

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou. Restaurování sgrafita s výjevem „*Hrdina v antikizující zbroji*“ na zámku Litomyšl.

Diplomová práce

2025

BcA. Juliána Tkáčová

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **BcA. Juliána Tkáčová**
Osobní číslo: **R23000**
Studijní program: **N0222A310001 Restaurování a konzervace děl hmotného kulturního dědictví**
Specializace: **Nástěnná malba, sgrafito, mozaiky a polychromie omítek a kamene**
Téma práce: **Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou. Restaurování sgrafita s výjevem "Hrdina v antikizující zbroji" na zámku Litomyšl.**
Zadávací katedra: **Katedra chemické technologie FR**

Zásady pro vypracování

Diplomová práce je prací, ve které student dokládá, že je schopen samostatně a tvůrčím způsobem provést komplexní restaurátorský zásah a zároveň teoreticky prostudovat, invenčně a samostatně řešit dané teoretické téma.

Juliáně Tkáčové byl v rámci diplomové práce přidělen výjev "Hrdina v antikizující zbroji", který se nachází ve třetím figurálním pásu severozápadní fasády II. nádvoří na zámku v Litomyšli. Úkolem studentky je nejprve provést restaurátorský průzkum, v jehož rámci bude prozkoumána původní technika, rozsah druhotných zásahů, stav výjevu a rozsah jeho degradace a poškození. Dále budou provedeny zkoušky postupů. Diplomantka vyhodnotí výsledky průzkumu, připraví návrh na restaurátorský zákrok a provede restaurování. Důležitým krokem bude injektáž omítkových vrstev, která musí být v exteriéru velmi důsledná. Vzhledem k tomu, že výjev je součástí celku, je při restaurování nutné přizpůsobit míru retuše okolním výjevům. Restaurátorská dokumentace přiděleného úseku musí obsahovat všechny nezbytné údaje a kapitoly, včetně kvalitní fotodokumentace a grafické dokumentace. Průběh prací bude konzultován jak s vedoucím práce, tak se zástupci PU.

Rozšířená část diplomové práce se bude zabývat vyhodnocením účinku nově vyvinutých akrylátových latexů (vodných disperzí) s biosložkou pro zpevnění zpráškovatělé barevné vrstvy nástěnné malby provedené technikou vápenného secca. K tématu biolaterů bude provedena vstupní literární rešerše, na kterou naváže laboratorní část, která bude testovat vybrané latexy s biosložkou a jejich účinek na zpráškovatělou barevnou vrstvu. Pro porovnání bude konsolidace provedena též s vybranými syntetickými typy latexů (disperzí), které se pro zpevnění zpráškovatělé barevné vrstvy v současnosti používají. Kromě zpevnění barevné vrstvy budou testovány další účinky latexů jako např. změna barevnosti, lesku a tvrdosti povrchu. Sada vzorků bude podrobena urychlenému stárnutí v Q-Sun testu, jež naznačí stálost latexů vůči světlu. Nabyté poznatky poslouží při hodnocení nové generace materiálů a jejich využitelnost v oboru restaurování nástěnné malby. Téma reaguje na současná zelená řešení, jejichž cílem je nahradit klasické syntetické materiály materiály s nižším ekologickým dopadem.

Práce budou probíhat pod dohledem pedagogů restaurátorů. Postup prací bude průběžně konzultován s přidělenými konzultanty a externími specialisty. Použité postupy a technologie budou voleny na základě důkladných zkoušek. Při realizaci diplomové práce bude dodržen následující harmonogram dokončování dílčích úkolů. Dodržování harmonogramu bude součástí závěrečného hodnocení práce.

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

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

Seznam doporučené literatury:

- ALONZO, Rafael Ruiz. Esgrafiado. Materiales, técnicas y aplicaciones. 2015. ISBN 97884-86789-84-8.
- WAISSER, Pavel (ed.). Sgrafita zámku v Litomyšli. Litomyšl [i.e. Pardubice]: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Pardubicích, 2011. ISBN 978-80-904097-9-8.
- SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, Eliška. Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení. [Litomyšl]: město Litomyšl, 2021. ISBN 978-80-907947-4-0.
- ŘÍHOVÁ, Vladislava (ed.). Sgrafito 16.-20. století: výzkum a restaurování : příspěvky ze semináře Sgrafito 16.-20. století a workshopu Sgrafito Litomyšlského zámku, konaných 16. a 17. dubna 2009 v Kongresovém sále zámku Litomyšl. Pardubice: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-228-0.
- VOJTĚCHOVSKÝ, Jan (ed.). Sgraffito in Change: original realization vs. secondary interventions : second international conference. Pardubice: University of Pardubice, 2022. ISBN 978-80-7560-423-1.
- ZELINGER, Jiří. Chemie v práci konzervátora a restaurátora. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Academia, 1987.
- HOŠEK, Jiří. Omítky historických staveb. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. ISBN 80-04233-49-x.
- MORA, Paolo, Laura MORA a Paul PHILIPPOT. Conservation of wall paintings. Boston: Butterworths, c1984. ISBN 0-408-10812-6.
- MARTIN, Bill; WOOD, Chris; HENRY, Alison a STEWART, John (ed.). Mortars, renders & plasters. Practical building conservation. Farnham, Surrey: Ashgate, 2011. ISBN 978-0-7546-4559-7.
- VELSON, Charles Horie. Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings. Routledge, 2010. ISBN: 0750669055, 9780750669054.
- ŠŇUPÁREK, Jaromír; FORMÁNEK, Leopold. Vodné disperze syntetických polymerů. Makromolekulární látky, sv. 31. Praha: Státní nakladatelství technické literatury 1979.
- MLEZIVA, Josef; ŠŇUPÁREK, Jaromír. Polymery, výroba, struktura, vlastnosti a použití, Sobotáles, Praha 2000.
- DUCHÁČEK, Vratislav. Polymery – výroba, vlastnosti, zpracování, použití. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6. Dostupné online z: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-617-6/pages-img/084.html.
- KOLÁŘ, Martin et al.; Application of Vegetable Oil-Based Monomers in the Synthesis of Acrylic Latexes via Emulsion Polymerization. Coatings 2023, 13, 262. <https://doi.org/10.3390/coatings13020262>.
Internetové zdroje: · <https://primo.upce.cz/> · <https://scholar.google.com> · <https://www.researchgate.net/> · <https://www.sciencedirect.com/> · <https://aata.getty.edu/> · <https://link.springer.com/>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Renata Tišlová, Ph.D.

Katedra chemické technologie FR

Konzultanti diplomové práce:

doc. Ing. Jana Machotová, Ph.D.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

MgA. Kateřina Krhánková

Ateliér restaurování malby a sgrafita

Oponent diplomové práce:

Ing. Lucie Zárybnická, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2025**

L.S.

Mgr. BcA. Radomír Slovik
děkan

Ing. Karol Bayer
vedoucí katedry

V Litomyšli dne 16. května 2025

Prohlašuji:

Prácu s názvem Restaurování sgrafita s výjevem „*Hrdina v antikizující zbroji*“ na zámku Litomyšl. Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou jsem vypracovala samostatně. Všechny literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Litomyšli dne

.....

BcA. Juliána Tkáčová

Poděkování

Velké poděkování patří v první řadě vedoucí práce Ing. Renatě Tišlové, Ph.D. za odborné vedení, za profesionální a zároveň přívětivý přístup a průběžné konzultace v rámci laboratorní části diplomové práce.

Za odbornou spolupráci při analýze konsolidantů a poskytnutí prostor a vybavení Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR se sídlem v Telči děkuji Ing. Mgr. Lucii Zárybnické, Ph.D.

Doc. Ing. Jane Machotové děkuji za poskytnutí akrylátových latexů s biosložkou k testování a za možnost využití přístrojového vybavení Fakulty chemicko-technologické UPCE.

MgA. Kateřině Krhánkové děkuji za nasměrování během restaurátorských prací, za předání jejích praktických zkušeností a trpělivost a ochotu při práci.

Zvláštní poděkování patří také vedoucí ateliéru MgA. Zuzaně Wichterlové, DiS. za její cenné rady a přátelský, vždy pozitivní přístup během celého studia.

Ing. Petre Lesniakové, Ph.D. a Ing. Karolovi Bayerovi děkuji za technologická doporučení a konzultace během práce na zámku Litomyšl.

Děkuji všem pedagogům Fakulty restaurování Univerzity Pardubice za předané zkušenosti a znalosti.

V neposlední řadě děkuji celému týmu pracujícimu na zámku v Litomyšli za kolegiálnost, nápomocnost a přátelskou atmosféru během restaurátorských prací.

Název

Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou. Restaurování sgrafita s výjevem „*Hrdina v antikizující zbroji*“ na zámku Litomyšl.

Anotace

První část diplomové práce se zabývá rešerší dostupných informací k problematice povrchové konsolidace nástěnných maleb a testováním konsolidačních účinků nově vyvinutých akrylátových latexů s biosložkou na zpráškovatělou barevnou vrstvu. Biokonsolidanty jsou porovnávány s akrylátovými latexy aktuálně dostupnými na trhu. Optické i mechanické vlastnosti konsolidantů byly testovány na zkušebním panelu v laboratorních podmínkách.

Druhou část diplomové práce tvoří restaurátorská zpráva, která obsahuje restaurátorský, uměleckohistorický a přírodovědný průzkum k části renesanční sgrafitové výzdoby z 16. století, která nese název „*Hrdina v antikizující zbroji*“. Sgrafito se nachází na severozápadní fasádě 2. nádvoří na zámku v Litomyšli.

V této části práce je zdokumentován i restaurátorský zásah s chronologickým postupem restaurátorských prací provedených na výše zmíněném díle.

Klíčová slova

sgrafito, renesance, restaurování, zámek Litomyšl, konsolidace, polymer, akrylátová disperze, latex, biolater

Title

Study of the consolidation of powdered wall paintings using newly developed acrylic latexes with a bio-component. Restoration of the sgraffito with the scene „*Hero in antique armor*” at Litomyšl chateau.

Annotation

The first part of the thesis examines existing theoretical information regarding the consolidation of degraded wall paintings. The study continues with practical tests evaluating the effects of newly developed bio-based acrylic latexes on paint layers that have suffered from powdering. These consolidation agents are compared with synthetic acrylic latexes currently available on the market. The optical and mechanical properties of both groups of consolidation agents were tested on samples of degraded wall paintings under laboratory conditions.

The second part of the thesis is in a form of the restoration report, which includes a restoration, art-historical and natural history survey of a part of the Renaissance sgraffito decoration from the 16th century, which has the title „*Hero in antique armor*”. The sgraffito is located on the northwest facade of the 2nd courtyard of the castle in Litomyšl.

This part also documented the restoration intervention with the chronological process of the restoration work carried out on the above-mentioned scene.

Keywords

sgraffito, renaissance, restoration, chateau Litomyšl, wall painting, consolidation, acrylic dispersion, latex, biolates

Obsah

Úvod	14
I. Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou	16
1. Úvod do problematiky	16
2. Koroze barevné vrstvy	17
2.1. Příčiny degradace barevné vrstvy	17
2.2. Historické přístupy ke konsolidaci	19
2.3. Konsolidace	20
2.3.1. Konsolidace sprášovatělé barevné vrstvy	21
2.4. Konsolidační materiály	21
2.5. Požadavky na konsolidanty	23
3. Syntetické polymery v restaurování	26
3.1. Polymerní disperze	26
3.1.1. Emulzní polymerace	27
3.2. Vodné disperze	27
3.2.1. Akrylátové disperze	29
4. Biotechnologie v konzervování a restaurování	30
4.1. Akrylátové latexy s obsahem biosložky	32
4.1.1. Anorganické nanočástice v latexech a biolatrech	35
5. Experimentální část	37
5.1. Cíl výzkumu	37
5.2. Použité materiály	38
5.3. Stanovení technických parametrů konsolidantů	39
5.4. Příprava zkušebního panelu a tělísek	40
5.5. Aplikace konsolidantů	42
6. Metodika testování	45
6.1. Hodnocení optických změn - vizuální pozorování	46
6.2. Hodnocení optických změn - měření spektrofotometrem	46
6.3. Hodnocení konsolidačních účinků	48
6.3.1. Nanoindentační test	48
6.3.2. Odtrhový test /Scotch-tape test	49
6.3.3. Stěr vatovým tamponem	51
6.4. Mikroskopické techniky	52
6.4.1. Skenovací elektronová mikroskopie (SEM)	52
6.4.2. 3D mikroskop	52
6.5. Úhel smáčení	53
6.6. Urychlené stárnutí (QUV test)	54
7. Výsledky měření	56
7.1. Hodnocení optických změn	56
7.2. Nanoindentační test	68

7.3. Odtrhový test /Scotch-tape test	69
7.4. Stěr vatovým tamponem	75
7.5. Skenovací elektronová mikroskopie (SEM)	78
7.6. 3D mikroskopie	80
7.7. Úhel smáčení	84
8. Vyhodnocení	86
II. Restaurování sgrafita s výjevem „Hrdina v antikizující zbroji“ na zámku Litomyšl.	90
1. Úvodní údaje	90
1.1. Lokalizace památky	90
1.2. Údaje o památce	90
1.3. Údaje o dokumentaci	91
2. Úvod k restaurovanému dílu	92
3. Průzkum díla	93
3.1. Metody a cíle průzkumu	93
3.2. Uměleckohistorický průzkum	94
3.2.1. Stručný popis státního zámku Litomyšl	94
3.2.2. Stručná historie státního zámku Litomyšl	95
3.2.3. Historie díla	95
3.2.4. Popis fasády a díla	98
3.2.5. Ikonografie fasády	99
3.2.6. Předlohy a analogie díla	101
3.3. Restaurátorský průzkum	102
3.3.1. Vizuální průzkum v rozptýleném denním světle	102
3.3.2. Perkusní průzkum (poklepem)	104
3.4. Přírodovědný (chemicko-technologický) průzkum	104
3.4.1. Výsledky přírodovědného průzkumu	105
3.5. Komplexní vyhodnocení průzkumu	105
4. Zkoušky technologií a materiálů	108
4.1. Zkoušky čištění žlutých skvrn	108
4.2. Zkoušky čištění krust	108
4.3. Zkoušky tmelení	109
4.4. Zkoušky retuše	110
4.4.1. Zkoušky retuše vápenného nátěru a jeho luminiscence	110
4.4.2. Vyhodnocení zkoušek pod UV zářením	112
4.4.3. Vyhodnocení zkoušek pod UV zářením	113
5. Návrh restaurátorského zákroku	114
5.1. Návrh koncepce restaurování	114
5.2. Návrh postupu restaurátorských prací	115
6. Dokumentace restaurátorského zásahu	116
6.1. Postup restaurátorských prací	116
6.1.1. Strukturální konsolidace	116

6.1.2. Injektáž dutin a prasklin	116
6.1.3. Čištění	117
6.1.4. Povrchová konsolidace (fixáž)	118
6.1.5. Tmelení	119
6.1.6. Rekonstrukce	120
6.1.7. Retuše	120
6.2. Použité materiály	121
6.3. Doporučený režim památky (pokyny pro údržbu)	123
6.4. Nová zjištění o památce (a změny v koncepci)	124
7. Závěr	125
8. Seznam literatury, pramenů a zdrojů	127
9. Seznam obrazových a grafických příloh	135
9.1. Seznam obrazové přílohy	135
9.1.1. Obrazová příloha teoretické části	135
9.1.2. Obrazová příloha praktické části	136
9.2. Seznam grafické přílohy	140
10. Seznam tabulek	141
10.1. Seznam tabulek v teoretické části	141
10.2. Seznam tabulek v praktické části	142
11. Seznam grafů	143
11.1. Seznam grafů v teoretické části	143

Úvod

Diplomová práce je rozdělena na dvě hlavní části. První část je složena z rešerše k danému tématu a z experimentu. Druhá část je v podobě restaurátorské dokumentace, která zahrnuje popis restaurátorského průzkumu a zásah na restaurovaném díle.

Rešeršní část práce shromažďuje dostupné informace k tématu „*Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou.*“ Tato část popisuje korozi barevné vrstvy a její příčiny, porovnává vlastnosti přírodních a syntetických konsolidantů s důrazem na akrylátové disperze/latexy, uvádí požadavky na aplikované konsolidanty, či stručně vysvětluje postup přípravy latexů.

Na rešeršní část navazuje experimentální studie, jejímž cílem je posoudit vlastnosti a konsolidační účinnost nové skupiny akrylátových latexů vyvinutých ve spolupráci s FCHT, UPCE s obsahem biosložky (20 %), které jsou v diplomové práci srovnávány se třemi komerčními konsolidanty na bázi syntetických akrylátových disperzí (*Disperze K9, Medium for Consolidation, Primal AC 35*), které se aktuálně používají pro zpevňování nástěnné malby. Konsolidační prostředky byly testovány na omítnutém panelu a na tělískách se simulovanou degradovanou barevnou vrstvou. V rámci zkoušek byla studována aplikace a účinek konsolidantů na základě vyhodnocení míry zpevnění a optických změn. Vlastnosti testovaných konsolidantů byly hodnoceny subjektivně i objektivně s využitím široké škály instrumentálních metod. Barevná diference byla hodnocena vizuálně a pomocí spektrofotometrie. Míra zpevnění byla vyhodnocena odtrhovým testem (scotch-tape test), či stěrem vatovým tamponem. Povrchová tvrdost byla měřena pomocí nanoindetoru. K posouzení změny povrchových vlastností, konkrétně smáčivosti povrchu byl měřen úhel smáčení a jeho změna po konsolidaci. K pozorování změn ve struktuře byly použity mikroskopické techniky, a to 3D mikroskopie a skenovací elektronová mikroskopie (SEM). Testovací tělíska byla v závěru experimentu vystavena zrychlenému stárnutí v testovací komoře QUV simulující působení UV světla a kondenzaci. Výsledky a hodnocení QUV testu nejsou kvůli časové náročnosti součástí diplomové práce.

Druhá část diplomové práce se soustřeďuje na restaurátorský zásah na sgrafitě s výjevem „*Hrdina v antikizující zbroji*“ na zámku Litomyšl. Kapitoly popisující průzkumy obsahují uměleckohistorický, restaurátorský a přírodovědný průzkum.

V uměleckohistorickém průzkumu na základě dochovaných písemných pramenů a literatury se zabýváme historickými souvislostmi vážící se k památce a bádáním v oblasti umění a architektury. Rozbor díla se soustřeďuje zejména na jeho popis a historický vývoj, který zahrnuje jeho dataci, za jakých okolností dílo vzniklo a jeho změny v rámci předchozích restaurátorských zásahů. Do uměleckohistorického průzkumu spadá i ikonografický kontext díla a dohledání analogií. Při zpracování historie zámku a díla byla převážná část informací čerpána z průzkumů a odborné literatury. Zásadním zdrojem byly dochovány restaurátorské zprávy z předchozích zásahů. Zbytek poznatků pramení z vlastního pozorování.

Restaurátorským průzkum definuje aktuální stav díla a příčiny poškození. Je doplněn o charakteristiku originální techniky a posuzuje druhotné zásahy, které ovlivňují dílo z technického i vizuálního hlediska.

V chemicko-technologickém průzkumu jsou shrnuty všechny podstatné informace z průzkumu z roku 2022. Soustřeďuje se na materiálové složení omítkových vrstev a nátěrů, definuje techniky jednotlivých vrstev a určuje příčiny poškození.

Diplomovou práci ukončuje samotný restaurátorský zásah s chronologickým postupem prací a popisem provedených zkoušek. V závěru navrhuje preventivní opatření a následnou péči o restaurované dílo s cílem oddálit degradační proces. Práce je doplněna o rozsáhlou obrazovou a grafickou přílohu.

I. Testování možností zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou

1. Úvod do problematiky

V důsledku průmyslového rozmachu po druhé světové válce, spolu se záměrem vyvíjet produkty s dlouhou životností, se v oblasti péče o kulturní dědictví začaly používat moderní syntetické materiály, kde se s oblibou používají dodnes.

Aktuálně, v reakci na klimatické změny, se však ve všech oborech včetně restaurování, výrazně zvýšila poptávka po 'zelených' a udržitelných řešeních s cílem více využívat přírodní suroviny a materiály a snížit tak závislost na fosilních palivech. V této souvislosti se také v oblasti kulturního dědictví prosazuje ekologický přístup a restaurátoři i vědci pracující v této sféře se pokoušejí přijít s inovativními konzervačními materiály a postupy zohledňující výše uvedené aspekty. Jednou z oblastí, kterou se současná věda vydává, je vývoj nových polymerních materiálů vyráběných z přírodních materiálů. Biopolymery by mohly být významnou alternativou ke konvenčním materiálům na bázi syntetických polymerů vyráběných z ropy.

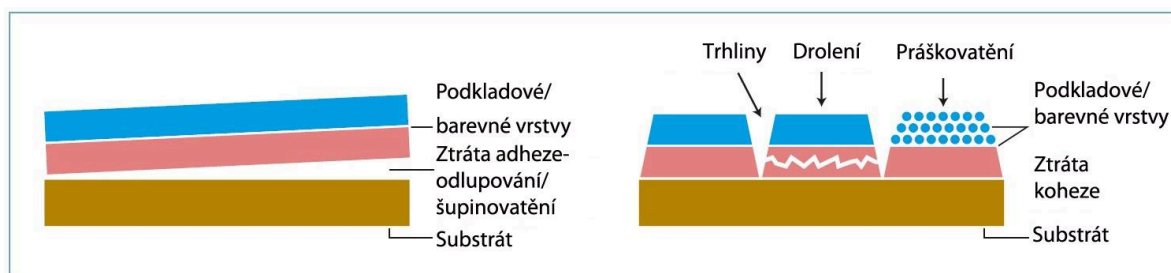
V této práci se budeme soustředit na skupinu nově vyvinutých akrylátových biolaterů, které by se daly využít v oblasti restaurování a konzervování degradovaných nástěnných maleb. U nich je část monomerů použitých při syntéze nahrazena monomerem získaným z rostlinných olejů, konkrétně lněného a řepkového oleje, které při výrobě částečně nahrazují syntetickou surovinu. Jejich vlastnosti a účinek na nástěnnou malbu jsou v této práci srovnávány s čistě syntetickými materiály aktuálně dostupnými na restaurátorském trhu nebo vyrobenými v laboratoři.

2. Koroze barevné vrstvy

Typ poškození nástěnných maleb je v zásadě způsoben buď ztrátou adheze nebo koheze barevné vrstvy, přičemž určení typu poškození je zásadním aspektem, který je třeba posoudit při posouzení stavu vrstev nátěrů a povrchových úprav a při návrhu následných ošetření.

Povaha a typ poškození je ovlivněna chemickými, fyzikálními a mechanickými činiteli nebo jejich synergickým působením. Ztráta adheze (přilnavosti) je poškození na rozhraní vrstev, buď barevné vrstvy a podkladu (omítky), či více barevných vrstev mezi sebou. Ve výsledku má tento typ poškození za následek jevy jako je odlupování, tvorbu puchýřů, zvedání a oddělování vrstev, šupinatění, či svitkovité oddělování povrchové vrstvy. Cílem konsolidace je v tomto případě zesílit přilnavost barevné vrstvy k podkladu.

Narušení koheze (soudržnosti) se dotýkají problémů v rámci singulární vrstvy, jako je podklad, nebo vrstva barvy a výsledkem jsou poškození projevující se drobením, práškováním, případně praskáním. Příčinou popisovaného stavu je nejvíce degradace pojiva, slabá koncentrace originálního pojiva nebo abrazivní nebo jiné mechanické působení. Následkem je dezintegrace jednotlivých zrn pigmentu. Úkolem konsolidantu je zesílení soudržnosti samotné barevné vrstvy (Obr. 01).¹



Obr. 01: Grafické znázornění mechanismu poškození malířských vrstev vlivem ztráty adheze a koheze.²

2.1. Příčiny degradace barevné vrstvy

Degradace malířského díla je synergicky podněcována vnitřními a vnějšími degradačními jevy působící na původní materiály nebo materiály aplikované v rámci

¹ M. VAN DEN BURG, J. a SEYMOUR K. *Consolidation of Paint and Ground*, s. 29.

² Obr. dostupný z: M. VAN DEN BURG, J. a SEYMOUR K. *Consolidation of Paint and Ground*, s. 29, překlad TKÁČOVÁ, J.

restaurátorských zásahů. Zásadní roli v této interakci hrají také vnější faktory a prostředí, jejichž účinek více naznačíme v následujících odstavcích. Ve zkratce se jedná o účinek relativní vlhkost, teploty, působení světla nebo polutantů, stav však v případě nástěnných maleb ovlivňují také obsah a infiltrace vlhkosti nebo například solí do podkladu, příp. působení mrazu. Vedle nich je míra degradace ovlivněná samotným výběrem materiálů a technik, které mohou způsobit nestabilitu jednotlivých vrstev nebo akcelarovat degradační procesy, přičemž malby, které jsou vytvořeny nestabilními, nekvalitními nebo nesprávně kombinovanými materiály, nebo malířskými technikami, budou náchylné k problémům s přilnavostí a soudržností. Slabě pojená média budou mít za následek práškování a ztráty barevné vrstvy.

Působení vnějších, nazvěme je environmentálních faktorů je velice složitý a komplexní proces, který nemůžeme v této práci kvůli složitosti dopodrobna řešit. Z některých účinku prostředí proto uvedme jen příklady; například působení teploty a vlhkosti může způsobit, že barevné a podkladové vrstvy se roztahují, nebo se smršťují, což má za následek namáhání barevných vrstev, které se nejčastěji projevují odlupování, vznikem trhlin či krakel. Sluneční záření nebo biologické napadení může naopak vést k degradaci pojiva, přičemž barevná vrstva má v tomto případě spíše tendenci práškovatět. Nevhodné restaurátorské zásahy jsou také častým důvodem degradace. Nesprávný výběr materiálů vede k dalšímu poškození vrstev. Při rozdílné povrchové úpravě a podkladu dochází ke zvýšení povrchového napětí či uzavření povrchu, čímž se omezí propustnost pro vodu a vodní páru, což také zpravidla končí poškozením.³ Na celkovou stabilitu a stav díla mají dále vodorozpustné soli, jejichž účinek se projevuje buď krystalizací solí nebo hydratací, které na malbách způsobují charakteristickou důlkovou korozi, práškování povrchů, vznik výkvětů nebo tmavnutí.⁴

Dochází-li k odlupování barevné vrstvy, její dezintegraci, nebo pokud omítka ztrácí svou soudržnost, či přilnavost k podkladu, je nutné v některé fázi restaurátorského zásahu zpravidla přistoupit k provedení konsolidace s použitím nějakého konsolidačního prostředku. Konsolidační ošetření, tj. použitá technologie a materiály, se může lišit v závislosti od typu poškození, techniky malby, která je ošetřována, vlastnostech a stavu podkladu aj.

³ M. VAN DEN BURG, J a SEYMOUR K. *Consolidation of Paint and Ground*, s. 29

⁴ WOOLFITT, C. *Soluble Salts in Masonry*. In *The Building Conservation Directory* [online]. 2000 [cit. 2025-03-05]. Dostupné z: https://www.buildingconservation.com/articles/salts/salts_masonry.htm

2.2. Historické přístupy ke konsolidaci

Konsolidace nebyla po dlouhou dobu hlavním tématem restaurování. Lokální konsolidace se prováděla jen zřídka, protože se nepovažovala za nezbytnou. Malby byly v minulých stoletích často opravovány obroušením všech odlupujících se úlomků barvy a dezintegrováný nátěr se často jen oprášil. Ztráty byly následně vyplněny a chybějící části domalovány.⁵

Úcta k originálnímu dílu se stala evidentnější v osmnáctém století a z tohoto období pramení i vývoj konsolidačních ošetření v Evropě. Avšak pečlivé zvážení historické hodnoty poškozeného původního materiálu přišlo na řadu až ve dvacátém století. Bohužel použité konsolidanty se často nanášely na rozsáhlejší oblast, než bylo nutné. Aplikované materiály a metody často způsobily větší poškození a vyžádaly si pozdější ošetření.⁶ V 50. letech, kdy byla dostupnost konsolidačních produktů omezena na několik materiálů, se Cesare Brandi vyjádřil o poškozených o jeskynních malbách v jižní Itálii, že jediný způsob jejich záchrany je oddělit je od originálního podkladu a odvést je z jejich drsného prostředí. Toto radikální tvrzení bylo založeno na pozorované nekompatibilitě a neefektivitě většiny, v té době dostupných, konsolidačních produktů.⁷

Nejstarší způsoby zpevňování nástěnných maleb nejčastěji využívaly organické přírodní látky např. kasein, vaječné proteiny, kliš, ale také vosk, šelak či jiné přírodní pryskyřice. Většina přírodních organických materiálů se pro konsolidaci nástěnných maleb již nepoužívá pro jejich nestabilitu a negativní vedlejší účinky. Mají tendenci snadno oxidovat, což znamená, že jejich filmy časem žloutnou, ztrácejí elasticitu a křehnou. Po jejich aplikaci často dochází ke změně barvy pigmentu. Také jsou obtížně odstranitelné.⁸

Pro nástěnnou malbu, podobně jako na ostatní porézní anorganické materiály, se využívala anorganická pojiva, jako je vápenná voda, křemičitany nebo hydroxid barnatý.⁹ I tyto látky mají své limity, kvůli kterým se od jejich využívání ve 20. století ustoupilo - u vápenné vody se například jedná o vysoké zavlhčení podkladu, vysoká míra zpevnění

⁵ M. VAN DEN BURG, J. a SEYMOUR, K. *Consolidation of Paint and Ground*, s. 11.

⁶ Ibidem.

⁷ IAFRATE, S., SIDOTI, G., CAPASSO, F. E. et al. *New Perspectives for the Consolidation of Mural Paintings in Hypogea with an Innovative Aqueous Nanolime Dispersion, Characterized by Compatible, Sustainable, and Eco-Friendly Features*. *Nanomaterials*. [online] 2023, 13 (2), s. 317 [cit. 2024-12-04]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2079-4991/13/2/317>

⁸ HLOUŠKOVÁ, D. *Problémy fixace barevné vrstvy*, s. 13.

⁹ BAGNIUK, J., BIALEK-KOSTECKA, D. et al. *Color changes in wall paintings under the influence of consolidation with synthetic polymers*. *Color research and application* [online]. 2019, 44 (5), s. 772-782 [cit. 2024-12-04]

Dostupné na: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/col.22383?saml_referrer

přesahující vlastnosti historických materiálů nebo vznik přezpevněného povrchu, barytová voda je navíc pro uživatele toxická a dráždivá a práce s ním vyžaduje zvláštní opatření. Anorganické látky navíc způsobují nezvratné změny ve struktuře malby, neboť konsolidant často vytvrzuje chemickou reakcí, která zpravidla zahrnuje i reakci se složkami podkladu.¹⁰

2.3. Konsolidace

Konsolidaci definujeme jako zásah směřující k obnovení původních mechanických vlastností originálního materiálu. V oborové terminologii se setkáváme se dvěma výrazy: fixáž a konsolidace. Ve většině literatury se pod pojmem fixáž myslí povrchová konsolidace (zpevnění barevné vrstvy). Konsolidace se používá jako širší pojem, který zahrnuje fixáž (barevné vrstvy, povrchu,...), strukturální konsolidaci (omítky, horniny, zdiva,...) a injektáž prasklin a dutin. Nejčastěji se ale pod termínem konsolidace myslí strukturální zpevnění materiálu, neboli zpevnění omítky do hloubky.¹¹

Konsolidantem se tudíž myslí látka mající zpevňující účinky. Jelikož prostředek se stává součástí původního materiálu, měl by být ideálně stabilní, neměnit vzhled a vlastnosti podkladu, šetrným způsobem odstranitelný, a chemicky nereaktivní, a při stárnutí by se měl rozpadat tak, aby nedošlo k alteraci barevné vrstvy, což je u používaných prostředků na bázi polymerních látek obtížně splnitelné. Vhodný konsolidační prostředek, jeho koncentrace, způsob aplikace a množství konsolidantu se volí na základě typu prováděného zpevňování. Zásadní roli hraje i povaha použitého média, ve které se konsolidační látka až na výjimky aplikuje. Může se jednat o organické rozpouštědlo (roztoky syntetických pryskyřic), nebo vodu (disperze, vodné roztoky). Kromě permanentních prostředků existují i konsolidační prostředky, které mají využití při dočasném zpevnění barevné vrstvy například při přípravě k transferu (technika strappo).¹²

¹⁰ HANSEN, E., DOEHNE, E. et al. *A review of selected inorganic consolidants and protective treatments for porous calcareous materials*. *Studies in Conservation* [online] 2003, 48, s.13–25 [cit. 2024-12-04]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1179/sic.2003.48.Supplement-1>.13

¹¹ BAYER, K. Přednášky k výuce předmětu: Technologie restaurování a konzervace. Litomyšl, 2020-2024. Univerzita Pardubice. Fakulta restaurování.

¹² MORA, P., MORA, L. a PHILIPPOT, P. *Conservation of wall paintings*, s. 216.

2.3.1. Konsolidace spráškovatelné barevné vrstvy

Konsolidace spráškovatelné barevné vrstvy se nejčastěji ošetřuje nátěrem, zmlžováním nebulizátorem, ultrazvukovým atomizérem nebo postřikem konsolidantu.¹³ Obecně se spíše preferuje vícenásobná aplikace konsolidantu s velmi nízkou koncentrací, než aplikace vyšší koncentrace v jednom kroku. Cílem tohoto postupu je, aby zpevnění bylo lépe kontrolované, zabránilo se přezpevnění a nevratným změnám na povrchu malby. Mezi ty patří změny optických vlastností - vznik lesků, tmavnutí nebo změna charakteru malby. Nakonec, nízké koncentrace (do 1%) se také lépe nanášejí, neboť vyšší koncentrace ucpávají trysku ultrazvukového zmlžovače nebo stříkací pistole.¹⁴

2.4. Konsolidační materiály

Obnova a zpevnění nástěnných maleb se v současnosti provádí dvěma skupinami látek, které můžeme jednoduše rozdělit na organické a anorganické. První skupina využívá organické přesněji makromolekulární materiály přírodního nebo syntetického původu ke zvýšení adhezních a pevnostních vlastností poškozených maleb. Druhou skupinu tvoří anorganické sloučeniny, které díky chemickému složení lépe interagují s anorganickými složkami malby nebo podkladu.¹⁵

Přírodní organické konsolidanty jsou makromolekulární substance, které se více využívaly v minulosti. Pro konsolidaci lze prakticky využít téměř všechny - zpevňovalo se polysacharidy, proteiny, lipidy nebo pryskyřicemi, v ojedinělých případech také vosky, příp. směsmi těchto látek. Od pol. 20. století začalo ve všech oblastech převažovat používání syntetických konsolidantů, které se využívají dodnes. Pro zpevnění nástěnných maleb se však vybírají jen polymery s dobrým účinkem a vysokou stabilitou. Těmto požadavkům v současnosti nejlépe vyhovují ethery celulózy, akrylátové pryskyřice a vodné akrylátové disperze, přičemž spíše minulostí je využívání jiných skupin polymerních látek jako polyvinylalkoholů, polyvinylacetátů, aj.¹⁶

Výhodou organických konsolidantů je snadná aplikace, vyšší adhezivní síla, pružnost a vyšší reverzibilita, ve srovnání s anorganickými konsolidanty. Je však třeba poznamenat,

¹³ M. VAN DEN BURG, J. a SEYMOUR K. *Consolidation of Paint and Ground*, s. 69.

¹⁴ Ibidem.

¹⁵ ERSHAD-LANGROUDI, A., FADAEI, H. a AHMADI, K. *Application of polymer coatings and nanoparticles in consolidation and hydrophobic treatment of stone monuments*. Iran Polym J [online]. 2018, 28, s. 1–19 [cit. 2024-11-15]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13726-018-0673-y>

¹⁶ WELSH, E. *A Consolidation Treatment for Powdery Matte Paint*. Materials Science, Art [online]. 1980, s. 141–150 [cit. 2025-04-15]. Dostupné na: <https://cool.culturalheritage.org/byauth/welsh/welsh1.html>

že organické materiály rychleji stárnou vlivem UV záření nebo tepla, což ve výsledku generuje okamžité nebo dlouhodobé změny optických nebo mechanických vlastností.¹⁷ Z okamžitých změn jmenujme účinek vyšší teploty - pokud je okolní teplota vyšší než je teplota skelného přechodu polymeru, polymer může měknout, kaučukovatět, případně stékat a více se špinit. Dlouhodobým působením UV záření a tepla může nastávat křehnutí barevné vrstvy, zakalení, žloutnutí nebo tmavnutí, v důsledku chemických změn se polymer stává nerozpustným a hůře odstranitelným.¹⁸ Primárními příčinami těchto změn jsou obvykle chemické změny na řetězci polymeru, které nastávají působením výše zmíněných podmínek. Jedná se síťování nebo naopak štěpení řetězce a oxidace hlavních řetězců nebo bočních skupin.¹⁹ Z dalších negativ uvedme, že se jedná o makromolekulární látky s vysokou molární hmotností a díky tomu omezenou hloubkou penetrace. Při vyšší koncentraci nebo viskozitě prostředku se proto omezuje nasákavost a paropropustnost ošetřené vrstvy malby, což vytváří hrozbu uzavření povrchu.²⁰

Anorganické sloučeniny tvoří v současnosti jen omezená skupina látek, které vyhovují z toxikologického hlediska i účinkem. Historicky byla ale pro zpevnění anorganických poréznych materiálů včetně nástěnné malby používána široká paleta látek na bázi alkalických křemičitanů (vodních skel), fluorokřemičitanů (fluáty), jedovatého hydroxidu barnatého nebo málo účinné vápenné vody (hydroxid vápenatý).²¹ V poslední době se však při konzervaci téměř výhradně používají prostředky s obsahem anorganických nanočástic, jako je nanooxid křemičitý a nanohydroxid vápenatý.²² Anorganické konsolidanty utváří mechanické vlastnosti odlišným mechanismem - chemickou reakcí - a vyznačují se odlišnými mechanickými vlastnosti než organická skupina konsolidantů (pevnost, pružnost). Pro některé techniky nástěnné malby jsou více kompatibilní (např. fresco, vápenné secco), podobně lépe 'souzní' s vápenným podkladem nebo jinými anorganickými složkami nástěnné malby. Jednoznačnou výhodou je vysoká stabilita v průběhu času.

¹⁷ ERSHAD-LANGROUDI, A., FADAEI, H. a AHMADI, K. *Application of polymer coatings and nanoparticles in consolidation and hydrophobic treatment of stone monuments*. Iran Polym J [online]. 2018, 28, s. 1–19 [cit. 2024-11-15]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13726-018-0673-y>

¹⁸ Ibidem.

¹⁹ HORIE, C. V. *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, s. 11.

²⁰ Ibidem, s. 15-18.

²¹ HANSEN, E., DOEHNE, E. et al. *A review of selected inorganic consolidants and protective treatments for porous calcareous materials*. Studies in Conservation [online] 2003, 48, s.13–25 [cit. 2024-12-04]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1179/sic.2003.48.Supplement-1.13>

²² ERSHAD-LANGROUDI, A., FADAEI, H. a AHMADI, K. *Application of polymer coatings and nanoparticles in consolidation and hydrophobic treatment of stone monuments*. Iran Polym J [online]. 2018, 28, s. 1–19 [cit. 2024-11-15]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13726-018-0673-y>

2.5. Požadavky na konsolidanty

Před prováděním konsolidace je třeba zvážit různá hlediska, aby se zajistila maximální efektivnost a zároveň šetrnost zásahu. Primárním cílem konsolidace je zlepšit nebo obnovit fyzikálně-mechanické vlastnosti malby a přitom zachovat její estetické vlastnosti. Chemické vlastnosti malby se přidáním konsolidantu změni, ale je nežádoucí, aby konsolidant působil svým složením na malbu korozivně, zanášením agresivních nebo nestabilních látek, které by v čase mohly začít působit. Konsolidant musí mít proto schopnost účinně zpevnit povrch a spojit uvolněná zrna pigmentu, přilepit šupinky barvy a v některých případech může být také požadavkem konsolidovat podkladové vrstvy. Povrchovou konsolidací by mělo dojít k obnovení adheze mezi barevnou vrstvou a podkladem malby a zvýšení koheze mezi zrny pigmentu. Aplikovaný fixativ v podstatě nahrazuje ztracené či degradované pojivo. Lepicí síla fixativa musí být dostatečná, ale ne nadměrná, přesahující vlastnosti původní malby. Adhezivní složka fixativu nemůže být příliš tuhá ani křehká. Musí mít určitý stupeň rezistence vůči nárazu, aniž by byla nadměru flexibilní. Podobné požadavky se vztahují na změnu fyzikálních vlastností, zejména propustnosti pro vodu a vodní páru.

U nástěnných maleb je zvláštním požadavkem minimální změna vzhledu po aplikaci konsolidantu, který musí být stálý i v dlouhodobém časovém horizontu. V případě nástěnné malby to znamená, že si musí zachovat charakteristické optické vlastnosti zejména barvu a charakter (lesk/mat), nemůže žloutnout a práškovatět ani po dlouhotrvajícím vystavení. Barva je jedním z parametrů, který je třeba brát v úvahu, neboť změny barev mohou změnit celkový vzhled a vnímání malby a následně i interpretaci malby. Kromě toho nesmí způsobit přílišný lesk na povrchu, na kterém byl nanesen.²³

Fixativ musí být schopen penetrovat strukturou malby do dostatečné hloubky, tedy vyhýbat se povrchové akumulaci nebo tvorbě tenkého povlaku při odpaření rozpouštědla. Minimální limit penetrace není jednoznačně určitelný, ale teoreticky se jedná o 2–3 mm, a to z důvodu, aby nevznikl na povrchu uzavřený a nepropustný film, který by se za určitých podmínek mohl začít oddělovat od povrchu malby (Obr. 02). Schopnost penetrace souvisí s mikrostrukturální charakteristikou substrátu, zejména s velikostí pórů, jakož i s vnitřními vlastnostmi konsolidantu, jako je viskozita a povrchové napětí kapaliny.²⁴

²³ MORA, P., MORA, L. a PHILIPPOT, P. *Conservation of wall paintings*, s. 217.

²⁴ TULLIANI, J.M., FORMIA, A., SANGERMANO, M. *Organic-inorganic material for the consolidation of plaster*. *Journal of Cultural Heritage* [online]. 2011, 12 (4), s. 364-371.

[cit. 2025-03-03]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207411000343>

Konsolidant musí být stálý vůči povětrnostním podmínkám, UV záření, atmosférickým činitelům, vlhkosti a bionapadení. Adhezivní složka fixativu nesmí být živnou půdou pro tvorbu plísní, řas nebo hub. Je dokonce žádoucí, aby měl fixativ dostatečné bakteriocidní vlastnosti jako prevence vůči biologickému napadení barevné vrstvy a jejich podpovrchových struktur.

Dalším požadavkem, který stále více naléhavěji nabývá aktuálního významu, je udržitelnost zásahu, toxicita a ekologie. Z hlediska ochrany zdraví restaurátora i ochrany životního prostředí by měl mít používaný systém nízkou toxicitu pro člověka a měl by být co nejšetrnější k životnímu prostředí. Udržitelnost v případě konsolidace nástěnných maleb můžeme chápat v souvislosti s životností zásahu, který by měl být co nejdéle bez nutnosti restaurování.²⁵

Důležitým kritériem při výběru konsolidantu je také míra reversibility konzervátorského zásahu, která závisí na rozpustnosti aplikované polymerní látky a její případné změně v důsledku stárnutí polymeru.²⁶ I po delším stárnutí, by ideálně měl zpevňovací prostředek setrvat rozpustný, aby jej použitím rozpouštědla bylo vždy možné odstranit. Protože nanesený konsolidant proniká mezi vrstvy, nebo do porézních podkladů, je princip reverzibility při konsolidaci prakticky nedosažitelný. Docílení reversibility je obtížné a častokrát nemožné, proto by měl konsolidační prostředek umožnit alespoň opětovný zásah tzv. retreatability.²⁷

Vyjmenované vlastnosti popisují ideální konsolidant a v praxi se tyto požadavky často neseťkávají s realitou. Je důležité zmínit, že konsolidační účinek dané látky závisí nejen na vlastnostech konsolidantu, ale také na druhu a vlastnostech zpevňovaného materiálu, na závažnosti poškození ošetřované památky a v neposlední řadě i na způsobu aplikace konsolidantu.²⁸ Současné splnění všech požadavků je mimořádně náročné, proto výběr nejlepšího konsolidantu není zdaleka jednoduchý. V mnoha případech je vysoká konsolidační schopnost považována za mimořádně důležitou, takže některé konsolidanty se v restaurátorské praxi stále používají kvůli jejich vysoké účinnosti, a to i přes známé

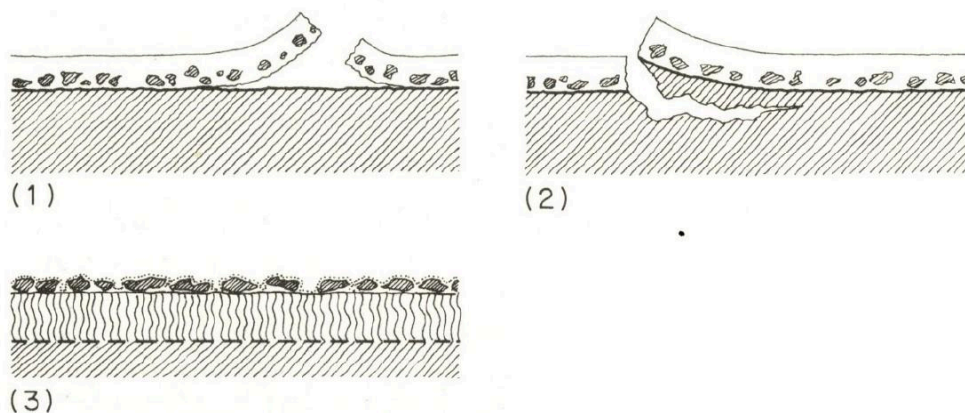
²⁵ MORA, P., MORA, L. a PHILIPPOT, P. *Conservation of wall paintings*, s. 219.

²⁶ FIALOVÁ, A. *Rozpustnost polymerů – podstatné kritérium pro výběr konsolidačních prostředků*. In: *Restaurování a ochrana uměleckých děl: Konsolidace uměleckých děl: Konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt, Galerie Středočeského kraje, Kutná Hora, 19. listopadu 2015* [online]. B. m. [Kutná Hora]: Arte-fakt, sdružení pro ochranu památek, 2015, s. 56–63 [cit. 2025-03-03]. Dostupné na: https://arte-fakt.cz/dokumenty/10.konference%20na%20web/s.56-63_Fialova.pdf

²⁷ MORA, P., MORA, L. a PHILIPPOT, P. *Conservation of wall paintings*, s. 219.

²⁸ HLOUŠKOVÁ, D. *Problémy fixace barevné vrstvy*, s. 1.

problémy s kompatibilitou a trvanlivostí, které vedly k naléhavé potřebě odstranění nevhodných produktů používaných v posledních desetiletích.²⁹



Obr. 02: Chování konsolidantů při zpevnění nástěnné malby:³⁰

- (1) Konsolidant vytváří na povrchu film a kontrakcí, během schnutí, způsobuje odtržení barevné vrstvy, kterou měl fixovat.
- (2) Konsolidant vytváří na povrchu film a kontrakcí, během schnutí, způsobuje odtržení barevné vrstvy a někdy i intonaca.
- (3) Ideální konsolidant proniká hluboko do malby a pokrývá částice barvy, které je nutno zpevnit bez vytváření filmu na povrchu.³¹

²⁹ MASI, G., DAL POZZO, A., UGOLOTTI, G. et al. *Choosing the consolidant for carbonate substrates: Technical performance and environmental sustainability of selected inorganic and organic products.* Construction and Building Materials [online]. 2023, 407, s. 133599 [cit. 2024-11-24]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823033172>

³⁰ Obr. dostupný z: MORA, P., MORA, L. a PHILIPPOT, P. *Conservation of wall paintings*, s. 218.

³¹ Ibidem.

3. Syntetické polymery v restaurování

V moderní restaurátorské praxi nacházejí široké uplatnění především syntetické polymerní materiály. Jejich vlastnosti jsou, díky průmyslové výrobě za přesně kontrolovaných podmínek, lépe definovány. Jejich schopnost vytvářet snadno odstranitelné, bezbarvé, elastické a vodoodpudivé filmy s vysokou světlostálostí a tepelnou stabilitou z nich činí oblíbeným prostředkem v oblasti konzervování.³²

Syntetické polymery byly představeny na trhu koncem devatenáctého století a staly se běžnými do roku 1930.³³ Hlavním důvodem prosazení polymerů v tomto odvětví je, že mnohé syntetické polymery mají lepší fyzikální a chemické vlastnosti než dosud používané přírodní materiály. Lépe odolávají povětrnostnímu stárnutí, mají lepší adhezivní vlastnosti a jednodušší zpracování.³⁴

Od 60. let 20. století se nástěnné malby v Evropě, ve větší míře konsolidovaly syntetickými polymery. Na začátku se věřilo, že tyto prostředky splňují všechny základní podmínky pro konsolidanty. Důvodem jejich použití byly nejen dobré estetické výsledky, ale také rychlé zlepšení mechanických vlastností, relativně vysoká odolnost vůči mikroorganismům a jednoduchá aplikace. Postupem času, bylo pozorováno mnoho nedostatků těchto produktů, mimo jiné tvorba filmu nepropustného pro vlhkost, ztráta rozpustnosti spojená s degradací, ale také nepříznivý vliv na vzhled malby spojený se žloutnutím, zvýšení nebo snížení lesku, ztráta průhlednosti, nebo zvýšený sklon k zašpinění.³⁵

3.1. Polymerní disperze

Polymerní látku v dispergovaném stavu lze získat dvěma různými postupy: mechanickou dispergací makromolekulární látky ve vodní fázi nebo postupem zvaným emulzní polymerace. V prvním případě dochází jen ke změně formy existence polymeru (homogenní – heterogenní), zatímco druhý způsob představuje vlastní syntézu makromolekul.³⁶

³² HLOUŠKOVÁ, D. *Problémy fixace barevné vrstvy*, s. 13.

³³ M. VAN DEN BURG, J. a SEYMOUR, K. *Consolidation of Paint and Ground*, s. 15.

³⁴ ZELINGER, J., ŠIMŮNKOVÁ, E. a KOTLÍK, P. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, s. 13.

³⁵ BAGNIUK, J., BIALEK-KOSTECKA, D. et. al. *Color changes in wall paintings under the influence of consolidation with synthetic polymers*. *Color research and application* [online]. 2019, 44 (5), s. 772-782 [cit. 2024-11-14].

Dostupné na: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/col.22383?saml_referrer

³⁶ ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 15.

3.1.1. Emulzní polymerace

Emulzní polymerace monomerů prakticky nerozpustných ve vodě je obdobně jako polymerace suspenzí také disperzní polymerací, ale jejich průběh i charakter produktů jsou odlišné. Polymer se získává ve formě latexu, velmi jemné a stabilní disperze polymeru ve vodě, která je buď přímo použitelná pro zpracování, nebo je meziproduktem a suchý polymer se z ní získává koagulací. Emulzní polymerací se tedy rozumí pochod, jimž vzniká polymer z částic monomeru rovněž mechanicky rozptýlených ve vodě, obsahující však další složky jako emulgátor a látku, která polymeraci zahájila, tzv. iniciátor.³⁷ Příměsí latexu zpravidla tvoří ještě další látky upravující vlastnosti latexu jako např. regulátory pH, regulátory relativní molekulové hmotnosti a někdy též elektrolyty a rozpouštědla.³⁸ „Vzniklá vodná disperze polymeru je buď používána jako taková (vodou ředitelná lepidla, latexové nátěrové hmoty), nebo se z ní získává polymer vysoušením.“³⁹

3.2. Vodné disperze

„Vodné disperze jsou heterogenní systémy, ve kterých spojitou fází tvoří voda, ve které je dispergován polymer ve formě kulovitých částic o průměru řádově setiny až jednotky mikrometrů.“⁴⁰ Odpařením vody z tenké vrstvy disperze vznikne film polymeru. Kromě obecného názvu vodné disperze polymerů se používá i název latex, který se původně vztahoval na vodnou disperzi přírodního kaučuku, později i na disperze syntetických kaučuků. V současnosti se v hovorové češtině pojem latex používá pro vodou ředitelné nátěrové hmoty na bázi vodních disperzí polymerů.⁴¹

Vodné disperze jsou charakterizovány obsahem tuhé fáze, průměrnou velikostí a distribucí polymerních částic, viskozitou a v neposlední řadě stabilitou při styku s elektrolyty, při změnách teploty nebo mechanickém namáhání.⁴²

Maximální obsah tuhé fáze v disperzi je limitován sterickými poměry. V praxi se zpravidla nepřipravují disperze s větším obsahem tuhé fáze než 60 % (hm.). Velikost částic polymerních disperzí je většinou 0,01 μm až 5 μm . Velikost částic je důležitým

³⁷ DUCHÁČEK, V. *Polymery – výroba, vlastnosti, zpracování, použití*, s. 48.

³⁸ ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 50.

³⁹ ZELINGER, J., ŠIMŮNKOVÁ, E. a KOTLÍK, P. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, s. 13.

⁴⁰ HEIDINGSFELD, V. a ZELINGER, J. *Hlubkové zpevnění narušené omítky*. In: BERNARD, D. (ed.). *Polymery – chemie: vlastnosti a zpracování: Sborník vysoké školy chemicko-technologické v Praze*. Praha: SPN, 1988, s. 48.

⁴¹ *Ibidem*.

⁴² ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 121.

parametrem při výběru vhodného konsolidantu pro různé účely.⁴³ Disperze s malými částicemi se vyznačují vyšší viskozitou a poskytují lesklejší filmy. Disperze o velikosti částic více než 1 μm jsou bílé mléčné kapaliny i v tenké vrstvě. Disperze o velikosti částic 0,1 μm až 1 μm jsou bílé a v tenké vrstvě namodralé až červenohnědé kapaliny. Disperze o velikosti částic 0,05 μm až 0,1 μm mají šedomodré zbarvení a jsou průsvitné i v silnější vrstvě. Produkty s průměrem částic menším než 0,05 μm jsou bezbarvé a transparentní.⁴⁴

Viskozita disperzí, která závisí na velikosti částic, obsahu sušiny, chemickém složení polymeru, hodnotě pH a dodatečné úpravě, se nachází na široké škále počínaje nízkoviskozními kapalinami až po pastózní hmoty. V praxi se komerční produkty mohou výrazně lišit viskozitou. Obecně platí, že disperze stabilizované povrchově aktivními látkami (akrylátové, styren-akrylátové) jsou o dost méně viskózní než koloidně stabilizované produkty (homopolymery a kopolymery vinylacetátu).⁴⁵

Vodné disperze jsou filmotvorné látky. To znamená, že z tenké vrstvy disperze nanesené na podklad po odpaření vody vznikne souvislý film polymeru. K tomuto jevu dojde pouze tehdy, probíhá-li zasychání při teplotě vyšší než je tzv. minimální filmotvorná teplota (MFT). Vzniklý film je mikroporézní, což umožňuje dobrou propustnost pro vodní páry. Obecně platí, že filmy, které mají nejvyšší propustnost pro vodní páry, mají nejhorší odolnost vůči vodě. Odolnost vůči vlhkosti závisí na typu polymeru. Filmy disperzí polárnějších polymerů bobtnají ve vodě více. Proto mají nejhorší odolnost vůči vodě filmy z PVAC disperzí. V přítomnosti vody u PVAC disperzí dochází k hydrolýze, tzn. k odštěpování kyseliny octové a vzniku polyvinylalkoholu. Naopak nejlepší odolnost mají disperze kopolymerů styrenu a vyšších akrylových esterů.⁴⁶

Schopnost vodných disperzí polymerů vytvářet za vhodných podmínek čiré homogenní filmy se využívá při většině aplikací, zejména při použití disperzí jako pojiv barev ředitelných vodou, při povrchových úpravách papíru, v lepidlech i při různých textilních aplikacích.⁴⁷

Vodné disperze lze klasifikovat jako fyziologicky neškodné a bezpečné, co jsou hlavní přednosti při jejich aplikaci. V době, kdy stále více vystupují do popředí otázky

⁴³ HEIDINGSFELD, V. a ZELINGER, J. *Hlubkové zpevnění narušené omítky*. In: BERNARD, D. (ed.). *Polymery – chemie: vlastnosti a zpracování: Sborník vysoké školy chemicko-technologické v Praze*. Praha: SPN, 1988, s. 48-50.

⁴⁴ ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 121.

⁴⁵ *Ibidem*, s. 125.

⁴⁶ HEIDINGSFELD, V. a ZELINGER, J. *Hlubkové zpevnění narušené omítky*. In: BERNARD, D. (ed.). *Polymery – chemie: vlastnosti a zpracování: Sborník vysoké školy chemicko-technologické v Praze*. Praha: SPN, 1988, s. 48-54.

⁴⁷ ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 132.

související s ekologií, stávají se vodné disperze velmi žádanou surovinou, která částečně řeší problém uživatele při respektování požadavků na ochranu životního prostředí na rozdíl od konsolidantů rozpustných v organických rozpouštědlech.⁴⁸

3.2.1. Akrylátové disperze

Většina syntetických polymerů používaných pro restaurování uměleckých děl včetně nástěnných maleb je na bázi homopolymerů nebo kopolymerů odvozených od kyseliny akrylové nebo metakrylové. V konzervačních materiálech se ale někdy objevují dvě další monomerní skupiny, a to akrylonitril a kyanoakryláty, které jsou ale určeny do jiných oblastí než zpevňování.⁴⁹ Velikost částic akrylátových disperzí se pohybuje v rozmezí 0,1–0,4 μm , čímž získávají charakteristický nádech do modra. Jejich pH je obvykle neutrální, nebo mírně alkalické. Obsah sušiny leží v rozmezí 40–50%. Vyrábějí se jako nízkoviskózní. Akrylátové disperze poskytují transparentní a bezbarvé filmy. Vzniklé filmy disponují vysokou odolností vůči stárnutí a hydrolyze v alkalickém prostředí. Stejně velmi dobrá je i odolnost vůči vodě, která závisí na druhu disperze.⁵⁰

Disperze pouze na bázi akrylátů byly poprvé připraveny za druhé světové války v Německu.⁵¹ Akrylátové disperze pomalu rostly na popularitě během 50. let minulého století, protože filmy měly větší odolnost vůči žloutnutí ve srovnání s filmy tvořenými PVAC disperzemi.⁵² Aktuálně je na trhu několik akrylátových disperzí vhodných pro konzervátorské účely. Často využívané jsou např. *Disperze K9, Medium for Consolidation*, nebo *Acrylkleber 498 HV*.

⁴⁸ ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 132.

⁴⁹ HORIE, C. V. *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, s. 103.

⁵⁰ HEIDINGSFELD, V. a ZELINGER, J. *Hlubkové zpevnění narušené omítky*. In: BERNARD, D. (ed.). *Polymery – chemie: vlastnosti a zpracování: Sborník vysoké školy chemicko-technologické v Praze*. Praha: SPN, 1988, s. 56.

⁵¹ ŠŇUPÁREK, J. a FORMÁNEK, L. *Vodné disperze syntetických polymerů*, s. 280.

⁵² HORIE, C. V. *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, s. 110.

4. Biotechnologie v konzervování a restaurování

Biotechnologie je technologie vycházející z postupů používající biologický systém a využívá se v mnoha vědních oborech (medicína) a průmyslových oblastech (potravinářství, zemědělství). V posledních letech se začínají aplikovat různé biotechnologické přístupy na ochranu uměleckých děl a pokroky v biotechnologii predikují další inovace. Očekávaná expanze v této oblasti a další rozvoj biotechnologií přinesou nové přístupy ke konzervování uměleckých děl. Cílem je najít řešení, která jsou efektivnější a ohleduplnější nejen vůči kulturnímu dědictví, ale také vůči životnímu prostředí.

Biotechnologický výzkum v oblasti kulturního dědictví se rozvíjí dvěma směry: na jedné straně se zaměřuje na vývoj přesných diagnostických technik, pro správnou identifikaci a charakterizaci změn a biodeteriogenů; na druhé straně se zaměřuje na vývoj inovativních metod obnovy, založených na použití nových produktů.⁵³ Cílem této práce je podpořit inovativní metody v oblasti konzervování a navrhnout alternativy k tradičním restaurátorským postupům, které mohou mít někdy negativní dopad na zdraví restaurátora a životní prostředí.

V dnešní době se klade stále větší důraz na využití netoxických materiálů v oblasti kulturního dědictví. Biopolymery jsou jedním z alternativních materiálů k syntetickým polymerům. S neustále se rozšiřující globální populací a rychlým ekonomickým pokrokem, celosvětově eskaluje poptávka po materiálech a energetických zdrojích. Podstatná část těchto zdrojů se v současnosti získává z fosilních paliv. Environmentální dopad používání polymerů podtrhuje naléhavou potřebu udržitelných alternativ k syntetickým polymerům získaným z fosilních zdrojů.⁵⁴ Environmentální problémy (znečištění ovzduší, vody a půdy) a nedegradovatelnost většiny syntetických polymerů představují významné výzvy pro udržitelný rozvoj. Tyto faktory iniciovaly vývoj inovativních technologií pro nové polymerní materiály z obnovitelných surovin.⁵⁵

⁵³ E. LOMBARDI, E. et al. *Biotechnologies for restoration of cultural heritage*. Università degli Studi di Milano [online]. 2014 Dec 18. 27. ciclo, Anno Accademico 2014.

[10.13130/lombardi-emanuela_phd2014-12-18]. [cit. 2024-11-05]. Dostupné na:
<https://air.unimi.it/handle/2434/247228>

⁵⁴ LIANG, X., GUO, S., KUANG, X. et al. *Recent advancements and perspectives on processable natural biopolymers: Cellulose, chitosan, eggshell membrane, and silk fibroin*. Science Bulletin [online]. 2024, 69 (21), s. 3444-3466 [cit. 2025-01-24]. Dostupné na:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095927324006030>

⁵⁵ ZHANG, Ch., GARRISON, F. T., MADBOULY, A. S. et al. *Recent advances in vegetable oil-based polymers and their composites*. Progress in Polymer Science [online]. 2017, 71, s. 91-143 [cit. 2025-01-20]. Dostupné na:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079670016301198?via%3Dihub>

Biopolymery a jejich deriváty vzbudily značný zájem ve vědecké komunitě kvůli jejich charakteristickým vlastnostem, jako jsou biodegradovatelnost, biokompatibilita, obnovitelnost, nízká toxicita a vysoká pevnost v tahu. Stejně jako ostatní polymery sestávají z monomerních jednotek vázaných v dlouhých řetězcích tvořících velké molekuly. Většinou pocházejí z biozdrojů včetně rostlinné biomasy, mikroorganismů a agroodpadů. Jelikož jsou přirozeně odvozeny z ekosystému, jejich ekonomická hodnota stoupá díky jejich biologické odbouratelnosti.

Výše zmíněné pozitivní vlastnosti, dávají materiálům na bázi biopolymerů obrovskou všestrannost, která jim umožňuje jejich použití v několika oblastech. Významné uplatnění nacházejí i při zachování kulturního dědictví jako zelené náhrady syntetických produktů. Tradiční konzervační postupy jsou postupně nahrazovány ekologičtějšími postupy, které lze chemicky funkcionalizovat, čímž se zlepší jejich mechanické vlastnosti, ale zároveň jim dodají nové vlastnosti přidáním aditiv, jako jsou antioxidanty, antimikrobiální látky a hydrofobizační činidla.⁵⁶ Často se kombinují s nanočásticemi, aby se zlepšil jejich výkon.

Biointervence se začínají uplatňovat, zejména v oblasti biokonsolidace a biočištění.

Biotechnologie mají v restaurování široký záběr. Kromě biometod využívajících biopolymery, lze z těchto nových přístupů využít k ochraně uměleckých děl mikroorganismy a jejich metabolismus. Mikroby a enzymy jsou v poslední době zapojovány do biočištění uměleckých děl.⁵⁷ Mikroorganismy jsou obecně považovány za příčinu degradace uměleckých děl. Mikroorganismy pro tyto účely jsou nepatogenní a nepředstavují žádné riziko pro restaurátory ani pro umělecká díla. Mají vysoký potenciál při odstranění těžce reverzibilních látek, které nejsou tradičnějším, fyzikálně-chemickým čistícím postupem odstranitelné.⁵⁸ Příkladem jsou sulfát redukující bakterie, které se používají k odstraňování sulfátových krust z povrchu uměleckých děl.⁵⁹ Bakterie také umožňují adekvátní odstranění nerozpustných solných výkvětů. Enzymatické čištění zas

⁵⁶ CARUSO, M.R., D'AGOSTINO, G. et al. *A review on biopolymer-based treatments for consolidation and surface protection of cultural heritage materials*. J Mater Sci [online]. 2023, 58, s. 12954–12975 [cit. 2024-11-04]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08833-5>

⁵⁷ RANALLI, G. ZANARDINI, E. *Biocleaning on Cultural Heritage: new frontiers of microbial biotechnologies*. Journal of Applied Microbiology [online]. 2021, 131 (2, 1), s. 583–603 [cit. 2025-05-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/jam.14993>

⁵⁸ ROIG, P. B. ROS, J. L. R. et al. *Biocleaning of nitrate alterations on wall paintings by Pseudomonas stutzeri*. International Biodeterioration & Biodegradation [online]. 2013, 84, s. 266–274 [cit. 2025-05-14]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830512002612>

⁵⁹ E. LOMBARDI, E. et al. *Biotechnologies for restoration of cultural heritage*. Università degli Studi di Milano [online]. 2014 Dec 18. 27. ciclo, Anno Accademico 2014. [10.13130/lombardi-emanuela_phd2014-12-18]. [cit. 2024-11-05]. Dostupné na: <https://air.unimi.it/handle/2434/247228>

umožňuje odstranění organických vrstev, jako je živočišné lepidlo nebo jiné proteinové směsi, které pokrývají původní povrch.⁶⁰

Alternativou k fyzikálním nebo chemickým metodám je biologická kontrola, která se v zemědělství používá ke kontrole škůdců. Tato metoda zahrnuje použití buď parazitického hmyzu (živícího se jiným hmyzem), entomopatogenních hub, bakterií a virů, které zabíjejí jiné škůdce. Nejčastěji používanou bakterií je *Bacillus thuringiensis* (Bt), která produkuje repertoár toxinů schopných zabít více než tisíc druhů hmyzu. Aktuální studie říkají, že použití spor Bt poskytuje uměleckému dílu zbytkovou ochranu a zabraňuje opětovným infekcím týmž hmyzem.⁶¹

Bakterie nacházejí využití i při konsolidaci. V posledních letech byla navržena konsolidační metoda pro obnovení mechanických vlastností kamenných prvků prostřednictvím aktivace srážení minerálů uhličitanu vápenatého pomocí různých bakterií a hub.⁶²

Zmíněné příklady jsou malou částí aktuální expanze biotechnologií v kulturním dědictví.

4.1. Akrylátové latexy s obsahem biosložky

Polymerní materiály/kompozity odvozené z rostlinných olejů se používají v mnoha aplikacích včetně barev a nátěrů, lepidel a nanokompozitů.⁶³

V této práci se budeme věnovat testováním biolaterů s vysokým podílem biosložek pocházející z rostlinných olejů (lněného, lněničkového, řepkového), které představují dostupnou alternativu ke konvenčním surovinám na bázi ropy. Oproti čistě syntetickým latexům nabízejí tyto alternativy mnohé výhody jako jednoduché zpracování, snížení nákladů související s výrobou, chemickou funkčnost, relativně nízké náklady, biologickou

⁶⁰ PALLA, F. *Bioactive molecules: innovative contributions of biotechnology to the restoration of cultural heritage*. Conservation Science in Cultural Heritage [online]. 2013, 13 (1), s. 369–373 [cit. 2025-05-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.6092/issn.1973-9494/4191>

⁶¹ J. L. RAMIREZ, M. A. SANTANA, et al. *The role of biotechnology in art preservation* [online]. 2005, 2 (12), s. 584-588 [cit. 2025-05-14]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779905002726#bib15>

⁶² SPAIRANI, Y. CISTERNINO, A. et al. *Study of the Behavior of Structural Materials Treated with Bioconsolidant*. Materials [online]. 2021, 14, s. 5369 [cit. 2025-05-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/ma14185369>

⁶³ SAMARTH, N. B. MAHANWAR, P. A. *Modified Vegetable Oil Based Additives as a Future Polymeric Material—Review*. Open Journal of Organic Polymer Materials [online]. 2015, 5 (1) [cit. 2025-05-14]. Dostupné na: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=53012>

odbouratelnost a hlavně udržitelnost.⁶⁴ Materiály lze použít jako adekvátní náhrady za tradiční latexové produkty na ropné bázi určené pro různé nátěrové aplikace.⁶⁵

Hlavními komponenty triglyceridových rostlinných olejů jsou nasycené a nenasycené mastné kyseliny, které jsou v čisté formě dostupné také jako základní chemikálie pro syntézu polymerů.⁶⁶ Oleje jako lněný, slunečnicový, sojový, ricinový a řepkový olej se běžně používají pro syntézu polymerů.⁶⁷ Studium syntéz polymerace rostlinných olejů a vyšších mastných kyselin na polymerní látky se v poslední době zabývá mnoho studií, ve kterých bylo popsáno několik různých mechanismů (Obr. 03).⁶⁸ Ty jsou založeny (1) na přímé polymeraci přes dvojně vazby, nebo prostřednictvím jiných reaktivních funkčních skupin přítomných v řetězci mastných kyselin. Bohužel, triglyceridy vyšších mastných kyselin s proměnlivým počtem dvojných vazeb nejsou dostatečně reaktivní na vytvoření účinné polymerace volných radikálů. (2) Z těchto důvodů se častěji volí druhý postup založený na chemické modifikaci dvojných vazeb zavedením funkčních skupin do jejich molekul (vinylové, epoxidové, hydroxylové) pro usnadnění polymerace. V práci využívané latexy s biosložkou byly také připraveny tímto způsobem, přičemž v prvním kroku byly upraveny esterifikací, následně pak epoxidací a v závěru akrylací. Vzniklé přírodní monomery je akrylací možné kopolymerovat s běžnými akrylovými monomery získávanými synteticky. (3) Třetí mechanismus spočívá v chemické transformaci rostlinných olejů za účelem výroby základních chemikálií, které mohou být použity k výrobě monomerů pro syntézu polymerů, obvykle přeměnou triglyceridů na mono/diglyceridy nebo na jednoduché mastné kyseliny.

Syntéza testovaných filmotvorných polymerních latexů na bázi rostlinných olejů proběhla prostřednictvím emulzní polymerace. Dvě biosuroviny, řepkový/lněný (rapeseed oil - RO, linseed oil - LO) olej byly modifikovány výše uvedeným třístupňovým postupem za vzniku akrylátových monomerů. Ve všech emulzních polymerizačních reakcích byly jako syntetické monomery použity methylmethakrylát (MMA), butylakrylát (BA), s

⁶⁴ ZHANG Ch., GARRISON F. T. et al. *Recent advances in vegetable oil-based polymers and their composites*. Progress in Polymer Science [online]. 2017, 71, s. 91–143 [cit. 2024-11-24]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079670016301198?via%3Dihub>

⁶⁵ KOLÁŘ, M., MACHOTOVÁ, J. a HÁJEK, M. *Application of Vegetable Oil-Based Monomers in the Synthesis of Acrylic Latexes via Emulsion Polymerization*. Coatings 2023, 13, s. 262.

⁶⁶ RONDA, J.C. LLIGADAS, G. et al. *Vegetable oils as platform chemicals for polymer synthesis*. Eur. J. Lipid Sci. Technol [online]. 2011, 113 s. 46-58 [cit. 2024-05-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000103>

⁶⁷ KOLÁŘ, M., MACHOTOVÁ, J. a HÁJEK, M. *Application of Vegetable Oil-Based Monomers in the Synthesis of Acrylic Latexes via Emulsion Polymerization*. Coatings 2023, 13, s. 262.

⁶⁸ RONDA, J.C. LLIGADAS, G. et al. *Vegetable oils as platform chemicals for polymer synthesis*. Eur. J. Lipid Sci. Technol [online]. 2011, 113 s. 46-58 [cit. 2024-05-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000103>

přídavkem kyseliny methakrylové (MA). Další látky v syntéze latexů tvořila směs emulgátorů a diacetonakrylamidu (DAAM) jako síťovadla, iniciátorem polyreakce byl vodný roztok peroxidisíranu amonného $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Monomery byly pak kopolymerizovány s akrylátovými biomonomery, přičemž obsah biomonomeru obsahoval kolem 20%.

Výroba monomerů pro syntézu biolaterů je podrobně popsána v publikacích.⁶⁹ Při výrobě biomonomerů se v prvním kroku transesterifikací olejů získal methylester RO (ME_RO) a methylester LO (ME_LO). Druhý krok zahrnoval epoxidaci dvojitých vazeb v ME_RO a ME_LO, což vedlo k epoxidovanému methylesteru RO (EME_RO) a epoxidovanému methylesteru LO (EME_LO). Poslední krok zahrnoval akrylací EME_RO a EME_LO pomocí kyseliny akrylové (AA), což vedlo ke vzniku akrylátového methylesteru RO (AME_RO) a akrylátového methylesteru LO (AME_LO). Jako regulátor pH posloužil 10% vodný roztok amoniaku, který pH syntetizovaných latexů upravil na pH kolem 8. V závěru byl do hotového latexu přidán *CaLoSil®E50* v množství, aby v suchém filmu bylo 1 hm. % $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Kromě vlastní syntézy a vlastností latexů po syntéze, byly popsány vlastnosti filmů.⁷⁰ Bez ohledu na typ a obsah biomonomerů byly všechny filmy průhledné s vysokým leskem a vykazovaly dobrou přilnavost ke skleněnému substrátu. Modifikace biomonomery ovlivnila povrchové vlastnosti povlaků; čím vyšší byl obsah biomonomerů, tím vyšší byla odolnost vůči vodě (což se projevilo snížením smáčivosti měřené pomocí WCA).

Se zvyšujícím se obsahem zavedeného biomonomeru, bez ohledu na jeho typ, došlo k významnému poklesu T_g (u D_RO_20% k hodnotám $-12,4 \pm 1,0$). Přítomnost flexibilních bočních řetězců (poskytovaných biomonomery) v akrylovém polymerním skeletu poskytla nátěrům plastifikační účinek.

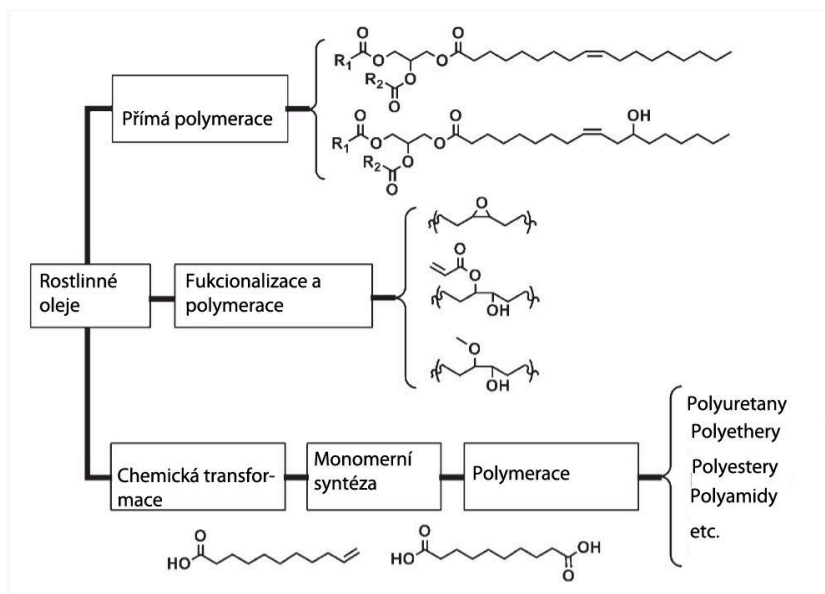
Výzkum prokázal, že vyvinuté latexy obsahující kopolymerované biomomery vykazují srovnatelné vlastnosti nátěru z hlediska lesku (mírné zvýšení lesku) a odolnosti vůči vodě (mírně hydrofobnější) ve srovnání s referenčním akrylovým filmem, díky čemu jsou akrylátové monomery na bázi rostlinných olejů atraktivní pro výrobu udržitelných vodou ředitelných materiálů v nátěrovém průmyslu.⁷¹ Díky srovnatelným vlastnostem s latexy vyráběnými ze syntetických polymerů mají vysoký potenciál také pro využití v restaurování/konzervování uměleckých děl, zejména jako přísady stavebních hmot, pro

⁶⁹ KOLÁŘ, M., MACHOTOVÁ, J. a HÁJEK, M. *Application of Vegetable Oil-Based Monomers in the Synthesis of Acrylic Latexes via Emulsion Polymerization*. *Coatings* 2023, 13, s. 262.

⁷⁰ Ibidem.

⁷¹ Ibidem.

konsolidaci poškozené barevné vrstvy, nebo lepení. Úspěšně byly nedávno otestovány jako přísada do cementových tmelů, které se zkoušely pro přípravu doplňků z umělého kamene.⁷²



Obr. 03: Obecné strategie syntézy polymerů na bázi rostlinných olejů.⁷³

4.1.1. Anorganické nanočástice v latexech a biolaxech

Do latexů lze přidávat různé anorganické částice, které mohou ovlivnit funkčnost, odolnost a vlastnosti latexů. Možnost modifikace latexů je možné využívat v oblasti nátěrových hmot i při aplikaci v oblasti restaurování kulturního dědictví. Například nanočástice uhličitanu vápenatého nebo oxidu hořečnatého. Nanomateriály dosahují vynikajících výsledků z hlediska mechanických vlastností a stability vůči změnám vlhkosti; proto začlenění nanomateriálů umožnilo velmi inovativní přístup ke zlepšení vlastností biopolymerů.⁷⁴ Ukázalo se, že použití anorganických nanočástic v nátěrové

⁷² KNOT, M. *Studium účinku akrylátových polymerních disperzí na vlastnosti cementových tmelů navržených pro jemnozrnné typy pískovců. Posouzení vlastností nové generace akrylátových disperzí s obsahem biosložky. Restaurování pískovcové sochy Tomáše Garrigue Masaryka z Moravské Nové Vsi.* Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Ateliér restaurování kamene. Litomyšl 2024.

⁷³ Obr. dostupný z: RONDA, J.C. LLIGADAS, G. et al. *Vegetable oils as platform chemicals for polymer synthesis.* Eur. J. Lipid Sci. Technol [online]. 2011, 113 s. 46-58 [cit. 2024-05-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000103>. Překlad TKÁČOVÁ, J.

⁷⁴ CARUSO, M.R., D'AGOSTINO, G., MILIOTO, S. et al. *A review on biopolymer-based treatments for consolidation and surface protection of cultural heritage materials.* J Mater Sci [online]. 2023, 58, s. 12954–12975 [cit. 2024-12-14]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08833-5>

kompozici je užitečným způsobem pro zlepšení konsolidačních, samočisticích a antimikroorganismových vlastností také při konzervačních ošetřeních.⁷⁵

Autoři dodaných biolatemů se v průběhu vývoje zabývali také výrobou hygienických bionátěrů na bázi akrylátového latexu s obsahem anorganických nanočástic pocházejících z nanostrukturovaného ZnO a MgO, které plní úlohu antibakteriálních činidel.⁷⁶ K jejich zabudování do latexu došlo během syntézy latexu dvoustupňovou emulzní polymerizací, čímž vznikly latexy obsahující dispergované anorganické nanočástice v obsahu cca 0,5 – 1,1 hm. %. Latexové nátěrové kompozice obsahující anorganické nanočástice vykazovaly dlouhodobou skladovací stabilitu a poskytovaly hladké transparentní nátěrové filmy se zvýšenou odolností vůči rozpouštědlům a oba typy nanostrukturovaných oxidů prokázaly významnou antibakteriální aktivitu, která byla výraznější při zvýšeném obsahu nanočástic.

V aktuálně probíhajícím výzkumu jsou akrylové polymery modifikovány anorganickými nanočásticemi v podobě hydroxidu vápenatého. Nanočástice hydroxidu vápenatého v dále testovaných latexech byly přidávány ve formě ethanolové nanosuspenze *CaLoSiL®E50*, vyrobené společností IBZ-Salzchemie GmbH & Company KG. Jeho malá velikost částic zajišťuje výbornou penetraci i v nízkoporézních materiálech. Pevné vrstvy hydroxidu vápenatého se tvoří po odpaření alkoholů. Ty se reakcí s atmosférickým oxidem uhličitým přeměňují na uhličitán vápenatý. Jako dispergační činidlo se používají různé alkoholy (ethanol, n-propanol, isopropanol). Obsah hydroxidu vápenatého se pohybuje od 5 g/l do 50 g/l.⁷⁷

Výsledkem zatím posledního a dosud nepublikovaného výzkumu je vznik hybridní disperze složené z akrylátových monomerů s přidáním rostlinných olejů a *CaLoSiL®E50*, které svým složením a fyzikálně-chemickými vlastnostmi mohou přinášet novou funkčnost a účinnost, která svými vlastnostmi může konkurovat jednosložkové disperzi vyráběné z ropných surovin.

⁷⁵ ERSHAD-LANGROUDI, A., FADAEI, H. a AHMADI, K. *Application of polymer coatings and nanoparticles in consolidation and hydrophobic treatment of stone monuments*. Iran Polym J [online]. 2018, 28, p. 1–19 [cit. 2024-11-24]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13726-018-0673-y>

⁷⁶ Pro více informací o hygienických nátěrech viz: MACHOTOVÁ, J. KALEDOVÁ, A. et al. *Waterborne hygienic coatings based on self-crosslinking acrylic latex with embedded inorganic nanoparticles: a comparison of nanostructured ZnO and MgO as antibacterial additives*. Progress in Organic Coatings [online]. 2020, 147, s. 105704. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300944020300655>

⁷⁷ ANONYM. *CaLoSiL® – Structural Conservation & Consolidation of Stone* [online]. [cit. 2025-02-03]. Dostupné na: <https://www.calosil.de/calosil-en>

5. Experimentální část

Se zaměřila na testování úzké skupiny vodných akrylátových disperzí/latexů, z nichž část tvořila nedávno vyvinutá skupina akrylátových latexů s biosložkou. Záměrem bylo vyhodnotit jejich účinek na zpráškovatělou barevnou vrstvu a srovnat jejich účinnost a efekt s účinkem běžných syntetických akrylátových latexů, které se v současnosti používají pro zpevnění zpráškovatělé nástěnné malby.

5.1. Cíl výzkumu

Cílem této práce bylo studovat na nástěnné malbě konsolidační účinnost nově vyvinutých akrylátových latexů s 20% obsahem biosložky získané z vybraných druhů rostlinných olejů (AME_RO – akrylovaný methylester řepkového oleje a AME_LO – akrylovaný methylester lněného oleje). Zbývajících 80% tvoří methylmethakrylát (MMA), butylakrylát (BA), kyselina methakrylová (KMA) a diacetonakrylamid (DAAM). Latexy s biosložkou vyvinuté ve spolupráci s FCHT, UPCE, byly porovnávány se čtyřmi syntetickými konsolidanty - tři z nich tvořily akrylátové disperze aktuálně dostupné na trhu (*Disperze® K9*, Kremer Pigmente GmbH & Co. KG; *Medium for Consolidation*, Lascaux® Colours & Restauro; *Primal® AC 35*, Kremer Pigmente GmbH & Co. KG). Poslední latex tvořila laboratorně vyvinutá akrylátová disperze D_0%, též vyvinutá v laboratořích FCHT, UPCE. Kromě čistých akrylátových latexů tvořily další testovací skupinu akrylové latexy s obsahem nanočástic hydroxidu vápenatého $\text{Ca}(\text{OH})_2$, který by mohl zlepšovat některé vlastnosti filmů jako přilnavost k minerálnímu podkladu, odolnost vůči působení vody. Hydroxid vápenatý se do latexů přidával jako ethanolová nanosuspenze *CaLoSil®E50*, vyrobený společností IBZ-Salzchemie GmbH & Company KG. Obsah vápenné nanosuspenze v latexech byl 1 %, přičemž modifikovány byly jak biolately (D_RO_20% + 1% *CaLoSil*, D_LO_20% + 1% *CaLoSil*), s vápennou nanosuspenzí byla modifikována i disperze D_0% + 1% *CaLoSil*.

Hlavním cílem těchto testů bylo posoudit účinnost konsolidantů na základě měření vybraných mechanických vlastností a optických změn studovaných vzorků nástěnné malby pomocí multianalytického studia. Konsolidanty byly testovány ex situ na zkušebním panelu a tělískách v laboratorních podmínkách. Srovnávací analýzy barevné vrstvy proběhly před ošetřením a jeden měsíc od ošetření.

5.2. Použité materiály

Seznam všech testovaných akrylátových latexů udává Tab. 01. Složení laboratorně vyvinutých latexů s biosložkou a bez biosložky udává Tab. 02.

Disperze	Sušina (hm.%)		pH	MFT (°C)	Viskozita (mPa.s)
	60 °C	105 °C			
Biokonsolidanty					
D_RO	35,1	34,7	9	<0	28,4
D_RO_Cal	32,4	32,1	9	<0	32,8
D_LO	35,3	34,8	8,5	<0	31,6
D_LO_Cal	32,7	32,5	8,5	<0	35,2
Syntetické konsolidanty					
K9	51,2	51,1	7,5	1	<500
MFC	27,8	26,8	6,5	4	1–5
D_0	35,8	35,5	9	<0	31,2
D_0_Cal	33,0	32,8	9	<0	34,1
Pri AC 35	46,0		8	0	150–350

Tab. 01: Vlastnosti všech testovaných akrylátových latexů. PH a obsah sušiny u všech konsolidantů byly stanoveny v rámci experimentu (kap. 5.3). Viskozita a MFT laboratorních latexů stanovily Martin Kolář, Jana Machotová, FCHT, UPCE. U komerčních produktů byly tyto vlastnosti převzaty z technických listů.⁷⁸

⁷⁸ Technický list - Číslo výrobku 75367 - Disperze K9, Dostupné na:

https://www.krustashop.cz/fotky27369/fotov/_ps_85875367e.pdf

Technický list - Číslo výrobku 81012 - LASCAUX® Medium for Consolidation. Dostupné na:

<https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/81012e.pdf>

Technický list - Číslo výrobku 75100 - Primal AC 35. Dostupné na:

<https://shop.kremerpigments.com/elements/resources/products/files/75100e.pdf>

Složení laboratorně vyvinutých latexů s biosložkou a bez biosložky					
D_RO, D_LO			D_0		
Monomer	Core (% , g)	Shell (% , g)	Monomer	Core (% , g)	Shell (% , g)
MMA	29,37	25,04	MMA	37	32
BA	47,63	46,96	BA	60	46,96
KMA	3	3	KMA	3	3
DAAM	0	5	DAAM	0	5
AME RO/AME LO	20	20	AME RO	0	20

Tab. 02: Složení akrylátových latexů s biosložkou a bez biosložky nově vyvinutých ve spolupráci s FCHT, UPCE.

Ve všech případech se jedná o akrylátové kopolymery, laboratorní latexy jsou kopolymery MMA/BA s malým přídavkem kyseliny akrylové (KMA). Latexy s biosložkou obsahovaly ca 20 % akrylovaného methylesteru řepkového oleje (AME_RO) a akrylovaného methylesteru lněného oleje (AME_LO). Další složku tvoří diacetonakrylamid (DAAM), který při polymeraci účinkuje jako síťovadlo.

5.3. Stanovení technických parametrů konsolidantů

Po předchozích zkouškách bylo rozhodnuto, že vzorky budou zpevnovány 1 % konsolidantem. Pro vytvoření 1% disperze bylo třeba stanovit přesný obsah sušiny jednotlivých konsolidantů. Obsah sušiny konsolidantů se stanovoval podle normy ČSN EN ISO 3251 (673031).⁷⁹ Z každého konsolidantu byly odebrány a sušeny při 60 °C dva vzorky. Z hmotností obou vzorků před a po vysušení se vypočítala hmotnostní procenta a z výsledků se udělal průměr těchto dvou měření. Následně se vytvořený film ještě dosušil v

⁷⁹ ČSN EN ISO 3251 (673031) *Nátěrové hmoty - Stanovení netěkavých podílů nátěrových hmotách a pojivech pro nátěrové hmoty*. Dostupné na: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-iso-3251-673031-216231.html#>

sušárně na 105 °C, znovu odvážil a stanovila se opět hmotnostní procenta a vypočítal se průměr. Při míchání 1% disperze se pracovalo s hodnotami sušiny stanovené při 105 °C.

Dalším krokem zásadním pro určení vhodnosti konsolidantu je jeho pH. Jako indikátor při stanovení pH se použil lakmusový papírek. Hodnoty pH se pohybovaly od neutrálního po mírně alkalické. Laboratorně vyvinuté latexy měly pH kolem 9. U nich se prováděla alkalizace čpavkem, který hodnotu pH zvyšoval. Jediná disperze *Medium for Consolidation* měla slabě kyselé pH. Stanovené technické parametry jsou uvedeny v Tab. 01.

5.4. Příprava zkušebního panelu a tělísek

Účinnost vybraných konsolidačních prostředků na zpráškovatělou barevnou vrstvu byla testována na zkušebním heraklitovém panelu. Podklad pro testované produkty byl připraven tak, aby simuloval přirozený jev degradace nástěnné malby projevující se zpráškovatěním.

Panel o velikosti 100 cm x 50 cm byl omítnut vápennou dvouvrstvou omítkou, která sestávala ze cca 1,7 cm silné vrstvy arriccia připraveného z vápenné kaše a prosátého písku s frakcí 0–4 mm. Pro přípravu intonaca byla receptura upravena tak, aby se snížil obsah pojivové složky. Ke zvýšení degradačního jevu byla ještě do směsi na intonaco přidána vápencová moučka. Omítka s jemnou frakcí písku byla natažena v tloušťce cca 3 mm s filcovanou povrchovou úpravou (Obr. 04).

Po karbonatizaci svrchní vrstvy omítky (ca 28 dní) byla monochromatická barevná vrstva aplikována bez pojiva, abychom navodili stav ztráty koheze barevné vrstvy, který se projevuje zpráškováním v důsledku degradace pojiva a následnou dezintegrací zrn pigmentu. Při výběru pigmentu se vyloučily pigmenty, které mají tendenci botnat, mají špatnou smáčivost a nejsou stabilní vůči alkalickému prostředí. Na základě těchto námi stanovených požadavků byl vybrán pigment ultramarin tmavý.

Štětcem se naněsly dvě vrstvy barvy, přičemž se změnil směr nanášení – vertikální a horizontální, aby se docílil homogenější nános. Za stejným účelem, jako při přípravě omítky, byla opět do barevné vrstvy přidána vápencová moučka. Vrstva barvy se natřela na suchou omítku technikou *secco*.

Vedle panelu se shodným postupem a recepturou připravovala menší tělesa s plochou barevné vrstvy 4 cm x 4 cm, výška omítkové vrstvy dosahovala ca 2 cm. K jejich zhotovení se použila forma, do které byla vložena dvouvrstvá omítka (Obr. 05). Tělíska

byla připravena k testování urychleného stárnutí v QUV komoře. Složení jednotlivých vrstev omítky; hrubšího arriccio a jemnějšího intonaco udává tabulka 03.



Obr. 04: Průběh přípravy testovacího panelu po nanesení intonaca.



Obr. 05: Průběh přípravy testovacích tělísek.

Složení barevných a omítkových vrstev v obj. dílech		
Arriccio:	Intonaco:	Barevná vrstva:
1 díl vzdušného vápna (vápenná kaše)	1 díl vzdušného vápna (vápenná kaše)	3 díly minerálního práškového pigmentu - Ultramarin tmavý ⁸⁰
3 díly písku	5 dílů písku	1 díl vápencové moučky - Ca(CO) ₃ (Omyacarb 5 VA)
	2 díly vápencové moučky	10 dílů destilované vody

Tab. 03: Složení barevných a omítkových vrstev k přípravě panelu a tělísek.

⁸⁰ Technický list - Číslo výrobku 45010 - Ultramarine Blue, dark. Dostupné na: <https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/45010e.pdf>



Obr. 06: Testovací tělíska s aplikační plochou 4 cm x 4 cm po nanesení barevné vrstvy.

5.5. Aplikace konsolidantů

Na panel o celkovém rozměru 100 cm x 50 cm byla rozvržena čtvercová síť s rozměry jednoho čtverce 10 cm x 10 cm. Pro výběr vhodného způsobu aplikace konsolidantů byly provedeny následující aplikační zkoušky:

- aplikace konsolidantu pomocí spreje *Preval* (ruční postřikovač s plynovým zásobníkem)
- aplikace konsolidantu nátěrem pomocí štětce
- aplikace konsolidantu nátěrem přes japonský papír *Kashmir*, 11 g/m² pomocí štětce.

Použití spreje *Preval* se ukázalo jako nevhodné z důvodu odfouknutí značného množství pigmentu. Stejně nevyhovující byl i způsob aplikace nátěrem, kdy zůstávaly na konsolidované ploše stopy tahu štětcem a zrnka pigmentu se zachycovala na štětci. Vybrán byl proto nejšetrnější způsob aplikace konsolidantu, nátěrem přes japonský papír *Kashmir*, 11 g/m².

Na všechna testovací pole panelu byl použit 1% prostředek postupně nanášený v jedné, dvou a třech aplikacích. Na všechna tělíska kvůli dalšímu postupu (komora QUV) se

zvolili jen 3 aplikace. Kvůli regulaci stejného množství konsolidantu byla definována na všechna pole a tělíska přesná hmotnost aplikované látky. Na tělíska o ploše 16 cm² bylo použito 0,30 g latexu a na plochu jednoho čtverce panelu (100 cm²) se aplikovalo 1,88 g. Časový odstup mezi jednotlivými aplikacemi byl cca 24 hodin. Po nanesení se konsolidanty nechaly vyschnout v laboratoři při okolních podmínkách ($T = 23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $\text{RH} = 18 \pm 4 \%$) po dobu jednoho měsíce a pak byly testovány.

Na testování se celkem použilo 9 typů konsolidantů, z toho byly 3 komerční pro srovnání. Celkový počet ošetřených tělísek byl 18 (2 pro každý konsolidant). Počet ošetřených polí na panelu byl 27; pro každý konsolidant byly vymezeny 3 testovací plochy, lišící se počtem aplikací (1 apl/ 2 apl/ 3 apl). Neošetřená pole posloužila jako referenční a pro případné zkoušky (Tab. 04).

Zkoušky	BIOLATEXY			Referenční plocha		SYNTETICKÉ LATEXY			Zkoušky
H ₂ O	D_RO (1 apl)	D_RO (2 apl)	D_RO (3 apl)			K9 (1 apl)	K9 (2 apl)	K9 (3 apl)	D_LO (1 apl)
H ₂ O	D_RO_Cal (1 apl)	D_RO_Cal (2 apl)	D_RO_Cal (3 apl)			MFC (1 apl)	MFC (2 apl)	MFC (3 apl)	D_LO (2 apl)
H ₂ O	D_LO (1 apl)	D_LO (2 apl)	D_LO (3 apl)			D_0 (1 apl)	D_0 (2 apl)	D_0 (3 apl)	D_LO (3 apl)
	D_LO_Calo (1 apl)	D_LO_Cal (2 apl)	D_LO_Cal (3 apl)			D_0_Cal (1 apl) +	D_0_Cal (2 apl) +	D_0_Cal (3 apl) +	
						Pri AC35 (1 apl)	Pri AC35 (2 apl)	Pri AC35 (3 apl)	

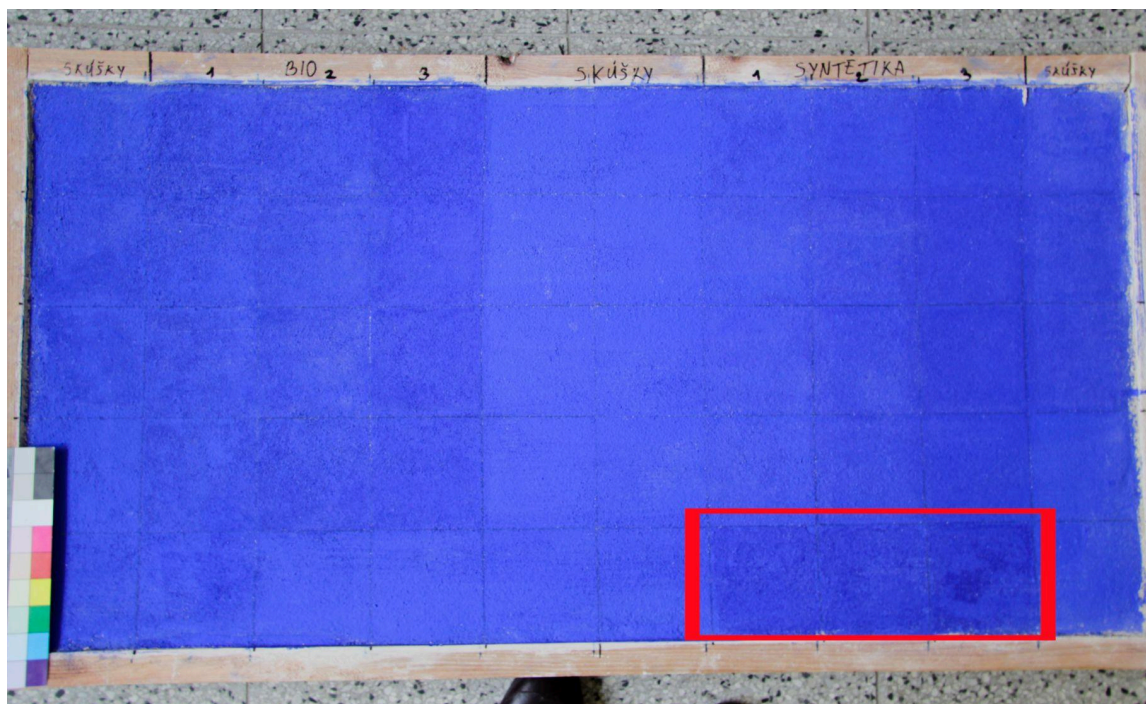
Tab. 04: Rozmístění aplikačních zkoušek na zkušební panelu. Zelená a šedá pole jsou referenční a zkušební plochy.

6. Metodika testování

Všechna testovací pole byla studována několika metodami před a po ošetření. Studovány byly optické změny způsobené konsolidanty a účinnost konsolidace před a po aplikaci konsolidantů. Barevné rozdíly byly pozorovány jednak vizuálně, subjektivním vyhodnocením a zároveň využitím spektrofotometrické analýzy, která poskytla kolorimetrická data, čímž objektivně vyhodnotila barevnost, jas a lesk. Změna optických vlastností byla studována i na tělískách, které byly vystaveny zrychlenému stárnutí v testovací komoře QUV.

Účinnost konsolidantu byla hodnocena měřením míry zpevnění pomocí nanoindentoru. Doplňující zkouškou bylo hodnocení soudržnosti pomocí testu scotch-tape a stěrem pomocí vatového tamponu. Informace o účincích konsolidační vrstvy na nástěnné malbě poskytlo měření úhlu smáčení. Mikrostruktura konsolidované barevné vrstvy byla studována skenovací elektronovou mikroskopií. Pro studium mikroskopických vlastností povrchu byla využita i 3D mikroskopie. Uvedené metody a zkoušky poskytly základní informace o změnách optických, fyzikálních, nebo mechanických vlastnostech povrchu po zpevnění.

6.1. Hodnocení optických změn - vizuální pozorování

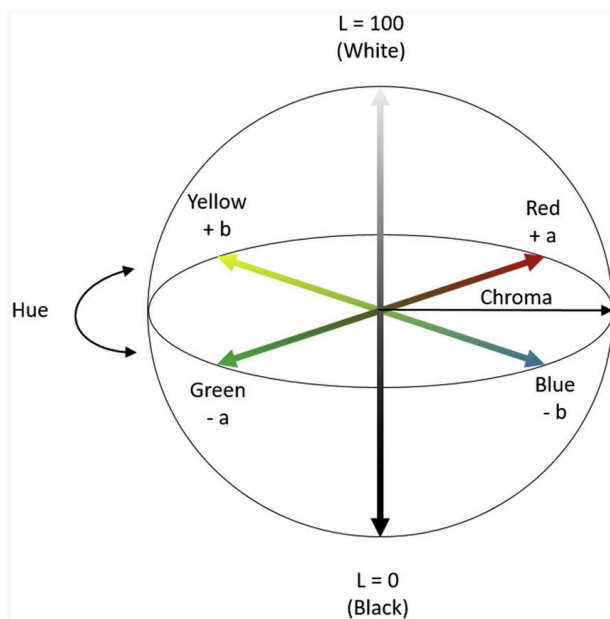


Obr. 07: Panel po aplikaci konsolidantů - viditelná změna barevnosti vlivem konsolidace akrylátovou disperzí *Primal AC35* (označeno červeně).

Vizuálně, bez pomoci instrumentálních metod, je možné pozorovat výrazné změny jako tmavnutí, žloutnutí a nebo vznik lesků. Výsledky změn byly korelovány s objektivním hodnocením optických změn spektrofotometrem.

6.2. Hodnocení optických změn - měření spektrofotometrem

Spektrofotometrie byla použita k měření kolorimetrických parametrů na povrchu barevné vrstvy pomocí přenosného spektrofotometru *CM-2600d*. Pro analýzu barevných diferencí a rozlišení mezi barvami se použil prostor *CIELAB* ($CIE L^*a^*b^*$) (Obr. 08).



Obr. 08: Diagram barevného prostoru CIELAB.⁸¹

Barevný systém CIELAB nebo CIE L^* a^* b^* představuje kvantitativní vztah barev na třech osách: hodnota L^* označuje jas a a^* a b^* jsou souřadnice chromatičnosti. Na diagramu barevného prostoru je L^* znázorněno na svislé ose s hodnotami od 0 (černá) do 100 (bílá). Hodnota a^* označuje červeno-zelenou složku barvy a žluto-modrá složka je znázorněna na ose b^* . Střed roviny je neutrální, nebo achromatický.⁸²

Měření probíhalo při vestavěném osvětlení - denním světle D65. Zdrojem osvětlení byla xenonová výbojka. Zapisovaly se hodnoty SCI (Specular component included), což znamená měření včetně zrcadlové složky odrazu a hodnoty SCE (Specular Component Excluded) vyjadřují měření bez lesku.

Měření proběhlo před ošetřením a po konsolidaci. Výsledky získané v CIEL a^*b^* chromatickém prostoru jsou průměrem měření získaných ze dvou bodů (se třemi světelnými záblesky) provedených na každém tělísku a testovacím políčku. Měřenou oblast určila šablona, která zajišťovala, že se na vzorcích před a po konsolidaci měřilo vždy na stejném místě. Měřicí plocha byla určena štěrbinou, která byla 8 mm.

⁸¹ Obr. dostupný na: LY, B., DYER, E., FEIG, J. et al. *Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement*. The Journal of investigative dermatology [online]. 2020, 140, s. 3-12 [cit. 2025-01-20]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/figure/The-CIELAB-color-space-diagram-The-CIELAB-or-CIE-L-a-b-color-system-represents_fig1_338303610

⁸² LY, B., DYER, E., FEIG, J. et al. *Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement*. The Journal of investigative dermatology [online]. 2020, 140, s. 3-12 [cit. 2025-01-20]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/figure/The-CIELAB-color-space-diagram-The-CIELAB-or-CIE-L-a-b-color-system-represents_fig1_338303610

Vyhodnocována byla jasová odchylka ΔL^* a posuny hodnot Δa^* , Δb^* v kolorimetrickém diagramu CIE $L^* a^* b^*$. Z jednotlivých změn byla vypočtena celková barvová diference ΔE^* podle následující rovnice:

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

kde ΔL^* , Δa^* , Δb^* byly vypočteny ze vzorce:

$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorek po ošetření}} - L^*_{\text{standard}}$, $\Delta a^* = a^*_{\text{vzorek po ošetření}} - a^*_{\text{standard}}$ and $\Delta b^* = b^*_{\text{vzorek po ošetření}} - b^*_{\text{standard}}$

Pozorovatelné rozdíly v barvě lze klasifikovat ve vztahu k pozorovateli takto⁸³:

- $0 < \Delta E^* < 1$ - pozorovatel nepostřehne rozdíl,
- $1 < \Delta E^* < 2$ - rozdíl si všimne jen zkušený pozorovatel
- $2 < \Delta E^* < 3,5$ - nezkušený pozorovatel si také všimne rozdíl,
- $3,5 < \Delta E^* < 5$ - je patrný jasný rozdíl v barvě,
- $5 < \Delta E^*$ - pozorovatel si všimne dvě různé barvy.

6.3. Hodnocení konsolidačních účinků

6.3.1. Nanoindentační test

Pro měření mechanických vlastností byla provedena zkouška povrchové tvrdosti. Jelikož povrchovou tvrdost na drsném povrchu nelze měřit přímo, tak se tvrdost změřila pomocí nanoindentoru na nábrusech v řezu. Proces nanoindentace je technika hloubkového vtlačení (DSI), známá jako účinná metoda pro určení mechanických vlastností, jako je modul pružnosti a tvrdost v mikrometrovém a nanometrovém měřítku.⁸⁴

Mechanické vlastnosti na nanoúrovni byly testovány pomocí přístroje *Hysitron TI-750* (Bruker Corporation, USA), nanomechanický testovací přístroj, který poskytuje údaje o mechanických vlastnostech pro širokou škálu materiálů od tvrdých slitin až po měkké biomateriály.⁸⁵

⁸³ MOKRZYCKI, W. a TATOL, M. *Color difference Delta E - A survey*. Machine Graphics and Vision. [online]. 2011, 20, s. 383-411 [cit. 2025-01-20]. Dostupné na:

https://www.researchgate.net/publication/236023905_Color_difference_Delta_E_-_A_survey

⁸⁴ CHEN, D., YANG, P., LAI, Y. *A review of three-dimensional viscoelastic models with an application to viscoelasticity characterization using nanoindentation*. Microelectronics Reliability [online]. 2012, 52 (3), s. 541-558 [cit. 2025-04-20]. Dostupné

na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026271411004537>

⁸⁵ Katalog TI 750L SS. Dostupné na: <https://irida.es/docs/catalogos/TI750L.pdf>

Z panelu byly odebrány vzorky pouze z míst ošetřených třemi aplikacemi testovaných konsolidantů, neboť zjištěné odchylky u nižší počtu zpevňovacích cyklů byly zanedbatelně nízké. Odebrané vzorky byly následně upraveny jako nábrusy. Měřené vzorky byly zality do dvousložkové epoxidové pryskyřice Araldite 2020 a po 24 hodinách byly z jedné strany zbrušeny brusným papírem. Abychom se vyhnuli škrábancům na povrchu, vzorky byly nakonec vyleštěny jemným brusným papírem a kvalita povrchu byla kontrolována pomocí digitálního mikroskopu. Takto zhotovené vzorky byly připraveny k nanoindentačnímu testu, čímž se umožnilo analyzovat a určit mechanické vlastnosti jako modul pružnosti či tvrdost materiálu.

Pro nanoindentační test byl zvolen režim řízení zátěže, který byl proveden aplikací konstantní mechanické zatěžovací vrypové funkce trapezoid se silou vpichu 2000 μN . Místa jednotlivých vrážek byla vybrána a měřena cíleně mimo křemen. Pro každý vzorek, bylo vytvořeno 5 vpichů, kdy byl následně vypočítán průměr se směrodatnou odchylkou. Tvrdost (H) se při nanoindentaci určila vydělením maximálního zatížení (P_{max}) kontaktní plochou indentoru na povrchu vzorku (A). Výsledná veličina určila maximální hloubku průniku vtačovacího tělíska do povrchu materiálu.

6.3.2. Odtrhový test /Scotch-tape test

Odtrhový test známý jako „test Scotch Tape“ se v konzervační praxi používá k hodnocení účinnosti konsolidace degradovaného pojiva barevné vrstvy. Je to metoda pro hodnocení přilnavosti nátěru k substrátu. Páska je aplikována na oblast nátěru, který je někdy poškrábaný křížovým šrafováním. Přilnavost se považuje za přiměřenou, pokud se nátěr nestrhne spolu s páskou, když je páska odstraněna.

Metoda byla pravděpodobně zavedena do terénu konzervace pro testování kvalit soudržnosti historických materiálů, především na kámen a omítky, od firmy Mora a Torraca v 60. letech. Nicméně nejsou k dispozici žádné normy resp. spolehlivě ověřená doporučení pro tento typ testování v konzervátorské praxi.⁸⁶

Obecně platí, že soudržnost povrchové vrstvy je hodnocena na základě množství materiálu nalepeného na lepicí pásku, která byla přitlačena na povrch a poté odstraněna. Při vyhodnocení množství odloupaného materiálu, někteří používají vážení, zatímco jiné spoléhají na vyhodnocení plochy pásky pokryté uvolněným materiálem.

⁸⁶ DRDÁCKÝ, M. SLÍŽKOVÁ, Z. et al. *Standardization of peeling tests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of historic stone surfaces*. *Materials and Structures* [online]. 2011, 45 (4), s. 505–520 [cit. 2025-02-02]. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-011-9778-x>

Postup odtrhového testu v této diplomové práci byl převzat z diplomové práce MgA. Lenky Sloukové, která se rovněž zabývala možnostmi zpevnování zpráškovatělé barevné vrstvy.⁸⁷ Provedly se dva druhy testování. Prvním typem (Scotch-tape test č. 1) je laboratorní testování a druhým typem je testování využívané in situ (Scotch-tape test č. 2). Testy se liší typem používané pásky.

6.3.2.1. Scotch tape test č. 1

Na testování používané ex situ se využila méně lepivá páska *Pritt (Henkel)*. Před měřením se plastová páska nastříhala na rozměr 20 x 20 mm. Podle doporučení byly před testem zlikvidovány dva úplné cykly pásky z kotouče, aby byla zajištěna dobrá lepivost.

Čtverce pásky se jednoduše přilepily na měřený povrch a místo se prsty konstantním tlakem přitlačilo. Po 25 minutách byla páska odtržena v úhlu cca 45°–60°. Páska byla označena číslem pole, na kterém byla testována a byla zvážena před a po odtrhovém testu. Rozdílem obou vah jsme dostali množství odtrženého materiálu. Na základě množství materiálu zachyceného na pásce se přiřadila hodnota ze škály vyjadřující míru sprašování 0–3, přičemž 0 znamená neznatelná, 1 slabá, 2 střední a 3 silná.

6.3.2.2. Scotch tape test č. 2

K testování používané in situ se využila oboustranná lepicí páska *Tesa*. Před samotným měřením se podle doporučení odstranily dva úplné cykly pásky z kotouče. Oboustranná páska se odstříhla na délku odpovídající šířce čtverečkovaného papíru. Páska se přilepila na čtvercový papír a byla nastříhaná o rozměrech 30 mm x 30 mm a na jednom konci se ponechal obyčejný papír o šířce 10 mm bez pásky pro číselné označení vzorku (Obr. 08).

Proužek pásky se vložil do plastového uzavíratelného sáčku a byl odvážen na laboratorních vahách s citlivostí 0,1 mg. Hodnota byla zaznamenána a páska by v tomto okamžiku byla připravena k přepravě na místo testování. V našem případě byly kusy pásky vybrány ze sáčku a ihned použity.

Při samotném měření se vybrala oblast s absencí nerovností. Připravená páska se vybrala z odběrového sáčku, odstranila se žlutá krycí fólie z lepivé vrstvy a ponechala se na opětovné zakrytí po otestování. Páska se přilepila na testovaný povrch a přitlačila bříšky

⁸⁷ SLOUKOVÁ, L. *Restaurování výjevu s označením „Archangeli“ na klenbě Kaple sv. Isidora v Křenově*. Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Ateliér restaurování nástěnné malby a sgrafita. Litomyšl 2015, s. 53.

prstů. Po přibližně 3 minutách se páska odstranila uchopením jednoho konce a odtrhla se pod úhlem 45°–60°. Proužek pásky s uvolněným materiálem se překryl žlutou fólií, vložil do sáčku a odvážil se na laboratorních vahách. Rozdílem dvou vah se vypočítalo množství utrženého materiálu.



Obr. 09: Nastříhaná oboustranná lepicí páska *Tesa* připravená k testování.

6.3.3. Stěr vatovým tamponem

Míra zpevnění byla nakonec posuzována semikvantitativním testem vyhodnocující intenzitu sprášování při otěru vatovým tamponem. Suché vatové tampony se jemným otáčivým pohybem třely po povrchu ošetřené i neošetřené plochy. Jedná se o metodu často využívanou in situ pro zhodnocení koheze barevné vrstvy kvůli dalšímu postupu a výběru

materiálů. Díky ní bylo možné jednoduše posoudit, do jaké míry došlo ke zpevnění barevné vrstvy po aplikaci konsolidantu. Pro hodnocení byla stanovena číselná škála (0–3) vyjadřující míru sprašování od neznatelné (0), přes slabou (1), střední (2) až po silnou (3).

6.4. Mikroskopické techniky

Mikrostrukturní vlastnosti jako charakter, velikost a distribuce polymerního filmu na povrchu vzorků malby, byly zkoumány pomocí dvou typů mikroskopických technik: skenovací elektronová mikroskopie (SEM) a 3D mikroskopie.

6.4.1. Skenovací elektronová mikroskopie (SEM)

Mikrostruktura konsolidované barevné vrstvy byla studována skenovací elektronovou mikroskopií (SEM). SEM umožňuje studium vzorků ve vysokém zvětšení a s velkou hloubkou ostrostí. Tato metoda byla provedena k vyhodnocení distribuce a chování filmů na ošetřeném povrchu.

SEM analýzy byly provedeny na skenovacím elektronovém mikroskopu *Tescan Mira3* pro zobrazení struktury materiálů v modu sekundárních elektronů SE.⁸⁸ Na analýzu SEM byly odebrány vzorky z konsolidované a nekonsolidované plochy panelu pomocí dutého vrtáku s průměrem 0,8 cm. Vzhledem k tomu že, mechanismus pozorování mikrostruktury v SEM je založen na interakci vzorek-elektron, musí být povrch vzorku upraven pokovením zlatem. Dalším podstatným parametrem, který je nutné vzít v úvahu, je pracovní vzdálenost (WD), což je vzdálenost, na kterou je paprsek fokusován. Pracovní vzdálenost (WD) použita při pořízení mikrosnímků byla 15 mm. Urychlovací napětí bylo 15 až 20 kV.

6.4.2. 3D mikroskop

K mikroskopické analýze byly z panelu pomocí skalpelu odebrány vzorky o velikosti cca 1 cm x 1 cm z oblastí zpevněných třemi aplikacemi testovaných konsolidantů a z

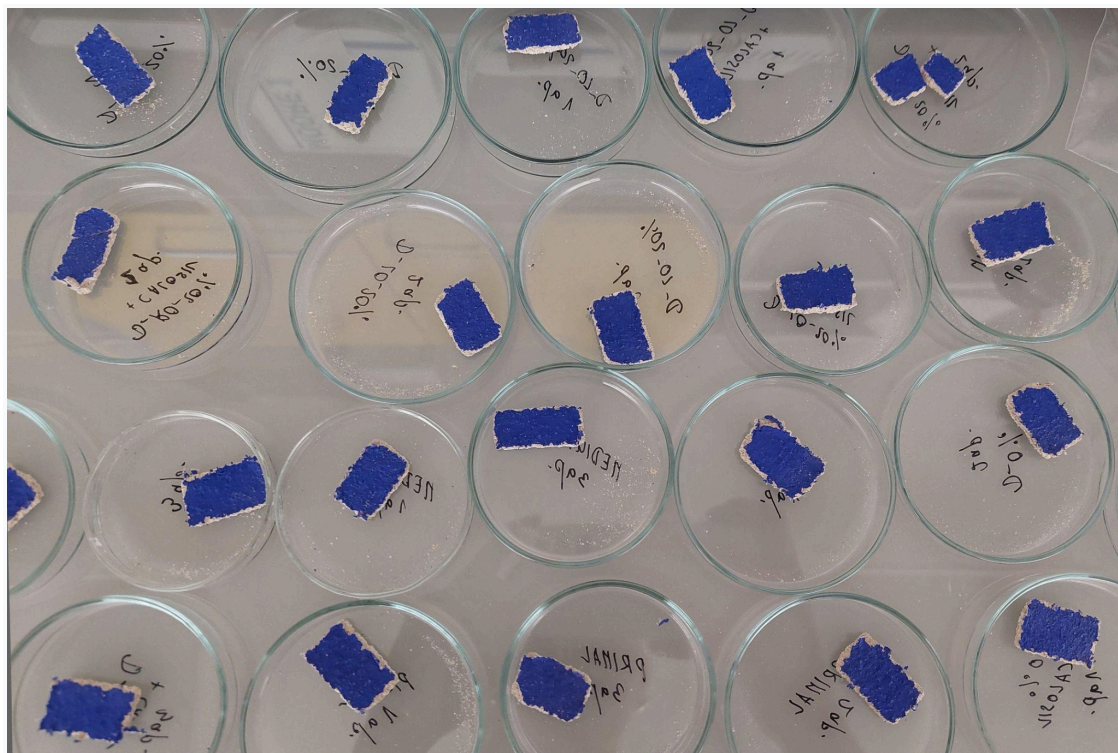
⁸⁸ BURNSTOCK, A. a JONES, Chr. *Scanning electron microscopy techniques for imaging materials from paintings*. Radiation in Art and Archeometry [online]. 2000, s. 202-231 [cit. 2025-02-02]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/288230284_Scanning_electron_microscopy_techniques_for_imaging_materials_from_paintings

referenční plochy. K pozorování vzorků byl využit digitální optický mikroskop *Keyence VHX 6000* (Keyence, Japan). Vzorky byly zkoumány při zvětšení 50x.

6.5. Úhel smáčení

Při styku kapaliny a pevné látky dochází k jevu zvanému smáčení. Smáčitelnost můžeme kategorizovat na hydrofilnost (snadná smáčitelnost, kdy je úhel menší než 90°) a hydrofobnost (obtížná smáčitelnost, kdy je úhel větší než 90°). Měří se úhly zprava (α) a úhly zleva (β). Teoreticky na zcela homogenním vzorku by měly být oba úhly shodné. Při samotném měření se počítá jejich průměr. Kontaktní úhel lze měřit několika metodami. Základním přístrojem je goniometr resp. tenziometr.⁸⁹

Pro analýzu kontaktního úhlu byly pomocí skalpelu z každého testovacího pole panelu a z referenční plochy odebrány vzorky o velikosti cca 2 cm x 1 cm (Obr. 10). Úhel smáčení se testoval na odebraných vzorcích pomocí přístroje *SEE System* (Surface Energy Evaluation System). Přístroj je složen z pohyblivé destičky o rozměrech 10 cm x 10 cm a kamery s rozlišením 1600 x 1200, která snímá kapky kapalin. K přístroji je připojen počítač s programem *See System 7.6*, díky kterému je možné ovládat kameru a vyfotit kapky kapalin na povrchu vzorku. Následně je programem vypočten úhel smáčení.



Obr. 10: Odebrané vzorky z panelu pro analýzu kontaktního úhlu.

⁸⁹HOMOLA, V. *Kontaktní úhel jako kvantifikátor smáčitelnosti materiálu* [online]. 2012 [cit.2025-03-25] Dotupné na: <https://homel.vsb.cz/~hom50/SLBGEOST/KUH/GS13.HTM>

Na pohyblivou destičku aparatury byl položen vzorek. Na povrch vzorku se kaplo pomocí automatické pipety 10 µl destilované vody. Bylo nanášeno a vyfoceno celkem 5 kapek. Po vyfocení všech kapek na vzorcích následovala jejich analýza. Ta spočívala ve stanovení kontaktních úhlů metodou přisedlé kapky. Na každém z konců kapky a na vrcholu byl ručně zaznačen bod a programem *See System 7.6.* byly vypočteny kontaktní úhly.

6.6. Urychlené stárnutí (QUV test)

Zrychlené procesy stárnutí jsou jen hrubým odhadem přirozeného stárnutí polymerů. Existují dva hlavní způsoby urychlení procesu stárnutí: 1. soustředění se na účinky pouze jednoho environmentálního vlivu například světla, přičemž ostatní vlivy jsou konstantní; 2. vystavení vzorku extrémům všech potenciálních vlivů.⁹⁰

Testovací komory QUV dokáží reprodukovat poškození způsobené celospektrálním slunečním zářením, teplem a deštěm. Za několik dní nebo týdnů může dojít ke škodám, které se jinak vyskytují v průběhu měsíců nebo let.⁹¹

Umělé stárnutí bylo provedeno v komoře QUV – Accelerated Weathering Tester od firmy Q - LAB, typ lamp: UVA-340. Testování QUV vystavuje vzorky střídavým cyklem UV světla a vlhkosti při kontrolovaných zvýšených teplotách.

Podmínky testování:

Test byl proveden na filmech latexů a tělesech s malbou ošetřených 3 aplikacemi dle normy ČSN EN ISO 4892-3. Při tomto cyklickém testu jsou vzorky vystaveny během jednoho cyklu účinkům umělého UV záření (v komoře emitují fluorescenční lampy s vlnovou délkou 340 nm), které simuluje přirozené sluneční záření po dobu 8 hodin a následně kondenzaci vlhkosti po dobu 4 hodin. V QUV komoře jsou vzorky během expozice ozařovány UV zářením při ozáření 0,89 W/m² při teplotě 60°C. Těmto podmínkám byly vzorky vystaveny po dobu 8 hodin a následně byly vzorky vystaveny po dobu 4 hodin kondenzaci vlhkosti při teplotě 50°C bez osvitů UV zářením. Tento dvanáctihodinový cyklus, složený ze dvou fází, se po stanovenou dobu opakoval.

⁹⁰ HORIE, C. V. *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*, s. 76-79.

⁹¹ ANONYM. *Q-SUN Xenon Arc Testers* [online]. [cit. 2025-01-03]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/weathering/equipment-accessories/q-sun>

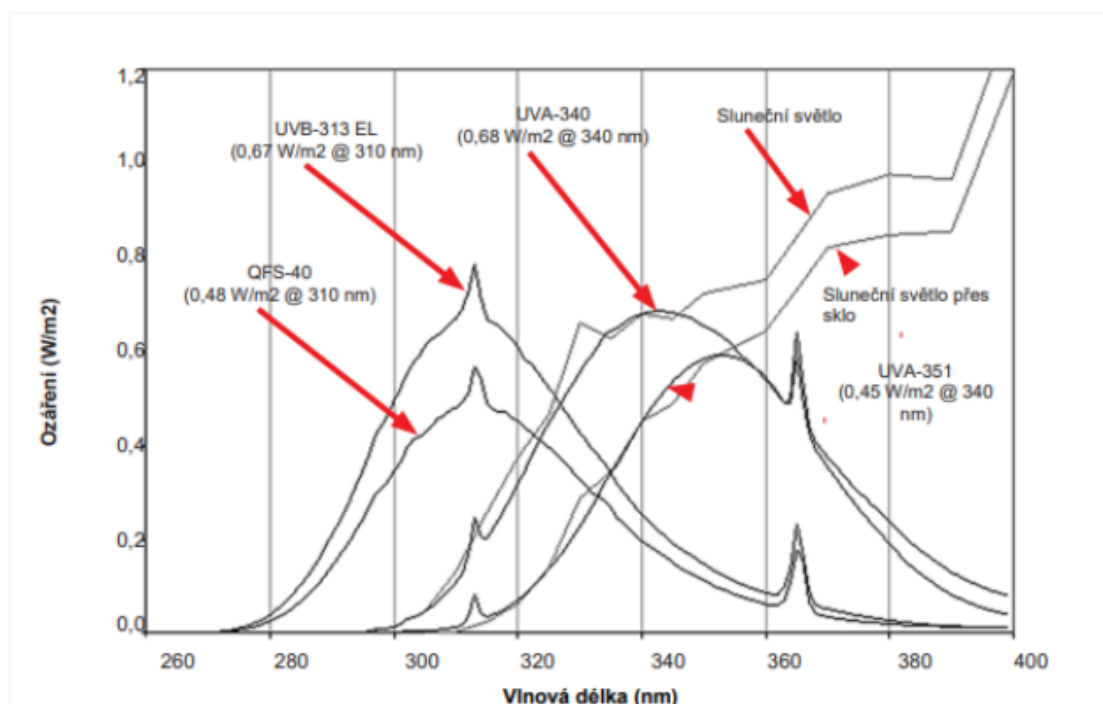
Tělíska byly umístěny v komoře po dobu 500 hodin v první testovací fázi. Po uplynutí této doby se rozhodne o délce působení v další fázi. Po vyjmutí z komory budou studovány vlastnosti filmů a těles. vzhledem ke stavu před stárnutím.

Použitý typ lampy:

Výbojky určené pro QUV panely obsahující výbojky s označením UV-A 340, s maximální emisí při 340 nm, což odpovídá spektru slunečního světla (Obr. 11). Testovací zařízení obsahuje 8 fluorescenčních zářivek, vzorky tvoří stěnu zkušební komory, vnější povrch venkovního stojanu je vystaven teplotě místnosti, vnitřní stěny se vzorky jsou ovlivněny teplem vytvářeným výbojkami.

Kalibrace lampy:

Před zahájením testu a po 500 hodinách provozu bylo zařízení kalibrováno pomocí Radiometru, typ: CR-10.



Obr. 11: Spektra jednotlivých typů lamp v porovnání se slunečním světlem.

7. Výsledky měření

7.1. Hodnocení optických změn

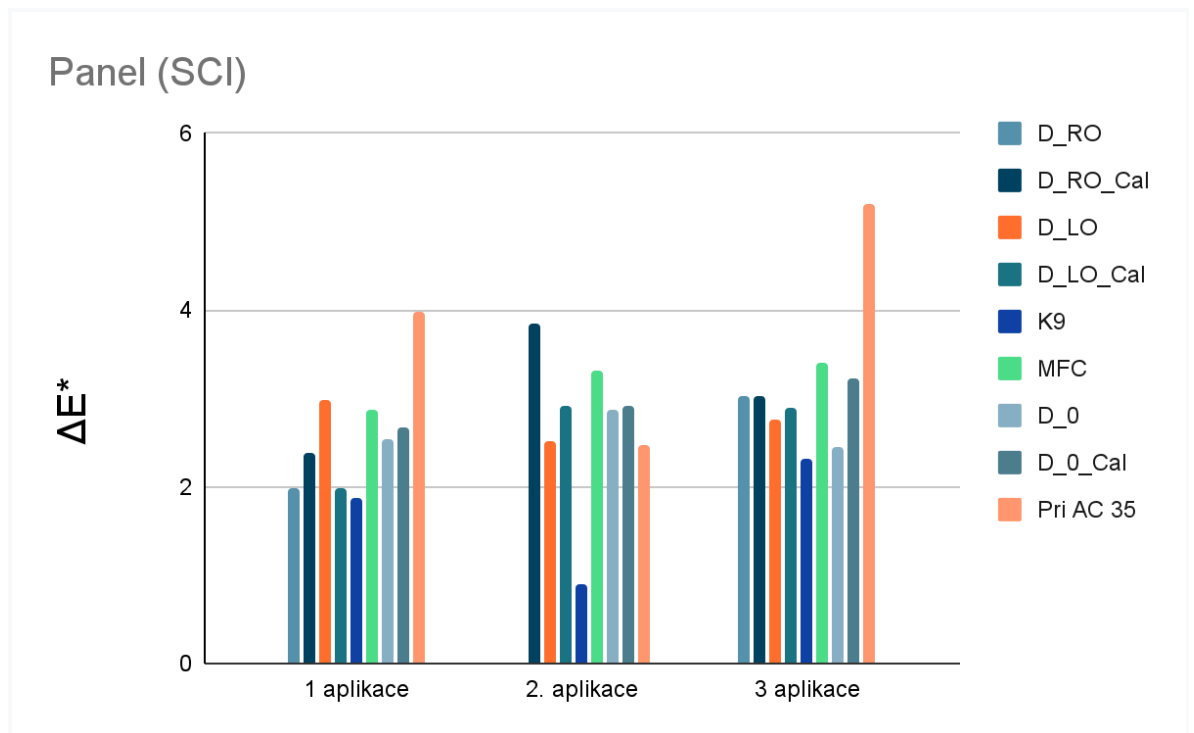
Výsledky změn světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* a Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* na panelu udává Tab. 05 a 06 a graficky znázorňují Grafy 01 a 02. Výsledky udávají hodnoty změny se započítáním lesku (SCI, Tab. 05, Graf 01) a bez lesku (SCE, Tab. 06, Graf 02). Výsledky změn byly vypočteny pro 1, 2 a 3 aplikace, udávané hodnoty jsou průměrem dvou měření. Podobně byla provedena měření na zkušebních tělískách, kde se prováděly pouze 3 aplikace. Výsledky na vzorcích se započítáním lesku (SCI) udává Tab. 08 a Graf 03, bez lesku (SCE) Tab. 09 a Graf 04.

Panel (SCI)					
Konsolidant	Aplikace	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
D_RO	1	+0,02	-0,23	+1,98	+1,99
	2	-0,01	-1,28	+4,21	+4,40 ⁹²
	3	-1,52	+0,12	+2,61	+3,02
D_RO_Cal	1	+0,55	-0,70	+2,22	+2,39
	2	-1,30	-0,48	+3,59	+3,85
	3	-2,01	+0,90	+2,06	+3,02
D_LO	1	0,00	-0,66	+2,91	+2,98
	2	-0,14	-0,51	+2,45	+2,51
	3	-1,01	+0,15	+2,56	+2,76
D_LO_Cal	1	-1,47	+0,51	+1,24	+1,99
	2	-0,57	-0,42	+2,82	+2,91
	3	-1,53	+0,29	+2,45	+2,90
K9	1	+1,21	+0,74	+1,24	+1,88
	2	-0,05	+0,05	+0,89	+0,89
	3	-1,99	+0,93	+0,76	+2,32

⁹² Měření se nepodařilo z technických důvodů.

Panel (SCI)					
MFC	1	+0,43	-0,68	+2,74	+2,86
	2	+0,07	-0,65	+3,25	+3,32
	3	-2,48	+1,43	+1,86	+3,41
D_0	1	-0,02	-0,64	+2,45	+2,53
	2	-1,82	-0,42	+2,18	+2,87
	3	-2,03	+0,70	+1,21	+2,46
D_0_Cal	1	+0,06	-0,50	+2,62	+2,67
	2	-1,79	+0,38	+2,27	+2,92
	3	-1,89	+0,15	+2,62	+3,23
Pri AC 35	1	-2,84	+0,75	+2,69	+3,98
	2	-1,78	+1,61	+0,62	+2,48
	3	-3,99	+2,02	+2,66	+5,20

Tab. 05: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu s leskem (SCI).

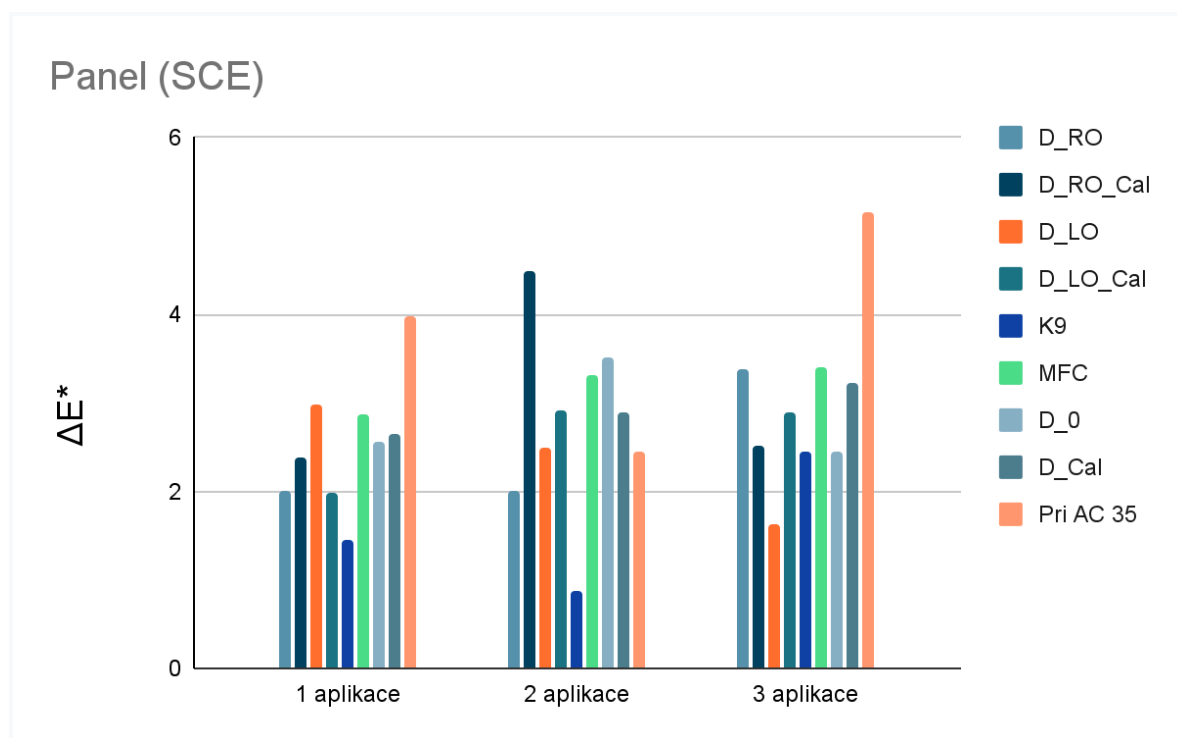


Graf 01: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu s leskem (SCI).

Panel (SCE)					
Konsolidant	Aplikace	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
D_RO	1	+0,19	-0,24	+1,98	+2,00
	2	0,00	-0,27	+4,19	+2,00
	3	-1,51	+0,13	+3,02	+3,38
D_RO_Cal	1	+0,56	-0,70	+2,22	+2,39
	2	-2,61	+0,77	+3,58	+4,50
	3	-2,01	+0,90	+1,22	+2,52
D_LO	1	+0,02	-0,66	+2,91	+2,98
	2	-0,13	-0,51	+2,44	+2,50
	3	-1,00	0,00	+1,29	+1,63
D_LO_Cal	1	-1,48	+0,52	+1,23	+1,99
	2	-0,56	-0,42	+2,82	+2,91
	3	-1,52	+0,27	+2,44	+2,89
K9	1	+1,22	+0,74	-0,24	+1,45
	2	-0,03	+0,05	+0,87	+0,87
	3	-2,00	+0,93	+1,05	+2,44
MFC	1	+0,27	-0,73	+2,75	+2,86
	2	+0,08	-0,65	+3,25	+3,32
	3	-2,48	+1,42	+1,86	+3,41
D_0	1	-0,02	-0,66	+2,46	+2,55
	2	-1,83	-0,40	+2,98	+3,52
	3	-2,03	+0,71	+1,18	+2,45
D_0_Cal	1	+0,07	-0,50	+2,61	+2,66
	2	-1,78	+0,40	+2,24	+2,89
	3	-1,88	+0,19	+2,61	+3,22

Pri AC 35	1	-2,84	+0,76	+2,67	+3,97
	2	-1,76	+1,59	+0,61	+2,45
	3	-3,95	+2,01	+2,62	+5,15

Tab. 06: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu bez lesku (SCE).



Graf 02: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu bez lesku (SCE).

Celkové změny po ošetření poskytuje hodnota celkového barvového rozdílu (ΔE^*). Ty závisí na jednotlivých změnách světlosti a chromatu. Barvové změny byly u všech vzorků po ošetření konsolidanty nejvíce ovlivněny ztmavnutím (snížení ΔL^*) a současně mírným zažloutnutím (nárůst Δb^*) zkoumaných vzorků. (viz Tab, 05, 06).

Výsledky v měřicím režimu s leskem (SCI) (viz Graf 01) i bez lesku (SCE) (viz Graf 02) shodně ukázaly, že po aplikaci vybraných konsolidantů byly nejvyšší barvové rozdíly (ΔE^*) získané na testovacím poli konsolidovaném prostředkem *Primal AC 35* ($\Delta E^* > 5$, 3 aplikace). Celková barvová difference je po jeho aplikaci způsobena nejvíce ztmavnutím ($-\Delta L^*$) a méně změnou chromy. Ostatní syntetické i biolatexy, včetně

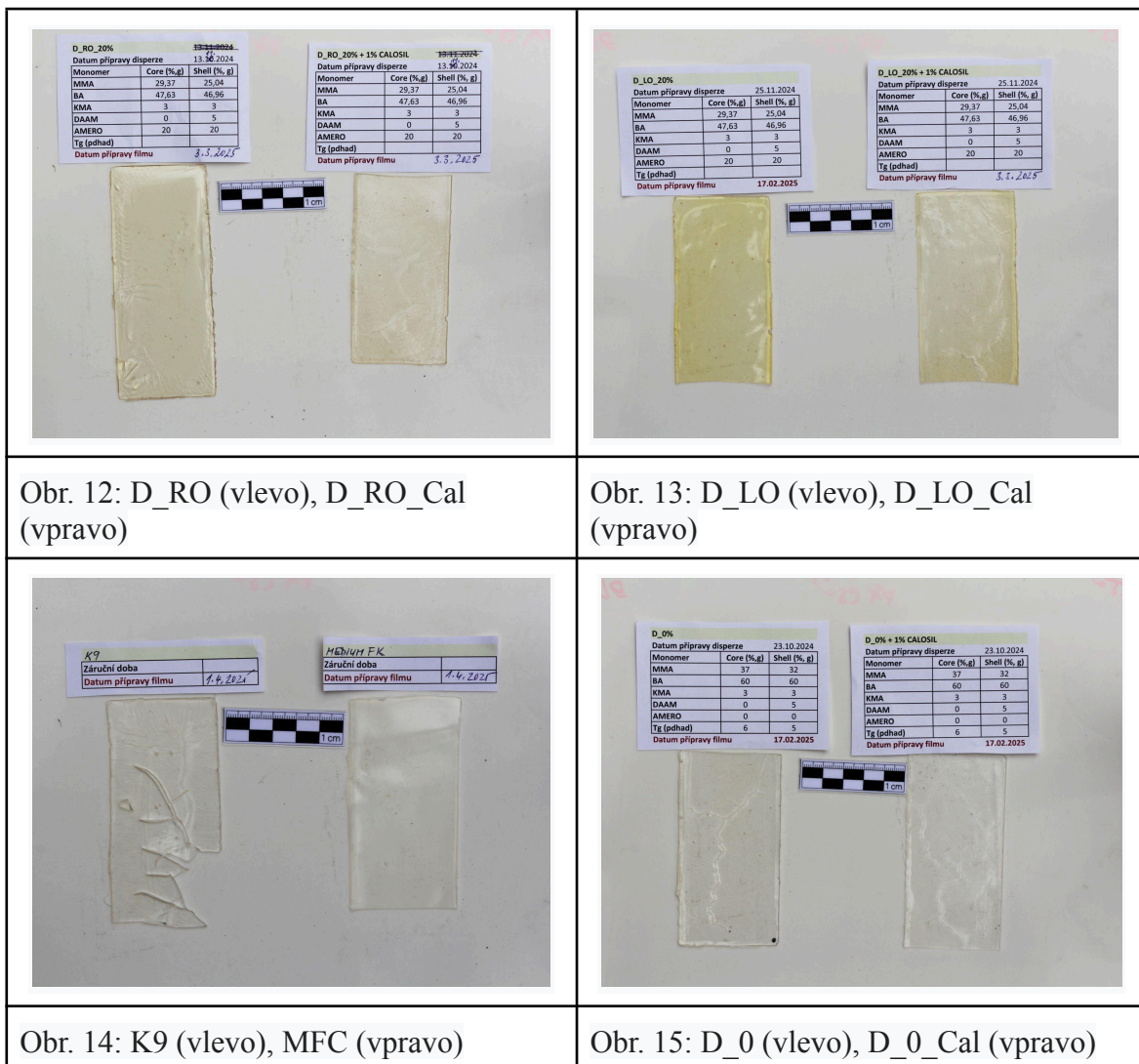
biolatemů s nanosuspenzí *CaLoSil®E50*, vyvolávaly přibližně podobnou změnu celkového barvového odstínu (ΔE^* 2,0 až 3,0), přičemž s rostoucím počtem aplikací se ΔE^* zvyšoval, ale jen nevýrazně. Změna je u latexů nejvíce způsobena žloutnutím (nárůst Δb^*). Předpokládané mírné zežloutnutí ($+\Delta b^*$) barevné vrstvy u biolatemů je zapříčiněno olejovou složkou, která viditelně zabarvuje samotné filmy do žluta. Jistý neočekávaný nárůst Δb^* lze ale pozorovat i u komerčních konsolidantů, jejichž filmy jsou bílé až transparentní (Tab. 07). Z podobnosti hodnot bez lesku a s leskem dále vyplývá, že nános latexu nemění charakter povrchu vznikem lesklých míst nebo naopak matovatěním (viz Tab. 10, Graf 05).

Podobný trend byl pozorován i při i při měření tělísek se třemi nánosy konsolidantů. (viz Tab. 08, 09) Navzdory celkově malým změnám byly zaznamenány barevné změny způsobené ztmavnutím (snížení ΔL^*) a žloutnutím (nárůst Δb^*) zkoumaných vzorků, přičemž parametr a^* se výrazně neměnil. Nárůst parametru b^* byl pozorován hlavně u vzorků provedených s příměsí rostlinných olejů. Výraznější pokles ΔL^* byl pozorován pouze u prostředku *Primal AC 35*, čímž ovlivnil celkový barvový odstín ($\Delta E^* > 5$). Nejslabší žloutnutí bylo zjištěno u vzorků konsolidovaných disperzí K9. U ostatních konsolidačních přípravků byly nárůsty Δb^* srovnatelné.

Vzhledem ke kritériím kompatibility dostupným v literatuře, které byly také popsány v metodické části, jsou celkové barvové rozdíly u latexu *Primal AC 35* na hranici nekompatibility ($\Delta E^* > 5$),⁹³ přičemž tato změna je pro pozorovatele již viditelná pouhým okem (viz Obr. 07).

Hodnoty (ΔE^*) u biolatemů jsou srovnatelné s hodnotami u komerčních prostředků. Na základě výsledků lze posoudit, že všechny konsolidanty kromě *Primal AC 35* splňují normy pro konzervační účely z hlediska vlivu na barevnost malby.

⁹³ RODRIGUES, J.D. GROSSI, A. *Indicators and ratings for the compatibility assessment of conservation actions*, J. Cult. Herit [online]. 2007, 8 (1), s. 32–43 [cit. 2025-02-26]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207406001075>

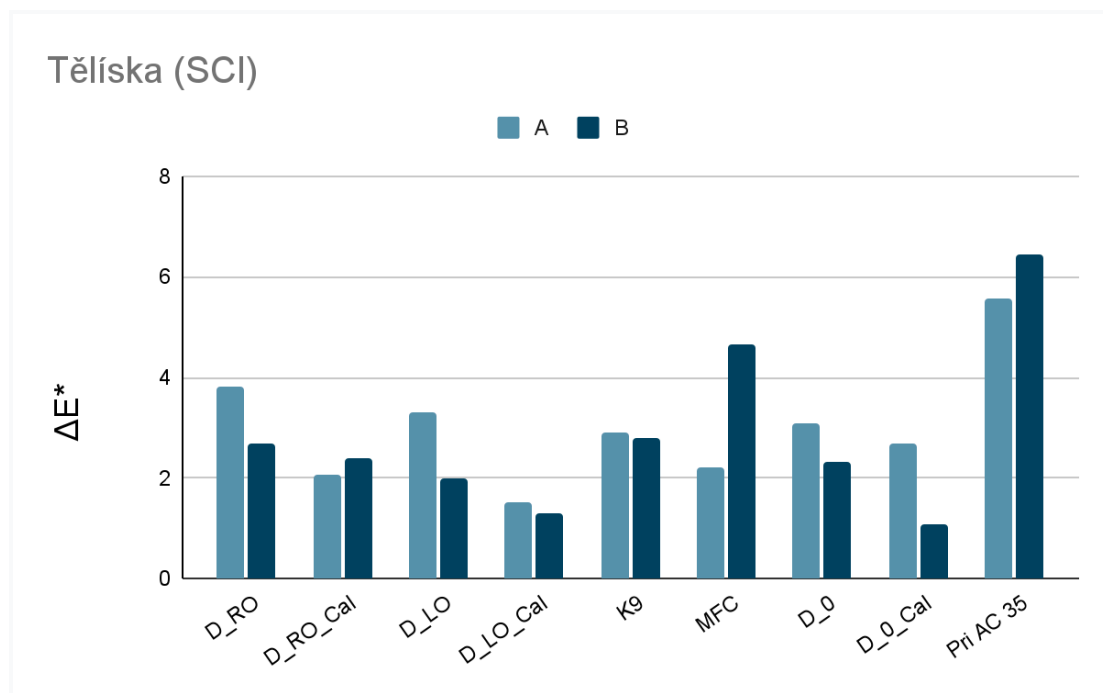


Tab. 07: Filmy testovaných konsolidantů. Viditelné rozdíly mezi filmy biolatexů (Obr. 12, 13, nažloutlé, průhledné filmy) a syntetickými latexy (bílý a transparentní film). Příměs *CaLoSilu* žloutnutí biolatexů mírně potlačuje.

Tělíška (SCI)						
Konsolidant	Aplikace	Vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
D_RO	3	A	+0,67	-1,88	+5,37	+3,82
		B	-1,37	+0,23	+2,30	+2,69
D_RO_Cal	3	A	-0,36	-0,38	+2,00	+2,07
		B	-1,29	+0,29	+2,02	+2,41

D_LO	3	A	-0,48	-0,62	+3,22	+3,31
		B	-1,64	+0,59	+1,00	+2,00
D_LO_Cal	3	A	-0,57	+0,04	+1,41	+1,52
		B	-0,80	+0,33	+0,95	+1,29
K9	3	A	-0,28	-0,59	+2,82	+2,89
		B	-1,08	-0,02	+2,58	+2,80
MFC	3	A	-1,91	+0,98	+0,54	+2,21
		B	-0,25	-0,92	+4,56	+4,66
D_0	3	A	-0,74	-0,18	+3,00	+3,10
		B	-0,73	-0,26	+2,19	+2,32
D_Cal	3	A	-1,09	+0,05	+2,47	+2,70
		B	-0,56	+0,83	+1,00	+1,10
Pri AC 35	3	A	-4,58	+3,19	+0,19	+5,58
		B	-5,19	+3,77	+0,67	+6,45

Tab. 08: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové diference ΔE^* po konsolidaci. Měření na tělískách s leskem (SCI). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

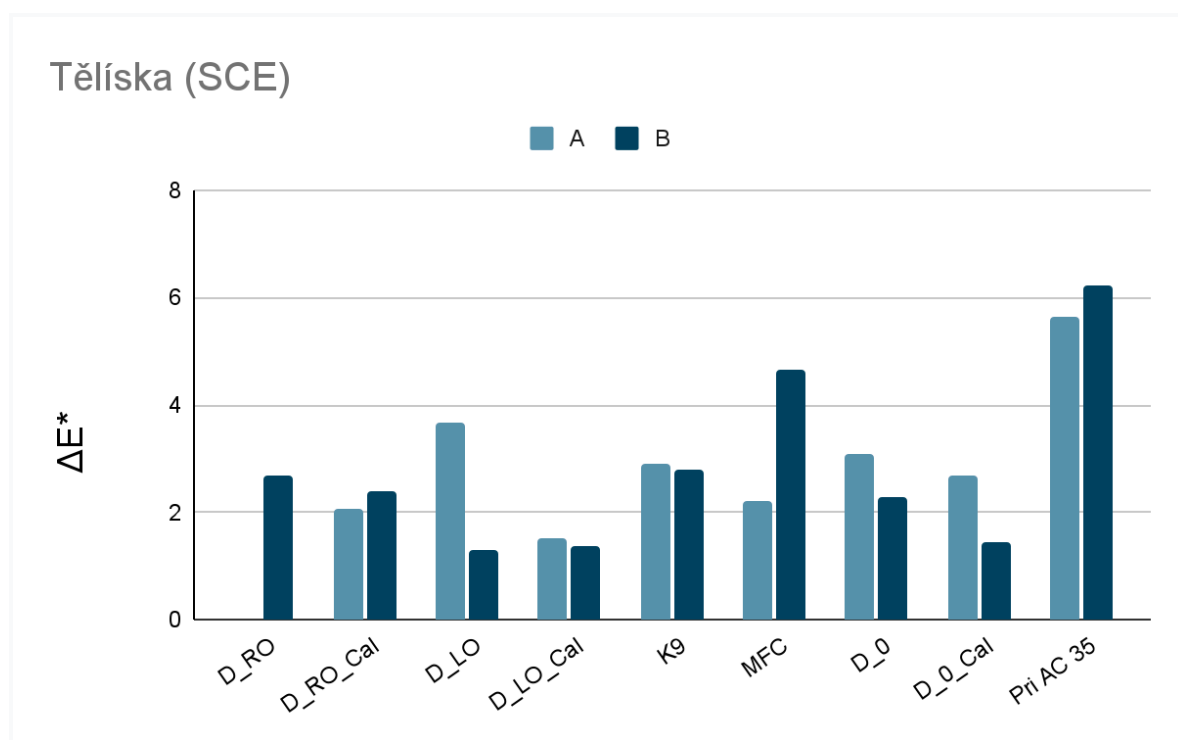


Graf 03: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci se třemi aplikacemi konsolidantu. Měření na tělískách s leskem (SCI). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

Tělíska (SCE)						
Konsolidant	Aplikace	Vzorek	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
D_RO	3	A	+0,12	-1,86	+5,61	+5,91
		B	-1,36	+0,28	+2,29	+2,68
D_RO_Cal	3	A	-0,36	-0,36	+2,00	+2,06
		B	-1,28	+0,3	+2,00	+2,39
D_LO	3	A	-0,78	-1,62	+3,21	+3,68
		B	-0,55	+0,6	+1,00	+1,29
D_LO_Cal	3	A	-0,57	+0,04	+1,40	+1,51
		B	-0,91	+0,47	+0,92	+1,38
K9	3	A	-0,25	-0,59	+2,83	+2,90
		B	-1,07	+0,11	+2,58	+2,80
MFC	3	A	-1,91	+0,97	+0,53	+2,21

Tělíska (SCE)						
		B	-0,24	-0,91	+4,54	+4,64
D_0	3	A	-0,74	-0,17	+3,00	+3,09
		B	-0,72	-0,26	+2,17	+2,30
D_0_Cal	3	A	-1,09	+0,06	+2,45	+2,68
		B	-0,54	+0,89	+1,00	+1,44
Pri AC 35	3	A	-4,86	+2,87	+0,19	+5,65
		B	-4,91	+3,77	+0,67	+6,23

Tab. 09: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové diference ΔE^* po konsolidaci. Měření na tělískách bez lesku (SCE). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.



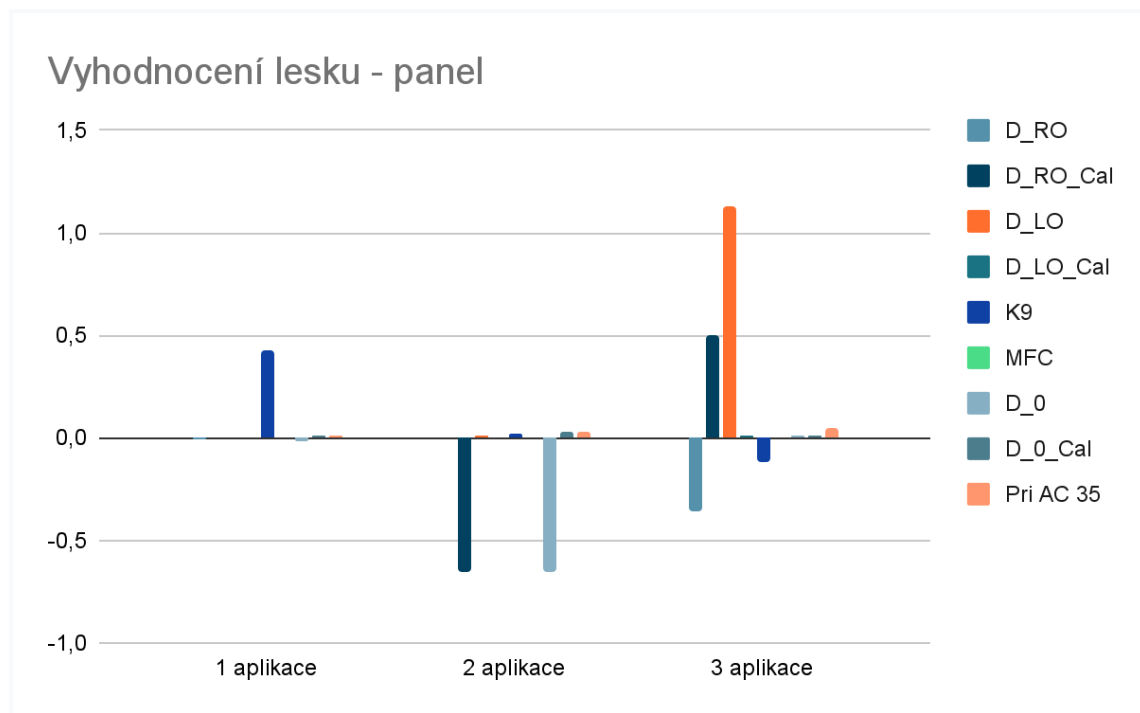
Graf 04: Změny celkové barvové diference ΔE^* po konsolidaci se třemi aplikacemi konsolidantu. Měření na tělískách bez lesku (SCE). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

Vyhodnocení lesku - panel		
Konsolidant	Aplikace	ΔE^* (SCI) – ΔE^* (SCE)
D_RO	1	-0,01
	2	+2,40 ⁹⁴
	3	-0,36
D_RO_Cal	1	0,00
	2	-0,65
	3	+0,50
D_LO	1	0,00
	2	+0,01
	3	+1,13
D_LO_Cal	1	0,00
	2	0,00
	3	+0,01
K9	1	+0,43
	2	+0,02
	3	-0,12
MFC	1	0,00
	2	0,00
	3	0,00
D_0	1	-0,02
	2	-0,65
	3	+0,01
D_0_Cal	1	+0,01
	2	+0,03
	3	+0,01

⁹⁴ Měření se nepodařilo z technických důvodů.

Vyhodnocení lesku - panel		
Pri AC 35	1	+0,01
	2	+0,03
	3	+0,05

Tab. 10: Vyhodnocení lesku na panelu na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).



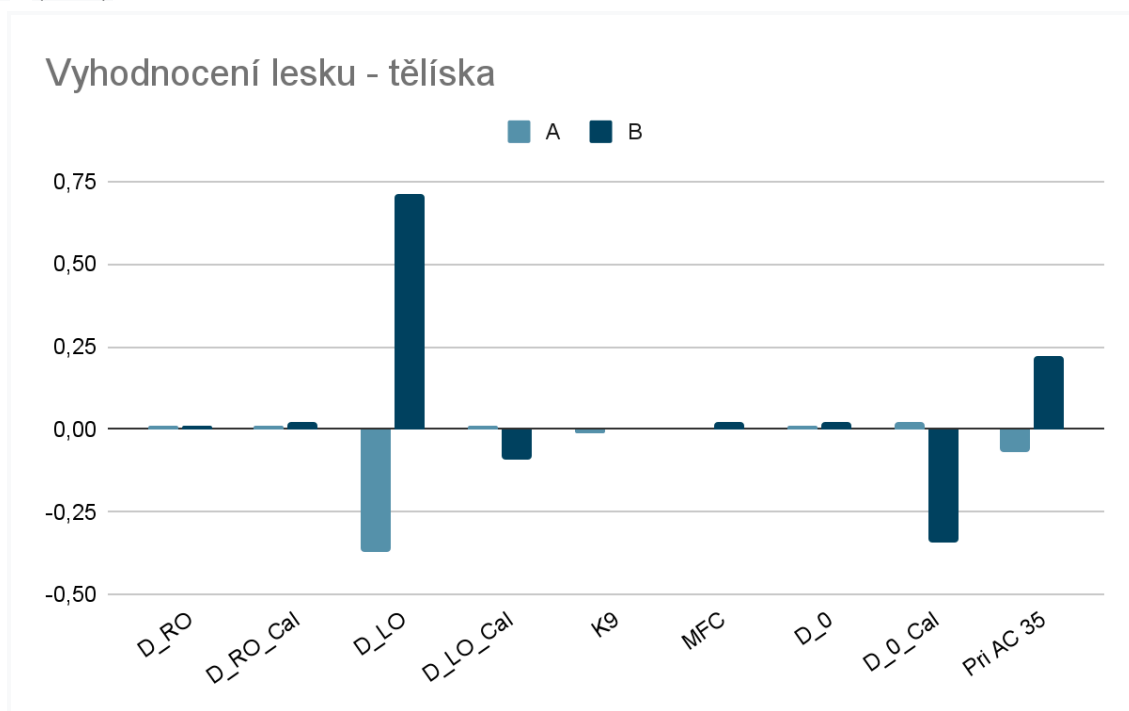
Graf 05: Změny v lesku na panelu na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).

Vyhodnocení lesku - tělíska			
Konsolidant	Aplikace	Vzorek	ΔE^* (SCI) – ΔE^* (SCE)
D_RO	3	A	-2,09 ⁹⁵
		B	+0,01
D_RO_Cal	3	A	+0,01
		B	+0,02
D_LO	3	A	-0,37
		B	+0,71

⁹⁵ Měření se nepodařilo z technických důvodů.

Vyhodnocení lesku - tělíska			
D_LO_Cal	3	A	+0,01
		B	-0,09
K9	3	A	-0,01
		B	0,00
MFC	3	A	0,00
		B	+0,02
D_0	3	A	+0,01
		B	+0,02
D_Cal	3	A	+0,02
		B	-0,34
Pri AC 35	3	A	-0,07
		B	+0,22

Tab. 11: Vyhodnocení lesku pro dvě sady tělísek (A, B) na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).



Graf 06: Změny v lesku pro dvě sady tělísek (A, B) se třemi aplikacemi konsolidantu na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).

7.2. Nanoindentační test

Nanoindentační test poskytl informace o tvrdosti vzorků. Všechny numerické výsledky určující maximální hloubku průniku vtačovacího tělíska do povrchu materiálu jsou shrnuty v Tab. 12.

Vzorek	Aplikace	H (GPa)	Směrodatná odchylka (STD)
D_RO	3	0,35	0,17
D_RO_Cal	3	0,37	0,08
D_LO	3	0,27	0,11
D_LO_Cal	3	0,27	0,08
K9	3	0,27	0,14
MFC	3	0,26	0,08
D_0	3	0,39	0,11
D_0_Cal	3	0,30	0,14
Pri AC 35	2	0,73	0,28
Pri AC 35	3	0,13	0,02
Referenční	-	0,63	0,26

Tab. 12: Vyhodnocení tvrdosti barevné vrstvy H (GPa) a hodnoty směrodatné odchylky (STD) naměřené pomocí nanoindentoru na 5 místech barevné vrstvy. **Referenční** hodnota je vzorek bez provedení zpevnění. Měření byla provedena na nábrusu připraveném ze vzorku odebraném z panelu po 3 aplikacích. U latexu *Primal AC 35* bylo stejné měření provedeno také po 2 aplikacích.

Výsledky měření tvrdosti jednoznačně nepotvrdily zpevnění barevné vrstvy, což lze vidět na hodnotách tvrdosti barevné vrstvy se třemi aplikacemi konsolidantu a referenčního vzorku, jehož tvrdost je vyšší. Jelikož klasická nanoindentační analýza je založena na předpokladu dokonale hladkého povrchu podkladu materiálu, mohou být naměřené rozdíly zapříčiněny přípravou vzorků, které byly připravovány ve dvou fázích pokusu.⁹⁶ Při zpracování vzorků všechny vzorky procházely nejprve broušením, poté leštěním s

⁹⁶ SUN, J. Y. TONG, J. a ZHANG, Z. *The specimen preparation methods for nanoindentation testing of biomaterials: a review*. SPIE Proceedings [online]. 2007, 6831, s. 81-86 [cit. 2025-05-12]. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/252879034_The_specimen_preparation_methods_for_nanoindentation_testing_of_biomaterials_A_review

minimálním množstvím vody. Ačkoliv byly připravovány vzorky podle stejného postupu, je příprava vzorků v tomto případě patrně stěžejní a odráží se na poklesu hodnot - barevná vrstva mohla být více mechanicky zatěžována a vymývána vodou, ačkoliv se obsah vody minimalizoval. *Primal AC 35* (2 aplikace) byl připraven v první fázi pokusu spolu s referenčním vzorkem. Tyto vzorky byly připraveny školitelem pro ukázkou správného postupu. Na těchto vzorcích byla také provedena první zkušební měření, ze kterých umíme na základě zvýšení *H* po konsolidaci vybraným latexem vyhodnotit, že ke zpevnění barevné vrstvy dochází a další vzorky byly patrně poškozeny při přípravě.

V každém případě, tabulka hodnot ukazuje přibližně podobné hodnoty tvrdosti barevné vrstvy po zpevnění všemi latexy včetně *Primalu AC 35*, který po 2 aplikacích prokazatelně zpevňoval. Většina hodnot se pohybuje v rozmezí 0,2–0,4 GPa, přičemž tvrdost barevné vrstvy neovlivnil (nebo se neprojevil) ani přídavek *CaLoSilu E50*, u kterého se lepší zpevnění předpokládalo.

7.3. Odtrhový test /Scotch-tape test

Míra zpevnění barevné vrstvy byla studována vyhodnocením koheze barevné vrstvy. Odtrhové zkoušky byly provedeny dvěma testy, které se lišily typem použité pásky a byly vyhodnoceny zvážením zachyceného materiálu. Stanovena číselná škála (0–3) se odvíjí od hmotnosti referenčních vzorků. Výsledky obou testů jsou graficky zpracovány v Tab. 13.

Odtrhový test č. 1:

Škála (0-3) pro množství odtrženého materiálu na 4 cm²:

0 až 2 mg → 0=neznatelná

2 až 4 mg → 1=slabá

4 až 6 mg → 2=střední

6 až 8 mg → 3=silná

Odtrhový test č. 2:

Škála (0-3) pro množství odtrženého materiálu na 9 cm²:

0 až 3 mg → 0=neznatelná

3 až 6 mg → 1=slabá

6 až 9 mg → 2=střední

9 až 12 mg → 3=silná



Obr. 16: Scotch-tape test č. 1. In situ metoda. Vzorčky po provedení testu připravené k vážení. Z barevné intenzity lze míru koheze barevné vrstvy vyhodnotit semikvantitativně.

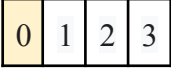
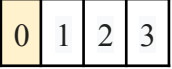


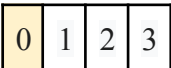
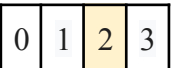
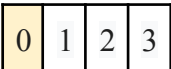
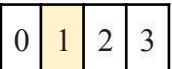
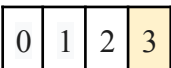
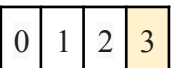
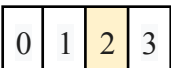
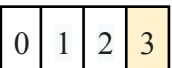


Obr. 17: Scotch-tape test č. 2. Ex situ metoda.

Konsolidant	Applikace	test č. 1		test č. 2	
		Materiál zachycený na pásce (mg)	Míra sprašování 0=neznatelná, 1=slabá, 2=střední, 3=silná	Materiál zachycený na pásce (mg)	Míra sprašování 0=neznatelná, 1=slabá, 2=střední, 3=silná
D_RO	1	1	0 1 2 3	5	0 1 2 3
	2	0	0 1 2 3	1	0 1 2 3

	3	1	0 1 2 3	3	0 1 2 3
D_RO_Cal	1	2	0 1 2 3	5	0 1 2 3
	2	2	0 1 2 3	5	0 1 2 3
	3	1	0 1 2 3	3	0 1 2 3
D_LO	1	1	0 1 2 3	3	0 1 2 3
	2	1	0 1 2 3	3	0 1 2 3
	3	2	0 1 2 3	2	0 1 2 3
D_LO_Cal	1	2	0 1 2 3	3	0 1 2 3
	2	6	0 1 2 3	4	0 1 2 3
	3	1	0 1 2 3	1	0 1 2 3

K9	1	2	0 1 2 3	6	0 1 2 3
	2	4	0 1 2 3	3	0 1 2 3
	3	2	0 1 2 3	4	0 1 2 3
MFC	1	3	0 1 2 3	5	0 1 2 3
	2	2	0 1 2 3	3	0 1 2 3
	3	2	0 1 2 3	4	0 1 2 3
D_0	1	4	0 1 2 3	6	0 1 2 3
	2	4	0 1 2 3	4	0 1 2 3
	3	1	0 1 2 3	3	0 1 2 3
D_0_Cal	1	3	0 1 2 3	3	0 1 2 3
	2	5	0 1 2 3	8	0 1 2 3

	3	0		3	
Pri AC 35	1	4		7	
	2	2		8	
	3	0		5	
Referenční č. 1	0	8		12	
Referenční č. 2	0	6		10	

Tab. 13: Vyhodnocení účinku zpevnění odtrhovým (scotch-tape) testem podle číselné škály (0–3) vyjadřující míru sprašování - srovnání testu č. 1 a č. 2.

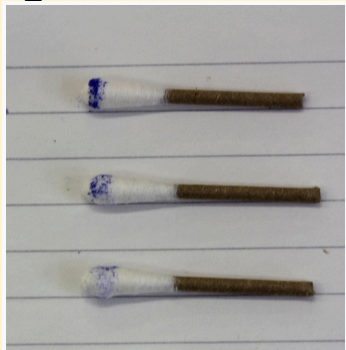
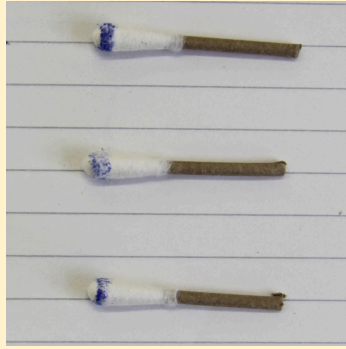
Po vyhodnocení výsledků odtrhových testů jsme se dopracovali ke zjištění, že konsolidací došlo k určitému zpevnění na všech testovacích polích. Rozdíly v účinnosti konsolidace mezi jednotlivými konsolidanty jsou relativně malé a s rostoucím počtem aplikací se koheze barevné vrstvy zlepšuje. V testu č. 2 se číselné hodnoty pohybují výše ve srovnání s testem č.1 z důvodu použití pásky se silnější lepicí silou, která zachycuje větší množství materiálu. Oba testy jsou subjektivní a málo průkazné, proto byla potřeba doplnit tyto testy další metodou např. nanoindentačním testem (viz kap. 7.2).





Ve scotch-tapu testu č. 1 většina prostředků vykazuje neznatelnou až slabou intenzitu sprašování bez ohledu na počet aplikací. Rovněž mírná zpevnění nebyla ovlivněna použitím typu konsolidantu, kdy rozdíly mezi syntetickými konsolidanty a konsolidanty s





biosložkou nejsou patrné. V testování č. 2 bylo největší množství odtrženého materiálu zachyceno na pásce použité na poli konsolidovaném *Primalem AC 35*. Avšak na pásce pozorujeme, že její vyšší váha je zapříčiněna odtržením zrn omítky spolu pigmentem. Mezi latexy s biosložkou má vyšší množství materiálu na pásce i *D_RO_20%+1% CaLoSil*. Nejméně materiálu se zachytilo na páskách použitých na ploše ošetřené latexem *D_LO_20%*.

7.4. Stěr vatovým tamponem

Stěr vatovým tamponem se využil jako doplňkový test k hodnocení konsolidační účinnosti latexů. Metoda často využívaná in situ je efektivní a dostupnou možností při okamžitém posouzení koheze barevné vrstvy. Výsledky hodnotící míru sprašování byly zaznamenány do Tab. 14. Množství zachyceného pigmentu na tamponu bylo subjektivně vyhodnoceno vizuálním pozorováním a každému tamponu, kterým byl proveden stěr, byla přiřazena číselná hodnota na škále od 0 do 3.

Konsolidant	Aplikace	Míra sprašování 0=neznatelná, 1=slabá, 2=střední 3=silná			
D_RO 	→ 1	0	1	2	3
	→ 2	0	1	2	3
	→ 3	0	1	2	3
D_RO_Cal 	→ 1	0	1	2	3
	→ 2	0	1	2	3
	→ 3	0	1	2	3

<p>D_LO</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											
<p>D_LO_Cal</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											
<p>K9</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											
<p>MFC</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											

<p>D_0</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1" data-bbox="890 241 1465 309"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="890 349 1465 416"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="890 456 1465 524"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											
<p>D_0_Cal</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1" data-bbox="890 687 1465 754"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="890 795 1465 862"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="890 902 1465 969"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											
<p>Pri AC 35</p> 	<p>→ 1</p> <p>→ 2</p> <p>→ 3</p>	<table border="1" data-bbox="890 1106 1465 1173"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="890 1214 1465 1281"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="890 1321 1465 1388"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	1	2	3											
0	1	2	3											
0	1	2	3											
<p>Referenční</p> 		<table border="1" data-bbox="890 1592 1465 1659"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </table>	0	1	2	3								
0	1	2	3											

Tab. 14: Vyhodnocení míry sprašování barevné vrstvy před (referenční) a po konsolidaci stěrem pomocí vatového tamponu.

Všechny testované konsolidanty prokázaly zpevnění ve srovnání s referenčním vzorkem, kdy již po první aplikaci došlo k postupnému klesání sprašování. Avšak ošetření plochy jednou aplikací se stále jeví jako nedostatečné u všech testovaných prostředků s výjimkou *Primal AC 35*. Tampony se na těchto plochách jeví stále dost zabarvené. Velký skok ve zpevnění pozorujeme mezi jednou a dvěma aplikacemi. Rozdíl mezi druhou a třetí aplikací už není až tak markantní.

Nejnižší míru sprašování, která byla posouzena testem stěru vatovým tamponem vykazuje konsolidant *Primal AC 35* s téměř čistými vatovými tampony bez ohledu na počet aplikací. Vysokou míru zpevnění je možné pozorovat i u *Disperze K9*, kdy již po druhé aplikaci došlo k výraznému poklesu sprašování.

Z komerčních produktů má naopak vyšší intenzitu sprašování pole ošetřené 1 aplikací prostředku *Medium for Consolidation*, které vykazovalo efekt zpevnění srovnatelný s latexy s biosložkou. U latexů D_LO_20% a D_LO_20%+ 1% *CaLoSil* se i po třetí aplikaci na tamponu zachytilo výrazné množství pigmentu. Tato subjektivní hodnocení byla později potvrzena i SEM analýzou (více v kap. 7.5).

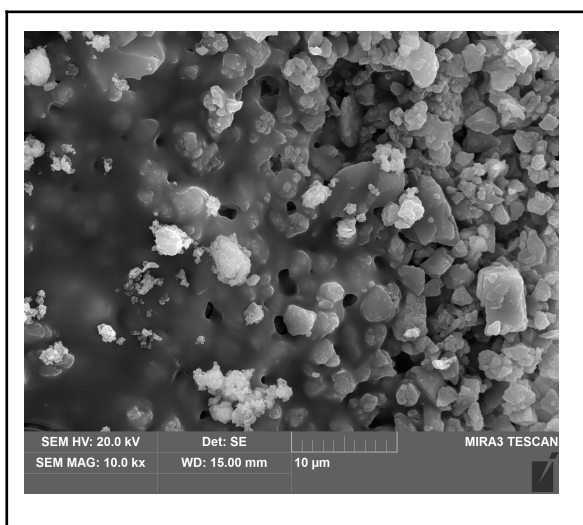
Vyšší zpevnění nemusí nutně znamenat zlepšenou účinnost. I když se vysoké zpevnění může jevit jako pozitivní výsledek, nadměrná konsolidace může způsobit úplné selhání celého konzervačního zásahu, tj. zvyšuje budoucí rizika a ohrožuje stabilitu materiálu.

7.5. Skenovací elektronová mikroskopie (SEM)

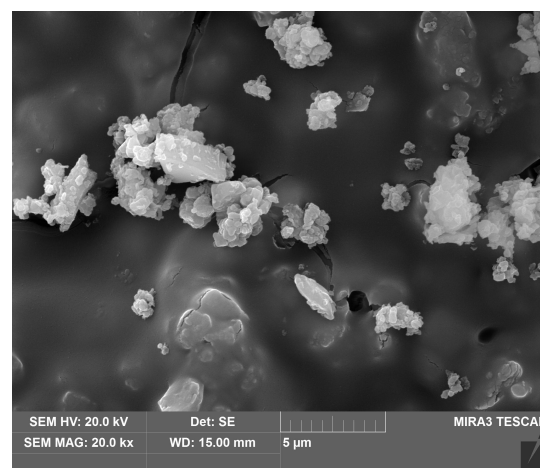
Skenovací elektronové mikroskopii byly podrobeny vzorky odebrané z plochy panelu ošetřené 3 aplikacemi konsolidantu (Tab. 15). Snímky byly pořízeny při různých zvětšeních.

Účinek latexů na barevnou vrstvu studovaný SEM koreluje s výsledky předchozích zkoušek zejména odtrhového a stíracímu testu. Ty potvrdily, že jeden z nejnižších zpevňujících účinků má latex *Medium for Consolidation* a naopak největší má syntetický latex *Primal AC 35*. Ostatní latexy včetně latexů s biosložkou měly podobný zpevňující účinek. Při studiu povrchu v mikroměřítku se zpevnění projevovalo pokrytím vrstvy polymerem a nebo spojením zrn do větších shluků. Zpevnění nebylo ani u jednoho polymeru souvislé a naopak tvořilo jen jednotlivé zpevněné ostrůvky různé velikosti, přičemž četnost těchto 'ostrůvků' byla největší u latexu *Primal AC35* (Obr. 24, 25) a naopak žádné nebyly nalezeny u latexu *Medium for Consolidation* (Obr. 22, 23). Nepřítomnost polymerní vrstvy

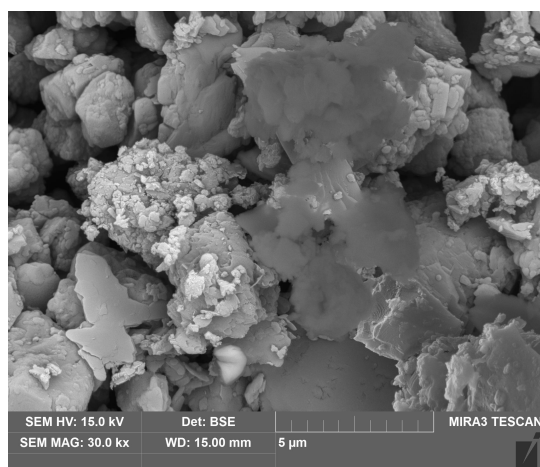
značí, že film *Media for Consolidation* nezůstává na povrchu, ale migruje do porézní struktury vzorku. Menší přítomnost polymerního filmu byla zjištěna u ostatních latexů včetně biolaterů. U nich se bohužel neprojevila ani příměs částic nanovápna, u nichž se předpokládá aditivní zpevňující účinek (Obr. 18, 19) Všude se vyskytující amorfny vrstvy často s oválnými póry po vzduchu se do latexu vpravili při aplikaci. Samotné filmy polymerů jsou viditelně pórovité, což je typický rys organických konsolidantů. Některé filmy jsou popraskané, což je vidět i na fotografiích vysušených filmů. (Obr. 14).



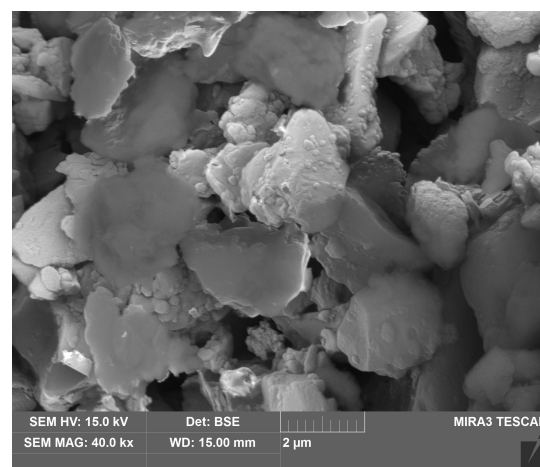
Obr. 18: D_RO_Cal při zvětšení: 10.0 kx



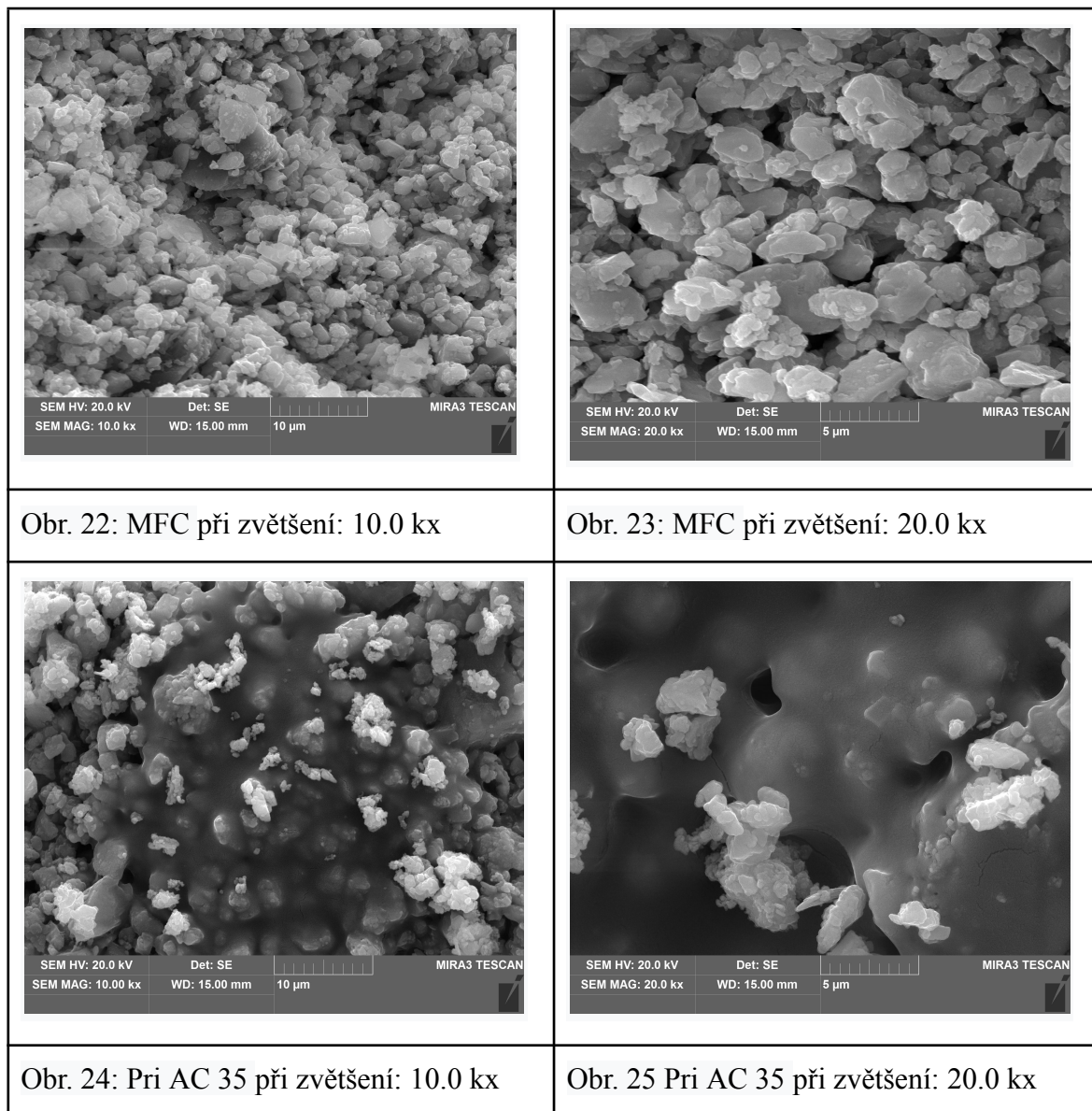
Obr. 19: D_RO_Cal při zvětšení: 15.0 kx



Obr. 20: D_LO při zvětšení: 30.0 kx



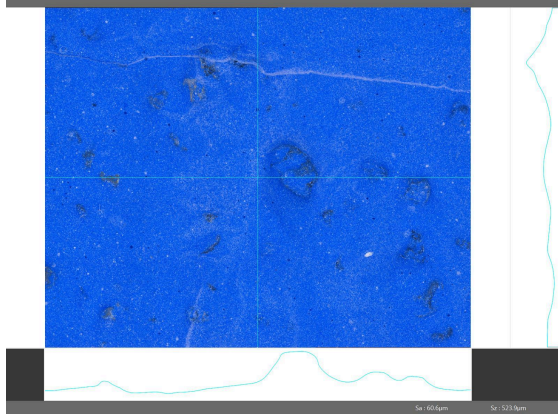
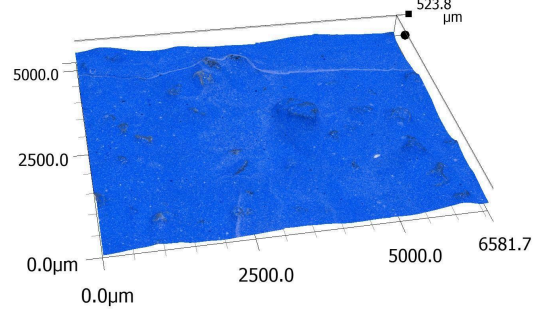
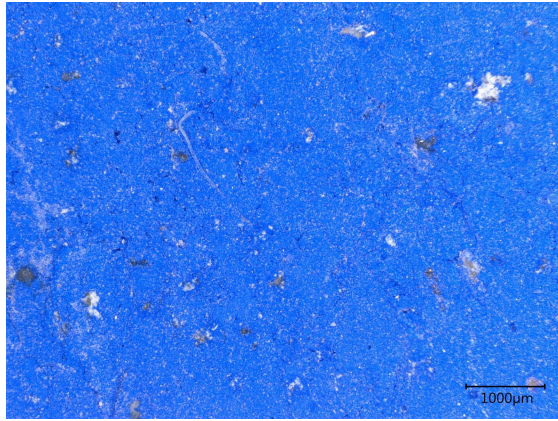

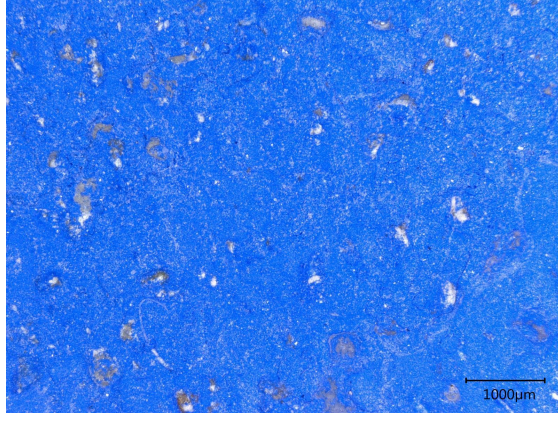

Obr. 21: D_LO při zvětšení: 40.0 kx

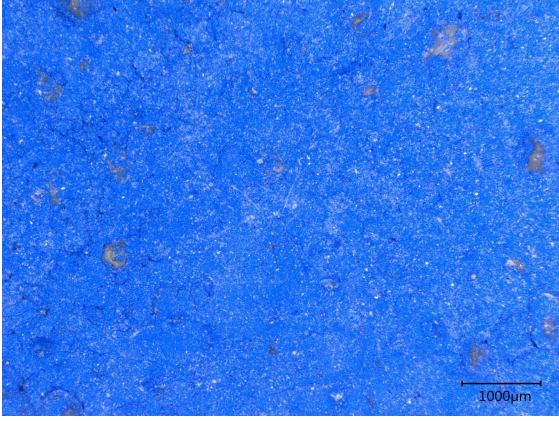

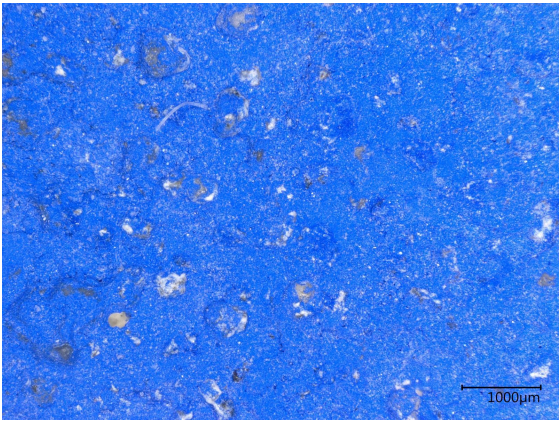

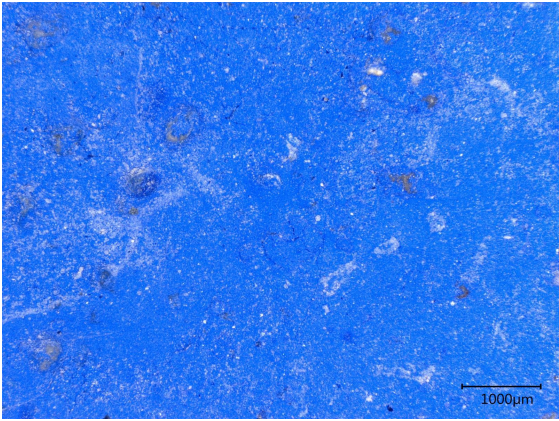
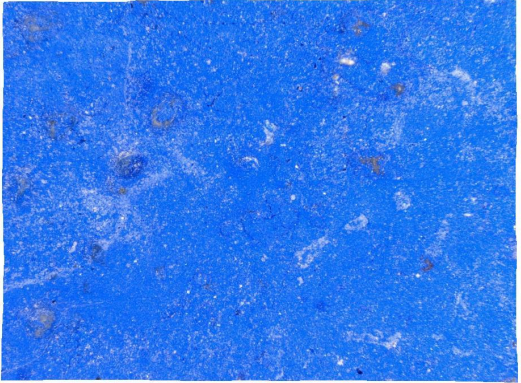


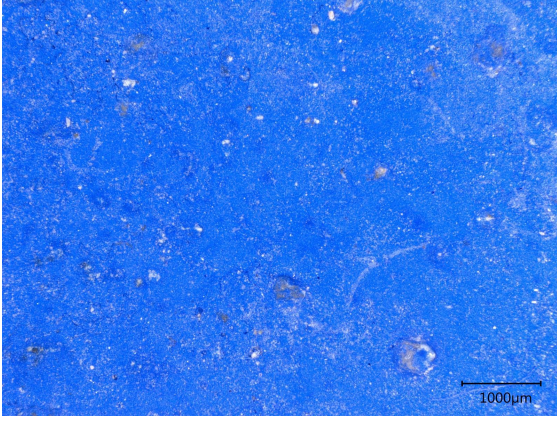

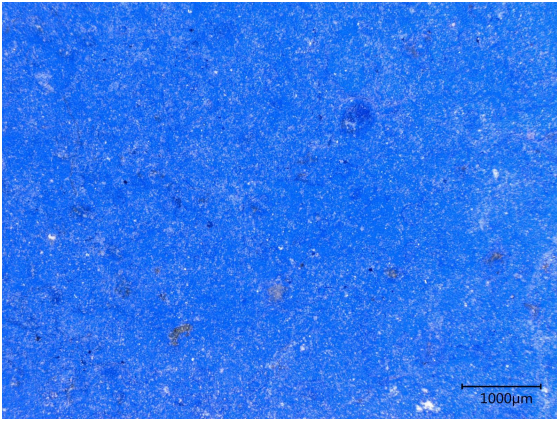
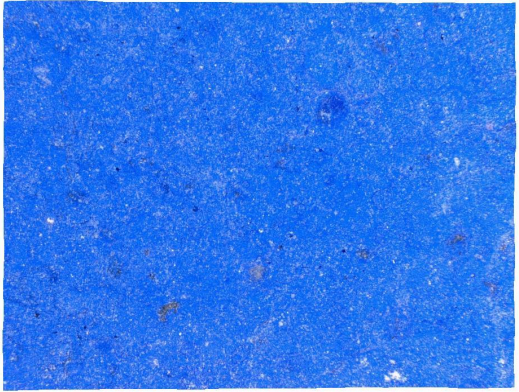
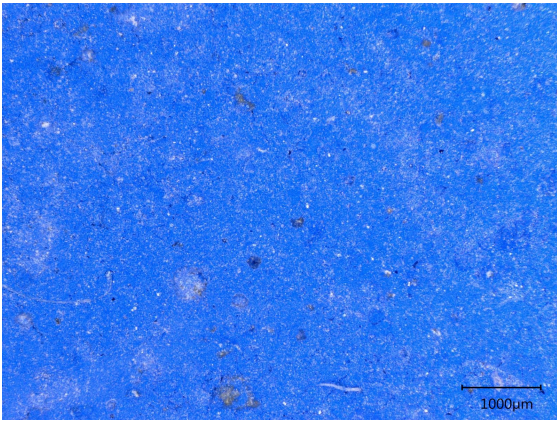
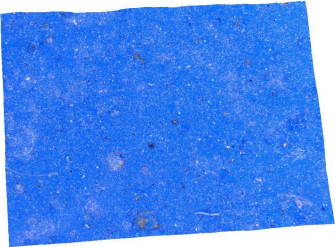
Tab. 15: Mikrostruktura konsolidované barevné vrstvy u vybraných konsolidantů studována skenovací elektronovou mikroskopií.

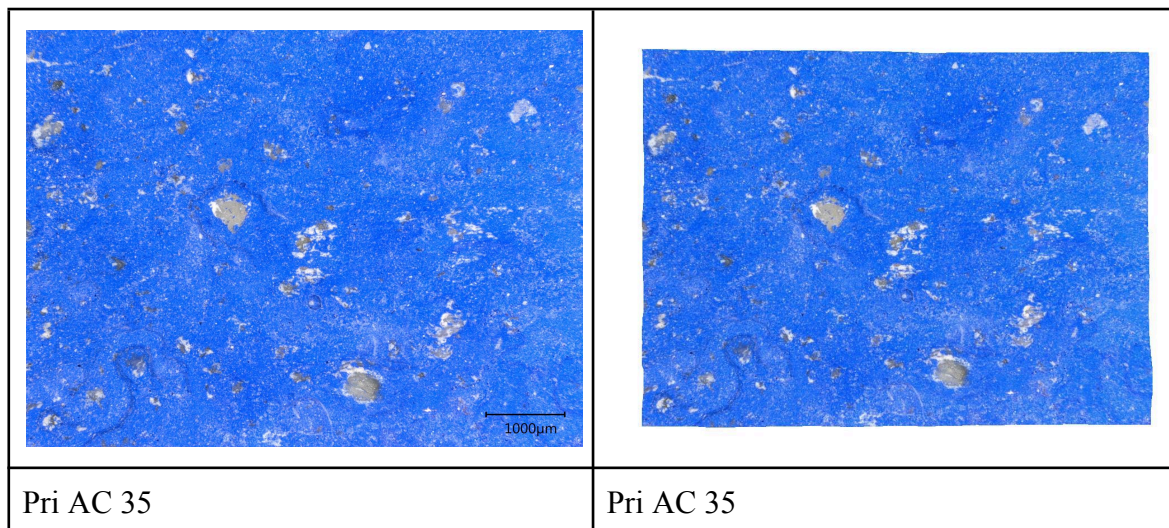
7.6. 3D mikroskopie

Tabulka 16 zobrazuje 2D (vlevo) a 3D (vpravo) snímky odebraných vzorků z panelu z míst se třemi aplikacemi při zvětšení 1000 μm . Barevná vrstva je na 3D snímcích zobrazena z profilu, což umožňuje pozorovat nerovnosti povrchu.

	
<p>Referenční vzorek</p>	<p>Referenční vzorek</p>
	
<p>D_RO</p>	<p>D_RO</p>
	
<p>D_RO_Cal</p>	<p>D_RO_Cal</p>

	
D_LO	D_LO
	
D_LO_Cal	D_LO_Cal
	
K9	K9

	
MFC	MFC
	
D_0	D_0
	
D_0_Cal	D_0_Cal



Tab. 16: Mikrostruktura konsolidované barevné vrstvy a neošetřené vrstvy studována 3D mikroskopií.

3D údaje z mikroskopu poskytly pohled na povrchové vlastnosti vzorků, zejména na „nedokonalosti“ omítky, jako jsou povrchové nerovnosti, které lze pozorovat na profilových snímcích (vpravo), či heterogenita nanesené barevné vrstvy na 2D zobrazení (vlevo). Konsolidované plochy nedisponují žádnými odlišnostmi ve srovnání s referenčním vzorkem. Mikroskopická analýza konsolidovaného povrchu disperzemi nezobrazuje změny ve vizuálním vnímání barev. Účinky konsolidace a distribuce filmů nejsou 3D mikroskopií pozorovatelné.

7.7. Úhel smáčení

K posouzení smáčivosti konsolidantů se využilo měření kontaktního úhlu kapaliny na povrchu vzorků. V úvodě měření došlo ke zjištění, že kapka destilované vody po kontaktu s povrchem vzorku se ihned vsákne do omítky, z čeho vyplývá, že vzorky jsou příliš hydrofilní na to, aby bylo možné změřit kontaktní úhel pomocí přístroje *SEE System*. Vizuálním pozorováním byly zjištěny rozdíly v rychlosti vsakování na neošetřeném podkladu bez barevné vrstvy a na povrchu barevné vrstvy ošetřené konsolidantem. Na konsolidované ploše se třemi aplikacemi konsolidantu se kapka udržela zhruba 1 sekundu, zatímco na neošetřené ploše se kapka vody vsákla v momentě kontaktu s povrchem.

Na základě zjištění o nadměrné hydrofilnosti testovaných vzorků a neúspěšnosti měření úhlu smáčení přístrojově, bylo rozhodnuto změřit úhel smáčení přístrojem *SEE*

System na samotných filmech konsolidantů. Výsledky pro jednotlivé filmy konsolidantů obsahuje Tab. 17.

Konsolidant	Kontaktní úhel / °
D_RO	78,2±3,5
D_RO_Cal	95,2±2,1
D_LO	74, 7±2,6
D_LO_Cal	76,4±3,9
K9	23,5±0,9
MFC	neměřitelné
D_0	83,4±4,6
D_0_Cal	91,9±3,3

Tab. 17: Úhel smáčení měřený na filmech konsolidantů.⁹⁷

Hodnoty kontaktního úhlu filmů zaznamenané v tabulce se pohybují v rozmezí od 23,5±0,9° do 95,2±2°. Nejméně smáčené jsou filmy laboratorně vyvinutých konsolidantů s olejovou složkou i bez ní. U dvou konsolidantů byl naměřen kontaktní úhel kapaliny na pevném povrchu větší než 90°. Nejvyšší hodnota (95,2±2°) byla změřena na povrchu vzorku D_RO_20%+1% *CaLoSil*. Rovněž je hydrofobní i film konsolidantu D_0%+1% *CaLoSil*.

U ostatních vzorků je kontaktní úhel kapaliny na pevném povrchu menší než 90°, což značí hydrofilitu filmů. Nejnižší hodnota (23,5±0,9°) byla zaznamenána na povrchu vzorku s disperzí K9. Obsah *CaLoSilu* neměl zásadní vliv na hydrofobitu latexů s biosložkou ani syntetických latexů.

Neměřitelnost úhlu smáčení na filmu *Medium for Consolidation* může značit, že při aplikaci na barevnou vrstvu nebude zůstat na povrchu, ale bude migrovat do podkladu, což potvrdila i SEM analýza (viz kap. 7.5).

⁹⁷ Hodnoty byly měřeny dvakrát. Průměr z prvního měření dosahuje 69,7°, zatímco průměr z druhého měření (jehož hodnoty jsou uvedeny v tabulce) je 83,3°, což činí odchylku 13,6°.

8. Vyhodnocení

Záměrem experimentální části práce bylo vyhodnotit účinek nově vyvinutých akrylátových latexů s obsahem biosložky na zpráškovatělou barevnou vrstvu a srovnat jejich účinnost a efekt s účinkem syntetických akrylátových latexů, které se v současnosti používají pro zpevnění nástěnné malby. Latexy byly odzkoušeny pro zpevnění zpráškovatělé barevné vrstvy, která byla připravena v laboratoři tak, aby co nejdříve simulovala reálnou degradaci barevné vrstvy nástěnné malby. Latexy se testovaly na laboratorním zkušebním panelu a tělískách s nanosenou barevnou vrstvou a účinek latexů byl studován po 1, 2 a 3 konsolidačních cyklech.

V diplomové práci bylo testováno celkem devět konsolidantů, z nichž čtyři byly s biosložkou. V laboratoři vyvinuté konsolidanty byly akrylátové kopolymery MMA/BA s malým přídavkem kyseliny akrylové (KMA). Latexy s biosložkou obsahovaly kromě těchto monomerů ještě 20 % akrylovaného methylesteru řepkového oleje (AME_RO) a akrylovaného methylesteru lněného oleje (AME_LO). V laboratorních latexech byl dále testován vliv nanočástic hydroxidu vápenatého, který se přidával ve formě zředěné vápenné nanosuspenze *CaLoSil E50*. Výsledný obsah nanočástic tvořil ve filmu 1 hm.%. Cílem testování této přísady bylo zjistit účinek na některé vlastnosti latexů a zhodnotit změnu konsolidačního účinku vzhledem ke vzorkům bez přísady. Tři komerční systémy (*Disperze K9*, *Medium for Consolidation Primal AC 35*) sloužily pro srovnání a vyhodnocení účinku nových systémů.

Účinek latexů byl studován pomocí vybraných optických a mechanických analytických metod. Z optických vlastností byly hodnoceny změny lesku, jasů, chromatu, které jsou vyvolány konsolidací. Hodnocení bylo provedeno jednak vizuálně, subjektivním hodnocením, ale i využitím spektrofotometrické analýzy, která poskytla kolorimetrická data. Metody zkoumající konsolidační účinnost poskytly informace o kohezi (scotch-tape test, stěr vatovým tamponem), či tvrdosti barevné vrstvy (nanoindentor). Mikroskopické studie, zvláště skenovací elektronová mikroskopie (SEM) osvětlily mechanismus působení latexů na barevnou vrstvu. Změnu smáčivosti měřením úhlu smáčení povrchu před a po konsolidaci barevné vrstvy nástěnné malby nebylo možné určit, ale měření bylo provedeno u samotných latexových filmů s cílem posoudit možný účinek na smáčivost povrchu nástěnné malby při aplikaci konsolidantu.

Z výsledků měření lze provést následující vyhodnocení. Základním výsledkem je, že všechny testované latexy mají podobné vlastnosti a nevykazují výraznější rozdíly v optických změnách po konsolidaci a v konsolidační účinnosti. Navzdory celkově mírným změnám bylo možné spektrofotometricky registrovat změny barvy způsobené tmavnutím (snížení ΔL^*) pouze u *Primalu AC 35* a mírným žloutnutím (zvýšení Δb^*) u ostatních latexů včetně těch s biosložkou. Naměřený rozdíl v barvě závisel na počtu aplikací přípravků, ale nebyl vždy úměrný patrně i kvůli nehomogenitě podkladu a možná nerovnoměrné aplikaci konsolidantů, které se nanášely nátěrem. Pozitivem je, že na malbě nedošlo vlivem žádného latexu k nežádoucímu lesku či zmatnění. Na základě kolorimetrických dat lze posoudit, že všechny bio i syntetické latexy, kromě *Primal AC 35*, splňují normy pro konzervační účely z hlediska vlivu na barevnost malby.

Konsolidační efekt se projevil u všech testovacích ploch, ale jen do určité míry a vybraných instrumentálních metod. Nanoindentační test zpevnění jednoznačně neprokázal; hodnoty tvrdosti po zpevnění ve 3 cyklech byl pro všechny latexy dokonce nižší vůči referenčnímu nezpevněnému vzorku/ploše. Zpevnění se naopak prokázalo u *Primalu AC 35* po dvou aplikacích, u kterého se tvrdost barevné vrstvy zvýšila.

Doplňkové studie konsolidační účinnosti (scotch-tape, stěr vatovým tamponem) projevily dostatečnou a téměř stejnou míru zpevnění u všech konsolidantů jen s malými odchylkami. Odtrhovým testem č. 1 a č. 2 bylo zjištěno, že ošetřené plochy vykazují s přibývajícím počtem aplikací neznatelnou až slabou intenzitu sprašování bez ohledu na typ konsolidantu. Vyhodnocením stíracího testu bylo možné pozorovat vysokou míru zpevnění povrchu *Disperzí K9*. Naopak vyšší sprašování a tudíž nižší zpevnění barevné vrstvy bylo pozorováno u latexů s malou velikostí částic - *Media for Consolidation*, a u latexů s biosložkou z lněného oleje bez a s nanočásticemi (D_LO_20%, D_LO_20%+ 1% *CaLoSil*), kdy se i po třetí aplikaci na tamponu zachytilo výrazné množství pigmentu srovnatelné s referenčním nezpevněným vzorkem. Vyšší zpevnění bylo oběma uvedenými testy prokázáno pouze u *Primalu AC 35*. Důležitým výsledkem je, že přídavek nanočástic hydroxidu vápenatého v laboratorních latexech neprokázal očekávaný zesilující zpevňující efekt.

Získaná data z mikroskopické techniky SEM potvrdila rozdílný zpevňující účinek latexů, jejichž nánosy se nerovnoměrně akumulují na zrnech pigmentu ve shlucích. Tvorbu nánosů v tomto případě ovlivňuje velikost částic latexů. Latex s nejmenšími částicemi *Medium for Consolidation* ovlivnil nejnižší zpevňujících účinek na malbu patrně kvůli migraci latexu do hlubších vrstev podkladu. Naopak největší zpevnění s největším počtem

shluků polymerního filmu má latex *Primal AC 35* s největší velikostí částic. Výsledky SEM korelují s vyhodnocením schotch-tape testu a stíracího testu. 3D mikroskopickou technikou se účinky konsolidace ani optické změny neprojevily u žádného z latexů. Kvůli nerovnostem podkladu by se měření muselo provádět vždy na stejném místě před a po aplikaci latexu, což se při provádění testu neprovádělo.

Posledním měřením bylo hodnocení smáčivosti povrchu barevné vrstvy a jeho změny po konsolidaci. Testování úhlu smáčení kategorizovalo všechny testované konsolidanty v interakci s povrchem nástěnné malby na hydrofilní a dobře smáčivé bez výraznějších rozdílů oproti neošetřeným vzorkům. Ačkoliv rozdíly nebyly po ošetření na malbě zaznamenány, jsou rozdíly úhlů smáčení jednotlivých filmů připravených z latexů výraznější. U nich bylo zjištěno, že latexy s biosložkou (připravovanou z olejů) jsou hydrofobnější než filmy syntetických disperzí a že příměs nanočástic hydroxidu vápenatého neměl zásadní vliv na smáčivost filmů.

Z naměřeným výsledkům tudíž vyplývá podobný účinek všech testovaných latexů včetně nově vyvinutých systémů s obsahem biosložky a s obsahem biosložky a nanočástic hydroxidu vápenatého, které v práci měřené vlastnosti biolaterů zásadně neovlivňují. Jedinou výraznější odchylkou v chování vykazoval komerční *Primal AC 35*, který byl do testování zařazen z důvodu potvrzení, nebo vyloučení nevhodnosti prostředku na nástěnnou malbu na základě spíše negativních zkušeností z praxe. Vyšší zpevnění a hlavně změny barvy způsobené ztmavnutím jej vyčleňují ze skupiny konsolidačních prostředků vhodných pro povrchovou konsolidaci nástěnných maleb.

Pozorované výraznější změny chromatu testovaných ploch opatřených nažloutlými biolaterů iniciovaly zahájení testů urychleného stárnutí. Jejich cílem bylo zjistit, co se děje s filmy a malbou po stárnutí v důsledku přítomnosti biosložky. Testovací tělíska byla v závěru testování umístěna do QUV komory. Výsledky zrychleného stárnutí, které nejsou součástí diplomové práce, zásadně ovlivní dosavadní výsledky negativním nebo pozitivním způsobem v kontextu použitelnosti na nástěnnou malbu.

Shrneme-li výsledky našich dosavadních studií, můžeme tvrdit, že nově vyvinuté latexy vykazují z krátkodobého hlediska srovnatelné vlastnosti s komerčními prostředky. Pokračování výzkumu ale zásadně ovlivní testy zrychleného stárnutí, po nichž bude následovat přeměření vlastností.

Na základě zjištění z experimentu usuzujeme, že nové latexy mají velký potenciál v konzervátorské praxi. Latexy doporučujeme dále modifikovat, aby se zlepšily jejich aktuální vlastnosti, a tím byly vhodnější pro nástěnnou malbu. Jelikož chceme docílit, aby

konsolidant zůstával více na povrchu, bylo by vhodné upravit velikost částic nebo molární hmotnost tak, aby se zvýšila jeho viskozita a docílilo se nižší penetrace a naopak depozice latexu na povrchu. Přírozně žlutá barva olejových filmů by teoreticky mohla být zmírněna změnou biosuroviny (jiný olej s nižší žloutnutím) nebo snížením podílu biosložky v latexu, čímž by ale došlo k poklesu obsahu přírodní složky. Další potenciál výzkumu spočívá v testování vyšších koncentrací *CaLoSilu E50* nebo jiného typu nanočástic na bázi nanovápna nebo příbuzných materiálů. Ačkoliv bylo zjištěno, že příměs nanovápna nezlepšuje konsolidační účinek, může mít obsah částic hydroxidu vápenatého další pozitivní účinky na vlastnosti latexu např. mikrobiální odolnost nebo rozložitelnost. Těmto otázkám se aktuálně věnují dvě pracoviště - Fakulta chemicko-technologická, Katedra biologických a biochemických věd UPCE a Fakulta technologická, Ústav inženýrství ochrany životního prostředí, UTB ve Zlíně.

II. Restaurování sgrafita s výjevem „Hrdina v antikizující zbroji“ na zámku Litomyšl.

1. Úvodní údaje

1.1. Lokalizace památky

- Kraj: Pardubický
- Adresa: Jiráskova 93, 570 01 Litomyšl
- GPS souřadnice: 49°52'24,38" s. š., 16°18'45,54" v. d.
- Objekt: Státní zámek Litomyšl
- Bližší určení místa: severozápadní fasáda 2. nádvoří

1.2. Údaje o památce

- Název restaurovaného díla: „Hrdina v antikizující zbroji“
- Klasifikace památky: památka UNESCO
- Rejstříkové číslo objektu v ÚSKP: 11786/6-4176
- Autor: renesanční fáze (dříve uváděno Šimon Vlach s dílnou)
- Sloh, datace: renesance 1575–1580
- Materiál, technika: sgrafito
- Restaurovaná část: třetí pás figurálních sgrafit, pole B3 s výjevem „Hrdina v antikizující zbroji“
- Rozměry restaurovaného díla (části): cca 5,59 m²
- Předchozí známé (restaurátorské) zásahy na díle:
 - 1830
 - 1883
 - 1906 Vilém Vondřejc (jedno pole)
 - 1907–1909 Hans Viertelberger
 - 1920 Jindřich Čapek
 - 1935 Antonín Pochobradský (údržba)
 - 1943 Miroslav Böswart
 - 1973 Václav Hlavatý, Miroslav Vajchr, Aloisie Viškovská, Petr Vitvar
 - 1984-8 Olbram Zoubek, Václav Boštík, Stanislav Podhrázský, Zdeněk Palcr

2012 Jan Vojtěchovský, Fakulta restaurování UPCE (konzervační zásah)

- Předchozí známé (restaurátorské) průzkumy na díle:
1984-87 Dokumentace restaurátorských zásahů a průzkumů, které jsou v databázi NPÚ lze dohledat na portálu <https://iispp.npu.cz>
2012 Průzkum a zajištění figurální sgrafitové výzdoby jihovýchodní fasády 2. nádvoří zámku v Litomyšli, Ateliér restaurování nástěnné malby a sgrafita, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Litomyšl 2012
- Objednavatel: ARCHATT, s.r.o., Branky 16, 664 49 Ostopovice
- Památkový dohled: GNŘ NPU Ing. arch. Miloš Solař, Ph.D.; Mgr. Anežka Míkulcová, Ph.D.; Mgr. Jan Fiřt, Ph.D.; Mgr. Lukáš Veverka
- Závazné stanovisko: Rozhodnutí KÚ Pardubického kraje, č.j. KrÚ – 15772/2021 OKSCR OKPP ze dne 9. 7. 2021
- Zhotovitel: Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, email: dekanat.fr@upce.cz
- Odborný garant za FR UPa: MgA. Zuzana Wichterlová
- Odborní pedagogický dozor: MgA. Zuzana Wichterlová, MgA. Adéla Škrabalová, MgA. Daniela Jakubů, MgA. Kateřina Krhánková, Mgr. art Jan Vojtěchovský
- Restaurovala: BcA. Juliána Tkáčová
- Odborná spolupráce: MgA. et; Mgr. Jana Waisserová; Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.; Ing. Karol Bayer, Mgr. Zdeňka Míchalová, Ph.D.; Ing. arch. Eliška Seifertová Racková; Mgr. Vladislava Říhová, Ph.D.; Mgr. Pavel Waisser, Ph.D.
- Termín zahájení a ukončení akce: duben 2024–říjen 2024

1.3. Údaje o dokumentaci

- Dokumentaci vypracovala: BcA. Juliána Tkáčová
- Fotografie pořídila: BcA. Juliána Tkáčová
- Použitá snímáková technika: Canon EOS 70D, Canon EOS 80D
- Počet stránek textu dokumentace: 33
- Počet zobrazení ve fotografické a obrazové dokumentaci: 46
- Počet zobrazení ve grafické dokumentaci: 3
- Počet příloh: 2
- Místo uložení dokumentace ve fyzické i digitální podobě: archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

2. Úvod k restaurovanému dílu

Předmětem restaurátorských prací byl úsek sgrafitové výzdoby fasády 2. nádvoří státního zámku Litomyšl. Restaurovaná část představuje téma války a zobrazuje figuru hrdiny oděného v antikizující zbroji. Celkové rozměry restaurovaného úseku jsou 204 cm × 282 cm (š. × v.). Diplomová práce dokumentuje restaurátorský průzkum a zásah.

V roce 2024 byly pedagogy a studenty Fakulty restaurování Univerzity Pardubice v Litomyšli zahájeny restaurátorské práce na vybraných úsecích. Restaurátorský zásah se konkrétně soustředil na sgrafito severozápadní fasády 2. nádvoří. Původní renesanční sgrafito vzniklo v 16. století. Před zahájením restaurátorských prací bylo dílo značně poškozené zejména v dolní části, kde došlo k ztrátám povrchové úpravy a omítkových vrstev. Celoplošně bylo dílo znečištěné atmosférickými polutanty. Výjevu chyběla někdejší plasticita z důvodu postupné degradace a předchozích restaurátorských zásahů.

Restaurování bylo realizováno studenty Ateliéru restaurování nástěnné malby, sgrafita a mozaiky z Fakulty restaurování Univerzity Pardubice. Restaurátorský zásah na úseku „*Hrdina v antikizující zbroji*“ zahrnoval strukturální konsolidaci omítek v místech s narušenou kohezí a hloubkovou injektáž dutin vzniklých z důvodu oslabené adheze omítkových vrstev. Další krok se zaměřoval na čištění depozitů prachových částic, síranových krust a jiných nečistot. Následovalo vytmelení defektů v úrovni s originálem. V závěru se přistoupilo k retuši vápenného nátěru a sjednocující lazure v pozadí. V oblastech s rozsáhlou ztrátou vápenného nátěru a omítkových vrstev se zrealizovala rekonstrukce.

Od roku 2022 probíhá rozsáhlá renovace zámku. Kromě restaurování figurálního sgrafita 2. nádvoří, probíhá také obnova sgrafitové výzdoby vnějšího pláště. Souběžně s pracemi na zámecké budově dochází k renovaci Pánského domu č.j. p. 94, který je v havarijním stavu. Součástí je i oprava madlové zdi a altánu nad baštou u francouzské zahrady.⁹⁸

⁹⁸ ANONYM. *Stavební obnova zámku v Litomyšli* [online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z: <https://www.zamek-litomysl.cz/cs/stavebni-obnova-zamku>

3. Průzkum díla

3.1. Metody a cíle průzkumu

Uměleckohistorický průzkum:

- rešerše dostupných historických pramenů a dokumentů týkajících se základních informací o objektu budovy zámku a restaurovaném výjevu
- dohledání analogií k restaurovanému výjevu
- sumarizace ikonografického kontextu díla

Restaurátorský průzkum:

- vizuální průzkum v rozptýleném denním světle
- vizuální průzkum v ostrém bočním nasvícení

Přírodovědný (chemickotechnologický) průzkum:

- studium technologických průzkumů a analýz

3.2. Uměleckohistorický průzkum

3.2.1. Stručný popis státního zámku Litomyšl

Litomyšlský zámek se nachází v okrese Svitavy v Pardubickém kraji. Společně se zámek byl vystavěn i „příhrádek“ s konírnami, byty, sýpkami a pivovarem. Podstatnou součástí výstavby zámku byla zahrada, která odrážela principy italských renesančních zahrad.⁹⁹

Z hospodářských staveb je nejzajímavější pivovar, místo narození českého hudebního skladatele Bedřicha Smetany. Byl postaven jako doplněk zámeckého areálu, rovněž s renesanční sgrafitovou výzdobou a po požáru roku 1728 byl barokně přestavěn, kdy získal svůj současný vzhled.¹⁰⁰

Zámek Litomyšl je ideálním a dobře zachovaným příkladem arkádového zámku. Jedná se o stavební typ, který má původ v Itálii a následně se rozvinul v Českých zemích.¹⁰¹

Třípodlažní budova zámku s půdorysem téměř pravidelného čtverce si své renesanční tvarosloví udržela až do dnešní doby. V jihovýchodním nároží vystupuje schodiště a kaple s polygonálním závěrem. Ze severovýchodního nároží vyčnívá oktogonální věž. Jedná se o čtyřkřídlý zámek uzavřeného typu se dvěma nádvořími uvnitř čtvercové dispozice. Za nádvoří je považován i prostor mezi jižním průčelím zámku a zámeckým pivovarem.¹⁰² Vnitřní prostor hlavního nádvoří obíhají třípodlažní arkády ze tří stran. Jedna z třípatrových arkád nádvoří umožňuje krásné průhledy.

Stavba je bohatě dekorována sgrafitem. Nese formy typicky severoitalských lunetových říms a výrazné štíty jsou inspirované jak severní Itálií, tak západoevropskou renesancí. Sgrafita imitující skladbu kamene se objevují ve Florencii v 15. století a v jiných formách také v severní Itálii a dalších částech Evropy.¹⁰³ „V Litomyšli byly fasády pokryty rustikou napodobující komolé Jehlance, vylepšenou o dekorativní výplně zrcadel.“¹⁰⁴ Pole ve štítech na nejdříve dokončených částech zámku vyplňují rostlinné motivy. Mladší části

⁹⁹ SEIFERTO VÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl : malá kniha o velkém stavení*, s. 33.

¹⁰⁰ ANONYM. *Zámek v Litomyšli (1999). Výjimečná světová hodnota. Stručná syntéza*. Národní památkový ústav: Památkový katalog [online]. [cit. 2024-07-3]. Dostupné z:

https://www.npu.cz/portal/o-nas/npu-a-pamatkova-pece/pamatky-a-pamatkova-pece/pamatkovy-fond/pamatky-s-mezinarodnim-statusem/OUV/VYJIMECNA%20SVETOVA%20HODNOTA_LITOMYSL.pdf

¹⁰¹ Ibidem.

¹⁰² WAISSER, P. *Charakteristika architektury renesanční budovy zámku*, In: WAISSER, P. (ed.), *Sgrafita zámku v Litomyšli*, Pardubice 2011, s. 11.

¹⁰³ SEIFERTO VÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 33.

¹⁰⁴ Ibidem.

jsou zdobeny figurálními výjevy, inspirovanými antickou mytologií a doplněné rollwerky.¹⁰⁵

3.2.2. Stručná historie státního zámku Litomyšl

Na místě dnešního zámku stálo hradní sídlo Slavníkovců, jehož první zmínka se objevuje v Kosmově kronice z roku 981.¹⁰⁶ „Od roku 1567 získali Litomyšl do zástavy členové vznešené rodiny pánů z Pernštejna.“¹⁰⁷ Zámek v renesančním stylu byl vystavěn Vratislavem z Pernštejna, který zastával funkci kancléře českého království, tedy prvního muže v zemi hned po králi. Základní kámen byl položen v roce 1568 a k dokončení stavby došlo v roce 1581. Budova ve severoitalském stylu renesančních zámků s arkádovým nádvořím byla navržena italským architektem Gioannim Baptistou Avostalisem de Sala.¹⁰⁸ Po jeho smrti stavbu dokončil Ulrico Aostalli.¹⁰⁹ Zednické práce od počátku vedl mistr Hons. V roce 1570 zemřel a práci převzal jeho bratr Jakub, v roce 1581 funkci zastával mistr Mikuláš.¹¹⁰

Po vymření rodu z Pernštejna byl zámek v roce 1649 prodán německému rodu Trauttmansdorffů. V roce 1753 panství vyženili Waldstein-Wartenbergové, kteří se však během své správy zadlužili, a tak v roce 1855 byl zámek prodán rodu Thurn-Taxis.¹¹¹

Od 20. století se majitelem zámku stál stát, od roku 1945 Československo, od roku 1993 Česká republika a od té doby je spravován Národním památkovým ústavem. V roce 1999 byl zapsán na Seznam světového kulturního dědictví UNESCO.¹¹²

3.2.3. Historie díla

Fasáda si v průběhu historie prošla četnými druhotnými zásahy. Sgrafitovou výzdobu 2. nádvoří, na rozdíl od zbylých fasád zámku, nikdy nezakrývala druhotná (barokní) omítková vrstva.

¹⁰⁵ SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 33.

¹⁰⁶ ŠIMEK, Tomáš. *Hrady, zámky a tvrze v Čechách, na Moravě a ve Slezsku: Východní Čechy*

¹⁰⁷ ANONYM. *Historie zámku v Litomyšli* [online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z:

<https://zamek-litomysl.cz/cs/o-zamku/historie>

¹⁰⁸ Ibidem.

¹⁰⁹ WAISSER, P. *Historická vsuvka – kontext*, In: WAISSER, P. (ed.), *Sgrafita zámku v Litomyšli*, Pardubice 2011, s. 27–30.

¹¹⁰ SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 27

¹¹¹ ANONYM. *Historie zámku v Litomyšli* [online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z:

<https://zamek-litomysl.cz/cs/o-zamku/historie>

¹¹² Ibidem.

První velký zásah na fasádě se uskutečnil po požáru v roce 1635, kdy byla snesena lunetová římsa. Stejně tak i na východním a severním průčelí a části jižního průčelí. Do nové sgrafitové omítky byla vyryta figurální sgrafita námětové blízké původním renesančním sgrafitům.¹¹³

Po rozsáhlém požáru v roce 1775 byla vnější fasáda se sgrafitým dekorem převrstvena tenkou krycí omítkou. K částečnému odkrytí došlo až ve třicátých letech 20. století.¹¹⁴ Pozornost ke sgrafitům zámku se tak na dlouhou dobu soustředila pouze na severozápadní fasádu 2. nádvoří.

O nejstarších restaurátorských zásazích na fasádě 2. nádvoří se nedochovaly žádné písemné zdroje. O tom, co se dělo v průběhu 19. století, nejsou známy podrobnější informace.

Ve třetím sgrafitovém pásu, konkrétně v poli s vyobrazením jezdce (B1), u zadních nohou koně jsou do omítky vyryty letopočty (1830, 1883 a 1943) datující některé z těchto oprav. Detailnější informace pocházejí až z 20. st. a to díky textovým pramenům, popisujícím tehdejší stav sgrafit, zvolené postupy a použité materiály. Restaurátorské dokumentace nejsou podloženy fotografiemi.

V roce 1906 Vilém Vondřejc provedl zkoušku voskovým nátěrem na výjevu „Zvěstování narození Samsona“. Voskový nátěr nebyl pro obnovený světlý podklad nutný, protože je odolný proti povětrnostním vlivům i bez něj. Na to reaguje prezident Centrální komise a doporučuje pouze zajištění spojení mezi vrstvami omítky a základem zdi.¹¹⁵

„V dubnu roku 1909 restauroval fasádu známý vídeňský malíř a restaurátor Hans Viertelberger (1861–1933), který již v roce 1907 z pověření „Centrální komise pro výzkum a zachování stavitelských památek“ tehdejšího Rakousko-Uherského mocnářství provedl průzkum fasády.“¹¹⁶ Po prohlídce sgrafit prohlásil způsob provedení zkoušky svého předchůdce za nešťastný. Práce se omezily na odstranění přemaleb z pole restaurovaného v 1906 a vyplňování dutin sádrou.

V roce 1920 pak další opravy sgrafit druhého nádvoří prováděl restaurátor Jindřich Čapek. Ten byl, dá se říci, prvním „českým“ specialistou na restaurování sgrafit. Čapek

¹¹³ BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. *Zpráva o restaurátorských pracích* [strojopis]. Litomyšl, 1984. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 31, s. 3.

¹¹⁴ ANONYM. *Restaurování sgrafitového pláště zámku* [online]. [cit.2024-12-7]. Dostupné z: <https://lam.litomysl.cz/objekt/01-93-restaurovani-sgrafitoveho-plaste-zamku>

¹¹⁵ KRHÁNKOVÁ, K. WICHTERLOVÁ, Z. MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*. Litomyšl, 2023.

¹¹⁶ WAISSER, P. VOJTĚCHOVSKÝ, J. *Vývoj a údržba sgrafitové výzdoby zámku Litomyšl*. In: *Obnova památek 2021 – sgrafito*, Praha 14.-15. září 2021. Praha: Studio Axis, 2021, s. 63-73.

Viertelbergerovy sádrové náplně vyjmul a kapsy vyplnil vápennou omítkou.¹¹⁷ Celý povrch sgrafitových omítek konzervoval fluáty, čehož následkem pak byly vodorozpustné soli. Za příčinu „nezvyklého“ rozpraskání omítek považuje fermežový nátěr (datuje jej asi do roku 1850 současně s natíráním kamenných prvků).

V roce 1973 byli pověřeni restaurováním sgrafit na fasádě druhého nádvoří Václav Hlavatý, Miroslav Vajchr, Aloise Viškovská a Petr Vitvar. Šlo o urychlené zajištění sgrafit před oslavami 150. výročí od narození Bedřicha Smetany. Podle Olbrama Zoubka šlo o převrstvení povrchu sgrafit přefilcováním vápnem.¹¹⁸

Poslední restaurování figurálních sgrafit měli na starosti Zoubek, Boštík, Palcr a Podhrázský v letech 1984–1987. Před restaurátorským zásahem pod vedením Hlavatého a Zoubka převládala názor, že sgrafito má být kontrastní černobílé, či červenobílé. Opakovaně docházelo k tónování pozadí. K přijetí koncepce, že se nejedná o černé či červené sgrafito, ale o sgrafito v barvě písku, došlo až při restaurování v letech 1984–1987.¹¹⁹ „*Barevný tón poškrábaných ploch bude respektovat původní přírodní barvu malty.*“¹²⁰ Odklonili se od sytě hnědočerveného vzhledu preferovaného jejich předchůdci a respektovali přírodní barvu odryté plochy omítky. Rovněž do tohoto momentu docházelo k vrstvení vápenného nátěru, což způsobilo zánik stínovaného vzhledu sgrafita.¹²¹

Jak bylo zvykem, konsolidaci omítek nebyla věnována pozornost ani během tohoto restaurátorského zásahu. Ke zpevnění se přistupovalo jen zřídka a účinnost vzhledem ke zvolenému postupu t.j. opakovanému postřiku čistou vápennou vodou nedosahovala dostatečného efektu. Na závěrečnou fixáž byl použit pětinasobný postřik *Disapolem* s lihem v poměru 1:30.¹²²

Díky obsáhlé fotografické dokumentaci z let 1984–1987 máme informace o vzhledu díla před zásahem i po ukončení restaurátorských prací (viz Obr. 09–12). Z fotografií umíme usoudit, že došlo k pozměnění výchozího stavu. Nejvýraznější změnou prošla plocha odryté pozadí. Stopy vápenného nátěru se ještě objevují na větvích a listech

¹¹⁷ WAISSER, P. VOJTĚCHOVSKÝ, J. *Vývoj a údržba sgrafitové výzdoby zámku Litomyšl*. In: *Obnova památek 2021 – sgrafito*, Praha 14.-15. září 2021. Praha: Studio Axis, 2021, s. 63-73.

¹¹⁸ Ibidem.

¹¹⁹ KRHÁNKOVÁ, K., WICHTERLOVÁ, Z., MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*, Litomyšl, 2023.

¹²⁰ BOŠTÍK, V., PALCR, Z., PODHRÁZSKÝ, S., ZOUBEK, O. *Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]*. Litomyšl, 1985 a 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 36 a 37, s. 3

¹²¹ KRHÁNKOVÁ, K., WICHTERLOVÁ, Z., MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*, Litomyšl, 2023.

¹²² BOŠTÍK, V., PALCR, Z., PODHRÁZSKÝ, S., ZOUBEK, O. *Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]*. Litomyšl, 1985 a 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 36 a 37, s. 4

stromů. Na fotografii stavu po zásahu je pozadí monochromaticky sjednocené a fragmenty odstraněny. Neumíme s jistotou říci, zda šlo o odstraňování druhotného zásahu. Není vyloučeno, že restaurátoři v čele s O. Zoubkem navrátili dílu jeho původní podobu. (více v kap. 3.3.1.1.). Dalším signifikantním rozdílem je přidání silné vrstvy vápenného nátěru ve figure. Výchozí stav dokumentuje výraznou ztrátu bílého nátěru ve figure, který se zachoval jen fragmentárně. Na základě toho víme, že podoba v době našeho příchodu k dílu byla do velké míry rukopisem restaurátorů.

V roce 2012 se uskutečnil průzkum a zajištění figurální sgrafitové výzdoby severozápadní fasády 2. nádvoří realizováno Ateliérem restaurování nástěnné malby, sgrafita a mozaiky z Fakulty restaurování Univerzity Pardubice.¹²³

3.2.4. Popis fasády a díla

Výjev Hrdina v antikizující zbroji se nachází na severozápadní fasádě 2. nádvoří státního zámku v Litomyšli. Sgrafitový dekor na fasádě sestává z 21 výjevů. Fasádu horizontálně člení čtyři pásy figurálního sgrafita. První figurální pás odspodu zobrazuje Samsonovu historii. Výjevy jsou střídány s okenními otvory. Jako předloha posloužila šestidílná série medirytin Philipa Galleho, zhotovených podle kreseb Maartena Heemskercka. Druhý sgrafitový pás tvoří bitevní scény a centrálně umístěné sluneční barokní hodiny. Nalevo od slunečních hodin je znázorněna bitva křesťanských rytířů s Turky spojená bez přerušení s obléháním města. Scénérie je inspirována nejméně sedmi rytinami s různou tematikou. Napravo od hodin je zobrazena bitva u Milvijského mostu. Předlohou byly rytiny monogramisty SK. Třetí pás figurálních sgrafit tvoří obrazy s pravidelně se střídajícími okenními otvory. Tématem třetího pásu je válka, vojenské ctnosti a role ženy ve válce. Předlohami k výjevům tohoto pásu byly rytiny vydané Gerardem van Groeningem.¹²⁴ Čtvrtý pás obsahuje zvířecí a lovecké motivy. Autorem konceptu mohl být sám Vratislav z Pernštejna, nebo některý z jeho vzdělaných přátel.¹²⁵

Restaurovaný úsek je situován ve třetím pásu, který sestává ze šesti obrazů a pěti okenních ostění. Jedná se o ústřední figuru kompozice. Figura představuje „Hrdinu v

¹²³ VOJTĚCHOVSKÝ, J. VEDRAL, M. *Průzkum a zajištění figurální sgrafitové výzdoby jihovýchodní fasády 2. nádvoří zámku v Litomyšli*. Litomyšl, 2012. (v průzkumu je špatně označení fasády jako jihovýchodní místo severozápadní.)

¹²⁴ KRHÁNKOVÁ, K. WICHTERLOVÁ, Z. MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*. Litomyšl, 2023.

¹²⁵ SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 49

antikizující zbroji” s nákolníky a se štítem zdobeným lvím maskaronem. Grafickým vzorem byla anonymní rytina zobrazující perského krále Arsama.

Pole má tvar obdélníku s výjevem situovaném na výšku. Po levé straně je v poli situovaném na šířku scéna „*Únos Heleny Trojské*”. Po pravé straně je v obdélníkovém poli zobrazena skupina jezdců na koních. Postava antického rytíře je oděná do zbroje, jejíž součástí jsou chrániče holení a přilba. Výzbroj rytíře je doplněna také o zbraně, a to kopí a meč. V levé ruce drží kopí a meč má umístěn za levým bokem, zpoza kterého trčí pouze rukojeť. Pravou rukou podpírá velký štít (hoplit) s podobiznou hlavy lva. Figura je zobrazena zepředu s hlavou otočenou na profil. Hlavu chrání antická helma zdobená bohatým pérovým chocholem. Oblečenou má obrannou sukni z kožených nebo látkových pásků, která měla za úkol chránit boky a stehna. Ramena má zakrytá podobnými obrannými pásy. Hrud' mu pokrývá ochranný krunýř. Přes pravou ruku má přehozený dlouhý plášť sahající až k zemi. Obuté má sandály typické pro antické legionářské vojáky. Autorství sgrafitové výzdoby se v minulosti připisovalo Šimonu Vlachovi, který se zvěčnil na komíně.¹²⁶ Dnes je toto tvrzení zpochybňované a autor se uvádí jako neznámý.

3.2.5. Ikonografie fasády

Jako první se sgrafity 2. nádvoří zabýval Max Dvořák a výskum publikoval časopise “*Kunstgeschichtliches Jahrbuch...*” v roce 1907.¹²⁷ Definoval předlohy 3. pásu a charakterizoval jako nejzávažnější sgrafito ve střední Evropě.¹²⁸ Dr. Milada Lejsková-Matyášová se zabývala čtvrtým pásem a určila autory předloh. Dr. Ortwin Gamber a Charlotta Becherová popsali náměty 2. pásu.¹²⁹

Fasáda je tvořena antikizujícími a biblickými obrazy, jež byly vytvořeny podle rytin Philipse Galleho, Gerarda van Groeningem, Harmena Müllera a patrně i Woeirota de Bouzey. Jako vzor pro některé štíty zámku posloužily zase rytiny Josta Ammana.¹³⁰

¹²⁶ SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 34.

¹²⁷ DVOŘÁK, M. HAUSER, P. Sgrafitti im Schlosse zu Leitomischl. *Kunstgeschichtliches Jahrbuch der K. K. Zentral-Kommission für Erforschung und Erhaltung der Kunst und historischen Denkmale*, I, Beiblatt für Denkmalpflege, Heft II, 1907, s. 77-84.

¹²⁸ BOŠTÍK, V., PALCR, Z., PODHRÁZSKÝ, S. a ZOUBEK, O. *Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]*. Litomyšl, 1984. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 31, s. 2.

¹²⁹ Ibidem.

¹³⁰ LESNIAKOVÁ, P., RACKOVÁ, E., VOJTĚCHOVSKÝ, J. a WAISSER, P. *Sgrafita zámku v Litomyšli – příběhy fasád: systematická dokumentace, průzkum a monitoring sgrafitových fasád zámku v Litomyšli*. In: Hečková, P. HORÁK, P. et al. (ed.). *Interdisciplinarity v péči o kulturní dědictví: sborník z konference*, Litomyšl, 23. - 24. května 2013. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, s. 221-240.

Plochu prvního sgrafitového pásu zabírají výjevy ze Samsonova života. Biblická postava Samsona je díky jeho síle často srovnávána s mytologickou postavou Herkula. Vyobrazení života Samsona postupuje zvěstováním narození Samsona Manoáchovi a jeho ženě, dále Samsonova svatba, Samson a Dalila, Samson bořící filištínský chrám a Samson bijící filištínské oslí čelisti.

Druhý pás nejzřetelněji dokládá jasný významový záměr při sestavování konceptu fasády.¹³¹ Tématem je křesťanské rytířství, ve vztahu k ohrožení Evropy tureckými vojsky v 16. století a k aktualizaci myšlenky křížových výprav.¹³² Nejvyššího obránce křesťanské víry představoval habsburský panovník, potomok bájného hrdiny Herkula (Hérakla).¹³³ Zástupci habsburské monarchie značně přispívali k rozšíření názoru, že právě oni patří k hlavním ochráncům víry před jinověrci. Tuto prezentaci započal Ferdinand I. a po něm pokračovali další, především ve výzdobách svých sídel.¹³⁴ Právě jezdeckou bitvu s Turky spojenou bez přerušení s obléháním města zachycuje kompozice v levé části vlysu pod okny druhého patra. Po celé 16. století v důsledku nájezdů Osmanů se kladlo na bedra šlechticů, aby se hlásili k starobylým ideálům křesťanského rytíře a s pomocí Boha společně porazili „úhlavního nepřítele všeho křesťanstva“.¹³⁵ „Vratislav se sám v roce 1566 vydal po boku císaře Maxmiliána II. vstříc novému osmanskému tažení.“¹³⁶

Na prvním výjevu třetího sgrafitového pásu je jezdec v antické zbroji na vzpínajícím se koni (snad Marcus Curtius či Horatius Cocles), následuje únos Heleny Trojské, postava hrdinu v antikizující zbroji, skupina jezdců na koních. Obraz byl inspirován grafickým listem s Antiochem plenícím židovský chrám. Pás je ukončen figurou šlechtice oděného ve stylu španělské renesanční módy.

Čtvrtý pás pokrývají zvířecí a lovecké motivy, do nichž jsou zasazeny lunetové výseče s mužskými poprsími pěti rytířů v karnevalové antikizující zbroji.¹³⁷

¹³¹ LESNIAKOVÁ, P., RACKOVÁ, E., VOJTĚCHOVSKÝ, J. a WAISSER, P. *Sgrafita zámku v Litomyšli – příběhy fasád: systematická dokumentace, průzkum a monitoring sgrafitových fasád zámku v Litomyšli*. In: Hečková, P. HORÁK, P. et al. (ed.). *Interdisciplinarita v péči o kulturní dědictví: sborník z konference, Litomyšl, 23. - 24. května 2013*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, s. 221-240.

¹³² Ibidem.

¹³³ RATAJ, T. *České země ve stínu pŕlměsíce: obraz Turka v raně novověké literatuře z českých zemí*, s. 179-181.

¹³⁴ BŰŽEK, V. *Společnost českých zemí v raném novověku: struktury, identity, konflikty*, s. 161.

¹³⁵ Ibidem.

¹³⁶ SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 49.

¹³⁷ KRHÁNKOVÁ, K., WICHTERLOVÁ, Z. a MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*. Litomyšl, 2023.

3.2.6. Předlohy a analogie díla

K většině výjevů jsou známé grafické předlohy. Výjimkou je čtvrtý pás s loveckými motivy (A1a,b,c,d,e), z větší části znovu provedený po snesení lunetové římsy po požáru v roce 1635. Vzory nejsou dohledané ani k portrétům vojevůdců (A2, A3, A4, A5, A6), jezdci v antické zbroji (B1), rytíři s pěti G (B6) a figure mladého muže v manieristickém oděvu (D6).¹³⁸

Jako předloha k výjevu „*Hrdina v antikizující zbroji*” sloužila anonymní rytina zobrazující perského krále Arsama. Arsames žil v 6. století před Kristem a byl to starý otec perského krále Dária I. Velikého. Rytina byla vytvořena v Antverpách a je datována do let 1547-1585. Grafika znázorňuje perského krále stojícího s dlouhou holí nebo kopím v ruce. Pod scénou je třířádkový text v latině. Rozměry rytiny jsou 286 mm × 204 mm.¹³⁹ Figura je na fasádě zrcadlově převrácená.

„*I když má jeho jméno v perštině význam spojený s “hrdinskou silou”, významová identifikace postavy litomyšlského sgrafita s tímto králem není pravděpodobná.*“¹⁴⁰ Gamber s Becherovou předpokládají, že se jedná o boha války Marta. Nelze vyloučit i jiné mytologické či starozákonní hrdiny např. Aeneas, Iason, Herkules, Juda Makabejský atp.¹⁴¹ „*Ve slavnostní zbroji all' atica vystupoval například Ferdinand Tyrolský personifikující Aenea v triumfálním vyvrcholení festit vázaných k jeho druhé svatbě s Annou Kateřinou Gonzalovou.*“¹⁴²

V pozadí se na grafice odehrává bitva. Bitevní scéna na restaurovaném úseku není znázorněna. Autor ji nahradil jednoduššími vegetabilními motivy. Výjev je po stranách ohraničen pilastry. Další doplněk, který na grafice nenajdeme je obranný štít s podobiznou hlavy lva. Zatímco ve své levé ruce svírá kopí, pravou rukou se opírá o štít. Přidaný lví štít postavu může identifikovat jako Herkula nebo Aenea, ale také Iásona, zastupujícího zde osobu majitele zámku.¹⁴³

¹³⁸ KRHÁNKOVÁ, K., WICHTERLOVÁ, Z. a MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*. Litomyšl, 2023.

¹³⁹ ANONYM. *Koning Arsames, anoniem, 1547 - 1585* [online]. [cit.2024-8-6]. Dostupné z: <https://www.rijksmuseum.nl/nl/collectie/RP-P-1982-125>

¹⁴⁰ WAISSER, P. *Renesanční ikonografie sgrafitových fasád*, In: WAISSER, P. (ed.), *Sgrafita zámku v Litomyšli*, Pardubice 2011, s. 44.

¹⁴¹ Ibidem.

¹⁴² Ibidem.

¹⁴³ SEIFERTOVÁ RACKOVÁ, E. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*, s. 47.

3.3. Restaurátorský průzkum

3.3.1. Vizuální průzkum v rozptýleném denním světle

3.3.1.1. Restaurovaná renesanční vrstva a její původní technika

Výzdoba fasády 2. nádvoří je zhotovena technikou sgrafita tvořeného vápennou omítkou a vápenným nátěrem. V otevřených defektech bylo možno pozorovat výstavbu jednotlivých vrstev. Zdivo bylo zhotoveno z pálených cihel. Odhalenou jádrovou omítku můžeme pozorovat pouze ve spodní části výjevu, kde se nacházejí větší otevřené defekty.

Na daném úseku se nevyskytují defekty, které by obnažily dílo až na zdivo. V rámci celé fasády v drobných otevřených defektech nacházíme cihlové zdivo. Není vyloučeno však ani zdivo smíšené.

Renesanční jádrová omítka na cihlovém zdivu se vyznačuje střední zrnitostí a světle okrovou barevností. Intonaco sestává z jedné vrstvy. Jemná omítka má podobně jako jádrová světle okrovou barvu, střední zrnitost, ale obsahuje i hrubší kamenivo a bílé pojivové částice. Štuk byl natažen v rámci jednoho denního dílu. Nejsou patrné žádné dělicí linie, které by naznačovaly způsob nanesení omítky např. ve vodorovných pásech tzv. pontate, jak je to na některých dalších výjevech. Místy nacházíme rovné vertikální linie, které by mohly svědčit o použití čtvercové sítě sloužící k přenosu výjevu. Na vápenném nátěru jsou patrné stopy po štětci.

Hloubka rytých linií variuje v rámci celého výjevu od mělkých po hluboké. Lokální ryté linie vytvářejí neobvykle hlubokou reliéfní kresbu. Hluboké linie mají zkosenou hranu, aby byl zajištěn spád dešťové vody. Na zadefinování kresby byla nakonec provedena finální linka provedena vtlačení, pomocí ostrého tenkého nástroje např. jehlou.

Rytou kresbu nacházíme i v pozadí výjevu bez vápenného nátěru. Jednou z teorií je, že rytá kresba na odryté ploše by mohl být umělecký záměr. Na druhé straně v pozadí na listech stromu byly zpozorovány fragmenty, které by mohly podpořit opozitní teorii původně se vyskytujícího, dnes již nedochovaného vápenného nátěru. Vzhledem k četným restaurátorským zásahům se může jednat o druhotné vápenné nátěry z oprav, které nelze odlišit od původních.

Tento prvek odrytého pozadí s rytou kresbou při technice sgrafita není běžným jevem. Vyrytý strom na odrytém pozadí nelze pozorovat z dálky, a tak ztrácí na účelnosti. Stínování výjevu je docíleno jemnou, různě hustou šrafurou na podporu plasticity figury.

3.3.1.2. Popis stavu restaurované vrstvy

Nejzávažnější poškození bylo možné pozorovat ve spodní části figúry, která přiléhá k průběžné podokenní římse. Zde došlo k destrukci omítek a lokálně až k úplným ztrátám intonaca. Poškození způsobilo trvalé provlhčování zapříčiněné odstříkovou vlhkostí.

Na odrytém pozadí se lokálně vyskytovaly na povrchu omítky černé krusty, což pravděpodobně souvisí se sulfatizací; chemickou reakcí mezi povrchem omítky a atmosférickým oxidem siřičitým. Vysoký obsah síranů byl potvrzen v rámci chemicko-technologického průzkumu, kdy byly za účelem zjištění typu, množství a distribuce solí odebrány vzorky z různých výšek třetího sgrafitového pásu.¹⁴⁴

Adheze a koheze omítkových vrstev a omítky k podkladu byly místy oslabeny, následkem čehož se omítka oddělovala od podkladu. V renesančních omítkách i v rekonstruovaných částech se vyskytovaly podpovrchové i hloubkové dutiny. Omítkové vrstvy ve spodní části díla měly výrazně degradovanou soudržnost, byly měkké a sypké.

Povrch byl znečištěný depozity prachových částic a ptačím trusem. V intonacu jsme mohli pozorovat primární praskliny. Dalším poškozením na díle byl erodovaný povrch, či krakeláž vápenného nátěru. Lokálně byla šrafura zalita druhotným vápenným nátěrem.

Předmětem restaurátorských prací byla severozápadní fasáda, která je během slunečných dnů exponována přímému slunečnímu záření a je namáhaná kolísáním teplot. Vlivem deště dochází k opakovanému máčení a vysychání, což je hlavním důvodem degradace povrchu, jehož následkem je ztráta vápenného nátěru, ať už původního, tak druhotného.

4.3.1.2. Druhotné vrstvy a zásahy ve vizuálním průzkumu

Restaurovaný výjev si prošel mnoha restaurátorskými zásahy. Při historických intervencích opakovaně docházelo k vrstvení bílého nátěru, čímž došlo k zaslepení jemné šrafy a potlačení modelace. Stejně tak bylo sekundárně tónované pozadí, kdy se nerespektovala originální podoba sgrafita v barvě písku. Na odrytém pozadí renesančních sgrafit jsou druhotné červené barevné vrstvy. Mezi výrazné zásahy patří sekundární tmelená místa defektů se ztrátou omítkových vrstev. Nejrozsáhlejší ztráty můžeme pozorovat ve spodní části výjevu v oblasti nohou figúry, kde dolní okraj přiléhá k průběžné římse prvního patra. Tady došlo k nejrozsáhlejší rekonstrukci. Jedná se o velký tmel na

¹⁴⁴ KRHÁNKOVÁ, K., WICHTERLOVÁ, Z. a MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*. Litomyšl, 2023.

pohled odlišitelný od originálu. Druhotně použitá omítka je bez karbonátových částic, vyznačuje se jemnější zrnitostí a tmavší barevností v teplejších odstínech než okolní originál. Rekonstrukce pochází z let 1984–1987 pod vedením Zoubka, co dokládají fotografie stavu před a po restaurování z toho zásahu (viz Obr. 09–12). V minulosti byly tyto partie několikrát ošetřovány a nahrazovány technicky nevhodnými vysprávkami, které byly během předchozích restaurátorských zásazích odstraněny.¹⁴⁵

3.3.2. Perkusní průzkum (poklepem)

Cílem perkusního průzkumu bylo lokalizovat dutiny v omítkových vrstvách. Pomocí poklepání na povrch sgrafita bylo možné zjistit rozsah dutin a vytipovala se místa pro injektáž. Adheze jednotlivých omítkových vrstev mezi sebou, či omítky k podkladu byla značně oslabena. Nebezpečné dutiny se nacházely hlavně ve spodní části výjevu v oblasti nohou figury. Horní část disponovala zejména hlubokými, méně ohrožujícími dutinami. Nejrizikovější oblasti, které vyžadovaly zvýšenou pozornost byly puchýře těsně pod povrchem. Podobně rizikové bylo i okolí defektů. Podpovrchové dutiny byly identifikované jemným pořukáním nehtem na povrch, zatímco ty hlubkové kloubem. Všechny dutiny jsou zakresleny v příložené grafické dokumentaci.

3.4. Přírodovědný (chemicko-technologický) průzkum

V průběhu restaurování nebyly z úseku vyobrazujícího „*Hrdinu v antikizující zbroji*“ odebrány žádné vzorky. Přírodovědný průzkum se uskutečnil v rámci restaurátorského průzkumu sgrafita v roce 2023. Předmětem chemicko-technologického průzkumu byla sgrafitová výzdoba druhého nádvoří. Byla zkoumána výzdoba ze dvou historických období. Renesanční sgrafito a barokní sgrafito v místech po odpadlé lunetové římse.

Byl zaměřen na původní techniku, druhotné zásahy, stav a příčiny poškození. Podrobné informace chemicko-technologického průzkumu poskytuje *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří z roku 2023*. Chemicko-technologický průzkum provedli Ing. Karol Bayer a Ing. Petra Lesniaková. Odobraté vzorky pocházeli z různě vytipovaných míst fasády.

¹⁴⁵ BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. a ZOUBEK, O. *Zpráva o restaurátorských pracích*. [strojopis]. Litomyšl, 1985 a 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 36 a 37, s. 2.

Byla provedena měření vlhkosti, zjišťovala se nasákavost, množství, typ a distribuce solí. Dále proběhla analýza barevných a omítkových vrstev s cílem posouzení techniky, druhotných vrstev a zkoumání penetraci a zpevnění vybranými konsolidačními prostředky.¹⁴⁶

3.4.1. Výsledky přírodovědného průzkumu

Na základě výsledků ohledem měření nasákavosti možno shrnout, že nejsou povrchy sgrafitové výzdoby hydrofobní. Při stanovení množství a typu vodorozpustných solí bylo zjištěno, že vzorky obsahují velmi vysoké koncentrace síranů, zatímco obsahy chloridů a dusičnanů jsou nízké. Analyzované historické omítky jsou pojeny bílým vzdušným vápnem. Kamenivo je silikátové s horninovými úlomky. Byla určena stratigrafie omítkových vrstev s povrchovými úpravami, která je detailně popsána v prameni *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří, 2023.*

3.5. Komplexní vyhodnocení průzkumu

● Popis a historický vývoj objektu

První zmínka o hradu v Litomyšli pochází z roku 981 a nachází se v Kosmově kronice.¹⁴⁷ Renesanční zámek byl postaven pro Vratislava z Pernštejna, na místě gotického hradu a později kláštera, italskými architekty mezi lety 1568-1581. Zámek je čtyřkřídlá, třípatrová stavba. Má dispozici zámeckých arkádových nádvoří po vzoru italské architektury. Sgrafitový dekor zdobí všechny průčelí sídla s motivy imitace rustiky i figurálními motivy. Je součástí Seznamu světového dědictví od roku 1999.¹⁴⁸

● Popis díla a jeho námět (ikonografie)

Restaurované dílo se nachází na severozápadní fasádě 2. nádvoří. Předmětem restaurátorského zásahu je figura s motivem „*Hrdina v antikizující zbroji*“, která je umístěna ve středu třetího figurálního sgrafitového pásu, zabývající se tématem války. Pás tvoří obrazy mezi okny druhého patra. Jednotlivé scény na sebe volně navazují.

¹⁴⁶ KRHÁNKOVÁ, K., WICHTERLOVÁ, Z. a MARČÍKOVÁ, K. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří, 2023.*

¹⁴⁷ PETRO, J. *České klenoty UNESCO*, s. 46

¹⁴⁸ ANONYM. *Zámek v Litomyšli* [online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z:

<https://www.npu.cz/cs/pamatkova-pece/pamatkovy-fond/pamatky-s-mezinarodnim-statusem/litomysl>

V obdélném poli komponovaném na výšku stojí postava bojovníka oděného v antikizující zbroji. Štít, který drží v pravé ruce je zdoben lvím maskaronem. V pravé ruce drží kopí. V pozadí je rytou kresbou bez povrchové úpravy vápenným nátěrem znázorněna vegetace v podobě listnatých stromů. Tělo a nohy figury jsou natočeny frontálně. Hlava chráněná přilbou s péřovým chocholem je zobrazena z profilu.

Jak k většině výjevů, i k tomuto je známá grafická předloha. Vzorem byla grafika anonymního autora vytvořená v Antverpách v 16. století zobrazující perského krále Arsama.¹⁴⁹

● Historický vývoj díla

Na rozdíl od sgrafit na exteriérových stěnách zámku nebyly figurální sgrafita druhého nádvoří překryty druhotnou (barokní) omítkou.

Prvním velkým zásahem byly opravy sgrafit po požáru v roce 1635, kdy byly sneseny lunetové římsy severní, východní a pravé části jižní stěny zámku a lunetová římsa severozápadní fasády druhého nádvoří. Místo po shozené římse na fasádě druhého nádvoří vyplnily lovecké scény motivicky vycházející z výjevů zobrazených na originální lunetové římse, které navazují na renesanční fragmenty zvířecích kopytek a vegetaci ve spodní partii pásu.

Rozsáhlé opravy po požáru v roce 1775 byly zakončeny sjednocující tenkou vrstvou omítky na všech vnějších fasádách zámku. Restaurátorské zásahy se tak delší dobu soustředily na figurální sgrafita druhého nádvoří, která zůstala odkryta. Na fasádě se vystřídalo několik restaurátorů a různých konzervátorských přístupů.¹⁵⁰

V roce 1906 restauroval na zkoušku malý úsek sgrafita Vilém Vondrlec. Jeho činnost byla posouzena negativně a další aktivita na fasádě zamítnuta. Rok poté provedl prohlídku sgrafit Hans Viertelberger a o dva roky později přistoupil k jejich restaurování. Další zásah byl Jindřichem Čapkem v roce 1920. Ten prohlásil počiny svých předchůdců za nešťastné, odstranil sádrové výplně aplikované Viertelbergerem, nahradil je vápennou omítkou a provedl konsolidaci omítek fluáty.

¹⁴⁹ WAISSER, P. *Renesanční ikonografie sgrafitových fasád*, In: WAISSER, P. (ed.), *Sgrafita zámku v Litomyšli*, Pardubice 2011, s. 44.

¹⁵⁰ WAISSER, P. *Vývoj bádání o zámku v Litomyšli a jeho sgrafitech*, In: WAISSER, P. (ed.), *Sgrafita zámku v Litomyšli*, Pardubice 2011, s. 19-22.

V roce 1973 byli pověřeni restaurováním sgrafita na fasádě druhého nádvoří Václav Hlavatý, Miroslav Vajchr, Aloise Viškovská a Petr Vitvar. Šlo o urychlené zajištění sgrafit před oslavami 150. výročí od narození Bedřicha Smetany.¹⁵¹

Velmi vzácným zdrojem informací jsou restaurátorské zprávy od Olbrama Zoubka z let 1974-1989. Obsahují podrobnou fotodokumentaci renesančních sgrafitových omítek.

- Stav díla (poškození) a jeho příčiny

Nejkritičtější oblastí restaurovaného díla bylo místo nad okenní římsou. Odstříková vlhkost zapříčinila trvalé zavlhčování, což vedlo k degradaci omítkových vrstev. Dalším relativně rozsáhlým poškozením byla druhotně tmelená místa defektů se ztrátou vápenného nátěru i omítkové vrstvy. Ke ztrátě došlo během předchozích restaurátorských zásahů, kdy byla nesoudržná omítka odstraněna a nahrazena novou omítkou s provedením rekonstrukce. Povrch byl znečištěn prachovými částicemi a ztmavnut sulfatizací povrchu. Vlivem ztráty adheze omítky k podkladu a omítkových vrstev mezi sebou se objevovaly hloubkové i podpovrchové dutiny. Ztráta koheze se projevila zejména ve spodní části, následkem čehož byla omítka měkká a sypká.

¹⁵¹ WAISSER, P. VOJTĚCHOVSKÝ, J. *Vývoj a údržba sgrafitové výzdoby zámku Litomyšl*. In: *Obnova památek 2021 – sgrafito*, Praha 14.-15. září 2021. Praha: Studio Axis, 2021, s. 63-73.

4. Zkoušky technologií a materiálů

4.1. Zkoušky čištění žlutých skvrn

A. Fyzikální čištění

- Technický líh kombinovaný s mechanickým čištěním pomocí vatového tamponu.

B. Chemické čištění

- Pomocí 5% (hm.) roztoku citrátu amonného ve vodě v kombinaci s mechanickým namáháním pomocí čistícího štětce. Povrch byl ihned dočištěn mechanicky čistícím štětcem namočeným ve vodě.

Vyhodnocení zkoušek čištění žlutých skvrn:

Metodou fyzikálního čištění využitím rozpouštědla se nepodařilo žluté skvrny z povrchu sgrafita odstranit. Velmi efektivních výsledků jsme dosáhli pomocí chemického čištění. 5% (hm.) roztok citrátu amonného se projevil jako vysoce účinný při odstraňování žlutého zákalu.

Nežádoucí znečištění se podařilo zredukovat na minimum a místy zcela odstranit. Postup čištění žlutých skvrn byl účinný v rámci úseku a ne celé fasády. V částech s intenzivnějším zakalením se přistoupilo k jiným metodám např. využitím 30–35 % (hm.) peroxidu vodíku.

4.2. Zkoušky čištění krust

- A. Uhličitan amonný 20% (hm.) v buničině *Arbocel BC 200* byl nanesen na znečištěný předvlhčený povrch po dobu 30 minut. Krusta byla čištěna čistícím štětcem namočeným ve vodě. Rezidua byla odstraněna třemi zábaly demineralizované vody v buničině. Odsolovací zábaly byly aplikovány s přesahem 15 cm a ponechány do úplného vyschnutí. Povrch byl dočištěn horkou párou.
- B. Iontoměnič Powdex GX 113 se smíchal s demineralizovanou vodou na konzistenci pasty a byl nanesen přes japonský papír na vodou předvlhčený povrch. Následně byl překryt vrstvou buničiny *Arbocel BC 200* v demineralizované vodě na 15 minut. Po odstranění zábalu byl povrch dočištěn horkou párou, vodou a štětcem.

- C. Citrát amonný 5 (hm.) % a 10 (hm.) % byl nanesen na krustu štětcem, ponechán několik minut a následně byl omýt vodou.
- D. Peroxid vodíku v koncentraci 10 a 15 (hm.) % byl nanesen v buničínovém zábalu z *Arbocel BC 200* a ponechán po dobu 30–45 minut v závislosti na tloušťce vrstvy.

Vyhodnocení zkoušek čištění krust:

Zkoušky čištění krust byly provedeny na poli B2 a na základě vyhodnocení byla stejná metoda čištění použita i na restaurovaném poli B3. Výsledek čištění Iontoměničem Powdex GX 113 nebyl dostatečný, krusta nebyla vůbec narušená. Stejný postup byl vyzkoušen i bez japonského papíru, ale efekt čištění byl opět nedostatečný. Citrátem amonným byla krusta v obou koncentracích narušena. 10% (hm.) roztok zanechal lehce bílý zákal, zatímco použití 5% (hm.) roztoku bylo bez zákalu. Peroxid vodíku v některých případech depozity lehce změkčil. Jako nejefektivnější způsob čištění černých krust se ukázalo čištění pomocí 20 hm. % uhličitanu amonného v buničínovém zábalu.

4.3. Zkoušky tmelení

Odkoušeny byly písky ze dvou oblastí, a to písek z oblasti Dolany a písek z oblasti Poříčí. Z písku Poříčí se otestovaly dva typy. Typ 2/A (světlejší) a typ 2/B (okrovější). Pojivovou složkou byl suchý vápenný hydrát.

	suchý vápenný hydrát	písek Poříčí	písek Dolany
1.	1,5 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/B (0-2 mm)	0,5 (obj.) díl (0-2 mm)
2.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/A (0-2 mm)	0,5 (obj.) díl (0-2 mm)
3.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/A (0-2 mm)	0,5 (obj.) díl (0-4 mm)
4.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/B (0-2 mm)	0,5 (obj.) díl (0-4 mm)
5.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/B (0-4 mm)	0,5 (obj.) díl (0-4 mm)
6.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/A (0-4 mm)	0,5 (obj.) díl (0-4 mm)
7.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/B (0-4 mm)	x
8.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/A (0-4 mm)	x
9.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/B (0-4 mm)	0,5 (obj.) díl (0-4 mm) + 0,5 (obj.) díl (2-4 mm)

10.	1 (obj.) díl	0,5 (obj.) díl 2/A (0-4 mm)	0,5 (obj.) díl (0-4 mm) + 0,5 (obj.) díl (2-4 mm)
-----	--------------	-----------------------------	------------------------------------------------------

Tab. 01: Složení zkušebních tmelů.

Vyhodnocení zkoušek:

Vybraná byla kombinace písku Poříčí a Dolany (vzorek 2, 5). Mezi písky typu A a B není velký barevný rozdíl, z toho důvodu bylo možné používat oba. Písky neměly dostatečné množství kameniva s frakcí 3-4 mm, proto byly do nejhrubšího tmelu přidávány hrubé frakce písku Dolany (vzorek 9,10).

4.4. Zkoušky retuše

Samotné retuši předcházely zkoušky retuše, které byly provedeny na zkušebním panelu. Cílem zkoušek retuše bylo hledání vhodného typu retuše vápenného nátěru, který by esteticky zapadal do originálu.

4.4.1. Zkoušky retuše vápenného nátěru a jeho luminiscence

Jednou z podmínek při hledání vhodného vápenného nátěru bylo, aby námi provedená retuš byla odlišitelná pod UV zářením. Při průzkumu UV fluorescence bude pak možné rozpoznat náš doplněk od originálu, což bude přínosné při příštím restaurátorském zásahu. Ke splnění tohoto záměru se použila zinková běloba, která vykazuje intenzivní zeleno-žlutou UV fluorescenci. Další podmínkou byl fotokatalytický účinek vápenného nátěru. Takto ošetřený povrch fotokatalytickým nano nátěrem zůstává čistý. Fotokatalytický nanomateriál v nátěru představovala nano zinková běloba. Faktor, který se musel otestovat, byla UV fluorescence nano pigmentu, ve srovnání s UV fluorescencí zinkové běloby.

Použitá receptura na retuše vycházela z ověřeného postupu použitého při restaurování sgrafitové výzdoby na komínech na zámku v Litomyšli. Při testování se upravoval pouze poměr zinkové běloby.

Zkoušky I.

NHL 3,5				NHL 5			
Zkouška č. 1				Zkouška č. 2			
hydrát 4 obj. díly	NHL 3,5 1 obj.díl	ZnO X	záměsová voda K9 3%	hydrát 4 obj. díly	NHL 5 1 obj. díl	ZnO X	záměsová voda K9 3%

NHL 3,5				NHL 5			
Zkouška č. 3				Zkouška č. 4			
hydrát 24 obj.dílů	NHL 6 obj. dílů	ZnO 1 obj. díl	záměsová voda K9 3%	hydrát 24 obj.dílů	NHL 6 obj. dílů	ZnO 1 obj. díl	záměsová voda K9 3%
Zkouška č. 5				Zkouška č. 6			
hydrát 24 obj.dílů	NHL 6 obj. dílů	ZnO nano 1 obj. díl	záměsová voda K9 3%	hydrát 24 obj. dílů	NHL 6 obj. dílů	ZnO nano 1 obj. díl	záměsová voda K9 3%

Tab. 02: Zkoušky retuše vápenného nátěru v první fázi.

Při zkouškách byla suchá směs smíchána s 60 ml 3% akrylátové disperze K9.

Zkoušky byly aplikovány na omítnutý panel s různě upraveným podkladem:

1. podklad opatřený *CaLoSilem E25* v poměru 1:6, který plnil funkci adhezního můstku
2. podklad navlhčený vodou

3. suchý podklad

4.4.2. Vyhodnocení zkoušek pod UV zářením

Směs s 3,2% (1 obj. díl) koncentrací zinkové běloby v UV fluorescenci projevila výraznou zelenožlutou luminiscenci. Nano zinková běloba se stejnou koncentrací nevykazovala žádné známky luminiscence. Záměr odlišitelnosti retuší od originálu pod UV zářením splňuje jen zinková běloba. Nano zinkovou bělobu je důležité ponechat kvůli fotokatalitickému účinku. Pro dosažení obou požadavků (luminiscence + fotokatalytický účinek) je možná kombinace obou zinkových bělob. Na základě těchto zjištění proběhla druhá fáze zkoušek. Technologickou funkci plní nano ZnO, proto je důležité, aby byla větším množstvím v poměru ke klasické zinkové běloby, která plní funkci odlišitelnosti.

Zkoušky II.

Ve druhé fázi testování jsme si stanovili za cíl pozorovat luminiscenční diferenci mezi přesně 1 % a 2% ZnO + ZnO nano, proto byly objemové díly nahrazeny hmotností. Poměr hydrátu a NHL zůstal zachovaný. Zkoušky 1 a 2 mají obsah zinkových bělob v suché směsi 1%, zkoušky č. 3, 4 mají obsah zinkových bělob v suché směsi 2 %.

NHL 3,5				NHL 5			
Zkouška č. 1				Zkouška č. 2			
hydrát 158,4 g	NHL 39,6 g	ZnO + ZnO nano (1:3) 2 g	záměsová voda K9 3%	hydrát 158,4 g	NHL 39,6 g	ZnO + ZnO nano (1:3) 2 g	záměsová voda K9 3%

Zkouška č. 3				Zkouška č. 4			
hydrát	NHL	ZnO +	záměsová	hydrát	NHL	ZnO +	záměsová
156,8 g	39, 2 g	ZnO	voda	156,8 g	39, 2 g	ZnO	voda
		nano	K9 3%			nano	K9 3%
		(1:3)				(1:3)	
		4 g				4 g	

Tab. 03: Zkoušky retuše vápenného nátěru v druhé fázi.

Při zkouškách č. 1 a 2 byla suchá směs (158,4 g hydrát; 39, 6 g NHL; 1,5 g ZnO nano; 0,5 g ZnO) smíchána s 200 ml 3 % (hm.) akrylátové disperze K9.

Při zkouškách č. 3 a 4 byla suchá směs (156,8 g hydrát; 39,2 g NHL; 3 g ZnO nano; 1 g ZnO) smíchána s 200 ml 3 % (hm.) akrylátové disperze K9.

4.4.3. Vyhodnocení zkoušek pod UV zářením

UV fluorescencí bylo zjištěno, že zinková nanoběloba neluminuje. Už 1% ZnO + ZnO nano (v poměru 1:3) vykazuje mírnou zelenožlutou luminiscenci. Výsledně byla vybrána receptura s 2 % ZnO (zkouška č. 3) a poměr bělob byl upraven na 1:1.

5. Návrh restaurátorského zákroku

5.1. Návrh koncepce restaurování

Celková koncepce obnovy je daná závazným stanoviskem z let 2016 a 2020.

V prvním kroku by měl být restaurátorský zásah soustředěn na strukturální zpevnění omítkových vrstev se ztrátou koheze. Místa se ztrátou adheze byla vyplněna injektážní směsí.

Bylo rozhodnuto respektovat a zachovat sekundární doplňky z předchozího restaurátorského zákroku z let 1984–1987. Rekonstruované části v případě, že nejsou příčinou poškození by měly zůstat zachovány. Tmely byly ponechané i přes odlišnost nalezených grafických předloh, z důvodu zájmu minimální intervence a souladu s koncepcí restaurování sgrafitové výzdoby celého zámku. Navíc jsou relativně malé a nepůsobí rušivým dojmem.

Sgrafito bylo zbaveno druhotného bílého nátěru na místech vykazujících degradaci. Při ponechání by bylo nutné oddělené vrstvy lepit k původnímu povrchu. Avšak jejich hodnota je menší. Lokálně byl nepůvodní vápenný nátěr z estetického hlediska redukován i v místech, kde zapříčinil zaslepení originální ryté kresby. Průzkumem bylo zjištěno, že původní sgrafito bylo jemně modelované prokletovanými jemnými šrafami.

Celý povrch sgrafita byl očištěn od atmosférických depozitů a biologického znečištění. Redukovali se i sádrovcové krusty, které vznikly při sulfatizaci povrchu. Černé sádrovcové krusty byly čištěné lokálně, zejména tam, kde byly silnější a hrozilo riziko, že by mohly způsobovat degradaci omítek pod nimi. V některých případech i z estetických důvodů.

Defekty originální omítky a rekonstruovaných částí byly vytmeleny. Byla zvolena mastná omítka s poměrem vápna a písku 1:1 za účelem vytvoření trvanlivých tmelů s mechanickými vlastnostmi podobnými originální omítce.

Na místech s rozsáhlejší ztrátou omítkových vrstev a vápenného nátěru se přistoupilo k rekonstrukci. Před jejím samotným provedením se zhotovila přípravná kresba v měřítku 1:1. Návrh se opíral o dochované části, grafickou předlohu a historické fotografie. Povrch nových tmelů a originální omítky se ztrátou vápenného nátěru byl retušován odlišitelnou retuší pod UV zářením s obsahem fotokatalytické složky pro zvýšení odolnosti vůči biologickému napadení. Vzhledem k náročnosti fasády na údržbu, byl vápenný nátěr posílen přidavkem NHL a akrylátové disperze za předpokladu, že akrylátová disperze se

rozloží působením fotokatalytické běloby. Odryté plochy byly tónovány lazurní sjednocující vrstvou.

5.2. Návrh postupu restaurátorských prací

Na základě výsledků průzkumů uměleckohistorického, restaurátorského a chemicko-technologického je navrhován následující postup restaurátorských prací:

(1) Strukturální konsolidace omítkových vrstev (konsolidačním prostředkem na bázi vápenné nanosuspenze v ethanolu např. *CaLoSil E25*).

(2) Hloubková injektáž dutin (pomocí injektážní směsi na hydraulické bázi např. *Ledan TBI*).

(3) Čištění: a) metodou mechanického mokrého čištění pomocí houbiček a kartáčů v první fázi a pomocí vodní páry ve fázi druhé
b) metodou chemického čištění pomocí uhličitanu amonného (20% (hm.) roztok v demineralizované vodě), dočištění kartáčem a houbou namočenou ve vodě pro čištění síranových krust
c) metodou chemického čištění pomocí citrátu amonného (5% (hm.) roztok v demineralizované vodě), dočištění kartáčem a houbou namočenou ve vodě pro čištění žlutých skvrn.

(4) Povrchová konsolidace (organokřemičitým zpevňovacím prostředkem např. *KSE 100*).

(5) Technické tmelení defektů a hran maltou na bázi vápna ve formě suchého vápenného hydrátu a křemičitého písku.

(6) Retuš a rekonstrukce (vápnem, práškovými minerálními pigmenty, pojivem např. akrylátovou disperzí *Disperze K9*).

6. Dokumentace restaurátorského zásahu

6.1. Postup restaurátorských prací

6.1.1. Strukturální konsolidace

Na úseku podrobeném restaurátorskému zásahu se vyskytovala místa se ztrátou adheze a koheze omítkových vrstev. Omítky vykazující oslabenou soudržnost byly strukturálně konsolidovány vápennou nanosuspenzí v ethanolu *CaLoSil E25*. Zpevňovaly se především defekty a jejich okolí. Oblast s nejvýraznější ztrátou koheze, která vyžadovala zvýšenou opatrnost a důkladnější konsolidaci se nacházela nad římsou, kde docházelo ke kumulaci dešťové vody a pravidelnému zvlhčování díla odstříkovanou vlhkostí.

Jako prevence před ztrátami vlivem narušení degradované omítky byly před samotnou konsolidací použity ochranné přelepy zhotovené z japonského papíru *Kashmir 11g* a 3% (hm.) a roztoku hydroxypropylcelulózy *Klucel M* v ethanolu.

Alkoholová nanosuspenze byla aplikována injekční stříkačkou. *CaLoSil E25* měl využití zejména při zpevňování narušené omítky těsně pod povrchem. V těchto místech byla omítková vrstva extrémně křehká. Tento konsolidant byl použit i do hloubkových dutin před injektáží, nejen pro zpevnění, ale také pro lepší smáčivost. Do hlubších partií byl použit *CaLoSil E25* (25 g/l) a do oblastí blíže povrchu se aplikoval v poměru 1:1 s ethanolem, aby se zabránilo vytvoření bílého zákalu na povrchu díla.

6.1.2. Injektáž dutin a prasklin

Před samotnou injektáží byl vytvořen tlakovací systém za účelem předcházení vyboulení pod nápořem injektážní směsi aplikované pod tlakem a za účelem vyrovnání již vzniklých nerovností. Použitý byl tzv. tlakovací systém zkonstruovaný z latí, gumolan a podložek.

Místa se ztrátou adheze byla lokalizována na základě perkusního průzkumu. Injektáž se soustředila hlavně na podpovrchové dutiny, identifikované jemným poťukáním nehtem na povrch. Hlubší dutiny, které se chvěly, byly rovněž posouzeny jako rizikové a následně vyplněny injektážním prostředkem.

Dutina, která byla zpevněna *CaLoSilem E25* (25 g/l) byla vyplněna injektážní maltou. Bezprostředně před vyplněním dutin jsme vytvořili prostor pro injektážní směs propláchnutím ethanolem a vodou v poměru 1:1. Pro vyplnění dutin a přichycení uvolněné omítky jsme použili injektážní prostředky na hydraulické bázi. Typ prostředku se volil v závislosti na velikosti dutiny. Na nejmenší a nejmělejší dutiny se použil vápenný grout z 1(obj.) dílu vápenné kaše přecedené přes sítko do 0,063 mm a 1 (obj.) dílu hydroxypropylcelulózy *Klucel E*. Na malé dutiny se aplikoval *Ledan TBI*. Na větší dutiny v hlubších úrovních omítkových vrstev se použil *Ledan TBI*, *Ledan RISTAT A*, *Ledan RISTAT B*. Injektážní směs jsme mezi omítkové vrstvy aplikovali v závislosti na typu narušeného místa buď pod tlakem, nebo gravitační silou postupným zakapáváním.

6.1.3. Čištění

Na základě zkoušek byla zvolena kombinace fyzikálního a chemického čištění. Předmětem čištění byly depozity prachových částic, biologické znečištění, sulfatizace povrchu, žluté výluhy a druhotné nátěry z předchozího restaurátorského zásahu.

Jako první bylo sgrafito celoplošně očištěno fyzikálním čištěním od hrubších, dobře rozpustných nečistot jako jsou depozity prachu a druhotná okrová vrstva. Zvolena byla tzv. mokrá metoda odstraňování nečistot oplachováním vodou a mechanickým namáháním za pomoci houbiček a kartáčů. V další fázi se přistoupilo k čištění pomocí vodní páry, která umožnila odstranění nečistot z těžko dostupných míst jako jsou hloubky ryté kresby a dočištění světlých částí výjevu.

Další formou znečištění byly žluté skvrny neznámého původu, které se objevovaly po vyšší míře zavlčení. Nejúčinnější způsob, který zredukoval žlutý zákal na minimum byl 5% (hm.) roztok citrátu amonného ve vodě. Roztok se aplikoval štětcem, nechal se působit po dobu pár vteřin a následně se umyl vodou.

Biologické znečištění v podobě ptačího trusu se odstranilo skalpelem a místo se dočistilo vodou za pomoci houby.

Při řešení otázky sulfatizace povrchu se přistoupilo k metodě chemického čištění. Pro redukci nečistot obsahujících síran vápenatý jsme zvolili tzv. Florentskou metodu. Použil se 20 % (hm.) roztok uhličitanu amonného v demineralizované vodě. Nosičem roztoku byla buničina *Arbocel BC 200*. Roztok byl ve formě buničinového zábalu aplikován na stěnu. Čistící systém se nechal působit 3–4 hodiny. Za účelem zpomalení odpařování vody a prodloužení čistícího efektu se zábal překryl fólií. Po sejmutí zábalu byly k odstranění

reziduí v podobě síranu amonného použity buničtinové obklady s vodou se dvěma opakováními. Povrch se ještě mechanicky dočistil kartáčem a oplachem vody.

Dalším typem nepůvodního materiálu byl silný nános vápenného nátěru, který zaslepoval jemnou šrafuru, čímž výjev ztratil vizuál plastičnosti. Před samotným pročišťováním zalitých míst bylo nutné vytvořit výtvarný návrh šrafování do fotografie. Jako záchytný bod posloužila i grafika. Zvýraznění světél a stínů pomohlo k pochopení díla, a tak se jemná, vápnem zalitá šrafura hledala jednodušší. Pročištění bylo mechanické, kdy se využily různé tenké nástroje s ostrým hrotem, jako jsou jehly, zubařské nástroje či skalpel. Oblast se před čištěním šrafur nejprve navlhčila vodou, aby došlo ke změkčení druhotného vápenného nátěru a následně se mohl nástroji odstranit. Zredukovaný vápenný nátěr pozměnil vizuál díla. Zvýraznění stínů navrátilo trojrozměrný charakter figury.

6.1.4. Povrchová konsolidace (fixáž)

Povrch díla je neustále silně exponován atmosférickým vlivem, čehož následkem byl mírně erodovaný a ztratil tak svou kompaktnost. Povrchová konsolidace byla provedena za účelem zpevnění omítky, která vykazovala ztrátu koheze. Pro tento záměr se využil organokřemičitý zpevňovací prostředek *KSE 100*. Výběr konsolidantu byl podmíněn dobrou penetrací. Organokřemičitan se aplikoval napouštěním pomocí širokého štětce na suchý podklad. Štětec namočený v ethylsilikátu se přikládá na povrch a konsolidant se nechá stékat po povrchu. Aplikace trvala do nasycení povrchu konsolidačním prostředkem. Pro vytvoření vhodných podmínek pro použití tohoto typu konsolidantu se dílo zastínilo mokrou geotextilií, aby se zvýšila vlhkost v okolním prostředí. Cca ještě týden po zpevnění se povrch chránil před přímým sluncem zastíněním.

Povrch opatřený organokřemičitými zpevňovacími prostředky projevuje dočasnou hydrofobitu, proto se v dalším kroku řešila otázka zkrácení doby vodoodpudivosti. Druhý den po aplikaci *KSE 100* byla k dehydrofobizaci celoplošně štětcem nanesená vápenná nanosuspenze v ethanolu *CaLoSil E25* v poměru 1:5. Povrch se hned na to postříkal vodou.

V oblasti, která byla po druhé aplikaci *CaLoSilu E25*, který byl nanesen po 7 hodinách od první aplikace, se objevil mírný bílý zákal. Vytvořený zákal byl odstraněn 5% kyselinou citronovou. Namísto *CaLoSilu E25* se odzkoušela vápenná voda, která se aplikovala na místo, které bylo *CaloSilem* opatřeno jednou s odstupem 24 hodin. Zákal se nevytvořil. Eliminace hydrofobity byla účinná, pouze pokud se povrch předtím navlhčil technickým lihem.

6.1.5. Tmelení

Předmětem tmelení byly vpichy po injektaži, menší defekty způsobené erozí povrchu a větší defekty nad římsou od odstříkové vlhkosti. Hrubost tmelu se napodobovala struktúře originální omítky. Povrchová úprava tmelu měla hrubou zrnitou strukturu, což bylo docíleno filcováním tmelu. Pracovali jsme se třemi hrubostmi tmelu. Hlubší defekty se nejprve vytmelily hrubozrným tmelem. Na povrch tmelu hrubozrné struktury jsme nanесли tmel o střední zrnitosti. Na malé a mělké defekty byl zvolen pouze tmel jemný. Jako plnivo tmelu byly zvoleny dva typy písku, a to písek z oblasti Dolany a písek z oblasti Poříčí.

A) Hrubozrný tmel:

Tmelení s vápennou maltou v poměru 1:1 (plnivo:pojivo). Plnivo tvořilo 0,5 (obj.) dílu písku Poříčí 2/AB s frakcí 0–4 mm a 0,5 (obj.) dílu písku Dolany s frakcí 0–4 mm. Plus byly navíc do tmelu přidávány hrubé frakce (2–4 mm) písku Dolany. Pojivo tvořilo 1 (obj.) díl suchého vápenného hydrátu.

B) Střední tmel:

Tmelení s vápennou maltou, ze směsi písku a vápenného hydrátu v obj. poměru 1:1 (plnivo:pojivo). Plnivo tvořilo 0,5 (obj.) dílu písku Poříčí 2/AB s frakcí 0–4 mm a 0,5 (obj.) dílu písku Dolany s frakcí 0–4 mm. Pojivo tvořilo 1 (obj.) díl suchého vápenného hydrátu.

C) Jemnozrný tmel:

Na tmelení mělkých defektů jsme použili tmel zhotovený z vápenné malty v obj. poměru 1:1 (plnivo:pojivo). Plnivo tvořilo 0,5 (obj.) dílu písku Poříčí 2/AB s frakcí 0–2 mm a 0,5 (obj.) dílu písku Dolany s frakcí 0–2 mm. Pojivo tvořilo 1 (obj.) díl vápenného hydrátu. Pro povrchovou úpravu tmelu jsme využili vlhkou mikroporézní houbu *Blitz-Fix*. Dokud byl tmel ještě čerstvý vyryly se linie.

6.1.6. Rekonstrukce

K vytvoření rekonstrukce nebyla nouze o podklady. K dispozici byly historické fotografie z předešlého restaurátorského zásahu a grafika, ze které jsme měli také možnost vycházet. Rekonstrukce se týkala spodní části výjevu. Tam došlo k nejrozsáhlejší degradaci. Oslabená koheze a adheze zapříčinila úplné ztráty intonaca, což si vyžádalo rekonstrukci prstů na nohou figury.

Před provedením rekonstrukce byly zhotoveny výtvarné návrhy (Obr. 35). Při vytváření kresby jsme se drželi dochovaných částí. Z velké části se nerekonstruoval originál, ale oblast, která si již rekonstrukcí prošla. Dochovaný doplněk z předchozího zásahu se respektoval a doplnily se jen chybějící části. Návrh byl vytvořen na fólii, která později sloužila k přenosu kresby na zeď. Po důsledné přípravě a rozvrhu jsme přistoupili k samotné rekonstrukci na stěně. Přiložením fólie na zeď se linie protlačily do ještě čerstvého tmelu.

6.1.7. Retuše

Retušovali se bílé části sgrafita i odryté pozadí. Po vytmelení jsme tmely pokryli lazurní vrstvou nátěru, který sloužil k úpravě savosti tmelu a sjednocení barevnosti tmelu. Stejná receptura byla vytvořena i pro lazurní nátěr na odrytém pozadí.

A. Lazurní nátěr na odryté pozadí a tmely:

- vodná akrylátová *Disperze K9* s vodou v pomere 1:30 (cca 1,6 %) zatónovaná práškovými minerálními pigmenty (mix sienny, umbry přírodní a pálené)

Namíchaná lazura se pro světlejší oblasti doředila s vodou v poměru 1:1.

B. Bílý nátěr:

Nejprve byla připravena suchá směs ve velkém množství, která sestávala z:

- 10 g NHL 3,5
- 40 g vápenného hydrátu
- 0,5 g zinkové běloby
- 0,5 g nano zinkové běloby

Z takto předpřipravené suché směsi se následně upřesnila receptura na retuš bílého nátěru. Odsypané potřebné množství se zkombinovalo s pojivem:

- 5 g suchá směs
- 4 g 5% vodní akrylátové *Disperze K9*
- 4 kapky sienny přírodní naložené ve vodě (3 g sienny na 30 g vody)

Retuše proběhly v rámci celé fasády ve stejném časovém intervalu. Cílem bylo sjednocení retuše postupným přidáváním intenzity na všech částech fasády zároveň. Při retuších jsme respektovali princip minimální intervence. Kromě retuší na tmelech, byly retuše provedeny také v originále s absencí bílého nátěru. Retušovalo se zejména na místech, která vyžadovala zdůraznit nasazená světla. Při retuši jsme využili výtvarného návrhu se zvýrazněnými světlými a stínými ve fotografii ze stavu před restaurováním. Na závěr se lazurní barevnou vrstvou sjednotilo odryté pozadí.

6.2. Použité materiály

Strukturální konsolidace

-*CaLoSiL® E25*, nanosuspenze hydroxidu vápenatého v ethanolu, 25 g/l, výrobce: IBZ Salzchemie GmbH & Co. KG, Německo.

-Technický líh, ethanol 96%, výrobce: Severochema, ČR

Přelepy

- Japonský papír *Kashmir 11 g*, distributor: Ceiba s. r. o.

- *Klucel® M*, hydroxypropylcelulosa, vysoká viskozita 5000 mPa.s, výrobce: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo

Injektáž

- Technický líh, ethanol 96%, výrobce: Severochema, ČR

- *LEDAN® TBI*, předmíchaná injektážní malta s hydraulickým pojivem, výrobce: Tecno Edile Toscana, Italy.

- *LEDAN® RI.STAT A*, předmíchaná lehčená injektážní malta s hydraulickým pojivem, výrobce: Tecno Edile Toscana, Italy.

- *LEDAN® RI.STAT. B*, předmíchaná lehčená injektážní malta s hydraulickým pojivem, pro dutiny do 15 mm, výrobce: Tecno Edile Toscana, Italy.

- *Omyacarb® 5 VA* (Vápencová moučka), jemně mletý prášek z vápence, výrobce: Omya CZ s.r.o.

- *Klucel® E*, hydroxypropylcelulóza, viskozita 300 mPas, výrobce: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo

- Voda z vodovodního řádu

Čištění

- Demineralizovaná voda

- Voda z vodovodního řádu

-*ARBOCEL® BC 200*, přírodní celulózová vlákna, délka cca 0,3 mm, výrobce: J. Rettenmaier & Söhne GmbH & Co. KG

-Uhličitan amonný, distributor: Ing. Petr Švec – PENTA s.r.o.

- Citrát amonný, 5 % (hm.) roztok ve demineralizované vodě

Povrchová konsolidace (fixáž)

-*Remmers KSE 100*, zpevňovač na bázi etylesteru kyseliny křemičité bez obsahu rozpouštědel, množství vyloučeného gelu cca 10 hm. %, výrobce: Remmers s.r.o.

Tmelení

- Písek, Pískovna Dolany, s.r.o., Opatovice nad Labem

- Písek, Pískovna Poříčí

- Suchý vápenný hydrát

- Voda z vodovodního řádu

Retuše a rekonstrukce

-*Dispersion K9*, vodná akrylátová disperze, koncentrace 49,5–50,5 % (hm.), distributor: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, Německo

- Práškové minerální pigmenty, distributor: Kremer Pigmente GmbH & Co.KG

- Voda z vodovodního řádu

- Suchý vápenný hydrát

- *CALCIDUR® NHL 3,5*, přírodní hydraulické vápno z mušlového vápence, výrobce: Zement und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, Großenlüder, Německo

6.3. Doporučený režim památky (pokyny pro údržbu)

Pro co nejdelší udržení aktuálního stavu díla navrhujeme preventivní opatření pro eliminaci negativních vlivů, způsobujících degradaci sgrafitové výzdoby.

Sgrafito bylo poškozeno hlavně v místě nad římsou. Odstřiková vlhkost zapříčinila trvalé zavlhčování, což vedlo k degradaci omítkových vrstev. Z tohoto důvodu bylo doporučeno zvýšení sklonu římsy, aby dešťová voda odtékala a nedocházelo k její akumulaci.

Důležitá je včasná vizuální kontrolu stavu. Vzhledem k vysokému obsahu biologických depozitů, které narušují vizuální působení díla a v budoucnu by mohly zapříčinit další poškození, doporučujeme kontrolovat a regulovat hnízdění ptactva na fasádě, a tak předcházet biologickému znečištění.

Při jakékoli známce narušení či začínající degradace by měla být situace oznámena zástupci odborné složky památkové péče. Restaurované dílo doporučujeme pravidelně kontrolovat po ukončení stavebních prací v intervalu přibližně každých pět let (v průběhu stavebních prací nutné častější kontroly) restaurátorem s příslušným povolením k restaurování MK ČR. Všechny kroky, případně zásahy, které by měly přímý i nepřímý dopad na restaurované dílo, je nutno konzultovat se zástupci odborné složky památkové péče.

6.4. Nová zjištění o památce (a změny v koncepci)

Během restaurátorských prací došlo k následujícím zjištěním.

Výjev má neobvyklé umělecké provedení. Rytá kresba je pozorovatelná i na odrytém pozadí. Neumíme s jistotou říci, zda se jedná o záměr, nebo dnes již nedochovaný bílý nátěr. I když jsou ryté linie hluboké a při pohledu z lešení viditelné, z nádvoří je návštěvník zámku sotva zaregistruje. Při vizuálním průzkumu došlo k objevení fragmentů bílého nátěru v listech stromu. Na druhou stranu rozdílná degradace bílého nátěru na figure a v pozadí je nepravděpodobná.

V rámci celé fasády došlo na více místech ke objevení vertikálních a horizontálních linií, které by mohly dokazovat použití čtvercové sítě pro přenos jednotlivých scén na fasádu.

7. Závěr

První část diplomové práce se zabývala možnostmi zpevnění zpraškovatělé nástěnné malby nově vyvinutými akrylátovými latexy s biosložkou. Různými metodami se porovnávaly vlastnosti a konsolidační účinnost nového akrylátového latexu vyvinutého FCHT, UPCe s obsahem biosložky (20 %), se třemi komerčními konsolidanty na bázi vodných akrylátových disperzí (*Disperze K9*, *Medium for Consolidation*, *Primal AC 35*). Testy proběhly v laboratorních podmínkách na omítnutém panelu a na tělískách se simulovanou degradací barevné vrstvy.

Pro charakterizaci změn povrchu nástěnných maleb vlivem syntetických polymerů a biopolymerů použitých ke konsolidaci, byly porovnávány výsledky měření barevné difference s měřením konsolidační účinnosti a s pozorováním prostřednictvím mikroskopických technik.

Pozorované změny nevykazovaly jasné rozdíly, což vyplývá z relativně malých optických a mechanických změn během testování. Navzdory celkově mírným změnám bylo možné spektrofotometricky registrovat změny barvy způsobené tmavnutím, pouze u *Primalu AC 35* a žloutnutím vlivem ostatních latexů.

Konsolidační efekt se projevil u všech testovacích ploch, ale jen do určité míry a vybraných instrumentálních metod. Nanoindentační test zpevnění jednoznačně neprokázal. Zpevnění se projevilo jenom u *Primalu AC 35* po dvou aplikacích, u kterého se tvrdost barevné vrstvy zvýšila. Doplňkové testy konsolidační účinnosti (scotch-tape test, stěr vatovým tamponem) prokázaly dostatečnou a téměř stejnou míru zpevnění u všech konsolidantů jen s malými odchylkami. Vyšší zpevnění bylo oběma testy prokázáno pouze u *Primalu AC 35* a naopak nižší *Mediem for Consolidation*. Výsledky obou doplňkových testů byly potvrzeny i SEM analýzou, která zobrazila distribuci filmů ve shlucích, kromě *Media*, kde došlo k migraci do omítky. Přídavek nanočástic hydroxidu vápenatého v laboratorních latexech neprokázal očekávaný zesilující zpevňující efekt. Měření kontaktního úhlu zadefinovalo všechny konsolidované povrchy jako hydrofilní.

Dosavadní zjištění prokázala vhodnost nově vyvinutých akrylátových latexů s biosložkou z krátkodobého hlediska. Jejich vlastnosti a interakce s povrchem nástěnné malby jsou srovnatelné s komerčními konsolidanty v současnosti používanými pro nástěnnou malbu. Nejméně vhodným se při testování jevil *Primal AC 35* z důvodu nadměrného zpevnění a výrazných změn barvy způsobených ztmavnutím.

Výzkum bude pokračovat testy umělého stárnutí. Testovací tělíska byla v závěru experimentu vystavena zrychlenému stárnutí v testovací komoře QUV. Výsledky zrychleného stárnutí, které nejsou součástí diplomové práce, zásadně ovlivní dosavadní poznatky výzkumu a určí vhodnost konsolidantů na spráškovatelnou nástěnnou malbu z dlouhodobého hlediska. Za účelem zkvalitnění latexů, navrhujeme pokračování výzkumu a případně jejich další modifikace. Rovněž doporučujeme rozšířit výzkum o další vědní oblasti např. mikrobiologii.

Druhá část diplomové práce byla zaměřena na restaurování sgrafita, které zobrazuje výjev „*Hrdina v antikizující zbroji*“ na zámku v Litomyšli.

V uměleckohistorickém průzkumu jsme díky rozsáhlým písemným pramenům byli schopni zpracovat informace o historii a architektuře zámku Litomyšl. Bohatá na zdroje byla i historie samotné fasády 2. nádvoří, jejíž součástí je restaurované dílo. To si v průběhu let prošlo mnoha restaurátorskými zásahy o kterých jsme získali informace z dochovaných restaurátorských zpráv. Studium ikonografie objasnilo myšlenku a záměr zhotovení fasády s antikizujícími a biblickými obrazy a pomohlo pochopit námětové souvislosti. Rytiny, podle kterých byly jednotlivé úseky vytvořeny posloužily při vytváření návrhů na rekonstrukce.

Cílem restaurátorského průzkumu bylo definovat různé fenomény jako je výstavba sgrafita, popis omítkových vrstev, technika stínování, poškození, druhotné zásahy a jiné. Objevena byla např. čtvercová síť, sloužící k přenosu díla, či fragmenty vápenného nátěru na odrytém pozadí.

Před samotným restaurátorským zásahem byly provedeny zkoušky technologií a materiálů. Na základě vyhodnocení výše zmíněných průzkumů a zkoušek byla zformulována koncepce restaurování, která definovala postup restaurátorských prací.

Během restaurátorské intervence se velká pozornost soustředila na konsolidaci degradovaného sgrafita. Povrch restaurovaného úseku byl zbaven nečistot a druhotných vrstev, které narušovaly estetiku díla. Všechny defekty na díle byly vytmeleny a v závěru se přistoupilo k retuši a rekonstrukci.

Jednotlivé úkony byly průběžně fotograficky dokumentovány a pořízené fotografie jsou přiloženy ve fotografické a obrazové dokumentaci. Původní realizace, poškození, druhotné zásahy a restaurátorské zásahy jsou zakresleny v přiložené grafické dokumentaci.

8. Seznam literatury, pramenů a zdrojů

Literatura:

BŮŽEK, Václav a kolektiv. *Společnost českých zemí v raném novověku*. NLN - Nakladatelství Lidové noviny, 2010. ISBN 978-80-7422-062-3

DUCHÁČEK, Vratislav. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. přeprac. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2006. ISBN 80-7080-617-6.

HEIDINGSFELD, Viktor a ZELINGER, Jiří. *Polymery – chemie: vlastnosti a zpracování*: Sborník vysoké školy chemicko-technologické v Praze. Praha: SPN, 1985.

HLOUŠKOVÁ, Dagmar. *Problémy fixace barevné vrstvy: Lit. rešerše*. Praha: Státní restaurátorské ateliéry, 1991

HORIE, C. V. *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*. 2nd ed. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2010. ISBN 978-0-7506-6905-4.

KOPECKÁ, Ivana. *Základní informace o polymerních disperzích pro jejich použití při zpeňování omítek a nástěnných maleb*. Praha: Státní restaurátorské ateliéry, 1991.

MORA, Paolo, Laura MORA a Paul PHILIPPOT. *Conservation of wall paintings*. London: Butterworths, [1984]. Butterworths series in conservation and museology. ISBN 0-408-10812-6.

PETRO, Jozef. *České klenoty UNESCO*. Brno: CPress, 2018. ISBN 978-80-264-1862-7.

RATAJ, Tomáš. *České země ve stínu pŕlměsíce: obraz Turka v raně novověké literatuře z českých zemí*. Praha: Scriptorium, 2002. ISBN 80-86197-31-X.

SEIFERTO VÁ RACKOVÁ, Eliška. *Zámek Litomyšl: malá kniha o velkém stavení*. [Litomyšl]: město Litomyšl, 2021. ISBN 978-80-907947-4-0.

ŠŇUPÁREK, Jaromír a FORMÁNEK, Leopold. *Vodné disperze syntetických polymerů*. Praha: SNTL, 1979. Makromolekulární látky.

VANĚČEK I., HEIDINGSFELD V., Sborník vysoké školy chemicko-technologické v Praze S18,

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

WAISSER, Pavel (ed.). *Sgrafita zámku v Litomyšli*. Litomyšl [i.e. Pardubice]: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Pardubicích, 2011. ISBN 978-80-904097-9-8.

Prameny:

BAYER, K. Přednášky k výuce předmětu: Technologie restaurování a konzervace. Litomyšl, 2020-2024. Univerzita Pardubice. Fakulta restaurování.

BOŠTÍK, Václav; PALCR, Zdeněk; PODHRÁZSKÝ, Stanislav; ZOUBEK, Olbram. *Zpráva o restaurátorských pracích*. Litomyšl 1984 [strojopis a dokumentace, archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 31]

BOŠTÍK, Václav; PALCR, Zdeněk; PODHRÁZSKÝ, Stanislav; ZOUBEK, Olbram. *Zpráva o restaurátorských pracích*. Litomyšl 1985 [strojopis a dokumentace, archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32]

BOŠTÍK, Václav; PALCR, Zdeněk; PODHRÁZSKÝ, Stanislav; ZOUBEK, Olbram. *Zpráva o restaurátorských pracích*. Litomyšl 1985 a 1986 [strojopis a dokumentace, archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 36 a 37]

JAKUBŮ, Daniela. Přednášky k výuce předmětu: *Povrchová konsolidace nástěnných maleb*. Litomyšl 2022. Univerzita Pardubice. Fakulta restaurování.

KNOT, Marek. *Studium účinku akrylátových polymerních disperzí na vlastnosti cementových tmelů navržených pro jemnozrné typy pískovců. Posouzení vlastností nové generace akrylátových disperzí s obsahem biosložky. Restaurování pískovcové sochy*

Tomáše Garrigue Masaryka z Moravské Nové Vsi. Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Ateliér restaurování kamene. Litomyšl 2024.

KOLÁŘ, Martin; MACHOTOVÁ, Jana a HÁJEK, Martin. *Application of Vegetable Oil-Based Monomers in the Synthesis of Acrylic Latexes via Emulsion Polymerization*. *Coatings* 2023, 13, 262.

KRHÁNKOVÁ, Kateřina; WICHTERLOVÁ, Zuzana; MARČÍKOVÁ, Karolína. *Dokumentace restaurátorského průzkumu sgrafita, Státní zámek Litomyšl - 2. nádvoří*. Litomyšl, 2023.

LESNIAKOVÁ, P., RACKOVÁ, E., VOJTĚCHOVSKÝ, J. a WAISSER, P. *Sgrafita zámku v Litomyšli – příběhy fasád: systematická dokumentace, průzkum a monitoring sgrafitových fasád zámku v Litomyšli*. In: Hečková, P. HORÁK, P. et al. (ed.). *Interdisciplinarita v péči o kulturní dědictví: sborník z konference*, Litomyšl, 23. - 24. května 2013. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, s. 221-240.

LOMBARDI, E. DAFFONCHIO, D. *Biotechnologies for restoration of cultural heritage*. Università degli Studi di Milano, 2014 Dec 18. 27. ciclo, Anno Accademico 2014. [10.13130/lombardi-emanuela phd 2014-12-18].

M. VAN DEN BURG, Julia; SEYMOUR Kate, *Consolidation of Paint and Ground*. Amersfoort: Cultural Heritage Agency of the Netherlands, 2023.

RODRIGUES, J.D.; GROSSI, A. *Indicators and ratings for the compatibility assessment of conservation actions*, *J. Cult. Herit.* 8 (1) (2007) 32–43.

SLOUKOVÁ, Lenka. *RESTAUROVÁNÍ VÝJEVU S OZNAČENÍM „ARCHANGELI“ NA KLENBĚ KAPLE SV. ISIDORA V KŘENOVĚ*. Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Ateliér restaurování nástěnné malby a sgrafita. Litomyšl 2015.

VOJTĚCHOVSKÝ, J. VEDRAL, M. *Průzkum a zajištění figurální sgrafitové výzdoby jihovýchodní fasády 2. nádvoří zámku v Litomyšli*. Litomyšl, 2012.

WAISSER, Pavel. VOJTĚCHOVSKÝ, Jan. *Vývoj a údržba sgrafitové výzdoby zámku Litomyšl*. In: *Obnova památek 2021 – sgrafito*, Praha 14.-15. září 2021. Praha: Studio Axis, 2021, s. 63-73.

Internetové zdroje:

ANONYM. *Restaurování sgrafitového pláště zámku* [online]. [cit.2024-12-7]. Dostupné z: <https://lam.litomysl.cz/objekt/01-93-restaurovani-sgrafitoveho-plaste-zamku>

ANONYM. *Q-SUN Xenon Arc Testers* [online]. [cit. 2025-01-03]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/weathering/equipment-accessories/q-sun>

ANONYM. *Historie zámku v Litomyšli*-[online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z: <https://zamek-litomysl.cz/cs/o-zamku/historie>

ANONYM. *Stavební obnova zámku v Litomyšli*-[online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z: <https://www.zamek-litomysl.cz/cs/stavebni-obnova-zamku>

ANONYM. *Koning Arsames*, anoniem, 1547 - 1585-[online]. [cit.2024-8-6].Dostupné z: <https://www.rijksmuseum.nl/nl/collectie/RP-P-1982-125>

ANONYM. *Zámek v Litomyšli*-[online]. [cit.2024-20-7]. Dostupné z: <https://www.npu.cz/cs/pamatkova-pece/pamatkovy-fond/pamatky-s-mezinarodnim-statusem/litomysl>

BAGNIUK, Jacek; BIALEK-KOSTECKA, Dorota; FORCZEK-SAJDAK, Anna; KASZOWSKA, Zofia; SKRZELOWSKA, Justyna. *Color changes in wall paintings under the influence of consolidation with synthetic polymers*. Color research and application. Volume 44, Issue 5, October 2019. s. 772-782 Dostupné na: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/col.22383?saml_referrer

BURNSTOCK, Aviva. a JONES, Chris. *Scanning electron microscopy techniques for imaging materials from paintings*. In *Radiation in Art and Archeometry* [online]. December 2000, p.202-231 [cit. 2025-02-02]. Dostupné na:

https://www.researchgate.net/publication/288230284_Scanning_electron_microscopy_techniques_for_imaging_materials_from_paintings

CARUSO, M.R., D'AGOSTINO, G., MILIOTO, S. *et al.* *A review on biopolymer-based treatments for consolidation and surface protection of cultural heritage materials.* *J Mater Sci* 58, 12954–12975 (2023). Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08833-5>

CHEN, Dao-Long; YANG, Ping-Feng; LAI, Yi-Shao. *A review of three-dimensional viscoelastic models with an application to viscoelasticity characterization using nanoindentation*, *Microelectronics Reliability*, Volume 52, Issue 3, 2012, Pages 541-558, ISSN 0026-2714. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026271411004537>

DRDÁCKÝ, Miloš; SLÍŽKOVÁ, Zuzana; LESÁK, Jaroslav; RESCIC, Silvia; TIANO, Piero. *Standardization of peeling tests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of historic stone surfaces.* *Materials and Structures* . April 2011. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/257896138_Standardization_of_peeling_tests_for_assessing_the_cohesion_and_consolidation_characteristics_of_historic_stone_surfaces

ERSHAD-LANGROUDI, A., FADAEI, H. & AHMADI, K. *Application of polymer coatings and nanoparticles in consolidation and hydrophobic treatment of stone monuments.* *Iran Polym J* 28, 1–19 (2019). Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13726-018-0673-y>

FIALOVÁ, A. *Rozpuštnost polymerů – podstatné kritérium pro výběr konsolidačních prostředků.* In: *Restaurování a ochrana uměleckých děl: Konsolidace uměleckých děl: Konference sdružení pro ochranu památek Arte-fakt, Galerie Středočeského kraje, Kutná Hora, 19. listopadu 2015* [online]. B. m. [Kutná Hora]: Arte-fakt, sdružení pro ochranu památek, 2015, s. 56–63 [cit. 2025-03-03]. Dostupné na: https://arte-fakt.cz/dokumenty/10.konference%20na%20web/s.56-63_Fialova.pdf

GETAHUN, Muluken Jemberie; KASSIE, Bantamlak Birlie; ALEMU, Tsega Samuel. *Recent advances in biopolymer synthesis, properties, & commercial applications: a review.*

Process Biochemistry. Volume 145, October 2024, s. 261-287. Dostupné na:
[#https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511324002204](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511324002204)

HANSEN, E., DOEHNE, E. et al. *A review of selected inorganic consolidants and protective treatments for porous calcareous materials*. Studies in Conservation [online]. 2003, 48, s.13–25 [cit. 2024-12-04]. Dostupné na:
<https://doi.org/10.1179/sic.2003.48.Supplement-1.13>

HOMOLA, Vladimír. *Kontaktní úhel jako kvantifikátor smáčitelnosti materiálu* [online]. 2012 [cit.2025-03-25] Dostupné z:
<https://homel.vsb.cz/~hom50/SLBGEOST/KUH/GS13.HTM>

IAFRATE, Sara; SIDOTI, Giancarlo; CAPASSO, Filippo Edoardo; GIANDOMENICO, Manuel; MUCA, Sokol; DANIELE, Valeria; TAGLIERI, Giuliana. *New Perspectives for the Consolidation of Mural Paintings in Hypogea with an Innovative Aqueous Nanolime Dispersion, Characterized by Compatible, Sustainable, and Eco-Friendly Features*. Nanomaterials. Volume 13. Issue 2. 12 January 2023. Dostupné z:
<https://www.mdpi.com/2079-4991/13/2/317>

LIANG, Xinhua; GUO, Shuai; KUANG, Xiaojun; WAN, Xiaoqian; LIU, Lu; ZHANG, Fei; JIANG, Gaoming; CONG, Honglian; HE, Haijun; TAN, Swee Ching. *Recent advancements and perspectives on processable natural biopolymers: Cellulose, chitosan, eggshell membrane, and silk fibroin*. Science Bulletin. Volume 69, Issue 21. November 2024. s. 3444-3466. Dostupné na:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095927324006030>

LY, Bao; DYER, Ethan; FEIG, Jessica; CHIEN, Anna; BINO, Sandra. *Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement*. The Journal of investigative dermatology. Jan 2020. Dostupné na:
https://www.researchgate.net/figure/The-CIELAB-color-space-diagram-The-CIELAB-or-CIE-L-a-b-color-system-represents_fig1_338303610

MACHOTOVÁ, J. KALEDOVÁ, A. et al. *Waterborne hygienic coatings based on self-crosslinking acrylic latex with embedded inorganic nanoparticles: a comparison of*

nanostructured ZnO and MgO as antibacterial additives. Progress in Organic Coatings [online].2020, 147,s. 105704. Dostupné na:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300944020300655>

MASI, Giulia; DAL POZZO, Alessandro; UGOLOTTI, Greta; TUGNOLI, Alessandro; SASSONI, Enrico. *Choosing the consolidant for carbonate substrates: Technical performance and environmental sustainability of selected inorganic and organic products*, Construction and Building Materials, Volume 407, 2023, 133599, ISSN 0950-0618, Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823033172>

MOKRZYCKI, Wojciech a TATOL, Maciej. (2011). *Color difference Delta E - A survey*. Machine Graphics and Vision. 20. s. 383-411. Dostupné na:
https://www.researchgate.net/publication/236023905_Color_difference_Delta_E_-_A_survey

Národní památkový ústav: Památkový katalog [online]. [cit. 2024-07-3]. Dostupné z:
https://www.npu.cz/portal/o-nas/npu-a-pamatkova-pece/pamatky-a-pamatkova-pece/pamatkovy-fond/pamatky-s-mezinarodnim-statusem/OUV/VYJIMECNA%20SVETOVA%20HODNOTA_LITOMYSL.pdf

PALLA, F. *Bioactive molecules: innovative contributions of biotechnology to the restoration of cultural heritage*. Conservation Science in Cultural Heritage [online]. 2013, 13(1), s. 369–373 [cit. 2025-05-14]. Dostupné na:
<https://doi.org/10.6092/issn.1973-9494/4191>

PONDELAK, Andreja; KRAMAR, Sabina; LESAR KIKELJ, Martina; SEVER ŠKAPIN, Andrijana. *In-situ study of the consolidation of wall paintings using commercial and newly developed consolidants*. Journal of Cultural Heritage 28 (2017) 1–8. Dostupné na:
www.sciencedirect.com

RANALLI, G. ZANARDINI, E. *Biocleaning on Cultural Heritage: new frontiers of microbial biotechnologies*. Journal of Applied Microbiology [online]. 2021, 131 (2, 1), s. 583–603 [cit. 2025-14-05]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/jam.14993>

RONDA, J.C. LLIGADAS, G. et al. *Vegetable oils as platform chemicals for polymer synthesis*. Eur. J. Lipid Sci. Technol [online]. 2011, 113 s. 46-58 [cit. 2024-05-14].
Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201000103>

TULLIANI, Jean-Marc; FORMIA, Alessandra; SANGRMANO, Marco.
Organic-inorganic material for the consolidation of plaster. Journal of Cultural Heritage,
Volume 12, Issue 4, 2011, Pages 364-371, ISSN 1296-2074, Dostupné na:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207411000343>

ZHANG, Chaoqun; GARRISON, F. Thomas; MADBOULY, A. Samy; KESSLER, R.
Michael. *Recent advances in vegetable oil-based polymers and their composites*. Progress
in Polymer Science. Volume 71, August 2017, s. 91-143. Dostupné na:
“<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079670016301198?via%3Dihub>

WELSH., E. *A Consolidation Treatment for Powdery Matte Paint*. Materials Science, Art
[online]. 1980, s. 141–150 [cit. 2025-04-15]. Dostupné
na:<https://cool.culturalheritage.org/byauth/welsh/welsh1.html>

WOOLFITT, Catherine. *Soluble Salts in Masonry* [online]. 2000 [cit. 2023-05-03].
Dostupné z: https://www.buildingconservation.com/articles/salts/salts_masonry.htm

9. Seznam obrazových a grafických příloh

9.1. Seznam obrazové přílohy

9.1.1. Obrazová příloha teoretické části

Obr. 01: Grafické znázornění mechanismu poškození malířských vrstev vlivem ztráty adheze a koheze.

Obr. 02: Chování konsolidantů při zpevnění nástěnné malby.

Obr. 03: Obecné strategie syntézy polymerů na bázi rostlinných olejů.

Obr. 04: Průběh přípravy testovacího panelu po nanesení intonaca.

Obr. 05: Průběh přípravy testovacích tělísek.

Obr. 06: Testovací tělíska s aplikační plochou 4 cm x 4 cm po nanesení barevné vrstvy.

Obr. 07: Panel po aplikaci konsolidantů - viditelná změna barevnosti vlivem konsolidace akrylátovou disperzí *Primal AC 35* (označeno červeně).

Obr. 08: Diagram barevného prostoru CIELAB.

Obr. 09: Nastříhaná oboustranná lepicí páska *Tesa* připravená k testování.

Obr. 10: Odebrané vzorky z panelu pro analýzu kontaktního úhlu.

Obr. 11: Spektra jednotlivých typů lamp v porovnání se slunečním světlem.

Obr. 12: D_RO (vlevo), D_RO_Cal (vpravo).

Obr. 13: D_LO (vlevo), D_LO_Cal (vpravo).

Obr. 14: K9 (vlevo), MFC (vpravo).

Obr. 15: D_0 (vlevo), D_0_Cal (vpravo).

Obr. 16: Scotch-tape test č. 1. In situ metoda. Vzorky po provedení testu připravené k zvážení. Z barevné intenzity lze míru koheze barevné vrstvy vyhodnotit semikvitativně.

Obr. 17: Scotch-tape test č. 2. Ex situ metoda.

Obr. 18: D_RO_Cal při zvětšení: 10.0 kx.

Obr. 19: D_RO_Cal při zvětšení: 15.0 kx.

Obr. 20: D_LO při zvětšení: 30.0 kx.

Obr. 21: D_LO při zvětšení: 40.0 kx.

Obr. 22: MFC při zvětšení: 10.0 kx.

Obr. 23: MFC při zvětšení: 20.0 kx.

Obr. 24: Pri AC 35 při zvětšení: 10.0 kx.

Obr. 25: Pri AC 35 při zvětšení: 20.0 kx.

9.1.2. **Obrazová příloha praktické části**

Obr. 01: Pohled na jihozápadní a jihovýchodní fasádu zámku Litomyšl. Foto dostupné z:
<https://www.zamek-litomysl.cz/cs/fotogalerie>

Obr. 02: Lokalizace zámku Litomyšl na mapě. Foto dostupné z:
<https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=661635&MarQParamCount=1>.

Obr. 03: Pohled na zámek z roku 1805. Zobrazení zachycuje úpravu všech vnějších omítek se světle zeleným nátěrem. Mědirytina kolorovaná akvarelem. (W. Berger podle Emaná Lib. Barona de Malowetz. Abbildungen sämtlicher alten und neuen Schlösser in Böhmen, 1802-1809, vydal F. K. Wolf v Praze 1806. SOkA Svitavy Sbirka dokumentace kart. 223/6)

Obr. 04: Vyobrazení jihozápadní a jihovýchodní fasády zámku v Litomyšli. Architektonický obzor. Ročník 13, 11. Foto dostupné z:
<https://www.theatre-architecture.eu/cs/db/?theatreId=65>

Obr. 05: Sgrafitová fasáda 2. nádvoří zámku v Litomyšli z 1885. SOA Zámorsk, fond Velkostatek Litomyšl, Wiener Bauhutte XVIII, 1891, tab. 14-18, inv. č. 384.

Obr. 06: Sgrafitová fasáda 2. nádvoří zámku v Litomyšli z 2012. Foto:Mgr. art Jan Vojtěchovský. Foto dostupné z: VOJTĚCHOVSKÝ, J. VEDRAL, M. Průzkum a zajištění

figurální sgrafitové výzdoby jihovýchodní fasády 2. nádvoří zámku v Litomyšli. Litomyšl, 2012.

Obr. 07: Grafická předloha vyobrazující perského krále Arsama (1579 nebo 1585), použitá k výjevu Hrdina v antikizující zbroji. Foto dostupné z:

<https://www.rijksmuseum.nl/nl/collectie/RP-P-1982-125>

Obr. 08: Sgrafito vyobrazující Hrdinu v antikizující zbroji. Fotogrammetrická dokumentace (ortofotoplán), stav k 29.2.2024. Zpracoval: Ing. Pavel Hlavenka, Ing. Jiří Vidman v březnu 2024

Obr. 09: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav před restaurováním. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.

Obr. 10: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav před restaurováním. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.

Obr. 11: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav po restaurování. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.

Obr. 12: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav po restaurování. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.

Obr. 13: Pohled na polocelek restaurovaného úseku. Stav před restaurováním.

Obr. 14: Vrchní část restaurovaného úseku s výjevem Hrdiny v antikizující zbroji. Stav před restaurováním.

Obr. 15: Spodní část restaurovaného úseku s výjevem Hrdinu v antikizující zbroji. Stav před restaurováním. Stav před restaurováním.

Obr. 16: Detail na helmu figury s poškozením, jako je ztráta vápenného nátěru, ptačí trus a cákance neznámého původu. Stav před restaurováním.

Obr. 17: Detail struktury omítky s pojivovými částicemi na odrytém pozadí. Stav před restaurováním.

Obr. 18: Fotografie zachycuje ryté linie stromu na odrytém pozadí. Původní barevnost omítky je překryta druhotnými lazurními nátěry. Stav před restaurováním.

Obr. 19: Detail rytých linií stromu v plošně odrytém pozadí. Stav před restaurováním.

Obr. 20: Detail zachycující erodovaný povrch omítky a zaslepenou jemnou šrafuru druhotným vápenným nátěrem. Stav před restaurováním.

Obr. 21: Detail zachycující jemnou šrafuru na drapérii figury. Stav před restaurováním.

Obr. 22: Poškození v podobě ztmavlého povrchu omítky v důsledku sulfatizace povrchu a cákance neznámého původu. Stav před restaurováním.

Obr. 23: Detail dokumentující hluboké rytí do omítky a sulfatizaci povrchu v hloubkách odryté plochy. Stav před restaurováním.

Obr. 24: Poškození v oblasti nohou figury v místě odstříku vody od římsy v podobě ztráty druhotného intonaca pocházejícího z předchozího restaurátorského zásahu pod vedením O. Zoubka. Stav před restaurováním.

Obr. 25: Ztráta intonaca ve spodní části výjevu nad římsou. Jedná se o degradovanou rekonstrukci z let 1984–1987. Stav před restaurováním.

Obr. 26: Detail dokumentující vlasové trhliny a nečistoty na druhotném vápenném nátěru.

Obr. 27: Sonda z průzkumu 2024.

Obr. 28: Celek úseku vyobrazující Hrdinu v antikizující zbroji. Stav po očištění, konsolidaci a odstra druhotných vrstev.

Obr. 29: Spodní část restaurovaného úseku. Stav po očištění a redukci nesoudržných druhotných vrstev.

Obr. 30: Detail po odstranění povrchového znečištění a revizi druhotných nátěrů.

Obr. 31: Detail ruky. Stav po očištění zaslepené šrafury od druhotného nátěru.

Obr. 32: Nejdegradovanější oblast restaurované části. V těchto místech byla provedena rozsáhlá konsolidace. Stav po očištění a injektáži.

Obr. 33: Odstranění síranových krust 20 % (hm.) roztokem uhličitanu amonného z hloubek ryté kresby. Stav po očištění.

Obr. 34: Odstranění síranových krust 20 % (hm.) roztokem uhličitanu amonného z hloubek ryté kresby na plošně odrytém pozadí. Stav po očištění.

Obr. 35: Kresební návrh rekonstrukce prstů na nohou figury.

Obr. 36: Detail průběhu rekonstrukce prstů na nohou figury. Stav po tmelení.

Obr. 37: Celek úseku vyobrazující Hrdinu v antikizující zbroji. Stav po restaurování. Fotogrammetrická dokumentace (ortofotoplán), stav k 26.11.2024. Zpracoval: Ing. Pavel Hlavenka, Ing. Jiří Vidman v prosinci 2024.

Obr. 38: Spodní část restaurovaného úseku. Stav po retuši rekonstrukci v oblasti nohou figury.

Obr. 39: Horní partie restaurovaného úseku. Stav po retuši.

Obr. 40: Detail na rekonstrukci ve spodní části restaurovaného úseku. Stav po retuši.

Obr. 41: Detail na rekonstrukci prstů na nohou figury. Stav po retuši.

Obr. 42: Polocelek Hrdiny v antikizující zbroji v rozptýleném denním světle. Stav po retuši.

Obr. 43: Detail na obličej figury. Stav po retuši.

Obr. 44: Detail ruky figury. Stav po retuši.

Obr. 45: Detail na chochol helmy. Stav po retuši.

Obr. 46: Sekvence detailu nohou figury před restaurováním, po očištění, po tmelení a po retuši.

9.2. Seznam grafické přílohy

Grafické zakreslení. Původní realizace a zásahy - sgrafito a kámen.

Grafické zakreslení. Poškození - sgrafito.

Grafické zakreslení. Restaurátorské zásahy.

10. Seznam tabulek

10.1. Seznam tabulek v teoretické části

Tab. 01: Vlastnosti všech testovaných akrylátových latexů. PH a obsah sušiny u všech konsolidantů byly stanoveny v rámci experimentu (kap. 5.3). Viskozita, MFT a velikost částic laboratorních latexů stanovily Martin Kolář, Jana Machotová, FCHT, UPCE. U komerčních produktů byly tyto vlastnosti převzaty z technických listů.

Tab. 02: Složení nově vyvinutých akrylátových latexů s biosložkou a bez biosložky vyvinuté ve spolupráci s FCHT, UPCE.

Tab. 03: Složení barevných a omítkových vrstev k přípravě panelu a tělísek.

Tab. 04: Rozmístění aplikačních zkoušek na zkušebním panelu. Zelená a šedá pole jsou referenční a zkušební plochy.

Tab. 05: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu s leskem (SCI).

Tab. 06: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu bez lesku SCE.

Tab. 07: Filmy testovaných konsolidantů. Viditelné rozdíly mezi syntetickými konsolidanty (bílý až transparentní film) a biokonsolidanty (žlutý film).

Tab. 08: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na tělískách s leskem (SCI). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

Tab. 09: Změny světlosti ΔL^* , chromatických změn Δa^* , Δb^* a celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na tělískách bez lesku (SCE). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

Tab. 10: Vyhodnocení lesku na panelu na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).

Tab. 11: Vyhodnocení lesku pro dvě sady tělísek (A, B) na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).

Tab. 12: Vyhodnocení tvrdosti barevné vrstvy H (GPa) a hodnoty směrodatné odchylky (STD) naměřené pomocí nanoindentoru na 5 místech barevné vrstvy. Referenční hodnota je vzorek bez provedení zpevnění. Měření byla provedena na nábrusu připraveném ze

vzorku odebraném z panelu po 3 aplikacích (3 apl). U latexu *Primal AC 35* bylo stejné měření provedeno také po 2 aplikacích (2 apl).

Tab. 13: Vyhodnocení účinku zpevnění odtrhovým (scotch-tape) testem podle číselné škály (0-3) vyjadřující míru sprašování - srovnání testu č. 1 a č 2.

Tab. 14: Vyhodnocení míry sprašování barevné vrstvy před (referenční) a po konsolidaci stěrem pomocí vatového tamponu.

Tab. 15: Mikrostruktura konsolidované barevné vrstvy u vybraných konsolidantů studována skenovací elektronovou mikroskopií.

Tab. 16: Mikrostruktura konsolidované barevné vrstvy studována 3D mikroskopií.

Tab. 17: Úhel smáčení měřený na filmech konsolidantů. Hodnoty byly měřeny dvakrát. Průměr z prvního měření dosahuje $69,7^\circ$, zatímco průměr z druhého měření (uveden v tabulce) je $83,3^\circ$, což činí odchylku $13,6^\circ$.

10.2. Seznam tabulek v praktické části

Tab. 01: Složení zkušebních tmelů.

Tab. 02: Zkoušky retuše vápenného nátěru v první fázi.

Tab. 03: Zkoušky retuše vápenného nátěru v druhé fázi.

11. Seznam grafů

11.1. Seznam grafů v teoretické části

Graf 01: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu s leskem (SCI).

Graf 02: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci. Měření na panelu bez lesku (SCE).

Graf 03: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci se třemi aplikacemi konsolidantu. Měření na tělískách leskem (SCI). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

Graf 04: Změny celkové barvové difference ΔE^* po konsolidaci se třemi aplikacemi konsolidantu. Měření na tělískách bez lesku (SCE). A a B představují výsledky získané měřením na dvou tělískách zpevněných jedním typem konsolidantu.

Graf 05: Změny v lesku na panelu na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).

Graf 06: Změny v lesku pro dvě sady tělísek (A, B) se třemi aplikacemi konsolidantu na základě rozdílu ΔE^* v režimu (SCI) a (SCE).

12 Fotografická dokumentace

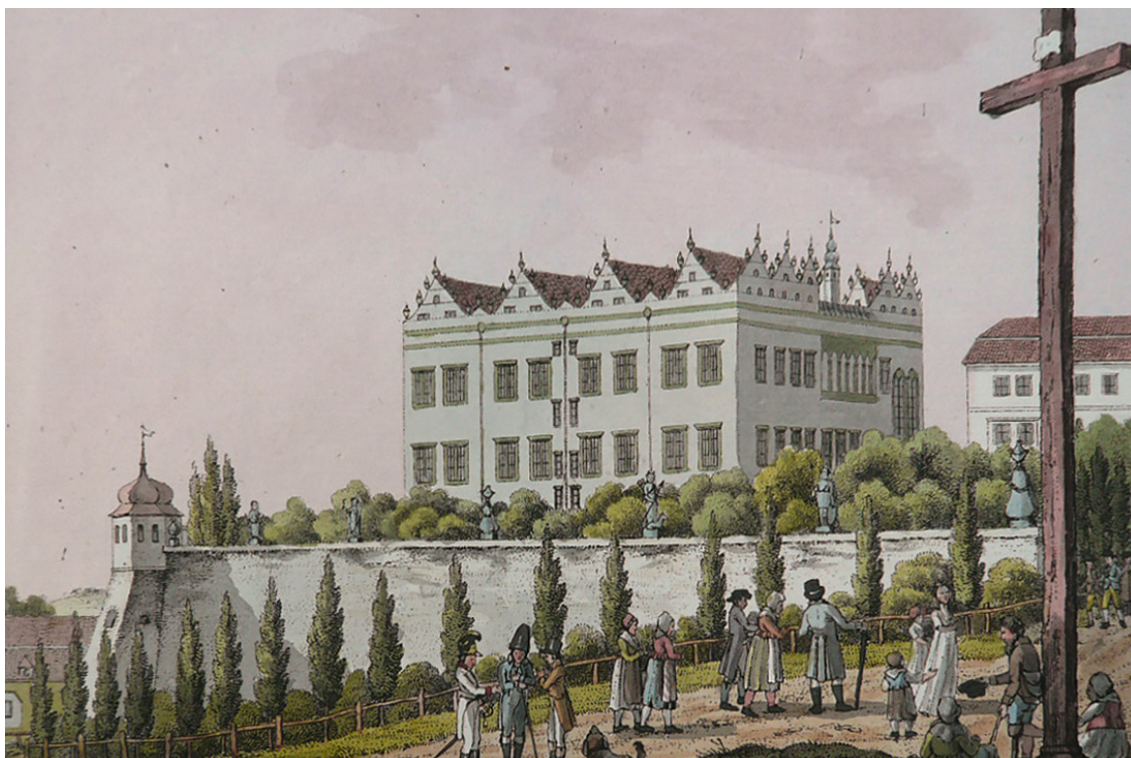
12.1 Historické fotografie



Obr. 01: Pohled na jihozápadní a jihovýchodní fasádu zámku Litomyšl. Foto dostupné z: <https://www.zamek-litomysl.cz/cs/fotogalerie>



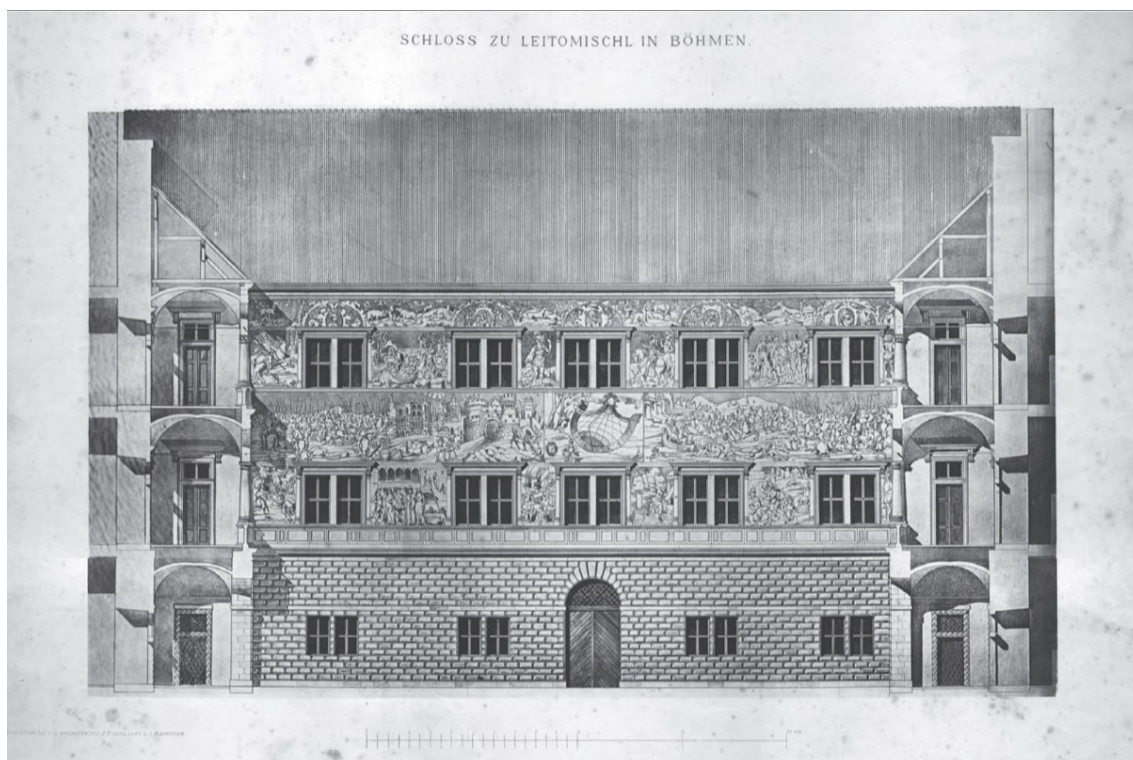
Obr. 02: Lokalizace zámku Litomyšl na mapě. Foto dostupné z: <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=661635&MarQParamCount=1>.



Obr. 03: Pohled na zámek z roku 1805. Zobrazení zachycuje úpravu všech vnějších omítek se světle zeleným nátěrem. Mědirytina kolorovaná akvarelem. (W. Berger podle Emanu Lib. Barona de Malowetz. Abbildungen sämtlicher alten und neuen Schlösser in Böhmen, 1802-1809, vydal F. K. Wolf v Praze 1806. SOkA Svitavy Sběrka dokumentace kart. 223/6)



Obr. 04: Vyobrazení jihozápadní a jihovýchodní fasády zámku v Litomyšli. Architektonický obzor. Ročník 13, 11. Foto dostupné z: <https://www.theatre-architecture.eu/cs/db/?theatreId=65>



Obr. 05: Sgrafitová fasáda 2. nádvoří zámku v Litomyšli z 1885. SOA Zámorsk, fond Velkostatek Litomyšl, Wiener Bauhütte XVIII, 1891, tab. 14-18, inv. č. 384.



Obr. 06: Sgrafitová fasáda 2. nádvoří zámku v Litomyšli z 2012. Foto:Mgr. art Jan Vojtěchovský. Foto dostupné z: VOJTĚCHOVSKÝ, J. VEDRAL, M. Průzkum a zajištění figurální sgrafitové výzdoby jihovýchodní fasády 2. nádvoří zámku v Litomyšli. Litomyšl, 2012.



Obr. 07: Grafická předloha vyobrazující perského krále Arsama (1579 nebo 1585), použitá k výjevu Hrdina v antikizující zbroji. Foto dostupné z: <https://www.rijksmuseum.nl/ml/collectie/> RP-P-1982-125



Obr. 08: Sgraffito vyobrazující Hrdinu v antikizující zbroji. Fotogrammetrická dokumentace (ortofotoplán), stav k 29.2.2024. Zpracoval: Ing. Pavel Hlavenka, Ing. Jiří Vidman v březnu 2024



Obr. 09: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav před restaurováním. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.



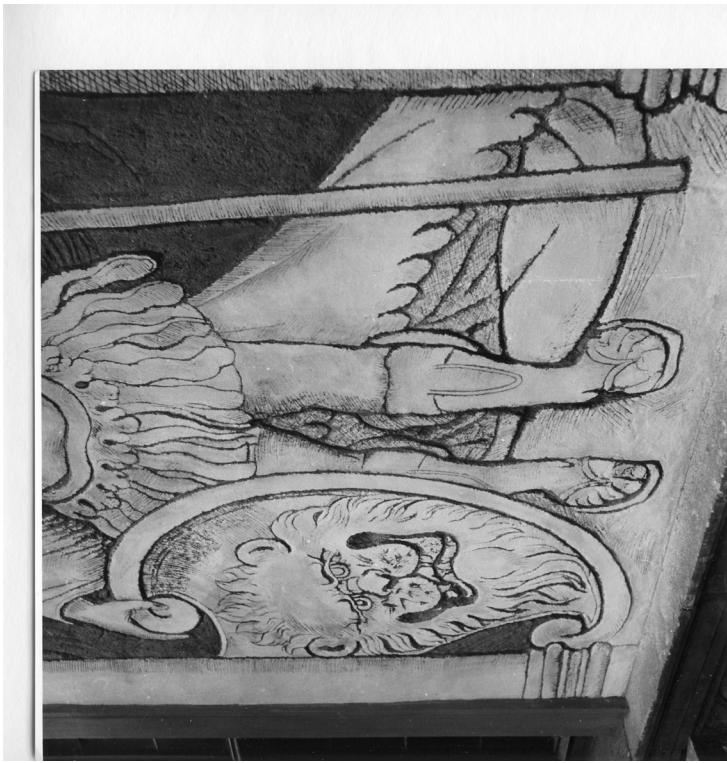
Obr. 10: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav před restaurováním. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.



MARS - DETAIL - VÝSLEDNÝ STAV

3

Obr. 11: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav po restaurování. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.



MARS - DETAIL - VÝSLEDNÝ STAV

4

Obr. 12: Restaurování sgrafita v letech 1984–1987. Stav po restaurování. Foto dostupné z: BOŠTÍK, V. PALCR, Z. PODHRÁZSKÝ, S. ZOUBEK, O. Zpráva o restaurátorských pracích [strojopis]. Litomyšl, 1986. Uloženo: archiv NPÚ ÚOP v Pardubicích, rest. zpráva č. 1529, fasc. č. 32.

12.2 Stav před restaurováním



Obr. 13: Pohled na polocelek restaurovaného úseku v rozptýleném denním světle. Stav před restaurováním.



Obr. 14: Vrchní část restaurovaného úseku s výjevem *Hrdiny v antikizující zbroji*. Stav před restaurováním.



Obr. 15: Spodní část restaurovaného úseku s výjevem *Hrdinu v antikizující zbroji s nejrozsáhlejší degradací omítkových vrstev*. Stav před restaurováním.



Obr. 16: Detail na helmu figury s poškozením, jako je ztráta vápenného nátěru, ptačí trus a cákance neznámého původu. Stav před restaurováním.



Obr. 17: Detail struktury omítky s pojivovými částicemi na odrytém pozadí. Stav před restaurováním.



Obr. 18: Fotografie zachycuje ryté linie stromu na plošně odrytém pozadí. Původní barevnost omítky je překryta druhotnými lazurními nátěry. Stav před restaurováním.



Obr. 19: Detail rytých linií stromu v plošně odrytém pozadí. Stav před restaurováním.



Obr. 20: Detail zachycující erodovaný povrch omítky a zaslepenou jemnou šrafuru druhotným vápenným nátěrem. Stav před restaurováním.



Obr. 21: Detail zachycující jemnou šrafuru na drapérii figury. Stav před restaurováním.



Obr. 22: Poškození v podobě ztmavlého povrchu omítky v důsledku sulfatizace povrchu a cákance neznámého původu. Stav před restaurováním.



Obr. 23: Detail dokumentující hluboké rytí do omítky a sulfatizaci povrchu v hloubkách odryté plochy. Stav před restaurováním.



Obr. 24: Poškození v oblasti nohou figury v místě odstříku vody od římsy v podobě ztráty druhotného intonaca pocházejícího z předchozího restaurátorského zásahu pod vedením O. Zoubka. Stav před restaurováním.



Obr. 25: Ztráta intonaca ve spodní části výjevu nad římsou. Jedná se o degradovanou rekonstrukci z let 1984–1987. Stav před restaurováním.



Obr. 26: Detail dokumentující vlasové trhliny a nečistoty na druhotném vápenném nátěru.



Obr. 27: Sonda z průzkumu 2024.

12.3 Postup restaurátorských prací



Obr. 28: Celek úseku vyobrazující Hrdinu v antikizující zbroji v rozptýleném denním světle. Stav po očištění, konsolidaci a odstranění druhotných vrstev.



Obr. 29: Spodní část restaurovaného úseku. Stav po očištění a redukci nesoudržných druhotných vrstev.



Obr. 30: Detail na hlavu figury po odstranění povrchového znečištění a revizi druhotných nátěrů.



Obr. 31: Detail ruky. Stav po očištění zaslepené šrafony od druhotného nátěru.



Obr. 32: Nejdegradovanější oblast restaurované části. V těchto místech byla provedena rozsáhlá konsolidace. Stav po očištění a injektáži.



Obr. 33: Odstranění síranových krust 20 % (hm.) roztokem uhličitanu amonného z hloubek ryté kresby. Stav po očištění.



Obr. 34: Odstranění síranových krust 20 % (hm.) roztokem uhličitanu amonného z hloubek ryté kresby na plošně odrytém pozadí. Stav po očištění.



Obr. 35: Kresební návrh rekonstrukce prstů na nohou figury.



Obr. 36: Detail zachycující prsty na nohou figury v průběhu rekonstrukce. Stav po tmelení.

12.4 Stav po restaurování



Obr. 37: Celek úseku vyobrazující *Hrdinu v antikizující zbroji*. Stav po restaurování. Fotogrammetrická dokumentace (ortofotoplán), stav k 26.11.2024. Zpracoval: Ing. Pavel Hlavenka, Ing. Jiří Vidman v prosinci 2024.



Obr. 38: Spodní část restaurovaného úseku. Stav po retuši a rekonstrukci v oblasti nohou figury.



Obr. 39: Horní partie restaurovaného úseku. Stav po retuši.



Obr. 40: Detail na rekonstrukci ve spodní části restaurovaného úseku. Stav po retuši.



Obr. 41: Detail na rekonstrukci prstů na nohou figury. Stav po retuši.



Obr. 43: Detail na obličej figur. Stav po retuši.



Obr. 42: Poloclek Hrdiny v antikizující zbroji v rozptýleném denním světle. Stav po retuši.



Obr. 44: Detail ruky figury. Stav po retuši.



Obr. 45: Detail na chochol helmy. Stav po retuši.

12.5 Sekvence



Obr. 46: Sekvence detailu nohou figury před restaurováním, po očištění, po tmelení a po retuši.

13 Grafická dokumentace

B3



LEGENDA

Původní realizace a zásahy - sgrafito a kámen

-  Renesanční sgrafito 1580
-  Barokní sgrafito 1635
-  Kamenné části fasád
-  Sluneční hodiny
-  Denní díly
-  Rozkreslovací síť / linky
-  Historické tmely
-  Sádra
-  Tmely z 80. let, tmely Zoubek
-  Tmely 2012
-  Historická injektáž 2012 (vpichy, zalití groutem)
-  Dřevěné prvky
-  Kovové prvky (plechové, hromosvod, ...)
-  Zkouška postupů v rámci průzkumu 2023
-  Kotvy lešení (rok)
-  Sondy - zkoušky 2023

NÁZEV PROJEKTU
RESTAUROVÁNÍ SZ FASÁDY II. NÁDVORÍ

MÍSTO STAVBY
Státní zámek Litomyšl

STUPEŇ
Restaurátorská dokumentace

OBJEDNATEL
Archatt, s.r.o.

DATUM ZPRACOVÁNÍ
12/2024

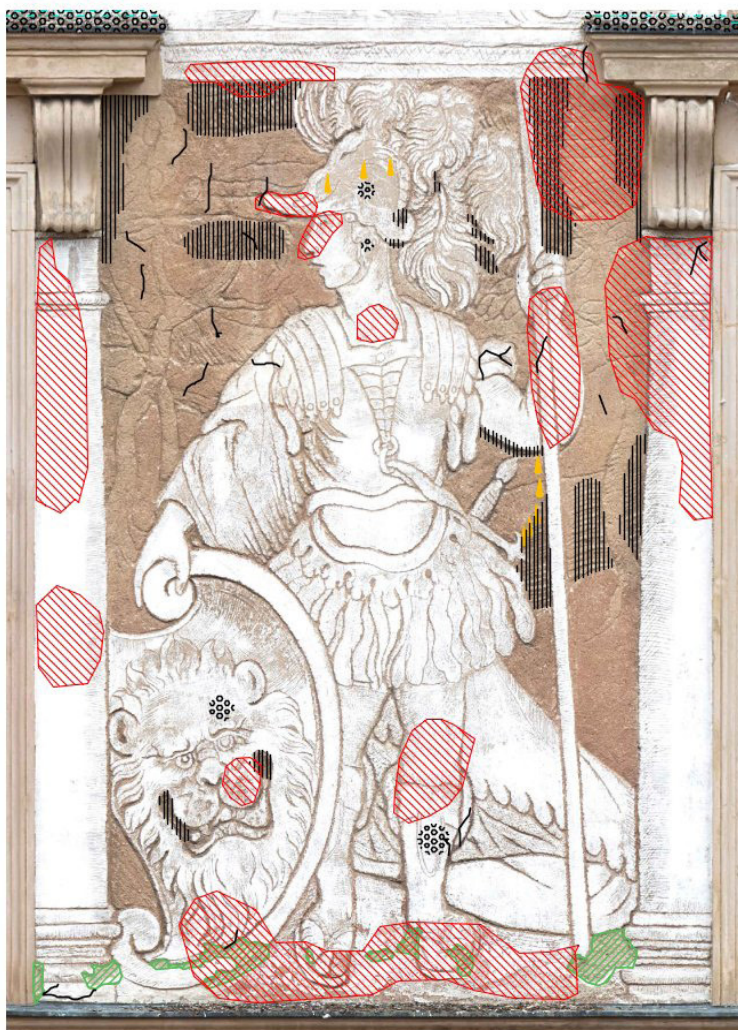
ZHOTOVITEL
UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta restaurování
Jiráskova 3, Litomyšl 570 01
MgA. et Mgr. Jana Waisserová,
Zahofany 49, 252 10 Zahofany,
povolení MK ČR čj. 6.965/96
MgA. Kateřina Krhánková,
Tvrého 289, 199 00 Praha 9,
povolení MK ČR čj. 3329/200
MgA. Zuzana Wichterlová,
Karlštejnská 33, 266 01 Beroun – Hostim,
povolení MK ČR čj. 7031/96 a 48427/2015
ARCHMENU s.r.o.,
Pražská 600, 122 10 Mníšek pod Brdy,
IČO: 19903944

FOTOGRAMETRIE
Ing. Jiří Vidman
U První baterie 703/41, 162 00 Praha 6
datum zhotovení: 03/2024

KRESLIL
Bc. Silvia Havlíková

MĚRÍTKO
1:20





LEGENDA

Poškození - sgrafito

	Degradace zdiva
	Úplná ztráta omítek - odhalené zdivo
	Ztráta intonaca
	Trhliny
	Dutiny
	Vybouleniny
	Zatekliny
	Ztmavlé mapy (vlhké mapy)
	Bio napadení (řasy a lišejníky)
	Bio napadení (ptačí trus)
	Korozní produkty mědi
	Cákance
	Zčernalý povrch

NÁZEV PROJEKTU
RESTAUROVÁNÍ SZ FASÁDY II. NÁDVOŘÍ

MÍSTO STAVBY
Státní zámek Litomyšl

STUPEŇ
Restaurátorská dokumentace

OBJEDNATEL
Archatt, s.r.o.

DATUM ZPRACOVÁNÍ
12/2024

ZHOTOVITEL

UNIVERZITA PARDUBICE

Fakulta restaurování
Jiráskova 3, Litomyšl 570 01

MgA. et Mgr. Jana Waisserová,
Zahořany 49, 252 10 Zahořany,
povolení MK ČR čj. 6.965/96

MgA. Kateřina Krhánková,
Tvrdého 289, 199 00 Praha 9,
povolení MK ČR čj. 3329/200

MgA. Zuzana Wichterlová,
Karlštejská 33, 266 01 Beroun – Hostim,
povolení MK ČR čj. 7031/96 a 48427/2015

ARCHMENU s.r.o.,
Pražská 600, 252 10 Mníšek pod Brdy,
IČO: 19903944

FOTOGRAMETRIE

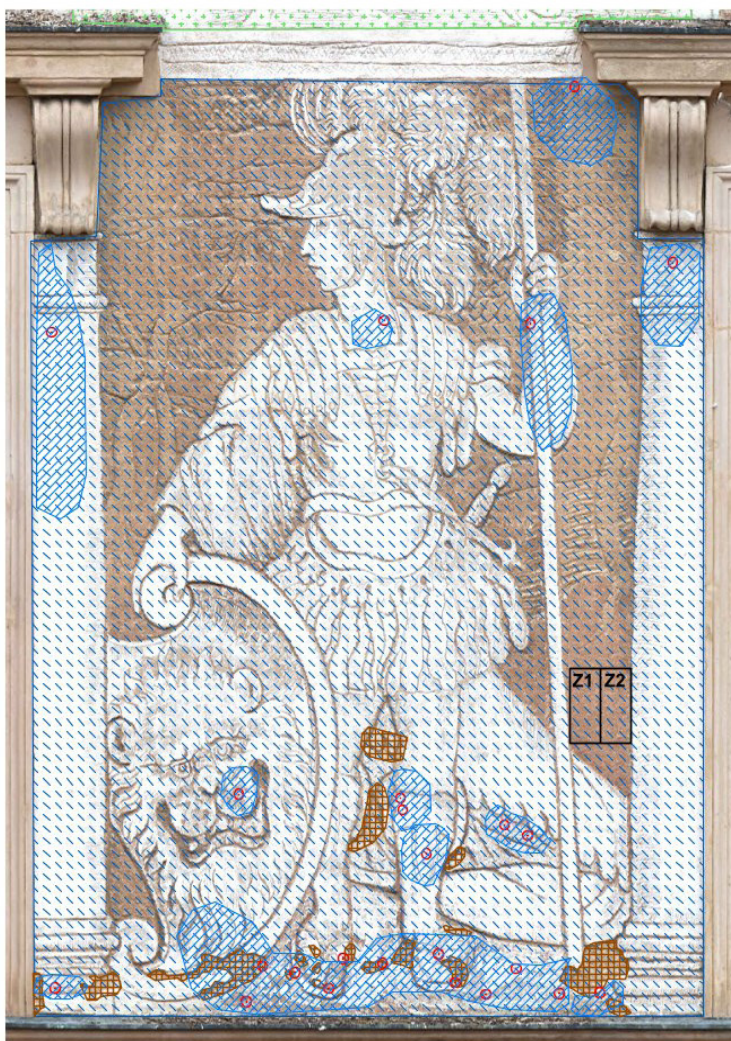
Ing. Jiří Vidman
U První baterie 703/41, 162 00 Praha 6
datum zhotovení: 03/2024

KRESLIL

Bc. Silvia Havlíková

MÉŘITKO

1:20



LEGENDA

Restaurátorské zásahy

- Z1 Lokalizace provedených zkoušek
- Přelepy (tylosa)
- Revize poškozených vysprávek
- Vpichy injektáže 2024
- Injektáž - rozsah
- Sanace bionapadení
- Povrchová konsolidace
- V1 Odebrané vzorky
- Tmely
- Odsolování
- Čištění žlutých výluhů/skvrn
- Chemické čištění mědi

NÁZEV PROJEKTU
RESTAUROVÁNÍ SZ FASÁDY II. NÁDVOŘÍ

MÍSTO STAVBY
Státní zámek Litomyšl

STUPEŇ
Restaurátorská dokumentace

OBJEDNATEL
Archatt, s.r.o.

DATUM ZPRACOVÁNÍ
12/2024

ZHOTOVITEL
UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta restaurování
Jiráskova 3, Litomyšl 570 01
MgA. et Mgr. Jana Waisserová,
Zahořany 49, 252 10 Zahořany,
povolení MK ČR čj. 6.965/96
MgA. Kateřina Krhánková,
Tvrdeho 289, 199 00 Praha 9,
povolení MK ČR čj. 3329/200
MgA. Zuzana Wichterlová,
Karlštejská 33, 266 01 Beroun – Hostim,
povolení MK ČR čj. 7031/96 a 48427/2015

ARCHMENU s.r.o.,
Pražská 600, 252 10 Mníšek pod Brdy,
IČO: 19903944

FOTOGRAMETRIE
Ing. Jiří Vidman
U První baterie 703/41, 162 00 Praha 6
datum zhotovení: 03/2024

KRESLIL
Bc. Silvia Havlíková

MĚŘÍTKO
1:20

