

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Kristýna Kalvodová

ateliér restaurování a konzervace kamene  
a souvisejících materiálů

RESTAUROVÁNÍ SOCHY ANDÍLKA ZE SOUSOŠÍ  
SV. JANA NEPOMUCKÉHO Z POHOŘELCE  
KONZERVOVÁNÍ SOCHY SV. ZIKMUNDA Z FASÁDY  
DOMU Č.P. 91 V KOLÍNĚ

autor práce: Kristýna Kalvodová  
vedoucí práce: Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D  
2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kristýna Kalvodová**  
Osobní číslo: **R12002**  
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**  
Název tématu: **Restaurování sochy andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého z Prahy**  
**Konzervování sochy sv. Zikmunda z fasády v Kolíně**  
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 :

Komplexní restaurátorský zásah na pískovcové soše andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého z Pohořelce.

Konzervační zásah na soše z kutnohorského vápence.

Součástí bakalářské práce bude teoretická část zaměřená na průzkum vlastností umělého kamene na křemičité typy pískovců.

Praktická část se bude zabývat konzervátorským zásahem na soše sv. Zikmunda z niky na fasádě domu č. p. 91 U černého orla v Kolíně. Dále pak restaurátorským zásahem na soše andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého z pražského Pohořelce. Bude se jednat o samostatné řešení v prvním případě konzervátorského, ve druhém restaurátorského úkolu, v plném rozsahu od zpracování důkladných restaurátorských průzkumů, přes stanovení koncepce restaurování až po vlastní restaurování a zpracování závěrečných dokumentací. Praktická práce bude doplněna o teoretickou část zabývající rozšířeným průzkumem vlastností doplňků pro křemičité typy pískovců.

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

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

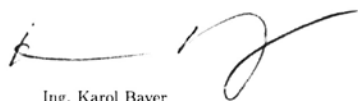
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.**  
Ateliér restaurování kamene

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

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2016**



Ing. Karol Bayer  
děkan

L.S.



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

V Litomyšli dne 25. července 2016

## Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

Základní: Viñas S. M. *Contemporary Theory of Conservation*. Oxford, 2005.

Základní: Didaktické návody (vydáno v rámci projektu DOCEO PRO CULTURA).

Základní: Price C., Doehne E. *Stone conservation*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2010.

Základní: Henry, A., ed. *Stone conservation, principles and Practice* (vybrané kapitoly přeloženy v rámci projektu DPC). Donhead Publishing Ltd. 2006.

Doporučená: Zelinger J. a kol. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. Academia Praha, 1987.

Doporučená: Ďoubal, J. *Kamenné památky Kutné Hory: restaurování a péče o sochařské památky* (vydáno v rámci projektu DPC). Univerzita Pardubice, 2015.

Doporučená: Torraca, G. *Lectures on materials Science For Architectural Conservation*. GCI, Los Angeles, 2009.

Doporučená: Šimůnková E., Bayerová T. *Pigmenty*. STOP Praha, 1999.

Doporučená: Henry A., ed. *Principles and Practice (Polychrome Stone by Christopher Weeks: s. 237-255)*. Donhead Publishing Ltd., 2006.

Doporučená: Koller, M. *Probleme und Methoden der Retusche polychromer Skulptur*, in: *maltechnik Restauro 85 /1979*), s. 14-40 (přeloženo v rámci projektu DPC).

Doporučená: Kopecká I., Nejedlý V. *Průzkum hist. materiálů, analytické metody pro rest. a pam. péči*. Grada Pub., 2005.

Doporučená: Knoepfli A., ed. *Reclams Handbuch der Künstlerischen Techniken*. Stuttgart, 1990.

Doporučená: Slánský, B. *Technika malby*. Praha, 2003.

Doporučená: Slánský, B. *Technika v malířské tvorbě (malářský a restaurátorský materiál)*. Praha, 1976.

Doporučená: BRANDI, C. *Teorie restaurování*. Kutná Hora: Tichá Byzanc, 2000.

Doporučená: Kubička R., Zelinger J. *Výkladový slovník malířství, grafiky a restaurátorství*. Grada, 2004. ISBN 0-247-9046-7.

Doporučená: ZÍTKOVÁ, Petra, *Restaurování sochy anděla ze sousolí sv. Floriána před Jeziutskou kolejí v Kutné Hoře*, Bakalářská práce, 2013

Doporučená: Daubner, D.: *Srovnání vlastností tmelů pojených organokřemičitými prostředky aplikovaných v tenké vrstvě při restaurování pískovce*, Bakalářská práce, Universita Pardubice 2004

Doporučená: Čepelka, J.: *Srovnání vybraných vlastností vápenno-cementových tmelů modifikovaných přísádkem hlinitanového cementu*, Bakalářská práce, Universita Pardubice 2004

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (pobočka FR Litomyšl).

V Litomyšli dne .....

Kristýna Kalvodová

Počet vyhotovení tisku: 2 ks

Místa uložení: Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, archiv fakulty, Jiráskova 3,  
570 01 Litomyšl  
v osobním vlastnictví

Restaurátorská dokumentace je chráněna ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů s tím, že právo k užití ve smyslu zákona číslo 20/1987 sb. v plném znění (o památkové péči) má objednavatel a příslušný orgán památkové péče.

Dokumentace vypracovala: Kristýna Kalvodová

## Poděkování

Mé poděkování patří vedoucímu ateliéru restaurování kamene Mgr. art. Jakubu Ďoubalovi, PhD. za vedení a dohled při práci na praktické části bakalářské práce. Dále velice děkuji Ing. Renatě Tišlové, PhD za konzultace a chemicko-technologické průzkumy.



### Anotace

Tato práce obsahuje restaurátorské dokumentace dvou objektů. První z nich je andílek ze sousoší sv. Jana Nepomuckého z pražského Pohořelce a druhý sv. Zikmund z domovní fasády v Kolíně. Dokumentace se zaměřuje na vizuální, historický a přírodovědný průzkum památek, návrh koncepce restaurování a dokumentují restaurování samotné. Restaurátorský průzkum sochy andílka obsahuje také rozšířený průzkum tmelících směsí koncipovaných na jemnozrnné křemičité typy pískovců.

### Klíčová slova

Restaurování, restaurátorská dokumentace, andílek, sousoší sv. Jana Nepomuckého, sv. Zikmund, dům U černého orla v Kolíně, umělý kámen, tmel, mšenský pískovec

#### Title

Restoration of the Statue of Angel from Sculpture Group of st. Jan Nepomucký in Prague  
Conservation of Statue of st. Zikmund from Facade in Kolín

#### Annotation

This work includes restoration documentation of two objects. The first one is an angel from sculpture of St. Jan Nepomucký from Prague Pohořelec and the second one St. Zikmund of building facade from Kolín. Documentations are concentrated on visual, historical and natural science exploration of these monuments, suggestion of concept of restoration and documents restoration themselves. Restoration survey statue of an angel includes an extended exploration of cementing mixtures conceived for fine-grained siliceous sandstone types.

#### Keywords

Restoration, documentation of restoration, angel, sculpture group of st. Jan Nepomucký, st. Zikmund, house U černého orla in Kolín, artificial stone, cement, Mšeno type of sandstone

## OBSAH

### Restaurování sochy andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého z Pohořelce

1. Úvod	9
2. Údaje o díle	11
2.1 Lokalizace	
2.2 Údaje o památce	11
2.3 Údaje o akci	11
2.4 Popis památky	12
2.5 Popis díla	12
3. Restaurátorský průzkum	13
3.1 Uměleckohistorický průzkum	13
3.2 Stav díla před restaurováním - vizuální průzkum	13
3.3 Přírodovědný průzkum	16
3.3.1 Petrologický rozbor	16
3.3.1 Měření nasákavosti	16
3.3.2 Měření obsahu vodorozpustných solí	17
3.3.4 Měření ultrazvukové transmise	17
3.3.5 Optická mikroskopie sádrovcových krust	18
3.3.6 Rozšířený průzkum tmelících směsí pro křemičité typy pískovců	19
3.3.6.1 Úvod	19
3.3.6.2 Mšenský pískovec	19
3.3.6.3 Obecné požadavky na umělý kámen	22
3.3.6.4 Tmely běžně užívané v praxi pro tmelení jemnozrnných křemenných pískovců	23
3.3.6.5 Zkoušky tmelících směsí pro sochu andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého - varianty řešení	24
3.3.6.6 Jiné zkušenosti s tmelením jemnozrnných křemenných pískovců	26
3.3.6.7 Shrnutí a závěr	32
4. Vyhodnocení průzkumu	40
5. Koncepce restaurátorského zásahu	41
6. Navrhovaný postup prací	41
7 Průběh restaurátorských prací	42
7.1 Čištění biologického napadení a prachových depozitů	42
7.2 Konsolidace	42
7.3 Čištění síkatových krust	42
7.4 Čištění sádrovcových krust	43
7.5 Lepení a injektáž	43
7.6 Plastická retuš	43
8. Použité materiály a technologie	44
9. Nová zjištění	45
10. Doporučený režim památky	45
11. Použitá literatura a prameny	45
12. Obrazová část	46

13. Přílohy	61
13.1 Příloha č. 1 - Grafické znázornění poškození	61
13.2 Příloha č. 2 - Historické fotografie sousoší	65
13.3 Příloha č. 3 - Petrologický průzkum	66
13.4 Příloha č. 4 - Chemicko-technologický průzkum	72
13.5 Příloha č. 5 - Zkouška čištění - měření kapilární nasákavosti	73
13.6 Příloha č. 6 - Průzkum povrchových úprav, stavu a míry poškození	75
14. Seznam použitých fotografií	90

## **Konzervování sochy sv. Zikmunda z fasády domu č.p. 91 v Kolíně**

1. Údaje o díle	92
1.1 Lokalizace	92
1.2 Údaje o památce	92
1.3 Údaje o akci	92
1.4 Popis díla	93
2. Restaurátorský průzkum	94
2.1 Uměleckohistorický průzkum	94
2.2 Stav díla před restaurováním - vizuální průzkum	94
2.3 Přírodovědný průzkum	96
2.3.1 Petrografický průzkum	96
2.3.2 Měření kapilární nasákavosti	96
2.3.3 Ultrazvuková transmise	97
2.3.4 Stanovení obsahu vodorozpustných solí	98
2.3.5 Průzkum povrchových úprav	98
3. Vyhodnocení průzkumu	99
4. Koncepce restaurování	100
5. Navrhovaný postup prací	101
6. Průběh restaurátorských prací	102
6.1 Čištění biologického napadení a prachových depozitů	102
6.2 Hloubková konsolidace materiálu	102
6.3 Zkouška injektážních prostředků	103
6.4 Injektáž	103
6.5 Fixáž barevné vrstvy	104
6.6 Plastická retuš	104
6.7 Barevná retuš	104
7. Použité materiály a technologie	105
8. Nová zjištění	105
9. Doporučený režim	106
10. Použitá literatura	106
11. Obrazová část	107
12. Přílohy	119
12.1 Příloha č. 1 - Grafické znázornění poškození	119
12.2 Příloha č. 2 - Historické snímky Domu u černého orla	125
12.3 Příloha č. 3 - Chemicko-technologický průzkum	126
13. Seznam použitých fotografií	138

## 1. ÚVOD

Tato bakalářská práce má dvě části. První se věnuje restaurování sochy andělka z pražského Pohořelce, historii objektu, restaurátorskému, chemicko-technologickému a přírodovědnému průzkumu objektu. Popisuje postup restaurátorských prací včetně jejich fotodokumentace a přidaných grafických příloh.

Součástí přírodovědného průzkumu je rozšířený průzkum, který se zabývá tmely koncipovanými na jemnozrné typy křemičitých pískovců. Věnuje se požadavkům na tmelící směsi, zabývá se cementovými tmely a sumarizuje poznatky ze dvou starších bakalářských prací, které se tomuto tématu věnovaly.

Druhá část se zabývá konzervátorským zásahem na soše sv. Zikmunda z fasády domu U černého orla v Kolíně. Dokumentace obsahuje průzkum objektu a popis postupu prací při konzervátorském zásahu na soše.

RESTAUROVÁNÍ SOCHY ANDÍLKA  
ZE SOUSOŠÍ SV. JANA NEPOMUCKÉHO Z POHOŘELCE

## **2. ÚDAJE O DÍLE**

### **2.1 Lokalizace**

Kraj: Hlavní město Praha

Obec: Praha 1

Hradčany

GPS: 50°5'12.12"N, 14°23'16.08"E

### **2.2 Údaje o památce**

Autor: Jan Antonín Quitainer

Datace: 1752

Materiál: pískovec z okolí Mšenova

Rozměry: výška 115 cm, šířka 78, cm, hloubka 58 cm

Předchozí restaurátorské zásahy: několik opakujících se zásahu za sebou, uvedeno v kapitole 3.1

Evidenční číslo památky: 39599/1-910

### **2.3 Údaje o akci**

Vlastník památky: Hlavní město Praha

Objednatel: Galerie hlavního města Prahy, Staroměstské nám. 605/13, 110 00 Praha 1

Zhotovitel: Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Kristýna Kalvodová

Restaurátorský dohled: Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.

Odborná spolupráce: Katedra chemické technologie restaurování, Fakulty restaurování, Univerzity Pardubice v Litomyšli, Ing. Renata Tišlová, Ph.D.

Památkový dohled: Sklenářová Teichmanová, Jana, PhDr.

Závazné stanovisko: MHMP odbor památkové péče ze dne 17.7.2015

Termín započetí prací: říjen 2015

Termín ukončení prací: srpen 2016

## 2.4 Popis památky

Sousoší z roku 1752, které je podle některých autorů připisováno strahovskému mnichovi a sochaři Tadeáši Hochhausovi, ale dnes je za jeho autora spíše považován Jan Antonín Quitainer, stávalo do roku 1846 na rohu Hradčanského náměstí a Kanovnické ulice. Dnes je umístěno na Pohořelci. Kromě sochy světce jsou na robustním podstavci postavy dvou andělíčků – jeden drží staroboleslavské palladium, druhý dělá gesto vyzývající k mlčenlivosti. Na podstavci je vyryta svatojánská hvězda a uprostřed ní je držák na lucernu.<sup>1</sup>

## 2.5 Popis díla

*Základ sousoší tvoří bohatě zdobený podstavec se dvěma křídly. Křídla podstavce jsou zakončena volutami s rokaji. Plasticky pojednané voluty se nachází také na stranách střední části s latinským nápisem, vepsaným do šesticípé hvězdy. Na celém podstavci se nachází bohatá profilace a výzdoba. Na střední část podstavce navazuje socha sv. Jana Nepomuckého. Sv. Jan je tradičně oděn do kanovnického oblečení s krucifixem. U pravé nohy se nachází ryba jako symbol mlčenlivosti a mušle. Po pravici sv. Jana se nachází anděl, který si klade prsty na ústa jako gesto mlčení, na protější straně se nachází anděl, držící v ruce staroboleslavské mariánské palladium. Oba andělé jsou posazeni na obláčcích.\*<sup>2</sup>*

Postava andělka je lehce natočena k pravé straně. Levá noha je mírně pokrčená a pravá od poloviny lýtky mizí v oblaku, na kterém andílek stojí. Hlava je natočena též k pravé straně. Celá záda jsou zakryta draperií, ta také obaluje palladium, které levé straně andílek vyzdvihuje. Látky poté spývá dolů, do úrovně pasu a tam je zakončena řasením.

---

<sup>1</sup> VLČEK, Pavel (edt.), *Umělecké památky Prahy - Hradčany*, Academia, Praha 2000), 20.9. 2008

<sup>2</sup> BROTÁNEK, Lukáš, *Restaurátorský průzkum sousoší sv. Jana Nepomuckého na Pohořelci*, 13. 1, 2015



### 3. RESTAURÁTORSKÝ PRŮZKUM

Tato kapitola se věnuje průzkumu památky různými metodami, kvůli zjištění, v jakém stavu se socha nachází a jaká jsou její poškození. Tento průzkum bude sloužit pro vyhodnocení stavu památky a vytvoření koncepce restaurování.

Průzkum obsahuje uměleckohistorickou část, která zahrnuje minulost díla, popis jeho ztvárnění a historické restaurátorské zásahy. Dále se soustředí na vizuální průzkum, tedy stav díla před restaurováním. Následuje přírodovědný průzkum, založený na nedestruktivních a v nutných případech i destruktivních odběrech vzorků.

#### 3.1 Uměleckohistorický průzkum

Pražský Pohořelec, který býval předměstím Hradčan, byl založen v roce 1375 místopurkrabím Alšem z Malkovic. Toto místo neustále pronásledovaly požáry, a proto se vyskytují v jeho názvu. Poprvé náměstí vyhořelo za husitských bouří v roce 1420, po obnově znovu roku 1541 a naposledy za okupace Prahy francouzskými vojsky v roce 1742.

Rokokové sousoší sv. Jana Nepomuckého, které je připisováno Janu Antonínu Quitainerovi z roku 1752, bylo na Pohořelci osazeno v roce 1846, po svém přemístění z Hradčan.<sup>2</sup> Andílek je součástí tohoto sousoší, spolu s druhým, který má prst přes ústa jako připomínku zachování zpovědního tajemství.

Postava drží v rukou staroboleslavské paládium jako upomínku pouti sv. Jana Nepomuckého do Staré Boleslavi. Paládium je zabaleno v draperii, která volně splývá přes záda a je zakončena řasením. Z obláčku na andílkově pravé straně má vzhůru k němu hledět hlavička druhého andílka.

Roku 1965 prošlo dílo restaurováním Aleše Grima. Při restaurování tehdy došlo k nehodě, při které byla uražena hlava andílka vyčnívající z obláčku a části obláčku na spodní straně sochy. V této restaurátorské dokumentaci se uvádí předchozí zásah v roce 1901.

Restaurátorské zásahy se poté opakovaly po několika letech. Nejčastěji řešenou záležitostí v nich bylo nahrazování lucerny z podstavce sochy. Roku 1970 obnovu prováděl opět Aleš Grim, 1975 restaurátor M. Prokop, 1978 akademický sochař Rudolf Souček, 1985 Ladislav Pícha a v roce 1989 Jaroslav Landík a Boris Měchura.<sup>3</sup>

#### 3.2 Stav díla před restaurováním - vizuální průzkum

Materiál sochy se zdá být soudržný a nijak výrazně korodovaný a modelace není příliš erodovaná. Na pravém stehnu, levé straně obláčku a hřbetu levé ruky jsou viditelně poškozená místa, která byla vyplněna tmelem, ten už ale vypadáva nebo chybí úplně.

Pozornost nejvíce poutá místo na pravé straně anděla v úrovni jeno lýtek, kde chybí hlava druhého andílka. Ta byla odlomena a rozpadla se na několik malých kousků. Ty se dochovaly, ne však všechny, ve fragmentálním stavu. Podle viditelného čepu bylo toto místo evidentně již dříve opravováno. Vedle čepu se táhne svislá prasklina, též částečně vyplněná tmelem.

<sup>\*3</sup> Virtuální Praha [online]. Magistrát hl. m. Prahy: Panoramas s.r.o., 2016

<sup>\*4</sup> BROTÁNEK, Lukáš, *Restaurátorský průzkum sousoší sv. Jana Nepomuckého na Pohořelci*, 13. 1, 2015

U obláčku na přední straně je uražená spodní hrana, evidentně již také dříve restaurovaná. Zhruba uprostřed se objevuje čep a kus starého dožilého tmelu. Vršek hlavy, palladia, křídel a rukou je částečně erodovaný působením vlivů exterierního klimatu. Tato poškozená místa ale příliš nenarušují vzhled památky.

Biologické napadení, především mechy a lišejníky, se nacházejí téměř po celém povrchu sochy. Ve větší míře se zde vyskytují zčernalé silikátové krusty, které esteticky narušují vzhled díla, neboť rozbíjejí vnímání modelace sochy a také uzavírají povrch materiálu.

V dešťových stínech jsou sádrovcové krusty a objevují se i zahnědlá místa, která jsou zřejmě důsledkem zmýdelnění povrchových úprav. Celkově tak nečistoty a krusty negativně ovlivňují čitelnost modelace. Socha je pokryta prachovým depozitem a v menší míře potřísněna ptačím trusem.



Obr. 1 - Eroze materiálu - způsobená klimatickými podmínkami na exponovaných místech



Obr. 2 - Černé silikátové krusty - na velké části povrchu sochy



Obr. 3 - biologické napadení - především v záhybech modelace a ptačí trus na paladiu



Obr. 4 - sádrovcové krusty - vyskytují se v dešťových stínech



Obr. 5 - Místo oddělení hlavičky druhého andílka s čepem a svislá prasklina mezi tělem andílka a obláčkem



Obr. 6 - Největší fragmenty oddělené hlavičky - obličejová část, části temene



Obr. 7 - Uražený spodek obláčku na přední straně sochy, viditelný je kus odloženého kamene na čepu a část dožilého tmelu



Obr. 8 - Dožilé tmely na více místech obláčku, stehně a lýtku pravé nohy a nos na odlomené hlavičce

### 3.3 Přírodovědný průzkum

Přírodovědný průzkum se zabývá zjištěním stavu památky za pomoci provedených zkoušek a odebraných vzorků. Obsahuje petrologický rozbor kamene, měření nasákavosti, salinity, ultrazvukové transmise a optickou mikroskopii krust. V závěru se věnuje rozšířenému průzkumu tmelících směsí na jemnozrné křemičité typy pískovců.

#### 3.3.1 Petrologický rozbor

Ze sochy byl odebrán vzorek kamene, pro zjištění o jaký druh horniny se jedná. Byl odeslán do Dialech s. r. o. Praha pro vytvoření a vyhodnocení výbrusu polarizačním mikroskopem.

Ze závěru průzkumu vyplývá, že jde o křemenný jemnozrný pískovec se střednězrnou příměsí, slabě silicifikovaný. Struktura s minerální složení pískovce je natolik nespécifická („obvyklá,“) že lze obtížně stanovit jeho lokalitu původu. Je však pravděpodobné, že se jedná o svrchnokřídové sedimenty české křídové pánve, a to sice jejího perucko-korycanského souvrství (cenomanu.) Těchto lokalit je v okolí Prahy na erozním okraji pánve řada.

Petrologická zpráva vypracovaná RnDr Zdeňkem Štáffenem je umístěna na konci dokumentu jako příloha číslo 3.

#### 3.3.1 Měření nasákavosti

Měření nasákavosti slouží ke zjištění, jak různé povrchy na díle absorbují kapalinu. Nasákavost nám prozrazuje, jak degradovaná místa ovlivňují horninu, zda předešlé restaurátorské zásahy nemají negativní vliv na památku a jak moc krusty uzavírají povrch.

Zkouška byla provedena Karstenovou trubicí na neočištěném povrchu s krustou, na povrchu očištěném mikropískováním a povrchu očištěném laserem. Tato neinvazivní metoda prokázala veliký rozdíl mezi nasákavostí neočištěného kamene a očištěného. Krusty evidentně uzavírají povrch kamene, nasákavost je velmi snižena, ovlivněna je tím také porozita a paropropustnost materiálu. Nejlepší výsledky na kapilární nasákavosti byly dosaženy za pomoci laseru.

Karstenova trubice byla na měřené místo připevněna fixážní hmotou a měřen byl objem kapaliny, která se za určitý čas vsákla do kamene. Měření nasákavosti je zdokumentováno jako příloha č. 5.



Obr. 9 - Měření nasákavosti  
foto. Lukáš Brotánek

### 3.3.2 Měření obsahu vodorozpustných solí

Zjišťován byl obsah a distribuce vodorozpustných solí, a to síranů, dusičnanů a chloridů. Z díla, v místě kde byla odlomena hlavička druhého andílka, byl odebrán vzorek vrtné moučky PN K2. Zkouška neprokázala žádné zásadní koncentrace síranových, dusičnanových ani chloridových aniontů.

Obsah aniontů vodorozpustných solí byl ověřován pomocí UV/VIS spektrofotometrie z extraktů vzorků v destilované vodě. K tomuto účelu byl využit spektrofotometr Beckman Coulter DU 720, měření bylo provedeno ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345-525 nm.

Zpráva dokumentující výskyt solí v objektu vypracovaná Ing. Petrou Lesniakovou, PhD. je přiložena na konci dokumentu jako příloha číslo 4.



Obr. 10 - Zákresy odběrů vzorků  
foto. Lukáš Brotánek

### 3.3.4 Měření ultrazvukové transmise

Měření ultrazvukové transmise mělo za cíl zjistit, v jaké je hornina kondici. Charakterizovat vlastnosti povrchu vůči nealterované hornině a materiálové vlastnosti horniny, které se porovnávají se skladbou zdravého kamene. Měření prokazuje, zda se v díle nenachází trhliny, které by ohrožovaly statiku sochy, dutiny a případné zvětrání horniny.

Ultrazvuková transmise měří rychlost průchodu signálu materiálem. Ve zdravé a dobře stmelené hornině je rychlost signálu vyšší než v poréznějším a méně stmelěném. Signál se deformuje, zpomaluje nebo mizí úplně, pokud narazí na trhlinu, nehomogenitu či dutinu.

Při měření jsou k objektu přitisknuty sondy, z nichž jedna signál vysílá a druhá jej přijímá. Měřicí sondy snímají čas průchodu p-vlny a rychlost se vypočítá dle vztahu:  $v = d/t$

v - rychlost UZ, m/s, případně km/s

d - měřená vzdálenost, cm

t - čas přechodu signálu,  $\mu$ s

Měření UZ transmise prokázalo, že materiál není nijak výrazně degradovaný. Jediná místa, kde došlo k zeslabení signálu byly oblasti s patrnými prasklinami nebo trhlinami. Žádná z nich ale neohrožuje statiku sochy. Vyšší míra stmelení materiálu prokázána zvýšením rychlosti průchodu signálu byla pozorována na povrchu cca do hloubky 2.5 cm.

### 3.3.5 Optická mikroskopie sádrovcových krust

Socha je dešťových stínech částečně pokryta sádrovcovými krustami. Byl odebrán vzorek pro potvrzení, že se opravdu jedná o sádrovcovou krustu a pro případ, že by se na soše nacházely zbytky polychromie.

Optickou mikroskopií lze zdokumentovat a charakterizovat povrchové úpravy. Byla doplněna skenovací elektronovou mikroskopií (SEM) s mikrosondou (EDX), které umožňují provést prvkovou analýzu povrchových vrstev. Na základě ní lze určit složení vrstvy.

Optická mikroskopie prokázala, že pod tmavou krustou se nachází v různé míře dochovaná vrstva světlého minerálního nátěru. U obou odebraných vzorků se jednalo o monochromní úpravu v neutrálním bílém až sv. okrovém tónu. Z prvkové analýzy vyplývá, že pojivem úpravy je patrně uhličitán vápenatý, vzhledem k obsahu ostatních prvků, zejména Si, Al, aj. nelze vyloučit ani použití jiného typu minerálního pojiva, např. na bázi hydraulických pojiv. V nátěru byla dále detekována příměs titanové běloby, z čehož vyplývá, že se jedná o pozdější úpravu datovanou do 20. století.

Celá nálezová zpráva vypracovaná Ing. Renatou Tišlovou, PhD, obsahující měření ultrazvukové transmise a optickou mikroskopii, bude přiložena na konci zprávy jako příloha číslo 6.



Obr. 11 - Odběr vzorku pro optickou mikroskopii krusty

### 3.3.6 Rozšířený průzkum tmelících směsí pro křemičité typy pískovců

#### 3.3.6.1. Úvod

Tato část bakalářské práce se zabývá rozšířeným průzkumem tmelících směsí, které by bylo možné využít pro doplňování sochařských děl z mšenského typu pískovce. Cílem bylo na základě průzkumu dostupných a dosud publikovaných informací vytvořit přehled možných variant tmelících směsí, diskutovat jejich vlastnosti a možnosti využití. V první části jsou popsány charakteristiky mšenského pískovce, následují obecné požadavky na plastickou retuš a v třetí části informace zabývající se tmely na jemnozrnné typy pískovců vycházející ze současné praxe a získané ze starších bakalářských prací vytvořených na FR UPa.

#### 3.3.6.2 Mšenský pískovec

Mšenský typ pískovce byl použit na plastice andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého z pražského Pohořelce. Jedná se o jemnozrnný křemenný pískovec bílé až světle šedé barvy, který se těžil v oblasti Litoměřicka v okolí lokality Mšené-lázně. Z hlediska vlastností se hornina vyznačuje nižší pevností a soudržností, vysokou porozitou a střední nasákavostí (tab č....) Hornina se vyznačuje typickými projevy degradace - mechanická poškození, praskliny a trhliny při mechanickém namáhání a zpevnění (silicifikace) povrchu. V městských prostředích dochází k výraznému ztmavnutí povrchových vrstev. Podrobné vlastnosti horniny včetně mikroskopického popisu a vlastností udává následující část.

#### Lom Mšené-lázně

Název lokality:	Mšené-lázně
Místo odběru:	Mšenské pískovce, s.r.o.
Označení vzorku:	CE 15-3 (NA 6)
Makroskopický popis:	křemenný pískovec jemnozrnný, bílý-šedobílý, slídnatý, málo pevný
Metoda hodnocení:	mikroskopie
Způsob hodnocení:	vyhodnocení výbrusu polarizačním mikroskopem
Použité zvětšení:	standardní (32 – 126x) s fotodokumentací

Mikroskopický popis: sedimentární hornina je tvořena jemnozrnnou křemennou klastikou s akcesorickou středně zrnitou příměsí. Opracování křemenných klastů je různorodé od subangulárních (u jemnozrnné frakce) po suboválné až oválné u středně u zrnité frakce. Vedle křemenných klastů se ve významném kvantitativním zastoupení uplatňuje rovněž klastická slída-muskovit různé velikosti od rozměrů prachu po milimetrové lístky. Na slídách lze sledovat deformace, způsobené kompakcí křemenných klastů při konsolidaci sedimentu. V akcesorickém množství jsou zastoupeny klasty silně korodovaných draselných živců. Ve stejném objemu lze identifikovat úlomky křemenem bohatých hornin (většinou silicitů). Základní hmota (matrix) nebyla v ploše hodnoceného výbrusu nalezena. Z analýz je však známo, že ji tvoří křemenný prach, slída-muskovit a kaolinit.

Příslušnost k mořské sedimentaci indikuje sporadicky se vyskytující zelený jílový minerál – glaukonit. Část glaukonitových zrn je degradována následující limonitizací, která působí barevnou změnu ze zelené na rezavě žlutou. Zpevňujícím (diagenetickým) procesem sedimentu je nevýrazná silicifikace, projevující se srůsty křemenných úlomků v místech jejich vzájemného dotyku a vytváří tak tzv. dotykovou strukturu, která se vyznačuje sníženou pevností sedimentu, která je zřetelná u mšenského pískovce makroskopicky (kámen tzv. „sype“ – práší). Tato mechanická vlastnost vyvolala paradoxně oblibu tohoto kamene z důvodů možnosti vytvoření detailů při sochařském opracování kamene. Strukturální obdobou mšenského pískovce jsou pískovce miletické, těžené severně od Velvar (použity masivně na Belvederu).

Stratigraficky přísluší mšenské pískovce perucko-korycanskému souvrství (cenomanu) svrchnokřídové sedimentace české křídové pánve.\*<sup>5</sup>

Mšenský pískovec je v základu velmi světlé šedé barvy. Typicky je však výrazně obarven železitými pigmenty po vrstvách nebo v ploše, vyskytuje se však bez pigmentace nebo v barvě nazelenalé

Odhad složení: křemen  $\approx$  90%, základní hmota 10% hmotnostních

Akcesorie: pyrit, limonit

Textura: masivní (ve vzorku,) jinak nevýrazně vrstevnatá, planární

Struktura: plasmická, výborně vytříděná

Stabilita ve vodě: horniny ve vodě stabilní

Lomné hrany: drsné, nerovné, měkké

Název horniny: Křemenný pískovec, jemnozrnný, výborně vytříděný\*<sup>6</sup>

Obr. 12  
- Mšenský  
pískovec



Určení polohy  
lomů mšenského  
pískovce

\*<sup>5</sup> ŠTAFEN, Zdeněk. *Petrologické vyhodnocení vzorků hornin Českého vysokého učení technického Praha*. 2013.

\*<sup>6</sup> KOUTNÍK, Petr, Petr ANTOŠ, Pavlína HÁJKOVÁ, et al. *Dekorační kameny Čech, Moravy a Slezska*. V Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2015. ISBN 9788074149740.



přírodní kámen	složky	složení (obj. %)	celková porosita (hm.%)	nasákavost vodou (hm.%)	porozita otevřená vodě (obj.%)	pevnost		rychlost UZ transmise (km/s)	E <sub>d</sub> modul (GPa)
						v tlaku (MPa)	v tahu za ohybu (MPa)		
mšenský pískovec	křemenná zrna authigenní křemen šupiny slídk jílová hmota	88 10 1	29,2	7,2 - 15,1	28,5	20,5 - 23,0	0,9 - 1,9		10,9

Tab.1 Složení a vlastnosti mšenského pískovce

### 3.3.6.3 Obecné požadavky na umělý kámen

Hlavní funkcí tmelu je jeho zabezpečovací funkce, která má zabránit další degradaci materiálu. Tmely zamezují zátékání vody trhlinami, její zadržování v kapsách a tím zabraňují možné aktivaci solí a mechanickému trhání kamene opakujícími se mrazovými cykly a krystalickými tlaky. Trhliny a kapsy také tvoří dobré prostředí pro růst biologického napadení, které může způsobit další degradaci materiálu.

Další funkce tmelů je estetická. Pokud na díle chybí část modelace, může toto místo působit rušivě, znemožňovat čitelnost a výpovědní funkci památky a proto je nutné defekty zatmelit.

Mezi základní kritéria při výběru doplňovacího materiálu patří:

- dobré zpracovatelské vlastnosti - možnost přímého nanášení i na svislé plochy bez nutnosti použití šalování
- dobrou plasticitu, vláčnost a lepivost pro dobré tvarování
- možnost opracování po vytvrnutí
- reverzibilitu
- vzhled, zrnitost a struktura povrchu odpovídající doplňovanému kameni
- barevnost odpovídající doplňovanému kameni (ne zcela k nerozeznání)
- shoda v materiálových vlastnostech s temleným substrátem - složení, fyzikální a mechanické vlastnosti

Materiálové vlastnosti tmelů by měly co nejvíce odpovídat vlastnostem doplňovaného kamene. Pokud jsou vlastnosti příliš odlišné, může docházet k porušení kamene. Tmely musí být také chemicky snášenlivé s doplňovaným typem kamene. To brání vedlejším reakcím jako je například tvorba výkvětů. Odolnost a stárnutí daná fyzikálními a mechanickými vlastnostmi by měla být také přizpůsobena okolnímu kameni.

### 3.3.6.4 Tmely běžně užívané v praxi pro tmelení jemnozrnných křemenných pískovců

Nejčastěji užívanými tmely pro doplňování křemičitých pískovců jsou na bázi cementu. Jako kamenivo se používají různé druhy písků a jejich kombinace, tak aby tmel co nejlépe odpovídal strukturou a barevností doplňovanému kameni a přiblížil se jeho fyzikálním vlastnostem. Možností je také užití samotné drcené horniny. Do záměsové vody bývá přidávána akrylátová dispeze (např. Sokrat 2802A.) Směs je možné dobarvit za pomoci barevných pigmentů, pokud není možné dosáhnout požadované barvy pouze výběrem vhodných výplní.

Při užití bílého cementu jako velmi pevného pojiva hrozí riziko, že tmel bude dosahovat odlišných mechanických a fyzikálních vlastností (cemetové tmely mají vysokou pevnost, dále mají nízkou porozitu a paropropustnost, odlišnou teplotní a vlhkostní roztažnost). Tento efekt lze redukovat vhodným nastavením poměru míšení pojiva a kameniva. Dobrých výsledků bývá dosaženo u směsí připravených v obj. poměru 1 : 3 a 1 : 4, pojivo ku plnivu. Vzhled a vlastnosti výsledného tmelu jsou závislé také na množství záměsové vody, jejíž optimální množství se pohybuje kolem 10 % hmotnosti (počítáno na suchá plniva.) Dále se výsledný vzhled tmelu odvíjí též na čase a podmínkách zrání i době, po které je tmel seškrábnutý.

Výhody použití cementových tmelů spočívají:

- přítomnost vody (například v konstrukci) není na závadu, naopak je nutná při tvrdnutí pojiva. Přístup vzduchu pro vytvrzovací reakci není potřeba
- relativně dobrá zpracovatelnost i za teplot blízkých 5 °C
- možnost regulování pevnosti změnou poměru pojiva a plniva
- optimální doba tuhnutí, po které nastává rychlé tvrdnutí
- poměrně krátká doba nutná k dosažení požadovaných mechanických vlastností

nevýhody:

- nutnost zajištění dostatečného množství vody po určitou dobu tvrdnutí tmelu
- riziko zanášení solí - síranu vápenatého a solí Na a K
- vlivem alkálií ztmavují barvu kamene
- docílení optimální barevnosti vůči podkladu - cementové tmely mají tendenci bělat

### 3.3.6.5 Zkoušky tmelících směsí pro sochu andílka ze sousoší sv. Jana Nepomuckého - varianty řešení

Při doplňování restaurované plastiky andílka bylo odzkoušeno šest tvárných směsí, které se lišily zejména použitým kamenivem (k docílení dobrého vzhledu). Základní pojivo byl bílý cement, který byl nahrazován pojivy Tradical PF 70 a NHL 3,5. Složení směsí uvádí tabulka č. 2. Smesi byly hodnoceny jen na základě vlastností, které může v praxi restaurátor použít - zpracovatelské vlastnosti, hodnocení vzhledu a tvrdosti.

#### POUŽITÉ MATERIÁLY

pojivo: bílý cement Aalborg

Tradical PF 70

hydraulické vápno Calcidur NHL 3,5

plnivo: zámělský, střelečský (ST 52 a 56), budislavský, běstovický písek

#### POPIS EXPERIMENTU

- při míchání směsí byl použit empiricky osvědčený poměr pojiva a plniva 1 : 3 obj.d.
- pro dosažení potřebných vlastností byly použity kombinace různých plniv a pojiv
- vzorky směsí byly nanášeny na jemnozrnný pískovec na políčka o rozměrech 5x5 cm a do výšky 1 cm
- před nanášením byl kámen navlhčen pro lepší provázání tmelu s povrchem kamene
- byly sledovány zpracovatelské vlastnosti, výsledná tvrdost (po dvou měsících), struktura a výsledná barevnost vzorků

#### ZÁVĚR

nejlepší výsledky vykazoval vzorek č. 1, pro lepší napodobení struktury doplňovaného kamene byl nahrazen hrubší střelečský písek ST 52 jemnějším ST 56, také barevnost tmelu se blížila doplňovanému kameni

vzorky č. 2 a 3 měly dobrou barevnost, ale byly příliš měkké

vzorky č. 4, 5 a 6 neodpovídaly svou barevností



Obr. 13 - Zkoušky tmelících směsí

umělý kámen	složky vč. ředidla	receptura (pojivo:kamenivo, obj. nebo hm.d)	míchání	aplikace	modelování	schopnost držet složitější tvar	* doba tuhnutí	* doba tvrdnutí
1	zámělský písek střelečský písek ST 52 bílý cement	zámělský písek 1 obj.d střelečský písek 1 obj.d bílý cement pojivo : plnivo 1:3		aplikováno kovovou špachtlí na předvlhčený kámen	směs dobře drží na špachtli	se smění se dobře modeluje, drží tvar, nesype se		
2	zámělský písek střelečský písek ST 52 Traditional PF 70	zámělský písek 1 obj.d střelečský písek 1 obj.d Traditional PF 70 pojivo : plnivo 1:3	není nutné přidávat moc vody	aplikováno kovovou špachtlí na předvlhčený kámen	směs se dobře drží na špachtli	dobře se modeluje, drží tvar po vytvrdnutí je tmel poměrně měkký		
3	zámělský písek střelečský písek ST 52 Calcidur NHL 3,5	zámělský písek 1 obj.d střelečský písek 1 obj.d NHL 3,5 pojivo : plnivo 1:3		aplikováno kovovou špachtlí na předvlhčený kámen	dobře drží na špachtli	dobře se s ní modeluje, dobře drží tvar, po vytvrdnutí je tmel nejměkčí		
4	střelečský písek budislavský písek bílý cement	střelečský písek 2 obj.d budislavský písek 1 obj.d bílý cement pojivo : plnivo 1:3		aplikováno kovovou špachtlí na předvlhčený kámen	směs dobře drží na špachtli	dobře se se směsí modeluje, dobře drží tvar		
5	střelečský písek bílý cement	střelečský písek bílý cement pojivo : plnivo 1:3	nutno přidat více vody	aplikováno kovovou špachtlí na předvlhčený kámen	směs dobře drží na špachtli	se směsí se modeluje hůř		
6	běstovický písek střelečský písek ST 56 bílý cement	běstovický písek 1 obj.d střelečský písek 2 obj. d bílý cement pojivo : plnivo 1:3	nutno přidat více vody	aplikováno kovovou špachtlí na předvlhčený kámen	dobře drží na špachtli	se směsí se dobře modeluje, drží tvar		

Tab. 2 Složení a zpracovatelské vlastnosti zkoušených vzorků tmelů

### 3.3.6.6 Jiné zkušenosti s tmelením jemnozrnných křemenných pískovců

Následující část shrnuje zkušenosti s tmelením jemnozrnných křemenných pískovců, které byly v uplynulých letech zpracovány v bakalářských pracích na FR UPa. Jedná se o dvě studie, které systematicky hodnotily vybrané vlastnosti, jejichž výběr se v obou studiích značně různí. D. Daubner (I.) se zaměřil na zkoumání tmelů na bázi esterů kyseliny křemičité. Přihodnocení s omezil na posouzení zejména zpracovatelnosti a aplikačních vlastností. Z fyzikálních vlastností hodnotí pouze nasákavost tmelů.

Druhá práce autorky E. Matyášové (II.) se zabývá testováním tmelů s pojivem na bázi nitrocelulósy, jež se na našem území běžně neužívá, ale s tímto typem tmelu, jsou dobré zkušenosti ve Francii. Autorka provedla porovnání optických vlastností, zpracovatelnosti, ale vyhodnotila i vybrané fyzikálně-mechanické charakteristiky.

#### I. Tmely na bázi organokřemičitanů

Tyto tmely byly zkoumány v bakalářské práci Daniela Daubnera.

##### POUŽITÉ MATERIÁLY:

Funcosill Steinfestiger 300

Funcosil KSE 500 E

Ifest OH 100

Porosil RZ

křemičitý písek - Sklopísek Střeleč

Funcosil KSE Füllstoff A a B (křemenná plniva pro systém KSE)

plastifikátory Aerosil, kaolin,  $Al_2O_3$

kamenné desky 5x5x1 cm a 10x2x2 cm z hořického pískovce (Podhorní Újezd)

##### POPIS EXPERIMENTU:

###### 1. fáze

vzorky tmelů spojené organokřemičitými prostředky Funcosil 300, Funcosil KSE 500, Ifest OH 100, Porosil RZ

plnivo křemičitý písek

po nanesení kámen odsál většinu zpevňovače, tmel po kameni klouzal, trhal se, šparně se nanášel, ve výškách se bortil

po vytvrdnutí vznikne na povrchu tenká pevná vrstvička, kterou je nutné zbrousit, po zbroušení se tmel sypal, byl křehký a měkký

tmel vhodný pouze pro zarovnání děr a na rovné plochy

###### 2. fáze

pro změnu modelačních vlastností přidáno plnivo KSE Fullstoff A+B od firmy Remmers

na 100g písku 15% a 20% Fullstoff A+B

v 1. sérii 15% jemnozrnného křemičitého plniva (Fullstoff A+B, v poměru 1:1) na 100g písku ... tmely klouzaly, vlastnosti se nezlepšily

v 2. sérii 20% jemnozrnného křemičitého plniva (Fullstoff A+B, v poměru 1:1) na 100g písku ... před nanesením na kámen nejprve šlikrová vrstva

tmel přestal po kameni klouzat, modelační vlastnosti se příliš nezlepšily, soudržnost lepší, ale pouze do výšky 1cm, lze nanášet jen hrubé tvary, tmel je dlouho čerstvý (asi 3 dny)

### 3. fáze

na základě předešlých výsledků vybrány vzorky se kterými se nejlépe pracovalo...pro zlepšení modelačních vlastností přidány další plastifikátory: Aerosil, Kaolin, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> množství 0,5, 1, 1,5 na 100g písku a 20% jemnozrnného křemičitého plniva (Fullsoff A+B, v poměru 1:1), k tomu optimální množství zpevňovače

plastické vlastnosti se výrazně zlepšily, po nanesení šlikrové vrstvy tmely už moc nekloužou, jsou soudržnější

pokud je směs sušší, klouže a trhá se, mokřejší neдрží tvar, bortí se, nelze s ní modelovat

optimální poměr: na 100g písku, 20% jemnozrnného křemičitého plniva (Fullsoff A+B, v poměru 1:1) a do 1% plastifikátoru (Aerosilu, Kaolinu nebo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

k této směsi je nutné přidávat postupně dostatečné množství zpevňovače, aby byla směs dostatečně tvárná

#### ZÁVĚRY:

- přes všechna výrazná zlepšení se dají modelovat jen hrubší geometrické tvary, ty je nutné nechat 2 dny tvrdnout, pak se do nich nechají po seškrábnutí vznikající krusky vyrýt detaily, modelování do cca 3 cm bez zborcení tvaru, bez kónického tvaru do 2 cm

- všechny tmely po smíchání ztmavnou, ale cca do týdne opět zesvětlají a změna barevnosti je zcela minimální

- po dvou dnech zrání je tmel stále čerstvý a měkký, do týdne vytvrdne a zraje asi 3 týdny

pro dobré přilnutí tmelu k podkladu je nutné použít šlikrovou vrstvu, pokud se nepoužije a směs je sušší, organokřemičitan se rychle vsaje do kamene a tmel se málo prováže, potom je křehký, snadno se láme a odděluje od podložky

umělý kámen	složky vč. ředidla	receptura (pojivo:kame- nivo hm.d)	celková porosita (hm.%)	nasákavost vodou (hm.%)		porozita otevřená vodě (obj.%)	pevnost		rychlost UZ transmise (km/s)	E <sub>d</sub> modul (MPa)
				po 24 hod.	po 48 hod.		v tlaku	v tahu za ohybu		
F 300 Kaolin				10,5	11,4					
F 300 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				10,2	11,0					
F 300 Aerosil				11,6	12,5					
F 500 Kaolin				13,1	14,8					
F 500 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				7,5	8,5					
F 500 Aerosil				11,1	11,6					
Porosil RZ Kaolin				8,4	9,2					
Porosil RZ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				6,4	7,9					
Porosil RZ Aerosil				6,4	7,9					

Tab.3 Tabulka vlastností tmelů zkoumaných v práci D. Daubnera  
v práci byly naměřeny pouze hodnoty nasákavosti vodou po 24 a 48 hodinách



umělý kámen	složky vč. ředidla	receptura (pojivo: kamenivo, obj. nebo hm.d)	míchání	aplikace	modelování	schopnost držet složitější tvar	* doba tuhnutí	* doba tvrdnutí
F 300 Kaolin	písek Funcosil 300 Füllstoff A+B kaolin	100 g 23 ml 20 g 1%	směs vlhká	dobře drží na špachtli	lépe při sobě drží i na kameni	dobře se s ní modeluje, lépe než s aerosilem nanášet postupně max do 2 cm výšky, po vyzrání dobrousit rašplí či pilníkem	-	-
F 300 $Al_2O_3$	písek Funcosil KSE 300 Füllstoff A+B $Al_2O_3$	100 g 23 ml 20 g 0,5 %	směs vlhká	na špachtli drží	dobře se s ní modeluje	ve výškách drží tvar pro lepší přilnavost použít šlikrovou vrstvu, tmely se dobře opracovávají možná modelace pouze základních tvarů, -ll-	-	-
F 300 Aerosil	písek Füllstoff A+B Funcosil KSE 300 Aerosil	100 g 20 g 23 ml 1%	směs sušší	dobře drží na špachtli	dobře se staví do výšky	hrany se nebortí, jde s ní modelovat okamžitě do výšek, drží svůj tvar, bez šlikru se na kameni trhá, klouže po něm modelace pouze základních tvarů	-	-

Tab. 4 Složení a zpracovatelské vlastnosti tmelů zkoumaných v práci D. Daubnera

\* tyto vlastnosti nebyly v práci zkoumány

F 500 Kaolin	písek Funcosil KSE 500 E Füllstoff A+B Kaolin	100 g 30 ml 20 g 1 %	směs vlhká	dobře drží na špachtli	drží pohromadě, tvary se nebertí, dobře se s ní modeluje	na podloždu nanést šlikrovou vrstvu, vrstvit postupně max. do 2 cm, modelovat lze pouze základní tvary, po zavadnutí dobrousit	-	-
F 500 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	písek Funcosil KSE 500 E Füllstoff A+B Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100 g 25 ml 20 g 1 %	směs vlhká	drží na špachtli	dobře se staví do výšek dobře se s ní modeluje	téměř vůbec se nedeformuje, dobře drží pohromadě, pro lepší přilnavost nanést šlikrovou vrstvu, vrstvit postupně max do 2 cm, modelovat lze pouze hrubší tvary, po zavadnutí dobrousit	-	-
F 500 Aerosil	písek Funcosil KSE 500 E Füllstoff A+B Aerosil	100 g 30 ml 20 % 1,5 %	směs vlhká	drží na špachtli		ve větších výškách se trochu bortí, pro lepší přilnavost použít šlikrovou vrstvu vrstvy nanášet postupně max do 2 cm, modelace pouze základních tvarů, dobroušení po zavadnutí	-	-

Tab.4 Složení a zpracovatelské vlastnosti tmelů zkoumaných v práci D. Daubnera

Porosil RZ Kaolin	písek Porosil RZ Füllstoff A+B kaolin	100 g 23 ml 20 g 0,5 %	směs vlhká	drží na špachtli	modeluje se s ní dobře	drží při soě, na kameni se trochu trhá, dobře se s ní modeluje i ve výškách nutné použít šlikrovou vrstvu, vrstvit postupně, lze modelovat pouze hrubé tvary, asi za 2 dny dobrousit do definitivního tvaru	-	-
Porosil RZ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	písek Porosil RZ Füllstoff A+B Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100 g 22 ml 20 g 1 %	směs vlhká	drží na špachtli	modeluje se s ní dobře	ve výškách se trochu bortí, dobře přilnavý na kámen, nutné vrstvit postupně, pro lepší provázání s podloužkou použít šlikr	-	-
Porosil RZ Aerosil	písek Porosil RZ Füllstoff A+B Aerosil	100 g 23 ml 20 g 1 %	směs sušší	drží na špachtli	lze s ním dobře pracovat	ve větších výškách drží tvar, nebortí se, trochu se trhá, nanášet lze pouze základní tvary a po vytvrzení dobrousit	-	-

Tab.4 Složení a zpracovatelské vlastnosti tmelů zkoumaných v práci D. Daubnera

## II. Tmely na bázi nitrocelulózy

Tyto tmely byly zkoumány v bakalářské práci Evy Matyášové.

### POUŽITÉ MATERIÁLY:

tmely na bázi nitrocelulózy

plnivo: nadrcený hořický, maletínský, mšenský, božanovský pískovec (s přidáním jednoho podílu křemičité moučky ku třem pískovce, bez moučky kámen po rozdrcení neodpovídal svou zrnitostí přírodnímu pískovci)

pojivo: Mokofix L 4164 (22 - 25% roztok nitrocelulózy ve směsi organických rozpouštědel ethylacetátu a toluenu = nezředěná forma)

v práci zkoumána: granulometre, salinita, sypná váha, vlastnosti připravených filmů, zkoušky umělého stárnutí vlivem UV záření

### POPIS EXPERIMENTU:

všechny druhy nadrcených pískovců mícháány s určitým množstvím nitrocelulózy - k naváženým 50 g plniva dováženo množství pojiva, každá následující směs obsahovala vždy o jeden gram pojiva navíc

hmota byla nanášena na políčko pískovce 4 x 4 cm toho druhu, který byl použit ve směsi

políčko před nanesením tmelu penetrováno 10% roztokem nitrocelulózy v acetonu, po odpaření rozpouštědla byly tmely broušeny

sledovány zpracovatelské vlastnosti, výsledná tvrdost a možnost broušení - na základě zhodnocení těchto vlastností vybrány od každého typu 3 směsy, ze kterých byly připraveny vzorky pro experimenty (objemová hmotnost, krystalizační zkouška, zkouška mrazuvzdornosti, pevnost v ohybu, nasákavost vodou, kapilární vztlínání vody, měření UZ transmise, tanovení paropropustnosti)

u maletínského pískovce zvoleny směsy s poměrem plnivo pojivo 5,5 - 7,1 : 1 (směsi s nižším obsahem pojiva měly špatnou přilnavost k podkladu, s vyšším obsahem pojiva po vyprchání rozpouštědla tmely příliš tvrdé)

u mšenského pískovce zvoleny směsy s poměrem plnivo pojivo 5,5 - 7,1 : 1 ze stejných důvodů jako u předchozího případu

u božanovského pískovce zvolena směs s poměrem plnivo pojivo 5,5 : 3,3 : 1 (směsy s nižším obsahem pojiva nepřilnuly k povrchu, s vyšším obsahem pojiva se daly jen špatně povrchově upravovat)

celkově tmely připravené z božanovského pískovce se nedaly modelovat ani následně brousit - hrubé částice se vydrolovaly z hmoty tmelu a narušovaly tak kompaktnost nanesené hmoty

### ZÁVĚR:

nitrocelulóza je vhodným materiálem pro doplňování jemnozrnných typů křemičitých pískovců, ale není dostatek praktických zkušeností s tímto materiálem, dalším negativem je neznalost jeho stárnutí (možná tendence ke žloutnutí a křehnutí), a problémová zpracovatelnost tmelů a jejich aplikace

umělý kámen	složky vč. ředidla	receptura (pojivo:kame- nivo hm.d)	míchání	apli- kace	modelování	schopnost držet složitější tvar	doba tuhn- utí*	doba tvrd- nutí*
hořický pískovec	HB	Mökofix hořický pískovec	hmota syp- ká, drolí se	-	nevhodná pro modelování dobré broušení	drží na svislé ploše lze s ní dusat a vyplňovat nerovnosti povrchu	-	-
	HC	Mökofix hořický pískovec	hmota kompaktní	-	vhodná pro mode- lování i dusání dobré broušení	na okrajích po nanesení na podklad sypká, drží na svislé ploše, dobrá přilna- vost k podkladu	-	-
	HD	Mökofix hořický pískovec	hmota kompaktní	-	vhodná pro mode- lování i dusání dobré broušení	dobrá přilnavost k pod- kladu, drží na svislé ploše	-	-
maletín- ský pís- kovec	MA	Mökofix maletínský pískovec	hmota sypká	-	bez možnosti modelace vhodná k dusání dobré broušení	drží na svislé ploše	-	-
	MB	Mökofix maletínský pískovec	hmota kompaktní	-	vhodná k modelaci i dusání dobré broušení	na okrajích se po nanesení drolí, drží n svislé ploše, dobrá přilnavost	-	-
	MC	Mökofix maletínský pískovec	hmota kompaktní	-	vhodná k modelaci, nevhodná k dusání hůře se brousí	drží na svislé ploše	-	-

Tab.5 Složení a zpracovatelské vlastnosti tmeľů zkoumaných v práci E. Matyášové

\* tyto vlastnosti nebyly v práci zkoumány

mšenský pískovec	MšA	Mökofix mšenský pískovec	1:7,1	hmota kompaktní	-	vhodná k dusání dobře broušení	po nanesení na podklad se sype na okrajích, drží na svislé ploše	-	-
	MšB	Mökofix mšenský pískovec	1:6,2	hmota kompaktní	-	vhodná k dusání, částečně k modelaci	po nanesení na podklad na okrajích sypká, drží na svislé ploše, dobře se nanáší	-	-
	MšB	Mökofix mšenský pískovec	1:5,5	hmota kompaktní	-	vhodná pro modelci i dusání dobře broušení	drží na svislé ploše, dobře se nanáší na podklad	-	-

Tab.5 Složení a zpracovatelské vlastnosti tmelů zkoumaných v práci E. Matyášové

	BA	Mökofix křemičitá moučka božanovský písko- vec	1:3,3:7,1	hmota sypká	-	zcela nevhodná k modelaci i pro přípravu tenkostěnných tmelů omezená použitelnost pro dusání při broušení se vydroluje	po přitlačení drží na svislé ploše, musí se „utáhnout,“	-	-
božanov- ský pís- kovec	BB	Mökofix křemičitá moučka božanovský písko- vec	1:3,3:6,2	hmota kompaktní	-	nevhodná k mode- laci i pro přípravu tenkostěnných tmelů omezená použitelnost pro dusání při broušení se vydroluje	drží na svislé ploše	-	-
	BC	Mökofix křemičitá moučka božanovský písko- vec	1:3,3:5,5	hmota kompaktní	-	nevhodná k mode- laci a tenkostěnné tmely omezená použitelnost pro dusání špatně se brousí	drží na svislé ploše	-	-

Tab.5 Složení a zpracovatelské vlastnosti tmelů zkoumaných v práci E. Matyášové

umělý nebo přírodní kámen	složky vč. ředidla	receptura (pojivo:kamenivo hm.d)	celková porosita (hm.%)*	nasávkavost vodou (hm.%)	porozita otevřená vodě (obj.%)*	pevnost		rychlost UZ transmise (km/s)	E <sub>d</sub> modul (MPa)*
						v tlaku*	v tahu za ohybu		
hořický pískovec	HB	Mökofix hořický pískovec	-	7,1	-	-	2,0	1,8	-
	HC	Mökofix hořický pískovec	-	7,1	-	-	2,1	1,8	-
	HD	Mökofix hořický pískovec	-	6,3	-	-	2,6	1,8	-
maletínský pískovec	MA	Mökofix maletínský pískovec	-	9,9	-	-	1,9	1,9	-
	MB	Mökofix maletínský pískovec	-	9,6	-	-	1,9	1,9	-
	MC	Mökofix maletínský pískovec	-	4,8	-	-	2,7	2,1	-
mšenský pískovec	MŠA	Mökofix mšenský pískovec	-	7,3	-	-	1,2	1,6	-
	MŠB	Mökofix mšenský pískovec	-	6,9	-	-	1,5	1,4	-
	MŠB	Mökofix mšenský pískovec	-	6,7	-	-	1,7	1,8	-

Tab.6 Složení a vlastnosti tmelů zkoumaných v práci E. Matyášové

\* tyto hodnoty nebyly v práci naměřeny



božanov- ský písco- vec	BA	Mökofix křemičitá moučka božanovský pískovec	1:3,3:7,1	-	15,3	-	-	1,3	2,0	-
	BB	Mökofix křemičitá moučka božanovský pískovec	1:3,3:6,2	-	11,8	-	-	1,2	2,4	-
	BC	Mökofix křemičitá moučka božanovský pískovec	1:3,3:5,5	-	7,7	-	-	2,8	2,4	-

Tab.6 Složení a vlastnosti tmelů zkoumaných v práci E. Matyášové

### 3.3.6.7 Shrnutí a závěr

Tato část práce se si kladla za cíl shromáždit možnosti řešení doplňků jemnozrných křemičitých pískovců, pro něž se v současné restaurátorské praxi plošně užívají cementové tmely bez reflexe vlastností tmelené horniny. Příkladem může být restaurovaná socha andílka, která je vytvořená z mšenského pískovce, který se vyznačuje specifickými vlastnostmi. Zejména je to nízká pevnost, vysoká porosita a střední nasákavost vodou. Z toho vyplývá, že pro provádění doplňků je nutné přiblížit se vždy individuálním vlastnostem horniny, které mohou značně variovat.

Doplňky/tmelící směsi, které vyhovují křemičitém pískovcům mohou být připraveny z různých pojiv i plniv. Nejběžnějším typem pojiva je cement, lze ale využít, s celkem dobrými výsledky, například estery kyseliny křemičité nebo polymerní pryskyřice. Poslední dvě zmiňované skupiny jsou v celku dobře prostudovány v bakalářských pracích D. Daubnera (2004) a E. Matyášové (2003), kteří na základě vybraných vlastností provedli jejich zhodnocení. Více takto systematicky zpracovaných studií koncipovaných pro tuzemské typy pískovců v uplynulých letech nevniklo a tato krátká studie měla naznačit současný stav a potřebu rozpracování dané problematiky.

Jednoznačně ze srovnání těchto tří skupin pojiv vychází nejlépe tmely na bázi cementu. Ty byly na základě omezeného počtu parametrů odzkoušeny v rámci průzkumové fáze restaurovaného díla z pískovce. Při zkouškách tmelících směsí byly zkoumány různé kombinace plniv kvůli napodobení struktury a barvy vůči doplňovanému kameni. Kvůli empiricky dobrým zkušenostem s použitím bílého cementu, figurovalo toto pojivo ve většině provedených zkoušek. Jako alternativa byly provedeny i zkoušky za použití hydraulického (NHL 3,5) a trasového vápna (Tradical PF 70). Vlastnosti těchto tmelů ale nedosahovaly tak dobrých výsledků jako při použití cementu, zvláště z ohledu optických vlastností (tmelená hornina je bílá až našedlá). Pojivo Tradical PF 70 subjektivně nevyhovovalo pevností. Při zkouškách je patrné, že užití cementových směsí má jednoznačné výhody. Především je to bezproblémová zpracovatelnost a variabilita receptur s níž lze pracovat při nastavení vlastností umělého kamene. V případě tmelů na andílka byla použita receptura 1:3, obj., kamenivem byla jemná frakce střelečského písku a zámělský písek v poměru 1:1. Další výhodou je výjimečná plasticita z tvárných směsí, kterou nelze dosáhnout například u tmelů s estery kyseliny křemičité i u směsí s polymerní pryskyřicí.

V určitých případech - tmelení malých defektů bez reliéfu - by bylo možné využívat tmely na bázi organokřemičitanů. Jejich nesporná výhoda je materiálová skladba, která je příbuzná silikátovým horninám. Negativem, který značně limituje jejich použití je příprava a aplikace směsi, z čehož vyplývá, že tyto tmely se nedají použít pro doplňování výrazně plastických částí, ale pouze pro základní geometrické tvary, které se ještě dají upravit následným probroušením. Nicméně pro potřebu vytmelit pouze defekty v ploše kamene je tento tmel vynikající a i po čase si uchovává svůj vzhled a nepodléhá přílišné degradaci.

Variantu řešení doplňků představuje použití směsí na bázi syntetických pryskyřic. Systematicky je zpracována studie použití nitrocelulósy, u nás by stálo za vyzkoušení vyhodnotit tmely na bázi některé akrylátové pryskyřice (např. Paraloid B72 nebo 82).

Z výsledků testování tohoto typu tmelů vychází, že nitrocelulósa je vhodným materiálem pro doplňování jemnozrnných typů křemičitých pískovců, ale negativem je nedostatek praktických zkušeností s tímto typem materiálu a neznalost jeho stárnutí (nitrocelulósa jako polymer má tendenci žloutnout, křehnout a to v krátkém časovém období). Kromě uvedeného může být limitem jejich použití zpracovatelnost tmelů (pryskyřice je v organickém rozpouštědle) a jejich aplikace (nevhodná k modelaci i pro přípravu tenkostěnných tmelů, omezená použitelnost při dusání). Podobné vlastnosti lze předpokládat i pro jiné typy tmelů na bázi roztoků pryskyřic.

Na závěr je nutné říci, že cílem práce nebylo provádění samostatného výzkumu nebo testování vlastností tmelících směsí, ale shromáždění podkladů, které se danou problematikou tmelení jemnozrnných křemičitých pískovců v minulosti zabývaly. Předpokládá se, že text může být také podkladem pro další doplňování, rozšíření či porovnání v případě testování jiných typů tmelících směsí.

#### 4. VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU

Dílo prošlo řadou restaurátorských zásahů, které jsou na soše patrné. Nejvýrazněji z nich působí zásah z roku 1965, při kterém byla při nehodě oddělena hlavička druhého andílka a část obláčku na přední straně plastiky.

Na základě zkoušek nasákavosti je evidentní, že silikátové krusty uzavírají povrch a proto je bude třeba odstranit. Působí také rušivě na pohled, neboť rozbíjí modelaci sochy.

Soli se po odebrání vzorků neprokázaly, tudíž není nutné provádět žádné opatření kvůli jejich odstraňování.

Odebraný vzorek sádrovcové krusty prokázal, že se pod nimi nacházela barevná úprava a na těchto zbytcích se zřejmě také krusty vytvořily. Krusty by měly být potlačeny, především kvůli poškozování materiálu pod nimi. Také negativně ovlivňují vnímání modelace sochy. Jejikož chybí fotografická dokumentace, na které by bylo dílo opatřeno barevnou úpravou a dochované zbytky barevnosti na plastice jsou dochované v tak malé míře, lze jen stěží vytvořit náhled původního barevného zpracování.

Jejikož ultrazvuková transmise neprokázala poškození materiálu, ze kterého je socha vytvořena, není nutné provádět celoplošné hloubkové zpevnění, pouze oddělené fragmenty hlavičky bude třeba zpevnit. Prasklina, která se táhne na pravém boku obláčku také nijak staticky dílo neohrožuje. Není tudíž nutné toto místo zajišťovat čepy nebo kramlemi.

Erodovaný materiál na vršku hlavy rukou a křídel nepůsobí nijak rušivě, tudíž se tato hmota nebude doplňovat. Čepy, které zbyly v místech odlomení hlavy a doplňku spodku obláčku nejsou nijak korodované, takže mohou v soše zůstat a nemusí se nahrazovat za nové.

Historické tmely nacházející se na objektu budou vyjmuty, neboť jsou již dožilé, neodpovídají svou barevností ani hrubostí materiálu sochy, a jelikož už neplní svou funkci, budou odstraněny, kámen pod nimi konsolidován a nahrazeny novými tmely.

Celkově dílo působí na pohled roztráštěně, neboť je z velké části pokryto zčernalými silikátovými krustami, sádrovcovými krustami a místy se objevují zahnědlá místa v důsledku zmýdelnění historických barevných úprav. Dílo by mělo být zceleno, aby nebylo narušeno jeho vnímání. Toho by mělo být dosaženo očištěním, jehož míra bude konzultována se zástupci NPÚ.

## 5. KONCEPCE RESTAURÁTORSKÉHO ZÁSAHU

Andílek bude po restaurování umístěn zpět do exteriéru a proto by zásah měl ochránit dílo před dalším poškozováním klimatickými podmínkami (odstraněním silikátových krust, zatmelením míst, ve kterých by se mohla zdržovat voda). Kvůli zlepšení čitelnosti díla budou ztenčeny krusty, které dílu momentálně esteticky velice škodí. Uzavírají též povrch kamene, a to může způsobit jeho degradaci.

Při restaurování budou průběžné výsledky komparovány s druhým andílkem a sochou sv. Jana Nepomuckého, aby výsledek čištění neměl znatelné rozdíly mezi těmito sochami.

Zbytky historických tmelů, které jsou již dožilé, tvarově a strukturou neodpovídají materiálu sochy, budou odstraněny. Místa pod nimi konsolidována a doplněna novými tmely.

Bude slepena oddělená hlavička druhého andílka z boku obláčku a dotmeleny chybějící části. Dílo bude barevně sjednoceno, pro jeho celistvý vzhled. Po restaurování bude celé sousoší osazeno zpět na podstavec.

## 6. NAVRHOVANÝ POSTUP PRACÍ

Nejprve bude socha očištěna od prachových depozitů a biologického napadení za pomoci vodní páry. Aby nedošlo k mechanickému poškození kamene budou použity nekovové kartáče, štětce a skalpel. Po očištění budou lépe rozeznatelné staré tmely, jejichž stav bude zhodnocen, a pokud budou již dožilé, tvarově či strukturně neodpovídající, budou odstraněny. Místa pod nimi následně konsolidována přípravky na bázi organokřemičitanů

Na základě zkoušek bude vybrána metoda pro ztenčení krust. Podle zkušeností má dobré výsledky použití laseru popřípadě v kombinaci s mikroabrazivní metodou. Míra čištění bude konzultována se zástupcem NPÚ.

Ultrazvuková transmise nepotvrdila ohrožení statiky sochy trhlinou v obláčku ani jiná závažná poškození, není tudíž nutné toto místo zajišťovat a trhlina bude pouze vyinjektována. Fragmenty odlomené hlavičky budou slepeny dohromady dvousložkovým lepidlem. Hlavička bude přiložena na své místo a nejprve domodelována v sochařské hlíně. Až následně bude přilepena napevno na stávající čep a dotmelená do své původní podoby podle historických fotografií.

Vytvořené tmely doplní evidentně chybějící modelaci, aby dílo nepůsobilo torzálně - především se jedná o doplnění částí odlomené hlavičky a křídla pod ní. Další tmely budou aplikovány tak, aby zabraňovaly dalšímu poškozování sochy, například zdržováním vody v místech s úbytkem modelací. Po vytmelení bude dílo barevně sjednoceno světlostálými pigmenty.

## 7 PRŮBĚH RESTAURÁTORSKÝCH PRACÍ

### 7.1 Čištění biologického napadení a prachových depozitů

Po transportu andílka do sochařského ateliéru bylo přistoupeno k očištění sochy od biologického napadení. Nejprve bylo dílo čištěno za sucha, a to proto, aby byly sejmuty ty nejhrubší nečistoty a při následném čištění za mokra se špína nezanášela hlouběji do materiálu. Štetci byla sejmuta prachová vrstva, sklapelem a nekovovými kartáči biologické napadení.

Ve druhé fázi byla socha dočištěna vodní párou. Při této metodě nedochází k takovému namočení sochy jako při klasickém omytí vodou. Při přílišném namočení by mohlo dojít k mobilizaci zmydelnatělých olejů a tvorbě hnědých skvrn na povrchu díla.



Obr. 14 - Čištění biologického napadení

### 7.2 Konsolidace

Po očištění díla od biologického napadení byla provedena revize starších restaurátorských vysprávek, zjistilo se, že jsou již dožilé a svou strukturou nevhodné. Přistoupilo se tedy k jejich vyjmutí. Většina jich už na místě nedržela a bylo tak možné je lehce vyjmout skalpelem.

Odstraněny také byly zbytky lepidla, které drželo odpadnutou hlavičku na místě. Po vyjmutí těchto tmelů bylo nutné místa pod mini konsolidovat, neboť se drolila. Ke konsolidaci byl použit přípravek KSE 100 od firmy Remmers. Ten byl aplikován injekční stříkačkou s jehlou na poškozená místa.

Stejným způsobem byly zpevněny též fragmenty odlomené hlavičky druhého andílka.

### 7.3 Čištění síkatových krust

Nejprve byly provedeny zkoušky čištění:

1. laserem - s aplikací vody na povrch před čištěním
2. laserem - bez aplikace vody povrch před čištěním
3. mikroabrazivní metodou
4. chemickou pastou firmy Remmers
5. kombinací laseru a mikropískování



Obr. 15 - Zkoušky čištění síkatových krust

Výhodou laseru je, že nepoškozuje materiál, ale mírně mění barvu kamene do hněda. Pískováním povrch lehce zešedne. Z výsledků je jevílo jako nejlepší použití kombinace laseru a mikropískování. Před laserováním nebyl povrch sochy předmáčen, protože při aplikaci vody bylo místo o očištění výrazněji zahnědlé než bez použití vody.

Po očištění laserem, bylo přistoupeno k dočištění mikroabrazivní metodou. Ta také dilo na pohled více scelila.

## 7.4 Čištění sádrovcových krust

Sádrovcové krusty, vytvořené na zbytcích polychromie, byly z velké části nesoudržné a na podkladu již nedržely. Barevnou vrstvu pod krustami, které byly již od povrchu oddělené, by nebylo možné zachránit. Jelikož tyto krusty poškozovali povrch kamene a zachované zbytky barevné úpravy byly nalezeny i v některých záhybech modelace (barevnost zůstane tedy alespoň z informativního hlediska zachována), došlo k jejich redukci mechanickou cestou. Krusty byly sejmuty skalpelem a v menší míře ponechány a pouze potlačeny natolik, aby nebyly při pohledu tvarově nápadné.

## 7.5 Lepení a injektáž

Před samotným tmelením byly sestaveny fragmenty z odpadlé hlavičky andílka, ta byla umístěna do místa, odkud byla oddělena a chybějící modelace byla doplněna v sochařské hlíně, pro ujasnění budoucí modelace v tmelu. Jako podklad při modelování sloužila historická fotografie. Po namodelování byl andílek sfocen, pro předlohu při samotném modelování.

Po ujasnění modelace byly fragmenty postupně slepeny pomocí dvou složkového lepidla a částečně vytmeleny. Dutiny byly vyplněny injektážním prostředkem Vapo Injekt injekční stříkačkou s jehlou. Hlavička byla částečně vytmelená, aby ji bylo možné přilepit na původní místo a ke stávajícímu čepu.

Vyinjektována byla též svislá prasklina na pravém boku obláčku pod oddělenou hlavou.



Obr. 16 -  
Injektáž tmelené hlavičky

## 7.6 Plastická retuš

Po injektáži a lepení bylo možné přistoupen k plastické retuši. Domodelována byla hlavička druhého andílka a dotmeleny místa, kde byly původně historické tmely. V korodované oblasti korunky na palladiu, ruky která jej drží a temene hlavy andílka byla vyplněna místa, ve kterých by se zadržovala voda a způsobovala tak další degradaci materiálu.

## 7.7 Barevná retuš

Po vytvrnutí tmelů zbývalo zapojit je barevně do vzhledu díla. Pro retuš byly použity barevné pigmenty a jemné štětce. Příliš tmavá místa na soše, která se nepodařilo zapojit mikropískováním byla barevně zesvětlena, aby dílo působilo celistvě.

## 8. POUŽITÉ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE

Čištění od biologického napadení:

mechanické čištění pomocí skalpelu, nekovových kartáčů a štětců  
demineralizovaná voda, vodní pára

Konsolidace:

injekční jehly a stříkačka  
zpevňovač na bázi etylesteru kyseliny křemičité bez obsahu rozpouštědel - Funcosil KSE 100 od firmy Remmers

Čištění krust:

Q-switched Nd:Yag laser, při vlnové délce 1064 nm  
mikroabrazivní metodou pomocí Sandmaster FG1 – 93 Restauro s abrazivem Korund

Lepení:

kovová špachtle pro míchání a nanášení  
Gelovité 2-komponentní epoxidové lepidlo Akepox 5010

Injektáž:

injekční stříkačka a jehly, vata  
injektažní směs na základě směsného hydraulického vápenného pojiva VAPO injekt, voda

Plastická retuš:

kovové špachtle pro nanášení a modelaci  
písek střeleč ST 56, písek záměl, bílý cement, voda, písky v poměru 1 : 1, pojivo s plnivem 1 : 3

Barevná retuš:

jemné štětce  
světlostálé barevné pigmenty Bayfferox, 1,5 % akrylátová disperze K9



## 9. NOVÁ ZJIŠTĚNÍ

Před ani při restaurování nebyly zjištěny žádné nové zásadní informace, které by ovlivňovali restaurování, či znemožňovaly navrácení sochy zpět do exteriéru.

## 10. DOPORUČENÝ REŽIM PAMÁTKY

Socha bude umístěna zpět do exteriéru a bude tužič zнову podléhat klimatickým změnám a atmosférickým podmínkám. Proto je nutné stav sochy minimálně každých 5 let kontrolovat. Zda tmely plní svou funkci, neuvolňují se, zda se nemění barevnost a nevznikají nové krusty. Také je třeba sochu pravidelně čistit od prachových depozitů a biologického napadení.

## 11. POUŽITÁ LITERATURA A PRAMENY

BROTÁNEK, Lukáš, *Restaurátorský průzkum sousoší sv. Jana Nepomuckého na Pohorelcích*, 2015

TIŠLOVÁ, Renata, *Průzkum povrchových úprav, stavu a míry poškození*, 2016

ŠTAFEN, Zdeněk, *Petrologický průzkum*, 2014

ŠTAFEN, Zdeněk. *Petrologické vyhodnocení vzorků hornin Českého vysokého učení technického Praha*. 2013.

KOUTNÍK, Petr, ANTOŠ, Pavlína, HÁJKOVÁ, *et al.* *Dekorační kameny Čech, Moravy a Slezska*. V Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2015. ISBN 9788074149740.

VLČEK, Pavel, *Umělecké památky Prahy*. Praha: Academia, 2000. ISBN 8020008322.

MATYÁŠOVÁ, Eva. *Tmely na pískovec na bázi nitrátu celulosy: jejich fyzikálně-chemické a zpracovatelské vlastnosti*. Litomyšl, 2003. Bakalářská práce. Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl. Vedoucí práce Renata Vyskočilová.

DAUBNER, Daniel. *Srovnání vlastností tmelů pojených organokřemičitými prostředky aplikovaných v tenké vrstvě při restaurování pískovce*. Litomyšl, 2004. Bakalářská práce. Institut restaurování a konzervačních technik Litomyšl. Vedoucí práce Karol Bayer.

Dekorační kameny [online]. Česká geologická služba, 2009. Dostupné z: [http://dekoracni-kameny.geology.cz/index\\_cz.pl](http://dekoracni-kameny.geology.cz/index_cz.pl)

Pohorelec. Praha virtuální [online]. Magistrát hl. m. Prahy: Panoramas s.r.o., 2016 [cit. 2016-08-07]. Dostupné z: <http://virtualni.praha.eu/namesti/pohorelec.html>

## 12. OBRAZOVÁ ČÁST



Obr. 17 - Anfas andělka, stav před restaurováním



Obr. 18 - Právý bok andílka, stav před restaurováním  
47



Obr. 19 - Záda andílka, stav před restaurováním



Obr. 20 - Levý bok andílka, stav před restaurováním  
49

## Průběh restaurování

před čištěním



po očištění

Obr. 21 - Průběh  
čištění biologického  
napadení

před čištěním

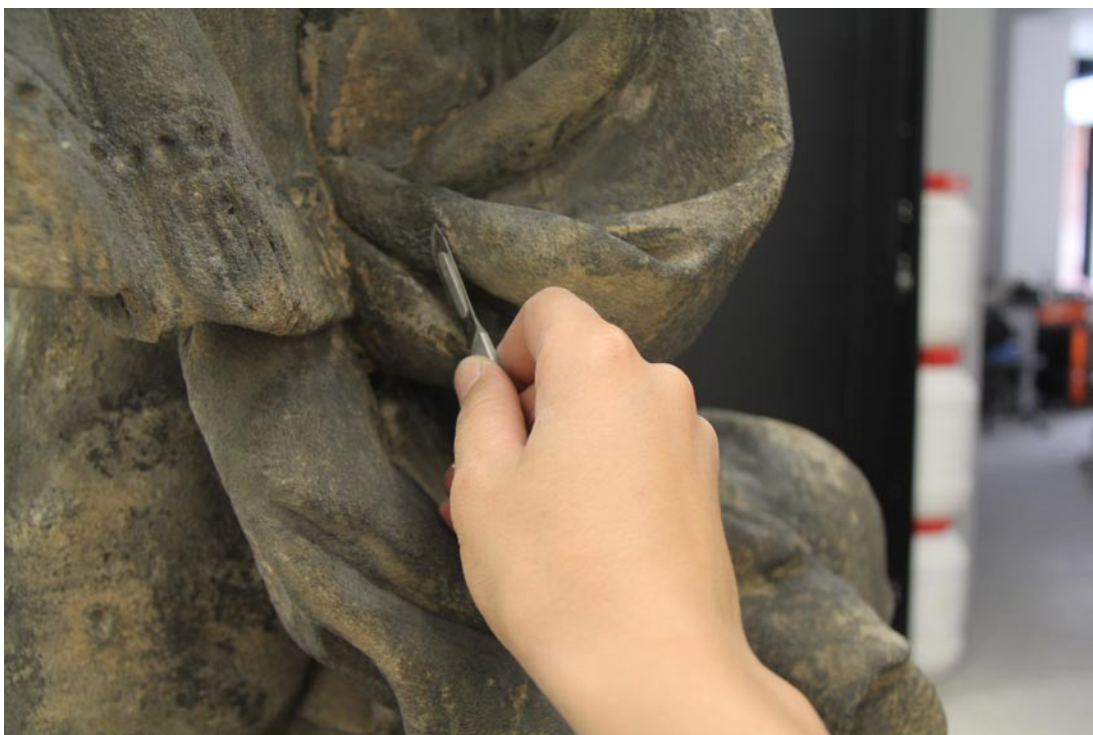


po očištění

Obr. 22 - Průběh  
čištění silikátových  
krust



Obr. 23 - Po očištění  
mikroabrazivní  
metodou



Obr. 24 - Odstranění sádrovcových krust



Obr. 25 - Injektáž prasinly v obláčku



Obr. 26 - Fragментy oddělené hlavičky



Obr. 27 - Sestavení fragmentů hlavičky



Obr. 28-  
Domodelování  
hlavičky



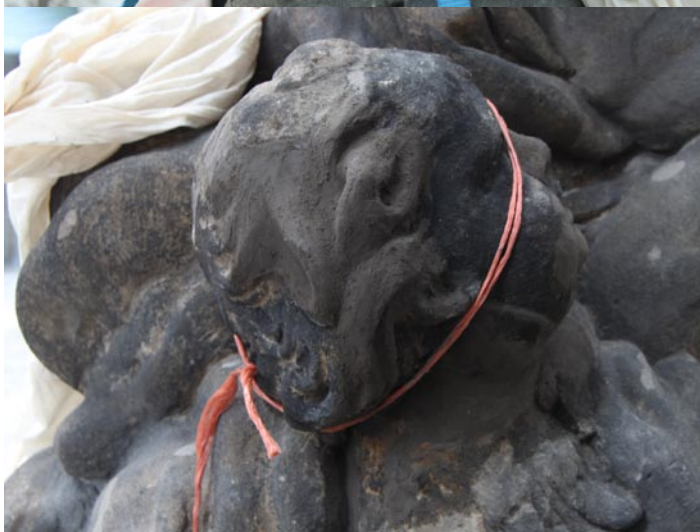
Obr. 29  
- Vytmelení  
prasklin



Obr. 30 - Lepení  
částečně vytmelené  
hlavičky



Obr. 31  
- Tmelení  
hlavičky





Obr. 32 -  
Stav andílka  
po tmelení  
- anfas

Obr. 33 -  
Stav andílka  
po tmelení  
- záda





Obr. 34 -  
Barevná retuš  
- křídlo



Obr. 35 -  
Barevná retuš  
- hlavička



Obr. 36 - Anfas andílka - stav po restaurování



Obr. 37 - Pravý bok andílka - stav po restaurování



Obr. 38 - Záda andílka - stav po restaurování



Obr. 39 - Levý bok andílka - stav po restaurování



Srovnání stavu  
— před a po  
— restaurování

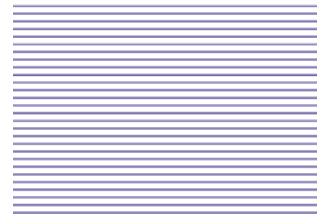




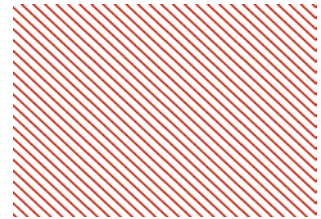
## 13. PŘÍLOHY

### 13.1 Příloha č. 1 - Grafické znázornění poškození





eroze povrchu materiálu

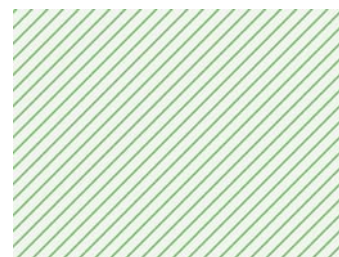


nerozové čepy



chybějící / odlomená modelace





biologické napadení



staré tmely





nové tmely



## 13.2 Příloha č. 2 - Historické fotografie sousoší



### 13.3 Příloha č. 3 - Petrologický průzkum

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

Místo odběru : figury

Označení vzorku : PNK-2

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

Metoda hodnocení : mikroskopie

Způsob hodnocení : vyhodnocení výbrusu polarizačním mikroskopem

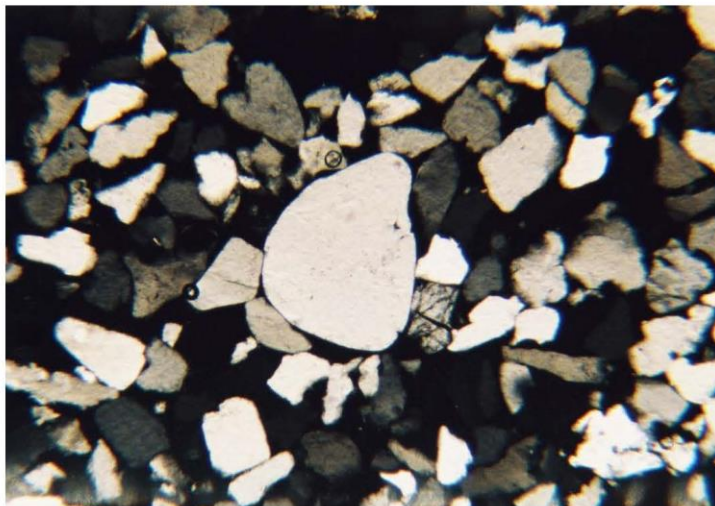
Použité zvětšení : standardní (32 – 126x) s fotodokumentací

Mikroskopický popis: horninu vzorku PNK-2 lze na základně mikroskopického vyhodnocení označit jako jemnozrnnou sedimentární psamitickou horninu a zařadit ji jako *pískovec křemenný, jemnozrnný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný*. Převažující klastickou složkou jsou úlomky křemene s nepravidelným opracováním jejich povrchu od úlomků angulárních (ostrohranných) po úlomky suboválné. U uvedené středně zrnité příměsi lze sledovat vyšší míru opracování povrchu, kdy většina z nich jsou klasty oválné, nebo fragmenty těchto oválných klastů. Velikost jemnozrnné frakce se pohybuje od cca 0,21 mm a menších, velikost středně zrnitých úlomků je v rozmezí cca 0,50 – 0,30 mm. Složení pískovce je téměř monominerální a je zastoupeno výhradně křemenem. V akcesorickém množství se vyskytují klasty křemenem bohatých hornin. Zpevňujícím procesem (diagenezí) sedimentu je nepříliš výrazná silicifikace, projevující se lokálními srůsty křemenných úlomků v místech jejich vzájemného dotyku. Nízký stupeň silicifikace u takto čistě křemenného pískovce je poněkud neobvyklá a lze předpokládat jeho sníženou pevnost. Svou strukturou a minerálním složením připomíná hodnocený sediment pískovec „mšenského“ typu. Na rozdíl od něj však nebyla nalezena obvyklá slída (muskovit) a akcesorický kaolinit. Obvyklé sekundární minerály nebyly ve struktuře hodnoceného vzorku nalezeny. Na povrchu kamene byla identifikována a dokumentována vápenná (mikritová) úprava, jejíž síla nepřesahuje 0,5 mm. Nepřítomnost klastického plniva (identifikován pouze akcesorický jemnozrnný křemen) naznačuje, že tato úprava je nátěrem.

Závěr : struktura a minerální složení hodnoceného pískovce je natolik nespecifická („obvyklá“), že lze obtížně stanovit jeho lokalitu původu. Je však pravděpodobné, že se jedná o svrchnokřídové sediment české křídové pánve a to sice jejího perucko-korycanského souvrství (cenomanu). Těchto lokalit je v okolí Prahy na erozním okraji pánve řada.

Vypracoval : RNDr. Zdeněk Štaffen, 28. 11. 2014

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

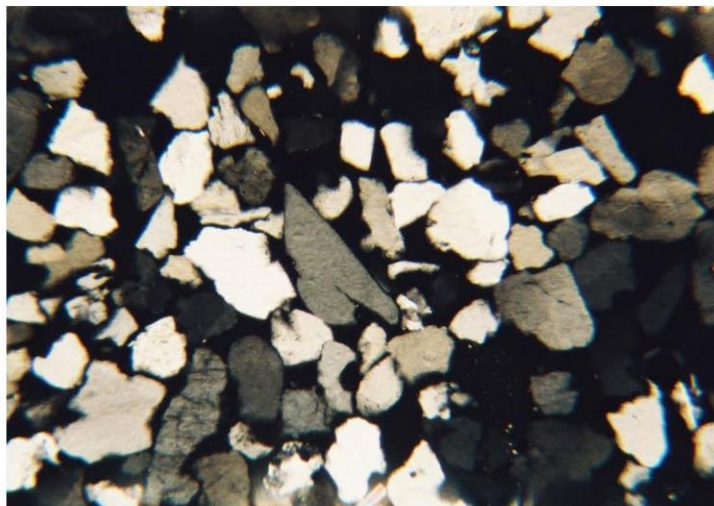


Pískovec křemenný, jemnozrný se střednězrnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
jemnozrné křemenné úlomky s různým opracováním povrchu, SZ oválný klast křemene

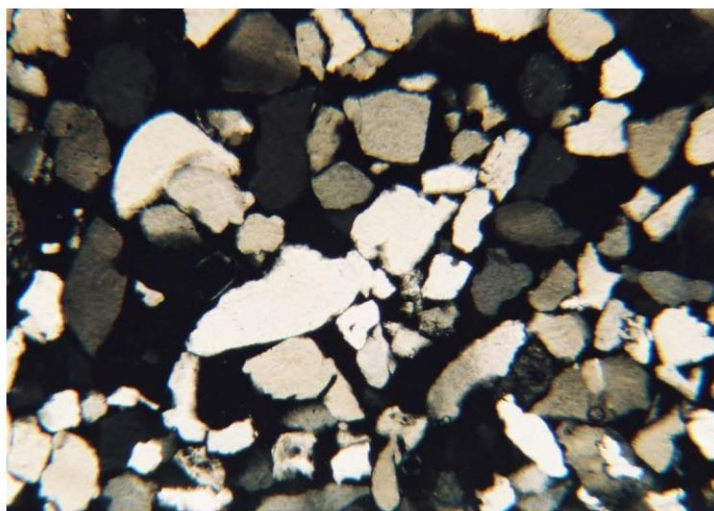


Pískovec křemenný, jemnozrný se střednězrnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
jemnoz. křemenné úlomky s různým opracováním povrchu, fragment oválného klastu křemene

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



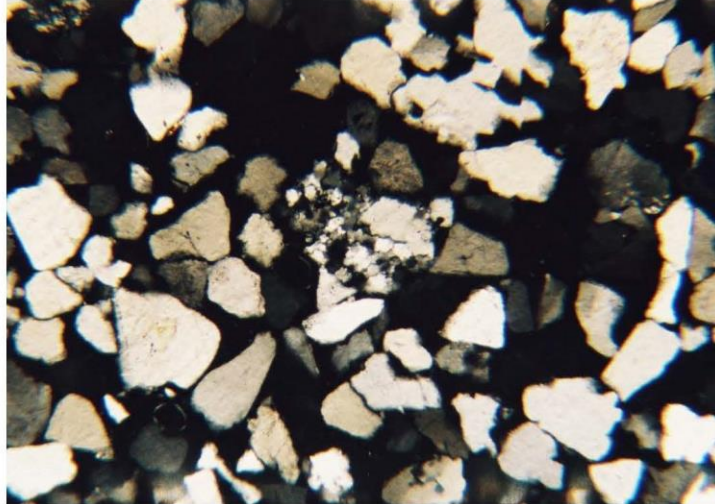
Pískovec křemenný, jemnozrný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
jemnozrné křemenné úlomky s různým opracováním povrchu, SZ angulární klast křemene



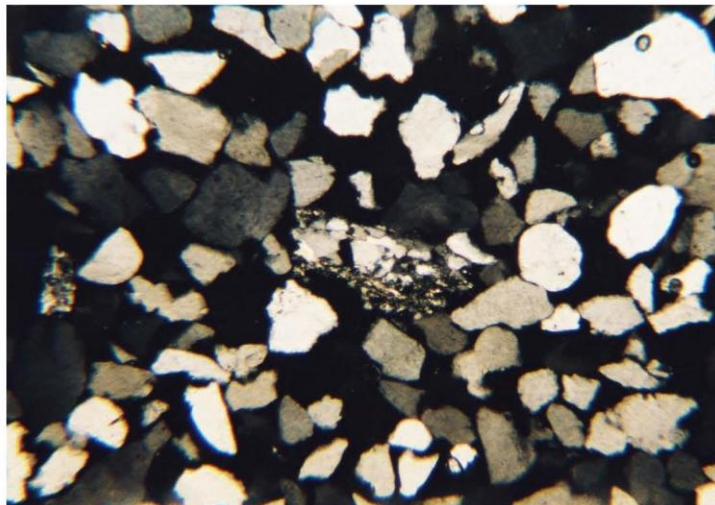
Pískovec křemenný, jemnozrný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
jemnozrné křemenné úlomky s různým opracováním povrchu, SZ subangulární klast křemene



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

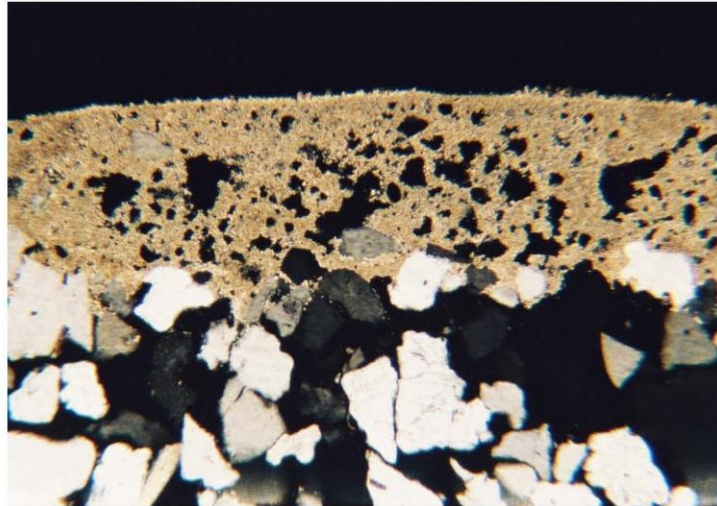


Pískovec křemenný, jemnozrnný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
křemenné úlomky s různým opracováním povrchu, přítomnost křemenných hornin

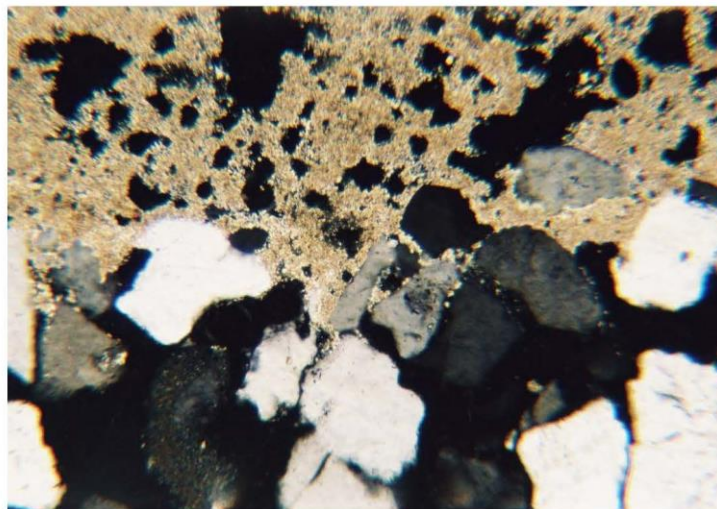


Pískovec křemenný, jemnozrnný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
křemenné úlomky s různým opracováním povrchu, přítomnost křemenných hornin

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

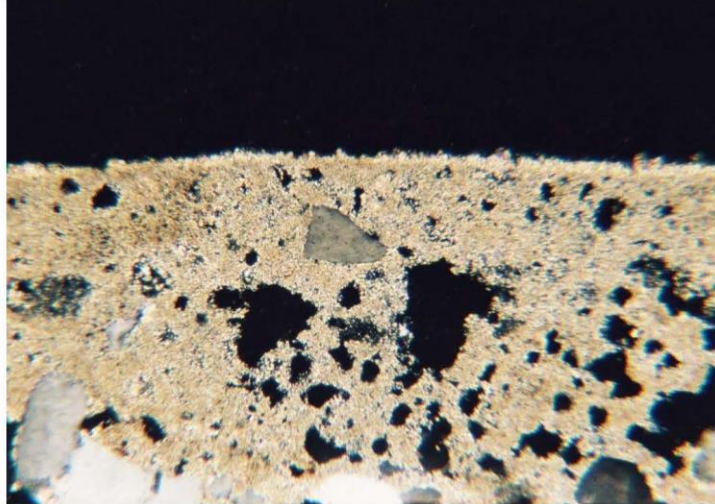


Pískovec křemenný, jemnozrnný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 32x, nikoly X  
vápená (mikritová) úprava povrchu pískovce o síle 0,48 mm (nátěr?)

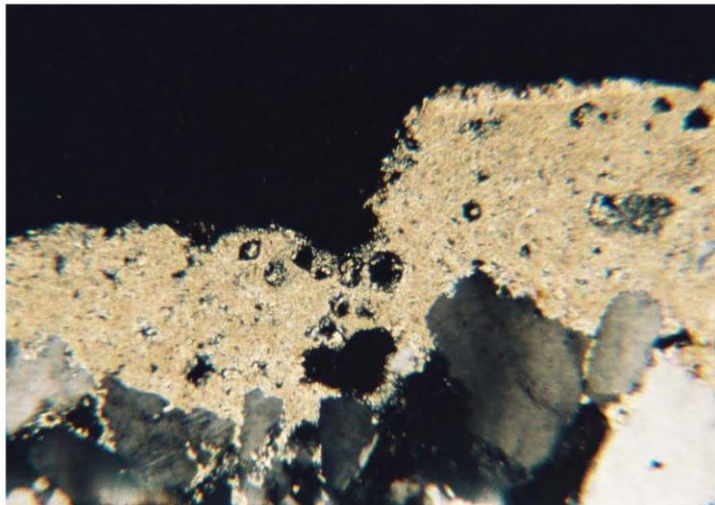


Pískovec křemenný, jemnozrnný se střednězrnnou příměsí, slabě silicifikovaný  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 63x, nikoly X  
vápená (mikritová) úprava povrchu pískovce, pronik vápené hmoty do povrchu struktury

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



**Pískovec křemenný, jemnozrný se střednězrnou příměsí, slabě silicifikovaný**  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 63x, nikoly X  
vápenná úprava povrchu pískovce, akcesorická přítomnost JZ křemene v mikritu



**Pískovec křemenný, jemnozrný se střednězrnou příměsí, slabě silicifikovaný**  
vzorek PNK-2, figury, zvětšení 63x, nikoly X  
vápenná úprava povrchu pískovce kopíruje morfologii povrchu kamene

## 13.4 Příloha č. 4 - Chemicko-technologický průzkum



### Chemicko-technologický průzkum sv. Jan Nepomucký, Pohořelec, Praha 1

#### Zadavatel průzkumu:

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

#### Specifikace objektu, lokalizace objektu:

Praha 1, Pohořelec, sousolí sv. Jana Nepomuckého s postranními sochami dvou andělů, pískovec

#### Zadání průzkumu, odběr vzorků:

Počet analyzovaných vzorků: 26 - obsah vodorozpuštěných solí, 9 - materiálový rozbor, stratigrafie povrchových úprav, odběr vzorků provedl restaurátor

Cíle průzkumu: stanovení obsahu vodorozpuštěných solí (vzorky PNS), mikroskopický průzkum tmelů (vzorky PNT), stratigrafie povrchových úprav (vzorky PNP).

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

Evidenční číslo	Označení, lokalizace, popis	Stanovení
-	PN S1 Vrtná moučka - A 0-2 cm, B 2-5 cm, C 5- 10 cm, D 10-15 cm, výška odběru 24,5cm	obsah vodorozpuštěných solí
-	PN S2 Vrtná moučka - A 0-2 cm, B 2-5 cm, C 5- 10 cm, D 10-15 cm, výška odběru 116cm	obsah vodorozpuštěných solí
-	PN S3 Vrtná moučka - A 0-2 cm, B 2-5 cm, C 5- 10 cm, D 10-15 cm, výška odběru 192cm	obsah vodorozpuštěných solí
7657	PN S4 Vzorek povrchu kamene 0-1 cm	obsah vodorozpuštěných solí
-	PN S5 Vrtná moučka - A 0-2 cm, B 2-5 cm, C 5- 10 cm, D 10-15 cm, výška odběru 285cm	obsah vodorozpuštěných solí
-	PN S7 Krusta, přední část v záhybu roucha sv. Jana Nepomuckého	obsah vodorozpuštěných solí
7640	PN P1 Krusta pod pravou rukou sv. Jana Nepomuckého	stratigrafie
7641	PN P2 Lem roucha sv. Jana Nepomuckého - levá strana, zadní pohled	stratigrafie
7642	PN P3 Lem roucha sv. Jana Nepomuckého - pravá strana, zadní pohled	stratigrafie
7643	PN P4 Přední soklová část - tmavá vrstva	stratigrafie
7644	PN T1 Tmel dvouvrstvý šedý - zadní strana podstavce, obsahuje vrstvu světle šedého tmelu a vrstvu tmavě šedého tmelu, mikroskopicky byla studována vrstva tmavého šedého tmelu s viditelnými zrnky písku na povrchu s fragmentem horniny	materiálový rozbor, obsah vodorozpuštěných solí
7645	PN T2 Tmel tmavě šedý - zadní strana podstavce	materiálový rozbor, obsah vodorozpuštěných solí
7646	PN T3 Tmel světle šedý s okrovou vrstvou na povrchu – zadní strana podstavce	materiálový rozbor, obsah vodorozpuštěných solí
	PN T4 Tmel na soklové části sochy sv. Jana Nepomuckého	obsah vodorozpuštěných solí
7647	PN T5 Tmel světle šedý na podstavci pod sochou sv. Jana Nepomuckého	materiálový rozbor, obsah vodorozpuštěných solí
-	PN K1 Vzorek kamene - pravá dolní část	obsah vodorozpuštěných solí
-	PN K2 Vzorek kamene - v místě odlomení hlavy andělka, pravá socha anděla	obsah vodorozpuštěných solí



Obr. 38 Sousoší sv. Jana Nepomuckého – přední strana, vyznačení míst odběru vzorků.



Obr. 56 Místo odběru vzorku PN K2.

#### Výsledky stanovení obsahu vodorozpuštěných solí:

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

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

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

#### Obsah a distribuce vodorozpuštěných solí (chloridů, dusičnanů, síranů):

Tab. 4, Obr. 38, 39

Z průzkumu množství a distribuce vodorozpuštěných solí vyplývá přítomnost velmi vysokého obsahu síranů a středního množství dusičnanů a chloridů v hlavním podstavci sousoší (Tab. 4, vzorky PNS1-PNS3), zejména ve vyšších výškách odběru vzorků do hloubky 10 až 15 cm. Ve vzorku ze spodní části hlavního podstavce (výška odběru 24,5 cm) byl zjištěn vysoký obsah síranů do hloubky 2 cm, v ostatních hloubkách nebyla přítomnost vodorozpuštěných solí zaznamenána. Vodorozpuštěné soli byly pravděpodobně do objektu transportovány zejména vztlínající vlhkostí. Zdrojem vodorozpuštěných solí mohou být organické zbytky a exkrementy, posypové soli, sulfatizace povrchových úprav nebo také materiály použité v minulosti k restaurování.

V podstavci sochy sv. Jana Nepomuckého i tmelu z okraje podstavce (vzorky PNS5, T5), podobně jako ve vzorku odebraném ze sochy pravého anděla (vzorek K2), nebyly z hlediska rizika vzniku poškození zjištěny zásadní koncentrace síranových, dusičnanových ani chloridových aniontů. Vzorek souvislého povlaku odebraný z drapérie sochy sv. Jana Nepomuckého obsahuje velmi vysoký obsah síranových aniontů, podobně jako další tmel odebraný z podstavce sochy sv. Jana Nepomuckého (vzorek T4).

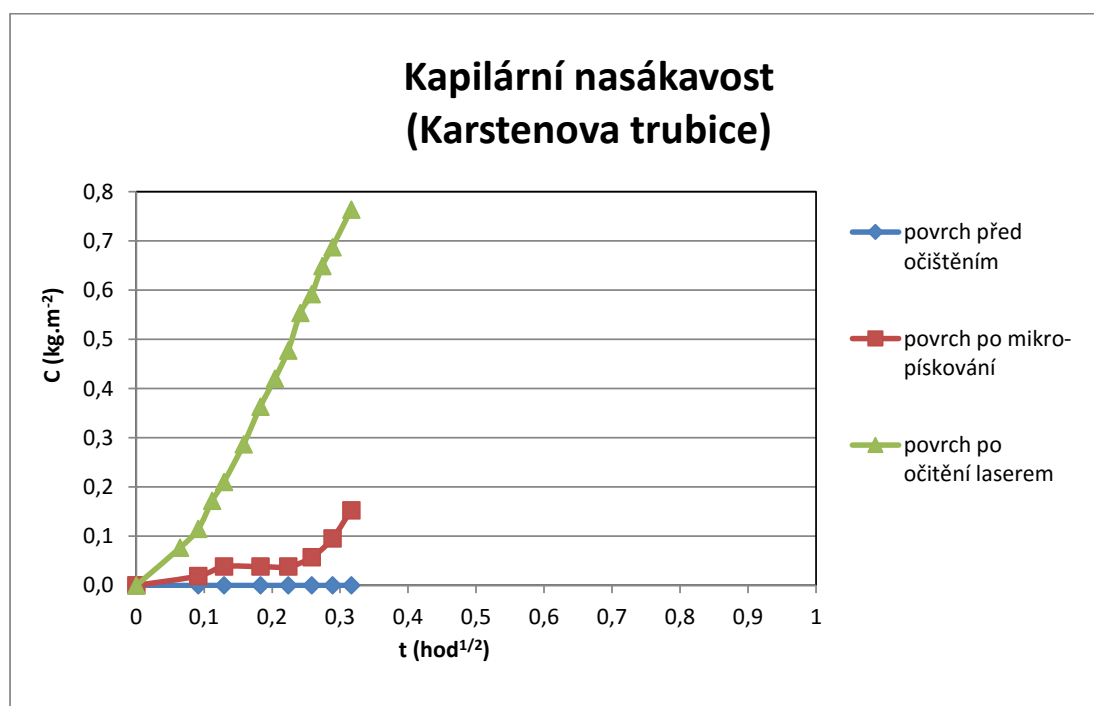
V Litomyšli 1. 12. 2014

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

## 13.5 Příloha č. 5 - Zkouška čištění - měření kapilární nasákavosti

- **čištění pomocí mikro-pískování:** Dalším testovaným typem čištění byla abrazivní metoda pomocí mikro-pískování. Na zkušební ploše architektury podstavce došlo k výraznému zeslabení černých krust a zesvětlení povrchu. Obdobného výsledku bylo dosaženo i na plintě sochy Jana Nepomuckého. Měření nasákavosti prokázalo zvýšení nasákavosti v místech vytvořené zkoušky čištění.
- **čištění pomocí laseru:** Posledním zkoušeným typem čištění bylo laserové čištění, ke zkoušce byl použit Laser Thunder Art. Na obou testovaných plochách došlo k výrazné redukci černých krust, bez poškození povrchu sousoší. Na ploše architektury sousoší se objevuje barevnost, která odpovídá plochám podstavce bez tmavých krust. Měření nasákavosti prokázalo výrazný nárůst nasákavosti i oproti čištění pomocí mikro pískování.

Laser Thunder Art  
Vlnová délka: 1064 nm  
Délka impulzu: asi 8 ns  
Energie při 1064 nm 900 mJ  
Frekvence: až 20 Hz  
Průměr paprsku: 10 mm



## 13.6 Příloha č. 6 - Průzkum povrchových úprav, stavu a míry poškození

pískovcové plastiky putto, sousoší sv. Jana Nepomuckého, Praha-Pohořelec

Průzkum povrchových úprav, stavu a míry poškození

**Akce:** Restaurování pískovcových plastik putto ze sousoší sv. Jana Nepomuckého v Praze-Pohořelci.

**Materiál/technika:** křemičitý pískovec jemnozrný, slabě silicifikovaný, v současnosti bez celoplošných povrchových úprav.\*

**Popis objektu a jeho stavu:** Zkoumanými objekty jsou pískovcové plastiky andělů, které tvoří součást sousoší sv. Jana Nepomuckého. Anděl stojí po obou stranách světce; pravý v symbolickém gestu mlčení, levý drží v ruce staroboleslavské Palladium. Sousoší je umístěno na bohatě zdobeném soklu. Sochy andělů vykazují lokální známky poškození různého původu - ztmavnutí povrchu, znečištění, poškození ve hmotě, zvětrání povrchu, krusty, aj.

Průzkum byl zaměřen na zjištění míry a rozsahu poškození plastik, které je patrné zejména v soklových nosných částech plastik. Rozsah poškození a vliv na statiku děl má zhodnotit průzkum pomocí měření UZ transmise. Ostatní poškození jsou lokálního charakteru, souvisí s poškozením horniny v důsledku mechanických vlivů nebo nevhodně provedených předchozích oprav. Další poškození se týká povrchu - výrazná je barevná alterace (celoplošné ztmavnutí), v dešťových stínech se vyskytují ztmavlé krusty neznámého původu a složení.

**Autor/datace objektu:** Jan Antonín Quitainer nebo Tadeáš Hochhaus/1752

**Vlastník objektu/zadavatel restaurování:** hl. m. Praha/Galerie hl. m. Prahy, Staroměstské náměstí 605/13, Praha 1, I 10 00

**Restaurují:** Michaela Glaserová, Kristýna Kalvodová (studenti 4. ročníku), pedagogické vedení: MgA. Petr Rejman, Mgr. art. Jakub Ďoubal, PhD. (vedoucí Ateliéru restaurování kamene a souvisejících materiálů, Fakulta restaurování (FR), Univerzita Pardubice (UPa)).

**Průzkum provádí:** Ing. Renata Tišlová, PhD., Katedra chemické technologie, FR, UPa.



**Obr. 1:** Sousoší sv. Jana Nepomuckého s plastikami putto v Praze-Pohořelci. Stav před restaurováním, 2015. Foto: L. Brotánek.

\* analýzu horniny provedl RNDr. Zdeněk Štaffen na soklu a soše sv. Jana Nepomuckého v rámci průzkumu, který provedl BcA. L. Brotánek (vedoucí práce Mgr. art. Jakub Ďoubal, PhD. v roce 2015 (Restaurátorský průzkum, sousoší sv. Jana Nepomuckého na Pohořelci, 2015). Archiv FR UPa.



### Zadání a cíle průzkumu:

ad 1) Stanovení stavu a rozsahu poškození pískovcových plastik (lokalizace a rozsah prasklin, dutin, trhlin a nehomogenit ve hmotě horniny). Průzkum zahrnuje také zjištění stavu povrchu, který je silně zčernalý, lokálně silně zpevněný, na některých místech naopak zvětřalý (charakterizace vlastností povrchu oproti nealterované hornině).

ad 2) Orientační charakterizace materiálových vlastností horniny (UZ transmise souvisí s materiálovou skladbou a vlastnostmi horniny). Na základě výsledků měření se lze vyjádřit i ke kvalitám horniny a s ní související odolnosti.

ad 3) Dokumentace a průzkum dochovaných povrchových úprav. Na plastikách se nacházejí, zvláště v dešťových stínech, ztmavlé krusty. Průzkum má určit stratigrafii krust a prokázat/vyloučit přítomnost povrchových úprav.

## II. METODY PRŮZKUMU

**II.1 Ultrazuková transmise (UZ)** je založena na měření doby průchodu ultrazukového signálu (ultrazuk = zvuk s vysokou frekvencí >20 kHz). V masivnějších materiálech s vyšší mírou stmelení je rychlost ultrazuku vyšší než v materiálech poréznějších, obvykle méně stmelěných (např. beton vs. vápenná omítka). Tato souvislost platí i mezi zvětřalým a nezvětřalým substrátem; v poškozených, korodovaných kamenných objektech, jejich částech nebo vrstvách, je rychlost ultrazuku nižší než v nepoškozených, „zdravých“ objektech resp. jeho částech. Změna ultrazukového signálu se též projevuje v případě existence poškození, nehomogenit a trhlin, v těchto případech je signál zpomalený, deformovaný nebo neprochází vůbec.

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

*Instrumentace a podmínky měření:* Měření bylo provedeno přímé (sondy proti sobě) na přístroji pro měření ultrazukové transmise Geotron UKS 14 s externími sondami pro menší a větších vzdáleností (UPG 250 s měřicí frekvencí 250 kHz, rozlišení 0,1 μs, zpoždění/korekce 6,8 μs, UNG46/UPE, 46 kHz, rozlišení 0,1 μs, zpoždění/korekce 2 μs).

### Princip měření ultrazukové transmise

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

zdroj signálu > objekt > příjem signálu

Rychlost ultrazukové transmise  $v$  se vypočítá dle vztahu:

$$v = d/t$$

$v$  - rychlost UZ, m/s příp. km/s

$d$  - měřená vzdálenost, cm

$t$  - čas přechodu signálu, μs

### II.2 Optická mikroskopie (OM) nábrusů v odraženém bílém světle a fluorescenci (UV a modrém světle) slouží pro dokumentaci a charakterizaci povrchových úprav (stratigrafii).

*Instrumentace a podmínky měření:* optický mikroskop Nikon Eclipse LV-100, pozorování bylo provedeno na příčných řezech vzorky (nábrusech) v odraženém bílém světle, UV a modrém světle. Mikroskop je vybaven fluorescenční jednotkou Nikon s UV 365 nm fluorescencí.

Optická mikroskopie byla doplněna **skenovací elektronovou mikroskopií (SEM) s mikrosondou (EDX)**, které umožňují provést prvkovou analýzu povrchových vrstev. Na základě ní lze určit složení vrstvy (pigmenty, plniva, příp. pojiva).

Instrumentace a podmínky měření: skenovací elektronový mikroskop MIRA3-LMU (TESCAN) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE). Vzorky nábrusů byly analyzovány ve vysokém napětí 20kV, před analýzou pouhičeny.

#### Vzorky k analýze:

Popis vzorků pro optickou mikroskopii sumarizuje Tab. 1, místa odběru vzorků jsou zdokumentovány v *Restaurátorské dokumentaci*.

vzorek	popis vzorku	Místo odběru	Požadovaný průzkum	Metody analýzy
V1/8129	černá krusta se světlou povrchovou úpravou?	anděl se staroboleslavským Palladiem, pod pravou rukou	stratigrafie, složení vrstev	optická mikroskopie
V2/8130	černá krusta se světlou povrchovou úpravou?	anděl se staroboleslavským Palladiem, pod pravou rukou	stratigrafie, složení vrstev	skenovací elektronová mikroskopie s EDX mikrosondou (SEM-EDX)

### III. VÝSLEDKY PRŮZKUMU

#### III.A Ultrazvuková transmise (UZ)

Na plastikách bylo provedeno okolo 30-ti měření, která měla v celém rozsahu zmapovat stav obou plastik (Obr. 2 a 3). Zkoumány byly objemné části (měření procházející objektem) na podstavci, částech těla plastik s cílem určit soudržnost horniny ve hmotě, určit rozsah a lokalizaci poškození, prasklin, dutin a jiných nehomogenit. Na základě rychlosti UZ transmise lze posoudit i stav dochování tmelů pocházejících ze starších restaurátorských zásahů. Měření drobných, méně objemných částí (oblaka, drapérie, křídla, Palladium, aj.) byly měřeny s cílem určit povrchové vlastnosti horniny, které jsou dále důležité pro diagnostiku stavu povrchu objektů. Poznání stavu objektů je zásadní při stanovení koncepce zásahu (zpevňování, čištění, případná úprava povrchu hydrofobizací). Ultrazvuková transmise může být dále považována za materiálovou charakteristiku, která souvisí s materiálovou skladbou, porozitou a mechanickými vlastnostmi materiálu. Na základě ní lze také navrhnout opravnou maltu/umělý kámen, který se vyznačuje podobnými vlastnostmi.

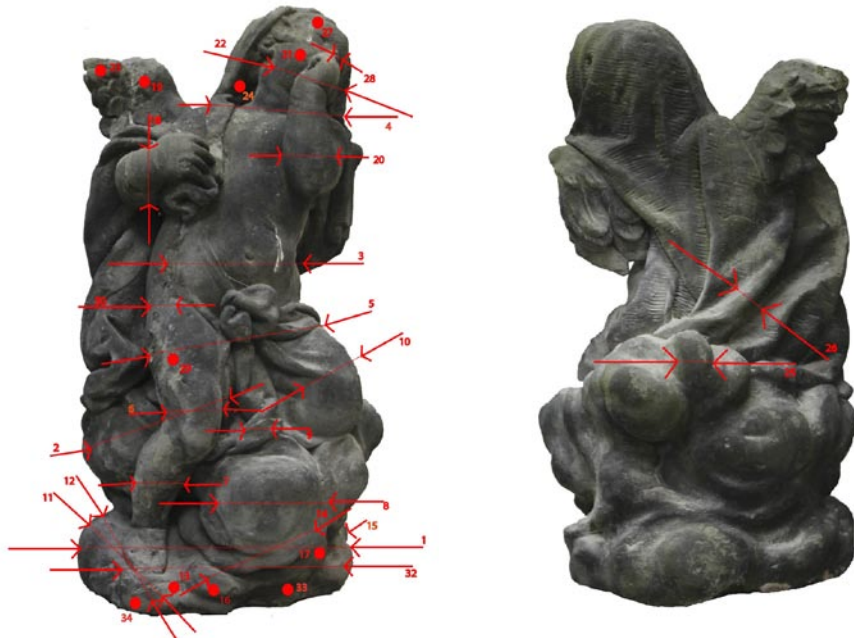
Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 1 a 2 a místa měření graficky znázorněna na Obr. 4 a 5. V tabulce jsou zaznamenána místa měření, směr (hodnoceny vůči pohledové části objektu: v - vertikální, p-z - předozadní, p-l - pravo-levý), čas průchodu UZ vlny  $t$  ( $\mu\text{s}$ ) a vypočítaná rychlost  $v$  (km/s). V poznámce se uvádí dodatečné informace, které se týkají průchodu signálu. Při nedostatečné nebo nulovém signálu se zaznamenává síla signálu: s - slabý, vss - velmi slabý, ns - neměřitelný a ds - deformovaný signál.



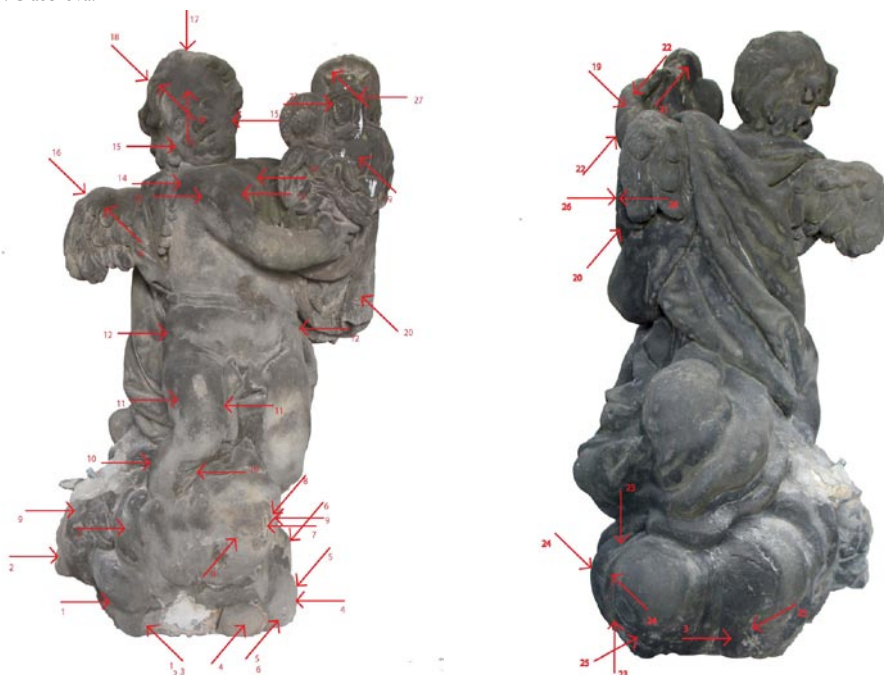
**Obr. 2:** Putto v gestu mlčení (po pravé straně Jana Nepomuckého), stav před restaurováním v roce 2015. Foto: L. Brotánek.



**Obr. 3:** Putto se staroboleslavským Palladiem (po levé straně Jana Nepomuckého), stav před restaurováním v roce 2015. Foto: L. Brotánek.



**Obr. 4:** Místa měření UZ transmise, putto v gestu mlčení (po pravé straně sv. Jana Nepomuckého). Foto a grafické zpracování M. Glaserová.



**Obr. 5:** Místa měření UZ transmise, putto se staroboleslavským Palládiem (po levé straně sv. Jana Nepomuckého). Foto a grafické zpracování K. Kalvodová.

### Anděl v gestu mlčení (po pravé straně sv. Jana Nepomuckého)

V Tab. I jsou uvedeny výsledky rychlosti ultrazvukové transmise v udané v km/s, které byly naměřeny na různých částech plastiky. Pokud není hodnota uvedena, signál materiálem neprocházel nebo byl vlivem poškození zeslaben. Místa měření jsou graficky znázorněna na Obr. 4.

Číslo měření	Popis, směr měření	Vzdálenost sond D (cm)	čas UZ signálu t (μs)	Rychlost UZ signálu v (km/s)	Pozn.
1	sokl, p-l	43,5	210,8	2,1	vss
2	oblaka, p-l	48,0	220,6	2,2	
3	pas, p-l	27,5	126,8	2,2	
4	ramena, p-l	29,0	138,1	2,1	
5	boky, p-l	36,5	181,0	2,0	
6	pravé stehno, p-l	11,0	56,2	2,0	přes sádrovcovou krustu
7	lýtka, p-l	8,2	39,5	2,1	
8	obláček, p-l	19,0	86,4	2,2	
9	drapérie, p-l	4,5	22,5	2,0	
10	levé stehno, nad kolenem, p-l	14,5	67,0	2,1	
11	sokl, p-z	22,5	107,9	2,1	ss
12	sokl, p-z	29,0	137,7	2,1	
13	sokl, p-z	38,3	181,0	2,1	
14	sokl, p-l	-	-	-	ss, ds
15	sokl, p-l	32,5	149,5	2,2	
16	sokl, přes lem drapérie, p-z	41,5	187,5	2,2	
17	okraj obláčku, p-z	7,0	24,7	2,8	
18	pravá ruka, zápěstí, v	7,0	24,7	2,8	
19	pravé křídlo, p-z	4,3	14,9	2,9	ds
20	levá ruka, předloktí, p-l	7,8	39,4	2,0	přes vlasovou trhlinu
21	hlava, pravá tvář, p-z	23,0	109,3	2,1	
22	hlava, pravá tvář, p-l	12,2	52,5	2,3	
23	pravé křídlo, okraj, p-z	2,0	8,8	2,5	tenká prasklina
24	hlava, drapérie, p-z	1,7	7,0	2,4	
25	záda, drapérie, p-l	5,7	24,1	2,4	
26	záda, drapérie, p-l	3,0	9,0	3,3	
27	hlava, čelo, p-z	9,2	31,3	2,9	prasklina
28	hlava, nos, nad tmelem, p-z	3,3	9,2	3,6	prasklina
29	pravé stehno, p-z	9,0	-	-	přes krustu, prasklina?, vss
30	pravé stehno, p-l	9,1	-	-	zvětralý povrch, vss
31	lýtka, p-l	8,8	43,3	2,0	
32	sokl, p-l	neproběhlo měření	-	-	
33	sokl, p-z	34,0	137,9	2,5	
34	sokl, p-z	34,0	172,0	2,0	vss, přes prasklinu

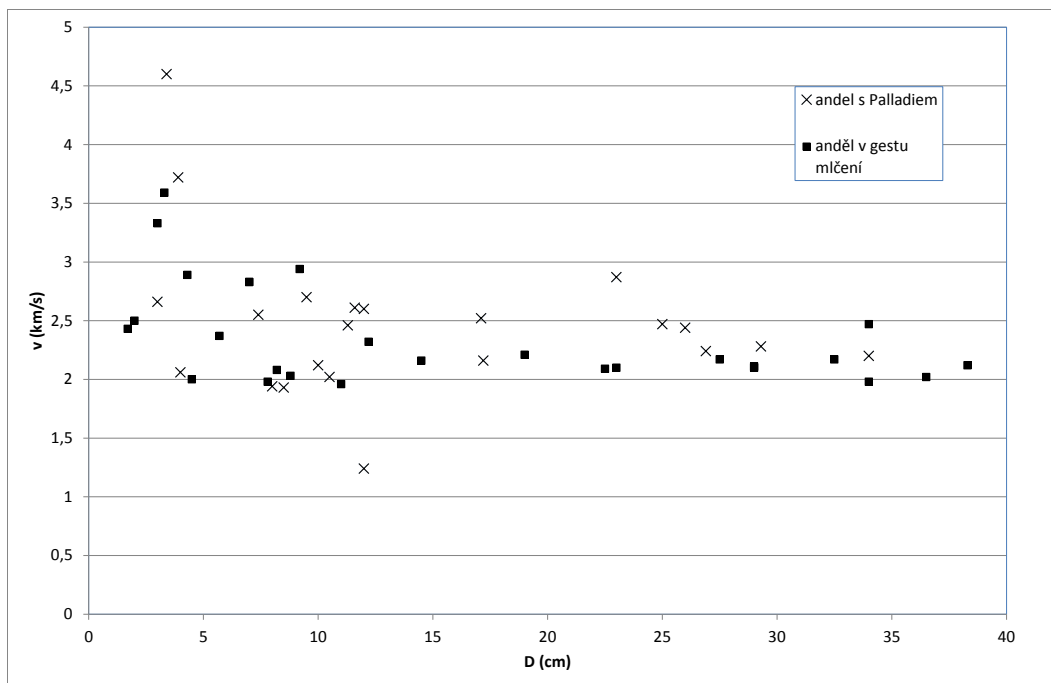
**Tab. I:** Výsledky měření rychlosti UZ transmise provedené na plastice putto v gestu mlčení (po pravé straně sv. Jana Nepomuckého). V Tabulce jsou popsána místa měření a hodnoty vypočítané rychlosti po odečtení korekce na měřící sondy. Pokud není hodnota uvedena signál neprocházel nebo byl zeslaben (viz. Pozn.).

**Anděl se staroboleslavským Palladiem** (po levé straně Jana Nepomuckého) (Obr. 5)

V Tab. 2 jsou uvedeny výsledky rychlosti ultrazvukové transmise v udané v km/s, které byly naměřeny na různých částech plastiky. Pokud není hodnota uvedena, signál materiálem neprocházel nebo byl vlivem poškození zeslaben. Místa měření jsou graficky znázorněna na Obr. 5.

Číslo měření	Popis, směr měření	Vzdálenost sond D (cm)	čas UZ signálu t (μs)	Rychlost UZ signálu v (km/s)	Pozn.
1	sokl, oblaka, p-z	12,0	58,4	1,2	vss
2	sokl, oblaka, p-z	26,0	-	-	ss
3	sokl, oblaka, p-z	30,0	-	-	ss, ds
4	sokl, oblaka, p-l	18,5	-	-	ss, ds, přes přilepený doplněk
5	sokl, oblaka, p-l	8,0	41,3	1,9	
6	sokl, oblaka, p-z	26,0	106,6	2,4	
7	sokl, oblaka, p-l	34,0	154,6	2,2	
8	oblaka, p-l	20,5	-	-	ss, přes sádrovcovou krustu
9	oblaka, p-l	44,3	-	-	ns
10	anděl, lýtko pravé nohy, p-l	10,0	47,2	2,1	sádrovcová krusta
11	anděl, stehno pravé nohy, p-l	11,3	46,2	2,5	
12	anděl, boky, p-l	29,3	128,7	2,3	
13	anděl, pravá paže, p-l	11,6	44,4	2,6	
14	anděl, hrudník, p-l	17,2	79,5	2,2	
15	anděl, tváře, p-l	12,0	46,2	2,6	
16	anděl, pravé křídlo, p-z	4,0	19,4	2,1	
17	anděl, čelo, p-z až v	17,1	67,8	2,5	
18	anděl, vlasy, p-z	3,9	10,5	3,7	
19	Palladium, Madonna, hrudník, p-z	25,0	101,1	2,5	
20	anděl, levá ruka, okraj spadající drapérie, p-l	7,4	29,0	2,6	
21	Palladium, Madona, nad korunou, p-z	3,0	11,3	2,7	
22	levá paže, p-l	10,5	51,9	2,0	přes trhlinu
23	záda, sokl, oblaka, v	9,5	35,2	2,7	ds, ss, tenká prasklina
24	záda, sokl, oblaka, p-l	8,5	44,1	1,9	ds, ss
25	záda, sokl, oblaka, p-z	26,9	119,9	2,2	
26	záda, drapérie, p-l	3,4	7,4	4,6	
27	Palladium, hlava Madony, p-l	23,0	25,4	2,9	

**Tab. 2:** Výsledky měření rychlosti UZ transmise provedené na plastice putto se staroboleslavským Palladiem (po levé straně sv. Jana Nepomuckého). V Tabulce jsou popsána místa měření a hodnoty vypočítané rychlosti po odečtení korekce na měřící sondy. Pokud není hodnota uveden signál neprocházel nebo byl zeslaben (viz. Pozn.).

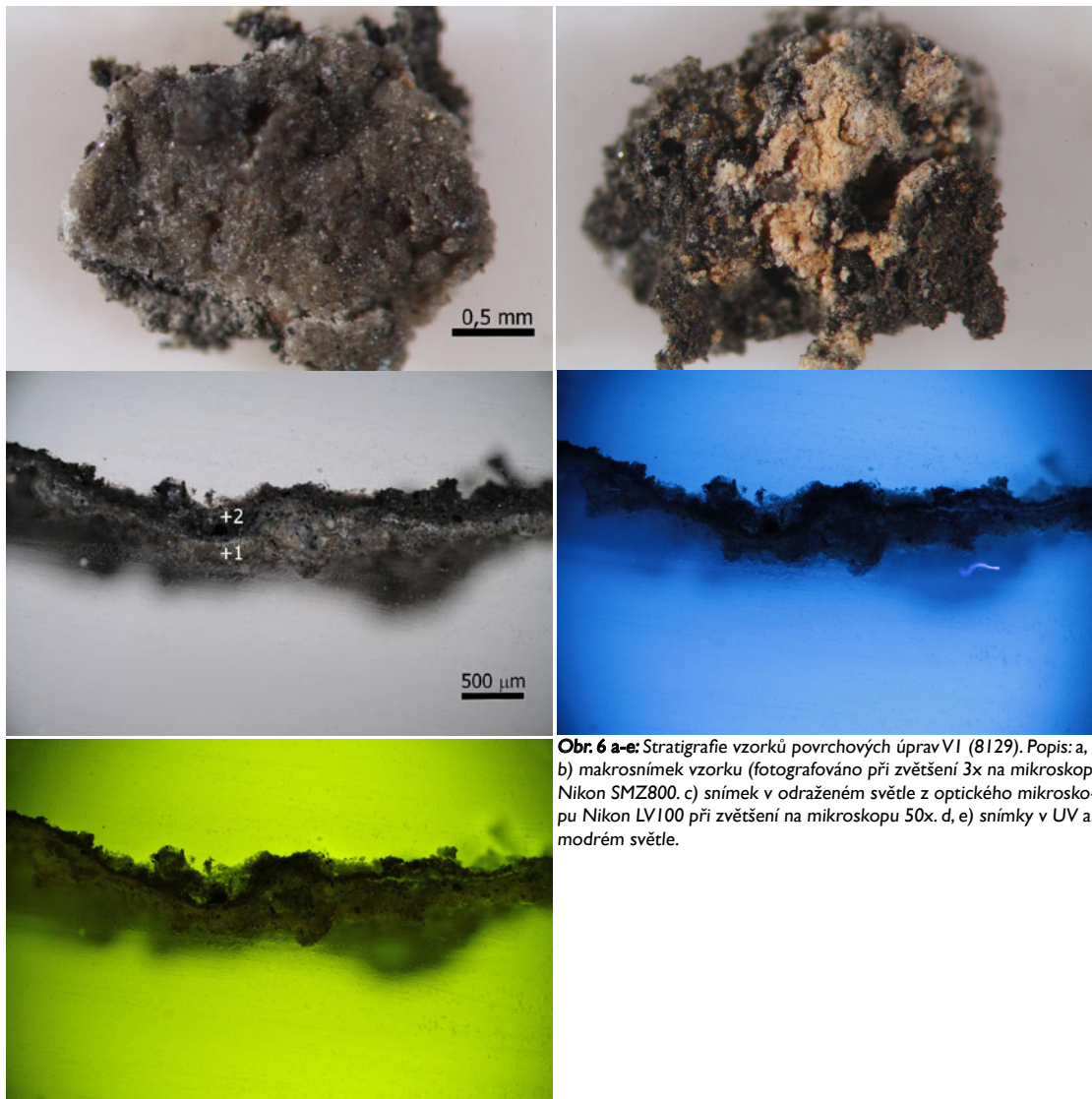


**Graf I:** Rychlost ultrazvukové transmise na pískovcových plastikách putto ze sousoší sv. Jana Nepomuckého v Praze-Pohořelci - závislost rychlosti UZ transmise  $v$  (km/s) na měřené tloušťce materiálu  $D$  (cm). Výsledky poukazují na vyšší hodnoty v méně objemných měřených částech materiálu, kde se více projevuje vliv stmelení povrchu (vyšší hodnoty rychlosti UZ).

### III. Výsledky průzkumu

#### III.B Průzkum povrchových úprav

V1/8129: tmavá krusta na světlé povrchové úpravě?



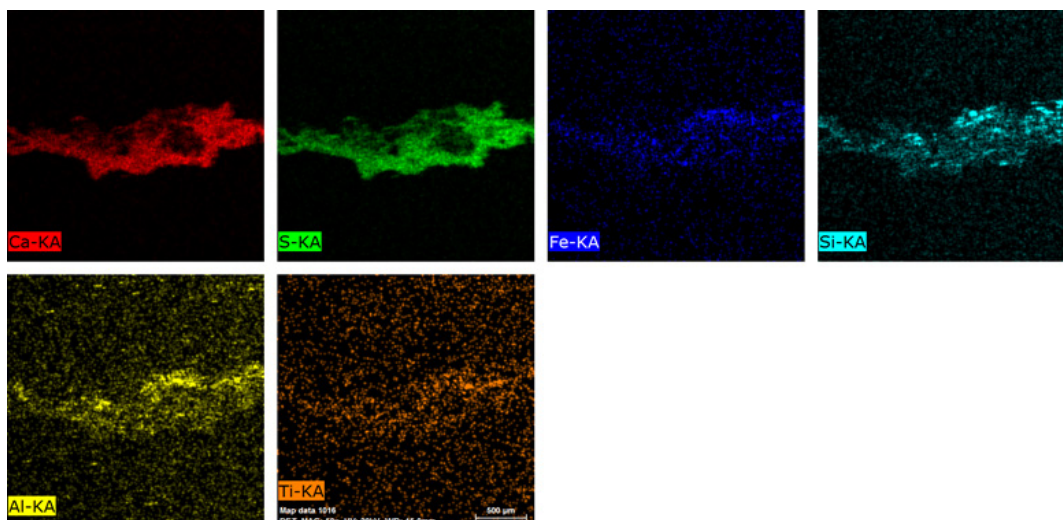
**Obr. 6 a-e:** Stratigrafie vzorků povrchových úprav V1 (8129). Popis: a, b) makrosnímek vzorku (fotografováno při zvětšení 3x na mikroskopu Nikon SMZ800. c) snímek v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x. d, e) snímky v UV a modrém světle.

VI/8129	Popis	složení dle SEM-EDX	Popis
+1	bílá-sv. okrová	Ca, S (Si, Al, Ti, Fe)	minerální nátěr, částečně sulfatizovaný; obsahuje uhličitán vápenatý, z obsahu znečišťujících příměsí obsahující křemík (Si, Al) nelze vyloučit použití hydraulického pojiva. Ve vrstvě prokázána příměs titanové běloby.
+2	černá	Ca, S	vrstva obsahuje síran vápenatý (sádrovec)



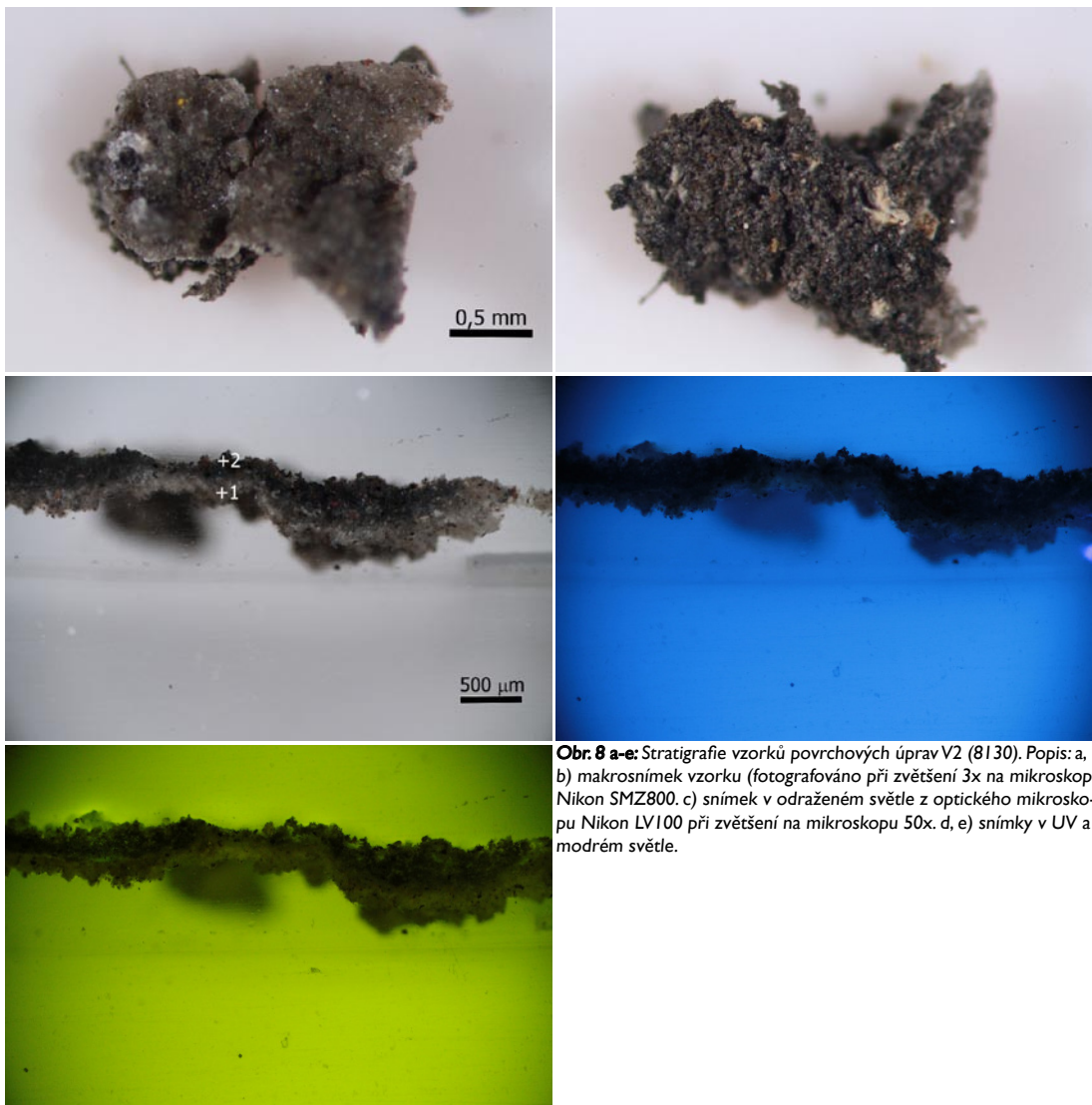
## SEM-EDX analýza

V1/8129: tmavá krusta na světlé povrchové úpravě?



**Obr. 7:** Prvková mapa - distribuce prvků ve vrstvách provedená metodou SEM-EDX. Provedeno na skenovacím elektronovém mikroskopu MIRA3-LMU TESCAN, v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20 kV. Vrstvy jsou silně sulfarizované. Ve spodním minerálním nátěru je patrná příměs titanové běloby (Ti).

**V2/8130:** tmavá krusta na světlé povrchové úpravě?

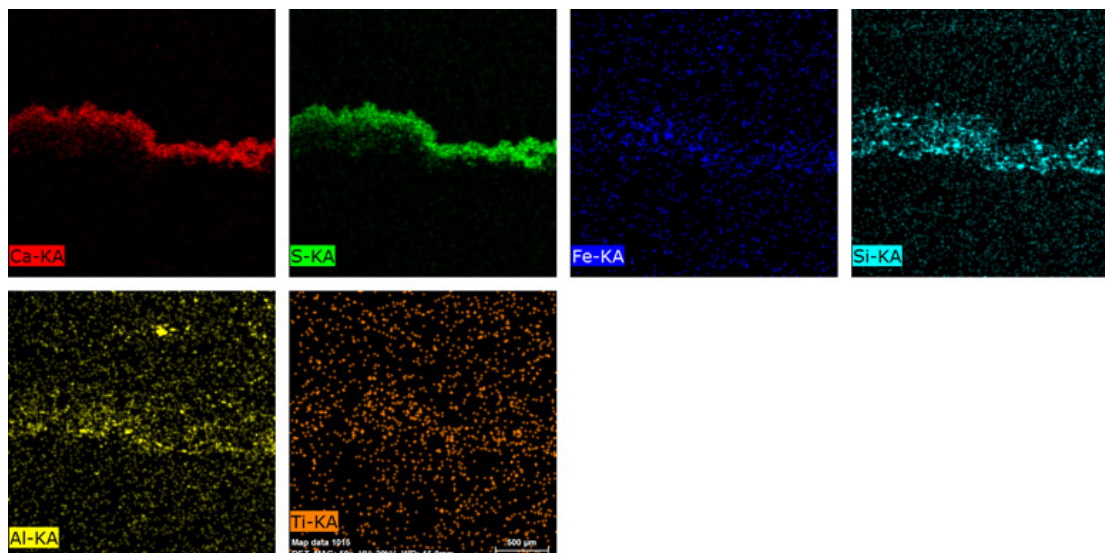


**Obr. 8 a-e:** Stratigrafie vzorků povrchových úprav V2 (8130). Popis: a, b) makrosnímek vzorku (fotografováno při zvětšení 3x na mikroskopu Nikon SMZ800. c) snímek v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x. d, e) snímky v UV a modrém světle.

V2/8130	Popis	složení dle SEM-EDX	Popis
+1	bílá-sv. okrová	Ca, S (Si, Al, Ti, Fe)	minerální nátěr, prakticky kompletně sulfatizovaný; obsahuje uhličitán vápenatý, z obsahu znečišťujících příměsí obsahující křemík (Si, Al) nelze vyloučit použití hydraulického pojiva. Ve vrstvě prokázána příměs titanové běloby.
+2	černá	Ca, S	vrstva obsahuje síran vápenatý (sádrovec)

## SEM-EDX analýza

V2/8130: tmavá křusta na světlé povrchové úpravě?



**Obr. 9** Prvková mapa - distribuce prvků ve vrstvách provedená metodou SEM-EDX prvková analýza. Provedeno na skenovacím elektronovém mikroskopu MIRA3-LMU TESCAN, v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20 kV. Vrstvy jsou silně sulfarizované. Ve spodním minerálním nátěru je patrná malá příměs titanové běloby (Ti).

## **Závěr:**

Předmětem průzkumu byly dvě pískovcové plastiky putto, které jsou součástí sousoší sv. Jana Nepomuckého, které se nachází v Praze-Pohořelci v centrální části náměstí. Průzkum byl zaměřen ad 1) na zjištění stavu objektu a poškození, materiálu/pískovce plastik, ad2) druhá část průzkumu byla zaměřena na dokumentaci a prokázání přítomnosti povrchových úprav, které by se mohly nacházet pod rozsáhlou vrstvou krust, patrných zejména v dešťových stínech plastiky. V obou případech poslouží výsledky průzkumu k návrhu vhodné koncepce restaurování (návrh zpevnění materiálu, konsolidace, míry čištění, aj.).

ad 1) Cílem průzkumu bylo zjistit rozsah a míru poškození v celé hmotě plastik. Zvláštní pozornost je věnována průzkumu stavu nosných částí plastik, tj. podstavců, které jsou tvořeny oblaky. V těchto místech se vyskytují rozsáhlejší poškození pískovce, praskliny a trhliny, které mohou, pokud je jejich rozsah závažný, narušovat statickou funkci objektů. Průzkum byl však proveden i na ostatních částech plastik, neboť i zde se nachází lokální trhliny menších rozměrů související s místními poruchami vyvolanými mechanickým namáháním nebo působením starších oprav a přítomností nevhodně zvolených doplňků (lokalizace poškození lze nalézt v restaurátorské dokumentaci). Pro ucelení výsledků byl průzkum zaměřen i na popis stavu povrchu (alterovaného tmavou a pevnou krustou) a porovnání jeho vlastností s vlastnostmi materiálu ve hmotě pískovce. Průzkum byl proveden nedestruktivně, metodou tzv. ultrazvukové transmise, která měří dobu průchodu signálu materiálem, z níž se počítá rychlost transmise. V případě poškození (prasklin, defektů, oslabení ve hmotě nebo naopak zpevnění povrchu) se signál mění. V mezních případech poškození (dezintegrace materiálu) se signál nezobrazuje nebo je zeslabený či deformovaný.

ad2) Ačkoliv se jedná o křemičitý pískovec, nachází se na několika místech, zvláště v dešťových stínech plastik, ztmavlé krusty. Jedním z možných vysvětlení jejich původu je přítomnost povrchových úprav, které by se mohly pod krustami nacházet. Cílem průzkumu je tedy prokázat a zdokumentovat přítomnost povrchových úprav a určit jejich složení.

Výsledky průzkumu na plastikách andělů lze shrnout do několika bodů takto:

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

Na plastice nebyly ultrazvukovou transmisí detekovány skyté poruchy nebo defekty. Jediná místa, která jsou problematická a projeví se ztrátou signálu nebo jeho zeslabení jsou ve většině případů místa s patrnými prasklinami nebo trhlinami, které jsou však nejsou hloubkové a lze je lokalizovat přibližně v místech, kde jsou vizuálně patrné. V případech obou andělů jsou to především spodní části oblak a dále pak lokálně na různých částech plastik. Na andělu v gestu mlčení se dále signál oslabuje na levé ruce, v místě předloktí (místo s trhlinou), na pravé stehně anděla a na hlavě v místě staršího doplňku. U anděla s Palladiem se drobná trhlina nacházela pouze na levé paži anděla. Měření na andělu s Palladiem nepotvrdilo další dezintegraci materiálu.

### **ad B) stav horniny a povrchu**

Další významné závěry vyplývají z naměřených hodnot rychlosti transmise. Průměrná hodnota rychlosti naměřená na objektech se pohybovala v intervalu (2,0-2,5 km/s), což odpovídá spíše nižším hodnotám rychlosti pro křemičité typy pískovců (autoři průzkumu mají k dispozici hodnoty rychlostí transmise i pro jiné tuzemské jemnozrné křemičité typy pískovců). Z hodnoty vyplývá nižší míra stmelení materiálu a horší mechanické vlastnosti a odolnost na plastikách použité horniny, obzvláště pokud je hornina různým způsobem namáhána. Odlišné chování materiálu lze navíc pozorovat na povrchu, ca do 2,5 cm (Graf 1), kde se rychlost (a tedy míra stmelení materiálu) výrazně zvyšuje (až do 3,5 km/s). Příčiny nelze tímto typem průzkumu jednoznačně charakterizovat, může se jednat o kombinaci projevů přirozeného stárnutí nebo důsledek sekundárních úprav povrchu plastik. Tyto výsledky budou ovlivňovat další materiálové vlastnosti horniny a je nutné k nim přihlížet při restaurování.

### **ad C) povrchové úpravy**

Pod tmavou krustou se nachází v různé míře dochovaná vrstva světlého minerálního nátěru. U obou odebraných vzorků se jednalo o monochromní úpravu v neutrálním bílém až sv. okrovém tónu. Z prvkové analýzy vyplývá, že pojivem úpravy je patrně uhlíčitán vápenatý, vzhledem k obsahu ostatních prvků, zejména Si, Al, aj. nelze vyloučit ani použití jiného typu minerálního pojiva, např. na bázi hydraulických pojiv. V nátěru byla dále detekována příměs titanové běloby, z čehož vyplývá, že se jedná o pozdější úpravu datovanou do 20. století.

V Litomyšli, 31.6. 2016

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

## 14. Seznam použitých fotografií

Obr. 1 - Eroze materiálu - způsobená klimatickými podmínkami na exponovaných místech	14
Obr. 2 - Černé silikátové krusty - na velké části povrchu sochy	14
Obr. 3 - biologické napadení - především v záhybech modelace a ptačí trus na paladiu	14
Obr. 4 - sádrovcové krusty - vyskytují se v dešťových stínech	14
Obr. 5 - Místo oddělení hlavičky druhého andílka s čepem a svislá prasklina mezi tělem andílka a obláčkem	15
Obr. 6 - Největší fragmenty oddělené hlavičky - obličejová část, části temene	15
Obr. 7 - Uražený spodek obláčku na přední straně sochy, viditelný je kus odlomeného kamene na čepu a část dožilého tmelu	15
Obr. 8 - Dožilé tmely na více místech obláčku, stehně a lýtku pravé nohy a nos na odlomené hlavičce	15
Obr. 9 - Měření nasákavosti	16
Obr. 10 - Zákresy odběrů vzorků	17
Obr. 11 - Odběr vzorku pro optickou miroskopii krusty	18
Obr. 12 - Mšenský pískovec	20
Obr. 13 - Zkoušky tmelících směsí	24
Obr. 14 - Čištění biologického napadení	42
Obr. 15 - Zkoušky čištění silikátových krust	42
Obr. 16 - Injektáž tmelené hlavičky	43
Obr. 17 - Anfas andílka, stav před restaurováním	46
Obr. 18 - Pravý bok andílka, stav před restaurováním	47
Obr. 19 - Záda andílka, stav před restaurováním	48
Obr. 20 - Levý bok andílka, stav před restaurováním	49
Obr. 21 - Průběh čištění biologického napadení	50
Obr. 22 - Průběh čištění silikátových krust	50
Obr. 23 - Po očištění mikroabrazivní metodou	50
Obr. 24 - Odstranění sádrovcových krust	51
Obr. 25 - Injektáž praslíny v obláčku	51
Obr. 26 - Fragmenty oddělené hlavičky	52
Obr. 27 - Sestavení fragmentů hlavičky	52
Obr. 28 - Domodelování hlavičky	53
Obr. 29 - Vytmelení prasklin	53
Obr. 30 - Lepení částečně vytmelené hlavičky	53
Obr. 31 - Tmelení hlavičky	53
Obr. 32 - Stav andílka po tmelení - anfas	54
Obr. 33 - Stav andílka po tmelení - záda	54
Obr. 34 - Barevná retuš - křídlo	55
Obr. 35 - Barevná retuš - hlavička	55
Obr. 36 - Anfas andílka - stav po restaurování	56
Obr. 37 - Pravý bok andílka - stav po restaurování	57
Obr. 38 - Záda andílka - stav po restaurování	58
Obr. 39 - Levý bok andílka - stav po restaurování	59

KONZERVOVÁNÍ SOCHY SV. ZIKMUNDA  
Z FASÁDY DOMU Č.P. 91 V KOLÍNĚ

## **1. ÚDAJE O DÍLE**

### **1.1 Lokalizace**

Kraj: Středočeský

Okres: Kolín

Obec: Kolín

Bližší určení místa popisem: v nice na fasádě domu U černého orla, č. p. 91

### **1.2 Údaje o památce**

Autor: nezjištěn

Datace: první polovina 17. století

Materiál: kutnohorský detritický vápenec

Rozměry: výška 177 cm, šířka 73, cm, hloubka 41 cm

Předchozí restaurátorské zásahy: patrné, bez datace

Evidenční číslo památky: 31583/ 2-781

### **1.3 Údaje o akci**

Vlastník památky: Karel Falber

Objednatel: Karel Falber

Zhotovitel: Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Kristýna Kalvodová

Restaurátorský dohled: Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.

Odborná spolupráce: Katedra chemické technologie restaurování, Fakulty restaurování, Univerzity Pardubice v Litomyšli, Ing. Renata Tišlová, Ph.D.

Památkový dohled: Mgr. Ludmila Maděrová

Závazné stanovisko: MěU Kolín, Odbor výstavby - stavební úřad ke dni 22. 12. 2015

Termín započetí prací: říjen 2015

Termín ukončení prací: srpen 2016



## 1.4 Popis díla

Dům U černého orla je umístěn na nároží Pražské ulice na západní straně Karlova náměstí. Ve dvou nikách na průčelí fasády jsou umístěny dvě sochy - sv. Zikmund a sv. Josef s Ježíškem.-

Sv. Zikmund je český zemský patron. Jeho socha ho vyobrazuje jako krále. Oblečen je v brnění a přes ně má přehozený plášť. Na hlavě má korunu, ale zbývající z jeho atributů se nedochovaly nebo vůbec vyobrazeny nebyly. Jedná se o říšské jablko, žezlo a meč. Postava stojí v kontrapostu na pravé noze a trup je tak lehce prohnutý k levé straně. Hlava se přiklání vpravo. Král má bradku, knír a delší vlnité vlasy. Kolem krku je vymodelován řetěz řádu zlatého rouna. Téměř veškerá modelace, která zbyla jsou tmely historického restaurátorského zásahu a jsou provedeny v minerálním tmelu.

## 2. RESTAURÁTORSKÝ PRŮZKUM

### 2.1 Uměleckohistorický průzkum

Dům U černého orla je původně gotický, z 2. pol. 14. stol. Z této doby se dochoval lomený oblouk nárožního podloubí. Dům vlastnilo mnoho měšťanských i zemanských rodů, mezi majiteli však vynikají dva. V r. 1651 dům raně barokně přestavěl Jan Michal Baralič z Bihače (pozůstatkem jsou sdružená okna v patře) a dnešní podobu dům získal před rokem 1736 za Josefa Františka Lysandera z Ehrenfeldu, nejspíše podle projektu kolínského stavitele Josefa Jedličky. Vzniklo exponované průčelí s charakteristickou dvojicí volutových štítů, v jejichž výklencích jsou sochy sv. Josefa a sv. Zikmunda.\*<sup>1</sup>

Podle pověsti přešel sv. Zikmund od ariánství ke katolické víře a stal se burgundským králem. Byl energickým mužem, který horlivě upevňoval křesťanství ve své zemi. Jednou těžce podlehl své prudké povaze. Uvěřil pomluvě, že mu syn usiluje o život, a tak ho nechal zardousit. Vzápětí však uznal svou vinu a činil pokání. Vyprosil si od Boha milost, aby směl odpykat svou vinu na zemi. Po roce byl zajat Franky a po věznění v Orleansu zavražděn i s rodinou vhozením do studně.\*<sup>2</sup>

Po mučednické smrti bylo jeho tělo uloženo v agaunském klášteře, odkud jeho ostatky nechal Karel IV. převést do chrámu sv. Víta v Praze.

Na základě komunikace s Národním památkovým ústavem byly získány fotografie domu z 50. let a dále z roků 1962, 1987, 1988 a 2003. Na fotografii z 50. let je vidět stav, ve kterém byla socha před provedením restaurátorského zásahu, ale jelikož je to záběr na celý dům a fotografie není příliš kvalitní, není možné vyčíst přesnou modelaci. Ta je vidět lépe až na fotografii z roku 1962, ale to už ji tvoří druhotné cementové tmely.

Dohledané fotografie jsou přiloženy na konci dokumentu jako příloha číslo...

### 2.2 Stav díla před restaurováním - vizuální průzkum

V současnosti je socha ve velmi špatném stavu. Dochováno je asi 60% modelace, kterou tvoří druhotná úprava sochy. Tmely na mnoha místech překrývají původní modelaci v kameni, což je patrné na místech, kde již tmel odpadl. Barevná vrstva, kterou byl původní kámen opatřen, vytvořila jakousi separační vrstvu, od které se později tmel oddělil. Takováto místa jsou v oblasti draperie na levé i pravé straně, mezi koleny, v oblasti břicha, dále na vnitřní straně levé nohy, pod prsty levé ruky a na koruně. V barevné vrstvě, která je patrná na těchto odhalených místech jsou rozeznatelné asi čtyři vrstvy barevného nátěru.

Tmely byly zřejmě též opatřeny barvou, která byla aplikována v několika vrstvách. V dešťových stínech a na pravé polovině sochy má povrch až černé zbarvení. Boky, ramena, temeno hlavy a zadní strana sochy jsou pokryty vrstvou holubích výkalů.

\*<sup>1</sup> RYŠLÍNK, Vladimír (ed.). Kolín: průvodce po kulturních památkách. Kolín: Město Kolín, 2013, s. 32. ISBN 978-80-260-4040-8.

\*<sup>2</sup> Životopisy svatých [online]. Jan Chlumský. Dostupné z: <http://catholica.cz/?id=1322>

Soše chybí pravá ruka, která je oddělena přibližně v polovině předloktí. Tam kde se nedochoval tmel ani původní modelace je materiál silně erodovaný. Jedná se o oblasti levého předloktí, levé dolní končetiny, levé strany pláště do výše kolen, pravé nohy, podstavce, pravé ruky, částečně oblasti břicha a límce.

Dochované tmely jsou již rozpraskané, velikost trhlin se pohybuje od mikroprasklin až po trhliny o šířce třičtvrtě centimetru. V několika místech už zůstala jenom betonová slupka a materiál kamene, který byl pod ní už úplně zmizel (případ límce a levé nohy.) Tmely při poklepání na většině míst zní dutě, tudíž nejsou s podkladem příliš pevně spojeny. Samotný tmel je v oblasti límce erodovaný a rozpraskaný, praskliny jsou viditelné i ve hmotě původního kamene.



Obr. 1 - Zanesení sochy vrstvou holubích výkalů - především v oblasti zad a ramenou



Obr. 2 - Ohnutý a zkorodovaný křížek na vrchu koruny



Obr. 3 - Praskliny ve tmelech



Obr. 4 - Oddělený tmel od barevné vrstvy na kameni - především ve spodní polovině postavy a v oblasti koruny



Obr. 5 - Degradovaný materiál pod tmely ve spodní polovině sochy a pravé ruky

## 2.3 Přírodovědný průzkum

Přírodovědný průzkum pomocí provedených zkoušek a odebraných vzorků zkoumá, v jakém stavu se památka nachází. Zkoumá materiál sochy, rozdíl mezi nasákavostí tmelů a originálního kamene, dále obsahuje měření ultrazvukové transmise pro zjištění kondice horniny, měření salinity a průzkum povrchových barevných úprav.

### 2.3.1 Petrografický průzkum

Na petrografickou analýzu nebyl odebrán vzorek. Petrolog a konzultant RNDr. Zdeněk Štaffen podle umístění sochy a vizuální stavby kamene potvrdil domněnku, že socha je vytvořena z biodetritického vápence z oblasti Kutné hory.

### 2.3.2 Měření kapilární nasákavosti

Měření nasákavosti mělo posloužit hlavně ke zjištění, jak moc druhotné minerální tmely ovlivňují nasákavost a paropropustnost materiálu, který je pod nimi. Také byl zkoumán rozdíl nasákavosti předzpevněného a nezpevněného kamene.

Kvůli nemožnosti připevnit neprodyšně Karstenovu trubici ke kameni, který se výrazně drolil, bylo nutné použít vysoce absorbční houbu. Ta se po několika hodinách ponořených ve vodě zváží, přiloží na kámen a sleduje se úbytek váhy v poměru k času.

Zkoušky prokázaly veliký rozdíl mezi nasákavostí povrchu kamene a minerálních tmelů, které sají vodu výrazně méně. Rozdíl mezi zpevněným a nezpevněným povrchem kamene nebyl nijak výrazný.

tmel Zikmund ruka		tmel Zikmund draperie	
čas ve vteřinách	objem v gramech	čas ve vteřinách	objem v gramech
0	61,836	0	62,010
10	61,501	10	61,977
20	61,422	20	61,943
30	61,336	30	61,922
40	61,272	40	61,917
50	61,213	50	61,901

kus drap. Josef	
čas ve vteřinách	objem v gramech
0	62,850
10	62,038
20	61,636
30	61,427
40	61,226
50	61,046

draperie Josef - nezpevněno	
čas ve vteřinách	objem v gramech
0	61,388
10	60,686
20	60,424
30	60,188
40	59,959
50	59,807

sokl Josef	
čas ve vteřinách	objem v gramech
0	60,569
10	58,531
20	57,928
30	57,472
40	57,163
50	56,258

hrudník Josef - zpevněno	
čas ve vteřinách	objem v gramech
0	57,659
10	57,476
20	57,127
30	57,033
40	56,928
50	56,850

### 2.3.3 Ultrazvuková transmise

Měření ultrazvukové transmise mělo za cíl zjistit stav a rozsah poškození sochy. Ultrazvuková transmise měří rychlost průchodu signálu materiálem. Ve zdravé a dobře stmelené hornině je rychlost signálu vyšší než v poréznějším a méně stmeleném. Signál se deformuje, zpomaluje nebo mizí úplně, pokud narazí na trhlinu, nehomogenitu či dutinu.

Měření bylo provedeno přímé (sondy proti sobě) na přístroji pro měření ultrazvukové transmise Geotron UKS 14 s externími sondami pro menší vzdálenosti (UPG 250 s měřicí frekvencí 250 kHz, rozlišením 0,1 ms, zpoždění/korekcí 1,8 ms).

Měřicí sondy snímají čas průchodu p-vlny a rychlost se vypočítá dle vztahu:  $v = d/t$

v - rychlost UZ, m/s, případně km/s

d - měřená vzdálenost, cm

t - čas přechodu signálu,  $\mu$ s

Průzkum provedený ultrazvukovou transmisí prokázalo, že plastika je v havarijním stavu a je nutná její hloubková konsolidace, neboť materiál je značně rozrušený. Měření v přední části plastiky téměř nezaznamenalo procházející signál, pouze v subtilních částech a na zázech byl naměřen zeslabený signál, což zřejmě způsobilo předzpevnění sochy organokřemičitany, které bylo nutné provést ještě před transportem sochy na pracoviště.

### 2.3.4 Stanovení obsahu vodorozpustných solí

Jelikož socha nebude umístěna zpět do exteriéru, má zjištění salinity pouze informační charakter. Socha byla vystavena přímému působení srážek a byla značně znečištěna holubími výkaly, tudíž zasolení sochy je možné. Průzkum zahrnuje stanovení anionů vybraných vodorozpustných solí (chloridů, síranů a dusičnanů) metodou UV/ VIS spektrofotometrie.

Průzkum obsahu vodorozpustných solí (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>) byl proveden na plastice ze dvou vzorků odebraných z jednoho místa na povrchu (0-2 cm) a v hloubce (2-4 cm).

V odebraných vzorcích z plastiky byl zjištěn zvýšený výskyt vodorozpustných solí - síranů a dusičnanů. Sírany jsou koncentrovány na povrchu a nacházejí se ve vzorku odebraném z plastiky S2a.



Obr. 6 - Odběr vzorku pro stanovení obsahu vodorozpustných solí

### 2.3.5 Průzkum povrchových úprav

Barevná vrstva se nachází jak přímo na kameni tak i na druhotných tmelech. Jejich průzkum má za cíl tyto úpravy pouze zdokumentovat. K měření došlo pomocí optické mikroskopie (OM) nábrusů v odraženém bílém světle a fluorescenci (UV a modrém světle.)

Na torze plastiky byla průzkumem potvrzena přítomnost četných povrchových úprav. Povrchové úpravy se nacházeli na původním povrchu plastik, ale také na rozsáhlých cementových doplňcích. Počet vrstev a stupeň jejich dochování se však značně proměňoval v závislosti na degradaci materiálu či vlastní povrchové úpravy (souvrvství jsou poškozena krakeláží a lokálně odpadávají). Na odebraných vzorcích z kamene (Z1 a Z2) se nacházel proměnlivý počet úprav převážně v okrové nebo nazelenalé barevnosti. U vzorku Z1 bylo prokázáno 8 barevných nátěrů, u vzorku Z2 bylo nalezeno 6 barevných úprav. Vzorek Z3 (8291) byl odebrán z tmelu, na které se opakují našedlé a okrové monochromní nátěry. Lze předpokládat, že jejich barevnost byla určena barevností fasády a měnila se v souvislosti s jejími úpravami.

Celá zpráva obsahující průzkum povrchových úprav, salinity a UZ transmise, vypracovaná Ing. Renatou Tišlovou bude přiložena na konci zprávy jako příloha číslo 3.



odběry vzorků pro průzkum barevných vrstev

### 3. VYHODNOCENÍ PRŮZKUMU

Socha přišla z velké části o svou původní modelaci vlivem exterierních klimatických podmínek a kvůli materiálově nevhodným tmelům, kterými byla socha při restaurování v 60. letech celoplošně opatřena. Hlavním problémem je vysoce degradovaný materiál sochy, který vyžaduje hloubkové zpevnění. Jelikož se jedná o konzervační zásah, a měly by tedy být zachovány i druhotné tmely, které jsou rozpraskané a oddělují s od povrchu, musí být k podkladu připevněny.

Na základě zkoušek nasákavosti můžeme konstatovat, že tmely povrch sochy uzavírají. Jelikož ale bude socha nadále umístěna v interiéru, nemělo by tím docházet k jejímu dalšímu poškození.

Koncentrace solí, konkrétně síranů byla sice na povrchu zjištěna, ale opět, jelikož bude socha umístěna v interiéru, nebudou tyto soli mít vliv na degradaci materiálu.

Odebrané vzorky barevných vrstev potvrdily vícečetná souvrství, která však jsou zachována v různé míře, podle degradace materiálu. Vrstvy jsou také zaneseny nečistotami, stejně jako zbytek sochy.

Socha, především zezadu je z velké části masivně potřísněna holubími výkaly, žádná nízká vegetace se na ní nenachází, je pokryta prachovým depozitem a špínou z ovzduší.

Niky na průčelí domu nebudou prozatím osazeny žádnými jinými sochami. Pro případnou budoucí rekonstrukci, která by mohla vyplnit tato prázdná místa v nikách, by bylo možné použít podklady z archivu Národního památkového ústavu v Praze. Bohužel původní vzhled sochy na fotografiích není dobře patrný a pro rekonstrukci by tak nejlépe posloužila fotografie z roku 1962, na které je viditelný stav sochy po restaurování, tedy přetmelená původní modelace.

#### 4. KONCEPCE RESTAUROVÁNÍ

Socha bude po konzervátorském zásahu umístěna do interiéru. Materiál, ze kterého je plastika vytvořena, je na pokraji své životnosti a nedovoluje tak navrácení sochy do exteriéru. Jelikož tak nebude hrozit její další poškozování venkovními klimatickými podmínkami, není nutné řešit odstranění druhotných tmelů, které uzavírají povrch a způsobovali tak jeho degradaci.

Tmely byly na soše ponechány také z dokumentačního hlediska - jedná se o historický zásah, který je součástí života památky. Modelace provedená v těchto tmelech je kvalitativně na nižší úrovni a zřejmě úplně neodpovídá původnímu zpracování. Pokud by ale byly tyto tmely sejmuty, nemusela by zůstat modelace žádná a byla by tak zničena výpovědní hodnota památky.

Bodové připevnění těchto tmelů by mělo zajistit, že v případě, že by se v budoucnosti odstraňovali, nebude výrazně poničena barevná vrstva pod nimi. Dále budou vytvořeny zajišťující tmely, které budou zabraňovat možnému odlomení korodovaných subtilních částí sochy a historických tmelů.

Jelikož bude socha v interiéru, není nutné řešit její zasolení. Na povrchu nevznikají ani mokré mapy ani bílé výkvěty, soli tedy neškodí ani esteticky.

Socha sv. Zikmunda a sv. Josefa s Ježíškem tvoří důležitou součást výzdoby domu U černého orla, a proto by nikdy měly být osazeny kopiemi stávajících soch.



## 5. NAVRHOVANÝ POSTUP PRACÍ

Socha byla ještě před transportem předzpevněna, aby nedošlo k masivnějšímu úbytku materiálu během převozu.

Po transportu by měla být socha nejprve očištěna od prachových depozitů a holubích výkalů. Z měření UZ transmise vyplývá, že sochy bude muset být hloubkově zpevněna, protože materiál sochy je evidentně silně narušen. To bude provedeno za pomoci infuzí s možností regulace dávkování konsolidantu. Jelikož už u předzpevnění na místě byl použit prostředek na bázi organokřemičitanů od firmy Remmers, bude ke konsolidaci zvolen stejný systém.

Po zpevnění bude možné začít injektovat praskliny a dutiny pod tmely, zřejmě ale ne celoplošně pro případ, že by se měli v budoucnu odstranit a měli zůstat zachovány barevné vrstvy. Vhodný injektážní prostředek bude vybrán po zkouškách.

Po vyinjektování by se měla zažehlit odhalená barevná vrstva a následně vytvořeny zajišťující tmely, které zabrání tomu, aby tmely nebyly náchylné k odlomení. Tmelení bude mít pouze zajišťující charakter a modelace by se neměly nijak doplňovat. Tmel bude vybrán na základě zkoušek, pravděpodobně na vápenné bázi.

Po vytmění budou tmely barevně zapojeny do celku světlostálými pigmenty.

## 6. PRŮBĚH RESTAURÁTORSKÝCH PRACÍ

### 6.1 Čištění biologického napadení a prachových depozitů

Byly provedeny zkoušky čištění biologického napadení (holubinců) za sucha i za mokra. Jako nejlpsí vyšla kombinace použití kartáčku a vodní páry. Nečistoty byly nejprve naměkčeny párou a následně očištěny kartáčkem s vodou. Při čištění se kázalo, že pod nánosem ptačího trusu, který zasahoval především oblast ramen a zad, je zachovalá okrová barevná vrstva.

Socha byla od prachových depozitů očištěna nekovovými kartáči a štětci.

Při zkouškách čištění byly použity:

- skalpel
- zubní kartáček
- houbička
- vatové tyčinky



Obr. 7 - Zkoušky čištění

### 6.2 Hloubková konsolidace materiálu

Bylo nutné provést hloubkovou konsolidaci materiálu. Jako prostředek byl zvolen systém KSE od firmy Remmes. Nejprve byla provedena zkouška penetrace konsolidantu na kusu kutnohorského vápence. Podle rozsahu penetrace po vzdálenosti asi 20 cm bylo do sochy navrtáno 28 malých otvorů do hloubky 2 cm, v místech, které budou později zakryty zajišťujícími tmely. Do otvorů byly umístěny injekční jehly utěsněné vatou. K nim následně připevněny infuze s konsolidantem.

V první fázi byl do sochy napuštěn přípravek KSE 100. Po úplné penetraci byl konsolidant vyměněn za KSE 300 a nechal se napouštět, dokud jej materiál přijímal.

Po uplynutí doby, za kterou by měl konsolidant zreagovat a vytvrdit se proběhlo druhé kontrolní měření UZ transmise. Její měření prokázalo částečné zpevnění materiálu horniny (na některých místech byl obnoven signál, který indikuje zpevnění horniny), avšak ne v celém rozsahu a v míře (zvláště v objemných částech není zpevnění materiálu dostačující), která by umožňovala navrácení objektu zpět do původních podmínek.\*<sup>2</sup>



Obr. 8 - Hloubková konsolidace

\*<sup>2</sup> Průzkum UZ transmise, salinity a povrchových úprav, Ing. Renata Tišlová

### 6.3 Zkouška injektážních prostředků

Pro zkoušky injektáže bylo vybrány 4 typy injektážních prostředků. Sledován byl rozliv směsi, jak se s ní pracuje a jak vypadá po vytvrdnutí, zda nepraská či nemá tendenci vytvářet cestičky.

Při zkouškách byly na malý blok vápence st. Marghareten fixážní gumou připevněny laboratorní sklička s otvorem uprostřed. Kámen byl předvlhčen a následně se otvorem ve skličku začal injektovat připravený prostředek.

- 1 VAPO Injekt
- 2 Terrako Transfer 5
- 3 NHL 3,5
- 4 Ledan

Nejlepší výsledek mělo NHL 3,5. S tímto prostředkem byla provedena ještě jedna zkouška s přidáním 20 % podílu mramorové moučky.

Zkoušky injektážních prostředků



### 6.4 INJEKTÁŽ

Pro injektáž byl tedy zvoleno hydraulické vápno NHL 3.5. Před injektováním byl nejprve materiál provlhčenou vodou. Následně byl rozmíchan do vody injektážní prostředek a pomocí injekční stříkačky s jehlou a bodově vpraven pod tmely a na jejich okraje. Stejným způsobem byly vyplněny praskliny.



Obr. 9 - Injektáž prasklin a dutin

## 6.5 Fixáž barevné vrstvy

Barevná vrstva, která se vyskytuje na kameni je nekompletní a ve špatném stavu. Vytváří se krakely, které se oddělují od povrchu sochy a díky tomu barevná vrstva postupně odpadává. Aby byla barevná úprava uchována alespoň v této dochované míře, přistoupilo se k fixáži pomocí zažehlování.

Povrch je nejprve namočen vodou, poté se injekční stříkačkou s jehlou aplikuje 5% disperze Acrylkleber a přes voskovaný papír je barevná vrstva opatrně nažehlována zpět na kámen za použití zažehlovací špachtle s regulovatelnou teplotou.



Obr. 10 - Postup při fixáži barevné vrstvy

## 6.6 Plastická retuš

Pro plastickou retuš byla vybrána směs slovenské vápenné drti z oblasti Hlubinás pojivem hydraulického vápna NHL 3,5. Poměr směsi plnivo pojivo byl 2 : 1 obj.d. Směs byla nanášena kovovou špachtlí na předvlhčený povrch. V místech kde styčnou plochu pro tmel netvořil odhalený kámen, ale historické minerální tmely, bylo pro tmelení zvoleno cemetové pojivo. Plnivo tvořily tři díly jemného střečského písku a plnivo jeden díl bílého cementu.

Zvrchu koruny byl vyjmut kovový křížek, narovnan a částečně očištěn od zri pomocí kovového kartáčku. Jelikož se na přední straně nacházel zbytek barevnosti, nebyla tato strana zri dokonale zbavena. Následně byl křížek ošetřen přípravkem ferogard a pomocí řidší tmelící směsi obsahující hydraulické vápno a vápennou drť (ve stejném poměru jako při tmelení odhaleného kamene,) připevněn zpět na místo.

## 6.7 Barevná retuš

Po vytmelení byly tmely barevně zapojeny do díla, aby nepůsobily rušivě. Použity byly světlostálé pigmenty Bayferox nanášené jemnými štětci na povrch tmelů. Rozmíchány byly v 1,5% roztoku akrylátové disperze K9.

## 7. POUŽITÉ MATERIÁLY A TECHNOLOGIE

čištění

mechanicky - sklapel, nekovové kartáče vodní pára

konsolidace

injekční stříkačky a jehly, vata, infuzní sety

zpevňovač na bázi etylesteru kyseliny křemičité bez obsahu rozpouštědel - Funcosil KSE 100 (15l,) KSE 300 (6,5l)

injektáž

aplikace - injekční stříkačky a jehly, vata,

voda hydraulické vápno NLH 3,5, mramorová moučka

fixáž barevné vrstvy

aplikace - injekční stříkačky a jehly

voda, 5 % Acrylkleber - disperze termoplastického polymeru akrylu na bázi metylmetakrylátu a butylakrylátu, zahuštěné esterem kyseliny akrylové

plastická retuš

nanášeno - kovové špachtle

slovenská vápenná drť z oblasti Hlubinná, hydraulické vápno NHL 3,5, záměsová voda, poměr pojivo a plnivo 1 : 2 obj. d.

barevná retuš

nanášeno - jemné štětce

pigmenty bayfferox, 1,5 % akrylátová disperze K9

## 8. NOVÁ ZJIŠTĚNÍ

Během restaurování bylo zjištěno, že na většině míst, kde se odděluje druhotný tmel od kamene je pod ním zachovalá původní modelace s barevnou úpravou. Proto byly tmely injektovány pouze bodově, aby v případě, že by se v budoucnu odstraňovaly nebyla barevná vrstva pod nimi výrazně zničena.

Tmely, které se oddělily během transportu nebyly připevňovány zpět, neboť v těchto místech byla zachována původní modelace opatřená barevnou vrstvou, která je výtvarně lépe zpracovaná než druhotné tmely a doplnění odpadlých tmelů by modelaci nijak výrazně nepodpořilo.

## 9. DOPORUČENÝ REŽIM

Stav sochy sv. Zikmunda nedovoluje její navrácení do exteriéru, proto už nebude vystavena klimatickým změnám a nemělo by docházet k dalšímu poškození. Socha by měla být minimálně každých 5 let kontrolována, zda tmely zajišťující druhotnou úpravu sochy plní svou ochrannou funkci a neoddělují se. Socha by měla být v klimaticky stálém interiéru a pravidelně očišťována od prachových depozitů.

## 10. POUŽITÁ LITERATURA

TIŠLOVÁ, Renata, *Chemicko-technologický průzkum, socha sv. Zikmunda, dům U Černého orla č.p. 91, KOLÍN*, 2016

RYŠLINK, Vladimír (ed.). Kolín: průvodce po kulturních památkách. Kolín: Město Kolín, 2013, s. 32. ISBN 978-80-260-4040-8.

Středočeská vědecká knihovna v Kladně [online]. Kladno: IPAC- Cosmotron Bohemia s.r.o., 2016. Dostupné z: [http://svk7.svkkk.cz/arl-kl/cs/detail-kl\\_us\\_auth-0336386-Dum-cp-91-Kolin-cesko/](http://svk7.svkkk.cz/arl-kl/cs/detail-kl_us_auth-0336386-Dum-cp-91-Kolin-cesko/)

Svatý Zikmund. Světci k nám hovoří [online]. [cit. 2016-08-07]. Dostupné z: <http://catholica.cz/?id=1322>

## 11. OBRAZOVÁ ČÁST



Obr. 11 - Pohled ze předu, socha sv. Zigmunda - stav před restaurováním



Obr. 12 - Pravý bok sochy sv. Zikmunda - stav před restaurováním





Obr. 13 - Pohled zezadu, socha sv. Zikmunda - stav před restaurováním



Obr. 14 - Levý bok sochy sv. Zikmunda - stav před restaurováním

Obr. 15  
- Socha před  
očištěním



Obr. 16  
- Socha po  
očištění



Obr. 17  
- Hlubková  
konsolidace  
sochy - horní  
polovina



Obr. 18  
- Hlubková  
konsolidace  
sochy - dolní  
polovina





Obr. 19 - Oblast límce po tmelení



Obr. 20 - Oblast pravé ruky po tmelení



Obr. 21 - Oblast nohou po tmelení



Obr. 22 - Křížek po vyjmutí z koruny a narovnání



Obr. 23 - Ošetření křížku přípravkem Ferogard



Obr. 24 - Pohled ze předu, socha sv. Zikmunda - stav po restaurování



Obr. 25 - Pravý bok sochy sv. Zikmunda - stav po restaurování





Obr. 26 - Pohled zezadu, socha sv. Zikmunda - stav po restaurování



Obr. 27 - Levý bok sochy sv. Zigmunda - stav po restaurování



Srovnání stavu  
— před a po —  
restaurování



## 12. PŘÍLOHY

### 12.1 Příloha č. 1 - Grafické znázornění poškození





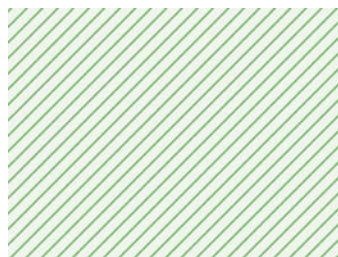
starší tmely



barevná úprava



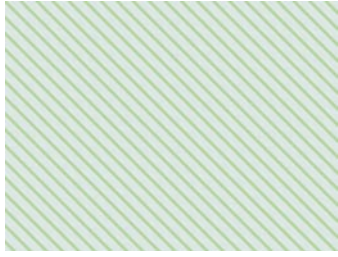
praskliny



holubí výkaly







nové vápenné maly



nové cementové tmely



12.2 Příloha č. 2 - Historické snímky Domu u černého orla



## 12.3 Příloha č. 3 - Chemicko-technologický průzkum



socha sv. Zikmunda, dům U Černého orla, Kolín  
Chemicko-technologický průzkum  
I. OBECNÉ ÚDAJE

### socha sv. Zikmunda, dům U Černého orla č.p. 91, KOLÍN Chemicko-technologický průzkum

Akce: Chemicko-technologický průzkum v rámci restaurátorského zásahu provedeného na plastikách sv. Josefa s Ježíškem i sv. Zikmunda z průčelí domu U Černého orla v Kolíně.

Materiál/technika: socha z kutnohorského vápence (mušlový, biodetritický vápenec)

Popis objektu: socha světce je, společně s párovou sochou sv. Josefa s Ježíškem, umístěna na atice domu U Černého orla č.p. 91. Sochy jsou umístěny v nikách na nízkém soklu ve výklenku. Současný stav plastik je kritický. V místech, přímo vystavených srážkám zcela chybí modelace, hornina je silně korodovaná a ve hmotě oslabená. Stejná je situace u soklů, jež vykazují podobná poškození. Sochy byly v minulosti několikrát opravovány, v rámci předchozího zásahu z 20. století došlo ke kompletní rekonstrukci soch ve štku na bázi hydraulického pojiva, patrně z cementu, která dala sochám novou ahistorickou podobu a redukovala rozsáhlá poškození. Nízká propustnost tmelů, vysoká pevnost a houževnatost zcela neopovídá originální hornině a byla příčinou dalšího významného poškození, které se projevilo odloučením většiny doplňků od originálu, jejich ztrátou i poškozením originální hmoty.

Na objektech se nachází řada barevných úprav, které jsou patrné na samotném povrchu hornin i na provedených doplňcích. Většina úprav je v monochromním, nejčastěji okrovém tónu.

Autor/datace objektu: -/1.pol. 18. století (výstavba domu)

Vlastník objektu/zadavatel restaurování: Karel Falber

Restaurátor: Kristýna Kalvodová, student 4. ročníku Bc. stupně studia oboru Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů, Fakulta restaurování (FR), Univerzita Pardubice (UPa).  
Pedagogické vedení: Mgr. art. Jakub Ďoubal, PhD., FR UPa.



**Obr. 1, 2:** Plastika sv. Josefa s Ježíškem (vlevo) a sv. Zikmunda (vpravo) umístěné v nikách na atice domu U Černého orla, č. p. 91, Kolín. Foto: NPÚ, ÚOP Střední Čechy.

Průzkum provádí: Ing. Renata Tišlová, PhD., Katedra chemické technologie, FR, UPa.

## II. Zadání a cíle průzkumu

**ad1) Popis stavu a rozsahu poškození** vápencové plastiky (míra zvětrání horniny, lokalizace a rozsah poškození a hodnocení stávajícího stavu). Průzkum bude proveden na plastice na různých částech (nosné i plastické části). Průzkum bude proveden nedestruktivně metodou tzv. ultrazvukové transmise. V rámci průzkumu též dojde k orientačnímu zhodnocení stavu objektu po konsolidaci stejnou průzkumovou metodou.

**ad 2) Průzkum salinity** - plastika je umístěna v nice na atice domu, jež byla vystavena přímému působení srážek, nika byla zanesená exkrementy od ptactva. Podstavec je v přímém kontaktu s architekturou, nese charakteristické znaky poškození a vyskytují se na nich pro soli charakteristické projevy. Na soklu pod sochu sv. Zikmunda jsou patrné typické projevy působení solí - jakoby mokry vzhled horniny, který nelze, ani po delším uložení v interiéru, redukovat. Vzhledem k předem zvolené koncepci restaurování (konzervační přístup), nebude socha umístěna zpět do původních exteriérových podmínek. Zjištění salinity bude mít proto dokumentační charakter a bude provedeno v omezeném rozsahu. Průzkum zahrnuje stanovení anionů vybraných vodorozpustných solí (chloridů, síranů a dusičnanů) metodou UV/VIS spektrofotometrie.

**ad 3) Průzkum povrchových úprav** - na plastikách se vyskytuje několik fází barevných úprav. Barevné úpravy se nachází na hornině (na obnažených částech i pod tmely) i na rozsáhlých doplňcích, které ovlivnily dochovaní a dosud prezentovaný vzhled soch. Studium povrchových úprav bude provedeno s cílem tyto úpravy zdokumentovat a orientačně posoudit jejich vývoj a barevné pojetí plastiky v průběhu času. U vzorků nebyla požadována podrobná analýza těchto vrstev.

## III. Metodika průzkumu, instrumentace

### a) Ultrazvuková transmise

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

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

### Princip měření ultrazvukové transmise

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

zdroj signálu > objekt > příjem signálu

Rychlost ultrazvukové transmise  $v$  se vypočítá dle vztahu:

$$v = d/t$$

$v$  - rychlost UZ, m/s příp. km/s

$d$  - měřená vzdálenost, cm

$t$  - čas přechodu signálu,  $\mu$ s

**b) Optická mikroskopie (OM) nábrusů v odraženém bílém světle a fluorescenci (UV a modrém světle)**

Popis analýzy: metoda slouží pro určení a identifikaci povrchových úprav (stratigrafii), podkladu, barevných úprav, lakových vrstev, lazur, příp. depositů.

Instrumentace a podmínky měření: optický mikroskop Nikon Eclipse LV-100, pozorování prováděno na příčných řezech vzorky v odraženém bílém světle, UV a modrém světle. Mikroskop je vybaven fluorescenční jednotkou Nikon s UV 365 nm fluorescencí.

**c) UV-VIS spektrofotometrie - měření salinity (koncentrace anionů vodorozpustných solí (sírany -  $\text{SO}_4^{2-}$ , dusičnanů -  $\text{NO}_3^-$ , chloridů -  $\text{Cl}^-$ ))**

Popis analýzy: při analýze se zjišťuje absorpance (pohltivost) po průchodu světla vzorkem. Vlnová délka paprsku je 360-525 nm. Absorbance se přepočítává na molární koncentraci v mmol/kg a tzv. hmotnostní procento (hm.%). Pro vyhodnocení se využívá rakouská norma Onorm B3355-1 (Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk - Teil I: Bauwerksdiagnose und Planungsgrundlagen), která klasifikuje koncentrace jednotlivých anionů výsledky a diskutuje je z hlediska možných rizik a následných opatření.

Instrumentace a podmínky měření: Beckmann-Coulter DU-40 (Beckmann), vlnová délka světla UV-VIS oblast 360-525 nm. Analýza byla provedena na plastice i podstavci, z vrtné moučky ze dvou hloubek materiálu (0-2 cm) a (2-4 cm). Místa odběru jsou vyznačena v *Restaurátorské dokumentaci*.

#### IV. Vzorky k analýze

Pro chemicko-technologický průzkum byly odebrány vzorky pro optickou mikroskopii a salinitu. (Tab. 1). Vzorky pro optickou mikroskopii byly odebrány jsou souvrství barevných úprav, zvláště nalezených na kameni, pod tmely (předpokládá se, že se jedná o starší úpravy) a doplňcích (lze jednoznačně datovat do období po rozsáhlé úpravě umělým kamenem patrně z 1. pol. 20. stol.).

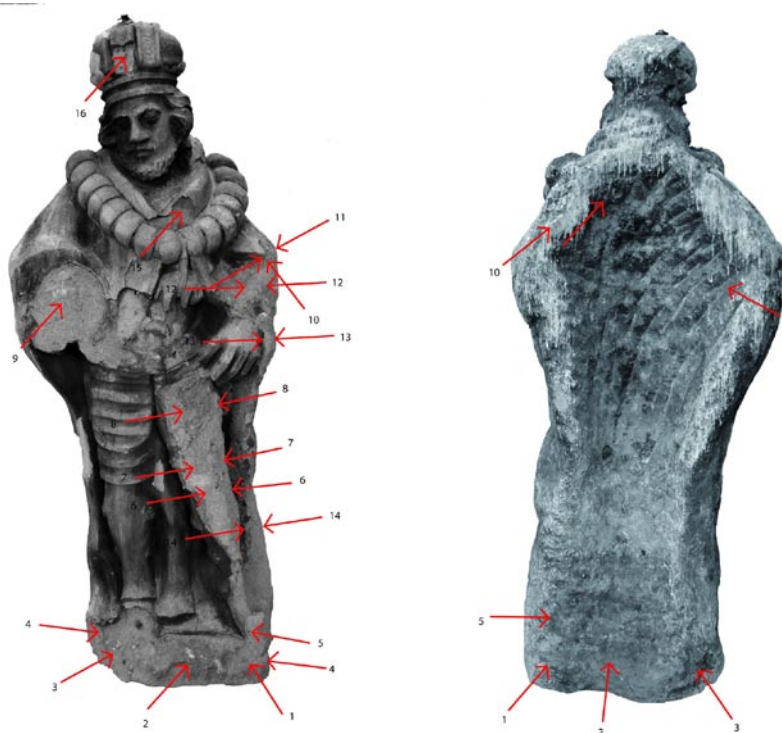
vzorek	popis vzorku	Místo odběru	Požadovaný průzkum	Metody analýzy
<b>vzorky barevných úprav</b>				
Z1/8289	souvrství povrchových úprav na kameni	místa jsou vyznačena v <i>Restaurátorské dokumentaci</i>	stratigrafie	optická mikroskopie
Z2/8290	souvrství povrchových úprav na kameni			
Z3/8291	souvrství povrchových úprav na tmelu			
<b>vzorky pro stanovení vodorozpustných solí</b>				
S1a	hornina, hl. 0-2 cm	podstavec, pravý bok, v=15 cm	stanovení obsahu síranů, dusičnanů, chloridů	UV/VIS spektrofotometrie
S1b	hornina, hl. 2-4 cm			
S2a	hornina, hl. 0-2 cm	drapérie světce, levá noha, v=72 cm		
S2b	hornina, hl. 0-2 cm			

**Tab. 1:** Vzorky k chemicko-technologickému průzkumu. Popis vzorků, míst odběru a provedení průzkum. Místa odběru jsou zdokumentována v *Restaurátorské dokumentaci*.

## V. Výsledky průzkumu

### V.a ULTRAZVUKOVÁ TRANSMISE

Na plastice bylo provedeno 16 měření, které měly v celém rozsahu zmapovat stav plastiky, zejména určit stav horniny, míru zvětrání ve hmotě i na povrchu, včetně rozsahu trhlin a prasklin. Zkoumány byly objemné části (měření procházející objektem) zejména na podstavci soch, částech těla s cílem určit soudržnost v celé hmotě objektů. Měření drobných, méně objemných částí (drapérie, vlasy, okraje plastiky, aj.) bylo provedeno s cílem určit povrchové vlastnosti horniny. Zjištěný stav horniny napomůže při plánování restaurátorského zásahu a stane se podkladem při návrhu vhodné opravné technologie a výběru opravných materiálů. Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 2, místa měření jsou graficky znázorněna na Obr. 3, 4. V tabulce jsou zaznamenána místa měření, směr (hodnoceny vůči pohledové části objektu: v-vertikální, p-z - předozadní, p-l - pravo-levý), čas průchodu UZ vlny  $t$  ( $\mu\text{s}$ ) byl přepočítán na rychlost  $v$  (km/s). V poznámce se uvádí dodatečné informace, které se týkají průchodu signálu. Při nedostatečné nebo nulovém signálu se zaznamenává síla signálu: s - slabý, vss - velmi slabý, ns - neměřitelný nebo ds - deformovaný signál.



Obr. 3, 4: Místa měření ultrazvukové transmise - plastika sv. Zikmunda. Foto a grafické zpracování: K. Kalvodová.

Č. m.	Popis, směr měření	Vzdálenost sond D (cm)	Rychlost UZ signálu v (km/s)	Pozn.	Rychlost UZ signálu v (km/s)	Pozn.
socha sv. Zikmunda						
			<i>před konsolidací</i>		<i>po konsolidaci</i>	
1	podstavec sochy, nohy, p-z	36,0	-	ns	signál obnovený, nelze odečíst	vss
2	podstavec sochy, nohy, p-z	39,5	-	ns	signál obnovený, nelze odečíst	ss
3	podstavec sochy, p-z	31,8	-	ns	signál obnovený, nelze odečíst	ss
4	podstavec sochy, p-l	53,6	-	ns	1,5	ns
5	okraj drapérie, levá noha, p-z	5,5	1,1	vss	neměřeno	
6	levá noha, koleno, p-l	8,7	-	ns	neměřeno	
7	levá noha, stehno, p-l	12,8	-	ns	neměřeno	
8	levá noha, stehno, blíže pasu, p-l	13,2	-	ns	neměřeno	
9	pravá ruka, lom, p-z	26,3	-	ns	1,5	ss
10	levá ruka, loket, drapérie, p-z	24,5	2,2		2,1	ss
11	levá ruka, loket, drapérie, p-l	9,5	2,1	ss	neměřeno	
12	levá ruka, loke, obnažený kámen, p-l	5,0	1,7	ss	2,7	
13	levá ruka, drapérie, zápěstí, p-l	4,8	2,4	ss	neměřeno	
14	drapérie pláště, levá noha, lýtko, p-l	7,0	1,4	ss	neměřeno	
15	límeč/lem pláště, pod krkem, p-z	23,3	-	ns	1,7	
16	koruna, čep?	20,7	-	ns, přes čep?	neměřeno	

**Tab. 2:** Výsledky měření rychlosti UZ transmise provedené na plastice sv. Zikmunda. V Tabulce jsou popsána místa měření a hodnoty vypočítané rychlosti transmise po odečtení korekce na měřící sondy. Pokud není hodnota uvedena signál neprocházel nebo byl zeslaben (viz. Pozn.). V zelených sloupcích jsou uvedeny hodnoty UZ transmise po konsolidaci, které nebyly provedeny v celém rozsahu původního měření, ale pouze orientačně k ověření konsolidačního efektu.

V Tab. 2 jsou také uvedeny hodnoty rychlosti UZ transmise naměřené po provedení konsolidace. Měření nejsou provedena v celém rozsahu původního měření, ale pouze na vybraných místech k ověření změny vlastností materiálu po provedení zásahu. Z výsledků vyplývá zlepšení původního stavu horniny a částečné obnovení vlastností horniny, i když jen v omezené míře. V objemných částech stále zůstává materiál značně nezpevněný ve hmotě, což vylučuje jeho expozici v náročných podmínkách vnější expozice.



V.b SALINITA - Obsah anionů vodorozpustných solí (stanovení obsahu chloridů - Cl<sup>-</sup>, síranů - SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, dusičnanů - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Obsah vodorozpustných solí (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>) byl proveden na podstavci (S1) a plastice (S2) vždy ze dvou vzorků odebraných z jednoho místa na povrchu (0-2 cm) a v hloubce (2-4 cm). Výsledky uvádí Tab. 3. Koncentrace je uvedena jako molární koncentrace v mmol/kg a jako hmotnostní procento (hm.%).

Vzorek	výška/hloubka odběru vzorku (cm)	síraný (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		dusičnaný (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		chloridy (Cl <sup>-</sup> )	
		mmol/kg	hm. %	mmol/kg	hm. %	mmol/kg	hm. %
S1a	15/0-2	31	0,3	35	0,18	<3	<0,01
S1b	15/2-4	<1	<0,01	16	0,09	<3	<0,01
S2a	72/0-2	14	0,13	<1	<0,02	<3	<0,01
S2b	72/2-4	<1	<0,01	<1	<0,02	<3	<0,01

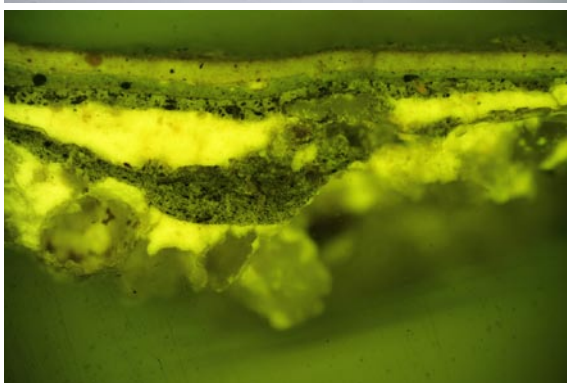
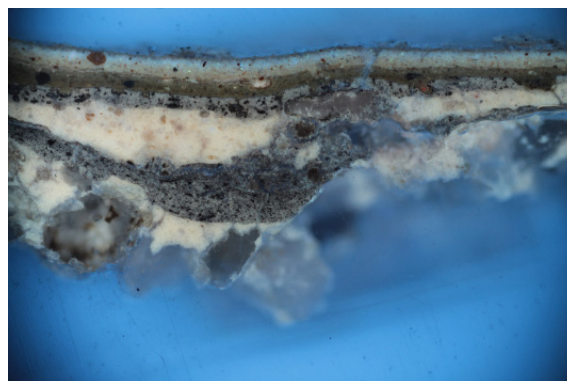
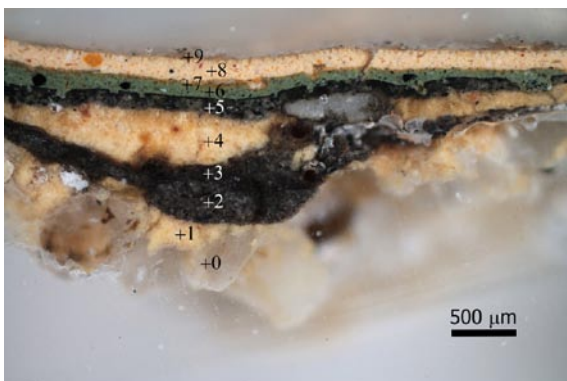
**Tab.3:** Koncentrace anionů vodorozpustných solí v mmol/kg a hm.% ve vzorcích odebraných z podstavce (S1a, b) a plastiky (S2a, b).

**Diskuse výsledků:**

V odebraných vzorcích z podstavce a plastiky byl zjištěn zvýšený výskyt vodorozpustných solí - síranů a dusičnanů. Nejvyšší koncentrace byla zjištěna v povrchovém vzorku odebraném z podstavce S1, kde se oba typy solí vyskytují v kriticky vysoké koncentraci. Síraný jsou koncentrovány v povrchových vrstvách a nacházejí se i ve vzorku odebraném z plastiky S2a. Dusičnaný jsou patrně koncentrovány pouze v soklu, kde byl jejich výskyt zjištěn i ve větších hloubkách podstavce (vzorek S1b). V ostatních vzorcích je obsah solí zanedbatelně nízký.

#### IV.c STRATIGRAFIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

**Z1/8289:** souvrství povrchových nátěrů na kameni

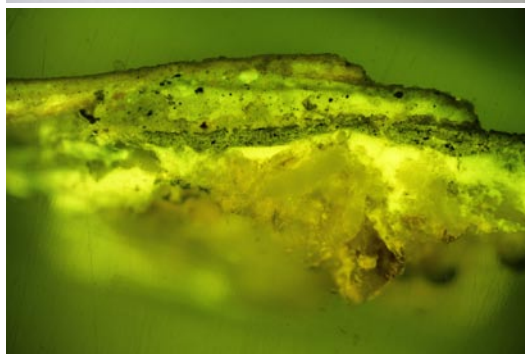
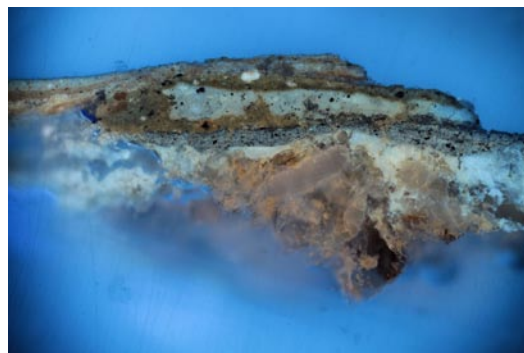


Obr. 5 a-c:  $\begin{matrix} a & | & b \\ \hline & c & \end{matrix}$  Stratigrafie povrchových úprav vzorku Z1 (8289).

Popis: a) snímek v odraženém bílém světle z optického mikroskopu, b) snímky v UV a c) modrém světle. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x. Mikroskop: Nikon LV100.

**Popis souvrství:** **0 - fragmenty horniny**, kutnohorský vápenec, bez vrstvy nečistot či rozhraní. **2 - sv. okrový nátěr**, bez viditelné luminiscence. Nátěr kopíruje nerovnosti povrchu horniny (nanesený patrně na již zvětralý povrch kamene). Obsahuje jemnozrnný okrový pigment bez zřetelné morfologie částic. **2,3 - černý nátěr** s jemnozrnným černým pigmentem, bez viditelné luminiscence, tl. 50-600 μm. **4 - sv. okrový nátěr** proměnlivé tloušťky 50-500 μm s jemnozrnným okrovým pigmentem bez zřetelné morfologie. Na snímku v UV světle není patrná luminiscence vrstvy. **5 - černý nátěr**, tl. ca 75 μm, s jemnozrnným černým pigmentem. **6 - zelený nátěr**, tl. ca 75 μm. Obsahuje směs jemnozrnného zeleného pigmentu, s příměsí jemnozrnné žluté a černého pigmentu, nažloutlé luminiscence. **7 - žlutý nátěr**, tenký. Obsahuje žlutý pigment, na povrchu je patrné rozhraní tvořené vrstvou nečistot. **8, 9 - souvrství okrových nátěrů**, tl. ca 75-100 μm. Obsahuje směs jemnozrnného okrového pigmentu a běloby. Nátěr 8 byl patrně nenesen ve dvou vrstvách - svrchní vrstva obsahuje více pojivové složky - výrazně luminiuje v UV světle (viz. snímek b). Vrstva 9 je silně zvětralá a nesouvislá.

**Z2/8290:** souvrství povrchových nátěrů na kameni

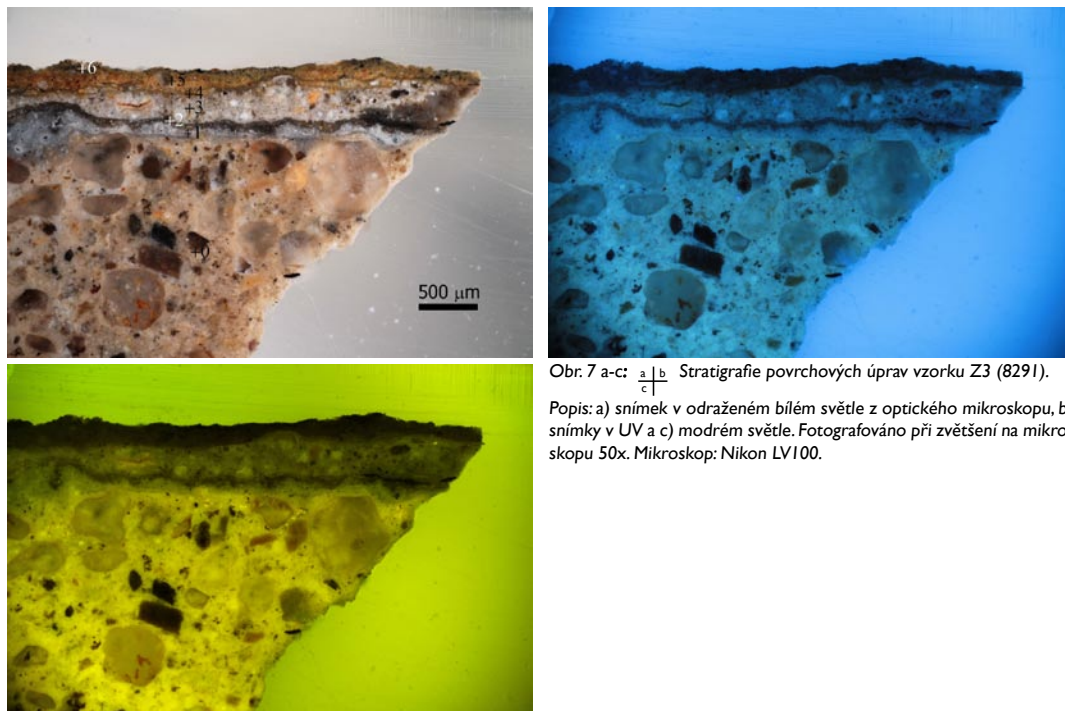


Obr. 6 a-c:  $\begin{matrix} a & b \\ c \end{matrix}$  Stratigrafie povrchových úprav vzorku Z2 (8290).

Popis: a) snímek v odraženém bílém světle z optického mikroskopu, b) snímky v UV a c) modrém světle. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x. Mikroskop: Nikon LV100.

**Popis souvrství:** **0 - fragmenty horniny**, kutnohorský vápenec. Povrch je silně korodovaný a nerovnoměrný. **1 - okrový nátěr** tenký, nesouvislý, vyplňuje nerovnosti povrchu, výrazná modro-bílá luminescence vrstvy (dobře patrné na snímku b a c). Obsahuje jemnozrnný okrový pigment. **2 - černý nátěr**, se slabou modro-bílou luminescencí v UV světle., tl. nátěru je 100-200 μm. Obsahuje jemnozrnný černý pigment. **3 - zelený nátěr** s nažloutlou luminescencí. Obsahuje směs jemnozrnného zeleného pigmentu, žlutě, příměs běloby a černě. Vrstva je nehomogenní, porušená zatečením vrstvy **4**. **4 - okrový nátěr** nebo zateklina, lazurního charakteru. Na snímku v UV a modrém světle je patrná výrazná luminescence vrstvy (patrně s vysokým podílem organického pojiva). **5 - okrový nátěr**, tenký, nesouvislý. V UV světle nahnědlá luminescence. S jemnozrnným okrovým pigmentem, lokálně jsou patrná zrna jemnozrnné červeně. **6 - okrový nátěr**, intenzivní barevnosti, nesouvislý. V UV světle nahnědlá luminescence. S jemnozrnným okrovým pigmentem, s příměsí jemnozrnného černého pigmentu. **7 - sv. okrový nátěr**, opět nesouvisle dochovaný. V UV světle nažloutlá luminescence. S jemnozrnným okrovým pigmentem, s příměsí běloby a jemnozrnného červeného pigmentu. Mezi vrstvami 5-7 je stratigrafie vrstev nejednoznačná, vrstvy se v různých částech vzorku prolínají a zatekají do sebe.

**Z3/8291: souvrství povrchových nátěrů na doplňku**



Obr. 7 a-c: a|b|c Stratigrafie povrchových úprav vzorku Z3 (8291).

Popis: a) snímek v odraženém bílém světle z optického mikroskopu, b) snímky v UV a c) modrém světle. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x. Mikroskop: Nikon LV100.

**Popis souvrství:** **0** - štuk/umělý kámen z cementu, s tříděným křemičitým typem kameniva střední velikosti 200-500 µm. **1** - šedý nátěr, patrně barevná úprava povrchu tmelu s jemnozrnným černým pigmentem, v UV světle modro-bílá luminiscence. **2** - šedo-okrový nátěr, tenká barevná úprava povrchu, bez viditelné luminiscence. Obsahuje jemnozrnný žlutý pigment, jemnozrnný černý pigment. **3** - sv. šedo-okrový nátěr nebo štuková vrstva. Obsahuje okrový pigment, bělobu, jemnozrnnou černě. Ve vrstvě patrná zrna žlutého pigmentu, běloby, jemnozrnné černě. Na povrchu nesouvislá vrstva. **4** - žlutý nátěr s jemnozrnným žlutým pigmentem. Na povrchu vrstva nečistot. **5** - okrový nátěr s jemnozrnným okrovým pigmentem, červení, černí a bělobou bez viditelné luminiscence. **6** - okrový nátěr, nesouvislý, silně zvětralý. Obsahuje jemnozrnný okrový pigment, zrna černého pigmentu (nelze vyloučit znečištění vrstvy). Bez luminiscence.

## VI. Závěr, shrnutí výsledků

Předmětem průzkumu byla vápencová socha sv. Zikmunda, která je, společně se sochou sv. Josefa s Ježíškem, umístěná na atice domu U Černého orla č.p. 91 v Kolíně. Socha z kutnohorského vápence byla umístěna v nice na podstavci ze stejného materiálu, který je taktéž součástí průzkumu. Průzkum je prováděn v rámci restaurování obou plastik z průčelí, který proběhl v roce 2015-2016 na FR UPa. Jeho výsledky poslouží jako podklad pro vypracování koncepce restaurátorského zásahu.

Plastika sv. Zikmunda (stejně jako socha sv. Josefa) byla před restaurováním v havarijním stavu. Hlavní poškození, vizuálně patrná, jsou rozsáhlý úbytek modelace, především v místech přímo vystavených povětrnostním podmínkám (přední pohledová část), které byly uzavřeny cementovými tmely. Druhý problém spočívá v celkovém oslabení materiálu sochy, který se místy rozpadá a odděluje od soudržnějších částí plastiky.

Na soše jsou rozsáhlé doplňky z betonu (na plastice sv. Zikmunda dochované ve značném rozsahu), pocházející z oprav ze 20. století. Doplňky jsou na mnoha místech dochovány prakticky v intaktním stavu, na ostatních částech plastiky, bez této modelační úpravy, se obnažuje původní materiál, který je na pokraji soudržnosti. Vzhledem ke složení a vlastnostem tmelů/doplňků lze předpokládat, že přítomnost cementových doplňků byla příčinou stávajícího havarijního stavu, i když z vizuálního průzkumu je patrné, že cementové doplňky byly již dříve provedeny k rekonstrukci již silně rozrušených děl, kterým chyběla modelace. Na plastice je dochováno několik fází povrchových úprav, které se nacházejí na kameni (pod cementovými tmely), ale byly provedeny i na rozsáhlých cementových opravách.

Chemicko-technologický průzkum byl prováděn s cílem upřesnit stav a míru poškození plastiky i podstavce. Rozsah průzkumu byl navržen dle aktuálního nálezového stavu zjištěného vizuálním průzkumem. Průzkum byl rozdělen do tří částí:

- i. **Průzkum stavu materiálu** - v jeho rámci byl upřesněn stav materiálu plastiky. Pro průzkum byla použita nedestruktivní metoda měření ultrazvukovou transmisí, která je schopna určit míru poškození materiálu bez invaze do objektu. Na základě průzkumu byla zvolena míra konsolidace, konsolidační materiál i technologie.
- ii. **Průzkum salinity** - plastika byla vystavena přímému působení atmosférických vlivů, v jehož důsledku mohlo dojít k zasolení objektu vodorozpustnými solemi, které mohly přispět k degradaci materiálu plastiky. Průzkum byl proveden na omezeném počtu vzorků odebraných z podstavce i plastiky.
- iii. **Průzkum povrchových úprav** - z vizuálního průzkumu je patrné, že plastika byla opakovaně upravována barevnými nátěry, které jsou v několika vrstvách patrné na původním povrchu horniny i rozsáhlých doplňcích. Vzhledem k torzálnímu stavu objektu nebude barevnost rekonstruována, ale pouze konzervována. Z tohoto přístupu vyplývá charakter průzkumu, jež bude proveden pouze pro dokumentaci stávajícího stavu.

### Poznatky získané průzkumem lze shrnout takto:

#### ad i) Průzkum stavu materiálu

Průzkum provedený metodou ultrazvukové transmise (UZ) potvrdil havarijní stav materiálu vápence plastiky. Největší míra poškození byla prokázána v přední části plastiky, která byla vystavena působení povětrnostních vlivů a byla celoplošně překryta cementovými tmely. Rychlost UZ transmise nebyla před restaurováním na většině míst v přední části plastiky vůbec zaznamenána, což indikuje, že hornina je silně rozrušená ve hmotě a materiál se nachází na pokraji své životnosti. Jediná dobře soudržná místa byla na zádech plastiky (viz. Chemicko-technologický průzkum provedený na soše sv. Josefa s Ježíškem).

Uvedené výsledky naznačují, že bude nutné provést celoplošnou strukturální konsolidaci plastiky zpevňovací m prostředkem s vysokým konsolidačním účinkem, např. estery kyseliny křemičité, příp. dezalkalizované vodní sklo. Vzhledem k nižšímu účinku lze vyloučit nanosuspenze hydroxidu vápenatého, které se pro konsolidaci karbonátových hornin v minulosti také osvědčily, avšak ty by v daném případě neposkytly požadovaný konsolidační efekt. Z hlediska technologie impregnace je nutné použít metodu, která zajistí dostatečný a homogenní průnik konsolidantu. V úvahu připadá zpevnění pomocí infúzí, impregnace za sníženého tlaku, impregnace pomorem. Technologii zváží restaurátor dle možností a konceptu restaurování.

Součástí průzkumu bylo ověření stavu po konsolidaci, které potvrdilo částečné zpevnění materiálu horniny (na některých místech byl obnoven signál, který indikuje zpevnění horniny), avšak ne v celém rozsahu a v míře (zvláště v objemných nosných částech není zpevnění materiálu dostačující), která by umožňovala navrácení objektu zpět do původních podmínek.

#### **ad ii) Obsah vodorozpustných solí**

V odebraných vzorcích byl zjištěn výskyt vodorozpustných solí v podstavci i plastice. Síraný jsou ve vzorcích koncentrovány v povrchových vrstvách, dusičnany byly zjištěny i v hloubce materiálů. Nejvyšší zasolení bylo prokázáno v podstavci (vzorek S1), kde se vyskytovala směs síranů a dusičnanů, na plastice byly zjištěny pouze síraný. V obou případech byla koncentrace solí vysoká a mohla být, společně s ostatními činiteli, příčinou rozsáhlých poškození materiálu. Obsah síranů v povrchových vrstvách patrně souvisí s přítomností sádrovce (síranu vápenatého), který vzniká chemickou přeměnou horniny reagující s kyselými složkami z ovzduší (přítomnost síranu vápenatého byla ve vzorcích prokázána), nelze však vyloučit ani přítomnost jiných síranů, jejichž zdrojem mohly být např. cementové doplňky.

#### **ad iii) Průzkum povrchových úprav**

Na plastice byla průzkumem potvrzena přítomnost četných povrchových úprav. Povrchové úpravy se nacházely na původním povrchu plastik, ale také na rozsáhlých cementových doplňcích. Počet vrstev a stupeň jejich dochování se však značně proměňoval v závislosti na degradaci materiálu či stavu vlastní povrchové úpravy (souvrvství jsou poškozena krakeláží a lokálně odpadávají). Na odebraných vzorcích z kamene (Z1 a Z2, resp. 8289 a 8290) se nacházel proměnlivý počet úprav převážně v okrové, černé nebo zelené barevnosti. U vzorku Z1 bylo prokázáno 9 barevných nátěrů, u vzorku Z2 bylo nalezeno 7 barevných úprav. Ve všech případech se patrně jednalo o monochromní úpravy, které mohly mít vztah k barevné úpravě fasády domu. Vzorek Z3 (8291) byl odebrán z tmelu, na které se opakují našedlé a okrové monochromní nátěry. Lze předpokládat, že jejich barevnost byla určena barevností fasády a měnila se v souvislosti s jejími úpravami.

V Litomyšli, 31.6.2016

Ing. Renata Tišlová, PhD., Katedra chemické technologie

Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

### 13. Seznam použitých fotografií

Obr. 1 - Zanesení sochy vrstvou holubích výkalů	93
Obr. 2 - Ohnutý a zkorodovaný křížek na vrchu koruny	93
Obr. 3 - Praskliny ve tmelech	93
Obr. 4 - Oddělený tmel od barevné vrstvy	93
Obr. 5 - Degradovaný materiál pod tmely	93
Obr. 6 - Odběr vzorku pro stanovení obsahu vodorozpustných solí	96
Obr. 7 - Zkoušky čištění	100
Obr. 8 - Hloubková konsolidace	100
Obr. 9 - Injektáž prasklin a dutin	101
Obr. 10 - Postup při fixáži barevné vrstvy	102
Obr. 11 - Pohled ze předu, socha sv. Zikmunda - stav před restaurováním	105
Obr. 12 - Pravý bok sochy sv. Zikmunda - stav před restaurováním	106
Obr. 13 - Pohled zezadu, socha sv. Zikmunda - stav před restaurováním	107
Obr. 14 - Levý bok sochy sv. Zikmunda - stav před restaurováním	108
Obr. 15 - Socha před očištěním	109
Obr. 16 - Socha po očištění	109
Obr. 17 - Hloubková konsolidace sochy - horní polovina	110
Obr. 18 - Hloubková konsolidace sochy - dolní polovina	110
Obr. 19 - Oblast límce po tmelení	111
Obr. 20 - Oblast pravé ruky po tmelení	111
Obr. 21 - Oblast nohou po tmelení	111
Obr. 22 - Křížek po vyjmutí z koruny a narovnání	112
Obr. 23 - Ošetření křížku přípravkem Ferogard	112
Obr. 24 - Pohled ze předu, socha sv. Zikmunda - stav po restaurování	113
Obr. 25 - Pravý bok sochy sv. Zikmunda - stav po restaurování	114
Obr. 26 - Pohled zezadu, socha sv. Zikmunda - stav po restaurování	115
Obr. 27 - Levý bok sochy sv. Zikmunda - stav po restaurování	116