). Z těžko dostupných míst

[147] Označení uvádí zkratku, kterou jsou zkoušky popisovány na dokumentujících fotografiích. [Obr. 91, Obr. 92]

[148] Viz 11.1, LESNIAKOVÁ 2022, s. 22.

[149] Vznik těchto degradačních produktů nelze s přesností určit, může se jednat o degradaci obrazových vrstev, kterou v minulosti značně ovlivnil vliv tepla, vlhkosti, ztráta mastných kyselin při čištění nevhodnými rozpouštědly. Také na to mohly mít vliv nevhodné podmínky uložení se zvýšenou vlhkostí, která má zásadní vliv na zmýdelnění mastných kyselin a kyselou hydrolýzu. NOBLE 2019, s. 17.

nebylo možné nečistotu odstranit bez nabobtnání a ohrožení původní barevné vrstvy. Pro zachování maxima původních obrazových vrstev byly rezidua pouze ztenčena a potlačena.[150] [Obr. 101–Obr. 105]

2.7.12 Celoplošná konsolidace a rovnání na nízkotlakém vakuovém stole

Po čištění barevné vrstvy bylo přistoupeno k celoplošné konsolidaci textilních vláken a prekonsolidaci barevných vrstev z rubu objektu. Tato metodika rovnání a současně i konsolidace umožnila i částečnou regeneraci pojiva původních podkladových vrstev. Objekt byl položen lícem dolů a následně opatřen 3 nástřiky 1,5% vyziny v demineralizované vodě nástřikem air-brush.[151] [Obr. 106]

Jemně zvlhčený objekt (mimo spodních 8 cm plátna, kde se nachází šev textilní podložky) byl přenesen na vyhřívaný nízkotlaký vakuový stůl. Objekt byl překryt antiadhezivní fólii *Hostafan* a za působení nízkého tlaku okolo 120 kPa a teploty 50–55 °C byl objekt postupně vyrovnáván. [Obr. 107]

2.7.13 Lokální rovnání ondulovaných částí objektu

Jelikož šev ve spodní části výjevu neumožnil využít kompletní potenciál nízkotlakého stolu, bylo dílo lokálně rovnáno ručně. Nejprve byl objekt z rubové strany jemně zvlčen přes proklady tvořených z *HollyTex* 81 g/m^2 a vlhkého filtračního papíru 250 g/m^2 demineralizovanou vodou. Po provlhčení byl objekt otočen lícem dolů. Přes silikonový papír byl objekt nejprve zahříván žehličkou s tepelnou regulací při teplotě 60–65 °C. Následně byla místa vyrovnána tlakem, kterým bylo na dílo působeno krejčovskou žehličkou do zchladnutí. Vyrovnaná místa byla ponechána mezi proklady a mírnou zátěží do dalšího dne.

2.7.14 Příprava textilií pro vyspravování perforací a ztrát textilní podložky

Na doplnění textilie intarzií bylo zvoleno nešepsované lněné italské plátno *TRIGI*[152] vazby *polopanama* o celkové dostavbě 22 × 11 na cm^2. Tato textilie byla jemně a důsledně vyprána v teplé vodě a následně upravena na plátnovou dostavbu originální textilie vyjmutím na 1 cm jedné osnovní a v cele ploše textilie všech dvojitých útkových nití. Následně byla textilie

[150] Bylo zvažováno lokální mechanické snímání pod stereomikroskopem. Snímání však bylo velmi těžko kontrolovatelné a neslo příliš velká rizika ztrát originální barevné vrstvy.

[151] HILL STONER – RUSHFIELD 2012, s. 406.

[152] TRIGI 711 234: Len 100 %, hrubší, gramáž 530 g/m^2, nešepsované. In: Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29].

naklížena vodným roztokem 2% *Tylose MH 300*. Tato textilie analogicky nejlépe odpovídala originální textilní podložce.[153]

Pro vyspravení perforací byly zvoleny lněné nitě z italského plátna *TRIGI* o menší gramáži.[154] Plátno bylo nejprve vypráno stejně jako plátno vybrané pro doplnění intarzií, následně bylo rozvlákněno na jednotlivé nitě, nitě byly naklíženy 2% vodným roztokem *Tylose MH 300*. Vzhledem k rozhodnutí nerentoolovat dílo na nové dublovací plátno a zachovat tak minimální intervenci restaurátorských zásahů, bylo po odborné konzultaci, rozhodnuto k preventivnímu posílení všech trhlin a intarzií přemostěním. Pro *bridging*[155] byly zvoleny pevné lněné nitě z plátna *BELLE ARTI 549*[156]. Plátno bylo vypráno v teplé vodě a následně rozvlákněno. Jednotlivé nitě byly penetrovány disperzním adhezivem *Acrylkleber 498 HV*. Akrylátová disperze *Acrylkleber 498 HV* svými dobrými lepivými a vizuálními schopnostmi, snadnou manipulací a odstranitelností, se jevila jako vhodné adhezivum pro *bridging*.[157] Nosičem adheziva je lněná nit a adhezivum tak přímo nedetekuje originální textilní podložku.

2.7.15 Scelování trhlin a ztrát textilní podložky

Pro scelení trhlin v obrazových částech byla vybrána metoda *nit na nit* spojovaných metodou *lap join*.[158] (jednotlivé spoje byly utvořeny tak, , aby se vždy spojované nitě mírně překrývaly asi s 0,5 mm přesahem). Tato metoda vyspravení zajišťuje minimální intervence do originálu a respektuje původní dostavbu textilie. Jako adhezivum byla použita směs 20% roztoku vyziny a 10% pšeničného škrobu v demineralizované vodě v poměru 1 : 1.[159] Pro upevnění jednotlivých nití byla využívána tepelně regulovatelná restaurátorská jehla *RTC 2F* zahřívána na kontaktní teplotu kolem 50–55 °C.

Ztráty textilní podložky byly vyspraveny tvarovanými intarziemi, které byly připevňovány metodou *nit na nit* z připravené textilie viz 2.7.14. Výhodou oproti dříve používaným záplatám je využití menšího množství přidaného materiálu, bez rizika budoucího prolisování po líce

---

[153] Pro intarzii byla navzdory originálnímu složení textilie – konopí, vybrána textilie lněná. Bylo tak rozhodnuto po online konzultaci s Ing. Markétou Škrdlantovou, Ph.D. (VŠCHT Praha, FCHT ÚCHTRP). Emailová korespondence: …„*náhradu lze provést lněným plátnem i lněnými nitěmi, Důležité je, aby byla tloušťka nití odpovídající a nová vysprávka měla stejnou nebo velice podobnou dostavbu*"…"*Navlhavost lněného a konopného plátna je podobné, jen se liší obsahem ligninu, kdy konopí má vyšší obsah.*" [15. 2. 2022.]

[154] TRIGI 711 272: Len 100 %, gramáž 290 g/m², nešepsované. In: Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29].

[155] PEČINKA 2022, s. 178. Anglický přejatý termín

[156] BELLE ARTI: 549: Extra Fine Linen, 198 g/m², unprimed. In: JACKSON'S ART SUPPLIES [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

[157] PEČINKA 2022, s. 227.

[158] CHALUPOVÁ 2019, s. 63.

[159] Tamtéž, s. 65.

barevné vrstvy. Doplnění intarzií metodou nit na nit navíc tak obnovuje mechanické vlastnosti původní podložky. Intarzie byly napojovány za pomocí adhezivní směsi 20% roztoku vyziny a 10% pšeničného škrobu v demineralizované vodě v poměru 1 : 1.

Po vyspravení ztrát a trhlin byly jednotlivé perforace posíleny přemostěním textilních vláken. Délka jednotlivých nití se odvíjela od velikosti defektu. Jednotlivé nitě byly lepeny předem upravenými nitěmi viz 2.7.14 metodou *zig-zag*[160], které byly nejprve aktivovány ponořením do acetonu a poté přilepeny před *Hostafan* tepelnou restaurátorskou špachtlí *RTC 2F* o regulované teplotě 80 °C. [Obr. 111–Obr. 114] Práce byla provedena pod vysokým zvětšením za pomocí stereomikroskopu *Pulch + Lorenz* na flexibilním podlahovém stativu. [Obr. 110]

2.7.16 Scelování rozvlákněného švu vláknitou cupaninou[161]

Vzhledem k nemožnosti napojení jednotlivých vláken poškozeného švu, který byl roztržen a zatřen sekundárním nátěrem, bylo přistoupeno k vyspravení trhliny vláknitou cupaninou. Tato metoda se nabízela jako nejlepší řešení, které naplňuje estetickou hodnotu díla, zaručuje minimální zásah do objektu a dle použitého adheziva zaručuje i reverzibilitu restaurátorského zásahu.

Byla připravena vláknitá cupanina z nařezaných vláken ze lněného plátna *TRIGI*.[162] Následně byla vlákna po dobu 40 minut vařena v demineralizované vodě a poté rozvlákňována tyčovým mixérem. Výsledná vlákenná hmota byla vysušena.

Vysušená vláknitá cupanina byla pojena s adhezivní směsí 15% vyziny a 10% pšeničného škrobu v poměru 1 : 1, dále naředěno demineralizovanou vodou v poměru 1 : 2. Defekt byl nejprve napenetrován pro lepší propojení cupaniny s rozvlákněným švem 5% roztokem vyziny v demineralizované vodě. Následně bylo poškozené místo podloženo silným filtračním papírem a *HollyTexem*. Připravená cupanina byla do místa trhliny vpravována pružnou tenkou špachtlí a pinzetou a posléze upravována zubařskou jehlou. Cupanina byla zažehlena vyhřívanou špachtlí *RTC 2F* pří teplotě 50 °C přes antiadhezivní fólii *Hostaphan*. [Obr. 108, Obr. 109] Čerstvě nanesená cupanina v defektu byla ponechána pod mírnou zátěží mezi proklady ze silného filtračního papíru a *HollyTexu* do vyschnutí.[163] Po vyspravení byl zacelený šev

[160] PEČINKA 2022, s. 180.

[161] Český termín byl poprvé použit v akademické práci – PEČINKA, s. 175. Pečinka dále vysvětluje překlad této metody scelování a jeho současný stav bádání.

[162] TRIGI 711 272: Len 100 %, gramáž 290 g/m², nešepsované. In: Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29].

[163] Příprava cupaniny, zvolené pojivo a metoda scelování byla provedena na základě publikovaných účelových studií – HARTWICH – PLÖTZ 2016, s. 331, 334. BEINER-BUTH – BECKMANN 2007, s. 54.

stabilizován *bridgingem* stejně jako trhliny viz Scelování trhlin a ztrát textilní podložky 2.7.15. [Obr. 115, Obr. 116]

2.7.17 Strip-lining

Pro správně vypnutí textilie a posílení mechanicky namáhaných okrajů bylo dílo nastaveno o stripy z kvalitního tkaného plátna *L517*[164]. Plátěné stripy byly nejprve vysráženy a poté napenetrovány disperzním lepidlem *Acrylkleber 498 HV* ředěným demineralizovanou vodou (1 : 6). Stripy byly pro hladký přechod a omezení budoucího rizika prolisování rozvlákněny ve směru útkové vazby do 8–10 mm. Následně byly stripy v místech napojení na originální textilní podložku opatřeny dvěma nátěry disperzního lepidla *Acrylkleber 498 HV*. Jednotlivé stripy byly lepeny z rubu na okraje díla rozvlákněnou stranou stripu k dílu aktivací adheziva acetonem. Následně byly stripy zažehleny tepelně regulovatelnou restaurátorskou špachtlí při teplotě 70–80 °C a následně vyhlazeny krejčovskou žehličkou do studena.

2.7.18 Tmelení ztrát barevné vrstvy

Obraz byl nejprve zalakován tenkou vrstvou řídkého damarového laku za studena rozpuštěného ve *White spiritu* (1 : 4), aby byla barevná vrstva a textilní podložka izolována od tmelu. Poté byla místa ztrát tmelena klihokřídovým tmelem tónovaným do barvy podkladu. Tmel byl tvořen z 5% želatiny v demineralizované vodě a směsí boloňské a šampaňské křídy (1 : 1). Objemový podíl sypké a tekuté fáze tmelu byl přibližně 1 : 2. Pro tónování tmelu byly použity jakostní minerální pigmenty *#40503*[165], *#40610*[166], *#48701*[167]od firmy *Kremer Pigmente GmbH & Co. KG. T*mely byly do míst ztrát nanášeny tenkým štětcem nebo pružnou nerezovou špachtlí. [Obr. 118]

V závěru byly tmely začištěny mikroporézní houbou *Blitz-Fix* nebo buničinou zvlhčenou v demineralizované vodě. U velkých ztrát barevné vrstvy byla upravena morfologie povrchu napodobením krakel zubařskou jehlou nebo byly tmely přizpůsobeny nerovnostem povrhu malby lokálním zbroušením skalpelem. Napodobení povrchu originálu napomohlo zapojit tmel do originální morfologie povrchu.

---

[164] Canvas light L517: very fine quality, without knots, without priming. In: Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

[165] Red Bole: natural red earth from Germany. In: Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

[166] Caput Mortuum, reddish: mixture, contains PB 15. In: Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

[167] Raw Umber: from Cyprus. In: Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

2.7.19 Vypnutí díla na nový napínací rám

Z důvodu nestability původního dřevěného rámu bez možnosti vložení vypínacích klínů, byl vyhotoven na míru nový rám s klíny. Dřevěný rám byl nastaven obvodovou zaoblenou dilatací, aby se dílo nedotýkalo příček rámu v ploše. Rám byl před vypnutím jemně zbroušen brusným papírem a opatřen preventivě nátěrem proti dřevokaznému hmyzu a mikrobiálnímu napadení – *Lignofix I-Profi*. Následně byl rám natřen ochrannou vrstvou proti mechanickému poškození řídkým nátěrem směsí karnaubského a včelího vosku (20 : 80) ve *White spiritu*. Nátěr byl rozleštěn flanelovou textilií.

Dílo bylo vypnuto vypínacími kleštěmi a ručně kovanými hřebíky s antikorozní úpravou. Lemy přebývající textilie byly složeny a přibity z rubové strany stejnými hřebíky. Složené lemy mohou být do budoucna využitý k přepínání textilní podložky. [Obr. 117, Obr. 129]

2.7.20 Tmelení po hranách napínacího rámu

Po vypnutí díla na napínací rám bylo dokončeno tmelení defektů v místech ohybu plátna při hranách rámu. Pro svou vysokou pevnost a elasticitu byl zvolen restaurátorský tmel *BEVA® Artist Gesso-p* (jemnozrnný) tónovaný do barev podkladu obdobnými pigmenty jako tmel klihokřídový viz 2.7.18. Tmel byl nanášen restaurátorskou špachtlí a po vytvrdnutí byl začištěn *White spiritem*. [Obr. 120–Obr. 122] Tmelení je orientačně zaznamenáno na zákresu v grafické příloze viz [Zákres 6].

2.7.21 Aplikace lakové vrstvy

Dílo bylo před retuší opatřeno nátěrem damarového laku s UV filtrem[168] od firmy *Kremer Pigmente GmbH & Co. KG*. Připravený lak byl ředěn ratifikovaným terpentýnovým olejem v poměru 1 : 3. Lokálně, především v místech tmelů a ztenčených míst původní rozsáhlé přemalby byl lak nanesen opakovaně. [Obr. 119]

2.7.22 Imitativní retuš a závěrečná laková vrstva

Estetické scelení díla bylo na základě konzultace provedeno formou imitativní retuše. Tmelené defekty byly podmalovány akvarelovými barvami *Schmincke Horadam*. Následně byla provedena lazurní nápodobivá retuš laropalovými barvami *Gamblin Conservation Colors* ředěnými benzínem *Shellsolem A*. Aby bylo dosáhnuto obdobného lesku nově nalakované malby bylo lokálně využíváno médium 5% *Laropalu A-81* rozpuštěném v *Shellsolu A*. Pro dosažení estetického zcelení díla byly retuší také lokálně potlačena mechanicky poškozená místa malby a výrazná rušívá krakeláž. Aby byla

[168] *Dammar Varnish Glossy, UV Stabilized*: 1:2 dissolved in double rectified turpentine. In: Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

tato místa dobře rozeznatelná od originální barevné vrstvy byly restaurátorské barvy *Gamblin Conservation Colors* míchány se zinkovou bělobou[169], která byla předem utřena na třecím skle s *Laropalem A-81* pojeným se *Shellsolem A* (1 : 2). [Obr. 123]

Nakonec byly retuše izolovány a obraz zcelen tenkou závěrečnou lakovou vrstvou – směsi saténového laku *Vernis à Tableaux Anti-UV Satiné*[170] ku lesklému laku *Vernis Dammar Surfin Ultra-Brillant*[171] a terpentýnu v poměru (1 : 1 : $1^{1/2}$). Lak byl aplikován nástřikem air-brush *Fengda* za pomocí kompresorové soupravy *Micro-Color*. [Obr. 130–Obr. 137]

2.7.23 Konzervace štítků původní provenience

Zdokumentované štítky starší a současné provenience byly nejprve podrobeny zkouškám rozpustnosti záznamových prostředků. Pro přehled konzervačních zákroků byly jednotlivým štítkům přiděleny zkratky. [Obr. 175] Štítek nalézající se na ozdobném rámu dále už jen *P5*. [Obr. 176] Štítek na napínacím rámu dále už jen *DO253*. [Obr. 178] a štítek nalepen původně na textilní podložce *SCHATTEL* [Obr. 177–Obr. 178].

Tab. 11 Zkoušky stability záznamových prostředků
(++ = silně reaguje, + = reaguje, +/- = mírně reaguje, - = bez reakce).

Zkratka štítku	Rozpouštědlo							
	Demineralizovaná voda		Ethanol		Aceton		*White spirit*	
	Přítlak	Otěr	Přítlak	Otěr	Přítlak	Otěr	Přítlak	Otěr
P5	-/+	++	-/+	-/+	-	-/+	-	-/+
DO253.	**++**	**++**	**+**	**++**	**+**	**++**	**+/-**	**+**
SCHATTEL	-	-	-	-	-	-	-	-

Na základě zkoušek stability záznamových prostředků byly jednotlivé štítky sejmuty z původní nosné podložky. Štítek *P5* byl sejmut z ozdobného rámu postupným naměkčováním adheziva acetonem pomocí buničiny a restaurátorské špachtle. *DO253.* nebylo možné na základě zkoušek sejmout z napínacího rámu. Tmavý záznamový prostředek, kterým bylo napsáno inv. č. byl silně reaktivní se všemi vybranými rozpouštědly. Nabízelo se opatrné vlhčení *White spiritem*, ten ovšem nereagoval s adhezivem lepeného štítku. Štítek byl mechanicky odštěpen ze dřeva napínacího rámu.[172] *SCHATTEL* byl odstraněn párovým skalpelem při teplotě 55–60 °C.

Sejmutým štítkům bylo na dvou místech z rubové strany měřeno pH papírové podložky dotykovou elektrodou *AMPHEL HI1413B* propojenou s pH metrem zn. *Orion Star A111*.

[169] Zinková běloba byla zvolena pro svou charakteristickou luminiscenci zářící v UVL

[170] *Vernis à Tableaux Anti-UV Satiné.* In: Lefranc Bourgeois [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

[171] *Vernis Dammar Surfin Ultra-Brillant.* In: Lefranc Bourgeois [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29].

[172] Tato metoda mohla být provedena, jelikož bylo po konzultaci s vedením práce rozhodnuto nevyhovující napínací rám nahradit novým klínovým rámem s příčkou.

Tab. 12 Měření pH papírové podložky štítků původní provenience

Zkratka štítku	Naměřená hodnota
P5	6,07 a 6,61
SCHATTEL	**4,45 a 4,74**

Štítek *SCHATTEL* byl na základě výsledných hodnot neutralizace po sejmutí mechanicky očištěn PU houbou a residua adheziva z rubové strany ztenčena skalpelem. Následně byl proveden test inkoustu na volné železnaté ionty filtračním papírem nasyceným ethanolovým roztokem *Bathofenantrolinu*. Výsledky testu vyšly negativní. Avšak pro zachování štítku a zpomalení degradačního procesu papírové podložky bylo nutné přistoupit k neutralizaci a čištění štítku *SCHATTEL*. Následně byl štítek čištěn na odsávacím stole za pomocí silných filtračních papíru prosycených obohacenou vodou.[173] Kontrolní měření pH papírové podložky bylo naměřeno v neutrální oblasti (7,06 a 7,16 pH). Po volném vyschnutí byl štítek naklížen 1,5% vodným roztokem *Tylose HM 300* a podlepen japonským papírem *Tengujo 13* g/m^2 a vodným roztokem 2% *Tylose MH 6 000*. Po kašírování štítku na japonský papír byl štítek vyrovnán ve vřetenovém lise mezi proklady.

Štítek *P5* byl nejprve očištěn od residuí adheziva buničinou navlhčenou v acetonu. Vzhledem k citlivosti modrého záznamového prostředku nebyl štítek naklížen, ale rovnou podlepen japonským papírem *Tengujo 13* g/m^2 a 3% *Klucelem G* v ethanolu. Následně byl vyrovnán pod mírnou zátěží mezi proklady. Ztráty papírové podložky byly vytmeleny tmelem z papíroviny pojené 3% *Klucelem G* v ethanolu, zaizolovány 1,5% *Klucelem G* v ethanolu a následně potlačeny scelující retuší pastely *Schmincke*. Scelující retuš byla zafixována aerosolem 0,5% vyziny v demineralizované vodě.

Štítek *DO253*. nebylo možné sejmout z dřevěné podložky, byl tedy odštěpen z napínacího rámu a následně byla nosná dřevěná podložka ztenčena skalpelem cca na tloušťku 1,5–2 mm. Dřevo bylo z rubové strany zakonzervováno směsí karnaubského a včelího vosku (20 : 80) ve *White spiritu*.

Jednotlivé štítky byly adjustovány na alkalickou lepenku *Alphacell antique* 0,5 mm do otevíratelných obálek z *Melinex* fólie a připevněny na příčku napínacího rámu zrestaurovaného díla. Viz 2.7.25. [Obr. 146]

2.7.24 Restaurování ozdobného rámu

Komplexní proces restaurování rámu je rozdělen do podkapitol. Po celou dobu restaurování byl objekt konzultován a z části realizován pod dohledem Vojtěcha Krajíčka, DiS.

[173] Obohacená demineralizovaná voda o Ca^{2+} a Mg^{2+} ionty (obohacováno přístrojem firmy *GRYF HB, spol. s .r. o.).*

2.7.24.1 Invazivní a neinvazivní průzkum

Nejprve byla provedena fotodokumentace ozdobného rámu. Byl odebrán mikroskopický vzorek pro chemicko-technologickou analýzu a odebrány stěry mikrobiálního napadení. Podrobné vyhodnocení průzkumu viz v kapitole 2.4.4. [Obr. 154–Obr. 158]

2.7.24.2 Dezinfekce

Dezinfekce ozdobného rámu proběhla společně se závěsným obrazem viz 2.7.2. Poté byly odebrány stěry sterilní vatovou tyčinkou pro kontrolní měření. Kontrolní stěry vyšly po kultivaci negativní.[174]

2.7.24.3 Mechanické a mokré čištění

Po demontáži díla viz 2.7.4 byl rám nejprve zbaven viditelného povrchového znečištění houbou *CleanMaster*, polyuretanovými houbami a jemnými vlasovými štětci. Byl sejmut štítek z rubu rámu viz 2.7.23. Před přistoupením k mokrým procesům čištění byly provedeny zkoušky rozpustnosti povrchových úprav buničinou v daném rozpouštědle.

Tab. 13 Zkoušky rozpustnosti povrchové úpravy ozdobného rámu
(++ = silně reaguje, + = mírně reaguje, +/- = téměř bez reakce, - = bez reakce)

Povrchová úprava	Rozpouštědlo		
	Demineralizovaná voda	Ethanol	Aceton
Laková vrstva polychromie	-	++	+
Plátkové stříbro	-	-	-
Povrchová úprava bočnic	++	+/-	+/-

Na základě zkoušek rozpustnosti byla lícová strana otupována jemně zvlhčenou houbou *Blitz-Fix* v demineralizované vodě. Byly vyjmuty adjustační hřebíky. V místech, kde se nepodařilo kov vytáhnout ze dřeva bylo místo zabroušeno brusným papírem a konsolidováno 5% *Paraloiden B72* v ethanolu. Rubová strana rámu byla očištěna vlhčenou houbou *Blitz-Fix* ve vodno-ethanolovém roztoku (50 : 50).

2.7.24.4 Konzervace kovových prvků

Závěsný systém byl zbaven aktivní koroze ultrazvukovou špachtlí *Bonart, ART-P3 II, KRUUSE* a následně dočištěn jemnou ocelovou vatou. Očištěný závěsný systém byl opatřen antikorozní ochranou – 3% *Paraloid B72* v acetonu a následně 5% *Paraloidem B72* v ethanolu. Sekundární zpevnění jednotlivých ramen hřebíky bylo začištěno. Hlavičky hřebíků byly zbroušeny jemnou aku bruskou *PARKSIDE®,* zkonsolidovány 5% *Paraloidem B72* v ethanolu a zatmeleny akrylátovým tmelem *CLOU Holzpaste.*

[174] Viz 11.3

2.7.24.5 Tmelení perforací a ztrát ve hmotě

Drobné perforace z rubové strany byly isolovány 2% králičím klihem v demineralizované vodě a poté vytmeleny pilinovým tmelem tvořeným 5% králičím klihem a prosetými smrkovými pilinami. Tmel byl pro optické scelení dobarvován minerálními pigmenty *Kremer Pigmente GmbH & Co. KG*. Místa ztrát polychromie na lícové straně objektu byly nejprve isolovány 2% králičím klihem v demineralizované vodě a poté vytmeleny klihokřídovým tmelem z králičího klihu a boloňské křídy.[175]

2.7.24.6 Konzervace dřeva z rubu objektu

Pro preventivní ochranu rámu před mechanickým poškozením a klimatickými vlivy bylo dřevo z rubové strany napuštěno směsí karnaubského a včelího vosku (20 : 80) v lakovém benzínu. Voskovací směs byla poté rozleštěna flanelovou textilií.

2.7.24.7 Pozlacování vnější polychromované lišty

Pro zachování autenticity a kompatibility mezi restaurovaným dílem a ozdobným rámem bylo klíčové provést optické scelení polychromie rámu a udržet co největší množství původního stříbření. Po konzultaci bylo rozhodnuto odstranit povrchovou úpravu pouze na vnější konkávní křivce, kde byla polychromie výrazně mechanicky poškozena. Před tímto krokem restaurování byl nejprve vytvořen modelový vzorek desky, který respektoval svrchní původní výstavbu polychromie rámu. Následně byly na připravené stříbření nanášeny různé odstíny šelakové politury v několika vrstvách. Pro výběr vhodné politury byl zvolen šelak, který nejvíce odpovídal barevnému provedení původního „*zlatolaku*“. [Obr. 152, Obr. 153]

2.7.24.7.1 Příprava desky pro zkoušku povrchové úpravy[176]

I. Ošetřená a zbroušená deska ze smrkového dřeva.
II. Trenkování roztokem 14,28% klihové vody z kostního klihu.
III. Dvě vrstvy horské křídy pojené 25% kostním klihem.
IV. Osm vrstev boloňské křídy pojené 13,79% králičím klihem.
V. Lešování 6,54% králičím klíhem.
VI. Dvě vrstvy černého polimentu pojeného 4% králičím klihem (1[poliment] : $1^{1/2}$[klih]).
VII. Plátkové stříbro pokládané na pozlacovačskou kořalku.[177]
VIII. 1–4 vrstvy šelakové politury (**33% šelak Superior**, 33% šelak Komet, 33 šelak Rubín).

Po tmelení perforací ve hmotě polychromie byla na obvodové konkávní křivce sejmuta šelaková politura navlhčenou buničinou v ethanolu. Poškozené části bez stříbření a vybroušené tmely byly isolovány 4% králičím klihem v demineralizované vodě a natřeny vrstvou ředěného

[175] Poměr klihu a křídy byl tvořen přibližně 1 (klih) : 2 (demineralizovaná voda).

[176] Modelový vzorek desky byl připraven ve spolupráci s Vojtěchem Krajíčkem na základě modelové literatury, BÖHM et al. 1984. Poměry jsou přepočítány na procenta s přesností na dvě desetinná místa dle literatury – BÖHM et al. 1984.

[177] Složení pozlacovačské kořalky bylo 1 : 3 (absolutního etanol : demineralizovaná voda).

černého polimentu *Kölner Classic Poliment.*[178] Na připravená místa bylo pokládáno na pozlacovačskou kořalku tenké ručně tepané plátkové stříbro.[179] [Obr. 159–Obr. 162] Poté byla nově postříbřená místa vyleštěna achátem a opticky zcelena pomocí mleté italské pemzy střední hrubosti. Na základě modelového vzorku polychromie byl vybrán 33% šelak *Superior*. Lišta byla zalakována syntetickým štětcem 6 vrstvami výše zvoleného šelaku. [Obr. 163–Obr. 166]

2.7.24.8 Scelení bočnic ozdobného rámu

Vzhledem k nevyhovujícímu stavu povrchové úpravy bočnic rámu byla namíchána pololazurní kvašová barva *Royal Talens Gouache Extra Fine* okrového zbarvení. Barevnost byla namíchána dle dochovaných fragmentů barevné vrstvy bočnic. Bočnice byly izolovány 2% kostním klihem v demineralizované vodě a poté natřeny jedním nátěrem kvašové barvy *Royal Talens Gouache Extra Fine*. [Obr. 167]

2.7.24.9 Scelující retuš polychromie

Rušivé oděrky a oxidační produkty pokrývající vnitřní profilaci lišt polychromie byly lokálně izolovány 2% klihovou vodou, zatónovány akvarelovými barvami *Schmincke Horadam* a poté potlačeny scelující retuší metalickými pastami *Daler&Rowney Goldfinger* a po zavadnutí vyleštěny. [Obr. 170–Obr. 174]

2.7.25 Finální adjustace

Na lištu napínacího rámu byly svorkami[180] připevněny konzervované štítky původní provenience. [Obr. 146] Do vypínacího rámu byly vsazeny vypínací klínky, které byly zajištěny nylonovým vlascem, aby nedocházelo k jejich pohybu. Do ozdobného rámu po stranách polodrážky rámového falcu byla vlepena 5 mm dilatace *Econospace*®, tak aby nepřišlo k přímému styku ozdobného rámu s dílem a nehrozilo tak mechanické poškození barevné vrstvy.[181] [Obr. 168, Obr. 167] Dílo bylo vsazeno do ozdobného rámu a připevněno černě pochromovanými ocelovými plíšky *Temart Fix Plate* a malých vrutů (d = 15 mm) s půlkulatou hlavou. [Obr. 151]

2.7.26 Kompletace fragmentů

Veškeré fragmenty, které byly během procesu restaurování sejmuty z díla, se staly nevyhovující nebo dále neplnily svou funkci, byly zkompletovány do boxu vyhotoveného na míru z archivní lepenky *Box Board* (1 mm tl., bez ligninu a zjasňovadel, nekyselá s alkalickou rezervou > 3%) s otevíráním na neodymové magnety (⌀ = 8 mm, 1 mm tl.). Box je tvořen

[178] Poliment byl ředěn 1 : 1,5 (4% králičí klíh v demineralizované vodě : *Kölner Classic Poliment)*

[179] Složení pozlacovačské kořalky na základě modelového vzorku.

[180] Svorky byly opatřeny antikorozním nátěrem 10% *Paraloidu B72* v ethanolu.

[181] Jedná se o průhlednou dilatační vložku *EconoSpace*® archivní kvality.

ze 4 fólií. Na prvním foliu jsou adjustovány fragmenty do na míru vyhotovených otevíratelných obálek z *Melinex 401* fólie 75 μm, *Filmoplastu T* a suchého zipu s tenkým profilem. Další fólia obsahují identifikační fotografie objektu před a po restaurování, legendu k adjustovaným fragmentům a fotografie dokumentující současné a minulé umístění štítků starší i současné provenience. [Obr. 147]

2.7.27 Fotodokumentace a restaurátorská dokumentace

Závěrem byla vyhotovena fotografická dokumentace ve stabilních podmínkách. Stejně jako při započetí restaurátorských prací byla provedena fotodokumentace s profesionálním fotografem MgA. Davidem Svobodou. Byla vyhotovena podrobná restaurátorská dokumentace s obrazovou přílohou. [Obr. 124–Obr. 151]

2.8 Doporučené podmínky a způsob uložení

Pro zajištění dlouhodobého zachování kvality restaurovaného objektu je nezbytné udržet v rovnováze hodnoty relativní vlhkosti a okolní teploty, omezit na minimum koncentraci vzdušných polutantů, dodržovat přípustnou intenzitu osvětlení a preventivně kontrolovat dílo před napadením mikroorganismy a biologickými škůdci. Dílo nesmí přijít do přímého kontaktu s vodou a mělo by být umístěno mimo přímé denní světlo i zdroj sálavého tepla.[182] Nedodržení níže uvedených podmínek může vést k poškození zrestaurovaného díla.

V případě uložení díla v depozitáři vysoce doporučuji dílo uchovávat v podmínkách: celoroční teplota mezi 15 a 25 °C, RV do 50 %, řízení T a RV s možnými fluktuacemi nebo sezonními změnami (+ 5 °C, - 10 °C/+ 10 %, - 10 %), krátkodobé fluktuace a gradienty (± 2 °C, ± 5 %).[183] Dílo by mělo být udržováno stále ve svislé poloze, uchováváno na závěsné výsuvné stěně nebo ve skříňovém regálu.[184] Doporučuji provádět pravidelné kontroly před biologickým napadením a preventivně udržovat dílo opatrným mechanickým čištěním vlasovými štětci nebo restaurátorskými houbami určenými pro suché čištění. Tyto kontroly a údržba musí být prováděny kvalifikovaným personálem a měly by být o nich veden záznam.

V případě vystavování díla v expozici doporučuji udržovat standartní klimatické podmínky a řízené větrání dle normy ČSN EN 15757, tj. teplota 20 °C ± 1 °C a RV 50 % ± 5 %.[185] Doporučuji dílo osvětlovat pouze bodovým umělým svícením s maximálním zamezením vstupu denního světla.[186] Maximální osvětlenost objektu in situ 200 lx, tj. při ročním osvitu 600 000 lxh (= 3 000 hodin) ročně.[187]

Do budoucna doporučuji pro lepší nosnost instalaci nového závěsného systému rozloženého na dva háčky umístěné na horním konci každé vertikální listy rámu. Rám by měl být do budoucna opatřen zadní tónovanou rámovou nástavbou, do které by byl vsazen zadní ochranný kryt např. z alkalické lepenky, který by vytvářel mechanickou ochranu před nečistotami a vytvářel by bariéru bránící výkyvům RV.[188] V případě ponechání díla bez ochranného krytu musí být údržba zadní strany obrazu striktně dodržována. Vzhledem ke zlacenému ozdobnému rámu by objekt měl být přenášen vždy v bavlněných rukavicích. Pro transport musí být objekt vždy zabalen kvalifikovaným personálem.[189]

---

[182] DUROVIČ et al. 2002, s. 81–86.
[183] SEDLUCKÁ et al. 2018, s. 21.
[184] Tamtéž, s. 85.
[185] ČSN EN 15757.
[186] SEDLUCKÁ et al. 2018, s. 34.
[187] Tamtéž, s. 32.
[188] JELÍNKOVÁ et al. 2017, s. 28.
[189] ČSN EN 15946.

2.9 Seznam použitých materiálů

Seznam použitých organických a anorganických látek

- aceton
- agar – přírodní polysacharid s gelující schopností z červených mořských řas
- Akrylátový tmel *CLOU Holzpaste*
- akvarelové barvy *Schmincke Horadam*
- arabská guma
- Bathofenantrolin, 4,7-difenyl-1, 10fenantrolin (nasycený etanolový roztok)
- bělený včelí vosk
- *BEVA® Artist Gesso-p*
- boloňská křída
- citrát triamonný
- černý poliment *Kölner Classic Poliment*
- Damarový lesklý lak, odolný proti UV záření, 1:2 rozpuštěný v dvojitě destilovaném terpentýnu *Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo*
- demineralizovaná voda
- Demineralizovaná voda
- etanol 96%
- Ethanol absolutní
- fu-nori – přírodní polysacharid získávaný s japonských červených řas
- horská křída
- isooktan
- isopropanol
- Jemné tepané plátkové stříbro *Grac*
- karnaubský vosk
- klíh králičí a kostní
- *Klucel G*, hydroxypropylcelulóza
- kvašové barvy *Royal Talens Gouache Extra Fine*
- lak *Daler&Rowney Goldfinger Varnish*
- *Laropal A-81* – syntetická pryskyřice
- *Lascaux Acrylkleber 498 HV* – disperze na methyl metakrylátové nebo butyl akrylátové bázi
- *Lignofix I-Profi* – ochranný prostředek na dřevo před dřevokazným hmyzem a houbami
- *Marlipal 1816/25* – neionický tenzid
- metalické pasty *Daler&Rowney Goldfinger*
- minerální pigmenty *Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo*
- Obohacená voda o Ca^{2+} a Mg^{2+} ionty
- *Paraloid B72* –methylmethakrylát-kopolymer
- pryskyřičné barvy na bázi *Laropalu A-81 Gamblin Conservation Colors*
- pšeničný škrob
- *Shelsoll A* – nafta, obsahující aromatické látky
- smrkové piliny
- šampaňská křída
- šelak *Superior, Komet* a *Rubín*
- terpentýn
- toluen
- *Triton*-X – neiontová povrchově aktivní látka
- *Tylose MH 300* a *MH 6 000* – methylhydroxyethylcelulóza
- Vyzina – klíh z plovacích měchýřů jeseterovitých ryb
- *White Spirit* – lakový benzín
- xylen
- želatina

Seznam použitých pomůcek a materiálů

- *AlphaCell antique* – 0,5 mm, alkalická lepenka
- *Blitz-Fix* – PVA mikroporézní čistící houba
- *Box Board* – archivní alkalická lepenka, 0,9 mm, pH 7–10
- Brusný papír
- *CleanMaster* – čistící houba ze 100% latexové gumy

- *Evolon®CR* – netkaná textilie z mikrofilamentů
- Filc (100% vlna)
- *Filmoplast R* – transparentní termoplastická páska archivní kvality
- *Filmoplast* T – textilní lepící páska archivní kvality
- Filtrační papír 700 g/m^2 , 250 g/m^2– pH neutrální, bělená buničina
- flanelová textilie
- *HollyTex* 81 g/m^2 – netkaná textilie, 100% polyester
- *Hostaphan* 36 g/m^2 - antiadhezivní 100% polyesterová fólie
- Japonský papír *Tengujo Kashmir* 8,6 g/m^2 ,*Tengujo* 13 g/m^2, *Tengujo* 17,5 g/m^2
- Japonský papír *Usukuchi Rayon* 12 g/m^2
- Kované hřebíky s antikorozní úpravou
- Kovářská nit
- Lisovací lepenka 1,5 mm
- lněná textili *TRIGI*, [polopanama], 530 g/m^2
- lněná textilie *BELLE ARTI*, 198 g/m^2
- lněná textilie *L514*, 180 g/m^2
- lněná textilie *TRIGI*, 290 g/m^2
- *Melinex 401* 100 μm – 100% PE
- *Melinex 401* 75 μm – 100% PE
- Neodymové magnety – kulaté 8 mm, tl.. 1 mm
- ocelová vlna 0000 – extra jemná
- ocelové plíšky *Temart Fix Plate*
- Ocelové vruty s půlkulatou hlavicí
- plastová dilatace – *EconoSpace®*
- PU houba – čistící houba bez obsahu latexu
- Rybářský vlasec (100% nylon)
- Silikonový papír – papír s antiadhezivní úpravou
- *SympaTex* – paropropustná membrána
- Vata vinutá – 100% buničina

Seznam použitých přístrojů

- *Bonart, ART-P3 II, KRUUSE* ultrazvuková špachtle
- Dotyková elektroda *AMPHEL HI1413B*
- *EXTOL CRAFT* vrtací šroubovák aku, *12V Li-ion, 1300mAh*
- Fotoaparát – *Canon EOS 600D, Canon EOS 60D, Canon EOS 70D, Canon EOS 80D*
- Kompresor pro air-brush a souprava air-brush *Micro-Color*
- Kovová restaurátorská špachtle, skalpel z nerezové oceli s vyměnitelnými čepelkami, pinzety různých velikostí, zubní jehla
- Muzejní vysavač *Muntz 555-MU-E-HEPA*
- Nízkotlaký perforovaný stůl s tepelnou regulací
- Objektivy a fotografické vybavení viz 2.4.1
- *PARKSIDE®* jemná aku bruska
- Párový skalpel zn. *RTC 4*
- pH metr zn. *Orion Star A111*
- Stativ – *Manfrotto 161MK2*
- Stereolupa *Leica S6D*, Leica Microsystems
- *S*teteomikroskop *Pulch + Lorenz*
- Tepelně vyhřívaná restaurátorská špachtle a jehla zn. *RTC 2F*
- Ultrazvukový minizmlžovač zn. *AGS2000*
- UV lampy s trubicemi značky *Philips TL – D 18 W BLB*, s rubínovým sklem 360–380 nm

TEORETICKÁ ČÁST

Vedoucí konzultant: Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.

OBSAH TEORETICKÉ ČÁSTI

3 Možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu 74

3.1 Využití gelů v péči o kulturní dědictví 75
3.1.1 Vlastnosti a dělení gelů 75
3.1.2 Fyzikální gely 77
3.1.3 Chemické gely 80
3.2 Struktura a vlastnosti gellanu 82
3.3 Chemické složení gellanu 83
3.4 Využití gellanu mimo restaurátorskou praxi 85
3.5 Tvorba gelu z gellanu 86
3.6 Využití gellanu v restaurátorské praxi 87
3.6.1 Vývoj a využití gellanu v péči o kulturní dědictví 87
3.6.2 Užité vlastnosti gellanu v restaurátorské praxi 88
3.6.3 Využití gellanu ve vybraných případových studiích restaurování 89
3.6.4 Komerční produkty a distribuce gellanu 105
3.6.5 Příprava gelu z gellanu 107
3.7 Experimentální část 109
3.7.1 Použité materiály 110
3.7.2 Použité přístroje a pomůcky 110
3.7.1 Zkoumané rigidní hydrogely 111
3.7.2 Příprava modelových vzorků 114
3.7.3 Příprava gelů z gellanu 117
3.7.4 Metodika experimentů 119
3.7.5 Výsledky 123
3.7.6 Diskuse a doporučení 134
3.7.7 Závěr experimentální části 138

5 Seznam použitých zdrojů 142

5.1 Seznam použité literatury 142
5.2 Seznam použitých pramenů 149
5.3 Databáze a internetové zdroje 152

6 Seznam použitých symbolů a zkratek 156

7 Seznam tabulek 157

8 Seznam grafické přílohy 160

8.2 Seznam grafů 160

10 Seznam obrazové přílohy: teoretická část 260

10.1 Obrazová příloha: experimentální část 262

11 Seznam textové přílohy 272

11.4 FTIR analýzy vzorků rigidních hydrogelů 313

3 Možnosti přípravy a využití rigidních gelů z gellanu

Čištění uměleckých děl je důležitou, ale také náročnou součástí procesu restaurování obrazů, které je spojeno s rizikem poškození nebo ztráty původních materiálů. Dalším neméně podstatným souvisejícím aspektem je bezpečnost procesu čištění pro restaurátory i životní prostředí, zejména potom při používání organických rozpouštědel. Proto je podstatné preferovat metody, materiály a postupy, které negativní dopady čištění minimalizují. Jednou možností je použití rigidních gelů při mokrém čištění. Při vhodném výběru nabízejí rigidní gely několik výhod oproti ostatním aplikačním metodám čištění, zahrnujících například, možnosti úplného a snadného odstranění bez praktického zanechání rezidují, vysokou kontrolovatelnost, minimální zavlhčení předmětu a zejména značnou šetrnost, jak pro artefakt, tak pro zdraví restaurátora a zátěž pro životní prostředí.

Teoretická část diplomové práce se zaměřuje na výběr, charakterizaci, přípravu a systematické testování gelů z gellanu a jejich porovnání s vybranými komerčně dostupnými gely. Hlavním cílem literární rešerše je poskytnout přehled o různých typech rigidních hydrogelů, jejich vlastnostech a možnostech použití. Pro experimentální část byly vybrány perspektivní rigidní hydrogely na základě důkladného průzkumu odborné literatury i trhu. Gely z gellanu se připravují svépomocí. Konkrétně byly použity produkty *Kelcogel CG-LA* (*CP Kelco*) a Gellan Gum (*Deffner & Johann GmbH*). Z komerčně dostupných gelů určené k přímé aplikaci, byly použity gely značky Nanorestore – *Nanorestore Gel® Dry* (MWR a HWR) a *Nanorestore Gel® Peggy* (Peggy 5, Peggy 6). Všechny vybrané rigidní hydrogely jsou určené a používají se k čištění výtvarných děl, zejména těch, které jsou velmi citlivé na mokré procesy.

V rámci experimentů byly popsány vlastnosti gelů, gely byly porovnány z hlediska míry zádrže kapalného systému a dále byly gely vyzkoušeny k odstranění nežádoucí vrstvy z modelové malby. Práce představuje vstup do nastíněné problematiky, a zároveň si klade za cíl rozšířit a začlenit využití rigidních hydrogelů, především gelů z gellanu, do restaurátorské praxe Fakulty restaurování. Teoretická část diplomové práce byla podpořena projektem grantové soutěže (SGS) Univerzity Pardubice.

3.1 Využití gelů v péči o kulturní dědictví

V oblasti péče o kulturní dědictví jsou neustále vyvíjeny a modifikovány nové technologie tak, aby bylo dosaženo stále šetrnějšího a cíleného přístupu k ochraně artefaktů.[190] Cílem restaurování je zejména co nejvíce zpomalit degradační procesy a zachovat čitelnost ošetřovaných předmětů. Proto je mnohdy zapotřebí během restaurátorského procesu odstranit nebo zredukovat nežádoucí vrstvy a materiály (nečistoty, degradovaná adheziva, povrchové úpravy apod.). Vzhledem ke skutečnosti, že mnohá umělecká díla jsou citlivá vůči kapalným systémům, ať už se jedná o vodné roztoky nebo organická rozpouštědla, byly vyvinuty metody, díky kterým je možné tyto systémy aplikovat šetrněji i účinněji. Tyto postupy bývají založeny na využití gelů, zejména potom rigidních gelů. Ty umožňují řízené a kontrolovatelné uvolňování kapalného čistícího systému a bezpečné odstranění nežádoucích vrstev, aniž by došlo k ovlivnění původních materiálů.[191]

V posledních letech vzhledem k rostoucímu povědomí o změně klimatu a vyčerpávání přírodních zdrojů je snahou zdokonalovat činnosti a procesy směrem k ekologičtějším řešením založeným na udržitelných a bezpečnějších postupech a materiálech.[192] Výzkumné skupiny, univerzity, odborné organizace i podniky podporují rozvoj strategií zaměřených na biotechnologie nebo nanotechnologie, které snižují objem činidel i odpadu a nahrazují toxická rozpouštědla novými produkty a prostředky, které jsou méně škodlivé pro konzervátora i životní prostředí a zároveň méně invazivní pro kulturní památky. Multispektrální využití gelů v kombinaci s vhodnými kapalnými systémy mohou být jednou z alternativ a řešení ekologičtějšího přístupu právě proto, že splňují mnohé podmínky udržitelnějšího restaurování.[193]

3.1.1 Vlastnosti a dělení gelů

Gely jsou měkké materiály složené ze vzájemně propojených dlouhých polymerních řetězců nebo organických molekul, respektive disperzních částic zpravidla koloidní velikosti, které zadržují tekutinu. V důsledku toho se vyznačují fyzikálními vlastnostmi, které jsou na pomezí mezi pevnou látkou a tekutinou. Obvykle je gel složen z pevné (gelační) složky (gelotvorné látky) a tekutiny, přičemž obě fáze jsou spojité. Jinak řečeno gely jsou systémy, v nichž částice gelotvorné látky tvoří trojrozměrnou kostru (netekutou koloidní síť), která prostupuje v celém

[190] LEROUX 2016, s. 4.
[191] PASSERETTI et al. 2021, s. 2.
[192] LANCASTER 2003, s. 1141, WOLBERS 2017a, s. 3.
[193] GUEIDÃO et al. 2021, s. 23.

svém objemu tekutinou (tzv. disperzním prostředím).[194] Výsledkem jsou rosolovité soustavy s různou mírou tuhosti. Tekutinou je většinou kapalina[195], voda v případě hydrogelu, organické rozpouštědlo v případě organogelu.[196] P. H. Hermans gel definoval jako *„soudržný systém nejméně dvou složek, který vykazuje mechanické vlastnosti charakteristické pro pevnou látku, přičemž jak dispergovaná složka, tak i disperzní prostředí se kontinuálně rozprostírají v celém objemu systému"*.[197]

Gely omezují současně odpařování a uvolňování kapaliny z gelového systému. Mají schopnost zádrže velkého množství kapaliny. Nabízejí systém, který v případě potřeby prodlouží retenci kapaliny na ošetřovaném povrchu, čímž se například může zredukovat použití vatových smotků a mechanické namáhaní povrchu artefaktů při čištění. Použitými kapalinami mohou být v závislosti na typu gelu různá rozpouštědla, ať už anorganická nebo organická či jejich směsi, kapaliny obohacené o enzymy, chelatační činidla nebo surfaktanty.[198] Gely mohou značně snižovat negativní dopad zavlhčení na vysoce citlivé a porézní materiály. Optická průhlednost některých gelových systému umožňuje lepší kontrolu čistícího účinku.[199]

Nevýhodami některých produktů je jejich vysoká cena. Na druhou stranu jsou mnohé gely snadno finančně dostupné. U některých typů gelových systémů mohou nastat problémy s úplným odstraněním a s ním spojeným rizikem potenciálního zanechání residuí. Příliš tuhé rigidní gely nemusí být naopak dobře přilnavé k nerovnoměrným povrchům, které nemusí dostatečně kopírovat.[200]

Gely lze klasifikovat různými způsoby, například dle strukturního uspořádání, typologie a charakteru, respektive chemického složení gelotvorné látky, kapalného systému nebo způsobu přípravy. Jednotlivé skupiny se mohou navzájem prolínat. Na základě druhu příčných vazeb lze gely dělit na fyzikální, které jsou síťované sekundárními vazbami, a gely chemické, jejichž síť je založena na primárních(kovalentních) vazbách.[201]

Pro lepší orientaci v diplomové práci jsou níže stručně definovány různé klasifikace gelů.[202]

---

[194] FRATINI – CARRETTI 2013, s 253.

[195] V následujících textech jsou vzhledem k tématu práce vždy popisovány gely s kapalinou.

[196] FRATINI – CARRETTI 2013, s 277. NOVÁK 2008, s. 389–401.

[197]Tamtéž, s. 253. (P. H. Hermans, in Colloid Science, et al.. H. R. Kruyt, Elsevier, Amsterdam, 1949, 2, s. 483–520.) Definice gelů uvedené v odborné literatuře nejsou jednotné – viz např. HOUSKA 2019, s. 11.

[198] GUEIDÃO et al. 2021, s. 30–32.

[199] Tamtéž, s. 35.

[200] Tamtéž.

[201] FRATINI – CARRETTI 2013, s. 256.

[202] Tamtéž, s. 251–278, CHELAZZI et al. 2018, s. 291–317, CARRETTI– GIORGI 2013, s. 280–314, NOVÁK 2008, s. 398–401.

Tab. 14 Slovník vypraných pojmů vztahující se k problematice gelů v kontextu práce.

Fyzikální gely	Gely, které jsou tvořeny sekundárními slabými vazbami (vodíkové můstky, van der Waalsovy síly). ➢ Gely na bázi derivátů celulózy (např. methylcelulóza, hydroxypropylcelulóza) nebo kyseliny polyakrylové, gely z polysacharidů (např. xantanová guma, chitosan, agar, gellan), gely z bílkovin (např. želatina)
Chemické gely	Gely, které jsou tvořeny primárními (kovalentními) vazbami. ➢ Gely na bázi p(HEMA), PMMA, PVA
Rigidní gely	Gely, které vytváří polotuhé až tuhé elastické systémy *"pláty",* které lze snadno odstraňovat z povrchů odlupováním v celistvé podobě. ➢ Gely z některých polysacharidů (např. agar, gellan), bílkovin (např. želatina), gely na bázi p(HEMA), PMMA, PVA
(Vysoce) Viskózní gely	Gely, které vytváří viskózní/polotekuté systémy, které nelze odstraňovat z povrchu malby odlupováním, musí být mechanicky dočištěny, měly by být na povrch artefaktu naneseny s ochranou mezivrstvou (např. japonský papír.). ➢ Gely na bázi kyseliny polyakrylové nebo derivátů celulózy (např. methylcelulóza, hydroxypropylcelulóza), gely z některých polysacharidů (např. xantanová guma, chitosan)
Organogely	Gely jejichž kapalnou fázi (disperzní prostředí) tvoří rozpouštědla, respektive bezvodé systémy. ➢ polyakrylátové gely na bázi PMMA+EGDMA
Hydrogely	Gely jejichž kapalnou fázi (disperzní prostředí) tvoří voda nebo vodní systémy. ➢ prakticky všechny uvedené gely, kromě gelů PMMA+EGDMA
Xerogely	Pevné látky, které vznikají vysušením gelu mrazem/lyofilizací (odstraněním disperzního prostředí).
Aerogely	Gely, jejichž disperzní fáze je plyn, většinou vzduch.
Přírodní gely	Gely, jejichž gelotvorná složka je přírodní nebo vznikla modifikací přírodních látek. ➢ gely na bázi derivátů celulózy (např. methylcelulóza, hydroxypropylcelulóza), polysacharidů např. xantanová guma, chitosan, agar, gellan, škrob), bílkovin (např. želatina)
Syntetické gely	Gely, jejichž gelotvorná složka je syntetická. ➢ gely na bázi pHEMA, PMMA, PVA a kyseliny polyakrylové

3.1.2 Fyzikální gely

Fyzikální gely jsou stabilizovány sekundárními (fyzikálními) silami, jako jsou Van der Waalsovi síly (např. hydrofobní [difúzní] interakce, elektrostatické [iontové] síly) a vodíkovými můstky.[203] Pro restaurátorskou praxi fyzikální gely můžeme dále rozdělit dle jejich tuhé/rigidní nebo viskózní/polotekuté struktury na silné a slabé fyzikální gely.[204] Změnou hmotnostních koncentrací nebo molekulové hmotnosti gelotvorné látky lze dosáhnout různých vlastností vzniklého gelu, například úrovní viskozity.[205]

[203] FRATINI – CARRETTI 2013, s. 258.

[204] GIRAUD et al. 2021, s. 74.

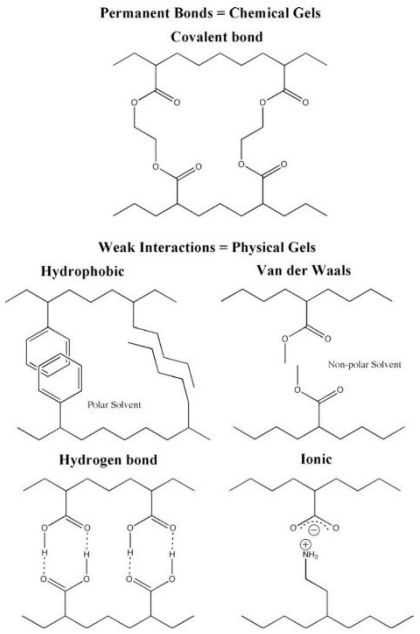
[205] FRATINI – CARRETTI 2013, s. 287.

3.1.2.1 Slabé fyzikální gely

Slabé fyzikální gely jsou tvořeny pouze slabými interakčními vazbami. Vytvářejí (vysoce) viskózní[206] gely, které jsou kombitovatelné s vodnými systémy, jež například zahrnují chelatační činidla a povrchově aktivní látky či enzymy. Některé z gelů lze kombinovat i s organickými rozpouštědly.[207] Gelotvorné látky, které lze do této skupiny zařadit, jsou některé polysacharidy (xanthanová guma, chitosan)[208], deriváty celulózy (hydroxypropycelulóza, methylcelulóza apod.) nebo gely z kyseliny polyakrylové, takzvané rozpouštědlové gely (v ang. tzv. „*solvent gels*“)[209] a gel neutralizované kyseliny polyakrylové.[210] Gely na bázi kyseliny polyakrylové (většinou Carbopol) se často připravují v kombinaci s vhodnou povrchově aktivní látkou (nejčastěji Ethomeen C12 a C25) a malým obsahem vody jako takzvané Wolbersovy (Carbopolové) rozpouštědlové gely.[211] Uvedená kombinace umožňuje Wolbersovy gely použít nejen s celou škálou polárních rozpouštědel, ale zejména také s nepolárními rozpouštědly.

V praxi se viskózní gely používají již dlouhou dobu. Kromě obecných vlastností, které mají společné s rigidními gely, dokáží kvůli své konzistenci dokonaleji kopírovat povrch artefaktů. Dále se viskózní gely používají k zahušťování roztoků. Jsou uplatňovány napříč obory restaurování jako adheziva, nebo nosiče k odstraňování nevyhovujících vrstev (nečistoty, adheziva, staré lakové vrstvy).[212]

Značnou nevýhodou těchto systémů jsou potenciální residua, která mohou zůstávat na povrchu předmětů nebo v jejich pórovitém systému a s ním související přílišné mechanické namáhaní, kterého je většinou zapotřebí při „dočištění“.[213] Residua těchto gelů mohou způsobit nepředvídatelný vývoj



Obr. 1 Schéma znázorňující primální(kovalentní) [200-600 kJ mol^{-1}] a sekundární [1-120 kJ mol^{-1}] vazby. In: FRATINI – CARRETTI 2013, s. 258.

[206] Někdy gely vytvářejí až polotekuté systémy.

[207] CHELAZZI et al. 2018, s. 293.

[208] PASSERETTI et al. 2021, s. 2.

[209] STULIK – DORGE 2004, s. 7. Nejznámějšími zástupci komerčních produktů jsou *Carbopol* a *Pemulen*®. GIRAUD et al. 2021, s. 74.

[210] Známým zástupcem je produkt s názvem *Carbogel*.

[211] STULIK – DORGE 2004, s. 7.

[212] CHELAZZI et al. 2018, s. 291, PASSERETTI et al. 2021, s. 2.

[213] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 27.

v degradačních procesech materiálů artefaktů, zahrnující nežádoucí změny chemického složení a barevnosti.

Například byla rezidua potvrzena v případě čištění závěsných obrazů Wolbersovými (Carbopolovými) rozpouštědlovými gely. Byla nalezena v pórech malby, malých krakelách a drobných otvorech. Nedávný průzkum dokázal, že Ethomeen (C12 i C25)[214] se z materiálu odpařuje pouze částečně a rozkládá se na nízkomolekulární látky. Kromě toho se objevily určité obavy ohledně možného dlouhodobého synergického účinku rozkládaných produktů Ethomeenů na degradaci terpenoidních pryskyřic a olejů používaných v originálních barevných vrstvách.[215] Zároveň je zapotřebí uvést, že nebezpečí potenciálních residuí ze slabých fyzikálních gelů dosud nebylo dostatečně systematicky zkoumáno, přestože je stále předmětem mnoha studií.[216]

3.1.2.2 Silné fyzikální gely

Silné fyzikální gely vznikají z přírodních polysacharidů, především se používá gellan, škrob a agar, dále potom z materiálů bílkovinné povahy, kam lze zařadit zejména želatinu.[217] Gel zpravidla vzniká ze suspenze gelační složky ve vodě zahřáté na teplotu, při které vznikne roztok a následně je roztok ochlazen.[218] Na základě hmotnostní koncentrace gelační složky lze dosáhnout různých úrovní viskozity.[219] Tyto gelové systémy jsou termoreversibilní. Znamená to, že po vzniku gelu z ochlazeného roztoku je možné gel znovu zahřátím převést do tekutého stavu.[220]

Silné fyzikální gely jsou zpravidla uspořádané do dvoušroubovicové struktury, díky níž vytvářejí polotuhé až tuhé/rigidní odlupující se filmy.[221] Jejich výhodnými vlastnostmi pro restaurování je vysoká zádrž kapalného systému a snadná odstranitelnost. Lze předpokládat, že v závislosti na typu gelového systému a aplikace může být riziko zanechání rezidují gelu malé, respektive zanedbatelné nebo žádné v porovnání například s viskózními gely.[222] Tímto způsobem je čištění povrchů kontrolovanější a bezpečnější něž například čištění pomocí

[214] Látka, která je součástí přípravy Wolbersova (Carbopolového) gelu, neutralizuje jeho pH. BAYEROVÁ 2011, s. 11.

[215] CHELAZZI et al. 2018, s. 293.

[216] CARRETTI – GIORGI 2013, s. 288.

[217] GIRAUD et al. 2021, s. 75.

[218] FRATINI – CARRETTI 2013, s. 258, s. 277.

[219] Tamtéž, s. 287.

[220] POUCHLÝ 2008, s. 168. Okamžik, respektive teplota, při které při ochlazování vzniká gel se nazývá bod gelace (teplota tuhnutí). Při zahřívání gel opět přechází do roztoku při teplotě ztekucení (tání). NOVÁK et al. 2008, s. 398–401

[221] GIRAUD et al. 2021, s. 74.

[222] CARRETTI – GIORGI 2013, s. 287.

vatových smotků, zábalů nebo viskózních gelů. Avšak v případě velmi strukturovaného a nerovného povrchu není možné využít, kvůli vysoké rigiditě mnohých z těchto gelů jejich komplexní potenciál.[223]

3.1.3 Chemické gely

Chemické gely jsou tvořeny polymerními řetězci spojenými kovalentními vazbami., lze je v podstatě považovat za jednu velkou a „nekonečnou" molekulu.[224] Chemické gely mají obecně vyšší moduly pružnosti, velmi dobrou chemickou i mechanickou odolnost, vysokou zádrž kapalin a zpravidla dlouhou skladovatelnost, v rozpouštědle bobtnají, ale nerozpouštějí se. Nejsou tepelně reverzibilní, mají definovaný tvar a lze je snadno odstranit v celistvé podobě.[225] Zároveň jsou v odborné literatuře představovány jako nové možnosti rigidních chemických gelů s potenciálem využití v oblasti restaurování uměleckých děl.

Mezi nově vyvinuté a v dnešní době již v praxi užívané chemické hydrogely patří zejména gely na bázi poly(2-hydroxyethylmetakrylátu) a polyvinylpyrrolidonu [p(HEMA)/PVP][226] nebo hydrogely z polyvinylalkoholu a polyvinylpyrrolidonu [PVA/PVP][227]. Dále jsou to organogely na bázi poly(methylmetakrylátu) a ethylenglykol-dimethylakrylátu [PMMA/EGMA][228] které byly testovány v praxi a uvedeny na trh, ze kterého však bohužel byly v relativně nedávné době stáhnuty. Dalším příkladem chemických gelů jsou hydrogely na bázi akrylamidu v kombinaci s bisakrylamidem [ACRY/BIS][229], jež však byly spíše předmětem testování a publikovaných případových studií. Na tomto místě je zapotřebí zmínit také vysoce viskózní polymerní disperze [HVPD], zejména potom disperze na bázi polyvinylalkoholu [PVA][230] nejčastěji síťovaného boraxem.[231] Jak bylo naznačeno, uvedené gely byly zkoušeny v rámci případových studiích při čištění uměleckých děl.[232]

V současné době jsou v oblasti restaurování-konzervace komerčně dostupné především chemické gely vyvinuté společností CSGI[233], které se prodávají pod značkou *Nanorestore Gel*®.

---

[223] CARRETTI – GIORGI 2013, s. 287.

[224] FRANTINI – CARRETTI 2013, s. 259.

[225] Tamtéž, s. 277.

[226] DOMINIQUES et al. 2013, s. 2746–2755.

[227] VIHLOVA ANGELOVA et al. 2015, s. 227–244, CARRETTI et al. 2009, s. 8656–8662.

[228] BAGLIONI et al. 2014, s. 361–371.

[229] FRANTINI – CARRETTI 2013, s. 259.

[230] BAGLIONI et al. 2014, s. 261–371, CARRETTI et al. 2009, s. 8656–8662. Mezi vysoce viskózní disperze patří například také zkoušené systémy na bázi hydrofobně modifikované hydroxyethylcelulózy.

[231] BAGLIONI et al. 2014, s. 261–371, BONELLI et al. 2019, s. 1–31.

[232] CHELAZZI et al. 2018, s. 294.

[233] Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase. In: Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 – [cit. 2023-07-05].

Po chemické stránce se jedná o gely na bázi poly(2-hydroxyethylmetakrylátu) a polyvinylpyrrolidonu [pHEMA/PVP] zahrnující skupinu gelů s názvem *Nanorestore Gel® Dry*. Dále jsou to značně elastičtější gely na bázi polyvinylalkoholu a polyvinylpyrrolidonu [PVA/PVP] nabízené jako tzv. *Nanorestore Gel® Peggy* gely,[234] které vykazují vysokou mechanickou odolnost a schopnost odstranit nečistoty z například texturované polychromie díky zvýšené přilnavosti k nepravidelným povrchům.[235] Oba typy uvedených rigidních gelů jsou určeny pro ošetření předmětů vysoce citlivých ke kapalným systémům, *přičemž Nanorestore Gel® Dry* by měly být z tohoto úhlu pohledu šetrnější než *gely Nanorestore Gel® Peggy*.[236] Tyto gely se snadno odstraňují prakticky bez residuí.[237] Lze je kombinovat do jisté míry s organickými (polárními) rozpouštědly a vodnými čisticími systémy (např. s enzymy, micelárními roztoky, mikroemulzemi či chelatačními činidly).[238]

[234] GIRAUD et al. 2021, s. 74. Mezi gely na bázi PVA lze řadit také systémy z polyvinylalkoholu a boraxu (PVA/borax). Protože práce není na tento typ gelů zaměřena, nebudou detailněji dále tyto gelové systémy diskutovány, přestože jim je věnováno mnoho publikací.

[235] CHELAZZI et al. 2018, s. 300.

[236] GUEIDÃO et al. 2021, s. 32.

[237] BAGLIONI et al. 2014, s. 366, CARRETTI et al. 2009, s. 8656–8662.

[238] GUEIDÃO et al. 2021, s. 32 , CHELAZZI et al. 2018, s. 308.

3.2 Struktura a vlastnosti gellanu

Gellan je vysokomolekulární polysacharid, gelotvorná hydrokoloidní látka vznikající z mikroorganismů.[239] Komerčně se připravuje mikrobiální fermentací zpravidla z bakterie *Sphingomonas elodea* (dříve nazývaná *Pseudomonas elodea*).[240] Gellan byl objeven roku 1978 a poprvé byla publikována jeho výroba a vlastnosti roku 1981.[241]

Jednou z hlavních předností gellanu je schopnost tvořit průhledné bezbarvé rigidní hydrogely s vysokou absorpční schopností.[242] Mezi další příznivé vlastnosti patří dobrá zpracovatelnost, tepelná stabilita, odolnost nízkým pH, možnost termoreversibility, biokompatibilita a dobrá mukoadheze.[243] Gely z gellanu jsou biologicky odbouratelné a netoxické pro člověka i vůči životnímu prostředí.[244] Vlastnosti gellanu, lze značně ovlivňovat stupněm acylace nebo způsobem přípravy a získat tak gely s širokou škálou mechanických a reologických vlastností. Gellan dle stupně acylace může být gelem poddajným, tvárným, pružným či měkkým nebo může tvořit pevné a křehké gely.[245] Kromě stupně acylace jsou vznik gelu i jeho vlastnosti dále ovlivněny zejména množstvím a typem přidaných kationtů, koncentrací gellanu, hodnotou pH, teplotou nebo také tloušťkou připraveného gelu. V přítomnosti kationtů jsou gely z gellanu pevnější. Nejčastěji se používají mono a bivalentní kationty, zejména potom draselné, sodné, hořečnaté nebo vápenaté, ale i jiné. Dvojmocné kationy tvoří pevnější a elastičtější gely než jednomocné kationty.[246] Ke vzniku gelů postačují nízké koncentrace gellanu. Oproti tradičním přírodním hygrogelům (agarosa, karagenan) dokáže gellan tvořit optimální a pevné gely i pří nízkém pH.[247]

[239] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 30.

[240] WARREN – PANHUIS 2005, s. 61.

[241] KANG et al. 1982, s. 1086.

[242] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 31.

[243] Tamtéž, s. 31. Termín definujeme jako adhezi mezi dvěma materiály, z nichž alespoň jeden je sliznicí. Této vlastnosti gellanu využívá především farmaceutický průmysl pro výrobu léků. SHAIKH et al. 2011, s. 89.

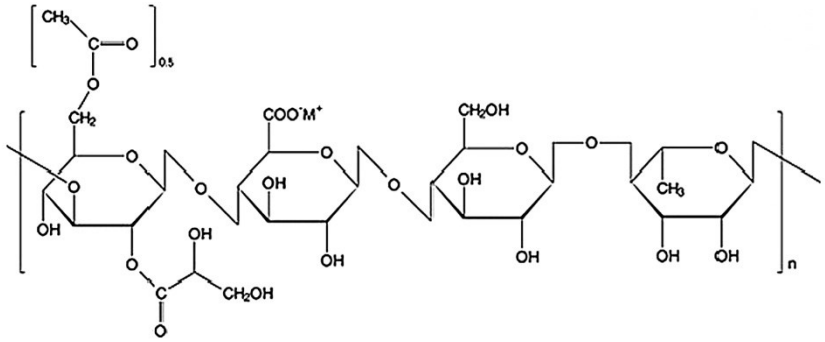
[244] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 31.

[245] KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1069.

[246] Tamtéž, COVIELLO et al. 2007, s. 13.

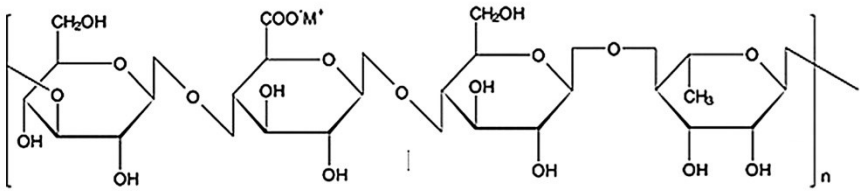
3.3 Chemické složení gellanu

Gellan je přírodní lineární tetrasacharid, jehož chemická struktura sestává z opakujících se strukturních jednotek založených na jedné molekule α-L-ramnózy, jedné molekule kyseliny β-D-glukuronové a dvou molekulách β-D-glukózy.[248] V původní podobě obsahuje acylové substituenty (glycerátové a acetátové), které se vyskytují vždy na jedné a té samé molekule glukózy. Každá opakující se jednotka gellanu zahrnuje 0,5 acetátové skupiny a jednu skupinu glycerátovou.[249] Jednotky kyseliny glukuronové jsou přítomné ve formě solí. Molekuly gellanu jsou uspořádány do dvojité levotočivé šroubovice. Původní gellan se označuje za acylovaný, někdy vysoce acylovaný či nemodifikovaný.[250]



Obr. 2 Chemická struktura původního (jinak nemodifikovaného, vysoce acylovaný) gellanu. In: KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070.

Deacylovaný (nízko acylovaný) gellan se vyrábí alkalickou úpravou – modifikací, která spočívá v odstranění acylových skupin. K deacylaci dochází při fermentaci původního (acylovaného) gellanu. Stupeň deacylace i typ kationtu vytvářejícího sůl kyseliny glukuronové ovlivňují zásadním způsobem vlastnosti gellanu a jeho gelů.[251]



Obr. 3 Chemická struktura deacylovaného (jinak nízko acylového, modifikovaného) gellanu In: KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070.

[248] GRASDALEN – SMIDSRØD 1987, s. 372.

[249] Jinými slovy lze říct, že se glycerátová skupina vyskytuje na každé základní strukturní jednotce gellanu, zatímco acetátová skupina je přítomna na každé druhé strukturní jednotce gellanu.

[250] MAHEUX 2015, s. 70, KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070, ŠEVČÍK 2006, s. 13.

[251] MAHEUX 2015, s. 70.

Oba typy gellanů se od sebe liší gelačními schopnostmi (např. teplota tuhnutí/bod gelace, teplota přechodu do tekutého stavu) i mechanickými vlastnostmi vzniklých gelů. Při ochlazení pod 40 °C[252] vytváří deacylovaný gellan pevné (rigidní), nepružné až křehké hydrogely.[253] Vysoce acylovaný gellan po ochlazení pod 65 °C vytváří měkké, matné a pružné hydrogely.[254]

Tab. 15 Vybrané vlastnosti acylovaných a deacylovaných gellanů. In: KELCOGEL® Gellan Gum Book, 5th edition, CP Kelco, San Diego, USA. 2008, s. 4, s. 15)

Porovnání fyzikálních vlastností acylovaného a deacylovaného gelu gellan		
Vlastnosti/typ gellanu	Acylovaný gellan *Kelcogel® LT100, Kelcogel® CG-HA*	Deacylovaný gellan *Kelcogel®, Kelcogel® AFT, Kelcogel® GC-LA, Kelcogel® F, Gelzan™CM*
Molární hmotnost	$1–2 \times 10^6$ g/mol	$2–3 \times 10^5$ g/mol
Rozpustnost (vznik roztoku)	Teplá voda (od 70 °C)	Teplá voda, od cca 75 °C[255]
Teplota gelace (vznik gelu)	Cca 65 °C bez kationtů 70–80 °C s kationty	Cca 25 °C bez kationtů 30–50 °C s kationty
Termoreversibilita	Termoreversibilní	Teplo stály[256]

[252] Teploty gelace se pohybují v určitých rozmezích. Například Iurcius et al. uvádí rozmezí mezi 85 °C až 95 °C pro acylovaný gellan. IURCIUS et al. 2015, s. 3.

[253] KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1069, KIRCHMAJER et al. 2014, s. 125.

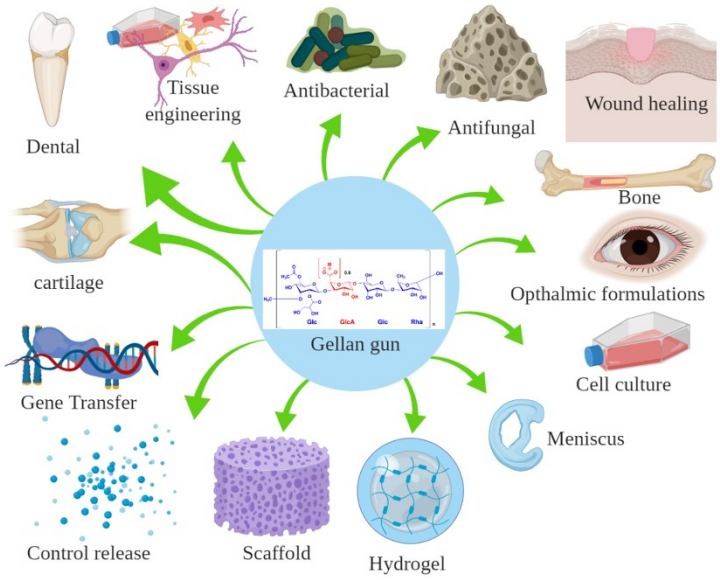
[254] Tamtéž, s. 1069–1070, NODA et al. 2008, s. 1149.

[255] Teplota závisí na různých okolnostech, například na tvrdosti vody (přítomnosti solí), může být snížena až na studenou vodu při přídavkem chelatačních činidel.

[256] Může být termoreversibilní v závislosti na složení a způsobu využití.

3.4 Využití gellanu mimo restaurátorskou praxi

Vzhledem k rozsáhlým vlastnostem gellanu je gel využíván v mnoha oborech. Díky svým schopnostem zadržet značné množství vody, je velmi podobný přirozeným živým tkáním, a proto má široké spektrum využití v biomedicíně, tkáňovém inženýrství, farmacii a medicíně obecně.[257] Konkrétně se využívá například ve výzkumu genové terapie a transfekce, nebo při biologické signalizaci (genová terapie kostí, adheze buněk při hojení ran apod.). Ve farmacii se specificky používá v lékových formách pro kontinuální uvolňování léčiv, například pro výrobu makrogranulí s postupným uvolňováním.[258] Ve tkáňovém inženýrství se hydrogelů využívá pro modifikované podávání léčiv, například v podobě matric pro enkapsulaci (obalování/zapouzdření)[259]. Dále byl gel z gellanu v medicíně široce zkoumán za účelem vývoje nových oftalmologických[260] přípravků.[261] V potravinářství se používá ke stabilizaci drogistických a potravinářských výrobků. Konkrétně se používá v cukrářství, džemech, průmyslově vyráběných potravinách nebo při výrobě mléčných výrobků.[262]



Obr. 4 Grafické znázornění využití gellanu napříč obory. In: MUTHUKUMAR et al. 2019, s. 1.

[257] JIN – DIJKSTRA 2010, s. 203.

[258] KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1069–1070.

[259] Cell Encapsulation: Comprehensive Biomaterials,. ScienceDirect [online]. 2011– [cit. 2022-02-10]. COVIELLO et al. 2007, s. 13.

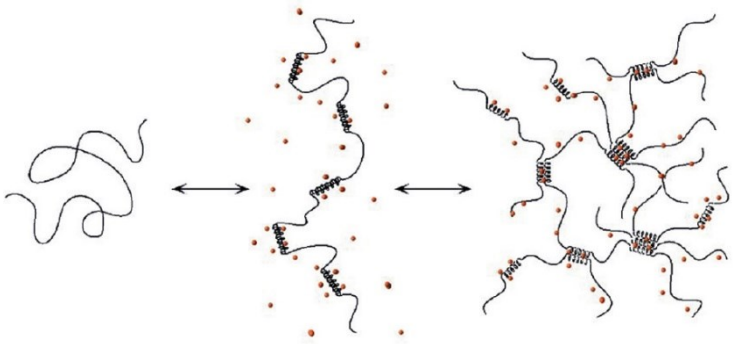
[260] Oftalmologie je obor medicíny, který se zabývá diagnostikou a léčbou očních poruch. Oftalmologie. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2022-02-10].

[261] COVIELLO et al. 2007, s. 13.

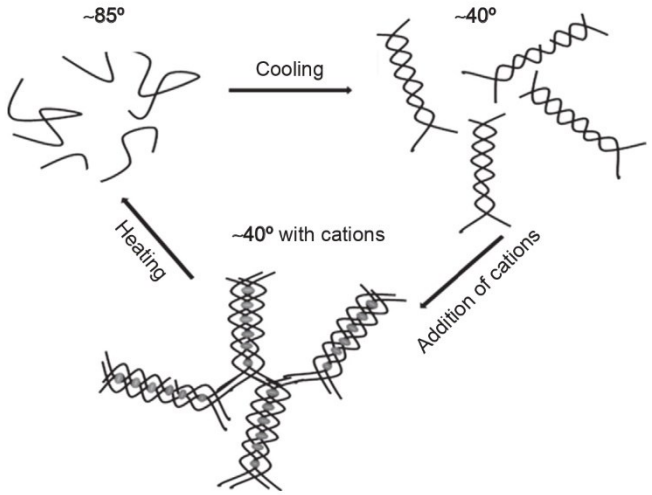
[262] KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070. V kyselých mléčných nápojích se gellan využívá jako potenciální stabilizátor emulgátoru, stabilizační pojivo, želírující činidlo, koagulant, lubrikační činidlo, filmotvorné činidlo a zahušťovadlo. Tamtéž, s. 1070.

3.5 Tvorba gelu z gellanu

Proces tvorby gelu zahrnuje dva samostatné tepelně vratné kroky. Molekuly polymeru jsou při vyšších teplotách ve vodných roztocích v neuspořádaných klubkách. Při následném ochlazení pod určitou teplotu dochází k jejich uspořádání do dvojitých šroubovic, které se postupně spojí mezi sebou prostřednictvím slabých interakcí, jako jsou vodíkové můstky a Van der Waalsovy síly.[263] Druhý krok nastává v přítomnosti kationtů, díky nimž dochází k uspořádání a spojení dvoušroubovic mezi sebou, což vede ke vzniku vysoce uspořádané 3D struktury, a tudíž vzniku rigidního gelu.[264]



Obr. 5 Schéma gelace gellanu – stabilizace přítomností iontů Ca^{++} (označeno červeně). In: IANNUCCELLI – SOTGIU 2011, s. 30.



Obr. 6 Vznik gelu z gellanu v souvislosti s teplotou. In: SMITH et al. 2016, s. 274.

[263] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 31.
[264] KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070.

3.6 Využití gellanu v restaurátorské praxi

3.6.1 Vývoj a využití gellanu v péči o kulturní dědictví

Za popularizaci, studium a vývoj použití gellanu v restaurátorské praxi se zasloužilo především odborné pracoviště *Laboratory for the Conservation of Library Materials* (ICPAL)[265] v Římě. Od roku 2003 zde tým odborníků vedený kvalifikovanými restaurátorkami Simmonetty Iannuccelli a Silvií Sotgiu realizoval projekt zaměřený na mokré procesy s využitím rigidních gelů z gellanu v oblasti restaurování uměleckých děl na papírové podložce. Hlavním cílem projektu bylo především nalézt alternativní méně invazivní cestu mokrému čištění papírových artefaktů, při které by se neměnily topografické vlastnosti papírové podložky jako je struktura povrchu ručních papírů, nebo v případě grafických technik otisk matrice nebo ryté linie u tisku z výšky. V roce 2010 své výsledky výše zmíněné restaurátorky poprvé prezentovaly na mezinárodní konferenci T*he Book and Paper Group Session, AIC's 38th Annual. Meeting, May 11–14, 2010, Milwaukee, Wisconsin*.[266] Bezprostředně na italský výzkum v roce 2016 navázala Maheux z Library and Archives Canada v Quebecku a dále rozšířila využití gellanu o širší praktické poznatky v restaurování papírových artefaktů.[267] Pole působnosti využití gellanu bylo také rozšířeno a popularizováno a četně prezentováno na velké mezinárodní konferenci *Gels in Conservation of Art* v roce 2017.[268]

Využití gellanu se poté rychle rozšířilo do jiných oblastí restaurování. Vědecké zkoumání se rozvinulo o modelové studie, kde byly studovány dopady tradičních mokrých procesů[269] (ponor do vody) v porovnání s mokrým čištěním na gelu z gellanu. Gellan byl v rámci studií také upravován pro enzymatické čištění[270]a desinfekci[271] papírových artefaktů. Vlastnosti gellanu byly publikovány i na případových studiích čištění trojrozměrných objektů.[272] Dále byl gellan testován na čištění a dezinfekci pergamenu a materiálů z usně.[273] Pro restaurování textilií byl gellan studován v případových studiích na lokální odstraňování skvrn a čištění.[274] V restaurování kovu byl gellan s přídavky chelatačních činidel vyzkoušen na odstraňování korozních produktů

[265] Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro. In: Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro. ICPAL Istituto Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05].

[266] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 25.

[267]MAHEUX 2015, s. 69.

[268] ANGELOVA et al. 2017.

[269] ISCA et al. 2015, s. 3047–3062, MAZZUCA et al. 2014a, s. 205–211.

[270] MAZZUCA et al. 2014b, s. 16519–16528, MAZZUCA et al. 2016, s. 360–366.

[271] DE FILPO et al. 2016, s. 3265–3279, BARRULAS et al. 2020, s. 1–6.

[272] MAHEUX 2015, s. 76, SANGIORGI et al. 2019, s. 98-114.

[273] DE FILPO et al. 2015, s. 52–58, MAGEE 2019.

[274] PERANTEAU 2013, s. 72–85, TASIOULI et al. 2021, s. 56–67.

ze starých mincí.[275] V průběhu let byl gellan taktéž několikrát publikován v souvislosti s čištěním barevné vrstvy na plátěných podložkách.[276] Budoucím zkoumáním a popularizaci gellanu v restaurování muže pomoci i předpoklad, že za současného hledání ekologické filozofie restaurováním je gellan navíc považován za vhodný nosič splňující myšlenky udržitelného restaurování s použitím „zelených" rozpouštědel a pokročilých metod čištění uměleckých děl.[277]

3.6.2 Užité vlastnosti gellanu v restaurátorské praxi

Gely z gellanu přinášejí při čištění památek obecné výhody, které skýtá použití rigidních gelů obecně. Patří mezi ně například vysoká a kontrolovatelná retence čistícího systému (rozpouštědla), která může mimo jiné zvýšit bezpečnost při prací pro zdraví člověka. Dále to je možnost prodloužení doby působení čistícího systému a snížení jeho penetrace, kdy je kontakt s čistícím systémem pouze povrchový a nedochází tedy k nadměrnému zavlhčení předmětu, ale ani redistribuci odstraňovaných materiálů či distribuci částí gelů a čistícího systému. Zásadní je také velmi snadná úplná odstranitelnost gelu spojená s minimálním rizikem zanechání reziduí a snížením či dokonce eliminací následného dočišťování, které je spojeno s nadměrným nežádoucím namáháním povrchu a často i jeho poškozením. Navíc vzhledem ke kontrolované smáčivosti, kterou lze upravovat podle koncentrace gellanu je gel šetrný i pro materiály vysoce citlivé k zavlhčení.[278] Gely z gellanu jsou navíc levné a lze je poměrně lehce připravit svépomocí i ve velkých plochách a posléze je také dobře tvarovat.

Negativními vlastnostmi gellanu je jeho potenciální křehkost při nízkých hmotnostních koncentracích. Rovněž hydrokoloidní charakter gellanu, kvůli kterému není možné gellan jakožto fyzikální hydrogel kombinovat s nepolárními a mnohými polárními rozpouštědly, může být omezující. S polárními rozpouštědly je možno vytvářet čistící systémy při velmi nízkých koncentracích.[279] Další značnou nevýhodou je nedostatečné kopírování nepravidelných a nerovných povrchů, kdy potenciální vlastnosti gellanu nemohou být využity v plném rozsahu Navíc je gellan při přípravě nutno zahřát až na teplotu 85–90 °C, což může negativně ovlivnit čistící systém, pokud je kombinován například s enzymy.

---

[275] PASSERETTI et al. 2021, s. 1–17, GIRAUD et al. 2021, s. 73–83.

[276] MARANESI 2017, s. 129–131, KANTH et al. 2018, s. 451–462, BARTOLETTI et al. 2020, s. 1–30.

[277] GUHDÃQ et al. 2021, s. 23–44, CASINI et al. 2023, s. 1–21.

[278] MAZZUCA et al. 2014a, s. 211. Při využití na papírové podložce gellan gel nezanechával s porovnáním s Agarem residua, je obecné průhlednější a zadržuje vodu při velmi nízkých koncentracích od 1 do 2 %, také jeho pH pomáhá snižovat kyselost papírové podložky. ISCA et al. 2015, s. 3061.

[279] Dle Cassenelli lze gellan s alkoholy nebo alkoholovými roztoky s demineralizovanou vodou používat jako roztoky, ve kterých je poté gellan naložen. Nejméně po dobu 6 hodin. Dle studie alkoholové roztoky pozitivně ovlivňujíjejich vlastnosti, například gely z gellanu jsou pevnější. CASSENELLI et al. 2017, s. 2, s. 8. V případové studii zabývající se restaurováním pergamenů byl na čistění pergamenu využit 5% acylovaný gellan s ethanolem (1 : 1). MAGEE 2019, s. 113.

Pro účely restaurování a konzervace se častěji používá deacylovaná forma gellanu.[280] Deacylovaný gellan je po úpravě homogenní, průhledný a stabilní vůči změnám pH. Stabilita pH deacylovaného gelu jej činí kompatibilní s různými typy činidel vhodných pro čištění, enzymatickém čištění, odkyselování či případně bělení.[281] Další výhodnou vlastností gellanu je jeho inertnost a odolnost vůči teplu a kapilární a hydrofilní schopnosti při čištění.[282]

3.6.3 Využití gellanu ve vybraných případových studiích restaurování

3.6.3.1 Čištění papírových podložek, uměleckých děl na papíře

Mokré čištění papírových podložek je běžné ošetření, které má na papír velmi dobré účinky. Nejčastěji bývá prováděno ponorem papíru do demineralizované/destilované vody. Dochází při něm zejména k odstranění degradačních produktů, vnějších nečistot, solí a biologického napadení, které negativně ovlivňují papír. Mokré čištění přispívá ke zvýšení pH papírové podložky nebo regeneraci vodíkových můstků.[283] Mokré čištění, zejména potom ponorem, může mít však negativní dopady na dílo, zahrnující vyplavování klížidel, ztrátu reliéfu a barevných vrstev či smršťování celulózových vláken. Navíc někdy mohou být tato rizika tak vysoká, že mokré čištění ponorem není možné při restaurování provést.

Čištění papírových artefaktů pomocí rigidních gelů včetně gelů z gellanu může být řešením pro mnohá úskalí běžného mokrého čištění ponorem nastíněným výše.[284] Jak bylo uvedeno, tyto gely svými vlastnostmi zajišťují řízené a velmi šetrné uvolňování vody (kapalného čistícího systému), což v mnohých případech umožňuje zachování celkové strukturální i estetické hodnoty artefaktu,[285] zahrnující například snížení rozpouštění pojiv a klížidel. Tímto způsobem lze zvýšit také pH papíru. Z mnohých publikací vyplývá, že by neměly po gelu z gellanu zůstávat rezidua, [286] tuto otázku by však bylo záhodno ještě prověřit cílenou rešerší, která je nad kapacitu předkládané práce. Dále lze po aplikaci gelu z gellanu s demineralizovanou/destilovanou vodou předpokládat zlepšení mechanických vlastností papíru, například zvýšení pevnosti v tahu

[280] KANTH et al. 2018, s. 453.

[281] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 38, MAZZUCA et al. 2016, s. 44.

[282] MAHEUX 2015, s. 70.

[283] ISCA et al. 2015, s. 3047.

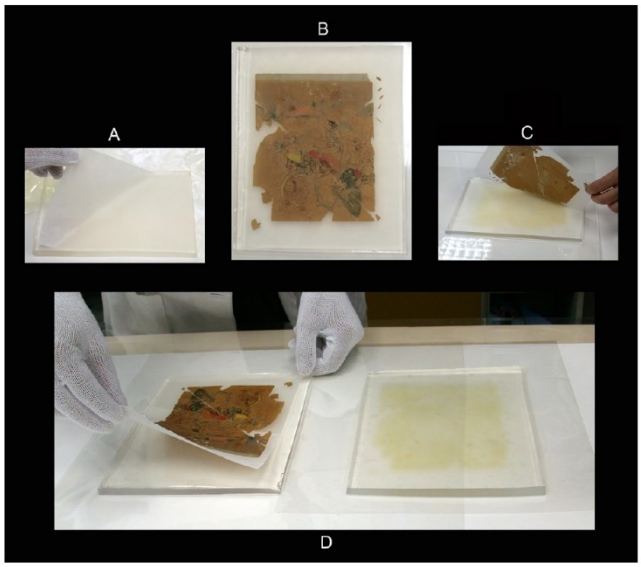
[284] Dokonce existují příklady, kdy gel je schopen lépe odstraňovat degradační produkty a polutanty z papírové podložky než při běžném ponoření do vody a také růst pH byl mírně vyšší něž při ponoru. MAZZUCCA et al. 2014, s. 210.

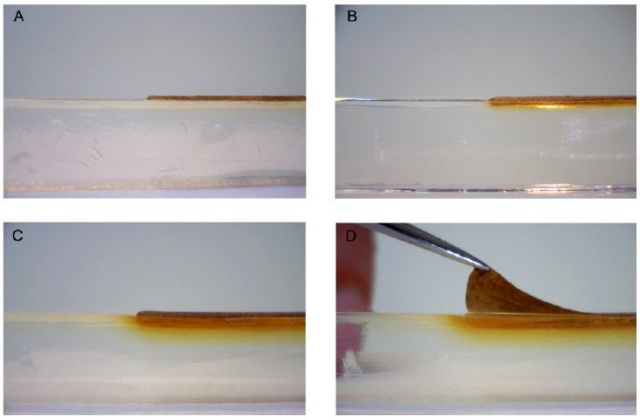
[285]. MAHEUX 2015, s. 70.

[286] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32., s. 34–35.

a snížení lámavosti.[287] Aplikace rigidních gelů z gellanu by obecně neměla mít negativní vliv na papír, respektive urychlovat jeho degradaci ani z dlouhodobějšího hlediska.[288]

Dle vybrané literatury je zapotřebí zvolit vhodnou koncentraci gelu. Konzervátor vždy musí subjektivně a individuálně posoudit smáčivost papírové podložky. Ta je ovlivněna pórovitostí papíru, typem vláken, klížením papíru a celkovým fyzikálním stavem objektu. Čím je papír nasákavější (hydrofilnější), tím je údajně potřeba vyšší koncentrace použitého gellanu, protože se tím zvýší absorpční schopnost papíru.[289]





Obr. 7 Nahoře: ilustrační fotografie demonstrující čištění papírové podložky pomocí 2% gellanu (*Kelcogel CG-LA*) s mezivrstvou japonského papíru
Dole: proces čištění papírové podložky 2% gellanem (*Kelcogel CG-LA*). A= začátek čištění, B = po 5 minutách, C= po 15 minutách, D = po 25 minutách čištění. In: IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 33, s. 35.

Konkrétním příkladem doporučené metodiky pro čištění papírových artefaktů gellanem může být dle studie níže následující postup. Nejprve je nutno na vodorovný povrch/plexisklo připravit nesavou plastovou fólii (např. *Mylar, Melinex*), na kterou se umístí dílo lícem dolů. Na něj se položí plát gelu z gellanu a ten se opět překryje plastovou fólii, aby nedocházelo k vysychání gelu. Fólii je poté nutno rovnoměrně zatížit, např. opět plexisklem.[290] Doba čištění se odvíjí od stupně znečištění díla, proces je možné opakovat, dokud přestane být gellan zabarven degradačními produkty z papíru.[291] Čištění s gellanem však může být variabilní a přizpůsobené konkrétnímu objektu. Například může

[287] ISCA et al. 2015, s. 3059.
[288] Tamtéž, s. 3061.
[289] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 34.
[290] Tamtéž, s. 33.
[291] Tamtéž, s. 35.

být čištění provedeno rubovou stranou dolů bez zátěže s ochranou mezivrstvou japonského papíru[292] nebo i mezi dvěma gellany v „sendviči".[293]

Na základě pozorování modelových vzorků papíru před a po čištění optickou mikroskopií a kontrolním měřením pH Iannuccelli a Sotgiu konstatovali, že gel úspěšně redukuje zažloutnutí papírové podložky beze změny morfologie povrchu. Hodnota pH na čištěném papíru byla v průměru o 1,5 vyšší než před čištěním, a oproti etherům celulózy nezanechával gellan na modelových vzorcích rezidua.[294]

Studii Iannuccelli a Sotgiu dále rozšířil Mazzuca et al., který zkoumal využití gellanu na čištění papíru na modelových vzorcích, které pocházely z různých století (16. – 19. stol.). Byla zkoumána účinnost mezi ponorem vzorků do deionizované vody a čištěním deionizovanou vodou v kombinaci s gellanem. V rámci testování byl připraven 2% hm. deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) dle Iannuccelli.[295] Interval čištění byla 1 hodina, gel byl po tuto dobu překryt plastovou fólií (*Mylar*).

Poté byla na vzorcích papíru kontrolována residua gellanu, které FTIR analýza nepotvrdila a žádná na konkrétních vzorcích nenalezla.[296] Dle výsledků studie je gellan schopen lépe odstraňovat degradační produkty a polutanty z papírové podložky než při běžném ponoření do vody, a navíc byl zaznamenán mírně vyšší růst pH něž při ponoru vzorků do vody.[297] Ze studie tedy vyplynulo, že aplikace gelů z gellanu může být srovnatelnou i účinnější alternativou k čištění papíru ponorem.

Výzkum, který byl zaměřen na změny mechanických vlastnosti papíru vyvolané mokrým čištěním uměleckých děl se věnovala Isca et al. Byly sledovány změny vlastností vyvolané čištěním ponorem nebo čištěním deionizovanou vodou v kombinaci s gellanem. Zkoumali pevnost v tahu, deformaci při přetržení a změnu pružnosti způsobenou mokrým čištěním.[298] Testy byly provedeny na vzorcích filtračního papíru a uměle stárnutého filtračního papírů. Byl zkoumán a porovnán vliv ponoření filtračního papíru do demineralizované vody (10 min), aplikace agarových gelů (1–2–3 %hm.) a gelů z deacylovaných gellanů (1–2–3 % hm.), (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*), (15 min) s destilovanou vodou.[299]

---

[292] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 34.
[293] MAHEUX 2015, s. 78.
[294] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 34–35.
[295] Tamtéž, s. 32.
[296] MAZZUCA et al. 2014a, s. 206.
[297] Tamtéž, s. 210.
[298] ISCA et al. 2015, s. 3047.
[299] Tamtéž, s. 3049.

Studie uvádí, že aplikace rigidních gelů na papír, daleko nad rámec jejich čisticího účinku, přispěla k mírnému zlepšení mechanických vlastností papíru, tj. k mírnému zvýšení pevnosti v tahu a menší lámavosti při přetržení ve srovnání s kontrolními nestárnutými vzorky.[300] Dále ze studie vyplynulo, že by aplikace rigidních gelů z gellanu obecně neměla mít negativní vliv na papír, respektive urychlovat jeho degradaci, ani z dlouhodobějšího hlediska.[301]

3.6.3.2 Odstranění externích konsolidantů, podpůrných podložek a adheziv z papírových podložek

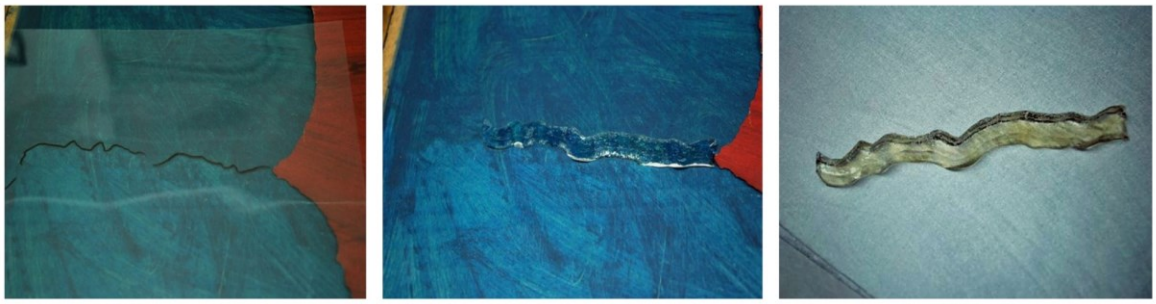
Použití gellanu může představovat vhodný způsob lokální redukce a odstranění externích konsolidantů, adheziv i podpůrných podložek. V této souvislosti je navíc výhodné, že je možné gely z gellanu kombinovat s různými čisticími systémy(např. s enzymy), upravovat vlastnosti gelů změnou koncentrace nebo jednoduchým způsobem získat požadovaný tvar gelu.

Za účelem odstraňování podpůrných nevyhovujících podložek lepených klihem Iannuccelli a Sutgiu testovali různé koncentrace a úpravy deacylovaného gellanu s destilovanou vodou (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*). Tato práce byla realizována s předpokladem, že postupné a konstantní provlhčování papírového artefaktu bude pro objekt mnohem šetrnější než například využití párového skalpelu, které může vést k nevratné deformaci objektu neustálou změnou vlhkosti vytvářející střídavé smršťování a bobtnáním celulózových vláken.[302] Aby byla manipulace s papírovým objektem minimalizována, byl nejprve objekt položen na plát gellanu s mezivrstvou tenkého japonského papíru lícem dolů. Po kompletním provlhčení mohlo potom být adhezivum postupně redukováno skalpelem nebo restaurátorskou špachtlí z rubu objektu.[303]

Maheux potvrzuje, že před použitím gellanu při odstraňování podpůrných podložek musí být dílo předtím celoplošně zvlhčeno.[304] Dále popisuje několik příkladů využití gellanu pro lokální čištění papírových artefaktů. Případovou studii lokálního odstranění zateklin prezentuje na papírových šatech z roku 1968. Využila zde k čištění 4% hm. deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*). Gellan připravila s destilovanou vodou, přičemž pH gelového systému upravila přídavkem hydroxidu vápenatého na hodnotu 8 pH. Tloušťka gelu byla 10 mm. Pod místa ošetření byl vložen filtrační papír, gel byl preparován přesně dle okrajů zateklin, poté byl gel přímo položen na místo zatekliny a pod plastovou fólií ponechán po dobu 3 minut. Postup byl opakován do úplného odstranění skvrn.[305] Dále studie publikovala redukci zateklin způsobené

[300] ISCA et al. 2015, s. 3059.
[301] Tamtéž, s. 3061.
[302] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 35.
[303] Tamtéž, s. 36.
[304] MAHEUX 2015, s. 71.
[305] Tamtéž, s. 73.

nadměrnou vlhkostí na barevné koláži na vlnité dřevité lepence vysoké gramáže. Použila 3% hm. deacylovaný gellan s destilovanou vodou, pH gelu upravila opět přídavkem hydroxidu vápenatého na hodnotu 8 pH. Skvrny byly překryty preparovaným gelem přesně podle jejich tvaru, místa s gelem byla dodatečně překryta fólií a ponechána pod mírnou zátěží po dobu 10 minut. Postup byl opakován do úplného potlačení okrajů zateklin. Stejný postup dále demonstrovaly i na velkoplošných fotografiích (*gelatin silver print*) s tím rozdílem, že byl 3% hm. gellan nanesen na mezivrstvu japonského papíru.[306] Maheux také úspěšně zkoušela gely z gellanu k odstraňování papíru z textilní podložky, nebo k lokálnímu snímání papírového pokryvu na hřbetu knihy z 19. století.[307]



Obr. 8 Proces lokálního čištění zatekliny pomocí 3% gellanu (*Kelcogel CG-LA*). Zleva doprava: vyznačení hranice zatekliny pomocí fólie *Mylar,* proces čištění, zabarvený gellan degradačními produkty po čištění. In: MAHEUX 2015, s. 74.

Barbisan a Dupont využili 2,5% hm. deacylovaný gellan *(Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) při lokálním čištění skvrn na velkoformátové uhlové kresbě na papíře (*Allegorie de Lyon* od Luise Janmota [1814–1892]).[308] Uplatnili stejný postup jak popisuje ve své studii Maheux. ST-Jacques a Trojan-Bedynski v rámci projektu zaměřeného na restaurování miniatur použili při restaurování (*Mrs. Ethel Mckenzie*, 1927) 3% hm. deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*). na lokální odstranění adheziva na bílkovinné bázi. Téměř všechno adhezivum se podařilo pomocí gelu odstranit po době působení 5 minut, residua adheziva byla posléze dočištěna buničinou.[309] Na studii jiné miniatury (*portrait of General James Wolf*) následně pomocí gellanu odstraňovali nevyhovující nosnou podložku a residua adheziv z rubu originálu.[310]

Kvůli zvýšení efektivity odstraňování polymerních (organických) adheziv, konsolidantů, produktů oxidace nebo biologického napadení byl gellan testován v různých kombinacích s enzymy. Jednu z možností využití gellanu s hydrolázami shrnuje Iannucelli a Sotigiu. Tato možnost představuje aplikaci přesně koncipovaného enzymatického čistícího systému pomocí

[306] MAHEUX 2015, s. 74.
[307] Tamtéž, s. 76.
[308] BARBISAN – DUPONT 2017, s. 115.
[309] ST-JAQUES – TROJAN-BEDYNSKY 2016, s. 103.
[310]Tamtéž, s. 105.

štětce na předem připravené pláty gellanu tak, aby došlo k dostatečnému proniknutí enzymů do gelu. Přesněji, že gellan musí být připraven s ohledem na jeho výchozí pH a enzymy se do gelu vpravují až po vzniku gelu. Roztok s enzymy se poté roztírá po plátu gelu štětcem, jelikož by enzymy při vysoké teplotě přípravy gelu mohly ztratit své vlastnosti. Gel potřený enzymy poté může být aplikován na místo čištění. V případě Iannuccelli a Sotgiu na rub papírové podložky s vrstvou adheziva, které má být odstraněno. Po vhodné době působení je gel odstraněn, přičemž nabobtnaná adheziva v popisovaném případě byla posléze z díla sejmuta buničinou nebo vatovými tampony, údajně bez mechanického namáhání povrchu. Nakonec byl kvůli dočištění zbytků adheziv s enzymy aplikován gellan sycený pouze demineralizovanou vodou.[311]

Podobnou problematikou, se zabývá studie Mazzuci et al., v jejímž rámci byl testován deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) v kombinaci *a-amylázou* při odstraňování škrobu z povrchu papíru. Čistící systém byl aplikován na modelové uměle stárnuté i nestárnuté vzorky filtračního papíru pokrytého vrstvou škrobu.[312] Hydrogel byl připravován dle Iannuccelli[313], s tím rozdílem, že v rámci postupného ochlazování gelu v Petriho misce bylo při 60 °C přidáno adekvátní množství koncentrovaného roztoku enzymu.[314] Výsledky čištění byly analyzovány několika analytickými metodami.[315] Na základě provedených zkoušek bylo konstatováno, že gellan dobře odstraňuje škrobovou pastu, prachový deposit i degradační produkty z papírové podložky. Optimální doba působení čistícího systému, při které nedocházelo k ohrožení papírové podložky, byla stanovena na 60 minut.[316] Studie se zabývala také rizikem potenciálních residuí spjatým s možností vzniku mikrobiologického napadení po čištění. Analyticky nebyla prokázána residua po gelu s enzymy ani stopy po mikrobiálním napadení.[317]

Využitím gellanu syceného enzymy k čištění papírových artefaktů se zabývá navazující studie Mazzuci et al z roku 2016. Byl zde znovu využit deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*), tentokrát v kombinaci s *proteázou K* k odstraňování adheziv na bílkovinné bázi. Gel byl připravován na základě postupu Iannuccelli[318], přičemž podobně jako v předcházejícím případě byl po zahřátí a zprůhlednění roztoku při postupném ochlazení při 60 °C v Petriho misce

311 IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 37.

312 MAZZUCA et al. 2014b, s. 16519.

313 IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

314 490 μM v pufru PIPES (PIPES 25 mM, CaCl2 8 mM, pH 6,9, Konečná koncentrace enzymu je 24,6 μM (1030 U/ml. MAZZUCA et al. 2014b, s. 16520.

315 FTIR, UV-VIS OM, HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie), SEM a měření pH. Tamtéž, s. 16520.

316 MAZZUCA et al. 2014b, s. 16524.

317 Tamtéž, s. 16525.

318 IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

přidáno adekvátní množství roztoku enzymu.[319] Takto připravený čistící systém byl testován na modelových vzorcích papíru pokrytého vrstvou klihu.[320] Výsledky SEM prokázaly, že samotný gellan bez enzymu není ani po 120 minutách působení schopen odstranit vrstvu klihu z papíru.[321] Při aplikaci gelu syceného enzymy však již po 30 minutách došlo k odstranění klihového adheziva. Studie potvrdila, že navržené systémy představují účinné metody čištění papírových uměleckých děl od adheziva nebo hydrofobních materiálů, neboť jsou účinné, snadno připravitelné a bezpečné.[322]

Rozsáhlý výzkum byl aplikován na případové studii čištění grafického velkoformátového listu *Le Nozze de Psiche*, který byl podlepen textilií a klihoškrobovým adhezivem. V první fázi byl objekt čištěn 2% hm. deacylovaným gellanem (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*). Poté byly připraveny čistící systémy z gellanu sycené enzymy, konkrétně amylázou (*a-amylázou)* a proteinázou (*proteináza K)* za pomocí, kterých bylo úspěšně sejmuto sekundární plátno. Posléze byl objekt dočištěn od residuí adheziva.[323] Tento systém čištění dokázal minimalizovat dopad mokrého čištění na artefakt a zachovat tak většinu typických znaků pro grafický list i samotnou papírovou podložku, které ji charakterizují.[324]

3.6.3.3 Odkyselování papírové podložky

Papírová podložka je materiálním složením jednou z nejcitlivějších restaurovaných materiálů, kterou dokážou silně ovlivňovat její podmínky uložení. Materiálová podstata papíru ovlivňuje jeho chemickou degradaci a je povinností restaurátora, aby se snažil degradační proces způsobený narůstajícím pH a s ním spojenou kyselou hydrolýzu celulózových vláken v rámci preventivní péče minimalizovat na minimum. V rámci procesu odkyselování papíru je nutné, aby nebyly použity toxické látky, které by nějak nemohly poškodit zdraví restaurátora, aby nebyla archiválie nijak při odkyselování poškozena a proces byl snadno aplikovatelný a kontrolovatelný.

Například Iannuccelli a Sotgiu využívaly k odkyselování papíru deacylovaný gellan *(Kelcogel GC-LA, CP Kelco*), ke kterému byl v procesu přípravy přidán propionan vápenatý. Gel z gellanu byl připraven dle Iannuccelli[325] v 3% hm. koncentraci, přičemž byl k sypkému gellanu přidán propionan vápenatý (3,5–5 g/l), směs byla poté zahřívána v mikrovlnné troubě. Ve studii je uvedeno, že si vzniklý gel z gellan s propionanem vápenatým zachoval svou elasticitu, avšak je

[319] 35 μM or 173 μM in PIPES buffer, pH 8 (PIPES 25 mM plus CaCl2 8 mM). Konečná koncentrace enzymu je 5.8 μM. MAZZUCA et al. 2016, s. 360.

[320] Vzorky byly použity dva roky po jejich vyhotovení. Tamtéž, s. 362.

[321] Tamtéž, s. 365.

[322] Tamtéž, s. 367.

[323] MICHELI et al., 2018, s. 375.

[324] Tamtéž, s. 378.

[325] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

mírně opakní. Proces odkyselování, tj. položení objektu na plát gellanu s propionanem vápenatým trvalo přibližně 2 hodiny.[326]

Maheux výsledky Iannuccelli a Sotgiu demonstrovala v praxi na malém akvarelu na papírové podložce. Využila 3% hm. deacylovaného gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) s přídavkem 3,5 g/l propionanu vápenatého. Jelikož byl akvarel lokálně citlivý na barevnou vrstvu, byl gellan v místech citlivé barevné vrstvy na vodné systémy lokálně odstraněn. Celkově trval odkyselovací proces 45 minut.[327]

3.6.3.4 Redukční bělení papírové podložky

V některých případech čištění papírových děl se používá metoda redukčního bělení. Mnohdy jsou papírové artefakty poškozeny foxingem, mikrobiálním napadením nebo rozsáhlými skvrnami různého původu a metodika bělení je jednou z možností, které nežádoucí poškození může redukovat na minimum. Je však záhodno vždy pečlivě zvážit čištění za pomocí redukčních činidel. Protože postupy bělení mají více či méně negativní účinek na papír.[328] Avšak případný negativní dopad redukčního bělení může být do jisté míry snížen aplikací bělících látek s rigidními gely.

Využití gelů z gellanu v kombinaci s redukčním činidlem terc-butylaminboranem zkoušely Iannuccelli a Sotgiu v rámci svého výzkumu zaměřeného na využití gellanu v restaurátorské praxi. V této části studie uplatnily výhodné vlastnosti gellanu, které by měly poskytovat kontrolovatelnější proces redukčního bělení, při kterém by originální morfologie povrchu papírové podložky zůstávala zachována, oproti využití tradičního redukčního bělení v lázni.[329] V této souvislosti byl nejprve připraven 2–3% hm. gel z gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) dle výchozí receptury.[330] Po ohřevu gelu v mikrovlnné troubě bylo přidáno do roztoku redukční činidlo, konkrétně terc-butylaminboran (7 g/l)[331], který se ihned v roztoku zcela rozpustí. Gellan je po ochlazení připraven k přímé aplikaci.[332]

Maheux publikovala využití gellanu obohaceného o terc-butylaminboran v případové studii, ve které využila 2% hm. gellan s terc-butylaminboranem (7 g/l) na čištění velkoplošné

[326] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 38.

[327] MAHEUX 2015, s. 78.

[328] ĎUROVIČ 2002, s. 210.

[329] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 28, s. 37.

[330] Tamtéž, s. 32

[331] Vzhledem k toxicitě činidla musí být gel doplňován o terc-butylaminboran vždy v ochranných laboratorních pomůckách a v digestoři.

[332] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 38.

litografické mapy Ottawy. Litografie byla vložena mezi „sendvič" gellanu s redukčním činidlem po dobu 60 minut. Gel byl oproti běžnému gellanu mírně opakní a mléčně zabarvený.[333]

Na mezinárodní konferenci IIC[334] 2014 v Hong Kongu publikovala Yip využití gellanu pro redukční bělení na dvou čínských papírech Xuan, které byly poškozeny foxingem, způsobeným pravděpodobně lokální degradací celulózových vláken. Restaurátorský proces provedený na těchto dílech zahrnoval několik úkonů, přičemž následující text se zjednodušeně zaměřuje zejména na kroky související s redukčním bělením. Restaurování obou papírů se vzhledem k rozlišnosti záznamových prostředků mírně lišilo. Jedna z restaurovaných archiválií byla nejprve předvlhčena střičkou a poté umístěna na netkanou textilii lícem nahoru na plát 2% hm. gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*), jehož pH bylo upraveno na 8,5 hydroxidem vápenatým. Doba působení čištění a zároveň i odkyselení byla 25 minut. Archiválie byla po 25 minutách umístěna na plát gellanu 2% hm. (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) s redukčním činidlem terc-butylaminboranem (7 g/l) na 20 minut. Závěrem byla archiválie promyta vodou a vyrovnána mezi proklady z filcu a netkané textilie.

Vzhledem k rozpustnosti záznamových prostředků na druhé archiválii byl zvolen jiný postup. Nejprve byla archiválie předvlhčena a poté umístěna na netkanou textilii lícem nahoru na plát 2% hm. gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*), který byl upraven na pH 8,5 hydroxidem vápenatým. Doba působení byla 15 minut. Na archiválii byl po odkyselení střičkou aplikován roztok redukčního činidla borohydridu sodného v denaturovaném lihu v hm. koncentracích 5 a 7 g/l, poté byla archiválie promyta vodnolihovým roztokem (1 : 1) a vylisována mezi filcem a netkanou textilií. V rámci svého výzkumu Yip zkoumala i možnost kombinace gellanu s borohydridem sodným, tu však popisuje jako nevhodnou k aplikaci, jelikož se v gellanu vytvářely vzduchové bubliny.[335]

3.6.3.5 Dezinfekce papírové podložky a usně

Papír je velmi náchylný k biologickému poškození plísněmi kvůli své organické podstatě a hygroskopičnosti. Biodegradace papírové podložky způsobená mikrobiálním napadením je jedním z hlavních problémů, který postihuji sbírky papírových artefaktů v muzeích, archivech a dalších institucích po celém světě.[336] V rámci využití gellanu v restaurátorské praxi byl také gellan úspěšné testován v modelových studiích s čisticími dezinfekčními systémy.

---

[333] MAHEUX 2015, s. 79.

[334] The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. In: Preventive conservation and the environment: Summary of IIC Hong Kong Congress panel discussion. The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works [online]. 2022 – [cit. 2023-07-05].

[335] YIP 2014.

[336] DE FILPO et al. 2015, s. 51

Vzhledem k toxicitě a vedlejších účincích mnohých metod dezinfekce papírových artefaktu De Filpo et al. ve studii testoval užití gellanu na modelových vzorcích tří různých typů papírových podložek, které byly uměle kontaminovány bakterií *Aspergillus versicolor*.[337] Na modelové vzorky byl přímo aplikován deacylovaný gel gellan *Phytagel™ (Sigma-Aldrich*) o přibližné tloušťce 5 mm po dobu 1 hodiny. Bylo připraveno 7 upravených gellanů 3% hm. koncentraci v deionizované vodě, které byly doplněny po zahřátí a zprůhlednění o určité množství jedné z uvedených chemických sloučenin: hydroxid vápenatý (40 mg), chlorid vápenatý (40 mg), síran vápenatý (40 mg), octan vápenatý (400 mg), oxid titaničitý (16 mg). Poslední gellan byl doplněn o oxid titaničitý (16 mg) a octan vápenatý (400 mg). Jednotlivé hmotnosti jsou uváděny na jeden litr roztoku 3% gellanu.[338] Výsledky byly hodnoceny mikroskopicky. Nejlepšího výsledku, kdy byly nejlépe odstraněny spory biologického napadení bylo dosáhnuto použitím gellanu obohaceného o TiO_2 a octan vápenatý. Tento upravený gellan, byl poté použit na biologicky napadené stránce staré knihy. Gel úspěšně potlačil biologické poškození. Stránka knihy byla dále vystavena extrémním podmínkám (15 dní v klima komoře pod UV světlem). Mikrobiální napadení však nebylo obnoveno.[339]

Využití gellanu obohaceného o TiO_2 a další účinné látky při dezinfekci zkoušel De Filpo také na modelových vzorcích různých typů pergamenů.[340] Zvolené receptury, metodika a výsledky jsou popsány v kap. 3.6.3.7.

Barullas et al. zkoumali účinnost fyzikálních gelů agar a deacylovaného gellanu (2% hm.) (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) s různými hodnatami pH na čištění skvrn mikrobiologického původu.[341] Biologické napadení bylo simulováno použitím Alizalinu na papírových vzorcích.[342]

3.6.3.6 Čištění trojrozměrných objektů

Několik případových studií popisujících aplikaci gellanu k čištění trojrozměrných objektů uvádí Maheaux ve své publikaci. Využila 3% hm. deacylovaného gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) bez octanu vápenatého na čištění reliéfní papírové topografické mapy. Octan vápenatý nebyl do receptury přípravy gellanu zahrnut kvůli získání flexibilnějšího (pružnějšího, respektive méně tuhého) gelu. Gel byl aplikován v podobě tenkých plátů. Pláty gellanu byly použity tak,

[337] DE FILPO et al. 2016, s. 3269.
[338] Tamtéž, s. 3270.
[339] Tamtéž, s. 3275.
[340] DE FILPO et al. 2015, s. 51–58.
[341] BARRULAS et al. 2020, s. 1–2.
[342] Tamtéž, s. 2.

aby mohly být jemně vtlačeny do prohlubní reliéfů. Aby se potlačila lokální zvlnění povrchu mapy byl v závěru čištění lokálně použit gellan potřený ethanolem.[343]

Podobně Maheux využila i 5% hm. deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) bez octanu vápenatého v procesu restaurování velkého zemského glóbu. Restaurování zahrnovalo odstraňování laku, adheziv, celkové čištění a redukci skvrn. Po snímání laku byly tenké pláty gellanu lokálně použity na redukci hnědých skvrn a míst se změnou barevnosti. Gel byl připraven bez octanu vápenatého, aby byl gel flexibilnější a lépe se přizpůsobil kulovitému povrchu glóbu. Svými absorpční schopnosti byl gellan využit také k redukci měďnatých solí pocházejících z degradovaného zelenohnědého pigmentu použitého k malbě pevnin na glóbu[344] a zabránilo se tak navíc další nežádoucí migraci.[345]

Sangiorgi et al. využili deagylovaného gellanu k čištění bílé polychromie etnografického polychromovaného štítu skládajícím se z různých materiálů (dřevo, peří, přírodní vlákna, bambus, pigmenty a různé typy pojidel na přírodní bázi). Štít pochází z Bornea a byl vyroben na konci 19. století.[346]

Dle záměru a předběžných zkoušek rozpustnosti byl gellan použit pouze na čištění bíle polychromie. Černá, zelená a červená barevná vrstva byla reaktivní na vodu a musela být izolována před čištěním taveninou cyklododekanu. Dle předběžných zkoušek byl vybrán 4% gel (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*). Gellan připravený dle Iannuccelli[347] byl selektivně aplikován na barevnou vrstvu, poté byl překryt neprodyšnou fólii a ponechán pod zátěží. Po 20 minutách byl gellan sloupnut z povrchu štítu a zbobtnaná residua nečistot byla dočištěna vatovým smotkem s demineralizovanou vodou.[348] Tato metoda čištění se prokázala jako velice účinná a šetrná k ošetřovanému předmětu a zejména jeho polychromii.[349]



Obr. 9 Ilustrační fotografie procesu čištění pomocí 4% gellanu (*Kelcogel CG-LA*) na bornejském štítu z 19. století. In: SANGIORGI et al. 2019, s. 106.

[343] MAHEUX 2015, s. 76.

[344] Zda gellan potlačuje šíření měďnatých solí, bylo nejprve vyzkoušeno na modelových vzorcích s indikačním inkoustem, který indikuje vyloučení měďnatých iontů. Tamtéž, s. 76.

[345] MAHEUX 2015, s. 76.

[346] SANGIORGI et al. 2019, s. 98.

[347] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

[348] SANGIORGI et al. 2019, s. 106.

[349] Tamtéž, s. 110.

3.6.3.7 Čištění usně a pergamenu

V roce 2015 byla publikována případová studie o využití gellanu pro čištění a dezinfekci pergamenů. Vzhledem k živočišnému složení pergamenu je mikrobiologické napadení jedno nejběžnějších ale zároveň i nejrizikovějších poškození, se kterým se u pergamenu setkáváme.[350]

Test zahrnoval čištění nanočásticemi oxidu titaničitého, čištění pomocí 3% gellanu *Gelrite® (Sigma-Aldrich*) s demineralizovanou vodou a čištění 3% upraveným gellanem. *Gelrite® (Sigma-Aldrich*) s demineralizovanou vodou a nanočásticemi oxidu titaničitého. Upravený gellan byl připraven smícháním vodné disperze nanočástic oxidu titaničitého (přesněji: 0,2 g TiO_2, 20 ml H_2O, 0,4 g acetylacetonu $C_5H_8O_2$, 0,2 ml Tritonu X-100) se suspenzí gellanu ve vodě při přípravě roztoku gellanu. Gellan byl připraven také druhým způsobem, který zahrnoval aplikaci disperze s nanočásticemi oxidu titaničitého uvedeného složení[351] nátěrem na jeho povrch před ztuhnutím gelu. Tyto způsoby čištění byly individuálně testovány na vzorcích pergamenu uměle kontaminovaného dvěma plísněmi *Penicillium Chrysogenum* a *Cladosporium cladosporiodes*. Po očištění byly vzorky uloženy 15 dnů v uzavřené klimakomoře při RH 60%. Následně byl opticky mikroskopickými metodami testován biocidní účinek oxidu titaničitého s hydrogelem. Nejlepších výsledků bylo dosaženo upravenou formou 3% gellanu s oxidem titaničitým. Tento fakt vychází z pozorování čistícího efektu a biocidní účinnosti na vzorcích po provedeném testování. Na vzorcích nebyla nalezena žádná residua po gellanu. Po oxidu titaničitém residua nalezena byla, nepředstavovala však potenciální riziko pro pergamen, naopak vytváří preventivní biocidní ochranu. Kromě toho má tato nová metoda zajímavý synergický efekt, který umožňuje v jediném kroku vyčistit pergamen od organických zbytků a dezinfikovat jej.[352]

V rámci konference "Gels in Conservation" roku 2017 odborníci z italského ICSR[353] přednesli příspěvek, věnující se čištění pomocí gellanu na kompozitních amhardských štítech z usně. Useň je materiál, vysoce citlivý k ošetření vodou. Nadměrné smáčení může způsobit nejrůznější problémy včetně deformace a změny barevnosti usně, ztvrdnutí usně, migraci solí nebo vyplavení tříslovin. Studie dokázala, že hydrogel může představovat přesvědčivý způsob čištění předmětů z usně kulturní povahy, protože umožňuje minimální uvolňování vody. Dle provedených zkoušek nezpůsobuje žádné mechanické narušení materiálu. Ze studie vyplývá, že

[350] DE FILPO et al. 2015, s. 51.

[351] Konkrétně: 0,2 g TiO_2, 20 ml H_2O, 0,4 g acetylacetonu ($C_5H_8O_2$), 0,2 ml Tritonu X-100.

[352] DE FILPO et al. 2015, s. 54–56.

[353] Instituto Superiore per la Conservazione e il Restauro. In: Instituto Superiore per la Conservazione e il Restauro. Istituto Centrale per il Restauro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05].

aplikace 3–4% gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) po dobu 2–3 minut nevyvolává žádné negativní změny povrchu usní.[354]

Další studie věnující se využití gellanu v restaurování pergamenů a knižního bloku byla publikována v roce 2019. V této studii je využit acylovaný gellan (*Kelcogel® CG-HA, CP Kelco)* pro své méně rigidní vlastnosti a jeho „teoretické" schopnosti přizpůsobit se členitým povrchům. Ve studii je kombinován acylovaný gellan s upraveným pH, s vodnými roztoky polárních rozpouštědel jako je ethanol a s roztoky chelatačních činidel, kvůli zvýšení účinnosti čištění Jednotlivé gely jsou dále v publikaci hodnoceny a jejich použití je demonstrováno na jednotlivých příkladech z praxe.[355]

3.6.3.8 Čištění textilií

Vzhledem k vysoké zádrži vodného čistícího systému, možné kombinaci s různými čisticími systémy nebo kvůli kopírování povrchu byl gellan testován i při čištění textilií složených z různých druhů vláken. Peranteau studovala účinnost a vhodnost čištění deacylovaným (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) a acylovaným gellanem (*Kelcogel CG-HA, CP Kelco)* v kombinaci s deionizovanou vodou na modelových vzorcích textilií z vlny a bavlny. Porovnávala účinnost čištění při hmotnostních koncentracích gellanu 0,25 %, 0,5 %, 0,75 % a 1 %Gely o tloušťce přibližně 10 mm byly v rámci testu ponechány na vzorcích 8 a 16 hodin bez zátěže.[356] Na základě výsledků byl k čištění lokálních skvrn historických textilií (maorský plášť *Kaitaka Paepaeroa)* použit acylovaný gellan v deionizované vodě při koncentraci (1 % hm.), jelikož lépe kopíroval povrch látek a byl při vyšší koncentraci soudržný.[357]. Nejprve byl plášť vyčištěn muzejním vysavačem a poté byl lokálně aplikován acylovaný gellan tloušťky 2–3 mm. Gel ponechala na textilii působit po dobu 16 hodin bez zátěže. Čištění bylo lokálně opakováno v kratších časových intervalech.[358]

Další zajímavou případovou studií je čištění hedvábné potištěné textilie z 19. století z Národního historického muzea Řecka pomocí gellanu.[359] Textilie byla silně poškozena různými typy lokálního znečištění, které zahrnovalo inkoustové skvrny, skvrny na bázi polysacharidů, foxing nebo skvrny od akrylátového lepidla.[360] Na základě chemické podstaty znečištění byly připraveny modelové vzorky a z literární rešerše byly vybrány rigidní gely vhodné

[354] PUOTI et al. 2017, s. 82–86.
[355] MAGEE 2019, s. 112–119.
[356] PERANTEAU 2013, s. 76–77.
[357] PERANTEAU 2013, s. 78.
[358] Tamtéž, s. 80.
[359] TASIOULI et al. 2021, s. 56.
[360] Tamtéž, s. 60.

pro lokální odstranění skvrn. Dle výsledků na modelových vzorcích byl vybrán 2% deacylovaný gellan (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*) v kombinaci s 1% vodným roztokem kyseliny ethylendiamintetraoctové (EDTA). Čistící systém byl připravován dle Iannuccelli[361], s tím rozdílem, že bylo pH roztoku octanu vápenatého upraveno pomocí pufru (0,2M Trizma) na hodnotu pH 8,5 a dále byla do roztoku přidána EDTA. Po následném přidání gellanu do roztoku byla směs zahřívána v mikrovlnné troubě. Připravený výsledný gel měl hodnotu pH 6,2–6,9 a tloušťku přibližně 50 mm.[362]

Výsledným čistícím systémem byly redukovány skvrny polysacharidového původu, skvrny způsobené oxidací kovů a foxing. Pro lokální čištění byl tvarově přizpůsobený gellan aplikován přes mezivrstvu japonského papíru. Gellan byl překryt fólii *(Melinex)* a mírně zatížen plexisklem. Doba působení byla 10 minut, proces byl opakován do doby, než byly skvrny kompletně odstraněny. Po kompletním lokálním čištění byl objekt čištěn na odsávacím stole, provlhčován deionizovanou vodou.[363] Dle výsledků infračervené spektroskopické (FTIR/ATR) analýzy byla na objektu nalezena lehká rezidua gellanu na základě detekce octanu vápenatého obsaženého v gellanu.[364]

3.6.3.9 Čištění kovů

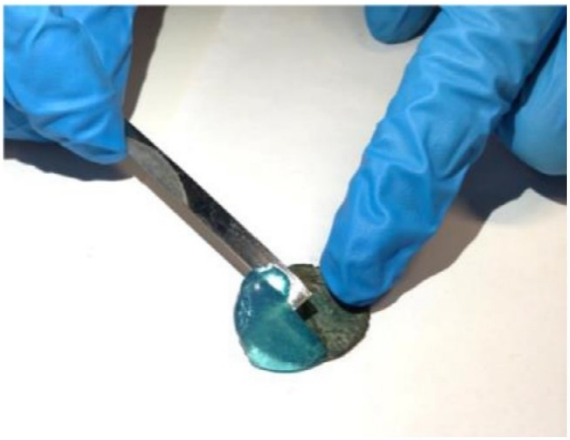
Čištění archeologických kovů je náročnou disciplínou na poli restaurování a konzervování. Při čištění korozních a jiných produktů se v minulosti uplatňovaly především mechanické metody čištění, které se používají dodnes. Ty jsou však mnohdy časově náročné a špatně kontrolovatelné. Dále lze použít i chemické metody čištění, které jsou časově úspornější, mohou být selektivnější ale v některých případech, jako je složení předmětů z více materiálu, jsou zcela nevhodné.[365]

V rámci hledání vhodnějších a ekologičtějších postupů v oblasti kulturního dědictví byla například roku 2021 publikována rešerše zabývající se fyzikálními gely, organogely a bio-organogely zaměřená na ošetřování kovů.[366] Gellan je zde představen jako přírodní hydrogel, který je výhodný pro své stabilní vlastnosti v širokém spektru pH. Může tedy být jedním z efektních řešení při dílčích úkonech restaurování kovů a zároveň splňovat udržitelnější a ekologičtější přístupy k restaurování.[367]

---

361 IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.
362 TASIOULI et al. 2021, s. 59.
363 Tamtéž, s. 63.
364 Tamtéž, s. 64.
365 GIRAUD et al. 2021, s. 73.
366 PASSERETTI et al. 2021, s. 1–2.
367 Tamtéž, s. 5.

Stejného roku byla publikována případová studie francouzského pracoviště *GPLA-Arc'Antique*. Studie představuje experiment, zkoušky čištění kovů různými gely na historických postříbřených mincích ze slitiny mědi. V rámci experimentu byly využity gely od slabých fyzikálních gelů (methylceluloza, rozpouštědlové gely), přes silné fyzikální gely (agar, gellan) až po chemické rigidní *Nanorestore Gel® Dry* gely. Vybrané gely byly kombinovány s chemickými čisticími vodnými systémy na bázi vybraných chelatačních činidel.[368]



Obr. 10 Ilustrační fotografie slupování 3% gellanu (*Phytagel™*) obohaceného o EDTA po ukončení 20 minutového čištění mince ze slitiny mědi. In: GIRAUD et al. 2021, s. 79.

Pro účely experimentu čištění byl vybrán 3% hm. deacylovaný gellan (*Phytagel™, Sigma-Aldrich*). Deacylovaný gellan byl kombinován s vodným roztokem citrátu triamonného (TAC, 2% hm.) či disodné soli kyseliny ethylendiamintetraoctové (EDTA) (0,5%, 2% a 5% hm.). Čistící systém byl připravován dle Iannuccelli[369] a před gelací (cca 70 °C) bylo do roztoku přidáno požadované odměřené množství chelatačního činidla.[370]

Vzhledem k morfologii povrchu mincí byl gellan aplikován na minci za tepla injekční stříkačkou. Gel byl ponechán působit na minci po dobu 20 minut, proces se 5× opakoval. Účinnost čištění byla potvrzena zabarvením gelu do modra solemi mědi a korozních produktů. Po čištění byl gel sloupnut pomocí kovové špachtle a poté mince začištěna acetonem s vodou (1 : 1). Využití gellanu za tepla přineslo velmi pozitivní výsledky. Gel byl jednoduše aplikovatelný, kopíroval povrch nerovné ražené mince a čištění bylo homogenní. Dle výsledků měření atomové absorpční spektrometrie po aplikaci a před aplikací čistících gelů nezanechával na minci gellan rezidua. Kvůli vyšší šetrnosti k originálnímu povrchu mince studie doporučuje využívat nižší koncentrace disodné soli kyseliny EDTA (2% hm.) a proces čištění raději opakovat.[371]

[368] GIRAUD et al. 2021, s. 73.
[369] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.
[370] GIRAUD et al. 2021, s. 74–75, s. 80.
[371] Tamtéž, s. 81–82.

3.6.3.10 Čištění povrchu závěsných maleb

Gely z gellanu nalézají široké využití také při čištění závěsných maleb od hrubých nečistot, sazí nebo degradovaných laků a jiných nežádoucích vrstev, čehož jsou dokladem mnohé případové studie publikované v odborné literatuře. V rámci některých výzkumných projektů byla porovnávána aplikace gellanu s jinými druhy gelů. Příkladem mohou být studie, jejichž cílem bylo testovat a mezi sebou porovnat čištění závěsných maleb pomocí gelů z gellanu s chemickými gely, například hydrogely na bázi poly(2-hydroxyethylmetakrylátu) a polyvinylpyrrolidonu (pHEMA/PVP) nebo polyvinylalkoholu a polyvinylpyrrolidonu (PVA/PVP). Gely byly testovány na modelových vzorcích maleb. Podle těchto studií se použití gellanu může vyznačovat jistými nevýhodami, které do určité míry mohou chemické gely překlenout. Patří sem například vysoká tuhost gelů z gellanu, díky níž nedochází k dostatečnému kopírování členitějších povrchů na rozdíl od PVA/PVP gelů, které jsou v tomto ohledu mnohem poddajnější. Za problematickou v některých situacích autoři předkládaných studií považují také nutnost kombinace gellanu s omezenější škálou čistících kapalin. V porovnání s organogely může být potom nevýhodou gelů z gellanu jakožto hydrogelů nutnost jejich kombinace pouze s vodou nebo s vodnými systémy.[372]

V roce 2020 v londýnském Tate Modern byl restaurován obraz *WHAAM!* Od R. Lichteinsteina. Obraz byl od 60. let 20. století téměř nepřetržitě vystavován, a proto bylo zapotřebí provést čištění znečištěného povrchu malby. V této souvislosti byl proveden rozsáhlý průzkum zahrnující zkoušky různých postupů čištění na připravených modelových vzorcích imitujících originální barevnou vrstvu, podložku i podklad.[373] Mezi vybrané čistící systémy byly zahrnuty viskózní silikonové gely (např. *Vervesil Plus*), rigidní polysacharidové gely (agar, gellan) a syntetické chemické gely od firmy CSGI[374] značky *Nanorestore (MWR, Peggy 5 a Peggy 6*). Bylo zapotřebí dosáhnout kompletního kopírování povrchu malby a gely kombinovat kvůli lepší čistící schopnosti s chelatačními činidly bez rizika zanechání reziduí na jejím povrchu. Kvůli nejlepším výsledkům zahrnujícím vysokou zádrž a absorpci čistící kapaliny bez nutnosti dočišťování barevné vrstvy, nezanechávání reziduí, dobrému kopírování povrchu malby a výborné elasticitě byl vybrán *Nanorestore® Gel Peggy 6*. Tento gel byl s roztokem citrátu triamonného (TAC) na povrch originální malby aplikován po dobu dvou minut, přičemž na každé části malby byla podle potřeby použita jiná koncentrace citrátu (0,75% nebo 2% hm).[375]

---

[372] BONELLI et al. 2019, s. 3, s. 22. CHELAZZI et al. 2018, s. 293. BAGLIONI et al. 2015, s. 9–10.

[373] BARTOLETTI et al. 2020, s. 8.

[374] Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase. In: Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 – [cit. 2023-07-05].

[375] BARTOLETTI et al. 2020, s. 24, s. 27–28.

Mezi úspěšné příklady použití gellanu při restaurování závěsných maleb lze zařadit jeho aplikaci na italské malbě datované do 15. století. Jednalo se o mastnou temperu na plátně od neznámého malíře. Selektivní snímání několika vrstev přemaleb bylo uskutečněno pomocí 2% deacylovaného gellanu (*Phytagel™, Sigma-Aldrich*) na základě podrobných zkoušek. Čistící systém byl připraven v kombinaci s 1% citrátem triamonným (TAC) při pH 8. Gellan byl na malbě ponechán působit v časových intervalech od 1 do 4 minut a poté byla nevyhovující přemalba dočištěna vatovým smotkem prosycená isopropanolem s demineralizovanou vodou.[376]

Kanth et al. hledali optimální postup čištění akrylátových maleb rigidními gely z agaru a gellanu (*Kelcogel GC-LA, CP Kelco*). Tyto gely byly mezi sebou porovnány na modelových vzorcích připravených z bavlněného impregnovaného plátna s podkladovou bílou vrstvou z oxidu titaničitého. Poté byla rovnoměrně nanesena vrstva akrylátové barvy (Kadmium žluté, *Camel*), následně byl povrh modelové malby uměle znečištěn.[377] Byly porovnány vlastnosti gelů z hlediska řízeného uvolňování vody a zavlhčení malby, bobtnání nebo uvolňování barevné vrstvy, snadnosti odstranění gelů nebo, uvolňování a změny topografie povrchu modelových vzorků.[378] Testovány byly gely z agaru a gellanu o koncentracích od 1–5 % hm. s demineralizovanou vodou. Gely byly na modelových vzorcích ponechány po dobu 30 minut, při aplikaci byly překryty fólií (*Melinex*) a zatíženy sklem. Výsledky studie na základě průzkumu metodami infračervené spektroskopie (FTIR) a elektronové mikroskopie s prvkovou analýzou (SEM-EDX) potvrdily, že oba gely nezanechaly na vzorcích po čistění rezidua. Koncentrované gely z gellanu byly pevnější. Dále zde bylo doporučeno, že v případě čištění povrchu citlivého na vodu by měl být 3–4% hm. gellan upřednostňován před agarem, jelikož riziko bobtnání barevných vrstev u agarových gelů bylo větší než u gelů z gellanu.[379]

3.6.4 Komerční produkty a distribuce gellanu

Gellan se prodává ve formě bílého prášku jako přírodní gelotvorná látka pod různými obchodními názvy i variabilním chemickým složením. Je distribuován chemickými, biotechnologickými nebo potravinářskými společnostmi.

Také napříč studiemi z oblasti péče o kulturní dědictví i v restaurátorské konzervátorské praxi je používán gellan[380] od různých výrobců a prodejců. Nejen proto je zapotřebí zmínit, že u prodejců někdy nebývá možné zjistit původní produkt nebo jeho zdroj, a tak nelze například

[376] MARANESI 2017, s. 129–131.
[377] KANTH et al.2018, s. 452–453.
[378] Tamtéž, s. 454.
[379] Tamtéž, s. 455, s. 460.
[380] Zpravidla je využíván, jak již bylo řečeno, deacylovaný gellan.

vyloučit, že jsou některé gellany prodávané pod různými obchodními názvy totožnými materiály. Dále je nutné na tomto místě uvést, že u mnohých výrobků nebývá uvedeno bližší složení gellanu.

V rámci dlouhodobého projektu ICPAL[381] zaměřeného na využití gellanu v konzervaci a restaurování papíru byl nejprve (2003–2008) využíván deacylovaný gellan s obchodním názvem *Phytagel™*[382] (*Sigma-Aldrich*). Později byl *Phytagel™* v rámci testování rozšířen kolem roku 2010 o další deacylované produkty *GelriteTM* a *Gelzan™CM*[383]. Bylo konstatováno, že *Gelzan™CM* má nejlepší vlastnosti z výše uvedených gellanů. Postupem času byl nákladný *Gelzan™CM* původně určený pro farmaceutické účely nahrazen cenově dostupnějším produktem od potravinářské firmy *CP Kelco (Kelcogel CG-LA)* se srovnatelnými vlastnostmi, které byly pro restaurátorské účely dostačující.[384] *Kelcogel CG-LA* je zároveňejčastěji zmiňován i využíván v publikované literatuře v rámci praktického restaurování-konzervování i výzkumu v této oblasti. *CP Kelco* je americká potravinářská společnost, která kromě některých výše uvedených produktů vyrábí další typy gellanu – acylované i deacylované, včetně jejich kombinací, zahrnujících celou škálu vlastností.[385] Prodávají gel acylovaný gellan pod obchodními názvy *Kelcogel® LT100, Kecogel® CG-HA* a deacylovany gellan pod obchodními názvy *Kelcogel®, Kelcogel® AFT, Kelcogel® GC-LA, Kelcogel® F, Gelzan™CM*.[386] Na odborných internetových obchodech může být prodáván pod různými názvy.[387] V literatuře se můžeme setkat s dalšími obchodními názvy pro gellan jako *Nanogel-TC, Gelrich, Grovgel* nebo *AppliedGel*.[388]

[381] Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro. In: Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro. ICPAL Istituto Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05].

[382] Phytagel™. Sigma-Aldrich [online]. Darmstadt, © 2022 [cit. 2022-10-21].

[383] Gelzan™ CM. Sigma-Aldrich [online]. Darmstadt, © 2022 [cit. 2022-10-21].

[384] GELZAN™ CM Gellan Gum. CP Kelco U.S [online]. Atlanta, © 2022 [cit. 2022-10-21].

[385] Gellan Gum. CP Kelco U.S [online]. Atlanta, © 2022 [cit. 2022-10-21].

[386] Tamtéž.

[387] Tamtéž. Firma dovoluje však odběr pouze ve velkém množství. Na internetu přeprodává několik restaurátorských e-shopu deacylovaný gellan i v malých velikostech pohybujících se od 100 g. (např. Gellan Gum. TALAS [online]. Brooklyn, NY, © 2008–2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: *https://www.talasonline.com/Gellan-Gum*, Gellan Gum Kelcogel CG-LA. GMW – a brand of Wilhelm Leo´s Nachfolger GmbH [online]. Unterensingen, © 2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: *https://gmw-shop.de/en/buffering-washing-cleaning/38/gellan-gum-kelcogel-cg-la*, GELLANO KELCOGEL®. C.T.S. España S.L. [online]. Madrid, © 2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: https://shop-espana.ctseurope.com/254-gellano-kelcogel.)

[388] WOLBERS 2017b, s. 386.

Tab. 16 Přehled obchodních názvů a orientačních cen k roku 2021/2022[389]

Distributor	Obchodní název	Cena v Kč (vč. DPH) na 100 g není-li uvedeno jinak (2021/2022)
CP Kelco	*Výrobky gellan*	vzorek 250 g zdarma[390]
CP Kelco	*Kelcogel CG-LA*	25 kg/ 46 200 Kč
deffner-johann.de	*Gellan Gum*	355 Kč
GMW-shop.de	*Kelcogel CG-LA*	609 Kč
ROTH (p-lab.cz)	*GELRITE®*	1 701 Kč
Sigma-Aldrich	*GelzanTM CM/Gellan Gum/Gelrite®*	2 720 Kč
IN SITU, Museum and Archive Services	*Kelcogel CG-LA*	1 kg/4 560 Kč*

3.6.5 Příprava gelu z gellanu

Jednu z prvních receptur přípravy gelu z gellanu pro užití v restaurátorské praxi představily Iannuccelli a Sotgiu v roce 2011.[391] Podle uvedeného postupu byl nejprve připraven roztok octanu vápenatého $Ca(CH_3COO)_2$ v demineralizované vodě o koncentraci 0,4 g/l. Do tohoto roztoku byl přidán práškový gellan v množství podle požadované koncentrace, která bývá v rozmezí 1–4 hm. %. Následovalo zahřívání připraveného systému za stálého míchání k varu na varné plotně. Došlo tak k rozpuštění částic a zprůhlednění systému za vzniku roztoku, který byl v tekutém stavu nalit do vhodné čisté nádoby a ponechán vychladnout.[392] Ke gelaci dochází velmi rychle při ochlazení roztoku na teplotu mezi 40 a 30 °C.[393] Takto vyrobený gel lze uchovávat v chladničce po dobu 1 až 2 týdnů, pokud je nádoba dobře uzavřena.[394]

Tab. 17 Receptura dle "Wet Treatments of Works of Art on Paper with Rigid Gellan Gels", 2011, s. 32.

Příprava 100 ml 2% hm. gelu z gellanu (Kelcogel CG-LA™-Gellan)		
Postup	**Suroviny, množství**	**Poznámky**
Příprava vodného roztoku octanu vápenatého (0,4 g/l)	Demineralizovaná voda (99,4 ml) + octan vápenatý (0,04 g)	Míchat
Do roztoku octanu vápenatého přidat práškový gellan ve 2 % hm.	Gellan (0,2 g)	
Ohřát na bod varu		Do rozptýlení všech částic a zprůhlednění roztoku
Vylít do předem připravené čisté nádoby		Ke gelaci dochází již při 40–30 °C
Skladovat v lednici v uzavřené nádobě		Skladovatelnost v chladu 1–2 týdny.

[389] Ceny byly zjištěny buď z internetových stránek prodejce nebo na základě emailové korespondence.

[390] Nutno počítat s cenou poštovného ze zahraničí.

[391] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

[392] Tamtéž.

[393] Dle jiných studií je teplota gelace gellanu již při 70–75 C°. MAHEUX 2015, s. 76.

[394] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

Napříč studiemi se receptura na přípravu gelu z deacylovaneho gellanu v zásadě nemění. viz 3.6.3. Na tomto místě je však vhodné shrnout některé jeho modifikace, respektive vylepšení. Například Casoli a Cremonesi, zjednodušili ohřev disperze na varné plotně použitím mikrovlnné trouby. Ve studii uvádějí ohřev s výkonem mikrovlnné trouby 900 W po dobu 5 minut.[395] Výkon a čas by měl být hlavně dostačující pro rozpuštění gellanu a vzhledem k vysoké teplotě je důležité rozpouštět gellan v teplovzdorném skle.[396]

O použití mikrovlnné trouby na přípravu se zmiňuje několik studií, pouze se liší v čase ohřevu gellanu a výkonu mikrovlnné trouby.[397] Mazzuca gellan ohřívá při výkonu 600 W jednu minutu za stálého míchání. Pro tuto studii byla použita mikrovlnná trouba laboratorní kvality (*Mars Microwave, CEM Corporation, Matthews, NC, USA*). Toto finančně náročné zařízení je však pro běžné restaurátorské účely poněkud nadbytečné. Jiná studie zmiňuje výkon 900 W po dobu 15 minut[398], nebo 1000 W po dobu 2 minut.[399] V jiné studii byl gel připraven dle standartního postupu, doba ohřevu byla pouze 30–60 sekund při výkonu trouby 340 W.[400] Mikrovlnná trouba může být vyměněna za magnetické míchadlo s ohřevem[401] nebo hřídelové míchadlo.[402] Doba ohřevu se odvíjí od množství směsi a koncentraci gellanu. Tloušťku gelu je nutno modifikovat dle účelu jeho užití a citlivosti artefaktu, na který je gellan používán. Napříč studiemi je tloušťka velmi proměnlivá (od 2–3 mm[403] do 50 mm[404]) nebo není vůbec uvedena, viz 3.6.3. S gelem by se však mělo vždy dobře manipulovat a po dobu působení by neměli být jeho čistící vlastnosti vnějším prostředím ovlivněny, tudíž by měl být překryt nepropustnou fólií, jako je *Mylar* nebo *Melinex*, aby nedošlo během procesu čištění k vysychání gelu.

395 CASOLI et al. 2013, s. 2030.
396 Tamtéž.
397 Viz dle rešerše 3.6.3.
398 MAZZUCA et al. 2014, s. 206.
399 PUOTI et al. 2017, s. 82.
400TASIOULI et al. 2021, s. 59.
401 MAGEE 2019, s. 113.
402 DE FILPO et al. 2015, s. 53.
403 PERANTEAU 2013, s. 80.
404 TASIOULI et al. 2021, s. 59.

3.7 Experimentální část

Experimentální práce vychází z výše uvedené odborné rešerše.[405] Na jejím základě byla získána představa o vlastnostech gellanu, jeho optimálních způsobech přípravy, uplatnitelných komerčních zdrojích i využití gelů z gellanu v restaurátorské praxi. Dále mohly být z průzkumu publikovaných zdrojů vybrány a představeny další vhodné a zároveň dostupné rigidní hydrogely nově používané v oboru restaurování.

Mezi hlavní cíle experimentální práce patřila příprava, popis vlastností a praktická aplikace gelů z gellanu. Pro své příznivé vlastnosti byla vybrána deacylovaná forma gellanu viz 3.6.2, konkrétně se jednalo o produkty *Kelcogel CG-LA (CP Kelco)* a *Gellan Gum (Deffner & Johann GmbH).*[406] Jak bylo naznačeno, významným záměrem práce je představit další dostupné možnosti rigidních hydrogelů, kterým jsou produkty značky *Nanorestore* vyvinuté italským střediskem SCGI[407]. Jedná se o chemické hydrogely, které jsou dodávané ve formě plátů sycených demineralizovanou vodou. Z hlediska chemického složení zahrnují dva typy produktů. Jsou jimi gely *Nanorestore Gel® Dry*[408] založené na síti poly(2-hydroxyethylmetakrylátu) a polyvinylpyrrolidonu (pHEMA/PVP) a gely *Nanorestore Gel® Peggy*[409], které jsou na bázi polyvinyalkoholu a polyvinylppyrolidonu (PVA/PVP). Přehled použitých gelů je uveden v dále viz Tab. 18.

Všechny testované rigidní hydrogely jsou, dle rešerše, vhodné k aplikaci na díla citlivá k zavlhčení. V této souvislosti byla zkoumána jejich šetrnost k vysoce citlivým barevným vrstvám na papírové nebo textilní podložce nebo naopak také jejich účinnost při případném odstraňování takovýchto vrstev. Byly proto připraveny modelové vzorky maleb citlivých na vodu a vodné systémy, které záhy sloužily k testování vybraných rigidních hydrogelů. Gely byly dále zkoumány z hlediska množství vody, kterou obsahují nebo schopnosti, respektive míry, její zádrže poukazující na šetrnost a kontrolovatelnost jejich použití.

Výsledkem experimentální práce je popis zkoumaných gelů, vyhodnocení jejich aplikačních vlastností a účinnosti a jejich vzájemné srovnání. Dalším přínosem práce je představení zkoumaných rigidních gelů a jejich uvedení do praxe na Fakultě restaurování UPCE.

---

[405] Především ze studií zaobírající se gely proi čištění barevných vrstev: BAGLIONI et al. 2015, DOMINIQUES et al. 2013, KANTH et al. 2018.

[406] Gellan Gum, 100 g. Deffner & Johann GmbH [online]. c2023 – [cit. 2023-07-17]. Distributor neuvádí stupeň acylace v popisu výrobků ani bližší informace o produktu. Z emailové komunikace, která proběhla v roce 2022 nepřímo vyplynulo, že se jedná o deacylovaný gellan.

[407] Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase. In: Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 – [cit. 2023-07-05]. Zároveň nebyly v rámci rešerše nalezeny další možnosti.

[408] Nanorestore Gel® Dry – Medium Water Retention [MWR] a High Water Retention [HWR]

[409] Nanorestore Gel ® Peggy – Peggy 5 a Peggy 6

3.7.1 Použité materiály

- #13413100021 AKVARELOVÝ KARTÓN A3 (Ruční papírna Velké Losiny a.s.)
- #2092000 Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel (Deffner & Johann GmbH)
- #2092002 Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel (Deffner & Johann GmbH)
- #2092012 Nanorestore Gel® MWR Dry Gel (Deffner & Johann GmbH)
- #2092014 Nanorestore Gel® HWR Dry Gel (Deffner & Johann GmbH)
- #2404000 Rabbit Hide Glue, Ground („králičí klíh – mletý“) (Deffner & Johann GmbH)
- #2455100 Gellan Gum (deacylovaný gellan) (Deffner & Johann GmbH)
- #36160 Redwood Extract deep red („brazilské dřevo – tmavě červené“) (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG)
- #45720 Cobalt Blue Light (kobaltová modř světlá – syntetický minerální pigmet“) (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG)
- #48120 Iron Oxide Red 120 M („železitá červeň – syntetický oxid železitý (> 3 nm)“) (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG)
- #63045 Technical Gelatine, powder („želatina – technická želatina z kraví kůže“) (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG)
- Barvy 174503/12 brilantní pr.22, „Anilinky“ (KOH-I-NOOR HARDTMUTH Trade a.s.)
- Demineralizovaná voda (připraveno na KChT FR Upa)
- Filtrační papír Munktell, kruhové výseky, jemnost (grade) 1290, průměr 125 mm, gramáž 84 g/m^2 (Munktell & Filtrak GmbH)
- Kelcogel ® CG-LA (CP KELCO U.S Inc)
- Malířské plátno TRIGI 711 234, 100 % len, hrubší, gramáž 530 g/m^2, šířka 240 cm, nešepsované (Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ s.r.o.)
- Octan vápenatý hydrát p.a., (Ing. Petr Švec – PENTA s.r.o.)
- Plavená křída, obsah $CaCO_3$ 97,10 % hm., obsah nerozpustných solí 1,15 % hm. (Kittfort Praha s.r.o.)
- Propan-1,2,3-triol, glycerol (Ing. Petr Švec – PENTA s.r.o.)
- Zinková běloba (CHEMA n.p. Pardubice)

3.7.2 Použité přístroje a pomůcky

- Abrazivní houba S471 fine (Robert Bosch s.r.o.)
- Abrazivní houba S471 superfine (Robert Bosch s.r.o.)
- Analytická váha, KERN PLJ, max. 720 g, d=0,001 g (KERN & Sohn GmbH)
- Analytická váha, KERN ABT 120-4M, max. 120 g, d=0,0001 g (KERN & Sohn GmbH)
- Brusný papír P1200 (Robert Bosch s.r.o.)
- CG3 tabulka pro vyvážení bílé, tři matná pole na kartonu: bílé (90 %), šedé (18 %) a černé (samet, 1 %), (203 × 60 mm) (DANES-PICTA)
- Datalogger teploty a vlhkosti Comet R3120 (COMET SYSTEM, s.r.o.)
- Izolační páska černá PVC (20 m × 19 mm) (EMOS CZ group a.s.)
- Infračervený spektrometr Nicolet 380 (Nicolet) s diamantovým krystalem
- Lepící páska papírová klihová (25 m ×40 mm) (Altamira – Martinská 4, Praha 1)
- Mikrovlnná trouba (SEVERIN MW 7752)
- Plastové transparentní distanční tělíska o tloušťce 1,83 mm
- Vykrajovačka (35 × 35 mm), (VELKOOBCHOD ORION, spol. s r. o.)
- Vykrajovačka (63 × 41 mm), (VELKOOBCHOD ORION, spol. s r. o.)
- Stativ Manfrotto 055CXPRO4 (Manfrotto)
- Fotoaparát Canon EOS 60D, objektiv EF-S18-55 f/3,5-5,6 IS (Canon Inc.)

3.7.1 Zkoumané rigidní hydrogely

V rámci experimentů se pracovalo se dvěma produkty deacylovaného gellanu, kterými byly viz 3.6.4 *Kelcogel CG-LA (CP Kelco*) a *Gellan Gum (Deffner & Johann GmbH*). *Kelcogel CG-LA* byl vybrán proto, že je nejčastěji uváděn v případových studiích a pro svou dobrou cenovou dostupnost. Produkt *Gellan Gum* byl zvolen, protože jej nabízí distributor dobře známý a zavedený v oboru a jeho cena je přijatelná. Byly zkoumány vhodné koncentrace gelů, konkrétně se tyto koncentrace pohybovaly od 1 do 4, případně 5 % hm.[410]

Z ostatních přírodních rigidních gelů dále v úvahu připadal agar, který se také často uplatňuje v restaurátorské praxi. Z literární rešerše však vyplynulo, že se gely z gellanu vyznačují lepšími vlastnostmi, například průhledností či zádrží kapalin, potažmo šetrností a kontrolovatelnosti při aplikaci, a proto nebyl agar do práce zahrnut.[411] Navíc v rámci časové dotace experimentální části bylo prioritou zkoumat přírodní fyzikální gely z gellanu a porovnat je s chemickými syntetickými gely *Nanorestore Gel*®.

Jak bylo uvedeno, dalšími vybranými gely byly nové chemické hydrogely značky Nanorestore. Tyto gely jsou dobře dostupné a nabízejí velmi perspektivní a šetrné aplikační možnosti. Zahrnují dvě skupiny hydrogelů, které se liší chemickou podstatou a s ní souvisejícími vlastnostmi. Jsou jimi gely *Nanorestore Gel® Dry* a gely *Nanorestore Gel® Peggy*. Oba typy jsou dodávány v kombinaci s demineralizovanou vodou ve formě plátů o rozměrech asi 10 × 15 × 2 mm. Peggy gely lze navíc získat ve dvou dalších formách, jako gumu „*gum*" a tužku „*pen*", tedy ve tvaru hranolu a silnější tužky/pera. Jejich nevýhodou je poměrně vysoká cena.

Podle výrobce tyto gely nezanechávají rezidua.[412] Přehled testovaných gelů s jejich vybranými vlastnostmi od výrobce/dodavatele a pracovním označením lze nalézt v následující tabulce. Podle výrobce jsou gely *Nanorestore Gel® Dry* průhledné, měly by se vyznačovat velmi vysokou zádrží kapalin, jsou proto mimo jiné určeny na předměty vysoce citlivé k zavlhčení. Gely *Nanorestore Gel® Peggy* jsou bíle opaknı́, zejména ale velmi ohebné a měkké, měly by tedy výborně kopírovat nerovnoměrné povrchy, pro které byly vyvinuty. Je možné je sytit vyšším obsahem vody nebo vodných systémů, zároveň se vyznačují nižší zádrží kapalin. Přesto by míra zádrže kapalin gelů *Nanorestore Gel® Peggy* měla být dostatečná k jejich použití na povrchy citlivé na vodu a vodné systémy. Uvedené dva typy gelů značky *Nanorestore* zahrnují vždy dva zástupce, kteří se od sebe liší mírou zádrže kapalin, případně měkkostí (flexibilitou). Konkrétně jsou jimi

[410] Koncentrace byly vybrány na základě rešerše 3.6.3, zkoumáním vhodných koncentrací se zabývaly především IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 34.

[411] ISCA et al. 2015, s. 3047–3062, KANTH et al.2018, s. 452–460, BROUMOVÁ et al. 2015, s. 9–14.

[412] Nanorestore Gel®, Solutions for conservation of cultural heritage [online]. c2015. [cit. 2023-08-14].Tyto výsledky vychází i z dlouholetého projektu – BAGLIONI et al. 2015, s. 11–12.

gely *Nanorestore Gel® MWR Dry Gel* (MWR = Medium Water Retention), *Nanorestore Gel® HWR Dry Gel* (HWR = High Water Retention), *Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel* a *Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel*. Gel *Nanorestore Gel® HWR Dry Gel* má vykazovat vyšší zdrž kapalin než *Nanorestore Gel® MWR Dry Gel*. Dále potom gel Nanorestore *Gel® PG6 Peggy Gel* je měkčí a měl by se vyznačovat o něco nižší zádrží kapalin než *Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel*.[413]

Všechny zkoumané gely byly testovány pouze v kombinaci s demineralizovanou vodou. Lze je však využít také s vodnými čistícími systémy, například vodnými roztoky chelatačních činidel, roztoky s organickými rozpouštědly, případně speciálními čisticími nanostrukturními systémy.[414] Testy s takovými systémy jsou zajímavou problematikou přesahující však možnosti této práce. Kvůli zjednodušení a lepší přehlednosti mohou být názvy jednotlivých gelů zkracovány nejčastěji následujícím způsobem:

- *Kelcogel ® CG-LA: Kelcogel CG-LA* nebo pouze *Kelcogel*
- *Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel: Peggy 5* nebo *Nanorestore Gel® Peggy 5*
- *Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel*: *Peggy 6* nebo *Nanorestore Gel® Peggy 6*
- *Nanorestore Gel® MWR Dry Gel*: *Dry MWR Gel* nebo *Nanorestore Gel® Dry MWR* nebo *Nanorestore Gel MWR*
- *Nanorestore Gel® HWR Dry Gel*: *Dry HWR* Gel nebo *Nanorestore Gel® Dry HWR* nebo *Nanorestore Gel HWR*

V případě hmotnostních koncentrací nebude všude v textu uváděno, o jaký typ koncentrace se jedná. Pokud tedy zkratka či jiná specifikace (jednotky) nebudou uvedeny, je míněna hmotnostní koncentrace. Objemové koncentrace budou vždy předeslány zkratkou obj. apod.

Tab. 18 Přehled zkoumaných gelů, základní vlastnosti, zkoumané koncentrace a označení.

Název produktu	Dodavatel	Složení dle dodavatele	Pracovní označení	Použité koncentrace gelu
Kelcogel CG-LA	*CP KELCO U.S Inc*	deacylovaný gellan	KG1, KG2, KG3, KG4	1, 2, 3 a 4 % hm., příprava svépomocí
Gellan Gum	*Deffner & Johann GmbH*		GG1, GG2, GG3, GG4, GG5	1, 2, 3, 4 a 5 % hm., příprava svépomocí
Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel	*Deffner & Johann GmbH*	PVA/PVP	NP5	gely ve formě plátů nasycených demineralizovanou vodou
Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel			NP6	
Nanorestore Gel® MWR Dry Gel	*Deffner & Johann GmbH*	pHEMA/PVP	NM	
Nanorestore Gel® HWR Dry Gel			NH	

[413] Nanorestore Gel®, Solutions for conservation of cultural heritage [online]. c2015. [cit. 2023-08-14].

[414] Mezi modelové studie, které se věnovali výše vyjmenovaným čistícím systémům patří např. TASIOULI et al. 2021, s. 56–67, MAGEE 2019, s. 112–119, BAGLIONI et al. 2014, s. 361–371, CASINI et al. 2023, s. 2162–2182.,další zmíněné studie jsou popsány v kap. 3.6.3.



Obr. 11 Ilustrační fotografie gellanu použitého pro experimentální část. Nalevo fotografie *Gellan Gum* (In: *Gellan Gum, Deffner & Johann GmbH* [online]) a napravo gellan *Kelcogel CG-LA* od *CP Kelco*.



Obr. 12 Ilustrační fotografie řady *Nanorestore Gel*® použitých pro experimentální část. In: *Nanorestore Gel*®*, Deffner & Johann GmbH* [online].



Obr. 13 Ilustrační fotografie *Nanorestore gel Peggy GUM 6* a *Nanorestore Gel Peggy PEN 6* (*Deffner & Johann GmbH* [online]). In: *Nanorestore gel Peggy GUM 6/PEN 6 Deffner & Johann GmbH* [online].

3.7.2 Příprava modelových vzorků

3.7.2.1 Modelové vzorky maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce[415]

Modelové vzorky byly připraveny v podobě barevných pruhů na ručním papíře. Cílem bylo připravit barevné vrstvy vysoce citlivé k zavlhčení vodou či vodnými systémy. Účelem přípravy modelových vzorků bylo porovnat zkoušené gely zejména z hlediska jejich šetrnosti k takto citlivých vrstvám nebo naopak jejich účinnosti při případném odstraňování vrstev.[416]

Pruhy byly zhotoveny 15 mm širokým syntetickým štětcem a roztoků vybraných barviv či barev v demineralizované vodě. K přípravě vzorků byl použit ruční neutrální papír – *Akvarelový kartón A3 (Ruční papírna Velké Losiny a.s.)* s gramáží 90 g/m^2, který je složen ze lněných (60 % hm.) a bavlněných vláken (40 % hm.).

Použitá barviva či barvy a jejich koncentrace byly zvoleny na základě předběžných zkoušek tak, aby byly nanesené pruhy nejen citlivé k zavlhčení, ale vykazovaly také homogenní optické vlastnosti a dobrou rozpustnost v demineralizované vodě. Konkrétně byly zhotoveny dva typy barevných pruhů zahrnující aplikaci 4% roztoku vínového barviva brazilské dřevo *(#36160, Kremer Pigmente GmbH & Co. KG)* v demineralizované vodě a 5% roztoku barvy „anilinové" červeně v demineralizované vodě *(174503/12 brilantní pr.22, „Anilinky" KOH-I-NOOR Hardtmuth Trade a.s.)*. Připravené modelové vzorky barevných vrstev byly použity 14 dní po jejich vyhotovení.



Obr. 14 Připravené modelové vzorky maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce. Nalevo 4% roztok brazilského dřeva a napravo 5% roztok „anilin" červené barvy v demineralizované vodě na papírovém kartonu gramáže 90 g/m^2.

[415] Tato zkouška byla inspirovaná konkrétními studiemi. BAGLIONI et al. 2015, s. 10, DOMINIQUES et al. 2013, s. 2753.

[416] Experiment byl inspirován odbornou studií – DOMINIQUES et al., 2013.

3.7.2.2 Modelové vzorky maleb citlivých k zavlhčení na plátěné podložce

Příprava modelových vzorků maleb na plátěné podložce byla inspirována studiemi zabývajícími se snímáním vrstev citlivých na vodu a vodné systémy pomocí hydrogelů.[417] K tomuto účelu bylo vybráno lněné nešepsované malířské plátno (*TRIGI 711 234*), plátno bylo naklíženo, opatřeno klihokřídovým podkladem a dvěma malbami – červenou a modrou. Konkrétní postup přípravy modelové malby na plátěné podložce byl následující.

Plátno bylo nejprve vysráženo v teplé vodě (55–60 °C), poté napnuto na napínací rám a naklíženo rosolovitou želatinou (5% hm. v demineralizované vodě) jejím vtíráním. Klihokřídový[418] podklad byl v několika vrstvách nanesen na plátno, přibližně do 1 až 1,5 mm celkové tloušťky. Podklad se skládal z 1 dílu křídy plavené, 1 dílu zinkové běloby a 1 dílu roztoku želatiny. Roztok želatiny byl připraven ze 100 dílů demineralizované vody, 5 dílů želatiny a ¼ dílu glycerinu. Poté byl podklad zbroušen do homogenní roviny a zaklížen 1,5 hm.% želatinou v demineralizované vodě.[419]

Na připravený klihokřídový podklad byly nanášeny dvě barvy (malby) připravené svépomocí v několika vrstvách. Složení barev i jejich barevnost byla zvolena na základě teoretických aspektů, studia literatury a předběžných zkoušek. K přípravě modelových vzorků byly použity barvy pojené králičím klihem v demineralizované vodě s pigmenty železitou červení *(#48120, Kremer Pigmente GmbH & Co. KG*) nebo kobaltovou modří *(#45720 Kremer Pigmente GmbH & Co. KG*).[420] Výsledná hmotnostní koncentrace pojiva byla 4 %, koncentrace pigmentů potom 5 % železité červeně a 10 % kobaltové modři. Barvy byly nanášeny štětcem, postupně po vyschnutí vrstev. Výsledný dostatečně krycí malby byly vytvořeny z několika nátěrů tak, že nejprve byly naneseny tři vrstvy barvy s železitou červení, poté následoval nátěr s kobaltovou modří v pěti vrstvách. Svrchní modrá malba byla koncipována tak, aby simulovala vrstvu citlivější k zavlhčení než spodní červená malba.

Králičí klíh byl vybrán jako pojivo barev na základě zkušeností restaurátora. Klihová barva je často používána jako malba sekundárních zásahů. Barva pojená klihem vytváří poměrně křehké filmy, které jsou velmi citlivé k zavlhčení a reaktivní s vodou a splňují tak vlastnosti pro daný experiment.

---

[417] DOMINIQUES et al. 2013, s. 2748, KANTH et al. 2018, s. 452–453.

[418] SLÁNSKÝ 2003, s. 198.

[419] Tamtéž, s. 198–199.

[420] Pigmenty byly vybrány na základě jejich stability, barvící vydatnosti a krycí mohutnosti. Použitá železitá červeň se vyznačuje velmi dobrou krycí mohutnost a barvící vydatnost již při malých hmotnostních koncentracích. Kobaltová modř světlá má barvící vydatnost a kryvost poměrně slabší než vybraná železitá červeň. EASTAUGH 2004, s. 112, 114, 183. SLÁNSKÝ 2003, s. 15, 18, 20.

V rámci předběžných zkoušek byly nejprve testovány aplikační metody barev, počet jejich nánosů i různé konečné koncentrace klihu. V této souvislosti byly zkoušeny hmotnostní koncentrace pojiva 2%, 4% a 8%. Jako nejvíce vyhovující byla zvolena 4% hm. koncentrace klihového roztoku. Barvy s 8% klihem vytvářely příliš odolné vrstvy vůči odstraňování a 2% nátěry byly příliš lazurní. Zkoušené byly aplikace štětcem a natahovacím pravítkem. Air-brush byla kvůli vyšší hustotě barev a časové náročnosti vyloučena. Ukázalo se, že byl výsledný nátěr získaný pomocí natahovacího pravítka zcela nevyhovující, jelikož se barvy usazovaly při okrajích a vytvářely nesourodé vrstvy. Proto byl jako nejvhodnější způsob nanášení barev zvolen široký syntetický štětec, jelikož vytvářel nejhomogennější nátěry.

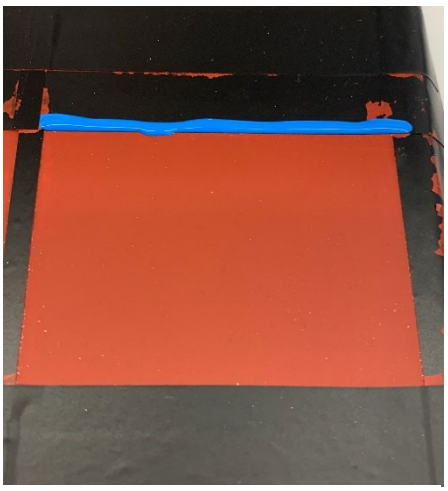
Konkrétní postup tvorby zkušebních polí na plátně s klihokřídovým nátěrem byl následující:

1. Připravený klihokřidový podklad byl rozrýsován na pravidelné obdélníky grafitovou tužkou (4H). Okolí obdélníků bylo vykryto izolační páskou. Celkově bylo vytvořeno 56 zkušebních polí o rozměrech 95 × 80 mm² (v × š).[421]
2. Po délce zkušebního pole na okraji izolační pásky byl pipetou nanesen 1 ml barvy železité červeně, poté byla barva jednosměrně rozetřena syntetickým štětcem 80 mm šířky. Tento postup byl 3× opakován.
3. Po vyschnutí spodní červené malby byla zkušební pole vykryta ve spodní části z 19 mm izolační páskou. Na okraji izolační pásky každého pole bylo pipetou naneseno vždy 0,5 ml modré barvy v pruhu, poté byla barva stejně rozetřena. Tento postup byl 5× opakován.
4. Po vyschnutí barvy byly odstraněny izolační pásky.

Panel s barevnými poli byl použit k testování týden po jeho zhotovení. [Obr. 43]



Obr. 16 Proces přípravy panelu. Roztírání kobaltové modři pojeného 4% hm. králičím klihem.



Obr. 15 Proces přípravy panelu. Aplikace 0,5 ml barvy kobaltové modři pipetou před rozetřením barvy syntetickým štětcem.

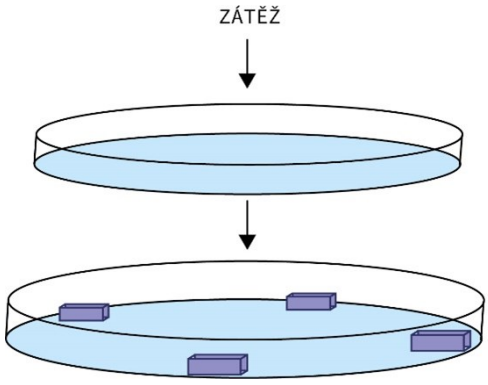
[421] Modrá vrstva 70 × 80 mm (d × š), červená vrstva 20 × 80 mm (d × š) a podklad 5 × 80 mm (d × š).

3.7.3 Příprava gelů z gellanu

Gely byly připraveny podle základní receptury[422] publikované v odborné literatuře v koncentracích 1 až 4, případně 5 hm. % z práškového gellanu.[423] Součástí vodné suspenze, jejíž zahřívání probíhalo v mikrovlnné troubě, byl octan vápenatý $Ca(CH_3COO)_2$. Octan vápenatý byl do suspenze dodáván ve formě roztoku v demineralizované vodě o koncentraci 0,4 g/l. Přesný postup příprav gelů lze popsat následujícím způsobem.

Nejprve byl připraven zásobní roztok octanu vápenatého v demineralizované vodě o koncentraci 0,4 g/l. Jelikož byl k dispozici hydrát octanu vápenatého $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$, (*Penta s.r.o.*), nikoliv bezvodý octan vápenatý, bylo nutné množství přepočítat.[424] Odpovídající koncentrace hydrátu octanu vápenatého v demineralizované vodě je potom 0,446 g/l.

Suspenze s gellanem byla připravena v hmotnostních koncentracích gellanu 1, 2, 3 a 4, případně 5 % hm. v kádinkách. Dané množství práškového gellanu bylo pomalu nasypáno do odváženého roztoku octanu vápenatého, kde poté mírně nabobtnal. Před zahříváním byl prášek gellanu rozmíchán pomocí skleněné tyčinky a poté byl roztok zahříván v mikrovlnné troubě.[425] Kádinka se suspenzí při zahřívání byla překryta pro jistotu hodinovým sklem. Zahřívání bylo provedeno do zpěnění suspenze většinou jednou, při vyšších koncentracích i vícekrát, dokud nedošlo ke vzniku horkého nezakaleného roztoku a proti světlu nebyly patrné žádné nerozpuštěné částice gellanu. Roztok se potom v horkém stavu nalil na vhodnou podložku, na které chladl na pokojovou teplotu za postupného vzniku gelu. V našem případě byla použita Petriho miska o průměru 18 cm. Bylo zapotřebí připravit pláty gelů o tloušťce asi 1,9 mm,[426] kvůli objektivizaci srovnávacích testů s gely značky *Nanorestore*. Toho bylo docíleno tím způsobem, že k ochlazování roztoku gellanu docházelo mezi dny dvou Petriho misek různého poloměru, zároveň musela mít miska s gellanem poloměr o něco větší než druhá miska,



Obr. 17 Grafické znázornění ochlazování gelu mezi dvěma Petriho miskami s plastovými distančními tělísky (1,9 mm), aby byla zajištěna rovnoměrná tloušťka gellanu.

[422] IANNUCCELLI – SOTGIU 2010, s. 32.

[423] *Kelcogel CG-LA (CP Kelco*) a *Gellan Gum (Deffner & Johann*).

[424] Vlastnosti výsledného gellanu to nijak neovlivňuje pouze je potřeba přepočítat výslednou koncentraci přes molární hmotnosti. M (octan vápenatý) = 158,2 g/mol, M (hydrát octanu vápenatého) = 176,2 g/mol.

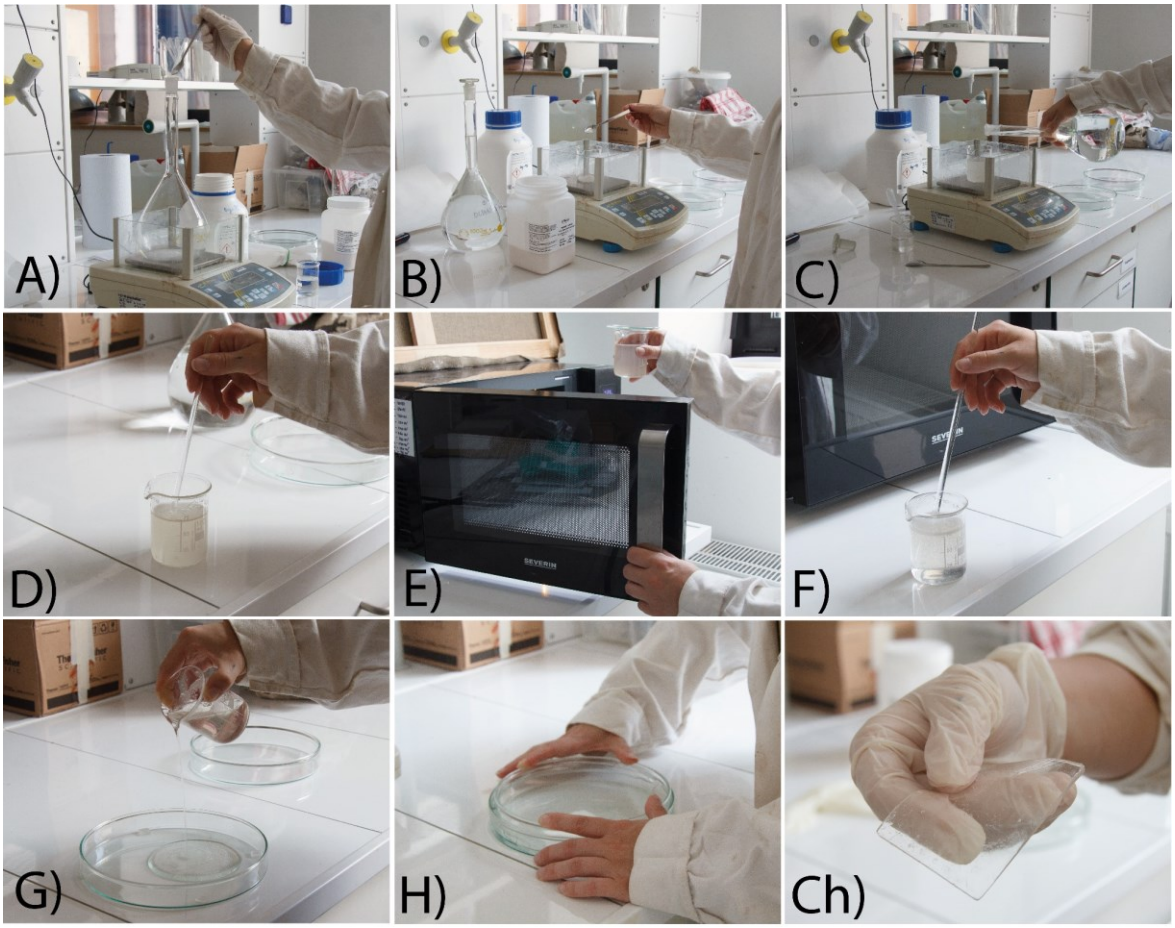
[425] 810 W po dobu 30–45 sekund.

[426] Tloušťka byla stanovena na základě tlouštěk gelů *Nanorestore Gel®,* které se pohybovaly v rozmezí od 2 do 1,66 mm, respektive jejich průměr byl 1,88 mm (± 0,2 mm). Měření bylo provedeno na každém gelu 4× digitální šuplerou.

jejíž dnem byl teplý roztok gellanu přitlačen. Požadovaná tloušťka gelu byla zajištěna vložením alespoň tří malých distančních tělísek viz [Obr. 17] s tloušťkou 1,83 mm mezi dna misek.

Ke každé přípravě gelů byly použity Petriho misky stejných průměrů. Spodní miska, kam byl roztok gelu nalit, měla průměr 18 cm. Horní miska měla průměr 16,5 cm. Bylo stanoveno množství počáteční suspenze s gellanem (před zahřátím) na 75 g. Toto množství bylo optimální pro vytvoření gelu tak, aby nedocházelo k velkým přebytkům při jejich vytlačování druhou Petriho miskou a zároveň, aby bylo množství dostatečné pro zaplnění celého dna spodní misky.

Dle rešerše bylo také testováno použití magnetického míchadla s ohřevem, příprava gelu byla však časově velmi neefektivní. Navíc magnetické míchadlo není v restaurátorských praxích běžně na pracovišti dostupné, tudíž byl upřednostňována ohřev pomocí mikrovlnné trouby. Ohřev v mikrovlnné troubě je časově výhodnější, praktičtější i finančně méně náročný.



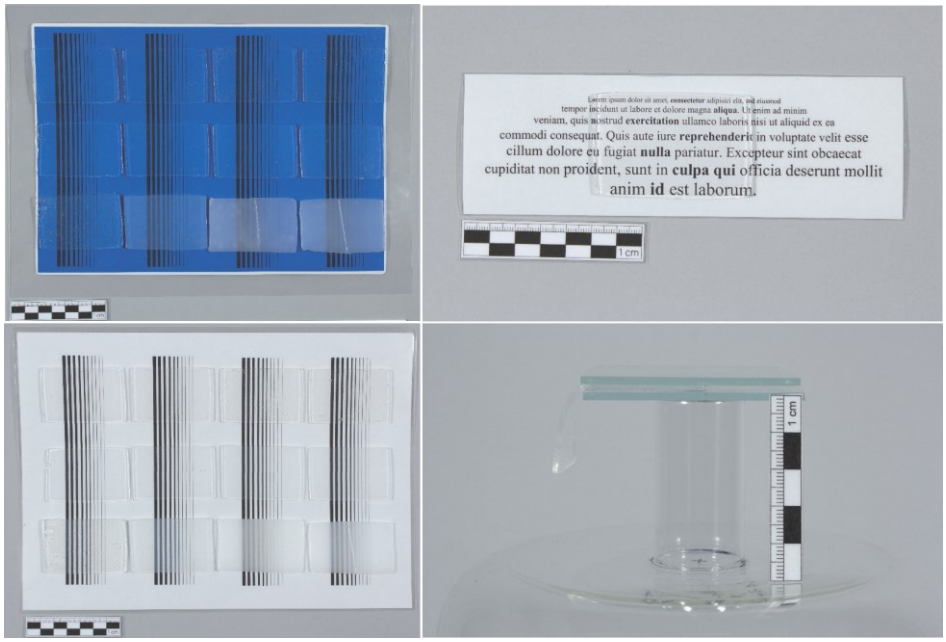
Obr. 18 Postup přípravy gelu z gellanu (2 % hm.), *Kelcogel GC-LA (CP Kelco)*.
A = příprava roztoku octanu vápenatého. B = vážení sypké směsi gellanu. C = gellan doplňován do požadované koncentrace roztokem hydrátu octanu vápenatého. D = míchání gellanu před ohřevem. E = ohřev v mikrovlnné troubě. F= jemné zamíchání gellanu před nalitím do Petriho misky. H = tuhnutí gellanu mezi dvěma Petriho miskami. Ch = hotový gellan o tloušťce cca 1,9 mm.

3.7.4 Metodika experimentů

3.7.4.1 Popis základních vlastností gelů

Subjektivně byly vyhodnoceny základní optické a fyzikální vlastnosti zkoumaných gelů. Mezi tyto vlastnosti byly zahrnuty opacita, barevnost a ohebnost. Dále byly gely fotograficky dokumentovány.[427] Do experimentu byly zahrnuty všechny gely *Nanorestore Gel® (MWR, HWR, Peggy 5, Peggy 6*), dále potom gely na bázi gellanu připravované svépomocí *(Kelcogel CG-LA a Gellan Gum*) v hmotnostních koncentracích 1, 2, 3 a 4 %, celkově bylo popsáno 12 gelů, viz Tab. 19 a *Graf 1*.

Opacita a barevnost gelů byla vizuálně zhodnocena při jejich umístění na podložce opatřené textem[428] nebo na tazích (čárách) různé tloušťky[429] (formát podložky A4). Pole bylo modré[430] nebo bíle[431] barvy pro lepší vyhodnocení změn opacity a barevnosti gelů. Ohebnost gelů nepřímo poukazující na jejich míru rigidity(měkkosti) byla zaznamenána jednoduchým testem, kdy byl pozorován profil ohybu stejných výseků gelů při jejich přichycení na jedné straně



Obr. 19 Ilustrační fotografie všech vizuálních metodik, které byly použity na posuzování optických vlastností vybraných gelů.

[427] Na fotografování bylo použito následující vybavení: Stativ Manfrotto 055CXPRO4 (Manfrotto), fotoaparát Canon EOS 60D s objektivem EF-S18-55 f/3,5-5,6 IS (Canon Inc.), CG3 tabulka pro vyvážení bílé, tři matná pole na kartonu: bílé (90 %), šedé (18 %) a černé (samet, 1 %), (203 × 60 mm) (DANES-PICTA), měřítko (50 a 70 mm), reflektory 50 W SMD2835 4450 lm (Ledlumen), papírové pozadí – Storm Grey (Colorama)

[428] Vytvořeno v programu Word 2021, písmo: Time New Roma, 8–20 pt (velikostních bodů).

[429] Vytvořeno v programu Adobe Illustrator 2022, jednotlivé vektory tahu byly vytvořeny od tloušťky 0,25, 0,5, 0,75, 1–7 pt (velikostních bodu).

[430] Modré pole ve CMYK (C = 100, M = 10, Y = 0, K = 0), černé tahy (C = 0, M = 0, Y = 0, K = 100).

[431] Bílé pole ve CMYK (C = 0, M = 10, Y = 0, K = 0), černé tahy (C = 0, M = 0, Y = 0, K = 100).

mezi mikroskopická podložní skla. Měkkost byla subjektivně posuzována i na základě pohmatu. Pro lepší představu jsou výše uvedeny ilustrační snímky provedení popsaných pozorování.

3.7.4.2 Obsah netěkavého podílu

Obsah netěkavého podílu (c) gelů[432] značky *Nanorestore Gel*® (*MWR, HWR, Peggy 5, Peggy 6)* byl určen jako podíl hmotnosti gelu po jeho sušení (*m*) při 100 °C po dobu 24 h ku hmotnosti gelu s demineralizovanou vodou tak, jak by byl použit k aplikaci (m_0). Výsledek je aritmetickým průměrem vždy ze 3 pokusů. K testu byly použity výseky z gelů o ploše 35 × 35 × cca 1,9 mm, které byly před vážením ve vlhké formě lehce osušeny filtračním papírem podle doporučení dodavatele. Výsledky lze považovat za orientační, jelikož před počátečním vážením nemusely být gely vždy stejně osušeny. Výsledek však poskytuje dobrou představu o obsahu pevného gelu a demineralizované vody v gelovém systému.

Vzorec pro výpočet obsahu netěkavého podílu: c (% hm.) = 100 × m /m_0

3.7.4.3 Základní charakterizace gelů infračervenou spektroskopií (FTIR)

Základní charakterizace chemického složení gelů byla provedena metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). K analýze byl použit spektrometr Nicolet 380 (*Nicolet*), měření bylo provedeno technikou ATR (diamantový krystal). Produkty na bázi deacylovaného gellanu (*Kelcogel CG-LA a Gellan Gum*) byly měřeny bez úpravy ve formě prášku tak, jak byly dodány. *Nanorestore Gel® (MWR, HWR, Peggy 5, Peggy 6)* gely byly analyzovány po jejich vysušení při 100 °C po dobu 24 h, přičemž byly použity vzorky z testu stanovení netěkavého podílu. Analýzy neměly vyšší ambice než prostou charakterizaci gelů zaznamenáním jejich FTIR spekter a vyznačením hodnot kmitočtů jednotlivých píků. Měření byla provedena na Katedře chemické technologie, Fakultě restaurování Univerzity Pardubice, měření provedla Ing. Petra Lesniaková, Ph.D., zpráva z měření je uvedena v příloze, viz 11.4.

3.7.4.4 Zádrž demineralizované vody v gelech

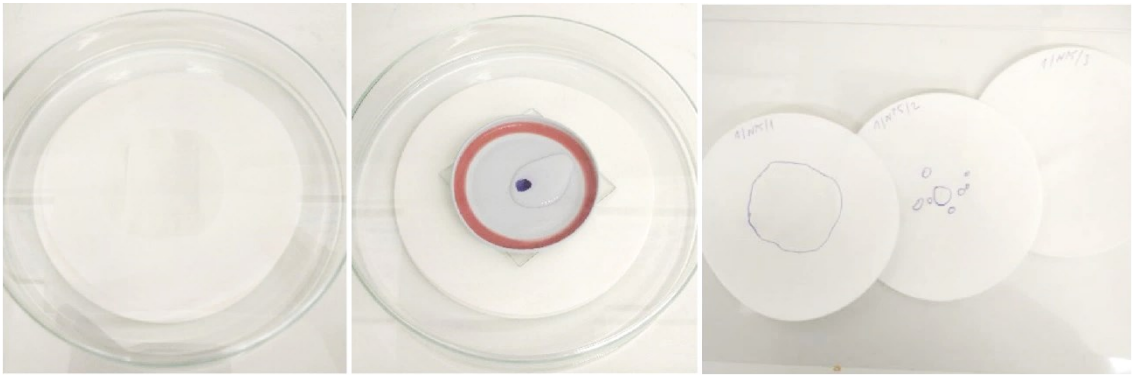
Zkoušky byly zaměřeny na porovnání gelů z hlediska jejich schopnosti zádrže demineralizované vody, která poukazuje na možnou míru zavlhčení podkladu, a tedy nepřímo i na kontrolu při aplikaci. V rámci zkoušek zádrže demineralizované vody byly testovány všechny gely značky *Nanorestore Gel*® (*MWR, HWR, Peggy 5, Peggy 6),* dále potom gely na bázi gellanu (*Kelcogel CG-LA a Gellan Gum*) v koncentracích 1, 2, 3 a 4, případně 5 % hm. (celkově 12 gelů, viz Tab. 25*,* Tab. 26*,* Tab. 27) Vzorky gelů sycené demineralizovanou vodou byly připraveny jako výseky

[432] Obsahy netekavých podílů stanovila a vyhodnotila Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.

s rozměry 35 × 35 × cca 1,9 mm. Před provedením zkoušky byly vzorky gelů nejprve lehce osušeny filtračním papírem z obou stran.

Zkouška byla provedena tak, že byly gely umístěny na 5 sebe naskládaných kruhových filtračních papírů *Munktell*, (grade 1290, průměr 125 mm, gramáž 84 g/m^2, *Munktell & Filtrak GmbH*) po dobu 15 minut. Vzorky byly přiklopeny Petriho miskami, aby se minimalizovalo odpařování vody. Gely z gellanu byly vždy připraveny tentýž den pro provedení testů. Byly provedeny dva druhy obdobných testů. V prvním testu byly gely položeny na papíry bez dodatečné zátěže nebo vyrovnání rukou. Ve druhém testu byla na gely položena zátěž 25 g.

Vyhodnocována byla hmotnost vody vsáknutá do papírů vztáhnutá na plochu gelů, dále potom subjektivně míra zavlhčení papíru kolem plochy gelů a zároveň byl sledován maximální počet papírů, které byly ještě zavlhčeny. Výsledek je aritmetický průměr ze tří paralelních pokusů (měření). Proces zkoušky zádrže vodného systému je ilustrativně zdokumentován na následujících obrázcích.



Obr. 20 Ilustrační fotografie zkoušek zádrže vodného systému. Nalevo zkouška bez zátěže, uprostřed zkouška se zátěží, napravo zaznamenání provlhčených lokalit na filtračních papírech. (foto: Petra Lesniaková)

3.7.4.5 Aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce

Byly testovány gely z deacylovaného gellanu *Kelcogel CG-LA* v hmotnostních koncentracích 1, 2, 3 a 4 % a *Gellan Gum* v koncentracích 2, 3, 4 a 5 %. Dále potom již připravené gely *Nanorestore Gel*® (*MWR, HWR, Peggy 5, Peggy 6*). Pro větší objektivitu byly experimenty provedeny 3× stejným způsobem. Gely z gellanu byly pro každé testování čerstvě připraveny. Výseky gelů o velikosti 50 × 40 mm (d × š) byly aplikovány na rozhraní barevné vrstvy a papírové podložky. Nebyly nijak přitlačovány rukou ani zatěžovány. Doba působení byla stanovena na základě předběžného testování na 15 minut. Před aplikací na barevnou vrstvu byly gely 2× jemně osušeny do filtračního papíru nízké gramáže. Po celou dobu byla barevná vrstva i gely fotograficky dokumentovány. Po dobu testování byla pozorována stabilita, migrace barviv či pigmentů a množství barevné vrstvy otisknuté na gely po jejich aplikaci. Byly stanoveny dva

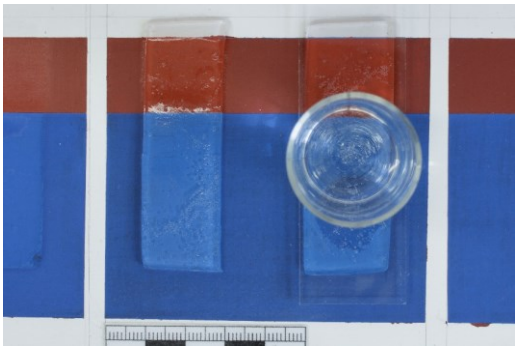
parametry pro následné vyhodnocování. Subjektivně byla na základě vizuálního pozorování vyhodnocována míra odstranění barevného pruhu a migrace barvy nebo barviva do papírové podložky za hranici barevného pruhu.



Obr. 21 Proces testování hydrogely na barevnou vrstvu (brazilské dřevo + papírová podložka 90 g/m^2) gely z *Gellan Gum* v horní řadě (GG2-GG3-GG4) a gely z *Kelcogel CG-LA* (KG2-KG3-KG4).

3.7.4.6 Aplikace gelů na barevnou vrstvu citlivou k zavlhčení na plátěné podložce

Do experimentu aplikace gelů na barevnou vrstvu na plátěné podložce byly zahrnuty gely z deacylovaného gellanu *Kelcogel CG-LA* v hmotnostních koncentracích 1, 2, 3 a 4 % a *Gellan Gum* v koncentracích 1, 2, 3, 4 a 5 %.[433] Dále byly testovány již připravené gely *Nanorestore Gel*® (*MWR, HWR, Peggy 5, Peggy 6)*. Gely z gellanu byly pro každé testování čerstvě připraveny. Doba působení na barevnou vrstvu byla stanovena na základě předběžného testování na 10 minut. Gely nebyly při jejich aplikaci na pole modelových maleb přitlačovány rukou, byly pouze „prostě“ položeny.



Obr. 22 Proces testování hydrogelu 2% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG2) na panelu simulující vodorozpustnou malbu. Nalevo aplikace bez zátěže, napravo aplikace s 25 g zátěží.

Pro sledování vlivu aplikace gelů na malbu byly provedeny dvě různé zkoušky. První metoda zahrnovala aplikaci gelu bez dodatečného zatížení, kdy byl gel pouze položen na povrch malby. Druhá metoda

[433] Při první zkoušce byl připraven gel GG1 (*Gellan Gum* o hm. koncentraci 1 %), gel byl příliš křehký a zanechával viditelná residua. V dalším testování byl nahrazen GG5 (*Gellan Gum* o hm. koncentraci 5%).

zahrnovala rovnoměrné zatížení gelu závažím o hmotnosti 25 g, kdy bylo na gel umístěno mikroskopické sklíčko se zátěží. Výseky gelů měly přibližnou velikost 60 × 20 mm (d × š). Vždy před aplikací byly 2× osušeny filtračním papírem nízké gramáže.

Byly stanoveny dva parametry pro vyhodnocování. Sledovala se zejména účinnost odstranění barevné vrstvy, která se projevovala především mírou otištěné barvy na gelech po jejich odstranění. Druhým parametrem byla migrace vlhkosti do barevné vrstvy(míra zavlhčení) v okolí gelu, která se sledovala a fotograficky dokumentovala bezprostředně po jeho sejmutí. Migrace vlhkosti do okolí barevné vrstvy vzorků může poukazovat na šetrnost a kontrolovatelnost během čištění.

3.7.5 Výsledky

3.7.5.1 Popis základních vlastností gelů

Roztok gellanu má při nízkých 1% a 2% koncentracích velmi dobrý rozliv, zároveň vzniklý gel neobsahuje téměř žádné vzduchové bubliny. Se zvyšující viskozitou se od cca 4% gellanu velmi obtížně připravuje gel bez bublin.[434] Při výších koncentracích se zvyšuje viskozita teplého roztoku a s gelem se poté hůře manipuluje. Gel rychleji tuhne[435] a tím je i obtížnější dosáhnout rovnoměrné tloušťky gelu bez použití přítlaku např. „mezi dvěma Petriho miskami“ viz 3.7.3. Celkově jsou gely z gellanu pro restaurátorské účely dostatečně bezbarvé a průhledné, ani přítomnost bublin prvděpodobně nesnižuje kontrolovatelnost aplikace.

Gellan Gum tvoří křehčí gely než *Kelcogel CG-LA*, což se projevuje v jeho občasném trhání při manipulaci. V práškovém stavu je *Gellan Gum* bílý, vytváří průhledné gely, které jsou se zvyšující se koncentrací mírně opakní. *Kelcogel CG-LA* vytváří gely pevnější, v práškovém stavu je mírně nažloutlý a při vyšších koncentracích vytváří gely mírně nažloutlé.

1% gely z *Gellan Gum* (GG1) jsou prakticky nepoužitelné, jsou nesoudržné a při manipulaci se snadno rozpadají. Potenciálně mohou na povrchu předmětu zanechávat residua, která je nutné mechanicky dočistit vatovými smotky nebo buničinou. Přesto byly v některých zkouškách pro srovnání s 1% gely z *Kelcogelu CG-LA* (KG1) použity (např. test ohebnosti, opacita). V případě zkoušek gelů na barevných vrstvách byly pouze 1× vyzkoušeny. V těchto případech namísto 1% gelu z *Gellan Gum* (GG1) byla použita 5% koncentrace gelu, u které se ukázalo že lze gel ještě bez problémů připravit a aplikovat. Zároveň je nutné zmínit, že také 2% gel z *Gellan Gum* (GG2) nemá ideální konzistenci, vykazuje zvýšené trhání a obtížnější manipulaci při

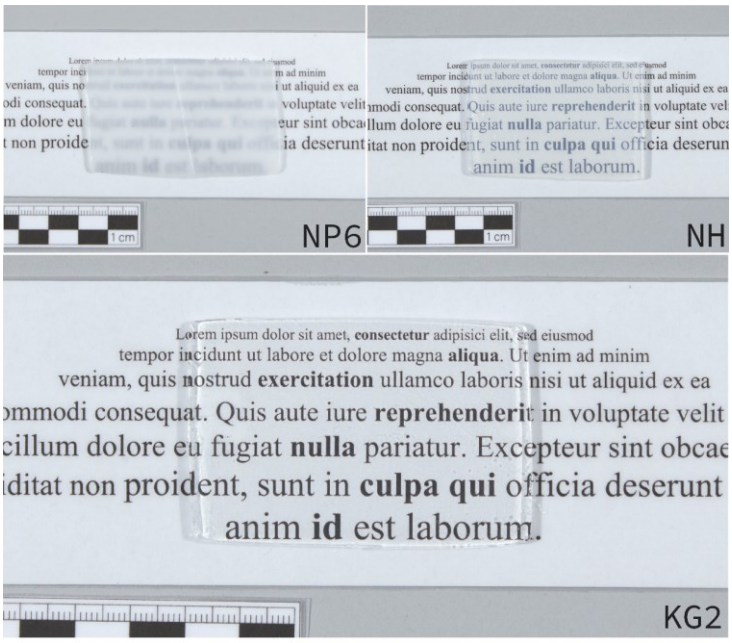
[434] V rámci časové dotace experimentu nebylo podrobněji zkoumáno, zda lze bubliny zcela eliminovat.
[435] Pro mnohé aplikace nemusí být tento jev na závadu.

aplikaci, se kterou potenciálně roste i riziko zanechávání residuí. Pro praxi proto bude vhodné používat gely připravené z gellanu *Gellan Gum* ve vyšších koncentracích, tedy nad cca 2 %.

Všechny gely značky *Nanorestore* jsou kompaktní, nejsou křehké ani se jinak nerozpadají a velmi dobře drží tvar. Řada gelů *Nanorestore Gel® Peggy* (*Peggy 5, Peggy 6*) má téměř totožné optické vlastnosti. Tyto gely jsou velmi opakní, do běla zakalené, což může být velmi nevýhodnou vlastností, kdy nad procesem čištění/odstraňování nežádoucích vrstev nemusí gel poskytovat dostatečnou kontrolovatelnost. Dále bylo potvrzeno, že *Nanorestore Gel® Peggy* gely jsou mnohem ohebnější a měkčí než soudržné gely z gellanu i gely *Nanorestore Gel® Dry*. Řada *Nanorestore Gel® Dry* (*MWR, HWR*) tvoří pevné, mírně pružné gely, které jsou průhledné až lehce opakní. Gel *Nanorestore Gel® Dry HWR* je mírně opaknější než *Nanorestore Gel® Dry MWR,* ale rozdíl na fotografiích je téměř nezaznamenatelný.

Podle očekávání klesá ohebnost a měkkost gelů z gellanu s rostoucí koncentrací. Při stejných koncentracích jsou *Kelcogel CG-LA* gely méně ohebné, měkké a křehké než gely z *Gellan Gum*. Například lze předpokládat, že 2% gel z gellanu *Gellan Gum* (GG2) koncentrace je ohebnější a křehčí než 2% gellanový gel *Kelcogel CG-LA* (KG2). Teoreticky by uvedené podobné vlastnosti (ohebnost, tvrdost/měkkost) gelů měly být při uvedených koncentracích následující: 1% gel *Kelcogel CG-LA* (KG1) je srovnatelný s 2% gelem *Gellan Gum* (GG2), 2% gel *Kelcogel CG-LA* (KG2) je srovnatelný s 3% gelem z *Gellan Gum* (GG3) apod. Ohebnost řady gelů *Nanorestore Gel® Dry (MWR, HWR)* jsou srovnatelné s 3% gelem z *Kelcogel CG-LA* (KG3) a řada *Nanorestore Gel® Peggy (Peggy 5*, *Peggy 6)* se v ohebnosti nejvíce blíží 1% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG1). Pro zjednodušení byly vytyčené parametry (tvrdost, ohebnost, opacita) zavedeny do tabulek a byly vyhodnoceny číselně od 1 (parametr se projevil nejméně) do 5 (parametr se projevil nejvíce). Tabulka [Tab. 19] byla posléze vyhodnocena v podobě grafu viz [*Graf 1*].

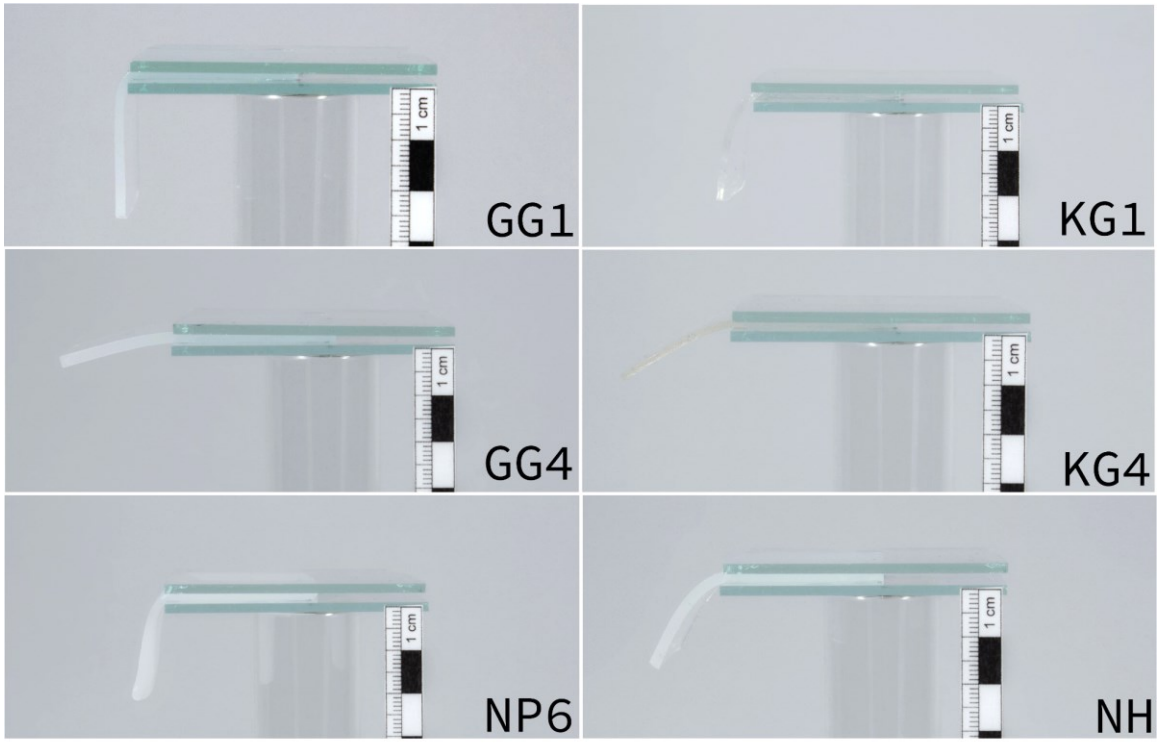
Veškerá fotografická dokumentace zkoušek je uvedena v příloze viz [Obr. 30–Obr. 33].



Obr. 23 Největší optické rozdíly mezi jednotlivými gely.

Tab. 19 Subjektivní optické vlastnosti vybraných hydrogelů.

Typ gelu	Název gelu	*[436]	%[437]	Opacita	Tvrdost	Ohebnost
Gellan + 0,446 g/l $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	*Kelcogel CG-LA (CP Kelco)*	KG1	1	průhledný	2	3
		KG2	2	průhledný	3	2
		KG3	3	lehce nažloutlý	4	2
		KG4	4	lehce nažloutlý	5	1
	Gellan Gum (Deffner-Johann)	GG1	1	průhledný	1	4
		GG2	2	průhledný	2,5	3
		GG3	3	lehce opakní	3	2
		GG4	4	lehce opakní	4	2
p(HEMA)/PVP	*Nanorestore Gel® MWR*	NM	-	lehce opakní	5	3
	Nanorestore Gel® HWR	NH	-	lehce opakní	5	3
PVA/PVP	*Nanorestore Gel® Peggy 5*	NP5	-	opakní	1,5	5
	Nanorestore Gel® Peggy 6	NP6	-	opakní	1,5	5



Obr. 24 Největší rozdíly mezi jednotlivými ohyby gelů.

[436] Pracovní označení gelů.

[437] Hmotnostní koncentrace gelu.

3.7.5.1 Obsah netěkavého podílu

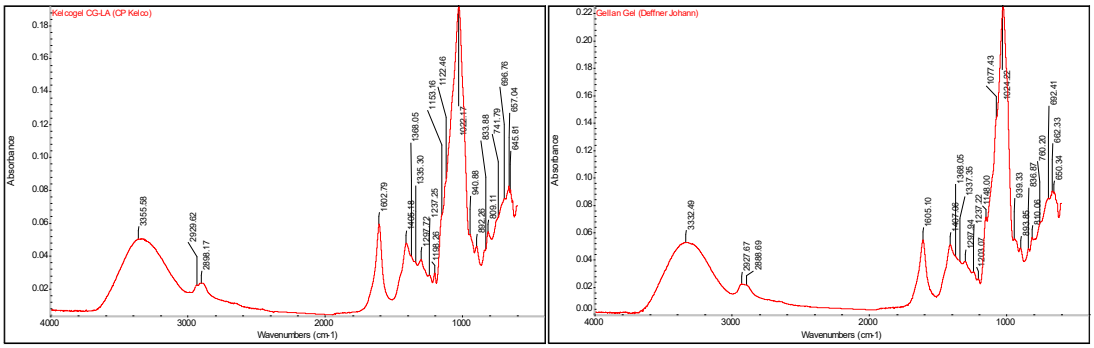
Zjištěná množství netěkavého podílů gelů značky *Nanorestore* jsou uvedena v následující tabulce. Ze získaných hodnot vyplývá, že gely *Nanorestore Gel® Dry* obsahují více netěkavého podílu než gely *Nanorestore Gel® Peggy* a tedy také menší obsah vody. Konkrétně obsahuje gel *Nanorestore Gel® HWR Dry Gel* asi 75 % vody a gel *Nanorestore Gel® MWR Dry Gel* asi 82,5 % vody, zatímco gely *Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel* a *Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel* obsahují postupně 93 a 94 % vody.

Tab. 20 Hmotnostní obsahy netěkavého podílu gelů *Nanorestore Gel®*.

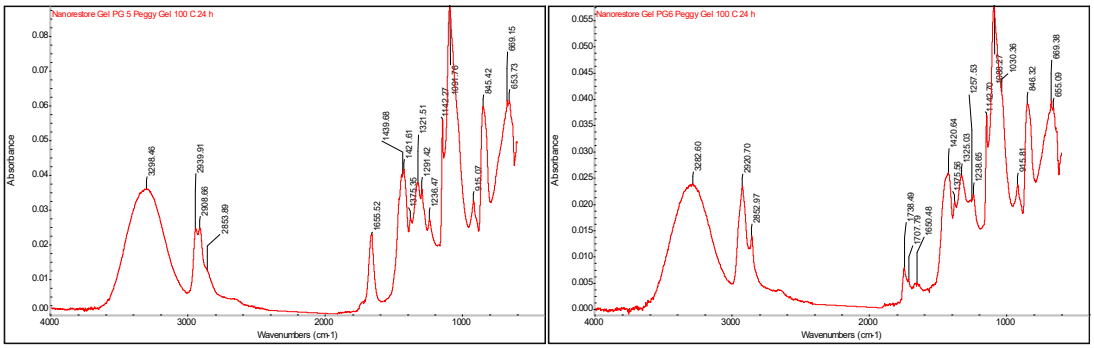
Typ gelu	Množství netěkavého podílu (hm. %)	Průměrná směrodatná odchylka
Nanorestore Gel® Peggy 5	6,9	0,3
Nanorestore Gel® Peggy 6	5,9	0,1
Nanorestore Gel® Dry MWR	17,4	1,1
Nanorestore Gel® Dry HWR	25,1	0,3

3.7.5.2 Charakterizace gelů infračervenou spektroskopií (FTIR)

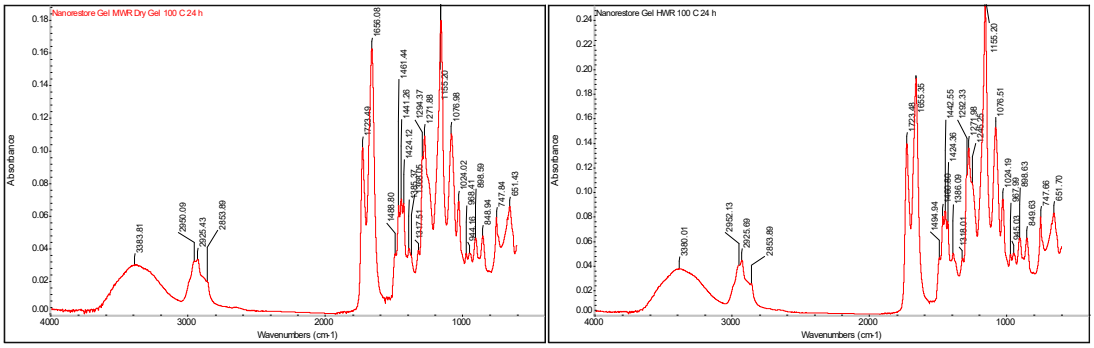
Byla změřena a označena infračervená spektra všech testovaných gelů. Jak bylo předesláno, gellany byly měřeny v práškové podobě tak, jak byly dodány. Mezi oběma produkty nebyly zaznamenány rozdíly v naměřených spektrech, přestože se jejich chování do jisté míry odlišovalo. *Nanorestore* gely byly před měřením po dobu 24 h sušeny v sušárně při teplotě 100 ℃. Veškerá naměřená spektra jsou uvedena v příloze ve zprávě z měření 11.4. Níže jsou uvedena spektra jednotlivých gelů s označenými píky. Vyhodnocení a měření provedla Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.



Obr. 25 FTIR spektra přípravků *Kelcogel CG-LA (CP Kelco)* a *Gellan Gum (Deffner & Johann)* s označenými píky.



Obr. 26 FTIR spektra gelů *Nanorestore Gel PG5 Peggy Gel* a *Nanorestore Gel PG6 Peggy Gel (Deffner & Johann)* po 24 h sušení při 100 °C s označenými píky.



Obr. 27 FTIR spektra gelů *Nanorestore Gel MWR Dry Gel* a *Nanorestore Gel HWR Dry Gel (Deffner & Johann)* po 24 h sušení při 100 °C s označenými píky.

3.7.5.3 Výsledky zkoušky zádrže vodného systému

Z výsledků plyne, že největší zádrž (retenci) vody při aplikaci projevují oba gely *Nanorestore Gel® Dry*. Gel *Nanorestore Gel® Dry HWR* vykazuje při aplikaci bez zatížení nepatrně vyšší zádrž vody (0,06 kg/m^2) než *gel Nanorestore Dry MWR* (0,12 kg/m^2). Při zatížení není tato tendence prokazatelná. Nižší a navzájem podobnou zádrž vody mají potom gely 4% *Kelcogel CG-LA* (KG4 – 0,19/0,21 kg/m^2), *Nanorestore Peggy* (NP5 – 0,2/0,24 kg/m^2, NP6 – 0,22/0,23 kg/m^2) a 5% *Gellan Gum* (GG5 – 0,23/0,21 kg/m^2). S ohledem na klesající zádrž vody následují s podobnými výsledky gely 3% *Kelcogel CG-LA* (KG3 – 0,25/0,28 kg/m^2) a 4% *Gellan Gum* (GG4 – 0,25/0,35 kg/m^2), dále jsou to gely s podobnou retencí vody 3% *Gellan Gum* (GG3 – 0,37/0,42 kg/m^2) a 2% *Kelcogel CG-LA* (KG2 – 0,4/0,43 kg/m^2). Největší množství vody propouštějí gely 2% *Gellan Gum* (GG2 – 0,5/0,56 kg/m^2), 1% *Kelcogel CG-LA* (KG1 – 0,65/0,82 kg/m^2) a nakonec 1% *Gellan Gum* (GG1 – 0,75/0,81 kg/m^2). Testování zádrže vody znovu prokázala nepoužitelnost 1% gelu z *Gellan Gum* (GG1), který byl velmi rozpadavý a téměř nerigidní oproti ostatním testovaným gelům. Z výsledků plyne, že gely z gellanu *Kelcogel CG-LA* mají vyšší zádrž vody v porovnání s gely *Gellan Gum* při stejných koncentracích. Jednotlivé zádrže gelů z gellanu Kelcogel CG-LA jsou přibližně vždy o jednu desetinu lehčí (kg/m^2), tzv. že jejich schopnost zadržovat vodu v porovnání s gely z *Gellan Gum* je v průměru s ohledem na jejich koncentraci lepší. Například 2% gel *Kelcogel CG-LA* (KG2 - 0,4/0,43 kg/m^2) je přibližně

o jednu desetinu lehčí v porovnání s 2% gelem *Gellan Gum* (GG2 -0,5/0,56 kg/m^2) ale zároveň téměř stejné průměrné hmotnosti jako 3% gelem z Gellan Gum (GG3 – 0,37/0,42 kg/m^2). Jednoduše lze říci, že dle výsledků zádrže vodného systému u gelů z gellanu je přibližně 1% gel *Kelcogel CG-LA* (KG1) srovnatelný s 2% gelem *Gellan Gum* (GG2) anebo že 2% gel *Kelcogel CG-LA* (KG2) je srovnatelný s 3% gelem z *Gellan Gum* (GG3). Na základě uvedených zkoušek bylo potvrzeno, že změnou koncentrací gellanu lze úspěšně ovlivňovat retenci/zádrž vody

Výsledky zkoušky zádrže (retence) vodného systému, tedy aritmetické průměry hmotností vsáknuté vody do filtračních papírů vztažené na plochu gelů jsou uvedeny v následující tabulce. V grafické příloze jsou hodnoty taktéž převedeny do grafu [*Graf 2*]. Měření, z kterých plynou výsledky níže jsou uvedeny v příloze viz [Tab. 25, Tab. 26, Tab. 27].

Tab. 21 Výsledek ze tří měření zádrže vodného systému, zprůměrováno na 2 desetinná místa.

Typ gelu	**Název gelu**	***[438]**	**%[439]**	**Obsah vody v papírech m/S (kg/m^2)**	
				Nezatížené vzorky	**Zatížené vzorky (25 g)**
Gellan + 0,446 g/l $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	*Kelcogel CG-LA (CP Kelco)*	KG1	1	0,65	0,82
		KG2	2	0,40	0,43
		KG3	3	0,25	0,28
		KG4	4	0,19	0,21
	Gellan Gum(Deffner-Johann)	GG1	1	0,75	0,89
		GG2	2	0,50	0,66
		GG3	3	0,37	0,42
		GG4	4	0,26	0,35
		GG5	5	0,23	0,21
p(HEMA)/PVP	*Nanorestore Gel® MWR*	NM	-	0,12	0,10
	Nanorestore Gel® HWR	NH	-	0,08	0,09
PVA/PVP	*Nanorestore Gel® Peggy 5*	NP5	-	0,20	0,24
	Nanorestore Gel® Peggy 6	NP6	-	0,22	0,23

3.7.5.4 Vyhodnocení aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce

Zkoušky odstraňování barevných vrstev vysoce citlivých k zavlhčení přinesly velmi podobné výsledky na obou typech vrstev (brazilské dřevo/červená „anilin"). Obě barevné vrstvy byly nejvíce odstraňovány hydrogely *Nanorestore Gel® Peggy 6* (NP6*), Nanorestore Gel® Peggy 5* (NP5) a 1% *Kelcogel CG-LA* (KG1). V míře odstranění barevné vrstvy následují s podobnou účinností 2 a 3% gely z *Gellan Gum* (GG2, GG3) a 2% *Kelcogel GC-LA* (KG2). V téměř minimální míře potom docházelo k odstranění barevných vrstev u 3% gelu z *Kelcogelu CG-LA*

[438] Pracovní označení gellanu.

[439] Hmotnostní koncentrace gellanu.

(KG3). Při použití 5% gelu *Gellan Gum* (GG5), 4% gelu *Kelcogel CG-LA* (KG4), gel *Nanorestore Gel® MWR* (NM) a *Nanorestore Gel® HWR* (NH) barevné vrstvy nebyly téměř vůbec odstraněny.[440] Dobře pozorovatelné rozdíly v míře odstranění barevné vrstvy jsou viditelné na fotografii *série A* u testování gelů z gellanu *Kelcogel CG-LA* (KG2, KG3, KG4). [Obr. 39]

Migrace do okolí papírové podložky byla obecně zaznamenána ve velmi malé míře. Migrace barevné vrstvy brazilského dřeva do papírové podložky se projevovala při aplikaci u nízko procentních gelů z gellanu, přesně u 2% a 3% gelů z *Gellan Gum* (GG2, GG3), poté u 1% a 2% gelů z *Kelcogelu CG-LA* (KG1, KG2), a v neposlední řadě také mírně u 4% a 5% gelů z *Gellan Gum* (GG4, GG5). V minimální míře, kdy byla migrace zaznamenána pouze pod velkým zvětšením byla v případě 3% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG3) a *Nanorestore Gel® Dry MWR* (NM). Migrace nebyla zaznamenána u 4% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG4), u gelu *Nanorestore Gel® Dry HWR* (NH) a řady *Nanorestore Gel® Peggy (Peggy 5, Peggy 6)* (NP5, NP6). Dobře pozorovatelná migrace barevné vrstvy do papírové podložky je viditelné na fotografii viz [Obr. 42].



Obr. 28 Ilustrační fotografie výsledků testování téměř největší dosazené migrace barevné vrstvy a velké míry odstranění barevné vrstvy. Výsledky testování 2 % gelu z gellanu *Gellan Gum* (GG2), série C.

Migrace do okolí papíru se u červených pruhů barevné vrstvy „anilin" téměř neprojevila. Mírné rozpití okrajů pruhů bylo zaznamenáno u 2% a 3% gelů z *Gellan Gum* (GG2, GG3) a následně u 1% a 2% gelů z *Kelcogel CG-LA* (KG1, KG2). U zbytku testovaných gelů viz [*Graf 4*] nebyla u červené „anilin" migrace zaznamenána.

Výsledky zkoušek jsou shrnuty v následujících tabulkách. Subjektivně byla na základě vizuálního pozorování vyhodnocována míra odstranění barevného pruhu (stabilita) a migrace barvy nebo barviva do papírové podložky za hranici barevného pruhu. Pro lepší přehlednost byla stanovena stupnice těchto vlastností od 1 do 5, kdy stupeň 1 znamená nejmenší míru odstranění barevné vrstvy a nejmenší migraci barevné vrstvy do okolí papírové podložky a stupeň 5 naopak největší. Výsledky jsou převedeny do grafu v grafické příloze

[440] K narušení barevné vrstvy došlo pouze v případě, že byla před aplikací špatně odsáta přebytečná demineralizovaná voda do filtračního papíru.

viz [*Graf 3–Graf 4*]. Fotografie zachycující výsledky všech testování a ilustrativní fotografie řezu jednotlivých gelů po testování viz [Obr. 34–Obr. 42].

Tab. 22 Shrnutí zkoušek aplikace gelů na barevné vrstvy vysoce citlivé na vodu a vodné systémy (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m^2).

Brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m²)									
Typ gelu	**Název gelu**	***441**	**% 442**	**Nestabilita**			**Migrace**		
				Pracovní označení série					
				A	B	C	A	B	C
Gellan + 0,446 g/l $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	*Kelcogel CG-LA (CP Kelco)*	KG1	1	4	4	4,5	2,5	2,5	2
		KG2	2	3,5	3,5	4	2,5	2,5	3
		KG3	3	3	1	2	1,5	1	1,5
		KG4	4	1,5	1	2,5	1	1	1
	Gellan Gum (Deffner-Johann)	GG2	2	4	4	4	2,5	2	3
		GG3	3	4	4	4	3,5	2	3,5
		GG4	4	3,5	3	1	3,5	1,5	1
		GG5	5	3	1,5	2	1,5	1,5	1,5
p(HEMA)/PVP	*Nanorestore Gel® MWR*	NM	-	1,5	1	2	1	1	2
	Nanorestore Gel® HWR	NH	-	1	1	1	1	1	1
PVA/PVP	*Nanorestore Gel® Peggy 5*	NP5	-	5	5	5	1	1	1
	Nanorestore Gel® Peggy 6	NP6	-	5	5	5	1	1	1,5

Tab. 23 Shrnutí zkoušek aplikace gelů na barevné vrstvy vysoce citlivé na vodu a vodné systémy („anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2).

„Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m²)									
Typ gelu	**Název gelu**	***443**	**%444**	**Nestabilita**			**Migrace**		
				Pracovní označení série					
				A	B	C	A	B	C
Gellan + 0,446 g/l $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	*Kelcogel CG-LA (CP Kelco)*	KG1	1	5	5	5	1,5	1,5	1,5
		KG2	2	3,5	3	2	1,5	1,5	1
		KG3	3	1,5	1,5	1,5	1	1	1
		KG4	4	1	1	1	1	1	1
	Gellan Gum (Deffner-Johann)	GG2	2	4	2,5	4,5	2	1	2
		GG3	3	3,5	3	3,5	1,5	1,5	2
		GG4	4	3,5	2	2	1,5	1	1
		GG5	5	1,5	1	1,5	1	1	1
p(HEMA)/PVP	*Nanorestore Gel® MWR*	NM	-	1,5	1,5	1,5	1	1	1
	Nanorestore Gel® HWR	NH	-	1	1	1	1	1	1
PVA/PVP	*Nanorestore Gel® Peggy 5*	NP5	-	5	5	4,5	1	1	1
	Nanorestore Gel® Peggy 6	NP6	-	5	5	5	1	1	1

441 Pracovní označení gelů.

442 Hmotnostní koncentrace gellanu.

443 Pracovní označení gelů.

444 Hmotnostní koncentrace gellanu.

3.7.5.5 Vyhodnocení aplikace gelů na barevnou vrstvu citlivou k zavlhčení na plátěné podložce

Výsledky testování aplikace gelů na barevnou vrstvu citlivou k zavlhčení na plátěné podložce přinesly zajímavé výsledky, které lze do budoucnosti využít v restaurátorské praxi.

Nejprve byla vyhodnocována efektivita gelů při odstraňování barevných vrstev. Při zatížení gelů byla barevná vrstva odstraňována obecně efektivněji a rovnoměrněji než u vzorků bez zatížení.[445] Lokálně zřejmě u aplikace gelů bez zátěže nedošlo k dostatečnému přilnutí gelu k povrchu a gel byl v těchto místech neúčinný. Dopad nedostatečného přilnutí gelu a s ním spjaté nerovnoměrné odstranění barevné vrstvy je dobře fotograficky zdokumentováno například na sérii C u výsledků gelu s *Gellan Gum* (GG2, GG3) viz [Obr. 47].

Největší a nejrovnoměrnější odstranění barevné vrstvy bylo dosaženo při aplikaci zatíženého 5% a 1% gelu z *Gellan gum* (GG5, GG1)[446], následovaly téměř se stejnými průměrnými výsledky 1% a 2% gelu *Kelcogel CG-LA* (KG1, KG2) a 2% a 4% gel z *Gellan Gum* (GG2, GG4) a 3% gel *Kelcogel CG-LA* (KG3). V méně rovnoměrné míře byla odstraňována barevná vrstva 4% gelem z *Kelcogel CG-LA* a 3% gellanem z *Gellan Gum* (GG3). V případě užití *Nanorestore Gelů® Dry* (NM, NH) nebyla barevná vrstva téměř vůbec odstraněna ani nijak poškozena. U *Nanorestore Gelů® Peggy* (NP5, NP6) byl výsledek odstranění bez zátěže srovnatelný s výsledkem 1% a 2% gelů z gellanu *Kecogel CG-LA* (KG1, KG2).

Zavlhčení v okolí gelu bylo pozorováno obecně ve velmi malé míře a zátěž výsledky parametru příliš neovlivnila. Až na výjimky bylo zavlhčení mimo okolí gelu se zátěží nebo bez zátěže stejné nebo mírně větší.[447] Nejvíce se zavlhčení okolí projevilo u 1% gelu z *Gellan Gum* (GG1) a poté v o něco menší míře u 2% a 4% gelů z *Gellan Gum* (GG2, GG4). Mírně zavlhčení se poté ukázalo i u 1% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG1) a 3% gelu z *Gellan gum (*GG3). Pouhé nepatrné zavlhčení bylo pozorováno u 4% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG4), toto nepatrné zavlhčení se projevilo také u řady *Nanorestore Gel®,* přesně u *Nanorestore Gel® Dry MWR* (NM), *Nanorestore Gel® Peggy 5* a *Peggy 6* (NP5, NP6). Žádné zavlhčení nebylo zaznamenáno u gelu *Nanorestore Gel® Dry HWR* (NH). Nejkonstantnější výsledky, u kterých nebyly vyhodnoceny velké výkyvy pozorovaných vlastností přinesly komerčně dostupné *Nanorestore Gely®,* především oba gely z řady *Nanorestore Gely® Dry* (NM, NH).

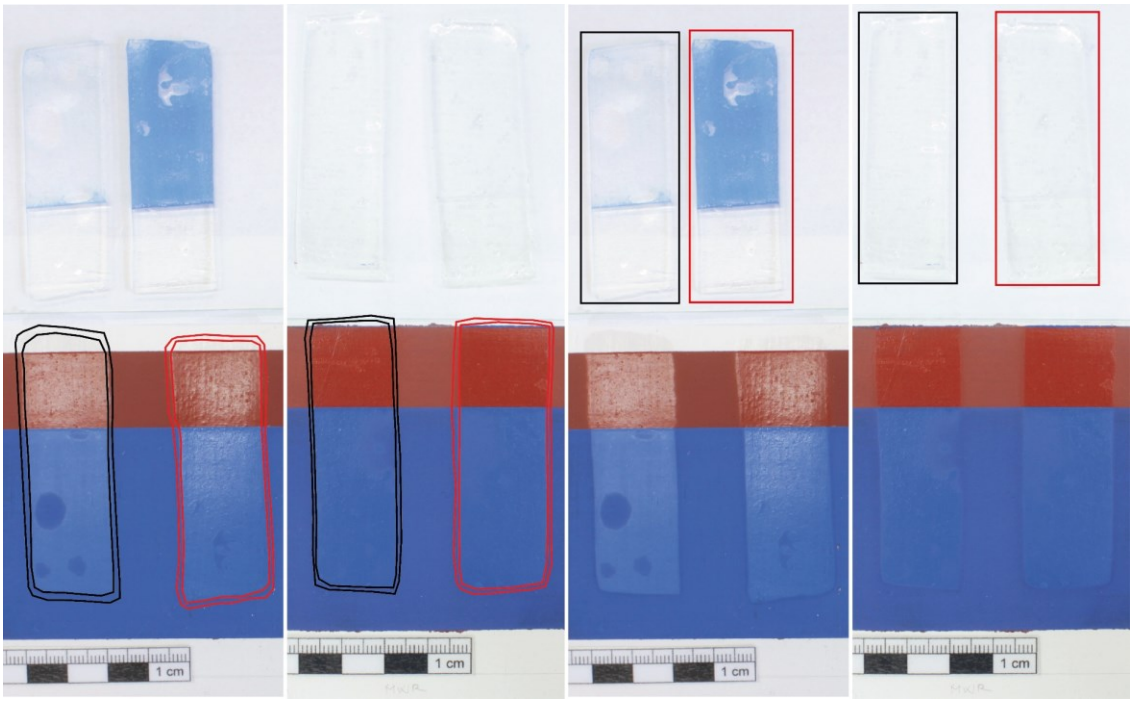
---

[445] Až na výjimku, použití Nanorestore Gelů Peggy 5, Peggy 6. Tyto gely překvapivě pozitivně neovlivnilo působení zátěže.

[446] Tato měření však nebyla oproti ostatním vybraným gelům 3× opakována, tudíž mohou být výsledky testování těchto gelů zavádějící.

[447] Až na výjimky, kdy bylo zavlhčení 5% gelu z *Gellan Gum* (GG5), 3% gelu z *Kelcogel CG-LA* (KG3) a u *Nanorestore Gelu® Peggy 6* (NP6) mírně větší než u hodnocení vzorku se zátěží.

Výsledky zkoušek jsou shrnuty v následující tabulce. Subjektivně byla na základě vizuálního pozorování vyhodnocována míra odstranění barevné vrstvy a míra zavlhčení okolí, kde gel nebyl aplikován. Pro lepší přehlednost byla stanovena stupnice těchto vlastností od 1 do 5. Stupeň1 znamená nejmenší míru odstranění barevné vrstvy a nejmenší zavlhčení okolí barevné vrstvy v okolí gelu a stupeň 5 naopak největší. Hodnocení jednotlivých výsledků je zprůměrováno v grafické příloze [*Graf 5–Graf 6*] a přehled všech provedených zkoušek je přiložen v obrazové příloze viz [Obr. 45–Obr. 47].



Obr. 29 Ilustrační zobrazení vyhodnocovaných parametrů. Nalevo subjektivní hodnocení zavlhčení barevné vrstvy mimo místo aplikace gelů (nalevo 1% gel z gellanu *Kelcogel CG-LA*. (KG1), napravo *Nanorestore Gel® Dry HWR* (HN)). Napravo subjektivní hodnocení odstranění barevné vrstvy gely (nalevo 1% gel z gellanu *Kelcogel CG-LA*. (KG1), napravo *Nanorestore Gel® Dry HWR* (HN)). Černou barvou jsou označena místa bez dodatečné zátěže. Červenou jsou označena místa se zátěží.

Tab. 24 Výsledky experimentu provedeného na panelu simulujícího malbu na plátně, hodnocení změn odstranění barevné vrstvy a zavlhčení v okolí aplikace gelů.

Aplikace gelů na modelové vzorky barevné vrstvy bez zátěže									
Typ gelu	**Název gelu**	***[448]**	**%[449]**	**Odstranění barevné vrstvy**			**Zavlhčení v okolí gelu**		
				Pracovní označení série					
				A	B	C	A	B	C
Gellan + 0,446 g/l $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	*Kelcogel CG-LA (CP Kelco)*	KG1	1	1,5	2	2,5	2	3	2
		KG2	2	2	2	3	2,5	3	3,5
		KG3	3	1,5	1,5	3,5	2,5	2,5	3
		KG4	4	2	2,5	2,5	1,5	2	1,5
	Gellan Gum (Deffner-Johann)	GG1	1	3	-	-	5	-	-
		GG2	2	2	1,5	2,5	3,5	4,5	3
		GG3	3	2,5	2,5	3	3	4	3
		GG4	4	2	2,5	2,5	3	2,5	3,5
		GG5	5	-	-	3	-	-	3
p(HEMA)/PVP	*Nanorestore Gel® MWR*	NM	-	1	1	1	2	2	2
	Nanorestore Gel® HWR	NH	-	1	1	1	1,5	1,5	1,5
PVA/PVP	*Nanorestore Gel® Peggy 5*	NP5	-	2,5	2,5	2,5	2	2	2
	Nanorestore Gel® Peggy 6	NP6	-	2,5	3	2	2,5	2,5	1,5
Aplikace gelů na modelové vzorky barevné vrstvy se zátěží (25 g)									
Gellan + 0.446 g/l $Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	*Kelcogel CG-LA (CP Kelco)*	KG1	1	2,5	5	5	2	4	3,5
		KG2	2	2,5	4,5	5	2,5	3	3,5
		KG3	3	3	4	4,5	2	2,5	2
		KG4	4	2,5	4,5	4	2,5	1,5	2
	Gellan Gum (Deffner-Johann)	GG1	1	4,5	-	-	5	-	-
		GG2	2	3,5	4	4	4	3	4,5
		GG3	3	3,5	3,5	3,5	3	3,5	3,5
		GG4	4	3,5	3,5	4,5	4,5	3	3,5
		GG5	5	-	-	5	-	-	2,5
p(HEMA)/PVP	*Nanorestore Gel® MWR*	NM	-	1,5	1	1,5	2	2	2
	Nanorestore Gel® HWR	NH	-	2	1	1	1,5	1,5,	1,5
PVA/PVP	*Nanorestore Gel® Peggy 5*	NP5	-	2,5	1,5	2	2,5	3	3,5
	Nanorestore Gel® Peggy 6	NP6	-	2,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2

[448] Pracovní označení gelů.

[449] Hmotnostní koncentrace gellanu.

3.7.6 Diskuse a doporučení

Výsledky provedených experimentů potvrdily mnohé předpoklady plynoucí z rešerše literatury. Zároveň otevřely podněty k diskuzi o hodnocení zkoumaných hydrogelů z gellanu a řady gelů *Nanorestore Gel*® pro užití v restaurátorské praxi.

Velkou výchozí výhodou přípravy gellanů je jejich snadná příprava svépomocí. Restaurátor tak má možnost připravit si gellan prakticky jakéhokoliv rozměru a tloušťky a vždy ho přesně upravit dle specifikace restaurovaného objektu nebo důvodu použití. Gellan není finančně náročný, v práškové formě je trvanlivý (viz 3.6.4) a k přípravě gelů není potřeba mít laboratorní nebo nijak speciální podmínky. Připravené gely z gellanu vydrží v chladu přibližně 1 až 2 týdny. Lze je při přípravě v jisté míře kombinovat s různými kapalnými systémy (viz 3.6.2, 3.6.3, roztoky s chelatačními činidly, rozpouštědly apod) a upravovat tak jejich vlastnosti čistění pro specifický účel při restaurování. *Nanorestore Gel*® gely naproti tomu jsou gely, které svepomocí připravit nelze. Oba typy gelů *Nanorestore Gel*® *(Dry a Peggy)* jsou k dostání ve formě plátů o rozměrech cca 10 × 15 × 2 mm. Gely *Nanorestore Gel*® *Peggy* se navíc vyrábějí ve třech různých podobách – ve formě „pen"(tužky) a „gum" (kvádr malých rozměrů), což rozšiřuje způsob jejich využití a ve formě plátu cca 10 × 15 × 2 mm. Gely lze také kombinovat s jinými čisticími systémy (roztoky s chelatačními činidly, organickými rozpouštědly, nanostrukturními systémy značky *Nanorestore Gel*® apod.) ponorem gelu do roztoku, kde gel musí být ponechán alespoň 6 až 24 hodin. Gely jsou ve srovnání s gellanem finančně velmi náročné a nemusí být pro každou restaurátorskou praxi dostupné.[450] Například u uměleckých děl velkých rozměrů s použitím gelů řady *Nanorestore Gel*® roste cenová náročnost, která může mnohé restaurátory v praxi odradit.

Ze základních vlastností byla subjektivně hodnocena průhlednost, případně barevnost gelů. Dle výsledků lze předpokládat, že gely z gellanů (*Kelcogel CG-LA, Gellan Gum)* a gely *Nanorestore Gel*® *Dry* jsou dostatečně průhledné, aby poskytovaly z tohoto hlediska uspokojivou kontrolovatelnost při čištění uměleckých děl. Je možné se domnívat, že ani mírná nažloutlost či opacita některých z těchto gelů, například gelů *Gellan Gum* s vyššími koncentracemi (od 3%), nebude možnost kontroly restaurátorských procesů snižovat. Pouze gely *Nanorestore Gel*® *Peggy* jsou bíle opakní v takové míře, že není možné ošetřované místo sledovat a mít nad ním kompletní kontrolu.

Z hlediska ohebnosti byly oba gely řady *Nanorestore Gel*® *Peggy* ve srovnání s ostatními gely znatelně nejohebnějšími a nejměkčími hydrogely. Na základě pozorování by z testované řady

[450] Přibližně 1 plát gelu (10 × 15 × 2 mm) stojí 18 EUR (tj. 434 Kč), kurz (7. 8. 2023) 1 EUR = 24,23 Kč). In: Nanorestore Gel® MWR Dry Gel. Deffner & Johann GmbH 2023c [online].

gelů měly podle předpokladů nejlépe kopírovat členité povrchy čištění, kterými mohou být například strukturované podložky nebo pastózní malby. Naopak řada gelů *Nanorestore Gel® Dry* představuje velmi pevné a pružné gely. Tyto gely jsou kvůli své vysoké rigiditě a definované tloušťce vhodné používat především na rovné povrchy bez deformace a nerovností. Gely z gellanu ve srovnání s gely *Nanorestore Gel®* prokázaly střední ohebnost, kdy se zvyšující koncentrací ohebnost mírně klesá. Gely z gellanu se spíše blíží svojí ohebností řadě gelů *Nanoretore Gel® Dry*. Jejich tloušťku však lze modifikovat a v konkrétních případech byly gely použity i pro restaurování členitých povrchů.[451] Toto použití však musí být předem pečlivě zváženo. Obecně jsou gely z gellanu vhodné především pro rovné povrchy bez velkých nerovností.

Při přípravě gelů z gellanu se zvyšující se koncentrací roste viskozita roztoků gelů, rychleji gely přecházejí do tuhého stavu, s tekutým roztokem se proto hůře manipuluje a v gelu zůstávají zachycené bubliny. Množství bublin je však tak malé, že pravděpodobně neovlivňuje užitné vlastnosti gellanu. Při nízkých koncentracích gellanu mohou být gelly nesoudržné až rozpadavé, konkrétně potom u 1% gelu z gellanu *Gellan Gum*. Obecně bude zapotřebí před použitím daného produktu vyzkoušet vhodné koncentrace gelů z gellanu, a to nejenom z hlediska reálnosti jeho použití, jak bude uvedeno dále. U nízkých koncentrací, kdy je gel nesoudržný až rozpadavý lze předpokládat, že takovéto gely mohou zanechávat rezidua a vyžadovat dočištění. Pro využití v restaurátorské praxi nejsou tyto nesoudržné gely vhodné.

V rámci experimentu však byly všechny gely koncipovány pro testování dle tloušťky *Nanorestore Gel®* gelů (tj. cca 1,6–2 mm tl.) a to mohlo hypoteticky v rámci experimentu negativně ovlivnit rozpadavost nizkokoncentrovaných gellanů, vzhledem ke skutečnosti že, dle předchozí rešerse byly na případových studiích využívány v minulosti gellany i o nižších koncentracích.[452] Je vhodné do budoucna tuto informaci ověřit, vyzkoušet a porovnat jednotlivé gellany o větších tloušťkách než 1,9 mm tl.. Z hlediska použitelnosti je využití gellanů limitováno nejen nízkými, ale také naopak vysokými koncentracemi, při kterých může být gel příliš tuhý, případně křehký nebo nebude možné jej kvůli příliš vysoké viskozitě roztoku připravit.

Mnohé vlastnosti testovaných produktů zahrnujících gellany byly velmi podobné, nikoliv však při stejných koncentracích gelů, ale při koncentracích asi o 1 % hm. rozdílných.[453]

---

[451] Viz kapitola 3.6.3.6.

[452] Viz kapitola 3.6.3.8.

[453] Vlastnosti se do jisté míry vyrovnávaly u gelů při koncentrací *Gellan Gumu* o 1% vyšších než u gelů z *Kelcogelu CG-LA*.

Konkrétně byly některé vlastnosti 1% gelu z *Kelcogel CG-LA* srovnatelné s 2% gelem *Gellan Gum*, 2% gel *Kelcogel CG-LA* byl srovnatelný s 3% gelem z *Gellan Gum* apod. V praxi však, vzhledem ke skutečnosti, že nemusí být k dispozici bližší informace o vlastnostech gelů nebo jejich složení se teoreticky může stát, že budou mít gellany rozdílnější vlastnosti.

Také z hlediska zádrže vody (kapaliny) je zapotřebí gely z gellanu upravit vhodnou koncentrací podle dané situace tak, aby nedocházelo k nežádoucím jevům, jako například nadměrnému zavlhčení až provlhčení povrchů vysoce citlivých na vodu. Potvrdil se předpoklad, že gely vyšších koncentrací (3–4% *Kelcogel CG-LA* nebo 4–5% *Gellan Gum*) mají vysokou zádrž vody a lze je po pečlivém zvážení aplikovat i na barevné vrstvy citlivé na vodné systémy. Jak ale bylo uvedeno, pro každou konkrétní aplikaci je zapotřebí vyzkoušet z tohoto hlediska vhodnou koncentraci gelů z gellanu, protože i vlastnosti jednotlivých produktů se mohou lišit.

U produktů *Nanorestore Gel*® byla potvrzena doporučení výrobce, tyto gely mohou být velmi šetrnou aplikační volbou pro díla citlivá k mokrým procesům, zejména potom gely *Nanorestore Gel*® *Dry*, které prokázaly nejvyšší zádrž kapalin. Zádrž kapalin gely *Nanorestore Gel*® *Peggy* je také poměrně vysoká a vyrovná se testovaným gelům z gellanu o vyšších koncentracích. Na rozdíl od těchto gelů mohou však být pro určité situace *Nanorestore Gel*® *Peggy* vhodnější, například při odstraňování nežádoucích vrstev lze očekávat jejich vyšší účinnost. Také gely *Nanorestore Gel*® je nutné před použitím nejprve vyzkoušet.

Navzdory výsledkům experimentu lze v praxi případnou dostatečnou účinnost čištění u gelů z gellanu regulovat koncentrací. V tomto ohledu lze předpokládat, že s nižšími koncentracemi by mohla tato účinnost čištění vzhledem ke zvyšující se retenci kapalin růst. Z obecného hlediska může být účinnost aplikace, ale zřejmě také její rovnoměrnost, zvýšena také prodloužením doby aplikace, případně přítlakem rukou a zátěží.

V následujících odstavcích bude představeno několik doporučení, které vyvstaly během prováděných experimentů. Tato doporučení mohou budoucí zkoumání rigidních gelů rozšířit a podrobněji je charakterizovat pro správné užití v oboru restaurování.

V rámci dalšího zkoumání by mělo být jasně definováno a stanoveno, zda gellany mají být před aplikací na barevné vrstvy osušeny do filtračních papírů, či nikoli. Restaurátor by měl byl s tímto stanoviskem před aplikací srozuměn a dle citlivosti materiálů a důvodu použití by měl zvážit přebytečné odsátí vody nebo čistícího systému před aplikací na daný artefakt.

Laboratorní zkoušky zaměřené na efektivnost odstraňování barevných vrstev na plátěné podložce byly kvůli omezené kapacitě diplomové práce zúženy pouze na základní experiment. Přinesly však mnohé další podněty pro další případná zkoumání. Například by mohlo být testovaní rozšířeno z hlediska prodloužení doby účinnosti, použití větší zátěže na gely,

opakování aplikace na stejných místech čištění nebo dopadu mechanického dočištění vatovými tampony (smotky). Tato doporučení mimo jiné reflektují skutečnost, že u pilotních experimentů byly výsledky odstraňovaní v mnohých případech velmi podobné a nebyly zde například postihnuty předpokládané rozdíly v účinnosti gelů na bázi gellanů v závislosti na jejich koncentraci.

Velmi zajímavou a zároveň pro restaurátorkou praxi značně užitečnou oblastí dalšího výzkumu je shrnutí, upřesnění a hledání dalších možností kombinace rigidních gelů s jinými čistícími systémy nežli se samotnou vodou. Přestože mnohé takovéto možnosti vyplynuly z rešerše, je nastíněná problematika tématem pro samostatnou práci. V této souvislosti by bylo například vhodné vyzkoušet kombinace gelů s vodnými systémy zahrnujícími roztoky různých organických rozpouštědel a variovat nejen druhy a počet organických rozpouštědel, ale také jejich koncentraci či vyzkoušet možné postupy přípravy gelových systémů, zejména těch na bázi gellanu. Neméně přínosným tématem by mohly být modifikace gelů z gellanu za účelem změn jejich vlastností, například jejich měkkosti a elasticity za účelem lépe kopírovat nerovné povrchy.

V rámci dalšího zkoumání by bylo dále vhodné exaktně a standardizovaně stanovit a porovnat vybrané mechanické vlastnosti rigidních gelů využívaných v restaurátorské praxi. Konkrétně by k lepšímu pochopení chování gelů a jejich vhodnosti pro různé aplikace mohlo napomoci zejména stanovení jejich exaktní elasticity, pevnosti a tvrdosti při daných koncentracích.

3.7.7 Závěr experimentální části

Experimentální část diplomové práce potvrdila, že rigidní gely mohou v obecné rovině představovat velmi šetrné aplikační možnosti kapalných čistících systémů pro artefakty, zejména potom pro díla vysoce citlivá k mokrým procesům. Cílem experimentální části bylo zabývat se možnostmi čištění maleb s využitím rigidních hydrogelů s demineralizovanou vodou, se zvláštním zaměřením na gely z gellanu. Byly vybrány a testovány deacylované gellany získané v podobě produktů *Kelcogel CG-LA* od amerického výrobce *CP Kelco* a *Gellan Gum* získaného od distributora *Deffner-Johann*. Z dalších možností byly na základě literární rešerše zkoumány nové komerčně dostupné chemické rigidní hydrogely značky *Nanorestore Gel*® určené k přímému použití, konkrétně řada gelů *Nanorestore Gel*® *Peggy* a *Nanorestore Gely*® *Dry*. Bylo vytyčeno několik laboratorních zkoušek zabývajících se základními vlastnostmi těchto gelů nebo testů zaměřených na možnosti odstraňování barevných vrstev z různých podložek nebo podkladů.

V rámci experimentální části byl vyzkoušen vhodný postup přípravy gelů z gellanu, dále byly zhotoveny gely z gellanu v různých koncentracích. Gelly z gellanů o různé koncentraci a vybrané chemické gely byly subjektivně posuzovány a porovnávány mezi sebou na základě jejich základních vlastností jako je transparentnost, barevnost a ohebnost nebo tvrdost. Vybrané gely z gellanu s vhodnými koncentracemi i chemické gely byly poté zkoušeny na vysoce citlivých barevných vrstvách aplikovaných na papírové podložce a plátěné podložce simulující malbu z hlediska šetrnosti i účinnosti aplikace. V neposlední řadě byly provedeny zkoušky zádrže vodného systému, měření obsahu netěkavého podílu chemických gelů a byla změřena základní spektra gelů infračervenou spektroskopií.

Zkoušeny byly koncentrace gelů z gellanů na základě rešerše v rozmezí od 1 % do 4, případně 5% hm. v závislosti na daném produktu za přítomnosti dvojmocných kationtů octanu vápenatého. Roztok gellanu byl získán zahříváním v mikrovlnné troubě, což se ukázalo jako rychlý a praktický způsob přípravy. Bylo zjištěno, že gely připravené z *Kelcogelu CG-LA* jsou o trochu tužší, ale zejména soudržnější než gely připravené z *Gellan Gum*. S gely na bázi *Gellan Gum* bylo zapotřebí pracovat v koncentracích o 1 % vyšších než gely z *Gellan Gum*, kdy byly mnohé vlastnosti těchto gelů srovnatelné s gely z *Kelcogelu CG-LA*. Při 1%, případně 2% koncentracích nebyly gely z gellanu stabilní, při manipulaci se trhaly až rozpadaly, nebyly k čištění modelové malby vhodné. Z uvedeného vyplývá, že se mohou vlastnosti gelů u různých produktů gellanů více či méně lišit a je zapotřebí vyzkoušet jejich základní vlastnosti a vhodné aplikační možnosti v závislosti na jejich koncentraci před vlastním použitím.

Testováním bylo potvrzeno, že koncentrací gellanu lze úspěšně ovlivňovat vlastnosti gelů. Podle očekávání s koncentrací gellanu rostla také pevnost gelů a schopnost jejich zádrže vody,

poukazující na šetrnost aplikace z hlediska citlivosti povrchů k mokrým procesům. Ukázalo se, že jsou *Nanorestore Gel*® gely a gely z gellanu o vyšších koncentracích dostatečně šetrné pro díla citlivá k zavlhčení. Před aplikací na reálná díla je však nutné, jak již bylo naznačeno, gely nejprve vyzkoušet, například na malých testovacích plochách. Dále se potvrdilo, že gely *Nanorestore Gel*® *Peggy* nejenže vykazují dosti vysokou ale zřejmě také řízenou retenci vody, jelikož se prakticky projevily jako nejefektivnější při odstranění barevných vrstev. Tento jev může do jisté míry souviset se skutečností, že jsou tyto gely na rozdíl od ostatních testovaných gelů velmi měkké a pružné, mohou tedy výborně kopírovat i nerovnoměrné povrchy. Vysoká efektivita gelů při odstranění vrstev byla zjištěna také u gelů z gellanu s nízkou koncentrací.

Budoucí výzkum gelů z gellanu by mohl být zaměřen na možnosti kombinace gelů z gellanu s jinými čisticími vodnými systémy, jak již bylo nastíněno výše v diskuzi. Dále by mohly být zkoumány modifikace gellanu za účelem změny fyzikálních vlastností gelů. Je však důležité takovýto výzkum nejprve ověřovat na modelových vzorcích malby.

Předkládaná studie zaměřená na hydrogely připravené z gellanu a komerčně dostupné chemické hydrogely značky *Nanorestore*® *Gel* rozšířila a zdokumentovala cenné poznatky o vlastnostech, účinnosti a použitelnosti těchto gelů v restaurátorské praxi. Výsledky provedených experimentů poskytly cenné informace o výhodách i případných úskalích použití představených hydrogelů při čištění uměleckých děl, zejména potom maleb citlivých na mokré procesy a zavlhčení. Tyto poznatky mohou v oblasti péče o předměty kulturního dědictví přispět k rozšíření rigidních gelů do restaurátorské praxe a zajistit tak šetrnější přístup při restaurování artefaktů.

4 Závěr

Diplomová práce byla koncipována do dvou oddělených částí. V první části se práce zabývá praktickým restaurováním barokního obrazu *Madona s Ježíškem* z Muzea Kroměřížska. Druhá část práce je zaměřena na využití gellanu v restaurátorské praxi, která je rozšířena o experimentální část zaobírající se základními vlastnostmi vybraných rigidních hydrogelů. Diplomová práce je interdisciplinárním příkladem na poli restaurování závěsných obrazů a výzkumem moderních materiálů používaných při jejich restaurování.

První část diplomové práce prezentuje dokumentaci díla a provedení neinvazivního, invazivního a umělecko-historického průzkumu. Průzkumem byla vytyčena největší úskalí budoucího restaurování – především velmi poškozená a nečitelná barevná vrstva s několika vrstvami povrchových úprav různého charakteru a druhotné zásahy, které obraz silně poškozovaly a narušovaly jeho původní uměleckou hodnotu. V rámci umělecko-historického průzkumu bylo dohledáno, že obraz byl původně deponován na faře Hostýnského depositu, starší provenience je již pouze hypotetická. Umělecko-historický rozbor malířského rukopisu ukázal, že nejvíce se obraz blíží malířskému přednesu a stylu Jana Kryštofa Handkeho nebo Josefa Ignáce Sadlera. Přítomnost podobných fyziognomických znaků, provedení detailů a drapérií, datace obrazu a rovněž známá spolupráce Janem Kryštofem Handkem s Josefa Ignáce Sadlera ve svém díle nahrává hypotéze, že *Madona s Ježíškem* mohla být dílem jejich společné práce, nebo vznikla pod vedením jednoho z nich.

Restaurátorský záměr a následné restaurování obrazu *Madona s Ježíškem* řešily především postupné čištění degradovaných povrchových úprav a s ním spojenou redukci a lokální odstranění sekundárních zásahů, rozsáhlou deformaci textilní podložky a scelení perforací a ztrát. Problematika čištění byla řešena na základě rozsáhlých zkoušek čištění směsmi organických rozpouštědel a vodných systémů s chelatačními činidly. Na základě zkoušek byly tyto problematické kroky vyřešeny v několika fázích čištění směsí isopropanolu s vodou pomocí agarových gelů a nízkokoncentrovanými roztoky s citrátem amonným. Deformace obrazu byla vyrovnána v průběhu čištění za pomocí paropropustné membrány *SympaTex* a následně i za pomoci užití nízkotlakého stolu. Scelení všech perforací bylo dosaženo metodou *nit na nit*, které byly následně stabilizovány *bridgingem*. V rámci scelování bylo nutné zajistit rozvlákněný šev. Šev byl však natolik poškozen, že nebylo možné jej zcelit metodou *nit na nit* ani chirurgickým šitím. Zcela poprvé je v českém prostředí v rámci této práce publikováno scelení rozvlákněného švu vláknitou cupaninou, které bylo posléze posíleno taktéž o *bridgingové* nitě.

Záměr i restaurátorský postup byly koncipovány tak, aby byla dílu navrácena jeho estetická a umělecká hodnota s ohledem na budoucí podmínky uložení i vystavování. Pro restaurování

byly zvoleny tradiční a přírodní materiály s respektem vůči materiálům původním. Součástí první části diplomové práce je také konzervace štítků původní provenience a restaurování a průzkum ozdobného rámu závěsného obrazu. Restaurování rámu bylo rovněž provedeno tak, aby jeho původnost byla zachována v co největší míře. Celkově byla díky komplexnímu restaurování objektu úspěšně zastavena postupná degradace materiálů a zároveň byla obnovena estetická a umělecká hodnota díla. Původní historická hodnota, ztělesněná v neodborných restaurátorských zásazích, byla fotodokumentována a uchována prostřednictvím fragmentů.

Navazující teoretická část byla zaměřena na možnosti využití rigidních hydrogelů, zejména gelů připravených z gellanu. V rámci teoretické práce byla nejprve zpracována rozsáhlá rešerše v jejímž úvodu byly popsány fyzikální a chemické vlastnosti gelů obecně užívaných v restaurování. Dále se rešerše zaměřila na gellan a jeho specifické chemické vlastnosti, strukturu a tvorbu gelu z gellanu i jeho rozsáhlé užití napříč restaurátorskými obory. Využití v restaurátorské praxi bylo demonstrováno na velkém počtu případových studiích. K tomu bylo zapotřebí zpracovat převážně zahraniční literaturu, jelikož tato problematika nebyla dosud v našem prostředí se zaměřením na obor restaurování podrobně řešena.

Součástí teoretické části práce byl experiment, v jehož rámci byly porovnávány přírodní hydrogely z gellanu (produkty *Kelcogel CG-LA* a *Gellan Gum*) o různých koncentracích a chemické hydrogely značky *Nanorestore Gel*®. Gely byly syceny demineralizovanou vodou. Byly splněny vytyčené cíle práce, zahrnující zhotovení gelů z gellanu a subjektivní posouzení základních vlastností testovaných gelů. Dále byly provedeny zkoušky zádrže a měření obsahu vody. Následně byla měřena FTIR spektra hydrogelů v sušině. Dále byly gely zkoumány na vysoce citlivých barevných vrstvách aplikovaných na papírové a textilní podložce, kde byly studovány aplikační vlastnosti Výsledky experimentů poskytly cenné poznatky a informace o fyzikálních, chemických a aplikačních vlastnostech gelů. Dále experiment přinesl cenné poznatky o vhodnosti, šetrnosti a účinnosti hydrogelů při čištění maleb citlivých na vodné systémy. Výsledky mohou být dále využity restaurátory a odborníky v oblasti konzervace a restaurování na konkrétních artefaktech v případových studiích.

Budoucí výzkum gelů z gellanu by mohl být zaměřen na možnosti kombinace gelů s vodnými roztoky například organických rozpouštědel nebo modifikace gellanu s cílem změny fyzikálních vlastností gelů. Je důležité testy nejprve provádět na modelových malbách a ověřit tak vhodnost gelů pro konkrétní účel, aby nedošlo k nežádoucím účinkům při čištění vlastních uměleckých děl. Využití rigidních gelů představuje aplikaci šetrnější nejen k uměleckým dílům, ale také k lidskému zdraví a životnímu prostředí. Tato práce by měla tyto pozitivní aspekty podpořit zvýšením povědomí o možnostech využití rigidních gelů na poli restaurování.

5 Seznam použitých zdrojů

Zkrácený název citace

Citace dle normy ČSN ISO 690 bez ISBN a rozsahu stran.

5.1 Seznam použité literatury

ANGELOVA et al. 2015
ANGELOVA, V., Lora, BERRIE H., Barbara, de GHETALDI, Kristen, KERR Amber, G. WEISS Richard. Partially hydrolyzed poly(vinyl acetate)-borax-based gel-like materials for conservation of art: Characterization and applications, Studies in Conservation. 2015, 60/4, s. 227–244.

ANTONOVIČ et al. 2010
ANTONOVIČ, Vladan, JAKUBEC, Ondřej a Marek PERŮTKA, ed. Olomoucké baroko. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2010.

ARIJČUK et al. 2011
ARIJČUK, Petr, KROUPA, Jiří, MILÁČKOVÁ, Martina a MLČÁK, Leoš, ed. Josef Ignác Sadler 1725–1767: [Muzeum umění Olomouc – Arcidiecézní muzeum Olomouc, Galerie: 18. května – 28. srpna 2011]. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2011.

BAGLIONI et al. 2014
BAGLIONI, Piero, BERTI, Debora, BONINI, Massimo, CARETTI, Emiliano, DEI, Luigi, FRATINI, Emiliano, GIORGI, Rodorico. Micelle, microemulsions, and gels for the conservation of cultural heritage. Advances in Colloid and Interface Science. 2014, 205, s. 361–371.

BAGLIONI et al. 2015
BAGLIONI, Piero, CHELAZZI, David, GIORGI, Rodorico. Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage. A compendium of materials and techniques. Springer Science + Business Media, Dordrecht. 2015.

BARBISAN – DUPONT 2017
BARBISAN, Sophie, DUPONT A. L. Local cleaning of tidelines on paper using rigid gels: The influence of pH and conductivity. In Gels in the conservation of art, eds. ANGELOVA L. V., ORMSBY B., TOWNSEND J. H, WOLBERS. R. London: Archetype Publications. 2017, s. 113–115.

BARRULAS et al 2020
BARRULAS, Raquel V., NUNES, André D., SEQUEIRA, Sílvia O., CASIMIRO, Maria Helena, CORVO, Marta C. Cleaning fungal stains on paper with hydrogels: The effect of pH control, International Biodeterioration & Biodegradation. 2020, 152.

BARTOLETTI et al.2020
BARTOLETTI, Angelica, BARKER, Rachel, CHELAZZI, David, BONELLI, Nicole, BAGLIONI, Piero, LEE, Judith, ORMSBY, Bronwyn, V. ANGELOVA, Lora. Reviving WHAAM! a comparative evaluation of cleaning systems for the conservation treatment of Roy Lichtenstein's iconic painting. Heritage Science. 2020, 8(1).

BEINER-BUTH – BECKMANN 2007
BEINER-BUTH, Silke, BECKMANN, Steffanie. Faserbrei zur Schließung klaffender Risse: Ein Werkstattbericht. VDR Beiträge zur Erhaltung von Kunst – und Kulturgut,. 2007, (1/2), s. 45–54.

BÖHM et al. 1984
BÖHM, František, ROSA, Josef a KOTRBA, Heřman. Pozlacování I: technologie pozlacování pro 1. ročník: učební text pro SOU – obor pozlačovač. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.

BONELLI et al. 2018
BONELLI, Nicole, POGGI, Giovanna, CHELAZZI, David, GIORGI, Rodorico, BAGLIONI, Piero. Poly(vinylalcohol)/poly(vinyl pyrrolidone) Hydrogels for the Cleaning of Art. Journal of Colloid and Interface Science. 2019, 536.
BROUMOVÁ et al. 2015
BROUMOVÁ, Kristýna, Tereza SAZAMOVÁ, Jitka NEORALOVÁ, Lucie POLÁNKOVÁ a Petra VÁVROVÁ, Využití hydrogelů při čištění papírové podložky. Fórum pro konzervátory-restaurátory. 2015, 11, s. 9–14.
CARRETTI – GIORGI 2013
CARRETTI, Emiliano, GIORGI, Rodorico. CHAPTER 11. Cleaning IV: Applications and Case Studies. Nanoscience for the Conservation of Works of Art, The Royal Society of Chemistry, Nanoscience & Nanotechnology Series, 2013, s. 280–314.
CARRETTI et al. 2009
CARRETTI, Emiliano, GRASSI, Scilia, COSSALTER, Manuela, NATALI, Irene, CAMINATI, Gabriella, WEISS, Richard G., DEI, Luigi, BAGLIONI, Piero. Poly(vinyl alcohol)−Borate Hydro/Cosolvent Gels: Viscoelastic Properties, Solubilizing Power, and Application to Art Conservation. Langmuir. 2009, 25(15), s. 8656–8662.
CASINI et al. 2023
CASINI, Andrea, CHELAZZI, David, BAGLIONI, Piero. Advanced methodologies for the cleaning of works of art. Science China Technological Sciences. 2023, 66, s. 2162–2182.
CASOLI et al. 2013
CASOLI, Antonella, CREMONESI, Paolo, ISCA, Cleila, GROPPETTI, Roberto, PINI, Stefano, SENIN, Nicola. Evaluation of the effect of cleaning on the morphological properties of ancient paper surface. Cellulose. 2013, 20(4), s. 2027–2043.
CASSANELLI et al. 2017
CASSANELLI, Mattia, NORTON, Ian, MILLS, Tom. Effect of alcohols on gellan gum gel structure: Bridging the molecular level and the three-dimensional network. Food Structure. 2017, 14, s. 112–120.
CESSION 1990
CESSION, Christine. THE SURFACE LAYERS OF BAROQUE GILDINGS: EXAMINATION, CONSERVATION, RESTORATION, Studies in Conservation. 1990, 35(1).
COVIELLO et al. 2007
COVIELLO, Tommasina, MATRICARDI, Pietro, MARIANECCI, Carlotta, ALHAIQUE, Franco. Polysaccharide hydrogels for modified release formulations. J Control Release. 2007, 119(1), s. 5–24.
ČSN EN 15757
ČSN EN 15757: Ochrana kulturního dědictví – Požadavky na teplotu a relativní vlhkost prostředí s cílem zamezit mechanickému poškození organických hygroskopických materiálů, k němuž dochází v důsledku klimatu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 16 s. Třídicí znak 961504.
ČSN EN 15946
ČSN EN 15946. Ochrana kulturních památek – Zásady balení pro přepravu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 28 s. Třídící znak 961507.
DE FILPO et al. 2015
DE FILPO, Giovanni, PALERMO, A. Maria, TOLMINO, Riccardo, FORMOSO, Patrizia, FIORE PASQUALE, Nicoletta. Gellan gum hybrid hydrogels for the cleaning of paper artworks contaminated with Aspergillus versicolor . Cellulose. 2016, 23, s. 3265–3279.

DE FILPO et al. 2016
DE FILPO, Giovanni, PALERMO, Anna Maria, MUNNO, Rosamaria, MOLINARO, Lucia, FORMOSO, Patrizia, PASQUALE, Fiore Nicoletta, Gellan gum/titanium dioxide nanoparticle hybrid hydrogels for the cleaning and disinfection of parchment, International Biodeterioration & Biodegradation. 2015, 103, s. 52–58.
DOMINIQUES et al. 2013
DOMINGUES, Joana A. L., BONELLI, Nicole, GIORGI, Rodorico, FRATINI, Emiliano, GOREL, Florence, BAGLIONI, Piero. Innovative Hydrogels Based on Semi-Interpenetrating p(HEMA)/PVP Networks for the Cleaning of Water-Sensitive Cultural Heritage Artifacts. Langmuir. 2013, 29(8), s. 2746–2755.
DUROVIČ et al. 2002
ĎUROVIČ, Michal a kol.. Restaurování a konzervování archiválií a knih. V Praze: Paseka, 2002.
DYER et al.2013
DYER, Joanne, VERRI, Giovanni, CUPITT, John. Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes: A User Manual. The British Museum, 2013.
EASTAUGH 2004
EASTAUGH, Nicholas. The pigment compendium: a dictionary of historical pigments. Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004
FABER 1988
FABER, Birren, The symbolism of color. Secaucus, N.J.: Citadel Press, 1988.
FRATINI – CARRETTI 2013
FRATINI, Emiliano, CARRETTI, Emiliano. CHAPTER 10. Cleaning IV: Gels and Polymeric Dispersions. Nanoscience for the Conservation of Works of Art, The Royal Society of Chemistry, Nanoscience & Nanotechnology Series. 2013, s. 252–279.
FREEDBERG 1976
FREEDBERG, Sydney J. Gentileschi's *Madonna with the Sleeping Christ Child*. The Burlington Magazine. 1976, 118(884), s. 732–735.
GIRAUD et al. 2021
GIRAUD, Tiffanie, GOMEZ, Alban, LEMOINE, Stephane, PELÉ-MEZIANI, Charlène, RAIMON, Aymeric, GUILMINOT, Elodie. Use of gels for the cleaning of archaeological metals. Case study of silver-plated copper alloy coins, Journal of Cultural Heritage. 2021, 52, s. 73–83.
GRASDALEN – SMIDSRØD 1987
GRASDALEN, Hans, SMIDSRØD, Olav. Gelation of gellan gum. Carbohydrate Polymers. 1987, 7(5), s. 371–393.
GUEIDÃO et al. 2021
GUEIDÃO, Marta, VIEIRA, Eduarda, BORDALO, Rui, MOREIRA, Patríci. Available Green Conservation Methodologies for the Cleaning of Cultural Heritage: an Overview. ECR - Estudos de Conservação e Restauro. 2021, 12, s. 22–44.
HALL 1991
HALL, James. Slovník námětů a symbolů ve výtvarném umění. Praha: Mladá fronta, 1991.
HARTWICH – PLÖTZ 2016
HARTWICH, Claudia, PLÖTZ, Sandra. Eine Rissverklebung mittels Faser-Bindemittel-Gemisch. Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung: ZKK. 2016, 30(2), s. 325–337.
HILL STONER – RUSHFIELD 2012
HILL STONER, Joyce, RUSHFIELD, Rebecca. Conservation of Easel Paintings: Routledge Series in Conservation and Museology. London: Routledge, 2012.
HRADILOVÁ – HRADIL 2015
HRADILOVÁ, Janka a HRADIL, David. Neinvazivní průzkum malířských výtvarných děl radiografickými a rentgen-fluorescenčními metodami. Praha: Akademie výtvarných umění, 2015.

CHALUPOVÁ 2019
CHALUPOVÁ, Jana. Metoda scelování plátěné podložky závěsných obrazů. Fórum pro konzervátory-restaurátory. 2019, IX(2), s. 62–66.
CHELAZZI et al. 2018
CHELAZZI, David., FRATINI, Emiliano., GIORGI, Rodorico, MASTRANGELO, Rosangela, ROSSI, Marta, BAGLIONI, Piero. CHAPTER 15: Gels for the Cleaning of Works of Art. Gels and Other Soft Amorphous Solids. 2018, s. 291–314.
IANNUCCELLI – SOTGIU 2010
Iannuccelli, Simonetta, Silvia Sotgiu. Wet Treatments of Works of Art on Paper with Rigid gellan Gels. The Book and Paper Group Annual 29. 2010, s. 25–39.
INDRA 1973
INDRA, Bohumír, Fulnečtí malíři 17. a 18. století, Vlastivědný sborník okresu Nový Jičín , 1973, (12), s. 1–15.
ISCA et al. 2015
ISCA, Clelia, FUSTER-LÓPEZ, Laura, YUSÁ-MARCO, Dolores J., CASOLI, Antonella. An evaluation of changes induced by wet cleaning treatments in the mechanical properties of paper artworks. Cellulose. 2015, 22, s. 3047–3062.
IURCIUS et al. 2015
IURCIUC, Camelia, SAVIN, Alexandro, APETREI, Cristina, MARTIN, Patrick, POPA, Marcel. Gellan. Food applications. Cellulose Chemistry and Technology. 2015, 50(1).
JELÍNKOVÁ et al. 2017
JELÍNKOVÁ, Dagmar, ed. Jak zarámovat obraz?. Praha: Národní galerie, Metodické centrum pro muzea výtvarného umění, 2017.
JIN – DIJKSTRA 2010
JIN, Rong, DIJKSTRA, Pieter J. Hydrogels for Tissue Engineering Applications. Biomedical Applications of Hydrogels Handbook. 2010, s. 203–225.
KANG et al. 1982
KANG, Kenneth S., VEEDER, George T., MIRRASOUL, Peter J., KANEKO, Tatsuo, COTTRELL, Ian W. Agar-like polysaccharide produced by a pseudomonas species: production and basic properties. Appl Environ Microbiol. 1982, 43(5), s. 1086–1091.
KANTH et al. 2018
KANTH, Aditya P., SINGH, Manager, PANDEY, Satish. C. Optimizing the rigidity of gellan and agar gels for cleaning sensitive acrylic emulsion painted surfaces. International Journal of Conservation Science. 2018, 9.
KHALID MAHMOOD et al. 2018
KHALID MAHMOOD, Zia, TABASUM, Shazia, FARIS KHAN, Muhammad AKRAM, Nadia, AKHTER, Naheed, NOREEN, Aqdas, ZUBER, Mohammad. Recent trends on gellan gum blends with natural and synthetic polymers: A review, International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 109.
KIRCHMAJER et al. 2014
KIRCHMAJER, D. Martin, STEINHOFF, Benedikt, WARREN, Holly, CLARK, Ross, IN HET PANHUIS, Marc. Enhanced gelation properties of purified gellan gum. Carbohydrate Research. 2014, 388, s. 125–129.
KLOPANOVÁ 2007
KLOPANOVÁ, Martina. Příspěvek k moravskému působení olomouckého malíře Josefa Ignáce Sadlera. Zprávy památkové péče. 2007, 67(5).
KNUT 1999
KNUT, Nicolaus. The Restoration of Paintings. Cologne: Konemann, 1999.
KOZLOVÁ 2005
KOZLOVÁ, Olga. Před sto lety začaly vycházet Hlasy svatohostýnské, část III.. Listy svatohostýnské. 2005, 9(3), s. 6–8.

KUČA 1998
KUČA, Karel. Města a městečka v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha: Libri, sv. 3., 1998.
LANCASTER 2003
ROSAN, Alan M. Green Chemistry: An Introductory Text (LANCASTER, Mike). Journal of Chemical Education. 2003, 80(10), s. 1141–1142
LEROUX 2016
LEROUX, Mylène. Soft Matter: Gel Development for Conservation Treatment Gellan Gum and Nanorestore Gel®. The Book and Paper Group Annual 35, 2016, s. 44–47.
LESNIAKOVÁ et al. 2019
LESNIAKOVÁ, Petra, SVOBODA, David a VOJTĚCHOVSKÝ, Jan. Možnosti technické fotografie pořízené upraveným digitálním fotoaparátem při průzkumu uměleckých děl. Vymezení pojmů a výběr vhodného vybavení. E-Monumentica. 2019, 4(2), s. 27–49.
LOSOS 2005
LOSOS, Ludvík. Pozlacování a polychromie. Praha: Grada, 2005.
MAGEE 2019
MAGEE, Cathie. High Acyl Gellan Gum for Parchment Conservation. The Book and Paper Group Annual 38. 2019, s. 113–119.
MAHEUX 2015
MAHEUX, F. Anne. Cross-Disciplinary Uses for gellan Gum in Conservation. The Book and Paper Group Annual 34. 2015, 69, s. 70–79.
MARANESI 2017
MARANESI, Giacomo. Using rigid gellan for the stratigraphic cleaning of canvas painting. In Gels in the conservation of art, eds. ANGELOVA L. V., ORMSBY B., TOWNSEND J. H, WOLBERS. R. London: Archetype Publications. 2017, s. 129–131.
MATHYER 1961
MATHYER, Jacques. The Expert Examination of Signatures. The Journal of Criminal Law, Criminology, and Police Science. 1961, 52(1), s. 122–133.
MAZZUCA et al. 2014a
MAZZUCA, Claudia, MICHELI, Laura, CARBONE, Marilena, BASOLI, Francesco, CERVELLI, Eleonora, IANNUCCELLI, Simonetta, SOTGIU, Silvia, PALLESCHI, Antonio. Gellan hydrogel as a powerful tool in paper cleaning process: A detailed study. Journal of Colloid and Interface Science. 2014, 416, s. 205–211.
MAZZUCA et al. 2014b
MAZZUCA, Claudia, MICHELI, Laura, CERVELLI, Eleonora, BASOLI, Francesco, CENCETTI, Claudia, COVIELLO, Tommasina, PALLESCHI, Antonio. Cleaning of Paper Artworks: Development of an Efficient Gel-Based Material Able to Remove Starch Paste. ACS Applied Materials & Interfaces. 2014, 6(19), s. 16519–16528.
MAZZUCA et al. 2016
MAZZUCA, Claudia, MICHELI, Laura, LETTIERI, Raffaella, CERVELLI, Eleonora, COVIELLO, Tommasina, CENCETTI, Claudia, SOTGIU, Silvia, IANNUCCELLI, Simonnetta, PALLESCHI, Giuseppe, PALLESCHI Antonio. How to tune a paper cleaning process by means of modified gellan hydrogels,Microchemical Journal, 2016, 126, s. 360–366.
MICHELI et al. 2018
MICHELI, Laura., MAZZUCA, Claudia, MISSORI, Mauro, TEODONIO, Lorenzo, MOSCA CONTE, Adriano, PULCI, Olivia, ARCADIPANE, Lucia, DOMINIJANNI, Serena, PALLESCHI, Antonio, PALLESCHI, Giuseppe, IANNUCCELLI, Simonetta, SOTGIU, Silvia. Interdisciplinary approach to develop a disposable real time monitoring tool for the cleaning of graphic artworks. Application on "*le Nozze di Psiche*",Microchemical Journal. 2018, 138, s. 369–378.

MLČÁK (připr.) 1994
MLČÁK, Leoš (připr.). Jan Kryštof Handke: Vlastní životopis : 1694/1774 : Muzeum umění Olomouc, 23. června 1994 – 2. října 1994 : Dům kultury v Rýmařově, 14. října 1994 - 13. listopadu 1994 : Muzeum v Bruntále, prosinec 1994 – leden 1995. Olomouc: Muzeum umění, 1994.
MLČÁK 2010
MLČÁK, Leoš. Střední Morava: kulturně historická revue. Nově zjištěné obrazy Jana Jiřího Heinsche (1647–1712 a Josefa Františka Pilze (1711–1797) v Olomouci a Troubkách. Olomouc: Memoria, 2010, 16(30), s. 76–79.

Museum svatohostýnské znovu otevřeno. Hlas: katolický jednodenník. 1932, 59(4404).

MUTHUKUMAR et al. 2019
MUTHUKUMAR, Thangavelu; SONG, Jeong, Eun; KHANG, Gilson. Biological Role of Gellan Gum in Improving Scaffold Drug Delivery, Cell Adhesion Properties for Tissue Engineering. Applications. Molecules. 2019, 24.
NEUMANN – STECKEROVÁ 2016
NEUMANN, Jaromír, STECKEROVÁ, Andrea, ed. Petr Brandl. V Praze: Národní galerie v Praze, 2016.
NOBLE 2019
NOBLE. Petria. A Brief History of Metal Soaps in Paintings from a Conservation Perspective. Metal Soaps in Art. Cultural Heritage Science. Springer, 2019, s. 1–22.
NODA et al. 2008
NODA, Sakie, FUNAMI, Takahiro, NAKAUMA, Makoto, ASAI, Iwao, TAKAHASHI, Rheo, AL-ASSAF, Saphwan, IKEDA, Shinya, NISHINARI, Katsuyoshi, PHILLIPS, Glyn. O. Molecular structures of gellan gum imaged with atomic force microscopy in relation to the rheological behavior in aqueous systems. 1. Gellan gum with various acyl contents in the presence and absence of potassium. Food Hydrocolloids. 2008, 22(6), s. 1148–1159.
PASSERETTI et al. 2021
PASSARETTI, Arianna, CUVILLIER, Luana, SCIUTTO, Giorgia, GUILMINOT, Elodie, JOSEPH, Edith. Biologically Derived Gels for the Cleaning of Historical and Artistic Metal Heritage. Applied Sciences. 2021. 11(8), 3405.
PERANTEAU 2013
PERANTEAU, Anne. Gellan Gum as a Material for Local Stain Reduction. In: Conserving Modernity. Preprints of the 9th North American Textile Conservation Conference. San Francisco, California. 2013 (November 12th – 15th).
POUCHLÝ 2008
POUCHLÝ, Julius. Fyzikální chemie makromolekulárních a koloidních soustav. Vyd. 3. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2008.
PUOTI et al. 2017
PUOTI, Flavia, JERVIS, Anna Valeria, CIABATTONI, Roberto, COSSA, Egidio, DI GIOVANNI, Antonella, GIULIANI, Maria Rita, GUIDA, Giuseppe. Evaluation of leather cleaning with a rigid hydrogel of gellan gum on two composite Amharic shields from the Museo Nazionale Preistorico Etnografico 'Luigi Pigorini', Rome In A Gels in the conservation of art, eds. ANGELOVA L. V., ORMSBY B., TOWNSEND J. H, WOLBERS. R. London: Archetype Publications. 2017, s. 82–86.
ROYT 2006
ROYT, Jan. Slovník biblické ikonografie. Praha: Karolinum, 2006.
SAMEK 1994
SAMEK, Bohumil. Umělecké památky Moravy a Slezska. Praha: Academia, 1994. s. 359–361.

SANGIORGI et al. 2019
SANGIORGI, Nausicaa, ACCORSI, Graziella, COLADONATO, Maurizio. The conservation of an ethnographic multi-material shield made in Malaysia by the Dayak tribe: pictorial surface cleaning and feathers restoration. Estudos De Conservação E Restauro. 2019, 10, s. 98–114.
Sborník SOkA Přerov 2018
Sborník Státního okresního archivu v Přerově. Přerov: Zemský archiv v Opavě – Státní okresní archiv Přerov. 2018, s. 16–31.
SEDLUCKÁ et al. 2018
SELUCKÁ, Alena, MRÁZEK Martin, ŠTĚPÁNEK Ivo, ed. Metodika uchovávání předmětů kulturní povahy. Brno: Technické muzeum v Brně, 2018.
SHAIKH et al. 2011
SHAIKH, Rahamatullah, SINGH, Thakur Raghu R., GARLAND, Martin James, WOOLFSON, A. David, DONNELLY, Ryan F. Mucoadhesive drug delivery systems. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences. 2011, 3(1), s. 89–100.
SCHENKOVÁ – OLŠOVSKÝ 2001
SCHENKOVÁ, Marie, OLŠOVSKÝ, Jaromír. Barokní malířství a sochařství v západní části českého Slezska. Opava: František Maj, 2001.
SMITH et al. 2016
SMITH, Alan, MOXON, Mark, MORRIS, Sam, GORNON, A.. Biopolymers as wound healing materials. Wound Healing Biomaterials. 2016, s. 261–287.
ST-JAQUES – TROJAN-BEDYNSKI 2016
ST-JACQUES, Doris, TROJAN-BEDYNSKI, Maria. The Recent Conservation Treatment of Portrait Miniatures at Library and Archives Canada. The Book and Paper Group Annual. 2016, 35, s. 96–108.
STULIK – DORGE 2004
STULIK, Dusan a Valerie DORGE. Solvent gels for the cleaning of works of art: the residue question. [Marina del Rey, CA, USA]: Getty Conservation Institute, 2004.
ŠIMŮNKOVÁ – BAYEROVÁ 2014
ŠIMŮNKOVÁ, Eva a BAYEROVÁ,Tatjana. Pigmenty. 3., upr. vyd. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek – STOP, 2014.
TASIOULI et al. 2021
TASIOULI Nikoleta, BOYATZIS, Stamatis, KARATZANI, Anna, KARYDAS, Andreas G. Study and Conservation of a 19th Century Printed Silk Scarf from the Collection of the National Historical Museum of Greece, Archaeology. 2021, 9(1), s. 56–67.
TOGNER – KOSTELNÍČKOVÁ 2008
TOGNER, Milan, KOSTELNÍČKOVÁ, Martina, ed. Olomoucká obrazárna. Olomouc: Muzeum umění Olomouc, 2008.
TOGNER 1994
TOGNER, Milan. Jan Kryštof Handke: 1694/1774 : Malířské dílo: Muzeum umění Olomouc, 23. června – 2. října 1994 : Dům kultury v Rýmařově, 14. října 1994 – 13. listopadu 1994: Muzeum v Bruntále, prosinec 1994 – leden 1995 Aut.: .. Olomouc: Muzeum umění, 1994.
WARREN – PANHUIS 2005
WARREN, Holly., IN HET PANHUIS, Marc. Highly conducting composite hydrogels from gellan gum. PEDOT:PSS and carbon nanofibres, Synth. Met. 2015, 206, s. 61–65.
WOLBERS 2017a
WOLBERS, Richard. Gels, green chemistry, gurus and guides. In A Gels in the conservation of art, eds. ANGELOVA L. V., ORMSBY B., TOWNSEND J. H, WOLBERS. R. London: Archetype Publications. 2017, s. 3–8.

WOLBERS 2017b
Wolbers, Richard. Terminology and properties of selected gels In A Gels in the conservation of art, eds. ANGELOVA L. V., ORMSBY B., TOWNSEND J. H, WOLBERS. R. London: Archetype Publications. 2017, s. 381–392.
YIP 2014
YIP, Vivian. Conservation of two contemporary Chinese woodblock prints with Gellan gum. (以結冷膠修復兩幅近代中國木刻版畫) Camberwell College of Arts, University Arts London In: IIC 2014 Hong Kong, 22–26 september 2014.
ZEMEK et al. 1992
ZEMEK, Metoděj, BOMBERA, Jan a FILIP, Aleš. Piaristé v Čechách, na Moravě a ve Slezsku : 1631–1950. 1. vyd. Prievidza: Scholae Piae, 1992.

5.2 Seznam použitých pramenů

BARTOŇOVÁ 2000
BARTOŇOVÁ, Renata. Restaurátorská zpráva. Barokní obrazy křížové cesty od J. K. Handkeho (III., IV, a V. zastavení). Brno, 2000.
BAYEROVÁ 2011
Bayerová, Taťána, Solvent Gels Formulated by Richard Wolbers, The Winterthur Museum/University of Delaware, Fachbereich Stein, 2011.
BOMBERA 1950
BOMBERA, Jan. Dějiny Piaristické koleje v Lipníku: 1634–1884. Lipník nad Bečvou, 1950. Disertační práce. Universita Olomouc.
GRYGAROVÁ 2011
GRYGAROVÁ, Dominika. Oltářní obrazy v poutním kostele Navštívení Panny Marie ve Frýdku. Olomouc, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta.
HAMSÍK – HAMSÍKOVÁ 1977
HAMSÍK, Mojmír a Radana HAMSÍKOVÁ. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: Potvrzení řádu Tovaryšstva Ježíšova, Indická misie sv. Františka Xaverského. Rejst. č. R-227. Olomouc, 1977.
HAMSÍK – HAMSÍKOVÁ 1998
HAMSÍK, Mojmír a Radana HAMSÍKOVÁ. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: 6 oválných obrazů svatých pomocníků. Rejst. č. 1553-1558. Olomouc, 1998.
HAMSÍK – HAMSÍKOVÁ 2002
HAMSÍK, Mojmír a HAMSÍKOVÁ, Radana. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: 4 oválné obrazy světců ze souboru 14 svatých pomocníků: sv. Diviš, sv. Eustach, sv. Jiljí, sv. Panteleon. Rejstř. č. R-947, Olomouc, 2002.
HAMSÍKOVÁ – HAMSÍKOVÁ 1999
HAMSÍKOVÁ, Radana a Dagmar HAMSÍKOVÁ. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: oltářní obraz sv. Štěpána a Nejsvětější Trojice. Rejst. č. 4944. Olomouc, 1999
HAMSÍKOVÁ – HAMSÍKOVÁ 2001
HAMSÍKOVÁ, Radana a Dagmar HAMSÍKOVÁ. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: Klanění tří králů. Rejst. č. 1546. Šternberk, 2001.
HAMSÍKOVÁ 2001
HAMSÍKOVÁ, Radana. Restaurátorská zpráva: Josef Ignác Sattler (Sadler): P. Marie s Ježíškem, sv. Josefem a sv. Annou. Hněvotín, 2001.
HAMSÍKOVÁ 2004
HAMSÍKOVÁ, Radana. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: Ester a Ahasver. Rejstř. č. ÚSKP 38-011 780. Olomouc, 2004.

HAMSÍKOVÁ 2005
HAMSÍKOVÁ, Radana. Restaurátorská zpráva: Jan Kryštof Handke: Abigail před králem Davidem. Rejst. č. ÚSKP 38-011 780. Prostějov, 2005.
HOUSKA 2019
HOUSKA, Martin. Gely v potravinářském průmyslu. Praha, 2019. Bakalářská práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, FAKULTA STROJNÍ.
HUBALA 1981, , č. kat. 5 s. 262 – Togner 1996, 18(18)s. 64–65.
Milan Togner, heslo Bakalářská teze Josefa Ignáce Trchaly (1708), Sv. Rodina, in: Anežka Šimková – Milan Togner (reds.), Universitas Olomoucensis 1573–1646–1996 (kat. výst.), Muzeum umění Olomouc 1996, s. 64–65.
CHURÝ – farář Římskokatolické farnosti Lipník nad Bečvou [emailová korespondence], 18. dubna 2023.
P. Libor Churý – farář Římskokatolické farnosti Lipník nad Bečvou [emailová korespondence], 18. dubna 2023.
MLČÁK – historik umění [emailová korespondence], březen 2023.
PhDr. Leoš Mlčák – historik umění [emailová korespondence], březen 2023.

Městské muzeum Bystřice pod Hostýnem, fond Archiv Krajinského muzea, Věc: Vysvětlivka ze dne 4. 3. 1977, bez inv. č. .

Městské muzeum Bystřice pod Hostýnem, Přírůstková kniha Krajinského muzea Bystřice pod Hostýnem, nezařazeno do fondu, nečíslováno, bez. inv. č.

Muzeum Kroměřížska, Přírůstková kniha Muzea Kroměřížska, podsbírka výtvarného umění, malba DO(DO 253), 1950–1976.

MUO, Olomouc, inv. č. O 1216 – rub.
Jan Kryštof Handke, P. Maria Bolestná, 1765, olej. Dřevo, 39 × 29 cm, MUO, , inv. č. O 1216. – rub
MUO, Olomouc, inv. č. O 1216.
Jan Kryštof Handke, P. Maria Bolestná, 1765, olej. Dřevo, 39 × 29 cm, MUO, inv. č. O 1216.
MUO, Olomouc , inv. č. sn 2102_AMO, inv. č. O 1327
Jan Kryštof Handke, P. Maria, 1763, olej, dřevo, 48 × 33,5 cm, MUO, inv. č. O 1327, inv. č. sn 2102_AMO. Autor fotografie: Zdeněk Sodoma.
MUO, Olomouc, inv. č. sn. 2901_AMO, inv. č. O 90
Jan Kryštof Handke, Sv. Dominik s P. Marií a Ježíškem, 1736, pastelové křídy, pergamen, 58 × 43 cm, MUO, inv. č. O 90. Inv. č. sn. 2901_AMO. Autor fotografie: Lumír Čuřík.
JANEK – zaměstnanec duchovní správy sv. Hostýn [emailová korespondence], 20. 4. 2023.
Pert, Janek. zaměstnanec duchovní správy sv. Hostýn, technický administrátor [emailová korespondence], 20. 4. 2023.
JOSEFÍK 1994
JOSEFÍK, Jiří. Restaurátorská zpráva. Lovecké zátiší s uloveným kancem. Olomouc, 1994.
KOZLOVÁ – členka redakční rady Listů svatohostýnských [emailová korespondence], 10. 4. 2023.
Lenka, KOZLOVÁ – členka redakční rady Listů svatohostýnských [emailová korespondence], 10. 4. 2023.
KRUMPOVÁ – VOPÁLENSKÝ 2017
KRUMPOVÁ, Ivana a VOPÁLENSKÝ, Michael, Popis měření. Velkoplošné scany obrazů s vysokým rozlišením. Telč: ÚTAM AV ČR v. v. i., Centrum excelence Telč, Laboratoř RTG tomografie, 2017.
LESNIAKOVÁ 2022
LESNIAKOVÁ, Petra. Materiálový průzkum vzorků: Madona s Ježíškem, malby na plátěné podložce. Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice. 2022.

LEŠKO 2018
LEŠKO, Jakub. Josef František Pilz a jeho dílo pro trinitářský řád v Holešově. Olomouc, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta.
NOVÁK et al. 2008
Novák Josef a kol. : Fyzikální chemie – bakalářský a magisterský kurz. 1st ed. Praha : VŠCHT Praha, 2008.
PADEVĚT 2003
PADEVĚT, Pavel. Restaurátorská zpráva o průzkumu a ošetření obrazu: „Sv. Kajetán s Ježíškem", inv. č. A1545. Moravské galerie v Brně, 2003.
PAÚROVÁ 2018
PAÚROVÁ, Nikola. Použití řasy fu-nori v restaurátorské praxi. Praha, 2018. Diplomová práce. Akademie výtvarných umění v Praze.
PEČINKA 2022
PEČINKA, Jiří. Restaurování oltářního obrazu sv. Barbory na plátně z kostela sv. Jana Křtitele v Radomyšli a historické a současné metody scelování trhlin plátěných podložek závěsných obrazů se zaměřením na metodu „bridging". Litomyšl, 2022. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování.
ŘÍHOVÁ – historička umění a vedoucí KHV FR UPCE [konzultace], září 2022.
Mgr. Vladislava Říhová, Ph.D – historička umění a vedoucí KHV FR UPCE [konzultace], září 2022.
ŘÍHOVÁ – historička umění a vedoucí KHV FR UPCE [ústní sdělení], červen 2022.
Mgr. Vladislava Říhová, Ph.D – historička umění a vedoucí KHV FR UPCE [ústní sdělení], červen 2022.
SOUKAL 2021
SOUKAL, Jakub. Muzea církevního umění v České republice s důrazem na královéhradeckou diecézi: Návrh koncepce expozice na Hoře Matky Boží v Králíkách. Brno, 2021. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta.

Soukromý archív – Leoš Mlčák

SVOBODA 2020
SVOBODA, David. Restaurování skleněné mozaiky s motivem racka z dolní stanice lanovky na Pastýřskou stěnu v Děčíně. Restaurování kamenné mozaiky Ptačí rodina v ulici Lidická v Litomyšli Technická fotografie v UV, IR záření a falešných barvách. Litomyšl, 2020. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování.
ŠEVČÍK 2006
ŠEVČÍK, Ladislav. Příprava směsí přírodních a syntetických polymerů a vliv přípravy na fyzikální vlastnosti. Zlín, 2006. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.
ŠTĚPÁN – vedoucí pobočky ZA–OL [emailová korespondence], 27. dubna 2023.
PhDr. Jan Štěpán, Ph.D. – vedoucí pobočky ZA–OL [emailová korespondence], 27. dubna 2023.
TOGNER 1996
Milan Togner, heslo Bakalářská teze Josefa Ignáce Trchaly (1708), Sv. Rodina, in: Anežka Šimková – Milan Togner (reds.), Universitas Olomoucensis 1573–1646–1996 (kat. výst.), Muzeum umění Olomouc 1996, s. 64–65.
VOJTĚCHOVSKÝ 2005
VOJTĚCHOVSKÝ, Jan. Využití rozpouštědel v restaurování závěsného obrazu. Bratislava, 2005. Diplomová práce. Vysoká škola výtvarných umění v Bratislavě, Katedra reštaurovania.

WELLATROVÁ 2014
WELLATROVÁ, Karolína. Zakázky Jana Kryštofa Handkeho pro obce Výšovice, Štarnov, Žerotín a Hnojice v rámci kláštera řeholních lateránských kanovníků ve Šternberku. Olomouc, 2014. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta.

5.3 Databáze a internetové zdroje

BELLE ARTI: 549: Extra Fine Linen, 198 g/m, unprimed. JACKSON'S ART SUPPLIES [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]
BELLE ARTI: 549: Extra Fine Linen, 198 g/m, unprimed. JACKSON'S ART SUPPLIES [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *https://www.jacksonsart.com/en-us/belle-arti-549-extra-fine-linen-198gsm-unprimed-210cm-wide-per-metre*
Canvas light L517: very fine quality, without knots, without priming. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]
Canvas light L517: very fine quality, without knots, without priming. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/linen-paper-foils/873050-canvas-light-l517.html*
Caput Mortuum, reddish: mixture, contains PB 15. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]
Caput Mortuum, reddish: mixture, contains PB 15. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/pigments/48701-caput-mortuum-reddish.htm*
Cell Encapsulation: Comprehensive Biomaterials,. ScienceDirect [online]. 2011 – [cit. 2022-02-10]
Cell Encapsulation: Comprehensive Biomaterials,. ScienceDirect [online]. 2011 – [cit. 2022-02-10] Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/cell-encapsulation
Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro. ICPAL Istituto Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05]
Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro. ICPAL Istituto Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05]. Dostupné z: *https://icpal.beniculturali.it/*
Circle of Trevisani Francesco, Madonna con Bambino, inv.č: -. Artnet [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]
Circle of Trevisani Francesco, Madonna con Bambino, inv.č: - . Artnet [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: *https://www.artnet.com/artists/francesco-trevisani/madonna-con-bambino-8kcLmUSkWb3CN-7_0aGGNg2*
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase. In: Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 –[cit. 2023-07-05]
Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase. In: Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 –[cit. 2023-07-05] Dostupné z: https://www.csgi.unifi.it/.
Corrado Giaquinto: Virgin and Child with an Angel. Art UK [online]. [cit. 2023-05-30]
Corrado Giaquinto: Virgin and Child with an Angel. Art UK [online]. [cit. 2023-05-30]. Dostupné z: https://artuk.org/discover/artworks/virgin-and-child-with-an-angel-16611
Dammar Varnish Glossy, UV Stabilized: 1:2 dissolved in double rectified turpentine. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]
Dammar Varnish Glossy, UV Stabilized: 1:2 dissolved in double rectified turpentine. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/mediums-binders-glues/79300-dammar-varnish-glossy-uv-stabilized.html

DANIELE, Giulio. Francesco Trevisani: Dizionario Biografico degli Italiani – Vol. 96 (2019). Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani S.p.A [online]. [cit. 2023-05-06]
DANIELE, Giulio. Francesco Trevisani: Dizionario Biografico degli Italiani – Vol. 96 (2019). In: TRECCANI [online]. [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: *https://www.treccani.it/enciclopedia/francesco-trevisani_%28Dizionario-Biografico%29/*
Francesco Trevisani: Madonna and Child, inv. č.: 106. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. 2001 – [cit. 2023-05-03]
Francesco Trevisani: Madonna and Child, inv. č.: 106. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. 2001 – [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: *https://it.wikipedia.org/wiki/File:Francesco_Trevisani_-_Madonna_and_Child.jpg*
Gellan Gum, Deffner & Johann GmbH [online] c2023 –
Gellan Gum, 100 g. Deffner & Johann GmbH [online]. c2023 – [cit. 2023-08-13]. Dostupné z: https://deffner-johann.de/en/gellan-gum-100-g.html
Gellan Gum, 100 g. Deffner & Johann GmbH [online]. c2023 – [cit. 2023-07-17]
Gellan Gum, 100 g. Deffner & Johann GmbH [online]. c2023 – [cit. 2023-07-17]. Dostupné z: *https://deffner-johann.de/en/gellan-gum-100-g.html*
Gellan Gum. CP Kelco U.S [online]. Atlanta, © 2022 [cit. 2022-10-21]
Gellan Gum. CP Kelco U.S [online]. Atlanta, © 2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: *https://www.cpkelco.com/products/gellan-gum/*
GELZAN™ CM Gellan Gum. CP Kelco U.S [online]. Atlanta, © 2022 [cit. 2022-10-21]
GELZAN™ CM Gellan Gum. CP Kelco U.S [online]. Atlanta, © 2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: *https://www.cpkelco.com/products/gellan-gum/gelzan-cm-gellan-gum/*
Gelzan™ CM. Sigma-Aldrich [online]. Darmstadt, © 2022 [cit. 2022-10-21]
Gelzan™ CM. Sigma-Aldrich [online]. Darmstadt, © 2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: *https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sigma/g1910*
Historie muzea. Muzeum Kroměřížska [online]. c2023 – [cit. 2023-05-03]
Historie muzea. Muzeum Kroměřížska [online]. c2023 – [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: *https://www.muzeum-km.cz/historie-muzea*
Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 – [cit. 2023-07-05]
Chi Siamo. Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase [online]. c2015 – [cit. 2023-07-05]. Dostupné z: *https://www.iiconservation.org/node/6561*
Instituto Superiore per la Conservazione e il Restauro. Istituto Centrale per il Restauro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05]
Instituto Superiore per la Conservazione e il Restauro. Istituto Centrale per il Restauro [online]. c2023 – [cit. 2023-07-05]. Dostupné z: *http://www.icr.beniculturali.it/*
Madona s Ježíškem. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č. 324 [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]
Madona s Ježíškem. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č. 324 [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: *https://sbirky.moravska-galerie.cz/dielo/CZE:MG.A_324*
MEYER, Susanne Adina. Corrado Giaquinto: Dizionario Biografico degli Italiani – Vol. 54 (2000). Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani S.p.A [online]. [cit. 2023-05-30]
MEYER, Susanne Adina. Corrado Giaquinto: Dizionario Biografico degli Italiani – Vol. 54 (2000). Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani S.p.A [online]. [cit. 2023-05-30]. Dostupné z: *https://www.treccani.it/enciclopedia/corrado-giaquinto_%28Dizionario-Biografico%29/*
Muzeum Kroměřížska. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. 2001 – [cit. 2023-05-03]

Muzeum Kroměřížska. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. 2001- [cit. 2023-05-03].Dostupné z: *https://cs.wikipedia.org/wiki/Muzeum_Krom%C4%9B%C5%99%C3%AD%C5%BEska*

Nanorestore Gel®, Solutions for conservation of cultural heritage [online]. c2015. [cit. 2023-08-14].

Nanorestore Gel®, Solutions for conservation of cultural heritage [online]. c2015. [cit. 2023-08-14]. *Dostupné z: https://www.csgi.unifi.it/products/gel.html*

Nanorestore Gel®, Deffner & Johann GmbH [online]

Nanorestore Gel® MWR Dry Gel/Nanorestore Gel® HWR Dry Gel/Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel/Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel. Deffner & Johann GmbH [online]. c2023 – [cit. 2023-08-13]. Dostupné z: https://deffner-johann.de/en/nanorestore-gelr-mwr-dry-gel.html/https:-/deffner-johann.de/en/nanorestore-gelr-hwr-dry-gel.html/https:-/deffner-johann.de/en/nanorestore-gelr-pg5-peggy-gel.html/https:-/deffner-johann.de/en/nanorestore-gelr-pg6-peggy-gel.html

Nanorestore gel Peggy GUM 6/PEN 6 Deffner & Johann GmbH [online]

Nanorestore Gel® PG6 Gum/Nanorestore Gel® PG6 Pen [online]. Deffner & Johann GmbH, c2023 – [cit. 2023-08-14]. Dostupné z: https://deffner-johann.de/en/nanorestore-gel-pg6-gum-en.html-https://deffner-johann.de/en/nanorestore-gel-pg6-pen-en.html

Oftalmologie. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2022-02-10]

Oftalmologie. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Ophthalmology)

Phytagel™. Sigma-Aldrich [online]. Darmstadt, © 2022 [cit. 2022-10-21]

Phytagel™. Sigma-Aldrich [online]. Darmstadt, © 2022 [cit. 2022-10-21]. Dostupné z: *https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sigma/p8169*

Preventive conservation and the environment: Summary of IIC Hong Kong Congress panel discussion. The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works [online]. 2022 [cit. 2023-07-05]

Preventive conservation and the environment: Summary of IIC Hong Kong Congress panel discussion. The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works [online]. 2022 [cit. 2023-07-05]. Dostupné z: *https://www.iiconservation.org/node/6561*

Raw Umber: from Cyprus. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]

Raw Umber: from Cyprus. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/pigments/40610-raw-umber.html*

Red Bole: natural red earth from Germany. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]

Red Bole: natural red earth from Germany. Kremer Pigmente [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/pigments/40503-red-bole.htm*

SOkA Přerov, fond: Okresní úřad Hranice, NAD: 892, č. p.: 1284, i. č.: 2542

Státní okresní archiv Přerov, fond: Okresní úřad Hranice, NAD: 892, číslo pomůcky: 1284, inventární číslo: 2542, . In: Digitální archiv Zemského archivu v Opavě – Sčítací operáty [online databáze]. Zemský archiv v Opavě, ©2023, [cit. 2023-05-03] Dostupné z: *https://digi.archives.cz/da/permalink?xid=4a2c09eb-bfd0-4195-96f7-6e2612916406156119*

Sv. rodina, inv. č. A 865. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]

Sv. rodina, inv. č. A 865. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: *https://sbirky.moravska-galerie.cz/dielo/CZE:MG.A_865*

Svatá Rodina. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č.: 185 [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]
Svatá Rodina. MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č.: 185 [online]. c2023 – [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: *https://sbirky.moravska-galerie.cz/dielo/CZE:MG.A_185*
Trevisani Francesco: Madonna con bambino, inv. č.: 176. BARBERINI GALLERIE CORSINI NAZIONALI [online]. 2001 – [cit. 2023-05-04]
Trevisani Francesco: Madonna con bambino, inv. č.: 176. BARBERINI GALL https://sbirky.moravska-galerie.cz/dielo/CZE:MG.A_865 ERIE CORSINI NAZIONALI [online]. 2001 – [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: *https://www.barberinicorsini.org/artwork/?id=WE267*
TRIGI 711 234: Len 100 %, hrubší, gramáž 530 g/m^2, nešepsované. Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29]
TRIGI 711 234: Len 100 %, hrubší, gramáž 530 g/m^2, nešepsované. Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *http://www.zlatalod.cz/produkt/268*
TRIGI 711 272: Len 100 %, gramáž 290 g/m^2, nešepsované. Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29]
TRIGI 711 272: Len 100 %, gramáž 290 g/m^2, nešepsované. Výtvarné potřeby ZLATÁ LOĎ [online]. [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *http://www.zlatalod.cz/produkt/267*
Vepřovice, Přispěvatelé Encyklopedie knihy,*(tištěná kniha)* [online], c2018 – [cit. 26-04-2023]
Vepřovice, Přispěvatelé Encyklopedie knihy,*(tištěná kniha)* [online], c2018 – [cit. 26-04-2023]. Dostupné z: *https://www.encyklopedieknihy.cz/index.php?title=Vep%C5%99ovice_(ti%C5%A1t%C4%9Bn%C3%A1_kniha)&oldid=15557>*
Vernis à Tableaux Anti-UV Satiné Lefranc Bourgeois [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]
Vernis à Tableaux Anti-UV Satiné. Lefranc Bourgeois [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: *https://www.lefrancbourgeois.com/fr/produit/vernis-a-tableaux-aerosol-satine/*
Vernis Dammar Surfin Ultra-Brillant. Lefranc Bourgeois [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]
Vernis Dammar Surfin Ultra-Brillant. Lefranc Bourgeois [online]. c2023 – [cit. 2023-05-29]. Dostupné z: https://www.lefrancbourgeois.com/fr/produit/vernis-dammar-surfin-ultra-brillant/

6 Seznam použitých symbolů a zkratek

(v × d) – (výška × délka)
(v × š) – (výška × šířka)
μ-FTIR – mikroskopická Fourierova transformace infračervené spektroskopie
70D, 80D, 600D – konkrétní model fotoaparátů společnosti Canon
ARUDP – ateliér Uměleckých děl na papíru a souvisejících materiálech
AV – Akademie věd
BLB – speciální druh UV zářivky *(„Black Light Blue"*) od společnosti Philips
Conservation of Historic and Artistic
CP – typ scintilačního detektoru *(„Cesium Iodide Photodiode"),* (specifikace k detektoru XRD 1611 CP)
CT – výpočetní tomografie *(„Computed Tomography*"), (specifikace k rentgence XWT-240-CT)
EF-S – typ bajonetu objektivu pro digitální zrcadlovky Canon
EOS – značka fotoaparátu Canon (*„Elektro-Optical System")*
f – clonové číslo (specifikace k objektivu F 50 mm f/1.8 STM, 360 – 1 100 mm)
F – ohnisková vzdálenost (specifikace k objektivu F 50 mm f/1.8 STM, 360 – 1 100 mm)
FC – falešné barvy
FChT – Fakulta chemické technologie
FCHT – Fakulta Chemické technologie
Filtr B+W – značka filtru pro fotografické objektivy „*Schneider-Kreuznach B+W"*
FTIR – Fourierova transformace infračervené spektroskopie
HPLC – vysokoúčinná kapalinová chromatografie *(„high-performance liquid chromatography")*
ICC – The International Institute for
ICPAL – Centrale per la Patologia degli Archivi e del Libro
ICR – Istituto Centrale per il Restauro
IČ/IR – infračervená/ý
IRR – infračervená reflektografie
IRRFC – falešné barvy infračervené reflektografie
KBBV – Katedra biologických a biochemických věd
KHV – Katedra humanitních věd
MUO – Muzeum umění Olomouc
NTM – Národní technické muzeum
OM – optická mikroskopie *(„Optical Microscopy")*
PDX – modelová řada zábleskových světel Jimbei PDX
S6D – model stereomikroskopu Leica
SCGI – Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase
SEM – skenovací elektronová mikroskopie *(„Scannig Electron Microscopy")*
SEM-EDX – skenovací elektronová mikroskopie s detekcí rentgenové spektroskopie *(„Scannig Electron Microscopy-energy-dispersive X-ray spectroscopy")*
STM – technologie *„stepping motor"* (specifikace k objektivu F 50 mm f/1.8 STM, 360 – 1 100 mm)
T – transmise (specifikace k filtru MaxMax XNite 1000 ≥90%T)
TAC – citrát triamonný *(„triamonium citrate")*
TL-D – typ lineární výbojky pro osvětlení společnosti Philips
ÚCHTRP – Ústav chemické technologie restaurování památek
UPa – Univerzita Pardubice
ÚSKP – Ústřední seznam kulturních památek České republiky
UV – ultrafialový/á
UVF – viditelná fluorescence indukovaná ultrafialovým zářením
UVR – ultrafialová reflektografie
UVRFC – falešné barvy ultrafialové reflektografie
v.v.i. – veřejná výzkumná instituce
VHX-7000 – „*Virtual Handheld eXpanded-Range"*, model mikroskopu Keyence
VIS – viditelné světlo
VŠCHT Praha – Vysoká škola Chemicko-technologická v Praze
Works
XRD – rentgenová difrakce *(„X-ray diffraction"*), (specifikace k detektoru XRD 1611 CP)
XWT – zkratka pro název (rentgenka XWT-240-CT)
ZA-OL – Zemský archiv pobočka Olomouc

7 Seznam tabulek

Tab. 1 Zkoušky konsolidantů barevné vrstvy. 48
Tab. 2 Zkoušky dočasného přelepu lícové strany obrazu 50
Tab. 3 Zkoušky snímání impregnačního nátěru 51
Tab. 4 Zkoušky rozpustnosti na vybraná rozpouštědla 52
Tab. 5 Zkoušky rozpustnosti na vybrané směsi rozpouštědel 52
Tab. 6 Zkoušky rozpustnosti na vybrané směsi rozpouštědel s isooktanem 53
Tab. 7 Zkoušky rozpustnosti starších povrchových úprav a ulpělých nečistot 54
Tab. 8 Zkoušky rozpustnosti starších povrchových úprav a ulpělých nečistot 55
Tab. 9 Zkoušky ztenčování přemalby v pozadí 56
Tab. 10 Zkoušky doby působení 3% Agaru s isopropanolem (2 : 3) 57
Tab. 11 Zkoušky stability záznamových prostředků 63
Tab. 12 Měření pH papírové podložky štítků původní provenience 64
Tab. 13 Zkoušky rozpustnosti povrchové úpravy ozdobného rámu 65
Tab. 14 Slovník vypraných pojmů vztahující se k problematice gelů v kontextu práce. 77
Tab. 15 Vybrané vlastnosti acylovaných a deacylovaných gellanů. In: KELCOGEL® Gellan Gum Book, 5th edition, CP Kelco, San Diego, USA. 2008, s. 4, s. 15) 84
Tab. 16 Přehled obchodních názvů a orientačních cen k roku 2021/2022 107
Tab. 17 Receptura dle "Wet Treatments of Works of Art on Paper with Rigid Gellan Gels", 2011, s. 32. 107
Tab. 18 Přehled zkoumaných gelů, základní vlastnosti, zkoumané koncentrace a označení. 112
Tab. 19 Subjektivní optické vlastnosti vybraných hydrogelů. 125
Tab. 20 Hmotnostní obsahy netěkavého podílu gelů Nanorestore Gel® 126
Tab. 21 Výsledek ze tří měření zádrže vodného systému, zprůměrováno na 2 desetinná místa. 128
Tab. 22 Shrnutí zkoušek aplikace gelů na barevné vrstvy vysoce citlivé na vodu a vodné systémy (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m²) 130
Tab. 23 Shrnutí zkoušek aplikace gelů na barevné vrstvy vysoce citlivé na vodu a vodné systémy („anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m²) 130
Tab. 24 Výsledky experimentu provedeného na panelu simulujícího malbu na plátně, hodnocení změn odstranění barevné vrstvy a zavlhčení v okolí aplikace gelů. 133
Tab. 25 První testování zádrže vodných systému hydrogelů. 158
Tab. 26 Druhé testování zádrže vodných systému hydrogelů 158
Tab. 27 Třetí testování zádrže vodných systému hydrogelů. 159

Výsledky zádrže vodného systému

Tab. 25 První testování zádrže vodných systému hydrogelů.

Nezatížené vzorky				
Označení gelu	**Suché papíry m (g)**	**Papíry po testování m (g)**	**Vlhkost v papírech m (g)**	**Vlhkost v papírech m/S (kg/m²)**
KG1	5,3828	6,1800	0,7972	0,64
KG2	5,3868	5,8841	0,4973	0,40
KG3	5,4336	5,7543	0,3207	0,26
KG4	5,3939	5,6327	0,2388	0,19
GG1	5,3865	6,3250	0,9385	0,75
GG2	5,3787	6,0062	0,6275	0,50
GG3	5,4403	5,9684	0,5281	0,42
GG4	5,4574	5,7520	0,2946	0,24
NM	5,4182	5,5503	0,1321	0,11
NH	5,3991	5,5066	0,1075	0,09
NP5	5,3590	5,6075	0,2485	0,20
NP6	5,3920	5,6574	0,2654	0,21
Zatížené vzorky (25 g)				
KG1	5,2893	6,2392	0,9499	0,76
KG2	5,2900	5,7693	0,4793	0,38
KG3	5,3972	5,6920	0,2948	0,24
KG4	5,4367	5,6940	0,2573	0,21
GG1	5,3688	6,4153	1,0465	0,84
GG2	5,4328	6,1095	0,6767	0,54
GG3	5,4269	5,9799	0,553	0,44
GG4	5,3843	5,7972	0,4129	0,33
NM	5,4465	5,5482	0,1017	0,08
NH	5,4216	5,521	0,0994	0,08
NP5	5,3839	5,6691	0,2852	0,23
NP6	5,4048	5,6655	0,2607	0,21

Tab. 26 Druhé testování zádrže vodných systému hydrogelů

Nezatížené vzorky				
Označení gelu	**Suché papíry m (g)**	**Papíry po testování m (g)**	**Vlhkost v papírech m (g)**	**Vlhkost v papírech m/S (kg/m²)**
KG1	5,2120	6,1144	0,9024	0,72
KG2	5,1964	5,6741	0,4777	0,38
KG3	5,2572	5,5909	0,3337	0,27
KG4	5,2645	5,4820	0,2175	0,17
GG5	5,2935	5,5556	0,2621	0,21
GG2	5,2052	5,8117	0,6065	0,49
GG3	5,2221	5,6321	0,4100	0,33
GG4	5,2814	5,6786	0,3972	0,32
NM	5,2542	5,3937	0,1395	0,11
NH	5,2147	5,3130	0,0983	0,08
NP5	5,2524	5,5061	0,2537	0,20
NP6	5,2120	5,4666	0,2546	0,20

Zatížené vzorky (25 g)				
KG1	5,1811	6,2075	1,0264	0,82
KG2	5,2184	5,7881	0,5697	0,46
KG3	5,2383	5,6217	0,3834	0,31
KG4	5,2355	5,4968	0,2613	0,21
GG1	5,2849	5,4863	0,2014	0,16
GG2	5,1787	6,1371	0,9584	0,77
GG3	5,2271	5,7056	0,4785	0,38
GG4	5,2982	5,7459	0,4477	0,36
NM	5,2278	5,3701	0,1423	0,11
NH	5,1979	5,3098	0,1119	0,09
NP5	5,2800	5,5629	0,2829	0,23
NP6	5,2107	5,5209	0,3102	0,25

Tab. 27 Třetí testování zádrže vodných systému hydrogelů.

Nezatížené vzorky				
Označení gelu	**Suché papíry m (g)**	**Papíry po testování m (g)**	**Vlhkost v papírech m (g)**	**Vlhkost v papírech m/S (kg/m²)**
KG1	5,3205	6,0573	0,1740	0,59
KG2	5,2064	5,7153	0,5089	0,41
KG3	5,2287	5,5253	0,2966	0,24
KG4	5,2624	5,5053	0,2429	0,19
GG5	5,1909	5,5120	0,3211	0,26
GG2	5,2173	5,8445	0,6272	0,50
GG3	5,1974	5,6464	0,4490	0,36
GG4	5,2029	5,4683	0,2654	0,21
NM	5,2208	5,3948	0,7368	0,14
NH	5,2779	5,3555	0,0776	0,06
NP5	5,1314	5,3768	0,2454	0,20
NP6	5,1798	5,4707	0,2909	0,23
Zatížené vzorky (25 g)				
KG1	5,1189	6,2318	1,1129	0,89
KG2	5,2340	5,8160	0,5820	0,47
KG3	5,1760	5,5308	0,3542	0,28
KG4	5,1586	5,4289	0,2703	0,22
GG5	5,1568	5,4845	0,3277	0,26
GG2	5,2243	6,0672	0,8429	0,67
GG3	5,2036	5,7658	0,5622	0,45
GG4	5,1500	5,5907	0,4407	0,35
NH	5,2221	5,3609	0,1388	0,11
NP5	5,2548	5,5833	0,3285	0,26
NP6	5,1617	5,4430	0,2813	0,23

8 Seznam grafické přílohy

8.1 Seznam zákresů

Zákres 1 Orientační mapping poškození lícové strany obrazu. 161
Zákres 2 Orientační mapping rozlišných povrchových úprav lícové strany obrazu. 162
Zákres 3 Orientační mapping druhotných zásahu barevné vrstvy lícové strany obrazu. 163
Zákres 4 Orientační mapping poškození rubové strany obrazu. 164
Zákres 5 Orientační mapping sekundárních zásahů na rubové straně obrazu. 165
Zákres 6 Orientační mapping tmelených míst na restaurovaném obraze. 166
Zákres 7 Grafické znázornění postupného vlhčení a rovnání díla přes paropropustnou membránu Sympatex. ..167

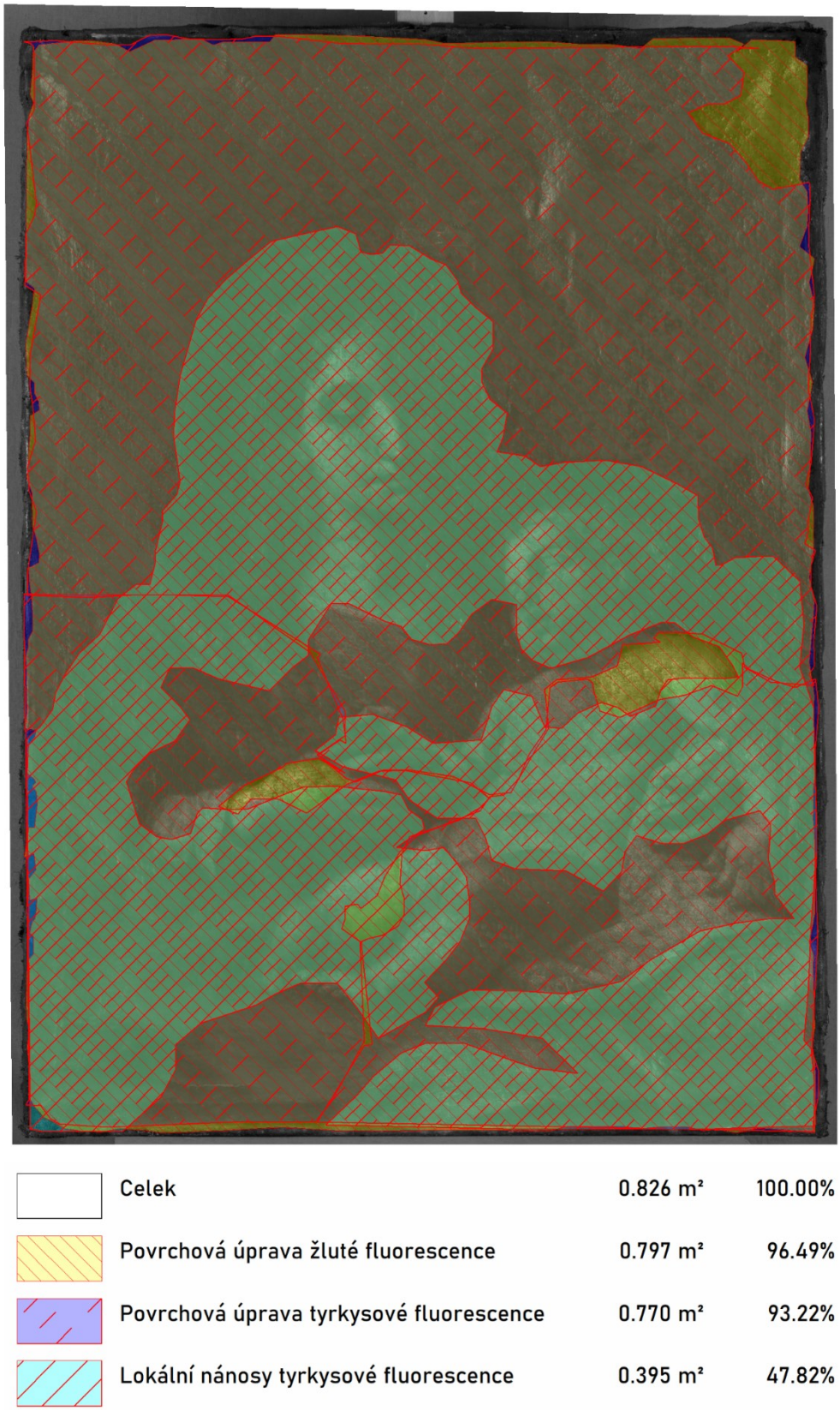
8.2 Seznam grafů

Graf 1 Subjektivní optické vlastnosti vybraných hydrogelů 168
Graf 2 Výsledky zádrže vodného systému. Aritmetický průměr ze 3 hodnot, Smodch průměrná, GG1 průměr ze 2 hodnot, GG5 průměr ze 2 hodnot. 168
Graf 3 Výsledky na vzorcích maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce. Aritmetický průměr ze 3 hodnot. Zkratka BD = brazilské dřevo, AN = „anilin“ červeň. 169
Graf 4 Výsledky na vzorcích maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce. Aritmetický průměr ze 3 hodnot. Zkratka BD = brazilské dřevo, AN = „anilin“ červeň. 169
Graf 5 Výsledky na vzorcích maleb provedeném na panelu simulující malbu Aritmetický průměr ze 3 hodnot. GG1 a GG5 hodnoty pouze z jedné série. 170
Graf 6 Výsledky na vzorcích maleb provedeném na panelu simulující malbu. Aritmetický průměr ze 3 hodnot. GG1 a GG5 hodnoty pouze z jedné série. 170



Celek	0.826 m²	100.00%
Výrazná ondulace textilní podložky	0.181 m²	21.91%
Výrazná krakeláž	0.126 m²	15.25%
Prořídlá textilní podložka	0.058 m²	7.02%
Viditelné ztráty barevné vrstvy	0.021 m²	2.54%
Ztráty textilní podložky	0.002 m²	0.24%
Prorýsování rámu	3.425 m	-
Šev textilní podložky	0.784 m	-
Trhliny	0.228 m	-

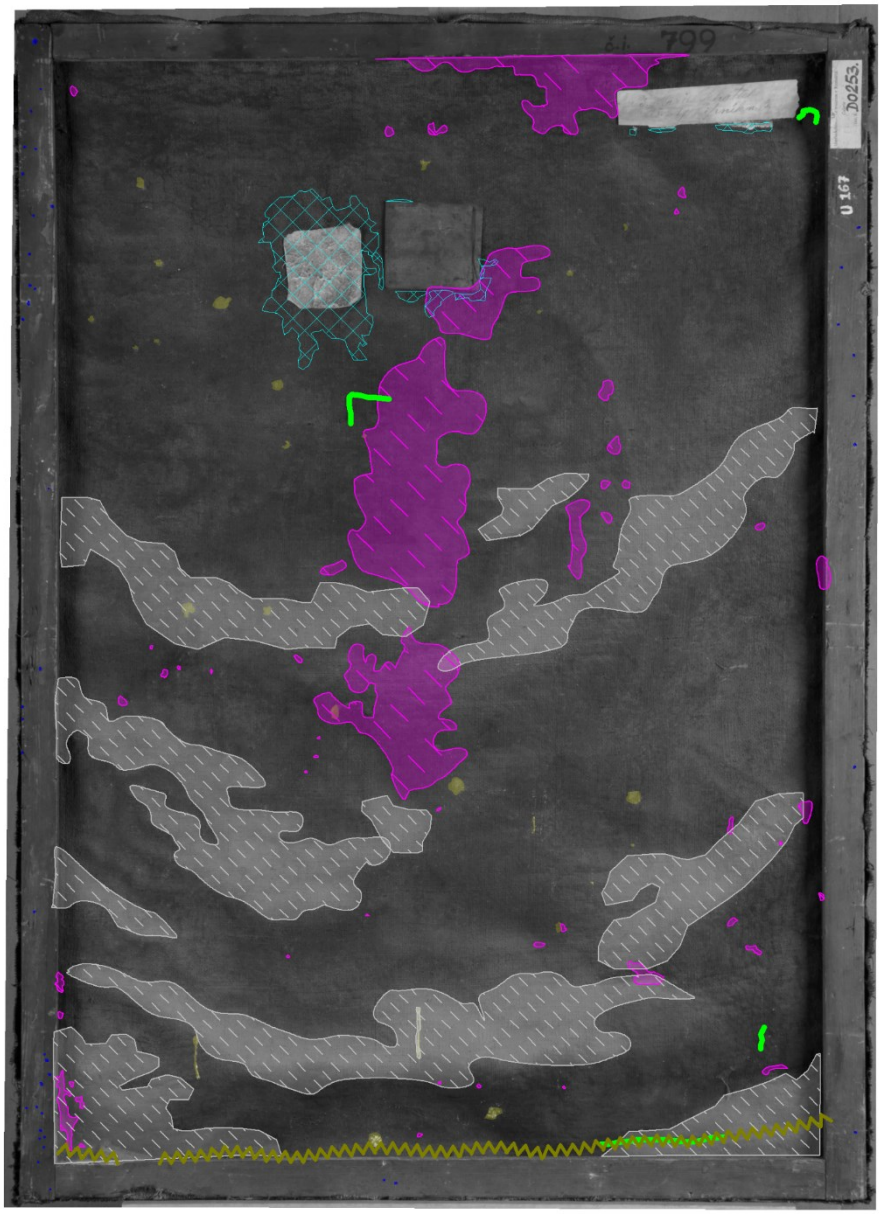
Zákres 1 Orientační mapping poškození lícové strany obrazu.



Zákres 2 Orientační mapping rozlišných povrchových úprav lícové strany obrazu.



Zákres 3 Orientační mapping druhotných zásahu barevné vrstvy lícové strany obrazu.



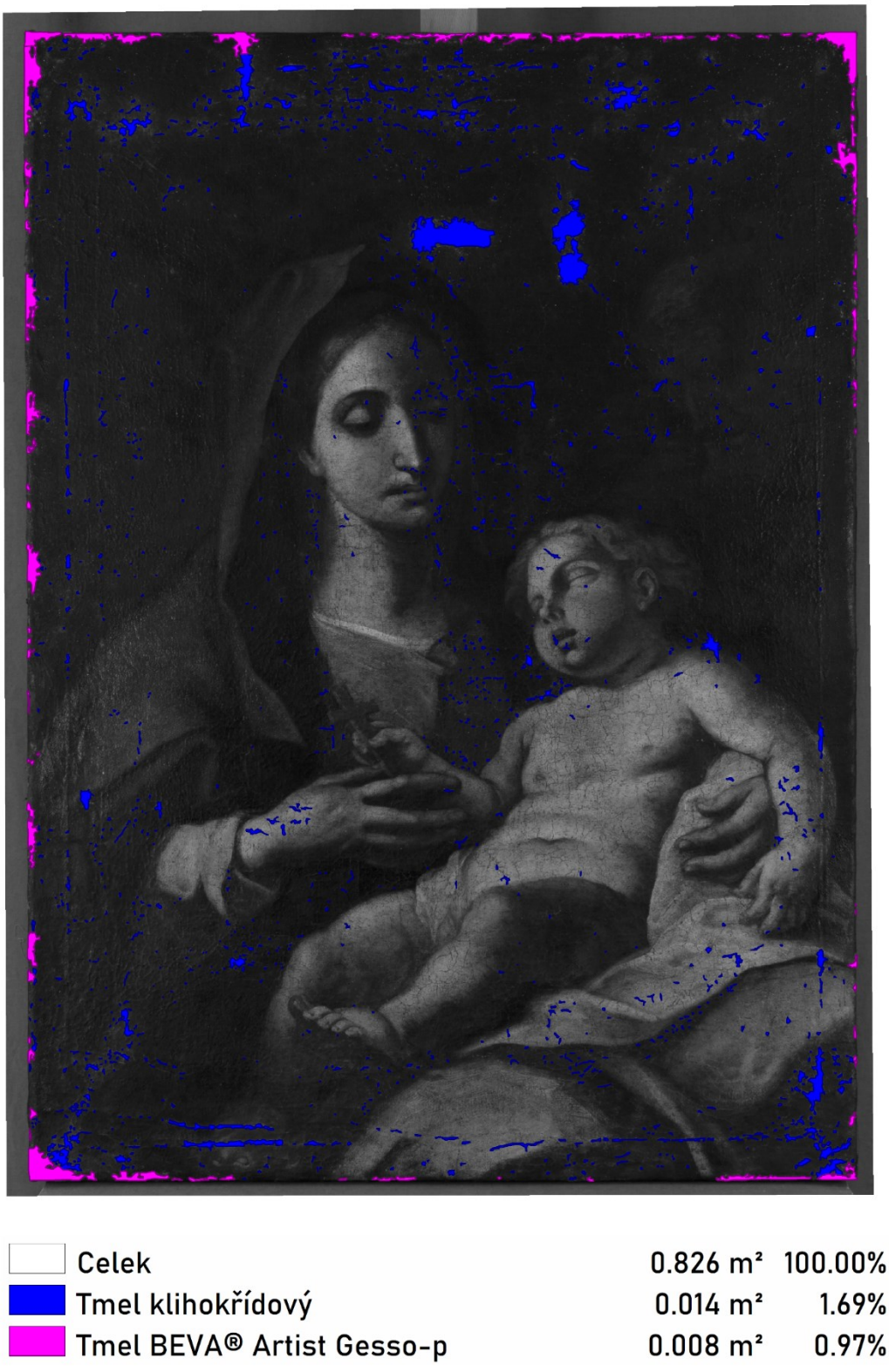
Celek	0.829 m²	100.00%
Silný nános prachového depositu	0.126 m²	15.24%
Prořídlá textilní podložka	0.043 m²	5.18%
Skvrny (adhezivum)	0.013 m²	1.58%
Skvrny (neznámého původu)	0.002 m²	0.19%
Otvory po dřevokazném hmyzu	1.401 cm²	0.02%
Šev textilní podložky	0.665 m	-
Trhliny	0.227 m	-

Zákres 4 Orientační mapping poškození rubové strany obrazu.

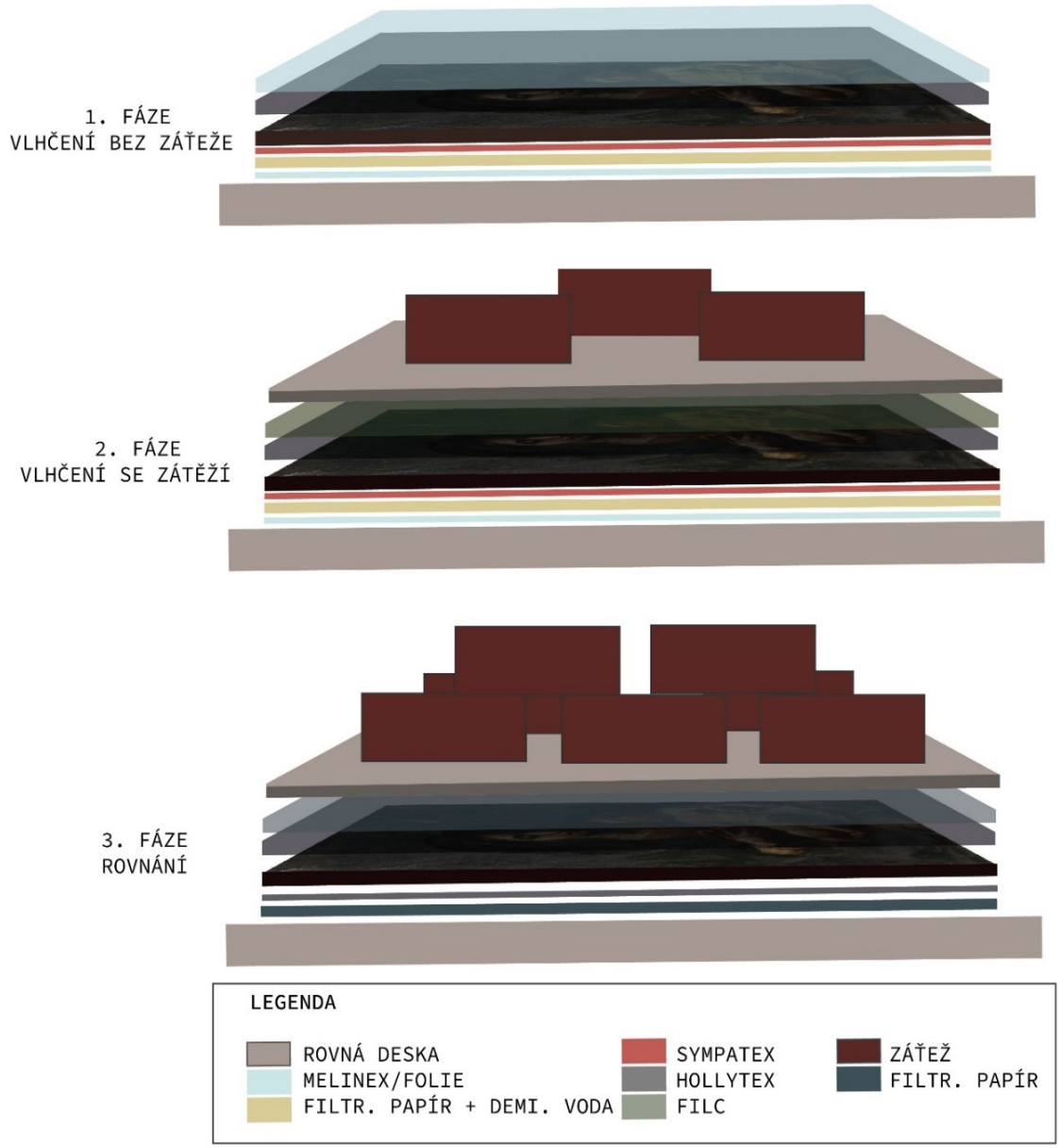


	Celek	0.829 m²	100.00%
	Impregnace	0.699 m²	84.32%
	Záplaty	0.012 m²	1.45%
	Štítek, 19. století	0.005 m²	0.60%

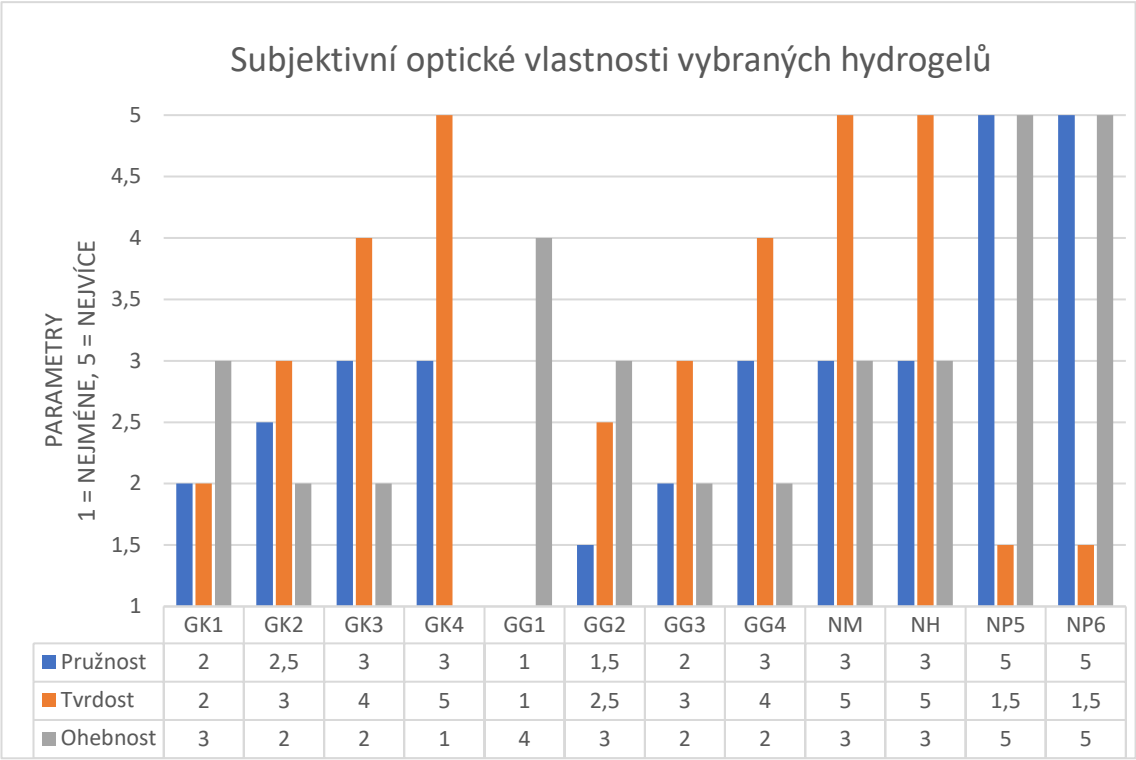
Zákres 5 Orientační mapping sekundárních zásahů na rubové straně obrazu.



Zákres 6 Orientační mapping tmelených míst na restaurovaném obraze.

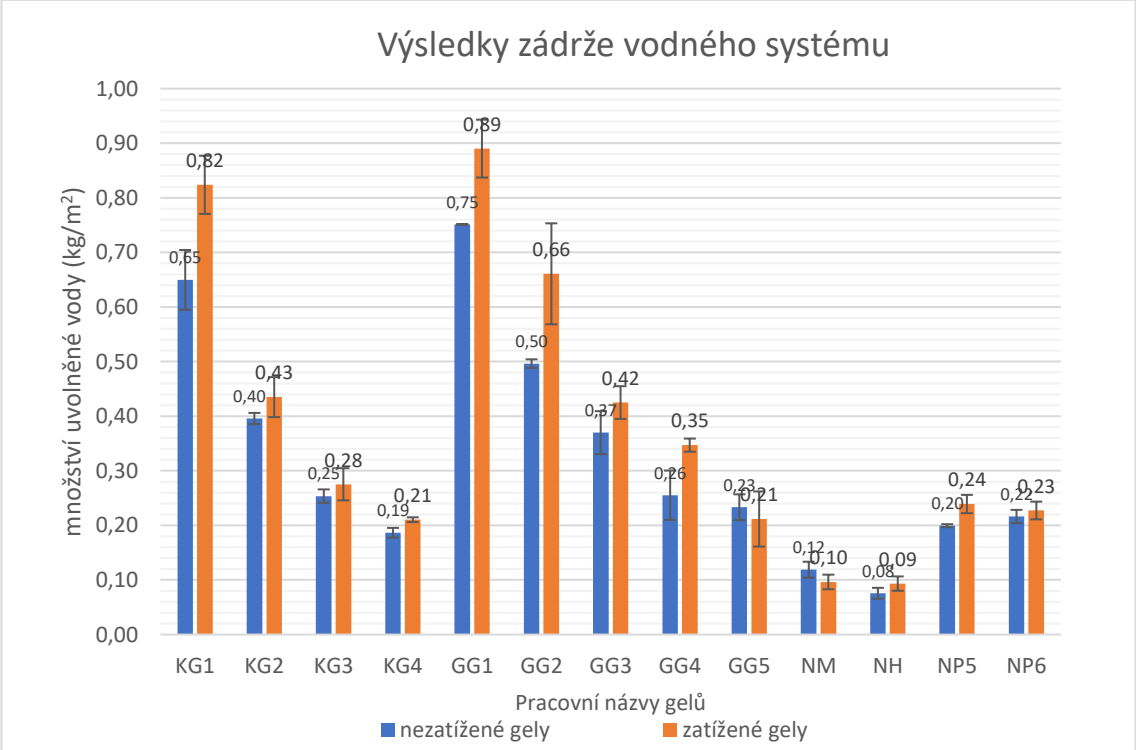


Zákres 7 Grafické znázornění postupného vlhčení a rovnání díla přes paropropustnou membránu Sympatex.

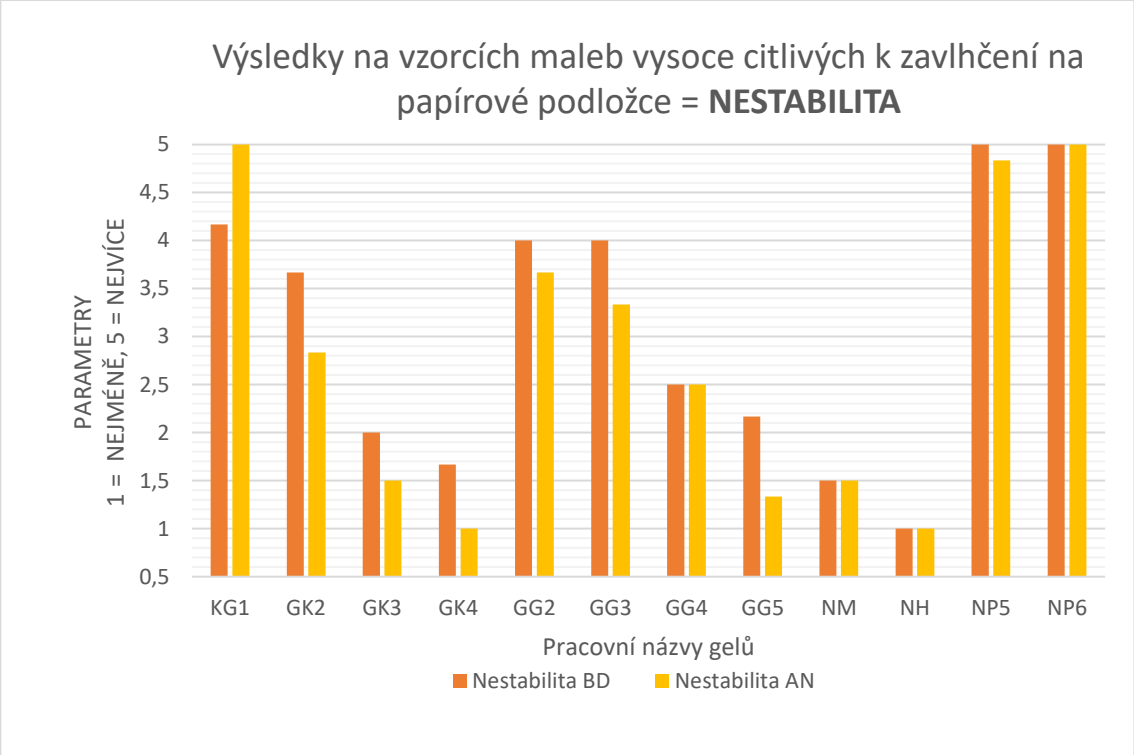


	GK1	GK2	GK3	GK4	GG1	GG2	GG3	GG4	NM	NH	NP5	NP6
Pružnost	2	2,5	3	3	1	1,5	2	3	3	3	5	5
Tvrdost	2	3	4	5	1	2,5	3	4	5	5	1,5	1,5
Ohebnost	3	2	2	1	4	3	2	2	3	3	5	5

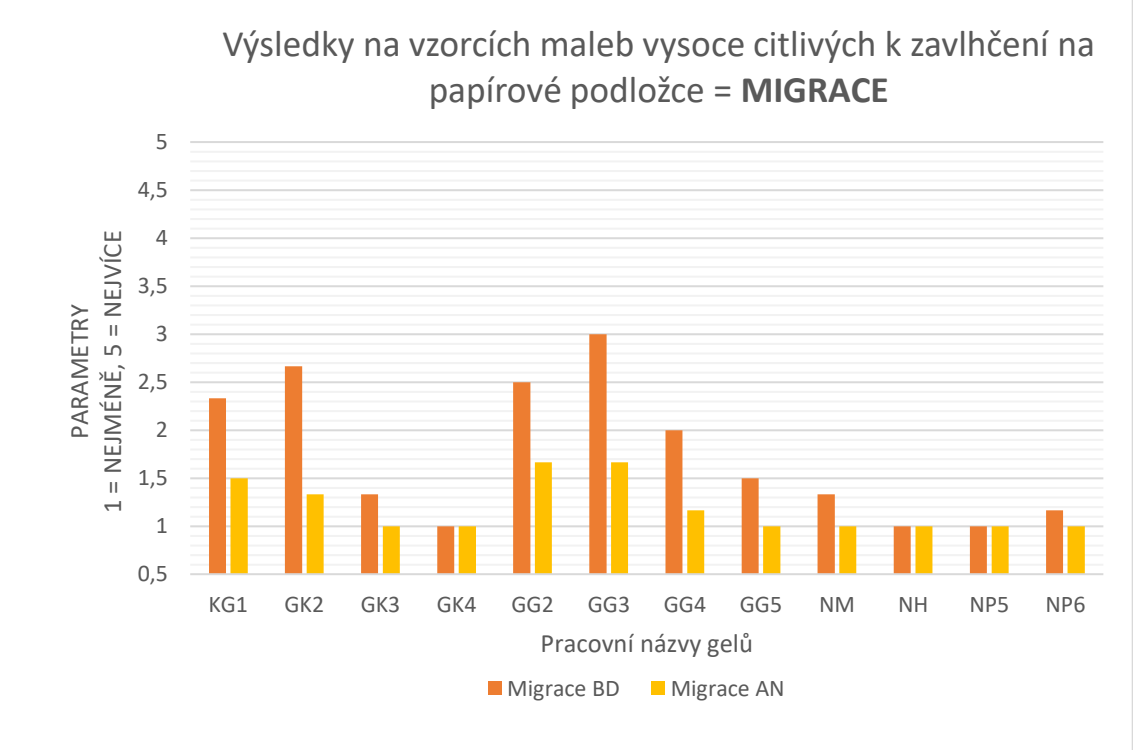
Graf 1 Subjektivní optické vlastnosti vybraných hydrogelů



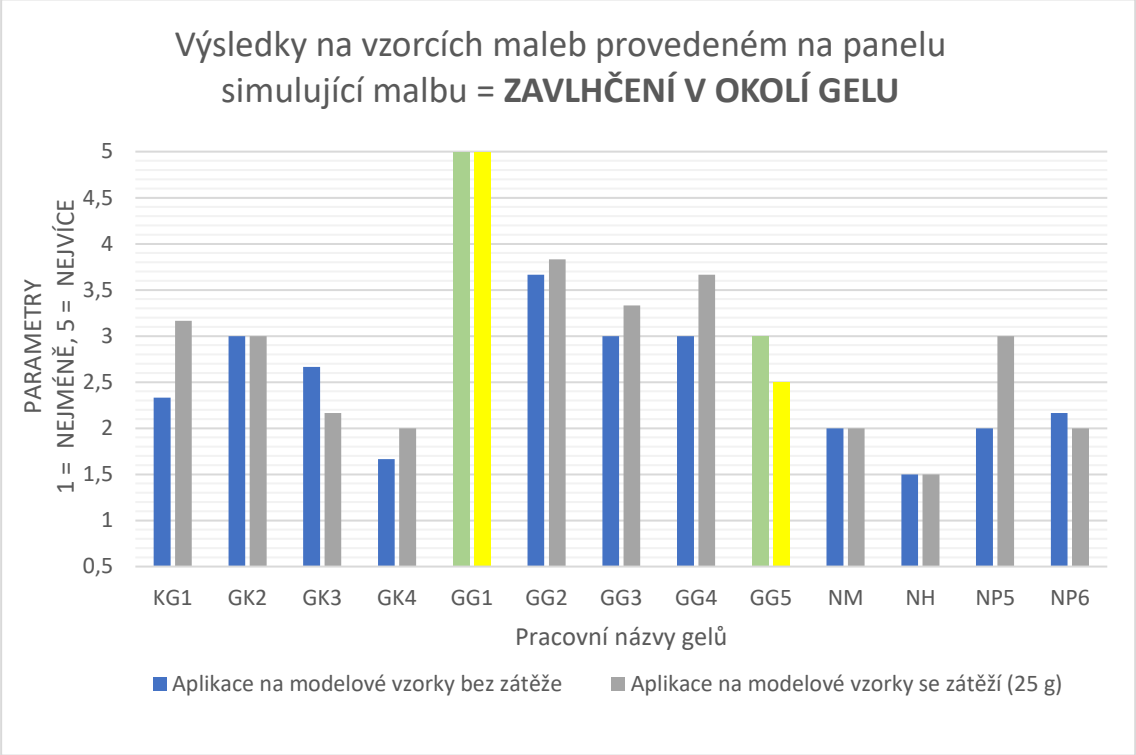
Graf 2 Výsledky zádrže vodného systému. Aritmetický průměr ze 3 hodnot, Smodch průměrná, GG1 průměr ze 2 hodnot, GG5 průměr ze 2 hodnot.



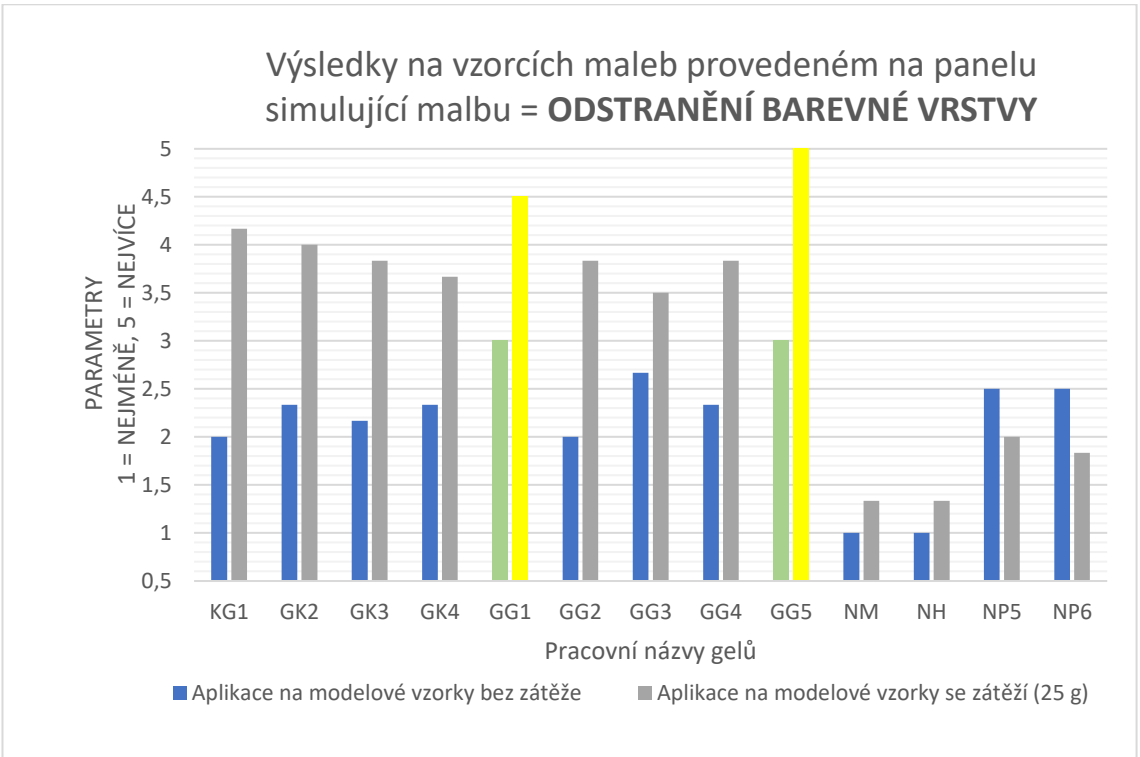
Graf 3 Výsledky na vzorcích maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce. Aritmetický průměr ze 3 hodnot. Zkratka BD = brazilské dřevo, AN = „anilin" červeň.



Graf 4 Výsledky na vzorcích maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce. Aritmetický průměr ze 3 hodnot. Zkratka BD = brazilské dřevo, AN = „anilin" červeň.



Graf 5 Výsledky na vzorcích maleb provedeném na panelu simulující malbu Aritmetický průměr ze 3 hodnot. GG1 a GG5 hodnoty pouze z jedné série.



Graf 6 Výsledky na vzorcích maleb provedeném na panelu simulující malbu. Aritmetický průměr ze 3 hodnot. GG1 a GG5 hodnoty pouze z jedné série.

9 Seznam obrazové přílohy: praktická část

Autorem fotografií je autor diplomové práce, pokud není uváděno jinak.

Seznam obrazové přílohy: restaurování závěsného obrazu

Obr. 1 Celek objektu v ozdobném rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. 178
Obr. 2 Celek objektu v ozdobném rámu z rubové strany před restaurováním, rozptýlené světlo....178
Obr. 3 Celek objektu v ozdobném rámu před restaurováním, UV luminiscence……...179
Obr. 4 Celek objektu v ozdobném rámu z rubové strany před restaurováním, UV luminiscence. 179
Obr. 5 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. Normalizováno dle kalibračního cíle X-Rite ColorChecker.(foto: David Svoboda)....180
Obr. 6 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, polarizované světlo. Normalizováno dle kalibračního cíle X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda) 180
Obr. 7 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, UV luminiscence. (foto: David Svoboda)....181
Obr. 8 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, UV reflektografie. (foto: David Svoboda). 181
Obr. 9 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)....182
Obr. 10 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, IR transmitografie. (foto: David Svoboda)...182
Obr. 11 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubové strany před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)....183
Obr. 12 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubové strany před restaurováním, IR transmitografie. (foto: David Svoboda)....183
Obr. 13 Celek objektu v ozdobném rámu před restaurováním, rozptýlené šikmo dopadající světlo. 184
Obr. 14 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rentgenogram. (vytvořil: Michael Vopálenský). 184
Obr. 15 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení. 185
Obr. 16 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení. 185
Obr. 17 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení. 185
Obr. 18 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení. 185
Obr. 19 Detail datace na rubové straně objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.....186
Obr. 20 Detail datace na rubové straně objektu před restaurováním, UV luminiscence. 186
Obr. 21 Detail datace na rubové straně objektu před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda).186
Obr. 22 Celek objektu ve falešných barvách před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)....187
Obr. 23 Celek objektu ve falešných barvách, před restaurováním, UV luminiscence. (foto: David Svoboda).....187
Obr. 24 Celek objektu ve falešných barvách před restaurováním, upravená UV luminiscence. (foto: David Svoboda)....187
Obr. 25 Celek objektu zpracovaný ve falešných barvách před restaurováním, UV reflektografie. (foto: David Svoboda)....187
Obr. 26 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)....188
Obr. 27 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda)....188
Obr. 28 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, šikmo dopadající světlo. 188
Obr. 29 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, UV luminiscence. (foto: David Svoboda)....188
Obr. 30 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)....189
Obr. 31 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, IR transmitografie. (foto: David Svoboda) 189
Obr. 32 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, UV reflektografie. (foto: David Svoboda)....189
Obr. 33 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, RTG (vytvořil: Michael Vopálenský)....189
Obr. 34 Mikrosnímek – detail sekundárního zásahu (přemalba textilní podložky), Leica S6D.....190
Obr. 35 Mikrosnímek – detail modrého pigmentu prostupujícím z pod krakely ztmavlého laku/přemalby, Leica S6D. 190
Obr. 36 Mikrosnímek – detail mechanicky poškozeného místa barevné vrstvy, Leica S6D. 190
Obr. 37 Mikrosnímek – detail mechanicky poškozeného místa krakely, Leica S6D.....190
Obr. 38 Mikrosnímek – detail krůpěje degradované lakové vrstvy, Leica S6D. 190
Obr. 39 Mikrosnímek – detail záplaty na rubu objektu, Leica S6D. 190
Obr. 40 Mikrosnímek – detail rtů Panny Marie před restaurováním, USB Dino-Lite v UVL. 190
Obr. 41 Mikrosnímek – detail rtů Panny Marie před restaurováním, USB Dino-Lite.....190
Obr. 42 Detail pootevřených očí Panny Marie ulpělé zalakované nečistoty, mechanicky poškozená barevná vrstva před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda) 191
Obr. 43 Detail ramene nemluvněte, viditelná přemalba pozadí včetně defektu před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda)....191

Obr. 44 Detail výrazu spícího nemluvněte, , znečištěná laková vrstva potlačuje čitelnost a detaily malby obrazu před restaurováním, rozptýlené světlo. 192
Obr. 45 Detail perforací značící přepínaní objektu před restaurováním, rozptýlené světlo. 192
Obr. 46 Detail trhliny obráceného „L“ napravo od obličeje Panny Marie před restaurováním, rozptýlené světlo. 192
Obr. 47 Detail usazeného depositu a pavučin, napadení podrámu dřevokazným hmyzem z rubu objektu před restaurováním, rozptýlené světlo. 193
Obr. 48 Detail ztrát barevné vrstvy a perforované textilní podložky na okraji objektu před restaurováním, rozptýlené světlo. 193
Obr. 49 Detail sekundárního vyspravení textilní podložky a barevné vrstvy z líce objektu před restaurováním, rozptýlené světlo 194
Obr. 50 Detail sekundárních vyspravení trhlin a ztrát z rubu objektu před restaurováním, rozptýlené světlo. 194
Obr. 51 Konsolidace barevné vrstvy roztokem 5% želatiny s 5% vyzinou (1 : 1) v demineralizované vodě, proces restaurování, rozptýlené světlo. 195
Obr. 52 Hrubé nečistoty nashromážděné v meziprostoru podrámu odhaleny při demontáži proces restaurování, rozptýlené světlo. 195
Obr. 53 Celek po celoplošném zajištění barevné vrstvy japonským papírem Usukuchi Rayon, proces restaurování, rozptýlené světlo. 196
Obr. 54 Snímání štítku „SCHATELL“ párovým skalpelem RTC 2F při teplotě 50–60 °C, proces restaurování rozptýlené světlo. 196
Obr. 55 Mechanické dočišťování tmelu vyskytující se pod záplatou odstraněnou z rubové strany obrazu, proces restaurování, rozptýlené světlo. 197
Obr. 56 Naměkčování adhezivních residuií ulpělých v dostavbě textilie 3% rigidním gelem Agar, proces restaurování, rozptýlené světlo. 197
Obr. 57 Odstraňování naměkčeného adheziva pružnou nerezovou špachtlí, proces restaurování, rozptýlené světlo. 197
Obr. 58 Zkoušky ztenčování degradovaného povrchového nátěru z rubu obrazu, proces restaurování, rozptýlené světlo. 197
Obr. 59 Proces ztenčování degradované povrchové úpravy z rubu objektu, proces restaurování, rozptýlené světlo. 198
Obr. 60 Detail textilní podložky před ztenčení povrchového nátěru na rubu objektu, proces restaurování. 198
Obr. 61 Detail textilní podložky po ztenčení povrchového nátěru na rubu objektu, proces restaurování. 198
Obr. 62 Celek po ztenčení povrchového nátěru a odstranění sekundárních zásahů, proces restaurování, rozptýlené světlo. 199
Obr. 63 Detail textilní podložky po sejmutí záplat z rubové strany objektu, proces restaurování, rozptýlené světlo. 199
Obr. 64 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, rozptýlené světlo. 200
Obr. 65 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, UV luminiscence. 200
Obr. 66 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, rozptýlené světlo. 200
Obr. 67 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, UV luminiscence. 200
Obr. 68 Detail obličeje Panny Marie v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, rozptýlené světlo. 201
Obr. 69 Detail obličeje Panny Marie v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, UV luminiscence. 201
Obr. 70 Celek v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, rozptýlené světlo. 202
Obr. 71 Celek v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, UV luminiscence. 202
Obr. 72 Zkoušky snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. ..203
Obr. 73 Zkoušky snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. ..203
Obr. 74 Zkoušky snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. ..203
Obr. 75 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1[isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, rozptýlené světlo. 204

Obr. 76 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1[isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, UV luminiscence. 204
Obr. 77 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1[isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, rozptýlené světlo....204
Obr. 78 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1[isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, UV luminiscence. 204
Obr. 79 Proces snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. 205
Obr. 80 Proces snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, UV luminiscence....205
Obr. 81 Proces ztenčování povrchové úpravy nanášením 2% citrátu amonného (7 pH) jemným syntetickým štětcem, proces restaurování, rozptýlené světlo. 206
Obr. 82 Proces zamývání 2% citrátu amonného (7 pH) mikroporézní houbou Blitz-Fix prosycenou teplou demineralizovanou vodou, proces restaurování, rozptýlené světlo. 206
Obr. 83 Proces zamývání 2% citrátu amonného (7 pH) buničinou prosycenou teplou demineralizovanou vodou, proces restaurování, rozptýlené světlo. 206
Obr. 84 Proces čistění starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. 206
Obr. 85 Celek po snímání starších lakových vrstev v oblasti postav a vyrovnání přes paropropustnou membránu SympaTex, proces restaurování, UV luminiscence. 207
Obr. 86 Celek po snímání starších lakových vrstev v oblasti postav a vyrovnání přes paropropustnou membránu SympaTex, proces restaurování, rozptýlené světlo. 207
Obr. 87 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech zřejmě nalézající se siluety sv. Josefa, proces restaurování, rozptýlené světlo. 208
Obr. 88 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech zřejmě nalézající se siluety sv. Josefa, proces restaurování, UV luminiscence. 208
Obr. 89 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech ramen Panny Marie, proces restaurování, rozptýlené světlo. 208
Obr. 90 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech ramen Panny Marie, proces restaurování, UV luminiscence. 208
Obr. 91 Zkoušky ztenčování přemalby směsí rozpouštědel za pomocí nosičů, proces restaurování, UV luminiscence. 209
Obr. 92 Zkoušky ztenčování přemalby směsí rozpouštědel za pomocí nosičů, proces restaurování, rozptýlené světlo. 209
Obr. 93 Celek v procesu ztenčování přemalby pozadí, proces restaurování, rozptýlené světlo. 210
Obr. 94 Celek v procesu ztenčování přemalby pozadí, proces restaurování, UV luminiscence. 210
Obr. 95 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, rozptýlené světlo. 211
Obr. 96 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, UV luminiscence. 211
Obr. 97 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, rozptýlené světlo. 211
Obr. 98 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, UV luminiscence. 211
Obr. 99 Detail malby po ztenčení povrchových úprav a zbavení nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. 212
Obr. 100 Proces ztenčování přemalby, zamývání mikroporézní houbou Blitz-Fix prosycenou isopropanolem s isooktanem (1 : 1), proces restaurování, rozptýlené světlo. 212
Obr. 101 Proces ztenčování přemalby naměkčováním 3% rigidním gelem Agar (2 [isopropanol] : 3 [demineralizovaná voda]), proces restaurování, rozptýlené světlo. 212
Obr. 102 Celek po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. 213
Obr. 103 Celek po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, UV luminiscence. 213
Obr. 104 Detail malby po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. 214
Obr. 105 Detail malby po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo. 214
Obr. 106 Celoplošná konsolidace z rubu objektu 1,5% roztokem vyziny v demineralizované vodě, rozprašováno pistolí air-brush, proces restaurování, rozptýlené světlo. 215
Obr. 107 Rovnání objektu na nízkotlakém vyhřívaném stole za podtlaku 120 kPa a teploty 55 °C, proces restaurování, rozptýlené světlo. 215
Obr. 108 Proces zacelování rozvlákněného švu vláknitou cupaninou, proces restaurování, rozptýlené světlo. 216
Obr. 109 Proces zacelování rozvlákněného švu, zažehlování cupaniny restaurátorskou špachtlí RTC 2F přes Hostafan, proces restaurování, rozptýlené světlo. 216
Obr. 110 Proces zcelování trhliny ve tvaru obráceného *„L"* metodou nit na nit, proces restaurování, rozptýlené

Obr. 110 Proces zcelování trhliny ve tvaru obráceného „*L*" metodou nit na nit, proces restaurování, rozptýlené světlo. 216
Obr. 111 Celek objektu po scelení a vyspravení perforací, trhlin a ztrát textilní podložky, proces restaurování, rozptýlené světlo....217
Obr. 112 Celek objektu z rubové strany po scelení a vyspravení perforací, trhlin a ztrát textilní podložky, proces restaurování, rozptýlené světlo....217
Obr. 113 Detail vyspravené trhliny z rubu objektu, zpevněno metodou bridging, proces restaurování, rozptýlené světlo. 218
Obr. 114 Detail vyspravené trhliny z líce objektu, zpevněno metodou bridging, proces restaurování, rozptýlené světlo. 218
Obr. 115 Detail vyspraveného švu z rubu objektu, zpevněno metodou bridging, proces restaurování, rozptýlené světlo. 218
Obr. 116 Detail vyspraveného švu z líce objektu, zpevněno metodou bridging, proces restaurování, rozptýlené světlo. 218
Obr. 117 Proces napínání obrazu na nový vypínací rám, proces restaurování, rozptýlené světlo. 219
Obr. 118 Proces tmelení klihokřídovým barveným tmelem pružnou kovovou špachtlí, proces restaurování, rozptýlené světlo....219
Obr. 119 Proces lakování obrazu před finální retuší, proces restaurování, rozptýlené světlo. 219
Obr. 120 Celek po aplikace lakové vrstvy, napínaní a vytmelení, proces restaurování, rozptýlené světlo. 220
Obr. 121 Detail vytmelených defektů barevné vrstvy, proces restaurování, rozptýlené světlo....220
Obr. 122 Detail vytmelených defektů barevné vrstvy, proces restaurování, rozptýlené světlo....221
Obr. 123 Imitující retuš restaurátorskými barvami Gamblin Conservation Colors, proces restaurování, rozptýlené světlo. 221
Obr. 124 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda) 222
Obr. 125 Celek objektu bez ozdobného rámu po restaurování, rozptýlené světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda) 223
Obr. 126 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, polarizované světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda) 224
Obr. 127 Celek objektu bez ozdobného rámu po restaurováním, polarizované světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda) 225
Obr. 128 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubu před restaurováním, rozptýlené světlo....226
Obr. 129 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubu po restaurování, rozptýlené světlo....226
Obr. 130 Detail Madonny s dítětem před restaurováním, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda) 227
Obr. 131 Detail Madonny s dítětem po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda) 227
Obr. 132 Detail ruky Panny Marie po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)....228
Obr. 133 Detail ruky Panny Marie před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda) 228
Obr. 134 Detail nártu dítěte, rozvlákněný šev, před restaurováním, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda) ...229
Obr. 135 Detail nártu dítěte, rozvlákněný šev po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda) 229
Obr. 136 Detail plátna překrývající slabiny dítěte před restaurováním, rozptýlené světlo. 230
Obr. 137 Detail plátna překrývající slabiny dítěte po restaurování, rozptýlené světlo. 230
Obr. 138 Detail malby pozadí před restaurováním, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)....231
Obr. 139 Detail malby pozadí v RTG záření. (vytvořil: Michael Vopálenský) 231
Obr. 140 Detail malby pozadí v procesu ztenčování přemalby, rozptýlené světlo. 231
Obr. 141 Detail malby pozadí po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)....231
Obr. 142 Detail malby pozadí před restaurováním, UV luminiscence. (foto: David Svoboda) 232
Obr. 143 Detail malby pozadí v procesu snímání povrchové úpravy, UV luminiscence....232
Obr. 144 Detail malby pozadí v procesu snímání povrchové úpravy, UV luminiscence....232
Obr. 145 Detail malby pozadí po ztenčení dosavadní přemalby, UV luminiscence....232
Obr. 146 Umístění konzervovaných štítků na příčce napínacího rámu v Melinex obálkách, podloženo alkalickým papírem po restaurování, rozptýlené světlo. 233
Obr. 147 Kompletace fragmentů v boxu z archivní lepenky, rozptýlené světlo. 233
Obr. 148 Celek v ozdobném rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. 234
Obr. 149 Celek v ozdobném rámu po restaurování, rozptýlené světlo. 235
Obr. 150 Celek v ozdobném rámu z rubu před restaurováním, rozptýlené světlo....236
Obr. 151 Celek v ozdobném rámu z rubu po restaurování, rozptýlené světlo. 236

Seznam obrazové přílohy: restaurování ozdobného rámu

Obr. 152 Postříbřený a vyleštěný modelový vzorek desky , rozptýlené světlo. 237
Obr. 153 Postříbřený modelový vzorek desky se zkouškami šelakových politur. 33% šelak Superior byl vybrán pro závěrečnou polituru vnější lišty, rozptýlené světlo. 237
Obr. 154 Celek ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. 238
Obr. 155 Celek ozdobného rámu z rubu před restaurováním, rozptýlené světlo. 238
Obr. 156 Detail mechanického poškození se silným povrchovým znečištěním, nároží ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. 239
Obr. 157 Detail hrubých nečistot, prachového depozitu a mrtvých hmyzích schránek v rámovém falcu ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. 239
Obr. 158 Detail barvené bočnice rámu s detailem označení, silně poškozeno působením vlhkosti a sekundárními zásahy zpevnění nároží dlouhými hřebíky před restaurováním, rozptýlené světlo. 239
Obr. 159 Snímání šelakové politury na vnější konkávní křivce, proces restaurování. 240
Obr. 160 Nanášení černého polimentu na defekt poškození, proces restaurování. 240
Obr. 161 Aktivace místa defektu pozlacovačskou kořalkou, proces restaurování. 240
Obr. 162 Pokládání stříbra na místo aktivované pozlacovačskou kořalkou, proces restaurování 240
Obr. 163 Detail nároží ozdobného rámu po povrchovém čištění a tmelení, proces restaurování. 241
Obr. 164 Detail nároží ozdobného rámu po sejmutí šelakové politury na vnější konkávní křivce, proces restaurování. 241
Obr. 165 Detail nároží ozdobného rámu po stříbření defektu polychromie, proces restaurování. 241
Obr. 166 Detail nároží ozdobného rámu po zalakování 33% šelakem Superior v ethanolu, proces restaurování. 241
Obr. 168 Scelování bočnic rámu pololazurní kvašovou barvou Royal Talens Extra Fine, proces restaurování. 242
Obr. 167 Lepení distanční vložky EconoSpace® do vnitřního rámového falcu ozdobného rámu, proces restaurování. 242
Obr. 169 Detail nároží ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. 243
Obr. 170 Detail nároží ozdobného rámu po restaurování, rozptýlené světlo. 243
Obr. 171 Detail závěsného systému před restaurováním, rozptýlené světlo. 244
Obr. 172 Detail závěsného systému po restaurování, rozptýlené světlo. 244
Obr. 173 Celek ozdobného rámu po restaurování, rozptýlené světlo. 245
Obr. 174 Celek ozdobného rámu z rubu po restaurování, rozptýlené světlo. 245

Seznam obrazové přílohy: umělecko-historický průzkum

Obr. 175 Celkový pohled s označením původního umístění fragmentůna rub objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.....246
Obr. 176 Detail štítku v UV luminiscenci.....246
Obr. 177 Detail štítku na ozdobném rámu, rozptýlené světlo.....246
Obr. 178 Velký detail štítku původní provenience v rozptýleném světle, před restaurováním.....246
Obr. 179 Johann Michael Rottmayr, volná kopie, Madona s dítětem, 1. pol. 18. stol. In: TOGNER – KOSTELNÍČKOVÁ 2008 s. 131. 247
Obr. 180 Elias Christoph Heiss, Sv. Rodina, mezzotinta, 1708, bc. teze J. I. Trchaly. In: HUBALA 1981, , č. kat. 5 s. 262 – Togner 1996, 18(18)s. 64–65.....247
Obr. 181 František Xaver Wagenschön, Sv. Rodina, 1750–1790. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č.: 185. 247
Obr. 182 Neznámý středoevropský malíř, Madona s Ježíškem, 18. stol. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line , inv. č. 324. 247
Obr. 183 Neznámý italský malíř, Sv. Rodina, 18. stol. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č. A 865..... 248
Obr. 184 Petr Brandl, Panna Marie s Ježíškem, před 1710. In: NEUMANN – STECKEROVÁ 2016, s. 41.....248
Obr. 185 Okruh Francesca Trevisaniho, Madona s dítětem. In: Artnet [online], bez inv. č. 248
Obr. 186 Francesco Trevisani, Madona s dítětem s malým Janem Křtitelem a sv. Josefem, 18. stol. In: Wikipedie: the free encyklopedia [online], inv. č. 106.....248
Obr. 187 Corrado Giaquinto, Madona s dítětem a andělem, 1706–1766. In: Art UK [online], inv. č. 3/1970. ...249
Obr. 188 Francesco Trevisani, Madona s dítětem, 1656–1746. In: BARBERINI GALLERIE CORSINI NAZIONALI. [online], inv. č. 176.....249
Obr. 189 Pravděpodobně Jan Augustin Hoffman, Tobiáš se loučí se svým synem, 18. stol., fara Přerov. In: Sborník SOkA Přerov 2018, s. 21.....249
Obr. 190 Josef František Pilz, výřez – Sv. Příbuzenstvo, 40. léta 18. stol., kostel sv. Mikuláše, Štarnov. In: Soukromý archív – Leoš Mlčák. 249
Obr. 191 Josef František Pilz, Sv. Alžběta, In: ANTONOVIČ et al. 2011, s. 332. 250
Obr. 192 Jan Kryštof Handke, P. Marie Bolestná (Madona s palcem), 1763. In: MUO, Olomouc, inv. č. sn 2102_ AMO, inv. č. O 1327. 250
Obr. 193 Jan Kryštof Handke, Sv. Dominik s P. Marií a Ježíškem (pastel na pergamenu), 1736. In: MUO, Olomouc, inv. č. sn. 2901_AMO, inv. č. O 90. 250
Obr. 194 Jan Kryštof Handke, výřez – Sv. Rodina, 1750, kostel sv. Jakuba Olomouc. In: MLČÁK (připr.) 1994, s. 8. 250
Obr. 195 Jan Kryštof Handke, výřez – Sv. Příbuzenstvo, ,kostel Nanebevzetí Panny Marie, Holešov, 1743. In: soukromý archív – Leoš Mlčák 251
Obr. 196 Jan Kryštof Handke, výřez – Panna Marie se sv. Antonínem, sv. Florianem a sv. Hiláriem, 1749, Slezké muzeum v Opavě. In: soukromý archív – Leoš Mlčák 251
Obr. 197 Jan Kryštof Handke, výřez – Anděl strážce, 1749, kostel sv. Mikuláše, Štarnov. In: WELLATROVÁ 2014, s.69……...252
Obr. 198 Jan Kryštof Handke, výřez – Panna Marie bolestná, 1765. In: MUO, Olomouc, inv. č. O 1216. 252
Obr. 199 Jan Kryštof Handke, Sv. Ignác udílí almužny, 1744. In: ANTONOVIČ et al. 2010, s. 315. 252
Obr. 200 Jan Kryštof Handke, výřez – Ester a Ahasver, 1726, Římskokatolická farnost Kralice na Hané. In: HAMSÍKOVÁ 2004, nestránkováno. 253
Obr. 201 Detail restaurovaného objektu – obličej Panny Marie, rentgenogram. (vytvořil: Michael Vopálenský) .253
Obr. 202 Detail RTG „Rengenogram (50 kW, 5 Am ,12“): hlava Ahasvera“. In: HAMSÍKOVÁ 2004, nestránkováno. 253
Obr. 203 Josef Ignác Sadler, výřez – Smrt sv. Josefa, po 1760. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 105.....254
Obr. 204 Josef Ignác Sadler, Sv. Dorota, počátek 50. let 18. stol. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 81.....254
Obr. 205 Josef Ignác Sadler, Sv. rodina se sv. Annou, kolem 1753. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 83. 254
Obr. 206 Josef Ignác Sadler, Vyučování Panny Marie, 1763?. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 124.....255
Obr. 207 Josef Ignác Sadler, Sv. Příbuzenstvo (II.) – modello, 1754. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č. M 560. 255
Obr. 208 Josef Ignác Sadler, Sv. Kajetán s Ježíškem, 50. léta 18. stol.?. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č.: A 1545. 255
Obr. 209 Josef Ignác Sadler, Sv. Máří Magdalena, konec 50. let 18. stol.. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 100. 255
Obr. 210 Detail datace v IČ záření nalezené na rubu objektu restaurování. (foto: David Svoboda) 256

Obr. 211 Detail datace odkryté během restaurování křížové cesty od Jana Kryštofa Handkeho v Jívové. In: BARTOŇOVÁ 2000, s. 26. 256
Obr. 212 Detail datace na rubu Panny Marie Bolestné od Jana Kryštofa Handkeho z MUO Olomouc. In: MUO, Olomouc, inv. č. O 1216 – rub. 256
Obr. 213 Detail datace nalézající se na rubu obrazu Anděla Strážce od Jana Kryštofa Handkeho ze Štarnova. In: WELLATROVÁ 2014, s. 69. 256
Obr. 214 Snímek pořízený v roce 2003 v rámci restaurování obrazu Sv. Kajetán s Ježíškem, rentgenogram, (vytvořil: Ing. B. Štverák Csc.). In: PADEVĚT 2003, s. 18. 257
Obr. 215 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rentgenogram. (vytvořil: Michael Vopálenský) 257
Obr. 216 Mikroskopický snímek stratigrafie inkarnátu obrazu Madona s Ježíškem (Vzorek 10686/F) v bílém světle. In: LESNIAKOVÁ 2022, s. 14. 258
Obr. 217 Mikroskopický snímek stratigrafie inkarnátu obrazu Sv. Kajetán s Ježíškem (vz. č. 1). In: PADEVĚT 2003, s. 25. 258
Obr. 218 Mikroskopický snímek stratigrafie inkarnátu obrazu Sv. Jiljí (vz. č. 3). In: HAMSÍKOVÁ, 2002, nestránkováno. 258

9.1 Obrazová příloha: restaurování závěsného obrazu



Obr. 1 Celek objektu v ozdobném rámu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 2 Celek objektu v ozdobném rámu z rubové strany před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 3 Celek objektu v ozdobném rámu před restaurováním, UV luminiscence.



Obr. 4 Celek objektu v ozdobném rámu z rubové strany před restaurováním, UV luminiscence.



Obr. 5 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. Normalizováno dle kalibračního cíle X-Rite ColorChecker.(foto: David Svoboda)



Obr. 6 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, polarizované světlo. Normalizováno dle kalibračního cíle X-Rite ColorChecker.(foto: David Svoboda)



Obr. 7 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, UV luminiscence.
(foto: David Svoboda)



Obr. 8 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, UV reflektografie.
(foto: David Svoboda)



Obr. 9 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, IR reflektografie.
(foto: David Svoboda)



Obr. 10 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, IR transmitografie.
(foto: David Svoboda)



Obr. 11 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubové strany před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)



Obr. 12 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubové strany před restaurováním, IR transmitografie. (foto: David Svoboda)



Obr. 13 Celek objektu v ozdobném rámu před restaurováním, rozptýlené šikmo dopadající světlo.



Obr. 14 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rentgenogram.
(vytvořil: Michael Vopáleský)



Obr. 15 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení.



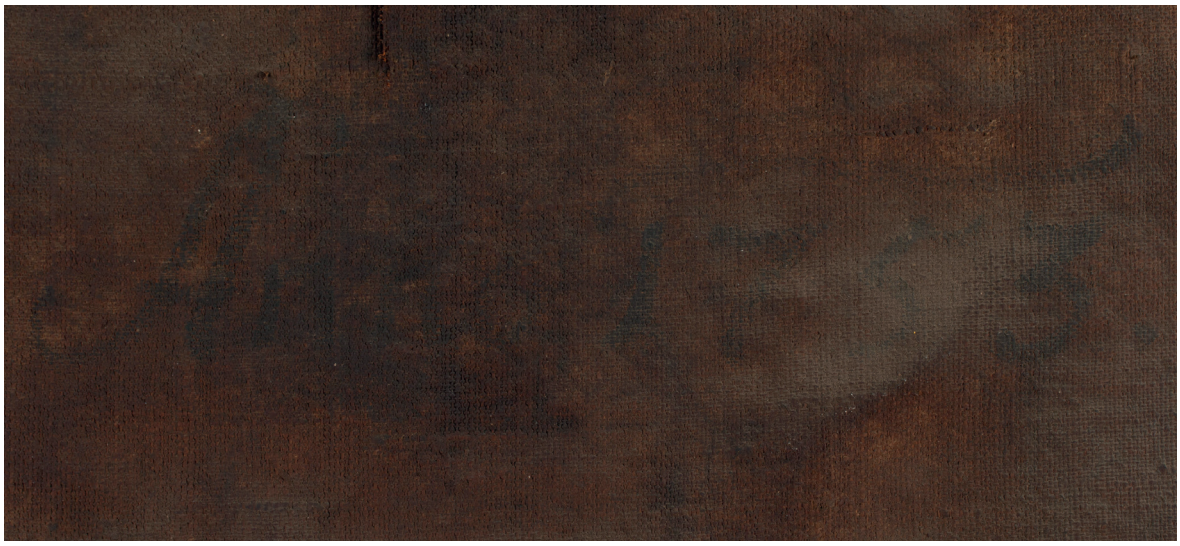
Obr. 16 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení.



Obr. 17 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení.



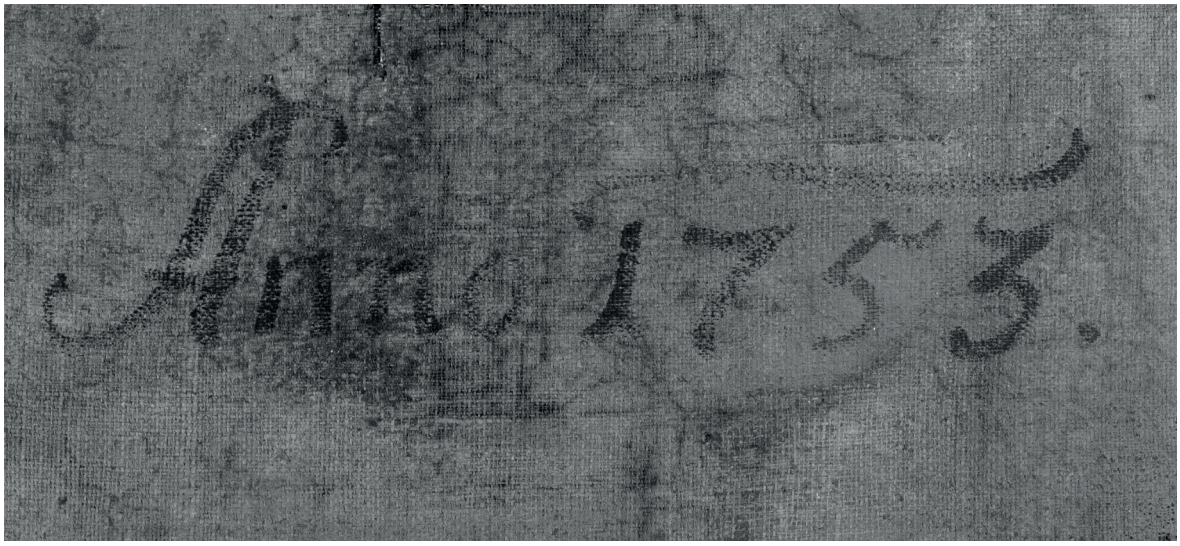
Obr. 18 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, razantní boční osvětlení.



Obr. 19 Detail datace na rubové straně objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 20 Detail datace na rubové straně objektu před restaurováním, UV luminiscence.



Obr. 21 Detail datace na rubové straně objektu před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)



Obr. 22 Celek objektu ve falešných barvách před restaurováním, IR reflektografie. (foto: David Svoboda)



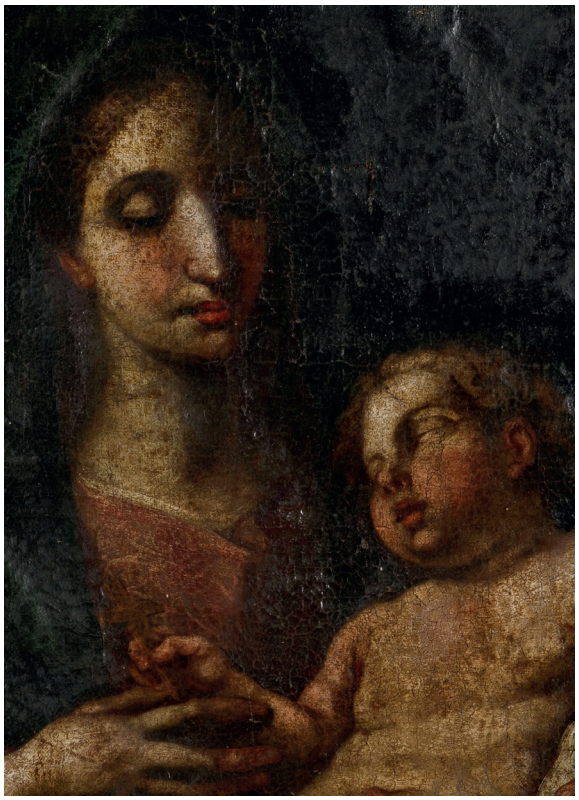
Obr. 23 Celek objektu ve falešných barvách, před restaurováním,UV luminiscence. (foto: David Svoboda)



Obr. 24 Celek objektu ve falešných barvách před restaurováním, upravená UV luminiscence. (foto: David Svoboda)



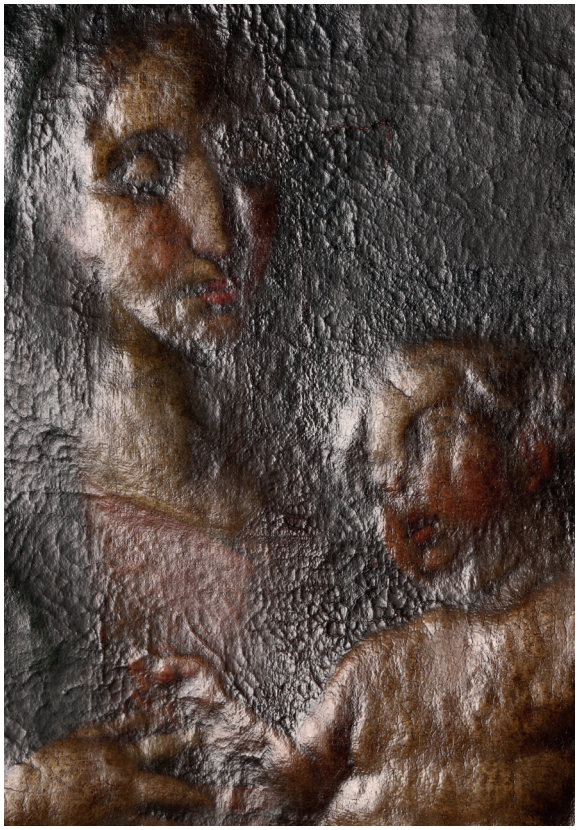
Obr. 25 Celek objektu zpracovaný ve falešných barváchpřed restaurováním, UV reflektografie. (foto: David Svoboda)



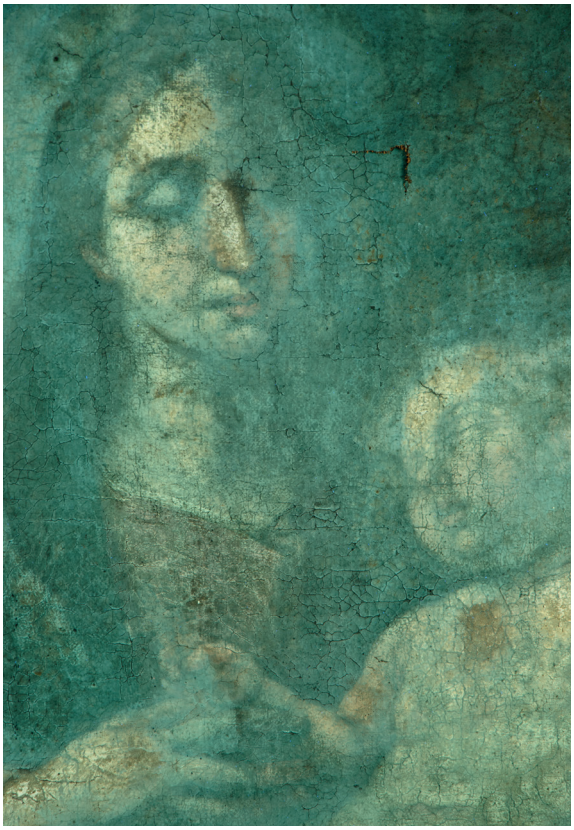
Obr. 26 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, rozptýlené světlo.
(foto: David Svoboda)



Obr. 27 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, polarizované světlo.
(foto: David Svoboda)



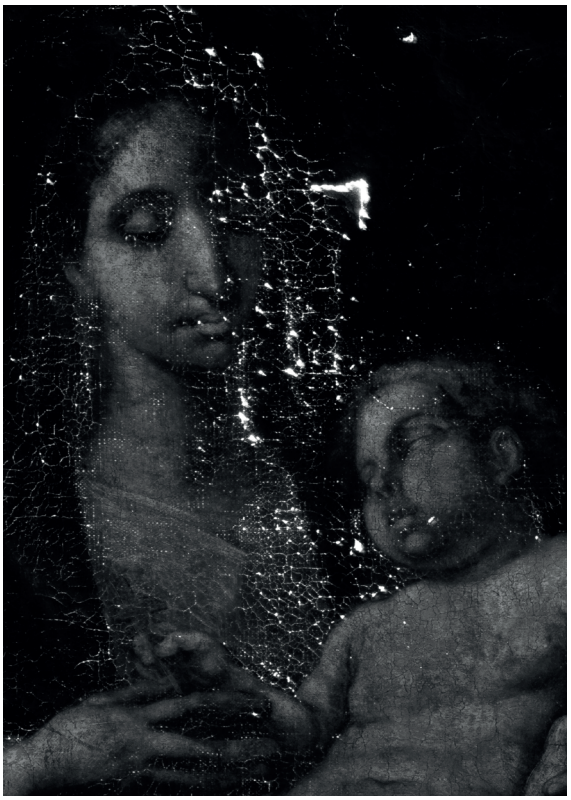
Obr. 28 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, šikmo dopadající světlo.



Obr. 29 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, UV luminiscence.
(foto: David Svoboda)



Obr. 30 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, IR reflektografie.
(foto: David Svoboda)



Obr. 31 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, IR transmitografie.
(foto: David Svoboda)



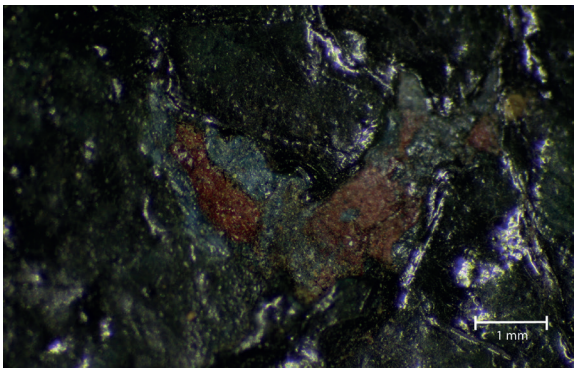
Obr. 32 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, UV reflektografie.
(foto: David Svoboda)



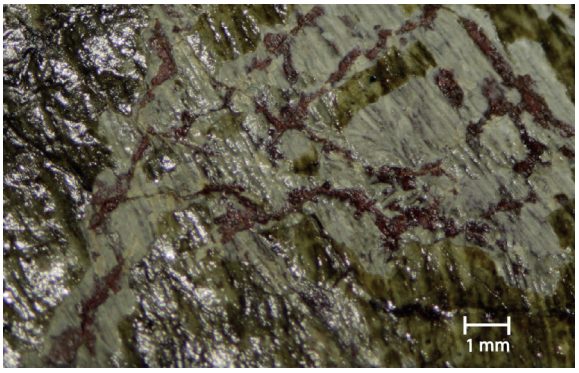
Obr. 33 Detail Panny Marie s dítětem před restaurováním, rentgenogram.
(vytvořil: Michael Vopálenský)



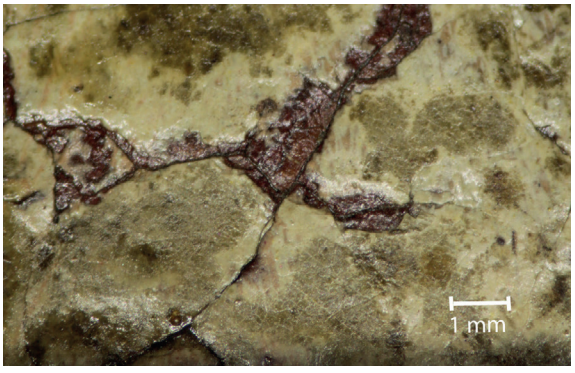
Obr. 34 Mikrosnímek – detail sekundárního zásahu (přemalba textilní podložky), *Leica S6D*



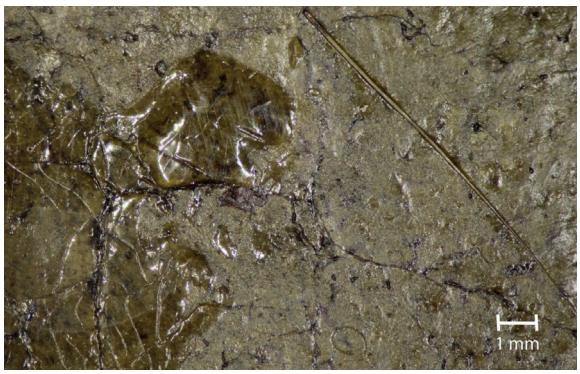
Obr. 35 Mikrosnímek – detail modrého pigmentu prostupujícím z pod krakely ztmavlého laku/přemalby, *Leica S6D*



Obr. 36 Mikrosnímek – detail mechanicky poškozeného místa barevné vrstvy, *Leica S6D.*



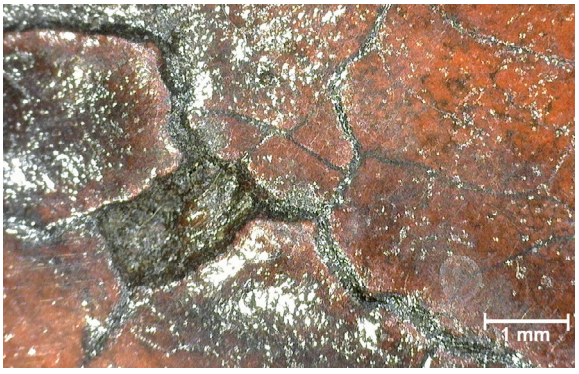
Obr. 37 Mikrosnímek – detail mechanicky poškozeného místa krakely, *Leica S6D.*



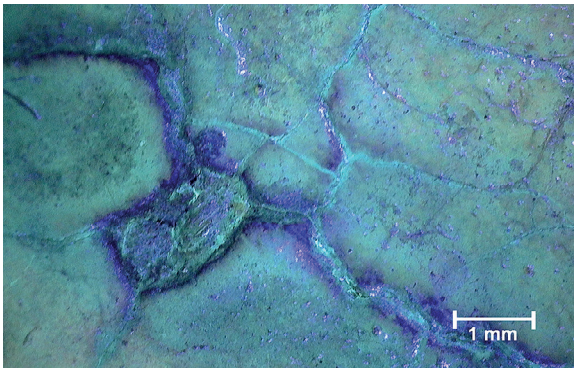
Obr. 38 Mikrosnímek – detail krůpěje degradované lakové vrstvy, *Leica S6D.*



Obr. 39 Mikrosnímek – detail záplaty na rubu objektu, *Leica S6D*.



Obr. 40 Mikrosnímek – detail rtů Panny Marie před restaurováním, *USB Dino-Lite*.



Obr. 41 Mikrosnímek – detail rtů Panny Marie před restaurováním,*USB Dino-Lite* v UVL.



Obr. 42 Detail pootevřených očí Panny Marie ulpělé zalakované nečistoty, mechanicky poškozená barevná vrstva před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda)



Obr. 43 Detail ramene nemluvněte, viditelná přemalba pozadí včetně defektu před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda)



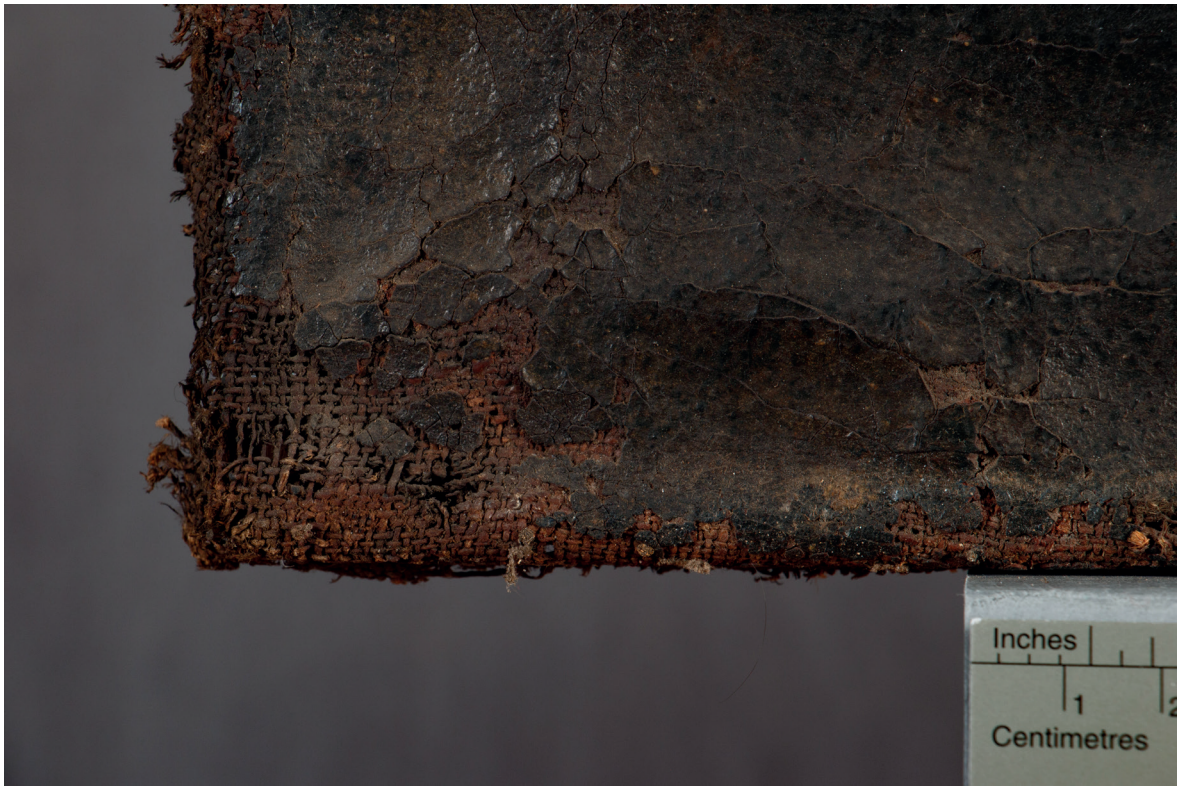
Obr. 44 Detail výrazu spícího nemluvněte, znečištěná laková vrstva potlačuje čitelnost a detaily malby obrazu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 45 Detail perforací značící přepínaní objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 46 Detail trhliny obráceného *"L"* napravo od obličeje Panny Marie před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 47 Detail ztrát barevné vrstvy a perforované textilní podložky na okraji objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 48 Detail usazeného depositu a pavučin, napadení podrámu dřevokazným hmyzem z rubu objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 49 Detail sekundárního vyspravení textilní podložky a barevné vrstvy z líce objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



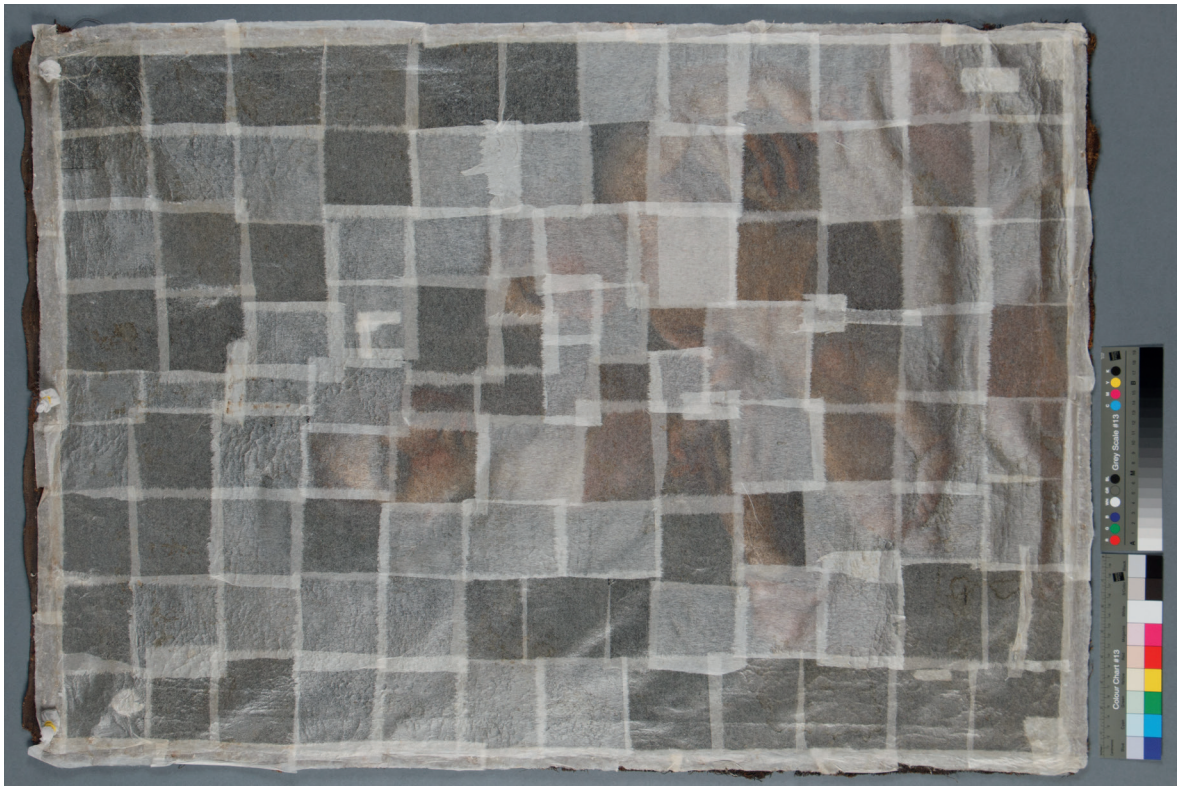
Obr. 50 Detail sekundárních vyspravení trhlin a ztrát z rubu objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 51 Konsolidace barevné vrstvy roztokem 5% želatiny s 5% vyzinou (1 : 1) v demineralizované vodě, proces restaurování,rozptýlené světlo.



Obr. 52 Hrubé nečistoty nashromážděné v meziprostoru podrámu odhaleny při demontáži, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 53 Celek po celoplošném zajištění barevné vrstvy japonským papírem Usukuchi Rayon, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 54 Snímání štítku *"SCHATELL"* párovým skalpelem *RTC 2F* při teplotě 50–60 °C, proces restaurování, rozptýlené světlo.



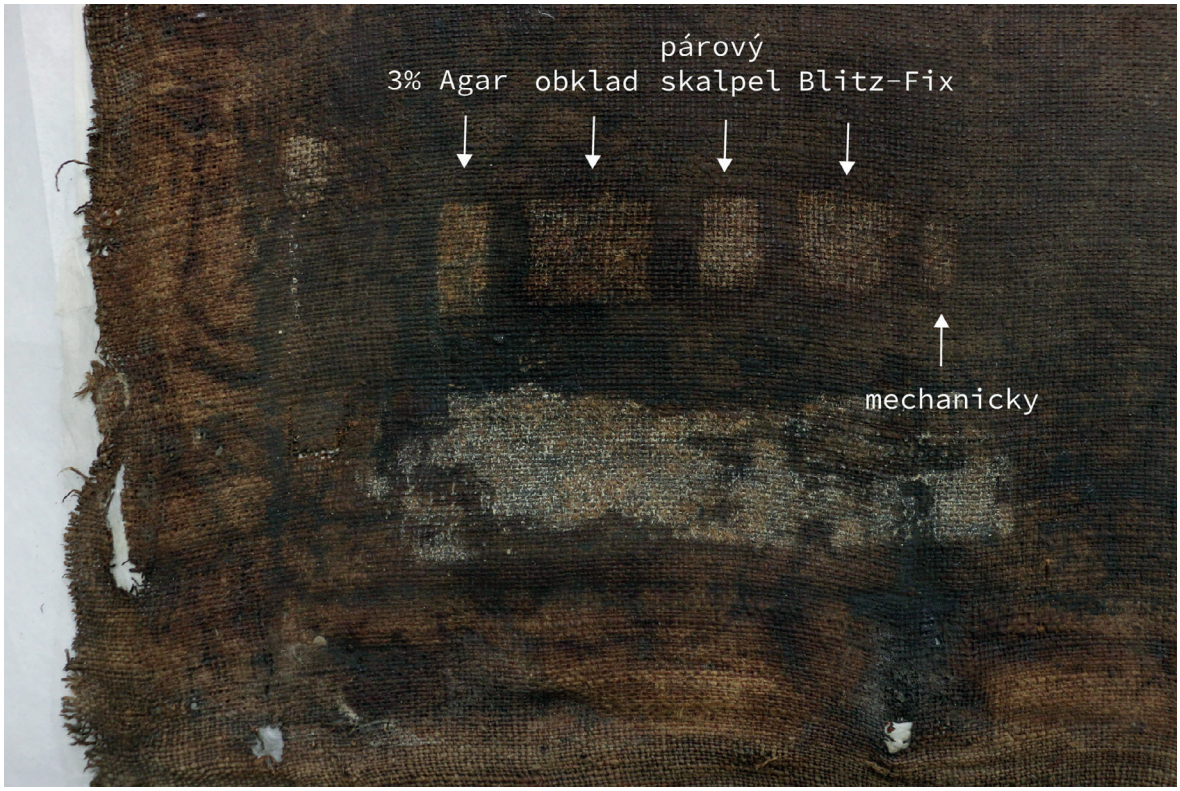
Obr. 55 Mechanické dočišťování tmelu vyskytující se pod záplatou odstraněnou z rubové strany obrazu, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 56 Naměkčování adhezivních residuií ulpělých v dostavbě textilie 3% rigidním gelem Agar, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 57 Odstraňování naměkčeného adheziva pružnou nerezovou špachtlí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 58 Zkoušky ztenčování degradovaného povrchového nátěru z rubu obrazu, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 59 Proces ztenčování degradované povrchové úpravy z rubu objektu, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 60 Detail textilní podložky před ztenčením povrchového nátěru na rubu objektu, proces restaurování.



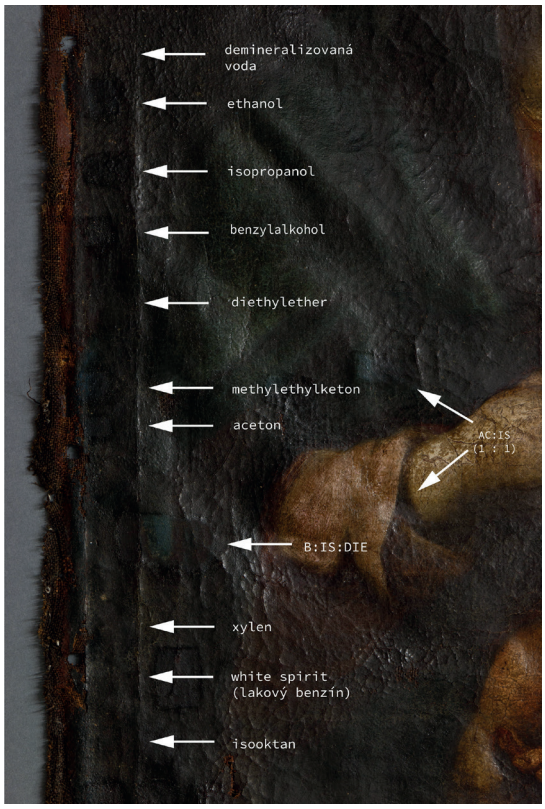
Obr. 61 Detail textilní podložky po ztenčení povrchového nátěru na rubu objektu, proces restaurování.



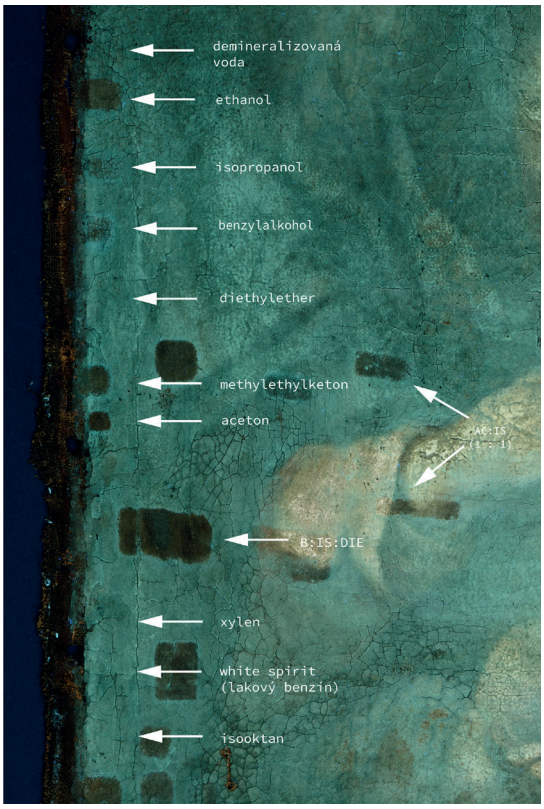
Obr. 62 Celek po ztenčení povrchového nátěru a odstranění sekundárních zásahů, proces restaurování, rozptýlené světlo.



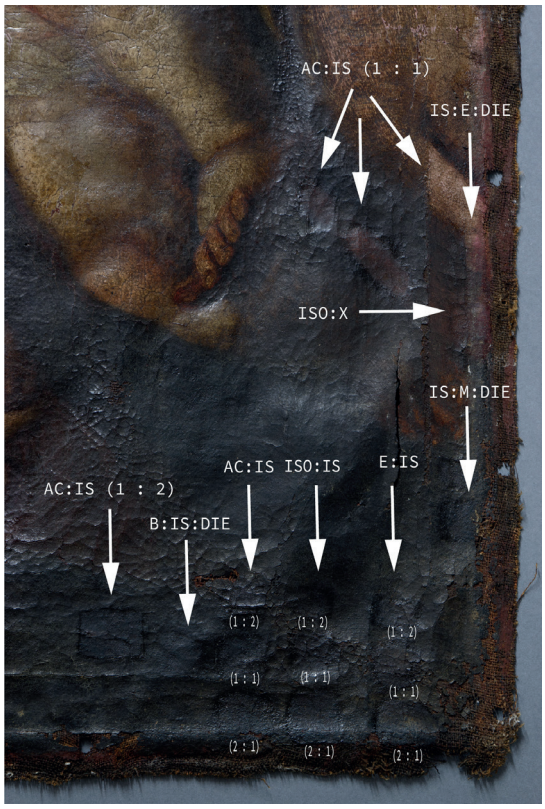
Obr. 63 Detail textilní podložky po sejmutí záplat z rubové strany objektu, proces restaurování, rozptýlené světlo.



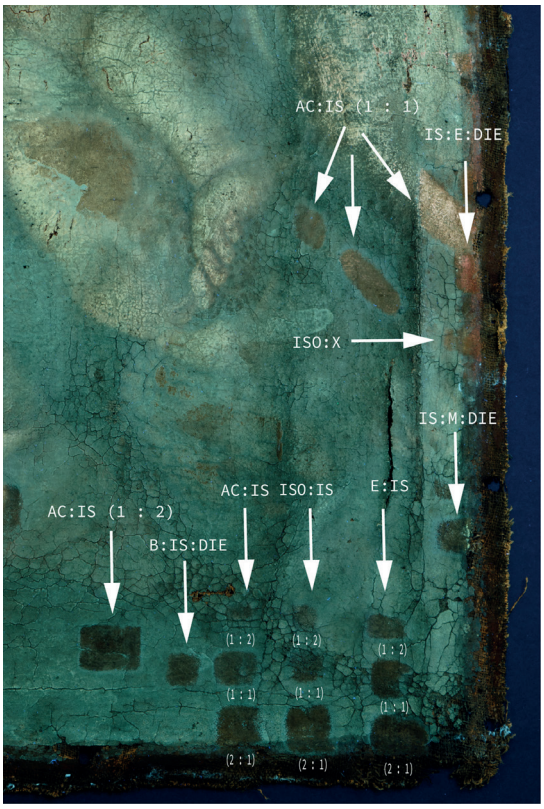
Obr. 64 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



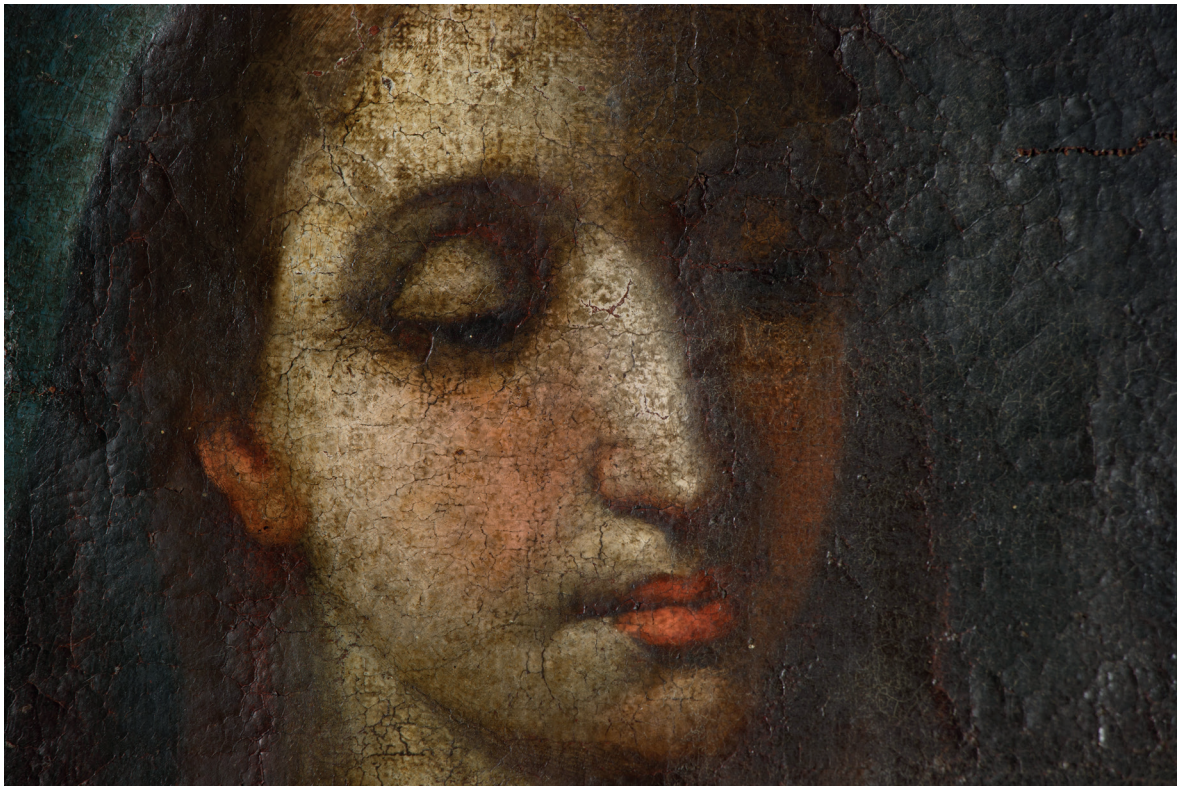
Obr. 65 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 66 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 67 Zkoušky rozpustnosti svrchní povrchové úpravy zářící tyrkysovou luminiscencí, proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 68 Detail obličeje Panny Marie v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, rozptýlené světlo.



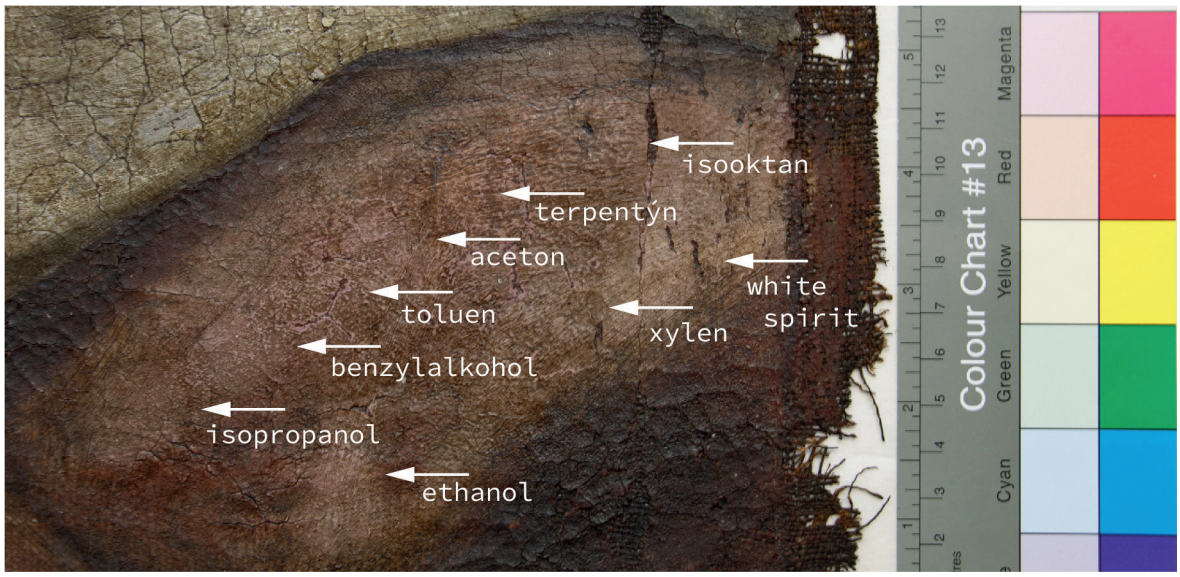
Obr. 69 Detail obličeje Panny Marie v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, UV luminiscence.



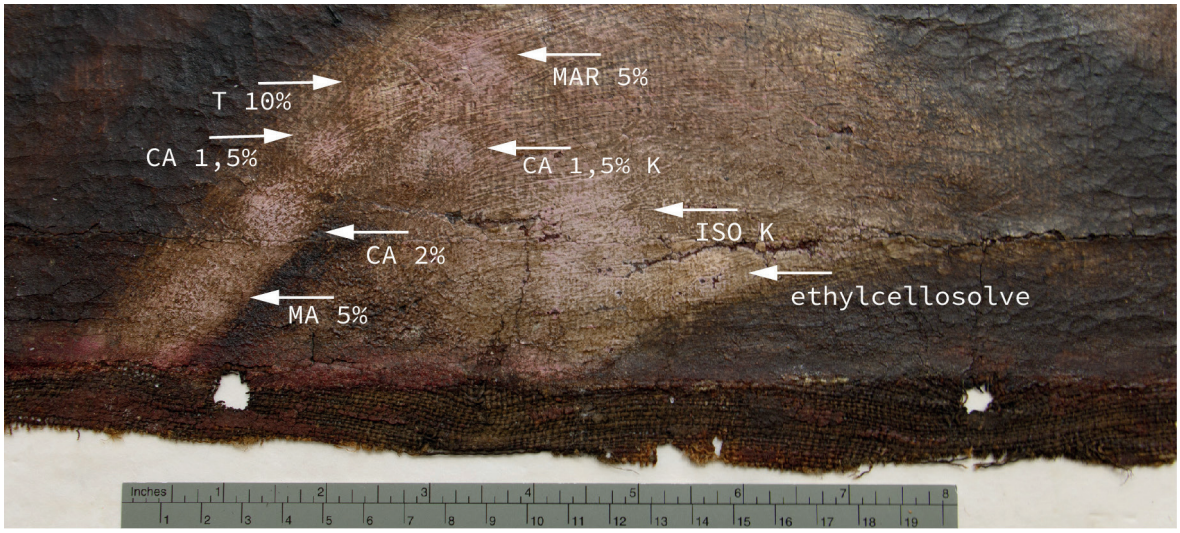
Obr. 70 Celek v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, rozptýlené světlo.



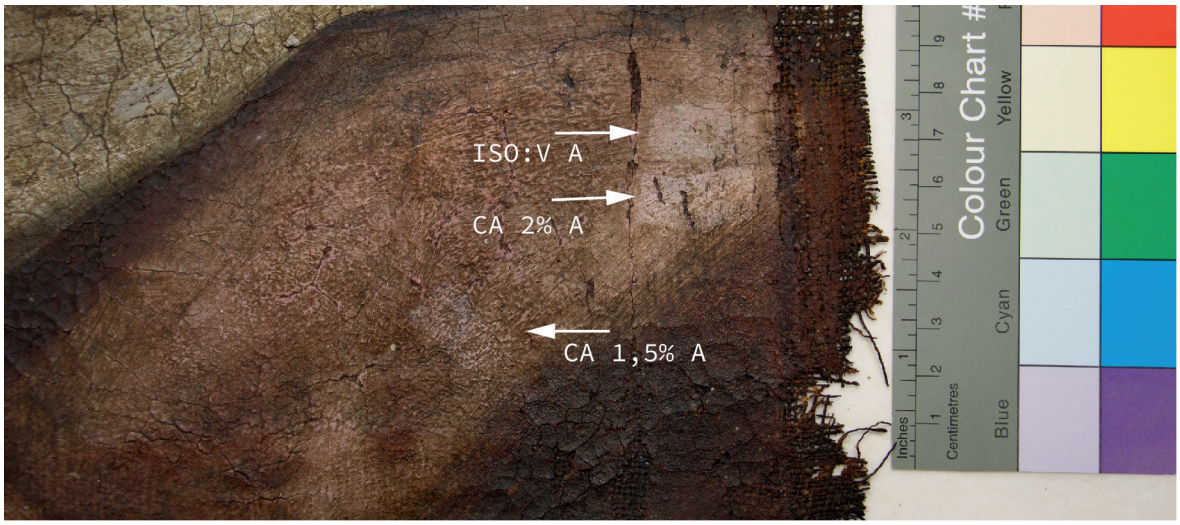
Obr. 71 Celek v průběhu snímání svrchní povrchové úpravy tyrkysové luminiscence, proces restaurování, UV luminiscence.



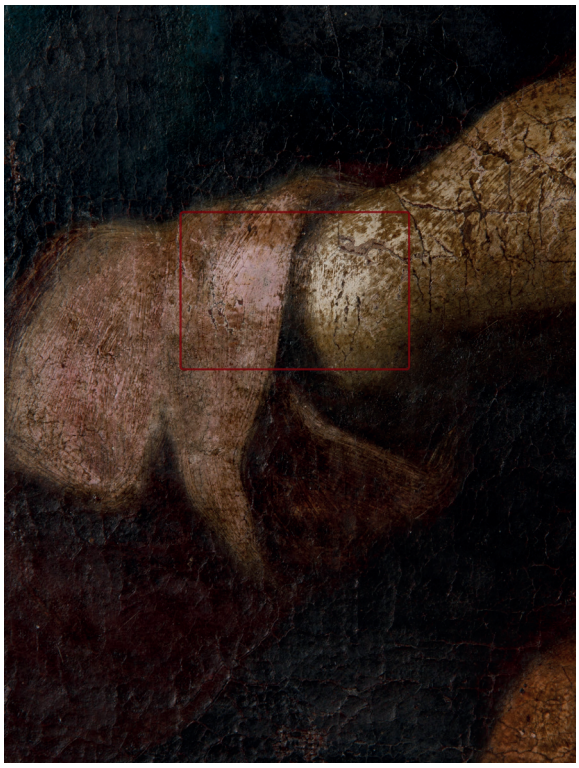
Obr. 72 Zkoušky snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



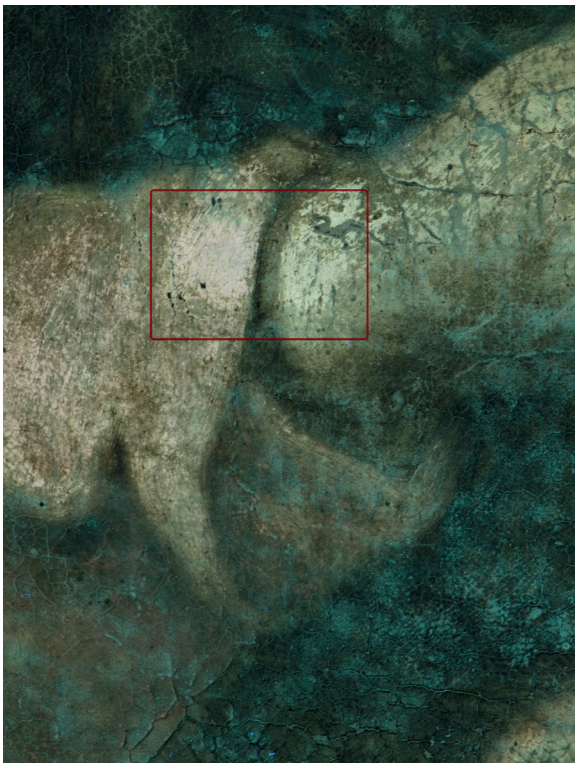
Obr. 73 Zkoušky snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



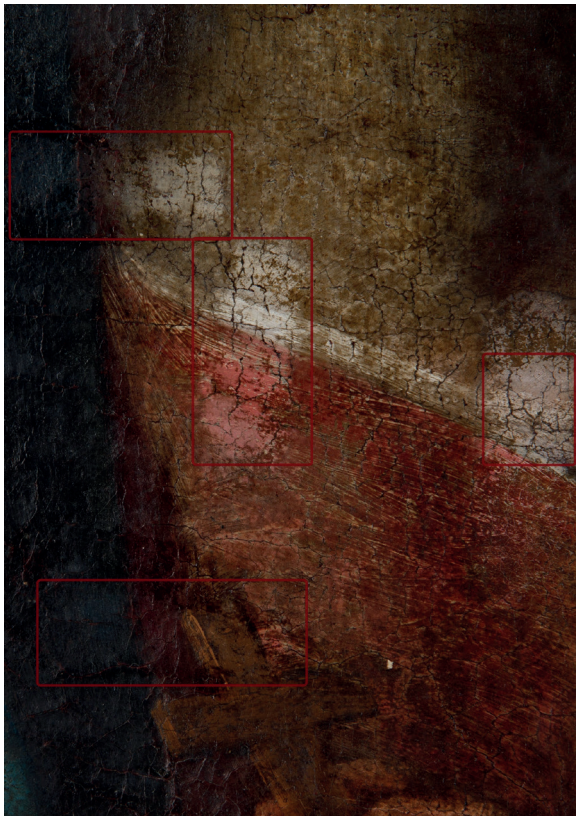
Obr. 74 Zkoušky snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



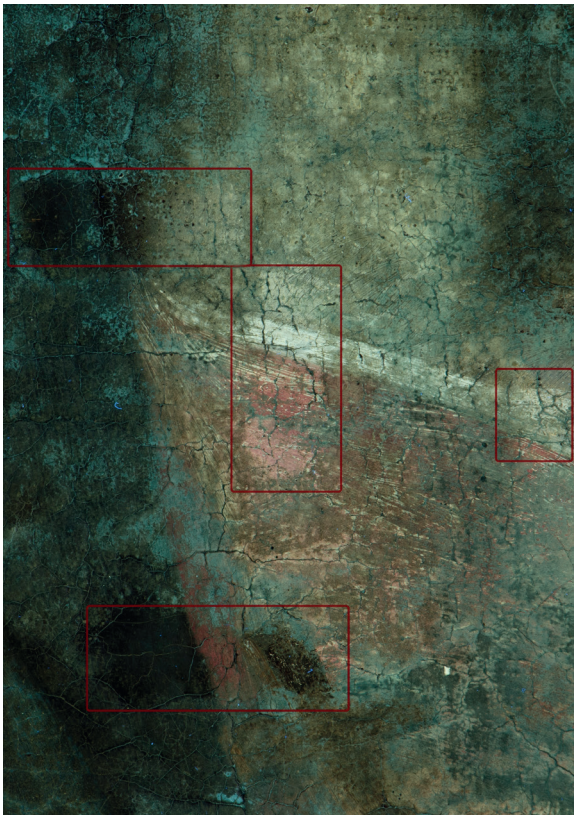
Obr. 75 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1 [isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 76 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1 [isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 77 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1 [isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 78 Rozšířené zkoušky čištění povrchové úpravy směsí rozpouštědel (1 [Isopropanol] : 1 [isooktan]) a 2% citrátem amonným (pH 7), proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 79 Proces snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 80 Proces snímání starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 81 Proces ztenčování povrchové úpravy nanášením 2% citrátu amonného (7 pH) jemným syntetickým štětcem, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 82 Proces zamývání 2% citrátu amonného (7 pH) mikroporézní houbou *Blitz-Fix* prosycenou teplou demineralizovanou vodou, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 83 Proces zamývání 2% citrátu amonného (7 pH) buničinou prosycenou teplou demineralizovanou vodou, proces restaurování, rozptýlené světlo.



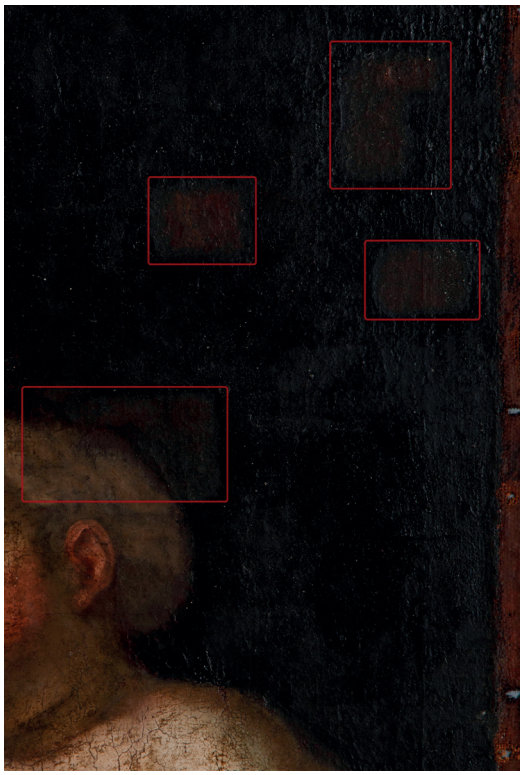
Obr. 84 Proces čistění starších lakových vrstev a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 85 Celek po snímání starších lakových vrstev v oblasti postav a vyrovnání přes paropropustnou membránu *SympaTex,* proces restaurování, rozptýlené světlo.



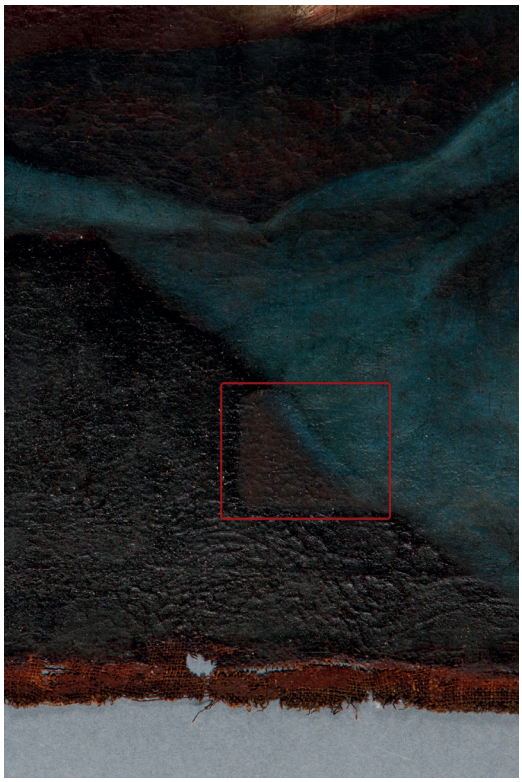
Obr. 86 Celek po snímání starších lakových vrstev v oblasti postav a vyrovnání přes paropropustnou membránu *SympaTex,* proces restaurování, UV luminiscence.



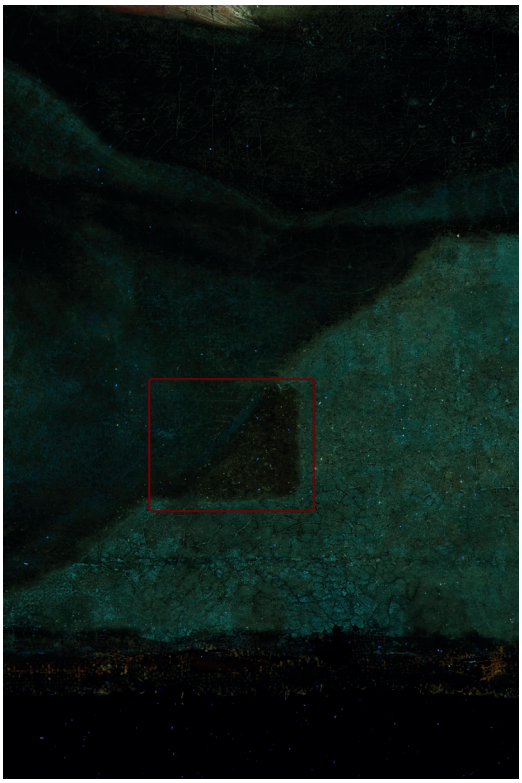
Obr. 87 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech zřejmě nalézající se siluety sv. Josefa, proces restaurování, rozptýlené světlo.



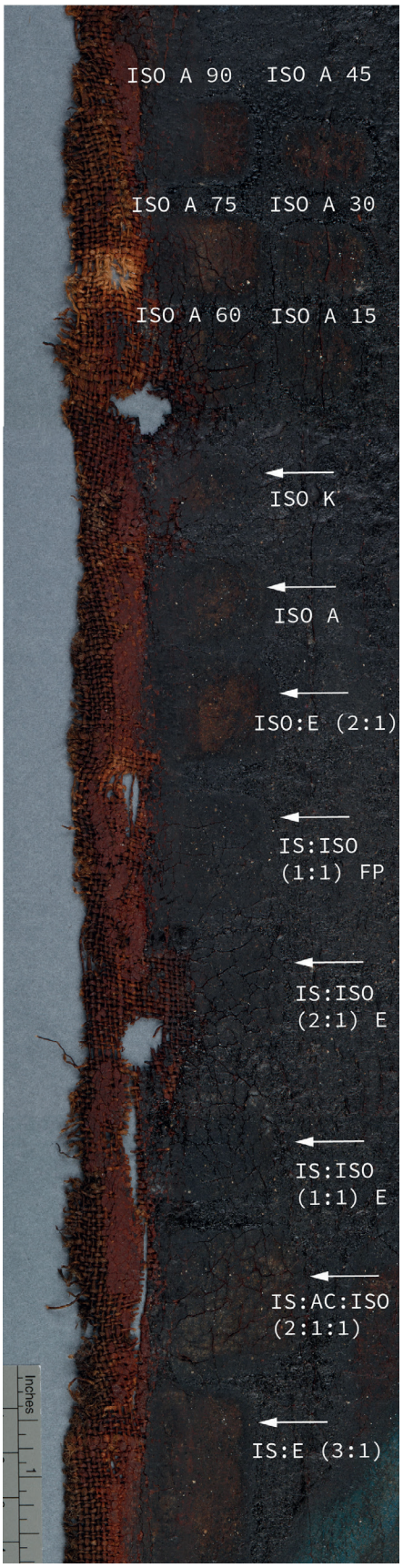
Obr. 88 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech zřejmě nalézající se siluety sv. Josefa, proces restaurování, UV luminiscence.



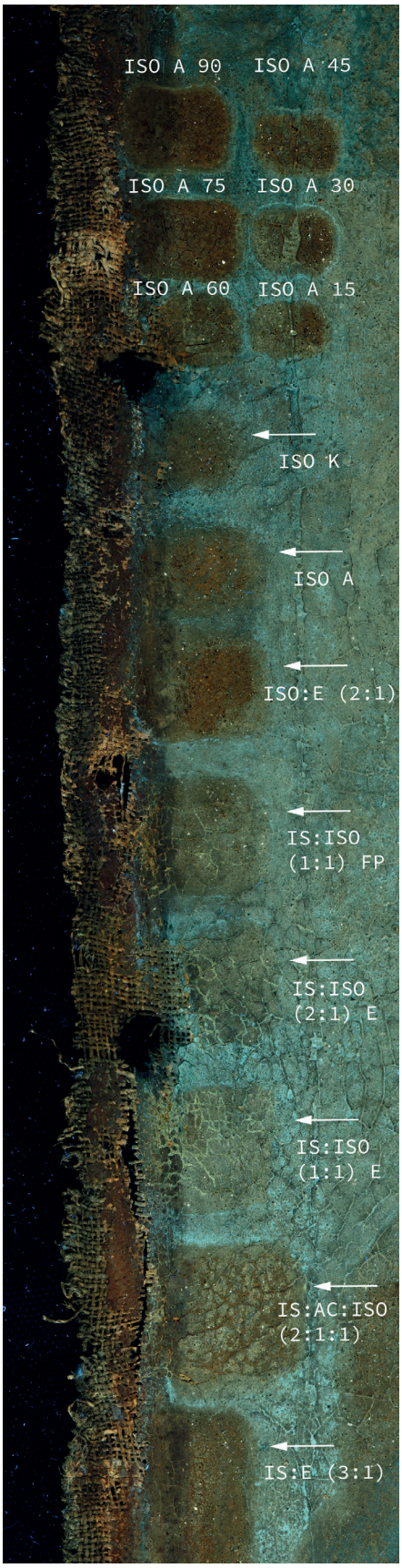
Obr. 89 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech ramen Panny Marie, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 90 Sondážní průzkum dochovaného stavu původní malby pozadí v místech ramen Panny Marie, proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 91 Zkoušky ztenčování přemalby směsí rozpouštědel za pomocí nosičů, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 92 Zkoušky ztenčování přemalby směsí rozpouštědel za pomocí nosičů, proces restaurování, UV luminiscence.



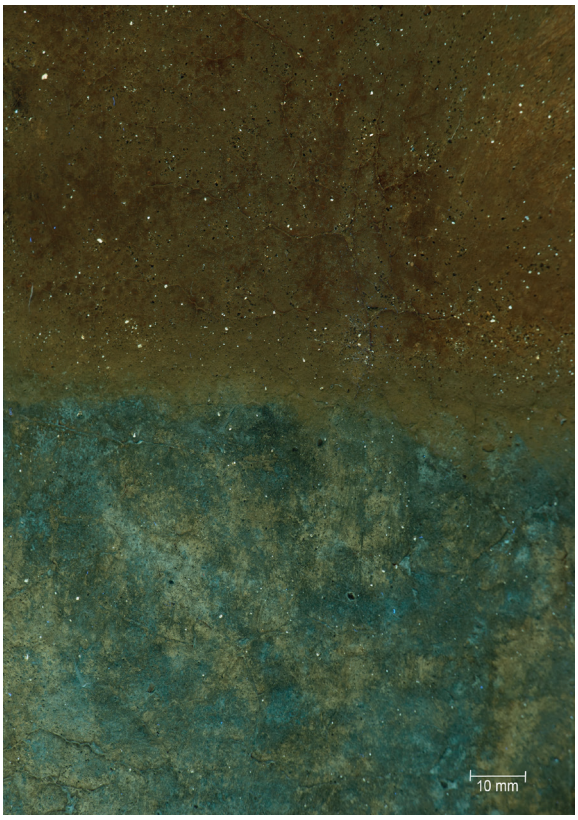
Obr. 93 Celek v procesu ztenčování přemalby pozadí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 94 Celek v procesu ztenčování přemalby pozadí, proces restaurování, UV luminiscence.



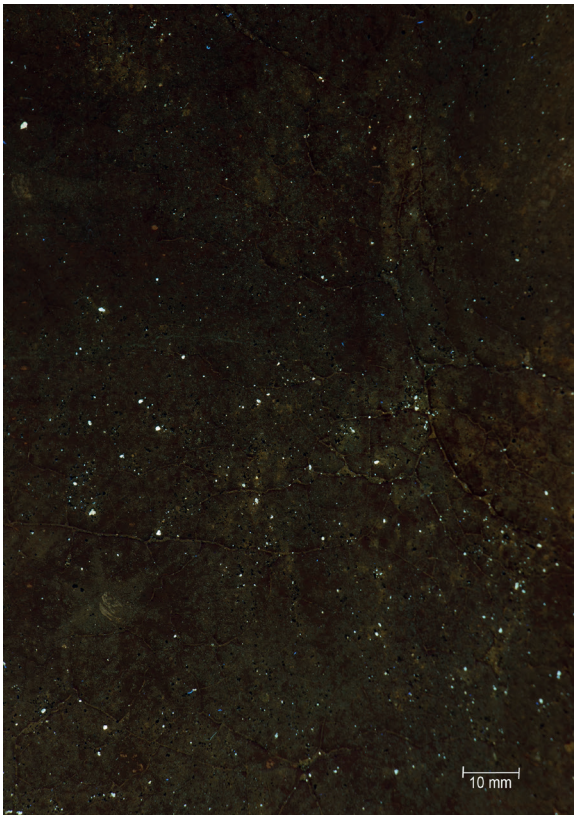
Obr. 95 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 96 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, UV luminiscence.



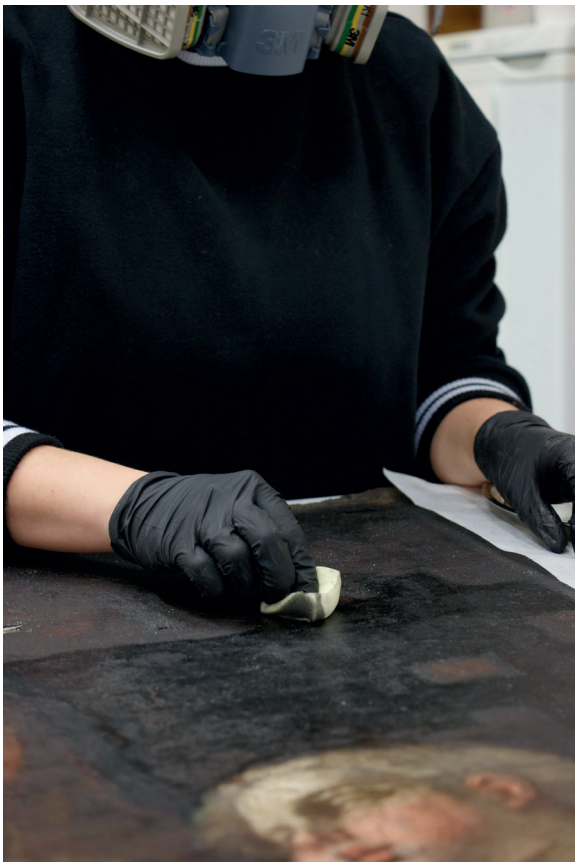
Obr. 97 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 98 Postupné ztenčování přemalby v pozadí, proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 99 Proces ztenčování přemalby naměkčováním 3% rigidním gelem Agar (2 [isopropanol] : 3 [demineralizovaná voda]), proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 100 Proces ztenčování přemalby, zamývání mikroporézní houbou *Blitz-Fix* prosycenou isopropanolem s isooktanem (1 : 1), proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 101 Detail malby po ztenčení povrchových úprav a zbavení nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 102 Celek po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 103 Celek po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, UV luminiscence.



Obr. 104 Detail malby po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



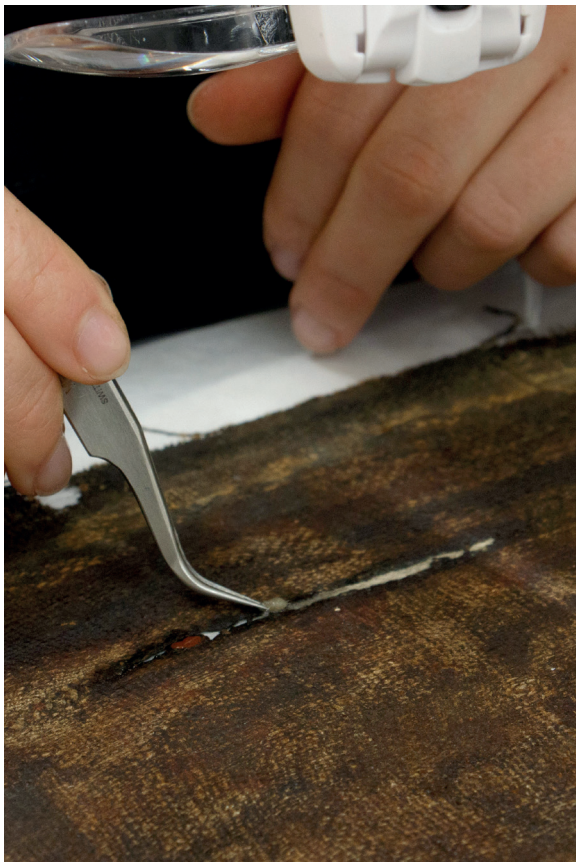
Obr. 105 Detail malby po ztenčování povrchové úpravy a ulpělých nečistot, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 106 Celoplošná konsolidace z rubu objektu 1,5% roztokem vyziny v demineralizované vodě, rozprašováno pistolí air-brush, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 107 Rovnání objektu na nízkotlakém vyhřívaném stole za podtlaku 120 kPa a teploty 55 °C, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 108 Proces zacelování rozvlákněného švu vláknitou cupaninou, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 109 Proces zacelování rozvlákněného švu, zažehlování cupaniny restaurátorskou špachtlí *RTC 2F* přes *Hostafan*, proces restaurování, rozptýlené světlo.



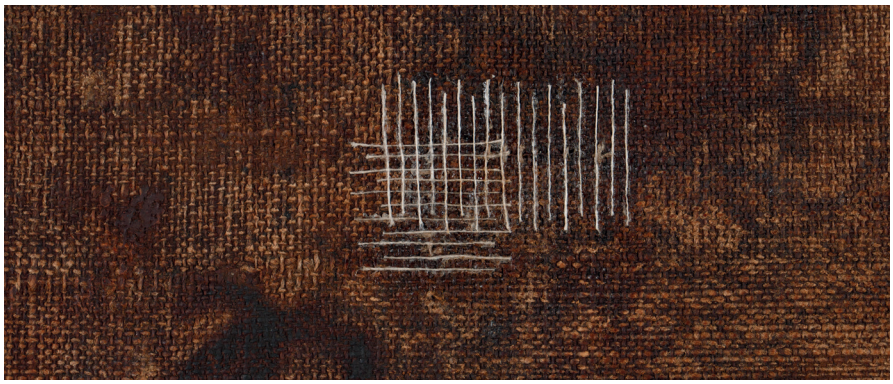
Obr. 110 Proces zcelování trhliny ve tvaru obráceného *"L"* metodou nit na nit, proces restaurování, rozptýlené světlo.



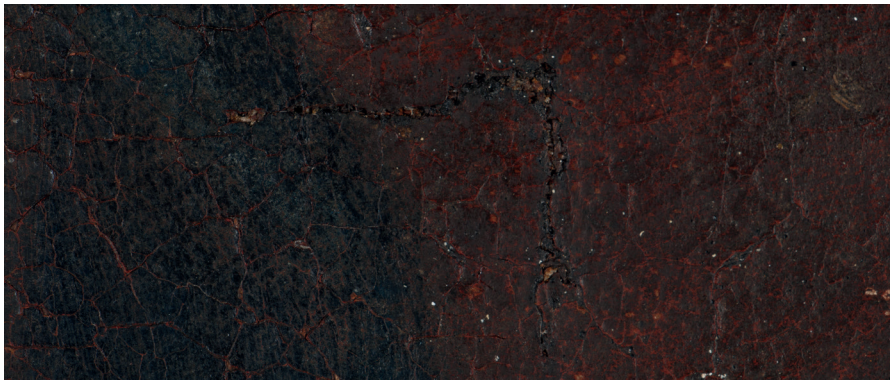
Obr. 111 Celek objektu po scelení a vyspravení perforací, trhlin a ztrát textilní podložky, proces restaurování, rozptýlené světlo.



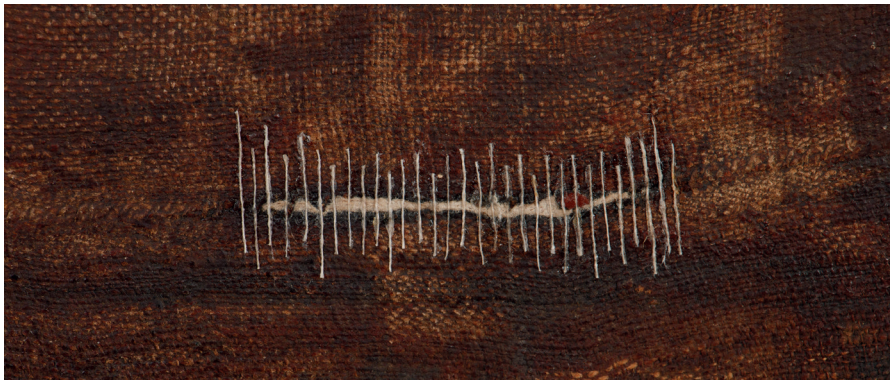
Obr. 112 Celek objektu z rubové strany po scelení a vyspravení perforací, trhlin a ztrát textilní podložky, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 113
Detail vyspravené trhliny z rubu objektu, zpevněno metodou *bridging*, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 114
Detail vyspravené trhliny z líce objektu, zpevněno metodou *bridging*, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 115
Detail vyspraveného švu z rubu objektu, zpevněno metodou *bridging*, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 116
Detail vyspraveného švu z líce objektu, zpevněno metodou *bridging*, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 117 Proces napínání obrazu na nový vypínací rám, proces restaurování, rozptýlené světlo.



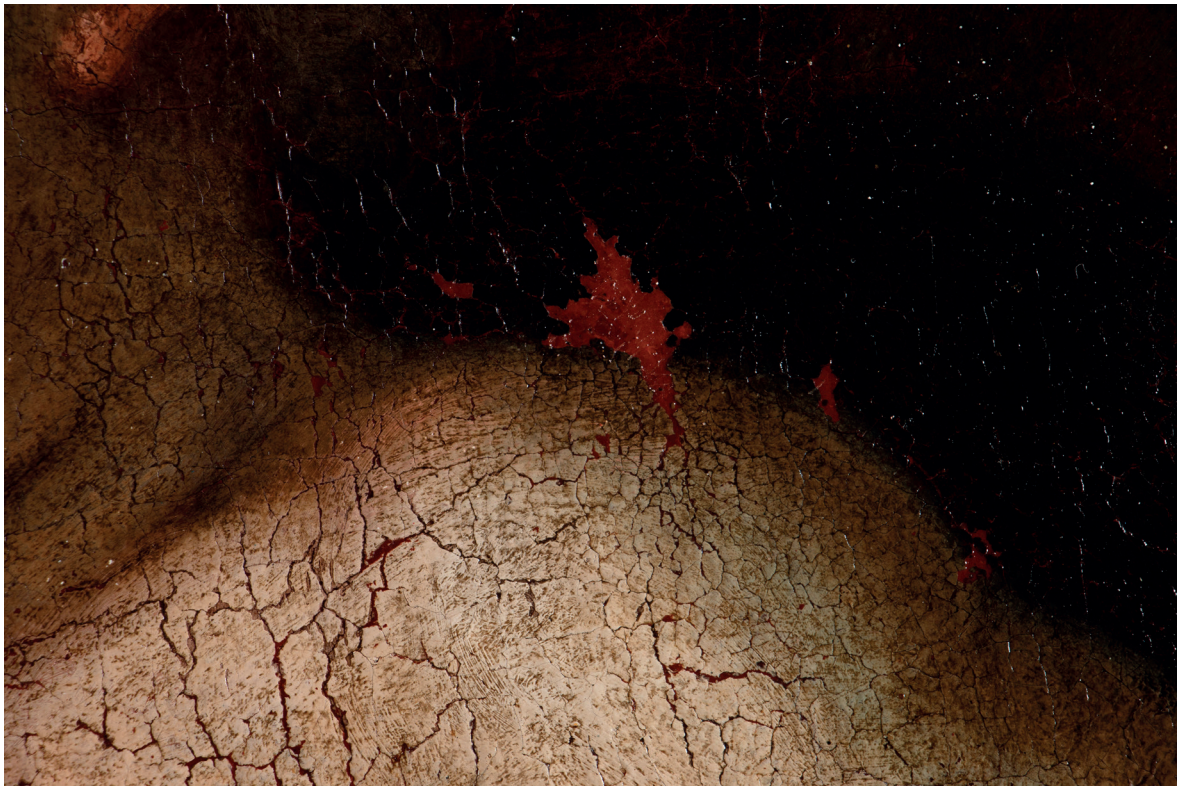
Obr. 118 Proces tmelení klihokřídovým barveným tmelem pružnou kovovou špachtlí, proces restaurování, rozptýlené světlo.



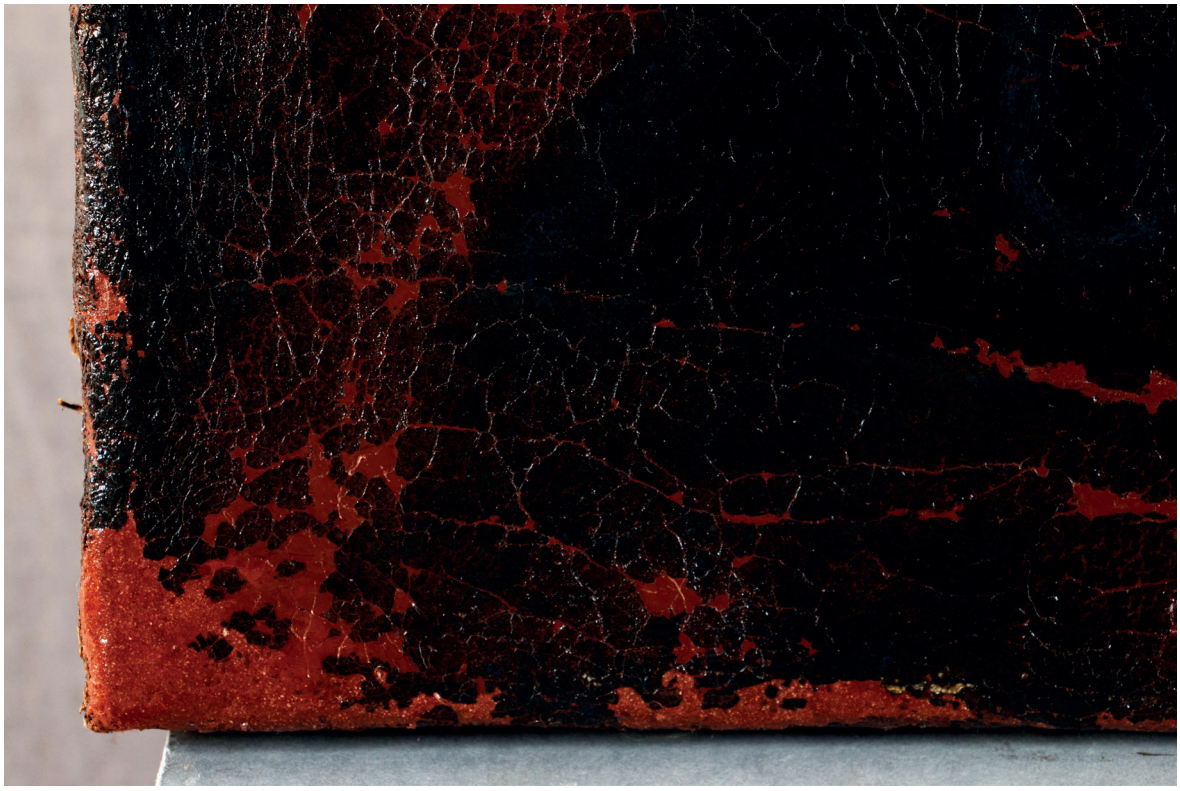
Obr. 119 Proces lakování obrazu před finální retuší, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 120 Celek po aplikace lakové vrstvy, napínaní a vytmelení, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 121 Detail vytmelených defektů barevné vrstvy, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 122 Detail vytmelených defektů barevné vrstvy, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 123 Imitující retuš restaurátorskými barvami *Gamblin Conservation Colors*, proces restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 124 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda)



Obr. 125 Celek objektu bez ozdobného rámu po restaurování, rozptýlené světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda)



Obr. 126 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, polarizované světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda)



Obr. 127 Celek objektu bez ozdobného rámu po restaurováním, polarizované světlo. Kalibrováno přes X-Rite ColorChecker. (foto: David Svoboda)



Obr. 128 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 129 Celek objektu bez ozdobného rámu z rubu po restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 130 Detail Madonny s dítětem před restaurováním, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)



Obr. 131 Detail Madonny s dítětem po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)



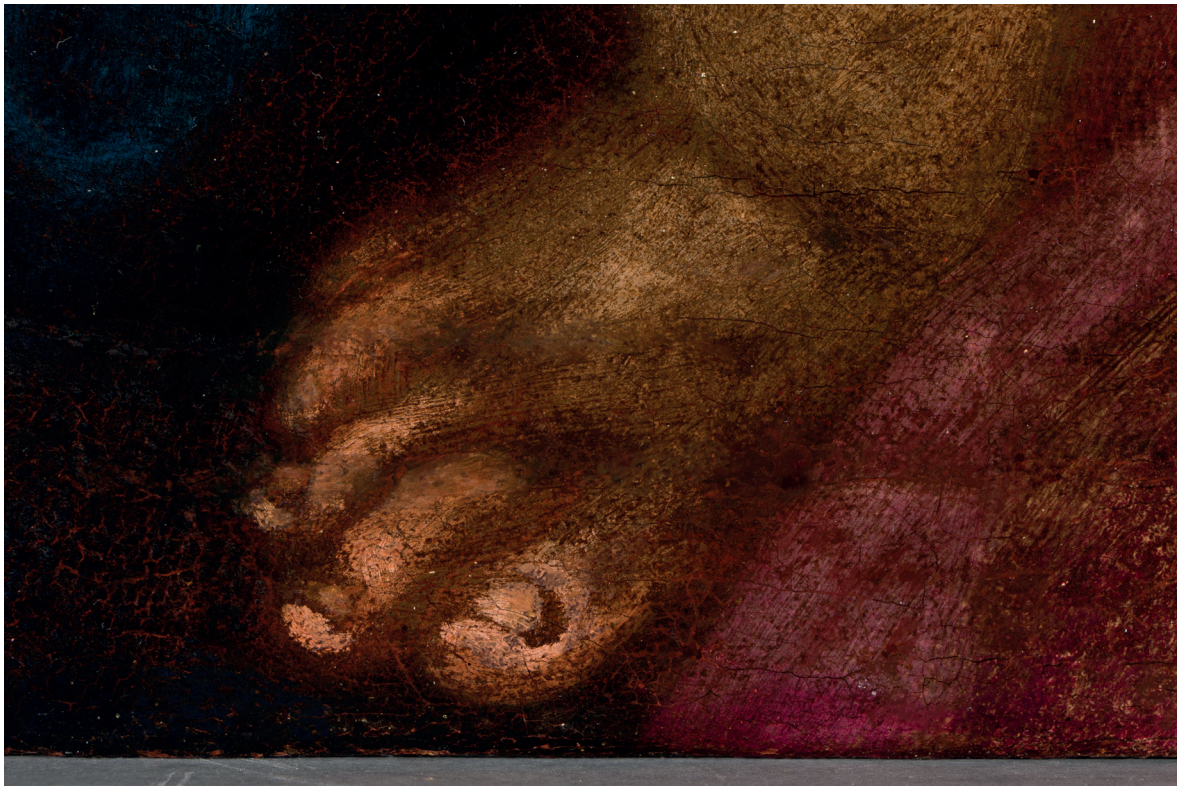
Obr. 132 Detail ruky Panny Marie před restaurováním, polarizované světlo. (foto: David Svoboda)



Obr. 133 Detail ruky Panny Marie po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)



Obr. 134 Detail nártu dítěte, rozvlákněný šev, před restaurováním, rozptýlené světlo.
(foto: David Svoboda)



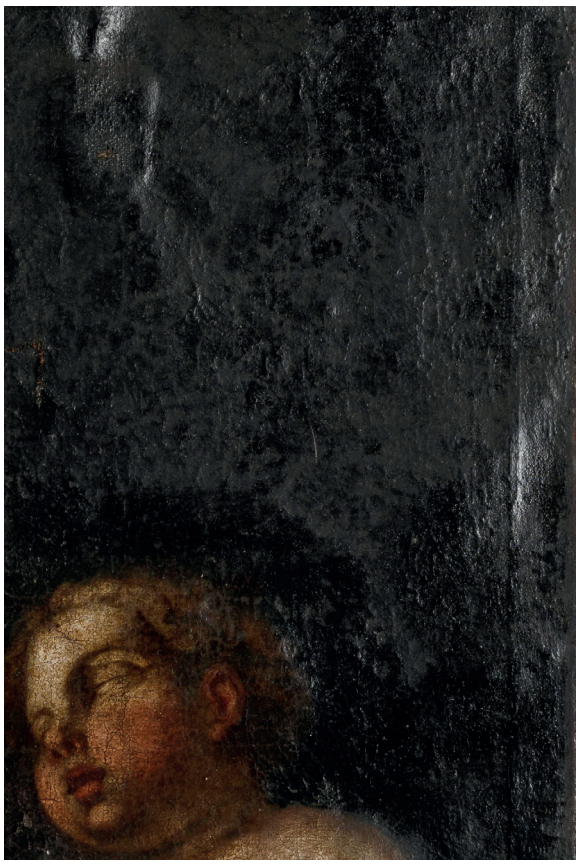
Obr. 135 Detail nártu dítěte, rozvlákněný šev po restaurování, rozptýlené světlo.
(foto: David Svoboda)



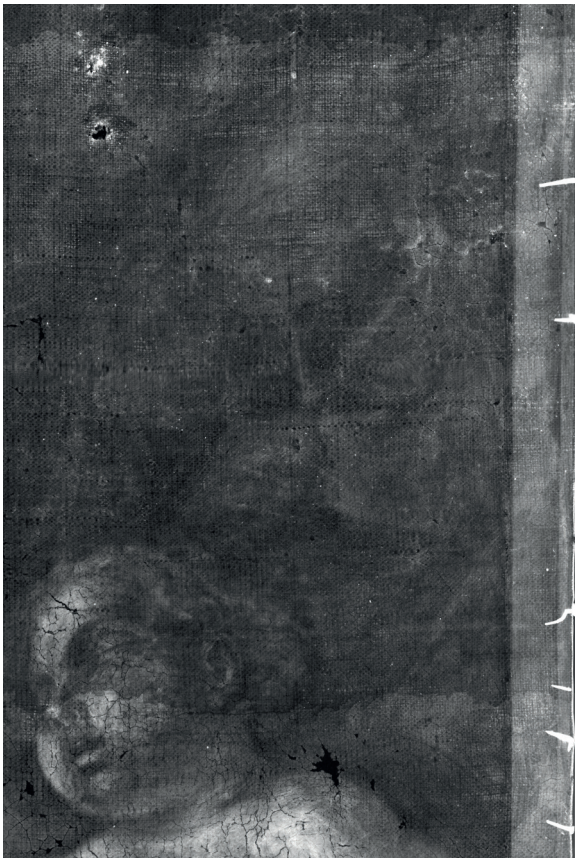
Obr. 136 Detail plátna překrývající slabiny dítěte před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 137 Detail plátna překrývající slabiny dítěte po restaurování, rozptýlené světlo.



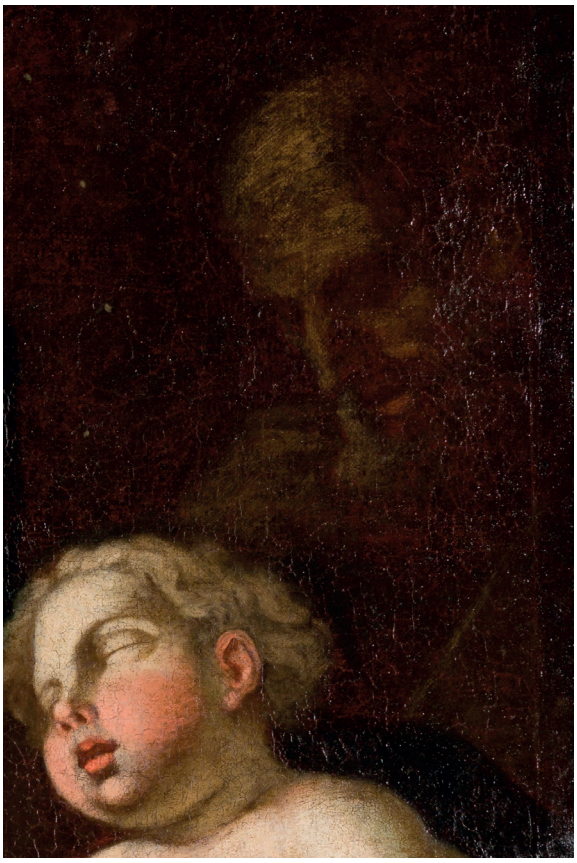
Obr. 138 Detail malby pozadí před restaurováním, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)



Obr. 139 Detail malby pozadí v RTG záření. (vytvořil: Michael Vopálenský)



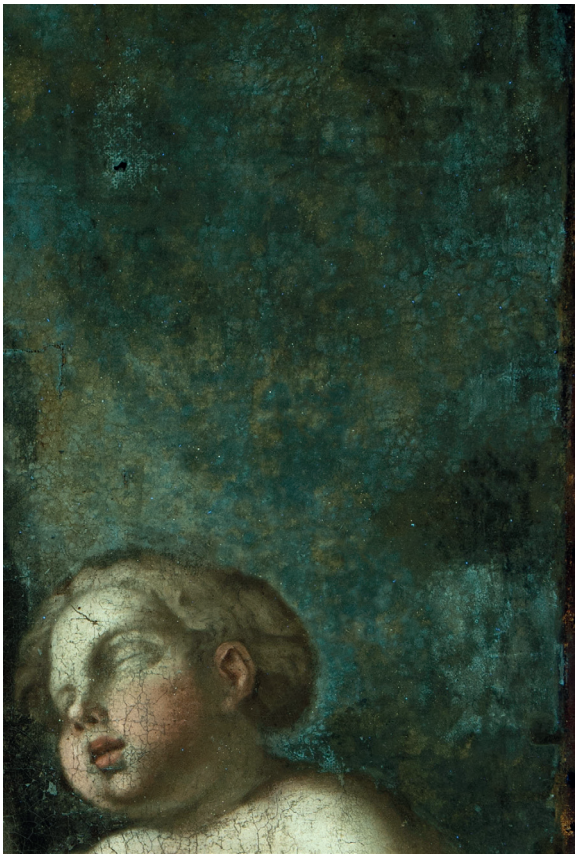
Obr. 140 Detail malby pozadí v procesu ztenčování přemalby, rozptýlené světlo.



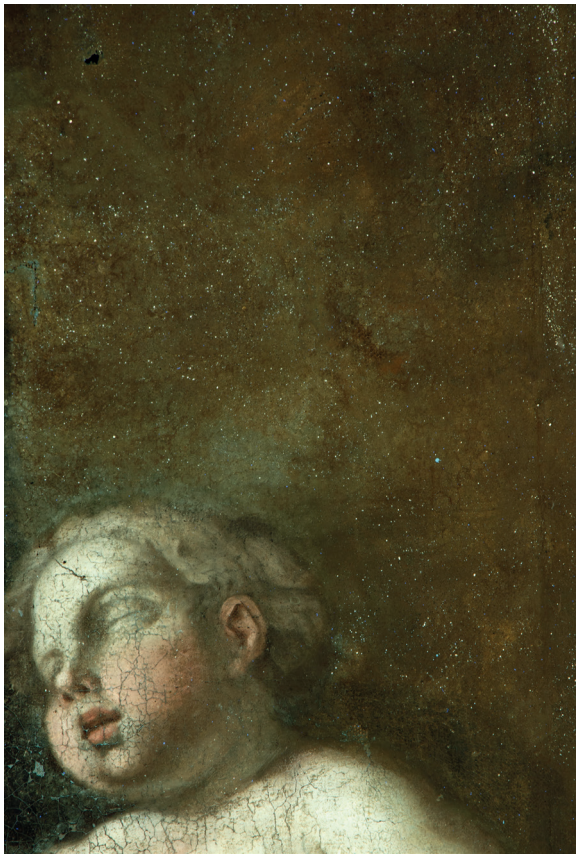
Obr. 141 Detail malby pozadí po restaurování, rozptýlené světlo. (foto: David Svoboda)



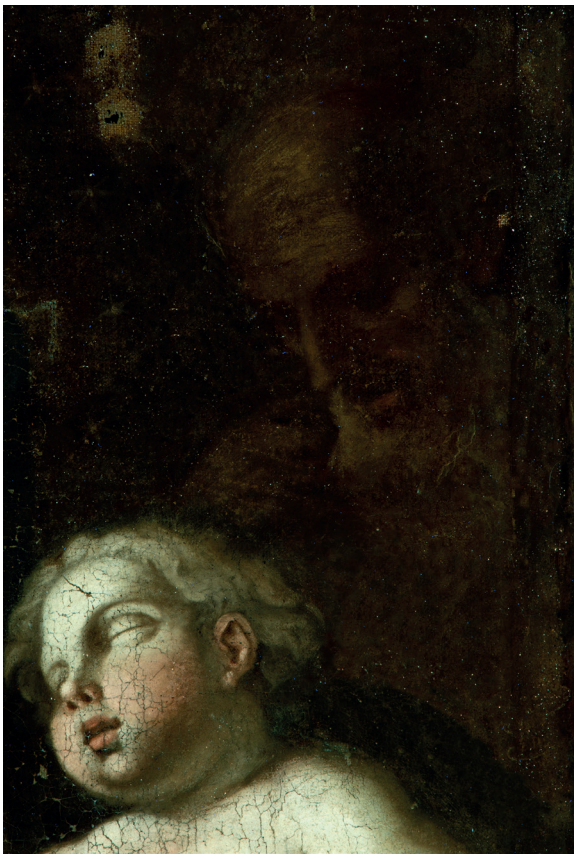
Obr. 142 Detail malby pozadí před restaurováním, UV luminiscence. (foto: David Svoboda)



Obr. 143 Detail malby pozadí v procesu snímání povrchové úpravy, UV luminiscence.



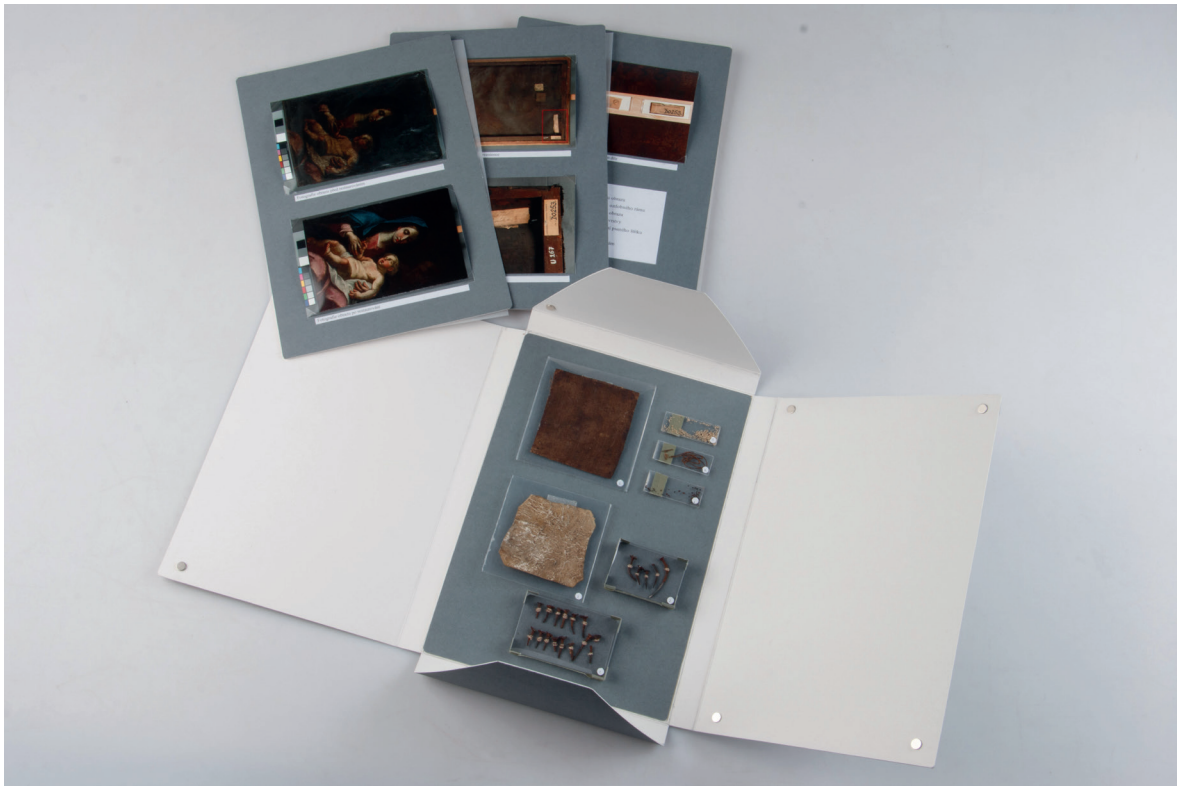
Obr. 144 Detail malby pozadí v procesu snímání povrchové úpravy, UV luminiscence.



Obr. 145 Detail malby pozadí po ztenčení dosavadní přemalby, UV luminiscence



Obr. 146 Umístění konzervovaných štítků na příčce napínacího rámu v *Melinex* obálkách, podloženo alkalickým papírem po restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 147 Kompletace fragmentů v boxu z archivní lepenky, rozptýlené světlo.



Obr. 148 Celek v ozdobném rámu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 149 Celek v ozdobném rámu po restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 150 Celek v ozdobném rámu z rubu před restaurováním, rozptýlené světlo.

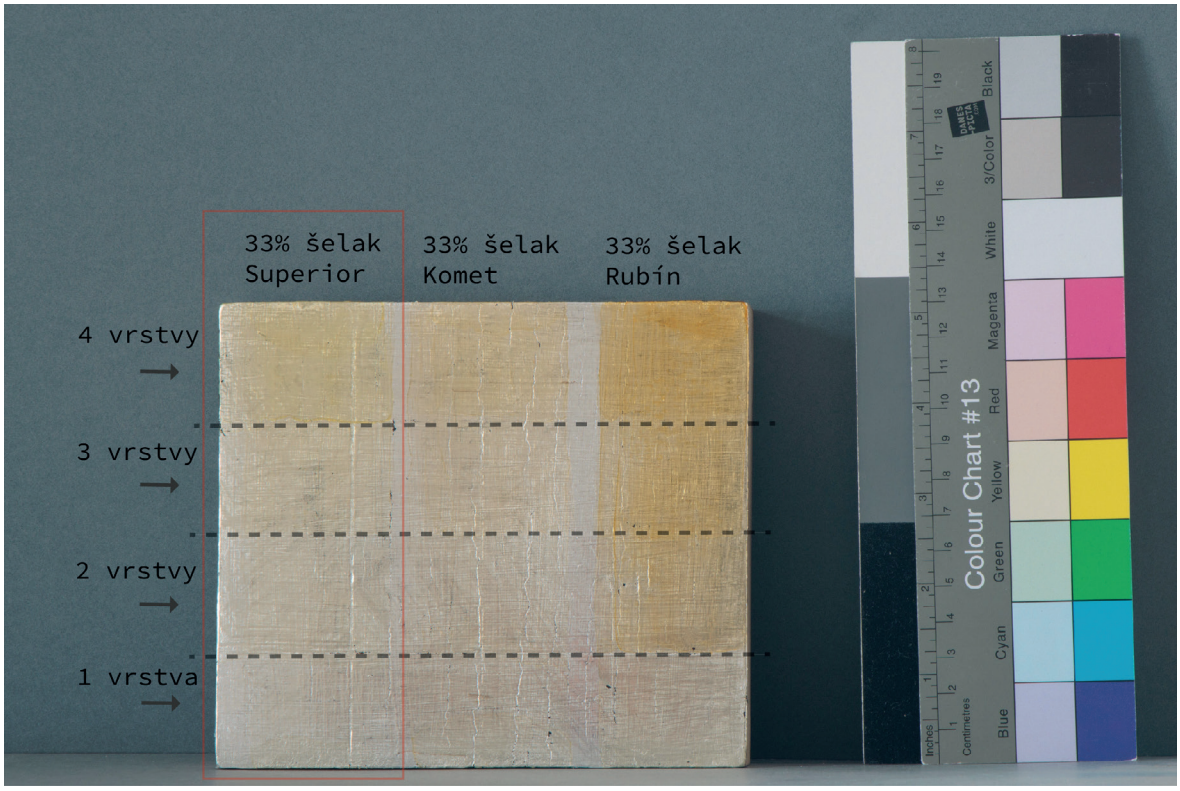


Obr. 151 Celek v ozdobném rámu z rubu po restaurování, rozptýlené světlo.

9.2 Obrazová příloha: restaurování ozdobného rámu



Obr. 152 Postříbřený a vyleštěný modelový vzorek desky, rozptýlené světlo.



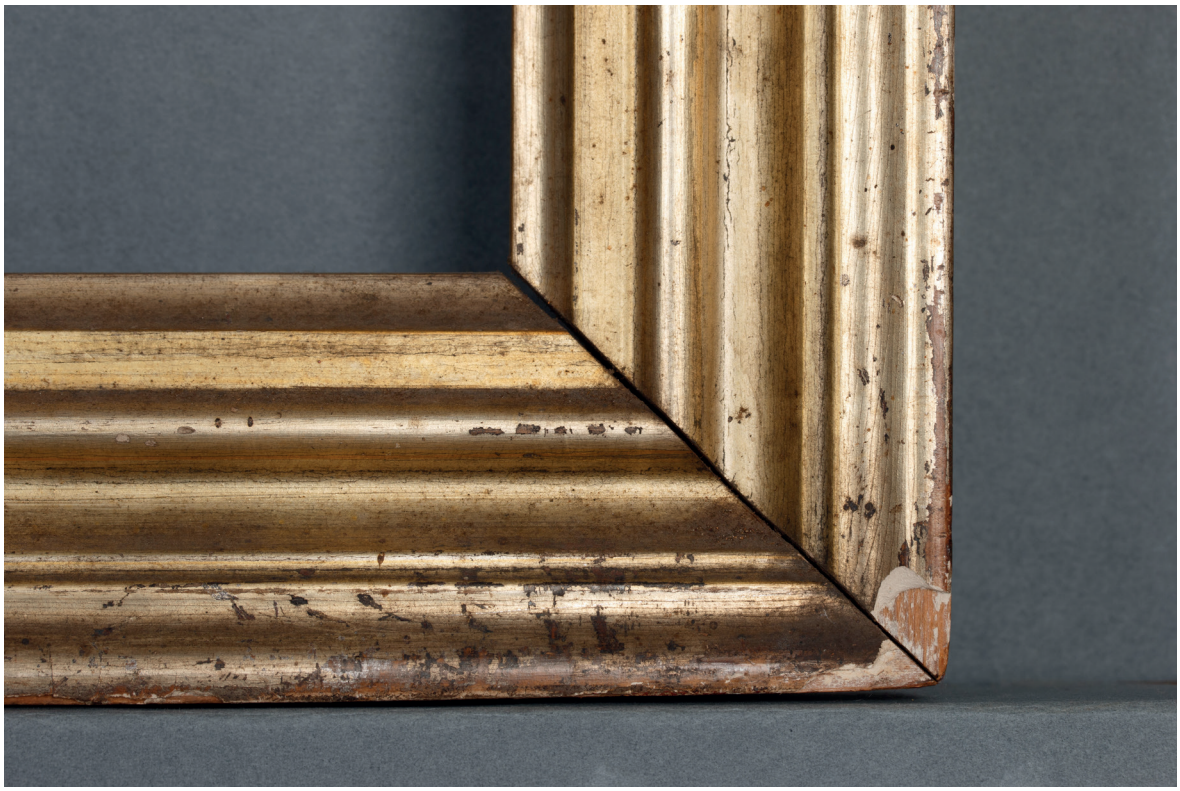
Obr. 153 Postříbřený modelový vzorek desky se zkouškami šelakových politur. 33% šelak Superior byl vybrán pro závěrečnou polituru vnější lišty, rozptýlené světlo.



Obr. 154 Celek ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 155 Celek ozdobného rámu z rubu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 156 Detail mechanického poškození se silným povrchovým znečištěním, nároží ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 157 Detail hrubých nečistot, prachového depozitu a mrtvých hmyzích schránek v rámovém falcu ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 158 Detail barvené bočnice rámu s detailem označení, silně poškozeno působením vlhkosti a sekundárními zásahy zpevnění nároží dlouhými hřebíky před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 159 Snímání šelakové politury na vnější konkávní křivce, proces restaurování.



Obr. 160 Nanášení černého polimentu na defekt poškození, proces restaurování.



Obr. 161 Aktivace místa defektu pozlacovačskou kořalkou, proces restaurování.



Obr. 162 Pokládání stříbra na místo aktivované pozlacovačskou kořalkou, proces restaurování



Obr. 163
Detail nároží ozdobného rámu po povrchovém čištění a tmelení, proces restaurování.



Obr. 164
Detail nároží ozdobného rámu po sejmutí šelakové politury na vnější konkávní křivce, proces restaurování.



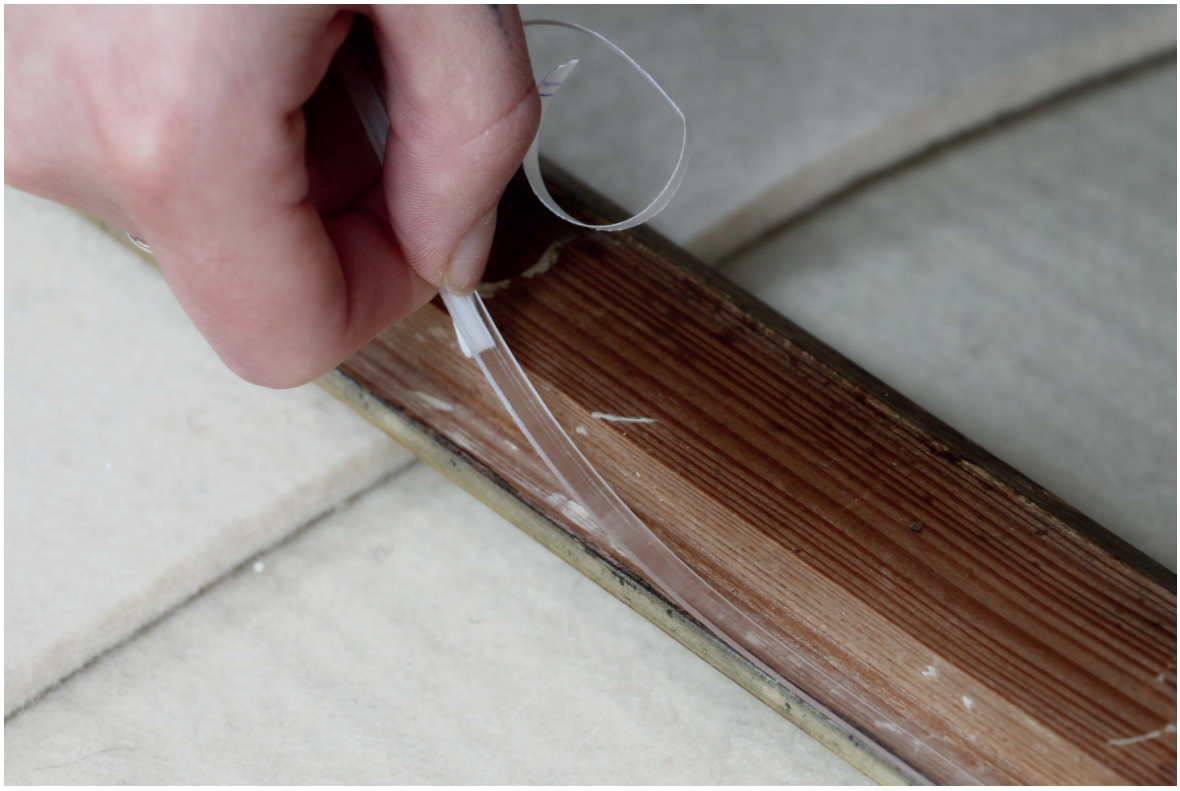
Obr. 165
Detail nároží ozdobného rámu po stříbření defektu polychromie, proces restaurování.



Obr. 166
Detail nároží ozdobného rámu po zalakování 33% šelakem Superior v ethanolu, proces restaurování.



Obr. 167 Scelování bočnic rámu pololazurní kvašovou barvou *Royal Talens Extra Fine*, proces restaurování.



Obr. 168 Lepení distanční vložky *EconoSpace*® do vnitřního rámového falcu ozdobného rámu, proces restaurování.



Obr. 169 Detail nároží ozdobného rámu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 170 Detail nároží ozdobného rámu po restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 171 Detail závěsného systému před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 172 Detail závěsného systému po restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 173 Celek ozdobného rámu po restaurování, rozptýlené světlo.



Obr. 174 Celek ozdobného rámu z rubu po restaurování, rozptýlené světlo.

9.3 Obrazová příloha: umělecko-historický průzkum



Obr. 175 Celkový pohled s označením původního umístění fragmentůna rub objektu před restaurováním, rozptýlené světlo.



Obr. 176 Detail štítku v UV luminiscenci.



Obr. 177 Detail štítku na ozdobném rámu, rozptýlené světlo.



Obr. 178 Velký detail štítků původní provenience v rozptýleném světle, před restaurováním



Obr. 179 Johann Michael Rottmayr, volná kopie, *Madona s dítětem*, 1. pol. 18. stol. In: TOGNER – KOSTELNÍČKOVÁ ed. 2008 s. 131.



Obr. 180 Elias Christoph Heiss, *Sv. Rodina*, mezzotinta, 1708, bc. teze J. I. Trchaly. In: HUBALA 1981, , č. kat. 5 s. 262 – Togner 1996, 18(18)s. 64–65.



Obr. 181 František Xaver Wagenschön, *Sv. Rodina*, 1750–1790. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č.: 185.



Obr. 182 Neznámý středoevropský malíř, *Madona s Ježíškem*, 18. stol. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line , inv. č. 324.



Obr. 183 Neznámý italský malíř, *Sv. Rodina*, 18. stol. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č. A 865.



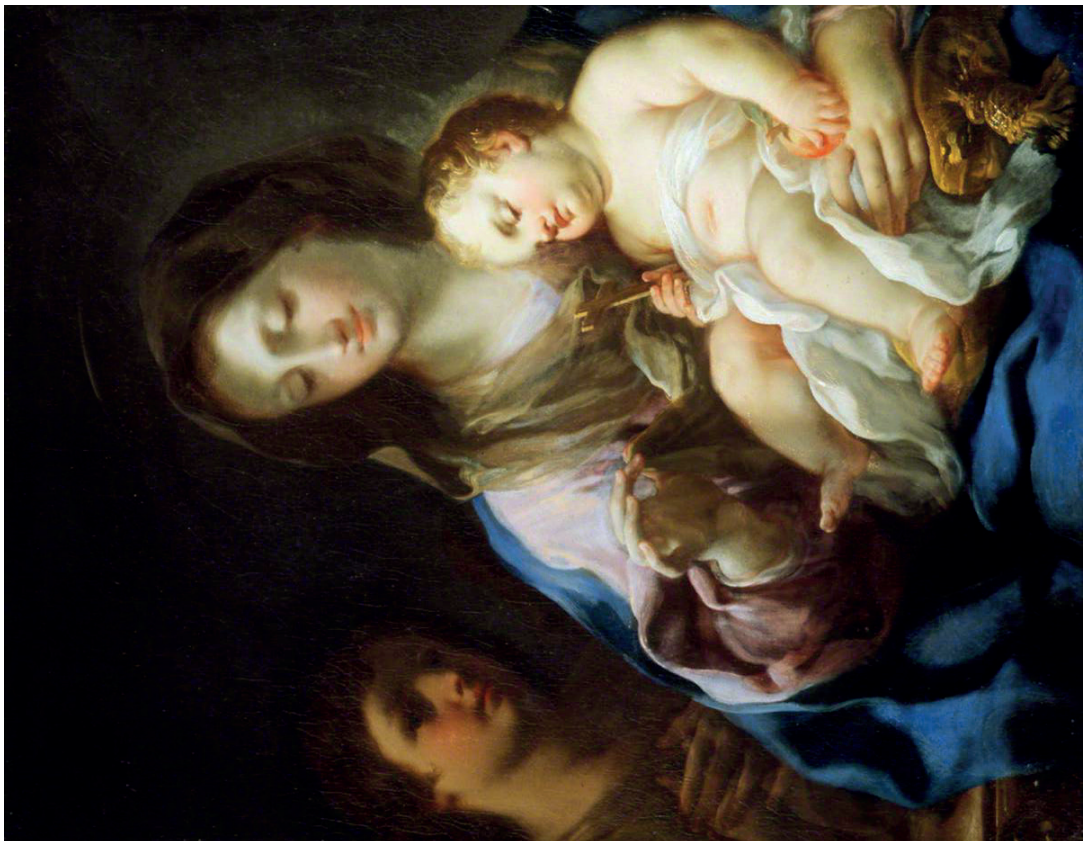
Obr. 184 Petr Brandl, *Panna Marie s Ježíškem*, před 1710. In: NEUMANN – STECKEROVÁ 2016, s. 41.



Obr. 185 Okruh Francesca Trevisaniho, *Madona s dítětem*. In: Artnet [online], bez inv. č.



Obr. 186 Francesco Trevisani, *Madona s dítětem s malým Janem Křtitelem a sv. Josefem*, 18. stol. In: Wikipedie: the free encyklopedia [online], inv. č. 106.



Obr. 187 Corrado Giaquinto, *Madona s dítětem a andělem*, 1706–1766. In:Art UK [online], inv. č. 3/1970.



Obr. 188 Francesco Trevisani, *Madona s dítětem*, 1656–1746. In: BARBERINI GALLERIE CORSINI NAZIONALI. [online], inv. č. 176.



Obr. 189 Pravděpodobně Jan Augustin Hoffman, *Tobiáš se loučí se svým synem*, 18. stol., fara Přerov. In: Sborník SOkA Přerov 2018, s. 21.



Obr. 190 Josef František Pilz, výřez – *Sv. Příbuzenstvo*, 40. léta 18. stol., kostel sv. Mikuláše, Štarnov. In: Soukromý archív – Leoš Mlčák



Obr. 191 Josef František Pilz, *Sv. Alžběta*, In: ANTONOVIČ et al. 2011, s. 332.



Obr. 192 Jan Kryštof Handke, *P. Marie Bolestná (Madona s palcem)*, 1763. In: MUO, Olomouc, inv. č. sn 2102_AMO, inv. č. O 1327.



Obr. 193 Jan Kryštof Handke, *Sv. Dominik s P. Marií a Ježíškem* (pastel na pergamenu), 1736. In: MUO, Olomouc, inv. č. sn. 2901_AMO, inv. č. O 90.



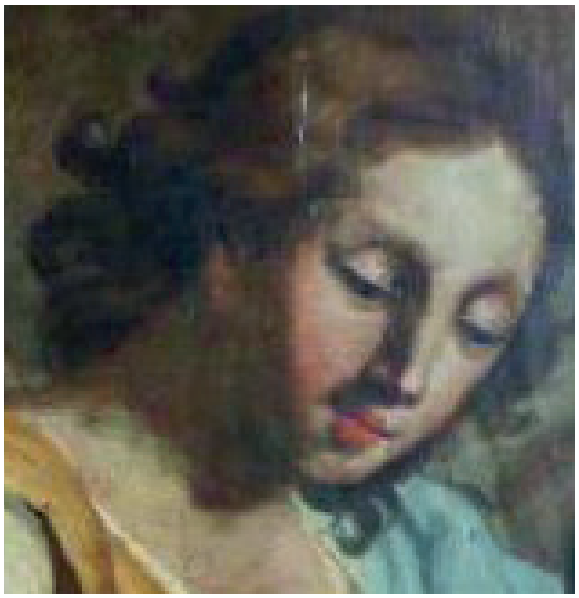
Obr. 194 Jan Kryštof Handke, výřez – *Sv. Rodina*, 1750, kostel sv. Jakuba Olomouc. In: MLČÁK (připr.) 1994, s. 8.



Obr. 195 Jan Kryštof Handke, výřez – *Sv. Příbuzenstvo,* kostel Nanebevzetí Panny Marie, Holešov, 1743. In: soukromý archív – Leoš Mlčák



Obr. 196 Jan Kryštof Handke, výřez – *Panna Marie se sv. Antonínem, sv. Florianem a sv. Hiláriem*, 1749, Slezké muzeum v Opavě. In: soukromý archív – Leoš Mlčák



Obr. 197 Jan Kryštof Handke, výřez – *Anděl strážce*, 1749, kostel sv. Mikuláše, Štarnov. In: WELLATROVÁ 2014, s. 69.



Obr. 198 J. K. Handke, výřez – *Panna Marie bolestná*, 1765. In: MUO, Olomouc, inv. č. O 1216.



Obr. 199 Jan Kryštof Handke, *Sv. Ignác udílí almužny*, 1744. In: ANTONOVIČ et al. 2010, s. 315.



Obr. 200 Jan Kryštof Handke, výřez – *Ester a Ahasver*, 1726, Římskokatolická farnost Kralice na Hané. In: HAMSÍKOVÁ 2004, nestránkováno.



Obr. 201 Detail restaurovaného objektu – obličej Panny Marie, rentgenogram. (vytvořil: Michael Vopálenský)



Obr. 202 Detail RTG "*Rengenogram (50 kW, 5 Am ,12"): hlava Ahasvera*". In: HAMSÍKOVÁ 2004, nestránkováno.



Obr. 203 Josef Ignác Sadler, výřez – *Smrt sv. Josefa*, po 1760. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 105.



Obr. 204 Josef Ignác Sadler, *sv. Dorota*, počátek 50. let 18. stol. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 81.



Obr. 205 Josef Ignác Sadler, *Svatá rodina se sv. Annou*, kolem 1753. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 83.



Obr. 206 Josef Ignác Sadler, *Vyučování Panny Marie*, 1763?. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 124.



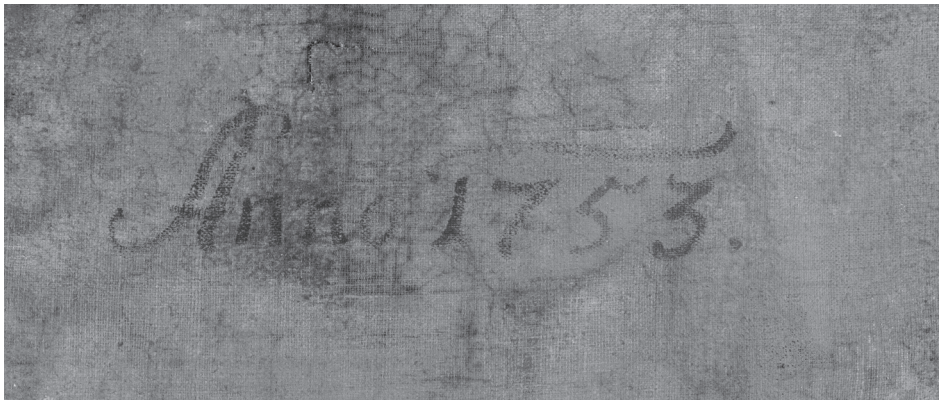
Obr. 207 Josef Ignác Sadler, *Svaté Příbuzenstvo (II.) – modello*, 1754. In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č. M 560.



Obr. 208 Josef Ignác Sadler, *Sv. Kajetán s Ježíškem*, 50. léta 18. stol.?.In: MORAVSKÁ GALERIE: Sbírky on-line, inv. č.: A 1545.



Obr. 209 Josef Ignác Sadler, *Sv. Máří Magdalena*, konec 50. let 18. stol.. In: ARIJČUK et al. 2011, s. 100.



Obr. 210 Detail datace v IČ záření nalezené na rubu objektu restaurování. (foto: David Svoboda)



Obr. 211 Detail datace odkryté během restaurování křížové cesty od Jana Kryštofa Handkeho v Jívové. In: BARTOŇOVÁ 2000, s. 26.



Obr. 212 Detail datace na rubu *Panny Marie Bolestné* od Jana Kryštofa Handkeho z MUO Olomouc. In: MUO, Olomouc, inv. č. O 1216 – rub.



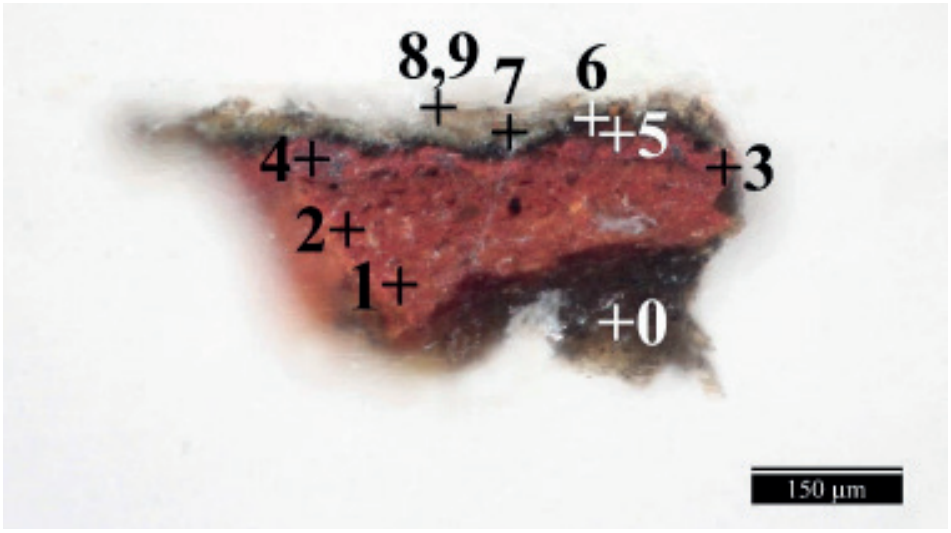
Obr. 213 Detail datace nalézající se na rubu obrazu *Anděla Strážce* od Jana Kryštofa Handkeho ze Štarnova. In: WELLATROVÁ 2014, s. 69.



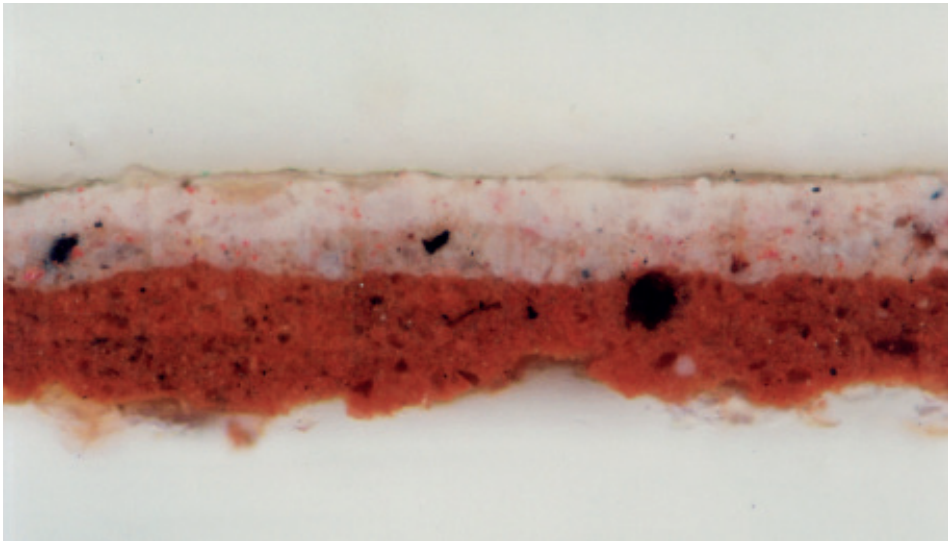
Obr. 214 Snímek pořízený v roce 2003 v rámci restaurování obrazu *Sv. Kajetán s Ježíškem*, rentgenogram, (vytvořil: Ing. B. Štverák Csc.). In: PADEVĚT 2003, s. 18.



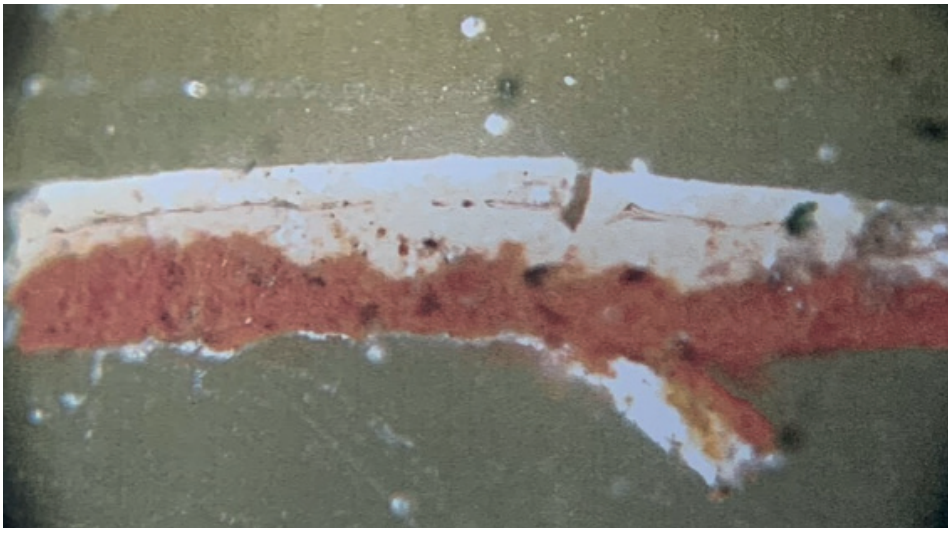
Obr. 215 Celek objektu bez ozdobného rámu před restaurováním, rentgenogram. (vytvořil: Michael Vopálenský)



Obr. 216 Mikroskopický snímek stratigrafie inkarnátu obrazu *Madona s Ježíškem* (Vzorek 10686/F) v bílém světle. In: LESNIAKOVÁ 2022, s. 14.



Obr. 217 Mikroskopický snímek stratigrafie inkarnátu obrazu *Sv. Kajetán s Ježíškem* (vz. č. 1). In: PADEVĚT 2003, s. 25.



Obr. 218 Mikroskopický snímek stratigrafie inkarnátu obrazu *Sv. Jiljí* (vz. č. 3). In: HAMSÍKOVÁ, 2002, nestránkováno.

10 Seznam obrazové přílohy: teoretická část

Autorem obrazové přílohy je autor diplomové práce, pokud není uváděno jinak.

Seznam doprovodné obrazové přílohy v textu teoretické části

Obr. 1 Schéma znázorňující primální(kovalentní) [200-600 kJ mol^{-1}] a sekundární [1-120 kJ mol^{-1}] vazby. In: FRATINI – CARRETTI 2013, s. 258. 78

Obr. 2 Chemická struktura původního (jinak nemodifikovaného, vysoce acylovaný) gellanu. In: KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070. 83

Obr. 3 Chemická struktura deacylovaného (jinak nízko acylového, modifikovaného) gellanu In: KHALID MAHMOOD et al. 2018, s. 1070. 83

Obr. 4 Grafické znázornění využití gellanu napříč obory. In: MUTHUKUMAR et al. 2019, s. 1. 85

Obr. 5 Schéma gelace gellanu – stabilizace přítomností iontů Ca^{++} (označeno červeně). In: IANNUCCELLI – SOTGIU 2011, s. 30. 86

Obr. 6 Vznik gelu z gellanu v souvislosti s teplotou. In: SMITH et al. 2016, s. 274. 86

Obr. 7 Nahoře: ilustrační fotografie demonstrující čištění papírové podložky pomocí 2% gellanu (Kelcogel CG-LA) s mezivrstvou japonského papíru 90

Obr. 8 Proces lokálního čištění zatekliny pomocí 3% gellanu (*Kelcogel CG-LA*). Z leva do prava: vyznačení hranice zatekliny pomocí fólie *Mylar,* proces čištění, zabarvený gellan degradačními produkty po čištění. In: MAHEUX 2015, s. 74. 93

Obr. 9 Ilustrační fotografie procesu čištění pomocí 4% gellanu (*Kelcogel CG-LA*) na bornejském štítu z 19. století. In: SANGIORGI et al. 2019, 106. 99

Obr. 10 Ilustrační fotografie slupování 3% gellanu (*Phytagel*™) obohaceného o EDTA po ukončení 20 minutového čištění mince ze slitiny mědi. In: GIRAUD et al. 2021, s. 79. 103

Obr. 11 Ilustrační fotografie gellanu použitého pro experimentální část. Nalevo fotografie *Gellan Gum* (In: *Gellan Gum, Deffner & Johann GmbH* [online]) a napravo gellan od *CP Kelco*, *Kelcogel CG-LA.* 113

Obr. 12 Ilustrační fotografie řady *Nanorestore Gel*® použitých pro experimentální část. In: *Nanorestore Gel®, Deffner & Johann GmbH* [online]. 113

Obr. 13 Ilustrační fotografie *Nanorestore gel Peggy GUM 6* a *Nanorestore Gel Peggy PEN 6* (*Deffner & Johann GmbH* [online]). In: *Nanorestore gel Peggy GUM 6/PEN 6 Deffner & Johann GmbH* [online]. 113

Obr. 14 Připravené modelové vzorky maleb vysoce citlivých k zavlhčení na papírové podložce. Nalevo 4% roztok brazilského dřeva a napravo 5% roztok „anilin" červené barvy v demineralizované vodě na papírovém kartonu gramáže 90 g/m². 114

Obr. 15 Proces přípravy panelu. Aplikace 0,5 ml barvy kobaltové modři před rozetřením syntetickým štětcem. 116

Obr. 16 Proces přípravy panelu. Roztírání kobaltové modři pojeného 4% hm. klihem. 116

Obr. 17 Grafické znázornění ochlazování gelu mezi dvěma Petriho miskami s plastovými distančními tělísky (1,9 mm), aby byla zajištěna rovnoměrná tloušťka gellanu. 117

Obr. 18 Postup přípravy gelu z gellanu (2 % hm.), *Kelcogel GC-LA (CP Kelco).* 118

Obr. 19 Ilustrační fotografie všech vizuálních metodik, které byly použity na posuzování optických vlastností vybraných gelů. 119

Obr. 20 Ilustrační fotografie zkoušek zádrže systému. Nalevo zkouška bez zátěže, uprostřed zkouška se zátěží, napravo zaznamenání provlhčených lokalit na filtračních papírech. (foto: Petra Lesniaková) 121

Obr. 21 Proces testování hydrogely na barevnou vrstvu (brazilské dřevo + papírová podložka 90 g/m²) gely z *Gellan Gum* v horní řadě (GG2-GG3-GG4) a gely z *Kelcogel CG-LA* (KG2-KG3-KG4). 122

Obr. 22 Proces testování hydrogelu *Kelcogel CG-LA* (KG2) na panelu simulující vodorozpustnou malbu. Nalevo aplikace bez zátěže, napravo aplikace s 25 g zátěží. 122

Obr. 23 Největší optické rozdíly mezi jednotlivými gely. 124

Obr. 24 Největší rozdíly mezi jednotlivými ohyby gelů. 125

Obr. 25 FTIR spektra přípravků *Kelcogel CG-LA (CP Kelco)* a *Gellan Gum (Deffner & Johann)* s označenými píky. 126

Obr. 26 FTIR spektra gelů *Nanorestore Gel PG5 Peggy Gel* a *Nanorestore Gel PG6 Peggy Gel (Deffner & Johann)* po 24 h sušení při 100 ℃ s označenými píky. 127

Obr. 27 FTIR spektra gelů *Nanorestore Gel MWR Dry Gel* a *Nanorestore Gel HWR Dry Gel (Deffner & Johann)* po 24 h sušení při 100 ℃ s označenými píky 127

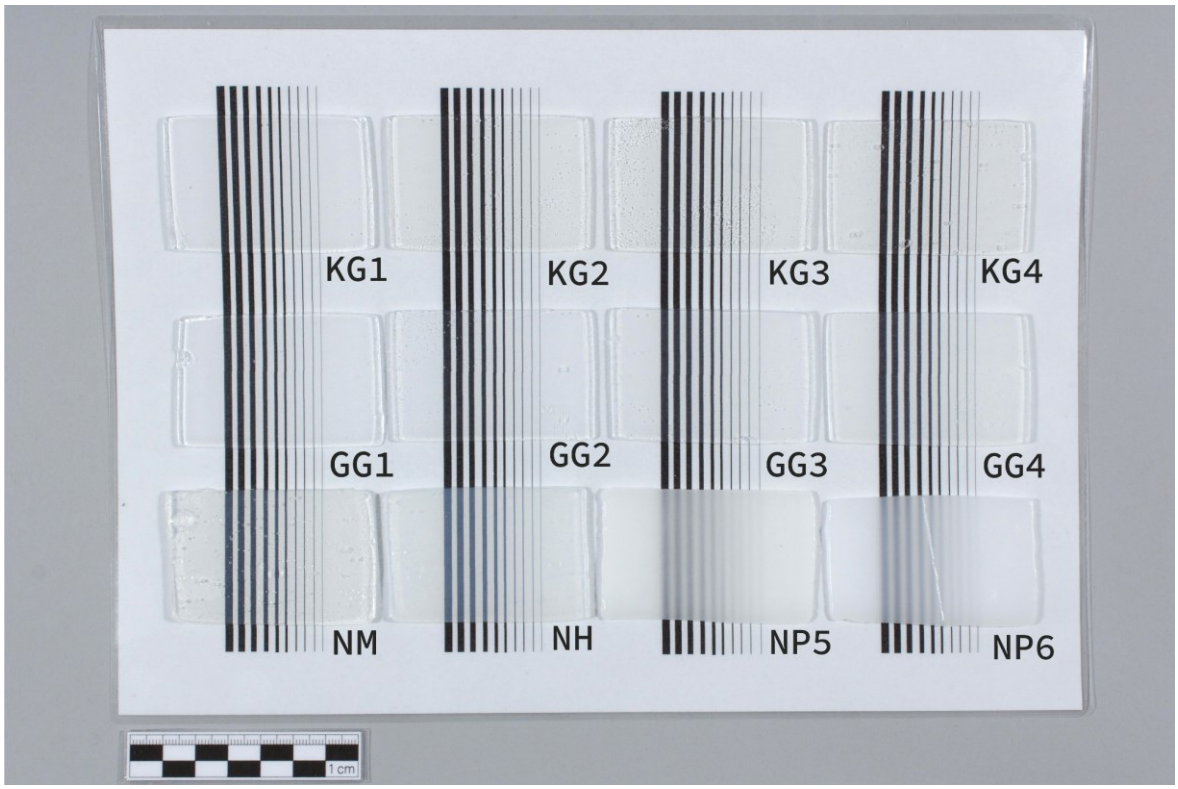
Obr. 28 Ilustrační fotografie výsledků testování téměř největší dosazené migrace barevné vrstvy a velké míry odstranění barevné vrstvy. Výsledky testování 2 % gelu z gellanu *Gellan Gum* (GG2), série C. 129

Obr. 29 Ilustrační zobrazení vyhodnocovaných parametrů. Nalevo subjektivní hodnocení zavlhčení barevné vrstvy mimo místo aplikace gelů (nalevo 1% gel z gellanu *Kelcogel CG-LA*. (KG1), napravo *Nanorestore Gel® Dry HWR* (HN)). Napravo subjektivní hodnocení odstranění barevné vrstvy gely (nalevo 1% gel z gellanu *Kelcogel CG-LA*. (KG1), napravo *Nanorestore Gel® Dry HWR* (HN)). Černou barvou jsou označena místa bez dodatečné zátěže. Červenou jsou označena místa se zátěží. 132

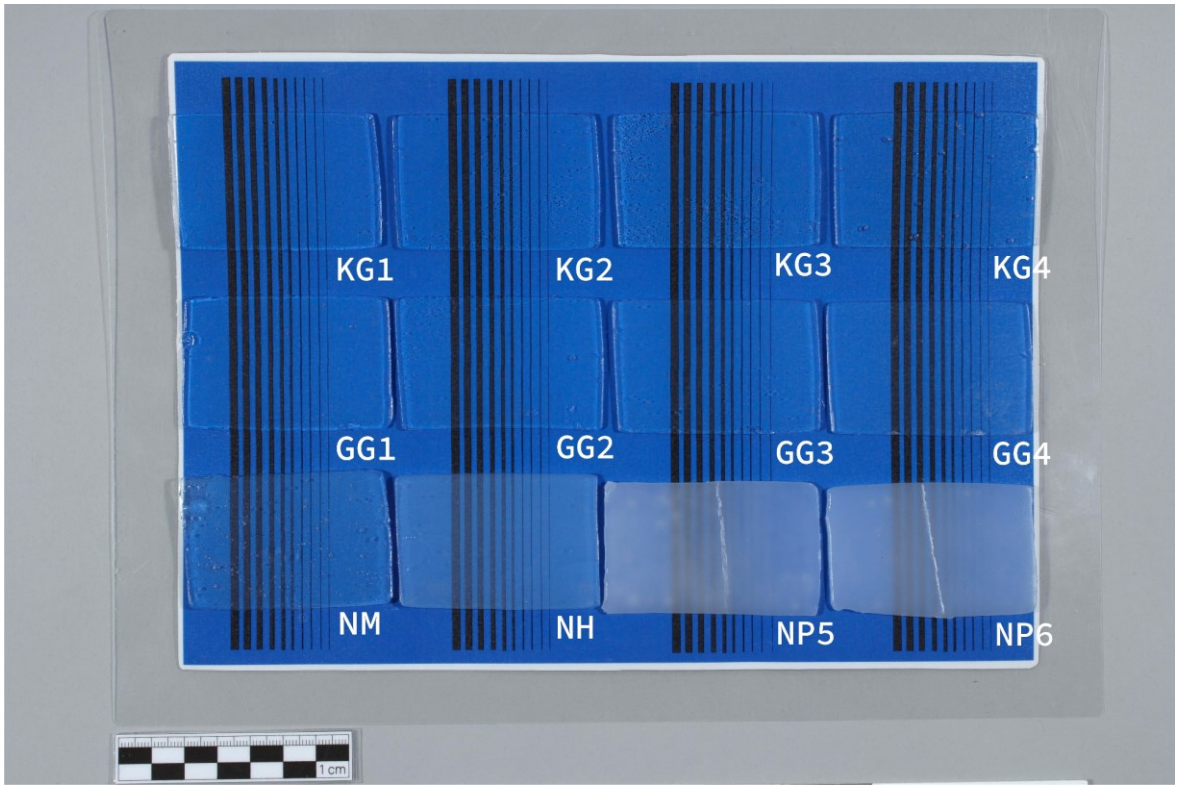
Seznam fotografické dokumentace všech testovaných gelů

Obr. 30 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska barevnosti a průhlednosti na bílém poli.....262
Obr. 31 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska barevnosti a průhlednosti na modrém poli. 262
Obr. 32 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska barevnosti a průhlednosti na náhodném textu. 263
Obr. 33 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska ohebnosti a křehkosti. 264
Obr. 34 Shrnutí série A aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m2). 265
Obr. 35 Rozdíl mezi gely KG2 a NP6 viditelné v průřezu gelů po testování aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce.....265
Obr. 36 Shrnutí série B aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m^2). 265
Obr. 37 Shrnutí série B aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce („Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2). 266
Obr. 38 Rozdíl mezi gely KG2 a NP6 viditelné v průřezu gelů po aplikaci gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce. 266
Obr. 39 Shrnutí série A aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce („Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2). 266
Obr. 40 Shrnutí série C aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce („Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2). 267
Obr. 41 Proces testování na modelových vzorcích ((brazilské dřevo + ...267
Obr. 42 Shrnutí série C aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m^2). 267
Obr. 43 Zkušební panel s modelovými vzorky barevných vrstev na plátně pro provedení experimentu simulující malbu citlivou na vodné systémy.....268
Obr. 44 Proces odstraňování barevných vrstev různými typy jednotlivých hydrogelů. 268
Obr. 45 Výsledky experimentu provedeném na panelu simulující malbu, série A. 269
Obr. 46 Výsledky experimentu provedeném na panelu simulující malbu, série B. 270
Obr. 47 Výsledky experimentu provedeném na panelu simulující malbu, série C. 271

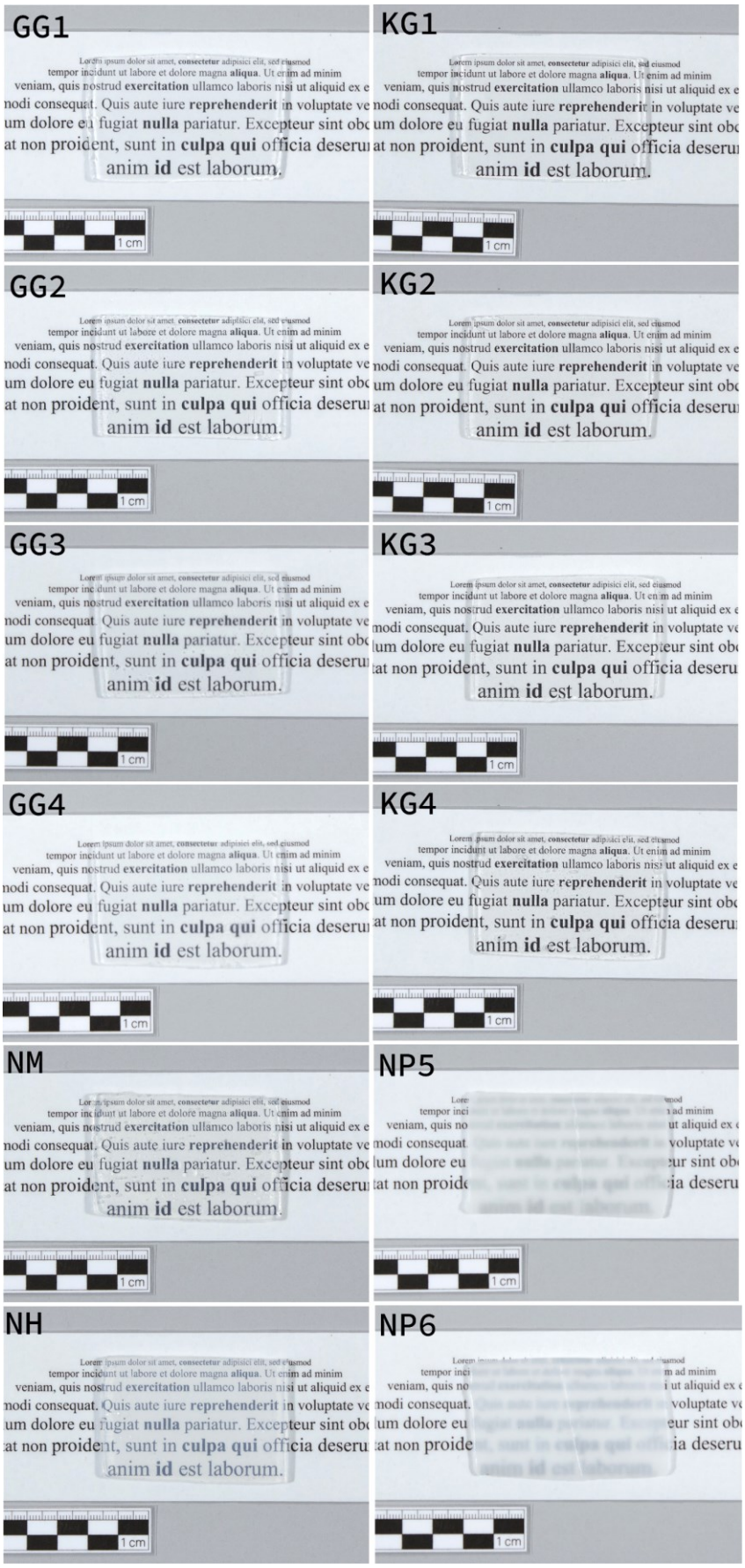
10.1 Obrazová příloha: experimentální část



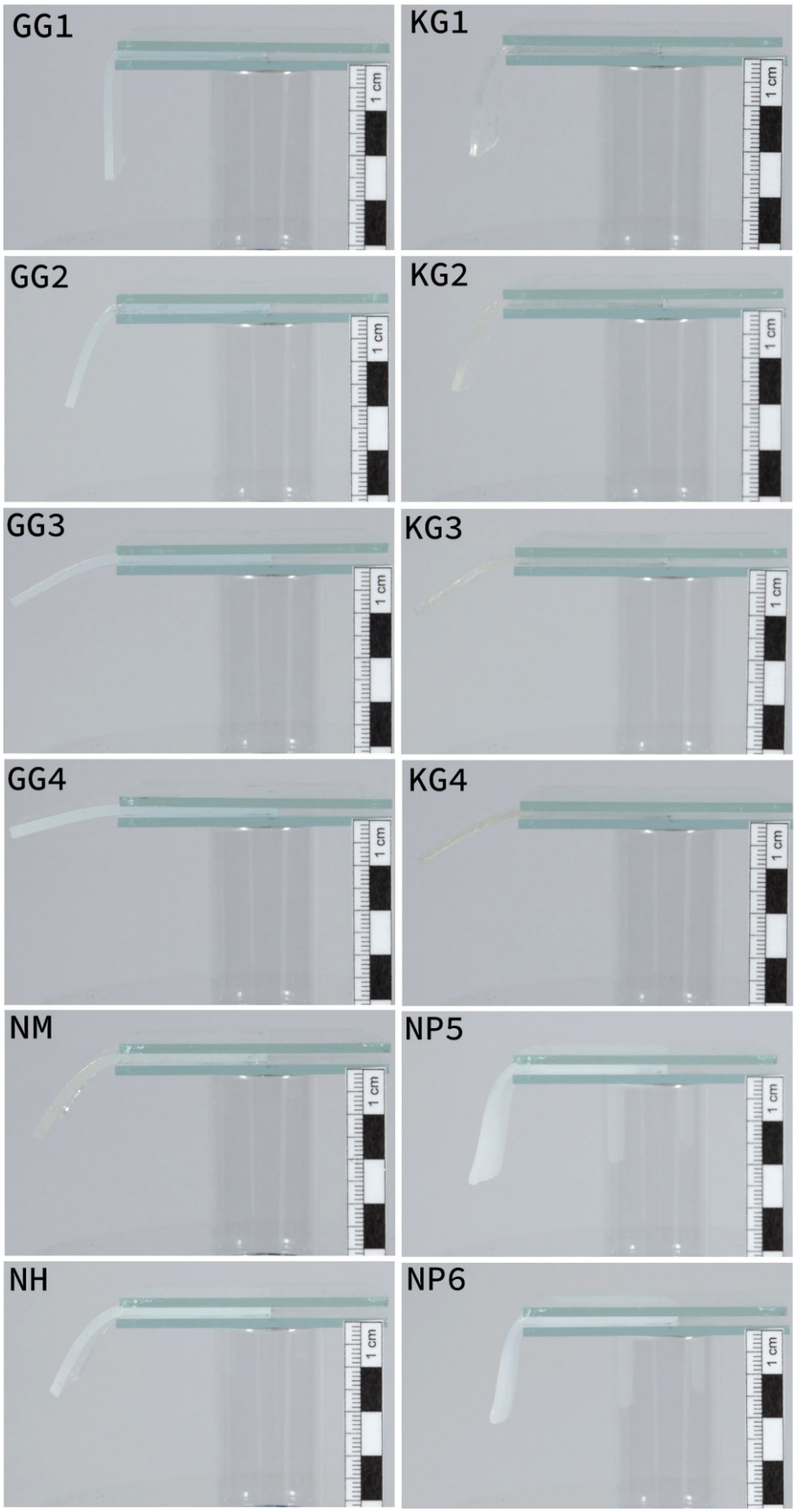
Obr. 30 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska barevnosti a průhlednosti na bílém poli.



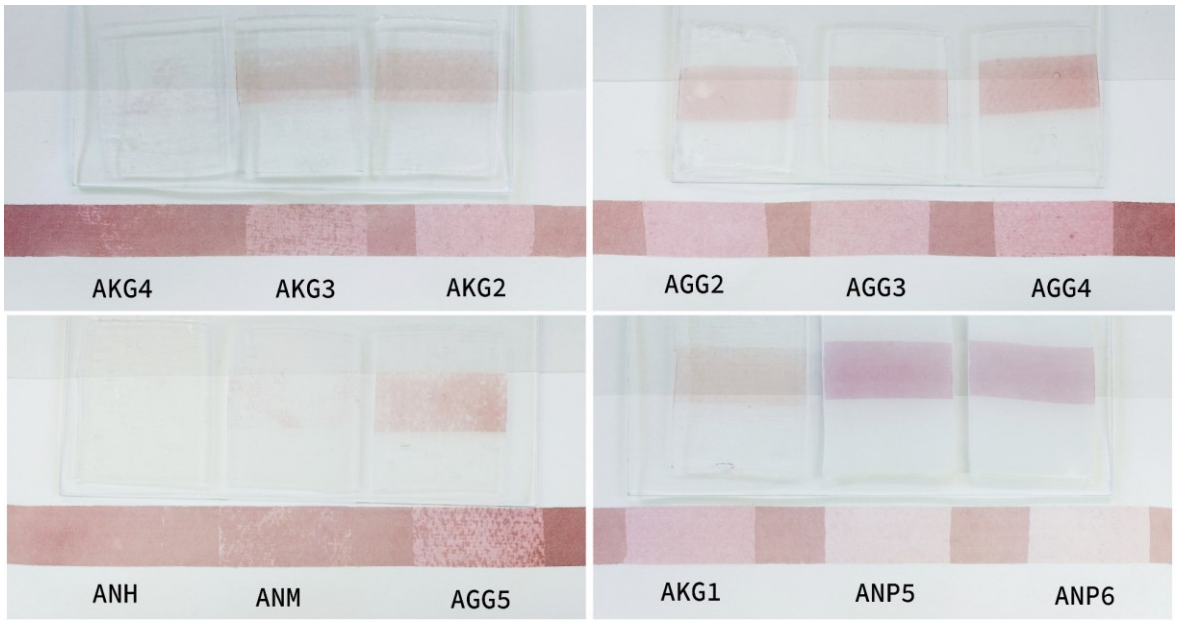
Obr. 31 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska barevnosti a průhlednosti na modrém poli.



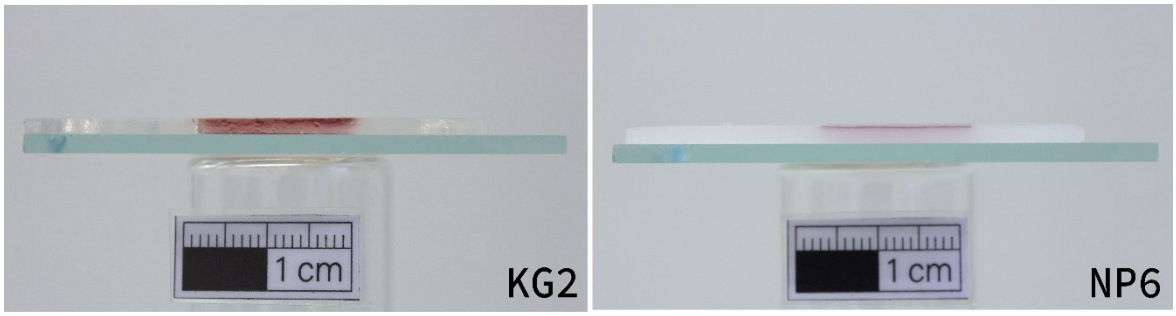
Obr. 32 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska barevnosti a průhlednosti na náhodném textu.



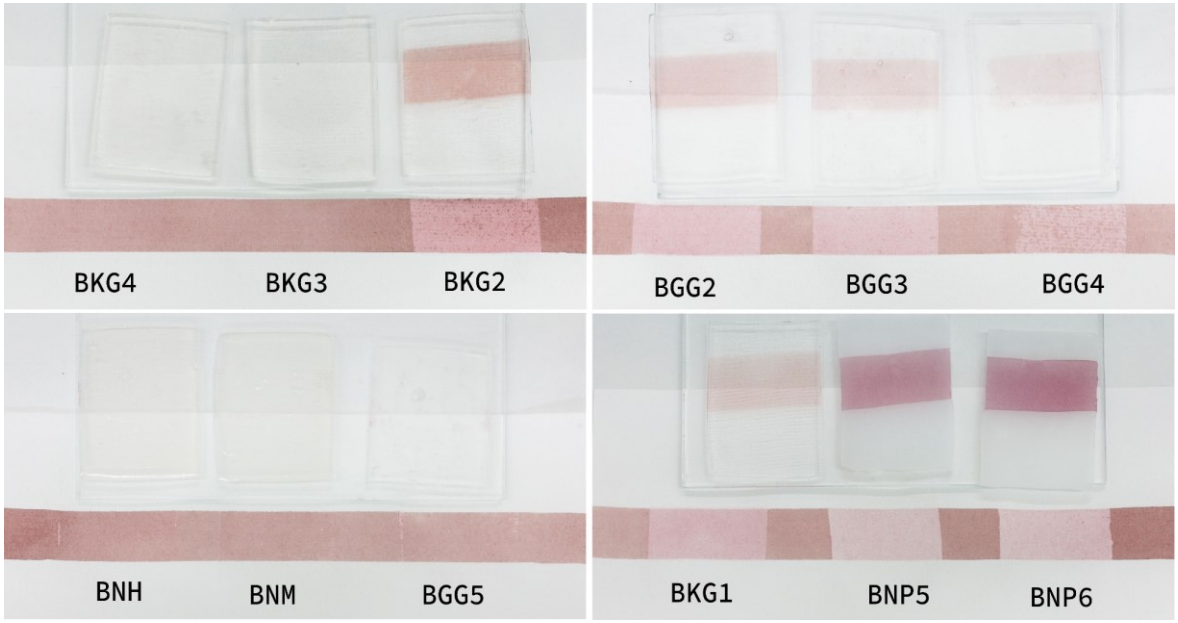
Obr. 33 Porovnání vybraných hydrogelů z hlediska ohebnosti a křehkosti.



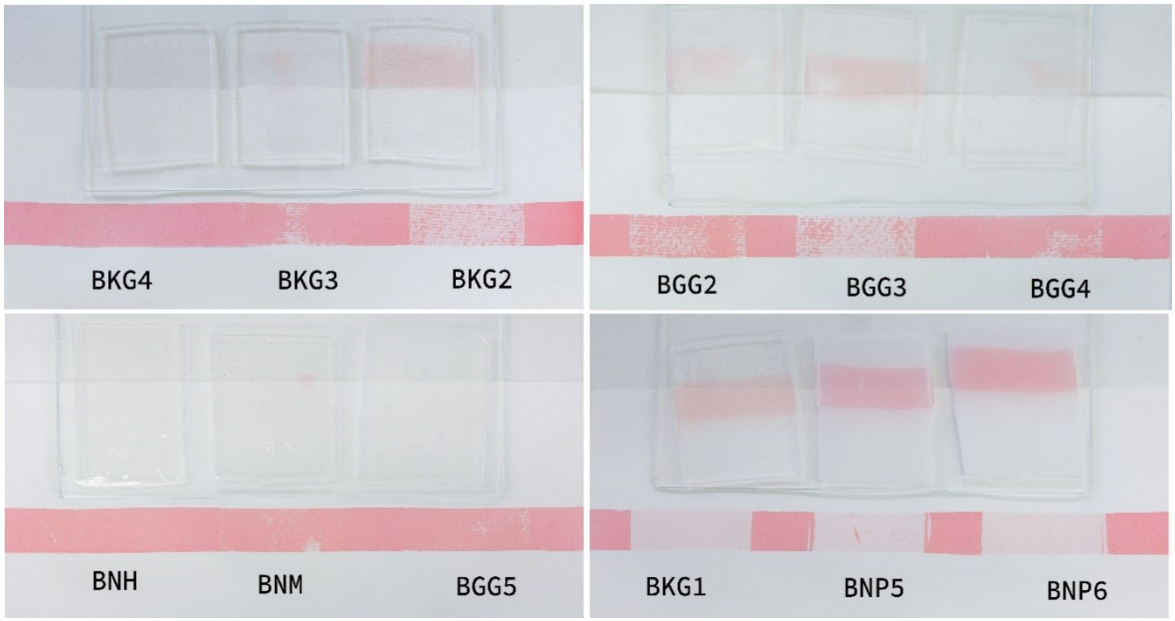
Obr. 34 Shrnutí série A aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m2).



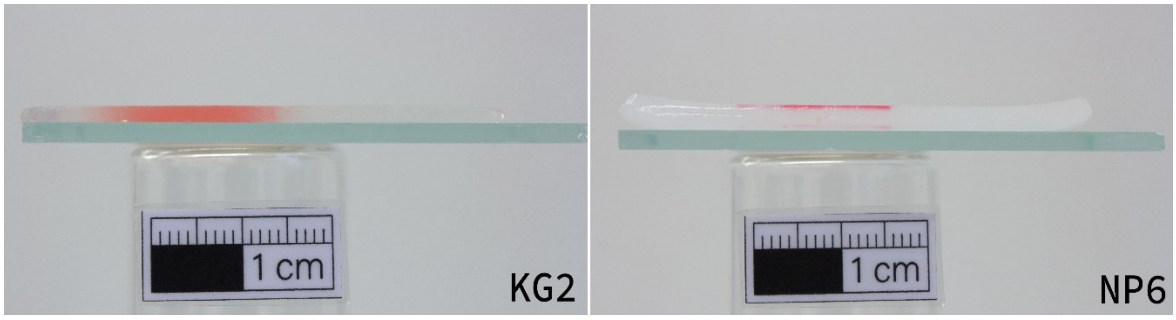
Obr. 35 Rozdíl mezi gely KG2 a NP6 viditelné v průřezu gelů po testování aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce.



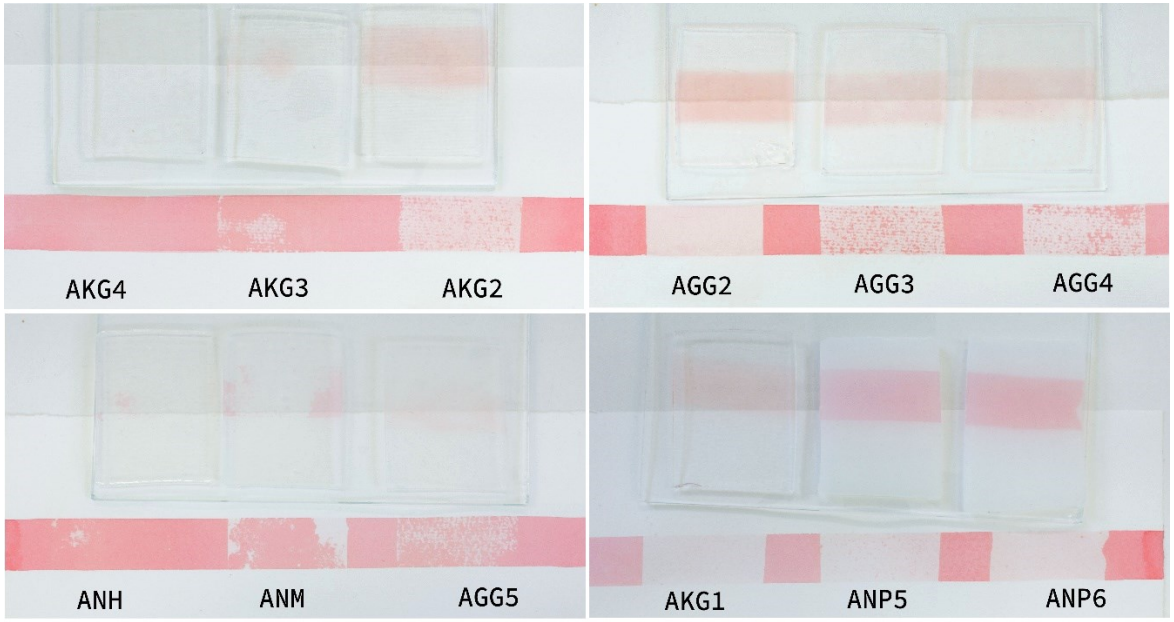
Obr. 36 Shrnutí série B aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m^2).



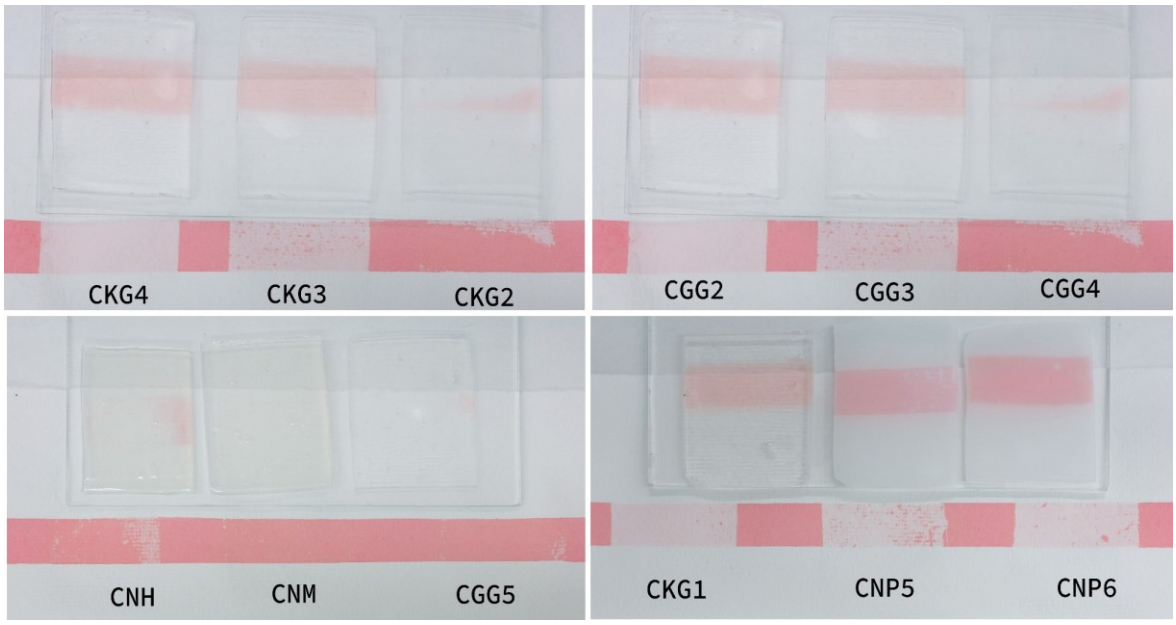
Obr. 37 Shrnutí série B aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce („Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2).



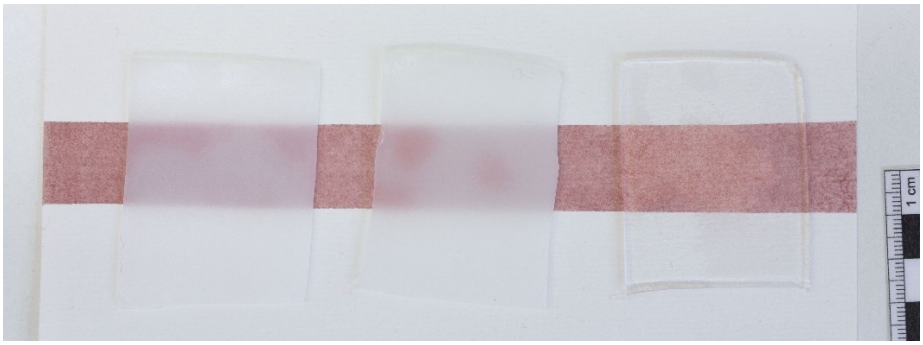
Obr. 38 Rozdíl mezi gely KG2 a NP6 viditelné v průřezu gelů po aplikaci gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce.



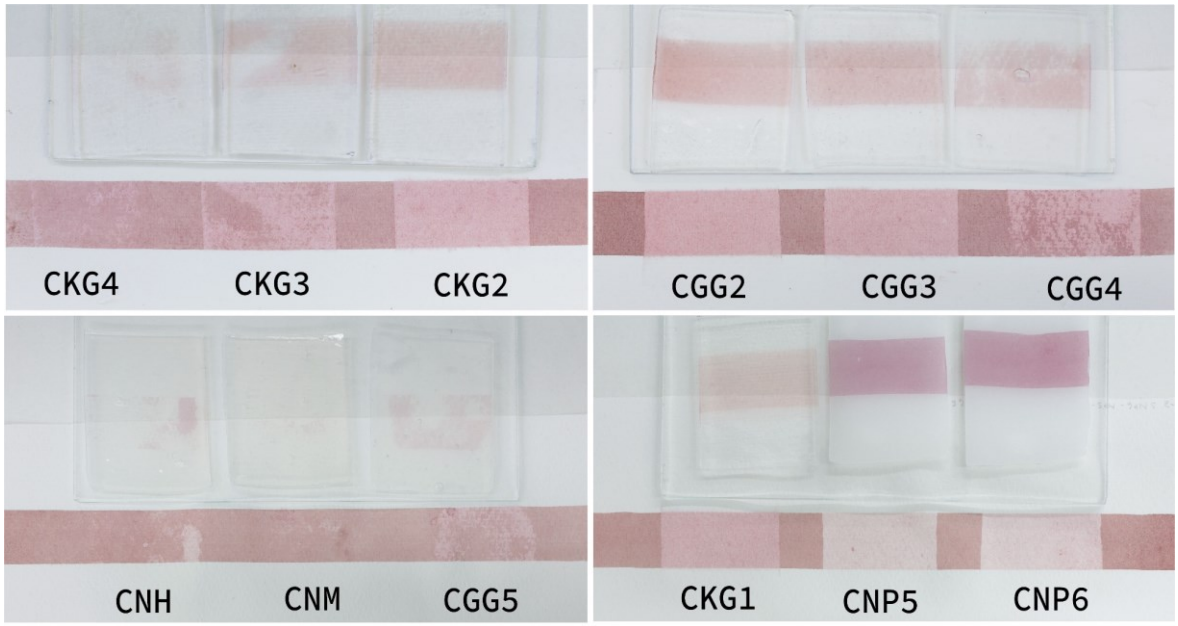
Obr. 39 Shrnutí série A aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce („Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2).



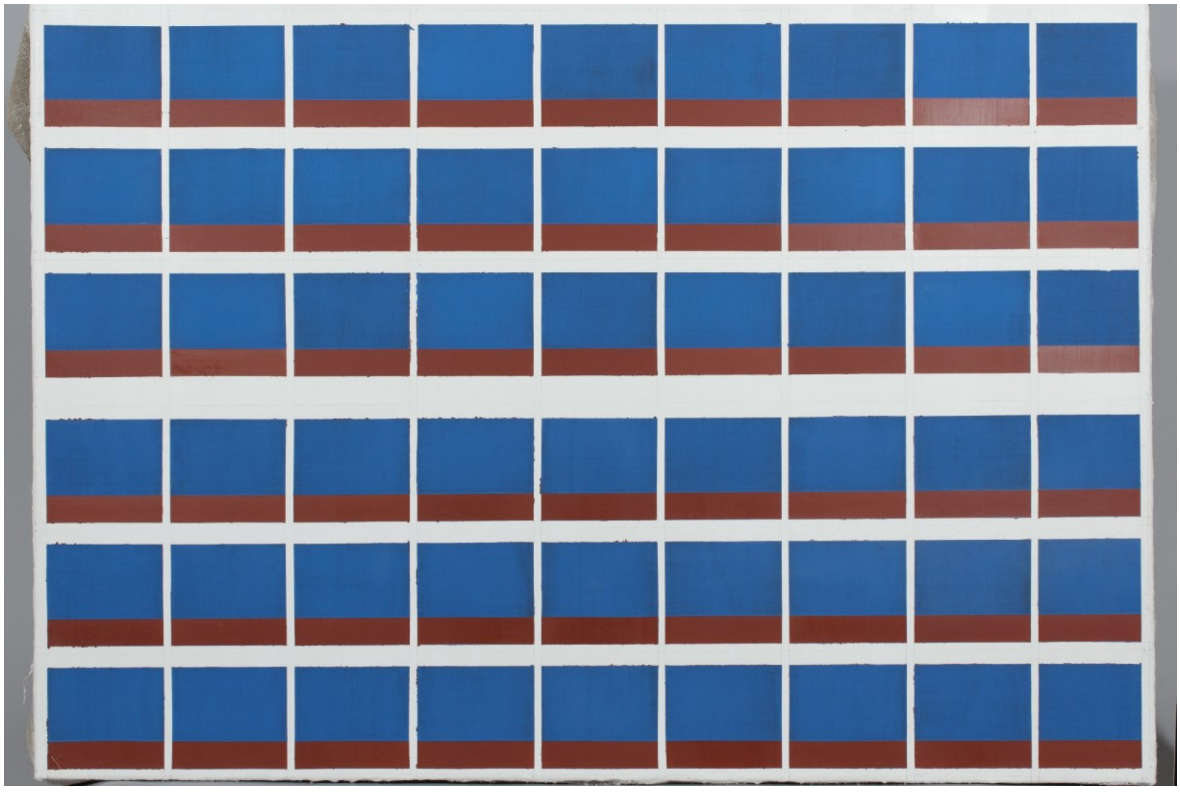
Obr. 40 Shrnutí série C aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce („Anilin“ červeň + ruční neutrální papír (90 g/m^2).



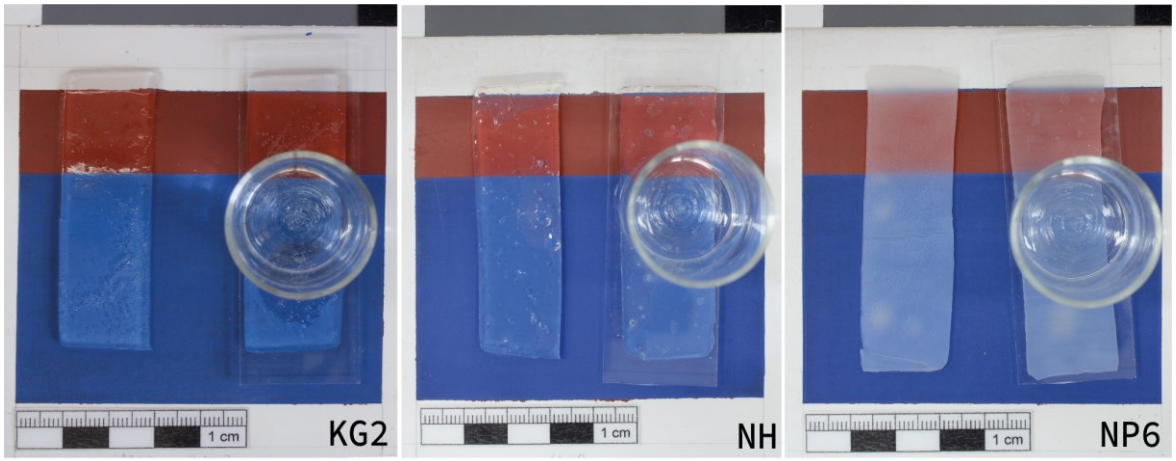
Obr. 41 Proces testování na modelových vzorcích ((brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m^2).



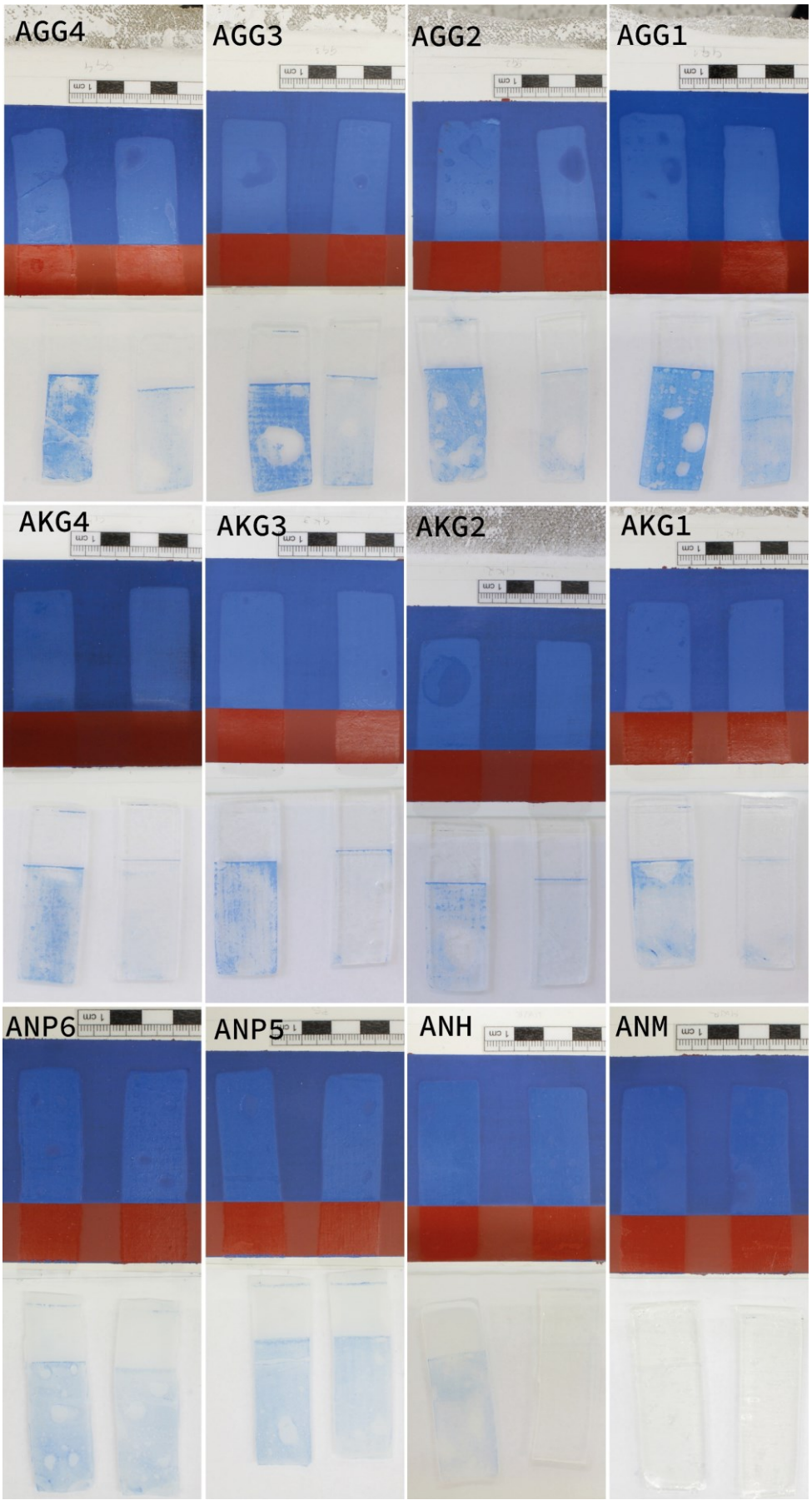
Obr. 42 Shrnutí série C aplikace gelů na barevnou vrstvu vysoce citlivou k zavlhčení na papírové podložce (brazilské dřevo + ruční neutrální papír (90 g/m^2).



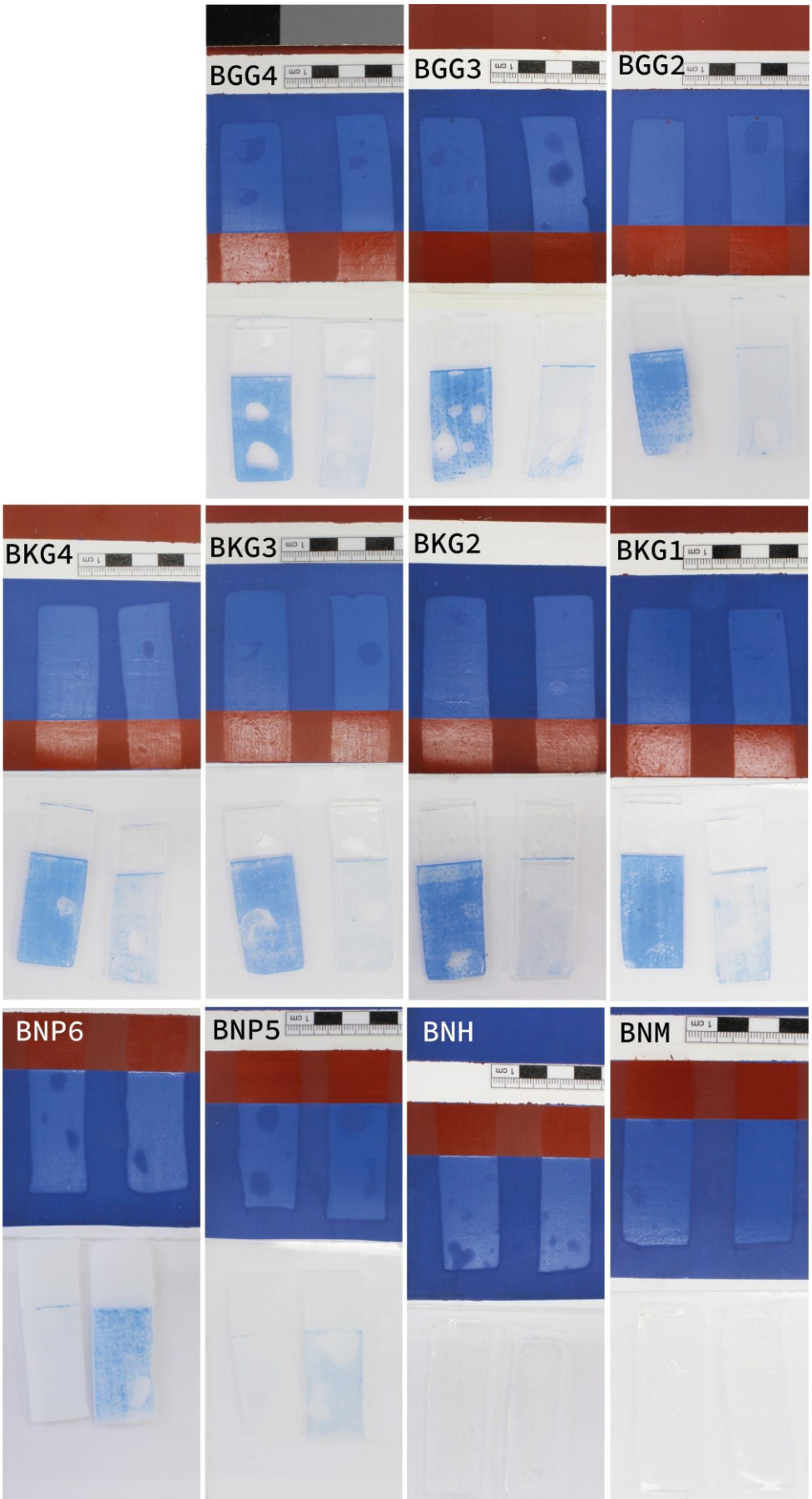
Obr. 43 Zkušební panel s modelovými vzorky barevných vrstev na plátně pro provedení experimentu simulující malbu citlivou na vodné systémy.
Modelový vzorek = 75 × 90 mm (š × d)



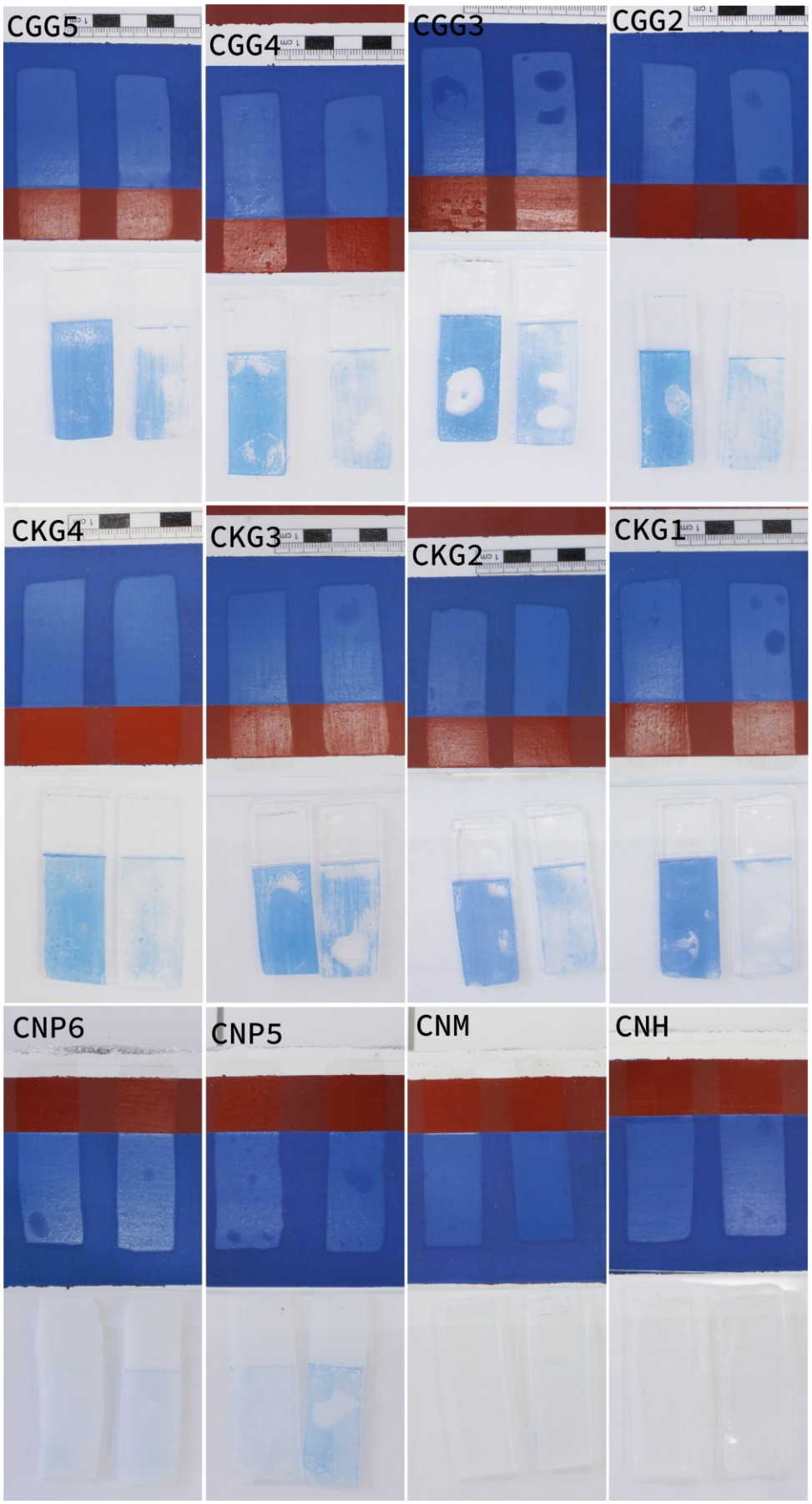
Obr. 44 Proces odstraňování barevných vrstev různými typy jednotlivých hydrogelů.



Obr. 45 Výsledky experimentu provedeném na panelu simulující malbu, série A.



Obr. 46 Výsledky experimentu provedeném na panelu simulující malbu, série B.



Obr. 47 Výsledky experimentu provedeném na panelu simulující malbu, série C.

11 Seznam textové přílohy

11.1 Chemicko-technologický průzkum 273
11.2 Mikrobiologická analýza 311
11.3 Kontrolní mikrobiologická analýza 312

11.1 Chemicko-technologický průzkum

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VZORKŮ
MADONA S JEŽÍŠKEM, MALBA NA PLÁTĚNÉ PODLOŽCE

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.

PEDAGOGICKÝ DOZOR RESTAUROVÁNÍ / STUDENT

Mgr. art. Luboš Machačko, Art.D. / BcA. Aneta Ševčíková, 2. ročník magisterského studia

SPECIFIKACE OBJEKTU OD ZADAVATELE

Madona s Ježíškem, pravděpodobně olej na plátně, 103 cm × 72,5 cm
Autor: neznámý středoevropský malíř, 1753
Zadavatel/majitel: Muzeum Kroměřížska, inventární číslo U 167 (DO 253)



Obr. 1 Celkový pohled na malbu. Autorka zákresu a fotografie: Aneta Ševčíková.

ZPRÁVA Z MATERIÁLOVÉHO PRŮZKUMU

Počet stran:	38	Počet Příloh:	2	Datum:	10. 7. 2023
Autor zprávy:	Petra Lesniaková				
Místo:	Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice Jiráskova 3, Litomyšl 57001				
Dílčí analýzy:	RNDr. Eva Svobodová Ph.D., Ing. Ivana Kopecká Národní technické muzeum v Praze, oddělení preventivní konzervace měření metodou infračervené mikrospektroskopie (μFTIR) vzorku 10682/B				

ZADÁNÍ, PŘEHLED POUŽITÝCH METOD PRŮZKUMU

Počet a typ dodaných vzorků: celkem 11 vzorků, z toho 7 vrstevnatých vzorků (malby/druhotných zásahů/laků), 2 fragmenty nití, 1 vzorek povrchové úpravy rubu plátna a 1 vzorek bílých částic

Zadání a metody průzkumu: technika malby, stratigrafie a optické vlastnosti malby, případně přemaleb (optická mikroskopie, skenovací elektronová mikroskopie), materiálové složení vybraných barevných vrstev a bílých částic (skenovací elektronová mikroskopie s prvkovou mikroanalýzou), druh vláken textilní podložky (selektivní reakce, směr stáčení vláken), materiálové složení povrchové úpravy rubové strany plátna (infračervená spektrometrie)

Seznam použitých metod průzkumu:
- optická mikroskopie (OM): světelná a luminiscenční
- skenovací elektronová mikroskopie (SEM)
- skenovací elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou (SEM-EDX)
- chemické selektivní reakce
- zkouška směru stáčení vláken (*twist test*)
- infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR)
- 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
10681/A	světle růžová drapérie v popředí, podezření na přemalbu, spodní lišta uprostřed
10682/B	modrý plášť Panny Marie, degradace barevných a lakových vrstev, dolní část vlevo
10683/C	pozadí v místě defektu proražení, horní levý roh
10684/D	pozadí, místo ztráty barevné vrstvy, podezření na přemalbu, horní lišta nalevo od středu
10685/E	inkarnát, pravé stehno nemluvněte, malířská výstavba, dolní polovina na středu
10686/F	inkarnát, levé rameno dítěte, zřejmě retuš, zanedbatelná UV luminiscence, dole vpravo
10687/G	horizontální vlákno textilie, levý dolní roh
10688/H	vertikální vlákno textilie, levý dolní roh
10689/CH	povrchové úpravy ozdobného rámu, spodní lišta vpravo od středu
10690/I	povrchová úprava rubové strany obrazu, plátna
10680/J	bílé částice

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 odraženém bílém světle, UV luminiscenci (viditelné luminiscenci buzené ultrafialovým zářením, jinak UV fluorescence) a viditelné (VIS) luminiscenci generované modrým světlem. Stejné techniky byly použity k mikroskopickému průzkumu nábrusů připravených z vybraných úlomků vzorků. Nábrusy byly připraveny zalitím úlomků do polyesterové pryskyřice GPE100S a jejich sbroušením 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 napětí 25 kV.

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

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

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM VYBRANÝCH VRSTEV VZORKU 10682/B
INFRAČERVENÁ MIKROSPEKTROSKOPIE (μ-FTIR)

Materiálový průzkum vrstev úlomku vzorku 10682/B byl proveden pomocí metody infračervené mikrospektroskopie s Fourierovou transformací (μ-FTIR). K tomuto účelu byl použit spektrometr Nicolet iN10 MX, měření bylo provedeno technikou mikroATR (germanium). Úlomek vzorku byl zalisován do tablety z bromidu draselného, dále byl pozorován a zdokumentován pomocí stereoskopického mikroskopu Leica M165FC ve viditelném světle a v UV fluorescenci. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází. Získaná spektra nejsou spektry čistých látek, ale směsí. V některých případech na základě analýzy nelze specifikovat konkrétní látku, ale pouze chemickou skupinu látek, do které přísluší (např. vosky, polysacharidy).
Analýzu provedly RNDr. Eva Svobodová Ph.D. a Ing. Ivana Kopecká z Národního technického muzea v Praze, oddělení preventivní konzervace. Protokol z analýz je uveden v Příloze II.

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM SKVRN NA RUBU OBRAZU (VZOREK 10690/I) /
INFRAČERVENÁ SPEKTROSKOPIE (FTIR)

Materiálový průzkum povrchové úpravy na rubové straně obrazu (vzorek 10690/I) byl proveden metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). K analýze byl použit spektrofotometr Nicolet 380, měření bylo provedeno technikou ATR (diamantový krystal). K interpretaci spekter byla použita databáze Katedry chemické technologie Fakulty restaurování.

VLÁKNOVÉ SLOŽENÍ TEXTILNÍ PODLOŽKY /
POLARIZAČNÍ MIKROSKOPIE (PLM), KROUCENÍ VLÁKEN PŘÍ 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 ×.

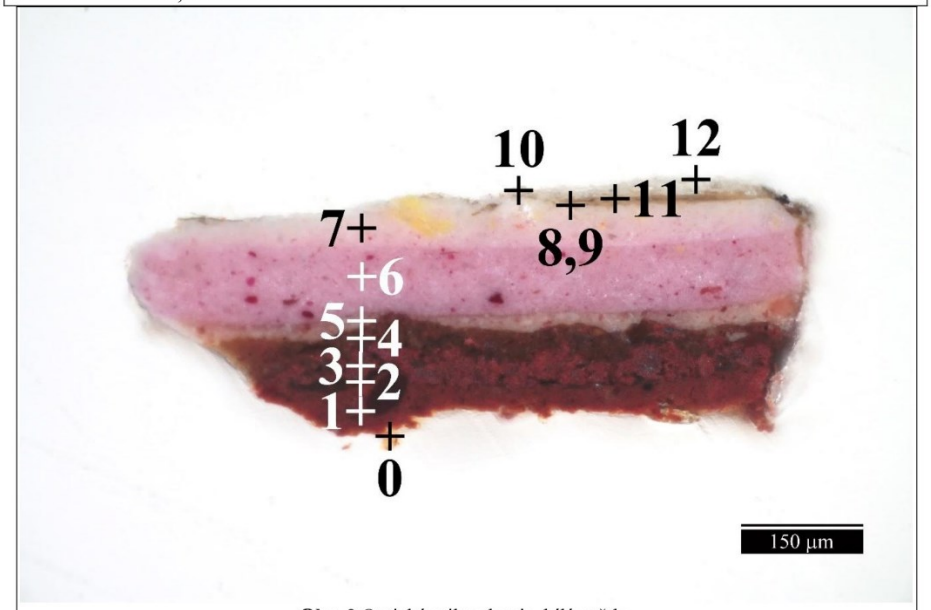
[1] Wiener J. a kol. Differences between flax and hemp. AUTEX Research Journal, Vol. 3, No. 2, June 2003.
[2] Schaffer E. Fiber identification in ethnological textile artifacts. Studies in Conservation 26, 1981, s. 119–129.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

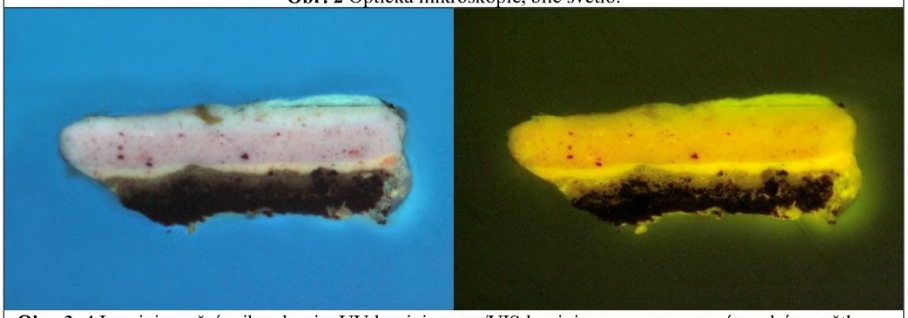
UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

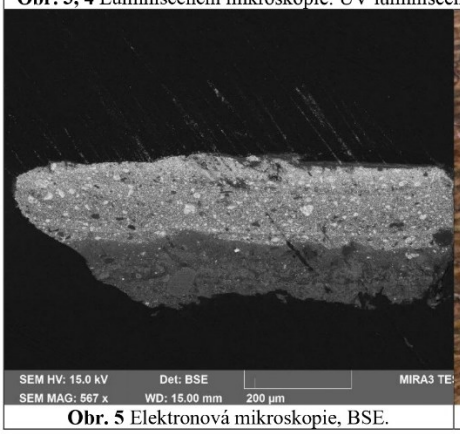
VZOREK 10681/A, SVĚTLE RŮŽOVÁ DRAPÉRIE V POPŘEDÍ



Obr. 2 Optická mikroskopie, bílé světlo.



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



Obr. 5 Elektronová mikroskopie, BSE.

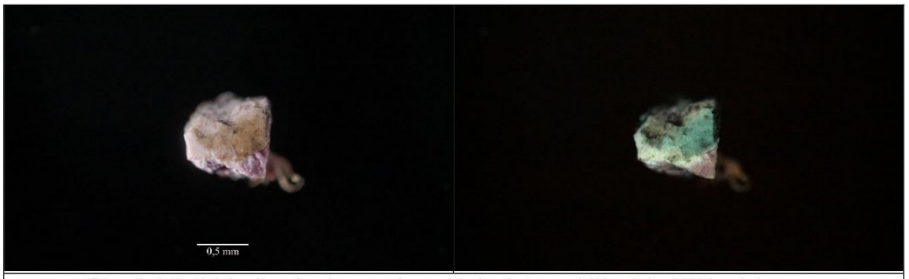


Obr. 6 Místo odběru vzorku, detail.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

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

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
12	**Průhledná, silnější zřejmě laková vrstva**: intenzivní jasně modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
11	**Nažloutlá průhledná, zřejmě laková vrstva**: světle modrá UV luminiscence, uhličitan vápenatý plošná analýza: C (Pb, Ca, S, Al)
10	**Světlý fragment**: převážně barytová běloba plošná analýza: Ba, S (Pb, Ca)
9	**Přerušovaná našedlá organická vrstva/dvě vrstvy/nečistoty:** zanedbatelné luminiscence plošná analýza: C, Pb, Ca, Si, Al, Cl (P, Na, Al, K)
8	**Průhledná nažloutlá zřejmě laková vrstva**: světle modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
7	**Světle růžová malba**: převážně olovnatá běloba, červený lakový pigment zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým Al (Si, Pb, Ca, S) a růžovou UV luminiscencí, Neapolská žluť Sb, Pb, příměs rumělky Hg, S, blíže nespecifikovaná bezbarvá zrna S, K, Pb (Ca) plošná analýza: Pb (Ca, Na, K, Si, Al)
6	**Růžová malba**: zejména olovnatá běloba, červený lakový pigment zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým Al, Pb (Si, Ca, S) s růžovou UV luminiscencí, příměs Neapolské žluti Sb, Pb plošná analýza: Pb (Ca, Al)
5	**Světle růžová malba**: zejména olovnatá běloba, červený lakový pigment zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým Al, Pb (Fe, Ca) a růžovou UV luminiscencí, světle růžový útvar N, Al, S, Pb (Na, K, Si, Cl) plošná analýza: Pb (Ca, Al, Fe)
4	**Hnědá vrstva**, podklad nebo imprimitura: hnědá hlinka, olovnatá běloba, uhličitan vápenatý, příměs rumělky Hg, S plošná analýza: C, Pb, Si, Fe, Al, Ca (K, Mg, Na, P)
3	**Tmavě červený nesouvislý podklad:** zanedbatelná UV luminiscence, železitá červeň plošná analýza: Fe (Pb, Al)
2	**Nesouvislá hnědá vrstva** s železitými pigmenty, silikáty, zřejmě olovnatá běloba, blíže neurčeno plošná analýza: Si, Fe, Pb, Ca, Al (K, Mg, Na, Mn)
1	**Tmavě červená podkladová vrstva:** zanedbatelná UV luminiscence, železitá červeň, silikáty plošná analýza: Fe, Si, S, K, Al (Na, Pb, Ca, Mg, P, Zn, Cu)
0	**Organický materiál** a **vlákna** uvolněná z textilní podložky plošná analýza: C (Fe, Ca, Na, K)



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

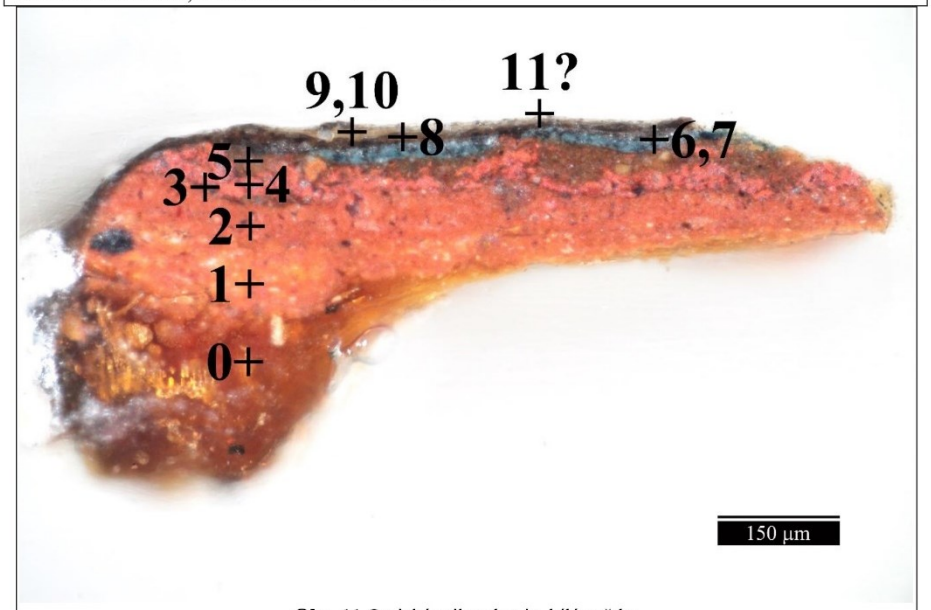


Obr. 9, 10 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

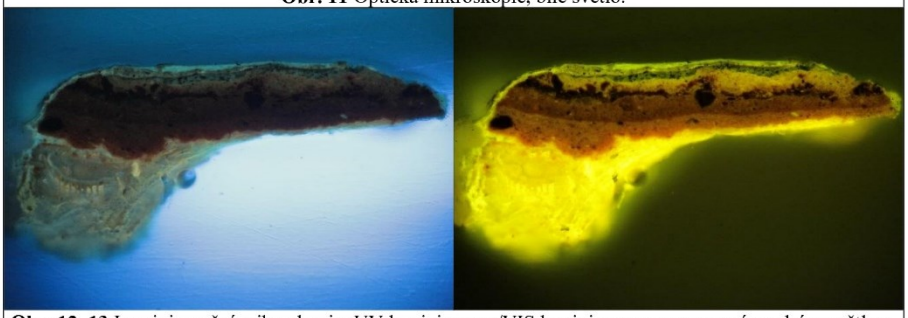
UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

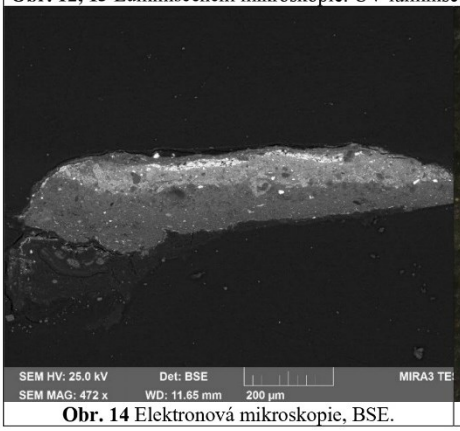
VZOREK 100682/B, MODRÝ PLÁŠŤ PANNY MARIE



Obr. 11 Optická mikroskopie, bílé světlo.



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



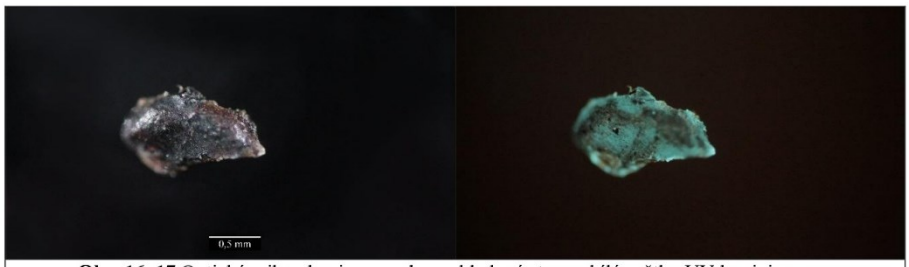
Obr. 14 Elektronová mikroskopie, BSE.



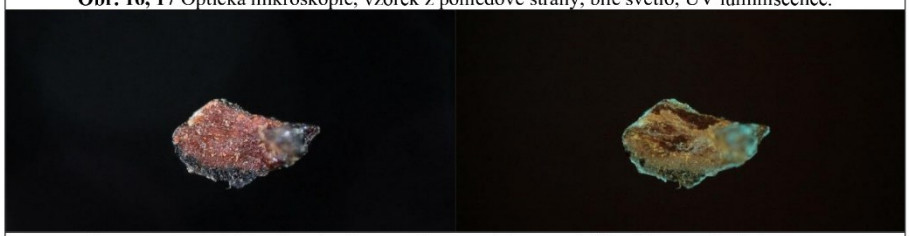
Obr. 15 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 3: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
11	**Průhledná (organická) laková vrstva** plošná analýza: C (Si, Ca, Al, S)
10	**Průhledná, silnější zřejmě laková vrstva**: intenzivní jasně modrá UV luminiscence, zrno zřejmě neapolské žluti Pb, Sb plošná analýza: C (Si, Ca, Na, Al, Pb, S)
9	**Průhledná nažloutlá zřejmě laková vrstva**: intenzivní modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Si, Ca, K, S, Cl, Al)
8	**Poloprůhledná okrovo-šedá vrstva**: okrová UV luminiscence, sloučeniny olova, zřejmě železitá červeň, kostní čerň, ojediněle baryt plošná analýza: C, Si, Ca, Al, Pb (Fe, K, Na, P, Cl, Ba)
7	**Tmavá nesouvislá převážně organická vrstva místy černá**: olovnatá běloba, sloučeniny železa, uhličitan vápenatý, silikáty, uhlíkatá čerň plošná analýza Pb, Ca, Fe, Al, Si (Na, Mg, K)
6	Nesouvislá tmavě **modrá malba**: olovnatá běloba, tmavé částice C (Pb, Al, Ca, Fe), modré částice Al, Fe, S, Pb, Si, Ca – zřejmě pruská modř se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým, uhlíkatá čerň plošná analýza: Pb, Ca, Al, Fe (Si, K, Mg)
5	**Hnědá vrstva**, podklad nebo imprimitura: místy nažloutlá UV luminiscence, hnědý a zřejmě také červený železitý pigment, uhličitan vápenatý, olovnatá běloba, ojediněle rumělka Hg, S, zřejmě kostní čerň plošná analýza: C, Pb, Fe, Si, Al (Ca, K, Mg, Na, P)
4	**Tmavě červená vrstva podkladu:** zanedbatelné luminiscence, zejména železitá červeň, silikáty, síran vápenatý, oblasti S, K, Pb, plošná analýza: Fe (Si, Al, Pb, Na, S)
3	**Tenká blíže nespecifikovaná mezivrstva**: olovnatá běloba, hnědý a zřejmě také červený železitý pigment, uhličitan vápenatý, kostní čerň plošná analýza: C, Fe, Pb, Si, Al (Ca, K, Mg, Na, P)
2	**Červená vrstva podkladu**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby, ojediněle rumělka Hg, S, červený lakový pigment zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým Al, Si, Fe, Pb plošná analýza: Si, Al, Fe, K (Pb, Mg, Ti, Ca)
1	**Červená vrstva podkladu:** červená hlinka, příměs olovnaté běloby plošná analýza: Si, Al, Fe, K (Ti, Na, Pb, As, S, Ca)
0	Fragmenty **organické vrstvy**: intenzivní nažloutlá UV luminiscence, zřejmě úprava plátna plošná analýza: C (Ca, S, Na, Cl)



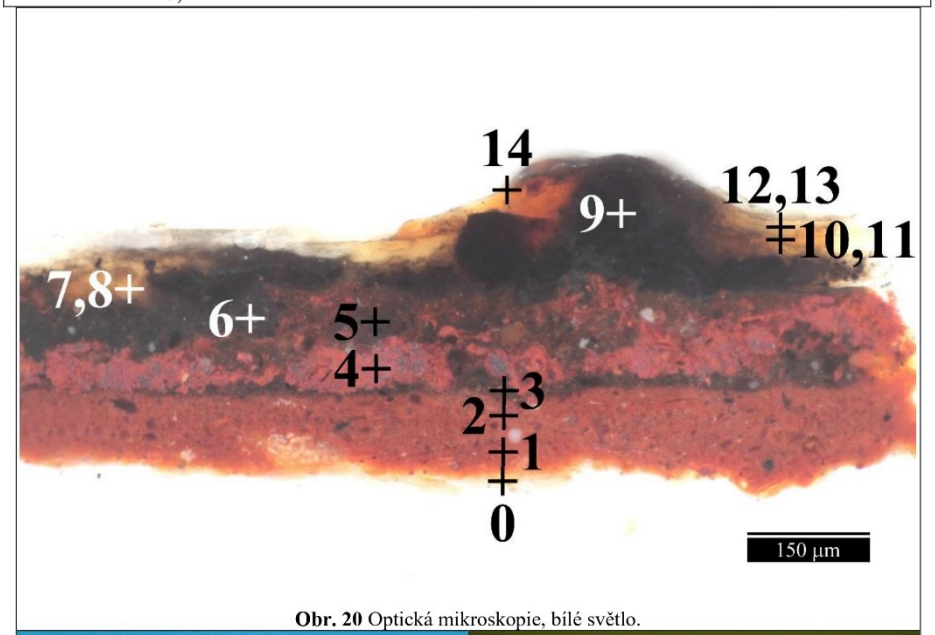
Obr. 16, 17 Optická mikroskopie, vzorek z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



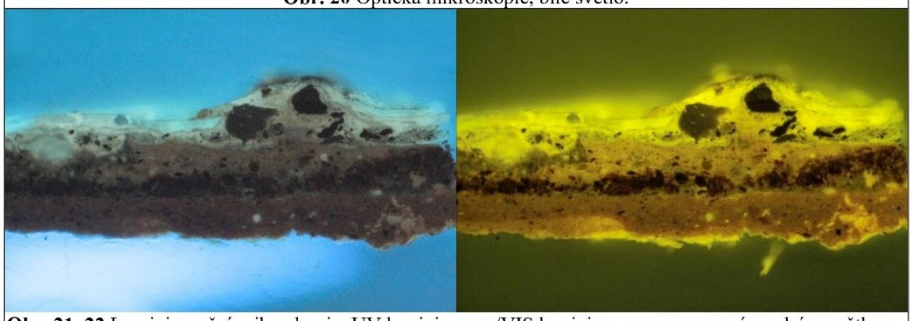
Obr. 18, 19 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

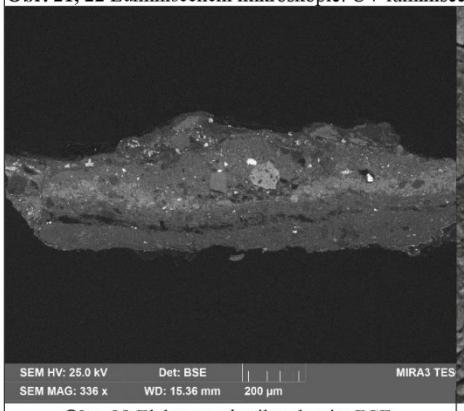
VZOREK 10683/C, POZADÍ V MÍSTĚ DEFEKTU PRORAŽENÍ



Obr. 20 Optická mikroskopie, bílé světlo.



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



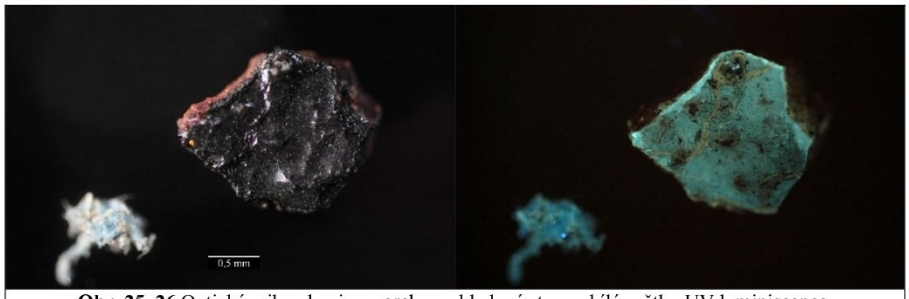
Obr. 23 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 24 Místo odběru vzorku, detail.

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

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
10	**Průhledná laková vrstva**: intenzivní jasně modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
9	**Silná tmavá vrstva**: okrová UV luminiscence, baryt/barytová běloba, uhličitan vápenatý, sloučeniny olova, větší útvary s kostní černí plošná analýza: Pb, Ba, S, Ca, Si (P, Mg, Al)
8	Zřejmě **malé fragmenty laku**: našedlá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
7	**Malé fragmenty zřejmě laku**: světle modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
6	Ojedinělé **fragmenty tmavé vrstvy** (možná původní) plošná analýza: C (Pb, Ca)
5	**Hnědá vrstva**, podklad nebo imprimitura: místy nažloutlá UV luminiscence, hnědý a zřejmě také červený železitý pigment, uhličitan vápenatý, olovnatá běloba, zřejmě suřík, ojediněle rumělka Hg, S, kostní čerň, bílá částice Pb, Sb, částice Pb, S, K, Fe, Ca, P plošná analýza: C, Pb, Si, Fe, Al, Ca (K, Mg, Na, P, Cl)
4	**Červená podkladová vrstva**: zanedbatelné luminiscence, zejména železitá červeň, silikáty, síran vápenatý, oblasti S, K, Pb, plošná analýza: Fe (Pb, Al, Si)
3	**Tenká blíže nespecifikovaná mezivrstva** plošná analýza: neanalyzováno
2	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby, ojediněle rumělka Hg, S obsahuje tmavé/černé zrno Al s namodralou UV luminiscencí plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Ti, Ca, Na)
1	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby plošná analýza: Al, Si, Fe, K (Pb, Ti, Ca)
0	**Fragment organické vrstvy**: nažloutlá UV luminiscence plošná analýza: C (Ca, Cl, Pb, Si, Al)



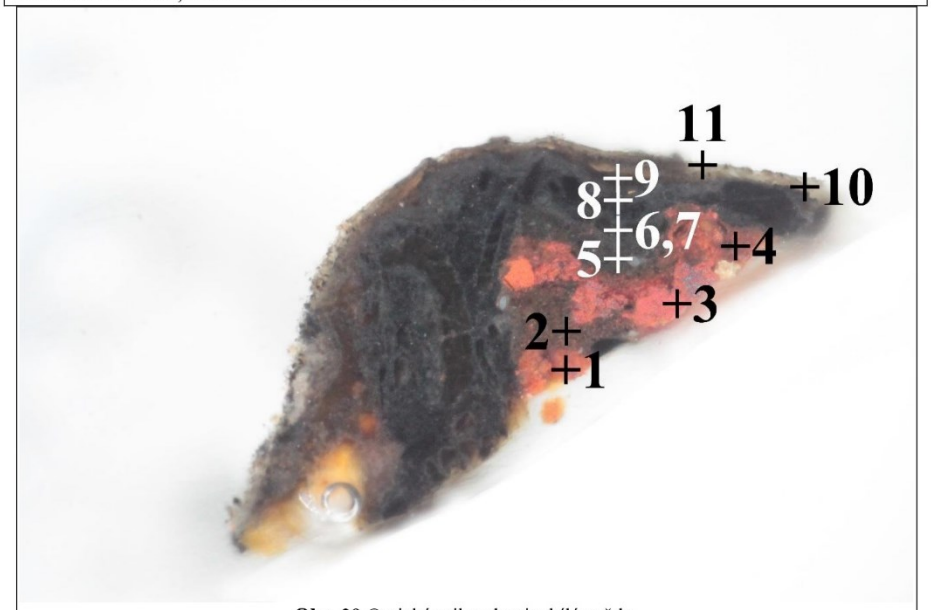
Obr. 25, 26 Optická mikroskopie, vzorek z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



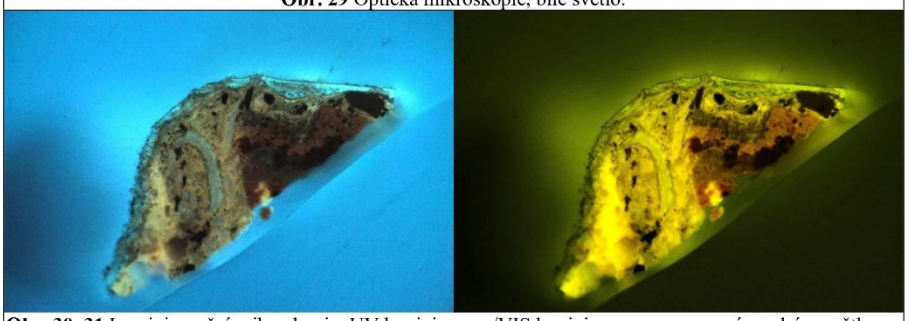
Obr. 27, 28 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

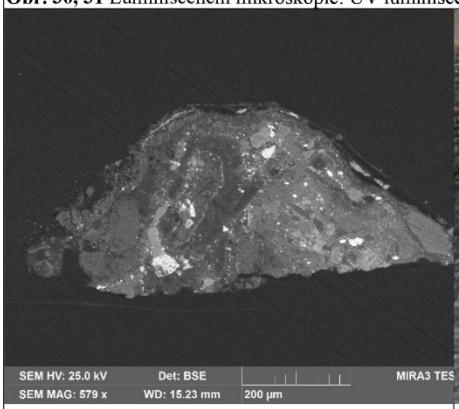
VZOREK 10684/D, POZADÍ V MÍSTĚ ZTRÁTY BAREVNÉ VRSTVY



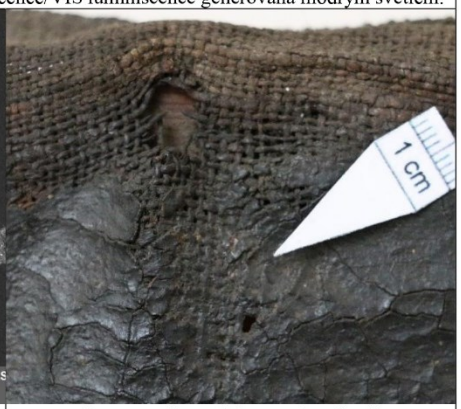
Obr. 29 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 30, 31 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Obr. 32 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 33 Místo odběru vzorku, detail.

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

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
11	**Průhledná nažloutlá laková vrstva**: intenzivní jasně modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
10	**Průhledná laková vrstva**: našedlá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Ca)
9	**Fragment tmavé malby**: našedlá UV luminiscence plošná analýza: vrstva neanalyzována
8	**Silná tmavá vrstva**: okrová UV luminiscence, baryt/barytová běloba, uhličitan vápenatý, sloučeniny olova, větší útvary s kostní černí plošná analýza: Pb, Ba, S, Ca, Si (P, Mg, Al)
7	**Fragmenty laku**: našedlá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Na, Si)
6	**Fragmenty laku**: modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Pb, Cl, S, Ca, Na)
5	Ojedinělé **fragmenty tmavé vrstvy** (možná původní) plošná analýza: C (Pb, Ca)
4	**Hnědá vrstva**, podklad nebo imprimitura: místy nažloutlá UV luminiscence, hnědý a zřejmě také červený železitý pigment, uhličitan vápenatý, olovnatá běloba, ojediněle rumělka Hg, S, kostní čerň plošná analýza: C, Pb, Si, Fe, Al, Ca (K, Mg, Na, P)
3	**Červená podkladová vrstva**: zanedbatelné luminiscence, zejména železitá červeň, silikáty, síran vápenatý, oblasti S, K, Pb, plošná analýza: Fe (Pb, Al, Si)
2	**Hnědá vrstva**: silikáty, železitá červeň/červená hlinka, olovnatá běloba, příměs rumělky, uhličitan vápenatý plošná analýza: Si, Al, Fe, Ca, Pb, Na (K, Cl, P, Mg)
1?	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby, ojediněle rumělka, obsahuje tmavé/černé zrno Al s namodralou UV luminiscencí plošná analýza: Si, Al, Fe, K (Pb, Ti, Ca, Na)



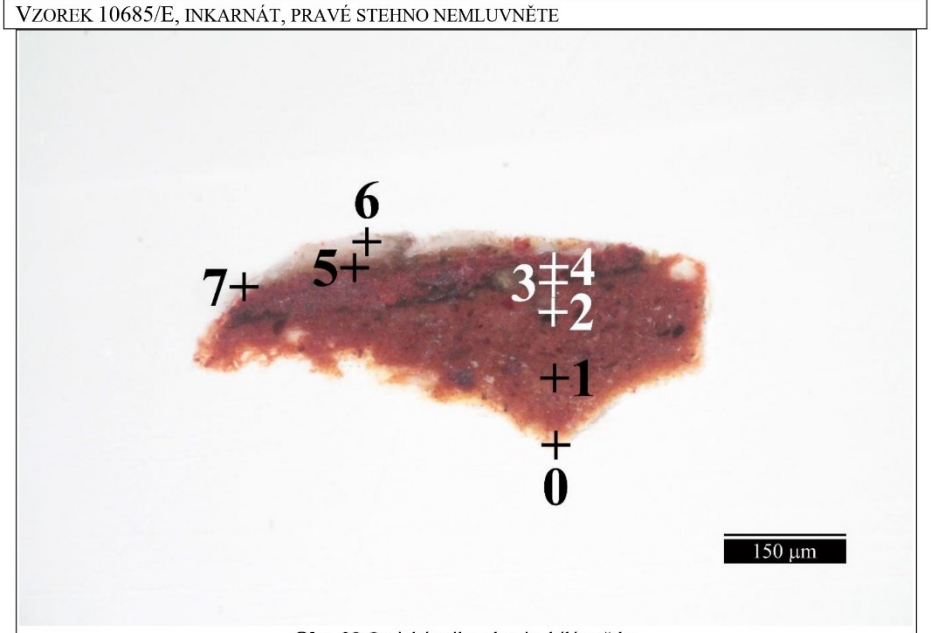
Obr. 34, 35 Optická mikroskopie, vzorek z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



Obr. 36, 37 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

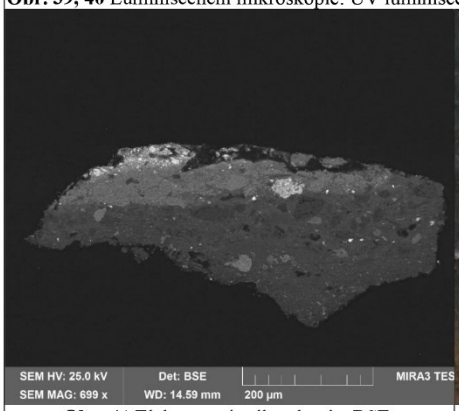
VZOREK 10685/E, INKARNÁT, PRAVÉ STEHNO NEMLUVNĚTE



Obr. 38 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 39, 40 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Obr. 41 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 42 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 6: Výsledky průzkumu optickou a elektronovou mikroskopií s prvkovou mikroanalýzou.

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
7	**Fragmenty zežloutlého laku** plošná analýza: C, Pb (Fe)
6	**Růžová malba**: olovnatá běloba, rumělka plošná analýza: Pb (Si, Fe, Al, Ca)
5	**Hnědá vrstva**, podklad nebo imprimitura: místy nažloutlá UV luminiscence, hnědý a zřejmě také červený železitý pigment, uhličitan vápenatý, olovnatá běloba, zřejmě suřík, ojediněle rumělka Hg, S, kostní čerň, bílá částice Pb, Sb, částice Pb, S, K, Fe, Ca, P plošná analýza: Pb, Fe, Si, Al, Ca (K, Mg, Na, P)
4	**Červená podkladová vrstva**: potlačená UV i VIS luminiscence, zejména železitá červeň, silikáty, síran vápenatý, oblasti S, K, Pb, plošná analýza: Fe (Pb, Na, Al, Si)
3	**Hnědá vrstva**: železité pigmenty, olovnatá běloba, síran olovnatý Pb, S, příměs kostní černi Ca, P, ojediněle rumělka Hg, S plošná analýza: Si, Fe, Al, Pb, Ca (K, Na, P, Mg, Cu)
2	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby, příměs rumělky Hg, S, obsahuje červený lakový pigment zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým Al a růžovou UV luminiscencí, zřejmě příměs kostní černi Ca, P plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Ca, Na, Pb, Ti)
1	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby plošná analýza: Si, Al, Fe, K (Pb, Ti, Ca, Mg)
0	**Fragmenty organické látky** plošná analýza: C (Fe, Al, Si)



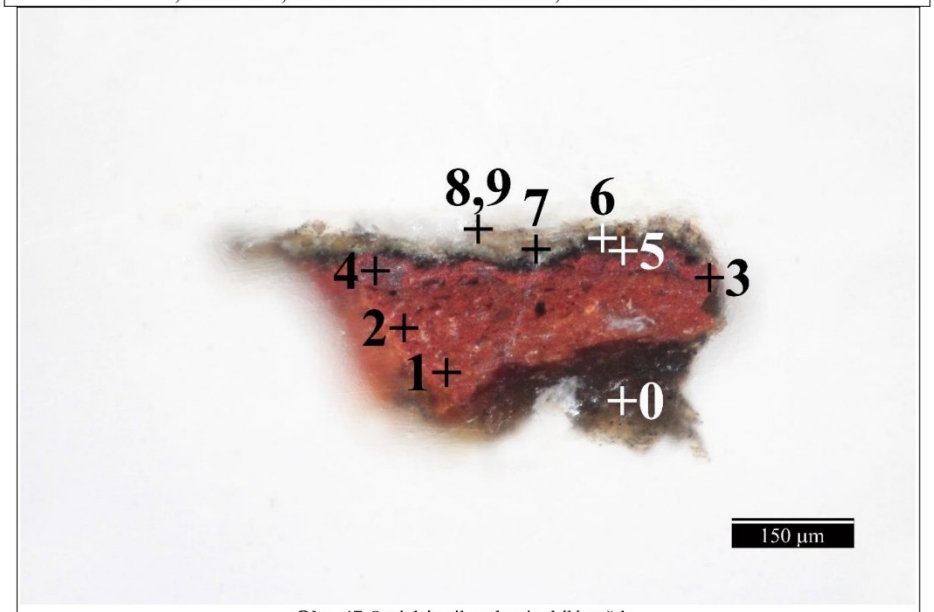
Obr. 43, 44 Optická mikroskopie, vzorek z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



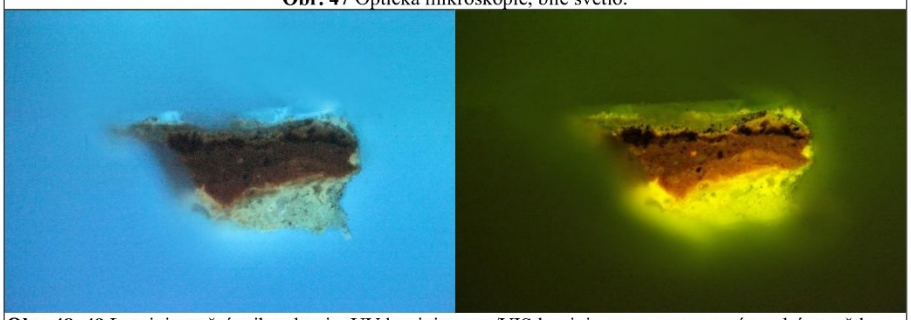
Obr. 45, 46 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

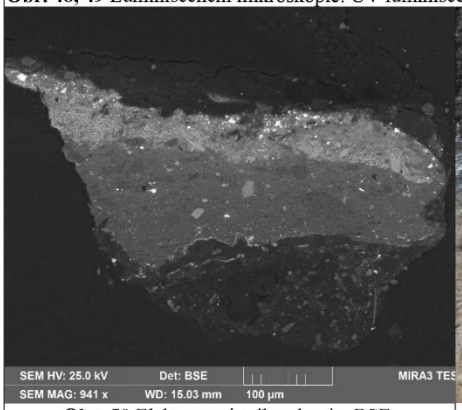
VZOREK 10686/F, INKARNÁT, LEVÉ RAMENO NEMLUVNĚTE, PODEZŘENÍ NA RETUŠE



Obr. 47 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 48, 49 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



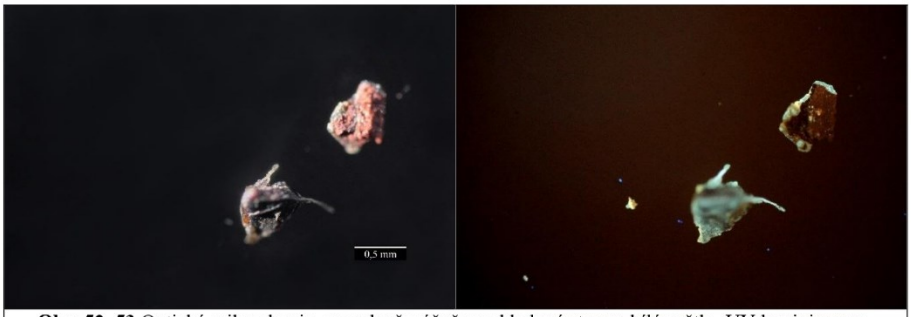
Obr. 50 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 51 Místo odběru vzorku, detail.

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

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
9	**Zřejmě lak** s intenzivní světle modrou UV luminiscencí a nečistotami plošná analýza: C (Cl, Si, Ca, S)
8	**Nesouvislá zřejmě převážně organická poloprůhledná** vrstva: uhličitan vápenatý, sloučeniny železa a olova, ojediněle baryt/barytová běloba, hlinitokřemičitany plošná analýza: C, Si, Pb, Ca, Al (Fe, Na, K, Ba, Cl, S)
7	**Hnědo-okrová světlejší vrstva**: našedlá UV luminiscence, olovnatá běloba, okr, uhličitan vápenatý plošná analýza: Pb, Si, Fe, Al, Ca (Na, K)
6	**Tmavá vrstva**: železité pigmenty/železitá oranž, hlinitokřemičitany, uhličitan vápenatý, uhlíkatá čerň, zřejmě kostní čerň plošná analýza: C, Si, Pb, Ca, Fe, Al (P, Na, K, Mg)
5	**Hnědá vrstva**, podklad nebo imprimitura: místy nažloutlá UV luminiscence, hnědý a zřejmě také červený železitý pigment, uhličitan vápenatý, olovnatá běloba, zřejmě suřík, ojediněle rumělka Hg, S, kostní čerň, bílá částice Pb, Sb, částice Pb, S, K, Fe, Ca, P plošná analýza: Pb, Si, Ca, Fe, Al (K, P, Na, Mg)
4	**Červená podkladová vrstva**: zanedbatelné luminiscence, zejména železitá červeň, silikáty, síran vápenatý, oblasti S, K, Pb, plošná analýza: Fe (Al, Si, Pb, Na, Mn, Ca)
3	**Hnědá nesouvislá tenká vrstva**: železité pigmenty, olovnatá běloba, síran olovnatý Pb, S, příměs kostní černi Ca, P, ojediněle rumělka Hg, S plošná analýza: Si, Fe, Pb, Al, Ca (K, P, Mg, Na)
2	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby, příměs rumělky Hg, S, ojediněle červený lakový pigment zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým Al s růžovou UV luminiscencí, kostní čerň Ca, P plošná analýza: Si, Al, Fe (K, Ca, Pb, Ti, Na, P)
1	**Červená podkladová vrstva**: červená hlinka, příměs olovnaté běloby plošná analýza: Si, Al, Fe, K (Pb, Ti, Mg, Ca)
0	**Fragmenty organické látky** plošná analýza: C (Ca, Al, Si, Na, Pb, Cl)



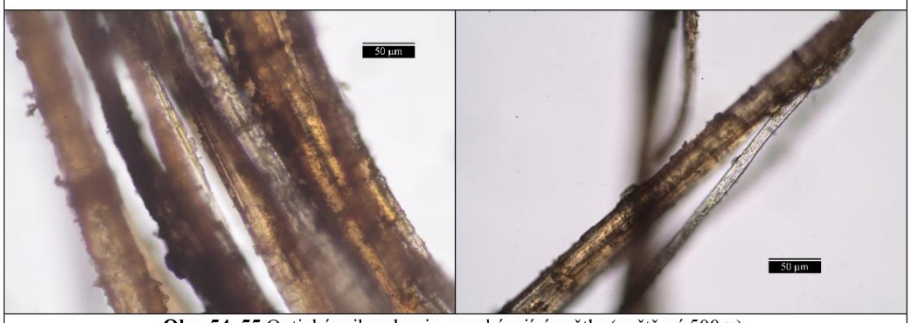
Obr. 52, 53 Optická mikroskopie, vzorek převážně z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VLÁKEN Z TEXTILNÍ PODLOŽKY / PLM, VYBARVOVACÍ TEST, STÁČENÍ

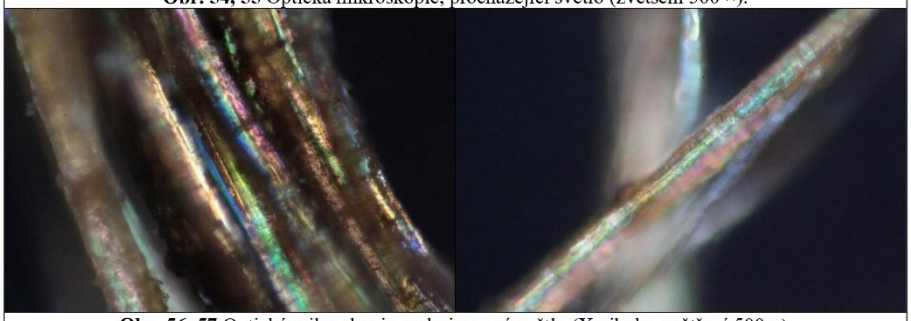
VZOREK 10687/G, FRAGMENT HORIZONTÁLNÍ NITĚ

Shrnutí:

Vlákna vykazují mikroskopické znaky charakteristické pro lýková vlákna. V roztoku floroglucinu vlákna nijak zásadně nezměnila barevnost. Na základě této skutečnosti a s ohledem na druhy lýkových vláken sloužících k výrobě textilií a využívaných jako podložka pro malbu lze předpokládat, že se může jednat o lněná nebo konopná vlákna. Vlhká vlákna se při sušení stáčela 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. 54, 55 Optická mikroskopie, procházející světlo (zvětšení 500 ×).



Obr. 56, 57 Optická mikroskopie, polarizované světlo (X nikoly, zvětšení 500 ×).



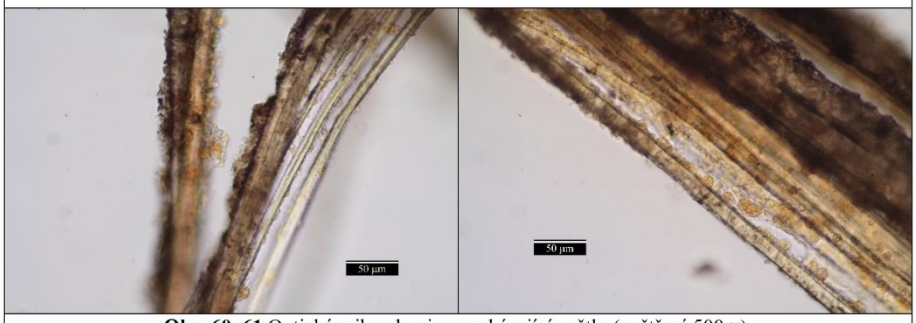
Obr. 58, 59 Optická mikroskopie, odražené světlo, před a po kontaktu s floroglucinem (zvětšení 50 ×).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU VLÁKEN Z TEXTILNÍ PODLOŽKY / PLM, VYBARVOVACÍ TEST, STÁČENÍ

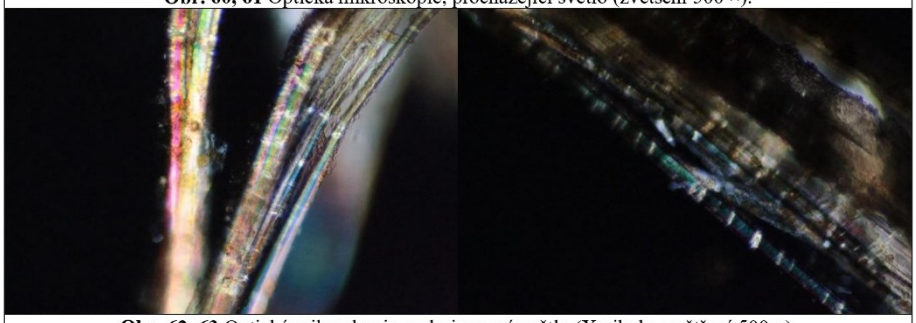
VZOREK 10688/H, FRAGMENT VERTIKÁLNÍ NITĚ

Shrnutí:

Vlákna vykazují mikroskopické znaky charakteristické pro lýková vlákna. V roztoku floroglucinu vlákna nijak zásadně nezměnila barevnost. Na základě této skutečnosti a s ohledem na druhy lýkových vláken sloužících k výrobě textilií a využívaných jako podložka pro malbu lze předpokládat, že se může jednat o lněná nebo konopná vlákna Vlhká vlákna se při sušení stáčela 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. 60, 61 Optická mikroskopie, procházející světlo (zvětšení 500 ×).



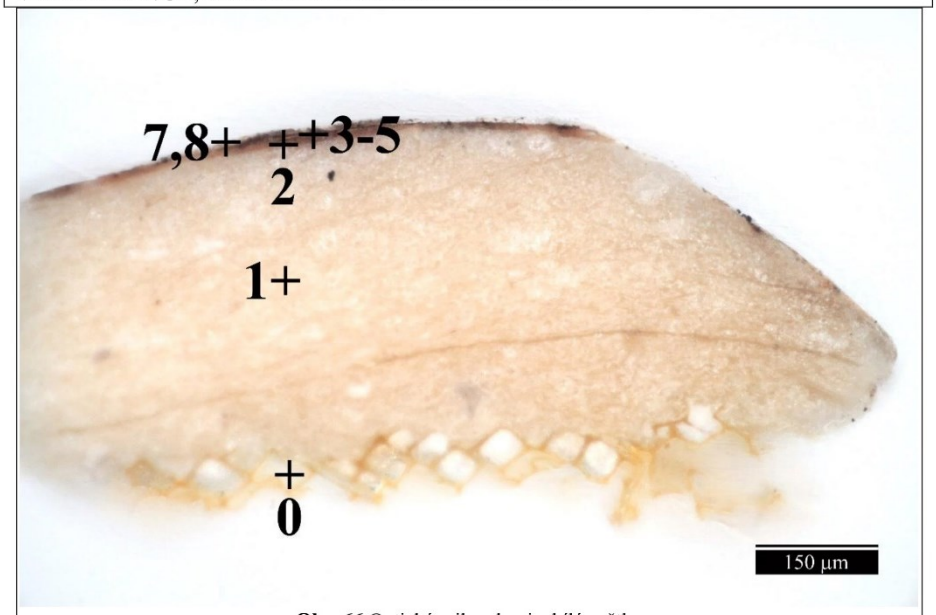
Obr. 62, 63 Optická mikroskopie, polarizované světlo (X nikoly, zvětšení 500 ×).



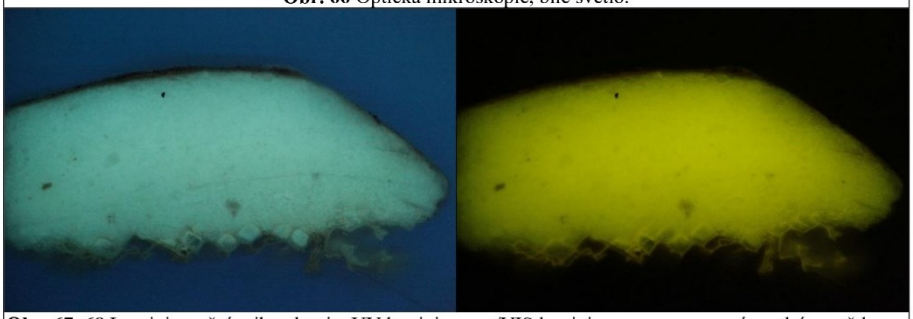
Obr. 64, 65 Optická mikroskopie, odražené světlo, před a po kontaktu s floroglucinem (zvětšení 50 ×).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU STRATIGRAFIE A SLOŽENÍ VRSTEV / OM, SEM-EDX

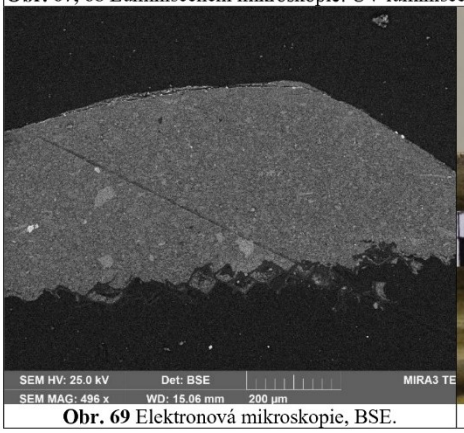
VZOREK 10689/CH, POVRCHOVÁ ÚPRAVA OZDOBNÉHO RÁMU



Obr. 66 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 67, 68 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Obr. 69 Elektronová mikroskopie, BSE.



Obr. 70 Místo odběru vzorku, detail.

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

Číslo vrstvy	Popis a složení vrstvy / (OM, SEM-EDX)
8	**Fragmenty organické** vrstvy plošná analýza: C (Ca, Si, Al, Ag)
7	**Stříbrné fragmenty** plošná analýza: Ag
6	**Našedlá vrstva**: bílá hlinka, síran vápenatý plošná analýza: Al, Si (Mg, Ca, K, S, Na, Fe, Ti)
5	**Fragment stříbrného plátku**, může se jednat o překryv plátků plošná analýza Ag, S, Al, Si (Ca)
4	**Organická tenká vrstva**, intenzivní bílo-modrá UV luminiscence plošná analýza: C (Ca, Si, Al, Ag)
3	Nesouvislá vrstva **stříbrného plátku**, zřejmě korodovaného plošná analýza: Ag, Al, Si, Ca (S)
2	**Tenčí nahnědlá podkladová** vrstva: bílá hlinka, jemnější než hlinka vrstvy 1, zřejmě penetrovaná organickou látkou plošná analýza: Al, Si (Ag, Ca, Mg, S, K, Fe, Na, Ti):
1	Silný **světlý/bílý podklad** nanesený v několika vrstvách: bílá hlinka, velmi malé množství křemenných zrn a bílých částic oxidu titaničitého Ti – zřejmě přirozená příměs hlinky plošná analýza: Al, Si (Mg, K, Ca, S, Fe, Na):
0	Fragment jehličnatého **dřeva**



Obr. 71, 72 Optická mikroskopie, vzorek z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



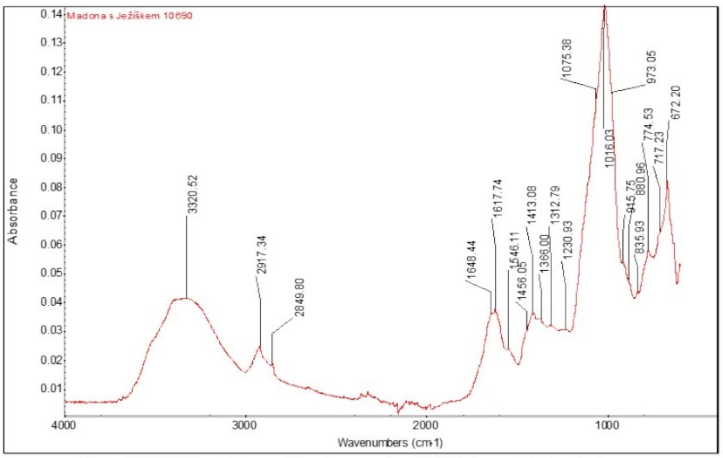
Obr. 73, 74 Optická mikroskopie, vzorek ze spodní strany, bílé světlo, UV luminiscence.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU SLOŽENÍ NÁTĚRU NA RUBU OBRAZU / FTIR

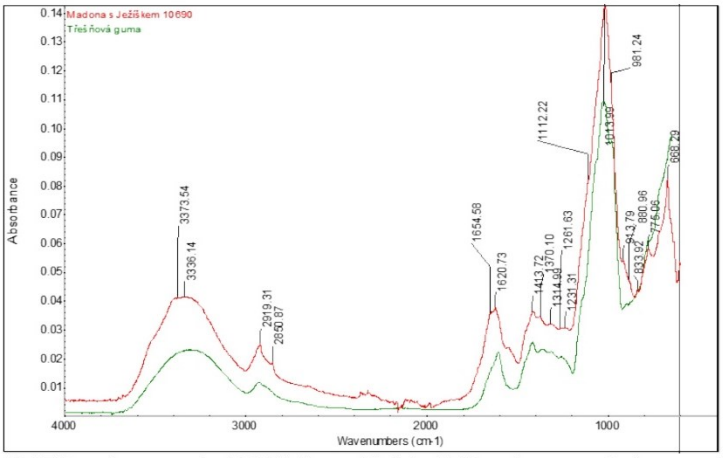
VZOREK 10690/I, RUB OBRAZU, POVRCHOVÁ ÚPRAVA



Obr. 75, 76 Optická mikroskopie, dokumentace vzorku z pohledové strany, bílé světlo, UV luminiscence.



Obr. 77 FTIR spektrum úlomku vzorku 10690/I z pohledové strany.



Obr. 78 FTIR spektrum vzorku 10690/I (červená linka) a FTIR spektrum standardu zastupujícího polysacharidy (zelené spektrum, uvedeno spektrum třešňové gumy).

Shrnutí: Na základě výsledků měření FTIR lze předpokládat, že hmota většinově obsahuje polysacharidy. Nízké obsahy organických či anorganických příměsí nebyly zjišťovány.

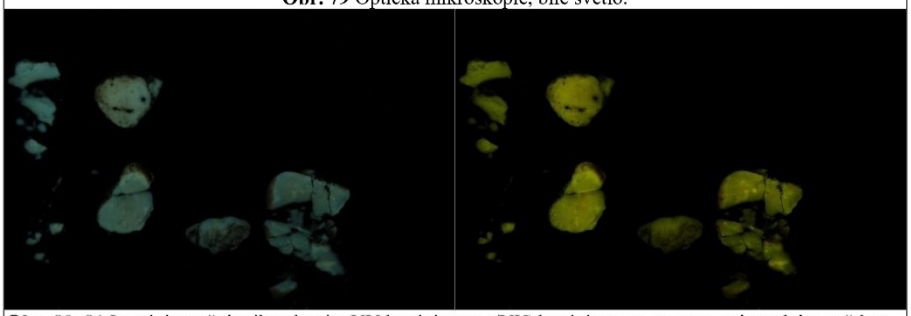
UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

VÝSLEDKY PRŮZKUMU SLOŽENÍ BÍLÝCH ČÁSTIC / OM, SEM-EDX

VZOREK 10680/J, BÍLÉ ČÁSTICE



Obr. 79 Optická mikroskopie, bílé světlo.

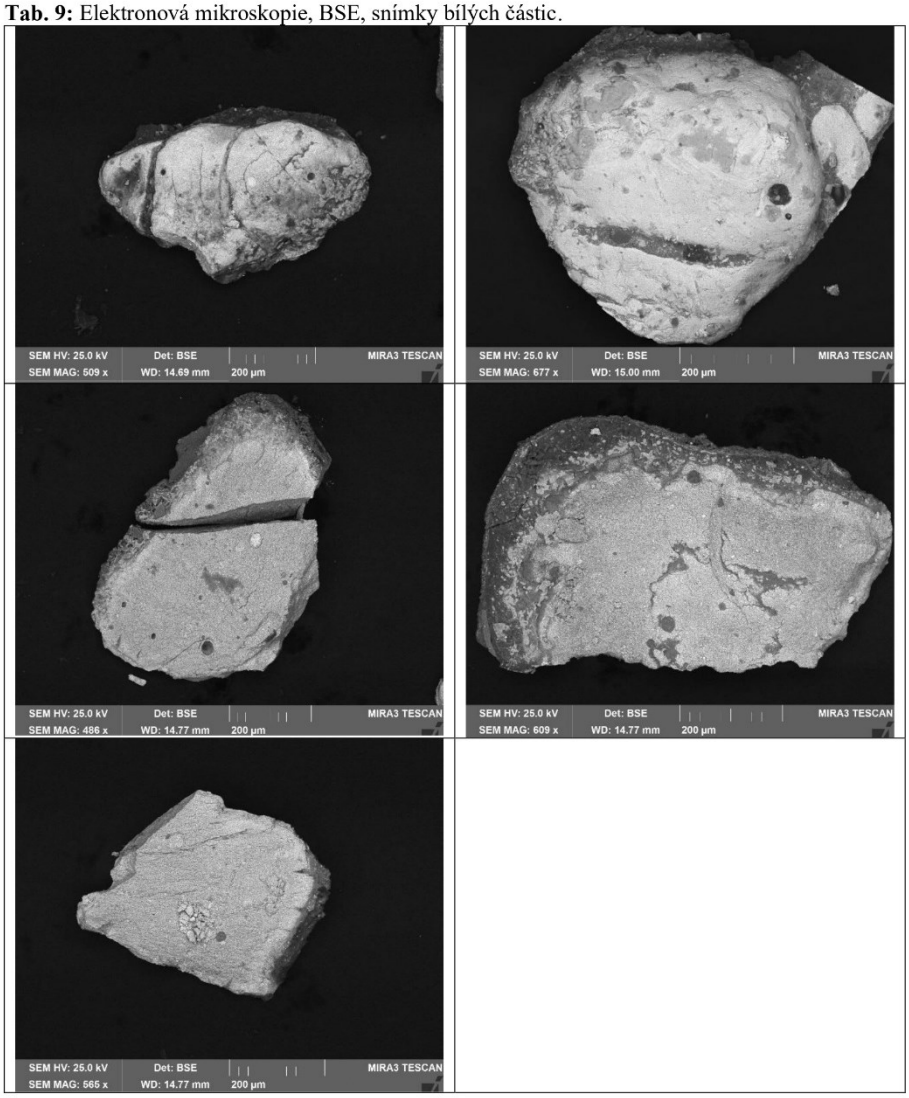


Obr. 80, 81 Luminiscenční mikroskopie: UV luminiscence/VIS luminiscence generovaná modrým světlem.



Obr. 82 Místo odběru vzorku, detail.

Tab. 9: Elektronová mikroskopie, BSE, snímky bílých částic.



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

Popis a složení povrchu částic / (OM, SEM-EDX)
Bílé částice, dokumentace a měření z horní nebo dolní strany částic: olovnatá běloba, místy spíše ojediněle malé plochy s chloridem olovnatým, organické pojivo plošná analýza: Pb (Cl, Na)

ZÁVĚR

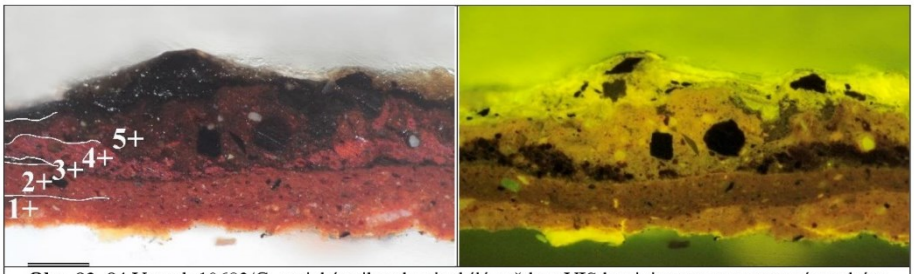
Předmětem průzkumu byly vzorky odebrané z předpokládané olejomalby na textilní podložce s motivem Madony s Ježíškem. Malba pochází z roku 1753, její autor je neznámý. Průzkum byl zaměřen na stratigrafii a materiálové složení malby (10681/A až 10686/F) a jejího rámu (10689/CH). Dále byla studována materiálová podstata povrchové úpravy rubové strany plátna (10690/I) a vláknové složení textilní podložky (10687/G, 10688/H). K průzkumu nábrusů vrstevnatých vzorků byly využity metody optické mikroskopie (OM) a skenovací elektronové mikroskopie s prvkovou mikroanalýzou (SEM/EDX). Za účelem identifikace pojiv a techniky malby byl vzorek 10682/B dále externě analyzován infračervenou mikrospektroskopií (μ-FTIR, Příloha II). Vláknové složení textilní podložky bylo určeno na základě mikroskopického zkoumání, vybarvovacího testu s roztokem fluoroglucinu a zkoušky směru stáčení vláken při vysychání. Materiálová podstata povrchové úpravy rubové strany plátna byla zkoumána metodou infračervené spektroskopie (FTIR).
Průzkumem zjištěné informace jsou podrobně uvedeny spolu s fotografickou dokumentací vzorků, případně jejich nábrusů ve výsledcích průzkumu výše. Zjednodušeně lze shrnout, že celková výstavba malby nejprve zahrnuje několik červených a hnědých podkladových/přípravných vrstev. Následují vrstvy malby a starší lakové vrstvy, dále potom jsou to vrstvy předpokládaných druhotných zásahů a mladší lakové vrstvy. Stratigrafie vrstev není u všech vzorků jednoznačná. Rubová strana plátna je upravena organickým materiálem. Z průzkumu vzorku 10682/B vyplývá, že jsou všechny vrstvy zřejmě prosyceny terpenickou pryskyřicí.

Textilní podložka
Z průzkumu vyplynulo, že je plátěná podložka (10661/V1, 10662/V2) zřejmě vyrobena z konopí.

Povrchová úprava textilní podložky z lícové strany
Plátno je z lícové strany upraveno (převážně) organickým materiálem s okrovou UV luminiscencí. Není možné přesně určit chemickou podstatu tohoto materiálu, protože může být kontaminován polysacharady, které byly naneseny na rubovou stranu plátna nebo pojivy malířských či lakových vrstev (oleje, bílkoviny, terpenické pryskyřice). Průzkumem vzorku 10682/B infračervenou mikrospektroskopií zde byly identifikovány bílkoviny, polysacharidy, oleje i terpenické pryskyřice.

Povrchová úprava textilní podložky z rubové strany
Z průzkumu metodou infračervené spektroskopie (FTIR) vyplynulo, že je materiál úpravy rubové strany plátna převážně tvořen polysacharidy.

Podkladové/přípravné vrstvy malby
Podklad je nejprve vystavěný ze dvou červených vrstev (vrstvy 1, 2, Obr. 83). Spodní červená vrstva je probarvená červenou hlinkou, dále v ní byla zaznamenána příměs olovnaté běloby. Další červená vrstva podkladu je taktéž probarven červenou hlinkou, kromě příměsi olovnaté běloby obsahuje malé množství rumělky, kostní černi a červeného lakového pigmentu zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým. Průzkumem vzorku 10682/B infračervenou mikrospektroskopií (μ-FTIR) bylo zjištěno, že jsou obě vrstvy pravděpodobně provedeny v mastné tempeře (bílkoviny a oleje).



Obr. 83, 84 Vzorek 10683/C, optická mikroskopie; bílé světlo a VIS luminiscence generovaná modrým světlem. Obecná výstavba podkladových/přípravných vrstev: 1, 2 dvě červené podkladové vrstvy, 3 tenčí nesouvislá hnědá vrstva, 4 červená vrstva, 5 hnědá vrstva.

Následuje tenčí nesouvislá zřejmě hnědá vrstva (vrstva 3, Obr. 83), která obsahuje kromě železitých pigmentů hlinitokřemičitany, malé množství rumělky a kostní čerň. Na základě průzkumu infračervenou mikrospektroskopií (μ-FTIR) vzorku 10682/B se lze domnívat, že je vrstva na bázi olejů. Další červená podkladová vrstva (vrstva 4, Obr. 83) obsahuje zejména červený železitý pigment, v malém množství potom uhličitan vápenatý a silikáty. Následující hnědá vrstva (vrstva 5, Obr. 83) může být podkladem nebo imprimiturou. Obsahuje železité pigmenty, olovnatou bělobu, uhličitan vápenatý, hlinitokřemičitany, rumělku a kostní čerň. Obě naposledy zmíněné vrstvy jsou podle výsledků průzkumu infračervenou spektroskopií (μ-FTIR) pravděpodobně provedeny v technice oleje nebo mastné tempery (oleje a bílkoviny). U některých vzorků nebylo zaznamenáno kompletní souvrství výše uvedených vrstev. Konkrétně nebyla u vzorků odebraných z růžové draperie v popředí 10681/A, a také v místě ztráty barevné vrstvy 10684/D, zaznamenána první červená podkladová vrstva.

Malba a starší lakové vrstvy

Souvislé vrstvy malby byly zaznamenány na vzorcích odebraných z růžové draperie v popředí (10681/A), roucha Panny Marie (10682/B) a inkarnátu (10685/E).

Malba růžové draperie v popředí (10681/A) je vystavěna ze tří růžových vrstev různých odstínů, vrstvy obsahují zejména olovnatou bělobu a příměs červeného lakového pigmentu zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým. Vrchní dvě růžové vrstvy dále obsahují Neapolskou žluť a nejsvrchnější vrstva navíc malou příměs rumělky.

V místě odběru vzorku z roucha Panny Marie (10682/B) byla nejprve zaznamenána modrá vrstva s olovnatou bělobou, uhlíkatou černí a Pruskou modří zřejmě se substrátem hydratovaným oxidem hlinitým. Z průzkumu metodou infračervené mikrospektroskopie (μ-FTIR) vyplývá, že je modrá malba pravděpodobně provedena v oleji. Na ní se nalézá barevně blíže neurčená nesouvislá malba s olovnatou bělobou, uhličitanem vápenatým, zřejmě železitými pigmenty a uhlíkatou černí. Tato vrstva je spíše původní.

Malba inkarnátu (10685/E) je provedena v jedné vrstvě, obsahuje olovnatou bělobu a rumělku.

Podkladové vrstvy vzorku 10686/F jsou opatřeny tmavou vrstvou s uhlíkovou černí, sloučeninami olova a železa a uhličitanem vápenatým. Následuje světlejší zřejmě okrová vrstva s olovnatou bělobou, okrem a uhličitanem vápenatým. Není zřejmé, zda jsou uvedené vrstvy pozůstatky malby.

Na vzorku odebraném z části s chybějící malbou (10684/D) byly zřejmě zaznamenány nepatrné pozůstatky tmavé vrstvy, jejichž barevnost není na nábrusech čitelná. Na malbě se vyskytují fragmenty dvou starších lakových vrstev.

Předpokládaná retuš a mladší lakové vrstvy

Předpokládaná retuš se vyznačuje vyšším obsahem organického pojiva a okrovou UV luminiscencí, obsahuje příměs barytu/barytové běloby. Dále obsahuje uhličitan vápenatý, sloučeniny olova (olovnatá běloba) a železa (železité pigmenty) a kostní čerň. Je možné, že se na retuši lokálně vyskytují další barevné vrstvy. Dále byl povrch malby opatřen zřejmě čtyřmi nebo více mladšími lakovými vrstvami. U vzorku odebraného z pozadí 10683/C se vyskytují alespoň čtyři lakové vrstvy. Nejprve jsou to dvě vrstvy s nažloutlou UV luminiscencí, poté dvě lakové vrstvy s intenzivní modrou UV luminiscencí. Metodou infračervené mikrospektroskopie (μ-FTIR) vzorku 10682/B se bohužel nepodařilo vrstvu retuše a dvě lakové vrstvy analyzovat separátně. Z průzkumu vyplývá, že tyto vrstvy obsahují bílkoviny, oleje a terpenické pryskyřice. Nejmladší silnější lak s intenzivní modro-bílou UV luminiscencí je zřejmě na bázi přírodních pryskyřic.

Polychromie dřevěného rámu (10689/CH)

Dřevěný rám obrazu je nejprve opatřen světlým podkladem s bílou hlinkou, podklad je zřejmě nanesen v několika vrstvách. Následuje tenčí světle hnědý podklad, který také obsahuje bílou zřejmě jemnější hlinku. Je na povrchu opatřen organickou vrstvou a plátkovým stříbrem. Následuje další světlý podklad s bílou hlinkou opatřenou fragmenty stříbra. Není jasné, zda se jedná o překryv plátků či další vrstvu pozlacovačské techniky.

Bílé částice (10680/J)

Podstatou bílých částic je olovnatá běloba a organické pojivo, na jehož identifikaci nebyl průzkum zaměřen.

PŘÍLOHA I – FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE MÍST ODBĚRŮ VZORKŮ

Autor fotografií: A. Ševčíková



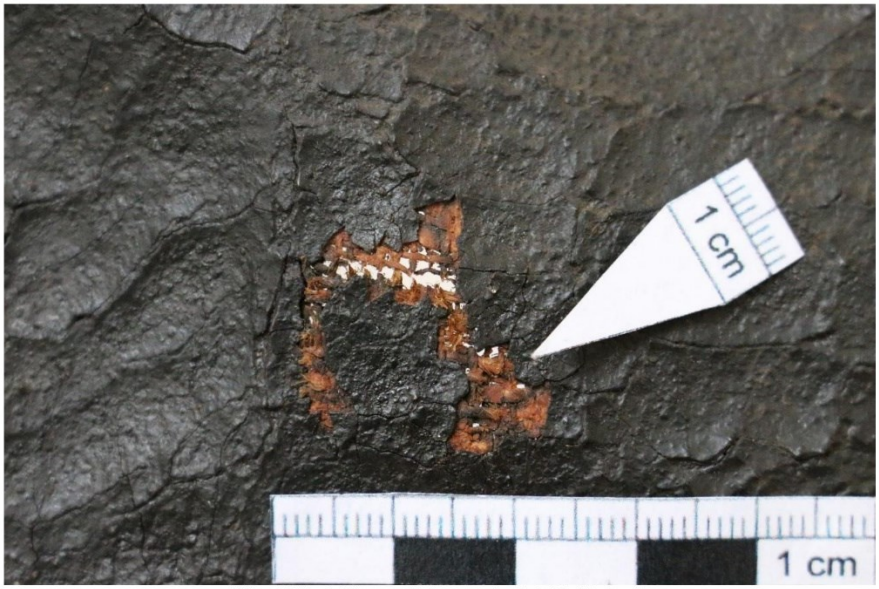
Obr. 85 Celková lokalizace míst odběrů vzorků na díle.



Obr. 86 Lokalizace odběru vzorku 10681/A, detail.



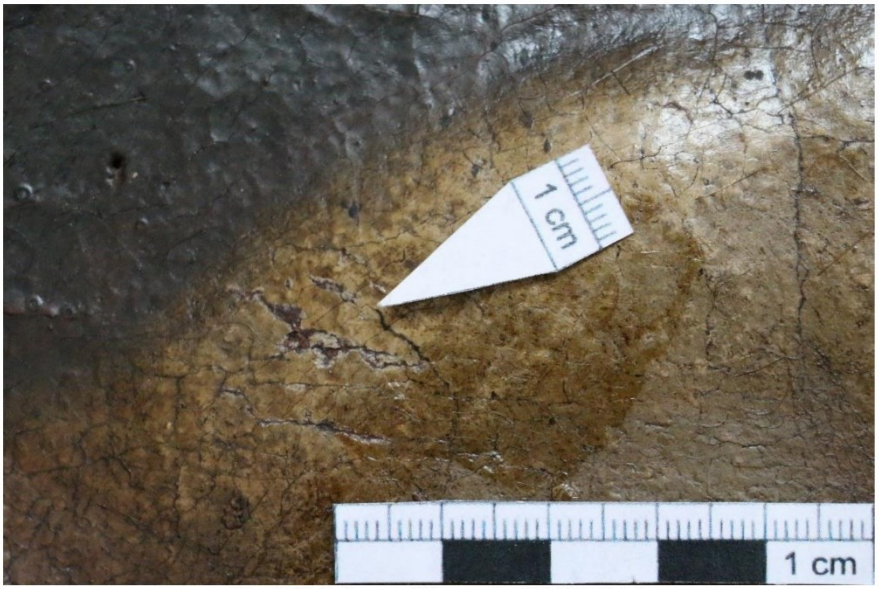
Obr. 87 Lokalizace odběru vzorku 10682/B, detail.



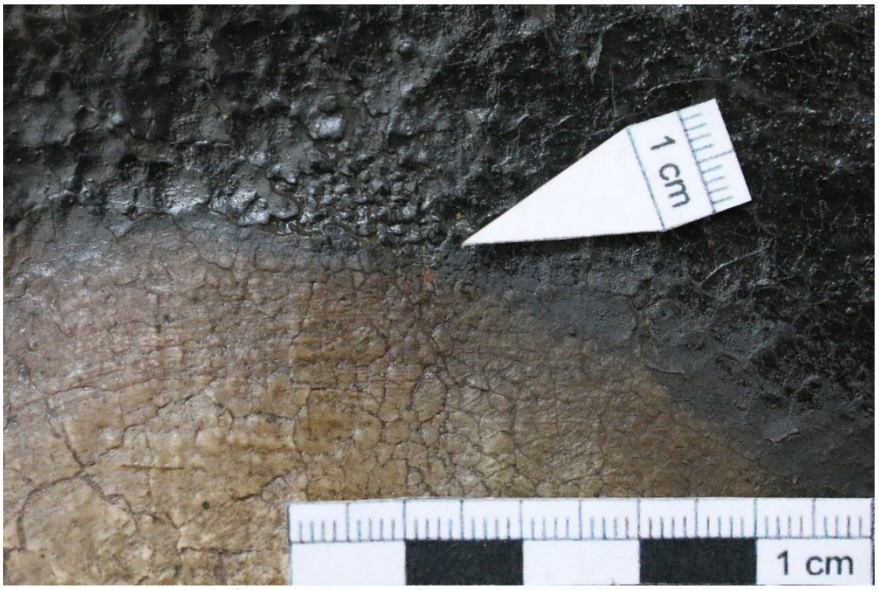
Obr. 88 Lokalizace odběru vzorku 10683/C, detail.



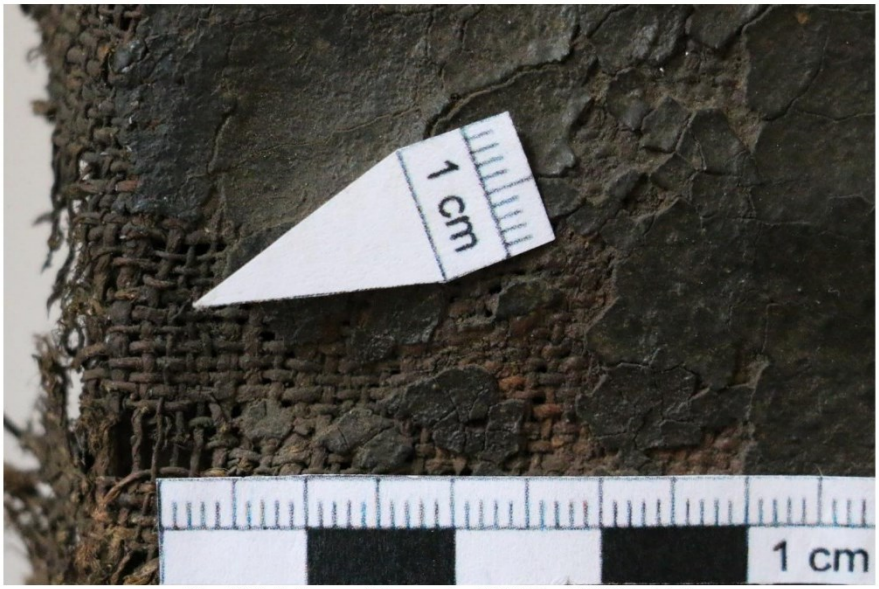
Obr. 89 Lokalizace odběru vzorku 10684/D, detail.



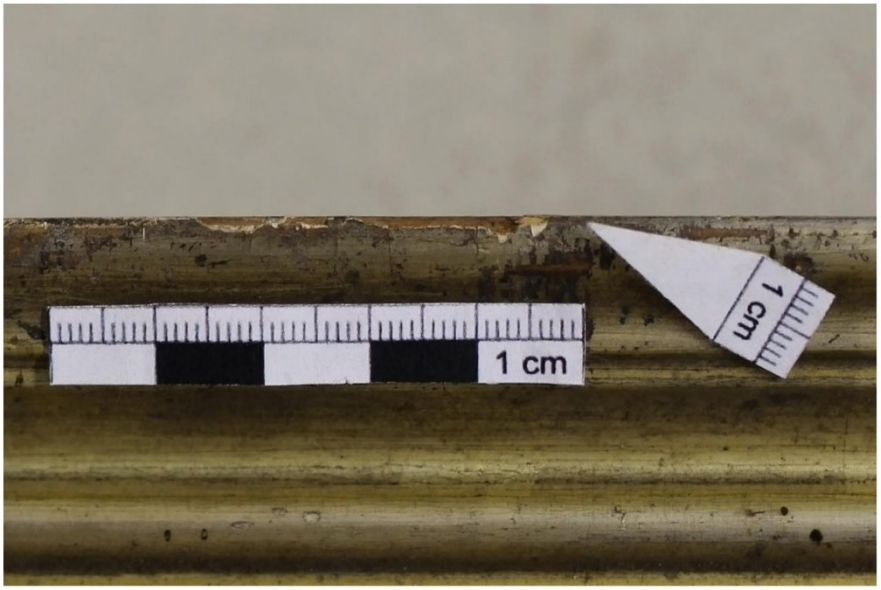
Obr. 90 Lokalizace odběru vzorku 10685/E, detail.



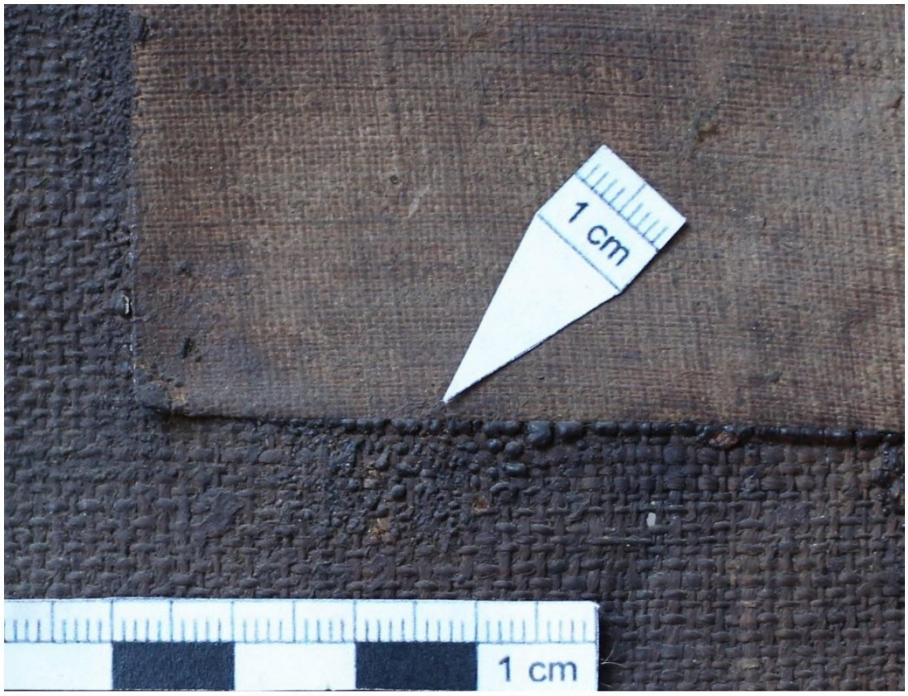
Obr. 91 Lokalizace odběru vzorku 10686/F, detail.



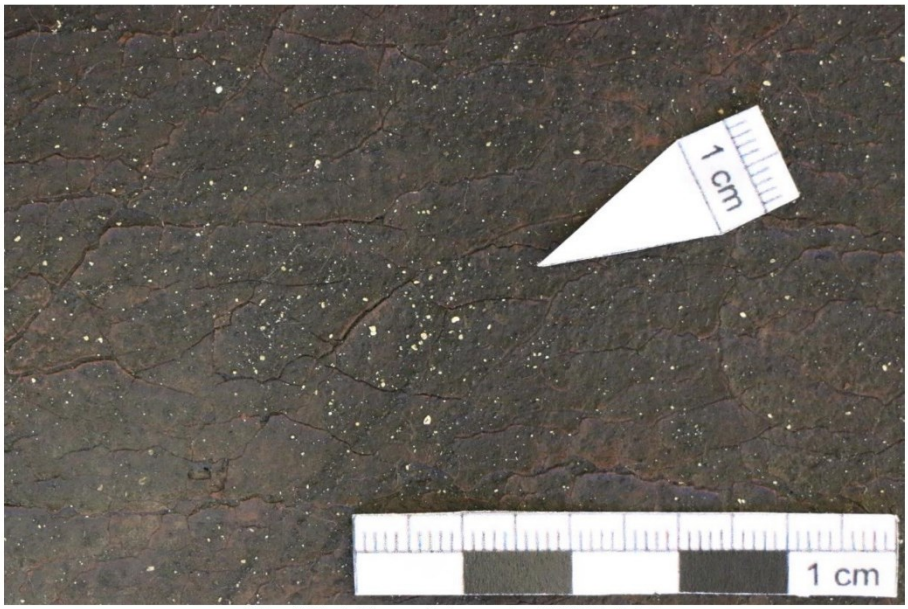
Obr. 92 Lokalizace odběru vzorku 10687/G a 10688/H, detail.



Obr. 93 Lokalizace odběru vzorku 10689/CH, detail.



Obr. 94 Lokalizace odběru vzorku 10690/I, detail.



Obr. 95 Lokalizace odběru vzorku 10680/J, detail.

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

PŘÍLOHA II – PROTOKOL Z ANALÝZ METODOU INFRAČERVENÉ MIKROSKOPIE (NTM)

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

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

ODBĚR – LOKALITA: Muzeum Kroměřížska, inv.č. U 167 (DO 253) – Madona s Ježíškem, olej na plátně (r. 1753)

Č. AKCE / Č. VZORKU: 05/22/142

POPIS VZORKŮ A MÍSTA ODBĚRU: vzorek 10682/B – modrý plášť Panny Marie

POŽADOVANÉ STANOVENÍ: analýza pojiv

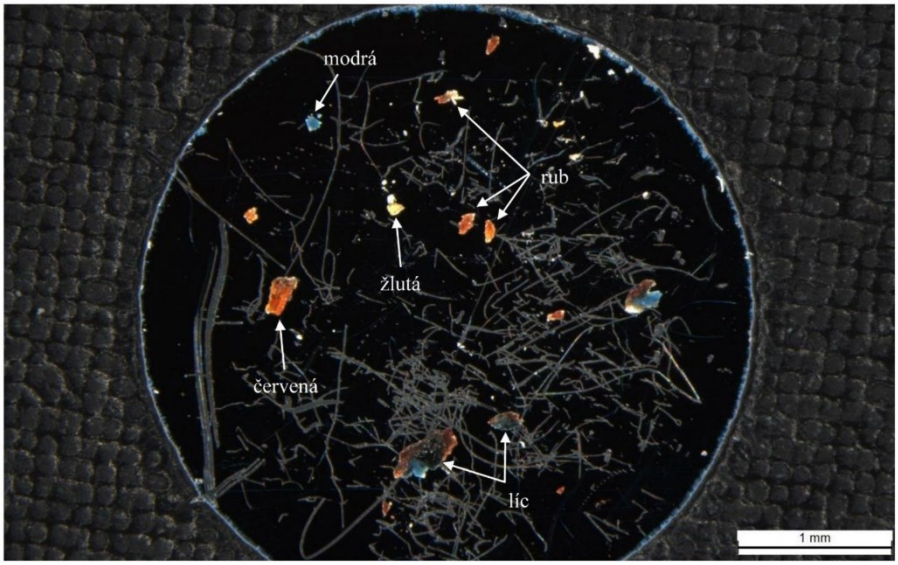
PROTOKOL

POSTUP:

Materiálová analýza: Část vzorku byla zalisována do tablety z bromidu draselného, druhá část vzorku byla separována na jednotlivé vrstvy. Obě části vzorků byly pozorovány pod stereomikroskopem Leica M165FC pod viditelným a ultrafialovým světlem. Následně byly jednotlivé vrstvy vzorku analyzovány FTIR spektrometrií na FTIR mikroskopu Nicolet iN10 MX technikou mikro-ATR/germanium. Získaná spektra byla porovnána se spektry standardů z různých databází.

Získaná spektra nejsou spektry 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).

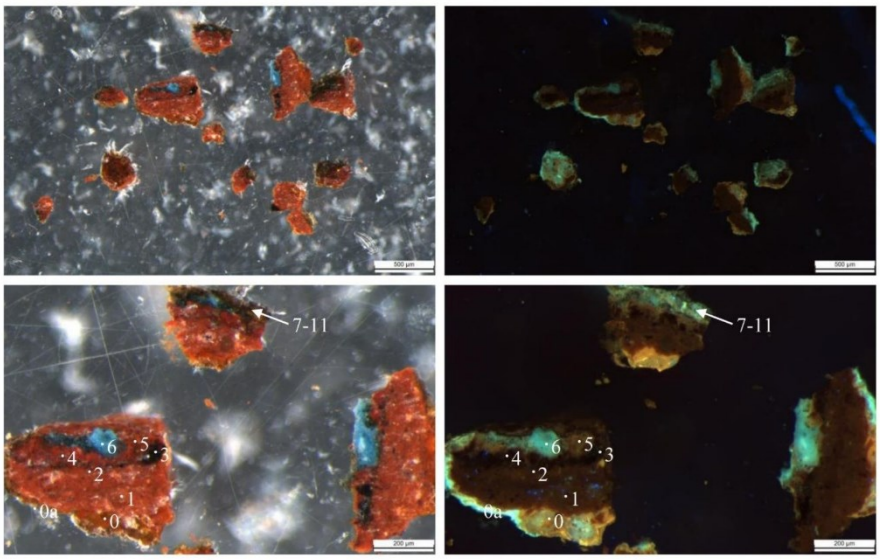
Obr. 1: Mikroskopický snímek úlomků vzorku ve viditelném světle s označenými místy měření. Měřítko je vloženo.



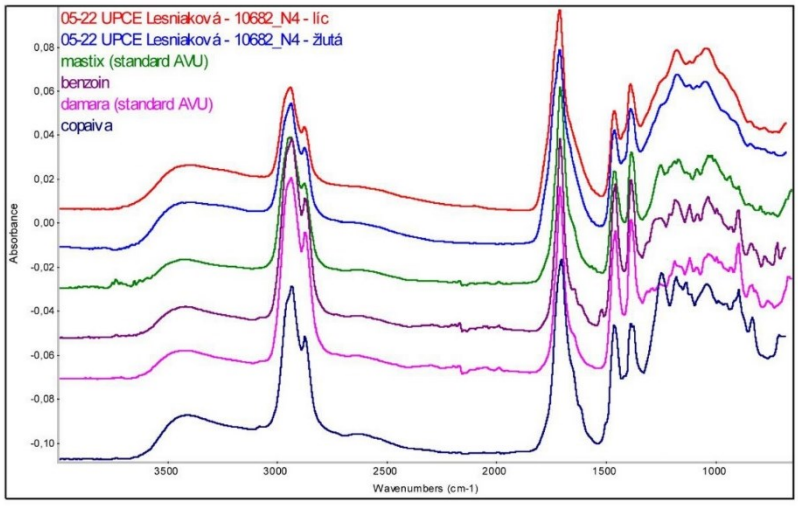
1

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

Obr. 2: Mikroskopické snímky úlomků vzorku zalisovaného do tablety z KBr pod viditelným (vlevo) a ultrafialovým světlem v modré části spektra (vpravo) s vyznačenými oblastmi FTIR analýz.



Obr. 3: FTIR spektra lícové strany vzorku z různých míst měření společně se spektry standardů – jedná se o lak na bázi terpenické pryskyřice (spektru nejvíce vyhovuje standard mastixu).

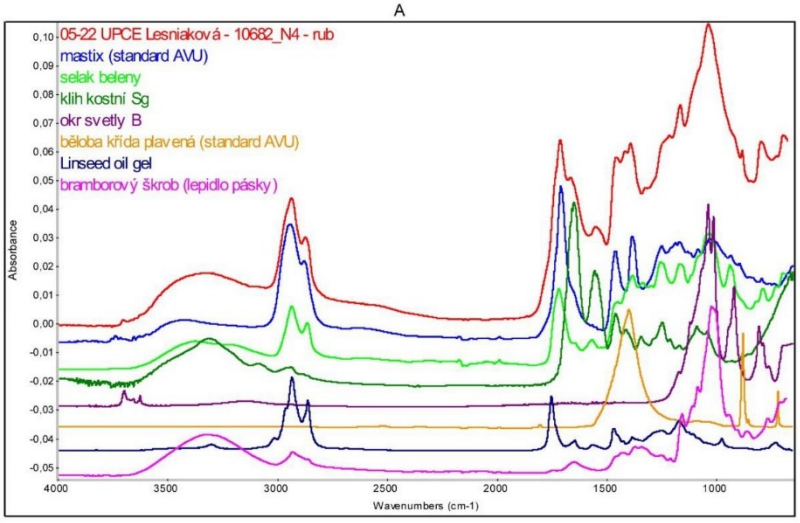


2

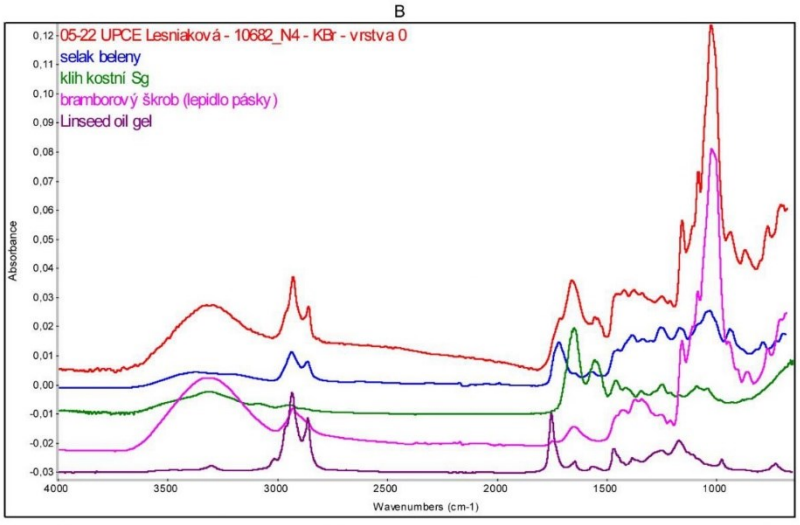
NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

Obr. 4: FTIR spektra rubové strany vzorku z různých míst měření společně se spektry standardů – ve spektrech lze identifikovat bílkovinné pojivo, olej, terpenickou pryskyřici a škrob. Dále lze lokálně identifikovat i křídu a pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů.

A



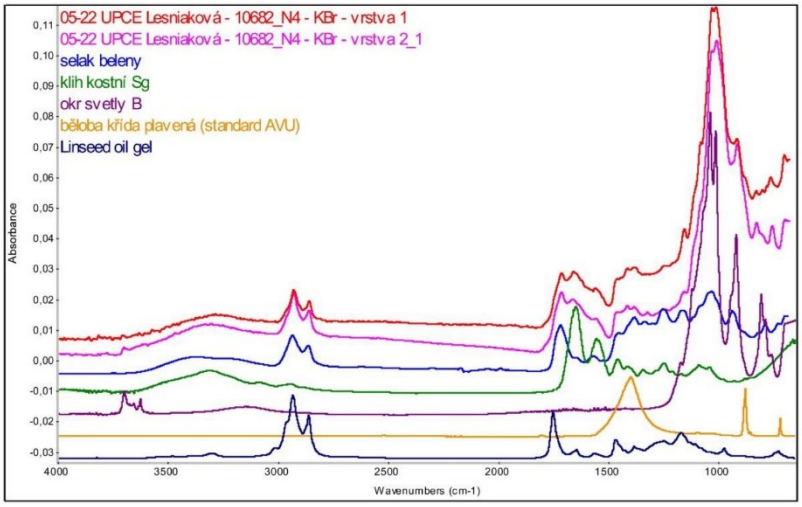
B



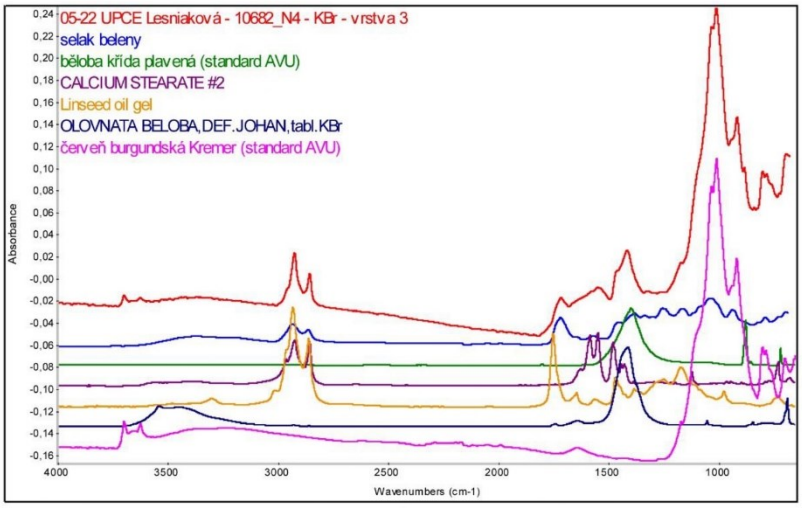
3

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

Obr. 5: FTIR spektra červených podkladových vrstev vzorku společně se spektry standardů – vrstvy jsou pravděpodobně pojeny mastnou temperou (směs bílkovinného pojiva s příměsí oleje). Dále lze identifikovat pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů s příměsí křídy. Vrstva je prosycena terpenickou pryskyřicí (ve spektru uveden standard šelaku).



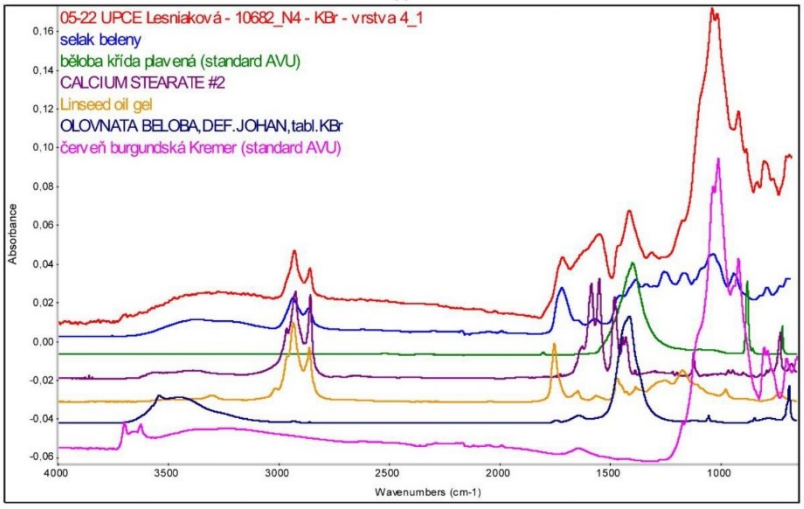
Obr. 6: FTIR spektrum tmavé vrstvy vzorku společně se spektry standardů – vrstva je pravděpodobně pojena olejem, jsou přítomny i jeho degradační produkty (stearáty). Dále lze identifikovat pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů s příměsí křídy a olovnaté běloby. Není vyloučena ani přítomnost terpenické pryskyřice.



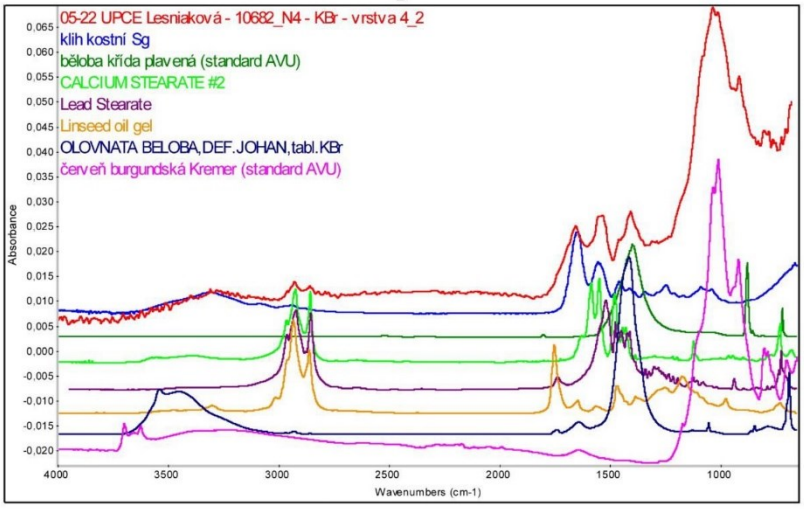
4

Obr. 7: FTIR spektra červené vrstvy č. 4 vzorku z různých míst měření společně se spektry standardů – vrstva je pravděpodobně pojena velmi mastnou temperou, přítomny jsou i degradační produkty oleje (stearáty). Dále lze identifikovat pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů s příměsí křídy a olovnaté běloby. Není vyloučena ani přítomnost terpenické pryskyřice.

A



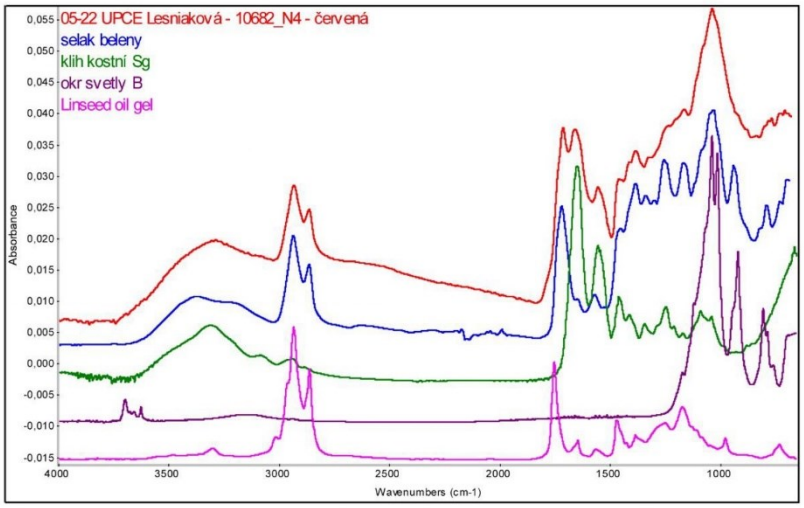
B



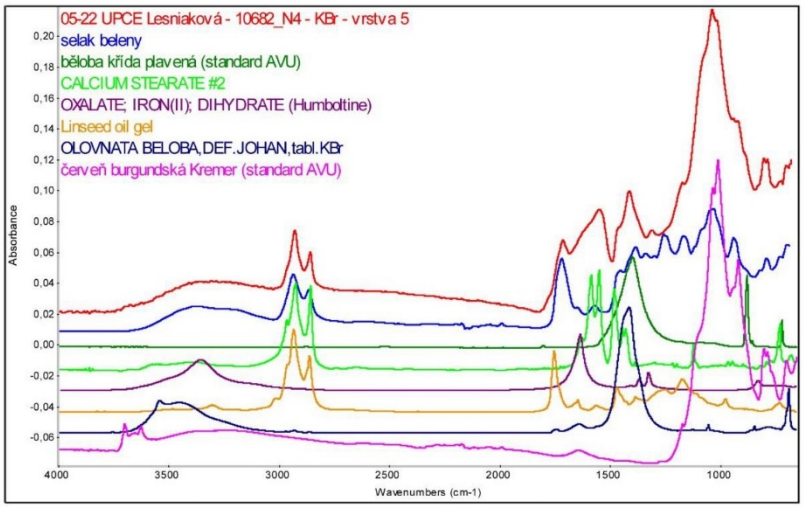
5

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

Obr. 8: FTIR spektrum červené vrstvy vzorku společně se spektry standardů – vrstva je pravděpodobně pojena mastnou temperou, je probarvena pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů a je prosycena terpenickou pryskyřicí.



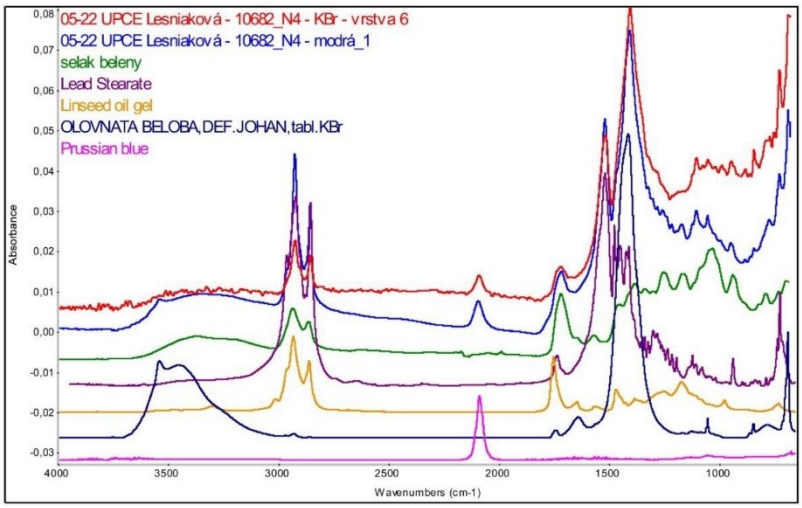
Obr. 9: FTIR spektrum hnědavé vrstvy č. 5 vzorku společně se spektry standardů – vrstva je pravděpodobně pojena olejem, o čemž svědčí i přítomnost jeho degradačních produktů (stearáty a oxaláty). Vrstva obsahuje pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů s příměsí křídy a olovnaté běloby. Vrstva je prosycena terpenickou pryskyřicí.



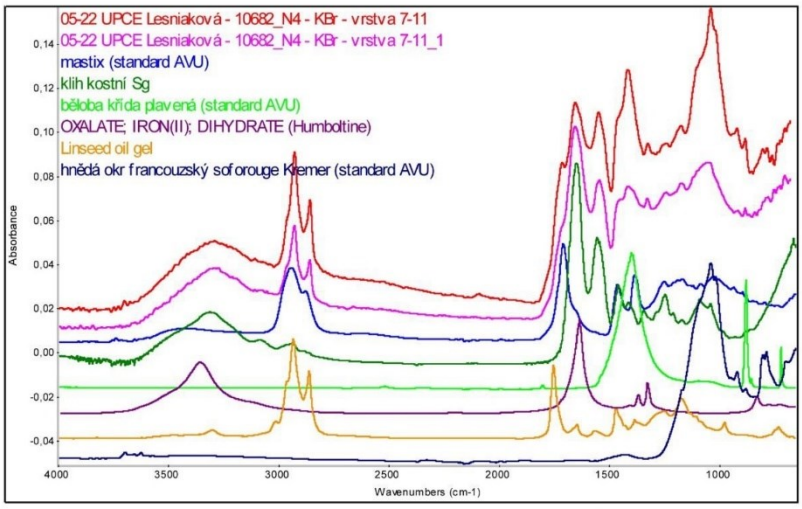
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

Obr. 10: FTIR spektra modré vrstvy č. 6 vzorku z různých míst měření společně se spektry standardů – vrstva je pravděpodobně pojena olejem, o čemž svědčí přítomnost jeho degradačních produktů (stearáty). Vrstva dále obsahuje olovnatou bělobu a pruskou modř. Vrstva je silně prosycena terpenickou pryskyřicí.



Obr. 11: FTIR spektra svrchních lakových vrstev č. 7-11 (lícové strany) vzorku z různých míst měření společně se spektry standardů – ve spektrech lze identifikovat bílkovinné pojivo s příměsí oleje (obsaženy jsou i oxaláty) a terpenické pryskyřice. Dále lze identifikovat křídu a pigmenty na bázi hlinitokřemičitanu.



NÁRODNÍ TECHNICKÉ MUZEUM • NATIONAL TECHNICAL MUSEUM • TECHNISCHES NATIONALMUSEUM
Oddělení preventivní konzervace
Kostelní 42, 170 78 Praha 7; tel. +420 220 399 228; E-mail info@ntm.cz; http://www.ntm.cz

ZÁVĚR:

V rubové straně vzorku lze identifikovat škrob, bílkovinné pojivo (pravděpodobně klih), olej a terpenickou pryskyřici. Pravděpodobně se jedná o úpravu plátna. Červené vrstvy podkladu jsou pravděpodobně pojeny mastnou temperou a jsou probarveny pigmenty na bázi hlinitokřemičitanů (okry) s příměsí křídy. Tmavá vrstva je pravděpodobně pojena olejem a obsahuje hlinitokřemičitany, křídu a olovnatou bělobu. Horní červená vrstva podkladu (č. 4) je opět pojena mastnou temperou a probarvena hlinitokřemičitany s příměsí křídy a olovnaté běloby. Hnědavá vrstva vzorku je pravděpodobně pojena olejem a také obsahuje hlinitokřemičitany, křídu a olovnatou bělobu. Modrá vrstva malby obsahuje olovnatou bělobu a pruskou modř, pojené olejem. Svrchní lakové vrstvy jsou pravděpodobně tvořeny jak laky na bázi terpenické povahy, tak vrstvami obsahujícími bílkovinné pojivo.

Všechny vrstvy jsou prosyceny terpenickou pryskyřicí.

Detailní popisy jsou uvedeny u jednotlivých spekter.

V Praze, 7. 2. 2022

RNDr. Eva Svobodová, Ph.D.

Ing. Ivana Kopecká
oddělení preventivní konzervace NTM

8

11.2 Mikrobiologická analýza

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

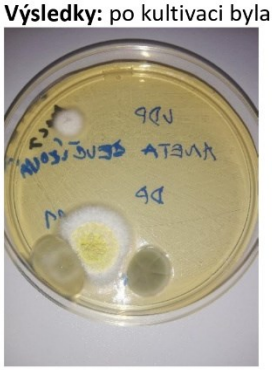
MIKROBIOLOGICKÉ ZKOUŠKY

Místo odběru: Aneta Ševčíková Diplomová práce Panna Marie s dítětem Fakulta restaurování Univerzity Pardubice Ateliér UDP	**Materiál:** Stěry provedeny sterilním vatovým tampónem, na dřevěné špejli

Datum provedení: odběr 20. 11. 2021; začátek mikrobiologické analýzy 11. 12. 2021

Provedené zkoušky:
Pomocí sterilních vatových tampónů byly provedeny stěry části analyzovaných předmětů. Pevné částice získané tímto způsobem byly přeneseny roztěrem na povrch kultivační půdy MALT. Inkubace 7 dní při laboratorní teplotě.

Výsledky: po kultivaci byla zjištěna kontaminace mikroskopickými vláknitými houbami.



Závěr: Doporučuji provést desinfekční zásah!

Datum: 20. 12. 2021

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

11.3 Kontrolní mikrobiologická analýza

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

MIKROBIOLOGICKÉ ZKOUŠKY

Místo odběru: Aneta Ševčíková Diplomová práce Panna Marie s dítětem kontrolní stěr po desinfekci Fakulta restaurování Univerzity Pardubice Ateliér UDP	**Materiál:** Stěry provedeny sterilním vatovým tampónem, na dřevěné špejli

Datum provedení: odběr 12. 1. 2022; začátek mikrobiologické analýzy 17. 1. 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 kontaminace mikroskopickými vláknitými houbami.
Závěr: není potřeba provádět desinfekční zásah.

Datum: 24. 1. 2022	**Podpis:** doc. Ing. Marcela Pejchalová, Ph.D.

11.4 FTIR analýzy vzorků rigidních hydrogelů

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

FTIR ANALÝZY VZORKŮ RIGIDNÍCH HYDROGELŮ

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. / BcA. Aneta Ševčíková, 2. ročník magisterského studia

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Analýzám infračervenou spektroskopií (FTIR) byly podrobeny vzorky rigidních hydrogelů. Celkem bylo analyzováno 6 komerčních produktů. Jednalo se o produkty na bázi deacylovaného gellanu Kelcogel ® CG–LA (CP KELCO U.S Inc) a Gellan Gum (Deffner & Johann GmbH). Tyto gelotvorné látky byly měřeny v podobě prášku, tak jak byly získány od dodavatele bez jakékoliv úpravy. Dále potom byly infračervenou spektroskopií charakterizovány chemické hydrogely značky Nanorestore. Nanorestore gely, konkrétně potom produkty Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel, Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel, Nanorestore Gel® MWR Dry Gel a Nanorestore Gel® HWR Dry Gel. Podle výrobce jsou gely Nanorestore Gel® Peggy na bázi polyvinylalkoholu a polyvinylppyrolidonu (PVA/PVP), zatímco gely Nanorestore Gel® Dry jsou na bázi poly(2-hydroxyethylmetakrylátu) a polyvinylpyrrolidonu (pHEMA/PVP). Nanorestore gely byly analyzovány po jejich vysušení při 100 ℃ po dobu 24 h (sušárna Memmert UF110). V následující tabulce je uveden přehled analyzovaných materiálů/produktů.

Tab. 1: Přehled analyzovaných gelů.

Název produktu, dodavatel	Základní složení dle dodavatele	Úprava před měřením
Kelcogel ® CG–LA (CP KELCO U.S Inc)	deacylovaný gellan	žádná
Gellan Gum (Deffner & Johann GmbH)		
Nanorestore Gel® PG5 Peggy Gel	PVA/PVP	sušení 24 h 100 ℃
Nanorestore Gel® PG6 Peggy Gel		
Nanorestore Gel® MWR Dry Gel	pHEMA/PVP	
Nanorestore Gel® HWR Dry Gel		

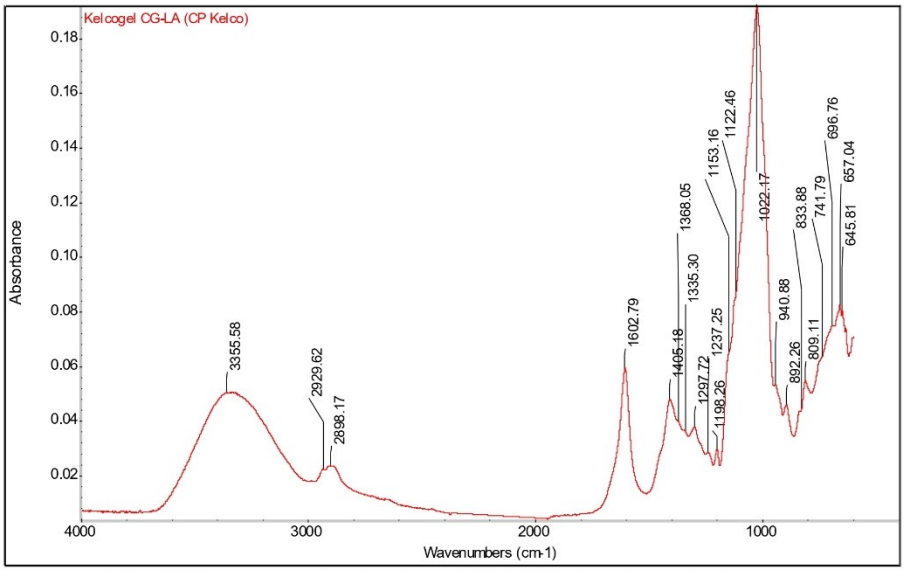
METODIKA CHARAKTERIZACE GELŮ METODOU INFRAČERVENÉ SPEKTROSKOPIE (FTIR)

Charakterizace produktů deacylovaného gellanu a vysušených rigidních gelů značky Nanorestore byly provedeny metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR). K analýze byl použit spektrofotometr Nicolet 380, měření bylo provedeno technikou ATR (diamantový krystal). Produkty na bázi deacylovaného gellanu byly měřeny bez úpravy ve formě prášku tak, jak byly dodány. Nanorestore gely byly analyzovány po jejich vysušení při 100 ℃ po dobu 24 h. Analýzy neměly vyšší ambice než prostou charakterizaci gelů zaznamenáním jejich FTIR spekter s vyznačením píků. Naměřená spektra jsou uvedena ve výsledcích zprávy (str. 2 až 7).

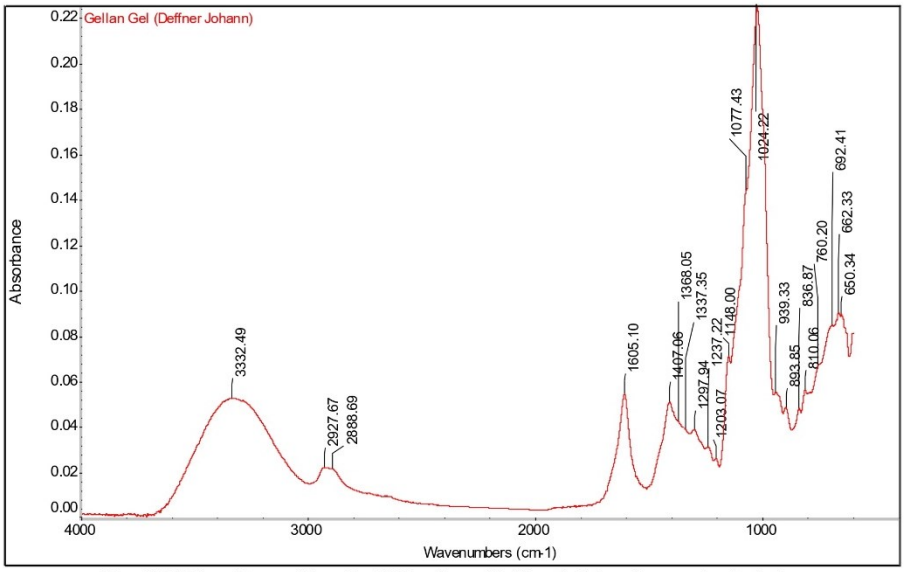
ZPRÁVA Z MATERIÁLOVÉHO PRŮZKUMU

Počet stran:	7	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

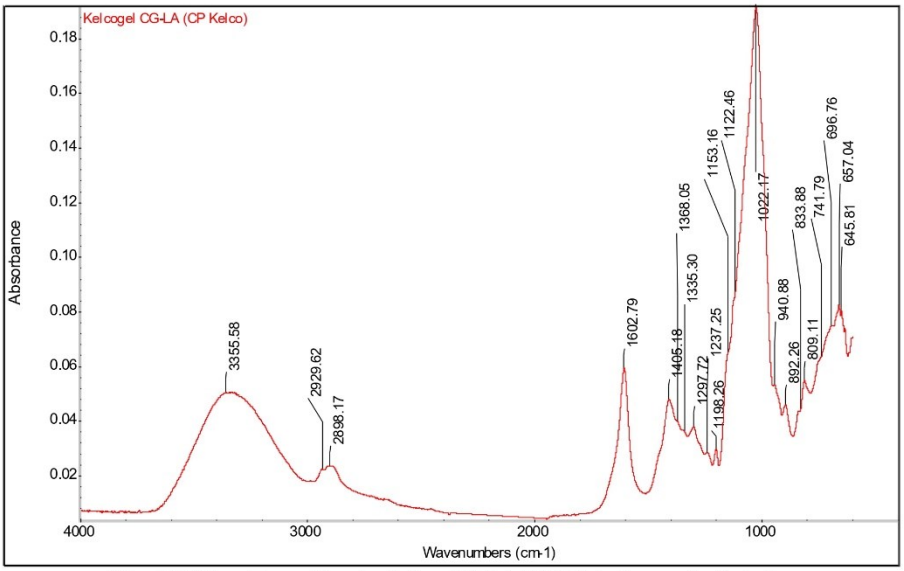


Obr. 1 FTIR spektrum přípravku Kelcogel CG–LA (CP Kelco) s označenými píky.

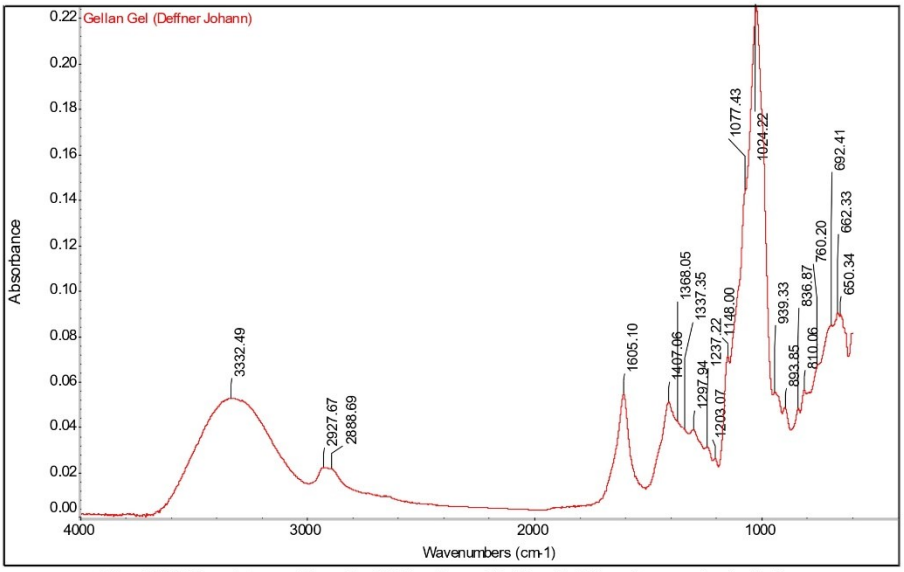


Obr. 2 FTIR spektrum přípravku Gellan Gum (Deffner & Johann) s označenými píky.

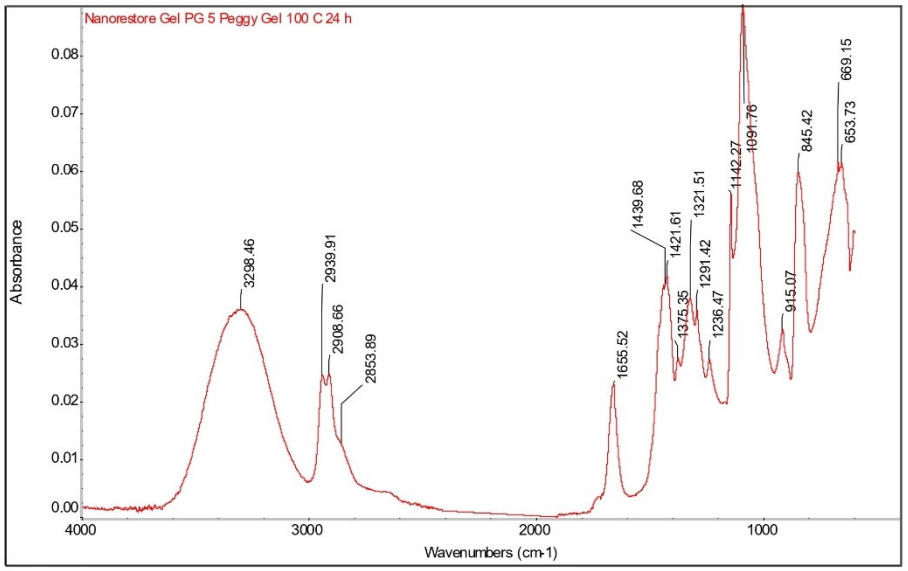
VÝSLEDKY – NAMĚŘENÁ FTIR SPEKTRA



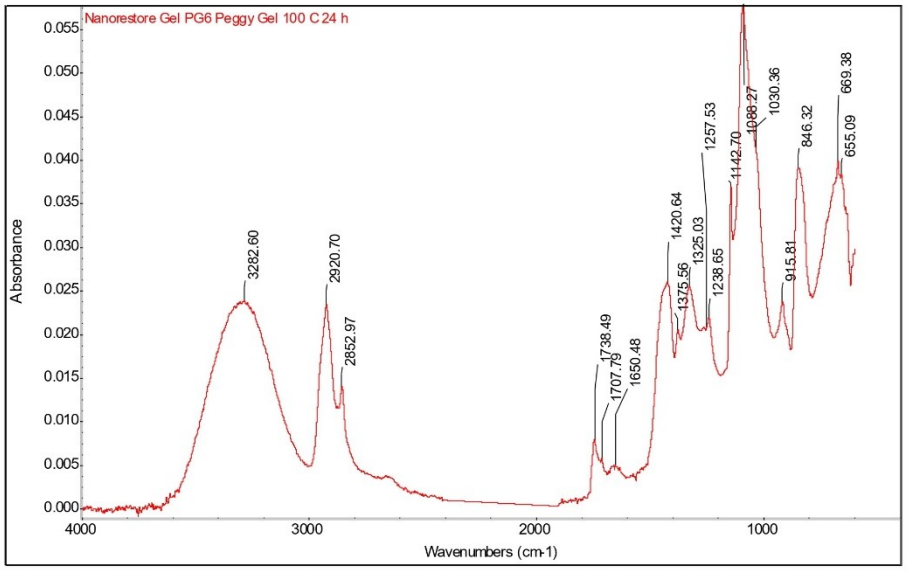
Obr. 1 FTIR spektrum přípravku Kelcogel CG–LA (CP Kelco) s označenými píky.



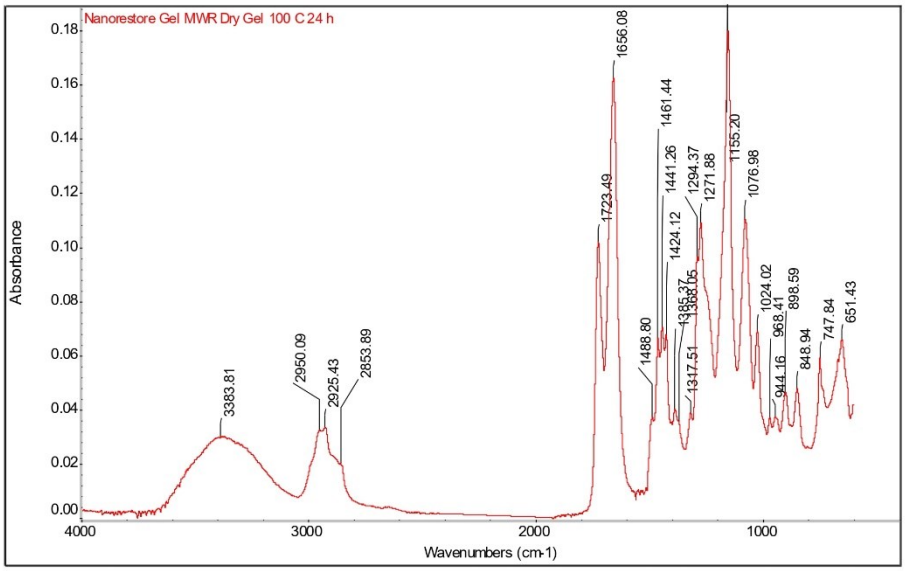
Obr. 2 FTIR spektrum přípravku Gellan Gum (Deffner & Johann) s označenými píky.



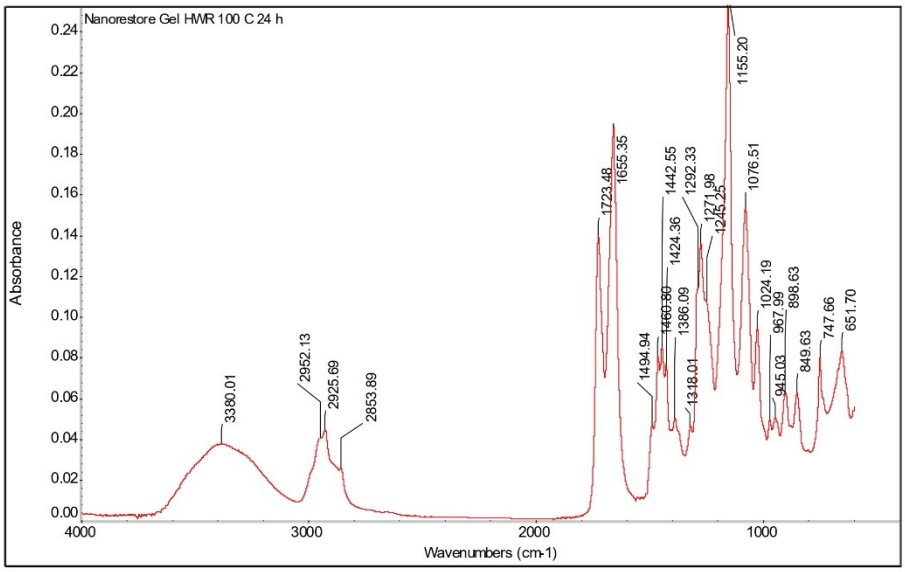
Obr. 3 FTIR spektrum přípravku Nanorestore Gel PG5 Peggy Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100℃ s označenými píky.



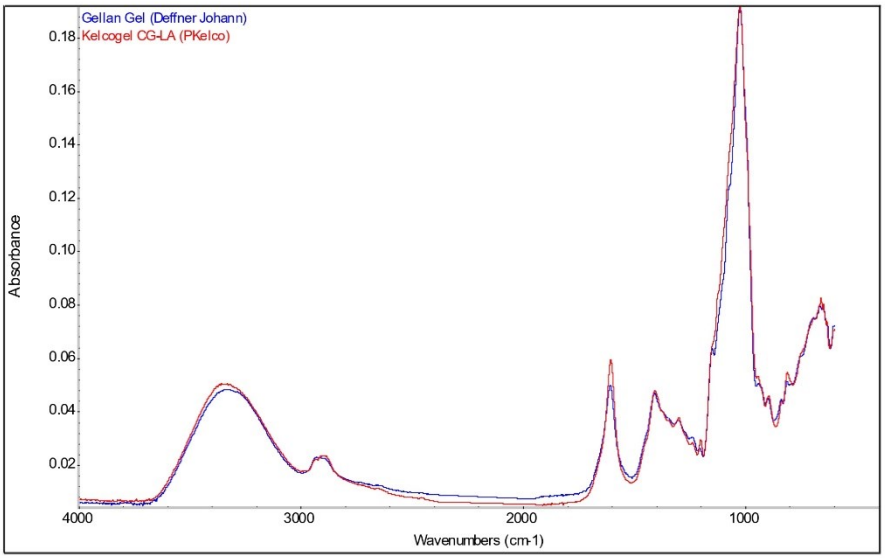
Obr. 4 FTIR spektrum přípravku Nanorestore Gel PG6 Peggy Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100℃ s označenými píky.



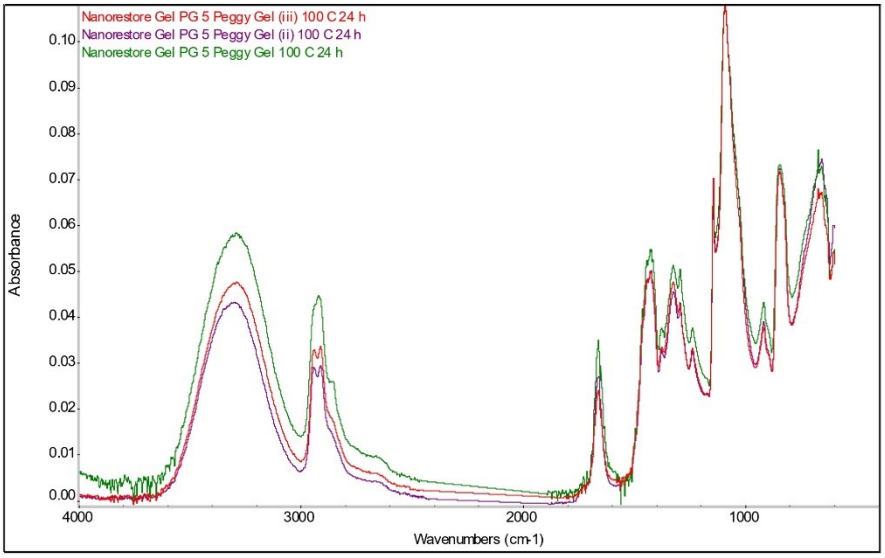
Obr. 5 FTIR spektrum přípravku Nanorestore Gel MWR Dry Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100℃ s označenými píky.



Obr. 6 FTIR spektrum přípravku Nanorestore Gel HWR Dry Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100℃ s označenými píky.

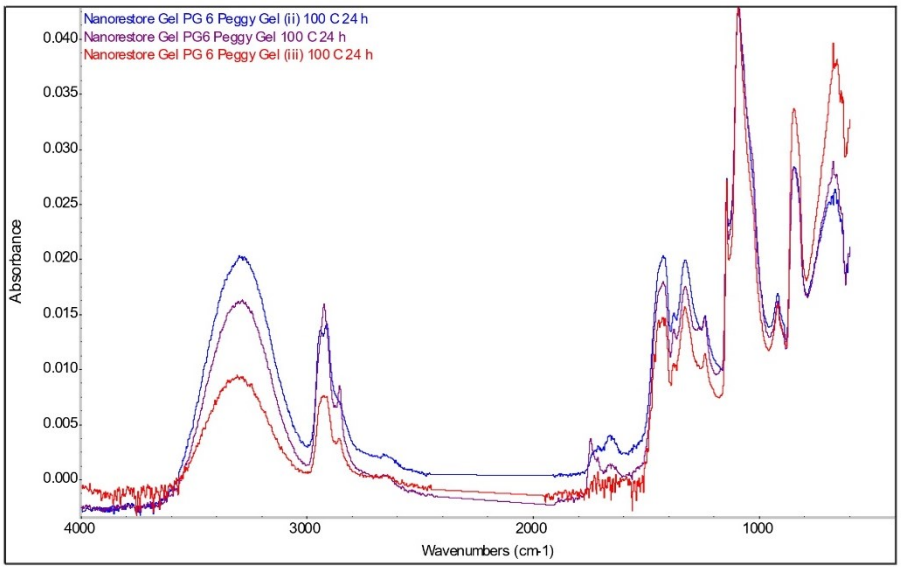


Obr. 7 FTIR spektrum přípravku Kelcogel CG–LA (CP Kelco) a FTIR spektrum přípravku Gellan Gum (Deffner & Johann) s označenými píky.

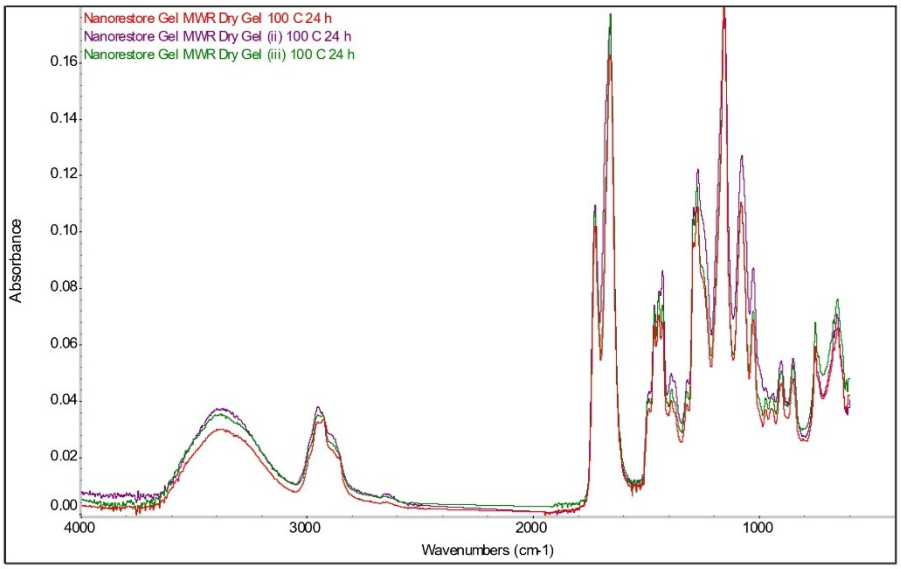


Obr. 8 FTIR spektra několika vzorků přípravku Nanorestore Gel PG5 Peggy Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100 ℃ s označenými píky.

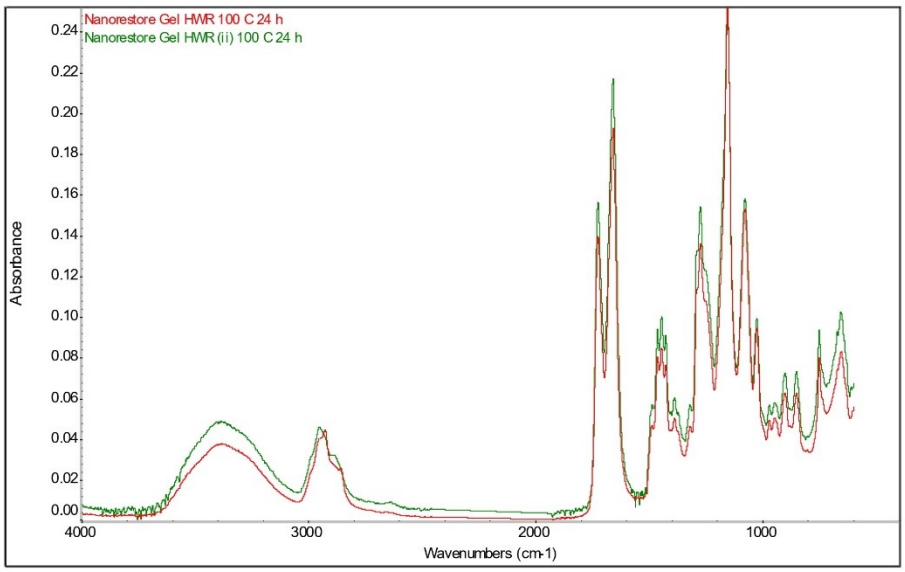
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275



Obr. 9 FTIR spektra několika vzorků přípravku Nanorestore Gel PG6 Peggy Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100 ℃ s označenými píky.



Obr. 10 FTIR spektra několika vzorků přípravku Nanorestore Gel MWR Dry Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100 ℃ s označenými píky.



Obr. 11 FTIR spektra několika vzorků přípravku Nanorestore Gel HWR Dry Gel (Deffner & Johann) po 24 h sušení při 100 ℃ s označenými píky.