

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Petra Zítková

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána
před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře,
restaurování štukové sochy andílka z kaple sv. Isidora v Křenově

Petra Zítková

Bakalářská práce

2013

Prohlašuji

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

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

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

V Litomyšli dne 23. 8. 2013

Petra Zítková

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: Petra Zítková

Poděkování

Mé poděkování patří především vedoucímu práce Mgr. art. Jakubu Ďoubalovi za vedení této praktické části bakalářské práce a za mnoho podnětných rad v rámci práce i studia. Velice děkuji Ing. Renatě Tišlové, PhD za spolupráci v části teoretické. Dále děkuji všem konzultantům, kteří se na bakalářské práci podíleli: Ing. Karol Bayer, Ing. Petra Lesniaková, PhD, neméně pak vedení ateliéru restaurování kamene.

Anotace

Tato bakalářská práce je především restaurátorskou dokumentací restaurovaných objektů. Nejprve se zabývá restaurováním sochy anděla ze sousoší sv. Floriana v Kutné Hoře. Druhá část je věnována restaurátorskému zásahu na štukové plastice anděla z kaple sv. Isidora v Křenově. V obou těchto částech se struktura zaměřuje na základní body. Začíná seznámením se s památkou a její historií, následuje posouzení stávajícího stavu. V dalších kapitolách se podrobně věnuje průzkumu, koncepci a návrhu prací. Následuje samostatný restaurátorský zásah s grafickou a fotografickou dokumentací. Druhá část je rozšířena o testování kompatibilních směsí pro doplnění chybějících částí barokních štuků.

Klíčová slova

Restaurování, restaurátorská dokumentace, sousoší sv. Floriana v Kutné Hoře, barokní sochařství, mušlový vápenec, kaple sv. Isidora v Křenově, anděl, barokní štuk, materiálové složení, zpracovatelnost

Title

Restoration of the statue of an angel from St. Florian's sculpture located in front of the Jesuit College in Kutná Hora, restoration of the plaster statue of an angel from the chapel of St. Isidor in Křenov

Annotation

This bachelor thesis is mainly a restoratory documentation of the restored objects. First part is focused on restoration of the statue of an angel from St. Florian's sculpture located in front of the Jesuit College in Kutná Hora. Second part is focused on restoratory impact on stucco the plaster statue of an angel from the chapel of St. Isidor in Křenov. In both of the parts the structure is focused on basic points. Starting with introduction and familiarization with the object and its history, followed by consideration of its current condition. Next chapters are focused on research, concept and work scheme in detail. Last part is the restoratory work itself, with graphic and photographic documentation. Second part is extended with testing of compatible mixtures to refill the missing parts of the Baroque stuccos.

Keywords

Restoration, restoratory documentation, St. Florian's, Baroque sculpture, shell limestone, Chapel of St. Isidor in Křenov, angel, Baroque stucco, composition of used material, workability

Obsah

Obsah	8
A. Restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána.....	12
před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře.....	12
1. Popis objektu.....	13
1.1. Lokalizace památky	13
1.2. Údaje o památce.....	13
1.3. Údaje o akci	13
1.4. Popis památky.....	14
1.5. Popis díla.....	14
2. Průzkumová zpráva.....	15
2.1. Historický průzkum	15
2.1.1. Předchozí restaurátorské zásahy.....	16
2.2. Popis stavu památky před započítím restaurátorských prací	17
2.2.1. Vizuelní průzkum	17
2.2.2. Popis poškození.....	18
2.3. Nálezová zpráva přírodovědného průzkumu	22
2.3.1. Měření nasákavosti kamene	22
2.3.2. Měření obsahu vodorozpustných solí v kameni	26
2.3.3. Průzkum povrchových vrstev a tmelů	28
2.3.4. Ultrazvuková transmise	30
3. Vyhodnocení průzkumu	35
4. Koncepce restaurátorského zásahu	36
5. Návrh postupu prací	37
6. Postup prací.....	40
6.1. Čištění pro možnost konsolidace	40
6.2. Konsolidace a injektáž	41
6.2.1. Porovnání měření ultrazvukovou transmisí po konsolidaci	42
6.3. Čištění	44
6.4. Plastická retuš	44
6.4.1. Zkoušky směsí pro doplnění chybějících částí.....	44
6.5. Doplnování.....	46
6.6. Barevná retuš	46

7.	Použité technologie a materiály	47
8.	Nová zjištění.....	49
9.	Doporučený režim památky	49
10.	Použitá literatura a prameny.....	49
11.	Obrazová příloha.....	50
12.	Grafická příloha	66
12.1.	Příloha č. 1. - Zákresy poškození.....	67
12.2.	Příloha č 2. – Místa měření ultrazvukové transmise	69
13.	Přílohy	70
13.1.	Příloha č. 1. - Závazné stanovisko	70
13.2.	Příloha č. 2. – Chemickotechnologický průzkum	74
12.3.	Příloha č. 3. – Ultrazvuková transmise	85
13.4.	Příloha č. 4 - Technické listy.....	90
	90
B.	Restaurování štukové sochy andělka z Kaple sv. Isidora v Křenově	92
1.	Popis objektu.....	93
1.1.	Lokalizace památky	93
1.2.	Údaje o památce.....	93
1.3.	Údaje o akci	94
1.4.	Popis památky.....	94
1.4.1.	Popis Kaple.....	94
1.4.2.	Popis Putti č. 12.....	95
2.	Průzkumová zpráva.....	96
2.1.	Popis stavu památky před započítím restaurátorských prací	96
2.2.	Nálezová zpráva přírodovědného průzkumu	97
2.2.1.	Průzkum materiálového složení díla	97
2.2.2.	Průzkum povrchové úpravy díla	99
3.	Vyhodnocení průzkumu	101
4.	Koncepce restaurátorského zásahu	102
5.	Testování kompatibility vápenných štukových směsí a jejich zpracovatelské vlastnosti	103
5.1.	Úvod.....	103
5.2.	Teoretická část	104
5.2.1.	Materiály historických štuků	104

5.2.1.1.	Vápno	104
5.2.1.2.	Sádra	110
5.2.1.3.	Plniva	111
5.2.1.4.	Příspěvky	112
5.2.1.5.	Voda	115
5.2.2.	Příprava malt	116
5.2.3.	Charakteristika barokního štukatérství	117
5.3.	Experimentální část	119
5.3.1.	Vzorky historických štuků	119
5.3.2.	Použité materiály	125
5.3.3.	Metody hodnocení	126
5.3.3.1.	Stanovení materiálového složení vzorků	126
5.3.3.2.	Měření nasákavosti vodou za atmosférického tlaku a výpočtu otevřené porozity 128	
5.3.3.3.	Hodnocení zpracovatelnosti a doby tuhnutí	129
5.4.	Vyhodnocení	130
5.4.1.	Silikátová analýza, síťová analýza, složení a receptury	130
5.4.2.	Mikrostruktura vybraných malt	156
5.4.3.	Základní fyzikální vlastnosti	156
5.4.4.	Příprava vzorků štukových směsí	157
5.4.4.1.	Hodnocení zpracovatelských vlastností	158
5.5.	Sumarizace výsledků	167
6.	Návrh postupu prací	168
7.	Postup prací	170
7.1.	Čištění	170
7.2.	Ošetření armatur	171
7.3.	Injektáž a lepení	171
7.4.	Plastická rekonstrukce	172
7.5.	Barevná retuš	173
8.	Použité technologie a materiály	174
8.	Nová zjištění	175
10.	Doporučený režim památky	175
11.	Závěr	176
12.	Použitá literatura a prameny	177

13.	Fotodokumentace	178
14.	Grafická příloha	196
14.1.	Zákresy poškození.....	196
15.	Přílohy.....	199
15.1.	Příloha 1. – Závazné stanovisko	199
15.2.	Příloha č. 2 - Chemicko-technologický průzkum	204
15.3.	Příloha č. 3 – Složení kameniva pro nové malty.....	217
	Seznam vyobrazení	221

**A. Restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána
před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře**

1. Popis objektu

1.1. Lokalizace památky

Kraj: *Středočeský*

Okres: *Kutná Hora*

Obec: *Kutná Hora*

Adresa: *Barborská ulice*

Název památky: *Parapetní zeď se sochařskou výzdobou naproti Jezuitské koleji*

Bližší určení: *Socha je součástí sousoší sv. Floriana na parapetní zdi naproti Jezuitské koleji, anděl po pravici sv. Floriána*

Rejstříkové číslo restaurované památky: *29963/2-1043/A9/6*

1.2. Údaje o památce

Autor: *pravděpodobně František Baugut*

Sloh/datace: *1711*

Materiál/technika: *kutnohorský, biodetritický, mušlový vápenec; sekané*

Rozměry: *výška 170 cm, šířka 90 cm, hl. 55 cm*

Předchozí známé restaurátorské zásahy: *r. 1963 Smrkovský, r. 2000 Pospíšil*

1.3. Údaje o akci

Vlastník: *Město Kutná Hora*

Investor: *Město Kutná Hora*

Závazné stanovisko: *MÚ Kutná Hora, stanovisko památkové péče a školství ze dne 4.4. 2013*

Zadavatel: *Město Kutná Hora*

Termín započetí prací: *30. 11. 2012*

Termín ukončení prací: *9. 8. 2013*

1.4. Popis památky

Sousoší sv. Floriána tvoří jednu z 13 výjevů sochařské výzdoby parapetní zdi naproti Jezuitské koleji v Kutné Hoře. Jedná se o čtvrtou plastiku ze směru od chrámu sv. Barbory.

Centrální postavou sousoší je postava sv. Floriána oblečená jako římský voják s praporcem na kopí v levé ruce a s vědrem, z kterého vytéká voda, v ruce pravé. Stojí na domě a svojí pravou pokrčenou nohou se opírá o hřbet střechy, kde ze střešního okna šlehá oheň. Po stranách hořícího domu jsou umístěni postavy putti, pravý s vědrem a levý s mlýnským kamenem, neboť podle pověsti byl sv. Florián hozen do řeky Enže s mlýnským kamenem přivázaným kolem krku. Sv. Florián je zde spodobněn v klasickém ikonografickém pojetí. Postava sv. Floriána je uctívána jako ochránce proti suchu, ohni, povodním a neúrodě.¹ Výjev ústřední postavy je osazen na podstavci s jednoduše profilovanou římsou. Kartuš na podstavci nese latinský název s chronogramem vzniku r. 1711. Postavy andělů stojících po stranách podstavce nesou štíty také s latinským textem. Spojením textů se dozvídáme o uctívání sv. Floriana obyvateli kutnohorskými.

1.5. Popis díla

Anděl dnes již nahrazený sekanou kopií sestával po pravé ruce sv. Floriana na spodním podstavci včleněném do ohradní zdi. Postava anděla stojí v kontrastu s hlavou líbezně nakloněnou na pravou stranu a s křídly. Tělo je oděné do našasené draperie, přičemž látka halí levou ruku spočívající na štítu a přes rameno spadá až k zemi. Levá ruka drží pás draperie kolem hrudi. Nohy jsou od kolen směrem dolů odhaleny. Pravá noha, na které spočívá váha postavy, stojí na nízkém podstavci se skalkou, o kterou je druhá mírně skrčená noha opřena. Štít byl opatřen latinským nápisem s chronogramem, z něhož se téměř nic nedochovalo, naštěstí byl již zaznamenán v literatuře.²

KVTTENBER GENESIS PATRIAE DOMESTICA POINT LIBERA LITAS

¹HALL, James, *Slovník námětů a symbolů ve výtvarném umění*, Paseka, 2008

²ROHÁČEK, Jiří, *Nápisy města Kutné Hory*, 1 vyd. Praha Artefactum, 1996

2. Průzkumová zpráva

Tato kapitola se věnuje podrobnému zkoumání památky různými metodami, které vedou ke komplexnímu poznání restaurovaného díla. Cílem průzkumu je zjistit současný stav památky a její poškození. Na základě shrnutí a vyhodnocení získaných poznatků bude vytvořena koncepce restaurátorského zásahu.

Průzkum se zabývá historickými souvislostmi vzniku díla a jeho dalším vývojem z hlediska uskutečněných restaurátorských zásahů, kterými dílo prošlo. Dalším důležitým aspektem průzkumu je vizuální zhodnocení současného stavu památky, charakteristika typů poškození s možnými příčinami a předchozí restaurátorské zásahy. Vizuální průzkum bude podložen dalšími informacemi o stavu kamene za pomoci laboratorních analýz. Nedestruktivní i destruktivní metodou odběru vzorků (jen v nutném případě) bude zkoumána prodyšnost materiálu, přítomnost vodorozpustných solí, homogenita materiálu pod povrchem, charakter barevných úprav, složení a funkčnost starých vysprávek.

2.1. Historický průzkum

Podle pražské vzoru spojení jezuitské koleje Klementina a Pražského Hradu byla v Kutné Hoře vytvořena tzv. královská cesta. Na způsob mostu bylo spojeno centrum města a Jezuitská kolej se Svatobarborským chrámem. Na parapetní zeď před kolejí bylo v letech 1707- 1716 osazeno 12 soch z kutnohorského vápence. Poslední třináctá socha Jana Nepomuckého byla osazena až ve 40 letech 18. století. Autorem většiny soch ze sochařské galerie mostu je František Baugut představitel jezuitského řádu, který podle své představy stvořil jezuitské světce.³

Socha svatého Floriana byla opatřena latinským nápisem, který se při posledním restaurátorském zásahu obnovil podle starších restaurátorských zpráv či literatury. Chronogramy na jednotlivých částech dokumentují datum vzniku sochy a skutečnost, že byla zřízena na náklady představitelů města.

³ ĐOUBAL, Jakub, *František Baugut*, Absolventská práce, 2002

Tab. č. 1- Latinský nápis na sousoší sv. Floriana

KV	GLORIOSO	ET AD
TENBER	MARTYRI	DICTA
GENSIS PA	DIVO	VICINIAE
TRIAE DO	FLORIANO	AD SITAE
MESTICA	CONTRAINES	PIETAS.
POINT	POTENTI	
LIBERA	PATRONO	
LITAS		

Kutnohorského města sousedů postavuje štědrost slavnému mučedníku svatému Florianu proti požáru mocnému ochránci a útulná susedstva vedlejšího nábožnost.

2.1.1. Předchozí restaurátorské zásahy

Restaurátorské zprávy, které byly vyhledány, dokumentují, i když někdy jen okrajově, jaké zásahy byly na soše anděla respektive, na soše sv. Floriana provedeny od roku 1963.

V nejstarší dostupné dokumentaci z roku 1963 od L. Smrkovského a L. Šobra, je zdokumentováno restaurování všech 13 soch před Jezuitskou kolejí. Zajímavá je zde zmínka, že na sochách byly nalezeny zbytky šedého nátěru, který rozrušoval kámen. Povrch byl silně napaden mechy a lišejníky, což způsobovalo prostředí blízkých stromů a vlivy počasí. Vegetace byla odstraněna i se stávající příčinou vzrostlých stromů. Dále je uvedeno, jaký materiál byl použit pro doplnění chybějících míst a čím byla socha zpevnována.⁴

⁴ SMRKOVSKÝ, L., ŠOBR, L. *Plastiky F. Bauguta před Jesuitskou kolejí*, restaurátorská zpráva 1963

Jenda z dostupných dokumentací je z posledního restaurátorského zásahu, který byl proveden v letech 2000-01 restaurátorem J. Pospíšilem. Stav sochy Anděla byl natolik v havarijním stavu, že už bylo nemyslitelné ji nadále vystavovat vlivům podnebí. Socha byla převezena do ateliéru a přistoupilo se k záchrannému konzervačnímu zásahu. Čistícími pastami byly sejmuty nepropustné krusty a za přítomnosti chemika technologa provedeno vakuové zpevnění celé sochy. Byla nalezena ztracená hlava anděla v chrámu sv. Barbory a znovu osazena na tělo anděla. Po ukončení procesu byla za účelem vytvoření kopie z přírodního kamene (božanovského pískovce) socha domodelována snímatelným tmelem.⁵

2.2. Popis stavu památky před započítím restaurátorských prací

2.2.1. Vizuální průzkum

Celý povrch sochy vykazuje povrchovou ztrátu originální hmoty, která je způsobená několika nepříznivými faktory. Kutnohorský vápenec díky jeho obsahu uhličitanu vápenatého je materiál, který snadno podléhá nepříznivým vlivům ovzduší. V důsledku působení kyselých dešťů jsou vymílány jemné složky substrátu, což zapříčiňuje odhalování zrn, které již nic nepojí, a dochází k jejich ztrátě. Dalším faktorem pro úbytek hmoty je existence krust a jejich oddělováním od hmoty kamene, taktéž odstraňováním při minulých restaurátorských zásazích.

Významné zkreslení ve vnímání samostatného díla vytváří také tmavé depozity a krusty. Krusta vzniká v dešťových stínech a nejen, že deformuje dochovaný tvar, ale vytváří puchýře, které se odtrhávají od hmoty kamene. Takto postižená místa jsou na křídlech, štítě a spodní části postavy. Při bližším ohledání je na několika místech zjevná nesoudržnost materiálu pod povrchovou vrstvou. Tam, kde se již krusta odloučila, je kámen silně degradován ztrátou pojiva a drolí se.

Plastika byla při předchozích restaurátorských zásazích vyspravena několika tmelícími hmotami. Vysprávky jsou ve většině případů nevhodné, svými odlišnými vlastnosti od původního materiálu narušují jeho strukturu a kámen se pod nimi drolí.

⁵ POSPÍŠIL, J., *Restaurátorská dokumentace sousoší sv. Floriana na parapetní zdi před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře*, 2001

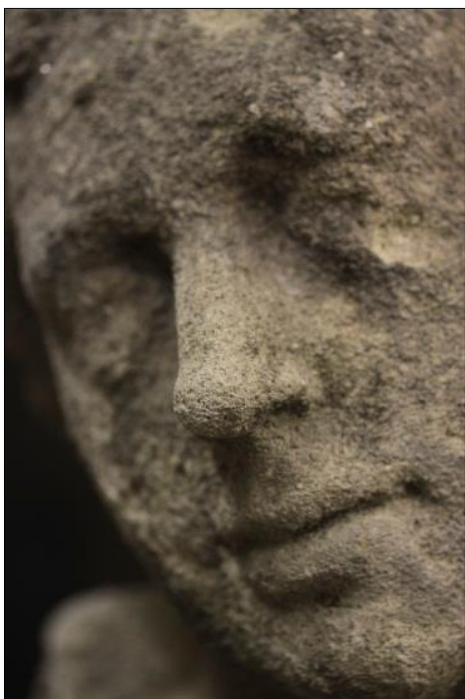
Dalším důvodem případného odstranění vysprávek je špatný vizuální vzhled, zejména s nevyhovující barevností a odlišnou strukturou. Po obvodu krku se vyskytuje nahnědlý tmel, který značí oddělení hlavy od zbytku těla, což potvrzuje i předchozí restaurátorská zpráva.

Při důkladnějším prozkoumání sochy byly objeveny zbytky barevné úpravy, především bílé či šedé krakely vyskytující se ve větší míře na levé straně anděla, resp. na hlavě, levém ramenu a křídle se štítem. V menší míře byly nalezeny po celé plastice zejména v záhybech, modelačních hloubkách a nejspíše se vyskytují i pod tmavými depozity. Na depozitech se taktéž vyskytuje bílý povlak a to především na zadních partiích štítu a křídla způsobený zřejmě sulfatizací.

Povrch je lokálně pokryt pravděpodobně neaktivním biologickým napadením řas a lišejníků.

2.2.2. Popis poškození

Po vizuálním průzkumu bylo zhodnoceno a zaznamenáno poškození sochy.



Obr. č. 1- Husrt. Detail oličeje

Ztráta modelace

V důsledku degradace počínající z vystavení plastiky vlivům prostředí je připravena o autentický povrch a lokálně dochází k výrazné ztrátě modelace a tím i čitelnosti celého díla. Vytvořené krusty jsou tak již posledním nositelem originálního povrchu.



Obr. č. 2 - Ilustr. detail levého křídla

Krusty

Krusty vyskytující se na povrchu plastiky především v dešťových stínech byly lokálně sejmuty, ovšem zbylé postižené plochy jsou nadále vystaveny působení nepropustného povrchu, tvoření prasklin a puchýřů, a odhalování degradovaného kamene pod krustami.



Obr. č. 3 - Ilustr. detail štítu

Tmavý povrch s barevnou úpravou

Povrch s tmavým depozitem a fragmenty bílé a šedé povrchové úpravy, který se jeví jako velmi nepropustná vrstva.



Obr. č. 4 - Ilustr. detail levého ucha s vlasy

Fragmenty barevné úpravy

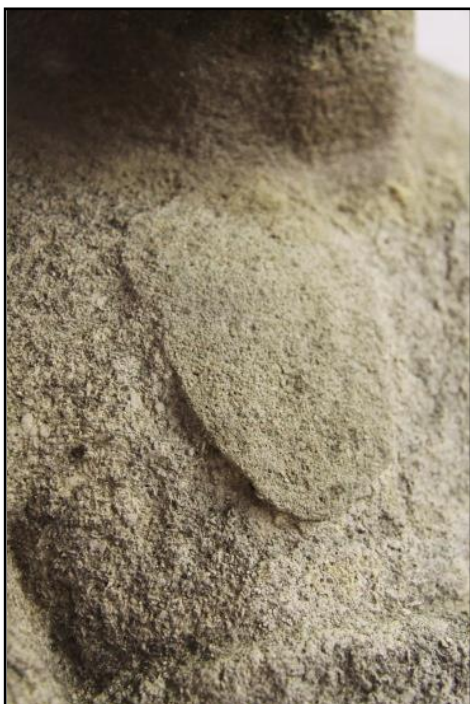
Zbytky barevné úpravy bílo-šedavého vzhledu se v krakelcích lokálně dochovaly v modelačních hloubkách povrchu plastiky.



Obr. č. 5 - Ilustr. detail pravého křídla

Oddělující se plastické retuše

Tmely aplikované při minulém restaurátorském zásahu jsou vizuálně nevyhovující a mají tendenci vytvářet svou neprodyšností korozi materiálu a vytváření dutin. Tmely se oddělují od povrchu i s vrstvou originálního kamene, který ztratil svoji soudržnost.



Obr. č. 6 – Ilustr. Detail hrudi

Soudržné plastické retuše

Staré tmely, které jsou vizuálně blízké originálnímu materiálu, jsou velmi kompaktní a soudržné s povrchem, ovšem jejich tvrdost je vyšší než kamene, a tak se stali informací o úbytku hmoty kamene po jejich aplikování.



Obr. č. 7 - Ilustr. detail hlavy

Biologické napadení

Pozůstatky biologického napadení, které bylo odstraněno při minulém zásahu. Neaktivní úponky řas a lišejníků.

2.3. Nálezová zpráva přírodovědného průzkumu

2.3.1. Měření nasákavosti kamene

Cílem průzkumu měření nasákavosti kamene na soše anděla je zjištění stavu horniny a schopnost odlišných povrchů přijímat kapaliny. V důsledku nasákavosti povrchů, je možné stanovit porozitu kamene a její odlišné hodnoty na degradovaném povrchu. Výsledky měření ukazují, jaký vliv má degradace na originál kamene a případně jestli byly na soše provedeny restaurátorské zásahy, které měly zamezit průnik kapaliny do horniny. K výsledným hodnotám bude přihlédnuto v případě volby čištění a následném výběru vhodného konsolidantu.

Metodika měření

Měření bylo provedeno pomocí neinvazivní metody Karstenovy trubice, která je fixační hmotou na bázi silikonového kaučuku (bez přísady změkčovadel) dokonale připevněna k měřenému povrchu s vnitřním průměrem měřicí plochy 2,6 cm. Jako měrné látky byly použity destilovaná voda a líh, které byly sledovány v závislosti přijatého objemu kapaliny na čase.

Obr. č. 8 - Ilustr. Měření nasákavosti Karstenovou trubicí



Místa měření

K měření byla vybrána tři místa na povrchu sochy s odlišnými vizuálními vlastnostmi. Povrch s vymytým substrátem, korodovaný povrch v místě odloučené krusty a povrch s krustou. Dále byly provedeny orientační zkoušky čištění abrazivní metodou pískováním a laserem a na výsledných povrchích se také měřila jejich absorpce kapalinou.

Tab. č. 2 – Místa měření

Zkouška	Místa měření a typ
N1	Hrud' - vymytý povrch
N2	Štít - povrch s krustou
N3	Štít pod křídlem – zkouška
N4	Štít pod křídlem – zkouška
N5	Vrchol levého křídla -

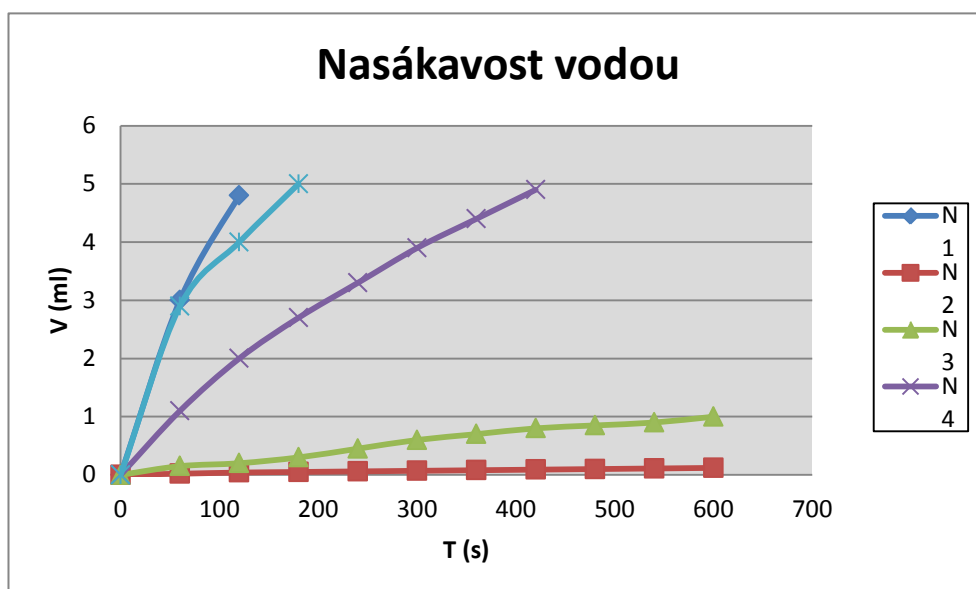
Obr. č. 9- Ilustr. grafické znázornění míst měření nasákavosti



Tab. č. 3 - Naměřené hodnoty nasákavosti vodou

Zkouška/čas (s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
N1	0	3	4,8								
N2	0	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,1	0,12
N3	0	0,15	0,2	0,3	0,45	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	1
N4	0	1,1	2	2,7	3,3	3,9	4,4	4,9			
N5	0	2,9	4	5							

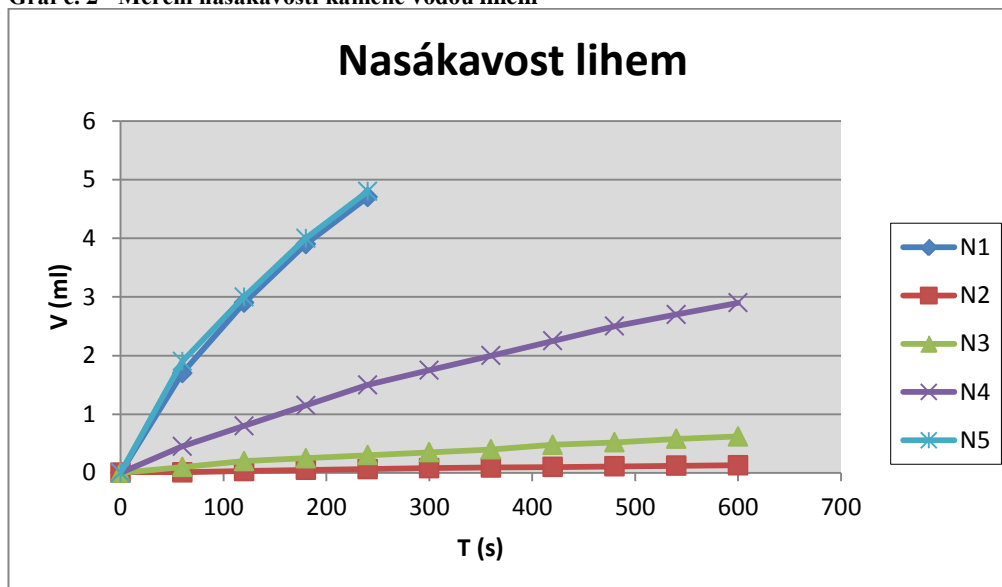
Graf č. 1 - Měření nasákavosti kamene vodou



Tab. č. 4 - Naměřené hodnoty nasákavosti lihem

Zkouška/čas (s)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
N1	0	1,7	2,9	3,9	4,7						
N2	0	0,01	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13
N3	0	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,48	0,52	0,58	0,62
N4	0	0,45	0,8	1,15	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,7	2,9
N5	0	1,9	3	4	4,8						

Graf č. 2 - Měření nasákavosti kamene vodou lihem



Na základě hodnot se dále může stanovit koeficient nasákavosti s regresní přímkou nasákavosti podle následující rovnice. V rámci této práce nebylo nutné ho stanovovat.

$$W = m / S \cdot t \text{ [kg.m-2.h-0,5]}$$

W -koeficient nasákavosti [kg.m-2.h-0,5]

m -množství přijaté kapaliny [kg]

S -plocha [m-2]

T -čas [kg.m-2.h-0,5]

Vyhodnocení měření nasákavosti

Porovnáním daných povrchů lze prokázat, že krusta na kameni výrazně snižuje nasákavost kamene a tím i porozitu, která zapříčiňuje neprůchodnost vodních par. Koroze materiálu potvrzuje zřejmé zvýšení nasákavosti kamene. V případě testovaných zkoušek čištění krusty, účinek abrazivní metody otevírá povrch a zvyšuje nasákavost kamene, avšak metoda čištění laserem zvýšení výrazněji neprokázala. Z výsledků měření je patrná menší odlišnost v nasákavosti vody a lihu, a proto by k tomu mělo být přihlédnuto při konsolidačním zásahu.

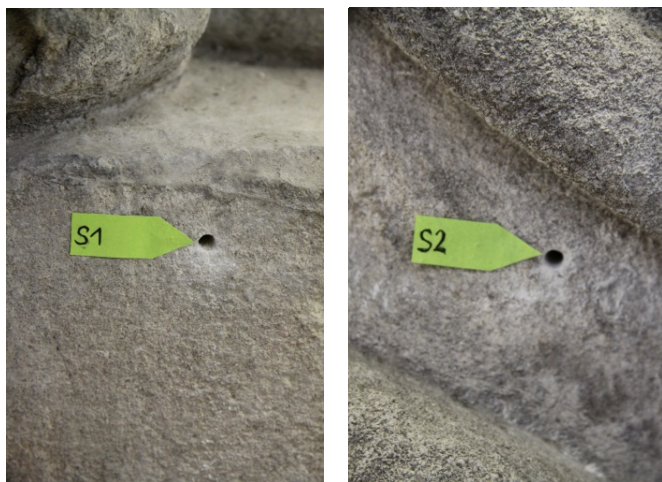
2.3.2. Měření obsahu vodorozpustných solí v kameni

Ze sochy byly odebrány dva vzorky na zjištění možného obsahu vodorozpustných solí v kameni pomocí vrtáku až do hloubky 8 cm. Důvodem měření se stala skutečnost, že socha bude prezentována v otevřeném lapidáriu pouze se zastřešením, tudíž bude socha po umístění stále podléhat vlivům vzdušné vlhkosti a tím i možné migraci potenciálních solí.

Tab. č. 5 - Přehled vzorků, místo a hloubka odběru

Vzorek	Místo a hloubka odběru
S1	Podstavec z boku 1, 3, 5, 8 cm
S2	Záda mezi lopatkami 1, 3, 5 cm

Obr. č. 10 - Ilustr. místa odběrů



Obr. č. 11 – Ilustr. Grafické znázornění odběru vzorků

Metoda měření

Stanovení obsahu anionů vodorozpustných solí bylo provedeno extrakcí vzorků v destilované vodě a výluhy byly měřeny spektrofotricky ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345 - 525 nm. Měřicím přístrojem byl spektrofotometr Beckmann-Coulter DU©720. Hodnota koncentrace byla vypočítána ve hmotnostních procentech (% hm.)

Tab. č. 6 - Výsledky stanovení obsahu vodorozpustných solí

Vzor ek	Sírany (SO ₄) ²⁻			Chloridy (Cl ⁻)			Dusičnany (NO ₃) ⁻		
	Abs.	(hm %)	(mmo l/kg)	Abs.	(hm. %)	(mmol /kg)	Abs.	(hm.%)	(mmol /kg)
S1A	0,005	0,00	1	0,197	0,00	1	0,115	0,02	4
S1B	0,000	0,00	1	0,121	0,00	1	0,000	0,01	2
S1C	0,007	0,00	1	0,063	0,00	1	0,018	0,01	2
S1D	0,004	0,00	1	0,085	0,00	1	0,008	0,01	2
S2A	0,006	0,00	1	0,138	0,00	1	0,061	0,02	3
S2B	0,000	0,03	1	0,055	0,00	1	0,000	0,01	2
S2C	0,002	0,02	1	0,045	0,00	1	0,013	0,01	2

Tab. č. 7 - Norma zasolení

Hodnocení stupně zasolení	Sírany (%hm.)	Chloridy (%hm.)	Dusičnany (%hm.)
Nejsou nutná žádná opatření	< 0,10	< 0,03	< 0,05
Nejsou nutná žádná opatření	0,10–0,25	0,03–0,10	0,05–0,15
Opatření jsou nezbytná	> 0,25	> 0,10	0,05–0,15

Hranice zasolení definuje rakouská norma Önorm B 3355-1, která klasifikuje 3 intervaly zasolení.

Vyhodnocení měření

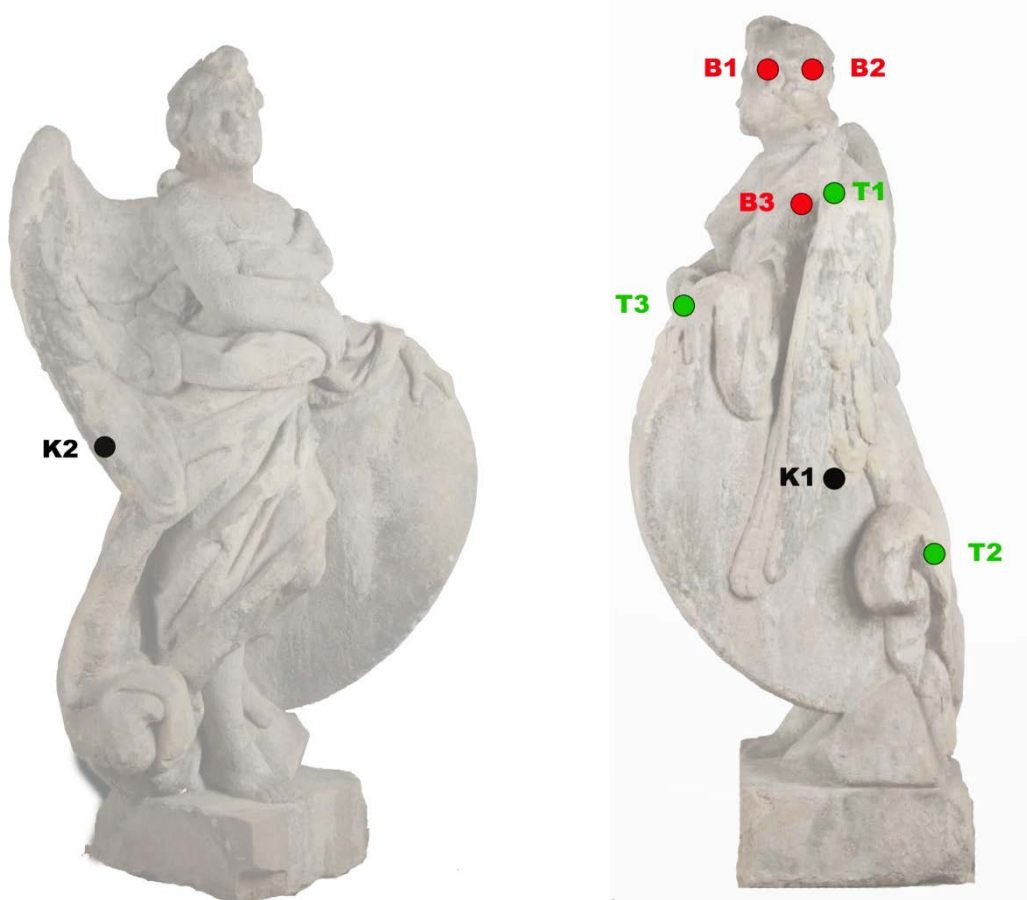
Podle rakouské normy není ani u jednoho odebraného vzorku prokázána zvýšená koncentrace vodorozpustných solí a tudíž z hlediska koroze památky nemusí být nutná opatření v podobě odsolovacích metod.

2.3.3. Průzkum povrchových vrstev a tmelů

Tab. č. 8 Přehled míst odběrů vzorků

Vzorek	Místo odběru
K1	Krusta pod levým křídlem
K2	Krusta na pravém křídle
B1	Barevná úprava na levém
B2	Barevná úprava na vlasech
B3	Barevná úprava draperie
T1	Tmel na vrcholu levého
T2	Tmel na draperii za štítem
T3	Tmel na levé dlani

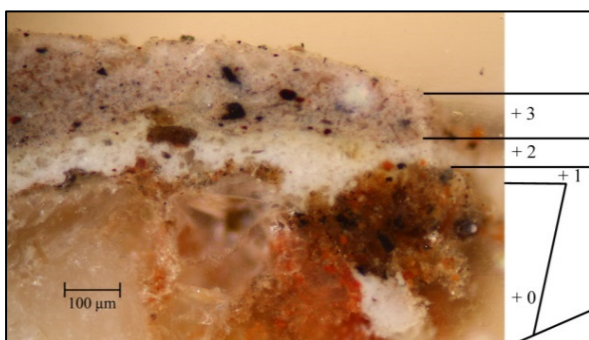
Průzkum byl zaměřen na zjištění složení odběru nečistot a krust na povrchu kamene a proto byly z těchto poškozených míst odebrány dva vzorky. Dále byly po nález fragmentů barevné úpravy při vizuálním průzkumu odebrány tři vzorky fragmentů z ucha, vlasů a draperie, na určení složení barevné úpravy a její výstavby a pro vhodný výběr čistícího zásahu. Zároveň byly analyzovány tři vzorky tří typů použitých tmelících směsí na soše pro otázku jejich složení a negativních vlivů na originál kamene.



Obr. č. 12 - Ilustr. grafické znázornění míst oděru vzorků

Metoda průzkumu

Odebrané vzorky byly zality do dentální akrylátové pryskyřice Spofakryl a následně vybroušeny. Vzniklé nábrusy byly pozorovány optickou mikroskopií v dopadajícím viditelném světle, UV a modrém světle optickým mikroskopem OPTIPHOT2-POL (Nikon) a fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem Canon 1000D. Dále budou vzorky použity pro rastrovací elektronovou mikroskopii na určení prvkového složení vzorků. Pomocí rastrovací elektronové mikroskopie s energiově disperzní analýzou (REM-EDS), zároveň byla pozorována výstavba povrchových úprav. K tomuto účelu byl využit elektronový mikroskop Mira 3 LMU firmy Tescan s analyzátozem Bruker Quantax 200.



Číslo vrstvy	Popis
3	Šedá vrstva, obsahuje černé částice, ojediněle modrý pigment, patrně nanesená ve dvou krocích, na povrchu pravděpodobně vrstva nečistot
2	Bílá vrstva, obsahuje jemné kamenivo
1	Fragment červené vrstvy, na povrchu pravděpodobně fragment hnědé vrstvy s černými částicemi
0	Hornina

Obr. č. 13 – Ilustr. stratigrafie povrchových vrstev

Vyhodnocení

Optickou mikroskopií byla potvrzena barevná úprava sochy ve dvou vrstvách. První fáze pravděpodobně odstraněná okrovo-červená vrstva byla nahrazena další monochromní úpravou, patrně se jedná o bílý podklad a šedý nátěr. Na povrchu těchto barevných úprav se vyskytuje další úprava, jež je nejspíše výsledkem pozdějších restaurátorských zásahů a jak je zřejmé, jsou tyto vrstvy pokryty depozity nebo se jedná o sulfatizaci. Na tmelech byla nalezena povrchová úprava jen na nejstarším typu tmelu a jedná se nejspíše o patinaci.

Průzkum povrchových vrstev vyhotovený chemickou katedrou v Litomyšli je umístěn na konci tohoto dokumentu viz Příloha.č 2.

2.3.4. Ultrazvuková transmise

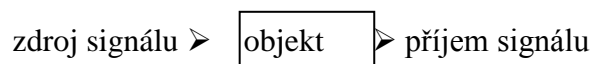
Nedestruktivní metoda ultrazvukové transmise analyzuje aktuální stav horniny, skrytých defektů a nehomogenity materiálu. Cílem průzkumu je ověření účinnosti předchozího restaurátorského zásahu resp. kompletního vakuového zpevnění sochy a zjištění případných nově vzniklých defektů.

Průzkum vyhotovený Ing. Bayerem v Litomyšli je umístěn na konci tohoto dokumentu viz *Příloha.č 3*.

Metoda měření

Princip metody spočívá v měření rychlosti přechodu longitudální vlny (p-vlny) zkoumaným materiálem. Rychlost uz-signálu je pro daný materiál charakteristickou veličinou. V masivnějších horninách s vyšší mírou stmelení je rychlost ultrazvuku vyšší než v horninách poréznějších, obvykle méně stmelěných. Tato souvislost platí i mezi stejným typem zvětrané a nezvětrané horniny. V poškozených, korodovaných kamenných objektech, jejich částech nebo vrstvách, je proto rychlost ultrazvuku nižší než v nepoškozených, „zdravých“ objektech resp. jeho částech. V místech výskytu poškození, nehomogenních zón, nebo prasklin je signál zpomalený, deformovaný nebo není měřitelný.

Měřením se zjišťuje čas t přechodu uz-signálu zkoumaným objektem o tloušťce d .



Z naměřeného času t a vzdálenosti (tloušťky) d lze rychlost v vypočítat dle vztahu:

$$v = d/t \quad (\text{m/s}) \text{ příp. } (\text{km/s})$$

v - rychlost uz

d - měřená vzdálenost

t - čas přechodu signálu

Vlastní měření bylo provedeno přístrojem USME-C (fa. Krompholz, BRD) s měřicí frekvencí 250 kHz. Jako spojovací materiál pro přiložení sond byl použitý trvale plastický tmel na báze silikonového kaučuku (bez přídavku změkčovadel).

Výsledky měření:

V tabulce je uvedeno místo měření, naměřený čas t , naměřený čas po odečítání korekce pro danou frekvenci t_{kor} , směr měření, vzdálenost d pro dané měření a rychlost ultrazvukového signálu v .

Směry měření jsou udávány z hlediska čelního pohledu na měřený objekt: **LP** – horizontálně zleva doprava (nebo naopak); **PZ** – horizontálně zepředu dozadu (nebo naopak); **V** – vertikálně.

Neměřitelný signál je v tabulce označen zkratkou **NS** (neměřitelný signál). Pokud byl signál v daném místě měření výrazně deformovaný, tak je v poznámkách uvedena zkratka **DS** (deformovaný signál), signál s utlumenou amplitudou nebo výrazně utlumenou amplitudou je označen zkratkou **SS** resp. **VSS**.

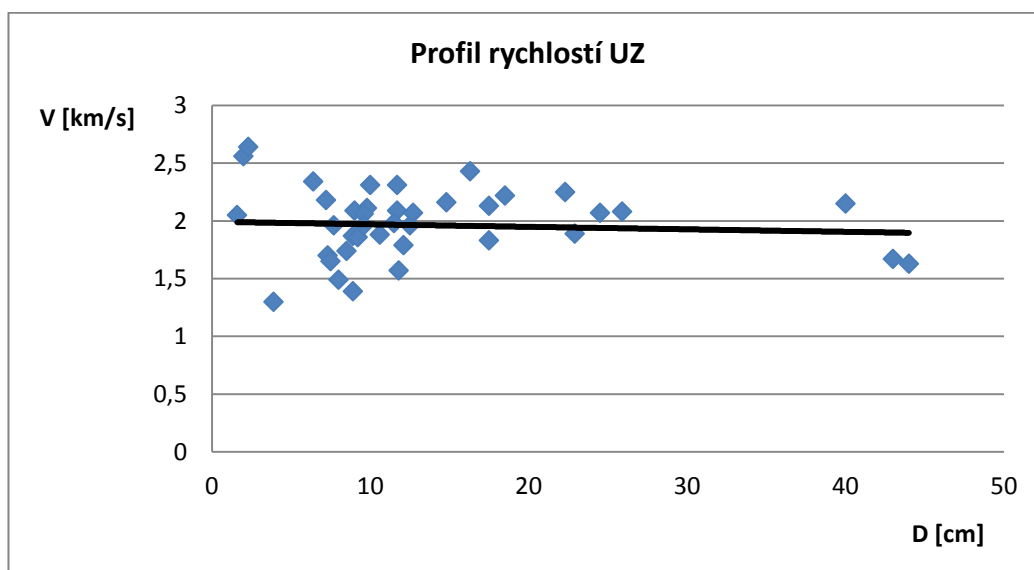
Tab. č. 9 - Výsledky měření UZ

Č.m.	Místo	Směr	t	t_{kor}	d	v	Poznámka
1	Hlavačelo - zátylek	PZ	96,9	95,5	17,5	1,83	
2	Hlavaspánky	LP	57,3	55,9	11,7	2,09	
3	Hlavatváře	LP	69,1	67,7	12,1	1,79	
4	Hlavabrada - temeno	V	119,5	118,1	24,5	2,07	
5	Vlasynadlevýmuchem	V	31,4	30,0	3,9	1,30	
6	Nos	LP	5,6	4,2	1,9	4,52	
7	Krk	PZ	68,5	67,1	16,3	2,43	
8	Krk	LP	59,4	58,0	11,5	1,98	
9	Ramena	LP	187,2	185,8	40,0	2,15	

10	Pravérameno	PZ	44,4	43,0	9,0	2,09	
11	Pravý biceps	PZ	47,8	46,4	9,8	2,11	
12	Pravépředloktí	V	44,7	43,3	10,0	2,31	
13	Pravézápěstí	V	28,8	27,4	6,4	2,34	
14	Pravýmalíček	LP	9,2	7,8	2,0	2,56	
15	Pravýpalec	LP	10,1	8,7	2,3	2,64	
16	Draperiezapavourukou	V	69,8	68,4	14,8	2,16	
17	Vrcholpravéhokřídla	PZ	48,9	47,5	8,9	1,87	
18	Okrajkůřídla u loktu	PZ	47,9	46,5	9,6	2,06	
19	Okrajspodníčástikřídla	PZ	50,8	49,4	9,2	1,86	Krusta, SS
20	Draperievedlepravéhokolena	PZ	65,1	63,7	12,5	1,96	
21	Draperievedlepravéholýtko	PZ	213,8	212,4	29,5	1,39	Tmel, SS
22	Draperienadpravým kolenem	V	50,3	48,9	9,6	1,96	
23	Pravélýtka	LP	44,4	43,0	7,3	1,70	
24	Pravéchodidlo	LP	65,6	64,2	8,9	1,39	
25	Hrud' - záda	PZ	125,7	124,3	25,9	2,08	
26	Hrud' - prsa	PZ	100,7	99,3	22,3	2,25	
27	Levérameno	LP	83,6	82,2	17,5	2,13	
28	Levý biceps	LP	62,8	61,4	12,7	2,07	
29	Levépředloktí	LP	55,5	54,1	10,4	1,92	Tmel
30	Levézápěstí	LP	66,2	64,8	8,9	1,37	Tmel, DS
31	Levýukazováček	LP	9,2	7,8	1,6	2,05	
32	Štítnadkolenem	LP	40,7	39,3	7,7	1,96	
33	Štít u kolenekolenem	LP	34,4	33,0	7,2	2,18	
34	Vrchollevéhokřídla	PZ	50,3	48,9	8,5	1,74	
35	Křídlozalevýmpředloktím	PZ	55,0	53,6	8,0	1,49	
36	Křídlozaštítémukončení	PZ	52,0	50,6	11,7	2,31	
37	Draperiezaštítém	PZ	122,4	121,0	22,9	1,89	
38	Levékoleno	LP	57,9	56,5	10,6	1,88	
39	Levélýtka	LP	76,5	75,1	11,8	1,57	

40	Levéchodidlo	LP	46,8	45,4	7,5	1,65	
41	Skála pod chodidlem	LP	84,6	83,2	18,5	2,22	
42	Skála pod chodidlem	PZ	226,7	225,3	30,1	1,34	Tmel, VSS
43	Sokl	PZ	271,9	270,5	44,0	1,63	VSS
44	Sokl	LP	258,8	257,4	43,0	1,67	SS

Graf č. 3- Profil rychlostí UZ



Vyhodnocení měření:

Tab. č. 10 – Průměrná rychlost UZ v jednotlivých směrech měření

Směr	V [km/s]
Celkově	1,80
LP	1,66
PZ	1,78
V	2,07

Vyhodnocení výsledků:

Celková průměrná rychlost UZ odpovídá porézním typům kutnohorských vápenců. Profil rychlostí (závislost rychlosti UZ od měřicí vzdálenosti) je poměrně vyrovnaný. Při menších měřicích vzdálenostech (tj. menších hloubkách vápence) je rozptyl naměřených hodnot rychlostí UZ vyšší, co je dáno zřejmě lokálním poškozením, přítomností krust na povrchu kamene a lokálně i přítomností tmelů.

Na některých místech jsou starší tmely pravděpodobně oddělené od podkladu (nižší rychlost UZ, resp. deformovaný signál nebo utlumená amplituda).

Při srovnání průměrných naměřených hodnot UZ podle směru měření nebyla zjištěna anizotropie použitého vápence, průměrně rychlosti UZ jsou v jednotlivých směrech velmi podobné resp. téměř shodné.

Na základě výsledků měření lze pro konzervační zákrok doporučit provedení lokální strukturální konsolidace zaměřenou na stabilizaci poškozených míst.

3. Vyhodnocení průzkumu

Z vizuálního průzkumu a měření nasákavosti vyplývá, že povrch sochy je na mnoha místech uzavřený a jeho schopnost přijímat kapaliny je tudíž podstatně snížena na rozdíl od míst, které už svůj původní povrch ztratily. Skutečností je, že použitý biodeteritický mušlový vápenec je horninou s vysokou porozitou, je tedy zřejmé, že fyzikální vlastnosti povrchových vrstev se výrazně odlišují. V důsledku sulfatizace a neprůchodnosti vodní par se pod těmito vrstvami ztrácí soudržnost materiálu a dochází k nevratnému odtrhávání vrstev. Tato koroze se vyskytuje i pod sekundárními vrstvami tmelů, především pod světlými kompaktními tmely z posledního restaurátorského zásahu. Tyto tmely se svojí strukturou, barevností a fyzikálními vlastnosti jeví jako vysoce nevhodné.

Z analýzy obsahu vodorozpustných solí v kameni vyplývá, že v podstavci sochy se do hloubky 8 cm nevyskytuje závažné množství vodorozpustných chloridů, síranů ani dusičnanů a stejně tak je tomu ve vzorcích z vyšších partií sochy. Opatření na redukci obsahu solí v kameni tudíž není nutná.

Na základě optické mikropsie bylo na odebraných vzorcích pro zjištění povrchové úpravy prokázáno, že socha byla v minulosti opatřena barevnými resp. monochromními úpravami. Z nábrusu jsou viditelné dvě fáze úprav. Spodní vrstva zachovaná jen ve fragmentech se jeví jako oranžovo-červená. Ta byla pravděpodobně v minulosti odstraněna a nahrazena další povrchovou úpravou. Na nábrusu je zřetelně viditelná bílá vrstva nejspíše podkladová pro svrchní šedý nátěr. Následující slabé vrstvy jsou zřejmě další úpravou povrchu v průběhu existence sochy. Elektronovou mikroskopií byly v materiálu zjištěny částice olovnaté a barytové běloby v šedém pak černé organické částice různé velikosti a tvaru. Na vzorcích resp. na povrchu vápence byl identifikován síran vápenatý, zde se jedná pravděpodobně o sulfatizovaný povrch s depozity či s povrchovou úpravou.

Výsledky složení tmelů, napovídají, že nejstarší tmely jsou na cementové bázi.

Ultrazvuková transmise nepotvrdila výraznější nehomogenitu materiálu hluboko pod povrchem. Jedná se o lokální poškození pod povrchovou vrstvou kamene, zapříčiněnou především krustami. Některé starší vysprávky byly touto metodou stanoveny jako nevhodné, jelikož podle nižšího signálu průchodu se pravděpodobně oddělují od podkladu.

4. Koncepce restaurátorského zásahu

Sousoší sv. Floriana z parapetní zdi před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře bylo před bezmála dvanácti lety (r.2000-01) restaurováno a současně při zásahu byl sejmут levý anděl a převezen do ateliéru. Anděl byl zakonzervován a rekonstruován snímatelným tmelem pro potřeby vysekání kopie sochy. Restaurovaný anděl se již zpátky do galerie soch před jezuitskou kolej nevrátil a byl umístěn do prostředí, kde nebyl plně vystaven atmosférickým vlivům, a tak byla chráněna jeho umělecká podstata.

Při snaze chránit umělecké dílo i nadále bude socha přemístěna do otevřeného lapidária a pro požadavky investora před instalováním znovu restaurována. Jelikož bude socha umístěna do zastřešeného prostoru, tak působení negativních vlivů na památku bude sníženo. Vzhledem k místu nového umístění a míře dochování skulptury bude mít navrhovaný zásah konzervační charakter.

Restaurování by mělo zamezit další degradaci materiálu, který bude stále podléhat jistým vlivům prostředí jako je například vzdušná vlhkost, proto by měly být odstraněny příčiny stávající destrukce. Dále by se měly zachovat historické úpravy, které nadále neohrožují památku, jako jsou zbytky barevné úpravy a historické tmely, pro zachování informací o uplynulé existenci památky a předání sdělení budoucím generacím. Barevná resp. monochromní úprava sochy byla potvrzena průzkumem a podle dobových tendencí měla sloužit jako estetický vjem i jako ochranná vrstva materiálu, proto by měla být zdokumentována a zajištěna. Pro celistvost vnímání díla bude vhodné snížit kontrast tmavých depozitů a pro ochranu materiálu ztenčit všudypřítomné krusty. Plastické retuše budou voleny s mírou konzervačního charakteru a s ohledem na tvarovou podstatu díla. Veškeré zásahy budou provedeny v ateliéru.

Po restaurátorském zásahu by měla být socha transferována do lapidária na vhodné místo a osazena na sokl, přibližně stejně velký jako, když socha stávala na ohradní zdi. Sokl by mohl být zhotoven buď to z přírodního či umělého kamene nebo surového betonu, aby vynikla její materiálová i modelační podstata.

5. Návrh postupu prací

Po vizuálním průzkumu bylo zhodnoceno a zaznamenáno poškození sochy a následně odebrány na základě výsledků průzkumu je navrhnout následující postup.

V první fázi čištění bude socha zbavena prachových depozitů pomocí jemných štětců a kartáčů, následně zbavena skalpelem odumřelé vegetace. Znovu se přistoupí ke zmapování krust a tmelů. Podle potřeby, při nejednoznačné identifikaci krusty či tmelu, budou provedeny sondy. Vysprávkky, které budou identifikovány jako nevhodné, svojí kompaktností, nízkou porozitou a korodujícím kamenem pod nimi, budou odstraněny. Z výsledků měření obsahu vodorozpustných solí se neprokázala vyšší koncentrace solí, proto nebude nutné přistoupit k odsolovacímu zásahu. Před samotným čištěním budou konsolidována ohrožená místa prostředkem na bázi organokřemičitanů a opatřena vybranými zajišťujícími tmely.

Nadcházející způsob čištění se bude odvíjet od kompletního vyhodnocení odebraných vzorků na povrchové úpravy, především s ohledem na fragmenty barevné úpravy. Z výsledku optické mikroskopie je patrná barevná úprava v minimálně dvou fázích, teprve elektronová mikroskopie určí složení a zdali se jedná o původní povrchovou úpravu, či která vrstva se jeví jako původní. Jelikož se jedná o fragmentárně dochovanou úpravu, bylo by žádoucí, takovou to úpravu ponechat v její dochované podobě.

Čištění bude prováděno na základě zkoušek. V rámci průzkumu bylo testováno několik způsobů čištění, z nichž nejcitlivější je zřejmě metoda čištění laserem. Tato metoda bude v případě potřeby kombinována s mikroabrazivním čištěním, případně lokálními zábaly uhličitanu amonného v buničině. Dále bude provedeno preventivní biocidní ošetření kamene. Při předchozím restaurátorském zásahu bylo použito vakuového zpevnění sochy, proto bylo provedeno měření metodou ultrazvukové transmise pro porovnání účinnosti konsolidačního zásahu, v případě současné nehomogenity bude socha opětovně konsolidována organokřemičitany.

Po očištění budou fragmenty barevné úpravy zafixovány akrylátovou disperzí, aby se zamezilo další ztrátě této dochované úpravy.

Na základě zkoušek vybrána vhodná směs na tmelení, která bude odpovídat svými vlastnostmi, resp. složením, strukturou a barevností, okolnímu kameni.

Následně se přistoupí k plastické retuši, jejíž míra bude mít konzervační charakter. Doplněna budou některá chybějící místa, jejichž charakter je zjevný s přihlédnutím na celistvost díla. Dále budou zajištěna místa, která by mohla nadále podléhat atmosférickým vlivům, jako jsou například puchýře či ostré přechody materiálu. Míra tmelení bude konzultována a upřesněna na kontrolních dnech se zástupci NPÚ a investora.

Na závěr bude provedena závěrečná barevná retuš světlo stálými pigmenty, která zapojí plastické retuše do celistvosti díla. Kontrasty, které se nepodařilo při čištění odstranit, budou zmírněny, aby nenarušovaly celistvost díla.

Navrhované materiály a technologie:

Čištění

- Mechanické očištění měkkými štětci, kartáči.
- Odstranění odumřelé vegetace pomocí skalpelu.

Prekonsolidace

- Prekonsolidování ohrožených míst zpevňovacím prostředkem na bázi organokřemičitanů - Funcosil KSE 100,300 HV (Remmers)

Čištění

- Čištění tmavých depozitů a krust pomocí laserem, popřípadě kombinované mikroabrazivní metodou, případně chemickým čištěním lokálních zábalů 10% uhličitanu amonného v buničině
- Snímání nevhodných tmelů- nabobtnání rozpouštědlem toluen, xylen v buničínovém zábalu a odstranění skalpelem, nebo pomocí kamenického nářadí

Fixace barevné vrstvy

- Postřikem 5 % roztoku akrylátové disperze Sokrat, Primal

Biocidní ošetření

- Lokální ošetření biocidním přípravkem Porosan (výrobce AQUA obnova staveb s.r.o), působení po dobu 3 dnů a následné očištění párou

Zpevnění

- Lokální zpevnění Funcosilem KSE 100,300 HV (Remmers)

Plastická retuš

- Vhodná směs pro tmelení bude vybrána na základě zkoušek – testovaná plniva budou vápencová drť, křemitý písek a drťe z okolních lomů Kutné hory, jako pojiva budou vyzkoušena vápenný hydrát, bílý cement.
- Záměsová voda s přídavkem akrylátové disperse s obsahem sušiny do 5%
- Případné dobarvení tmelů světlostálými pigmenty Bayferrox

Barevná retuš

- Světlostálými pigmenty Bayferrox pojenými v lihu
- Zafixování akrylátovou disperzí Primal s obsahem sušiny 1%

6. Postup prací

6.1. Čištění pro možnost konsolidace

Čištění sochy započalo ometením nánosu prachu a dalších nečistot, které pevně nepřilnuly k povrchu sochy, měkkými štětci a kartáči. Neaktivní úponky rostlin se odstranily za pomoci skalpelu.

Před další fází čištění byly zmapovány místa, kde se vytvořily sádrovcové krusty a byla zhodnocena jejich síla. V některých případech se krusty vytvořily na starých vysprávkách a bylo problematické rozlišit, zdali se jedná jenom o krustu.

Na povrchu sochy se nacházely různé typy krust.

- tenké krusty soudržné s povrchem
- tenké krusty soudržné s povrchem, spolu vytvářející puchýře a odtrhávání
- silné krusty soudržné s povrchem
- silné krusty soudržné s povrchem, pod povrchem vzniká pískovatění, puchýře a odtrhávání
- silné krusty deformující tvar tzv. vytvářejí vlnitý, stékavý povrch

Většina silných sádrovcových krust byla zhodnocena jako příčina narušení kamene a další degradace způsobená jejich přítomností by následovala. Z toho důvodu bylo rozhodnuto o jejich redukci. Dalším faktorem, který přispěl k rozhodnutí o redukci, byla i kontrastní barevná rozdílnost světlého mušlového vápence a tmavých sádrovcových krust, která rozbíjela celkové vnímání sochy. Pro redukci krust a ulpělých tmavých depositů byly vyzkoušeny dvě metody čištění mikroabrazivní metodou a metodou čištění za pomoci laserového paprsku. Z výsledků zkoušek bylo patrné, že obě metody odstraní tmavý nános nečistot a dále metoda mikroabrazivní dokáže výrazně ztenčit krustu, ovšem s drobnou ztrátou originálního povrchu. Laserová metoda je proces, kdy je během čištění laserový paprsek s vysokou energií z větší části absorbován tmavě zabarvenými povrchovými nečistotami, zatímco kámen samotný (který je obvykle světlého zabarvení) dopadající záření odráží. Při absorpci záření ve znečištěné (tmavé) vrstvě dochází k interakci (fotoablací), která spočívá v kombinaci tepelných a mechanických reakcí při které jsou odstraněny nečistoty z povrchu. S vědomím, že pod krustami mohou být

fragmenty barevné úpravy, bylo rozhodnuto o čištění metodou laserem. Laserový paprsek podle zkoušek čištění nemění barevnost této úpravy. Povrch sochy byl z 50 % očištěn od tmavých depozitů laserovou metodou. Tato metoda byla kombinována i s mikroabrazivní metodou na místech, kde bylo zjevné, že se nenalézá barevná úprava a povrch je stále nepropustný.

Metoda čištění laserem

Metoda započne předvlhčením kamene vodou, jelikož laserový paprsek, který dopadá na povrch kamene a absorbuje nečistotu, dochází tak k jejímu odpaření a ionizaci, jevu laserové ablace, tzn že vlhký podklad zvýší účinnost čištění. Paprsek po odstranění nečistot do kamene dále neproniká. Intenzita čištění je závislá na zvolených parametrech a na zvolené vlnové délce, energetické hustotě (fluency) a na délce impulzu.

6.2. Konsolidace a injektáž

Z výsledků ultrazvukové transmise bylo zřejmé, že materiál pod povrchem kamene není výrazně poškozen. Z této skutečnosti vyplývá, že následující postup konsolidace nebyl proveden celoplošně jako v předcházejícím restaurátorském zásahu, kdy byla socha zpevňována vakuovým napouštěním roztoku Porosilu, nýbrž se jednalo pouze o lokální strukturální konsolidaci. Ohrožená místa byla opakovaně napouštěna zpevňovacím prostředkem na bázi křemičitých solí, aby byla dosažena, co možná největší stabilizace poškozených míst. Jelikož se jedná o karbonátový materiál, byl použit dostupný ověřený organokřemičitý prostředek KSE od společnosti Remmers, se speciálními složkami pro použití na tyto materiály.

Praskliny a trhliny vytvořené především pod starými vysprávkami byly injektovány probarvovaným injektážním prostředkem KSE 500 + Füllstoff A, B taktéž od společnosti Remmers.

6.2.1. Porovnání měření ultrazvukovou transmisí po konsolidaci

Účinnost konsolidace byla ověřena po dokončení všech prací metodou ultrazvukové transmise. K měření bylo vybráno 22 referenčních bodů, které byly měřeny na stejných místech jako před konsolidací.

Tab. č. 11- Výsledky měření UZ po konsolidaci

Č. m.	Místo	Před konsolidací				Po konsolidaci a			
		Směr	d (cm)	v (km/s)	Pozn.	d (cm)	v (km/s)	Rozdíl *(%)	Pozn.
1	Hlava čelo - zátylek	PZ	17,5	1,83		18,2	2,26	23,07	
2	Hlava spánky	LP	11,7	2,09		11,2	2,62	25,32	
5	Vlasy nad levým uchem	V	3,9	1,30		4,8	3,87	197,77	
6	Nos	LP	1,9	4,52		1,8	4,29	-5,26	
10	Pravé rameno	PZ	9,0	2,09		17,2	2,90	38,58	
11	Pravý biceps	PZ	9,8	2,11		9,3	2,36	11,76	
13	Pravé zápěstí	V	6,4	2,34		6,2	3,28	40,44	
14	Pravý malíček	LP	2,0	2,56		1,7	3,54	38,13	
17	Vrchol pravého křídla	PZ	8,9	1,87		7,8	2,65	41,60	
19	Okraj spodní části křídla	PZ	9,2	1,86	Krusta, SS	12,7	2,59	38,89	vzadu tmel
20	Draperie vedle pravého kolena	PZ	12,5	1,96		12,8	1,87	-4,78	
23	Pravé lýtko	LP	7,3	1,70		7,6	1,69	-0,30	
25	Hrud' - záda	PZ	25,9	2,08		23	2,04	-1,88	
27	Levé rameno	LP	17,5	2,13		14,2	2,78	30,53	
29	Levé předloktí	LP	10,4	1,92	Tmel	15	2,20	14,58	
31	Levý ukazováček	LP	1,6	2,05		2	2,70	31,76	
32	Štít nad kolenem	LP	7,7	1,96		7,9	2,52	28,82	

34	Vrchol levého křídla	PZ	8,5	1,74		7,5	2,43	39,63	nový tmel
38	Levé koleno	LP	10,6	1,88		9,8	2,22	18,18	
40	Levé chodidlo	LP	7,5	1,65		7,3	1,75	5,97	
41	Skála pod chodidlem	LP	18,5	2,22		19,1	2,22	0,00	
43	Sokl	PZ	44,0	1,63	VSS	44,3	1,64	0,61	SS

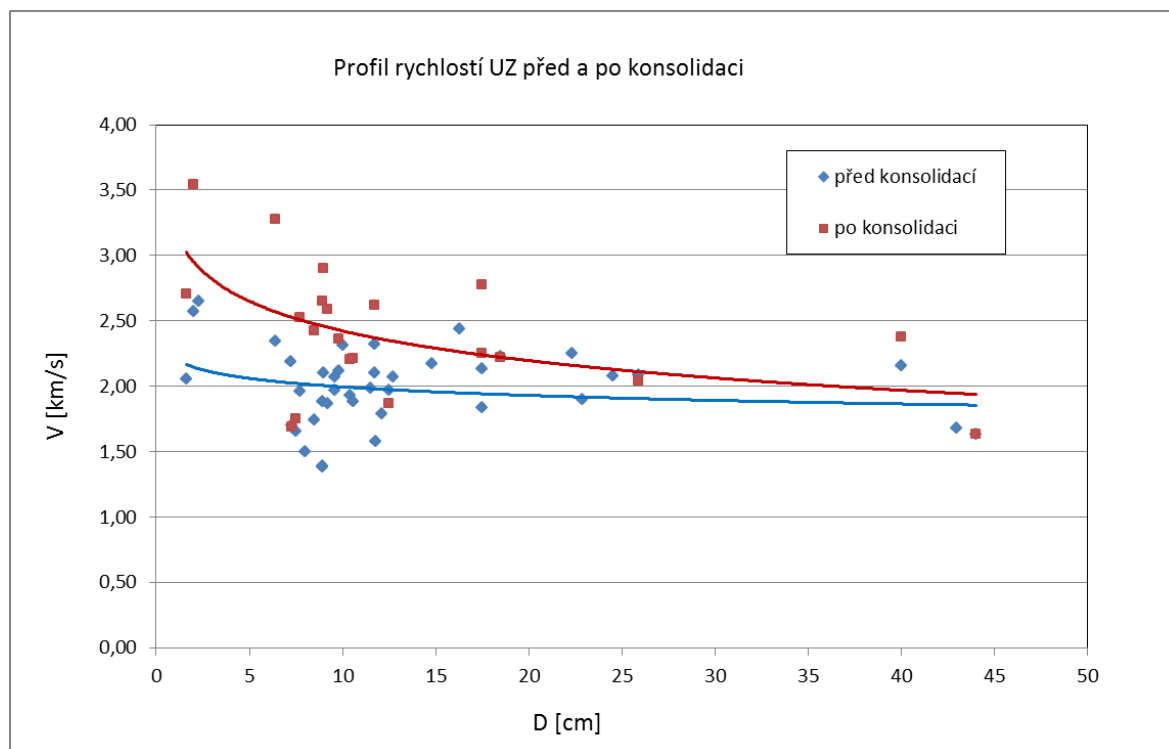
* Rozdíl – hodnota udává rozdíl mezi rychlostí UZ před a po konsolidaci v %

Tab. č. 12 - Průměrná rychlost UZ v jednotlivých směrech měření

	Před konsolidací	Po konsolidaci
Směr	V [km/s]	V [km/s]
Celkově	1,80	2,41
LP	1,66	2,42
PZ	1,78	2,30
V	2,07	*

* průměr ve směru V po konsolidaci nebyl vypočítán, protože ve směru V bylo po konsolidaci provedeno pouze jedno měření

Graf č. 4 - Profil rychlostí UZ před a po konsolidaci



Měření po restaurátorském zásahu prokázalo, že u vybraných konsolidovaných míst na soše došlo ke zvýšení rychlosti UZ cca o 20% (průměr byl vypočítán z rozdílu rychlostí před a po konsolidaci v jednotlivých vybraných bodech měření). Ve všech směrech došlo k nárůstu rychlosti o 0,60 km/s např. ze 1,80 na 2,41, což je průměrná hodnota porézních vápenců.

6.3. Čištění

Po vyžrání konsolidačního prostředku se přistoupilo k druhé fázi čištění, která měla dočistit ulpělé nečistoty a srazit dosud přítomné barevné kontrasty. Zvolena byla mokrá metoda čistícího zábalu, která již výrazně neohrožovala soudržnost materiálu. Před aplikací bylo nutné opatřit místa, u kterých by hrozila ztráta materiálu, reverzibilními zajišťujícími tmely.

Na sochu byl nanesen buničinový zábal rozpuštěný v demineralizované vodě a ponechán k působení po dobu dvou týdnů pod folií do svého vyschnutí. Po odstranění zábalu byla problematická místa ještě dočištěována suchou metodou za pomoci mikroabrazivního čištění.

6.4. Plastická retuš

6.4.1. Zkoušky směsí pro doplnění chybějících částí

Materiálem z kterého je socha vytvořena je kutnohorský mušlový vápenec, tudíž byly provedeny zkoušky tmelů na minerální bázi s vápenným pojivem. Odzkoušena byla směsná pojiva vzdušného vápna v podobě hydrátu s portlandským bílým cementem a dále vzdušná vápna s hydraulickými příměsemi spolu s příměsí románského cementu. V případě plniv byly zkoušeny různé varianty směsí písků, které by nejlépe korespondovaly s originálním materiálem s jeho strukturou a barevností. Pro zlepšení vlastností tmelů a zpracování směsi byla přidávána akrylátová disperze.

Všechny vzorky byly míchány v poměru plniva a pojiva 3:1. Vzorky tmelů byly hodnoceny vizuálně a podle jejich tvrdosti, provedením vrypů skalpelem do vyzrálých vzorků.

Tab. č. 13 – Zkoušky tmelů na mušlový vápenec

	Pojivo	Plnivo	Poměr plniv
3	Vápenný	VDs+ VDj + PB	1:1:2
4	hydrát +	VDs+ VDj + PB + PČs	1:1:1:1
5	Radical PF 70	VDj + PB + PČ	1:1:1
8		VDstř+ VDj + PČs	1:1:2
12		KHD + VDj+ VDs+ PČs	4:0,5:0,5:1
20		KHD + VDj +VDs MD+ PČs,t	3:0,5:0,5:1:0,5:0,5
6	Radical PF 80	VDstř+ VDj + PB + PČt	0,5:1:1:1
7		VDstř+ VDj + PB + PČs,t	0,5:1:1:2:0,5
9		KHD + VDj	3:1
10		KHD + VDj + VDs+ PČs	4:0,5:0,5:1
11		KHD + VDs + PČs,t	2,5:0,5:0,5
17		KHD + VDs + MD+ PČs	3:1:0,5:0,5:0,5
18		KHD + VDs + MD+ PB	2:1:1:1
19		KHD + VDj +VDs MD+ PČs,t	3:0,5:0,5:1:0,5:0,5
16	Radical PF 70	KHD + VDj+ VDs+ PČs	4:0,5:0,5:1
24	+ Vicat 3:1	KHD + VDj +VDs MD+ PČs,t	3:1:1:1:0,5:0,5
13	RadicalPF 80 + Vicat 3:1	KHD + VDj	3:1
14		KHD + VDj + VDs+ PČs	4:0,5:0,5:1
15		KHD + VDs + PČs,t	2,5:0,5:0,5
21		KHD + VDs + MD+ PČs	3:1:0,5:0,5:0,5
22		KHD + VDs + MD+ PB	2:1:1:1
23		KHD + VDj +VDs MD+ PČs,t	3:1:1:1:0,5:0,5

KHD – Kutnohorská drť frakce <1 mm

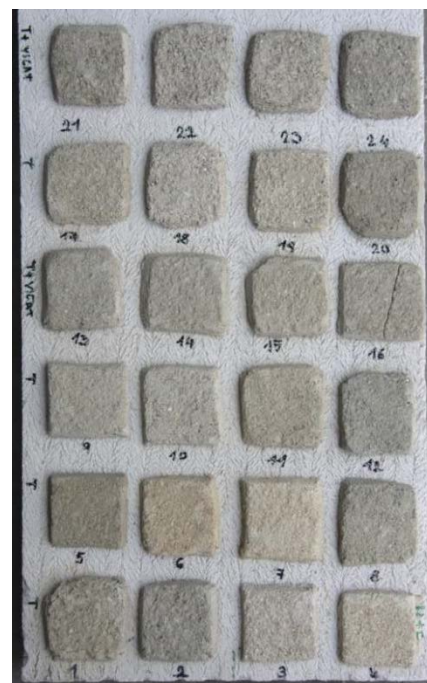
VD – vápencová drť –j- jemná frakce <0,250 mm;

-s- střední frakce <1 mm

PB - písek Běstovice frakce <1 mm

PČ – písek Čertůvka frakce <0,250 mm, světlý, tmavý

MD – drcené mušle frakce <1mm



Obr. č. 14 – Ilustr., zkoušky tmelů na mušlový vápenec

Vzorky pojené vápenným hydrátem a portlandským bílým cementem vykazovaly vyšší tvrdost než je tvrdost samotného originálu, tudíž se přistoupilo k použití tmelů s hydraulickým vápnem, které jsou o poznání měkčí. Plniva se složkou kutnohorské drti a drcených mušlí nejlépe vyhovovala požadavkům struktury a barevnosti. Na základě těchto poznatků byl vybrán tmel světlý č. 23 a tmavší č. 24, které dále nepotřebovaly probarvovat ve hmotě pigmenty.

23	KHD + VDj +VDs MD+	3:1:1:1:0,5:0,5
----	--------------------	-----------------

Obr. č. 15 – Ilustr., vybrané vzorky tmelů



6.5. Doplnování

Míra tmelení se odvíjela od koncepce, která pojala restaurátorský zásah jako konzervační. Vybraný tmel byl ještě mírně pozměněn, aby co nejvíce vyhovoval originálnímu materiálů. Plastická retuš byla provedena na místech odstraněných starých vysprávek, dále byly doplněny chybějící části, které výrazně narušovaly celkové vnímání sochy jako např. rohy soklu.

Staré vysprávky, které byly ponechány, byly opatřeny nátěrem tvořeným z použitého tmelu v řídké konzistenci, aby bylo dosaženo sjednocení struktury povrchu sochy, s tím související i snadnější provedení barevné retuše.

6.6. Barevná retuš

Nově provedená plastická retuš byla zapojena do celkového vzhledu sochy tak, aby nerušila její vnímání, ale byla rozeznatelná od původního kamene. Retuš byla provedena světlostálými pigmenty rozpuštěnými v lihu a následně zafixována roztokem disperze Primal. Staré vysprávky opatřené slabou plastickou retuší byly taktéž barevně zaretušovány.

7. Použité technologie a materiály

Čištění

- Mechanické čištění měkkými štětci a kartáči
- Biologické napadení odstraněno skalpelem
- Snímání tmelů pomocí acetonu v buničínovém zábalu a skalpelem, za pomoci sochařského nářadí, pneumatického mikrodlátka (microscalpellomod. CTS 178 firmy C.T.S.) a pneumatické mikrotužky
- Depozity a krusty čištěny laserem Thunder ART vlnová délka 1064 nm, energie je 600J při frekvenci 20Hz, power>200 po dobu 19 hodin, Mikropískovacím zařízením Sandmaster FG1 – 93 Restauro -abrazivo Korund
- Buničínový zábal – směs buničiny Arbocel BC 200 (RettenmairundSoehne), kaolín, písek, demineralizovaná voda v poměru 2:2:4 + dostatek vody

Prekonsolidace a konsolidace, injektáž

- Prekonsolidování ohrožených míst zpevňovacím prostředkem na bázi organokřemičitanů - Funcosil KSE 100 (400ml) ,300 HV (500ml) (Remmers)
- Injektáž trhlin Funcosil KSE STE 500 + plnivo Füllstoff A, B

Fixace barvené povrchové úpravy

- Acrykleber Lascaux – akrylové lepidlo
- Voskový papír
- Tepelná špachtle

Plastická retuš

Tmel :

Plnivo : KHD + VDjp +VDs MD+ PČs,t 3:1:1:1:1

Pojivo: Tradical PF 80 (70)+Vicat 3:1

Plnivo: pojivo 3:1

- Tradical PF 80 - průmyslově připravené pojivo složené ze vzdušného bílého hašeného vápna (CL 90, EN 459, 85 %) a hydraulických pojiv (15 %).
- Tradical PF 70 - průmyslově připravené pojivo složené ze vzdušného bílého hašeného vápna (CL 90, EN 459, 75 %), hydraul. pojiv (15 %) a pucolánů (10 %).

- Románský cement - Vicat
- Vápencové drtě – jemná prášková frakce (VDjp), frakce 1 mm (VDs)
- Kutnohorská drť frakce <1mm (KHD)
- Drcené mušle frakce 1 mm (MD)
- Písek Čertůvka světle a tmavě okrový (PČs,t)
- 5% akrylátová disperze Sokrat 2802

Barevná retuš

- světlostálé pigmenty Bayferrox (výrobce Lanxes - Bayer)
- Technický líh
- 1% roztok Primal AC 33 ve vodě

8. Nová zjištění

Podrobný vizuální průzkum zjistil přítomnost fragmentů barevné vrstvy. Fragmenty byly zdokumentovány a zajištěny. V průběhu prací nenastaly žádné komplikace, ani nová zjištění, která by pozměnila plánovaný koncept prací.

9. Doporučený režim památky

Socha bude transferována do nového lapidária v Kutné Hoře, jelikož se nejedná o interiérové lapidárium, nýbrž pouze zastřešené. Proto by měla být socha pravidelně kontrolována min. jednou za tři roky, i když již nebude abnormně podléhat atmosférickému spadu a biologickému napadení, bude nadále vystavena atmosférickým změnám. Kontrolovat by se měla alespoň vizuálně, zdali vysprávký plní svojí funkci, neoddělují se od povrchu, stav barevných retuší, vznik nových krust či možné solné mapy. Důležité je povrch sochy očišťovat od prachu, aby příliš neulpíval a netvořily se tmavé depozity. Zjistí-li se, že materiál sochy není soudržný, doporučuje se opětovná konsolidace organokřemičitými prostředky.

10. Použitá literatura a prameny

ĎOUBAL, Jakub, *František Baugut*, Absolventská práce, 2002

HALL, James, *Slovník námětů a symbolů ve výtvarném umění*, Paseka 2008

KOTLÍK, Petr, Csc. a kolektiv *Stavební materiály historických objektů*, Praha 2007

POSPÍŠIL, J., *Restaurátorská dokumentace sousoší sv. Floriana na parapetní zdi před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře*, 2001

ROHÁČEK, Jiří, *Nápisý města Kutné Hory*, 1 vyd. Praha Artefactum, 1996

SMRKOVSÝ, L., ŠOBR, L. *Plastiky F. Bauguta před Jezuitskou kolejí*, restaurátorská zpráva 1963

11. Obrazová příloha



Obr. č. 16 – Stav před restaurováním – pohled zepředu



Obr. č. 17 – Stav před restaurováním – pohled zezadu



Obr. č. 18 - Zkoušky čištění předních partií laserem



Obr. č. 19 – Průběh čištění laserem



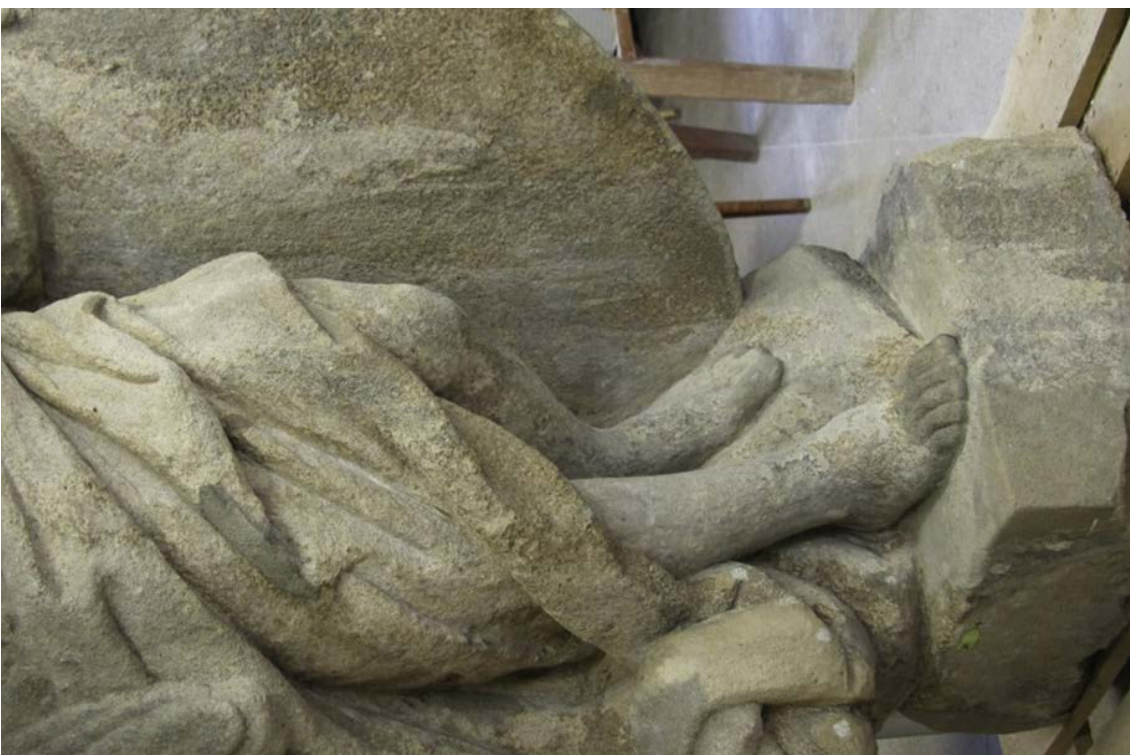
Obr. č. 21 – Odstraňování tmelů na krku



Obr. č. 20 – jemné odstraňování tmelů mikrotužkou



Obr. č. 22 - Stav zadní části levého křídla po očištění laserem



Obr. č. 23 - Stav dolních partií po očištění laserem



Obr. č. 24 - Stav po čistícím zábalu



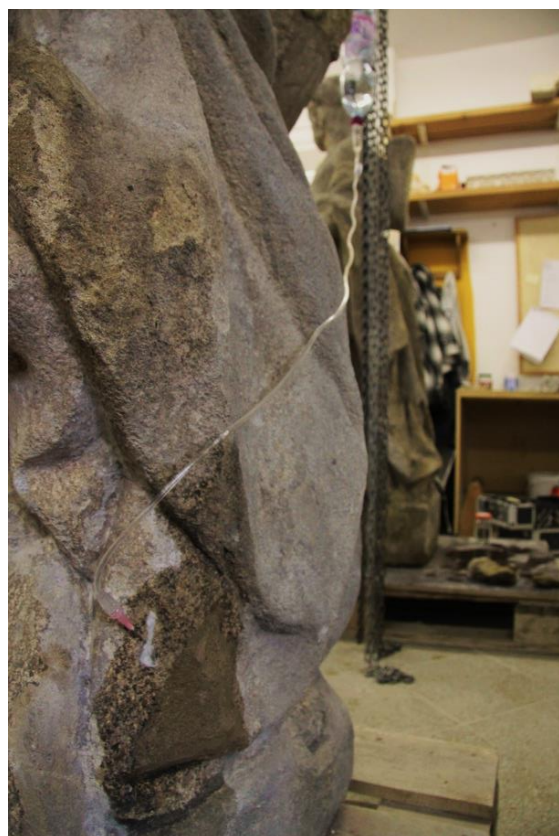
Obr. č. 25 - Aplikace čistícího uničnového zábalu



Obr. č. 26 - Stav po očištění laserem



Obr. č. 29 - Konsolidace míst pod odstraněnými tmely



Obr. č. 27 - Infúze dutin konsolidantem



Obr. č. 30 - Konsolidace obnažených a drolicích se míst



Obr. č. 28 - Injektáž prasklin



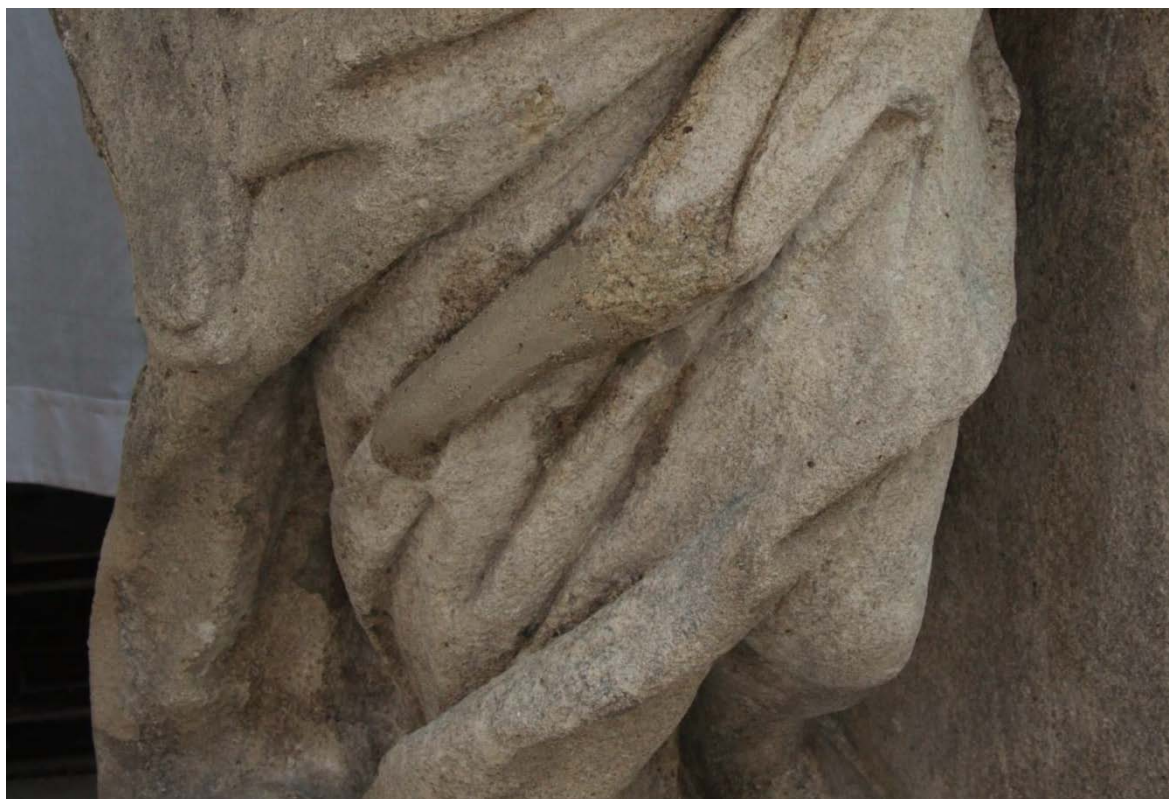
Obr. č. 31 - Tmelení míst po odstraněných tmelech



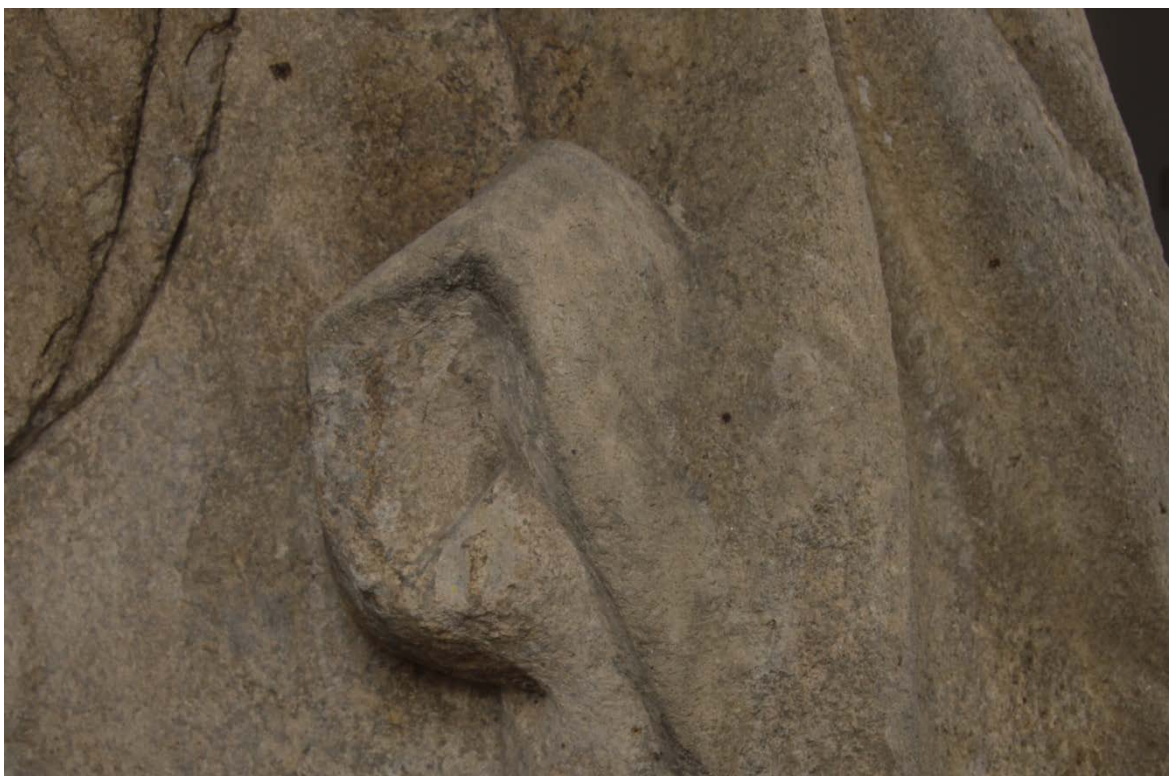
Obr. č. 32 - Tmelení míst po odstraněných tmelech



Obr. č. 34 - Tmelení chybějících částí soklu



Obr. č. 33 - Tmelení draperie



Obr. č. 35 - Retušování nových tmelů



Obr. č. 36 - Retušování starých tmelů



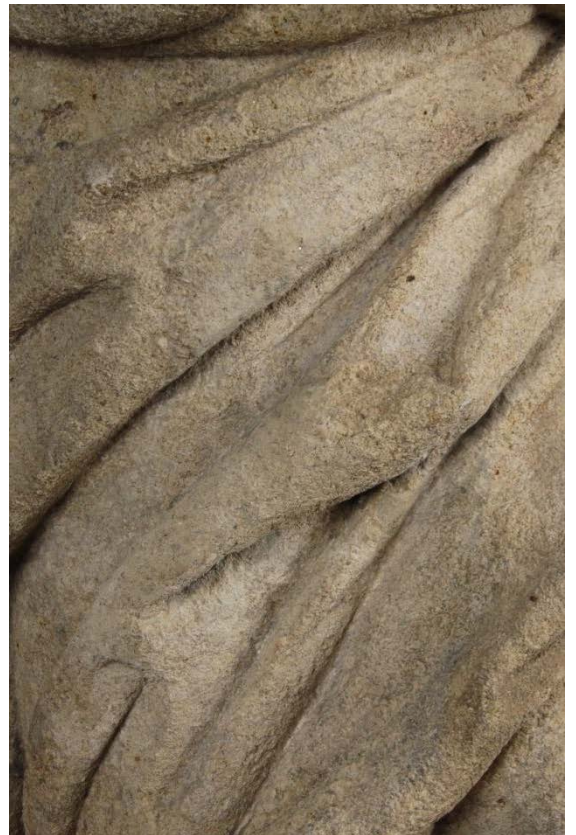
Obr. č. 38 - Stav před restaurováním - hlava



Obr. č. 37 - Stav po restaurování - hlava



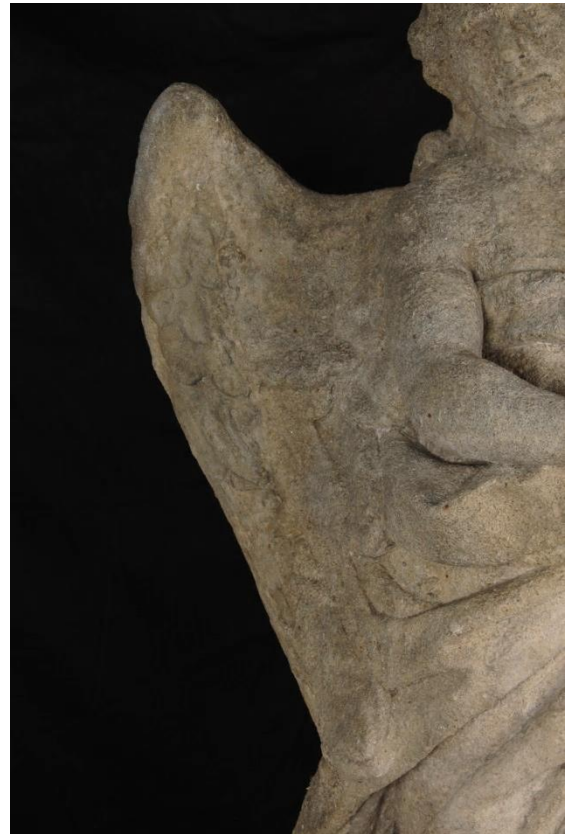
Obr. č. 39 - Stav před restaurováním - draperie



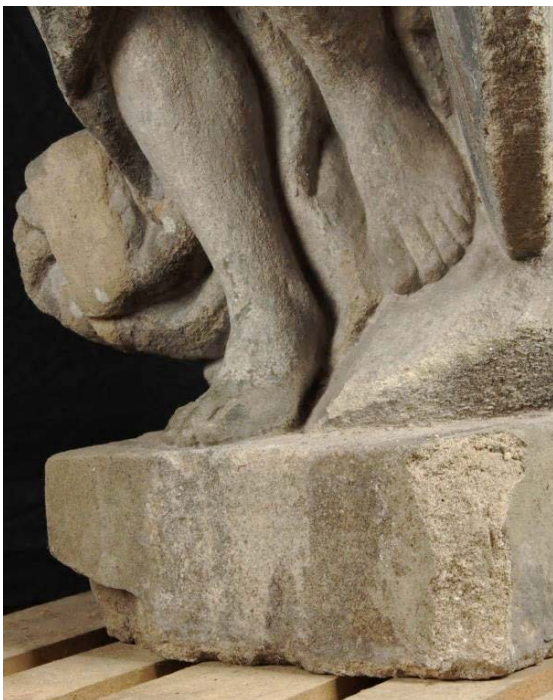
Obr. č. 40- Stav po restaurování - draperie



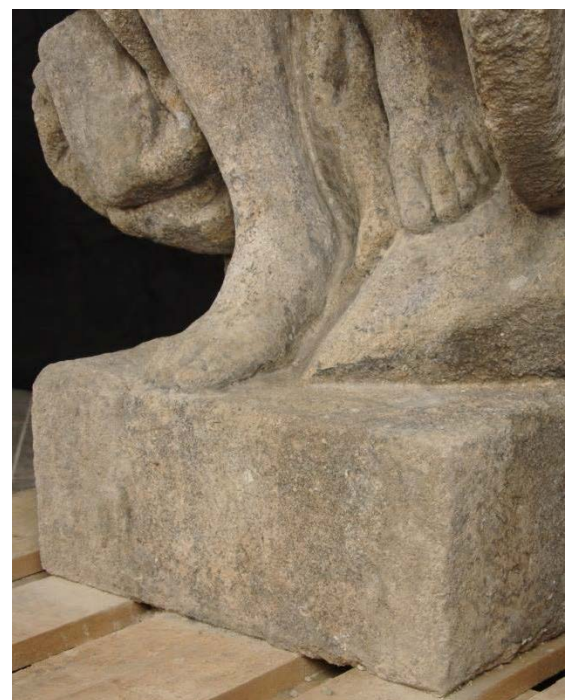
Obr. č. 42- Stav před restaurováním -pravé křídlo



Obr. č. 41- Stav po restaurování, pravé křídlo



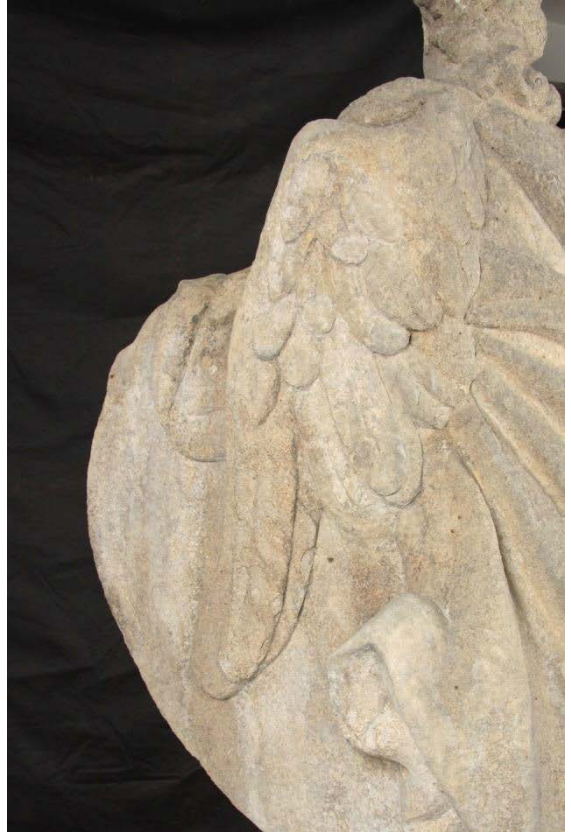
Obr. č. 43 - Stav před restaurováním - spodní část



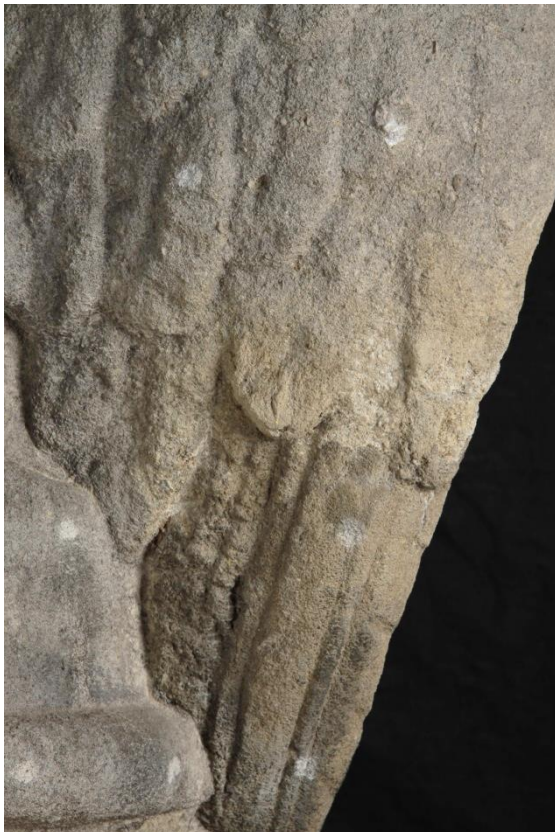
Obr. č. 44 - Stav po restaurování, spodní část



Obr. č. 48- Stav před restaurováním – štít s křídlem



Obr. č. 47- Stav po restaurování, štít s křídlem



Obr. č. 46 - Stav před restaurováním -pravé křídlo zezadu



Obr. č. 45- Stav po restaurování - pravé křídlo zezadu



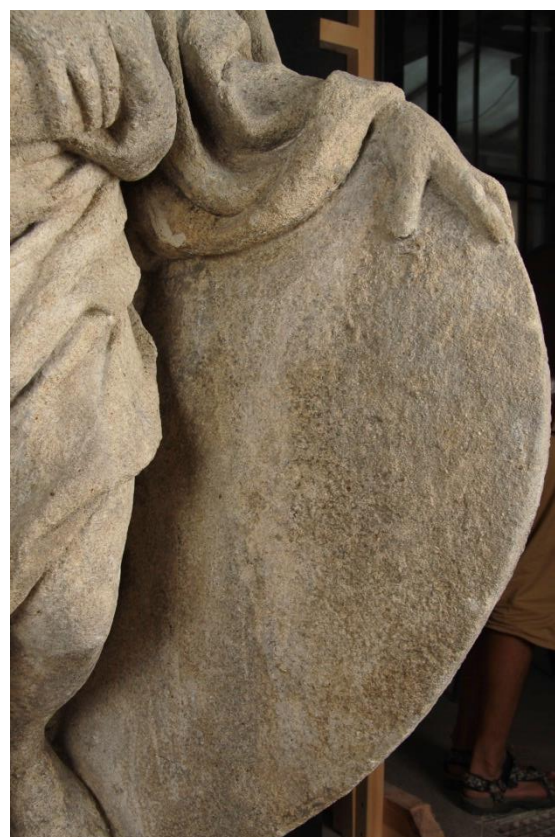
Obr. č. 52- Stav před restaurováním - levý bok



Obr. č. 49- Stav po restaurování - levý bok



Obr. č. 51- Stav před restaurováním - štít zepředu



Obr. č. 50- Stav po restaurování - štít zepředu



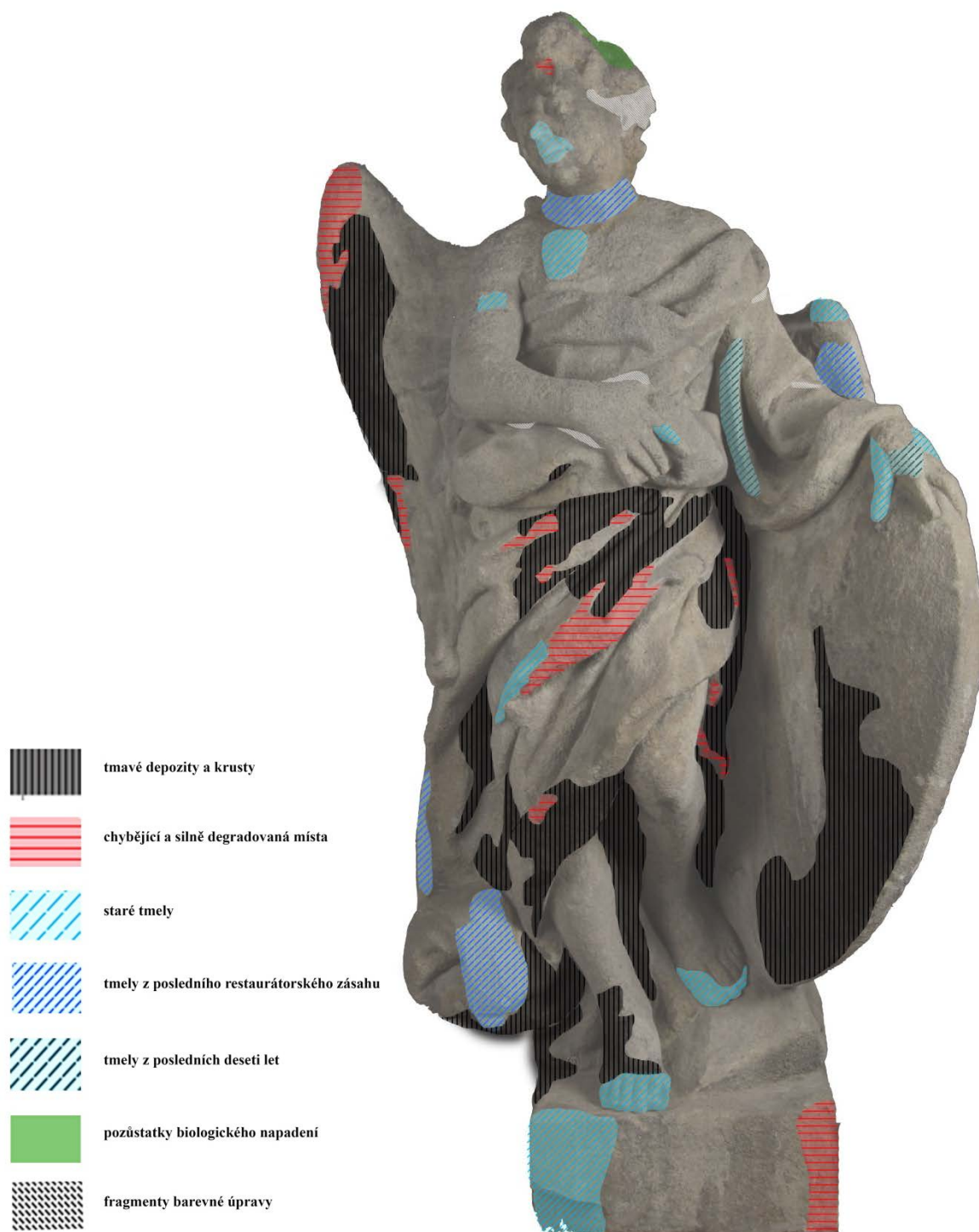
Obr. č. 53- Stav po restaurování- zepředu



Obr. č. 54- Stav po restaurování, zezadu

12. Grafická příloha

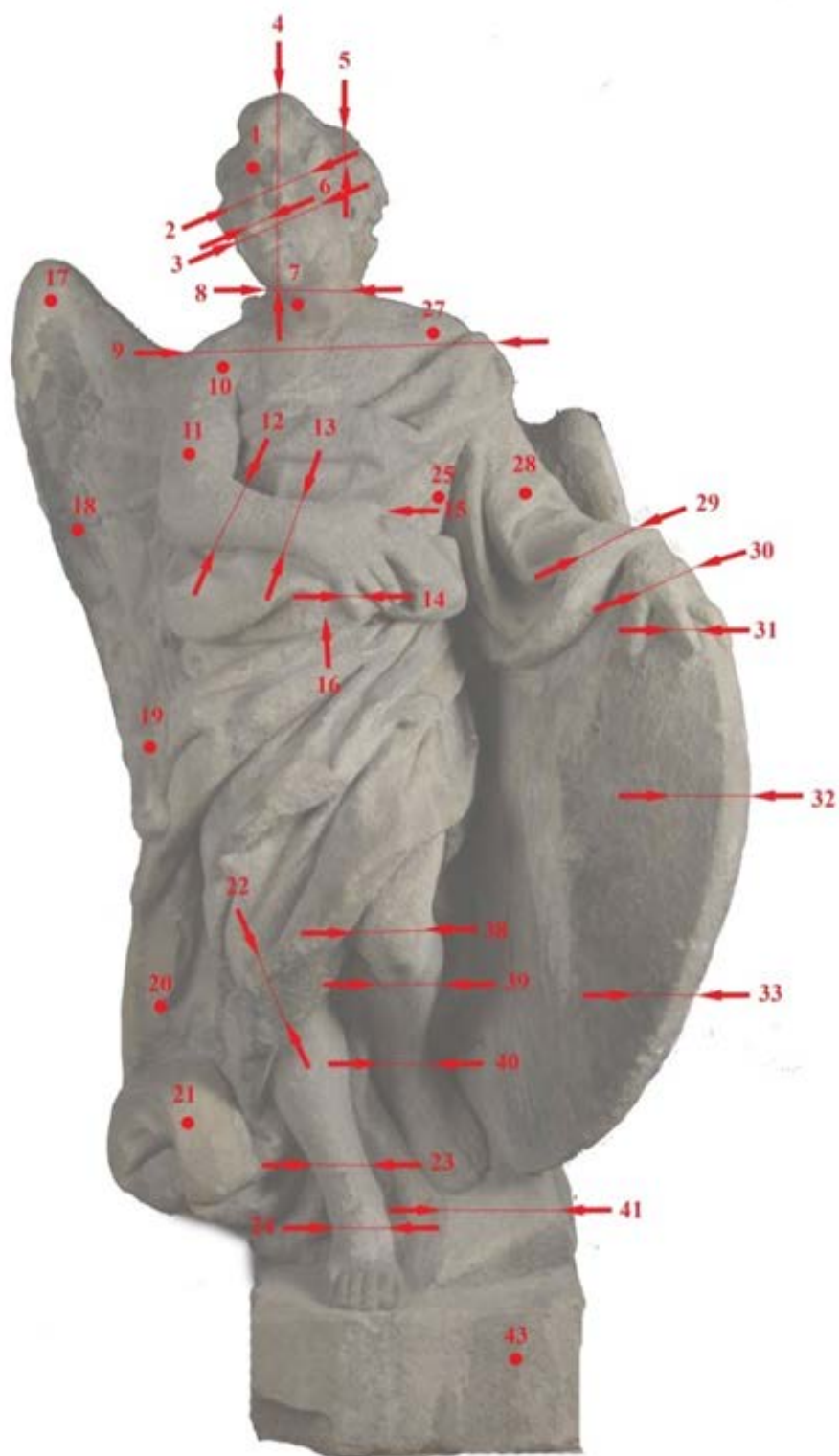
12.1. Příloha č. 1. - Zákresy poškození



-  tmavé depozity a krusty
-  chybějící a silně degradovaná místa
-  staré tmely
-  tmely z posledního restaurátorského zásahu
-  tmely z posledních deseti let
-  pozůstatky biologického napadení
-  fragmenty barevné úpravy



12.2. Příloha č 2. – Místa měření ultrazvukové transmise



13. Přílohy

13.1. Příloha č. 1. - Závazné stanovisko



MĚSTSKÝ ÚŘAD KUTNÁ HORA

Havlíčkovo nám. 552, 284 01 Kutná Hora,
IČ: 00236195

odbor památkové péče a školství
sídlo odboru: Václavské náměstí 182, Kutná Hora
tel.: 327 710 215, 327 710 111, fax: 327 710 202
e-mail: pamatky@kutnahora.cz, www.mu.kutnahora.cz

Spisová značka: MKH/010538/2013/04/PAM/MON


Naše č.j.: MKH/010538/2013
Vyřizuje: Naděžda Mottlová, referent
Tel.: 327 710 211
E-mail: mottlova@mu.kutnahora.cz
Datum: 2.4.2013



Toto rozhodnutí nabylo právní moci
dne: 4.4.2013

Je vykonatelné dne: 4.4.2013

Město: Kutná Hora

Podpis:  Dne: 6.4.2013

Účastníci řízení:

Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, 284 01, IČ: 00236195, které zastupuje Jana Jelínková, Žitenická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970

Věc: Závazné stanovisko Městského úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče a školství k restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána z parapetní zdi před Jezuitskou kolejí, parc.č. 3770 k.ú. Kutná Hora.

ROZHODNUTÍ

Městský úřad Kutná Hora, odbor památkové péče a školství, na základě ustanovení § 66 odst. 1 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích, v platném znění a ustanovení § 14 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči ve znění pozdějších předpisů, k žádosti č.j. MKH/010538/2013 ze dne 7.3.2013, kterou podalo Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, 284 01, IČ: 00236195, které zastupuje Jana Jelínková, Žitenická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970, k restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána z parapetní zdi před Jezuitskou kolejí, parc.č. 3770 k.ú. Kutná Hora, vydává po písemném vyjádření Národního památkového ústavu, územního odborného pracoviště středních Čech v Praze (dále jen NPÚ), Sabinova 5, 130 11 Praha 3 č.j. NPÚ-321/16939/2013 ze dne 22.3.2013. (došlo pod č. j. MKH/013714/2013 dne 27.3.2013), toto

závazné stanovisko

Restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána z parapetní zdi před Jezuitskou kolejí, parc.č. 3770 k.ú. Kutná Hora, která je jako nemovitá kulturní památka zapsána v Ústředním seznamu kulturních památek pod číslem 29963/2 – 1043/A9/6 je z hledisek ochrany zájmů státní památkové péče ve smyslu ustanovení § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči ve znění pozdějších předpisů, dle restaurátorského průzkumu, který 3.3.2013 vypracovali Petra Zítková a Mgr. Art. Jakub Dóubal a restaurátorského záměru, který 3.3.2013 vypracovali Petra Zítková a Mgr. Art. Jakub Dóubal, **přípustné** při dodržení následujících podmínek:

1. Při provádění restaurátorských prací bude zpracována průběžná dokumentace pro závěrečnou restaurátorskou práci.
2. **V průběhu restaurování budou vlastníkem svolávány kontrolní dny a konzultační schůzky, na které budou písemně zváni zástupci Městského úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče a školství, zástupce vlastníka, restaurátor a zástupce NPÚ.**
3. Ukončení restaurátorských prací proběhne formou předávacího řízení za účasti zástupce vlastníka, restaurátora, Městského úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče a školství a zástupce NPÚ.
4. **Vlastník bude během prací průběžně konzultovat postup a způsob provádění prací s pověřeným pracovníkem NPÚ, územního odborného pracoviště středních Čech, který zabezpečuje jako odborná organizace státní památkové péče odborný dohled nad prováděním komplexní péče o kulturní památky (§32 odst. 2 zákona č. 20/1987 Sb.).**
5. Vlastník zajistí zpracování závěrečné restaurátorské zprávy o průběhu restaurování, jejíž součástí budou pokyny pro další ochranný režim – včetně návrhu opatření k zamezení poškození apod. (dle ustanovení § 10 odst. 4, vyhlášky Ministerstva kultury České republiky č. 66/1988 Sb., v platném znění). Závěrečná zpráva bude předána vlastníkem zástupci NPÚ – územního odborného pracoviště středních Čech v Praze (Sabinova 5, 130 11 Praha 3).

Odůvodnění

Městskému úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče a školství, jakožto věcně a místně příslušnému správnímu orgánu, byla dne 7.3.2013 doručena žádost, kterou podalo Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, 284 01, IČ: 00236195, které zastupuje Jana Jelínková, Žitnická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970, k restaurování sochy anděla ze sousoší sv. Floriána z parapetní zdi před Jezuitskou kolejí, parc.č. 3770 k.ú. Kutná Hora, která je kulturní památkou, Tímto dnem bylo ve věci zahájeno správní řízení.

Předmětem žádosti je restaurování sochy Anděla ze sousoší sv. Floriána, které je situováno na terase před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře. Podkladem žádosti je restaurátorský záměr, který zpracovali Mgr. Art. Jakub Ďoubal a Petra Zitková (Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování), dne 3.3.2013. V rámci průzkumu byla provedena vizuální prohlídka, měření nasákavosti, analýza obsahu vodorozpuštěných solí, průzkum složení povrchových nečistot, krust a složení starých vysrávek, ultrazvuková transmise, zkoušky čištění. Nebyly zjištěny zvýšené hodnoty salinity. Laboratorní průzkum statigrafie povrchových úprav doložil minimálně dvě monochromní vrstvy. Na základě výsledků průzkumu byl zpracován restaurátorský záměr, který předpokládá následující postup prací – překonsolidace a čištění (kombinace metod), revize starších zásahů, lokální zpevnění, fixace povrchových úprav, plastické doplnění, barevná retuš. Dále je uveden seznam navrhaných materiálů a technologií.

Socha Anděla je originální částí sousoší sv. Floriána, které je součástí souboru soch umístěných před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře. Socha byla restaurována v letech 2000 – 2001 a následně byla na místě nahrazena sekanou kopií z pískovce – lokalita Božanov. Originál byl doposud umístěn v depozitu. Po restaurování se předpokládá jeho trvalá presentace v rámci zbudovaného lapidária kamenných soch (dům č.p. 146 v k.ú. Kutná Hora, Lierova ulice, zastřešená část atria). Anděl je spodobněn jako stojící figura v pohybu, který je dán nakročením pravé nohy vpřed, zatímco pokrčená levá spočívá na vyvýšené skalee, která vyběhá z plintu. Pohyb dotváří pravá ruka přidržující draperii pláště v partii pasu figury.

Z pravé strany vymezuje obrys sochy pozvednuté křídlo, z levé v protějškové diagonále potom štít s dnes již nedochovaným nápisem. Skulptura byla vytvořena z lokálně příslušného biodetritického, mušlového vápence, který nese charakteristické projevy

korozí. Na exponovaných místech došlo k úbytkům povrchové modelace, v místech srážkových stínů se objevují sádrovcové krusty, které se lokálně odlučují a odkrývají zcela degradovaný kámen.

Pravděpodobným autorem většiny z dvanácti sousoší před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře je František Baugut (1668 – 1726). Sousoší sv. Floriána je datováno do roku 1717. Baugut byl uměleckým představitelem kutnohorské koleje, kde měl v letech 1709 – 18 svou vlastní dílnu. Pro Kutnou Horu vytvořil také monumentální Mariánský sloup.

Sousoší před Jezuitskou kolejí byla vytvořena z místně dostupného a přirozeně nejpoužívanějšího materiálu, který je v současnosti stále častěji spolu s novodobými nevhodnými zásahy důvodem celkové špatného stavu soch. Ten si s ohledem na jejich zachování vynucuje přemístění skulptur do klimaticky stálějšího prostředí. V souvislosti s významem této barokní sochy je důstojným řešením její umístění v lapidáriu, kde bude nadále vystavena jako exponát. Tomuto hledisku je třeba přizpůsobit i celkový restaurátorský zásah, vedoucí koncepci přístupu by měla být jednoznačně konzervace. Konečný způsob prezentace je žádoucí konzultovat se zástupcem NPÚ.

Vzhledem k tomu, že se jedná o uměleckořemeslné dílo, je nutné provádět veškeré práce v režimu restaurování dle § 14 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči. Restaurování práce uměleckořemeslných děl, která jsou součástí kulturních památek může restaurovat pouze restaurátor s příslušným povolením Ministerstva kultury ČR, s oprávněním podle zákona č. 20/1987 Sb., v platném znění. Před zahájením restaurátorských prací by se měla uskutečnit schůzka zástupce NPÚ a pověřených restaurátorů. Při restaurování musí být respektovány klasické řemeslné postupy za účelem zachování charakteru této kulturní památky. Stát chrání kulturní památky jako nedílnou součást kulturního dědictví lidu, svědectví jeho dějin, významného činitele životního prostředí a nenahraditelné bohatství státu.

Městský úřad Kutná Hora, odbor památkové péče a školství si vyžádal v souladu s ustanovením § 14 odst. 6 zákona č. 20/1987 Sb., písemné vyjádření NPÚ, územního odborného pracoviště středních Čech. Žádost o vyjádření byla NPÚ předána dne 7.3.2013. Vyjádření NPÚ jsme obdrželi dne 27.3.2013. Na základě tohoto vyjádření č.j. NPÚ-321/016939/2013 ze dne 22.3.2013 a vlastní znalosti předmětné kulturní památky Městský úřad Kutná Hora rozhodl, v souladu s ustanovením § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., o přípustnosti navržených prací a stanovil podle tohoto ustanovení a podle ustanovení § 10 odst. 3 vyhlášky č. 66/1988 Sb., základní podmínky, za kterých lze práce připravovat a provést. Před vydáním rozhodnutí byla zplnomocněnému zástupci, jako účastníku řízení, v souladu s § 36 odst. 3 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, dána možnost vyjádřit se k jeho podkladům. Paní Jana Jelínková, jako zplnomocněný zástupce vlastníka do protokolu uvedla, že k podkladům závazného stanoviska ani ke způsobu jejich zjištění nemá připomínky.

Toto rozhodnutí respektuje podmínky uvedené ve vyjádření NPÚ, které jsou stanoveny tak, aby byly zachovány památkové hodnoty výše uvedené sochy. Z uvedených důvodů bylo rozhodnuto, jak je uvedeno výše.

Podmínky tohoto závazného stanoviska se opírají o písemné vyjádření NPÚ ze dne 22.3.2013, žádost vlastníka, restaurátorský průzkum, který 3.3.2013 vypracovali Petra Zítková a Mgr. Art. Jakub Ďoubal a restaurátorský záměr, který 3.3.2013 vypracovali Petra Zítková a Mgr. Art. Jakub Ďoubal.

Poučení

Proti tomuto rozhodnutí je možno se odvolat do 15 dnů ode dne oznámení ke Krajskému úřadu Středočeského kraje v Praze písemným podáním u Městského úřadu Kutná Hora, odbor památkové péče a školství.

„Otisk úředního razítka“




Mgr. Ondřej Seifert
vedoucí odboru

Obdrželi účastník řízení na doručení:

Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, 284 01, IČ: 00236195, které zastupuje Jana Jelínková, Žitenická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970

Na vědomí po nabytí právní moci:

Národní památkový ústav, územní pracoviště středních Čech v Praze, Sabinova 5, 130 00 Praha 3, Mgr. Maděrová, tel.: 274 008 271

Poznámky:

Obnovu kulturních památek nebo jejich částí, které jsou díly výtvarných umění nebo uměleckořemeslnými pracemi (dále jen „restaurování“), mohou provádět fyzické osoby na základě povolení vydaného podle § 14a, přičemž restaurování se rozumí souhrn specifických výtvarných, uměleckořemeslných a technických prací respektujících technickou a výtvarnou strukturu originálu (§ 14 odst 8 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči).

13.2. Příloha č. 2. – Chemickotechnologický průzkum



Chemicko-technologický průzkum

Socha anděla ze sousoší sv. Floriána, Jezuitská kolej, Kutná Hora

Zadavatel průzkumu:

Ateliér restaurování kamene a souvisejících materiálů
Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

Objekt, lokalizace objektu, materiál:

Kutná Hora, sousoší sv. Floriána před Jezuitskou kolejí – anděl
kutnohorský vápeneц

Zadání průzkumu:

Počet dodaných vzorků: 15

Vzorky byly dodány za účelem provedení materiálového průzkumu tmelů (vzorky T), předpokládaných nečistot (vzorky K) a ke studiu stratigrafie povrchových úprav (vzorky B). Dále byly odebrány vzorky s cílem zjištění obsahů vodorozpustných solí (vzorky S).

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

Číslo	Lokalizace, popis	Požadované stanovení
6943	K1 Krusta – na štítě pod levým křídlem	stratigrafie, materiálový průzkum
6944	T1 Tmel – šedý, vrchol levého křídla	stratigrafie, materiálový průzkum
6945	T2 Tmel – tmel světlý, draperie, vzadu za štítem	stratigrafie, materiálový průzkum
6946	T3 Tmel – tmel zelený – levá dlaň	stratigrafie, materiálový průzkum
6960	B1 povrchové úpravy, hlava - ucho	stratigrafie, materiálový průzkum
6961A	B2 povrchové úpravy, hlava - vlasy z levé strany	stratigrafie, materiálový průzkum
6961B	B3 povrchové úpravy, draperie levé rameno	stratigrafie, materiálový průzkum
6963	K2 depozity, pravé křídlo	materiálový průzkum
S1 (A,B,C,D)	sokl, navrtný vzorek v hloubce 1, 3, 5, 8 cm, salinita, levá strana, uprostřed ve výšce 15 cm	obsah vodorozpustných solí
S2 (A,B,C)	záda mezi lopatkami, navrtný vzorek v hloubce 1, 3, 5 cm, zadní strana, výška 121 cm	obsah vodorozpustných solí

Metodika průzkumu:

- **Stratigrafie povrchových úprav**
Studium povrchových úprav bylo provedeno pomocí *optického mikroskopu* OPTIPHOT2-OL (Nikon) v dopadajícím viditelném, UV a modrém světle na připravených nábrusech. Pro mikroskopické pozorování byly vybrané části vzorků zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Po vytvrzení pryskyřice byly vybroušeny příčné řezy vzorků. Jako imerzní kapalina byla při pozorování použita demineralizovaná voda. Nábrusy byly fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem Canon 1000D.
- **Identifikace pigmentů**
Identifikace pigmentů byla provedena na základě určení prvkového složení vrstev pomocí *rastrovací elektronové mikroskopie s energiově disperzní analýzou* (REM-EDS), zároveň byla pozorována výstavba povrchových úprav. K tomuto účelu byl využit elektronový mikroskop Mira 3 LMU firmy Tescan s analyzátozem Bruker Quantax 200. Pro měření byly použity nábrusy připravené pro optickou mikroskopii. Před měřením byly vzorky opatřeny vrstvou uhlíku, případně zlatem.
- **Stanovení obsahu aniontů 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[®] 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

Výsledky stanovení obsahu vodorozpuštěných solí:

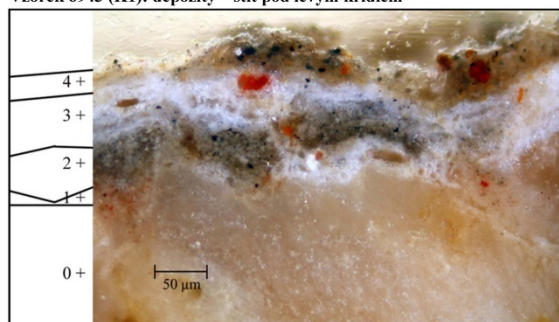
Tab. 3: Výsledky stanovení obsahu vodorozpuštěných solí.

Číslo vzorku	Chloridy (Cl)		Sírany (SO ₄ ²⁻)		Dusičnany (NO ₃)	
	(hm. %)	(mmol/kg)	(hm. %)	(mmol/kg)	(hm. %)	(mmol/kg)
S1A 0-1 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,02	4
S1B 1-3 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,01	2
S1C 3-5 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,01	2
S1D 5-8 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,01	2
S2A 0-1 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,02	3
S2B 1-3 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,01	2
S2C 3-5 cm	<0,01	<2,0	<0,01	<1,0	0,01	2

V odebraných vzorcích byly z hlediska rizika vzniku poškození zjištěny zanedbatelné obsahy vodorozpuštěných solí.

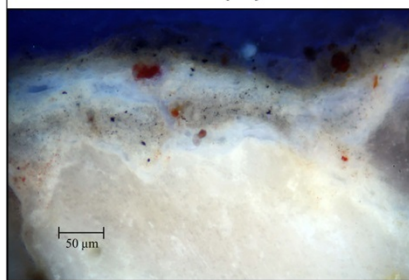
Výsledky materiálového průzkumu a průzkumu stratigrafie povrchových úprav a tmelů:

Vzorek 6943 (K1): depozity – štít pod levým křídlem

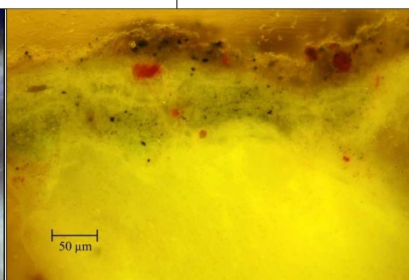


Číslo vrstvy	Popis	REM/EDS
4	jedna nebo dvě okrové vrstvy obsahující zrna červeného, oranžového a zeleného pigmentu, černé částice, pravděpodobně sulfátizace povrchu	Si, Al, Ca (S): křemenná zrna (Si), železitá červec (Fe, Si), silikátová zrna (Si, Al, Na) vrstva pravděpodobně obsahuje pojivo na bázi křemíku (vodní sklo, organokřemčitany)
3	bílá vrstva s velkým oranžovým zrnem	Pb, S, Ca: olovnatá běloba
2	nesouvislá šedá vrstva, obsahuje černé částice, ojediněle oranžové	Pb (Si, Ca, Al): olovnatá běloba
1	frágmenty vrstvy obsahující červený pigment	-
0	hornina	křemenná Si a vápencová zrna Ca

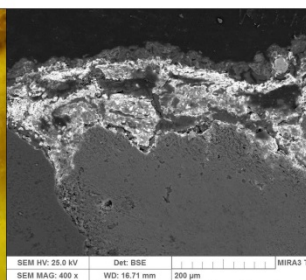
Obr. 1 Vzorek č. 6943 v bílém dopadajícím světle.



Obr. 2 Po excitaci UV světlem.



Obr. 3 Po excitaci modrým světlem.

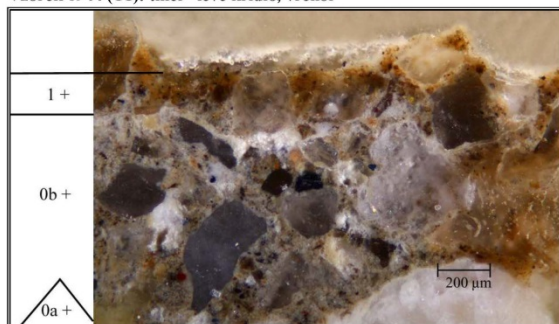


Obr. 4 Snímek z elektronového mikroskopu.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

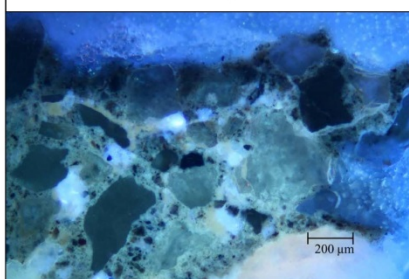
3/16

Vzorek 6944 (T1): tmel - levé křídlo, vrchol

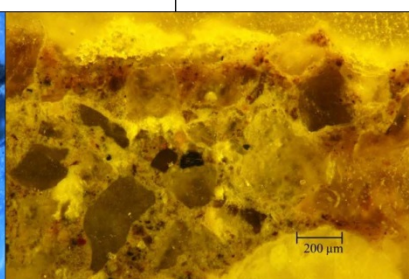


Číslo vrstvy	Popis	REM/EDS
1	hnědá vrstva, obsahuje kamenivo a černé částice	Si, Ca, Mg, Fe: pravděpodobně pojivo na bázi cementu (přítomnost slinkových částic)
0b	tmel - vrstva šedého odstínu s kamenivem, v pojivu jsou ojediněle přítomna oranžová, modrá a jasně červená zrna (pigmenty?)	základní hmota tmelu Ca: pojivo na bázi cementu, obsahuje vysoké množství slinkových částic Si: křemenná, spíše ostrohranná zrna
0a	vápenec	Ca: zrno vápence

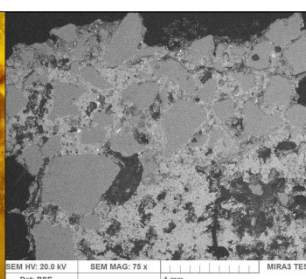
Obr. 5 Vzorek č. 6944 v bílém dopadajícím světle.



Obr. 6 Po excitaci UV světlem.



Obr. 7 Po excitaci modrým světlem.

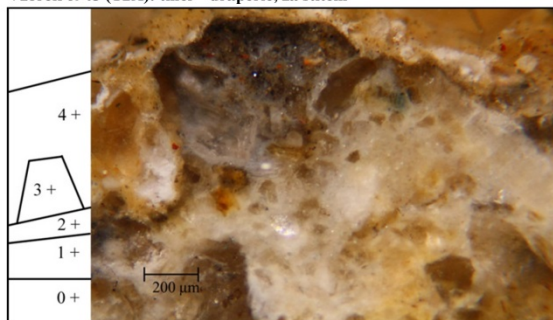


Obr. 8 Snímek z elektronového mikroskopu.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

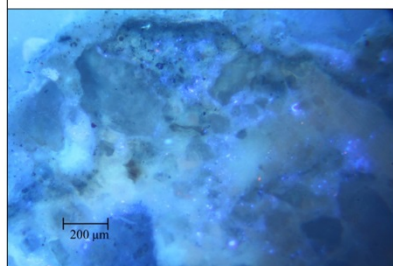
4/16

Vzorek 6945 (T2A): tmel – draperie, za štítem

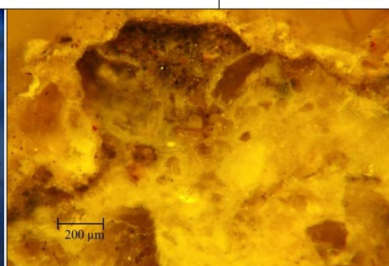


Obr. 9 Vzorek č. 6945 v bílém dopadajícím světle.

Číslo vrstvy	Popis
4	okrová vrstva, ojediněle jsou přítomna zrna červeného pigmentu
3	fragment šedé vrstvy s oranžovým pigmentem, na povrchu jsou pravděpodobně přítomny nečistoty nebo sulfatizace
2	tenká šedo-okrová vrstva
1	bílá vrstva s drobným kamenivem – tmel?
0	hornina

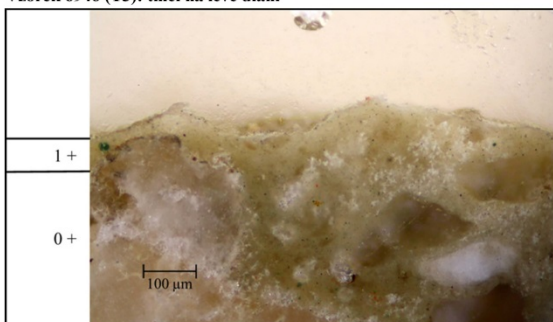


Obr. 10 Po excitaci UV světlem.



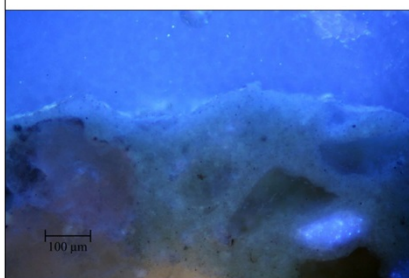
Obr. 11 Po excitaci modrým světlem.

Vzorek 6946 (T3): tmel na levé dlani

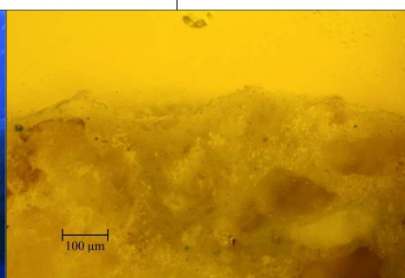


Obr. 12 Vzorek č. 6946 v bílém dopadajícím světle.

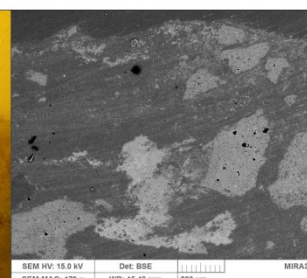
Číslo vrstvy	Popis	REM/EDS
1	vrstva zeleného odstínu, obsahuje zrna zeleného pigmentu a kamenivo	Ca, Si (Al): uhlíkatý vápenatý může být přítomen ve formě plniva nebo vápenného pojiva, křemenná zrna Si, na povrchu zvýšený obsah síry, způsobený pravděpodobně sulfatizací
0	vápence, na povrchu depozity	Ca, Si (Al): zrna křemene (Si) a vápence (Ca)



Obr. 13 Po excitaci UV světlem.

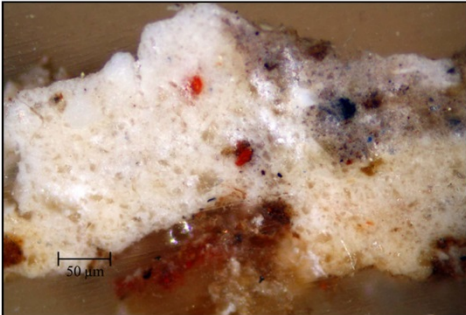


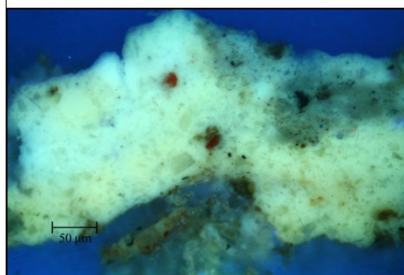
Obr. 14 Po excitaci modrým světlem.



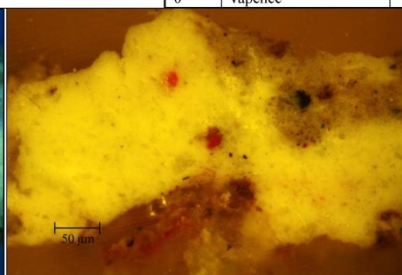
Obr. 15 Snímek z elektronového mikroskopu.

Vzorek 6960 (B1): povrchová úprava – ucho

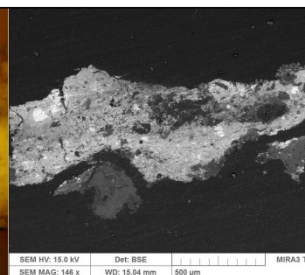
	4	4	v jiné části vzorku fragment hnědo-červené vrstvy, nečistoty na povrchu	Si, Ba, Pb, S: oranžová křemenná zrna (Si) barytová a olovnatá běloba
	+ 3	3	šedá vrstva, obsahuje černé částice, ojediněle modrý pigment, nanesená ve dvou krocích	Pb, Ba, Si, S: barytová a olovnatá běloba, ojediněle červená zrna obsahující (Pb) - pravděpodobně sulfid, černé organické částice, železitá červen (Fe)
	+ 2	2	silná bílá vrstva s drobným kamenivem	Pb, Ba, S (Si): barytová a olovnatá běloba
	+ 1	1	fragменты červené vrstvy, nelze vyloučit, že se na této vrstvě nacházejí fragmenty bílé a hnědo-okrové povrchové úpravy	C, Si, Pb: vrstva je pravděpodobně pojena organickou látkou, drobná křemenná zrna, železitá červen (Fe, Si, Al), nelze vyloučit ani potvrdit malé množství olovnaté běloby
	0	0	vápenc	patrně fragment bílé vrstvy s olovnatou bělobou
	<p>Obr. 16 Vzorek č. 6960 v bílém dopadajícím světle.</p>			



Obr. 17 Po excitaci UV světlem.



Obr. 18 Po excitaci modrým světlem.

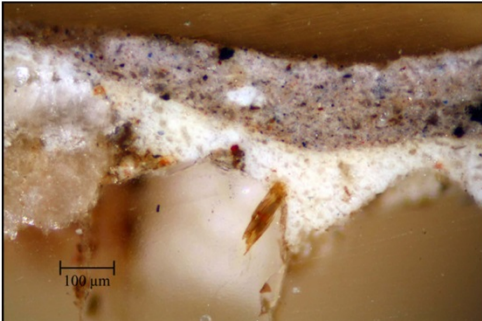


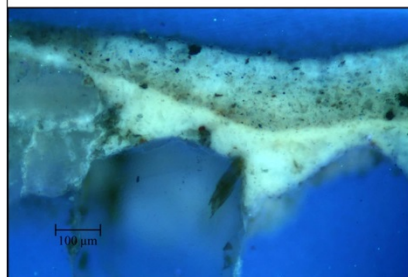
Obr. 19 Snímek z elektronového mikroskopu.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

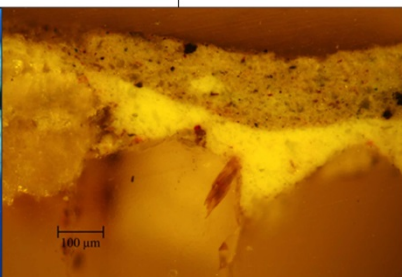
7/16

Vzorek 6961A (B2): povrchová úprava – vlasy z levé strany hlavy

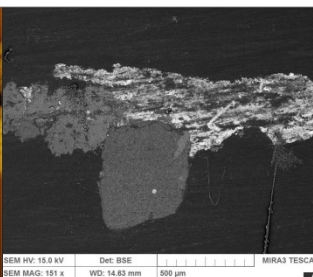
	4	4	tenká vrstva s oranžovým pigmentem a černými částicemi nebo povětrností degradovaný povrch	Ba, Pb, S, Fe, Si: barytová a olovnatá běloba, okr
	+ 3	3	šedá vrstva, obsahuje černé částice, ojediněle modrý pigment, patrně nanesená ve dvou krocích	Pb, Ba, Si, S: barytová a olovnatá běloba, černé organické částice (C), železitá červen (Fe)
	+ 2	2	bílá vrstva silnější vrstva, obsahuje jemné kamenivo	Pb, Ba, S (Si): barytová a olovnatá běloba
	+ 1	1	fragменты hnědo-okrové vrstvy	Ba, S, Pb, Si (Fe): barytová běloba, olovnatá běloba, železitá červen
	0	0	hornina	křemenné zrna Si
	<p>Obr. 20 Vzorek č. 6961A v bílém dopadajícím světle.</p>			



Obr. 21 Po excitaci UV světlem.



Obr. 22 Po excitaci modrým světlem.

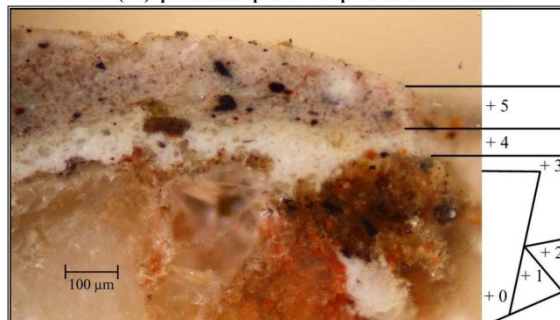


Obr. 23 Snímek z elektronového mikroskopu.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

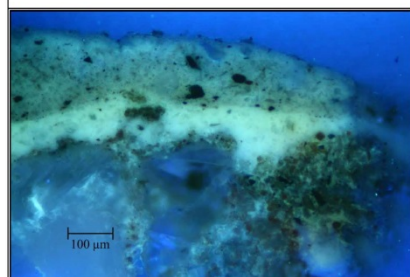
8/16

Vzorek 6961B (B3): povrchová úprava – draperie na levém rameni

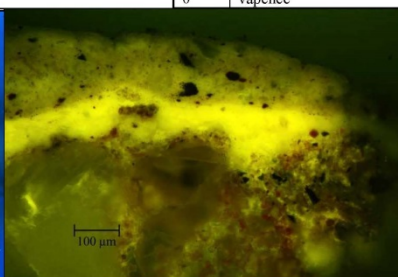


Obr. 24 Vzorek č. 6961B v bílém dopadajícím světle.

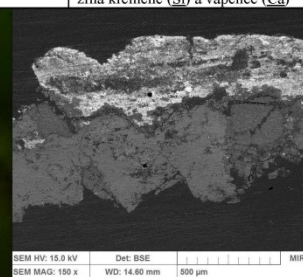
Číslo vrstvy	Popis	REM/EDS
5	šedá heterogenní vrstva, obsahuje černé částice, ojediněle modrý pigment, patrně nanosená ve dvou krocích	Pb, Ba, Si, S: barytová a olovnatá běloba, ojediněle červená zrna sufixu (Pb), černá organická zrna, železitá červeně (Fe), na povrchu je patrně přítomná velmi tenká vrstva obohacená o křemík (Si)
4	bílá vrstva	Pb, Ba, S (Si): barytová a olovnatá běloba
3	nesouvislá hnědo-okrová vrstva s černými částicemi	C, Si, Fe, Al: tmavé organické částice (C), křemenná zrna (Si), oranžová zrna železitého pigmentu (Si, Fe), nízký obsah olovnaté běloby (Pb)
2	fragment bílé vrstvy	Pb (Si): olovnatá běloba
1	fragment hnědé vrstvy s oranžovým pigmentem	Si, Ca, Fe: železitá červeně
0	vápenec	zrna křemene (Si) a vápence (Ca)



Obr. 25 Po excitaci UV světlem.



Obr. 26 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 27 Snímek z elektronového mikroskopu.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

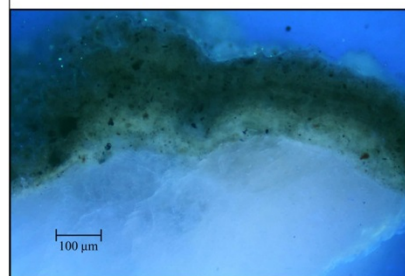
9/16

Vzorek 6963 (K2): depozity – pravé křídlo

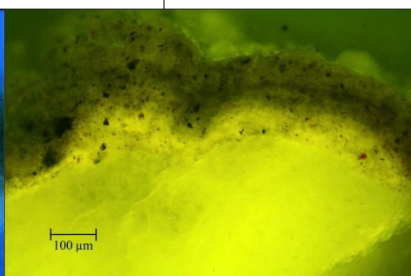


Obr. 28 Vzorek č. 6963 v bílém dopadajícím světle.

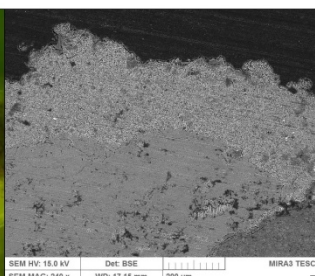
Číslo vrstvy	Popis	REM/EDS
1	silná vrstva, obsahuje zrna oranžových odstínů a černé částice, vrstva je ve spodní části běžová, ve svrchní části hnědo-šedá	Ca, S, Si: vrstva v celé tloušťce složená z krystalů sádrovce, ojediněle zrna na bázi oxidů železa (Fe), černé organické částice (C) na povrchu tenká vrstva obohacená o křemík (Si)
0	vápenec	Ca, Si: zrna křemene a vápence



Obr. 29 Po excitaci UV světlem.



Obr. 30 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 31 Snímek z elektronového mikroskopu.

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

10/16

Závěr:

Mikroskopicky byly studovány vzorky odebrané z vápencové sochy Anděla náležící k sousoší sv. Floriána, které je umístěno před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře. Vzorky tmelů a povrchových vrstev s podkladem byly odebrány za účelem materiálového průzkumu a průzkumu stratigrafie povrchových úprav. U ostatních vzorků byly stanoveny obsahy vodorozpustných solí. Z provedeného průzkumu vyplývají následující závěry:

Povrchové vrstvy (6943, 6960, 6961A/B, 6963):

Mikroskopickým průzkumem byla na povrchu vápence zjištěna u většiny odebraných vzorků srovnatelná stratigrafie povrchových úprav. Zjednodušeně lze konstatovat, že nestaršími dochovanými povrchovými úpravami objektu jsou fragmenty barevných vrstev červeného či okrového odstínu (vrstva 1). Vzhledem k dochování těchto vrstev ve fragmentální podobě je možné předpokládat, že byly starší vrstvy z povrchu sochy v minulosti částečně odstraněny a nahrazeny dalšími povrchovými úpravami. Mezi tyto úpravy lze zařadit následující bílou, patrně podkladovou vrstvu (většinou vrstva 2) s šedým nátěrem (většinou vrstva 3). Šedý nátěr tvoří monochromní povrchovou úpravu objektu. Obě uvedené vrstvy vzorků 6963 a 6961A/B, bílý podklad s šedou, obsahují olovnatou a barytovou bělobu, v šedé vrstvě se nacházejí černé organické částice různé velikosti a tvaru.

V některých případech (6960, 6961A) byla na šedé povrchové úpravě zaznamenána tenká okrová vrstva pocházející patrně z další etapy zpracování povrchu objektu, dále potom tenká vrstva (6961B) obsahující vysoký obsah křemíku. Obě uvedené vrstvy jsou pravděpodobně pozůstatky z restaurátorských zásahů. Tenká silikátová vrstva byla zaznamenána také na povrchu vzorku 6963.

Na povrchu vápence v místě odběru vzorku 6963 se nachází silná vrstva tvořená převážně síranem vápenatým. Pravděpodobně se jedná o sulfatizovaný povrch vápence s depozity, případně sulfatizovanou povrchovou úpravu světlého odstínu.

Tmel (6944, 6945, 6946 - T):

Na povrchu šedého tmelu vzorku 6944 (T1) je přítomna povrchová úprava hnědo-okrového odstínu. Tmel i hnědá povrchová úprava obsahují pojivo na bázi cementu.

Vzorek 6845 (T2) obsahuje tenkou vrstvu tmelu světle zeleného odstínu naneseného na povrch vápence. Ve tmelu jsou přítomna drobná křemenná zrna, pojivo se nepodařilo přesně identifikovat.

Obsah vodorozpustných solí (vzorky S):

Z výsledků stanovení obsahů aniontů vodorozpustných solí vyplývá, že objekt neobsahuje z hlediska rizika vzniku koroze závažná množství vodorozpustných chloridů, síranů ani dusičnanů.

V Litomyšli 30. 7. 2013

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

Příloha – fotografická dokumentace míst odběrů vzorků:

Autor fotografické dokumentace P. Zítková.



Obr. 32 Místo odběru vzorku 6943 (K1), štít pod levým křídlem.



Obr. 33 Místo odběru vzorku 6943 (K1), štít pod levým křídlem, detail.



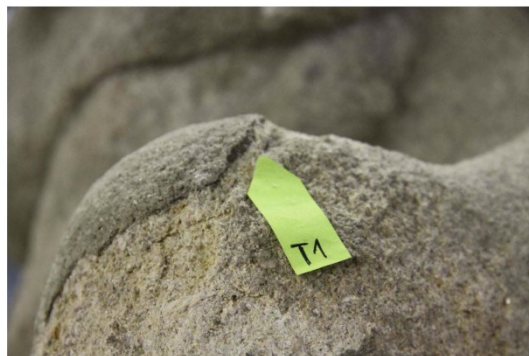
Obr. 34 Místo odběru vzorku 6963 (K2), pravé křídlo.



Obr. 35 Místo odběru vzorku 6963 (K2), pravé křídlo, detail.



Obr. 36 Místo odběru vzorku 6944 (T1),
levé křídlo, vrchol.



Obr. 37 Místo odběru vzorku 6944 (T1),
levé křídlo, vrchol - detail.



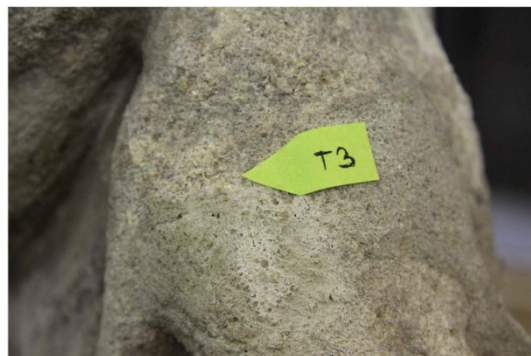
Obr. 38 Místo odběru vzorku 6945 (T2),
draperie za štítem.



Obr. 39 Místo odběru vzorku 6945 (T2),
draperie za štítem, detail.



Obr. 40 Místo odběru vzorku 6946 (T3),
levá ruka.



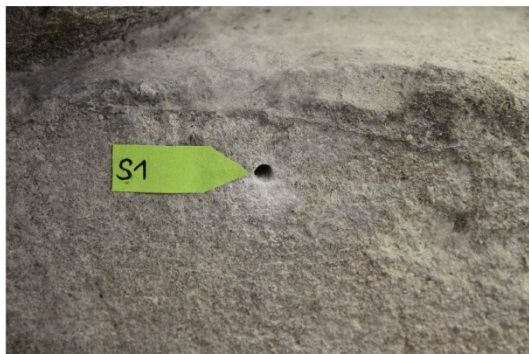
Obr. 41 Místo odběru vzorku 6946 (T3),
levá ruka, detail.



Obr. 42 Místo odběru vzorku 6960 (B1),
pravé ucho a 6961A - vlasy.



Obr. 43 Místo odběru vzorku 6960 (B1),
ucho, detail.



Obr. 48 Místo odběru vzorku S1, detail.



Obr. 49 Místo odběru vzorku S2.



Obr. 50 Místo odběru vzorku S2, detail.

12.3. Příloha č. 3. – Ultrazvuková transmise

Anděl ze sousoší sv. Floriána v Kutné Hoře

Zjištění stavu a hodnocení efektivity konsolidace metodou ultrazvukové transmise

Objekt: Anděl ze sousoší sv. Floriána v Kutné Hoře

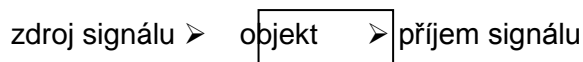
Zadání: - Neinvazivní zjištění stavu

Metoda měření: Ultrazvuková transmise

Princip transmisního ultrazvukového měření stavu kamene:

Princip metody spočívá v měření rychlosti přechodu longitudální vlny (p-vlny) zkoumaným materiálem. Rychlost uz-signálu je pro daný materiál charakteristickou veličinou. V masivnějších horninách s vyšší mírou stmelení je rychlost ultrazvuku vyšší než v horninách poréznějších, obvykle méně stmelených. Tato souvislost platí i mezi stejným typem zvětrané a nezvětrané horniny. V poškozených, korodovaných kamenných objektech, jejich částech nebo vrstvách, je proto rychlost ultrazvuku nižší než v nepoškozených, „zdravých“ objektech resp. jeho částech. V místech výskytu poškození, nehomogenních zón, nebo prasklin je signál zpomalený, deformovaný nebo není měřitelný.

Měřením se zjišťuje čas t přechodu uz-signálu zkoumaným objektem o tloušťce d .



Z naměřeného času t a vzdálenosti (tloušťky) d lze rychlost v vypočítat dle vztahu :

$$v = d/t \quad (\text{m/s}) \text{ příp. } (\text{km/s})$$

v - rychlost uz

d - měřená vzdálenost

t - čas přechodu signálu

Vlastní měření bylo provedeno přístrojem USME-C (fa. Krompholz, BRD) s měřicí frekvencí 250 kHz. Jako spojovací materiál pro přiložení sond byl použitý trvale plastický tmel na bázi silikonového kaučuku (bez přísady změkčovadel).

Výsledky měření:

V tabulce je uvedeno místo měření, naměřený čas t , naměřený čas po odečítání korekce pro danou frekvenci t_{kor} , směr měření, vzdálenost d pro dané měření a rychlost ultrazvukového signálu v .

Směry měření jsou udávány z hlediska čelního pohledu na měřený objekt: **LP** – horizontálně zleva doprava (nebo naopak); **PZ** – horizontálně zpredu dozadu (nebo naopak);

V – vertikálně.

Neměřitelný signál je v tabulce označen zkratkou **NS** (neměřitelný signál). Pokud byl signál v daném místě měření výrazně deformovaný, tak je v poznámkách uvedena zkratka **DS** (deformovaný signál), signál s utlumenou amplitudou nebo výrazně utlumenou amplitudou je označen zkratkou **SS** resp. **VSS**.

Tab.1. Výsledky měření

Č.m.	Místo	Směr	t (μ s)	t_{kor} (μ s)	d (cm)	v (km/s)	Poznámka
1	Hlava čelo - zátylek	PZ	96,9	95,5	17,5	1,83	
2	Hlava spánky	LP	57,3	55,9	11,7	2,09	
3	Hlava tváře	LP	69,1	67,7	12,1	1,79	
4	Hlava brada - temeno	V	119,5	118,1	24,5	2,07	
5	Vlasy nad levým uchem	V	31,4	30,0	3,9	1,30	
6	Nos	LP	5,6	4,2	1,9	4,52	
7	Krk	PZ	68,5	67,1	16,3	2,43	
8	Krk	LP	59,4	58,0	11,5	1,98	
9	Ramena	LP	187,2	185,8	40,0	2,15	
10	Pravé rameno	PZ	44,4	43,0	9,0	2,09	
11	Pravý biceps	PZ	47,8	46,4	9,8	2,11	
12	Pravé předloktí	V	44,7	43,3	10,0	2,31	
13	Pravé zápěstí	V	28,8	27,4	6,4	2,34	
14	Pravý malíček	LP	9,2	7,8	2,0	2,56	
15	Pravý palec	LP	10,1	8,7	2,3	2,64	
16	Draperie za pravou rukou	V	69,8	68,4	14,8	2,16	
17	Vrchol pravého křídla	PZ	48,9	47,5	8,9	1,87	
18	Okraj křídla u loktu	PZ	47,9	46,5	9,6	2,06	
19	Okraj spodní části křídla	PZ	50,8	49,4	9,2	1,86	Krusta, SS
20	Draperie vedle pravého kolena	PZ	65,1	63,7	12,5	1,96	
21	Draperie vedle pravého lýtka	PZ	213,8	212,4	29,5	1,39	Tmel, SS
22	Draperie nad pravým kolenem	V	50,3	48,9	9,6	1,96	
23	Pravé lýtko	LP	44,4	43,0	7,3	1,70	
24	Pravé chodidlo	LP	65,6	64,2	8,9	1,39	
25	Hruď - záda	PZ	125,7	124,3	25,9	2,08	
26	Hruď- prsa	PZ	100,7	99,3	22,3	2,25	
27	Levé rameno	LP	83,6	82,2	17,5	2,13	
28	Levý biceps	LP	62,8	61,4	12,7	2,07	
29	Levé předloktí	LP	55,5	54,1	10,4	1,92	Tmel
30	Levé zápěstí	LP	66,2	64,8	8,9	1,37	Tmel, DS
31	Levý ukazováček	LP	9,2	7,8	1,6	2,05	

32	Štít nad kolenem	LP	40,7	39,3	7,7	1,96	
33	Štít u kolene kolenem	LP	34,4	33,0	7,2	2,18	
34	Vrchol levého křídla	PZ	50,3	48,9	8,5	1,74	
35	Křídlo za levým předloktím	PZ	55,0	53,6	8,0	1,49	
36	Křídlo za štítem ukončení	PZ	52,0	50,6	11,7	2,31	
37	Draperie za štítem	PZ	122,4	121,0	22,9	1,89	
38	Levé koleno	LP	57,9	56,5	10,6	1,88	
39	Levé lýtko	LP	76,5	75,1	11,8	1,57	
40	Levé chodidlo	LP	46,8	45,4	7,5	1,65	
41	Skála pod chodidlem	LP	84,6	83,2	18,5	2,22	
42	Skála pod chodidlem	PZ	226,7	225,3	30,1	1,34	Tmel, VSS
43	Sokl	PZ	271,9	270,5	44,0	1,63	VSS
44	Sokl	LP	258,8	257,4	43,0	1,67	SS

Tab.2. Výsledky měření po konsolidaci na vybraných místech sochy

Č.m.	Místo	Směr	t (μ s)	t _{kor} (μ s)	d (cm)	v (km/s)	Rozdíl * (%)	Poznámka
1	Hlava čelo - zátylek	PZ	82,1	80,7	18,2	2,26	23,07	
2	Hlava spánky	LP	44,1	42,7	11,2	2,62	25,32	
5	Vlasy nad levým uchem	V	13,8	12,4	4,8	3,87	197,77	
6	Nos	LP	5,6	4,2	1,8	4,29	-5,26	
10	Pravé rameno	PZ	60,7	59,3	17,2	2,90	38,58	
11	Pravý biceps	PZ	40,8	39,4	9,3	2,36	11,76	
13	Pravé zápěstí	V	20,3	18,9	6,2	3,28	40,44	
14	Pravý malíček	LP	6,2	4,8	1,7	3,54	38,13	
17	Vrchol pravého křídla	PZ	30,8	29,4	7,8	2,65	41,60	
19	Okraj spodní části křídla	PZ	50,5	49,1	12,7	2,59	38,89	vzadu tmel
20	Draperie vedle pravého kolena	PZ	69,9	68,5	12,8	1,87	-4,78	
23	Pravé lýtko	LP	46,3	44,9	7,6	1,69	-0,30	
25	Hruď - záda	PZ	113,9	112,5	23	2,04	-1,88	
27	Levé rameno	LP	52,5	51,1	14,2	2,78	30,53	
29	Levé předloktí	LP	69,5	68,1	15	2,20	14,58	
31	Levý ukazováček	LP	8,8	7,4	2	2,70	31,76	
32	Štít nad kolenem	LP	32,7	31,3	7,9	2,52	28,82	
34	Vrchol levého křídla	PZ	32,3	30,9	7,5	2,43	39,63	nový tmel
38	Levé koleno	LP	45,6	44,2	9,8	2,22	18,18	
40	Levé chodidlo	LP	43,1	41,7	7,3	1,75	5,97	
41	Skála pod chodidlem	LP	87,3	85,9	19,1	2,22	0,00	
43	Sokl	PZ	272,1	270,7	44,3	1,64	0,61	SS

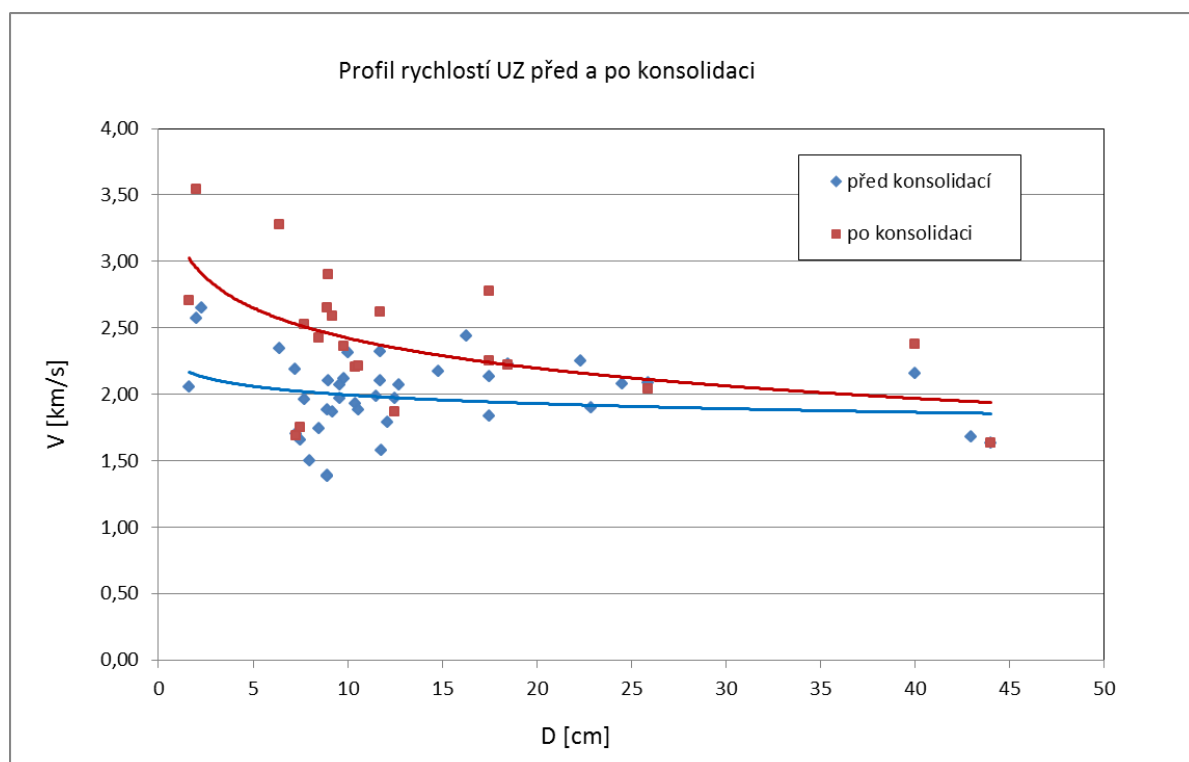
* Rozdíl – hodnota udává rozdíl mezi rychlostí UZ před a po konsolidaci v %

Celkový průměrný rozdíl mezi rychlostí UZ před a po konsolidaci je 20,5 % (průměr byl vypočítán z rozdílu rychlostí před a po konsolidaci v jednotlivých vybraných bodech měření). Z hodnocení bylo vyřazeno měření č. 19 (tmel), které je patrně zatíženo chybou a mohlo by zkreslit celkový výsledek.

Tab. 3. Průměrná rychlost UZ v jednotlivých směrech měření

Směr	Před konsolidací	Po konsolidaci
	V [km/s]	V [km/s]
Celkově	1,80	2,41
LP	1,66	2,42
PZ	1,78	2,30
V	2,07	*

* průměr ve směru V po konsolidaci nebyl vypočítán, protože ve směru V bylo po konsolidaci provedeno pouze jedno měření



Graf 1. Srovnání profilu rychlostí UZ (závislost rychlosti UZ od měřené vzdálenosti) před a po konsolidaci sochy

Vyhodnocení výsledků:

A. Stav před konsolidací:

Celková průměrná rychlost UZ odpovídá porézním typům kutnohorských vápenců. Profil rychlostí (závislost rychlosti UZ od měřící vzdálenosti) je poměrně vyrovnaný. Při menších měřících vzdálenostech (tj. menších hloubkách vápence) je rozptyl naměřených

hodnot rychlostí UZ vyšší, co je dáno zřejmě lokálním poškozením, přítomností krust na povrchu kamene a lokálně i přítomností tmelů. Na některých místech jsou starší tmely pravděpodobně oddělené od podkladu (nižší rychlost UZ, resp. deformovaný signál nebo utlumená amplituda).

Při srovnání průměrných naměřených hodnot UZ podle směru měření nebyla zjištěna anizotropie použitého vápence, průměrně rychlosti UZ jsou v jednotlivých směrech velmi podobné resp. téměř shodné.

Na základě výsledků měření lze pro konzervační zákrok doporučit provedení lokální strukturální konsolidace zaměřenou na stabilizaci poškozených míst.

B. Stav po konsolidaci:

Z porovnání rychlostí UZ na vybraných srovnávacích místech sochy anděla je zřejmé, že prakticky ve všech srovnávacích místech měření s výjimkou šesti míst došlo po konsolidaci ke zvýšení rychlosti UZ. Zvýšení je patrné i z grafického srovnání profilu rychlostí UZ před a po konsolidaci. Po konsolidaci je došlo k celkovému průměrnému zvýšení rychlostí UZ o cca. 20 % (průměr byl vypočítán z rozdílu rychlostí před a po konsolidaci v jednotlivých vybraných bodech měření). Profil rychlostí má směrem k povrchu mírně stoupající trend, co je zřejmě způsobeno vyšší mírou konsolidace povrchových vrstev vápence.

Shrnujíc lze na základě měření potvrdit, že strukturální konsolidace sochy byla účinná.

13.4. Příloha č. 4 - Technické listy

Stránka 1 z 2



Technický list
Číslo výrobku 0654

KSE 300 HV

Bezropouštědlový zpevňovač kamene na bázi esteru kyseliny křemičité s prostředky pro zlepšení přilnavosti. Podíl vyloučeného gelu: 30 %. Speciálně pro vápenec

Oblasti použití:

Vhodný pro zpevnění nasákových, jemně až středně porézních stavebních materiálů pojených kalcitem. V řídkých případech se vápenec, na základě obsahu jílových minerálů, vyznačuje výrazným bobtnáním a smršťováním. Takový kámen vyžaduje předběžné ošetření prostředkem snižujícím bobtnavost Antihydro (č. výr.: 0616).

Vlastnosti výrobku:

KSE 300 HV reaguje s vodou uloženou v systému pórů, resp. se vzdušnou vlhkostí. Při této reakci se vylučuje amorfni vodný oxid křemičitý ($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, „křemičitý gel“) jako pojivo. Minerální pojivo, křemičitý gel tak nahrazuje původní pojivo ztracené zvětráváním. Průběh reakce závisí na teplotě a vzdušné vlhkosti, rychlost vylučování gelu proto může být velmi proměnná. Za normálních podmínek (20 °C a 50% relativní vlhkosti vzduchu) je proces vylučování pojiva ukončen po cca 3 týdnech. Nižší teploty a nižší vlhkost vzduchu reakční proces zpomalují. Z litru zpevňovače KSE 300 HV se vyloučí cca 300 g křemičitého gelu jako pojiva. Následující přehled ukazuje nejdůležitější vlastnosti zpevňovače KSE 300 HV:

- podíl vyloučeného gelu cca 30%
- 1-komponentní systém, jednoduchá a bezpečná manipulace
- díky přísadám prostředků pro zlepšení přilnavosti je vhodný

Údaje o výrobku:

Údaje o dodávaném prostředku:

Obsah účinné látky:	> 95 % hm.
Katalytický systém:	neutrální
Hustota při 25 °C:	cca 0,99 kg/l
Barva:	čirá, nažloutlá až sytě žlutá
Zápach:	typický

Údaje po aplikaci a tvorbě gelu:

Množství vyloučeného gelu:	cca 300 g/l
Vedlejší reakční produkt:	etanol (uniká)

- speciálně pro vápencové podklady (viz výše)
- neutrální katalyzátor
- velká hloubka penetrace, může proniknout až ke zdravému jádru
- nevznikají vedlejší produkty, které by poškozovaly stavbu
- vysoká odolnost vůči povětrnostním vlivům a UV záření
- částečně zpevněné přírodní kameny lze doplnit Remmers Restauriermörtel

Zpracování:

Průzkum stavby, založení zkušebních ploch:

Je třeba zjistit tyto údaje o materiálu (analýza stavu stavby):

1. vlhkost materiálu, nasákavost, absorpce vody, hygroskopická nasákavost,
2. obsah škodlivých solí, rozbor pojiva, minerální složení, pórovitost, kapilární nasákavost
3. profil pevnosti, hloubka zvětrání, hodnota bobtnání, spotřeba materiálu na plochu, hloubka průniku zpevňovače, výsledný profil pevnosti,

4. stanovení pracovních kroků,
5. založení reprezentativní zkušební plochy - to je nutné pro sledování barevných změn a pro kontrolu korelace laboratorních výsledků s množstvím a hodnotami dosaženými na objektu,
6. kontrola a dokumentace prováděných úprav a spotřeby materiálu.

Příprava podkladu:

Povrch (přírodního kamene) určený ke konzervaci mává vlivem znečištění / patiny nejrůznějšího druhu často sníženou nasákavost. Čištění nutné pro obnovení původní nasákavosti provádějte co nejšetrněji, např. postřikem studenou/teplou vodou nebo párou; u „zažrané“ nečistoty pak přednostně otryskáváním vířivým proudem Rotec nebo čističi řady Remmers (viz příslušné technické listy). V mnoha případech se kámen již velmi drolí, takže by se čištění neobešlo bez citelné ztráty materiálu. Abyste tomu zabránili, můžete provést předběžné zpevnění přípravkem KSE 300 HV nebo jiným vhodným zpevňovačem kamene

0654-TM-12.06.doc

z rodiny Remmers KSE ještě před čištěním. Po oschnutí očištěného podkladu proveďte hlavní zpevnění.

Předpoklady:

Pro to, aby celá zvětraná oblast byla zpevňovačem KSE 300 HV zcela rovnoměrně prosycena je nutné, aby ošetřované plochy byly vzducho-suché, rovnoměrně nasákové a nerozhřáté. V době aplikace se má teplota zpevňovače kamene, podkladu a okolního vzduchu pohybovat mezi 8 a 25 °C. Proti silnému zahřívání lze objekt např. zaplachtovat proti slunci. Ošetřovaný podklad by měl mít rovnovážnou vlhkost. Plochy chráňte před, v průběhu a po aplikaci před sluncem, deštěm a větrem.

Metoda aplikace:

Důležitým předpokladem optimálního zpevnění je, aby byla celá zvětralá zóna naimpregnována zpevňovačem kamene až ke zdravému jádru. KSE 300 HV se proto do materiálu vpravuje poléváním, ponořením nebo zábaly. Při polévání se zpevňovač aplikuje na malé plochy (příp. kámen po kameni) metodou „mokrý do mokrého“ tak dlouho, dokud se nanášený materiál vsakuje. Volba aplikační metody závisí na podmínkách a stanoveném cíli.

Nedoporučujeme takzvanou „rychlou hydrolyzu“, jelikož představuje nekontrolovatelnou reakci tvorby gelu a tím na výslednou strukturu křemičitého gelu.

Upozornění:

Je-li to nutné, lze 2 - 3 týdny po prvním ošetření provést další ošetření, při kterém je rovněž nutné dosáhnout dokonalé impregnace zvětralé zóny. Spotřebu zpevňovače kamene KSE 300 HV je třeba zjistit v laboratoři při předběžných zkouškách a na zkušební ploše. Spotřeba závisí na

Výše uvedené údaje jsme sestavili na základě podkladů našeho výrobního úseku podle nejnovějšího stavu vývoje a používané techniky. Za aplikaci a zpracování nepřebírá výrobce záruku, protože na tyto sféry nemá žádný vliv.

Údaje přesahující rámec technického listu či odlišné údaje vyžadují písemné potvrzení kmenového závodu.

V každém případě platí naše všeobecné obchodní podmínky. Vydáním těchto technických listů pozbývají všechny předešlé svou platnost.ZC 03/08

0654-TM-12.06.doc

nasákavosti podkladu a také na zvolené aplikační metodě.

Následné ošetření:

Aby se zabránilo změně barevného odstínu povrchu vlivem přesycení zpevňovačem KSE 300 HV, měli byste bezprostředně po dosažení nasycení povrch kamene omýt bezvodým rozpouštědlem (např. ředidlem Verdünnung V 101) a odstranit tak z povrchu přebytek materiálu.

Nanášení výplňových hmot, hydrofobizujících impregnačních prostředků a nátěrových hmot:

Na plochy a na boky spár ošetřené přípravkem KSE 300 HV lze po ukončení procesu vylučování gelu nanést restaurátorskou maltu Restauriermörtel, hydrofobizační prostředek řady Funcosil (zejména Funcosil SL) nebo výrobky ze systému silikonových barev Funcosil. Chemický systém „ester kyseliny křemičité“ způsobuje po aplikaci dočasnou vodooodpudivost, která se v průběhu tvorby gelu ztrácí. Vykazují-li zpevněné plochy při navazujících pracích s restaurátorskou maltou ještě rušivý efekt srážení vody do kapiček, lze tento jev potlačit ošetřením povrchu alkoholem.

Sousedící plochy:

Části fasády, které by neměly přijít do styku se zpevňovačem (např. okna, lakované plochy a sklo) je nutné stejně jako rostliny vhodným způsobem ochránit (zakrýt stavební fólií, polyetylenovou fólií). Po zreagování zpevňovače (vytvoření gelu) jej lze z povrchu odstranit již jen mechanicky.

Pracovní nářadí a čištění:

V závislosti na podmínkách a stanoveném cíli - např. nízkotlaké stříkací zařízení, zařízení pro bezvzdušné tlakové stříkání, stříkací láhev, injekční pomůcky a celulózobentonitové zábaly. Pracovní nářadí musí být suché a čisté. Po použití a před delšími přestávkami v práci je nářadí třeba důkladně očistit ředidlem Verdünnung V 101.

Balení, spotřeba, skladovatelnost:

Balení:
Plechové kanystry 5 l, 30 l

Spotřeba:

Spotřeba zpevňovače kamene KSE 300 HV se řídí rozhodnou měrou podle druhu a stavu ošetřovaného podkladu a podle podmínek a stanoveného cíle respektive z toho vyplývající použité aplikační techniky. Podle uvedeného se může spotřeba pohybovat mezi 0,1 l/m² a několika litry na m². Proto je nutné spotřebu vždy předem zjistit v laboratoři při předběžných zkouškách a na zkušební ploše.

Skladovatelnost:

V uzavřených originálních nádobách při skladování v suchu, chladu, avšak nad bodem mrazu min. 12 měsíců. KSE 300 HV reaguje s (vzdušnou) vlhkostí, proto nádoby po každém použití znovu vzduchotěsně uzavřete.

Bezpečnost, Ekologie, Likvidace:

Bližší informace o bezpečnosti při dopravě, skladování a manipulaci a také o likvidaci a ekologii najdete v aktuální bezpečnostním listě. Při stříkání a suchém čištění jsou nezbytné osobní ochranné pomůcky. Dýchací filtr P2 (např. od firmy Dräger). Vhodné rukavice viz bezpečnostní list. Nosit uzavřený oblek.



B. Restaurování štukové sochy andílka z Kaple sv. Isidora v Křenově

1. Popis objektu

1.1. Lokalizace památky

Kraj:	<i>Pardubický</i>
Okres:	<i>Svitavy</i>
Obec:	<i>Křenov</i>
Adresa:	<i>Kaple stojí na parcele č. 37 v obci Křenov.</i>
Název památky:	<i>Kaple sv. Isidora, hřbitovní</i>
Bližší určení:	<i>Kaple stojí na pravé straně silnice směrem Křenov-Pohledy-Svitavy a je včleněna do hřbitovní zdi.</i>
Název restaurované části památky:	<i>Štuková plastika andílka v interiéru kaple, osazená na korunní římsě pod klenbou. Putti č. 12⁶</i>
Rejstříkové číslo památky:	<i>28066/6-3094</i>

1.2. Údaje o památce

Autor:	<i>Neznámý</i>
Sloh/datace:	<i>Datace 8 plastik andlíků není uvedena nikde v literatuře ani bakalářské práci.⁷ Známý je pouze vznik kaple r. 1701 a datace vzniku nástěnných maleb r. 1727.⁸</i>
Materiál/technika:	<i>Souvrství štukových malt nanášené in situ na armatury – zuhelnatělé dřevo tvoří konstrukci těla s železnými výztuhami a dráty, kostra hudebního nástroje je z měkkého dřeva. Povrch plastiky byl proveden tahy štětců do nanesené vlhké směsi.</i>
Rozměry: v: 107 cm, š, 75cm, hl. 45cm	
Předchozí známé restaurátorské zásahy:	<i>2005⁹ proběhl konzervátorský zásah, především na nástěnných malbách a štukové výzdoby kopule, další restaurátorské zásahy nejsou známy</i>

⁶ Mgr. art. Jan Vojtěchovský, Mgr. art. Jakub Ďoubal a kolektiv studentů: *Restaurátorský průzkum, nástěnné malby, štuková výzdoba a omítky interiéru kaple sv. Isidora v Křenově*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, březen 2012

⁷ Danielová, Iva: *Malířská a sochařská výzdoba kaple sv. Isidora v Křenově*, bakalářská práce, Masarykova univerzita, Brno 2011.

⁸ Poche, Emanuel a kolektiv: *Umělecké památky Čech 2 [K/O]*, Academia, Praha 1978, s. 159.

⁹ Hamsíková Radana akad. mal. a Kašpar, Jiří akad. soch.: *Restaurátorská dokumentace záchranného restaurátorského zásahu malířské a sochařské výzdoby kaple*, 2005

1.3. Údaje o akci

Vlastník: *Obec Křenov*

Investor: *Obec Křenov*

Závazné stanovisko: *MÚ Moravská Třebová, odbor školství a kultury, ze dne 28. 6. 2004*

Termín započetí prací: říjen 2012

Termín ukončení prací: srpen 2013

1.4. Popis památky

1.4.1. Popis Kaple

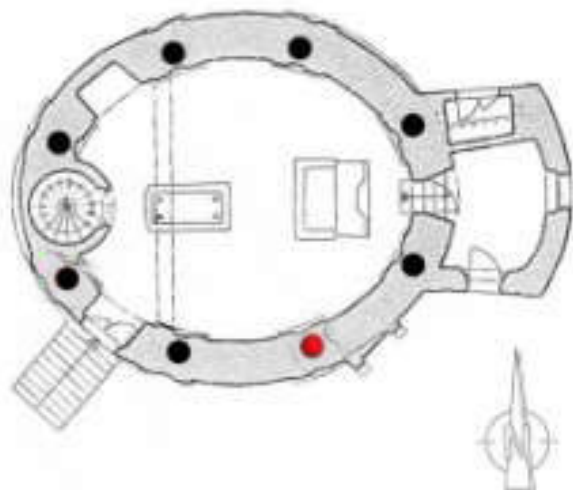
Hřbitovní kaple sv. Isidora se nachází na parcele č. 37 na pravé straně silnice 366 z Křenova do Pohledů a je obklopena hřbitovní zdí. Kaple má centrální oválný půdorys (elipsa) s umístěním středové podélné osy od západu na východ (Kúr- Oltář). Na východní straně je ke kapli připojena obdélná kaple s vchodem na hřbitov. Do kaple se vstupuje ze silnice kamenným portálem na jihozápadě. Vnější plášť stavby je členěn sdruženými toskánskými sloupy střídajícími se s kruhovými okny bez šambrán. Zastřešení je provedeno zvonovou bání s oktogonální lucernou.

Stěny interiéru kaple jsou členěny sdruženými pilastry s akantovými hlavicemi nesoucí vysoké kladí. Pilastry střídají niky se štukovými plastikami ve spodní části kaple a oválné okenní otvory části horní. Ústřední postavou je sv. Isidor nad hlavním oltářem dále pak jsou v nikách umístěny postavy Adama a Evy a dalších dvou postav neznámého ikonografického pojetí. (v Uměleckých památkách Čech 2 k-o, Praha 1978, s. 159. je uváděna jedna z postav jako sv. Notburga) Plastiky byly v minulosti barevně pojednány stejně jako zbylá výzdoba kaple. Vrcholek nik je obohacen o malé štukové postavičky andílků. Nad hlavicemi jsou vegetabilní festony, které střídají vlysy s akantovými rozvilinami. Kladí má rovněž mohutnou bohatě profilovanou římsu, na níž je po obvodu umístěno 8 štukových sedících postav andělů (putti) s hudebními nástroji opěvují Boha Otce, jakožto řezbu umístěnou pod římsou. Výzdobu kaple završuje nástěnná malba kopule s centrálním výjevem Nanebevzetí Panny Marie, který je oddělen štukovým rostlinným

pásem od obvodové malby s motivem devíti andělských kůru obohacené štukovými okřídlenými hlavičkami a akantovými ornamenty. Na západní straně kaple se vřetenovitým schodištěm vstupuje na zděnou kruchtu, kde dříve stávaly varhany.

1.4.2. Popis Putti č. 12

Postava putti je umístěna na korunní římsě jako druhá plastika po levé ruce Boha Otce. Sedí na okraji římsy v mírném předklonu na bohatě našasené draperii, jež má připomínat anděla vznášejícího se na oblacích. Kompozičně je vytvořena podle esovité křivky s mírným natočením k pravé straně, kam směřuje i hudební nástroj píšťaly, kterou drží v obou rukách u úst ve směru dolů. Jeho pravá noha je skrčená na římsě pod ním a levá visí volně z římsy dolů. Drapérie, na které je putti usazen, se vlní po levém boku a v páskách obepíná hrudník. Plastika byla vytvořena in situ na konstrukci zuhelnatělého dřeva a kovových armatur nánosem štukové malty s bílým povrchem, jehož struktura je vytvořena tahy štětců ještě do vlhké omítky. Kovovým táhlem je plastika připevněna do stěny klenby. Lokálně se setkáváme se zlacením především na lemu drapérie a pírkách křídel.



Obr. č. 55- Ilust. Zákres umístění putti č. 12

2. Průzkumová zpráva

2.1. Popis stavu památky před započítím restaurátorských prací

Největší poškození, které jsou na první pohled viditelné, jsou chybějící části horních končetin. Z pravé ruky zbyl jen fragment zápěstí a nositelem části od ramene k zápěstí je pouze zkorodovaná železná armatura. Pravé ruce dále chybí prsty, které držely píšťalu, a tak je ruka od nástroje plně odloučena. Levé ruce chybí pouze dva prsty. Odhalené kovové armatury a dráty jsou povrchově zkorodované. Poslední chybějící částí na plastice je polovina pravého křídla, která se opírala o profilovaný pás oddělující nástěnnou malbu kopule od pásu zdi za putti. Při ohledání nebyla nalezena žádná z chybějících částí.

Na celé plastice se vyskytuje pár výraznějších hloubkových prasklin a to především v oblasti krku a v oblasti holeně dolní levé končetiny. Další praskliny se nacházejí po obvodu píšťaly v několika místech. Povrch plastiky je znečištěn prachovým depozitem, pod nímž prosvítá červené zbarvení, nejspíše od sprášené malby nad plastikou. V oblasti prstů levé ruky je dokonce barva natřena.

Výrazné znečištění je na zádech plastiky ze spadané malty, kterou byla opravována zeď nad andílkem. Bílé stékance na povrchu jsou nejspíše pozůstatkem injektážních zásahů na kopuli.

Pozlacená místa na křídlech a lemu draperie se na několika místech odchlupují a lokálně je úprava úplně odloučena.

2.2. Nálezová zpráva přírodovědného průzkumu

Cílem přírodovědného průzkumu je zjištění informací, shrnutí a vyhodnocení poznatků o restaurovaném díle, aby mohla být vypracována koncepce a návrh prací restaurátorského zásahu. Průzkum se zaměřil především na materiálové složení a povrchové úpravy restaurované plastiky andílka.

Výsledky analýz budou porovnány s výsledky předchozích průzkumů, aby mohlo být konstatováno, že na putti byly použity stejné materiály a byli zhotoveny stejnou technikou.

2.2.1. Průzkum materiálového složení díla

Za účelem přípravy a výběru nejvhodnějších směsí na štukové souvrství, kterými budou vyplněny chybějící a poškozené části plastiky, byl odebrán jeden vzorek skalpelem z místa lomu poškození pravého ramene. Cílem průzkumu je zjištění materiálového složení, výstavby štukových vrstev na plastice, případné identifikace možné povrchové úpravy či nalezení fragmentů barevné vrstvy.

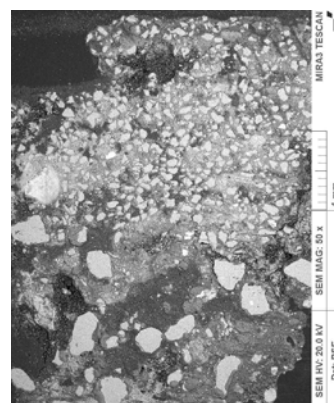
Metoda průzkumu

Materiálové složení bylo provedeno základní metodou, kdy byl zjišťován poměr plniva a pojiva. Tato metoda vychází z předpokladu, že uhličitán vápennatý, který se rozpustí v roztoku 10% kyseliny HCl, tvoří pouze složku pojiva a kamenivo je tudíž nerozpustné. Silikátová analýza pokračuje povařením zbytku vzorku v 10% roztoku Na₂CO₃, což stanoví obsah křemičitých složek SiO₂.

Pro zjištění zrnitosti zbylého nerozpustného podílu kameniva se využívá metody sítové analýzy. Vzorek je přesát přes normovanou řadu sít o velikosti ok 0,063, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4 a 8 mm.

Dále byl vzorek zalitý dentální pryskyřicí Spofakryl a vytvořen nábrus, který byl zkoumán mikroskopicky na druh pojiva a plniva, a to optickou mikroskopií a na základě určení prvkového složení vrstev pomocí rastrovací elektronové mikroskopie s energiově disperzním analyzátozem (REM-EDS). Pro tento účel by použit elektronový mikroskop Mira 3 LMU firmy Tescan s EDS systémem Bruker Quantax 200.

Číslo	Popis vrstev	Výsledky REM-EDS
1	tenká hnědookrová vrstva	vrstvu nebylo možné zaznamenat, vrstva je pravděpodobně pigmentována okry
0c	svrchní vrstva štuky, bílá	matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), ojediněle shluky síranu vápenatého (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), maximální velikost přibližně 0,2 mm
0b	vrstva štuky, růžový odstín	matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), malé množství sádry (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), ojediněle hlinitokřemičitany (Si, Al, K, Na) maximální velikost přibližně 1 mm



Obr. č. 56- Ilustr.vzorek č. 6902, levé rameno, putti č.12

Shrnutí výsledků

Vzorek z putti č. 12 je tvořen dvěma vrstvami štuky – jádrová růžová vrstva a svrchní bílá štuková vrstva. Jádrová vrstva byla složena ze vzdušného vápna s malou příměsí sádry. Jako plnivo byl použit křemičitý ostrohranný písek s maximální velikostí zrn 4 mm. Přibližný objemový poměr míchání vápenné kaše s plnivem mohl být 1:1, více viz kapitola 5.5. *Vyhodnocení*. Svrchní štuková vrstva je tvořena taktéž ze vzdušného vápna s malou příměsí sádry. Obsahuje křemičité kamenivo s maximální velikostí zrn 0,12 mm, více viz kapitola 5.5. *Vyhodnocení*. Dle porovnání výsledků z předchozího průřezu jiného putti ze souboru lze konstatovat, že materiálové složení je srovnatelné.

2.2.2. Průzkum povrchové úpravy díla

Na plastikách se objevují defekty barevné povrchové úpravy zlacení. Z výsledků analýzy lze dále určit, jak by se mělo postupovat v případě doplnění, pokud by šlo o obnovu podle původní techniky. Analýza má prozkoumat, zdali se jedná o originální zlacení a na jaký podklad byl nanesen. Pro tento průzkum byly odebrány dva vzorky z putti č. 11.

Metoda průzkumu

Odebrané vzorky byly zality do dentální pryskyřice Spofakryl a byly vytvořeny nábrusy pro optickou mikroskopii. Ta byla prováděna v dopadajícím viditelném světle, modrém světle za pomoci optického mikroskopu OPTIPHOT2-PO(Nikon) Jako imerzní kapalina byla při pozorování použita demineralizovaná voda. Nábrusy byly fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem Canon 1000D.

Pro zjištění organických pojiv byly provedeny mikrochemické zkoušky na důkaz bílkovin a vysychavých olejů. Bílkoviny byly podrobeny analýzám přes pyrroly a pyrrolovové deriváty. Oleje pak fuchsinem pro důkaz přítomnosti glycerolu.

Obr. č. 57- Ilustr. vzorek č. 6903, zlacení, puttoč. 11



Číslo	Popis vrstev	Výsledky REM-EDS
4.	nesouvislá tenká hnědo-okrová vrstva	nečistoty, zlacení plátkovým zlatem (Au) bylo nalezeno najiném úlohu v zorku
3.	žlutá vrstva patrná zejména v UV světle, bílé částice, nelze vyložit dobře propojenás vrstvou 2	<u>Pb</u> , <u>Si</u> (Al, Fe, Ca): olovnatá běloba, žlutý okr, přítomnost masikotu
2.	žlutá vrstva světlý odstín, bílé průhledné částice, olovnatá běloba (zrno <u>Pb</u>), křemenná zrna o jediné le fragmenty (Si), částice kovové holesku <u>Cu</u> , <u>Pb</u> (Sb, Si) kovové holesku	<u>Pb</u> (Al, Si, Fe, Ca):
1.	oranžovo-okrová vrstva soblymí bílýma olovnatá běloba, suřík (<u>Pb</u>), oranžové částice oranžovými částicemi, železitá červen (<u>Fe</u> , Si, Al), žlutý pigment o jediné le fragmenty pravděpodobně masikota /nebo žlutý okr, kovové holesku, patrně na bílé částice <u>Pb</u> , <u>Sn</u> , oranžová částice <u>Pb</u> , <u>Cu</u> , povrchu organická látka	<u>Pb</u> , Fe, Si (Al):
0.	vápený podklad pro povrchové úpravys <i>matrix</i> : vzdušné vápno, na povrchu přítomnakamenivem, vrstva uhlíčanuvápenatého, příměs sádry pravděpodobně velmi malá (o jediné le zrna <u>S</u> , <u>Sr</u> , <u>Ca</u>) příměs sádry	<u>Ca</u> , Si, Al (Mg, S, Na):

Shrnutí výsledků

Barevná povrchová úprava se skládala ze 4 vrstev. Podklad je tvořen spodní oranžovou-okrovou vrstvou obsahující olovnatou bělobu, suřík, a pigmenty oxidů železa. Stejně složení obsahují i žluté podkladové vrstvy. Ojediněle byly nalezeny kovové částice mědi, stříbra, olova. Mikrochemické testy prokázaly přítomnost olejů. Použití olejového podkladu svědčí o metodě mixtionového zlacení, které bylo v tomto případě provedeno plátkovým zlatem.

3. Vyhodnocení průzkumu

Plastika putti je má rozsáhlá poškození v oblasti rukou. Tento stav je pravděpodobně zapříčiněn teplotními a vlhkostními rozdíly, které vznikaly v době, kdy byla kaple v neutěšeném stavu a zatékalo do ní. Trhliny vytvořené ve štukové masě daly za následek vsáknutí vody do jádra, kde kovové armatury začaly korodovat a rozpínat se. Štuk a kovové armatury se rozpínají odlišně, tudíž započalo oddělování štukové masy od armatur. Nejvíce jsou postižené horní i dolní končetiny a hudební nástroj. Zhoršení stavu plastiky od doby, kdy bylo upozorněno na havarijní stav kaple po dobu provedení oprav střechy, dokládá fotografie manželů Kovaříků z roku 2004. Na této fotografii putti č. 12 má na levé ruce všechny prsty a pravá ruka stále ještě disponuje částí od ramene po loket.

Podle výsledků analýz na materiálové složení štuků odebraných ze dvou putti lze předpokládat, že všechny putti byly vytvořeny ze stejného materiálu. Jedná se o směs křemičitých písků, v případě jádra narůžovělého hrubšího písku, se vzdušným pojivem. Pro rychlejší postup prací byla do směsi přidávána sádra. První podkladová vrstva složená z vápna a sádry se nanasla přímo na armatury, aby se na ní mohla následně aplikovat jádrová narůžovělá vrstva s malou příměsí sádry. Svrchní modelovaná štuková vrstva se na jádrový podklad nanášela pravděpodobně až po vyžrání. Zlacení je jedinou původní povrchovou úpravou. Zlacení je provedeno mixtionovou technikou tzn. na olejový podklad. Olejový podklad podléhá přirozenému stárnutí krakelování, proto dochází k odlupování vrstev.

Z průzkumu vyplývá, že plastika nebyla později sekundárně plasticky ani povrchově upravována.

4. Koncepce restaurátorského zásahu

Štuková plastika andílka patří do souboru 8 andílků, kteří jsou součástí výzdoby kaple sv. Isidora, na jejíž interiér byl vypracován průzkum a restaurátorský záměr v roce 2012 Fakultou restaurování. Celá koncepce směřuje k zachování původních struktur a jejich vzájemných vztahů. Barokní interiér má být obnoven v jeho celkovém a pokud možno původním pojetí. Štuková výzdoba má být konzervována a restaurována in situ, aby nemusely být odstraňovány dosud funkční armatury a táhla v případě andílků. Restaurované prvky mají být očištěny od sekundárních úprav a plasticky doplněny do původního tvaru.¹⁰

Putti č. 12 by se měl řídit koncepcí pro celkovou obnovu interiéru. Na základě provedeného průzkumu a jeho vyhodnocení je navrhována následující koncepce a návrh prací. Putti by měl být očištěn od ulpělých nečistot, narušený povrch a obnažené korodované armatury ošetřeny. Chybějící části by měly být doplněny, aby respektovaly původní plastickou výstavbu vrstev se stejným resp. podobným materiálovým složením. Jelikož nebyla nalezena podrobnější fotografická dokumentace díla, mělo by se doplnění chybějící tvarů řídit dle modelačních prvků z celkového dochovaného souboru andělů. Rekonstrukce povrchových úprav zlacení bude řešena v návaznosti na celý soubor, pravděpodobně bude obnovena. Plastika bude prezentována jako konzervační a rekonstrukční zásah dle již zmíněné rekonstrukce podle dochované fotografie a zbylé prvky

¹⁰Mgr. art. Jan Vojtěchovský, Mgr. art. Jakub Ďoubal a kolektiv studentů: *Restaurátorský průzkum, nástěnné malby, štuková výzdoba a omítky interiéru kaple sv. Isidora v Křenově*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, březen 2012

5. Testování kompatibility vápenných štukových směsí a jejich zpracovatelské vlastnosti

5.1. Úvod

V praktické části bakalářské práce, resp. při restaurování štukového putti v Křenově bylo nutné zrestaurovat – doplnit chybějící části plastiky. Jedná se část o chybějící ruky, kde ztráta původní hmoty spočívala v celém souvrství – jádro i svrchní štuková vrstva. Důležitým faktorem pro doplnění těchto částí je vhodný výběr směsí a jejich správný postup při přípravě a nanášení. Ostatní chybějící části jsou tvořené pouze svrchní štukovou vrstvou. Tyto části, konkrétně prsty a křídlo, již vyžadují doplnění směsí, která má dobré zpracovatelské a především plastické vlastnosti a z hlediska složení je kompatibilní s původním materiálem.

Cílem teoretické práce je zjistit, co nejvíce informací o originálním štukovém složení, poměru plniva a pojiva a základních fyzikálních vlastnostech vzorků štuků z Křenova. Na základě těchto výsledků vybrat vhodnou štukovou směs pro doplnění chybějících částí. Pro vhodný způsob přípravy a nanášení budou zkoumány i zpracovatelské vlastnosti a doba pro zpracování.

Dalším cílem je v rámci zkoumání kompatibility křenovských štukových směsí do průzkumu zahrnout i další vzorky barokních štuků. Vybrání vzorků podléhalo možnostem dostupnosti. Tyto vzorky, i když vznikaly ve stejné době, tak pocházejí z různých míst ČR a odlišují se svojí technikou užití (tažené profily, modelační prvky). Cílem bylo porovnání chemického složení, zastoupení jednotlivých složek (proporce pojivo ku plnivu), granulometrie a typ plniva mezi vzorky. Technika nebyla z důvodu dostupnosti objektů zkoumána.

Na začátku se práce zabývá obecně tématem štukatérství se zaměřením na materiály, postupy a provedení různých štukových prvků. Jaké základní materiály se používaly pro výrobu šuku, jak se připravovaly a používaly. V experimentální části jsem se zabývala analýzou vzorků barokních štuků a vzorků odebraných z kaple sv. Isidora v Křenově, na základě zjištění jejich složení jsem připravila sadu malt, které by mohly být použity při restaurování. U nich jsem hodnotila zejména zpracovatelnost a možnosti praktického zpracování.

5.2. Teoretická část

5.2.1. Materiály historických štuků

Materiálové složení štuků bylo závislé na soudobém cítění a způsobu použití. Hlavní tvárná hmota byla složena z vápna, sádry, písku a vody. Technologické postupy a materiály na přípravu štuků byly v minulosti velice střeženy a zkušenosti se předávali jedině od staršího mistra mladšímu. Jako pojivo štuků se používalo ve větší míře vápno. Používání vápna je prokázáno již několik tisíc let př.n.l. ve Starověkém Egyptě, Mezopotámii, Řecku a Římě.¹¹ Ve velkém se rozšířilo hlavně v renesanci a baroku. Sádra se používala ať už v čisté formě především ve středověku nebo jako přísada do vápenných malt. Pro lepší plasticitu, zpracovatelnost a konečné vlastnosti byly do směsi přidávány různé přísady.

5.2.1.1. Vápno

Vápno bylo užíváno jako vápenné pojivo již ve starověku. Vápenná malta není moc vhodná pro vysoký reliéf a odlévání, protože malé vazby mezi vápnem a vodou nedovolují masivnější tvary ve volném prostoru, relativně pomalu tuhne a smršťuje se. Oproti sádrové maltě je měkčí. Pro rychlejší tuhnutí malty se přidávalo malé procento sádry.

Vápno je všeobecný pojem pro produkty vzniklé z hlavní použité **surovin** **vápence** CaCO_3 . Termín se používá pro materiály o různém složení a pro různé výrobní stádia. Z materiálového hlediska rozlišujeme pálené vápno bílé bez příměsí, vápno dolomitické s vyšším obsahem oxidu hořečnatého a hydraulické vápno s určitým množstvím hydraulických složek. Podle výrobních stádií se nejprve jedná o nehašené vápno (kusové nebo mleté), po hašení vznikne produkt nazývaný jako vápno hašené, které se podle způsobu hašení dělí na suchý vápenný hydrát nebo vápennou kaši. Stejně tak byl termín používán i pro vápennou maltu. Na kvalitu vápna má zásadní vliv kvalita surovin, postup výpalu i jeho následné vyhašení.

¹¹ KOLEKTIV AUTORŮ, Vápno, Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 2001, 16

Suroviny pro výrobu vápna

Vápence jsou tvořeny především nerostem kalcitem, který se jako minerál vykytuje ve třech modifikacích – převládající kalcit, méně rozšířený aragonit a vzácný vaterit. Vznik vápenců je biochemický a biomechanický. V prvním případě se jedná o vylučování látek mořskými živočichy, které srážejí uhličitan vápenatý a tím se tvoří korály a útesy. V druhém případě se jedná o nahromadění skořápek, ulit a kosterních pozůstatků mořských živočichů, které po odumření vytvářejí vrstevnaté sedimenty. Takto vzniklé vápence se označují jako zoogenní. Druhou skupinou jsou vápence fytoogenní. Ty vznikají chemickým vysrážením karbonátů z roztoku za působení rostlinstva. Rostliny vodě odnímají CO_2 a tím vyvolávají srážení uhličitanu vápenatého. Tímto způsobem vzniká například travertin.¹²

Uhličitan vápenatý se vyskytuje v přírodě ve formě vápence s různým obsahem příměsí. Pro výrobu vápna se používají vápence, které mají obsah uhličitanu vápenatého vyšší jak 95 %, proto jsou vápna z nich pálená velmi čistá.¹³ Do vápenců se dostávají příměsi buď primárním usazením nečistot při vzniku horniny nebo sekundárním způsobem, spolu s vodou vsakující se do půdy a propustných hornin. Při vyšším zastoupení nečistot jílovitého původu (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) mají vypálená vápna hydraulické vlastnosti. Nejčastěji je ve vápenci zastoupena isomorfní příměs oxidu hořečnatého. Je-li její zastoupení větší jak 7 %, mluvíme o dolomitickém vápenci a po výpalu o tzv. dolomitických vápnech. Čistota vápna má podstatný vliv na výslednou kvalitu vápenného pojiva. Pro výpal se vybírají vápence podle jejich chemického složení, rozpojatelnosti (vrtatelnosti) při těžbě a zdali se materiál nerozpadá na aktivní nepřepálené vápno při výpalu. Z vysokoprocentních čistých vápenců se vyrábějí vzdušná vápna.¹⁴

Při procesech výpalu, hydratace a karbonatace se mění fyzikální a chemické formy oxidu (hydroxidu) vápenatého a oxidu (hydroxidu) hořečnatého.

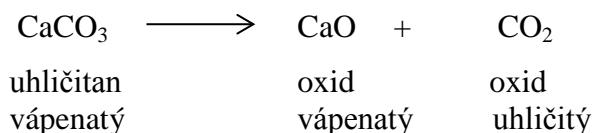
¹²KOLEKTIV AUTORŮ, Vápno, Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 2001, str 24-25

¹³MICHOINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, 2008, str.13

¹⁴KOLEKTIV AUTORŮ, Vápno, Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 2001, str 24-25

Pálení vápna

Pálení vápna je endotermická reakce tzn., že uhličitan vápenatý je rozložen působením tepla. CaCO_3 potřebuje pro rozklad 176, 7 kJ tepla. Rozklad probíhá podle chemické rovnice



Pálení tedy uvolňuje z uhličitanu vápenatého oxid uhličítý a vzniká pevný oxid vápenatý.¹⁵

K rozkladu vápence může dojít již při teplotě 600°C, ovšem nejběžněji se teplota výpalu pohybuje od 850- 1200 °C. Teplota výpalu má zásadní vliv na vlastnosti vápna a jeho následnou reaktivitu při hašení. V minulosti se běžně páliło vápno při nízké teplotě kolem 900 °C a proces trval několik dní. Pro dosažení nízkých teplot sloužilo v historických vápenných pecích jako palivo především dřevo, které uvolňovalo páru a drželo tak teplotu nízko. Takto vypálené vápno bylo velmi kvalitní a vysoce reaktivní. Vysoké reaktivity se využívalo při přípravě tzv. římské (živé) malty, kdy se vápno smíchané s pískem a kamenivem vyhašovalo až ve zdivu.¹⁶

Podle teploty výpalu rozlišujeme vápna **měkce pálená a vápna tvrdě pálená**. Měkké pálení vápna probíhá při teplotě kolem 1000°C. Tyto vápna mají rychlou reakci s vodou (reaktivita vápna), což závisí na vyšším měrném povrchu, dále relativně malou objemovou hmotnost a vysokou porozitu. Tvrdě pálená vápna se páli o teplotě nad 1000 °C (také nazývaná ostře, nebo mrtvě pálená). Reaktivnost s vodou se s měrným povrchem výrazně snižuje. Na rozdíl od měkce páleného vápna, které je lehké a pórovité je vápno tvrdě pálené, hutné a s minimem porů. Dnes je v průmyslové sféře kladen důraz na i na rychlost výpalu, proto musí mít použité palivo v pecích vysokou výhřevnost. Pro tyto účely jsou pece vytápěny koksem, olejem, mazutem či zemním plynem.¹⁷ Po překročení teploty 1250 °C může dojít k přepalu a vápno se stává nereaktivní.

¹⁵ KOLEKTIV AUTORŮ, *Vápno*, Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 2001, str 25

¹⁶ LOSOS,L., ŠRÁMEK,J., POSOLDOVÁ,K., *Štukatérské a mozaikářské materiály I.* , Praha 1984 str. 26

¹⁷ KOTLÍK, Petr, Csc a kolektiv, *Stavební materiály historických objektů*, Praha 2007, str 27

Struktura vápence má zásadní vliv na rychlost rozkladu vápence neboť určuje její tepelnou vodivost, resp. kolik tepla proniká do kusu vápence. Vápence se musí před výpalem rozdrtit. Upřednostňují se kusy geometrických tvarů především kulovité kusy, které se vypalují nejrychleji.

Druhy pálených vápen

Pálené vápno, chemicky oxid vápenatý CaO je bílá žíravá a alkalická krystalická látka, nazývané též jako vápno nehašené. Jeho podoba je vypálení nejčastěji jako drť nebo mletá moučka.

Vzdušná vápna obsahují vysoké procento uhličitanu vápenatého bez znečišťujících příměsí. Dělí se podle obsahu příměsí oxidu hořečnatého (MgO), který není považován za nečistotu. Bílá vápna (CL -značeno podle normy ČSN EN 459-1ED.2) obsahují zanedbatelné množství oxidu hořečnatého. Pokud vápna obsahují 5-30% podíl oxidu hořečnatého mluvíme o vápnech dolomitických (DL), které mají odlišnou rychlost při hašení než vápna bílá. Obě vápna na vzduchu tuhnou pomalu a nemají hydraulické vlastnosti tzn., že netvrdnou pod vodou. **Dolomitická vápna** se vyznačují lepší zpracovatelností a plasticitou než vápna vzdušná. Naleziště dolomitického vápence jsou na našem území velice řídká na rozdíl třeba od Ameriky, Itálie a Rakouska, proto zde nemáme širší zastoupení dolomitického vápna jako pojivo štuků.

Hydraulická vápna obsahují hydraulické nebo pucolánové složky, které dodávají vápnu schopnost tvrdnout bez přístupu vzduchu, tzn. i pod vodou. Vápno musí obsahovat nejméně 10% hydraulických složek (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), obsahují-li víc jak 15%, jedná se o silně hydraulická vápna.¹⁸ Rozeznáváme přirozeně hydraulická vápna získaná pálením slinitých vápenců pod mez slinutí a uměle hydraulické, které dosahují hydraulicity přidáním hydraulických nebo pucolánových složek. Mezi hydraulická pojiva patří i tzv. románské vápno (románský cement), které je velmi jemné a rychle tuhnoucí, a kufštejnské silně hydraulické vápno vhodné pro odlévání do forem nebo nanášení. Je velmi odolné povětrnosti a srážkové vodě.¹⁹

¹⁸<http://geologie.vsb.cz>

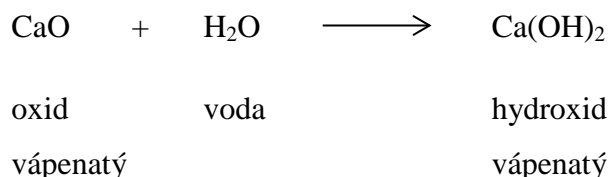
¹⁹ LOSOS,L., ŠRÁMEK,J., POSOLDOVÁ,K., *Štukatérské a mozaikářské materiály I.* , Praha 1984, str 21-22

Dalším druhem vápna, který se začal vyrábět k ušetření času na stavbách je suchý hašený **vápenný hydrát**. Ten stačí akorát před použitím smísit s vodou a plnivem.

5.2.1.1.1. Zpracování

Hašení

Hašení je proces, při kterém je suchá složka páleného vápna CaO hydratována a stává se z ní složka vhodná pro použití ve stavebnictví. Hydratace probíhá podle chemické rovnice:



V průběhu procesu se pálené vápno prudce slučuje s vodou a za vzniku značné teploty nabývá na objemu, rozpadá se a mění se na hydroxid vápenatý – hašené vápno.²⁰ Kvalita vápna je závislá na dobrém způsobu vyhašení. Kvalitně vypálené vápno proto může být při hašení znehodnoceno například nedostatečným množstvím vody, malou intenzitou míchání (zůstávají nehydratované hrudky) nebo naopak utopením vápna. Špatné postupy mají za následek výraznou objemovou nestálost, díky nezhydratovaným částicím, které v maltě postupně dohašují a zvětšují objem, přispívají k degradaci omítek.²¹ Hašení se provádí dvojím způsobem v závislosti na množství vody.

Mokrý hašení

Výsledným produktem mokrého hašení je **vápenná kaše** tvořená hydroxidem vápenatým ve vápenné vodě. Dochází k tomu následujícím způsobem. Suché částice nehašeného vápna se smáčí do vody, která by měla být čistá a bez rozpustných solí. Teplota vody ovlivňuje průběh hašení, proto je nutné mít teplotu co nejvyšší.

²⁰LOSOS,L., ŠRÁMEK,J., POSOLDOVÁ,K., *Štukatéřské a mozaikářské materiály I.* , Praha 1984, str. 30

²¹KOLEKTIV AUTORŮ, *Vápno, Společnost pro technologie ochrany památek*, Praha 2001, str 29

V přebytku vody se hasí měkce pálená vápna, která se sypou do 2,5 násobku vody. Opačný postup s rovnoměrným mícháním potřebují vápna tvrdě pálená.²²

Suché hašení

Nehašené vápno se hasí minimem vody., buď krátkým ponořením, či kropením nebo za pomoci vodní páry. Výsledným produktem se stane forma suchého bílého prášku zvaného **suchý vápenný hydrát**. Takto průmyslově vyráběný hydrát se ve vápenkách balí do pytlů.²³

Uložení a uležení

Vápenný hydrát by měl být uložen v obalu a v nejvhodnějším prostředí s minimální vzdušnou vlhkostí, aby vápno nezreagovalo a bylo spotřebováno do 6 měsíců. Naopak vápenná kaše získává lepší vlastnosti při delší době odležení. Nechávala se odležet v zemních jámách, kde docházelo k řadě fyzikálních a chemických reakcí s vodou. Sloupcovité nebo destičkovité krystaly hydroxidu vápenatého se dále rozpadají a tvoří tzv. vodní obaly a postupem času se mění na gelovitou směs s velkým měrným povrchem a tixotropními vlastnostmi. Zralé vápenné kaše mají dobrou plasticitu a vysokou retenci vody. V jámách se kaše překrývá vrstvou písku nebo se ukládá pod hladinu, aby byla chráněna před vyschnutím a promrznutím. Dlouhodobě uleželá kaše se před použitím musí promíchat, díky jejím tixotropním vlastnostem, kdy se při míchání snižuje její vaznost (slabé mezimolekulární vazby mezi destičkami vápna a vody) a pojivo se stává tekutější. Hydraulická vápna naopak při dlouhodobém uležení ztrácí na kvalitě a tvrdnou.²⁴

²² MICHOLINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, 2008, str 15

²³ MICHOLINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, 2008, str 15

²⁴ MICHOLINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, 2008, str 18-20

5.2.1.2. Sádra

Sádra je jedním z nejstarších štukatérských materiálů. Již v Egyptě byla používána na odlévání modelů. Jako sádrová malta se používala ve směsi s pískem a vodou. Písek se také nahrazoval drcenými cihlami nebo popelem, protože pomalu tuhnoucí sádra ztrácela s pískem na pevnosti.²⁵

Sádra je produkt vzniklý tepelným procesem z minerálu sádrovce $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$., pro pomalu tuhnoucí sádry je vhodný anhydrit bezvodý CaSO_4 .

Sádrovec se pálí vařákovým způsobem při teplotě 95-130 °C, vazná voda se sníží na polovinu a vzniká hemihydrát. Pálili bychom sádro na vyšší stupně (150°C – 1000 °C), stal by se z hydrátu téměř bezvodý síran vápenatý (anhydrit). Výsledný produkt je mikrokrytalická bílá látka ve formě prášku.



Polohydrát rozlišujeme ve dvou modifikacích, alfa a beta. Alfa podíl urychluje tuhnutí sádry a také pevnost. Hemihydrát síranu vápenatého po smísení s vodou se mění (hydratuje) zpět na dihydrát.²⁶ Reakce je doprovázena poměrně výrazným zvýšením teploty, po ukončení tuhnutí teplota zase pomalu klesá. Zvyšuje se také její objem ale pouze zanedbatelně o půl objemového procenta.

Sádra se vždy sype do vody, až přestane být voda vidět, ovšem nesmí se tvořit ostrůvky. Sádra je po úplném nasycení vodou, zamíchána a stane se z ní kaše, která postupně ztrácí tekutost a tuhne. Rychle tuhnoucí sádry resp. měkké sádry tuhnou s vodou do 15 minut, zdali není směs čistá, nebo jsou k ní přidány přísady, doba zpracování se zvyšuje. Čas zpracování lze ovlivnit několika faktory, teplotou a množstvím vody, způsobem míchání a přísadami. Přísady urychlující tuhnutí jsou křehová voda, bílé vápno, cukr, škrob nebo kamenec. Volně nasypaná sádra do vody bez mísení tuhne také pomaleji. Pevnost sáder se po sedmi dnech pohybuje od 20-45 MPa. Pomalu tuhnoucí sádry tuhnou od 2-8 hodiny a po 28 dnech dosahují pevnosti až 60MPa.²⁷

Pro štukatérské práce je vhodná alabastrová nebo modelovací sádra, obě mají podíl alfa polohydrátu kolem 90%. Sádra stavební je pro štukatérské práce nevhodná.

²⁵ LOSOS,L, GAVENDA,M, *Štukatérství*, Grada 2010 str.9

²⁶ LOSOS,L, GAVENDA,M, *Štukatérství*, Grada 2010 str.43

²⁷ KOTLÍK, Petr, Csc a kolektiv, *Stavební materiály historických objektů*, Praha 2007, str 22

5.2.1.3. Plniva

Plnivem štuků je z největší části kamenivo resp. písek, pro jemnější a lépe zpracovatelnější směs byla přidávána i mramorová moučka. Kvalita výsledné matrix je závislá na vhodném výběru kameniva.

Výběr kameniva byl v minulosti omezen dostupností, ale převážně se používal křemenný písek. Nejčastěji jsou písky tvořeny zrny křemene žuly, čedičem, pískovci a slídy. Používaly se především písky kopané nebo říční. Říční písek měl díky omílání vodou oblá zrna a neobsahoval příliš znečišťujících částí jako písek kopaný znečištěný hlinitými a jílovými součástmi. Znečišťující příměsi ulpělé na zrnech písku mohou podstatně snížit mechanické vlastnosti malty a tím vytvářet trhlinky ve hmotě. Jemně rozmletý jíl může ovšem někdy vlastnosti malty i zlepšit. Jako nevhodné kamenivo, které by se nemělo do malt používat, jsou písky z hornin, které jsou nesoudržné a rozpadají se. Špatná kvalita písku by se měla nahrazovat větším množstvím pojiva. Zdánlivá mastnot malty je způsobená jílovými částicemi a proto se milně přidávalo pojiva ještě méně.²⁸

Dalším faktorem ovlivňujícím strukturu a pórovitost štku je zrnitost kameniva. Ideální zrnitost by měla být taková, aby prázdny prostor mezi zrny zaujímal co nejmenší objem. Příliš velký prostor spotřebovává příliš vápenné kaše. Příliš pórovitý materiál pak svědčí o větším obsahu jemnějšího písku, na který bylo potřeba použít více množství záměsové vody. Zrnitost písku by se měla dále řídit tloušťkou nanášené vrstvy a způsobu finální úpravy povrchu. Písek se dělí do skupin podle velikosti největšího zrna.²⁹

Jemný písek- do 0,5 mm, střední písek - 0,5 -2 mm, hrubý písek - 2-7 mm

Pro zjištění zrnitosti písku se využívá řady sít, které jsou normovány podle ČSN .

Síta mají velikost otvorů uváděnou v milimetrech.

Normovaná řada: 0,063; 0,125; 0,250; 0,500; 1; 2; 4; 8; 16; 32 mm

²⁸ MĚŠŤAN,R., *Štukatéřství II.* , Praha 1985 str.71-76

²⁹ LOSOS,L., ŠRÁMEK,J., POSOLDOVÁ,K., *Štukatéřské a mozaikářské materiály I.* , Praha, str. 95-96

Písek se začíná prosívat vždy na největším sítu. Záchyt zrn na jednotlivých sítích se váží a poté je vypočítáno procentuální zastoupení jednotlivých frakcí. Pokud chceme znát velikosti zrn historických štuků, použijeme této metody, vhodná je také pro vybrání vhodné směsi, aby byla dosažena co nejpřesnější shoda frakcí. U jednotlivých frakcí lze vidět a porovnávat strukturu a barevnost zrn.

5.2.1.4. Přísady

Do malt pro štuky se přidávaly přísady pro zlepšení výsledných vlastností a také pro jejich lepší zpracovatelnost a přídržnost. Rozeznáváme přísady **organické** - modifikující směs a zlepšující její vlastnosti v procentuálním zastoupení maximálně do deseti, i **anorganické** sloužící především jako kamenivo resp. jakási výztuž materiálu nebo upravující hydraulické vlastnosti.

- Organické přísady přidávané do štuků modifikovali směs a zlepšovali její vlastnosti. Přísady jde rozdělit do dvou skupin. Nejčastěji se přidávali ze zpracovatelského hlediska nebo jako plnivo pro své vlastnosti zlepšující odolnost materiálu. Literatura je chudá na přesnější informace (recepty) o používaných modifikacích. Uvádí alespoň základní používané přísady.

- Do skupiny organických používané především jako výztuže patří sláma, piliny a další rostlinné vlákniny nebo zvířecí chlupy (koňské, kozí), vlasy. Přísady měnící vlastnosti již v malé koncentraci ovlivňují například množství záměsové vody nebo rychlost vysychání, kdy látky krystalizují a mění vlastnosti ztvrdlých malt. Některé příměsi disponují různými účinky například urychlovač/zpomalovač, to proto, že se buď přidávají do čerstvé, nebo zavadnuté malty.

- Ze skupiny bílkovin se používaly příměsi rostlinného i živočišného původu. Z rostlinných bílkovin se získával *lepek, žitné těsto a slad*. Hojně se používal živočišný *kasein* (tvaroh, podmásí, sýr, mléko, sražené mléko) *kolagen, keratin, vaječné bílky a žloutky*. Mléko zlepšuje zpracovatelnost, snižuje nasákavost a pevnost v tahu se díky vysoké porositě také snížila.

- Další příměsí je cukr hroznový, ovocný, který se řadí mezi nízkomolekulární sacharidy rozpustné ve vodě. Škrob, celulóza a rostlinné gummy jsou na rozdíl od cukru méně rozpustné. Do malt se přidávali převážně *ovocné šťávy, arabské gummy, cukry a melasy*. *Celulosová vlákna* sloužila jako rozptýlená výztuž.
- Z tuků se používali tuky živočišné jako *sádlo, máslo lůj* nebo rostlinné tuky v podobě *olejů*. Tyto příměsí mají hydrofobní vlastnosti.
- Další příměsí s hydrofobními vlastnostmi jsou vosky používané na úpravu povrchů. Nejčastěji používaným voskem je doposud *vosk včelí*, který odolává působení kyselin.
- Pryskyřice, v podobě *kalafuny a šelaku*, slouží pro snížení nasákavosti materiálu.
- Některé používané příměsí nelze zařadit, je to například *pivo, moč, býčí krev, víno, hnůj či asphalt*. Býčí krev je vhodná jako plastifikátor i když maltu zředuje, ale po zatvrdnutí se snižuje její nasákavost. Pivo naopak nasákavost zvyšuje, jelikož působí jako provzdušňovač tzn., že vytváří mnoho pórů. Při větším obsahu se malta nesmršťuje.

Tab. č. 14 - Účinek organických přísad ve vápenných maltách

Typ přísady	Přírodní látka
Urychlovače	Bílek, volská krev, cukr, sádlo, tvaroh, škrob
Zpomalovače	Cukr, ovocné šťávy, lepek, volská krev, bílek, melasa
Plastifikátory	Mléko, bílek, tuky, cukr, kalafuna
Provzdušňovače	Slad, pivo, moč
Těsnící a hydrofobní	Tuky, oleje, vosky asphalt, cukerném materiály
Adheziva	Kalafuna, kasein, kliš, želatina
Zpevňovače	Melasa, cukr, tuky, ovocné šťávy, žitné těsto, lepek, sražené mléko, bílek, rostlinné gummy

- Anorganické přísady, které se používaly, byly reaktivní a zejména sopečného původu.

Jejich charakter byl zejména hydraulický nebo pucolánický, odlišný měly jenom obsah oxidu vápenatého. Zatímco pucolány potřebují k tvrdnutí vápno a jeho oxid vápenatý, hydraulické látky oxid vápenatý již mají a mohou samostatně tvrdnout. Křemičité a hlinitokřemičité složky spolu s hydroxidem vápenatým ve vodném prostředí vytvářejí nerozpustné hydratované křemičitany a hlinitany vápenaté a malta nabývá rychleji vyšších pevností podobně jako při hydrataci cementu. Pucolány tak mají díky hydraulickým složkám schopnost odolávat působení kyselého prostředí a jsou stále ve vodním prostředí. Pucolánová reakce je ovlivněna hlavně složením a tzv. aktivitou pucolánů tzn. množstvím přítomného amorfního SiO_2 , zrnitostí pucolánu (čím jemnější tím rychlejší reakce) a vlastnostmi vápna.

Pucolány rozeznáváme jak přírodní tak umělé. Přírodní pucolány jsou buď vulkanického nebo sedimentárního původu. Mají tvar malých sklovitých částic a jsou složeny z amorfního oxidu křemičitého (50%) i oxidu hlinitého (30%) a díky tomu jsou vysoce reaktivní. K přírodním pucolánům řadíme sopečný prach či popel, tras (obsahující významně pucolánově reagující složky zeolitů – analcim a chabazit), tuf, ale i kusové materiály jako pemzu, čediče, chalcedony, opály, živce a slídy. Dnes se do směsí používají pucolány od Puzzoli v Itálii, z jihovýchodní Francie, tras od Rýna nebo tufy z Egejských ostrovů. Umělé pucolány jsou tepelně zpracované a aktivované hlíny a břidlice nebo vzduchem ochlazené struky. Hojně používaná byla cihelná moučka, drcené střepy z cihel nebo keramiky, dnes se využívá elektrárenský popílek, šamotový prach a především metakalolin. Podobné vlastnosti mají i popely z rostlinného materiálu dřeva, slámy, uhlí, vinné révy atd. Latentně hydraulické látky jsou schopné reagovat s vodou. Mezi tyto přísady se řadí vysokopecní struska.³⁰

³⁰ ROVNANÍKOVÁ, Pavla, Omítky – *chemické a technologické vlastnosti*, STOP Praha 2002 41-61

5.2.1.5. Voda

Dalším faktorem pro dobrou kvalitu štuků je použití vody. Voda je při zhotovování štuků využita hned v několika krocích.

Voda je přítomna nejprve při reakci s páleným vápnem tzv. hydrataci. Dále jako záměsová voda použitá při přípravě směsi s pískem. V neposlední a velmi důležité řadě jako voda ošetřovací při vlhčení podkladu před nánosem směsi a také po aplikaci pro optimální proces karbonatace.

Nejvhodnější je pitná voda, která neobsahuje žádné organické látky, které by snižovali pevnost malty. Škodlivé jsou i rozpustné soli a železité vody vytvářející barevné skvrny.

Záměsová voda se přidává do malt kvůli lepší zpracovatelnosti hmoty. Množství závisí na typu použití, ale všeobecným a prokázaným faktem je, že čím méně, tím má štuk lepší vlastnosti po zatvrdnutí. Při velkém množství voda vyplňuje výrazný prostor hmoty a po vypaření je štuk velmi pórovitý. Snižuje se tím pevnost a odolnost, materiál se hodně smršťuje a vytváří praskliny.

Před samotným nanášením štuku se musí podklad důkladně provlhčit, aby se materiál nasýtil a neodsával vodu ze štuku. Není-li tomu tak, materiál odsaje vodu a dochází ke zhoršení přídržnosti a zrychlení tuhnutí štuku. Dostatečně provlhčený podklad slouží jako hřebíky.³¹

³¹ MICHONOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, 2008, 46-50

5.2.2. Příprava malt

Významný vliv na výslednou kvalitu malty má její příprava. Tuto kvalitu ovlivňují všechny fáze přípravy – výběr a množství složek směsi, míchání malty, odležení, množství přidané záměsové vody. Proto je důležité zvolit vhodný postup. Tradiční resp. historické postupy se podstatně liší od současné praxe a tím dochází k nekompatibilitě materiálů při jejich obnově. Tento problém pramení hlavně z nedostatku informací. Historické postupy předávané po generacích se začaly v moderní době vytrácet a to i díky nedostatečnému zájmu o tradiční řemeslo. Písemné záznamy jsou velmi strohé, proto je dnes těžké zjistit přesné postupy. Některé tradiční postupy se dodnes ještě zachovaly na venkově, odkud je možno získávat nové informace.³²

Obecné zásady přípravy vápenné malty

Malta je složena ze tří základních složek pojiva, plniva a vody, které se mezi sebou mísí v různém poměru. Jako pojivo se používá vápno v různém stádiu výroby a to od vápna nehašeného po vápno hašené suché tzv. vápenný hydrát, nebo vápennou kaši. Plnivem je kamenivo resp. písek či štěrkopísek vhodné skladby a různé přísady v menším množství. Důležitou roli hraje množství přidané vody. Směs se smíchá bez většího přídavku vody a nanáší se na vlhký podklad. (dále viz kapitoly 5.1.2.3-5).

Výběr složek malt i jejich příprava je závislá na typu použití malty. Jiné budou mít malty zdící či omítkářské a jiné pro potřeby štukatérské. Proto je v současnosti nejlepším možností výběru směsi, provedení analýzy původního materiálu. Důležitým faktorem je i poměr pojiva a plniva. Gotické, renesanční a barokní malty jsou známé svým bohatým obsahem pojiva. Poměr pojiva a plniva se pohyboval 1:2 až 1:0:5 objemových dílů, tento velký obsah pojiva se projevoval na smrštivosti a proto bylo důležité věnovat pozornost výběru kamenivu a jeho distribuci.

Podle historický pramenů se používalo vápenné kaše, která měla konzistenci změkklého másla (musela udržet tvar). Vápno se smíchalo s pískem bez přidání vody a nechalo se odležet na hromadě či maltnici a převrstvilo jílovým pískem. Pro použití se malta nejprve důkladně rozmíchala a poté k ní byla přidána záměsová voda podle potřeby užití.

³² MICHOLINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, str.38

Stejně tak se používal suchý hydrát s rozdílem, že se nejprve suchá směs smíchala, resp. přehazovala, až vznikla stejnorodá směs a poté se kropila vodou. Dalším druhem malty, který se v minulosti hojně používal, byla tzv. horká malta. Jednalo se o nhrubo mleté nehašené vápno smíchané s pískem. Tato směs se buď používala přímo tzn., že se nasypala do připraveného prostoru a poté se zalila vodou, nebo se směs kropila vodou a stejně jako u přípravy směsi s kaší se ukládala do maltnic. Vápno se hasilo společně s pískem za minimálního množství vody potřebné pro dokončení reakce hašení. Při nedohašení vápna v maltě můžeme nalézt nedohašené kousky nerozmíchaného vápna.³³

Současné postupy se liší hlavně větším přidáváním záměsové vody například před počáteční úpravou směsi resp. promícháním. Stejně tak vznikne tekutá malta se zhoršenými vlastnostmi, jako když se použije neodleželé vápno, které má konzistenci vápenného mléka. Tekutá malta není vhodná ani k procesu odležení, kdy ji není možné ztuhnout. Obalená zrna se od pojiva oddělují a klesají ke dnu.³⁴

5.2.3. Charakteristika barokního štukatérství

Umělci barokní doby se inspirovali stylem z antického Říma, kterého začala užívat nejprve renesance, ale baroko jí dalo nový rozměr. V rané části období se zdobilo převážně klidnými tvary ale za to dosti plastickými. Vrcholné období nabývalo na dynamičnosti. Na rozdíl od renesančního štku, který měl přízvisko opus albarium, barokní styl si přisvojil výstižnější název a to opus plasticum.³⁵

Zpočátku stejně jako v renesanci mistři považovali štukovou výzdobu jen jako výraz členění architektury. Později ji začali brát jako rovnocennou skulptivnímu vyjádření. Výzdoba se stala samostatným výrazovým prvkem a včleňuje se nejen na architekturu, ale vstupuje i do malby. Figura se stává hlavním výrazovým projevem, je vsazena do reliéfu, nebo naopak vystupuje z prostoru. Vzácné nebyly ani monumentální volně stojící figury.

³³ MICHOLINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, str.39-45

³⁴ MICHOLINOVÁ, Dagmar, Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha ČKAIT, str.46

³⁵ Blažiček, O., Dílo Komských štukatérů 18. Století u nás, časopis Umění 1962,10,4. 351-352

Štuk dostal významnou roli ve výtvarném umění, jelikož pomocí ideální tvarovatelné hmoty se mohla fantazie barokních mistrů v plastickém vyjádření plně rozvíjet a mohli vytvářet svoji optickou iluzi, hru světla a stínů i dynamiku pohybů.³⁶

Štuková výzdoba se uplatňovala zpočátku jen v interiéru. Počátkem 18. století se štuková výzdoba dostává i do exteriéru při výzdobě fasád, která se dosud prováděla v kameni. Využívalo se rostlinných motivů např. květinové girlandy, figurativních motivů mytologických i biblických, abstraktních či reálných předmětů se symbolickým významem jako zbraně a hudební nástroje. Sdružené pilastry nesly bohatě profilované tažené římsy s hlavicemi.

Štukatura baroka byla dynamicky a plasticky pojata, proto renesanční technologie štuku, používaná především pro reliéfní výzdobu již nepostačovala. Samotná vápenná malta nedovolovala nanášet mohutné masy, proto se začala do malt přidávat sádra, která urychlovala tuhnutí a pevnost malty. Recepty na štukovou maltu se různily. V 18. století bylo publikováno několik receptů, ovšem jejich autoři byli pouze teoretici. Samotní mistři si své materiály a technologie dobře střežili a předávali je pouze zaučeným mistrům. Zřejmé je, že hlavní surovinou bylo vápno, sádra písek, voda a cihlová moučka (má hydraulické vlastnosti), která nahradila mramorovou. Po objevu hydraulických vápen (1570 Palladius - vápna s nečistotami hydraulických vlastností) se začaly nahrazovat vápna vzdušná, protože dosahovaly rychleji vyšších pevností a byly stále ve vodném prostředí. Dále se z textů dozvídáme, že se přidávala klišová voda, pivo, mléko, cukr, ibiškový prášek z kořene i víno a další.

Štukové prvky se zpočátku modelují volně v ruce, později je technika nahrazena odlitky (prefabrikáty), které se připevňovaly hřeby na omítky. Mistři si vytvářeli návrhy a modely pro přípravu forem, na omítkách nalézáme i předkreslené obrysy dekorativních prvků. Toto období bylo rozmachem štukové výzdoby, dekor a ornament byl žádán téměř pro každý významný prostor, proto vznikaly sborníky resp. jakési emblémy s návrhy dekorací.³⁷

³⁶ Blažíček, O., *Dílo Komských štukatérů 18. Století u nás*, časopis Umění 1962, 10, 4. 351-352

³⁷ LOSOS, L., GAVENDA, M., *Štukatérství*, Grada 2010 str. 43

5.3. Experimentální část

Tato část se zabývá primárně analýzou a materiálovým složením štukových prvků z kaple sv. Isidora v Křenově. Pro porovnání, zejména vlastností a složení bylo analyzováno 5 vzorků (zvláště každá jejich štuková vrstva) odebraných z barokní štukové výzdoby z významných objektů z celé ČR. Cílem bylo na základě zjištěného složení charakterizovat typickou materiálovou skladbu barokního štku. Na základě analýzy byly připraveny modelové směsi, které se lišily typem pojiva, byl diskutován vliv sádry, jako typické příměsi historických štuků. U čerstvých malt byla hodnocena plasticita směsí, zpracovatelnost a možnosti jejich zpracování pro typově podobné tvary, které se vyskytují na restaurovaném objektu. U vytvrdlých malt byla hodnocena tvarová stálost (smrštění), subjektivně tvrdost, soudržnost. Výsledkem bylo vytipování několika směsí, které byly odzkoušeny in situ a byly definovány podmínky a postupy jejich aplikace.

5.3.1. Vzorky historických štuků

Pro hodnocení byly vybrány vzorky štukových malt z různých objektů ČR. K hlavním zkoumaným vzorkům z restaurovaných štukových andělů z kaple ve Křenově byly přidány vzorky barokních štuků z kostela Povýšení sv. Kříže v Litomyšli, ze synagogy v Mikulově, z Měšťanského domu U Drahomířina sloupu na Loretánském náměstí a z Šlechtovy restaurace ve Stromovce v Praze.

Následuje popis jednotlivých objektů, místa v objektu odkud byly vzorky odebrány a vizuální specifikace odebraných vzorků štuků.

- **VZ1 - Křenov, kaple sv. Isidora, putti**

Kaple sv. Isidora byla postavena za zásluhy místního faráře v prvním desetiletí 18. Století. Její výzdoba není až na malby přesněji datována ani není známo, kdo je autorem štukové výzdoby.



Obr. č. 60 – Ilustr. Kaple sv. Isidora



Obr. č. 59 - Ilustr. putti č. 12



Obr. č. 58 - Ilustr. souvrství štuku

Soubor osmi putti je umístěn v interiéru kaple na hlavní římse pod kopulí. Technika zpracování spočívá v kovové výztuži připevněné ke zdi, zuhelnatělého dřeva jako výplně, kovových armatur, na které je nejdříve namačkána sádrová směs poté namodelováno jádro narůžovělé barvy a svrchní bílá štuková vrstva.

Pro analýzy byly vybrány vzorky z obou vrstev. Svrchní bílá štuková vrstva má velmi jemnou zrnitost kameniva a pravděpodobně i velké množství pojiva. Jádrová směs má růžovou barvu, což je dáno barevností kameniva, které se svojí zrnitostí může zařadit mezi středně hrubé.



Obr. č. 61- Ilustr. vzorky štuků z Křenova

- **VZ2 Litomyšl, Piaristický chrám Nalezení sv. Kříže, hlavice č.13**

Piaristický chrám Nalezení sv. Kříže nechal postavit hrabě František Václav z Trautmannsdorfu na místě původního malého kostela. Stavba začala v roce 1714 podle projektu barokního architekta Giovanni Battisty Alliprandiho. Po jeho smrti v roce 1720 dokončoval stavbu kostela František Maxmilián Kaňka, který jen upravil vzhled fasád a byl zřejmě autorem interiérů.



Obr. č. 62 - Ilustr. Piaristický chrám Nalezení sv. Kříže, Litomyšl



Obr. č. 63 - Ilustr. štuková hlavice, Litomyšl

Stěny kostela jsou členěny kompozitními pilastry s barokním zakončením akantových hlavic. Vzorek pochází ze štukové hlavice č. 13 a z fragmentů dalších hlavic.

Hlavice jsou nanесeny ve dvou vrstvách, jádra a svrchní štukové. Fragменты svrchní štukové modelované vrstvy, které byly plně odloučeny od hmoty hlavic, byly vybrány jako vzorky pro analýzu. Vrstva disponuje středně jemnou zrnitostí kameniva. Barva je lehce dorůžova nebo došeda. V minulosti byly opatřeny několika svrchními vápennými nátěry.



Obr. č. 64 - Ilustr. vzorky štuků, Litomyšl

- **VZ3 Mikulov, synagoga**

Horní synagoga v Mikulově původně renesanční stavba. Po ničujícím požáru byla kompletně přestavěna v barokním slohu v roce 1723. Jedná se o jedinou dochovanou synagogu tzv. lvovského či polského typu, jejichž charakteristickým rysem jsou čtyři sloupy uprostřed sálu nesoucí klenbu.



Obr. č. 66 - Ilustr. Synagoga, Mikulov



Obr. č. 65- Ilustr. interiér synagogy, Mikulov

Pro analýzu byl vybrán vzorek z rámování okenní špalety pod galerií.

Vzorek štuku je světlý, ovšem to udává spíše míra pojiva než kamenivo, které je barevnostně spíše tmavší. Zrnitost štuku je podle vizuální stránky středně hrubé. Špaleta byla v minulosti opatřena několika nátěry.



Obr. č. 67 - Ilustr. vzorky štuků, Mikulov



Obr. č. 68- Ilustr. detail štuků, Mikulov

- **VZ4 Praha, Šlechtova restaurace**

Šlechtova restaurace ve Stromovce v Praze je původně barokní letohrádek z let 1682-1692, později přestavěn v novogotickém stylu ale po válce budova chátrala a v roce 2002 zatopena při povodních.



Obr. č. 69 - Ilustr. Šlechtova restaurace, Praha



Obr. č. 70 - Ilustr. štuková klenba, Praha

Jedná se o fragment modelovaného akantu z klenby resp. štukového poupěte.

Štuk je složen z jádra a svrchní štukové vrstvy. Jádro má tmavší barvu (obsahuje tmavá zrna), než svrchní bílá vrstva, podle barevnosti kameniva se nejspíše jedná o rozdílné pískvy. Zrnitost jádra je podle vizuální stránky středně hrubá, svrchní vrstva středně jemná. Fragment byl opatřen pravděpodobně i vícekrát vápenným nátěrem.



Obr. č. 72- Ilustr. vzorek štuku, Šlechtova restaurace



Obr. č. 71- Ilustr. detail souvrství, Šlechtova restaurace

- *VZ5 Praha, Měšťanský dům U Drahomířina sloupu na Loretánském náměstí*

Dům čp. 108 U Drahomířina sloupu je dvoupatrový renesanční objekt s palácovou dispozicí středověkého původu, soustředěný kolem mírně lichoběžníkového dvora, upravovaný v pozdním baroku a v klasicismu. Dům se 400m plochy sestává ze čtyř obytných místností vesměs upravených ve 20. letech. V současnosti se jedná o návrhu



Obr. č. 74 - Ilustr. Měšťanský dům U Drahomířina sloupuna Loretánském náměstí, Praha



Obr. č. 73 - Ilustr. místo nalezení

Vzorek byl nalezený pod v zásypech podlahy a jedná se o barokní taženou římsu z druhé třetiny 18 stol, která byla nahrazena sádrovou imitací.

Tažená římsa byla složena z hrubého jádra, jemnější vrstvy profilci a taženou svrchní štukovou vrstvou. Jádrová vrstva je hodně hrubozrnná, barevně leze do šeda, ale obsahuje různé druhy zrn. Jemnější vrstva je složena nejspíše ze stejného písku s menší velikostí zrn. Svrchní štuková vrstva je bílá a obsahuje jemná zrna. Nakonec byla římsa opatřena vápennými nátěry, poslední světle okrové barvy.



Obr. č. 75 - Ilustr. vzorek štukové římsy, Praha

5.3.2. Použité materiály

Pro přípravu a zkoušky směsí byly použity tyto dostupné materiály.

Vápno

Vápenná kaše

- Vápno Vitošov -vápenná kaše připravená hašením paléného vápna
Vápno podle ČSN EN 459-1,další názvy vápno bílé,
vzdušné vápno, vápno nehašené
Relativní hustota (při 20 °C) měrná hmotnost cca 0,9 – 1,3
g/cm³
doba uležení: 2 měsíce
- vápenná kaše připravená z vápenného hydrátu CL 90S
doba uležení: 2 měsíce
- Vápno Aqua Bárta obnova staveb s.r.o. -vápenná kaše ze vzdušného vápna
aktivovaná suspenze hydroxidu vápenatého (tuzemské
suroviny)
objemová hmotnost 1,45, pH 13
doba uležení: 3 roky

Vápenný hydrát

- Vápno Vitošov -vápenný hydrát CL 90S
Chemické složení: CaO (95 %), MgO (0,5 %), SiO₂ (0,6
%),Fe₂O₃ (0,1 %), Al₂O₃ (0,2 %) SO₃ (0,1 %), CO₂(
3,0 %)Vázaná H₂O (22,8 %) CaO volné (90 %)
Fyzikální vlastnosti: zbytek na síť 0,063 mm max. 15%
zbytek na síť 0,2 mm max. 0,70%
Výrobek odpovídá EN 459-1

Písky

- Sklopísek Střeleč -jemnozrný čistě křemičitý písek, použitá distribuce <0,0063-1 mm
- Písek Běstovice u Chocně - znečištěný písek prosátý, použitá distribuce 0,063- 2 mm
- Písek z lomu Lány u Trutnova – arkozový červený pískovec – nadrcený, použitá distribuce
<0,0063-1 mm
- Písek Záměl – křemičitý písek,odřezky z pily – použitá distribuce 0,003-0,5 mm

5.3.3. Metody hodnocení

5.3.3.1. Stanovení materiálového složení vzorků

Metody analýzy: Silikátová analýza
 Sítová analýza plniv

Silikátová analýza

Pro zjištění poměru plniva a pojiva, se používá metody silikátové analýzy. Tato analýza je destruktivní a vyžaduje odběr vzorků. Vždy dáváme přednost vzorkům s větším objemem, kde je méně pravděpodobné, že výsledky analýzy budou zkreslené.

Silikátová analýza probíhá mokrou cestou. Odebraný vzorek musí být nejprve očištěn od nečistot a ze vzorku sejmuty povrchové úpravy, které by mohli zkreslit výsledek. Vzorek je jemně podrcen a následně rozpouštěn zředěnou kyselinou chlorovodíkovou (HCl s vodou 1:1). Kyselina rozpouští rozpustný podíl uhličitanu vápenatého, resp. silikátové pojivo, v tomto případě vápno. Všechno plnivo nemusí být nerozpustné, kyselina chlorovodíková např. může rozpouštět karbonátové složky, které přísluší plnivu (mramorovou drť, vápencová nebo mramorová moučka, křída).

Roztok se dále filtruje a za pomoci zahřátého uhličitanu sodného v roztoku se stanovuje rozpustný podíl oxidu křemičitého (SiO_2). Jiné oxidy (CaO , MgO) a seskvioxidů (Al_2O_3 , Fe_2O_3) nebyly silikátovou analýzou stanoveny. Rozpustné mohou být i kamenné složky znečištěné železitými sloučeninami a proto není možné přisoudit stanovený obsah jenom hydraulickým složkám.

Sítová analýza

Sítová analýza resp. granulometrie stavuje velikost částic plniva použitého v maltě a rozděluje je do frakcí. Malta je nejprve rozložena kyselinou chlorovodíkovou, po které zůstane nerozpustný podíl kameniva. Kamenivo se může analyzovat buď v suchém stavu nebo ve formě suspenze.

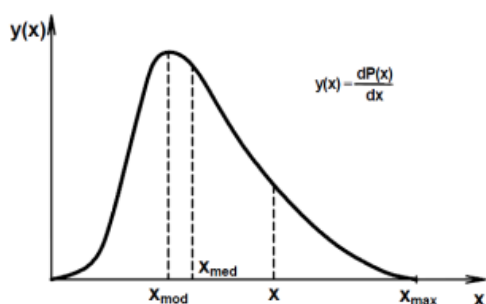
Suché kamenivo je síťováno normovanou řadou sít. Sada sít podle normy ČSN 72 1511 tvoří síta se čtvercovými otvory a hraně 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,250; 0,125; 0,063 mm.



Obr. č. 76 - Ilustr. sítový vibrační přístroj

Síta do sebe zapadají díky uzpůsobenému kovovému rámu, tak nedochází k žádnému úniku zrn. Síta jsou od nejmenšího po největší vystavěna na sebe a poté jsou umístěny na vibrační stojan, který je vybaven regulací frekvence (1 Hz -5Hzpomalézařízení, 10 Hz -60 Hz rychlé zařízení) a amplitudy kmitů. Síťovat se dá i ručně třesavým pohybem po dobu několika minut.

Záchyt zrn na sítích se zvaží a vyhodnocuje se jako hmotnost frakcí s mezi danými velikostmi částic. Nevýhodou analýzy je mírná destrukce zrn s malou pevností, které se při analýze zmenšují a výsledek nemusí odpovídat skutečnému složení.



Obr. č. 77 - Ilustr. křivka záchytu

Výsledkem analýzy je granulometrická křivka ve formě spojnicového diagramu nazývaného čára zrnitosti. Na ose y je vyneseno hmotností procento podílu částic menších než velikost uvedené na ose x . Součástí granulometrické křivky je často křivka propadu, která vyjadřuje procento propadlých částic sítím o dané velikosti oka.

5.3.3.2. Měření nasákavosti vodou za atmosférického tlaku a výpočtu otevřené porozity

Měření udává, kolik vody do sebe nasákne pórovitý materiál za určitých podmínek.

Metoda měření

Měření se provádí na suchém vzorku, který byl předtím vysušen v sušárně při teplotě 60 °C. Vzorek se po 24 hodinách vyjme ze sušárny a v exsikátoru se nechá vychladnout. Zváží se jeho hmotnost na vzduchu (m_s).

Vzorek se vloží do připravené kádinky s mřížkou. Postupně se do kádinky přilévá demineralizovaná voda. Nejprve do 1/3 výšky vzorku, aby vzorek nasákl vodu a byl vypuzen vzduch z pórů. Pokračuje se přiléváním vody zhruba po 30 min do 2/3 výšky vzorku a po dalších časových odstupech se vzorek zalije celý, zhruba 2cm nad pod hladinu.

Po 24 hodinách je nasáklý vzorek vyjmut a zvážen (m_{24}). Nasákavost vodou (NV) se vypočítá jako poměr hmotnosti vody nasáklé do vzorku ku hmotnosti vysušeného vzorku podle následující rovnice a výsledek se udává v hm. %.

$$NV_{24} = \frac{m_{24} - m_s}{m_s} \cdot 100$$

Otevřená pórovitost, což je část celkové pórovitosti zahrnující tzv. otevřené póry (spojené s povrchem materiálu. Tyto póry vznikají např. únikem plynů během výroby nebo postupným odpařováním vody z materiálu. Stanovuje se vážením vzorků za různých podmínek – suchý vzorek, nasáknutý vzorek a nasáknutý vzorek vážený hydrostaticky (m_{24h}). Vypočítá se jako poměr objemu pórů naplněných vodou ku objemu vzorku podle následující rovnice a udává se nejčastěji hm.%

$$P = (m_{24} - m_s) \cdot 100 / (m_{24} - m_{24h})$$

5.3.3.3. Hodnocení zpracovatelnosti a doby tuhnutí

Zpracovatelnost

- Konzistence čerstvé malty

Konzistence vyjadřuje, jakou mám materiál soudržnost a pevnost neboli hutnost. Je-li konzistence malty při nanášení příliš řídká tzn., že obsahuje přemíru vody, která přerušuje vazby mezi destičkami pojiva, materiál je tak tekutý a nedá se s ním pracovat požadovaným způsobem. Této vlastnosti resp. konzistence je např. využíváno při nanášení omítek, ale pro modelování štukových prvků není řídká konzistence vhodná. Konzistence tzv. příliš tuhá také není vhodná, jelikož nelze dále ztuhnout a materiál se nedá tvarovat.

- Plasticita

Plasticita materiálu je obecně schopnost materiálu trvale vydržet deformace vnějších sil. U malt, které se používají na modelaci štukových prvků, je plasticita důležitou vlastností, potřebnou pro nanesení a udržení požadovaného tvaru a jeho následné úpravy. S plasticitou směsí úzce souvisí tvárnost. Práce s maltovou směsí vždy vyžaduje použití pomocných nástrojů. Obvykle se používá kovových nebo dřevěných špachtlí a lžic. Při nanášení je důležité, aby daný materiál byl tvarovatelný při použití nástrojů a zajistil tak dosažení požadovaného vzhledu, další požadavek je, aby se nelepil na nástroje, případně z nich nestékal.

Doba zpracovatelnosti

- Tuhnutí

Tvorba pevné struktury vápenných malt začíná jejich tuhnutím, kdy se odpařováním vody k sobě přibližují jemné podíly pojiva a kameniva. V této fázi, kdy malta pomalu zatuhá, se dá taktéž určitým způsobem zpracovávat, ovšem s postupným tuhnutím, již zpracovatelské vlastnosti klesají. Při studiu modelových malt bylo tuhnutí vyjádřeno jako čas, po který byla malta po zpracování měkká při dotyku (zanechávala otisk při lehkém stlačení).

- Tvrdnutí

Při tvrdnutí (chemický děj - karbonatace) se mění chemické složení i fyzikální vlastnosti malty a malta získává výraznou pevnost. Počátek tvrdnutí byl zaznamenán jako doba, po které malta získává malta výraznější pevnost při dotyku. Pevnosti malt nebyly předmětem BP, ale budou stanoveny u vybraných vzorků po jejich karbonataci.

5.4. Vyhodnocení

5.4.1. Silikátová analýza, síťová analýza, složení a receptury

Silikátová analýza

Procentuální zastoupení plniva a pojiva a rozpustných složek vyjádřených jako obsah SiO₂ originálních materiálů je uvedeno v tabulce 1-X. Z těchto výsledků byly vypočítány hmotnostní a objemové poměry jednotlivých složek původní malty použité pro přípravu maltových směsí. Poměry přípravy byly vypočítány pro dva typy pojiva – vápenný hydrát a vápennou kaši; při výpočtu byla zohledněna jejich sypná váha stanovena experimentálně:

Suchý vápenný hydrát – 0,41g/cm³

Vápenná kaše - 1,4 g/cm³

Sypná váha písku byla taktéž stanovena v laboratoři pro každý vzorek malty a z aktuální hodnotou bylo počítáno při výpočtu složení. Sypná váha písků se pohybovala v intervalu 1,1 -1,6 g/cm³. Plnivo použité na štukové výzdobě v Křenově mělo sypnou váhu : jádro 1,45 g/cm³, štuková vrstva 1,18 g/cm³

Proporce budou diskutovány zejména v objemových dílech, což je pravděpodobnější z hlediska historických postupů přípravy štukových malt.

Shrnutí poznatků o jednotlivých vzorcích

VZ1-1

Hmotnost původního vzorku štukového jádra se po rozpuštění v kyselině chlorovodíkové zmenšila téměř o polovinu, obsah CaCO_3 se tedy pohybuje 45 – 50%. Obsah rozpustných složek, které by mohly ukazovat na přítomnost hydraulických složek, byl stanoven jako obsah SiO_2 . V tomto případě nepřesahuje 5% hm, ve vztahu na pojivo se již jedná o větší zastoupení a to 11,3 %. Vyšší obsah rozpustného podílu pravděpodobně více než s obsahem hydraulických složek souvisí s vysokým podílem prachového podílu. podílu v kamenivu, který byl potvrzen síťovou analýzou.

Tab. č. 15 - Složení VZ1-1

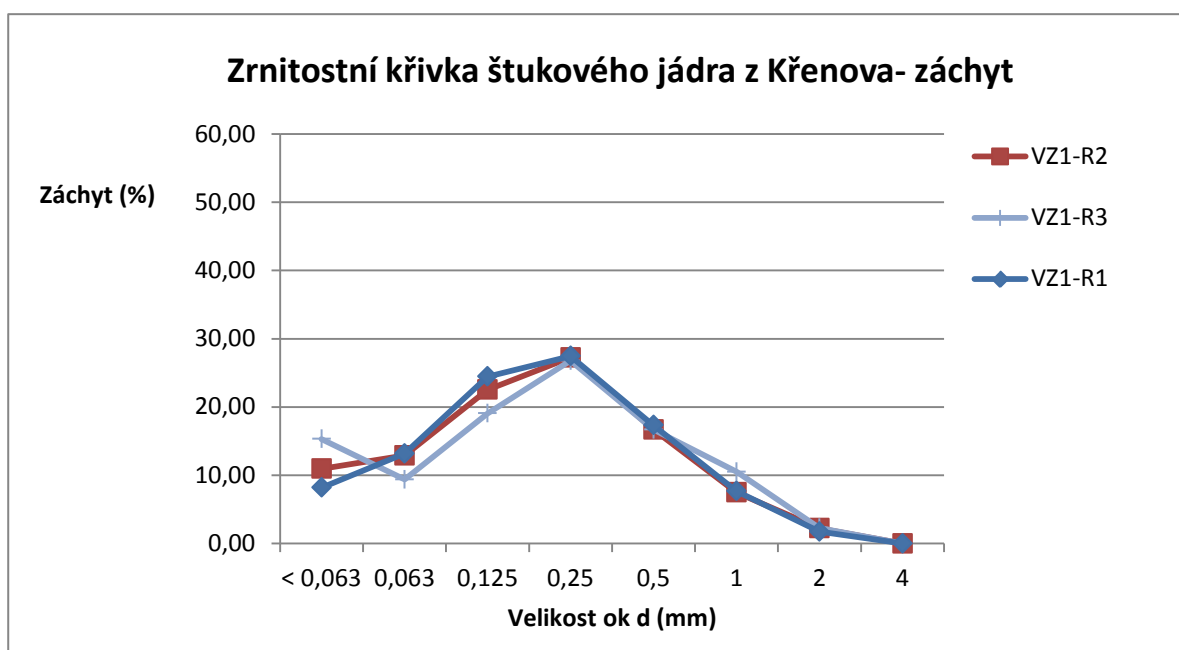
Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	48,9
CaCO_3	46,1
SiO_2 (vztaženo na složky malty)	5
SiO_2 (vztaženo na pojivo)	11,3

Z výsledků silikátové analýzy bylo vypočítáno poměrové zastoupení pojiva a plniva. Vezmeme-li v úvahu, že byla v minulosti používána do malt vápenná kaše, kaše nebo na sucho hašený vápenný hydrát. Pokud byla pro přípravu malt použita vápenná kaše, objemový poměr míšení s plnivem bude 1,5:1. Kdyby se jednalo o suchý vápenný hydrát poměr se díky vyššímu zastoupení vzduchu zvyšuje na 2,6:1.

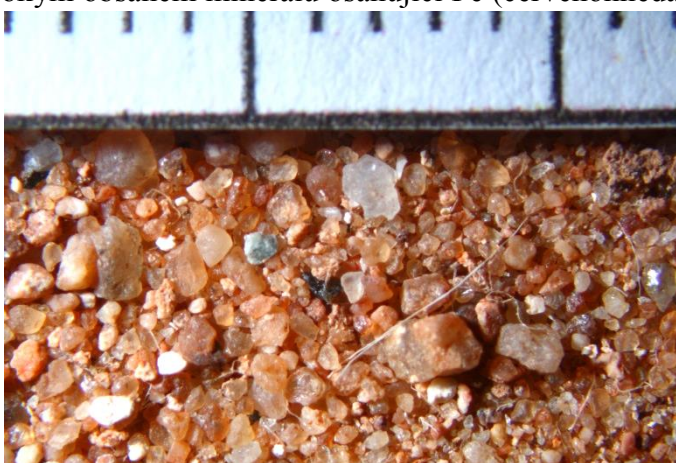
Tab. č. 16 - Receptura složení VZ1-1

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{0,8}{1}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,5}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{2,6}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,5}{1}$

Graf č. 5 - Zrnitostní křivka VZ1-1



Distribuce velikosti částic použitá ve štukovém jádru se pohybuje v intervalu 2-<0,063 mm; největší je podíl středně zrných částic o velikost 0,5-0,125 mm, které tvoří cca 70% plniva. Významný je i podíl prachových částic s velikostí $\leq 0,063$ mm, jejichž podíl je cca 20 %. Tyto částice mohou mít vliv na plasticitu, smrštění a výslednou pevnost štukové směsi, která je značná i přes vysoký podíl pojiva, Prachový podíl v plnivu ovlivňuje i výsledky silikátové analýzy, ve které byl prokázán vysoký obsah rozpustného podílu, který více než s hydraulickými vlastnostmi pravděpodobně souvisí s typem plniva. Jedná se o čistě křemičité plnivo s vysokým obsahem minerálů obsahující Fe (červenohnědá barva) může se též jednat o drcenou horninu. Částice jsou převážně ostrohranné. Lokálně byly nalezeny zrna živce, s příměsí úlomků černého uhlí a strusky. Vzhledem k množství lze považovat tyto příměsi za nečistoty pocházející z přípravy vápna nebo štukové malty. Z výsledku REM-EDS analýzy byla identifikována příměs sádry.



Obr. č. 78 - Ilustr. kamenivo VZ1-1

VZ1-2

U tohoto vzorku bylo identifikováno velmi podobné složení základních složek, kamenivo pojivo, rozdíl spočívá pouze v obsahu rozpustného podílu, který je zanedbatelně nízký. Ze silikátové analýzy vyplývá, že směs obsahuje více pojiva, než je to v případě jádra. Ve směsi se vyskytovalo 55% hm rozpustného CaCO₃. Kamenivo a CaCO₃ spolu tvořily 99% směsi, zbylé procento připadalo na rozpustný podíl SiO₂, který ve vztahu k pojivu tvoří cca 2 %.

Tab. č. 17 - Složení VZ1-2

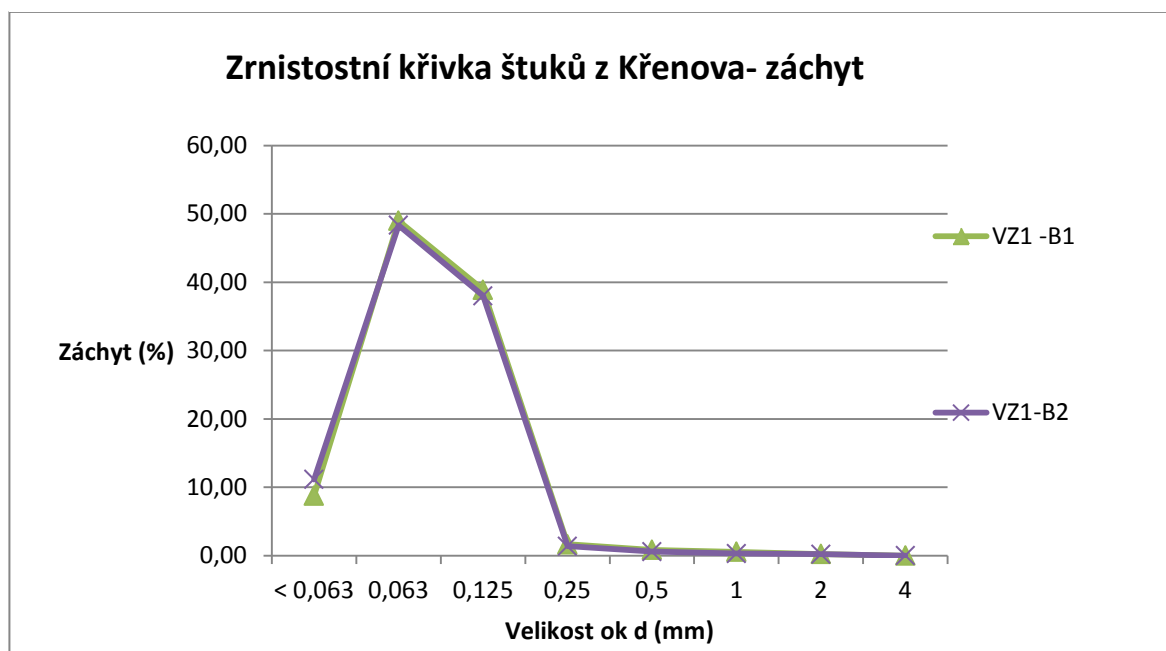
Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	44,7
CaCO ₃	54,5
SiO ₂ (vztaheno na složky malty)	0,8
SiO ₂ (vztaheno na pojivo)	2,4

Receptura na složení svrchní štukové směsi se více odlišuje od receptury složení jádra. Malty obsahovaly více pojiva, z výpočtu receptury malt byl objemový poměr vápenná kaše: kamenivu 2,7:1, u vápenného hydrátu se jedná až o 4 násobek vůči plnivu. Možností také je, že součástí rozpuštěného pojiva je i mramorová moučka, která však v maltě plnila funkci plniva, přesto došlo k jeho započítání do karbonátových složek.

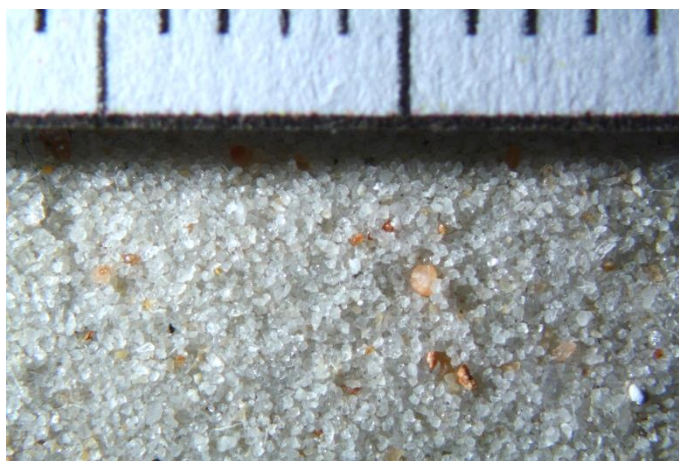
Tab. č. 18 - Receptury složení VZ1-2

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1,5}{1}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{3}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{4,7}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{2,8}{1}$

Graf č. 6 - Zrnitostní křivka VZ1-2



Plnivo použité ve svrchní štukové vrstvě je jemnozrný čistě křemičitý přesátý písek o úzké distribuci částic o velikosti 0,250- $<0,063$ mm, které tvoří 90 % celkové hmotnosti písku. Největší podíl mají zrna o velikosti 0,063 mm, vyšší frakce s velikostí nad 0,25 mm mají zastoupení zanedbatelně malé. Plnivo je bez železitých složek, bezbarvé a bez přítomnosti jiných minerálů a příměsí. Shodně s předchozím plnivem je plnivo bohaté na jemnozrný až prachový podíl, jehož obsah je prakticky identický s plnivem z jádrové vrstvy.



Obr. č. 79 - Ilustr. kamenivo VZ1-2

VZ2

Složení malty stanovené silikátovou analýzou se velmi podobá štukové maltě z Křenova. Obsah pojiva je 52 % hm na 46,5% nerozpustného podílu kameniva. Ve vztahu na všechny složky malty je podíl SiO_2 do 1 %, ve vztahu k pojivu je již podíl vyšší do 6%.

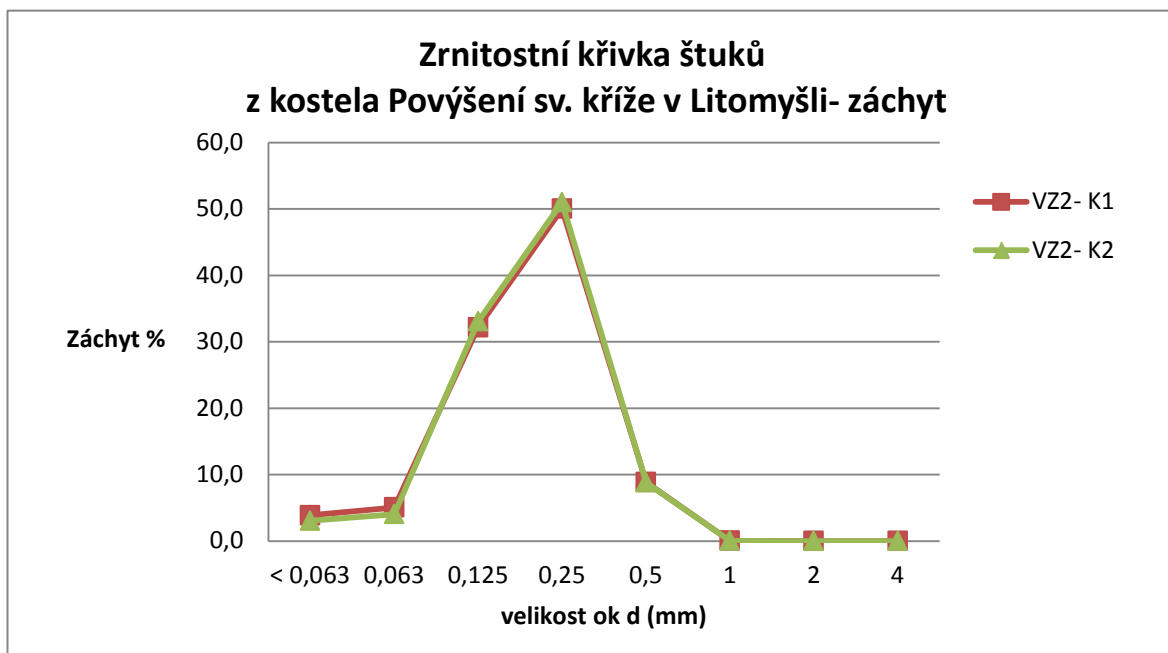
Tab. č. 19 - Složení VZ2

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	46,5
CaCO_3	52,6
SiO_2 (vztaženo na složky malty)	0,9
SiO_2 (vztaženo na pojivo)	5,7

Výpočet receptury podle výsledků analýz z originálního vzorku štukové směsi se výrazně podobá receptuře směsi pro štukové jádro z Křenova. V objemovém zastoupení má jen malinko vyšší zastoupení vápenné kaše a to 1,7:1 k plnivu, stejně tak, kdyby byla směs smíchána se suchým vápenným hydrátem, zde se jedná o poměr 3:1 k plnivu.

Tab. č. 20 - Receptury složení VZ2

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{0,836}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,67}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{3}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,7}{1}$



Graf č. 7 – Zrnitostní křivka VZ2

Jedná se o čistý křemičitý písek bez dalších minerálních příměsí. Tvar zrn je zaoblený s relativně úzkou distribucí částic v intervalu 0,5-<0,063 mm (graf x). Štuková vrstva obsahuje relativně velký obsah prachového podílu s dominujícími frakcemi o velikosti 0,25-0125 mm v podílu 80%, které příznivě ovlivňují vlastnosti výsledné malty, jelikož nedochází k výraznější smrštivosti. V mikroskopickém měřítku je patrná malá příměs cihelné drtě. Podíl jemných částic a pravděpodobně i přítomnost podílu cihly, může mít vliv na vyšší obsah rozpustného podílu, stanoveného silikátovou analýzou.



Obr. č. 80 - Ilustr. kamenivo VZ2

VZ3

Vzorek tažené štukové vrstvy obsahuje nejméně rozpustného podílu CaCO_3 ze všech analyzovaných vzorků, který tvoří 42 % hm z celé směsi. Podobně je na tom i obsah rozpustného křemičitého podílu, který nedosahuje ani 1 % hm a ve spojitosti s pojivem je jeho poměr taktéž velmi nízký, což indikuje, že malta je na bázi bílého vzdušného vápna, možný je také obsah sádry, který však nebyl analyzován.

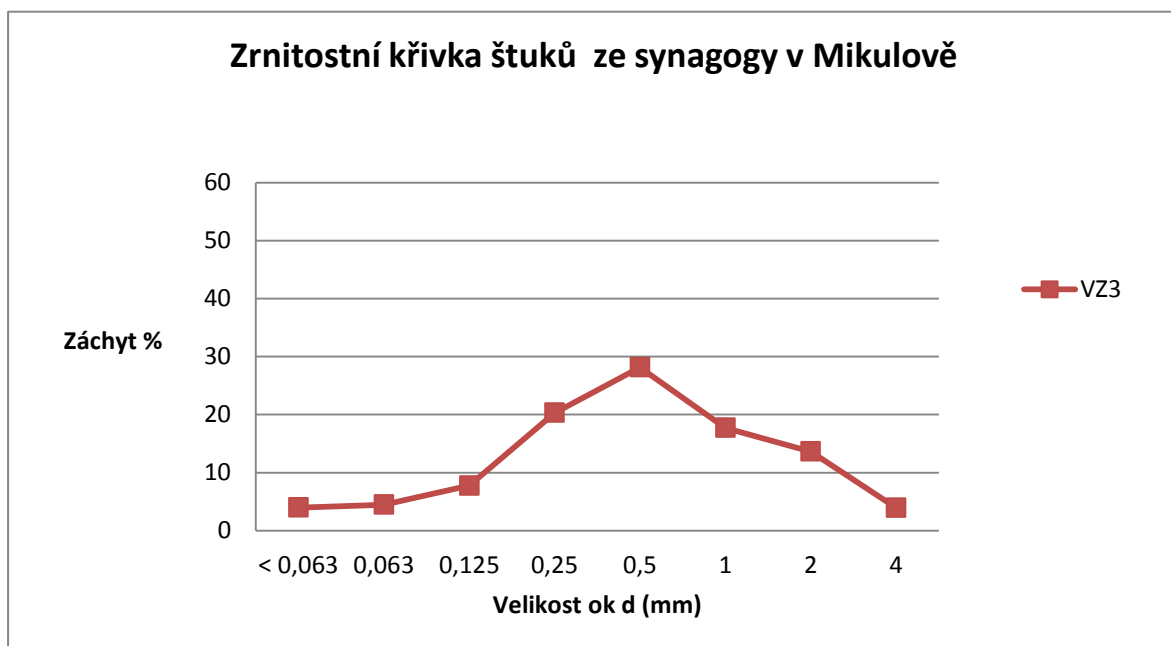
Tab. č. 21 – Složení VZ3

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	57,97
CaCO_3	41,47
SiO_2 (vztaženo na složky malty)	0,6
SiO_2 (vztaženo na pojivo)	1,3

V případě receptury složení směsi pro tažený štuk, se objemové poměry pro vápenný hydrát a vápennou kaši výrazně neliší, obě pojiva by měla být přidávána přibližně 1:1 k pojivu.

Tab. č. 22 - Receptury složení VZ3

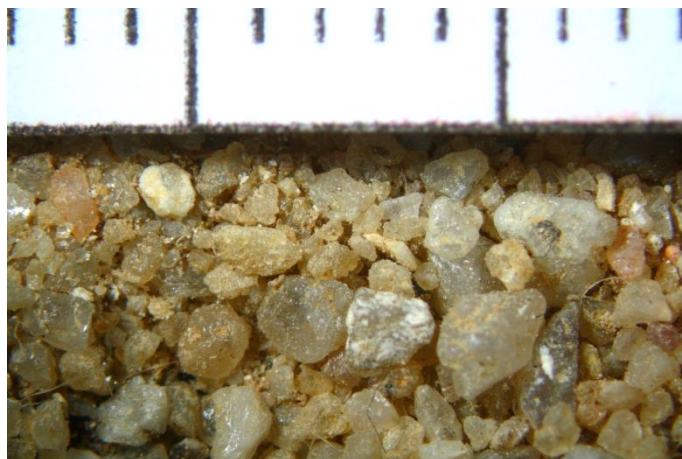
Vápenný hydrát:	Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{1,9}$	hm. poměry $\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{1}$	obj. poměry $\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,2}{1}$



Graf č. 8 – Zrnitostní křivka VZ3

Plnivo je charakteristické širokou distribucí v intervalu 4-<0,063 mm. Největší podíl je obsah frakce 0,5mm, které tvoří 30% celkového obsahu. Na rozdíl od ostatních vzorků, nemá použité kamenivo výraznější podíl jemného a práškového podílu. Tmavě okrový písek, podle typicky obroušených zrn je patrně říční, obsahuje převážně křemičitý podíl s velkým obsahem železitých jemnozrnných částic (jílové minerály), které udávají barevnost plniva a malty. Lokálně se ve směsi vyskytují kousky černého dřevěného uhlí, které jsou díky malému množství s největší pravděpodobností nečistotou přimísenou při výrobě vápna nebo malty.

Obr. č. 81 - Ilustr. kamenivo VZ3



VZ4-1

U vzorku použitého na jádrovou vrstvu nebyl stanoven podíl rozpustného CaCO_3 vyšší jak 50%, mírně nad tuto hranici se pohybuje podíl nerozpustný. Relativně vysoký je podíl SiO_2 , který v celkové směsi tvoří zastoupení přes 3% a v rámci pojiva dosahuje skoro 7%. Obsahuje tedy podobné složení jako referenční malta z Křenova.

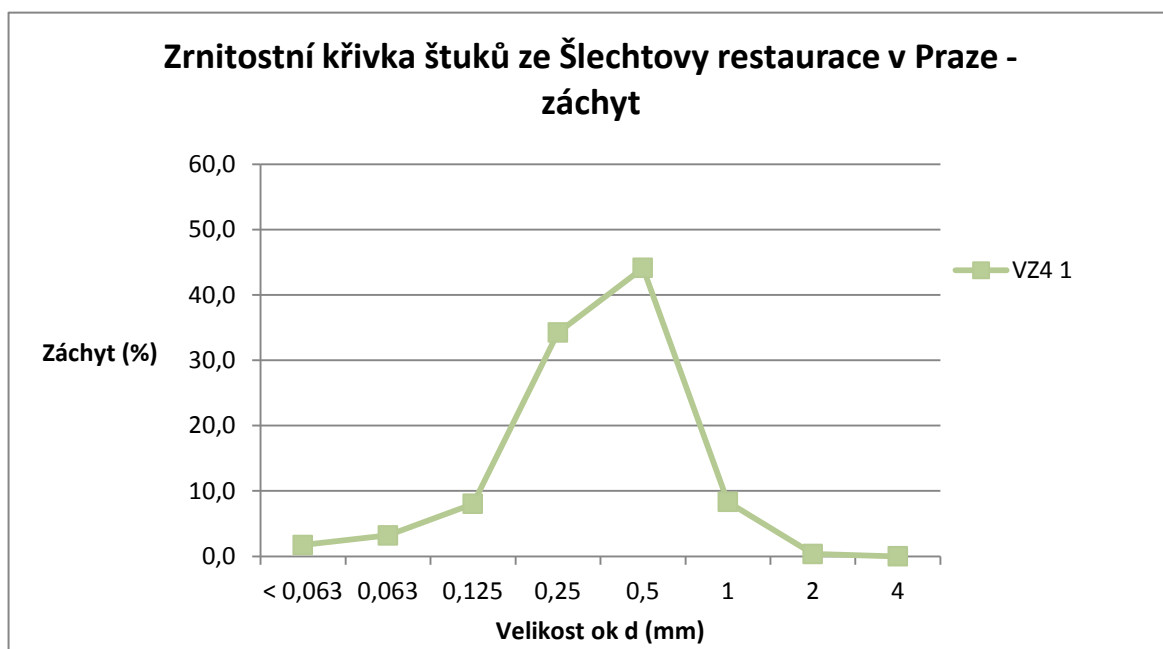
Tab. č. 23 - Složení VZ4-1

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	50,6
CaCO_3	46,12
SiO_2 (vztaženo na složky malty)	3,2
SiO_2 (vztaženo na pojivo)	6,6

Pro přípravu směsi podle originálního vzorku štukového jádra ze Šlechtovy restaurace byly vypočítány relativně podobné receptury jako u křenovského jádra. Pravděpodobné množství vápenné kaše použité v maltě bylo 1,3:1 k plnivu stanoveno v objemových dílech. V případě užití vápenného hydrátu se jednalo o poměr pojiva ku plnivu 2:1, stanoveno objemově.

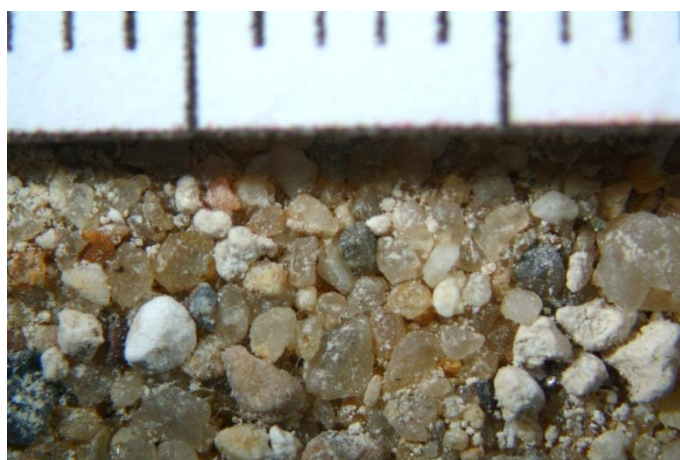
Tab. č. 24 - Receptury složení VZ4-1

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1,5}{1}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,4}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{2}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,3}{1}$



Graf č. 9 Zrnitostní křivka VZ4-1

Plnivo jádrové vrstvy má distribuci o velikosti částic 1-<0,063 mm. Z celkové hmotnosti plniva tvoří z 80% středně zrné částice o velikosti 0,5-0,250 mm. Jemný a prachový podíl nemá výraznější zastoupení. Na rozdíl od předchozích vzorků se jedná o kamenivo různorodější z hlediska minerálního složení heterogenní velikostí částicemi. Ve směsi převažuje křemičitý podíl, ale výrazný je i podíl slídy a jiných minerálů, lokálně byla nalezena i příměs černého uhlí. Částice mají různý tvar, vyskytují se tu zrna ostrohranná i zrna oblá.



Obr. č. 82 - Ilustr. kamenivo VZ4-1

VZ4-2

Směs pro přípravu vzorku modelované štukové vrstvy má stejné poměrové složení jako vzorek použitý pro jádrový štuk VZ4-1. Odlišuje se jen v množství rozpustného SiO₂, který se pohybuje kolem 2 % zastoupených v celkové směsi a 4% v pojivu.

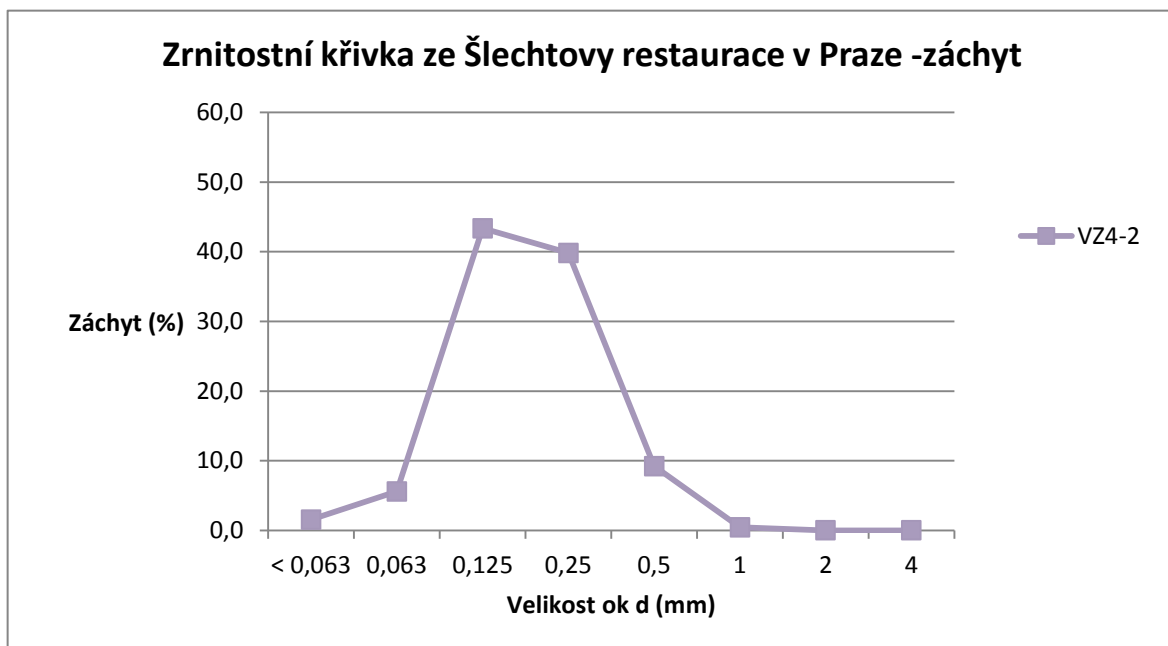
Tab. č. 25 - Složení VZ4-2

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	51
CaCO ₃	46,7
SiO ₂ (vztaženo na složky malty)	2,3
SiO ₂ (vztaženo na pojivo)	4,3

Receptura poměrového zastoupení pojiva a plniva je naprosto totožná s recepturou pro jádro křenovského štuku. Malta připravená z vápenné kaše byla připravena z 1,6 dílů pojiva na 1 díl plniva. Suchého vápenného hydrátu muselo být přidáno více, v tomto případě 2,7 dílů pojiva na 1 díl plniva.

Tab. č. 26 - Receptury složení VZ4-2

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{0,8}{1}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,6}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{2,7}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,6}{1}$



Graf č. 10 - Zrnitostní křivka VZ4-2

Štuková vrstva má podobnou distribuční křivku velikosti částic plniva jako vrstva jádrová vzorek VZ4-1, ovšem s větším podílem jemnozrnných částic, který je nejvíce zastoupen u frakcí s velikostí 0,250-0,125 mm, jejíž podíl tvoří více než 80%. Distribuce celé směsi se pak pohybuje v intervalu 0,5 - <0,063mm. Plnivo pochází pravděpodobně ze stejného zdroje a pro jemnější směs bylo přesáto. Obsahuje křemičité částice, lokálně se vyskytuje dřevěné uhlí a jiné minerály, které barví směs do okrova. Částice mají ostrohranný i oblý tvar.



Obr. č. 83 - Ilustr. kamenivo VZ4-2

VZ5-1

Vzorek jádrové vrstvy tažené profilované římsy obsahuje malé množství vápenného pojiva oproti předchozím analyzovaným vzorkům, obsah CaCO_3 byl stanoven byl na 40% hm. Plnivo je pak zastoupeno téměř v 60% hm. Nerozpustný podíl SiO_2 neobsahuje ve vzorku výrazné zastoupení jak ve vztahu na celou směs, tak i ve vztahu pouze na pojivo, které mohou souviset s mírně hydraulickým charakterem pojiva díky přítomnosti jemnozrného, pravděpodobně jílového podílu v kamenivu.

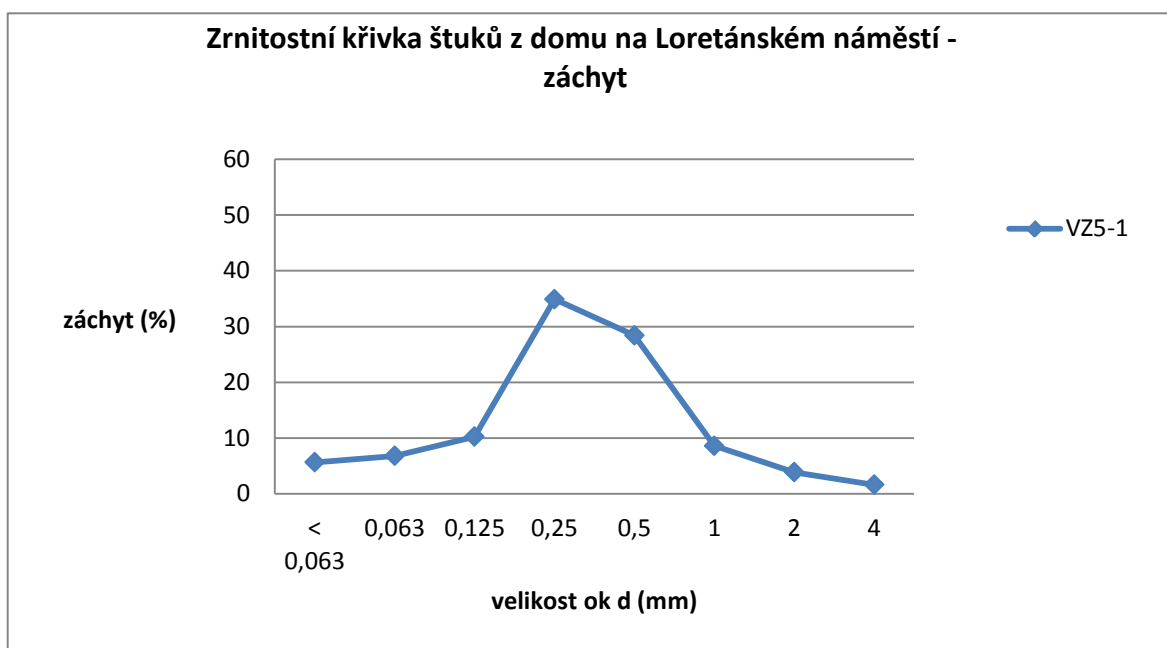
Tab. č. 27 - Složení VZ5-1

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	58,58
CaCO_3	39,97
SiO_2 (vztaženo na složky malty)	1,4
SiO_2 (vztaženo na pojivo)	3,6

Pro přípravu směsi s vápennou kaší bylo jako u jediného vzorku vypočítáno vyšší zastoupení plniva než pojiva. Původní malta byla připravena z 1obj. dílu vápenné kaše na 2 obj. díly plniva. Při použití vápenného hydrátu je taktéž objemový podíl relativně nižší než u jiných vzorků. 1,4:1, obj. díly.

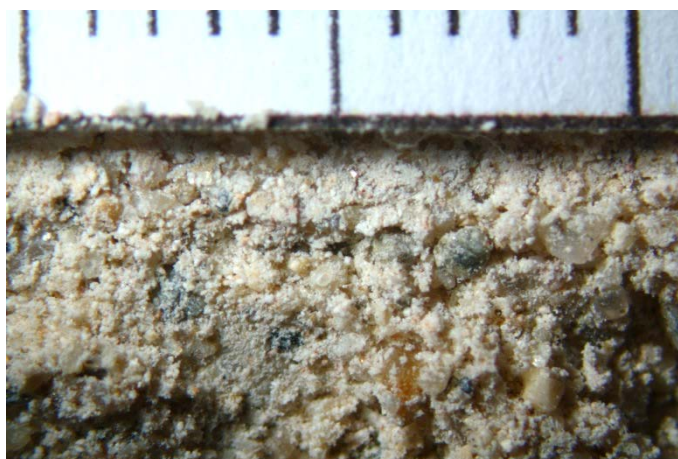
Tab. č. 28 - Receptury složení VZ5-1

Vápenný hydrát:	Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{2}$	hm. poměry $\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1,4}{1}$	obj. poměry $\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{2}$



Graf č. 11 - Zrnitostní křivka VZ5-1

V plnivu použitém na jádrovou vrstvu převažují křemenné částice. Další znečišťující minerály jsou v plnivu zastoupeny více než u ostatních vzorků. Jejich barva ovlivňuje barevnost celé malty, která má šedý odstín. Zaoblené hrubozrnné částice obaluje jemnozrnný až prachový podíl, jehož zastoupení je až 20%. Nelze vyloučit přítomnost jílu. Největší podíl ve směsi mají frakce o velikosti 0,5-0,250 mm, které tvoří 60% celkového obsahu plniva.



Obr. č. 84 - Ilustr. kamenivo VZ5-1

VZ5-2

Hmotnost původního vzorku po silikátové analýze klesla nejméně ze všech analyzovaných vzorků, a to o 36 % hm. Zato rozpustný podíl SiO₂ se rozpouštěl výrazně více. Ve srovnání s celou směsí obsahoval 4% hm a v pojivu až 11% hm.

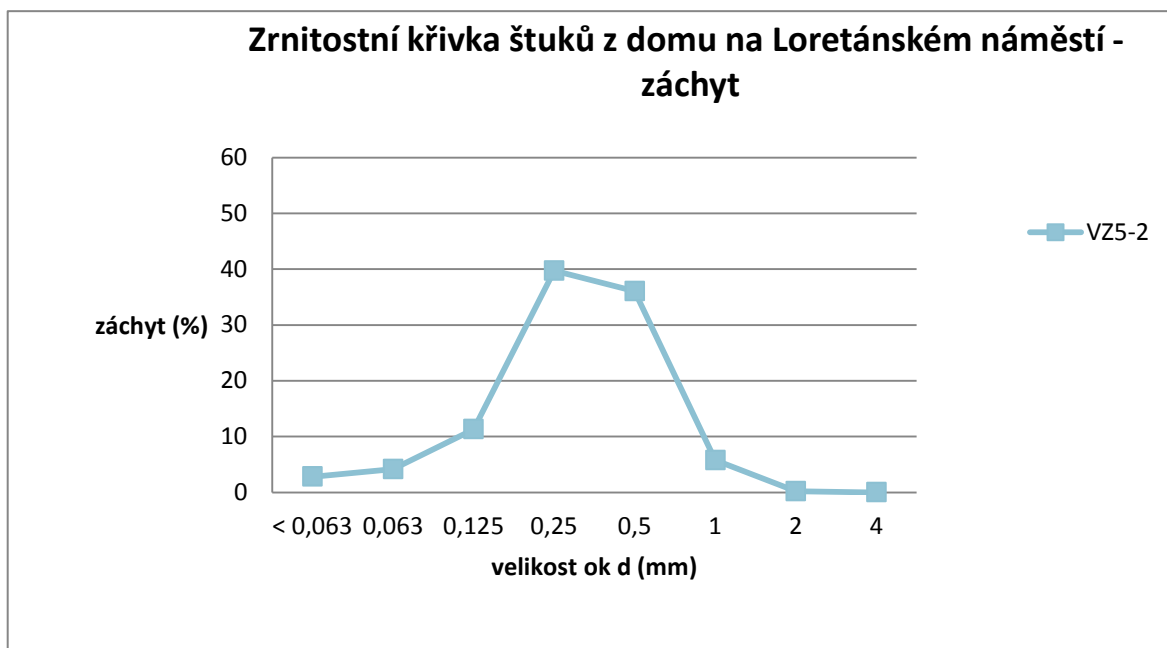
Tab. č. 29 - Složení VZ5-2

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	59,3
CaCO ₃	36,77
SiO ₂ (vztaženo na složky malty)	3,9
SiO ₂ (vztaženo na pojivo)	10,8

Receptura použitá pro přípravu se svým složením podobala svrchní štukové vrstvě křenovské. V objemových dílech má směs pojená vápennou kaši zastoupení pojiva až 2,3 :1 plnivu. Podobně je na tom i použití vápenného hydrátu, kterého bylo přidáno k 1 dílu plniva až 4 díly.

Tab. č. 30 - Receptury složení VZ5-1

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1,25}{1}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{2,5}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{4}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{2,3}{1}$



Graf č. 12 - Zrnitostní křivka VZ5-2

Střední vrstva disponuje distribucí o velikost 1- <0,063 mm. Jedná se o stejné plnivo jako v případě jádrové vrstvy VZ5-1, bez hrubších zrn, proto i jeho dominující frakce mají velikost 0,5-0,250 mm, které tvoří cca 70 %. Písek má stejný charakter, jako písek štukového jádra, ale s absencí jemnozrnného až prachového podílu, který směs v případě jádra zesvětloval.



Obr. č. 85 - Ilustr. Kamenivo VZ5-2

VZ5-3

Tento vzorek svrchní štukové vrstvy z měšťanského domu na Loretánském náměstí naopak obsahuje největší zastoupení rozpustného podílů CaCO_3 dosahuje až k 55% hm. Rozpustná složka SiO_2 je v závislosti na pojivo lehce zvýšená, obsahuje 6,6% hm na celou směs je to pak 3,6%hm.

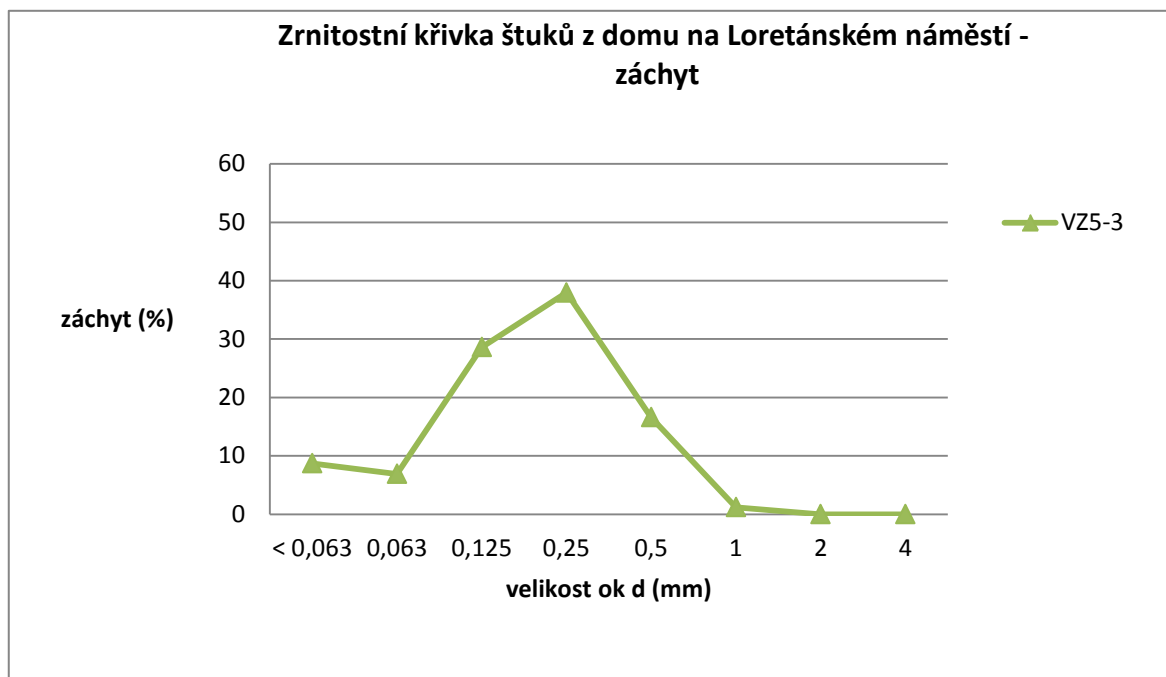
Tab. č. 31 - Složení VZ5-3

Složka	Množství (% hm)
Kamenivo	41,4
CaCO_3	54,9
SiO_2 (vztaženo na složky malty)	3,6
SiO_2 (vztaženo na pojivo)	6,6

Receptura použitá pro přípravu se svým složením podobala receptuře směsi pro svrchní štukovou vrstvu z Křenova. Taktéž obsahovala 1,6 objemových dílů vápenné kaše na 1 objemový díl plniva stejně je na tom i směs připravená z vápenného hydrátu s obsahem pojiva 2,7 objemových dílů na 1 objemový díl plniva.

Tab. č. 32 - Receptur složení VZ5-3

Vápenný hydrát:		Vápenná kaše:
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{1}{1}$	hm. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{2}{1}$
$\frac{\text{hydrát}}{\text{plnivo}} = \frac{2,7}{1}$	obj. poměry	$\frac{\text{kaše}}{\text{plnivo}} = \frac{1,6}{1}$



Graf č. 13 - Zrnitostní křivka VZ5-3

Svrchní štuková vrstva má stejný charakter jako štukové jádro. Distribuce se pohybuje v intervalu 0,5-<0,063 mm. Největší podíl mají frakce o velikosti 0,125 – 0,250 mm v 70% zastoupení. Charakteristická je přítomnost světle okrového jemnozrnného podílu.



Obr. č. 86 - Ilustr. kamenivo VZ5-3

Shrnutí výsledků

Vzorky historických malt byly porovnány s referenční maltou z Křenova na základě několika hlavních parametrů: složení a proporce složek, dále je určující, z hlediska chování i typ a charakter plniva, který je zásadní a to zejména z hlediska zpracovatelského. Kromě zvolených proporcí složek je charakter plniva zásadní a to zejména z hlediska zpracovatelského. Velikost a distribuce částic bude rozhodovat o plasticitě směsi, funkci malty (jádro/štuková vrstva) o aplikačních možnostech směsi. V neposlední řadě ovlivňuje i mechanické vlastnosti vytvrdlé malty. Z výsledků analýzy vyplývá, že všechny studované vzorky barokních štuků mají v některých případech společný charakter.

Složení

U sledovaných vzorků štuků se rozpustný podíl CaCO_3 pohybuje od 36% až po 55% hm. Štuková jádra mají nižší zastoupení tohoto podílu kolem 46% hm, v případě vzorků tažených je procento trochu nižší. U svrchních štukových vrstev byla stanovena složka rozpustného podílu CaCO_3 ve většině případů nad 50% hm, to znamená, že malty byly bohaté na pojivo. Zajímavým faktem je, že není malta, která by na pojivo bohatá nebyla. Rozpustný podíl SiO_2 v závislosti na pojivo má zvýšený obsah, pohybuje-li se nad 5% hm. Tento případ se vyskytuje u pěti vzorků. Nejvýrazněji je to u vzorku VZ1 a VZ5-2, kde obsah rozpustného podílu překročil 10%. Tato skutečnost více než s hydraulickými příměsemi může souviset s jemným prachovým podílem kameniva, u některých s obsahem jílových složek v plnivu. Je zřejmé, že množství pojiva v maltě, které mělo dobrý vliv na zpracovatelnost, ale u kterého hrozilo smršťování a tvoření praskliny, museli nějak řešit. Pravděpodobně, aby nedocházelo k těmto defektům, přidávali do malty výrazný podíl jemnozrnného plniva.

Na základě informací získaných z podrobného studia barokních štuků byly stanoveny receptury pro přípravu nových štukových směsí, které by měly být použity pro plastické retuše putti v kapli sv. Isidora v Křenově. Ve valné většině bylo stanoveno, že objem pojiva pro přípravu malt by měl být vyšší, než objem kameniva, jak v případě vápenného hydrátu tak i vápenné kaše. Receptury křenovských směsí se podobají některým ostatním recepturám. Směsi pro svrchní štukovou vrstvu z Litomyšle, ze Šlechtického zámečku a Měšťtanoského domu na Loretánském náměstí (VZ2, VZ4-2, VZ5-3) se shodují s recepturou pro štukové jádro z Křenova.

Z toho vyplývá, že štuková malta vytvořená pro jádro křenovského štuku, byla připravována spíše jako modelační štuková vrstva. Velice podobnou recepturu, kde je obsah pojiva ve větším zastoupení, má střední vrstva štuku z měšťanského domu (VZ5-2) a svrchní štuková vrstva z Křenova. Ostatní receptury podle analyzovaných vzorků mají obsah pojiva vůči zmiňovaným směsím relativně nižší.

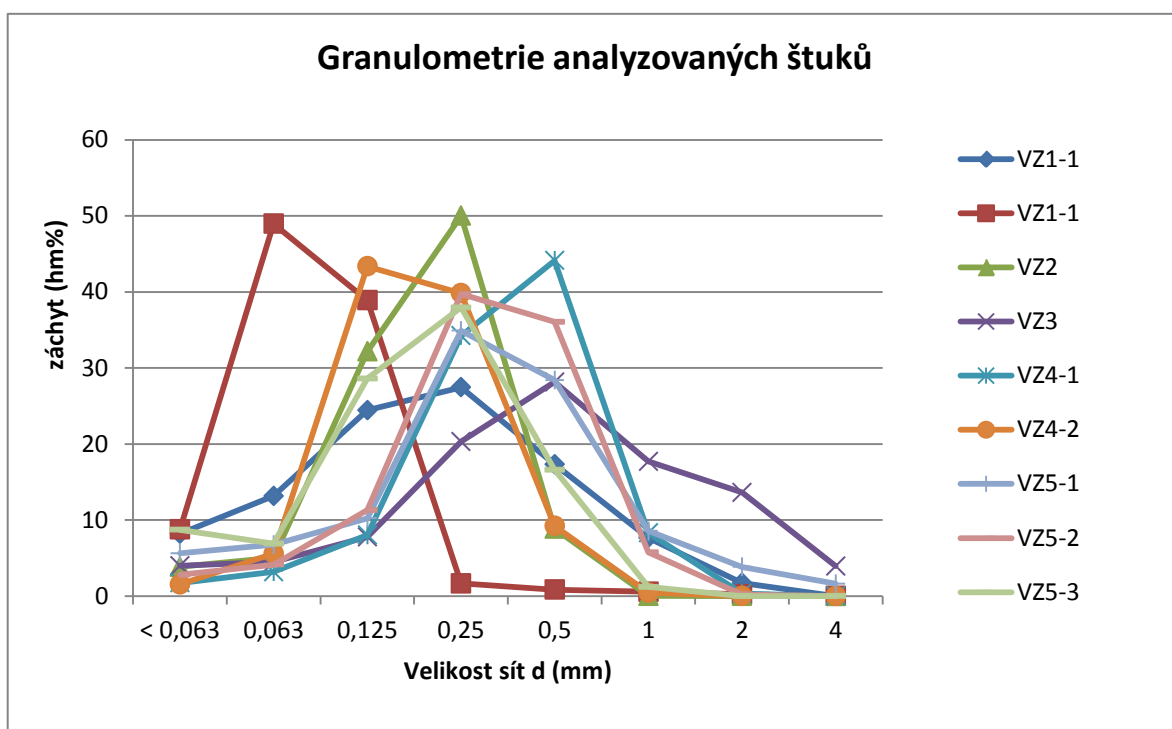
Receptura vybrané směsi pro referenční objekt v Křenově by měla být následující:

jádro	kamenivo: vápenná kaše	1:2,5 obj. dílů ,
	kamenivo: vápenný hydrát	1:1,5 obj. dílů
štuková vrstva	kamenivo: vápenná kaše	1:2,8 obj. dílů,
	kamenivo: vápenný hydrát	1:4,7 obj. dílů

Zrnitost

Všechny vzorky obsahují distribuci, která má dvě dominující frakce. Svrchní štukové vrstvy jsou charakteristické větším podílem jemnozrného kameniva. Vysoký podíl kameniva se shoduje u frakcí s velikostí zrn **0,125 a 0,250 mm**, která tvoří převážně 80% podílu kameniva. Štuková vrstva z Křenova je výjimkou, jelikož její největší podíl je již u frakce o velikosti 0,063 mm. Zrnitostní křivky štukových jader jsou charakteristické tím, že mají širokou distribuci zrn. I přesto se podíly nejvíce zastoupených frakcí pohybují mezi 50-80% k celkové hmotnosti směsi. Shodným faktorem je nejvyšší podíl kameniva na sítích **0,250 mm – 0,5 mm**. Obsah nejvíce zastoupených podílů frakcí se pohybuje v rozhraní 30-50% z celkové hmotnosti, přičemž jádra mají obvykle to nižší zastoupení.

Porovnání zrnitostních křivek záchytů štuků



Graf č. 14 - Zrnitostní křivky všech vzorků

Tab. č. 33 - Tvary zrnitostních křivek

	Tvar	Popis	Odpovídající vzorky
1		mírně stoupající a mírně klesající	VZ1-1, VZ3
2		prudce stoupající a klesající nejprve mírně poté prudce	VZ2, VZ5-3, VZ4-1
3		prudce stoupající poté mírně a prudce klesající	VZ1-2, VZ4-2, VZ5-2,3

Porovnání charakteru a barevnosti kameniva jednotlivých štukových souvrství

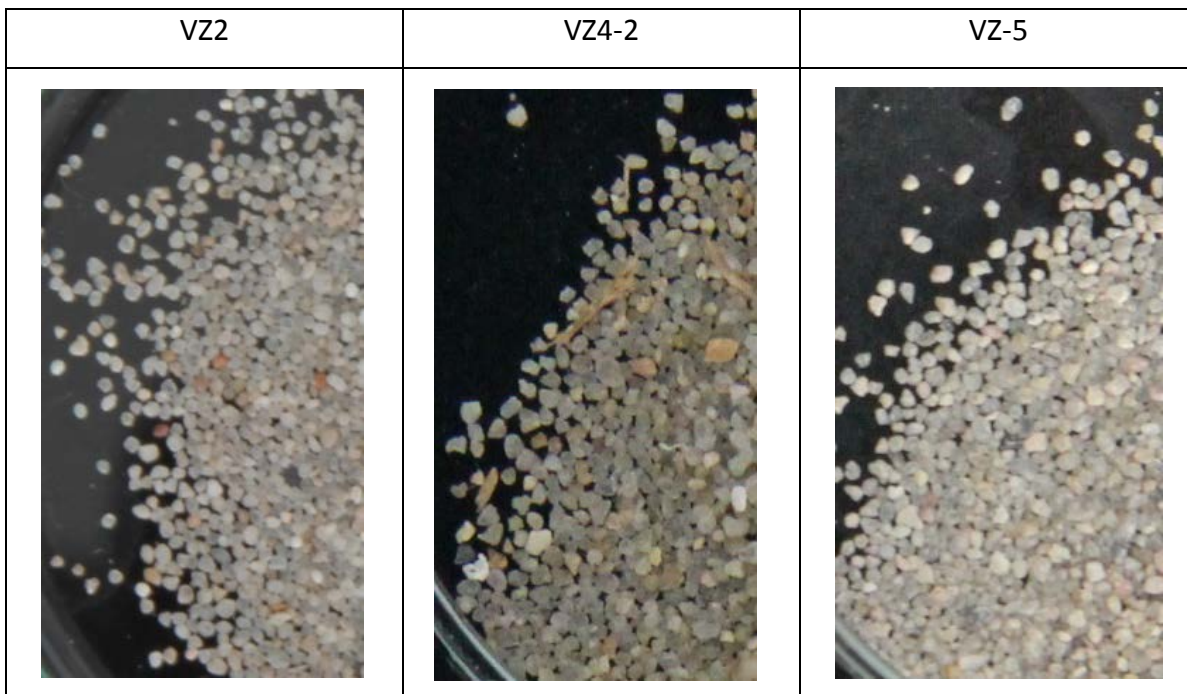
Písky použité při výrobě těchto barokních vzorků jsou složeny převážně z křemenných částic. Vzorky VZ1-2, VZ2 neobsahují žádné znečišťující příměsi, jedná se o použití čistě křemičitých písků. U zbylých vzorků je složení písku vedle převažujícího křemičitého podílu zastoupeno dalšími minerály jako živec, slída a jílové částice. Vzorky štukových jader VZ4-1 a VZ5 mají vysoký podíl znečišťujících složek, jedná se především o říční písky s ostrohrannými a oblými zrny. Barevný odstín písků udávají vedle typu zrna především jejich jemné a prachové složky. Ve většině případů se jedná o světlé okrové písky.



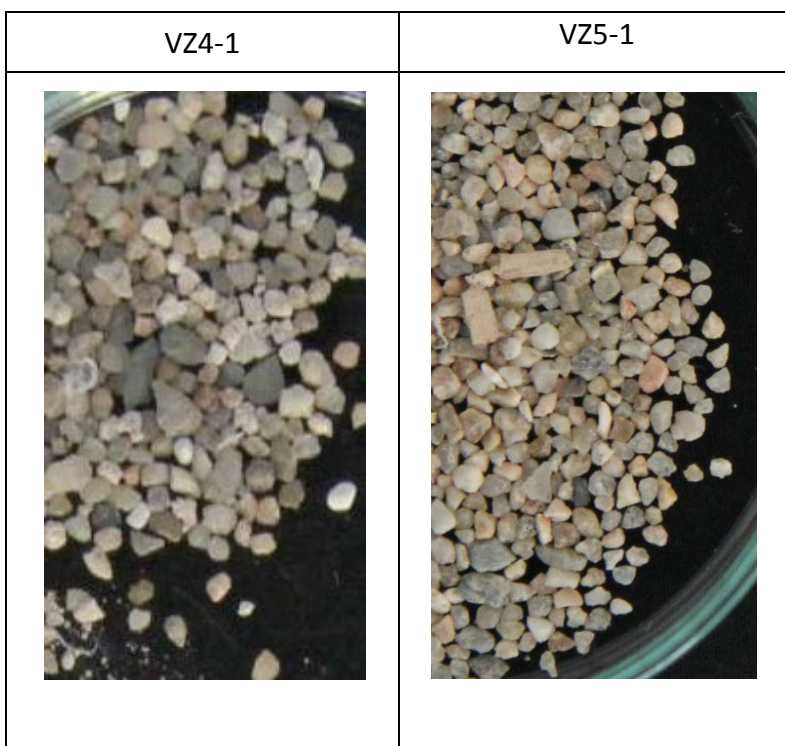
Obr. č. 87 - Kamenivo jednotlivých vzorků

Vzorky svrchních štukových vrstev **VZ2**, **VZ4-2**, **VZ5-3** vykazují podobný charakter kameniva, stejně tak i jádrové vrstvy vzorků **VZ4-1** a **VZ51**.

Tab. č. 34 - Příklad frakce d 0,5 mm



Tab. č. 35 - Příklad frakce d 1 mm



Křenovské směsi písků jsou v porovnání s ostatními podobné distribucí, ale jiné charakterem a to jen u jádra. Svrchní štuková směs je na rozdíl od ostatních velmi jemná, ale stejně jako jiné vzorky obsahuje křemičitá zrna a zrnitostní křivka je také velmi podobná ostatním. Směs se podobá vzorku VZ2, jedná se také o čistě křemenný písek, jen s tím rozdílem, že obsahuje větší podíl jemnějších frakcí. Štukové jádro se především odlišuje svojí barevností, což je způsobeno použitím specifického písku, možností je použití arkózového pískovce. Zrnitostí se podobá vzorku VZ3, což ukazuje, že struktura modelovaných a tažených štuků může být stejná.

Vyhodnocení

Z analýzy složení obsahu jednotlivých složek a výpočtu proporcí maltových směsí a jejich porovnáním s referenčními vzorky malt ze sochy andílka vyplývají tyto základní skutečnosti.

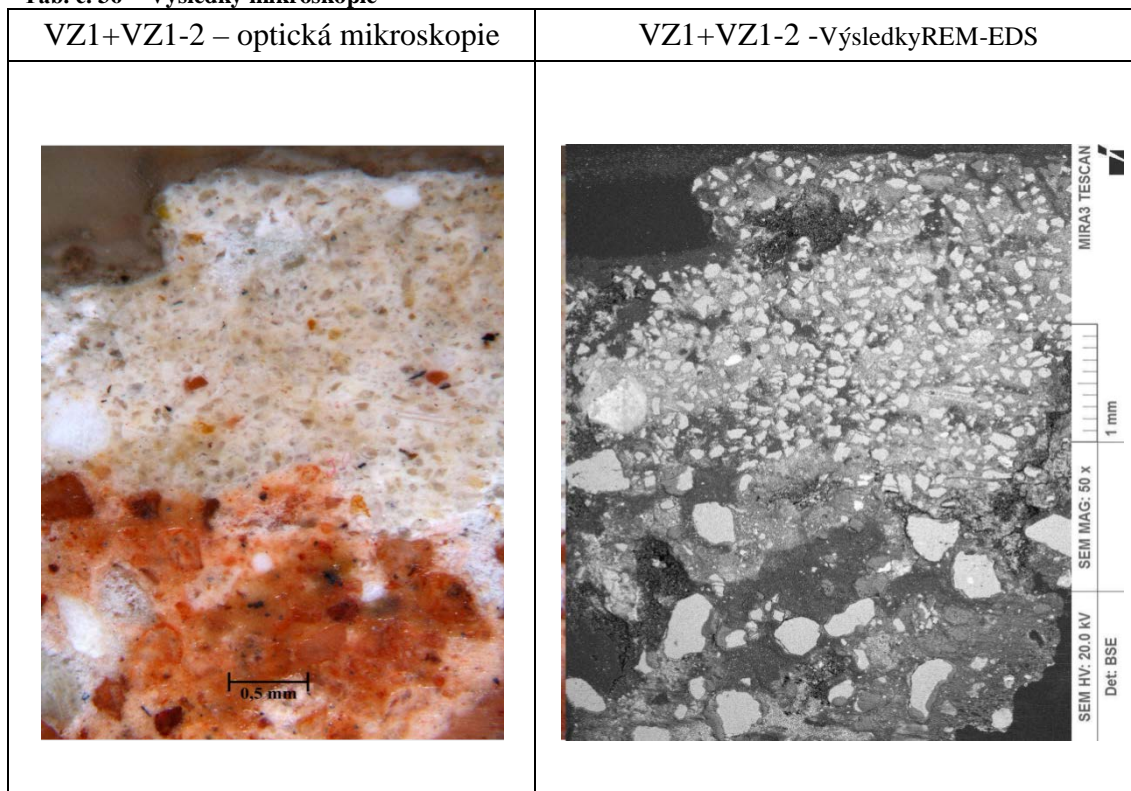
Vzorky z Křenova byly připraveny ze směsi pojiva, kameniva a sádry. Při výpočtu poměru míchání pojiva (jakožto vápennou kaši) a plniva byl poměr pro jádrovou vrstvu byl 1,5:1 obj. dílů a pro svrchní štukovou vrstvu 2,7:1 obj. dílů. Jádrová vrstva v porovnání s vrstvou štukovou má širší distribuci se s středně zrnitým kamenivem, obsah plniva, které je v obou případech převážně křemičité, je relativně stejný, zato u množství pojiva se tyto směsi odlišují. Svrchní štuková vrstva byla pravděpodobně připravována s mnohem vyšším obsahem pojiva a jemnozrnným plnivem. V tomto ohledu se ovšem může jednat i o zkreslení výsledků při použití jemného prachového podílu např. mramorové moučky. Obsah sádry nebyl stanoven silikátovou analýzou, ale pomocí elektronové mikroskopie v rámci přírodovědného průzkumu viz kapitola 2.2.1. *Průzkum materiálového složení díla*, 5.4.2. *Mikrostruktura vybraných malt*

Ostatní vzorky barokních štuků jsou referenčním vzorkům z Křenova velmi blízké z hlediska složení a proporcí složek použitých při míchání malt. Především se jedná o podobnost proporcí složek malt svrchních štukových vrstev s jádrovou vrstvou z Křenova.

Podle nízkého počtu vzorků nelze s přesností určit, jaké složení písků se používalo na barokní štukaturu. Ze získaných informací lze ovšem konstatovat několik přítomných skutečností. Pro modelační štukovou vrstvu jako je řešený objekt v Křenově se vybíraly písky převážně čistě křemičité s úzkou distribucí. Obsahoval vysoký podíl jemného a prachového podílu, který měl schopnost pojít plnivo s pojivem, zlepšoval plastické vlastnosti a především napomáhal k menší tvorbě defektů trhlin při karbonataci – menší smrštivost. S obsahem jemnozrnného podílu stoupal obsah pojiva, což se prokázalo i v této kapitole. Z receptur složení směsí pro tyto vybrané štuky se lze domnívat, že pro barokní štukaturu resp. pro finální či modelační vrstvy štuku se užívalo jednotného poměru pojiva a plniva. U těchto vybraných vzorků se jedná o dvojnásobek pojiva k plnivu. Typ Pojivo nelze z analýzy určit a bude předmětem dalšího zkoumání.

5.4.2. Mikrostruktura vybraných malt

Tab. č. 36 - Výsledky mikroskopie



Optická a elektronová mikroskopie štukového jádra potvrdila jako pojivo vzdušné vápno s malou příměsí hlinitokřemičitanů a malé množství sádry. Kamenivem jsou převážně křemenná zrna do 1 mm. Svrchní štuková směs je pojena také vzdušným vápnem, ojediněle se shluky síranu vápenatého, kamenivem jsou také křemenná zrna s velikostí do 0,2 mm.

5.4.3. Základní fyzikální vlastnosti

Tab. č. 37- Výsledky měření nasákavosti a otevřené porosity

Vzorek	VZ1	VZ1-1	VZ2	VZ3	VZ4-1	VZ4-2	VZ5-1	VZ5-2	VZ5-3
NV (hm%)	26	23	24	20	20	22	11	9	12
P (hm%)	46	41	43	32	35	36	20	16	24

Nasákavost vzorků malt vodou je u většiny malt vysoká a dosahuje 20 až 26 hm%. Tyto hodnoty souvisí s vysokou porozitou, která je 30-46%. Mírně odlišné výsledky byly zjištěny u vzorků z malty VZ5. Vysoká porozita u malt může souviset s několika vlivy: obsahem vody použité pro přípravu směsi, s distribucí kameniva a obsahu složek, postupem zpracování. Zanedbatelný není ani vliv případných příměsí- sádry, jílu nebo organických příměsí.

5.4.4. Příprava vzorků štukových směsí

Na základě zjištění informací originálních směsí bylo cílem této části připravit maltové směsi, které by byly ve složení kamenivu podobné maltě na referenčním objektu. cílem nebylo pouze materiál napodobit, ale ohodnotit ho z hlediska jeho zpracování. Primární otázka byla, jaké pojivo bylo pro přípravu použito, zda proporce nalezené analýzou jsou z hlediska zpracovatelnosti pro účel restaurování andílka reálné, jaké byly vlastnosti čerstvých malt z hlediska zpracovatelských vlastností (doba zpracovatelnosti, plasticita, modelovatelnost, schopnost držet tvar).

. Pro správnou aplikaci malt musel být připraven vhodně nasákový podklad. Štuková modelace se ve většině případů nanáší na štukovou omítku, proto byl zhotoven štukový panel. Pro lepší adhezi byl povrch zdrsňen a před aplikací malt byl celý panel důkladně provlhčen.

Složení a příprava malt

Složky plniv, pro přípravy směsí podle originálních vzorků, byly vybrány na základě podobnosti s originální směsí a dostupnosti materiálů. Vybírány byly konkrétně podle druhu písku, tvaru zrn a v neposlední řadě byla snaha, se co nejvíce přiblížit odstínu barvy směsi. Podle informací získaných ze síťové analýzy mohly být s přesností přidány jednotlivé frakce v konkrétním množství, aby byla zaručena největší možná kompatibilita s původním plnivem.

Takto připravená plniva byla mísená s pojivem. Jako pojivo bylo přidáváno vzdušné hašené vápno v několika variantách podle způsobu hašení a následného uležení. Jednotlivě bylo zkoumáno chování směsí s:

- | | |
|----------------------------|--|
| vápenným hydrátem - | suchým (VH) |
| vápennou kaší | - uleželou 2 měsíce (z vápenného hydrátu) (VK VH 2.M) |
| | - uleželou 3 roky (VK 3.R) |
| | - uleželou 2 měsíce (hašené vápno) (VK 2.M) |

Průzkum prokázal, že bylo do směsi přidáváno i malé procento sádry, pravděpodobně kvůli rychlejšímu tuhnutí a lepší zpracovatelnosti malty. U jednotlivých vzorků byly vybrány směsi, na kterých byly odzkoušeny vlivy **5% a 10 %** (vztaženo na pojivo) **sádry** na vlastnosti malty.

Příprava spočívala v rozdělení směsi v gumovém kelímku s minimálním množstvím vody normálních podmínek (T a RH) Malta se nanášela na předvlhčený štukový podklad kovovou špachtlí. Malta obsahující suchý vápenný hydrát byla smísena s plnivem a následně byla přidávána voda, její množství bylo redukováno. Dané množství pojiva by s velkým obsahem vody nemělo konzistenci schopnou k použití. Malty pojené hydratovaným pojivem se nejprve zbavily přebytečné vody, resp. voda byla odstraněna odkapáním přebytečné vody přes plátno.

5.4.4.1. Hodnocení zpracovatelských vlastností

Výsledky provedených analýz poukázaly na podobné složení plniva u vybraných vzorků historických malt. Z tohoto důvodu byl pro přípravu kompatibilních směsí podle originálních vzorků a připraveno pouze několik směsí, na kterých byla sledována konzistence čerstvé malty, plasticita a doba zpracovatelnosti.

Tato práce je především zaměřena na vybrání kompatibilní směsi pro doplnění štukového souvrství na restaurovaném objektu anděla z Křenova, tudíž byly primárně zkoumány směsi podle originálních vzorků obou vrstev. Dále se tento průzkum zaměřil na štukové modelační vrstvy, pro které je důležitým aspektem, aby malta měla dobré zpracovatelské vlastnosti a udržela požadovaný tvar.

Metody hodnocení

Jednotlivé druhy malt byly aplikovány v různých tvarových formách, které měly poukázat na modelační vlastnosti malty. Sledovanými tvary byla destička o velikosti 4x4 tl. 1 cm na níž byla sledována především schopnost nanášení a doba tuhnutí. Dále klínek stoupající do 2 cm, který měl poskytnout informaci do jaké tloušťky je možno maltu nanést, aby nezapočalo praskání. Kostička udávala, jakou mají malty konzistenci hned po přípravě a možnost jejich zpracování s následným posouzením doby zpracovatelnosti a tuhnutí. V neposlední řadě byly odzkoušeny rozličné plastické tvary pro posouzení míry plasticity a schopnost udržet se v těchto tvarových variantách.

Hodnocení konzistence malt bylo spíše subjektivní, protože množství zbylé vody v pojivu i pod odvodnění nešlo souhrnně určit. Cílem přípravy bylo, aby vápenné kaše měly konzistenci změkklého másla. Následně byly malty vizuálně posuzovány.

V případě štuků z Křenova, na které je tato práce zaměřena bylo důležité, aby malta měla dobré **plastické vlastnosti**, jelikož se štukovou maltou musejí být vymodelovány partie prstů anděla a křídla s peřím. Z tohoto důvodu byly odzkoušeny plastické tvary, např. ruce s prstíčky. Hodnocena byla **tvarovatelnost** celku i detailů.

Doba zpracování je počítána od doby namíchání malty až po dobu, kdy je zpracovatelsky schopná resp. netrhá se. **Tuhnutí** je hodnoceno po dobu, kdy je podle otisku prstu malta stále měkká.



Obr. č. 88 - Testovací panel

Tab. č. 38 – Výsledky zpracovatelnosti pro VZ1-1 Štuk jádro z Křenova

	Množství vody	Konzistence malty	Stékavost, Lepivost	Plasticita	Doba zpracování	Tuhnutí	Příměs sádry 5%	Příměs sádry 10%	Praskliny
VH suchý	1 díl	tuhá	Nestéká, nelepí se	Silně plastické	1 hod.	Měkký do 2 hod	Zpracovatelnost do 30 min, měkký do 1 hod.	-	Ne
VK VH 2.M	Odvodnění vápna přes plátýnko	Hodně měkká	Nestéká, nelepí se	Středně plastické	1 hod.	Měkký do 3 hod	-	-	Ne
VK 2.M.	Odvodnění vápna přes plátýnko	kašovitá	Lehce stéká, lepí se	Středně plastické	5 hodin	Měkký do 24 hod	Zpracovatelnost 30 min, měkký do 1 hod	-	Ano
VK 3.R.	Odvodnění vápna přes plátýnko	Hodně měkká	Nestéká, lepí se	Středně plastické	2 hod.	Měkký do 12 hod	20 min zpracovatelnost, měkký do 1 hod.	20 min zpracovatelný ale již se praská a drolí seslabší plasticita.	Ano

Tab. č. 39 - Výsledky zpracovatelnosti pro VZ1-2 Štuk final z Křenova

	Množství vody	Konzistence malty	Stékavost, Lepivost	Plasticita	Doba zpracování	Tuhnutí	Příměs sádry 5%	Příměs sádry 10%	Praskliny
VH suchý	1,5 díl	tuhá	Nestéká, nelepí se	Silně plastické	2 hod	Měkký do 5 hod	1,5 hod zpracovatelnost, měkký		Ano
VK VH 2.M	Odvodnění vápna přes plátýnko	měkká	Nestéká, nelepí se	Středně plastické	3 hod	Měkký do 12 hod.	-	-	Ne
VK 2.M.	Odvodnění vápna přes plátýnko	kašovitá	Stéká, lepí se	Slabě plastické	10 hod.	Měkký do 24 hod.	1 hod zpracovatelnost	-	Ano
VK 3.R.	Odvodnění vápna přes plátýnko	Hodně měkká	Nestéká, lepí se	Slabě plastické	5 hod.	Měkký do 12 hod.	1 hod zpracovatelnost	-	Ano

Tab. č. 40 - Výsledky zpracovatelnosti pro VZ2 Štuk z kostela v Litomyšli

	Množství vody	Konzistence malty	Stékavost, Lepivost	Plasticita	Doba zpracování	Tuhnutí	Příměs sádry 5%	Příměs sádry 10%	Praslůiny
VH suchý	1,25 díl	tuhá	Nestéká, lehce se lepí	Silně plastické	1,5 hod.	Měkký do 3 hod	30 min zpracovatelnost, měkký do 2 hod	-	Ne
VK VH 2.M	Odvodnění vápna přes plátýnko	měkká	Nestéká Lehce se lepí	Středně plastické	2 hod	Měkký do 5 hod	-	-	Ne
VK 2.M.	Odvodnění vápna přes plátýnko	kašovitá	Nestéká lepí se	Slabě plastické	3 hod	Měkké do 8 hod	-	-	Ano
VK 3.R.	Odvodnění vápna přes plátýnko	kašovitá	Nestéká, lehce se lepí		3 hod	Měkké do 5 hod	30 min zpracovatelnost, měkké do 2 hodin	-	Ne

Tab. č. 41- Výsledky zpracovatelnosti pro VZ4-2 Štuk ze Šlechtovy restaurace

	Množství vody	Konzistence malty	Stékavost, Lepivost	Plasticita	Doba zpracování	Tuhnutí	Příměs sádry 5%	Příměs sádry 10%	Praskliny
VH suchý	1 díl	tuhá	Nestéká, nelepí se	Silně plastické	1,5 hod.	Měkký do 3 hod	30 min zpracovatelnost měkkost do 1 hod	-	Ne
VK VH 2.M	Odvodnění vápna přes plátýnko	měkká	Nestéká Lehce se lepí	Středně plastické	1 hod	Měkký do 5 hod	-	-	Ne
VK 2.M.	Odvodnění vápna přes plátýnko	kašovitá	Nestéká lepí se	Slabě plastické	3 hod	Měkké do 8 hod	Zpracovatelnost 30 min měkkost 1 hod	-	Ano
VK 3.R.	Odvodnění vápna přes plátýnko	kašovitá	Nestéká, lehce se lepí		3 hod	Měkké do 8 hod	-	-	Ano

Shrnutí výsledků jednotlivých směsí

Malta připravená podle vzorku VZ1-1 štukového jádra z Křenova a pojená suchým vápenným hydrátem měla již od začátku dobrou konzistenci, nestékala ani se nelepila na špachtli, proto bylo možné s ní tvarovat i složitější vyšší tvary do tl 5 cm. Větší problémy měly zbylá pojiva. Nejhorší resp. nejřidší konzistenci měla vápenná kaše 2.M, která dokonce i se špachtle stékala. Zbylé vápenné kaše měly konzistenci přirovnatelnou ke změkklému máslu, tudíž práce s nimi také nebyla z počátku možná. U vápenných kaší bylo nutné maltu nechat odležet, aby se odpařila přebytečná voda a malta byla schopná další zpracovatelnosti. Doba zpracování se pohybovala od 1 do 5 hodiny (počítáno od namíchání směsi), pro rychlejší tuhnutí byla přidána příměs 5% sádry, která u vápenných kaší odsála přebytečnou vodu, tudíž měla malta lepší konzistenci a dalo se s ní tvarovat. Jak u hydrátu, tak u vápenných kaší přicházelo zatuhnutí do půl hodiny od přípravy malty. Vyzkoušeno bylo i přidání vyššího procenta sádry, to se ukázalo jako přehnané, jelikož malta tuhla do 15 min a navíc se trhala. Praskání malty v době vytvrzování se projevilo na vzorcích pojených vápennou kaší 3R ve výšce 0,3 mm i na destičce z vápenné kaše 2M.

Svrchní štuková modelovaná malta měla oproti jádru výrazně vyšší zastoupení pojiva. To se projevilo na konzistenci malt pojených vápennou kaší, i přes důkladné odvodnění vykazovaly malty řidší konzistenci než jádrové. U malty se suchým hydrátem byla konzistence lepší, avšak udržení vyššího tvaru byl stále problém. Po přidání 5% příměsi sádry se situace zlepšila. Vyšší podíl sádry by možná zlepšil schopnost udržení tvaru, avšak za rizika trhání při modelaci. Nejlepší způsob modelace bylo nanesení malty do zevrubného tvaru, ponechání do doby, kdy mírně zatuhne a následné vymodelování požadovaného tvaru. Jelikož malta obsahovala velké množství pojiva, zůstávala dlouho měkká, tudíž podle potřeby bylo tvar možné upravovat i později. Malta zatuhala nejdříve ve spodní ložné části i přes skutečnost, že podklad byl nasycen vodou. Tato skutečnost nastala u všech aplikovaných malt všech směsí. Malty zatuhaly relativně dlouhou dobu i směsi se sádrou byly zpracovatelné dvojnásobnou dobu než tomu bylo u malt štukového jádra. Smrštění v průběhu vytvrzování nastalo u všech odzkoušených malt, praskliny na klíncích se objevovaly od výšky 0,5 mm, nejvýrazněji se to projevilo na maltě pojené vápennou kaší 2M.

Další svrchní štuková vrstva tentokrát malta podle vzorku z kostela v Litomyšli měla dobrou konzistenci a plasticitu s vápenným hydrátem. V případě vápenných kaší se nejlépe pracovalo s kaší připravenou z vápenného hydrátu (VK VH 2.M viz kapitola 5.3.2 *Použité materiály*), ostatní kaše měly zpočátku řidší konzistenci a lepili se na špachtle, ovšem po odpaření přebytečné vody získaly dobrou konzistenci i plasticitu. S přidavkem sádry se doba pro zpracování zkrátila do půl hodiny, avšak zpracovatelnost byla možná dříve, udržela i vyšší tvary. V porovnání s maltovou směsí pro křenovský svrchní štuk, kde byla míra pojiva vyšší, tato směs nebyla příliš mastná a tvar držela relativně dobře. Doba tuhnutí byla také kratší než u křenovského svrchního štuk, podobně se štukem ze Šlechtovy restaurace. U těchto malt nebyla pozorována výraznější smrštivost a praskání v době vytvrzování. Jediná prasklina se objevila u malty pojené 2M

Poslední pozorovanou směsí byla směs malt ze Šlechtovy restaurace. Tyto malty vykazovaly stejný charakter jako malty z kostela v Litomyšli. Při nanášení vykazovaly malty pojené vápennou kaší lehkou lepivost na špachtli, ale nestékaly. Tvarovatelnost začala být dobrá po mírném odpaření vody. Malty pojené vápenným hydrátem měly svoji konzistenci dobrou, plastické tvary bylo možno tvarovat již zpočátku. U této malty byla odzkoušena příměs 5% sádry, která maltě dala lepší tvarovatelnost avšak, rychlejší zatuhnutí. K vápenné kaši 2M, která měla nejřidší konzistenci, bylo také přidáno 5% sádry. Výsledky u této malty byly velice uspokojivé, konzistence a tvarovatelnost se výrazně zlepšila a bylo možné ihned vytvářet i vysoké tvary. Sádra pravděpodobně ovlivnila i smršťování, jelikož u malt bez příměsi se objevily praskliny, ale se sádrkou nikoliv.

5.5. Sumarizace výsledků

Testování kompatibility vápenných směsí pro doplnění chybějících částí barokních štuků byla především zaměřena na referenční objekt restaurovaného díla z Křenova. Na jedné straně byla zjišťována materiálová shoda vytvořených směsí s originálním vzorkem, na straně druhé jaké zpracovatelské vlastnosti mají malty. Volba složení vycházela z předchozích výsledků testovaných originálních vzorků. Dále byly testovány a pozorovány vzorky směsí vybraných barokních štuků, které měly poukázat na společný charakter užívaných štukových směsí v období Baroka, a především podobnost s referenčním objektem.

Z výsledků analýz vyplývá, že pro barokní štukaturu byla používána plniva především z písků křemičitých. Modelační finální vrstvy obsahovaly úzkou distribuci a hodně jemného podílu, který dovoľoval maltě vytvářet plastické tvary. Další skutečností je, že tyto malty pravděpodobně obsahovaly výrazný podíl vápenné složky. Podle provedených zkoušek zpracovatelnosti se nadmíra pojiva odrážela ve velice dobré tvárnosti hmoty. Naopak je možným rizikem výrazné smršťování hmoty, na referenčních vzorcích se ale tento fakt výrazně neprojevil. Důležité je připomenout, že smrštivost závisí nejen na množství a typu pojiva, ale i na distribuci písků. Jemné prachové podíly většinou zajišťují dobré vazby s destičkami vápna. Z testovaných druhů vápna měl nejlepší výsledky suchý vápenný hydrát, který při správné přípravě (minimum vody) byl schopen okamžité a dobré tvarovatelnosti a v průběhu tvrdnutí se u něj neprojevalo žádné smrštění. Naopak nejhorší vlastnosti mělo právě vyhašené vápno (VK 2:M viz kapitola 5.3.2 *Použité materiály*), které výrazně praskalo. Pravděpodobně nejlépe se chovala směs s použitím poměru složek pojiva a plniva 2,5:1,5. Diskutovanou otázkou je, jak výrazné množství ovlivní následnou pevnost. Zda-li dosáhne malta vytvrzováním podobných vlastností jako originální hmota.

Pro referenční směsi malt by bylo doporučeno použití podobné směsi písků se stejnou distribucí kameniva jako u originální směsi, aby byla zaručena dostatečná míra kompatibility. Z hlediska použití vápenného pojiva by se nejlépe choval suchý vápenný hydrát popřípadě z něj připravená vápenná kaše, jelikož plastické schopnosti z něho připravené malty jsou dobré, výrazně při tvrdnutí nepraská a v minulosti se taktéž hojně užíval.

6. Návrh postupu prací

Před započítím prací byla plastika fotograficky zdokumentována. Následovalo vizuální zhodnocení stávajícího stavu se zakreslením přítomných defektů materiálu. Po vizuálním průzkumu bylo rozhodnuto o odebrání dalších vzorků a výsledky byly porovnány s již vyhodnocenými vzorky, aby bylo potvrzeno, že materiál i úprava na štukových plastikách se shoduje. Podle výsledků systematického vizuálního a přírodovědného průzkumu, který byl rozšířen v kapitole 5 *Testování kompatibility vápenných štukových směsí a jejich zpracovatelských vlastností* lze stanovit návrh restaurátorského zásahu, který bude mít podle koncepce konzervační a rekonstrukční charakter.

V první fázi bude plastika očištěna metodou, která bude vyplývat jako nejšetrnější k povrchu plastiky z provedených zkoušek čištění. Testovanými metodami budou čištění jemnými a středně hrubými štětci, čistící houby walmaster a wishap a vatová tyčinka vlhčená ve vodě. Podle těchto zkoušek bude povrch očištěn nejprve od nečistot, které na povrchu neulpěly, poté bude následovat dočištění problematických míst, kde se již prachové depozity nedají pouze omést. Další znečištění jakou je spadaná maltová omítka bude nutné odstranit mechanicky za pomoci skalpelu případně sochařského náradí. Stékance injektáže budou čištěny použitím čistící houby wallmaster, případně čištěním vatovou tyčinkou vlhčenou v destilované vodě, stejně tak se bude za pomoci vaty a destilované vody čistit povrchová úprava zlacení.

Obnažené zkorodované armatury budou očištěny od rzi a následně ošetřeny inhibitorem koroze a ochranným antikoročním nátěrem.

Materiály štukového souvrství po očištění od depozitů nevykazují na žádných místech výraznou nesoudržnost, proto nebude nutno přistoupit ke konsolidaci. Na plastice se ovšem lokálně vyskytují trhliny a praskliny vzniklé při vytvrzování malty nebo mechanickým poškozením. Tyto defekty je nutno redukovat, aby nedocházelo k pronikání vlhkosti do materiálu a následné degradaci vrstev a korozi kovových armatur.

Jelikož se jedná o vápenný štuk nejvhodnějším injektážním prostředkem je prostředek a na minerální bázi vápna, tudíž bylo navrženo injektování minerální injektážní směsí Ledan D2. Trhlina procházející napříč levou nohou, musí být zajištěna, aby nedošlo k úplnému odloučení spodní části, vyinjektováním nízkoviskózní pryskyřicí.

Směs pro doplnění chybějících částí plastiky byla testována v rámci rozšířeného průzkumu a vybrána na základě výsledků z analýz originálních štukových materiálů. Složení originálního plniva je popsána v kapitole *5.4.1 Silikátová analýza, síťová analýza složení a receptury*. Tudíž mohl být vybrán vhodný písek, který odpovídal svým množstvím, velikostí a barevností zrn jednotlivých frakcí původnímu materiálu. Navrhovaná směs plniva pro přípravu jednotlivých souvrství je podrobně popsána v příloze č.. Jedná se o směs křemičitých písků se stejnou frakcí jako u originálu, kde byla snaha napodobit i její barevnost. Dále by stanovena pravděpodobný poměr plniva k pojivu, receptury jsou popsány v kapitole *5.4.1. Silikátová analýza, síťová analýza, složení a receptury*. Z výsledků zkoušek zpracovatelnosti jednotlivých vápenných pojiv, je pro přípravu malt navrhováno pojivo na bázi suchého vápenného hydrátu, který při zkouškách projevil největší variabilitu s minimálním smrštěním a dobrou zpracovatelností malty.

Před samotnou plastickou rekonstrukcí chybějících částí plastiky je nutno zhotovit návrh resp. hliněný model části plastiky, na kterém bude demonstrováno, jak by rekonstrukce měla vypadat. Model bude upravován podle výsledků diskuze. Po odsouhlasení vhodného modelu budou tyto tvary namodelovány na plastiku.

Na pravé ruce je ztráta originální hmoty úplná, tzn, že postup doplnění bude následující: na armaturu se namačká vrstva malty konkrétně vápenosádrové, pro rychlejší tuhnutí. Po ztuhnutí bude následovat jádrová malta, která bude nanášena ve dvou vrstvách, pauza mezi nanášením nesmí být velká, aby se malta mohla spojit. Štuková svrchní modelovaná vrstva se bude nanášet na jádrovou vrstvu až tehdy, kdy bude vrstva ztuhlá. Zdrsňený povrch jádrové vrstvy zajistí vrstvám dobrou adhezi. Struktura povrchu finální štukové vrstvy bude pojednána tahy štětců do čerstvé malty, jak je tomu u originálu.

Chybějící část křídla bude provedena stejným postupem jako při vzniku plastiky. Nejprve bude vytvořena štuková destička v zevrubném tvaru křídla. Po vytvrdnutí bude připevněna silikátovým čepem na torzo křídla. Lepení by mělo být provedeno bodově s kombinací minerální vápenné injektáže. Na takto připravený podklad bude nanášena vybraná štuková malta a vymodelovány pířka křídel.

Nové doplňky bude nutno barevně scelit s originálním povrchem. Pro barevné retuše bude navrženo použití světlostálých pigmentů pojených akrylátovou disperzí. Ztráta zlacení bude obnovena klasickou metodou napodobující původní zlacení slídovými pigmenty pojenými arabskou gumou.

7. Postup prací

7.1. Čištění

Na plastice od doby jejího vzniku přes různé zásahy v interiéru kaple ulpěla řada nečistot. Pro možnost čištění depozitů byly provedeny zkoušky na zadní části těla anděla. Vyzkoušeny byly jemné vlasové štětce i hrubší silonové štětce. Dále bylo použito čistících houb wallmaster a wishab a vatové tyčinky vlhčené v destilované vodě. Odzkoušeno bylo i odstranění spadané omítkové malty.



Obr. č. 89 - Nástroje čištění



Obr. č. 90- Zkoušky čištění

V první fázi byla plastika očištěna od prachových depozitů jemně a středně hrubými štětci s pomocí houby wallmaster s opatrností na oddělující se partie zlacení. Prach byl ometán a vysát vysavačem. Problematická místa s vyšším množstvím ulpělého prachu byla očištěna za pomoci houby wishab, stejně tak byla čištěna místa, kde se povrch znečišťovaly stékance z injektáže. Čištění za pomoci vatové tyčinky nebylo využito z důvodu rozmývání špíny a tím tvořených tmavých skvrn. Tato metoda se uplatnila pouze u dočišťování pozlacených partií. Spadaná omítková malta šla bez problémů odstranit za použití skalpelu. Místa pod maltou vykazovala mnohem vyšší čistotu než dosud očištěná místa, proto se přistoupilo k dočištění povrchu. Růžový nádech povrchu nebyl průzkumem stanoven jako barevná povrchová úprava, ovšem odstranění by znamenalo poškození štukového povrchu, tudíž se k odstranění nepřistoupilo.

7.2. Ošetření armatur

Obnažené kovové armatury byly nejprve ocelovým kartáčkem očištěny od rzi. Dále byl kov odmaštěn a k ošetření kovu aplikován inhibitor koroze. K zamezení budoucí koroze kovu se na armatury nanasl bílý antikorozi nátěr.

7.3. Injektáž a lepení

Před samotným doplňováním chybějících částí plastiky bylo nutno zajistit vzniklé trhliny a praskliny. K tomuto účelu byl vybrán injektážní prostředek na vápenné bázi Ledan D2 se zvýšenou pevností. Před aplikací byla trhlina injektována destilovanou vodou, aby se voda z vápenného roztoku nevsakovala příliš do materiálu a nedocházelo tak ke snížení pevnosti vápenné injektáže.

Holeň levé nohy anděla vykazovala rozsáhlou trhlinu skrz materiálem. Pro zajištění se přistoupilo k použití nízkoviskózního lepidla. Předcházelo předpenetrování a následně byla s opatrností aplikována epoxidová pryskyřice tak aby pryskyřice nevytekla a zbyl prostor k vyplnění malty do roviny povrchu.

Pro rekonstrukci chybějící čisti křídla byla zvolena technika jako při vzniku. Tudíž byla připravena destička, která po vytvrdnutí byla osazena na torzo křídla následujícím způsobem. Do originální lomové plochy křídla byl navrtán otvor, stejně tak do styčné plochy destičky. Do připraveného otvoru byla aplikována epoxidová pryskyřice a následně vložen sklolaminátový čep. Po zatuhnutí se pryskyřice aplikovala do vyvrtaného otvoru a na styčnou plochu destičky celoplošně, jelikož plocha byla příliš malá na bodové lepení. Destička se přilepila k torzu křídla a pro zajištění byl přilepen konec křídla k profilovanému pásu zdi.

Pravé torzo ruky bylo pravděpodobně spojeno s píšťalou, to dokazuje ploška na dlani ruky. Armatura se mírně stočila, aby plochy na sebe navazovaly a následně byly spojeny polyesterovou pryskyřicí.

7.4. Plastická rekonstrukce

Podle návrhu prací byl zhotoven hliněný model. Nejprve byla vytvořena kovová konstrukce pro modelaci části trupu, rukou a píšťaly. Namodelování chybějící části pravé ruky od ramene pod loktem se řídilo podle apologie zbylého souboru. Díky jedné nalezené archivní fotografii, kde je zachycena levá ruka ještě se všemi prsty, mohla být rekonstrukce provedena s maximální přesností. Ostatní chybějící prsty musely být domodelovány pocitově, protože k nim nebyl nalezen žádný historický podklad. Důležité bylo, aby podklad před doplňováním byl dostatečně penetrován vodou a nedocházelo k oddělování doplňků.



Obr. č. 92 - Hliněný model



Obr. č. 91 - Štuková destička křídla

Jak bylo zmíněno v kapitole 7.3. *Injektáž a lepení* pro chybějící pravé křídlo bylo provedeno dle techniky odpovídající originálu. Jako nosný prvek byla vytvořena destička tvarově připomínající křídlo z maltové směsi s přídavkem sádry. Po osazení destičky a vytvrzení lepidla byla na destičku nanášena připravená štuková směs. Modelace se odvíjela od ostatních dochovaných tvarů křídel. Do čerstvé malty byly vyrývány špachtlí tvary pírek.

Pravá ruka musela být doplněna v celém souvrství. Postupováno bylo stejným způsobem jako u originálu. Nejprve byla na armaturu nanášena resp. namačkána směs sádrovápenné malty. Po zatuhnutí se mohlo přistoupit k nanesení jádrové vrstvy. Ta se nanášela ve dvou vrstvách a nechala se mírně zatuhnout. Povrch byl upraven zdrsňením pro lepší adhezi finální štukové vrstvy. Modelovaná štuková vrstva byla na závěr upravena tahy štětce ještě do čerstvé malty. Prsty byly namodelovány finální štukovou maltou podle dochovaných tvarů na ostatních andělíčcích.

7.5. Barevná retuš

Použitá štuková malta na rekonstrukci měla plnivo, které se nejvíce podobalo originální směsi. Přesto nové doplňky měly světlejší barvu než originál. Bylo to způsobeno také uleželým znečištěním plastiky. Přistoupilo se proto k barevnému zapojení do celku. K barevné retuši byly použity světlostálé pigmenty pojené akrylátovou disperzí s přídavkem mramorové moučky. Retuše byly provedeny lazurně do požadovaného odstínu.

Obnova chybějícího zlacení byla provedena slídovými pigmenty pojenými vodorozpustným pojivem arabské gummy tak, aby se napodobilo původní mixtionové zlacení. Nový doplněk křídla byl taktéž opatřen napodobením pozlacení.

8. Použité technologie a materiály

Čištění

- Mechanické čištění jemnými štetci a kartáči, walmaster houbou, wishap houbou, vysavačem s nízkým podtlakem
- Dočišťování vatou vlhčenou ve vodě
- Odstraňování malty skalpelem

Ošetření armatur

- Ocelové kartáče na očištění rzi
- Technický benzín pro odmaštění
- Inhibitor koroze Ferrokon od společnosti Aqua
- Antikoroziní samozákladový email Komaprin 3 in 1 od společnosti Hammerite

Lepení a Injektáž

- Lepení levě holeně nízkoviskózní epoxidovou pryskyřicí Havel
- Lepení spojů polyesterovou pryskyřicí Airocoll Spachtel
- Injektážní prostředek Ledan D2 Tecno Edile Toscana – na minerální vápenná bázi
- Destilovaná voda
- Injekční stříkačky, vata

Plastická retuš

- Vápenný štuk:
 - Jádru
 - Plnivo pro jádrový štuk středně hrubý křemičitý písek Střeleč a Lány u Trutnova
 - Pojivo vápenný hydrát v poměru 2,7:1 k plnivu
 - Svrchní štuk
 - Plnivo Plnivo pro jádrový štuk jemný křemičitý písek Střeleč a Lány u Trutnova
 - Pojivo vápenný hydrát v poměru 3:1k plniv

Doplňování chybějícího zlacení

- 3% roztokem arabské gumy s pigmenty PerlglanzColibriRoyalgold –Kremer Pigmente a světlostálými pigmenty Bayferrox

Barevná retuš

- Světlostálé pigmenty Byferrox pojené akrylátovou disperzí Medium für Koncolidierung a mramorovou moučkou

8. Nová zjištění

Průběh prací probíhal podle konceptu a nebyly zjištěny žádné nové skutečnosti, které by vyžadovaly další řešení.

10. Doporučený režim památky

Pro soubor 8 plastik andílků budou stanoveny pokyny pro režim společné, bude se to dále odvíjet od doporučeného režimu celého interiéru kaple se sochařskou výzdobou. Interiér by po dokončení restaurátorských prací měl být pravidelně sledován, především aby nedocházelo k průniku vody z exteriéru. Doporučuje se pravidelné větrání kaple, popřípadě vytvoření větracích otvorů. Dále by se měly sledovat výkyvy teplot a vlhkosti, které jsou pro restaurovaná díla nepříznivá. V případě konkrétního andílka je až do skončení prací doporučeno zakrývat prodyšným materiálem, aby nedošlo k znehodnocení provedeného zásahu a aby vápenné doplňky mohly dále karbonatovat. Dále upozorňuji, že by mělo být provedeno opatření pro zajištění plastiky, aby po dokončení všech prací a následného sundávání lešení nedošlo k opětovnému poškození restaurovaných částí, konkrétně by mohlo neopatrností při manipulaci dojít k poškození úchytu píšťaly s rekonstruovanou rukou.

11. Závěr

Hlavním cílem této části bakalářské práce bylo zrestaurování štukového putti z kaple sv. Isidora. Stav byl neutěšující a hrozilo, že bez kompetentního zásahu bude hrozit další ztráta originálního materiálu. Otázka vhodného kompatibilního materiálu pro doplnění současných defektů byla zkoumána rozšířenou částí bakalářské práce. Práce obsahuje poznatky nejenom o zkoumaných materiálech pro tento referenční objekt, ale zahrnuje informace o dalších barokních štukách. Na základě laboratorních zkoušek a aplikace získaných poznatků na testování nových kompatibilních vzorků, byly pro účel rekonstrukce vybrány vhodné složky pro malty. Dále se předcházející správnou přípravou aplikovaly na restaurovaný objekt, přesně podle techniky, jakou byl zhotoven. Přesto že byla zaručena největší možná míra kompatibility, docházelo k drobným defektům při smršťování malty, tudíž se tvořily praskliny. Závěrem je proto nutné říci, že u restaurování dalších putti ze souboru, je tento fakt nutné zohlednit a případně se mu dále věnovat.

12. Použitá literatura a prameny

BLAŽÍČEK,O., Dílo *Komských štukatérů 18. Století u nás*, časopis Umění 1962,10,4. 351-352

KOLEKTIV AUTORŮ, *Vápno*, Společnost pro technologie ochrany památek, Praha 2001
KOTLÍK, Petr, Csc a kolektiv, *Stavební materiály historických objektů*, Praha 2007,

LOSOS,L, GAVENDA,M, *Štukátérství*, Grada 2010

LOSOS,L., ŠRÁMEK,J., POSOLDOVÁ,K., *Štukátérské a mozaikářské materiály I.* , Praha MĚŠŤAN,R., *Štukátérství II.* , Praha 1985

MICHOINOVÁ,,Dagmar, *Příprava vápenných malt v péči o stavební památky*, Praha ČKAIT

ROVNANÍKOVÁ,Pavla, *Omítky – chemické a technologické vlastnosti*, STOP Praha 2002

VOJTĚCHOVSKÝ Mgr. art. Jan, ĎOUBAL Mgr. art. Jakub a kolektiv studentů:
Restaurátorský průzkum, nástěnné malby, štuková výzdoba a omítky interiéru kaple sv. Isidora v Křenově, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, březen 2012

DANIELOVÁ, Iva: *Malířská a sochařská výzdoba kaple sv. Isidora v Křenově*, bakalářská práce, Masarykova univerzita, Brno 2011.

POCHE, Emanuel a kolektiv: *Umělecké památky Čech 2 [K/O]*, Academia, Praha 1978, s. 159.

HAMSÍKOVÁ Radana akad. mal. a Kašpar, Jiří akad. soch.: *Restaurátorská dokumentace záchranného restaurátorského zásahu malířské a sochařské výzdoby kaple*, 2005

13. Fotodokumentace



Obr. č. 93 - Archivní fotografie foto: Kovařík, 2006 s. 15-18.



Obr. č. 94 - Stav před restaurováním



Obr. č. 95 - Stav před restaurováním, pohled zprava



Obr. č. 96 - Stav před restaurováním, pohled zleva



Obr. č. 97 - Čištění prachových depozitů



Obr. č. 99 - Odstraňování malty na draperii



Obr. č. 98 - Odstraňování malty na zádech



Obr. č. 100 - Injektáž prasklin krku a ramene



Obr. č. 102 - Injektáž prasklin na pišťale



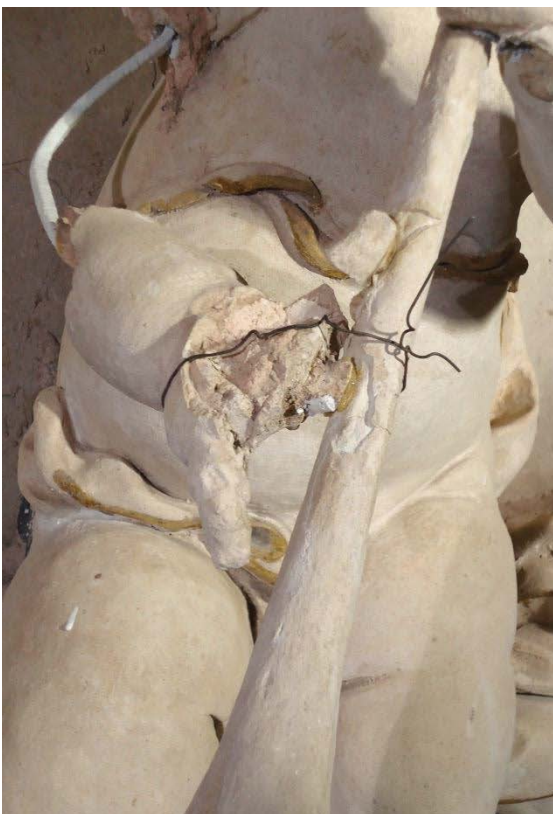
Obr. č. 101 - Injektáž praskliny na levé noze



Obr. č. 105 Ošetření kovové ramatury antikoročním nátěrem



Obr. č. 104 - Ošetření obnažených drátů antikoročním nátěrem



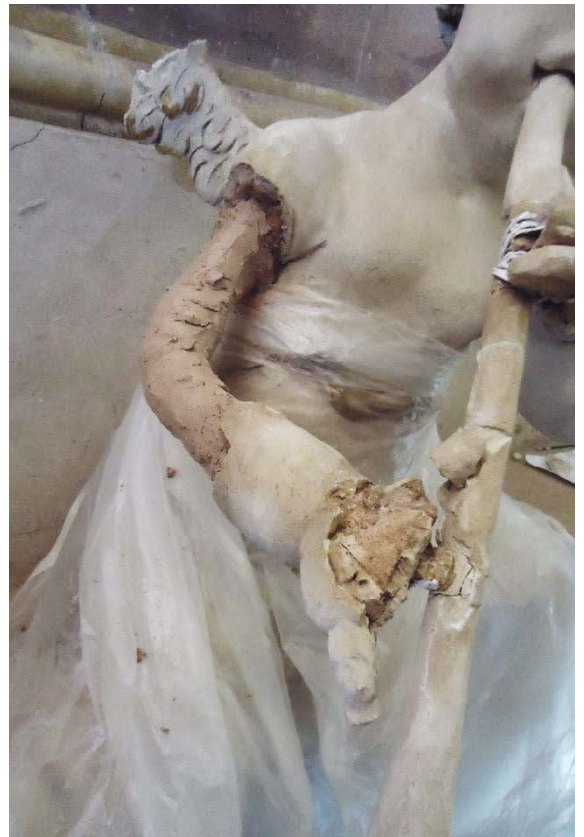
Obr. č. 106 - Přilepení oddělené ruky k pišťale



Obr. č. 103 - Obnova chybějícího zlacení



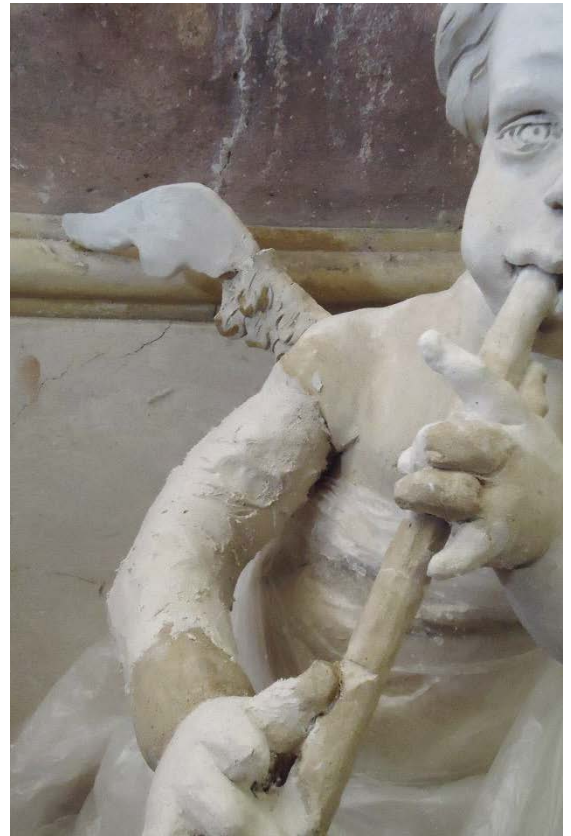
Obr. č. 108 - Nanesení obkladové vrstvy na armaturu



Obr. č. 107 - Nanesení první štukové vrstvy



Obr. č. 110 - Nanesení druhé štukové vrstvy



Obr. č. 109 - Nanášení svrchní štukové vrstvy



Obr. č. 113 - Modelace ruky a prstů



Obr. č. 112 - Modelace prstů



Obr. č. 111 - Připevněný podklad pro nanášení štukového křídla



Obr. č. 115 - Nanášení a modelování štukového křídla



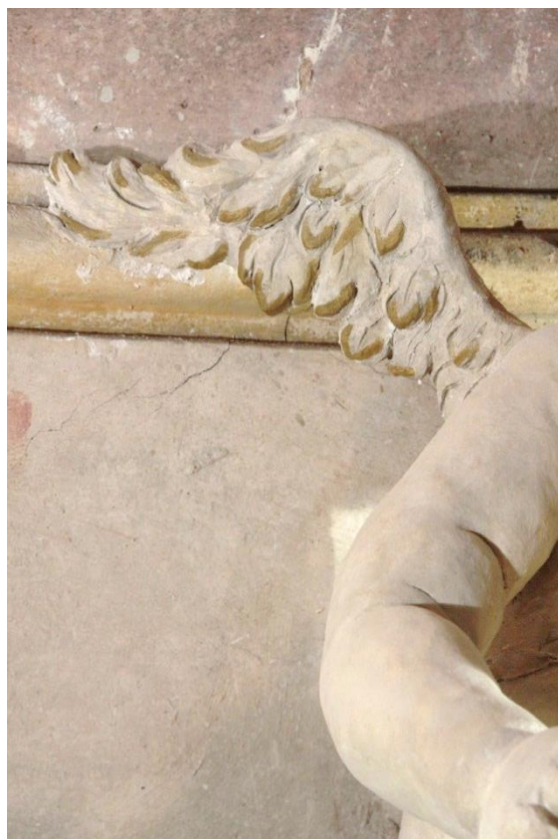
Obr. č. 114 - Modelace štukového křídla



Obr. č. 116 - Namodelované chybějící prvky



Obr. č. 118 - Stav před restaurováním - křídlo



Obr. č. 117 - Stav po restaurování - pravé křídlo



Obr. č. 120 - Stav před restaurováním, uchopení píšťaly



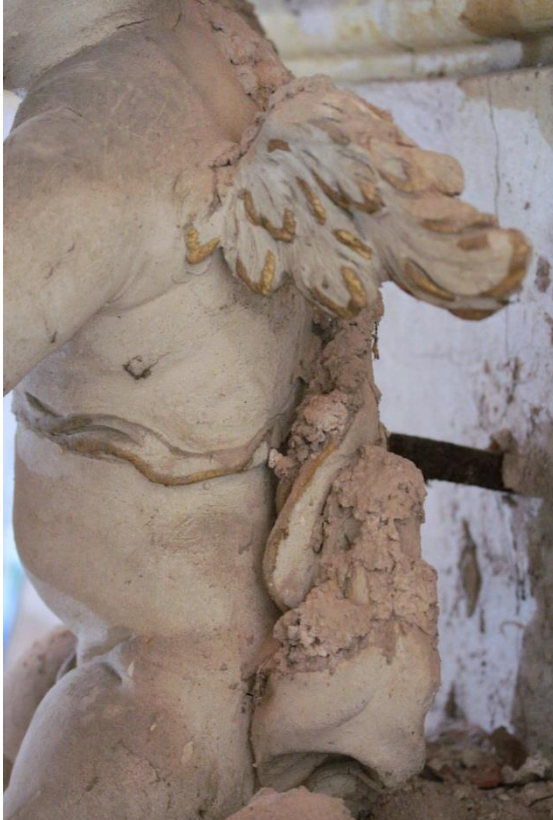
Obr. č. 119 - Stav po restaurování - uchopení píšťaly



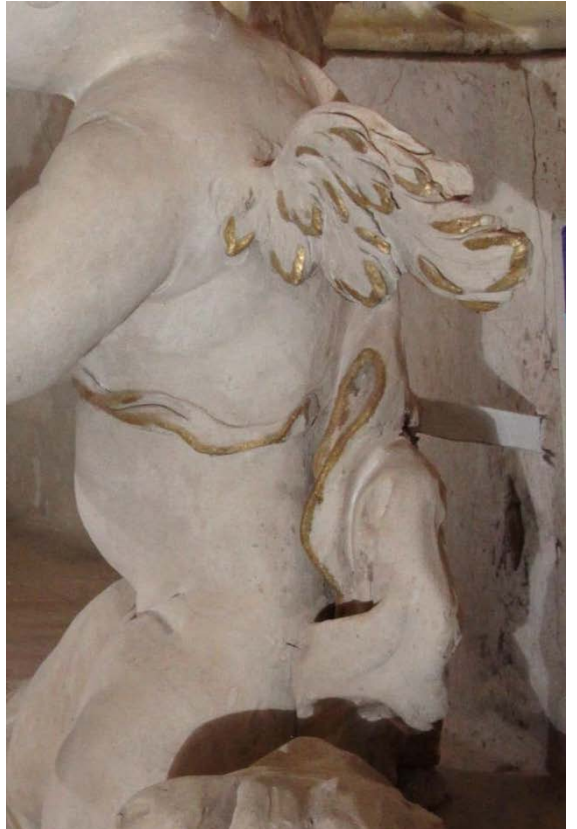
Obr. č. 123-Stav před restaurováním, ruce s pišťalou



Obr. č. 124 -Stav po restaurování - ruce s pišťalou



Obr. č. 122- Stav před restaurováním - levý bok s křídlem



Obr. č. 121 - Stav po restaurování - levý bok s křídlem



Obr. č. 125 - Stav před restaurováním - dolní partie se zlacením



Obr. č. 126 - Stav po restaurování - dolní partie se zlacením



Obr. č. 127 - Stav po restaurování - zepředu



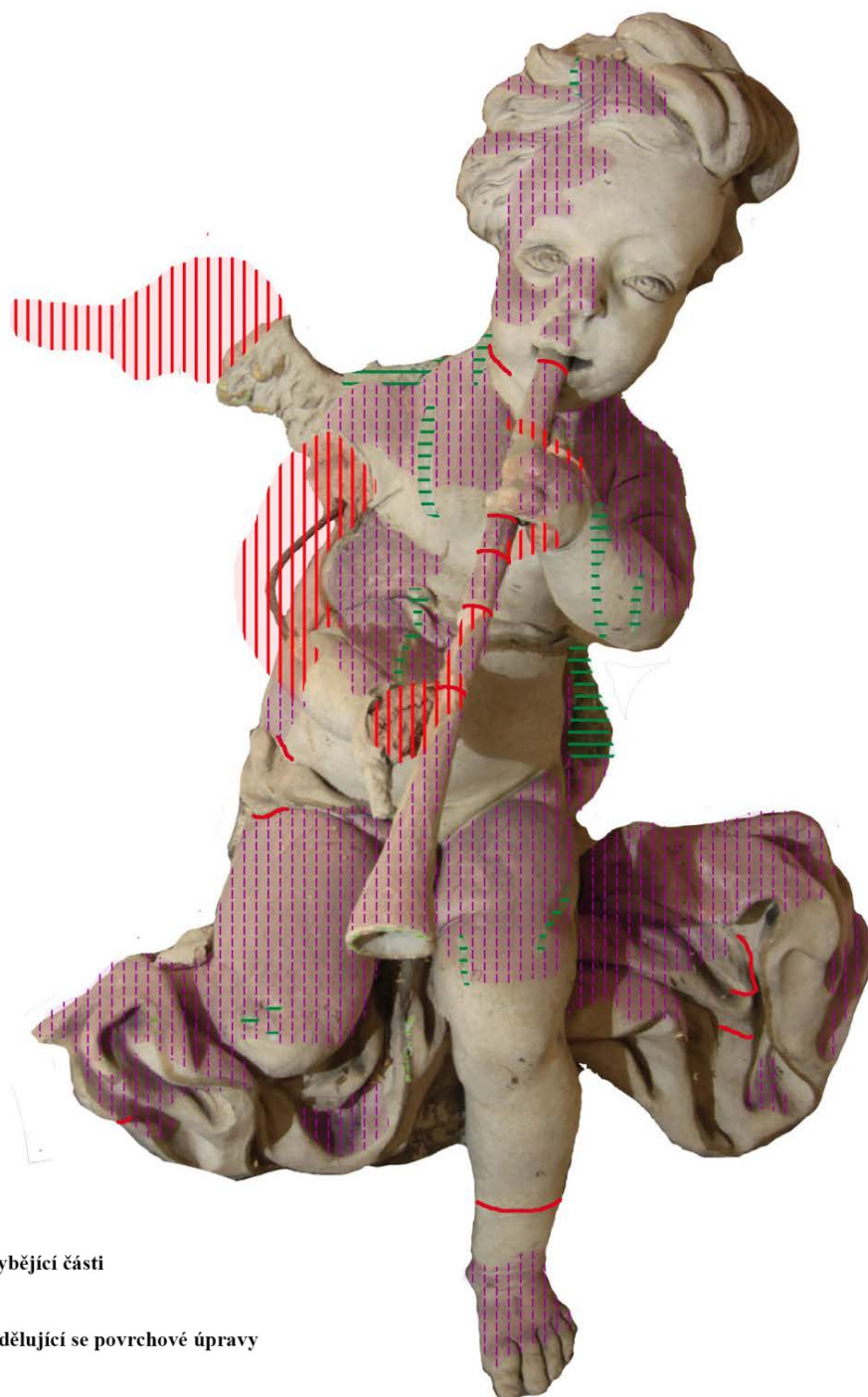
Obr. č. 128 - Stav po restaurování - zprava



Obr. č. 129- Stav po restaurování - zleva

14. Grafická příloha

14.1. Zákresy poškození



LEGENDA



Chybějící části



Oddělující se povrchové úpravy



Silný prachový depozit



Znečištění (konsolidant, malta)



Praskliny



LEGENDA



Chybějící části



Oddělující se povrchové úpravy



Silný prachový depozit



Znečištění (konsolidant, malta)



Praskliny



15.Přílohy

15.1. Příloha 1. – Závazné stanovisko

MĚSTSKÝ ÚŘAD MORAVSKÁ TŘEBOVÁ

odbor výstavby a územního plánování

nám. T. G. Masaryka č.o. 29

571 01 Moravská Třebová

Váš dopis zn.:

Ze dne:

Naše značka: MUMT 8703/2012/OVUP6-411.1

Spisová značka : S MUMT 8107/2012

Vyřizuje: Blanka Žouželková

Tel.: 461 353 020

Fax: 461 353 074

E-mail: bzouzelkova@mtrebova.cz

Účastník řízení :

Obec Křenov, IČ 00276871

Křenov 26

569 22 Křenov

Datum vyhotovení : 28.3.2012

ROZHODNUTÍ

Městský úřad v Moravské Třebové, odbor výstavby a územního plánování jako příslušný orgán státní památkové péče podle ustanovení § 14 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, k žádosti o vydání závazného stanoviska Obce Křenov, podané dne 22.3.2012, vydává podle § 14 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů a zákona č. 500/2004 Sb., o správním řízení, v platném znění toto:

závazné stanovisko.

V souladu s ustanovením § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči v platném znění (dále jen památkový zákon), je provedení navržených prací spočívajících v :

- **restaurování nástěnných maleb, štukových reliéfů na klenbě kupole**, v rozsahu podle provedeného restaurátorského průzkumu zpracovaného Univerzitou Pardubice, Fakultou restaurování, Jiráskova 3, Litomyšl, datum březen 2012 zahrnující :
 - > fotodokumentaci a grafickou dokumentaci
 - > rozšíření restaurátorského průzkumu
 - > biocidní ošetření
 - > zpevnění nesoudržných omítek a štuků
 - > zpevnění barevné vrstvy
 - > čištění od hrubých nečistot, prachových depozitů, vápenných povlaků
 - > redukci konsolidantů z předchozích barevných zásahů
 - > revizi tmelů
 - > hloubkovou injektáž statických trhlin
 - > tmelení defektů omítkových vrstev
 - > lokální plastickou retuš chybějící modelace štuků
 - > barevnou retuš poškozených částí a tmelů
 - > obnovu poškozeného zlacení
 - > restaurátorskou dokumentaci

Úřední dny a hodiny:
Pondělí , středa
8:00 – 11:30, 12:30 – 17:00

Bankovní spojení:
Komerční banka Svitavy
1929-591/0100

IČO:
00277037

Telefonní ústředna:
461 353 111

- **restaurování štukových figurálních plastik a dekorativních reliéfů (plastiky spojené s nikami, andělé na římsě, vlys kladí, hlavice pilastrů), v rozsahu podle provedeného restaurátorského průzkumu zpracovaného Univerzitou Pardubice, Fakultou restaurování, Jiráskova 3, Litomyšl, datum březen 2012 zahrnující :**
 - fotodokumentaci a grafickou dokumentaci
 - rozšíření restaurátorského průzkumu
 - zpevnění nesoudržných částí omítek a štuků
 - zpevnění povrchových vrstev
 - čištění depozitů a nečistot
 - odstranění sekundárních povrchových úprav zaslepujících modelací
 - konzervaci železných výztuží a kotvicích zádoových trnů
 - lepení odlomených částí štuků
 - injektaž prasklin
 - lokální rekonstrukci štuků
 - lokální plastickou retuš
 - lokální barevnou retuš
 - obnovu ztraceného a poškozeného zlacení
 - restaurátorskou dokumentaci

v kapli sv. Isidora, stojící na pozemku parcelní číslo 37 v obci Křenov, nemovitě kulturní památky zapsané v ÚSKP pod rejstříkovým číslem 280066/6-3094 z hlediska zájmů státní památkové péče p ř í p u s t n é za dodržení následujících podmínek:

1. Účastník řízení zajistí, aby v doplňujícím průzkumu byla detailně graficky zachycena poškozená místa maleb i štuků, z barevných vrstev byly odebírány další vzorky a provedeny jejich nábrusy, na štukové výzdobě byla ve větší míře zachycena stratigrafie jednotlivých barevných vrstev až na podklad, místa odběrů byla graficky zachycena na pohledech na výzdobu, ve spodních partiích stěn byla zjištěna salinita omítek.
2. Účastník řízení zajistí, aby uvolněné tmely maleb z předchozích zásahů byly sejmuty a nahrazeny vápenným štukem stejné barevnosti a struktury jako je originál, barevné retuše byly reverzibilní, nahrazení železných výztuží a kotvicích zádoových trnů nerezem v případě špatného stavu, nové štuky budou stejné barevnosti a struktury jako je originál.
3. Účastník řízení zajistí, aby doplňující průzkum a vlastní restaurování prováděl restaurátor s povolením Ministerstva kultury ČR k restaurování malířských uměleckých děl a k restaurování sochařských uměleckých děl ze štuků .
4. Průběh prací bude účastník řízení prostřednictvím restaurátora konzultovat s Městským úřadem Moravská Třebová, odborem výstavby a územního plánování za účasti odborného pracovníka Národního památkového ústavu, územní odborné pracoviště v Pardubicích, na pravidelných kontrolních dnech.
5. Účastník řízení zajistí, v termínu do 60 dní od dokončení prací, prostřednictvím Městského úřadu Moravská Třebová, odboru výstavby a územního plánování, předání restaurátorské zprávy Národnímu památkovému ústavu ÚOP Pardubice.
6. Zahájení a dokončení restaurátorských prací bude písemně oznámeno Městskému úřadu Moravská Třebová, odboru výstavby a územního plánování.

Úřední dny a hodiny:
Pondělí, středa
8:00 – 11:30, 12:30 – 17:00

Bankovní spojení:
Komerční banka Svitavy
1929-591/0100

ICO:
00277037

Telefonní ústředna:
461 353 111

Odůvodnění:

Městský úřad Moravská Třebová, odbor výstavby a územního plánování, jako příslušný orgán státní památkové péče (dále orgán SPP), obdržel dne 22.3. 2012 žádost o vydání závazného stanoviska Obce Křenov ve věci „Restaurování nástěnných maleb, štukových reliéfů na klenbě kupole; restaurování štukových figurálních plastik a dekorativních reliéfů (plastiky spojené s nikami, andělé na římsě, vlys kladí, hlavice pilastrů); v kapli sv. Isidora, stojící na pozemku parcelní číslo 37 v obci Křenov, nemovitě kulturní památky zapsané v ÚSKP pod rejstříkovým číslem 280066/6-3094“. Tímto dnem bylo podle § 44 zákona č. 500/2004 Sb. o správním řízení v platném znění, zahájeno správní řízení.

Podle § 14 odst. 6 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, obdržel orgán SPP v této věci písemné vyjádření Národního památkového ústavu, územní odborné pracoviště v Pardubicích č.j. NPÚ-361/25725/2012/Prk.

V této věci není příslušný rozhodovat stavební úřad podle zvláštního právního předpisu, proto orgán státní památkové péče vydává samostatné rozhodnutí ve správním řízení podle § 44a zákona o státní památkové péči č. 20/1987 Sb.

Odborný dohled zabezpečuje dle ustanovení § 32 odst. 2 písm. g) zákona o státní památkové péči Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Pardubicích.

Orgán SPP seznámil účastníka řízení s podklady pro vydání rozhodnutí a podle § 36 odst. 3 zákona č. 500/2004 Sb., o správním řízení, v platném znění, mu dal možnost vyjádřit se před vydáním rozhodnutí.

S ohledem na současný stupeň poznání historického vývoje se jedná o centrální kapli na elipsovitém půdorysu se zaklenutou kupolí, u paty kupole je kladí se štukovými rozvilinami a festony, které nesou pilastry. Na vrchní hraně kladí jsou sedící andělci s hudebními nástroji (celkem osm). Mezi pilastry niky se štukovými postavami Adama, Evy, sv. Isidora a sv. Notburgy. Na klenbě je malba Osm kůrů andělských. Jedná se o dílo výtvarného umění z období baroka, štuk (patrně z roku 1701), malby – secco, z roku 1727, autor maleb Jan Kryštof Handke (1694-1774).

Příslušný orgán v průběhu správního řízení posuzoval žádost z hlediska jejího souladu s platnými právními předpisy. Při vyhotovení závazného stanoviska vycházel z písemného vyjádření Národního památkového ústavu ÚOP Pardubice a předložené žádosti a došel k závěru, že požadované práce jsou přípustné za předpokladu, že budou plně respektovány podmínky tohoto rozhodnutí. Podmínky uvedené ve výroku tohoto rozhodnutí stanovil orgán SPP podle § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů:

Podmínky 1, 2 – podmínky 1 (provedení doplňujícího průzkumu) byla stanovena na základě § 10 odst. 3 písm. b) vyhlášky č. 66/1988 Sb., v platném znění, a vzhledem k charakteru věci, jelikož při současném stavu poznání (bez provedených průzkumů) této kulturní památky nelze jednoznačně stanovit způsob provedení restaurátorských prací, podmínka 2 - zásady provedení restaurátorských prací byly stanoveny na základě hlediska zachování autentického materiálu a vzhledu, včetně patiny (pouze lokální retuše bez celkového barevného překrytí originálu, z důvodu zachování samotné fyzické podstaty neboť stav je velmi vážný, místy havarijní. Barevná vrstva je zašpiněná, uvolněná od podkladu, zpráškovatělá, v podkladní omítce i v malbě jsou praskliny, došlo i k odpadnutí barevné vrstvy s omítkou, jsou zde četná zateklá místa na malbě včetně biologického napadení řasami. Štuk – velmi vážný stav. Na zašpiněných andělcích jsou mechanická poškození, chybí části rukou, nohou i hudební nástroje, římsa kladí je na mnoha místech odpadlá až na cihly. Na stěnách i v nikách jsou vertikální praskliny, špína, v dolních partiích stěn jsou výkvěty solí. Sochy v nikách jsou zašpiněny, povrchová úprava (bílá) je místy uvolněná, stírá se.

Úřední dny a hodiny:
Pondělí, středa
8:00 – 11:30, 12:30 – 17:00

Bankovní spojení:
Komerční banka Svitavy
1929-591/0100

IČO:
00277037

Telefonní ústředna:
461 353 111

Podmínka 3 - byla stanovena na základě ustanovení § 14 odst. 8 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů.

Podmínka 4. – jednotlivé fáze průzkumu a zjištěné skutečnosti je nutné průběžně konzultovat s pracovníkem Národního památkového ústavu, jak z hlediska metodického přístupu, tak pro dokumentaci maximálního množství informací, aby nedošlo k nevratným ztrátám vypovídacích schopností této kulturní památky. Každý jednotlivý postup restaurování a konzervování je třeba řešit individuálně – příprava musí být řešena v těsné spolupráci s památkářem, popř. s technologem (viz. metodická publikace: Štulc J. – Suchomel M. – Maxová I.: Péče o kamenné sochařské a stavební památky, in: Odborné a metodické publikace, svazek 16, Praha 1998).

Podmínka č. 5 – byla stanovena podle § 10 odst. 3 písm. c) a odst. 4 písm. a) až h) vyhlášky č. 66/1988 Sb., v platném znění. Restaurátorská zpráva musí obsahovat :

- a) komplexní vyhodnocení průzkumných a výzkumných prací,
- b) dokumentaci provedeného restaurování,
- c) popis použitých technických a technologických postupů,
- d) popis použitých materiálů,
- e) nová zjištění o kulturní památce a pokyny pro další ochranný režim,
- f) fotodokumentaci jednotlivých fází restaurování a výsledného stavu,
- g) další dokumentaci podle povahy věci,
- h) předávací protokol a vyčíslení nákladů restaurování.

Podmínka 6 – byla ustanovena podle § 9 odst.5 vyhl. č.66/1988 Sb. v platném znění.

S provedením navržených prací orgán SPP souhlasí, neboť předmětnými restaurátorskými pracemi bude zjištěn stav věci a teprve poté bude stanoven definitivní postup restaurátorských prací. Tak bude v maximální možné míře zachována autenticita této kulturní památky, její charakter a vzhled. Realizace prací povede ke zlepšení stavu kulturní památky a k uchování její fyzické podstaty. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem rozhodl orgán SPP tak, jak je uvedeno ve výroku tohoto rozhodnutí.

Poučení o odvolání:

Proti tomuto rozhodnutí je možné podat odvolání do 15 dnů od jeho doručení, ke Krajskému úřadu Pardubického kraje, podáním učiněným u Městského úřadu v Moravské Třebové, odboru výstavby a územního plánování.

Blanka Žouželková - oprávněná úřední osoba

(dle §15, odst. 2, zák. č. 500/2004 Sb. v platném znění)

odbor výstavby a územního plánování

Městského úřadu Moravská Třebová

Na vědomí :

Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště Pardubice

Úřední dny a hodiny:
Pondělí , středa
8:00 – 11:30, 12:30 – 17:00

Bankovní spojení:
Komerční banka Svitavy
1929-591/0100

IČO:
00277037

Telefonní ústředna:
461 353 111

15.2. Příloha č. 2 - Chemicko-technologický průzkum

Materiálový průzkum

Křenov, hřbitovní kaple sv. Isidora – štukové plastiky putti

Zadavatel průzkumu:

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

Objekt, lokalizace:

Křenov, kaple sv. Isidora, štukové plastiky putti

Zadání průzkumu:

K materiálovému průzkumu a průzkumu stratigrafie povrchových úprav byly dodány vzorky štuků a povrchových úprav plastik putti ze hřbitovní kaple sv. Isidora v Křenově. Přehled vzorků s požadovaným stanovením a popisem od zadavatele je uveden v tabulce Tab.1, fotografická dokumentace míst odběrů vzorků v Příloze.

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

Číslo vzorku	Lokalizace, popis vzorku	Zadání
6691	P1, zlacení, křídlo, putto č. 18	stratigrafie, identifikace pigmentů, poživ
6692	M1 pravé rameno, putto č. 18	stratigrafie
6692B	M4 povrch štuk, putto č. 18	stratigrafie, identifikace pigmentů
6693	M2, pravé rameno, jádro, putto č. 18	stratigrafie
6694	M3, pravé rameno, jádro u armatury, putto č. 18	materiálový rozbor štuky
6902	Vz. 22.11/1 putto č. 12, štuk z levého ramene	stratigrafie, REM/EDS
6903	Vz. 22.11/2 putto č. 11, křídlo zlacení	stratigrafie, REM/EDS
6903B	Putto č. 11, křídlo zlacení (vz16.1/1) totéž co 6903	
	Vz 1, odpadlý vzorek, nepřirazeno	materiálový rozbor štuky
	Vz 2, odpadlý vzorek, nepřirazeno	materiálový rozbor štuky

- **Stratigrafie povrchových úprav**
Studium povrchových úprav bylo provedeno pomocí *optického mikroskopu* OPTIPHOT2-POL (Nikon) v dopadajícím viditelném, UV a modrém světle na připravených nábrusech. Pro mikroskopické pozorování byly vybrány části vzorků zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Po vytvrzení pryskyřice byly vybrušeny příčné řezy vzorků. Jako imerzní kapalina byla při pozorování použita demineralizovaná voda. Nábrusy byly fotograficky zdokumentovány digitálním fotoaparátem Canon 1000D.
- **Identifikace pigmentů**
Identifikace pigmentů byla provedena na základě prvkového složení vrstev pomocí *rastrovací elektronové mikroskopie s energiově disperzním analyzátozem* (REM-EDS), zároveň byla pozorována výstavba povrchových úprav. K tomuto účelu byl využit elektronový mikroskop Míra 3 LMU firmy Tescan s EDS systémem Bruker Quantax 200. Pro měření byly použity nábrusy připravené pro optickou mikroskopii. Před měřením byly vzorky opatřeny vrstvou uhlíku.
- **Identifikace organických pojiv mikrochemickými zkouškami**
Důkaz bílkovin mikrochemickými zkouškami byl proveden přes pyrroly a pyrrolové deriváty reakcí s p-dimethylaminobenzaldehydem, důkaz vysychavých olejů byl proveden testem na přítomnost glycerolu reakcí s odbarveným fuchsinem.
- **Základní rozbor materiálů štuků**
Při základním rozboru materiálů štuků byl zjišťován poměr pojiva a kameniva a granulometrie kameniva tzv. síťovou analýzou. Rozbor vychází z předpokladu, že kamenivo neobsahuje uhličitany a rozpustnou část vzorku tvoří pouze uhličitanové pojivo malty. Částečně rozmělněné vzorky byly nejprve rozloženy 10 % roztokem HCl, dále bylo kamenivo po zvážení povařeno s 10 % roztokem Na₂CO₃. Nerozpustný zbytek (kamenivo) byl podroben síťové analýze s použitím sít o průměru otvoru 0,063, 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 4 a 8 mm. K průzkumu typu pojiva a kameniva byly využity mikroskopické metody (viz identifikace pigmentů).
- **Identifikace krystalických složek rentgenovou difrakcí (XRD)**
Měření bylo provedeno na Diffractometru D8 ADVANCE (Bruker AXS, Německo) Goniometr: vertikální Theta/Theta, poloměr=217.5mm Rentgenka: Cu, U=40kV, I=30mA, (dublet CuK α , vlnová délka CuK α 1=1.54060Å, CuK α 2=1.54439Å), CuK α 2 byla matematicky odečtena a difraktogram byl vyhlazen Fourirovou transformací. Byl použit grafitový sekundární monochromátor a scintilační detektor. Měřeno v rozsahu 5-70°(2Theta), krok 0,02°, čas 6s/krok (kvalitativní analýza) a v úsecích 26,1-27,1°, 28,6-30,2° a 42,7-44,1° s krokem 0,02 a časem 30s/krok (kvantita). Přiřazení standardů bylo provedeno na základě anorganické databáze PDF-4+ z roku 2011. Měření provedl doc. Ing. Ludvíkem Benešem CSc. ze Společné laboratoře chemie pevných látek, Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice.

Výsledky identifikace organických látek

Tab. 2: Výsledky identifikace organických látek mikrochemickými testy.

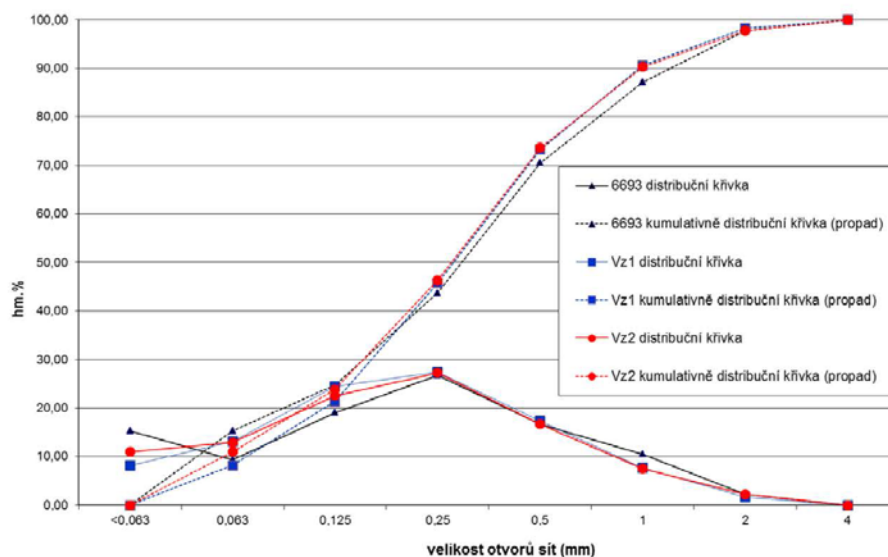
Číslo vzorku	bílkoviny	oleje	sacharidy	pryskyřice
6691	-	++	nestanovováno	-

Materiálový rozbor štku

Jádrová růžová vrstva - vzorky 6693 (část 0b), Vz1, Vz2

Granulometrická analýza a základní rozbor byly provedeny na třech vzorcích jádrového štku růžového odstínu. Zrna kameniva jsou ostrohranná, červené odstíny zrn kameniva jsou důsledkem přítomnosti vysokého podílu minerálů obsahujících železo. V kamenivu jsou obsaženy zuhelnatělé zbytky organických pletiv. Velikost zrn kameniva se pohybuje do 4 mm. Nejvyšší podíl kameniva, přibližně 70 hm. %, tvoří zrna střední velikosti v rozmezí mezi 0,125 a 0,5 mm. Kamenivo obsahuje poměrně vysoký obsah jemných částic (přibližně 10 hm. %).

Z rozboru vyplývá, že přibližný objemový poměr míchání vápenné kaše a plniva byl 1:1 až 1,5:1.

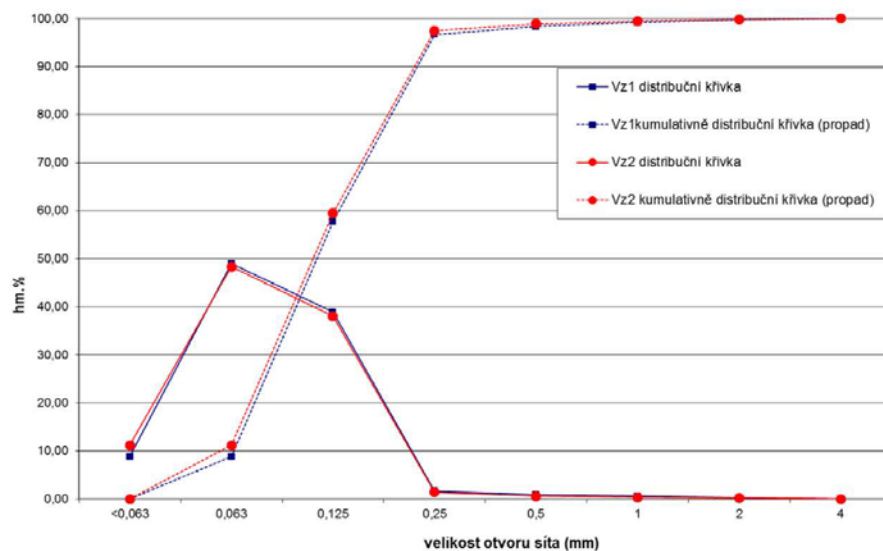


Graf. 1 Distribuce a kumulativní distribuce velikostí otvorů sít (mm) vzorků jádrové růžové štukové vrstvy.

Vz2, svrchní vrstva štuky – vzorky V1 a V2

Materiálový rozbor byl proveden na dvou vzorcích svrchní bílé štukové vrstvy. Kamenivo obsahuje křemičitý písek s úzkou distribucí velikostí zrn. Převážná část zrn má velikost mezi 0,063 až 0,125 mm. Maximální velikost zrn nepřesahuje 2 mm. Kamenivo je bohaté na jemnozrný podíl, jehož obsah je 10 hm. %.

Přibližný objemový poměr vápenné kaše a kameniva, který byl použit k míchání malty, byl 2,7 : 1.



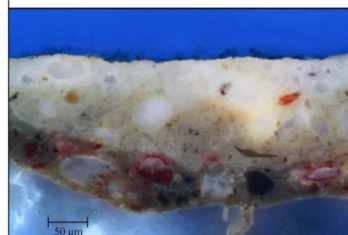
Graf. 2 Distribuce a kumulativní distribuce velikostí zrn kameniva vzorků svrchní bílé štukové vrstvy.

Výsledky materiálového průzkumu, stratigrafie povrchových úprav

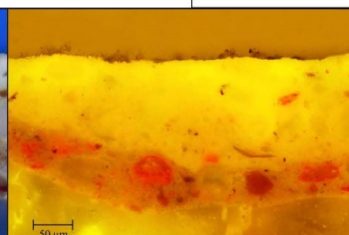
■ Vzorek č. 6691, zlacení – křídlo, putto č. 18

Číslo	Popis vrstev	Výsledky REM-EDS
4.	nesouvislá tenká vrstva kovového lesku žlutého odstínu	Au: plátek zlata, na povrchu nečistoty, pod plátkem velmi tenká část bohatá na Pb, K, S, Si
3.	žlutá vrstva	Pb (Al, Si, Fe, Ca, Na): olovnatá běloba, žlutý okr, žlutý pigment obsahující olovo (masikot)
2.	žlutá vrstva světlý odstín	Pb (Al, Si, Fe, Ca): olovnatá běloba (zrno Pb), žlutý okr (shluk pigmentu Si, Al, Fe, Pb), suřík, nelze vyloučit přítomnost žlutého pigmentu obsahujícího olovo (masikot)
1.	oranžovo-okrová vrstva s obilnými červenými a oranžovými částicemi, ojediněle fragmenty kovového lesku	Pb, Fe (Si, Al): olovnatá běloba, suřík, železitá červecí (zrno Fe, Si, Al), žlutý pigment obsahující olovo - pravděpodobně masikot a žlutý okr, fragment mědi (Cu), fragment stříbra (Ag, Pb)
0.	vrchní část štku	matrix: Ca (Si) vzdušné vápno, barevné vrstvy byly naneseny na vyzrálý povrch kamenivo: křemenná zrna (Si)

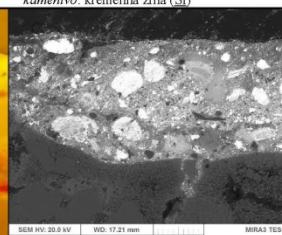
Obr. 1 Vzorek č. 6691 v bílém dopadajícím světle.



Obr. 2 Po excitaci UV světlem.



Obr. 3 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 4 Fotografie z elektronového mikroskopu

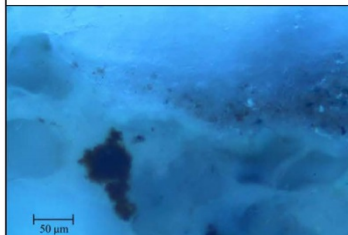
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

5/14

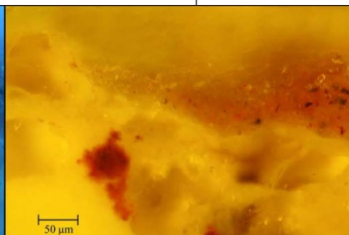
■ Vzorek č. 6692B, povrch štku – putto č. 18

Číslo	Popis vrstev	Výsledky REM-EDS
1.	hnědo-oranžová vrstva s černými částicemi	C (Si, Al, Ca): hlínky (zrno Fe (Si, Al)), drobná křemenná zrna (Si), pravděpodobně polymerní pojivo
0.	vrchní část štku	matrix: Ca (Si) vzdušné vápno kamenivo: převážně křemenná zrna (Si)

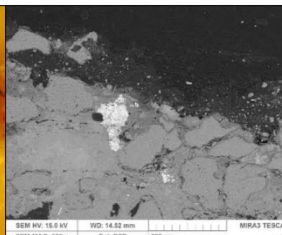
Obr. 5 Vzorek č. 6692B v bílém dopadajícím světle.



Obr. 6 Po excitaci UV světlem.



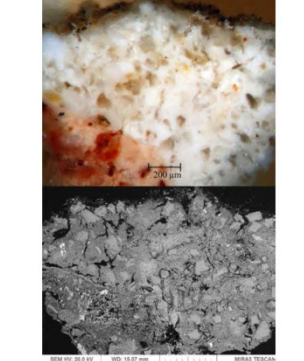
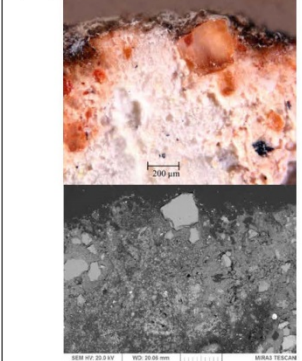
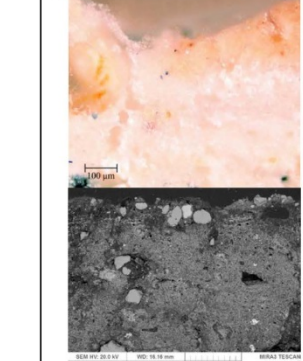
Obr. 7 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 8 Fotografie z elektronového mikroskopu

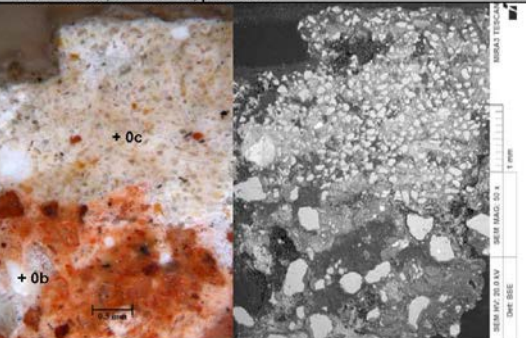
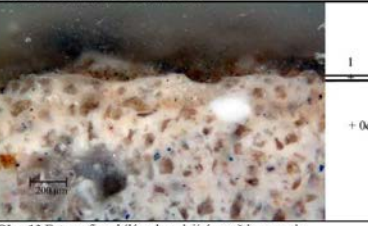
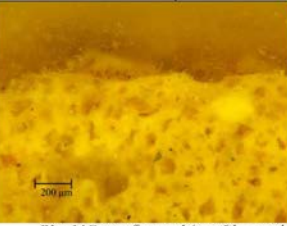
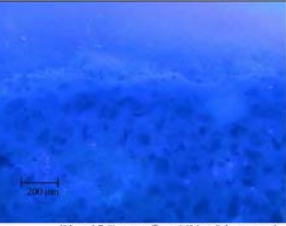
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

6/14

Vzorky č. 6692 (povrch), 6693 (jádro), 6694 (jádro u armatury) – pravé rameno, putto č. 18		
6692, svrchní jemnozrná bílá vrstva (0c)	6693, růžová vrstva (0b) se znatelným jemným kamenivem	6694, spodní bílá vrstva (0a)
<p>Maximální velikost zrn kameniva v zorku zjištěná z elektronové mikroskopie je přibližně 0,15 mm. Výsledek lze považovat vzhledem k malé velikosti vzorku za orientační. Zrna kameniva jsou ostrohranná.</p> <p>Výsledky REM-EDS: Převážně zrna Si křemenná zrna Ojedinele zrna Al, K zrna hliníkokřemičitanů (živce) Matrix: pojivo na bázi CaCO₃ – vápno, shluk krystalů sídroce (Ca,S) Ca (Si)</p>	<p>Zrna kameniva jsou ostrohranná. V úlomku vzorku je obsažen bílý materiál pocházející ze spodní části štuky (vzorek 6694).</p> <p>Výsledky REM-EDS Zrna Si křemenná zrna Zrna Si, Al, K zrna hliníkokřemičitanů (živce) Matrix: Ca (Si, Mg, Al) pojivo na bázi CaCO₃ – vápno, krystaly Ca, S, Sr patrně malý přídavek sádry</p>	<p>V materiálu jádrové bílé vrstvy bylo kamenivo pozorováno pouze ojedinele.</p> <p>Výsledky REM-EDS Velmi malé množství zrn Si křemenná zrna Matrix: sádra, vápno Ca, S (Si, Mg, Na)</p>
 <p>Obr. 9 Materiál vrchní části štuky, vzorek 6692. Snímky z optického a elektronového mikroskopu.</p>	 <p>Obr. 10 Materiál střední části štuky, vzorek 6693. Snímky z optického a elektronového mikroskopu.</p>	 <p>Obr. 11 Materiál spodní části štuky, vzorek 6694. Snímky z optického a elektronového mikroskopu.</p>

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

7/14

Vzorek č. 6902, levé rameno, putto č. 12													
 <p>Obr. 12 Vzorek 6902 v bílém světle.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Číslo</th> <th>Popis vrstev</th> <th>Výsledky REM-EDS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>tenká hnědo-okrová vrstva</td> <td>vrstvu nebylo možné zaznamenat, vrstva je pravděpodobně pigmentovaná okry</td> </tr> <tr> <td>0c</td> <td>svrchní vrstva štuky, bílá</td> <td>matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), ojedinele shluky siranu vápenatého (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), maximální velikost přibližně 0,2 mm</td> </tr> <tr> <td>0b</td> <td>vrstva štuky, růžový odstín</td> <td>matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), malé množství sádry (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), ojedinele hliníkokřemičitan (Si, Al, K, Na) maximální velikost přibližně 1 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Číslo	Popis vrstev	Výsledky REM-EDS	1	tenká hnědo-okrová vrstva	vrstvu nebylo možné zaznamenat, vrstva je pravděpodobně pigmentovaná okry	0c	svrchní vrstva štuky, bílá	matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), ojedinele shluky siranu vápenatého (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), maximální velikost přibližně 0,2 mm	0b	vrstva štuky, růžový odstín	matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), malé množství sádry (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), ojedinele hliníkokřemičitan (Si, Al, K, Na) maximální velikost přibližně 1 mm
Číslo	Popis vrstev	Výsledky REM-EDS											
1	tenká hnědo-okrová vrstva	vrstvu nebylo možné zaznamenat, vrstva je pravděpodobně pigmentovaná okry											
0c	svrchní vrstva štuky, bílá	matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), ojedinele shluky siranu vápenatého (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), maximální velikost přibližně 0,2 mm											
0b	vrstva štuky, růžový odstín	matrix Ca, S, Al, Si: vzdušné vápno (Ca), malé množství sádry (Ca, S) kamenivo: převážně křemenná zrna (Si), ojedinele hliníkokřemičitan (Si, Al, K, Na) maximální velikost přibližně 1 mm											
 <p>Obr. 13 Fotografie v bílém dopadajícím světle, povrch.</p>	 <p>Obr. 14 Fotografie v modrém světle, povrch.</p>												
 <p>Obr. 15 Fotografie v UV světle, povrch.</p>													

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

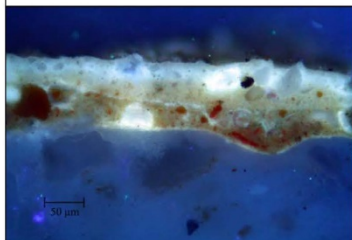
8/14

▪ Vzorek č. 6903, zlacení, putto č. 11

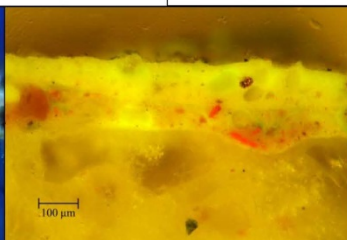


Obr. 16 Vzorek č. 6903 v bílém dopadajícím světle.

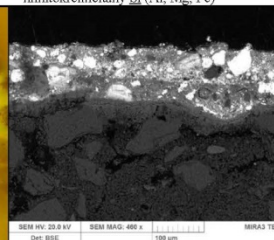
Císlo Popis vrstev	Výsledky REM-EDS
4. nesouvislá tenká hnědo-okrová vrstva	nečistoty, zlacení plátkovým zlatem (Au) bylo nalezeno na jiném úloмку vzorku
3. žlutá vrstva patrná zejména v UV světle, bílé částice, dobře propojená s vrstvou 2	Pb, Si (Al, Fe, Ca): olovnatá běloba, žlutý okr, nelze vyloučit přítomnost žlutého pigmentu obsahujícího olovo (masicot)
2. žlutá vrstva světlý odstín, bílé a průhledné částice, ojediněle fragmenty kovového lesku	Pb (Al, Si, Fe, Ca): olovnatá běloba (zmo Pb), křemenná zrna (Si), částice kovového lesku obsahující měď Cu, Pb (Sb, Si)
1. oranžovo-okrová vrstva s obými bílými a oranžovými částicemi, ojediněle malé fragmenty kovového lesku, patrně na povrchu organická látka	Pb, Fe, Si (Al): olovnatá běloba, sušik (Pb), oranžové částice železitě červené (Fe, Si, Al), další pigmenty obsahující olovo, bílé částice Pb, Sn, oranžová částice Pb, Cu, Sb obalená Pb a /nebo žlutý okr, částice Cu obalená Pb
0. vápenný podklad pro povrchové úpravy s kamenivem, pravděpodobně velmi malá příměs sádry	Ca, Si, Al (Mg, S, Na): matric: vzdušné vápno, na povrchu přítomna vrstva uhlíkatu vápenatého, příměs sádry (ojediněle zrna Sr, Ca) kamenivo: převážně křemen Si, ojediněle hlinitokřemičitany Si (Al, Mg, Fe)



Obr. 17 Po excitaci UV světlem.



Obr. 18 Po excitaci modrým světlem.



Obr. 19 Fotografie z elektronového mikroskopu

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz,
bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275

Závěr:

Povrchové úpravy plastik – vzorky 6691 a 6903:

Povrch vybraných částí plastik je upraven zlacením (vzorky 6691 a 6903). Podklad pro zlacení je u obou vzorků tvořen třemi vrstvami žlutých až oranžových odstínů (1-3). Podkladní nátěry byly nanášeny na vyztužený vápenný štuk. V oranžovo-okrové vrstvě 1 a spodní žluté vrstvě 2 byly ojediněle zaznamenány částice kovového lesku různého složení, obsahující například měď nebo stříbro. Zlacení je provedeno plátkovým zlatem na podklad obsahující olej (pravděpodobně tzv. mixtionové zlacení¹). Podkladní nátěry pod zlacení (1-3) jsou probarveny pigmenty bílých, žlutých až červených odstínů na bázi sloučenin olova a oxidů železa. V těchto vrstvách jsou přítomny oválné poloprůhledné vměstky. V odborné literatuře je popsáno, že tyto útvary vznikají reakcí olovnatých pigmentů s olejovým pojivem za vzniku olovnatých mýdel².

Na vzorku odebraném v části s narůžovělými skvrnami (6692B) byla mikroskopicky zaznamenána silnější růžová vrstva s organickým pojivem, probarvená pigmenty na bázi oxidů železa.

Materiály štuků - vzorky 6692, 6693, 6694, 6902, Vz1, Vz2

Lze předpokládat, že jsou plastiky putty zhotoveny ze tří štukových vrstev. Přímou na kovovou armaturu byla nanášena tenčí bílá štuková vrstva obsahující směs vápna a sádry (vrstva 0a). Vrstva obsahuje velmi nízký podíl křemenného kameniva.

Následuje narůžovělá jádrová vrstva štuku (vrstva 0b), tvořená z vápna s malou příměsí sádry a načervenalým kamenivem. Barevnost kameniva je zapříčiněna vysokým obsahem minerálů obsahujících sloučeniny železa. Distribuce velikostí zrn kameniva je pozvolná s vysokým obsahem nejjemnějších částic. Maximální velikost zrn kameniva této vrstvy je 4 mm. Přibližný objemový poměr míchání vápenné kaše a kameniva jádrové vrstvy mohl být 1: 1 až 1,5:1.

Svrchní bílá štuková vrstva (0c) je pojena vápnem s malou příměsí sádry, dále obsahuje křemenný písek s úzkou distribucí velikostí zrn a vysokým podílem jemných částic. Velikost zrn písku nepřesahuje 2 mm. Objemový poměr vápenné kaše a písku při míchání malty byl přibližně 2,7: 1.

V Litomyšli 19. 8. 2013

Ing. Petra Lesniaková, Ph.D.
Katedra chemické technologie Fakulty restaurování v Litomyšli
Univerzita Pardubice

¹ Losos, L. Pozlacení a polychromie. Grada publishing, a.s. Praha 2005.

² Higgitt C., Spring M., Saunders D. Pigment-medium Interaction in Oil Paint Films containing Red Lead or Lead-tin Yellow. In National Gallery Technical Bulletin, Vol. 24, 2003. London. (<http://www.nationalgallery.org.uk/pigment-medium-interactions-in-oil-paint-films-containing-red-lead-or-lead-tin-yellow>)

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl, telefon/fax 461 612 565, e-mail dekanat.FR@upce.cz, bankovní spojení KB Pardubice 37030561/0100, IČO 00216275, DIČ CZ00216275



Obr. 20 Místa odběru vzorků 6691 (P1), putto č.18 – levá strana, křídlo.
Foto Daniel Bartoš.



Obr. 21 Místa odběru vzorků 6692 (M1), 6693 (M2), 6694 (M3),
putto č. 18 – pravá strana, rameno. Foto Daniel Bartoš.



Obr. 22 Místa odběru vzorků 6692b, putto č. 18. Foto Daniel Bartoš.



Obr. 23 Putto č. 12. Foto Petra Zítková.



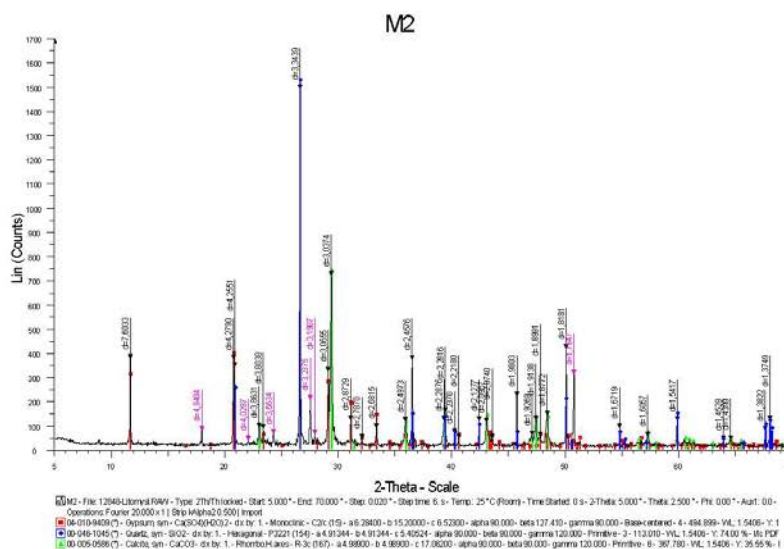
Obr. 24 Putto č. 12, místo odběru vzorku 6902. Foto Petra Zítková.



Obr. 25 Putto č. 11. Foto Aleš Hvizdal.



Obr. 26 Putto č. 11, místo odběru vzorku 6903. Foto Aleš Hvizdal.



Obr. 27 Výsledek XRD měření růžové vrstvy štuku 0b s jemným kamenivem (vzorek 6693 – M2).

15.3. Příloha č. 3 – Složení kameniva pro nové malty

Směs pro přípravu podle vzorku VZ1-1

Štukové jádro obsahovalo především ostrohranná červená, tmavá a křemenná zrna, proto byly zvoleny dva písky: písek drcený z lomu Lány – arkózový červený a čistě křemenný písek ze Střelče.

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení vždy na každou frakci.

< 0,063	8,2
0,063	13,2
0,125	24,5
0,25	27,5
0,5	17,3
1	7,7
2	1,7
4	0,00

Lány :Střelč

3 : 1

Směs pro přípravu podle vzorku VZ1-2

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení.

< 0,063	8,78
0,063	48,97
0,125	38,90
0,25	1,67
0,5	0,86
1	0,57
2	0,24
4	0,00

Lány :Střelč

1 : 5 0,063 -0,125 mm

1 : 2 0,250-2 mm

Směs pro přípravu podle vzorku VZ2

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení.

< 0,063	3,9
0,063	5,1
0,125	32,2
0,25	50,0
0,5	8,9
1	0,0
2	0,0
4	0,0

Střeleč : Běstviný : Záměl

3 : 1 : 1 0,063 -0,125 mm

3 : 0,5 : 0,5 0,250- 0,5 mm

Směs pro přípravu podle vzorku VZ3

Tato směs nebyla vytvořena.

< 0,063	4
0,063	4
0,125	8
0,25	20
0,5	28
1	18
2	14
4	4

Směs pro přípravu podle vzorku VZ4-1

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení

< 0,063	1,7
0,063	3,2
0,125	8,0
0,25	34,2
0,5	44,1
1	8,3
2	0,4
4	0,0

Běstovice : Střeleč

1 : 3 0,063-0,125 mm

3 : 1 0,250- 0,5 mm

2 : 1 1 -2 mm

Směs pro přípravu podle vzorku VZ4-2

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení

< 0,063	1,5
0,063	5,6
0,125	43,4
0,25	39,8
0,5	9,2
1	0,4
2	0,0
4	0,0

Střeleč : Záměl

2 : 1

Směs pro přípravu podle vzorku VZ5-1

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení

< 0,063	6
0,063	7
0,125	10
0,25	35
0,5	28
1	9
2	4
4	2

Střeleč : Běstovice

3 : 1 0,063- 0,125 mm

1 : 2 0,250 – 1 mm

1 : 3 2- 4 mm

Směs pro přípravu podle vzorku VZ5-2

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení

< 0,063	3
0,063	4
0,125	11
0,25	40
0,5	36
1	6
2	0
4	0

Střeleč : Běstovice

3 : 1 0,063- 0,125 mm

1 : 2 0,250 – 1 mm

Směs pro přípravu podle vzorku VZ5-3

Podle procentuálního zastoupení jednotlivých frakcí byla směs složena z těchto písku v poměrovém zastoupení

< 0,063	9
0,063	7
0,125	29
0,25	38
0,5	17
1	1
2	0
4	0

Střeleč : Běstovice

3 : 1 0,063- 0,125 mm

1 : 2 0,250 – 1 mm

Seznam vyobrazení

Tab. č. 1- Latinský nápis na sousoší sv. Floriana.....	16
Obr. č. 1- Ilustr. Detail oličejů.....	18
Obr. č. 2 - Ilustr. detail levého křídla	19
Obr. č. 3 - Ilustr. detail štítu	19
Obr. č. 4 - Ilustr. detail levého ucha s vlasy.....	20
Obr. č. 5 - Ilustr. detail pravého křídla	20
Obr. č. 6 – Ilustr. Detail hrudi	21
Obr. č. 7 - Ilustr. detail hlavy	21
Obr. č. 8 - Ilustr. Měření nasákavosti Karstenovou trubicí.....	22
Tab. č. 2 – Místa měření.....	22
Obr. č. 9- Ilustr. grafické znázornění míst měření nasákavosti.....	23
Tab. č. 3 - Naměřené hodnoty nasákavosti vodou	24
Graf č. 1 - Měření nasákavosti kamene vodou.....	24
Tab. č. 4 - Naměřené hodnoty nasákavosti lihem	24
Graf č. 2 - Měření nasákavosti kamene vodou lihem.....	25
Tab. č. 5 - Přehled vzorků, místo a hloubka odběru	26
Obr. č. 10 - Ilustr. místa odběrů	26
Obr. č. 11 – Ilustr. Grafické znázornění odběru vzorků.....	26
Tab. č. 6 - Výsledky stanovení obsahu vodorozpustných solí	27
Tab. č. 7 - Norma zasolení	27
Tab. č. 8 Přehled míst odběrů vzorků	28
Obr. č. 12 - Ilustr. grafické znázornění míst odběru vzorků	28
Obr. č. 13 – Ilustr. stratigrafie povrchových vrstev	29
Tab. č. 9 - Výsledky měření UZ.....	31
Graf č. 3- Profil rychlostí UZ.....	33
Tab. č. 10 – Průměrná rychlost UZ v jednotlivých směrech měření.....	33
Tab. č. 11- Výsledky měření UZ po konsolidaci	42
Tab. č. 12 -Průměrná rychlost UZ v jednotlivých směrech měření	43
Graf č. 4 - Profil rychlostí UZ před a po konsolidaci.....	43
Tab. č. 13 – Zkoušky tmelů na mušlový vápenec	45
Obr. č. 14 – Ilustr., zkoušky tmelů na mušlový vápenec	45
Obr. č. 15 – Ilustr., vybrané vzorky tmelů	46
Obr. č. 16 – Stav před restaurováním – pohled zepředu	51
Obr. č. 17 – Stav před restaurováním – pohled zezadu.....	52
Obr. č. 18 - Zkoušky čištění předních partií laserem	53
Obr. č. 19 – Průběh čištění laserem	53
Obr. č. 21 – jemné odstraňování tmelů mikrotužkou.....	53
Obr. č. 20 – Odstraňování tmelů na krku.....	53
Obr. č. 22 - Stav zadní části levého křídla po očištění laserem	54
Obr. č. 23 - Stav dolních partií po očištění laserem	54
Obr. č. 24 - Stav po čistícím zábalu	55

Obr. č. 25 - Aplikace čistícího uničivého zábalu	55
Obr. č. 26 - Stav po očištění laserem	55
Obr. č. 27 - Infúze dutin konsolidantem	56
Obr. č. 28 - Injektáž prasklin.....	56
Obr. č. 29 - Konsolidace míst pod odstraněnými tmely.....	56
Obr. č. 30 - Konsolidace obnažených a drolicích se míst.....	56
Obr. č. 31 - Tmelení míst po odstraněných tmelech	57
Obr. č. 32- Tmelení míst po odstraněných tmelech	57
Obr. č. 33 - Tmelení draperie	58
Obr. č. 34 - Tmelení chybějících částí soklu.....	58
Obr. č. 35 - Retušování nových tmelů.....	59
Obr. č. 36 - Retušování starých tmelů.....	59
Obr. č. 37 - Stav po restaurování - hlava.....	60
.....	60
Obr. č. 38 - Stav před restaurováním - hlava	60
Obr. č. 39 - Stav před restaurováním -draperie	60
Obr. č. 40- Stav po restaurování - draperie	60
Obr. č. 41- Stav po restaurování, pravé křídlo	61
Obr. č. 42- Stav před restaurováním -pravé křídlo.....	61
Obr. č. 43 - Stav před restaurováním - spodní část	61
Obr. č. 44 - Stav po restaurování, spodní část.....	61
Obr. č. 45- Stav po restaurování - pravé křídlo zezadu.....	62
Obr. č. 46 - Stav před restaurováním -pravé křídlo zezadu	62
Obr. č. 47- Stav po restaurování, štít s křídlem.....	62
Obr. č. 48- Stav před restaurováním – štít s křídlem	62
Obr. č. 49- Stav po restaurování - levý bok	63
Obr. č. 50- Stav po restaurování - štít zepředu.....	63
Obr. č. 51- Stav před restaurováním -štit zepředu	63
Obr. č. 52- Stav před restaurováním - levý bok	63
Obr. č. 53- Stav po restaurování- zepředu.....	64
Obr. č. 54- Stav po restaurování, zezadu	65
Obr. č. 55- Ilust. Zákres umístění putti č. 12.....	95
Obr. č. 56- Ilustr.vzorek č. 6902, levé rameno, putti č.12.....	98
Obr. č. 57- Ilustr. vzorek č. 6903, zlacení, puttoč. 11	100
Tab. č. 14 - Účinek organických přísad ve vápenných maltách.....	113
Obr. č. 58 - Ilustr. souvrství štuky.....	120
Obr. č. 59 - Ilustr. putti č. 12	120
Obr. č. 60 – Ilustr. Kaple sv. Isidora	120
Obr. č. 61- Ilustr. vzorky štuků z Křenova.....	120
Obr. č. 62 -Ilustr. <i>Piaristický chrám Nalezení sv. Kříže, Litomyšl</i>	121
Obr. č. 63 - Ilustr. štuková hlavice, Litomyšl.....	121
Obr. č. 64 - Ilustr. vzorky štuků, Litomyšl.....	121
Obr. č. 65- Ilustr. interiér synagogy, Mikulov	122
Obr. č. 66 - Ilustr. Synagoga, Mikulov	122

Obr. č. 67 - Ilustr. vzorky štuků, Mikulov	122
Obr. č. 68- Ilustr. detail štuků, Mikulov.....	122
Obr. č. 69 - Ilustr. Šlechtova restaurace, Praha.....	123
Obr. č. 70 - Ilustr. štuková klenba, Praha.....	123
Obr. č. 71- Ilustr. detail souvrství, Šlechtova restaurace	123
Obr. č. 72- Ilustr. vzorek štuku, Šlechotva restaurace	123
Obr. č. 73 - Ilustr. místo nalezení.....	124
Obr. č. 74 - Ilustr. Měšťanský dům U Drahomířina sloupuna Loretánském náměstí, Praha	124
Obr. č. 75 - Ilustr. vzorek štukové římsy, Praha	124
Obr. č. 76 - Ilustr. síťový vibrační přístroj	127
Obr. č. 77 - Ilustr. křivka záchyty	127
Tab. č. 15 - Složení VZ1-1	131
Tab. č. 16 - Receptura složení VZ1-1	131
Graf č. 5 - Zrnitostní křivka VZ1-1.....	132
Obr. č. 78 - Ilustr. kamenivo VZ1-1.....	132
Tab. č. 18 - Receptury složení VZ1-2.....	133
Graf č. 6 - Zrnitostní křivka VZ1-2.....	134
Obr. č. 79 - Ilustr. kamenivo VZ1-2.....	134
Tab. č. 19 - Složení VZ2	135
Tab. č. 20 - Receptury složení VZ2	135
Graf č. 7 – Zrnitostní křivka VZ2	136
Obr. č. 80 - Ilustr. kamenivo VZ2.....	136
Tab. č. 21 – Složení VZ3	137
Tab. č. 22 - Receptury složení VZ3	137
Graf č. 8 – Zrnitostní křivka VZ3	138
Obr. č. 81 - Ilustr. kamenivo VZ3.....	138
Tab. č. 23 - Složení VZ4-1.....	139
Tab. č. 24 - Receptury složení VZ4-1	139
Graf č. 9 Zrnitostní křivka VZ4-1	140
Obr. č. 83 - Ilustr. kamenivo VZ4-1.....	140
Tab. č. 25 - Složení VZ4-2.....	141
Tab. č. 26 - Receptury složení VZ4-2.....	141
Graf č. 10 - Zrnitostní křivka VZ4-2.....	142
Obr. č. 84 - Ilustr. kamenivo VZ4-2.....	142
Tab. č. 27 - Složení VZ5-1.....	143
Tab. č. 28 - Receptury složení VZ5-1	143
Graf č. 11 - Zrnitostní křivka VZ5-1.....	144
Obr. č. 86 - Ilustr. kamenivo VZ5-1.....	144
Tab. č. 29 - Složení VZ5-2.....	145
Tab. č. 30 - Receptury složení VZ5-1	145
Graf č. 12 - Zrnitostní křivka VZ5-2.....	146
Obr. č. 87 - Ilustr. Kamenivo VZ5-2.....	146
Tab. č. 31 - Složení VZ5-3.....	147

Tab. č. 32 - Receptur složení VZ5-3	147
Graf č. 13 - Zrnitostní křivka VZ5-3.....	148
Obr. č. 88 - Ilustr. kamenivo VZ5-3.....	148
Graf č. 14 - Zrnitostní křivky všech vzorků.....	151
Tab. č. 33 - Tvary zrnitostních křivek.....	151
Obr. č. 89 - Kamenivo jednotlivých vzorků.....	152
Tab. č. 34 - Příklad frakce d 0,5 mm.....	153
Tab. č. 35 - Příklad frakce d 1 mm.....	153
Tab. č. 36 - Výsledky mikroskopie	156
Tab. č. 37- Výsledky měření nasákavosti a otevřené porosity.....	156
Obr. č. 90 - Testovací panel	160
Tab. č. 38 – Výsledky zpracovatelnosti pro VZ1-1 Štuk jádro z Křenova.....	161
Tab. č. 39 - Výsledky zpracovatelnosti pro VZ1-2 Štuk final z Křenova.....	162
Tab. č. 40 - Výsledky zpracovatelnosti pro VZ2 Štuk z kostela v Litomyšli	163
Tab. č. 41- Výsledky zpracovatelnosti pro VZ4-2 Štuk ze Šlechtovy restaurace.....	164
Obr. č. 92 - Nástroje čištění	170
Obr. č. 91- Zkoušky čtení	170
Obr. č. 93 - Štuková destička křídla.....	172
Obr. č. 94 - Hliněný model.....	172
Obr. č. 95 - Archivní fotografie foto: Kovařík, 2006 s. 15-18.....	179
Obr. č. 96 - Stav před restaurováním	180
Obr. č. 97 - Stav před restaurováním, pohled zprava.....	181
Obr. č. 98 - Stav před restaurováním, pohled zleva	182
Obr. č. 99 - Čištění prachových depozitů.....	183
Obr. č. 100 - Odstraňování malty na zádech.....	183
Obr. č. 101 - Odstraňování malty na draperii.....	183
Obr. č. 102 - Injektáž prasklin krku a ramene.....	184
Obr. č. 103 - Injektáž praskliny na levé noze.....	184
Obr. č. 104 - Injektáž prasklin na píšťale.....	184
Obr. č. 106 - Obnova chybějícího zlacení.....	185
Obr. č. 107 - Ošetření obnažených drátů antikoročním nátěrem	185
Obr. č. 108 Ošetření kovovoé ramatury antikoročním nátěrem.....	185
Obr. č. 105 - Přilepení oddělené ruky k píšťale	185
Obr. č. 109 - Nanesení první štukové vrstvy.....	186
Obr. č. 110 - Nanesení obkladové vrstvy na armaturu.....	186
Obr. č. 111 - Nanášení svrchní štukové vrstvy	186
Obr. č. 112 - Nanesení druhé štukové vrstvy	186
Obr. č. 113 - Připevněný podklad pro nanášení štukového křídla	187
Obr. č. 114 - Modelace prstů.....	187
Obr. č. 115 - Modelace ruky a prstů.....	187
Obr. č. 116 - Modelace štukového křídla.....	188
Obr. č. 117 - Nanášení a modelování štukového křídla	188
Obr. č. 118 - Namodelované chybějící prvky	189
Obr. č. 120 - Stav po restaurování - pravé křídlo.....	190

Obr. č. 119 - Stav před restaurováním - křídlo	190
Obr. č. 121 - Stav po restaurování - uchopení píšťaly	190
Obr. č. 122 - Stav před restaurováním, uchopení píšťaly	190
Obr. č. 123 - Stav po restaurování - levý bok s křídlem	191
Obr. č. 124- Stav před restaurováním - levý bok s křídlem	191
Obr. č. 125- Stav před restaurováním, ruce s píšťalou.....	191
Obr. č. 126 -Stav po restaurování - ruce s píšťalou	191
Obr. č. 128 - Stav před restaurováním - dolní partie se zlacením.....	192
Obr. č. 127 - Stav po restaurování - dolní partie se zlacením	192
Obr. č. 129 - Stav po restaurování - zepředu.....	193
Obr. č. 130 - Stav po restaurování - zprava.....	194
Obr. č. 131- Stav po restaurování - zleva.....	195