

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

Restaurování sádrových modelů soch pro průčelí muzea v Hradci
Králové

Restaurování reliéfu sv. Jakuba na morovém sloupu v Kutné Hoře
Jiří Škarvada

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

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Škarvada**
Osobní číslo: **R13010**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**
Název tématu: **Restaurování sádrových modelů soch pro průčelí muzea v Hradci Králové. Restaurování reliéfu sv. Jakuba na morovém sloupu v Kutné Hoře**
Zadávající katedra: **Ateliér restaurování kamene**

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

Zásady pro zpracování:

Práce budou průběžně konzultovány s konzultanty a vedoucím práce a budou probíhat pod dohledem pedagogů restaurátorů. Použité postupy a technologie budou voleny na základě důkladných zkoušek. V průběhu prací bude pořizována kvalitní fotodokumentace. Rozšířený technologický průzkum bude vycházet z důsledné rešerše literatury a pramenů. Bakalářská práce bude mít všechny náležitosti kvalifikační práce dané vnitřními předpisy fakulty.

Rozsah:

Bakalářská práce se bude skládat ze dvou úkolů. Prvním bude komplexní restaurátorský zá-
sah na čtvrtinových sádrových modelech soch pro průčelí muzea v Hradci Králové. Druhým
úkolem bude komplexní restaurování reliéfu sv. Jakuba na morovém sloupu panny Marie Ne-
poskvrněné, nacházejícího se v Kutné Hoře. V obou případech se bude jednat o samostatné
řešení restaurátorského úkolu v plném rozsahu od zpracování důkladných restaurátorských
průzkumů, přes stanovení koncepce restaurování až po vlastní restaurování a zpracování zá-
věrečných dokumentací. Praktická práce bude doplněna o rozšířený technologický průzkum
zaměřený na hodnocení různých způsobů aplikace konsolidačního prostředku na kutnohorský
porézni vápenec. Na základě laboratorní studie bude zvolena vhodná aplikace zpevňovacího
prostředku.

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- MUÑOZ VIÑAS, Salvador. Současná teorie konzervování. Přeložil Martina POLÁKOVÁ, přeložil Jaroslav ALT. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-931-9. KOLEKTIV: Didaktické návody (vydáno v rámci projektu DOCEO PRO CULTURA).
- HENRY, A., ed.: Stone conservation, principles and Practice (vybrané kapitoly přeloženy v rámci projektu DPC). Donhead Publishing Ltd. 2006.
- ZELINGER, Jiří. Chemie v práci konzervátora a restaurátora. Vyd. 2., přepracované a doplněné. Praha: Academia, 1987.
- DOUBAL, Jakub: Kamenné památky Kutné Hory: restaurování a péče o sochařské památky, Univerzita Pardubice, 2015.
- ŠIMŮNKOVÁ, Eva a Tatjana BAYEROVÁ. Pigmenty. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek Stop, 1999. ISBN 80-902668-1-9.
- KOPECKÁ, Ivana a Vratislav NEJEDLÝ. Průzkum historických materiálů: analytické metody pro restaurování a památkovou péči. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1060-9.
- KNOEPFLI, A., ed.: Reclams Handbuch der Künstlerischen Techniken. Stuttgart, 1990.
- KOTLÍK, Petr. Stavební materiály historických objektů: materiály, koroze, sanace. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. ISBN 80-7080-347-9. PRICE C., DOEHNE E.: Stone conservation (vybrané kapitoly přeloženy v rámci projektu DOCEO PRO CULTURA). The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2010.
- BRANDI, Cesare. Teorie restaurování. Přeložil Jiří ŠPAČEK. Kutná Hora: Tichá Byzanc, 2000. ISBN 80-86359-03-4. KUBIČKA R., ZELINGER J.: Výkladový slovník malířství, grafiky a restaurátorství. Grada, 2004.
- SCOTT, David A.; EGGERT, Gerhard: Iron and steel in art. Corrosion, colorants, conservation, Archetype Publications Ltd. 2009.
- SELWYN, Lyndsie: Metals and Corrosion. A handbook for the Conservation Professional, Canadian Conservation Institute, Ministr of Public Works and Governmant Services, Canada, 2004.
- BENEŠOVÁ, Jaroslava. Konzervování a restaurování kovů: ochrana předmětů kulturního dědictví z kovů a jejich slitin. Brno: Technické muzeum v Brně Metodické centrum konzervace, c2011. ISBN 978-80-86611-38-9.
- ZÍTKOVÁ, Petra: Restaurování sádrové plastiky Havíře ze sbírek Českého muzea stříbra v Kutné Hoře; Možnosti konsolidace sádry a fixace barevných vrstev na sádrovém podkladu, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, 2016
- DE CLERCQ, H., DE ZANCHE, S. & BISCONTIN, G: TEOS and time: the influence of application schedules on the effectiveness of ethyl silicate based consolidants. Restoration of Buildings and Monuments, 2007, 13(5)
- FERREIRA PINTO, Ana P. a DELGADO RODRIGUES, José: Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants, Journal of Cultural Heritage, 2011

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury: **viz příloha**

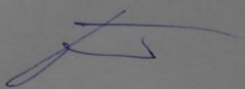
Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.**
Ateliér restaurování kamene

Datum zadání bakalářské práce: **15. listopadu 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. srpna 2017**

Ing. Karol Bayer
děkan

L.S.



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

V Litomyšli dne 10. srpna 2017

Prohlašuji:

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

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

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

V Litomyšli dne 15. 8. 2017

Jiří Škarvada

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce Mgr. art. Jakubu Ďoubalovi, Ph.D. za cenné rady a pomoc, kterou mi poskytoval po celou dobu mého studia. Také celému vedení ateliéru restaurování za projevenou obětavost a vstřícnost. Dále mé poděkování patří všem konzultantům a technologům, kteří přispěli ke vzniku mé bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji také svým nejbližším za psychickou podporu.

Anotace

Tato bakalářská práce byla rozdělena do tří částí.

V první části práce pojednává o restaurování sádrových odlitků zhotovených jako návrhy pro samotnou realizaci monumentálních soch z pálené hlíny na průčelí muzea v Hradci Králové. V této práci lze najít informace k řešení problematiky čištění sádry, jsou zde také dohledány ikonografické podklady, na základě, kterých jsou následně vytvářeny doplňky.

V druhé části se text zaměřuje na technologický výzkum v oblasti zpevňování kutnohorského vápence. Sledováno je chování organokřemičitanů v závislosti na typu a možnosti aplikace.

V poslední části je zdokumentován restaurátorský zásah na reliéfu sv. Jakuba na východní straně morového sloupu v Kutné hoře. V textu lze najít, jak kombinované čištění sádrovcových krust, tak zajištění nesoudržného materiálu pod cementovými a epoxidovými tmely.

Klíčová slova (klíčová slova se řadí podle abecedy)

Hradec Králové, Kutná Hora, Kutnohorský vápenec, Organokřemičitany, Sucharda.

Title

Restoration of Plaster Models for Facade of the Museum of Hradec Králové

Restoration of the Relief of St. Jacob on the Plague Column in Kutná Hora

Annotation

This bachelor thesis was divided into three different parts.

First part of this work was focused on restoration of plaster models, designed as drafts for the realization of monumental statues, made of burnt clay and intended for placement on the facade of a Museum of Hradec Králové. In this part of the thesis lots of information about possibilities of cleaning of plaster models was mentioned. At the same time, the iconographic background, important for creating of supplements, was introduced.

Second part was focused on technological research in the field of consolidation of limestone of Kutná Hora. The behaviour of ethyl silicate consolidants was monitored, depending on the type and possibilities of application.

Last part of this bachelor thesis was focused on documenting of restoration intervention on the St. Jacob's relief, located on the eastern side of the plague column in Kutná Hora. In this case, the combined cleaning of black crusts, as well as strengthening of incoherent material under cement and epoxy mastic was described in detail.

Keywords

Ethyl silicate, Hradec Králové, Kutná Hora, Limestone of Kutná Hora, Sucharda.

Obsah

1	Úvod	13
2	ČTVRTINOVÉ MODELY SOCH PRO PRŮČELÍ MUZEA V HRADCI KRÁLOVÉ 14	
2.1	Základní údaje o objektu	14
2.1.1	Lokalizace památky	14
2.1.2	Údaje o památce	14
2.1.3	Údaje o akci	14
2.2	Popis objektu.....	15
2.3	Stav památky před restaurováním	16
2.4	Restaurátorský průzkum	18
2.4.1	Cíle restaurátorského průzkumu	18
2.4.2	Technologický průzkum	19
2.4.3	Umělecko – historický průzkum	31
2.4.4	Dohledání ikonografických podkladů	33
2.4.5	Vyhodnocení průzkumu.....	34
2.5	Koncepce restaurátorského zásahu.....	35
2.6	Postup prací	36
2.6.1	Předčištění	36
2.6.2	Čištění.....	36
2.6.3	Rekonstrukce chybějících částí.....	38
2.6.4	Lepení:.....	39
2.6.5	Plastická retuš:	39
2.6.6	Barevná retuš	40
2.7	Doporučený režim památky	40
2.8	Použité materiály a technologie	41
3	ROZŠÍŘENÝ TECHNOLOGICKÝ PRŮZKUM ZAMĚŘENÝ NA HODNOCENÍ RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ APLIKACE KONSOLIDAČNÍHO PROSTŘEDKU NA KUTNOHORSKÝ PORÉZNÍ VÁPENEC.....	43
3.1	Úvod	43
3.2	Kutnohorský vápenec	44

3.3	Organokřemičité prostředky	45
3.4	Historie výzkumu a výroby organokřemičitých materiálů	46
3.5	Mechanismus konsolidace – tvorba gelu	47
3.6	Zpevňovač Remmers KSE 300 HV	48
3.7	Experimentální část	48
3.7.1	Vzorky	49
3.7.2	Počáteční měření	50
3.7.3	Aplikace konsolidantu – ve vertikálním a horizontálním směru	51
3.7.4	Průběh zrání	51
3.7.5	Metodika testování	51
3.7.6	Výsledky	52
3.7.7	Závěr.....	97
4	RESTAUROVÁNÍ RELIÉFU SV. JAKUBA NA MOROVÉM SLOUPU V KUTNÉ HOŘE	99
4.1	Základní údaje o objektu:	99
4.1.1	Lokalizace památky.....	99
4.1.2	Údaje o památce:.....	99
4.1.3	Údaje o akci:	99
4.2	Popis památky	100
4.2.1	Popis reliéfu sv. Jakuba	101
4.3	Předchozí restaurátorské zásahy, následující popis dle:	101
4.4	Stav památky před restaurováním	102
4.5	Restaurátorský průzkum	104
4.5.1	Cíle restaurátorského průzkumu	104
4.5.2	Technologický průzkum	104
4.5.3	Umělecko – historický průzkum:	115
4.5.4	Vyhodnocení průzkumu:.....	116
4.6	Koncepce restaurátorského zásahu.....	118
4.7	Postup prací:	119
4.7.1	Čištění.....	119
4.7.2	Zpevnění	120

4.7.3	Čištění tmavé krusty	120
4.7.4	Odsolování	120
4.7.5	Ošetření proti biologickému napadení	123
4.7.6	Plastická retuš	123
4.7.7	Čištění zlacených prvků	124
4.7.8	Barevná retuš	124
4.8	Doporučený režim památky	125
4.9	Použité technologie a materiály	125
5	Závěr.....	127
6	Poznámky	129
7	Seznam použité literatury a pramenů	130
7.1	Seznam použité literatury	130
7.2	Seznam použitých pramenů	133
8	Seznam použitých symbolů a zkratek	134
9	Seznam tabulek	135
10	Seznam grafů	137
11	Seznam vyobrazení v textu.....	138
12	Seznam grafických příloh a obrazových příloh	140
12.1	Grafická příloha – zákresy poškození	146
12.1.1	Čtvrtinové modely soch pro průčelí muzea v Hradci Králové	146
12.2	Obrazová příloha – fotodokumentace restaurátorského zásahu.....	165
12.2.1	Čtvrtinové modely soch pro průčelí muzea v Hradci Králové	165
	166
	167
	Grafická příloha – zákresy poškození	240
12.3	Reliéf sv. Jakuba na morovém sloupu v kutné hoře.....	240
	240
12.4	Stav památky před restaurováním	245
12.4.1	Odstraňování starých vysprávек	246
12.4.2	Zpevnění	248
12.4.3	Čištění tmavé krusty.....	250

12.4.4	Zlacení	253
12.4.5	Odsolování	257
12.4.6	Plastická retuš	260
12.4.7	Barevná retuš:	264
12.4.8	Stav po restaurování:	265
13	Seznam textových příloh	267

1 Úvod

Cílem bakalářské práce je zdokumentování komplexního restaurátorského zásahu provedeného na sádrových modelech soch pro průčelí muzea v Hradci Králové a na reliéfu sv. Jakuba na morovém sloupu v Kutné Hoře. Bakalářská práce je dále doplněna o rozšířený technologický průzkum zaměřený na hodnocení různých způsobů aplikace konsolidačního prostředku na Kutnohorský porézni vápenec.

V teoretické části bakalářské práce je zdokumentován průběh experimentu, kdy byla pozorována hloubka penetrace organokřemičitého konsolidantu Remmens KSE 300 v závislosti na aplikačních metodách, jako je aplikace pomocí injekční stříkačky, nátěru, postřikem a také pomalým infuzním napouštěním. Měření bylo prováděno na vzorcích zdravého Kutnohorského vápence, a pro srovnání také na vytvořených výduscích, které měly simulovat kámen porušený. Také byla měřena míra zpevnění, a to pomocí ultrazvukové transmise.

Praktické části bakalářské práce jsou strukturovány jako restaurátorská dokumentace. Je zde detailně popsán stav památky před restaurováním, jsou provedeny a vyhodnoceny průzkumy, z nichž posléze vychází samotná koncepce pro restaurování a zásahy provedené na dílech. Restaurátorský zásah je fotograficky a graficky zdokumentován.

2 ČTVRTINOVÉ MODELY SOCH PRO PRŮČELÍ MUZEA V HRADCI KRÁLOVÉ

2.1 Základní údaje o objektu

2.1.1 Lokalizace památky

Kraj: Praha

Obec: Praha

Adresa: Suchardova 1, Praha 6, Bubeneč

Název památky: Čtvrtinové modely soch průčelí muzea v Hradci Králové

Bližší určení: Vila Stanislava Suchardy

2.1.2 Údaje o památce

Název objektu: Čtvrtinové modely soch průčelí muzea v Hradci Králové

Autor: Stanislav Sucharda

Sloh/ Datace: Secese, 1909

Materiál: sádrový kašírovaný odlitek – ztracená forma

Rozměry: Socha alegorie Umění: 100 x 50 x 33 cm

Socha alegorie Průmyslu: 100 x 50 x 34 cm

Předchozí známé restaurátorské zásahy: Nebyly provedeny

2.1.3 Údaje o akci

Vlastník: Nadace Muzeum Stanislava Suchardy, Suchardova 248/1, Praha 6, Bubeneč 160 00

Zadavatel: Nadace Stanislava Suchardy

Vedoucí práce: Mgr. art. Jakub Ďoubal, PhD.

Odborná spolupráce: Ing. Renata Tišlová, Ph.D. Ph.Dr. Martin Krummholz, Ph.D.

Termín započetí a ukončení prací: 4. 12. 2016 – 12. 8. 2017

2.2 Popis objektu

Jedná se o dva samostatně stojící objekty. Námětem jsou sedící figury žen v křeslech, trůnech, zobrazující alegorii umění a průmyslu. Kompozice a celkové usazení figur na křeslech je prakticky shodné, v provedení a modelaci už můžeme nalézt odlišnosti.

Socha průmyslu sedí v křesle, trůnu, ve vzpřímené, statické poloze a ruce má položené na opěradlech. Na hlavě má korunu menších rozměrů, připomínající pevnost, půdorys pevnosti je čtyřhranný. V každém rohu je sochařsky provedená věž. Tento atribut je zavedený jako „hradební koruna“.¹ Hlava je spíše subtilnější v poměru k celému zbytku těla. Postava je oblečena do dlouhých secesně stylizovaných šatů s odhaleným hrudníkem, ramena a paže má zahalené. U obou postav můžeme v pase najít ozdobný opasek, který se liší v provedení. Spona opasku má tvar šestiúhelníku, tento tvar se opakuje na obou objektech. V případě alegorie průmyslu je spona o něco větší. Šaty jsou zdobeny rozvlněnou reliéfní linkovou strukturou a celé působí geometrickým dojmem. Křeslo je zhotoveno velice jednoduše v základních tvarech, opěradlo a bočnice ustupují v pravidelných segmentech směrem do sebe.

Ve vnitřní straně je odlitek opatřen podpůrnou konstrukcí z dřevěných latí. Dvě nad sebou umístěná horizontální ramena, spojující odlitek v šířce a jedna vertikální lat' propojující spodní rameno se samotným odlitkem a jeho horní částí.

Socha Umění je posazena také ve vzpřímené poloze, ruce položené na opěradlech. První odlišnost je už v koruně, která má osmiboký půdorys oproti soše průmyslu, která má pouze hrany čtyři. Ale stále připomíná již zmiňovanou pevnost. Dalším, hlavním rozdílem je, že má tato figura odhalený jak hrudník, tak i ramena a paže, vrchní část těla tedy nic nezakrývá. Spona opasku je menší, na rozdíl od alegorie průmyslu. Žena v obou rukách svírá konce opasku, který je volně položený na jejích stehnech. Šaty nejsou ornamentálně ani strukturálně zdobené, povrch je spíše hladký, v hloubkách šatů můžeme najít stopy po sochařských nástrojích. Stále si zachovávají svůj geometrický výraz. Křeslo je

¹ Konzultace s Mgr. Jiřím Kašem

shodné. Na rubové straně odlitku není zachována žádná dřevěná výztuž, i když je patrné, že minimálně spodní horizontální byla v odlitku umístěna.

Odlitky jsou zhotoveny ze tří pohledových stran. Zadní strana odlitku není vybudována, proto můžeme na vnitřních stranách snadno najít stopy po samotném odlévání, a to stopy například po prstech a dalším nářadí. Nejdříve byl vytvořen model ze sochařské hlíny. Následně byl odlitek pravděpodobně vytvořen technikou kašírování na ztracenou formu, na povrchu se nacházejí drobné záseky od dláta. Také nejde o finální návrh, a proto složitou křihovou formu můžeme vyloučit. Odlitek má sílu dvou až šesti centimetrů.

2.3 Stav památky před restaurováním

Objekty byly, spolu s dalšími sádrovými odlitky, nevhodným způsobem uskladněny v budově vily Stanislava Suchardy v Praze. Byly umístěny na půdě vily, vystavené především vlhkosti a prachu. Jak je patrné z povrchu sádry, působila na ně také stékající voda. To se nepochybně velice podepsalo na celkovém vzhledu odlitků. Odlitky byly později přesunuty do sklepů vily, kde byly podmínky o poznání šetrnější. Držela se zde konstantní vlhkost a teplota, a již zde nebyly vystaveny kontaktu s vodou. Celý povrch obou figur je pokrytý prachovými depozity, jak už lehko odstranitelnými jemnými částicemi, tak i hůře odstranitelnou krustou a zateklinami zasahující hlouběji do povrchu. Na obou odlitcích jsou patrná především mechanická poškození, jako jsou drobné rýhy či prasklinky. Některé části chybí úplně, některé se zachovaly oddělené.

To se nejvíce projevuje právě na soše alegorie umění. Na ní jsou viditelné drobné mechanické oděrky zejména ve spodní části na šatech a kolenou. Hlava a část opěradla jsou od odlitku odděleny, ale zachovány. Samotná hlava je v dobrém stavu, pouze na špičce nosu a na vlasech můžeme najít mechanické odřeniny. Z opěradla křesla se zachovaly dva fragmenty, zbytek křesla chybí úplně. Na pravém rameni sedící postavy je patrná silná vrstva barvy světle okrového odstínu stékající po celé paži až na draperii. Na sponě opasku je viditelná žlutá látka, která se ale zdá být měkká a lehko odstranitelná.

Na odlitku je také patrná degradace povrchu především na horní straně paží, kolenou a na opasku, způsobená pravděpodobně přímým kontaktem sochy s vodou. Došlo k částečnému rozpuštění sádry, stékající voda také mechanicky vymyla povrch. Degradovaný povrch je ale soudržný.

Figura alegorie průmyslu je o něco lépe zachovaná. Prachové depozity a znečištění povrchu je tu sice také ve velké míře, ale celková hmota sádry je zachována. Na odlitku chybí pouze pravá dlaň, která nebyla nalezena. Na pravé bočnici křesla chybí pravý zadní roh, ze kterého část hmoty křesla schází. Ztráta povrchu a drobné odřeniny jsou patrné především směrem dolů od levého kolene. V levé části sochy na šatech můžeme najít kolem jednoho centimetru hluboké díry způsobené právě stékající vodou. Povrch je zde do hloubky vymytí, ale zachovaná hmota je pevná. Na spodní části sochy, zejména na křesle pod nohama, a také na zadních části, můžeme najít znečištění červeno – růžové barvy, které se objevovalo i na dalších odlitcích přivezených ze Suchardovy vily. Toto znečištění bylo identifikováno jako protipožární nástřik zanesený na povrch pravděpodobně neopatrnou aplikací protipožární směsi na dřevěné části půdy. Tento nástřik můžeme najít také na vnitřní straně odlitku. Z vnitřní strany je odlitek opatřen dřevěnými výztužemi. Ty jsou také značně znečištěné prachovými depozity, a také již zmíněným protipožárním nástřikem. Horizontální dřevěná výztuž je ve spodní části prasklá v půli. Na levém opěradle křesla stojí v samotné realizaci na průčelí muzea v Hradci Králové, pro které tyto pomocné modely vznikly, bronzová figura muže stojícího ve vzpřímené poloze, představující Hradec Králové. Na odlitku je pro tuto sošku místo, soška však chybí.

2.4 Restaurátorský průzkum

2.4.1 Cíle restaurátorského průzkumu

- Zdokumentovat a vyhodnotit současný stav a míru poškození, také příčiny a celkový rozsah poškození.
- Testovat uvažované restaurátorské technologie a postupy
- Dohledat chybějící části odlitek.
- Dohledat další odlitky, případně fotografie a další ikonografické podklady, které by posloužily jako předloha pro případnou rekonstrukci.
- Zjistit složení látek, které se nacházejí na povrchu sádry – jestli nemají špatný vliv na chemické složení sádry.
- Na základě výsledků z laboratoře určit metodu šetrného odstranění látek druhotně zanesených na objekty.
- Zjistit možnost dalšího znečištění, které nemusí být na první pohled patné, jako může být přítomnost biologického napadení (plísně), přítomnost solí
- Na základě zkoušek určit efektivní a zároveň šetrnou metodu čištění tmavého povrchu

2.4.2 Technologický průzkum

Grafické zákresy poškození

Z prvotního neinvazivního průzkumu, vznikly grafické zákresy poškození, kde se pomocí barevných šrafur vyznačí místa defektů případně vložených výztuží, či kovových armatur.

Pomocí této techniky se lze lépe seznámit s restaurovaným objektem a ujasnit si hlavní příčiny poškození. Grafické zákresy poškození jsou umístěny v kapitole grafické přílohy.

Zjištění kovových prvků v sádře

Bylo provedeno ohledání hledačkou kovu Bosch GMS 120 s účinností do hloubky 5 cm. Cílem bylo nalézt kovové prvky, armatury používající se jako zpevňující prvky do sádrových odlitků. Tyto kovové prvky mají tendenci v sádře podléhat korozi, jejich objem se zvětšuje a toto pnutí může sádro poškodit, tudíž představují potenciální riziko.

Při ohledání hledačkou kovů nebyly v těle odlitků nalezeny žádné armatury, ani kovové prvky.

Odběr vzorků

K určení původu byly odebrány tři vzorky látek znečišťující povrch. Látky budou podrobeny analýze, která určí jejich složení. Podle získaných výsledků může být zvolena adekvátní metoda jejich šetrného odstranění.



Obr. 1 Odebrané vzorky

Vzorek č. 1 byl určen jako nátěr s hlavní pojivovou složkou na bázi olejových barev s příměsí polysacharidů. Tato tekutina má okrový odstín a je velice tvrdá. Při odstraňování je vhodné vyzkoušet nepolární rozpouštědla, nebo odstraňovače starých nátěrů. Nátěr je rozpustný v polárních rozpouštědlech.

Vzorek č.2 je protipožární nástřík aplikovaný na půdě Suchardovy vily, kde byly tyto odlitky dříve uskladněny. Nástřík je drolivý a snadno odstranitelný, po odstranění zůstává sádra zbarvená mírně do růžova. Hlavní složku načervenalého povlaku tvoří síran vápenatý s příměsí alumosilikátů (s alkalickým kovem), červené zbarvení je způsobeno příměsí složek s obsahem železa (Fe), může se jednat o červenou hlinku.

Vzorek č.3 Jedná se o minerální slabě pojenou vápennou maltu s křemičitým kamenivem. Obsah pojiva je velmi malý, malta je velice nesoudržná, lehko odstranitelná.

Analýza a chemicko – technologický rozbor je zařazen v textových přílohách.

Průzkum pod UV zářením

Zkratka UV, jedná se o ultrafialové záření. Záření je elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší, než má viditelné světlo, avšak delší, než má rentgenové záření. Při dopadu na povrch určitých látek dochází k luminiscenci. Jedná se o sekundární viditelné záření způsobené zvýšením vlnové délky zářivé energie. Barevný odstín závisí na chemickém složení dané látky, vždy je jiný než na denním světle. Tímto zářením se dají spolehlivě určit nejrůznější organické látky, také luminují sole a plísně.

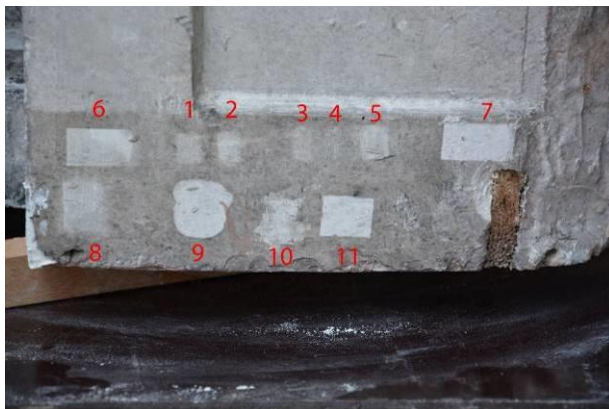


Obr. 2 Socha alegorie umění – snímek pod UV zářením

Průzkum pod UV zářením neukázal zásadní problémy. Žádné vysprávkky, plísně ani soli se pod ultrafialovým zářením neobjevily. Pouze na soše alegorie průmyslu určil světle okrovou látku stékající po pravé paži jako látku organickou – zelená luminiscence.

Zkoušky čištění

Bylo vytvořeno několik zkoušek suchého čištění na samotných odlitcích. Testovány byly často používané mazací gummy, laser, mikroabrazivní metoda čištění a také čištění pomocí agaru – přírodního polysacharidu.



Obr. 3 Socha alegorie průmyslu – zkoušky čištění

Mazací gummy

1 - Pryž tvárnivá 6422 - KOH-I-NOOR

2 - Pryž 6426 tvárnivá super extra soft – KOH-I-NOOR

3 - Kombinovaná guma pryž červeno modrá 6521 / 60- KOH-I-NOOR –
použita červená část středně tvrdá

4 - Kombinovaná guma pryž červeno modrá 6521 / 60- KOH-I-NOOR –
použita modrá část s příměsí pemzy

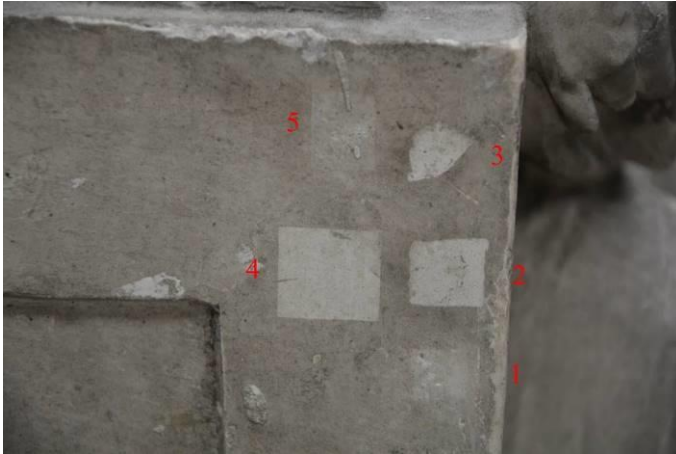
5 - Pryž extra tvrdá 6641

6,7 - Mikroabrazivní metoda čištění – korund F360, přístroj Airblastter I,
tlak 2,5 až 3 Bar

8 - Laser – 1,4 J/ cm²

9,11- Agar – přírodní polysacharid – nanášení tuhajícího gelu o teplotě cca
45 °C

10- Agar – přírodní polysacharid – nanášení polotuhé fólie po vychladnutí



Obr. 4 Socha alegorie umění – zkoušky čištění

1 - Pryž 6426 tvárlivá super extra soft – KOH-I-NOOR

2- Agar – přírodní polysacharid – nanášení tuhneícího gelu o teplotě cca 45 °C

3- Agar – přírodní polysacharid – Nanášení polotuhé fólie po vychladnutí

4 - Mikroabrazivní metoda čištění – pískování

5 - Laser - 1,4 J/ cm²

Následně byly zkoušky prohlédnuty pod stereolupou pro zjištění vlivu jednotlivých metod na povrch sádry.



Obr. 5 Pryž tvárlivá 6422 - KOH-I-NOOR



Obr. 6 Pryž tvárlivá 6422 - KOH-I-NOOR



Obr. 7 Pryž 6426 tvárnivá super extra soft – KOH-I-NOOR



Obr. 8 Kombinovaná guma pryž červeno modrá 6521 / 60- KOH-I-NOOR – použita červená část středně tvrdá



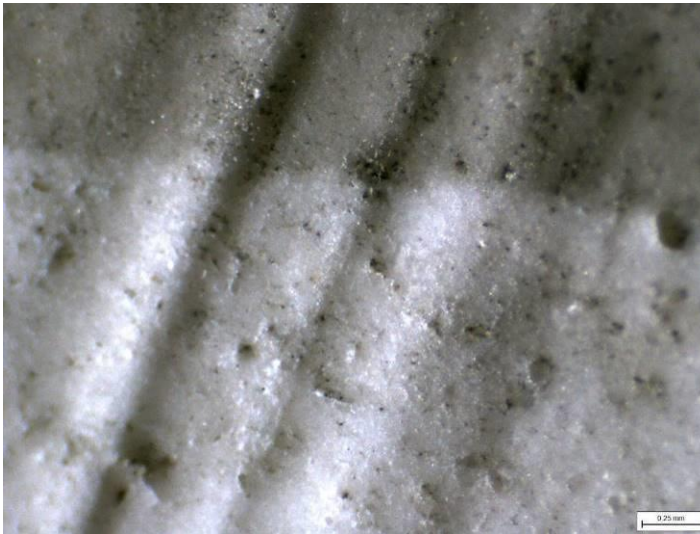
Obr. 9 Kombinovaná guma pryž červeno modrá 6521 / 60- KOH-I-NOOR – použitá modrá část s příměsí pemzy



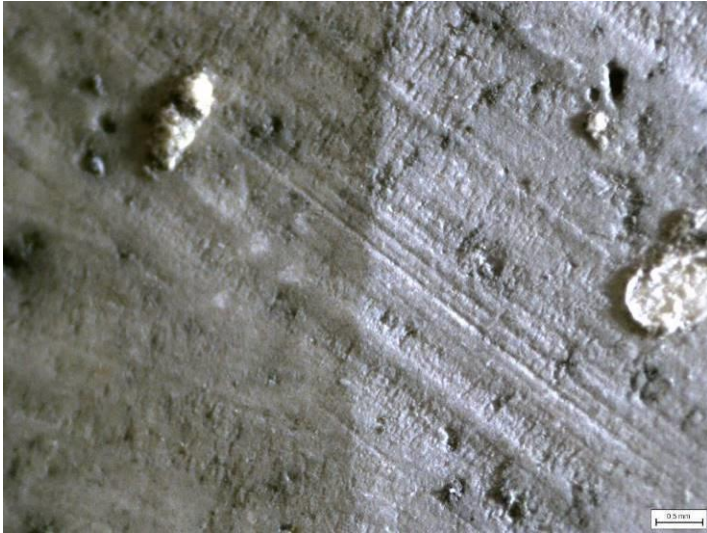
Obr. 10 Pryž extra tvrdá 6641



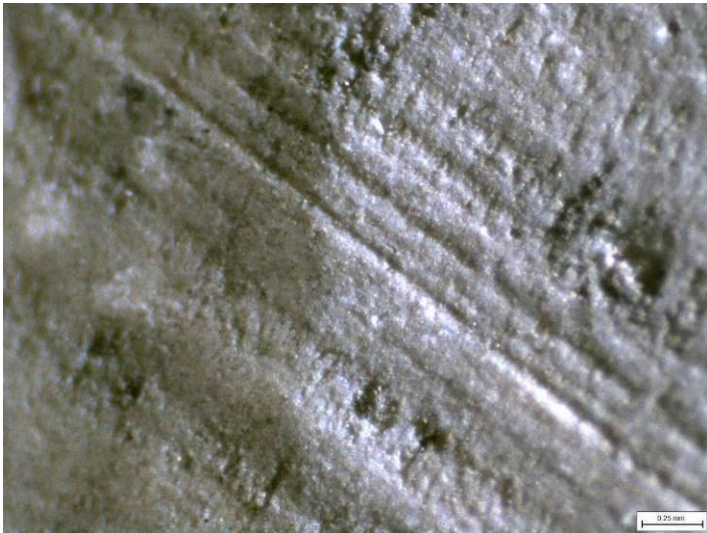
Obr. 11 Mikroabrazivní metoda čištění – pískování



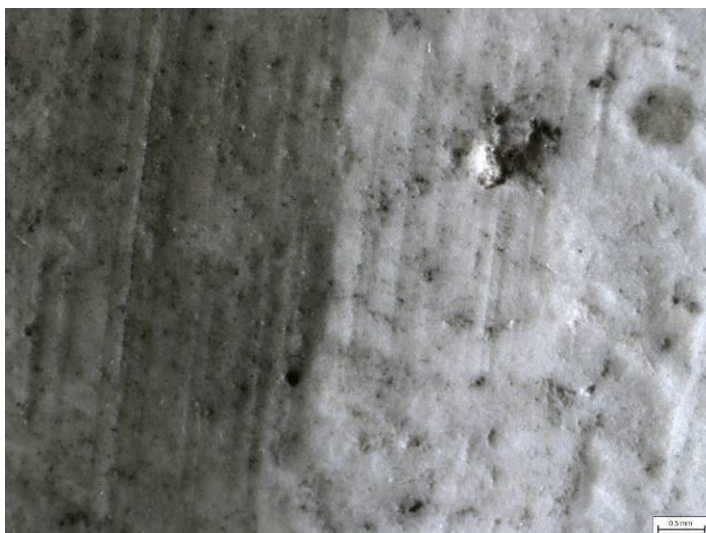
Obr. 12 Mikroabrazivní metoda čištění – pískování



Obr. 13 Laser - 1,4 J/ cm²



Obr. 14 Laser - 1,4 J/ cm²



Obr. 15 Agar – přírodní polysacharid



Obr. 16 Agar – přírodní polysacharid

Měkké plastické gummy dobře přiléhají k povrchu sádry, vážou na sebe nečistoty a jako jedna z technik čištění sádry mají dobré výsledky. Nezanechávají po sobě mastné stopy ani jiné změny barevnosti. Také se s nimi dá relativně dobře kontrolovat míra čistoty, kterou je potřeba na každém kusu odlitku zvolit individuálně.

Tvrdé pryžové gummy nemají zdaleka tak dobré vlastnosti jako měkké. Nemají dobrou přilnavost k povrchu, míra čištění není dostatečná a dochází k velkým ztrátám povrchu. Některé tvrdé pryžové gummy mají špatný vliv i na

výslednou barevnost. V případě použití gumy s příměsí pemzy, také dochází k velkým ztrátám povrchu, jak je viditelné ze snímků z mikroskopu. Nedochozí však k zanesení špíny do hmoty samotné gumy.

Otryskávání povrchu jemným abrazivem Korund F360 nemělo na strukturu sádrového podkladu tak výrazný vliv, ač se tato metoda jeví jako velmi invazivní, při které dochází k velkým ztrátám povrchu. Jak je patrné z fotografií pořízené stereolupou je ztráta povrchu malá. Nevyhovující vlastnosti této metody jsou především v kontrolovatelnosti míry čištění, která je potřeba na tomto komplikovaně znečištěném objektu zvolit individuálně.

Laser má velice dobré výsledky, ať už jde o kritéria jako je šetrnost k povrchu, nebo kontrola míry čištění. K úbytku původní hmoty nedochází a laser velice dobře odstraňuje prachové části. Čištění laserovým paprskem na povrchu sádry probíhá na základě barevného kontrastu jednotlivých látek. Dopadající paprsek vyvolá v tmavší látce prudkou exotermickou reakci. Světlý povrch však zbytek energie odrazí, proto již s čistým povrchem paprsek laseru nereaguje, což v případě sádry zaručuje kontrolovaný průběh čištění.

Aplikace agaru je velice komplikovaná, to souvisí jak s přípravou, kdy musím být agar zahřátý na cca 85 °C za stálého míchání a po vychladnutí se zahřívání opakuje, aby došlo k rozpuštění všech částic. Musí se také nechat zaschnout, aby se projevila jeho čistící schopnost, což neumožňuje žádnou regulovatelnost míry čištění. V těchto případech byla míra čištění velice vysoká a tím pádem nevyhovující. To platí i pro nanášení zchladlého agaru, kdy je míra čištění o něco nižší. Také se při dalších zkouškách této metody ukázalo, že do sádrového povrchu migrují organické složky z agaru, které byly patrné v UV záření.

Na základě těchto vyhodnocení byla zvolena kombinace technik laserového čištění a mazací plastické gumy extra měkké jako vyhovující. Odlitky budou nejdříve čištěny pomocí laseru, poté dočištěny plastickou gumou. S touto gumou bylo dosaženo dobré míry kontrolovatelnosti čištění, zároveň byla šetrná k povrchu a neměnila jeho barevnost.

2.4.3 Umělecko – historický průzkum

Tyto modely vznikly jako jedny z návrhů k realizaci soch z pálené hlíny na průčelí budovy muzea v Hradci Králové. Sochy jsou umístěné na obou stranách hlavního vchodu do samotné budovy muzea. Velikost soch z pálené glazované hlíny, které jsou provedené na budově muzea je asi 4,5 m.

Budova muzea v Hradci Králové, následující popis dle ^{2,3,4}:

Samotná budova muzea byla postavena na přelomu prvního a druhého desetiletí 20. století na místě uvolněném po zbourání městských hradeb na levém labském břehu v Hradci Králové. Objekt byl postaven podle plánů a návrhů českého architekta Jana Kotěry (1871-1923), v kterém zmaterializoval vlastní filozofii architektury, kterou také popsal ve svém článku O novém umění (1900). Tento projekt vznikl v letech 1907 až 1908 na základě intenzivního jednání muzejního kuratoria a jeho konečná verze představovala účelnou architekturu, slavnostně reprezentativní a vytvářející nezbytné podmínky pro provozní potřeby muzea. Kotěra samotný půdorys budovy založil na schématu latinského kříže, ve kterém ale uplatnil asymetrickou dispozici, tzn. že pravé (jižní) křídlo s přednáškovým sálem oproti ose severního křídla o několik metrů posunul. Inspiroval se pravděpodobně díly amerického modernisty Franka Loyda Wrighta.

Stavba královéhradecké budovy probíhala ve svižném tempu. Na počátku roku 1909 byly zahájeny výkopové a přípravné práce, na konci srpna 1910 bylo již dokončeno třetí patro, kopule budovy byla dostavěná 13. září 1910. Stavba byla provedena v režném zdivu z lisovaných, neglazovaných sedm centimetrů vysokých cihel, místy proložené glazovanými detaily. Kombinaci různých textur fasády doplňovala zdrsňelá česaná omítka a jiné použité materiály.

² PANOCH, Pavel a Štěpán BARTOŠ. *Hradec Králové: průvodce po architektonických památkách od středověku do současnosti = Hradec Králové a thumbnail sketch of the development from the Middle Ages to the present*. Vydání první. ISBN 8074223264.

³ Historie stavby. *Novinky Muzea východních Čech v Hradci Králové* [online]. c2017 [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: <http://www.muzeumhk.cz/historie-stavby.html>

⁴Muzeum východních Čech. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Muzeum_v%C3%BDchodn%C3%ADch_%C4%8Cech

V letech 1911 a 1912 byly dokončovány ornamentální a figurální práce z pálené glazované hlíny včetně dvou alegorických figur sedících žen, představujících Umění (Historii) a Průmysl (držící bronzovou postavu muže symbolizujícího město Hradec Králové). Figury zaujímají na fasádě muzea stěžejní postavení. Obě byly realizovány podle návrhu Stanislava Suchardy. Modely zhotovené umělcem měly být dokončeny v srpnu 1909.

Alegorické sochy Umění a Průmyslu na průčelí muzea, následující popis dle ^{5,6}:

Obě figury jsou secesně stylizované, tak jak to odpovídalo době vzniku. Matriarchální figury provedené z keramických kachlí byly dokončeny v roce 1911 a mohou být i symbolickými královnami, jimž Hradec jako věnné město patřil. Mohlo by jít o Elišku Rejčku, vdovu po Václavu II., a o Elišku Pomořanskou, vdovu po Karlu IV.⁷ Alegorické poselství obou figur je však mnohoznačně nejasné. Dvě figury mohou také odkazovat na fakt, že se hradecké muzeum, založené v roce 1880, později roku 1894 rozdělilo na dva samostatné články, historické muzeum a průmyslové muzeum. Také mohou poukazovat na dvě historické epochy – středověk a baroko v době vzniku muzea byly považovány za velice významné pro rozvoj města. Drobná figura v dlani jedné z nich může být právě tak symbolickým rozvojem Hradcem Králové. Také tato soška odkazuje na osvobození města z krunýře hradeb josefínské pevnosti a poukazuje tak na novou epochu vývoje města Hradce Králové. Levá socha, označována za alegorii umění má z klína svěšenou doslovnou kopii pásu, podle legendy patřící královně Elišce Pomořanské vdově po Karlu IV. Pravděpodobně jde však jen o pověst a pás je mladší. O tomto pásu také píše Jaroslav Vrchlický

⁵ PANOCH, Pavel a Štěpán BARTOŠ. *Hradec Králové: průvodce po architektonických památkách od středověku do současnosti = Hradec Králové a thumbnail sketch of the development from the Middle Ages to the present*. Vydání první. ISBN 8074223264.

⁶ Historie stavby. *Novinky Muzea východních Čech v Hradci Králové* [online]. c2017 [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: <http://www.muzeumhk.cz/historie-stavby.html>

⁷ Význam soch u muzea je tak trochu tajemstvím – Hradecký deník. Hradecký deník [online]. Copyright © [cit. 31.07.2017]. Dostupné z: http://hradecky.denik.cz/kultura_region/vyznam-soch-u-muzea-je-tak-trochu-20110607.html

ve své komedii z českého prostředí s názvem *Noc na Karlštejně*.⁸ Patrně jedno z nejstarších grafických znázornění tohoto pásu můžeme najít v německy psaném díle dějin města Hradce Králového, (*Geschichte der Stadt Königgrätz*, I. díl 1780, druhý zůstal v rukopise) autora Karla Josepha Bienera z Bienenbergu (1731–1798), který byl osobností počátků moderní kulturní topografie v Čechách a byl také označován často za otce archeologie v Čechách. Zde je tento pás na jedné z posledních stran zobrazen.⁹

Obě figury, strážící vstup do muzea v Hradci Králové, můžeme také přirovnat k monumentálním sedícím figurám Ramsese II umístěným na průčelí Velkého chrámu ve významné archeologické lokalitě Abú Simbel na území historické Nubie v jižním Egyptě. Plastiky podobného námětu zdobí také pražský Obecní dům. Obě plastiky, realizované na průčelí muzea vznikly v rakovnické továrně na výrobu šamotového zboží.¹⁰

2.4.4 Dohledání ikonografických podkladů

Po důkladném bádání a konzultacích byly dohledány další, celkem tři, návrhové provedení těchto modelů. Jeden je umístěn v Novém zámku Ratboř známý jako Chateau Kotěra. Další dvě provedení jsou vystavená v Muzeu východních Čech v Hradci Králové. Po návštěvě těchto míst bylo zjištěno, že všechny návrhy jsou vytvořené z pálené glazované hlíny a zpodobňují pouze odlitek s názvem Průmysl. Jde pouze o návrhy konečného barevného provedení z glazované hlíny v samotné realizaci na průčelí muzea v Hradci Králové. Návrhy ve sbírce muzea v Hradci Králové jsou prakticky shodné, odlišují se jen minimálně, a to především technickým provedením, kdy složení jednotlivých dílů, způsobilo mírné odlišnosti v osách a natočení. Návrh vystavený v restauraci zámku Ratboř se od provedení v Hradci Králové liší ve větší míře. Můžeme zde najít rozdíly například v koruně ve tvaru pevnosti, kdy v provedení na zámku v Ratboři má korunu o něco masivnější, rozdílný tvar, ale stále si zachovává

⁸ Umělecký průmysl. *Novinky Muzea východních Čech v Hradci Králové* [online]. c2017 [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: <http://www.muzeumhk.cz/umelecky-prumysl.html>

⁹ Konzultace s Mgr. Jiřím Kašem

¹⁰ PANOCH, Pavel a Štěpán BARTOŠ. *Hradec Králové: průvodce po architektonických památkách od středověku do současnosti = Hradec Králové a thumbnail sketch of the development from the Middle Ages to the present*. Vydání první. ISBN 8074223264.

čtvercový půdorys. Dále není shodná pravá ruka figury, kdy jsou prsty situovány do jiné pozice než v návrzích v Hradci Králové. Také si můžeme všimnout tvaru prsou, který v provedení na zámku Ratboř, působí přirozeně, v provedení v Hradci Králové působí umělým dojmem. Tak znázorňovali dřívější sochaři figuru ženy s konstitucí mužského těla s přidáním prsou takového tvaru. V archivovaných fotografiích v Suchardově vile v Praze Bubenči byly také nalezeny dvě historické fotografie. Jedna zobrazuje sochu alegorie průmyslu provedenou již v originální velikosti, na druhé je zachycen odlitek s názvem Umění.

2.4.5 Vyhodnocení průzkumu

Z vizuálního průzkumu je patrné základní poškození, které je v obou odlitků působeno spíše mechanicky. Jedná s o drobné rýhy a odřeniny, někde se ukazují jemné prasklinky. Některé části odlitku jsou odděleny úplně, zachovány jsou pouze fragmenty křesla a hlavy. Dále byly nalezeny a podrobeny chemickému průzkumu neznámé látky sekundárně zanesené na povrch, na základě vyhodnocení byla stanovena metoda šetrného odstranění. V případě tvrdého lehce nažloutlého nátěru bude použito polární rozpouštědlo. Další vzorky jsou velmi nesoudržné a lehko odstranitelné pomocí kartáčků a skalpelů. Na horizontálních plochách, jako jsou paže, kolena a opasek je povrch silně degradovaný, a to na odlitku s názvem Umění, způsobený pravděpodobně přímým kontaktem odlitku se stékající vodou.

Z provedených zkoušek čištění se jako nejlepší varianta ukázala metoda kombinace laserového čištění a čištění pomocí měkkých plastických gum, které v tomto případě mají velice dobré vlastnosti. Míra čištění se dá relativně kontrolovat pro každé individuálně znečištěné místo na odlitku. Povrch je pevný a nedochází k jeho ztrátě. U tvrdých pryžových gum není míra čištění dostatečná, dochází k velkým ztrátám povrchu a u gum s příměsí pemzy dochází i k výrazným barevným změnám. Metoda čištění pomocí laseru má dobré výsledky, ale ve velkých plochách je těžké vyhnout se charakteristické bodové struktuře, kterou laser zanechává, také v některých oblastech dochází k šednutí sádry.

2.5 Koncepce restaurátorského zásahu

Koncepcí celého zásahu bude především zamezit u díla další degradaci materiálu, a to zejména správným uchováním – plastika by neměla být dále vystavena vlhkosti, vodě a tepelným změnám. Dále je také nutné provést důkladné čištění od prachu, nečistot a stékanců, a tím celé dílo sjednotit od barevných kontrastů a rušivých tmavých míst. Čištění bude provedeno na základě výsledků provedených zkoušek. Půjde o kombinaci měkkých plastických gum a laseru. Odlitky budou nejdříve čištěny pomocí laseru, poté dočištěny plastickou gumou. Je nutné také šetrně odstranit látky, které se na povrch dostaly druhotně. Vzhledem k budoucí funkci díla jakožto výstavního exponátu dokumentujícího průběh tvorby Stanislava Suchardy bylo rozhodnuto po konzultaci s PhDr. Martinem Krummholzem pro rekonstrukci chybějících částí. Tento zásah celé dílo zcelí a bude působit jako plnohodnotný objekt. K rekonstrukci lze přistoupit také díky tomu, že se podařilo shromáždit dostatečné množství ikonografických podkladů a pro samotný originál na budově muzea v Hradci Králové vzniklo několik návrhových provedení. Také se v Suchardově vile našel odlitek sošky ženy, která byla umístěna na opěradle křesla v prvních návrzích. Základna figury sedí na prázdném místě na odlitku a po konzultacích s PhDr. Martinem Krummholzem bude přistoupeno k usazení této sošky na místo, a tak bude celkový výraz odlitku co nejvíce přiblížen původnímu vzhledu. Materiál k doplnění chybějících částí bude zvolen na základě vlastností původního odlitku tak, aby byly chemicko – fyzikální a vzhledové vlastnosti zachovány. U doplňků je nutné dbát také na reverzibilitu, možnost dát dílo do původního stavu. Dřevěné výztuže budou očištěny a bude provedeno jejich zajištění, aby dále splňovaly svojí funkci. Chybějící výztuže k odlitku s názvem Umění budou doplněny, aby podpořily celkovou stabilitu restaurované sádry. Na závěr bude nutné provést barevné sjednocení a intenzitou barev přiznat doplněné části, které budou ponechány o něco světlejší.

2.6 Postup prací

Oba odlitky byly převezeny do ateliéru restaurování kamene na Fakultě restaurování v Litomyšli, následně byla provedena fotodokumentace včetně detailů poškození. Také byl proveden podrobný vizuální průzkum, ze kterého vznikly zákresy poškození. Na základě informací zjištěných z restaurátorského průzkumu, z navrhované koncepce restaurování a konzultací se zúčastněnými stranami a odborníky byl proveden následující postup prací.

2.6.1 Předčištění

Na povrchu obou odlitků se nacházelo velké množství nečistot, jak už lehce ulpělé jemné prachové depozity, tak špína zamytá vodou zasahující hlouběji do povrchu sádry. Nejprve byly sádrové odlitky šetrně očištěny od prachových depozitů za pomoci jemných štětců a muzeálního vysavače. Čištění probíhalo velmi šetrně. Povrch celkově, i degradovaný povrch, měl dostatečnou pevnost a nebylo nutné ho nijak zajišťovat.

2.6.2 Čištění

Jako nejefektivnější metoda čištění byla určena metoda čištění pomocí měkkých plastických gum v kombinaci s laserem. Měkké plastické gummy dobře a šetrně čistily povrch. Ale moc dobře nefungovaly na sjednocení barevného výrazu sáder. K tomuto sjednocení významně přispělo použití ND: YAG SFR laseru. Ten dokázal s větší přesností sjednotit tmavé kontrasty na povrchu. Laser byl použit s největší opatrností a s cílem, aby co nejméně zanechával na povrchu svojí charakteristickou strukturu teček, i když se tomu nedalo úplně vyhnout.

Název přístroje: Laser Eos 1000 sfr

Nastavení laseru:

- Bod: 6 mm
- Frekvence: 10 Hz
- Energetická hustota (fluence) v rozmezí od 1,8 do 2.8 J/cm²

Cílem bylo celkový výraz obou restaurovaných objektů co nejvíce barevně scelit, i když každý z odlitků se choval za použití gumy i laseru trochu odlišně. Bylo to s největší pravděpodobností také tím, že odlitek s názvem Umění je jeden z prvních návrhů a byl původně vytvořen dříve, z důvodů chybějící draperie na ramenou, kterou je pak v originále opatřen. Také je pravděpodobné, že byl uskladněn v jiných podmínkách, za působení rozdílných vlivů. Celkově každé část těchto odlitků se chová pod působením gum i laseru velice rozdílně a je potřeba upravit jejich použití v závislosti na reakci povrchu.

Materiály zanesené na povrch druhotně byly ve většině případů lehkou odstranitelné za pomoci skalpelu a štětce, povrch pod nimi byl dočištěn laserem. O něco složitější bylo odstranění světle okrového stékance na odlitku s názvem Umění, který měl velkou pevnost a byl obtížně odstranitelný z povrchu sádry. Byl vyzkoušen odstraňovač starých nátěrů bez obsahu alkálií Remmers Age, který ale neměl dostatečnou účinnost a na látku prakticky nefungoval. Látku se podařilo šetrně odstranit až za použití chloroformu nasyceného v zábalu práškového Arbolecelu. Zábal byl aplikován a zakryt fólií, pro zvýšení času účinku chloroformu, který je velice těkavý. Tento zábal byl takto ponechán cca 20–30 minut, poté byla neměkčená látka šetrně odstraněna skalpelem.

2.6.3 Rekonstrukce chybějících částí

Rekonstrukce odlitku Průmyslu

Po posouzení všech rozdílů a detailů v provedení, zmíněných v kapitole o dohledání ikonografických podkladů, bylo po konzultaci rozhodnuto o vytvoření doplňku ruky podle návrhů z Muzea v Hradci králové. Byla vytvořena vnější nosná konstrukce tak, aby nemuselo být zasahováno do originálu a ruka byla následně provedena v hlíně.

Nalezená soška ženy ze Suchardovy vily byla opatřena barevnou retuší tak, aby harmonizovala s odlitkem. Barevná retuš byla provedena pomocí akvarelových barev. Malý odlitek sošky bude osazen na své místo před vystavením exponátu.

Rekonstrukce odlitku Umění

Podkladem pro doplnění chybějící části křesla a ramenou byla v tomto případě dohledaná fotografie původního vzhledu sádrového odlitku v archivovaných fotografiích v Suchardově vile v Praze Bubenči. Byla vytvořena podpěrná konstrukce z dřevěné desky a po stanovení os proveden doplněk z hlíny.

Místa styku sádry s hlínou byla odseparována modifikovanou latexovou emulzí Remmers Arte Mundit.

Doplňky vytvořené z hlíny byly převedeny do sádrových podob za pomoci silikonových forem. Především z důvodu více odlitků a možnosti pracovat s nimi v sádrové podobě. Doplnky byly dále retušovány a byl upravován jejich tvar do výsledné podoby.

Doplňky splňující výsledné požadavky byly k originálu lepeny reverzibilním lepidlem Acrykleber 498 HV. Toto lepidlo bylo zvoleno na základě studie

popsané v bakalářské práci provedené na fakultě restaurování v Litomyšli.¹¹ Pro jejich spojení nebylo nutné používat žádné armatury.

2.6.4 Lepení:

Doplňky rekonstruované podle dohledaných předloh, chybějící dochované části jako fragmenty křesla, hlava odlitku Umění, i uvolněné části boků křesla byly lepeny za pomoci reverzibilní akrylátové disperze Acrylkleber 498 HV.

Akrylátová disperze byla nejdříve zředěna na poloviční koncentraci cca 20 %, tímto roztokem byly spoje podetřeny, aby se zajistila hlubší penetrace do povrchu sádry, a tím i pevnější spoj. Na plochy opatřené méně koncertovaným nátěrem byla následně aplikována akrylátová disperze ve své původní koncentraci cca 50 %, lepené plochy byly spojeny a zajištěny.

Prasklá dřevěná výztuž na odluku s názvem Průmysl byla slepena jednosložkovým polyvinylacetátovým disperzním lepidlem na dřevo s názvem Dispercoll D2.

2.6.5 Plastická retuš:

Po konzultaci s PhDr. Martinem Krummholzem byla stanovena míra doplňků chybějících, nebo jiných degradovaných míst na sádře. Jelikož budou odlitky sloužit jako výstavní exponát, bylo rozhodnuto výslednou podobu co nejvíce přiblížit původnímu vzhledu. Všechny doplněné části sádry mají jasný tvar, proto nebylo nutné vymýšlet, jak původní tvar vypadal. Byla podpořena jak modelace v oblastech figur, tak byly doplněny i části architektury, tak aby byl jejich tvar jasný a pozorovatele nerušily drobné rýhy nebo chybějící rohy.

Původní plochy sádry byly před plastickou retuší opatřeny nátěrem 1 % bílého šelaku především z důvodů úpravy savosti povrchu. Tmel pro výsledné doplňky a tmelení spár vzniklých lepení jednotlivých rekonstruovaných částí byl

¹¹ KOKSTEJNOVÁ, Aneta. *Restaurování sochy „Múzy lyrického zpěvu Aiodé“ z parku státního zámku Konopiště a Restaurování sádrových plastik rytířů, modelů stavebních článků chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře*. Litomyšl, 2015. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

míchán na základě provedených zkoušek a probíhajícího experimentu doplňků sáder v poměru: 2 díly sádry Almond LC: 1 dílu Rokoplastu – Spárovacího sádrokartonového tmelu.

2.6.6 Barevná retuš

Na závěr byly všechny doplněné části podetřeny roztokem bílého šelaku o koncentraci 2 - 4 % z důvodů právě úpravy savosti různorodého povrchu, jako byly odlité, retušované a broušené plochy.

Po konzultaci s vedoucím ateliéru a konzultanty byla pro barevnou retuš zvolena technika akvarelové retuše pro sjednocení kontrastů a vytvoření ucelené barevnosti obou odlitek. Doplňky byly šetrně zapojeny do celistvosti originálu a byly ponechány o něco světlejší z důvodu rozeznatelnosti.

2.7 Doporučený režim památky

Tento restaurátorský zásah přiblížil objekty jejich původnímu vzhledu, částečně sjednotil barevnost a sádrové odlitky celkově zajistil před další degradací.

Důležité ale je sádrové památky chránit před nepříznivými vlivy klimatického prostředí, jako je především přímý kontaktu s vodou, vlhkostí a také střídání teplot. Památka by tedy měla být umístěna nejlépe v klimatizované místnosti se stálou teplotou v rozmezí 18–25 °C a vlhkostí v rozmezí 45–55 % RH, nesmí však přesáhnout 65 % RH.

Důležité je také památky chránit především před prachem, kdy postupně dochází k prostupu špíny do povrchu sádry čím dál hlouběji, a tím se zvyšuje náročnost odstranitelnosti těchto prachových depozitů. Proto je důležité památku pravidelně oprašovat a čistit, také kontrolovat její stávající stav. Také je nutné chránit památky před slunečním svitem, který nepříznivě působí na objemové změny v sádře.

Při transportech sádry je nutné především zajištění celé hmoty proti nárazům a také otřesům, kdy může dojít k narušení stability sádry. Pro odlitky by měly

být vytvořeny přepravní boxy vyztužené pružným měkkým materiálem, ve kterých dojde zajištění odlitku proti případným nárazům, či menším otřesům. Při manipulaci je nutné dávat zvýšenou pozornost především na slabá místa, jako jsou opěradla křesel, ruce, hlavy, a hlavně na lepená místa. Důležité je dbát na ochranu rohů a spodních hran, která jsou velmi náchylná na ulomení v případě neopatrného zacházení.

2.8 Použité materiály a technologie

Předčištění

- Jemné štětce, muzeální vysavač

Čištění

- Měkké plastické gumy značky KOH-I-NOOR
- Laser EOS 1000sfr
- Chloroform ve formě zábalu napuštěný do Arbocelu (papírovina) – typ: prášková celulóza

Rekonstrukce chybějících částí

- Modifikovaná latexová emulze Remmers Arte Mundit
- Sochařská hlína
- Dřevěné a kovové špachtle
- Silikon – Vysokopevnostní dvousložková pryž MM 922
- Sádra Almond LC (fa Saint-Gobain Formula)

Lepení

- Acrykleber 498 HV – v koncentraci cca 20 % pro podetření, v koncentraci cca 50 % na samotné lepení

- Dispercoll D2 – Jednosložkové polyvinylacetátové disperzní lepidlo na dřevo

Plastická retuš

- Směs sádry Almod LC (fa Saint-Gobain Formula) se sádrokartonářskou směsí Rokoplast (fa Rokospol a.s.) v poměru 2:1
- Kovová špachtle
- Brusné papíry

Barevná retuš

- Akvarelové barvy – Schmincke, odstíny černé, okrové a hnědé
- Štětce různých velikostí a tvarů

3 ROZŠÍŘENÝ TECHNOLOGICKÝ PRŮZKUM ZAMĚŘENÝ NA HODNOCENÍ RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ APLIKACE KONSOLIDAČNÍHO PROSTŘEDKU NA KUTNOHORSKÝ PORÉZNÍ VÁPENEC

3.1 Úvod

Zhoršování životního prostředí, škodlivé působení exhalace ve městech a v průmyslových oblastech, působení kyselých dešťů a povrchových vod působí na rozrušování stavebních materiálů.¹² Proto je nutné o tyto objekty pečovat patřičným způsobem a vhodně správně volit použité prostředky, tak aby nedocházelo k jejich dalšímu poškození.

Oblast konsolidace kamene je velmi aktuální téma. Všechny poznatky ohledně jejich působení na kámen jsou pro tento vývoj důležité.

Tato část práce je zaměřená především na vliv aplikačních metod často používaných v restaurátorské praxi. Pozorována je jak samotná penetrace materiálem, tak také chování konsolidantu v kameni, a v neposlední řadě míra zpevnění.

Estery kyseliny křemičité jsou v restaurování již dlouhou dobu využívané a dosahují dobrých výsledků i na karbonátových horninách, jako je právě Kutnohorský vápeneč.¹³ V práci *Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants*¹⁴, byly testovány tři různé zpevňovací prostředky (organokřemičitany, akrylátové a epoxidové konsolidanty) na čtyřech vzorcích karbonátových materiálů a bylo

¹² RATHAUSKÝ, Jiří: *Organokřemičité prostředky pro konzervaci přírodního kamene a stavebních materiálů*. Praha, 1990.

¹³ ĎOUBAL, Jakub. *Restaurování kamenných památek v Kutné Hoře: Conservation of the stone monuments in Kutná Hora: 2003-2013*. Litomyšl: Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, c2013. ISBN 978-80-7395-706-3.

¹⁴ FERREIRA PINTO, Ana P. a José Delgado RODRIGUES. Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants. *Journal of Cultural Heritage*. 2012, 13(2), 154-166.

vyhodnoceno, že v případě organokřemičitanů je hloubka penetrace měřená na vysoce porézním materiálu dobrá, míra zpevnění je však nízká.

Jako testované aplikační metody byly vybrány tři nejčastěji používané techniky napouštění kamene. Aplikace injekční stříkačkou, stříčkou, pomalé infuzní napouštění a byla přidána i čtvrtá metoda aplikace nátěrem, která se při předběžném vyhodnocení, v práci testování konsolidantu nanosuspenzí na bázi hydroxidu vápenatého, příliš neosvědčila a dosahovala malé hloubky penetrace.¹⁵

3.2 Kutnohorský vápenec

Vápence vznikají nejčastěji ukládáním kosterních zbytků živočichů a rostlin vylučujících CaCO_3 , také ukládáním úlomků organogenního uhličitanu nebo starších vápenců (klastický nebo detritický vápenec). To se děje v místech bohatých na vývěry krasových nebo horkých pramenů obsahujících rozpuštěný hydrogenuhličitan vápenatý. Také může vznikat vysrážením z roztoků.¹⁶

Kutnohorský vápenec je hrubozrný biodetritický vápenec (zrna cca 2 – 0,5 mm). Vyznačuje se vysokou porozitou 23–25 %, vysokou hodnotou obsahu CaCO_3 , která se pohybuje v okolí 80 %. a nasákavostí, která se pohybuje v rozmezí 7–10 %¹⁷

Tyto vápencové usazeniny z prehistorického moře byly hlavním stavebním materiálem používaným v Kutné Hoře. Těžil se v okolí města (Kaňk, Vyšatova skála, Mezholezy) od 14. století. V tomto typu kamene můžeme najít velkou přítomnost morfologicky i barevně výrazných zlomků schránek měkkýšů, které mohou být až několik cm velké (biodetritu). Tyto schránky tvoří hlavní hmotu kamene spolu s úlomky křemene, živců nebo hornin.¹⁸

¹⁵ MACOUNOVÁ, Dana. *Restaurování vápencové sochy anděla z domu čp. 48 v Kutné Hoře s využitím nanosuspenzí na bázi hydroxidu vápenatého / Testování možnosti využití nanosuspenzí na bázi hydroxidu vápenatého pro konsolidaci organodetritického vápence*. Litomyšl, 2011. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Fakulta restaurování

¹⁶ KOTLÍK, Petr. *Stavební materiály historických objektů: materiály, koroze, sanace*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. ISBN 80-7080-347-9.

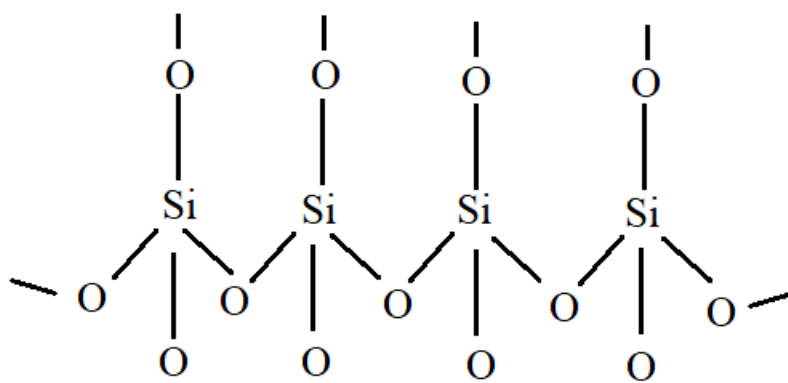
¹⁷ ĐOUBAL, Jakub. *Restaurování sousoší sv. Václava před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře*. Litomyšl, 2006. Restaurování a ochrana uměleckých malířských a sochařských děl, konference sdružení pro ochranu památek arte-fakt

¹⁸ ĐOUBAL, Jakub. *Kamenné památky Kutné Hory: restaurování a péče o sochařská díla*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-905-0.

3.3 Organokřemičité prostředky, následující popis dle:^{19,20}

Jsou to látky, které řadíme do skupiny plastických hmot nazývaných „silikony“. Svým chemickým složením, chemickými a mechanickými vlastnostmi zastupují mezistupeň mezi tvrdými, ale křehkými anorganickými křemičitany a organickými plastickými hmotami, které jsou pružné, ale málo odolné proti teplu a povětrnostním vlivům.

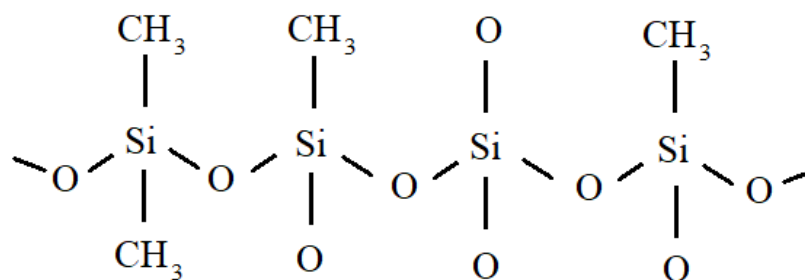
Křemičitany:



Silikony:

¹⁹ RATHAUSKÝ, Jiří: *Organokřemičité prostředky pro konzervaci přírodního kamene a stavebních materiálů*. Praha, 1990.

²⁰ GLÁSER, Petr a Vratislav NEJEDLÝ, ed. *Organokřemičitany v české památkové praxi: sborník z konference Padesát let používání organokřemičitanů na území České republiky, konané pod záštitou ICOMOS, Národního památkového ústavu a Národního muzea 16. dubna 2008*. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2008. Práce (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-87104-15-6.



Organokřemičité sloučeniny vynikají svými výjimečnými vlastnostmi, které vyplývají ze spojení anorganické kostry a organických skupin. Je to v první řadě stabilita prostředků z hlediska fyzikálních a mechanických vlastností. Materiály po vytvrnutí velice dobře odolávají teplotám ve velkém rozmezí od $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, také jsou odolné proti povětrnostním i chemickým vlivům. Přesto, že jde výlučně o syntetické materiály, jsou vzhledem ke svému anorganickému silikátovému skeletu, tvořenému řetězcem složeným z vazeb Si – O – Si a schopností chemických vazeb, zcela slučitelné se silikátovými stavebními materiály.

3.4 Historie výzkumu a výroby organokřemičitých materiálů, následující popis dle:²¹

Jedny z prvních organokřemičitých sloučenin byly syntetizovány již v roce 1845, ale jejich průmyslová využitelnost se ukázala až před druhou světovou válkou. Jelikož se jednalo o strategické suroviny byl v roce 1948 zahájen na československé Akademii věd jejich výzkum s cílem zavedení těchto materiálů do průmyslové výroby. Rokem 1960 byla zahájena výroba v Lučebních závodech

²¹ GLÁSER, Petr a Vratislav NEJEDLÝ, ed. *Organokřemičitany v české památkové praxi: sborník z konference Padesát let používání organokřemičitanů na území České republiky, konané pod záštitou ICOMOS, Národního památkového ústavu a Národního muzea 16. dubna 2008*. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2008. Práce (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-87104-15-6.

v Kolíně. Jednalo se jednu z mála technologií, které byly vypracovány na základě československých výzkumů. Dále se s těmi prostředky začalo experimentovat v Německu a Francii. Zavedení do restaurátorské praxe trvalo cca dalších deset let. Jedny z prvních používaných zpevňovačů nesly obchodní název Silgel do roku 1990, poté byli přejmenováni na Porosil. Tyto prostředky byly nejdříve zkoušeny na méně hodnotných památkách, zkoušeny byly také na mušlovém vápenci. Postupem času bylo vytvořeno několik variant s individuálními vlastnostmi pro ošetřování různých povrchů. Lišily se v koncentraci aktivních látek a způsobu využití jako konsolidanty, hydrofobizanty a možné kombinace. Koncem 70. let 20. století, byly tyto prostředky poměrně osvědčené a bylo přistoupeno k jejich použití při začínající obnově fasády Chrámu sv. Víta. Zde byla použita kombinace konsolidantu Silgel JHM s hydrofobizantem Silgen N. Od těchto 70. let byly organokřemičitany hojně využívány právě jako zpevňovací a vodoodpudivé prostředky, ale také jako nosiče pigmentů při barevných retuších. V současné době jsou tyto prostředky hojně využívány v restaurátorské praxi na konsolidaci přírodních i umělých kamenů.

3.5 Mechanismus konsolidace – tvorba gelu

Ze synteticky připravených chemických sloučenin nazývaných jako organokřemičité estery se do napouštěného materiálu uvolňuje gel kysličníku křemičitého, vznikající při hydrolýze těchto esterů vodou. Během reakce z impregnovaného materiálu téká neškodný alkohol.

Následně při kondenzaci silanolových skupin ($-Si-OH$) dochází k vytvoření velmi odolného siloxanového skeletu.

Postupem reakce dochází k vytvoření velmi pevné chemické vazby mezi organokřemičitou sloučeninou a silikátovým podkladem²² za předpokladu, že zpevňovaný podklad obsahuje silanolové skupiny.

²² RATHAUSKÝ, Jiří: *Organokřemičité prostředky pro konzervaci přírodního kamene a stavebních materiálů*. Praha, 1990.

Teoreticky organokřemičitany žádnou chemickou vazbu na karbonátových horninách nevytvářejí, k efektu zpevnění dochází díky vazbě fyzikální. Negativem však je, že se do uhličitanových materiálů zanášejí křemičitanové složky, které mohou mít například jinou roztažnost. U těchto materiálů, kde byla v praxi dobře provedená aplikace však i po uplynutí řady let nedochází k výrazným změnám.²³

3.6 Zpevňovač Remmers KSE 300 HV

(viz. Technický list)

Bezrozpouštědlový zpevňovač na bázi esteru kys. křemičité. Určený speciálně pro vápence. Obsah ethylesteru kyseliny křemičité se pohybuje okolo 95 % hm.

Zpevňovač při tuhnutí reaguje s kapilární vodou a vzdušnou vlhkostí. Při reakci se tvoří čistě minerální, amorfni gel. Tento křemičitý gel nahrazuje a doplňuje degradované pojivo ztracené zvětráváním a zlepšuje soudržnost kamene. Průběh reakce závisí v první řadě na teplotě a vzdušné vlhkosti, rychlost vylučování gelu proto může být velmi rozdílná. Za normálních podmínek (20 °C a 50 % relativní vlhkosti vzduchu) je proces vylučování pojiva ukončen po cca 3 týdnech. Nižší teploty a nižší vzdušná vlhkost proces zpomalují. Z původního objemu zpevňovače tvoří vyloučený gel asi 30 %.

3.7 Experimentální část

V provedené studii by měl být zejména zjištěn samotný vliv aplikačních metod, především z hlediska hloubky penetrace materiálem samotný rozliv konsolidantu ve hmotě kamene, a v neposlední řadě také vliv na dosaženou míru zpevnění. Cílem je také zhodnotit praktické aspekty použití jednotlivých metod zpěňování a možnosti jejich použití v restaurátorské praxi.

²³ ĎOUBAL, Jakub. Kamenné památky Kutné Hory: restaurování a péče o sochařská díla. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-905-0.

3.7.1 Vzorky

K testování aplikačních metod byly připraveny dva typy vzorků. První sada byla připravena z Kutnohorského vápence, jako druhé byly připraveny dusané vzorky.

Nařezány byly hranoly o rozměrech 7 cm x 7 cm x 16 cm. Povrch vzorků, do kterých bude konsolidant napouštěn, byl upraven jemným kamenickým náradím pro otevření povrchu. Dusané vzorky byly připraveny ze směsi přesátého betonářského křemičitého písku s drtí Kutnohorského vápence smíchané v objemovém poměru 2:1. Tato směs byla zvolena na základě studií provedených na Fakultě restaurování v Litomyšli. Zrnitost obou písků byla do 2 mm. Výsledná směs byla nasycena 15,4 % do polosuché konzistence vhodné k dusání vodou a vzorky byly vydusány dle stejného postupu ručně, do připravené rozložitelné konstrukce. Vrstvení v rámci vzorku bylo eliminováno postupným nanášením směsi a jejím upěchováním.



Obr. 17 Vzorky kutnohorského vápence



Obr. 18 Upravený povrch



Obr. 19 Výdusky v rozebíratelné konstrukci

3.7.2 Počáteční měření

U neošetřených vzorků proběhla měření vybraných vlastností, které jsou určující při konsolidaci vzorků. U kamenných vzorků byla změřena tzv. kapilární nasákavost vodou, a jednotlivé vzorky byly podrobené měření ultrazvukovou transmisí pro zjištění míry koheze materiálu.

3.7.3 Aplikace konsolidantu – ve vertikálním a horizontálním směru

Každá jednotlivá metoda aplikace byla měřena na dvou vzorcích, aby měly výsledky vyšší vypovídací hodnotu. Dvě metody, které jsou v praxi často využívány, jako je aplikace injekční stříkačkou a pomalé napouštění infuzí, budou podrobeny testu měření v horizontální pozici kamene, kdy bude eliminován faktor působící gravitační síly na rozliv zpevňovací prostředku. Každý ze vzorků bude zabalen do mikrotenové folie, aby rozpouštědlo obsažené ve zpevňovacím prostředku neunikalo a byla zaručena vypovídající hodnota měření.

Pro samotné měření bylo pokusem stanoveno množství zpevňovacího prostředku, které bude používáno v experimentu pro konsolidaci vzorků. Její množství bylo stanoveno tak, aby byl vzorek téměř nasycen, ale vzorkem nevytékal ani po delší době po konsolidaci. Množství zpevňovacího prostředku bylo stanoveno na 20 ml, při aplikaci takového množství bylo u zkušebních vzorků dosaženo po 6 hodinách penetrace cca 9–10 cm z výsledných 16 cm vzorku. Ani po 24 hodinách nenasytil konsolidační prostředek měřený vzorek úplně a nedocházelo k spodnímu vytékání, nebo ke kumulaci prostředku ve spodní části vzorku.

3.7.4 Průběh zrání

Vzorky budou po aplikaci konsolidantu uloženy do vnitřního prostředí, které podmínkami vyhovuje podmínkám zrání tohoto typu konsolidantu. Podmínky lze charakterizovat teplotou 18–20 °C a vlhkostí kolísající v rozmezí 65–70 %. Vzorky byly v těchto podmínkách uloženy 4 týdny a následně vyhodnoceny. Tato doba byla dostačující k projevení konsolidačního účinku na vzorky, nelze však vyloučit další nárůst efektu konsolidace v průběhu delší doby zrání.

3.7.5 Metodika testování

Aplikační metody hodnocené v experimentu byly vybrány na základě běžné restaurátorské praxe, tj. aplikace pomocí injekční stříkačky, dále nátěr štětcem,

aplikace pomocí stříčky a jako poslední pomalé napouštění zpevňovacího prostředku pomocí infuze.

Celkem bylo připraveno 24 vzorků - 8 bylo vzorků přírodního kamene, 8 vzorků bylo dusáno ze směsi písků, vápencové drti a vody. Výdusky simulovat poškozený, silně degradovaný substrát/kámen, který se při konsolidaci bude chovat odlišně oproti vzorkům zdravého kamene. Dvě metody, které jsou v praxi často využívány, jako je aplikace injekční stříkačkou a pomalé napouštění infuzí, budou podrobeny testu měření v horizontální pozici, kdy bude eliminován faktor působící gravitační síly na rozliv zpevňovacího prostředku. Každý ze vzorků bude zabalen do mikrotenové folie, aby rozpouštědlo obsažené ve zpevňovacím prostředku neunikalo a byla zaručena vypovídající hodnota měření.

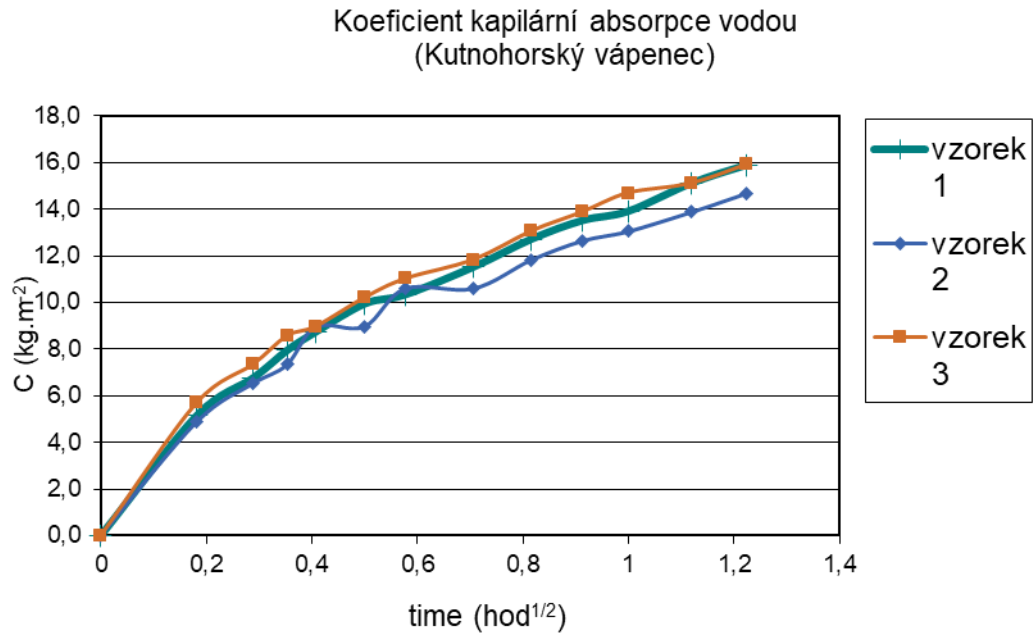
Jejich použití v rámci experimentu bylo vybráno také z pohledu hodnocení konsolidačního účinku, který, jak se předpokládalo, u homogenních vzorků bude možné lépe popsat. Na druhou stranu jsou vzorky připravovány z pískové směsi, která nemusí zcela přesně simulovat degradovaný vápenec, a to z hlediska složení, struktury a vlastností.

3.7.6 Výsledky

Měření nasákavosti

Stanovení rychlosti absorpce a množství vody, které se do vzorku dostane kapilárním systémem přes zkušební povrch (koeficient absorpce – $[\text{kg/s}^{-1/2} / \text{m}^2]$ nebo $[\text{ml/s}]$)

Nasákavost byla měřena na třech vzorcích horniny po dobu 90 minut, dusané vzorky nebyly měřeny, neboť při jejich namočení by došlo k jejich rozrušení (nemají pojivo). Během té doby byly vzorky váženy a zaznamenávána byla jejich přibývající hmotnost v pravidelných časových intervalech. Ze získaných výsledků byl připraven graf závislosti tzv. kapilárního toku ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) na čase, z něžž byl spočítán koeficient kapilární absorpce v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{hod}^{-1/2}$



Graf. 1 Koeficient kapilární absorpce

Průměrná hodnota koeficientu kapilární absorpce je 9,4. Z níž vyplývá, že tento vápenec je středně nasákavý materiál s dobrou schopností přijímat konsolidanty.

Ultrazvuková transmise

Metodika měření, popis metody

Vzorky Kutnohorského vápence byly měřeny po celé šířce hranolu, a to od povrchu 1 cm dále po 2 cm (celkově do hloubky 15 cm (viz. Obr. 22)). Takové rozvržení měřených bodů bylo provedeno pro hodnocení hloubky průniku konsolidantu a zpevňujícího účinku dosažených v různých hloubkách materiálu.

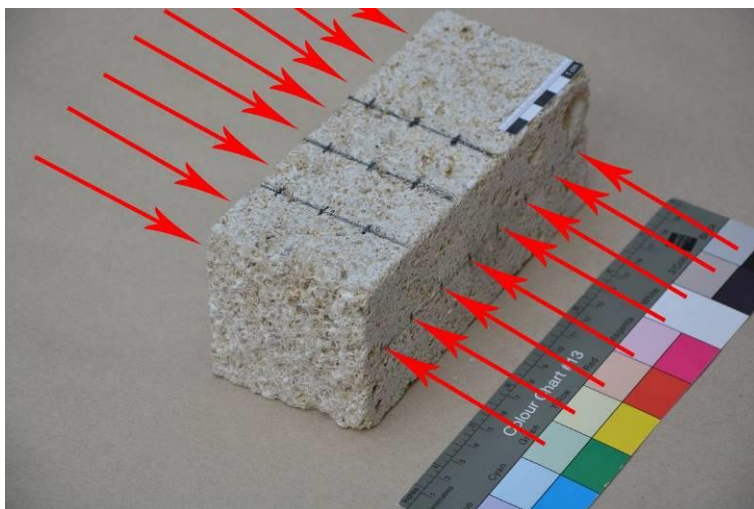
Vzorky Kutnohorského vápence byly měřeny po celé šířce hranolu, a to od povrchu 1 cm dále po 2 cm. Dusané vzorky byly homogenní a na základě naměřených vzorových hodnot ze tří vzorků, které byly velice podobné, až prakticky shodné byla určena průměrná hodnota, se kterou bude dále pracováno. U dusaných vzorků byla také zhoršená manipulace, jelikož byly pojené jen s vodou a hrozil jejich rozpad. Vzorky připravené pro horizontální měření byly

změřeny sítě bodů po stranách tak, aby bylo možné sledovat křivku rozlivu. (Obr. 22)

Měření UZ transmise bylo provedeno ve stejném systému měřících bodů i po konsolidaci.



Obr. 20 Měření ultrazvukovou transmisí



Obr. 21 Směr měření signálu



Obr. 22 Body pro vertikální měření



Obr. 23 Síť bodů pro horizontální měření

Měření hloubky penetrace v závislosti na čase

Aplikační metody byly provedeny v těsné návaznosti za sebou. Nejprve byla hloubka penetrace měřena v krátkých intervalech, ty se posléze prodlužovaly. Zaznamenáván byl nejnižší bod prostupu zpevňovače.

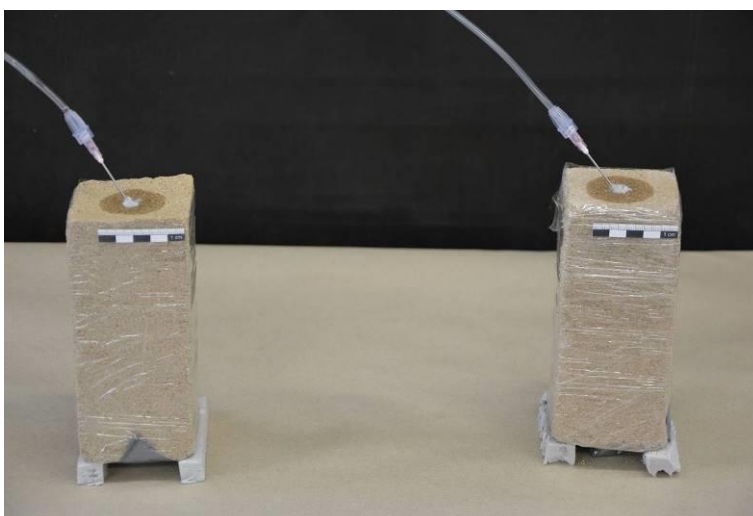
Výsledky hloubky penetrace v mm u vzorků hornin i dusaných vzorků jsou uvedeny v tabulkách a graficky zpracované.



Obr. 24 Začátek měření



Obr. 25 Ukázka napouštění injekční stříkačkou – Kutnohorský vápenec

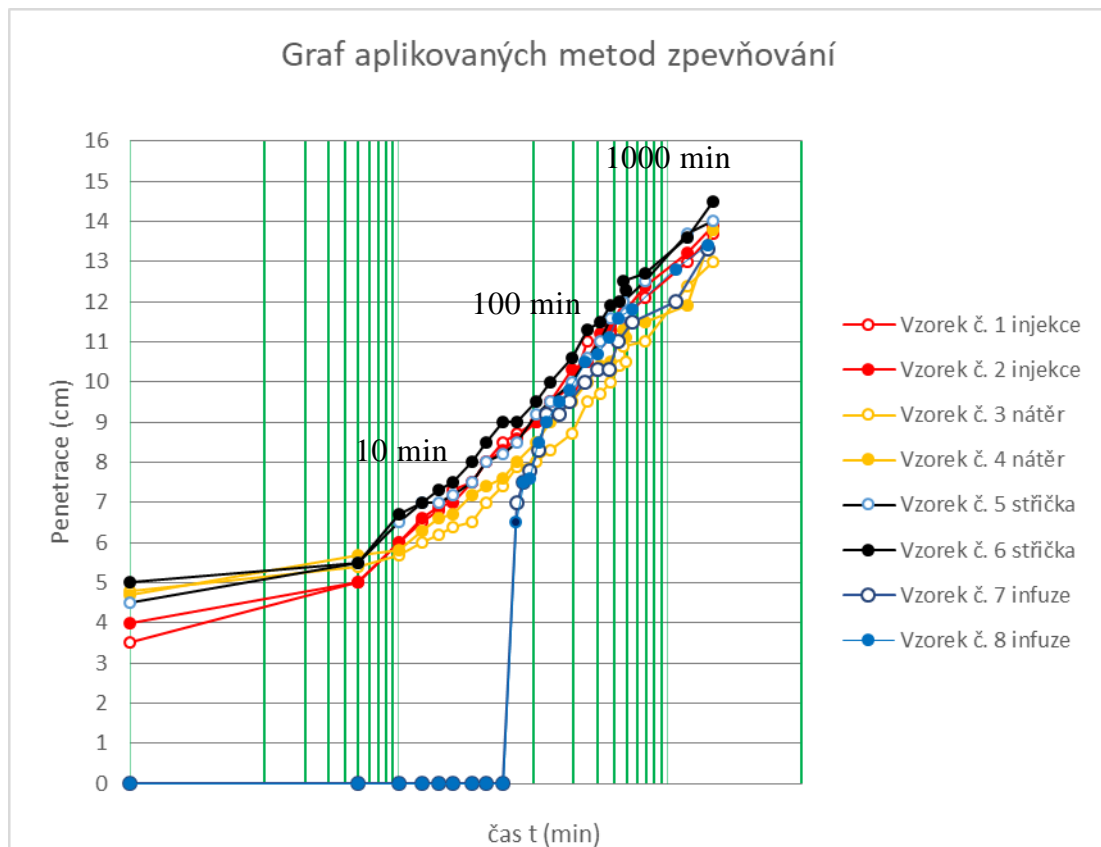


Obr. 26 Ukázka napouštění pomocí infuze – výdusky

Kutnohorský vápenec

Tabulka 1 Hloubka penetrace – Kutnohorský vápeneč

Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč		Kutnohorský vápeneč	
Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace nátěrem		Aplikace nátěrem		Aplikace stříčkou		Aplikace stříčkou		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí	
Vzorek č. 1		Vzorek č. 2		Vzorek č. 3		Vzorek č. 4		Vzorek č. 5		Vzorek č. 6		Vzorek č. 7		Vzorek č. 8		Vzorek č. 8	
aplikace	3 min 45 s	aplikace	3 min 7 s	aplikace	10 min 40 s	aplikace	12 min 30 s	aplikace	6 min 30 s	aplikace	4 min	aplikace	1 h 40 min	aplikace	1 h 40 min	aplikace	1 h 40 min
čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)
0 min	3,5	0 min	4	0 min	4,8	0 min	4,7	0 min	4,5	0 min	5	0 min	0	0 min	0	0 min	0
5 min	5	5 min	5	5 min	5,4	5 min	5,7	5 min	5,5	5 min	5,5	5 min	0	5 min	0	5 min	0
10 min	6	10 min	6	10 min	5,7	10 min	5,8	10 min	6,5	10 min	6,7	10 min	0	10 min	0	10 min	0
15 min	6,5	15 min	6,6	15 min	6	15 min	6,3	15 min	7	15 min	7	15 min	0	15 min	0	15 min	0
20 min	6,8	20 min	6,9	20 min	6,2	20 min	6,6	20 min	7	20 min	7,3	20 min	0	20 min	0	20 min	0
25 min	7,3	25 min	7	25 min	6,4	25 min	6,7	25 min	7,2	25 min	7,5	25 min	0	25 min	0	25 min	0
35 min	7,5	35 min	7,5	35 min	6,5	35 min	7,2	35 min	7,5	35 min	8	35 min	0	35 min	0	35 min	0
45 min	8	45 min	8	45 min	7	45 min	7,4	45 min	8	45 min	8,5	45 min	0	45 min	0	45 min	0
1 h	8,5	1 h	8,3	1 h	7,4	1 h	7,6	1 h	8,2	1 h	9	1 h	0	1 h	0	1 h	0
1 h 15 min	8,7	1 h 15 min	8,6	1 h 15 min	7,9	1 h 15 min	8	1 h 15 min	8,5	1 h 15 min	9	1 h 15 min	7	1 h 15 min	6,5	1 h 15 min	6,5
1 h 45 min	9	1 h 45 min	9	1 h 45 min	8	1 h 45 min	8,5	1 h 45 min	9,2	1 h 45 min	9,5	1 h 45 min	7,5	1 h 25 min	7,5	1 h 25 min	7,5
2 h 15 min	9,5	2 h 15 min	9,5	2 h 15 min	8,3	2 h 15 min	9	2 h 15 min	9,5	2 h 15 min	10	2 h 15 min	7,8	1 h 35 min	7,6	1 h 35 min	7,6
3 h 15 min	9,9	3 h 15 min	10,3	3 h 15 min	8,7	3 h 15 min	9,5	3 h 15 min	10	3 h 15 min	10,6	3 h 15 min	8,3	1 h 50 min	8,5	1 h 50 min	8,5
4 h 15 min	11	4 h 15 min	10,5	4 h 15 min	9,5	4 h 15 min	10	4 h 15 min	10,6	4 h 15 min	11,3	4 h 15 min	9,2	2 h 5 min	9	2 h 5 min	9
5 h 15 min	11	5 h 15 min	11,2	5 h 15 min	9,7	5 h 15 min	10,4	5 h 15 min	11	5 h 15 min	11,5	5 h 15 min	9,2	2 h 35 min	9,5	2 h 35 min	9,5
6 h 15 min	11,2	6 h 15 min	11,4	6 h 15 min	10	6 h 15 min	10,5	6 h 15 min	11,6	6 h 15 min	11,9	6 h 15 min	9,5	3 h 5 min	9,8	3 h 5 min	9,8
7 h 15 min	11,4	7 h 15 min	11,6	7 h 15 min	10,4	7 h 15 min	11	7 h 15 min	11,6	7 h 15 min	12	7 h 15 min	10	4 h 5 min	10,5	4 h 5 min	10,5
8 h 15 min	11,6	8 h 15 min	11,6	8 h 15 min	10,5	8 h 15 min	11,1	8 h 15 min	11,7	8 h 15 min	12,3	8 h 15 min	10,3	5 h 5 min	10,7	5 h 5 min	10,7
9 h 15 min	11,6	9 h 15 min	11,7	9 h 15 min	10,9	9 h 15 min	11,3	9 h 15 min	12	9 h 15 min	12,5	9 h 15 min	10,3	6 h 5 min	11,1	6 h 5 min	11,1
11 h 15 min	12,1	11 h 15 min	12,4	11 h 15 min	11	11 h 15 min	11,5	11 h 15 min	12,5	11 h 15 min	12,7	11 h 15 min	11	7 h 5 min	11,6	7 h 5 min	11,6
23 h 15 min	13	23 h 15 min	13,2	23 h 15 min	12,4	23 h 15 min	11,9	23 h 15 min	13,7	23 h 15 min	13,6	23 h 15 min	11,5	9 h 5 min	11,8	9 h 5 min	11,8
36 h 15 min	13,7	36 h 15 min	13,9	36 h 15 min	13	36 h 15 min	13,8	36 h 15 min	14	36 h 15 min	14,5	36 h 15 min	12	19 h 5 min	12,8	19 h 5 min	12,8
												33 h 5 min	13,3	33 h 5 min	13,4	33 h 5 min	13,4



Graf. 2 Graf srovnání aplikačních metod – Kutnohorský vápenec

Diskuze:

Jak je patrné z naměřených hodnot, vliv aplikačních metod na samotný prostup materiálem na konečnou hloubku penetrace je jen malý. Zásadní rozdíl lze spatřit při napouštění infuzí, a to v počáteční fázi konsolidace.

Pomalé napouštění infuzí má v začátcích pomalejší nárůst penetrace, v pozdější fázi (cca 100 min) však dosahuje stejných výsledků jako například napouštění injekční stříkačkou. Míra penetrace v kameni byla měřitelná až po uplynutí jedné hodiny a patnácti minut, před tím se držel zpevňovač uvnitř kamene. Rozliv zpevňovacího prostředku v kameni byl oproti jiným aplikačním metodám velice nepravidelný.

Méně výrazné rozdíly lze spatřit při porovnání dalších metod aplikace. Mírně pomalejší průběh můžeme vidět u aplikace pomocí nátěru štětcem, přičemž vzorky napouštěné natíráním měly i nejnižší hloubku dosaženou po napouštění na konci experimentu, i když je nutné podotknout, že rozdíl oproti

ostatním metodám nebyl až tak zásadní. Největší hloubky celkové penetrace v měření dosáhla překvapivě aplikace zpevňovacího prostředku pomocí rozprašování stříčkou, která vykazovala nejrychlejší průnik i v průběhu raných fází konsolidace.

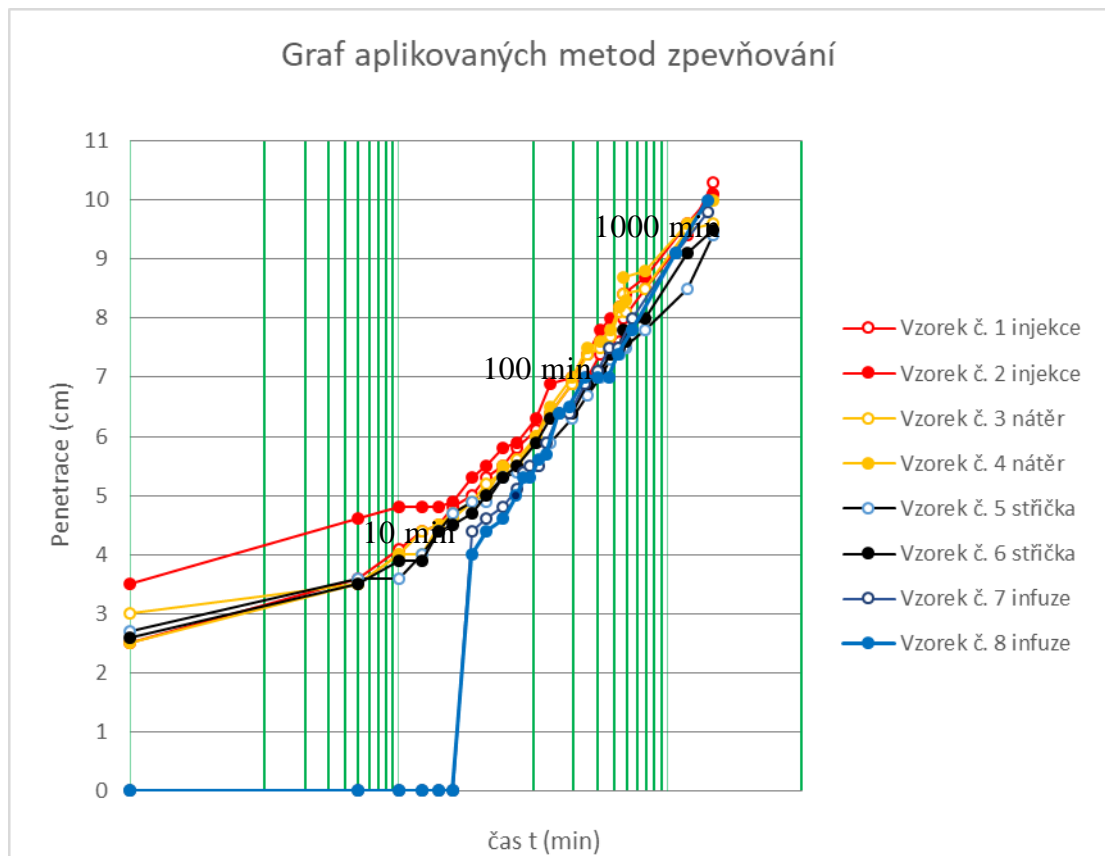
Z praktického hlediska je nejvíce problematické použití metody aplikace nátěrem, které je špatně kontrolovatelné a dochází ke ztrátám.

Metoda napouštění stříčkou je spolu s aplikací injekční stříkačkou v praxi často používaná. Pomocí injekce je dosaženo velké míry přesnosti aplikace a stříčka naopak zajistí obsáhnutí velké plochy.

Výdusky

Tabulka 2 Hloubka penetrace – výdusky

Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek	
Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace nátěrem		Aplikace nátěrem		Aplikace stříčkou		Aplikace stříčkou		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí	
Vzorek č. 1		Vzorek č. 2		Vzorek č. 3		Vzorek č. 4		Vzorek č. 5		Vzorek č. 6		Vzorek č. 7		Vzorek č. 8	
aplikace	1 min 14 s	aplikace	1 min 22 s	aplikace	4 min 55 s	aplikace	5 min 10 s	aplikace	1 min 10 s	aplikace	1 min 39 s	aplikace	35 min	aplikace	35 min
čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)
0 min	2,5	0 min	3,5	0 min	3	0 min	2,5	0 min	2,7	0 min	2,6	0 min	0	0 min	0
5 min	3,6	5 min	4,6	5 min	3,5	5 min	3,5	5 min	3,6	5 min	3,5	5 min	0	5 min	0
10 min	4,1	10 min	4,8	10 min	4	10 min	4	10 min	3,6	10 min	3,9	10 min	0	10 min	0
15 min	4,4	15 min	4,8	15 min	4,4	15 min	4	15 min	4	15 min	3,9	15 min	0	15 min	0
20 min	4,5	20 min	4,8	20 min	4,5	20 min	4,5	20 min	4,4	20 min	4,4	20 min	0	20 min	0
25 min	4,8	25 min	4,9	25 min	4,7	25 min	4,6	25 min	4,7	25 min	4,5	25 min	0	25 min	0
35 min	5	35 min	5,3	35 min	4,9	35 min	4,9	35 min	4,9	35 min	4,7	35 min	4,4	35 min	4
45 min	5,3	45 min	5,5	45 min	5,2	45 min	5	45 min	4,9	45 min	5	45 min	4,6	45 min	4,4
1 h	5,5	1 h	5,8	1 h	5,4	1 h	5,5	1 h	5,3	1 h	5,3	1 h	4,8	1 h	4,6
1 h 15 min	5,8	1 h 15 min	5,9	1 h 15 min	5,6	1 h 15 min	5,5	1 h 15 min	5,4	1 h 15 min	5,5	1 h 15 min	5,1	1 h 15 min	5
1 h 45 min	6,1	1 h 45 min	6,3	1 h 45 min	6	1 h 45 min	6	1 h 45 min	5,5	1 h 45 min	5,9	1 h 25 min	5,4	1 h 25 min	5,3
2 h 15 min	6,4	2 h 15 min	6,9	2 h 15 min	6,4	2 h 15 min	6,5	2 h 15 min	5,9	2 h 15 min	6,3	1 h 35 min	5,5	1 h 35 min	5,3
3 h 15 min	6,9	3 h 15 min	7	3 h 15 min	6,9	3 h 15 min	7	3 h 15 min	6,3	3 h 15 min	6,4	1 h 50 min	5,5	1 h 50 min	5,6
4 h 15 min	7	4 h 15 min	7,4	4 h 15 min	7,4	4 h 15 min	7,5	4 h 15 min	6,7	4 h 15 min	6,9	2 h 5 min	5,9	2 h 5 min	5,7
5 h 15 min	7,4	5 h 15 min	7,8	5 h 15 min	7,5	5 h 15 min	7,6	5 h 15 min	7	5 h 15 min	7,1	2 h 35 min	6,4	2 h 35 min	6,4
6 h 15 min	7,6	6 h 15 min	8	6 h 15 min	7,7	6 h 15 min	7,8	6 h 15 min	7,3	6 h 15 min	7,4	3 h 5 min	6,4	3 h 5 min	6,5
7 h 15 min	7,6	7 h 15 min	8,2	7 h 15 min	8,1	7 h 15 min	8,2	7 h 15 min	7,4	7 h 15 min	7,5	4 h 5 min	6,9	4 h 5 min	7
8 h 1 5 min	7,9	8 h 1 5 min	8,4	8 h 1 5 min	8,1	8 h 1 5 min	8,3	8 h 1 5 min	7,5	8 h 1 5 min	7,6	5 h 5 min	7,1	5 h 5 min	7
9 h 15 min	8	9 h 15 min	8,4	9 h 15 min	8,4	9 h 15 min	8,7	9 h 15 min	7,5	9 h 15 min	7,8	6 h 5 min	7,5	6 h 5 min	7
11 h 15 min	8,5	11 h 15 min	8,7	11 h 15 min	8,5	11 h 15 min	8,8	11 h 15 min	7,8	11 h 15 min	8	7 h 5 min	7,5	7 h 5 min	7,4
23 h 15 min	9,4	23 h 15 min	9,6	23 h 15 min	9,5	23 h 15 min	9,6	23 h 15 min	8,5	23 h 15 min	9,1	9 h 5 min	8	9 h 5 min	7,8
36 h 15 min	10,3	36 h 15 min	10,1	36 h 15 min	9,6	36 h 15 min	10	36 h 15 min	9,4	36 h 15 min	9,5	19 h 5 min	9,1	19 h 5 min	9,1
												33 h 5 min	9,8	33 h 5 min	10



Graf. 3 Graf srovnání aplikačních metod – výdusky

Diskuze:

Výsledky aplikace na výduscích simulující poškozený kámen ukázaly podobný trend v dosažené hloubce penetrace různými aplikačními metodami. Výsledky potvrzují, že hloubka penetrace je u všech aplikačních metod velmi vyrovnaná, naměřené hodnoty jsou dokonce vyrovnanější. Oproti hloubce průniku v hornině je však celková dosažená hloubka penetrace (ve stejném koncovém čase) nižší (9,5-11,5 cm) oproti 13-14,5 cm (v přírodním kameni).

Z měření je potvrzeno pomalejší pronikání infuzí, konečné hodnoty hloubky penetrace jsou však dobré a podobné jako u ostatních metod. Při měření na dusaných vzorcích dosahuje dobrých výsledků také nátěr štětcem, který byl v měření na vzorku kamene vyhodnocen jako nejhorší.

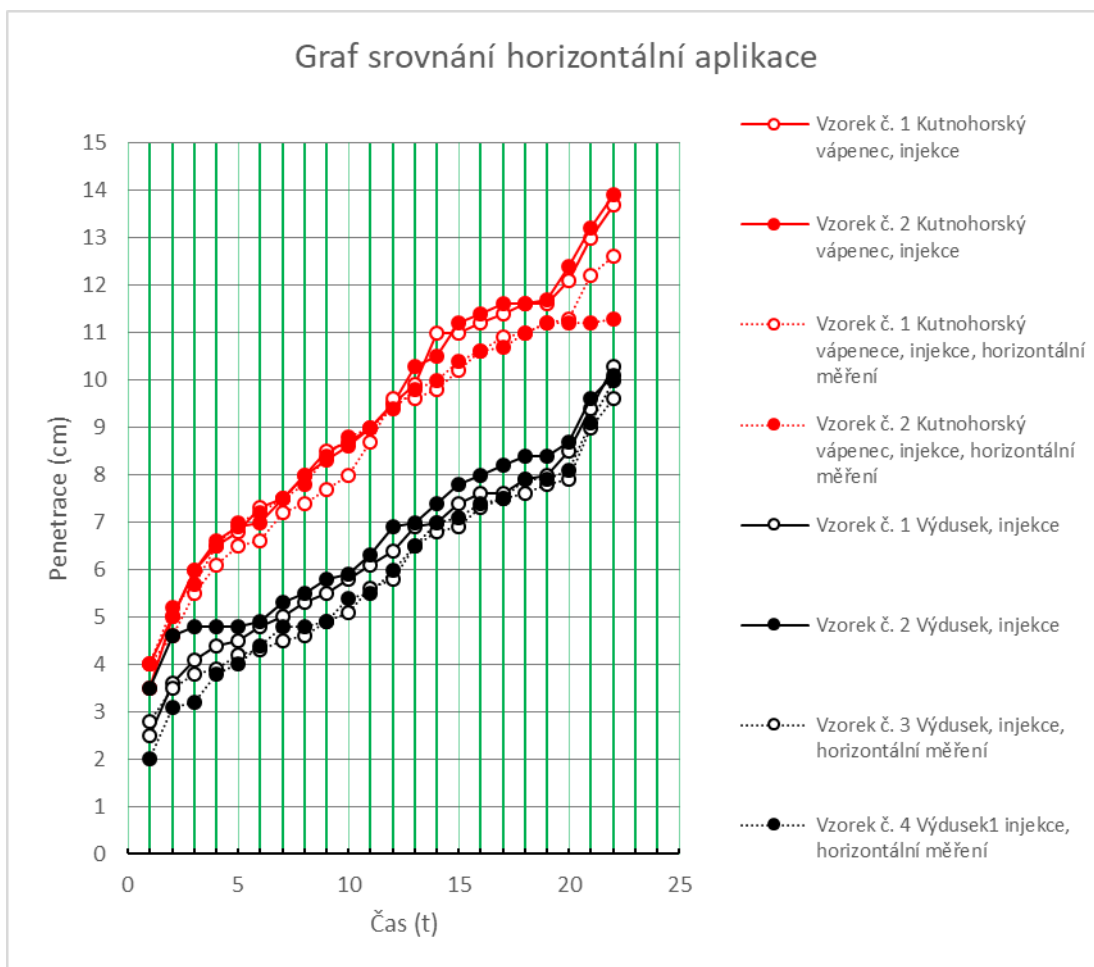
Stejný průběh rozlivu můžeme vidět u pomalého napouštění infuzí, kdy je znatelný pomalý začáteční nárůst, konečné hodnoty míry penetrace jsou však

dobré a podobné jako u ostatních metod. U dusaných vzorků je také výrazně rychlejší doba absorpce konsolidantu, 20 ml konsolidantu výdusek absorboval o více než hodinu rychleji, oproti Kutnohorskému vápenci. Rozdíl lze také spatřit i v homogenitě rozlivu, která je logicky rovnoměrnější u dusaných vzorků.

Rozdíly mezi vertikálním a horizontálním napouštěním

Tabulka 3 Rozdíly mezi horizontálním a vertikálním měřením – aplikace injekční stříkačkou

Vertikální měření		Horizontální měření				vertikální měření		Horizontální měření							
Kutnohorský vápenc		Kutnohorský vápenc		Kutnohorský vápenc		Kutnohorský vápenc		Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek	
Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou		Aplikace injekční stříkačkou	
Vzorek č. 1		Vzorek č. 2		Vzorek č. 1		Vzorek č. 2		Vzorek č. 1		Vzorek č. 2		Vzorek č. 3		Vzorek č. 4	
aplikace	3 min 45 s	aplikace	3 min 7 s	aplikace	6 min 20 s	aplikace	4 min 30 s	aplikace	1 min 14 s	aplikace	1 min 22 s	aplikace	2 min 54 s	aplikace	1 min 35 s
čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)
0 min	3,5	0 min	4	0 min	4	0 min	4	0 min	2,5	0 min	3,5	0 min	2,8	0 min	2
5 min	5	5 min	5	5 min	4,6	5 min	5,2	5 min	3,6	5 min	4,6	5 min	3,5	5 min	3,1
10 min	6	10 min	6	10 min	5,5	10 min	5,7	10 min	4,1	10 min	4,8	10 min	3,8	10 min	3,2
15 min	6,5	15 min	6,6	15 min	6,1	15 min	6,5	15 min	4,4	15 min	4,8	15 min	3,9	15 min	3,8
20 min	6,8	20 min	6,9	20 min	6,5	20 min	7	20 min	4,5	20 min	4,8	20 min	4,2	20 min	4
25 min	7,3	25 min	7	25 min	6,6	25 min	7,2	25 min	4,8	25 min	4,9	25 min	4,3	25 min	4,4
35 min	7,5	35 min	7,5	35 min	7,2	35 min	7,5	35 min	5	35 min	5,3	35 min	4,5	35 min	4,8
45 min	8	45 min	8	45 min	7,4	45 min	7,8	45 min	5,3	45 min	5,5	45 min	4,6	45 min	4,8
1 h	8,5	1 h	8,3	1 h	7,7	1 h	8,4	1 h	5,5	1 h	5,8	1 h	4,9	1 h	4,9
1 h 15 min	8,7	1 h 15 min	8,6	1 h 15 min	8	1 h 15 min	8,8	1 h 15 min	5,8	1 h 15 min	5,9	1 h 15 min	5,1	1 h 15 min	5,4
1 h 45 min	9	1 h 45 min	9	1 h 45 min	8,7	1 h 45 min	9	1 h 45 min	6,1	1 h 45 min	6,3	1 h 45 min	5,6	1 h 45 min	5,5
2 h 15 min	9,5	2 h 15 min	9,5	2 h 15 min	9,6	2 h 15 min	9,4	2 h 15 min	6,4	2 h 15 min	6,9	2 h 15 min	5,8	2 h 15 min	6
3 h 15 min	9,9	3 h 15 min	10,3	3 h 15 min	9,6	3 h 15 min	9,8	3 h 15 min	6,9	3 h 15 min	7	3 h 15 min	6,5	3 h 15 min	6,5
4 h 15 min	11	4 h 15 min	10,5	4 h 15 min	9,8	4 h 15 min	10	4 h 15 min	7	4 h 15 min	7,4	4 h 15 min	6,8	4 h 15 min	7
5 h 15 min	11	5 h 15 min	11,2	5 h 15 min	10,2	5 h 15 min	10,4	5 h 15 min	7,4	5 h 15 min	7,8	5 h 15 min	6,9	5 h 15 min	7,1
6 h 15 min	11,2	6 h 15 min	11,4	6 h 15 min	10,6	6 h 15 min	10,6	6 h 15 min	7,6	6 h 15 min	8	6 h 15 min	7,3	6 h 15 min	7,4
7 h 15 min	11,4	7 h 15 min	11,6	7 h 15 min	10,9	7 h 15 min	10,7	7 h 15 min	7,6	7 h 15 min	8,2	7 h 15 min	7,5	7 h 15 min	7,5
8 h 15 min	11,6	8 h 15 min	11,6	8 h 15 min	11	8 h 15 min	11	8 h 15 min	7,9	8 h 15 min	8,4	8 h 15 min	7,6	8 h 15 min	7,9
9 h 15 min	11,6	9 h 15 min	11,7	9 h 15 min	11,2	9 h 15 min	11,2	9 h 15 min	8	9 h 15 min	8,4	9 h 15 min	7,8	9 h 15 min	7,9
11 h 15 min	12,1	11 h 15 min	12,4	11 h 15 min	11,3	11 h 15 min	11,2	11 h 15 min	8,5	11 h 15 min	8,7	11 h 15 min	7,9	11 h 15 min	8,1
23 h 15 min	13	23 h 15 min	13,2	23 h 15 min	12,2	23 h 15 min	11,2	23 h 15 min	9,4	23 h 15 min	9,6	23 h 15 min	9	23 h 15 min	9,1
36 h 15 min	13,7	36 h 15 min	13,9	36 h 15 min	12,6	36 h 15 min	11,3	36 h 15 min	10,3	36 h 15 min	10,1	36 h 15 min	9,6	36 h 15 min	10



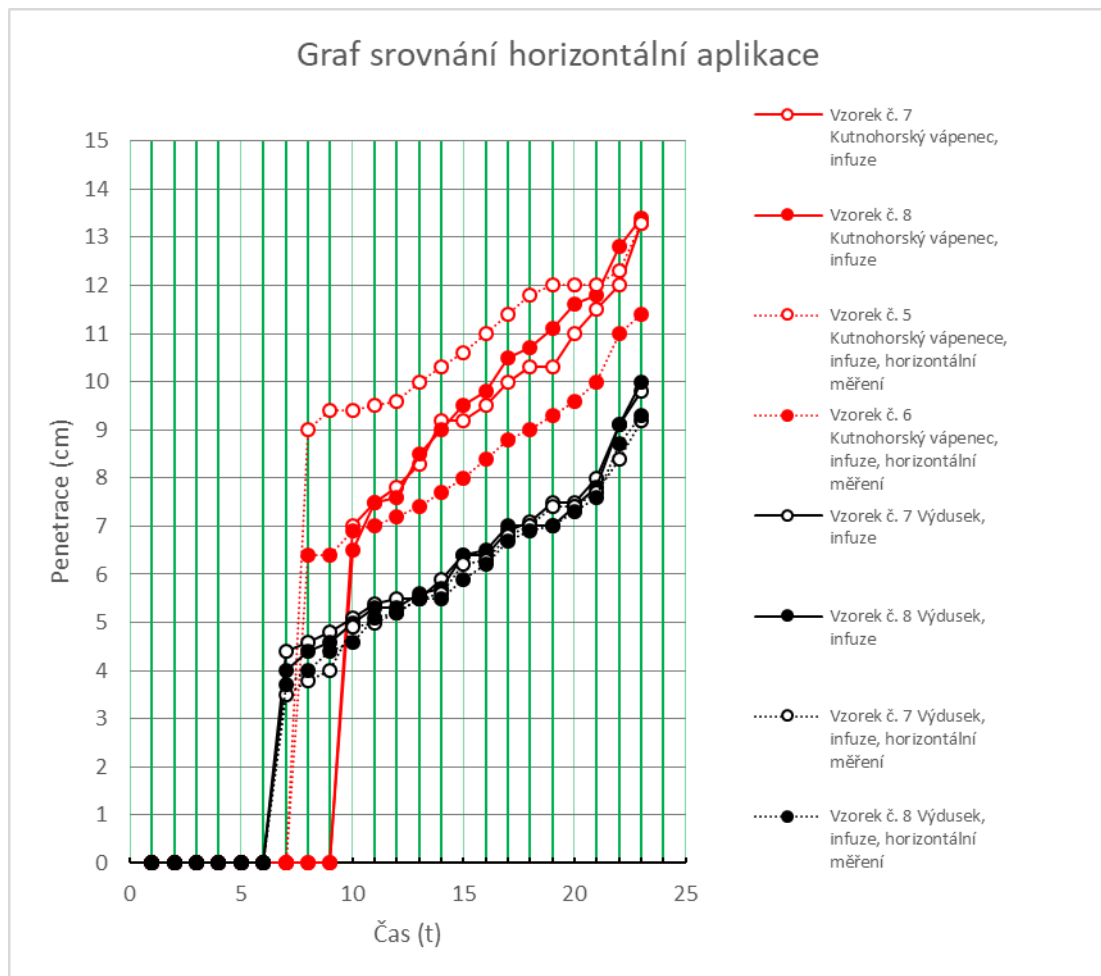
Graf. 4 Graf srovnání horizontálního a vertikálního měření – aplikace injekční stříkačkou

Diskuze:

Z naměřených výsledků a z grafu napouštění injekční stříkačkou v různých směrech aplikace (vertikální – shora, horizontální – z boku) je zřejmé, že vliv gravitační síly nemá na prostup zpevňovacího prostředku velký vliv. Všechny horizontálně napouštěné vzorky vykazují podobnou hloubku penetrace v porovnání s vertikálním napouštěním. U vzorků se dále projevuje již pozorovaná nižší hloubka průniku u dusaných vzorků v porovnání s přírodní horninou, přičemž vliv směru aplikace není u vzorků výrazný s výjimkou vzorků přírodního kamene. U horizontálně napouštěných vzorků dochází cca po 15 min ke zpomalení průniku konsolidantu. Tento trend nebyl potvrzen u dusaných vzorků.

Tabulka 4 Rozdíly mezi horizontálním a vertikálním měřením – aplikace infuzí

Vertikální měření		Kutnohorský vápenec		Horizontální měření				Kutnohorský vápenec		Vertikální měření		Výdusek		Horizontální měření		Výdusek	
Kutnohorský vápenec		Kutnohorský vápenec		Kutnohorský vápenec		Kutnohorský vápenec		Kutnohorský vápenec		Výdusek		Výdusek		Výdusek		Výdusek	
Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí		Aplikace infuzí	
Vzorek č. 7		Vzorek č. 8		Vzorek č. 5		Vzorek č. 6		Vzorek č. 7		Vzorek č. 8		Vzorek č. 7		Vzorek č. 8		Vzorek č. 8	
aplikace	1 h 40 min	aplikace	1 h 40 min	aplikace	1 h 20 min	aplikace	1 h 20 min	aplikace	35 min	aplikace	35 min	aplikace	40 min	aplikace	40 min	aplikace	40 min
čas t	penetrace (cm)	čas t	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)	čas (t)	penetrace (cm)
0 min	0	0 min	0	0 min	0	0 min	0	0 min	0	0 min	0	0 min	0	0 min	0	0 min	0
5 min	0	5 min	0	5 min	0	5 min	0	5 min	0	5 min	0	5 min	0	5 min	0	5 min	0
10 min	0	10 min	0	10 min	0	10 min	0	10 min	0	10 min	0	10 min	0	10 min	0	10 min	0
15 min	0	15 min	0	15 min	0	15 min	0	15 min	0	15 min	0	15 min	0	15 min	0	15 min	0
20 min	0	20 min	0	20 min	0	20 min	0	20 min	0	20 min	0	20 min	0	20 min	0	20 min	0
25 min	0	25 min	0	25 min	0	25 min	0	25 min	0	25 min	0	25 min	0	25 min	0	25 min	0
35 min	0	35 min	0	35 min	0	35 min	0	35 min	4,4	35 min	4	35 min	3,5	35 min	3,7	35 min	3,7
45 min	0	45 min	0	45 min	9	45 min	6,4	45 min	4,6	45 min	4,4	45 min	3,8	45 min	4	45 min	4
1 h	0	1 h	0	1 h	9,4	1 h	6,4	1 h	4,8	1 h	4,6	1 h	4	1 h	4,4	1 h	4,4
1 h 15 min	7	1 h 15 min	6,5	1 h 15 min	9,4	1 h 15 min	6,9	1 h 15 min	5,1	1 h 15 min	5	1 h 15 min	4,9	1 h 15 min	4,6	1 h 15 min	4,6
1 h 25 min	7,5	1 h 25 min	7,5	1 h 25 min	9,5	1 h 45 min	7	1 h 25 min	5,4	1 h 25 min	5,3	1 h 25 min	5	1 h 25 min	5,1	1 h 25 min	5,1
1 h 35 min	7,8	1 h 35 min	7,6	1 h 35 min	9,6	2 h 15 min	7,2	1 h 35 min	5,5	1 h 35 min	5,3	1 h 35 min	5,2	1 h 35 min	5,2	1 h 35 min	5,2
1 h 50 min	8,3	1 h 50 min	8,5	1 h 50 min	10	3 h 15 min	7,4	1 h 50 min	5,5	1 h 50 min	5,6	1 h 50 min	5,5	1 h 50 min	5,5	1 h 50 min	5,5
2 h 5 min	9,2	2 h 5 min	9	2 h 5 min	10,3	4 h 15 min	7,7	2 h 5 min	5,9	2 h 5 min	5,7	2 h 5 min	5,6	2 h 5 min	5,5	2 h 5 min	5,5
2 h 35 min	9,2	2 h 35 min	9,5	2 h 35 min	10,6	5 h 15 min	8	2 h 35 min	6,4	2 h 35 min	6,4	2 h 35 min	6,2	2 h 35 min	5,9	2 h 35 min	5,9
3 h 5 min	9,5	3 h 5 min	9,8	3 h 5 min	11	6 h 15 min	8,4	3 h 5 min	6,4	3 h 5 min	6,5	3 h 5 min	6,3	3 h 5 min	6,2	3 h 5 min	6,2
4 h 5 min	10	4 h 5 min	10,5	4 h 5 min	11,4	7 h 15 min	8,8	4 h 5 min	6,9	4 h 5 min	7	4 h 5 min	6,8	4 h 5 min	6,7	4 h 5 min	6,7
5 h 5 min	10,3	5 h 5 min	10,7	5 h 5 min	11,8	8 h 15 min	9	5 h 5 min	7,1	5 h 5 min	7	5 h 5 min	7	5 h 5 min	6,9	5 h 5 min	6,9
6 h 5 min	10,3	6 h 5 min	11,1	6 h 5 min	12	9 h 15 min	9,3	6 h 5 min	7,5	6 h 5 min	7	6 h 5 min	7,4	6 h 5 min	7	6 h 5 min	7
7 h 5 min	11	7 h 5 min	11,6	7 h 5 min	12	11 h 15 min	9,6	7 h 5 min	7,5	7 h 5 min	7,4	7 h 5 min	7,4	7 h 5 min	7,3	7 h 5 min	7,3
9 h 5 min	11,5	9 h 5 min	11,8	9 h 5 min	12	23 h 15 min	10	9 h 5 min	8	9 h 5 min	7,8	9 h 5 min	7,7	9 h 5 min	7,6	9 h 5 min	7,6
19 h 5 min	12	19 h 5 min	12,8	19 h 5 min	12,3	36 h 15 min	11	19 h 5 min	9,1	19 h 5 min	9,1	19 h 5 min	8,4	19 h 5 min	8,7	19 h 5 min	8,7
33 h 5 min	13,3	33 h 5 min	13,4	33 h 5 min	13,3	33 h 5 min	11,4	33 h 5 min	9,8	33 h 5 min	10	33 h 5 min	9,2	33 h 5 min	9,3	33 h 5 min	9,3



Graf. 5 Graf srovnání horizontálního a vertikálního měření – aplikace infuzí

Diskuze:

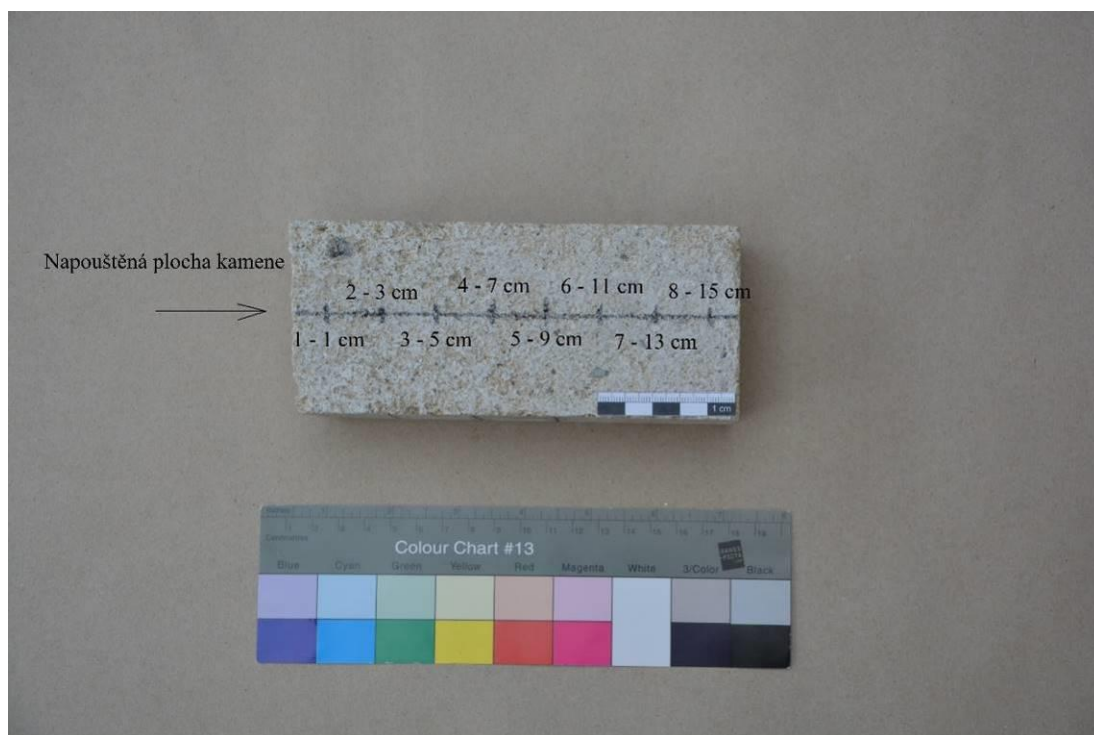
Z výsledků napouštění v různých směrech aplikace s pomocí infuzí vyplývá, že v homogenních výduscích nejsou prakticky žádné větší rozdíly v průběhu penetrace konsolidantu a vliv působení gravitace není pozorovatelný. U vzorku č.5 můžeme dokonce vidět mírně lepší výsledky penetrace v horizontální pozici vzorků při napouštění. Druhým zásadním výsledkem, popsáným již dříve, je vyšší penetrační schopnost u vzorků přírodní horniny, která, zvláště při napouštění v horizontálním směru, vykazovala značně proměnlivý průběh. Vertikální napouštění je více homogenní, bez výrazných výkyvů. Důležitým výsledkem je také dosažení přibližně podobné konečné hloubky penetrace u obou typů aplikací.

Z výsledků je tedy patrné že větší vliv na měřené výsledky má spíše samotná homogenita napouštěného materiálu, než aplikační metoda a provádění konsolidace v horizontálním či vertikálním směru.

Měření ultrazvukovou transmisí

Konsolidační účinek byl ověřen pomocí měření rychlosti UZ transmise, jejíž výsledky jsou uvedeny v tabulkách a grafických znázorněních. Vyhodnoceny jsou jen vybrané metody.

Kutnohorský vápenec vertikální měření



Obr. 27 měřené body

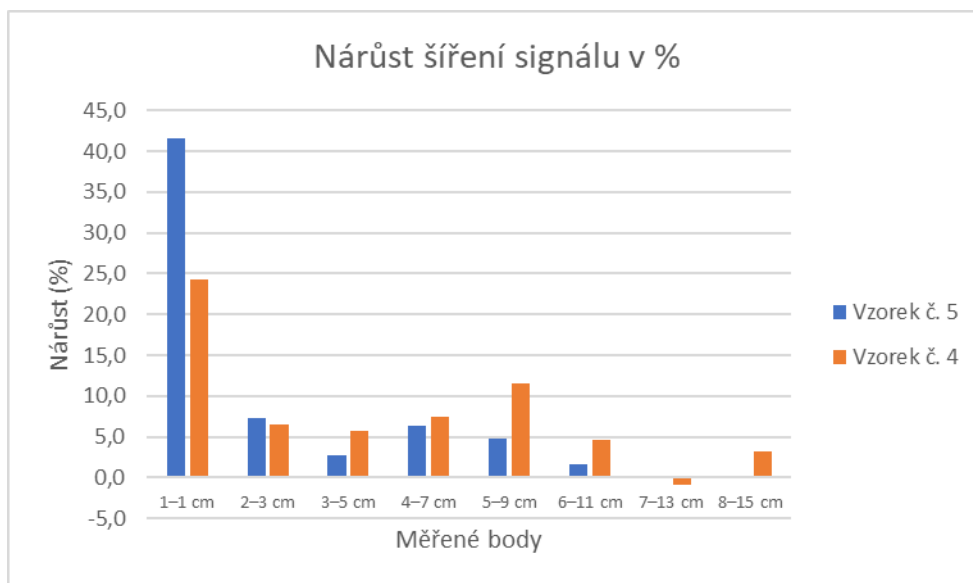
Body byly měřené na podélné ose vzorku. První měření v 1 cm od povrchu, dále v rozestupech 2 cm.

Tabulka 5 Nárůst rychlosti signálu – aplikace injekcí

Kutnohorský vápenec				
Aplikace injekcí				
Vzorek č. 5				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,175	2,739	3,878	41,6
2–3 cm	7,154	2,885	3,097	7,3
3–5 cm	7,146	3,094	3,178	2,7
4–7 cm	7,125	3,058	3,253	6,4
5–9 cm	7,129	2,970	3,113	4,8
6–11 cm	7,110	2,890	2,938	1,7
7–13 cm	7,128	2,921	2,921	0,0
8–15 cm	7,112	2,800	2,800	0,0

Tabulka 6 Nárůst rychlosti signálu – aplikace injekcí

Kutnohorský vápenec				
Aplikace injekcí				
Vzorek č. 4				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,184	3,057	3,801	24,3
2–3 cm	7,208	3,148	3,353	6,5
3–5 cm	7,266	3,258	3,444	5,7
4–7 cm	7,259	3,170	3,408	7,5
5–9 cm	7,206	3,093	3,448	11,5
6–11 cm	7,206	3,147	3,293	4,6
7–13 cm	7,211	3,122	3,093	-0,9
8–15 cm	7,242	3,234	3,337	3,2



Graf. 6 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace injekční stříkačkou

Diskuze:

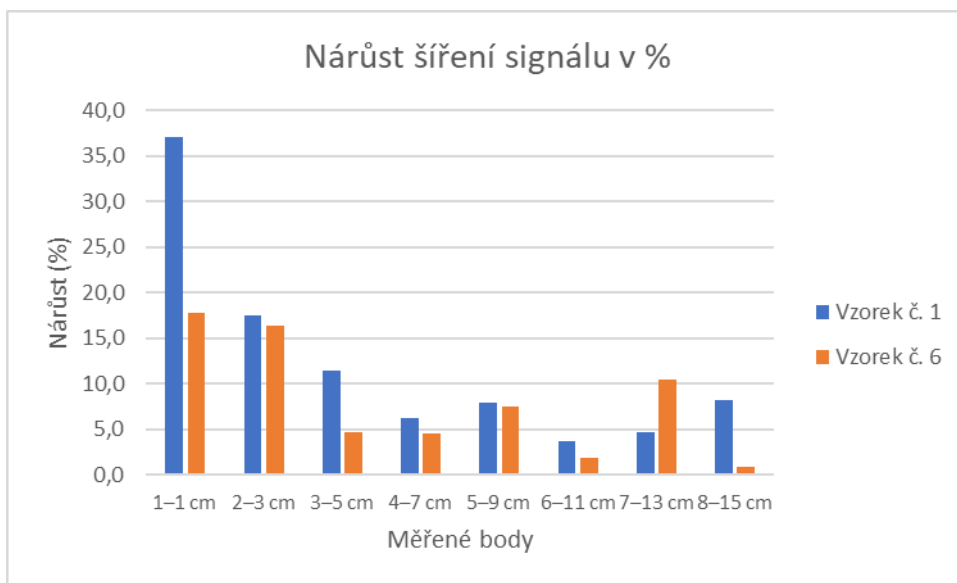
U vzorků napouštěných injekční stříkačkou došlo k nerovnoměrnému zpevnění horniny. Výrazný nárůst pevnosti materiálu je zvláště patrný v hloubce 1 cm pod povrchem (bod č.1), kdy naměřené výsledky udávají nejvyšší zvýšení UZ rychlosti (40 % v případě vzorku číslo 5, resp. 23 % u vzorku č. 4) . U vzorku č. 5 byla v počátečním měření zaznamenána nižší hodnota rychlosti UZ transmise u samotné horniny a dosažené výsledky jsou překvapivé, neboť se předpokládá lepší a homogennější průnik konsolidantu do materiálu, bez vzniku přezpevněných zón. V hloubce materiálu je konsolidační efekt podstatně nižší a přibližně rovnoměrný (nárůst rychlosti je 7 - 13%). Od 13 cm hloubky napouštěného kamene je zaznamenán zanedbatelný nárůst rychlosti

Tabulka 7 Nárůst rychlosti signálu – aplikace nátěrem

Kutnohorský vápenec				
Nátěr				
Vzorek č. 1				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,347	2,960	4,059	37,1
2–3 cm	7,378	3,433	4,032	17,4
3–5 cm	7,390	3,437	3,829	11,4
4–7 cm	7,407	3,650	3,878	6,2
5–9 cm	7,388	3,405	3,676	8,0
6–11 cm	7,388	3,227	3,344	3,6
7–13 cm	7,385	3,440	3,602	4,7
8–15 cm	7,400	3,474	3,756	8,1

Tabulka 8 Nárůst rychlosti signálu – aplikace nátěrem

Kutnohorský vápenec				
Nátěr				
Vzorek č. 6				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,136	3,350	3,943	17,7
2–3 cm	7,118	3,342	3,890	16,4
3–5 cm	7,133	3,199	3,349	4,7
4–7 cm	7,135	3,116	3,258	4,6
5–9 cm	7,162	3,100	3,331	7,5
6–11 cm	7,144	3,354	3,418	1,9
7–13 cm	7,150	2,930	3,235	10,4
8–15 cm	7,161	3,100	3,127	0,9



Graf. 7 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace nátěrem

Diskuze:

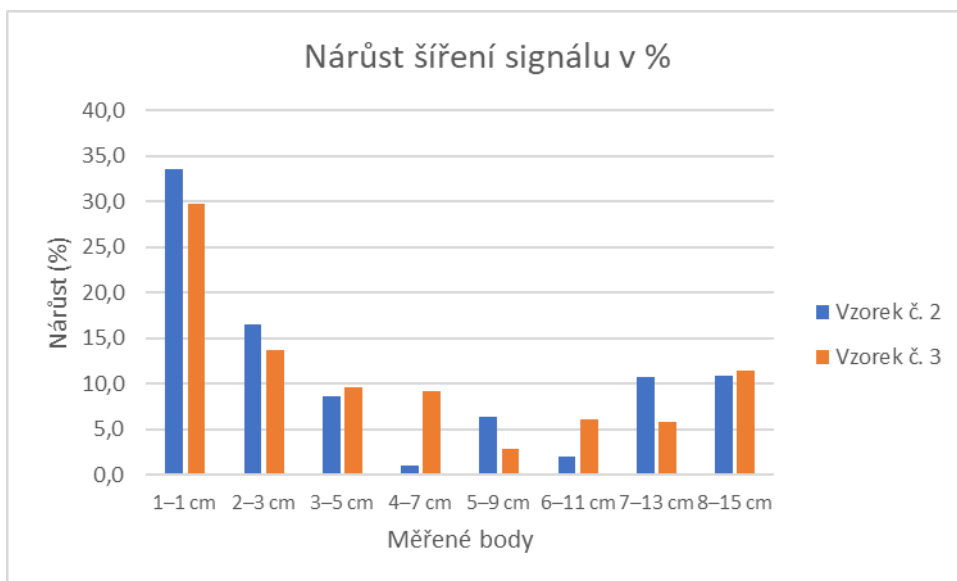
V případě aplikace konsolidantu nátěrem dochází k podobnému nerovnoměrnému rozložení konsolidantu. K většímu nárůstu zpevnění dochází na povrchu a klesá do hloubky hmoty kamene. Výraznější zpevnění dosahuje až do pěti centimetrů od povrchu (u vzorku č. 1), kde bylo naměřeno zvýšení rychlosti UZ transmise ještě o cca 11% oproti nezpevněné hornině. V měřené sadě je také možné pozorovat celkem velký rozdíl ve zvýšení zpevnění v prvním bodě měření u vzorku č.1 oproti vzorku č. 6, patrně způsobené nehomogenitou samotného vzorku. Ve větších hloubkách materiálu je nárůst rychlosti šíření zvuku přibližně stejně nízký (7%), ojediněle můžeme pozorovat vyšší nárůsty patrně související s nehomogenitou materiálu a jeho propustností. Z výsledků můžeme také usoudit, že čím je povrch méně soudržný (nižší rychlosti na počátku (Tab. X)), tím dochází k většímu nárůstu zpevnění po aplikaci organokřemičitanu.

Tabulka 9 Nárůst rychlosti signálu – aplikace stříčkou

Kutnohorský vápenec				
Vzorek č. 2				
Aplikace stříčkou				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,830	2,957	3,948	33,5
2–3 cm	6,830	3,036	3,539	16,6
3–5 cm	6,845	3,015	3,275	8,6
4–7 cm	6,864	3,193	3,223	0,9
5–9 cm	6,843	3,369	3,583	6,4
6–11 cm	6,892	3,429	3,498	2,0
7–13 cm	6,870	3,026	3,351	10,7
8–15 cm	6,851	3,104	3,443	10,9

Tabulka 10 Nárůst rychlosti signálu – aplikace stříčkou

Kutnohorský vápenec				
Vzorek č.3				
Aplikace stříčkou				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,057	3,109	4,033	29,7
2–3 cm	7,053	3,249	3,693	13,7
3–5 cm	7,058	3,110	3,41	9,6
4–7 cm	7,068	2,983	3,257	9,2
5–9 cm	7,052	3,220	3,311	2,8
6–11 cm	7,055	3,376	3,581	6,1
7–13 cm	7,068	2,970	3,141	5,8
8–15 cm	7,108	3,051	3,401	11,5



Graf. 8 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace stříčkou

Diskuze:

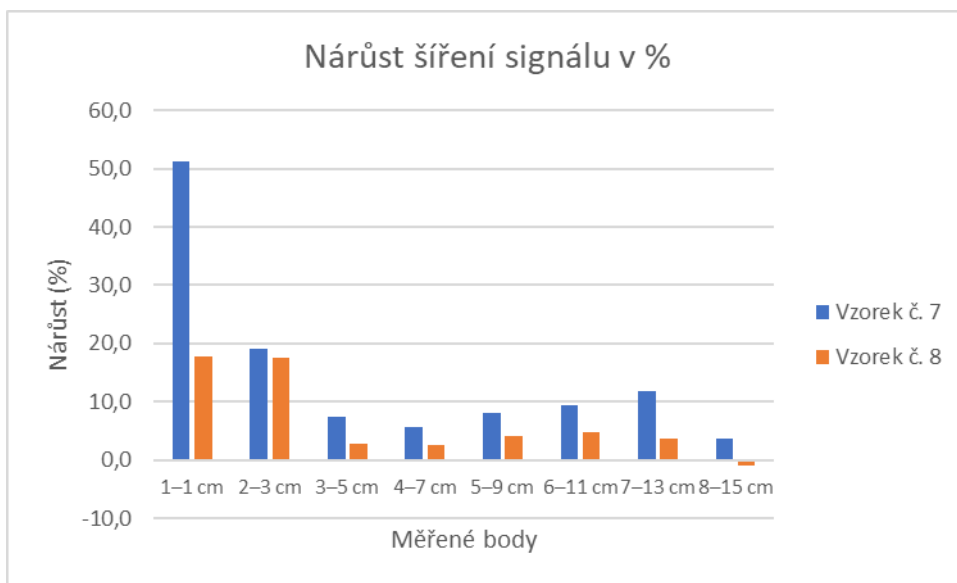
U vzorků konsolidovaných stříčkou jsou výsledky velice podobné jako u aplikace nátěrem, kdy je pozorovaný velký nárůst u povrchu a to do cca 3 cm. Viditelný je velký konsolidační efekt u povrchu vzorku, a to do cca 3 cm, kdy jsou naměřené hodnoty ještě o ca 15 % vyšší oproti nekonsolidované hornině. Ve větších hloubkách už zpevnění dosahuje pouze hranice okolo 9 %. Mírné zvýšení můžeme pozorovat ještě ve spodních bodech měření, kde se mohl zpevňovač nakumulovat díky účinku gravitace, nehomogenitě a vyšší propustnosti vzorku a způsobit zde vyšší míru zpevnění.

Tabulka 11 Nárůst rychlosti signálu – aplikace infuzí

Kutnohorský vápenec				
Vzorek č. 7				
Aplikace infuzí				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,089	2,979	4,509	51,4
2–3 cm	7,122	3,161	3,768	19,2
3–5 cm	7,107	3,050	3,275	7,4
4–7 cm	7,131	3,141	3,317	5,6
5–9 cm	7,087	3,327	3,597	8,1
6–11 cm	7,105	3,049	3,336	9,4
7–13 cm	7,090	3,096	3,459	11,7
8–15 cm	7,086	3,123	3,236	3,6

Tabulka 12 Nárůst rychlosti signálu – aplikace infuzí

Kutnohorský vápenec				
Vzorek č. 8				
Aplikace infuzí				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,339	3,262	3,842	17,8
2–3 cm	7,378	3,222	3,784	17,4
3–5 cm	7,367	3,245	3,333	2,7
4–7 cm	7,369	3,218	3,304	2,7
5–9 cm	7,390	3,172	3,306	4,2
6–11 cm	7,390	3,374	3,536	4,8
7–13 cm	7,408	3,383	3,511	3,8
8–15 cm	7,405	3,352	3,321	-0,9



Graf. 9 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace infuzí

Diskuze:

V případě infuzí se také projevuje velká míra zpevnění u povrchu, a to až o 51 % u vzorku č.7. Také projevuje viditelný stejný trend nehomogenního zpevnění, což je zajímavý výsledek, pokud si uvědomíme, že je tato metoda považovaná za velmi dobrou právě z důvodu dosažení rovnoměrného průniku konsolidantu porézním materiálem. I zde však byl potvrzen vznik různě zpevněných zón, na povrchu je nárůst zpevnění největší (o 51 %) u vzorku č. 7, nižší u vzorku č. 8 (18 %). Vzorek č. 7 se opět vyznačoval nižší rychlostí UZ transmise v porovnání s párovým vzorkem č. 8, u kterého se prokázalo homogennější zpevnění ve vrstvách. V nižších hloubkách materiálu je zpevnění zanedbatelné (zvýšení rychlosti dosahuje okolo 6 %).

Kutnohorský vápenec horizontální měření

Nárůst hodnot rychlosti UZ transmise po konsolidaci KH vápence v horizontálním směru udává pro dvě vybrané aplikační metody – aplikace injekční stříkačkou a infuzní napouštění. Vzhledem k podobným dosaženým výsledkům, jsou závěry diskutovány dohromady pro obě aplikační metody.

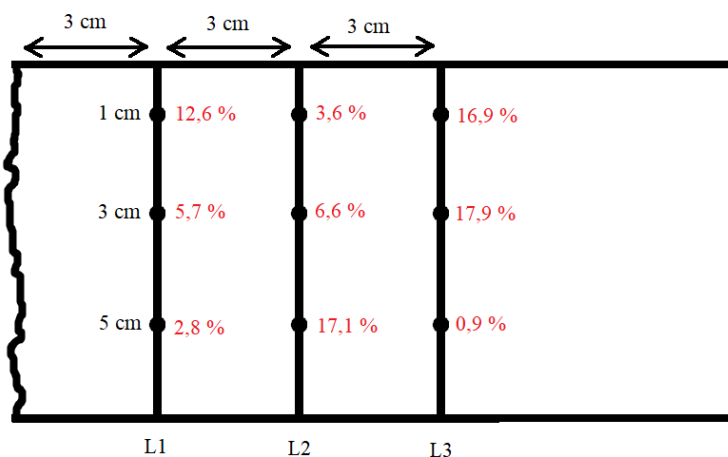
Hodnoty jsou pro přehlednost zpracovány graficky, kde jsou vyznačeny procentuální změny rychlosti UZ transmise. Výsledky jsou zpracovány do grafu, z nichž lze však vypožorovat jen základní trendy ve zpevnění materiálu. Měření potvrdilo zcela heterogenní zpevnění materiálu v různých hloubkách, bez zjevné závislosti. U všech konsolidovaných vzorků došlo k výraznému zpevnění povrchu popsanému u vertikálně napouštěných vzorků horniny.

Tabulka 13 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí

Kutnohorský vápenec				
Aplikace injekcí				
Vzorek č. 1				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,062	3,084	3,776	22,4
2–3 cm	7,046	2,936	3,471	18,2
3–5 cm	7,039	3,400	3,244	-4,6
4–7 cm	7,061	3,284	3,411	3,9
5–9 cm	7,033	3,365	3,365	0,0
6–11 cm	7,023	3,236	3,297	1,9
7–13 cm	7,040	3,244	3,074	-5,2
8–15 cm	7,040	2,862	3,244	13,3

Tabulka 14 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí

	1 cm				3 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota po (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	7,108	3,051	3,434	12,6	7,110	3,159	3,338	5,7	7,126	3,224	3,314	2,8
L2	7,100	3,074	3,184	3,6	7,110	3,160	3,37	6,6	7,211	3,094	3,624	17,1
L3	7,123	3,031	3,544	16,9	7,107	2,913	3,433	17,9	7,139	3,173	3,201	0,9



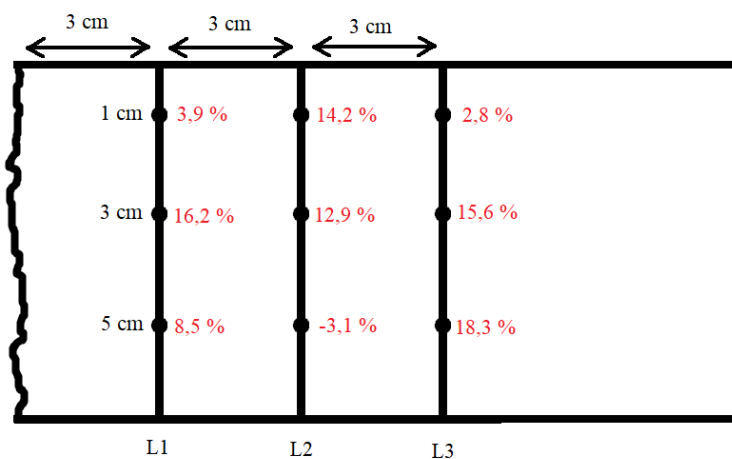
Obr. 28 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí

Tabulka 15 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí

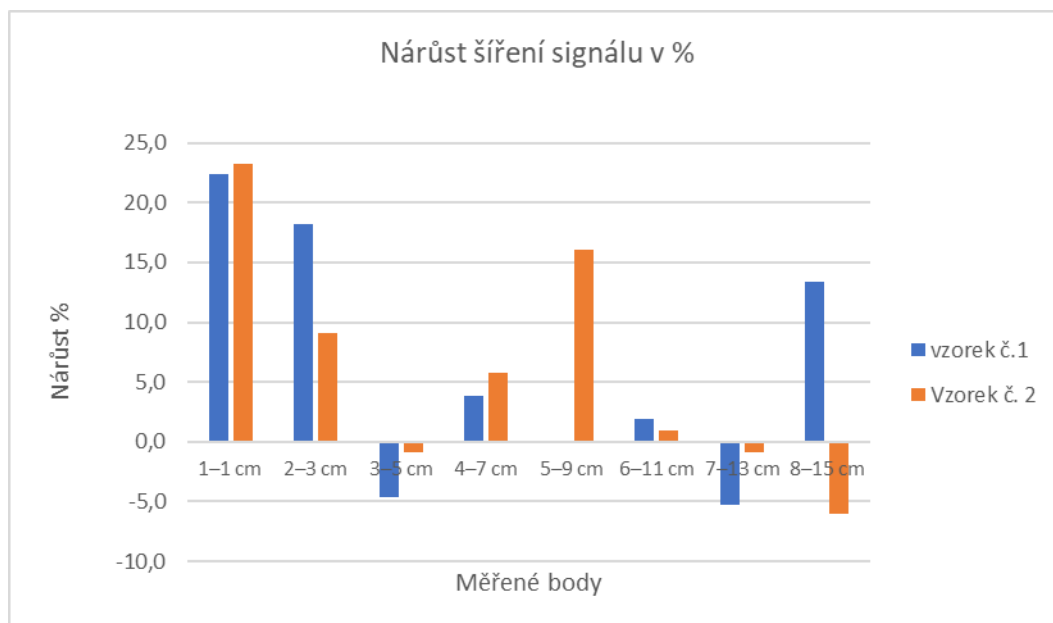
Kutnohorský vápenec				
Aplikace injekcí				
Vzorek č. 2				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,195	3,226	3,975	23,2
2–3 cm	7,185	3,342	3,647	9,1
3–5 cm	7,178	3,370	3,339	-0,9
4–7 cm	7,284	3,296	3,485	5,7
5–9 cm	7,193	3,022	3,509	16,1
6–11 cm	7,208	3,322	3,353	0,9
7–13 cm	7,247	3,340	3,309	-0,9
8–15 cm	7,316	3,402	3,195	-6,1

Tabulka 16 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí

	1 cm				2 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota po (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	7,164	3,395	3,529	3,9	7,165	3,129	3,637	16,2	7,184	3,110	3,373	8,5
L2	7,129	3,168	3,619	14,2	7,132	3,142	3,548	12,9	7,127	2,897	2,806	-3,1
L3	7,135	3,116	3,204	2,8	7,132	3,009	3,479	15,6	7,138	2,972	3,516	18,3



Obr. 29 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí



Obr. 30 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence horizontální měření – aplikace injekční stříkačkou

Diskuze:

Vzorky horniny zpevnění v horizontálním směru injekční stříkačkou dosahují největšího zpevnění do hloubky 3 cm, dále ve vzorku již míra konsolidace kamene slábne. Bylo naměřeno množství záporných hodnot, které jsou způsobeny pravděpodobně jistými odchylkami v samotné přesnosti měření i nehomogenitě přírodních vzorků. U vzorku č. 2 můžeme v hloubce 9 cm vidět velký nárůst zpevnění oproti okolním hodnotám, což je s největší pravděpodobností důsledek rozdílu ve struktuře vzorku a jeho propustnosti.

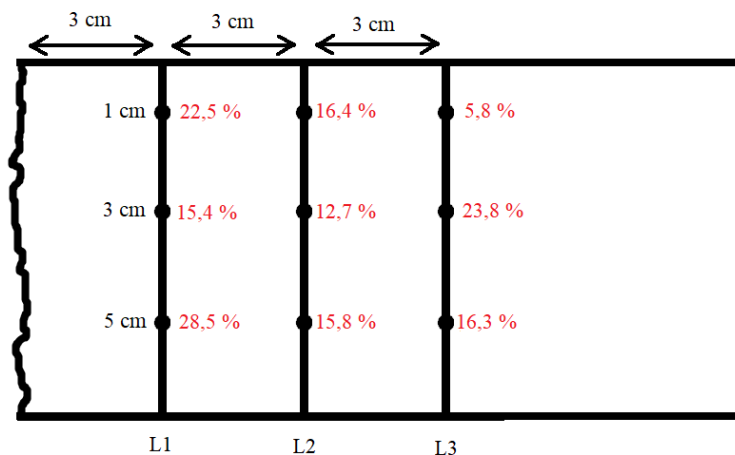
Z detailního měření sítě bodů na kameni vyplývá, že největšího nárůstu zpevnění v případě aplikace injekční stříkačkou dochází ve střední části vzorku, směrem k povrchu zpevnění ubývá z neznámých důvodů. U vzorku č. 1, můžeme v horní části také zaznamenat zvýšení pevnosti. U vzorku č. 2 je znatelný velký nárůst naopak v dolní části vápence, kdy v hloubce 5 cm od povrchu bylo naměřeno zvýšení o 18 %. To může být způsobeno pravděpodobně nepravidelným rozlívem konsolidantu v kameni, při horizontální absorpci.

Tabulka 17 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí

Kutnohorský vápenec				
Vzorek č. 5				
infuzí				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,090	2,930	3,961	35,2
2–3 cm	7,095	3,270	3,794	16,0
3–5 cm	7,079	3,038	3,911	28,7
4–7 cm	7,073	3,172	3,59	13,2
5–9 cm	7,103	2,887	3,534	22,4
6–11 cm	7,062	3,005	3,479	15,8
7–13 cm	7,052	2,890	3,22	11,4
8–15 cm	7,063	3,058	3,084	0,9

Tabulka 18 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí

	1 cm				2 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	7,067	2,761	3,381	22,5	7,083	3,148	3,632	15,4	7,117	2,870	3,688	28,5
L2	7,082	2,856	3,325	16,4	7,068	3,060	3,448	12,7	7,123	3,031	3,509	15,8
L3	7,087	2,978	3,15	5,8	7,084	2,834	3,509	23,8	7,156	3,093	3,596	16,3



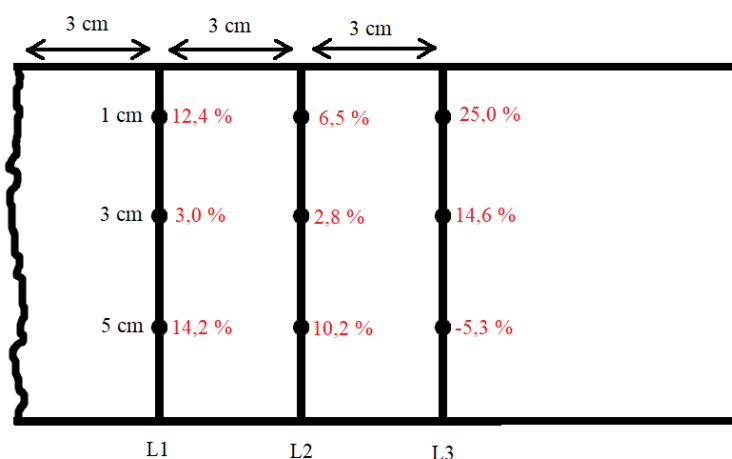
Obr. 31 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí

Tabulka 19 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí

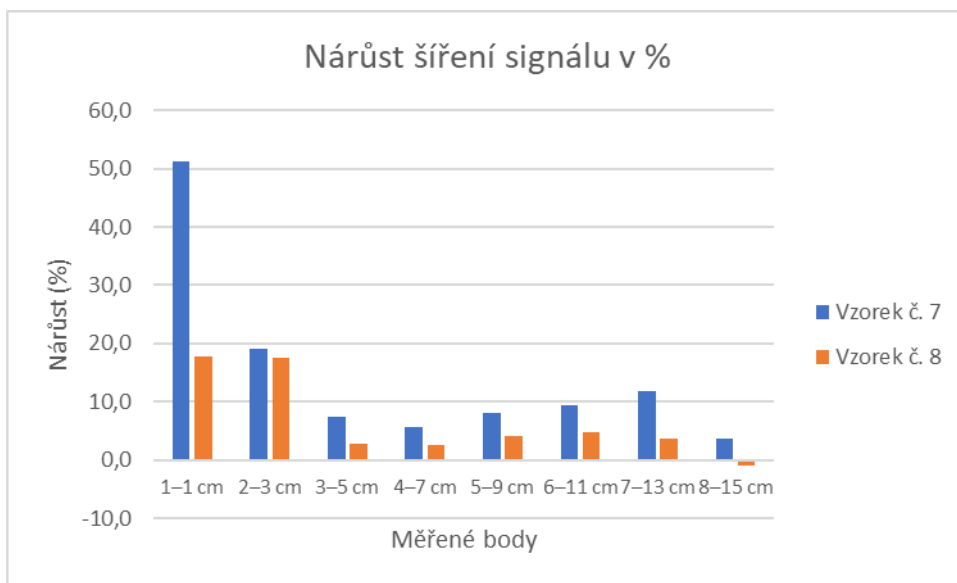
Kutnohorský vápenec				
Vzorek č. 6				
infuzí				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,172	3,078	4,007	30,2
2–3 cm	7,153	3,151	3,668	16,4
3–5 cm	7,190	3,224	3,613	12,1
4–7 cm	7,168	3,214	3,397	5,7
5–9 cm	7,156	3,098	3,268	5,5
6–11 cm	7,184	3,165	3,437	8,6
7–13 cm	7,161	2,944	3,459	17,5
8–15 cm	7,187	3,020	3,312	9,7

Tabulka 20 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí

	1 cm				2 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota po (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	7,217	3,071	3,453	12,4	7,178	3,468	3,571	3,0	7,222	3,210	3,666	14,2
L2	7,168	3,130	3,334	6,5	7,180	3,309	3,403	2,8	7,189	2,899	3,195	10,2
L3	7,196	2,835	3,545	25,0	7,186	3,029	3,471	14,6	7,202	3,350	3,173	-5,3



Obr. 32 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí



Obr. 33 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence horizontální měření – aplikace infuzí

Diskuze:

V případě infuzního napouštění bylo u vzorku č.7 naměřeno velice dobré zpevnění až do hloubky 13 cm na podélné ose. U vzorků lze pozorovat opět větší nárůst zpevnění u napouštěného povrchu, hlouběji v kameni však dochází ke k vzrůstu minimálně o 10 %. To jsou velice dobré výsledky v případě horizontálního způsobu aplikace. Sledovaný vzorek č. 8 dosažené výsledky v případě horizontálního napouštění nepotvrdil.

Měření sítě bodů na boku kamene (linie L1-L3) (Obr. 32) u vzorku č.7 potvrdila také velmi dobrou míru zpevnění v celém objemu. To se sice nepotvrdilo u druhého měřeného vzorku, ten ale dosahuje celkem velkého nárůstu alespoň v horní části hranolu.

Výdusky vertikální měření

Tabulka 21 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace injekcí

Výdusek				
Injekce				
Vzorek č. 1				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,653	1,031	1,328	28,8
2–3 cm	6,741	1,031	1,330	29,0
3–5 cm	6,682	1,031	1,273	23,5
4–7 cm	6,678	1,031	1,201	16,5
5–9 cm	6,644	1,031	1,204	16,8
6–11 cm	6,681	1,031	1,242	20,5
7–13 cm	6,668	1,031	1,265	22,7
8–15 cm	6,602	1,031	1,253	21,5

Tabulka 22 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace injekcí

Výdusek				
Injekce				
Vzorek č. 2				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,852	1,031	2,058	99,6
2–3 cm	6,817	1,031	1,058	2,6
3–5 cm	6,775	1,031	1,141	10,7
4–7 cm	6,713	1,031	1,186	15,0
5–9 cm	6,634	1,031	1,168	13,3
6–11 cm	6,606	1,031	1,205	16,9
7–13 cm	6,532	1,031	1,171	13,6
8–15 cm	6,490	1,031	1,143	10,9

Tabulka 23 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace nátěrem

Výdusek				
Nátěr				
Vzorek č. 3				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,495	1,031	2,46	138,6
2–3 cm	6,509	1,031	1,205	16,9
3–5 cm	6,509	1,031	1,146	11,2
4–7 cm	6,498	1,031	1,113	8,0
5–9 cm	6,509	1,031	1,162	12,7
6–11 cm	6,541	1,031	1,172	13,7
7–13 cm	6,492	1,031	1,198	16,2
8–15 cm	6,495	1,031	1,16	12,5

Tabulka 24 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace nátěrem

Výdusek				
Nátěr				
Vzorek č. 4				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,779	1,031	2,086	102,3
2–3 cm	6,795	1,031	1,373	33,2
3–5 cm	6,786	1,031	1,278	24,0
4–7 cm	6,781	1,031	1,228	19,1
5–9 cm	6,75	1,031	1,197	16,1
6–11 cm	6,802	1,031	1,223	18,6
7–13 cm	6,741	1,031	1,212	17,6
8–15 cm	6,705	1,031	1,233	19,6

Tabulka 25 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace stříčkou

Výdusek				
Postřik				
Vzorek č. 5				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,911	1,031	1,958	89,9
2–3 cm	6,877	1,031	1,232	19,5
3–5 cm	6,857	1,031	1,284	24,5
4–7 cm	6,844	1,031	1,249	21,1
5–9 cm	6,812	1,031	1,266	22,8
6–11 cm	6,806	1,031	1,316	27,6
7–13 cm	6,644	1,031	1,295	25,6
8–15 cm	6,642	1,031	1,265	22,7

Tabulka 26 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace stříčkou

Výdusek				
Postřik				
Vzorek č. 6				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,827	1,031	2,195	112,9
2–3 cm	6,894	1,031	1,308	26,9
3–5 cm	6,924	1,031	1,314	27,4
4–7 cm	6,954	1,031	1,293	25,4
5–9 cm	7,015	1,031	1,336	29,6
6–11 cm	7,065	1,031	1,280	24,2
7–13 cm	7,071	1,031	1,130	9,6
8–15 cm	7,102	1,031	1,335	29,5

Tabulka 27 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace infuze

Výdusek				
Infuze				
Vzorek č. 7				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	7,046	1,031	1,816	76,1
2–3 cm	7,061	1,031	1,555	50,8
3–5 cm	7,042	1,031	1,253	21,5
4–7 cm	7,019	1,031	1,253	21,5
5–9 cm	6,996	1,031	1,263	22,5
6–11 cm	6,937	1,031	1,226	18,9
7–13 cm	6,913	1,031	1,196	16,0
8–15 cm	6,898	1,031	1,193	15,7

Tabulka 28 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace infuze

Výdusek				
infuze				
Vzorek č. 8				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,97	1,031	1,769	71,6
2–3 cm	7,002	1,031	1,459	41,5
3–5 cm	7,023	1,031	1,24	20,3
4–7 cm	7,034	1,031	1,188	15,2
5–9 cm	6,995	1,031	1,21	17,4
6–11 cm	7,031	1,031	1,229	19,2
7–13 cm	7,088	1,031	1,193	15,7
8–15 cm	7,059	1,031	1,196	16,0

Diskuze:

U zaznamenaných výsledků v případě výdusků nebyla data zařazena do grafů s detailním popisem, jelikož naměřené hodnoty jsou velice podobné. Opakuje se zde stejný průběh navýšení pevnosti od povrchu kamene. Z výsledků je patrné, že největší míra zpevnění zasahuje do hloubky tří centimetrů. Posléze už je nárůst konstantní od 15 do 25 %.

Největší problém při napouštění výdusků lze spatřit v povrchovém zpevnění vzorků (do cca 2 cm od napouštěného povrchu), kdy vzniká subjektivně pozorovatelná ztmavlá a výjimečně pevná bariéra s velkým nárůstem zpevnění. Naměřené hodnoty ultrazvukové transmise převyšují hodnoty naměřené pro horniny a často dosahují míry zpevnění o více než 100 %.

Vznik vrstvy může mít několik příčin. Vzorky byly před samotnou aplikací umístěny přes noc v sušárně, kde byla nastavena teplota na 40 °C, proto můžeme vyloučit možnost přítomné vlhkosti v kameni a brzké zgelovatění zpevňovače u povrchu. Jednou z možností by mohla být přítomnost vodorozpustných solí v používaných píscích k výrobě výdusků. Tyto soli mohly být schnutím taženy k povrchu těchto výdusků a vytvořit bariéru pro průnik konsolidantu do hloubky. Nebo svojí hyroskopickou vlastností konsolidant zadržet u povrchu. Druhou možností by mohlo být působení jílových složek, opět pocházejících z písku, které během schnutí migrovaly k povrchu, kde následně působily proti pronikání konsolidantu.

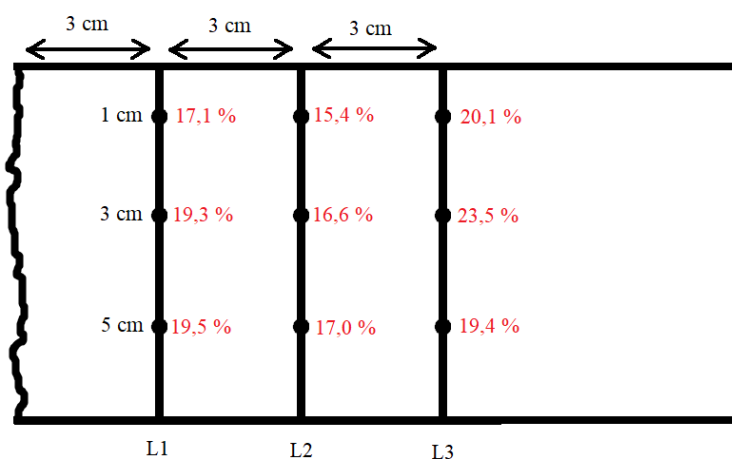
Výdusky horizontální měření

Tabulka 29 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí

Výdusek				
Aplikace injekcí				
Vzorek č. 3				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,876	1,031	1,834	77,9
2–3 cm	6,849	1,031	1,245	20,8
3–5 cm	6,846	1,031	1,217	18,0
4–7 cm	6,844	1,031	1,241	20,4
5–9 cm	6,802	1,031	1,269	23,1
6–11 cm	6,795	1,031	1,263	22,5
7–13 cm	6,782	1,031	1,27	23,2
8–15 cm	6,701	1,031	1,296	25,7

Tabulka 30 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí

	1 cm				3 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	6,928	1,031	1,207	17,1	6,963	1,031	1,23	19,3	7,021	1,031	1,232	19,5
L2	6,997	1,031	1,19	15,4	7,022	1,031	1,202	16,6	7,093	1,031	1,206	17,0
L3	7,059	1,031	1,238	20,1	7,134	1,031	1,273	23,5	7,162	1,031	1,231	19,4



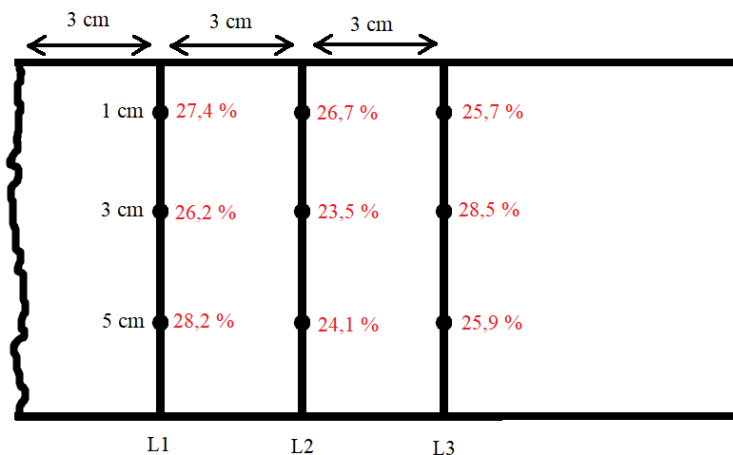
Obr. 34 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí

Tabulka 31 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí

Výdusek				
Aplikace injekcí				
Vzorek č. 4				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,946	1,031	2,111	104,8
2–3 cm	6,954	1,031	1,335	29,5
3–5 cm	6,891	1,031	1,286	24,7
4–7 cm	6,87	1,031	1,258	22,0
5–9 cm	6,87	1,031	1,282	24,3
6–11 cm	6,838	1,031	1,288	24,9
7–13 cm	6,821	1,031	1,273	23,5
8–15 cm	6,862	1,031	1,257	21,9

Tabulka 32 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí

	1 cm				3 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	6,919	1,031	1,313	27,4	6,921	1,031	1,301	26,2	6,808	1,031	1,322	28,2
L2	6,900	1,031	1,306	26,7	6,925	1,031	1,273	23,5	6,883	1,031	1,279	24,1
L3	6,946	1,031	1,296	25,7	6,955	1,031	1,325	28,5	6,814	1,031	1,298	25,9



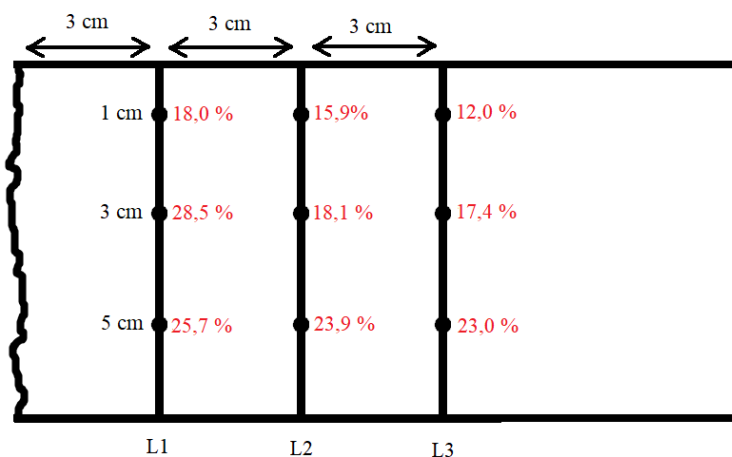
Obr. 35 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí

Tabulka 33 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí

Výdusek				
Aplikace infuzí				
Vzorek č. 7				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,866	1,031	2,013	95,2
2–3 cm	6,835	1,031	1,415	37,2
3–5 cm	6,822	1,031	1,245	20,8
4–7 cm	6,781	1,031	1,228	19,1
5–9 cm	6,766	1,031	1,244	20,7
6–11 cm	6,755	1,031	1,228	19,1
7–13 cm	6,722	1,031	1,222	18,5
8–15 cm	6,668	1,031	1,126	9,2

Tabulka 34 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí

	1 cm				3 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	6,866	1,031	1,217	18,0	6,932	1,031	1,325	28,5	6,97	1,031	1,296	25,7
L2	6,861	1,031	1,195	15,9	6,967	1,031	1,218	18,1	6,996	1,031	1,277	23,9
L3	6,953	1,031	1,155	12,0	6,996	1,031	1,21	17,4	7,026	1,031	1,268	23,0



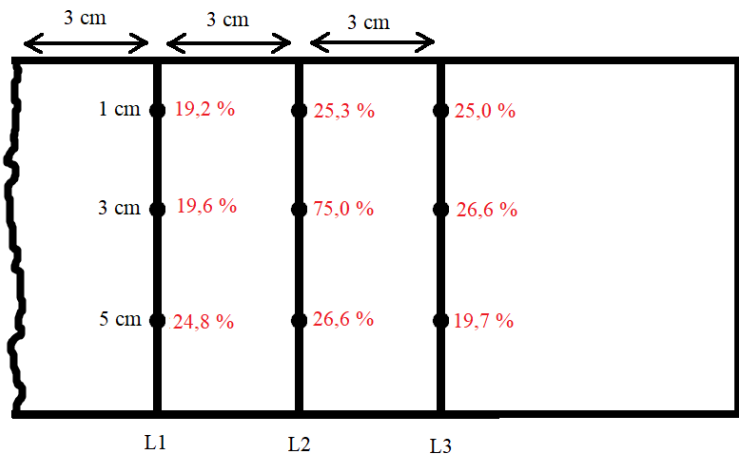
Obr. 36 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápeneč – aplikace infuzí

Tabulka 35 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí

Výdusek				
Aplikace infuze				
Vzorek č. 8				
Bod měření	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
1–1 cm	6,701	1,031	1,846	79,0
2–3 cm	6,7	1,031	1,453	40,9
3–5 cm	6,704	1,031	1,454	41,0
4–7 cm	6,77	1,031	1,469	42,5
5–9 cm	6,75	1,031	1,286	24,7
6–11 cm	6,774	1,031	1,184	14,8
7–13 cm	6,803	1,031	1,264	22,6
8–15 cm	6,795	1,031	1,184	14,8

Tabulka 36 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí

	1 cm				3 cm				5 cm			
	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)	Šířka (cm)	Hodnota před (km/s)	Hodnota po (km/s)	Nárůst rychlosti (%)
L1	7,15	1,031	1,229	19,2	7,176	1,031	1,233	19,6	7,184	1,031	1,287	24,8
L2	7,157	1,031	1,292	25,3	7,174	1,031	1,804	75,0	7,152	1,031	1,305	26,6
L3	7,143	1,031	1,289	25,0	7,155	1,031	1,305	26,6	7,16	1,031	1,234	19,7



Obr. 37 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí

Diskuze:

V případě horizontálního napouštění pomocí infuze se projevuje stejný trend jako v případě napouštění vzorků ve vertikálním směru, tj. vytvoření přezpevněné vrstvy do hloubky 2 cm od napouštěného povrchu, která dosahuje zpevnění vyjádřené nárůstem rychlosti UZ transmise okolo 100 %. V podpovrchových vrstvách dusaných vzorků je s výjimkami navýšení rychlosti celkem pravidelné průměrně okolo 25 %. To je značný rozdíl oproti kamenným vzorkům, kde jsou naměřené hodnoty v celé hmotě vzorku podstatně nižší okolo 7-10 %.

3.7.7 Závěr

V rozšířeném technologickém průzkumu byl studován vliv způsobů aplikace konsolidačního prostředku KSE 300 na zpevnění Kutnohorského vápence. Porovnány byly metody aplikace injekční stříkačkou, nátěr štětem, aplikace stříčkou a pomalé infuzní napouštění. Konsolidant byl aplikován na dva typy vzorků, a to na Kutnohorský vápenec a na výdusky vytvořené z jednoho dílu kutnohorské vápencové drtě a dvou dílů křemičitého betonářského písku. I když jsou výsledky často nejednoznačné a komplikované, lze ze studie vytvořit několik obecných závěrů, které se týkají konsolidace Kutnohorského vápence. Hodnocení bylo provedeno na základě posouzení hloubky penetrace a změny rychlosti UZ transmise, která vyjadřuje míru zpevnění materiálu i distribuci konsolidantu.

Během průzkumu bylo naměřeno velké množství údajů týkajících se hodnocení různých způsobů aplikace konsolidačního prostředku. Tato měření byla vyhodnocována a porovnávána mezi sebou a na základě těchto údajů bylo stručně popsáno základní chování při použití těchto aplikačních metod.

Z celého experimentu vyplývá, že samotná aplikační metoda nemá na výsledek konsolidace do hloubky zpevňovaného kamene a míru samotného zpevnění tak velký vliv, jak se očekávalo, i když jsou mezi aplikačními metodami patrné rozdílnosti. Větší význam na konsolidaci kamene má především jeho aktuální stav a homogenita. Jednoznačné rozdíly nevyplývají ani z porovnání vertikálního a horizontálního směru napouštění.

Pokud bychom měli metody aplikace vyhodnotit, přináší nejlepší výsledky pro samotnou aplikaci zpevňovače použití injekční stříkačky, která v měření dosáhla velmi dobrého hodnocení z hlediska průniku, dosažené hloubky konsolidace i zpevnění. Tato metoda je také velmi praktická a dosahujeme pomocí ní také velké přesnosti. Použití stříčky se jak z hlediska penetrace do hloubky kamene, tak v naměřených hodnotách jeví také jako dobrá metoda aplikace konsolidačního prostředku. V praxi díky ní můžeme obsáhnout velkou zpevňovanou plochu. Pomalé infuzní napouštění dosáhlo z hlediska naměřených hodnot také uspokojivých výsledků. Ze začátku je negativem pomalejší postup zpevňovače, který ale ve výsledku dosáhne srovnatelných hodnot průniku jako

v případě injekce nebo stříčky po uplynutí delší doby od začátku aplikace. Metoda zpevnování nátěrem nedosáhla tak dobrých hodnot, jako předchozí aplikační techniky. Z hlediska penetrace hmotou kamene a naměřených hodnot se od ostatních metod tolik neliší, ale v praxi dochází ke ztrátám zpevňovače, který tuto metodu řadí až na poslední místo při výběru aplikační metody.

Z výsledků napouštění ve vertikálním směru (směr dolů) a horizontálního směru (z boku) vyplynulo, že gravitace nemá na samotný rozliv zpevňovacího prostředku v hloubce kamene nijak zásadní vliv, stejně jako na hloubku penetrace ani na konsolidační účinek. V praxi tedy dochází více méně ke stejnému rozlivu do všech směrů v hmotě kamene.

Další efekt pozorovaný na vzorcích, který však nelze jednoznačně potvrdit spočívá v konsolidaci různě zpevněných materiálů. Obecně platí, že čím více je povrch nesoudržný (výdusek vs. kámen, příp. některé, od počátku, méně soudržné vzorky kamene), tím více dochází k zadržování aplikačního prostředku v napouštěných místech a je nutné materiál opravdu prosytit tak, aby nedocházelo k přezpevnění povrchu (zvláště patrné u výdusků). Vliv na toto přílišné zpevnění u povrchu materiálu může mít v některých případech také přítomnost dalších jevů, např. přítomnost vodorozpustných solí, které mají tendenci migrovat do těchto míst a následně mohou konsolidační prostředky zadržovat v dalším prostupu do hloubky. Materiály s velkým obsahem jílu mohou také částečně bránit v postupu konsolidačního prostředku kamenem. Především tato zjištění by mohla být předmětem dalšího zkoumání.

4 RESTAUROVÁNÍ RELIÉFU SV. JAKUBA NA MOROVÉM SLOUPU V KUTNÉ HOŘE

4.1 Základní údaje o objektu:

4.1.1 Lokalizace památky

Kraj: Středočeský

Okres: Kutná Hora

Obec: Kutná Hora

Adresa: Šultysova ulice, Kutná Hora

Název památky: Morový sloup

Bližší určení popisem: Reliéf sv. Jakuba na východní straně morového sloupu

4.1.2 Údaje o památce:

Autor: František Baugut

Datace: 1713–1715

Materiál/technika: Kutnohorský vápenec / sekané

Rozměry: výška 235 cm, šířka 98 cm

Rejstříkové číslo restaurované památky: 38738/2–1043

Restaurátorské zásahy: 1964, 1981-82, 2003-2005

4.1.3 Údaje o akci:

Vlastník: Město Kutná Hora

Investor: Město Kutná Hora

Vedoucí práce: Mgr. art. Jakub Ďoubal, PhD.

Odborná spolupráce: Ing. Petra Lesniakovám Ph.D.

Doba započetí/ukončení práce: 7. 3. 2017 – 13.8.2017

4.2 Popis památky²⁴

Popis dle (citace). Morový sloup je složený ze čtyř částí – Schodiště s balustrádou, Spodní sokl (podstavec), střední sokl (podstavec), Oblačný pylon završený zeměkoulí, na nichž stojí socha Panny Marie.

Schodiště je částečně zapuštěné v terénu, v těchto místech je třístupňové, jinak čtyřstupňové.

Balustráda je celkově rozdělená na dvanáct polí. Tato pole dělí sloupky s vysazenými profilovanými patkami a hlavicemi. Uvnitř polí jsou profilované kuželky.

Spodní sokl má základní čtvercový půdorys s vysazenými nárožními s profilovanou římsou. Tuto římsu podpírají skulptury havířů. Plochy mezi vysazenými nárožními obsahují figurální reliéfní výzdobu. Reliéf sv. Rozálie, sv. Bernarda, sv. Jana Nepomuckého a severní strana obsahuje latinský nápis, opět s chronogramem.

Střední sokl začíná spodní profilovanou římsou. Hlavním motivem jsou čtyři samostatně stojící figury na vysazených nárožích. Figury Karla Boromejského, sv. Františka Xaverského, sv. Šebestiána a sv. Rocha. Hmota podstavce je rozdělena na vystupující nárožní profilované pilastry, jako architektonické prvky znázorněny stylizovaní andělé a středové plochy s reliéfy: zvěstování Panny Marie, sv. Barbora, městský znak ve verzi z roku 1641 a sv. Jakub Větší.

Střední část je zakončena profilovanou římsou se středovým segmentem. Na ní navazuje pylon bohatě zdobený oblaky a hlavičkami andělíčků. Ve vrchní části je vždy po jedné figuře andělíčka nesoucí zeměkouli, na které stojí Panna Marie – Immaculata, na srpku měsíce a šlapající po hadu s jablkem, který obepíná Zemi.

²⁴ ĎOUBAL, Jakub; LESNIAKOVÁ Petra; studenti fakulty restaurování. Restaurátorský průzkum morového sloupu v Kutné Hoře. Litomyšl, 2013. Univerzita Pardubice Fakulta restaurování.

4.2.1 Popis reliéfu sv. Jakuba

Reliéf sv. Jakuba se nachází na východní straně morového sloupu v Kutné Hoře. Ústředním motivem celého reliéfu je právě vzpřímeně stojící postava sv. Jakuba. Jeho tělo je znázorněno z frontálního pohledu a je zahaleno v propracované draperii, viditelné jsou pouze končetiny a hlava. Natočení hlavy je mírně doleva (z pohledu diváka) a obličej směřuje směrem vzhůru.

Svatý Jakub je zde znázorněn jako bosý poutník, opírající se o svou hůl. V levé ruce drží knihu evangelia. Nad jeho hlavou jsou znázorněny mračna a také blesky, které představují přízvisko „Boanergés“, což znamená „synové hromu“, jak Ježíš nazýval oba bratry (Jakuba a Jana) pro jejich prudkou povahu.²⁵

Sv. Jakub bývá často zobrazován ještě s kloboukem, brašnou a svatojakubskou mušlí. Toto ikonografické znázornění na tomto vyobrazení chybí.

4.3 Předchozí restaurátorské zásahy, následující popis dle: ²⁶

Restaurátoři: ak. sochař Miloslav Smrkovský, ak. sochař Ladislav Šobr provedli restaurování v roce 1964. Na sloupu byly značně rozrušené povrchové partie, chyběly kusy dráperií, rukou a nohou. Všechny chybějící části byly rekonstrukčně doplněny (autoři neuvádí materiál). Byla provedena barevná retuš sloupu, konzervace, zpevnění kamene. A hydrofobizace methylsilanelátem sodným.

Mezi léty 1981–82, pod vedením restaurátora Votánka, byly sejmuty cementové vysprávky z předchozí opravy. Byly použity lokální buničinové zábaly pro odsolování. Všechna opravovaná místa byla napuštěna roztokem epoxidu v toluenu. Chybějící části byly doplněny epoxidovými tmely. Byly

²⁵ RULÍŠEK, Hynek. *Postavy, atributy, symboly: slovník křesťanské ikonografie*. 2., upr. vyd. České Budějovice: Karmášek, 2006. ISBN 80-239-7434-3.

²⁶ ĎOUBAL, Jakub; LESNIAKOVÁ Petra; studenti fakulty restaurování. *Restaurátorský průzkum morového sloupu v Kutné Hoře*. Litomyšl, 2013. Univerzita Pardubice Fakulta restaurování.

vydusány a osazeny některé nové kuželky také z epoxidu a byla provedena hydrofobizace Silgelem JHM 20.

V roce 2003 byly povrchy značně degradované. Chyběly části soch, na kameni silné krusty depozitů, morový sloup byl napaden mechy a lišejníky. Předchozí vysprávky byly také ve špatném stavu. Byly použity konsolidanty Remmers 100, Imesta OH, Remmers 300, KSE 500 STE, Fixasil OH (Stachema). Tmely pro doplňky byly míchány z drceného vápna, pískovce, bílého cementu, Remmers vápna na staré památky a Sokratu 2802 A. Byla provedena hydrofobizace Remmers SNL neutral.

V roce 2005 proběhlo restaurování balustrády, která byla ve velmi špatném stavu. Někde již byly osazeny kopie z Hořického pískovce. Použité konsolidanty byly Remmers 100 a Remmers 300. Pro doplňky byla zvolena směs písku ze Saint Marrgettenu pojená bílým cementem a Remmers vápnem na staré památky, do směsi byl přidán Sokrat 2802 A. Nové kopie byly vytvořeny z vápence z Rakouska ze St. Marrgarettenu. Byla provedena hydrofobizace prostředkem Remmers SNL neutral.

4.4 Stav památky před restaurováním

Celá plocha reliéfu je pokryta tmavou, pravděpodobně sádrovcovou krustou, která se na některých místech odlupuje. To se projevuje hlavně v levé střední ploše, kde podléhá povrch erozi, je zde nejméně soudržný a dochází zde k odlupování této krusty. Příčinou ztráty povrchové vrstvy bude s největší pravděpodobností voda, a to jak vzlínající, tak stékající ze shora. Popřípadě mohou mít vliv na tuto degradaci kumulující se vodorozpustné soli a jejich krystalizační tlaky pod uzavřeným povrchem. Na těchto otevřených místech dochází k pískovatění povrchu. Jinak je celkový stav plochy reliéfu dobrý. V horních partiích se objevuje slitá šedivá plocha, pravděpodobně ošetřená disperzním nátěrem. Na spodním podstavci, členěným římsami, neuzavírá krusta povrch v takové míře.

Samotná postava je vyspravena velkým množstvím tmelů z předchozích restaurátorských zásahů. Nachází se zde několik druhů, které se dají vizuálně

rozlišit. Jde o cementové a epoxidové tmely. Tmely nevyhovují svým tvarem a provedením. Špatně navazují na originál kamene, nevyhovuje struktura, která je v některých místech velice hladká, můžeme zde také nalézt stopy po nástrojích. Tmely jsou také velice tvrdé, málo propustné a originální kámen pod nimi degraduje. Na spodním podstavci jsou tmely barevně nevyhovující.

Zlacení na reliéfu je dochováno ve velice dobrém stavu. Především samotná svatozář kolem hlavy sv. Jakuba a část zlacení na jeho poutnické holi. V horším stavu je část blesků, vycházejících z mraků nad figurou. Zde je povrch ve velké míře znečištěn, a především v horních partiích podléhá celá hmota degradaci, hmota kamene je zde málo soudržná a dochází k odlupování.

4.5 Restaurátorský průzkum

4.5.1 Cíle restaurátorského průzkumu

- Stanovit hlavní příčiny poškození
- Vyhodnotit možné způsoby čištění
- Určit soudržnost v materiálu a celkový stav kamene
- Určit rozsah provedených zákroků

4.5.2 Technologický průzkum

Grafické zákresy poškození

Z prvotního neinvazivního průzkumu vznikly grafické zákresy poškození, kde se pomocí barevných šrafur vyznačila místa defektů případně vložených výztuží, či armatur.

Pomocí této techniky se lze lépe seznámit s restaurovaným objektem a ujasnit si hlavní příčiny poškození. Grafické zákresy poškození jsou umístěné v kapitole grafické přílohy.

Zjištění kovových prvků

Bylo provedeno ohledání hledačkou kovu Bosch GMS 120 s účinností do hloubky 5 cm, kdy bylo cílem nalézt kovové prvky, armatury používající se jako nosné prvky tmelů. Tyto kovové prvky mají tendenci podléhat korozi, jejich objem se zvětšuje a toto pnutí může kámen poškodit.

Při ohledání hledačkou kovu Bosch GMS 120 nebyly zjištěny žádné armatury ve vysprávkách, proto při odstraňování tmelu nehrozí velký úbytek materiálu způsobený narušením původní hmoty kamene kovovou armaturou.

Odběr vzorků

K určení byly odebrány celkem tři vzorky. Byl odebrán vzorek tmelu, pod kterým docházelo k velké degradaci kamene, k určení složení a barevných úprav. Dále byl odebrán kus jednolitě tmavé krusty šedavého odstínu, která se nachází ve velké části horní třetiny reliéfu.

Jako poslední byl odebrán fragment zlacení, pro určení vrstev a celkovému stavu zlata.



Obr. 38 Reliéf sv. Jakuba – místa odběrů vzorků



Obr. 39 Reliéf sv. Jakuba – odběr vzorku č.1



Obr. 40 Reliéf sv. Jakuba – odběr vzorku č.2



Obr. 41 Reliéf sv. Jakuba – odběr vzorku č.3

Vzorek č.1 byl doplněk větší části chodidla, jemné struktury, tmavé barvy. Pod tímto tmelem docházelo k pískovatění kamene a materiál pod tímto doplňkem byl velice nesoudržný.

V případě vzorku č.1 odebraného pro zjištění materiálového složení bylo po vyhodnocení mikroskopického průzkumu zjištěno, že tmel obsahuje cement a organickou látku. Také zde nemůžeme vyloučit přítomnost vzdušného vápna. Na povrchu tmelu se nachází pevná povrchová vrstva šedé až černé povrchové úpravy. Tmel se zdá být probarvený v hmotě, byl zde zaznamenán okrový odstín.

Rozbor jedolité šedavé krusty určil složení z horniny vápence a povrchových úprav. Nejstaršími dochovanou barevnou úpravou jsou zde silná okrová vrstva, která obsahuje větší částice bílého pigmentu, také červený a žlutý pigment. Dále jsou v této krustě přibližně tři vrstvy světlejší šedé barvy a další přibližně čtyři vrstvy velmi tmavé šedé až černé povrchové úpravy. To značí o velkém počtu provedených úprav, kdy byl vzorek pravděpodobně velmi uzavřen a tím pádem pod ním docházelo k degradaci kamene. Tato degradace mohla být způsobena zdržováním vlhkosti a při následném zmrznutí mohla voda svým zvětšující se objemem meziprostor mezi zrnky kamene potřhat. K těmto podobným projevům degradace také dochází za přítomnosti vodorozpustných solí, které mají tendenci při vysychání zvětšovat svůj objem, a tím velice nepříznivě působí na hmotu kamene.

Nejlépe dochované povrchové úpravy byly v částech zlacení. Bylo zde určeno celkem 8 povrchových úprav. V poslední šedé vrstvě na povrchu zlata byly nalezeny prvky jako vápník, síra křemík a silikáty. Původ této vrstvy nebyl blíže specifikován.

Místa opatřená zlacením byla bez oslabení koheze a zlatá povrchová úprava dobře držela na podkladu. K drobným ztrátám zlaté vrstvy docházelo především u okrajů. Jediné místo s narušeným materiálem pod zlacením se nacházelo v horní části blesků vystupujících z mraku nad figurou sv. Jakuba. Zde hrozí větší ztráta materiálu a toto místo je nutné patřičně zajistit.

Průzkum pod UV zářením

Zkratka UV, jedná se o ultrafialové záření. Toto *elektromagnetické* záření s vlnovou délkou kratší, než má viditelné světlo, avšak delší, než má rentgenové záření. Vlnová délka záření je v rozmezí 315–400 nm. Při dopadu na povrch určitých látek dochází k luminiscenci. Jedná se o sekundární viditelné záření způsobené zvýšením vlnové délky zářivé energie. Barevný odstín závisí na chemickém složení dané látky, vždy je jiný než na denním světle. Tímto zářením se dají spolehlivě určit nejrůznější organické látky, také luminují sole a plísň.



Obr. 42 Reliéf sv. Jakuba – snímek pod UV zářením



Obr. 43 snímek pod UV zářením



Obr. 44 snímek pod UV zářením

Průzkum pod UV zářením přinesl velice dobrou orientaci v přechozích vysprávkách, které byly přes tmavou krustu obtížně lokalizovatelné. Tyto doplňky byly při osvětlení tmavší, než originál a velice pěkně se ukázal celkový rozsah doplňků provedených na kameni. Světlo modrou luminiscenci pozorovanou na určitých partiích především figury reliéfu je možné pravděpodobně určit jako zbytky epoxidu, který pod UV zářením odráží tento světlemodrý odstín. Barevně rozeznatelná je také šedavá slitá plocha v horní části reliéfu. Jak bylo určeno v materiálovém složení povrchových úprav,

prakticky všechny obsahují organické látky. U této jednoduté vrstvy, skládající se až z 10 barevných úprav se projevuje odlišný barevný odstín. S oranžovou fluorescencí se objevily také zbytky biologického napadení, které nebylo v normálním světle viditelné.

Zkoušky čištění laserem Thunder Art:

Čištění proudem paprsků na povrchu probíhá na základě barevného kontrastu jednotlivých látek. Dopadající paprsek vyvolá v tmavší látce prudkou exotermickou reakci. Světlý povrch však zbytek energie odrazí, proto již s čistým povrchem paprsek laseru nereaguje, což v případě sádky zaručuje kontrolovaný průběh čištění.

Zkoušky čištění tmavé krusty probíhaly na základě provedených zkoušek v diplomové práci restaurování reliéfu sv. Rozálie.²⁷ Byly testovány tyto čtyři plochy.

Plocha reliéfu – vlnová délka 1064nm, frekvence 10 Hz, síla 340 mj

Plocha reliéfu se slitou tmavou krustou – vlnové délce 1064nm, frekvence 10 Hz, síla 500 mj

Místo na figuře – vlnové délce 1064nm, frekvence 10 Hz, 400 mj a méně

Plocha reliéfu s narušeným povrchem – vlnová délka 1064nm, frekvence 10 Hz, 250 mj a méně

²⁷ KOLÁŘ, Roman. Restaurování reliéfu sv. Rozálie z morového sloupu v Kutné Hoře a technologie čištění sádrovcových krust na kutnohorském vápenci. Litomyšl, 2016. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování



Obr. 45 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění – plocha reliéfu



Obr. 46 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění plocha reliéfu – slité tmavé krusta



Obr. 47 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění – místo na figurě



Obr. 48 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění – narušený povrch

Použití laseru umožňovalo velkou míru kontrolovatelnosti čištění, kdy pomocí různého nastavení bylo dosahováno patřičného efektu.

Z vizuálního hlediska laser dobře odstraňoval tmavou krustu a nedocházelo k poškození kamene pod ní. Pouze místa, kde je povrch narušený by měla být čištěna s větší opatrností a na nižší energii laseru, tak aby nedocházelo k přílišným ztrátám povrchu.

Zkoušky tmelů

Pro samotné doplňky byly vytvořeny zkoušky tmelů, které vycházejí z dlouhodobého výzkumu na Fakultě restaurování v Litomyšli, který se zabývá hodnocením doplňovacích směsí pro různé typy hornin²⁸ a v závislosti na zkouškách provedených v restaurátorské zprávě I. Etapy restaurování morového sloupu v Kutné Hoře (Oblačný pylon se sochou Panny Marie) z roku 2016. Pro dosažení struktury povrchu kamene reliéfu sv. Jakuba, který nebyl tak narušený, jako v patrech nad římsou, byla upravována pouze nejhrubší složka tmelů, a to přes síto cca 2 mm a síto cca 1 mm.

Při zkouškách tmelů byl zachován poměr písků stanovený v restaurátorské zprávě I. Etapy restaurování morového sloupu v Kutné Hoře (Oblačný pylon se sochou Panny Marie) z roku 2016²⁹. Byla upravována pouze hrubozrnná složka okrového Kutnohorského vápence tak, aby tmel vyhovoval potřebám reliéfu sv. Jakuba, který má o něco méně narušený povrch kamene, proto bylo nutné používat o něco jemnější směs.



Obr. 49 Zkoušky tmelů

²⁸ TIŠLOVÁ, Renata; NOVOTNÁ Adéla. Opravné malty – umělý kámen pro biodetritické vápence. In: Sborník z konference XIV. Odborná konference o vědě, výzkumu a aplikacích v oboru maltovin, VUT Brno, 2015, s. 11-20.

²⁹ KOLÁŘ, Roman; Zítková, Petra. *I. Etapa restaurování morového sloupu v Kutné Hoře (Oblačný pylon se sochou Panny Marie)*. Litomyšl, 2016. Restaurátorská zpráva. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

1–1 díl drtě Kutnohorského vápence zrnitost 0,3mm: 1 díl drtě Kutnohorského vápence zrnitost: 0,6mm: 1 díl drtě hrubozrného okrového Kutnohorského vápence: 1 díl jemného jílového písku Záměl, to vše bylo mícháno v poměru 1:2,5 s hydraulickým vápnem NHL 3,5 + Záměsová voda 5 % roztok akrylátové disperze Sokrat 2802

2–1 díl drtě kutnohorského vápence zrnitost 0,3mm: 1 díl drtě Kutnohorského vápence zrnitost: 0,6mm: 1 díl drtě okrového Kutnohorského vápence přesátého na 2 mm: 1 díl jemného jílového písku Záměl, to vše bylo mícháno v poměru 1:2,5 s hydraulickým vápnem NHL 3,5 + Závěsová voda 5 % roztok akrylátové disperze Sokrat 2802

3–1 díl drtě Kutnohorského vápence zrnitost 0,3mm: 1 díl drtě Kutnohorského vápence zrnitost: 0,6mm: 1 díl drtě okrového kutnohorského vápence přesátého na 1 mm: 1 díl jemného jílového písku Záměl, to vše bylo mícháno v poměru 1:2,5 s hydraulickým vápnem NHL 3,5 + Závěsová voda 5 % roztok akrylátové disperze Sokrat 2802.

4.5.3 Umělecko – historický průzkum:

Stručná historie objektu

Dne 9.11. 1713 bylo zastupitelstvem Kutné Hory rozhodnuto o výstavbě morového sloupu na místě původního pranýře s klecí, dnes pojmenovaným jako Šultisova ulice. Morový sloup byl vztyčen z vděčnosti za odvrácení obzvláště ničivé vlny morové epidemie.³⁰

Pro samotnou realizaci město vybíralo ze dvou sochařů tvořících v Kutné Hoře. Byl jím Matěj Václav Jackel a František Baugut. Nakonec se městská rada rozhodla zadat realizaci Františku Baugutovi, který zpracoval návrhy pro pozdější výstavbu.³¹ Na tomto projektu spolupracoval s architektem Jakubem Voglerem.³²

Dne 15.6. 1714 se za účasti arciděkana konalo položení základního kamene, při této příležitosti byla do základu také vložena i cínová schránka s ostatky svatých. Za účasti škol, havířů a studentů byl Mariánský sloup 15. 12. 1715 posvěcen.

Ikonografie sv. Jakuba, následující popis dle:³³

Jakub starší (větší, maior)

Sv. Jakub byl synem rybáře Zebedea a Marie Salome. Byl jedním z 12 apoštolů spolu se svým mladším bratrem Janem Evangelistou. Jak již zde bylo zmíněno oba bratry Ježíš nazýval „synové hromu“ (Boanerges – jde o semitský

³⁰ SLOUKA, Jiří. *Mariánské a morové sloupy Čech a Moravy*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2996-1.

³¹ ĐOUBAL, Jakub; KOLÁŘ, Roman. *Morový sloup v Kutné Hoře – komplexní příprava restaurátorského zásahu*, 2016, roč. 76, č. 2, s. 424–432

³² SLOUKA, Jiří. *Mariánské a morové sloupy Čech a Moravy*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2996-1.

³³ RULÍŠEK, Hynek. *Postavy, atributy, symboly: slovník křesťanské ikonografie*. České Budějovice: Karmášek, 2006.

výraz, který se i se svým překladem nachází pouze u Marka 3:17)³⁴ pro jejich bouřlivou povahu. Hlásal evangelium v Sýrii a Judsku. Na rozkaz Heroda Agrippy I. byl jako první mučedník z apoštolů sťat v roce 44 v Jeruzalémě.

Legendy:

Dle legendy o jeho životě prý cestou na popraviště uzdravil muže, který nemohl chodit. Po jeho mučednické smrti byly jeho ostatky přeneseny z Jeruzaléma na horu Sinaj a v 8. století do Španělska. Dle legend právě také působil ve Španělsku, kde se mu v Zaragoze zjevila na jaspisovém sloupu panna Maria. Poté při svém návratu do Jeruzaléma obrátil a pokřtil kouzelníka Hermogena, který jej chtěl odvrátit od víry v Krista.

Podle jiné legendy byly po jeho umučení ostatky sv. Jakuba anděly přeneseny do španělské Compostelly. Zde byly pohřbeny v paláci pohanské ženy Lupy (Santiago de Compostella – jedno z nejslavnějších poutních míst středověku.

Svatý Jakub starší je zpodobňován jako muž s hnědými, či tmavými vlasy držící v rukách svitek nebo knihu, meč nebo poutnickou hůl. Na hlavě mívá široký klobouk. Na jeho holi, klobouku, či plášti můžeme najít mušli. Také bývá zobrazen na bílém koni jako bojovník s korouhví – odkaz na zázračnou pomoc Španělům v bitvě s mohamedánskými Maury u Clavija roku 849.

4.5.4 Vyhodnocení průzkumu:

V rámci restaurátorského průzkumu byl vyhodnocen aktuální stav reliéfu sv. Jakuba. Byla vytvořena patřičná fotodokumentace, ukazující stávající stav reliéfu s jeho zásadními problémy.

Reliéf sv. Jakuba je jako celý morový sloup zhotoven z Kutnohorského biodetritického vápence těženého v okolí města. Celý povrch je pokryt tmavou krustou vytvořenou kombinací degradovaných historických i posledních

³⁴ Boanerges — ONLINE KNIHOVNA Strážné věže. [online]. Copyright © [cit. 31.07.2017]. Dostupné z: <https://wol.jw.org/cs/wol/d/r29/lp-b/1200000777>

povrchových úprav ve spojení se sádrovcovými krustami. Největší síla této krusty je v horních částech reliéfu, směrem dolů pak ubývá. To by mohlo být způsobeno částečným omýváním vody spodních partií a vody dopadající na římsu při deštích. Povrch omytého kamene je soudržný a nesprašuje se. Vzlínající a stékající voda, bude mít na degradaci materiálu reliéfu zásadní vliv. Další problémem, který přispívá této degradaci, jsou také vodorozpustné soli, které se právě pod tímto povrchem, uzavřeným krustou, shromažďují. Jejich změna objemu způsobená přecházením z kapalného, do pevného stavu za působení teploty a vzdušné vlhkosti trhá póry kamene pod těmito uzavřenými vysprávkami a nepropustnou krustou na povrchu.

Na reliéfu se nachází velké množství vysprávek jak pojených portlandským cementem, tak epoxidem. Tyto tmely především nevyhovují svým tvarem, provedením, strukturou, ani fyzikálními vlastnostmi. Jsou pevné, málo porézní a celkovou plochu kamene uzavírají. Pod těmito tmely dochází k velké degradaci kamene, kdy se kámen na styčné ploše mění až v písek a je velice nesoudržný. To může být také způsobeno kumulací solí, které se zdržují pod těmito tmely.

Z odběrů vzorku bylo zjištěno, že je prakticky celá plocha reliéfu opatřena velkým množstvím povrchových úprav, a dochází tak k uzavření povrchu. Je tedy nutné povrch šetrně očistit a otevřít, aby nedocházelo k další degradaci.

Ze zkoušek čištění laserem, které byly realizovány na základě zkoušek provedených v diplomové práci k restaurovanému reliéfu sv. Rozálie³⁵ se potvrdilo, že kombinace čištění laserem a pískováním bude i pro tuto část Morového sloupu vyhovující.

³⁵ KOLÁŘ, Roman. Restaurování reliéfu sv. Rozálie z morového sloupu v Kutné Hoře a technologie čištění sádrovcových krust na kutnohorském vápenci. Litomyšl, 2016. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

4.6 Koncepce restaurátorského zásahu

Koncepce zákroku na reliéfu sv. Jakuba na Mariánském sloupu v Kutné Hoře bude pojata jako komplexní restaurátorský zásah, který má v první řadě za úkol zpomalit další degradaci díla. Celkový zásah bude také zaměřen především na zachování původní hmoty Kutnohorského vápence v největší možné míře, s přihlédnutím k uměleckému a historickému výrazu díla. Při čištění by měla být hlavně zachována patina stáří a dílo by nemělo přijít o svůj sochařský výraz, kresbu a hloubku, která je v případě reliéfu velice zásadní.

Staré vysprávky a tmely by měly být ve většině odstraněny, z důvodů svého složení, také tvrdosti a nepropustnosti. Tyto vlastnosti mají špatný vliv na kámen samotný a způsobují jeho poškození. Staré tmely by měly být opatrně zredukovány pomocí jemného kamenického nářadí, popřípadě za pomoci mikrodlátka či diamantové mikrofrézky. Současně s tímto krokem by mělo být provedeno předzpevnění v místech, kde je to nezbytně nutné a hrozila by ztráta původní hmoty kamene.

Na základě zkoušek provedených na reliéfu sv. Rozálie³⁶ se jeví jako nejefektivnější metoda čištění mikroabrazivní metoda použitá v plochách a na samotné plastické části pak metoda laserového čištění, popřípadě jejich možné kombinace. Míra čištění bude stanovena s přihlédnutím, k již hotové části Morového sloupu tak, aby se reliéf kontrastně nelišil a zařadil se do celkové struktury sloupu.

Po očištění by mělo následovat kompletní zpevnění celého reliéfu, pro podpoření stability hmoty.

V této části sloupu by mělo být provedeno také celkové snížení obsahu solí, protože míra zasolení, zejména v povrchové vrstvě, je zde větší než v horních patrech.³⁷

³⁶ KOLÁŘ, Roman. *Restaurování reliéfu sv. Rozálie z morového sloupu v Kutné Hoře a technologie čištění sádrovcových krust na kutnohorském vápenci*. Litomyšl, 2016. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

³⁷ TIŠLOVÁ, Renata; NOVOTNÁ Adéla. Opravné malty – umělý kámen pro biodetritické vápence. In: Sborník z konference XIV. Odborná konference o vědě, výzkumu a aplikacích v oboru maltovin, VUT Brno, 2015, s. 11-20.

Plastická retuš by měla být provedena z materiálu, který bude mít fyzikální, barevné a strukturálně vyhovující vlastnosti nejbližší originálu. Míra tmelení bude po očištění celku konzultována s vedoucím práce a se zástupci NPÚ, kde se stanoví také celková míra tmelení.

Na závěr bude provedena barevná retuš doplňků, která bude respektovat především samotnou barevnost kamene, a to pouze v nejnútnejším rozsahu.

Zlacené prvky budou plasticky doplněny a retušovány práškovým zlatem.

4.7 Postup prací:

Před samotným zásahem byl reliéf důkladně fotograficky zdokumentován a byly vytvořeny grafické zákresy poškození, které jsou součástí grafické přílohy. Byly provedeny vrty pro zjištění solí v kameni, pro srovnání účinnosti odsolovacích zábalů.

4.7.1 Čištění

Nejprve byla celá plocha reliéfu očištěna od ulpělých prachových depozitů štětci a kartáčky. K lokálnímu dočištění byla použita nízkotlaká vodní pára. Poté byl povrch pro lepší orientaci v reliéfu mírně předčištěn mikroabrazivní metodou čištění. Za použití přístroje Airblastter I, korundu F 320 – tvrdost cca 9 Mohs, vzdálenost ústí trysky od povrchu byla přibližně 10 cm, tlak 3,5 až 4 Bar.

Viditelné se staly předchozí vysprávký a tmely, které byly doposud zakryté tmavou krustou. Po tomto očištění bylo přistoupeno k opatrnému snímání předchozích tmelů za pomoci kamenického nářadí, mikrodlátka a diamantové mikrofrézky. Současně musela být lokální místa zpevněna tak, aby nedocházelo k odstranění původního nesoudržného materiálu kamene spolu s tmely. Po dostatečné době, potřebné k vytvrnutí zpevňovacího prostředku, byla dočištěna tato nesoudržná místa.

4.7.2 Zpevnění

Pro samotné zpevnění Kutnohorského vápence byl použit organokřemičitý konsolidant KSE 300 HV. Aplikace byla prováděna injekční stříkačkou, která vyšla z rozšířeného technologického průzkumu zaměřeného na hodnocení různých způsobů aplikace konsolidačního prostředku na Kutnohorský porézni vápenec jako nejefektivnější metoda z hlediska měření, srovnání a praktického hlediska. Touto metodou je také zaručena značná přesnost, která zde byla důležitá. Zpevňovací prostředek byl do kamene aplikován do úplného napuštění, kdy se zpevňovací prostředek vsakoval do povrchu zpevněného místa velice pomalu. Místa, kde nedošlo k vsáknutí, a kde zpevňovač ulpěl na povrchu byla stírána lihem tak, aby nedocházelo k leskům a zákalům.

4.7.3 Čištění tmavé krusty

Celý povrch už byl mírně předčištěn metodou abrazivního mikropískování, proto bylo přistoupeno čištění za pomoci laseru. Čištění bylo prováděno přístrojem laser Thunder Art o vlnové délce 1064nm, frekvence 10 Hz, bod 1 cm, jediným upravovaným faktorem byla síla pwr, která se pohybovala od 210 do 540mj. Ze vzdálenosti od 20 do 50 cm. Laser měl velice dobré vlastnosti v čištění, dobře odděloval jednotlivé vrstvy znečištění a umožňoval dosáhnout jednotné sytosti barevného výrazu. Zvýšené opatrnosti muselo být dbáno především v místech nesoudržného povrchu, kde hrozila větší ztráta materiálu. Zde byl laser použit velice opatrně, spíše na nižší nastavení energie.

4.7.4 Odsolování

Po dočištění tmavých krust bylo přistoupeno k odsolování. Odsolovací zábal byl míchán ze směsi v poměru: 4 díly střeleckého písku: 2 díly arbocelu: 1 díl kaolinu. Tato směs byla nasycena demineralizovanou vodou. Povrch kamene byl před aplikací zábalu navlhčen.

Zlacené části byly před tímto zákrokem také zpevněny a dutiny v hmotě byly vyinjektovány injektážní směsí Ledanu TA1. Plocha zlata byla před samotnou

aplikací odsolovacího zábalu chráněna zakrytím kombinací gázy a jemné buničiny přitupované štětcem na tento povrch opatřený zlacením.

Samotné odsolování probíhalo ve třech hlavních cyklech.

První cyklus byl spíše experimentální, kdy bylo použito rychlého advekčního zábalu. Ten funguje na principu rychlé migrace solí z povrchu do obětní vrstvy, která svým rychlým schnutím sole prakticky vytáhne do svého objemu. Zábal se sundá ihned po uschnutí a proces se opakuje.

Z toho prvního zábalu nejsou výsledky moc dobré, z kamene bylo odstraněno jen minimum solí, nehledě na náročnost celého postupu a potřebu jeho rychlé opakovatelnosti.

Další dva cykly proběhly způsobem difuzním, kdy se objekt po nanesení zábalu ještě zabalil do fólie a ponechal se nejméně týden udržovaný ve stálé vlhkosti. Sole tak mají čas na rozpouštění a postupně migrují k povrchu kamene do vytvořené obětní vrstvy, ze které se poté odstraní.

Z každého zábalu byly odebrány celkem čtyři vzorky z různých výšek k následné analýze.



Obr. 50 Místa odběrů vzorků

Z výsledků stanovení množství vodorozpustných solí můžeme říci, že v prvním zábalu došlo k velmi malé extrakci, s výjimkou chloridů, u kterých byly hodnoty mírně zvýšené.

Ve druhém zábalu byla zaznamenána větší úspěšnost v odsolení kamene. Neměřeny byly hodnoty extrahovaných chloridů z míst reliéfu ve 150 cm a výše.

Ve třetím zábalu bylo dosaženo největší úspěšnosti odsolení. Určeno bylo velké množství extrahovaných chloridů, tentokrát spíše ve spodních patrech do 65 cm. V tomto cyklu bylo také dosaženo vyšší extrakce dusičnanů.

Z výsledků vyplývá, že je reliéf zřejmě zatížen množstvím anorganických solí. Předpokládá se, že by došlo k odsolení i v dalších cyklech zábalů.

Po odsolení bylo ještě nutné provést lokální odsolovací zábaly, z důvodů vytvoření tmavých skvrn na povrchu reliéfu. Tmavé skvrny byly způsobené pravděpodobně zbytky migrujících solí k povrchu. Byl aplikován pouze čistý arboceol nasycený demineralizovanou vodou. Tyto skvrny se podařilo po cca čtyř cyklech lokálních zábalů eliminovat.

Celkové vyhodnocení obsahu vodorozpustných solí proběhne po odsolení celého sloupu.

Detailní výsledky odsolovacích zábalů jsou připojeny v textové příloze.

4.7.5 Ošetření proti biologickému napadení

Po sundání posledního odsolovacího zábalu bylo provedeno ošetření proti biologickému napadení, které nebylo na povrchu tolik patrné, ale průzkum pod UV zářením odhalil toto napadení v kameni.

Reliéf byl ošetřen roztokem Ajatinu, a to v koncentraci 5 %. Poté byl Ajatin spláchnut vodou a povrch dočištěn jemnými kartáčky. Zbytky viditelného biologického napadení především na spodní horizontální části římsy byly dočištěny špachtlí a také kartáčky.

4.7.6 Plastická retuš

Plastické retuše byly prováděny tmelem míchaným na základě poznatků vycházejících z dlouhodobého výzkumu na Fakultě restaurování v Litomyšli, který se zabývá hodnocením doplňovacích směsí pro různé typy hornin³⁸ a výsledků zkoušek provedených v rest. dokumentaci I. Etapa restaurování morového sloupu v Kutné Hoře (Oblačný pylon se sochou Panny Marie).³⁹

³⁸ TIŠLOVÁ, Renata; NOVOTNÁ Adéla. Opravné malty – umělý kámen pro biodetritické vápence. In: Sborník z konference XIV. Odborná konference o vědě, výzkumu a aplikacích v oboru maltovin, VUT Brno, 2015, s. 11-20.

³⁹ KOLÁŘ, Roman; Zítková, Petra. *I. Etapa restaurování morového sloupu v Kutné Hoře (Oblačný pylon se sochou Panny Marie)*. Litomyšl, 2016. Restaurátorská zpráva. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

Výsledná směs byla míchána v poměru: 1 díl drtě z Kutnohorského vápence zrnitost 0,3mm: 1 díl drtě Kutnohorského vápence zrnitost: 0,6mm: 1 díl drtě z hrubozrnného okrového Kutnohorského vápence: 1 díl jemného jílového písku Záměl, to vše bylo mícháno v poměru 1:2,5 s hydraulickým vápnem NHL 3,5. Pro potřeby reliéfu sv. Jakuba byla upravována pouze hrubost drtě okrového Kutnohorského vápence, která byla přesáta pro nejjemnější detaily na velikost zrn kolem jednoho milimetru, pro hrubší na zrnitost kolem dvou milimetrů, na zbytek doplňků byla směs ponechána v původním složení.

Po sejmutí předchozích tmelů byla modelace stále v dobrém stavu a figura působila velice dobře plasticky, proto byla po konzultacích s vedoucím práce nastavena míra modelace velice střídmě. Míra tmelení se soustřeďovala na doplnění nezbytných částí, jako prsty, vlasy, nos, prvky architektury a v draperii byla míra doplnění omezena pouze na velice slepá místa bez plastického výrazu, kde se podpořila jak plasticita a hloubka, tak se také zpřesnily hrany a rohy. Míra tmelení nepochybně prospěla celkovému otevření povrchu reliéfu a možnosti dobře reagovat na změny vlhkosti.

V rámci plastické retuše byly také doplněny chybějící části hmoty blesků opatřených zlacením.

4.7.7 Čištění zlacených prvků

Pozlacené prvky byly v první řadě šetrně očištěny vatovými tyčinkami namáčenými do roztoku destilované vody a etanolu (1:1). Zachovalý povrch zlata byl soudržný a nepotřeboval žádný další zákrok, jako zažehlování nebo zpevnění.

4.7.8 Barevná retuš

Hlavním cílem barevné retuše bylo především celkové sjednocení vzhledu reliéfu tak, aby působil kompaktně a nebyly zde patrné větší kontrastní rozdíly mezi jeho částmi. Dále pak barevná retuš podpořila celkový výraz restaurovaného díla tak, aby vynikla především jeho modelace a výraz, který je u reliéfu mnohem důležitější než u sochy samostatně stojící v prostoru. Nové

tmely a světlejší části byly šetrně barevně zapojeny k celku, barevná retuš byla použita i v plochách reliéfu, aby se dosáhlo sjednoceného vzhledu.

Pro retuš byly použity světlostálé pigmenty Bayferrox, které byly dispergovány v roztoku akrylátové disperze K9 o koncentraci 1,5 %.

Barevnou retuší byly také doplněny zlacené prvky. Nejdříve byl tmel podetřen sjednocující okrovou podmalbou, na výsledný efekt zlata byly použity tři druhy slídového prášku Perl-glanze, který byl rozmíchán v 3 % roztoku akrylátové disperze K9. Pro docílení barevnosti byly do roztoku ještě přidávány okrové a červené pigmenty pro dosažení optimálního odstínu zlata. Pro nanášení byl použit jemný vlasový štětec.

4.8 Doporučený režim památky

Jelikož se reliéf nachází v exteriéru, vystavený povětrnostním a erozním podmínkám, je nutné pravidelně kontrolovat chování a stav kamene, zejména po zimním období a včas předejít komplikacím způsobených například vodou, jak vzlínající, stékající, tak i mrznoucí. Pokud budou prováděny pravidelné kontroly, popřípadě nejnutnější zásahy a opatření, docílíme delší životnosti restaurátorského zásahu provedeného na reliéfu sv. Jakuba.

4.9 Použité technologie a materiály

Čištění:

- Kartáče, štětce, nízkotlaká vodní pára
- Odstraňování starých tmelů – kamenické nářadí, mikrodlátka
- Ztenčování černé krusty – laser Thunder Art – použitá vlnová délka 1064nm, energie 210 - 540mJ a velikost pracovního bodu 1 cm, frekvencí 10 Hz, Mikroabrazivní metoda s použitím přístroje Airblastter I, korundu F 320, vzdálenost ústí trysky od povrchu byla přibližně 10 cm, tlak 3,5 až 4 Bar

Zpevnění:

- Organokřemičitý konsolidant Remmers KSE 300HV

Odsolování:

- Zábál – střelečský písek, Arbocel (papírovina), kaolin - (4:2:1) + destilovaná voda

Ošetření proti biologickému napadení:

- Roztok Ajatinu o koncentraci 5 %

Čištění a zlacené povrchové úpravy:

- Vátové tamponky, roztok destilované vody a etanolu (poměr 1:1)

Plastická retuš:

- Tmely plastická retuš – přírodní hydraulické vápno NHL 3,5, drť z Kutnohorského vápence zrnitost 0,3mm, drť z Kutnohorského vápence zrnitost: 0,6mm, drť z hrubozrnného okrového Kutnohorského vápence, jemný jílový písek Záměl
- Záměsová voda 5 % roztok akrylátové disperze Sokrat 2802

Barevná retuš:

- Světlostálé pigmenty Bayferrox dispergované v 1,5 % roztoku akrylátové disperze K9
- Práškové zlato Perl-glanze (slída potažená oxidem titaničitým) a 3 % roztoku akrylátové disperze K9

5 Závěr

Při restaurátorském zásahu provedeném na čtvrtinových modelech soch pro průčelí muzea v Hradci Králové byla řešena hlavně problematika čištění sádry. Vyzkoušeno bylo několik metod, jako jsou například použití mazacích gum, které představují široké možnosti čištění. A to jak z hlediska praktického způsobu použití, tak mají také relativně dobrou míru kontrolovatelnosti. Jde především o měkké plastické gummy, které dokáží velmi dobře absorbovat částičky ulpělé, i penetrované do povrchu. Další metodou s vysokou úspěšností je čištění pomocí laseru. Tato metoda umožňuje velice rozsáhlé možnosti nastavení samotného přístroje, kdy můžeme sledovat opravdu jemné rozdíly. Použitím laseru lze velice dobře obsáhnout i špatně dostupná místa na sádrových odlitcích. Nevyhovujícími metodami pro tento konkrétní případ jsou mikroabrazivní metody a použití agaru, kdy v první řadě nebyla dostatečná kontrola nad mírou čištění, a v případě agaru docházelo k migrování organických složek do sádry.

V technologické části, zaměřující se na zpevňování Kutnohorského vápence, bylo zaznamenáno množství informací. Vyhodnoceny byly základní výsledky. Samotná aplikační metoda, nemá veliký vliv na rozliv zpevňovače v kamenech, i když jsou patrné rozdíly. Velice závisí na stavu kamene a jeho poškození, a také obsažených látkách v kamenech. To by mohlo být dalším předmětem zkoumání. Z hlediska výsledků provedených experimentů a praktických výsledků se jako nejlepší metoda jeví napouštění injekční stříkačkou, pomocí které můžeme dosáhnout i velké přesnosti. Pomalé infuzní napouštění je také efektivní metodou, při které bylo zjištěno, že vliv gravitace na rozliv zpevňovače nemá skoro žádný vliv a stejně dobře prostupuje směrem do hloubky kamene.

V případě restaurování reliéfu sv. Jakuba na morovém sloupu v Kutné Hoře, bylo hlavním cílem především eliminovat tmavé krusty tvořící se na povrchu. Tyto krusty uzavírají povrch kamene, pod nimi se zadržují soli a voda, a hmota kamene značně degraduje. To se projevuje jemnými trhlinkami, pískováním povrchu, a dochází také k úplné ztrátě vápence. Redukce těchto krust byla dosažena za pomoci kombinace mikroabrazivní metody čištění a laseru. Nesoudržný materiál vápence byl zpevněn organokřemičitany, praskliny a dutiny

vyinjektovány. Reliéf byl doplněn tmely, které vyhovují svými fyzikálními, strukturními i vzhledovými vlastnostmi původnímu kameni. Na závěr byla provedena barevná retuš, která celý reliéf sjednotila a zapojila do vzhledu již restaurovaných částí morového sloupu.

6 Poznámky

7 Seznam použité literatury a pramenů

7.1 Seznam použité literatury

PANOCH, Pavel a Štěpán BARTOŠ. *Hradec Králové: průvodce po architektonických památkách od středověku do současnosti = Hradec Králové a thumbnail sketch of the development from the Middle Ages to the present*. Vydání první. ISBN 8074223264.

KOKSTEJNOVÁ, Aneta. *Restaurování sochy „Múzy lyrického zpěvu Aiodé“ z parku státního zámku Konopiště a Restaurování sádrových plastik rytířů, modelů stavebních článků chrámu sv. Barbory v Kutné Hoře*. Litomyšl, 2015. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

RATHAUSKÝ, Jiří: *Organokřemičité prostředky pro konzervaci přírodního kamene a stavebních materiálů*. Praha, 1990.

GLÁSER, Petr a Vratislav NEJEDLÝ, ed. *Organokřemičitany v české památkové praxi: sborník z konference Padesát let používání organokřemičitanů na území České republiky*, konané pod záštitou ICOMOS, Národního památkového ústavu a Národního muzea 16. dubna 2008. Praha: Národní památkový ústav, ústřední pracoviště, 2008. Práce (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-87104-15-6.

KOLÁŘ, Roman. *Restaurování reliéfu sv. Rozálie z morového sloupu v Kutné Hoře a technologie čištění sádrovcových krust na kutnohorském vápenci*. Litomyšl, 2016. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

RULÍŠEK, Hynek. *Postavy, atributy, symboly: slovník křesťanské ikonografie*. 2., upr. vyd. České Budějovice: Karmášek, 2006. ISBN 80-239-7434-3.

ĎOUBAL, Jakub; LESNIAKOVÁ Petra; studenti fakulty restaurování. *Restaurátorský průzkum morového sloupu v Kutné Hoře*. Litomyšl, 2013. Univerzita Pardubice Fakulta restaurování.

TIŠLOVÁ, Renata; NOVOTNÁ Adéla. *Opravné malty – umělý kámen pro biodetritické vápence*. In: *Sborník z konference XIV*. Odborná konference o vědě, výzkumu a aplikacích v oboru maltovin, VUT Brno, 2015, s. 11-20.

KOLÁŘ, Roman; Zítková, Petra. *I. Etapa restaurování morového sloupu v Kutné Hoře (Obláčný pylon se sochou Panny Marie)*. Litomyšl, 2016. Restaurátorská zpráva. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování

ĎOUBAL, Jakub; KOLÁŘ, Roman. *Morový sloup v Kutné Hoře – komplexní příprava restaurátorského zásahu*, 2016, roč. 76, č. 2, s. 424–432

SLOUKA, Jiří. *Mariánské a morové sloupy Čech a Moravy*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2996-1.

KOTLÍK, Petr. *Stavební materiály historických objektů: materiály, koroze, sanace*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. ISBN 80-7080-347-

ĎOUBAL, Jakub. *Restaurování sousoší sv. Václava před Jezuitskou kolejí v Kutné Hoře*. Litomyšl, 2006. Restaurování a ochrana uměleckých malířských a sochařských děl, konference sdružení pro ochranu památek arte-fakt

ĎOUBAL, Jakub. *Kamenné památky Kutné Hory: restaurování a péče o sochařská díla*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-905-0.

MACOUNOVÁ, Dana. *Restaurování vápencové sochy anděla z domu čp. 48 v Kutné Hoře s využitím nanosuspenzí na bázi hydroxidu vápenatého / Testování možností využití nanosuspenzí na bázi hydroxidu vápenatého pro konsolidaci organodetrického vápence*. Litomyšl, 2011. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Fakulta restaurování

FERREIRA PINTO, Ana P. a José Delgado RODRIGUES. Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants. *Journal of Cultural Heritage*. 2012, 13(2), 154-166.

7.2 Seznam použitých pramenů

Historie stavby. *Novinky Muzea východních Čech v Hradci Králové* [online]. c2017 [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: <http://www.muzeumhk.cz/historie-stavby.html>

Muzeum východních Čech. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Muzeum_v%C3%BDchodn%C3%ADch_%C4%8Cech

Význam soch u muzea je tak trochu tajemstvím – Hradecký deník. Hradecký deník [online]. Copyright © [cit. 31.07.2017]. Dostupné z: http://hradecky.denik.cz/kultura_region/vyznam-soch-u-muzea-je-tak-trochu-20110607.html

Umělecký průmysl. *Novinky Muzea východních Čech v Hradci Králové* [online]. c2017 [cit. 2017-07-31]. Dostupné z: <http://www.muzeumhk.cz/umelecky-prumysl.html>

Boanerges — ONLINE KNIHOVNA Strážné věže. [online]. Copyright © [cit. 31.07.2017]. Dostupné z: <https://wol.jw.org/cs/wol/d/r29/lp-b/1200000777>

8 Seznam použitých symbolů a zkratk

A UV – Ultrafialové zmačeni

B č. - číslo

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 Hloubka penetrace – Kutnohorský vápenec	58
Tabulka 2 Hloubka penetrace – výdusky.....	62
Tabulka 3 Rozdíly mezi horizontálním a vertikálním měřením – aplikace injekční stříkačkou	66
Tabulka 4 Rozdíly mezi horizontálním a vertikálním měřením – aplikace infuzí.....	68
Tabulka 5 Nárůst rychlosti signálu – aplikace injekcí	72
Tabulka 6 Nárůst rychlosti signálu – aplikace injekcí	72
Tabulka 7 Nárůst rychlosti signálu – aplikace nátěrem	74
Tabulka 8 Nárůst rychlosti signálu – aplikace nátěrem	74
Tabulka 9 Nárůst rychlosti signálu – aplikace stříčkou	76
Tabulka 10 Nárůst rychlosti signálu – aplikace stříčkou	76
Tabulka 11 Nárůst rychlosti signálu – aplikace infuzí.....	78
Tabulka 12 Nárůst rychlosti signálu – aplikace infuzí.....	78
Tabulka 13 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí	81
Tabulka 14 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí	81
Tabulka 15 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí	82
Tabulka 16 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí	82
Tabulka 17 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí.....	84
Tabulka 18 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí.....	84
Tabulka 19 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí.....	85
Tabulka 20 Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí.....	85
Tabulka 21 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace injekcí.....	87
Tabulka 22 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace injekcí.....	87
Tabulka 23 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace nátěrem	88
Tabulka 24 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace nátěrem	88
Tabulka 25 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace stříčkou	89
Tabulka 26 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace stříčkou	89
Tabulka 27 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace infuze.....	90
Tabulka 28 Nárůst rychlosti signálu, vertikální měření – aplikace infuze.....	90

Tabulka 29	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí	92
Tabulka 30	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí	92
Tabulka 32	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace injekcí	93
Tabulka 33	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace injekcí	93
Tabulka 34	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí.....	94
Tabulka 35	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí.....	94
Tabulka 36	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření – aplikace infuzí.....	95
Tabulka 37	Nárůst rychlosti signálu, horizontální měření, síť bodů – aplikace infuzí.....	95

10 Seznam grafů

Graf. 1 Koeficient kapilární absorpce	53
Graf. 2 Graf srovnání aplikačních metod – Kutnohorský vápenec	59
Graf. 3 Graf srovnání aplikačních metod – výdusky.....	63
Graf. 4 Graf srovnání horizontálního a vertikálního měření – aplikace injekční stříkačkou	67
Graf. 5 Graf srovnání horizontálního a vertikálního měření – aplikace infuzí.....	69
Graf. 6 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace injekční stříkačkou	73
Graf. 7 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace nátěrem	75
Graf. 8 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace stříčkou	77
Graf. 9 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence – aplikace infuzí ..	79

11 Seznam vyobrazení v textu

Obr. 1 Odebrané vzorky	20
Obr. 2 Socha alegorie umění – snímek pod UV zářením	21
Obr. 3 Socha alegorie průmyslu – zkoušky čištění	22
Obr. 4 Socha alegorie umění – zkoušky čištění	23
Obr. 5 Pryž tvárlivá 6422 - KOH-I-NOOR	24
Obr. 6 Pryž tvárlivá 6422 - KOH-I-NOOR	24
Obr. 7 Pryž 6426 tvárlivá super extra soft – KOH-I-NOOR	25
Obr. 8 Kombinovaná guma pryž červeno modrá 6521 / 60- KOH-I-NOOR – použita červená část středně tvrdá.....	25
Obr. 9 Kombinovaná guma pryž červeno modrá 6521 / 60- KOH-I-NOOR – použitá modrá část s příměsí pemzy	26
Obr. 10 Pryž extra tvrdá 6641	26
Obr. 11 Mikroabrazivní metoda čištění – pískování	27
Obr. 12 Mikroabrazivní metoda čištění – pískování	27
Obr. 13 Laser - 1,4 J/ cm ²	28
Obr. 14 Laser - 1,4 J/ cm ²	28
Obr. 15 Agar – přírodní polysacharid	29
Obr. 16 Agar – přírodní polysacharid	29
Obr. 17 Vzorky kutnohorského vápence	49
Obr. 18 Upravený povrch	50
Obr. 19 Výdusky v rozebíratelné konstrukci	50
Obr. 20 Měření ultrazvukovou transmisí	54
Obr. 21 Směr měření signálu	54
Obr. 22 Body pro vertikální měření	55
Obr. 23 Síť bodů pro horizontální měření	55
Obr. 24 Začátek měření	56
Obr. 25 Ukázka napouštění injekční stříkačkou – Kutnohorský vápenec	56
Obr. 26 Ukázka napouštění pomocí infuze – výdusky	56
Obr. 27 měřené body	71

Obr. 28 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí.....	81
Obr. 29 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí.....	82
Obr. 30 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence horizontální měření – aplikace injekční stříkačkou	83
Obr. 31 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí	84
Obr. 32 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí	85
Obr. 33 Srovnání nárůstu rychlosti na vzorcích kutnohorského vápence horizontální měření – aplikace infuzí.....	86
Obr. 34 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí.....	92
Obr. 35 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace injekcí.....	93
Obr. 36 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí	94
Obr. 37 Nárůst šířeného signálu měřený na síti bodů po boku kamene, Kutnohorský vápenec – aplikace infuzí	95
Obr. 38 Reliéf sv. Jakuba – místa odběrů vzorků	105
Obr. 39 Reliéf sv. Jakuba – odběr vzorku č.1	106
Obr. 40 Reliéf sv. Jakuba – odběr vzorku č.2.....	106
Obr. 41 Reliéf sv. Jakuba – odběr vzorku č.3.....	106
Obr. 42 Reliéf sv. Jakuba – snímek pod UV zářením	108
Obr. 43 snímek pod UV zářením	109
Obr. 44 snímek pod UV zářením	109
Obr. 45 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění – plocha reliéfu	111
Obr. 46 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění plocha reliéfu – slitá tmavá krusta	111
Obr. 47 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění – místo na figuře	111
Obr. 48 Reliéf sv. Jakuba – Zkouška čištění – narušený povrch	112
Obr. 49 Zkoušky tmelů.....	113
Obr. 50 Místa odběrů vzorků	122

12 Seznam grafických příloh a obrazových příloh

Obr. 51 Legenda.....	146
Obr. 52 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled	147
Obr. 53 Socha alegorie průmyslu – zadní pohled	148
Obr. 54 Socha alegorie průmyslu – levý bok.....	149
Obr. 55 Socha alegorie průmyslu – pravý bok.....	150
Obr. 56 legenda	151
Obr. 57 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled	152
Obr. 58 Socha alegorie průmyslu – levý bok.....	153
Obr. 59 Socha alegorie průmyslu – pravý bok.....	154
Obr. 60 Legenda.....	155
Obr. 61 Socha alegorie umění – čelní pohled	156
Obr. 62 Socha alegorie umění – zadní pohled	157
Obr. 63 Socha alegorie umění – levý bok	158
Obr. 64 Socha alegorie umění – pravý bok	159
Obr. 65 Socha alegorie umění – čelní pohled – degradovaný povrch.....	160
Obr. 66 Legenda.....	161
Obr. 67 Socha alegorie umění – čelní pohled	162
Obr. 68 Socha alegorie umění – levý bok	163
Obr. 69 Socha alegorie umění – pravý bok	164
Obr. 70 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled	166
Obr. 71 Socha alegorie průmyslu – zadní pohled	167
Obr. 72 Socha alegorie průmyslu – levý bok.....	168
Obr. 73 Socha alegorie průmyslu – pravý bok.....	169
Obr. 74 Socha alegorie umění – čelní pohled	170
Obr. 75 Socha alegorie umění – zadní pohled	171
Obr. 76 Socha alegorie umění – levý bok	172

Obr. 77 Socha alegorie umění – pravý bok	173
Obr. 78 Oddělená část – hlava	174
Obr. 79 Oddělená část – fragment křesla	174
Obr. 80 Oddělená část – fragment křesla	175
Obr. 81 Socha alegorie průmyslu – chybějící pravá ruka.....	176
Obr. 82 Socha alegorie průmyslu – prasklá bočnice křesla.....	176
Obr. 83 Socha alegorie průmyslu – prasklá výztuž na zadní straně.....	177
Obr. 84 Socha alegorie průmyslu – ztráta povrchu – nos, brada	177
Obr. 85 Socha alegorie průmyslu – mechanické poškození	178
Obr. 86 Socha alegorie průmyslu – mechanické poškození	178
Obr. 87 Socha alegorie průmyslu – vymytí sádry způsobené tekoucí vodou	179
Obr. 88 Socha alegorie průmyslu – cizí látky.....	180
Obr. 89 Socha alegorie průmyslu – cizí látky.....	180
Obr. 90 Socha alegorie umění – oddělené části	181
Obr. 91 Socha alegorie umění – chybějící roh – Pravá bočnice křesla	181
Obr. 92 Socha alegorie umění – mechanické poškození	182
Obr. 93 Socha alegorie umění – mechanické poškození	182
Obr. 94 Socha alegorie umění – mechanické poškození	183
Obr. 95 Socha alegorie umění – cizí látky.....	183
Obr. 96 Socha alegorie umění – degradovaný povrch	184
Obr. 97 Socha alegorie umění – cizí látky + degradovaný povrch	184
Obr. 98 Socha alegorie umění – chybějící výztuže	185
Obr. 99 Socha alegorie průmyslu – čištění.....	186
Obr. 100 Socha alegorie průmyslu – čištění.....	186
Obr. 101 Socha alegorie průmyslu – průběh čištění – čelní pohled.....	187
Obr. 102 Socha alegorie průmyslu – průběh čištění – detail.....	188
Obr. 103 Socha alegorie průmyslu – průběh čištění – čelní pohled.....	189
Obr. 104 Socha alegorie umění – průběh čištění – čelní pohled	190
Obr. 105 Socha alegorie umění – průběh čištění – detail.....	191

Obr. 106 Socha alegorie umění – čištění pomocí chloroformu nasyceného v zábalu práškového arbocelu.....	192
Obr. 107 Socha alegorie umění – čištění pomocí chloroformu nasyceného v zábalu práškového arbocelu.....	192
Obr. 108 Socha alegorie umění – po očištění zábalem	193
Obr. 109 Historická fotografie – Socha alegorie průmyslu.....	194
Obr. 110 Socha alegorie průmyslu – Nový zámek Ratboř známý jako Chateau Kotěra	195
Obr. 111 Socha alegorie průmyslu – Muzeum v Hradci Králové	196
Obr. 112 Socha alegorie průmyslu – Muzeum v Hradci Králové	197
Obr. 113 Socha alegorie průmyslu – vnější opěrná armatura.....	198
Obr. 114 Rekonstrukce ruky – sochařská hlína	199
Obr. 115 Rekonstrukce ruky – sochařská hlína	199
Obr. 116 Socha alegorie průmyslu – po vymodelování	200
Obr. 117 Silikonová forma – ruka.....	201
Obr. 118 Sádrový odlitek – ruka	201
Obr. 119 Sádrový doplněk osazený na odlitku	202
Obr. 120 Sádrový doplněk osazený na odlitku	203
Obr. 121 Malá soška ženy nalezená v Suchardově vile	203
Obr. 122 Historická fotografie – Socha alegorie umění.....	204
Obr. 123 dějiny města Hradce Králového, (Geschichte der Stadt Königgrätz, I. díl 1780, autor: Karl Joseph Biener z Bienenbergu.....	205
Obr. 124 Grafické znázornění Eliščina pásu umístěné v knize	205
Obr. 125 Socha alegorie umění – podpurná konstrukce.....	206
Obr. 126 Socha alegorie umění – doplněk vytvořený z hlíny.....	207
Obr. 127 Socha alegorie umění – doplněk vytvořený z hlíny.....	208
Obr. 128 Socha alegorie umění – silikonová forma	209
Obr. 129 Socha alegorie umění – čelní pohled – před doplněním	210
Obr. 130 Socha alegorie umění – čelní pohled – po doplnění.....	211
Obr. 131 Socha alegorie umění – před doplněním dřevěných výztuží.....	212
Obr. 132 Socha alegorie umění – dřevěná výztuž.....	213
Obr. 133 Socha alegorie umění – po doplnění dřevěné výztuže.....	214

Obr. 134 Socha alegorie průmyslu – fragmenty bočnice trůnu	215
Obr. 135 Socha alegorie průmyslu – stav před lepením.....	216
Obr. 136 Socha alegorie průmyslu – stav po lepení.....	216
Obr. 137 Socha alegorie průmyslu – stav před	217
Obr. 138 Socha alegorie průmyslu – stav po	217
Obr. 139 Socha alegorie průmyslu – stav před	218
Obr. 140 Socha alegorie průmyslu – stav po	218
Obr. 141 Socha alegorie průmyslu – ukázka plastické retuše	219
Obr. 142 Socha alegorie průmyslu – po vytmelení – čelní pohled	220
Obr. 143 Socha alegorie průmyslu – po vytmelení – levý bok.....	221
Obr. 144 Socha alegorie průmyslu – po vytmelení – pravý bok.....	222
Obr. 145 Socha alegorie umění – stav před	223
Obr. 146 Socha alegorie umění – stav po	223
Obr. 147 Socha alegorie umění – ukázka plastické retuše	224
Obr. 148 Socha alegorie umění – ukázka plastické retuše	224
Obr. 149 Socha alegorie umění – stav po vytmelení – čelní pohled	225
Obr. 150 Socha alegorie umění – stav po vytmelení – levý bok	226
Obr. 151 Socha alegorie umění – stav po vytmelení – pravý bok	227
Obr. 152 Socha alegorie umění – ukázka barevné retuše	228
Obr. 153 Socha alegorie umění – ukázka barevné retuše	228
Obr. 154 Socha alegorie umění – ukázka barevné retuše	229
Obr. 155 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled	231
Obr. 156 Socha alegorie průmyslu – zadní pohled	232
Obr. 157 Socha alegorie průmyslu – levý boční pohled.....	233
Obr. 158 Socha alegorie průmyslu – pravý boční pohled	234
Obr. 159 Socha alegorie průmyslu – pravý boční pohled	235
Obr. 160 Socha alegorie umění – zadní pohled	236
Obr. 161 Socha alegorie umění – levý boční pohled	237
Obr. 162 Obr. 163 Socha alegorie umění – pravý boční pohled.....	238
Obr. 164 Socha alegorie průmyslu – Stav před a po restaurování	239

Obr. 165 Socha alegorie umění – stav před a po restaurování	239
Obr. 166 Reliéf sv. Jakuba.....	240
Obr. 167 Reliéf sv. Jakuba.....	241
Obr. 168 Reliéf sv. Jakuba.....	242
Obr. 169 Reliéf sv. Jakuba.....	243
Obr. 170 Reliéf sv. Jakuba.....	244
Obr. 171 Reliéf sv. Jakuba – stav před restaurováním.....	245
Obr. 172 Reliéf sv. Jakuba – průběh odstraňování starých vysprávek.....	246
Obr. 173 Reliéf sv. Jakuba – průběh odstraňování starých vysprávek.....	247
Obr. 174 Reliéf sv. Jakuba – průběh zpevňování	248
Obr. 175 Obr. 176 Reliéf sv. Jakuba – průběh zpevňování.....	249
Obr. 177 Reliéf sv. Jakuba – průběh čištění	250
Obr. 178 Reliéf sv. Jakuba – průběh čištění	251
Obr. 179 Reliéf sv. Jakuba – průběh čištění	252
Obr. 180 Reliéf sv. Jakuba – stav před.....	253
Obr. 181 Reliéf sv. Jakuba – stav před.....	253
Obr. 182 Reliéf sv. Jakuba – stav před.....	254
Obr. 183 Reliéf sv. Jakuba – zpevnění.....	254
Obr. 184 Reliéf sv. Jakuba – injektáž dutin.....	255
Obr. 185 Reliéf sv. Jakuba – plastické retuše.....	255
Obr. 186 Reliéf sv. Jakuba – zlacení, stav po.....	256
Obr. 187 Reliéf sv. Jakuba – zlacení, stav po.....	256
Obr. 188 Reliéf sv. Jakuba – zakrytí zlacených prvků.....	257
Obr. 189 Reliéf sv. Jakuba – nanášení prvního zábalu pomocí tlakové pistole	258
Obr. 190 Reliéf sv. Jakuba – Odsolovací zábal	259
Obr. 191 Reliéf sv. Jakuba – stav před tmelením	260
Obr. 192 Reliéf sv. Jakuba – stav po tmelení	260
Obr. 193 Reliéf sv. Jakuba – stav před tmelením	261
Obr. 194 Reliéf sv. Jakuba – stav po tmelení	261
Obr. 195 Reliéf sv. Jakuba – stav před tmelením	262

Obr. 196 Reliéf sv. Jakuba – stav po tmelení	262
Obr. 197 Reliéf sv. Jakuba – stav po vytmelení	263
Obr. 198 Reliéf sv. Jakuba – ukázka barevné retuše.....	264
Obr. 199 Reliéf sv. Jakuba – ukázka barevné retuše.....	264
Obr. 200 Reliéf sv. Jakuba – ukázka barevné retuše.....	264
Obr. 201 Reliéf sv. Jakuba – Stav po restaurování	265
Obr. 202 Reliéf sv. Jakuba – Stav před a po restaurování.....	266

12.1 Grafická příloha – zákresy poškození

12.1.1 Čtvrtinové modely soch pro průčelí muzea v Hradci Králové

Socha alegorie průmyslu



Obr. 51 Legenda



Obr. 52 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled



Obr. 53 Socha alegorie průmyslu – zadní pohled



Obr. 54 Socha alegorie průmyslu – levý bok



Obr. 55 Socha alegorie průmyslu – pravý bok



nové
tmely

Obr. 56 legenda



Obr. 57 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled



Obr. 58 Socha alegorie průmyslu – levý bok



Obr. 59 Socha alegorie průmyslu – pravý bok

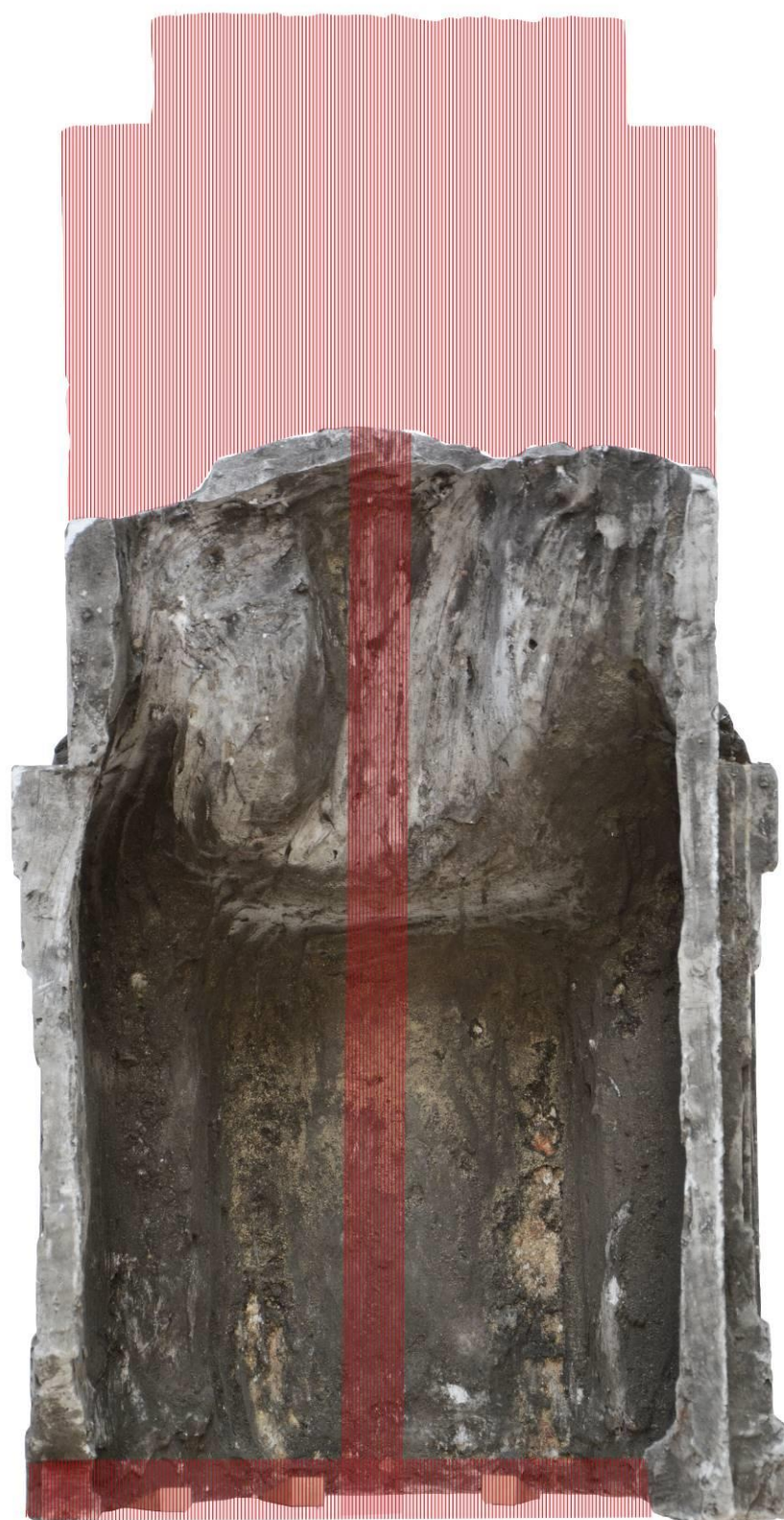
Socha alegorie umění:



Obr. 60 Legenda



Obr. 61 Socha alegorie umění – čelní pohled



Obr. 62 Socha alegorie umění – zadní pohled




Obr. 63 Socha alegorie umění – levý bok



Obr. 64 Socha alegorie umění – pravý bok



 degradovaný
povrch

Obr. 65 Socha alegorie umění – čelní pohled – degradovaný povrch



Obr. 66 Legenda



Obr. 67 Socha alegorie umění – čelní pohled



Obr. 68 Socha alegorie umění – levý bok



Obr. 69 Socha alegorie umění – pravý bok

12.2 Obrazová příloha – fotodokumentace restaurátorského zásahu

12.2.1 Čtvrtinové modely soch pro průčelí muzea v Hradci Králové

Stav památky před restaurováním

Socha alegorie průmyslu



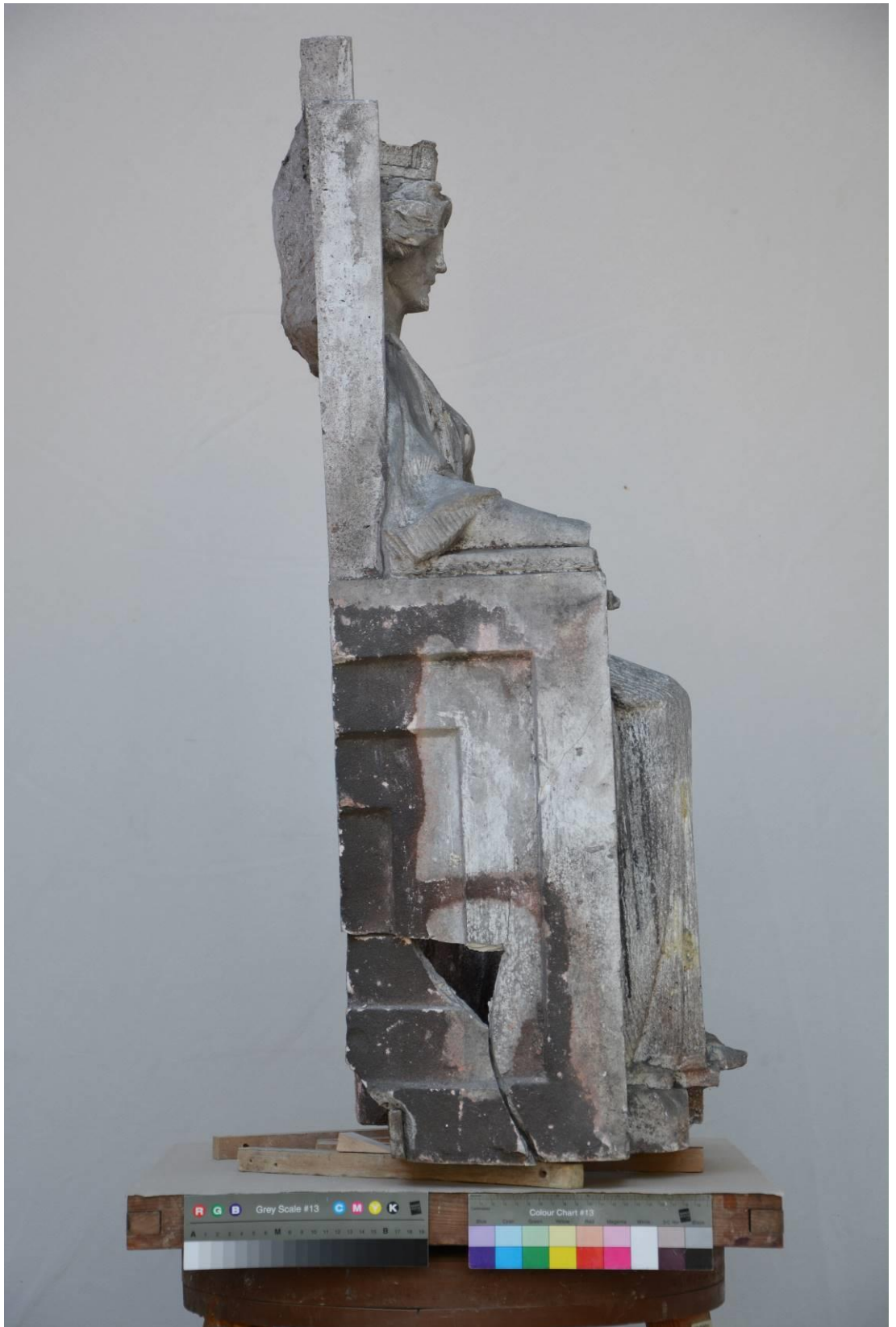
Obr. 70 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled



Obr. 71 Socha alegorie průmyslu – zadní pohled



Obr. 72 Socha alegorie průmyslu – levý bok



Obr. 73 Socha alegorie průmyslu – pravý bok

Socha alegorie umění



Obr. 74 Socha alegorie umění – čelní pohled



Obr. 75 Socha alegorie umění – zadní pohled



Obr. 76 Socha alegorie umění – levý bok



Obr. 77 Socha alegorie umění – pravý bok

Oddělené části – socha alegorie umění



Obr. 78 Oddělená část – hlava



Obr. 79 Oddělená část – fragment křesla



Obr. 80 Oddělená část – fragment křesla

Typy poškození – detaily

Socha alegorie průmyslu



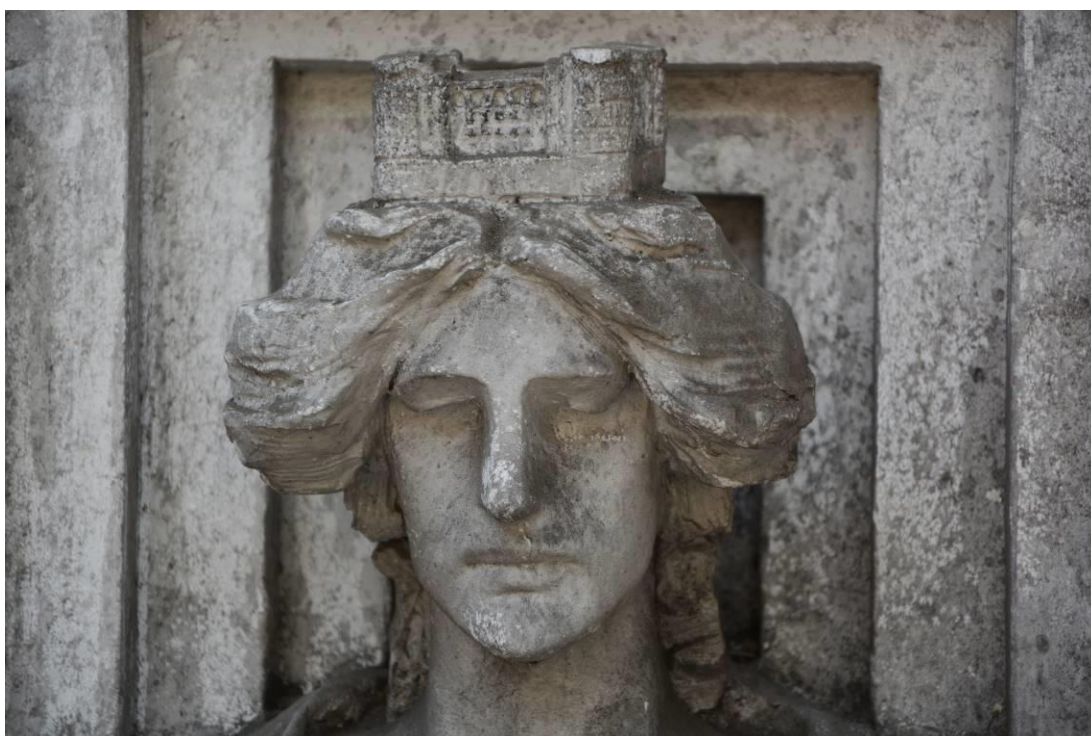
Obr. 81 Socha alegorie průmyslu – chybějící pravá ruka



Obr. 82 Socha alegorie průmyslu – prasklá bočnice křesla



Obr. 83 Socha alegorie průmyslu – prasklá výztuž na zadní straně



Obr. 84 Socha alegorie průmyslu – ztráta povrchu – nos, brada



Obr. 85 Socha alegorie průmyslu – mechanické poškození



Obr. 86 Socha alegorie průmyslu – mechanické poškození



Obr. 87 Socha alegorie průmyslu – vymytí sádry způsobené tekoucí vodou



Obr. 88 Socha alegorie průmyslu – cizí látky



Obr. 89 Socha alegorie průmyslu – cizí látky

Socha alegorie umění



Obr. 90 Socha alegorie umění – oddělené části



Obr. 91 Socha alegorie umění – chybějící roh – Pravá bočnice křesla



Obr. 92 Socha alegorie umění – mechanické poškození



Obr. 93 Socha alegorie umění – mechanické poškození



Obr. 94 Socha alegorie umění – mechanické poškození



Obr. 95 Socha alegorie umění – cizí látky



Obr. 96 Socha alegorie umění – degradovaný povrch



Obr. 97 Socha alegorie umění – cizí látky + degradovaný povrch



Obr. 98 Socha alegorie umění – chybějící výztuže

Čištění

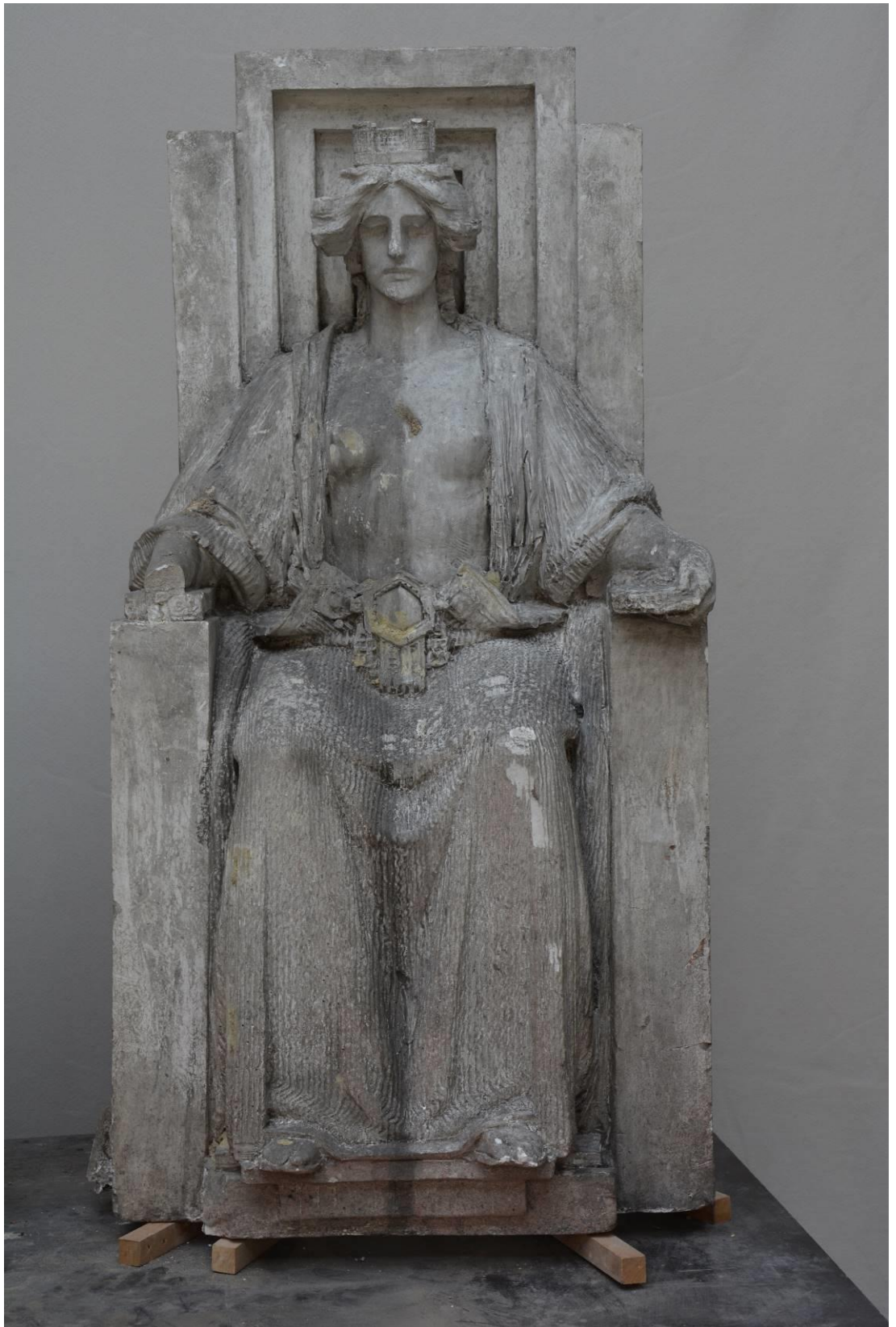
Socha alegorie průmyslu



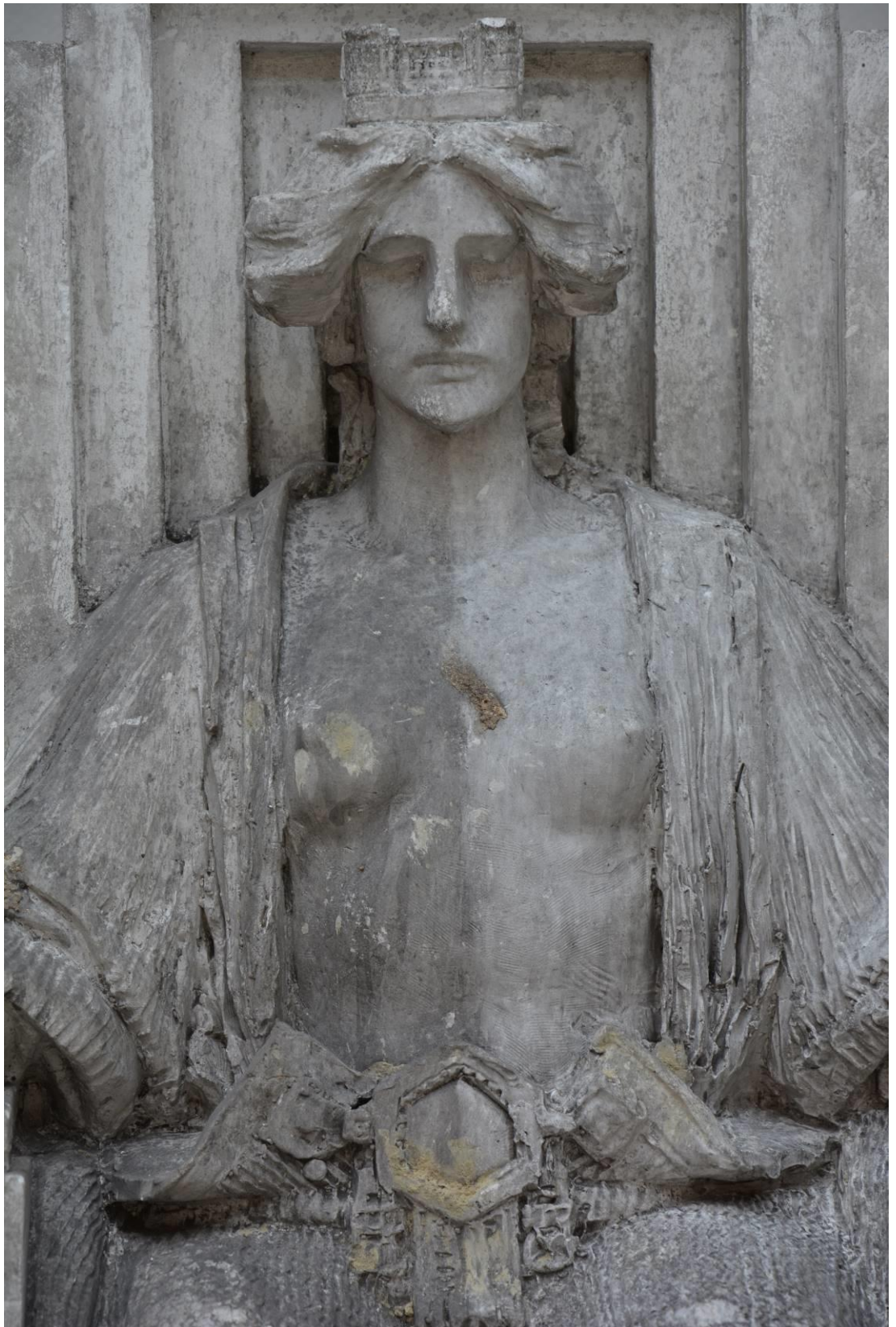
Obr. 99 Socha alegorie průmyslu – čištění



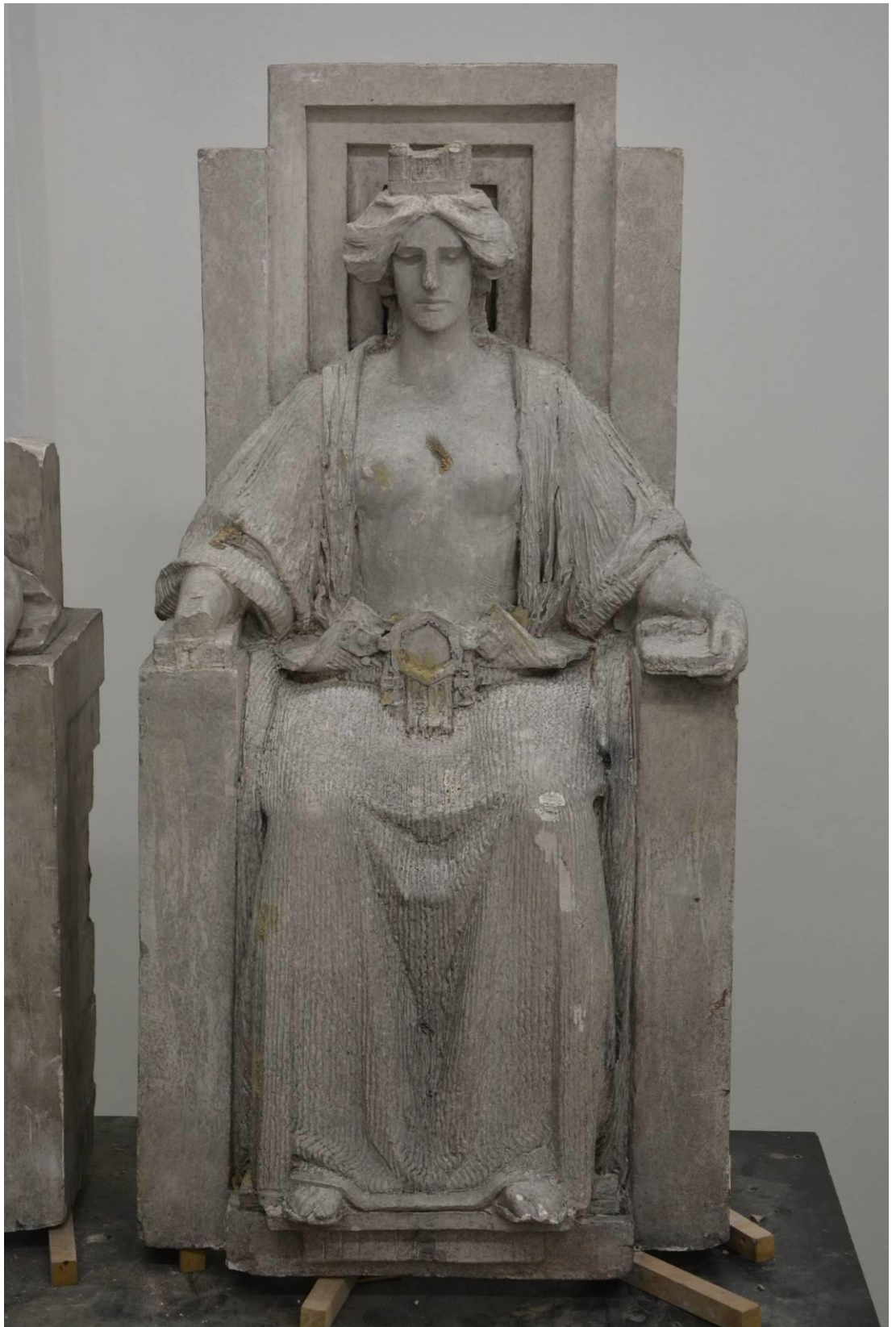
Obr. 100 Socha alegorie průmyslu – čištění



Obr. 101 Socha alegorie průmyslu – průběh čištění – čelní pohled



Obr. 102 Socha alegorie průmyslu – průběh čištění – detail



Obr. 103 Socha alegorie průmyslu – průběh čištění – čelní pohled

Socha alegorie umění



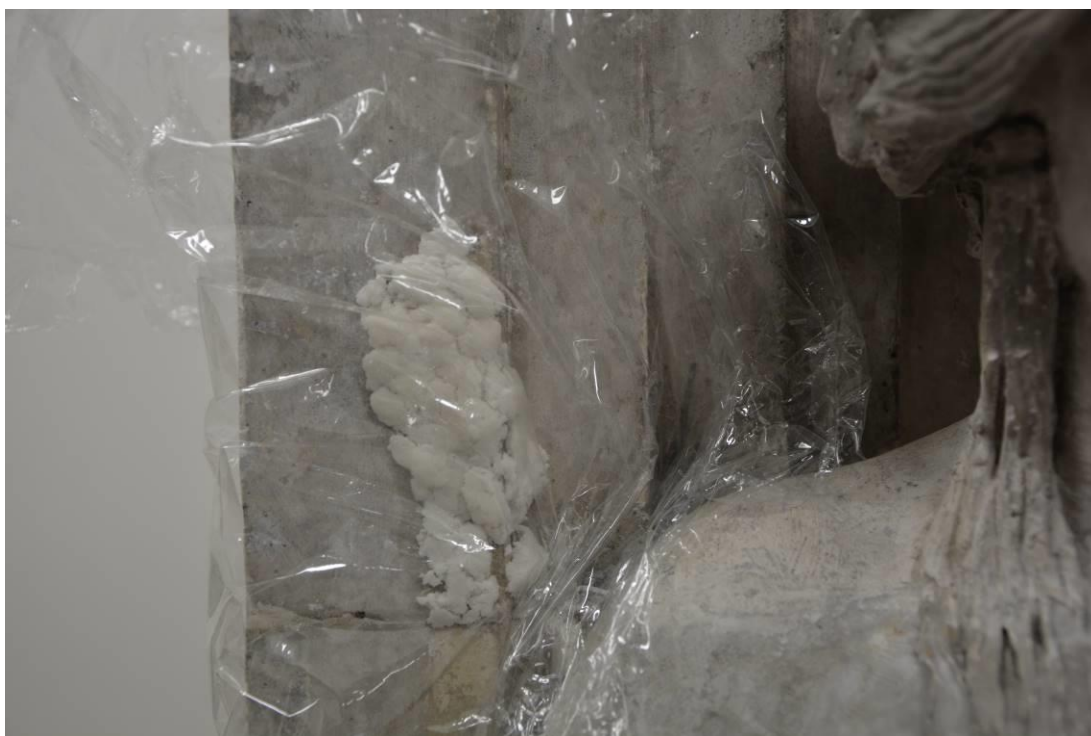
Obr. 104 Socha alegorie umění – průběh čištění – čelní pohled



Obr. 105 Socha alegorie umění – průběh čištění – detail



Obr. 106 Socha alegorie umění – čištění pomocí chloroformu nasyceného v zábalu práškového arbocehu



Obr. 107 Socha alegorie umění – čištění pomocí chloroformu nasyceného v zábalu práškového arbocehu



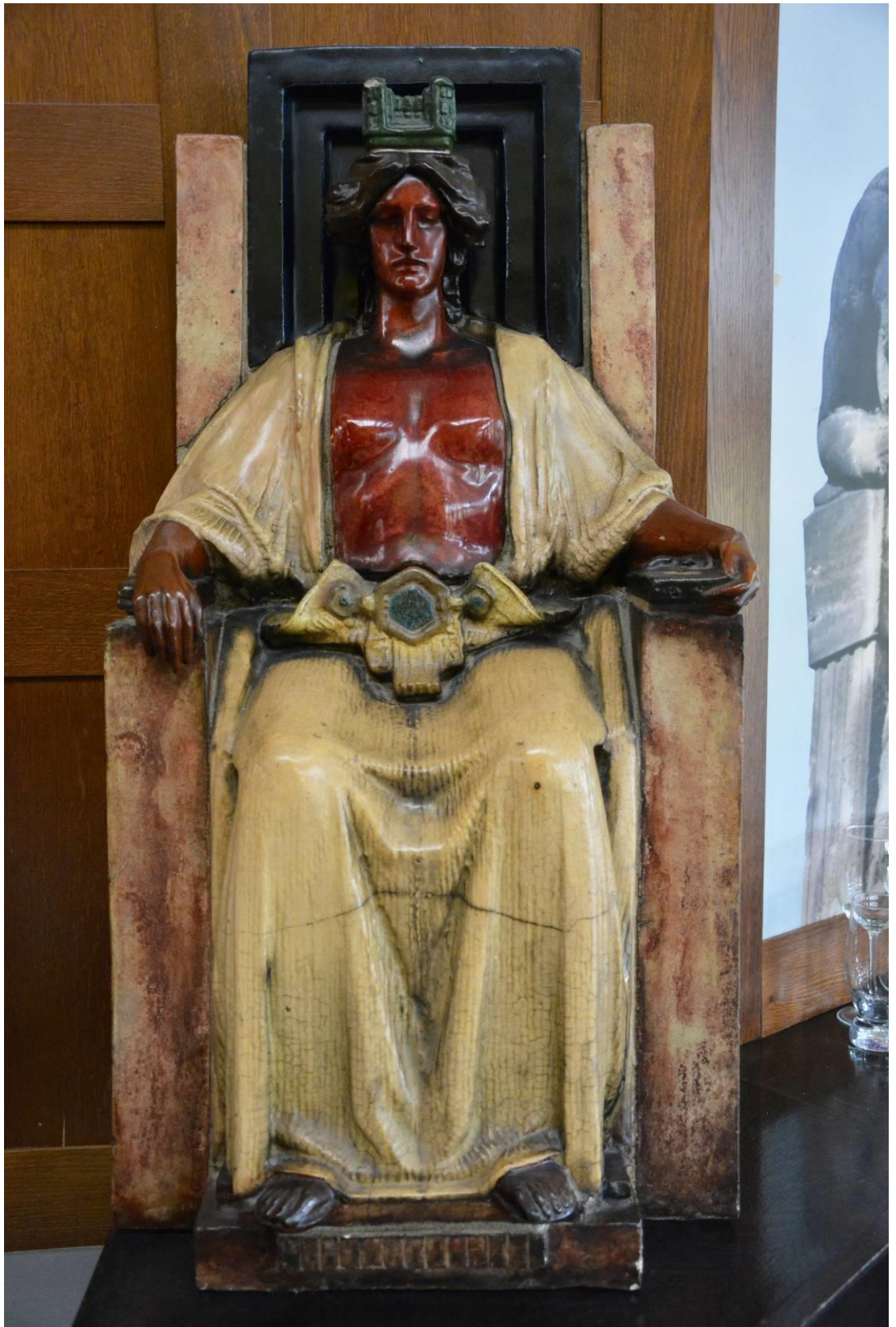
Obr. 108 Socha alegorie umění – po očištění zábalem

Rekonstrukce chybějících částí

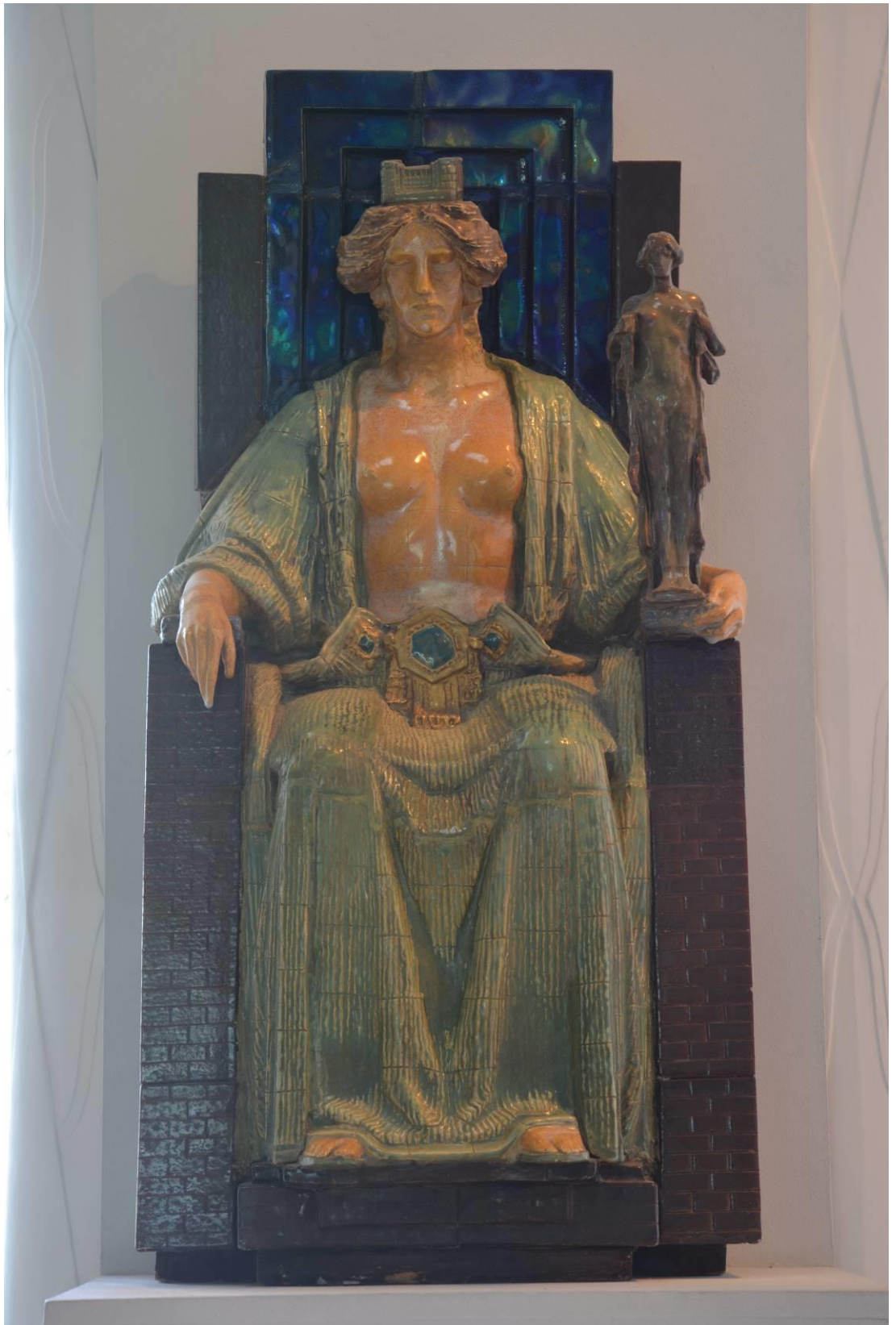
Dohledané předlohy socha alegorie průmyslu



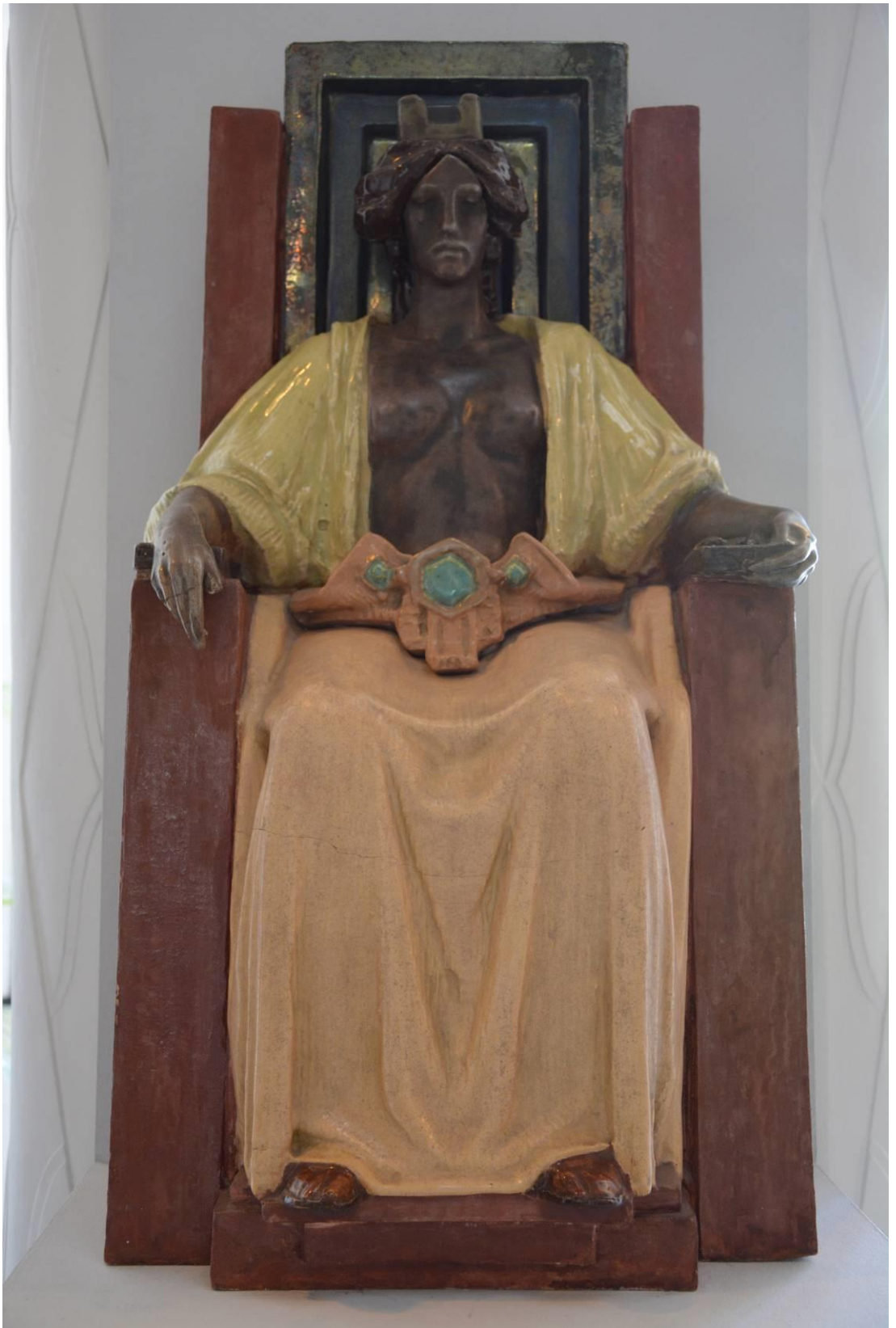
Obr. 109 Historická fotografie – Socha alegorie průmyslu



Obr. 110 Socha alegorie průmyslu – Nový zámek Ratboř známý jako Chateau Kotěra



Obr. 111 Socha alegorie průmyslu – Muzeum v Hradci Králové



Obr. 112 Socha alegorie průmyslu – Muzeum v Hradci Králové

Rekonstrukce pravé ruky – socha alegorie průmyslu



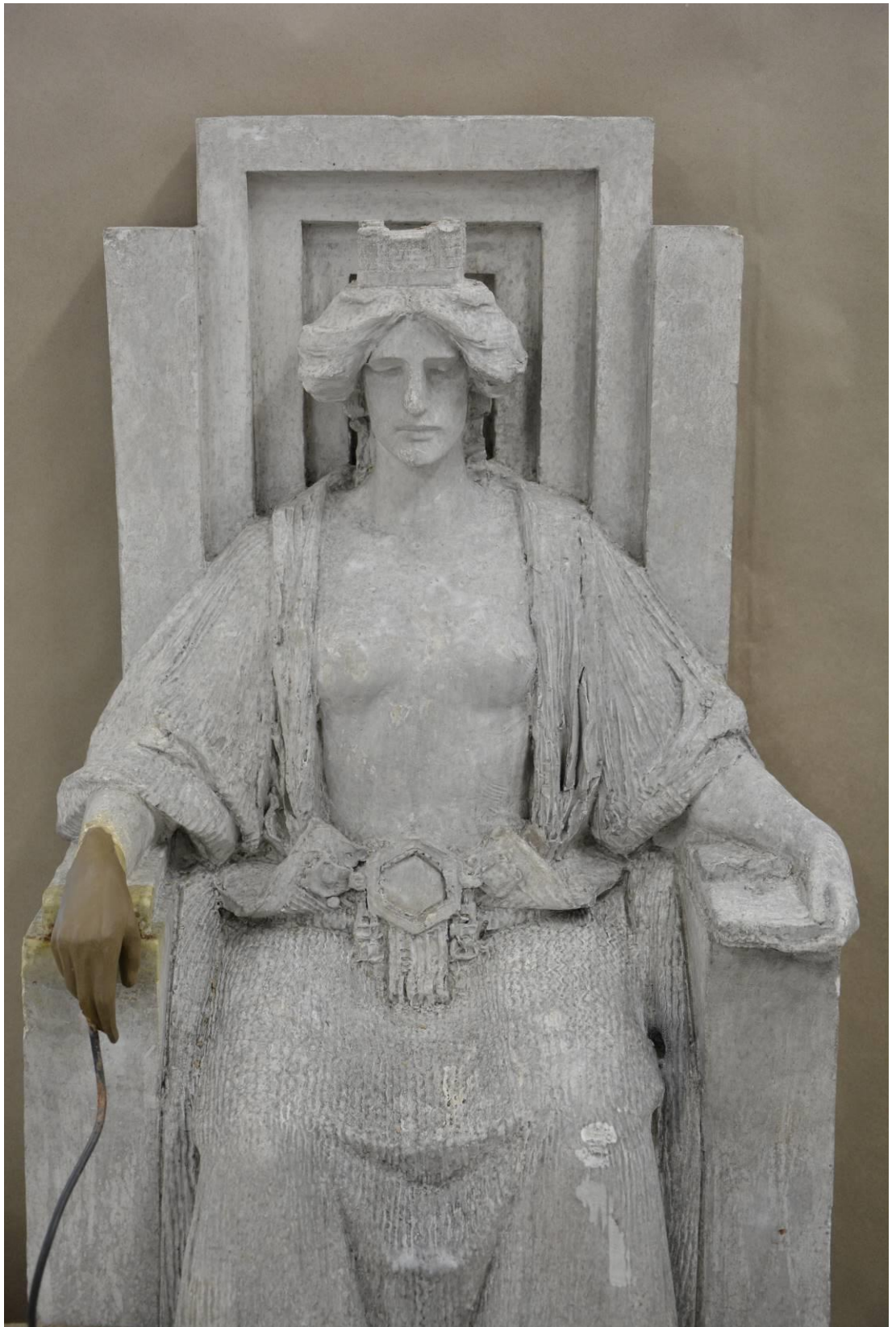
Obr. 113 Socha alegorie průmyslu – vnější opěrná armatura



Obr. 114 Rekonstrukce ruky – sochařská hlína



Obr. 115 Rekonstrukce ruky – sochařská hlína



Obr. 116 Socha alegorie průmyslu – po vymodelování



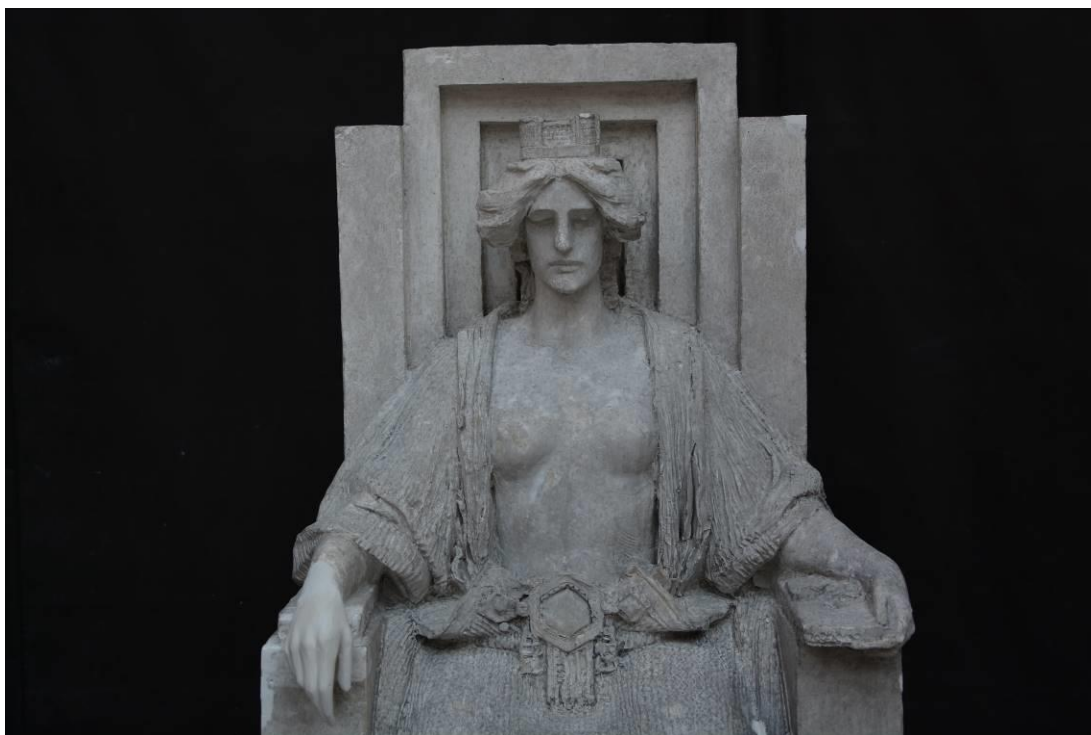
Obr. 117 Silikonová forma – ruka



Obr. 118 Sádrový odlitek – ruka

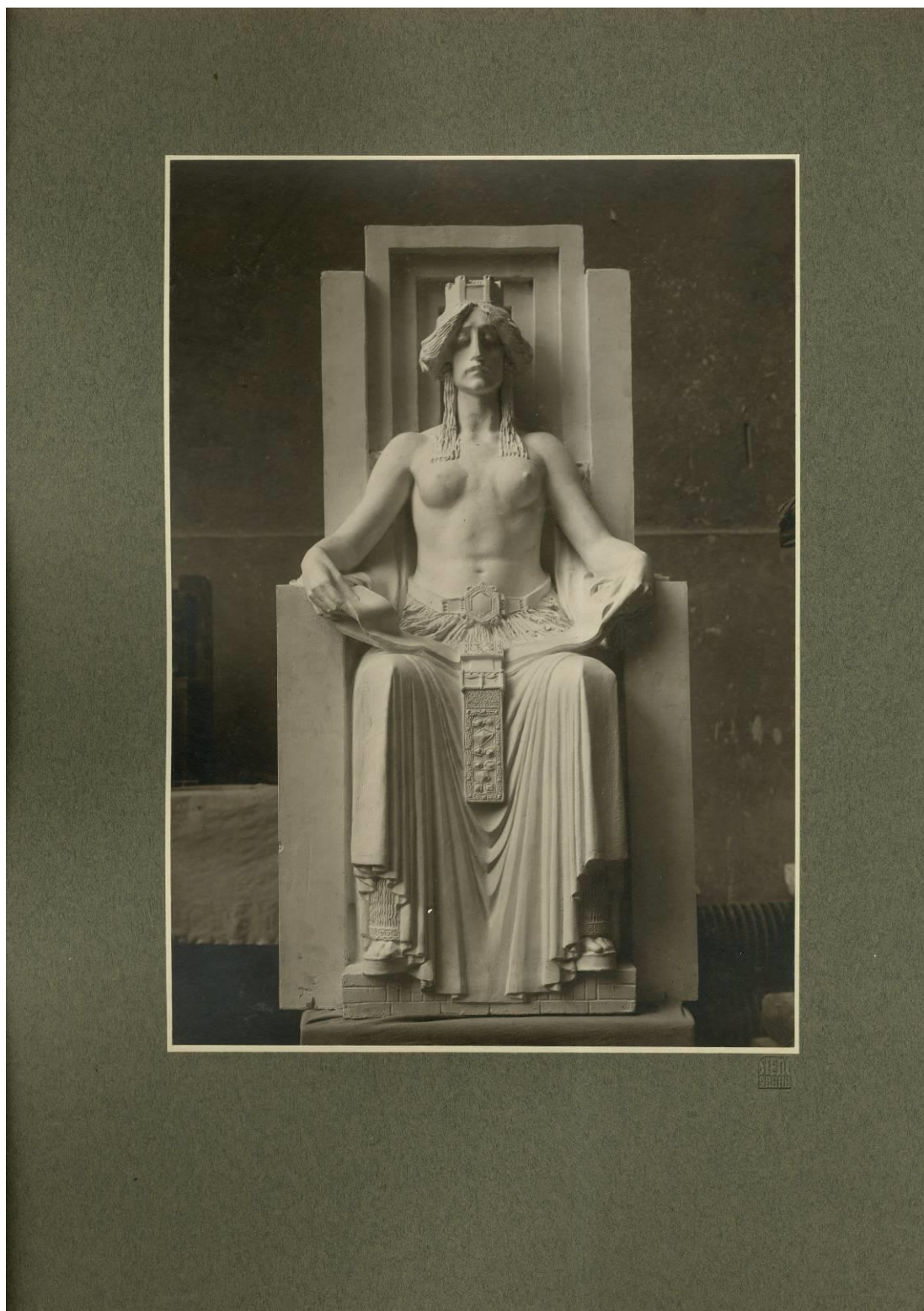


Obr. 119 Sádrový doplněk osazený na odlitku



Obr. 120 Sádrový doplněk osazený na odlitku

Dohledané předlohy socha alegorie umění



Obr. 122 Historická fotografie – Socha alegorie umění



Obr. 123 dějiny města Hradce Králového, (*Geschichte der Stadt Königgrätz*, I. díl 1780, autor: Karl Joseph Biener z Bienenbergu)



Obr. 124 Grafické znázornění Eliščina pásu umístěné v knize

Rekonstrukce ramenou a fragmentu křesla – socha alegorie umění



Obr. 125 Socha alegorie umění – podpůrná konstrukce



Obr. 126 Socha alegorie umění – doplněk vytvořený z hlíny



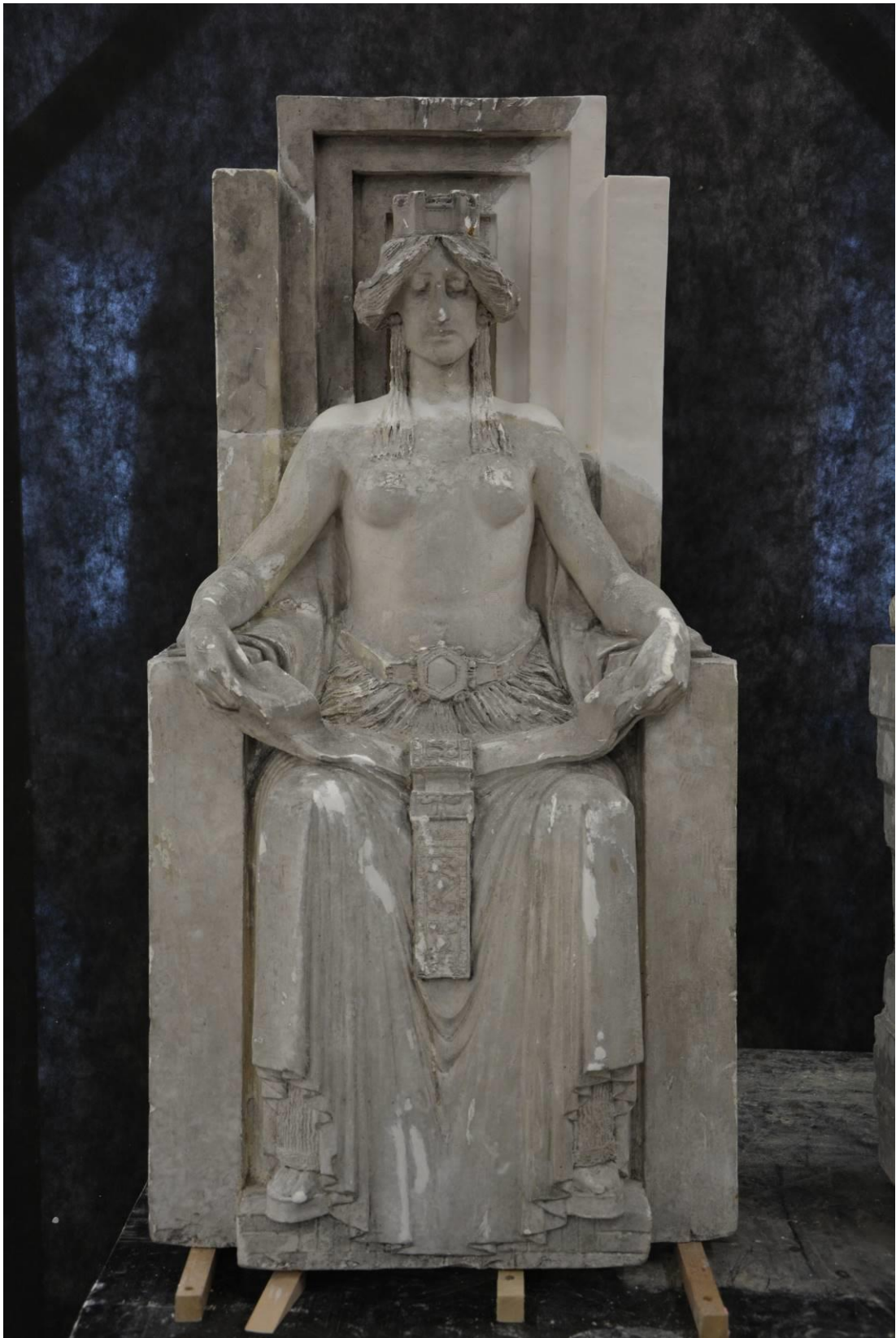
Obr. 127 Socha alegorie umění – doplněk vytvořený z hlíny



Obr. 128 Socha alegorie umění – silikonová forma



Obr. 129 Socha alegorie umění – čelní pohled – před doplněním



Obr. 130 Socha alegorie umění – čelní pohled – po doplnění



Obr. 131 Socha alegorie umění – před doplněním dřevěných výztuží



Obr. 132 Socha alegorie umění – dřevěná výztuž



Obr. 133 Socha alegorie umění – po doplnění dřevěné výztuže

Lepení



Obr. 134 Socha alegorie průmyslu – fragmenty bočnice trůnu



Obr. 135 Socha alegorie průmyslu – stav před lepením



Obr. 136 Socha alegorie průmyslu – stav po lepení

Plastická retuš

Socha alegorie průmyslu



Obr. 137 Socha alegorie průmyslu – stav před



Obr. 138 Socha alegorie průmyslu – stav po



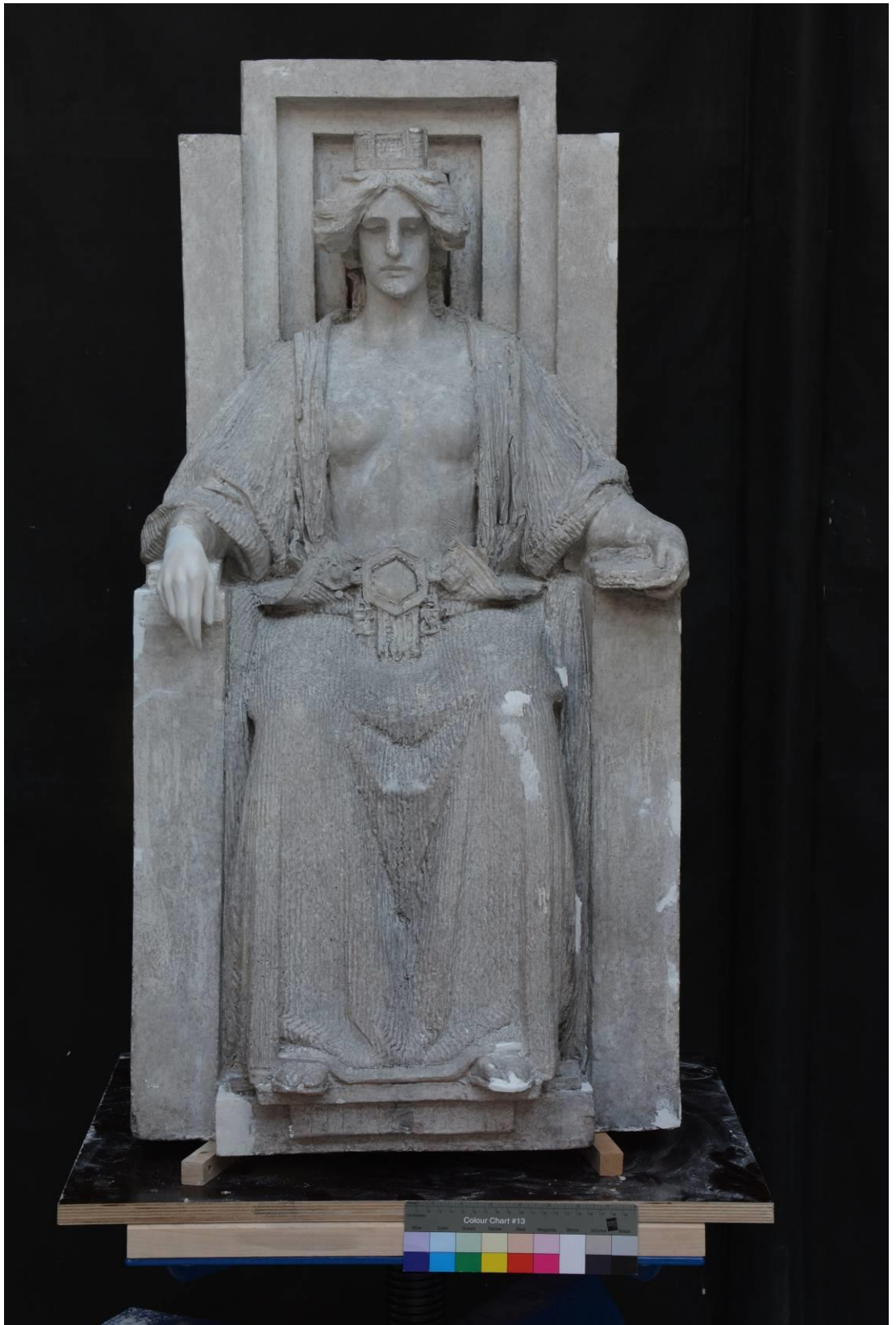
Obr. 139 Socha alegorie průmyslu – stav před



Obr. 140 Socha alegorie průmyslu – stav po



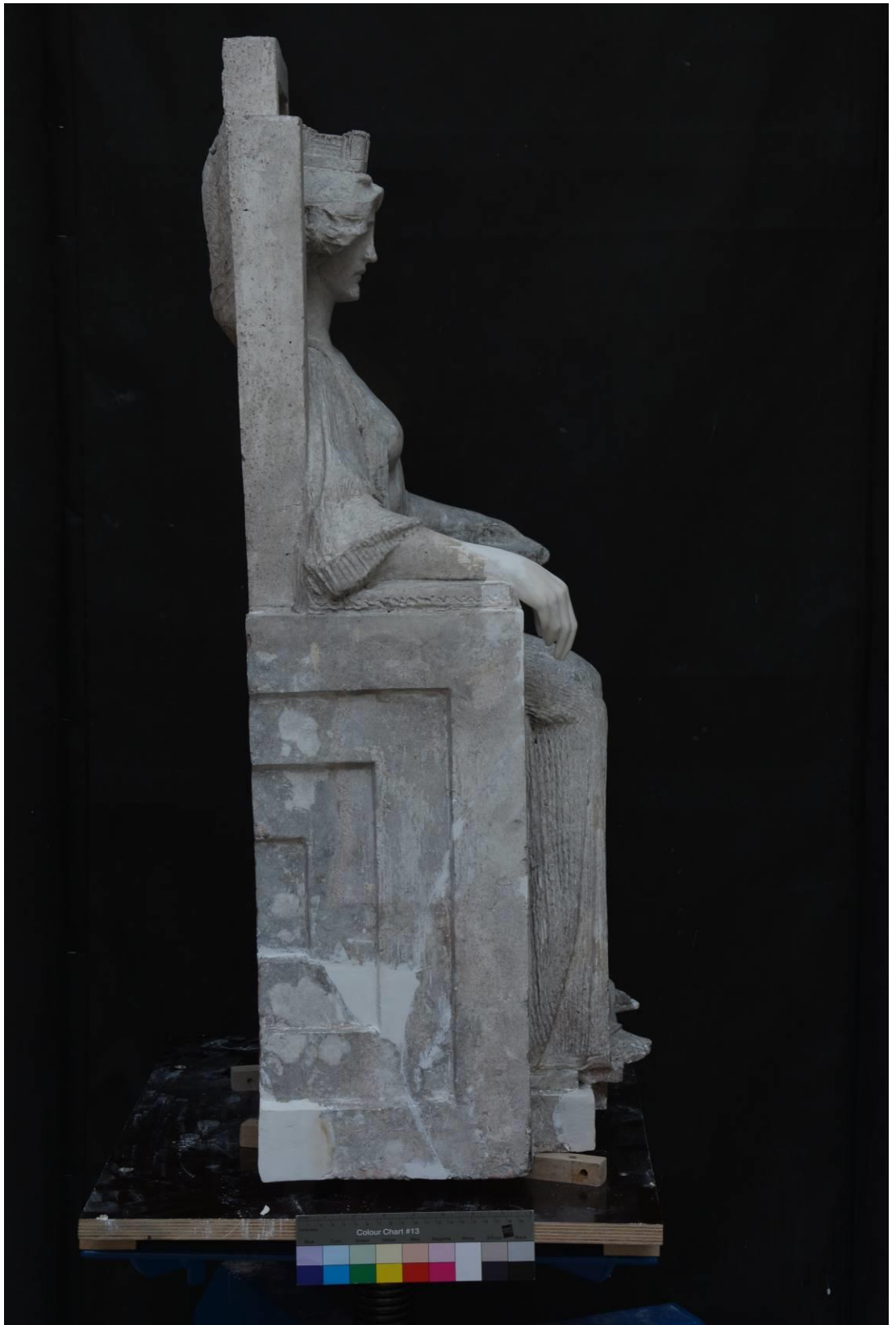
Obr. 141 Socha alegorie průmyslu – ukázka plastické retuše



Obr. 142 Socha alegorie průmyslu – po vytmelení – čelní pohled



Obr. 143 Socha alegorie průmyslu – po vytmelení – levý bok



Obr. 144 Socha alegorie průmyslu – po vytmelení – pravý bok

Socha alegorie umění



Obr. 145 Socha alegorie umění – stav před



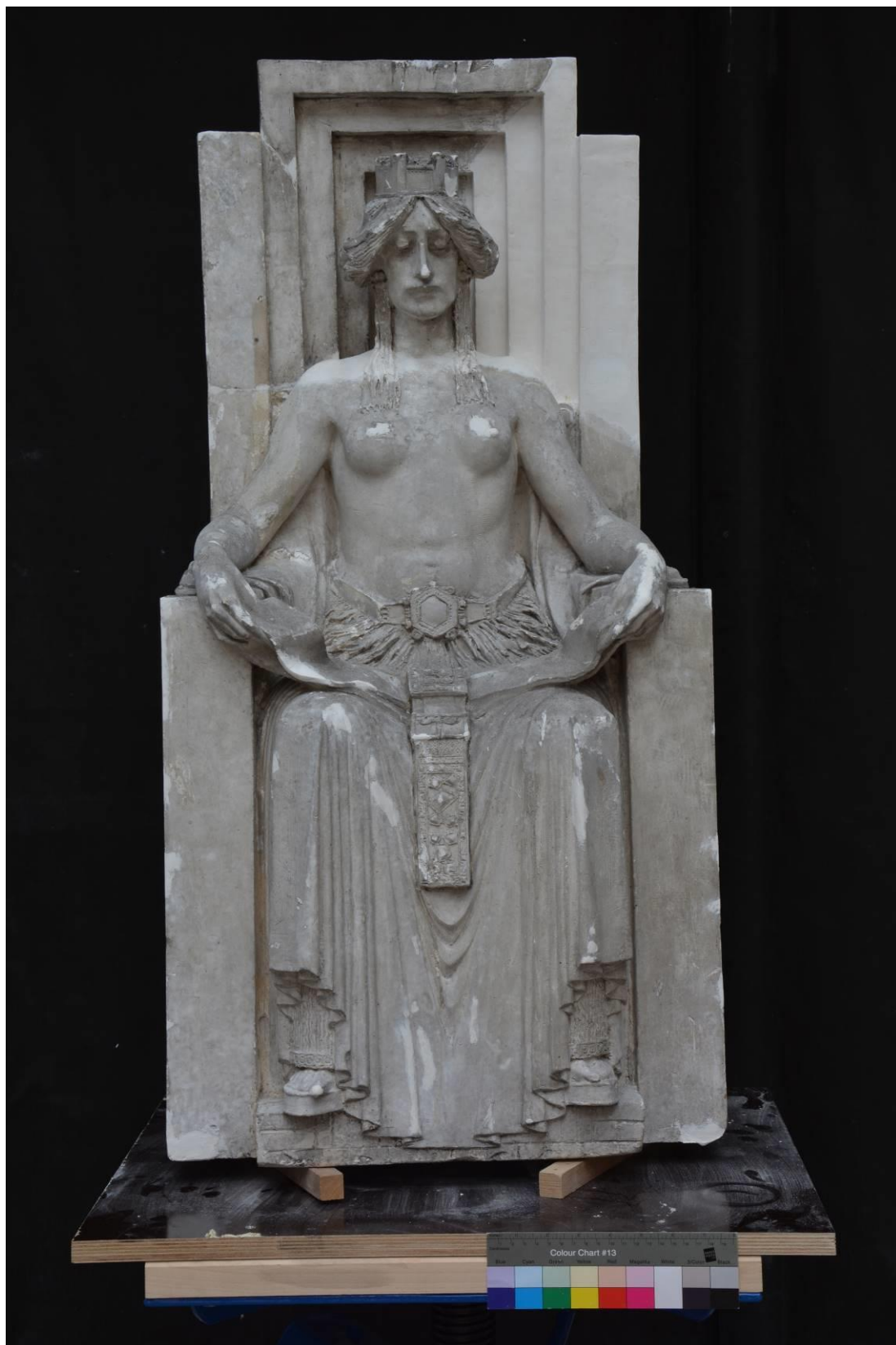
Obr. 146 Socha alegorie umění – stav po



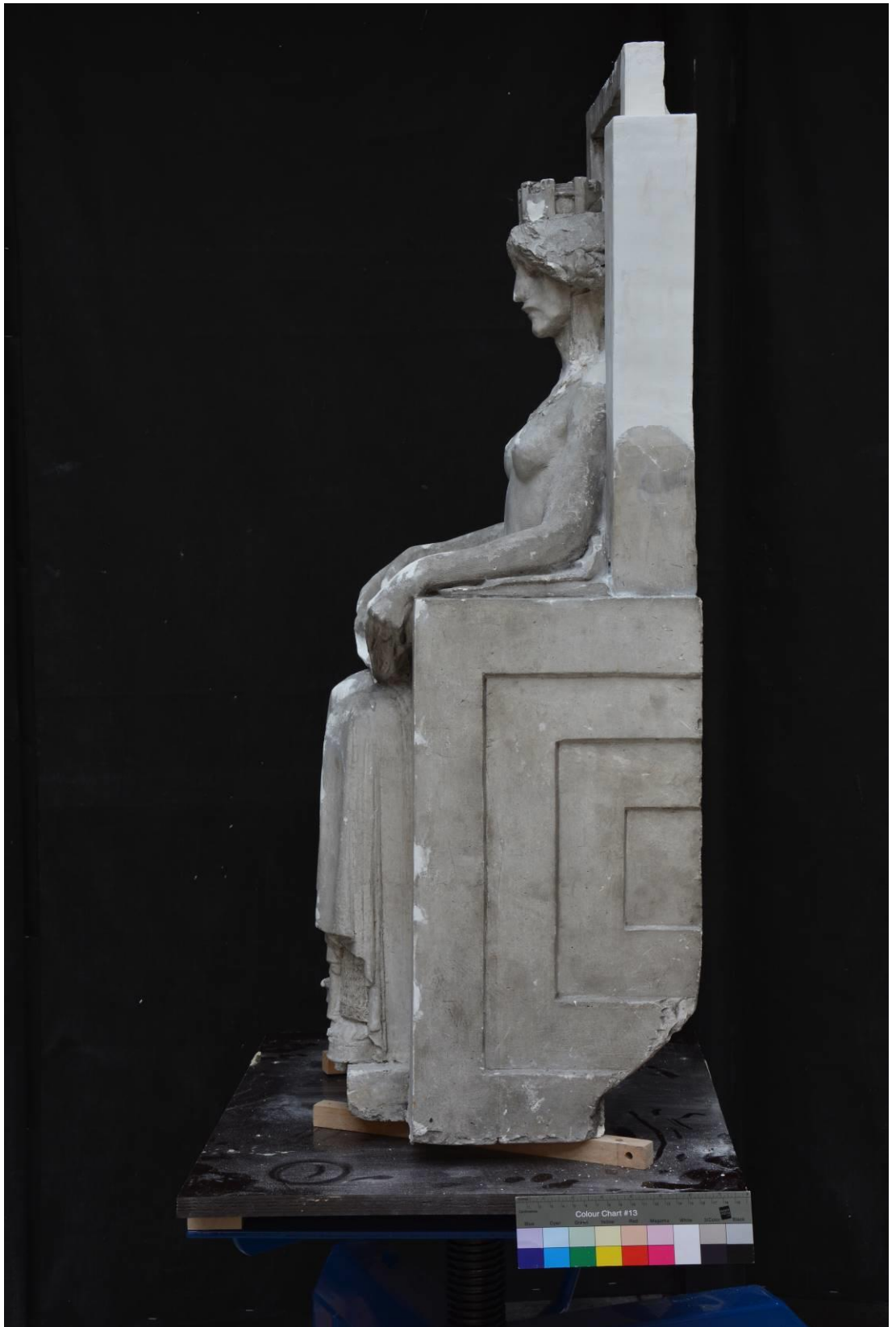
Obr. 147 Socha alegorie umění – ukázka plastické retuše



Obr. 148 Socha alegorie umění – ukázka plastické retuše



Obr. 149 Socha alegorie umění – stav po vytmelení – čelní pohled

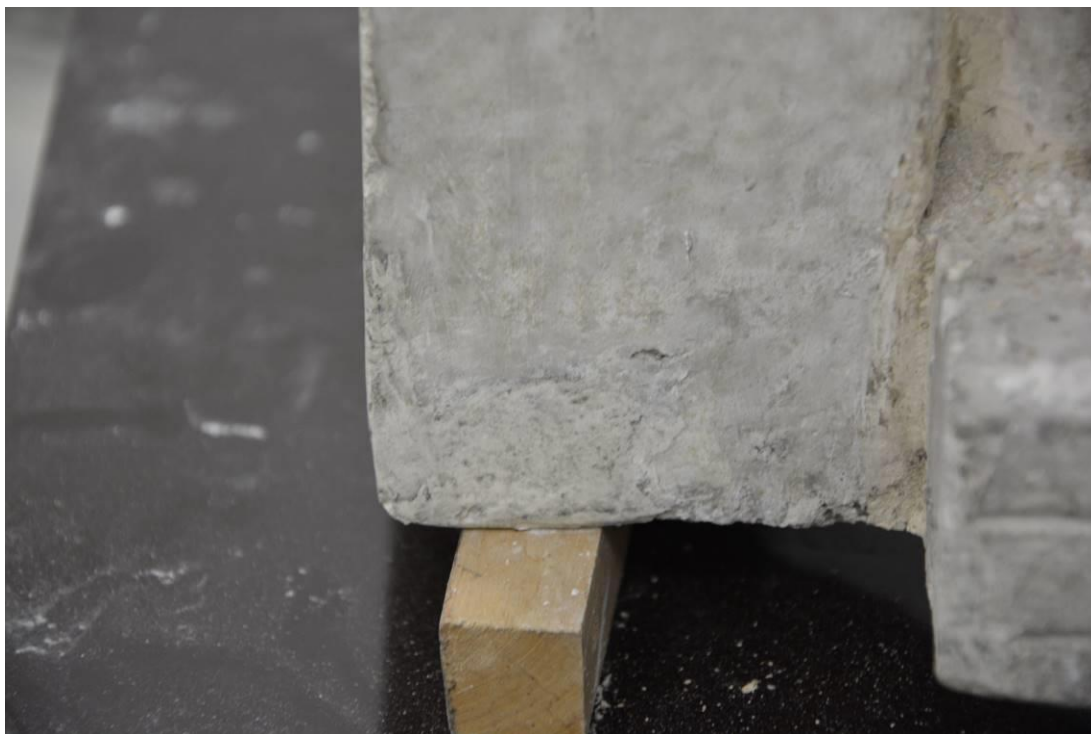


Obr. 150 Socha alegorie umění – stav po vytmelení – levý bok



Obr. 151 Socha alegorie umění – stav po vytmelení – pravý bok

Barevná retuš



Obr. 152 Socha alegorie umění – ukázka barevné retuše



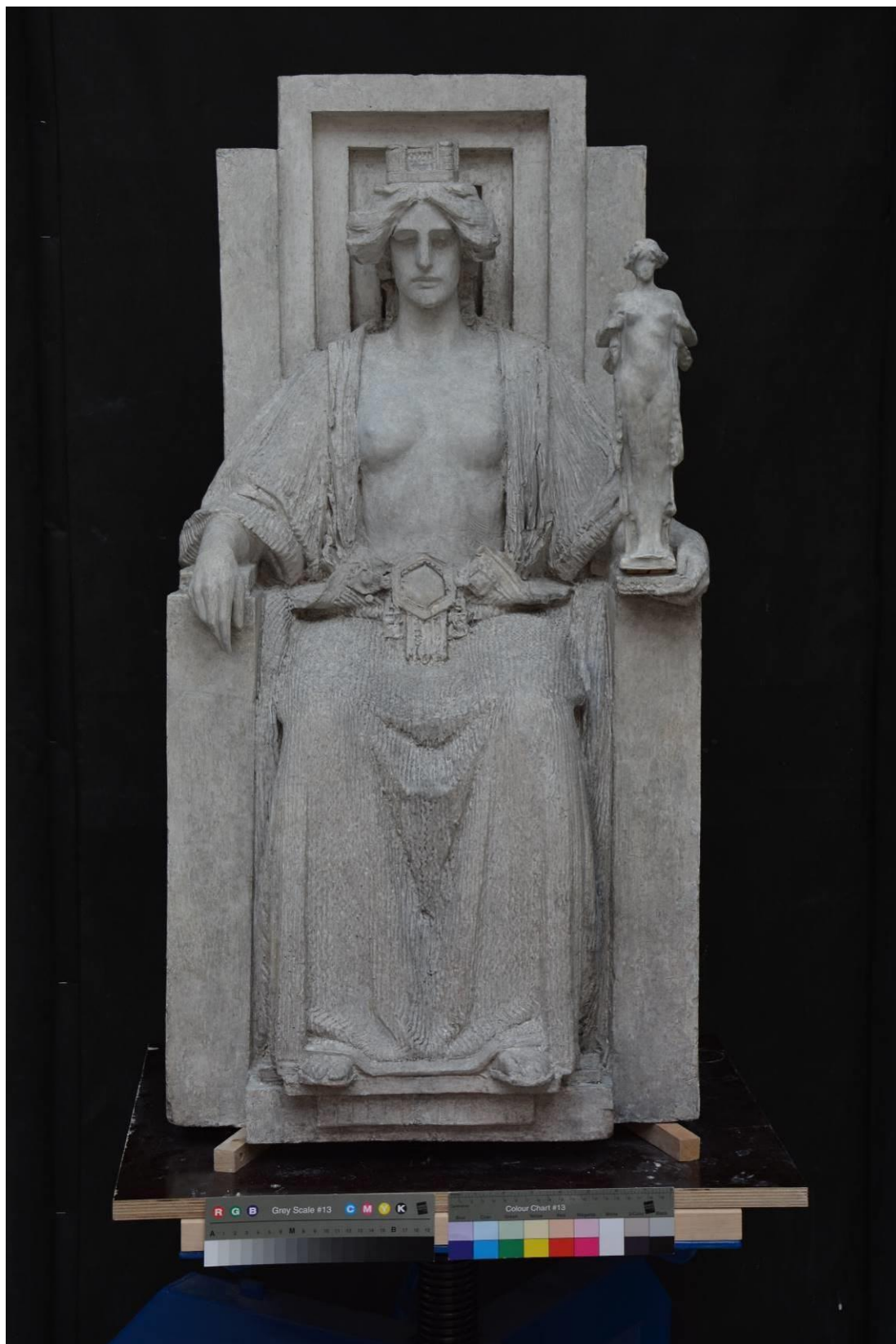
Obr. 153 Socha alegorie umění – ukázka barevné retuše



Obr. 154 Socha alegorie umění – ukázka barevné retuše

Stav po restaurování

Socha alegorie průmyslu



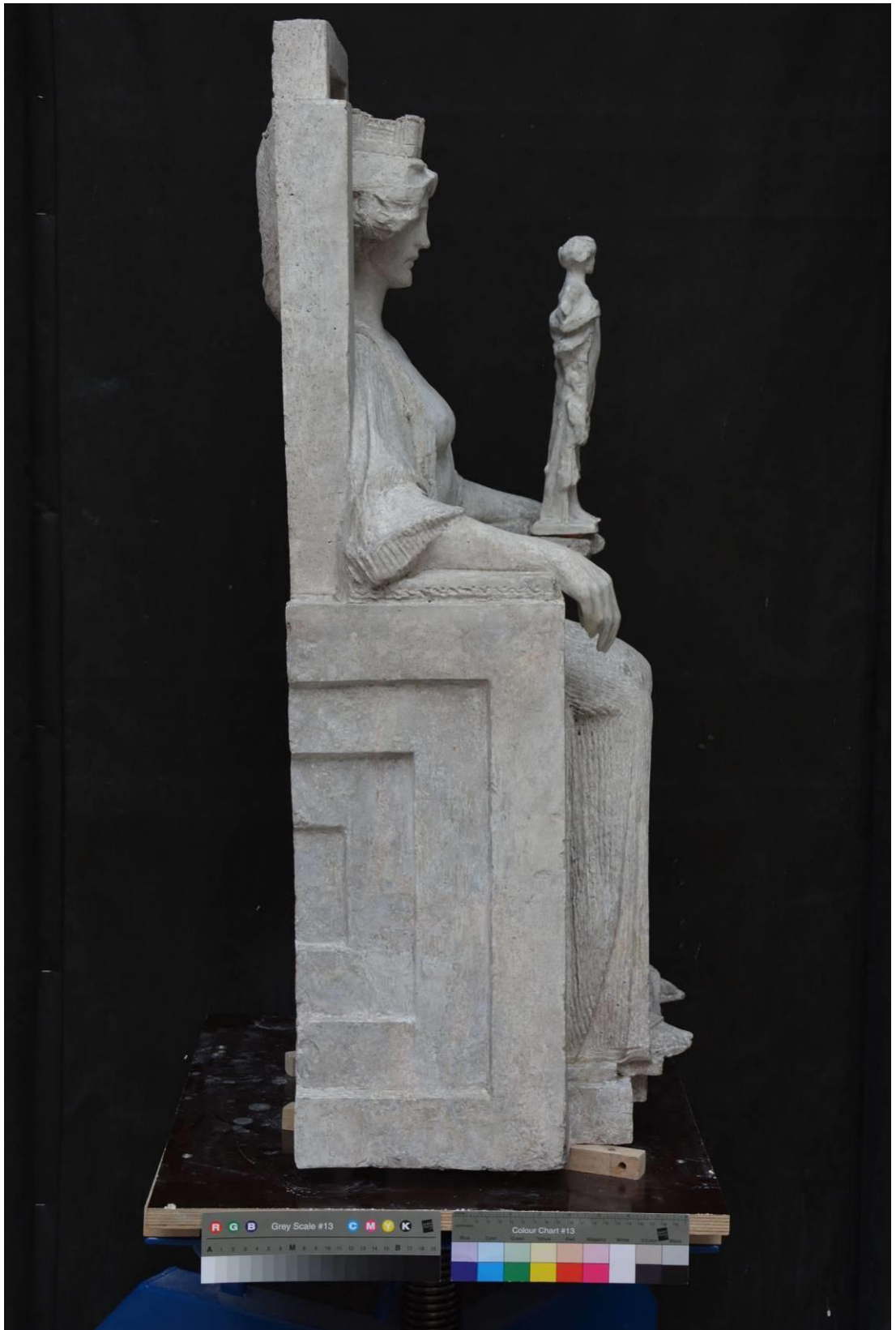
Obr. 155 Socha alegorie průmyslu – čelní pohled



Obr. 156 Socha alegorie průmyslu – zadní pohled

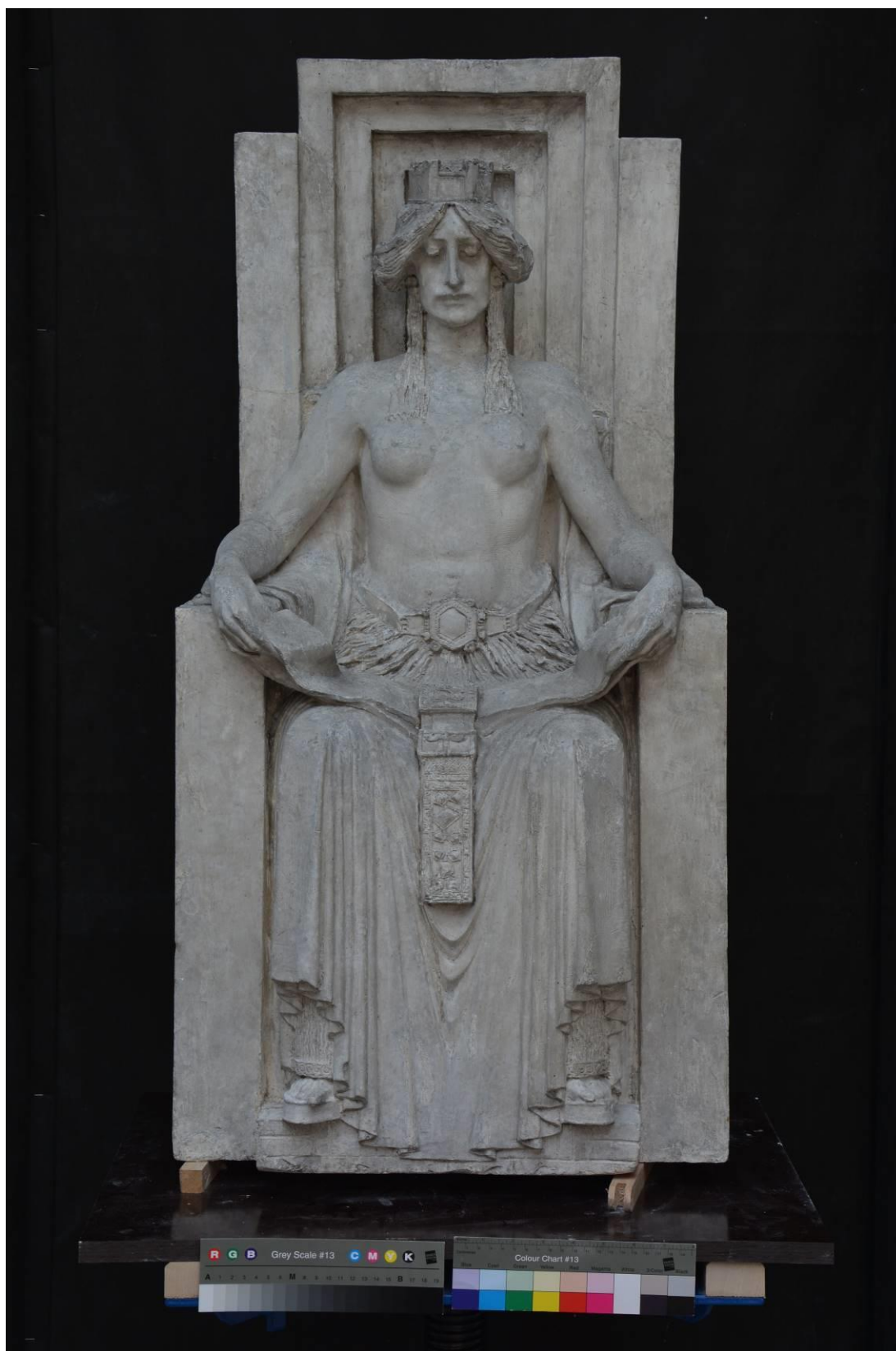


Obr. 157 Socha alegorie průmyslu – levý boční pohled



Obr. 158 Socha alegorie průmyslu – pravý boční pohled

Socha alegorie umění



Obr. 159 Socha alegorie průmyslu – pravý boční pohled



Obr. 160 Socha alegorie umění – zadní pohled



Obr. 161 Socha alegorie umění – levý boční pohled



Obr. 162 Obr. 163 Socha alegorie umění – pravý boční pohled



Obr. 164 Socha alegorie průmyslu – Stav před a po restaurování



Obr. 165 Socha alegorie umění – stav před a po restaurování

Grafická příloha – zákresy poškození

12.3 Reliéf sv. Jakuba na morovém sloupu v kutné hoře



Obr. 166 Reliéf sv. Jakuba



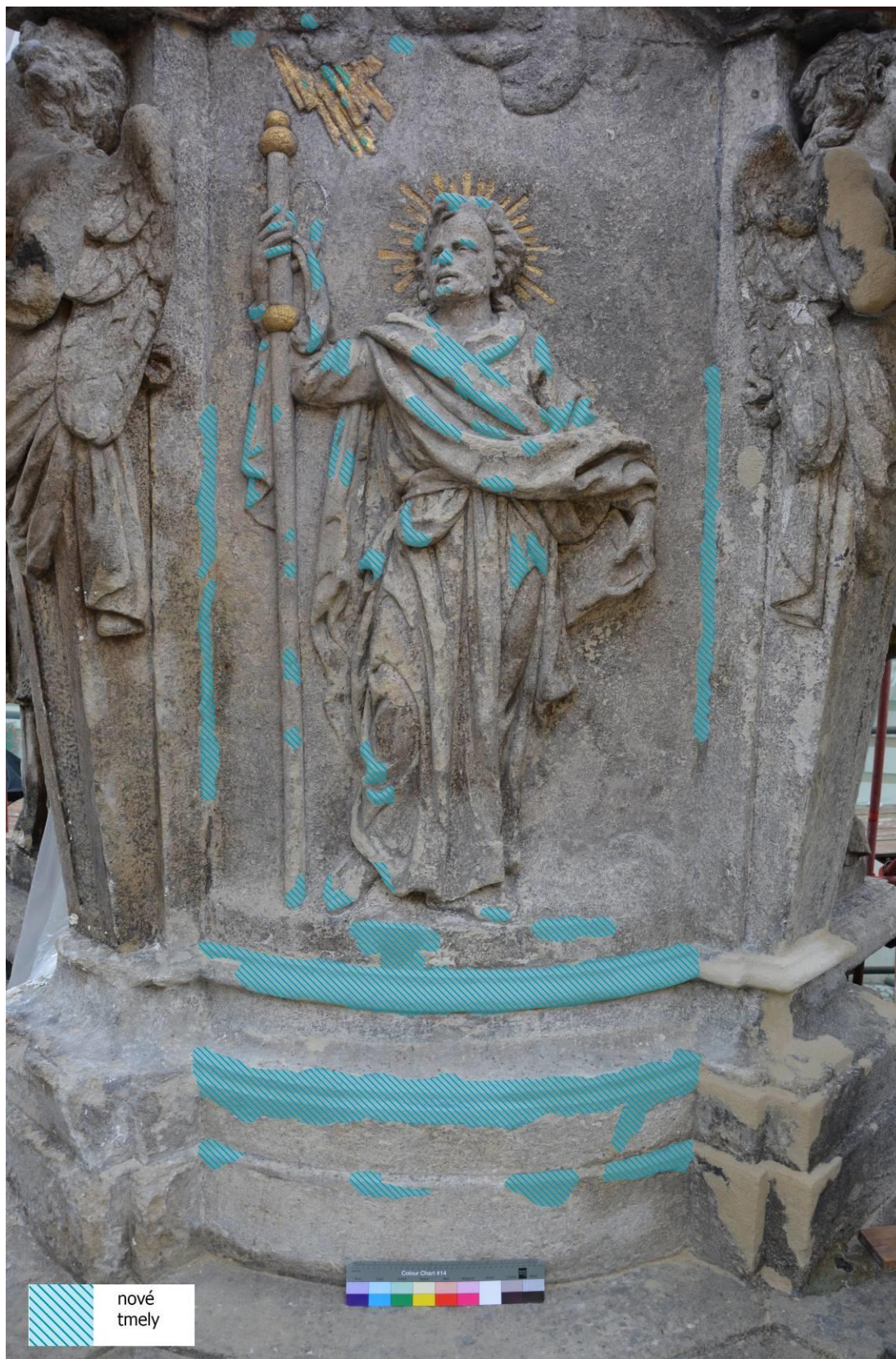
Obr. 167 Reliéf sv. Jakuba



Obr. 168 Reliéf sv. Jakuba



Obr. 169 Reliéf sv. Jakuba



Obr. 170 Reliéf sv. Jakuba

12.4 Stav památky před restaurováním



Obr. 171 Reliéf sv. Jakuba – stav před restaurováním

12.4.1 Odstraňování starých vysprávek



Obr. 172 Reliéf sv. Jakuba – průběh odstraňování starých vysprávek



Obr. 173 Reliéf sv. Jakuba – průběh odstraňování starých vysprávek

12.4.2 Zpevnění



Obr. 174 Reliéf sv. Jakuba – průběh zpevňování



Obr. 175 Obr. 176 Reliéf sv. Jakuba – průběh zpevňování

12.4.3 Čištění tmavé krusty



Obr. 177 Reliéf sv. Jakuba – průběh čištění



Obr. 178 Reliéf sv. Jakuba – průběh čištění



Obr. 179 Reliéf sv. Jakuba – průběh čištění

12.4.4 Zlacení



Obr. 180 Reliéf sv. Jakuba – stav před



Obr. 181 Reliéf sv. Jakuba – stav před



Obr. 182 Reliéf sv. Jakuba – stav před



Obr. 183 Reliéf sv. Jakuba – zpevnění



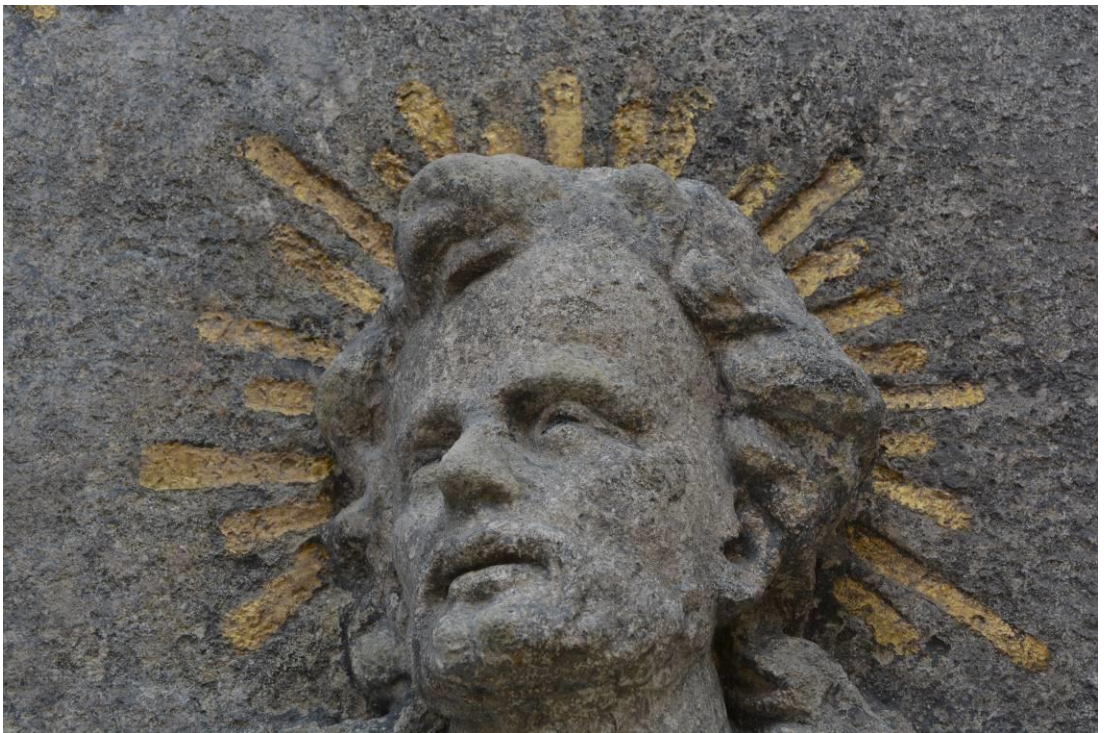
Obr. 184 Reliéf sv. Jakuba – injektáž dutin



Obr. 185 Reliéf sv. Jakuba – plastické retuše

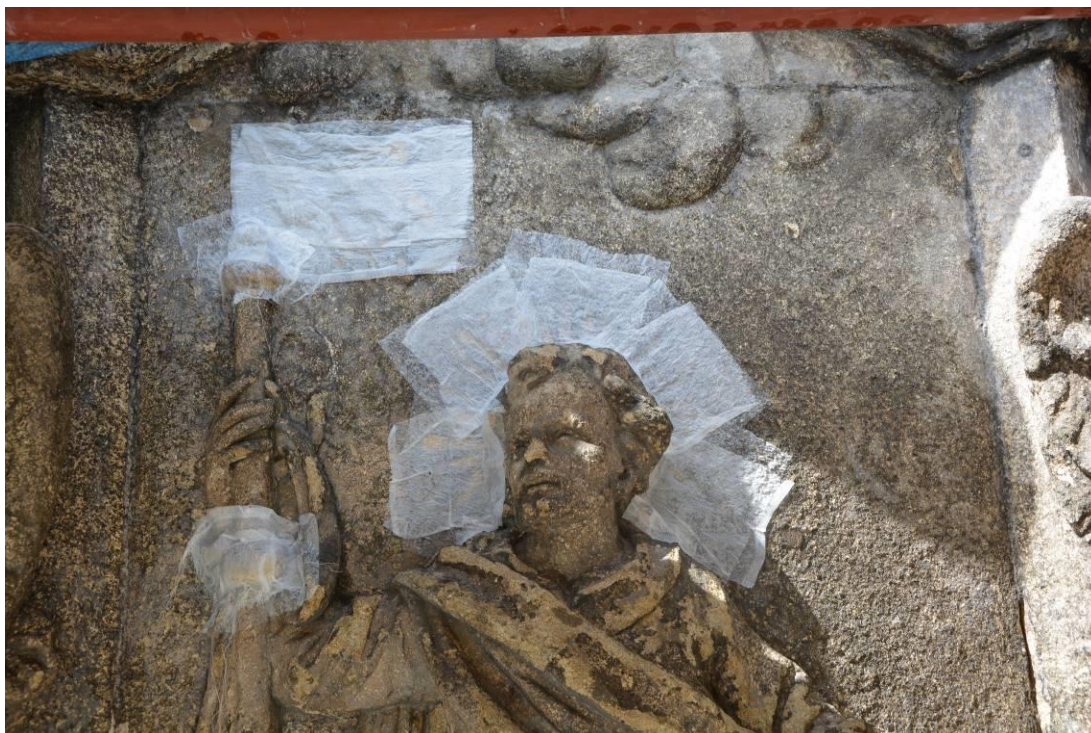


Obr. 186 Reliéf sv. Jakuba – zlacení, stav po



Obr. 187 Reliéf sv. Jakuba – zlacení, stav po

12.4.5 Odsolování



Obr. 188 Reliéf sv. Jakuba – zakrytí zlacených prvků

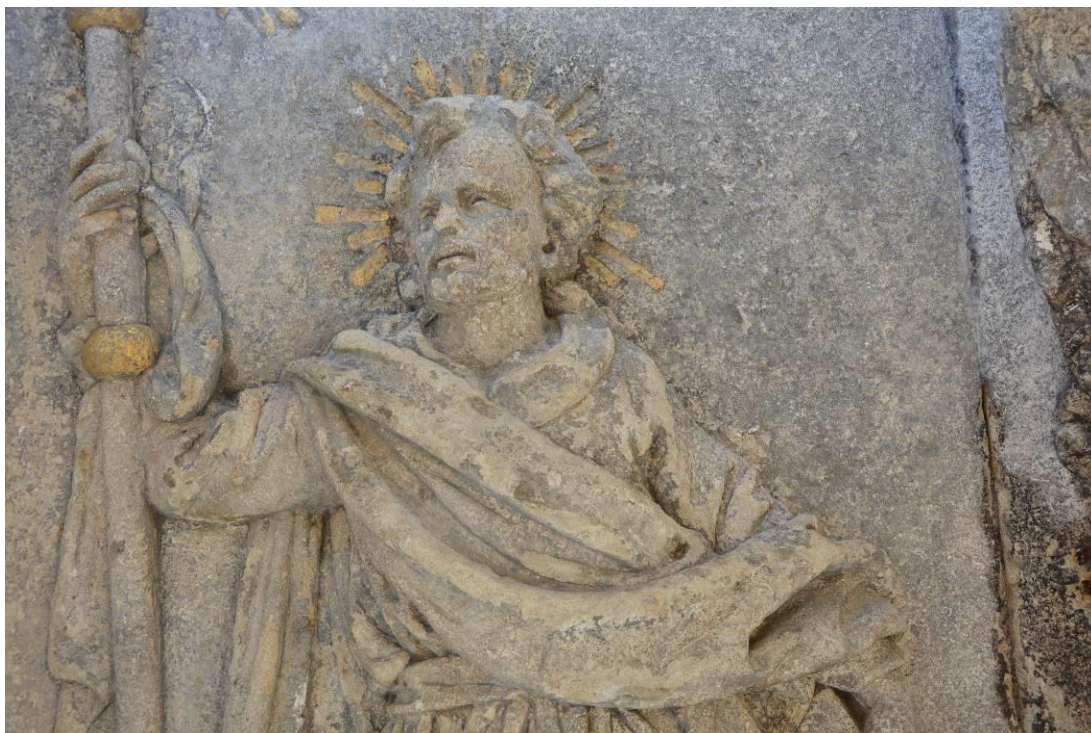


Obr. 189 Reliéf sv. Jakuba – nanášení prvního zábalu pomocí tlakové pistole



Obr. 190 Reliéf sv. Jakuba – Odsolovací zábal

12.4.6 Plastická retuš



Obr. 191 Reliéf sv. Jakuba – stav před tmelením



Obr. 192 Reliéf sv. Jakuba – stav po tmelení



Obr. 193 Reliéf sv. Jakuba – stav před tmelením



Obr. 194 Reliéf sv. Jakuba – stav po tmelení



Obr. 195 Reliéf sv. Jakuba – stav před tmelením



Obr. 196 Reliéf sv. Jakuba – stav po tmelení



Obr. 197 Reliéf sv. Jakuba – stav po vytmelení

12.4.7 Barevná retuš:



Obr. 198 Reliéf sv. Jakuba – ukázka barevné retuše

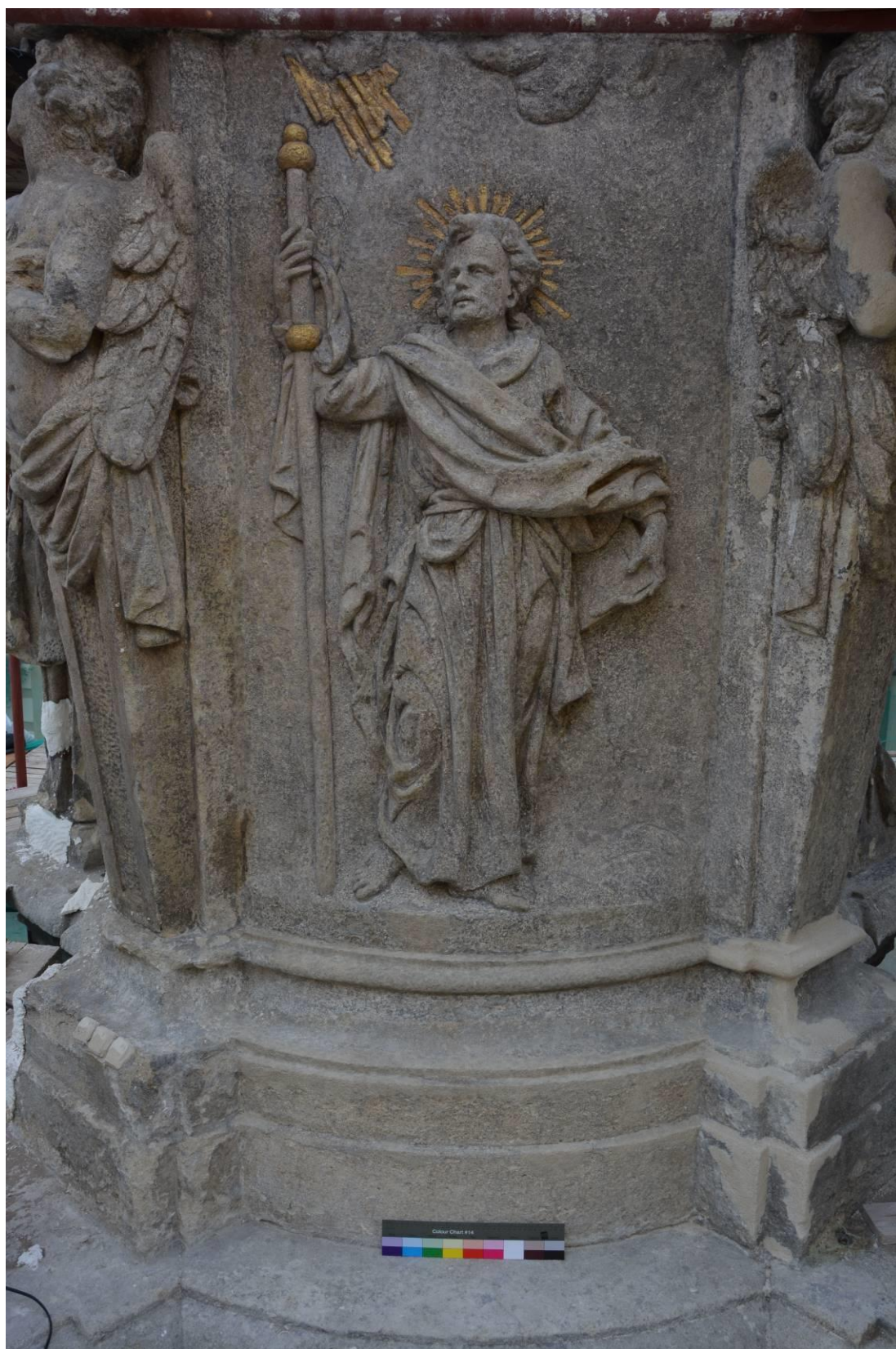


Obr. 199 Reliéf sv. Jakuba – ukázka barevné retuše



Obr. 200 Reliéf sv. Jakuba – ukázka barevné retuše

12.4.8 Stav po restaurování:



Obr. 201 Reliéf sv. Jakuba – Stav po restaurování



Obr. 202 Reliéf sv. Jakuba – Stav před a po restaurování

13 Seznam textových příloh

Příloha P. I Chemickotechnologický průzkum – čtvrtinové sochy pro průčelí muzea v Hradci Králové.....	268
Příloha P. II Chemickotechnologický průzkum – reliéf sv. Jakuba	279

Příloha P. I Chemickotechnologický průzkum – čtvrtinové sochy pro průčelí muzea v Hradci Králové



Univerzita
Pardubice
Fakulta
restaurování

Alegorie Průmyslu a Umění, sádrové odlitky
Suchardova vila, Praha-Bubeneč
Chemicko-technologický průzkum
I. OBECNÉ ÚDAJE

Čtvrtinové modely soch průčelí muzea v Hradci Králové (Alegorie Průmyslu a Umění) Suchardova vila, Praha Chemicko-technologický průzkum - průzkum povrchových nečistot

Akce: Chemicko-technologický průzkum v rámci restaurování sádrových odlitků

Materiál/technika: kaširovaný odlitek, sádra bez barevné úpravy, s podpůrnou konstrukcí

Popis díla: Jedná se o dva samostatně stojící objekty. Námětem jsou sedící figury žen v křeslech, trůnech zobrazující Alegorii Průmyslu a Umění.

Na objektech jsou patrná velmi podobná poškození. Povrch je silně znečištěný prachem a nánosem zeminy/zásypu (objekty byly, spolu s ostatními, uloženy ve sklepních neudržovaných prostorách vily). Na povrchu se nacházejí další znečištění - ve značném rozsahu je povrch odlitku nepravidelně znečištěn bílým, nažloutlým velmi tvrdým nátěrem/nánosem, lokálně se vyskytují zbytky velmi nesoudržné maltoviny. Povrch je dále nesouměrně znečištěn načervenalým nánosem označovým jako protipožární nátěr.

Informace o objektu:

Lokace objektu, umístění: Suchardova vila, Suchardova 248/1, 160 00 Praha 6 – Bubeneč.

Autor/datace objektu: Stanislav Sucharda, 1907-1908

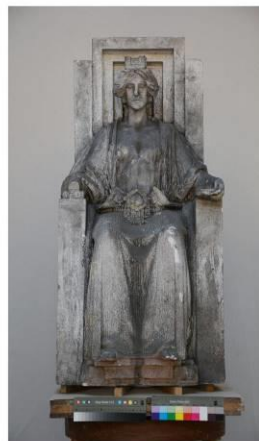
Vlastník objektu/zadavatel (objednatel) restaurování: Nadace Stanislava Suchardy, Suchardova vila, Suchardova 248/1, 160 00 Praha 6 – Bubeneč.

Zadavatel průzkumu: Ateliér restaurování a konzervování kamene a souvisejících materiálů, Fakulta restaurování (FR), Univerzita Pardubice (UPa), Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

Restaurátorské práce vede a provádí: Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D. (pedagogické vedení), student: Jiří Škarvada, 4. ročník bakalářského studia, Ateliér restaurování a konzervování kamene a souvisejících materiálů, FR, UPa.

Průzkum: Ing. Renata Tišlová, Ph.D., Katedra chemické technologie, FR, UPa

Datum provedení: 02-08/2017



Obř. 1a-b: Sádrový odlitek Alegorie Průmyslu (nahore) a Umění. Foto: J. Škarvada, stav před restaurováním, 02/2017.

II. Zadání a cíle průzkumu

ad I) Průzkum povrchových nečistot - povrch odlitků je silně znečištěný a ztmavlý. Tmavý nános je z vizuálního průzkumu (průzkum byl proveden pomocí zobrazovacích metod v různých spektrálních oblastech světla, u objektu proveden průzkum v bílém rozptýleném světle, razantním osvětlení a UV fotografie, viz. *Restaurátorská dokumentace*) tvořen vrstvou hrubých prachových nečistot a nánosů zeminy/zásypu pocházející z místa uložení odlitku ve sklepení Suchardovy vily.

Další přítomná znečištění tvoří ve značném rozsahu bílý až nažloutlý velmi tvrdý nátěr/nános, dále zbytky nesoudržné maltoviny dochované lokálně na povrchu obou objektů. Ve značném rozsahu je na povrchu obou odlitků načervenalý nános pocházející z preventivního ošetření interiéru sklepení Suchardovy vily (protipožární nátěr?).

Cílem průzkumu bylo určit skladbu druhotných znečištění, tj.:

- provést analýzu bílého/nažloutlého nátěru a navrhnout možnosti jeho odstranění
- určit skladbu maltoviny
- provést analýzu načervenalého nánosů, označovaného jako protipožární nátěr

Na základě výsledků průzkumu budou navrženy možné postupy a metody čištění.

III. Metodika průzkumu, instrumentace

a) Optická mikroskopie (OM) vzorků v odraženém bílém světle a fluorescenci (UV a modrém světle)

Popis analýzy: metoda slouží pro dokumentaci a charakterizaci vzorků. Metodou lze popsat stratigrafii vrstev, orientační materiálové složení.

Instrumentace a podmínky měření: stereomikroskop Nikon SMZ800, optický mikroskop Nikon Eclipse LV-100, pozorování prováděno na úlomcích a příčných řezech vzorky v odraženém bílém světle, UV a modrém světle. Mikroskop je vybaven fluorescenční jednotkou Nikon s UV 365 nm fluorescencí.

b) Skenovací elektronová mikroskopie (SEM) s mikrosondou (EDX) - prvková analýza vrstev.

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

Instrumentace a podmínky měření: skenovací elektronový mikroskop Tescan Mira 3 LMU s EDX mikrosondou. Analýza byla provedena v režimu zpětně odražených elektronů (BSE) na úlomcích nebo příčných řezech vzorky. Vzorky byly analyzovány ve vysokém napětí 20-25kV, před analýzou pouhličený.

c) Infračervená mikroskopie s Fourierovou transformací (FTIR) – analýza syntetických nátěrů.

Popis analýzy: Metoda FTIR patří do skupin technik molekulové spektroskopie a užívá se zejména pro identifikaci organických či makromolekulárních látek v pojivu. Analýza je problematická vždy v případě přítomnosti anorganických složek (substrát, pigmenty ve vrstvě, aj.), analýzu také komplikuje příprava vzorku - vzorek může být při přípravě vzorků kontaminován zalévací pryskyřicí.

Instrumentace a podmínky měření: infračervený spektrofotometr s Fourierovou transformací (FTIR) Nicolet 380 se SeZn ATR krystalem. Vyhodnocení spekter bylo provedeno pomocí programu OMNIC 7.3 srovnávací metodou se spektry standardu knihovny FR a Polymers Miracle UP a databáze IRUG (<http://www.irug.org/search-spectral-database>). Infračervená spektrometrie – kusový vzorek byl měřen bez dalších úprav a z extraktu vzorku v chloroformu. Analýzu provedla Ing. Alena Hurtová, KCHT, FR ÚPa.

IV. Vzorky k analýze

Z odliček bylo celkem odebráno 5 vzorků, označení vzorků uvádí *Tab. 1*. Přesné místo odběru vzorků je zdokumentováno v *Restaurátorské dokumentaci*. Číselné označení vzorků vyplývá ze vzorkového systému KCHT, FR UPa, kde budou vzorky archivovány.

vzorek	popis vzorku	Místo odběru	Požadovaný průzkum
<i>odebrané vzorky</i>			
V. 1/1 (8590)	bílý až nažloutlý nátěr/nános, tvrdý	Alegorie Umění, pravá ruka	identifikace složení nátěru
V. 1/2 (8591)	bílý až nažloutlý nátěr/nános, porézní, patrně degradovaný	Alegorie Umění, drapérie v pase	
V. 2 (8592)	černá krusta/nános	Alegorie Průmyslu, pravá bočnice křesla	identifikace složení
V. 3 (8593)	žlutý nános/malta	Alegorie Průmyslu, opasek	složení, materiálová skladba
V. 4 (8594)	růžový povlak, protipožární nátěr	Alegorie Průmyslu křeslo pod nohama	složení, materiálová skladba

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

Místa odběru vzorků jsou lokalizována na *Obr. 2a-c*, detaily míst odběru dokumentují *Obr. 3a-c*.

Místa odběru vzorků:



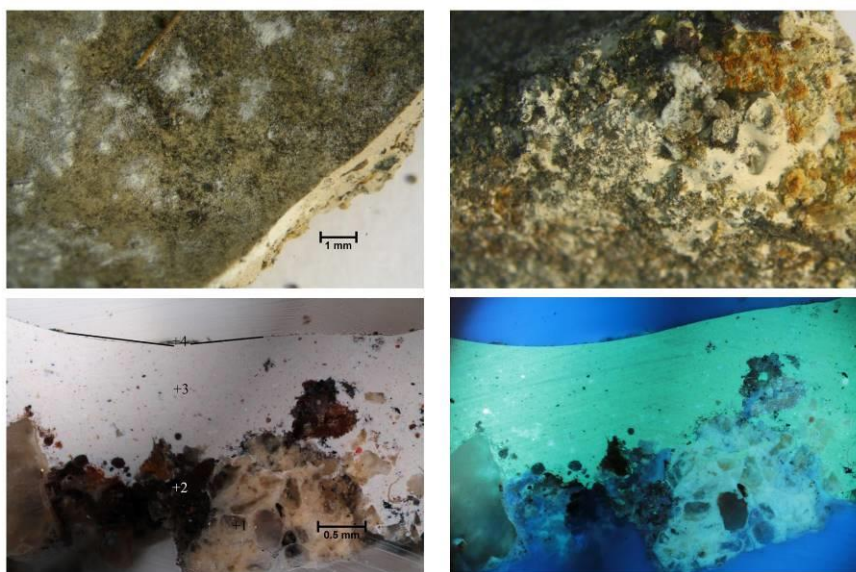
Obr. 2 a-c: a) sádrový odlitek Allegorie Umění, místo odběru vzorku V.1.1, b, c) Allegorie Průmyslu, místo odběru vzorku V.2 a V.3. Foto a grafická úprava: J. Škarvada, stav před restaurováním, 02/2017.




Obr. 3 a-c: Detaily míst odběru vzorků V.1.1 (Allegorie Umění), V.2 a V.3 (Allegorie Průmyslu). Detail místa odběru vzorku V.4 nebyl zadavatelem upřesněn. Nános červeného nánosu (V.4) se prakticky vyskytuje na celé ploše objektu (viz. např. snímek 3c). Foto: J. Škarvada, stav před restaurováním, 02/2017.

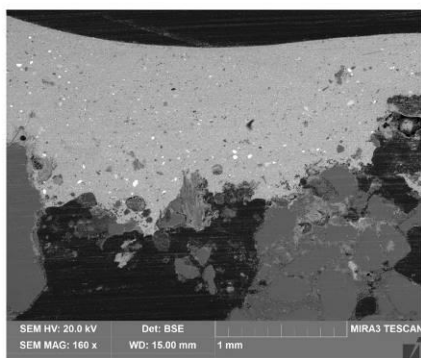
V.a PRŮZKUM MATERIÁLOVÉ SKLADBY NEČISTOT

V.1.1/8590: bílý až nažloutlý nátěr/nános, tvrdý
Místo odběru vzorku: Alegorie Umění, pravá ruka



Obr. 4 a-d:  Stratigrafie povrchových úprav vzorku V.1.1 (8590).

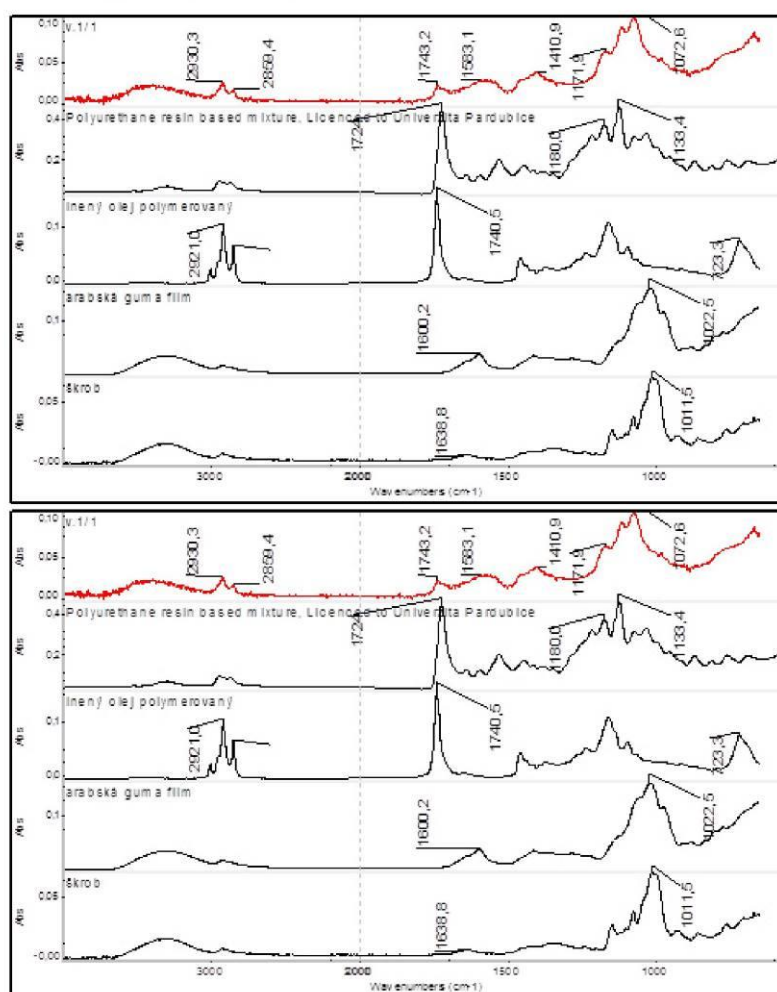
Popis: a, b) makrosnímek vzorku (lícová a rubová strana), snímek v odraženém bílém světle ze stereomikroskopu SMZ 800. c, d) příčný řez vzorkem, snímek z optického mikroskopu v odraženém bílém světle a UV. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x (c, d). Mikroskop: Nikon LV100.



Obr. 5 a: Příčný řez vzorkem V.1.1 (8590), snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20kV. Mikroskop: Tescan MIRA3-LMU.

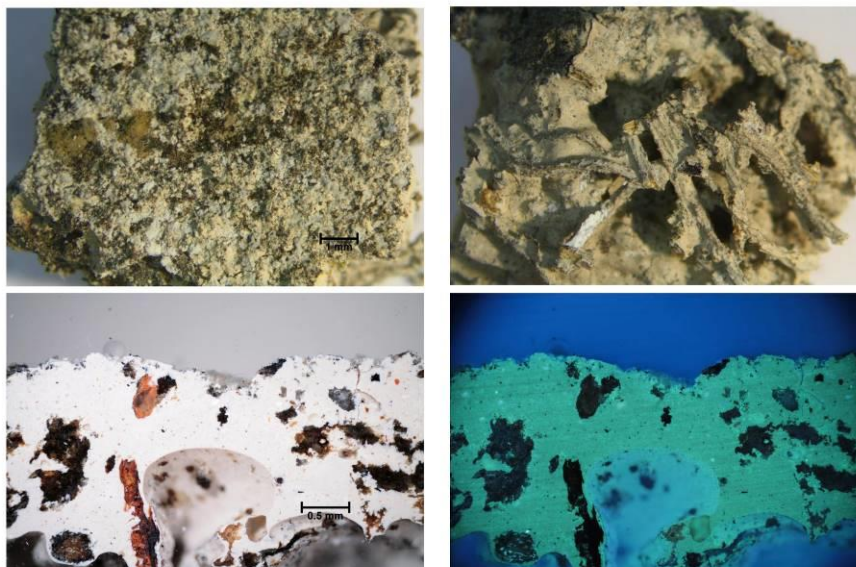
Popis složení - prvková analýza dle SEM-EDX:

Vrstva bílého/nažloutlého nátěru/náosu: subjektivně velmi tvrdá, křehká vrstva/náos, rozpustná v polárních rozpouštědlech (chloroformu, částečně v ethanolu a vodě). Pojivo vrstvy je pravděpodobně olejové, ve vrstvě byla identifikována také polysacharidová složka (viz. Infračervené spektrum, Obr. 6a, b). Hlavní anorganické složky tvoří směs litoponu, zinkové bělob. Ve vrstvě byla dále identifikována malá příměs olovnatého pigmentu a uličitanu vápenatého.
SEM-EDX analýza: org., Zn, Ba, S (více Zn než Ba) (Si, Al, Ca)



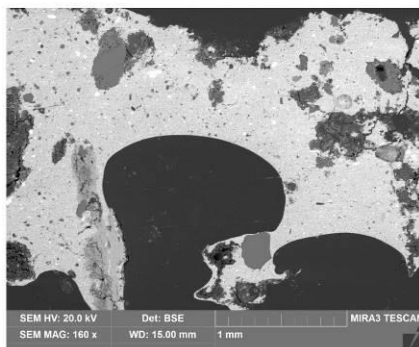
Obr. 6a, b: Infračervené spektrum vzorku V.I.1 (8590). a) kusový vzorek (nahore), b) výluh vzorku v chloroformu. Ze spekter vyplývá, že ve vrstvě se vyskytují pravděpodobně nepolární látky olejového typu popřípadě zmydelněných olejů a látky na bázi polysacharidů např. arabská guma. Nelze vyloučit ani přítomnost dalších chemicky podobných látek.

V.1.2/8591: bílý až nažloutlý nátěr/porézní, patrně degradovaný
 Místo odběru vzorku: drapérie sochy v pase



Obr. 7 a-c) $\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix}$ Vzorek V.1.2 (8591).

Popis: a, b) makrosnímek vzorku (lícová a rubová strana), snímek v odraženém bílém světle ze stereomikroskopu SMZ 800. c, d) příčný řez vzorkem, snímek z optického mikroskopu v odraženém bílém a UV světle. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x (c, d). Mikroskop: Nikon LV100.



Obr. 8 a, b: a) Příčný řez vzorkem V.1.2 (8591), snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20kV. Mikroskop: Tescan MIRA3-LMU.

Popis složení - prvková analýza dle SEM-EDX:

Vrstva bílého/nažloutlého nátěru/nánosu: vrstva stejného složení jako u vzorku V.1.1. Vzorek je vysoce porézní, patrně silně degradovaný. Anorganické složky tvoří směs litoponu, zinkové běloby s malou příměsí olovnatého pigmentu a uličitanu vápenatého. Vrstva/nános je silně znečištěný nahodilými shluky ve hmotě tvořenými např. síranem vápenatým, silikátovými sloučeninami (přesné složení nebylo předmětem analýzy). Pojivo je patrně olejové, viz. vzorek V.1.1.

SEM-EDX analýza; org., Zn, Ba, S (více Zn než Ba) (Si, Al, Ca)

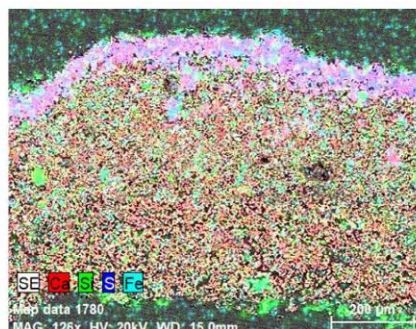
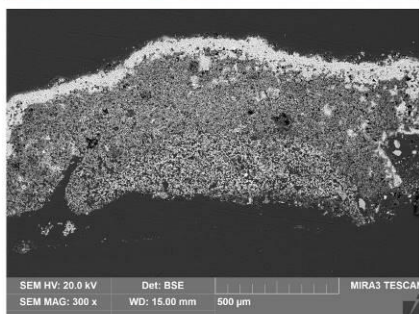
V.2/8592: černá krusta/nános

Místo odběru vzorku: Alegorie Průmyslu, pravá bočnice křesla



Obr. 9 a-c) Vzorek V.2 (8592).

Popis: a, b) makrosnímek vzorku (lícová a rubová strana), snímek v odraženém bílém světle ze stereomikroskopu SMZ 800.
 c) příčný řez vzorkem, snímek z optického mikroskopu v bílém odraženém světle. Fotořadováno při zvětšení na mikroskopu 200x (c). Mikroskop: Nikon LV100.



Obr. 10 a, b) Příčný řez vzorkem V.2 (8592), snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20kV. b) prvková mapa SEM-EDX, distribuce vybraných prvků. Mikroskop: Tescan MIRA3-LMU.

Popis složení - prvková analýza dle SEM-EDX:

0 - bílá: vrstva vápna nebo vápenné malty, nejedná se o síran vápenatý (sádra). Hlavní složkou je uhlíčan vápenatý.

SEM-EDX analýza: Ca, (Si, Al, Mg, Na, S, Cl, K)

1 - červená vrstva/nános; obsahuje uhlíčan vápenatý, červená je červená hlinka. Ve vrstvě jsou přítomné znečišťující příměsi.

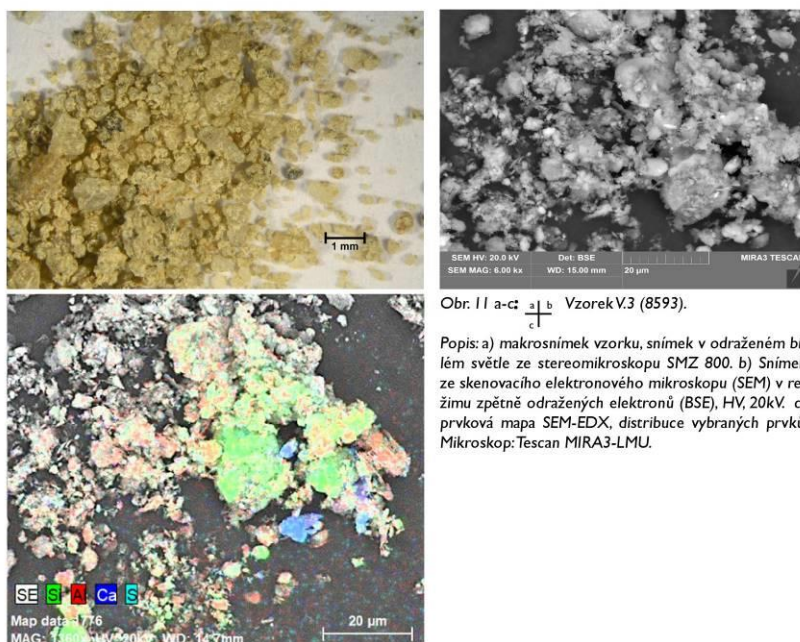
SEM-EDX analýza: Ca, (Si, Si, Al, Fe, Mg, S, Cl)

2 - černá: vrstva tvořená sádrovcem, tmavé zbarvení souvisí s přítomností prachových nečistot a sazí. Vrstva obsahuje další znečišťující prvky.

SEM-EDX analýza: Ca, S (Si, Si, Al, Fe, Mg, S, Cl)

V.3/8593: okrový nános/ malta

Místo odběru vzorku: Alegorie Průmyslu, opasek



Obr. 11 a-c: Vzorek V.3 (8593).

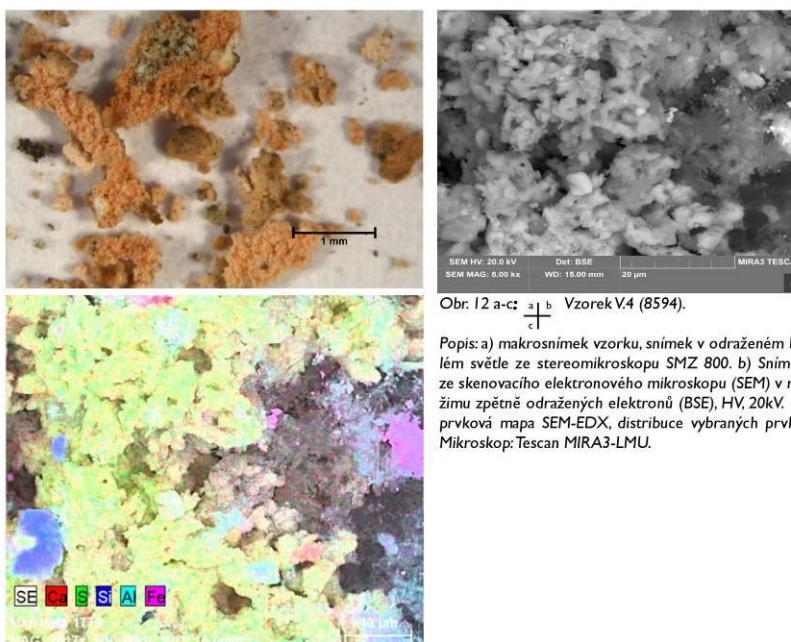
Popis: a) makrosnímek vzorku, snímek v odraženém bílém světle ze stereomikroskopu SMZ 800. b) Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20kV. c) prvková mapa SEM-EDX, distribuce vybraných prvků. Mikroskop: Tescan MIRA3-LMU.

Popis a složení - prvková analýza dle SEM-EDX:

Jedná se patrně o slabě pojenou vápenou maltu (malta je velmi sypká, rozpadá se). Vzorek je tvořen prakticky pouze částicemi kameniva. Pojivo se vyskytuje ojediněle a prakticky pouze obaluje zrna výplně. Z prvkové analýzy vyplývá, že pojivo je nejspíše vápenné, kamenivo tvoří částice křemene a silikátů. Ve vrstvě byla zjištěna zvýšená přítomnost sloučenin s obsahem síry (S) a jiných prvků přítomných ve stopovém množství. Síra patrně pochází z materiálu odlitků, ostatní prvky mohou být součástí znečištění (podobné spektrum prvků bylo zjištěno v povrchových nečistotách většiny sádrových objektů v místě uložení odlitků ve sklepení Suchardovy vily).

SEM-EDX analýza: matrice: Si, Ca, S, Al, Mg, K (Fe, Na), kamenivo: Si, Al (K, Mg, Fe). V matrici se v proměnlivé koncentraci vyskytují další prvky - chlor (Cl), titan (Ti), fosfor (P).

V.4/8594: růžový povlak, protipožární nátěr
Místo odběru vzorku: Alegorie Průmyslu křeslo pod nohama



Obr. 12 a-c: a) b) Vzorek V.4 (8594).
c)

Popis: a) makrosnímek vzorku, snímek v odraženém bílém světle ze stereomikroskopu SMZ 800. b) Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), HV, 20kV. c) prvková mapa SEM-EDX, distribuce vybraných prvků. Mikroskop: Tescan MIRA3-LMU.

Popis a složení - prvková analýza dle SEM-EDX:

Vzorek načervenalého označovaný jako protipožární nátěr se vyznačuje velmi specifickým složením, který nelze zcela jednoznačně protipožárním nebo jiným vůči hoření podobným materiálům přiřadit. Sice obsahuje anorganické složky, které se vyznačují žáruvzdornými vlastnostmi, ale na základě jejich obsahu nelze jednoznačně určit jasný původ materiálu.

Hlavní složkou načervenalého povlaku tvoří síran vápenatý s příměsí alumosilikátů (s alkalickým kovem), červené zbarvení je způsobeno příměsí složek s obsahem železa (Fe) (může se jednat o červenou hlinku). Lokálně jsou ve směsi místa se zvýšenou koncentrací síry (síraný?) a naopak s vyšším obsahem vápníku (Ca) (patrně příměs uhličitá vápenatého). Ojedinelé byly zjištěny další sloučeniny, které jsou patrně sekundární příměsí - chlorid sodný (zrno s obsahem Cl a Na).

SEM-EDX analýza: matrice: S, Ca, Si, Al, Na (Fe, K), lokálně zvýšený obsah síry (S) a vápníku (Ca). Červené zrno: Fe, méně Si, Al, znečišťující příměsí z okolní matrice (Ca, S, Mg, Cl, Na, K).

VI. Závěr, shrnutí výsledků

Předkládaný chemicko-technologický průzkum byl zaměřen na průzkum materiálové skladby nečistot sádrových odlitek *Alegorie Průmyslu* a *Alegorie Umění* pocházející ze sbírek Nadace Stanislava Suchardy se sídlem ve vile Stanislava Suchardy v Praze-Bubenci. Z hlediska užitých materiálů jsou objekty kaširované odlitky s vnitřní kovovou výztuží, bez povrchových úprav. Objekty jsou v současné době restaurovány, původně byly uloženy v nevhodných podmínkách Suchardovy vily. Podmínky uložení ovlivnily stav objektu - hlavní poškození jsou způsobena silným znečištěním povrchu nánosy prachu a zeminy/zásypu, ve kterém byly objekty po nějakou dobu uloženy. Další nečistoty tvoří sekundárně vzniklé zatekliny/nánosy tvrdým bělavým nátěrem/povlakem, nános načervenalého charakteru označovaný jako protipožární nátěr i lokální nánosy okrové nesoudržné maltoviny neznámého původu.

Předkládaný chemicko-technologický průzkum byl prováděn s cílem analyzovat sekundární znečišťující vrstvy a nánosy. Jejich analýza poslouží k návrhu vhodné metody a materiálů čištění.

Průzkum povrchových úprav byl proveden na pěti vzorcích. Z odlitky *Alegorie Průmyslu* jsou to (V.1.1 I/8590, V.1.2/8591), z *Alegorie Umění* jsou to vzorky (V.2/8592, V.3/8593, V.4/8594). Průzkum byl proveden pomocí mikroskopických technik, optické a skenovací elektronové mikroskopie s mikrosondou (SEM-EDX), na úlomcích vzorků souvrství barevných úprav. Vzorky byly pro účely průzkumu upraveny do formy nábrusů, příčných řezů vzorky. Pojivo nátěru vzorku V.1.1 bylo určeno na úlomku a z extraktu vzorku v chloroformu pomocí mikrochemických zkoušek a infračervenou spektrometrií s Fourierovou transformací.

Skladbu povrchových nečistot lze charakterizovat:

V.1.1, V.1.2 - vzorky povrchového bílého až sv. okrového nánosu/nátěru.

Vzorky se vyznačují podobným chemickým složením. Hlavní pojivovou složkou jsou patrně olejové látky s příměsí polysacharidů. Barvicí složky tvoří směs bělob - litoponu a zinkové běloby, s malou příměsí olivnaté běloby a uhličitanu vápenatého. Barevná alterace může souviset se stárnutím olejového pojiva, příp. další úpravou již znečištěného povrchu. Nátěr je rozpustný v polárních rozpouštědlech - chloroformu, méně a pomaleji v ethanolu a vodě.

V.2 - vzorek černé krusty

Krusta je tvořena sádrovcem, síranem vápenatým. U vzorku byla nalezena na vrstvě načervenalého a bílého vápeného nátěru/nánosu, z něhož patrně vznikla chemickou alterací. Vrstva/krusta je ztmavlá s přítomností prachových nečistot a nánosů. Vzhledem k sádrovému podkladu doporučujeme odstranit mechanicky nebo šetrnými abrazivními metodami.

V.3 - okrový nános, malta, velmi sypká

Jedná se o vápenou slabě pojenou maltu s křemičitým kamenivem. Obsah pojiva je oproti výplňové složce velmi nízký, což ovlivňuje soudržnost vzorku. K odstranění lze použít mechanické oprášení pomocí tvrdého štětce nebo skalpelu.

V.4 - načervenalý nános, označovaný jako protipožární nátěr

Hlavní složkou načervenalého povlaku tvoří síran vápenatý s příměsí aluminosilikátů (s alkalickým kovem), červené zbarvení je způsobeno příměsí složek s obsahem železa (Fe), může se jednat o červenou hlinku. Lokálně jsou ve směsi místa se zvýšenou koncentrací síry (síraný?) a naopak s vyšším obsahem vápníku (Ca) (patrně příměs uhličitanu vápenatého).

Nános nelze zcela jednoznačně přiřadit složení protipožárním nebo jiným vůči hoření odolným materiálům (i když síranové soli se jako protipožární látky užívají např. pro dřevěné konstrukce staveb). Vrstva obsahuje anorganické složky, které se vyznačují žáruvzdornými vlastnostmi, ale na základě nich nelze jednoznačně určit jasný původ materiálu.

V Litomyšli, 31.6. 2017

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

Počet stran ve zprávě: 11

Příloha P. II Chemickotechnologický průzkum – reliéf sv. Jakuba



CHEMICKO-TECHNOLOGICKÝ PRŮZKUM KUTNÁ HORA, MOROVÝ SLOUP, STŘEDNÍ ČÁST RELIÉF SV. JAKUBA VĚTŠÍHO

ZADAVATEL PRŮZKUMU

Ateliér restaurování a konzervování kamene a souvisejících materiálů
Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

VEDOUCÍ PRÁCE / STUDENT

MgA. Jakub Ďoubal, Ph.D. / Jiří Škarvada, 4. ročník bakalářského studia

SPECIFIKACE, LOKALIZACE OBJEKTU

Mariánský morový sloup, Kutná Hora, střední část s kamenným reliéfem znázorňujícím sv. Jakuba Většího, po stranách reliéfu se nacházejí sochy Karyatid, součástí restaurování nebyly sochy světců situované nad nárožními základny

ZADÁNÍ PRŮZKUMU, ODBĚR VZORKŮ

Počet a typ dodaných vzorků: 3 vzorky povrchových úprav, 12 vzorků odsolovacích zábalů
Zadání: stratigrafie a materiálový průzkum povrchových úprav mikroskopickými technikami, průzkum tmelů a horniny, stanovení množství vodorozpustných solí
Lokalizace odběru vzorků: detailní snímky míst odběrů vzorků jsou uvedeny v Příloze

Tab. 1: Přehled vzorků k určení stratigrafie vrstev a materiálového složení.

Evidenční číslo	Označení, lokalizace, popis
8627	Vz. č. 1 Tmel s povrchovými úpravami
8628	Vz. č. 2 Šedé povrchové úpravy s podkladem
8629	Vz. č. 3 Zlacení

Tab. 2: Přehled vzorků odsolovacích zábalů určených ke stanovení obsahu vodorozpustných solí.

Označení, výšky odběrů	Číslo odsolovacího cyklu
č. 1.1 až 4.1 z výšek 10, 65, 150, 210 cm	vzorky zábalů z 1. odsolovacího cyklu
č. 1.2 až 4.2 z výšek 10, 65, 150, 210 cm	vzorky zábalů z 2. odsolovacího cyklu
č. 1.3 až 4.3 z výšek 10, 65, 150, 210 cm	vzorky zábalů z 3. odsolovacího cyklu

ZPRÁVA Z CHEMICKO-TECHNOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Počet stran:	14	Datum:	10. 8. 2017
Autor:	Petra Lesniaková		
Místo:	Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice Jiráskova 3, Litomyšl		



METODIKA PRŮZKUMU

STRATIGRAFIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

Studium stratigrafie povrchových úprav bylo provedeno s využitím mikroskopických technik světelně/optické a skenovací elektronové mikroskopie (SEM). Vybrané úlomky vzorků byly zdokumentovány stereoskopickým mikroskopem SZM800 (Nikon). K mikroskopickému průzkumu byly připraveny ze vzorků nábrusy (příčné řezy). Nábrusy byly připraveny zalitím vybraných úlomků vzorků do dentální pryskyřice Spofacryl a jejich následným sbrušením po vytvrnutí hmoty. Ke studiu a dokumentaci nábrusů byl využit světelný/polarizační mikroskop Eclipse LV100D-U (Nikon) s digitálním fotoaparátem EOS 1100D (Canon). Pozorování i dokumentace byly provedeny v dopadajícím viditelném, modrém světle a UV záření. Jako imerzní kapalina byla použita demineralizovaná voda. Pouhličené nábrusy byly dále studovány elektronovým mikroskopem Míra 3 LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE).

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM POVRCHOVÝCH ÚPRAV

Materiálový průzkum byl proveden na základě určení prvkového složení částí vzorků vybraných pomocí světelné mikroskopie skenovací elektronovou mikroskopií s energiově-disperzní analýzou (SEM/EDX). K tomuto účelu byly využity světelný mikroskop Eclipse LV100D-U (Nikon) a elektronový mikroskop Míra 3 LMU (Tescan) s analytickým systémem Bruker Quantax 2000. Měření bylo provedeno na pouhličených nábrusech ve vysokém vakuu v režimu zpětně odražených elektronů (BSE). Výsledky prvkového složení analyzovaných míst jsou uvedeny v tabulkách na základě atomových procent tak, že prvky s dominantním zastoupením jsou podtrženy, následující prvky s menším zastoupením, přičemž v závorkách jsou uvedeny prvky s minoritním zastoupením.

MNOŽSTVÍ VODOROZPUSTNÝCH SOLÍ

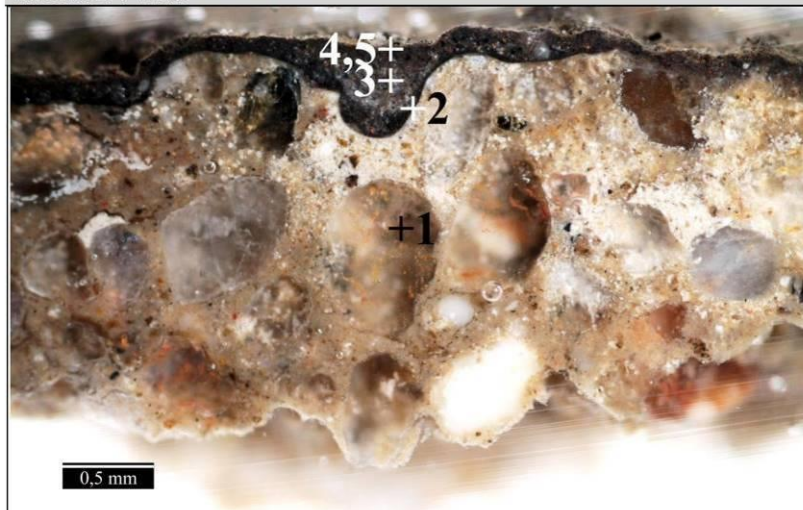
Obsah aniontů vodorozpuštěných solí, chloridů, síranů a dusičnanů, byl stanoven pomocí UV/VIS spektrofotometrie z extraktů vzorků v destilované vodě. K tomuto účelu byl využit spektrofotometr Beckman Coulter DU© 720, měření bylo provedeno ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345 - 515 nm. Extrakty z odsolovacích zábalů byly připraveny tak, že vysušené vzorky zábalů velikosti 10 × 10 cm byly extrahovány ve 200ml demineralizované vody. Obsah aniontů vodorozpuštěných solí je v tabulkách uveden v případě zábalů v hmotnosti extrahovaných solí vztažených na velikost odsolovací plochy vzorku [g/m²], u ostatních vzorků ve hmotnostních procentech [% hm.] a molárních koncentracích [mmol/kg].

SOUVISEJÍCÍ LITERATURA

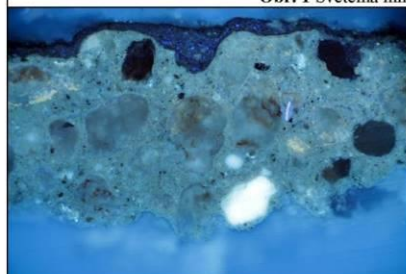
1. Ďoubal J. Restaurátorský průzkum Morového sloupu v Kutné Hoře. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl 2013. Součástí průzkumu: Lesniaková. P. Laboratorní průzkum vzorků z Morového sloupu v Kutné Hoře.
2. Kolář R. Restaurování reliéfu sv. Rozálie z Morového sloupu v Kutné Hoře a technologie čištění sádrovcových krust na kutnohorském vápenci. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl 2016. Součástí práce: Lesniaková P. Chemicko-technologický průzkum, Kutná Hora, morový sloup Panny Marie Neposkvrněné, reliéf sv. Rozálie. Příloha PI.
3. Musilová J. – zhotovitel zprávy Restaurátorská zpráva, Čerčany 2002, zadavatel průzkumu. Součástí zprávy Pechová D. Mikroskopická analýza a průzkum barevnosti, Morový sloup se sochou Panny Marie na vrcholu, Kutná Hora. Praha, 2002.
4. Bayerová T., Šimůnková E. Pigmenty. STOP. Praha 2002.

VÝSLEDKY PRŮZKUMU POVRCHOVÝCH ÚPRAV MIKROSKOPICKÝMI TECHNIKAMI

Vzorek 8627 / Vz č.1



Obr. 1 Světelná mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 2 Světelná mikroskopie, UV záření.



Obr. 3 Světelná mikroskopie, modré světlo.



Obr. 4, 5 Stereomikroskopie - dokumentace vzorku.

Tab. 3: Výsledky mikroskopického průzkumu, vzorek 8627.

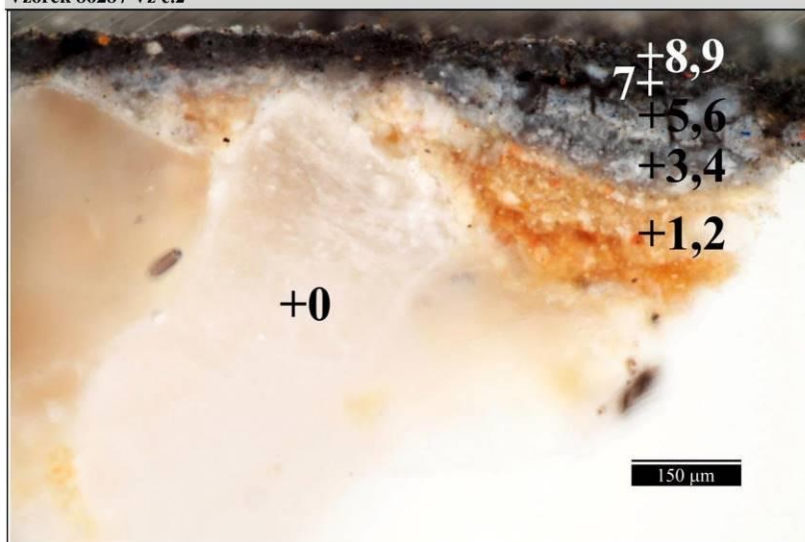
Číslo vrstvy	Popis vrstvy, světelná mikroskopie
5.	tenká okrová vrstva, obsahuje okrový pigment
4.	šedá vrstva, obsahuje okrový až červený pigment
3.	silnější šedá vrstva
2.	tenká černá vrstva
1.	tmel, okrový odstín, zřejmě probarvený ve hmotě (žluté až červené částice), zrna plniva oválná podobně velikosti do cca 1 mm, zřejmě obsahuje slinkové částice, světlá namodralá UV fluorescence

Vzorek sestává z šedého tmelu (vrstva 1) tloušťky asi 4mm a povrchových úprav (vrstvy 2-5).

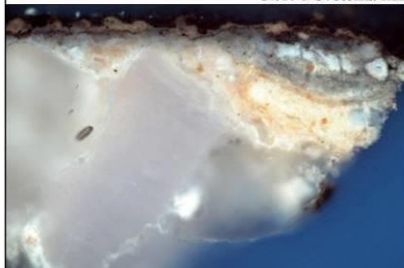
Z mikroskopického průzkumu vyplývá, že tmel (1) obsahuje pravděpodobně cement a organickou látku, nelze vyloučit přítomnost dalších pojiv, například vzdušného vápna. Je zřejmě probarvený ve hmotě, zaznamenán byl okrový pigment. Plnivem je zřejmě křemičitý písek s oblémi zrnými homogenní distribuce velikostí zrn plniva (větší zrna mají podobnou velikost). Maximální velikost zrn zaznamenaných na nábrusu je cca 1 mm.

Na povrchu tmelu se vyskytují tenké tmavé, šedé až černé povrchové úpravy (2-4). Nejmladší povrchovou úpravou je tenká okrová nesouvislá vrstva (5).

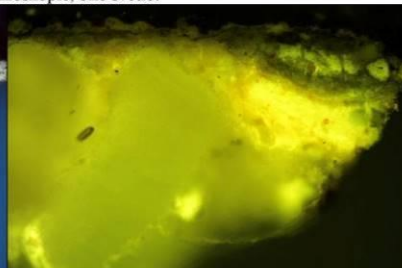
Vzorek 8628 / Vz č.2



Obr. 6 Světelná mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 7 Světelná mikroskopie, UV záření.



Obr. 8 Světelná mikroskopie, modré světlo.



Obr. 9 Stereomikroskopie - dokumentace vzorku.



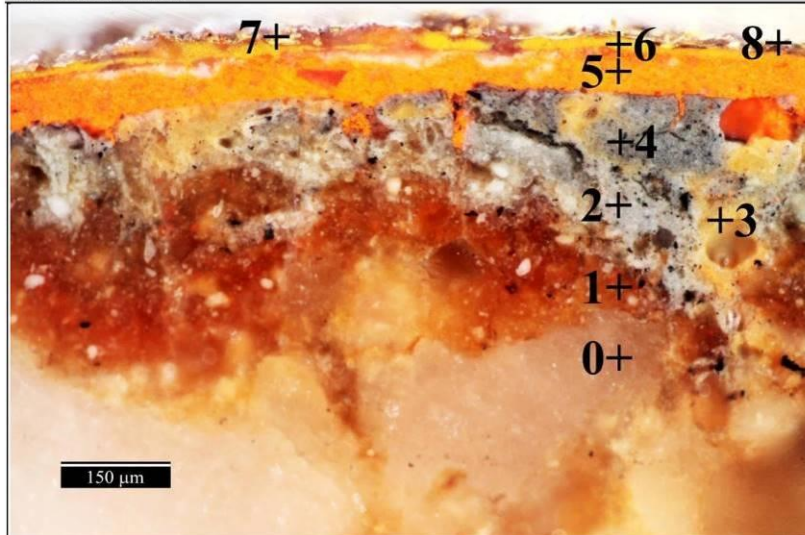
Tab. 4: Výsledky mikroskopického průzkumu, vzorek 8628.

Číslo vrstvy	Popis vrstvy, světelná mikroskopie
10.	tenká šedá až okrová vrstva
9.	šedá vrstva, světlejší UV fluorescence
8.	tenká šedá vrstva
7.	velmi tenká patně šedá vrstva, žluto-oranžová UV fluorescence
6.	tmavší velmi tenká vrstva nebo/a nečistoty
5.	šedá vrstva, obsahuje modré a černé částice, silná namodralá UV fluorescence
4.	šedá vrstva, černé částice, místy nažloutlá UV fluorescence
3.	světle šedá vrstva, větší částice bílého pigmentu, černý pigment
1.,2.	silná okrová vrstva, nažloutlá/okrová UV fluorescence, obsahuje větší bílé částice bílého pigmentu, červený a žlutý pigment
0.	hornina

Vzorek sestává z hominy (vápenec, vrstva 0) a povrchových úprav (vrstvy 1-10).

Nejstaršími dochovanými povrchovými úpravami jsou okrové vrstvy (1,2). Následují tři světlejší šedé vrstvy (3-5) a další velmi tmavě šedé až černé povrchové úpravy (6-10).

Vzorek 8629 / Vz č.3

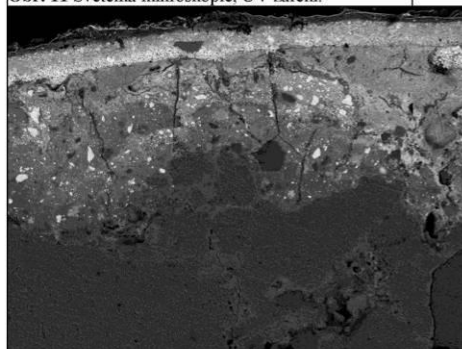


Obr. 10 Světelná mikroskopie, bílé světlo.



Obr. 11 Světelná mikroskopie, UV záření.

Obr. 12 Světelná mikroskopie, modré světlo.



Obr. 13 Elektronová mikroskopie, BSE.

Tab. 5: Výsledky mikroskopického průzkumu, vzorek 8629.

Číslo vrstvy	Popis vrstvy, světelná mikroskopie	Složení vrstvy, SEM/RDX
8.	tenká šedá vrstva	Ca, S, Si, Pb (Al, Fe): síran a uhličitán vápenatý, silikáty, bližší nespecifikováno
7.	tenká vrstva se zlatým leskem	Au (Cu, Ag): plátkové zlato
6.	žlutá vrstva	S, Cd, Pb, Ba: kadmiová žluť, barytová běloba, olovnatý pigment, zřejmě zinková běloba
5.	červená/oranžová vrstva	Pb: suřík, organické pojivo
4.	šedá vrstva, černé a modré částice, silná světlá namodralá UV luminiscence	Vrstva neanalyzována
3.	fragmenty žluté vrstvy	Vrstva neanalyzována
2.	nesouvislá šedá vrstva, obsahuje větší částice bílého pigmentu, silná světlá namodralá UV luminiscence	Vrstva neanalyzována
1.	silná okrová vrstva, nažloutlá/okrová UV fluorescence, obsahuje větší bílé částice bílého pigmentu, červený a žlutý pigment	Vrstva neanalyzována
0.	hornina	Si, Ca: kalcit, křemenná zrna



Obr. 14, 15 Stereomikroskopie - dokumentace vzorku z pohledové a spodní strany.

Vzorek sestává z horniny (vápenec) a povrchových úprav. Nejstarší dochovanou povrchovou úpravou je okrová vrstva (1). Následuje šedá (2), nesouvislá až fragmentální žlutá (3) a znovu šedá (4) vrstva. Další povrchovou úpravou je zlacení plátkovým zlatem na červeném/oranžovém a žlutém podkladu (5-7). Dále byla zaznamenána tenká šedá vrstva (8), kterou je zlacení překryto částečně.

VÝSLEDKY STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VODOROZPUSTNÝCH SOLÍ
Tab. 6: Výsledky stanovení obsahu vodorozpuštěných solí v odsolovacích zábalech.

Vzorek (výška odběru) cyklus odsolování	Síraný (SO ₄ ²⁻) [g/m ²]	Dusičnany (NO ₃ ⁻) [g/m ²]	Chloridy (Cl ⁻) [g/m ²]
1. odsolování, cca 30 h, kaolin:Arbocel:písek = 1:1:4	Malá vrstva, nástřík do vyschnutí		
Odsolovací zábal čistý	0,18	0,04	0,38
Vz 1.1 (10 cm)	0,16	0,01	0,17
Vz 2.1 (65 cm)	0,76	0,07	0,25
Vz 3.1 (150 cm)	0,04	0,04	0,85
Vz 4.1 (210 cm)	0,24	0,09	0,17
2. odsolování, cca 7 dní, kaolin:Arbocel:písek = 1:2:4	zábal silnější vrstva, překryt plastem		
Čistý zábal	0,069	0,036	0,330
Vz 1.2 (10 cm)	0,131	0,006	0,400
Vz 2.2 (65 cm)	0,054	0,003	0,261
Vz 3.2 (150 cm)	0,133	0,001	0,450
Vz 4.2 (210 cm)	0,111	0,002	0,646
3. odsolování, cca 7 dní, kaolin:Arbocel:písek = 1:2:4	zábal silnější vrstva, překryt plastem		
Čistý zábal	0,043	0,023	0,237
Vz 1.3 (10 cm)	0,078	0,165	0,617
Vz 2.3 (65 cm)	0,149	0,508	0,706
Vz 3.3 (150 cm)	0,022	0,048	0,195
Vz 4.3 (210 cm)	0,032	0,308	0,290

* větší množství extrahovaných solí, množství extrahovaných solí menší, bez zbarvení zanedbatelné množství soli v odsolovacím zábalu

Do odsolovacích zábalů (Tab. 6) byly extrahovány anorganické soli v různé míře.

Zjednodušeně lze shrnout, že v prvním odsolovacím cyklu nedošlo k zásadní extrakci vodorozpuštěných solí. Výjimkou je vyšší množství chloridů sorbovaných do zábalu 3.1 (150 cm).

Ve druhém odsolovacím cyklu došlo k extrakci vyššího množství chloridů do zábalů 3.2 a 4.2 odebraných ve výšce nad 65 cm.

Nejvíce vodorozpuštěných solí bylo extrahováno v rámci třetího odsolovacího cyklu. V tomto případě byly do zábalů extrahovány zejména dusičnany a chloridy.

Uvedená data potvrzují, je reliéf zřejmě zatížen vysokým množstvím anorganických solí, což se předpokládalo. Lze konstatovat, že došlo celkově k extrakci poměrně vysokého množství anorganických solí do odsolovacích zábalů a lze předpokládat, že by došlo k odsolení i v rámci dalších odsolovacích cyklů.

ZÁVĚR

Chemicko-technologický průzkum byl proveden v souvislosti s restaurováním střední části Mariánského morového sloupu v Kutné Hoře s kamenným reliéfem sv. Jakuba Většího. Cílem průzkumu bylo stanovení množství vodorozpustných solí v odsolovacích zábalích a posouzení efektivity odsolování. Dále byl průzkum zaměřen na studium materiálového složení a stratigrafie povrchových úprav, případně tmelu.

STRATIGRAFIE A MATERIÁLOVÉ SLOŽENÍ POVRCHOVÝCH ÚPRAV A TMELU

Průzkum byl proveden na připravených nábrusech z vybraných úlomků vzorků metodami světelné a skenovací elektronové mikroskopie s prvkovou analýzou (SEM/EDX). Průzkumu byly podrobeny 3 vzorky. Přehled studovaných vzorků vztahujících se k zadanému úseku restaurování je uveden na konci průzkumové zprávy v Příloze. Jsou zde také uvedeny výsledky stratigrafického průzkumu z roku 2002 [3] provedeného na vzorku (Vzorek 6) odebraného ze zlaceného paprsku reliéfu sv. Jakuba Většího.

Na objektu byly povrchové úpravy dochovány v různé míře, vizuálně se zpravidla jevíly jako fragmenty tmavých depozitů. Nejlépe byly povrchové úpravy dochované ve zlacených částech. Z výsledků stávajícího průzkumu a průzkumu provedeného v roce 2002 [3] vyplývá přítomnost okrových nejstarších dochovaných povrchových úprav na kameni. Následují světlé a šedé, posléze velmi tmavé povrchové úpravy. Je pravděpodobné, že mnohé z šedých vrstev byly součástí monochromního pojednání povrchu díla. Šedé povrchové úpravy mohly být aplikovány v některých obdobích v kombinaci se zlacením. Ve zlacených částech je stratigrafie povrchových úprav odlišná. Na okrové nejstarší vrstvě se vyskytují pozůstatky zlacení plátkovým zlatem a mezi šedými povrchovými úpravami žluté vrstvy. Zlacení je po šedých vrstvách opakováno s oranžovým a žlutým podkladem a je částečně překryto tenkou šedou pohledově uplatněnou vrstvou. Stratigrafie a barevnost zaznamenaných povrchových úprav jsou do značné míry srovnatelné s ostatními částmi reliéfu [1,2,3]. Obecně lze tedy předpokládat, že složení vrstev bude obdobné jako na zbytku objektu. Většina vrstev tedy pravděpodobně obsahuje organická pojiva, dále zejména olovnaté pigmenty, pigmenty na bázi oxidů železa, případně s příměsí malého množství ultramarínu. Obě zlacení jsou provedena plátkovým zlatem na podkladech s olovnatými pigmenty.

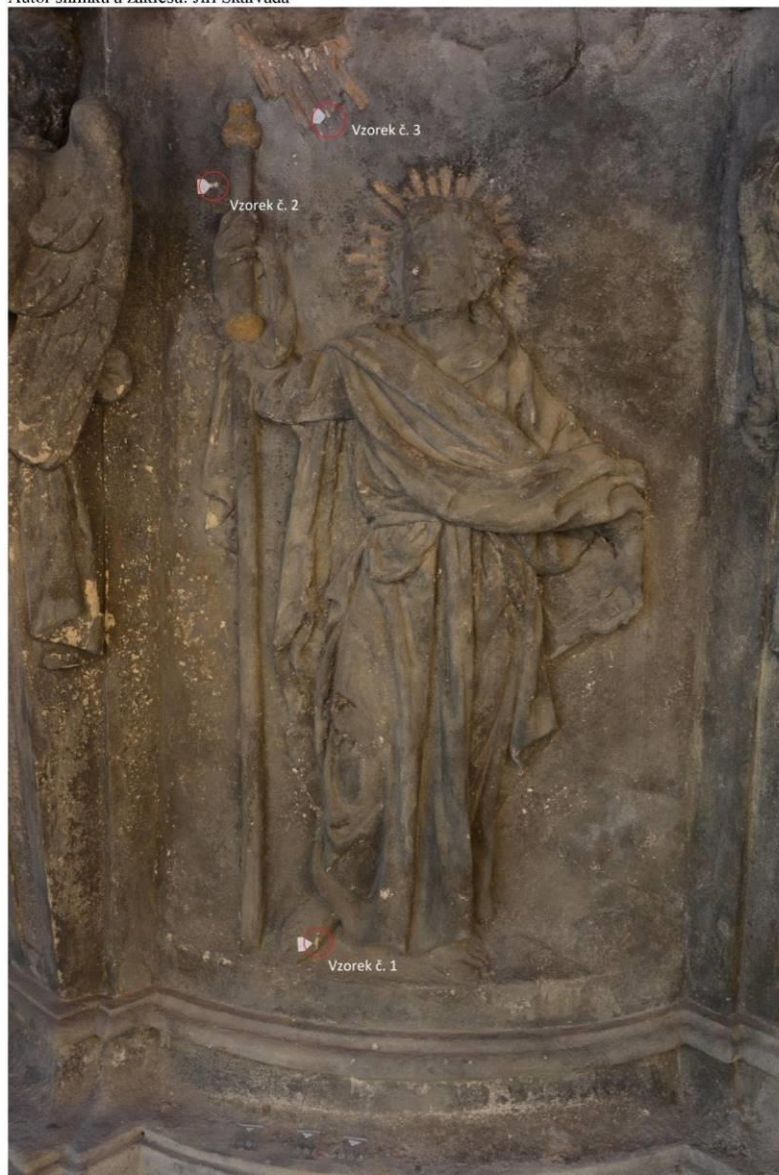
Studovaný tmel (vzorek 8627) obsahuje zejména silikátová oblá zrna maximální velikosti přibližně 1 mm. Dále obsahuje pravděpodobně cement a organickou látku, nelze vyloučit přítomnost dalších pojiv, například vzdušného vápna. Je zřejmě probarvený ve hmotě, zaznamenan byl okrový pigment. Na povrchu tmelu se vyskytují tenké tmavé, šedé až černé povrchové úpravy a nejmladší tenká okrová nespojitá vrstva.

MNOŽSTVÍ VODOROZPUSTNÝCH SOLÍ

V prvním odsolovacím cyklu v podstatě nedošlo k extrakci vodorozpustných solí. Ve druhém odsolovacím cyklu došlo k extrakci chloridů ve výšce nad 65 cm. Nejvíce vodorozpustných solí bylo extrahováno v rámci třetího odsolovacího cyklu. V tomto případě byly extrahovány zejména dusičnany a chloridy. Lze konstatovat, že celkově došlo k extrakci poměrně vysokého množství anorganických solí do odsolovacích zábalů, zejména chloridů a dusičnanů.

PŘÍLOHA – FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE MÍST ODBĚRŮ VZORKŮ

Autor snímků a zakresů: Jiří Škarvada



Obr. 16 Lokalizace odběru vzorků 7627-7629/Vzorky č. 1-3 z reliéfu sv. Jakuba Většího.



Obr. 17 Místo odběru vzorku 7627/Vzorek č. 1, pravá noha sv. Jakuba Většího, detail.



Obr. 18 Místo odběru vzorku 7628/Vzorek č. 2, pozadí vlevo u pravé ruky sv. Jakuba Většího, detail.



Obr. 19 Místo odběru vzorku 7629/Vzorek č. 3, paprsky, zlacení, reliéf sv. Jakuba Většího, detail.



Obr. 20 Lokalizace míst odběru vzorků odsolovacích zábalů Vzorky č. 1-4. Reliéf sv. Jakuba Většího.

Příloha – PŘEHLED VZORKŮ A VÝSLEDKŮ PRŮZKUMU STRATIGRAFIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

Tab. 7: Přehled vzorků, stratigrafie povrchových úprav.

Vzorek	V1/8627 pravá noha	V2/8628 pozadí vlevo	V3/8629 zlacení paprsek	V6 [3] zlacení, mrak-paprsek
Světelná mikroskopie: bílé světlo				 <small> měř. 2,0 mm (zlacení - zlacení okraj paprsků) okraj 0,07 mm zlacení 0,0025 - 0,005 mm paprsková vrstva 0,07 mm žlutá 0,02 - 0,07 mm žlutá 0,1 mm žlutá s okrajovou vrstvou 0,07 mm zlacení 0,0025 mm žlutá podkladová 0,10 mm okrajová a okrajová žlutá 0,02 - 0,2 mm paprsková keramika </small>
Světelná mikroskopie: UV záření				
Vzorek, stereomikroskopie				
	2-5 šedé/černé vrstvy, okr 1 uměl	3-9 šedé vrstvy	9 tenká šedá vrstva 5-8 plátkové zlato podklady 4 šedá 3 žlutá/okrová 2 šedá 1 okrová vrstva 0 hornina	okrová oranžová, zlacení šedá žlutá šedá okrová, žlutá, zlacení hornina