

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta restaurování**

**Ateliér restaurování a konzervace kamene a souvisejících  
materiálů**

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

**Restaurování anděla (putto) č. 13 z kaple sv. Isidora v Křenově  
a části štukového vlysu pod korunní římsou**

**Restaurování podstavce se sochou sv. Františka ze sousoší  
Kalvárie ve Velké Vsi u Broumova**

Lukáš Brotánek

Vedoucí práce: Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.

Bakalářská práce

2014

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování  
Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Brotánek**  
Osobní číslo: **R10000**  
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**  
Název tématu: **Restaurování anděla (putto) č. 13 z kaple sv. Isidora v Křenově  
a části štukového vlysu pod korunní římsou  
Restaurování podstavce se sochou sv. Františka ze sousoší Kal-  
várie ve Velké Vsi u Broumova**  
Zadávací katedra: **Ateliér restaurování kamene**

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

Zásady pro zpracování: Komplexní restaurátorský zásah.

Rozsah:

Praktická práce bude rozdělena do dvou samostatných částí. První část práce bude provedení restaurování anděla a části vlysu pod korunní římsou. V rámci restaurátorského průzkumu a zkoušek navrhovaných materiálů bude věnována zvýšená pozornost výběru vhodného materiálu na lepení oddělených částí štukové výzdoby. Druhá část práce bude zaměřena na restaurování kamenného podstavce se sochou sv. Františka. V obou částech práce je předmětem práce samostatné řešení restaurátorského úkolu v plném rozsahu od zpracování návrhu na restaurování přes důkladný restaurátorský průzkum až po vlastní restaurování a zpracování závěrečné restaurátorské dokumentace.

Práce budou průběžně konzultovány s technologi, 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 bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Josef ŠTULC, Miloš SUCHOMEL, Ivana MAXOVÁ: Péče o kamenné sochařské a stavební památky, SÚPP, Praha 1998, 32 stran

Alois RIEGL, Ivo HLOBIL: Moderní památková péče, překlad Ivo HLOBIL, Tomáš HLOBIL, NPÚ, 2003 ? Dvojjazyčné vydání Č/N

Miloš Suchomel, Záchrana kamenných soch. Díl 2 / Praha : Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, 1990

Záchrana kamenných soch / Miloš Suchomel / Praha : Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, 1988

Zelinger J., Heidingsfeld V., Kotlík P., Šimůnková E.: Chemie v práci konzervátora a restaurátora, Academia Praha 1987

SUCHOMEL, M.: Faktory způsobující proměny kamenosochařských památek (I.). ZPP LVIII., 1998, č.8, s.242-248.

Péče o architektonické dědictví I. II. III., kolektiv autorů, IDEA Servis, Praha 2008-11

Petr Kotlík a kol, Skripta - VŠCHT -, Stavební materiály historických objektů Kopecká, Ivana-Nejedlý, Vrat, Průzkum historických materiálů., Grada 2005

Zahraníční:

Authors: Price C., Doehne E.

Title: Stone conservation, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2010, s

Authors: Amoroso, Giovanni; Fassina, Vasco

Title: Stone decay and Conservation Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 1983. 453p.

Authors: Salvador Munoz-Vinas

Title: Contemporary Theory of Conservation

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.**

Ateliér restaurování kamene

Datum zadání bakalářské práce: **30. října 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **12. srpna 2014**

L.S.

Ing. Karol Bayer  
děkan

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

V Litomyšli dne 6. května 2014

## **Prohlašuji:**

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

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., 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 11. 8. 2014

Lukáš Brotánek

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Mgr. art. Jakubu Ďoubalovi, Ph.D. za vedení praktických částí a mnoho užitečných rad v průběhu restaurování. Mé velké poděkování patří také Ing. Renatě Tišlové, Ph.D. za vedení teoretické části bakalářské práce. Dále děkuji celému vedení ateliéru restaurování kamene za mnoho rad a trpělivosti v průběhu studia, také děkuji za průzkumové části práce Ing. Petře Lesniakové, Ph.D. Poslední poděkování patří celé mé rodině a přítelkyni za podporu a trpělivost v dobách studia.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se skládá ze tří hlavních částí. První část práce obsahuje dvě restaurátorské dokumentace restaurovaných částí štukové výzdoby z *kaple sv. Isidora* v Křenově, jedná se o restaurování anděla s hudebním atributem a části ornamentálního vlysu. Druhou částí je teoretická část - průzkum lepicích systémů na štukových hmotách. Poslední část práce dokumentuje restaurátorský zásah na podstavci se sochou sv. Františka ze sousoší *Kalvárie* z Velké Vsi u Broumova.

## **Klíčová slova**

restaurátorská zpráva, restaurování, lepicí systémy, lepení štukových hmot, štuk, kamenosochařské dílo

## **Title**

Restoration of the angel (Putto) No. 13 from the Chapel of St. Isidor in Křenov and a part of stucco frieze below the cornice

Restoration of the pedestal with a statue of St. Francis of the Calvary sculptural group in Velká Ves near Broumov

## **Annotation**

The bachelor's thesis consists of three main sections. The first one contains two pieces of restoration documentation – of the restored stucco decoration of the Chapel of St. Isidor in Křenov, of the restoration of an angel with a musical attribute, and a part of an ornamental frieze. The second part is a theoretical part – a survey of adhesive systems on stucco materials. The last part documents the restoration intervention on a pedestal with a statue of St. Francis of Calvary sculpture in Velká Ves near Broumov.

## **Keywords**

restoration report, restoration, adhesive systems, sticking stucco materials, stucco, stone-cutting work

## Obsah

1	Úvod .....	12
2	Restaurování anděla z kaple sv. Isidora v Křenově a části štukového vlysu pod korunní římsou .....	13
2.1	Popis objektu kaple sv. Isidora v Křenově .....	13
2.1.1	Lokalizace památky .....	13
2.1.2	Údaje o akci .....	13
2.1.3	Popis objektu kaple .....	14
2.2	Restaurování anděla z kaple sv. Isidora v Křenově .....	15
2.2.1	Údaje o památce .....	15
2.2.2	Popis díla - anděl (putto) č. 13 .....	15
2.2.3	Restaurátorský průzkum .....	16
2.2.3.1	Popis stavu památky před započítím restaurování .....	16
2.2.3.2	Průzkum historické obrazové dokumentace .....	16
2.2.3.3	Průzkum hudebních atributů .....	17
2.2.3.4	Chemicko-technologický průzkum .....	17
2.2.3.5	Zkoušky čištění .....	18
2.2.4	Vyhodnocení průzkumu .....	18
2.2.5	Koncepce restaurátorského zásahu .....	19
2.2.6	Navrhovaný postup prací .....	20
2.2.7	Postup restaurátorských prací .....	20
2.2.8	Použité technologie a materiály .....	23
2.2.9	Doporučený režim památky .....	24
2.2.10	Seznam vyobrazení .....	25
2.2.11	Obrazová příloha .....	26
2.2.12	Grafická dokumentace .....	44

2.3	Restaurování části štukového vlysu pod korunní římsou.....	47
2.3.1	Údaje o památce .....	47
2.3.2	Popis díla - vlysu pod korunní římsou.....	47
2.3.3	Restaurátorský průzkum .....	47
2.3.3.1	Popis stavu památky před započítím restaurování .....	48
2.3.3.2	Průzkum historické obrazové dokumentace.....	48
2.3.3.3	Chemicko-technologický průzkum.....	48
2.3.4	Vyhodnocení průzkumu .....	49
2.3.5	Koncepce restaurátorského zásahu.....	49
2.3.6	Navrhovaný postup prací .....	50
2.3.7	Postup restaurátorských prací .....	50
2.3.8	Použité technologie a materiály .....	52
2.3.9	Doporučený režim památky .....	53
2.3.10	Seznam vyobrazení .....	54
2.3.11	Obrazová příloha .....	55
2.3.12	Grafická dokumentace .....	65
2.3.13	Příloha chemicko-technologický průzkum .....	67
3	Teoretická část - průzkum lepicích systémů na štukových hmotách ....	79
3.1	Úvod do problematiky .....	79
3.1.1	Vlastnosti lepeného spoje .....	79
3.1.2	Problematika lepení štuků – lepení a injektáž .....	80
3.1.3	Materiály používané pro injektáž maltovin .....	80
3.1.4	Vlastnosti vybraných směsí– výsledky předchozího výzkumu	81
3.1.5	Spoje.....	82
3.2	Úvod experimentu .....	83
3.2.1	Použité materiály a postupy v kapli sv. Isidora v Křenově.....	83
3.2.2	Substráty.....	84

3.2.3	Materiály lepicích systémů .....	84
3.2.4	Příprava lepicích systémů a jejich aplikace .....	88
3.2.5	Testované vlastnosti .....	89
3.2.5.1	Zpracovatelnost.....	89
3.2.5.2	Viskozita.....	89
3.2.5.3	Injektážní vlastnosti .....	89
3.2.5.4	Kapilární vztlínání .....	90
3.2.5.5	Pevnost lepeného spoje .....	90
3.3	Výsledky a diskuze .....	90
3.3.1	Zpracovatelnost .....	91
3.3.2	Viskozita .....	91
3.3.3	Injektážní vlastnosti.....	92
3.3.4	Kapilární vztlínání .....	94
3.3.5	Pevnost lepeného spoje .....	94
3.4	Celkové vyhodnocení lepicích systémů .....	95
3.5	Shrnutí výsledků.....	98
3.6	Seznam tabulek a grafů.....	100
3.7	Tabulky a grafy .....	100
3.8	Seznam vyobrazení .....	103
3.9	Obrazová příloha .....	104
4	Restaurování podstavce se sochou sv. Františka ze sousolí Kalvárie ve Velké Vsi u Broumova .....	110
4.1	Popis Kalvárie z Velké vsi u Broumova .....	110
4.1.1	Lokalizace památky .....	110
4.1.2	Údaje o památce .....	110
4.1.3	Údaje o akci.....	111
4.1.4	Popis objektu .....	111

4.1.5	Popis sousoší .....	112
4.2	Restaurování podstavce se sochou sv. Františka .....	112
4.2.1	Popis restaurované části.....	112
4.2.2	Restaurátorský průzkum .....	113
4.2.2.1	Popis stavu památky před započítím restaurování .....	113
4.2.2.2	Chemicko-technologický průzkum.....	114
4.2.2.3	Zkoušky čištění.....	115
4.2.3	Vyhodnocení průzkumu .....	116
4.2.4	Koncepce restaurátorského zásahu.....	117
4.2.5	Navrhovaný postup prací .....	117
4.2.6	Postup restaurátorských prací .....	118
4.2.7	Použité technologie a materiály .....	120
4.2.8	Doporučený režim památky .....	121
4.2.9	Seznam vyobrazení .....	122
4.2.10	Obrazová příloha .....	124
4.2.11	Grafická dokumentace .....	146
4.2.12	Příloha chemicko-technologický průzkum .....	150
5	Seznam použité literatury a pramenů.....	173
5.1	Seznam použité literatury .....	173
5.2	Seznam použitých pramenů .....	174

## 1 Úvod

Bakalářská práce se skládá ze tří hlavních částí. Popisuje provedené restaurátorské zásahy na zadaných dílech. V první části jsou popsány restaurátorské zásahy na dvou štukových dílech nacházejících se v *kapli sv. Isidora* v Křenově. Jedná se o štukovou plastiku anděla s hudebním atributem (noty) a část štukového ornamentálního vlysu. Práce obsahuje průzkumovou část, podrobnou dokumentaci postupů prací, a dále obrazovou i grafickou dokumentaci.

Další částí bakalářské práce je teoretická kapitola, která se zabývá průzkumem daných lepicích systémů na štukových hmotách. Práce porovnává jejich praktické použití a měří vlastnosti lepených spojů.

Bakalářskou práci uzavírá dokumentace komplexního restaurátorského zásahu na části sousoší *Kalvárie* z Velké Vsi u Broumova. Jedná se o sochu sv. Františka a podstavce, který tvoří centrální část sousoší. Práce obsahuje průzkumovou část, dokumentaci restaurátorských prací a obrazovou a grafickou dokumentaci.

## **2 Restaurování anděla z kaple sv. Isidora v Křenově a části štukového vlysu pod korunní římsou**

### **2.1 Popis objektu kaple sv. Isidora v Křenově**

#### **2.1.1 Lokalizace památky**

Kraj:	Pardubický kraj
Okres:	Svitavy
Obec:	Křenov
Adresa:	kaple stojí na parcele č. 37 v obci Křenov
Název památky:	kaple sv. Isidora
Sloh/datace	barokní sloh, datace 1706–1713 <sup>1</sup>
Rejstříkové číslo památky:	28066/6-3094
Lokace:	49°40'51.7"N 16°37'28.7"E

#### **2.1.2 Údaje o akci**

Vlastník:	obec Křenov
Investor:	obec Křenov
Zhotovitel:	Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování Litomyšl, Lukáš Brotánek
Závazné stanovisko:	MÚ Moravská Třebová ze dne 28. 6. 2004 S MUMT 8107/2012

---

<sup>1</sup> podle ústního sdělení Vladislavy Říhové, katedra humanitních věd FR, UPCE, dne 18. července 2014

Zodpovědný restaurátor:	Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D. Mgr. art. Jan Vojtěchovský
Odborná spolupráce:	Ing. Renata Tišlová Ph.D. Ing. Petra Lesniaková Ph.D.
Památkový dohled:	Václav Paukert, PhDr., NPÚ ÚOP Pardubice
Termín započetí prací:	říjen 2013
Termín ukončení prací:	srpen 2014

### **2.1.3 Popis objektu kaple**

Kaple bratrstva sv. Isidora se nachází na parcele č. 37 v obci Křenov. Kaple navazuje na hřbitovní zeď. Barokní kaple s její výzdobou vznikla pravděpodobně mezi roky 1707–1713. Půdorys kaple je oválný. Sakristie se nachází na východní straně, na západní straně je prostor kaple rozdělen kruchtou. V interiéru kaple se nachází bohatá umělecká výzdoba, strop je vyzdoben nástěnnými malbami se štukovými rostlinnými ornamenty a hlavičkami andílků. Na korunní římsě se nachází soubor štukových andělů s hudebními atributy, tzv. nebeská kapela. Pod korunní římsou se nachází pás ornamentálních štukových vlysů s akantovými rozvilinami, které jsou rozděleny festony. Spodní část kaple je vyzdobena pilastry s malovaným iluzivním mramorem. Pilastry jsou zakončeny bohatě pojednanými štukovými hlavicemi. Mezi pilastry se ve spodní části nachází pět nik se štukovými sochami světců. V centrální nische za oltářem se nachází štuková socha Sv. Isidora. V kapli se nalézá také řezbovaný oltář a několik soch ze dřeva s polychromií.

## 2.2 Restaurování anděla z kaple sv. Isidora v Křenově

### 2.2.1 Údaje o památce

Název restaurovaného díla:	štukový anděl (putto č. 13) <sup>2</sup>
Autor:	neznámý
Materiál/technika:	vápenný štuk, souvrství štukových malt vymodelované „in situ“
Rozměry:	výška 106 cm, šířka 73cm

### 2.2.2 Popis díla - anděl (putto) č. 13

Postava anděla náleží do souboru osmi andílků s hudebními atributy, umístěných na korunní římse. Restaurovaný anděl (putto) č. 13, se nachází po levici centrální plastiky Boha Otce. Anděl sedí v draperii přímo na korunní římse, je posazen s mírným natočením k centrálnímu výjevu, obě nohy visí volně do prostoru kaple. Pravá ruka anděla směřuje k soše Boha Otce. Gesto této ruky není známo, protože se ruka dochovala v torzálním stavu. Levá ruka míří přímo před anděla do prostoru kaple, atribut se bohužel nedochoval. Hlava anděla je natočena směrem k levé ruce. Anděl pravděpodobně pozoroval nedochovaný atribut. Plastika je ukotvena pomocí kovového táhla do zdi kaple. Výstavba plastiky je patrná ze zadní strany. Výstavba je složená z několika štukových vrstev nanášených na armaturu tvořenou zuhelnatělým dřevem a kovovými armaturami. Anděl byl vytvořen přímo na místě, plastika byla vytvořena mistrným způsobem s patrnou kvalitní modelací. Přibližné rozměry anděla jsou 106 cm (výška) a 73 cm (šířka). Na draperii, na které je anděl umístěn, se nalézají zlatě zlatě linka. Zlacení se nalézají také na křídlech a stuze obepínající anděla kolem pasu.

---

<sup>2</sup> Vojtěchovský Jan, Ďoubal Jakub a kolektiv studentů: *Restaurovatelský průzkum, nástěnné malby, štuková výzdoba a omítky interiéru kaple sv. Isidora v Křenově*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, březen 2012

### **2.2.3 Restaurátorský průzkum**

Cílem restaurátorského průzkumu bylo zjištění aktuálního stavu díla, zdokumentování dochovaného stavu. Další částí průzkumu byl průzkum použitých technologií při vzniku díla. Jednalo se především o materiálové složení plastiky, výstavbu jednotlivých štukových vrstev a použité technologie zlacení. Odběr vzorků byl prováděn na vybraných plastikách ze souboru plastik andělů (např. anděl č. 12, č. 17, č. 18), na andělovi č. 13 nebyly odebírány vzorky.

#### **2.2.3.1 Popis stavu památky před započatím restaurování**

Hlavní poškození anděla jsou patrná na první pohled. Jedná se o chybějící pravou ruku; na levé ruce se nedochovaly dva prsty a hudební atribut plastiky. Poslední částí, která se nezachovala, je část levého křídla. Na plastice se nachází dvě zásadní praskliny. První prasklina se nalézá v kolenní oblasti pravé nohy, druhá je komplikovanější a nachází se pod pravým ramenem. V této oblasti armatura ruky nedovoluje navrácení na původní místo, na místě zlomu vzniká úskok. Po celé plastice se nalézají drobné trhliny především na drapérii, které pravděpodobně vznikly již při vzniku plastiky vlivem smrštění štukové hmoty. Na zlacených plochách se nachází drobné defekty, chybí části zlacení. Prakticky celý povrch plastiky je pokryt silnými prachovými depozity. Odhalené části kovových armatur jsou narušeny korozí.

#### **2.2.3.2 Průzkum historické obrazové dokumentace**

Z dochované historické dokumentace nebylo možné doplnit chybějící části plastiky. Nejstarší nalezená dochovaná fotografie již dokumentovala stav plastiky anděla bez pravé ruky i hudebního atributu. Stav na fotografiích odpovídal stavu před restaurováním plastiky.

### 2.2.3.3 Průzkum hudebních atributů

V rámci možnosti doplnění hudebních atributů byl osloven PhDr. Julius Hůlek z Národní knihovny. Byla diskutována otázka, zda anděl mohl mít v nedochované pravé ruce dirigentskou taktovku. Vzhledem k období vzniku, spadajícího do poloviny 18. století, byla tato možnost vyloučena. Dirigentská taktovka se stala trvalou součástí orchestrální interpretační práce až o celé století později, přibližně někdy kolem roku 1820.

V levé ruce anděla chyběl hudební atribut. Z dochovaného stavu ruky vyplynulo, že se pravděpodobně jednalo o notovou partituru. Atribut byl zřejmě vytvořen z dřevěné destičky, na ruce byl dochován otisk struktury dřeva. Tato myšlenka odpovídá i struktuře složení andělského chóru, který je složen z dvojic andělů s totožnými atributy. K restaurovanému andělovi odpovídá protější anděl č. 14 se stočeným svítkem papíru (notová partitura) viz obr. 1. 13. Stočený svitek nahrazuje dirigentskou taktovku, což by odpovídalo dobové dirigentské praxi.<sup>3</sup>

### 2.2.3.4 Chemicko-technologický průzkum

Při předchozích restaurátorských zákrocích na souboru andělů s hudebními atributy byly provedeny odběry vzorků. Vzorky byly odebrány z různých štukových vrstev plastik andělů, a také vzorky na identifikaci použitého zlacení. Z chemicko-technologického průzkumu vyplynulo, že se štukové souvrství skládá ze tří vrstev. Základní vrstva byla použita k obalení kovových armatur-maltovina je složena ze sádry a vápna pravděpodobně neobsahuje žádné kamenivo, vrstva slouží ke spojení štukových vrstev s armaturou. Jádrová omítka plastiky je růžové barvy, je na bázi bílého vzdušného vápna (s obsahem Mg) se slabě hydraulickými vlastnostmi. V omítce se nalézá jako příměs sádra, hydraulický charakter malty mohou způsobovat jílové složky v použitém plnivu. Plnivo je křemičité, s obsahem jílových nebo hlinkových frakcí, obsah železa (Fe) v plnivu způsobuje zbarvení omítky do růžové barvy. Vrstva obsahuje pravděpodobně mletý vápenec, jako nejpravděpodobnější, byl zvolen objemový poměr kameniva a vápenné kaše 2:1. Svrchní štuková vrstva je jemnozrná

---

<sup>3</sup> podle ústního sdělení Julia Hůlka, Hudební oddělení NK v Klementinu, dne 30. dubna 2014

omítka bílé barvy, je tvořena směsí vápna, sádry a křemičitého plniva. V maltě je obsažen mletý vápenec ve větší míře než u jádrové omítky. Na plastice anděla č. 17 se objevují stopy barevných úprav, např. v oblasti tváří, barevné vrstvy jsou probarveny pigmenty na bázi oxidů železa. Není jednoznačné, jestli se jedná o původní barevnou úpravu. Na ostatních andělech nebyly barevné úpravy nalezeny.<sup>4</sup>

Na plastikách andělů se nachází zlacení, zlacení bylo provedeno plátkovým zlatem. Podklad pro zlacení je tvořen třemi vrstvami žlutých až oranžových odstínů, nátěry jsou probarveny pigmenty na bázi sloučenin olova a oxidů železa. Zlacení je provedeno na podklad obsahující olej (mixtionové zlacení).<sup>5</sup>

### 2.2.3.5 Zkoušky čištění

V rámci průzkumu byly vytvořeny zkoušky několika technik očištění. Pro prvotní očištění od silných prachových depozitů bylo vybráno jemné manuální čištění pomocí jemných štětců za použití vysavače. Na dočištění byly vytvořeny zkoušky manuálních čištění. Jako nevhodné byly vyhodnoceny: čištění pomocí skalpelu, které způsobovalo ztrátu štuky, navlhčení povrchu vodou a dočištění skalpelem - způsobilo rozmytí špíny a tvoření map nečistot. Houbička Wishab tvořila mastný efekt. Jako nejvhodnější se ukázalo použití dočišťujících štětců se syntetickým vláknem od firmy Deffner a Johann. Tato technika dočištění byla použita na místech, kde nestačilo jemné očištění.

### 2.2.4 Vyhodnocení průzkumu

Vizuální a chemicko-technologický průzkum plastiky anděla č. 13 prokázal výstavbu díla, provedenou ze tří vrstev štukových hmot. Plastika byla vytvořena přímo na místě, kde se nachází. Z chemicko-technologického průzkumu vyplynulo složení štukových vrstev. Na kovových armaturách byla jako základní vrstev nanášena malta z vápna a sádry, jako výplň plastiky byla použita

---

<sup>4</sup> Lesniaková Petra, Tišlová Renata, *Chemicko-technologický průzkum štukových vrstev socha andělka č. 17 Kaple sv. Isidora Křenov*, Litomyšl, 2014

<sup>5</sup> Lesniaková Petra, *Materiálový průzkum Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora - štukové plastiky putti*, Fakulta restaurování Litomyšl, 2013

zuhelnatělá dřeva. Jádrová vápenná vrstva je charakteristická svou narůžovělou barvou, to je způsobeno obsahem železa v plnivu. Vrchní vrstva se skládá z jemného vápenného štuky, jako plniva jsou použita křemičitý písek a mletý vápenec. Především v této vrstvě se nachází příměs sádry, sádra byla pravděpodobně přidávána při modelaci komplikovaných vystupujících tvarů. Obnažené kovové armatury jeví známky koroze, stejně jako kovové táhlo směřující ze zad anděla do zdi za andělem. Táhlo slouží k držení anděla na římse.

Stav štukových hmot je dobrý, není nutná strukturální konsolidace. Hlavní poškození, tvořené chybějícími částmi, pravděpodobně vzniklo manuálním poškozením plastiky. Jedná se především o chybějící pravou ruku, hudební atribut v levé ruce a chybějící část levého křídla. Drobné praskliny a trhliny na plastice vznikly zřejmě již při tuhnutí štukových hmot. Prasklina na pravé ruce pod ramenem vznikla pravděpodobně při manuálním poškození, obdobné poškození se nalézá na pravé noze v kolenní části.

Z vizuálního průzkumu je patrné, že plastika není barevně upravována, jediná prokázaná úprava povrchu je zlacení. Zlacení se nachází na draperii a na křídlech anděla. Z chemicko-technologického průzkumu vyplynulo, že zlacení bylo vytvořeno na olejové pojivo (mixtionové zlacení), pod zlacením se nalézá několik žlutých a oranžových podkladů. Zlacení je provedeno plátkovým zlatem. V některých částech zlacení na draperii jsou patrné menší defekty.

Celkový stav anděla je dobrý, mimo chybějících částí se nejeví zásadní poškození štukových hmot. Prakticky celá plastika je pokryta prachovým depozitem.

### **2.2.5 Koncepce restaurátorského zásahu**

Anděl patří do souboru osmi andělů, z toho pět bylo restaurováno v letech 2012 - 2013. V souladu se závazným stanoviskem byl u souboru andělů zvolen kompletní restaurátorský zásah. Na již restaurovaných andělech byly provedeny kompletní rekonstrukce chybějících částí (rukou, nohou a hudebních atributů) a lokální retuše. Tato koncepce odpovídá celkovému záměru rekonstrukce kaple

k navrácení výtvarné celistvosti a obnově nedochovaných částí. U restaurovaného anděla (putto č. 13), bude dodržena stejná koncepce restaurátorského zásahu s rekonstrukcí chybějících částí a doplněním chybějící zlacené úpravy. Nové doplňky budou barevně přizpůsobeny originální hmotě.

### **2.2.6 Navrhovaný postup prací**

První fází bude podrobná dokumentace stavu před restaurováním, doplněná o fotografickou dokumentaci a grafickou dokumentaci poškození. Bude následovat prvotní jemné očištění od hrubých nečistot. Dalším krokem bude provedení základní fixace oddělených částí a také fixace zlacení. Poté budou provedeny zkoušky finálního čištění. Kovové armatury budou konzervovány pomocí vhodné povrchové úpravy. V rámci rekonstrukčních prací budou vytvořeny modely chybějících částí, které se později vytvoří z vhodného kompatibilního materiálu. Trhliny a praskliny budou zajištěny pomocí vhodného injektážního prostředku. Defekty ve zlacených plochách budou rekonstruovány, plastické rekonstrukce a retuše se scelí pomocí lokální retuše s originální barevností plastiky anděla.

### **2.2.7 Postup restaurátorských prací**

**Dokumentace stavu** - První fází byla dokumentace dochovaného stavu plastiky anděla, byla vytvořena fotodokumentace před započatím prací a vznikly zákresy poškození a chybějících částí.

**Čištění** - Silné prachové depozity a hrubé nečistoty byly odstraněny pomocí jemných štětců s použitím vysavače. Důkladné dočištění bylo provedeno po zkouškách různých technik čištění - viz 2.2.3.5 zkoušky čištění, z průzkumu technik čištění vyplynul jako nejvhodnější prostředek dočištění pomocí čistících štětců. Dočištění plastiky bylo možné až po fixaci oddělených částí (pravá ruka a pravá noha). Zlacené plochy byly jemně očištěny pomocí vatové tyčinky s roztokem vody s etanolem a dočištěny chlebovou střídkou.

**Lepení** - Prasklina pravé nohy byla zajištěna v původní poloze a bylo přistoupeno k částečné injektáži pomocí nízkoviskózní pryskyřice. K tomuto kroku bylo přistoupeno z důvodu velkého namáhání spoje vahou nohy. Pryskyřice byla injektována do středu praskliny pomocí vyvrtaného otvoru, pryskyřice byla aplikována v malé dávce, aby nedošlo k jejímu vytečení. Spoj nohy byl poté doinjektován minerální směsí Ledan TA1. Na pravé ruce v ramenní části vnikla komplikovaná prasklina, původní armatura v paži nedovolovala navrácení ruky do původní polohy. Bylo tedy nutné opatrně původní armaturu přeříznout ve zlomu, k armatuře byl vhodný přístup ze zadní nepohledové strany. Po rozříznutí původní armatury bylo přistoupeno k přilepení ruky na původní místo. Na nový spoj byla použita nerezová armatura, která byla vlepena do předem připravených otvorů v ramenní části a do oddělené ruky. K lepení armatury byla použita epoxidová pryskyřice. Nalezený fragment levého křídla byl přilepen na původní místo na římse. K lepení byl použit bodový epoxidový spoj s použitím malého nerezového čepu (2 cm).

**Injektáž** - Po přilepení pravé ruky na nový čep byla prasklina injektována minerální směsí Ledan TA1. Postup injektáže byl takový, že byla prasklina nejdříve zvlhčena vodou a poté utěsněna pomocí navlhčené vaty. Hustota minerální směsi byla připravena podle síly praskliny, samotná injektáž byla provedena injekční stříkačkou s jehlou. U praskliny ruky byla injektáž provedena pod povrch originálního díla, chybějící hmota v prasklině byla doplněna pomocí vhodného, jemného vápenného tmelu. Praskliny a trhliny byly injektovány řídkou minerální směsí, byly vyplněny celé.

**Armatury** - Železné korodované táhlo držící anděla na římse bylo očištěno pomocí ocelového kartáče. Jako první nátěr byl použit inhibitor koroze od firmy Sika. Poté bylo táhlo natřeno matnou bílou barvou určenou na korodované povrchy. Stejný postup byl aplikován na armaturách pravé ruky, v části předloktí a na čepu po rozříznutí v ramenní části. V případě nových armatur byla použita nerezová závitová tyč, sloužící jako čep pravé ruky. V části předloktí a také v části nedochovaného křídla byly použity jako armatury nerezové vruty, které byly vlepeny do vyvrtaných děr pomocí epoxidové pryskyřice. Při rekonstrukci křídla byl jako pomocná armatura použit nerezový drát, ten byl navázán na připravené vruty.

**Plastická rekonstrukce** - V případě nedochované pravé ruky bylo vytvořeno několik variant gest v sochařské hlíně. Vzhledem k charakteru dochované levé ruky, která má krátké silnější prsty, byl tento typ prstů použit i k rekonstrukci nedochované pravé ruky. Gesto ruky bylo zvoleno v neutrálním charakteru z důvodů nedochované dokumentace. Rekonstrukce ruky byla vytvořena z vápenného tmelu s modifikací sádry, jako plniva byl použit jemný písek a mramorová moučka. Při rekonstrukci křídla byla nejprve vytvořena základní štuková destička na armaturu tvořenou nerezovými vruty a nerezovým drátem. Na destičku byla po zatuhnutí vytvořena dle dochovaných křídel rekonstrukce křídla s jednotlivými prsty. Na levé ruce byly vytvořeny chybějící prsty ze štukové hmoty, jednalo se o malíček a prsteníček. Defekty na plastice byly vytmeleny štukovým tmelem. U drobných defektů byla použita vápenná kaše s mramorovou moučkou. Tmely byly vytvořeny v poměru 1 díl pojiva a 2 díly plniva.

**Rekonstrukce hudebního atributu** - V případě nedochovaného hudebního atributu byl nejprve vytvořen model z lepenky k přibližnému určení velikosti doplňku. Jako materiál bylo zvoleno dřevo, dle dochovaného otisku dřeva v levé ruce. Po určení velikosti byl slepen blok z lipového dřeva, doplněk byl vytvořen za použití řezbářských dlát. Tvar byl vyřezán do podoby zvlněné notové partitury. Povrch byl vybroušen pomocí brusných papírů, z důvodu kolísající vlhkosti v kapli bylo dřevo ošetřeno pomocí roztoku Solakrylu BMX v xylenu, poté byl na doplněk nanesen disperzní nátěr s mramorovou moučkou a pigmenty k napodobení barevnosti a struktury štuku. Poslední fází bylo zlacení lemů doplňku, které bylo odvozeno od zlacení lemů stočené notové partitury u anděla č. 14. Zlacení bylo provedeno plátkovým zlatem na mixtion. Podklad zlacení byl upraven šelakem s pigmenty okrové barvy.

**Zlacení** - Na rekonstruovaném křídle bylo nutné provést rekonstrukci zlacení. Na místa určená ke zlacení na novém štuku byl nenesen šelak s pigmenty okrové barvy, poté bylo položeno plátkové zlato na olejové pojivo (mixtion). Postup zlacení byl vyzkoušen na štukových tělískách, byly odzkoušeny různé barvy podkladů zlacení. Na větší defekty byla použita totožná technika použití plátkového zlata, v případě drobných defektů byla použita technika retuše práškovým zlatem (mušlové zlato) v roztoku arabské gummy.

**Barevná retuš** - U vytvořených nových štukových doplňků byla nutná barevná úprava, aby se nové části zapojily do celku plastiky. Jednalo se především o rekonstruovanou pravou ruku a část levého křídla, barevná retuš byla provedena pomocí disperze s použitím mramorové moučky a vhodných pigmentů.

## 2.2.8 Použité technologie a materiály

prvotní očištění - jemné štětce, vysavač

dočištění - čistící štětec syntetické vlákno (Deffner a Johann)

injektažní směs - Ledan TA1

lepidlo - epoxidová pryskyřice Akepox 2010

pojivo tmelů - vápno Vitošov (vápenná kaše  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

plnivo tmelů - křemičitý písek Střeleč St56, maltový písek Lány u Trutnova

plnivo tmelů - jemně mletá mramorová moučka/vápenná moučka

pojivo retuší - Medium for Consolidation (vodní disperze akrylového kopolymeru, 4% roztok)

pojivo nátěru doplňku- Dispersion K9 (čistá akrylátová disperze, 3% roztok)

pigmenty - světlostálé pigmenty Byfferox, pigmenty Deffner a Johann

podklad zlacení - šelak v etanolu

pojivo zlacení - Mixtion LEFRANC 3 hod.

zlacení - plátkové zlato (ryzí přírodní trojité větrové, STURM)

pojivo retuše zlacení - Arabská guma

retuš zlacení - pigmenty Perlglanz Colibri Royalgold - Kremer Pigmente, arabská guma (3% roztok)

úprava korodovaných čepů - protikorozní impregnace Sika Ferrogard -903+

úprava korodovaných čepů - Alkyton, alkyd-uretanová barva, bílá

pomocné materiály - nerezová armatura, nerezové vruty, líh

### **2.2.9 Doporučený režim památky**

Režim restaurovaného anděla je stejný pro celý soubor restaurovaných plastik andělů. Hlavní důraz by měl být kladen na monitorování vlhkosti v objektu kaple sv. Isidora, kolísání vlhkosti by mělo být omezeno pravidelnou, vhodnou cirkulací vzduchu. Tato otázka by měla být řešena komplexně po dokončení všech restaurátorských prací v kapli. Dále se doporučují pravidelné kontroly exteriéru a interiéru, aby se zabránilo zatékání srážkové vody do kaple. U restaurovaného anděla by měla být prováděna pravidelná vizuální kontrola stavu plastiky.

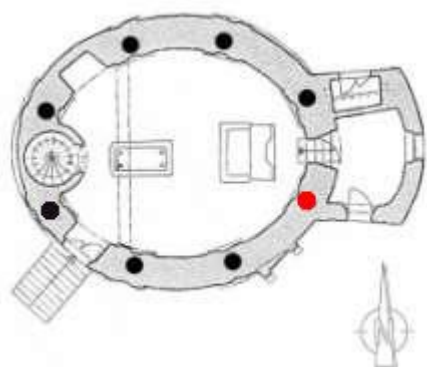
## 2.2.10 Seznam vyobrazení

Obr. 1. 1	Pohled na kapli sv. Isidora v Křenově .....	26
Obr. 1. 2	Půdorys kaple- umístění anděla č. 13 .....	26
Obr. 1. 3	Stav před restaurováním - přední pohled .....	27
Obr. 1. 4	Stav před restaurováním - pohled z levé strany .....	28
Obr. 1. 5	Stav před restaurováním - pohled z pravé strany .....	29
Obr. 1. 6	Dochovaná část levého křídla .....	30
Obr. 1. 7	Sonda prvotního očištění .....	30
Obr. 1. 8	Zkoušky dočištění .....	31
Obr. 1. 9	Postup čištění zlacení .....	31
Obr. 1. 10	Pravá ruka- nový nerezový čep.....	32
Obr. 1. 11	Pravá ruka- postup lepení .....	32
Obr. 1. 12	Stav po očištění - přední pohled .....	33
Obr. 1. 13	Anděl č. 14 s notovou partiturou .....	34
Obr. 1. 14	Zkoušky zlacení na štku .....	34
Obr. 1. 15	Rekonstrukce chybějících částí.....	35
Obr. 1. 16	Stav po rekonstrukci chybějících částí.....	35
Obr. 1. 17	Pravá ruka - stav před restaurováním.....	36
Obr. 1. 18	Pravá ruka - stav po restaurování.....	36
Obr. 1. 19	Levé křídlo - po dolepení nalezené části.....	37
Obr. 1. 20	Rekonstrukce levého křídla - stav po restaurování.....	37
Obr. 1. 21	Poškození levé ruky.....	38
Obr. 1. 22	Rekonstrukce prstů levé ruky .....	38
Obr. 1. 23	Detail - stav před restaurováním .....	39
Obr. 1. 24	Detail - stav po restaurování .....	39
Obr. 1. 25	Detaily stavu před restaurováním a po restaurování .....	40
Obr. 1. 26	Stav po restaurování - přední pohled .....	41
Obr. 1. 27	Stav po restaurování - pohled z levé strany .....	42
Obr. 1. 28	Stav po restaurování - pohled z pravé strany .....	43
Obr. 1. 29	Zákres poškození - přední pohled .....	44
Obr. 1. 30	Zákres poškození - pohled z levé strany .....	45
Obr. 1. 31	Zákres poškození - pohled z pravé strany .....	46

## 2.2.11 Obrazová příloha



Obr. 1. 1 Pohled na kapli sv. Isidora v Křenově



Obr. 1. 2 Půdorys kaple- umístění anděla č. 13



**Obr. 1. 3** Stav před restaurováním - přední pohled



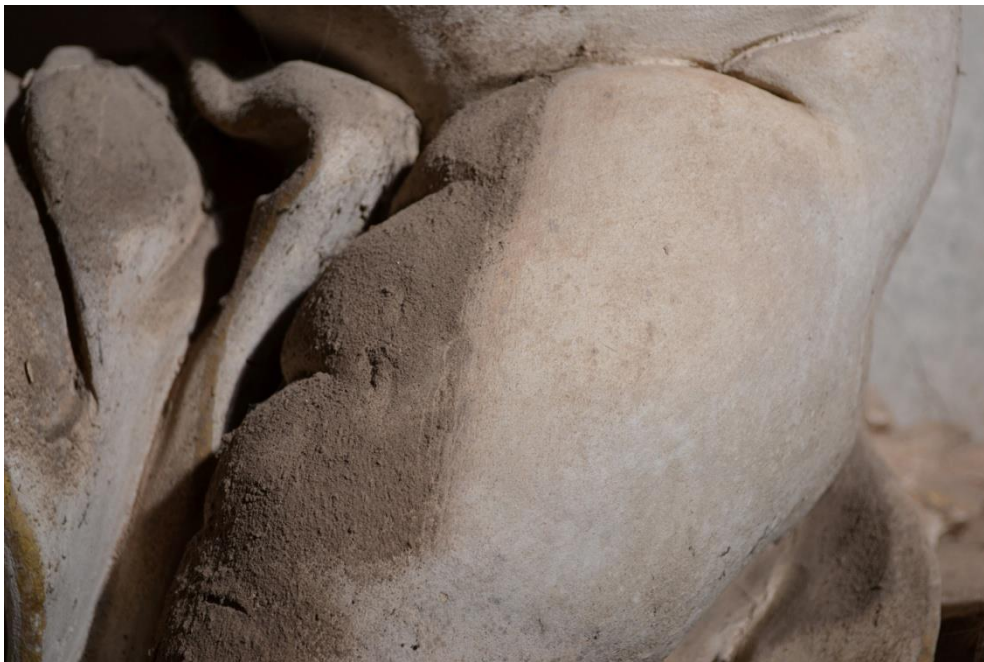
**Obr. 1. 4** Stav před restaurováním - pohled z levé strany



**Obr. 1. 5** Stav před restaurováním - pohled z pravé strany



**Obr. 1. 6** Dochovaná část levého křídla



**Obr. 1. 7** Sonda prvotního očištění



**Obr. 1. 8 Zkoušky dočištění**



**Obr. 1. 9 Postup čištění zlacení**



**Obr. 1. 10** Pravá ruka- nový nerezový čep



**Obr. 1. 11** Pravá ruka- postup lepení



**Obr. 1. 12 Stav po očištění - přední pohled**



**Obr. 1. 13** Anděl č. 14 s notovou partiturou



**Obr. 1. 14** Zkoušky zlacení na štuku



**Obr. 1. 15** Rekonstrukce chybějících částí



**Obr. 1. 16** Stav po rekonstrukci chybějících částí



**Obr. 1. 17** Pravá ruka - stav před restaurováním



**Obr. 1. 18** Pravá ruka - stav po restaurování



**Obr. 1. 19** Levé křídlo - po dolepení nalezené části



**Obr. 1. 20** Rekonstrukce levého křídla - stav po restaurování



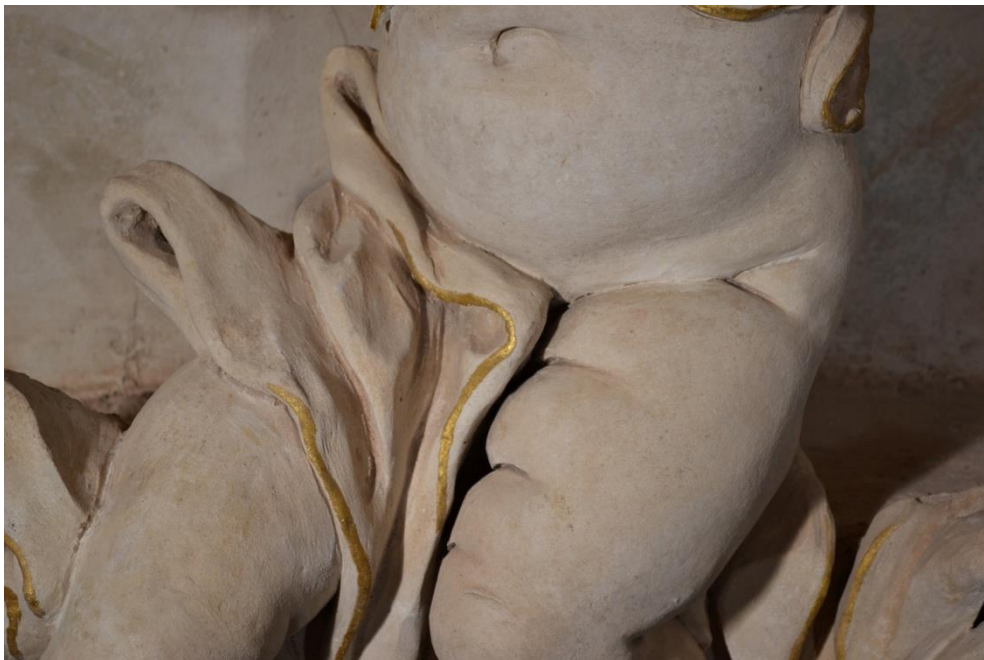
**Obr. 1. 21 Poškození levé ruky**



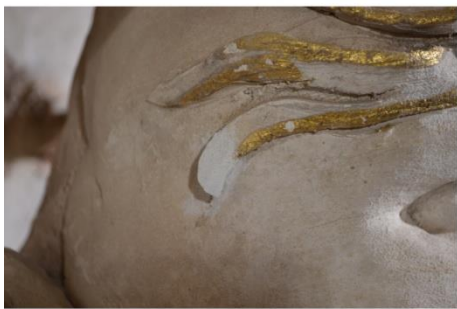
**Obr. 1. 22 Rekonstrukce prstů levé ruky**



**Obr. 1. 23 Detail - stav před restaurováním**



**Obr. 1. 24 Detail - stav po restaurování**



**Obr. 1. 25** Detaily stavu před restaurováním a po restaurování



**Obr. 1. 26** Stav po restaurování - přední pohled

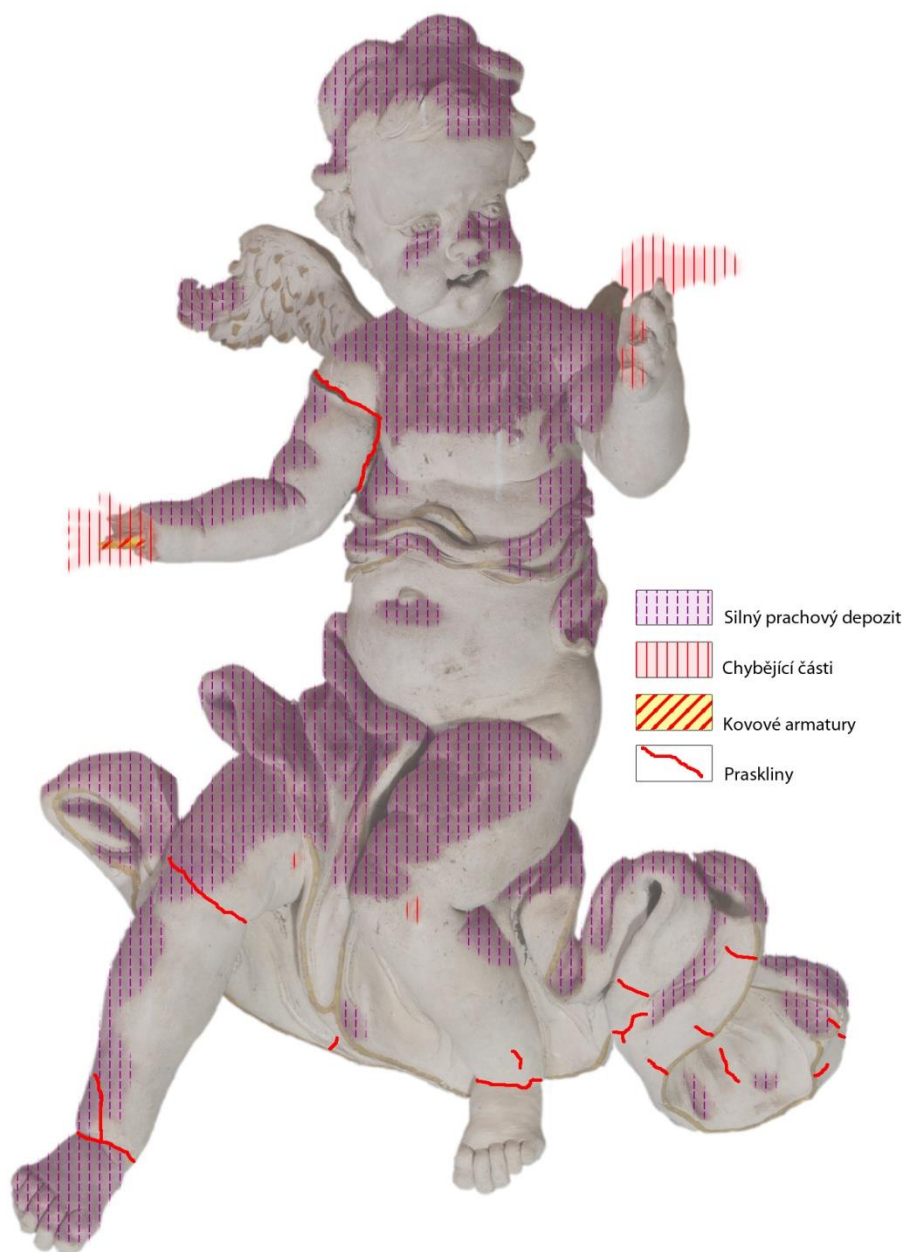


**Obr. 1. 27** Stav po restaurování - pohled z levé strany

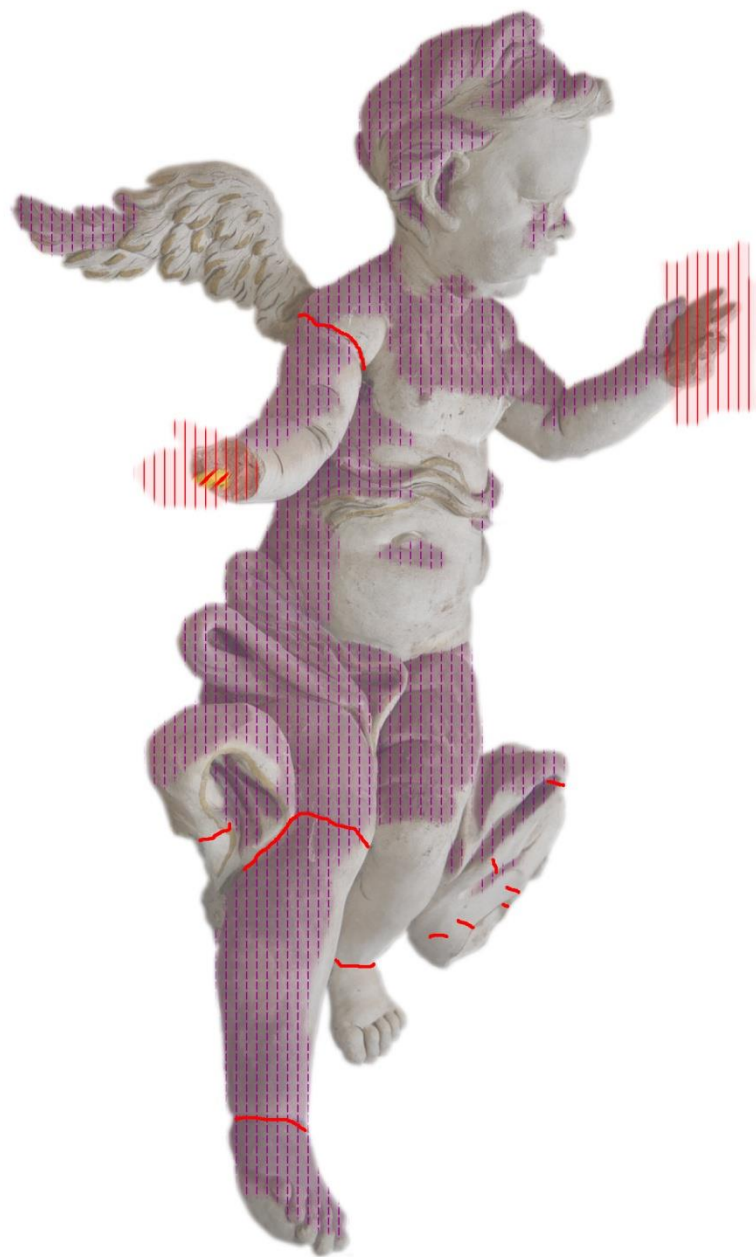


**Obr. 1. 28 Stav po restaurování - pohled z pravé strany**

## 2.2.12 Grafická dokumentace



Obr. 1. 29 Zákres poškození - přední pohled



**Obr. 1. 30** Zákres poškození - pohled z levé strany



**Obr. 1. 31** Zákres poškození - pohled z pravé strany

## **2.3 Restaurování části štukového vlysu pod korunní římsou**

### **2.3.1 Údaje o památce**

Název restaurovaného díla:	část štukového ornamentálního vlysu pod korunní římsou, mezi anděly č. 17 a č. 18
Autor:	neznámý
Materiál/technika:	vápenný štuk, modelovaný štukový ornament
Rozměry:	šířka 202 cm, výška 44 cm

### **2.3.2 Popis díla - vlysu pod korunní římsou**

Pod korunní římsou v kapli sv. Isidora v Křenově se nalézají 8 částí ornamentálních rostlinných štukových vlysů, rozdělených vystupujícími částmi s různými variacemi festonů. Restaurovaná část vlysu se nalézá v západní části kaple nad prostorem kruchty, mezi anděly č. 17 a č. 18. Výzdoba vlysu je tvořena osově souměrným motivem akantové rozviliny. Ornament je tvořen bohatou štukovou modelací o vysoké plasticitě. Pozadí vlysu je tvořeno hladkou štukovou plochou s bílou barevnou úpravou, na vystupujících částech štukového vlysu se nalézají barevná povrchová úprava okrové barvy.

### **2.3.3 Restaurátorský průzkum**

Cílem restaurátorského průzkumu byla dokumentace dochovaného stavu, zjištění pravděpodobných příčin poškození a zkoumání použitých technologií. V rámci průzkumu bylo odebráno několik vzorků na zjištění hodnot vodorozpustných solí, ve hmotě vystupujících částí a také v pozadí štukového vlysu. Byly také odebrány vzorky ke zjištění stratigrafie povrchových úprav, jak okrového štukového reliéfu, tak i pozadí. Vzorky byly odebrány i ze sousedícího vlysu mezi anděly č. 16 a č. 17.

### **2.3.3.1 Popis stavu památky před započítím restaurování**

Dochovaný stav vlysu je neuspokojivý, kombinací pravděpodobně několika nepříznivých faktorů došlo k velkým ztrátám plastické části vlysu. Plastická část vlysu je pokryta silným prachovým depozitem, v některých částech se objevují krusty. Ornament byl modelován na hladkou štukovou plochu, která tvoří pozadí. K uchycení sloužily kovové hřeby (armatury), které jsou silně napadené korozi. Z bližšího průzkumu díla vyplynulo, že velká část dochovaného vlysu je oddělená od štukového pozadí. V modelovaném ornamentu i v pozadí se objevují časté praskliny, největší prasklina prochází středem vlysu. Při poklepu na štukovou plochu pozadí jsou patrné dutiny mezi hmotou štuku a zdivem kaple.

### **2.3.3.2 Průzkum historické obrazové dokumentace**

Při průzkumu historických fotografií byla nalezena jedna fotografie, zobrazující část vlysu. Na té to fotografii již byly patrné velké ztráty původní plastické hmoty vlysu. Historická fotografie byla použita jako předloha při rekonstrukci chybějících částí.

### **2.3.3.3 Chemicko-technologický průzkum**

Z výsledků odebraných vzorků na stanovení obsahu vodorozpustných solí vyplynulo, že neobsahují taková množství, která by mohla způsobit poškození. Z vzorků povrchu štukového ornamentu a říms byly zjištěny vysoké obsahy síranů a dusičnanů. Zdroj síranů je pravděpodobně z příměsí sádry ve štukovém ornamentu nebo působením zatékáním dešťové vody. Dusičnany se do části vlysu zřejmě dostaly ze zbytků organických materiálů.

Stratigrafie povrchových vrstev prokázaly několik barevných úprav. V oblasti pozadí se jedná o béžovou a narůžovělou vrstvu, další vrstvou je světle žlutá, poté následují bílé vrstvy a poslední vrstvou je světle žlutá. Z chemicko-technologického průzkumu vyplynulo, že je štuková hmota plastických částí pravděpodobně pojena vzdušným vápnem s přídavkem sádry. Ze stratigrafie vyplynulo, že základní barvou je bílá a na ní několik úprav žluté barvy. Nejstarší

dochovaná světle žlutá je srovnatelná s barvou použitou na pozadí vlysu.<sup>6</sup> Podrobnější popis s fotografiemi stratigrafií se nachází v příloze (*Chemicko-technologický průzkum Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora, části vlysu*).

### 2.3.4 Vyhodnocení průzkumu

Z průzkumu vyplynulo, že rozsáhlé poškození vzniklo pravděpodobně kombinací několika faktorů - reliéf byl modelován na hladkou plochu a pravděpodobně nedošlo k dobrému propojení štukových hmot, část prasklin ve hmotě ornamentu pravděpodobně vznikla již při tuhnutí štukové hmoty, další poškození způsobila kombinace zatékání vody a mrazové cykly. Nevhodné kovové armatury (hřeby) v kombinaci s vodou také mohly poškodit modelované části. Zvýšený obsah solí je jen v povrchových částech. Krusty na povrchu žluté okrové barvy jsou zřejmě způsobeny sírany z příměsí sádry se zatékající vodou. Složení štukových hmot je pravděpodobně ze vzdušného vápna s kombinací různých frakcí kameniva, objevují se narůžovělé vrstvy podobné, jako byly použity na plastikách andělů. Podobná je i příměs sádry k usnadnění modelace ve štukové hmotě. Z průzkumu vyplynulo, že bude nutné provést injektáž dutin a prasklin v pozadí ornamentu, strukturální zpevnění není nutné provést vzhledem k dobrému stavu dochovaných částí štukových hmot.

### 2.3.5 Koncepce restaurátorského zásahu

V rámci celkového restaurátorského zásahu, prováděného v kapli sv. Isidora, bude zvolen kompletní restaurátorský zásah také u restaurovaného vlysu. Bude provedeno očištění od nečistot a prachových depozitů, barevná povrchová úprava bude dle potřeby zafixována. Dochované plastické části budou zajištěny. Dle dochované fotodokumentace budou doplněny chybějící plastické části výzdoby vlysu ve vhodném materiálu pomocí plastické rekonstrukce. Nové plastické doplňky budou barevně zakomponovány pomocí barevné retuše, do dochovaných částí. Tyto kroky jsou v souladu s vydaným závazným stanoviskem

---

<sup>6</sup> Lesniaková Petra, *Chemicko-technologický průzkum Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora, části vlysu*, Fakulta restaurování Litomyšl, 2014

k rekonstrukci kaple. Koncepce zásahu odpovídá, záměru navrátit kapli výtvarnou celistvost podoby při vzniku.

### **2.3.6 Navrhovaný postup prací**

Prvním krokem bude fotografická dokumentace dochovaného stavu s vytvořením grafických zákresů poškození a chybějících částí. V další části restaurování bude proveden očištění od hrubých nečistot a prachových depozitů. Poté budou zajištěny oddělené a odpadlé části pomocí injektáže vhodnými minerálními směsí nebo pomocí bodového přilepení epoxidovou pryskyřicí. Dalším krokem bude injektáž dutin mezi pozadím vlysu a zdívkou kaple, injektování prasklin v pozadí a také v částech plastické výzdoby. V rozsáhlém kroku bude provedena plastická rekonstrukce nedochovaných částí, ta bude provedena ve vhodném materiálu. Rekonstrukce bude provedena v duchu dochovaných částí a podle nalezené fotografie. V části pozadí budou doplněny chybějící části a bude provedena barevná scelující retuš. Rekonstruované části budou upraveny základní barevnou úpravou světle okrové barvy, poté budou tyto části zakomponovány pomocí barevné retuše do celku vlysu. V průběhu prací budou všechny restaurátorské kroky dokumentovány.

### **2.3.7 Postup restaurátorských prací**

**Dokumentace stavu** - Prvním úkolem bylo vytvoření podrobné dokumentace stavu před restaurováním, s vytvořením fotografií dokumentujících dochovaný stav před restaurováním.

**Čištění** - Prvotně bylo nutné odstranit hrubé nečistoty a silné prachové depozity, usazené na plastických částech štukového vlysu. K očištění byly použity jemné štětce v kombinaci s vysavačem. Při této fázi bylo zjištěno, že velká část plastických částí je oddělena od plochy pozadí, všechny oddělené části byly zakresleny do dokumentace.

**Zajištění vlysu** - Před dalším krokem bylo nutné všechny oddělené části zajistit před poškozením. U menších částí byla použita fixace pomocí minerální

směsí Ledan TA1. Rozměrnější části byly dolepeny technikou bodového lepení rychleschnoucí epoxidovou pryskyřicí a spoje byly později injektovány minerální směsí.

**Injektáž** - Při průzkumu stavu pozadí vlysu byly nalezeny dutiny mezi štukovou vrstvou pozadí a zdivem kaple. Tyto dutiny byly injektovány pomocí řídké směsi minerální směsi, injektáž byla prováděna prasklinami v pozadí, v některých případech bylo nutné provést malé vrty k injektáži směsi. Směs byla injektována pomocí injekčních stříkaček s použitím jehel, injektované prostory byly smáčeny vodou. Z důvodu aby směs nevytékala a neznečistila dochované části, byly praskliny zajištěny vlhkou vatou proti úniku injektované směsi. U praskliny ve středu vlysu byl použit jiný postup, praskliny byly vytmeleny vápenným tmelem s vynechanými otvory. Vytvořené otvory sloužili k pozdější injektáži. Praskliny v plastických částech byly také opatrně injektovány.

**Odstranění krust** - Po kompletním zajištění bylo nutné odstranit solné krusty z povrchu plastických okrových částí. Pravděpodobně se jednalo o síranové krusty, vzniklé vyplavováním příměsí sádry ze štuku plastických částí. Tyto krusty narušovaly kresbu ornamentu jak plasticky, tak barevně a bylo nutné je odstranit. Vzhledem k tvrdému charakteru krust byla k odstranění zvolena technika změkčení pomocí vlhkých tamponů s manuálním odstraněním pomocí skalpelu.

**Armatury** - Část původních korozi napadených armatur (hřebů) byla odstraněna. Armatury, které byly zapuštěny ve štukové hmotě, byly na vlysu ponechány, neboť jejich odstranění by znamenalo poškození původní štukové hmoty. Viditelné části zanechaných původních armatur byly ošetřeny protikorozi impregnací. Nové armatury byly vytvořeny z nerezových vrutů a plastových hmoždinek do vyvrtaných děr v pozadí. Výhodou těchto armatur je jejich snadná odstranitelnost. Veškeré nově použité armatury jsou zakresleny v zákresu vlysu po restaurování.

**Tmelení** - Drobné chybějící části v originální hmotě byly doplněny ve vhodném vápenném tmelu, byly také vytmeleny injektované praskliny. Větší defekty v pozadí byly vytmeleny štukovou maltou, u menších defektů byla použita směs vápna s mramorovou moučkou.

**Plastická rekonstrukce** - Všechny chybějící plastické ornamentální části byly domodelovány z vápenného štuky. K rekonstrukci byla použita nalezená historická fotografie, při modelaci rekonstrukce pomáhal viditelný obrys ztracených částí na ploše pozadí vlysu. Modelace byla provedena na nově provedené armatury. Ke zlepšení adheze byla na hladkou plochu pozadí nanесena řidší vápenná malta, ta vytvořila adhezní můstek pro další štukovou rekonstrukci. Rekonstrukce byla vytvořena z jedné vrstvy štuky stejně jako dochovaný originál, u drobných vystupujících plastických částí bylo přidáno malé množství sádry do štukové hmoty, k usnadnění modelace. Před rekonstrukcí části vlysu, byla vytvořena studie ve štukové hmotě (viz Obr. 2. 9).

**Scelující nátěr** - Rekonstruované části bylo nutné barevně zakomponovat do zachovaného celku. Vzhledem k velkému rozsahu rekonstruovaných částí byl vybrán plněný vápenný nátěr s vhodnými pigmenty. Jako plnivo vápenného nátěru byla použita mramorová moučka. Před aplikací nátěru byly rekonstruované části zvlhčeny vodou k lepšímu propojení s nanášeným nátěrem. Po aplikaci byl nátěr zvlhčován, aby došlo ke karbonataci vápna v nátěru.

**Barevná retuš** - Po vápenném nátěru bylo potřeba rekonstruované části lokálně barevně zakomponovat do originální barevnosti. K lokální retuši byl použit 4% roztok vodní disperze (Medium for Consolidation) s použitím mramorové moučky a pigmentů. Pomocí retuše byly upraveny i drobné, plasticky opravené defekty (praskliny, chybějící části) v dochovaných částech pozadí, tak i v části plastického ornamentu.

### 2.3.8 Použité technologie a materiály

prvotní očištění - štětce a vysavač

fixace oddělených částí - Ledan TA1, Vapo Injekt

fixace odpadlých částí - Epoxidová pryskyřice (Pettex Repair Epoxy)

čištění krust - skalpel, voda, obvazové tampony

injektáž - Ledan TA1, vrtačka

armatury - nerezové vruty, hmoždinky (polypropylenové), vrtačka

úprava korodovaných armatur (hřebů) - protikorozní impregnace, Sika  
Ferrogard -903+

pojivo tmelů - vápno Vitošov (vápenná kaše  $\text{Ca(OH)}_2$ )

poměr tmelu 1 díl pojiva 2 díly plniva

plnivo tmelů - křemičitý písek Střeleč St56

plnivo tmelů - maltový kopaný písek

plnivo tmelů - jemně mletá mramorová moučka

základní nátěr pojivo - vápno Vitošov (vápenná kaše)

poměr nátěru 3 díly pojiva 1 díl plniva

základní nátěr plnivo - mramorová moučka

pojivo retuší - Medium for Consolidation (vodní disperze akrylového  
kopolymeru)

pigmenty - světlostálé pigmenty Byfferox

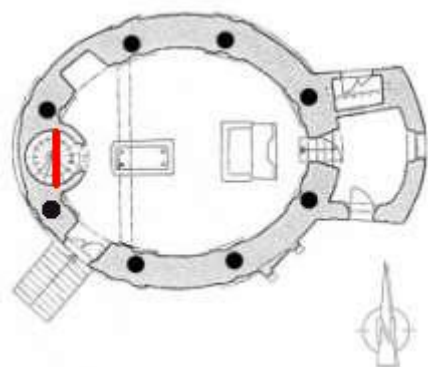
### **2.3.9 Doporučený režim památky**

Doporučený režim restaurovaného vlysu je především v pravidelné kontrole případného zatékání. Zatékání vodou z exteriéru by mohlo opětovně způsobit poškození restaurované části. Měla by být důkladně monitorována vlhkost v objektu kaple sv. Isidora, kolísání vlhkosti by mělo být minimalizováno pomocí vhodného větrání. Toto by mělo být vyřešeno celkovým režimem po dokončení všech restaurátorských prací, s ohledem na všechny restaurátorské zásahy a použité technologie.

### 2.3.10 Seznam vyobrazení

Obr. 2. 1	Půdorys kaple- umístění části vlysu.....	55
Obr. 2. 2	Výřez z historické fotografie - foto z archivu NPÚ v Pardubicích, autor: Milan Krištof, říjen 1992.....	55
Obr. 2. 3	Celkový pohled - stav před restaurováním.....	56
Obr. 2. 4	Detail poškození - síť prasklin v pozadí vlysu .....	57
Obr. 2. 5	Detail poškození - deformace akantového listu krustou .....	57
Obr. 2. 6	Zkouška jemného manuálního čištění .....	58
Obr. 2. 7	Detail stavu po očištění a fixaci.....	58
Obr. 2. 8	Stav před rekonstrukcí - nové armatury .....	59
Obr. 2. 9	Zkouška modelace ve štukové hmotě .....	59
Obr. 2. 10	Stav po očištění a zajištění, stav v průběhu rekonstrukce .....	60
Obr. 2. 11	Stav po plastické rekonstrukci, stav po základním nátěru .....	61
Obr. 2. 12	Střed vlysu - po očištění .....	62
Obr. 2. 13	Střed vlysu - v průběhu rekonstrukce .....	62
Obr. 2. 14	Pravá strana vlysu - před restaurováním .....	63
Obr. 2. 15	Pravá strana vlysu - po rekonstrukci .....	63
Obr. 2. 16	Stav po restaurování- celkový pohled.....	64
Obr. 2. 17	Zákresy poškození .....	65
Obr. 2. 18	Zákresy doplňků a nových armatur .....	66

### 2.3.11 Obrazová příloha



Obr. 2. 1 Půdorys kaple- umístění části vlysu



Obr. 2. 2 Výřez z historické fotografie - foto z archivu NPÚ v Pardubicích, autor: Milan Křištof, říjen 1992



Obr. 2. 3 Celkový pohled - stav před restaurováním



**Obr. 2. 4 Detail poškození - síť prasklin v pozadí vlysu**



**Obr. 2. 5 Detail poškození - deformace akantového listu krustou**



**Obr. 2. 6 Zkouška jemného manuálního čištění**



**Obr. 2. 7 Detail stavu po očištění a fixaci**



**Obr. 2. 8 Stav před rekonstrukcí - nové armatury**



**Obr. 2. 9 Zkouška modelace ve štukové hmotě**



**Obr. 2. 10 Stav po očištění a zajištění, stav v průběhu rekonstrukce**



**Obr. 2. 11 Stav po plastické rekonstrukci, stav po základním nátěru**



**Obr. 2. 12** Střed vlysu - po očištění



**Obr. 2. 13** Střed vlysu - v průběhu rekonstrukce



**Obr. 2. 14** Pravá strana vlysu - před restaurováním

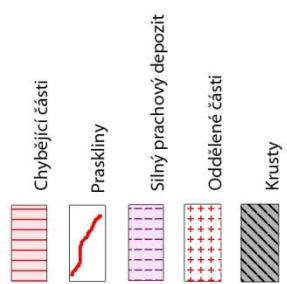


**Obr. 2. 15** Pravá strana vlysu - po rekonstrukci

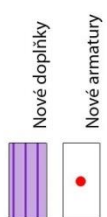


Obr. 2. 16 Stav po restaurování- celkový pohled

### 2.3.12 Grafická dokumentace



Obr. 2. 17 Zákresy poškození



Obr. 2. 18 Zákresy doplňků a nových armatur

## 2.3.13 Příloha chemicko-technologický průzkum



### Chemicko-technologický průzkum Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora, části vlysu

#### Zadavatel průzkumu:

Ateliér restaurování kamene a souvisejících materiálů, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

#### Objekt, lokalizace:

Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora: západní část kaple, části vlysu se štukovou výzdobou, mezi plastikami andělů č. 16., č. 17. a č. 17., č. 18.

#### Zadání průzkumu:

Počet vzorků: 11 - obsah vodorozpustných solí, 3 - stratigrafie povrchových úprav

K průzkumu obsahu vodorozpustných solí a stratigrafie povrchových úprav byly dodány vzorky z částí vlysu hřbitovní kaple sv. Isidora v Křenově. Přehled dodaných vzorků s požadovaným stanovením je uveden v následující tabulce. Fotografická dokumentace míst odběrů vzorků je uvedena v Příloze.

Tab. 1: Přehled vzorků, jejich označení, popis a zadání

Číslo vzorku	Lokalizace, popis vzorku	Zadání
7596	<i>část vlysu mezi plastikami andělů 16. a 17.</i>	
	KV1–horní římsa štukového ornamentu, 0 - 0,5 cm	obsah vodorozpustných solí
	KV2–spodní římsa štukového ornamentu, 0 - 0,5 cm	obsah vodorozpustných solí
	VS, 0-1cm, 1-3 cm, 3-7 cm	obsah vodorozpustných solí
7596	P2 pozadí vlysu s fragmentem podkladu (omítky)	stratigrafie povrchových úprav
7595 7597	<i>část vlysu mezi plastikami andělů 17. a 18.</i>	
	V1–povrch štukového ornamentu, seškrábnutý povrch	obsah vodorozpustných solí
	V2–štukový ornament, kus	obsah vodorozpustných solí
	V3–hloubka 0-1cm plocha ornamentu, u praskliny	obsah vodorozpustných solí
	LS, 0-1cm, 1-3 cm, 3-7 cm	obsah vodorozpustných solí
7595	P1 pozadí vlysu s fragmentem podkladu (omítky)	stratigrafie povrchových úprav
7597	P0 polychromie štukového ornamentu, odpadlý kus	stratigrafie povrchových úprav

- **Stratigrafie povrchových úprav**  
Studium povrchových úprav bylo provedeno pomocí *optického mikroskopu* Eclipse LV100D-U (Nikon) v dopadajícím viditelném, UV a modrém světle na připravených nábrusech. Pro mikroskopické pozorování byly vybrané části vzorků zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Po vytvrzení pryskyřice byly vybroušeny příčné řezy vzorků, jejichž povrch byl před broušením zpevněn Paraloidem B72. Jako imerzní kapalina byla při pozorování v některých případech použita demineralizovaná voda. Nábrusy byly fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem Canon 1000D.
  
- **Identifikace pigmentů a dalších anorganických materiálů**  
Identifikace pigmentů nebo anorganických pojiv byla provedena na základě určení prvkového složení vrstev pomocí *rastrovací elektronové mikroskopie s energiově disperzním analyzátozem* (REM-EDS), zároveň byla pozorována výstavba povrchových úprav. K tomuto účelu byl využit elektronový mikroskop Mira 3 LMU firmy Tescan s analyzátozem Bruker Quantax 200. Pozorování bylo provedeno v režimu zpětně odražených elektronů (BSE) s využitím nábrusů připravených pro optickou mikroskopii. Před měřením byly vybrané vzorky opatřeny vrstvou uhlíku.
  
- **Stanovení obsahu aniontů vodorozpustných solí, identifikace vodorozpustných solí**  
Obsah aniontů vodorozpustných solí (dusičnanů, chloridů a síranů) byl zjištěn pomocí *UV/VIS spektrofotometrie* z extraktů vzorku v destilované vodě. K tomuto účelu byl využit spektrofotometr Beckman Coulter DU<sup>o</sup> 720, měření bylo provedeno ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345-525 nm. Identifikace vodorozpustných solí byla provedena z odparku vodného výluhu solí pomocí REM-EDS (viz identifikace pigmentů).

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

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

### Výsledky stanovení obsahu vodorozpuštěných solí

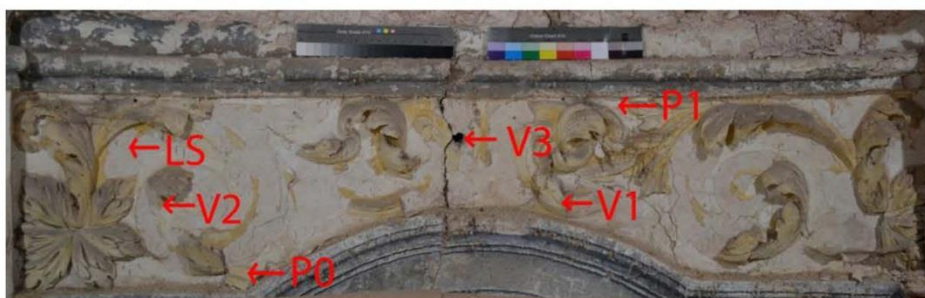
Tab. 3 Výsledky stanovení obsahu vodorozpuštěných solí (UV-VIS spektrofotometrie).

Číslo vzorku (hloubka (cm))	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)
KV1 (0-0,5)	<0,01	<2,0	0,15	15,7	0,29	55,4
KV2 (0-0,5)	<0,01	<2,0	4,77	497,3	0,24	46,7
VS/1 (0-1)	<0,01	<2,0	0,01	1,0	0,02	4,1
VS/2 (1-3)	<0,01	<2,0	0,03	3,0	0,02	3,2
VS/3 (3-7)	<0,01	<2,0	0,03	3,0	0,02	3,2
V1 (povrch)	<0,01	<2,0	9,63	1002,9	0,06	11,6
V2 (kus)	0,01	2,0	0,33	34,0	0,07	12,8
V3 (0-1)	<0,01	<2,0	4,04	420,5	0,30	58,2
LS/1 (0-1)	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,02	3,1
LS/2 (1-3)	<0,01	<2,0	0,02	2,0	0,02	2,9
LS/3 (3-7)	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,01	2,1

Ve vzorcích odebraných ze štukových prvků a říms (vzorky KV1, KV2, V1, V2, V3) byly zjištěny velmi vysoké obsahy síranů, obsahy dusičnanů v těchto vzorcích dosahují středních až velmi vysokých hodnot. Obsahy chloridů jsou minimální. Vzorky odebrané z omítek pozadí a zdiva (VS, LS) obsahují ve všech hloubkách z hlediska rizika vzniku koroze minimální množství vodorozpuštěných solí.



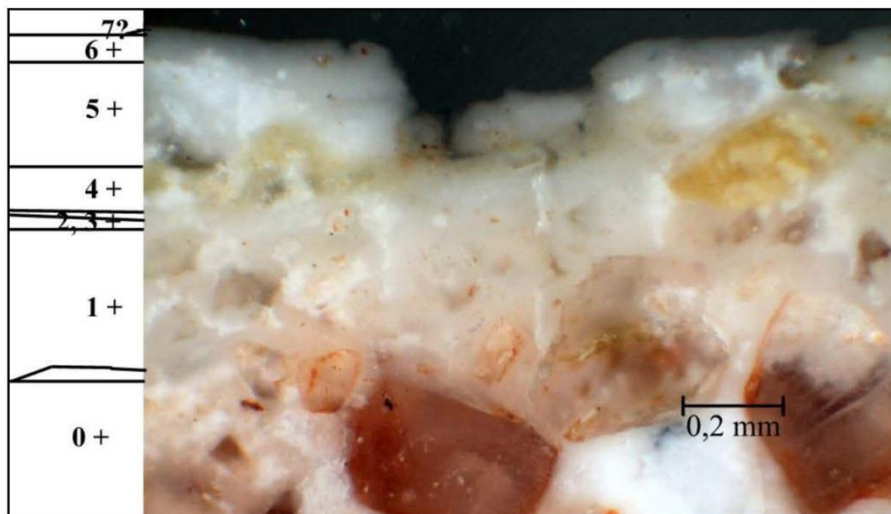
Obr. 1 Místo odběru vzorků VS, KV1, KV2, P2, východní vlys mezi plastikami andělů 16. a 17.



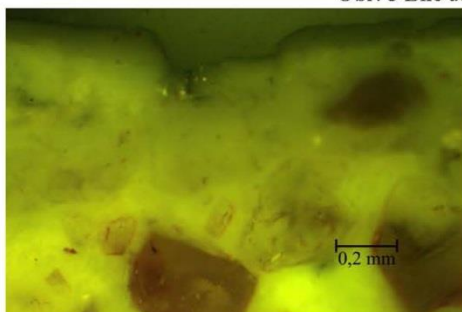
Obr. 2 Místo odběru vzorků V, LS, P0 (7597) a P1 (7595) východní vlys mezi plastikami andělů 17. a 18.

Výsledky průzkumu stanovení obsahu vodorozpušných solí

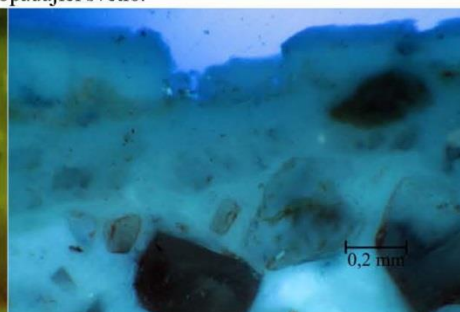
- Vzorek 7595 (P1) – pozadí vlysu, povrch omítky



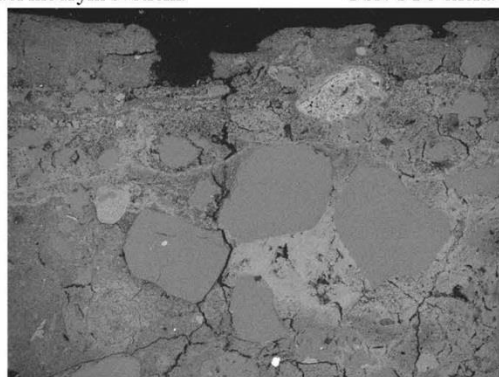
Obr. 3 Bílé dopadající světlo.



Obr. 4 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 5 Po excitaci UV světlem.

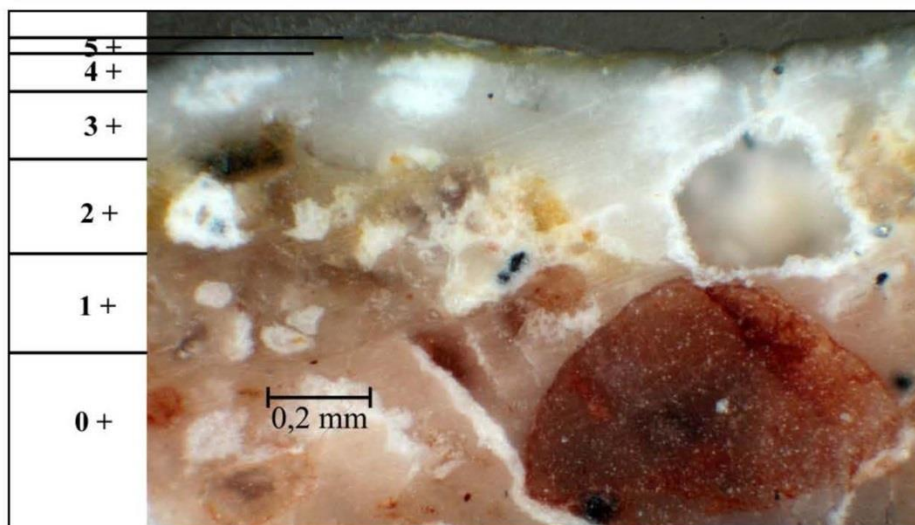


SEM HV: 25,0 kV Det: BSE MIRAS TESCAN  
SEM MAG: 268 x WD: 31,43 mm 500 μm

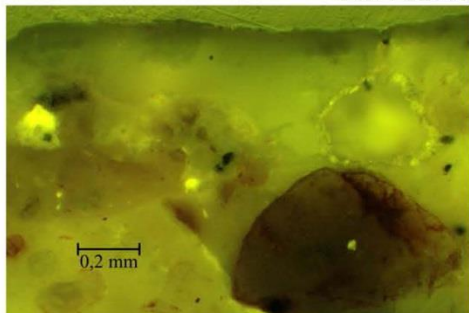
Obr. 6 Elektronová mikroskopie, snímek v BSE.

Číslo vrstvy	Popis vrstvy	Výsledky REM/EDS
7?	fragment žluté vrstvy?	
5., 6.	dvě silné bílé vrstvy	<u>Ca</u> : pravděpodobně vápenné nátěry
4.	nesouvislá světle žlutá vrstva s kamenivem	<u>Ca</u> : okr, převážně křemenná zrna, uhličitán vápenatý
2., 3.	dvě tenké, nesouvislé bílé vrstvy	<u>Ca</u> : patrně vápenné nátěry
1.	silná světle béžová vrstva s kamenivem	základní hmota: <u>Ca</u> , <u>Si</u> (Al) – pravděpodobně bílé vzdušné vápno kamenivo: zejména křemenná zrna ( <u>Si</u> ), silikáty ( <u>Si</u> , Al, K (Na))
0.	svrchní část podkladu - omítky	pojivo: <u>Ca</u> uhličitán vápenatý – pravděpodobně bílé vzdušné vápno, na povrchu tenká bílá vrstva uhličitánu vápenatého – nelze jednoznačně rozlišit, zda náleží k povrchu omítky nebo se jedná o fragmenty samostatné bílé vrstvy kamenivo: křemenná zrna ( <u>Si</u> ), ojediněle silikáty ( <u>Si</u> , Al, K (Na))

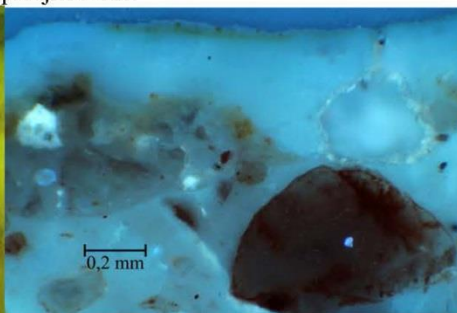
- Vzorek 7596 (P2) – pozadí vlysu, povrch omítky



Obr. 7 Bílé dopadající světlo.



Obr. 8 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 9 Po excitaci UV světlem.



SEM HV: 25.0 kV Det: BSE MIRA3 TESCAN  
SEM MAG: 315 x WD: 15.00 mm 500 μm

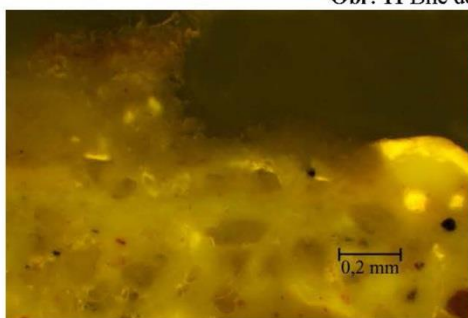
Obr. 10 Elektronová mikroskopie, snímek v BSE.

Číslo vrstvy	Popis vrstvy	Výsledky REM/EDS
5	fragment žluté vrstvy	<u>Ca</u> : patrně okr
4.	silná bílá vrstva, parně nanosená v několika krocích	<u>Ca</u> : vápenné nátěry
3.	silná bílá vrstva, patrně nanosená v několika krocích	<u>Ca</u> : okr, převážně křemenná zrna, uhličitán vápenatý
2.	silnější světle žlutá vrstva s kamenivem	<u>Ca</u> : patrně vápenné nátěry
1.	silná světlá (narůžovělá) vrstva s kamenivem	základní hmota: <u>Ca</u> , <u>Si</u> (Al) – pravděpodobně bílé vzdušné vápno kamenivo: zejména křemenná zrna ( <u>Si</u> ), silikáty ( <u>Si</u> , Al, K (Na))
0.	omítka, světle růžový odstín	<u>Ca</u> : uhličitán vápenatý – pravděpodobně bílé vzdušné vápno kamenivo: křemenná zrna ( <u>Si</u> ), silikáty ( <u>Si</u> , Al, K (Na))

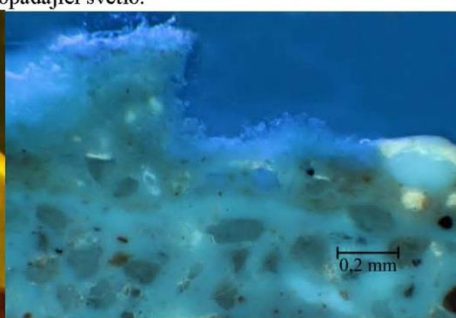
- Vzorek 7597 (P0) – štukový prvek



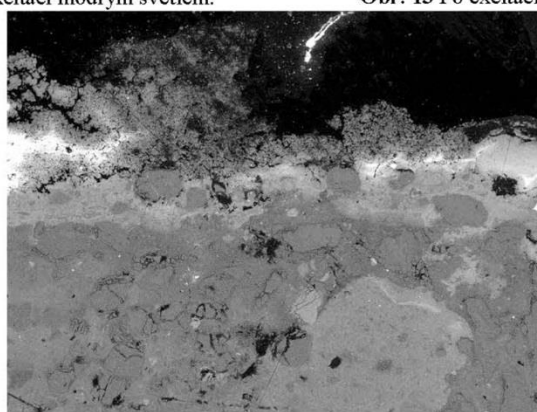
Obr. 11 Bílé dopadající světlo.



Obr. 12 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 13 Po excitaci UV světlem.

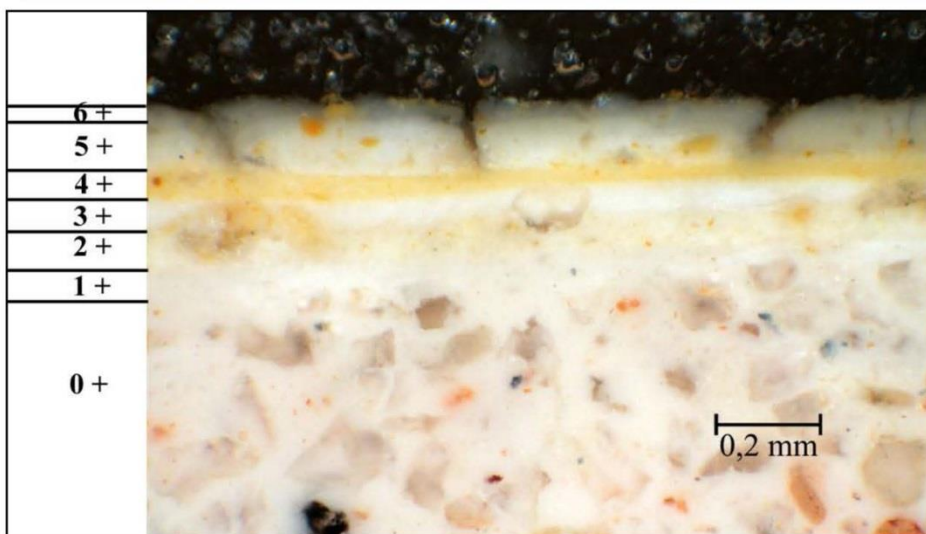


SEM HV: 20.0 kV Det: BSE MIRA3 TESCAN  
SEM MAG: 306 x WD: 18.05 mm 500 μm

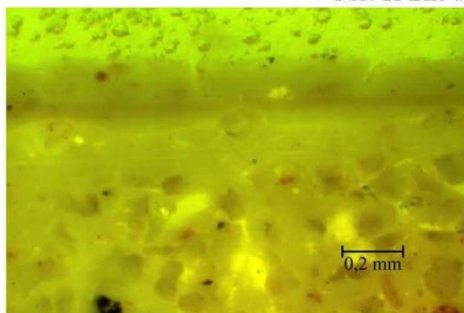
Obr. 14 Elektronová mikroskopie, snímek v BSE.

Číslo vrstvy	Popis vrstvy	Výsledky REM/EDS
6.	fragment načervenalé vrstvy	<u>Ca, S</u> : převážně síran vápenatý, patrně uhličitán vápenatý, červená hlinka
4.	okrová vrstva	<u>Ca, S</u> : převážně síran vápenatý, případně uhličitán vápenatý, pravděpodobně okr
2.	světle okrová vrstva s kamenivem	<u>Ca, Si</u> (Al, Fe): uhličitán vápenatý, pravděpodobně okr, křemenná zrna
1.	fragmenty bílé vrstvy?	<u>Ca</u> : uhličitán vápenatý
0.	štuk	pojivo: <u>Ca</u> (S): uhličitán vápenatý, lze předpokládat přítomnost sádry (zrna obsahující Sr) vyskytující se na vzorku v zónách o různé koncentraci kamenivo: převážně křemenná zrna ( <u>Si</u> ), ojediněle silikáty ( <u>Si, Al, K (Na)</u> )

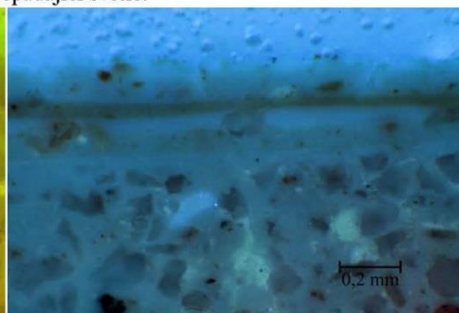
- Vzorek 7597B (P0) – štukový prvek, jiná část vzorku



Obr. 15 Bílé dopadající světlo.



Obr. 16 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 17 Po excitaci UV světlem.



SEM HV: 25.0 kV	Det: BSE	MIRA3 TESCAN
SEM MAG: 284 x	WD: 14.88 mm	500 µm

Obr. 18 Elektronová mikroskopie, snímek v BSE.

Číslo vrstvy	Popis vrstvy	Výsledky REM/EDS
6.	bílá vrstva se žlutými útvary (shluky pigmentů)	<u>Ca</u> (Fe): uhličitan vápenatý, okr
5.	silná bílá vrstva se žlutými útvary (patrně shluky pigmentů)	<u>Ca</u> (Fe): uhličitan vápenatý, okr
4.	světle žlutá vrstva	<u>Ca</u> (Fe): uhličitan vápenatý
3.	bílá vrstva, patrně nanesená v několika krocích	<u>Ca</u> : uhličitan vápenatý
2.	silnější světle žlutá vrstva s kamenivem	<u>Ca</u> , <u>Si</u> (Al, Fe): uhličitan vápenatý, okr, křemenná zrna
1.	bílá vrstva	<u>Ca</u> : uhličitan vápenatý
0.	štuk	pojivo: <u>Ca</u> : uhličitan vápenatý kamenivo: převážně křemenná zrna ( <u>Si</u> ), ojediněle silikáty ( <u>Si</u> , Al, K (Na))

## Závěr

Chemicko-technologický průzkum byl zaměřen na stanovení obsahu a distribuce vodorozpustných solí, popis stratigrafie a materiálový průzkum povrchových úprav části vlysu se štukovou výzdobou hřbitovní kaple sv. Isidora v Křenově. Výsledky průzkumu lze stručně shrnout do následujících odstavců.

### **Obsah vodorozpustných solí:**

*Vzorky KV1, KV2, VI-V3, VS1-VS3, LS1-LS3*

Vzorky odebrané ze zdíva a omítek vlysu neobsahují z hlediska rizika vzniku poškození závažná množství vodorozpustných solí (síranů, dusičnanů, chloridů).

Ve vzorcích odebraných zejména z povrchových částí štukové dekorace a říms byly zjištěny vysoké obsahy síranů a dusičnanů. Chloridy se ve vzorcích nevyskytují. Zdrojem síranů může být samotný štukový materiál nebo voda, která se do objektu dostala v minulosti při zatékání. Původcem dusičnanů jsou většinou zbytky organických materiálů (např. holubí trus), dusičnany mohly být taktéž transportovány vodou při zatékání do objektu.

### **Povrchové úpravy:**

*Vzorky 7595 (P1), 7596 (P2) a 7597 (P0)*

V rámci průzkumu povrchových úprav byly studovány stratigrafie a složení barevných vrstev nacházejících se v ploše pozadí vlysu (7595 (P1), 7596 (P2)) a části štukového prvku (7597 (P0)).

Na základě průzkumu je možné předpokládat, že bylo k přípravě omítky (7595, 7596) použito bílé vzdušné vápno. Vzhled kameniva (plniva) je heterogenní – kamenivo obsahuje zrna různé velikosti, mnohá zrna mají načervenalou barvu. Lze tedy předpokládat, že je kamenivo (plnivo) původcem růžového odstínu omítky. Na povrchu omítky (pozadí vlysu) se vyskytuje nejprve světlá béžová a narůžovělá, posléze světle žlutá vrstva, vrstvy jsou plněny křemičitým pískem. Následuje různý počet bílých, pravděpodobně vápenných nátěrů a nespojitá žlutá vrstva.

Hmota štukového dekoru (7597) je pravděpodobně pojena bílým vzdušným vápnem s přídavkem sádry. Povrchové úpravy jsou v některých částech kontaminovány anorganickými solemi, což se projevuje zdrsňelým povrchem prvků a ne zcela čitelným sledem vrstev, které jsou pravděpodobně poškozeny vlivem solí. Zjednodušeně lze shrnout, že se na štku vyskytují povrchové úpravy žlutého odstínu, některé z těchto vrstev byly pravděpodobně nanesené na bílé podklady. Nejstarší dochovaná světle žlutá vrstva plněná křemenným pískem je srovnatelná s vrstvou zaznamenanou na pozadí vlysu. V některých částech byla zaznamenána žluto-oranžová, v současnosti pohledově uplatněná, povrchová úprava.

Případné mírné hydraulické vlastnosti vápenného pojiva nelze na základě provedeného mikroskopického průzkumu predikovat. K probarvení barevných vrstev byly použity železité pigmenty.

V Litomyšli 21. 7. 2014

Ing. Petra Lesniaková, PhD.  
Katedra chemické technologie Fakulty restaurování, Litomyšl  
Univerzita Pardubice

### **3 Teoretická část - průzkum lepicích systémů na štukových hmotách**

#### **3.1 Úvod do problematiky**

Lepení je technika, která umožňuje spojení stejných či různých materiálů. Při lepení dojde k navrácení celistvosti lepeného objektu. Lepené spoje mohou mít odlišnou materiálovou podobu od lepeného materiálu nebo mohou materiálově odpovídat lepenému objektu.

Používání materiálů ke spojování „lepidel“ je postup používaný několik tisíc let. V historických dobách se jednalo především o přírodní pryskyřice, rostlinné slizy a gumy, včelí vosk a asphalt. Později se objevují lepidla na bázi škrobu, klihu, kaseinu a lepidla z přírodního kaučuku. Na konci 19. století se objevují lepidla na bázi vodního skla. Počátkem 20. století se rozšířila výroba syntetických pryskyřic pro lepení.<sup>7</sup>

V dnešní době je široké spektrum speciálních lepicích systémů. Jedná se o lepidla na minerální bázi, disperzní lepidla, polyuretanová lepidla a další široké spektrum typů lepidel. Další možností v restaurování jsou modifikace lepicích systémů, vytváření vlastních receptur, které však restaurátoři využívají zřídka, vzhledem k nejasnému účinku a vlastnostem těchto systémů.

#### **3.1.1 Vlastnosti lepeného spoje**

Z restaurátorského hlediska by měl mít lepený spoj nižší pevnost nežli lepený objekt. V případě nižší pevnosti spoje dojde při nadměrném namáhání k oddělení v lepeném spoji, nikoli k poškození originální hmoty v jiném místě lepeného objektu. Na druhou stranu by měl splňovat požadavek na dlouhodobou stálost spoje. Spoje by měli být v ideálním případě reverzibilní, pro jejich snadnou odstranitelnost, případně budoucí restaurování.

---

<sup>7</sup> Heidingsfeld Viktor, *Obecné zásady lepení*, zpravodaj STOP, svazek 12, č. 2 (2010)

### 3.1.2 Problematika lepení štuků – lepení a injektáž

Literatura, která by samostatně definovala lepení štuků, je velice omezená. Vyskytují se práce zabývající se lepením sádrových hmot<sup>8</sup> a lepením přírodních kamenů. Na lepení štukových hmot je možné využít podobné spektrum lepidel jako na přírodní a umělé kameny. Problematikou, která prakticky navazuje na lepení štuků, je injektáž a i strukturální zpevnění historických maltovin. K injektážím oddělených štuků se vyjadřují autoři v knize *Štukatéřství*, k injektáži doporučují zásadně používat vápenné směsi, komerční směsi od speciálních výrobců, nebo směsi vlastní výroby.<sup>9</sup> V literatuře z různých období se vyskytují také postupy fixace oddělených štukových vrstev pomocí reaktivních pěn na makromolekulární bázi (většinou polyuretanové pryskyřice). Jako výhody jsou uváděny dobrá adheze k lepeným materiálům, chemická stálost, odolnost proti biologickým a živočišným škůdcům.<sup>10</sup> Také je zmiňována možnost regulace objemového nárůstu použité pěny.<sup>11</sup>

V dnešní době se k lepení oddělených částí využívají především komerční injektážní směsi na minerální bázi, je také možnost použít systém na bázi organokřemičitých prostředků. V některých případech jsou používány různé typy syntetických pryskyřic.

### 3.1.3 Materiály používané pro injektáž maltovin

**Minerální systémy** - minerální injektážní směsi jsou nejčastěji složeny z vápenných pojiv vzdušných nebo hydraulických, v některých případech je přidávána hydraulická složka jako příměs či součást plniva (mleté pucolány, pálený jííl). Jako plniva jsou používány směsi jemně mletých vápenných/mramorových mouček, křemičitá moučka, vápencová drť. Některé směsi obsahují pomocné přísady – ztekucovadla, provzdušňovače a organické přísady.<sup>12,13</sup>

---

<sup>8</sup> Šedý Václav, Sochařské řemeslo základ sochařského umění, Praha, 1953, str. 57

<sup>9</sup> Losos Ludvík, Gavenda Miloš, *Štukatéřství*, Grada, Praha, 2010, str. 163

<sup>10</sup> Měšťan Radomír, *Omítkářské a štukatéřské práce*, SNTL, Praha, 1988, str. 193

<sup>11</sup> Hošek Jiří, Losos Ludvík, *Historické omítky průzkumy, sanace, typologie*, Grada, Praha, 2007, str. 147

<sup>12</sup> [http://www.aquabarta.cz/4\\_stahuj/tech\\_listy/VAPO\\_injekt\\_01.pdf](http://www.aquabarta.cz/4_stahuj/tech_listy/VAPO_injekt_01.pdf)

**Křemičité systémy** – u těchto systému slouží jako pojivo tekutá směs esteru kyseliny křemičité, jako plnivo je přidáván křemičité plnivo, minerální plnivo nebo celoskleněné mikrokuličky.<sup>14</sup> Druhá možnost zřídka používaná je použití vodního skla.<sup>15</sup>

**Syntetické pryskyřice** - Jedná se nejčastěji o dvousložková lepidla, k vlastnímu vytvrzení dojde reakcí pryskyřice s tvrdidlem. Dle poměru výchozích složek je možné získat nízkoviskózní až tuhé lepicí systémy. U směsí je nutné dodržovat přesně dané poměry k mísení. Na trhu je široká škála pryskyřic, s různou dobou potřebnou k vytvrzení od 1 min. do několika hodin. Druhá skupina systémů je při přípravě jednodušší, jejich účinek vzniká velmi rychle, po odpaření rozpouštědla.<sup>16</sup>

### 3.1.4 Vlastnosti vybraných směsí – výsledky předchozího výzkumu

V rámci Fakulty restaurování vzniklo několik prací, které se věnovaly testování systémů pro injektáž a lepení minerálních podkladů.

V prvním případě se jedná o bakalářskou práci Jana Vojtěchovského, s názvem *Injektážní prostředky pro hloubkovou konsolidaci na bázi minerálních a organokřemičitých pojiv*. V rámci této práce byly testovány vybrané injektážní směsi pro zajištění omítek: minerální - Ledan TB1, Terraco Injekt, organokřemičité Funcosil 500 E (dnes KSE 500E), směsi s pojivem vodního skla Syton X 30 a směs s použitím styren.akrylátové disperze Sokrat 2802. U směsí byly testovány vybrané fyzikálně-mechanické vlastnosti. Z výsledků dlouhodobé přídržnosti (pevnost v tahu) vyplynulo, že největší pevnosti spoje dosahují směsi pojené disperzí, vodním sklem a také směs obsahující Ledan. Funcosil dosahoval středních hodnot pevnosti, s nejnižší pevností byly hodnoceny systémy Terraco injekt a směs kaseinátu vápenatého. Dlouhodobá pevnost nebyla jediným hodnotícím kritériem – při hodnocení paropropustnosti se naopak nejlépe

---

<sup>13</sup> [http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/31020e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/31020e.pdf)

<sup>14</sup> [http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3\\_produkty2/tn\\_kse\\_modulsystem.pdf](http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3_produkty2/tn_kse_modulsystem.pdf)

<sup>15</sup> Vojtěchovský Jan, *Injektážní prostředky pro hloubkovou konsolidaci na bázi minerálních a organokřemičitých pojiv*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2002

<sup>16</sup> Zelinger Jiří, Heidingsfeld Viktor, Kotlík Petr, Šimůnková Eva, *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Academia, Praha, 1987

chovaly minerální systémy a nelze doporučit injektážní směs obsahující Sokrat 2802. Pozitivní vlastnosti v těchto zásadních vlastnostech byly zaznamenány pro systémy vodního skla a organokřemičitanů.<sup>17</sup>

Druhou prací, která navazuje na danou problematiku, je *Srovnání vybraných injektážních prostředků pro jemnozrnné křemičité pískovce* od Jiřího Kudrny. V rámci této práce jsou porovnávány minerální, organokřemičité směsi a syntetické polymery. Jejich vlastnosti byly testovány na pískovci mšenského typu.<sup>18</sup>

Poslední prací, která se zabývá lepením pískovců, je bakalářská práce *Zkoušky lepení křemičitých pískovců vybranými typy syntetických pryskyřic*, tuto práci vytvořil Tomáš Sušeň. Práce se zaměřuje výhradně na lepicí systémy na bázi syntetických pryskyřic, z testování pevnosti vyplynulo, že všechny testované lepicí systémy vykazují několikanásobně vyšší pevnost než testovaná hornina (pískovec z oblasti Mšené-lázně).<sup>19</sup>

### 3.1.5 Spoje

Spojování historických minerálních materiálů lze řešit několika způsoby lepení. Typy spojů se liší dle rozměru lepených částí a požadavků na lepený spoj.

**Armované spoje** - typ spoje, při kterém je lepený spoj vyztužen vhodnou armaturou, např. nerezová armatura nebo sklolaminátové armatura. Armování spojů je využíváno především při lepení rozměrnějších částí, při kotvení armatury se používá epoxidové či polyesterové pryskyřice.

**Nearmované spoje** – spoje, kde není použita pomocná výztuž, používají se u méně objemných a menších lepených částí. Spoj je vytvořen pomocí

---

<sup>17</sup> Vojtěchovský Jan, *Injektážní prostředky pro hloubkovou konsolidaci na bázi minerálních a organokřemičitých pojiv*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2002

<sup>18</sup> Kudrna Jiří, *Srovnání vybraných injektážních prostředků pro jemnozrnné křemičité pískovce*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2005

<sup>19</sup> Sušeň Tomáš, *Zkoušky lepení křemičitých pískovců vybranými typy syntetických pryskyřic*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2005

lepící/injektované směsi. Prvním typem je celoplošný lepený spoj, u kterého je celá lepená plocha pokryta lepící směsí. Druhým typem je bodové lepení. Při bodovém lepení jsou nanášeny na lepenou plochu body z lepící směsi. Mezi lepenými částmi vznikne dutina, kterou je možné poté vyplnit jinou injektážní směsí, která má nejčastěji zcela odlišné fyzikálně-mechanické vlastnosti (je měkčí, méně pevná) s cílem spoj neuzavřít a zachovat přirozenou propustnost pro vodu a vodní páry.

## **3.2 Úvod experimentu**

V rámci restaurátorských zásahů na štukových dílech v kapli sv. Isidora Křenově nastala otázka vhodného systému na lepení historických štukových hmot. Vzhledem k rozsáhlému poškození štukové výzdoby a velkého počtu oddělených modelovaných štukových prvků bylo třeba zvolit nejvhodnější techniku lepení. Tedy systém, který by byl kompatibilní s vápenným štukem. Cílem experimentu bylo porovnat vlastnosti vybraných lepících systémů. Na zkušebních štukových tělíscích byly testovány vlastnosti lepených spojů, byla měřena pevnost a pozorovány jejich vlastnosti: injektážní vlastnosti, viskozita a kapilární vztlínání.

### **3.2.1 Použité materiály a postupy v kapli sv. Isidora v Křenově**

V této kapitole je uvedeno několik příkladů postupů lepení a použitých materiálů v kapli sv. Isidora v Křenově, které zde byly použity při předchozích restaurátorských zásazích. První příklad je lepení oddělených křídel anděla (putto č. 18). Na lepení oddělených křídel byla použita epoxidová pryskyřice Akepox 5010. V jednom případě se jednalo o celoplošný epoxidový spoj a druhé křídlo bylo lepeno epoxidem s přidáním čepu, oba spoje byly poté doinjektovány minerální směsí Ledan D2 (TA1).<sup>20</sup> Dalším příkladem je použití nízkoviskózní epoxidové pryskyřice na lepení trhliny na noze anděla (putto č. 12). Trhlina na

---

<sup>20</sup> Bartoš Daniel, *Komplexní restaurování štukové plastiky andělka z interiéru kaple sv. Isidora v Křenově*, Bakalářská práce, 2012, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, str. 17

levé noze byla injektována nízkoviskózní pryskyřicí Havel.<sup>21</sup> V případě drobných trhlin a prasklin byla použita minerální injektážní směs řady Ledan. Na vlysu mezi anděly č. 17 a č. 18, který jsme restaurovali v rámci praktické části bakalářské práce, byla použita technika bodového lepení epoxidovou pryskyřicí na oddělených objemnějších částech ornamentální štukové výzdoby. Bodové spoje byly poté doinjektovány minerální směsí, v případě menších oddělených částí byla použita k fixaci minerální směs Ledan TA1. Cílem experimentu tedy bylo porovnat a kriticky zhodnotit vlastnosti použitých lepicích systémů a diskutovat je vzhledem k restaurovanému objektu.

### 3.2.2 Substráty

#### Příprava zkušebních vzorků

Pro testování byly připraveny zkušební vzorky malt o rozměru 40x40x160 mm. Pro další testování byly vytvořeny omítkové panely k pozorování injektážních vlastností. Vzorky a panely byly vytvořeny v poměru 1 díl pojiva a 2 díly plniva (objemové), jako pojivo bylo použito vápno Vitošov (vápenná kaše), plnivem byl písek s velikostí zrn do 1 mm. Vzorky zrály po dobu 82 dní, byly uloženy na plastových mřížkách při teplotě 16–20 °C a při vlhkosti 68,3–76,5 % RH. Vyvrání (karbonatace) vzorků bylo kontrolováno pomocí Fenoftaleinu. Prasklina byla vytvořena rozlomením tělísek na polovinu, na rozlomení bylo použito strojní třibodové lámání, které vytvořilo prasklinu s nepravidelným lomem a reliéfem zapadajícím přesně do sebe viz Obr. 3. 2. Praskliny napodobily reálné případy, které se vyskytují na oddělených částech historických štukových objektů.

### 3.2.3 Materiály lepicích systémů

V rámci experimentu byly zvoleny tři odlišné systémy - minerální, epoxidový a organokřemičitý. Většina použitých systémů není primárně určena

---

<sup>21</sup> Zítková Petra, *restaurování štukové sochy andělka u kaple sv. Isidora V Křenově*, Bakalářská práce, 2013, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, str. 171

k lepení, ale jejich předpokládané vlastnosti by mohly požadavkům na lepicí hmoty vyhovovat pro lepení štukových objektů. Z minerálních systémů byl zvolen Ledan TA1 a TC1, Vapo Injekt, NHL 5 (natural hydraulic lime). Za epoxidovou pryskyřici byl zvolen Akepox 2010, dalším systémem byl zvolen injektážní systém KSE Remmers. Byly upraveny dva systémy- Ledan TA1 a TC1; dle současného postupu, který používají restaurátoři, bylo do směsí přidáno plnivo (mramorová moučka). Pro porovnání byl zvolen lepicí systém s použitím epoxidové pryskyřice. Základní vlastnosti všech vybraných systémů jsou uvedeny níže, pro přehlednost byla vytvořena tabulka se základními vlastnostmi o složení (Tab. 1. 1).

Tab. 1. 1 Testované vybrané systémy

lepící systém	použité značení v experimentu	pojivo	plnivo	ředidlo
KSE Modul System	<b>KSE</b>	elastifikovaný ester kyseliny křemičité	minerální plnivo, křemičité plnivo	systém KSE
NHL 5	<b>NHL5</b>	přírodní hydraulické vápno	-	voda
Ledan TA1	<b>TA1</b>	pojivo C30	křemičitá moučka, jemně mleté pucolány	voda
Ledan TA1+MM	<b>TA1+MM</b>	pojivo C30	křemičitá moučka, jemně mleté pucolány, mramorová moučka	voda
Ledan TC1+MM	<b>TC1+MM</b>	vzdušné vápno, hydraulická pojiva	pucolán, mramorová moučka	voda
Vapo Injekt	<b>Vapo I.</b>	vápenný hydrát, směsné hydraulické vápno	pálený jí, vápencová moučka, vápencová drť	voda
Epoxid Akepox 2010	<b>Epoxid</b>	epoxidová pryskyřice	-	-
Epoxid <sup>1</sup> Akepox 2010 + Vapo Injekt	<b>Epoxid + Vapo I.</b>	epoxidová pryskyřice + vápenný hydrát, směsné hydraulické vápno	- pálený jí, vápencová moučka, vápencová drť	- voda

Pozn. <sup>1</sup> tělísko bylo bodově slepeno epoxidovou pryskyřicí přibližně 1x1 cm, spoj byl po zatvrdnutí epoxidu doinjektován Vapo Injektem

### 1. KSE Modul Systém - Modulový systém esteru kyseliny křemičité

Složení: pojivo elastifikovaný ester kyseliny křemičité 500 STE a směs plniv Füllstoff A (minerální plnivo) KSE - Füllstoff B (křemičité plnivo)

Použití: zpevňování a zhotovování výplňových hmot, zpevňovacích a tmelících malt

Distributor/výrobce: Remmers Baustofftechnik

Odkaz: [http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3\\_produkty2/tn\\_kse\\_modulsystem.pdf](http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3_produkty2/tn_kse_modulsystem.pdf)

## **2. NHL 5 - Natural Hydraulic Lime, je přirozeně hydraulické vápno**

Složení: přirozeně hydraulické vápno EN 459-1 NHL 5

Použití: pojivo pro přípravu omítek a zdících malt, pevnost cca 6,5-14,0 N/mm<sup>2</sup>

Distributor/výrobce: CALX s.r.o., Nymburk

Odkaz:

[http://calx.cz/wp-content/uploads/2012/11/CALX\\_TECHNICKE\\_LISTY\\_nhl.pdf](http://calx.cz/wp-content/uploads/2012/11/CALX_TECHNICKE_LISTY_nhl.pdf)

## **3. Ledan TA1 - Minerální injektážní směs**

Složení: směs speciálního pojiva C 30, křemičitá moučka, jemně mleté pucolány a ztekuvadla

Použití: pro strukturální zpevnění historických omítek a zdiva

Distributor/výrobce: Tecno Edile, Piombino, Itálie

Odkaz: [http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/31020e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/31020e.pdf)

## **4. Ledan TC1 - Minerální injektážní směs**

Složení: speciální hydraulická pojiva, vzdušné vápno, pucolán, ztekuovače a injektážní přísady

Použití: pro strukturální zpevnění historických památek

Distributor/výrobce: Tecno Edile, Piombino, Itálie

Odkaz: [http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/31040e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/31040e.pdf)

## **4. Vapo Injekt - Minerální injektážní směs**

Složení: vápenný hydrát, pálený jíl (hlinitokřemičitanová složka), vápencová moučka, vápencová drť a organické přísady

Použití: k vyplňování úzkých trhlin a dutin v omítkách a kamenech, k přitmelení štuků

Distributor/výrobce: AQUA obnova staveb s.r.o.

Odkaz: [http://www.aquabarta.cz/4\\_stahuj/tech\\_listy/VAPO\\_injekt\\_01.pdf](http://www.aquabarta.cz/4_stahuj/tech_listy/VAPO_injekt_01.pdf)

## **5. AKEPOX 2010 - Dvousložkové epoxidové lepidlo**

Složení: epoxidová pryskyřice s modifikovaným polyaminovým tužidlem

Použití: k lepení přírodních kamenů, umělých kamenů, jiných stavebních hmot a oceli

Distributor/výrobce: AKEMI Chem.- techn.Spezial Fabrik GmbH, Nürnberg

Odkaz: [http://www.akemi.cz/texty/akepox\\_2010\\_gelmix.htm](http://www.akemi.cz/texty/akepox_2010_gelmix.htm)

### **3.2.4 Příprava lepicích systémů a jejich aplikace**

Poměry mísení složek a množství ředidla je uvedeno v Tab. 1. 2. Při přípravě lepicích směsí nebyly dodrženy míšící poměry dle technických listů, ale byly upraveny pro lepení. Doporučované poměry byly pro lepení příliš tekuté, ze spojů vytékaly. U většiny směsí byla také snaha dosáhnout podobné viskozity (pro možnost srovnání). Směsi byly rozmíchány ručně pomocí špachtle a poté domíchány pomocí magnetické míchačky vždy po dobu 3 minut při 250 otáčkách za minutu. Epoxidová pryskyřice nebyla, vzhledem ke své konzistenci a nutnosti dodržet poměr mísení, upravována ani míchána pomocí magnetické míchačky. Lepicí systémy byly nanášeny na lepenou plochu pomocí špachtle celoplošně, s výjimkou kombinace bodového epoxidového spoje a minerální směsi (Vapo Injekt). V tomto případě bylo tělísko slepeno bodově epoxidem (cca 1x1 cm lepený spoj), v průběhu lepení bylo vytvořeno rozšíření spoje pomocí injekčních jehel. Tato mezera byla později injektována minerální směsí Vapo Injekt.

V případě injektáže na omítkové panely pod testovací skříčka byly směsi injektovány pomocí injekčních stříkaček. Pro snížení nasákavosti podkladu byl podklad nasycen vodou nebo ředidlem (u systému KSE použito KSE 100), vždy bylo injektováno dané množství a poté bylo aplikováno dané množství lepicí směsi.

## **3.2.5 Testované vlastnosti**

### **3.2.5.1 Zpracovatelnost**

Vlastnosti lepicích systémů byly hodnoceny subjektivně při zpracování. Byly pozorovány vlastnosti při přípravě daných systémů, komplikovanost jejich přípravy, manipulace s danými směsí. Další hodnocení bylo prováděno při aplikacích lepení a při aplikaci do dutin (injektování).

### **3.2.5.2 Viskozita**

Před samotným výběrem receptury, byly testovány různé poměry jednotlivých složek, aby bylo dosaženo podobné viskozity lepicích systémů. K dosažení podobné viskozity byl vytvořen jednoduchý praktický test pomocí laboratorní nálevky a daného objemu roztoku směsi. Byl měřen čas průtoku daného množství (20 ml) roztoku nálevkou. Tento postup byl opakován u každé směsi 4x, pro zpřesnění výsledku. Nálevka byla před každým měřením zvlhčena daným rozpouštědlem (voda / etanol), aby bylo dosaženo při každém měření stejných podmínek (stejný úhel smáčení povrchu).

### **3.2.5.3 Injektážní vlastnosti**

Injektážní vlastnosti byly testovány na omítkových panelech imitujících reálné podmínky povrchu a strukturou s různou výškou reliéfu povrchu. Na panely byla nalepena sklíčka o rozměru 7x7 cm s injektážním otvorem. Sklíčka umožnila pozorování chování injektážních směsí v průběhu a po aplikaci. Mezi štukovým panelem a sklíčkem vznikl prostor pro injektovanou směs, mezera byla 1–3 mm. Dané směsi byly testovány pro porovnání dvakrát. V případě kombinovaného bodového epoxidového spoje s Vapo Injektem, bylo epoxidové lepidlo nanášeno bodově mezi štukový panel a sklíčko. Dutiny na štukovém panelu byly před aplikací zvlhčeny daným rozpouštědlem (voda/KSE 100) v objemu 4 ml, aby nedocházelo k odsátí vody/rozpuštědla z injektážní směsí, poté byla provedena injektáž pomocí injekční stříkačky danou směsí o objemu

3 ml. U vzorků byl měřen rozliv daných směsí (mm), byly zaznamenávány změny v průběhu tuhnutí i tvrdnutí (vznik prasklin a dutin).

#### **3.2.5.4 Kapilární vztlínání**

Problémem lepených spojů je často změna fyzikálních vlastností lepeného spoje, které ovlivňují příjem a transport vody v originální hmotě, zejména nasákavost a paropropustnost. U restaurovaných objektů zatížených vztlínající vlhkostí se toto může projevit rozdílnou barevností materiálu. Průnik kapaliny přes lepené spoje byl pozorován improvizovanou zkouškou. Modelová tělíska s lepenými spoji byla postavena do vody, hladina vody byla 1 cm. Cílem bylo pozorovat propustnost spoje pro vodu, která kapilárně vztlíná vzorkem.

#### **3.2.5.5 Pevnost lepeného spoje**

Pevnost lepeného spoje je dána kombinací vlastností daných směsí především adheze k lepenému materiálu a koheze lepicí směsi. Pevnosti lepených spojů byly měřeny pomocí metody vycházející z normy CEN 12390-5 na ohyb. Bylo zvoleno čtyřbodové lámání v tahu za ohybu. Testování lepených spojů bylo provedeno po 40 dnech od lepení, kdy se předpokládalo kompletní všech lepicích směsí. Všechny typy spojů byly testovány na třech zkušebních tělískách, pro porovnání byla lámána vápenná štuková tělíska bez poškození (referenční vzorky). Měření bylo provedeno na testovacím stroji pro mechanické vlastnosti FPZ 100/1, rychlost zatížení byla 2,1-84 mm/min.

### **3.3 Výsledky a diskuze**

V dalších bodech následuje shrnutí výsledků jednotlivých testovaných vlastností u lepicích směsí. Nalézají se zde jak výsledky naměřených hodnot, tak i výsledky vzniklé subjektivním hodnocením při zpracovatelnosti.

### 3.3.1 Zpracovatelnost

Zpracovatelnost je u všech lepicích systémů v zásadě vyhovující.

Minerální systémy mají výhodu složení z jednosložkové směsi, mísení je prováděno s vodou, z toho vyplývá velká výhoda daných systémů v jednoduchosti přípravy, snadného očištění použitých nástrojů. Odstranitelnost přebytečného materiálu ze spoje je snadná, po očištění nezanechává stopy na štukových objektech.

Systému na bázi organokřemičitanů KSE Modul System je zpracovatelností komplikovanější nežli u minerálních směsí. Rozdíl je v mísení a počtu použitých komponent. Jako pojivo je použit tekutý prostředek KSE 500 STE, ředění je nutné provádět prostředky typu KSE, které nejsou mísitelné s vodou. Jako plniva jsou použity dvě komponenty Füllstoff A a B. Příprava je vzhledem k většímu počtu komponent složitější, také čištění použitých nástrojů je komplikovanější (není možné použít vodu). Systém KSE je dočasně hydrofobní (cca 30 dní), to může komplikovat, případně další postupy restaurování (čištění, tmelení apod.).

Výhodou epoxidové pryskyřice je její gelová konzistence, umožňující snadné lepení svislých ploch. Příprava je prováděna z dvou komponent v daném poměru, její nevýhoda je špatná odstranitelnost při vytečení ze spoje. Při znečištění štku epoxidem je možnost odstranění epoxidu jen se ztrátou štukové hmoty. Očištění nástrojů je možné pomocí speciálních ředidel nebo mechanicky po zatvrdnutí pryskyřice.

### 3.3.2 Viskozita

Měření viskozity bylo provedeno improvizovanou zkouškou a bylo hodnoceno na základě měření rychlosti průtoku daného objemu lepicí směsi (20 ml) nálevkou a je uvedeno v tab. 1. 3. Cílem bylo dosažení podobné viskozity dosažením podobného času průtoku, který se pohyboval u všech směsí kolem 20 s. Výjimku tvořila směs NHL 5, kde byl čas mírně vyšší, kde mírnou změnou množství vody docházelo k neúměrnému zkrácení času (snížení viskozity).

### 3.3.3 Injektážní vlastnosti

Injektážní vlastnosti byly testovány na vybraných poměrech lepicích směsí (podle testování viskozity), která je kompromisem pro použití směsí pro lepení a zatékání. Z hlediska injektážních vlastností by bylo vhodnější použít směsí o nižší hustotě, které by měly lepší zatékačí vlastnosti. Otázkou je, zda by nedošlo ke snížení jejich lepivosti. V rámci testování injektážních vlastností byly pozorovány tyto vlastnosti - rozliv daných hmot a jejich změny v průběhu času - tvorba prasklin a dutin. Všechny směsi vykazovaly dobrou zatékavost, rozdíly byly v tvorbě dutin a prasklin. Vlastnosti jsou shrnuty v Tab. 1. 4 a zobrazeny na Obr. 3. 11.

- KSE Modul Systém

Rozliv byl u obou vzorků největší ze všech měřených, avšak nepravidelný. Vytvořily se podobně velké dutiny, na pravých stranách vzorků, pravděpodobně v místech s větší silou injektovaného prostoru (nelze jednoznačně určit jejich původ - možností je, že vlastnosti systému nejsou vhodné na vyplnění rozměrnějších dutin, ale spíše na injektování tenkých prasklin a trhlin). Různě velké dutiny se tvořily v celé ploše hmoty, objevila se i drobná síť prasklin v průběhu tvrdnutí.

- NHL 5

Vzorky vykazovaly pravidelný rozliv, síť prasklin se objevily v celých plochách vzorků již v průběhu tuhnutí (po 2 hodinách od injektáže). Dutiny se nevytváří.

- Ledan TA1

Vzorky vytvořily pravidelné kulaté rozlivy s menším rozlivem v porovnání s ostatními směsmi, na vzorcích se objevily praskliny v průběhu tvrdnutí (přibližně po 20 hodinách), které se místy zvětšily na menší dutiny. Po obvodu je také patrné smrštění.

- Ledan TA1 + MM, TC1 + MM

Injektované koláče jsou v porovnání s čistým Ledanem TA1 homogennější s větším rozlivem. Po vytvrnutí je patný vznik tlustých trhlin a dutin. Na vzorkách Ledanu s moučkou se objevily praskliny ve větší míře nežli na čistém Ledanu. Rozliv je pravidelný a dobrý.

- Vapo Injekt

Směs Vapo Injekt zatéká velmi dobře, avšak nepravidelně. Na vzorcích se vyskytují velké dutiny, ty se objevily krátce po injektáži, praskliny se nevyskytly žádné, ani v průběhu fáze tvrdnutí. Tvorba dutin může být problematická při injektáži objemnějších dutin. Smrštění na okrajích injektovaného „koláče“ je patrné v minimální míře.

- Epoxid + Vapo Injekt

V tomto případě byly pod zkušebním sklíčkem vytvořeny tři bodové spoje z epoxidové pryskyřice, poté bylo přistoupeno k injektáži pomocí Vapo Injektu.

Vapo Injekt zatékal kolem bodových spojů epoxidu dobře. Vytvořil injektované „koláče“ nepravidelných tvarů. Totožně jako v případě samotné směsi Vapo Injekt se tvoří dutiny bez prasklin.

Při pozorování všech systémů byly zjištěny dobré vlastnosti pro injektování tenkých prasklin. Vyplňování dutin může být problematické u systémů KSE a Vapo I. vzhledem k tvorbě větších dutin. Mramorová moučka u systému pojených Ledanem zlepšuje vlastnosti injektovaného filmu, který lépe zatéká a vytváří homogenní film.

### 3.3.4 Kapilární vztlínání

Všechny systémy vykazovaly podobnou rychlost vztlínání přes lepené spoje s výjimkou celoplošného epoxidového spoje, který nepropustil žádnou kapalinu. Řešením je použití bodového epoxidového spoje, kde došlo jen k mírnému zpomalení průchodu kapaliny. Kapilární vztlínání bylo pozorováno po 14 dnech po slepení modelových vzorků, hydrofobní účinek systému KSE nebyl patrný. Hodnocení je uvedeno v Tab. 1. 6.

### 3.3.5 Pevnost lepeného spoje

Při měření pevnosti vznikaly dva typy poškození, v lepeném spoji nebo v originální hmotě mimo lepený spoj, což poukazuje na vyšší pevnost spoje než originálu. Tento typ poškození byl pozorován u směsi obsahující Ledan a epoxidovou pryskyřici nanesenou celoplošně. Ostatní materiály dosahovaly srovnatelnou pevnost s lepeným materiálem (Vapo Injekt, systém KSE), nebo vykazovaly nižší pevnosti (NHL 5 a epoxid nanesený bodově s výplní Vapo I.). U kombinovaného epoxidového spoje a NHL 5 je snížená pevnost překvapivá a nelze jí jednoznačně vysvětlit. Možností je síla nanesené vrstvy epoxidu (při bodovém nanášení je silnější, na sílu jehly. Cílem bylo vytvořit prostor pro injektáž Vapo I.). Tím může vznikat rozhraní dvou materiálů způsobující sníženou pevnost, to by potvrdovalo poškození, ke kterému v tomto případě došlo ve spoji (Obr. 3. 7). U NHL 5 byl spoj vytvořen standardním způsobem s minimální šířkou spoje. Ani vliv podmínek (voda potřebná pro hydrataci) by neměl pravděpodobně ovlivnit pevnost lepeného spoje - vzorky byly před lepením zvlhčeny, a v době zrání byla udržována vyšší vzdušná vlhkost. U spojů, kde byly použity minerální směsi Ledan, v čisté formě nebo s použitím mramorové moučky, vykazovaly spoje větší pevnost než je pevnost štukového vzorku, proto nemohla být pevnost lepeného spoje zjištěna. K poškození vzorku docházelo mimo testovaný lepený spoj. V případě epoxidové pryskyřice došlo k poškození lepeného vzorku také mimo lepený prostor, tento výsledek však vzhledem k předchozím zkušenostem nebyl překvapivý. Nejlépe z hodnocení pevnosti vyplynuly systémy, kde byla použita minerální směs Vapo Injekt a směs na bázi organokřemičitanů (KSE systém). Pevnosti u lepených spojů dosahovaly

podobné či o trochu menší pevnosti než lepený materiál. Při testování docházelo k poškození v místě lepeného spoje, originální hmota nebyla poškozena.

### 3.4 Celkové vyhodnocení lepicích systémů

Celkové hodnocení lepicích systémů zahrnovalo různá hlediska hodnocení, zpracovatelské vlastnosti, vyhodnocení měření, ale součástí bylo i hodnocení materiálové kompatibility vzhledem k lepenému materiálu. Výsledky jsou shrnuty v Tab. 1. 6, která byla vytvořena jako přehled hodnocení jednotlivých vlastností, na stupnici 1-5. Bodování bylo vytvořeno vzhledem k požadavkům na lepení: vytvořit pevný spoj, v ideálním případě s podobnou pevností, jako je lepený materiál. Určit jednoznačně, zda je nižší pevnost výrazně horší než pevnost přesahující pevnost originálu, není objektivně možné posoudit. Za určitých podmínek je spoj s nižší pevností snáze opravitelný nebo nahraditelný, nežli komplikovaně odstranitelný spoj s nadměrnou pevností. Z tohoto důvodu byly spoje s nižší pevností i spoje s vyšší pevností hodnoceny v tabulce (Tab. 1. 6) totožně.

- KSE Modul Systém

V případě systému KSE spočívá výhoda tohoto systému v možnosti použití v kombinaci se strukturálním zpevněním. Zpracovatelnost je oproti ostatním systémům, které jsou ředitelné vodou, komplikovanější. V případě injektáže docházelo k tvorbě velkých dutin, ty mohou v některých případech výrazně omezit pevnost. Při kapilárním vztlínání nebyla průchodnost vody přes lepený spoj omezena. Naměřená pevnost lepeného spoje dosahovalo nepatrně nižší pevnosti než originální lepená hmota, k odtržení docházelo v lepeném spoji bez poškození štukového vzorku. Další, v případě lepení méně důležité, je šedé zbarvení směsi, které nekoresponduje s barevností podkladu.

- NHL 5

U lepení pomocí NHL 5 (přírodně hydraulické vápno) byla dobře hodnocena jednoduchá zpracovatelnost systému. V případě injektáže docházelo již při tuhnutí k tvorbě husté sítě prasklin. Vzhledem k podobnosti systému k lepenému vápennému vzorku nebyla snížena průchodnosti vody přes lepený spoj pozorována. V případě pevnosti lepeného spoje dosahovala naměřená pevnost přibližně poloviny pevnosti lepeného materiálu. Tuto hodnotu nelze jednoznačně označit jako nevyhovující, v případě restaurování poškozených štuků se zmenšenou pevností může být tato hodnota výhodou. Také v případě nutnosti opravit lepený spoj je menší pevnost výhodou. Zde však není jisté, zda dosažené výsledky nejsou zkresleny, chybou v průběhu přípravy a aplikace. Z tohoto důvodu by bylo dobré testování pro tento systém zopakovat.

- Ledan TA1

Injektážní směs Ledan TA1 je v restaurování minerálních podkladů hojně využívána. Prokázala své výhody ve snadné zpracovatelnosti, avšak v případě injektáže směs vykazala menší rozliv než ostatní systémy - to může být dáno přizpůsobenou testovanou konzistencí, která je oproti doporučení hustší. Při testování pevnosti systém vykázal větší pevnost než lepený materiál, prasklina se vytvořila mimo lepený spoj. Opět nelze jednoznačně systém nedoporučit, v případě nutnosti získat pevný lepený spoj je tento systém vhodný, za jistých okolností může částečně nahradit použití armatury.

- Ledan TA1 + MM, TC1 + MM

Vzhledem k stejným výsledkům obou směsí jsou výsledky shrnuty v jednom hodnocení. Jedná se o směs doporučenou a hojně využívanou restaurátory. Směs Ledan TA1 je kombinována s mramorovou moučkou, cílem je snížení pevnosti a tvrdosti materiálu. To výsledky bohužel neprokázaly a lepený spoj dosahoval větší pevnosti než lepený materiál. Překvapivě však vykazují systémy homogennější konzistenci při injektáži a větší rozliv oproti samotné směsi Ledan TA1.

- Vapo Injekt

Směs české výroby Vapo Injekt prokázala ve všech testovaných vlastnostech dobré výsledky. Zpracovatelnost je snadná, v tomto případě se směs připravuje s přidáním vody. V případě injektáže bylo její výborné hodnocení sníženo z důvodu tvorby velkých dutin. U pevnosti lepeného spoje došlo k poškození v místě lepení, naměřená pevnost spoje byla podobná jako pevnost originálního materiálu. Vzhledem k nejlepšímu celkovému hodnocení lze systém pro lepení štukových hmot doporučit.

- Epoxid

Hodnocení epoxidové pryskyřice při celoplošné aplikaci dosáhlo celkově nejhoršího hodnocení. Systém svým odlišným materiálovým složením neodpovídá lepenému substrátu, také je komplikovaná odstranitelnost lepicí směsi ze štukových hmot. V případě testování kapilárního vztlínání neprošla přes lepený spoj žádná tekutina. Také pevnost spoje byla větší než testovaného vzorku, k poškození při zatížení v tahu za ohybu proběhlo mimo lepený spoj. Při celkovém shrnutí hodnocení není možné systém lepení štukových hmot pomocí epoxidové pryskyřice bez výhrad doporučit.

- Epoxid + Vapo Injekt

Překvapivě nízké pevnosti dosáhl bodový epoxidový spoj, který byl po zatvrdnutí injektován minerální směsí Vapo Injekt. Naměřená nižší pevnost může být v určitých případech lepší nežli vyšší pevnost. Další možnou výhodou kombinovaného spoje je možnost použití epoxidových pryskyřic s krátkou dobou vytvrzovací reakce, která umožní krátkou dobu fixace lepeného materiálu. Zároveň minerální směs zajišťuje dobrou průchodnost vody přes lepený spoj. V případě nemožnosti dlouhodobé fixace lepeného objektu je tato varianta vhodnější nežli celoplošný epoxidový spoj.

### 3.5 Shrnutí výsledků

Cílem experimentu bylo porovnat vlastnosti vybraných lepicích systémů pro lepení oddělených částí štukových malt. Svým zaměřením tato práce navazuje na použité postupy při restaurování štukové výzdoby v kapli sv. Isidora v Křenově.

Na základě provedených měření a subjektivního hodnocení lze jednoznačně říci, že v případě lepení vápenných štukových hmot je vhodné použít minerální směs Vapo Injekt, jejíž výsledky dopadly celkově nejlépe. Systém dosáhl ideální pevnosti vůči lepenému materiálu, při testování došlo k odtržení v lepeném spoji bez poškození testovaného vzorku, zpracovatelnost je snadná. Problém však může nastat při injektáži rozsáhlých dutin - při testování injektážních vlastností se vyskytly větší dutiny. Druhou směsí, kterou lze doporučit, je systém KSE. Zatímco v testu z důvodu horší zpracovatelnosti nedosáhla tak dobrého hodnocení, vlastnosti lepeného spoje dosahují velmi dobrých výsledků. Systémy s pojivem systému Ledan lze shrnout jako systémy se snadnou a dobrou zpracovatelností, nevýhodou je vyšší pevnost lepeného spoje. Další skupinou jsou lepicí systémy s nižší pevností. Jedná se o systém NHL 5 a také o kombinovaný epoxidový bodový spoj s injektáží Vapo Injektem. V případě restaurování poškozených štukových hmot s nižší pevností může být menší pevnost lepených spojů daných směsí výhodou. U kombinovaného epoxidového spoje je velká výhoda v případě lepení štukových hmot, kde není možné fixovat lepené části delší dobu. V tomto případě je možné použít epoxidovou pryskyřici s krátkou dobou vytvrzovací reakce, a poté injektáží minerální směsí, která může zlepšit fyzikálně-mechanické vlastnosti lepeného spoje. Posledním testovaným materiálem byla epoxidová pryskyřice v celoplošném lepení, z celkového hodnocení tento systém vyplynul jako nejméně vhodný. Systém neodpovídá jak materiálově, tak i pevnost lepeného spoje je vysoká. Případná odstranitelnost spoje je možná jen v případě velkých ztrát originální hmoty lepeného objektu.

Z celkových výsledků vyplynulo, že použité celoplošné lepení pomocí epoxidové pryskyřice, které bylo v některých případech použito při restaurování v kapli sv. Isidora v Křenově, není nejvhodnější řešení. Nelze však posuzovat použité technologie bez širších souvislostí, které mohly vzniknout při restaurování daných štukových objektů. V případě restaurování vlysu mezi anděly č. 17 a č. 18 byla použita technologie kombinovaného lepení. K lepení

byla použita technika bodového lepení pomocí epoxidové pryskyřice (vytvrzovací reakce 1 min), poté byly spoje injektovány minerální směsí Ledan TA1. K této technice bylo přistoupeno jen v některých částech vlysu, jednalo se především o rozměrnější části štukové výzdoby. Technika byla zvolena z důvodu nemožnosti fixovat lepené části a také aby nedošlo k pádu a poškození lepených částí, což by mohlo nastat při použití technologie s delší dobou reakce (karbonatace). U menších částí, kde nehrozilo odpadnutí lepených částí, bylo použito lepení pomocí Ledanu TA1. Vyhodnocení experimentu lepicích směsí probíhalo až po skončení restaurátorských prací, tudíž všechny zjištěné informace nemohly být využity v plné míře při restaurování částí štukové výzdoby kaple sv. Isidora (anděl č. 13 a vlys mezi anděly č. 17 a č. 18). K zajištění kvalitních výsledků experimentu bylo nutné dodržet všechny časové postupy - karbonatace tělísek zrání 80 dní, zrání lepicích systémů 40 dní. Výsledky tohoto experimentu je možné využít i při jiných restaurátorských zásazích na historických objektech ze štukové hmoty.

### 3.6 Seznam tabulek a grafů

Tab. 1. 1	Testované vybrané systémy .....	86
Tab. 1. 2	Mísící poměry lepicích systémů .....	100
Tab. 1. 3	Měření viskozity (doba průtoku) .....	101
Tab. 1. 4	Injektážních vlastností.....	101
Tab. 1. 5	Pevnosti lepených spojů .....	101
Tab. 1. 6	Hodnocení lepicích systémů .....	102
Graf 1	Pevnost lepených spojů .....	102

### 3.7 Tabulky a grafy

**Tab. 1. 2 Mísící poměry lepicích systémů**

lepicí systém	pojivo (g)	plnivo (g)	množství vody (ml)	hmotnostní poměr pojivo/ředidlo
KSE	50 <sup>1</sup>	30 <sup>4</sup> + 20 <sup>5</sup>	-	1:1 <sup>7</sup>
NHL 5	40	-	44	1:1,1
TA1	62	-	40	1:0,64
TA1+MM	41	20,5 <sup>6</sup>	40	1:0,97
TC1+MM	41	20,5 <sup>6</sup>	40	1:0,97
Vapo I.	98	-	42	1:0.42
Epoxid	10 <sup>2</sup> + 20 <sup>3</sup>	-	-	1:2 <sup>8</sup>

Pozn. <sup>1</sup> - KSE 500STE

<sup>2</sup> - tužidlo Akepox 2010

<sup>3</sup> - základní pryskyřice Akepox 2010

<sup>4</sup> - Füllstoff A

<sup>5</sup> - Füllstoff B

<sup>6</sup> - mramorová moučka

<sup>7</sup> - poměr pojiva a plniv

<sup>8</sup> - poměr - tužidla/pryskyřice

**Tab. 1. 3 Měření viskozity (doba průtoku)**

lepící systém	Čas (s) /20ml				průměrný čas
	měření 1	měření 2	měření 3	měření 4	
KSE	21,7	22,4	20,8	19,5	<b>21,1</b>
NHL 5	30,3	26,9	29,0	28,6	<b>28,7</b>
TA1	23,7	25,3	21,5	22,9	<b>23,3</b>
Vapo I.	22,4	20,5	21,3	19,8	<b>21,0</b>

**Tab. 1. 4 Injektážních vlastností**

lepící systém	sklíčko 1 (7x7cm)			sklíčko 2 (7x7cm)		
	rozliv <sup>1</sup> (mm)	dutiny	praskliny	rozliv <sup>1</sup> (mm)	dutiny	praskliny
KSE	63x64	ano	ano	48x65	ano	ano
NHL 5	48x63	ne	ano	53x55	ne	ano
TA1	44x51	ano	ano	54x59	ano	ano
TA1+MM	51x59	ano	ano	56x64	ano	ano
TC1+MM	58x6	ano	ano	57x65	ano	ano
Vapo I.	65x55	ano	ne	55x70	ano	ne
Epoxid + Vapo I.	50x70	ano	ne	60x59	ano	ne

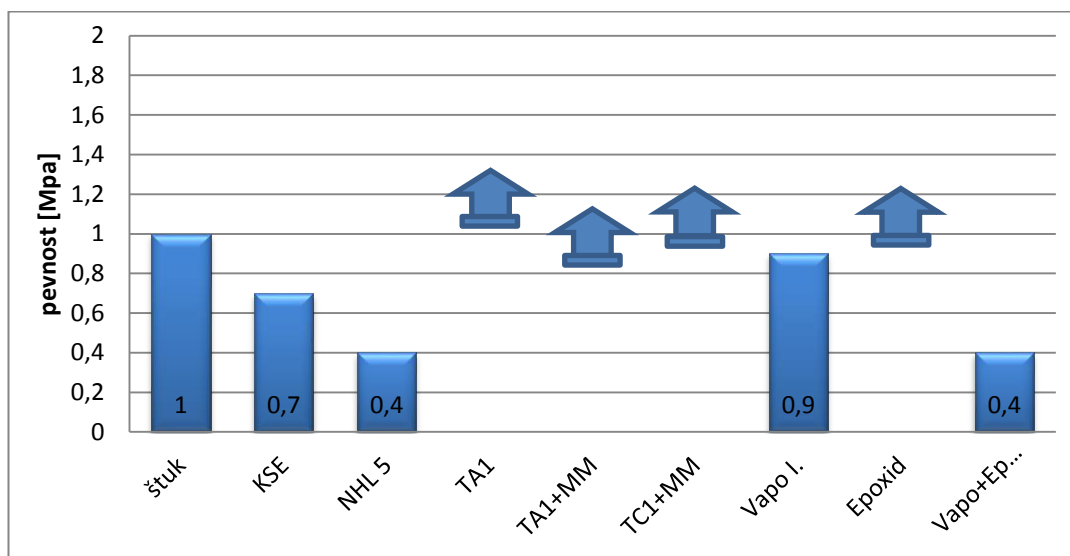
Pozn. <sup>1</sup> - rozliv, výška x šířka

**Tab. 1. 5 Pevnosti lepených spojů**

lepící systém	prasklina ve spoji	průměr pevnosti [MPa] <sup>1</sup>
referenční	-	<b>1</b>
KSE	ano	<b>0,7</b>
NHL 5	ano	<b>0,4</b>
TA1	ne	<b>&lt;1,1</b>
TA1+MM	ne	<b>&lt;0,9</b>
TC1+MM	ne	<b>&lt;1</b>
Vapo I.	ano	<b>0,9</b>
Epoxid	ne	<b>&lt;1</b>
Epoxid + Vapo I.	ano	<b>0,4</b>

Pozn. <sup>1</sup> - pevnost lepeného spoje byla testována po 40 dnech

**Graf 1 Pevnost lepených spojů**



**Tab. 1. 6 Hodnocení lepicích systémů**

lepicí systém	zpracovatelnost	kompatibilita	pevnost	injektážní vlastnosti	propustnost vody	celkové hodnocení
KSE	3	2	1	2	1	<b>1,8</b>
NHL 5	1	2	3	1	1	<b>1,6</b>
TA1	1	2	3	1	1	<b>1,6</b>
TA1+MM	2	2	3	1	x	<b>2</b>
TC1+MM	2	2	3	1	x	<b>2</b>
Vapo I.	1	1-2	1	2	1	<b>1,3</b>
Epoxid	3	5	3	x	5	<b>4</b>
Epoxid + Vapo I.	3	4	3	2	2	<b>2,8</b>

hodnocení 1-5, nejlepší 1      x- vlastnosti neměřeny

### 3.8 Seznam vyobrazení

Obr. 3. 1 Příprava zkušebních vzorků.....	104
Obr. 3. 2 Připravený vzorek s vytvořenou prasklinou .....	104
Obr. 3. 3 Detail epoxidového bodového spoje .....	105
Obr. 3. 4 Vytvoření mezery u kombinovaného spoje - Epoxid a Vapo I. .	105
Obr. 3. 5 Testování pevnosti lepených spojů .....	106
Obr. 3. 6 Epoxidový spoj - po testování pevnosti .....	106
Obr. 3. 7 Kombinovaný spoj Epoxid + Vapo I. - po testování pevnosti ...	107
Obr. 3. 8 Testování kapilárního vztlínání přes lepené spoje.....	107
Obr. 3. 9 Testování injektážních vlastností.....	108
Obr. 3. 10 Detail injektáže kombinovaného systému Epoxid + Vapo I. ...	108
Obr. 3. 11 Detail testování injektážních vlastností .....	109

### 3.9 Obrazová příloha



Obr. 3. 1 Příprava zkušebních vzorků



Obr. 3. 2 Připravený vzorek s vytvořenou prasklinou



**Obr. 3. 3** Detail epoxidového bodového spoje



**Obr. 3. 4** Vytvoření mezery u kombinovaného spoje - Epoxid a Vapo I.



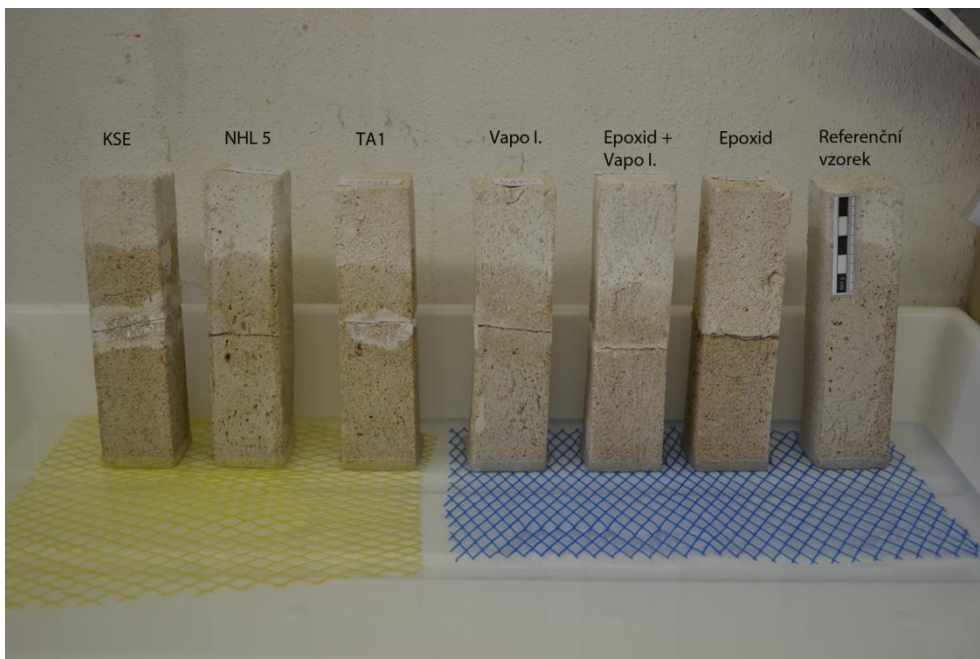
**Obr. 3. 5 Testování pevnosti lepených spojů**



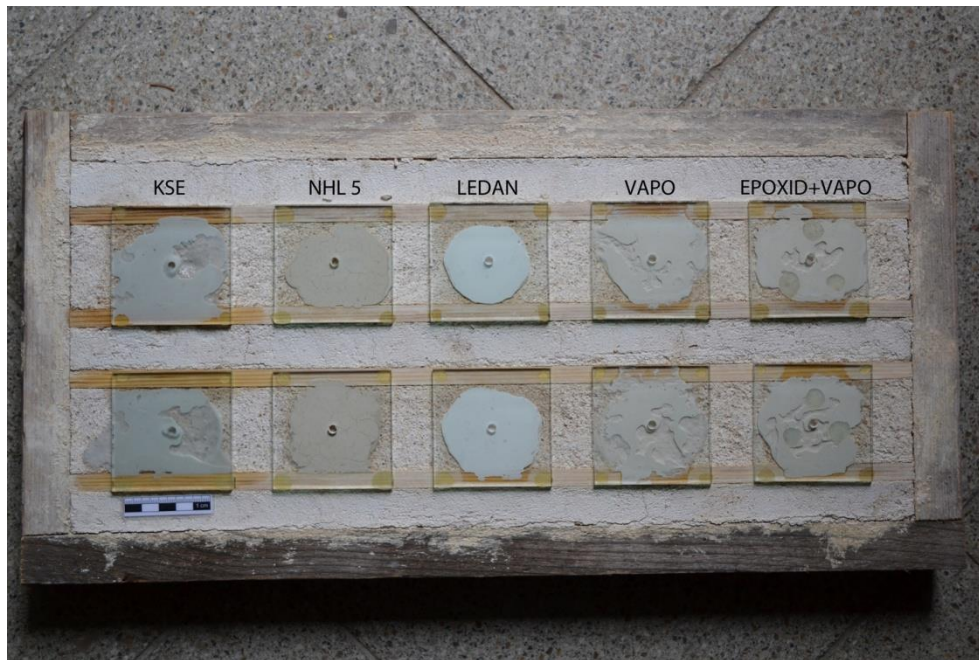
**Obr. 3. 6 Epoxidový spoj - po testování pevnosti**



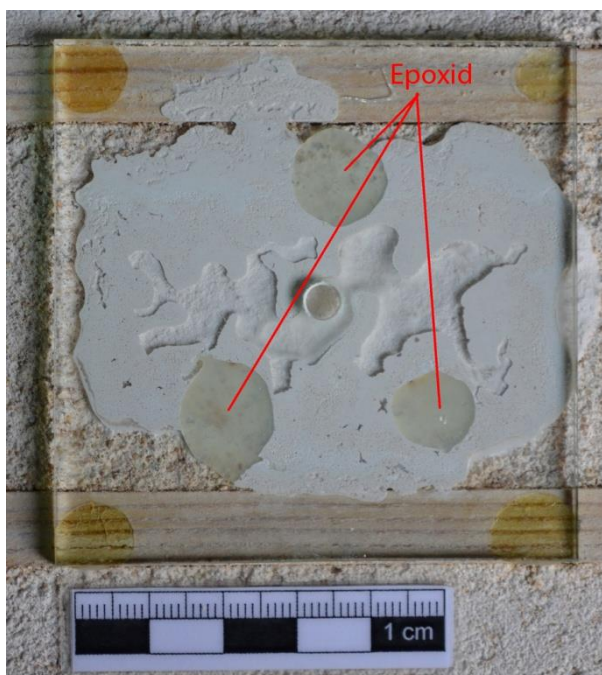
**Obr. 3. 7 Kombinovaný spoj Epoxid + Vapo I. - po testování pevnosti**



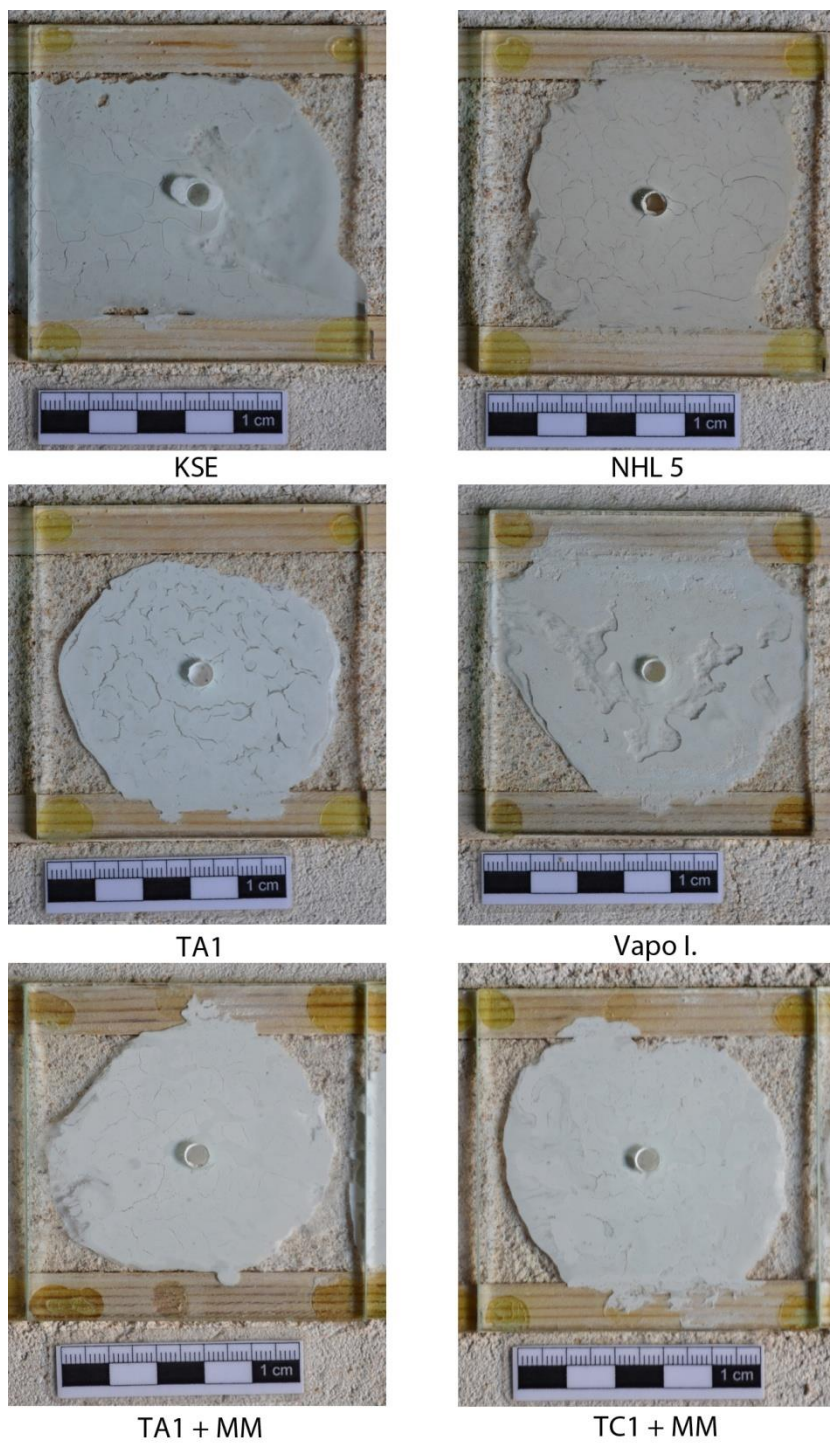
**Obr. 3. 8 Testování kapilárního vztlínání přes lepené spoje**



Obr. 3. 9 Testování injektážních vlastností



Obr. 3. 10 Detail injektáže kombinovaného systému Epoxyd + Vapo I.



**Obr. 3. 11 Detail testování injektážních vlastností**

## 4 Restaurování podstavce se sochou sv. Františka ze sousoší Kalvárie ve Velké Vsi u Broumova

### 4.1 Popis Kalvárie z Velké vsi u Broumova

#### 4.1.1 Lokalizace památky

Kraj:	Královéhradecký
Okres:	Náchod
Obec:	Velká Ves u Broumova
Adresa:	ulice Osvobození
Rejstříkové číslo památky:	35165/6 - 1519
Lokace:	50°35'17.082"N, 16°20'28.065"E

#### 4.1.2 Údaje o památce

Název díla:	Kalvárie sochou sv. Františka
Název restaurovaného díla:	podstavec se sochou sv. Františka
Autor:	neznámý
Datace:	1885 <sup>22</sup>
Materiál/technika:	opracovaný silně silicifikovaný pískovec božanovského typu, střední zrnitosti
Rozměr sousoší:	výška 450 cm, šířka 156,5 cm, hloubka 71cm
Rozměry podstavce:	výška 131,5 cm, šířka 59 cm, hloubka 53,5 cm
Rozměr sochy sv. Františka:	výška 88,5 cm, šířka 29 cm, hloubka 16,5cm
Předchozí zásahy:	1908, 1927 <sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Datace na zadní straně podstavce Kalvárie – Errichtet (zbudovaný) 1885

<sup>23</sup> Datace na zadní straně podstavce Kalvárie- Renoviert (renovovaný) 1908, 1927

### 4.1.3 Údaje o akci

Vlastník:	Omnium o.s.
Investor:	Omnium o.s.
Zhotovitel:	Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování Litomyšl, Lukáš Brotánek
Závazné stanovisko:	MÚ Broumov ze dne 3. 7. 2013 čj. PDMUBR 16901/2013
Zodpovědný restaurátor:	Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.
Odborná spolupráce:	Ing. Petra Lesniaková Ph.D.
Památkový dohled:	Lic. Helena Burešová, MÚ Broumov Pavel Mach, Mgr., NPÚ ÚOP Josefov
Termín započetí prací:	říjen 2013
Termín ukončení prací:	srpen 2014

### 4.1.4 Popis objektu

Jedná se o drobnou sakrální památku z oblasti Broumovska, objekt se nachází v ulici Osvobození. Sousoší *Kalvárie* je zasazeno v mírném kopci, k objektu vede čtyřstupňové kamenné schodiště přímo od komunikace. Sousoší je postaveno na čtvercovém půdorysu. Před samotným sousoším se nalézá kamenná dlážděná plocha, která je obdobně jako schodiště rámována kamennými bloky s jednoduchou profilací. V rozích ohraničeného prostoru se nalézaly čtyřhranné sloupky s jednoduchou hlavicí. Prostor byl ohraničen kovanou zdobenou mříží z bočních stran a také za sousoším kalvárie, kde se nalézá jediná dochovaná kovaná mříž. V současné době je dlážděná plocha z kamene před sousoším i samotné schodiště dochováno v torzálním stavu.

#### **4.1.5 Popis sousoší**

Sousoší zobrazuje motiv kalvárie, jedná se o sochařské zpodobnění Krista na kříži s klečící sochou Máří Magdaleny a se sochami Bolestné Panny Marie a Jana Evangelisty. Sousoší je v části podstavce doplněno sochou sv. Františka.

Architektura sousoší je bohatá, základna je tvořena obdélníkovým podstavcem s vyklenutou střední částí, na které se nachází zrcadlo s nápisem. Poté navazuje na spodní podstavec římsa s profilací, na té této části je usazen vertikální podstavec se sochou sv. Františka. Po obou stranách podstavce se nachází sloupky s patkami a zdobenými hlavicemi s vegetativním motivem, nad hlavicemi se nalézají nepůvodní krychlové části s jednoduchým profilem. Na sloupkách a podstavci se nalézají profilovaná korunní římsa, ta je zdobena ve střední části drobnými hlavičkami andílků a původně na ní byla umístěna kovaná lucerna. Na korunní římsě je ve střední části osazena socha Krista na kříži se sochou klečící Máří Magdaleny. Z nalezených historických fotografií vyplynulo, že socha Máří Magdaleny není původní. Po pravé straně Krista se nachází socha Panny Marie Bolestné. Na levé straně se nacházela socha Jana Evangelisty, která byla v průběhu prací nalezena. Jedná se také o nepůvodní sochu, k výměně soch Krista a Jana Evangelisty a částí architektury (části nad hlavicemi sloupků) došlo pravděpodobně po poškození originálních děl.

### **4.2 Restaurování podstavce se sochou sv. Františka**

#### **4.2.1 Popis restaurované části**

Střední část sousoší, podstavec se sochou sv. Františka, má tvar kvádrů postaveného na výšku. Výška podstavce je 131,5 cm, šířka je 59 cm a hloubka je 53,5 cm. Přední plocha je vypouklá a nachází se v ní nika, která je orámována ustupující profilací. Pod nikou se nachází kartuš s rostlinným motivem a nápisem st. Franz (sv. František). V nice je umístěna socha s nízkou modelací spodobňující sv. Františka z Assisi, výška sochy je 88,5 cm. Sv. František je zobrazen v mnišském rouchu s kápí a typickým provazem kolem pasu (provazové cingulum), v rukách drží kříž. Na zadní části podstavce se nalézají

kovový čep, na kterém bylo umístěno kované zábradlí lemující celé sousoší. Na zadní straně jsou umístěna tři textová pole s datacemi, jedná se o nápisy,- Renoviert von Richard u. Alma Birke 1927 (Renovováno od Richard a Alma Birke 1927), Errichtet von Franz u. Genovefa Pohl 1885 (Zbudováno od Franz a Genovefa Pohl 1885), Renoviert von Franz u. Genovefa Drechsel 1908 (Renovováno od Franz a Genovefa Drechsel 1908).

## **4.2.2 Restaurátorský průzkum**

Cílem průzkumu bylo především zdokumentování dochovaného stavu a stanovení příčin poškození objektu. Podstatnou částí průzkumu byl odběr vzorků dochovaných polychromií, které byly podrobeny analýze ke zjištění použitých technologií a barevností na restaurovaném díle. Na odebraných vzorcích vrtné moučky z objektu byla testována míra salinity. V rámci restaurátorského průzkumu byl vytvořen popis a zákres poškození dochovaného stavu restaurované části sousoší podstavce se sochou sv. Františka. Současně byla vytvořena fotodokumentace typů poškození na objektu, v rámci průzkumu bylo také provedeno focení objektu v UV světle.

### **4.2.2.1 Popis stavu památky před započítím restaurování**

Povrch objektu je pokryt prachovými depozity různé intenzity. Především na přední straně u spodní části niky a na soše sv. Františka se nalézají stopy biologického napadení. Největší poškození na objektu je způsobeno korozi čepu mezi podstavcem a sochou sv. Františka. Koroze způsobila nárůst hmoty použitého čepu, to způsobilo odlomení poměrně velké části sochy a také části podstavce. Odlomená část sochy sv. Františka se dochovala ve třech kusech. K jejímu odlomení došlo v nedávné době, oddělená část podstavce se nedochovala. Hlava sv. Františka je přilepena novodobým tmelem, tmelem je znečištěno okolí spoje po celém obvodu krku. Na soše se nalézají drobné defekty např. chybějící nos, chybějící části kříže a defekty v draperii. Na soše jsou patrné stopy po použitém zlacení na provazu a rukávu. V obličejové části se objevují stopy červené barvy. Na místě odlomení na podstavci chybí vypouklá část

s profilací a také část výzdoby kartuše. Na architektuře podstavce se nachází drobné defekty na hranách a také v části profilace kolem niky. V zadní části je patrný mírný úbytek původní hmoty v horní části, to se projevuje ztrátou čitelnosti horního nápisu, na všech nápisech jsou patrné stopy po různých barevných úpravách písma. Pod nápisy se nachází barvou vytvořený obrazec kosočtverce. Na všech částech objektu jsou patrné stopy po barevných úpravách, především na levé straně podstavce jsou patrné zbytky po barevné úpravě šedou barvou, na všech dochovaných barevných úpravách jsou trhliny a dochází k masivnímu odlupování od podkladu. V horní části podstavce se nalézá zkorodovaný kovový čep.

#### **4.2.2.2 Chemicko-technologický průzkum**

Z výsledků odebraných vzorků vrtné moučky pro zjištění obsahu vodorozpustných solí vyplynulo, že vzorky obsahují zanedbatelné množství solí (chloridy, dusičnany, sírany). V případě jednoho vzorku z povrchové vrstvy byla zjištěna vysoká koncentrace síranových aniontů, v těchto místech byl proveden opakovaný odsolovací/čistící zábal. Z výsledků salinity v zábalech vyplynulo, že nedochází k mobilizaci solí do zábalů. Z odebraných vzorků fragmentů polychromií vyplynulo, že bylo celé sousoší v minulosti vícekrát barevně pojednáno. Je možné, že bylo celé sousoší pojednáno jako imitace jiných materiálů (kamene) se zlacením. Na sousoší se vyskytují především bílé, okrové, šedé béžové a hnědé odstíny. Na soše sv. Františka bylo prokázáno použité zlacení na lemu rukávu a také několik vrstev zlacení na provazu (provazové cingulum). Tmel mezi sochou sv. Františka a nikou podstavce je pravděpodobně tvořen zejména sádrou.<sup>24</sup> Podrobné výsledky průzkumu viz 4.2.12 příloha Chemicko-technologický průzkum.

---

<sup>24</sup> Lesniaková Petra, *Chemicko-technologický průzkum sousoší Kalvárie se sochou sv. Františka – podstavec se sochou sv. Františka*, Fakulta restaurování Litomyšl, 2014

### 4.2.2.3 Zkoušky čištění

**Základní čištění** - Bylo zvoleno pouze jemné očištění pomocí vody, Ajatinu a kartáčků. V místech kartuše kde se nacházela silnější vrstva depozitů, bylo vyzkoušeno čištění pomocí nízkotlaké vodní páry s použitím kartáčů (Obr. 4.16).

**Zkouška čištění vandalského poškození** - K odstranění malovaného kosočtverce na zadní straně bylo zkoušeno několik technik. K odstranění bylo nutné provést kombinaci několika různých čisticích technik, pro přehlednost jsou uvedeny v tab. 2. 1. V první fázi byla testována polární rozpouštědla, poté nepolární rozpouštědla a dále jiné, razantnější postupy. Vzhledem k výsledkům zkoušek čištění byla zvolena kombinace laserového čištění, poté aplikace směsi rozpouštědel v zábalu a k dočištění bylo použito jemné abrazivní dočištění.

Tab. 2. 1 – zkouška čištění vandalského poškození

čisticí prostředky	aplikace + způsob čištění	čisticí účinek	poznámky
voda (H <sub>2</sub> O)	zvlhčení, čištění kartáčkem	neúčinné	-
nízkotlaká vodní pára	vodní pára, čištění kartáčkem	neúčinné	-
etanol	zvlhčení pomocí vatového tampónu, čištění kartáčkem	neúčinné	-
aceton	zvlhčení pomocí vatového tampónu, čištění kartáčkem	neúčinné	-
technický benzín	zvlhčení pomocí vatového tampónu, čištění kartáčkem	neúčinné	-
aceton+technický benzín (1:1)	v buničině po dobu 30 min, kartáček	částečně odstraňuje	vhodné k dočištění
dichlormetan	v buničině po dobu 30 min, čištění kartáčkem	neúčinné	pravděpodobně nízká retence rozpouštědla
isopropanol + NH <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O (50:25:25)	v buničině po dobu 30 min, čištění kartáčkem	nehodný	tvorba hnědé pěny
mikropískování	abrazivní metoda, tryskání jemného abraziva	scluje povrch	vhodné pro závěrečné jemné dočištění
laserové čištění	fyzikální metoda čištění pomocí laserového paprsku	redukuje vrstvu a barevnost	vhodné pro základní očištění

**Zkouška rozpustnosti lepicí směsi hlavy** - V oblasti okolo spoje hlavy se nacházela přebytečná lepicí směs, kterou bylo nutné odstranit. Na odebraném vzorku materiálu byla provedena jednoduchá zkouška rozpustnosti dané látky tab. 2. 2 pro ilustraci obr. 4. 17. Z výsledků vyplynulo, že ke změkčení směsi je nutná dlouhodobá reakce rozpouštědla. Z tohoto důvodu byla zvolena technika manuálního odstranění pomocí skalpelu se změkčením vodní parou.

**Tab. 2. 2 – rozpustnost lepicí směsi**

<b>médium</b>	<b>reakce tmelu</b>
technický benzín	po delší době v ponořené tekutině dochází ke změkčení
etanol	beze změny
aceton	je nutná dlouhá doba ke změkčení
xylen	beze změny

### 4.2.3 Vyhodnocení průzkumu

Z výsledků průzkumu vyplynulo, že největší poškození restaurované části sousoší vniklo korozí čepu. Objekt je pokryt prachovými depozity o různé intenzitě. Biologické napadení je především na přední straně podstavce a v oblasti rukou sochy sv. Františka. V objektu nebyl prokázán zvýšený obsah vodorozpustných solí, který by mohl způsobit poškození objektu. Ze vzorků barevných úprav vyplynulo, že bylo sousoší několikrát barevně upravováno. Z odebraného vzorku ze sochy sv. Františka je patrné několik vrstev zlacení na provazu kolem pasu. Focení v UV světle neprokázalo žádné nové skutečnosti o díle. K základnímu čištění byla vybrána kombinace čištění vodou, Ajatinem, vodní parou a mechanickým způsobem pomocí kartáčků. Ze zkoušek čištění vyplynulo, že k odstranění malovaného obrazce, bude nutné použít kombinaci několika technik čištění- fyzikální čištění, chemické a abrazivní dočištění. Jako nejlepší technika k odstranění lepicího tmelu z oblasti krku sv. Františka se osvědčila nízkotlaká vodní pára v kombinaci s mechanickým odstraněním.

#### **4.2.4 Koncepce restaurátorského zásahu**

Koncepce kompletního restaurátorského zásahu počítá s navrácením objektu do exteriéru na původní místo. Bude provedeno základní očištění se zachováním patiny kamene, všechny dochované zbytky barevných úprav budou zajištěny. Korodované kovové armatury budou šetrně odstraněny a nahrazeny vhodnými novými armaturami. Praskliny a trhliny budou zajištěny pomocí injektáže. Všechny oddělené části budou přilepeny a zajištěny nerezovými armaturami, chybějící části budou doplněny podle historických fotografií ve vhodném materiálu. Doplněné části budou zakomponovány do celku pomocí lokální retuše. Celý objekt bude po osazení na původní místo opatřen vhodným hydrofobním nátěrem k prodloužení životnosti sousoší. Restaurátorský zásah by měl navrátit celému sousoší původní výtvarnou celistvost. Všechny kroky restaurátorského zásahu odpovídají vydanému závaznému stanovisku.

#### **4.2.5 Navrhovaný postup prací**

Bude provedena dokumentace dochovaného stavu díla, se zákresy dochovaných zbytků polychromie a také budou zakreslena všechna poškození. Všechny dochované stopy polychromií budou vhodným způsobem zafixovány. U narušených částí kamene bude provedeno zpevnění pomocí organokřemičitých prostředků. Poté bude provedeno biocidní ošetření s následným jemným očištěním. Poškození v podobě obrazce kosočtverce na zadní straně bude odstraněno. Všechny korodované armatury budou šetrně odstraněny vhodnou technikou. Socha sv. Františka bude vyjmuta z části podstavce. Oddělené části budou dolepeny na původní místo a zajištěny armaturami. Praskliny budou injektovány pomocí minerálních směsí. Chybějící části budou rekonstruovány v modifikovaném minerálním tmelu, na rekonstruovaných částech bude provedena lokální scelující retuš. Z důvodu zlepšení čitelnosti nápisů s informacemi o díle na zadní straně budou zvýrazněny pomocí barevné retuše. Po sestavení sousoší na původním místě bude provedena hydrofobní úprava povrchu.

#### 4.2.6 Postup restaurátorských prací

**Dokumentace stavu** - První krokem bylo vytvoření zákresů zbytků povrchových úprav a poškození, také byla vytvořena fotodokumentace.

**Fixace povrchových úprav** - Zbytky povrchových úprav se ve většině případů oddělovaly od povrchu, bylo nutné je zafixovat. K fixaci byla použita 5% disperze Primal AC 35, po aplikaci disperze byly oddělené vrstvy zažehleny pomocí tepelné špachtle (teplota 150-160 °C).

**Odstranění korodovaných čepů** - Bylo nutné odstranit korozi napadené čepy, jeden se nalézal mezi sochou sv. Františka a podstavcem, druhý v horní části podstavce. První čep vzhledem k dobrému přístupu nebylo nutné odvrátat, korozní produkty kovu byly odstraněny manuálně pomocí dlátka a čep byl vyndán. Druhý čep v horní ploše podstavce bylo nutné odvrátat a poté byl čep vyjmut. Čepy budou nahrazeny vhodnou nerezovou armaturou.

**Demontáž sochy** - Po odstranění čepu bylo nutné sochu sv. Františka vyjmout z niky podstavce. Toto řešení bylo nutné i z hlediska slepení a armování odpadlé části. Byl odstraněn tmel, který se nalézal mezi sochou a nikou, pojivo tmelu bylo z analýzy definováno jako sádra. Po demontáži sochy bylo možné provést očištění niky, kde se nalézala velká vrstva prachových depozitů.

**Čištění** - K odstranění biologického napadení byl použit Porosan (1:5 v etanolu), roztok byl nanášen celoplošně nástřikem. K odstranění zbytků napadení byla použita voda v kombinaci s Ajatinem za použití kartáčků. V případě odstranění silnějších prachových depozitů byla použita nízkotlaká vodní pára v kombinaci s kartáčky, tato technika byla použita např. při dočištění kartuše. Prachové depozity byly také pomocí jemného suchého čištění odstraněny z dochovaných barevných vrstev.

**Čištění poškození barvou** - Na zadní straně podstavce byl barvou namalován obrazec kosočtverce. Odstranění pomocí vodní páry nebylo účinné, po zkouškách několika různých technik byl obrazec částečně odstraněn pomocí laserového čištění. K dočištění byla použita směs acetonu s technickým benzínem (1:1) aplikována v Arbocelu po dobu 30 min. Směs narušila barvu, která byla odstraněna pomocí nízkotlaké vodní páry s použitím kartáčků. Závěrečné dočištění bylo provedeno mikro-pískováním.

**Čištění spoje hlavy** - Na soše sv. Františka bylo nutné upravit spoj hlavy v oblasti krku. Byl odebrán vzorek ke zkouškám rozpustnosti, zkoušky neprokázaly techniku snadného odstranění lepicí směsi. Z tohoto důvodu byl spoj hlavy lepicí směsí zachován, v případě kompletního odstranění by pravděpodobně došlo k poškození originální hmoty sochy. Lepidlo bylo odstraněno z okolí spoje a také částečně ze spoje, aby mohlo dojít k zatmelení praskliny vhodným tmelem. K odstranění byla použita nízkotlaká vodní pára, která lepidlo změkčila, to bylo poté opatrně manuálně odstraněno pomocí skalpelu.

**Lepení** - Na soše sv. Františka bylo nutné provést dolepení oddělených částí. K lepení bylo použité bodové lepení pomocí epoxidové pryskyřice Akepox2010, lepený spoj byl poté injektován pomocí minerální směsi Ledan TA1. Směs byla injektována pomocí injekční stříkačky s injekční jehlou, prasklina byla zajištěna vlhkou vatou, aby se při injektáži zabránilo úniku směsi. Vzhledem k velikosti oddělené části a umístění nového čepu v místě praskliny bylo nutné spoj zpevnit pomocí nerezových kramlí. Vzhledem ke třem prasklinám byly použity tři malé kramle, ty byly vlepeny pomocí epoxidové pryskyřice Akepox 2010 do předem vyvrtaných a vysekaných kapes.

**Plastická retuš** - Před plastickou retuší byly vytvořeny vzorky tmelů s různými typy písků a dvou kombinací pojiv (bílý cement, hydraulické vápno). Vzhledem k optickým vlastnostem a zpracovatelnosti byl vybrán tmel na bázi bílého cementu s disperzí, poměr mísení byl 1 díl pojiva a 3 díly plniva. Tento modifikovaný minerální tmel byl použit na vytmelení všech defektů i k rekonstrukci chybějící části podstavce a kartuše. Před rekonstrukcí části podstavce a kartuše byla vytvořena verze v sochařské hlíně k ujasnění tvaru doplňku.

**Barevná retuš** - Rekonstruované a doplněné části byly barevně upraveny pomocí lokální barevné retuše, aby se barevností přiblížily originální hmotě. K retuši doplňků byla použita 2% disperze Primal AC 35 s vhodnými pigmenty. Na zadní straně bylo nutné zvýraznit pomocí retuše dochované nápisy, k retuši písma byl použit 5% Paraloid B72. Písmo bylo nejdříve retušováno bezbarvým roztokem, aby se omezilo rozpíjení, poté bylo písmo retušováno roztokem

Paraloidu s pigmenty. V místech kde bylo písmo špatně čitelné, bylo použito razantní boční osvětlení k zvýraznění čitelnosti písma.

#### **4.2.7 Použité technologie a materiály**

biocidní ošetření - Porosan Biocid (1:5 v lihu)

prvotní očištění - voda, kartáčky

prvotní očištění - Ajatin Plus roztok 10%

fixace barevných úprav - Primal AC 35 (5%)

fixace barevných úprav - tepelná špachtle (teplota 150-160 °C)

dočištění - nízkotlaká vodní pára, kartáčky

čištění barevného poškození - laserové čištění, Laser Thunder

čištění barevného poškození - zábal - Arbocel BC 200, technický benzín a aceton (1:1)

dočištění barevného poškození- mikropískování, Sandmaster FG1-93, Korund

lepídlo - epoxidová pryskyřice Akepox 2010

injektažní směs - Ledan TA1

pojivo tmelů - bílý cement Aalborg

plnivo tmelů - křemičitý písek Střeleč St56

plnivo tmelů - drcený křemenný pískovec (lokalita Budislav)

příměs tmelů - Sokrat S2802A

pojivo retuší - Primal AC 35 (2%)

pojivo retuší písma - Paraloid B72 (5%)

pigmenty - světlostálé pigmenty Byfferox, pigmenty Deffner a Johann

úprava korodovaných čepů - protikorozní impregnace Sika Ferrogard -903+

úprava korodovaných čepů - Tikkurila Everal Semi Matt (černá polomat)

pomocné materiály - nerezové armatury

#### **4.2.8 Doporučený režim památky**

U restaurovaného sousoší by měly být především prováděny pravidelné kontroly vizuálního stavu, především po zimním období. Měl by být kontrolován stav doplňků a injektovaných prasklin, v případě zjištěného poškození by měl být proveden neodkladný odborný zásah. V rámci prevence by mělo být prováděno pravidelné odstraňování hrubých nečistot a případné vegetace. Hydrofobní nátěr by měl být v pravidelných cyklech obnovován přibližně 3-5 let dle použitého typu nátěru.

## 4.2.9 Seznam vyobrazení

Obr. 4. 1	Celkový pohled na sousoší <i>Kalvárie</i> .....	124
Obr. 4. 2	Stav před restaurováním – přední strana.....	125
Obr. 4. 3	Stav před restaurováním – levá strana .....	126
Obr. 4. 4	Stav před restaurováním – zadní strana .....	127
Obr. 4. 5	Stav před restaurováním – pravá strana .....	128
Obr. 4. 6	Stav před restaurováním – dochovaná odlomená část.....	129
Obr. 4. 7	Detail poškození – prachové depozity a chybějící část kartuše .	129
Obr. 4. 8	Detail poškození – biologického napadení.....	130
Obr. 4. 9	Detail poškození – oddělující se barevná vrstva .....	130
Obr. 4. 10	Detail poškození – drobné defekty v části podstavce .....	131
Obr. 4. 11	Detail poškození – znečištění lepicí směsí spoje hlavy sv. Františka .....	131
Obr. 4. 12	Detail poškození – koroze čepu .....	132
Obr. 4. 13	Detail poškození – poškození barvou na zadní části .....	132
Obr. 4. 14	Detail barevné úpravy – před fixací.....	133
Obr. 4. 15	Detail barevné úpravy – po fixaci.....	133
Obr. 4. 16	Detail kartuše – zkouška čištění nízkotlakou vodní parou.....	134
Obr. 4. 17	Zkoušky rozpustnosti lepicího tmelu z krku sv. Františka .....	134
Obr. 4. 18	Detail spoje - před odstraněním lepicí směsí .....	135
Obr. 4. 19	Detail spoje – po odstranění lepicí směsí.....	135
Obr. 4. 20	Detail kartuše – stav po očištění .....	136
Obr. 4. 21	Detail – rekonstrukce chybějící části v sochařské hlíně .....	136
Obr. 4. 22	Spodní část podstavce po rekonstrukci .....	137
Obr. 4. 23	Detail čistícího zábalu – socha sv. Františka a oddělená část..	137
Obr. 4. 24	Postup fixace lepeného spoje u sochy sv. Františka .....	138
Obr. 4. 25	Detail nápisu před rekonstrukcí .....	139
Obr. 4. 26	Detail nápisu po rekonstrukci .....	139
Obr. 4. 27	Socha sv. Františka - před restaurováním .....	140
Obr. 4. 28	Socha sv. Františka - po restaurování .....	140
Obr. 4. 29	Detail sv. Františka – před restaurováním.....	141
Obr. 4. 30	Detail sv. Františka – po restaurování.....	141
Obr. 4. 31	Stav po restaurování – přední strana.....	142

Obr. 4. 32 Stav po restaurování – levá strana .....	143
Obr. 4. 33 Stav po restaurování – zadní strana .....	144
Obr. 4. 34 Stav po restaurování – pravá strana .....	145
Obr. 4. 35 Zákresy poškození - přední strana .....	146
Obr. 4. 36 Zákresy poškození - levá strana.....	147
Obr. 4. 37 Zákresy poškození - zadní strana.....	148
Obr. 4. 38 Zákresy poškození - pravá strana.....	149

#### 4.2.10 Obrazová příloha



Obr. 4. 1 Celkový pohled na sousoší Kalvárie, zakreslena restaurovaná část



**Obr. 4. 2 Stav před restaurováním – přední strana**



**Obr. 4.3 Stav před restaurováním – levá strana**



**Obr. 4. 4 Stav před restaurováním – zadní strana**



**Obr. 4. 5 Stav před restaurováním – pravá strana**



**Obr. 4. 6 Stav před restaurováním – dochovaná odlomená část**



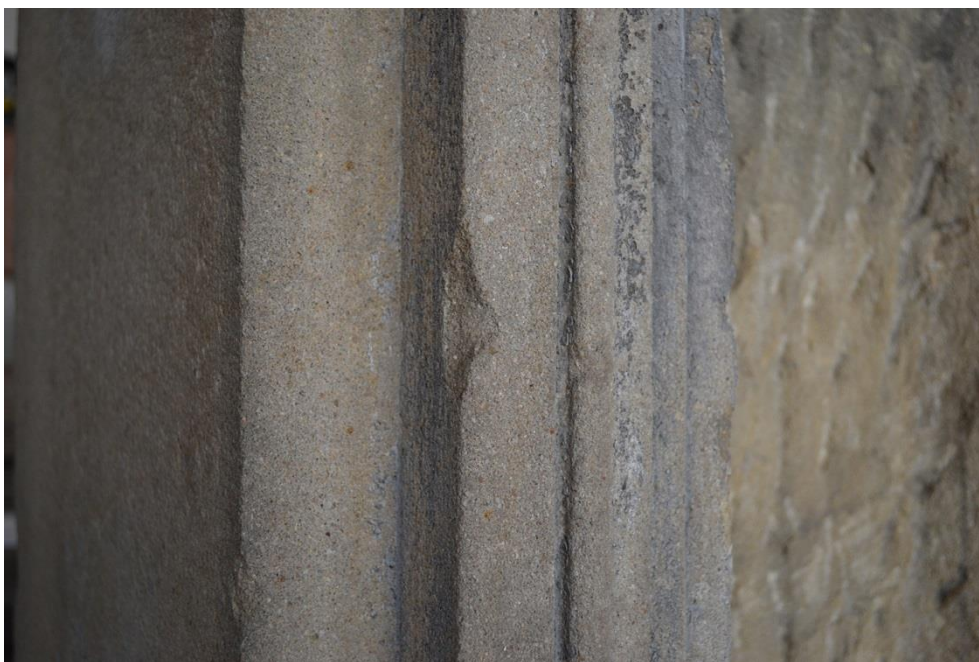
**Obr. 4. 7 Detail poškození – prachové depozity a chybějící část kartuše**



**Obr. 4. 8 Detail poškození – biologického napadení**



**Obr. 4. 9 Detail poškození – oddělující se barevná vrstva**



**Obr. 4. 10** Detail poškození – drobné defekty v části podstavce



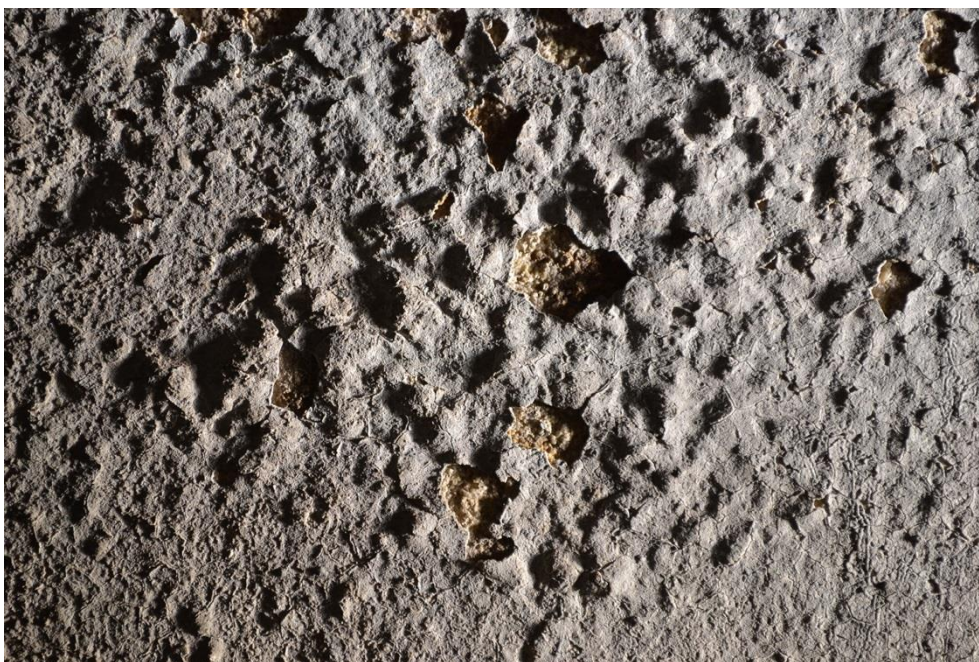
**Obr. 4. 11** Detail poškození – znečištění lepicí směsí spoje hlavy sv. Františka



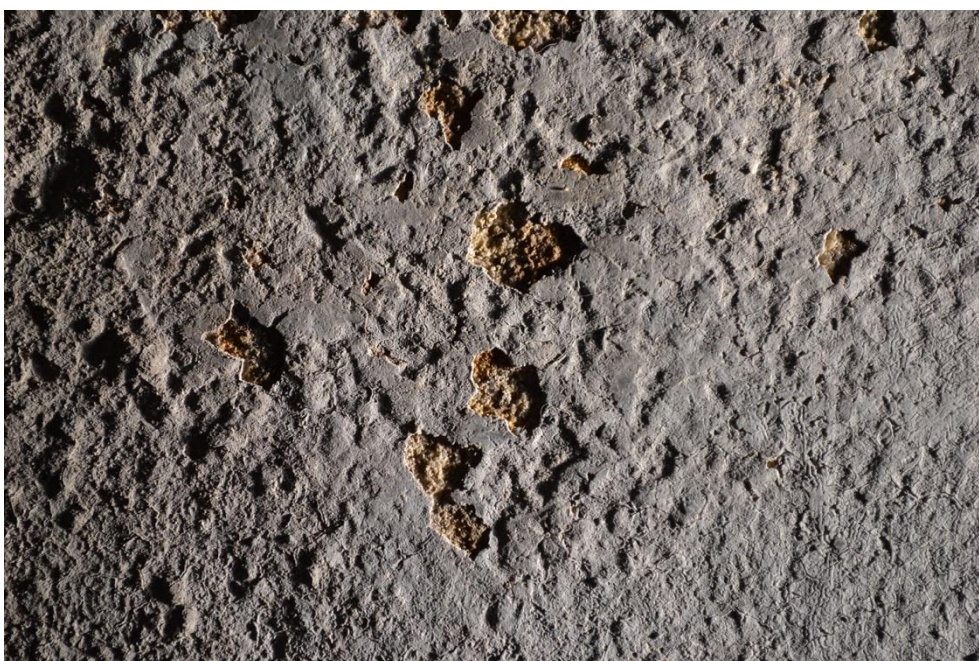
**Obr. 4. 12** Detail poškození – koroze čepu



**Obr. 4. 13** Detail poškození – poškození barvou na zadní části



**Obr. 4. 14** Detail barevné úpravy – před fixací



**Obr. 4. 15** Detail barevné úpravy – po fixaci



**Obr. 4. 16** Detail kartuše – zkouška čištění nízkotlakou vodní parou



**Obr. 4. 17** Zkoušky rozpustnosti lepicího tmelu z krku sv. Františka



**Obr. 4. 18 Detail spoje - před odstraněním lepicí směsi**



**Obr. 4. 19 Detail spoje – po odstranění lepicí směsi**



**Obr. 4. 20** Detail kartuše – stav po očištění



**Obr. 4. 21** Detail – rekonstrukce chybějící části v sochařské hlíně



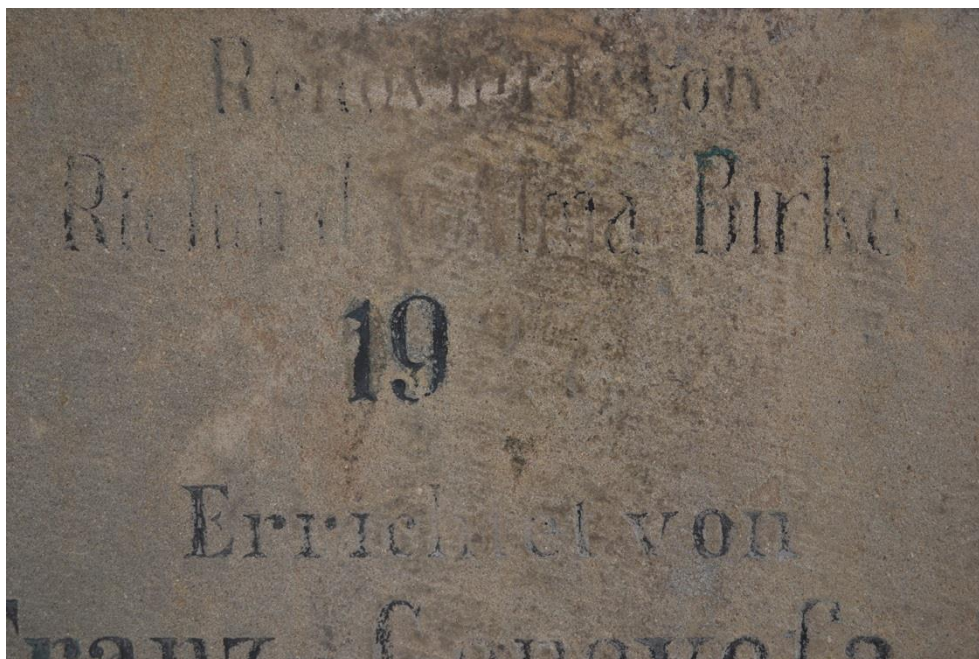
**Obr. 4. 22 Spodní část podstavce po rekonstrukci**



**Obr. 4. 23 Detail čistícího zábalu – socha sv. Františka a oddělená část**



**Obr. 4. 24** Postup fixace lepeného spoje u sochy sv. Františka



Obr. 4. 25 Detail nápisu před rekonstrukcí



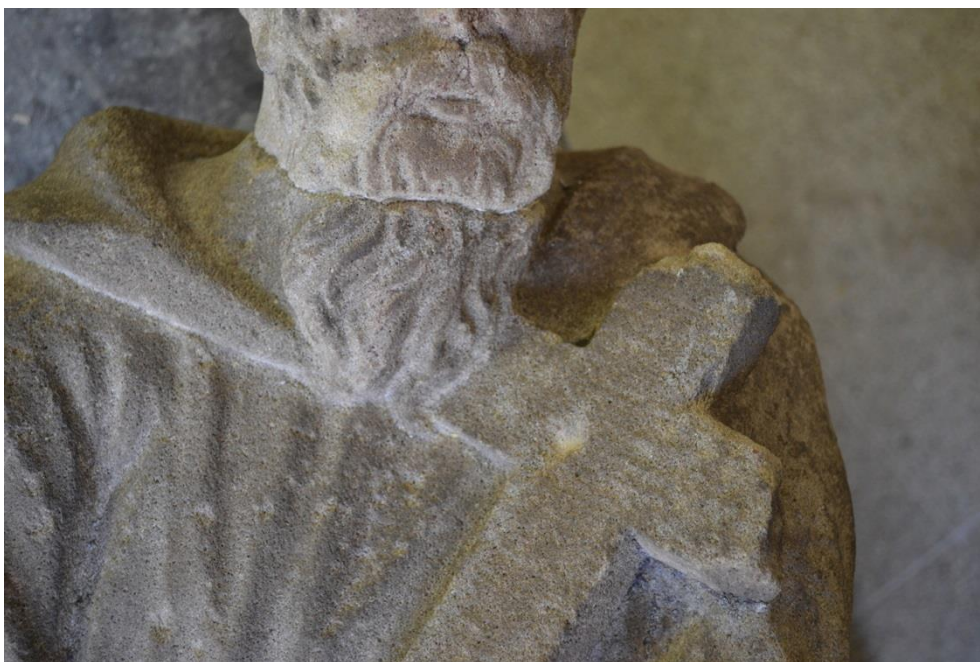
Obr. 4. 26 Detail nápisu po rekonstrukci



**Obr. 4. 27 Socha sv. Františka - před restaurováním**



**Obr. 4. 28 Socha sv. Františka - po restaurování**



**Obr. 4. 29** Detail sv. Františka – před restaurováním



**Obr. 4. 30** Detail sv. Františka – po restaurování



**Obr. 4. 31 Stav po restaurování – přední strana**



**Obr. 4. 32 Stav po restaurování – levá strana**



**Obr. 4. 33 Stav po restaurování – zadní strana**



**Obr. 4. 34 Stav po restaurování – pravá strana**

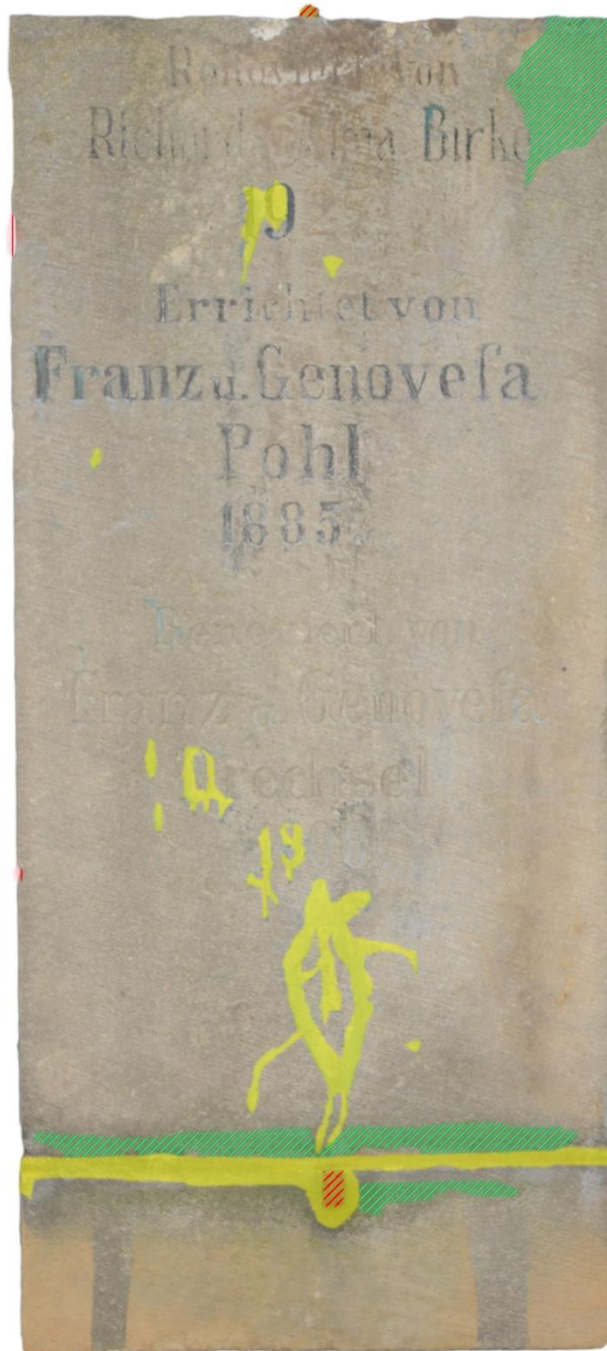
## 4.2.11 Grafická dokumentace



Obr. 4. 35 Zákresy poškození - přední strana



**Obr. 4. 36** Zákresy poškození - levá strana



Obr. 4. 37 Zákresy poškození - zadní strana



**Obr. 4. 38** Zákresy poškození - pravá strana

## 4.2.12 Příloha chemicko-technologický průzkum



### Chemicko-technologický průzkum sousoší Kalvárie se sochou sv. Františka – podstavec se sochou sv. Františka

#### Zadavatel průzkumu:

Ateliér restaurování kamene a souvisejících materiálů, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

#### Specifikace objektu, lokalizace objektu:

podstavec se sochou sv. Františka ze sousoší Kalvárie se sochou sv. Františka ve Velké Vsi u Broumova

#### Zadání průzkumu, odběr vzorků:

S cílem provedení průzkumu povrchových úprav a tmelů byly dodány vzorky odebrané z podstavce se sochou sv. Františka. Dále byly odebrány vzorky vývrtů a odsolovacích zábalů z důvodu zjištění obsahu anorganických solí. Fotografická dokumentace míst odběrů vzorků je uvedena v Příloze.

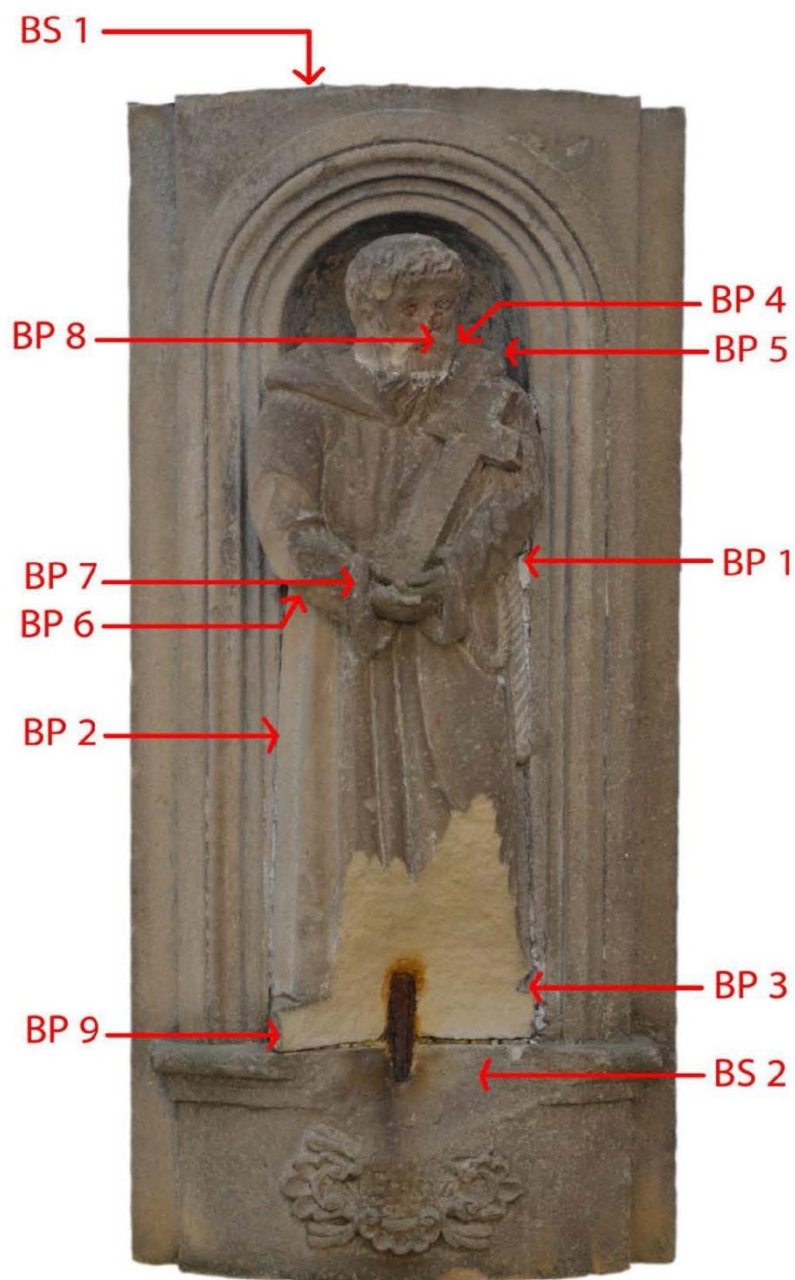
Celkový počet dodaných vzorků:

9 – povrchové úpravy, tmel – materiál ový průzkum (označení BP)

16 – vrtná moučka, zábal – stanovení obsahu vodorozpuštěných solí (označení BS a BZ)

**Tab. 1:** Přehled vzorků, označení, popis a zadání – podstavec se sochou sv. Františka

Číslo	Lokalizace, popis	Požadované stanovení
7190-BP 1	Tmel - pod levou rukou, mezi nikou a sochou	stratigrafie, identifikace pigmentů
7191-BP 2	Tmel - pod pravou rukou, mezi nikou a sochou	archivace
7192-BP 3	Tmel s barvou - záhyb pláště, pravá spodní část	archivace
7193-BP 4	Pozadí niky- tmavě šedá	stratigrafie, identifikace pigmentů
7194-BP 5	Pozadí niky- šedo-modrá	stratigrafie, identifikace pigmentů
7195-BP 6	Pro vaz pod pravou rukou - zlacení	stratigrafie, identifikace pigmentů
7196-BP 7	Rukáv pravé ruky - okr (zlacení)	stratigrafie, identifikace pigmentů
7197-BP 8	Vousy pod nosem	stratigrafie, identifikace pigmentů
7198- BP9	Podstavec sochy-zeleno-modrá	stratigrafie, identifikace pigmentů
BS1 a-d	Vrt-horní plocha, hloubky (cm): 0-0,5; 0,5-3; 3-6; 6-9cm	obsah vodorozpuštěných solí
BS2 a-d	Vrt-spodní část, pod odstřeleným kusem, hloubky (cm): 0-0,5; 0,5-3; 3-6; 6-9cm	obsah vodorozpuštěných solí
BZ1	Podstavec, spodní část, místo odlomení, 1. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ2	Pravý sloupek-spodní část v místě rozlomení a spodní základna - 1. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ3	Sv. František, odlomený kus sochy - 1. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ4	Sv. František - odlomený kus sochy - 2. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ5	Sv. František, spodní část sochy v odlomení, 1. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ6	Sv. František - spodní část sochy v místě odlomení - 2. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ7	Podstavec, spodní část, místo odlomení - 2. zábal	obsah vodorozpuštěných solí
BZ8	Pravý sloupek-spodní část v místě rozlomení a spodní základna - 2. zábal	obsah vodorozpuštěných solí



Obr. 1 Celkový pohled, přední strana podstavce se sochou sv. Františka,  
Zákres míst odběrů vzorků.

## Metodika průzkumu:

- **Stratigrafie povrchových úprav**  
Studium povrchových úprav bylo provedeno pomocí *optického mikroskopu* Eclipse LV100D-U (Nikon) v dopadajícím viditelném, UV a modrém světle na připravených nábrusech. Pro mikroskopické pozorování byly vybrány části vzorků zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Po vytvrzení pryskyřice byly vybroušeny příčné řezy vzorků. Jako imerzní kapalina byla při pozorování použita demineralizovaná voda. Nábrusy byly fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem Canon 1000D.
- **Materiálový průzkum – identifikace pigmentů, složení tmelů**  
Identifikace materiálů (pigmentů, případně pojiv) byla provedena na základě určení prvkového složení vrstev pomocí *skenovací elektronové mikroskopie s energiově disperzní analýzou* (SEM-EDX), zároveň byla pozorována výstavba povrchových úprav. K tomuto účelu byl využit elektronový mikroskop Mira 3 LMU (Tescan) s analytickým systémem Bruker Quantax 200. Pro měření byly použity nábrusy připravené pro optickou mikroskopii.
- **Stanovení obsahu aniontů vodorozpustných solí**  
Obsah aniontů vodorozpustných solí (dusičnanů, chloridů a síranů) byl zjištěn pomocí *UV/VIS spektrofotometrie* v extraktech vzorků v destilované vodě. K tomuto účelu byl využit spektrofotometr Beckman Coulter DU<sup>o</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 zvážít dílčí opatření	0,03 – 0,10	0,10 – 0,25	0,05 – 0,15
Opatření jsou nezbytná	> 0,10	> 0,25	> 0,15

## Výsledky stanovení obsahu vodorozpustných solí

Tab. 3 Výsledky stanovení obsahu vodorozpustných solí.

Číslo vzorku	Hloubka (cm)	Sírany (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		Chloridy (Cl)		Dusičnany (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
		[hm. %]	[mmol/kg]	[hm. %]	[mmol/kg]	[hm. %]	[mmol/kg]
BS1a	0-0,5	<0,01	<1,0	<0,01	0,8	0,02	3,1
BS1b	0,5-3	<0,01	<1,0	<0,01	0,8	0,02	4,1
BS1c	3-6	0,03	3,1	<0,01	0,6	0,02	3,1
BS1d	6-9	<0,01	0,1	<0,01	0,7	0,02	3,2
BS2a	0-0,5	0,28	29,1	<0,01	0,6	0,01	2,5
BS2b	0,5-3	<0,01	<1,0	<0,01	0,7	0,02	3,0
BS2c	3-6	<0,01	<1,0	<0,01	0,8	0,02	3,7
BS2d	6-9	<0,01	<1,0	<0,01	0,7	0,02	3,3

Tab. 4: Koncentrace vodorozpustných solí v zábalu o velikosti 10×10 cm.

Číslo vzorku	Místo odběru	Sírany (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) [g/m <sup>2</sup> ]	Chloridy (Cl) [g/m <sup>2</sup> ]	Dusičnany (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [g/m <sup>2</sup> ]
BZ1	Podstavec - 1. zábal	<0,01	0,03	0,09
BZ2	Pravý sloupek - 1. zábal	<0,01	0,03	0,10
BZ3	Kus sochy - 1. zábal	0,39	0,01	0,13
BZ5	Odlomení sochy - 1. zábal	0,07	0,03	0,25
BZ7	Podstavec - 2. zábal	<0,01	0,05	0,35
BZ8	Pravý sloupek - 2. zábal	<0,01	0,03	0,09
BZ4	Kus sochy - 2. zábal	<0,01	0,02	0,17
BZ6	Odlomení sochy - 2. zábal	<0,01	0,02	0,13

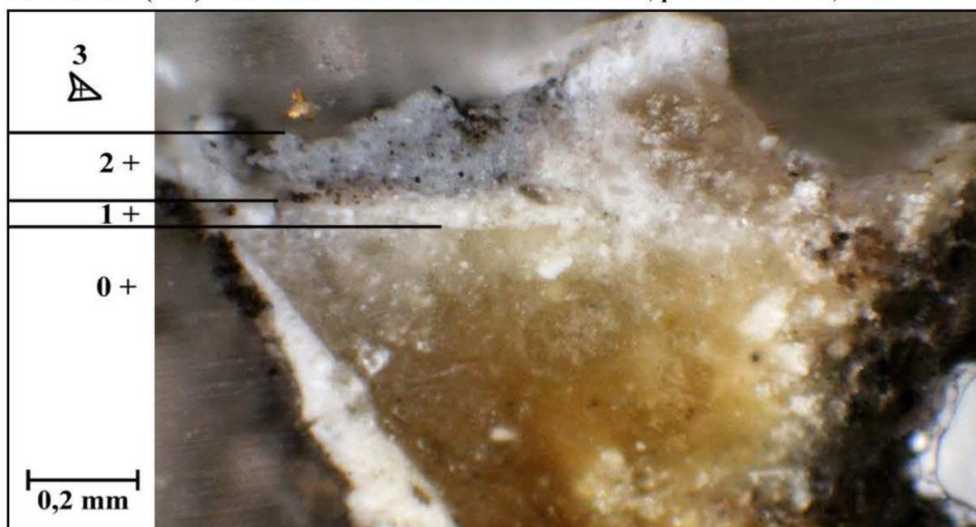
Z výsledků stanovení obsahů vodorozpustných solí vyplývá, že všechny odebrané vzorky vrtné moučky (označení BS) obsahují z hlediska možnosti vzniku poškození zanedbatelná množství dusičnanů, chloridů a síranů. Výjimkou je vzorek BS2a odebraný z povrchu objektu, ve kterém byla zjištěna vysoká koncentrace síranových aniontů.

Z důvodu kontroly možnosti výskytu vyššího množství vodorozpustných solí v jiných částech objektu a kvůli snížení množství odebraných vzorků byly na vybraná místa (označení BZ) aplikovány odsolovací zábaly z buničiny a demineralizované vody. V odsolovacích buničinnových zábalách aplikovaných na vybraná místa nebyly zjištěny koncentrace, které by vypovídaly o mobilizaci solí do zábalů. Lze tedy předpokládat, že se při povrchu objektu v těchto místech nevyskytují zvýšené koncentrace vodorozpustných solí.

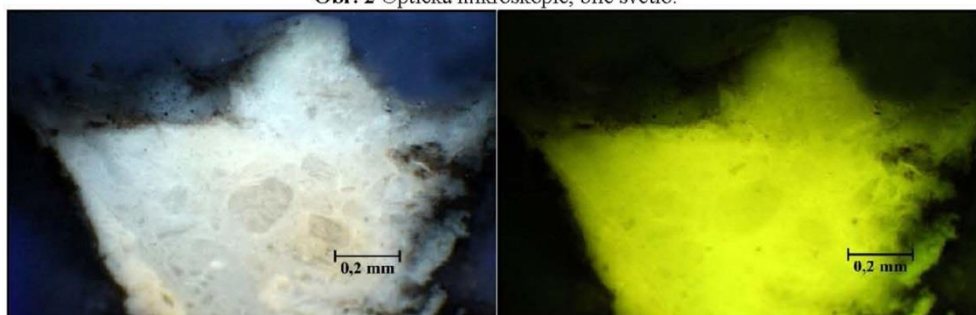
Na základě uvedených výsledků lze předpokládat, že se v objektu nevyskytují z hlediska možnosti vzniku koroze závažná množství vodorozpustných síranů, dusičnanů ani chloridů.

Výsledky materiálového průzkumu, stratigrafie povrchových úprav

Vzorek 7190 (BP1) – mezi nikou a sochou socha sv. Františka, pod levou rukou, tmel

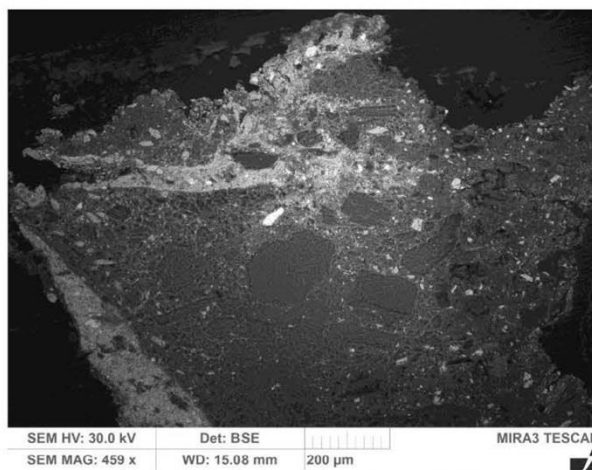


Obr. 2 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 3 Optická mikroskopie, UV světlo.

Obr. 4 Optická mikroskopie, modré světlo.



Obr. 5 Elektronová mikroskopie, BSE.

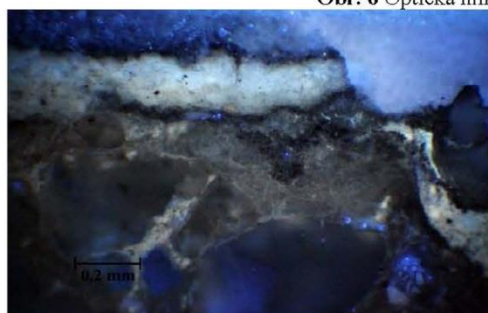
<i>Číslo vrstvy</i>	<i>Popis vrstvy, optická mikroskopie</i>	<i>Složení vrstvy - SEM/EDX</i>
3.	částice kovového lesku, patrně žlutý kov	<u>Au</u> , <u>Ag</u> : fragment patrně plátkového zlata s malým množstvím stříbra
2.	fragment světle šedé vrstvy s černými částicemi a většími průhlednými zrnky	<u>Ca</u> , ( <u>Ba</u> , <u>Pb</u> ): zrna uhličitanu vápenatého, možná příměs olovnaté běloby, barytové běloby
1.	bílá vrstva	<u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Pb</u> : mletý baryt, olovnatá běloba, ojediněle zrna obsahující fluor a vápník ( <u>Ca</u> , <u>F</u> ), polymerní pojivo
0.	tmel, okrová barva, při povrchu bílý, nečistoty	<u>Ca</u> , <u>S</u> ( <u>Ba</u> ): větší útvary <u>Ca</u> , <u>S</u> : síran vápenatý mezi útvary v horní části <u>Ca</u> , <u>S</u> ( <u>Ba</u> ): síran vápenatý - sádra, uhličitan vápenatý, mletý baryt

Tmel okrové barvy je složen zejména ze sádry (vrstva 0). Obsahuje útvary síranu vápenatého různé velikosti, mezi nimiž se patrně nachází malé množství uhličitanu vápenatého. Uhličitan vápenatý může být přítomen ve formě křídly, mletého vápence nebo vzdušného vápna. Na tmelu je přítomna bílá (vrstva 1) a šedo-modrá (vrstva 2) povrchová úprava. Obě vrstvy obsahují mletý baryt. Na nábrusu byl dále zaznamenán fragment zlata (vrstva 3).

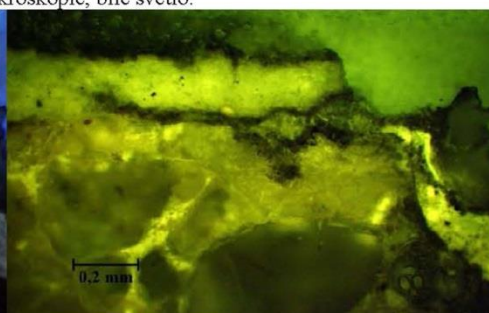
Vzorek 7193 (BP4) – pozadí niky, tmavá povrchová úprava



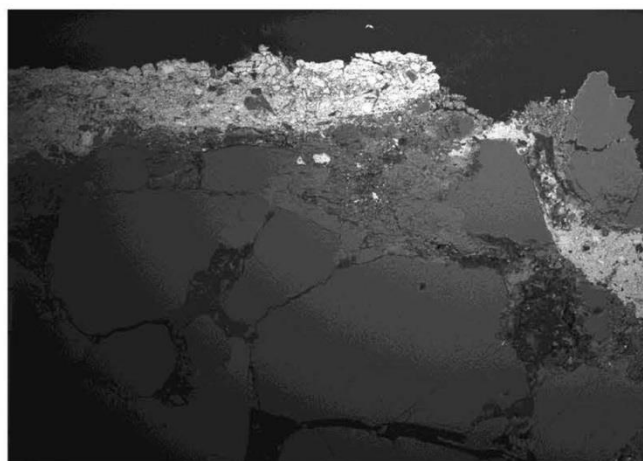
Obr. 6 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 7 Optická mikroskopie, UV světlo.



Obr. 8 Optická mikroskopie, modré světlo.



SEM HV: 30.0 kV Det: BSE  
SEM MAG: 421 x WD: 13.04 mm 200 μm MIRA3 TESCAN

Obr. 9 Elektronová mikroskopie, BSE.

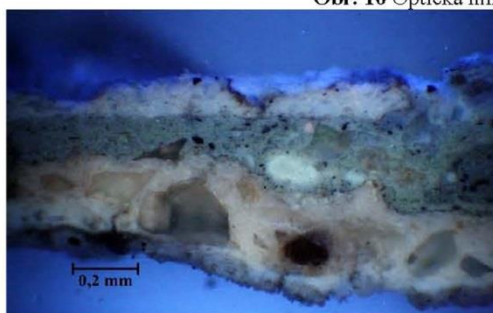
Číslo vrstvy	Popis vrstvy, optická mikroskopie	Složení vrstvy - SEM/EDX
5.	pravděpodobně nečistoty	
4.	fragment světlé, bílé nebo šedé, vrstvy s černými zrnky, vrstva je patrně zateklá do praskliny, nelze přesně určit její pořadí, na snímku se vyskytuje vpravo	<u>S</u> , <u>Ba</u> , <u>Zn</u> (Si): pravděpodobně litopon (nelze však zcela vyloučit směs barytové a zinkové běloby), polymerní pojivo
3.	tenká černá vrstva	<u>Si</u> , <u>S</u> , <u>Fe</u> (Pb, Ba): pigment na bázi sloučenin olova, vzhledem k barevnosti a charakteru vrstvy (vrstva je patrně součástí vrstvy 2) se může jednat o chemicky přeměněnou olovnatou bělobu, baryt
2.	světle šedá silná vrstva, ojediněle černé částice a větší průhledná zrna, patrně nanesená ve dvou krocích	<u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Pb</u> (Si): mletý baryt, olovnatá běloba, křemenná zrna, patrně uhlíkatá čern, polymerní pojivo
1.	fragменты tmavé vrstvy (v některých místech šedé) nebo silné vrstvy nečistot	<u>Si</u> , <u>Al</u> , S, Na, Fe (Ba, Pb): křemenná zrna, nelze vyloučit příměs mletého barytu nebo olovnaté běloby
0.	hornina	hliníkokřemičitany <u>Si</u> , Al, K (např. živce) křemenná zrna <u>Si</u>

Na hornině je přítomná nesouvislá tmavá vrstva 1, pravděpodobně znečištěná povrchová úprava. Následuje silnější světle šedá vrstva 2 s tenkou linkou na povrchu (vrstva 3). Na vzorku se dále vyskytuje šedá vrstva 4 se zinkovou bělobou a barytem, nacházející se na pravé straně nábrusu. Sled vrstev není zcela jednoznačný.

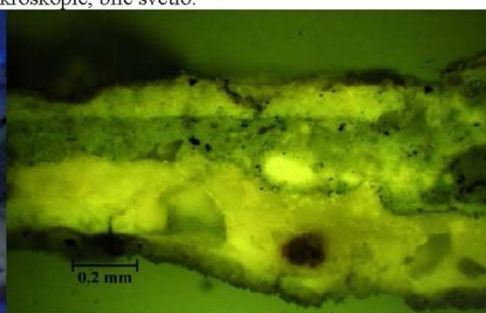
Vzorek 7194 (BP5) – pozadí niky, světlejší šedomodrá povrchová úprava



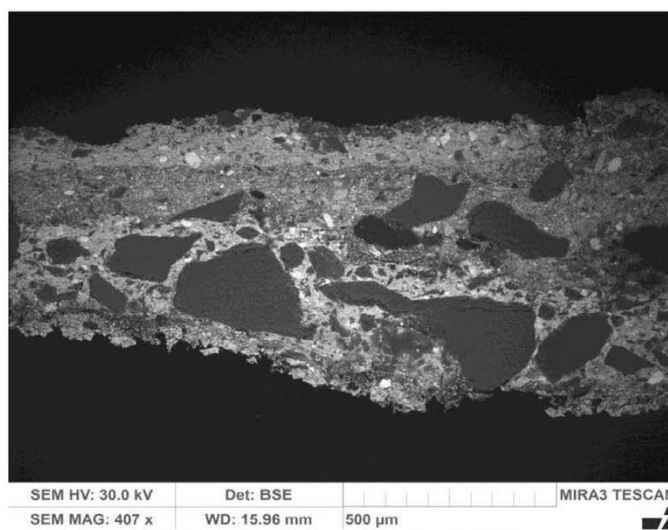
Obr. 10 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 11 Optická mikroskopie, UV světlo.



Obr. 12 Optická mikroskopie, modré světlo.



Obr. 13 Elektronová mikroskopie, BSE.

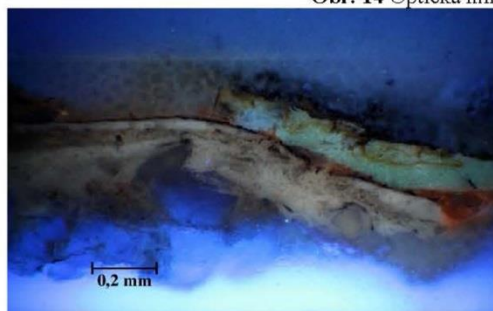
<i>Číslo vrstvy</i>	<i>Popis vrstvy, optická mikroskopie</i>	<i>Složení vrstvy - SEM/EDX</i>
5.	fragmenty světlé oranžovo-okrové vrstvy, vrstva obsahuje kamenivo	<u>Pb</u> , <u>S</u> (Fe, Al, Si, Ba): olovnatá běloba, patrně mletý baryt, červená hlinka, křemenná zrna, polymerní pojivo
4.	nesouvislá světle šedá vrstva, bílé, černé a průhledné částice, patrně další fáze zpracování povrchu	<u>Ba</u> , <u>S</u> (Pb): mletý baryt, uhlíkatá čern, polymerní pojivo
3.	šedo-modrá vrstva s převážně průhledným kamenivem, černými, bílými a malými modrými částicemi, charakteristická UV fluorescence	<u>Zn</u> , <u>S</u> , Ba (Si, Pb): zejména zinková běloba, mletý baryt, olovnatá běloba, ultramarín (zrna Na, Al, S, Si), polymerní pojivo
2.	bílo-béžová vrstva s kamenivem, na povrchu nečistoty	<u>Ba</u> , <u>S</u> , Pb (Si): mletý baryt, olovnatá běloba, větší křemenná zrna, polymerní pojivo
1.	fragmenty světle šedé vrstvy s černými částicemi	<u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Pb</u> (Ca, Si, F): mletý baryt, olovnatá běloba, černé patrně organické částice s vysokým obsahem uhlíku, ojediněle křemenná zrna, polymerní pojivo

Nábrus neobsahuje fragmenty horniny. Nejstarší povrchovou úpravou zaznamenanou na vzorku je nesouvislá světle šedá vrstva 1. Následují silná bílo-béžová heterogenní vrstva 2 s kamenivem, silná modro-šedá vrstva 3 s ultramarínem a zinkovou bělobou, nesouvislá šedá vrstva 4 a fragmenty oranžovo-okrové vrstvy 5 probarvené červenou hlinkou. Zaznamenané barevné vrstvy obsahují mletý baryt a olovnatou bělobu.

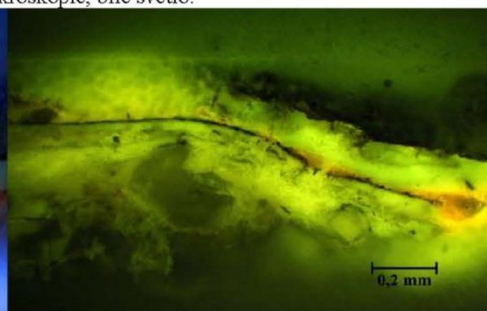
Vzorek 7195 (BP6) – socha sv. Františka, provaz pod pravou rukou, zlacení



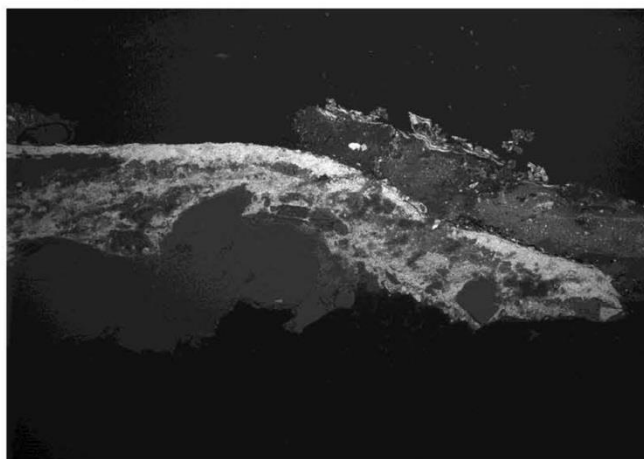
Obr. 14 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 15 Optická mikroskopie, UV světlo.



Obr. 16 Optická mikroskopie, modré světlo.



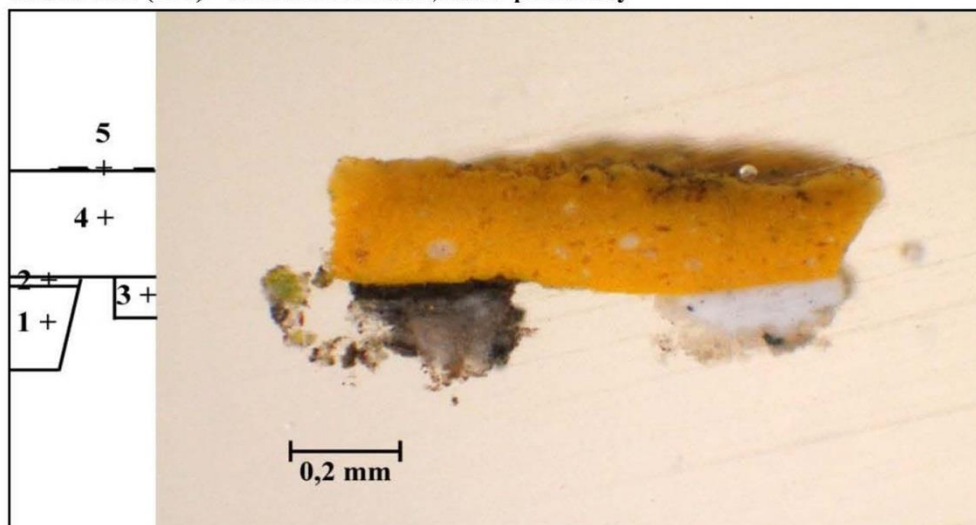
SEM HV: 30.0 kV Det: BSE  
SEM MAG: 448 x WD: 13.91 mm 200 μm MIRA3 TESCAN

Obr. 17 Elektronová mikroskopie, BSE.

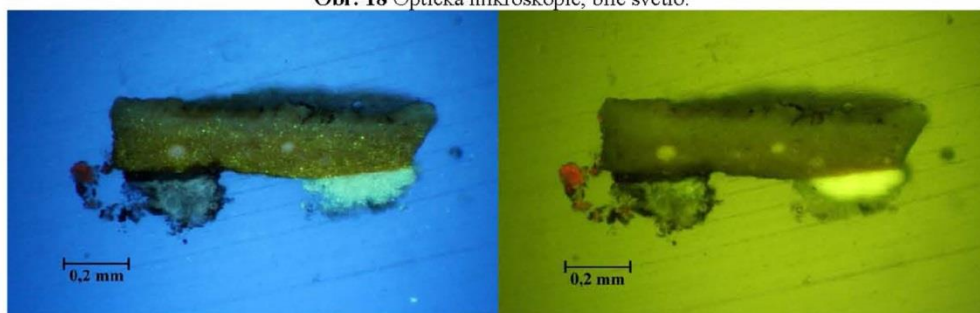
<i>Číslo vrstvy</i>	<i>Popis vrstvy, optická mikroskopie</i>	<i>Složení vrstvy - SEM/EDX</i>
9.	vrstva zlacení, v některých místech dvě vrstvy zlacení (patrně překryv plátků), na povrchu černá tenká linka	<u>Au</u> (Ag): plátek zlata, obsahuje malé množství stříbra, pravděpodobně nanosen na polymerní tenkou vrstvu
8.	žlutá vrstva, místy součástí bílé vrstvy 7	<u>Zn</u> , Ba, S, Pb (Cr): zinková běloba, mletý baryt, chromová žluť, patrně olovnatá běloba, polymerní pojivo
7.	bílá silná vrstva, ojediněle malá modrá zrna, charakteristická UV fluorescence, další fáze zpracování povrchu	<u>Zn</u> , Ba, S, Pb: zinková běloba, nelze vyloučit příměs mletého barytu a olovnaté běloby
6.	fragmenty světle šedé vrstvy, místy oranžové, červená UV fluorescence (šelak?)	<u>C</u> (Ca, Si, Al): převážně polymerní vrstva
5.	bílá vrstva, obsahuje průhledná zrna a fragmenty patrně uvolněné z předchozího zlacení, na povrchu černá linka, další fáze zpracování povrchu	<u>Pb</u> (As, Ba): zejména olovnatá běloba, patrně mletý baryt
4.	fragmenty vrstvy zlacení	<u>Au</u> (Ag): plátek zlata s malou příměsí stříbra
3.	nesouvislá světle šedá vrstva, při povrchu oranžový odstín	<u>Ca</u> (Pb, Ba, Al): uhličitán vápenatý
2.	bílá vrstva lehce šedá s průhlednými zrny, na povrchu tenká černá vrstva, patrně nečistoty	<u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Pb</u> : mletý baryt, olovnatá běloba, polymerní pojivo, ojediněle křemenná zrnka
1.	bílá vrstva s průhlednými zrny, na povrchu nečistoty	<u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Pb</u> , <u>Si</u> : mletý baryt, olovnatá běloba, křemenná zrna, polymerní pojivo
0.	hornina	křemenná zrna <u>Si</u>

Na hornině jsou přítomny dvě bílé vrstvy 1, 2 s mletým barytem a olovnatou bělobou. Další šedá vrstva 3 je podkladem pro zlacení plátkovým zlatem (vrstva 4). Následuje bílá vrstva 5 s olovnatou bělobou a nesouvislá světle šedá, převážně polymerní vrstva 6 s charakteristickou oranžovou UV fluorescencí (šelak?). Souvrství bílé a žluté vrstvy 7, 8 je podkladem pro následující zlacení plátkovým zlatem (vrstvu 9). Vrstvy 7 a 8 obsahují směs bílých pigmentů - zinkové běloby, mletého barytu a olovnaté běloby, přičemž žlutá vrstva je obohacena o chromovou žluť.

Vzorek 7196 (BP7) – socha sv. Františka, rukáv pravé ruky

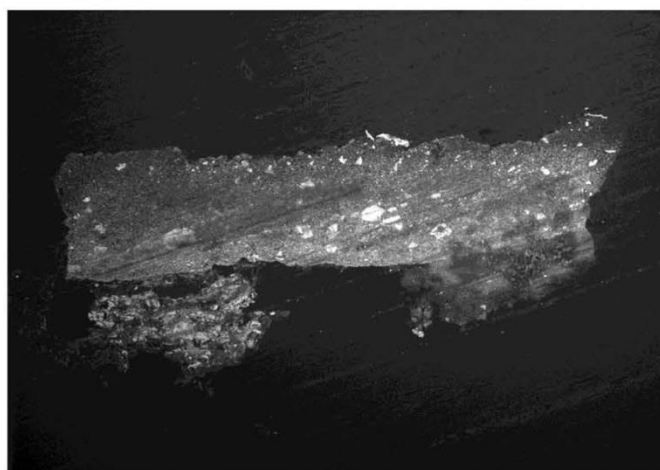


Obr. 18 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 19 Optická mikroskopie, UV světlo.

Obr. 20 Optická mikroskopie, modré světlo.



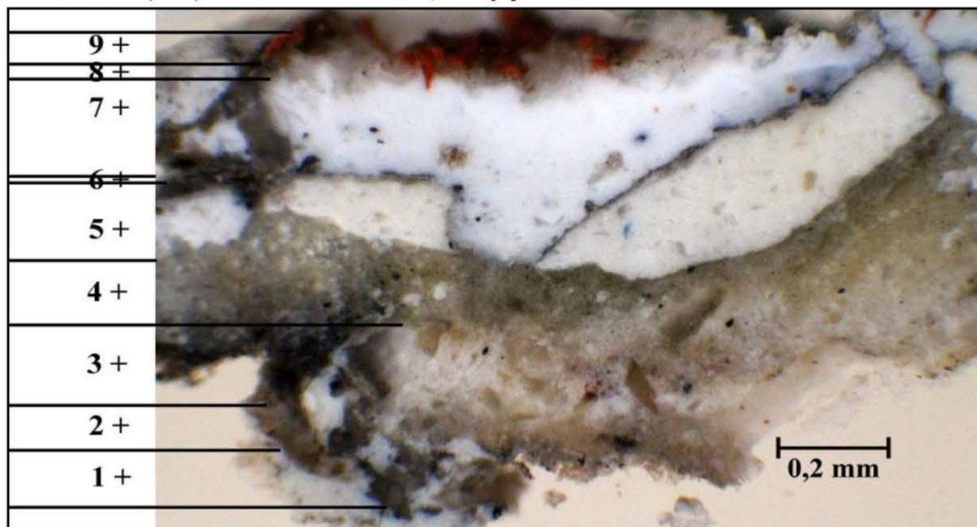
SEM HV: 30.0 kV Det: BSE  
SEM MAG: 539 x WD: 15.39 mm 200 μm MIRA3 TESCAN

Obr. 21 Elektronová mikroskopie, BSE.

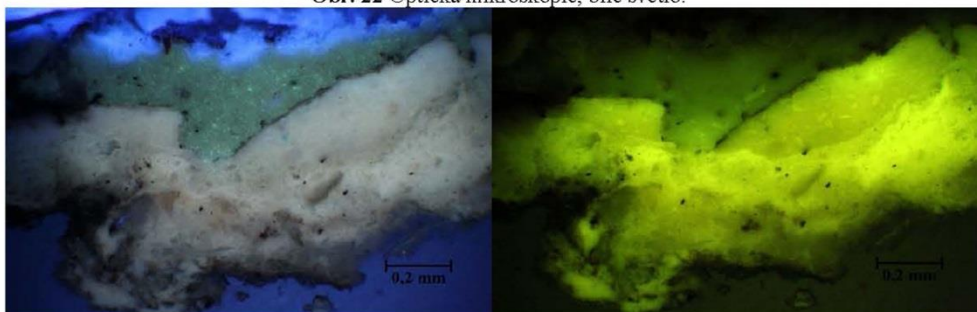
<i>Číslo vrstvy</i>	<i>Popis vrstvy, optická mikroskopie</i>	<i>Složení vrstvy - SEM/EDX</i>
5.	fragmenty zlacení	<u>Au</u> , <u>Ag</u> : plátek zlata s malou příměsí stříbra, pravděpodobně nanesen na organickou tenkou vrstvu
4.	žlutá silná vrstva, charakteristická UV fluorescence, obsahuje větší bílé částice	<u>Zn</u> , <u>Pb</u> , <u>Cr</u> , <u>Ba</u> , <u>S</u> : zinková běloba, olovnatá běloba, chromová žluť, mletý baryt, polymerní pojivo
3.	fragment bílé vrstvy, charakteristická UV fluorescence	<u>Zn</u> ( <u>Ba</u> , <u>S</u> ): zinková běloba, nelze vyloučit příměs mletého barytu a olovnaté běloby, polymerní pojivo
2.	fragment tenké šedé vrstvy – prasklina a nečistoty	
1.	fragment světle šedé vrstvy	<u>Ba</u> , <u>S</u> , <u>Pb</u> ( <u>Si</u> ): mletý baryt, olovnatá běloba, zejména ve spodní části křemenná zrna, polymerní pojivo
0.	patrně fragment horniny	křemenné zrno <u>Si</u>

Vzorek obsahuje šedou vrstvu 1 s olovnatou bělobou a mletým barytem, následuje pravděpodobně nečistotami zanešená prasklina (vrstva 2). Souvrství bílé a žluté vrstvy 3, 4, je podkladem pro zlacení plátkovým zlatem (vrstva 5). Vrstvy 3 a 4 obsahují směs bílých pigmentů - zinkové běloby, mletého barytu a olovnaté běloby, přičemž žlutá vrstva je obohacena o chromovou žluť. Zlacení s podkladem je složením i následností vrstev podobné vrstvám 7-9 vzorku 7195.

Vzorek 7197 (BP8) – socha sv. Františka, vousy pod nosem

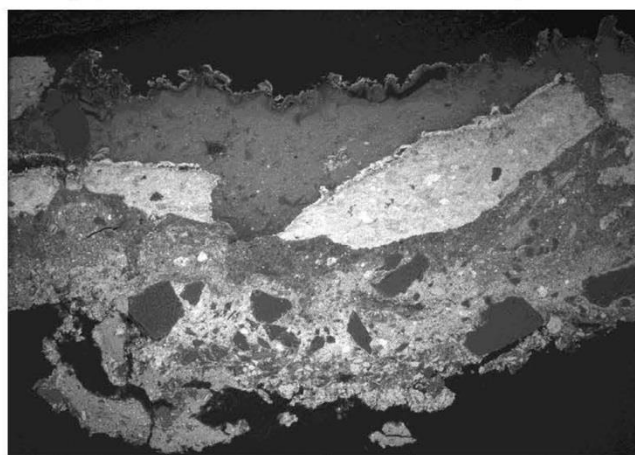


Obr. 22 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 23 Optická mikroskopie, UV světlo.

Obr. 24 Optická mikroskopie, modré světlo.

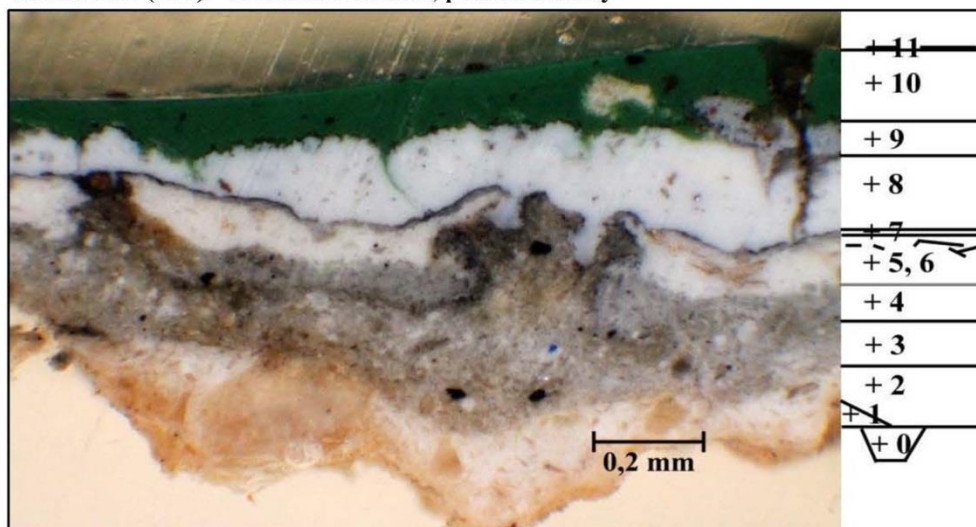


Obr. 25 Elektronová mikroskopie, BSE.

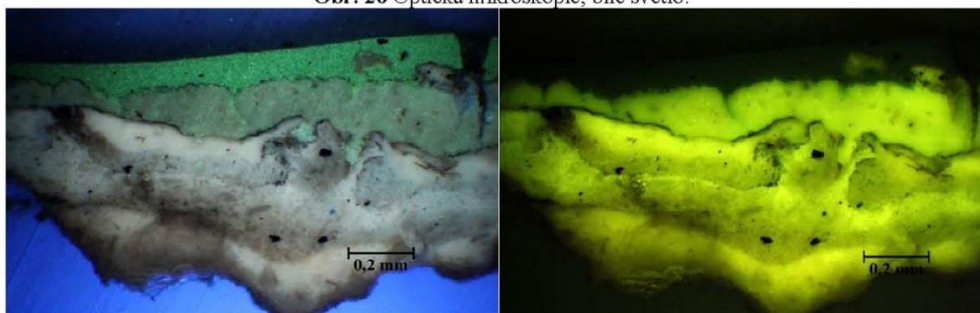
<i>Číslo vrstvy</i>	<i>Popis vrstvy, optická mikroskopie</i>	<i>Složení vrstvy - SEM/EDX</i>
9.	fragmenty červené vrstvy	<u>Fe</u> , <u>S</u> , <u>Si</u> , <u>Zn</u> , <u>Pb</u> , Ba: převážně polymerní vrstva, železitá červeň, zejména při povrchu patrně suřík nebo olovnatá běloba, malá příměs barytové běloby, zinková běloba může být kontaminací z vrstvy 8
8.	tenká světle béžová nesouvislá vrstva, může se jednat o degradovaný povrch vrstvy 7	<u>C</u> ( <u>Zn</u> , <u>Pb</u> ): vrstva obohacená o polymerní pojivo, obsahuje olovnatou a zinkovou bělobou
7.	bílá silná vrstva, zelená UV fluorescence, další fáze zpracování povrchu	<u>Zn</u> , <u>S</u> , Ba, ( <u>Si</u> ): zejména zinková běloba, mletý baryt
6.	tenká šedá vrstva	<u>Pb</u> : tmavá linka bohatá na olovnatý pigment – chemicky přeměněná olovnatá běloba?
5.	nesouvislá silná bílá vrstva při povrchu šedá, obsahuje drobné průhledné kamenivo, ojediněle modrý pigment, na povrchu černá linka, patrně další fáze zpracování povrchu	<u>Pb</u> , <u>S</u> , <u>Ba</u> , As ( <u>Ca</u> ): olovnatá běloba, mletý baryt, jedno modré zrnko ultramarínu
4.	silná béžovo-šedá vrstva, bílé částice, povrch patrně degradovaný do šedo-zeleného odstínu	Ba, S, Pb ( <u>As</u> , <u>Zn</u> ): barytová běloba, olovnatá běloba, zinková běloba v horní části vrstvy – může být kontaminace z jiných vrstev, zrna složená z <u>Ca</u> , <u>F</u> , polymerní pojivo
3.	bílá vrstva	<u>Pb</u> , <u>S</u> , Ba, Si ( <u>As</u> ): olovnatá běloba, mletý baryt, křemenná zrnka, polymerní pojivo
2.	fragmenty béžové vrstvy s drobnými zrnky kameniva, malé černé částice	<u>Si</u> , <u>Ca</u> , Pb S, Ba: olovnatá běloba, zrna barytu, patrně polymerní pojivo, větší křemenná zrna <u>Si</u> a ojediněle zrna složená z vápníku a fluoru ( <u>Ca</u> , <u>F</u> )
1.	fragment bílé vrstvy	<u>Ba</u> , <u>S</u> ( <u>Zn</u> ): pravděpodobně barytová běloba, nelze vyloučit příměs zinkové běloby, polymerní pojivo

Barevnost nejstarších dochovaných povrchových úprav zachycených na nábrusu je bílá a béžová (vrstvy 1-4). Vrstvy obsahují mletý baryt, fragment bílé vrstvy 1 pravděpodobně barytovou a zinkovou bělobu. Následuje silná bílá vrstva 5 s tenkou tmavou linkou (vrstva 6) na povrchu. Další bílá vrstva 7 pigmentovaná převážně zinkovou bělobou náleží do další fáze zpracování povrchu objektu. Na vrstvě se nachází tenká převážně polymerní vrstva 8 béžového odstínu a fragmenty červené vrstvy 9 se zinkovou bělobou a železitou červí.

Vzorek 7198 (BP9) – socha sv. Františka, podstavec sochy

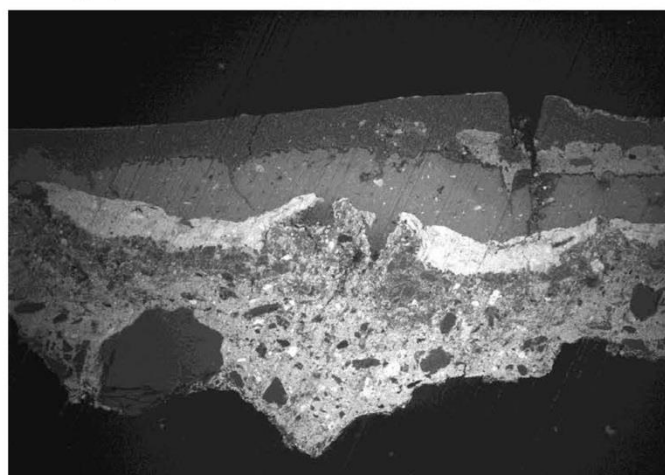


Obr. 26 Optická mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 27 Optická mikroskopie, UV světlo.

Obr. 28 Optická mikroskopie, modré světlo.



SEM HV: 30.0 kV	Det: BSE	MIRA3 TESCAN
SEM MAG: 382 x	WD: 13.79 mm	500 µm

Obr. 29 Elektronová mikroskopie, BSE.

<i>Číslo vrstvy</i>	<i>Popis vrstvy</i>	<i>Složení vrstvy - SEM/EDX</i>
11.	fragmenty tenké růžovo-oranžové vrstvy, další fáze zpracování povrchu	Si, Ba, S, Pb (Fe, Zn, Al): vrstva obsahuje červenou hlinku
10.	zelená vrstva, ojediněle černé částice, silná UV fluorescence, další fáze zpracování povrchu	<u>Zn</u> (Ba, S): zinková běloba, černá převážně oválná organická zrna, zrna barytu, polymerní pojivo
9.	fragmenty šedé vrstvy s černými částicemi, další fáze zpracování povrchu	<u>Zn, Ba, S</u> : pravděpodobně litopon (nelze však zcela vyloučit směs barytové a zinkové běloby), černé částice na bázi uhlíku, polymerní pojivo
8.	silná bílá vrstva, charakteristická UV fluorescence, další fáze zpracování povrchu, na povrchu černá linka	<u>Zn</u> : zinková běloba, polymerní pojivo
7.	tenká šedá vrstva, může být součástí vrstvy 6	<u>Pb, S</u> (Ba): tmavá linka bohatá na pigment na bázi sloučenin olova, může se jednat o chemicky přeměněnou olovnatou bělobu
5., 6.	bílá vrstva při povrchu šedá, ve vrstvě jsou obsaženy fragmenty kovového lesku zlatého odstínu	<u>Ba, S, Pb</u> (Zn): mletý baryt, olovnatá běloba, zinková běloba patrně kontaminace z mladší vrstvy, fragmenty plátků zlata ( <u>Au</u> )
4.	fragmenty světle šedé vrstvy, patrně podklad pro vrstvy 5, 6, další fáze zpracování povrchu	<u>Ca, Al, Si</u> (Pb, Zn, Ba, S): zrna vápence, křemenná zrna, patrně organická čern
3.	šedá vrstva, malé černé částice	<u>Ba, S</u> (Ca, Pb): mletý baryt, příměs olovnaté běloby, polymerní pojivo
2.	bílá vrstva, místy světle béžová, průhledná zrna	<u>Ba, S, Pb</u> : mletý baryt, olovnatá běloba, ojediněle křemenná zrna, polymerní pojivo
1.	fragmenty okrové vrstvy, pravděpodobně svrchní část pískovce se zateklou vrstvou 2	<u>Si, Ba</u> (S, Pb, Ca): křemenná zrna, mletý baryt
0.	hornina?	křemenné zrno <u>Si</u>

Na spodní straně vzorku se nachází křemenná zrna, pravděpodobně fragmenty horniny (vrstva 0). Nejstarší zaznamenané povrchové úpravy jsou bílé až béžové vrstvy 1-2 s mletým barytem a šedá vrstva (vrstva 3). Následující souvrství šedé a bílé vrstvy 4, 5 lze zařadit do další fáze zpracování povrchu objektu. Příměs zinkové běloby identifikované ve vrstvách 4 a 5 pravděpodobně pochází z mladších vrstev a byla do vrstvy zanesena při jejím broušení. V bílé vrstvě 5 jsou přítomny částice zlata (6), může se jednat o uvolněné starší zlatění z jiné části objektu. Na povrchu bílé vrstvy je přítomná tenká tmavá linka 7. Následující silnou bílou vrstvou 8 se zinkovou bělobou 8 lze podobně jako další mladší vrstvy, šedou 9 a zelenou 10, zařadit do další fáze zpracování povrchu. Na povrchu vzorku jsou přítomny fragmenty velmi tenké narůžovělé vrstvy 11.

## Závěr:

### Povrchové úpravy

Z výsledků chemicko-technologických průzkumů<sup>1,2</sup> dochovaných fragmentů polychromie kamenné Kalvárie se sochou sv. Františka vyplývá, že byl objekt v minulosti vícekrát povrchově upravován. Odebrané vzorky souvrství povrchových úprav obsahují velmi rozdílný počet barevných vrstev. V některých případech byly zachyceny fragmenty barevných vrstev pocházející alespoň ze čtyř časových fází zpracování povrchu objektu nebo jeho částí (7205 písmo, 7209 textové pole, 7198 podstavec sochy sv. Františka).

Zjednodušeně je možné shrnout, že se barevnost povrchových úprav omezuje převážně na bílé, okrové, šedé, béžové a hnědé odstíny. Zejména na vybraných částech figur a písmu základny podstavce se vyskytuje opakované zlacení plátkovým zlatem. Lze tedy předpokládat, že byl objekt nebo jeho částí v minulosti často výtvarně pojednán jako imitace jiných materiálů (zlata) nebo kamene. Ve škále identifikovaných pigmentů/plniv byl zaznamenán zejména mletý baryt, olovnatá a zinková běloba, patrně litopon, uhlikatá čern, chromová žlut a železité pigmenty. Lze předpokládat, že téměř všechny povrchové úpravy obsahují polymerní pojivo.

Z průzkumu povrchových úprav podstavce se sochou sv. Františka vyplývají následující dílčí poznatky a závěry:

- Vzorky odebrané z provazu a lemu rukávu sochy sv. Františka obsahují vrstvy zlacení s podklady. Na vzorku z provazu byly zachyceny tři vrstvy zlacení plátkovým zlatem s bílými podklady, nejmladší zlacení bylo položeno na žlutý a bílý podklad se zinkovou bělobou a vrstvou s chromovou žlutí. Srovnatelný typ zlacení byl zaznamenán na soše Máří Magdaleny (7203 lem roucha), Panny Marie (7214 lem roucha) a Jana Evangelisty (7315 okraj drapérie).
- V obličejové části sochy sv. Františka se vyskytuje několik béžových a bílých vrstev, nejmladší povrchovou úpravou je nesouvislá červeno-hnědá vrstva, vyskytující se na dalších místech objektu (7201 plocha kříže, 7211 obličej andílka, 7212 římsa).
- Vzorky odebrané z niky a vzorky tmelů obsahují bílé, šedé a šedomodré vrstvy. Lze předpokládat, že architektura podstavce byla zpracována v určitých obdobích pouze v odstínech šedé, pravděpodobně imitující kámen. Tmely jsou pravděpodobně tvořeny zejména sádrou.

### Obsah a distribuce vodorozpustných solí

Z průzkumu obsahu vodorozpustných solí vyplývá, že v části podstavce se sochou sv. Františka nejsou přítomna z hlediska rizika vzniku poškození závažná množství vodorozpustných solí (chloridů, dusičnanů, síranů). Na základě výsledků průzkumu lze předpokládat, že není nutné provedení zákroků vedoucích k redukci vodorozpustných solí v objektu.

V Litomyšli 25. 7. 2014

Ing. Petra Lesniaková, PhD.

Katedra chemické technologie Fakulty restaurování, Univerzita Pardubice

<sup>1</sup> Lesniaková P. Chemicko-technologický průzkum: sousoší Kalvárie se sochou sv. Františka, základna podstavce, kříž se sochou Krista, socha Máří Magdaleny. Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, 2014.

<sup>2</sup> Lesniaková P. Chemicko-technologický průzkum: sousoší Kalvárie se sochou sv. Františka, sochy Panny Marie a sv. Jana Křtitele, římsa. Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, 2014.

**Příloha – fotografická dokumentace míst odběrů vzorků:**

Autor fotografií: Lukáš Brotánek



**Obr. 30** Místo odběru vzorku 7190-BP 1.



**Obr. 31** Místo odběru vzorku 7191-BP 2.



**Obr. 32** Místo odběru vzorku 7192-BP 3.



**Obr. 33** Místo odběru vzorku 7193-BP 4.



**Obr. 34** Místo odběru vzorku 7194-BP 5.



**Obr. 35** Místo odběru vzorku 7195-BP 6.



**Obr. 36** Místo odběru vzorku 7196-BP 7.



**Obr. 37** Místo odběru vzorku 7197-BP 8.



**Obr. 38** Místo odběru vzorku 7198- BP9.



**Obr. 39** Místo odběru vzorku BS 1.



**Obr. 40** Místo odběru vzorku BS 1.



**Obr. 41** Místo odběru vzorku BS 2.



Obr. 42 Rozmístění čistících zábalů.



Obr. 43 Rozmístění čistících zábalů.



Obr. 44 Rozmístění čistících zábalů.

## 5 Seznam použité literatury a pramenů

### 5.1 Seznam použité literatury

Bartoš Daniel, Komplexní restaurování štukové plastiky andílka z interiéru kaple sv. Isidora v Křenově, Bakalářská práce, 2012, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování,

Bláha Jindřich, Doubravová Kateřina, Heidingsfeld Viktor, Rovnaníková Pavla, Vaněček Ivan, Kotlík Petr, *Vápno*, STOP, Praha, 2001, 76 s., ISBN 80-902668-8-6

Heidingsfeld Viktor, *Obecné zásady lepení*, zpravodaj STOP, svazek 12, č. 2 (2010) ISSN 1212-4168

Hošek Jiří, Losos Ludvík, *Historické omítky průzkumy, sanace, typologie*, Grada, Praha, 2007, 168 s., ISBN 978-80-247-1395-3

Karnet Miroslav, *Štukatéřství*, SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1961, 192 s.

Kudrna Jiří, *Srovnání vybraných injektážních prostředků pro jemnozrnné křemičité pískovce*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2005

Lesniaková Petra, *Materiálový průzkum Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora - štukové plastiky putti*, Fakulta restaurování Litomyšl, 2013

Lesniaková Petra, Tišlová Renata, *Chemicko technologický průzkum štukových vrstev socha andílka č. 17 Kaple sv. Isidora Křenov*, Litomyšl, 2014

Lesniaková Petra, *Chemicko-technologický průzkum Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora, části vlysu*, Fakulta restaurování Litomyšl, 2014

Lesniaková Petra, *Chemicko-technologický průzkum sousoší Kalvárie se sochou sv. Františka – podstavec se sochou sv. Františka*, Fakulta restaurování Litomyšl, 2014

Losos Ludvík, *Pozlacování a polychromie*, Grada, Praha, 2005, 152 s., ISBN 80-247-0913-9

Losos Ludvík, Gavenda Miloš, *Štukatéřství*, Grada, Praha, 2010, 184 s., ISBN 978-80-247-2175-0

Měšťan Radomír, *Omítkářské a štukatéřské práce*, SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1988, 304 s.

Sušeň Tomáš, *Zkoušky lepení křemičitých pískovců vybranými typy syntetických pryskyřic*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2005

Šedý Václav, *Sochařské řemeslo základ sochařského umění, státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění*, Praha, 1953, 159 s.

Vojtěchovský Jan, *Injektážní prostředky pro hloubkovou konsolidaci na bázi minerálních a organokřemičitých pojiv*, Bakalářská práce, Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl o.p.s., 2002

Vojtěchovský Jan, Ďoubal Jakub, a kolektiv studentů: *Restaurátorský průzkum, nástěnné malby, štuková výzdoba a omítky interiéru kaple sv. Isidora v Křenově*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, březen 2012

Zelinger Jiří, Heidingsfeld Viktor, Kotlík Petr, Šimůnková Eva, *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*, Academia, Praha, 1987, 256 s.

Zítková Petra, *restaurování štukové sochy andílka u kaple sv. Isidora V Křenově*, Bakalářská práce, 2013, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování,

## 5.2 Seznam použitých pramenů

Hůlek Julius – ústní sdělení, Hudební oddělení NK v Klementinu, dne 30. dubna 2014

Říhová Vladislava – ústní sdělení, katedra humanitních věd FR, UPCE, dne 18. července 2014

### Technické listy:

KSE Modul System:

[http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3\\_produkty2/tn\\_kse\\_modulsystem.pdf](http://www.remmers.cz/editor/image/stranky3_produkty2/tn_kse_modulsystem.pdf)

NHL 5:

[http://calx.cz/wp-content/uploads/2012/11/CALX\\_TECHNICKE\\_LISTY\\_nhl.pdf](http://calx.cz/wp-content/uploads/2012/11/CALX_TECHNICKE_LISTY_nhl.pdf)

Ledan TA1:

[http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/31020e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/31020e.pdf)

Ledan TC1:

[http://www.kremer-pigmente.com/media/files\\_public/31040e.pdf](http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/31040e.pdf)

Vapo Injekt:

[http://www.aquabarta.cz/4\\_stahuj/tech\\_listy/VAPO\\_injekt\\_01.pdf](http://www.aquabarta.cz/4_stahuj/tech_listy/VAPO_injekt_01.pdf)

Akepox 2010:

[http://www.akemi.cz/texty/akepox\\_2010\\_gelmix.htm](http://www.akemi.cz/texty/akepox_2010_gelmix.htm)