

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta restaurování**

Ateliér restaurování a konzervace nástěnné malby,  
sochařských děl a povrchů architektury  
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

RESTAUROVÁNÍ POLYCHROMOVANÉ SOCHY  
SVATÉHO JANA NEPOMUCKÉHO Z NÁRODNÍHO  
MUZEA V PRAZE.

ZKOUMÁNÍ MOŽNOSTÍ FIXACE ODDĚLENÝCH  
POVRCHOVÝCH VRSTEV.

BcA. Renata Tauchmanová

Vedoucí práce: Doc. Jaroslav J. Alt, ak. mal.

Diplomová práce

2016

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Renata Tauchmanová**  
Osobní číslo: **R12000**  
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace nástěnné malby, sochařských děl a povrchů architektury**  
Název tématu: **Restaurování polychromované sochy svatého Jana Nepomuckého z Národního muzea v Praze. Zkoumání možností fixace oddělených povrchových vrstev.**  
Zadávající katedra: **Ateliér restaurování kamene**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Komplexní restaurátorský zásah na soše svatého Jana Nepomuckého. Součástí diplomové práce bude teoretická část zaměřená na výzkum materiálů vhodných k zajištění polychromie na kamenných sochách v interiéru.

Praktická část se bude zabývat restaurátorským zásahem na soše sv. Jana Nepomuckého. Bude se jednat o samostatné řešení restaurátorského úkolu v plném rozsahu od zpracování návrhu přes důkladný průzkum až po vlastní restaurování a zpracování závěrečné dokumentace. Socha je pokryta několika vrstvami polychromie, která se na mnoha místech odděluje. Kámen je lokálně značně korodovaný. V rámci řešení praktické části bude třeba na základě důkladného restaurátorského průzkumu zvolit koncepci restaurování a ve spolupráci s vedoucím práce a majitelem zvolit vhodný způsob prezentace. Praktická práce bude doplněna o teoretickou část spočívající ve výzkumu materiálů vhodných k zajištění polychromie na kamenných sochách v interiéru. Na základě rešerše zvolí studentka k testování nejčastěji používané materiály.

Práce budou průběžně konzultovány s konzultanty a vedoucím práce, a budou probíhat pod dohledem pedagogů restaurátorů. Použité postupy a technologie budou voleny na základě důkladných zkoušek.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury: **viz příloha**

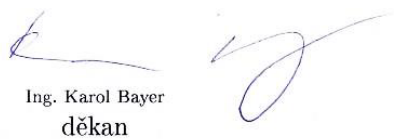
Vedoucí diplomové práce:

**doc. ak. mal. Jaroslav J. Alt**

Ateliér restaurování malby a sgrafita

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. srpna 2016**



Ing. Karol Bayer  
děkan

L.S.



Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.  
vedoucí ateliéru

V Litomyšli dne 25. července 2016

## Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- Amoroso, Giovanni; Fassina, Vasco - Stone decay and Conservation Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection Amsterdam, Elsevier Science Publishers B. V., 1983.
- Slánský B., Technika malby. Praha, 2003.
- Slánský B., Technika v malířské tvorbě (malířský a restaurátorský materiál). Praha, 1976.
- Brandi C., Teorie restaurování. Kutná Hora: Tichá Byzanc, 2000.
- Kubička R. Zelinger J., Výkladový slovník malířství, grafika, restaurování. Praha, 2004.
- Kotlík P. a kol, Skripta - VŠCHT, Stavební materiály historických objektů.
- Knut N., The Restoration of Paintings. Köneman, 1999.
- Kopecká I.-Nejedlý V., Průzkum historických materiálů., Grada 2005.
- Mora L. Mora P. Philippot, Conservation of wall paintings. London, 1984.
- Price C., Doehne E. - Stone conservation, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2010.
- Reclams Handbuch der Künstlerischen Techniken. Stuttgart, 1990.
- Šimůnková E. Bayerová T., Pigmenty, Praha, 1999.
- Vaněček I., Nástěnné malby. Praha, 2000.
- Viñas S. M., Contemporary Theory of Conservation. Oxford, Elsevier Butterworth Heinemann, 2005.
- Zelinger a kol., Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Praha, 1987.
- Nejedlý, V.: K vývoji retuše malířských děl v českých zemích ve druhé polovině 20. století, in: Zprávy památkové péče, roč. 65, 2005, č. 6, s. 500-516.
- Barevné úpravy kamene památkových objektů, sborník přednášek z odborného semináře STOP, 2005.
- Průzkum a restaurování barevné vrstvy, sborník přednášek z odborného semináře STOP, 2001.
- Štulc J., Suchomel M., Maxová I.: Péče o kamenné sochařské a stavební památky, SÚPP, Praha 1998, 32 stran.
- Suchomel M., Záchrana kamenných soch. Díl 1. a 2. / Praha: Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, 1988. 1990.
- Péče o architektonické dědictví I. II. III, kolektiv autorů, IDEA Servis, Praha 2008.
- Riegl A, Ivo Hlobil: Moderní památková péče, překlad Ivo HLOBIL, Tomáš HLOBIL, NPÚ, 2003 Dvojjazyčné vydání Č/N.
- Eco U., Jak napsat diplomovou práci. Olomouc, Votobia, 1997.
- Filka, J., Metodika tvorby diplomové práce. Brno, 2002.
- Bayerová T. - Bayer K.: Přírodovědný průzkum povrchových úprav kamene a jeho vypovídací hodnota, 2004.
- Spousta V. a kol., Vádemékum autora odborné a vědecké práce. Brno, 2001.
- Sylabus - Organizační pokyny a formální úprava závěrečných prací na Fakultě restaurování.
- Polychrome Skulptur in Europa, Technologie Konservierung Restaurierung, Hochschule für Bildende Künste Dresden 1999.
- Koller, M: Probleme und Methoden der Retusche polychromer Skulptur, in: Maltechnik Restauro 85 (1979), s. 14-40.
- Wagner, V.: Umělecké dílo minulosti a jeho ochrana, Praha, 2005.
- Henry, A. ed.: Stone Conservation, principles and Practice, Donhead Publishing Ltd. 2006. (Polychrome Stone by Christopher Weeks: s. 237-255).



**Prohlašuji:**

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

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

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

V Litomyšli dne 20. 5. 2016

BcA. Renata Tauchmanová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce doc. Jaroslavu J. Altovi ak. mal. za jeho vstřícný přístup, cenné připomínky a podněty při realizaci praktické i teoretické části diplomové práce. Co nejsrdečněji pak děkuji Ing. Renatě Tišlové, Ph.D. za odborné a metodické vedení, vřelý zájem a věnovaný čas při konzultacích teoretické části. Dále děkuji Josefu Čobanovi, ak. mal., Mgr. Jiřímu Kaše a Mgr. Petru Gláserovi za konzultace a podnětné rady.

## **Název**

Restaurování polychromované sochy svatého Jana Nepomuckého z Národního muzea v Praze.

Zkoumání možností fixace oddělených povrchových vrstev.

## **Anotace**

Tato diplomová práce se skládá ze dvou částí, z praktické a teoretické s laboratorním výzkumem.

Praktická část dokumentuje komplexní restaurátorský zásah na polychromované soše svatého Jana Nepomuckého ze sbírek Lapidária Národního muzea v Praze. Okrajově se také zabývá historií díla a jeho možného autorství. Teoretická část tematicky rozvíjí problematiku zajištění odpadávající a zkažené barevné vrstvy na kamenných sochách uložených v interiéru. Součástí teoretické práce je vlastní výběr adheziv na bázi přírodních a syntetických polymerů. Takto vzniklá škála tradičních i nových adheziv byla následně testována pro vhodné zajištění barevné vrstvy na kámen. Nejlepší prostředek byl následně aplikován na zajištění barevné vrstvy restaurované sochy sv. Jana Nepomuckého.

## **Klíčová slova**

restaurování, kámen, polychromie, konsolidace barevné vrstvy, adheziva, přírodní a syntetické polymery, akrylové pryskyřice, Sv. Jan Nepomucký z Chotýšan

## **Title**

Restoration of polychrome statue of Saint John of Nepomuk from the National Museum in Prague.

Adhesives in the Conservation of Stone Painted Finishes.

## **Annotation**

This thesis consists of two parts, with practical and theoretical research including laboratory research.

The practical part documents the complex restoration intervention on the polychrome statue of St. John of Nepomuk from the collections of Lapidary of the National Museum in Prague. Marginally, it also discusses the history of the work and its potential authorship. The theoretical part develops the topic concerning issues of how to secure fallen-off and crackled paint layers on stone statues stored in the interior. The part of the theoretical work deals with the actual selection of adhesives based on natural and synthetic polymers. The resulting range of traditional and new adhesives was tested to provide a suitable colour layer protection on the stone. Subsequently, the best substance was applied to protect the colour layers of the restored statue of St. John of Nepomuk.

## **Keywords**

restoration, stone, polychromy, paint layer consolidation, adhesives, natural and synthetic polymers, acrylic resins, St. John of Nepomuk from Chotýšany



**OBSAH**

|   |     |
|---|-----|
| I. Úvod.....  | 10  |
| II. Restaurování polychromované sochy svatého Jana Nepomuckého z Národního muzea v Praze..... | 12  |
| 1. Základní údaje o památce.....  | 12  |
| 1.1 Lokalizace památky.....   | 12  |
| 1.2 Údaje o památce.....  | 12  |
| 1.3 Údaje o akci.....   | 12  |
| 1.4 Popis památky.....  | 13  |
| 2. Stav památky před restaurováním.....   | 13  |
| 3. Nálezová (průzkumová) zpráva.....  | 14  |
| 3.1 Uměleckohistorický průzkum.....   | 14  |
| 3.1.1 <i>Určení autorství – okruh I. F. Platzera</i> .....                                    | 14  |
| 3.1.2 <i>Původní umístění památky a pražská asanace</i> .....                                 | 23  |
| 3.2 Restaurátorský průzkum.....   | 24  |
| 3.2.1 <i>UV luminiscenční fotografie (Fluorescenční UV průzkum)</i> .....                     | 24  |
| 3.2.2 <i>Sondážní průzkum</i> .....   | 24  |
| 3.2.3 <i>Chemicko-technologický průzkum zbytků barevných úprav</i> .....                      | 26  |
| 3.2.4 <i>Stanovení obsahu aniontů vodorozpustných solí</i> .....                              | 28  |
| 3.2.5 <i>Ultrazvuková transmise</i> .....   | 29  |
| 3.2.6 <i>Petrologické vyhodnocení horniny</i> .....   | 30  |
| 3.2.7 <i>Vyhodnocení restaurátorského průzkumu</i> .....                                      | 31  |
| 4. Koncepce restaurátorského zásahu.....  | 33  |
| 5. Postup prací.....  | 35  |
| 6. Doporučený režim objektu.....  | 37  |
| 7. Použité technologie a materiály.....   | 38  |
| 8. Obrazová příloha.....  | 40  |
| 9. Grafická příloha.....  | 68  |
| 10. Textová příloha.....  | 75  |
| III. Zkoumání možností fixace oddělených povrchových vrstev.....                              | 117 |
| 1. Úvod do historie barevných úprav na kameni a jejich degradační procesy.....                | 117 |
| 1.1 Krakely v olejových (barevných) vrstvách.....   | 120 |
| 2. Uchovávání artefaktů, jejich režim a uskladnění.....                                       | 121 |
| 2.1 Obecné požadavky na uložení sbírkových předmětů.....                                      | 121 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 2.2    | Uchovávání kamenosochařských děl s polychromií .....  | 123 |
| 2.3    | Lapidárium Národního muzea a jeho klimatický režim .....                                    | 125 |
| 3.     | Fixování barevné vrstvy .....   | 127 |
| 3.1    | Historie zažehlování barevné vrstvy .....   | 127 |
| 3.2    | Metodika zažehlování barevné vrstvy na soše .....   | 130 |
| 4.     | Současné požadavky na adheziva v péči o památky .....                                       | 133 |
| 5.     | Adheziva používaná pro lepení v restaurátorské praxi .....                                  | 135 |
| 6.     | Stanovení základních cílů studie .....  | 139 |
| 7.     | Výběr materiálů adheziv .....   | 140 |
| 7.1    | Popis vlastností použitých adheziv .....  | 142 |
| 8.     | Příprava vzorků pro hodnocení .....   | 156 |
| 9.     | Testované vlastnosti .....  | 164 |
| 9.1    | Vzhled a charakter filmů adheziv – subjektivní hodnocení .....                              | 165 |
| 9.2    | Mechanické vlastnosti filmů adheziv .....   | 165 |
| 9.3    | Měření teploty skelného přechodu .....  | 166 |
| 9.4    | Charakterizace skladby adheziv - Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací..... | 166 |
| 9.5    | Aplikace adheziv – volba koncentrace a aplikačních podmínek.....                            | 167 |
| 9.6    | Přidržnost adheziv – subjektivní hodnocení.....   | 170 |
| 9.7    | Odolnost vůči zatížení vlhkostí .....   | 170 |
| 9.8    | Zkoušky in-situ.....  | 171 |
| 10.    | Výsledky .....  | 173 |
| 10.1   | Vzhled a charakter filmů adheziv – subjektivní hodnocení .....                              | 173 |
| 10.2   | Mechanické vlastnosti filmů adheziv .....   | 175 |
| 10.3   | Měření teploty skelného přechodu .....  | 177 |
| 10.4   | Aplikace adheziv – volba koncentrace a aplikačních podmínek.....                            | 177 |
| 10.4.1 | <i>Aplikační vlastnosti adheziv</i> .....   | 179 |
| 10.5   | Přidržnost adheziv – subjektivní hodnocení.....   | 191 |
| 10.6   | Odolnost vůči zatížení vlhkostí .....   | 191 |
| 10.7   | Zkoušky in-situ .....   | 198 |
| 11.    | Shrnutí výsledků.....   | 200 |
| 12.    | Obrazová příloha.....   | 206 |
| IV.    | Závěr .....   | 213 |

## I. Úvod

První část diplomové práce se věnuje restaurování polychromované sochy sv. Jana Nepomuckého. Socha světce pochází z období pozdního baroka, z let kolem roku 1730-1740 a je v současnosti uložena v depozitáři Lapidária Národního muzea v Praze, kam byla deponována při asanaci Prahy na přelomu 19. století. Socha je pískovcová s barevnou povrchovou úpravou, která je dnes pokrytá silnou vrstvou prachového depozitu. Památka byla pravděpodobně dlouhá léta exponována v exteriéru a tato skutečnost se na kameni samotném i na barevné povrchové úpravě negativně podepsala. Na sochu byl navíc použit velmi nekvalitní pískovec, který ve venkovním prostředí výrazně degradoval. Barevná vrstva je zkrakelovaná a odpadává od kamene, což je patrné na cca 70 % dochovaného povrchu.

Cílem práce je komplexně dílo zrestaurovat, včetně provedení restaurátorského průzkumu a fotodokumentace celého zásahu. Práce zahrnuje její očištění, snímání vrstev, fixování polychromie zpět na substrát, odsolování a zpevňování kamene, injektáž prasklin a provedení plastické i barevné retuše. Součástí je také řešení problematiky upřednostnění jedné z dochovaných barevných úprav a míry tmelení, tedy to, jak bude dílo prezentováno. Práce se kromě restaurování zabývá také uměleckohistorickým průzkumem, neboť není známý ani autor sochy ani její původní umístění.

V rámci restaurování sochy sv. Jana Nepomuckého byl při návrhu technologie restaurování proveden výzkum materiálů vhodných k zajištění polychromie na kamenný substrát. Tato teoretická práce je představena v druhé části diplomové práce. Výběr materiálů, postupů i testovaných vlastností vyplývá z umístění objektu, který bude po restaurování opětovně umístěn do interiérových podmínek Lapidária.

Cílem práce je otestovat škálu tradičních i nových adheziv na bázi přírodních a syntetických polymerů, které jsou díky svým vlastnostem předurčeny pro využití na zajištění barevné vrstvy na kámen. Vzhledem k zadání praktické diplomové práce, stavu objektu a na základě podmínek jeho následného uložení (interiér s kolísavou relativní vlhkostí a teplotou), byly definovány nároky na materiály a typ aplikace. Adheziva musí zejména dostatečně a trvanlivě zafixovat barevnou vrstvu k poréznímu a nasákvavému podkladu křemičité horniny. Důležitá je i trvanlivost zásahu a odolnost vůči vybraným interiérovým podmínkám.

Po výběru adheziv jsou na laboratorně připravených vzorcích sledovány jejich aplikační vlastnosti, popsán ideální a vůči podkladu i barevné vrstvě šetrný postup při nanášení, schopnost fixace v různých koncentracích, změna barvy substrátu i barevné vrstvy po fixaci. U filmů adheziv jsou popsány základní vlastnosti – vzhled, barva, elasticita, lepivost. Pozorování je doplněno řadou objektivních měření, která umožňují detailnější popis účinku jednotlivých adheziv. V práci jsou prezentovány výsledky měření pevnosti v tahu, tažnosti a elasticity měřené na filmech adheziv. Výsledky práce jsou ověřeny při řešení fixace na reálných objektech se zkrakelovanou barevnou vrstvou. Nejdříve jsou vybraná adheziva odzkoušena na kamenném bloku s monochromní barevnou vrstvou a následně je nejlepší systém použit při restaurování sochy sv. Jana Nepomuckého.



## II. Restaurování polychromované sochy svatého Jana Nepomuckého z Národního muzea v Praze

### 1. Základní údaje o památce

#### 1.1 Lokalizace památky

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <i>Kraj:</i>                        | Středočeský - Praha  |
| <i>Obec:</i>                        | Praha  |
| <i>Bližší určení místa popisem:</i> | Lapidárium Národního muzea v Praze - sbírkový předmět (Výstaviště 422, 170 00 Praha 7) |
| <i>GPS:</i>                         | 50°6'18.943"N, 14°25'53.782"E  |

#### 1.2 Údaje o památce

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <i>Autor:</i>               | neznámý  |
| <i>Sloh / Datování:</i>     | pozdní baroko / 1730–1740 <sup>1</sup>                     |
| <i>Materiál / Technika:</i> | křemenný jemně-středně zrný pískovec / sekaná skulptura    |
| <i>Rozměry:</i>             | šířka 42 cm, výška 88 cm, hloubka 37 cm,<br>v. plintu 7 cm |
| <i>Inventární číslo:</i>    | H2-198 053, (na soše 128, MM. 62)                          |

#### 1.3 Údaje o akci

|  |   |
|--|---|
| <i>Vlastník:</i>                         | Lapidárium Národního muzea, Výstaviště 422,<br>170 00 Praha 7 |
| <i>Zadavatel:</i>                        | PhDr. Dana Stehlíková CSc.                                    |
| <i>Termín započetí a ukončení práce:</i> | říjen 2014 – leden 2016                                       |

---

<sup>1</sup> datace je převzatá z evidenčních materiálů Lapidária Národního muzea v Praze

## 1.4 Popis památky

Socha sv. Jana Nepomuckého stojí na nízkém plintu. Světec je zobrazen tradičně v klerice, rochetě zdobené krajkou a v almuci se střapci a s kvadrátkem na hlavě. Na krku má zapnutý dlouhý límec a zavěšené české palladium, které částečně vyčnívá pod krucifixem. Přes paži pravé ruky má položený krucifix, ke kterému se světec sklání. Pravá ruka je položená na Kristových nohou a levá ruka přidržuje patu kříže. Světec stojí v kontrastu s mírně předsunutou pravou nohou. V pravém rameni a v šíji ve vlasech jsou viditelné stopy po ukotvení svatozáře a ratolesti, které dnes na soše chybí. Socha je kvalitní prací neznámého autora. Draperie je funkční a dynamická, typická pro pozdní baroko. Postava světce je realisticky a citlivě pojata. Ze zadní strany, v dolní části sochy jsou znatelné stopy po přitmělení k nice (plastický nános barvy kopírující oblouk). Socha sv. Jana Nepomuckého je polychromovaná a během let prošla několika barevnými úpravami.

## 2. Stav památky před restaurováním

Socha sv. Jana Nepomuckého je ve velmi špatném stavu a uložení této sochy včas do interiéru bylo pro tuto památku záchranou. Z vizuálního posouzení je použitý kámen nekvalitní a dochází k výrazné degradaci pískovce. Zrna pískovce postrádají na povrchu soudržnost a pískovec se dnes ve 2/3 výšky sochy lokálně sype i do hloubky několika centimetrů. Na soše jsou vlasové praskliny zvláště na zápěstí pravé ruky sv. Jana Nepomuckého, krucifixu, almuci, rochetě a na plintu. Po obvodu kleriky se táhne vlasová prasklina, která je z větší části zalita a zakryta barevnou vrstvou. Na plintu také dochází k otevírání vytvořených puchýřů, kdy je oddělen povrch pískovce i s polychromií. Ve srážkových stínech je patrná sádrovcová krusta, která místy zdeformovala i polychromii. Socha má několik drobných mechanických poškození i větších úbytků kamene např. na almuci a rochetě. Výrazné úbytky kamene jsou také v oblasti břevna a partie pravého chodidla, které byly později přetřeny povrchovými úpravami (černá). Památka byla v minulosti vícekrát barevně upravena. Už nyní lze ale pozorovat, že dochovaný počet vrstev se na jednotlivých místech různí, od několika povrchových vrstev - tzv. „sendviče“ až na místa,

kde zůstala jen lazura na kameni nebo jen obnažený samotný kámen (především zadní část sochy). Polychromie je znečištěná prachovými depozity, je zkrakelovatělá, odlupuje se a místy odpadává. Dochází zde jak k odpadávání samotné polychromie od kamene, tak k odpadávání s uchycenými zrny pískovce, v menší míře dochází i k oddělování barevných vrstev navzájem. Památka byla již delší čas uchována v depozitáři s částečným odkryvem (sondážní průzkum?), ke kterému nejsou vedeny žádné informace. Tento odkryv je proveden na inkarnátu (na pŕlce obličeje Jana Nepomuckého, na hřbetu levé ruky s palcem a malá sonda na hřbetu pravé ruky)

### **3. Nálezová (průzkumová) zpráva**

Cílem průzkumové zprávy bude zařadit dílo do umělecko-historických souvislostí, případně určit autorství sochy a její původní umístění. Následně zjistit dochovaný stav výtvarného díla, zejména zjistit rozsah a lokalizace poškození, jeho stupně a příčiny. Dalším cílem bude získat informace o barevnosti jednotlivých vrstev povrchových úprav a jejich složení prostřednictvím sondážního a stratigrafického průzkumu a bude provedena analýza pojiv a pigmentů. Dále bude zjištěno, zda socha neobsahuje skryté praskliny či povrchovou korozi, zda kámen neobsahuje vodorozpustné soli a bude proveden petrografický průzkum horniny. Na základě vyhodnocení průzkumu budou zvoleny vhodné metody, postupy a materiály pro restaurování.

#### **3.1 Umělecko-historický průzkum**

##### **3.1.1 Určení autorství – okruh I. F. Platzera**

Socha sv. Jana Nepomuckého byla deponována do sbírek Lapidária v době asanace Prahy kolem roku 1900. Socha světce byla s největší pravděpodobností součástí niky v některém měšťanském domě v centru Prahy. Autor je neznámý, usuzuje se, že se jedná o českého sochaře pozdního baroka, práce z let 1730–1740.

Výtvarná forma, kompozice i autorská modelace a rukopis nás navedli na myšlenku, že se jedná o dílo, které svojí podobou můžeme spojit s činností pražské dílny Ignáce Františka Platzera.

Ignác František Platzer (1717–1787) byl synem plzeňského řezbáře Jana Benedikta Platzera a stal se zakladatelem vlastní sochařské dílny, která se uplatňovala po dvě stě let, od počátku 18. do počátku 20. století. Základy sochařského řemesla získal pravděpodobně již od svého otce,<sup>2</sup> který ale zemřel, když bylo Ignáci 12 let. Není zcela jisté, kde poté získal další sochařské školení, ale ve svých dvaceti čtyřech letech se dostal na vídeňskou akademii (v letech 1741–42), která se v té době stala střediskem donnerovského klasicismu. To byl již ale Platzer vyučeným sochařem a studium na akademii mu bylo spíše jakousi mistrovskou školou<sup>3</sup>. Jeho působení v Praze ještě před akademií není pravděpodobné. Teprve po návratu z Vídně v roce 1743 se usadil v Praze a založil vlastní sochařskou dílnu, kterou převzal sňatkem se vdovou po řezbáři Matěji Schönherrovi. První známá práce, kterou pravděpodobně pouze dokončil, je sousoší Nejsvětější Trojice ve Smečně z let 1744. Jeho dílna naplno začala pracovat od roku 1746<sup>4</sup> a dodávala po celých Čechách celé soubory kamenosochařské i řezbářské výzdoby pro kostely, kláštery, zámky a zámecké zahrady.

Ignác Platzer byl již v raném období umělecky vyzrálý. Dokázal velice dobře zhodnotit a propojit své zkušenosti z Vídně, ze svého mládí v západních Čechách, stejně dobře se vyrovnal s pražským prostředím a jeho vrcholným barokem.<sup>5</sup> Platzerovo dílo je charakteristické tělesnou smyslností a plností forem.<sup>6</sup> Ke konci jeho tvorby jsou sochy stále více zatížené větší manýrou zavalitých postav hladkého jakoby naběhlého povrchu a bezvýrazných obličejových masek.<sup>7</sup>

---

<sup>2</sup> tento středověký zvyk, kdy se řemeslo dědilo z otce na syna, se udržoval až do 18. století.

<sup>3</sup> Skořepová Z., O sochařském díle rodiny Platzerů, Praha 1957, s. 37

<sup>4</sup> ibidem, s. 45-47

<sup>5</sup> ibidem, s. 48

<sup>6</sup> *Národní galerie v Praze nikdy neumíra...*, Ignác František Platzer – sv. Jan Nepomucký, Tomáš Hladík, TV, ČT, 2012 (<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10000000039-narodni-galerie-v-praze-nikdy-nezavira/212251000340091-ignac-frantisek-platzer-sv-jan-nepomucky>; vyhledáno červen 2015)

<sup>7</sup> Dědičová V., Hladík T., Vernerová I., *Ignác František Platzer, Sv. Jan Nepomucký*, Malé katalogy starého umění 6, Národní galerie, Sbirka starého umění, Praha, 1999, s. 9



Z prostředí Platzerovy sochařské dílny vzešly za celá desetiletí dlouhé řady realizací svatojánských soch. Tyto realizace vycházejí z jedné předlohy, která byla obměňovaná pouze v detailech. Miloš Suchomel svatojánské sochy rozdělil do tří kompozičních skupin, odlišených navzájem jen polohou Janova kvadrátka a způsobem držení krucifixu.<sup>8</sup> Náš Jan Nepomucký by patřil do první skupiny, kam zařadil nejznámější realizace, reprezentované postavou stojícího světce v klerice, rochetě a almuci, s kvadrátkem na hlavě a s krucifixem přidržovaným oběma rukama diagonálně na prsou. Tyto sochy nemají ještě tak výrazný kontrast, naklonění těla nad krucifixem a živou traktaci odění než sochy z druhé skupiny - prostovlasý Jan



Obr. 1 a 2 I. F. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, originál - pískovec, 1746, depozitář Galerie hl. m. Prahy, Buštěhrad (Foto: Foltýnová M., kurátorka veřejné plastiky Galerie hlavního města Prahy.); kopie - výdusek, před kostelem sv. Voršily, Národní třída, Praha.

<sup>8</sup> Suchomel M., *Sochařské repliky Ignáce Františka Platzera* – 2, ZPP, LIII, 1993, s. 8-13

Nepomucký s kvadrátkem na knize opřenou o bok a přidržovanou levou paží v téměř vodorovné poloze. Do třetí skupiny patří sochy, které mají odtaženou levou ruku od těla.<sup>9</sup> Tyto kompozice byly často opakovány a to i do nejmenších detailů, někdy byly sochy i zrcadlově obrácené. Klerika Jana Nepomuckého byla modelována střízlivě, zatímco rocheta s krajkou byla záměrně pojata dynamicky a expresivně a vytvořila tím jakousi vlnu. Kožešina byla zpracována s třásněmi a je na ní jasně patrný povrch materiálu. Detail krajky byl často opakován zcela mechanicky u všech soch a to i malých rozměrů. Platzer byl typ umělce, který si pečlivě připravoval každou zakázku a vytvářel si nejprve jak modeletta tak i kreslené skici.<sup>10</sup>



Obr. 3-5 I. F. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, lipové dřevo polychromované, zlacené a stříbřené, 1750 – 1760; Veltrusy, státní zámek.

Zaměříme se tedy pouze na svatojánské sochy z první kompoziční skupiny a uvedeme zde příklady soch nebo plastických či kreslených skic, které odpovídají kompozičnímu pojetí restaurované sochy sv. Jana Nepomuckého z Lapidária. V letech 1746–1747 vytvořil Platzer pískovcové sousoší sv. Jana Nepomuckého mezi dvěma andílky, které bylo výzdobou někdejší kašny před kostelem sv. Voršily na dnešní Národní třídě na Praze 1 (Obr. 1 a 2). Sousoší je rozmístěno na třech podstavcích. Na prostředním a zároveň nejvyšším stojí dnes již výdusek sochy Jana

<sup>9</sup> Dědičová V., Hladík T., Vernerová I., *Ignác František Platzer, Sv. Jan Nepomucký*, Malé katalogy starého umění 6, Národní galerie, Sběrka starého umění, Praha, 1999, s. 22

<sup>10</sup> *Národní galerie v Praze nikdy neumíra... Ignác František Platzer – sv. Jan Nepomucký*, Tomáš Hladík, TV, ČT, 2012 (<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1000000039-narodni-galerie-v-praze-nikdy-nezavira/212251000340091-ignac-frantisek-platzer-sv-jan-nepomucky>; vyhledáno červen 2015)

Nepomuckého (originál je v depozitáři Galerie hl. m. Prahy v Buštěhradu). Socha světce stále ještě navazuje svojí plochostí těla a melodičností draperie na dramatismus pražských barokních soch. Klečící andělci na podstavcích mají už vyhlazené a oblé tvary a ukazují tak směr, jakým se bude Platzer ubírat.<sup>11</sup> Při koncipování ústřední sochy se dílna držela již tradičního pojetí nepomucenského námětu a opřela se o jednoznačně nejoblíbenější sochařskou předlohu. Tímto vzorem byl terakotový model (1681) od vídeňského sochaře Matthiase Rauchmillera, který byl předlohou pro sochu světce z Karlova mostu z dílny Jana Brokofa.<sup>12</sup> V postavě světce si ale už Platzerova dílna našla svůj vlastní závazný ikonografický i kompoziční typ.<sup>13</sup>

S kamenným sousoším před klášteřem voršilek je velmi úzce spojován model sochy sv. Jana Nepomuckého uložený na zámku ve Veltrusích, v současné době



Obr. 6 I. F. Platzer, Návrh k soše sv. Jana Nepomuckého, kresba perem, tuší, kolem 1745; NG v Praze.



Obr. 7 I. F. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, pískovec, 1755-1765; lapidárium Mnichovo Hradiště.

<sup>11</sup> Poche E. a kol., *Praha na úsvitu nových dějin, Čtvero knih o Praze*, Praha 1988, str. 513

<sup>12</sup> Dědičová V., Hladík T., Vermerová I., *Ignác František Platzer, Sv. Jan Nepomucký*, Malé katalogy starého umění 6, Národní galerie, Sbirka starého umění, Praha, 1999, s. 13

<sup>13</sup> Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha 1957, str. 52



umístěný ve Schwarzenberském paláci k výstavě barokního umění (Obr. 3–5).

Do popsaného kompozičního řešení také spadá kreslená skica z majetku grafické sbírky Národní galerie v Praze z doby kolem roku 1745 (Obr. 6), pískovcová socha uložená dnes v lapidáriu zámku v Mnichově Hradišti z let 1755–1765 (Obr.7), polychromovaná kamenná socha v Dobříši, která byla umístěná na schodišti průjezdu v domě č.p. 103 a vytvořená před rokem 1769,<sup>14</sup> dnes nezvěstná (obr.8) a také oltářní socha děkanského kostela ve Smečně (Obr.9)<sup>15</sup>.



Obr. 8 - I. F. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, polychromovaná pískovcová socha, před rokem 1769; Dobříš. Dnes nezvěstná.



Obr. 9 - I. F. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, polychromované a zlacené lipové dřevo, 1765 – 1775; Smečno.

Podle Václava Vančury<sup>16</sup> patří mezi nověji připisované Platzerovy sochy také kamenná socha sv. Jana Nepomuckého (Obr. 10 a 11) z nádvoří domu „U červené lišky“ (U srpů, U zlatého vlka) na Staroměstském náměstí v Praze (čp. 480/I). Původně tvořila point de vue průjezdu<sup>17</sup>, dnes sochu můžeme spatřit obnoveným

<sup>14</sup> Poche E. a kolektiv, *Umělecké památky Čech A-J*, Praha, 1977, s. 280

<sup>15</sup> Suchomel M. *Sochařské repliky Ignáce Františka Platzera – 2*, ZPP, LIII, 1993, s. 8

<sup>16</sup> Vančura V., *Zprávy památkové péče*, LV, číslo 9, 1999

<sup>17</sup> Vlček P. a kolektiv, *Umělecké památky Prahy, Staré město, Josefov*, Praha 1996, s. 333

průhledem zasklených síní přes dvůr bývalé banky. Socha je postavená v široké nise s bohatě zdobenými štukaturami a je z doby kolem roku 1745. Také tato socha zachovává ikonografický typ první skupiny.



Obr. 10 a 11 I. F. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, pískovec, kolem 1745, Dům U červené lišky na Starém Městě; Praha.

Na genezi platzerovského typu sv. Jana Nepomuckého jsou odlišné názory. Podle Z. Skořepové byl tento typ vytvořen již Platzerovým otcem Janem Benediktem Platzerem a to v soše sv. Jana Nepomuckého z postranního oltáře kostela ve Vidžíně u Teplé (Obr. 12). Ignác následně toto dílo ještě více propracoval a obohatil ho o, pro něj tak typickou, „lyrickou notu“.<sup>18</sup> Zatímco O. J. Blažiček vidí inspiraci v nějakém starším domácím příkladu, pravděpodobně z 20. – 30. let 18. století a to především v díle Matyáše Bernarda Brauna a jeho následovníků.<sup>19</sup> Podle současného kurátora sbírky barokní plastiky Tomáše Hladíka by tato inspirace mohla vzniknout také

<sup>18</sup> Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha 1957, str. 52

<sup>19</sup> Blažiček O. J., *Pražská plastika raného rokoka*, Praha 1946, s. 106





Obr. 12 J. B. Platzer, Sv. Jan Nepomucký, 1716, dřevo, bílá povrchová úprava se zlacením; Vidžín.

v sousedních zemích a to v Bavorsku, nakonec ovšem české prostředí vidí také jako více pravděpodobné.<sup>20</sup>

Z těchto uvedených faktů a hypotéz, zde máme jasně nastolený platzerovský kompoziční a ikonografický typ sv. Jana Nepomuckého. Světec se natáčí doprava a v nečekaném, až anatomicky chybném, prudkém naklonění, adoruje krucifix. Světcova tvář nakloněná ke krucifixu je zachycena v okamžiku hlubokého ponoření do sebe. Ta se, se stále mladšími realizacemi, přibližuje k rameni, až v podstatě doléhá na samotné rameno. Pro Platzerovy sochy je také typická snaha o zpracování povrchů jednotlivých oděvů, která se identicky uplatňuje na jeho svatojánských sochách.

Naše socha svatého Jána nese bezesporu jistou podobu s kompozicí i se zpracováním. Zároveň nese i znaky typické pro pozdní baroko, ještě bez rokokové hravosti a prudkých vyklonění.

V době vzniku naší skulptury byl Platzer ještě velmi mladý sochař (13 až 23 let) a jeho nejranější (samostatné) práce bohužel neznáme. První jeho jasně identifikovatelná práce pochází z let 1744, kde převzal práce na smečském sloupu po jiném sochaři. Tehdy mu již bylo sedmadvacet let.<sup>21</sup> Zda se Platzer naší sochou inspiroval nebo ji snad sám v mládí vytvořil, si netroufáme tvrdit, a je také možné, že za jejím vytvořením stojí jen citlivý a zručný umělec, který měl stejné vzory vrcholného baroka.

Platzerovské osobité zpodobnění svatojánských soch mělo ovšem také své následovníky. Svědčí o tom například dřevořezba neznámého autora uložená dnes v Národní galerii v Praze. Řezba má dnes uraženou část levé ruky a krucifix.

<sup>20</sup> Dědičová V., Hladík T., Vernerová I., *Ignác František Platzer, Sv. Jan Nepomucký*, Malé katalogy starého umění 6, Národní galerie, Sběrka starého umění, Praha, 1999, s. 27

<sup>21</sup> Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha 1957, obrazová příloha, s. 46

Z. Skořepová se domnívá, že autor byl pravděpodobně pomocníkem v dílně Platzera, neboť je jím práce silně ovlivněna (Obr. 13).<sup>22</sup>

Na závěr bych do naší sbírky sv. Janů Nepomuckých zařadila dílo z konce 18. století, které má v mnoha ohledech shodný vzor k naší soše a je také připisáno následovníku Platzera (Obr. 14–15).<sup>23</sup> Tato pískovcová socha se nalézá v Chotýšanech na Benešovsku a stojí ve výklenku hřbitovní zdi mezi zámekem a kostelem. V těchto místech kdysi majitel chotýšanského panství hrabě Adam František z Vrtby nechal rozšířit zámeckou zahradu a nechal zde postavit zmíněnou sochu s jeho monogramem na podstavci sochy. Vlevo jsou písmena A. F., uprostřed písmen je vrtbovský znak (tři parohy) a vpravo písmeno W. a dvojčíslí 94.<sup>24</sup> V *Uměleckých památkách Čech* jsou písmena interpretována jako signatura autora.<sup>25</sup> Podle M. Suchomela u této sochy lze již předpokládat možnost výtvarné participace Platzerova syna Ignáce Michala.<sup>26</sup>



Obr. 13 Neznámý řezbář, sv. Jan Nepomucký, po polovině 18. století, NG; Praha.



Obr. 14 a 15 Neznámý sochař, Sv. Jan Nepomucký, 1794; Chotýšany.

<sup>22</sup> Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha 1957, k obrazové příloze, s. 164

<sup>23</sup> Suchomel M. *Sochařské repliky Ignáce Františka Platzera – 2*, ZPP, LIII, 1993, s. 13

<sup>24</sup> <http://www.chotysany.cz/m/informace-o-obci/historie/drobne-sakralni-objekty/> (vyhledánoduben 2016)

<sup>25</sup> Poche E. a kolektiv, *Umělecké památky Čech A-J*, Praha, 1977, s. 532

<sup>26</sup> Suchomel M. *Sochařské repliky Ignáce Františka Platzera – 2*, ZPP, LIII, 1993, s. 10

Nabízí se nám proto domněnka, že pro naši sochu Jana Nepomuckého existoval jistý vzor, který byl v mnoha ohledech shodný (držení krucifixu, položení obou štol, položení almuce s třásněmi, směry draperie rochety a kleriky, zvlnění a otočení krajky na rochetě, netypické rozložení váhy těla světce – kontrapost s mírně předsunutou nohou) jak se ukazuje na výrazně mladší práci v Chotýšanech (1794) od neznámého autora. Tato socha nese ale oproti naší soše zřetelné prvky lehce nalidovělého nebo méně poučeného díla. Sledovaná linie platzerovské inspirace se i díky odkazu M. Suchomela ukazuje jako správná. Nicméně, zatím se nepodařilo nalézt starší práci, kterou bychom mohli použít pro porovnání, tedy přímý vzor obou, tak časově vzdálených prací z Prahy a Chotýšan.

### **3.1.2 Původní umístění památky a pražská asanace**

Socha sv. Jana Nepomuckého byla deponována do sbírek Lapidária v době asanace Prahy a bohužel nám není známo ani její původní umístění. Největší asanační zásahy probíhaly v Praze v letech 1895 až 1914, definitivně skočili až v roce 1943. Zasáhla velkou část historického centra – především Josefov, ale i sousední oblasti Starého i Nového Města.<sup>27</sup> Celková asanační plocha tvořila 36,5 hektaru a bylo zbouráno téměř 600 domů a o bydliště tím přišlo téměř 18 tisíc obyvatel. Svým rozsahem a intenzitou patřila k nejrozsáhlejším asanacím evropských měst na přelomu 19. a 20. století.<sup>28</sup>

Socha světce byla s největší pravděpodobností součástí niky v některém měšťanském domě v centru Prahy. Socha ale mohla být jak na fasádě, na nádvoří nebo dokonce i někde na schodišti. Pro pomoc s identifikací původního místa sochy byla oslovena PhDr. Kateřina Bečková z Muzea hlavního města Prahy, kurátorka sbírky historických fotografií a také předsedkyně Klubu za starou Prahu. Bohužel pátrání ve starých fotografiích nebylo úspěšné a vzhledem k výše vyjmenovaným možnostem umístění, nemusela být dokonce ani žádná fotografie v minulosti pořízena.

---

<sup>27</sup> Bečková, K.; Hříza J.: *Asanace - zatracovaný i obdivovaný projekt obce Pražské In: Pražská asanace. K 100. výročí vydání asanačního zákona pro Prahu*, Praha, Muzeum hlavního města Prahy, 1993, s. 34



## 3.2 Restaurátorský průzkum

### 3.2.1 UV luminiscenční fotografie (*Fluorescenční UV průzkum*)

UV luminiscenční fotografie slouží k dokumentaci a průzkumu díla a jeho povrchových úprav. Na základě fluorescence vybuze­né UV zářením (v textu UV fluorescence) mohou být orientačně rozlišeny fáze výtvarného zpracování objektu. Metoda dále slouží k lokalizaci povrchových úprav, mikrobiologického napadení a poškození nebo ke kontrole průběhu restaurátorského zásahu, zejména procesu čištění. K průzkumu a dokumentaci byl použit systém UVASPOT 400/T, snímky byly pořizovány s UV filtrem (fotoaparát Canon EOS D60; UV filtr Marumi). Fotografie zhotovené v UV záření jsou zdokumentovány v obrazové příloze.

### 3.2.2 Sondážní průzkum

Průzkum byl zaměřen zejména na zjištění dochovaných povrchových úprav, jejich barevnost a počet. Dále potom na rozlišení vývojových fází výtvarného zpracování objektu či lokalizaci a stav dochování povrchových úprav. Plošné sondy byly na objektu provedeny za použití mechanického snímání skalpelem.

Vzhledem k degradaci podkladových vrstev polychromie nebylo na soše možné vytvořit reprezentativní sondážní pole se všemi fázemi povrchových úprav.

Díky sondážnímu průzkumu a následnému odkrývání barevné vrstvy se dospělo k určitým závěrům a následně tak mohla být vytvořena tabulka s hypotetickým orientačním vývojem fází povrchových úprav umístěná v grafické příloze (Tab. 6). V této tabulce jsou kompilovány výsledky sondážního a chemicko-technologického průzkumu povrchových úprav (Tab. 15)<sup>29</sup>, které spolu převážně korespondují. Díky rozdílnému množství dochovaných vrstev nebylo možné všechny ztotožnit a z průzkumů vytvořit zcela přesné závěry. Lze proto považovat toto rozřazení spíše jako orientační.

---

<sup>28</sup> Bělina P., *Dějiny Prahy. II., Od sloučení pražských měst v roce 1784 do současnosti*, Praha, Litomyšl, 1998

<sup>29</sup> Lesniaková P., příloha DP, Chemicko-technologický průzkum, Lapidárium Národního muzea, kamenná socha sv. Jana Nepomuckého, FR, UPa, Litomyšl, 2016

Stratigrafické sondy prokázaly, že socha sv. Jana Nepomuckého byla vícekrát povrchově upravována. Nejmladšími dochovanými fázemi barevného pojednání díla jsou pravděpodobně dva typy monochromních úprav. Jejich odstíny jsou šedé (nejmladší) a zelené. Pod nimi pak následovali už jen polychromní úpravy (příp. se závěrečnou vrstvou), které jsou přítomny alespoň ve čtyřech časových fázích. Na kameni není patrná žádná podkladová vrstva pod barevnou úpravu.

Starší polychromní úpravy jsou často dochovány fragmentárně, a proto jsou také propojeny s mladšími úpravami. Na exponované straně almuce byl obecně zaznamenán menší počet dochovaných celistvých povrchových úprav, místy je obnažen i samotný kámen. Na exponovaných místech krajky jsou vrstvy necelistvé, dochovaly se spíše jako lazurní (tenké) vrstvy propojené s hmotou kamene. Povrchová úprava i kamenný substrát jsou zde kontaminovány černými depozity a to mnohdy do značné hloubky. Na spodní části krajky i na lemu štoly jsou dochovány žluté okrové vrstvy, které by mohly být podkladem pod zlacení, to se ovšem v rámci průzkumu neprokázalo. Tmavě modrá povrchová úprava, která se objevuje na částech oděvu Jana Nepomuckého (štola, krajka, límec), na bederní roušce a očích Krista, na očích Jana Nepomuckého ale i na částech netypických, jako jsou obočí Jana Nepomuckého a vousy Krista, je pravděpodobně společnou časovou fází. Toto zvýraznění určitých partií je součástí barevné úpravy, která je pod poloprůhlednou organickou okrovou vrstvou<sup>30</sup> a je také tou nejzachovalejší. Pouze sondážním průzkumem byly nalezeny fragmenty barevných vrstev mezi zelenou monochromní a poloprůhlednou organickou okrovou vrstvou, která se dochovala lokálně jako ojedinělý nález, často ve velmi torzálním stavu a lze proto předpokládat, že byla pravděpodobně v minulosti mechanicky odstraněna z důvodu úpravy podkladu před nanesením nové vrstvy.

---

<sup>30</sup> Lesniaková P., příloha DP, Chemicko-technologický průzkum, Lapidárium Národního muzea, kamenná socha sv. Jana Nepomuckého, FR, UPa, Litomyšl, 2016

### 3.2.3 Chemicko-technologický průzkum zbytků barevných úprav

Průzkum byl proveden s cílem zjištění stratigrafie, případně složení povrchových úprav. Dalším záměrem bylo zařazení zaznamenaných vrstev vzorků do jednotlivých fází výtvarného zpracování povrchu díla s uvedením jejich možné barevnosti. K průzkumu bylo odebráno 10 vzorků souvrství povrchových úprav (ST1–ST10). Pouze některé vzorky se podařilo odebrat s povrchem kamene. Pro mikroskopické techniky byla souvrství vzorků zpracována do formy nábrusu (příčného řezu) zalitím do pryskyřice, které byly následně vybroušeny a vyleštěny. Na nábrusech byl průzkum proveden technikami optické/světelné mikroskopie a elektronové mikroskopie s energiově-disperzní analýzou. Přítomnosti olejů byla orientačně zjišťována mikrochemickými reakcemi. K testu byly použity úlomky vzorku ST4. Zpráva z chemicko-technologického průzkumu s detailním popisem metodiky je uvedena v textové příloze. Přehled vzorků, barevnosti a orientační rozdělení mikroskopicky zaznamenaných vrstev do předpokládaných časových etap barevného pojednání povrchu sochy je uvedeno v tabulce (Tab. 15) na konci zprávy z chemicko – technologického průzkumu. Místa odběrů vzorků jsou znázorněna v grafické příloze. Vzorky vyhodnotila Ing. Petra Lesniaková Ph.D.

| Vzorek | Místo odběru  |
|--------|---|
| ST1    | inkarnát, pravá ruka, pohledová černá, pod černou růžová      |
| ST2    | štóla – lem, černá?, modrá                                    |
| ST3    | palladium, okraj vlevo, pohledová černá, prosvítající červená |
| ST4    | klerika, pohledová bílá                                       |
| ST5    | obočí JN (modrá)  |
| ST6    | límeč JN (modrá?)   |
| ST7    | vlasý Krista  |
| ST8    | krajka JN (modrá?)  |
| ST9    | vousy JN  |
| ST10   | klerika JN2 (náhrada za vzorek ST4)                           |

Tab. 1: Seznam vzorků pro průzkum povrchových úprav.

| Vzorek | Typ mikrochemické reakce |                |
|--------|--------------------------|----------------|
|        | $NH_3 + H_2O_2$          | <i>fuchsin</i> |
| ST4    | pozitivní                | pozitivní      |

Tab. 2: Výsledky mikrochemických reakcí na stanovení přítomnosti vysychavých olejů.

Z mikroskopického průzkumu vyplývá přítomnost alespoň šesti časových fází výtvarného pojednání díla. Podpovrchové části kamene obsahují organickou látku, jejíž složení ani původ nebyly určovány (nelze zjistit, zda se jedná o předúpravu povrchu kamene před nanesením polychromie nebo penetraci pojiva z barevných vrstev). Na základě výsledků průzkumu lze předpokládat, že starší povrchové úpravy náležející zřejmě do pěti fází zpracování povrchu sochy, byly součástí polychromie. Dále se na objektu nachází nesouvislá okrová organická vrstva se silnou nažloutlou UV fluorescencí, která mohla být celoplošnou závěrečnou povrchovou úpravou (například vrstvu laku). Tato vrstva odděluje následující zřejmě dvě fáze (fáze 5, 6 Tab. 15 průzkumu) povrchových úprav s poměrně omezenou barevností. První z těchto fází výtvarného zpracování povrchu má zelené odstíny, následuje fáze s vrstvami převážně šedých odstínů. Lze se domnívat, že se jedná o dvě monochromní pojednání díla. Starší fáze povrchových úprav (fáze 1-4, Tab. 15 průzkumu) jsou patrně spojeny polymerním pojivem, u mnohých vrstev lze předpokládat pojivo na bázi vysychavých olejů. Zpracování povrchu pozlacovačskými technikami nebylo zaznamenáno.

Na základě barevnosti a prvkového zastoupení bylo studováno složení vybraných vrstev. V barevných vrstvách lze předpokládat výskyt následujících pigmentů, případně plniv: olovnatá běloba, barytová běloba / baryt, zinková běloba, uhličitan vápenatý - přírodní křída / vápenec, křemenná zrna, síran vápenatý, okr, chromová žlut', nelze vyloučit masikot, červená hlinka, chromová oranž/červeň, rumělka, suřík, zřejmě zem zelená, Pruská modř, uhlikatá čern'. Z výsledků průzkumu vyplývá, že povrchové úpravy obsahují materiály citlivé na zásadité a kyselé prostředí, případně na oxidační prostředky.

### 3.2.4. Stanovení obsahu aniontů vodorozpustných solí<sup>31</sup>

Obsah vodorozpustných solí byl zjištěn z vrtu horniny (z hloubky cca 1cm), kdy byl odebrán 1 vzorek, následně byl také obsah vodorozpustných solí monitorován ve 4 vzorcích odsolovacích zábálů. Pro odsolování byl zvolen advekční zábal s kaolínem a buničinou v poměru 1:1 obj., aplikovaném po dobu 24 hodin, 2x za sebou (označení 1 a 2 AZ). Obsah aniontů vodorozpustných solí (dusičnanů, chloridů a síranů) byl zjištěn pomocí *UV/VIS spektrofotometrie*, spektrofotometrem Beckmann Coulter DU© 720 z extraktů vzorků v destilované vodě. Výsledky jsou v tabulce uvedené v % hm. Na závěr je připojená také tabulka dle rakouské normy Önorm 3355-1, která hodnotí obsah vodorozpustných solí ve stavebních materiálech. Vzorky vyhodnotila Ing. Petra Lesniaková Ph.D. (kompletní zpráva v textové příloze).

| Vzorek - označení                                | Místo odběru  |
|--|---|
| S1   | hornina - střepec na almuci   |
| 1AZ spodní, 2AZ spodní,<br>1AZ zadní, 2 AZ zadní | zábaly na ložné (spodní) ploše podstavce<br>zábaly na zadní části sochy |

Tab. 3: Seznam vzorků pro průzkum salinity.

| Číslo vzorku<br>_výška (cm) | Vlhkost<br>(hm. %) | Chloridy (Cl <sup>-</sup> ) |           | Sířany (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) |           | Dusičnany (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) |           |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|---|-----------|---|-----------|
|                             |                    | (hm. %)                     | (mmol/kg) | (hm. %)                                 | (mmol/kg) | (hm. %)                                   | (mmol/kg) |
| S1                          | 1,28               | <0,01                       | <2        | <b>0,33</b>                             | <b>35</b> | 0,02                                      | 3         |
|                             |                    | (g/cm <sup>2</sup> )        |           | (g/cm <sup>2</sup> )                    |           | (g/cm <sup>2</sup> )                      |           |
| 1AZ spodní                  | -                  | 0,03                        |           | 1,37                                    |           | 0,03                                      |           |
| 2AZ spodní                  | -                  | 0,01                        |           | 0,12                                    |           | 0,04                                      |           |
| 1 AZ zadní                  | -                  | 0,03                        |           | 0,82                                    |           | 0,02                                      |           |
| 2 AZ zadní                  | -                  | 0,04                        |           | 1,61                                    |           | 0,02                                      |           |

Tab. 4: Výsledky stanovení obsahů vodorozpustných solí, UV-VIS spektrofotometrie.

<sup>31</sup> Lesniaková P., příloha DP, Chemicko-technologický průzkum, Lapidárium Národního muzea, kamenná socha sv. Jana Nepomuckého, FR, UPa, Litomyšl, 2016

| Stupně zasolení                | Chloridy (hm. %) | Sírany (hm. %) | Dusičnany (hm. %) |
|--------------------------------|------------------|----------------|-------------------|
| Nejsou nutná žádná opatření    | < 0,03           | < 0,10         | < 0,05            |
| Je nutné zvážit dílčí opatření | 0,03 – 0,10      | 0,10 – 0,25    | 0,05 – 0,15       |
| Opatření jsou nezbytná         | > 0,10           | > 0,25         | > 0,15            |

Tab. 5: Hodnocení stupně zasolení dle rakouské normy Önorm 3355-1.

Ve vzorku horniny byla zjištěna velmi vysoká koncentrace síranů, z hlediska rizika poškození pak zanedbatelně nízká koncentrace dusičnanů a chloridů. Sírany mohly být do objektu zaneseny vztlínající vodou. Zdrojem mohly být také sulfatizace karbonátového tmelu horniny (viz petrologický průzkumu).

V použitých odsolovacích zábalech nebyly zjištěny takové koncentrace vodorozpustných solí, na jejichž základě by bylo možné jednoznačně předpokládat úspěšnost odsolování, což je dáno především limity metody. Stanovené hodnoty koncentrace solí v odsolovacích zábalech lze považovat spíše za nízké.

### 3.2.5 Ultrazvuková transmise

Cílem této metody je zjištění skutečného průběhu viditelných prasklin, odhalení možných defektů uvnitř kamene a jejich rozsah. Případně zjištění povrchové koroze kamene. Následně pak zhodnocení stavu po restaurátorském zásahu. Celkem bylo provedeno a vyhodnoceno 23 měření provedených na celé soše před restaurováním a 9 měření po restaurování (kontrola zpevnění horniny a injektáží prasklin – prověření zásahu).

#### Stav horniny před restaurováním - typologie a rozsah poškození

Na plastice se lokálně vyskytují silně zvětralá místa, ve kterých je hmota pískovce zcela rozrušena až do hloubky několika centimetrů. Jedná se zejména o sokl a některá místa drapérie kleriky, zejména pod pravou rukou světce. V těchto místech je materiál v různé míře rozrušen a jsou patrné i trhliny lokálního charakteru. Stav

pískovce v ostatních nepoškozených místech je dobrý. V malých tloušťkách materiálu se projevuje povrchové zpevnění materiálu (měření 22 a 23), které může být dáno přirozeným chováním křemičitého typu pískovce nebo jeho předchozím povrchovým ošetřením, příp. úpravou před provedením polychromie.

#### Stav horniny po restaurování

Socha prošla v rámci restaurátorského zásahu komplexním ošetřením včetně odsolení, konsolidace poškozených míst a provedení doplňků. Stav zvětřalých míst byl průzkumem studován i po zásahu, pouze však na místech, kde byl v předchozí fázi průzkumu zjištěn útlum signálu nebo jeho zeslabení. Průzkumem bylo zjištěno jednoznačné zlepšení vlastností horniny a to v rozsahu přirozených vlastností horniny. Hodnoty rychlosti UZ transmise přibližně odpovídaly hodnotám naměřeným na nepoškozené hornině. Pouze v místě měření 11 (drapérie pod pravou rukou) se signál z neznámých důvodů podařilo obnovit, ale zůstává deformovaný.

Měření provedla a vyhodnotila Ing. Renata Tišlová Ph.D. (kompletní zpráva s měřeními a zakreslením v textové příloze).

### **3.2.6 Petrologické vyhodnocení horniny**

Cílem tohoto průzkumu je přesné určení horniny a její charakteristiky, případně určení oblasti lokality těžby. Místo odběru je zdokumentováno v grafické příloze.

Pro petrologickou analýzu byl odebrán 1 vzorek horniny malých rozměrů (V1) ze soklu z ložné plochy. Z odebraného vzorku byly zhotovené mikroskopické výbrusy a ty pak zkoumány polarizačním mikroskopem při zvětšení 32 – 126x s fotodokumentací. Vzorky vyhodnotil RNDr. Zdeněk Štaffen (kompletní zpráva v textové příloze).

Horninu lze označit jako pískovec křemenný, středně zrnitý, slabě silicifikovaný. Použitý pískovec byl pravděpodobně vytěžen v některém z lomů na denudačním okraji české křídové pánve v okolí Prahy a stratigraficky náleží perucko-korycanskému souvrství svrchní křídly uvedené pánve. Vápenatý tmel s křemenným plnivem tvoří značnou část vzorku. Je pravděpodobné, že vápenná hmota není tvořená čistým vápnem, ale je hydraulickým pojivem či cementem.

Rizikovým faktorem kamene může být lokální zvýšená akumulace prachovito-jílovité základní hmoty v jeho struktuře („šlírý“). Tento strukturní prvek lze považovat za podmíněčně rizikový v případě, že je vystaven povrchovým vlivům.

### 3.2.7 *Vyhodnocení restaurátorského průzkumu*

Z restaurátorského průzkumu vyplývá, že dochovaný stav sochy je havarijní. Především je ve velmi špatném stavu hmota pískovce, která je v některých místech nezpevněná i do hloubky několika centimetrů. Rovněž v havarijním stavu je většina barevných povrchových vrstev, která odpadáva od povrchu a částečně je zkrakelovaná.

V této části jsou shrnuté všechny poznatky z provedeného restaurátorského průzkumu, které jsou pro plánovanou opravu určující. Podrobněji k jednotlivým bodům viz restaurátorský průzkum.

Povrchové úpravy – ze sondážního i chemicko-technologického průzkumu vyplývá, že socha byla vícekrát povrchově upravována a byla zaznamenána přítomnost alespoň šesti časových fází barevného pojednání díla. Podpovrchové části pískovce obsahují organickou látku. Nelze však zjistit, zda se jedná o předúpravu povrchu kamene před nanesením polychromie nebo penetraci pojiva z barevných vrstev. Dále předpokládáme, že starší povrchové úpravy byly součástí polychromie. U nejmladších dvou časových fází povrchových úprav je barevnost vrstev omezená na světlejší zelené a šedé odstíny a jedná se patrně o dvě fáze monochromní úpravy. Pro nejmladší fáze úprav je charakteristická přítomnost zinkové běloby a křídý, dále modrá luminiscence (fluorescence) vrstev v UV záření. Od starších vrstev, vykazujících luminiscenci pojiv v UV záření převážně do žluta, jsou monochromní úpravy odděleny degradovanou poloprůhlednou organickou okrovou vrstvou, taktéž vykazující žlutou luminiscenci. Tato vrstva se nenachází na všech vzorcích. Můžeme ale předpokládat, že byla aplikována na dílo celoplošně a mohlo se jednat o závěrečnou ochranou povrchovou úpravu. Na kraje i na lemu štolý jsou dochovány okry, které by mohly být podkladem pod zlacení. Zpracování povrchu



pozlacovačskými technikami nebylo ale v průzkumu zaznamenáno. Starší polychromní úpravy jsou často dochovány fragmentárně a jsou tak propojeny s mladšími úpravami. Na exponované straně almuce byl obecně zaznamenán menší počet dochovaných celistvých povrchových úprav, místy je obnažen i samotný kámen. Na exponovaných místech krajky jsou vrstvy necelistvé, dochovaly se spíše jako lazurní (tenké) vrstvy propojené s hmotou kamene. Povrchová úprava i kamenný substrát jsou zde kontaminovány černými depozity a to mnohdy do značné hloubky. Na spodní části krajky i na lemu štoly jsou dochovány žluté okrové vrstvy, které by mohly být podkladem pod zlacení, to se ovšem v rámci průzkumu neprokázalo. Tmavě modrá povrchová úprava, která se objevuje na částech oděvu Jana Nepomuckého (štola, krajka, límec), na bederní roušce a očích Krista, na očích Jana Nepomuckého ale i na částech netypických, jako jsou obočí Jana Nepomuckého a vousy Krista, je pravděpodobně společnou časovou fází. Toto zvýraznění určitých partií je součástí barevné úpravy, která je pod poloprůhlednou organickou okrovou vrstvou<sup>32</sup> a je také tou nejzachovalejší. Pouze sondážním průzkumem byly nalezeny fragmenty barevných vrstev mezi zelenou monochromní a poloprůhlednou organickou okrovou vrstvou, která se dochovala lokálně jako ojedinělý nález, často ve velmi torzálním stavu a lze proto předpokládat, že byla pravděpodobně v minulosti mechanicky odstraněna z důvodu úpravy podkladu před nanesením nové vrstvy. Všechny povrchové úpravy jsou patrně pojeny polymerním pojivem, u mnohých vrstev lze předpokládat pojivo na bázi vysychavých olejů.

Salinita - Ve vzorku horniny byla zjištěna velmi vysoká koncentrace síranů, z hlediska rizika poškození pak zanedbatelně nízká koncentrace dusičnanů a chloridů. Sírany mohly být do objektu zaneseny vztlínající vodou. Zdrojem mohly být také sulfatizace karbonátového tmelu horniny (viz petrologický průzkum). V použitých odsolovacích zábalech lze stanovené hodnoty koncentrace solí považovat spíše za nízké, což je dáno především limity metody.

---

<sup>32</sup> Lesniaková P., příloha DP, Chemicko-technologický průzkum, Lapidárium Národního muzea, kamenná socha sv. Jana Nepomuckého, FR, UPa, Litomyšl, 2016

Ultrazvuková transmise - Na plastice se lokálně vyskytují silně zvětřalá místa, ve kterých je hmota pískovce zcela rozrušena až do hloubky několika centimetrů. Jedná se zejména o sokl a některá místa drapérie kleriky, zejména pod pravou rukou světce. V těchto místech je materiál v různé míře rozrušen, lokálně jsou patrné i trhliny lokálního charakteru. Stav pískovce v ostatních nepoškozených místech je dobrý. V malých tloušťkách materiálu se projevuje jeho povrchové zpevnění, které může být dáno přirozeným chováním křemičitého typu pískovce nebo jeho předchozím povrchovým ošetřením, příp. úpravou před provedením polychromie. Po restaurátorském zásahu byl opět průzkumem studován stav zvětřalých míst, tentokrát však jen na místech, kde byl v předchozí fázi průzkumu zjištěn útlum signálu nebo jeho zeslabení. Průzkumem bylo zjištěno jednoznačné zlepšení vlastností horniny a to v rozsahu jejích přirozených vlastností. Hodnoty rychlosti UZ transmise přibližně odpovídaly hodnotám naměřeným na nepoškozené hornině.

Petrologické vyhodnocení - Rozbor vzorku odebraného z povrchu sochy ukázal, že se jedná o sedimentární horninu, kterou lze označit jako pískovec křemenný, středně zrnitý, slabě silicifikovaný. Použitý pískovec byl pravděpodobně vytěžen v některém z lomů na denudačním okraji české křídové pánve v okolí Prahy a stratigraficky náleží perucko-korycanskému souvrství svrchní křídvy uvedené pánve. Vápenatý tmel s křemenným plnivem tvoří značnou část vzorku. Je pravděpodobné, že vápenná hmota není tvořena čistým vápnem, ale je hydraulickým pojivem či cementem. Rizikovým faktorem kamene může být lokální zvýšená akumulace prachovito-jílovité základní hmoty v jeho struktuře („šlírý“). Tento strukturální prvek lze považovat za podmíněčně rizikový v případě, že je vystaven povrchovým vlivům.

#### **4. Koncepce restaurátorského zásahu**

Navrhovaná koncepce restaurátorského zásahu vychází ze skutečnosti, že se jedná o sbírkový předmět Lapidária Národního muzea. Jako takový, bude dále prezentován ve sbírkách Lapidária, případně bude uložen v jejím depozitáři. Na základě získaných informací o stavu kamenné polychromované sochy sv. Jana

Nepomuckého z restaurátorského průzkumu a po konzultacích se všemi zúčastněnými stranami a odborníky jsme navrhli koncepci restaurátorského zásahu.

U restaurátorských prací bude provedena podrobná fotodokumentace stavu před, během a po restaurování. Památka je ve velmi špatném stavu a vyžaduje komplexní zrestaurování, včetně čištění, zpevňování a injektáže kamene, odsolování kamene, zajišťování a snímání polychromie, tmelení kamene a provedení plastické a barevné retuše. Vzhledem k problematice a rozsahu poškození i výtvarné hodnotě díla bude nutný pečlivý a citlivý přístup restaurátora.

Vzhledem k výrazné degradaci pískovce bude v první řadě provedena jeho konsolidace za použití organokřemičitanů. Vlasové trhlinky v kameni budou injektovány slabým roztokem akrylátové pryskyřice. Čištění povrchu bude provedeno citlivým způsobem na základě výsledků zkoušek čištění pomocí suchého a případně i mokrého čištění. Velký důraz bude také kladen na záchranu barevných vrstev, které jsou zkrakelované a odpadávají od povrchu pískovce. Tyto krakely bude nutné narovnat zpět do požadovaného tvaru a zafixovat opět k podkladu. Budou odstraněny nejmladší monochromní vrstvy i torza lokálně dochované barevné vrstvy, které svým barevným pojednáním snižují hodnotu díla a degradují dílo po stránce výtvarné i estetické. Presentována tak bude vrstva pod okrovou polymerní vrstvou, tedy první a jediná celistvěji zachovalá a současně výtvarně hodnotná polychromní úprava. Na základě získaných znalostí a nastudovaných analogií a na základě rozhodnutí zadavatele budou rušivá poškozená místa pískovce plasticky doplněna tmelem i včetně menších tvarových korekcí na povrchu. V případě tvarových ztrát břevna kříže a pravé špičky boty světce a menších ztrát na límci, štóle a klerice bude respektována prezentovaná barevná úprava, která vede přes toto poškození, a nebudou tato místa doplněna. Závěrečnou fází budou lokálně provedené barevné retuše, které by měly být citlivě provedeny do té míry, aby došlo k harmonickému sjednocení celého díla.

## 5. Postup prací

Socha byla transferována z depozitáře Lapidária do ateliéru restaurování kamene v Litomyšli. Po vyhodnocení průzkumů bylo přistoupeno k restaurování díla, které se drželo výše zmíněné koncepce.

Odsolování - objekt byl odsolován advekčním zábalem, kdy byl zvolen zábal s kaolínem a buničinou v poměru 1:1 obj., aplikovaném po dobu 24 hodin, 2x za sebou. Jednalo se pouze o plochy, které byly obnažené na samotný kámen bez polychromie. Použitá metoda nebyla příliš úspěšná, neboť v použitých odsolovacích zábalech byly zjištěny jen nízké hodnoty koncentrace solí, což je dáno především limity metody. Vzhledem k zjištěným údajům o malé úspěšnosti metody a k uchování objektu ve stabilních podmínkách Lapidária nebylo dále odsolování prováděno, ani doporučeno, kvůli většímu zvlhčování objektu.

Čištění - povrch sochy byl nejprve očištěn převážně suchými štětci společně s odsáváním prachových nečistot vysavačem, poté byl povrch čištěn vlhčenými vatovými tampóny. Sádrovcová křusta byla naměkčena vodní párou a odstraněna skalpelem.

Předzpevnění kamene - narušený povrch kamene byl předzpevněn prostředkem na bázi organokřemičitanů. Povrch byl nejprve napouštěn zpevňovačem s malým množstvím vylučovaného gelu (menší míra zpevnění, hluboká penetrace) až po prostředky s velkým množstvím gelu. V některých místech byl zpevňovač aplikován opakovaně.

Snímání a odkryv polychromie - po předzpevnění a očištění sochy se přešlo ke snímání mladších povrchových úprav a odkryv požadované polychromní vrstvy. Tam, kde to místa vyžadovala, docházelo zároveň k jejímu zajišťování adhezivem na substrát a narovnání zkrakelovaných vrstev pomocí tepelné špachtle s regulovaným ohřevem. Snímání bylo provedeno na základě provedených zkoušek a bylo přistoupeno pouze k mechanickému snímání. Zkoušky snímání pomocí vodní páry a skalpelu nebyly úspěšné, nedocházelo k naměkčení povrchu a tedy

snadnějšímu snímání. Snímání pomocí skalpelu bylo šetrnější vzhledem k použití suché cesty a bylo možné dosáhnout kontrolovaného a selektivního snímání jednotlivých vrstev. Mikroabrazivní pískování korundem bylo možné použít v případě povrchového znečištění prachovými depozity. Tato metoda byla obzvláště účinná, jestliže se barevná vrstva dochovala jen ve slabém filmu mezi zrny pískovce pokrytá prachovým depozitem. Poslední dvě metody, snímání skalpelem a mikroabrazivní pískování, byly při snímání vrstev a dočištění povrchu kombinovány podle potřeby.

Zpevňování a injektáž kamene - narušený povrch kamene byl poté opět ještě zpevněn prostředkem na bázi organokřemičitanů. V některých místech byl zpevňovač aplikován opakovaně, lokálně musela být některá místa ošetřena i slabým roztokem akrylátové pryskyřice. Praskliny byly injektovány kombinací injektážních prostředků. Dutiny a praskliny v kameni byly vyplněny zahuštěným injektážním prostředkem na bázi organokřemičitanů. Vlasové trhlinky byly injektovány slabým roztokem akrylátové pryskyřice.

Zajišťování polychromie - na základě vyhodnocení mé teoretické diplomové práce „*Zkoumání možností fixace oddělených povrchových vrstev*“, byl vytvořen postup na narovnání krakel a vybrán nejlepší systém na fixování polychromie pomocí tepelné špachtle s regulovaným ohřevem. Nejprve byla provedena penetrace aplikací ethanolové vody pod krakely, kvůli lepší smáčivosti podkladu. Poté byla aplikována injektáží nebo štětečkem pod krakely termoplastická akrylátová disperze (Acrykleber 498 HV, Lascaux) a to v koncentraci 5 %. Před samotným zažehlováním byl povrch kamene i barevná úprava prohřáta horkovzdušnou pistolí a následně byla zažehlena tepelnou špachtlí přes melinexovou fólii (tloušťka cca 50 µm) na kamenný podklad. Při fixaci byla použita teplota kolem 60–70 °C podle tloušťky zažehlované vrstvy. V některých hůře přístupných místech musel být zásah opakován.

Tmelení a plastická retuš - místa poškozená úbytkem hmoty byla zatmelena a vymodelována v probarveném minerálním tmelu do barvy pískovce. Tmely byly složeny z jemnozrnných písků pojené bílým cementem (poměr 4:1)

a dobarveny pigmenty. V případě tvarových ztrát jakým je břevno kříže a pravá špička boty světce byla respektována prezentovaná barevná úprava, která vede přes toto poškození, a tato místa nebyla doplněna ve tmelu.

Barevné retuše - Nejprve byly provedeny zkoušky retuší a to s olejo-pryskyřičnými barvami (Schmincke – Mussini) a akvarelovými barvami (Akademie Schmincke). Po vyhodnocení zkoušek byly vybrány akvarelové barvy a byla provedena napodobivá retuš na nových tmelech a na rušivých místech originálu, kde došlo ke ztrátě barevné vrstvy až na obnažený kámen. Lokálně se tato retuš uplatnila i v dolních partiích sochy (na klerice a soklu) v místech s rušivými nahnědlými peckami. Retuše byly citlivě provedeny do té míry, aby došlo k harmonickému sjednocení celého díla.

## 6. Doporučený režim objektu

Socha sv. Jana Nepomuckého je v současnosti sbírkový předmět Lapidária Národního muzea, která bude buď prezentována v jeho sbírkách, nebo bude opět uložena do depozitáře. Památka již není určena pro exteriér, neboť vystavení venkovním vlivům lze považovat za velmi rizikové a to jak pro povrchovou úpravu díla, tak i pro použitý pískovec, tedy i pro dílo samotné. Aby nedocházelo ke ztrátám polychromie, je zapotřebí dílo prezentovat či uchovávat v prostředí se stabilním klimatickým režimem, s minimálním kolísáním relativní vzdušné vlhkosti. Dílo by nemělo být vystaveno přímému osvětlení ani slunečnímu záření a nesmí být vystavěno prudkým změnám teploty. Socha by měla být umístěna v čistém a bezprašném prostředí. V případě, že dojde k zaprášení díla, může vlastník památky použít suchého čištění a odstraňovat volné nečistoty (volný prach, pavučiny) pomocí měkkých štětců nasáváním do vysavače. Veškeré ostatní zásahy by měli provádět školení odborníci – restaurátoři. Při manipulaci se sochou je třeba vždy brát v úvahu její nestabilní základnu a plintu zaklínovat aby nemohlo dojít k pádu. Doporučujeme pravidelné kontroly stavu sochy a polychromie (jednou za tři roky, v případě větších klimatických nebo teplotních změn častěji).

## 7. Použité technologie a materiály

### Čištění povrchu a odkryv:

jemné vlasové štětce, vysavač  
navlhčené vatové tampóny  
lokálně vodní pára  
skalpel – výměnné čepele  
abrazivní metoda, mikropískování – tryska o velikosti 0,6 mm,  
abrazivo - hnědý korund F280 – F400

### Zpevnění kamene:

Funcosil Steinfestiger 100, 300, 500 E - zpevňovací prostředek  
na bázi esteru kyseliny křemičité (KSE) (fa Remmers)

### Injektáž kamene:

vlasové trhliny - Paraloid B 72 - akrylátová pryskyřice (Rohm  
& Haas, USA)

dutiny a trhliny – KSE 500 STE E - injektážní prostředek  
na bázi esteru kyseliny křemičité (KSE) (fa Remmers) s aditivy  
Füllstoff A; B (fa Remmers)

### Zajištění povrchových úprav:

termoplastická akrylátová disperze Acrylkleber 498 HV 5% ve  
vodě (fa. Lascaux), zažehlovací tepelná špachtle, melinexová  
folie 50µm, regulovaná horkovzdušná pistole, štětec, injekční  
stříkačka s jehlou

### Tmelení, plastická retuš kamene:

poměr plniva:pojiva - 4:1

křemičitý písek, jemná frakce (Sklopísek Střeleč a.s.), žlutý  
písek Černuc, jemná frakce (Pískovna Černuc), poměr plniva:  
1:3

bílý cement (Aalborg Portland), s přírodními anorganickými pigmenty (fa. Deffner & Johann)

2% záměsová voda: Sokrat S2802A na bázi styrenakrylátového kopolymeru (fa. Den Braven)

Barevná retuš:

světlostálé akvarelové barvy Akademie Aquarell (fa. Schmincke)



## 8. Obrazová příloha

- Obr. 1 a 2 I. F. Platzer, sv. Jan Nepomucký, originál - pískovec, 1746, depozitář Galerie hl. m. Prahy, Buštěhrad (Foto: Foltýnová M., kurátorka veřejné plastiky Galerie hlavního města Prahy, 2015); kopie – výdusek, před kostelem sv. Voršily, Národní třída, Praha.
- Obr. 3-5 I. F. Platzer, sv. Jan Nepomucký, lipové dřevo polychromované, zlacené a stříbřené, 1750 – 1760; Veltrusy, státní zámek.
- Obr. 6 I. F. Platzer, Návrh k soše sv. Jana Nepomuckého, kresba perem, tuší, kolem 1745; NG v Praze. (Foto: Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha, 1957).
- Obr. 7 I. F. Platzer, sv. Jan Nepomucký, pískovec, 1755-1765; lapidárium Mnichovo Hradiště.
- Obr. 8 I. F. Platzer, sv. Jan Nepomucký, polychromovaná pískovcová socha, před rokem 1769; Dobříš. Dnes nezvěstná. (Foto: Suchomel M., *Sochařské repliky Ignáce Františka Platzera – 2*, ZPP, LIII, 1993).
- Obr. 9 I. F. Platzer, sv. Jan Nepomucký, polychromované a zlacené lipové dřevo, 1765 – 1775; Smečno (Foto: Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha, 1957).
- Obr. 10 a 11 I. F. Platzer, sv. Jan Nepomucký, pískovec, kolem 1745, Dům U červené lišky na Starém Městě; Praha.
- Obr. 12 J. B. Platzer, sv. Jan Nepomucký, 1716, dřevo, bílá povrchová úprava se zlacením; Vidžín (Foto: Skořepová Z. *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha, 1957).
- Obr. 13 Neznámý řezbář, sv. Jan Nepomucký, po polovině 18. století, NG; Praha (Foto: Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, obrazová příloha, Praha 1957).
- Obr. 14 a 15 Neznámý sochař, sv. Jan Nepomucký, 1794; Chotýšany.

### Fotodokumentace restaurátorského zásahu

- Obr. 16 Čelní pohled, stav před restaurováním.
- Obr. 17 Zadní pohled, stav před restaurováním.
- Obr. 18 a 19 Boční pohledy, stav před restaurováním.

- Obr. 20 a 21 Detaily poškození, na tváři Jana Nepomuckého je patrný částečný předchozí odkryv nebo průzkum, stav před restaurováním.
- Obr. 22 a 23 Detaily poškození, stav před restaurováním.
- Obr. 24 Detaily poškození, stav před restaurováním.
- Obr. 25 a 26 Detaily poškození, zkrakelovaná a odpadávající polychromie, mechanická poškození, stav před restaurováním.
- Obr. 27 Detaily poškození, puchýře a mechanická poškození, stav před restaurováním.
- Obr. 28 Detaily poškození, puchýře a praskliny, stav před restaurováním.
- Obr. 29 Poškození základny, stav před restaurováním.
- Obr. 30 Sondy na vousech, límci a krku Jana Nepomuckého. Vousy: 0/kámen, 1/černá, 2/hnědá, 3/černá, 4/šedá; Límec: 0/kámen, 1/modrá, 1+/modrý lem, 2/šedá. Povrchová úprava na límci a krku se zde dochovala pouze ve dvou vrstvách. Upřesněný výsledek, který z těchto sond nebyl patrný, viz Tab. 6 v grafické příloze.
- Obr. 31 Sonda na pravé ruce, rozšířená z “předchozího průzkumu“ a z mechanického poškození pískovce. Inkarnát: 0/kámen, 1/růžová, 2/růžová, 3/zelená, 4/ šedá. Upřesněný výsledek, který z této sondy nebyl patrný, viz Tab. 6 v grafické příloze.
- Obr. 32 a 33 Sondy na inkarnátu, obočí, oku a kvadrátku Jana Nepomuckého a na těle Krista. Povrchová úprava na těle Krista se zde dochovala pouze ve dvou vrstvách podobně jako u límce a krku JN (Obr. 30). Upřesněný výsledek, který z těchto sond nebyl patrný, viz Tab. 6 v grafické příloze.
- Obr. 34 Sonda na rochetě, krajce, střapci a klerice. Upřesněný výsledek, který z této sondy nebyl patrný, je zaznamenán v Tab. 6 v grafické příloze.
- Obr. 35 Odsolovací zábal, který byl aplikován 2x za sebou po 24 hodinách.
- Obr. 36 Odkrývání skalpelem na první zachovanou polychromní vrstvu, následně dočištěna mikroabrazivním otryskáváním.
- Obr. 37 Odkrývání a čištění pomocí mikroabrazivního otryskávání.
- Obr. 38 Odkrývání a čištění mikroabrazivní metodou, lokálně snímáno skalpelem. Monochromní zelená je zde dochována jen fragmentárně.
- Obr. 39 Stav po odkrývání a čištění v kombinaci metod snímání skalpelem a mikroabrazivního otryskávání.

- Obr. 40 Stav po odkrývání a čištění v kombinaci metod skalpelem (inkarnát, rukáv rochetty) a mikroabrazivního otryskávání (krajka).
- Obr. 41, 42 a 43 Zpevňování kamene a injektáž vlasových trhlinek.
- Obr. 44 Injektáž otevřených puchýřů a trhlin injektážním prostředkem na bázi organokřemičitanů.
- Obr. 45 Stav po odkrytí, čištění, zpevňování a injektáži. Detail rochetty s krajkou.
- Obr. 46 a 47 Penetrace podkladu ethanolovou vodou a aplikace adheziva Acrykleber 498 HV pod krakely a uvolněnou barevnou vrstvou.
- Obr. 48 Prohřívání povrchu regulovatelnou horkovzdušnou pistolí před samotným zažehlováním barevné vrstvy. Teplota ohřevu byla v rozmezí 70 – 100 °C.
- Obr. 49 Zažehlování polychromie tepelnou špachtlí přes melinexovou fólii. Teplota zahřívání špachtle se pohybovala v rozmezí 60 – 70 °C podle tloušťky zažehlované vrstvy.
- Obr. 50 Doplnování chybějících míst tmelem.
- Obr. 51, 52 a 53 Doplnování minerálním tmelem.
- Obr. 54, 55, 56 a 57 Celkové pohledy na sochu sv. Jana Nepomuckého, stav po vytmelení.
- Obr. 58 Klerika sv. Jana Nepomuckého, stav po odkryvu.
- Obr. 59 Klerika sv. Jana Nepomuckého, stav po lokální retuši.
- Obr. 60 Detail oděvu sv. Jana Nepomuckého, stav po odkryvu.
- Obr. 61 Detail oděvu sv. Jana Nepomuckého, stav po lokální retuši.
- Obr. 62 Čelní pohled, stav po restaurování.
- Obr. 63 Zadní pohled, stav po restaurování.
- Obr. 64 a 65 Boční pohledy, stav po restaurování.
- Obr. 66 a 67 Stav po restaurování, detail.
- Obr. 68 a 69 Stav po restaurování, na límci je akceptovaná polychromie přes poškození, detail.
- Obr. 70 Stav po restaurování, podhled, detail.

- Obr. 71 a 72 Stav po restaurování, detail.
- Obr. 73 Stav po restaurování, akceptovaná polychromie přes poškození, detail.
- Obr. 74 Stav po restaurování, detail.
- Obr. 75 Stav po restaurování, detail rochetty s krajkou.
- Obr. 76 a 77 Fotografie v denním a v UV světle, stav před restaurováním.
- Obr. 78 a 79 Fotografie v denním a v UV světle, stav po restaurování.

Autor fotografií: Renata Tauchmanová (pokud není uvedeno jinak)

Datum vyhotovení fotografií: říjen 2014 – červen 2016

## **Seznam tabulek**

Tab. 1: Seznam vzorků pro průzkum povrchových úprav.

Tab. 2: Výsledky mikrochemických reakcí na stanovení přítomnosti vysychavých olejů.

Tab. 3: Seznam vzorků pro průzkum salinity.

Tab. 4: Výsledky stanovení obsahů vodorozpustných solí, UV-VIS spektrofotometrie.

Tab. 5: Hodnocení stupně zasolení dle rakouské normy Önorm 3355-1.

Tab. 6 : Sondážní průzkum, orientační zařazení předpokládaných fází povrchových úprav (grafická příloha).



Obr. 16 Čelní pohled, stav před restaurováním.



Obr. 17 Zadní pohled, stav před restaurováním.





Obr. 18 a 19 Boční pohledy, stav před restaurováním.



Obr. 20 a 21 Detaily poškození, na tváři Jana Nepomuckého je patrný částečný předchozí odkryv nebo průzkum, stav před restaurováním.



Obr. 22 a 23 Detaily poškození, stav před restaurováním.



Obr. 24 Detaily poškození, stav před restaurováním.





Obr. 25 a 26 Detaily poškození, zkrakelovaná a odpadávající polychromie, mechanická poškození, stav před restaurováním.



Obr. 27 Detaily poškození, puchýře a mechanická poškození, stav před restaurováním.

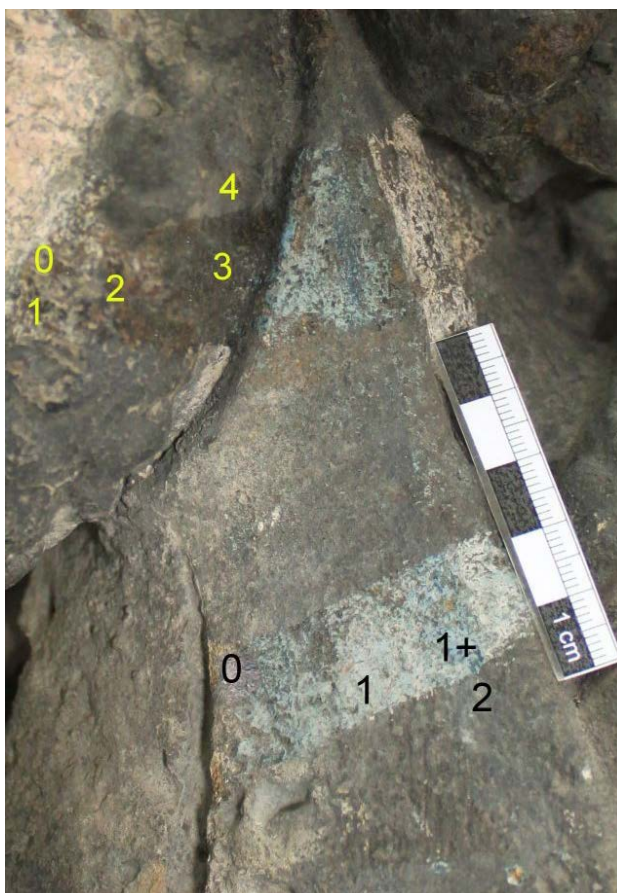




Obr. 28 Detaily poškození, puchýře a praskliny, stav před restaurováním.



Obr. 29 Poškození základny, stav před restaurováním.



Obr. 30 Sondy na vousech, límci a krku Jana Nepomuckého. Vousy: 0/kámen, 1/černá, 2/hnědá, 3/černá, 4/šedá; Límec: 0/kámen, 1/modrá, 1+/modrý lem, 2/šedá. Povrchová úprava na límci a krku se zde dochovala pouze ve dvou vrstvách. Upřesněný výsledek, který z těchto sond nebyl patrný, viz Tab. 6 v grafické příloze.



Obr. 31 Sonda na pravé ruce, rozšířená z “předchozího průzkumu” a z mechanického poškození pískovce. Inkarnát: 0/kámen, 1/růžová, 2/růžová, 3/zelená, 4/ šedá. Upřesněný výsledek, který z této sondy nebyl patrný, viz Tab. 6 v grafické příloze.





Obr. 32 a 33 Sondy na inkarnátu, obočí, oku a kvadrátku Jana Nepomuckého a na těle Krista. Povrchová úprava na těle Krista se zde dochovala pouze ve dvou vrstvách podobně jako u límce a krku JN (Obr. 30). Upřesněný výsledek, který z těchto sond nebyl patrný, viz Tab. 6 v grafické příloze.



Obr. 34 Sonda na rochetě, krajce, střapci a klerice. Upřesněný výsledek, který z této sondy nebyl patrný, je zaznamenán v Tab. 6 v grafické příloze.



Obr. 35 Odsolovací zábal, který byl aplikován 2x za sebou po 24 hodinách.



Obr. 36 Odkrývání skalpelem na první zachovanou polychromní vrstvu, následně dočištěna mikroabrazivním otryskáváním.





Obr. 37 Odkrývání a čištění pomocí mikroabrazivního otryskávání.



Obr. 38 Odkrývání a čištění mikroabrazivní metodou, lokálně snímáno skalpelem. Monochromní zelená je zde dochována jen fragmentárně.



Obr. 39 Stav po odkrývání a čištění v kombinaci metod snímání skalpelem a mikroabrazivního otryskávání.



Obr. 40 Stav po odkrývání a čištění v kombinaci metod skalpelem (inkarnát, rukáv rochet) a mikroabrazivního otryskávání (krajka).





Obr. 41, 42 a 43 Zpevňování kamene a injektáž vlasových trhlinek.



Obr. 44 Injektáž otevřených puchýřů a trhlin injektážním prostředkem na bázi organokřemičitanů.



Obr. 45 Stav po odkrytí, čištění, zpevňování a injektáži. Detail rochetky s krajkou.





Obr. 46 a 47 Penetrace podkladu ethanolovou vodou a aplikace adheziva Acrykleber 498 HV pod krakely a uvolněnou barevnou vrstvu.



Obr. 48 Prohřívání povrchu regulovatelnou horkovzdušnou pistolí před samotným zažehlováním barevné vrstvy. Teplota ohřevu byla v rozmezí 70 – 100 °C.



Obr. 49 Zažehlování polychromie tepelnou špachtlí přes melinexovou fólii. Teplota zahřívání špachtle se pohybovala v rozmezí 60 – 70 °C podle tloušťky zažehlované vrstvy.



Obr. 50 Doplnění chybějících míst tmelem.



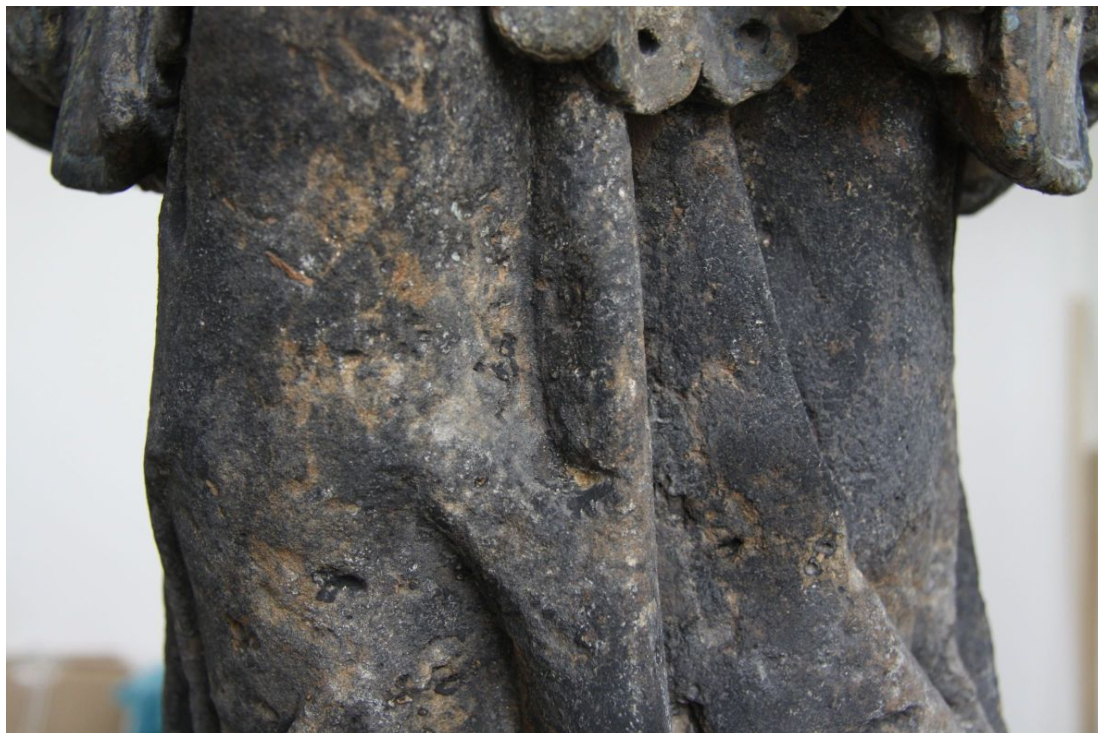


Obr. 51, 52 a 53      Doplnění minerálním tmelem.

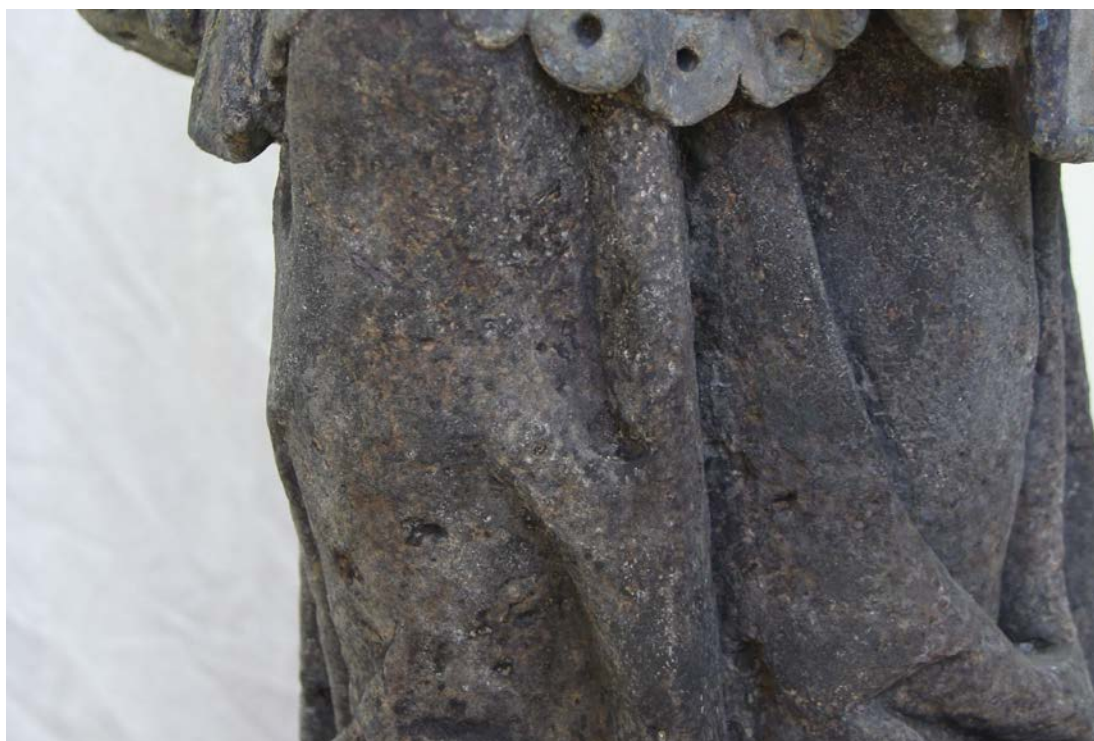


Obr. 54, 55, 56 a 57 Celkové pohledy na sochu sv. Jana Nepomuckého, stav po vytmelení.

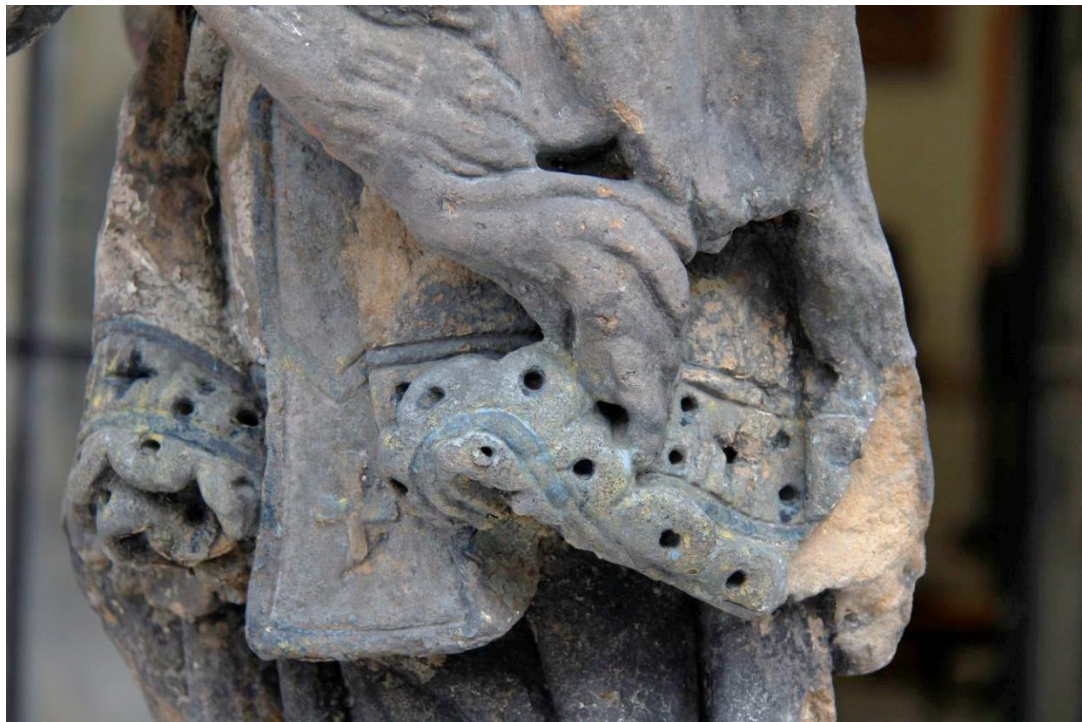




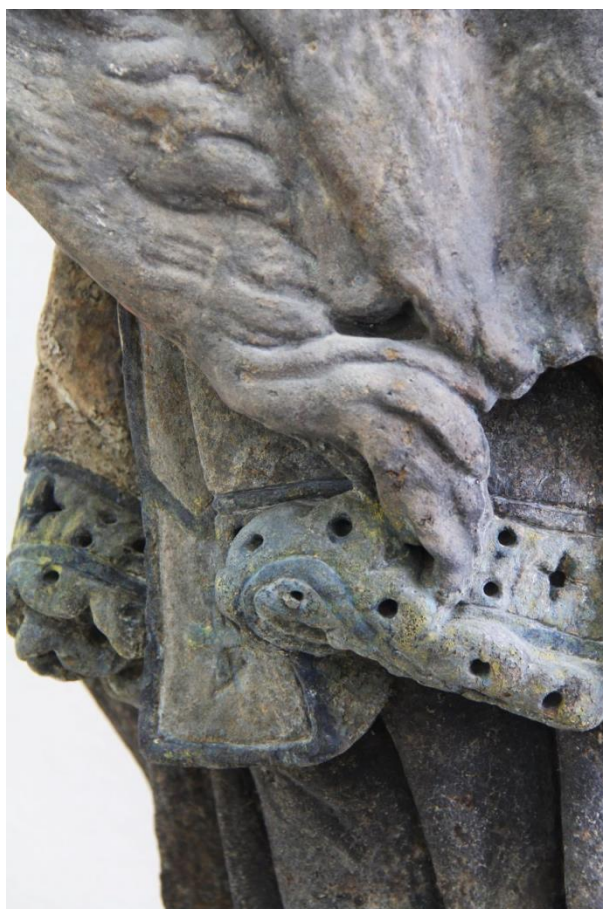
Obr. 58 Klerika sv. Jana Nepomuckého, stav po odkryvu.



Obr. 59 Klerika sv. Jana Nepomuckého, stav po lokální retuši.



Obr. 60 Detail oděvu sv. Jana Nepomuckého, stav po odkryvu.



Obr. 61 Detail oděvu sv. Jana Nepomuckého, stav po lokální retuši.





Obr. 62 Čelní pohled, stav po restaurování.



Obr. 63 Zadní pohled, stav po restaurování.



Obr. 64 a 65 Boční pohledy, stav po restaurování.



Obr. 66 a 67 Stav po restaurování, detail.





Obr. 68 a 69 Stav po restaurování, na límci je akceptovaná polychromie přes poškození, detail.



Obr. 70 Stav po restaurování, pohled, detail.



Obr. 71 a 72 Stav po restaurování, detail.



Obr. 73 Stav po restaurování, akceptovaná polychromie přes poškození, detail.





Obr. 74 Stav po restaurování, detail.



Obr. 75 Stav po restaurování, detail rochetky s krajkou.



Obr. 76 a 77 Fotografie v denním a v UV světle, stav před restaurováním.



Obr. 78 a 79 Fotografie v denním a v UV světle, stav po restaurování.

## 9. Grafická příloha

### Seznam příloh:

- Grafický zakres poškození.
- Tab. 6 : Sondážní průzkum, orientační zařazení předpokládaných fází povrchových úprav.
- Zakreslení odběru vzorků pro průzkum povrchových úprav a pro mikrochemickou analýzu.
- Zakreslení odběru vzorků pro analýzu koncentrace vodorozpustných solí a petrologický průzkum horniny.



Grafický zakreslení poškození



## Grafický zákres poškození





Tab. 6 : Sondážní průzkum, orientační zařazení předpokládaných fází povrchových úprav.

|   | palladium              | klerika          | vlasý Krista                 | štóla                 | vousy             | krajka   | inkarnát              | obočí                         | límeč                | rocheta (nad krajkou) | podstavec         | kříž   | almuce                                    |                          |
|---|------------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|--|-----------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|--------|---|--------------------------|
| vzorky z optické mikroskopie, bílé světlo                       |                        |                  |                              |                       |                   |  |                       |                               |                      |                       |                   |        |   |                          |
|   |                        |                  |                              |                       |                   |  |                       |                               |                      |                       |                   |        | líc                                       | rub                      |
| <b>sondážní průzkum - předpokládané fáze povrchových úprav:</b> |                        |                  |                              |                       |                   |  |                       |                               |                      |                       |                   |        |   |                          |
| organická vrstva ►<br>vrstva, na kterou byl proveden odkv ►     |                        | bílá             |                              |                       |                   |  |                       |                               |                      |                       |                   |        |   |                          |
|   | šedá                   | šedá             | šedá                         | šedá<br>okrová- rub   | šedá              | šedá   | šedá                  | šedá                          | šedá/černá?          | šedá                  | šedá              | šedá   | šedá                                      | šedá                     |
|   | zeleno-bílá            | zeleno-bílá      | zelená                       | zelená                | zeleno-modro-bílá | zeleno-bílá                                      | zeleno-bílá           | zelená                        | zelená               | zelená                | zelená            | zelená | zelená                                    | zelená                   |
|   |                        | okrová           | černá                        |                       |                   |  |                       |                               |                      |                       |                   | zelená | okrová                                    | černá*<br>modro-fialová* |
|   | okrová průhledná       | okrová průhledná | okrová průhledná             | okrová průhledná      | okrová průhledná  |  |                       |                               |                      |                       | okrová průhledná? |        |   |                          |
|   | červená                | černá            | hnědá<br>růžovobílá-inkarnát | modrá<br>modrá - lem  | černá             | modrá<br>modrá, lemy, hvězdy                     | růžová                | modrá 1-2x<br>modrá<br>růžová | modrá<br>modrá - lem | bílá                  | černá             | černá  | hnědá*<br>červená*                        |                          |
|   |                        |                  |                              | modrá<br>růžová - lem |                   |  |                       |                               | modrá?<br>růžová - ? |                       |                   |        |   |                          |
|   | oranžovo červená 1-2x? | černá            | hnědá                        | žlutá                 | hnědá             | žlutá  | růžová                | růžová                        | bílá                 | světle růžovohnědá    | světle zelená     | černá  | světle růžovo-hnědá*<br>oranžovo červená* |                          |
|   |                        | černá 1 a více x |                              | okrová (pouze lem?)   | černá             | okrová   | červená zrna pigmentu | černá                         |                      |                       | světle okrová     |        |   | modrá*                   |
|   |                        |                  |                              |                       |                   | světle okrová<br>černá-špína, penetrace, vrstva? |                       |                               |                      |                       |                   |        |   |                          |
| hornina   |                        |                  |                              |                       |                   |  |                       |                               |                      |                       |                   |        |   |                          |

\*Barevné vrstvy nebylo možné zcela ztotožnit. Zaznamenaný sled vrstev může být na časové ose (v tabulce) posunutý o jedno pole níže. Kvůli nejistému určení byly dotčené vrstvy zachovány.  
? Není jednoznačný výskyt.

## Seznam odběrů vzorků pro restaurátorský průzkum

## Seznam vzorků pro průzkum povrchových úprav.

| Vzorek | Místo odběru  |
|--------|---|
| ST1    | inkarnát, pravá ruka, pohledová černá, pod černou růžová      |
| ST2    | štóla – lem, černá?, modrá                                    |
| ST3    | palladium, okraj vlevo, pohledová černá, prosvítající červená |
| ST4    | klerika, pohledová bílá                                       |
| ST5    | obočí JN (modrá)  |
| ST6    | límeč JN (modrá?)   |
| ST7    | vlasý Krista  |
| ST8    | krajka JN (modrá?)  |
| ST9    | vousy JN  |
| ST10   | klerika JN2 (náhrada za vzorek ST4)                           |

## Seznam vzorků pro mikrochemickou analýzu na stanovení přítomnosti vysychavých olejů.

| Vzorek | Místo odběru            |
|--------|-------------------------|
| ST4    | klerika, pohledová bílá |

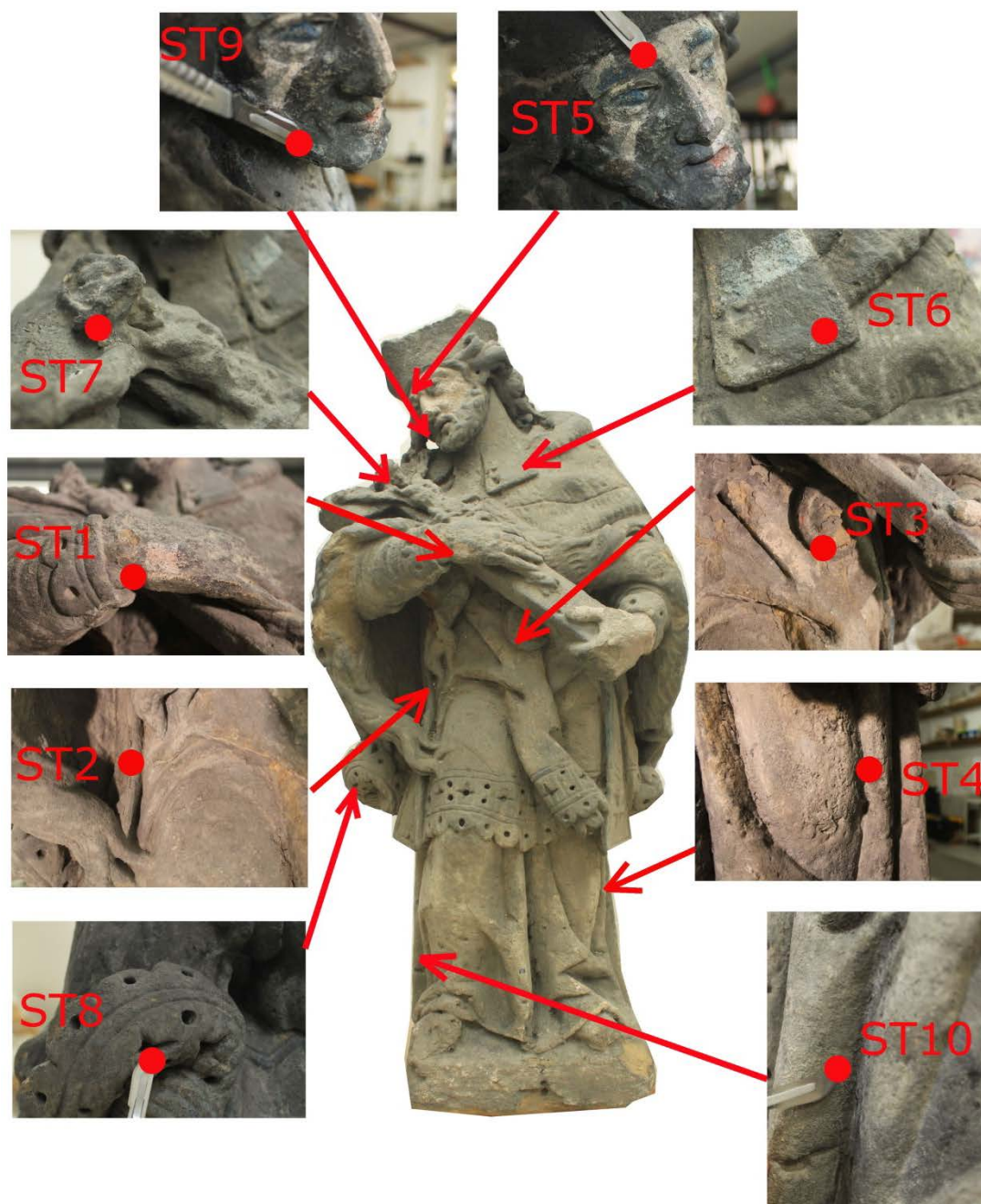
## Seznam vzorků pro průzkum salinity.

| Vzorek - označení | Místo odběru                |
|-------------------|-----------------------------|
| S1                | hornina - střepec na almuci |

## Seznam vzorků pro petrologický průzkum horniny

| Vzorek | Místo odběru |
|--------|--------------|
| V1     | ložná plocha |

Zakreslení odběru vzorků pro průzkum povrchových úprav  
a pro mikrochemickou analýzu



Zakreslení odběru vzorků pro analýzu koncentrace vodorozpustných solí  
a petrologický průzkum horniny



## 10. Textová příloha

### Seznam příloh:

- Chemicko-technologický průzkum barevných vrstev a salinity - stratigrafie a materiálový průzkum povrchových úprav, obsah vodorozpustných solí.
- Průzkum stavu a míry poškození - měření ultrazvukové transmise.
- Petrologické vyhodnocení vzorku horniny.

**CHEMICKO-TECHNOLOGICKÝ PRŮZKUM  
LAPIDÁRIUM NÁRODNÍHO MUZEA, KAMENNÁ SOCHA SV. JANA NEPOMUCKÉHO**

**ZADAVATEL PRŮZKUMU**

Ateliér restaurování kamene a souvisejících materiálů, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice  
Vedoucí ateliéru Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.

**VEDOUCÍ PRÁCE / STUDENT**

doc. Jaroslav J. Alt ak. mal. / BcA. Renata Tauchmanová

**SPECIFIKACE OBJEKTU, LOKALIZACE OBJEKTU**

Lapidárium Národního muzea v Praze, Výstaviště 422, Praha 7  
socha sv. Jana Nepomuckého – inventární číslo 128, pískovec

**ZADÁNÍ PRŮZKUMU, ODBĚR VZORKŮ**

Počet dodaných vzorků: 15, odběr provedl restaurátor  
Cíle průzkumu: stratigrafie a materiálový průzkum povrchových úprav (10 vzorků - označení ST), obsah vodorozpustných solí (1 vzorek horniny S1, 4 vzorky odsolovacích zábalů - označení AZ).

**Tab. 1:** Přehled vzorků, označení, popis, lokalizace a zadání.

| Evidenční číslo | Označení, lokalizace, popis                                       | Stanovení  |
|-----------------|---|--|
| 7699            | ST1 inkarnát, pravá ruka, pohledová černá, pod černou růžová      | stratigrafie povrchových úprav, materiálové složení vybraných vrstev |
| 7700            | ST2 štóla – lem, černá?, modrá                                    |  |
| 7701            | ST3 palladium, okraj vlevo, pohledová černá, prosvítající červená |  |
| 7702            | ST4 klerika, pohledová bílá                                       |  |
| 7813            | ST5, obočí JN (modrá)   |  |
| 7814            | ST6, límec JN (modrá?)  |  |
| 7815            | ST7, vlasy Krista   |  |
| 7816            | ST8, krajka JN (modrá?)   |  |
| 7817            | ST9, vousy JN   |  |
| 7818            | ST10, klerika JN2 (náhrada za vzorek 7702)                        |  |
| hornina         | S1 střepec na almuci  | stanovení obsahu vodorozpustných solí                                |
| zábal           | 1AZ spodní, 2AZ spodní, 1AZ zadní, 2 AZ zadní                     |  |

**ZPRÁVA Z CHEMICKO-TECHNOLOGICKÉHO PRŮZKUMU**

Petra Lesniaková  
Katedra chemické technologie Fakulty Restaurování Univerzity Pardubice  
Jiráskova 3, Litomyšl  
21. 4. 2016



**METODIKA PRŮZKUMU****Stratigrafie povrchových úprav**

Studium stratigrafie povrchových úprav bylo provedeno s využitím **mikroskopických technik** optické a skenovací elektronové mikroskopie. Ke studiu připravených nábrusů (příčných řezů) byl využit optický mikroskop Eclipse LV100D-U (Nikon), pozorování bylo provedeno v dopadajícím viditelném, modrém světle a UV záření. Pro mikroskopické pozorování byly vzorky zality do pryskyřice Polylyte 3203200 s tvrdidlem Norpol Peroxide 1, následně byly sbroušením připraveny příčné řezy vzorků. Jako imerzní kapalina byla při pozorování optickým mikroskopem použita demineralizovaná voda. Nábrusy byly fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem EOS 1100D (Canon). Nábrusy byly dále pozorovány pomocí elektronového mikroskopu Mira 3 LMU (Tescan). Snímky byly pořízeny v režimu zpětně odražených elektronů (BSE). Při měření byly použity nábrusy připravené pro optickou mikroskopii. Před měřením byly vzorky zvodivěny vrstvou uhlíku.

**Materiálový průzkum – identifikace anorganických látek (pigmenty, plniva)**

Materiálový průzkum byl proveden na základě určení prvkového složení vybraných částí vzorků pomocí **skenovací elektronové mikroskopie s energiově disperzní analýzou** (SEM/EDX). K tomuto účelu byl využit elektronový mikroskop Mira 3 LMU firmy Tescan s analytickým systémem Bruker Quantax 200. Snímky byly pořízeny v režimu zpětně odražených elektronů (BSE). Pro měření byly použity nábrusy připravené pro optickou mikroskopii. Před měřením byly vzorky opatřeny vrstvou uhlíku. Výsledky prvkového složení analyzovaných míst jsou uvedeny v tabulkách na základě molárních tak, že prvky s dominantním zastoupením jsou podtrženy, následují prvky s menším zastoupením, přičemž v závorkách jsou uvedeny prvky s minoritním zastoupením.

**Důkaz přítomnosti vysychavých olejů na základě mikrochemických testů**<sup>33</sup>

Přítomnosti olejů byla orientačně zjišťována **mikrochemickými reakcemi**. Důkaz byl proveden pomocí dvou metod, reakcí se čpavkem a peroxidem vodíku a důkazem glycerolu pomocí fuchsinu. K testu byly použity úlomky vzorku 7702 ST4. Interpretace testu je založena také na předpokladu, že jsou vysychavé oleje jedním z nejpravděpodobnějších organických pojiv povrchových úprav objektu, který byl umístěn v exteriéru.

**Stanovení obsahu aniontů vodorozpustných solí**

Obsah aniontů vodorozpustných solí (dusičnanů, chloridů a síranů) byl zjištěn pomocí **UV/VIS spektrofotometrie** z extraktů vzorků v destilované vodě. K tomuto účelu byl využit spektrofotometr Beckman Coulter DU<sup>®</sup> 720, měření bylo provedeno ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345-525 nm.

**Tab. 2** Hodnocení stupně zasolení dle rakouské normy Önorm 3355-1.

| Stupně zasolení                | Chloridy (hm. %) | Sírany (hm. %)   | Dusičnany (hm. %) |
|--------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Nejsou nutná žádná opatření    | < 0,03           | < 0,10           | < 0,05            |
| Je nutné zvážit dílčí opatření | 0,03 – 0,10      | 0,10 – 0,25      | 0,05 – 0,15       |
| <b>Opatření jsou nezbytná</b>  | <b>&gt; 0,10</b> | <b>&gt; 0,25</b> | <b>&gt; 0,15</b>  |

<sup>33</sup> Hering, B., Schramm H. P. Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung. Stuttgart 2000. ISBN 3-473-48067-3.



**VÝSLEDKY PRŮZKUMU OBSAHU VODOROZPUSTNÝCH SOLÍ****Tab. 3** Výsledky stanovení obsahů vodorozpuštěných solí, UV-VIS spektrofotometrie.

| Číslo vzorku<br>_výška (cm) | Vlhkost<br>(hm. %) | Chloridy (Cl <sup>-</sup> ) |               | Síraný (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) |           | Dusičnaný (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) |               |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------|---|-----------|---|---------------|
|                             |                    | (hm. %)                     | (mmol/k<br>g) | (hm.<br>%)                              | (mmol/kg) | (hm. %)                                   | (mmol/k<br>g) |
| S1                          | 1,28               | <0,01                       | <2            | <b>0,33</b>                             | <b>35</b> | 0,02                                      | 3             |
|                             |                    | (g/cm <sup>2</sup> )        |               | (g/cm <sup>2</sup> )                    |           | (g/cm <sup>2</sup> )                      |               |
| 1AZ spodní                  | -                  | 0,03                        |               | 1,37                                    |           | 0,03                                      |               |
| 2AZ spodní                  | -                  | 0,01                        |               | 0,12                                    |           | 0,04                                      |               |
| 1 AZ zadní                  | -                  | 0,03                        |               | 0,82                                    |           | 0,02                                      |               |
| 2 AZ zadní                  | -                  | 0,04                        |               | 1,61                                    |           | 0,02                                      |               |

Ve vzorku horniny byla zjištěna poměrně vysoká koncentrace síranů, koncentrace dusičnanů a chloridů jsou z hlediska rizika poškození zanedbatelné. V použitých odsolovacích zábalech nebyly zjištěny takové koncentrace vodorozpuštěných solí (síranů), na jejichž základě by bylo možné posoudit úspěšnost odsolování i přesto, že došlo k extrakci určitého množství síranů.

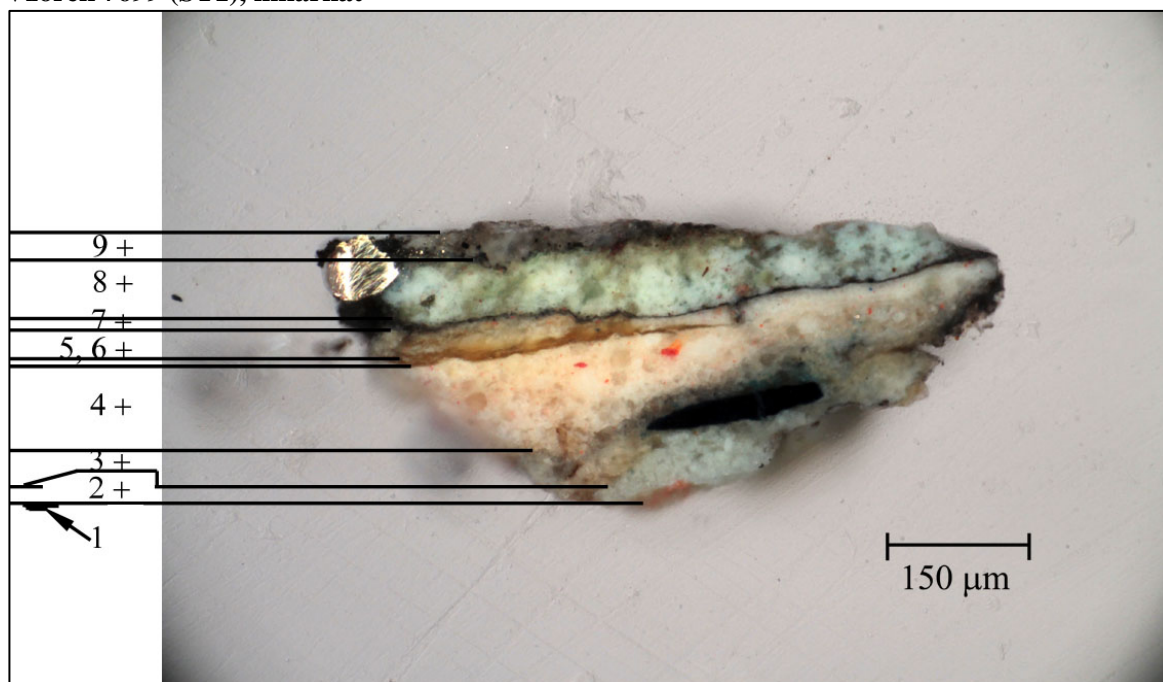
**VÝSLEDKY DŮKAZOVÝCH REAKCÍ NA PŘÍTOMNOST OLEJŮ****Tab. 4:** Výsledky mikrochemických reakcí na stanovení přítomnosti vysychavých olejů, 7702 ST4.

| Číslo vzorku | Typ mikrochemické reakce                        |           |
|--------------|---|-----------|
|              | NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | fuchsin   |
| 7702 ST4     | pozitivní                                       | pozitivní |

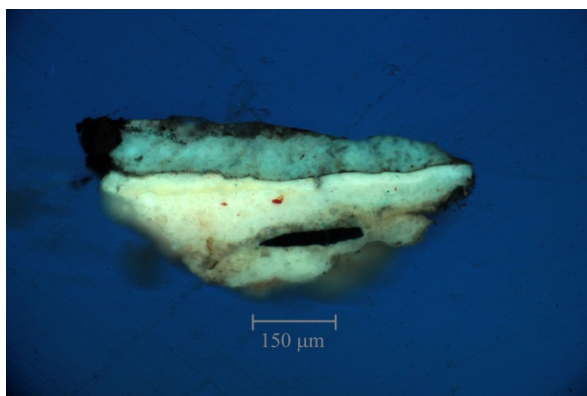
Na základě výsledku provedených testů lze předpokládat přítomnost olejů (lipidů) ve vzorku.

## VÝSLEDKY PRŮZKUMU POVRCHOVÝCH ÚPRAV

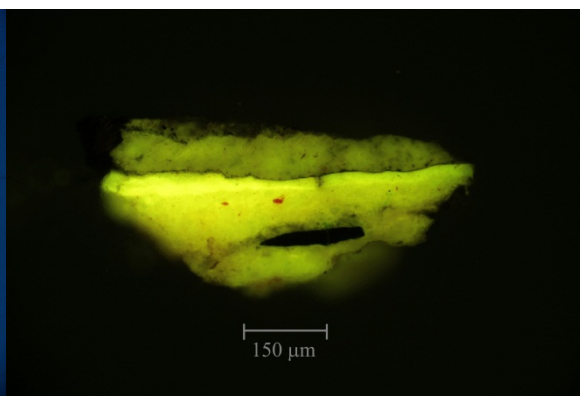
Vzorek 7699 (ST1), inkarnát



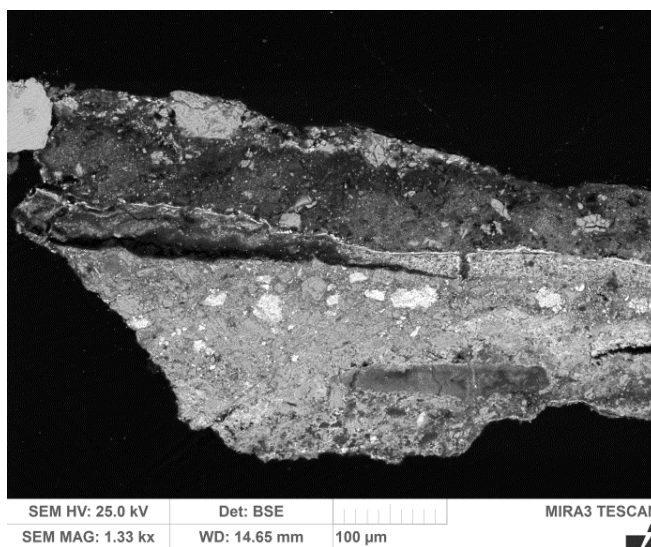
Obr. 1 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 2 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 3 Optická mikroskopie, modré světlo.

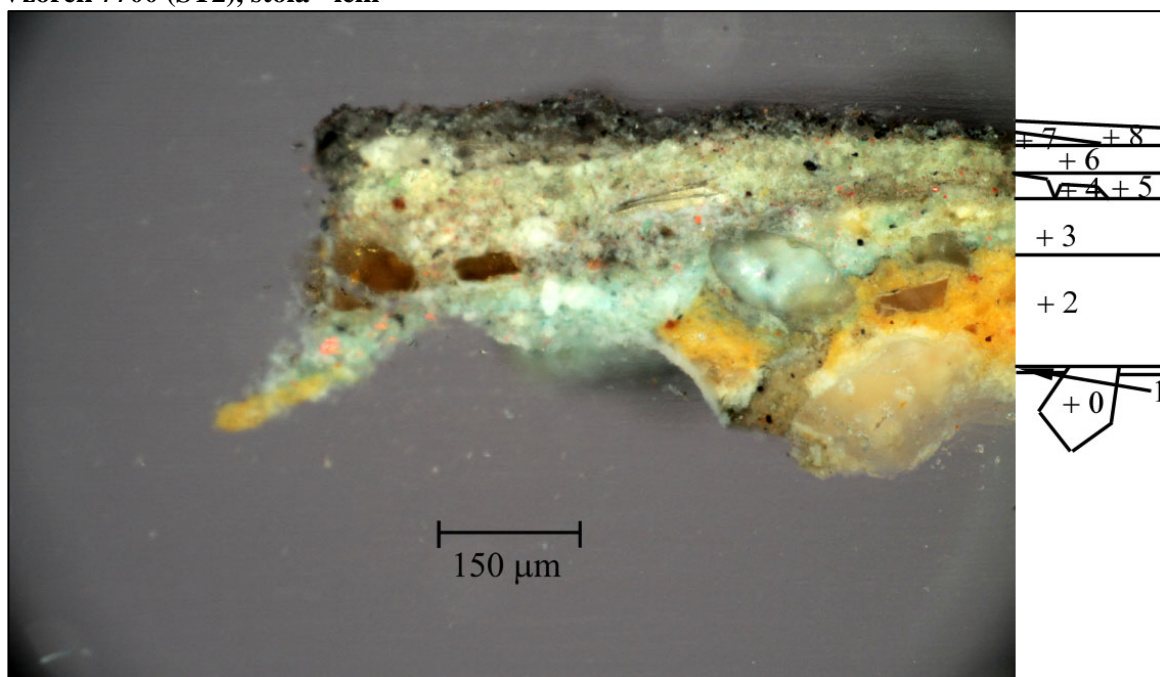


Obr. 4 Elektronová mikroskopie, BSE.

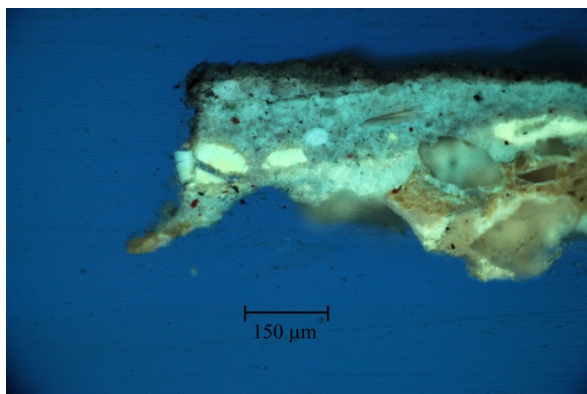
**Tab. 5:** Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7699.

| <i>Číslo vrstvy</i> | <i>Popis vrstvy, optická a elektronová mikroskopie</i>  | <i>Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX</i>  |
|---------------------|---|---|
| 9.                  | <b>šedá</b> vrstva, obsahuje černé částice, v levé straně vzorku kovová šupina, jejíž přítomnost nebyla objasněna               | <u>Ca</u> , Ba, S (Zn):<br>uhličitan vápenatý, mletý baryt, zinková běloba, měděná šupina   |
| 8.                  | <b>zelená</b> vrstva světlý odstín, zelená UV fluorescence charakteristická pro zinkovou bělobu, další fáze zpracování povrchu  | <u>Zn</u> (S, Ba, Pb, Al, Si, Fe, S):<br>zinková běloba, mletý baryt, olovnatá běloba, zrna síranu vápenatého, organické pojivo, zdroj zelené barevnosti blíže nespecifikován               |
| 7.                  | <b>černá</b> linka – vrstva nebo nečistoty  | <u>Pb</u> : vrstva bohatá na sloučeniny olova – tmavá linka, patrně korozní produkty olovnaté běloby  |
| 6.                  | <b>běžová</b> vrstva, obsahuje červené částice  | <u>Pb</u> (Zn, Ba, S): olovnatá a zinková běloba – od 1834, baryt, organické pojivo, blíže nespecifikována  |
| 5.                  | nesouvislá <b>poloprůhledná</b> okrová, nažloutlá UV fluorescence   | <u>C</u> : organická vrstva   |
| 4.                  | světlá <b>běžová-ružová</b> vrstva  | <u>Pb</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> (Hg): olovnatá běloba, mletý baryt, rumělka, organické pojivo  |
| 3.                  | fragment <b>světle okrové</b> vrstvy, místy obsahuje modré částice  | <u>Pb</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> : olovnatá běloba, mletý baryt, organické pojivo   |
| 2.                  | část <b>světlé</b> , nazelenalé vrstvy, obsahuje tmavý (patrně tmavě modrý) fragment, okolo fragmentu části s modrou barevností | <u>Ca</u> , <u>Pb</u> , Ba, S:<br>uhličitan vápenatý, mletý baryt – od 1810, olovnatá běloba, tmavý fragment <u>Fe</u> , Pb (Na, Al, Ca): složení blíže nespecifikováno, zřejmě Pruská modř |
| 1.?                 | fragment červené vrstvy?  | složení blíže nespecifikováno   |

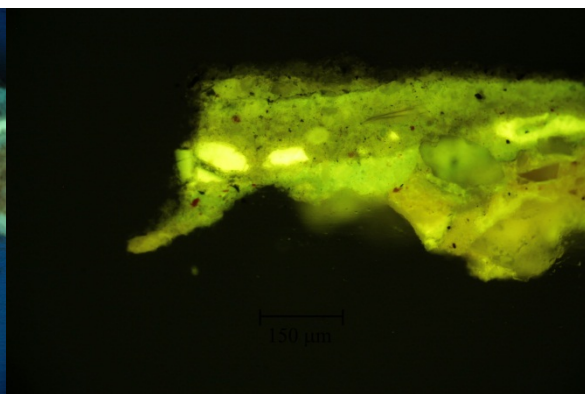
## Vzorek 7700 (ST2), štóla - lem



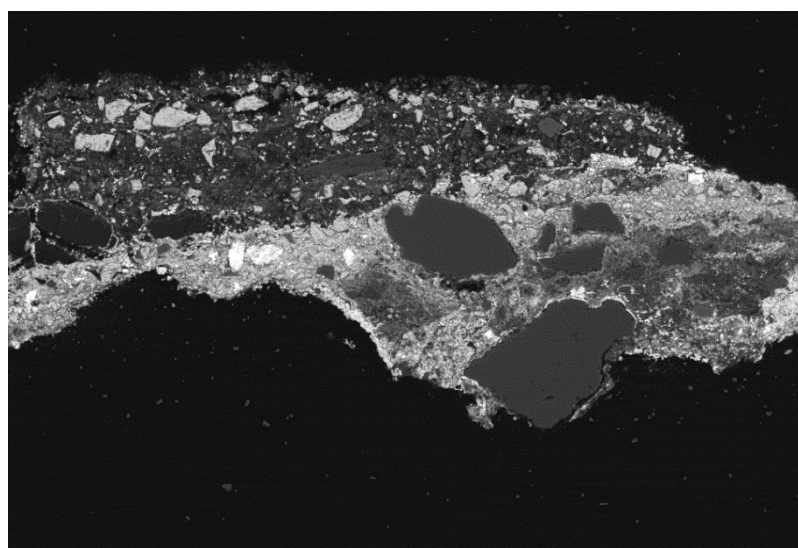
Obr. 5 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 6 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 7 Optická mikroskopie, modré světlo.



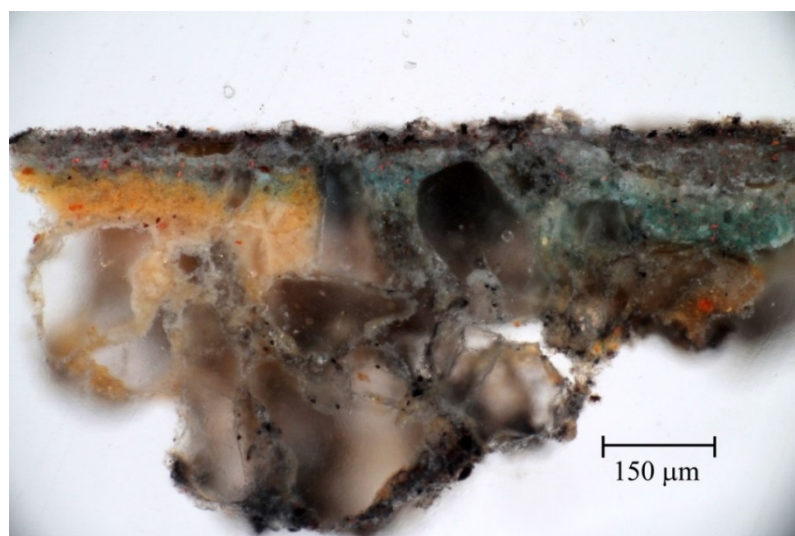
SEM HV: 25.0 kV Det: BSE  
SEM MAG: 547 x WD: 12.88 mm 200 μm MIRA3 TESCAN

Obr. 8 Elektronová mikroskopie, BSE.



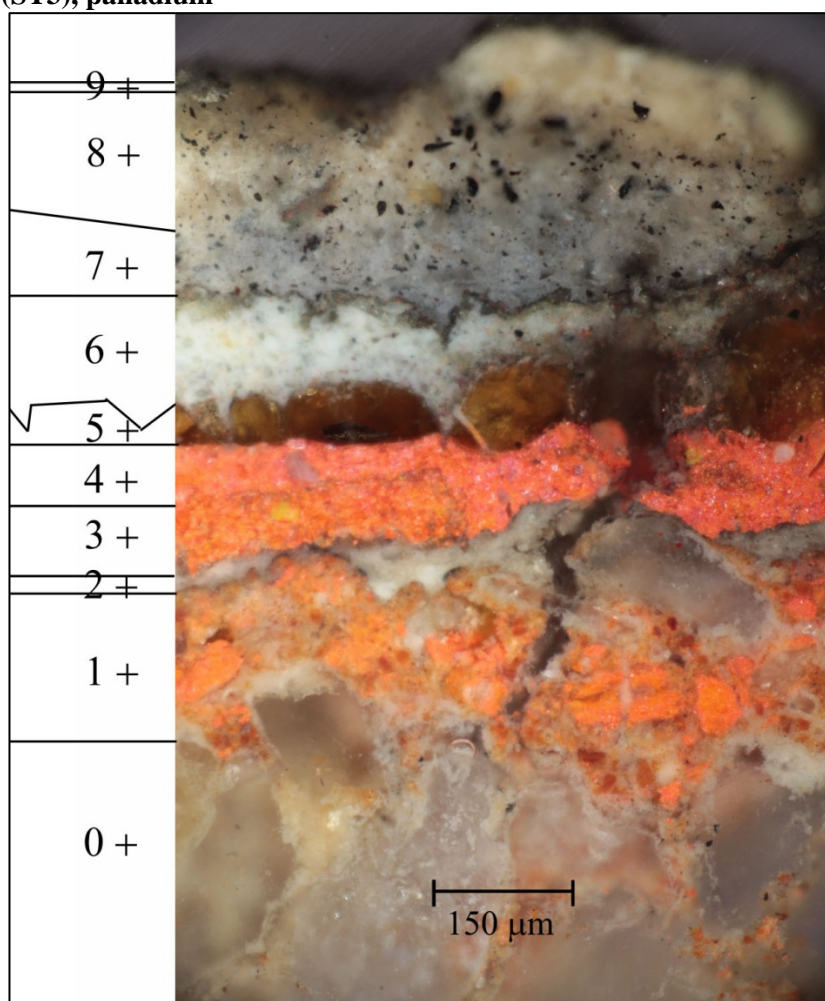
Tab. 6: Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7700.

| Číslo vrstvy | Popis vrstvy, optická mikroskopie  | Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX   |
|--------------|--|---|
| 8.           | fragment <b>šedé</b> vrstvy, obsahuje černé částice  | vrstva neanalyzována  |
| 7.           | patrně fragment <b>šedo-zelené</b> vrstvy  | vrstva neanalyzována  |
| 6.           | <b>zelená</b> vrstva, obsahuje částice červeného pigmentu, na povrchu místy nečistoty  | vrstva neanalyzována  |
| 5.           | <b>šedo-béžová</b> vrstva, obsahuje částice červeného pigmentu, dobře propojená s následující povrchovou úpravou, další fáze výtvarného zpracování povrchu | vrstva neanalyzována  |
| 4.           | fragменты <b>poloprůhledné hnědo-okrové</b> vrstvy, jasná modro-žlutá UV fluorescence, organická vrstva  | vrstva neanalyzována  |
| 3.           | <b>modro-zelená</b> vrstva, obsahuje červené a světle modré částice, u povrchu bílá část   | <b>Pb, Ba, S</b> (Si, Al, Ca): olovnatá běloba, mletý baryt – od 1810, původ světle modré barevnosti a červených částic blíže neurčován, organické pojivo   |
| 2.           | <b>žlutá</b> vrstva, na povrchu místy nečistoty  | <b>Si, Al, Pb</b> (K, Fe, Ca, Mg, Zn): červená hlínka a/nebo okr, olovnatá běloba, zrna dolomitu, ojediněle rumělka, zřejmě organické pojivo  |
| 1.           | světle <b>okrovo-béžová</b> vrstva, nelze vyloučit přítomnost dvou světle okrových/béžových vrstev   | <b>Pb, Si, Al</b> (Zn, Ca, Fe): olovnatá běloba, křemenná zrna, patrně okr, příměs zinkové běloby – nelze vyloučit kontaminaci vrstvy zinkovou bělobou z mladších vrstev, zřejmě organické pojivo |
| 0.           | zrna z <b>horniny</b>  | <b>Si</b> : křemenná zrna<br><b>Si, Al, K</b> : silikátová zrna   |

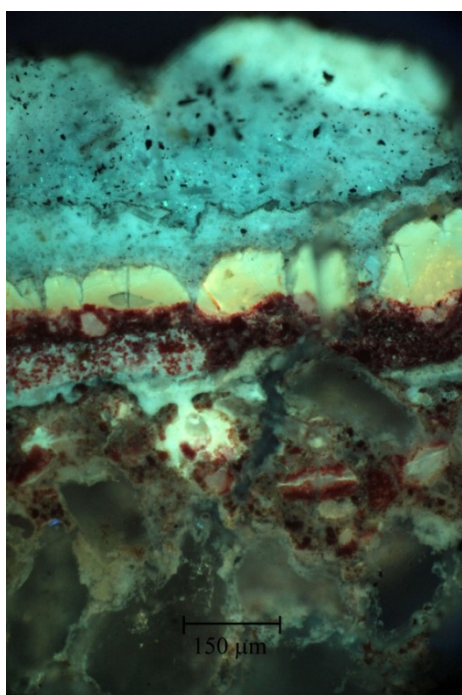


Obr. 9 Optická mikroskopie, bílé světlo. Nábrus jiného úlomku vzorku.

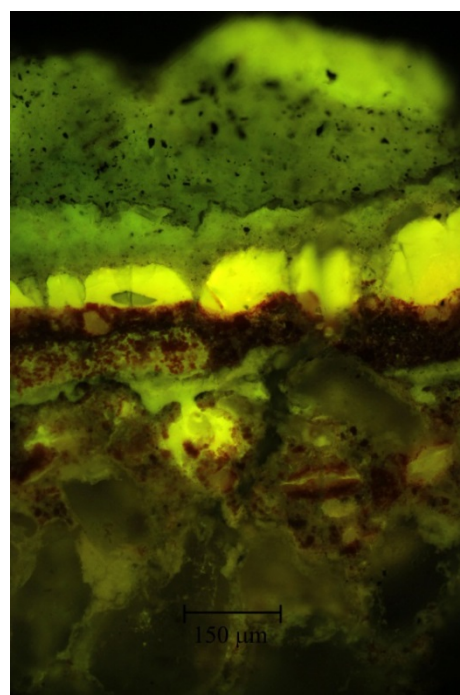
## Vzorek 7701 (ST3), palladium



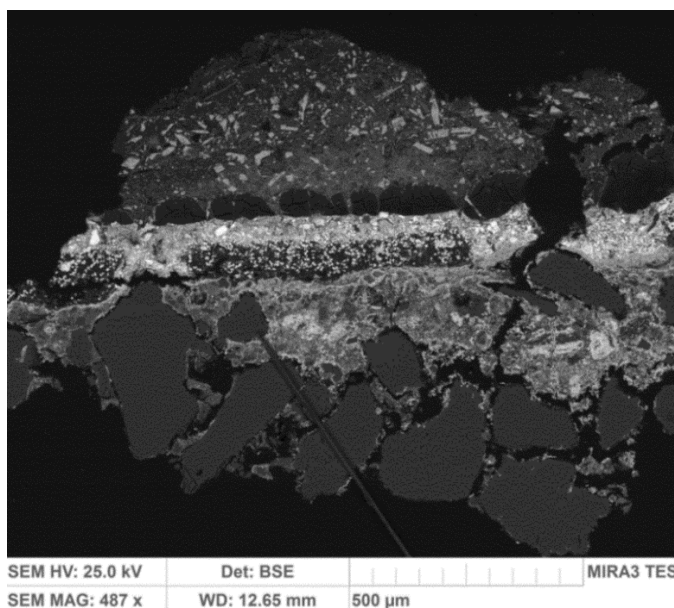
Obr. 10 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 11 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 12 Optická mikroskopie, modré světlo.



Obr. 13 Elektronová mikroskopie, BSE.

Tab. 7: Výsledky mikroskopického průzkumu – vzorek 7701.

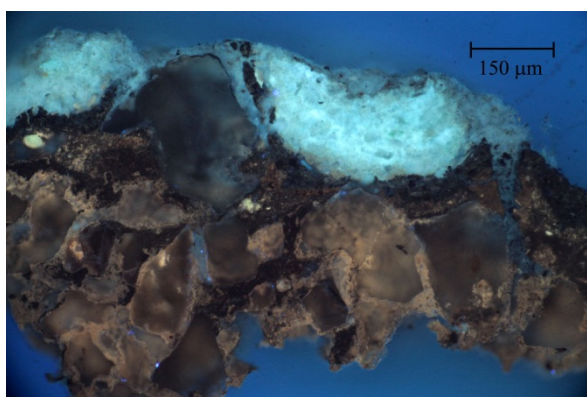
| Číslo vrstvy | Popis vrstvy, optická a elektronová mikroskopie  | Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX  |
|--------------|--|--|
| 9.           | nečistoty nebo tenčí vrstva  | vrstva neanalyzována   |
| 8.           | <b>běžová</b> vrstva, obsahuje černé částice, dobře propojená s předchozí povrchovou úpravou – může se jednat o jednu vrstvu nanesenou ve dvou krocích   | <u>Ca</u> , Zn, Ba, S (Si):<br>křemenná zrna, zinková běloba, mletý baryt, zrna vápence  |
| 7.           | <b>světle šedá</b> vrstva, obsahuje černé částice, zelená UV fluorescence charakteristická pro zinkovou bělobu, další fáze zpracování povrchu  | <u>Ca</u> , Zn, Ba, S (Si):<br>křemenná zrna, zinková běloba, mletý baryt, zrna vápence  |
| 6.           | <b>bílá</b> vrstva, obsahuje větší průhledná zrna, ojediněle zrna zeleného pigmentu, zelená UV fluorescence charakteristická pro zinkovou bělobu, na povrch nečistoty, další fáze zpracování povrchu   | <u>Zn</u> , Ba, S, Ca (Si):<br>zinková běloba, zrna mletého vápence, mletý baryt, organické pojivo                                       |
| 5.           | nesouvislá <b>poloprůhledné hnědo-okrové</b> poloprůhledná, jasná žluto-modrá UV fluorescence, místy na povrchu nečistoty  | <u>C</u> :<br>organická vrstva   |
| 4.           | <b>červená</b> vrstva s pigmenty bílé, červené a oranžové barevnosti, další fáze zpracování povrchu  | <u>Hg</u> , S, Pb (Ba): rumělka, olovnatá běloba, mletý baryt, organické pojivo  |
| 3.           | fragmenty <b>oranžovo-červené</b> vrstvy, obsahuje pigmenty žluté a oranžové barevnosti, zrna pigmentů mají angulární charakter, pojivo má jasnou namodralou UV fluorescenci, na povrchu místy nečistoty, patrně další fáze zpracování povrchu | <u>Pb</u> , Si, Zn (Ca, Cr):<br>chromová žluť – od 1815,<br>zinková běloba – od 1834, nelze vyloučit přítomnost suříku, organické pojivo |
| 2.           | světlá, pravděpodobně <b>bílá</b> nebo šedá vrstva   | <u>Ca</u> , Ba, Pb, S: uhličitán vápenatý, olovnatá běloba, barytová běloba – od cca 1810  |
| 1.           | nesouvislá silná <b>oranžovo-červená</b> vrstva, obsahuje pigmenty bílé, žluté, okrové a oranžové barevnosti, na povrchu místy nečistoty, vrstva je zateklá mezi zrna horniny  | <u>Si</u> , Fe, Pb, (Hg):<br>suřík, olovnatá běloba, rumělka, železitá červeň, organické pojivo  |
| 0.           | fragment <b>horniny</b>  | <u>Si</u> : křemenná zrna  |



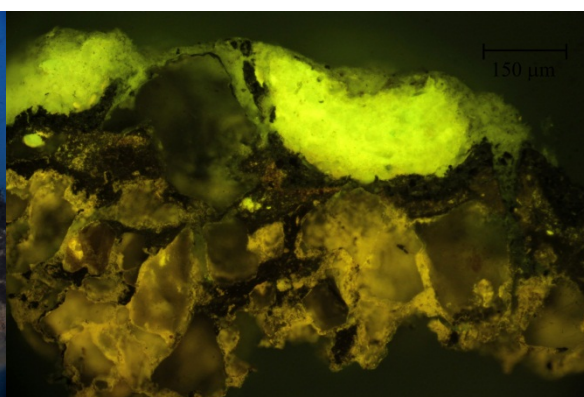
## Vzorek 7702 (ST4), klerika



Obr. 14 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 15 Optická mikroskopie, UV záření.



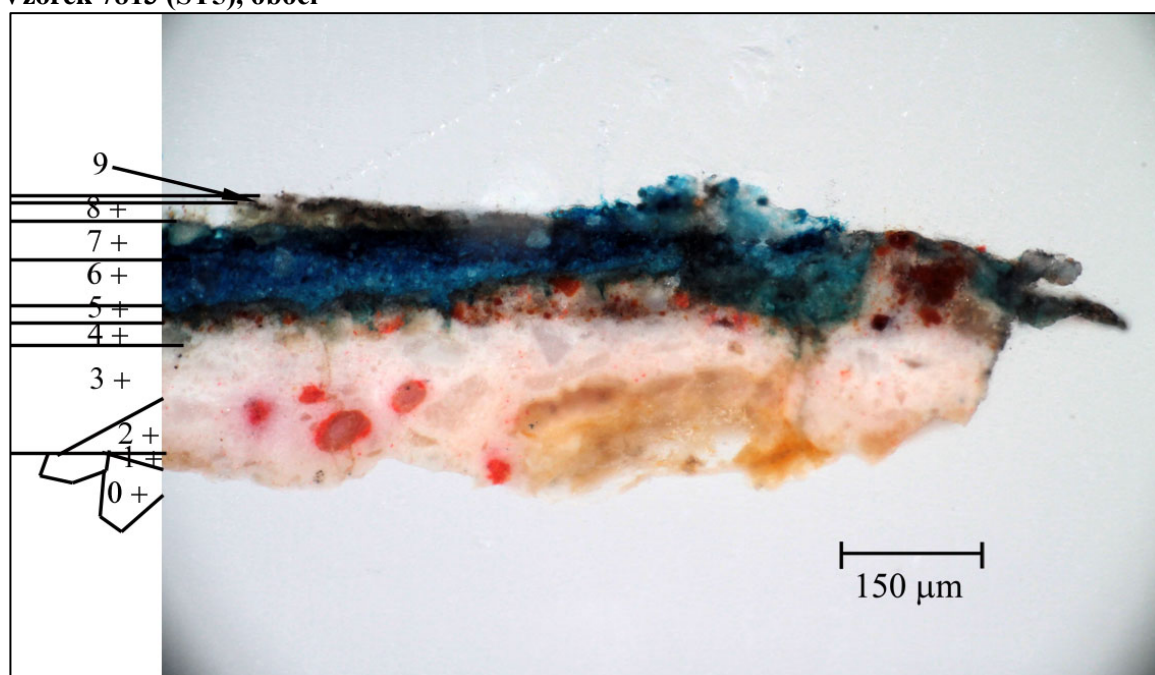
Obr. 16 Optická mikroskopie, modré světlo.

Tab. 8: Výsledky mikroskopického průzkumu – vzorek 7702.

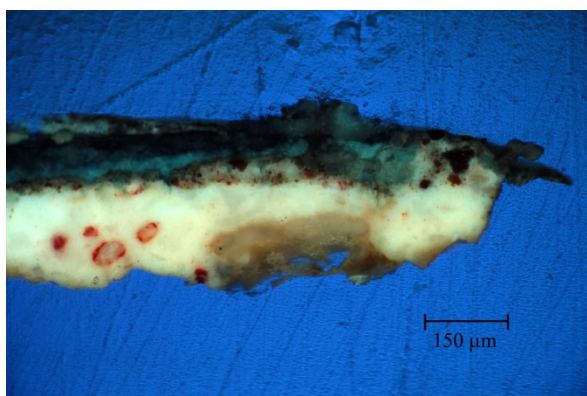
| Číslo vrstvy | Popis vrstvy, optická mikroskopie  |
|--------------|--|
| 5.           | patrně fragmenty <b>šedé</b> vrstvy nebo nečistoty   |
| 4.           | fragmenty silné <b>nazelenalé</b> vrstvy, obsahuje drobná zrna červeného pigmentu, ojediněle žluté částice |
| 3.           | tenčí <b>tmavě šedá</b> vrstva   |
| 2.           | <b>černá</b>   |
| 1.           | <b>šedo-černá</b> vrstva penetrovaná mezi zrna horniny   |
| 0.           | zrna <b>horniny</b> s penetrovanou tmavou vrstvou 1  |



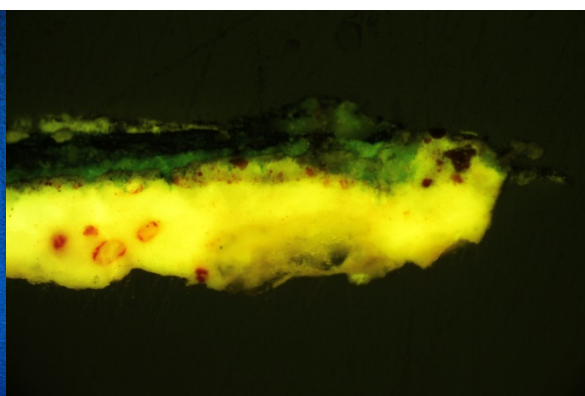
## Vzorek 7813 (ST5), obočí



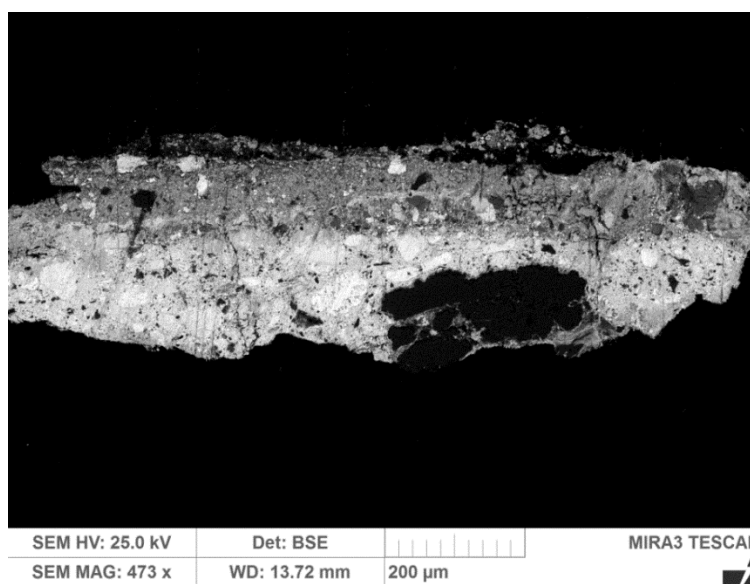
Obr. 17 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 18 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 19 Optická mikroskopie, modré světlo.

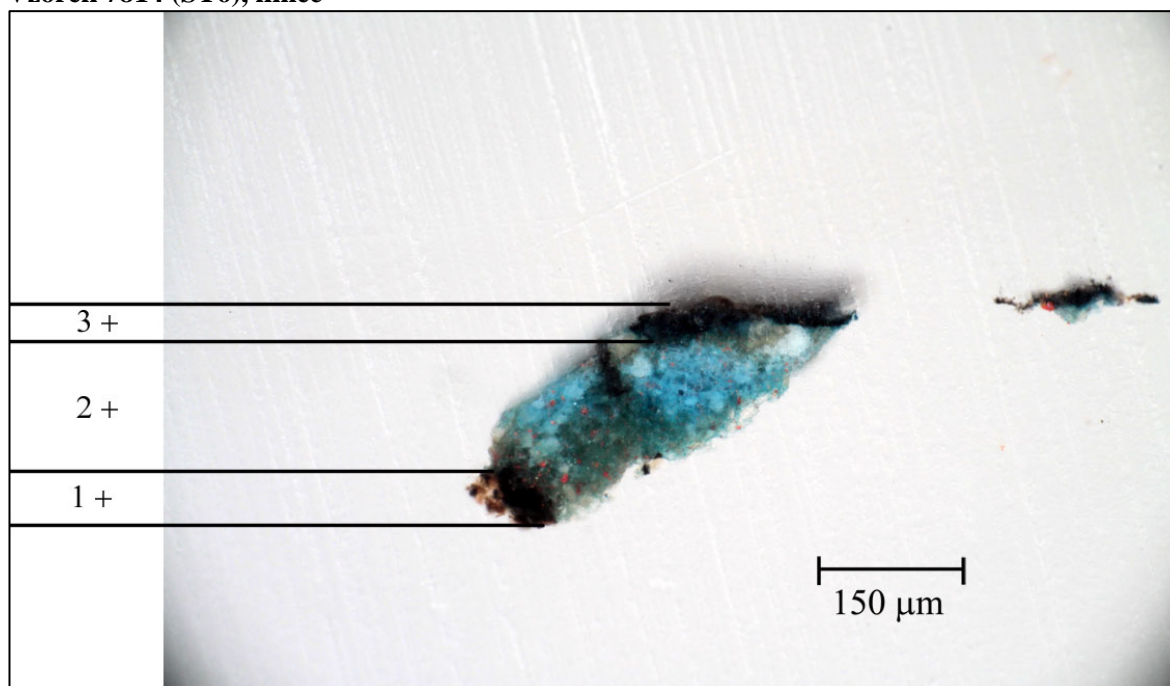


Obr. 20 Elektronová mikroskopie, BSE.

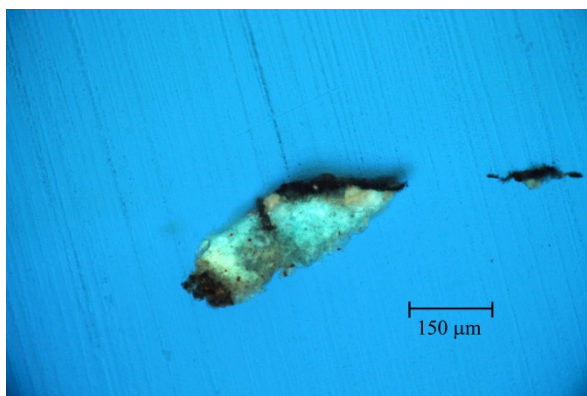
**Tab. 9:** Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7813.

| <i>Číslo vrstvy</i> | <i>Popis vrstvy, optická a elektronová mikroskopie</i>   | <i>Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX</i>  |
|---------------------|--|---|
| 9.                  | fragmenty <b>tmavé</b> vrstvy s modrým pigmentem (může se jednat o zachycené úlomky z předchozích modrých vrstev), případně nečistoty  | <u>Ca</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> (Si):<br>uhlíčitan vápenatý, mletý baryt   |
| 8.                  | <b>nesouvislá šedá</b> vrstva, bílá UV fluorescence  | <u>Ca</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> (Si):<br>uhlíčitan vápenatý, mletý baryt   |
| 7.                  | nesouvislá <b>modrá</b> vrstva, dobře propojená s předchozí vrstvou (patrně souvrství)   | <u>Pb</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Fe</u> :<br>olovnatá běloba, mletý baryt, organické pojivo, zřejmě Pruská modř – od 1724, vrstva blíže nespecifikována                    |
| 6.                  | <b>světlejší modrá</b> vrstva, bílé a černé částice, UV fluorescence domodra   | <u>Pb</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> ( <u>Fe</u> ): olovnatá běloba, mletý baryt – od 1810, organické pojivo, vrstva blíže nespecifikována  |
| 5.                  | tenká <b>modrá</b> místy bílá vrstva světlého odstínu, na povrchu nečistoty  | <u>Pb</u> (Si, <u>Ba</u> ): olovnatá běloba, zřejmě barytová běloba, blíže nespecifikována, organické pojivo  |
| 4.                  | nesouvislá patrně <b>růžová</b> vrstva s červenými a hnědými částicemi   | <u>Pb</u> , <u>Fe</u> ( <u>Ca</u> , <u>Hg</u> ):<br>olovnatá běloba, hnědo-okrový železitý pigment s vysokým obsahem železa (obsahuje fosfor), příměs rumělky, organické pojivo |
| 3.                  | nesouvislá <b>růžová</b> vrstva s červenými částicemi nebo dvě vrstvy, v některých případech se červený pigment nalézá na povrchu oválných zrn, bílá nebo transparentní zrna | <u>Pb</u> ( <u>Ca</u> , <u>Hg</u> ):<br>olovnatá běloba, zrna rumělky nebo oválná zrna s olovnatou bělobou a rumělkou na povrchu, organické pojivo                              |
| 2.?                 | nesouvislá růžová vrstva?  | <u>Pb</u> : olovnatá běloba   |
| 1.                  | fragmenty <b>okrové</b> vrstvy, vrstva se nalézá mezi zrny horniny   | <u>Pb</u> , <u>Si</u> , <u>Al</u> ( <u>Fe</u> ):<br>olovnatá běloba, okr, nelze vyloučit masikot, organické pojivo  |
| 0.                  | <b>hornina</b> - fragment  | <u>Si</u> : křemenná zrna   |

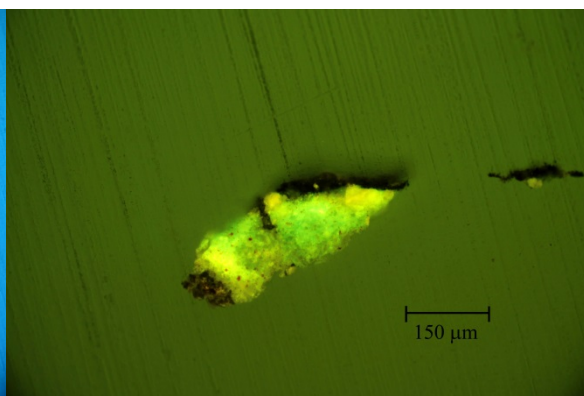
## Vzorek 7814 (ST6), límec



Obr. 21 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 22 Optická mikroskopie, UV záření.



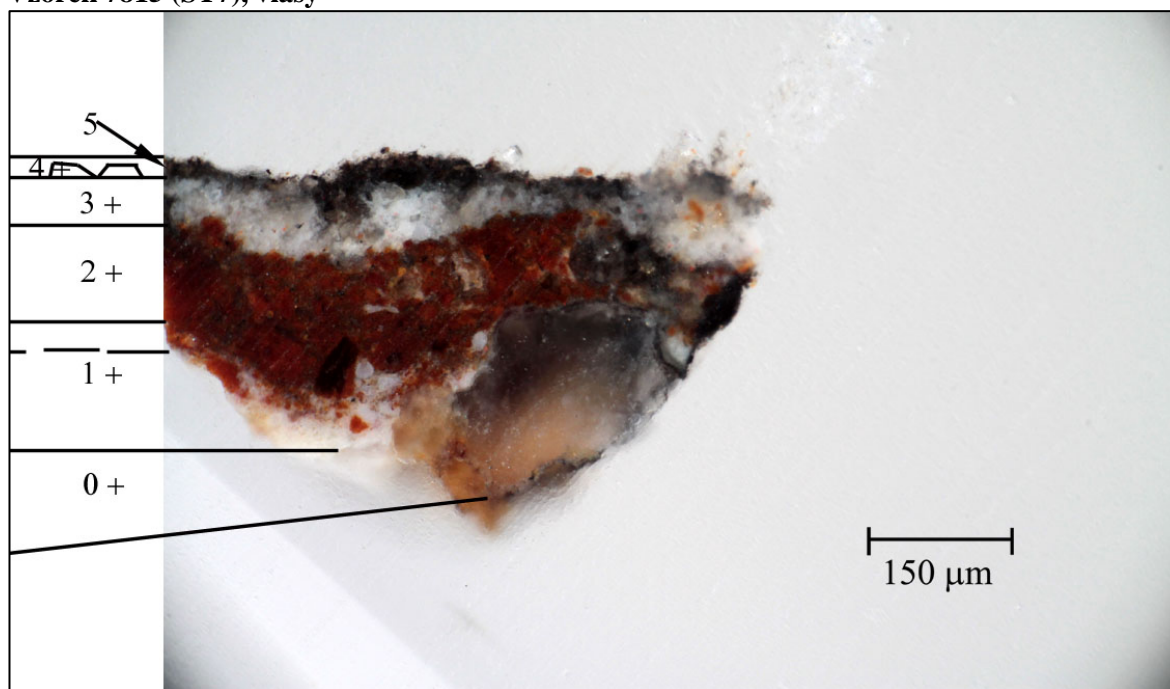
Obr. 23 Optická mikroskopie, modré světlo.

Tab. 10: Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7814.

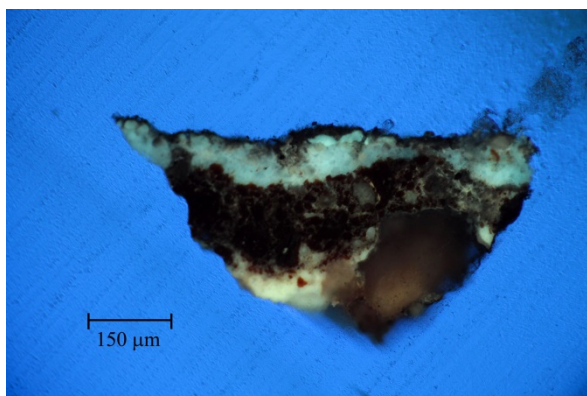
| Číslo vrstvy | Popis vrstvy, optická mikroskopie       |
|--------------|---|
| 3.           | <b>černá</b> vrstva                     |
| 2.           | <b>modrá</b> , obsahuje červené částice |
| 1.           | fragmenty <b>tmavší</b> části           |



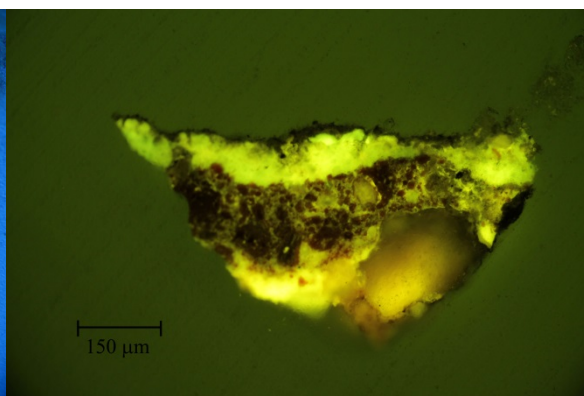
## Vzorek 7815 (ST7), vlasy



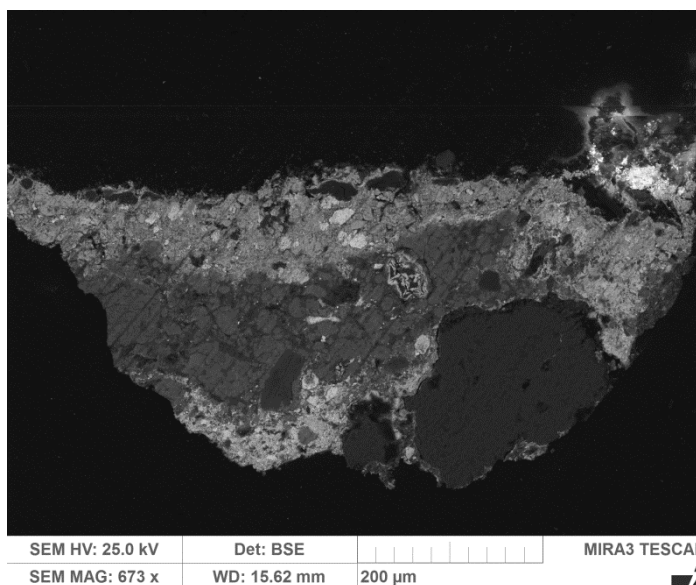
Obr. 24 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 25 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 26 Optická mikroskopie, modré světlo.



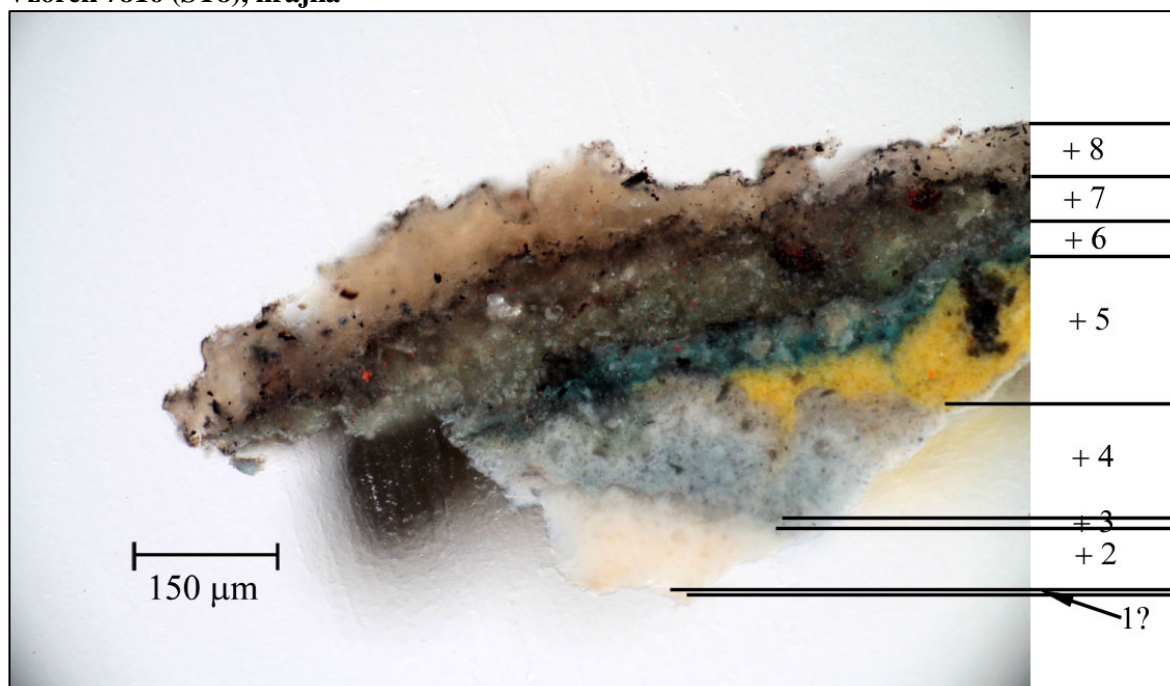
Obr. 27 Elektronová mikroskopie, BSE.



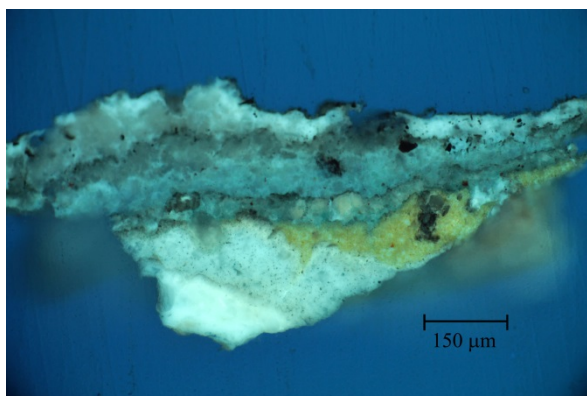
**Tab. 11:** Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7815.

| <i>Číslo vrstvy</i> | <i>Popis vrstvy, optická a elektronová mikroskopie</i>  | <i>Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX</i>  |
|---------------------|---|---|
| 5.                  | <b>tmavě šedá/černá</b> vrstva, případně dvě vrstvy   | <u>Pb</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> :<br>olovnatá a barytová běloba, organické pojivo, blíže nespecifikována                       |
| 4.                  | fragmenty pravděpodobně <b>poloprůhledné hnědo-okrové</b> vrstvy, jasná modro-bílá UV fluorescence, převážně organická vrstva | <u>C</u> (Zn, Pb):<br>organická vrstva  |
| 3.                  | <b>bílá</b> vrstva, UV fluorescence domodra, obsahuje bílá nebo transparentní zrna  | <u>Pb</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> : olovnatá běloba, mletý baryt – od 1810, organické pojivo                                     |
| 2.                  | silná <b>hnědá</b> vrstva, obsahuje hnědé a okrové částice, dobře propojená s vrstvou 1, souvrství                            | <u>Fe</u> (Pb, Si, Al, P, Ca): zrna vápence, hnědý železitý pigment s vysokým obsahem železa, olovnatá běloba, organické pojivo |
| 1.                  | fragmenty <b>bílé</b> vrstvy, v UV bílá, při povrchu obohacená o hnědé částice  | <u>Pb</u> (Fe, Ca): olovnatá běloba, hnědý železitý pigment s vysokým obsahem železa, ojediněle zrna vápence, organické pojivo  |
| 0.                  | <b>hornina</b> - fragment   | <u>Si</u> : křemenná zrna   |

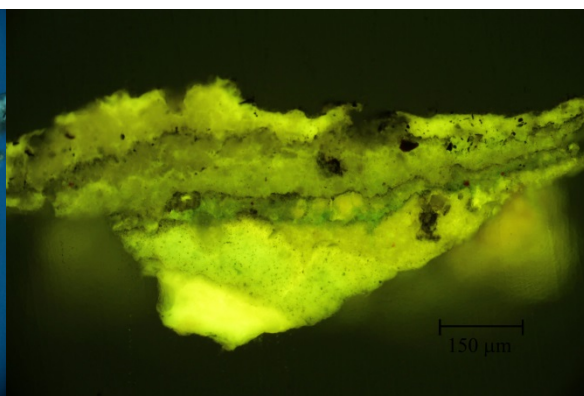
## Vzorek 7816 (ST8), krajka



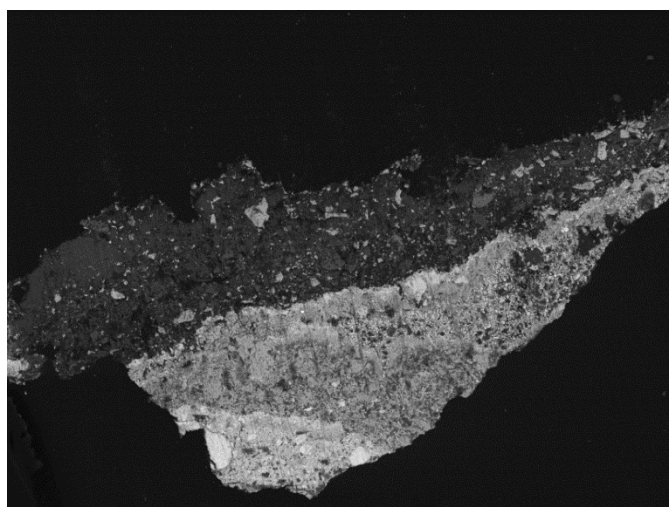
Obr. 28 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 29 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 30 Optická mikroskopie, modré světlo.



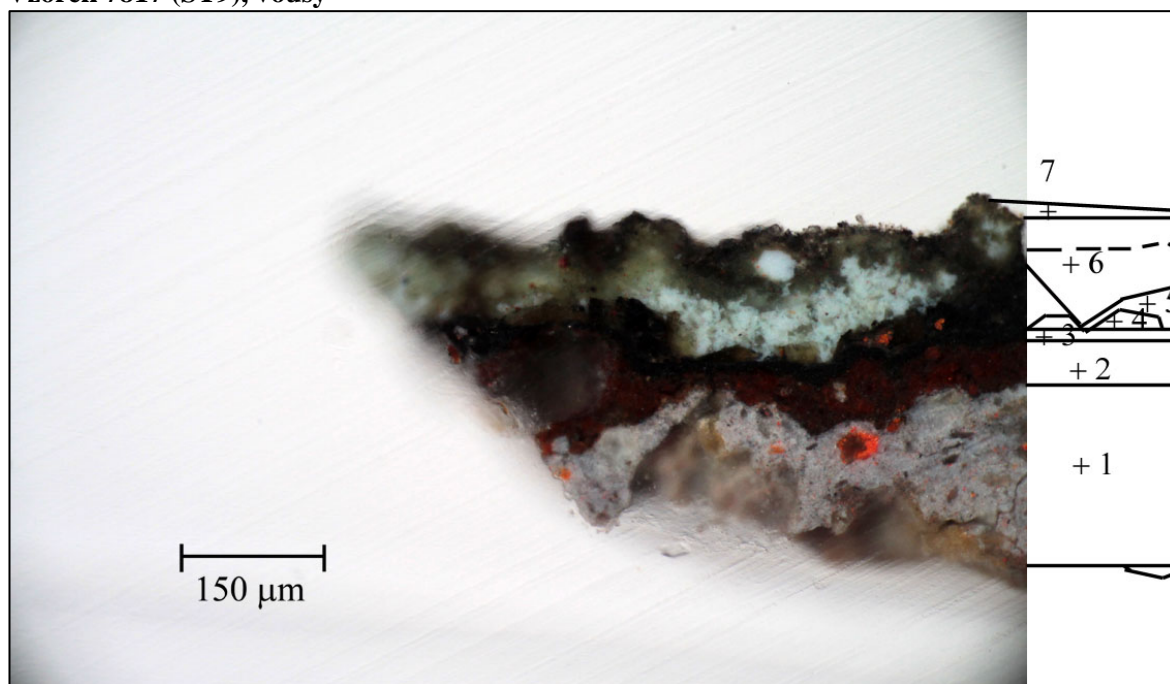
SEM HV: 25.0 kV Det: BSE MIRA3 TESCAN  
SEM MAG: 525 x WD: 14.27 mm 200 μm

Obr. 31 Elektronová mikroskopie, BSE.

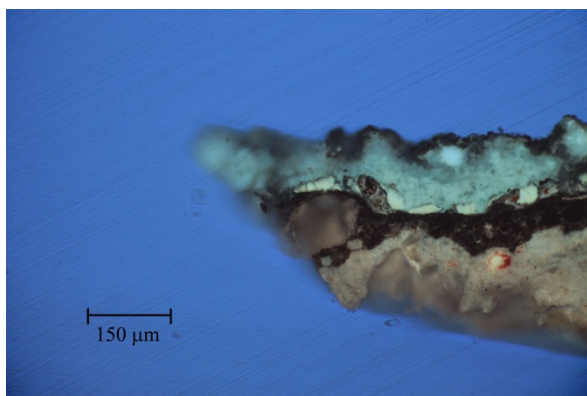
**Tab. 12:** Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7816.

| <i>Číslo vrstvy</i> | <i>Popis vrstvy, optická a elektronová mikroskopie</i>   | <i>Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX</i>  |
|---------------------|--|---|
| 9.?                 | tenčí tmavá, patrně nečistoty  | vrstva neanalyzována  |
| 8.                  | silná <b>běžová</b> vrstva s uhlovou černí, na povrchu bílá v UV   | <u>Ca</u> , <u>S</u> (Pb, Zn, Ba):<br>zrna sádrovce, mletý baryt, olovnatá běloba - může se jednat o kontaminaci z vrstvy 6   |
| 7.                  | <b>šedá/zelenošedá</b> vrstva, na povrchu nečistoty, červené částice, dobře propojená s vrstvou 6          | <u>Ca</u> , <u>S</u> (Pb, Zn, Ba):<br>zrna sádrovce, mletý baryt, přírodní železitá červen, olovnatá běloba – může se jednat o kontaminaci z vrstvy 6   |
| 6.                  | <b>světle modrá</b> vrstva, obsahuje bílé útvary, na povrchu nečistoty nebo fragmenty další vrstvy         | <u>Pb</u> , Ba, S:<br>olovnatá běloba, mletý baryt, ojediněle zrna rumělký, modrý pigment neidentifikován, organické pojivo   |
| 5.                  | <b>žlutá</b> vrstva, fragment, ojediněle oranžové částice  | <u>Pb</u> (Zn, Cr):<br>olovnatá běloba, zrno <u>Pb</u> , Cr chromové oranže či žluti – rozšířena od 1815, nelze určit, zda je přítomen masicot, patrně malá příměs zinkové běloby – od 1834, organické pojivo |
| 4.                  | <b>šedo-modrá</b> vrstva, tmavší zrna, ojediněle modrá zrna, při povrchu naředlá, nelze vyloučit souvrství | <u>Ca</u> , <u>Pb</u> , Ba, S (Mg): olovnatá běloba, uhličitán vápenatý, mletý baryt – od 1810, modrý pigment neidentifikován   |
| 3.                  | pravděpodobně <b>bílá tenká</b> vrstva, dobře propojená s vrstvou 1  | <u>Pb</u> : olovnatá běloba, organické pojivo   |
| 2.                  | <b>bílá/běžová</b> vrstva, v UV bílá, na povrchu místy nečistoty   | <u>Pb</u> : olovnatá běloba, organické pojivo   |
| 1.?                 | malý fragment <b>běžové</b> vrstvy?  | vrstva neanalyzována  |
| 0.                  | <b>hornina</b> – fragment, patrný na jiné části vzorku   | <u>Si</u> : křemenná zrna   |

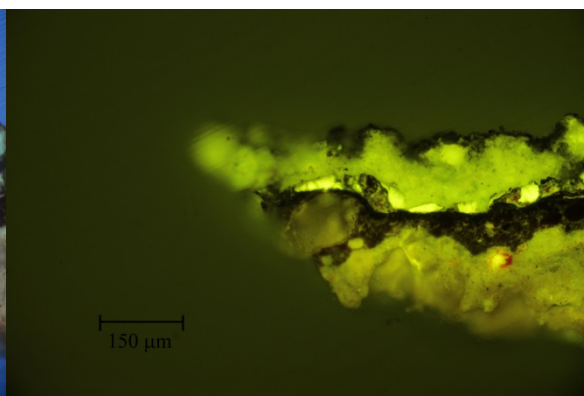
## Vzorek 7817 (ST9), vousy



Obr. 32 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 33 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 34 Optická mikroskopie, modré světlo.

Tab. 13: Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7817.

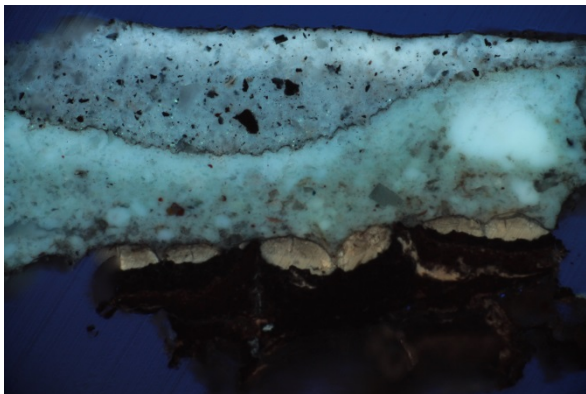
| Číslo vrstvy | Popis vrstvy, optická mikroskopie  |
|--------------|--|
| 7.           | patrně nesouvislá <b>šedá</b> vrstva   |
| 6.           | <b>zeleno-bílá</b> vrstva, místy zeleno-žlutá UV fluorescence charakteristická pro zinkovou bělobu, při povrchu šedá |
| 5.           | fragmenty <b>tmavé</b> vrstvy s červenými částicemi  |
| 4.           | Fragmenty poloprůhledné <b>hnědo-okrové</b> , převážně organické vrstvy, jasná modro-bílá UV fluorescence            |
| 3.           | tenká <b>černá</b> vrstva dobře propojená s předcházející vrstvou  |
| 2.           | <b>hnědá</b> , tmavá v UV záření   |
| 1.           | <b>šedá</b> vrstva, ojediněle červené útvary, nelze vyloučit přítomnost okrového fragmentu pod vrstvou               |



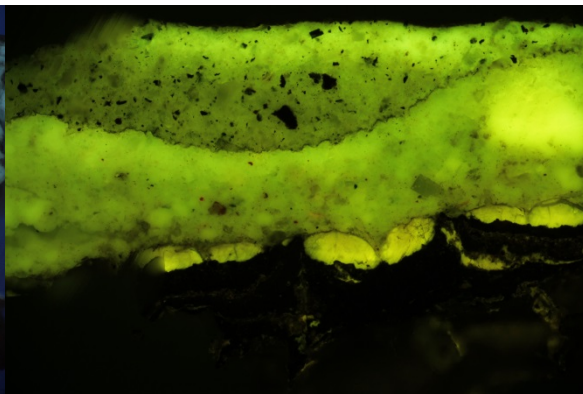
## Vzorek 7818 (ST10), klerika



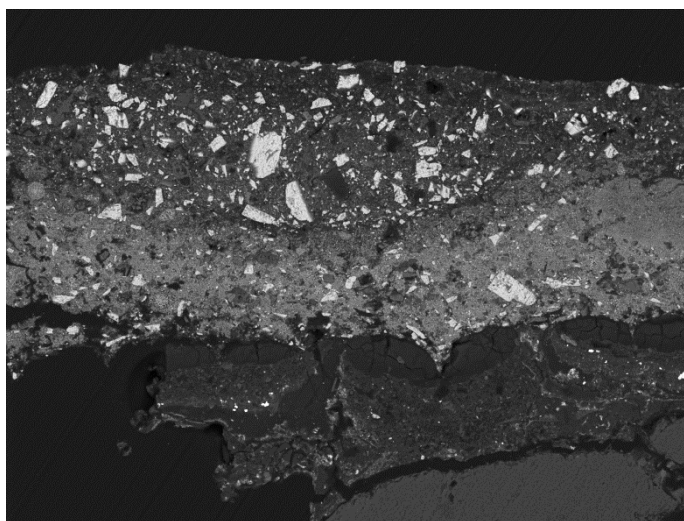
Obr. 35 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 36 Optická mikroskopie, UV záření.



Obr. 37 Optická mikroskopie, modré světlo.



SEM HV: 25.0 kV Det: BSE  
 SEM MAG: 517 x WD: 14.31 mm 200 μm MIRA3 TESCAN

Obr. 38 Elektronová mikroskopie, BSE.

**Tab. 14:** Výsledky mikroskopického průzkumu - vzorek 7818.

| <i>Číslo vrstvy</i> | <i>Popis vrstvy, optická a elektronová mikroskopie</i>   | <i>Složení vrstvy, elektronová mikroskopie s prvkovou analýzou SEM/EDX</i>   |
|---------------------|--|--|
| 9.?                 | nečistoty nebo tenčí šedá vrstva   | vrstva neanalyzována   |
| 8.                  | <b>šedo-okrová</b> vrstva s uhlovou černí, ojediněle modrá zrna,   | <u>Ca</u> , Zn, Ba, S:<br>uhličitan vápenatý (přírodní křída – schránky mikroorganismů), mletý baryt, zrna uhličitanu vápenatého, zrna fluoritu <u>Ca</u> , <u>F</u> , křemenná zrna, uhlikatá čern, patrně organická tmavá zrna   |
| 7.                  | pravděpodobně <b>silná šedá</b> vrstva, patrně tvoří souvrství s následující povrchovou úpravou, ojediněle modrá zrna  | <u>Ca</u> , Zn, Ba, S:<br>uhličitan vápenatý (přírodní křída – schránky mikroorganismů), mletý baryt, zrna uhličitanu vápenatého, zrna fluoritu <u>Ca</u> , <u>F</u> , křemenná zrna, organická tmavá zrna, uhlikatá čern  |
| 6.                  | silná <b>bílá/nazelenalá</b> vrstva, ojediněle modré a červené částice, UV fluorescence charakteristická pro zinkovou bělobu, na povrchu nečistoty, spodní část modrozelený odstín, svrchní část bílá – může se jednat o souvrství | <u>Zn</u> (Ba, Ca, Al, Si):<br>zinková běloba – od 1834, mletý baryt, silikátová zrna, zrna uhličitanu vápenatého, červená hlinka, zrna síranu vápenatého, organické pojivo, ve spodní části modré zrno Pruské modře <u>Fe</u> (Ca, N, K, Na) – může se jednat o kontaminaci |
| 5.                  | nesouvislá <b>hnědá poloprůhledná</b> vrstva, převážně organická, bílá UV fluorescence   | <u>C</u> : organická vrstva  |
| 4.                  | <b>černá</b> vrstva, bílé částice, pravděpodobně obsahuje velmi jemný modrý pigment  | <u>Al</u> , Si (Fe, Ti, Ca, Zn):<br>barytová běloba, silikáty, organické pojivo, některé další prvky patrně z kontaminace  |
| 3.                  | <b>černá</b> vrstva s <b>červeným</b> pigmentem  | <u>C</u> : organické pojivo, oranžová/červená zrna <u>Pb</u> , Cr (Zn) chromová oranž/červeň – od 1809, nelze vyloučit příměs barytové běloby – od cca 1810, patrně malá příměs zinkové běloby – od 1834   |
| 2.                  | silná <b>černá</b> vrstva, fragmenty, podélně prasklá  | <u>C</u> (Si, Ca, Pb, Zn): převážně organická vrstva, zinek pravděpodobně pochází ze zinkové běloby jako kontaminace z mladších vrstev   |
| 1.?                 | <b>černá</b> vrstva  | <u>C</u> : blíže nespecifikována   |
| 0.                  | <b>hornina</b> – fragment, nelze vyloučit, že se mezi zrny horniny nalézá zateklá starší černá blíže nespecifikovaná vrstva  | <u>Si</u> : křemenná zrna  |

**ZÁVĚR**

V rámci mikroskopického průzkumu byly studovány povrchové úpravy dochované na pískovcové soše sv. Jana Nepomuckého, umístěné v Lapidáriu Národního muzea v Praze pod inventárním číslem 128. Dále byla orientačně sledována míra zasolení povrchu horniny z místa poškození a obsah vodorozpustných solí v odsolovacích zábalech. K průzkumu povrchových úprav bylo restaurátorem odebráno 10 vzorků. K průzkumu obsahu vodorozpustných solí byl odebrán 1 vzorek horniny, obsah vodorozpustných solí byl dále monitorován ve 4 vzorcích odsolovacích zábalů.

**Průzkum stratigrafie a složení povrchových úprav**

Z restaurátorského i mikroskopického průzkumu vyplývá, že byla socha sv. Jana Nepomuckého vícekrát povrchově upravována. Na vzorcích byla zaznamenána přítomnost alespoň šesti časových fází výtvarného pojednání díla. Podpovrchové části pískovce obsahují organickou látku. Nelze však zjistit, zda se jedná o předúpravu povrchu kamene před nanesením polychromie nebo penetraci pojiva z barevných vrstev. Na základě výsledků průzkumu lze předpokládat, že starší povrchové úpravy byly součástí polychromie (Tab. 15, fáze 1-4). U nejmladších alespoň dvou časových fází povrchových úprav byla zaznamenána barevnost vrstev omezená na světlejší převážně zelené, případně šedé odstíny. Lze se domnívat, že se jedná o dvě fáze (Tab. 15, fáze 5, 6) monochromního pojednání díla. Pro nejmladší fáze povrchových úprav je charakteristická přítomnost zinkové běloby a křídý, dále namodralá fluorescence vrstev v UV záření. Od starších vrstev vykazujících luminiscenci v UV záření převážně do žluta jsou monochromní úpravy odděleny nesouvislou poloprůhlednou organickou okrovou vrstvou se silnou žlutou UV fluorescencí. I přes to, že se vrstva nenachází na všech vzorcích lze předpokládat, že byla aplikována na dílo celoplošně. Může se jednat o závěrečnou ochrannou povrchovou úpravu. Všechny starší povrchové úpravy zřejmě obsahují polymerní pojivo (fáze 1 až 4), u mnohých vrstev lze předpokládat jako pojivo nebo jeho součást vysychavé oleje. Zpracování pozlacovačskými technikami nebylo zaznamenáno.

Přehled vzorků a orientační rozdělení zaznamenaných vrstev do předpokládaných časových etap barevného pojednání povrchu sochy je uvedeno v příloze (Tab. 15). Ve vybraných vrstvách byly na základě barevnosti a prvkového složení odvozeny následující pigmenty, případně plniva<sup>34</sup>:

- *Bílá, průhledná*: olovnatá běloba, barytová běloba (1830) / baryt (1810), zinková běloba (1874), uhličitan vápenatý - přírodní křída / vápenec, křemenná zrna, síran vápenatý
- *Žlutá*: okr, chromová žluť (1815), nelze vyloučit masikot
- *Červená*: červená hlínka, chromová oranž/červeň (1809), rumělka, suřík
- *Zelená*: zřejmě zem zelená
- *Modrá*: blíže nespecifikovaný pigment, Pruská modř (1724)
- *Hnědá*: na bázi oxidů železa
- *Černá*: organická/uhlíkatá čerň

**Průzkum obsahu vodorozpustných solí (síranů, dusičnanů, chloridů)**

Ve vzorku horniny odebraném z hloubky přibližně 0,5 cm ve spodní části figury světce byl stanoven poměrně vysoký obsah síranových aniontů. Síranů mohly být do objektu zaneseny vztlínající vodou, jejich zdrojem může být také sulfatizace karbonátového tmelu horniny<sup>35</sup>.

**TECHNOLOGICKÁ ZPRÁVA:**

|              |   |        |             |
|--------------|---|--------|-------------|
| Počet stran: | 28  | Datum: | 21. 4. 2016 |
| Autor:       | Petra Lesniaková  |        |             |
| Místo:       | Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice<br>Jiráskova 3, Litomyšl |        |             |

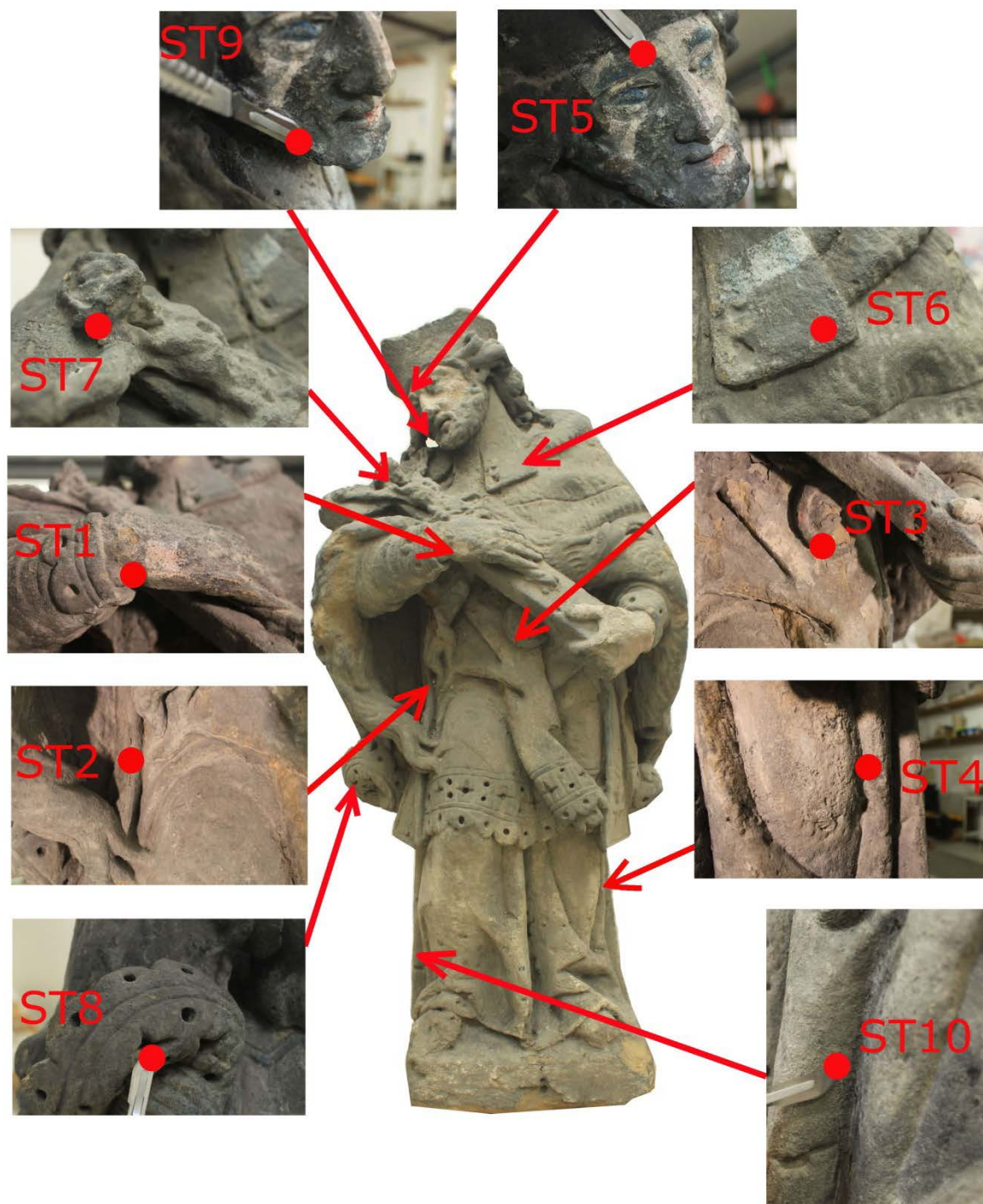
<sup>34</sup> Zdroj literatury k identifikaci, případně orientačnímu časovému zařazení využití pigmentů (v závorkách): Šimůnková E., Bayerová T. Pigmenty. STOP. Praha 2014. ISBN 978-80-86657-17-2.

<sup>35</sup> Přítomnost karbonátového tmelu vyplývá z petrologického průzkumu Z. Štafena.



**PŘÍLOHA – FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE MÍST ODBĚRŮ VZORKŮ**

Autor snímků BcA. Renata Tauchmanová



**Obr. 39** Zákres míst odběrů vzorků k průzkumu povrchových úprav.





**Obr. 40** Místo odběru vzorku 7699, ST1, detail.



**Obr. 41** Místo odběru vzorku 7700, ST2, detail.



**Obr. 42** Místo odběru vzorku 7701, ST3, detail.



**Obr. 43** Místo odběru vzorku 7702, ST4, detail.





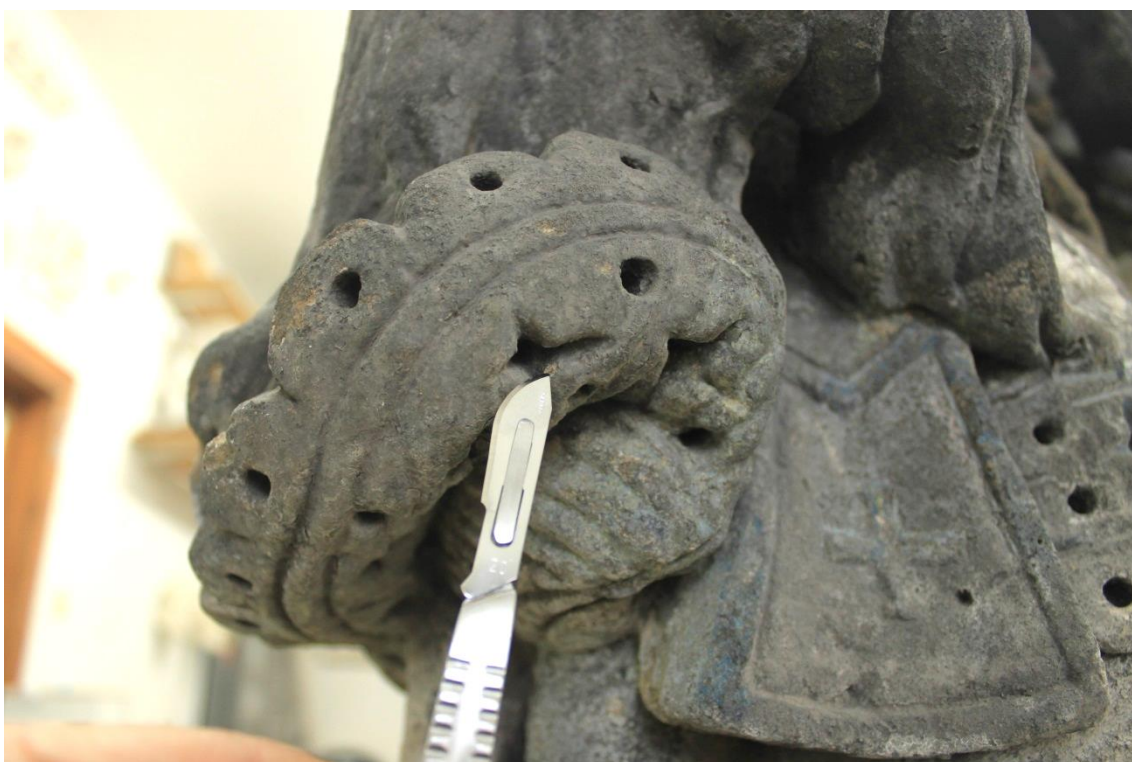
**Obr. 44** Místo odběru vzorku 7813, ST5, detail.



**Obr. 45** Místo odběru vzorku 7814, ST6, detail.

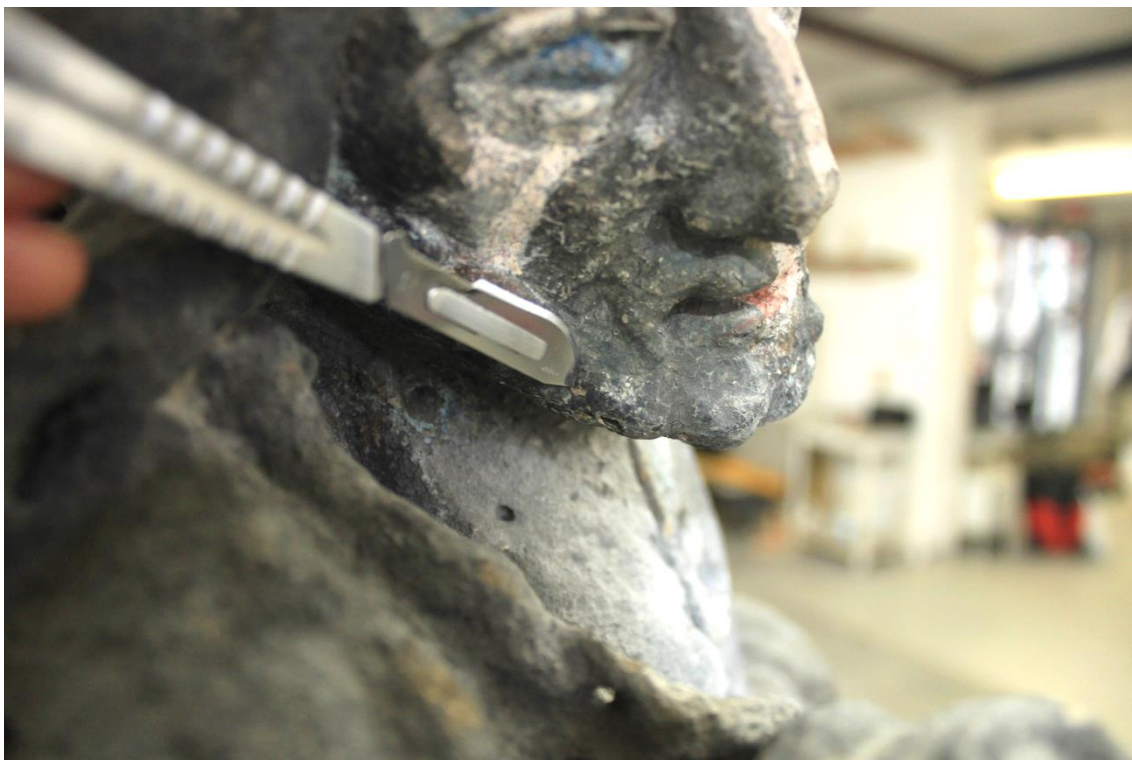


**Obr. 46** Místo odběru vzorku 7815, ST7, detail.



**Obr. 47** Místo odběru vzorku 7816, ST8, detail.





**Obr. 48** Místo odběru vzorku 7817, ST9, detail.



**Obr. 49** Místo odběru vzorku 7818, ST10, detail.

TAB. 15: PŘEHLED VZORKŮ, BAREVNOSTI VRSTEV A ORIENTAČNÍ ZAŘAZENÍ PŘEDPOKLÁDANÝCH FÁZÍ POVRCHOVÝCH ÚPRAV

| vzorek                                 | 7701 (ST3)<br>palladium            | 7818 (ST10)<br>klerika | 7815 (ST7)<br>vlasy        | 7700 (ST2)<br>štolá, lem   | 7817 (ST9)<br>vousy | 7702 (ST4)<br>klerika | 7816 (ST8)<br>krajka  | 7699 (ST1)<br>inkarnát | 7813 (ST5)<br>obočí | 7814 (ST6)<br>límeček |
|--|------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| optická<br>mikroskopie<br>bílé světlo  |                                    |                        |                            |                            |                     |                       |                       |                        |                     |                       |
| optická<br>mikroskopie<br>UV záření    |                                    |                        |                            |                            |                     |                       |                       |                        |                     |                       |
| elektronová<br>mikroskopie<br>SEM, BSE |                                    |                        |                            |                            |                     |                       |                       |                        |                     |                       |
| předpokládané fáze povrchových úprav:  |                                    |                        |                            |                            |                     |                       |                       |                        |                     |                       |
| 7?                                     | tenčí šedá vrstva nebo nečistoty 9 |                        |                            |                            |                     |                       | šedá nebo nečistoty 9 |                        |                     |                       |
| 6                                      | šedé/běžové 7, 8                   |                        | šedá/černá 5               |                            |                     |                       |                       |                        |                     |                       |
| 5                                      | bílá/nazelenalá 6                  | bílá/zelenomodrá 6     |                            | šedé 7, 8                  | šedá 7              | šedá 7                | běžová 8              | šedá 9                 | šedá 8              |                       |
| ?                                      |                                    |                        |                            | šedá, zelená 5, 6          | bílá/zelenomodrá 6  | zelenomodrá 6         | zeleno-bílá 7         | zeleno-bílá 8          | modré 6,7           | černá 3<br>modrá 2    |
| ?                                      | hnědo-okrová poloprůhledná         |                        |                            |                            |                     |                       | -                     |                        |                     |                       |
| 4                                      | červená 4                          | černá 4                | bílo-šedá 3                | zeleno-modrá 3             | černá 3             | černá 3               | modrá 6               | běžová 6               | modrá 5             |                       |
| 3/zinková běloba-1934                  | oranžovo-červená 3                 | černá 2, 3             | hnědá 2                    | žlutá 2                    | hnědá 2             | černá 2               | žlutá 5               | běžová-růžová 4,5      | růžová 4            | tmavá 1               |
| 2/mletý baryt-1810                     | světlá 2                           |                        | okrová fragment nebo dvě 1 | šedá 1                     |                     |                       | šedomodrá 4           | světle okrová 3        | růžová 3            |                       |
| 1                                      | oranžovočervená 1                  | černá 1                | hnědá 1                    | okrová fragment nebo dvě 1 | fragment okr?       | černá 1               | bílá/běžové 1-3       | světlá/nazelenalá 2    | okr?, růžová 1,2    |                       |
| 0                                      | hornina                            | hornina                | hornina                    | hornina                    | -                   | hornina               | hornina               | -                      | hornina             | -                     |

## socha sv. Jana Nepomuckého, Lapidárium hl. m. Prahy Průzkum stavu a míry poškození - měření ultrazvukové transmise

**Akce:** Restaurování polychromované plastiky sv. Jana Nepomuckého ze sbírek Lapidária hl. m. Prahy.

**Materiál/technika:** křemičitý pískovec jemnozrný, s barevnou povrchovou úpravou.

**Popis objektu a jeho stavu:** Socha sv. Jana Nepomuckého stojí na nízkém podstavci. Postava světce je zobrazena tradičně v klerice, rochetě zdobené krajkou a v almuci se střapci a s kvadrátkem na hlavě. Na krku má zapnutý dlouhý límec. Přes paži pravé ruky má položený krucifix, ke kterému se světce sklání. Světec má na krku české palladium, které vyčnívá pod krucifixem. Světec stojí v kontrapostu s předsunutou pravou nohou. Z hlediska poškození je plastika v uspokojivém stavu; hlavní poškození jsou patrná na polychromii (ztmavlá, lokálně zkrakelovaná, nesouvisle dochovaná). Druhý typ poškození spočívá v lokálním poškození horniny, které se projevuje dezintegrací materiálu až úbytkem hmoty do několika centimetrů včetně polychromie, které patrně souvisí s účinkem vodorozpustných solí. Takto jsou poškozeny zejména sokl a drapérie světce (pod pravou rukou) (Obr. 1). Lokální poškození jsou patrná i na zadní části plastiky (plášť/záda).

**Autor/datace objektu:** není uvedeno

**Vlastník objektu/zadavatel restaurování:** Lapidárium hl. m. Prahy, Výstaviště 422, Praha 7.

**Restaurátor:** BcA. Renata Tauchmanová, vedoucí práce: Doc. Jaroslav Alt, ak. mal.

**Průzkum provádí:** Ing. Renata Tišlová, PhD., Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

**Zadání a cíle průzkumu:**

ad 1) Popis stavu a rozsahu poškození pískovcové plastiky (lokalizace a rozsah zvětrání horniny).

ad 2) Zhodnocení stavu po restaurátorském zásahu - konsolidaci zvětralých míst, provedení doplňků v umělém kameni.



**Obr. 1:** Polychromovaná plastika sv. Jana Nepomuckého ze sbírek Lapidária hl. m. Prahy. Stav před restaurováním, 2015. Foto: R. Tauchmanová.





Univerzita  
Pardubice  
Fakulta  
restaurování

*polychromovaná socha sv. Jana Nepomuckého, Lapidárium hl. m. Prahy  
Chemicko-technologický průzkum stavu a míry poškození  
II. INSTRUMENTACE, POPIS METOD*

### I. Metody průzkumu, popis metody:

Ultrazvuková transmise je založena na měření doby průchodu ultrazvukového signálu (ultrazvuk = zvuk s vysokou frekvencí, >20 kHz). V masivnějších materiálech s vyšší mírou stmelení je rychlost ultrazvuku vyšší než v materiálech poréznějších, obvykle méně stmelěných (např. beton vs. vápenná omítka). Tato souvislost platí i mezi zvětralým a nezvětralým substrátem; v poškozených, korodovaných kamenných objektech, jejich částech nebo vrstvách, je rychlost ultrazvuku nižší než v nepoškozených, „zdravých“ objektech resp. jeho částech. Změna ultrazvukového signálu se též projevuje v případě existence poškození, nehomogenit a trhlin, v těchto případech je signál zpomalený, deformovaný nebo neprochází vůbec.

Ultrazvukovou transmisí lze využít i při hodnocení restaurátorských zásahů jako např. konsolidace, ale i např. návrhu a optimalizaci doplňkových směsí umělého kamene, neboť rychlost ultrazvukové transmise souvisí s fyzikálními a mechanickými charakteristikami porézniých materiálů (pevnost, porozita, modul pružnosti).

*Instrumentace a podmínky měření:* Měření bylo provedeno přímé (sondy proti sobě) na přístroji pro měření ultrazvukové transmise Geotron UKS 14 s externími sondami pro menší vzdálenosti (UPG 250 s měřicí frekvencí 250 kHz, rozlišení 0,1 μs, zpoždění/korekcí 6,8 μs).

### 2. Princip měření ultrazvukové transmise

Při měření se na povrch objektu přikládají sondy a měří se čas průchodu tzv. p-vlny (longitudiální, přímé). Měřením se zjišťuje čas  $t$  přechodu UZ-signálu zkoumaným objektem o tloušťce  $d$ . Na objekt se přikládají měřicí sondy vysílač a přijímač, které snímají čas průchodu p-vlny.

zdroj signálu > objekt > příjem signálu

Rychlost ultrazvukové transmise  $v$  se vypočítá dle vztahu:

$$v = d/t$$

$v$  - rychlost UZ, m/s příp. km/s

$d$  - měřená vzdálenost, cm

$t$  - čas přechodu signálu, μs

### 4. Výsledky měření

Na plastice bylo provedeno 25 měření, které měly v celém rozsahu zmapovat stav objektu, zejména určit míru zvětrání povrchu. Zkoumány byly objemné části (měření procházející objektem) zejména na soklu, částech těla s cílem určit soudržnost ve hmotě, určit rozsah a lokalizaci poškození, míru zvětrání horniny. Měření drobných, méně objemných částí (drapérie, vlasy, aj.) byly měřeny s cílem určit povrchové vlastnosti horniny. Vzhledem k míře zvětrání byl stav horniny zmapován i po restaurátorském zásahu, aby se ověřil jeho účinek. Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. I, kde jsou v první části uvedeny hodnoty rychlosti UZ transmise před restaurování, které byly doplněny o měření po restaurátorském zásahu a to na místech, kde byl zjištěn nulový nebo slabý signál indikující špatný až kritický stav plastiky. Místa měření jsou graficky znázorněna na Obr. 2-4. V tabulce jsou zaznamenána místa měření, směr (hodnoceny vůči pohledové části objektu: v - vertikální, p-z - předozadní, p-l - pravo-levý), čas průchodu UZ vlny  $t$  (μs) byl přepočítán na rychlost  $v$  (km/s). V poznámce se uvádí dodatečné informace, které se týkají průchodu signálu. Při nedostatečné nebo nulovém signálu se zaznamenává síla signálu: s - slabý, vss - velmi slabý, ns - neměřitelný a ds - deformovaný signál.





**Obr. 2:** Místa měření ultrazvukovou transmisí - čelní část plastiky. Foto a grafické zpracování: R. Tauchmanová.



**Obr. 3, 4:** Místa měření ultrazvukovou transmisí - zadní a boční část plastiky. Foto a grafické zpracování: R. Tauchmanová.



polychromovaná socha sv. Jana Nepomuckého, Lapidárium hl. m. Prahy  
Chemicko-technologický průzkum stavu a míry poškození  
III. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

### socha sv. Jana Nepomuckého (ze sbírek Lapidária hl. m. Prahy)

V Tab. I jsou uvedeny hodnoty rychlosti ultrazvukové transmise v udané v km/s, které byly naměřeny na různých částech plastiky, zejména však v místech poškození materiálu (zvětření povrchu, v místech trhlin). Pokud není hodnota uvedena, signál materiálem neprocházel nebo byl vlivem poškození zeslaben. Místa měření jsou graficky znázorněna na Obr. 2-4.

| Číslo měření | Popis, směr měření             | Vzdálenost sond D (cm) | Rychlost UZ signálu v (km/s), před restaurováním | Pozn.                               | Rychlost UZ signálu v (km/s), po restaurování | Pozn.     |
|--------------|--------------------------------|------------------------|--|-------------------------------------|---|-----------|
| 1            | sokl, p-z, 5 cm                | 20,3                   | 2,44   | vss, přes ztmavlou křustu           |   |           |
| 2            | sokl, p-z, 10 cm               | 20,3                   | 2,53   | přes ztmavlou křustu                |   |           |
| 3            | sokl, p-z                      | 20,3                   | 2,20   |                                     |   |           |
| 4            | sokl, p-z                      | 21,0                   | -  | ns                                  | 7,5   | přes tmel |
| 5            | sokl, přes roh, p-z            | 19,5                   | 2,00   | ss                                  | 2,89  |           |
| 6            | sokl, 2 cm od okraje, p-l      | -                      | -  | ns                                  | 2,84  |           |
| 7            | sokl, 9 cm od okraje, p-l      | -                      | -  | ns, přes trhliny a otevřený povrch  |   |           |
| 8            | sokl, p-l                      | -                      | -  | vss, přes trhliny a otevřený povrch |   |           |
| 9            | sokl, 7 cm, p-l                | 29,0                   | 2,47   |                                     |   |           |
| 10           | sokl, konec, p-l               | 29,0                   | 2,24   | přes drolivý povrch                 | 3,06  |           |
| 11           | drapérie pod pravou rukou, p-l | -                      | -  | ns                                  | -   | ds        |
| 12           | koleno, p-z                    | 22,2                   | 2,21   |                                     |   |           |
| 13           | koleno, p-z                    | 22,2                   | 2,21   | vss, přes zvětřalý povrch na zádech | 2,65  |           |
| 14           | drapérie, p-z                  | 25,0                   | 2,23   | vss                                 | 2,52  |           |
| 15           | záhyb drapérie, p-l            | -                      | -  | ns                                  | 2,13  |           |
| 16           | levé rameno, p-z               | 15,0                   | 2,75   |                                     |   |           |
| 17           | drapérie pod pravou rukou, p-l | -                      | -  | ds, silně korodovaný povrch         | 3,50  |           |
| 18           | drapérie pod pravou rukou, p-l | 5,7                    | 2,79   |                                     |   |           |
| 19           | kříž, p-l                      | 5,4                    | 2,62   |                                     |   |           |
| 20           | kvadrátek, p-z                 | 13,5                   | 2,51   |                                     |   |           |
| 21           | kvadrátek, p-l                 | 13,0                   | 2,52   |                                     |   |           |
| 22           | vlasý, p-z                     | 2,7                    | 3,38   |                                     |   |           |
| 23           | vlasý, p-z                     | 2,5                    | 3,46   |                                     |   |           |

Tab. I: Výsledky rychlosti UZ transmise před a po restaurování - měření 1-23, popis míst měření. Po restaurování došlo k obnovení signálu na všech místech, kde při měření ve stavu před restaurováním signál neprocházel nebo byl slabý či deformovaný. Signál se podařilo obnovit i v místě měření 11 (drapérie pod pravo rukou světce), signál je však z neznámého důvodu deformovaný.



Univerzita  
Pardubice  
Fakulta  
restaurování

*polychromovaná socha sv. Jana Nepomuckého, Lapidárium hl. m. Prahy  
Chemicko-technologický průzkum stavu a míry poškození  
IV. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ, ZÁVĚR*

### **Závěr:**

Předmětem průzkumu byla polychromovaná socha sv. Jana Nepomuckého pocházející ze sbírek Lapidária hl. m. Prahy. Cílem průzkumu bylo zjistit rozsah a míru poškození plastiky, zejména v místech se silně zvětřalým a degradovaným povrchem (zejména v místech soklu, drapérie a zad). V těchto místech se vyskytují rozsáhlejší poškození pískovce, které se projevuje zvětřáním a drobením povrchu, úbytkem hmoty včetně polychromie, lokálně jsou patrné trhliny. Průzkum byl však proveden v menším rozsahu i na ostatních částech plastiky, neboť i zde se nachází lokální poruchy menších rozměrů vyvolané mechanickým namáháním nebo účinkem uzavření povrchu nepropustnou polychromií (přesnou lokalizaci poškození lze nalézt v restaurátorské dokumentaci). Pro zjištění stavu a ověření účinku restaurátorského zásahu byl proveden průzkum stavu po komplexním ošetření objektu (odsolení, konsolidaci, tmelení). Průzkum byl proveden nedestruktivně, metodou tzv. ultrazvukové transmise, která měří dobu průchodu signálu materiálem, z níž se počítá rychlost transmise. V případě poškození (prasklin, defektů, oslabení ve hmotě nebo naopak zpevnění povrchu) se signál mění. V mezních případech poškození (dezintegrace materiálu) se signál nezobrazuje nebo je zeslabený či deformovaný.

Poznatky získané průzkumem lze shrnout takto:

#### **ad A) typologie a rozsah poškození**

Na plastice se lokálně vyskytují silně zvětřalá místa, ve kterých je hmota pískovce zcela rozrušena až do hloubky několika centimetrů. Jedná se zejména o sokl a některá místa drapérie kleriky, zejména pod pravou rukou světce. V těchto místech je materiál v různé míře rozrušen, lokálně jsou patrné i trhliny lokálního charakteru, poškození se projevují zeslabením, příp. utlumením signálu. Stav pískovce v ostatních nepoškozených místech je dobrý, s hodnotami rychlosti ultrazvukové transmise charakteristicky v intervalu (2,4-2,8 km/s). V malých tloušťkách materiálu se projevuje povrchové zpevnění materiálu (měření 22 a 23), které může být dáno přirozeným chováním křemičitého typu pískovce nebo jeho předchozím povrchovým ošetřením, příp. úpravou před provedením polychromie.

#### **ad B) stav horniny po restaurování**

Socha prošla v rámci restaurátorského zásahu komplexním ošetřením včetně odsolení, konsolidace poškozených míst a provedení doplňků. Stav zvětřalých míst byl průzkumem studován i po zásahu, pouze však na místech, kde byl v předchozí fázi průzkumu zjištěn útlum signálu nebo jeho zeslabení (měřící body viz. Tab. 1). Průzkumem bylo zjištěno jednoznačné zlepšení vlastností horniny a to v rozsahu přirozených vlastností horniny. Hodnoty rychlosti UZ transmise přibližně odpovídaly hodnotám naměřeným na nepoškozené hornině. Pouze v místě měření 11 (drapérie pod pravou rukou) se signál z neznámých důvodů podařilo obnovit, ale zůstává deformovaný. V místě měření 4 bylo měření provedeno na soklu, po zatmelení. Zjištěná neúměrně vysoká hodnota rychlosti UZ transmise může souviset s nevhodně zvolenou tmelící směsí nebo přezpevněním samotného materiálu.

V Litomyšli, 31.3. 2016

Ing. Renata Tišlová, PhD., Katedra chemické technologie  
Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

Název lokality : **Praha** – sv. Jan Nepomucký

Místo odběru : sokl – ložná plocha, lapidárium

Označení vzorku : V-1

Makroskopický popis: vzorek odeslán Diatech s.r.o. Praha

Metoda hodnocení : mikroskopie

Způsob hodnocení : vyhodnocení výbrusu polarizačním mikroskopem

Použité zvětšení : standardní (32 – 126x) s fotodokumentací

Mikroskopický popis: :

na základě mikroskopického vyhodnocení lze označit hodnocený vzorek JN-1 jako psamitickou sedimentární horninu, tvořenou převažujícím podílem křemenných úlomků (klastů) - *pískovec křemenný, středně zrnitý, slabě silicifikovaný*. Křemenné úlomky – klasty jsou nerovnoměrně vytríděné a jsou směsí jemnozrné (0,25 – 0,125mm) a středně zrnité (0,25 – 0,50 mm) frakce. Rovněž opracování jejich povrchu je nerovnoměrné a pohybuje se od subangulárního až angulárního (ostrohranného) po suboválné. Diagenetickým (zpevňujícím) procesem je nevýrazná silicifikace, projevující se srůsty křemenných úlomků v místech jejich vzájemného dotyku. Z ostatních klastických součástí byly ojediněle nalezeny úlomky živců, obvyklá slída-muskovit je akcesorickou součástí základní hmoty (matrix). Z jiných minerálů byl nalezen pouze úlomek amfibolu (?) Interklastický prostor je lokálně vyplněn prochovito-jílovitou (kaolinitickou) základní hmotou, která má tendenci vytvářet subhorizontální laminy ve struktuře kamene. Střídají se tak polohy s otevřenými póry a akumulacemi uvedené základní hmoty. Tento strukturní prvek lze považovat za podmíněčně rizikový v případě, že je vystaven povrchovým vlivům. Spolu s pískovcem byl zastižen mikroskopicky výrazný fragment vápenatého (mikritického) tmelu s nedokonale vytríděným křemenným plnivem (písek), které vůči vápenné hmotě pojava zaujímá *bazální strukturu*, kdy se křemenné klasty „vznášejí“ v přebývajícím (bohaté) vápenné hmotě (primárně vápenné kaši). Vzhledem k pigmentaci pojava není vyloučeno, že se nejedná o čisté vápno (hydraulické vápno?). Na kontaktu s plnivem a stěnách pórů lze již sledovat počínající rekrystalizaci mikritu a tvorbu sparitových lemů („řetízků“). Na kontaktu s povrchem pískovce lze sledovat infiltraci vápenného pojava do povrchu a přípovrchové zóny



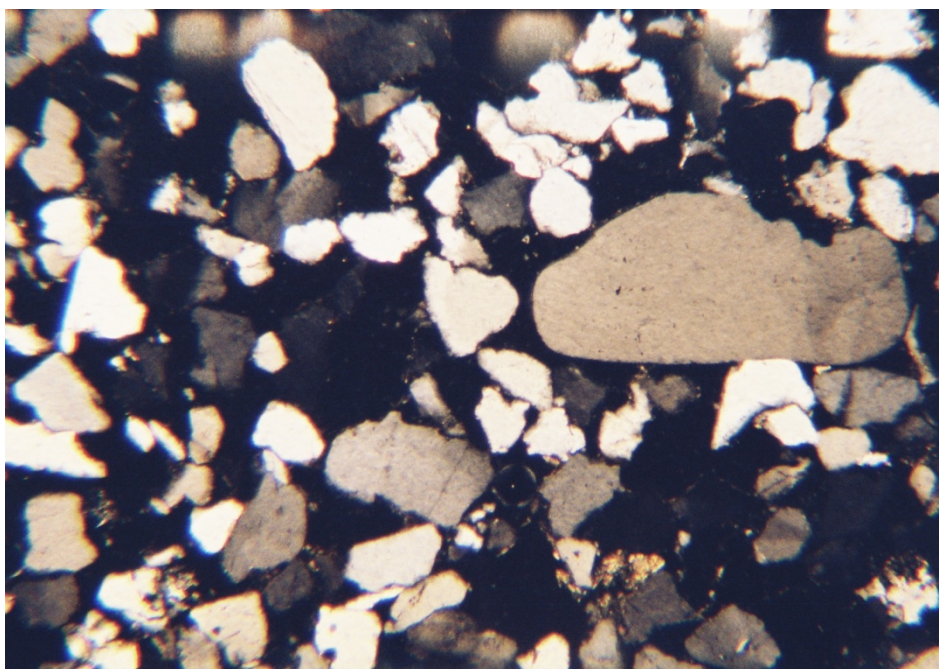
kamene s postupným vyzníváním této infiltrace a přechodem do otevřených („čistých“) pórů pískovce. Zde lze dobře sledovat zvýšenou porozitu sedimentu a nevýrazný diagenetický proces jeho zpevnění, projevující se dotykovou strukturou (křemenné klasty srůstají v místech vzájemného dotyku).

Závěr:

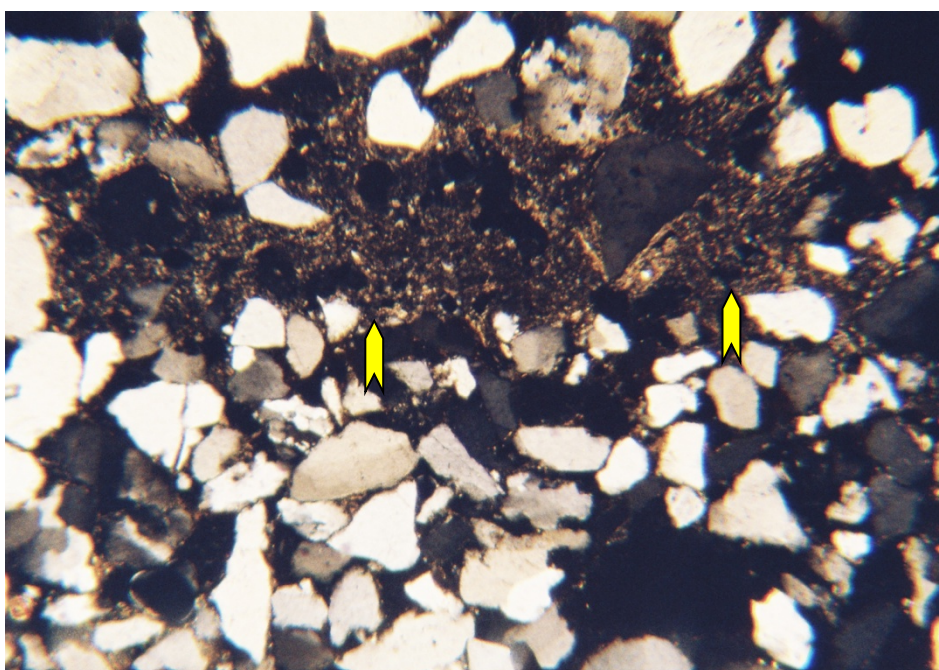
na základě výše uvedených zjištění lze horninu hodnoceného vzorku označit jako *pískovec křemenný, jemnozrný se středně zrnitým podílem, slabě silicifikovaný*. Na základě zjištěného minerálního složení a jeho struktury se lze domnívat, že se jedná o produkt svrchnokřídové sedimentace (perucko-korycanského souvrství) české křídové pánve. Je pravděpodobné, že vzorek reprezentuje tzv. mšenský (případně miletický) typ pískovce. *Vápenatý (mikritický) tmel s křemenným plnivem* nasedá kolmo na vrstevnatost (paralelní s osou sochy) pískovce tvoří značnou část vzorku. Je pravděpodobné, že vápenná hmota není tvořená čistým vápnem, ale je hydraulickým pojivem či cementem. Rizikovým faktorem kamene může být lokální zvýšená akumulace prachovito-jílovité základní hmoty v jeho struktuře („šlírý“).

Vypracoval : RNDr. Zdeněk Štaffen, 2. 2. 2015

**Praha** – lapidárium, sv. Jan Nepomucký  
petrologické vyhodnocení



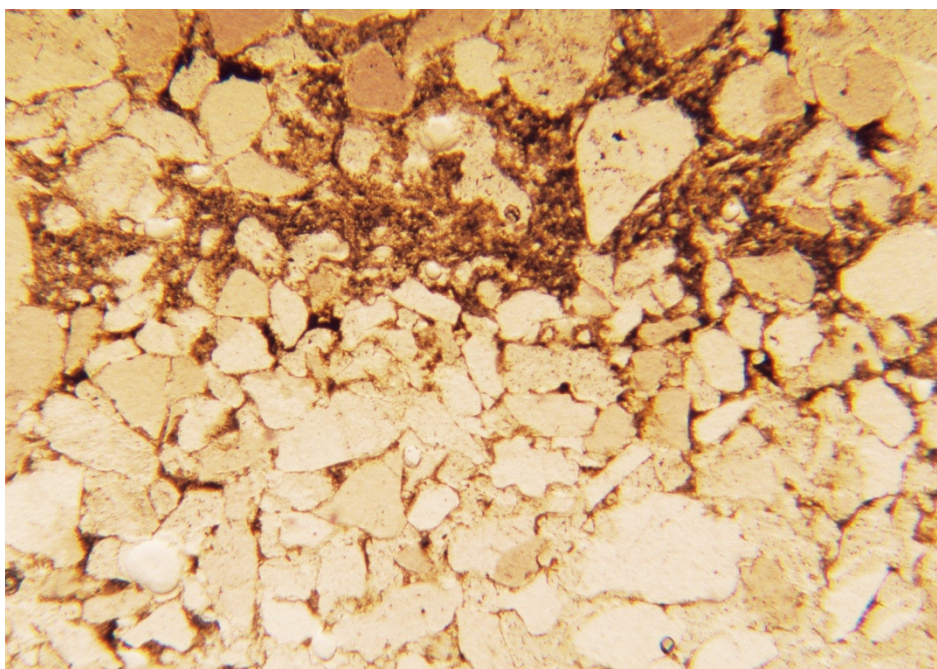
**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 32x, nikoly X  
struktura jemně a středně zrnitých křemenných úlomků tmelených nevýraznou silicifikací



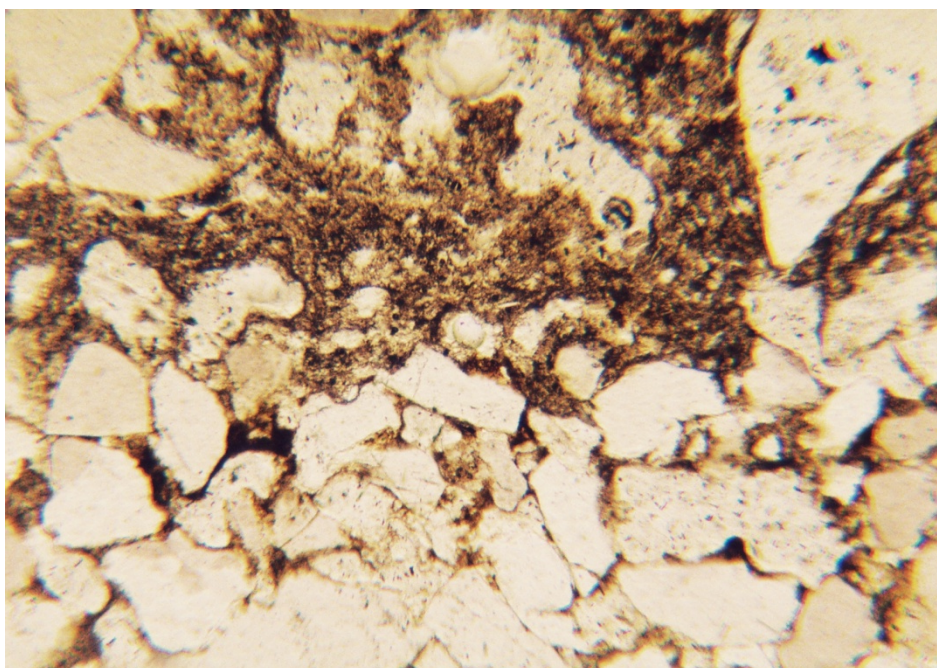
**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 32x, nikoly X  
strukturní rozhraní jemně a středně zrnitých křemenných úlomků a vápenatého tmelu (mikrit)



**Praha** – lapidárium, sv. Jan Nepomucký  
petrologické vyhodnocení



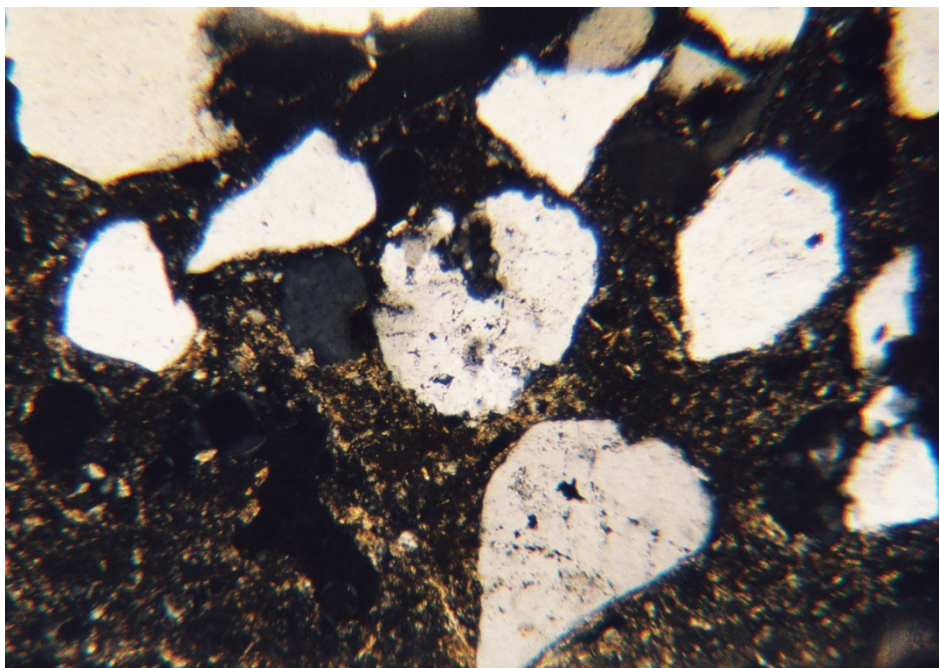
**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 32x, nikoly II  
strukturní rozhraní jemně a středně zrnitého křemenného pískovce a vápenatého tmelu (mikrit)



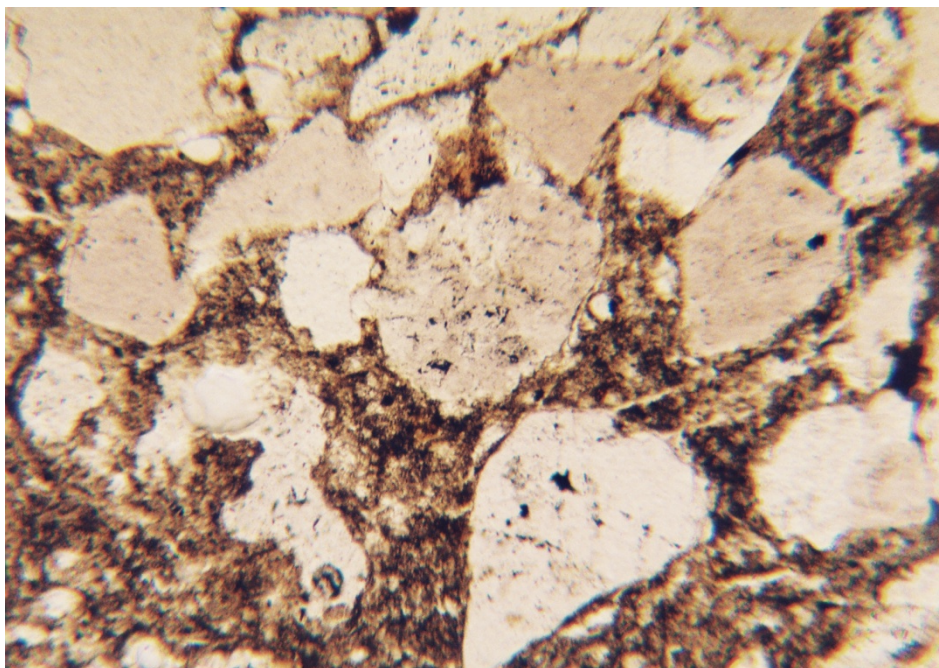
**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly II  
strukturní rozhraní jemně a středně zrnitého křemenného pískovce a vápenatého tmelu (mikrit)



**Praha – lapidárium, sv. Jan Nepomucký**  
petrologické vyhodnocení



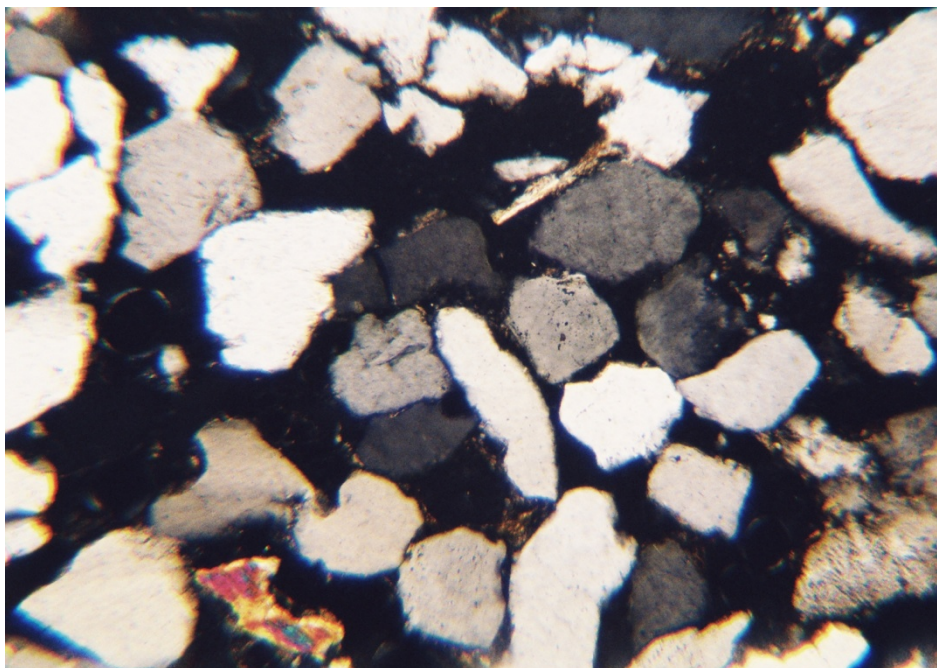
**Tmel vápenatý (mikritický) s bazální strukturou křemenného plniva**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly X  
výrazně bazální struktura nerovnoměrně zrnitého a opracovaného plniva (písku)



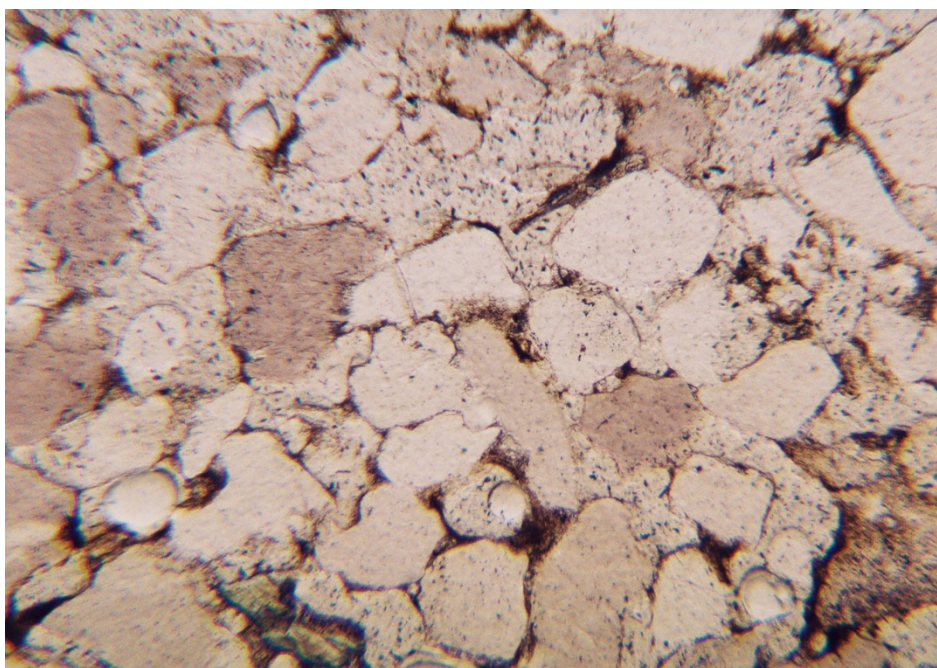
**Tmel vápenatý (mikritický) s bazální strukturou křemenného plniva**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly II  
výrazně bazální struktura nerovnoměrně zrnitého a opracovaného plniva (písku)



**Praha – lapidárium, sv. Jan Nepomucký**  
petrologické vyhodnocení



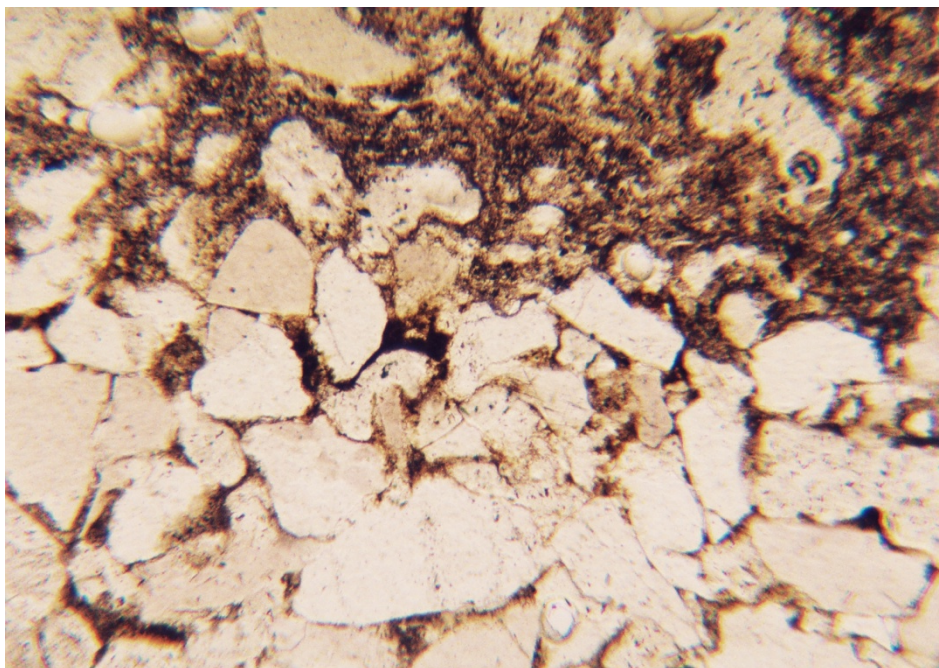
**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly X  
struktura převážně křemenné, nerovnoměrně opracované klastiky, slída-muskovit (der.)



**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly II  
struktura křemenné, nerovnoměrně zrnité klastiky, infiltrace vápenného pojiva tmelu do strukt.



**Praha – lapidárium, sv. Jan Nepomucký**  
petrologické vyhodnocení

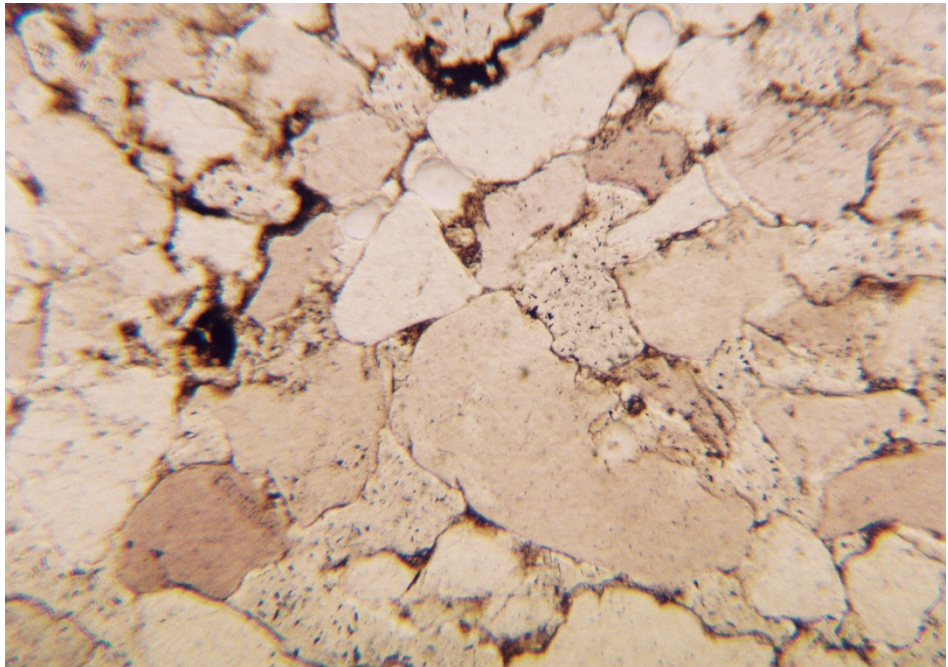


**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly II  
strukturní rozhraní tmelu (nahore) a pískovce (dole), pronik pojiva tmelu do  
struktury pískovce



**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly II  
pronik pojiva tmelu do přípovrchové zóny struktury pískovce, vyplnění části  
interklast.prostoru

**Praha** – lapidárium, sv. Jan Nepomucký  
petrologické vyhodnocení



**Pískovec křemenný, nerovnoměrně zrnitý, nevýrazně silicifikovaný**  
vzorek V-1, zvětšeno 63x, nikoly II  
pronik pojiva tmelu do struktury pískovce (vlevo nahoře), volné póry pískovce (vpravo dole)

### III. Zkoumání možností fixace oddělených povrchových vrstev

#### 1. Úvod do historie barevných úprav na kameni a jejich degradační procesy

O polychromii, jejím vývoji, funkci, technikách i materiálech na Fakultě restaurování bylo napsáno již několik diplomových prací,<sup>36</sup> podobně tak o jejím stárnutí a degradaci. Proto se o ní a o projevech stárnutí zmíníme jen okrajově. Abychom práci přesněji vymezili, omezíme se pouze na typické projevy degradace pozorované u olejových typů barev, jež charakteristicky degradují ve formě krakel, které se deformují a oddělují od povrchu. Práce si také klade za cíl naznačit možnosti jejich zajištění a restaurování takto poškozených barevných úprav s pomocí vybraných typů materiálů a technik.

Barevné povrchové úpravy kamenosochařských děl se u nás uplatňovaly v hojné míře, dnes se s nimi setkáváme nejčastěji na dílech z 18. a 19. století. Památky byly v době svého vzniku nebo během následujících let opatřovány povrchovými nátěry, ať už se jednalo o ochranné konzervační nátěry nebo o monochromní (jednobarevné) nebo polychromní (vícebarevné) úpravy povrchu. Barevnost těchto úprav se časem měnila a tak dnes můžeme na sochařských dílech spatřovat velmi bohatou stratigrafii vrstev, která odrážela odlišné a pro danou dobu charakteristické způsoby v přístupu o jejich péči. Tyto úpravy se řídily jak dobovým vnímáním, výtvarným cítěním, lokálními podmínkami i svým určením. V Čechách bývalo kamenosochařské dílo (běžně z pískovce) umístěné v exteriéru opatřováno nejčastěji olejovými nátěry. Kámen byl obvykle nejprve opakovaně napouštěn horkým lněným olejem (příp. fermeží)<sup>37</sup> a potom byl většinou nanesen podklad na olejové bázi. Závěrečné vrstvy byly nanášeny olejovými barvami v monochromní nebo polychromní úpravě. Trvanlivost barevné úpravy závisela ve velké míře na množství a kvalitě pojiva použité barvy, na chování kamene pod barevnou vrstvou

<sup>36</sup> Tématem polychromie se zabývají např. diplomové práce: Třesohlavá M., *Problematika polychromie na kameni a její restaurování*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2010; Havlíčková I., *Restaurování kamenné polychromované sochy sv. Jana Nepomuckého z Bratrských oltářů u České Kamenice a hlubší studium specifických příkladů povrchových úprav barokních sochařských děl*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012

<sup>37</sup> Napouštění kamenů bylo často také z důvodu ochrany před pronikající vlhkostí, případně pro zpevnění povrchové vrstvy hmoty kamene. In: Kotlík P., *Technologie barevných úprav kamene*, Barevnost kamene a kamenných prvků fasád, seminář STOP, 2004, s. 13



(vlhkost, paropropustnost), ale i na použitých pigmentech. Někdy se barevná vrstva od podkladu oddělovala, což bylo způsobeno tím, že barva byla s podkladem nedostatečně spojena (podklad byl např. příliš mastný a hladký).<sup>38</sup> Životnost nátěru i kamene v exteriéru dále závisela na podmínkách, kterým byly vystaveny. Tedy, zda bylo dílo vystaveno přímým účinkům světla, tepla, zimy, větru, deště, aj. Podle Bohuslava Slánského rozlišujeme v případě barevné vrstvy na plátně poruchy podle povahy na *mechanické* (krakely staré i časně, vrásnění, uvolňování), *optické* (žloutnutí, tmavění, zvýšení lomu světla), *přenesené na malbu z ostatních obrazových vrstev, podkladu a lakové vrstvy* (krakely staré, zvrásnění) a *dočasné změny* (povrchová patina, zhnědlý lak).<sup>39</sup> Poruchy obdobného charakteru lze identifikovat i u poškození barevné vrstvy finální povrchové úpravy na kameni. U olejových barev záleželo velkou měrou především na množství slunečního záření. Olejové nátěry degradují právě účinkem UV záření v kombinaci spolupůsobení O<sub>2</sub>. V alkalickém prostředí zmýdelňují,<sup>40</sup> ale odolávají dobře vlhkosti.<sup>41</sup> Pokud je tedy kámen s barevnou vrstvou v interiérových podmínkách, je vliv atmosférických vlivů do velké míry eliminován. Na stavu povrchové úpravy se více projevují vlivy mechanické nebo přenesené, tzv. staré krakely pak vznikají velmi pozvolna a v porovnání s ostatními vlivy působí atmosférické vlivy na poškození barevné vrstvy jen nepatrně.<sup>42</sup> Není tomu tak ale vždy; v případě jiných typů materiálů podložek, jako je dřevo či plátno, které jsou citlivé na objemové změny vyvolávané kolísáním vzdušné vlhkosti, bude chování odlišné. V exteriéru je ale kámen vystaven různým silám a tlakům, které poškozují jeho fyzikální strukturu. Tato degradace souvisí se změnami teploty, působením vody a vodných roztoků solí a s mechanickými vibracemi. Díky atmosférickým nečistotám, vzlínající vodě, metabolickým produktům živých organismů nebo nevhodným konzervátorským zásahům dochází k chemické korozi, kdy se mění chemické složení materiálu. Na degradaci kamene má také vliv biologická koroze, která je vyvolána nebo podmíněna živými organismy.<sup>43,44</sup> V reálných podmínkách probíhají všechny korozní procesy

<sup>38</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 229

<sup>39</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 228

<sup>40</sup> Tzn. měknou a ztrácejí své mechanické vlastnosti.

<sup>41</sup> Kotlík P., *Technologie barevných úprav kamene*, Barevnost kamene a kamenných prvků fasád, seminář STOP, 2004, s. 12-15

<sup>42</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 117

<sup>43</sup> Bakterie, řasy, houby, lišejníky, mechy, vyšší rostliny, ptactvo.

současně a navzájem se podporují a to nejen u materiálů samotných, ale i v jejich kombinaci například s barevnou vrstvou, která se vyznačuje odlišnými vlastnostmi a odezvou na uváděné změny. Jedním z výsledků odlišného chování materiálů je vznik pnutí, přičemž dochází k poškození méně pevného materiálu, kterým je barevná vrstva. Tato se následně deformuje vlivem ztráty vlastní soudržnosti a adheze k podkladu. Poškození však může generovat i samotná přítomnost nátěru. Příkladem může být situace, kdy kamenné dílo je opatřeno souvislou vrstvou olejového nátěru a není dostatečně izolováno od přístupu vlhkosti. Povrchová úprava zcela znemožňuje prostup vody a vodní páry natřenou vrstvou, což časem vede k jejímu odtrhávání, často i se samotným povrchem kamene. Případně dochází k poškození kamene pod vrstvou nátěru, které bylo pozorované i u restaurované sochy sv. Jana Nepomuckého z Lapidária.

Z výše uvedených procesů stárnutí a degradace barevné vrstvy i samotného substrátu je zřejmé, že nátěr ve venkovním prostředí neměl dlouhého trvání a musel být opakovaně obnovován, přibližně každých 20–25 let.<sup>45</sup> Před aplikací sekundárního nátěru nebyl většinou starší dochovaný nátěr odstraněn, ale jednoduše novým nátěrem překryt, což postupně vedlo k znečitelnění jemnějších detailů sochy. V některých případech nebyly sekundární nátěry aplikovány na celý povrch sochy, ale opravovala se pouze poškozená místa, významově důležitá, dožilá nebo exponovaná. Přibližně od druhé poloviny 19. století se upouští od údržby opakovaného natírání povrchu soch a uplatňuje se názor výtvarného působení čistého povrchu kamene.<sup>46</sup>

Do dnešních dnů se nám sochařská díla většinou zachovala s fragmentárně dochovanou sochařskou úpravou. I přes jejich minimální dochování je však třeba brát tyto zbytky barevnosti za jednu ze základních hodnot díla a jednu ze složek prvků, které jsou součástí jeho autenticity.

---

<sup>44</sup> Kotlík P. a kolektiv, *Stavební materiály historických objektů- materiály, koroze, sanace*, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1999, s. 57

<sup>45</sup> Siegesmund S., Snethlage R., (eds.), *Stone in Architecture*, Berlin, Heidelberg, 2011, s. 501

<sup>46</sup> Nejedlý V., *Historické povrchové úpravy kamenosochařských výtvarných děl umístěných v exteriéru – historie – ochrana*, Barevnost kamene a kamenných prvků fasád, seminář STOP, Praha, 2004, s. 5

## 1.1 Krakely v olejových (barevných) vrstvách

Vlastnosti olejových barev se časem v důsledku stárnutí mění a přibližně po padesáti - šedesáti letech se začíná zmenšovat její pružnost. Obecným projevem stárnutí je síťování a s ní souvisí změna řady mechanických vlastností, barevnosti a rozpustnosti – barva se stává tvrdší, křehne a stává se nerozpustnou, často dochází ke změně celkové nebo lokální barevnosti v důsledku změny barevnosti pojiva. Takto alterovaná vrstva poté reaguje i na velmi malé změny objemu podložky a jiné podněty, které iniciují vznik krakel, trhlin a prasklin.<sup>47</sup> Krakely bývají velmi rozmanité, mají různý směr, tvar, i hloubku, trhlinky jsou různě silné od nepatrných až po rozsáhlé. Typickým znakem starých obrazů je větší množství krakel, které, z hlediska historické vypovídací hodnoty, svědčí o stáří díla a vytváří jakousi kresebnou arabesku.<sup>48</sup> Takovéto poškození bývá doprovázeno lokální miskovitou deformací povrchu barevné vrstvy, krakely se po obvodu zdvíhají a uvolňují. Z typu krakel lze do určité míry dovozovat stáří obrazu (resp. povrchové úpravy), jeho původ, stav díla, materiály i způsob výstavby malby. Krakelové vzory tak mohou být vodítkem nebo srovnávací metodou u zjišťování umělecko-historických souvislostí a mohou sloužit i jako potenciální neinvazivní metoda průzkumu.<sup>49</sup>

Jak již bylo zmíněno, dělíme krakely podle původu poruchy barevné vrstvy na dvě hlavní kategorie. Na ty, co se mohou objevit už při schnutí jako *časné krakely* nebo zvrásnění, a na ty, kterých je většina a vznikají až stárnutím díla<sup>50</sup> Časné krakely vznikají velmi brzy po nanesení, zejména na olejomalbách. Dochází k tomu v důsledku nestejněměrného napětí při schnutí uvnitř jedné nebo více barevných vrstev, kdy spodní není ještě dostatečně proschlá. Časné krakely mají dva charakteristické rysy - jsou výhradně vázány na barevnou vrstvu a neprostupují již do podkladu (pokud je podklad náležitě vyžralý) a mají většinou oblejší okraje, protože vznikly pozvolným pukáním viskózní vrstvy. Ostré okraje mají naproti tomu staré krakely, které povstaly důsledkem rozpukání ztvrdlých vrstev. Staré krakely vznikají napětím mezi podložkou a podkladem, jež bylo vyvoláno změnami v chování materiálu podložky a barevné vrstvy. U plátna jsou to nejčastěji např.

<sup>47</sup> Petr F., *O starých malbách a jejich restaurování*, Praha, 1954, s. 156

<sup>48</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 105

<sup>49</sup> Bucklow Spike, *The description of craquelure patterns*, Studies in Conservation, 42, 1997, s. 129-140

<sup>50</sup> Krakely časné a staré jsou použity v souvislosti barevné vrstvy na plátěné nebo dřevěné podložce, toto rozdělení můžeme ale aplikovat i na kamennou podložku.

změna vlhkosti, což může nastat i v případě kamenné podložky, zvláště pokud obsahuje větší množství složek, které vodu absorbují (jíl, soli, aj.).

Další rozdělení krakel vyplývá z posouzení jejich vnějšího vzhledu, respektive podle podoby jejich arabesky (například krakely podélné, souběžné, mřížové, síťové, bodlákovité, plamínkové, kruhové atd.). Mimo tyto druhy také rozeznáváme krakely vázané na určitý materiál (například krakely olovnaté běloby, asfaltové, klihové, lakové, krakely olejového podkladu apod.) nebo podle druhu podložky (dřevěné, plátěné).<sup>51</sup> Krakely na kamenném podkladě však nejsou tak bohatě rozmanité a dobře popsané, jak je můžeme vidět na plátěné, ale i na dřevěné a kovové podložce. Naopak problematika vzniku krakel na plátně je dostatečně zpracovaná v tuzemské i zahraniční literatuře.<sup>52</sup>

## 2. Uchovávání artefaktů, jejich režim a uskladnění

### 2.1 Obecné požadavky na uložení sbírkových předmětů

Základním úkolem sbírkotvorných institucí je uchovávání předmětů kulturního dědictví pro další generace zajištěním odpovídajících parametrů vnitřního prostředí. Vliv na chování většiny materiálů mají především teplota a relativní vlhkost.<sup>53</sup> Relativní vlhkost by měla být v limitu hodnot přijatelných pro daný typ materiálu. Obecně přijatelná je 50–55% pro většinu typů sbírkových materiálů. Její kolísání je možné<sup>54</sup>, ale nesmí dojít k náhlým skokovým změnám. Relativní vlhkost je vždy spojena s teplotou. Čím nižší je teplota, tím menší je změna relativní vlhkosti vyvolaná změnou teploty o 1°C a je tedy snazší zajistit relativně stálou relativní vlhkost. Teplota v depozitářích by měla být co nejnižší a stálá, neboť teplota

<sup>51</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 110–118

<sup>52</sup> Bucklow S., *The description of craquelure patterns*, Studies in Conservation, 42, 1997; Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999; Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003; Knut Nicolaus, *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999

<sup>53</sup> Relativní (poměrná) vlhkost vzduchu udává poměr skutečné absolutní vlhkosti vzduchu k absolutní vlhkosti, jaká by při dané teplotě byla ve vzduchu nasyceném. Vyjadřuje stupeň nasycení vzduchu vodní parou. (český hydrometeorologický ústav).

<sup>54</sup> Především v historických objektech nastávají změny klimatu v průběhu roku.



urychluje veškeré chemické procesy, tedy i korozi materiálů. Depozitáře je třeba temperovat, aby nepromrzaly a aby zde nekondenzovala vlhkost. Optimálně by teploty neměly překročit 20 °C.<sup>55</sup> Světlo obdobně jako teplota urychluje většinu degračních procesů, v interiérových podmínkách však je vliv účinku světla považovat za zanedbatelný.

Pro většinu historických budov, které disponují značnou částí předmětů kulturního dědictví, je zcela nereálné zajistit toto „ideální muzejní klima“. Mikroklimatické podmínky těchto objektů jsou podmíněny vnějšími i vnitřními klimatickými zónami, historií využívání objektu a více korespondují s celkovým podnebím. „Pro území České republiky je typické mírné kontinentální podnebí, které je charakteristické chladnými a suchými zimami a teplými a vlhkými léty, s průměrnou roční teplotou 5–9 °C a relativní vlhkostí okolo 70–80 %.“<sup>56</sup> Velký vliv na podnebí má také nadmořská výška. Zde platí, že teplota vzduchu klesá s nadmořskou výškou a zároveň vzrůstá relativní vlhkost. Pro historický objekt lze tolerovat plynulý pohyb relativní vlhkosti v průběhu roku v intervalu 40–70 %.<sup>57</sup>

Klimatické parametry depozitáře by měly být pravidelně kontrolovány, průběžně vyhodnocovány a optimálně regulovány, aby byly docíleny podmínky preventivní péče. Z každoročně vyhodnocených záznamů a výsledků musejí být vyvozeny důsledky a případné úpravy klimatických podmínek.<sup>58</sup> Kontrolu a měření klimatu průběžně měří a dokumentuje elektronické a registrační zařízení tzv. datalogger, dříve se k tomuto účelu užívaly jiné typy registračních zařízení – např. vlasové vlhkoměry (hygrometry), psychrometry, elektrolytické vlhkoměry. Kritické je z tohoto pohledu především období od března do června a od listopadu do prosince. V depozitáři s citlivým materiálem by měla být teplota i relativní vlhkost proto monitorována kontinuálně v průběhu roku i několika let, kdy se podmínky mohou měnit, např. stavebními úpravami, havárií, aj.

Mezi další možnosti na dobré uložení sbírkových předmětů patří dodržení monomateriálových depozitářů, kterou mohou případně uchovávat i příbuzné

<sup>55</sup> Kopecká I. a kolektiv, *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*, Praha, 2002, NPÚ ÚP, s. 27-29, <http://previous.npu.cz/download/1304417278/met25preventivni-pece-opis.pdf>, vyhledáno leden 2016

<sup>56</sup> Selucká A., Jakubec P., *Současné standardy mikroklimatu v muzejní praxi*, Fórum pro konzervátory – restaurátory, Metodické centrum konzervace Technického muzea, Brno 2014, s. 71

<sup>57</sup> Jestliže je přechod plynulý, je tento režim pro většinu materiálů únosný. V takovém případě je nutné sbírky častěji kontrolovat.

<sup>58</sup> Např. při dodatečném zateplení, zastínění, odstěhování extrémně citlivých předmětů atd..

materiály, které vyžadují obdobné podmínky<sup>59</sup> a navzájem si neškodí.<sup>60</sup> Jestliže se v jednom depozitáři uskladní materiály s odlišnými nároky, tak s největší pravděpodobností dojde k poškození jednoho z nich.<sup>61</sup> V případě heterogenních předmětů složených z více materiálů, se řídí požadavky podle materiálu, který snáze degraduje nebo je velmi zchátralý.<sup>62</sup> Přístup do depozitářů by měl být omezen a depozitář by neměl být průchozí. Požadavky na uložení sbírkových předmětů by měly být dále takové, aby zajišťovaly všechny požadavky preventivní konzervace, která výrazně prodlouží životnost sbírkových předmětů. Prostory musí být suché, čisté, bezprašné, bez otřesů a vibrací a se stabilním klimatem.

## 2.2 Uchovávání kamenosochařských děl s polychromií

Z klimatického hlediska je kámen velmi stabilní materiál, jemuž nejvíce škodí výkyvy relativní vlhkosti. Dlouhodobě vysoká relativní vlhkost v materiálu mobilizuje soli či vodocitlivé složky (např. jílové či feritické minerály), naopak krajně nízká může vyvolat krystalizaci solí na povrchu kamene či podpovrchových vrstvách. Sochařské dílo umístěné v interiéru prakticky nevyžaduje žádná jiná speciální opatření a pro jeho údržbu většinou stačí odstranění prachu a zajištění před mechanickým poškozením.

Preventivní ochrana barevné vrstvy byla popsána především pro barevnou vrstvu závěsného obrazu, avšak pravidla pro její ochranu jsou stejně platná i pro barevnou vrstvu na kameni. Základním požadavkem je vhodný klimatický režim bez prudkých výkyvů relativní vlhkosti a teploty. Optimální pro tento druh sbírkových předmětů je relativní vlhkost 50–55 % a teplota 20 °C (+/- 2 °C). Citlivost objektů nebo jeho částí je však přímo úměrná relativnímu zastoupení hygroskopických pojiv a látek, což jsou z historických pojiv především polysacharidy a bílkoviny, ale patří sem i některé pigmenty, které mohou účinkem

---

<sup>59</sup> Např. papír – kůže, sklo - kámen – porcelán.

<sup>60</sup> Např. sklo – kov.

<sup>61</sup> Např. textil – kov.

<sup>62</sup> Kopecká I. a kolektiv, *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*, Praha, 2002, NPÚ ÚP, s. 27-29, <http://previous.npu.cz/download/1304417278/met25preventivni-pece-opis.pdf>, vyhledáno leden 2016

vlhkosti alterovat.<sup>63</sup> K citlivým materiálům je však nutné v současnosti přidat i pojiva moderní na bázi syntetických makromolekulárních látek, jež mohou být pojivy novodobých barevných úprav či oprav provedených v rámci restaurování objektu. Mezi taková pojiva lze zahrnout barvy pojené polyvinylacetátovými nebo polyakrylátovými disperzemi, jež při neregulovaném navlhání a vysychání bobtnají, vrásní a praskají. Vůči vlhkosti jsou relativně nejvíce odolné olejomalby, i když ani ty nejsou stabilní při dlouhodobé expozici vlhkosti (zakalují se, v důsledku zavlhčení podkladu vznikají poškození, která přímo nesouvisí s barevnou vrstvou, ale spíše s podkladem).

V historických objektech bez klimatizace a bez temperování není často reálné zachovat stabilní podmínky během celého roku, přesto mohou být objekty stabilně a kvalitně uchovávány, jestliže klima nevybočí z tzv. bezpečného intervalu, kdy se relativní vlhkost pohybuje mezi 45–65 % a teplota 10–25 °C. Obecně platí, že čím nižší je teplota v místě vystavování nebo skladování malby, tím více se postup stárnutí zpomalí. Proto bylo například středověkým deskovým obrazům nejlépe v kostelích. Malby nesmějí být vystaveny vysoké intenzitě osvětlení a UV záření, především přímého slunečního svitu. Takový intenzivní osvit rozkládá nejen samotná pojiva barev, ale i její další složky. Příkladem mohou být lakové pigmenty a organická barviva, která mohou být součástí jak tempery, tak olejomalby (nejčastěji kraplak a indigo), jež mohou urychlovat proces degradace organických pojiv i laků.<sup>64</sup>

Podobná opatření se týkají uložení výtvarných děl s barevnou vrstvou i v případě, že jsou díla stěhována nebo půjčována na výstavu. I v tomto případě by měly být po dobu převozu i expozice zajištěny stálé klimatické podmínky. I skoková změna relativní vlhkosti o více než 10 % může znamenat nevratné poškození díla, i když v případě kamenných soch s polychromií jsou tyto podmínky spíše orientační. V případě transportu je vhodné umístění objektu do dřevěných transportních beden alespoň týden před převozem v prostředí, kde je dlouhodobě uložen. Ty pak tlumí případné klimatické změny.

<sup>63</sup> Nejcitlivějším druhem malby je kvaš, kdy dochází k silnému bobtnání materiálu s velkými objemovými změnami.

<sup>64</sup> Kopecká I. a kolektiv, *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*, Praha, 2002, NPÚ ÚP, s. 60-62, <http://previous.npu.cz/download/1304417278/met25preventivni-pece-opis.pdf>, vyhledáno leden 2016

### 2.3 Lapidárium Národního muzea a jeho klimatický režim

Lapidárium Národního muzea se nachází v památkově chráněném pavilónu z Jubilejní výstavy z roku 1891, který byl přestavěn a rozšířen v letech 1907–1908. Tuto kolekci buduje Národní muzeum už od poloviny 19. století. Za datum skutečného založení Lapidária se považuje rok 1898, kdy se přestěhovaly sbírky kamenných památek do pavilónu. Lapidárium je sbírkou téměř tří tisíc sochařských děl a architektonických prvků. Uchovávány jsou zde i drobnější artefakty z archeologických výzkumů, kamenné sochy, které sem byly uschovány před agresivitou klimatu, nahrazené na původním místě kopiemi, sochy poničené přírodními katastrofami či vandalismem. Největší počet předmětů pochází z asanací, především z asanace pražské. Sbírkovou oblastí je celá oblast Čech a chronologické vymezení je dáno od 11. do 19. století. Cílem instituce je památky shromažďovat, ošetřovat a zpřístupňovat veřejnosti publikováním nebo vystavováním. Ve sbírkách Lapidária se nachází i restaurovaná socha sv. Jana Nepomuckého, která byla po dlouhá léta uložena bez povšimnutí na paletě v depozitáři a čekala na své zrestaurování.

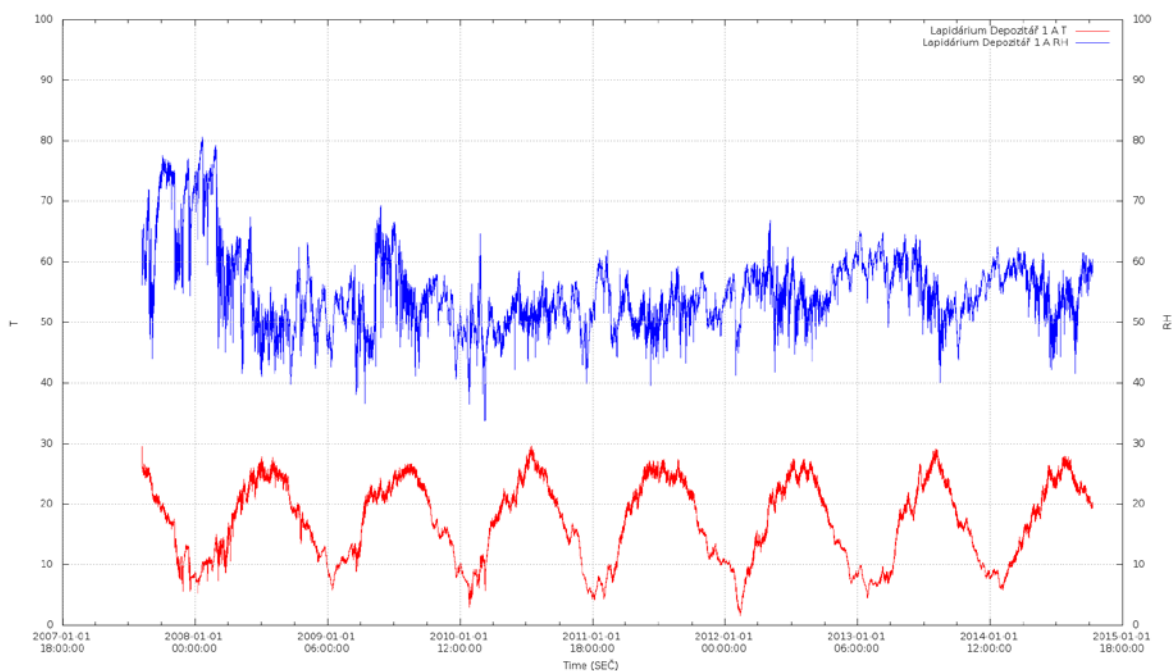
Klimatický režim interiéru Lapidária jsme získali z centrálního oddělení péče o sbírky Národního muzea. Měli jsme k dispozici grafy (Obr. 1 a 2) a naměřené hodnoty z depozitáře a expozice v Lapidáriu v rozmezí let 2007 až 2014, zjištěné datalogery Comet S3120.<sup>65</sup> Hodnoty z depozitáře a z expozice se mírně různí. Klimatické podmínky v depozitáři jsou v průběhu roku proměnlivé, mírné změny lze vidět i v denních dobách a zejména ročních obdobích. Průměrné roční hodnoty relativní vlhkosti jsou kolem 45–60 %, extrémní hodnota 81 % byla naměřena v zimě 2008, poté již bylo klima stabilizováno a nepřesahuje hodnotu 70 %. Nejnižší hodnota byla naměřena v březnu 2010 kolem 35 % RH. Změny teploty v depozitáři mají každoročně téměř totožný průběh. Teplota se v průběhu roku pohybuje v rozmezí od 8 do 27 °C, nejchladnější teplota dosáhla v zimě 3 °C a nejteplejší v létě 29 °C. Klimatické podmínky v expozici mají výraznější denní a noční výkyvy především v hodnotách relativní vlhkosti, ale mírně i v hodnotách naměřené teploty. Průměrná relativní vlhkost se pohybuje v rozmezí 30–60 %. Nejvyšší hodnota byla dosažena v říjnu 2007 ve výši 77 % a nejnižší v únoru 2008 a červnu 2011 ve výši

---

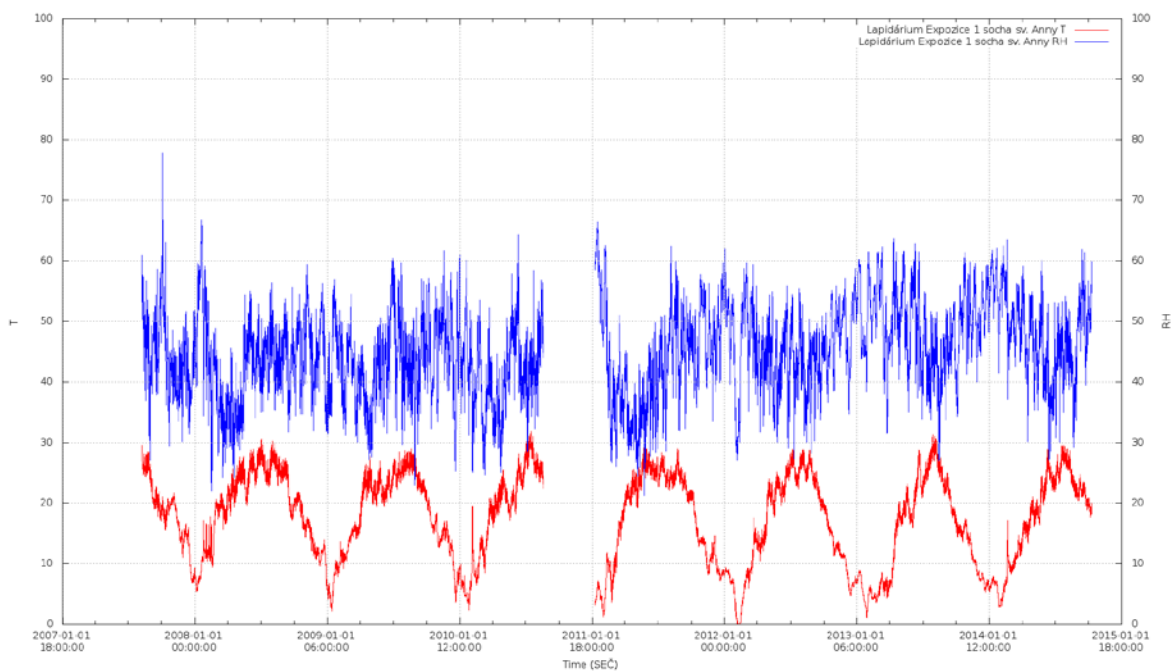
<sup>65</sup> Centrální oddělení péče o sbírky, Národní muzeum, Ing. Petra Štefcová, CSc., Ing. Michal Pech



23 %. Teplota v expozici se každoročně pohybuje v rozmezí od 5 do 30 °C, nejnižší teplota byla dosažena v zimě 0 °C a nejteplejší v létě 32 °C.



Obr.1 Graf naměřených hodnot T a RH z depozitáře v Lapidáriu Národního muzea.



Obr.2 Graf naměřených hodnot T a RH z expozice v Lapidáriu Národního muzea.

### 3. Fixování barevné vrstvy

Fixování barevné vrstvy má dlouholetou tradici v restaurování závěsných obrazů na plátně, dřevě, ale i kovu. Při rentoaláži (metoda podlepování starého malířského plátna plátnem novým), se jedná o celoplošné fixování odloučené barevné vrstvy a současně o stabilizaci starší plátěné podložky. V rámci lokálních zásahů, jde především o fixaci rozrušené a uvolněné barevné vrstvy a její uložení zpět do původní roviny. Při jejím zajištění se v současnosti stále užívají tradiční materiály – zejména vosko-pryskyřičné směsi (včelí vosk a damara, případně kalafuna), Beva 371, Paraloid B72 nebo v poslední době i prostředek Acrylkleber. Jejich použití je v některých případech vzhledem ke složení i vlastnostem těchto látek diskutabilní a nabízí se možnost jejich nahrazení novějšími materiály, které lépe vyhovují požadavkům na chemické složení, stabilitu, fixační účinek, aplikační vlastnosti i odstranitelnost. Také postupy při aplikaci adheziv na kamenné podložce vycházejí z jejich využití na plátěné podložce; polymerní prostředky užívané pro fixaci se většinou vyznačují termoplastickými vlastnostmi, účinkem tepla se aktivují, měknou nebo se taví a obnovují se jejich lepící schopnosti. V tomto stavu se při upevnění barevné vrstvy k podložce využívá mechanický nástroj, který zajistí přitlačení oddělené barevné vrstvy k podkladu. Obojí účinek může zajistit tzv. tepelná špachtle, žehlička, příp. vyhřívaný vakuový stůl s regulovaným ohřevem, který lze však využít pouze na dobře propustné podložky s pravidelným hladkým povrchem obrazu, nikoliv však na kamenných objektech. Druhou možností, v současnosti prakticky nevyužívanou, je použití aktivace vodní parou, která může představovat alternativu k suchým tepelným procesům a může být účinnější, zvláště v případech materiálů, které se účinkem vlhkosti v kombinaci se zvýšenou teplotou aktivují, např. polymerní disperze, proteinová pojiva, deriváty celulózy.<sup>66</sup>

#### 3.1 Historie zažehlování barevné vrstvy

Pro rentoaláž byly zpočátku používány pouze přírodní materiály rostlinného nebo živočišného původu jako klíh, kasein, škrob a vosk. Jako aditiva se používaly

<sup>66</sup> některé postupy i materiály lze z uvedené oblasti přejmout při zajišťování barevné vrstvy na minerální porézni podklad

oleje, přírodní pryskyřice, balzámy nebo med. Přesné receptury jsou v literatuře popsány pouze sporadicky, z čehož se lze domnívat, že tehdejší malíři si své postupy přísně tajili.

Nejstarší zmínky o materiálech používaných ke konsolidaci obrazových vrstev pocházejí z první poloviny 17. století. Theodore de Mayerne popisuje postup upevňování barvy k plátnu pomocí rybího klihu z lícni a rubové strany v několika nátěrech ve svém rukopisu *Pictoria, sculptoria, tinctoria et quae subalternarum atrium spectantia* z let 1620–1646.<sup>67</sup> Technika rentoaláže vznikla pravděpodobně v 17. století, kdy nejstarší zmínka pochází z roku 1660 z Amsterdamu. Od roku 1670 se v Benátkách začala používat metoda zvaná „coletta“ (nažehlování s kliho-škrobovou směsí).<sup>68</sup>

Od roku 1719 se poprvé v Itálii objevily recepty pro nažehlování s kliho-škrobovou směsí. V 18. století se také začali používat materiály obsahující velké množství oleje, zejména směs olovnaté běloby s lněným olejem. Přesné počátky nažehlování pomocí olovnaté běloby neznáme, ale v roce 1758 doporučoval Dossie pro rentoaláž zbytky olejových barev z palety. V 18. století v Paříži rozdělil Baptiste Pierre Le Brun restaurátorské zásahy týkající se ošetření textilních podložek na nažehlování na kliho-škrobovou směs, na rentoaláž nebo marouflage s použitím olovnaté běloby a na transfer. Na konci 18. století se objevovala celá řada receptů na zpevňování obrazových vrstev z rubové strany pomocí impregnace klihu nebo horkých olejů. A. J. Pernety také zmiňuje vosko-pryskyřičnou rentoaláž v „Dictionaire portatif de peinture, sculpture et gravure“ (1757), která se v 19. století dostala do podvědomí pod názvem „holandská metoda“. Tato metoda vyřešila problémy s neustálou vlhkostí, která ohrožovala existenci zdejších uměleckých děl.<sup>69</sup>

Během 19. století se používané metody zdokonalovaly a v Evropě byly publikovány řady manuálů pro restaurátory.

Vosko-pryskyřičná směs byla v minulosti na našem území také hojně při restaurování závěsných obrazů i polychromovaných a nepolychromovaných dřevěných soch a její vlastnosti byly vylepšovány různými aditivami nebo změnami poměrů jednotlivých složek ve směsi. Jednalo se o přírodní nebo syntetické vosky,

<sup>67</sup> Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátennej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 53

<sup>68</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 123

<sup>69</sup> Ibidem, s. 123

do kterých se přidávala pryskyřice, která upravovala nízkou adhezi a měkkost vosku. Působením tepla vytváří adhezivum nízkoviskózní taveninu, která snadno proniká pod uvolněnou barevnou vrstvu, kde působí nejen jako adhezivum, ale i jako bariéra proti pronikání vlhkosti. Adhezivum má poměrně dobrou odolnost vůči stárnutí, které se odvíjí od druhu použitého vosku a pryskyřice. V některých případech ale dochází ke zkřehnutí adheziva, adhezivum nemá dostatečnou pevnost a není zcela reverzibilní.<sup>70</sup> Tato metoda byla běžně používána i jako prevence až do roku 1974.

Po 1. světové válce se začali používat různě modifikované klihy ve snaze zabránit jejich náchylnosti k biologickému rozkladu,<sup>71</sup> přesto lze tato adheziva s úspěchem použít pouze za kontrolovaných klimatických podmínek.

Ve dvacátém století byly přírodní materiály používány do 60.–70. let, kdy byly nahrazeny syntetickými adhezivy. Díky nim bylo možné snížit tři nejdůležitější rizikové faktory při nažehlování jako je tlak, teplota a vlhkost. Syntetické pryskyřice umožnily díky nízké teplotě tání vyvinutí tzv. „*low-heat sealing*“ metody. Zároveň již nebylo nutné předehtování adheziva u nažehlování za studena.<sup>72</sup> V první polovině 40. let 20. století přicházejí na trh adheziva na bázi polyvinylacetátu a polyvinylalkoholu, v 50. letech 20. století akrylátové pryskyřice. V roce 1974 přišel Gustav Berger s termoplastickým druhem adheziva Beva 371, který představil jako alternativu k vosko-pryskyřičné směsi. Upozornil na negativní vliv vosko-pryskyřičné směsi na plátno, její proces stárnutí a spornou reverzibilitu a také na skutečnost, že na obraz nažehlený na vosko-pryskyřičnou směs již nelze použít jiné adhezivum. Zpochybnil také rentoaláž jako způsob preventivního opatření, které plátno i malbu chrání před vlhkostí a stárnutím a zapochyboval i do té doby tradovaném přesvědčení, že jde o ideální způsob pro vyrovnání plátna. V tomto období se také zdokonalují akrylátové pryskyřice. V roce 1975 představil V. R. Mehra bodové nanášení (tzv. „*nap-bond*“ metoda), ze kterého v roce 1987

---

<sup>70</sup> Zelinger J. a kolektiv, *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Vyd. 2., přepracované a dopl., Praha, 1987, s. 64 - 65

<sup>71</sup> Přírodní adheziva na bázi škrobu a klihu jsou nestabilní a jsou málo odolné vůči biologickému napadení zvláště za zvýšené vlhkosti a mají omezenou životnost. Při vysychání dochází ke smrštění, které vyvolává nežádoucí napětí. Stejně tak k němu dochází kvůli vysoké hygroskopicitě škrobu a klihu, které vede ke vzniku krakel, případně k jejich odlupování.

<sup>72</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 118-119



Heiber vyvinul metodu „*fabric grid*“.<sup>73</sup> Obě metody vznikly za účelem lepší reverzibility a omezení celoplošné penetrace adheziva do struktury malby.<sup>74</sup>

### 3.2 Metodika zažehlování barevné vrstvy na soše

Zajišťování barevné vrstvy na uměleckých dílech představuje vždy komplikovaný proces vyžadující trpělivost, zručnost a zkušenost restaurátora. Před započítím zajišťování barevné vrstvy je vždy třeba uvážit, jakému účelu bude předmět sloužit a v jakých podmínkách bude uchováván a podle toho je třeba zvolit vhodné adhezivum. Důležité je provádět předem zkoušky s cílem zjistit potřebné minimální množství adheziva, teploty a tlaku, který je potřebný k dosažení žádané pevnosti a přilnavosti. Zároveň je také nutno zjistit potřebný čas, po který lze s lepidlem manipulovat a pracovat. V neposlední řadě je také důležité zjistit, zda voda nebo přítomné rozpouštědlo nemá na dílo negativní vliv.

Adhezivum se aplikuje štětcem nebo injekční stříkačkou lokálně z lící strany a následně proniká skrz drobné trhliny a krakely pod povrch malby až k substrátu. Použité adhezivum by mělo být schopno penetrovat oslabenou strukturou dostatečně hluboko a rozlít se co nejdál pod krakely. Penetrace je závislá na několika faktorech, jako např. povrchové napětí, teplota a viskozita nanášeného adheziva, v neposlední řadě také vlastnosti barevné vrstvy, zejména její absorpční schopnosti. Penetrační schopnost adheziva lze zvýšit poklesem napětí, tlakem nebo změnou teploty. Potřebný tlak lze vyvinout pomocí injekční stříkačky. Tento postup nelze ale použít, jestliže jsou uvolněná místa příliš drobná, máme-li prostředek s vysokým povrchovým napětím vody (znemožňuje rychlé smáčení suchého podkladu i substrátu), použitá jehla není dostatečně jemná nebo by vstříknutý prostředek mohl odplavit šupinky barevné vrstvy. V takovém případě musíme nejprve zvýšit pronikavost vodných adheziv a smočení povrchu látkou, která sníží rozdíl povrchového napětí mezi pevnými látkami a vodou (např. za použití ethanolové vody). Tímto způsobem lze vpravit adhezivum i do vzdálenosti několika centimetrů

<sup>73</sup> Mehra, Vishwa R., *Nap-Bond Cold-Lining on a Low-Pressure Table*, In: "Maltechnik", 81, April 1975, 2, s. 87-95

<sup>74</sup> Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátenej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 60

pod povrch barevné vrstvy.<sup>75</sup> Tam, kde objekty vykazují různou nasákavost, je lépe pracovat s nižší koncentrací adheziva a je-li to potřebné, aplikaci opakovat. Příliš vysoká koncentrace nebo vysoká penetrační schopnost adheziva nebo příliš porézní substrát může vést ke škodlivé saturaci povrchů, kdy je jeho odstranění a návratnost do budoucna nemožná. Podklad by měl být dobře zpevněný. U některých prostředků je možné použít adhezivum zároveň jako konsolidant podkladu a zároveň jím zažehlovat barevnou vrstvu. Jiným faktorem, který je nutné mít na zřeteli, je retence rozpouštědel. Zejména při použití pomaleji působícího ředidla na savý podklad může celý proces zpevnění trvat dny i týdny.

K reaktivaci adheziva nebo ke zvýšení přilnavosti konsolidovaných uvolněných barevných vrstev nebo k narovnání krakel se používá tepelná špachtle, kdy se mírným tlakem zvýší přilnavost vrstev. V současnosti se jedná o elektricky vyhřívané kovové špachtle s regulovatelným ohřevem. Dříve byly špachtle zahřívány ponořením do horké vody nebo zahřátím nad lihovými kahany. První elektricky vyhřívaná špachtle byla prezentována ve 20. letech 20. století, její hromadná výroba ovšem začala až v 50. letech. Tyto první špachtle byly bez tepelné regulace a teprve v 80. letech se začaly vyrábět špachtle, které měřily teplotu přímo na pracovním povrchu.<sup>76</sup> František Petr o této technice píše své zkušenosti při přichycení odchlípnutých šupin polychromie na dřevěné plastice: *„Přes okraj i pod odchlíplé šupinky vrstvy polychromie natřeme roztavenou směs včelího vosku s kalafunou. Potom takto připravená místa zažehlujeme horkým mosazným nebo měděným žehlítkem, k tomu účelu zvlášť uzpůsobeným, které se nahřívá buď nad plynovým kahanem, nebo nad elektrickou plotýnkou, anebo je už zařízeno na žhavení elektrickým proudem přímo. Tímto způsobem, horkem a tlakem, uvolněné šupinky vrstvy polychromie zvláční, přitlačí se a upevní k podložce.“*<sup>77</sup> Olejové barvy se sice teplem částečně „naměkčí“, ale vzhledem k tomu, že mají „tvarovou paměť“, mají tendenci vracet se a celý proces může být poměrně zdlouhavý. Jestliže není krakela dostatečně prohřátá, může hrozit její rozlámání. Zažehlování by se nemělo začínat od vrcholu krakely, ale od nejnižších míst po nejvyšší. Tepelná špachtle zahřívá povrch nerovnoměrně, což není ideální. Pokud nám to barevná vrstva dovolí a šupiny

<sup>75</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 200-202

<sup>76</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 135-136

<sup>77</sup> Petr F., *Umělecké dřevorezby a jejich restaurování*, Praha, 1953, s. 104

nebo krakely nejsou natolik uvolněné, aby lehce odpadaly, je ideální zahřát povrch nejprve horkovzdušnou pistolí, čímž nastane rovnoměrné zahřátí povrchu. Důležité je, abychom se špachtlí nesetrvávali příliš dlouho na jednom místě a pohybovali s ní. K zajišťování barevné vrstvy je vhodné mít tepelnou špachtli oválného tvaru s kraji mírně zvednutými a zakulacenými a mít k dispozici více různě velkých násadek s několika variantami úhlů zakončení z důvodu snadnějšího přístupu do všech míst členitého povrchu sochy.

Při reaktivaci adheziva hraje důležitou roli teplota, která může mít i negativní vliv na tepelnou degradaci barevné vrstvy. Např. vyšší teploty nad 65 °C mohou u proteinových pojiv iniciovat nevratná poškození chemické struktury. U olejových pojiv není „hraniční“ teplota přesně známá, ze subjektivních zkušeností restaurátorů však vyplývá, že mezní teplota pro tepelné zatížení olejové barevné vrstvy je 90 °C. Obecně je cílem zajištění docílit aktivaci adheziva i jeho zažehlení při nejnižší možné teplotě a za nejkratší možnou dobu. Zároveň je potřeba prohřát nejen barevnou vrstvu, ale i adhezivum (jestliže chceme využít jeho termoplastických schopností) a podklad. Teplota špachtle se také podřizuje teplotě zpracovatelnosti použitého adheziva. Výsledná podoba zásahu je závislá na délce tepelného ataku a na charakteru a stáří barevné vrstvy. Velké opatrnosti je třeba zejména při upevňování olejové barvy z 19.<sup>78</sup> a 20. století, která může být mnohem náchylnější na zvýšenou teplotu (starší zesíťované olejové filmy mohou lépe odolávat vyšším teplotám než z čerstvého pojiva). Přehřátím plochy barevné vrstvy se vrstva deformuje, což má za následek vznik puchýřů, dochází k tepelnému prnutí, termoplastické deformaci, snížení obsahu vlhkosti a ke koncentrovaným chemickým reakcím uvnitř vrstvy. Jednotlivé části maleb absorbují teplo rozdílným způsobem, kdy například tmavé části malby přijímají teplo více než světlé části. Rozdíly mezi těmito částmi jsou až 30 % a mohou vyvolat tepelné napětí ve struktuře malby. Tmavé části malby také kvůli většímu zahřívání a vyššímu obsahu pojidel než u světlých částí více měknou, stávají se tvárnými a elastičtějšími a vytváří tak termoplastické napětí.<sup>79</sup> Teplo také ovlivňuje okolní relativní vlhkost vzduchu,

<sup>78</sup> Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé, s. 202

<sup>79</sup> „Pokud teplota překročí míru změkčování, vzniká pyrolytické štěpení buněk. V tomto procesu rozkladu se velké molekulové části jako živočišný kůž, vysychavé oleje a pryskyřice štěpí do menších molekulových částí s nepatrně vyprchávacími parami oxidu uhličitého. Velké molekulové části jsou potřebné k pružnosti malířských vrstev. Pokračování tepelného ataku vede postupně k degradování a zuhelnatění vrstev malby“; in: Weiglová

kdy zahřáté materiály vyloučí více vlhkosti a zrychlí chemické reakce probíhající uvnitř malby, jako např. oxidaci, polymerizaci a fotochemické reakce.<sup>80</sup>

Stejně jako teplota je i tlak vyvinutý na povrch malby zásadním činitelem při upevňování barevné vrstvy. Neadekvátní tlak může strukturu malby poškodit a zcela zdeformovat a potlačit plasticitu nátěru.

Povrch barevné vrstvy se chrání ochranným voskovým nebo silikonovým papírem případně polyesterovou fólií. Fólie ani papír nejsou dobrými vodiči tepla a dochází zde k tepelným ztrátám. Z vlastní zkušenosti lze konstatovat, že pokud chceme udržet na špachtli odpovídající teplotu, je vhodné zvolit co nejslabší film (30–50 µm) nebo co nejnižší gramáž izolační vrstvy. V případě, že pracujeme s pastózní barevnou vrstvou, je vhodné použít silnější gramáž papíru či fólie, abychom barvu „nеспálili“ nebo nedeformovali autentický reliéfní povrch barevné vrstvy.

Koncentrace adhezních prostředků, které se na kameni používají, se běžně pohybuje v rozmezí kolem 5–7 %, maximálně však do 10 % roztoku. Koncentrace prostředku se volí podle účinku, kterého chceme docílit. Tedy chceme-li uchytit krakelu nebo konsolidovat zároveň i substrát. Vyšší porozita substrátu a nižší viskozita pojiva mají za následek odsátí konsolidantu kamenem. Při vysoké koncentraci adheziva naopak dochází k nežádoucí kontaminaci substrátu velkým množstvím látky. Z uvedeného vyplývá, že volba koncentrace roztoku je závislá na mnoha faktorech. Zmíněná byla závislost koncentrace na požadovaném efektu. Důležitou roli hraje samozřejmě substrát, ale i vlastnosti adheziva a například podmínky aplikace.

#### 4. Současné požadavky na adheziva v péči o památky

Adheziva pro fixaci barevné vrstvy historických uměleckých děl by měla splňovat tyto vlastnosti:

---

Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátennej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 40-41

<sup>80</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 121-122



- **dostatečnou pevnost a adhezi k podkladu**

Pro provedení účinného zajištění barevné vrstvy je nutné používat prostředky s dobrým lepivým účinkem. Prostředky by měly dostatečně a dlouhodobě zafixovat barevnou vrstvu k podkladu, a to za jasně definovaných podmínek (teplota, pracovní postup, koncentrace).

- **reverzibilitu adheziva a stabilitu**

Cílem je užít takové adhezivum, které by bylo možné při budoucí opravě jednoduše odstranit bez poškození objektu, a to běžně dostupnými postupy a prostředky. Musí být trvale rozpustné, tzn. nesmí síťovat, měnit svoje chemické vlastnosti. S dobrou odstranitelností souvisí stabilita prostředků, tj. odolnost vůči stárnutí vlivem různých podmínek, zejména UV záření a vlhkosti, jejichž působením dochází k nevratným změnám v chemické skladbě a ke změně vlastností včetně rozpustnosti a odstranitelnosti. Dále musí mít také biologickou stabilitu, nesmí negativně ovlivňovat vlastnosti barevné vrstvy např. svou kyselostí, bobtnáním a nesmí se při vysychání smršťovat. Předpokladem je také užívání systémů o jednoduchém složení a vyloučení směsí, u nichž jednotlivé složky odlišně stárnou, a návrh odstraňovacího systému je pak prakticky znemožněn.

- **vhodné fyzikální vlastnosti**

Především musí být trvale elastické, aby umožnilo vyrovnávání vzniklých napětí mezi barevnou vrstvou a substrátem. Zároveň musí být dostatečně tuhé za normálních teplot, aby nedocházelo k výraznému studenému toku.<sup>81</sup>

- **adhezivum nesmí mít nepříznivé účinky na polychromii**

Chemické složení prostředku by se mělo přibližovat co nejvíce původnímu materiálu. Tento požadavek vzhledem ke složení původního pojiva barevné vrstvy nelze dodržet (pojivo barevných vrstev na kámen bylo většinou na olejové bázi; olej nemá sám o sobě lepící účinky, navíc tuhne pozvolna fotooxidační reakcí. Proto spíše než požadavek na shodu v chemickém složení adheziva je nutné užít takové adhezivum, které nebude mít nepříznivé účinky na polychromii (chemická

---

<sup>81</sup> Zelinger J. a kolektiv, *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Vyd. 2., přepracované a dopl., Praha, 1987, s. 64

interakce) ani podklad a nesmí změnit její charakter (barva, kvalita povrchu). Zároveň nesmí dojít k poškození barevné vrstvy účinkem média (voda nebo organické rozpouštědlo), ve kterém je adhezivum aplikováno. Adhezivum by mělo mít chemickou, biologickou a fyzikální stabilitu zaručující trvalé spojení povrchů (nemělo by se při vysychání smršťovat).

- **snadná aplikace, bez použití nadměrných tlaků a teplot**

U adheziva je také vyžadováno, aby nemělo příliš vysokou ani příliš nízkou rychlost tuhnutí.

- **adhezivum by mělo být zdravotně nezávadné**

## 5. Adheziva používaná pro lepení v restaurátorské praxi

Fixační účinek určité látky je závislý na druhu a vlastnostech fixovaného materiálu, na způsobu aplikace a také na rozsahu poškození. K fixaci barevné vrstvy se v současné restaurátorské praxi používají jak přírodní tak i syntetické materiály.

### Adheziva na přírodní bázi

V minulosti se nejčastěji jednalo o přírodní materiály jako klůh, kasein, škrob a vosk, které byly používány do 20. století, do doby, kdy byly nahrazeny syntetickými materiály. Jako aditiva se používaly oleje, přírodní pryskyřice, balzámy nebo med. Přírodní adheziva se v praxi dnes již moc nepoužívají, jsou především využívána při fixáži barevné vrstvy na papíře, pergamenu, sádře a dřevu. Pro naše účely je jejich použití omezené, především proto, že tato adheziva nejsou příliš stabilní, bobtnají, nejsou odolná proti biologickému napadení a mají tendenci lehce oxidovat, což má za následek, že jejich filmy časem žloutnou, ztrácejí elasticitu a křehnou.<sup>82</sup> Lepicí schopnost těchto prostředků bývá také nižší, což vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o olejovou barvu často dochovanou v souvrství několika

---

<sup>82</sup> Hloušková Dagmar, *Problémy fixace barevné vrstvy*, Praha, 1991

vrstev, není takový spoj dostatečně pevný. Přesto se v současné době začíná opět experimentovat s přírodními organickými látkami, které mají v mnoha směrech přijatelnější vlastnosti a složení než syntetické polymery. Například polysacharidové pojivo získávané z mořských řas tzv. Funori se stává ve světě velmi oblíbeným adhezivem při restaurování barevné vrstvy. V Japonsku se Funori běžně používá již mnoho let při restaurování papíru a jiných materiálů.

### Adheziva na syntetické bázi

Nevýhody přírodních materiálů vedly po druhé světové válce k rozsáhlým pokusům se syntetickými polymery. Ty se za účelem konsolidace používají ve vodných roztocích (např. PVAL, ethery celulózy), jako disperze (PVAC, polyakryly) nebo roztoky v organických rozpouštědlech (PVAC, polyakryláty, ethery celulózy, aj.).<sup>83</sup> Další možností je užití polymerů ve směsi se syntetickými vosky (syntetické vosko-pryskyřičné směsi, např. Beva 371<sup>84</sup>).

Syntetická adheziva se vyznačují odlišným chemickým složením i vlastnostmi. Do adheziv bývají výrobcem často přidávána aditiva za účelem kontroly schnutí nebo pro zlepšení stability, adheze, flexibility a odolnosti proti stárnutí. Jedná se především o zahušťovadla, plastifikátory, utvrzovače, plnidla, zpomalovače schnutí, látky zabraňující stárnutí apod. Zároveň umožňují použití menšího množství látky než tradiční materiály. Používají se pro nažehlování zatepla metodou „hot-seal“ (např. Beva 371) nebo metodou zastudena „cold lining“ (např. Plextol B 500).<sup>85</sup> Pro zajišťování barevné vrstvy jsou využívány nejčastěji termoplastické, teplem netvrditelné polymery. Tyto látky při zahřátí nad určitou teplotu opakovaně měknou, taví se a po ochlazení nabývají opět původních vlastností.<sup>86</sup> Rozpustné jsou v určitých organických rozpouštědlech a stárnou především díky fotooxidaci.<sup>87</sup>

<sup>83</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 231

<sup>84</sup> Ploeger R., E. René de la Rie, Chris W. McGlinchey, Michael Palmer, Christopher A. Maines, and Oscar Chiantore, *The long-term stability of popular heat-self adhesiv efor the conservation og painted cultural objects*, Polymer Degradation and Stability 107, 2004

<sup>85</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 140

<sup>86</sup> Zelinger, J., Šimůnková, E., Kotlík, P., *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Akademia, 1982, vyd. 1., s. 14-15

<sup>87</sup> Oxidace iniciovaná nebo katalyzovaná slunečním světlem, resp. jeho ultrafialovou složkou může způsobit zežloutnutí nebo nevratné zesíťování polymerních řetězců, která může přeměnit termoplastickou látku na dále nerozpustný elastomer nebo termoset, in: Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 140

Náhradu za přírodní vosko-pryskyřičná adheziva nejčastěji tvořily tepelně tavitelné druhy adheziva na bázi **ethylvinylacetátu**. Tyto pryskyřice, též často užívané ve směsi se syntetickými vosky, přinášely řadu výhod, jež spočívají v docílení nižší teploty aktivace a vyšší odolnosti vůči tmavnutí obrazových vrstev. Nejznámější komerční produkt na této bázi je *Beva 371* (případně *Beva 371 Film*), které se vyrábějí od 70. let a užívají se dodnes.<sup>88</sup>

V minulosti byly s oblibou používány také **polyvinylacetáty (PVAC)**, které se ale časem ukázaly jako nevyhovující, protože mají nedostatečnou hloubku penetrace, přílišnou adhezivní schopnost, nízké pH a tendenci křehnout. Zapříčiňují tvorbu filmů a změnu barevnosti a omezeně odolávají účinku vlhkosti.<sup>89</sup> Jedná se o nekystalický, světlu a teple relativně odolný termoplastický materiál, který je poměrně odolný proti stárnutí. Užívají se ve formě vodné disperze nebo jako roztoky. V restaurování se však nejčastěji užívají ve formě disperzí. Ke konsolidaci obrazových vrstev se používaly až do začátku 80. let 20. století a v současnosti se využívají jen zřídka. Pro restaurování je na trhu k dispozici řada PVAC prostředků, z nichž nejznámější jsou vodné disperze řady Mowilith, Vinnapas, Rhodopas, Dispercoll apod. Z vodných disperzí používaných pro rentoaláž můžeme jmenovat např. kopolymerové disperze Mowilith DM5 a DM6.<sup>90</sup>

Dalšími syntetickými látkami jsou **polyvinylalkoholy (PVAL)**. Tyto polymery jsou vodorozpustné a vznikají hydrolyzou. Z hlediska stability jsou vysoce stabilní vůči fotooxidaci, mají ale relativně malou lepicí schopnost.<sup>91</sup> PVAL jsou vysoce citlivé na vlhkost a kvůli vysoké reaktivitě díky přítomnosti hydroxylových (-OH) skupin dochází k síťování polymerů za vzniku nerozpustných látek. Z těchto důvodů se od jejich užívání v restaurování postupně ustupuje. V praxi se ke konsolidaci obrazových vrstev používají v kombinaci s PVAC disperzí jako ochranný koloid, kde může obdobným negativním způsobem reagovat a ovlivňovat

---

<sup>88</sup> Ploeger R., E. René de la Rie, Chris W. McGlinchey, *Original and reformulated BEVA 371: Composition and assessment as a consolidant for painted surfaces*, Studies in Conservation, 2014

<sup>89</sup> Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátennej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 61

<sup>90</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 141

<sup>91</sup> Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 231



stárnutí PVAC disperze.<sup>92</sup> Pro restaurování je na trhu k dispozici řada PVAL prostředků, z nichž nejznámější se komerčně prodávají pod názvem Mowiol (Hoechst) a Polyviol (Wacker).

Ze syntetických polymerů jsou dále používány **akrylátové pryskyřice a disperze**. Akrylátové polymery se vyrábějí polymerizací akrylátů odvozených od kyseliny akrylové nebo metakrylátů, odvozených od kyseliny metakrylové. Akrylátové polymery jsou používány jako disperze na vodní bázi nebo jsou rozpouštěny v organických rozpouštědlech. Zaschlý film adheziva je flexibilní a poddajný. Jsou to vysoce kvalitní, stárnutí odolná adheziva s neutrálním pH. Pro nažehlování se hodí butylakryláty a butylmetakryláty s nízkým bodem tání a dobrou flexibilitou. Jejich nevýhodou je, že filmy mohou ztvrdnout fotochemickou reakcí a pak jsou jen těžko rozpustné.<sup>93</sup> Akrylátové pryskyřice se v restaurátorské praxi užívají ve formě roztoků i disperzí pro konsolidaci, fixaci, retuš či k lakování, na trhu se objevují například pod názvem Plextol (Rohm & Haas), Acronal (BASF), Primal (Rohm & Haas) nebo Hydro-Grund 750 (Lascaux), Acrylkleber 498 HV, Acrylkleber 498-20X, Acrylkleber 360 HV, Plextol B 500, Plextolu B 360 a Plexisolu P 550, Paraloid B72, Acrylharz P550-40TB.

Významnou skupinu derivátů celulózy představují další syntetická adheziva na bázi **etherů celulózy**. Poprvé byly v restaurování použity v 50. letech 20. století. Etery celulózy se střední až vysokou molární hmotností nejsou rozpustné ve vodě, jejich rozpustnost je zcela individuální pro každý typ etheru. Jejich rozpustnost ve vodě nebo v organických rozpouštědlech závisí na stupni polymerizace (resp. etherifikace hydroxylových skupin).<sup>94</sup> Jsou elastické, stabilní, neutrální a nepodléhají tak rychle rozkladu jako vodou rozpustná přírodní adheziva, jako např. klišy. Při restaurování se používá metylcelulóza (komerční produkt např. Glutolin, Glutofix, Methocel), hydroxyethylcelulóza (komerční produkt např. Tylose H), hydroxypropylcelulóza (komerční produkt např. Klucel), metylhydroxyethylcelulóza

---

<sup>92</sup>Glombová B., *Restaurování polychromované sochy svatého Václava z Národního muzea; Odolnost retušovacích prostředků vůči stárnutí*, (diplomní práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2016, s. 33-34

<sup>93</sup>Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 142

<sup>94</sup>Nicolaus K., *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 233

(komerční produkt např. Tylose MH) a karboxymethylcelulóza (komerční produkt např. Lovosa TS 20, Tylose C, Cellulose Gum).<sup>95</sup>

## 6. Stanovení základních cílů studie

Na sochařských dílech s barevnou povrchovou úpravou se můžeme setkat s podobnými fenomény poškození barevné vrstvy jako u barevné vrstvy na plátěné podložce, kdy se nánosy barev oddělují od povrchu v krakelách, které je třeba zpět zafixovat do původní polohy. Při jejich fixaci se postupně začaly aplikovat materiály a postupy z oboru restaurování obrazů, avšak bez provedení řádného ověření účinku materiálů a trvanlivosti opravy. Vzhledem k zadání diplomové práce (restaurování polychromované sochy sv. Jana Nepomuckého ze sbírek Lapidária Národního muzea v Praze), stavu objektu a podmínek uložení díla (interiér s kolísavou relativní vlhkostí a teplotou) byly dány nároky na materiály a účinek aplikace. Adheziva musí zejména dostatečně a trvanlivě zafixovat většinou mohutnou barevnou vrstvu k poréznímu a nasákavému podkladu křemičité horniny. Důležitá je i trvanlivost zásahu a odolnost vůči vybraným interiérovým podmínkám. Je zřejmé, že díky odlišnosti materiálů substrátu i typologii objektů, nemusí tradičně využívané materiály ani postupy zcela vyhovovat. Typu minerálního podkladu je nutné přizpůsobit způsob aplikace, koncentraci užívaného adheziva i technologii a techniku při aplikaci. Po nanesení je nutné ověřit přídržnost adheziva k poréznímu typu substrátu, které nemusí být totožné s výsledky dosahovanými prostředky užívanými na textilní podložce. Také škála materiálů nemusí zcela odpovídat materiálům vhodným pro aplikaci na obrazech. Z tohoto hlediska byly stanoveny základní cíle této studie:

- vytipovat vhodné materiály pro daný typ aplikace na porézní substrát horniny
- shrnout základní vlastnosti adheziv, důležitých zejména z pohledu daného typu užití
- popsat postup při jejich aplikaci na daný typ substrátu (koncentrace, podmínky, lepicí schopnost při různých podmínkách, zejména teplotě a aktivaci)
- otestovat lepicí schopnost různých adheziv k podkladu

<sup>95</sup> Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátenej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 66

- stanovení jiných vlastností důležitých pro praktické užití – vzhled, barva, charakter filmu
- popsat, příp. změřit vybrané mechanické vlastnosti samotného filmu adheziva (pevnost při zatížení tahem, tažnost, elasticita)
- otestovat adheziva v reálných podmínkách na objektu s daným typem poškození barevné vrstvy, který odpovídá restaurovanému objektu

## 7. Výběr materiálů adheziv

Výběr adheziv byl proveden z tradičních i v současnosti užívaných materiálů, z látek na bázi přírodních a syntetických polymerů, které se vyznačují lepivým účinkem a vyhovují dříve uvedeným požadavkům na adheziva v daném typu aplikace. Výběr adheziv byl dále ovlivněn informacemi získanými z odborné literatury, z restaurátorských dokumentací a konzultací se zkušenými restaurátory a specialisty z oboru z České republiky i zahraničí.

Podle původu byla adheziva rozdělena do dvou skupin na přírodní a syntetická. Pro zjednodušení byly jednotlivé systémy v experimentu označovány pomocí zkratk, které jsou pro každé adhezivum uvedeny za látkou v závorce.

### Adheziva z přírodních polymerů:

Tylose MH 6000 (T)

Funori užitá ve směsi s vyzinou (F+V)

### Adheziva ze syntetických polymerů:

Beva 371 (B371)

Beva Gel (Bgel)

Plextol B 500 (PB500)

Acrylkleber 498HV (Ak)

Laropal A81 (LA81)

Acrylharz P 550–40% Glanz (Ah)

Paraloid B72 (P72)

Paraloid B82 (P82)

Aquazol 500 (Aq)

V tab. 1 jsou uvedeny základní vlastnosti použitých adheziv. Kromě producenta či výrobce jsou uvedeny také informace o produktu - složení adheziva, forma, sušina, rozpouštědlo/ředidlo, pH a teplota skelného přechodu (T<sub>g</sub>)<sup>96</sup>. V další části je uvedena podrobnější charakteristika adheziv, včetně popisu jejich použití.

Teplota skelného přechodu adheziv byla získána jednak z technických listů a jednak revidována měřením, která byla provedena ve spolupráci s Laboratoří termické analýzy VŠCHT (u měření jsou uvedeny obě hodnoty). Další důležitou hodnotou je pH, která v tomto případě udává kyselost/zásaditost extraktu vylouhovaného z filmu (nejedná se o pH prostředku). Hodnoty byly převzaty z technických listů. Pokud u adheziv informace chyběly, nejsou v tabulce uvedeny.

| Název prostředku, výrobce, distributor  | Složení adheziva  | Forma originál                                 | Sušina originál* (hm.%) | Rozpouštědlo/ředidlo                       | pH                 | T <sub>g</sub>       |
|---|---|--|-------------------------|--|--------------------|----------------------|
| <b>Tylose MH 6000</b><br>(Hoechst)  | MHEC  | prášek, bílý                                   | -                       | H <sub>2</sub> O                           | -                  | -/-                  |
| <b>Funori + vyzina</b><br>(Kremer Pigmente GmbH&Co.)                            | červené řasy čeledi Gloiopeltis, jeseteří klíh                                    | kousky, okrové                                 | -                       | H <sub>2</sub> O                           | 6,2 - 7<br>6,4-6,9 | -/-                  |
| <b>Beva 371</b><br>Gustav Berger's original formula<br>(Lascaux Restauro)       | kopolymer ethylvinylacetát, ketonová pryskyřice, parafin 40%                      | disperze, želatinové konzistence, žlutý        | 47                      | toluen, benzín, částečně izopropylalkohol  | 6,5-7,5            | -/13,7               |
| <b>Beva Gel</b><br>(Lascaux Restauro)   | kopolymer ethylvinylacetátu a akrylové pryskyřice ve vodném roztoku nitrocelulózy | disperze, krémové konzistence, nahnědlá        | 63                      | H <sub>2</sub> O, isopropylalkohol, toluen | 4-5                | -/56,6               |
| <b>Plextol B 500</b><br>(Lascaux Restauro, distr. Kremer Pigmente GmbH&Co.)     | kopolymer EA/MMA  | disperze                                       | 50                      | H <sub>2</sub> O                           | 9,5                | 9-10/-               |
| <b>Acrykleber 498 HV</b><br>(Lascaux Restauro, distr. Kremer Pigmente GmbH&Co.) | kopolymer MMA/BA  | disperze, krémové konzistence, mléčně zakalená | 41                      | H <sub>2</sub> O, toluen, xylen, aceton    | 8-9                | 6<br>13/10,3<br>49,6 |

<sup>96</sup> Teplota, kdy při zahřátí amorfního polymeru v pevném sklovitém stavu dochází k změknutí polymeru, který přejde do kaučukovitého (elastického) stavu. In: J. Zelinger, E. Šimůnková, P. Kotlík, *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Akademia, 1982, vyd. 1., s. 21



|  |  |                    |    |   |     |         |
|--|--|--------------------|----|---|-----|---------|
| <b>Laropal A81**</b><br>(BASF, distr. Kremer Pigmente GmbH&Co.)          | aldehydová pryskyřice                                | granulát, bílý     | -  | ethanol, alkoholy, estery, ketony, arom. uhlovodíky                     | -   | 57/-    |
| <b>Acrylharz P 550 40% Glanz</b><br>(Lascaux Restauro)                   | butylmetakrylát, 40% roztok ve white spiritu 100/125 | roztok, bezbarvý   | 45 | white spirit, toluen, xylen, aceton, částečně ethanol, isopropylalkohol | 8-9 | -/131,8 |
| <b>Paraloid B72</b><br>(Rohm & Haas)                                     | kopolymer EMA/MA                                     | granulát, bezbarvý | -  | toluen, ethanol, xylen, aceton  | 7-8 | 40/44,3 |
| <b>Paraloid B82</b><br>(Rohm & Haas)                                     | homopolymer MMA                                      | granulát, bezbarvý | -  | toluen, ethanol, xylen, aceton  | -   | 35/-    |
| <b>Aquazol 500</b><br>(Lascaux Restauro, dist. Kremer Pigmente GmbH&Co.) | monomer 2-ethyl-2-oxazoline (PEOX),                  | granulát, bílý     | -  | H <sub>2</sub> O, organická rozpouštědla                                | 7   | 70/-    |

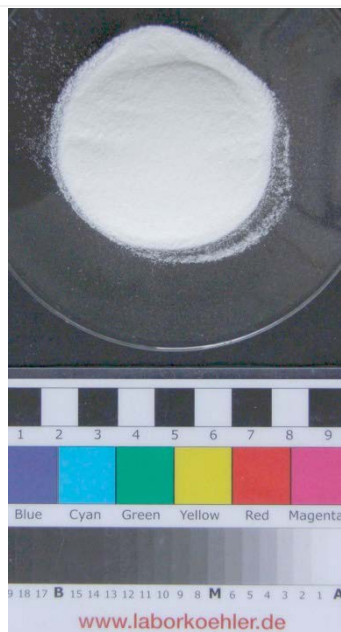
Pozn.\* – Sušina prostředků (tzv. Dry volatile content) byl naměřen autorkou vždy u třech vzorků od daného typu adheziva v souladu s normou ASTM D2369). \*\* – Z důvodu nemožnosti připravit film nebyl prostředek dále studován.

Tab. 1 Základní vlastnosti použitých adheziv – popis prostředků, složení a vybraných vlastností.

## 7.1 Popis vlastností použitých adheziv

O použitých adhezivech byly shromážděny dostupné informace, které se týkaly jejich složení, vlastností a zejména použití v oblasti restaurování uměleckých děl.

## Tylose MH 6000



Metylhydroxyetylcelulóza (MHEC), v konzervátorské praxi známa pod obchodním názvem Tylose MH, prodávána ve formě prášku. Pro účely této práce byla použita Tylose MH 6000, která je lepivější než např. MH 300 (číslo uvádí viskozitu 2% roztoku a je úměrné velikosti makromolekuly). Pro lepení jsou užívány vodné roztoky Tylose MH s číslem vyšším než 1000.<sup>97</sup>

Jedná se o umělou náhražku přírodních gum, nezapáchá. Tylosa je rozpustná ve studené vodě a ethylénglykolu. Lze připravit vodné i vodně etanolové roztoky. Nerozpustná je v horké vodě a ethyleteru.<sup>98</sup> Tylosa se připravuje v koncentracích do 10%, kdy je ještě roztíratelná.

Vytváří vysoce viskózní, koloidní roztoky ve studené vodě, které jsou reversibilní při zahřátí. Při schnutí se minimálně smršťuje. Je neutrální.<sup>99</sup> Nepodléhá tak snadno rozkladu jako kliš (odolává lépe biologickému napadení) a dobře snáší alkalické prostředí.<sup>100</sup> Nevýhodou je určitá hygroskopičnost, je nestabilní, spontánně reaguje na atmosférickou vlhkost, bobtná a opakované změny vedou k rozpadu. Není vhodné používat tam, kde je relativní vlhkost větší než 70%. Tato hodnota může být v interiérech v historických neklimatizovaných budovách snadno překročena. V takovém případě je její použití riskantní. Odolnost jiných etherů celulózy vůči vlhkosti však byla revidována např. v práci Glombové, B., jež studovala odolnost vlhkosti Klucelu G ve vlhkém prostředí a tento prostředek

<sup>97</sup> Ďurovič, M., a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Litomyšl, 2002, s. 231

<sup>98</sup> Martinková, B., *Způsoby konsolidace pastelu* (bakalářská práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009, s. 22

<sup>99</sup> Reakce roztoku MHEC má být neutrální či mírně zásaditá a lze ji upravit přidávkem kyselin či zásad.

<sup>100</sup> Slánský B., *Techniky malby I., Malířský a konzervační materiál*, Praha, 1953, s. 183

vyšel jako jeden z nejlepších.<sup>101</sup> Filmy Tylosy vzniklé vyschnutím roztoků jsou bezbarvé, pevné a pružné. Je zdravotně nezávadná.<sup>102</sup> Má dobrou stabilitu při stárnutí, minimálně mění barvu a hmotnost.

Používá se jako zahušťovadlo, lepidlo, prostředek k impregnaci papíru, apretační a separační prostředek, pojivo pastelů a akvarelových barev, slouží jako základ temper atd.<sup>103</sup>

### Funori užití ve směsi s vyzinou



**Funori** je vyrobena z červené řasy rodu *Gloiopeltis*. Jedná se vysokomolekulární polysacharid rozpustný ve vodě (sulfonovaná agaróza). Hlavní složkou je galaktóza. Pochází z Japonska, kde se používala již od 17. století, lze ji také nalézt v přílivových zónách tichomořského pobřeží Koreje, jižní Číny a Severní Ameriky. Prodává se ve formě sušených žlutavě hnědých řas, které se liší čistotou. JunFunori je standardizovaný produkt řasy, který je vyčištěný, vylepšený/standardizovaný (bez optických změn, stabilizované pH) a prodává se jako mletý bělavý prášek.

Film z řasy je tenký, pružný, matný a pevný. Směs s vyzinou jeho lepidivé vlastnosti ještě zesílí. V průběhu stárnutí film mírně bělá, stává se matnější, ale je stále pružný. Má dobrou snášenlivost s pigmenty. Gel tvoří už při nízkých koncentracích (od 1 %). Funori je i po letech dokonale rozpustné a odstranitelné. Na přípravu Funori existuje mnoho receptů.<sup>104</sup> Koncentrace se pohybuje v rozmezí od 1 g až 10 g Funori ve 100 ml vody. Teplota kvalitní extrakce se pohybuje v rozmezí od 45 °C do 80 °C. Roztok adheziva

<sup>101</sup> Glombová B., *Restaurování polychromované sochy svatého Václava z Národního muzea; Odolnost retušovacích prostředků vůči stárnutí*, (diplomní práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2016

<sup>102</sup> Ďurovič, M., a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Litomyšl, 2002, s. 230

<sup>103</sup> Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník malířství, grafika, restaurátorství*, Praha, 2004, s. 169

<sup>104</sup> Základní a komplexní informace poskytuje článek: Swider, Joseph R.; Smith Martha, *Funori: Overview of a 300-Year-Old Consolidant*, Journal of the American Institute for Conservation 44/2, 2005, s. 117-126.

podrobně popisuje např. studie *Funori and Jun Funori: Two Related Consolidants with Surprising Properties* od Françoise Michela. Vysoce lepivý roztok byl připravován s Funori, které se máčí v deionizované vodě po dobu několika hodin a poté se zahřívá ve vodní lázni po dobu jedné hodiny při teplotě 60 °C. Ve vodě nerozpustný podíl se poté filtrací odstraní přes řídkou tkaninu. Pro delší životnost při skladování se doporučuje přidat 2 % isopropanolu a následné uskladnění v chladničce.<sup>105</sup> Doporučená koncentrace adhezního roztoku je 5–10 %, <sup>106</sup>ale častěji se užívají koncentrace nižší okolo 1–2 %. <sup>107</sup> Aplikuje se za tepla (40–45 °C). <sup>108</sup>Při této teplotě má nízkou viskozitu a dobře penetruje.

Ve své červené, surové podobě se v Japonsku používal ke klížení papíru. V současnosti se používá bělený (peroxidem sodným) jako pojivo japonských akvarelových barev, v restaurování se používá jako velmi stálé lepidlo, k upevňování maleb a pro konsolidaci zpráškovatělých vrstev malby.

---

<sup>105</sup> Michel, F., *Funori and Jun Funori: Two Related Consolidants with Surprising Properties*. Proceedings of Symposium 2011 – Adhesives and Consolidants for Conservation, research and applications, Ottawa, 2011, s. 3 <https://www.cci-icc.gc.ca/discovercci-decouvriricc/PDFs/Paper%2016%20-%20Michel%20-%20English.pdf>, (vyhledáno červen 2016)

<sup>106</sup> Martinková, B., *Způsoby konsolidace pastelu* (bakalářská práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009, s. 19

<sup>107</sup> Michel, F., *Funori and Jun Funori: Two Related Consolidants with Surprising Properties*. Proceedings of Symposium 2011 – Adhesives and Consolidants for Conservation, research and applications, Ottawa, 2011, s. 8 <https://www.cci-icc.gc.ca/discovercci-decouvriricc/PDFs/Paper%2016%20-%20Michel%20-%20English.pdf>, (vyhledáno červen 2016)

<sup>108</sup> Martinková, B., *Způsoby konsolidace pastelu* (bakalářská práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009, s. 19





**Vyzina** je nejkvalitnější druh rybího klišu pro výtvarnou a restaurátorskou práci a její kvality jsou známé již po staletí.<sup>109</sup> V minulosti se získávala z plovacích blan ryb rodu *Acipenseridae* (Vyza velká). Dnes se získává z jakéhokoli druhu ryb. Obsahuje skoro 80 % kolagenu, který patří mezi vláknité bílkoviny. Prodává se v tenkých, průsvitných a vláknitých kouscích nebo v práškové podobě.

Vyzina patří k nejsilnějším lepivým látkám vůbec.<sup>110</sup>

Ve srovnání s ostatními klišy má relativně malou molekulovou hmotnost, a proto má nízkou viskozitu a tím i poměrně dobré penetrační vlastnosti. Pro lepší penetraci je možné fixované místo natřít ethanolem, který snižuje povrchové napětí. Film z pojiva nemění barvu, protože má nízký index lomu světla, je matný, netvoří lesk a je pružný. Tvoří prakticky neviditelné spoje a stářím se nemění. Z hlediska stability jsou klišy v suchém prostředí stále a lepicí mohutnost, přilnavost, pevnost i pružnost se léty nemění. Stářím se ale klíž ustaluje, ve vodě méně bobtná a stává se nerozpustným. Vyzina křehne, když relativní vlhkost klesne pod 50 %. Stárne působením UV světla. Ve vlhkém prostředí je nestálá a rozkládá se působením mikroorganismů. Stálost klišu lze zvýšit přísadou kamence, karbolové nebo borité kyseliny a kafrem.

Roztoky vyziny, stejně jako ostatních klišů, se připravují v několika fázích. Kousky vyziny se nechávají nabobtnat ve studené vodě (nejlépe přes noc) a posléze se rozpouští v teplé vodě na koloidní roztok. Rozpouští se ve vodní lázni teplé 40–60 °C. Tato teplota se nesmí přesáhnout, protože by klíž ztrácel svoji lepivost.<sup>111</sup> Skladovatelnost je možná pouze několik dní v chladničce při teplotě 5–6 °C. Používá se jako lepidlo při konzervaci papíru a konzervaci pergamenu. Také se používá k ochranným nátěrům povrchu matového plátkového zlacení.<sup>112</sup>

<sup>109</sup> Např. ji zmiňuje Heraklius (v 10. stol.) jako velmi vhodnou k lepení zlaté fólie na slonovinu.

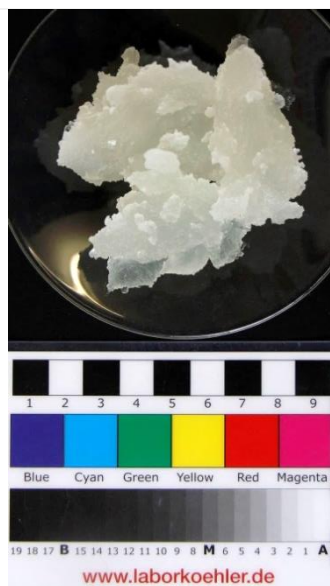
<sup>110</sup> Slánský B., *Techniky malby I., Malířský a konzervační materiál*, Praha, 1953, s. 172

<sup>111</sup> Martinková Barbora, *Způsoby konsolidace pastelu*, (bakalářská práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009, s. 21

<sup>112</sup> Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník malířství, grafika, restaurátorství*, Praha, 2004, str. 320

V případě směsi Funori s vyzinou se díky užití vyziny zvyšuje lepící síla roztoku a snižuje se její viskozita, kdy vyzina ulehčí průnik roztoku, neboť řasa působí jako zahušťovadlo. Naproti tomu, díky svým vynikajícím optickým vlastnostem, zamezuje Funori tvorbě okrajů nebo ztmavení barevných vrstev vyzinou.<sup>113</sup> Přídavkem Funori se ztrácí typický rybí zápach roztoku. Roztok vyziny s Funori se užívá při nižší teplotě aplikace (kolem 45 °C), v porovnání s čistým proteinovým roztokem.

### Beva 371



Byla speciálně vyvinuta a testována mezi lety 1967 a 1970 Gustavem A. Bergerem jako alternativa k voskopryskyřičným adhezivům na podlepování plátěných obrazů. Jedná se o roztok ethylenvinylacetátu, ketonové pryskyřice N (později nahradil Laropal K 80 (BASF)) a parafínu v roztoku toluen/white spirit.<sup>114</sup>

Je termoplastická, reverzibilní, zapáchá, je bílé až nažloutlé barvy a po zahřátí zprůhlední. Je rozpustná v alifatických a aromatických rozpouštědlech jako je terpentýn, xylén, toluen, bobtná ji aceton, ale nerozpouští ji. Ředitelná je white spiritem.

Nerozpustná je v alkoholech. Film z Bevy je průhledný, s dobrou elasticitou a chemickou stabilitou. Je-li potřeba zvýšit hloubku penetrace, používá se teplý roztok. Po aplikaci je nutné počkat přibližně 24 hodin, než dojde k odpaření rozpouštědla. Po zaschnutí se aktivuje při teplotě 62–65°C. Používá se k dubování plátna a konsolidaci malby (používá se ředěný v poměru 1:4). Krémové konzistence lze dosáhnout při ohřívání na vodní lázni a smísením v poměru 2:1 nebo 1:1 s white spiritem.<sup>115</sup> V případě Bevy se vždy dají znovu použít i staré zbytky prostředku.

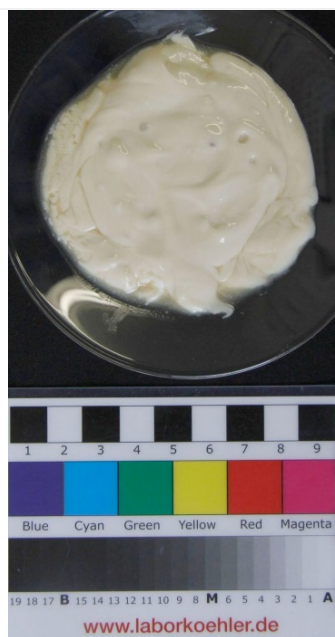
<sup>113</sup> <http://art-protect.cz/wp-content/uploads/2014/10/LASCAUX-RESTAURO.pdf>, vyhledáno srpen 2016

<sup>114</sup> Ploeger R., E. René de la Rie, Christopher W. McGlinchey, Michael R. Palmer, Christopher A. Maines, and Oscar Chiantore, *The long-term stability of popular heat-self adhesive efor the conservation og painted cultural objects*, Polymer Degradation and Stability 107, 2004, s. 307 - 308

<sup>115</sup> <http://www.chevas.cz/beva-371-roztok-lascaux-375/detailpdf.php?idp=33028&dealkat=1>, vyhledáno červen 2016

I přes nedávné studie stárnutí, které ukázaly, že Beva 371 je poměrně inertní, jak fyzicky, tak chemicky, existují výhrady k jejím zpevňujícím schopnostem. Filmy vytváří příliš silné vazby a tím omezují její budoucí odstranitelnost.<sup>116</sup>

## Beva Gel



Vodná disperze etylvinylacetátu a akrylové pryskyřice ve vodném roztoku nitrocelulózy. Přípravek vznikl jako vodou ředitelná alternativa k tradičnímu produktu Beva 371. Má vynikající přilnavost, dovoluje snadné, přesné a pevné spojení různých typů povrchů. Prostředek je bez zápachu, nízko viskózní až krémovité konzistence nahnědlé barvy. Před aplikaci je nutné prostředek dobře promíchat, neboť se oddělují jednotlivé složky prostředku. Gel lze použít jako kontaktní lepidlo i jako lepidlo aktivované teplem (66–70° C během nebo po zaschnutí).<sup>117</sup> Vrstva suchého gelu se také může reaktivovat přetřením štětce namočeným ve vodě nebo vodním sprejem, izopropylalkoholem, resp. směsí obou medií. Gel lze také částečně rozpustit xylenem, ethanolem a toluenem. Protože komponenty Beva Gelu mají vysokou molekulární váhu, rozpouští se velmi pomalu. Z tohoto důvodu se doporučuje při použití například na dublování pláten obrazů separovat prostředek od povrchu izolační vrstvou roztoku Bevy 371 nebo Beva Filmem.<sup>118</sup>

<sup>116</sup> Ackroyd, P., *The Structural Conservation of Canvas Paintings: Changes in Attitude and Practice since the Early 1970's*, *Reviews in Conservation* (3), 2002, s. 3

<sup>117</sup> Uváděná aktivační teplota je i 60–65 °C. In: [file:///E:/DP\\_diplomka%20nov%C3%A9%20teoretik/testovane%20materialy\\_text/technick%C3%A9%20listy/Beva%20Gel.html](file:///E:/DP_diplomka%20nov%C3%A9%20teoretik/testovane%20materialy_text/technick%C3%A9%20listy/Beva%20Gel.html), vyhledáno srpen 2016

<sup>118</sup> <http://old.art-protect.cz/Cenik/PDF/038.pdf>, vyhledáno červen 2016

## Plextol B 500



Vodná disperze bílé barvy z ethylakrylátu a methyl methakrylátu na bázi kopolymeru. V 50. letech 20. století začínají zastávat disperze akrylových pryskyřic důležitou roli při restaurování. Wishva Mehra se v 70. letech 20. století zaměřil na výzkum materiálů, které nebudou aktivovány za tepla a tlaku, ale budou aktivovatelné za studena nastříkáním např. isopropylalkoholu nebo toluenu. V roce 1972 Mehra poprvé představil rentoaláž obrazů na plátěné podložce vodou ředitelnými akrylátovými disperzemi (Plextol B 500). V rámci prováděných experimentů byla předvedena metoda za studena (cold-lining)

s minimem lepidla, tlaku a teploty na speciálně vyrobeném vakuovém podtlakovém stole.<sup>119</sup> Při reaktivní metodě se lepící vrstva po proschnutí (po několika hodinách, dnech nebo týdnech) navlhčí ředidlem x. Tím se film podle množství použitého rozpouštědla reaktivuje na 5-15 minut a stává se kontaktním lepidlem. Páry ředidla se nechají odpařit a pak se položí obraz na takto připravené dublovací plátno a pod lehkým tlakem se přitiskne na podtlakovém studeném nebo teplém stole. Pokud se objeví někde nedostatečně slepená místa, můžou se lokálně zvlhčit skrz dublovací plátno ředidlem x.

Z hlediska vlastností polymeru se jedná o středně tvrdý polymer, je bez zápachu, odolný proti povětrnosti, je mrazuvzdorný, termoplastický, vysoce transparentní a světlostálý, rozpustný ve vodě. Film je po odpaření vody transparentní, zakalený, měkký, tažný a mírně lepkavý při pokojové teplotě. Přísadami je chráněn proti bakteriálnímu a plísňovému napadení. Aplikuje se a zpracovává za studena a má dobré adhezivní schopnosti i za nízké koncentrace. Používá se i jako kontaktní lepidlo.<sup>120</sup> Prostředek má ale diskutabilní vlastnosti po stárnutí. M. C. Duffy publikoval výsledky umělého stárnutí tohoto prostředku, ze kterých vyplývá,

<sup>119</sup> Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátennej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 61-62

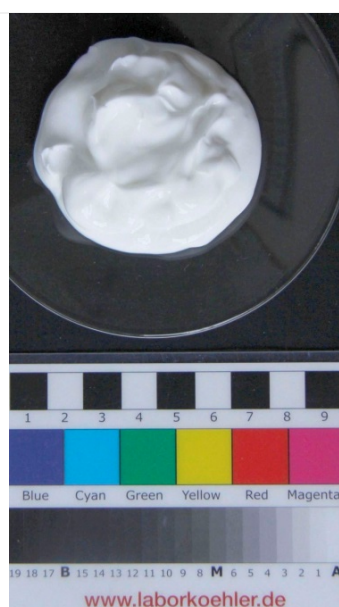
<sup>120</sup> [http://talasonline.com/photos/instructions/PLEXTOL\\_B500\\_INFO.pdf](http://talasonline.com/photos/instructions/PLEXTOL_B500_INFO.pdf), vyhledáno červen 2016



že stárnuté filmy si zachovávají svoje mechanické vlastnosti, zejména pružnost filmů. Při odtrhových zkouškách pevnosti adheziv vykazoval spoj téměř shodné hodnoty, jak u nezestárých i u zestárých vzorků. (podobně jako Lascaux 360, který má ale velmi vysokou pevnost). Při stárnutí však dochází ke změně barvy a žloutnutí lepeného spoje.<sup>121</sup>

Adhezivum je vhodné ke konsolidaci podkladů a pro upevňování barevných vrstev.

### Acrykleber 498HV



Jedná se o modifikovanou termoplastickou disperzi (na bázi methylnmethakrylátu a butylakrylátu) již dříve prodávaného přípravku Plextol 498. Modifikace spočívá především přidáním zahušťovadel (ester kyseliny akrylové) a biocidních stabilizátorů. Prostředek má máslovitou konzistenci, je bez zápachu, obsahuje rozpouštědlo toluen/xylen. Ředí se s vodou v poměru 1:1 až 1:10. Po vyschnutí je rozpustný v acetonu, toluenu, směsi toluenu a xylenu 1:1 a není rozpustný ve white spiritu a terpentýnu.

Film je po zaschnutí extrémně pevný, tvrdý, nelepí, ale zachovává si pružnost. Filmotvorná teplota je 5 °C. Vyschlý film je aktivovatelný za tepla při 68–75 °C, dá se reaktivovat také rozpouštědly. Alternativou je Lascaux Acrykleber 498 20X, který obsahuje 20 % xylenu. Aktivace teplem je možná po vytěkání xylenu. Po zaschnutí je nerozpustný ve vodě. Lze jej odstranit acetonem, alkoholy, aromatickými uhlovodíky (toluen, xylen).

Používá se jako adhezivum při rentoaláži a je vhodné pro upevňování barevných vrstev.<sup>122,123</sup>

<sup>121</sup> Michael C. Duffy, *A study of acrylic dispersions used in the treatment of paintings*, Journal of the American Institute for Conservation (JAIC), Volume 28, Number 2, Article 2, 1989, s. 67–77

<sup>122</sup> <http://www.chevas.cz/lascaux-498-hv-1/detailpdf.php?idp=33024&dealkat=1>, vyhledáno červenec 2016

<sup>123</sup> [http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/81000-81004.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/81000-81004.pdf), vyhledáno červenec 2016

## Laropal A81



Laropal A 81 byl do skupiny adheziv vybrán na základě používání tohoto prostředku při zajišťování barevné vrstvy v zahraničí. Jedná se o syntetickou aldehydovou pryskyřici s nízkou molekulovou hmotností.

Laropal se vyznačuje fotochemickou stabilitou, pracovní vlastnosti jsou podobné přírodním pryskyřicím a je velmi světlostálý. Dobře smáčí pigmenty a vytváří stabilní pasty s velkým obsahem pigmentu nebo pojiva. Tvoří tvrdé dobře adhezivní filmy. Časem se rozpustnost změní jen nepatrně, je rozpustný v rozpouštědlech s nízkou polaritou. Rozpouští se například v ethanolu, isopropanolu, pomalu se rozpouští ve white spiritu. Dobře se mísí s jinými pryskyřicemi, například se zaponovým lakem, alkydovými pryskyřicemi a epoxidy. Je vhodný k přípravě laků a je široce využíván jako pojivo retušovacích a jiných barev.<sup>124,125</sup> Z omezeného výčtu dostupných informací, které se o použití tohoto prostředku zmiňují, vyplývá, že se nejedná o běžně užívaný prostředek pro restaurování barevné vrstvy a spíše než pro konsolidaci malby je zmiňován v souvislosti s barevnou vrstvou nástěnné malby nebo je užíván pro povrchovou úpravu/lak. O jeho použití jako adheziva nejsou k dispozici žádné informace.

<sup>124</sup> <http://www.ctseurope.com/en/scheda-prodotto.php?id=141>, vyhledáno červen 2016

<sup>125</sup> [http://talasonline.com/photos/instructions/Larapol\\_A81.pdf](http://talasonline.com/photos/instructions/Larapol_A81.pdf), vyhledáno červen 2016

**Acrylharz P 550–40% Glanz**

Je jednou ze tří druhů akrylátových adheziv vyvinutých pro studené nažehlování. Jedná se o prostředek na bázi Plexisolu<sup>126</sup>, jehož vlastnosti byly upravovány a v současnosti je dostupný pod názvem Acrylharz. Prostředek, který tvoří čistá, měkká, termoplastická akrylová pryskyřice, je dodáván jako 40% roztok ve white spiritu. Prostředek lze dále ředit i ostatními ředidly jako toluen, xylén, aceton, Methoxypropanol (PM), methoxypropyl (PMA). Částečně rozpustný je také v ethanolu a isopropanolu. Má dobré impregnační vlastnosti a minimum negativních efektů při klimatických změnách, je odolná proti světlu a stárnutí. Používá se v 5–10% (ředíme ji nejčastěji white spiritem v poměru 1:4 až 1:9).

Prostředek se může zpracovat po odpaření rozpouštědla po 1–2 dnech, kdy se reaktivuje pomocí tepelné špachtle, žehličky nebo na topném vakuovém stole při teplotě 40 °C a krakely se dále upevní. Přebytečnou pryskyřici je možné po ošetření odstranit white spiritem. Při silnějším zředění neovlivňuje matné barevné vrstvy. Po zaschnutí je rozpustný v xylenu, omezeně v acetonu, toluenu nebo white spiritu. Adhezivum se používá při rentoaláži nebo při konzervování a fixování barevné vrstvy, jeho vlastností lze využít také pro vytváření lakových vrstev.<sup>127, 128</sup>

Vhodnější pro závěrečný lak je pryskyřice Lascaux 550/675, neboť má o něco vyšší teplotu skelného přechodu, je tvrdší a vytváří pevnější povrch.

V restaurátorské praxi je pro dublovací techniky, pro konsolidování a zpevnování malby úspěšně používán také prostředek Lascaux Acrylharz P550-40TB (Plexisol P550), při koncentraci 5–10 %. Jedná se o jeden z mála produktů, které lze užít pro studené nažehlování. K jeho aplikaci může dojít ještě za vlhka, pro zlepšení adheze s podkladem se doporučuje vyvinout malý tlak na barevnou vrstvu nebo její

<sup>126</sup> Organický roztok akrylátové pryskyřice založený na butylmetakrylátu - poly (n-butyl metakrylát). In: Bria C. F., Jr, *The History of the Use of Synthetic Consolidants and Lining Adhesives*, WAAC Newsletter, Volume 8, Number 1, Jan. 1986, s. 7-11, in: <http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn08/wn08-1/wn08-104.html>, vyhledáno srpen 2016

<sup>127</sup> Přebal výrobku Lascaux Acrylharz P 550 – 40% glanz.

<sup>128</sup> [http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/81040e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/81040e.pdf), vyhledáno červen 2016

zatížení, čímž se zvýší přilnavost konsolidovaných obrazových vrstev.<sup>129</sup>

## Paraloid B72



Akrylátová termoplastická pryskyřice, která se dodává buď v podobě granulátu, nebo jako 15% roztok v xylenu. V restaurování jsou pryskyřice řady Paraloid používány již od padesátých let 20. století. Paraloid B72 patří mezi nejvíce odzkoušené typy, který se používá v široké škále aplikací pro konzervaci uměleckých děl z různých typů materiálů.

Jedná se čirý akrylátový kopolymer EMA/MA s termoplastickými vlastnostmi, střední tvrdostí a vysokou odolností vůči světlu a stárnutí. Film je po zaschnutí nelepivý, elastický, transparentní, bezbarvý, pevný, nešpiní se a odolává kyselým dešťům.

Vyznačuje se dobrou fyzikální stabilitou (vysoká pevnost v tlaku, vysoká pevnost v ohybu a dobrá odolnost proti zmrazovacím cyklům), chemickou i biologickou stabilitou. Má také dobrou adhezi k různým typům povrchů. V případě pigmentace je produkt zcela inertní vůči všem druhům pigmentů.

V první fázi rozpouštění polymeru dojde k jeho nabobtnání a následnému přechodu do rozpouštědla. Velice dobře je rozpustný v toluenu a acetonu. Ředitelný je xylenem, isopropanolem, lihem. Nerozpustný či neředitelný je lakovým benzínem a white spiritem. Je reverzibilní, není ale možné odstranit ho z porézního systému dokonale. Rizikem při použití jsou změny v barevnosti, při jeho aplikaci i při nízkých koncentracích většinou dochází ke ztmavnutí barevné vrstvy a prohloubení barevného tónu malby.

Pro zpevnění a konsolidaci podkladu či barevné vrstvy na plátně nebo dřevě se doporučuje 5–10% roztok. Tam, kde podklad vykazuje různou nasákavost a je-li potřeba aplikaci opakovat, je lépe pracovat s nižšími koncentracemi. Příliš vysoká koncentrace může vést ke škodlivé saturaci povrchů. Je potřeba brát v úvahu také

<sup>129</sup> Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátennej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umění, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009, s. 63



retenci rozpouštědel, především při použití pomaleji působícího rozpouštědla na savý podklad může celý proces trvat dny i týdny. Paraloid je kopolymer s vysokou molární hmotností a nemá nijak ostře definovaný bod tavení. První známky tavení jsou pozorovatelné při 70–75 °C. Skutečně téct však začíná při 145–150 °C.<sup>130</sup> Vyznačuje se relativně nízkou teplotou skelného přechodu (okolo 30 °C), který se může lišit v závislosti na dodavateli a šarži. S tím však souvisí značná rozměrová stabilita, měknutí a tok v případě dosažení této teploty např. v exteriéru. Paraloidy se nejčastěji používají na zpevnění a konsolidaci podkladů a malířských vrstev, k lokální injeckáži vlasových trhlin, pro konsolidaci a konzervování dřeva, pro zpevnění kamene. Dále jako pojivo do směsí umělého kamene, jako základní či finální lak a jako fixativ.

## Paraloid B82



Akrylová pryskyřice na bázi methylnmethakrylátu je alternativou k častěji používanému Paraloidu B72. Tento produkt byl zařazen do testů na adheziva pro svoji oblíbenost (příjemnější aplikace, lepší reverzibilita) především na restaurátorských pracovištích v zahraničí. Jedná se o čirý akrylátový kopolymer MMA s termoplastickými vlastnostmi.

Zachovává si vynikající vlastnosti akrylové pryskyřice je průhledný, trvanlivý, pružný a odolný vůči různým typům podmínek<sup>131</sup> (vlastnosti adheziva a filmu jsou shodné s Paraloidem B72). Velkou výhodou je možnost rozpuštění v široké škále rozpouštědel (ethanolu, ketonech, esterech, aromatických uhlovodících). Oproti Paraloidu B72 je v ethanolu jen částečně rozpustný.<sup>132</sup> Nevýhodou je vyšší cena.

Paraloid B82 se nejčastěji používá na zpevnění a konsolidaci podkladů a malířských vrstev, k lokální injeckáži vlasových trhlin, pro konsolidaci a konzervování dřeva,

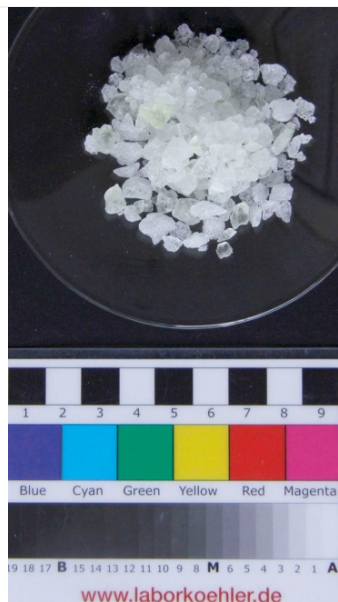
<sup>130</sup> <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/paraloid/>, vyhledáno červen 2016

<sup>131</sup> [http://www.dow.com/assets/attachments/business/pcm/paraloid\\_b/paraloid\\_b-82/tds/paraloid\\_b-82\\_100\\_pct.pdf](http://www.dow.com/assets/attachments/business/pcm/paraloid_b/paraloid_b-82/tds/paraloid_b-82_100_pct.pdf), vyhledáno červen 2016

<sup>132</sup> <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/paraloid/>, vyhledáno červen 2016

pro zpevnění kamene. Dále jako pojivo do směsi umělého kamene, jako základní či finální lak a jako fixativ. Je vhodný pro práci, kde se vyžaduje měkkí pryskyřice.

### Aquazol 500



Je vodou rozpustná umělá pryskyřice, která se dodává ve třech různých viskozitách (50, 200, 500) a je v restaurátorské praxi používána již přes 20 let. Aquazol je rozpustný ve vodě a jiných polárních rozpouštědlech (etanol, metanol, aceton, chloroform). Díky svým termoplastickým vlastnostem patří do skupiny lepidel aktivovaných teplem (měkne při cca 55 °C). Tavný rozsah leží mezi 110–120 °C.<sup>133</sup> Ve slabých kyselinách a zásadách je stabilní, je bezbarvý až lehce žlutavý, na světle stabilní. I po čase zůstává rozpustný, ztrácí však svou lepivost. Působením světla má polymer tendenci k depolymeraci, jeho barevnost, rozpustnost, teplotní stabilita i chemická struktura zůstávají nezměněny. Dostupné informace o biologické odolnosti adheziva nejsou zcela jednoznačné. Wolbers a Arslanoglu uvádí ve své studii k testování prostředku na růst plísní, že je Aquazol inertní.<sup>134</sup> Naproti tomu Urbánek, Bartl a Ďurovič uvádí ve svém článku o lepení voskových pečeti, že Aquazol neodolává biologickému napadení a není proto vhodný do prostředí s vysokou relativní vlhkostí. I přes uvedenou nízkou odolnost vůči vlhkosti si ale spoj udržuje svoji dostatečnou pevnost, i když není možné jej vystavit delšímu působení kapalné vody.<sup>135</sup> S vodným roztokem této pryskyřice se pracuje velmi úsporně a příjemně, je lehce aromatický. Protože je hygroskopický, musí se uchovávat v suchu a dobře uzavřených nádobách. V případě lepení dosahuje manipulační pevnosti lepeného spoje asi po šesti hodinách. Používá se pro upevnění barevné vrstvy i jako konsolidant barevných vrstev, dřeva, papíru, nepálené keramiky atd. Používá se na tmelení, lepení historických voskových pečeti a jako podklad pro zlacení plátkových zlatem (náhražka kožního klišu při doplňování

<sup>133</sup> Urbánek Š., Bartl B., Ďurovič M., *Použití poly(2-ethyl-2-oxazolinu) pro lepení voskových pečeti*, Národní archiv v Praze, in: *Konzervace a restaurování voskových předmětů*, STOP, Národní technické muzeum, Praha, 2013, s. 28

<sup>134</sup> Chantal-Helen Thuer, *Scottish Renaissance Interiors: Facings and adhesives for size-tempera painted wood*, 2011, s. 42, in <http://conservation.historic-scotland.gov.uk/techpaper11.pdf>, vyhledáno srpen 2016

<sup>135</sup> Urbánek Š., Bartl B., Ďurovič M., *Použití poly(2-ethyl-2-oxazolinu) pro lepení voskových pečeti*, Národní archiv v Praze, In: *Konzervace a restaurování voskových předmětů*, STOP, Národní technické muzeum, Praha, 2013, s. 25

polimentu při zlacení na vysoký lesk). Dále se používá pro dublování obrazů, jako pojivo retuší nebo při restaurování skla a malby na skle (lom světla Aquazolu je podobný lomu světla skla).<sup>136</sup>

## 8. Příprava vzorků pro hodnocení

Charakter použitých adheziv byl popsán na filmech prostředků připravených shodně z 20 % roztoku. Prostředky byly naředěny rozpouštědlem, které je uvedeno jako první ve sloupci rozpouštědlo/ředidlo v Tab. 1. U suchých materiálů byly připraveny filmy z Paraloidu B72 i B82 rozpuštěním polymerů ve směsi toluenu/ethanolu (1:3, obj.), Aquazol, Tylosa a směs Funori a vyziny byly rozpuštěny ve vodě s přídavkem 5% isopropanolu jako desinfekčního prostředku. Roztok Laropalu K81 byl připraven rozpuštěním v ethanolu. Filmy byly připraveny odlitím stejného množství roztoku (7,5 ml) do nerezových forem o rozměrech 8x8 cm (Obr. 3). Vzhledem k nízké viskozitě, která nebyla vhodná pro daný typ aplikace pro lepení, bylo nutné snížit koncentraci u prostředku Tylose MH 6000, která byla upravena až na 2 hm. %, totéž bylo provedeno u Funori užití ve směsi s vyzinou. Funori byl naředěn na koncentraci 1,25 % a vyzina na koncentraci 5 % (roztoky byly následně smíchány v poměru 1:1, obj.). Koncentrace takto zředěných roztoků odpovídaly konzistencí pro odlévání i fixaci barevné vrstvy.

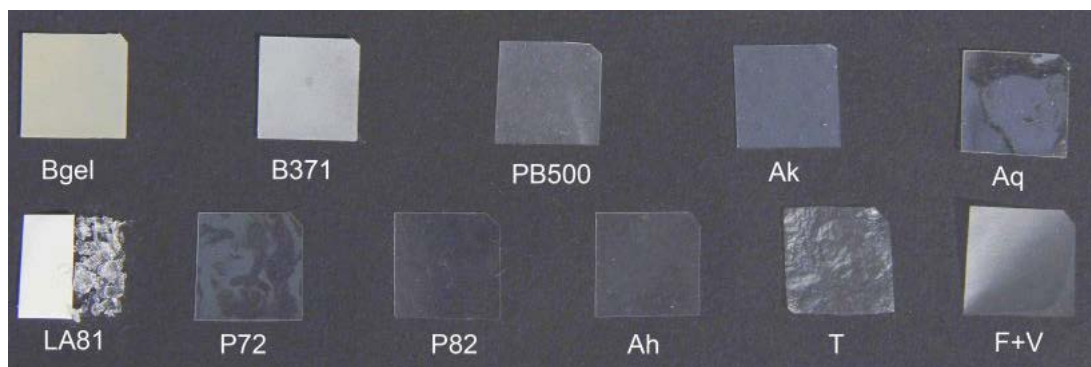
<sup>136</sup> <http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/aquazol/>, vyhledáno srpen 2016



Obr. 3 Příprava filmů adheziv v nerezových formách.

Filmy byly odlévány na silikonovou podložku (Beva Gel, Tylosa MH 6000, Plextol B 500, Acrylkleber 498 HV, Funori užité ve směsi s vyzinou), silikonový papír (Beva 371, Acrylharz P 550-40% glanz, Paraloid B72, Paraloid B82) nebo hliníkovou nepřilnavou fólii (Aquazol 500). V případě adheziva Laropal A 81 nebylo možné film odlít, a proto byl prostředek z následného testování vyřazen. Filmy byly ponechány v laboratorních podmínkách do odpaření rozpouštědla a zaschnutí filmu. Poté byly filmy lehce sejmuty z podložky. Vyjmuté filmy byly zastřiženy do pravidelných rozměrů o velikosti cca  $2 \times 2$  cm a uschovány v temnu a suchu do testování (Obr. 4). Pro pozorování a testování optických vlastností filmů adheziv bylo vytvořeno přibližně deset filmů od každého lepícího systému (celkem cca 110 filmů). Na těchto výsledných filmech byly pozorovány optické (barva, vzhled) a mechanické vlastnosti. Část filmů byla také ponechána pro testování odolnosti vůči zvýšené vlhkosti a filmy o větších rozměrech byly ponechány na zkoušky mechanických vlastností.





Obr. 4 Filmy testovaných adheziv s charakteristickými optickými vlastnostmi. Zleva nahoře: Beva Gel (Bgel), Beva 371 (B371), Plextol B 500 (PB500), Acrylkleber 498HV (Ak), Aquazol 500 (Aq). Zleva dole: Laropal A81 (LA81), Paraloid B72 (P72), Paraloid B82 (P82), Acrylharz P 550–40% Glanz (Ah), Tylose MH 6000 (T), Funori užití ve směsi s vyzinou (F+V).

Druhou skupinu vzorků tvořily vzorky simulující poškození barevné vrstvy s krakelami připravené v laboratorních podmínkách. Pro její přípravu bylo provedeno několik zkoušek, z nichž jen některé jsou v práci popsány (viz v textu dále TEST 1–3). Ve finále byla vyhodnocena jako nejlepší barevná vrstva připravená z komerční alkydové tempery (viz TEST 3). Alkydová barva měla podobný charakter starých poškozených barev a i z hlediska chemického složení jsou příbuzné starým olejovým vrstvám.<sup>137</sup>

#### Zkoušky s přípravou zkrakelovaných barevných vrstev:

##### **TEST 1: Krakeláž z přepojené kaseinové tempery**

Při její přípravě byla nejprve použita kaseinová tempera. Pojivo bylo připraveno z kaseinového prášku a čpavku (25–29 %), který byl připraven dle

<sup>137</sup> „Jednoduché alkydy jsou polyestery připravené z polykarboxylových kyselin a polyalkoholů, kde alespoň jedna složka je trojfunkční nebo vícefunkční. Alkydy mají tedy rozvětvenou až zesíťovanou strukturu“. In: Mleziva J., Šňupárek J., *Polymery, výroba, struktura, vlastnosti a použití*, vydání přepracované druhé, Praha, 2000, s. 172; „Vysychavé typy alkydů vytváří stejně jako vysychavé oleje nelepivé, tvrdé lakové filmy. Vzhledem k vyšší molekulové hmotnosti však alkydové filmy zasychají značně rychleji než odpovídající oleje. K urychlení zasychání se používají sušidla, obvyklá je kombinace naftenátů nebo oktoátů olova, kobaltu a vápníku. Různé typy alkydů mají různé optimální koncentrace sušidel“. In: *ibidem*, s. 185

receptu: (40 g kaseinu, 0,25 l studené vody, 10 g čpavku).<sup>138</sup> Pro zkoušky poškozené barevné vrstvy jsme vycházeli z receptů, které byly používány v dříve provedených laboratorních studiích.<sup>139</sup>

Použitá směs se skládala ze čpavkového kaseinu, naředěného na 4,5; 9 a 20% koncentraci (ze základního roztoku), mramorového prášku, pigmentu (siena pálená) a kontrakčního jílu Laponite. Celkem bylo provedeno 9 zkoušek, k podpoření vzniku krakel byl nános barvy nanesen ve 2–3 vrstvách (zk. 8 a 9) a povrch vysušen vlasovým vysoušečem.

| Číslo zkoušky | Poměr   | Výsledky   |
|---------------|---|--|
| 1             | 4 ml čpavkový kasein 9%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,5 g pigment                     | Směs je nízkoviskózní, dobře se natírá, praskání nevykazuje.   |
| 2             | 4 ml čpavkový kasein 9%<br>0,5 g mramorová moučka<br>0,5 g pigment                      | Směs je nízkoviskózní, dobře se natírá, praskání nevykazuje.   |
| 3             | 4 ml čpavkový kasein 9%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment                    | Směs je nízkoviskózní, dobře se natírá, praskání nevykazuje.   |
| 4             | 4 ml čpavkový kasein 9%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment<br>0,25 g Laponite | Směs se rychle stává vysokoviskózní, pastózní, nelze nanést druhou vrstvu po zaschnutí předešlé – strhává ji, nanášení druhé vrstvy je možné za vlhka, musí se pracovat rychle. Po vyschnutí nastalo výrazné praskání nátěru, je křehký a odpadává.      |
| 5             | 4 ml čpavkový kasein 9%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment<br>0,1 g Laponite  | Směs zhoustne po pár minutách. Nanášíme dvě až tři vrstvy podle aktuální viskozity směsi. Krakeláž vzniká při dostatečné tloušťce vrstev. Po vyschnutí je povrch nátěru rozpraskaný, okraje se mírně vytáčí směrem nahoru a nátěr stále drží k podkladu. |
| 6             | 4 ml čpavkový kasein 20%  | Směs je vysokoviskózní, dobře se natírá, praskání  |

<sup>138</sup> Slánský Bohuslav, *Technika malby, díl I.*, malířský a konzervační materiál, nakladatelství Paseka, 2003, s. 176

<sup>139</sup> Zkoušky krakeláží barevné vrstvy s kaseinovým pojivem provedené v rámci projektu „NANOFORART“ (Nano-materials for the conservation and preservation of movable and immovable artworks); 2012-2014 (FR, UPCe); project number 282816; FP7 ENV-NMP, Collaborative project). Objectives: Evaluation of the properties of developed nanomaterials for the consolidation of deteriorated highly porous historic materials (stone and plaster). Trails for degraded flaking paint layer, 2012, autor zkoušek J. Vojtěchovský a J. Dunajská.

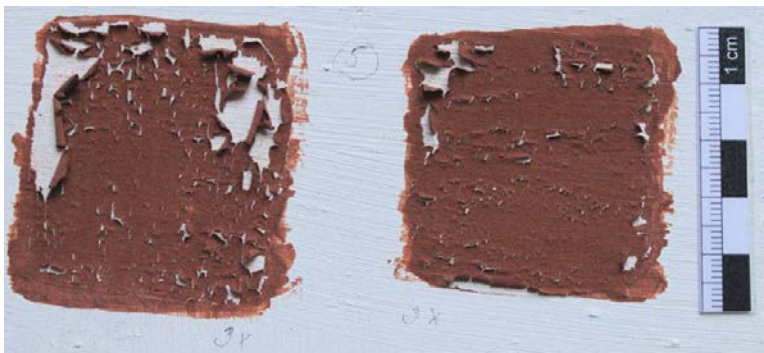
|   |  |   |
|---|--|---|
|   | 0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment  | nevykazuje.   |
| 7 | 4 ml čpavkový kasein 20%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment<br>0,05 g Laponite | Směs po pár minutách lehce zhoustne, lze roztírat štětcem, po druhém i třetím nanesení je stále vrstva příliš tenká a nevykazuje praskání.  |
| 8 | 4 ml čpavkový kasein 20%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment<br>0,1 g Laponite  | Směs zhoustne po pár minutách. Nanášíme dvě až tři vrstvy podle aktuální viskozity směsi. Krakeláž vzniká při dostatečné tloušťce vrstev. Po jejím vyschnutí je povrch výrazně rozpraskaný, nátěr je křehký a odpadává. |
| 9 | 4 ml čpavkový kasein 4,5%<br>0,25 g mramorová moučka<br>0,25 g pigment<br>0,1 g Laponite | Směs zhoustne po pár minutách. Nanášíme dvě až tři vrstvy podle aktuální viskozity směsi. Krakeláž vzniká při dostatečné tloušťce vrstev. Po vyschnutí vrstvy došlo k mírnému popraskání nátěru.                        |

Tab. 2: Zkoušky přípravy zkrakelované barevné vrstvy se čpavkovým kaseinem.

## Popis pozorování:

Ke krakeláži dochází pouze, je-li do směsi přidán kontrakční jíl Laponit a je-li vrstva nátěru dostatečně silná. V případě, že je množství Laponitu větší než 0,1 g je směs příliš hustá a obtížně se s ní pracuje a je třeba počítat s tím, že hustší směs nám později může potřhat předchozí zaschlý nátěr. Ideální množství Laponitu je 0,1 g, ale možné je použití menšího množství (při užití menšího množství dochází ke zvýšení viskozity směsi a pro dosažení srovnatelného efektu je potřeba nanést více nátěrů, směs také pomaleji tuhne, což zlepšuje komfort při nanášení).

Z testovacích polí nám nejlépe vyšel vzorek číslo 5 (Obr. 5), který byl připraven ze 4 ml čpavkového kaseinu 9% / 0,25 g mramorové moučky / 0,25 g pigmentu / 0,1 g Laponitu. Směs je zpočátku tekutější, zhoustne po pár minutách a je potřeba nanést dva až tři nátěry podle aktuální viskozity směsi, aby bylo dosaženo větší tloušťky nátěru. Tento vzorek jsme zvětšily na testovací pole 4 x 4 cm, abychom ověřili, jak se barevná vrstva chová ve větší ploše. I zde se vytvořily miskovité krakely, které zároveň drží s podkladem. **Nátěr je ale příliš křehký, tenký a charakterem neodpovídá nátěru staré olejové vrstvy.**



Obr. 5 Krakeláč z přepojené kaseinové tempéry, zkouška č. 5.

## TEST 2: Krakeláč z olejové barvy

Druhá skupina pokusů s přípravou zkrakelované barevné vrstvy proběhla s olejovými pojivy. V první fázi byla použita nová komerčně dostupná olejová tempera, která byla bez podkladu nanášena na pískovcovou destičku a zahřívána horkovzdušnou pistolí na vysokou teplotu. Cílem bylo vyvolat rychlejší schnutí svrchní vrstvy barvy a tepelnou degradaci pojiva, které by mělo vliv na urychlený průběh vzniku krakel. V tomto případě došlo pouze k minimálnímu narušení v podobě vodorovných lineárních prasklinek a vrstva byla po dlouhou dobu (několik týdnů) stále měkká patrně z důvodu nedostatečné doby i podmínek potřebné k jejímu vyschnutí. Prohloubení popisovaného efektu jsme předpokládali, pokud by byl do olejové barvy přidán komerční kobaltový sikativ, který urychluje schnutí olejových filmů. Tento byl do barvy přidán v nadměrném množství, než je doporučován v technickém listu (10 g barvy : 10 kapkách sikativu=1,2 g). Jeho přidavek však neměl taktéž žádný efekt.

Pro další skupinu vzorků jsme zvolili starou fermežovou barvu, u které se předpokládalo, že je již částečně zestárlá a její schnutí by mohlo probíhat rychleji. Barva byla nanášena na zdrsňelou skleněnou destičku z důvodu lepší odstranitelnosti krakel, než bylo možné z povrchu kamene. Vzorky byly ponechány v sušárně při cca 80 °C po dobu cca 1 měsíce. Krakely touto technikou také nevznikly, ale bylo možné vytvořit kousky barevné vrstvy mechanicky rozřezáním souvislého filmu barvy skalpelem. Bohužel i tato barva vysychá příliš pomalu a vzniklé krakely jsou po dlouhou dobu stále elastické a nepřipomínají charakter starých krakel.



### TEST 3: Krakeláž z alkydové barvy

V závěru jsme při výrobě umělých krakel použili alkydovou barvu na olejové bázi (fa Winsor & Newton),<sup>140</sup> která rychleji vysychá a olejovému typu barvy z historických objektů se chemicky i charakterem naneseného filmu nejvíce podobá (tvoří nános s charakterem pasty o velké krycí mohutnosti). Tuto barvu jsme nejprve nanесли na pískovec s vápenným podkladem a vložili do sušárny. Krakely takto nevznikly a film si zachovával stále velmi živý charakter (barva byla stále mírně elastická), i když ne tolik jako v případě olejových zkoušek. Stejný postup jsme použili i s přidáním kobaltového sikativu, opět bez výrazného účinku. Navíc samotné odstranění barvy s vápenným podkladem z pískovce skalpelem bylo také nevyhovující a časově náročné (vrstvy se špatně rovnoměrně snímají z důvodu dobré adheze vápenného podkladu k hornině). Po dalších neúspěšných pokusech vytvořit krakely pomocí zvýšené teploty, jsme se rozhodly vytvořit krakely opět mechanicky. Alkydovou barvu jsme natřeli na silikonový papír (pro snadnější odstranění z povrchu), nechali vyschnout v sušárně a poté rozřezali skalpelem. Takto vytvořený film zůstává ale příliš elastický a nedá se použít.

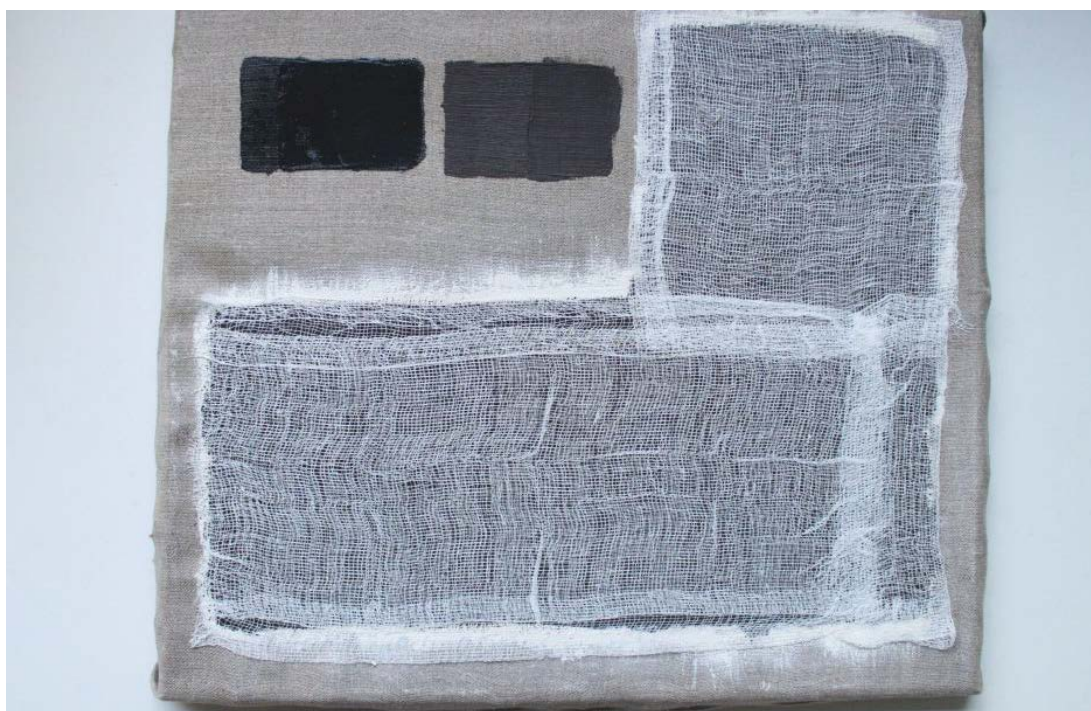
Poslední skupinu zkoušek tvořily vzorky barevné vrstvy s emulzním podkladem nanášené na plátěnou podložku. Barevná vrstva byla vytvořena alkydovou barvou<sup>141</sup> (fa. Winsor & Newton). Podklad pod barevnou vrstvu byl vytvořen z plátna (napnutého na rámu) silně naklíženého želatinou (příprava klížení plátna: 1 obj. díl želatiny, 9 obj. dílů vody), na které byl následně nanesen emulsní šeps (1 obj. díl plavené křídly, 3 obj. díly titanové běloby, 2 obj. díly želatiny ve vodě v poměru 1 : 15 (obj. díly), ½ obj. dílu polymerovaného lněného oleje). Nátěr jsme provedli opakovaně ve dvou vrstvách, křížem přes sebe. Druhý nátěr byl aplikován bezprostředně po nanesení souvislé první vrstvy. Síla obou vrstev dosahovala cca 1 mm. Po zaschnutí šepsu následovaly dva pastózní nátěry alkydovou barvou, přičemž druhá vrstva barvy byla nanášena po zaschnutí první (vždy ponecháno na cca 24 hodin v sušárně při 40 °C). Barevná vrstva byla z lícové strany zajištěna přelepem gázy nasycené 2% Tylósou MH 6000 (Obr. 6). Plátno se po zaschnutí přelepu uvolnilo z rámu a barevná vrstva s podkladem se z plátna sejmula

<sup>140</sup> Povrch barev začíná být na omak suchý po přibližně 10 hodinách. Barvy jsou suché za 18 až 24h (záleží na okolní teplotě a vlhkosti). In: <http://www.maluj.cz/olejove-barvy/sady-griffin-alkyd-wn/>, vyhledáno červenec 2016

<sup>141</sup> zároveň byla takto na plátně zkoušena i fermežová barva, která byla následně vyřazena

a nastříhala do pravidelného formátu o rozměrech cca 8x7 cm. Deformace simulující zkrakelovanou barevnou vrstvu byla docílena ručně rozpraskáním barevné vrstvy jednoduchým vyvinutím tlaku prstů z rubu souvrství. Takto vznikla pravidelná síť prasklin (Obr. 7). Gáza byla na závěr odstraněna vlhčením z lícové strany teplou vodou.

Takto připravená barevná vrstva byla lepena adhezivou na kamenný podklad přes melinexovou fólii (tloušťka cca 50  $\mu\text{m}$ ) (Obr. 8). Podklad typově i vlastnostmi odpovídal hornině z referenčního objektu, tj. sochy sv. Jana Nepomuckého. Jednalo se o jemnozrný typ pískovce křemičitého typu, který se vyznačoval vysokou nasákavostí vodou a porozitou. Na takto připravených vzorcích byly testovány lepicí účinky adheziv při různých podmínkách aplikace – koncentrace, aktivačních podmínkách, přitlaku. Na závěr byla vybraná adheziva s nejlepším účinkem otestována in-situ na referenčních objektech, nejprve na pískovcovém bloku s poškozenou monochromní barevnou úpravou a v závěru byl nejlepší materiál i technologie aplikovány při restaurování sochy sv. Jana Nepomuckého.



Obr. 6 Příprava umělých krakel z alkydové barvy nanesené na plátně s emulzním podkladem. Povrch barevné vrstvy byl při snímání opatřen gázovým přelepem.



Obr. 7 Testovací pole s uměle vytvořenými krakely. Stav před aplikací adheziv.

## 9. Testované vlastnosti

Z testovaných vlastností byly nejprve studovány vlastnosti samotných adheziv, které zahrnovaly charakteristiku složení, stanovení vybraných vlastností – teploty skelného přechodu, pevnosti a elasticity pojiv a odolnosti vůči vybraným podmínkám stárnutí. Dle podmínek, které mohou nastat v interiéru, byla studována odolnost vůči zvýšené vlhkosti. V druhé části práce byly provedeny zkoušky aplikace za různých podmínek. Jejich výsledkem mělo být stanovení optimálních aplikačních podmínek pro jednotlivá adheziva. V poslední řadě zkoušek byl studován lepící účinek jednotlivých adheziv za stanovených podmínek stanovených v předchozí fázi zkoušek. Lepící schopnost byla hodnocena na základě výsledků subjektivního hodnocení přídržnosti na dvou typech vzorků – laboratorních, se simulovanou barevnou vrstvou, a plochách reálného historického objektu deponovaného ve sbírkách FR UPa (náhrobek se zkrakelovanou barevnou vrstvou).

## 9.1 Vzhled a charakter filmů adheziv – subjektivní hodnocení

Hodnocení zahrnovalo popis základních optických vlastností filmů adheziv – vzhledu filmů, jejich barvy a charakteru (hodnocení lesku, matu, homogenity). Subjektivně byly na filmech také hodnoceny mechanické vlastnosti, zejména pevnost/křehkost, elasticita při zatížení v tahu, jež byl vyvolán ručně, mírným zatížením filmu tahem. Hodnocení bylo provedeno na filmech připravených dle popisu, který uvádí kapitola 8. (Obr. 4).

## 9.2 Mechanické vlastnosti filmů adheziv

Stanovení mechanických vlastností samotných adheziv slouží pro posouzení vlastností samotného filmu adheziva a k hodnocení jeho chování v adhezivní vrstvě mezi podkladem a krakelou. Z mechanických vlastností provedených na filmech adheziv byly stanoveny pevnost v tahu, elasticita a tažnost, jejichž stanovení bylo provedeno dle postupu, který popisuje norma ASTM D1708-10. Měření bylo provedeno na vzorcích o tvaru „psí kosti“, které byly vytnuty z připravených filmů. Velikost vzorků byla: délka 50 mm, šířka tělesa v místě zúžení 5 mm, s tloušťkou filmu individuální u každého vzorku dle tloušťky dodaného filmu připraveného shodně z 20 % (v případě Tylosy byla použita koncentrace 2 hm. %, u Funori užitá ve směsi s vyzinou, Funori byl naředěn na koncentraci 1,25 %, vyzina na koncentraci 5 %, z důvodů, jež uvádí kapitola 8. Upínací délka čelistí byla celkem 22 mm. Měření bylo provedeno na trhacím stroji s pneumatickými čelistmi Instron 500R zatížením rychlostí 10 mm/min, s měřicí hlavou 1kN. Výsledné hodnoty byly stanoveny jako průměrné hodnoty z 5 vzorků od každého typu adheziva.<sup>142</sup>

---

<sup>142</sup> Měření provedl Ing. Luboš Prokůpek, PhD., z Fakulty chemické technologie, Oddělení syntetických polymerů, vláken a textilní chemie, Univerzity Pardubice.



### 9.3 Měření teploty skelného přechodu

Teplota skelného přechodu polymerů je důležitou charakteristikou makromolekulárních látek z pohledu jejich aplikace a vlastností v reálných podmínkách. Jedná se o teplotu, při níž polymer přechází ze skelného do tzv. kaučukovitého stavu, což je doprovázeno změnou jeho mechanických vlastností, zejména elasticity nebo deformace, příp. tokových vlastností. Pro adheziva nelze jednoznačně říci, v jakém stavu má polymer ideálně být; tuhý spoj bude lépe vyhovovat, pokud chceme dosáhnout pevného stabilního spoje, který se nedeformuje. Naopak mírně elastické chování je výhodnější v případě, že chceme dosáhnout spojení elastické, které lépe reaguje například na změny podmínek nebo rozpínání či deformaci změn materiálů.

Hodnoty teplot skelného přechodu byly získány z technických listů produktů. Po porovnání s daty s literaturou však bylo zjištěno, že hodnoty u polymerů se mohou značně lišit. Z těchto důvodů byly pro polymery užití v této studii hodnoty skelného přechodu částečně revidovány. Měření bylo provedeno ve spolupráci s Laboratoří termické analýzy VŠCHT, Ing. Jakubem Havlínem, na přístroji DSC131 (Fa Setaram) v dynamické atmosféře dusíku v teplotním rozsahu -20 až 150 °C, rychlostí ohřevu 10 K/min. Chlazení bylo provedeno pomocí kompresorového chladicího oběhu. Tg bylo vyhodnoceno jako polovina z lineární části endotermické změny (max. derivace tepelného toku).

### 9.4 Charakterizace skladby adheziv - Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací

Složení adheziv bylo zjištěno pomocí FTIR spektroskopie (Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací). Měření bylo provedeno pomocí FTIR spektrometru s Fourierovou transformací Nicolet 380 s ATR analýzou, spektra byla naměřena v intervalu vlnočtů 400–4000  $\text{cm}^{-1}$ , při rozlišení 4  $\text{cm}^{-1}$ . Analytickým výstupem měření je infračervené spektrum.

Infračervená spektrometrie je analytická technika určená především k identifikaci a strukturní charakterizaci organických sloučenin, v menší míře

se využívá také při studiu anorganických látek. Metoda slouží převážně pro analýzu pojiv, laků, filmů, fixativ nebo adheziv, dále potom anorganických solí nebo pigmentů. Využívá se také ke sledování změn materiálů vlivem degradace. U jednoduchých čistých látek je pravděpodobná velmi dobrá čitelnost spektra a přesná identifikace. U směsí je možné identifikovat více látek najednou, analýza je však mnohem složitější a v některých případech není možné získat uspokojivý a přesný výsledek.

Měření bylo provedeno na filmech adheziv na spektrometru **Nicolet 380**, který je vybaven tzv. zinkselenidovým (SeZn) krystalem pro měření technikou zeslabeného úplného odrazu (ATR, Attenuated Total Reflection). Spektra sloužila pro bližší charakterizaci pojiv a případné budoucí srovnání se stárnutými vzorky. Z těchto důvodů nejsou spektra nijak diskutována a jsou součástí obrazové přílohy.

## 9.5 Aplikace adheziv – volba koncentrace a aplikačních podmínek

Testování aplikace bylo provedeno na laboratorních vzorcích hornin, kam byl fixován soubor uměle připravených krakel (Obr. 8). Krakely byly rozmístěny na ploše podložky a pomocí adheziv byly provedeny zkoušky fixace nejprve samotným adhezivem v základní koncentraci 20 %, poté se změněnými podmínkami s cílem popsat optimální podmínky pro aplikaci jednotlivých adheziv.

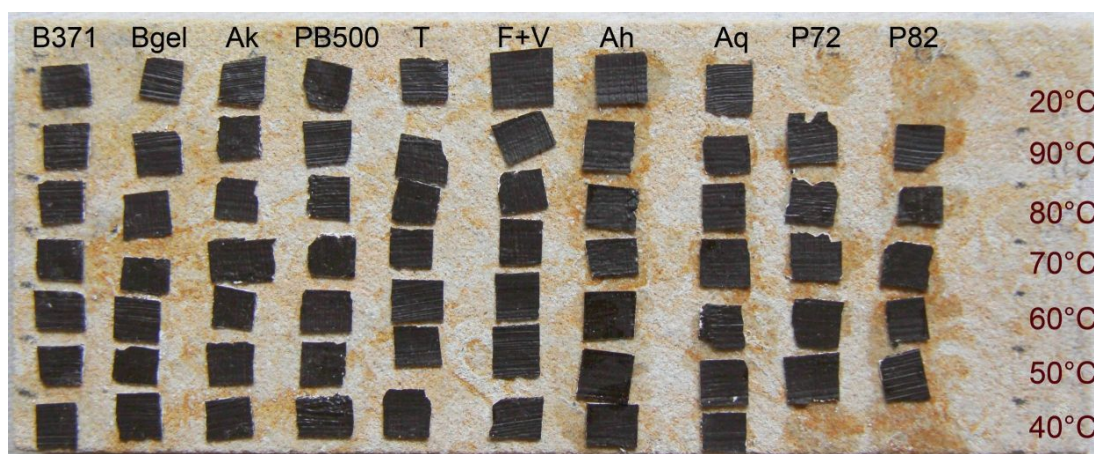


Obr. 8 Zažehlování umělých krakel přes melinexovou fólii tepelnou špachtlí s regulovaným ohřevem.

V rámci aplikačních zkoušek byly studovány:

- **Vliv teploty aktivace:** teplota hraje důležitou roli při aktivaci adheziva, ale zároveň má vliv na tepelnou degradaci barevné vrstvy. Obecně je cílem zajištění snaha docílit aktivaci adheziva i jeho zažehlení při nejnižší možné teplotě a za nejkratší možnou dobu. Při použití tepelné špachtle je nutné upozornit, že udávaná teplota tepelné špachtle (hodnota na displeji) se mírně odlišuje od teplot na zažehovaném povrchu. Její skutečná hodnota závisí na mnoha podmínkách, jako je stáří a síla krakely, okolní teplota, síla zažehlovacího papíru nebo fólie, atd.

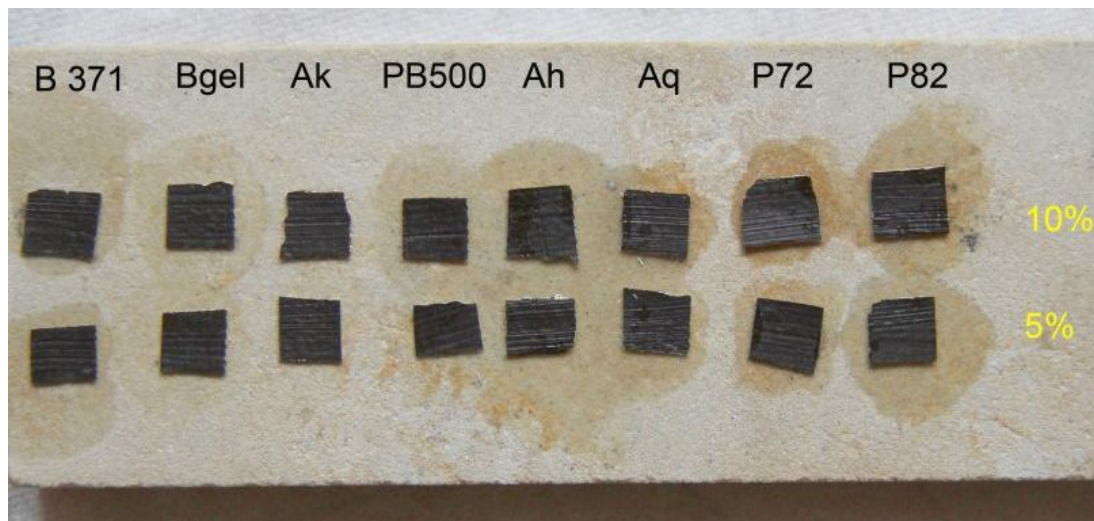
U vzorků byl testován účinek adheziv v intervalu teplot 40–90 °C a bez tepelné aktivace (20 °C). Regulace teploty byla možná pomocí tepelné špachtle s regulovaným ohřevem (Obr.9).



Obr. 9 Zkoušky fixace adheziv při různých teplotách aktivace. 20 °C označuje tzv. studené zažehlování bez podpoření aktivace zvýšenou teplotou.

- **Změna koncentrace:** 20 % koncentrace prostředků je ideální z pohledu dostatečné síly lepení. Cílem restaurování však je vždy minimalizovat množství opravného materiálu, který dodáváme do originálu. Z tohoto hlediska byla všechna adheziva také testována ve snížené koncentraci 5 a 10 hm. % (Obr. 10). S aplikací fixačních prostředků souvisí i změna barevnosti substrátu i fixované barevné vrstvy, která byla při aplikaci různě koncentrovaných prostředků také sledována. Otázka také je, jak ovlivňuje koncentrace penetraci do podkladu a jeho zpevnění. U vyšších koncentrací lze předpokládat, že adhezivum nebude příliš penetrovat do hloubky a zůstane více na povrchu v místě spoje. U ředěných prostředků se vpravuje méně

konsolidantu, avšak ten často, spíše než v místě lepeného spoje, pronikne do materiálu a k připevnění barevné vrstvy nedojde.



Obr. 10 Zkoušky fixace adheziv ve snížené koncentraci 5 a 10 hm. % aktivace tepelnou špachtlí s regulovaným ohřevem.

- **Vliv snížení nasákavosti podkladu provedením penetrace:** u nasákových podkladů byl testován účinek penetrace, který má snížit nasákavost podkladu a zvýšit propojení adhezivní vrstvy s minerálním substrátem. V tomto případě byla penetrace provedena aplikací prostředků o stejné koncentraci jeho celoplošnou aplikací pod krakely. Po jejím zaschnutí byla provedena fixace barevné vrstvy prostředkem aplikovaným pod jednotlivé krakely injekční stříkačkou a zažehlením. U Tylosy a Aquazolu byla z důvodu vysoké koncentrace samotného adheziva provedena penetrace aplikací ethanolové vody připravené smícháním ethanolu s vodou v obj. poměru 1:1.

- **Vliv dalších podmínek:** v případě Tylosy a Funori s Vyzinou byly také provedeny zkoušky fixace zvlhčovačem vzduchu s parním skalpelem – značeno U/P, v dolní polovině laboratorního vzorku horniny (parní zvlhčovač Family Care, fa Lanaform<sup>143</sup>; RTC 4, fa Ceiba<sup>144</sup>)

<sup>143</sup> Zvlhčovač vzduchu používá vysokofrekvenční ultrazvukový oscilátor pro dávkování malých kapiček vody (mlžiny) o průměru 1 až 5 µm. Ventilací systém rozptyluje vodu ve formě studené páry. (uživatelská příručka)



## 9.6 Přídržnost adheziv – subjektivní hodnocení

Přídržnost byla hodnocena subjektivně na vzorcích hornin se souborem krakel připravených v laboratoři. U adheziv byl popsán jejich lepivý účinek v závislosti na aplikované koncentraci prostředku a podmínkách, které se v závislosti na dosaženém výsledku proměňovaly (viz kapitola 9.5).

Hodnocení bylo provedeno na stupnici 1–5, kde 1 odpovídá výborné přídržnosti dosažené po aplikaci adheziva, naopak stupněm 5 je hodnocena přídržnost nedostačující, kterou nebylo možné zajistit ani při opakované aplikaci adheziva. Hodnocení bylo zahrnuto do tabulky s aplikačními vlastnostmi adheziv (Tab. 5, v kapitole 10.4.1)

## 9.7 Odolnost vůči zatížení vlhkostí

Odolnost vůči zatížení vlhkostí byla hodnocena subjektivně na dvou filmech od každého adheziva, které byly umístěny do klimakomory (Obr. 11) s konstantní zvýšenou relativní vlhkostí simulující extrémní interiérové podmínky. Ty mohou nastat v prostředí s neřízeným klimatem jako je například prostředí kostelů, neudržovaných interiérů nebo i depozitářů (viz kapitola 2). V klimakomoře byla nastavena vyšší relativní vzdušná vlhkost, která kolísala v rozmezí 65–85%. Ta byla udržována pomocí nasyceného roztoku  $\text{KNO}_3$ . Filmy byly v tomto prostředí ponechány 28 dní a v průběhu byly pozorovány a foceny v intervalu po 24 hodinách, po 1, 2, 3 a 4 týdnech. Sledovala se změna vzhledu, barvy, deformace, případně odolnost vůči ataku biologických organismů.<sup>145</sup>

Spíše zajímavostí než experimentem jsou výsledky testů odolnosti, které proběhly po expozici v kontrolovaných podmínkách expozice. I když neprobíhaly dle definovaných podmínek, mají zajímavé výsledky, o nichž se domníváme, že by měly být také ve výsledcích zmíněny, neboť představují krajní variantu podmínek, které v reálu mohou nastat. Po ukončení testování byly filmy ponechány

---

<sup>144</sup> Parní skalpel je podobné zařízení jako ultrazvukový zvlhčovač vzduchu, který vytváří proud vodní mlhy ohřáté z teploty okolí na +95 °C. Teplota mlhy je zobrazena digitálně a je udržována na požadované úrovni. (uživatelská příručka)

<sup>145</sup> Po ukončení testování se v klimakomoře zvýšila teplota a došlo k roztečení a k bionapadení některých adheziv.

v klimakomoře, která byla přemístěna do nekontrolovaných podmínek se zvýšenou teplotou (letní měsíce). Zde se výrazně změnilo klima (venkovní teplota v červenci 2015 dosahovala až 40°C ve stínu, došlo k nárůstu vzdušné vlhkosti – skleníkový efekt), což mělo velký vliv na degradaci testovaných filmů.



Obr. 11 Filmy jednotlivých adheziv uložených v klimakomoře se zvýšenou relativní vlhkostí.

## 9.8 Zkoušky in-situ

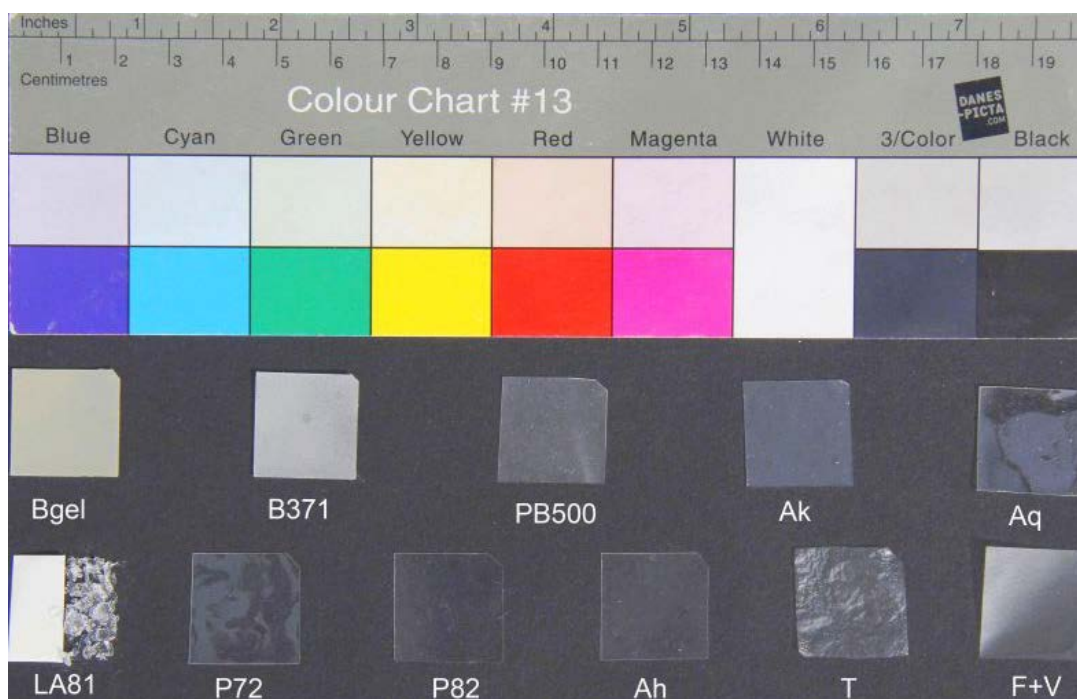
Na základě provedených zkoušek a pozorování v laboratoři byly provedeny zkoušky v reálných podmínkách na bloku kamene s poškozenou barevnou vrstvou (Obr. 26). Pro aplikaci bylo vybráno pouze několik prostředků, jež se v laboratorních testech osvědčily. Prostředky Beva, Acrylkleber 498 HV, Plextol B500 a Funori s vyzinou byly vybrány jako fixativa s nejlepšími aplikačními vlastnostmi i vyhovujícími mechanickými charakteristikami. Paraloid B82 je uspokojivý, i když je v mnoha ohledech problematický, ale přesto byl zařazen pro porovnání, neboť se jedná o prostředek, s nímž je v praxi dlouhodobá zkušenost. Prostředky byly aplikovány dle postupu, který byl stanoven na laboratorních vzorcích jako pro daný

system ideální, i když se ukázalo, že je v jejich aplikaci nutné provést určité změny, jež vplynuly z podmínek in-situ.

## 10. Výsledky

### 10.1 Vzhled a charakter filmů adheziv – subjektivní hodnocení

Vzhled a charakter filmů studovaných adheziv je přehledně popsán v Tab. 3 a ilustrován na Obr. 12



Obr. 12 Filmy testovaných adheziv s charakteristickými optickými vlastnostmi. Zleva nahoře Beva Gel (Bgel), Beva 371 (B371), Plextol B 500 (PB500), Acrykleber 498 HV (Ak), Aquazol 500 (Aq). Zleva dole Laropal A81 (LA81), Paraloid B72 (P72), Paraloid B82 (P82), Acrylharz P 550–40% Glanz (Ah), Tylose MH 6000 (T), Funori užitá ve směsi s vyžinou (F+V).

Filmy většiny adheziv jsou bezbarvé a transparentní, což je dobrý předpoklad pro jejich užití na barevnou vrstvu, neboť prostředek v případě prosycení barevné vrstvy nezmění její barevný tón. Důležité však je i hodnocení dalších optických vlastností, zejména lesku, resp. matu filmů. Při aplikaci adheziv by mohlo dojít k migraci adheziva k povrchu nebo kontaminaci a změně charakteru barevné vrstvy. Z tohoto hlediska by mohla být problematická zejména vysoce lesklá adheziva – Paraloid B72 a B82, Aquazol 500 a Acrylharz P 550 40%, což se potvrdilo také při praktických zkouškách aplikace (kapitola 10.4). Nejmenší barevné změny



při praktických zkouškách na vzorcích hornin se soustavou krakel i bloku kamene (kapitola 10.7) nastaly např. u Acrylkleberu 498 HV, neznatelné pak u Tylose MH 6000 a Funori užití ve směsi s vyzinou, což odpovídá výsledkům pololeských a matných filmů.

Filmy Acrylkleberu 498 HV a Plextolu B 500 byly mírně lepivé a elastické, což souvisí s tzv. teplotou skelného přechodu (viz kapitola 10.3).

Zcela zvláštní chování vykazoval prostředek Aquazol, u kterého se projevila vysoká citlivost na vlhkost, která se projevila při manipulaci. Při subjektivním zkoušení pevnosti a tažnosti filmů se film ve velmi krátké době rozpouštěl a měkl.

Subjektivně hodnocená pevnost filmů, která je mírou adheze ve spoji, je u všech prostředků, s výjimkou Laropalu A81, vysoká.

Adheziva by měla v ideálním případě splňovat také trvalou nebo alespoň částečnou pružnost, která by vyrovnávala vzniklá napětí v barevné vrstvě i podkladu. Nejvyšší pružnost při subjektivním posouzení (ručně provedené namáhání filmů v tahu) měli Akrylkleber 498 HV a Plextol B 500, omezenou pružnost mají Aquazol 500, Beva 371 a Acrylharz P 550, které se natahují pouze do určité míry a v určitém okamžiku nastává jejich poškození přetržením. Křehkost filmů je nejvyšší u Paraloidu B72 a B82, Beva Gelu a zejména Laropalu A81, který byl z důvodu extrémní křehkosti vyřazen z testovaných prostředků.

Uvedené mechanické vlastnosti nebyly studovány na stárnutých filmech, i když by tyto údaje lépe reflektovaly vlastnosti adheziv exponovaných po určitou dobu v reálných podmínkách.

Jedním z negativ, které je nutné při hodnocení zmínit, je výrazné smrštění filmu připraveného z prostředku Beva 371, které bylo pozorované po zaschnutí filmů v nerezové formě. Tuto vlastnost nelze jednoznačně vysvětlit, ale dle použití tohoto prostředku na lepení krakel je tato vlastnost jednoznačně nežádoucí. Účinkem smrštění adheziva po aplikaci může dojít k namáhání barevné vrstvy, což může podporovat její poškození, příp. ovlivnit kvalitu spojení mezi podkladem a barevnou vrstvou.

| Název<br>(zkratky užívané v<br>testování) | Barva         | Vzhled                                    | Pevnost        | Pružnost | Křehkost |
|---|---------------|---|----------------|----------|----------|
| Paraloid B 72<br>(P72)                    | bezbarvý      | transparentní, lesklý                     | +              | -        | +        |
| Paraloid B 82<br>(P82)                    | bezbarvý      | transparentní, lesklý                     | +              | -        | +        |
| Aquazol 500<br>(Aq)**                     | bezbarvý      | transparentní, lesklý                     | +              | omezeně  | -        |
| Acrykleber 498<br>HV (Ak)                 | bezbarvý      | transparentní, pololesklý                 | +              | +        | -        |
| Plextol B 500<br>(PB500)                  | bezbarvý      | transparentní, matný                      | +              | +        | -        |
| Laropal A81*<br>(LA81)                    | bezbarvý      | transparentní, lesklý                     | nelze<br>určit | -        | +        |
| Beva Gel (Bgel)                           | světle okrový | pololesklý s malými pevnými<br>částicemi  | +              | -        | +        |
| Beva 371 (B371)                           | bezbarvý      | částečně transparentní, matný             | +              | omezeně  | -        |
| Acrylharz P 550<br>40% Glanz (Ah)         | bezbarvý      | transparentní, lesklý                     | +              | omezeně  | -        |
| Tylóse MH 6000<br>(T)                     | bezbarvý      | transparentní, matný,<br>s nehomogenitami | +              | -        | -        |
| Funori + vyzina<br>(F+V)                  | bezbarvý      | transparentní, matný                      | +              | -        | -        |

*Pozn.:* \* Laropal A 81 nebylo možné vyhodnotit, film byl příliš křehký a nebylo možné film neporušeně oddělit od podložky. \*\* Aquazol 500 je vysoce hydrofobický a rozpustný. + označuje pozitivní hodnocení dané charakteristiky, naopak - negativní.

Tab. 3: Vzhled a charakter filmů testovaných adheziv. Uvedené mechanické vlastnosti (pevnost, pružnost a křehkost) byly hodnoceny subjektivně.

## 10.2 Mechanické vlastnosti filmů adheziv

Mechanické charakteristiky filmů připravených z adheziv jsou uvedeny v Tab. 4. Z nich vyplývá nejnižší pevnost prostředků Plextol B 500, Tylose MH 6000, která je však relativně elastická při zatížení tahem. Subjektivní posouzení pevnosti filmů se shoduje s výsledky naměřené pro Beva Gel a Acrykleber 498 HV, u kterých byla naměřena vysoká pevnost v tahu. Pro Beva Gel je charakteristická

také vysoká pružnost filmů, která je mnohonásobně vyšší než hodnoty modulu pružnosti naměřené u adheziva Acrylkleber. Překvapením je neporovnatelně vysoká pevnost filmů směsi Funori a vyziny, která zajišťuje vysokou pevnost spoje (10x vyšší pevnosti oproti ostatním prostředkům); výhodou je i vysoká elasticita, která znamená, že film je vysoce pružný při zatížení tahem. Z pohledu tažnosti, která vyjadřuje míru prodloužení (deformace) filmu ve směru tahu, je většina testovaných prostředků vysoce tažná. Nižší tažnost (deformace), která není u adheziv na závadu, byla zjištěna u prostředků Beva, Funori ve směsi s vyzinou a Tylose MH 6000.

| Prostředek         | Mez pevnosti<br>v tahu<br>(MPa) | Tažnost<br>(%) | Modul pružnosti<br>v tahu<br>(MPa) |
|--------------------|---------------------------------|----------------|------------------------------------|
| Tylosa MH 6000     | 1,8±0,1                         | 3,3±0,2        | 73,7±5,2                           |
| Funori+Vyzina      | 58,5±5,9                        | 2,5±0,4        | 2702,1±311,4                       |
| Beva 371           | 4,3±0,3                         | 22,8±2,6       | 60,9±6,2                           |
| Beva Gel           | 6,8±1,0                         | 4,2±0,7        | 430,9±53,9                         |
| Plextol B 500      | 1,0±0,1                         | 274,5±2,0      | 0,3±0,0                            |
| Acrylkleber 498 HV | 5,9±0,6                         | 363,0±38,7     | 1,7±0,3                            |
| Acrylharz P 550    | 2,7±0,4                         | 359,3±21,0     | 13,9±1,9                           |
| Paraloid B72       | 4,3±0,7                         | 206,9±34,9     | 53,6±0,6                           |
| Paraloid B82       | 2,9±0,7                         | 372,6±59,5     | 1,1±0,0                            |
| Aquazol 500        | 7,5±1,1                         | 341,8±59,2     | 2,4±0,3                            |

Tab. 4: Mechanické charakteristiky filmů testovaných adheziv – pevnost v tahu, tažnost a elasticita (modul pružnosti v tahu). Stanoveno v souladu s normou ASTM D1708-10.

### 10.3 Měření teploty skelného přechodu

Teplota skelného přechodu je teplota, při níž polymer přechází ze skelného do tzv. kaučukovitého stavu, což je doprovázeno změnou jeho mechanických vlastností, zejména elasticity nebo deformace, příp. tokových vlastností. Pro adheziva nelze jednoznačně říci, v jakém stavu má polymer ideálně být; tuhý spoj bude lépe vyhovovat, pokud chceme dosáhnout pevného stabilního spoje, který se nedeformuje. Naopak mírně elastické chování je výhodnější v případě, že chceme dosáhnout spojení elastické, které lépe reaguje například na změny podmínek nebo změn materiálů. Jestliže se teplota skelného přechodu pohybuje okolo normálních teplot, znamená to, že se vlastnosti takového polymeru mohou skokově měnit – ze skelného do kaučukovitého stavu a naopak.

Výsledky teploty skelného přechodu polymerů jsou uvedeny v Tab. 1. Mezi hodnotami se vyskytují značné rozdíly od 6 do 131,8, dokonce ale i v rámci jednoho prostředku (např. prostředek Acrylkleber 498 HV).

Z hodnot vyplývá, že za běžných podmínek jsou kaučukovité (tažné, lepidivé, elastické) prostředky Beva 371, Plextol B 500 a Acrylkleber 498 HV. Za mírně zvýšené, ale stále reálné, běžné podmínky lze považovat i teplotu mezi 25–35 °C. Za těchto podmínek se tedy těmito vlastnostmi mohou vyznačovat i polymery Paraloid B72 a Paraloid B82.

### 10.4 Aplikace adheziv – volba koncentrace a aplikačních podmínek

Při zkouškách s aplikačními podmínkami se prokázalo, že účinek adheziva závisí na několika okolnostech:

Zejména je to **typ a složení adheziva**, které je určující pro stanovení podmínek lepení. Zásadně rozdílné je chování skupiny testovaných syntetických a přírodních polymerů. Prostředky na syntetické bázi se poměrně snadno aplikují a lepicí účinek vzniká po odpaření ředidla (vody nebo rozpouštědla). Z tohoto hlediska je možné již po první aplikaci upevnit krakely pomocí prostředků Beva Gel, Acrylkleber 498HV a Plextol B500, jejichž dobrý účinek byl pozorován již za normální teploty



bez tepelné aktivace. U ostatních prostředků je nutné při takovém typu použití vpravit větší množství prostředku pro dobrou přidrženost (pozorované zejména u prostředku Acrylharz P 550, Aquazol 500), v jehož důsledku může dojít k výrazným barevným změnám i zvýšené kontaminaci substrátu nebo barevné vrstvy adhezivem. Tento problém lze částečně vyřešit použitím tepelné špachtle; v důsledku teploty dojde k aktivaci aplikovaného adheziva a jeho množství se tak vzhledem k dosaženému účinku nemusí zvyšovat.

**Teplota** - minimální teplotu pro aktivaci nelze jednoznačně stanovit vzhledem k dosaženému účinku prostředků pozorované za pokojové teploty. Subjektivním hodnocením však teplota nad 50 °C zajistí rychlejší účinek pro všechna adheziva a mechanické přitlačení špachtlí vyrovná případné nerovnosti na povrchu barevné vrstvy a zajistí homogenní účinek adheziva v celé ploše krakely. Maximálně by teplota neměla překročit 65 °C pro proteinové materiály obsažené v barevné vrstvě nebo adhezivu. U olejových pojiv není vliv vyšší teploty autorům prozatím znám. Obecně však platí, že starší zesíťované olejové filmy mohou odolávat vyšším teplotám než olejové filmy relativně mladé.

**Roztoky versus disperze** - ze skupiny syntetických látek lze ještě vyzorovat odlišné chování vodných disperzí a roztoků v organických rozpouštědlech, zejména těch systémů obsahujících toluen nebo jiná nepolární rozpouštědla (Beva 371, Acrylharz P550 a Paraloid B72 a B82). Zásadní rozdíl spočívá v době odpaření rozpouštědla a možnosti provedení úspěšného zažehlení, které je v uvedených případech ne zcela dobře zaznamatelné (trvá až několik hodin, příp. dní). Pokud je zažehlení provedeno ve fázi, kdy je rozpouštědlo stále přítomné ve vrstvě adheziva, musí se zažehlení většinou opakovat, neboť se krakely po zažehlení opětovně deformují nebo spoj není dostatečný. Tento fenomén byl pozorován zejména u Paraloidů, které jsou v praxi často používány pro zajištění polychromie na kámen. Nepředvídatelnost v chování těchto adheziv při aplikaci, i nutnost opakování aplikace prostředku neúměrně prodlužují zásah na objektu a z tohoto hlediska je nutné jejich použití vždy zvážit, zvláště v interiéru, kde lze tento typ prostředku nahradit jinými prostředky s lepšími aplikačními vlastnostmi i účinkem.

Jejich nesporná výhoda ale spočívá ve vysoké stabilitě v exteriérových podmínkách, díky kterým nemají konkurenci.

**Původ adheziv** - při práci s přírodními polymery se postupuje odlišným způsobem, který je dán vlastnostmi samotných adheziv, zejména chemickým složením. V obou případech studovaných přírodních adheziv (Tylose MH 6000 a Funori užití ve směsi s vyzinou) se nejedná o termoplasty, účinkem teploty dochází v obou případech k fázovým přechodům (měknutí i tavení), avšak bez výrazného účinku na lepicí schopnosti. U směsi Funori a vyziny je důležitá teplota tání, která dle naměřených výsledků leží mírně nad 60 °C. Tylose MH 6000 se v roztoku za normální teploty vyznačuje lepicí schopností a není třeba ji tepelně aktivovat, příp. rozpouštět za vyšší teploty. V případě směsi Funori s vyzinou musíme aplikovat roztok zahřátý (vystačí teplota 40–50 °C), aby se obě materiálové složky dobře propojily. V tomto případě pak nemusí být použita jiná tepelná aktivace, horký roztok se vyznačuje dobrou penetrační schopností pod krakely a po jeho ochlazení dobrou adhezí a přídržností. K narovnání krakel lze použít tepelnou špachtli zahřátou na nízkou teplotu, vyvinutím slabého tlaku. Nevýhodou směsi Funori a vyziny je jednoznačně potřeba udržet tyto látky v průběhu aplikace stále zahřáté, aby se od sebe opět neoddělily. Limitem může být náročnost přípravy za běžných restaurátorských podmínek, následné uskladnění, nízká biologická odolnost roztoku, která vyžaduje uskladnění na čistém a chladném místě pouze po omezenou dobu.

#### *10.4.1 Aplikační vlastnosti adheziv*

Vyhodnocení aplikačních vlastností adheziv, které bylo pozorováno při fixování souboru uměle připravených krakel na laboratorních vzorcích hornin, bylo shrnuto do tabulky (Tab. 5) i se subjektivním hodnocením přídržnosti adheziv. Podrobnější popis aplikačních vlastností na jednotlivé prostředky je zařazen níže. U výsledků aplikačních vlastností jsou vždy ke každému adhezivu vloženy dva obrázky dokumentující stav zažehlených krakel v přímém a bočním pohledu (směru), jsou to: Obr. 13 a, b/ Obr. 14 a,b/ Obr. 15 a,b/Obr. 16 a,b/ Obr. 17 a,b/ Obr. 18 a,b/ Obr. 19 a,b/ Obr. 20 a,b/ Obr. 21a,b/ Obr. 22 a, b.

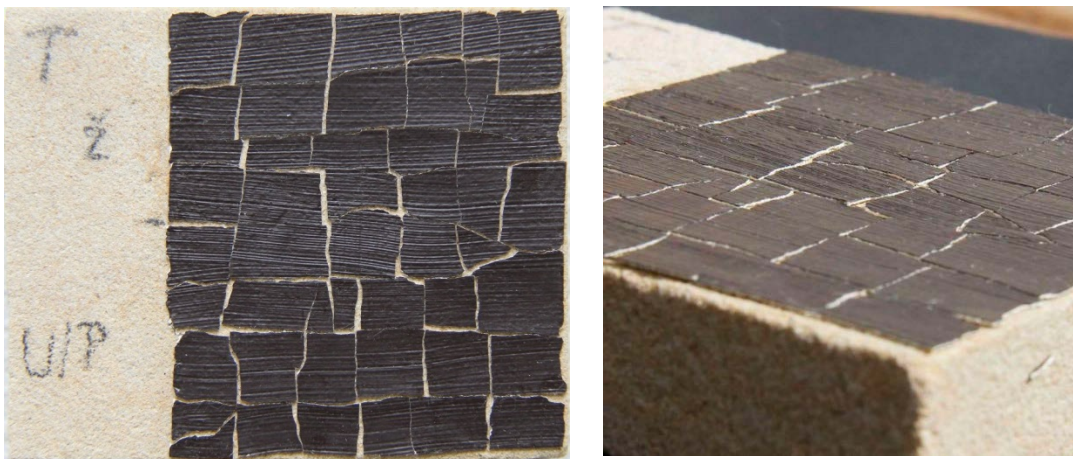
| Prostředek        | Testovaná koncentrace (%) | Výsledná doporučená koncentrace (%) | Teplota (°C) aktiv.t podle tech. listu) | Orientáč. doba aktivace | Hodnocení „uživatelského“ komfortu * | hodnocení přídržnosti, pevnosti * |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Tylosa MH 6000    | 2                         | 2                                   | 50–60                                   | desítky minut           | 2                                    | 2                                 |
| Funori+vyzina     | 1,25 + 5                  | 1,25+5                              | 45–55 (F:40–45)                         | desítky minut           | 1                                    | 1                                 |
| Beva 371          | 20                        | 10                                  | 65–75 (62–65)                           | 1den                    | 2                                    | 1                                 |
| Beva Gel          | 20                        | 5                                   | 60–70 (66–70)                           | desítky minut           | 1                                    | 1**                               |
| Plextol B 500     | 20                        | 5–10                                | 60–70                                   | desítky minut           | 1,5                                  | 1                                 |
| Acrykleber 498 HV | 20                        | 5                                   | 60–70 (68–75)                           | desítky minut           | 1                                    | 1                                 |
| Acrylharz P 550   | 20                        | 10                                  | 70–80                                   | 1–2dny                  | 3                                    | 2–3                               |
| Paraloid B72      | 20                        | 10                                  | 70–80 (70–75)                           | 1den                    | 3                                    | 2–3                               |
| Paraloid B82      | 20                        | 10                                  | 70–80                                   | 1den                    | 3                                    | 2–3                               |
| Aquazol 500       | 20                        | 10                                  | 60–70 (55)                              | desítky minut           | 4                                    | 4                                 |

Pozn.- Udávaná doba aktivace, doporučená koncentrace adheziva a teplota tepelné špachtle je orientační, neboť se v praxi odvíjí od aktuální situace jako je např.: druh rozpouštědla, velikosti odpařovací plochy, okolní teplota, stáří a síla krakely, gramáž zažehlovacího papíru nebo fólie, nasákavost podkladu atd.

Pozn.\* - Škála hodnocení zkoumané charakteristiky byla provedena na stupnici 1–5, kde 1 – výborně, 5 – nedostačující

Pozn.\*\* nejpevnější spoj mezi testovanými adhezivy

Tab.5: Aplikační podmínky adheziv.

**Tylose MH 6000 (T)**

Z důvodu vysoké koncentrace samotného adheziva (2 %) byla provedena penetrace aplikací ethanolové vody připravené smícháním ethanolu s vodou v obj. poměru 1:1. Aplikace je příjemná a snadná (vodou ředitelný systém), manipulace bezproblémová. Krakela se adhezivem naměkčí, je dobře tvárná, změkčená zůstává několik desítek minut (30 a více minut) než se odpaří rozpouštědlo. Tylose MH 6000 není termoplast, v roztoku se za normální teploty vyznačuje vysokou lepicí schopností a není třeba ji tepelně aktivovat, příp. rozpouštět za vyšší teploty. Účinek teploty byl i přes tyto poznatky odzkoušen; vlivem teploty nedochází k výraznému účinku na lepicí schopnosti, přesto lze použít tepelnou špachtli zahřátou na nízkou teplotu, vyvinutím slabého tlaku k narovnání krakel (při teplotě 40–50°C). V případě Tylosy by nemělo dojít k zahřátí na vyšší teplotu – ztrácí lepivost. Přilepení bylo částečně úspěšné už při první aplikaci adheziva. U nedostatečného přichycení je nutné aplikaci lokálně opakovat. Upevňování krakel je také možné pomocí zvlhčovače vzduchu s parním skalpelem (v dolní polovině vzorku značeno U/P). Spoj je po aplikaci Tylosou křehký. Pro upevňování barevné vrstvy na kamenný substrát není Tylosa MH 6000 vyloučená, i když nemá takovou lepicí sílu, což koreluje i s výsledky mechanických vlastností, které byly jedny z nejhorších. Restaurátoři, ale také poukazují na fakt, že má Tylosa horší objemovou stálost a hůře reaguje na změny, které nastávají při namáhání.



**Funori užití ve směsi s vyzinou (F+V)**

Aplikace je příjemná a snadná (vodou ředitelný systém), manipulace bezproblémová. Krakela se adhezivem naměkčí, je dobře tvárná, změkčená zůstává několik desítek minut (30 a více minut) než se odpaří rozpouštědlo. Nejedná se o termoplast a účinkem teploty nedochází k výraznému účinku na lepicí schopnosti. V případě směsi Funori s vyzinou musíme aplikovat roztok zahřátý (vystačí teplota 40–50 °C), aby se obě materiálové složky dobře propojily. V tomto případě pak nemusí být použita jiná tepelná aktivace, horký roztok se vyznačuje dobrou penetrační schopností pod krakely a po jeho ochlazení velmi dobrou adhezí a přídržností. K narovnání krakel lze použít tepelnou špachtli zahřátou na nízkou teplotu s vyvinutím slabého tlaku. Přilepení bylo úspěšné už při první aplikaci adheziva, spoj je pevný. Z přírodních materiálů má velmi rychlou a dobrou přídržnost. U nedostatečného přichycení je nutné aplikaci lokálně opakovat. Úspěšné připevňování krakel je také možné pomocí zvlhčovače vzduchu s parním skalpelem (v dolní polovině vzorku značeno U/P). Nevýhodou směsi Funori a vyziny je jednoznačně potřeba udržet tyto látky v průběhu aplikace stále zahřáté, aby se od sebe opět neoddělily. Limitem může být náročnost přípravy za běžných podmínek restaurátora, následné uskladnění, nízká biologická odolnost roztoku, která vyžaduje uskladnění na čistém a chladném místě pouze po omezenou dobu.

Prostředek je možné doporučit pro upevňování barevné vrstvy na kamenném substrátu, překvapením je, že tato směs není používána ani do interiéru, kde by mohla najít uplatnění, pokud by zde byly podmínky klimatu udržované. Tato směs má nejmenší vliv na změnu barevnosti zažehlované vrstvy. Pro aplikaci je možné použité koncentrace Funori 1,25 % a vyziny 5 % (poměr 1:1, obj.).

**Beva 371 (B371)**

Aplikace je snadná, ale nepříjemná (ředitelný toluenem), přípravek po sobě zanechává mastný a voskový film. Je-li potřeba zvýšit hloubku penetrace, používá se teplý roztok. Po aplikaci je nutné **počkat přibližně 24 hodin, než dojde k odpaření rozpouštědla**. Doba odpaření rozpouštědla a následná možnost provedení úspěšného zažehlení, není ale zcela dobře zaznamenatelná (trvá až několik hodin, příp. dní). Pokud je zažehlení provedeno ve fázi, kdy je rozpouštědlo stále přítomné ve vrstvě adheziva, musí se zažehlení většinou opakovat, neboť se krakely po zažehlení opětovně deformují nebo spoj není dostatečný. Neúspěšné zažehlení nemůže ale nastat kvůli nedostatečné přítomnosti adheziva pod krakely z důvodu vsáknutí (penetrace), neboť film zůstává na povrchu a nevpíjí se do kamene. Beva 371 je termoplast a účinkem teploty dochází k výraznému účinku na lepící schopnosti. Tepelná aktivace se využívá po zaschnutí při teplotě 65–75°C. Přilepení bylo úspěšné částečně již při první aplikaci, lokálně je však nutné provést dodatečné dozpevnění. Adhezivum na povrchu vytváří viditelnou mezivrstvu a krakela jde velmi dobře a rychle přichytit po odpaření rozpouštědla. V případě nanesení na povrch barevné vrstvy se tvoří šedivý voskový povlak (možné snadno odstranit vhodným rozpouštědlem). Spoj je vysoce pevný. Vhodná koncentrace k upevnování barevné vrstvy na kamenný substrát je 10 %, nižší koncentrace mají nedostatečnou adhezivní schopnost nebo je nutné provádět opakovaná zpevnění.

### Beva Gel (Bgel)

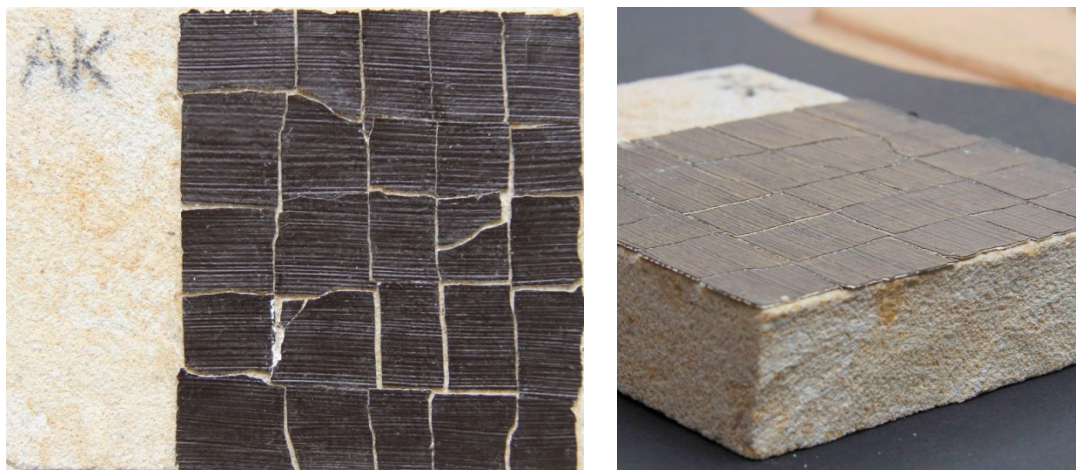


Aplikace je příjemná a snadná (vodou ředitelný systém), manipulace bezproblémová. Po nanesení roztoku pod krakelu dojde k naměkčení barevného souvrství a stává se dobře tvárnou. Po aplikaci je nutné počkat přibližně několik desítek minut, max. pár hodin (1/2 až 3 h), než dojde k odpaření rozpouštědla. Poté následuje zažehlení za zvýšené teploty 60–70 °C. Beva Gel je termoplast a účinkem teploty dochází k výraznému účinku na lepicí schopnosti. Velmi úspěšně lze použít tepelnou špachtli zahřátou i na nižší teplotu, kdy s vyvinutím slabého tlaku dochází k narovnání krakel. Již po první aplikaci je možné upevnit krakely velmi rychle a pevně. Beva Gel má nejpevnější spoj mezi testovanými adhezivy, což může být výhodou, ale v řadě aplikací i negativem. Rychlost i pevnost upevnění, snadná aplikace i příprava, je shodná jako u přípravků Acrylkleber 498 HV, což ho řadí mezi nejlépe hodnocená adheziva při zkouškách zažehlování. Velmi dobrý účinek lepidlosti byl také pozorován i za normální teploty bez tepelné aktivace. U nedostatečného přichycení je nutné aplikaci lokálně opakovat. Vhodná koncentrace při upevňování barevné vrstvy na kamenný substrát je 5 %.



**Plextol B 500 (PB500)**

Jedná se o vodu ředitelný systém (disperzi), polymer je termoplast, z čehož vyplývají příjemné aplikační podmínky, které jsou podobné s ostatními disperzemi. Adhezivum se vyznačuje dobrou, okamžitou i dlouhodobou přídržností, ve srovnání s ostatními disperzemi však prostředek vychází mírně hůře než u přípravků Beva Gel a Acrylkleber 498 HV. Výhodou prostředku je velmi dobrý lepidlý účinek i za normální teploty bez tepelné aktivace (vhodný jako „cold-lining“, viz kapitola 7). U nedostatečného přichycení je nutné aplikaci lokálně opakovat. Vhodná koncentrace při upevňování barevné vrstvy na kamenný substrát je 5–10 %.

**Acrykleber 498HV (Ak)**

Představuje systém s velmi podobným účinkem prostředku Plextol B 500. Aplikace je díky složení příjemná a snadná (vodou ředitelný systém), manipulace bezproblémová, zažehlední se provádí za zvýšené teploty, po odpaření vody. Acrykleber 498 HV je termoplast a vlivem teploty dochází k výraznému účinku na lepící schopnosti. Po zaschnutí se adhezivum aktivuje při teplotě 60–70 °C.<sup>146</sup> Velmi úspěšně lze použít tepelnou špachtli zahřátou i na nižší teplotu, kdy s vyvinutím slabého tlaku dochází k narovnání krakel. Rychlost i pevnost upevnění, snadná aplikace i příprava je shodná jako u přípravků Beva Gel, což ho řadí mezi nejlépe hodnocená adheziva při zkouškách zažehlování. Vyznačuje se dobrým okamžitým lepivým účinkem a lze ho využít i jako „cold-lining“ bez tepelné aktivace. U nedostatečného přichycení je nutné aplikaci lokálně opakovat nebo použít aktivaci zvýšenou teplotou. Vhodná koncentrace při upevňování barevné vrstvy na kamenný substrát je 5 %.

---

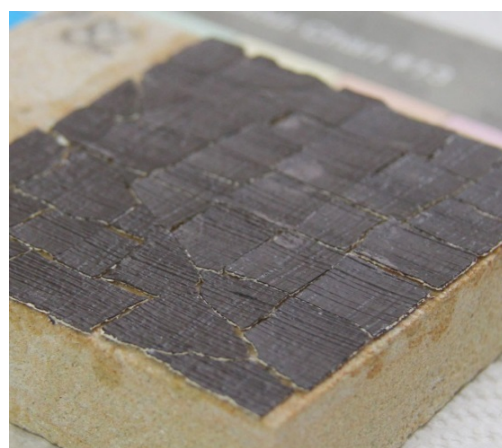
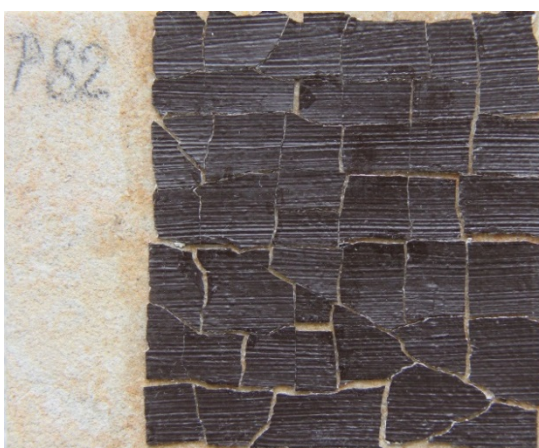
<sup>146</sup> Technický list uvádí aktivační teplotu 68–75 °C.



**Acrylharz P 550–40% Glanz (Ah)**

Aplikace prostředků je snadná, ale nepříjemná (ředěný white spiritem), přípravek po sobě zanechává lesklý film a dochází ke změnám barevnosti. Po aplikaci v normálních pokojových podmínkách je nutné **počkat přibližně 1 až 2 dny, než dojde k odpaření rozpouštědla**. Doba odpaření rozpouštědla a následná možnost provedení úspěšného zažehlení, není ale zcela dobře zaznamenanatelná (podle podmínek může trvat několik hodin, příp. dní). Pokud je zažehlení provedeno ve fázi, kdy je rozpouštědlo stále přítomné ve vrstvě adheziva, musí se zažehlení většinou opakovat, neboť se krakely po zažehlení opětovně deformují nebo spoj není dostatečný. Neúspěšné zažehlení může ale také nastat kvůli nedostatečné přítomnosti adheziva pod krakelami (z důvodu vsáknutí adheziva do substrátu). Po zaschnutí se adhezivum aktivuje při teplotě 70–80 °C. Přilepení je problematické, především proto, že i při 20% koncentraci je prostředek příliš nízkoviskozní, nezůstává na povrchu, ale vsakuje se do podkladu.

V našem případě se přilepení krakel podařilo po opakované aplikaci (více jak 2x), spoj je ale viditelně křehký (což příliš neodpovídá výsledkům mechanických měření, film polymeru je sice méně pevný, ale relativně tažný a elastický. Vzhledem ke komplikované aplikaci s nejistým výsledkem, vysokou penetrační schopností adheziva do porézního substrátu by bylo zajímavé odzkoušet prostředek pro méně porézní a nasáklivé typy povrchů. Možností jak řešit vysokou penetraci prostředku by mohlo být užití 20 % roztoku, avšak i tak je lepící účinek nejistý s možností, že spoj bude křehký a v tak vysoké koncentraci bude působit optické změny nebo uzavírat povrch kamene.

**Paraloid B72 (P72), Paraloid B82 (P82)**

Adheziva se užívají jako roztok ve směsi rozpouštědel toluenu a lihu (1:3), které patrně negativně ovlivňují aplikační vlastnosti adheziva. Samotná aplikace je snadná, ale nepříjemná z hlediska hygieny práce. Jedním z hlavních negativ je zanechání lesklého filmu a změna barevnosti krakel po aplikaci. Prostředek Paraloid B72 je velmi podobný prostředku Paraloid B82, jediné viditelné změny jsou ve viskozitě, kdy při 20% koncentraci je Paraloid B82 méně viskózní. **Po aplikaci v pokojových podmínkách je nutné počkat přibližně 1 den**, než dojde k odpaření rozpouštědla. Doba odpaření rozpouštědla a následná možnost provedení úspěšného zažehlení není ale zcela dobře zaznamatelná např. při jiných podmínkách, a může variovat v intervalu několika hodin, příp. dní. Pokud je zažehlení provedeno ve fázi, kdy je rozpouštědlo stále přítomné ve vrstvě adheziva, musí se zažehlení většinou opakovat, neboť se krakely po zažehlení opětovně deformují nebo spoj není

dostatečný. Neúspěšné zažehlení může ale také nastat, stejně jako již bylo popisováno u jiného roztoku Acrylharz, kvůli nedostatečné přítomnosti adheziva pod krakelami kvůli penetraci roztoku do substrátu. Po zaschnutí se adhezivum aktivuje při vyšší teplotě 70–80 °C oproti ostatním prostředkům.

U Paraloidů byly pozorovány stejně negativní jevy, jako u předešlého roztoku akrylátové pryskyřice Acrylharz. Přilepení bylo částečně úspěšné až při druhé aplikaci adheziva s nutností lokálního zajištění (první vrstva se vpjíjí, krakela nedrží, druhá vrstva vytváří již částečně mezivrstvu, krakela zůstává dlouho „živá“, přilepení problematické z důvodu ne zcela zaznamenaného času zažehlení.<sup>147</sup> Spoj je středně pevný. U nedostatečného přichycení je nutné aplikaci lokálně opakovat. V případě použití prostředku jako studeného kontaktního lepidla je spoj křehký nebo nelepí vůbec. Podobně jako u Acrylharzu P 550–40 % Glanz, Paraloidu B82 a Aquazolu 500 dochází k větší kontaminaci substrátu a prostředek nezůstává na povrchu jako v případě ostatních testovaných prostředků. Vhodná koncentrace při upevňování barevné vrstvy na testovaný kamenný substrát je 10 %. V případě aplikace na jiný typ horniny je nutné podmínky i koncentraci předem vyzkoušet. U více savých podkladů bude nutné užití výše koncentrovaného roztoku a naopak.

---

<sup>147</sup> V případě „správného času“ zažehlení je adheze poměrně rychlá.



**Aquazol 500 (Aq)**

Z důvodu vysoké koncentrace samotného adheziva byla provedena penetrace aplikací ethanolové vody připravené smícháním ethanolu s vodou v obj. poměru 1:1. Aplikace adheziva v 20% koncentraci byla i přes provedenou penetraci stále komplikovaná (adhezivum je stále vysoce viskózní),<sup>148</sup> jinak je jeho aplikace příjemná, srovnatelná s vodou ředitelnými systémy. Při aplikaci prostředku se krakela barevné vrstvy naměkčí a je dobře tvárná. Po aplikaci je nutné počkat několik hodin, případně i dní než dojde k odpaření rozpouštědla. Tato doba není známá, ale u lepeného spoje je manipulační pevnosti dosaženo přibližně po šesti hodinách. Pokud je zažehlení provedeno ve fázi, kdy je rozpouštědlo stále přítomné ve vrstvě adheziva, musí se zažehlení většinou opakovat, neboť se krakely po zažehlení opětovně deformují nebo spoj není dostatečný. Neúspěšné zažehlení může ale také nastat kvůli nedostatečné přítomnosti adheziva pod krakelami (z důvodu absence nebo vsáknutí adheziva do podkladu). Aquazol je v literatuře popisován jako kontaktní i termoplastické lepidlo, bohužel z vlastní zkušenosti lze říci, že ani v jednom ohledu se pozitivní výsledek těchto výhod nepotvrdil. V technickém listu se uvádí, že aktivační teplota je 55 °C, přesto při odzkoušení prostředku nebyl vliv teploty (kolem 60 °C) pozorován. Adhezivum vykazuje podobně slabé slepení i s tepelnou špachtlí zahřátou na vyšší teplotu, stejný účinek lepidlosti byl také pozorován za normální teploty bez tepelné aktivace.

Mírně problematický je prostředek i při nanášení. První nanesení bylo většinou jen

---

<sup>148</sup> 2. nejhustší po 2% Tylose MH 6000.



částečně úspěšné, aplikaci je nutné opakovat, navíc je nutné provádět ještě lokální dozpevnění.<sup>149</sup> Vytvořený lepený spoj je křehký (opět koreluje s výsledky měření pevnosti i subjektivního hodnocení na filmech), okraje zůstávají dlouho vlhké a opětovně vstávají, nejsou přilepené. Vzhledem k opakované aplikaci i zde dochází pravděpodobně k vysoké kontaminaci substrátu (i kvůli penetraci ethanolovou vodou, která pravděpodobně podpořila a způsobila vysokou rozpustnost Aquazolu vodou). Optimální koncentrace pro upevňování barevné vrstvy na kamenný substrát se jeví okolo 10 % (Aquazol se ve zředěné formě stane méně viskózní a dojde ke snadnější aplikaci a penetraci prostředku pod krakely, zároveň se tak ale sníží jeho už tak slabá lepivost). Vzhledem ke komplikované aplikaci na porézní substrát, slabým lepivým účinkům adheziva a k citlivosti polymeru na vlhkost je jeho použití na zajištění barevné vrstvy na kameni diskutabilní.

### 10.5 Přídržnost adheziv – subjektivní hodnocení

Ze subjektivního hodnocení vyplývá, že velmi dobrou okamžitou i dlouhodobou přídržnost mají disperze syntetických polymerů, zejména Beva 371, Beva Gel, Acrykleber 498 HV a Plextol B 500, z nichž nejpevnější je jednoznačně spoj vytvořený za pomoci adheziva Beva Gel. U většiny prostředků se tedy subjektivní hodnocení velmi přiblížilo výsledkům pevnosti filmů s výjimkou prostředku Plextol, pro nějž byla naměřena nejnižší pevnost v tahu. Z ostatních prostředků měl jednoznačně nejslabší přídržnost Aquazol 500. Z přírodních materiálů měl dobrou adhezi Funori ve směsi s vyzinou. Hodnocení bylo zahrnuto do tabulky s aplikačními vlastnostmi adheziv (Tab. 5 v kapitole 10.4.1).

### 10.6 Odolnost vůči zatížení vlhkostí

Průběh stárnutí filmů adheziv je zdokumentován na Obr. 23–25, které ukazují stav filmů po 24 hodinách, 3 týdnech a 4 týdnech.

---

<sup>149</sup> Přilepení je problematické, pravděpodobně z důvodu ne zcela zaznamenaného času zažehlení, absence adheziva i slabé lepivosti, krakela zůstává dlouho „živá“, je nutné opakovaně se vracet jak s aplikací, tak i se zažehlením.

Filmy testovaného prostředku **Acrykleber 498 HV** se ani po čtyřech týdnech uložení v klimakomoře a jejímu působení vzdušné vlhkosti vizuálně nezměnily- zvýšená vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost ani strukturu daného filmu. Již ale po prvním dni jsou filmy velmi lepkavé a pružné a nemohou se dotýkat, jinak by se k sobě ihned slepily. Slepý film bylo možné opatrně rozlepit.

Filmy testovaného prostředku **Plextol B 500** měl podobně shodné výsledky jako prostředek Acrykleber 498 HV, který se také ani po čtyřech týdnech uložení v klimakomoře a jejímu působení vzdušné vlhkosti vizuálně nezměnily. A také se již po prvním dni filmy staly velmi lepkavé a pružné a nemohou se dotýkat, jinak by se k sobě ihned slepily. Slepý film bylo možné opatrně rozlepit (míra slepení je vyšší než u Acrykleber 498 HV). Zvýšená vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost ani strukturu daného filmu.

Filmy testovaného prostředku **Beva Gelu** se již po jednom dni zdeformovaly (došlo ke stočení filmů). Po třech týdnech je viditelná pokračující deformace a slepení filmu. Zvýšená vzdušná vlhkost v komoře také ovlivnila barevnost filmů, jež výrazně zežloutly. Struktura daného filmu zůstala stejná. Po čtyřech týdnech sledování se na filmech neprojeví známky biologického napadení.

Filmy testovaného prostředku **Beva 371** se vyznačovaly největší stabilitou i po 4týdnech uložení v klimaboxu s kontrolovanými podmínkami, ale i následném uložení v nekontrolovaných podmínkách. Změna vlivem zvýšené vzdušné vlhkosti nebyla pouhým okem patrná, nedošlo ke změně barevnosti ani struktury filmu. Nebyly viditelné deformace ani známky biologického napadení.

Změny u filmů **Aquazol 500** se projeví nejvíce. Již po prvním dnu došlo u obou filmů k roztečení a filmy stekly ze zavěšených provázků. U polymeru ale stále mohla být posouzena změna barevnosti nebo míra biologického napadení, prostředek zůstal čirý a neprojeví se na něm známky biologického napadení.

Filmy testovaného prostředku **Acrylharz P 550–40% Glanz** se po čtyřech týdnech uložení v klimakomoře a jejímu působení vzdušné vlhkosti změnily minimálně. Na filmech byly viditelné mírné deformace (prohnutí), nedošlo ke změně barevnosti ani struktury filmu a nebyly viditelné ani známky biologického napadení.

Filmy testovaného prostředku **Paraloid B72** se již po jednom dni zdeformovaly (prohnuly se, stočily). Během čtyř týdnů docházelo u jednoho filmu k narovnávání a opětovnému prohýbání, po čtyřech týdnech se opět „narovnal“.

Zvýšená vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost, na filmech se neprojevíly známky biologického napadení a struktura daného filmu zůstala stejná, i když po čtyřech týdnech došlo u filmů k mírnému změknutí (mírně deformované tokem).

Filmy testovaného prostředku **Paraloid B82** se již po jednom dni zdeformovaly (prohnuly se, stočily). Během čtyř týdnů docházelo k výraznější deformaci (stočení) a slepení filmů. Zvýšená vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost, na filmech se neprojevíly známky biologického napadení a struktura daného filmu zůstala stejná, i když po čtyřech týdnech došlo u filmů k mírnému změknutí (mírně deformované tokem).

Filmy testovaného prostředku **Tylose MH 6000** se již po jednom dni zdeformovaly (prohnuly se). Během čtyř týdnů docházelo k výraznější deformaci (došlo ke stočení filmů), nedocházelo ale ke slepení filmů. Výborným výsledkem je, že zvýšená vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost a na filmech se neprojevíly známky biologického napadení, stejně jako se zachovala charakteristická struktura filmu (mírně hrubá s matným charakterem).

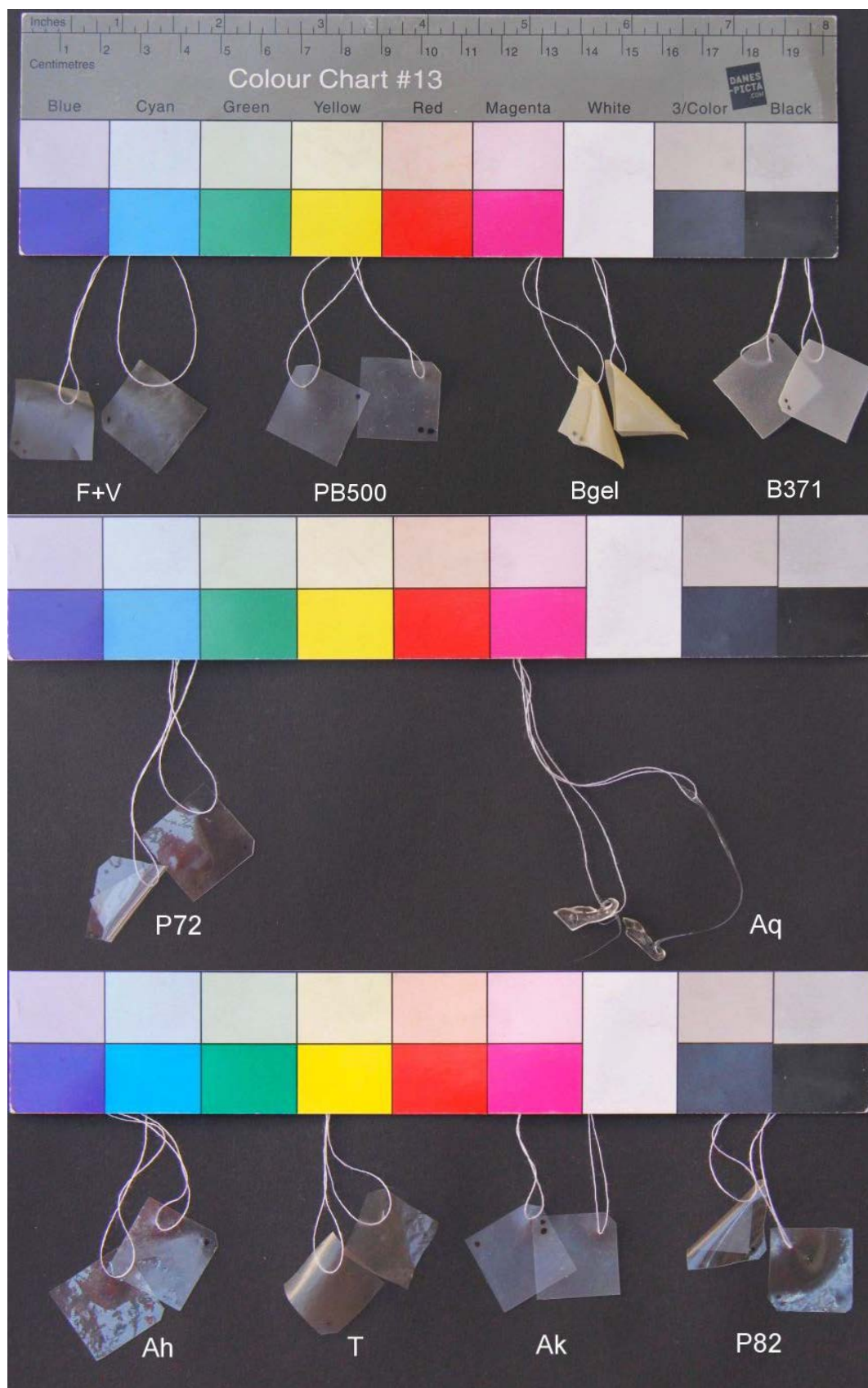
Nejpřekvapivější výsledky byly dosaženy pro filmy testovaného roztoku **Funori ve směsi s vyzinou**. Filmy se za celé čtyři týdny nezdeformovaly, ani zvýšená vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost a strukturu filmů. Po třech týdnech začaly být ale na rozích filmu drobné skvrnky od plísní, které byly po čtyřech týdnech ještě patrnější. Přesto jsou dosažené výsledky překvapením a pro praxi novinkou, která upravuje zažitě představy o labilitě těchto prostředků ve vlhkém prostředí. Z výsledků vyplývá, že tato adheziva jsou pro lepení poškozené barevné vrstvy zatížené krátkodobému uložení také vhodná a srovnatelná s některými syntetickými látkami.

Pozn.: Po ukončení testování a přemístění klimamkomory do nekontrolovaných podmínek se zvýšenou teplotou se, po osmi týdnech extrémního klimatu (nárůst teploty i vzdušné vlhkosti), filmy Acrykleber 498 HV, Plextol B 500 a Acrylharz P 550–40 % Glanz, stočily. Na filmech se neprojevíly známky biologického napadení.<sup>150</sup> V extrémním klimatu se u filmů Beva Gelu a Funori ve směsi s vyzinou vyskytuje vysoká míra biologického napadení, které je patrné na celém povrchu filmů a u filmů Funori ve směsi s vyzinou došlo také k jejich stočení. Na steklých filmech Aquazolu 500 zůstal prostředek čirý

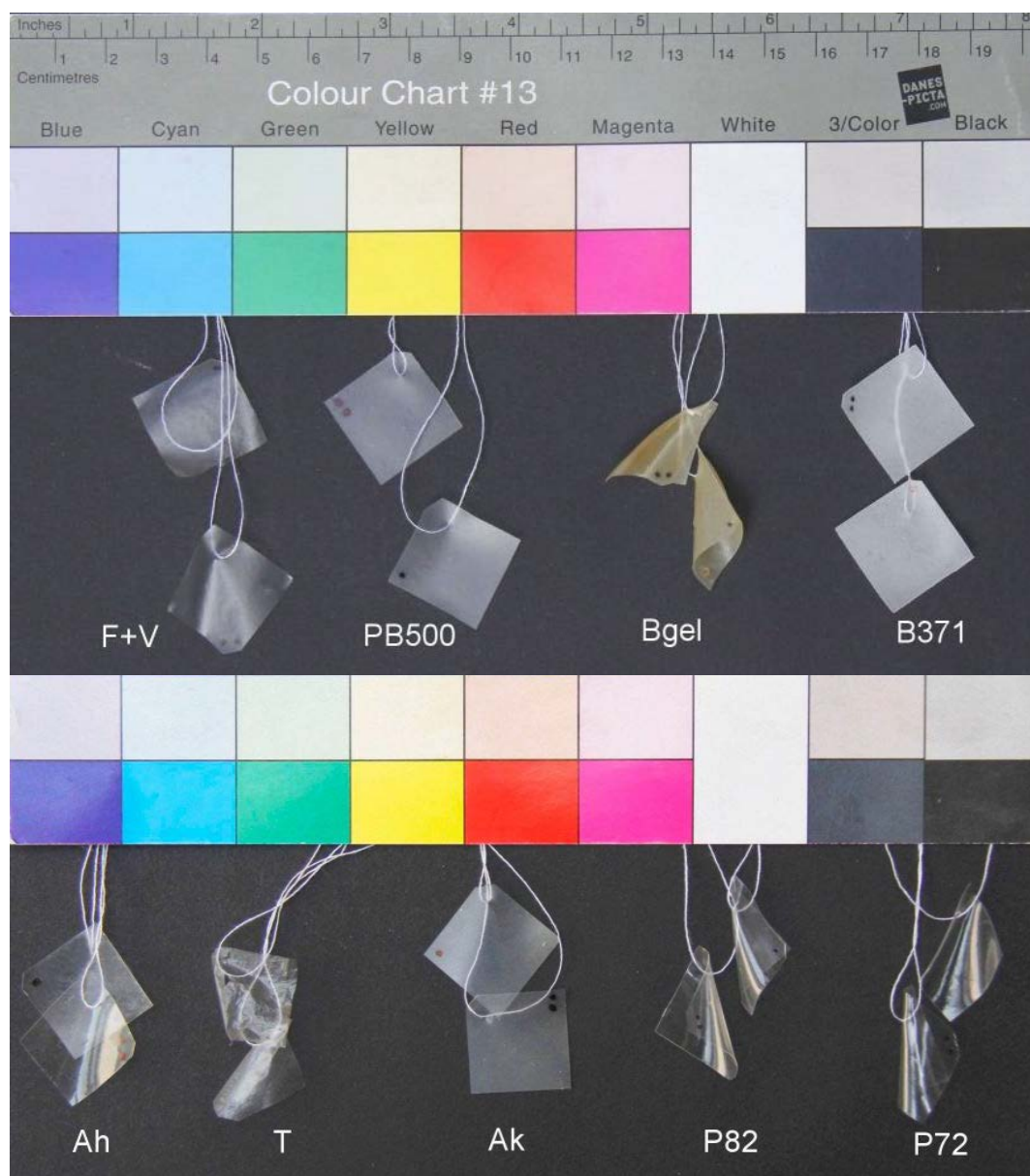
<sup>150</sup> Vzhledem k přidaným biocidním stabilizátorům (viz technický list produktu -Acrykleber 498 HV a Plextol B 500).

a neprojevily se známky biologického napadení. U filmů Paraloid B72 a Paraloid B82 došlo u obou filmů k roztečení a filmy stekly ze zavěšených provázků. Prostředky zůstaly čiré a neprojevily se známky biologického napadení. U filmů Tylose MH 6000 došlo pouze k jejich stočení a pomačkání. Filmy prostředku Beva 371 se vyznačovaly největší stabilitou i po osmi týdnech uložení v klimakomoře v nekontrolovaných podmínkách (viz výše).





Obr. 23 Filmy testovaných adheziv po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí po 24 hodinách expozice v klimakomoře.



Obr. 24 Filmy testovaných adheziv po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí po 3 týdnech expozice v klimakomoře.



Obr. 25 Filmy testovaných adheziv po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí po 4 týdnech expozice v klimakomoře.

## 10.7 Zkoušky in-situ

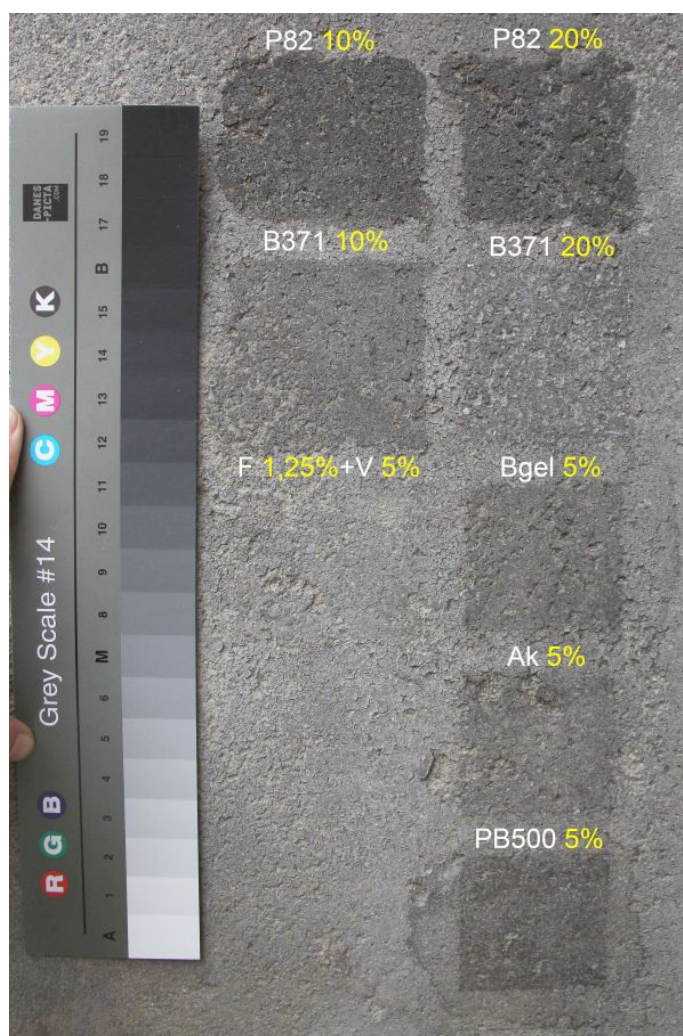
Na základě provedených laboratorních zkoušek a pozorování bylo provedeno hodnocení adheziv v reálných podmínkách na bloku kamene s poškozenou barevnou vrstvou, jež byl deponován v areálu FR UPa. Při zkouškách konsolidace bylo odzkoušeno celkem 6 prostředků (Obr. 26), jež byly v laboratorních testech vyhodnoceny jako vhodné dokonce i do prostředí exteriéru. Prostředky Beva, Acrylkleber 498 HV, Plectol B500 a Funori s vyzinou byly vybrány jako fixativa s nejlepšími aplikačními vlastnostmi i vyhovujícími mechanickými charakteristikami. Paraloid B82 je uspokojivý, i když je v mnoha ohledech problematický, ale přesto byl zařazen pro porovnání, neboť se jedná o prostředek, s nímž je v praxi dlouhodobá zkušenost.

Prostředky byly aplikovány dle postupu, který byl stanoven na laboratorních vzorcích jako neúčinnější pro daný systém. Podmínky aplikace bylo nutné v mnoha případech upravit, neboť k aplikaci adheziv došlo v letním období, kdy teplota dosahovala až 40 °C ve stínu. Objekt byl chráněn přístřeškem proti dešťové vodě, jinak byl ale vystaven polostínu, kdy alespoň část denní doby byl ve stínu a část dne na přímém slunci. Rozdíly v aplikaci oproti laboratorním podmínkám spočívaly zejména v kvalitě a stavu krakel (jsou slabší a menší), v podmínkách aplikace i ve vlastnostech a stavu horniny (méně nasákavá, znečištěná, porostlá řasou). Tyto podmínky ovlivnily aplikační okolnosti, které se týkaly úpravy povrchu ošetřením penetrací, která byla provedena zředěným roztokem prostředku před samotnou aplikací adheziva. Jeho koncentrace však byla oproti laboratorním zkouškám snížena na 2,5 %. Při aplikaci adheziv byla použita pro zlepšení přídržnosti teplota 60–65 °C pro Beva Gel (Bgel), Acrylkleber 498 HV (Ak), Plectol B500 (P500) a zvýšená teplota 65–75 °C pro Paraloid B82 (P82) a Beva 371 (B371).

Výsledky potvrzují dobrý účinek prostředků Beva Gel (Bgel) a Acrylkleber (Ak) a to ve všech hodnocených vlastnostech. Oba typy prostředků mají výborné aplikační vlastnosti a přídržnost v nízké koncentraci 5 %. Z testovaných adheziv se také vyznačovaly společně se směsí adheziva vytvořeného z Funori a vyziny (F+V) nejmenší změnou barevnosti po provedení zažehlení. Výsledky potvrzují i poměrně dobrý účinek prostředku Beva 371 (B371), který má dobré aplikační vlastnosti a přídržnost v koncentraci 10 %. Prostředky Beva 371 mohou zanechávat



na barevné vrstvě voskový (bělavý) film, který je patrný především při 20% koncentraci. Jako takový se musí buď odstranit rozpouštědlem nebo pečlivě rozehrát tepelnou špachlí. Při práci s roztoky akrylátů se potvrdila jejich problematická aplikace a výrazný vliv na barevnost kamene i barevné vrstvy, pravděpodobně z důvodu migrace polymerů v porézním systému horniny. Pole adheziv byla ponechána v podmínkách exteriéru pro pozdější vyhodnocení stavu zajištěných testovacích ploch a jejich stárnutí.



Obr. 26 Zkoušky vybraných adheziv na bloku kamene s poškozenou barevnou vrstvou. Stav po zažehlení krakel. Na snímku jsou patrné minimální barevné změny barevné vrstvy po použití Beva 371 (B371), Acrylkleberu 498 HV (Ak) a nezatelné u směsi Funori s vyzinou (F+V). Naopak největší tmavnutí je patrné na zkoušce s Paraloidem B82 (P82).



## 11. Shrnutí výsledků

Ke zkoumání bylo zvoleno celkem 11 prostředků – Beva 371, Beva Gel, Tylose MH 6000, Plextol B 500, Acrylkleber 498 HV, Laropal A81, Funori užitá ve směsi s vyzinou, Acrylharz P 550–40% Glanz, Paraloid B72, Paraloid B82 a Aquazol 500. Tato adheziva byla vybrána na základě předchozích testů, zkušeností a v literatuře dostupných informací. Adheziva zahrnovala škálu tradičních i nových adheziv, tedy disperze, roztoky přírodních a syntetických polymerů, které jsou díky svým vlastnostem předurčeny pro využití na zajištění barevné vrstvy. Z chemického hlediska se jednalo o prostředky na bázi homopolymerů a kopolymerů akrylátů, VAC, MHEC. Tylose MH 6000 a Funori užitá ve směsi s vyzinou bylo zástupcem přírodního adheziva. Vedle tradičních prostředků na zajišťování barevné vrstvy na plátně, byly do testování zařazeny i prostředky méně osvědčené nebo užívané ve zcela jiné oblasti restaurování. Nové systémy tvořily Funori užitá ve směsi s vyzinou, Aquazol 500, Laropal A81 a Tylose MH 6000.

U adheziv byly definovány nároky na materiály a typ aplikace, následně byly na laboratorně připravených vzorcích sledovány jejich aplikační vlastnosti, popsán ideální a vůči podkladu i barevné vrstvě šetrný postup při nanášení, schopnost fixace v různých koncentracích, změna barvy substrátu i barevné vrstvy po fixaci. U filmů adheziv byly popsány základní vlastnosti jako vzhled, barva, elasticita, lepivost a byla testována jejich odolnost vůči podmínkám se zvýšenou relativní vlhkostí, tedy podmínkám, ve kterých se kamenné sochy s barevnou povrchovou vrstvou mohou uchovávat (např. kostely, hrady, vily, depozitáře). Dále byly prezentovány výsledky měření pevnosti v tahu, tažnosti a elasticity měřené na filmech adheziv a výsledky teploty skelného přechodu. Pozorování bylo doplněno řadou objektivních měření, která umožňují detailnější popis účinku jednotlivých adheziv.

Souhrnné výsledky dosažené v rámci studie jsou velice obsáhlé a lze je zdiskutovat z několika hledisek:

### Vzhled a charakter filmů adheziv – subjektivní hodnocení

- Filmy většiny adheziv jsou bezbarvé a transparentní. Vysoce lesklé filmy jsou u Paraloidů B72 a B82, Aquazolu 500 a Acrylharzu P 550–40% Glanz. U těchto

adheziv může jejich optický charakter ovlivnit i optický charakter barevné vrstvy, např. změnou barvy a tvorbou lesklých ploch na povrchu. Ostatní filmy měly pololesklý (např. Acrylkleberu 498 HV) nebo matný (např. Tylose MH 6000 a Funori užití ve směsi s vyzinou) charakter a jejich vliv na barevnou vrstvu je proto malý nebo minimální.

- Pevnost filmů nám udává míru adheze ve spoji. Vyplývá z toho, že při lepení silných krakel, nejsou některá slabší adheziva vhodná. V případě našich testovaných adheziv je téměř u všech pevnost filmů vysoká (prostředek Laropal A81 nebylo možné vyhodnotit, viz kap. 10.1)
- Pružnost filmů, která by vyrovnávala vzniklá napětí v barevné vrstvě i podkladu je nejvyšší u Akrylkleberu 498 HV a Plextolu B 500. Omezenou pružnost mají Aquazol 500, Beva 371 a Acrylharz P 550. Z hlediska praktického užití není zcela jednoduché určit jednoznačné požadavky na lepený film. Tuhé chování bude lépe vyhovovat, pokud chceme dosáhnout pevného stabilního spoje, který se nedeformuje. Naopak mírně pružné chování je výhodnější v případě, že chceme dosáhnout spojení, které lépe reaguje například na změny podmínek nebo změn materiálů.
- Křehkost filmů je nejvyšší u Paraloidu B72 a B82, Beva Gelu a zejména Laropalu A81, který byl z důvodu extrémní křehkosti vyřazen z testovaných prostředků.
- Při subjektivním hodnocení filmů Aquazolu 500 se projevila jeho vysoká citlivost na vlhkost, která se projevila při manipulaci velmi rychlým rozpouštěním a měknutím filmu.

#### Aplikace adheziv

- Účinek adheziva závisí na jeho typu a složení. Zásadní rozdíl u syntetických látek vodných disperzí a roztoků v organických rozpouštědlech spočívá v době odpaření rozpouštědla a možnosti provedení úspěšného zažehlení. Rozdíl je také ve velikosti částic. Vodné disperze mají větší částice, které tolik nemigrují do substrátu. Malá pronikací schopnost těchto disperzí způsobuje, že adhezivum

výrazně nemigruje zažehleným souvrstvím a lépe vytváří spojovací vrstvu lokalizovanou mezi kamenem a barevnou vrstvou.

- Minimální teplota pro aktivaci adheziva je nad 50 °C<sup>151</sup> (resp. je tím zajištěn rychlejší účinek). Maximální teplota by neměla překročit 65 °C pro proteinové materiály obsažené v barevné vrstvě nebo adhezivu. U olejových pojiv není „hraniční“ teplota přesně známá. Obecně však platí, že starší zesíťované olejové filmy mohou odolávat vyšším teplotám než z čerstvého pojiva, ale neměli by překročit teplotu 90 °C. U přírodních polymerů se nejedná o termoplasty - směs Funori s vyzinou musíme aplikovat jako zahřátý roztok (postačí teplota 40–50 °C), aby se obě materiálové složky dobře propojily a nemusí být použita jiná tepelná aktivace. U některých adheziv je pak možné provést studené zažehlení Acrylkleber 498 HV, Plextol B 500 a Beva Gel.

#### Přidržnost adheziv – subjektivní hodnocení

- Při zažehlování mají okamžitou a dlouhodobou přidržnost u syntetických polymerů zejména disperze Beva 371, Beva Gel, Acrylkleber 498 HV a Plextol B500, z nichž nejpevnější je jednoznačně spoj vytvořený z adheziva Beva Gel. U přírodních materiálů je největší přidržnost u roztoku Funori ve směsi s vyzinou. U ostatních prostředků docházelo k dosažení dobré přidržnosti až po opakované aplikaci. Prokazatelně nejslabší přidržnost má Aquazol 500.

#### Mechanické vlastnosti filmů adheziv

- Nejnížší pevnost prostředků má Plextol B 500 a Tylose MH 6000, která je však relativně elastická při zatížení tahem. Subjektivní posouzení pevnosti filmů se shoduje s výsledky naměřenými pro Beva Gel a Acrylkleber 498 HV, u kterých byla naměřena vysoká pevnost v tahu. Pro Beva Gel je charakteristická také vysoká pružnost filmů, která je mnohonásobně vyšší než hodnoty modulu pružnosti naměřené u adheziva Acrylkleber. Nepochybně vyšší pevnosti dosahujeme u filmů směsi Funori a vyziny, která zajišťuje vysokou pevnost spoje

---

<sup>151</sup> teplota se v praxi může lišit, záleží na síle a stáří barevné vrstvy.

(10x vyšší oproti ostatním prostředkům); výhodou je i vysoká elasticita, která znamená, že film je vysoce pružný při zatížení tahem.

- Většina testovaných prostředků je vysoce tažná. Nižší tažnost (deformace), která ale není u adheziv na závadu, byla zjištěna u prostředků Beva, Funori ve směsi s vyzinou a Tylóse MH 6000.

#### Odolnost vůči zatížení vlhkostí

- V důsledku zvýšené vlhkosti došlo u prostředků Beva Gelu, Paraloid B72 a Paraloid B82 k významným tvarovým deformacím (stočení filmu). Minimální deformace nastala u Acrylharzu P 550–40% Glanz a Tylose MH 6000. U prostředků Paraloid B72 a Paraloid B82 došlo i k mírnému změknutí filmů (mírně deformované tokem) a u prostředků Acrylkleber 498 HV a Plectol B 500 se filmy staly po prvním dni lepidivé a zvýšila se jejich pružnost.
- Jediné barevné změny nastaly u filmů prostředku Beva Gelu, který vlhkem zežloutl.
- Filmy testovaného prostředku Beva 371 se vyznačovaly největší stabilitou a nebyly patrné žádné změny filmů. Největší změny se projeví u filmů Aquazolu 500, kde došlo již po prvním dni k jejich roztečení.
- Většina testovaných adheziv je odolná proti bioúpadení. Počátky plísní se projeví po třech týdnech na filmu testovaného roztoku Funori ve směsi s vyzinou.

Z komplexního shrnutí všech dosažených výsledků vyplývá několik níže uvedených závěrů, při kterých je však nutné vzít v úvahu, že pro každý restaurátorský projekt či dílo je nezbytné volit prostředek individuálně, vzhledem k podmínkám, ve kterých se objekt nachází.

Mezi nejlépe vyhodnocené prostředky patří adheziva Acrylkleber 498 HV, Beva Gel a Funori s vyzinou, které mají výborné aplikační vlastnosti a přídržnost již v nízké koncentraci. Zároveň tyto prostředky vykazují nejmenší změnu barevnosti na barevné vrstvě. Vyznačují se malou pronikací schopností prostředku a dobrými



lepíci schopnostmi, která je dosažena aktivací teplem při nízké teplotě. Prostředky Acrykleber 498 HV a Beva Gel mají dobré lepíci schopnosti i při pokojové teplotě. Prostředky se vyznačují také dobrými mechanickými vlastnostmi. V případě Funori s vyzinou musíme aplikovat roztok zahřátý, aby se obě materiálové složky dobře propojily. V tomto případě pak nemusí být použita jiná tepelná aktivace. Nevýhodou směsi je potřeba udržet tyto látky v průběhu aplikace stále zahřáté. Limitem může být náročnost přípravy za běžných podmínek restaurátora, následné uskladnění a nízká biologická odolnost roztoku. Velmi dobře si za zmíněnými adhezivy stojí i prostředek Plextol B 500. Podobně jako prostředek Acrykleber 498 HV se nachází za normální teploty v elastickém stavu, což může mít vliv na vlastnosti fixovaného spoje (tzn. je více pružný, ale deformovatelný).

Problematická adheziva jsou Paraloid B72, Paraloid B82 a Acrylharz P 550–40%. U roztoků akrylátů se potvrdila jejich problematická aplikace a výrazný vliv na barevnost kamene i barevné vrstvy. Prostředky se prokazují slabším lepivým účinkem a křehkostí spoje. Ze skupiny syntetických látek lze vyzorovat komplikované chování roztoků v organických rozpouštědlech (Beva 371, Acrylharz P550, Paraloid B72 a Paraloid B82), zejména obsahujících toluen nebo jiná nepolární rozpouštědla, kdy je také z tohoto důvodu aplikace nepříjemná z hlediska hygieny práce. Zásadní rozdíl spočívá v době odpaření rozpouštědla a možnosti provedení úspěšného zažehlení, které je v uvedených případech ne zcela dobře zaznamatelné (trvá až několik hodin, příp. dní). Nepředvídatelnost v chování těchto adheziv při aplikaci a nutnost opakování aplikace prostředku neúměrně prodlužují zásah na objektu. V případě roztoků Paraloid B72 a B82 je jejich nespornou výhodou vysoká stabilita v exteriérových podmínkách. V interiérových podmínkách je z těchto hledisek nutné jejich použití vždy zvážit, neboť, jak studie ukazuje, lze tyto prostředky úspěšně nahradit jinými prostředky s lepšími aplikačními vlastnostmi i účinkem.

Nevhodné prostředky pro daný typ aplikace jsou prostředky Aquazol 500 a Laropal A81 (vyjmutý z testování). Oba prostředky se prokazují křehkostí a vysokým leskem filmu, což by mělo vliv na pevnost/pružnost spoje. Zároveň by při jejich aplikaci docházelo ke změně charakteru barevné vrstvy a na povrchu barevné vrstvy by vytvářely vysoce leský film. Prostředek Aquazol se prokazoval

slabým lepidivým účinkem, komplikovanou aplikací a vysokou citlivostí na zvýšenou vlhkost vzduchu.

## 12. Obrazová příloha

Obr. 1 Graf naměřených hodnot T a RH z deponitáře v Lapidáriu Národního muzea.

Obr. 2 Graf naměřených hodnot T a RH z expozice v Lapidáriu Národního muzea

Obr. 3 Příprava filmů adheziv v nerezových formách.

Obr. 4 Filmy testovaných adheziv s charakteristickými optickými vlastnostmi. Zleva nahoře: Beva Gel (Bgel), Beva 371 (B371), Plextol B 500 (PB500), Acrykleber 498HV (Ak), Aquazol 500 (Aq). Zleva dole: Laropal A81 (LA81), Paraloid B72 (P72), Paraloid B82 (P82), Acrylharz P 550–40% Glanz (Ah), Tylose MH 6000 (T), Funori užitá ve směsi s vyzinou (F+V).

Obr. 5 Krakeláč z přepojené kaseinové tempéry, zkouška č. 5.

Obr. 6 Příprava umělých krakel z alkydové barvy nanesené na plátně s emulzním podkladem. Povrch barevné vrstvy byl při snímání opatřen gázovým přelepem.

Obr. 7 Testovací pole s uměle vytvořenými krakely. Stav před aplikací adheziv.

Obr. 8 Zažehlování umělých krakel přes melinexovou fólii tepelnou špachtlí s regulovaným ohřevem.

Obr. 9 Zkoušky fixace adheziv při různých teplotách aktivace. 20 °C označuje tzv. studené zažehlování bez podpoření aktivace zvýšenou teplotou.

Obr. 10 Zkoušky fixace adheziv ve snížené koncentraci 5 a 10 hm. % aktivace tepelnou špachtlí s regulovaným ohřevem.

Obr. 11 Filmy jednotlivých adheziv uložených v klimakomoře se zvýšenou relativní vlhkostí.

Obr. 12 Filmy testovaných adheziv s charakteristickými optickými vlastnostmi. Zleva nahoře Beva Gel (Bgel), Beva 371 (B371), Plextol B 500 (PB500), Acrykleber 498HV (Ak), Aquazol 500 (Aq). Zleva dole Laropal A81 (LA81), Paraloid B72 (P72), Paraloid B82 (P82), Acrylharz P 550–40% Glanz (Ah), Tylose MH 6000 (T), Funori užitá ve směsi s vyzinou (F+V).

Obr. 13 a, b/ Obr. 14 a,b/ Obr. 15 a,b/Obr. 16 a,b/ Obr. 17 a,b/ Obr. 18 a,b/ Obr. 19 a,b/ Obr. 20 a,b/ Obr. 21a,b/ Obr. 22 a, b Stav po ukončení fixování souborů uměle připravených krakel na laboratorních vzorcích hornin.

Obr. 23 Filmy testovaných adheziv po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí po 24 hodinách expozice v klimakomoře.

Obr. 24 Filmy testovaných adheziv po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí po 3 týdnech expozice v klimakomoře.

Obr. 25 Filmy testovaných adheziv po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí po 4 týdnech expozice v klimakomoře.

Obr. 26 Zkoušky vybraných adheziv na bloku kamene s poškozenou barevnou vrstvou. Stav po zažehlení krakel. Na snímku jsou patné minimální barevné změny barevné vrstvy po použití Beva 371 (B371), Acrykleberu 498 HV (Ak) a neznatelné u směsi Funori s vyzinou (F+V). Naopak největší tmavnutí je patné na zkoušce s Paraloidem B82 (P82).

Autor fotografií: Renata Tauchmanová (pokud není uvedeno jinak)

Datum vyhotovení fotografií: říjen 2014 – červen 2016

## Seznam tabulek

Tab. 1 Základní vlastnosti použitých adheziv – popis prostředků, složení a vybraných vlastností.

Tab. 2: Zkoušky přípravy zkrakelované barevné vrstvy se čpavkovým kaseinem. Popis pozorování.

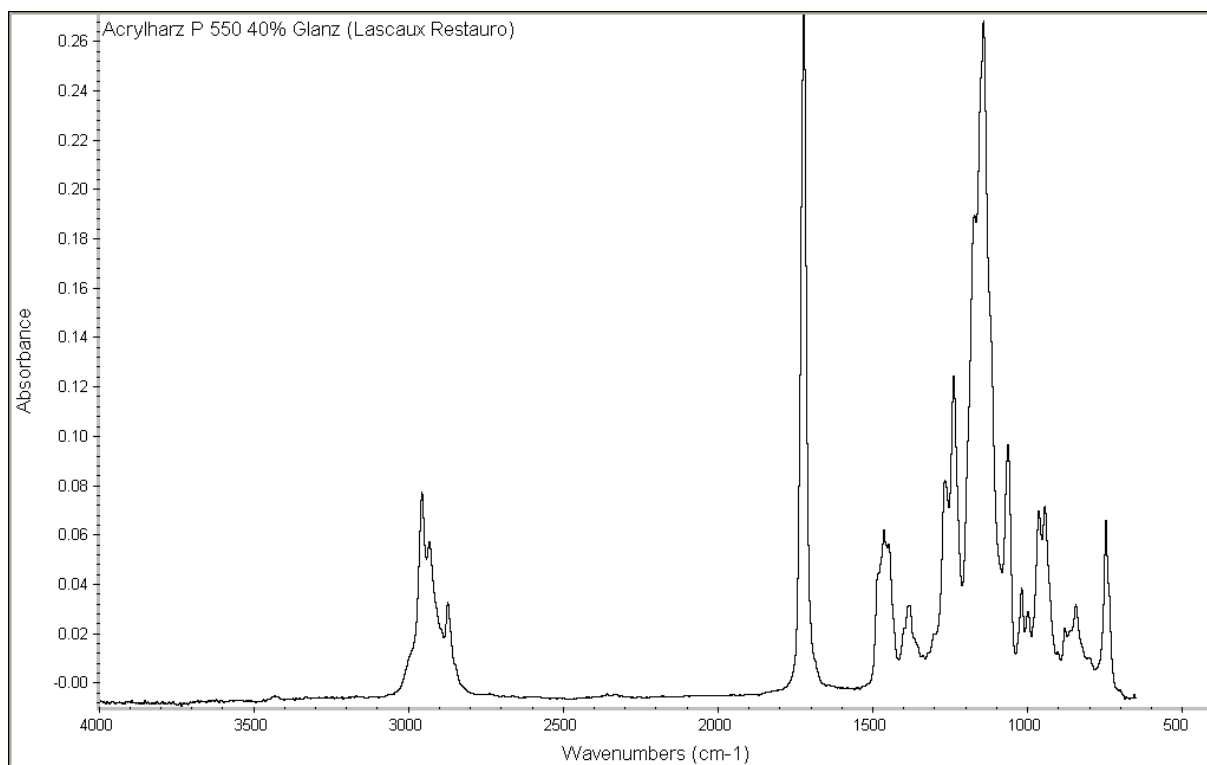
Tab. 3: Vzhled a charakter filmů testovaných adheziv. Uvedené mechanické vlastnosti (pevnost, pružnost a křehkost) byly hodnoceny subjektivně.

Tab. 4: Mechanické charakteristiky filmů testovaných adheziv – pevnost v tahu, tažnost a elasticita (modul pružnosti v tahu). Stanoveno v souladu s normou ASTM D1708-10.

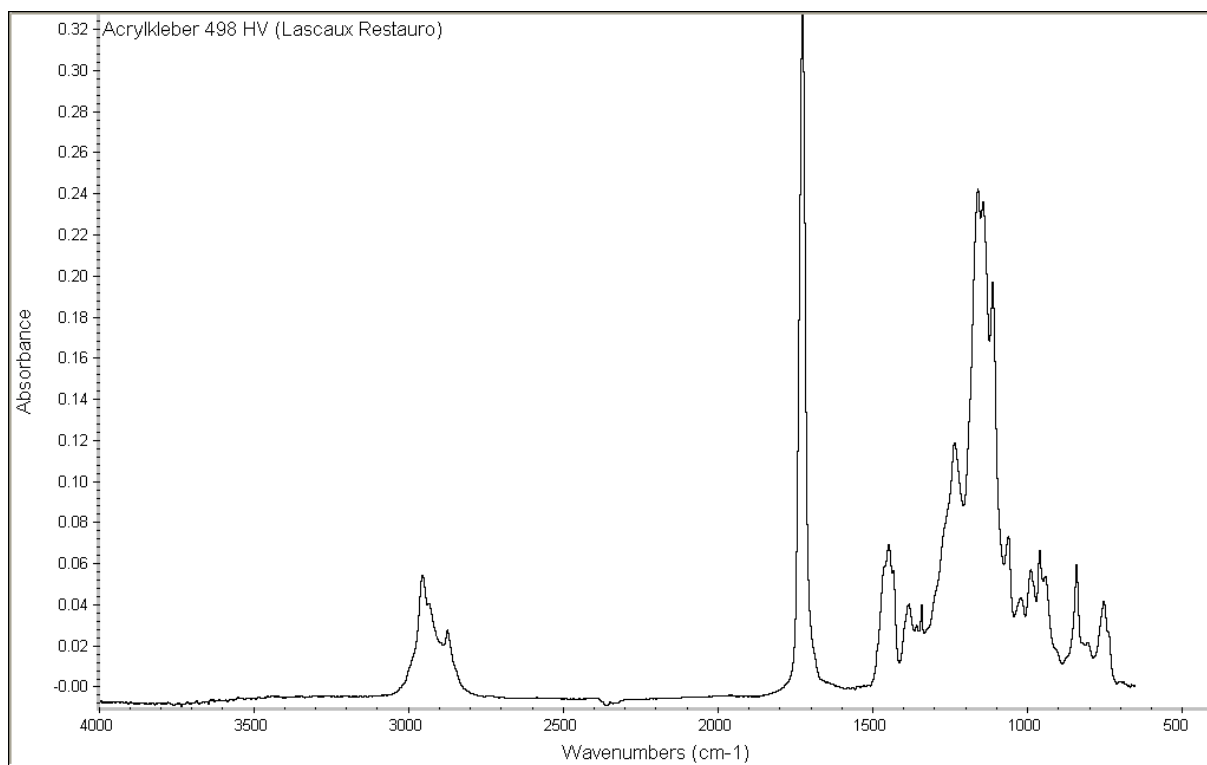
Tab.5: Aplikační podmínky adheziv.

### FTIR spektra filmů

FTIR spektra filmu připraveného z Acrylharz P 550 40% Glanz.

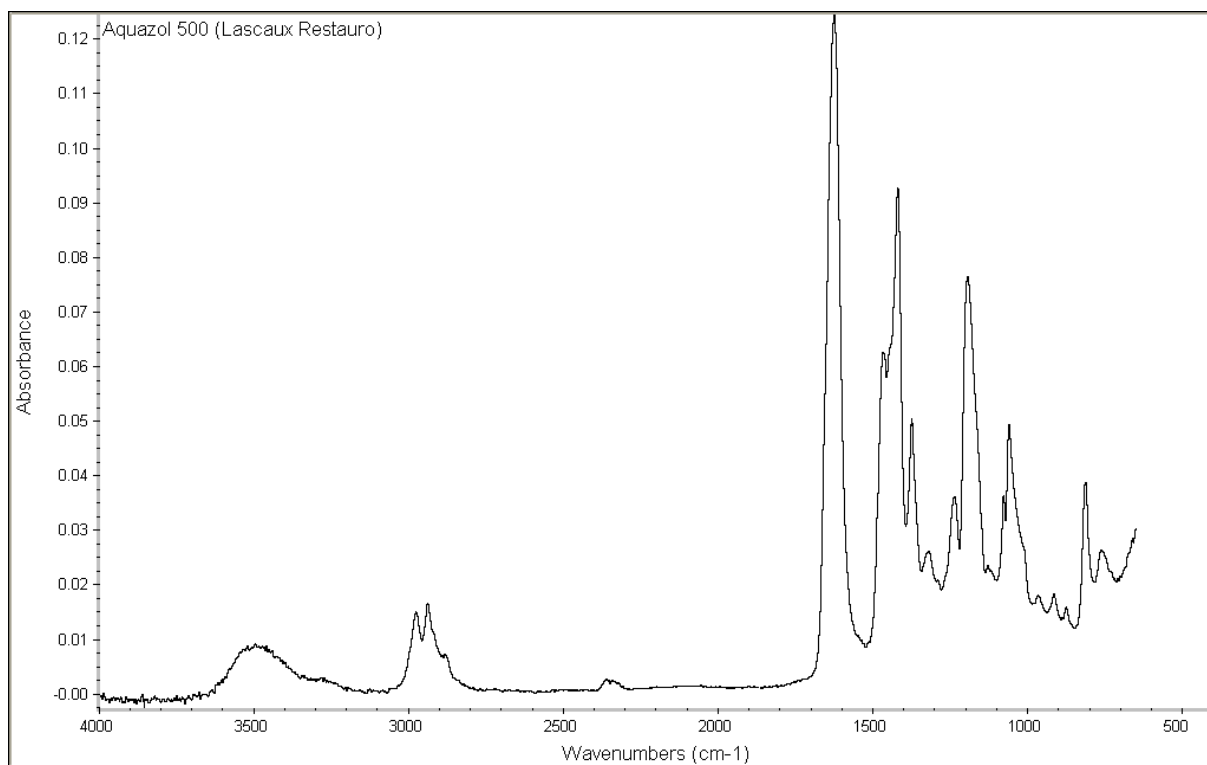


FTIR spektra filmu připraveného z Acrykleber 498 HV.

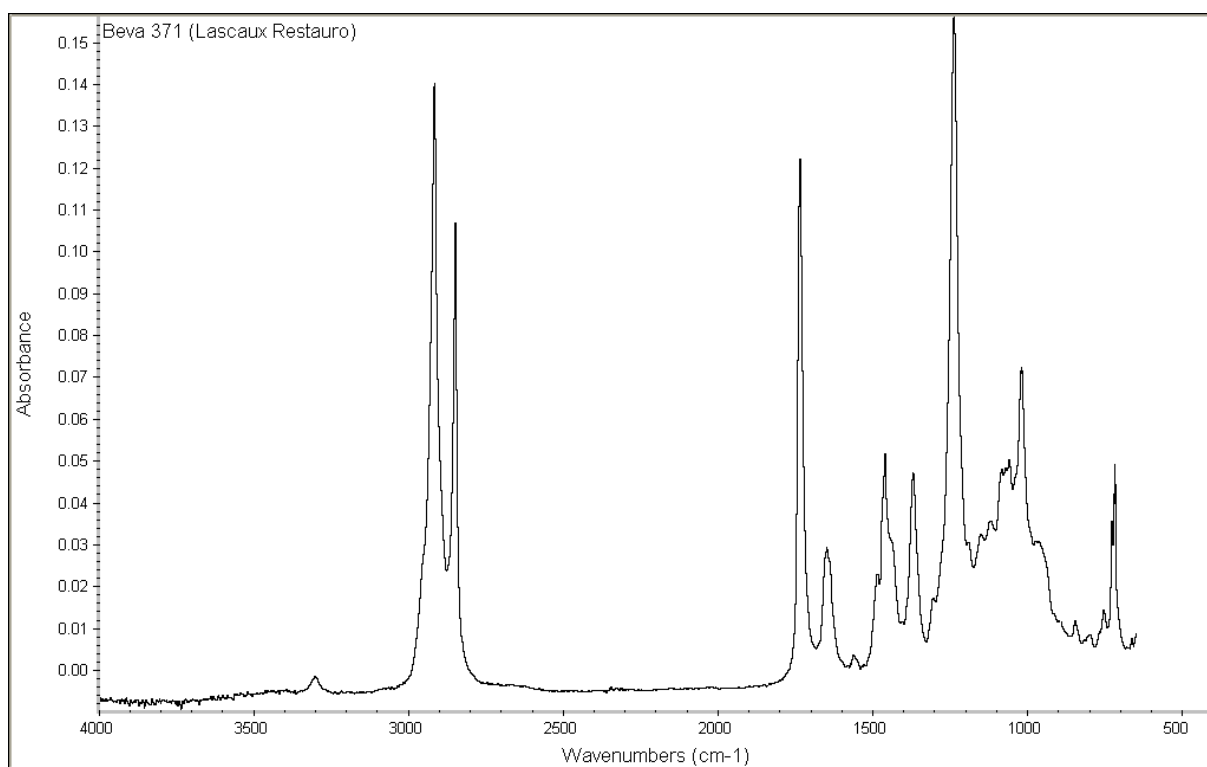




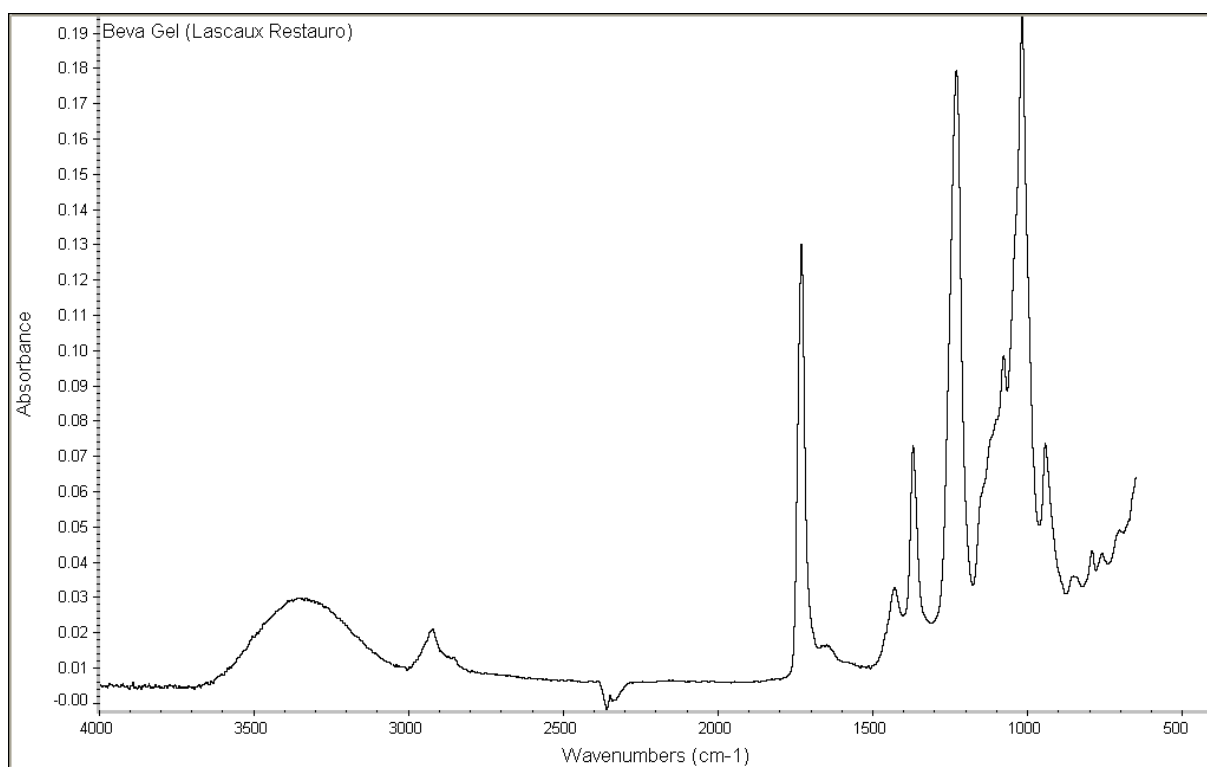
FTIR spektra filmu připraveného z Aquazol 500.



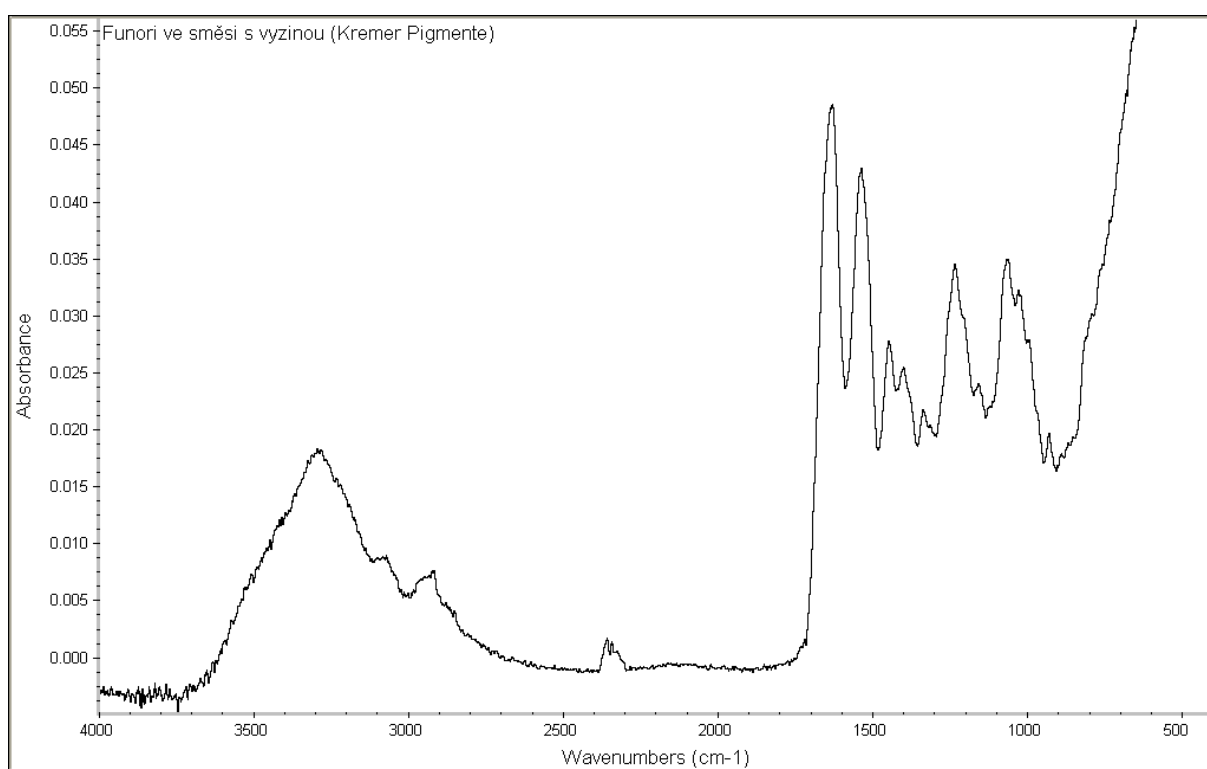
FTIR spektra filmu připraveného z Beva 371.



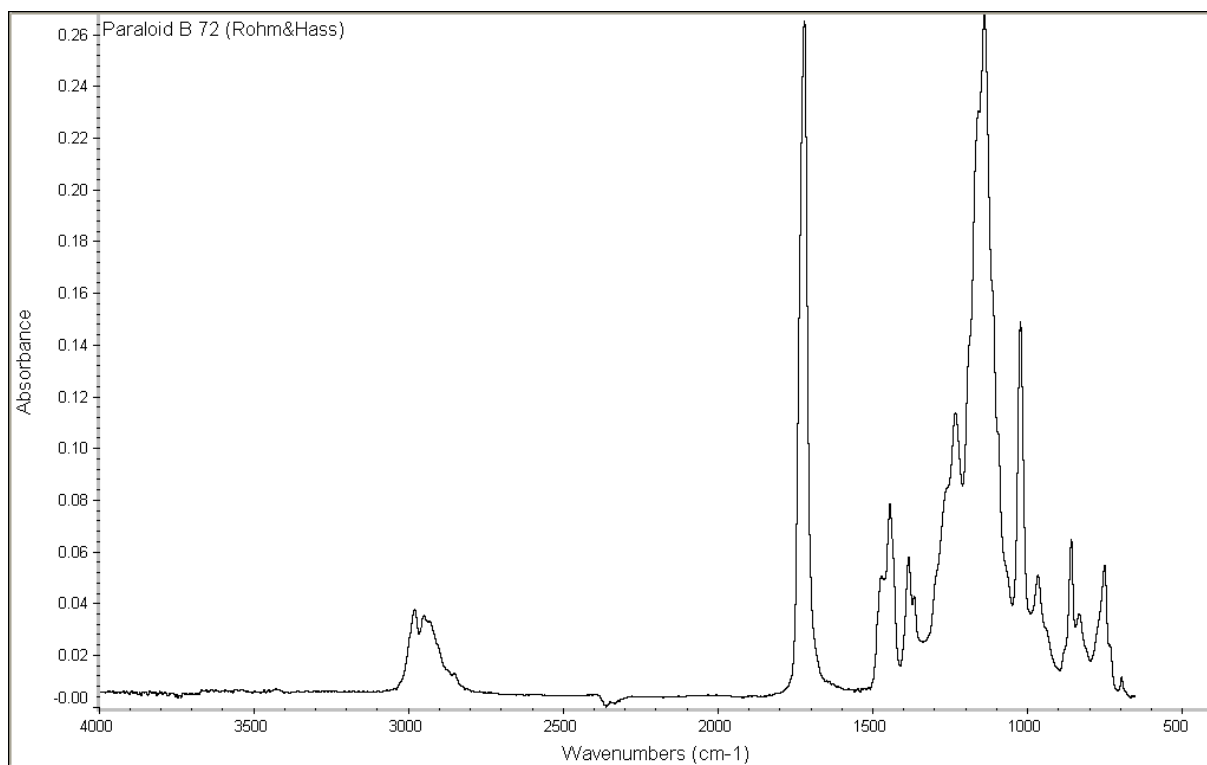
FTIR spektra filmu připraveného z Beva Gel.



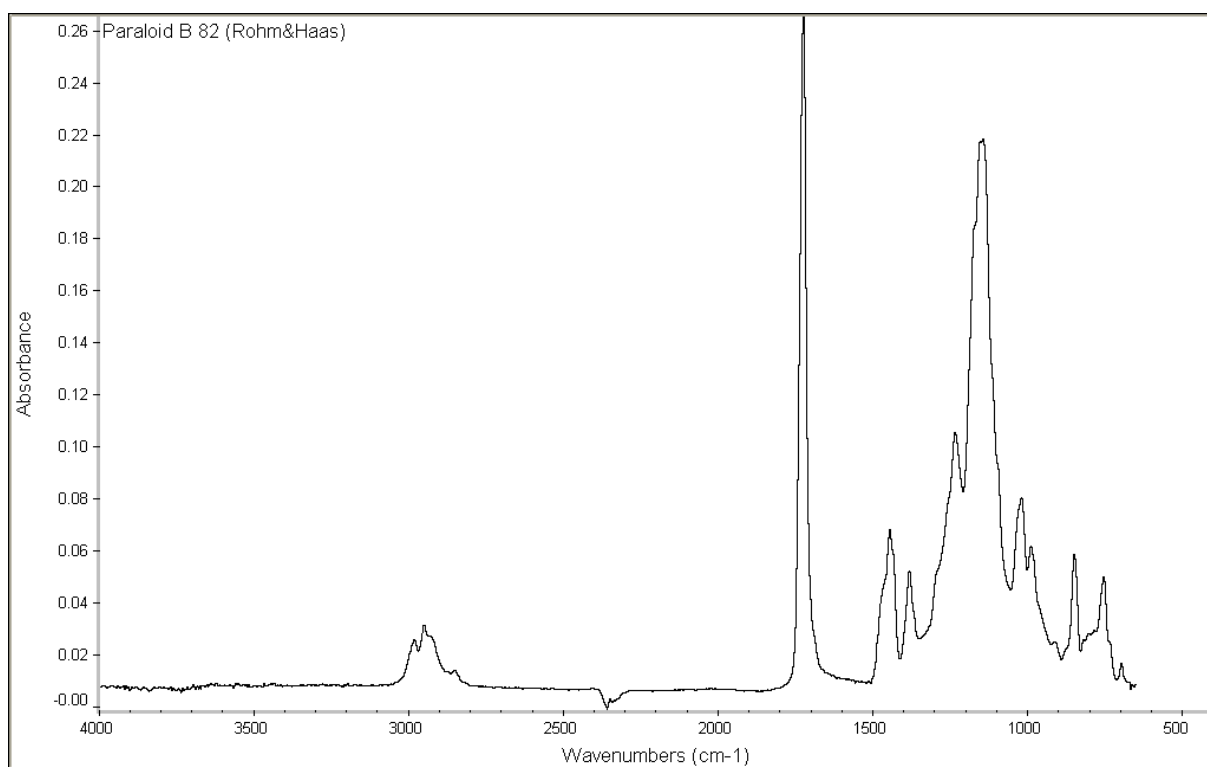
FTIR spektra filmu připraveného z Funori užitě ve směsi s vyzinou.



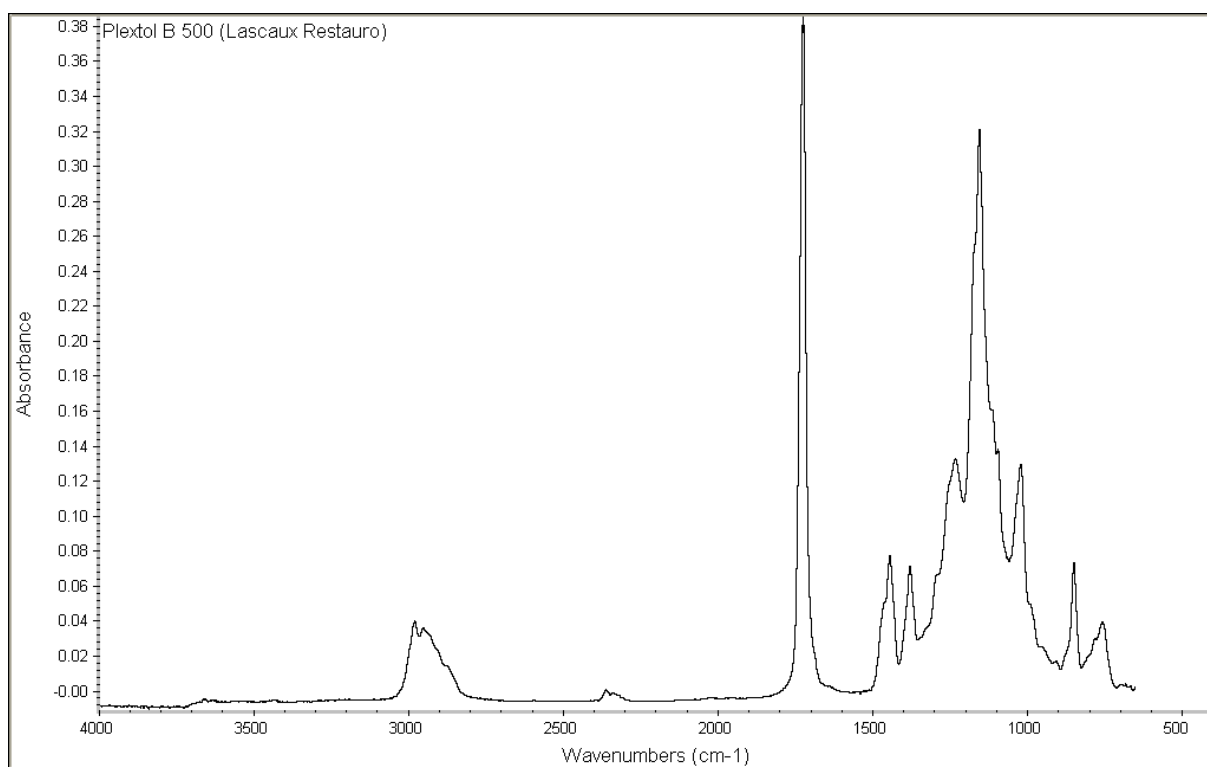
FTIR spektra filmu připraveného z Paraloid B72.



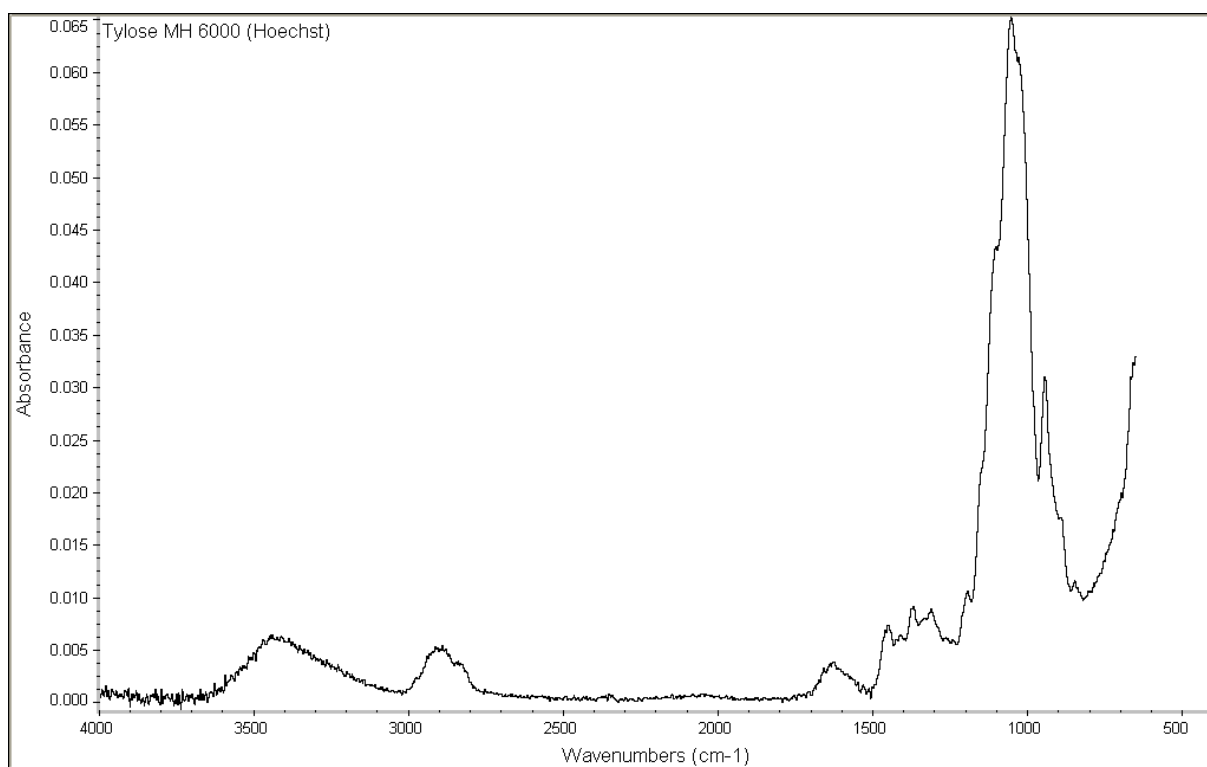
FTIR spektra filmu připraveného z Paraloid B82.



FTIR spektra filmu připraveného z Plextol B 500.



FTIR spektra filmu připraveného z Tylose MH 6000.



#### IV. Závěr

První část diplomové práce se věnuje komplexnímu restaurování polychromované sochy sv. Jana Nepomuckého (1730–1740), včetně provedení restaurátorského průzkumu (stratigrafický průzkum, salinita, ultrazvuková transmise, petrologický průzkum) a fotodokumentace celého zásahu.

Z restaurátorského průzkumu vyplynulo, že dochovaný stav sochy je havarijní. Především použitý pískovec byl silně degradovaný, v některých místech narušený i do hloubky několika centimetrů. Rovněž byla v havarijním stavu většina barevných povrchových vrstev, která odpadávala od povrchu a částečně byla zkrakelovaná. Restaurátorský zásah vycházel ze skutečnosti, že se jedná o sbírkový předmět Lapidária Národního muzea a jako takový, bude dále prezentován v jeho sbírkách, případně bude uložen v depozitáři. Socha byla nejprve očištěna, poté byl pískovec řádně zpevněn a injektován. Velký důraz byl kladen na záchranu barevných vrstev. Krakely bylo nutné narovnat zpět do požadovaného tvaru a zafixovat opět k podkladu tepelnou špachtlí a adhezivem. Nejmladší monochromní vrstvy i torza lokálně dochované barevné vrstvy byly odstraněny, neboť svým barevným pojednáním snižovaly hodnotu díla a degradovaly dílo po stránce výtvarné i estetické. Prezentována je tak vrstva pod okrovou polymerní vrstvou, tedy první zachovalá polychromní úprava. Následovalo provedení plastické retuše. V případě tvarových ztrát jakým je břevno kříže a pravá špička boty světce byla respektována prezentovaná barevná úprava, která vede přes toto poškození, a tato místa nebyla doplněna. Závěrečnou fází byla lokálně provedená barevná retuš.

Součástí praktické části je také uměleckohistorický průzkum, neboť není známý ani autor sochy ani její původní umístění. Výtvarná forma, kompozice i autorská modelace a rukopis nás navedly na myšlenku, že se jedná o dílo, které svojí podobou můžeme spojit s činností pražské dílny Ignáce Františka Platzera. V Chotýšanech u Benešova se podařilo do naší sbírky vyhledaných svatých Janů zařadit dílo z konce 18. století, které má v mnoha ohledech shodný vzor k naší soše a je připsáno následovníku Platzera. Nabízí se nám proto domněnka, že pro naší



sochu Jana Nepomuckého existoval jistý vzor, který byl v mnoha ohledech shodný, jak se ukazuje na výrazně mladší práci v Chotýšanech (1794) od neznámého autora.

V druhé, teoretické části diplomové práce byl představen výzkum materiálů vhodných k zajištění polychromie na kamenný substrát. Výběr materiálů, postupů i testovaných vlastností byl zaměřen pro interiérové podmínky a vyplýval z umístění restaurované sochy sv. Jana Nepomuckého. Pro zajištění barevné vrstvy na kámen neexistuje žádný univerzální prostředek a při jeho návrhu a zvolené technologii je třeba vždy brát ohledy na aktuální situaci (konkrétní dílo), charakter poškození, vlastnosti materiálů a podmínky, ve kterých je či bude objekt následně uchován. Neexistuje jednoduchá odpověď na otázky, jakou teplotu nebo koncentraci při zažehlování použít, nebo jaká je doba odpaření rozpouštědla a jeho následná aktivace. Vše je v závislosti na konkrétních podmínkách, jako je složení barevné vrstvy, stáří a síla krakely, okolní teplota, nasákavost podkladu, druh rozpouštědla, velikost odpařovací plochy, atd. Proto je vhodné před samotným zažehlováním napřed provést průzkum materiálů doplněný o zkoušky aplikace. Ty by měly odpovědět na základní otázky, které se týkají koncentrace adheziva, teploty a času potřebných k provedení lepení. Při jejich aplikaci je třeba také dbát na účinek adheziva na barevnou vrstvu i substrát (změna barevnosti, citlivost na teplo, aj.). Nelze pominout ani fakt, že zajišťování barevné vrstvy na uměleckých dílech představuje vždy komplikovaný proces a hraje zde velkou roli trpělivost, zručnost a zkušenost restaurátora.

Adheziva, která byla v rámci diplomové práce testována, mají podle dosažených výsledků a zkoušek klady i zápory, kterými je limitováno jejich použití. Přesto mohou všechna najít velmi uspokojivé uplatnění, a to v různých oblastech restaurování uměleckých děl při jejich konsolidaci. V případě sochy svatého Jana Nepomuckého z Lapidária Národního muzea v Praze byl na základě vyhodnocení všech zkoušek a dosažených výsledků pro zažehlování jako nejlepší vybrán prostředek Acrylkleber 498 HV a to v koncentraci 5 %, která byla dostačující pro dosažení dobrého lepícího účinku. Jedná se o disperzi kopolymerů akrylátů s výbornými aplikačními vlastnostmi, zejména jednoduchou přípravou, aplikací, aktivací. Charakter adheziva, které je bezbarvé s pololeskem, zcela vyhovuje typu aplikace. Malá pronikací schopnost prostředku způsobuje, že adhezivum výrazně nemigruje zažehleným souvrstvím a vytváří spojovací vrstvu lokalizovanou mezi

kamenem a barevnou vrstvou. Jedná se o termoplast, který má dobré lepicí schopnosti již při normální teplotě, ale jeho účinek lze zlepšit zvýšením teploty na 60–65 °C (technický list doporučuje teplotu vyšší – kolem 68–70 °C). Tento prostředek vyhovuje i z hlediska mechanických vlastností – vyznačuje se dobrou přídržností, avšak nižší elasticitou a tažností, což nemusí být ve stabilních podmínkách interiéru žádný problém. V praxi se pro lepší účinnost adheziva při restaurování barevné vrstvy na plátně používá také směs akylátových adheziv Acrykleber 498 HV a 360 HV v poměru 1:1 nebo 2:1. Touto kombinací je možné „nastavit“ teplotu pro zažehlení a „pružnost“ podle citlivosti barevné vrstvy.<sup>152</sup>

Určitou alternativou pro použití v interiéru představuje také Beva Gel, který se vyznačuje ještě lepšími mechanickými vlastnostmi. Problematická a dosud neodzkoušená je dlouhodobá stabilita prostředku.

Překvapivě kontroverzní výsledky byly získány při hodnocení běžně užívaného Paraloidu B72, který byl testován společně s alternativně užívaným Paraloidem B82. Hlavní nevýhodou prostředku je výrazně komplikovaná aplikace, kterou nelze, i při různé modifikaci technologického postupu, nijak přesně definovat. Výsledky dosažené při zajištění barevné vrstvy proto vycházely jako jedny z nejhorších. Problém pravděpodobně souvisí s typem použitého ředidla (v našem případě toluen a ethanol), které by bylo dobré pro tyto účely zkusit změnit. Dalším problémem je výrazná barevná změna, která je patrná na hornině i na samotné barevné vrstvě, a to i v nejnižších možných koncentracích. Výrazné ztmavnutí na zpevněných částech barevné vrstvy je v mnoha případech neakceptovatelné i v exteriérových podmínkách, ve kterých prostředek nemá z důvodu vysoké stability konkurenci.

Fixování barevné vrstvy zastává důležité postavení při restaurování polychromované sochy. Jejím restaurováním dochází především k uchování a stabilizaci její hmotné podstaty do budoucích let a vypovídá o historii a tradici let minulých. Její záchrana úzce souvisí s estetických a vizuálním vyzněním díla, které mu navrácí, i když mnohdy jenom ve fragmentech, barevnou vrstvu a její strukturu do původní podoby.

Práce si nečiní nárok být komplexním výzkumem v této oblasti, ale spíše snahou o vytvoření základu, který bude vhodný k systematickému dlouhodobému

---

<sup>152</sup> Nicolaus K. *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999, s. 142

zkoumání zažehlovacích systémů barevné vrstvy na kameni. V případě navazujících prací by mohlo být odzkoušeno větší spektrum adhezních materiálů dostupných na trhu a jejich porovnání s testovanými systémy a zkoumání adhezních materiálů vhodných do exteriérových podmínek. Dále by mohla být věnována větší pozornost stárnutí, tedy odolnosti vůči UV záření a změně lepících vlastností různými analytickými nebo diagnostickými metodami. Při dalším studiu adhezních prostředků by se práce mohla zaměřit na jejich reverzibilitu a zároveň by byl vhodný dlouhodobý monitoring stavu adhezních filmů a objektů s použitými adhezivy.

**Seznam použité literatury, pramenů a elektronických zdrojů**

- Ackroyd, P., *The Structural Conservation of Canvas Paintings: Changes in Attitude and Practice since the Early 1970's*, *Reviews in Conservation* (3), 2002
- Bečková, K.; Hruza J.: *Asanace - zatracovaný i obdivovaný projekt obce Pražské In: Pražská asanace. K 100. výročí vydání asanačního zákona pro Prahu*, Praha, Muzeum hlavního města Prahy, 1993
- Bělina P., *Dějiny Prahy. II., Od sloučení pražských měst v roce 1784 do současnosti*, Praha, Litomyšl, 1998
- Blažiček O. J., *Pražská plastika raného rokoka*, Praha 1946
- Bria C. F., Jr, *The History of the Use of Synthetic Consolidants and Lining Adhesives*, *WAAC Newsletter*, Volume 8, Number 1, Jan. 1986, s. 7-11
- Bucklow Spike, *The description of craquelure patterns*, *Studies in Conservation*, 42, 1997
- Dědičová V., Hladík T., Vernerová I., Ignác František Platzer, Sv. Jan Nepomucký, *Malé katalogy starého umění 6.*, Národní galerie, Sbíрка starého umění, Praha, 1999
- Ďurovič M., a kol. *Restaurování a konzervování archiválií a knih*, Litomyšl, 2002
- Duffy Michael C., *A study of acrylic dispersions used in the treatment of paintings*, *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)*, Volume 28, Number 2, Article 2, 1989
- Hloušková Dagmar, *Problémy fixace barevné vrstvy*, Praha, 1991
- Glombová B., *Restaurování polychromované sochy svatého Václava z Národního muzea; Odolnost retušovacích prostředků vůči stárnutí*, (diplomní práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2016
- Kopecká I. a kolektiv, *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*, NPÚ, ÚP, Praha, 2002
- Kotlík P. a kolektiv, *Stavební materiály historických objektů- materiály, koroze, sanace*, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 1999
- Kotlík P., *Technologie barevných úprav kamene*, *Barevnost kamene a kamenných prvků fasád*, seminář STOP, 2004

- Kubička, R., Zelinger, J., *Výkladový slovník malířství, grafika, restaurátorství*, Praha, 2004
- Lesniaková P., příloha DP, Chemicko-technologický průzkum, Lapidárium Národního muzea, kamenná socha sv. Jana Nepomuckého, FR, UPa, Litomyšl, 2016
- Martinková, B., *Způsoby konsolidace pastelu* (bakalářská práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009
- Michel, F., *Funori and Jun Funori: Two Related Consolidants with Surprising Properties*. Proceedings of Symposium 2011 – Adhesives and Consolidants for Conservation, research and applications, Ottawa, 2011,
- Mleziva J., Šňupárek J., *Polymery, výroba, struktura, vlastnosti a použití*, vydání přepracované druhé, Praha, 2000
- „NANOFORART“ projekt (Nano-materials for the conservation and preservation of movable and immovable artworks); 2012-2014 (FR, UPa); project number 282816; FP7 ENV-NMP, Collaborative project). Objectives: Evaluation of the properties of developed nanomaterials for the consolidation of deteriorated highly porous historic materials (stone and plaster). Trails for degraded flaking paint layer, 2012, autor zkoušek J. Vojtěchovský a J. Dunajská
- Nejedlý V., *Historické povrchové úpravy kamenosochařských výtvarných děl umístěných v exteriéru – historie – ochrana*, Barevnost kamene a kamenných prvků fasád, seminář STOP, Praha, 2004
- Nicolaus K. *The Restoration of paintings*, Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne, 1999
- Petr F., *O starých malbách a jejich restaurování*, Praha, 1954
- Petr F., *Umělecké dřevořezby a jejich restaurování*, Praha, 1953
- Ploeger R., E. René de la Rie, Christopher W. McGlinchey, Michael R. Palmer, Christopher A. Maines, and Oscar Chiantore, *The long-term stability of popular heat-self adhesive for the conservation of painted cultural objects*, Polymer Degradation and Stability 107, 2004
- Ploeger R., E. René de la Rie, Chris W. McGlinchey, *Original and reformulated Beva 371: Composition and assessment as a consolidant for painted surfaces*, Studies in Conservation, 2014



- Poche E. a kol., *Praha na úsvitu nových dějin, Čtvero knih o Praze*, Praha 1988
- Poche E. a kolektiv, *Umělecké památky Čech A-J*, Praha, 1977
- Selucká A., Jakubec P., *Současné standardy mikroklimatu v muzejní praxi*, Fórum pro konzervátory – restaurátory, Metodické centrum konzervace Technického muzea, Brno 2014
- Skořepová Z., *O sochařském díle rodiny Platzerů*, Praha 1957
- Slánský B., *Techniky malby I., Malířský a conservační materiál*, Praha, 1953
- Slánský B., *Technika malby, díl II, průzkum a restaurování obrazů*, Praha a Litomyšl, 2003, vydání druhé
- Suchomel M. *Sochařské repliky Ignáce Františka Platzera – 2*, ZPP, LIII, 1993
- Swider J. R., Smith M., *Funori: Overview of a 300-Year-Old Consolidant*, Journal of the American Institute for Conservation 44/2, 2005
- Urbánek Š., Bartl B., Ďurovič M., *Použití poly(2-ethyl-2-oxazolinu) pro lepení voskových pečetí*, Národní archiv v Praze, In: *Konzervace a restaurování voskových předmětů*, STOP, Národní technické muzeum, Praha, 2013
- Vančura V., *Zprávy památkové péče*, LV, číslo 9, 1999
- Vlček P. a kolektiv, *Umělecké památky Prahy, Staré město, Josefov*, Praha 1996
- Weiglová Z., *Problematika krakelov a konsolidácia obrazovej vrstvy na plátenej podložke* (diplomní práce), Vysoká škola výtvarných umení, Katedra reštaurovania, Bratislava, 2009
- Zelinger J. a kolektiv, *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Vyd. 2., přepracované a dopl., Praha, 1987
- Zelinger, J., Šimůnková, E., Kotlík, P., *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Akademia, 1982, vyd. 1.

**Elektronické zdroje**

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10000000039-narodni-galerie-v-praze-nikdy-nezavira/212251000340091-ignac-frantisek-platzer-sv-jan-nepomucky>

<http://www.chotysany.cz/m/informace-o-obci/historie/drobne-sakralni-objekty/>

<http://previous.npu.cz/download/1304417278/met25preventivni-pece-opis.pdf>

<https://www.cci-icc.gc.ca/discovercci-decouvriricc/PDFs/Paper%2016%20-%20Michel%20-%20English.pdf>

<http://www.chevas.cz/>

<http://old.art-protect.cz/Cenik/PDF/038.pdf>

[http://talasonline.com/photos/instructions/PLEXTOL\\_B500\\_INFO.pdf](http://talasonline.com/photos/instructions/PLEXTOL_B500_INFO.pdf)

<http://www.chevas.cz/lascaux-498-hv-1/detailpdf.php?idp=33024&dealkat=1>

[http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/81000-81004.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/81000-81004.pdf)

<http://www.ctseurope.com/en/scheda-prodotto.php?id=141>

[http://talasonline.com/photos/instructions/Larapol\\_A81.pdf](http://talasonline.com/photos/instructions/Larapol_A81.pdf)

[http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/81040e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/81040e.pdf)

<http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/paraloid/>

[http://www.dow.com/assets/attachments/business/pcm/paraloid\\_b/paraloid\\_b-82/tds/paraloid\\_b-82\\_100\\_pct.pdf](http://www.dow.com/assets/attachments/business/pcm/paraloid_b/paraloid_b-82/tds/paraloid_b-82_100_pct.pdf)

<http://www.maluj.cz/olejove-barvy/sady-griffin-alkyd-wn/>

<http://art-protect.cz/wp-content/uploads/2014/10/LASCAUX-RESTAURO.pdf>

<http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn08/wn08-1/wn08-104.html>

<http://conservation.historic-scotland.gov.uk/techpaper11.pdf>

<http://art-protect.cz/sortiment/02-pojiva-lepidla-suroviny/aquazol/>

[file:///E:/DP\\_diplomka%20nov%C3%A9%20teoretik/testovane%20materialy\\_text/technick%C3%A9%20listy/Beva%20Gel.html](file:///E:/DP_diplomka%20nov%C3%A9%20teoretik/testovane%20materialy_text/technick%C3%A9%20listy/Beva%20Gel.html)