

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

Restaurování sochy „Múzy lyrického zpěvu Aiodé“ z parku státního zámku
Konopiště

Restaurování sádrových plastik rytířů, modelů stavebních článků chrámu
sv. Barbory v Kutné Hoře

Aneta Kokstejnová

Vedoucí práce: MgA Petr Rejman

Bakalářská práce

2015

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Aneta Kokstejnová**
Osobní číslo: **R11000**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**
Název tématu: **Restaurování sochy "Múzy lyrického zpěvu Aiodé" z parku státního zámku Konopiště a sádrových plastik rytířů, modelů sochařské výzdoby z chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře**
Zadávací katedra: **Ateliér restaurování kamene**

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

Komplexní restaurátorský zásah na soše "Múzy lyrického zpěvu Aiodé" a sádrových plastik rytířů. Součástí bakalářské práce bude teoretická část zaměřená na porovnání vlastností vybraných lepených spojů použitelných pro historické sádrové objekty (Testování prostředků pro lepení sádrových artefaktů).

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Amoroso, Giovanni; Fassina, Vasco - Stone decay and Conservation: Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 1983.
- Brandí C., Teorie restaurování. Kutná Hora: Tichá Byzanc, 2000.
- Kubička R. - Zelinger J., Výkladový slovník malířství, grafika, restaurování. Praha, 2004.
- Kotlík P. a kol., Stavební materiály historických objektů. Skripta VŠCHT.
- Kopecká - I. Nejedlý, V., Průzkum historických materiálů. Grada 2005.
- Price C., Doehne E. - Stone conservation, The Getty Conservation Institute. Los Angeles, 2010.
- Reclams Handbuch der Künstlerischen Techniken. Stuttgart, 1990.
- Viñas S. M., Contemporary Theory of Conservation. Oxford, Elsevier Butterworth Heinemann, 2005.
- Zelinger a kol., Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Praha, 1987.
- Průzkum a restaurování barevné vrstvy, sborník přednášek z odborného semináře STOP, 2001.
- Štulc J., Suchomel M., Maxová I., Péče o kamenné sochařské a stavební památky, SÚPP, Praha 1998, 32 stran
- Suchomel M., Záchrana kamenných soch. Díl 1. a 2. / Praha: Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, 1988. 1990
- Riegl A, Hlobil I.: Moderní památková péče, překlad Ivo HLOBIL, Tomáš HLOBIL, NPÚ, 2003 Dvojjazyčné vydání Č/N
- Eco U., Jak napsat diplomovou práci. Olomouc, Votobia, 1997.
- Filka, J., Metodika tvorby diplomové práce. Brno, 2002.
- Bayerová T. - Bayer K.: Přírodovědný průzkum povrchových úprav kamene a jeho vypovídací hodnota. 2004.
- Spousta V. a kol., Vádemékum autora odborné a vědecké práce. Brno, 2001.
- Sylabus - Organizační pokyny a formální úprava závěrečných prací na Fakultě restaurování
- Wagner, V., Umělecké dílo minulosti a jeho ochrana. Praha, 2005.
- Odborný seminář STOP. Sádra v památkové péči. Národní muzeum, Praha 2002
- Odborný seminář STOP. Sádra pro památkovou péči. Národní muzeum, Praha 2001
- Losos L., Gavenda M. Štukatérství. 1. vyd. Praha: Grada, 2010.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury: **viz příloha**

Vedoucí bakalářské práce:

BcA. Petr Rejman

Ateliér restaurování kamene

Datum zadání bakalářské práce: **31. října 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **11. srpna 2015**



Ing. Karol Bayer
děkan

L.S.

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

V Litomyšli dne 6. srpna 2015

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 11. 8. 2015

Aneta Kokstejnová

Poděkování

Mé upřímné poděkování patří vedoucímu práce MgA Petru Rejmanovi za odborné vedení praktické části a za mnoho užitečných rad během studia. Dále bych velmi ráda poděkovala Ing. Renatě Tišlové PhD. za odborné konzultace a spolupráci v teoretické části.

Anotace

Tato bakalářská práce je rozdělena do dvou etap, jedná se o část praktickou a teoretickou. Praktická část bude rozdělena do dvou samostatných částí. První částí práce bude provedení komplexního restaurátorského zásahu na soše „Múzy lyrického zpěvu Aiodé“. Druhá část práce bude zaměřena na restaurování sádrových plastik rytířů. V obou částech práce se bude jednat o samostatné řešení restaurátorského úkolu v plném rozsahu od zpracování návrhu přes důkladný průzkum až po vlastní restaurování a zpracování závěrečné dokumentace. Praktická část bude doplněna o teoretickou část zaměřenou na porovnání vlastností vybraných lepených spojů použitelných pro historické sádrové objekty (Testování prostředků pro lepení sádrových artefaktů).

Klíčová slova

Restaurování, socha Aiodé v Konopišti, mušlový vápenec, rytíři Kutná Hora, sádra, lepení, přírodní a syntetické polymery, stabilita

Title

Restoration of sculpture "Muse of lyrical singing Aiodé" from the state park Konopiště Chateau and plaster sculptures of knights, models sculptural decoration of the Cathedral of St. Barbora.

Annotation

The bachelor thesis is divided into two sections, it is a practical and theoretical part. The practical part will be divided into two separate parts. The first part of the work will be a complete restoration work on the statue of "Muses lyrical singing Aiodé". The second part will direct on the restoration of plaster sculptures of knights. In both parts of the work will be a individual solution of restoration task in its entirety from design through thorough exploration to actual restoration and process of final documentation. The practical part will be complemented by the theoretical part direct on comparing the performance of selected adhesive bonds eligible for the historic plaster objects (Testing of preparations for sticking plaster artefacts).

Keywords

Restoration, sculpture Aiodé in Konopište, shell limestone, knights Kutna Hora, plaster, glue, natural and synthetic polymers, stability

Obsah

Obsah	9
A. Restaurování sochy „Múzy lyrického zpěvu Aiodé“ z parku státního zámku Konopiště	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
2. Restaurátorský průzkum	15
2.1. Popis stavu před započítím restaurátorských prací	15
2.1.1. Vizuální průzkum	15
2.2. Uměleckohistorický průzkum	16
2.2.1. Předchozí restaurátorské zásahy	16
2.3. Přírodovědný průzkum	17
2.3.1. Měření nasákavosti kamene	17
2.3.2. Měření obsahu vodorozpustných solí v kameni	19
2.3.3. Petrologický průzkum	19
2.3.4. Ultrazvuková transmise	19
3. Vyhodnocení průzkumu	23
4. Koncepce restaurátorského zásahu	23
5. Návrh postupu prací	24
6. Průběh restaurátorských prací	25
7. Použité materiály a technologie	28
8. Doporučený režim památky	28
9. Použitá literatura a prameny	29
10. Obrazová příloha	30
11. Grafická příloha	50
11.1. Příloha č. 1 – Zákresy poškození	51
11.2. Příloha č. 2 – Zákresy nových tmelů a doplňku	56
11.3. Příloha č. 3 – Místa měření nasákavosti kamene	60
11.4. Příloha č. 4 – Místa měření ultrazvukové transmise	61

12.	Přílohy	62
12.1.	Příloha č. 1 – Závazné stanovisko.....	63
12.2.	Příloha č. 2 – Ultrazvuková transmise	68
B.	Restaurování sádrových plastik rytířů, modelů stavebních článků chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře	75
1.	Popis objektu.....	76
1.1.	Lokalizace díla.....	76
1.2.	Údaje o díle.....	76
1.3.	Údaje o akci	76
1.4.	Popis díla.....	77
2.	Restaurátorský průzkum.....	78
2.1.	Popis stavu před započítím restaurátorských prací	78
2.1.1.	Vizuální průzkum	78
2.2.	Uměleckohistorický průzkum.....	79
2.3.	Přírodovědný průzkum	80
3.	Vyhodnocení průzkumu	80
4.	Koncepce restaurátorského zásahu	81
5.	Návrh postupu prací	82
6.	Postup prací.....	82
7.	Použité technologie a materiály	84
8.	Doporučený režim památky	85
9.	Použitá literatura a prameny.....	85
10.	Fotodokumentace.....	86
12.	Grafická příloha	114
12.1.	Příloha č. 1 – Zákresy poškození	115
12.2.	Příloha č. 2 – Zákresy odběru vzorků	118
13.	Přílohy	119
13.1.	Příloha č. 1 – Chemicko-technologický průzkum.....	120
C.	Teoretická část bakalářské práce – Testování prostředků pro lepení sádrových artefaktů.....	129
1.	Úvod.....	130
1.1.	Sádra	132
1.2.	Historie lepení sádry	134
1.3.	Obecné postupy při lepení sádry a požadavky na lepicí systémy.....	135

2.	Experimentální část.....	137
2.1.	Lepené substráty	137
2.2.	Lepicí systémy	138
2.3.	Vlastnosti vybraných lepících systémů.....	139
3.	Testované vlastnosti	145
3.1.	Stanovení optimálních podmínek aplikace	145
3.2.	Optické vlastnosti lepících systémů.....	147
3.3.	Zpracovatelské vlastnosti a aplikace.....	151
3.4.	Mechanické zkoušky odolnosti.....	152
3.5.	Odolnost vůči zatížení vlhkostí	156
4.	Vyhodnocení (shrnutí výsledků).....	160
5.	Závěr	165
6.	Plánované testy.....	167
7.	Seznam použité literatury a pramenů.....	168
7.1.	Literatura.....	168
7.2.	Prameny	169
8.	Přílohy	170
7.3.	Příloha č. 1 – DSC křivky, zjištění T _g (Teplota skelného přechodu).....	171
	Seznam vyobrazení	174

**A. Restaurování sochy „Múzy lyrického zpěvu Aiodé“ z parku státního
zámku Konopiště**

1. Popis objektu

1.1. Lokalizace památky

<u>Název památky:</u>	socha Aiodé
<u>Kraj:</u>	Středočeský
<u>Okres:</u>	Benešov
<u>Obec:</u>	Konopiště
<u>Bližší určení:</u>	socha Aiodé (a dalších 7 soch) se nachází před branou ve východní části zahrady
<u>GPS lokalizace:</u>	14.6577675°E,49.7795436°N

1.2. Údaje o památce

<u>Autor:</u>	neznámý, pravděpodobně z Dolních Rakous
<u>Sloh/datace:</u>	konec 17. století
<u>Materiál/technika:</u>	biodetritický vápenec ¹ ; sekané
<u>Rozměry:</u>	výška 170 cm, šířka 90 cm, hloubka 55 cm
<u>Předchozí rest. zásahy:</u>	1962-63 ² , 1982-84 ³
<u>Evidenční číslo památky:</u>	18169/2-12

1.3. Údaje o akci

<u>Vlastník památky:</u>	NPÚ Praha zastoupen Bc. Kateřina Hladíková
<u>Objednatel:</u>	NPÚ Praha zastoupen Bc. Kateřina Hladíková
<u>Zhotovitel:</u>	Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Aneta Kokstejnová
<u>Restaurátorský dohled:</u>	MgA Petr Rejman
<u>Odborná spolupráce:</u>	Ing. Renata Tišlová, Ph.D.
<u>Památkový dohled:</u>	PhDr. Vratislav Nejedlý CSc
<u>Závazné stanovisko:</u>	Národní památkový ústav, územní památková zpráva, ze dne 8. 7. 2015
<u>Termín prací:</u>	5. 11. 2014 – 30. 6. 2015

¹ Viz. Petrologický průzkum

² Viz. Jana a Qvido ADAMCOVI. *Restaurátorská zpráva Konopiště 35/84, Zámek, sochařská výzdoba zámeckého parku, Zpráva o prohlídce restaurovaného díla.* 1965.

³ Viz. Josef VITVAR ml. a Petr VITVAR. *Dílčí restaurátorská zpráva o restaurování soch a vázy u zámku v Konopišti.* 1984.

1.4. Popis památky

Socha je součástí sochařské výzdoby parku státního zámku Konopiště. Pochází ze souboru osmi soch umístěných před vchodem do zámku. Socha zobrazuje Múzu lyrického zpěvu Aiodé, což byla dcera Dia a Titánky Mnemosiny. Nejprve byly Múzy jen tři: Mnémé (v překladu znamená Paměť), Meleté (Soustředění) a Aiodé (Zpěv). Je zřejmé, že se jednalo o pomocnice přednášejícího básníka. Později, když došlo k rozlišení jednotlivých druhů umění, se již hovoří o devíti Múzách.⁴

V lehce nadživotní velikosti je ztvárněna postava mladé ženy. Levou rukou si přidržuje část rozevláté draperie v oblasti klínu. Pravá ruka se bohužel nedochovala, ale podle kompozice draperie a podle fragmentů prstů usuzují, že ji přidržovala zvednutou ve výši své hlavy, jako by se chtěla více do draperie zahalit. Draperie pokračuje z pravé ruky dále diagonálně přes záda až na zem. Hmotnost postavy je koncentrována na levou nohu, zatímco pravá noha je již zvedána k dalšímu kroku. Hlava je vytočena k levé straně a pohled míří k plintě.

Socha pravděpodobně pochází z Estenského panství z Cataja v Modeně. Byla vytvořena neznámým autorem (pravděpodobně z Dolních Rakous), zřejmě na konci 17. století, jako kopie antického originálu. Poté byla Františkem Ferdinandem d'Este převezena do Vídně na Belveder. Na začátku 20. století přemístěna do zámecké zahrady v Konopišti. Kámen je biodetritický vápenec pravděpodobně z oblasti Sant Marghareten.⁵

Socha Aiodé je umístěna na podstavci. Jedná se o novodobé výdusky vytvořené z umělého kamene napodobujícího vápenec. Podstavec je dutý. Tloušťka stěn umělého kamene je v rozmezí 6 až 12 cm v závislosti na profilaci podstavce. Vnitřní stěny výdusku jsou vyloženy dutými cihlami.

⁴ Viz. DOMMERMUTH-GUDRICH, Gerold a Ulrike BRAUN. *Nejznámější mýty: 50 klasických mýtů antického světa*. V Praze: Slovart, 2004, 311 s.

⁵ NÁDVORNÍKOVÁ, Radka. *Restaurátorská dokumentace sochy Ialema, Konopiště*. 2013.

2. Restaurátorský průzkum

Cílem bylo seznámení se s dílem, určení stavu památky před restaurováním, určení druhu poškození a odhad pravděpodobných příčin, které poškození způsobily, materiálové složení a nalezení materiálů a technologii vhodných pro restaurátorský zásah.

2.1. Popis stavu před započítím restaurátorských prací

2.1.1. Vizuální průzkum

Povrch vystavený dešťovým srážkám je biologicky napaden, jedná se zejména o řasy, lišejníky a mechy, které ztěžují rozpoznání dalšího poškození. Objekt v minulosti prošel více restaurátorskými zásahy a to v letech 1962-63 a 1982-84. Na soše i plintě se nacházejí četné tenkovrstvé tmely, které jsou místy dožilé a oddělují se od kamene nebo pod nimi dochází k degradaci kamene. Tmely z předchozích restaurátorských zásahů jsou s největší pravděpodobností na bázi cementového pojiva, což potvrzuje vizuální zkoumání a názor technologa. Druhotné cementové tmely jsou také zmíněny ve starší restaurátorské zprávě od Radky Nádvorníkové pojednávající o restaurování sochy Ialema ze stejného cyklu soch. Za nejvýraznější poškození lze považovat odlomení pravé ruky od lokte po článku prstů. Na mnoha místech se vyskytují výrazné zčernalé povrchy. Socha i podstava nesou známky povrchové úpravy. Pravděpodobně se jedná o sjednocující povrchovou úpravu v narůžovělém odstínu. Ve spodních partiích se dochovaly silné okrové úpravy povrchu, a to především v oblasti draperie, na bocích a kolem lýtek. Tyto úpravy jsou místy ve větších vrstvách popraskány, tvoří se puchýře nebo dochází k jejich odloučení od povrchu kamene. Na soše byly za pomoci hledačky kovů lokalizovány kovové armatury z pohledu sochy v draperii na pravé straně, ve vlasech a v horní části levé ruky.⁶

Současný stav podstavce je velmi neuspokojivý. Na základě restaurátorské zprávy⁷ víme, že v roce 1965 bylo doporučeno kolaudační komisí provést výměnu nevyhovujících a rozpadajících cihlových soklu novými kamennými. Jako předloha měly posloužit zbytky starých a zachovaných soklů u sousedních soch. Podle provedení a vzhledu použitého materiálu je zřejmé, že nově vytvořené sokly jsou z umělého kamene. Podle dostupných

⁶ Viz. Grafická příloha – zákresy poškození

⁷ Viz. Jana a Qvido ADAMCOVI. *Restaurátorská zpráva Konopiště 35/84, Zámek, sochařská výzdoba zámeckého parku, Zpráva o prohlídce restaurovaného díla.* 1965

archivních informací předpokládáme stáří mezi 45 až 50 lety. Za tuto dobu podstavec utrpěl četná mechanická poškození především v oblasti římsy. Téměř z poloviny povrchu je pokryt biologickým napadením. Nejvýraznějším poškozením je hloubková koroze umělého kamene. Materiál pískovatí a dochází k větším úbytkům hmoty. Přibližně v polovině své výšky je rozdělen na dvě části.

V rámci vizuálního průzkumu byly zhotoveny zákresy poškození. Pro lepší orientaci a určení tmelů a degradace, bylo po provedení zkoušek čištění přistoupeno k celkovému očištění sochy mechanickým způsobem za pomoci jemných kartáčů, skalpelu a regulované vodní páry.

2.2. Uměleckohistorický průzkum

2.2.1. Předchozí restaurátorské zásahy

Z předchozích restaurátorských dokumentací víme, že první zásah na soše byl proveden na začátku 20. století po převozu z Vídně do areálu Konopiště. Druhý zásah mezi lety 1962-63 (viz. obr. 30, 31). Třetí zásah roku 1984 (viz. obr. 32, 33). Již v 60. letech došlo k domodelování chybějících částí sochy umělým kamenem z 60%. Ačkoli se jedná o tmely z různých časových období, charakter všech tmelů je velmi podobný, jedná se o cementové tmely, které se místy liší pouze povrchovou úpravou. Ve většině případů se starší tmely oddělovaly od podkladu nebo byla hornina pod nimi nesoudržná. Z těchto důvodů byla u všech tmelů provedena revize a na základě měření a subjektivního posouzení došlo v cca v 70% k jejich odstranění. K rozsáhlejšímu odstranění došlo na zádech, levé paži a drapérii. Z restaurátorských prací z 80. let je nám známo, že došlo k očištění vrstev mechů a lišejníků lihovým postřikem s Lastanoxem. Většina druhotných doplňků byla uvolněna, takže musela být sejmuta. Následovalo zpevnění kamene vápennou vodou a poté doplnění chybějících partií umělým kamenem (vápno, bílý cement, mramorová drť). Kámen pod doplňky byl zpevňován Sokratem. Na závěr byla provedena hydrofobizace voskovým pokostem a celkové barevné zcelení.⁸

⁸ Viz. Jana a Qvido ADAMCOVI. *Restaurátorská zpráva Konopiště 35/84, Zámek, sochařská výzdoba zámeckého parku, Zpráva o prohlídce restaurovaného díla*. 1965.

Viz. Josef VITVAR ml. a Petr VITVAR. *Dílčí restaurátorská zpráva o restaurování soch a vázy u zámku v Konopišti*. 1984.

2.3. Přírodovědný průzkum

Kámen sochy je mušlový vápenec, který je náchylný k poškození vlivem povětrnostních a klimatických jevů. Otevřené povrchy jsou osídlovány nízkou vegetací. Nízká vegetace objevující se ve velké míře na povrchu díla narušuje originální materiál sochy včetně tmelů a vysprávek. V oblasti biologického napadení dochází k černání povrchu kamene. K úbytku a korozi originálního materiálu kamene dochází pod nevhodnými a dožívajícími tmely a vysprávkami. Vznikají praskliny, do kterých vniká voda a mikrovegetace a narušují tak hmotu pod dožilými tmely. Za nejvýraznější poškození lze považovat odlomení pravé ruky od lokte po články prstů, kde mohlo dojít k vandalismu. Možnost působení vodorozpustných solí byla vizuálním pozorováním spíše zamítnuta.

2.3.1. Měření nasákavosti kamene

Cílem průzkumu měření nasákavosti kamene na soše bylo zjištění propustnosti míst s odlišným povrchem, ať už se jedná o otevřený či uzavřený povrch kamene originálu nebo místa opatřená druhotnými tmely. Na vybraných místech s odlišnými povrchy byla sledována schopnost přijímat vodu za pomoci vertikálních nebo horizontálních karstenových trubic. K výsledným hodnotám bude přihlédnuto v případě volby čištění a následnému výběru vhodného konsolidantu.

Metodika měření

Měření bylo provedeno pomocí neinvazivní metody přiložení Karstenovy trubice, která je fixační hmotou na bázi silikonového kaučuku (bez přídavku změkčovadel) dokonale připevněna k měřenému povrchu s vnitřním průměrem měřicí plochy 2,6 cm. Jako měrná látka byla použita destilovaná voda, které byla sledována v závislosti přijatého objemu kapaliny na čase.

Místa měření – měření bylo prováděno na místech s odlišnými vizuálními vlastnostmi.

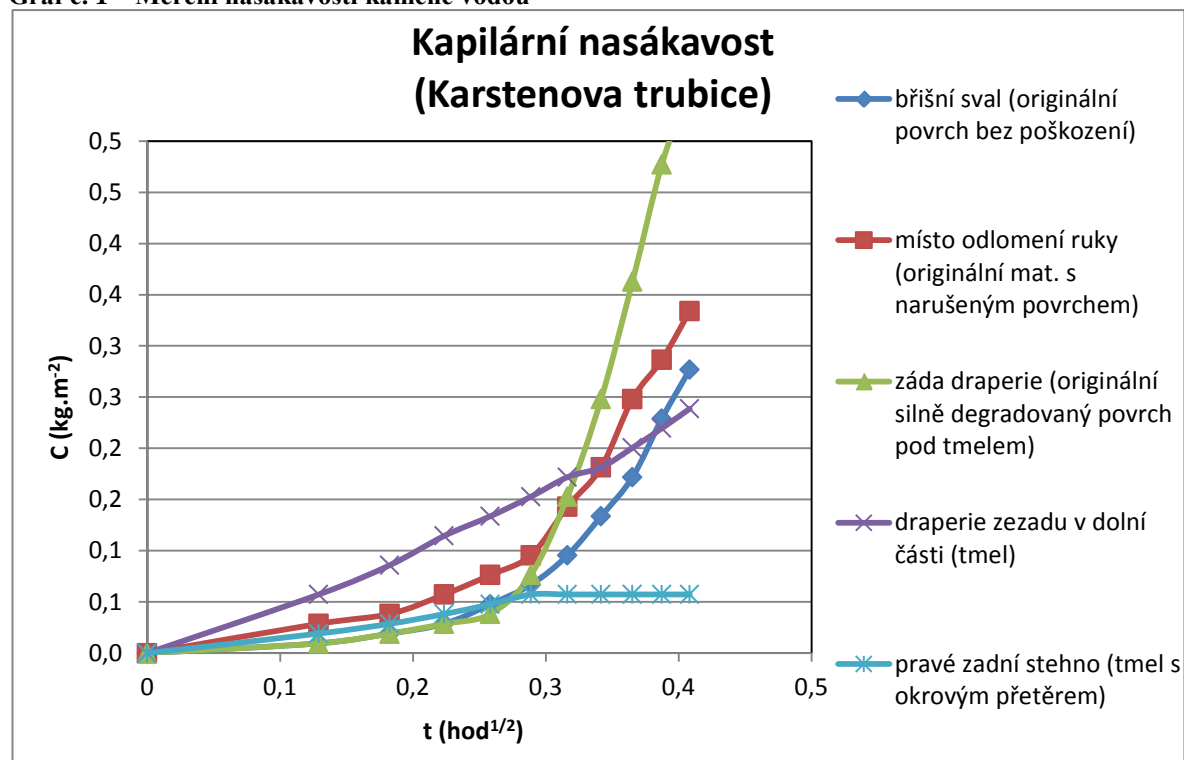
Tab. č. 1 – Měření nasákavosti kamene

	Místo
N1	břišní sval, originální povrch bez poškození
N2	místo odlomení ruky
N3	záda draperie, originální silně degradovaný povrch pod tmelem
N4	draperie zezadu v dolní části, tmel
N5	pravé zadní stehno, tmel

Tab. č. 2 – Rychlost nasákavosti kamene

Zkouška / čas (s)	0	60 1	120 2	180 3	240 4	300 5	360 6	420 7	480 8	540 9	600 10
N1	0	0,05	0,1	0,15	0,25	0,35	0,5	0,7	0,9	1,2	1,45
N2	0	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	0,95	1,3	1,5	1,75
N3	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,4	0,8	1,3	1,9	2,5	2,9
N4	0	0,3	0,45	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1,05	1,15	1,25
N5	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Graf č. 1 – Měření nasákavosti kamene vodou



Vyhodnocení měření nasákavosti

Porovnáním daných povrchů lze prokázat, že nasákavost kamene biodetrického vápence je přirozeně vysoká a koroze materiálu ještě více zvyšuje nasákavosti kamene. Naopak místa opatřena tmely z předchozích restaurátorských zásahů se projevují nízkou kapilární nasákavostí.

2.3.2. Měření obsahu vodorozpustných solí v kameni

Možnost působení vodorozpustných solí není patrné, ani stavem k místu kde se socha nachází. Proto nebude přistoupeno k odběru vzorků na salinitu.

2.3.3. Petrologický průzkum

S největší pravděpodobností se jedná o jemnozrnný biodetrický vápenec. Zdroj kamene je nepochybně v moravských či rakouských (Dolní Rakousko) terciérních pánvích (předhlubních). Pro určení horniny bylo použito petrologické analýzy RNDr. Zdeňka Štafena z restaurátorské dokumentace Radky Nadvorníkové ze 14. 5. 2013 a osobní prohlídky petrologa. Jelikož je socha ze stejného souboru soch, stejného časového období a vyzuálně stejné horniny, nebylo tedy přistoupeno k novému odběru vzorku a a zhotovení výbrusu. Postačila osobní prohlídka.

2.3.4. Ultrazvuková transmise

Nedestruktivní metoda ultrazvukové transmise analyzuje aktuální stav horniny, skrytých defektů a nehomogenity materiálu. Cílem průzkumu bylo stanovení stavu a rozsahu poškození vápencové sochy ověření stavu po konsolidaci. Z charakterizace horniny bude proveden návrh složení opravné malty s podobnou rychlostí ultrazvukové transmise.

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

zdroj signálu ➤ objekt ➤ příjem signálu

Rychlost ultrazvukové transmise v se vypočítá dle vztahu: $v = d / t$

v – rychlost UZ, m/s příp. km/s

d – měřená vzdálenost, cm

t – čas přechodu signálu

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.

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 – levopravý (horizontálně zleva doprava nebo naopak)

PZ – předozadní (horizontálně zřepředu dozadu nebo naopak)

V – vertikální

Signál

NS – neměřitelný signál

DS – deformovaný signál

SS – slabý signál (utlumená amplituda)

VSS – výrazně slabý signál (výrazně utlumená amplituda)

Tab. č. 3 – Výsledky měření UZ

Číslo měření	Místo	Směr měření	Vzdálenost sond D (cm)	Rychlost UZ signálu (v km/s) před konsolidac	Pozn.	Rychlost UZ signálu (v km/s) po konsolidac	Pozn.
1	sokl, přes roh	PZ	15,9	3,5	-	-	-
2	drapérie, okraj	PL	2,6	2,6	-	2,7 (2,9)	-
3	tvář	PL	10,0	3,4	-	-	-
4	drapérie	PL	2,4	3,0	-	-	-
5	noha, nárt	PL	5,6	3,3	-	3,5	-
6	pravá ruka, v místě defektu	PL	10,0	3,0	-	-	-
7	pravá ruka, v místě defektu, měření 2	PL	10,0	3,1	-	-	-
8	sokl	PZ	26,0	2,3	vss	3,4	-
9	levý kotník	PL	5,9	2,8	ns	-	-
10	levý kotník, měření 2	PL	5,9	3,5	ns	3,6	-
11	levá noha, lýtko, přes tmel	PL	22,5	-	ns	4,5	-
12	levá noha, lýtko, pod kolenem	PL	26,2	-	ns	3,6	-

13	levá noha, stehno	PL	30,5	-	ns	4,3	po odstranění tmelu
14	levá noha, stehno	PL	27,3	-	ns	-	-
15	pravá noha, nárt	PL	25,0	-	ns	-	-
16	pravá noha, nad kotníkem	PL	24,0	-	ns	-	-
17	pravá noha, koleno	PZ	23,3	-	vss	-	-
18	pravá noha, stehno	PZ	24,5	-	vss	-	-
19	drapérie	V	22,3	-	vss	2,1 (ds)	ds
20	drapérie	PZ	23,2	-	ns	3,0	-
21	drapérie	PZ	1,9	2,6	ss (přes lasu)	2,7 (2,9)	-
22	drapérie	PL	2,8	3,0	přes otevřený povrch	3,3	-
23	drapérie	PL	2,8	4,1	přes cementový přetěr	3,9	-
24	drapérie	PZ	3,2	3,4	ss	3,0	-
25	drapérie	PZ	4,2	2,6	ss	3,1	-
26	drapérie	PZ	1,1	2,3	-	2,4 (3,5)	-
27	drapérie	PZ	2,7	3,2	-	2,7	-
28	drapérie, defekt	PZ	2,5	2,1	-	2,7	-
29	levá paže, zápěstí	PL	6,2	3,2	-	2,9	-
30	levá paže, nad loktem	PL	-	-	ns	3,6	-
31	levá paže, nad loktem	PZ	-	-	ns	3,0	-
32	levá paže, nad loktem, měření 2	PZ	-	-	ns	-	-
33	levá paže, rameno	PZ	-	-	ns	3,5	po odstranění tmelu
34	levé ňadro, s defektem	PL	-	-	ns	3,1	-
35	levé ňadro, s defektem	V	-	-	ns	3,9	ss
36	pravé ňadro	PL	9,4	3,1	ss	3,3	-
37	hrudník	PZ	-	-	ns	-	vss
38	krk	PL	10,7	3,1	-	-	-

Vyhodnocení měření:

Typologie a rozsah poškození

Na plastice nebyly ultrazvukovou transmisí detekovány skyté poruchy nebo defekty. Jediná místa, která jsou problematická a projevíly se ztrátou signálu nebo jeho zeslabení jsou ve většině případů místa se staršími tmely, které se oddělují od podkladu nebo je hornina pod nimi nesoudržná a průchod signálu se tak zpomaluje a zeslabuje. Z těchto důvodů byla u všech tmelů provedena revize a na základě měření a subjektivního posouzení došlo v cca v 70% k jejich odstranění.

Charakterizace horniny a návrh opatření

Hodnoty ultrazvukové transmise horniny se pohybují kolem 3 km/s, což je hodnota rychlosti typická pro porézní biotitické vápence. Z předchozího výzkumu bylo zjištěno, že hodnoty <2,6 km/s, typicky kolem 1,7 km/s, odpovídají hodnotám degradované horniny, které je nutné zpevnit. Z výsledků je také zřejmá značná nehomogenita horniny na různých místech (některé hodnoty jsou vysoké až 4 nebo 6 km/s, lokální zpevnění se však vyskytuje pouze lokálně a může souviset s předchozími opravami). Vzhledem k výsledkům a subjektivnímu posouzení stavu byla provedena konsolidace estery kyseliny křemičité, lokálně, po kontrole ultrazvukovou transmisí opakovaně v 2. cyklu. Zvláštní pozornost při zpevnění byla věnována místům, kde byly odstraněny tmely, pod nimiž byl kámen značně zvětralý a nesoudržný.

Návrh doplňků odpovídající tmelené hornině

Na základě stanovení průměrné rychlosti ultrazvukové transmise byly navrženy tmelící systémy, které v tomto parametru vyhovují tmelené hornině. Při jejich návrhu byl využit výzkum citovaného projektu⁹, který zkoumal různé typy tmelů s vápenným typem pojiva pro opravu a jejich shodu s biotitickým vápencem. Z výsledků vyplývá, že zcela vyhovující jsou tmely na bázi přirozeně hydraulického vápna NHL a to ve směsi se vzdušným vápnem, které dává směsi dobré tvárné vlastnosti.

⁹ Viz. Příloha č. 2 – Chemicko-technologický průzkum

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. Je také patrné, že nasákavost biodetrického vápence je přirozeně vysoká.

V důsledku sulfatizace a neprůchodnosti vodní par se pod těmito vrstvami ztrácí soudržnost materiálu a dochází k nevratnému odtrhávání vrstev. Tyto tmely se svojí strukturou, barevností a fyzikálními vlastnosti jeví jako vysoce nevhodné.

4. Koncepce restaurátorského zásahu

Restaurátorský zásah by měly vést k doplnění a sjednocení vizuálního vzhledu díla. Zajištění jeho materiálové podstaty. Zásah bude prováděn s ohledem opětovného navrácení díla na své místo v zámecké zahradě Konopiště. Kde by socha měla být v souladu celkovou úpravou zámku i se sochařskými díly ze svého souboru soch. Objekt by měl být očištěn od nečistot a biologického napadení v takové míře, aby nedocházelo k přílišnému narušení povrchu kamene ani dochovaných povrchových úprav. Stávající tmely by měli být revidovány a případně nahrazeny vhodnějšími. Tmelení by se mělo vztahovat pouze k větším chybějícím a degradovaným částem. Celková míra doplňků by měla být prokonzultována. Nové doplňky by měli být barevně a strukturou sjednoceny s originálním materiálem. Sjednocující ochranná povrchová úprava, jejíž myšlenka pochází z rakouského vzoru restaurování, bude vyhotovena po zrestaurování souboru soch nacházejících se před branou ve východní části zahrady. Zvolené technologie a materiály budou v průběhu prací konzultovány s odborníky.

Podstavec sochy je ve velmi špatném stavu, což se projevuje například pískovatěním materiálu a narušením statiky, což je vzhledem k jeho nosné funkci nežádoucí a byla doporučena výměna podstavce formou výdusku z umělého kamene.

5. Návrh postupu prací

- Transfer na pracoviště zhotovitele.
- Důkladná fotografická dokumentace stavu díla.
- Stav památky a rozsah jejího poškození bude zaznamenán graficky.
- Vzhledem k rozsáhlému biologickému napadení a prachových depozitů by mělo dojít ke zkouškám čištění.
- Očištění povrchu objektu od prachových depozitů a biologického napadení biocidním prostředkem, který zpomalí další růst vegetace na objektu. Budou vyzkoušeny suché metody čištění za pomoci skalpelu a jemných kartáčů, dále čištění mokrou cestou chemickými metodami.
- Dále by měli být odstraněny dožilé tmely, jejichž ponechání by vedlo k další degradaci originálního materiálu, popřípadě sejmutí nevhodných plastických doplňků.
- Lokální strukturální zpevnění kamene pod nevhodnými tmely, na místech se zjištěnou nehomogenním materiálu a skrytými defekty zjištěných za pomoci měření ultrazvukové transmise.
- Injektáž prasklin a dutin.
- Chybějící a výrazně degradované části budou doplněny modifikovaným minerálním tmelem, jehož složení bude upřesněno po zkouškách tmelů a konzultaci s technologem.
- Zhotovení doplňku pravé ruky, který bude doplněn do původního nebo předpokládaného tvaru.

Varianty nového doplňku ruky budou nejprve vymodelovány ze sochařské hlíny a konzultovány. Vyhotovení doplňku lze provést několika způsoby.

a) výdusek – umělý kámen

b) sekaná kopie – přírodní kámen

U varianty výdusku bude po bližším ohledání zřejmé, že se jedná o sekundární doplněk na rozdíl od sekané kopie, kde by byla potřeba hlubší analýza materiálu. Výdusek je z finančního i časového hlediska méně náročný. Pro předešlou sochu ze souboru osmi soch byl použit výdusek, tudíž bylo rozhodnuto o pokračování v nastavené technologii.

- Lepení doplňků.
- Zhotovení barevných retuší.

- Osazení skulptury na původní místo.
- Bude vyhotovena restaurátorka dokumentace.
- Bude nutné dořešit otázku tvaru a materiálu soklu sochy.

Vzhledem k současnému stavu soklu, s přihlédnutím k jeho stáří a způsobu provedení navrhuje zhotovení nového podstavce, přičemž jsou možné dva způsoby.

- a) Prvním je vytvoření nového plného výdusku imitujícího vápenec. Tím bychom udrželi započatou linii podstavců vytvořených z umělého kamene.
- b) Druhá možnost je vysekáním podstavce z biodetritického vápence blízkého svým vzhledem a vlastnostmi vápenci, z něhož je vytvořena socha Aiodé. O napodobení tohoto materiálu se pokoušel výdusek podstavce.

U podstavce z přírodního kamene předpokládáme výrazně větší životnost. Restaurování podstavce nedoporučujeme vzhledem ke stavu degradace a časovému období jeho vzniku.

- Po zrestaurování celého souboru osmi soch v zámecké zahradě, se bude jednat o scelující povrchové úpravě a následné hydrofobizaci.

6. Průběh restaurátorských prací

Transfer: Socha byla za pomoci hydraulické ruky zvednuta úvazy a uložena v horizontální poloze do vrstvy písku na korbě nákladního vozu. Stejným způsobem byl naložen i podstavec sochy. Oddělení sochy od podstavce bylo provedeno za pomoci sochařských dlát a klínů v místě cementové spáry. Po transportu byla socha umístěna v atelieru, kde bylo možné sochu postavit za pomoci závěsného kladkostroje a poté sochu zafixovat pomocí dřevěných klínů pro bezpečnou manipulaci se sochou.

Dokumentace: Byla vytvořena fotodokumentace stavu před restaurováním, průběh restaurátorských prací a stavu po restaurování. Dále byly provedeny grafické zákresy stavu poškození a zákresy nových doplňků (viz. grafická příloha).

Čištění: Na soše byly provedeny zkoušky čištění – 1) suchou cestou za pomoci kartáčů a skalpelů, 2) mokrou cestou pomocí regulované vodní páry, vody a karáčů, 3) Za pomoci Ajatinu a regulované vodní páry, 4) Čpavková voda v kombinaci s peroxidem vodíku. Jako nejúčinnější a nejšetrnější způsob čištění se jevil nejprve očištění suchou cestou za pomoci štětce, kartáčů, vysavače atd. Na větší porosty vegetace (mechy

a lišejníky) bylo nutné použít skalpel a regulovanou vodní páru. Očištění celého povrchu objektu biocidním prostředkem Ajatin a regulovanou vodní párou. Závěrečné dočišťování zčernalých povrchů abrazivní metodou – mikropískovačkou.

Snímání nevhodných tmelů: Dále byly odstraněny dožilé tmely, jejichž ponechání by vedlo k další degradaci originálního materiálu pod tmely. Dožilé cementové tmely byly nevhodné především z hlediska své tvrdosti a neprodyšnosti. Tmely byly odstraňovány za pomoci skalpelu a malého dlátka. Nevhodnost tmelu se dala ověřit poťukáním na tmel, poťukání vydávalo dutý či šustivý zvuk.

Konsolidace: Socha byla na základě výsledků ultrazvukové transmise strukturálně a lokálně zpevněna organokřemičitými konsolidačními přípravky KSE 100 a 300 HV (přípravek KSE 300 HV je primárně určen pro materiály spojené kalcitem)¹⁰. Aplikace konsolidantu byla provedena za pomoci injekční stříkačky s jehlou. Po celkovém zpevnění sochy byla ověřena úspěšnost konsolidace za pomoci opětovného ověření ultrazvukovou transmisí. Na základě měření, kdy došlo k celkovému průměrnému zvýšení rychlosti ultrazvuku lze konstatovat, že strukturální konsolidace sochy byla až na některá místa účinná, menší účinnost se projevila především v pravé části draperie sochy, která byla druhotně důsledně dozpevněna.

Injektáž: Injektována byla místa s výraznými prasklinami. Injektáž prasklin a dutin byla provedena injektážní směsí Vapo Injekt. Směs byla injektována pomocí injekční stříkačky s injekční jehlou, prasklina byla zajištěna vlhkou vatou, aby se při injektáži zabránilo úniku směsi.

Plastická retuš: Před tmelením byly vytvořeny vzorky tmelů s různými poměry a typy písků. Nejlepší optické a zpracovatelské vlastnosti prokazoval tmel na bázi hydraulického vápna 3,5. Jako plnivo byla použita směs drceného kamene San Margharether a dolomitu Hubina slovenské lokace. Výsledný tmel byl namíchán v poměru 1 díl pojiva, 0,5 dílu plniva San Margharether a 0,5 dílu slovenského vápence. Tento modifikovaný minerální tmel byl použit na vytmelení všech defektů. Tmel již nebylo nutné vzhledem k dobré struktuře a barevnosti dobarvovat pigmenty.

¹⁰ Viz. technický list produktu KSE 300 HV od firmy Remmers

Zhotovení doplňku: Doplněk pravé ruky byl doplněn do původního předpokládaného tvaru. Varianty nového doplňku ruky byly nejprve vymodelovány ze sochařské hlíny a konzultovány (viz. obr. č. 19). Sochařská hlína byla nanášena na pomocnou kovovou konstrukci osazenou ve vrtaných otvorech na lomových, tyto otvory byly později využity pro kotvící čepy nového doplňku. Doplněk byl vyhotoven z umělého kamene, jednalo se o výdusek na bázi minerálního typu pojiva.

Lepení: Lepení výdusku bylo provedeno bodově dvousložkovou epoxidovou pryskyřicí Akepox 2030. Vzhledem k velikosti a tíze výdusku bylo nutné vložení nových nerezových čepů, ty byly připevněny za pomoci epoxidové pryskyřice Akepox 2030 do předem vyvrtaných otvorů.

Barevné retuše: Rekonstruované a doplněné části byly barevně upraveny pomocí lokální barevné retuše. Barevné retuše byly vyhotoveny pigmenty pojenými 1,5 % akrylátovou disperzí K9. Barevná retuš byla provedena se záměrem barevně sjednotit povrch sochy. Po zrestaurování celého souboru osmi soch v zámecké zahradě, se bude jednat o scelující povrchové úpravě a následné hydrofobizaci.

Podstavec: Rozlomené části podstavce bylo nejprve nutné rozebrat a poté očistit jeho lomové plochy, poté bylo možné ho sesadit, aby do sebe obě části lépe zapadly. Poškozené a chybějící části podstavce byly doplněny minerálním tmelem. Po rekonstrukci bylo možné přejít k zaformování podstavce. Forma byla tvořena silikonovou vrstvou se sádrovým kadlubem. Směs pro výdusek byla tvořena bílým cementem a směsí písku a vápencové drtě. Podstavec z umělého kamene byl odlehčen kvádrou dutinou. Stěny podstavce mají i s dutinou dostatečnou tloušťku. Barevnost zvoleného kameniva byla vyhovující, tudíž nebylo nutné přistupovat k barevné patinaci.

Osazení a spárování: Podstavec i socha byly na místo osazeny portálovým jeřábem s pojízdným kladkostrojem. Na místo osazení byla nejprve položena linoleová izolace, na ní byla položena malta do které byl vodorovně osazen podstavec. Socha byla osazena na podstavec a do malty. Mezery byly vyspárovány vápennou maltou.

7. Použité materiály a technologie

Čištění: mokré čištění – nízkotlaká vodní pára (regulovatelný vodní tlak), kartáče
ošetření biocidním přípravkem Ajatin

suché čištění – skalpel, drobné kamenické nářadí, mikrodlátka, dremmel, mikroabrazivní metoda (abrazivo korund)

Snímání nevhodných tmelů: odstranění skalpelem nebo pomocí drobnějšího kamenického nářadí

Konsolidace: organokřemičitany KSE 100 a 300 HV od firmy Remmers
injekční stříkačka, jehla, vata

Injektáž: injektážní směs Vapo Injekt (Aqua)

Plastická retuš: vápenný hydrát NHL 3,5 a kamenná drť San Margarether a vápenec
Hubina v poměru 1 : 0,5 : 0,5

Doplňek: Bílý cement (Aalborg white) a kamenná drť San Margarether v poměru 2,5 : 1

Lepení: epoxidová dvousložková pryskiřice Akepox 2030 (Akemi)

Barevná retuš: anorganické světlostálé pigmenty značky Bayferrox a Deffner
1,5 % akrylátová disperze K9 (Kremer Pigmente)

8. Doporučený režim památky

Z hlediska dlouhodobé péče: pravidelné celkové zakrývání sochy na zimní období. Socha by měla být kontrolována min. jednou za 3 roky. Socha by měla být vizuálně kontrolována – zdali vysprávký plní svojí funkci a neoddělují se od povrchu, stav barevných retuší. 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 vyhledat odbornou pomoc.

9. Použitá literatura a prameny

SUCHOMEL, Miloš. *Záchrana kamenných soch*. Praha: Státní ústav památkové péče a ochrany přírody, 1988, 205 s.

KIESOW, Gottfried. *Památková péče v Německu*. Brno: Barrister & Principal, 2012, 217 s.

NÁDVORNÍKOVÁ, Radka. *Restaurátorská dokumentace sochy Ialema, Konopiště*. 2013.

Jana a Qvido ADAMCOVI. *Restaurátorská zpráva Konopiště 35/84, Zámek, sochařská výzdoba zámeckého parku, Zpráva o prohlídce restaurovaného díla*. 1965.

Josef VITVAR ml. a Petr VITVAR. *Dílčí restaurátorská zpráva o restaurování soch a vázy u zámku v Konopišti*. 1984.

KOVAŘÍK, Václav. *Konopišťský park*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2009, 108 s.

MIHOLA, Rudolf. *Tajemství Konopiště*. Benešov: Start, 2007, 103 s.

SCHNEIDER, Camillo Carl. *Park Jeho Císařské a královské Výsosti nejjasnějšího pana arcivévody Františka Ferdinanda Rakouského-Este na Konopišti v Čechách*. Konopiště: Spolek přátel Konopiště, 2012, 29 s.

DOMMERMUTH-GUDRICH, Gerold a Ulrike BRAUN. *Nejznámější mýty: 50 klasických mýtů antického světa*. V Praze: Slovart, 2004, 311 s.

10. Obrazová příloha



Obr. č. 1 – Před transportem do ateliéru



Obr. č. 2 – Demontování a transport sochy



Obr. č. 3 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zepředu



Obr. č. 4 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zprava



Obr. č. 5 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zezadu



Obr. č. 6 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zleva



Obr. č. 7 – Oddělovací se vrstva tmelu



Obr. č. 8 – Oddělovací se vrstva tmelu a koroze povrchu kamene



Obr. č. 9 – Vysoká míra biologického napadení



Obr. č. 10 – Koroze povrchu kamene



Obr. č. 11 – Chybějící pravá ruka



Obr. č. 12 – Oddělující se tmely, detail



Obr. č. 13 – Měření nasákavosti kamene



Obr. č. 14 – Zkoušky čištění



Obr. č. 15 – Zkoušky čištění



Obr. č. 16 – Částečné očištění



Obr. č. 17 – Stav po očištění a odstranění nevhodných tmelů



Obr. č. 18 – Rekonstrukce chybějící ruky



Obr. č. 19 – Rekonstrukce chybějící ruky ze sochařské hlíny



Obr. č. 20 – Výchusek ruky z umělého kamene



Obr. č. 21 – osazení a přilepení kamenného výchusek, před retuší



Obr. č. 22 – Stav po restaurování – pohled zepředu



Obr. č. 23 – Stav po restaurování – pohled zprava



Obr. č. 24 – Stav po restaurování – pohled zezadu



Obr. č. 25 – Stav po restaurování – pohled zleva



Obr. č. 26 – Transport po dokončení restaurant



Obr. č. 27 – Osazování sochy



Obr. č. 28 – Po osazení sochy



Obr. č. 29 – Po osazení sochy



Obr. č. 30 – Stav před resturováním 1962
(Archivní fotografie)



Obr. č. 31 – Stav po resturováním 1962
(Archivní fotografie)



Obr. č. 32 – Stav před resturováním 1984
(Archivní fotografie)



Obr. č. 33 – Stav po resturováním 1984
(Archivní fotografie)

11. Grafická příloha

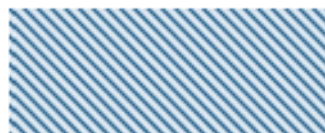
11.1. Příloha č. 1 – Zákresy poškození

Legenda

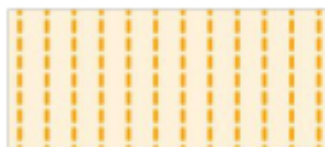
povlaky biologického původu



tmely, starší restaurátorské vysprávky,
okrové přetěry



tmely, starší restaurátorské vysprávky,
růžové barvy



černé povlaky, nečistoty



chybějící části, degradovaný materiál



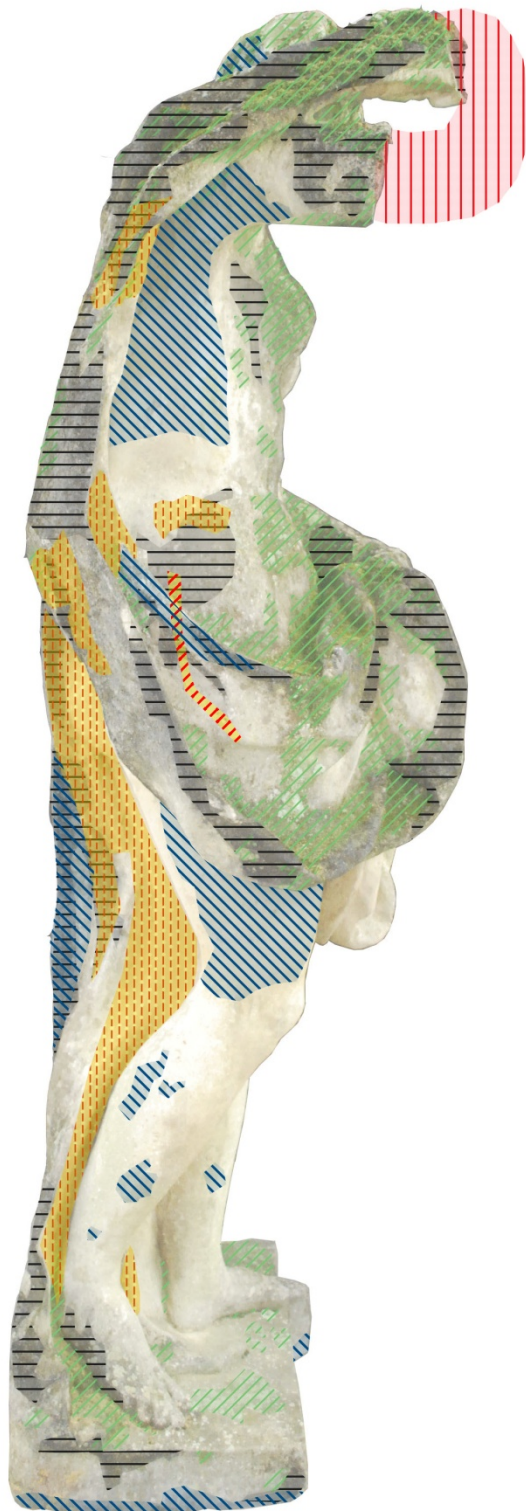
železné armatury, čepy



praskliny, trhliny











11.2. Příloha č. 2 – Zákresy nových tmelů a doplňku

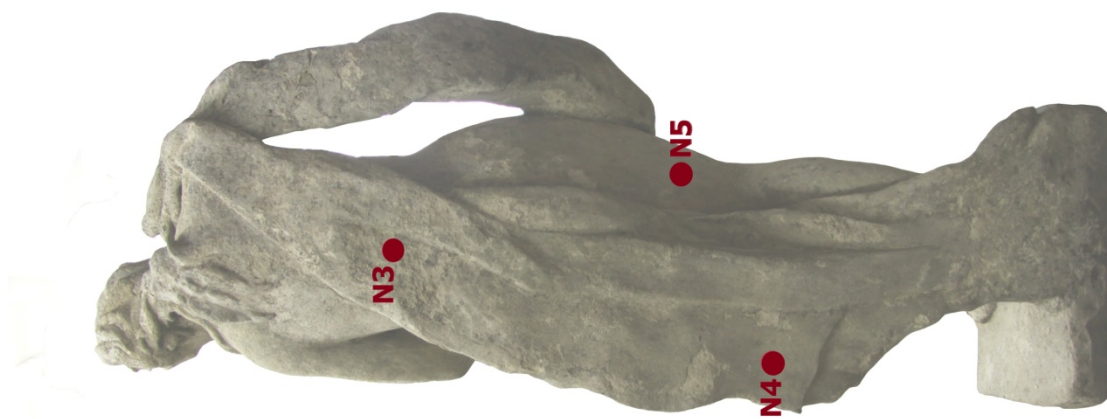




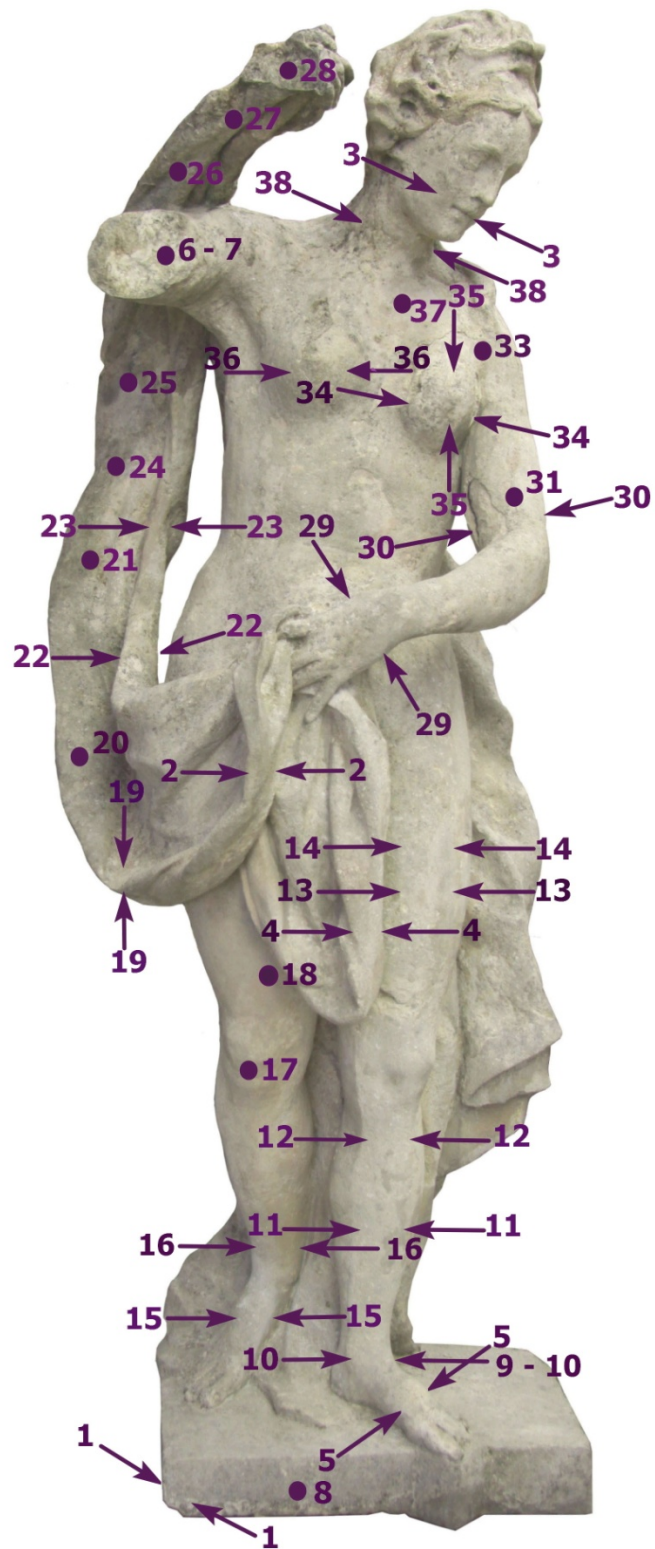




11.3. Příloha č. 3 – Místa měření nasákavosti kamene



11.4. Příloha č. 4 – Místa měření ultrazvukové transmise



12. Přílohy

12.1. Příloha č. 1 – Závazné stanovisko

Krajský úřad Středočeského kraje

ODBOR KULTURY A PAMÁTKOVÉ PÉČE

Praha:	8. 7. 2015	Národní památkový ústav,
Číslo jednací:	094068/2015/KUSK	územní památková správa
Spisová značka:	SZ_083593/2015/KUSK/5	v Praze
Vyřizuje:	Ing. Helena Štveráková / I. 816	Sabinova 373/5
Značka:	KUL/Štv	130 11 Praha 3 - Žižkov

Závazné stanovisko Krajského úřadu Středočeského kraje k obnově národní kulturní památky Zámku Konopiště – restaurování sochařských artefaktů z parku v areálu NKP zámek Konopiště - socha Aiodé – múza lyrického zpěvu, socha putta – alegorie podzimu, stély s bustou Fauna a Bakchantky, výdusek podstavce pod sochu Aiode, nové základy pro stély - na pozemcích parc. č. 4257, 4262, k.ú. Benešov u Prahy

ROZHODNUTÍ

Krajský úřad Středočeského kraje, odbor kultury a památkové péče, jako příslušný orgán státní památkové péče ve smyslu ustanovení § 28 odst. 2 písm. a) zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon č. 20/1987 Sb.“) k žádosti Národního památkového ústavu, Valdštejnské náměstí 3, 118 01 Praha 1, IČ 75032333, doručené dne 11. 6. 2015, ve věci návrhu na restaurování sochařských artefaktů z parku v areálu národní kulturní památky Zámek Konopiště - socha Aiodé – múza lyrického zpěvu, socha putta – alegorie podzimu, stély s bustou Fauna a Bakchantky, výdusek podstavce pod sochu Aiode, nové základy pro stély - na pozemcích parc. č. 4257, 4262, k.ú. Benešov u Prahy, v areálu národní kulturní památky Zámek Konopiště (rejstř. č. Ústředního seznamu kulturních památek ČR 18169/2-12), který je nařízením vlády č. 132/2001 Sb., o prohlášení některých kulturních památek za národní kulturní památky, prohlášen národní kulturní památkou, vydává po vyjádření Národního památkového ústavu, generálního ředitelství, č.j. NPÚ-310/29596/2013 ze dne 1. 7. 2015, podle ustanovení § 14 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., toto rozhodnutí:

Restaurování sochařských artefaktů z parku v areálu národní kulturní památky Zámek Konopiště, socha Aiodé – múza lyrického zpěvu, socha putta – alegorie podzimu, stély s bustou Fauna a Bakchantky, výdusek podstavce pod sochu Aiode, nové základy pro stély - na pozemcích parc. č. 4257, 4262, k.ú. Benešov u Prahy, spočívající u sochy Aiodé – múzy lyrického zpěvu v očištění, sejmutí nevhodných doplňků a nefunkčních čepů, injektáží dutin a prasklin, lokálním zpevnění, doplnění chybějící části pravice formou výdusku v umělém kamení, povrchové úpravě a biocidním ošetření, dále ve zhotovení tvarové a materiálové kopie výdusku podstavce, u sochy putta – alegorie podzimu v konzervačním zásahu, vymodelování chybějících doplňků v sádře, bez osazování, pouze k prezentování, u stél s bustou fauna a Bakchantky ve zpevnění dřívků a statickém zajištění a ve zhotovení nových základů dle návrhu, zpracovaném žadatelem, a restaurátorských návrhů, zpracovaných studenty Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, pod vedením odborného garanta doc. Jiřího Novotného, akad. sochaře, restaurátora, držitele povolení k restaurování v daném oboru, č.j. MK ČR 10445/1990 ze dne 24.8.1990 (*Restaurátorský průzkum. Putto „Alegorie Podzim“ z parku státního zámku Konopiště,*

zpracovaný dne 28. 11. 2014 Kristýnou Kaluvodovou a MgA. Petrem Rejmanem, *Průzkum. Socha "Múzy lyrického zpěvu" z parku státního zámku Konopiště*, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Anetou Kokstejnovou a MgA. Petrem Rejmanem, *Restaurátorský průzkum. Zámecký areál Konopiště. Díla: stéla s bustou Fauna R/17a, a stéla s bustou Bakchantky R/17b*, zpracovaný dne 28. 11. 2014 BcA. Janou Doležalovou, BcA. Lukášem Brotánkem a doc. Jiřím Novotným, ak. soch., *Stély z umělého kamene z areálu SZ Konopiště. Průzkum stavu měřením ultrazvukové transmise – GEOTRON UKS 14*, provedený r. 2015 Ing. Renatou Tišlovou, PhD., *Restaurátorský záměr. Stav podstavce pod sochu Aiode*, zpracovaný dne 11. 12. 2014 MgA. Petrem Rejmanem, *Restaurátorský záměr. Putto „Alegorie Podzim“ z parku státního zámku Konopiště*, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Kristýnou Kaluvodovou a MgA. Petrem Rejmanem, *Restaurátorský záměr. Socha „Múzy lyrického zpěvu“ z parku státního zámku Konopiště – V4*, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Anetou Kokstejnovou a MgA. Petrem Rejmanem, *Restaurátorský záměr. Zámecký areál Konopiště. Díla: stéla s bustou Fauna R/17a a stéla s bustou Bakchantky R/17b*, zpracovaný BcA. Janou Doležalovou, BcA. Lukášem Brotánkem a Doc. Jiřím Novotným, ak. soch.), je, ve smyslu ustanovení § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., z hlediska státní památkové péče **přípustné**, za splnění podmínek, určených v souladu s ustanovením § 10 odst. 3 vyhlášky č. 66/1988 Sb., kterou se provádí zákon č. 20/1987 Sb. (dále jen „vyhláška č. 66/1988 Sb.):

1. Průběh restaurátorských prací bude sledován při investorem svolávaných kontrolních dnech za účasti zástupců Národního památkového ústavu, generálního ředitelství, Krajského úřadu Středočeského kraje a restaurátorů realizujících akce.
2. Ukončení akce proběhne v rámci komisionálního předávacího řízení, na které vlastníci zajistí přítomnost restaurátora realizujícího akci, Národního památkového ústavu, generálního ředitelství a Krajského úřadu Středočeského kraje.
3. V rámci předávacího řízení bude zástupcům Národního památkového ústavu, generálního ředitelství a Krajského úřadu Středočeského kraje odevzdáno po jednom exempláři originálu (KÚSK možno předat na CD) vlastníkem smluvně zajištěné závěrečné restaurátorské zprávy zpracované minimálně v rozsahu a struktuře dané vyhláškou č. 66/1988 Sb. Pokud bude fotografická dokumentace pořizována digitálně, budou v restaurátorské zprávě uvedeny informace o způsobu pořízení, upravování a tištění snímků, tj. jakou kamerou, s jakým snímačem a v jakém formátu a režimu byly snímky pořízeny, jakým způsobem byly následně upravovány, jakým způsobem probíhala editace snímků, na jakém papíře a jakou tiskárnou byly tištěny pozitivy snímků.

Odůvodnění

Dne 11. 6. 2015 Krajský úřad Středočeského kraje, odbor kultury a památkové péče, jakožto věcně a místně příslušný správní orgán, obdržel žádost Národního památkového ústavu o vydání závazného stanoviska k návrhu na restaurování sochařských artefaktů z parku v areálu národní kulturní památky Zámek Konopiště - socha Aiode – múza lyrického zpěvu, socha putta – alegorie podzimu, stély s bustou Fauna a Bakchantky, výdusek podstavce pod sochu Aiode, nové základy pro stély - na pozemcích parc. č. 4257, 4262, k.ú. Benešov u Prahy. Součástí žádosti jsou restaurátorské návrhy, zpracované studenty Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, pod vedením odborného garanta doc. Jiřího Novotného, akad. sochaře, restaurátora, držitele povolení k restaurování v daném oboru, č.j. MK ČR 10445/1990 ze dne 24.8.1990 (*Restaurátorský průzkum. Putto „Alegorie Podzim“ z parku státního zámku Konopiště*, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Kristýnou Kaluvodovou a MgA. Petrem Rejmanem, *Průzkum. Socha "Múzy lyrického zpěvu" z parku státního*

zámku Konopiště, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Anetou Kokstejnovou a MgA. Petrem Rejmanem, Restaurátorský průzkum. Zámecký areál Konopiště. Díla: stéla s bustou Fauna R/17a, a stéla s bustou Bakchantky R/17b, zpracovaný dne 28. 11. 2014 BcA. Janou Doležalovou, BcA. Lukášem Brotánkem a doc. Jiřím Novotným, ak. soch., Stély z umělého kamene z areálu SZ Konopiště. Průzkum stavu měřením ultrazvukové transmise – GEOTRON UKS 14, provedený r. 2015 Ing. Renatou Tišlovou, PhD., Restaurátorský záměr. Stav podstavce pod sochu Aiode, zpracovaný dne 11. 12. 2014 MgA. Petrem Rejmanem, Restaurátorský záměr. Putto „Alegorie Podzim“ z parku státního zámku Konopiště, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Kristýnou Kaluvodovou a MgA. Petrem Rejmanem, Restaurátorský záměr. Socha „Múzy lyrického zpěvu“ z parku státního zámku Konopiště – V4, zpracovaný dne 28. 11. 2014 Anetou Kokstejnovou a MgA. Petrem Rejmanem, Restaurátorský záměr. Zámecký areál Konopiště. Díla: stéla s bustou Fauna R/17a a stéla s bustou Bakchantky R/17b, zpracovaný BcA. Janou Doležalovou, BcA. Lukášem Brotánkem a Doc. Jiřím Novotným, ak. soch.). Jako adresu pro doručování uvedl žadatel adresu: Národní památkový ústav, územní památková správa v Praze, Sabinova 373/5, Praha 3. Krajský úřad Středočeského kraje, odbor kultury a památkové péče si, vyžádal v souladu s ustanovením § 14 odst. 6 zákona č. 20/1987 Sb., písemné vyjádření Národního památkového ústavu, generálního ředitelství. Toto vyjádření obdržel dne 3. 7. 2015. V souladu s ustanovením § 36 odst. 3 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů, Krajský úřad Středočeského kraje, odbor kultury a památkové péče, umožnil žadateli jako jedinému účastníku řízení vyjádřit se ke shromážděným podkladům pro vydání rozhodnutí, tj. k písemnému vyjádření Národního památkového ústavu, generálního ředitelství, č.j. NPÚ-310/46308/2015 ze dne 1. 7. 2015, jehož obsahem je doporučení vydat k výše uvedené žádosti souhlasné rozhodnutí k uvažovaným pracím za předpokladu splnění podmínek:

1. Vlastník památky bude svolávat kontrolní dny s přizváním zástupců Krajského úřadu Středočeského kraje, NPÚ GnŘ v Praze a restaurátora.
2. Ukončení akce proběhne v rámci komisionálního předávacího řízení za přítomnosti zástupce vlastníka, restaurátora realizujícího akci, NPÚ GnŘ v Praze a zástupce výkonného orgánu památkové péče.
3. V rámci předávacího řízení bude zástupci NPÚ GnŘ v Praze odevzdán 1 exemplář originálu závěrečné restaurátorské zprávy (minimálně v rozsahu a struktuře dané vyhl. č. 66/1988 Sb.).

V souladu s ustanovením § 36 odst. 3 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů, Krajský úřad Středočeského kraje, odbor kultury a památkové péče, umožnil žadateli jako jedinému účastníku řízení, vyjádřit se ke shromážděným podkladům pro vydání rozhodnutí. Svého práva vlastník v určené lhůtě využil a sdělil, že nemá připomínek.

Krajský úřad Středočeského kraje, odbor kultury a památkové péče, který žádost posoudil, považuje, ve smyslu ustanovení § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., zamýšlené práce za přípustné a stanovuje podle tohoto ustanovení a ustanovení § 10 odst. 3 vyhlášky č. 66/1988 Sb. základní podmínky pro provedení zamýšlených prací. Při stanovení podmínek realizace obnovy vychází ze znalosti místa a, ve smyslu § 14 odst. 6 zákona č. 20/1987 Sb., z písemného vyjádření Národního památkového ústavu, generálního ředitelství, vydaného pod značkou NPÚ-310/46308/2015 ze dne 1. 7. 2015.

Socha Aiode – múzy lyrického zpěvu, putta – alegorie podzimu, stély s bustou Fauna a Bakchantky, výdusek podstavce pod sochu Aiode a základy pro stély ze zámeckého parku

národní kulturní památky Zámek Konopiště jsou hodnoceny jako práce uměleckého řemesla ve smyslu § 14 odst. 8 zákona č. 20/1987 Sb., jejich obnova proto bude prováděna restaurováním. S odkazem na zákony č. 18/2004 Sb., a č. 20/1987 Sb., upozorňujeme, že na území České republiky může restaurování kulturní památky ve vymezeném rozsahu provádět pouze občan ČR, který je držitelem příslušného povolení k restaurování, uděleného Ministerstvem kultury, nebo státní příslušník jiného členského státu EU než České republiky, pokud mu byla Ministerstvem kultury uznána odborná kvalifikace a jiná způsobilost a zároveň uděleno povolení k restaurování v příslušné specializaci nebo státní příslušník jiného členského státu než České republiky, který restaurátorskou činnost provádí ojedinele či dočasně a v souladu s ustanovením § 14b odst. 2 zákona č. 20/1987 Sb., svůj záměr provést restaurování oznámil s dostatečným předstihem před zahájením prací Ministerstvu kultury.

V rámci svolávaných kontrolních dnů bude sledován průběh restaurátorských prací, může tak být konzultován jejich průběh a postup.

Zpracování restaurátorské zprávy a její předání dle bodu 3. tohoto rozhodnutí uzavírá vlastní proces restaurování. Dokumentace, informace o užitých materiálech a postupech poslouží v budoucnosti jak ke kontrole účinnosti zásahu, tak při další péči o památku.

Socha Aiodé bude restaurována pomocí materiálů a technologických postupů, které byly ověřeny během restaurování sochy Ialema (V9) v roce 2013. Stěly s bustou fauna a Bakchantky, zvláště pak jejich dřívky, jsou v havarijním stavu, přesto se však počítá se zachováním původních dřívků, jejich zpevněním. Poněchává se i současná nepůvodní hlava Fauna, protože má své nesporné výtvarné hodnoty a kvality. Socha putta je po krádeži na konci 20. století jedinou dochovanou ze souboru soch alegorií ročních období, které stávaly na terase pod jižním průčelím zámku. Po restaurování bude prezentována v interiéru zámku, proto byla zvolena konzervační koncepce restaurátorského zásahu.

Všechny předmětné prvky, tvořící výzdobu areálu národní kulturní památky zámek Konopiště, patří mezi významné součásti sochařského souboru konopištského zámku, který byl na sklonku 19. století a v prvních letech 20. století značně přeměněn tehdejším majitelem – následníkem císařského trůnu Františkem Ferdinandem d'Este.

Zámek Konopiště je významnou národní kulturní památkou, odbor kultury a památkové péče Krajského úřadu Středočeského kraje ve svém rozhodnutí posuzoval navrhované úpravy především z hlediska ochrany národní kulturní památky ve smyslu § 1 zákona č. 20/1987 Sb.

Poučení

Proti tomuto rozhodnutí je možné do 15 dnů ode dne jeho doručení podat odvolání k Ministerstvu kultury, odboru památkové péče, a to prostřednictvím Krajského úřadu Středočeského kraje, odboru kultury a památkové péče.

Podle ustanovení § 23 správního řádu nebyl-li adresát při doručování tohoto rozhodnutí zastížen, uloží se toto rozhodnutí v provozovně provozovatele poštovních služeb. Jestliže si adresát nevyzvedne uložené rozhodnutí ve lhůtě 10 dnů ode dne, kdy bylo v provozovně provozovatele poštovních služeb k vyzvednutí připraveno, považuje se podle ustanovení § 24 odst. 1 správního řádu za doručené posledním dnem této lhůty.

Pokud je rozhodnutí doručováno prostřednictvím datové schránky, považuje se za doručené, jestliže se osoba, která má s ohledem na rozsah svého oprávnění přístup k dodanému rozhodnutí, nepřihlásí do datové schránky ve lhůtě 10 dnů ode dne, kdy bylo rozhodnutí dodáno do datové schránky (§ 17 odst. 3 a 4 zákona č. 300/2008 Sb., o elektronických

úkonech a autorizované konverzi dokumentů, ve znění pozdějších předpisů). Rozhodnutí se považuje za doručené posledním dnem výše uvedené 10 denní lhůty.

otisk úředního razítka

Ing. Helena Štveráková
referent odboru kultury a památkové péče

Na vědomí:
Národní památkový ústav, generální ředitelství, Valdštejnské náměstí 3, 118 01 Praha 1

12.2. Příloha č. 2 – Ultrazvuková transmise



socha Aiodé z areálu SZ Konopiště
Chemicko-technologický průzkum stavu a míry poškození, 2015
I. OBECNÉ ÚDAJE

socha Aiodé 'Múza lyrického zpěvu' Průzkum stavu měřením ultrazvukové transmise

Zadání a cíle průzkumu:

ad 1) stanovení stavu a rozsahu poškození vápencové sochy Aiodé z areálu SZ Konopiště

ad 2) ověření stavu po konsolidaci

ad 3) z charakterizace horniny bude proveden návrh složení opravné malty s podobnou rychlostí ultrazvukové transmise

Materiál/technika: biodetritický mušlový vápenc pro pravděpodobně rakouské provenienc (lokalita St. Margarethen)

Popis objektu a jeho stavu: Zkoumaným objektem je nadživotní socha Aiodé z biodetritického vápence umístěné v zahradě SZ Konopiště. Socha se nachází v exteriérových podmínkách, umístěna je před branou ve východní části zahrady. Z materiálového hlediska se jedná o mušlový vápenc, pravděpodobně rakouské provenienc, bez dochovaných povrchových úprav. Při průzkumu bylo zjištěno několik typů oprav provedených minerálními tmely. Některé z nich, dle průzkumu interakce s podkladem, působí na objekt negativně, jsou nepřiměřeně tvrdé a vystupují v průběhu přirozeného materiálu na povrch. Pod nimi je kámen silně zvětřalý, lokálně se odděluje od povrchu kamene. Samotná hmota kamene je silně zvětřalá, lokálně (zejména drapérie, vlasy, poprsí) došlo k většímu úbytku hmoty. Pravděpodobně v důsledku mechanického poškození zcela chybí pravá paže.



Obr. 1: Socha Aiodé, 'Múza lyrického zpěvu', stav před restaurováním, 2014. Foto: A. Kokštejnová.

I. Metody průzkumu, popis metody:

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

Ultrazvukovou transmisi lze využít i při hodnocení restaurátorských zásahů jako např. konsolidace, ale i např. návrhu a optimalizaci opravných malt, neboť rychlost ultrazvukové transmise souvisí s fyzikálními a mechanickými charakteristikami porézních materiálů (pevnost, porozita, modul pružnosti).

¹ analýzu horniny provedl RNDr. Zdeněk Štaffen na soše lalem, socha ze souboru vápencových soch v areálu SZ Konopiště. Její restaurování proběhlo v roce 2013. Průzkum lze nalézt v restaurátorské dokumentaci: Nádvořnicková R.,: Restaurování vápencové sochy lalem z areálu SZ Konopiště. Archiv FR UPCe nebo NPÚ ÚPS Praha. 2013.

Instrumentace a podmínky měření: Měření bylo provedeno přímé (sondy proti sobě) na přístroji pro měření ultrazvukové transmise Geotron UKS 14 s externími sondami pro menší vzdálenosti (UPG 250 s měřicí frekvencí 250 kHz), rozlišení 0,1 μ s. Zpoždění, korekce, činí u těchto sond 6,8 μ s.

2. Princip měření ultrazvukové transmise

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

zdroj signálu > objekt > příjem signálu

Rychlost ultrazvukové transmise v se vypočítá dle vztahu:

$$v = d/t$$

v - rychlost UZ, m/s příp. km/s

d - měřená vzdálenost, cm

t - čas přechodu signálu, μ s

3. Popis objektu

Předmětem průzkum je vápencová socha 'Múzy lyrického zpěvu' Aiodé umístěné v exteriérových podmínkách zahrady SZ Konopiště. Socha z mušlového vápence je v nadživotní velikosti, bez přítomnosti povrchových úprav, ale s množstvím oprav v minerálních tmelech provedených v různém rozsahu. Ilustrační foto objektů a dokumentace jejich stavu je uvedena v Restaurátorské dokumentaci.

4. Výsledky měření

Na objektu bylo provedeno cca 40 měření, které měly v celém rozsahu zmapovat stav objektu. Zkoumány byly objemné části (měření procházející objektem) na podstavci, částech těla s cílem určit soudržnost ve hmotě, určit rozsah a lokalizaci poškození, stav a dochování tmelů. Měření drobných, méně objemných částí, (prsty, drapérie, aj.) byly měřeny s cílem určit povrchovou korozi horniny, které se stane podkladem pro stanovení míry zpevnění a jeho další evaluci po provedení konsolidačního zásahu.

Na základě stanovení rychlosti ultrazvukové transmise bude v dalším kroku navržena opravná malta. Ultrazvuková transmise může být totiž považována za materiálovou charakteristiku, která souvisí s porozitou materiálu a jeho elasticitou (modul pružnosti). Při doplňování historických malt ji lze korelovat i s pevností, což v tomto případě nelze udělat vzhledem k odlišnosti obou materiálů (kámen verřsu opravná malta). Problematika tmeleň biodetritických vápenců byla v uplynulých dvou letech intenzivně řešena v rámci výzkumného projektu MK NAKI DF12P01OVV018 'Podmínky a požadavky kompatibilní péče o historické anorganické porézni materiály'.

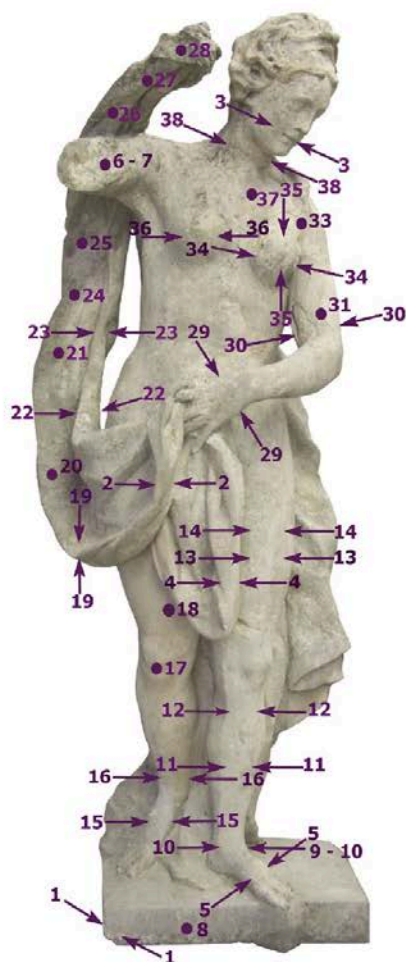
SOCHA Aiodé

V Tab. I jsou uvedeny místa měření ultrazvukové transmise a výsledky, které jsou zadány jako rychlost ultrazvukové transmise v km/s. Pro porovnání byly umístěny hodnoty naměřené na vybraných místech po konsolidaci provedené estery kyseliny křemičité a to po jednom cyklu, příp. po druhém, lokálním dozpevnění provedené na místech s minimální změnou v tomto parametru.

Pokud není hodnota uvedena signál materiálem neprocházela nebo byl vlivem poškození zeslaben. Místa měření jsou graficky znázorněna na Obr. 2.

Číslo měření	Popis, směr měření	Vzdálenost sond D (cm)	Rychlost UZ signálu v (km/s) (před konsolidací)	Pozn.	Rychlost UZ signálu v (km/s) (po konsolidaci)	Pozn.
1	sokl, přes roh, p-z	15,9	3,5	-		
2	drapérie, okraj, p-l	2,6	2,6	-	2,7 (2,8)	
3	tvář, p-l	10,0	3,4	-		
4	drapérie, p-l	2,4	3,0	-		
5	noha, nárt, p-l	5,6	3,3	-	3,5	
6	pravá ruka, v místě defektu, p-l	10,0	3,0	-		
7	pravá ruka, v místě defektu, p-l, měření 2	10,0	3,1	-		
8	sokl, p-z	26,0	2,3	vss	3,4	
9	levý kotník, p-l	5,9	2,8	ns		
10	levý kotník, p-l, měření 2	5,9	3,5	ns	3,6	
11	levá noha, lýtko, přes tmel, p-l	22,5	-	ns	4,5	
12	levá noha, lýtko, pod kolenem, p-l	26,2	-	ns	3,6	
13	levá noha, stehno, p-l	30,5	-	ns	4,3	po odstranění tmele
14	levá noha, stehno, p-l	27,3	-	ns		
15	pravá noha, nárt, p-l	25,0	-	ns		
16	pravá noha, nad kotníkem, p-l	24,0	-	ns		
17	pravá noha, koleno, p-z	23,3	-	vss		
18	pravá noha, stehno, p-z	24,5	-	vss		
19	drapérie, v	22,3	-	vss	2,1 (ds)	ds
20	drapérie, p-z	23,2	-	ns	3,0	

Tab. I: Hodnoty ultrazvukové transmise - měření I-20 před a po konsolidaci. Hodnoty po konsolidaci byly změřeny pouze na vybraných místech s nízkou rychlostí ultrazvukové transmise. Hodnoty v závorce odpovídají hodnotám naměřeným po druhém cyklu konsolidace, která proběhla pouze lokálně na místech s nízkou hodnotou rychlosti. Pozn.: směry měření vůči pohledové části objektu: v-vertikální, p-z - předo-zadní, p-l - pravo-levý. Síla signálu: s - slabý, vss - velmi slabý, ns - není měřitelný signál a ds - deformovaný signál.



Obr. 2: Socha Aiodé, 'Múza lyrického zpěvu', místa měření ultrazvukové transmise. Foto a grafické zpracování: A. Kokstějnová.

Číslo měření	Popis, směr měření	Vzdálenost sond D (cm)	Rychlost UZ signálu v (km/s) (před konsolidací)	Pozn.	Rychlost UZ signálu v (km/s) (po konsolidaci)	Pozn.
21	drapérie, p-z	1,9	2,6	ss (přes lasu)	2,7 (2,9)	
22	drapérie, p-l	2,8	3,0	přes otevřený povrch	3,3	
23	drapérie, p-l	2,8	4,1	přes cementový přetěr	3,9	
24	drapérie, p-z	3,2	3,4	ss	3,0	
25	drapérie, p-z	4,2	2,6	ss	3,1	
26	pdrapérie, p-z	1,1	2,3	-	2,4 (3,5)	
27	pdrapérie, p-z	2,7	3,2	-	2,7	
28	drapérie, defekt, p-z	2,5	2,1		2,7	
29	levá paže, zápěstí, p-l	6,2	3,2		2,9	
30	levá paže, nad loktem, p-l	-	-	ns	3,6	
31	levá paže, nad loktem, p-z	-	-	ns	3,0	
32	levá paže, nad loktem, p-z, měření 2	-	-	ns		
33	levá paže, rameno, p-z	-	-	ns	3,5	po odstranění tmelu
34	levé ňadro, s defektem, p-l	-	-	ns	3,1	
35	levé ňadro, s defektem, v	-	-	ns	3,9	ss
36	pravé ňadro, p-l	9,4	3,1	ss	3,3	
37	hrudník, p-z	-	-	ns	-	vss
38	krk, p-l	10,7	3,1			

Tab.2: Hodnoty ultrazvukové transmise - měření 21-38 před a po konsolidaci. Hodnoty po konsolidaci byly změřeny pouze na vybraných místech s nízkou rychlostí ultrazvukové transmise. Hodnoty v závorce odpovídají hodnotám naměřeným po druhém cyklu konsolidace, která proběhla pouze lokálně na místech s nízkou hodnotou rychlosti. Pozn.: směry měření vůči pohledové části objektu: v-vertikální, p-z - předozadní, p-l - pravo-levý. Síla signálu: s - slabý, vss - velmi slabý, ns - není měřitelný signál a ds - deformovaný signál.

Výsledky průzkumu:

Předmětem průzkumu byla vápencová socha Aiodé umístěná v zahradě areálu SZ Konopiště. Materiálově se jedná o bidetritický vápencový pravděpodobně rakouské provenience. V současném stavu před restaurováním je objekt bez výrazného poškození, které by narušovalo statiku objektu nebo jeho nestabilitu. Typická poškození jsou úbytek hmoty, zvláště na drapérii, vlasech, v místech, kde se může zadržovat vlhkost a srážky. Nejvýraznější je však poškození v důsledku užití doplňků, které jsou z větší části nevyhovující kvality. S přítomností těchto tmelů souvisí poškození kamene, tmely mají špatnou adhezi k podkladu, materiálové složení snižuje v těchto místech propustnost, způsobuje kumulaci vody pod povrchem tmelů a způsobuje problémy související s jejím odpařením. Třetím zásadním typem poškození je mechanické, chybí pravá paže, která je ulomená těsně pod ramenem.

Průzkum stavu a zjištění přítomnosti možných skrytých vad a poškození, dále pak hodnocení stavu tmelů (jejich adheze k podkladu), byl proveden nedestruktivní metodou tzv. ultrazvukovou transmisí, která měří dobu průchodu signálu, z níž se počítá rychlost transmisie. V případě poškození (prasklin, defektů, oslabení ve hmotě) se signál oslabuje, pokud vůbec neprochází, nelze signál zaznamenat nebo je deformovaný. Metoda byla využita i pro hodnocení účinnosti konsolidace, na základě porovnání rychlosti naměřené před a po konsolidaci.

Výsledky průzkumu lze shrnout do několika bodů takto:

ad A) typologie a rozsah poškození

Na plastice nebyly ultrazvukovou transmisí detekovány skryté poruchy nebo defekty. Jediná místa, která jsou problematická a projeví se ztrátou signálu nebo jeho zeslabení jsou ve většině případů místa se staršími tmely, které se oddělují od podkladu, případně je hornina pod nimi nesoudržná a průchod signálu se tak zpomaluje, příp. zeslabuje. Z těchto důvodů byla u všech tmelů provedena revize a na základě měření a subjektivního posouzení došlo v ca 70% jejich odstranění. K rozsáhlejšímu odstranění došlo na zádech, levé paži a drapérii.

ad B) charakterizace horniny a návrh opatření

Hodnoty ultrazvukové transmisie horniny se pohybují kolem 3 km/s, což je hodnota rychlosti typická pro porézní bi-odetritický vápenc. Z předchozího výzkumu bylo zjištěno, že hodnoty <2,6 km/s, typicky kolem 1,7 km/s, odpovídají hodnotám degradované horniny, které je nutné zpevnit. Z výsledků je také zřejmá značná nehomogenita horniny na různých místech (některé hodnoty jsou vysoké až 4 nebo 6 km/s, lokální zpevnění se však vyskytuje pouze lokálně a může souviset s předchozími opravami). Vzhledem k výsledkům a subjektivnímu posouzení stavu byla provedena konsolidace estery kyseliny křemičité, lokálně, po kontrole ultrazvukovou transmisí opakovaně v 2. cyklu. Zvláštní pozornost při zpevnění byla věnována místům, kde byly odstraněny tmely, pod nimiž byl kámen značně zvětralý a nesoudržný.

ad C) návrh doplňků odpovídající tmelené hornině

Na základě stanovení průměrné rychlosti ultrazvukové transmisie byly navrženy tmelící systémy, které v tomto parametru vyhovují tmelené hornině. Při jejich návrhu byla využita výzkum citovaného projektu, který zkoumal různé typy tmelů s vápenným typem pojiva pro opravu a jejich shodu s bi-odetritickým vápencem. Z výsledků vyplývá, že zcela vyhovující jsou tmely na bázi přirozeně hydraulického vápna NHL a to ve směsi se vzdušným vápnem, které dává směsi dobré tvárné vlastnosti. Pro ilustraci jsou uvedeny výsledky rychlosti ultrazvukové transmisie zkoušených tmelů a bi-odetritického vápence (v tomto případě kutnohorského vápence uvedeny v Tab. 3. Z výsledků je zřejmá podobnost hodnot s hodnotami dosaženými pro zvětralé materiály a objekty (odpovídá aktuálnímu stavu historických objektů z bi-odetritických vápenců).

Materiál	rychlost ultrazvukové transmise v (km/s)
biodetritický vápenec (St. Margarethen, Rakousko)	2,7-3,4
biodetritický vápenec (Kutná Hora)	3,0-3,2
biodetritický vápenec degradovaný (Kutná Hora)	0,8-2,5
malta na bázi přirozeně hydraulického vápna (NHL2)	1,5
malta na bázi NHL2 a CL90	1,7

Obr. 3: Výsledky ultrazvukové transmise vybraných tmelících směsí. Přesné složení směsí laboratorních směsí je uvedeno v interním dokumentu projektu MK NAKI DFI2P01OVV018 'Podmínky a požadavky kompatibilní péče o historické anorganické porézny materiály'.

**B. Restaurování sádrových plastik rytířů, modelů stavebních článků
chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře**

1. Popis objektu

1.1. Lokalizace díla

<u>Název díla:</u>	Sádrové plastiky rytířů
<u>Kraj:</u>	Středočeský
<u>Okres:</u>	Kutná Hora
<u>Obec:</u>	Kutná Hora
<u>Umístění:</u>	depozitář Českého muzea stříbra, Kutná Hora
<u>Adresa:</u>	Barborská 28/9, 284 01 Kutná Hora – Vnitřní Město

1.2. Údaje o díle

<u>Autor:</u>	neznámý
<u>Sloh/datace:</u>	1888, (kolem opravy chrámu sv. Barbory Josefem Mockerem) ¹¹
<u>Materiál:</u>	patinovaná sádra, odlitek
<u>Rozměry:</u>	výška 74 cm, šířka 21 cm, hloubka 15 cm
<u>Předchozí rest. zásahy:</u>	objekt byl v minulosti min. jednou opravován
<u>Evidenční číslo díla:</u>	evid. č. X1/93, (staré přiřazovací č. 908/80 – vyřazeno ze Sbírký ČMS dopisem MK ČR z 16.7.2003; Vyřazeno – 16.12.2002) ¹²

1.3. Údaje o akci

<u>Vlastník:</u>	České muzeum stříbra, Kutná Hora
<u>Zadavatel:</u>	České muzeum stříbra, Kutná Hora
<u>Zhotovitel:</u>	Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Aneta Kokstejnová
<u>Restaurátorský dohled:</u>	MgA. Petr Rejman Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.
<u>Odborná spolupráce:</u>	Ing. Renata Tišlová, Ph.D.
<u>Termín prací:</u>	6. 10. 2014 – 18. 2. 2015

¹¹ Viz. Michaela OTTOVÁ, Pod ochranou Krista Spasitele a svaté Barbory, České Budějovice, 2010.

¹² Viz. evidence Českého Muzea Stříbra, Kutná hora

1.4. Popis díla

Jedná se o dvě sádrové plastiky rytířů, které sloužily jako model pro vysekání sochařské výzdoby nacházejí se nad průběžnou římsou v severní zdi západního pilíře transeptu chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře. Zobrazují městské štítonoše. Umístěny jsou na opěrném pilíři vedle severního vchodu. Modely byly uskladněny v depozitáři Českého muzea stříbra v Kutné hoře. V seznamu Archeologického sboru Vocel bylo rukou Emanuela Lemingera dopsáno „*Dva modely obrněnců “štítonošů” k obnově originálů vedle městského znaku na opěrném pilíři vedle severního vchodu do chrámu sv. Barbory, 75 cm vysoké*“.

Rytíři jsou oděny do stylizované zbroje z německého prostředí, jež by se dala datovat do období kolem roku 1450, absence doplňků zbroje jako rukavic, ostruh, opasku a meče přesnější dataci neumožňuje.

Společné složení brnění obou rytířů se skládá z útočné přilby se sklopným mřížovým hledím, krk je krytý patrně kroužkovým závěsem sahajícím na ramena. Celoplátový kyrys s krátkým trojdílným šorcem (sukýnka). Celokovové plátové nohy, s jednodílnou nákolenkou, stehenní plát jednodílný, pravděpodobně přichycený přezkou. Segmentové plátové boty. Rytíř č. 2 má jednodílná plátová ramena. Celkově uzavřené plátové ruce, s jednodílnou myškou (náloketkou) přichycenou řemínkem. Rytíř č. 1 má segmentová plátová ramena, což je správnější provedení než u rytíře č. 2. Plátové ruce s jednodílnou myškou (náloketkou) přichycenou řemínkem, jednodílný horní díl (nadloktí), přichycen řemenem. Štít se znakem mužského obličejce, typického pro znázorňování raně křesťanských rytířů (před rozšířením heraldiky), sv. Mořic/Maur atd. (Německo, po roce 1450). Zbroj č. 1 je technicky zpracovaná správněji než zbroj č. 2.

2. Restaurátorský průzkum

Cílem bylo seznámení se s dílem, určení stavu památky před restaurováním, určení druhu poškození a odhad pravděpodobných příčin, které poškození způsobily, materiálové složení a nalezení materiálů a technologii vhodných pro restaurátorský zásah.

2.1. Popis stavu před započítím restaurátorských prací

2.1.1. Vizuální průzkum

Rytíři jsou pokryti prachovými depozity. Povrch materiálu má okrové zabarvení, a to i v místech kde je povrch narušen, což naznačuje přídavek dalšího materiálu, než sádry. Rytíř č. 1 má výraznější povrchovou úpravu, patinu, u rytíře č. 2 je tato úprava méně výrazná. Na plastikách jsou patrné tečkovací body, které jsou do povrchu vyryty (viz. obr. č. 39). Na pár místech jsou viditelné přetěry hnědého zabarvení, především v místě odlomení ruky u rytíře č. 1. Jedná se pravděpodobně o pozdější přetření šelakem, který měl zabránit penetraci v lepeném spoji. Za nejvýraznější poškození lze považovat nejen odlomené části, které se dochovaly, ale především chybějící části obou plastik. U rytíře č. 2 je to odlomená hlava v místě krku, pravá ruka, celá levá paže, část štítu a poškození zadní části podstavce. Z odlomených částí se zachovaly hlava, pravá ruka a část levé paže bez ruky. U rytíře č. 1 se jedná o odlomení pravé ruky, která se bohužel nedochovala. U obou rytířů jsou také patrné oděrky a odřená místa. Bohužel není známa příčina odlomení částí, ani příčina úplné ztráty částí plastiky. Lze však předpokládat, že k poškození došlo mechanickým namáháním a manipulací s objekty. U rytíře č. 2 jsou vloženy čepy, a to v místě ulomení hlavy a v ulomené levé ruce. Tyto čepy jsou značně zkorodované a uvolněné. Jedná se pravděpodobně o druhotně vložené čepy, jelikož se objevují pouze na dvou odlomených místech, v dalších odlomených místech se již čepy ani stopy po jejich přítomnosti nevyskytují.¹³ Sádrové odlitky jsou plné.

Nápisy signatury a čísla: Na přední části v partii holení obou rytířů se vyskytují historické papírové cedulky s evidenčními čísly A74 a A75 psané rukou Emanuela Lemingera. Stará evidenční čísla Archeologického sboru Vocel – A 74 a A 75 zapsána E. Lemingerem. Rukou dr. Matějkové do starých seznamů sboru Vocel dopsáno:

¹³ Viz. Grafické zákresy stavu před restaurováním

Odepsáno – viz návrh na odpis ze dne 17. 1. 1964 a vyjádření SKNV ze dne 13. 2. 64 čís. 134. – 22. 2. 1964. Dále jsou na zádech rytířů výraznou zelenožlutou barvou vepsána čísla 908/80. Jedná se o stará přiřazovací čísla. Vyřazeno ze Sbírký ČMS dopisem MK ČR z 16. 7. 2003; Vyřazeno 16. 12. 2002.¹⁴

2.2. Uměleckohistorický průzkum

Severní vstup do kostela umístěný v průčelí původního transeptu zastával velmi důležitou roli slavnostního vstupu již v předhusitské době. Středověká podoba portálu není známa. Novodobá kamenná kopie městského znaku Kutné hory flankovaná dvojicí rytířů v brnění se štítovými znaky byla vložena do západního pilíře transeptu, do jeho severní zdi chrámu sv. Barbory.

Všechny části městského znaku, včetně souvisejících přilehlých prvků byly vyměněny v době Mockerovy rekonstrukce prvního opěrného pilíře kostela v roce 1888. Původní pozdně gotická podoba městského znaku je zachycena v Mockerově skicáku (viz. obr. č. 71) a na fotografii A. Grolla z roku 1865. Postava rytíře na levé straně nese na kresbě štít s obličejovou maskou, druhý obrnělec zde není vůbec. Ani fotografie a starší perokresba exteriéru z roku 1842, nenasvědčuje tomu, že by druhý rytíř patřil do původního pozdně gotického ztvárnění. S největší pravděpodobností jde tedy o invenci Josefa Mockera, který fragmentárně zachovanou kompozici symetricky doplnil.¹⁵

O samotných sádrových modelech rytířů bližší informace nemáme. Pouze to, že v minulosti prošli minimálně jednou restaurátorskou úpravou. Rytíře lze s největší pravděpodobností zařadit do období prací Josefa Mockera.

¹⁴ Viz. Seznam Archeologického sboru Vocel, evidence Českého Muzea Stříbra, Kutná hora.

¹⁵ Viz. Michaela OTTOVÁ, Pod ochranou Krista Spasitele a svaté Barbory, České Budějovice, 2010.

2.3. Přírodovědný průzkum

Cíle chemické analýzy:

a) Určení složení pojiva odlitku

Dle barevnosti a orientačně provedených mechanických vlastností se jedná s největší pravděpodobností o sádru. Oproti klasickým odlitkům ze sádry mají však tyto odlitky okrový tón v samotné hmotě. Analýza měla vyjasnit složení štukové hmoty a dále sloužit jako podklad pro plánování procesů restaurování (zejména čištění).

b) Porovnání povrchových úprav

Cílem bylo určit, zda se jedná o povrchové úpravy, patinaci povrchu odlitků nebo o znečištění povrchu prachovými depozity. Vzhledem k rozdílnému charakteru povrchových úprav bude porovnání provedeno ze vzorků z obou objektů. Výsledky průzkumu budou vzájemně porovnány.

3. Vyhodnocení průzkumu

Mechanická poškození jsou pravděpodobně způsobena manipulací s odlitky a mechanickým namáháním.

Na základě provedených zkoušek lepidel, které vychází z podrobného výzkumu provedeného v rámci teoretické části této bakalářské práce, byla jako vyhovující lepicí prostředek pro sádru vybrána akrylátová disperze Akrykleber 498HV a pro lepení sklolaminátových čepů polyesterová pryskyřice Airocoll S Spachtel Transparent. Do zkoušek byly zahrnuty různé lepicí systémy jmenovitě např. Beva Gel, Beva 371, Archaocoll 2000, šelak, Kanagom. U výběru vhodného lepicího prostředku byl kladen důraz především na vhodnou pevnost (musí být dostatečná, ale neměla by překročit pevnost originálu), určité reverzibilní schopnosti, vhodné aplikační a zpracovatelské vlastnosti a vhodné optické vlastnosti (barevnost a vzhled adheziva). V rámci zkoušek se dále zkoumaly například odolnost vůči vlhkému prostředí.¹⁶

¹⁶ Viz. Teoretická část mé bakalářské práce

Materiál odlitku: Výsledky TG/DSC analýzy potvrdily, že odlitek rytíře byl proveden ze sádry s příměsí žluté hlíny. Sádru lze jednoznačně potvrdit na základě endotermického efektu, který souvisí s dehydratací sádrovce (hemihydrátu síranu vápenatého), který probíhá při teplotě ca 150°C. Přídavek hlíny nelze jednoznačně vysvětlit, ale patrně šlo pouze o zajištění jiného odstínu materiálu, příp. imitaci jiného, ušlechtlejšího materiálu.¹⁷

Povrchové úpravy: U obou rytířů byly prokázány rozdílné vrstvy na povrchu odlitků. Povrchové úpravy však byly jednoznačně prokázány pouze u rytíře č. 1, u kterého byly identifikovány pigmenty – okry, příměs barytové běloby, pravděpodobně i zinkové běloby (přítomna ale ve stopách), pravděpodobně byla použita i jemnozrnná čern, i když tu nelze jednoznačně odlišit od prachových depozitů nebo organického pojiva vrstvy (na výsledcích ze SEM-EDX). Ve vzorku odebraném z Rytíře 2 nebyla přítomnost anorganických složek (tedy pigmentů, či plniv) prokázána, ani ji nelze pomocí optických metod jednoznačně prokázat.¹⁸

4. Koncepce restaurátorského zásahu

Restaurátorský zásah by měly vést k doplnění a sjednocení vizuálního vzhledu díla. Sádrové plastiky by měly po zrestaurování sloužit jako výstavní exponáty. Hlavní myšlenkou bylo jejich doplnění do původního tvaru, a tím zachovat a dokumentovat jejich původní funkci a zachování dokumentační informace (sloužily jako modely pro zhotovení kamenných soch). V případě poškození sekaných kopií na chrámu sv. Barbory, bude zachována mimo fotografické dokumentace i plastické ztvárnění.

Restaurátorské techniky budou voleny tak, aby dílo působilo čistým a kompletním dojmem bez viditelných poškození. Lepené spoje budou vytvořeny z reverzibilního spojovacího materiálu. Plastické retuše budou separovány od původního povrchu díla. Barevné retuše budou provedeny akvarelovými barvami, které jsou reverzibilní. Bude se jednat o lokální nápodobivou retuš, která bude svým vzhledem i vlastnostmi blízká originálu díla. Zvolené technologie a materiály budou v průběhu prací konzultovány s odborníky.

¹⁷ Viz. Příloha č. 1 – Chemicko-technologický průzkum

¹⁸ Viz. Příloha č. 1 – Chemicko-technologický průzkum

5. Návrh postupu prací

- Důkladná fotografická dokumentace stavu díla.
- Stav památky a rozsah jejího poškození bude zaznamenán graficky.
- Očištění povrchu objektu od prachových depozitů a nečistot. Budou vyzkoušeny suché metody čištění za pomoci jemných štětců, vatových tyčinek a lokální vlhké čištění za pomoci vaty, vatových tyčinek, lihu, vody a benátského mýdla
- Chybějící části budou doplněny tmely modifikovaněsádry s plnivem tmelu Rokoplast
- Zhotovení doplňků do původního nebo předpokládaného tvaru.
U Rytíře č. 1 se jedná o doplnění pravé ruky od zápěstí po konečky prstů, u Rytíře č. 2 se jedná o doplnění levé ruky od zápěstí včetně částí štítu.
- Injektáž prasklin a dutin.
- Lepení doplňků:
 - a) připevnění oddělených a zachovaných částí
 - b) přilepení nově odlitých částí
- Zvážení ponechání či odstranění signatur a eidenčních čísel
- Zhotovení barevných retuší

6. Postup prací

Dokumentace: Byla vytvořena fotodokumentace stavu před restaurováním, průběh restaurátorských prací a stavu po restaurování. Dále byly provedeny grafické zákresy stavu poškození (viz. obrazová příloha).

Čištění: Kombinace čistého a mokrého čištění. Povrch byl nejprve očištěn jemnými štětci od prachového depozitu a nečistot. Největší nečistoty byly lokálně odstraněny za pomoci lihu s benátským mýdlem. Očištění díla bude respektovat patinu stáří i doklad účelu plastik, např. byly zachovány tečkovací body pro zhotovení kamenných soch.

Lepení: Před samotným lepením byla na plochy aplikována přípravná vrstva akrylátové disperze Akrykleber 498 HV v poměru 1:2 s vodou, která měla zajistit propojení s lepidlem. Po zaschnutí byly dochované a nově odlité části přilepeny disperzí

Akrylkleber v poměru 1:1 s vodou. Sklolaminátové čepy byly bodově připevněny dvousložkovou polyesterovou pryskyřicí Airocoll S Spachtel Transparent.

Injektáž: Vzniklé mikrospáry byly následně injektovány směsí modifikované sádry s plnivem Rokoplast. Směs byla injektována pomocí injekční stříkačky s injekční jehlou, prasklina byla zajištěna vlhkou vatou, aby se při injektáži zabránilo úniku směsi.

Tmelení: Plastické doplňky byly aplikovány na plochy ošetřené 3% bílým šelakem, aby se zabránilo hloubkové penetraci kapaliny do materiálu sádrových odlitků a také aby dopňky byly částečně reverzibilní pro případné odstranění doplňků v budoucnosti. Tmely ze směsi modifikované sádry s plnivem Rokoplast byly nanášeny kovovou špachtlí. Plastické retuše byly nanášeny nad tvar a poté byl upraven jejich tvar i povrch.

Signaturey: Jak již bylo zmíněno ve vizuálním průzkumu, na zádech rytířů se vyskytovala stará přiřazovací čísla, která byla provedena nevhodnou výraznou zelenožlutou barvou neznámého původu. Na základě zkoušek byla čísla nejprve odstraňována za pomoci vatových tyčinek s benátským mýdlem v etanolu. Odstranění nebylo moc účinné, proto bylo po konzultaci s technologem přistupeno k acetonovému zábalu v buničine, který byl ponechán do druhého dne. Tento postup byl účinný. Zbytek barvy, kterou již nebylo možné plně odstranit, byl následně zaretušován reverzibilními akvarelovými barvami, to bylo následně zafixováno bílým šelakem v etanolu. Historickému popsané papírové cedulky vyskytující se v přední části na holeních rytířů byly ponechány. Cedulky byly v dobrém stavu.

Barevné retuše: Byla vybrána nápodobivá retuš. Retuše byly provedeny reverzibilními akvarelovými barvami. Retušována byla místa s novými doplňky a místa, kde byla původní patina narušena. Před retuší byla místa separována 3% bílým šelakem z důvodu snížení penetrace do hloubky materiálu a případnou reverzibilitu retuší. Vzniklé retuše byly zafixovány bílým šelakem.

7. Použité technologie a materiály

Čištění: kombinace suchého a mokrého čištění

jemné štětce, vatové tyčinky, vata, líh, benátské mýdlo

Lepení: disperzní lepidlo Akrykleber 498 HV (Lascaux)

poměr separačního roztoku 2 : 1 (voda : Akrykleber)

poměr pro lepení 1 : 1 (voda : Akrykleber)

lepení sklolaminátových čepů – dvousložková polyesterová pryskyřice Airocoll S Spachtel Transparent (Airo-chemie)

Injektáž: štukatérská sádra a sádrokartonářský tmel Rokoplast (Rokospol a.s.)

v poměru 1 : 1

Plastická retuš: štukatérská sádra a tmel Rokoplast (Rokospol a.s.)

v poměru 1 : 1

separace – 3 % bílý šelak rozpuštěný v etanolu

Odstranění nevhodných signatur:

benátské mýdlo v etanolu, vatové tyčinky, vata

acetonový zábal v buničine

Barevná retuš: jemné štětce, akvarelové barvy

izolační vrstva bílým šelakem 3 % roztok rozpuštěný v etanolu

fixace barevných retuší bílým šelakem 2 % roztok rozpuštěný v etanolu

8. Doporučený režim památky

Manipulace a transport by měly být prováděny výhradně ve vzpřímené poloze tak, aby docházelo k minimalizaci tlaků působících na nejvíce namáhané spoje rukou a hlavy. Sádra je relativně křehký materiál, který nemá vysokou odolnost vůči oděrkám a úderům. Všechny úkony spojené s manipulací díla je tak nutné provádět velmi šetrně. Tento materiál není vhodný do exteriérových podmínek. Prezentace i uložení musí být prováděny v interiérových podmínkách. V těchto prostorách by nemělo docházet k razantním a dlouhodobým střídáním hodnot teplot a relativní vzdušné vlhkosti. Ve skladovacích prostorech by neměla být vzdušná vlhkost vyšší než 60 %.

9. Použitá literatura a prameny

OTTOVÁ, Michaela. *Pod ochranou Krista Spasitele a svaté Barbory: sochařská výzdoba kostela svaté Barbory v Kutné Hoře (1483-1499)*. Vyd. 1. České Budějovice: Tomáš Halama, 2010, 271 s.

ĎOUBAL, Jakub. *Restaurování kamenných památek v Kutné Hoře*. Litomyšl: Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, 65 s.

Odborný seminář STOP. *Sádra v památkové péči*. Národní muzeum, Praha 2002.

Odborný seminář STOP. *Sádra pro památkovou péči*. Národní muzeum, Praha 2001.

LOSOS, Ludvík a GAVENDA, Miloš. *Štukatérství*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 181 s.

10. Fotodokumentace



Obr. č. 34 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zepředu



Obr. č. 35 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zprava



Obr. č. 36 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zezadu



Obr. č. 37 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zleva



Obr. č. 38 – Rytíř č. 1, detail odlomení pravé ruky, jsou zde patrné tečkovací body



Obr. č. 39 – Rytíř č. 1, detail hlavy, tečkovací body



Obr. č. 40 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací – pohled zepředu



Obr. č. 41 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací – pohled zprava



Obr. č. 42 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací – pohled zezadu



Obr. č. 43 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací - pohled zleva



Obr. č. 44 – Rytíř č. 2, detail odlomení hlavy s obnaženým čepem



Obr. č. 45 – Rytíř č. 2, detail odlomení levé paže



Obr. č. 46 – Rytíř č. 2, detail poškození štítu



Obr. č. 47 – Rytíř č. 2, detail poškození ruky



Obr. č. 48 – Zkoušky čištění



Obr. č. 49 – Historické cedulky s evidenčními čísly rytíř ř. 1



Obr. č. 50 – Historické cedulky s evidenčními čísly rytíř č. 2



Obr. č. 51 – Rytíř č. 1, nevhodné stare přiřazovací číslo



Obr. č. 52 – Rytíř č. 1, Stav po odstranění a retuši starého přiřazovacího čísla



Obr. č. 53 – Rytíř č. 2, nevhodné stare přiřazovací číslo



Obr. č. 54 – Rytíř č. 2, Stav po odstranění a retuši starého přiřazovacího čísla



Obr. č. 55 – Rytíř č. 1, domodelování chybejících částí ze sochařské hlíny



Obr. č. 56 – Rytíř č. 2, domodelování chybejících částí ze sochařské hlíny



Obr. č. 57 – Rytíř č. 1 po přilepení chybějících částí ze sádry



Obr. č. 58 – rytíř č. 2 po přilepení chybějících částí ze sádry



Obr. č. 59 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zepředu



Obr. č. 60 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zprava



Obr. č. 61 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zleva



Obr. č. 62 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zleva



Obr. č. 63 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zepředu



Obr. č. 64 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zprava



Obr. č. 65 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zezadu



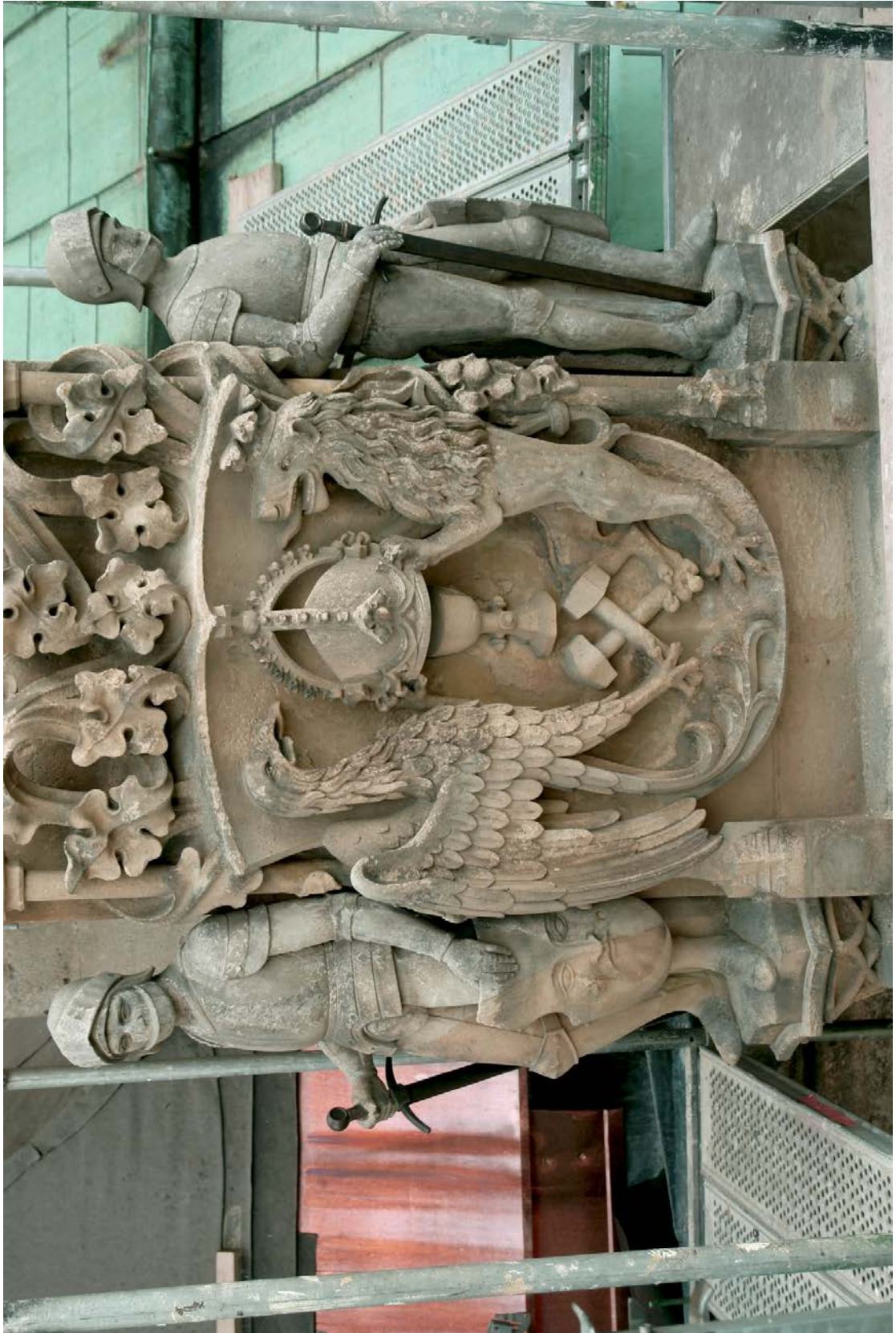
Obr. č. 66 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zleva



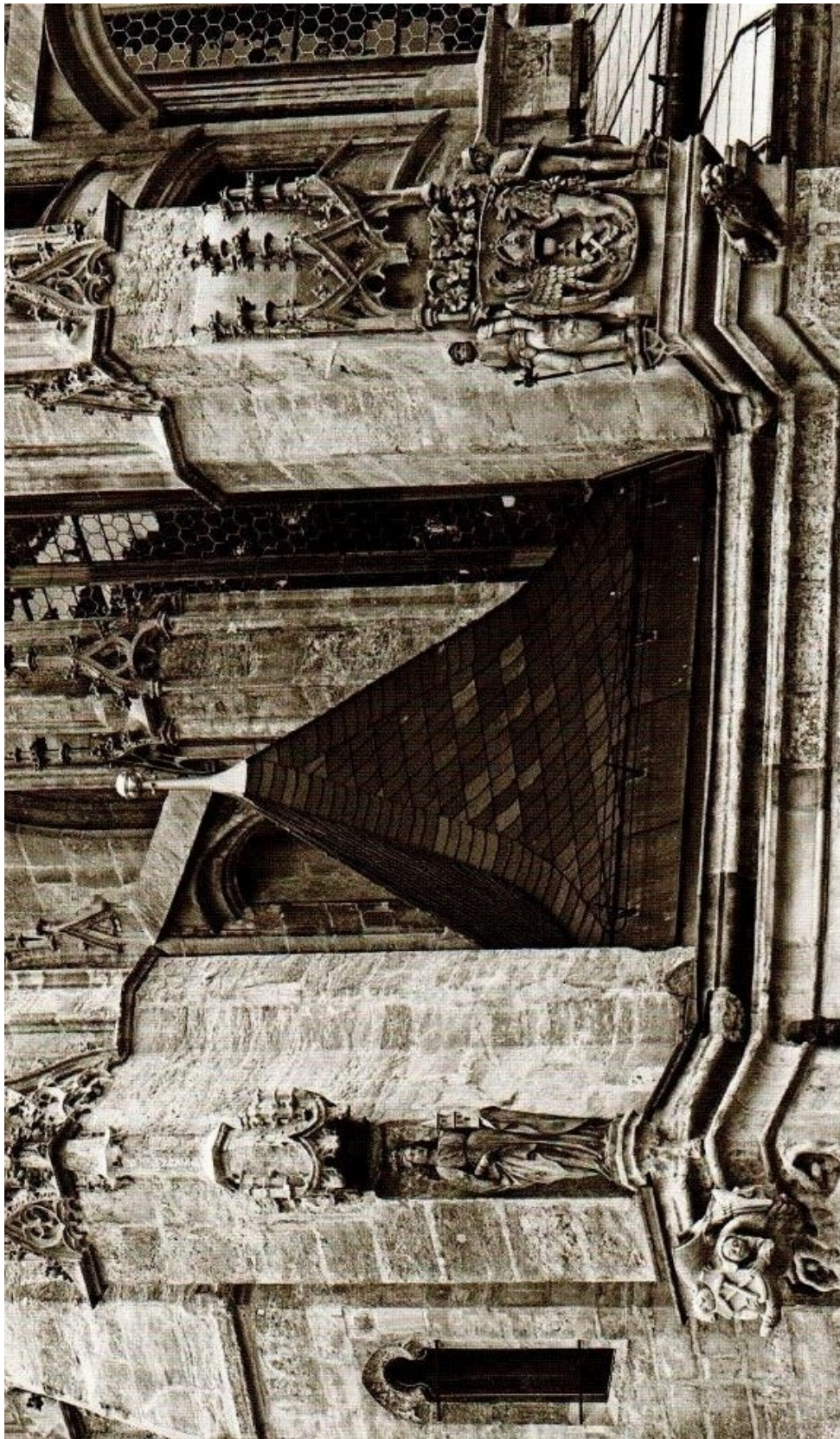
Obr. č. 67 – Rytíř č. 1, stav po dokončení, detail



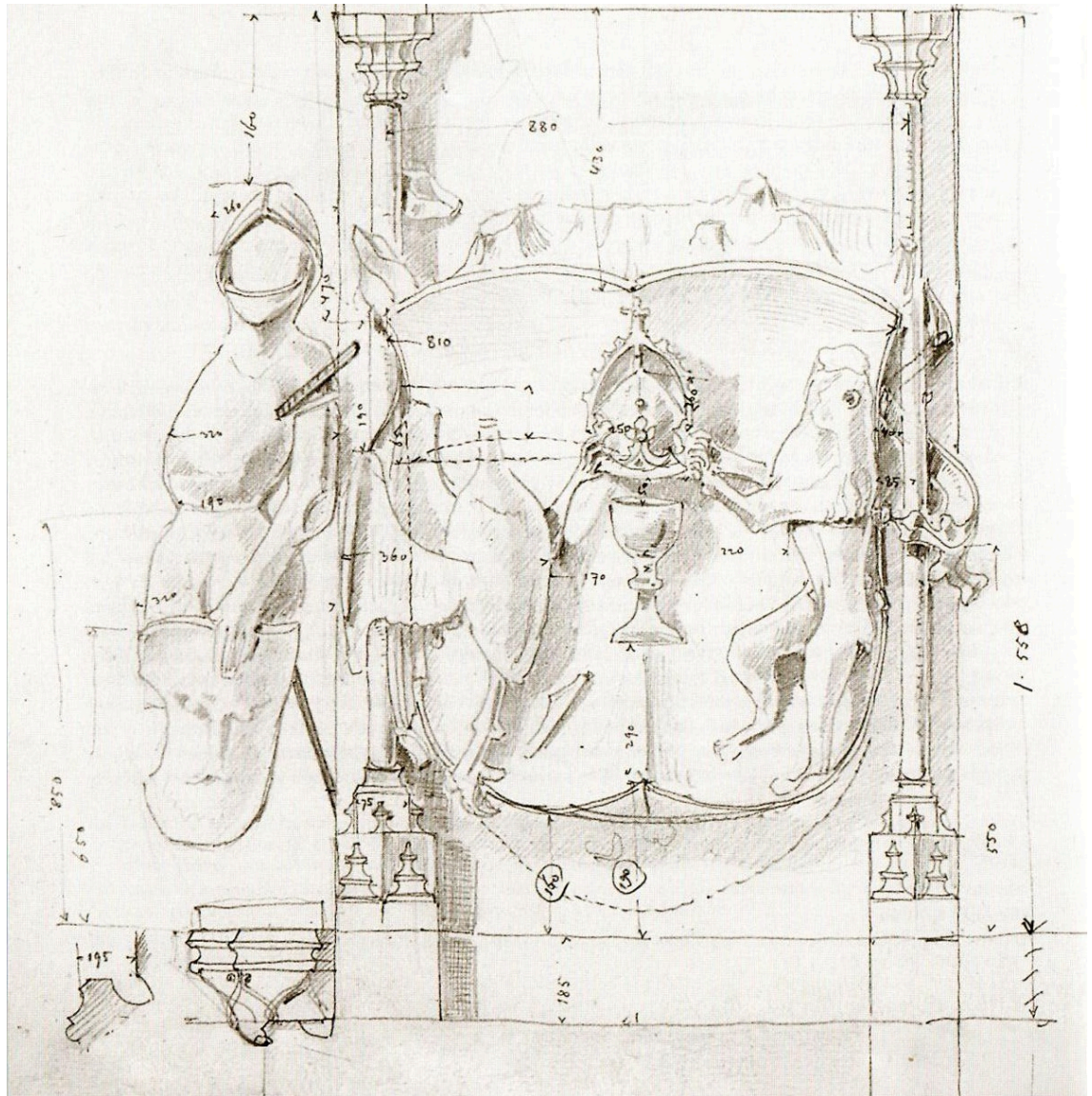
Obr. č. 68 – Rytíř č. 2, stav po dokončení, detail



Obr. č. 69 – Kamenní štítonoši nacházející se na severní zdi západního pilíře transeptu chrámu sv. Barbory (foto: Mgr. art. Jakub Ďoubal Ph.D.)



Obr. č. 70 – Sochařská výzdoba na pilířích nad severním vchodem, vpravo kamenní rytíři
(foto: Aleš Mudra, viz. OTTOVÁ, Michaela. *Pod ochranou Krista Spasitele a svaté Barbory*)



Obr. č. 71 – Městský znak s rytířem. Severní rameno transeptu. Kresba zachycující stav před rokem 1888.
 Reprodukce ze skicáku Josefa Mockera.
 (viz. OTTOVÁ, Michaela. *Pod ochranou Krista Spasitele a svaté Barbory*)

12.Grafická příloha

12.1. Příloha č. 1 – Zákresy poškození

Legenda

zachovalé oddělené části



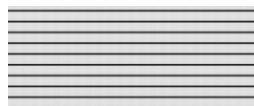
chybějící části



železné armatury, čepy



černé povlaky, nečistoty



Rytíř č. 1



Rytíř č. 2



12.2. Příloha č. 2 – Zákresy odběru vzorků

Rytíř č. 2



Rytíř č. 1



13. Přílohy

13.1. Příloha č. 1 – Chemicko-technologický průzkum



Plastika rytíře, Dům u Kamenného zvonu, Kutná Hora
Materiálový průzkum, 10/2014

Chemicko-technologický průzkum plastiky Rytíře Materiálová analýza, průzkum povrchových úprav

Zadání analýzy: materiálová analýza štuky, průzkum složení povrchových úprav

Materiál/technika: sádrový odlitek s povrchovými úpravami

Popis objektu: Jedná se o dvě sádrové plastiky rytířů, které sloužily jako model pro vysekání sochařské výzdoby nacházející se na chrámu sv. Barbory v Kutné hoře. Zobrazují štítonoše městského znaku. Umístěny jsou na opěrném pilíři vedle severního vchodu. Modely byly uskladněny v depozitáři domu U kamenného zvonu. Je provedena technikou odlitku ze sv. okrové hmoty (sádry?). Nyní silně porušen - hlavní poškození spočívají v oddělení částí (hlavy, rukou, štítu). Na povrchu je různě dochovaná šedá až šedo-okrová povrchová úprava, o které nelze jednoznačně určit, zda se jedná o vrstvu depozitů, ztmavlé lazury nebo tenké povrchové barevné úpravy. Míra dochování a síla povrchových vrstev se u obou zkoumaných objektů značně liší a jejich průzkum je předmětem i jiných metod průzkumu. Vzhled a stav dochování objektů dokumentují (*Obr. 1 (nahore) Rytíř 1, Obr. 2 (dole) Rytíř 2*).

Datace objektu, příp. záznamy oprav: 19. století, nejsou známy

Zadavatel/vlastník objektu: Dům u Kamenného zvonu, Kutná Hora

Restaurátor: Aneta Kokstejnová, studentka 4. ročníku AK, FR, pedagogické vedení: Mgr. art. Petr Rejman

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

Počet vzorků k průzkumu: 3

Cíle analýzy:

A) *Určení složení pojiva odlitku* - dle barevnosti a orientačně provedených mechanických vlastností by se mohlo jednat o sádku. Oproti klasickým odlitkům ze sádky má však tento okrový tón v samotné hmotě. Analýza má vyjasnit složení štukové hmoty a dále loužit jako podklad pro plánování procesů restaurování (zejména čištění, konsolidaci, aj.).

B) *Dokumentace a porovnání povrchových úprav* - cílem analýzy bude určit zda se jedná o povrchové úpravy (patinaci povrchu odlitků) nebo o znečištění povrchu prachem. Vzhled k rozdílnému charakteru povrchových úprav bude porovnání provedeno ze vzorků z obou objektů. Výsledky průzkumu budou vzájemně porovnány.



Obr. 1, 2: plastiky rytířů, stav před restaurováním. Foto: Aneta Kokstejnová.

Údaje ke vzorkům:

Počet vzorků k analýze odlitku: 1 (1/7659) (úloemek) odebraný z defektu levé ruky. Místo odběru ukazuje *Obr. 3*. Jedná se o úloemek štuku o velikosti ca 1 cm³ bez originálního povrchu. Hmotnost štuku je světle okrová, s přítomností bodových okrových nehomogenit.

Počet vzorků k analýze povrchových vrstev: 2 (souvrství) (2, 3/7703, 7704) odebraný z defektu levé ruky. Místo odběru ukazuje *Obr. 4, 5*. Vzorky jsou souvrství tvořené podkladem (štukem) a povrchovou úpravou v šedé až šedo-okrové barevnosti. Velikost vzorku pro analýzu ca 2 mm². Vzorek nebyl před zalitím zpevnován.

Metody průzkumu:

i) Diferenciální termická analýza (SDT/DSC) - materiálová analýza odlitku

Popis analýzy: při měření dochází k zahřívání vzorku v intervalu teplot 30-1000°C. Při zvýšení teploty dochází u vybraných látek k jejich rozkladu za uvolnění vody nebo oxidu uhličitého, příp. jiných plynných produktů. U minerálních pojiv jako např. sádry nebo vápna jsou tyto rozklady pro vzorek charakteristické a tyto látky se dají dobře odlišit. Navíc tato metoda slouží pro zjištění kvantitativního zastoupení jednotlivých složek (plniva, pojiva).

Typ přístroje, podmínky měření: měření bylo provedeno na přístroji Q600 (TA Instruments) při podmínkách měření: rychlost ohřevu 10°C/min, 30-1000°C, v atmosféře vzduchu.

ii) Optická mikroskopie nábrusů v odraženém bílém světle a fluorescenci (UV a modrém světle) - pro určení a identifikaci povrchových úprav (stratigrafii), podkladu, barevných úprav, lakových vrstev, lazur, depozitů.

Typ přístroje, podmínky měření: optický mikroskop Nikon Eclipse LV-100, pozorování prováděno na příčných řezech vzorky v odraženém bílém světle, UV a modrém světle.

iii) Skenovací elektronová mikroskopie (SEM) - prvková analýza vrstev.

Popis analýzy: při analýze se zjišťuje prvkové složení vybraných vrstev, na základě ní lze určit složení vrstvy (pigmenty, plniva, příp. pojiva).

Typ přístroje, podmínky měření: skenovací elektronový mikroskop Tescan Mira 3 s EDX analyzátozem v odraženém režimu elektronů (BSE). Vzorky byly analyzovány ve vysokém napětí 20-25kV, před analýzou pouhličeny.

iv) Mikrochemické zkoušky – orientační určení pojiva

Popis analýzy: Chemické testy s činidly slouží pro orientační určení pojiva barevných vrstev, příp. jiných organických vrstev (laků, lazur, aj.). Analýzou byly stanovována přítomnost přírodních makromolekulárních látek – proteiny, vysychavé oleje, polysacharidy.

Typ přístroje, podmínky měření: mikrochemické zkoušky se provádí s minimálním množstvím vzorku s činidly v mikroskopických.



Obr. 3 a-c: Místa odběru vzorků - Rytíř 1 (zleva): **a)** celek, **b)** místa odběru vzorku vz.1/7659 (materiál štuku, levá ruka - defekt), vz. 2/7703 (barevné úpravy, stratigrafie, podstavec vpravo v místě defektu), **c)** místa odběru vzorku vz.1/7659, detail.



Obr. 4 a-c: Místa odběru vzorků - Rytíř 2 (zleva): **a)** celek, **b)** místa odběru vzorku vz. 3/7704 (barevné úpravy, stratigrafie, podstavec vlevo v nánosů povrchových úprav), **c)** místa odběru vzorku vz. 3/7704, detail.

Výsledky analýzy:

1. DSC/TG analýza:

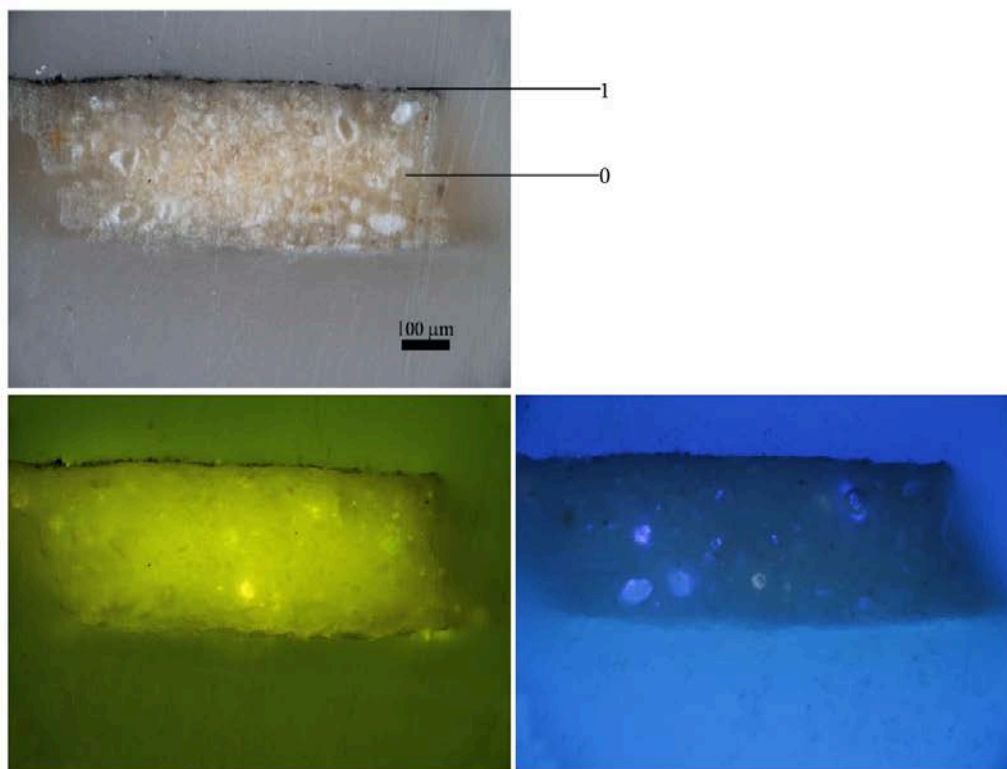
Výsledek TG/DSC analýzy je uveden v Grafu 1. Pro zahřátí vzorku štuku jsou charakteristické tyto tepelné efekty: endotermické při 147°C a 651°C, exotermní při 370°C.

Teplotní efekty (shrnutí) a identifikace sloučenin:

147°C	endotermický efekt, rozklad sádrovce $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$, při rozkladu se uvolňuje krystalová voda. Může se překrývat s rozkladem hlinek.
370°C	exotermický efekt, souvisí pravděpodobně s přítomností organických látek.
651°C	endotermický efekt, souvisí pravděpodobně s dehydroxylací hlinek. V literatuře je popsán rozklad montmorillonitických hlinek při 670°C. Při samotném zahřívání se dehydroxylace projevuje zčervenáním vzorku.

2. Stratigrafie, složení vrstev

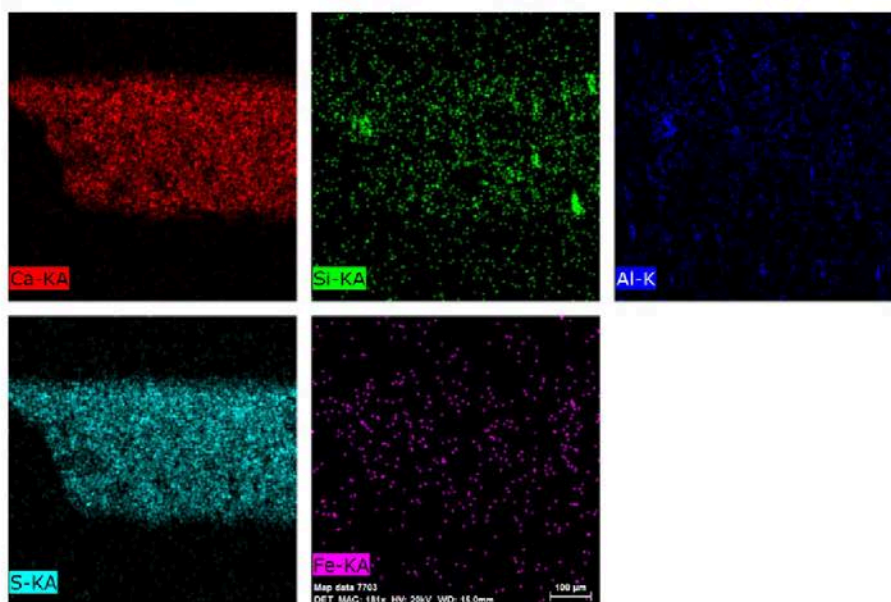
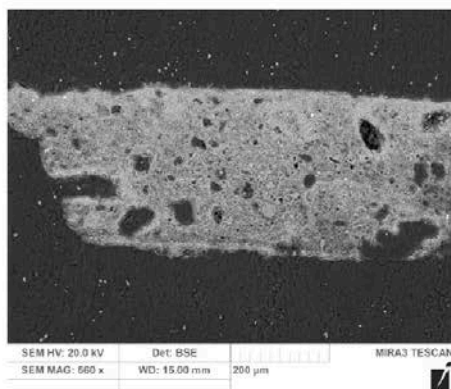
Vz 2/7703: Rytíř 1, podstavec (vlevo), v místě defektu s šedým povrchem



Obr. 5 a-c: Snímky z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla (snímek nahoře) a fluorescenci (dole). Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 200x.

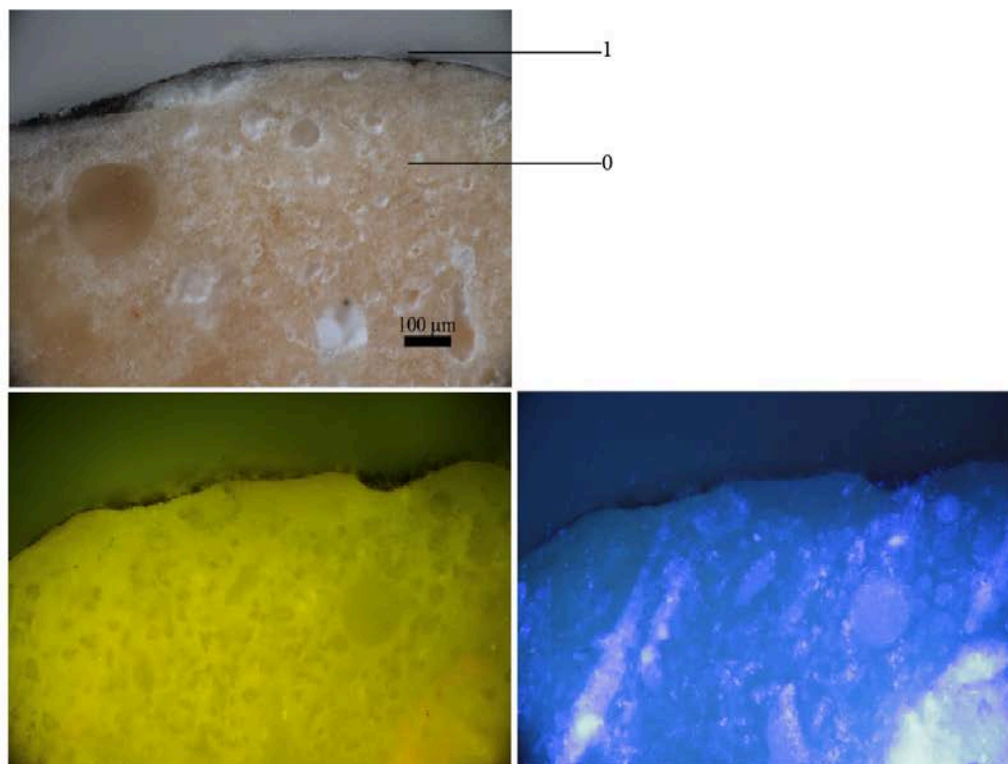
Popis a složení vrstev:

Označení	Popis	složení vrstvy dle REM-EDX
1 - bílá	podklad, materiál odlitku, bez jiné mezivrstvy Obsahuje síran vápenatý (hemihydrát), oranžovou hlinku (okrové zbarvení odlitku).	S, Ca, Si, (Al)
2 - šedo-černá	tenká vrstva, není pigmentovaná. Pravděpodobně se jedná o vrstvu prachových pozitů, příp. organické izolace (v UV světle však bez luminiscence!)	org. (nebo jiné sloučeniny obsahující C - černě, prachové depozity, zbytky pojiv, izolací, aj.), S, Ca, Si, (Al)



Obr. 6 a, b: Snímek z elektronového mikroskopu Tescan Mira3, HV 20 kV, WD 15 mm. Povrch vzorku s povrchovou úpravou nebo spíše vrstvou nečistot (povrchová vrstva bez viditelného kontrastu). Distribuce prvků ve vrstvách (dole) - v celém vzorku zastoupen zejména Ca, S, lokálně zrna hlíny (Si, Al, velmi málo Fe).

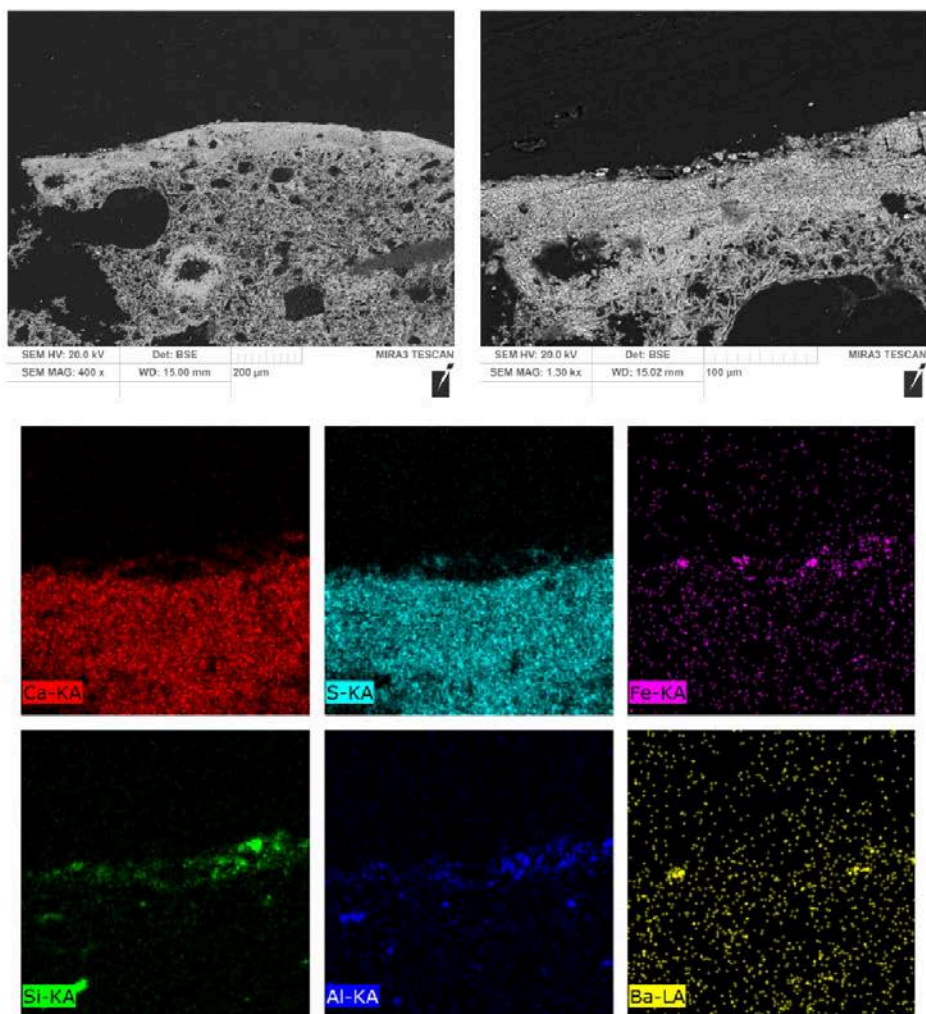
Vz 3/7704: Rytíř 2, podstavec (vpravo), odlitek s šedým povrchem



Obr. 7 a-c: Snímky z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla (snímek nahoře) a fluorescenci (dole). Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 200x.

Popis a složení vrstev:

Označení	Popis	složení vrstvy dle REM-EDX
1 - bílá	podklad, materiál odlitku, bez jiné mezivrstvy Obsahuje síran vápenatý (hemihydrát), oranžovou hlinku (okrové zbarvení odlitku).	S, Ca, Si, (Al)
2 - šedo-černá	tenká vrstva, pigmentovaná, velmi tenká.	org. (nebo jiné sloučeniny obsahující C - čern, prachové depozity, zbytky pojiv, izolací, aj.), Si, Al, Fe (Mg), Ca, S



Obr. 8 a, b: Snímek z elektronového mikroskopu Tescan Mira3, HV 20 kV, WD 15 mm. Povrch vzorku s povrchovou úpravou. Distribuce prvků ve vrstvách (dole) - v celém vzorku zastoupen zejména Ca, S, na povrchu vrstva obsahující pigmenty - zejména okry, lokálně zrna barytu, velmi malou příměs zinkové běloby (nelze prvkového mappingu zachytit).

Shrnutí výsledků

Cílem průzkumu bylo určit složení materiálu štku dvou odlitků rytířů ze sbírek Domu U kamenného zvonu z Prahy. Úkolem bylo potvrdit složení materiálu odlitku, který vizuálně odpovídal sádře, avšak vzhledem k barevnosti odlitků, které byly ve hmotě okrové, nebylo možné vyloučit i použití jiného materiálu. V druhé řadě byl nutné potvrdit přítomnost povrchových úprav a určit jejich složení, které jsou rozhodující pro určení míry čištění, příp. odstraňování ztmavlé vrstvy na povrchu odlitků. V obou případech se jednalo o šedou, velmi tenkou vrstvu, jako-by zatíranou do povrchu, lokálně tedy zcela chybějící. Tuto nelze jednoznačně odlišit od vrstvy nečistot nebo ztmavlé lazury či jiné povrchové ochranné vrstvy.

Materiál odlitku:

Výsledky TG/DSC analýzy potvrdily, že odlitek rytíře byl proveden ze sádry, s příměsí žluté hlinky. Sádru lze jednoznačně potvrdit na základě endotermického efektu, který souvisí s dehydratací sádrovce (hemihydrátu síranu vápenatého), který probíhá při teplotě ca 150°C. Přídavek hlinky nelze jednoznačně vysvětlit, ale patrně šlo pouze o zajištění jiného odstínu materiálu, příp. imitaci jiného, ušlechtlejšího materiálu.

Povrchové úpravy:

U obou rytířů byly prokázány rozdílné vrstvy na povrchu odlitků. Povrchové úpravy však byly jednoznačně prokázány jen u vzorku vz.3/7704, ve kterých byly identifikovány pigmenty - okry, příměs barytové běloby, pravděpodobně i zinkové běloby (přítomna ale ve stopách), pravděpodobně byla použita i jemnozrná čerň, i když tu nelze jednoznačně odlišit o prachových depozitů nebo organického pojiva vrstvy (na výsledcích ze SEM-EDX).

Ve vzorku odebraném z Rytíře 1 (vz.2/7703) nebyla přítomnost anorganických složek (tedy pigmentů, či plniv) prokázána, ani ji nelze pomocí optických metod jednoznačně prokázat.

V Litomyšli, 8.1.2015

Vypracoval: Ing. Renata Tišlová, PhD.
Katedra chemické technologie, FR, UPCE

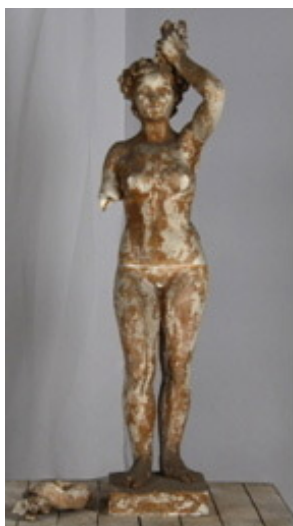
**C. Teoretická část bakalářské práce – Testování prostředků pro lepení
sádrových artefaktů**

1. Úvod

V rámci praktického studia na fakultě restaurování jsem se setkala s restaurováním několika uměleckých objektů ze sádry. Jednalo se o v práci zmíněné sádrové plastiky rytířů, modelů sochařských článků z chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře, které byly součástí restaurování mé praktické bakalářské práce a se soškou ženského aktu od akad. soch. Ladislava Beneše.

Často přítomným poškozením těchto děl bylo odlomení určitých částí. V rámci koncepce restaurování bylo rozhodnuto oddělené části připevnit zpět, avšak hlavním požadavkem byla jistá reverzibilita lepeného spoje. Bohužel nabídka lepidel pro lepení sádry nebyla a není široká a zkušenosti s lepidly na sádru také ne. Bohužel ani literatura se o lepení sádry mnoho nezmiňuje, a pokud ano jedná se spíše o zastaralé či historické techniky a informace. Tyto skutečnosti mě navedly zajímat se o tuto problematiku hlouběji. Přínosné byly například poznatky z restaurování archeologické keramiky, která je svými vlastnostmi velmi podobná materiálu sádry. Určitou inspirací byly materiály a postupy, které se užívají při lepení jiných materiálů (barevné vrstvy, dřeva, kamene).

Tato bakalářská práce se zabývá materiály, které jsou vhodné pro lepení uměleckých předmětů ze sádry. Byly zkoumány základní vlastnosti, které se týkají samotného užití lepidel. Jedná se zejména o vytipování a shromáždění materiálů vhodných pro lepení sádrových artefaktů, popisu jejich vlastností a použití, hodnocení lepící schopnosti a hodnocení odolnosti vůči vybraným podmínkám. Výsledky práce budou uplatněny při řešení lepení sádrových plastik rytířů, modelů sochařských článků z chrámu sv. Barbory v Kutné hoře, jejichž restaurování je praktickou částí této bakalářské práce.



Alegorická socha Flora od L. Beneše



Truhláři od L. Beneše



Ženské torzo od L. Beneše



Ležící akt od L. Beneše



Socha Genia, zvěstování svobody od K. Kotrby



Plastika haviře v barokním stejnokroji



Plastická mapa okresu broumov



Nejsvětější srdce Ježíšovo

Obr. č. 72 – Přehled typických problémů poškození sádry řešených na FR

1.1. Sádra

Sádra je velmi oblíbeným výtvarným materiálem, který se vyznačuje snadnou a rychlou zpracovatelností a schopností přesně reprodukovat daný tvar a udržet jeho pevnost. V umělecké oblasti je sádra často užívaná při modelování, pro klasické umělé mramory či jako přídatný materiál pro štukovou výzdobu. Sádra je rovněž používána pro zhotovování forem, kdy díky své tekutosti je možné odlévat i velmi drobné či složité tvary. Kromě využití v oblasti uměleckého zpracování nachází tento materiál využití v mnoha oblastech stavebního a technického zaměření jako například k výrobě stavebních prvků, zednických prací (omítek, podlah) zejména v oblastech se suchým a teplým klimatem, dále pak lékařství a dentální praxi nebo jako jemné inertní plnivo do papíru, barev, tmelů, polymerním materiálů apod.¹⁹ Mezi nevýhody materiálu patří křehkost, nižší mechanická odolnost a vysoká otěruvzdornost. Její bílý a velmi porézní povrch je vysoce nasákavý a snadno přijímá nečistoty. U sádry také dochází k výrazným změnám vlastností vlivem vlhkosti. Při navlhnutí sádrového objektu dochází k výraznému poklesu pevnosti a modulu pružnosti. Při vlhkosti 1% klesá pevnost objektu až o 30%, při vlhkosti 12,5% až o 50%. I přes tyto vlastnosti je sádra vhodná pro použití v prostředí s relativní vzdušnou vlhkostí do 60%.²⁰

V přírodě se vyskytuje v různé formě jako minerál sádrovec. Surový sádrovec se zpracovává tepelným procesem, v tomto úkonu je odstraněna vázaná voda a dojde k částečnému rozkladu síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. V praxi je možné vyrábět různé druhy sádry vypalováním sádrovce při různých teplotách. Podle teploty výpalu rozlišujeme především sádro měkce pálenou a tvrdě pálenou. Hemihydrát vzniká při teplotě do 180°C podle rovnice: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Pálením při vyšší teplotě nad 200°C vzniká anhydrit podle rovnice: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4$. Hemihydrát neboli měkce pálená sádra se užívá ve výtvarné oblasti jako modelářská sádra. Oproti tomu anhydrit má využití spíše v oblasti stavební. Při teplotě nad 780°C dochází k rozpadu sádrovce.²¹

¹⁹ Viz. Odborný seminář STOP. *Sádra pro památkovou péči*. Národní muzeum, Praha 2001

²⁰ Viz. Odborný seminář STOP. *Sádra v památkové péči*. Národní muzeum, Praha 2002.

²¹ Viz. Odborný seminář STOP. *Sádra v památkové péči*. Národní muzeum, Praha 2002.

Jemně mletá sádra tuhne po smíšení s vodou. Leone Battista Alberti píše ve svých Deseti knihách o stavitelství z roku 1452 „*Každou sádru, abych nic neopomenul, je nutno dřevěnými kladivý roztlouci a rozetřít, až se z ní stane moučka, opatřiti ji na hromadě na naprosto suchém místě, hned nato ji nasypati k přípravě, políti ji velmi rychle vodou a neprodleně ji použítí k práci.*“ Tuhnutí sádry lze charakterizovat následující rovnicí: $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Průběh a doba tuhnutí závisí na jemnosti sádry, na obsahu nečistot, na množství a teplotě vody. Někdy bývají při výrobě sádry v malém množství (cca 1%) přidávány látky, které ovlivňují rychlost tuhnutí. Zpomalení procesu tuhnutí sádry docílíme přidáním křehové vody, boraxu, kyseliny citrónové nebo etanolu ad. Naopak zrychlení tuhnutí sádry podporuje například přídavek jemné vytvrdlé sádry. Pevnost sádry v suchém stavu se pohybuje po několika dnech v rozmezí 2-60 MPa, ve vlhkém stavu klesne její pevnost až o 45%.²² Sádru lze mísit s různými plnivý a barvit ji pigmenty.

O historickém užití sádry se dozvídáme již od dob vyspělých civilizací. Například ve starověkém Egyptě, kde byla často využívána ve stavebnictví např. pro štukovou omítku, pro spárování pyramid či podklad pro polychromii a zlacení. Také zhotovovaly sádrové modely, které byly sejmuty z lidského těla tzv. posmrtné masky. Výhodou bylo, že v oblasti Nilu ho byl hojný výskyt a ve vynikající kvalitě, teplota pro pálení sádrovce nemusela dosahovat vysokých hodnot, ale především byl využíván pro svou dostatečnou stabilitu. Řekové používali jako okenní výplň v chrámech čistý sádrovec. Římané odlili ze sádry tisíce kopií řeckých soch. Velmi zajímavý je výrok Plinia Secunda z jeho *Historia Naturalis* z doby okolo 77 n. l., kde zmiňuje, že umělecké zpracování sádry vzniklo dříve než např. kovolijectví. „*Podobu lidskou sádrovým otiskem samotné tváře vyjádřil první ze všech a počal ji upravovati pomocí vosku, který vliv do této sádrové formy, sikyonský Lysistratos. bratr Lysippa, o němž jsem mluvil. Ten začal vytvářeti i skutečné podoby, kdežto před ním byla snaha činiti je co nejkrásnější. Týž vynalezl i tvořiti odlitky soch a ta věc se rozmohla tak velice, že se žádná výtvarná díla nebo socha nepracovaly bez hlíny. A z toho jest patrné, že toto umění bylo starší než kovolijectví*“.

Sádra byla oblíbeným materiálem i v dalších tisíciletích. V 17. století sloužila především jako ochranný prvek architektury proti požárům, např. v Paříži byla použita jako povrchová úprava dřevěných staveb. V 18. a 19. století sloužila sádra nejvíce výrobě

²² Viz. Odborný seminář STOP. *Sádra pro památkovou péči*. Národní muzeum, Praha 2001.

dekorativních prvků. Například v době baroka vzkvétala výroba štukatur a umělých mramorů. Jedná se o směsi obsahující sádro s různými pigmenty, které díky neúplnému promíchání tvořily zajímavé vzory podobné mramoru. K masivnímu užívání sádry došlo s rozvojem stavebnictví a technologií průmyslové výroby v druhé polovině 19. století.²³

1.2. Historie lepení sádry

Adheziva používaná pro lepení sádry se po mnoho let příliš neměnila. V minulosti se sádra lepila především organickými lepidly živočišného původu a to konkrétně šelakem nebo klihem. Lepení šelakem rozpuštěného v lihu patří k nejstarším technikám lepení sádry a používá se dodnes. *„Šelak je oranžová až hnědá, transparentní křehká „pryskyřičná“ látka živočišného původu, produktem činnosti malého sajícího dospělého hmyzu podobného mšicím. Samičky červce lakového (Tachardia lacca) vylučují pryskyřici na ochranu svých larev. Látkou jsou obalovány větvičky až do síly několika milimetrů. Loupaný surový šelak se čistí praním, taví se v tekutém stavu a natírá na válce pro získání lístkové formy. Šelak obsahuje především aleuritovou kyselinu a mimo další složky ještě vosk, barvivo, cukry a slizy“*²⁴ Lepení šelakem lze uskutečnit více způsoby, jedná se o klasickou aplikaci šelaku na lepený materiál nebo o techniku lepení zapáleným šelakem. Šelak mohl být zapálen po aplikaci a přiložení lepených ploch k sobě nebo šlo šelak zapálit ještě před samotnou aplikací a až poté ho nanést jako adhezivum na lepený materiál. Ve výjimečných případech se lze na našem území setkat s méně známými metodami lepení organickými lepidly rostlinného původu jako je např. šťáva z česneku či rýžový škrob. Také se často můžeme setkat s anorganickými adhezivy – lepení bylo možné provést sádro, vápnem a od počátku 20. stol. i s cementy. Pro lepení sádry se používá sádra řidší konzistence. Před její aplikací je nutné lepený materiál předem navlhčit. Nevýhoda tohoto lepení je, že vzniká poměrně silný spoj.

Po první polovině 20. století se v restaurátorských zprávách nejčastěji setkáme s lepidlem pod názvem Kanagom, který je na bázi nitrátů celulózy. Přibližně od šedesátých let 20. století se rozšířila lepidla na bázi polyesterových a epoxidových pryskyřic, které tvrdnou do formy zesíťovaného nerozpustného reaktoplastu, který nelze poté nijak

²³ Viz. Odborný seminář STOP. *Sádra v památkové péči*. Národní muzeum, Praha 2002.

²⁴ Viz. KUBIČKA, Roman. *Výkladový slovník*. Grada 2004, 280 s.

odstranit. Pro lepení sádrových artefaktů je základním požadavkem reverzibilita lepeného spoje, a proto se od užívání ireverzibilních systémů upouští a více populární se stávají systémy reverzibilní na bázi homopolymerů nebo kopolymerů – zejména akrylátů a VAC, nitrátů celulózy. Tyto systémy nebyly primárně určeny pro lepení sádry, ale jejich účinku se využívalo zejména v jiných oblastech lepení (barevná vrstva, dřevo, plasty, sklo, keramika, aj.), užívají se ve formě disperze nebo roztoků a vyznačují se dobrou odolností a pevností.²⁵

1.3. Obecné postupy při lepení sádry a požadavky na lepicí systémy

Vybrané adhezivum je nutné nanášet na odmaštěný povrch zbavený nečistot. Technické listy většinou nedoporučují poměr ředění produktů pro účely lepení. Koncentraci originálu pro lepení je nutné upravovat pro daný případ a typ materiálu, a aniž by bylo opět uvedeno, před samotným lepením je většinou žádoucí užití separačního roztoku neboli penetrace (tzn. stejný produkt o nižší koncentraci). Výhoda penetrace spočívá především ve snížení pronikání přípravku do struktury materiálu a zaručuje větší kvalitu a reverzibilitu lepeného spoje.

Lepidlo by mělo být nenápadné nebo dokonce neviditelné. Z tohoto důvodu musí lepidlo splňovat následující vlastnosti:²⁶

- **Dobrá přilnavost a dlouhodobá stabilita**
- **Žádná chemická reakce** – Jakékoliv chemické působení lepidla na umělecký objekt by mělo být omezeno na okamžik podání a nemělo by následně poškozovat objekt pozdější chemickou interakcí.
- **Žádná strukturální reakce** – Lepidlo by mělo mít minimální smrštění či expanzi, které by se mohly negativně projevit v lepeném spoji. Nemělo by být tvrdší než lepený materiál, což by mohlo způsobit zničení či znehodnocení originálního materiálu v případě vyvinutí napětí. Žádoucí je určitý stupeň plasticity a pružnosti z důvodu umožnění dlouhodobé absorpce napětí u lepených materiálů.

²⁵ Viz. BERGER, Gustav. *Art adhesive needs stability, reversibility, compatibility*. Adhesives Age, 1985
Viz. DOWN, J – MACDONALD, M. – TÉTREAULT, J. – WILLIAMS, R. *Adhesive Testing at the Canadian Conservation Institute – an evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives*. Studie in Conservation, 1996.

²⁶ Viz. BERGER, Gustav. *Art adhesive needs stability, reversibility, compatibility*. Adhesives Age, 1985.

- **Kompatibilita** – Lepidlo by nemělo barvit či jinak změnit vzhled lepených objektů. Mělo by být podobné buď strukturou a vzhledem lepených objektů nebo být kompatibilní s materiály, které umožní lepidlo “zamaskovat“ prostřednictvím nenápadných přemalůb či jiným překrytím. Lepidlo by mělo reagovat na vnější vlivy stejným způsobem jako opravený kus tak, aby nedošlo k žádnému zatížení při změně podmínek v místě uložení (např. změnou vzdušné vlhkosti).
- **Reverzibilita** – Mělo by být možné zrušit jakoukoli chybu odstraněním lepidla, aniž by došlo k poškození uměleckého díla.

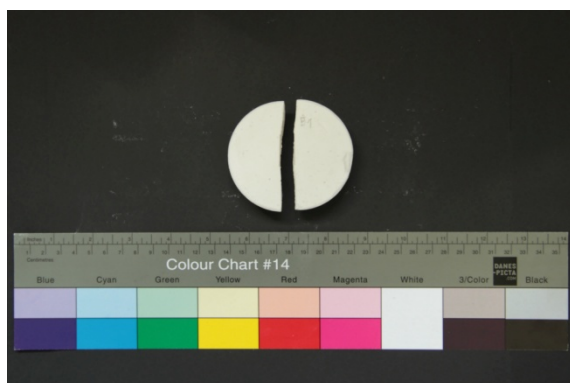
Pokud bychom měli obecně charakterizovat lepidlo vhodné pro restaurování sádrových objektů – mělo by spojit rozbité části objektu, v žádném případě nezměnit samotný objekt, v budoucnu by měla být možná případná reverzibilita lepeného spoje.

2. Experimentální část

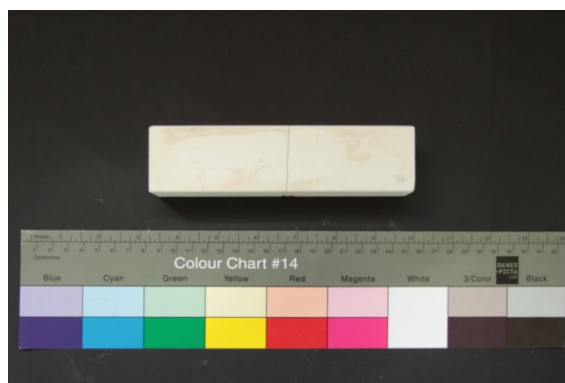
Cílem experimentální části bylo odzkoušení vybraných typů adheziv, které by se daly využít pro lepení sádrových artefaktů. Základním cílem bylo popsat jejich aplikaci a postup při jejich užití, v dalším kroku ověřit jejich lepicí schopnosti na základě měření pevnosti lepeného spoje. Vzhledem k uložení mnoha artefaktů ve vlhkých prostředích depozitářů, kostelů bylo dílčím úkolem zjistit chování polymerů v prostředí s vyšší relativní vlhkostí.

2.1. Lepené substráty

Pro testování byly připraveny 2 typy tělísek odlitých ze sádry: Jednalo se o vzorky kruhového tvaru o průměru cca 7 cm (viz. obr. č. 73) a hranoly o velikosti cca 16 × 4 × 4 cm (viz. obr. č. 74). Prasklina, kam bylo aplikováno adhezivum, byla vytvořena rozlomením tělísek na polovinu. Vzorky kruhového tvaru byly rozlomeny za pomoci rovného sochařského dlátka, na rozlomení hranolů bylo použito strojní čtyřbodové lámání, které vytvořilo prasklinu s nepravidelným lomem zapadajícím přesně do sebe.



Obr. č. 73 – Vzorky kruhového tvaru pro testování aplikace



Obr. č. 74 – Vzorky sádrových hranolů pro zkoušky pevnosti lepeného spoje

2.2. Lepicí systémy

Vybrané druhy lepicích systému patří do skupiny přírodních a syntetických organických adheziv. Dle formy je lze rozdělit do dalších skupin, na lepidla disperzní, roztoková a ostatní. Jejich přehled a základní charakteristiky udává tabulka č. 4. V mém výběru zastupují disperzní lepidla – Acrykleber 498 HV, BEVA® Gel, BEVA® 371 a Ponal Super 3. Z roztokových lepidel byly vybrány – Archäocoll 2000 a Kanagom a šelak. Skupina ostatních lepidel zahrnuje dvousložkovou polyesterovou pryskyřici Airocoll S Spachtel Transparent.

Tab. č. 4 – Vybrané testované lepicí systémy

	Lepicí systémy	Hlavní rozpouštědlo	Forma originál (konzistence, barva v základním stavu)
Disperzní	Acrykleber 498 HV	voda	krémová nízko viskózní konzistence, bílá
	BEVA® Gel	voda	nízko viskózní až kašovitá konzistence, hnědá
	BEVA® 371	toluen, další rozpouštědla	gelová konzistence, čirá
	Ponal Super 3	voda	středně viskózní konzistence, bílá
Roztoková	Archäocoll 2000	aceton	středně viskózní konzistence, čirý, transparentní
	Kanagom	aceton	nízko viskózní roztok, čirý až slabě žlutohnědá
Ostatní	Airocoll S Spachtel Transparent	-	želatinový, medově žlutá, jantarová
	Šelak	líh	viskózní, oranžová až hnědá

Výběr adheziv použitých pro experiment byl založen na rozsáhlé literární rešerši, která zahrnovala průzkum a shrnutí poznatků a zkušeností s lepením sádrových objektů, keramiky, ale i jiným porézních materiálů. Důležitým zdrojem informací byly práce provedených v sochařském ateliéru Fakulty restaurování. V roce 2011 zde vznikla Diplomová práce Martina Parobka, který se v této práci zabývá Restaurováním děl ze sádry, popisem typických poškození a možnostmi jejich řešení. V další diplomová práci z roku 2011 od Petra Bény je řešena “Role sádry v památkové péči“. Konkrétní výběr adheziv byl upřesněn na základě konzultací s odborníky Katedry chemické technologie a Ateliéru restaurování a konzervace kamene.

Při výběru však bylo hlavním problémem jejich omezená nabídka a zkušenosti s jejich užíváním pro daný typ materiálu. V literatuře sice existují informace k dané problematice, avšak pouze sporadicky či jsou zastaralé nebo zaměřené na historické techniky. Určité informace poskytla odborná literatura zabývající se restaurováním archeologické keramiky, o které bylo možné nalézt mnohem více informací. Důležité je zmínit, že materiál keramiky je velmi podobný materiálu sádry. Hlavním cílem bylo tedy docílit posunu v postupech a materiálech adheziv pro lepení sádry, která není v současné praxi zpracovaná.

Při výběru byly stanoveny základní požadavky pro adheziva. Hlavním požadavkem pro lepení sádrových artefaktů byla reverzibilita neboli odstranitelnost lepeného spoje. Důležitá je dostatečná pevnost lepeného spoje, kdy by lepený spoj neměl převýšit pevnost lepeného materiálu. Nezbytná je dobrá adheze k lepenému povrchu a koheze lepícího systému. K výše uvedeným je nutné přidat požadavky na samotné lepidlo: vyhovující viskozita, povrchové napětí, zpracovatelnost a manipulace, doba zpracovatelnosti a penetrace.

2.3. Vlastnosti vybraných lepících systémů

Pro lepení byla vybrána lepidla, ale i prostředky, které se primárně pro lepení porézních podkladů neužívají i přesto že se vyznačují dobrými lepícími vlastnostmi. Příkladem může být Acrykleber 498 HV či Beva Gel a Beva 371, která se využívá k zajištění, dublování či marouflagi zejména barevné vrstvy závěsných obrazů či na nástěnné malby. Všechny tři prostředky jsou užívány ve formě disperze (homopolymery či kopolymery akrylátu a etylen-vinylacetátu). Tradičním materiálem je Beva 371, který byl speciálně vyvinut pro nažehlování jako alternativa k vosko-pryskyřičným směsím. Gustav Berger začal s jejím vývojem již v roce 1967.²⁷ Přípravek Beva Gel vznikl později jako vodou ředitelná alternativa k tradičnímu produktu Beva 371. U prostředku Acrykleber se jedná o modifikovanou disperzi již dříve prodávaného přípravku Plextol, modifikace spočívá především přidáním zahušťovadel a biocidních stabilizátorů. Ponal Super 3 patří mezi lepidla primárně určená pro lepení dřeva, konkrétně pro montážní lepení, pro užití v interiérech i exteriérech např. oken či dveří, lamelování okenních hranolků, lepení desek a spár. Jeho výhoda tkví především v možnosti užití v prostředích se silným klimatickým

²⁷ Viz. PLOEGER, R. – DE LA RIE, R. – MCGLINCHEY, CH. – PALMER, M. – MAINES, CH. – CHIANTORE, O. *The long-term stability of a popular heat-seal adhesive for the conservation of painted cultural objects*. Polymer Degradation and Stability, 2014.

kolísáním a vlhkostní zátěží. V našem výběru byl zařazen jako alternativa ke známějším adhezivům. Alternativou za disperze jsou roztoky na bázi nitrátu celulózy, konkrétně se jedná o přípravky Archaocoll 2000 a Kanagom. Přípravek Archaocol 2000 je využíván v restaurátorské praxi zejména pro lepení archeologických artefaktů, oproti tomu přípravek Kanagom je průmyslově vyráběné lepidlo, pro univerzální užití. Šelak patří do skupiny přírodních materiálů s dlouhou tradicí užívání; důvod jeho výběru spočívá především v porovnání účinků s novějšími systémy.

V přehledu adheziv je uvedena tzv. teplota skelného přechodu (T_g), která vyjadřuje teplotu, při níž přechází polymer do kaučukovitého (elastického) stavu. Další důležitou hodnotou je pH, která v tomto případě udává kyselost/zásaditost extraktu vylouhovaného z filmu (nejedná se o pH prostředku). Hodnoty byly převzaty z technických listů, pokud u adheziv informace chyběly, nejsou uvedeny. T_g vybraných adheziv (Beva Gel, Beva 371, Acrylkleber 498 HV) byly revidovány ve spolupráci s Laboratoří termické analýzy VŠCHT, měření provedl Ing. Jakub Havlín na přístroji DSC131 (Fa Setaram) v dynamické atmosféře dusíku v teplotním rozsahu -20 až 150°C , rychlostí ohřevu 10K/min , chlazení bylo provedeno pomocí kompresorového chladicího oběhu. T_g bylo vyhodnoceno jako polovina z lineární části endotermické změny (max. derivace tepelného toku).

1. Acrylkleber 498 HV ²⁸

Složení: akrylový polymer na bázi methylmethakrylátu a butylakrylátu, voda

Použití: Pro marouflage a dublování. Zpevnění vrstvy malby, lepení trhlin a vyrovnávání.

Základní vlastnosti:

T_g : $+13^\circ\text{C}$, naměřeno $10,2^\circ\text{C}$ a 50°C (pravděpodobně v důsledku nemísitelných složek v polymeru)

pH (filmu): 8-9

Rozpustné: voda, Aceton, Toluén, Thinner X

Nerozpustné: White Spirit

Doplňující informace: Obsahuje biocidní stabilizátory. Jedná se o disperzi Plextol se zahušťovadly.

Výrobce/distributor: Lascaux Colours & Restauro

Odkaz: http://talasonline.com/photos/instructions/lascaux_adhesives.pdf

²⁸ Viz. http://talasonline.com/photos/instructions/lascaux_adhesives.pdf

2. BEVA® Gel ²⁹

Složení: disperze etylen-vinylacetátová a akrylová pryskyřice, voda

Použití: Pro konsolidaci nástěnné malby (zpráškovatělá místa, puchýře). Použití se doporučuje pro velké obrazy a nástěnné malby, které jsou umístěny v místě bez dostatečného větrání.

Základní vlastnosti:

Tg: +56,6°C

pH: 4-5

Rozpustné: voda, isopropyl alkohol, toluen, xylen

Nerozpustné: neuvedeno

Doplňující informace: Vyznačuje se vysokou molární hmotností a horší odstranitelností, doporučuje se v kombinaci se separací disperzí Beva 371. Byl vyvinut jako vodorozpustná alternativa k přípravku Beva 371 (v toluenu).

Výrobce/distributor: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG

Odkaz: http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/87032e.pdf

3. BEVA® 371 ³⁰

Složení: disperze kopolymeru etylen-vinylacetátu v toluenu

Použití: Pro zpevňování barevné vrstvy obrazů, nažehlování.

Základní vlastnosti:

Tg: +13,7°C

pH: 7

Rozpustné: benzín, nafta, xylen, toluen, minerální lihoviny

Nerozpustné: voda, alkohol, dimethyl formami

Doplňující informace: Vyvinut již v roce 1967. Složitá směs EVA kopolymeru, zahušťovadel a parafínového vosku. Původně vyvinut pouze pro nažehlování obrazů.

Výrobce/distributor: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG

Odkaz: http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/87030_31MSDS.pdf

²⁹ Viz. http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/87032e.pdf

³⁰ Viz. http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/87030_31MSDS.pdf

4. Ponal Super 3 ³¹

Složení: disperze na bázi polyvinylacetátu, voda

Použití: Jednosložkové lepidlo na dřevo, pro lepení v interiéru i exteriéru.

Základní vlastnosti:

Tg: neuvedeno

pH: 2,5-3

Rozpustné: voda

Nerozpustné: neuvedeno

Doplňující informace: Doporučuje se pro veškeré lepení v interiéru i exteriéru při extrémním zatížení vlhkosti a teplotám, v těchto podmínkách je vysoce stabilní a ve vodě nerozpustný.

Výrobce/distributor: Henkel ČR spol. s r.o.

Odkaz: <file:///C:/Users/Doma/Downloads/ponal-super-3-technicky-list-2015-07-10.pdf>

5. Archäocoll 2000 ³²

Složení: roztok nitrocelulóзовé pryskyřice v acetonu

Použití: Pro lepení keramických materiálů, archeologické keramiky.

Základní vlastnosti:

Tg: neuvedeno

pH: neuvedeno

Rozpustné: aceton

Nerozpustné: voda

Doplňující informace: Vysoká hořlavost kapalného i zasklého lepidla.

Výrobce/distributor: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG

Odkaz: http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/98500_SHD_ENG.pdf

³¹ Viz. <file:///C:/Users/Doma/Downloads/ponal-super-3-technicky-list-2015-07-10.pdf>

³² Viz. http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/98500_SHD_ENG.pdf

6. Kanagom³³

Složení: roztok nitrocelulózy, aceton, etanol, butan-1-ol

Použití: k lepení různých pórovitých materiálů

Základní vlastnosti:

Tg: neuvedeno

pH: neuvedeno

Rozpustné: aceton

Nerozpustné: voda

Doplňující informace: Průmyslově dodávané lepidlo, běžně dostupné. Univerzální, ale v minulosti hojně využívané pro lepení keramiky, sádry. Vysoká hořlavost kapalného i zasklého lepidla

Výrobce/distributor: Chemoplast BEC s.r.o.

Odkaz: <http://garancia.ibyznys.cz/www/prilohy/bl/kanagom.pdf>

7. Airocoll S Spachtel Transparent – dvousložková³⁴

Složení: Nenasycené polyesterové pryskyřice, inertní plnivo, thixotropní činidlo, pigmenty

Tvrdidlo: Benzoyl peroxid

Použití: Vhodný pro plnění a opravy mramorů, umělého a přírodního kamene.

Základní vlastnosti:

Tg: neuvedeno

pH: neuvedeno

Doplňující informace: Není primárně určený pro lepení sádry, ale nabízí se jeho užití při lepení armatur než pro samotné lepení.

Výrobce/distributor: airo chemie A. Schmiemann GmbH & Co KG

Odkaz: http://www.airo-chemie.com/pdf/PX_TM_Airocoll_S_alle%20Farben_EN.pdf

³³ Viz. <http://garancia.ibyznys.cz/www/prilohy/bl/kanagom.pdf>

³⁴ Viz. http://www.airo-chemie.com/pdf/PX_TM_Airocoll_S_alle%20Farben_EN.pdf

8. Šelak³⁵

Složení: přírodní pryskyřice z výměšků červce lakového v etanolu

Použití: povrchová úprava dřeva pomocí politur

Základní vlastnosti:

Tg: neuvedeno

pH: neuvedeno

Rozpustné: alkoholy

Nerozpustné: voda, terpentýn, benzín

Doplňující informace: Dostupný ve forma šupinek. Tradiční materiál pro povrchovou úpravu dřeva při restaurátorských pracích (hudebních nástroje, nábytek). Existuje i ve formě běleného šelaku.

³⁵ Viz. KUBIČKA, Roman. *Výkladový slovník*. Grada 2004, 280 s.

3. Testované vlastnosti

3.1. Stanovení optimálních podmínek aplikace

Metodika:

Při práci s lepidly byly sledovány a posuzovány základní vlastnosti z hlediska jejich použití pro lepení sádry. Byly posuzovány – optimální koncentrace pro lepení, penetrace a způsob nanášení. Při přípravě lepicích směsí nebyly dodrženy míšící poměry dle technických listů, ale byly upraveny pro lepení na základě zkoušek. Směsi byly rozmíchány za pomoci špachtle a poté homogenizovány mícháním na magnetické míchače. Jako ředidlo bylo použito hlavní rozpouštědlo daného lepicího systému (viz. tab. č. 4).

Výsledky:

Již první orientační testy s lepidly ukázaly, že před samotnou aplikací lepidel na sádru je nutné nanášet vrstvu separace, což je roztok o nižší koncentraci, než je koncentrace samotného lepicího systému. Separální roztoky jsou stejné přípravky jako použitá adheziva, které však mají menší obsah sušiny. V tomto experimentu byly roztoky penetrací připraveny zředěním originálního adheziva v objemovém poměru 1:2 (prostředek : rozpouštědlo). U šelaku byl pro separaci připraven 10% hm. roztok. Separální roztok snižuje nasákavost podkladu a umožní lepší provedení lepeného spoje. Bez této vrstvy snadno dochází ke vzniku filmů s vysokým povrchovým napětím, který se odtrhuje od povrchu i s vrstvou sádry. Separální roztok byl aplikován u všech testovaných přípravku kromě Airocoll S Spachtel Transparent, který není možné na nižší koncentraci ředit.

Ideální poměr lepicího systému a poměr více zředěného roztoku (separační roztok), byl zjištěn za pomoci aplikace roztoku s různou hodnotou sušiny na kulaté vzorky. Některé nátěry se odlupovaly od materiálu z důvodu smrštění filmu, což napovídalo o jejich nevhodném poměru ředění. Po několika zkouškách se jako optimální koncentrace adheziv jevila 20%. Při této koncentraci se vytvořil pevný film na povrchu sádry, který se nesmršťuje, ale zároveň daná koncentrace umožnila dobré vyplnění tenké praskliny (přesné sesazení sádrových střeptů). Poměry mísení složek a typ a množství ředidla pro lepicí systémy a zvolené penetrace jsou uvedeny v tabulkách (tab. č. 5, 6).

Tab. č. 5 – Lepicí systémy, koncentrace a ředění lepidel. Základní charakteristiky

	Název lepicího systému	Médium ¹	Sušina originálu (%)	Sušina po ředění	Orientáč. doba tuhnutí (min.)	Hodnocení okamžité přídržnosti
1	Acrykleber 498 HV	voda	42%	21%	5-10	3
2	Beva® Gel	voda	62%	20%	5-10	3
3	Beva® 371	toluen	40%	20%	5-10	3
4	Ponal Super 3	voda	50%	20%	5-10	2
5	Archäocoll 2000	aceton	27%	20%	2-5	2
6	Kanagom	aceton	22%	20%	2-5	2
7	Airocoll S Spachtel Transparent	-	-	-	4	1
8	Šelak	líh	100%	20%	7	2

Pozn. ¹ – Jedná se o hlavní rozpouštědlo systému. U většiny systémů je užita směs rozpouštědel, které vylepšují vlastnosti lepidel, ale nelze je u většiny prostředků přesněji určit.

Pozn. ² – Škála hodnocení zkoumané charakteristiky byla provedena na stupnici 1-5, kde 1 – výborně, 5 – nedostačující.

Tab. č. 6 – Penetrace, koncentrace a ředění lepidel

	Název penetrace	Médium	Sušina originálu (hm. %)	Hmotnostní poměr po ředění (obj. d.)
1	Acrykleber 498 HV	voda	42 %	1:2
2	Beva® Gel	voda	62 %	1:2
3	Beva® 371	toluen	40 %	1:2
4	Ponal Super 3	voda	50 %	1:2
5	Archäocoll 2000	aceton	27 %	1:2
6	Kanagom	aceton	22 %	1:2
7	Šelak	líh	100 %	10%

Disperze se dodávají ve formě 40-60% systémů, nejčastěji rozpustné ve vodě. Výjimku tvoří Beva 371, kde je hlavním rozpouštědlem disperze toluen. Roztoková lepidla použitá pro testování jsou cca 25% roztoky v acetonu, které se pro samotné lepení ředí jen nepatrně (na 20%), avšak je nutné užití méně koncentrované penetrace (pokud ne, dochází ke smrštění a k odtržení od povrchu).

3.2. Optické vlastnosti lepících system

Metodika:

Vlastnosti samotných lepidel byly porovnávány na připravených filmech, které byly odlity z 20% roztoku. Pro pozorování a testování optických vlastností lepících systémů bylo vytvořeno šest filmů od každého lepícího systému (celkem 48 filmů). Při jejich přípravě bylo nutné zajistit stejný aplikační postup nanášení. Vzhledem k různé viskozitě a době tuhnutí se po několika zkouškách jevil jako nejúčinnější způsob aplikace za pomoci injekční stříkačky. Do stříkačky bylo nabráno vždy 3 ml roztoku a následně aplikováno a rozprostřeno do formičky o rozměrech 4×4 cm, která byla za pomoci plastické hmoty připevněna k vhodnému podkladu. Po zaschnutí byla formička s filmem opatrně odejmuta z podkladu a následně chirurgickými nůžkami odstřižena od krajů formičky. Vyjmuté filmy byly zastřiženy do pravidelných rozměrů o velikosti cca $3,6 \times 3,6$ cm. Filmy byly ponechány k vyschnutí do odpaření rozpouštědla. Na těchto výsledných filmech byly pozorovány optické a mechanické vlastnosti: barva, vzhled, mechanické vlastnosti a další doplňující informace.

Výsledky:

Vzhled filmů ilustruje obrázek č. 75, popis je přehledně shrnutý v tab. č. 7. Vzniklé filmy testovaného prostředku Acrylkleber 498 HV (č. 1) jsou bezbarvé a průhledné, po vytvoření filmů lesklé, ale časem zmatní při manipulaci. Při zkouškách mechanického namáhání byl film velmi elastický, což znamená, že se dal natahovat mimo svůj tvar, při uvolnění napětí se natažený film navrátil do svého původního tvaru, aniž by se na něm projevila deformace či poškození (tzn. vysokou houževnatost). Film byl velmi lepkavý, což se projevovalo ulpíváním drobných nečistot na povrchu filmů, které nešlo odstranit (pravděpodobný důvod postupného zmatnění filmu). Vzhledem k lepkavosti bylo nutné filmy ukládat jednotlivě, aby nedošlo k slepení jednotlivých filmů dohromady. Elasticita a lepkavost souvisí s tzv. teplotou skelného přechodu. Film Acrylkleberu se nachází za normální teploty ve stavu elastickém, což může mít vliv na vlastnosti lepeného spoje (více pružný, ale deformovatelný).

Filmy BEVA® Gelu (č. 2) jsou žlutého zabarvení s charakteristickým mléčným zákalem, jsou matné. Vyznačují se spíše nižší elasticitou (nedosahovaly takové elasticnosti jako přípravek Acrylkleber 498 HV). Filmy jsou houževnaté, ale nižší elasticita je důvod poškození při zatížení napětím (přetržení již při mírném natažení filmu). Filmy se ale dají ohýbat bez známek poškození.

Filmy Archäocollu 2000 (č. 3) jsou bezbarvé a průhledné a ze všech prostředků jsou nejvíce lesklé. Z hlediska mechanických vlastností jsou filmy velmi pevné (nejsou elastické), ale dají se ohýbat.

Filmy BEVA® 371 (č. 4) jsou bílé, průsvitné a matné. Při zkouškách byly elastické, dají se ohýbat, ale při větším roztahání se trhají (vyšší křehkost). Filmy jsou ve struktuře nehomogenní, což se projevovalo různorodostí u jednotlivých filmů. Filmy se od sebe lišily například průsvitností a usazením částic.

Filmy produktu Ponal Super 3 (č. 5) byly bezbarvé, průsvitné a matné. Vzniklé filmy byly pevné a vysoce houževnaté a částečně elastické, po uvolnění napětí však zůstávají deformované. Daly se bez problémů ohýbat.

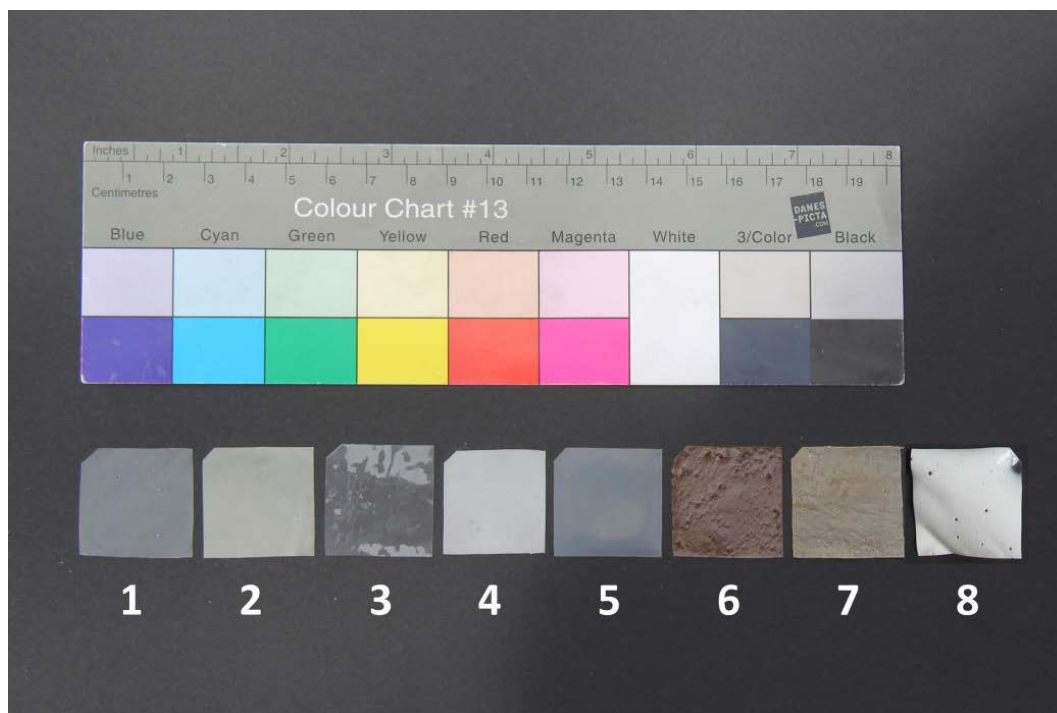
Filmy Šelaku (č. 6) jsou oranžové až hnědé barvy, průsvitné a lesklé. Ze všech připravených filmů se vyznačovaly největší křehkostí (již při manipulaci docházelo ke snadnému rozlomení filmu). Vzniklé filmy obsahovaly nerozpuštěné kousičky šelaku, čemuž by se dalo předejít například filtrací přes jemnou tkaninu.

Filmy přípravku Airocoll S Spachtel Transparent (č. 7) jsou jantarové barvy, průsvitné a matné. Filmy byly tvrdé, ale výrazně křehké. Vysoká pevnost lepidla a výrazně větší tloušťka filmu způsobila, že rozlomení nebylo tak jednoduché jako například u šelaku. Vzhledem k nemožnosti ředění přípravku a jeho rychlému tvrdnutí nebylo možné vytvořit stejně tenké filmy jako u ostatních přípravku, avšak pro porovnání vizuálních vlastností byly vyhovující.

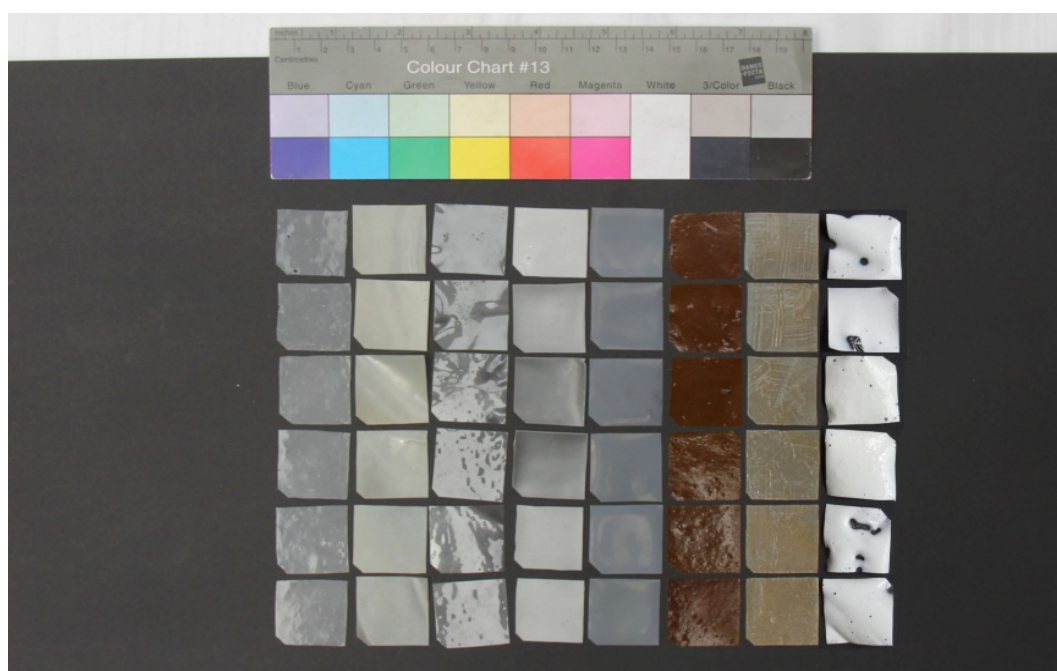
Filmy Kanagomu (č. 8) jsou bílé a lesklé. Výsledné filmy byly pevné (nebyly elastické), ale daly se ohýbat. Vytváření filmů bylo poměrně problematické, jelikož docházelo k rychlému odpařování acetonu z produktu, což způsobovalo velmi rychlé zasychání filmů. Aplikace tedy musela být rychlá. Po zaschnutí byly filmy velmi nehomogenní, došlo k jejich smršťení a zvlnění (pokroucení).

Tab. č. 7 – Popis a vlastností filmů

	Název	Barva	Vzhled	Mechanické vlastnosti	Forma, jiné
1	Acrylkleber 498 HV	bezbarvý	průhledný, lesklý ale časem zmatní	vysoce elastický, houževnatý, ohebný	lepivý
2	BEVA® Gel	žlutý	matný	mírně elastický, křehký, ohebný	-
3	Archäocoll 2000	bezbarvý	průhledný, lesklý	pevný, ohebný	-
4	BEVA® 371	bílý	průsvitný, matný	elastický, křehký, ohebný	nehomogenní filmy
5	Ponal Super 3	bezbarvý	průsvitný, matný	částečně elastický ale deformuje se, velmi houževnatý	-
6	Šelak	oranžový až hnědý	průsvitný, lesklý	tvrdý, velmi křehký,	láme se při manipulaci, filmy obsahují nerozpuštěné kousky šelaku
7	Airocoll S Spachtel Transparent	jantarový	průsvitný, matný	tvrdý, křehký	nelze připravit tenké filmy
8	Kanagom	bílý	lesklý	pevný, ohebný	nehomogenní zvlněné filmy



Obr. č. 75 – Vzhled filmů testovaných adheziv



Obr. č. 76 – Sada filmů adheziv připravených pro pozorování vlastností a ke zkouškám odolnosti

3.3. Zpracovatelské vlastnosti a aplikace

Metodika:

Vlastnosti lepicích systémů byly hodnoceny při míchání, při nanášení na lepený substrát a následné manipulaci s lepidlem. Dále se hodnotila snadnost čištění pracovních nástrojů a pracovní plochy. Cílem hodnocení bylo posoudit zpracovatelnost adheziva, jeho okamžitá lepicí schopnost (okamžitá přídržnost) a doba zpracování (viz. tabulka č. 5).

Okamžitá přídržnost – je schopnost lepicího systému přichytit se k substrátu bez jiného zajištění (armatura, jiná fixace).

Doba tuhnutí – čas, za který nelze spoj rozpojit.

Výsledky:

Nejsnazší práce se jeví s vodou ředitelnými systémy z hlediska zdravotní nezávadnosti, bezproblémové manipulace, snadné přípravy a dostatečné doby pro zpracování lepidla. Do této skupiny patří systémy Acrylkleber 498 HV, Beva® Gel a Ponal Super 3. Jejich nevýhoda spočívá v nižší okamžité přídržnosti; spoj je nutné zajistit do stabilní polohy cca 10 min, kdy nastává tuhnutí lepidel. Nástroje použité pro aplikaci těchto systémů šly snadno očistit za pomoci teplé vody.

Další skupina lepidel je rozpustná v acetonu - Archäocoll 2000 a Kanagom. Manipulace s rozpouštědlovými systémy byla již méně bezproblémová z hlediska kratší doby zpracování a hygieny práce. Při ředění těchto přípravků bylo nutné provádět tuto činnost v odvětrávané digestoři. Očištění nástrojů bylo pořád možné omýt za pomoci teplé vody, kdy lepidlo na nástrojích utvořilo pod tekoucí teplou vodou scelenou krustu, která šla bez problémů odejmout.

Nejhorší práce je s přípravkem Beva® 371 ředitelným toluenem, je tedy nutné ředění tohoto přípravku provádět v digestoři. Vzhledem k tužší gelové konzistenci bylo nutné přípravek důkladněji promíchat s toluenem. Poté již byla aplikace bezproblémová. Očištění nástrojů bylo komplikované, přípravek zanechával velmi mastný film a důkladné omytí bylo možné pouze za pomoci toluenu.

Přípravek dvousložkové polyesterové pryskyřice Airocoll S Spachtel Transparent je klasifikován jako zdraví škodlivý a dráždivý, tudíž je nutné s tímto přípravkem pracovat v digestoři. Příprava a následná manipulace byly bezproblémové, avšak je nutné

postupovat při práci rychle z důvodu krátké doby tuhnutí (cca 4 min). Výborná je okamžitá přídržnost prostředku, pravděpodobně díky jeho hustší konzistenci. Očištění nástrojů je možné ihned po aplikaci otřením přípravku. Po zaschnutí je čištění nástrojů vzhledem k tvrdosti přípravku obtížné, ale možné pomocí skalpelu či řezacího nože, problém by mohl nastat při odstraňování ztuhlého lepidla ze sádry nebo při začišťování spoje.

Manipulace s šelakem byla vcelku bezproblémová, hlavní nevýhodou bylo časově náročnější rozpouštění tuhých šupinek šelaku v lihu za pomoci magnetické míchačky. Omývání nástrojů a zašpiněných povrchů bylo možné ihned po aplikaci omýt teplou vodou, po zaschnutí to bylo možné pouze lihem.

3.4. Mechanické zkoušky odolnosti

Metodika:

Testování lepených spojů bylo provedeno na vzorcích sádry slepených adhezivou, k testování došlo cca týden po jejich slepení. Pro každý typ lepidla bylo měřeno pět vzorků, pro porovnání pevnosti byla změřena pevnost sádrových vzorků, které sloužily jako referenční. Nalámané vzorky byly před lepením separovány v ploše lepidlem o nižší koncentraci, aby nedocházelo k přílišné penetraci do hloubky materiálu a zlepšily se mechanické vlastnosti. Následně byly všechny systémy vždy přibližně stejným množstvím lepidla nanášeny v ploše a slepeny.

Pro měření pevnosti bylo zvoleno čtyřbodové lámání v tahu za ohybu (obr. č. 78, 79), které se provádí dle normy ČSN EN 12390-5, čtyřbodovým ohybem na zatěžovacím trhacím lisu FPZ100/1, rychlost zatížení byla 2,1-84 mm/s. Výsledky pevností jsou uvedeny v tabulce č. 5 a udávají jejich průměrnou hodnotu. U hodnot se uvádí směrodatná odchylka, která ukazuje rozptyl hodnot v rámci měření od průměrné hodnoty.



Obr. č. 77 – Rozlomené vzorky opatřené separačním roztokem připravené na slepení

Výsledky:

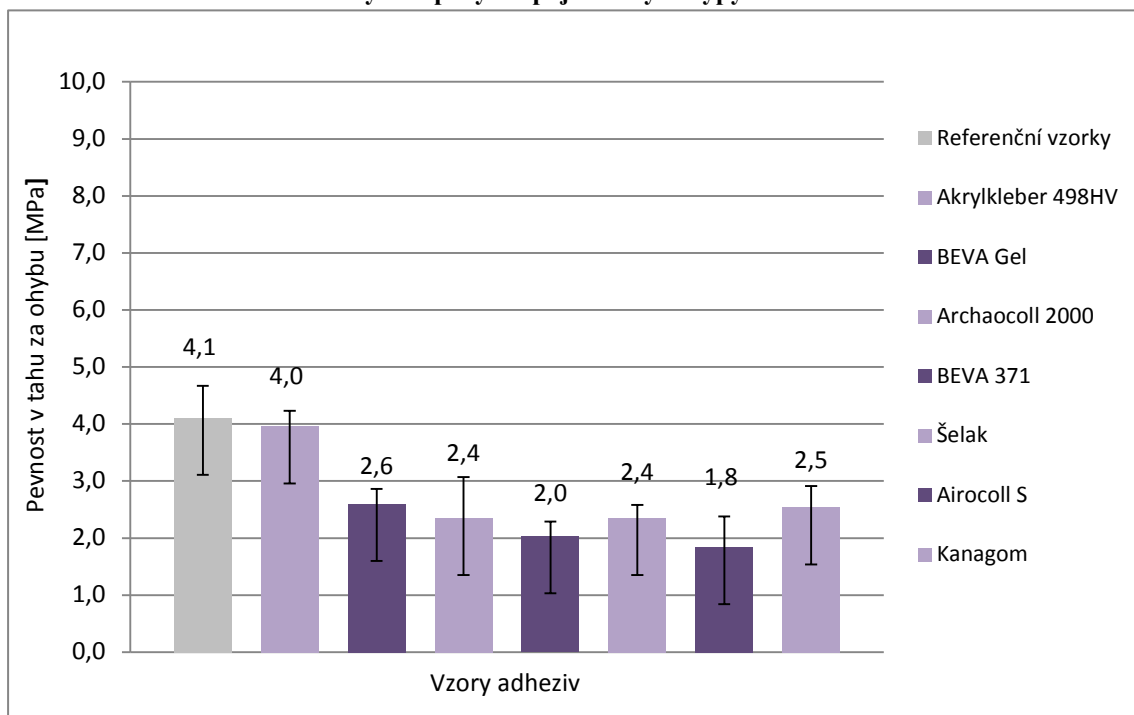
Odlomení slepených vzorků probíhalo dvěma způsoby, v prvním případě došlo k odlomení v lepeném spoji, v druhém případě došlo k rozlomení mimo lepený spoj ve hmotě sádrového tělíška. Rozlomení mimo lepený spoj poukazuje na vyšší pevnost lepicího systému, než samotného originálu, což je v případě užití na historické artefakty nežádoucí. K rozlomení všech tělísek mimo lepený spoj došlo u systému Ponal Super 3. Přípravek Acrylkleber 498 HV měl srovnatelnou pevnost jako lepený materiál. Ostatní adheziva měla nižší pevnost než je lepený materiál (jedná se o přípravky Beva® Gel, Beva® 371, Archäocoll 2000, Kanagom, Airocoll S Spachtel Transparent a Šelak). Překvapivá je nižší pevnost Airocollu S Spachtel Transparent, který je sám o sobě velice pevný, i když, jak se ukázalo, v zásadě křehký, pokud je nanášen v tenké vrstvě.

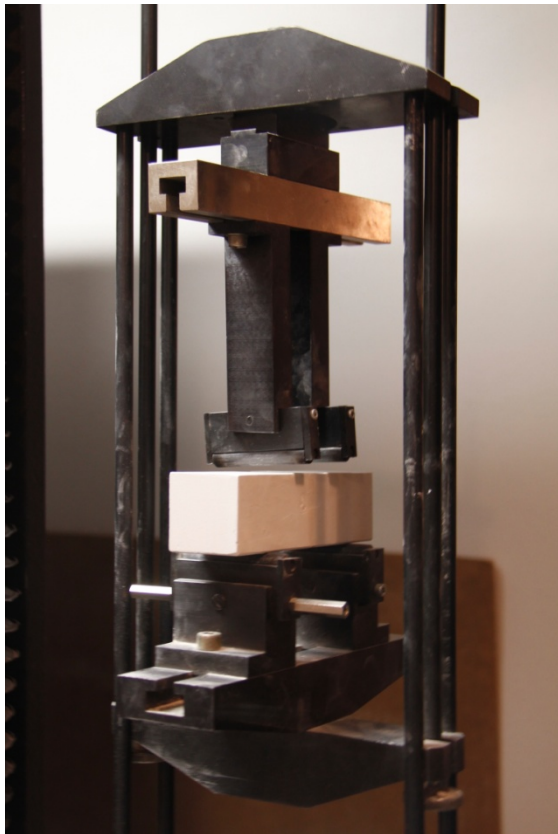
Tab. č. 8 – Pevnosti v tahu za ohybu. Hodnocení průběhu zkoušky

	Lepicí systém	Rozlomení v místě lepeného spoje	Průměr pevnosti [MPa]
1	Referenční	-	4,1 ± 0,6
2	Acrykleber 498 HV	ANO	4,0 ± 0,3
3	Beva® Gel	ANO	2,6 ± 0,3
4	Archäocoll 2000	ANO	2,4 ± 0,7
5	Beva® 371	ANO	2,0 ± 0,3
6	Šelak	ANO	2,4 ± 0,2
7	Airocoll S Spachtel Transparent	ANO	1,8 ± 0,5
8	Kanagom	ANO	2,5 ± 0,4
9	Ponal Super 3	NE, poškození sádky	3,2 ¹

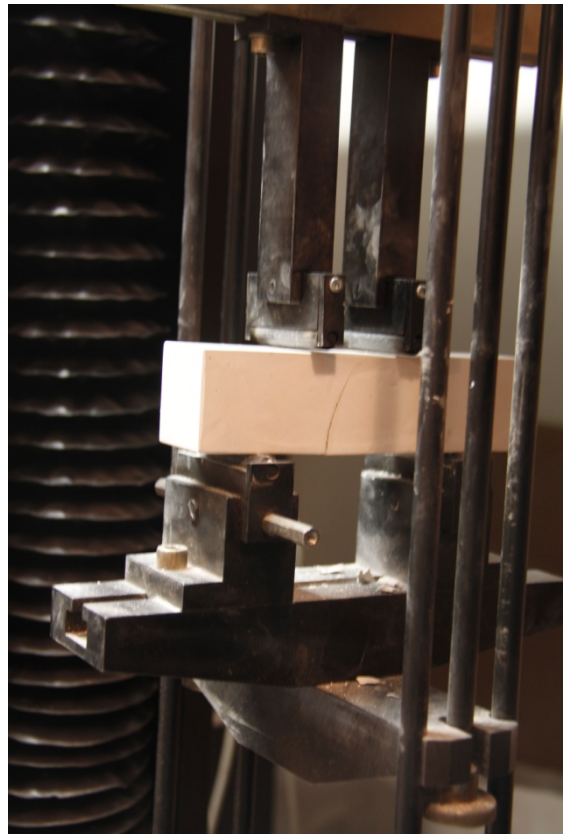
Pozn.¹ – Pevnost neodpovídá pevnosti lepeného spoje – k rozlomení došlo mimo lepený spoj.

Graf č. 2 – Pevnost v tahu za ohybu lepených spojů různými typy adheziv





Obr. č. 78 – Zkouška měření pevnosti v tahu za ohybu (4-bodové uspořádání)



Obr. č. 79 – Zkouška měření pevnosti v tahu za ohybu, (4-bodové uspořádání), detail



Obr. č. 80 – Rozlomení vzorku v lepeném spoji



Obr. č. 81 – Rozlomení vzorku mimo lepený spoj (Ponal Super 3)

3.5. Odolnost vůči zatížení vlhkostí

Přehled:

Dva filmy od každého lepicího systému byly umístěny do klimaboxu s konstantní zvýšenou relativní vlhkostí simulující extrémní interiérové podmínky, které mohou nastat v prostředí kostelů, neudržovaných interiérů nebo depozitářů. V klimakomoře byla nastavena vyšší relativní vzdušná vlhkost, která kolísala v rozmezí 73-80%. Tato byla udržována zasunutím mísy s nasyceným roztokem KNO_3 . Filmy byly v tomto prostředí ponechány 28 dní a v průběhu pozorovány. Sledovala se změna vzhledu, barvy, deformace, případně odolnost vůči ataku biologických organismů.

Shrnutí:

Filmy testovaného prostředku Acrylkleber 498 HV (viz. č. 1) se po čtyřech týdnech uložení v klimaboxu a jeho působením vzdušné vlhkosti zvlhnily. Ohnuté poloviny daného filmu se k sobě přilepily. Slepý film bylo možné opatrně rozlepit, avšak film zůstal nadále zvlhčený. Po osmi týdnech uložení zůstaly deformace stejné. Vzdušná vlhkost neovlivnila barevnost ani strukturu daného filmu. Vzhledem k přidaným biocidním stabilizátorům (viz. technický list produktu) se na filmech ani po osmi týdnech sledování neprojeví známky biologického napadení.

Změny filmů BEVA® Gelu (viz. č. 2) se projeví nejvíce. Již po dvou dnech se filmy začaly vlnit. Po čtrnácti dnech došlo k naprosté deformaci a slepení filmu. Po šesti týdnech byly viditelné známky biologického napadení, deformace se stupňovala. Po osmi týdnech se na filmech vyskytuje vysoká míra biologického poškození, napadení plísní je po celém povrchu filmů.

Filmy Archäocollu 2000 (viz. č. 3) se vyznačovaly největší stabilitou po osmi týdnech uložení v klimaboxu. Změna vlivem zvýšené vzdušné vlhkosti byla minimální, nedošlo ke změně barevnosti ani struktury filmu. Nebyly viditelné deformace ani známky biologického napadení.

Změny u vybraných filmů BEVA® 371 (viz. č. 4) se zdály být také minimální. Nedošlo k deformaci vlivem vyšší vzdušné vlhkosti a nebyly pozorovány žádné projevy, které by indikovaly biologické napadení. Jako jediná změna se může jevit větší míra bílého

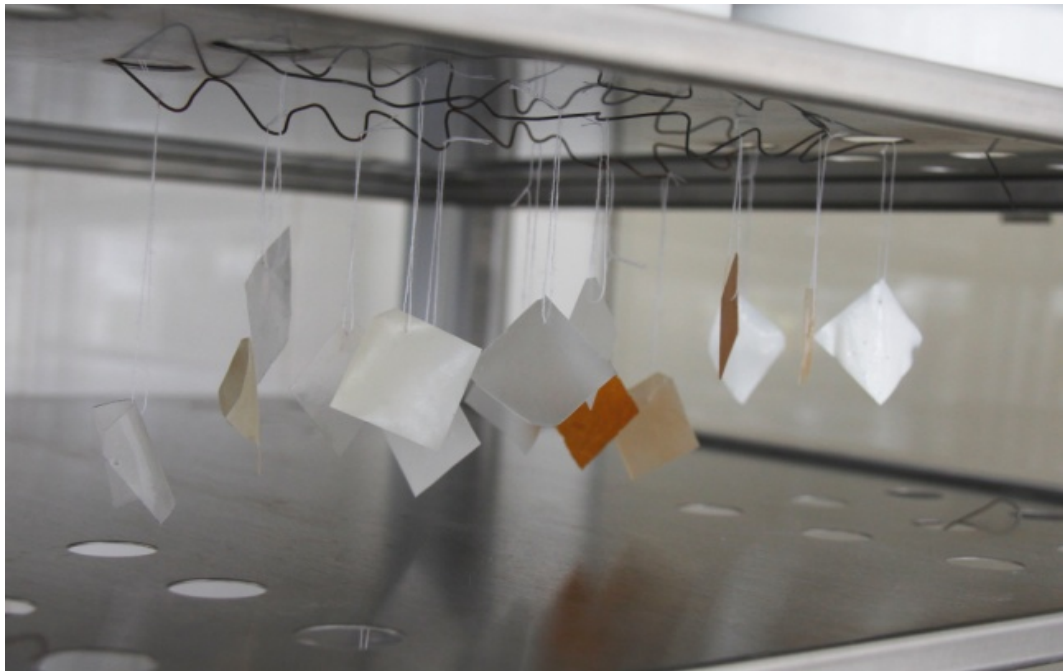
zákalu po osmi týdnech uložení v klimaboxu, film se však sám o sobě vyznačuje nehomogenním charakterem a usazením částic ve filmu (viz. optické vlastnosti).

Filmy adheziva Ponal Super 3 (viz. č. 5) se účinkem vyšší relativní vlhkosti mírně zvlňily. Změna optických vlastností se projevila po osmi týdnech formou tzv. mapek s jiným zabarvením, jejichž vznik nelze jednoznačně vysvětlit (migrace některých složek lepidla nebo důsledek biologického napadení).

Filmy Šelaku (viz. č. 6) se vlivem vzdušné vlhkosti začaly cca po dvou týdnech vlnit. cca po čtyřech týdnech došlo ke slepení filmu podobně jako filmu Acrylkleber 498 HV nedošlo k jiným změnám barevnosti a vlastností filmu.

Filmy přípravku Airocoll S Spachtel Transparent (viz. č. 7) se projevily po osmi týdnech pouze mírným vlněním okrajů filmu. Filmy jsou bez optických změn.

Filmy přípravku Kanagom (viz. č. 8) byly ještě před uložení do klimaboxu zvlňené. Uložení v klimaboxu zvyšovalo míru vlnění. K jiným změnám barevnosti a vlastnostem filmu nedošlo.



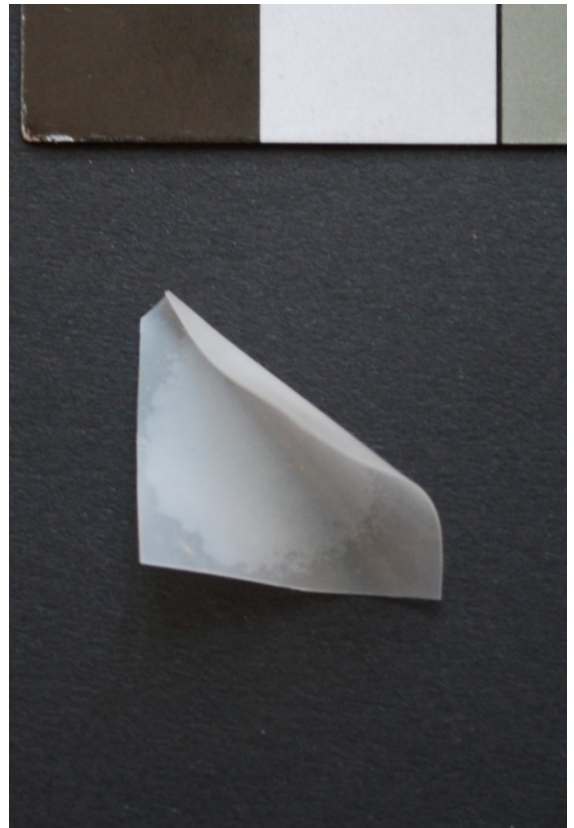
Obr. č. 82 – Filmy jednotlivých adheziv uložených v klimaboxu



Obr. č. 83 – Filmy jednotlivých médií po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí



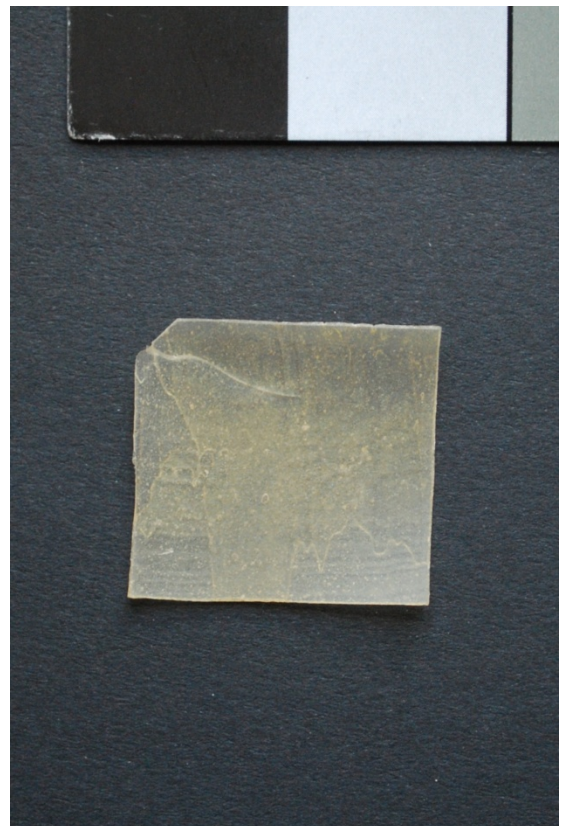
Obr. č. 84 – Film Beva Gelu po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí



Obr. č. 85 – Film Ponalu po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí



Obr. č. 86 – Film Šelaku po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí



Obr. č. 87 – Film Airocoll S po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí

4. Vyhodnocení (shrnutí výsledků)

Celkové hodnocení lepících systémů zahrnovalo posouzení – manipulace a aplikace adheziv, popis optických vlastností filmů, barevné změny substrátu po slepení, mechanické zkoušky odolnosti a odolnost vůči zvýšené vlhkosti. U manipulace a aplikace bylo hodnoceno zejména postup při přípravě adheziv, optimální koncentrace pro lepení, nanášení adheziva na lepený materiál a jeho chování ve spoji. U optických vlastností byly hodnoceny barva adheziva, jeho vzhled (lesk, matnost, průhlednost či průsvitnost) a mechanické vlastnosti jako je elasticita, křehkost, houževnatost aj. Pevnost jednotlivých adheziv byla určena pomocí mechanických zkoušek odolnosti; kladně byly hodnoceny výsledky, u kterých došlo k odlomení v místě lepeného spoje a jejich pevnost byla nižší nebo srovnatelná s pevností sádry. Výsledky u kterých došlo k rozlomení mimo lepený spoj, jsou nežádoucí pevností převyšující lepený materiál. Hodnocení odolnosti vůči zvýšené vzdušné vlhkosti byly hodnoceny na základě změny vzhledu, barvy, deformace a případně odolnosti vůči ataku biologických organismů. Shrnutí výsledků, které bylo pro přehledné hodnocení provedeno na základě bodování jednotlivých vlastností adheziv je zaznamenáno v tabulce č. 9.

- **Acrykleber 498HV** (obr. č. 18)

Vlastnosti tohoto disperzního lepidla lze hodnotit jako jedny z nejlepších. Lepidlo se řadí do vodou ředitelných systémů, a tak byla práce s ním bezproblémová – lepidlo lze delší dobu zpracovávat a spoj na objektu řádně zorientovat a umístit. U přípravku je vyhovující barevnost, na spoji je polymer bezbarvý a téměř průhledný. Vzniklý film je velmi elastický a přesto houževnatý. Mezi kladné vlastnosti patří pevnost, která je srovnatelná s pevností sádry. Negativem by mohla být vysoká lepivost při normálních podmínkách, která může být způsobena vysokou teplotou skelného přechodu. Polymer je při normálních podmínkách v elastickém stavu a bude vytvářet pružné spoje s vysokou mírou elasticity. Filmy uložené v klimaboxu po dobu osmi týdnů ukazují, že odolnost vůči vyšší vzdušné vlhkosti je dobrá. Nedošlo zde ke změnám barevnosti ani struktury filmu pouze ke zvlnění.

- **BEVA® Gel** (obr. č. 19)

Jedná se o druhou disperzi polymeru ve vodě, která se vyznačovala dobrými zpracovatelskými vlastnostmi. Ačkoli je film připravený z polymeru mírně nažloutlý s mléčným zákalem, na spoji působí “neviditelně“. Filmy jsou elastické a houževnaté, což pravděpodobně ovlivňuje vyšší pevnost (druhá nejvyšší). Negativem je nižší odolnost vůči působení vyšší vzdušné vlhkosti, projevuje se silným biologickým napadením a deformací filmu již po osmi týdnech v klimaboxu. Nevýhodou je i jeho konzistence – nehomogenní gel se hůře rozmíchává s ředidlem.

- **BEVA® 371** (obr. č. 20)

Jako výrazný nedostatek se jeví manipulace s lepidlem z hlediska hygieny práce (disperze v toluenu) a zanechávání mastného filmu (složky prostředku)³⁶. Ostatní vlastnosti však zcela vyhovují požadavků na adhezivum - polymery na spoji byly bezbarvé a opticky působily nerušivým dojmem. Filmy byly částečně elastické a křehké, což se projevilo na nízkých hodnotách pevnosti. Pro filmy byla typická určitá nehomogenita, která se projevovala různou mírou zákalu a usazením částic, dobrá je i jejich odolnost vůči zvýšené vzdušné vlhkosti.

- **Ponal Super 3** (obr. č. 21)

Přípravek Ponal Super 3 potvrdil při mechanických zkouškách nejvyšší lepicí schopnost, která převyšovala pevnost lepené sádry. Tento výsledek je pro výběr tohoto materiálu limitující, jelikož hrozí poškození dalším rozlomením originální hmoty mimo lepený spoj. Výsledky korelují se subjektivním hodnocením kvality filmu – filmy jsou extrémně houževnaté a pevné, omezeně elastické. Při zatížení extrémním namáháním se nevratně deformují (natahují), ale nepřetrhnou se. Polymery na spoji byly bezbarvé a téměř průsvitné. Manipulace byla bezproblémová, jelikož se jedná o disperzi na vodní bázi. Má lepší okamžitou přídržnost v porovnání s ostatními disperzemi. Vliv zvýšené vzdušné vlhkosti se projevil mírným zvlněním filmů a vytvořením tzv. mapek s jiným zabarvením,

³⁶ Viz. Kapitola 2.3

jejichž vznik nelze jednoznačně vysvětlit (migrace některých složek lepidla nebo důsledek biologického napadení).

- **Archäocoll 2000** (obr. č. 22)

Aplikace přípravku Archäocoll 2000 byla vcelku bezproblémová, menší nevýhodou je ředitelnost acetonem, díky němuž dochází k rychlému zasychání lepidla. Polymery na spoji byly bezbarvé a průhledné. Filmy tohoto přípravku byly pevné, houževnaté, bez elasticity. Vůči změnám zvýšené vzdušné vlhkosti jsou odolné. Pevnost tohoto adheziva vyšla někde uprostřed z testovaných přípravků a je srovnatelná s dalším nitrocelulózovým adhezivem Kanagom.

- **Kanagom** (obr. č. 23)

Aplikace Kanagomu byla srovnatelná s výše zmiňovaným přípravkem Archäocoll 2000, který je také na acetonové bázi. Polymery na spoji byly bezbarvé, filmy byly bílé, po odpaření rozpouštědla nehomogenní a deformované. Kvalita filmu je srovnatelná s předchozím přípravkem. Vyšší vzdušná vlhkost se na filmech projevila pouze zvýšenou měrou zvlnění.

- **Airocoll S Spachtel Transparent** (obr. č. 24)

Základní výhodou tohoto lepidla je dobrá okamžitá přidržnost umožňující přesné lepení spojů bez nutnosti další fixace či zajištění. Krátká doba zpracování (několik minut) je spíše nevýhodou v případě lepení složitějších tvarů a lepení velkých ploch. Lepidlo se vyznačovalo jednou z nejméně viskózních konzistencí – husté se obtížně nanáší štětcem a celoplošně, možné je pouze bodové lepení za pomoci špachtle. Vzhledem k barvě filmu se po lepení mění tón sádry v místě lepeného spoje do jantarové barvy, i když jen nepatrně (závisí na dobré aplikaci). Pevnost lepeného spoje byla překvapivě nízká (nejnižší z celé skupiny testovaných lepidel). Jednou z příčin může být zcela odlišná forma aplikace bez penetrace. I samotný polymer (film), i když tvrdý je relativně křehký a při působení napětí se snadno láme. Pro užití v restaurování je nutné zmínit i jeho škodlivost vůči zdraví – lepidlo je klasifikováno jako zdraví škodlivé a dráždivé, tudíž práce s ním je nutné provádět v digestoři či větrané místnosti. Z hlediska použití na sádro je tento prostředek spíše nevyhovující. Spíše než na samotnou sádro je možnost užití pro lepení kovových

nebo sklolaminátových armatur a výztuží v sádře, ke kterým má prostředek výbornou adhezi.

- **Šelak** (obr. č. 25)

Pro testování byl použit šelak hnědého zabarvení, který lépe demonstruje penetraci systému do materiálu sádrových odlitků. Pro lepení lze však spíše doporučit bílý, který má lépe vyhovující barevné vlastnosti pro lepení sádry. Zbarvení spoje je největší nevýhodou tohoto prostředku. Spoj je po aplikaci na sádru výrazně oranžový až hnědý, nevýhodou je také výrazná migrace penetračního roztoku do hloubky sádry (1-2 mm) (viz. obr. č. 24). Pevnost lepených spojů, i když se jednalo o nejvíce křehké adhezivum (film), je srovnatelná s většinou ostatních adheziv, v porovnání s pevností samotné sádry je pevnost lepeného spoje nižší. Také odolnost vůči vlhkosti je dobrá, po delší době uložení ve vlhčích prostředích však může docházet k deformacím filmu, otázka však je, jak se to projeví na pevnosti v lepeném spoji (pevnost po zatížení vlhkostí nebyla předmětem bakalářské práce).

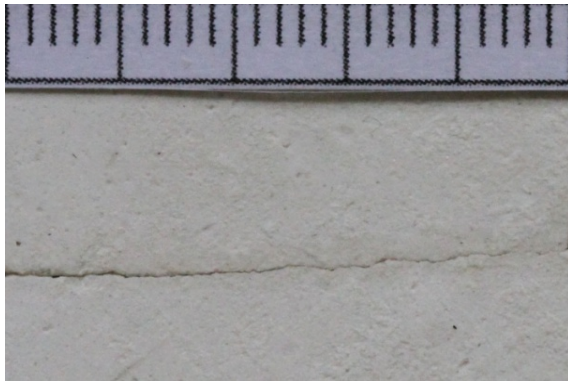
Tab. č. 9 – Hodnocení lepících systémů – shrnutí zkoumaných vlastností

Název	Optické vlastnosti lepeného spoje	Barevné změny sádry	Manipulace a aplikace adheziva	Mechanické zkoušky odolnosti	Odolnost vůči vlhkosti	Celkové hodnocení ¹
Acrykleber 498 HV	1	1	1	1	1	1
BEVA® Gel	1	1	1	2	5	2
BEVA® 371	1	2	4	3	1	2,2
Ponal Super 3	1	1	1	5	2	2²
Archäocoll 2000	1	1	3	2	1	1,4
Kanagom	1	1	3	2	2	1,8³
Airocoll S Spachtel Transparent	2	2	2	3	1	2
Šelak	2	2	2	2	2	2

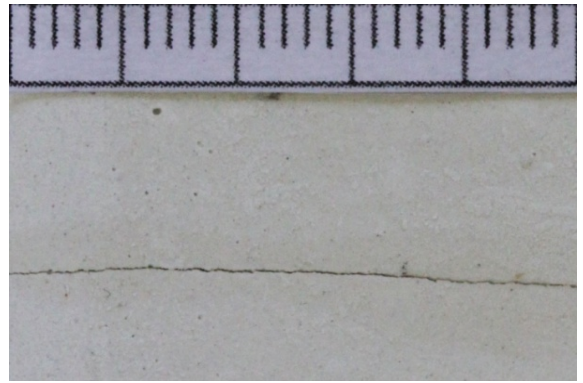
Pozn.¹ – Škála hodnocení zkoumané charakteristiky byla provedena na stupnici 1-5. 1 – výborně, 5 – nedostačující.

Pozn.² – U tohoto adheziva je jediným kritickým parametrem jeho pevnost převyšující pevnost original.

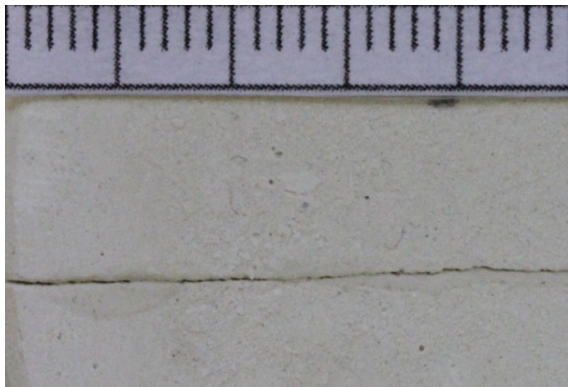
Pozn.³ – U tohoto adheziva nejsou zohledněny problémy se smrštěním adheziva, které mohou znehodnotit kvalitu lepeného spoje



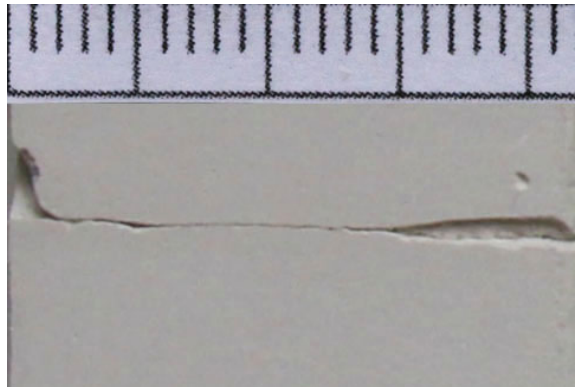
Obr. č. 88 – Spoj lepený Acrylklebrem 498 HV



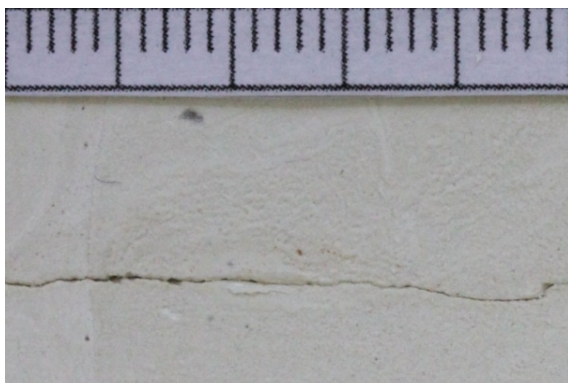
Obr. č. 89 – Spoj lepený BEVA® Gelem



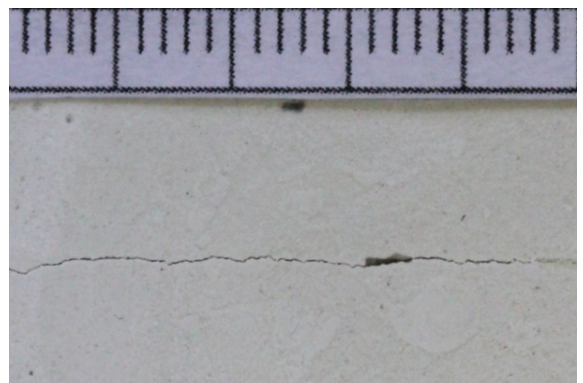
Obr. č. 90 – Spoj lepený Beva® 371



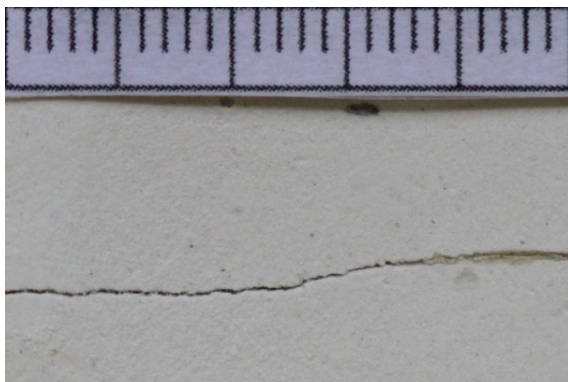
Obr. č. 91 – Spoj lepený přípravkem Ponal Super 3



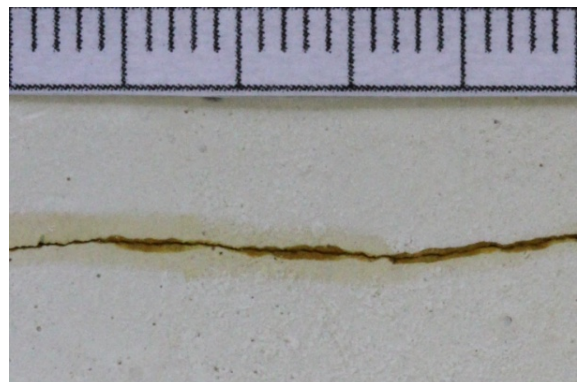
Obr. č. 92 – Spoj lepený Archäocollem 2000



Obr. č. 93 – Spoj lepený Kanagomem



Obr. č. 94 – Spoj lepený Airocoll S



Obr. č. 95 – Spoj lepený želakem

5. Závěr

Předmětem práce bylo testování vlastností vybraných adheziv určených pro lepení sádrových artefaktů. Ke zkoumání bylo zvoleno celkem 8 prostředků, které zahrnovaly tradičně užívané prostředky, ale i prostředky, které se běžně pro lepení sádry nevyužívají (jsou primárně určeny pro keramiku, malby, lepení kamene), avšak jejich lepící schopnosti nabízí jejich potencionální využití pro lepení sádry. Tato adheziva byla vybrána na základě předchozích testů, zkušeností i v literatuře dostupných informací. Lepidla zahrnovala disperze, roztoky přírodních a syntetických polymerů, pro porovnání účinku byla zařazena také polyesterová pryskyřice, která vytvrzuje síťovací reakcí s tvrdidlem. Z chemického hlediska se jednalo o prostředky na bázi homopolymerů a kopolymerů akrylátů, VAC, nitrocelulózy (Archaocoll 2000, Kanagom). Šelak byl zástupcem tradičních přírodních lepidel. Všechna lepidla jsou určena pro lepení umělecký artefaktů s výjimkou lepidla Ponal, který byl zařazen jako nové adhezivum k odzkoušení.

Adheziva byla podrobena řadě testů – primárně bylo cílem popsat, v jaké formě a jak se adheziva mají užívat, jaké jsou jejich základní vlastnosti před a po vytvrzení. Uživatelům a restaurátorům dále podat přehlednou ucelenou informaci o jejich složení a účinku. V druhém kroku byla otestována pevnost lepidel při lepení sádrových vzorků a jejich odolnost vůči podmínkám, ve kterých se sádrové artefakty mohou uchovávat (se zvýšenou relativní vlhkostí) – kostely, depozitáře, vily, sklady.

Shrnutím a vyhodnocením jednotlivých testů se jako nejlepší adhezivum k lepení sádrových artefaktů jeví přípravek akrylátové disperze Acrylkleber 498 HV. Příjemná byla jeho výsledná barevnost na spoji i aplikace díky užitému ředidlu, kterým je voda. Uspokojivá je okamžitá přidrženost, i když je třeba fixace lepeného objektu po dobu několika minut. Ve zkouškách pevnosti má srovnatelnou pevnost jako lepený materiál sádry. Přípravek nepenetruje do hloubky materiálu a nemění jeho barevnost. Výhodou je jeho reverzibilita (ačkoli nebyla zkoušena, autorka je s ní seznámena v rámci své praxe) a vysoká odolnost vůči zvýšené vzdušné vlhkosti (70 %). Vzhledem k elasticitě filmu (jako jediný z polymerů je v tuhém stavu ve stavu elastickém) bude vytvářet elastické (pružné) spoje - pro lepení to může být velká výhoda (spoj pružně reaguje na roztažnost materiálu apod.), ale může být problematická např. při zatížení smykem (spoj se může deformovat, "ujíždět"). Pro dosažení optimálního lepícího účinku je velmi důležitá aplikace lepidla na předem separované plochy roztokem stejného materiálu o nižší koncentraci.

Ostatní adheziva požadavkům na lepení sádry vyhovují jen částečně – příkladem může být Ponal Super 3, který se vyznačoval výbornými vlastnostmi, ale jeho limitem je nadměrná pevnost lepeného spoje, který převyšuje pevnost samotné sádry. V praxi by to mohlo znamenat poškození sádrových objektu rozlomením mimo lepený spoj a dalším poškozením. Nebezpečí toho poškození se dá předejít použitím pomocných výztuží a armatur. Druhým příkladem je použití prostředků Beva, tradičně užívaným pro zpevňování barevné vrstvy. Beva Gel nelze užít v prostředí s vyšší vzdušnou vlhkostí, Beva 371 méně vyhovuje hygienou práce a nepolárním až mastným charakterem, což se může projevit na slepeném spoji.

Ze skupiny nitrocelulóзовých lepidel lze jednoznačně doporučit Archaocoll 2000, který je běžně užíván pro lepení archeologické keramiky a vyhovuje kvalitou filmu, jeho stabilitou i pevností. Kanagom je problematický zejména z hlediska výrazného smršťování při tuhnutí filmu, díky smrštění filmu hrozí narušení funkce lepeného spoje. Smrštění a deformaci adheziva se nedalo přejít ani aplikací penetračního roztoku o nižší koncentraci. Ředění na nižší koncentraci přípravku, které by vyřešilo problém se smršťováním filmů nedoporučuji, jelikož by došlo ke snížení pevnosti lepeného spoje.

Šelak jako tradičně užívaný zástupce adheziv se vyznačoval srovnatelnými výsledky s ostatními roztokovými adhezivy. Vzhledem ke kvalitě filmu je třeba doporučit bělenou variantu, která je více vhodná svou barevností typu lepeného substrátu. Vzhledem ke křehkosti filmu je vhodný spíše spíše drobnějších částí nebo je nutné zajistit lepený spoj armaturou či jinou výztuží a věnovat velkou opatrnost při manipulaci s objektem. Nesporná výhoda je snadná odstranitelnost i po delší době.

Všechna uvedená adheziva lze spíše doporučit pro lepení menších částí. Pro lepení rozměrnějších a těžších částí, je nutné provést dalšího zajištění za pomoci nerezových, sklolaminátových čepů či armatur, pro jejichž lepení se jako nejlepší přípravek může použít dvousložková polyesterová pryskyřice Airocoll S Spachtel Transparent, kterou pro lepení samotné sádry nelze doporučit (nízká pevnost spoje, vzhled a kvalita).

6. Plánované testy

Téma výzkumu lepících systémů pro sádku mi přišlo velice zajímavé a vzhledem k restaurovanému objektu blízké. Při podrobném studiu dané problematiky však vyplynula řada otázek, které je nutné pro obsáhnutí problematiky doplnit. Budoucí vývoj tak spatřuji v rozšíření problematiky a to zejména v oblastech:

- Problematiky stárnutí lepidel, do které spadá především odolnost vůči UV záření a změně lepících vlastností u konkrétních systémů.
- Reverzibility lepících systémů. Řešení problémů při odstraňování lepidel ze starších restaurátorských zásahů.
- Rozšíření lepících systémů i do oblasti anorganických médií a jejich porovnání s testovanými organickými systémy. Mohlo by se například jednat o modifikaci sádky ztekucovadly.
- Dlouhodobý monitoring stavu objektů dle nových poznatků. Revize a průzkum stavu na konkrétních objektech, které prošly restaurováním.

Ověření výsledků a navržených technologií při restaurování vybraných sádkových objektů

7. Seznam použité literatury a pramenů

7.1. Literatura

Odborný seminář STOP. *Sádra v památkové péči*. Národní muzeum, Praha 2002

Odborný seminář STOP. *Sádra pro památkovou péči*. Národní muzeum, Praha 2001

Odborný seminář STOP. *Restaurování pórovité keramiky*. Národní muzeum, Praha 2009

DENNINGER, E. – GALL, G. – STRATMANN-DÖHLER, R. – STRÄßER, E. – WEISS, G. *Reclams Handbuch der künstlerischen Techniken*. 2. Aufl. Stuttgart: Philipp Reclam jun., 1986, 386 s.

LOSOS, Ludvík a GAVENDA, Miloš. *Štukatéřství*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 181 s.

ZELINGER, Jiří, KOTLÍK Petr a ŠIMŮNKOVÁ, Eva. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. 1. vyd. Praha: Academia, 1982, 213 s.

GREGOROVÁ, Anna. *Konzervátorské praktikum*. Bratislava: Muzeologický ústav Slov. nár. múzea, 1972, 410 s.

Holding it all together: ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation. London: Archetype, 2009, 210 p.

HORIE, Velson. *Materials for conservation. organic consolidants, adhesives and coatings*. Oxford 1987

ALBERTI, Leon Battista. *Deset knih o stavitelství*. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1956, 451 s.

KUBIČKA, Roman. *Výkladový slovník*. Grada 2004, 280 s.

BERGER, Gustav. *Art adhesive needs stability, reversibility, compatibility*. Adhesives Age, March 1985.

PLOEGER, R. – DE LA RIE, R. – MCGLINCHEY, CH. – PALMER, M. – MAINES, CH. – CHIANTORE, O. *The long-term stability of a popular heat-seal adhesive for the conservation of painted cultural objects*. Polymer Degradation and Stability, 2014.

ALEXIOU, K. – MULLER, N. – KARATASIOS, I. – KILIKOGLU, V. *The performance of different adhesives for archeological ceramics under mechanical stress*. Applied Clay Science, 2013.

Viz. DOWN, J – MACDONALD, M. – TÉTREAULT, J. – WILLIAMS, R. *Adhesive Testing at the Canadian Conservation Institute – an evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives*. Studie in Conservation, 1996.

7.2. Prameny

<http://www.arup.cas.cz/wp-content/uploads/2011/02/Zasady-restaurovani-slinute-keramiky.pdf>

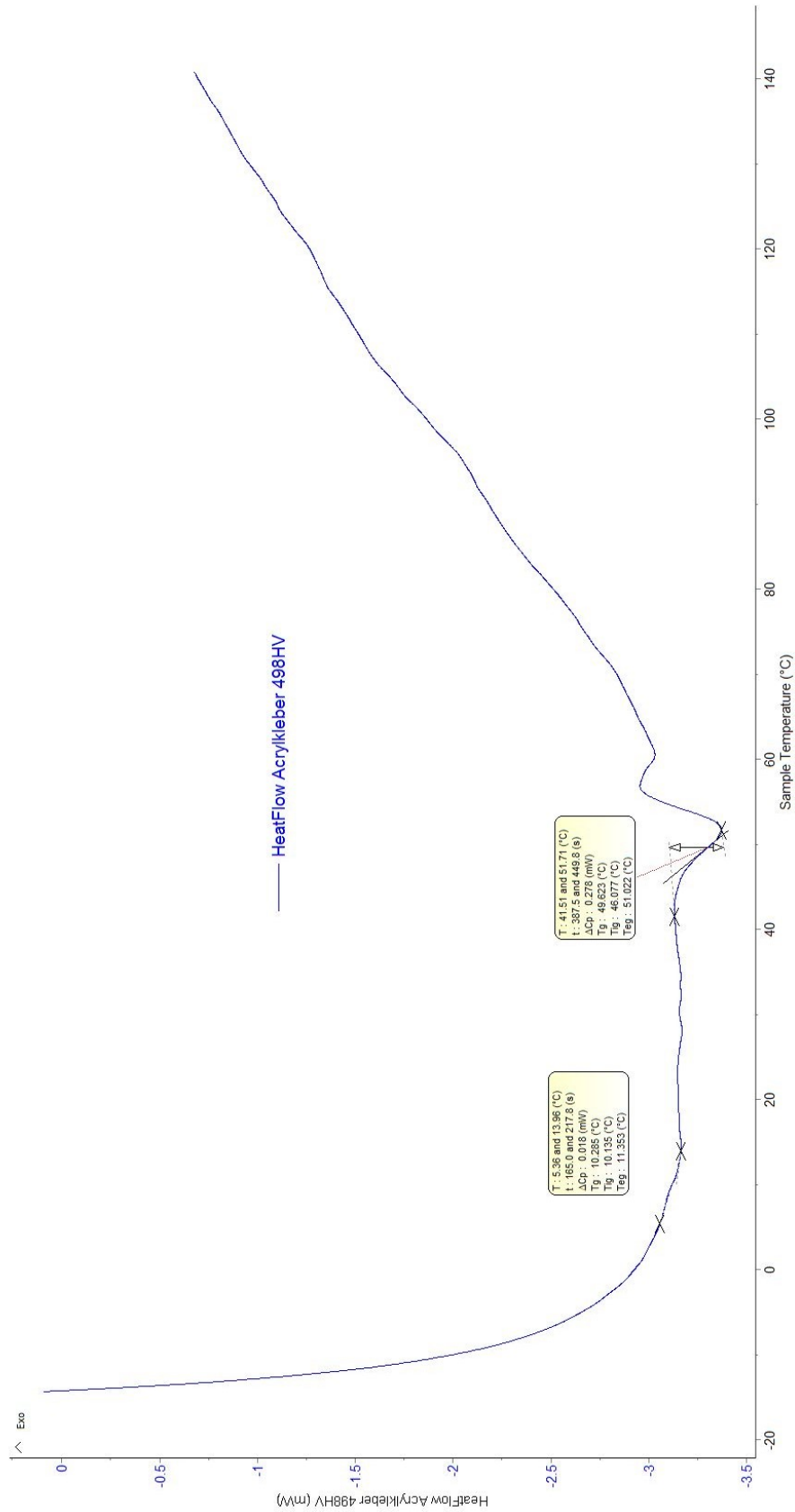
<http://www.arup.cas.cz/wp-content/uploads/2011/02/restaurovani-porovite-keramiky-FOTO.pdf>

http://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/pcc/46_adhesives.pdf

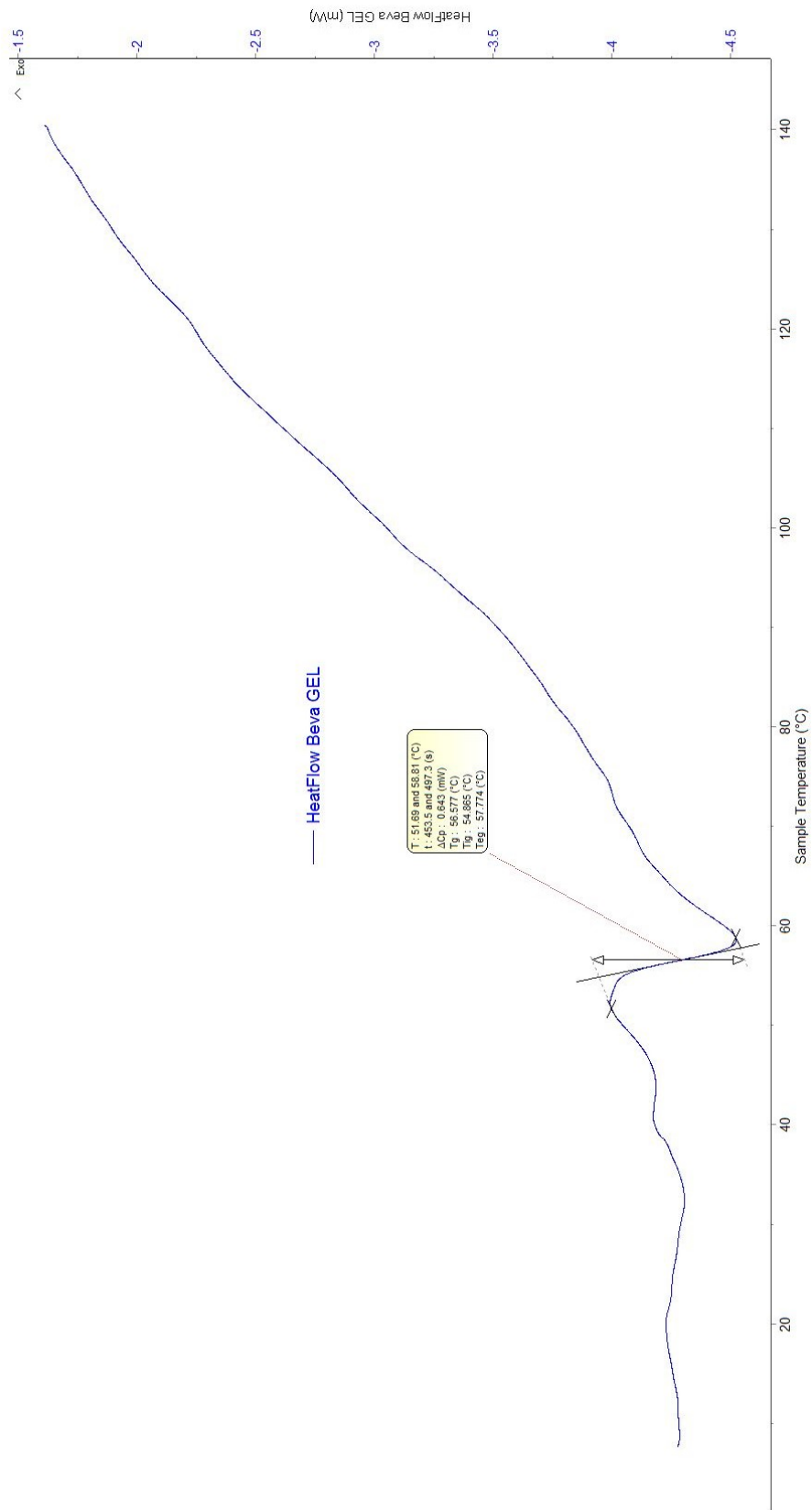
http://www.abclepidla.cz/Files/file/files/Teorie_lepeni.pdf

8. Přílohy

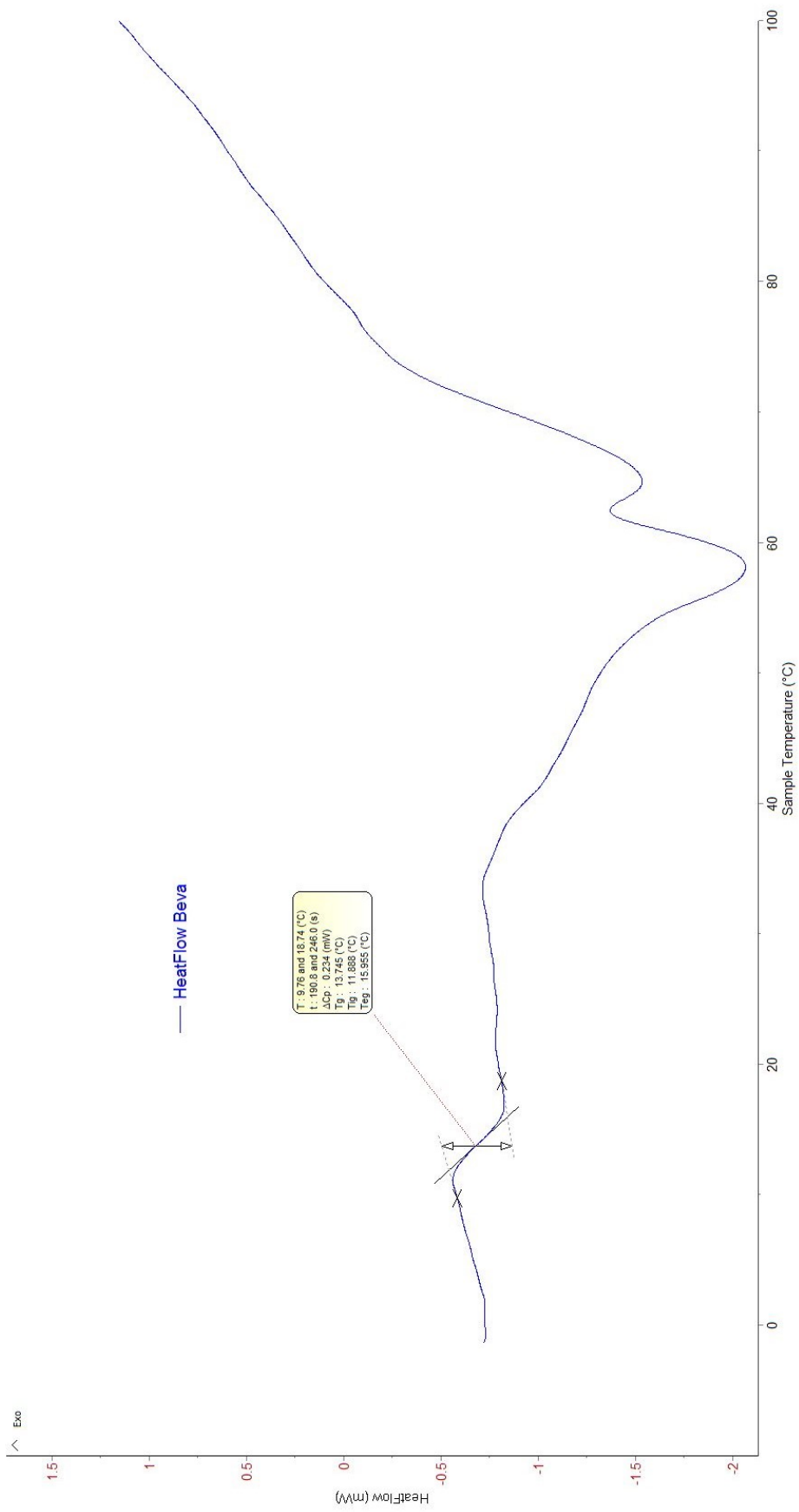
7.3. Příloha č. 1 – DSC křivky, zjištění Tg (Teplota skelného přechodu)



Obr. č. 96 – DSC křivka, Acrykleber 498HV. Vyhodnocení Tg



Obr. č. 97 – DSC křivka, BevaGel. Vyhodnocení Tg.



Obr. č. 98 – DSC křivka, Beva 371. Vyhodnocení Tg

Seznam vyobrazení

Tab. č. 1 – Měření nasákavosti kamene	18
Tab. č. 2 – Rychlost nasákavosti kamene	18
Graf č. 1 – Měření nasákavosti kamene vodou	18
Tab. č. 3 – Výsledky měření UZ	20
Obr. č. 1 – Před transportem do ateliéru	31
Obr. č. 2 – Demontování a transport sochy	31
Obr. č. 3 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zepředu	32
Obr. č. 4 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zprava	33
Obr. č. 5 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zezadu	34
Obr. č. 6 – Stav před započítím restaurátorských prací – pohled zleva	35
Obr. č. 7 – Oddělující se vrstva tmelu	35
Obr. č. 8 – Oddělující se vrstva tmelu a koroze povrchu kamene	36
Obr. č. 9 – Vysoká míra biologického napadení	36
Obr. č. 10 – Koroze povrchu kamene	37
Obr. č. 11 – Chybějící pravá ruka	37
Obr. č. 12 – Oddělující se tmely, detail	38
Obr. č. 13 – Měření nasákavosti kamene	38
Obr. č. 14 – Zkoušky čištění	39
Obr. č. 15 – Zkoušky čištění	39
Obr. č. 16 – Částečné očištění	40
Obr. č. 17 – Stav po očištění a odstranění nevhodných tmelů	40
Obr. č. 18 – Rekonstrukce chybějící ruky	41
Obr. č. 19 – Rekonstrukce chybějící ruky ze sochařské hlíny	41
Obr. č. 20 – Výdusek ruky z umělého kamene	42
Obr. č. 21 – osazení a přilepení kamenného výdusku, před retuší	42
Obr. č. 22 – Stav po restaurování – pohled zepředu	43
Obr. č. 23 – Stav po restaurování – pohled zprava	44
Obr. č. 24 – Stav po restaurování – pohled zezadu	45
Obr. č. 25 – Stav po restaurování – pohled zleva	46
Obr. č. 26 – Transport po dokončení restaurant	47
Obr. č. 27 – Osazování sochy	47
Obr. č. 28 – Po osazení sochy	47
Obr. č. 29 – Po osazení sochy	48
Obr. č. 30 – Stav před resturováním 1962 (Archivní fotografie)	49
Obr. č. 31 – Stav po resturováním 1962 (Archivní fotografie)	49
Obr. č. 32 – Stav před resturováním 1984 (Archivní fotografie)	49
Obr. č. 33 – Stav po resturováním 1984 (Archivní fotografie)	49
Obr. č. 34 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zepředu	87
Obr. č. 35 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zprava	88
Obr. č. 36 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zezadu	89
Obr. č. 37 – Rytíř č. 1 před započítím restaurátorských prací – pohled zleva	90
Obr. č. 38 – Rytíř č. 1, detail odlomení pravé ruky, jsou zde patrné tečkovací body	91

Obr. č. 39 – Rytíř č. 1, detail hlavy, tečkovací body.....	91
Obr. č. 40 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací – pohled zepředu	92
Obr. č. 41 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací – pohled zprava	93
Obr. č. 42 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací – pohled zezadu.....	94
Obr. č. 43 – Rytíř č. 2 před započítím restaurátorských prací - pohled zleva	95
Obr. č. 44 – Rytíř č. 2, detail odlomení hlavy s obnaženým čepem	96
Obr. č. 45 – Rytíř č. 2, detail odlomení levé paže.....	96
Obr. č. 46 – Rytíř č. 2, detail poškození štítu.....	97
Obr. č. 47 – Rytíř č. 2, detail poškození ruky	97
Obr. č. 48 – Zkoušky čištění	98
Obr. č. 48 – Zkoušky čištění	98
Obr. č. 49 – Historické cedulky s evidenčními čísly	98
Obr. č. 50 – Historické cedulky s evidenčními čísly.....	98
Obr. č. 51 – Rytíř č. 1, nevhodné stare přiřazovací	99
Obr. č. 52 – Rytíř č. 1, Stav po odstranění starého přiřazovacího čísla a retuši	99
Obr. č. 53 – Rytíř č. 2, nevhodné stare přiřazovací číslo	99
Obr. č. 54 – Rytíř č. 2, Stav po odstranění starého přiřazovacího čísla a retuši	99
Obr. č. 55 – Rytíř č. 1, domodelování chybejících částí ze sochařské hlíny.....	100
Obr. č. 57 – Rytíř č. 1 po přilepení chybejících částí ze sádry.....	101
Obr. č. 58 – rytíř č. 2 po přilepení chybejících částí ze sádry.....	101
Obr. č. 59 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zepředu	102
Obr. č. 60 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zprava	103
Obr. č. 61 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zleva	104
Obr. č. 62 – Rytíř č. 1 po dokončení restaurátorských prací – pohled zleva	105
Obr. č. 63 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zepředu	106
Obr. č. 64 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zprava	107
Obr. č. 65 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zezadu.....	108
Obr. č. 66 – Rytíř č. 2 po dokončení restaurátorských prací – pohled zleva	109
Obr. č. 67 – Rytíř č. 1, stav po dokončení, detail.....	110
Obr. č. 68 – Rytíř č. 2, stav po dokončení, detail.....	110
Obr. č. 69 – Kamenní štítonoši nacházející se na severní zdi západního pilíře transeptu chrámu sv. Barbory (foto: Mgr. art Jakub Ďoubal Ph.D.).....	111
Obr. č. 70 – Sochařská výzdoba na pilířích nad severním vchodem, vravo kamenní rytíři.....	112
Obr. č. 71 – Městský znak s rytířem. Severní rameno transeptu. Kresba zachycující stav před rokem 1888. Reprodukce ze skicáku Josefa Mockera.....	113
Obr. č. 72 – Přehled typických problému poškození sádry řešených na FR.....	131
Obr. č. 73 – Vzorky kruhového tvaru pro testování aplikace.....	137
Obr. č. 74 – Vzorky sádrových hranolů pro zkoušky pevnosti lepeného spoje	137
Tab. č. 4 – Vybrané testované lepicí systémy	138
Tab. č. 5 – Lepicí systémy, koncentrace a ředění lepidel. Základní charakteristiky	146
Tab. č. 6 – Penetrace, koncentrace a ředění lepidel	146
Tab. č. 7 – Popis a vlastností filmů	149
Obr. č. 75 – Vzhled filmů testovaných adheziv	150

Obr. č. 76 – Sada filmů adheziv připravených pro pozorování vlastností a ke zkouškám odolnosti	150
Obr. č. 77 – Rozlomené vzorky opatřené separačním roztokem připravené na slepení	153
Tab. č. 8 – Pevnosti v tahu za ohybu. Hodnocení průběhu zkoušky	154
Graf č. 2 – Pevnost v tahu za ohybu lepených spojů různými typy adheziv.....	154
Obr. č. 78 – Zkouška měření pevnosti v tahu za ohybu (4-bodové uspořádání)	155
Obr. č. 79 – Zkouška měření pevnosti v tahu za ohybu (4-bodové uspořádání), detail.....	155
Obr. č. 80 – Rozlomení vzorku v lepeném spoji.....	155
Obr. č. 81 – Rozlomení vzorku mimo lepený spoj (Ponal Super 3)	155
Obr. č. 82 – Filmy jednotlivých adheziv uložených v klimaboxu	158
Obr. č. 83 – Filmy jednotlivých médií po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí ..	158
Obr. č. 84 – Film Beva Gelu po zkoušce zatížení.....	159
Obr. č. 85 – Film Ponalu po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí	159
Obr. č. 86 – Film Šelaku po zkoušce zatížení.....	159
Obr. č. 87 – Film Airocoll S po zkoušce zatížení zvýšenou relativní vlhkostí	159
Tab. č. 9 – Hodnocení lepících systémů – shrnutí zkoumaných vlastností.....	163
Obr. č. 88 – Spoj lepený Acrylklebrem 498 HV	164
Obr. č. 89 – Spoj lepený BEVA® Gelem	164
Obr. č. 90 – Spoj lepený Beva® 371	164
Obr. č. 91 – Spoj lepený přípravkem Ponal Super 3.....	164
Obr. č. 92 – Spoj lepený Archäocollem 2000	164
Obr. č. 93 – Spoj lepený Kanagomem	164
Obr. č. 94 – Spoj lepený Airocoll S	164
Obr. č. 95 – Spoj lepený šelakem.....	164
Obr. č. 96 – DSC křivka, Acrylkleber 498HV. Vyhodnocení Tg.....	171
Obr. č. 97 – DSC křivka, BevaGel. Vyhodnocení Tg.....	172
Obr. č. 98 – DSC křivka, Beva 371. Vyhodnocení Tg.....	173