

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA RESTAUROVÁNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Tomáš TITOR

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil/a, 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 Zahrádce dne: 11. září 2013

Tomáš Titor

Poděkování

Poděkování patří vedoucímu diplomové práce Mgr. art. Janu Vojtěchovskému a konzultantce teoretické části Ing. Renátě Tišlové, PhD. za vstřícnost, ochotu a podnětné rady a připomínky. Dále bych rád poděkoval BcA. Daně Macounové za ochotu, psychickou podporu a dobré rady. A v neposlední řadě také kolegyním z lešení Martině Polákové, BcA. Lence Sloukové a Báře Vařejkové.

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Ateliér restaurování a konzervace nástěnné malby a sgrafita

Tomáš Titor
Diplomová práce
Vedoucí práce: Mgr. art. Jan Vojtěchovský

NÁZEV:

Restaurování spodní části nástěnné malby na východní stěně presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou

ANOTACE:

Tato diplomová práce prezentuje průběh restaurování spodní části nástěnné malby na východní stěně presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou. Malba byla datována do rozmezí let 1320-60. Restaurování sestává z restaurátorského průzkumu, vlastního restaurování a vypracování restaurátorské dokumentace. Restaurátorský průzkum obsahuje umělecko-historický průzkum, materiálový průzkum, zkoušky čištění a návrh postupu restaurátorských prací. Vlastní restaurování nástěnných maleb vychází z tohoto návrhu; malby byly chemicky i mechanicky čištěny, konsolidovány, tmeleny a retušovány. Součástí diplomové práce je teoretická část pojednávající o možnostech redukce vodorozpustných solí, které byly detekovány in situ. Teoretická část se skládá z teoretické rešerše a experimentální části, která dokumentuje průběh a výsledky testování vybraných zábalových směsí. Teoretická část slouží jako podklad pro praktický úkol redukce solí in situ.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Kostel sv. Víta v Zahrádce - restaurátorská dokumentace - restaurování nástěnných maleb - středověká nástěnná malba - redukce vodorozpustných solí - odsolovací zábal - advekce - difúze

TITLE:

Restoration of Lower Part of Mural Painting on Presbytery East Wall in St. Vitus Church in Zahrádka at Ledec nad Sázavou

ANNOTATION:

This Diploma thesis presents the progress of the restoration of lower part of mural painting on presbytery east wall in St. Vitus church in Zahrádka at Ledec nad Sázavou. The painting is medieval and date probably in 1320-60. The restoration consists of restoration survey, the actual restoration and producing restoration documentation. The restoration survey includes art-historical research, material research, cleaning tests and a proposal for the restoration work. The actual restoration is based on this proposal; the painting was chemically and mechanically cleaned, consolidated, filled and retouched. The theoretical part of diploma thesis deals with possibilities of water soluble salts reduction which were analyzed in situ. The theoretical part consists of a theoretical search and an experimental part which documents the progress and results of selected poultices tests. The theoretical part function as a base for practical job of salt reduction in situ. The final restoration documentation will be done after completion of the restoration at the start of december 2013.

KEYWORDS:

St. Vitus church in Zahrádka - restoration documentation - restoration of wall paintings - medieval wall painting - water soluble salts extraction - salt reduction poultice - advection - diffusion

OBSAH

1	Úvod.....	11
2	Restaurátorský průzkum	
2.1	Lokalizace památky.....	12
2.2	Údaje o památce.....	12
2.3	Údaje o akci.....	13
2.4	Metody a záměr restaurátorského průzkumu.....	13
2.5	Stručná historie objektu.....	14
2.6	Popis a vývoj stavebních fází objektu.....	16
2.6.1	Exteriér.....	16
2.6.2	Interiér.....	17
2.7	Výsledky archeologického průzkumu.....	19
2.8	Závěry vyplývající ze starších dokumentací.....	23
2.9	Popis techniky původních maleb presbytáře.....	24
2.9.1	Popis spodního figurálního pásu.....	25
2.10	Popis poškození.....	28
2.11	Průzkum v razantním bočním nasvícení.....	29
2.12	Průzkum v UV světle.....	29
2.13	Průzkum v IR světle.....	29
2.14	Zkoušky čištění barevné vrstvy.....	29
2.14.1	Mechanické čištění.....	29
2.14.2	Chemické čištění.....	30
2.15	Zkoušky konsolidace sprašující se barevné vrstvy.....	30
2.16	Chemicko-technologický průzkum - Shrnutí starších průzkumů a doplnění novými výsledky.....	30
2.17	Shrnutí restaurátorského průzkumu.....	32
2.18	Návrh restaurátorských prací.....	33

OBSAH

3	Možnosti redukce vodorozpustných solí na východní stěně presbytáře v kostele sv. Víta v Zahradce u Ledče nad Sázavou - Teoretická část	
3.1	Fenomén zasolení zdiva a omítek - Vysvětlení nejširších souvislostí.....	34
3.2	Účinky vodorozpustných solí na nástěnnou malbu.....	34
3.3	Nejpoužívanější metody redukující obsah a vliv vodorozpustných solí v současné restaurátorské praxi.....	36
3.4	Analytické metody použité in situ.....	37
3.4.1	Odběr vzorků na gravimetrickou vlhkost a salinitu.....	37
3.4.2	Měření gravimetrické vlhkosti vzorků.....	38
3.4.3	UV/VIS spektrofotometrie.....	38
3.4.4	Rentgenová difrakční analýza (XRD) odparků ze vzorků.....	39
3.5	Princip redukce vodorozpustných solí pomocí zábalů - Nová teorie.....	39
3.5.1	Difúzní zábalý.....	39
3.5.2	Materiály difúzních zábalů.....	40
3.5.3	Výhody a limity difúzních zábalů.....	41
3.5.4	Advekční zábalý.....	42
3.5.5	Materiály advekčních zábalů.....	44
3.5.6	Výhody a limity advekčních zábalů.....	44
3.5.7	Shrnutí základních informací o redukcí vodorozpustných solí pomocí zábalů.....	45
3.6	Chemická stabilizace vodorozpustných solí - Florentská metoda.....	47
3.6.1	Princip chemické stabilizace.....	48
3.6.2	Výhody a limity Florentské metody.....	49
3.7	Opatření stabilizující klimatický režim objektu - Komentář a doporučení ke stavebním realizacím in situ.....	50
3.7.1	Drenáž a odvod srážkové vody.....	51
3.7.2	Transfer podlahy a vyjmutí betonového lože.....	52
3.7.3	Vzduchový kanál kolem vnitřního líce obvodových zdí.....	52
3.7.4	Nahrazení fasádní cementové omítky omítkou vápennou.....	58
3.7.5	Oprava dveří a okenních tabulí.....	58
3.7.6	Kultivace okolí objektu.....	58

OBSAH

4	Možnosti redukce vodorozpustných solí na východní stěně presbytáře v kostele sv. Víta v Zahradce u Ledče nad Sázavou - Experimentální část	
4.1	Cíl experimentu.....	60
4.2	Údaje o materiálech zábalů.....	60
4.3	Popis ploch aplikace.....	61
4.4	Složení testovaných zábalů a podmínky jejich aplikace.....	62
4.5	Analytické metody použité pro stanovení efektivity jednotlivých zábalů.....	65
4.5.1	Sorpční kapacita vzorků zábalů a vzorků omítky.....	65
4.5.2	UV/VIS spektrofotometrie.....	65
4.5.3	Rentgenová difrakce (XRD).....	66
4.6	Výsledky analýz.....	66
4.6.1	Sorpční kapacita zábalů.....	66
4.6.2	Porovnání účinnosti difúzních a advekčních zábalů.....	67
4.6.3	Počet cyklů.....	67
4.6.4	Rentgenová difrakce (XRD).....	73
4.7	Diskuze.....	74
4.8	Návrh optimální metody a podmínek aplikace in situ.....	75
4.9	Odběr kontrolních vzorků na salinitu po redukci solí.....	76
4.10	Výsledky aplikace in situ.....	76
4.10.1	Efektivita finálního advekčního zábalu.....	76
4.10.2	Porovnání analýz vzorků na salinitu odebraných před a po redukci solí.....	78
4.11	Závěr.....	78
5	Dokumentace restaurátorských prací	
5.1	Zajištění havarijních partií omítky - injektáž, fixační tmely.....	79
5.2	Odstranění biologického napadení a desinfekce omítky.....	79
5.3	Odstranění reziduí mladší omítky.....	79
5.4	Hloubková konsolidace omítky.....	80
5.5	Odstranění fixačních tmelů ze 70. let.....	80
5.6	Fixace uvolněného podkladu barevné vrstvy.....	80
5.7	Čištění barevné vrstvy.....	81
5.8	Fixace barevné vrstvy.....	81

OBSAH

5.9	Strukturální konsolidace odhalených partií omítky a zdicí malty.....	82
5.10	Redukce solí na partiích odhalené omítky a zdiva.....	82
5.11	Fixační tmely a tmelení mechanických defektů malby/omítky.....	82
5.12	Retuš.....	83
5.13	Doporučený režim objektu.....	83
5.13.1	Dlouhodobý monitoring klimatických podmínek v interiéru objektu.....	84
5.13.2	Pravidelná revize a čištění drenážního a okapního systému.....	84
5.13.3	Návštěvní režim objektu.....	85
5.14	Použité materiály a pomůcky.....	86
6	Použitá literatura a prameny.....	88
7	Seznam použitých zkratk.....	90
8	Tabulková příloha.....	91
9	Obrazová příloha.....	94
10	Grafická příloha.....	123
11	Textová příloha.....	124
	Příloha 1 Závazné stanovisko	
	Příloha 2 Zápisy z kontrolních dnů	
	Příloha 3 Protokol o předání	
	Příloha 4 Zpráva o stavu odkrytých nástěnných maleb v kostele v Zahrádce	
	Příloha 5 Chemicko-technologický průzkum	
	Příloha 6 XRD - Difraktogramy odparků	
	Příloha 7 Grafy klimatu	

1 Úvod

Diplomová práce je strukturována s primárním ohledem na praktický úkol restaurování reálného objektu, proto jako první kapitolu uvádíme *Restařátorský průzkum*, který je uvedením do celé šíře zadaného úkolu a jeho souvislostí. V této kapitole jsou, kromě jiného, prezentovány jednotlivé typy, rozsah a příčiny poškození restaurovaného objektu.

Následuje kapitola *Možnosti redukce vodorozpustných solí - Teoretická část*, která je teoretickým rozšířením *Restařátorského průzkumu*. Kapitola pojednává o vytipovaných možnostech omezení negativního vlivu vodorozpustných solí se zřetelem na daný restaurovaný objekt. Kapitola je zaměřena na možnosti redukce vodorozpustných solí ve zdivu a omítce, jakožto podkladových vrstvách nástěnné malby. Dále na možnosti pasivace degraďačních procesů vodorozpustných solí prostřednictvím stabilizace klimatických podmínek a konverze rozpustných solí na soli méně rozpustné pomocí tzv. Florentské metody.

Ve třetí kapitole *Možnosti redukce vodorozpustných solí - Experimentální část* jsou detailně popsány realizované testy vytipovaných zábalových směsí s cílem odzkoušen nejefektivnější zábal, který pak lze aplikovat in situ.

Cílem dvou výše zmíněných kapitol je, na základě studia odborné literatury a praktických zkoušek in situ, prezentovat teoretické možnosti zásahu, jejich výhody, limity či rizika, a s přihlédnutím na reálnou situaci dané nástěnné malby zvolit nejoptimálnější metodu, popřípadě kombinaci metod pro vlastní konzervování/restaurování spodního figurálního pásu nástěnné malby v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou.

O praktických postupech, realizovaných na zvoleném úseku nástěnné malby, pojednává kapitola *Dokumentace restařátorských prací*. Všechny kapitoly jsou doplněny fotografickou, popřípadě jinou dokumentací, nacházející se buď v textu, nebo v kapitole *Přílohy*. Všechny práce a postupy provedené na zvoleném úseku nástěnné malby jsou součástí konečné restařátorské dokumentace.

2 Restaurátorský průzkum

2.1 Lokalizace památky

Kraj: Vysočina

Okres: Havlíčkův Brod

Obec: Horní Paseka (bývalá Zahrádka u Ledče nad Sázavou)

Umístění: bývalá náves

Rejstříkové číslo objektu v ÚSKP: 14421/6-361

Památkou od: 3.5. 1958

2.2 Údaje o památce

Objekt: kostel sv. Víta, Zahrádka u Ledče nad Sázavou

Sloh a datování objektu: románský, založen před r. 1219, několikrát přestavován, nejvýznamnější přestavba barokní, pochází z let 1783-87

Datace maleb: raně gotické nástěnné malby, datovány pravděpodobně po roce 1320^{1,2}

Technika malby: malba provedená na dvou vrstvách omítky (hrubší jádrová, jemnější intonaco), pojená vápnem s příměsí kaseinu na světlém vápenném nátěru³, pod nímž lze lokálně sledovat vertikální okrové linie, pravděpodobně značící systém denních dílů malby

Rozměry spodního figurálního pásu: 560 x 219 cm, cca 12,3 m²

Předchozí známé průzkumy:

- srpen-listopad 1975 – stavebně-historický průzkum⁴ (Ing. arch. Pavel Mošťák, SPPKOKP)
- září 1975 – restaurátorský průzkum⁵ (prof. Jiří Toroň, AVU Praha) – objev románsko-gotických nástěnných maleb pod mladšími omítkami a nátěry
- 1976 – celoplošné odhalení nástěnných maleb⁶ (prof. Jiří Toroň)
- 1976-77 – archeologický průzkum⁷ (PhDr. Antonín Hejna, Archeologický ústav ČSAV)

1 Datace maleb je stále diskutována, nejnovější hypotéza klade vznik maleb do období mezi léty 1320-60, spíše v letech po r. 1320. Tato skutečnost nebyla dosud publikována, ale byla diskutována s PhDr. Zuzanou Všečekovou (Ústav dějin umění AV ČR).

2 Dunajská, J., *Diplomová práce; Doplnující průzkum malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou a restaurování referenční plochy středověkých maleb v presbytáři*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012, s. 18.

3 Tamtéž, s. 12.

4 Mošťák, P., *Kostel sv. Víta v Zahrádce; Stavebně historický a architektonický průzkum*, Praha, 1975, Interní tisk SPKOKP Praha.

5 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.

6 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva, zákresy a fotodokumentace z odhalování středověkých maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce*, Praha, 1976, NPÚ Telč.

7 Hejna, A., *Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Archeologický průzkum*, in: *Umění XXIX*, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123, s. 399-404.

2.3 Údaje o akci

Vlastník: ČR, právo hospodaření - NPÚ, Územní odborné pracoviště Telč

Správce objektu: Správa státního hradu Lipnice

Objednavatel: NPÚ ú. o. p. Telč

Investor: Občanské sdružení Přátelé Zahrádky, Humpolec, Lipnická 1222, 396 01

Památkový dozor: Mgr. Petr Severa, ú. o. p. NPÚ Telč

Termín akce: říjen 2012-září 2013

Zhotovitel: Univerzita Pardubice, Fakulta Restaurování, Litomyšl, Jiráskova 3, 570 01

Pedagogický dozor: Mgr. art. Jan Vojtěchovský

Restaurátor: BcA. Tomáš Titor (student VI. ročníku FR UPCE)

Odborná spolupráce: Ing. Renata Tišlová, PhD. (Technologická laboratoř FR UPCE)

2.4 Metody a záměr restaurátorského průzkumu

- studium starších dokumentací a odborné literatury
- vizuální průzkum maleb a omítky - průzkum v denním rozptýleném světle
 - průzkum v razantním bočním osvětlení
 - průzkum v UV světle
 - průzkum IR kamerou
- měření vlhkosti a teploty v interiéru
- laboratorní stanovení obsahu vlhkosti a vodorozpustných solí v omítce
- laboratorní analýza bílého zákalu na povrchu malby
- strukturální konsolidace uvolněných částí omítky a barevné vrstvy
- zkoušky mechanického a chemického čištění povrchu malby
- zkoušky konsolidace povrchu malby
- grafická dokumentace (lokalizace odebraných vzorků, zakreslení jednotlivých poškození)
- fotodokumentace provedených zásahů a zjištěných skutečností

Cílem restaurátorského průzkumu je, na základě shromážděných informací zmíněných výše, stanovit metody a materiály plánovaného restaurátorského zásahu. Možnosti restaurátorského zásahu budou průběžně konzultovány se zástupcem ú. o. p. NPÚ a investorem.

Požadavkem restaurátorského průzkumu je laboratorní analýza bílého zákalu na povrchu maleb a provedení zkoušek na jeho redukování, či úplné odstranění. Dále pak laboratorní analýza vlhkosti a obsahu solí v omítce a zdivu, vzhledem k mikroklimatu interiéru kostela.¹

Součástí průzkumu je rovněž povrchová i hloubková konsolidace nejohroženějších partií omítky a barevné vrstvy. Všechny provedené zásahy jsou obsaženy, i s fotografiemi, v této dokumentaci.

¹ Měření mikroklimatu v interiéru kostela probíhalo od r. 2011 a pokračovalo do konce léta 2013. Přesněji, měření probíhalo od 16.7. 2011 - 8.3. 2012, od 12.3. 2012 - 15.8. 2012 a od 4.10. 2012 - 15. 8. 2013.

2.5 Stručná historie objektu^{1,2}

První zmínka o obci Zahrádka se nachází v darovací listině Přemysla Otakara I. (1197-1230) z 26. června 1219. Zahrádka s kostelem, a s přilehlým újezdem, byla darována Vyšehradské kapitule, jejímž majetkem byla do roku 1436.

Držitel Zahrádky Filip, biskup salcburský a probošt vyšehradský, se 5. září 1247 vzdal Zahrádky a postoupil ji sekretáři kanovníku Hermanovi. Lze předpokládat, že během této doby proběhla druhá stavební fáze dnešního kostela - stavba gotické zvonice a zaklenutí kostela žebrovou klenbou.

V roce 1327, za probošta Jana, je Zahrádka poprvé uváděna jako městečko „oppidum Sarathka“. Záhy budovala kapitula hrad Klosterberg na návrší mezi Želivkou a Blažejovickým potokem, kde od roku 1348 sídlil probošt Jindřich z Lipé. Hrad sloužil jako sídlo organizace hospodářské činnosti vyšehradských proboštů. Za Jindřicha je kostel poprvé uváděn jako farní a přísluší děkanátu v Červené Řečici.

Od roku 1420 sídlil na hradě Klosterbergu pán Albík, který byl pravděpodobně posledním držitelem Zahrádky z řad vyšehradské kapituly, neboť roku 1436 byla císařem Zikmundem Zahrádka zastavena Mikuláši Trčkovi z Lípy. Roku 1562 získala Zahrádka právo trhu a byla povýšena na město Trhová Zahrádka, v jehož erbu je stříbrné příčné břevno v červeném poli.

V této době ztratil hrad Klosterberg svou funkci a nebyl dále využíván. Trčkovské panství trvalo do roku 1636, kdy ho získal, po konfiskaci Trčkovského panství, Volf Adam hrabě z Pappenheimu a následně Burian Ladislav z Valdštejna. Panství Valdštejnů se zde udrželo do konce 17. století. Nakrátko, do roku 1707, se Zahrádka dostala do vlastnictví břevnovského opata Otmara Zinka. Pak byla Zahrádka majetkem Jana Leopolda Donáta, knížete z Trautssonu a Falkenštejna. Během jeho vlády byl kostel barokně upraven (1738).

Roku 1783 ale celou obec zachvátil ničivý požár, kostel byl opět obnoven až roku 1787.³ Otázkou je, za koho došlo k barokním přestavbám, jelikož Jan Leopold Donát žil v letech (1659 - 1724).^{4,5}

1 Mošťák, P., *Kostel sv. Víta v Zahrádce; Stavebně historický a architektonický průzkum*, Praha, 1975, Interní tisk SPKOKP Praha, s.7

2 Hejna, A., *Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Archeologický průzkum*, in: *Umění XXIX*, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123, s. 399-404

3 Zde vyvstává otázka datování barokních úprav. První požár je zmiňován až v roce 1783. Z toho vyplývá skutečnost, že k prolomení nových oken, prodloužení lodi k západu a zvýšení kostela muselo pravděpodobně dojít až po tomto požáru. Zvláště, když uvážíme zmínku, že k obnovení kostela došlo až roku 1787. Pokud tedy během roku 1738 došlo k nějakým úpravám, pak byly pravděpodobně malého rozsahu. Tímto rozsahem lze usuzovat na provedení opěrných pilířů na nárožích zvonice.

4 <http://cs.wikipedia.org/wiki/Trautsonov%C3%A9>

5 Pokud to bylo za vlastnictví rodu z Trautssonu, přicházejí v úvahu následující jména: Jan Vilém kníže Trautson (1700 - 1775) – nejvyšší hofmistr Marie Terezie, poslední mužský člen rodu; Jan Josef z Trautssonu (1704 - 1757) – arcibiskup vídeňský, kardinál; Marie Josefa z Trautssonu, provdaná z Auerspergu (1724 - 1792).

Během roku 1811 proběhla drobná úprava, patrně bez většího významu. Roku 1850 postihl obec požár, následovaly úpravy a opravy kostela, při nichž byl realizován nový krov a instalován nový mobiliář. Příkladem je novogotický oltář z roku 1852.¹ V období první republiky byla osazena secesní okna a provedena nová výmalba kostela.

Roku 1958 byl kostel zapsán do Státního seznamu nemovitých kulturních památek, vzhledem k tomu, že se jedná o původně románskou stavbu se zachovanými architektonickými prvky. Roku 1969 bylo vládním usnesením rozhodnuto o likvidaci Zahrádky v souvislosti s výstavbou vodního díla Želivka.² Roku 1976 obec Zahrádka zanikla a její pozůstatky byly připojeny k Dolnímu Městu.³

Roku 1983 SÚRPMO Praha zpracovalo projekt „Památník zátopové oblasti Zahrádka“.⁴ V rámci projektu byla navržena změna krytiny z původních pálených bobrovek na plechovou. Do roku 1989 byly prováděny stavební úpravy a připravován návrh expozice „Památníku“. Byla realizována terasa před západním průčelím kostela, injektáž základů, výměna střechy a vnější fasáda. Byla instalována nová podlaha, původní kamenná dlažba demontována a nová podlaha provedena do betonu. Po roce 1989 byly práce zastaveny.

Od roku 2002 byly provedeny opravy a výměna nejvíce poškozených částí krovu a dočasně vyřešen odvod dešťové vody. Roku 2009 byl proveden restaurátorský průzkum malířské výzdoby FR UPCE⁵ a roku 2011 tatáž instituce provedla restaurování referenční plochy 2,2 m² nástěnné malby na východní stěně presbytáře.⁶ V říjnu 2011 byly zahájeny práce na vnějším odvlhčení východní stěny kostela. Práce byly ovšem dočasně zastaveny z důvodů finančních potíží firmy, jež měla práce realizovat.⁷

1 Viz obr. 3, s. 95.

2 <http://www.zahradka.euweb.cz/zahradka.htm>

3 Tamtéž.

4 Tamtéž.

5 Machačko, L., a kol., *Průzkumová dokumentace malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009.

6 Dunajská, J., *Diplomová práce; Doplnující průzkum malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou a restaurování referenční plochy středověkých maleb v presbytáři*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012.

7 <http://www.zahradka.euweb.cz/zahradka.htm>

2.6 Popis a vývoj stavebních fází objektu^{1,2}

2.6.1 Exteriér

Kostel sv. Víta, v minulosti součástí obce Zahrádka, se dnes nachází v těsné blízkosti vodního díla Želivka. Podloží kostela tvoří žula a rula, na nichž leží, v hloubce cca 2 m, šterkopísčité říční sedimenty. Překryv se skládá z jílovitohlinité půdy hnědé barvy, která hlouběji obsahuje větší podíl jílu. Kostel má dispozici jednolodí, orientovaného v ose V-Z. Lod' kostela i presbytář jsou pravoúhlé, s tvarem protáhlého obdélníku. K severní stěně presbytáře přiléhá architektura hranolové čtyřpatrové věže, která lícuje s linií jeho východní stěny. K jejímu severozápadnímu rohu přiléhá přístavek s točitým schodištěm, vedoucím na zvonici. Vnější rozměry stavby činí cca 25x16 m.

Západní závěr kostela je ve střední ose prolomen barokním pravoúhlým portálem, s jednoduše profilovaným ostěním s uchy a kapkami, jež je ukončeno oblounovou římsou jednoduché profilace. Vstupní dveře rámové konstrukce jsou dvoukřídlé. Nad vstupním portálem je fasáda ve střední ose prolomena půlkruhovým oknem, vedoucím na kruchtu. Průčelí, nad korunní římsou a soklem, vrcholí patrovým štítem s konvexními křídly po stranách. Plocha štítu je ve střední ose prolomena kruhovým oknem, vedoucím na půdu. Trojúhelníkový tympanon je nesen zdvojenými pilastry, které oddělují jeho konvexní křídla od zbytku fasády. Tympanon vrcholí sloupkem s koulí. Fasáda je na nárožích členěna zdvojenými pilastry.

Jižní a severní fasáda lodi jsou prolomeny pravoúhlými okny s půlkruhovými oblouky. Nároží lodi jsou akcentována zdvojenými pilastry. Pod východním oknem jižní fasády je plocha prolomena románským ústupkovým portálem a při jihozápadním nároží je prolomena pravoúhlým dveřním otvorem, jenž vede na kruchtu. Jižní a východní stěna presbytáře je ve středové ose prolomena oknem, které je shodné s okny v lodi. V případě východní stěny je okno slepé.

Nároží zvonice jsou vyztužena opěrnými pilíři, jenž převyšují korunní římsu kostela. Pilíře na severovýchodním a severozápadním nároží přiléhají k architektuře diagonálně. Fasáda věže má dochována střílnová gotická okénka a lomený oblouk okna, pouze částečně zachovaného, ve východní stěně, pod nímž byl prolomen barokní pravoúhlý vchod do sakristie. V horním patře věže jsou okna segmentově zaklenuta se sedlovým zalomením. Rokoková helma vybíhá ze čtvercového věnce věže a končí osmicípou bání nad střední dělicí římsou helmy. Bání je ukončena makovicí. Střešní krytina je plechová.

1 Hejna, A., Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Archeologický průzkum, in: Umění XXIX, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123, s. 399-404

2 Mošťák, P., Kostel sv. Víta v Zahrádce; Stavebně historický a architektonický průzkum, Praha, 1975, Interní tisk SPKOKP Praha.

Románské zdivo exteriéru prošlo barokní úpravou při realizaci architektonických prvků fasády. Novodobá barevnost je červenobílá. Plochy jsou bílé a architektonické prvky červené. Okenní tabule lodi a presbytáře, s výjimkou západních oken, jsou provedeny jako barevné vitráže, zasazené v olovu, které znázorňují P. Marii a světce. Vitráže jsou datovány rokem 1944. Krov sedlové střechy pochází z 19. st. a střešní krytina je novodobá plechová.

2.6.2 Interiér^{1,2,3}

Interiér kostela je, od jeho zrušení roku 1975, vystěhován a v podstatě nevyužíván. Podlahu, pocházející z počátku 90. let 20. st., tvoří čtvercové žulové desky. Půdorys nejstarší stavby je znázorněn v dlažbě čtvercovými bloky menších rozměrů. Podlaha presbytáře je o jeden schod zvednuta nad podlahu lodi. V podlaze kolem obvodu kostela probíhá cca 40 cm široký pás, kde je odstraněna dlažba, z důvodů příprav na realizaci odvětrání stěn.⁴ K nejstarší stavbě lze konstatovat, že jak loď, tak presbytář měly tvar protáhlého obdélníku, přičemž presbytář byl oproti lodi mnohem užší. Vnější rozměry stavby činily 13x7 m a vnitřní pak 10,7x4,7 m.

Dnešní stavba tedy svými rozměry kopíruje nejstarší stavební fázi. V případě presbytáře však došlo k jeho rozšíření a loď byla během barokní přestavby prodloužena. Na stěnách je možné v mnoha případech sledovat odhalené souvrství zdiva, omítek a barevných vrstev (z důvodu realizace stavebně-historického a restaurátorského průzkumu).

Románská fáze výstavby dnešního objektu zahrnuje presbytář a téměř dvě třetiny délky dnešní lodi. Žulové zdivo je složeno z lomového kamene, kladeného do vápenné malty. Boční stěny lodi byly prolomeny dvojicemi jednoduchých střílnových oken, zakončených obloukem. Východní stěna presbytáře ve střední ose pak byla prolomena oknem totožného tvarosloví. Zdivo o síle 110-130 cm bylo omítané. Při jižním vstupu do lodi se dochovala románská kropenka.

Z konstrukčních detailů románského zdiva lze na východní stěně, po stranách reliktů románského okna, sledovat dva pravoúhlé otvory, které pochází z doby konstruování zdiva. Jsou to otvory po trámech dřevěného lešení, které byly po dokončení zdi, vyplněny kameny a omítnuty. V otvoru blíže k severu se takový kámen dochoval. Lze na něm pozorovat omítku i s fragmenty barevné vrstvy, které přísluší malbám odkrytým v 70. letech 20. st.

V gotice došlo k úpravě vítězného oblouku, jeho nároží jsou vázaná pravidelnými žulovými kvádry. Kostel byl zaklenut žebrovou klenbou, jejíž reliktů byly nalezeny v rozích presbytáře při východní stěně a při vítězném oblouku. V této době došlo i ke stavbě hranolové

1 Mošťák, P., *Kostel sv. Víta v Zahrádce; Stavebně historický a architektonický průzkum*, Praha, 1975, Interní tisk SPKOKP Praha.

2 Hejna, A., *Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Archeologický průzkum*, in: *Umění XXIX*, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123, s. 399-404

3 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.

4 <http://www.zahradka.euweb.cz/zahradka.htm>

věže, která je z presbytáře přístupná lomeným portálem s jednoduchým žulovým ostěním, na vnitřní hraně zkoseným, jenž je prolomen v severní stěně presbytáře. Gotický sanktuář, v severní stěně presbytáře, má půlkruhový záklenek. Jeho původně profilované ostění bylo během barokizace osekáno. Dnes je kryt kovanou mříží s černo-zlatou povrchovou úpravou. Klenba v sakristii sestává z hranolových lichoběžníkových žeber, vybíhajících z jednoduchých zkosených konzol. Žebra se stýkají na kruhovém dutém svorníku se shodnou profilací. Žulové architektonické články byly polychromovány, dokazuje to nálezy fragmentu kamenného článku s polychromií v zadržce románského okna ve východní stěně. Prostor sakristie byl omítnut a vybělen.

Při barokní úpravě, která proběhla během roku 1738, bylo pravděpodobně zesíleno severní zdivo věže a na jejích nárožích realizovány opěrné pilíře. Románská okna byla zazděna při druhé barokní úpravě kostela, pravděpodobně po požáru roku 1783, a zčásti zrušena prolomením oken nových, zachovaných dodnes. Během této přestavby byla prodloužena loď směrem k západu. Byla zde realizována kruchta, přístupná točitým schodištěm zvnějšku, zapuštěným v půdorysu stavby v jižní zdi. Kruchta je podklenuta hřebínkovou klenbou. Z této doby pochází i zvýšení kostela o cca 1-2 m, s nímž souvisí i zúžení vítězného oblouku cihlovou přízdívkou. Tvar vítězného oblouku je dnes půlkruhový. Presbytář byl zaklenut hřebínkovou klenbou. Zdivo prodloužení lodi je smíšené, ostatní architektonické realizace jsou vyžděny z cihel.

Na východní stěně presbytáře lze pozorovat relikt žebrového klenutí a směrem výše lze tušit lomené ukončení lunety, která přiléhala ke gotické klenbě. Lomené zakončení lunety je dnes nečitelné z důvodu prolomení mladšího barokního okna, které však bylo během další úpravy, patrně v 19. st., zazděno. Tuto mladší zazdívkou tvoří cihly ložené na maltu. Rozměry a tvarosloví okna byly totožné s ostatními v lodi. Je to patrné z prasklin v mladší omítce, nacházející se na zadržce okna.

Během 19. st. byl obnoven krov a pravděpodobně i strop v lodi, který byl zničen při požáru roku 1850. Dnešní strop je fabiónový, jeho dřevěná konstrukce je omítnuta. Ze situace v severozápadním rohu je patrné, že byl poškozen v minulosti zatékající vodou. Ve 20. st. byl interiér vymalován jednoduchou pozdně secesní malbou. Základní tón je světleokrový, okenní otvory jsou lemovány linkou červeného okru. Na stropě lodi je totožnou linkou namalováno obdélné zrcadlo, v němž je kříž, na který radiálně navazují linie symbolizující paprsky světla. V centru kříže se nachází nápis PAX.

2.7 Výsledky archeologického průzkumu¹

Archeologický průzkum proběhl v letech 1976-77 v interiéru kostela i v jeho okolí, kde se nacházel hřbitov, zaniklý v 19. století. V interiéru dnešního objektu, pod úrovní dnešní podlahy, bylo objeveno zdivo staršího kostela. V presbytáři byly nalezeny dvě vrstvy podlahové krytiny nebo její relikty a základ, dnes neexistující, oltářní menzy. Mladší podlahu (v hloubce 20 cm pod dnešní dlažbou) tvoří pálené cihlové dlaždice čtvercového formátu (28x28 cm). Dokladem starší podlahy (v hloubce 45 cm pod dnešní dlažbou) je pod hlínou, se stopami požáru, nalezená maltová kra. Tato kra se nachází na úrovni mezi korunou základu a nedochovaným obvodovým zdivem staršího kostela. Je tedy patrné, že tvořila jeho podlahu nebo podklad pro ni.

Základy oltářní menzy, jejíž relikty byly objeveny v presbytáři, byly z lomového kamene loženého na hlínu. Povrch menzy a její vnější obvod byl pokryt maltovou vrstvou. V prostoru mezi menzou a východním zdivem byly nalezeny (v hloubce 30 cm pod dnešní podlahou) dvě kúlové jamky ve fragmentu maltové podlahy. Menza, jejíž základy částečně spočívají na starším zdivu, souvisí s mladším románským kostelem.

V presbytáři na východní zdi byl objeven líc s fragmenty omítky (sahající do hloubky 30 cm pod dnešní podlahou), jež výškově odpovídají nálezům starší cihlové podlahy, a jsou pokračováním omítky, na níž jsou realizovány odkryté malby.

Před oltářní menzou byl (v hloubce 100 cm pod dnešní podlahou) nalezen hrob (č.5), jenž patří významné osobě. Potvrzuje to sama pozice hrobu před menzou a dále nález bronzové tuleje.²

Hroby nalezené ve vnitřní ploše staršího kostela souvisí až s kostelem mladším (hroby č. 2, 3, 3a, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 2, 13 a 14). Sakrální funkci starší stavby dokládají až hroby porušené stavbou mladšího kostela (hroby č. 8 a 10, bez nálezů). Hrob č. 1 souvisí patrně až s dobou barokní, neboť zasahuje do západní obvodové zdi staršího i mladšího kostela.

Průzkum odhalil původní západní závěr kostela³ s vnějším přístavkem, pravděpodobně renesančním. Tuto hypotézu potvrzuje nález dvou náhrobních kamenů při západní stěně přístavku, druhotně použitého jako práh ve vstupu do předsíně a ve vstupu z předsíně do kostela. Z nálezů vyplývá, že obě náhrobní desky byly osazeny do mladší přístavby předsíně v době jejího založení. Přitom desky lze časově zařadit do konce 16. a počátku 17. st., z čehož vyplývá, že stavba předsíně časově spadá pravděpodobně do druhé třetiny 17. st., přesněji spíše do doby po polovině století. Až barokní přestavba znamenala likvidaci západního závěru i s předsíní a vznik stavby kostela, dodnes dochovaného.

1 Hejna, A., Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Archeologický průzkum, in: *Umění XXIX*, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123, s. 399-404

2 Tulejovité kování s dvojkónickým ostře hráněným ořechem, z něž dolů vybíhá kuželovitá tulej a nahoru plochá tulej se čtyřbokým šterbinovým otvorem. Tuleje sloužily k upevnění dřevěných součástí předmětu např. kříže či berly.

3 Relikty západního závěru starší stavby se dnes nacházejí pod dlažbou. Základová spára leží v hloubce 145 cm, zdivo tvoří lomový kámen, kladený na hlínu.

Šíře románské stavby byla 11,5 m a celková délka 19,5 m (včetně západního závěru). Přitom nalezená cihlová podlaha je pravděpodobně původní podlaha románského kostela a druhá, maltová, zřejmě souvisí se starší stavbou. Před jižním portálem byly nalezeny relikty předsíně, shodného tvaru jako na západě.

Existenci hřbitova potvrdily nálezy na západě a severozápadě nároží kostela, kde byly objeveny zbytky ohradní zdi. Je možné, že tyto fragmenty souvisí se starším kostelem, neboť tato zeď je rovněž stavěna z lomového kamene na hlínu, ale také je možné, že souvisí s mladším kostelem a později byla porušena mladšími hroby.

Pozdně románský kostel je tvaroslovím a výzdobou portálu časově zařazen do 2. čtvrtiny 13. st. Tedy do doby, kdy se Zahradka dostala od roku 1219 do držení Vyšehradské kapituly. Z toho vyplývá, že prvotní stavba musela souviset ještě s přemyslovským panstvím před rokem 1219, někdy kolem přelomu 11./12. století, ač to nálezy nedokládají.

Kromě bronzové tuleje, nalezené v hrobu č. 5, byly bronzové předměty nalezeny v hrobech č. 3, 4 a 11. K nálezům patří kruhový bronzový terčík, medailón, tři bronzové křížky s korpusem, bronzový plochý kroužek s paprskovitou ostrou klikátkou podél vnitřního obvodu, dále úlomek mramorové desky¹, dvě mince a keramické střepy.

Z výše popsaných nálezů lze vytvořit pravděpodobný vývoj stavebních fází kostela²:

I. Nejstarší stavba - dnes definována dochovanými relikty základového zdiva a fragmenty podlahy (maltová kra) a hroby č. 8 a 10.

II. Románský kostel - románské zdivo dochováno v mase dnešního objektu, čtyři románská okna v lodi a jedno v jižní stěně presbytáře, jižní portál, kropenka při portálu, snad plochý dřevěný strop (před rokem 1219), dále pálená podlahová krytina a relikty oltářní menzy s kůlovými jamkami.

III. Gotický kostel - úprava rozměrů vítězného oblouku, vznik žebrové klenby, stavba hranolové věže, v jejímž přízemí se nachází sakristie, zatím dvě etapy nástěnných maleb - malby v presbytáři (po roce 1320) a malby na vítězném oblouku (1380 a 1390).

IV. Renesanční úpravy - západní a jižní předsíně (1. polovina 17. st.).

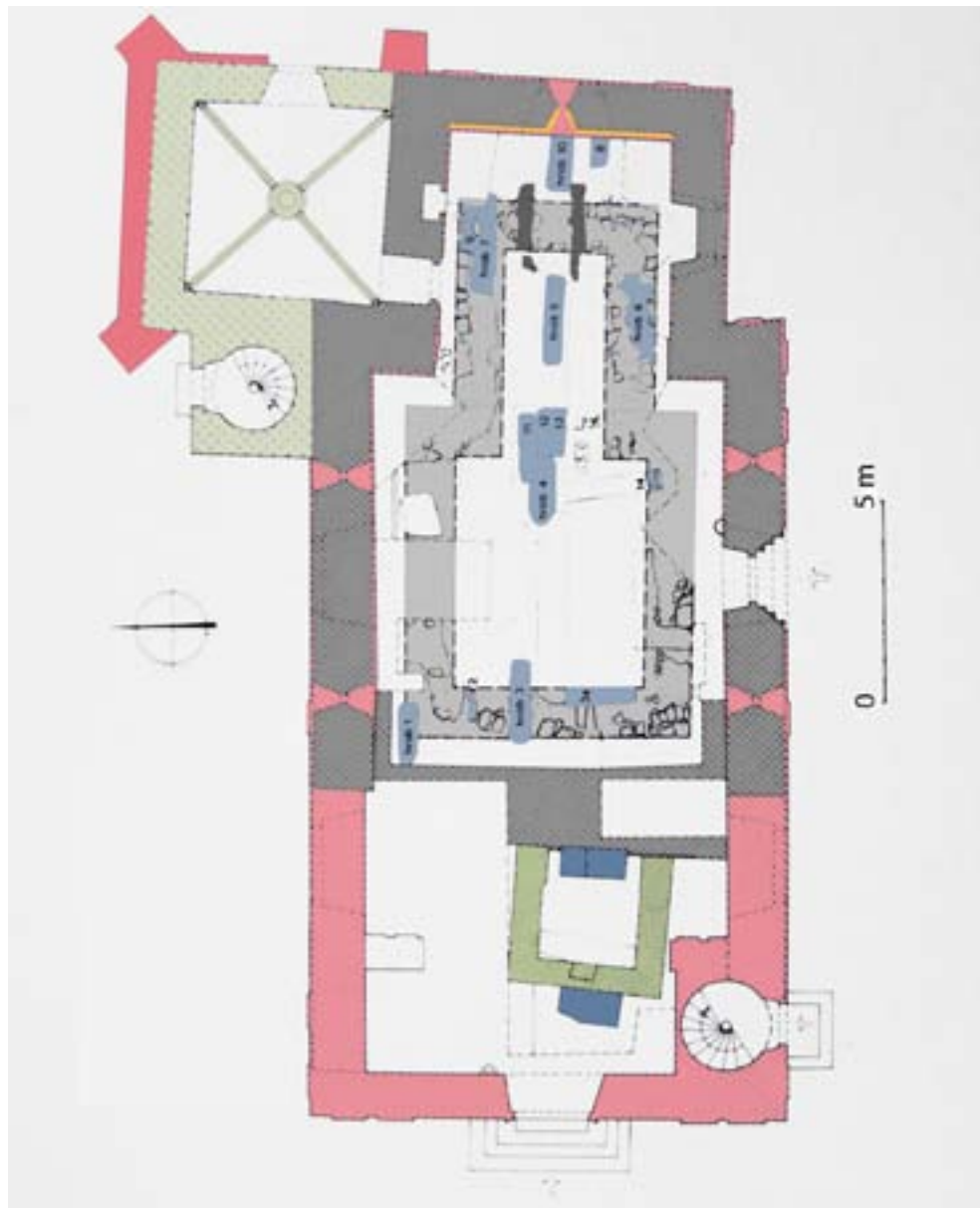
1 Nalezen ve vrstvě hlinité výplně základu menzy. Snad doklad horní mramorové desky menzy.

2 Viz obr. I, s. 22.

V. Barokní úpravy - (1738) zesílení severní zdi věže, opěrné pilíře na nárožích věže.
- (1783-87) prodloužení lodi k západu, vznik kruchty, prolomení nových oken, zvýšení zdiva, nové zaklenutí, úprava vítězného oblouku, úprava nebo vznik sedile, (výklenek v jižní stěně presbytáře, kde stála křtitelnice), horní patro věže a střešní krytina, plentování, omítky a malířská výzdoba.

VI. 19. st. - pravděpodobně po požáru nový plochý strop v lodi, krov a mobiliář (1850) a malířská výzdoba.

VII. 20. st. - vznik umělé grotty P. Marie Lourdské, výmalba, vitráže, střešní krytina.



Legenda stavebního vývoje kostela

- Relikty nejstarší stavby, před 1219
- Románské zdivo, 2. čtvrtina 13. st.
- Fragments základu oltářní menzy
- Gotické zdivo
- Renesanční zdivo, po r. 1650
- Barokní úprava věže, 1738
- Barokní přestavba, prodloužení lodi, 1783-87
- Hroby
- Druhotně použité náhrobní desky
- Středověká malba na východní stěně presbytáře, po r. 1320

Obr. I: Stavební vývoj kostela sv. Víta v Zahradce u Ledče nad Sázavou.

Nákres převzat a barevně doplněn: Hejna, A., Kostel sv. Víta v Zahradce u Ledče; Archeologický průzkum, in: *Umění* XXIX, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123, s. 399-404

2.8 Závěry vyplývající ze starších dokumentací^{1,2,3}

Jak již bylo zmíněno výše, v září roku 1975⁴ proběhl sondážní průzkum⁵ a roku 1976 odkryv nástěnných maleb, realizovaný kolektivem pod vedením prof. J. Toroň. Byly objeveny fragmenty středověkých (raně gotických) figurálních maleb, komponovaných do tří horizontálních pásů (stěny presbytáře), fragmenty figurálních maleb světců (partie vítězného oblouku směrem do lodi) a fragmenty barokní malby (na jižní stěně, po straně objeveného západního románského okna). Středověké malby se nacházely pod mladším souvrstvím barokního plentování, zazdívek a omítek z 19. st., a nátěrů ze století 20. Lokálně toto souvrství dosahovalo i síly 14 cm.⁶

Stav omítky byl, již v této době, havarijní. Starší omítka na stěnách chybí do výšky 0,5-1,5 m a v presbytáři dosahuje 2-3 m (z důvodu zvýšení) pod jeho dnešní klenutí. Barevnost maleb byla po odkryvu dochována ve větší intenzitě a kontrastu, než je tomu dnes. Mladší omítky totiž plnily funkci „obětních vrstev“, do kterých migrovaly sole, a zároveň malby „konzerovaly“ před vnějšími vlivy.

Toroň se pokouší upřesnit technickou výstavbu malby: „*Malba je provedena na vápenném nátěru černou barvou a na ní jsou nanесeny barevné tóny.*“⁷ Dále se zmiňuje o nálezu polychromie kamenných prvků: „*Na všech kamenných člancích byla dodatečně odstraněna polychromie. Původní byla provedena na vápenném nátěru. Toto bylo jasně a přesvědčivě zjištěno mikronálezy na osazených kamenných člancích a def. prokázáno nálezem dosti rozměrného zlomku románského stavebního prvku se sekáním dekorem a s polychromií. Tento kus byl nalezen při odstraňování zazdívky románskogotického okna.*“⁸

1 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.

2 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva, zákresy a fotodokumentace z odkrývání středověkých maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce*, Praha, 1976, NPÚ Telč.

3 Toroň, J., *Zpráva o stavu odkrytých nástěnných maleb v kostele v Zahrádce /Želivská oblast/*, Praha 1984, Interní tisk SPKOKP Praha, NPÚ Telč.

4 Vystěhování kostela prověřlo během června 1975, v interiéru zůstaly jen lavice a lustr.

5 Metodika sondážního průzkumu-byly provedeny orientační bodové sondy do různých výšek a hloubek, lokálně až na zdivo, 69 sond v sakristii, 164 v presbytáři a 283 v lodi, které byly dále rozšiřovány a spojovány. Nejprve byly odkryty mladší omítky na cihlové zdivo (patrně plentování), po ověření staršího zdiva zvnějšku, bylo zřejmé, že zdivo je kamenné, sondy byly prohloubeny a byly nalezeny fragmenty maleb.

6 Omítky, různě staré, měly různou kvalitu. Starší omítky byly vyhnílé (nejvíce degradované ve spodních partiích stěn), mladší plomby tvrdé a vyrovnávací omítky i cementové. Síla překryvu byla 0,5-14 cm. Aby starší omítka, která je dožilá, tuto vrstvu udržela, byla pekována a překryta plentováním (použity cihly, pálená střešní krytina, kameny). K uchycení plentování byly použity kované skoby (dnes stále v malbě přítomné). Starší omítka v presbytáři je hlinitá a drolivá, mladší omítky byly světlešedé, tvrdé z říčního křemičitého písku a hydraulického vápna, lokálně byla doplněna cementovou omítkou.

7 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč, s.5

8 Tamtéž, s. 4

Mezi další Toroňovy zjištění patří i objevené „*fragmenty jednoduše malovaných slunečních hodin*“¹ nad jižním portálem a jednoduchá malba pásů, lemujících vnitřní i vnější okraj ostění románských oken v lodi.

Pokud srovnáme fakta, uvedená v Toroňových dokumentacích a dnešní stav maleb, lze vyslovit závěr, že mikroklima v interiéru kostela je pro budoucí uchování stávajícího stavu maleb nepříznivé, přitom stav maleb je havarijní a vyžaduje okamžitý restaurátorský zásah. Naproti tomu, během 36 let, kdy nebyly malby konzervovány, a tím vystaveny vlivům mikroklimatu, nebyl zaznamenán výrazný úbytek materiálu: „*V dolním pásu jsou namalováni svěští zástupci a střídají se postavy muže a ženy.² Celkem bylo odkryto 7 nápisů, které jsou neúplné a málo čitelné...Nad nimi (nad pásem se světci) je opět dělicí pás - bez nápisů.*“³

Dále popisuje stav omítky, pozorovaný při odkryvu, a postup prací: „*Omítka ztratila soudržnost a uvolňovala se od kamenného zdiva. Proto jsem musel celé obvody fragmentů podchytit upraveným tmelem. Stejným způsobem bylo nutné i v oblasti malby zpevňovat provizorně zajištění uvolněných míst. Teprve po tomto úkonu bylo možné přistoupit k lokálnímu dočištění některých závažných partií od vápenného nátěru. Pak následovala fixáž barevné vrstvy, která byla zcela zpráškovatělá. Fixáž byla prováděna postupně, střídala se s dočišťováními tak, aby nedošlo k upevnění špín a zbytků hlinitých součástí z dodatečných omítek. Definitivní konservace nebyla provedena, neboť ta může být stanovena teprve tehdy, až bude rozhodnuto o dalším osudu maleb. ...Při restaurátorském úkolu byl použit tento materiál: vápno, písek, metylmetakrylát, polivinylalkohol, glutolin, klas. tempera.*“⁴ Toroň roku 1984 ještě zajistil okraje odkrytých fragmentů vápenným tmelem, provedl zkoušky hloubkové konsolidace omítek a povrchového čištění a doporučil další postup.⁵

2.9 Popis techniky původních maleb presbytáře

Podložkou maleb je žulové zdivo z lomového kamene, loženého na maltu. Malby jsou realizovány na dvou vrstvách vápenné omítky. Hrubozrná jádrová omítka (o síle cca 3cm) je tmavší, lokálně v barvě červeného okru a světle hnědé. Jemnější intonaco (o síle cca 1-1,5 cm) je světle okrové. Na povrchu intonaca lze v defektech lokálně sledovat okrový vápenný nátěr, jenž pravděpodobně pochází z první barevné úpravy stěn. Místy lze také sledovat vertikální okrové linie (cca 1 cm silné), které mohly naznačovat budoucí denní díly malby.

1 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč, s. 6

2 Tento názor byl po podrobném vizuálním průzkumu maleb zamítnut, výše vyslovený model střídání postav neplatí v celém průběhu pásu.

3 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva, zákresy a fotodokumentace z odkrývání středověkých maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce*, Praha, 1976, NPÚ Telč, s.2

4 Toroň, J., *Restaurátorská zpráva, zákresy a fotodokumentace z odkrývání středověkých maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce*, Praha, 1976, NPÚ Telč, s. 3.

5 Popis postupu zkoušek konsolidace, čištění a použitých materiálů je obsažen v textové příloze.

Toto první barevné řešení je překryto silnějším vápenným nátěrem (s přídavkem písku), který je místy velmi hrubý s výrazným štetcovým reliéfem. Na tomto povrchu byly realizovány figurální výjevy.

Figurální malby jsou komponovány do tří horizontálních pásů, probíhajících přes celou šíři stěny (cca 560 cm). V prostoru mezi prvním pásem a podlahou jsou dochovány fragmenty okru, které jsou totožné s fragmenty dochovanými na jižní stěně v lodi. Z fragmentů malby v lodi, sahajících do výšky cca 1-1,5 m (od podlahy) je patrné, že pocházejí z malované iluzivní drapérie. Lze se tedy domnívat, že iluzivní malovaná drapérie byla provedena rovněž i na východní stěně presbytáře, pouze s rozdílem, že sahala do výšky cca 1 m. Tuto výšku lze spolehlivě vysledovat z fragmentů červeného pásu, širokého cca 4 cm, nad nímž pokračuje malba spodního figurálního pásu.

První dva figurální pásy jsou vysoké cca 100 cm a odděluje je bílá nápisová páska probíhající přes celou šíři stěny. Bílá páska, široká cca 7 cm, je zespodu i shora zvýrazněna černou linií, širokou cca 1 cm. Druhý figurální pás je totožný s tím rozdílem, že je v šířce cca 90 cm přerušen okenním otvorem, zachovaným, po vyjmutí zadržky, jen v reliktu. Druhý pás je od třetího také oddělen bílou nápisovou páskou. Z horního pásu, přerušeném zadržkou barokního okna, se dochovaly jen fragmenty. Barevná vrstva je dochována pouze do cca 50 cm od spodní hranice pásu (snad byl totožné výšky jako první dva pásy). Nad těmito fragmenty je dochována gotická omítka, která sahá až po horní hranici souvisejícího zdiva.

Barevnost figurálních pásů sestává z bílé, okru, červené, zelené, hnědé a černé, popřípadě odstíny šedi. Pozadí pásů je černé, i když dnešním stavem dochování se lokálně jeví jako šedé či tmavěmodré.¹ Pro figury je typická ne příliš složitá obrysová linie. Ve spodním pásu je zobrazeno 14 stojících světských figur, ženských i mužských. Ve středním pásu, v polovině přerušeném relikty prolomeného románského okna, je namalováno 12 stojících postav světců (dvě šestice po stranách okenního otvoru), pravděpodobně apoštolů. Všechny postavy jsou natočeny doprava a obličej je namalován z poloprofilu.

2.9.1 Popis spodního figurálního pásu

Z dochovaných fragmentů oděvu lze usuzovat, jestli je figura ženská či mužská. (Jako analogie a vzor oděvů pro ženské a mužské figury může posloužit dvojice figur, dochovaná na jižní stěně presbytáře, která je pokračováním spodního figurálního pásu z východní stěny.)

Pokud vyjdeme z dvojice figur na J stěně, pak ženská figura je oděna do dlouhého bílého šatu, spadajícího až na nohy, s černým křížkovým dekorem, probíhajícím středem korpusu, od krku až k nohám. Postava je obuta do černých bot, které jsou

¹ Dunajská, J., *Diplomová práce; Doplnující průzkum maliřské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou a restaurování referenční plochy středověkých maleb v presbytáři*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012, s. 71.

namalovány schematicky jako dva černé oblouky. Pro ženský šat objevující se v tomto pásu je také typická bílá rouška přes hlavu, spadající na ramena. Rouška má výrazný lem, tvořený červenou klikátkou. Z pod roušky se objevují světle hnědé vlasy. Oválný obličej je namalován z poloprofilu, obličejové rysy jsou provedeny červenou linkou, ústa jsou malá s náznakem úsměvu, nos je malý. Partie očí je zasažena mechanickým defektem, čitelný je pouze fragment pravého oka, které má mandlový tvar a je provedeno v černé barvě. Ruce nejsou čitelné. Postava se dívá doleva na mužskou postavu, která je dochována pouze fragmentálně.

Nejčitelnější je hlava s poprsím, níže se objevují fragmenty červeného šatu. V úrovni poprsí je dochována zdvižená levice se vztyčeným ukazovákem(?). Hlava je natočená doprava k první figuře, obličej je oválný. Rysy jsou provedeny v červené lince. Ústa malá vážná. Hřbet nosu plynule přechází v pravé obočí. Levé oko je výrazné mandlového tvaru. Duhovka je velká, provedena černou, uprostřed je světlejší zornice. Levé obočí je veliké půlkruhové a kopíruje linii horního víčka. Vlasy jsou krátké hnědé, tmavší než u ženské figury. Postava má na hlavě bílou pokrývku hlavy, blíže neurčitelnou.

Ve spodním pásu je zobrazeno 14 vedle sebe stojících figur, mužských i ženských. Pro ženské figury je typický bílý šat s černým křížkovým dekorem. Mužské figury jsou oděny, do červenobílého, hnědého nebo šedého šatu a na hlavách mají klobouk nebo čapku. Přesný popis jednotlivých figur (zleva doprava) bylo možné provést až po úplném očištění barevné vrstvy:

Figura č. 1 je postava muže natočená doleva. Figura je oděna do šatu s pravým rukávem červeným a levým bílým, od pasu dolů se pak barvy vyměňují. Má hnědé vlasy spadající na ramena, na hlavě červený klobouk. Ústa malá červená, oči černé, dochované jen ve fragmentu. Korpus je dochován pouze ve fragmentu. Na pravici, která spočívá na záštitě meče, má navlečenou bílou rukavici s černou obrysovou kresbou. Lze sledovat černé fragmenty jeho boty, která je provedena schematicky jako černý oblouk. Muž se natáčí doleva k ženské postavě (fig. 2).

Figura č. 2 je postava ženy v dlouhém bílém šatu s černým křížkovým dekorem a rouškou na hlavě, která je lemována zdvojenou červenou klikátkou, obrysová linie roušky je okrová. Figura je natočená doprava k postavě muže (fig. 1). Obrys obličejové je tvořen černou linií, rysy jsou vykresleny červeně. Dochováno je velké oko, tvořeno černou linkou, a fragment rovného nosu. Postava má směrem k muži zdviženou pravici s nataženými prsty.

Figura č. 3 je postava muže natočená doleva. Z postavy jsou dochovány pouze fragmenty hlavy a zdvižené levice. Postava má dlouhé hnědé vlnité vlasy a krátké vousy (černé a hnědé tahy štětcem). Oko je malováno totožným způsobem jako u figury č. 2. Postava má na hlavě červený klobouk se zvednutým okrajem, který je na rubu bílý. Ruka je vykreslena černou linkou.

Z figury č. 4, natočené mírně doprava k fig. 3, se dochovala pouze hlava s jemnými rysy. Podle pokrývky hlavy (bílý klobouk s červenými zvednutými okraji) lze usuzovat, že se jedná o muže. Postava má hnědé vlasy a malá ústa s lehkým úsměvem. Na tvářích se objevuje náznak inkarnátu provedeného v teplém světlém okru. Hřbet velkého nosu přechází v pravé obočí. Obrysová linie obličeje a výstřihu je černá a silná, oděv je bílý.

Figura č. 5 není blíže určitelná. Dochovala se pouze hlava s hnědou čapkou. Postava je natočená doleva a je oděna do tmavě hnědého šatu s černou obrysovou linií. Fragment rovného nosu, provedený červenou, přechází do černé linie levého obočí. Velké oko je namalováno stejně jako u předchozích figur.

Figura č. 6 je pravděpodobně postava muže s dlouhými tmavěhnědými vlasy. Postava v červeném šatu je natočená doprava. Ve fragmentu dochována obrysová kresba prstů(?).

Figura č. 7 je postava muže natočená doprava. Je oděn ve stejném šatu jako fig. 1, lze sledovat i fragmenty rukojeti meče. Muž má dlouhé světlehnědé vlasy a bílý klobouk s červenými zvednutými okraji. Velké oko je více promalováno. Vedle základního kresebného rozvržení černou, se dále uplatňuje červená linka a dolní víčko je zvýrazněno okrem, což figuře přidává na životnosti výrazu. Nos je rovný. U této figury lze v defektech pozorovat fragmenty bílých listů, provedených v černých kosočtvcích. Jedná se o první autorskou verzi malby, kde místo figury muže byl namalován strom, jehož koruna je schématicky provedena jako za sebou diagonálně řazené listy v černých kosočtvcích.¹ To, že postava byla domalována dodatečně potvrzuje i skutečnost, že se v defektech klobouku i šatu objevuje černá z pozadí, a že kolem postavy bylo provedeno nové tmavě šedé pozadí, které se nachází ve stejné vrstvě a navazuje na červený šat postavy.

Figura č. 8 se nachází v místě statické trhliny, z tohoto důvodu se z celé postavy dochovaly pouze fragmenty bílého šatu a okrové obrysové linky. Přesto lze soudit, že figura pravděpodobně představuje ženskou postavu, natočenou doleva. Směr natočení lze odhadnout z pozice zbylých fragmentů černého křížkového dekoru, které se nachází při levém okraji postavy. Domněnku, že se jedná o ženskou postavu, dokládá typ bílého šatu a fragmenty černého dekorativního pásu.

Figura č. 9 je ženská postava natočená doprava. Obličej je protáhlý oválný. Má dlouhé hnědé vlasy a bílou čelenku s černými linkami. Postava je oděna do bílého šatu, členěného černými linkami draperie, s černým křížkovým dekorem.

Mezi figurou č. 8 a 9 je namalována snad bílá draperie s lokálně vyditelnými fragmenty černé linky. Tato draperie není dochovaný fragment figury, ale vzhledem ke stavu dochování blíže nespécifikovatelný motiv.

Figura č. 10 je ženská postava natočená doleva. Postava je oděna v bílém šatu s černým dekorem a bílou rouškou na hlavě. Přes bílý šat má přehozený olivově zelený plášť. Pod rouškou lze sledovat fragmenty světle hnědých vlasů. Obličej je zcela ztracen.

¹ Podobné provedení stromu lze sledovat mezi fig. č. 11 a 12, viz obr. 19, s. 102.

Figura č. 11 je ženská postava v bílém šatu natočená doleva. Postava má světle hnědé vlasy, z obličeje jsou čitelné pouze fragmenty očí.

Mezi fig. 11 a 12 je schématicky namalován strom. Sestává z okrového rovného kmenu a koruna je provedena stejným způsobem jako v případě fig. 7.

Figura č. 12 je mužská postava, jako jediná namalována z frontálního pohledu. Muž se zdviženou pravicí, je oděn do dlouhého světle šedého či modrého šatu. Z obličeje lze pozorovat kořen nosu, přecházejícího do vysokého obočí. Černé vlasy, splývající s tmavým pozadím jsou špatně čitelné. Snad má na hlavě tmavý klobouk. Má krátké černé vousy a malá ústa.

Figura č. 13 je ženská postava natočená doprava. Postava je oděna do šedého černo červeného šatu, přes který má bílý plášť s rouškou. Rouška s červenou klikátkou je členěna okrovou linkou. Obličej je oválný s fragmenty rovného nosu a velkýma černýma očima.

Figura č. 14 je mužská postava natočená doprava. Postava je oděna do dlouhého červeno bílého šatu, stejného druhu jako fig. 1 a 7. Muž je obut do černých bot. Na ruku má bílé rukavice a opírá se o meč, přitom levici má položenou na záštitě a pravici na konci rukojeti. Na hlavě má bílý klobouk s červeným zvednutým okrajem. Má světle hnědé dlouhé vlasy. Obličejové rysy jsou čitelné a výrazné. Typické jsou velké mandlové oči s velkou černou zornicí a velký nos. Velké obočí kopíruje linii očí. Červená malá ústa s náznakem úsměvu. Pod obočím lze sledovat světle okrový inkarnát.

2.10 Popis poškození

Intenzita a kontrast barevné vrstvy jsou ve většině dochované plochy setřeny. Na povrchu malby je usazen prach a rezidua mladší omítky, lokálně se vyskytují tvrdé kapky vápna. Barevná vrstva je zpráškovatělá. Malba je celoplošně poškozena mechanickými defekty různého původu - hustým pekováním, skobami, hřebíky, dřevěnými klínky.

V místech mechanických defektů je barevná vrstva uvolněná a odděluje se od podkladu. Omítka ve své struktuře ztratila soudržnost, je velmi drolivá a odděluje se od zdiva. Na většině úseku byly lokalizovány rozsáhlé dutiny.¹

Vlivem vztlínající vlhkosti z podzákladí a vysoké vzdušné vlhkosti byly vytvořeny vhodné podmínky pro růst řas a plísní, které působí biochemickou degradaci materiálu maleb.² Omítka i barevná vrstva jsou degradovány působením krystalizace solí na povrchu i ve struktuře omítky (lokálně pozorována místa výkvětů solí na povrchu omítky a bílý zákal na povrchu barevné vrstvy).

¹ Viz grafická dokumentace, s. 49.

² Dunajská, J., *Diplomová práce; Doplnující průzkum maliřské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou a restaurování referenční plochy středověkých maleb v presbytáři*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012, s 71.

2.11 Průzkum v razantním bočním nasvícení

V razantním bočním nasvícení lze lokálně sledovat výrazný štětcový reliéf hrubého vápenného nátěru, který tvoří podklad pro vlastní barevnou vrstvu malby.¹

2.12 Průzkum v UV světle

Při pozorování maleb v UV světle byl vždy pořízen snímek totožného místa v denním světle a pak v UV. Porovnáním fotografií lze jasněji pozorovat degradovaná místa malby (detaily obličejů apod.). V UV světle lze také přesněji lokalizovat všechna místa výskytu biologického napadení, která nejsou v denním světle viditelná (plísně či řasa mají v UV světle svou charakteristickou luminiscenci).

2.13 Průzkum v IR světle²

Při pozorování maleb v IR světle byl vždy pořízen snímek totožného místa v denním světle a pak v IR. Porovnáním fotografií lze jasněji pozorovat degradovaná místa malby (detaily obličejů, ruce u figury č. 14 nebo listy v koruně stromu u fig. 7).

2.14 Zkoušky čištění barevné vrstvy

2.14.1 Mechanické čištění

Zkoušky mechanického čištění bílého zákalu byly realizovány jemným čistícím štětcem (D&J), skalpelem a polyuretanovou houbou *Wishab* a houbou *domol*. Tato metoda je účinná v horní partii malby, kde bylo ve zdivu detekováno nižší množství síranů. V těchto místech totiž nedochází ke tvorbě síranové krusty na povrchu barevné vrstvy (nebo ne v tak významné míře). Síraný, jakožto méně rozpustné soli, jsou obecně schopny migrovat do malých výšek. V tomto případě je to cca do 1 m od podlahy, proto nad touto hranicí nedochází ke tvorbě síranové krusty na povrchu barevné vrstvy v tak velké míře jako níže.

Metoda mechanického čištění je časově náročná, místy méně účinná vzhledem k lokálně výraznému reliéfu podkladu barevné vrstvy. Rovněž míra ztráty barevné vrstvy během čištění se lokálně mění. Z těchto důvodů je třeba uvažovat o prekonsolidaci barevné vrstvy a realizaci zkoušek mokrého čištění. Není vyloučena kombinace suchého a mokrého čištění.

¹ Viz obr. 16, s. 101.

² Fotografie v IR světle byly pořízeny v IR režimu fotoaparátu *Sony Cyber-shot DSC-F828* za použití optického filtru eliminujícího viditelné světlo.

2.14.2 Chemické čištění

U všech zkoušek chemického čištění byly čisticí materiály na barevnou vrstvu nanášeny přes japonský papír a po dobu působení byly zakryty igelitovou fólií. Ve zkouškách č. 1-4 a 8 a 9 byla testována organická rozpouštědla a destilovaná voda, ve zkouškách č. 5-7 byly testovány iontoměniče a uhličitán amonný. Ze starších restaurátorských dokumentací vyplývá, že bílý zákal na povrchu maleb by pravděpodobně mohl pocházet z fixáže, provedené v 80. letech, avšak u žádných zkoušek nebyl pozorován zřetelný rozdíl ve stavu barevné vrstvy před a po čištění. Z výsledků vyplývá, že fixáž, kterou použil prof. J. Toroň v 80. letech, je již pravděpodobně dožilá a její rezidua se na povrchu malby již zřejmě nevyskytují.

Jako efektivní způsob čištění bílého zákalu se ukázalo mechanické čištění houbou *Wishab*, jemnými štětci (D&J) a skalpelem. Efekt dosažených výsledků je uspokojivý, přitom k výrazným ztrátám barevné vrstvy nedochází. Nevýhodou této metody je ovšem časová náročnost.

2.15 Zkoušky konsolidace sprašující se barevné vrstvy

Z důvodu vysoké vzdušné vlhkosti a výskytu biologického napadení byly testovány pouze anorganické konsolidanty. Jedná se o dva typy vápenné nanosuspenze. Jejich výhodou je kompatibilní materiálové složení s originálem. Sledovanými kritérii byla míra konsolidace sprašené barevné vrstvy a tvorba bílého zákalu, který obvykle u vápenných nanosuspenzí vzniká. Míra konsolidace byla uspokojivá ve všech případech, přitom bílý zákal nevznikal. Použitím zábalu z *Arbocelu BWW 40* (zkoušky s označením „b“) měla být snížena pravděpodobnost vzniku bílého zákalu, který ovšem nevznikal ani bez použití zábalu (zkoušky s označením „a“).

2.16 Chemicko-technologický průzkum - Shrnutí starších průzkumů¹ a doplnění novými výsledky²

Podkladem malby je jemná vápenná omítka (intonaco) s příměsí drobných křemenných a aluminosilikátových zrn. Pojivem barevné vrstvy je uhličitán vápenatý s příměsí kaseinu. S jistotou nelze určit techniku malby. Z výsledků je možné konstatovat, že se jedná o kombinaci technik fresco-secco. Mezi identifikovanými pigmenty jsou zemité hlínky, přírodní

¹ Dunajská, J., *Diplomová práce; Doplnující průzkum malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou a restaurování referenční plochy středověkých maleb v presbytáři*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012.

Machačko, L., a kol., *Průzkumová dokumentace malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009.

² Viz Příloha IV

železitá červeň, měďnatý pigment¹ a révová čern. Celoplošná podmalba nebyla identifikována, vyskytuje se však okrová vrstva, která je lokálně velice tenká až lazurní. Na povrchu barevné vrstvy byly nalezeny částice barytu, snad rezidua mladších úprav.

Míra a rozsah zasolení a vlhkosti zdiva souvisí s vysokou hladinou spodní vody. Příčinou degradace omítky a malby je tedy vztlínající vlhkost. V místech největšího zasolení byla lokalizována největší míra degradace omítky. V omítce byly ve zvýšené koncentraci zjištěny sírany a dusičnany. Vysoký obsah síranů byl zjištěn převážně v nižších partiích cca do 1 m, ale i výše v hloubce zdiva (byl zjištěn ještě ve výšce 168 cm). Sírany jsou obsaženy ve všech vrstvách omítky, až do hloubky 10 cm. Dusičnany se vyskytují ve vyšších partiích východní stěny a jejich koncentrace je přibližně stejná až do výšky 229 cm, kde byl proveden poslední odběr. Dusičnany jsou koncentrovány na povrchu, ale i v podpovrchových vrstvách, lokálně až do hloubky 10 cm.

Pokud srovnáme výsledky obsahu solí v omítce z roku 2009 a z roku 2012, lze konstatovat, že obsah síranů ve spodní partii stěny vzrostl téměř na dvojnásobek. Hodnoty obsahu solí ve vyšších partiích se od roku 2009 nezměnily.

Vlhkost zdiva je mírně zvýšená. Její hodnota souvisí s vysokým obsahem vodorozpustných solí, které jsou hygroskopické. Zvýšená vlhkost byla zjištěna převážně ve spodních partiích (do výšky 110 cm) a v povrchových vrstvách omítek.

Analýza bílého zákalu na povrchu barevné vrstvy pomocí rentgenové difrakce potvrdila, že se jedná o sádrovcovou krustu (pravděpodobně kombinovanou s dalšími nečistotami).

Klima v průběhu celého roku není vyrovnané. Dochází k poměrně velkým výkyvům teploty i vzdušné vlhkosti, a to jak v delších, tak i v kratších časových úsecích. Zvláště byl sledován nárůst vzdušné vlhkosti, ke kterému dochází i v rozpětí několika dnů. Tento nárůst činí až 20 % i více (v únoru 2012 byl zaznamenán dokonce 40% výkyv). Během takových výkyvů, kdy dochází k prudkému nárůstu či poklesu RH a teploty jsou vytvořeny podmínky pro kondenzaci vzdušné vlhkosti na povrchu malby/omítky. Tyto podmínky nastávají především od poloviny února až do poloviny března, ale v nižších rozdílech se opakují také v jiných obdobích. Největším rizikem jsou obecně jarní měsíce.

Při exteriérových teplotách pod bod mrazu nelze vyloučit mrznutí stěn kostela. V případě, že by byly v tomto období omítky vlhké, hrozilo by poškození vlivem mrazu. V obdobích s nízkou relativní vzdušnou vlhkostí (např. polovina února, května 2012, či 2. polovina června 2012) vznikají příznivé podmínky pro krystalizaci solí (nízká teplota, nízká vzdušná vlhkost). V tomto směru je opět nejrizikovějším měsícem únor.

¹ Nelze určit, zda byla použita forma chloridu měďnatého (atakamit, paratakamit) nebo jiný modrý měďnatý pigment, k jehož přeměně došlo v průběhu času. Vzhledem k velice nízkému obsahu chloridových solí v omítce, lze usuzovat na použití chloridu jako původního pigmentu).

Souhrnně lze konstatovat, že klimatické podmínky vnitřních prostor kostela nejsou příznivé z hlediska snížení rizika dalšího poškození omítek a maleb, a to až již v důsledku krystalizace solí, vlhkostní a tepelné roztažnosti, či eventuelního zamrznání vody. Problémem ani tak nejsou krajní hodnoty, které byly u jednotlivých veličin naměřeny, ale jsou to právě nestabilní podmínky, které mohou být významným faktorem při degradaci maleb a omítek.

2.17 Shrnutí restaurátorského průzkumu

Restaurátorský průzkum upřesnil podobu a rozsah stavební fáze kostela, se kterou nalezené malby časově souvisí. Ze starších dokumentací byl zjištěn průběh a rozsah souvisejících průzkumů (archeologický, stavebně-historický), které odhalily další fakta, pomáhající vytvořit celkovou představu o kontextu doby, ve které malby vznikly. Ze starších dokumentací a zpráv lze usoudit, jak se stav odkrytých maleb změnil během 36 let, kdy byly odkryty, a jaké materiály v té době byly použity. Tyto informace jsou významné pro další směřování restaurátorského průzkumu a vlastního restaurování. Ze starších chemicko-technologických průzkumů (2009 a 2011) a průzkumu současného lze konstatovat, že malby jsou provedeny na dvou vrstvách vápenné omítky s příměsí aluminosilikátových zrn, na kterých se nachází hrubý vápenný nátěr. Toto souvrství tvoří podklad pro vlastní barevnou vrstvu figurální malby.

Otázka ikonografie malby není dosud definitivně zodpovězena. Rovněž je diskutováno její časové zařazení. Nejnověji byly malby datovány do období mezi léty 1320-60. Spíše však do let po roce 1320. Novou skutečností, která by mohla ovlivnit konečný názor na dataci maleb je objevení fragmentů nápisů. Nejlépe dochovaným nápisem je jméno ALBERTUS.

Stav omítky a maleb je havarijní. Omítka a malby jsou značně degradovány vlivem vzrůstající vlhkosti, která je příčinou transportu vodorozpustných solí. Tyto soli, vlivem vhodných klimatických podmínek v interiéru, pak krystalizují na povrchu omítky a malby. Vlivem vysoké míry zasolení je omítka dotována také vzdušnou vlhkostí. Je to dáno hygroscopicitou solí, která je v tomto případě velmi vysoká.

Kombinací zvýšené vlhkosti zdiva a omítek a vysoké vzdušné vlhkosti jsou vytvořeny vhodné podmínky pro růst biologických činitelů (řas a plísní), jenž vegetují na povrchu omítky a malby a významnou mírou přispívají k degradaci originálního materiálu.

Výskyt dusičnanů v omítce lze vysvětlit nálezem kosterních ostatků v interiéru kostela, ale i vně, kde se do 19. st. nacházel hřbitov. Původ síranů není přesně znám, je ale pravděpodobné, že jejich zdrojem je betonové lože podlahy kostela, která byla realizována na začátku 90. let 20. st.

Malby byly dále v minulosti degradovány stavebními úpravami (v největší míře přestavba objektu v letech 1783-87), kdy byly poškozeny prolomením nového okna, pekováním a překryty plentováním, které bylo ke starším malbám lokálně přichyceno skobami. Naproti tomu mladší omítky chránily malby před působením klimatu a dalšími vnějšími vlivy. V roce 1976 byla tato „konzervující vrstva“ sejmuta. Stav maleb byl již tehdy kritický. Za uplynulých 36 let bez jakéhokoli dalšího zásahu byly malby poznamenány nevhodnými podmínkami interiéru kostela (vzlínající vlhkost z podzákladí, kontaminace solemi, usazení prachových depozitů na sprašující se barevné vrstvě, nevhodné klimatické podmínky).

Provedené zkoušky čištění do jisté míry prokázaly pozitivum, že celoplošná fixáž z roku 1984 je již dožilá a nijak povrch maleb dále neovlivňuje. Zajišťovací tmely z této doby splnily svou funkci a přispěly k zachování množství fragmentů maleb. Dnes jsou však tyto tmely místy dožilé, a ani jejich povrch není esteticky vhodný.

2.18 Návrh restaurátorských prací

1. Lokální strukturální konsolidace omítky (pouze v partiích, které by mohly být ohroženy procesem odsolování). (*CaLoSiL E-25, Ledan*)
2. Fixace partií uvolněné barevné vrstvy. (*CaLoSiL Pasty, CaLoSiL E-25, Ledan*)
3. Odstranění biologických činitelů degradace (řasy, plísně). (*Ajatin*, mechanické dočištění reziduí)
4. Preventivní postřik proti růstu biologických činitelů (řasy, plísně) do výšky cca 1 m. (*Ajatin*)
5. Lokální odsolení omítky v horních partiích stěny v místech, kde není dochována malba a kde byly detekovány dusičnany. (*Arbocel BWW 40*)
6. Stabilizace vodorozpustných solí obsažených ve zdivu a omítce ve spodních partiích stěny (v místech výskytu síranů). (*Florentská metoda* či jiné užití $\text{Ba}(\text{OH})_2$)
7. Dokončení strukturální konsolidace omítky v celém úseku stěny. (*CaLoSiL E-25, Ledan*)
8. Prekonsolidace barevné vrstvy (v případě nutnosti) a celoplošné čištění malby (*CaLoSiL E-25*, mechanické čištění)
9. Definitivní konsolidace barevné vrstvy. (*CaLoSiL E-25*)
10. Tmelení mechanických defektů (pekování, místa po skobách, injektaži apod.). (vápenný tmel)
11. Neutrální retuš tmelů. (akvarel)

3 Možnosti redukce vodorozpustných solí na východní stěně presbytáře v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou - Teoretická část

3.1 Fenomén zasolení zdiva a omítek - Vysvětlení nejširších souvislostí

Distribuce, transport a krystalizace vodorozpustných solí ve zdivu a omítkách souvisí s přítomností a transportem vlhkosti, která je prostředím solných roztoků. Vlhkost, přítomná ve zdivu a omítkách v závislosti na níže uvedených parametrech, rozpouští a transportuje soli, které při vhodných klimatických podmínkách mohou krystalizovat a vlivem krystalizačních tlaků destruovat porézní systém kontaminovaného materiálu.

Zdrojem vodorozpustných solí může být okolní prostředí (znečištěný vzduch, půda, nebo spodní voda), vlastní materiál (vápenec, sádra), jehož komponenty mohou ve styku s vlhkostí reagovat a produkovat vodorozpustné sole, nebo využití a funkce objektu (např. průmyslová a zemědělská produkce nebo funerální funkce), či neodborné stavební zásahy (použití cementu, sádry apod.).¹

Chování solí je ovlivňováno složením materiálu a jeho vlastnostmi², klimatickými podmínkami exteriéru a interiéru a využitím objektu, kde se zasolené zdivo a omítky vyskytují.

3.2 Účinky vodorozpustných solí na nástěnnou malbu³

Prvotní příčinou degradace, vyvolané činností vodorozpustných solí, je vlhkost přítomná v porézním systému zdiva a omítky, která má vliv na celkové klimatické podmínky v interiéru. Příčiny pronikání vlhkosti do objektu je nejčastěji stavební porucha nebo nevhodné stavební zásahy. V minulosti byly proto používány různé metody, které redukovaly přístup vlhkosti do konstrukce architektury a následně i přítomnost a vliv vodorozpustných solí (neplatí v případě hospodářského a zemědělského využití staveb), čímž významně ovlivnily její klimatické podmínky. Pokud dochází k dlouhodobé dotaci objektu vlhkostí, lze předpokládat, že poškození vlivem solí bude typově pestré a rozsáhlé.

Degradaci nástěnné malby vlivem vodorozpustných solí lze rozdělit podle její výstavby na poškození barevné vrstvy, popřípadě podkladových nátěrů, omítkových vrstev a zdiva. Na barevné vrstvě se kontaminace solemi projevuje vznikem vlhkých partií způsobených vztlínající kapilární nebo kondenzační vlhkostí a přítomností hygroskopických solí, které

1 Kotlík, P., *Zdroje solí a jejich působení ve zdivu*, Sborník semináře Společnosti pro technologii ochrany památek STOP, Praha 2007, s. 10-17.

2 Jedná se o celé spektrum vlastností materiálu, jako pravděpodobně nejdůležitější vlastnost uvedme porozititu, tedy distribuci a velikost pórů daného materiálu, a jí odpovídající kapilární síly.

3 Srša, I., Krstić, D., Mudronja, D., *Deterioration of wall paintings due to salts (Typical examples of damages caused by salts on wall paintings in Croatia)*, Zagreb, 2002, s. 2-10.



Obr. II: První fáze vysychání - na povrchu, tvorba efflorescence.



Obr. III: Druhá fáze vysychání - v porézní struktuře materiálu. Začíná u povrchu a pokračuje do hloubky. Vlhkost se stahuje z velkých pórů do malých, kde se nakonec vypaří.

vází vzdušnou vlhkost. Pokud hydratační a krystalizační cykly, s přispěním klimatických podmínek, probíhají dlouhodobě, barevná vrstva vykazuje různé typy a rozsah poškození. V různé míře to může být práškovatění barevné vrstvy a „ztráta intenzity barev“, dále šupinkovatění, puchýřkovatění a odlupování subtilních vrstviček barevných nátěrů. Při vážnější situaci se uvolňují i podkladové vápenné nátěry a celé toto souvrství ztrácí postupně adhezi a odlučuje se od omítkových vrstev. Tyto jevy mohou být doprovázeny viditelnou krystalizací solí na povrchu barevné vrstvy, tzv. efflorescencí.

Pokud je objekt dlouhodobě dotován zemní vlhkostí, srážkovou vodou nebo spodní vodou, může být zvlhčen v celé síle zdiva. V tomto případě je do objektu vlhkost dále transportována prostřednictvím vztlínající kapilární vlhkosti a vodorozpustné sole tak mohou být v objektu distribuovány ve velkém rozsahu. Při krystalizaci solí tak dochází nejprve k degradaci povrchových vrstev (maleb nebo omítek, jejichž povrch se může vzdouvat a odlučovat od zbývající hmoty), následně pak k rozrušování povrchu zdiva a zdicí malty. Vliv solí na zdivu se projevuje podobně jako na omítkách či nátěrech. Na jeho povrchu dochází k drobení, šupinkovatění a odlupování materiálu, ve vážnější situaci ke vzniku prasklin, dutin nebo až k desintegraci hmoty.

Pokud v dané lokalitě dochází k častému proudění vzduchu, je pravděpodobné, že soli krystalizují pod povrchem a poškození vlivem solí tak nemusí být téměř viditelné. Krysta-

lizace pod povrchem, tzv. subflorescence, je mnohem vážnější jev. Při rostoucím objemu solných krystalů během hydratace dochází k destrukci porézního systému omítek či zdiva a ke ztrátám velkého objemu originálního materiálu.

Vznik krystalů solí souvisí s vysycháním vlhkosti obsažené v porézních materiálech. Vysychání probíhá ve dvou bezprostředně navazujících krocích.^{1,2} První fáze vysychání probíhá na povrchu porézního materiálu a je vcelku rychlé. Vysychání probíhá, dokud je povrch dotován vlhkostí ze struktury materiálu.

Druhá fáze probíhá znatelně pomaleji a závisí na struktuře porézního materiálu. Kapalná voda je vlivem kapilárních sil transportována z velkých pórů do malých. Tento proces se uskutečňuje nejprve těsně pod povrchem a následně pokračuje směrem do porézní struktury materiálu, kde dochází k vypařování vody, které je způsobeno rozdílem relativních vlhkostí mezi jeho povrchem a póry. Takto materiál dosahuje rovnovážného stavu relativních vlhkostí mezi svým povrchem a strukturou, což je jeho přirozená snaha.

3.3 Nejpoužívanější metody redukující obsah a vliv vodorozpustných solí v současné restaurátorské praxi

Množství vodorozpustných solí obsažených ve stavebních materiálech, respektive v materiálech tvořící hmotnou podstatu nástěnných maleb, lze redukovat několika metodami. Tyto metody můžeme pro přehlednost rozdělit na fyzikální a chemické. Mezi fyzikální metody řadíme aplikaci zábalů na povrch odsolovaného materiálu. Transport solí z odsolovaného materiálu do zábalu probíhá na základě difúze a kapilárního transportu vody, ve které jsou rozpuštěny soli. Lze se také setkat s mechanickým odstraňováním krystalů solí, utvořených na povrchu kontaminovaného materiálu. Většinou se jedná o ometání povrchu. Tato metoda je však spíše „kosmetickým“ zásahem a samotnou příčinu kontaminace neřeší. Je spíše nevhodná, protože v případě silně destruovaného povrchu materiálu dochází s odstraněním krystalů solí i ke ztrátám originální materie. Mezi chemickými metodami je dnes nejběžnější stabilizace rozpustných solí na soli téměř nerozpustné. Jedná se především o tzv. „Florentskou metodu“, kterou lze spolehlivě redukovat negativní vlivy způsobené sírany.³

Důležitým faktem pro identifikaci obsažených solí jsou také vhodně zvolené metody odběru a analýzy vzorků. Metody identifikace obsažených solí lze, vzhledem k originálnímu materiálu, dělit na invazivní a neinvazivní metody. Neinvazivní metody jsou k originální materii šetrné, ale jsou pouze orientační. Řadíme k nim měření konduktivity, aplikaci

1 Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpustných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 18.

2 Viz obr. II a III, s. 35.

3 -Viz s. 47-49.

testovacích papírků, analýzu eflorescence solí a analýzu vzorků odebraných z odsolovacích zábalů. Naproti tomu invazivní metody jsou spojeny s odběrem vzorků kontaminovaného originálního materiálu a jsou tedy přesnější. Vzorky odebíráme vrtáním.¹ Pro získání co největšího množství údajů je výhodné odebrat vzorky z několika výškových úrovní a hloubek.² Přitom místa odběru volíme podle rozsahu a typu poškození způsobených solemi. Vzorky z povrchu a menších hloubek jsou nejdůležitější, protože u nástěnných maleb dochází k největším destrukcím způsobených solemi právě v povrchových partiích. Vzorky odebrané ze středních hloubek podávají informace o případné redistribuci solí, ke které může docházet po aplikaci odsolovacího zábalu. Vzorky z nejhlubších míst mohou do jisté míry poukázat na zdroj vlhkosti.

Další metodou průzkumu zasoleného objektu je sledování vývoje poškození v souvislosti s monitorováním klimatických podmínek interiéru a exteriéru (teplota, relativní vzdušná vlhkost, teplota rosného bodu apod.). Tato metoda je důležitá pro pochopení souvislostí mezi chováním solí a klimatem, popřípadě dalšími vlivy. Pokud je prováděna pravidelná kontrola stavu objektu a dokumentace klimatických podmínek v průběhu času, lze vytvořit databázi, na jejímž základě je možné s určitou pravděpodobností odhadnout vývoj stavu objektu do budoucna. Databáze těchto údajů se pak stává nepostradatelným zdrojem informací pro stanovení budoucího režimu objektu, popřípadě budoucích konzervačních a restaurátorských zásahů.

3.4 Analytické metody použité in situ

Na odebraných vzorcích byla měřena gravimetrická vlhkost. Pro stanovení typů a množství daných solí byla použita UV/VIS spektrofotometrie a pro fázové složení solí byly ze dvou vytipovaných vzorků (Vz 9b a 10b) provedeny odparky a byly analyzovány rentgenovou diffrakcí.

3.4.1 Odběr vzorků na gravimetrickou vlhkost a salinitu³

Místa odběru vzorků byla vybrána s ohledem na typy a rozsah poškození vlivem účinků solí. První vzorek (Vz 8) byl odebrán v nejvážněji degradované partii východní stěny presbytáře, kde došlo ke ztrátám omítky a odhalení zdiva. Toto poškození sahá do výšky cca 1 m od podlahy. Nad hranicí 1 m je omítka dochovaná, její povrch je ale destruován účinkem solí a podkladový

1 Vrtáním lze provést „kultivovaný“ odběr, jeho nevýhodou ale je, že při vysokých otáčkách se materiál zahřívá a může dojít k vypaření vlhkosti obsažené v materiálu. Pokud je na vzorcích měřena i gravimetrická vlhkost, může dojít ke značné odchylce oproti reálné situaci.

2 Přesné hodnoty a lokace odebraných vzorků viz tab. 8., s. 72 a obr. XIII, s. 64.

3 Viz obr. XIII, s 64.

vápenný nátěr malby či barevná vrstva se v této partii dochovaly jen lokálně ve fragmentech. Tato partie zaujímá rozsáhlou plochu, proto z ní byly odebrány dva vzorky (Vz 9 a Vz 10). Čtvrtý vzorek (Vz 11) byl odebrán z defektu v partii, kde se dochovala barevná vrstva, tedy nad oblastí, kde se viditelně projevují účinky solí.

Tyto vzorky byly odebrány z levé poloviny stěny, kde degradace dosahuje většího rozsahu. V případě pravé poloviny stěny je situace odlišná. Vyskytují se zde totožné typy poškození, ale v menších výškách a ne v tak velkém rozsahu. Proto zde byly odebrány další tři vzorky pro srovnání (Vz 14, 15 a 16). Pro tuto odlišnost může být vysvětlením, že levá polovina stěny je více dotována vlhkostí (buď vzlínající z podzákladí, nebo srážkovou). Obecně platí, že severní části architektury jsou vlhčí. Tento jev může doprovázet i možnost odlišného podloží v severní či severovýchodní části kostela, které by v tomto případě umožňovalo snadnější transport zemní vlhkosti do základového zdiva a dále do obvodových zdí. Všechny vzorky byly odebrány vrtáním ze třech hloubek. Tímto systémem odběru vzorků byla získána aspoň přibližná představa o rozsahu kontaminace solemi.

3.4.2 Měření gravimetrické vlhkosti vzorků¹

Důvodem pro měření gravimetrické vlhkosti materiálu je fakt, že přítomnost vlhkosti v materiálu ovlivňuje transport a distribuci solí. Proto vzorky byly ihned po odebrání uloženy do neprodyšných PE sáčků a pečlivě uzavřeny tak, aby byl zamezen přístup vzduchu a vzorky nemohly vysychat. V laboratoři byly zváženy na přesnost 0,01 g, vysušeny při teplotě 80 °C a poté opět zváženy. Rozdíl hmotností se rovnal hmotnosti obsažené vlhkosti, vyjádřené v hmotnostních %.

3.4.3 UV/VIS spektrofotometrie

Po zvážení byly vysušené vzorky zality demineralizovanou vodou v poměru 50 ml vody na cca 1 g vzorku a ponechány minimálně 24 h odstát. Na vyluzích vzorků byla měřena hodnota absorbance. Měření vlnových délek bylo provedeno na spektrofotometru *Beckman Coulter DU© 720* ve viditelném spektru světla v rozsahu 345 - 525 nm. Byl měřen obsah síranů, dusičnanů a chloridů, a to v hm.% a mmol/kg.²

¹ Viz tab. 8, s. 72.

² Viz textová příloha-technologický průzkum, tab. 8, s. 72 a tab. 11, s. 76.

3.4.4 Rentgenová difrakční analýza (XRD) odparků ze vzorků¹

Cílem analýzy bylo určit fázové složení solí. Každá sůl potřebuje určitou rovnovážnou vzdušnou vlhkost, aby nedocházelo ke krystalizaci z jejího roztoku. Hodnoty rovnovážných vlhkostí pro nejčastěji se vyskytující soli ve stavebních materiálech jsou tabulkově zpracovány.

Porovnáním údajů z XRD, rozpustnosti solí a monitoringu klimatických podmínek² lze stanovit nejrizikovější období během roku, kdy by mohlo docházet ke krystalizaci, popřípadě transportu solí v originálním materiálu a jeho destrukci. Na základě těchto informací lze přímo doporučit opatření, která redukuje nebo zcela odstraní negativní účinky solí na nástěnou malbu (např. návrh režimu větrání, návštěvní režim apod.).

3.5 Princip redukce vodorozpustných solí pomocí zábalů - Nová teorie

Metoda redukce solí pomocí zábalů využívá dva fyzikální jevy - difúzi a kapilární transport (advekci). Difúze je založena na Brownově pohybu částic, vlivem něhož jsou ionty solí po určité době rovnoměrně distribuovány v porézním materiálu. Advekce je proces, během kterého jsou ionty solí v porézním materiálu přenášeny prouděním kapaliny (vlhkosti). Tento proces je založen na kapilárních silách a vysychání a probíhá rychleji než difúze.

V počáteční fázi procesu extrakce solí (po nanesení vlhkého zábalu na povrch kontaminovaného materiálu) vlhkost směřuje do struktury porézního materiálu. Spolu s vlhkostí jsou tímto směrem transportovány i soli. V následující fázi (při vysychání zábalu) se směr transportu vlhkosti, a tím i solí, otočí směrem do hmoty zábalu. Tento proces je výsledkem kapilárního transportu (advekce) a difúze. Během vysychání zábalu dochází k hromadění solí v jeho hmotě. Současně s vysycháním se migrace solí zpomaluje a po vyschnutí se úplně zastaví.³

3.5.1 Difúzní zábal

Výzkum z posledních let⁴ prezentuje do jisté míry přesnější interpretaci. Jestli při extrakci solí z porézního materiálu do zábalu bude efektivnější difúze, nebo kapilární transport, závisí na určitých podmínkách.

1 Viz Příloha 6 XRD - Difraktogramy odparků.

2 Viz tab. 10, s. 73 a Příloha 7 Grafy klimatu.

3 Bayer, K., *Praktické zkušenosti s odsolováním vybraných památkových objektů*, in: Sborník semináře Společnosti pro technologii ochrany památek STOP, Odsolování historických objektů, Praha 2007, s. 34-43.

4 Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: Studies in Conservation, Volume 55, No. 1, 2010, s. 26-40.

Předpokladem migrace solí na základě difúze je, že materiál s vyšší koncentrací solí (např. odsolovaná omítka) je ve styku s materiálem s nižší koncentrací solí (v případě odsolovacího zábalu však s koncentrací nulovou). Soli jsou pak ve formě roztoků rozptýleny (transportovány) do prostředí s nižší koncentrací. Po určité době se koncentrace solí v odsolovaném materiálu a zábalu vyrovnají a dochází ke vzniku rovnovážné koncentrace solí. V této chvíli již difúze neprobíhá a extrakce solí se zastaví.

U této metody redukce solí není důležitá rozdílná distribuce velikosti pórů v zábalu a substrátu. Pro zvýšení efektivity této metody by měl zábal obsahovat co nejmenší množství vody.¹

V porézních materiálech nemohou transportované částice volně difundovat ve všech směrech, ale jsou omezeny danou porézní strukturou odsolovaného materiálu. V důsledku toho je redukce solí, založená na difúzi, pomalý proces.

Pokud jsou difúzní zábalové materiály efektivní jen, když mezi nimi a substrátem existuje rozdíl koncentrací iontů, pak je třeba zábalové materiály po dlouhou dobu relativně často měnit. Podle odhadu Wichterlové je třeba zábalové materiály měnit v rámci týdenních nebo měsíčních intervalů. Každý cyklus by pak měl trvat cca 3-6 týdnů a počet cyklů by měl být kolem 4-6².

3.5.2 Materiály difúzních zábalů³

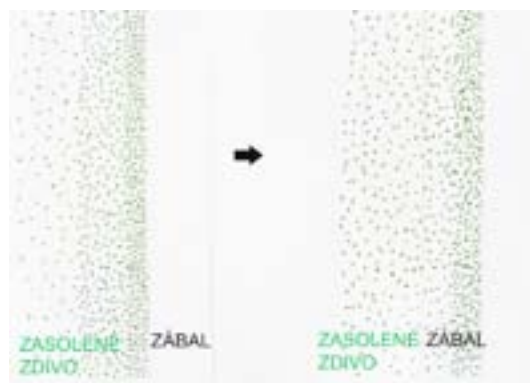
Efektivita tohoto typu zábalu není primárně závislá na distribuci velikosti pórů vzhledem k odsolovanému materiálu, proto složení zábalové směsi může být velmi pestré a lze využít široký sortiment materiálů:

- a) papíroviny - buničina, celulóza, filtrační papír - které ve většině zábalů fungují jako základní nosič pro další aditiva. Jejich výhodou je dobrá zpracovatelnost a dostupnost, téměř žádná kontrakce při vysychání a dobrá přilnavost k povrchu odsolovaného materiálu.

¹ Do substrátu penetruje určité množství vody, která rozpouští sole pouze do určité hloubky. Ovšem od určité hloubky není extrakce solí účinná a dochází pouze k redistribuci, proto je rizikové, aby zábal obsahoval velké množství vody.

² Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpustných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 28.

³ Wichterlová Tamtéž, s.25-26.



Obr. IV: Profil zasoleného zdiva. Soli jsou nakumulovány u povrchu, kde dochází k vypařování vody (vlevo). Po aplikaci difúzního zábalu dochází, po určité době, k vytvoření rovnovážné koncentrace mezi zábalem a substrátem - extrakce solí dále nepokračuje. Úroveň vypařování vody je přemístěna na povrch zábalu, kde se soli kumulují, ale další extrakce již neprobíhá (vpravo).

- b) jíly - např. kaolín, bentonit, sepiolit, zeolit - se do zábalu přidávají kvůli dobré retenci vody a zábal, dle potřeby, zůstává po delší dobu vlhký.¹ Nevýhodou je, že mají velkou kontrakci během vysychání a snižují přilnavost zábalu k povrchu odsolovaného materiálu. Vedle toho nechávají na povrchu rezidua, proto je nutné zábalu obsahující jíly separovat (např. japonským papírem), čímž ale opět dochází k nižší adhezi zábalu k substrátu.
- c) plniva - např. písek, pemza, křemelina, perlit - které snižují kontrakci jílu a zábalu celkově. Písky snižují porozitu, ale oproti jílu jen nepatrně.
- d) další aditiva - desinfekční prostředky (prevence proti biologickému napadení), minerální vata, vápno, iontoměniče (možnost provedení povrchového čištění během odsolování).

3.5.3 Výhody a limity difúzních zábalů

Výhodou tohoto typu zábalu je určitá míra modifikace jeho vlastností, které se odvíjí od jeho materiálového složení (přidáním rozdílných aditiv - jílu, plniv apod.). Teoreticky je tato metoda schopna redukovat množství solí ve velké míře, ale v praxi tento proces vyžaduje týdny až měsíce. Při velmi dobrém difúzním koeficientu by tato metoda byla účinná z 80 % pouze do hloubky kolem 4 cm, a to za 30 dní.²

Nevýhodou metody je dlouhodobé dotování (dokud zábal nevyschne) originálního materiálu vodou (vlhkost může vyvolat reakce pojiva a pigmentů, atakovat organické komponenty originálu nebo vyvolat redistribuci solí do okolí). Dále jsou tím vytvořeny vhodné podmínky pro vznik a vývoj biologického napadení originálu nebo zábalu. Toto negativum je podpořeno v případě, když je zábal použit v prostředí s vyšší relativní vlhkostí a nižší teplotou (např. kostely).

1 Základní idea: čím je difúzní zábal déle vlhčí, tím více solí může rozpustit a difúze může probíhat delší dobu. Tím je teoreticky dosaženo větší extrakce solí v jednom cyklu.

3 Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpustných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 20.

3.5.4 Advekční zábaly

Rychlejší extrakci vody a solných iontů ze substrátu do zábalu představuje kapilární transport.^{1,2} Tedy i zásah, redukující množství solí, se v tomto případě zkracuje. Je ale třeba, aby byly splněny některé podmínky. Především se jedná o distribuci a velikost pórů zábalu. Podstatná část z celkového množství jeho pórů musí být menší než póry substrátu, aby probíhal efektivní kapilární transport.

Hydratované ionty solí se pohybují do zábalu vlivem jeho vysychání. Tím, že má zábal menší velikost pórů než odsolovaný materiál, se transport solných iontů zrychluje. Po určité době dochází k nárůstu rozdílu mezi koncentracemi iontů v substrátu a zábalu, kde bude nyní koncentrace vyšší. Přirozenou snahou materiálů je, aby došlo k vytvoření rovnovážné koncentrace mezi substrátem a zábalem, proto se začne po určité době projevovat zpětná difúze iontů ze zábalu do substrátu.³

Základní otázkou tedy je, jak rychle probíhá advekce, respektive, kdy začíná probíhat zpětná difúze, a kdy vyměnit zábal? Wichterlová⁴ uvádí, že ve chvíli, kdy se na povrchu zábalu začínají tvořit krystaly solí, by měl být zábal vyměněn. Délka jednoho cyklu advekčního zábalu se pohybuje kolem 5-10 dnů a měly by proběhnout cca 2-3 cykly.

Pel a kolektiv⁵ uvádí odlišné výsledky. Jejich testy spočívaly v nanesení advekčního a difúzního zábalu na dva typy kamene - jemně porézní vápenec a hrubě porézní pískovec. Přitom rozdíl účinnosti extrakcí difúzního zábalu na obou typech kamenů nebyl prakticky žádný. Naproti tomu účinnost advekčního zábalu byla vyšší na hrubo porézním pískovci než na jemně porézním vápenci, ale v obou případech byla jeho účinnost výrazně vyšší než u difúzního zábalu. Vedle toho lze sledovat, jak se s rozdílem distribuce velikosti pórů substrátu a advekčního zábalu měnila rychlost a množství extrahovaných solí.



Obr.V: Schématický náčrt kapilárních systémů zdiva a advekčního zábalu. Vpravo po extrakci solí ze zdiva.

1 Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: Studies in Conservation, Volume 55, No. 1, 2010, s. 27-28.

2 Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpusitelných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 20.

3 Ve chvíli, kdy by mělo dojít ke zpětné difúzi, by měl být zábal sejmout. V opačném případě by došlo k částečnému navrácení extrahovaných iontů solí zpět do porézního systému odsolovaného substrátu.

4 Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpusitelných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 28.

5 Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: Studies in Conservation, Volume 55, No. 1, 2010, s. 35-36.

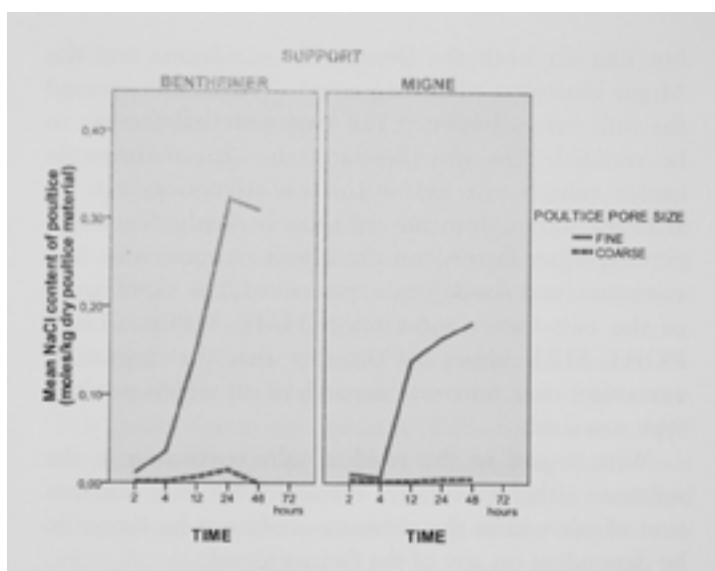
V případě, kdy byl zábal aplikován na jemně porézní kámen, rozdíl porozit byl nízký, advekce probíhala ještě po cca 48 hodinách aplikace zábalu. Ale už po cca 12 hodinách došlo ke snížení množství extrahovaných solí. Naproti tomu v zábalu na hrubě porézním pískovci byl rozdíl porozit vyšší a advekce probíhala rychleji. Již po cca 24 hodinách aplikace zábalu přestala být advekce efektivní a množství extrahovaných solí začalo klesat (začala probíhat zpětná difúze, viz obr. VI).

Existuje tedy pravděpodobnost, že čím větší je rozdíl porozit zábalu a substrátu, tím rychleji bude advekce probíhat. Úkolem restaurátora tedy je vymyslet zábal s dostatkem co nejmenších pórů vzhledem k danému typu odsolovaného substrátu.

Řídící silou u transportu vody na základě advekce je vysychání zábalu. Přitom, oproti difúznímu zábalu, dříve vysychá porézní struktura odsolovaného materiálu a zábal vysychá až jako poslední. Během vysychání se totiž vyprazdňují nejprve velké póry, kde je kapilární tlak nejnižší. Postupným zvyšováním množství solných iontů v zábalu vede ke snížení rychlosti vypařování vlhkosti. (Čím větší množství solí v zábalu je přítomno, tím nižší je tlak par solného roztoku v zábalu.)

V reálné praxi je ovšem třeba pamatovat na vliv okolního prostředí - relativní vlhkost vzduchu, teplotu a proudění vzduchu. Za jistých podmínek totiž může dojít k tomu, že zábal vyschne rychleji než odsolovaný materiál. Vzhledem k tomu, že v praxi nelze pouhým okem odhadnout do jaké míry je odsolovaný materiál vlhký, je vhodné nechat poslední zábal vyschnout úplně a teprve potom ho sejmut. V tomto případě ovšem dochází ke zpětné difúzi.

Na základě výše zmíněných teorií by tedy znamenalo, že lze redukci solí v praxi realizovat dvěma odlišnými přístupy:



Obr. VI: Přerušovaná linie - difúzní zábal, plná linie - advekční zábal. Vlevo účinnost záblů na pískovci (s označením Bentheimer) a vpravo na vápenci (s označením Migne).

Pozn.: Obr. je převzat z: Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: *Studies in Conservation*, Volume 55, No. 1, 2010, s. 35-36.

1. Metoda využívající difúzi, kdy je zábal udržován vlhký po celou dobu zásahu (např. použitím neprodyšné folie).
2. Metoda vysychajícího zábalu, který využívá kapilární transport (advekci) solí a vlhkosti, kdy je zábal ponechán na substrátu až do momentu, kdy by mělo docházet ke zpětné difúzi.

3.5.5 Materiály advekčních zábalů

Požadavek adekvátní porozity zábalu zvyšuje nároky na jeho modifikaci pro určitý typ odsolovaného materiálu, tím se i zúžuje paleta možných materiálů pro vytvoření zábalu.

Jak bylo řečeno výše, materiálové složení zábalu je limitováno porozitou odsolovaného materiálu. Z tohoto důvodu je výhodnější používat pro zábal takové materiály, které poskytují co nejmenší póry. Obtíže mohou nastat v případě, že budeme chtít odsolovat jemnopórní materiál. (Zde je nutné zvážit celkovou efektivitu zásahu.)

Z těchto skutečností vyplývá, že použití buničiny, vzhledem k velkým pórům, není vhodné. Podle laboratorního experimentu, který byl publikován r. 2010¹, se zdá, že základními materiály pro vytvoření advekčního zábalu jsou písky a jíly. Jíly v tomto případě plní funkci pojiva zábalu a písky jsou plnivem. Jíly přitom výrazně zmenšují meziprostory mezi zrny písku, čímž zmenšují celkovou velikost pórů.

Vzhledem k tomu, že doba aplikace zábalu je mnohonásobně kratší než u difúzních zábalů, lze předpokládat, že míra a riziko kontrakce jílu bude menší. Zároveň bude advekční zábal méně citlivý na biologické napadení.

3.5.6 Výhody a limity advekčních zábalů

Redukce solí pomocí tohoto typu zábalu je vcelku rychlý proces, trvající v řádu dnů. Tím se eliminuje míra zavlhčení odsolovaného materiálu, riziko biologického napadení a redistribuce solí. Tento typ zábalu poskytuje teoretickou možnost většího množství cyklů s celkovou větší mírou redukce solí během kratší doby než v případě difúzního zábalu.

Rozhodnutí o aplikaci advekčního typu zábalu závisí na tom, jestli jsme schopni vytvořit zábal s adekvátní velikostí pórů vzhledem k danému odsolovanému materiálu. Pokud bychom chtěli získat přesnější údaje, je nezbytné odebrat vzorek odsolovaného materiálu a zábalu a provést měření velikosti pórů obou materiálů. U pevných vzorků odsolovaného materiálu lze použít např. rtuťovou porozimetrii (MIP)².

¹ Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: *Studies in Conservation*, Volume 55, No. 1, 2010, s. 26-40.

² Tamtéž.

Komplikace nastává u vzorků zábalové směsi. Velikost pórů se s obsahem vody liší, proto je ideální měřit velikost pórů čerstvě připraveného zábalu. Měření velikosti pórů u tohoto typu materiálu, navíc vlhkého, lze realizovat pomocí magnetické rezonance (NMR)¹, která je ovšem drahá a v běžné restaurátorské praxi nereálná.

Druhou, i když časově náročnější, možností je provést sérii zkoušek (lépe s větším počtem cyklů, např. 2-3) s vytipovanými zábalovými materiály, a pak na vzorcích zábalových směsí provést analýzu extrahovaných solí. Porovnáním výsledků pak lze dospět k orientačnímu závěru o efektivitě jednotlivých zábalových směsí. Tento postup byl realizován v rámci této práce na východní stěně presbytáře kostela sv. Víta v zahradce u Ledče nad Sázavou.

3.5.7 Shrnutí základních informací o redukci vodorozpustných solí pomocí zábalů

Podle laboratorních a praktických výzkumů z posledních let se ukazuje, že zábalů jsou metodou, která je limitována mnoha kritérii. Především jde o hloubku, do jaké je metoda ještě účinná. Wichterlová uvádí, že účinnost sahá do 2-3 cm, od 4 cm už dochází k redistribuci solí.² Jisté rozpory a limity této metody jsou do určité míry výsledkem dosaženého poznání a značnou obtíž aplikovat teoretické (laboratorní) výsledky do reálné restaurátorské praxe.³

Metoda zábalů neposkytuje, řekněme, 100 % účinnost. Pouze redukuje množství solí obsažených v odsolovaném objektu, což na druhou stranu může být dostačujícím výsledkem.

Tato metoda, i při realizaci dalších opatření (např. stavebních zásahů) poskytuje jen dočasnou redukci solí. Pokud má být efektivní, je třeba, aby byla doprovázena, lépe předcházena, dalšími opatřeními - stabilizací a monitorováním klimatu a eliminováním zdroje zasolení a vlhkosti.

Aplikace zábalů je rovněž závislá na klimatických podmínkách okolního prostředí (např. sluneční a tepelné záření, proudění vzduchu, teplota, relativní vzdušná vlhkost apod.). Může tedy dojít k situaci, kdy zábal je již úplně suchý, ale odsolovaný materiál je ve své struktuře stále vlhký. Existuje zde tedy potenciální riziko, že po sejmutí suchého zábalu dojde k vypařování zbytkové vlhkosti z odsolovaného materiálu, a tím ke krystalizaci solí na jeho povrchu (eflorescenci), nebo v jeho struktuře (subflorescenci), a další destrukci originálního materiálu.

Možnosti aplikace zábalů jsou ovlivněny množstvím vlhkosti přítomné ve zdivu a omítce a rychlostí vysychání. Pokud dochází k rapidnímu a rychlému vysychání substrátu, většina solí se kumuluje na a těsně pod povrchem, kde dochází k vypařování, v tomto případě je vhodnější použít difúzní zábal. V případě, že dochází k pomalému vysychání substrátu,

1 Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: *Studies in Conservation*, Volume 55, No. 1, 2010, s. 26-40.

2 Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpustných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 22.

3 Leitner, H., *The Treatment of Wall Paintings affected by Salts: An Interdisciplinary Task as seen from a Conservator's Perspective*, *Restoration of Buildings and Monuments*, Vol. 11, No 6, 2005, s. 365-380.

je vhodnější použít advekční zábal, čímž bude redukce solí rychlejší, efektivnější a substrát bude méně zavlhčen.¹

Po ukončení realizace konzervování/restaurování by měl být následně stanoven plán, který by monitoroval dosažený stav v dlouhodobém časovém horizontu. Stále totiž, a je to nedostatek i zahraničních realizací podobného druhu, neexistuje dostatečné množství údajů, shromážděných během dlouhodobého pozorování objektu po stabilizaci klimatu a redukci

solí.² Z tohoto důvodu by měl být ustanoven dlouhodobý plán pro pozorování stavu zasoleného objektu (rozsah, distribuce, množství a typy solí) vzhledem ke klimatickým podmínkám a jejich případným změnám. Mělo by být dokumentováno, jaký má případné kolísání klimatických podmínek vliv na stav objektu, respektive na stav dochování nástěnných maleb.

1 Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpustných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011, s. 26.

2 Leitner, H., *The Treatment of Wall Paintings affected by Salts: An Interdisciplinary Task as seen from a Conservator's Perspective*, *Restoration of Buildings and Monuments*, Vol. 11, No 6, 2005, s. 365-380.

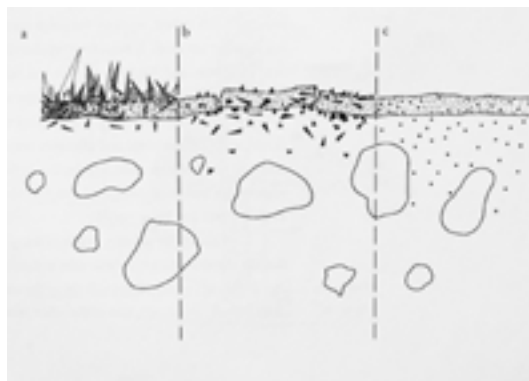
3.6 Chemická stabilizace vodorozpustných solí - Florentská metoda¹

Vedle níže zmíněné Florentské metody existují i jiné způsoby chemické stabilizace. Tyto metody se ovšem pro jejich značné nevýhody již nepoužívají (fluáty, chemická stabilizace chloridů PbSiF_6 (hexafluorokřemičitanem olovnatým), nebo jejich účinky nebyly dosud dostatečně ověřeny (hydroxid barnatý ve formě nanosuspenze).

Míra degradace způsobená vodorozpustnými solemi závisí na jejich rozpustnosti a počtu krystalizačních cyklů, respektive klimatických podmínkách. Vodorozpustné sole lze podle jejich rozpustnosti rozdělit na velmi rozpustné, rozpustné a téměř nerozpustné. Velmi rozpustné soli mohou v roztoku dosahovat vysoké koncentrace, aniž by krystalizovaly. Vlivem vysoké rozpustnosti mohou rovněž dosahovat vysokého množství ve svých nasycených roztocích. Tam, kde pak dochází ke krystalizaci, vzniká zřetelná eflorescence, která ale ještě nemusí být nutně destruktivním faktorem. V tomto případě pak záleží na počtu krystalizačních a hydratačních cyklů, kdy krystaly solí zvětšují svůj objem, a tím destruuji porézní systém originálního materiálu.

Na druhou stranu, méně rozpustné soli krystalizují na povrchu a také i těsně pod povrchem, čímž způsobují mnohem závažnější defekty. V tomto případě se jedná o subflorescenci. Vlivem jejich menší rozpustnosti existuje větší pravděpodobnost, že jejich roztoky snadněji dosáhnou nasycení, což znamená, že může častěji docházet k jejich krystalizaci.

Třetí skupina solí, téměř nerozpustných, nemusí být příčinou poškození, přesto tyto sole mohou krystalizovat pod povrchem, a dokonce i ve větších hloubkách omítky či zdiva. Ovšem je třeba opět zdůraznit, že záleží na množství solí v materiálu a na klimatických podmínkách, které přímo ovlivňují režim a chování solí, počet krystalizačních a hydratačních cyklů apod.



Obr. VII: Schématické znázornění účinků vodorozpustných solí a výskytu jejich krystalizace podle rozpustnosti. Skupina (a) jsou rozpustné sole, které krystalizují v oblasti povrchu. Tím, že jsou snadno rozpustné nemusí podle Matteiniho působit vážná poškození. Skupina (b) znázorňuje méně rozpustné sole, které jsou zároveň hůře transportovatelné k povrchu. Dochází tak k jejich krystalizaci u povrchu nebo těsně pod ním a tyto sole jsou tudíž příčinou vážnějšího poškození. Skupina (c) reprezentuje téměř nerozpustné sole, které nemusí být k povrchu transportovány. Krystalizují v porézním systému originálního materiálu, alenemusí být příčinou vážné degradace.

Pozn.: Obr. je převzat z: Matteini, M. 1991 In: Review: An Assessment of Florentine methods of wall painting conservation based on the use of mineral treatments, In S. Cather (ed), *The Conservation of Wall Paintings*, Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 137-148.

¹ Matteini, M. 1991 In: Review: An Assessment of Florentine methods of wall painting conservation based on the use of mineral treatments, In S. Cather (ed), *The Conservation of Wall Paintings*, Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 137-148.

Jednou z nejrozšířenějších a nejčastějších solí, působících vážně poškození, je síran vápenatý, který na povrchu porézních materiálů obsahujících uhličitan vápenatý tvoří sádrovcovou krustu. Vlivem tvorby sádrovce dochází ke ztrátám soudržnosti materiálu a adheze souvrství originálu. Působí tzv. šupinkovatění barevné vrstvy a bílý zákal na jejím povrchu, v horších případech i subflorescenci a ztráty většího objemu originálního materiálu a jeho původního povrchu.

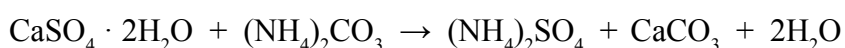
Ovšem, je také třeba říci, že pokud byla sádra použita v minulosti např. na tmely, či jako podkladový materiál transferů, tyto jevy nebyly téměř pozorovány. Závěrem by mohlo být, že změny a tvorba sádrovcové krusty na povrchu barevné vrstvy souvisí s vnějším prostředím. V tomto případě zde sádrovec, respektive, sírany, hrají významnou roli, ale ne jedinou.

Významnou úlohu také má způsob odebírání vzorků a sledování podmínek před a po restaurování objektu. Bylo pozorováno, že největší koncentrace sádrovce sahá do hloubky maximálně několik desítek mikronů pod povrch a od úroveň 0,2 - 0,3 mm se prakticky neobjevuje.

Sledování stavu díla po restaurování by mělo zahrnovat měření množství sádrovce v místech, kde byl lokalizován. Z tohoto důvodu jsou údaje méně kvantitativní, ale více informativní s ohledem na dané místo. K tomuto účelu mohou sloužit i kolorimetrická měření.

3.6.1 Princip chemické stabilizace

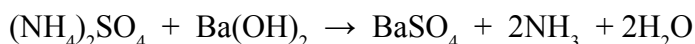
Chemická stabilizace síranů se skládá ze dvou po sobě následujících kroků. Prvním je čištění, respektive rozpuštění, síranové krusty uhličitanem amonným, aplikovaným v buničínovém zábalu:



Výsledkem reakce je konverze méně rozpustného sádrovce na dobře rozpustný síran amonný, který je částečně absorbován záballem a částečně penetruje do porézního systému. Druhým produktem reakce je uhličitan vápenatý, který se může tvořit v porézním systému omítky nebo barevné vrstvy, a pak přispívá k obnovení adheze a celkové konsolidaci originálního materiálu. Pokud se ale tvoří na povrchu barevné vrstvy, je nutné ho mechanicky odstranit. Po sejmutí zábalu je takto vzniklý uhličitan vápenatý ve formě gelu, který je transparentní a bezbarvý. Postupem času však přechází na bílý a téměř nerozpustný kompaktní zákal.

Výhodou této reakce je skutečnost, že se rezidua uhličitanu amonného ze zábalu během několika měsíců samovolně rozpadají na amoniak, oxid uhličitý a vodu. Tyto plyny pak opouštějí porézní systém originálního materiálu.

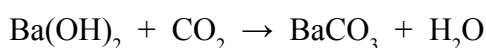
Druhým krokem je chemická reakce, která stabilizuje rozpustný síran amonný na nerozpustný síran barnatý:



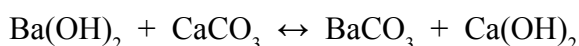
Produkt první reakce síran amonný je stabilizován hydroxidem barnatým, aplikovaným v buničínovém zábalu, na nerozpustný síran barnatý. Dalšími produkty reakce jsou amoniak a voda, které během vysychání opouští porézní systém originálního materiálu.

3.6.2 Výhody a limity Florentské metody

Podstatnou výhodou je skutečnost, že rezidua hydroxidu barnatého, přítomné v porézním systému originálního materiálu, reagují s oxidem uhličitým ze vzduchu a tvoří uhličitan barnatý, který působí jako konsolidant originálního materiálu:



Druhý konsolidující efekt má reakce reziduí hydroxidu barnatého s uhličitanem vápenatým, vzniká tak opět uhličitan barnatý a hydroxid vápenatý:



Oba reaktanty, jak uhličitan amonný, tak hydroxid barnatý, jsou nanášeny na povrch v buničínovém zábalu, což umožňuje snadnou zpracovatelnost a rychlou manipulaci. Průběh obou reakcí lze do jisté míry ovlivnit koncentracemi reaktantů, dobou působení, popřípadě typem nosiče.

Tuto metodu na druhou stranu nelze aplikovat v případech, kde je detekována vysoká koncentrace snadno rozpustných solí, především dusičnanů, a kde je pojivo barevné vrstvy organického původu. V případě výskytu sodných, draselných a vápenatých dusičnanů totiž při aplikaci hydroxidu barnatého existuje reálné riziko tvorby rozpustného dusičnanu barnatého. Tato sůl tvoří velké krystaly na povrchu.

U maleb, jejichž pojivo je organického původu (tempera či olejomalba), je použití hydroxidu barnatého vyloučeno, protože organické látky ve vysoce zásaditém prostředí hydroxidu hydrolyzují a mohou zmýdelnit. V neposlední řadě je třeba pamatovat na to, že hydroxid barnatý je pro člověka vysoce toxickou chemikálií.

Z těchto důvodů lze druhý krok Florentské metody vynechat a aplikovat pouze zábal s uhličitanem amonným, v zápětí následovaným záballem z čisté buničiny a destilované vody, který rozpustí a extrahuje dobře rozpustný síran amonný. Je však třeba počítat s větším zavlhčením objektu.

3.7 Opatření stabilizující klimatický režim objektu kostela sv. Víta v Zahrádce - Komentář a doporučení ke stavebním realizacím in situ¹

Nástěnné malby jsou jedním z elementů, který dotváří celkový účinek architektonického prostoru, jak interiéru, tak exteriéru. Jsou proto nedílnou součástí hmotné podstaty architektury. Pokud tedy mluvíme o klimatických podmínkách, v kterých se nástěnné malby nachází, mluvíme zároveň o klimatických podmínkách celé architektury. Z čehož vyplývá, že vlhkostní, teplotní a následně i režim vodorozpustných solí nástěnných maleb souvisí s celkovou situací architektury a jejího bezprostředního okolí. Nelze se proto úzkopohledově zabývat pouze nástěnnými malbami, ale je třeba brát v úvahu každý jev celé architektury a jejího okolí.

V současnosti se používá několik typů metod pro redukcí nebo úplné odstranění problémů s vlhkostí a vodorozpustnými solemi. V prvním kroku by mělo dojít k redukcí obsahu vlhkosti, která má funkci mobilizátoru a akcelerátoru degradačních vlivů vodorozpustných solí. Tím dochází, za předpokladu aplikace dalších opatření (např. stavební úprava, oprava závad konstrukce apod.), do jisté míry i ke stabilizaci klimatických podmínek. Následně by mělo dojít k opatřením, které buď redukcí množství solí obsažených ve zdivu a omítce, nebo jejich degradační činnost zpomalují (např. snižují počet krystalizačních cyklů solí nebo chemicky konvertují vodorozpustné sole na méně rozpustné).

Po dobu realizace restaurátorského zásahu byl in situ instalován datalogger², který snímá klimatické hodnoty interiéru i exteriéru. Zároveň byla provedena XRD analýza vzorků odebraných na salinitu (Vz 9b a 10b)³, která určila fázové složení přítomných solí. Byla zjištěna přítomnost krystalických struktur solí CaCO_3 (originální materiál omítky), NaCl a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Přítomnost krystalů dusičnanů nebyla detekována, je tedy možné, že dusičnany se v klimatických podmínkách in situ nachází v podobě roztoků a nepůsobí tak výrazné poškození. Porovnáním hodnot rozpustnosti daných solí při určité relativní hodnotě vzduchu a teplotě v interiéru s grafy získanými z datalogu lze stanovit nejrizikovější hodnoty a roční období, kdy by mohlo docházet k hydrataci krystalů solí nebo k vypařování vlhkosti ze solných roztoků, a tím k jejich krystalizaci. Níže zmíněná stavební opatření by měla zaručit stabilizaci klimatu v interiéru, přitom by podmínky měly být v budoucnu sledovány.

Pro přehlednost lze metody eliminující vliv vlhkosti, tedy upravující klimatické podmínky v daném objektu kostela, rozdělit na metody vzduchové (drenáž) a mechanické (dílní stavební úpravy - odstranění nevhodných stavebních zásahů nebo materiálů).

1 Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvčnění kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S., září 2012.

2 Viz Příloha 7 Grafy klimatu a tab. 10, s. 73.

3 Viz Příloha 6 XRD - Difraktogramy odparků.

3.7.1 Drenáž a odvod srážkové vody

Podle Ing. Věry Čihákové (o.s. Přátelé Zahrádky) je provedení a stav původního odvlhčení kostela nedostačující a vykazuje množství poruch, které mohou přispívat k dalšímu dotování stavby vlhkostí.¹

V minulosti byla realizována stavba ochranné zdi na jihozápadní, západní a severozápadní straně kostela, která zpevňuje terén v nejbližším okolí kostela, přiléhající k vodnímu dílu Želivka. Rovněž byl proveden systém odvádějící srážkovou vodu, ale jeho návrh a dnešní stav vykazuje mnoho poruch² a také jeho provedení neodpovídá dnešním estetickým požadavkům³.

Podle nově projektovaného okapového systému bude srážková voda z východní a jižní strany kostela svedena do již v minulosti vybudované šachty, která bude rehabilitována. Šachta je situována na jižní straně v dostatečné vzdálenosti od kostela. Tato šachta byla součástí hlavního řadu původní městské kanalizace, vedoucí ve směru východozápadním.

Na severní straně kostela se nachází dvě staré kanalizační šachty, které budou nahrazeny novými. První, menší šachta, je situována na severní straně kostela, přibližně v polovině délky lodi kostela. Druhá, větší šachta, se nachází směrem na západ u ochranné zdi. Do větší šachty bude svedena srážková voda jak ze severní (respektive z menší šachty), tak ze západní strany kostela.

Odvlhčení drenáží bude realizováno podél celého obvodu kostela. Rozvodí drenáže se nachází na jihovýchodním nároží kostela. Drenáž tak bude sestávat ze dvou úseků, první bude zahrnovat jižní a západní stranu kostela a druhá východní a severní stranu. Ve všech ohybech drenáže budou situovány kontrolní šachty. Spád a umístění drenážního potrubí je volen tak, aby bylo zdivo odvodněno až k základové spáře. Oba úseky drenáže budou svedeny do společné šachty u severní zdi kostela, a odtud do větší šachty u severozápadního nároží kostela.

Drenážní rýha se zásypem a drenážním potrubím bude utěsněna nepropustnou fólií z PE, která bude položena na zhutnělou šterkopísčitou vrstvu. Na fólii bude položena zhutnělá vrstva písku s vápnem, jejíž síla bude cca 10 cm. Tato vrstva bude sloužit jako lože pro kamennou dlažbu chodníku, který bude mít ve směru od kostela sklon 3%. Šířka chodníku bude odpovídat rozměrům drenážní rýhy, což bude cca 150 cm.

Základové zdivo bude separováno od zemní vlhkosti nepropustnou profilovanou fólií a výška vzduchové dutiny mezi divem a fólií bude 10 cm. Profilovaná fólie bude ukončena pod úrovní nepropustné fólie pod chodníkem a seshora bude ukončena vrchní zátěžovou krycí lištou z PE. Na krycí lištu bude navazovat vápenná omítka fasády. Tím se zamezí přístupu vlhkosti do vzduchové dutiny podél základového zdiva.

1 Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvlhčení kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S., září 2012.

2 Případ severozápadní šachty u západní zdi, z které je voda odváděna trubkou s nedostatečným průměrem, nebo stav kameninového potrubí, realizovaného kolem jižní strany kostela, které ve svých spojích vykazuje poruchy a může být zdrojem zavlhčení terénu na jižní straně kostela.

3 Případ betonových vpustí pro okapové svody.

Cirkulaci vzduchu v dutině bude zajišťovat systém „nádechů“ a „výdechů“ rozmístěných podél obvodu kostela. „Nádechy“ budou vyústěny cca 0,5 m nad dlažbou a „výdechy“ budou mít podobu falešných okapových svodů, které budou vrcholit pod korunní římsou. Jejich výška tedy bude cca 6 m, čímž bude dosaženo tzv. „komínového efektu“, který by měl zajistit cirkulaci vzduchu v dutině. Systém „nádechů“ a „výdechů“ je navržen tak, aby co nejméně pohledově zasahoval do fasády kostela.

3.7.2 Transfer podlahy a vyjmutí betonového lože

Stávající podlaha v lodi a presbytáři kostela byla provedena na začátku 90. let 20. st. Podlaha je částečně tvořena původní středověkou dlažbou, která vyznačuje půdorys starší sakrální stavby, jejíž relikty byly objeveny při archeologickém průzkumu. Tato dlažba je doplněna novými žulovými deskami. Na zásyp byl proveden betonový podklad, cca 10 cm silný, a na něj položena kamená dlažba. Betonové lože podlahy není pro zemní vlhkost dostatečně paropropustné. Kamenná dlažba je vlhká (zvláště ve vlhkých ročních obdobích) a vlhkost tak vzlíná do obvodových zdí, kde je příčinou již výše zmíněných degradačních jevů.¹ Z těchto důvodů bylo navrženo transferování kamenné dlažby, vyjmutí betonového lože a opětovné uložení dlažby do vápenné malty.

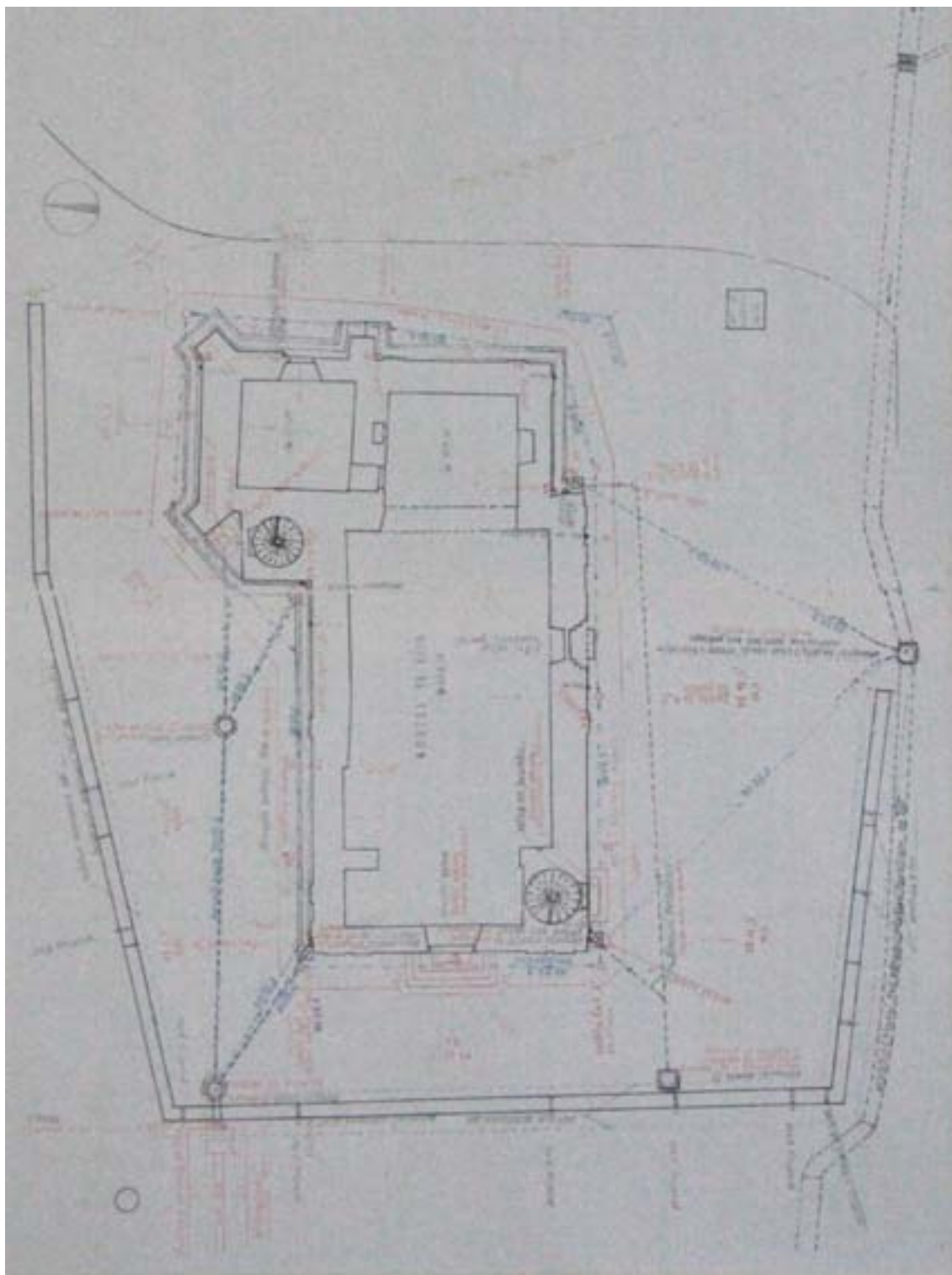
3.7.3 Vzduchový kanál kolem vnitřního líce obvodových zdí²

Provedení vzduchového kanálu kolem vnitřního líce obvodového zdiva bude realizováno na nejkritičtějších místech, tj. podél severní stěny lodi a podél všech stěn presbytáře a sakristie. Vzduchový kanál má dosahovat k základové spáře obvodového zdiva, tím bude provzdušněn jak zásyp podlahy, tak obvodové zdivo.

Vzduchový kanál bude vyložen netkanou geotextilií a vysypán štěrskem. Seshora bude kryt pochozí kovovou mříží, která bude konstruována z pásoviny. Pochozí mříž bude zasazena do systému úhelníků, které budou ležet na štěrkovém zásypu, a bude výškově korespondovat s povrchem okolní dlažby. Všechny kovové prvky kanálu budou chráněny proti korozi žárovým zinkováním a dvěma vrstvami černého matného nátěru.

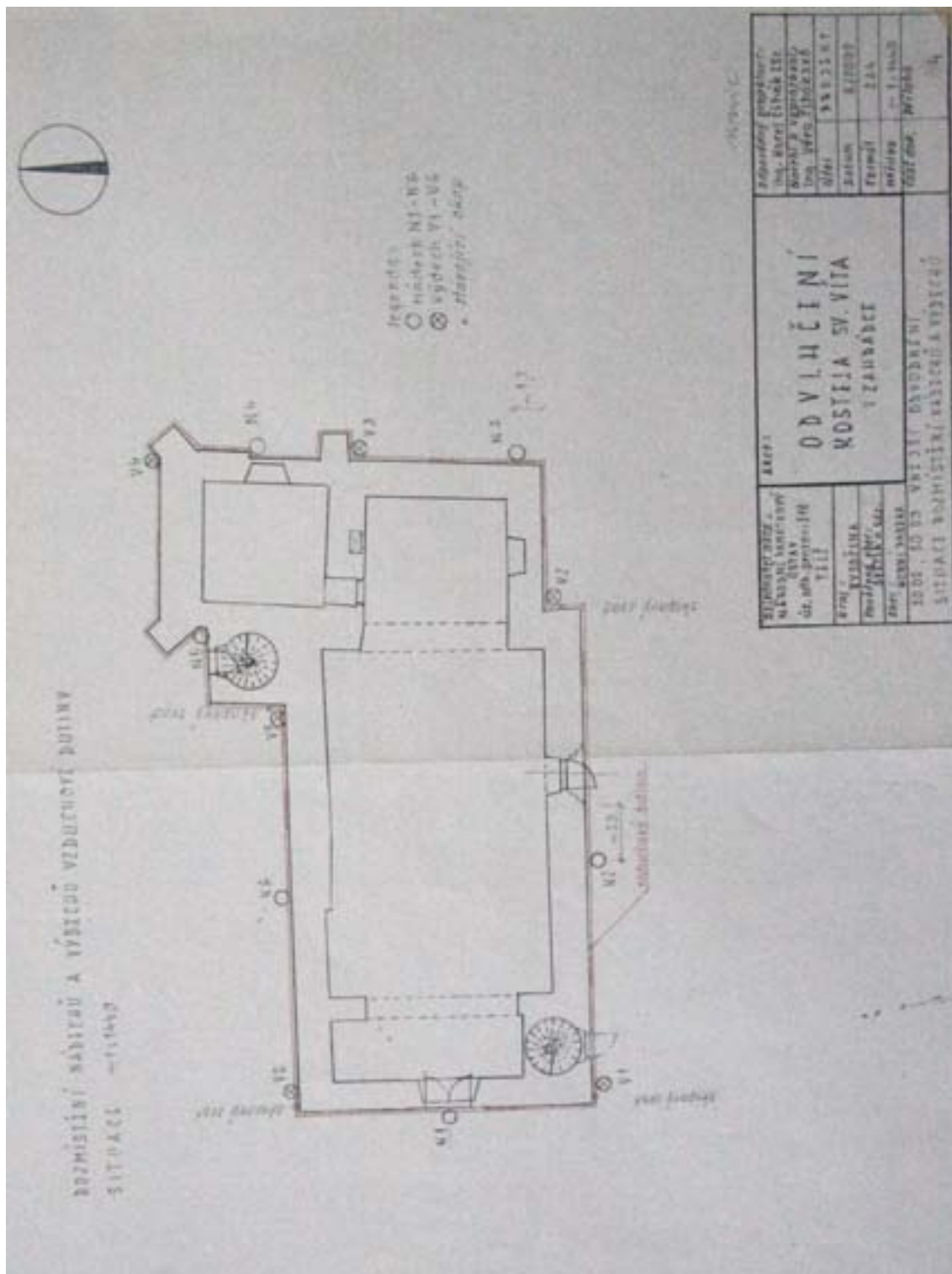
¹ Viz kapitola 2.10, s. 28.

² Rozměry a detaily viz obr. XII, s. 57.



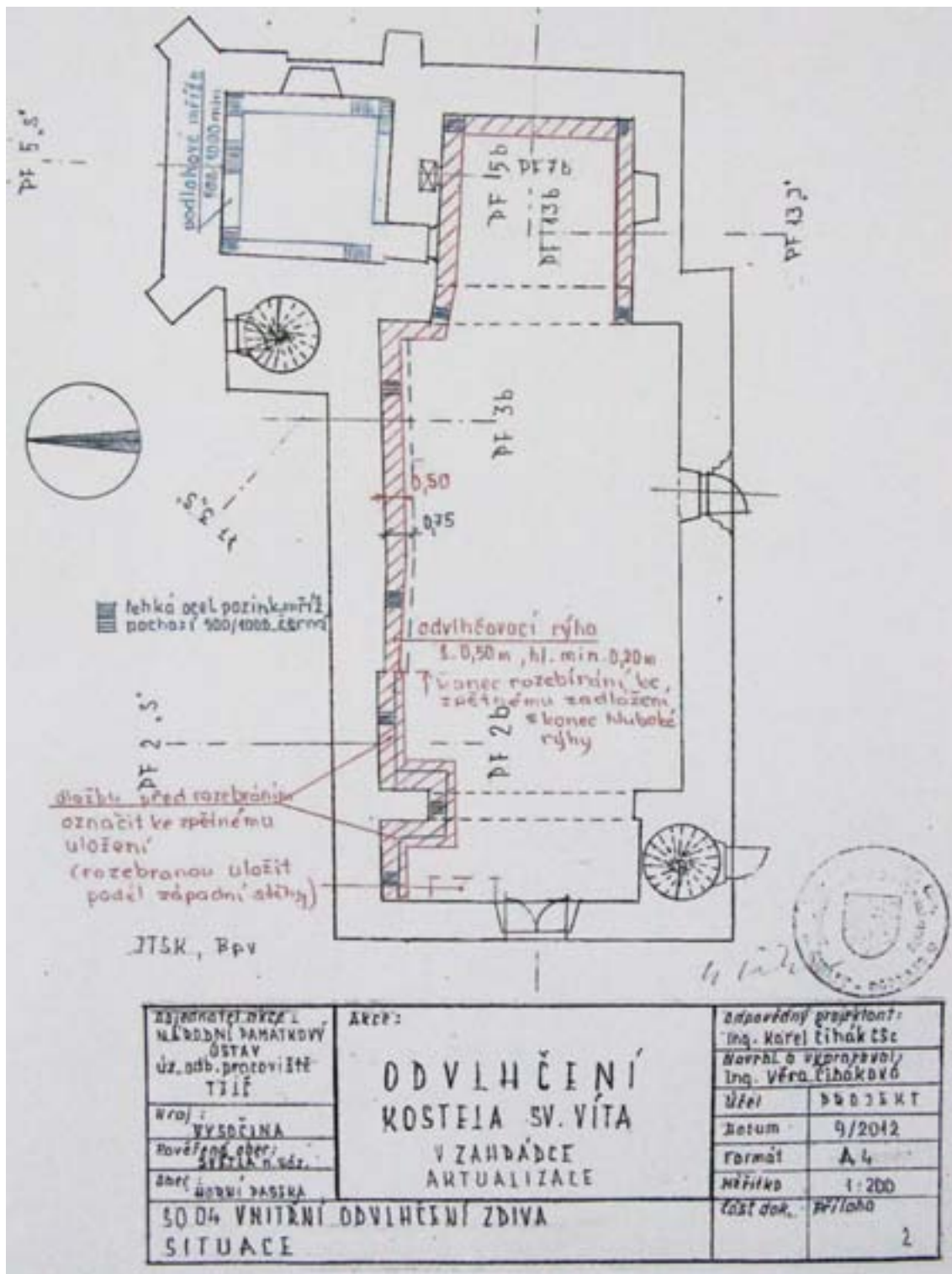
Obr. VIII: Náskres půdorysu kostela a vedení kanalizace, do které bude ústít okapové potrubí (modrá větev). Drenážní potrubí (červená větev) bude probíhat podél základů kostela a její rozvodí bude situováno na jihovýchodním nároží kostela, odkud se bude dělit na dvě větve - jižní, která odvhčí jižní a západní stranu kostela, a severní, která bude probíhat podél východní a severní stěny. Obě vetve pak budou ústít do společné šachty u ochranné zdi na severozápadním nároží kostela.

Převzato z: Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvhčení kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S., září 2012.



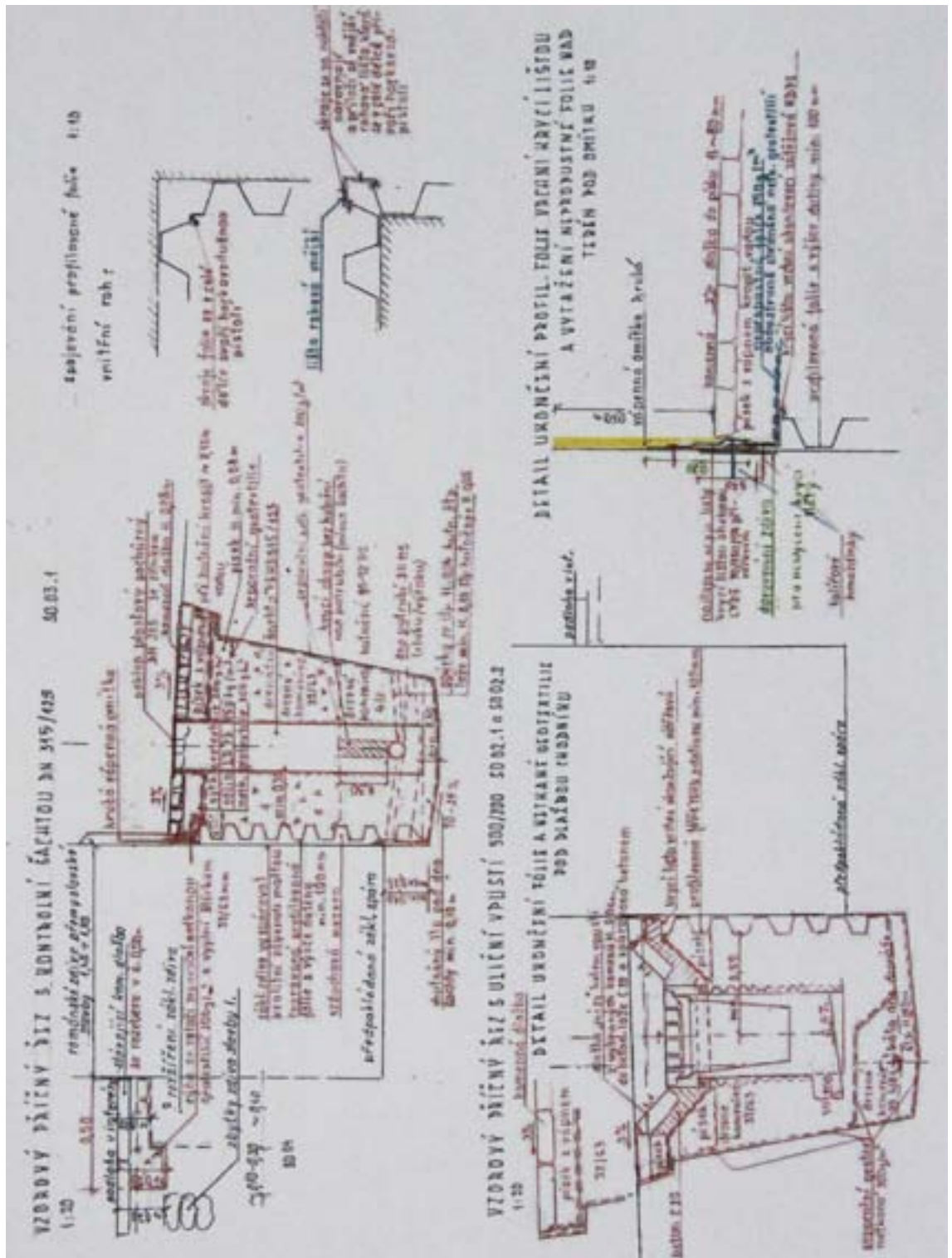
Obr. IX: Návrh půdorysu kostela se systémem „nádechů“ a „výdechů“ ústících ze vzduchové dutiny mezi drenážním systémem a základovým zdivem. Výdechy budou vrcholit pod korunní římsou kostela a budou provedeny jako falešné okapové svody. Výškový rozdíl mezi nádechů a výdechů poskytne, díky komínovému efektu, cirkulaci vzduchu v dutině u základového zdiva.

Převzato z: Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvčeni kostela sv. Víta v Zahřádce u Ledče n. S., září 2012.



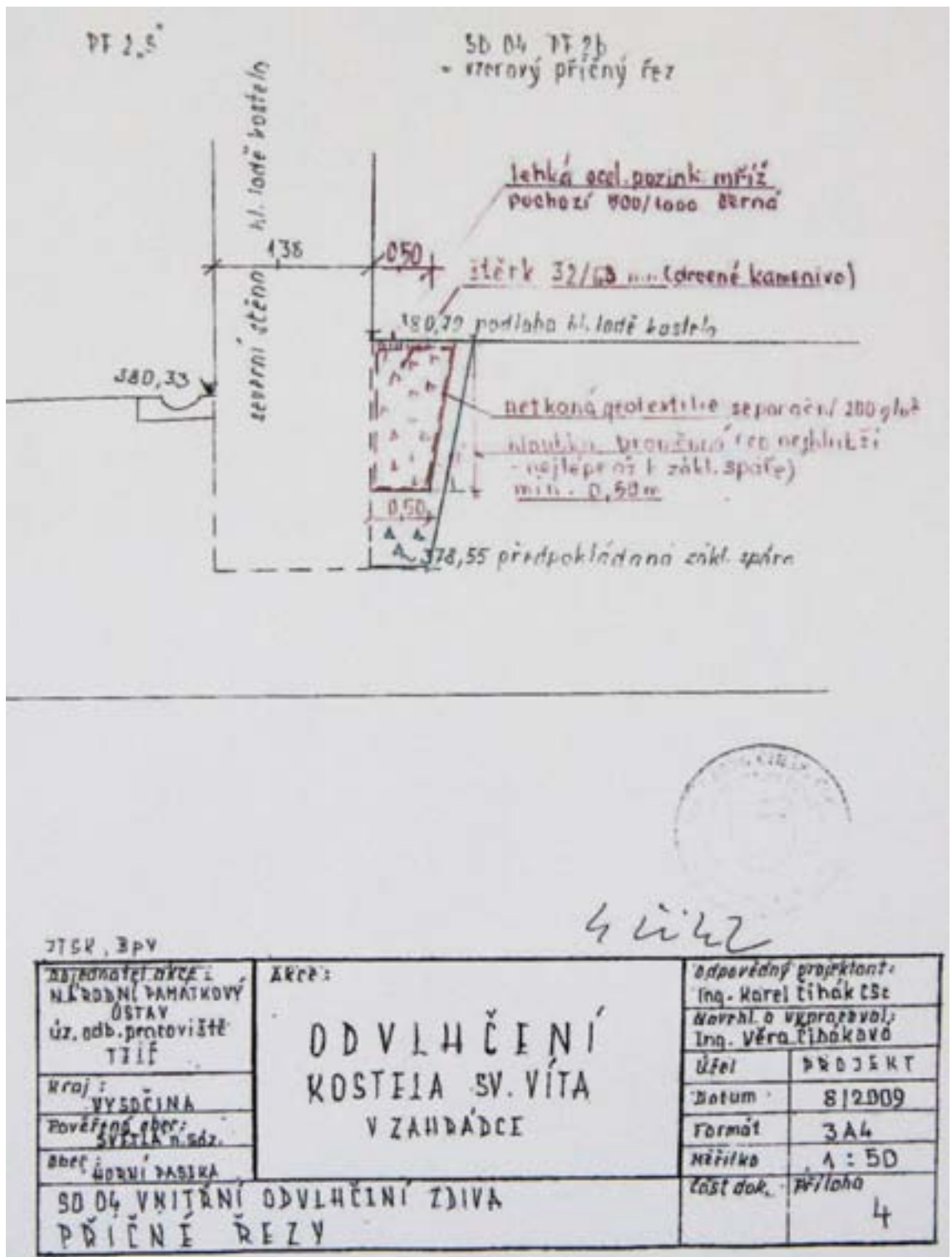
Obr. X: Nákres půdorysu kostela s vnitřním vzduchovým kanálem, vedoucím podél vnitřního líce obvodového zdiva v presbytáři a severní stěny lodi.

Převzato z: Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvlhčení kostela sv. Víta v Zahradce u Ledče n. S., září 2012.



Obr. XI: Nákrezy profilů drenážního systému, profilu uložení chodníku, který bude probíhat podél kostela, a detail spoje nopové fólie, která je součástí drenážního systému.

Převzato z: Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvhlčení kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S., září 2012.



Obr. XII: Profil vzduchového kanálu, který povede podél vnitřního líce obvodového zdi-
va v presbytáři a severní lodi.

Převzato z: Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvlhčení kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S.,
září 2012.

3.7.4 Nahrazení fasádní cementové omítky omítkou vápennou

Stávající fasáda byla realizována na začátku 80. let 20. st.¹ Podle sond a vizuálního posouzení se jedná o omítku s výrazným podílem cementu. Tento materiál není pro historický objekt vhodný, protože vlivem své nízké paropropustnosti neumožňuje výpar vlhkosti z obvodového zdiva do exteriéru. Z tohoto důvodu je vlhkost zadržována buď ve zdivu, odkud může vzlínat do vyšších partií, nebo se vypařuje do interiéru, kde dochází k rozvoji defektů vlivem účinků vodorozpustných solí.

Z výše zmíněných důvodů je vhodné tuto omítku odstranit a nahradit ji omítkou vápennou, která bude modifikována s ohledem na klimatické podmínky regionu a nejbližšího okolí. K tomuto zásahu by mělo dojít zvláště v případě presbytáře, v jehož interiéru se nachází středověké nástěnné malby, a severní fasády, kde se vliv klimatu nejvíce podílí na vznik a rozvoj různých typů poškození.

Dalším důvodem pro opravu fasády je skutečnost, že během realizace stávající fasády došlo k desinterpretaci původního členění. Většina štukatérských prvků dnes chybí (např. fasáda věže), nebo byla značně redukována. V jiných případech došlo ke vzniku nelogických zásahů, které neodpovídají původnímu slohu fasády (např. středový „pilastr“ v západním vrcholovém frontonu).

Oprava by měla být prováděna citlivě vzhledem k možnosti, že pod dnešní cementovou omítkou se mohou stále vyskytovat rezidua originální realizace (např. profilace korunní římsy apod.).

3.7.5 Oprava dveří a okenních tabulí

V rámci snahy o stabilizaci klimatických podmínek interiéru je třeba také opravit dveře a okenní tabule. Zvláště v případě okenních vitráží, jejichž stav je havarijní, je oprava nutná. Stávající stav umožňuje zatékání srážkové vody a dovoluje volný pohyb ptactva do interiéru, čímž se zvyšuje prašnost a riziko biologického napadení.

3.7.6 Kultivace okolí objektu

Bezprostřední okolí kostela bude tvořit chodník vyskládaný z lomového světležlutého kamene, loženého do vápenné malty (viz výše), který bude položen podél celého obvodu kostela v šíři cca 1,5 m.

1 Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvहění kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S., září 2012.

Opatřením, které dále sníží míru zavlhčení okolní půdy je pravidelné sekání zatravněných ploch v okolí kostela, popřípadě prořezávání stromů. Tímto způsobem lze také omezit míru náletů a zanášení okapových svodů.

Další možností je realizace povrchového odvodňovacího kanálu na východní straně kostela. Tento kanál by zachytával povrchovou tekoucí vodu při případných přívalových srážkách, která by tekla ze svahu od východu, a odlehčil tak drenážnímu systému. Povrchový kanál by přiléhal na vnější okraj chodníku, nebo by byl veden několik metrů od něj v paralelní linii. Vrchol kanálu by byl na úrovni jihovýchodního nároží kostela a byl by spádován k severu a ústil by za ochranou zeď na severní straně kostela. Vyžadoval by však pravidelnou kontrolu a čištění.

4 Možnosti redukce vodorozpustných solí na východní stěně presbytáře v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou - Experimentální část

4.1 Cíl experimentu

V partiích východní stěny, kde absentuje barevná vrstva, byly vrtáním odebrány vzorky zdiva a omítky.¹ Chemickou analýzou bylo zjištěno zvýšené množství síranů a dusičnanů. Cílem experimentu bylo definovat efektivní zábalovou směs, která by redukovala obsah vodorozpustných solí v originálním materiálu. Tento experiment proběhl na základě laboratorní studie, která definovala nový přístup k zábalům redukujícím obsah vodorozpustných solí v porézních anorganických materiálech.²

4.2 Údaje o materiálech zábalů

Zábalové směsi byly složeny z křemičitého písku, sepiolitu, Arbocelu BWW 40 a byly separovány japonským papírem. Přehled základních vlastností o použitých materiálech (viz tabulka níže):

Materiál	Základní složení	Průměrná velikost částic délka/síla	Gramáž
arbocel BWW 40	celulóza	200/20 μm	—
kaolín	obsah kaolínu 99 %	—	—
sepiolit	$\text{Mg}_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	—	—
křemičitý písek	SiO_2	0-0,5 mm	—
japonský papír	celulóza	—	11g/m ²

Tab. 1: Základní vlastnosti materiálů použitých pro testování zábalových směsí.

¹ Viz kapitola 3.4.1, s. 37.

² Viz s. 42.

4.3 Popis ploch aplikace

Místa aplikace testovaných zábalových směsí byla volena v blízkosti odebraných vzorků na salinitu, aby bylo možno provést orientační srovnání efektivity zábalů a stavu originálního materiálu před zásahem. Efektivita zábalů byla sledována jak ve výškových úrovních, tak ve vertikálních, protože pravá polovina stěny vykazuje menší míru degradace vlivem solí než levá polovina.¹

Testované zábalové směsi byly aplikovány na povrch omítky s otevřenou strukturou bez předchozí strukturální konsolidace. Síla omítkové vrstvy je lokálně proměnlivá od cca 0,5 cm do cca 3,5 cm. Omítka je lokálně degradována sítí prasklin, které prochází v celé vrstvě až na zdivo. Rovněž byly detekovány dutiny mezi omítkovou vrstvou a zdivem. Povrch omítky je soudržný, jen lokálně vykazuje menší míru degradace v podobě sprášování nebo uvolněných částecek. Barva omítky je proměnlivá od světlého okru až po okr červený či světle hnědou. Lokálně se vyskytují větší zrna písku a menší kamínky či okrové nebo zelené jílové částice. Testované zábalové směsi byly aplikovány ve výšce cca 59 cm, 110 cm a 168 cm, v úrovních vzorků odebraných na salinitu. Přesná lokalizace odebraných vzorků je udána v tabulce 1, viz níže.²

	Vzorek	Výška od podlahy (cm)	Vzdálenost od L rohu (cm)	Vzdálenost od P rohu (cm)
LEVÁ ČÁST STĚNY	Vz8	59	102,5	—
	Vz9	110	107	—
	Vz10	168	111	—
	Vz11	229	121	—
PRAVÁ ČÁST STĚNY	Vz14	110	—	121
	Vz15	110	—	126
	Vz16	168	—	134

Tab. 2: Lokalizace odebraných vzorků na salinitu a gravimetrickou vlhkost, ke kterým byly vztaženy testované zábalové směsi.

1 Místa aplikace testovaných zábalových směsí viz s. 64.

2 Místa odběru vzorků na salinitu a zkoušky zábalových směsí viz s. 64.

4.4 Složení testovaných zábalů a podmínky jejich aplikace

Pro testování byly vytipovány dva typy zábalových směsí. První, difúzní typ, zábalové směsi (zábaly s označením D1 - D6) byl složen z křemičitého písku, sepiolithu a buničiny Arbocel BWW 40. U druhého, advekčního typu, zábalové směsi byly testovány dvě receptury. První receptura (A I) obsahovala křemičitý písek a sepiolith. Druhá (A II) byla vrstvená. Separální vrstvu tvořila buničina Arbocel BWW 40, druhou vrstvu směs buničiny Arbocel BWW 40 a sepiolithu. Finální vrstvu tvořil sepiolith. Všechny zábalové směsi byly rozdělny s demineralizovanou vodou a jako desinfekce bylo do nich přidáno malé množství 2% Ajatinu.^{1,2}

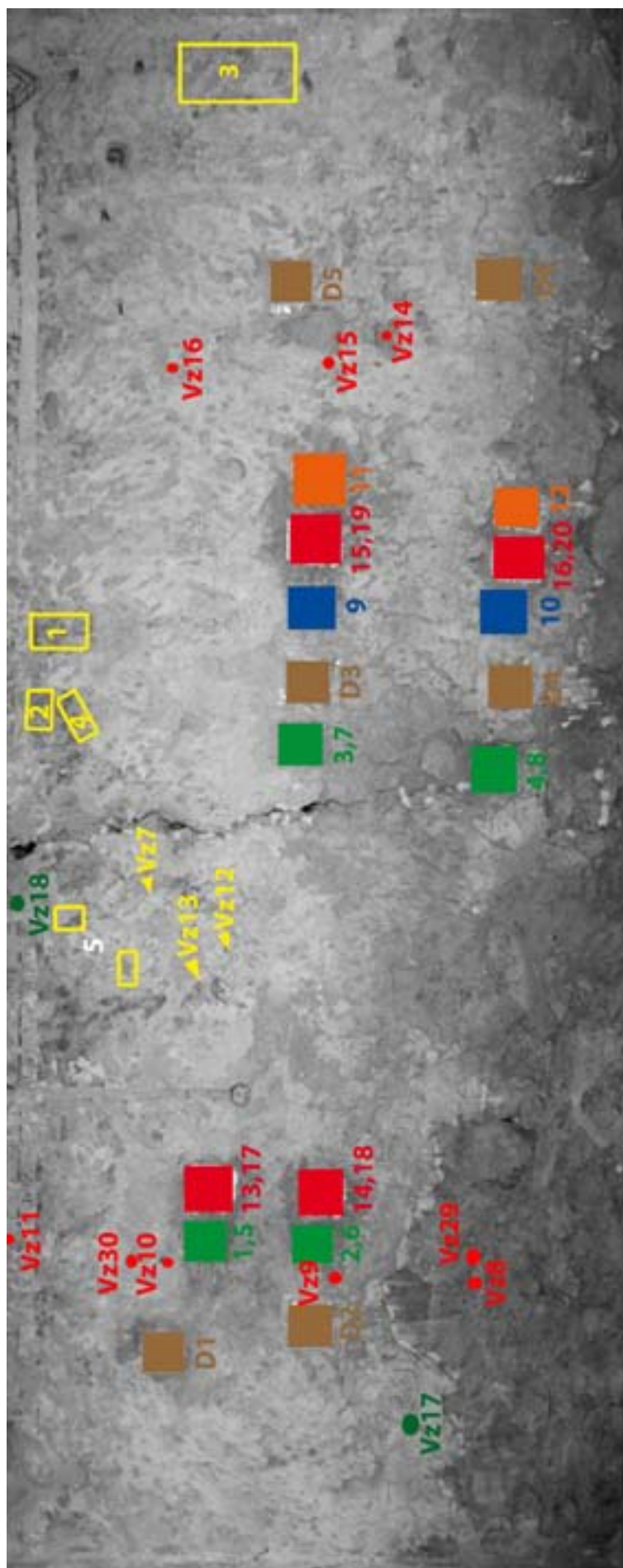
Ve všech případech byl povrch omítky navlhčen demineralizovanou vodou pro lepší adhezi zábalové směsi. Difúzní typ zábalu nebyl od omítky separován, advekční typy byly separovány japonským papírem (A I) a buničinou Arbocel BWW 40 (A II). Difúzní typ zábalu byl na prvních 24 h zakryt PE fólií, čímž bylo omezeno vypařování vlhkosti ze zábalu.

1 Detailní údaje o poměrech jednotlivých komponentů zábalů viz Tab. 3, s. 63.

2 Umístění testovaných zábalů viz obr. XIII, s. 64.

Typ zábalu	Vzorek	Separace	Složení zábalu	Objemový poměr komponentů	Frakce křemičitého písku (mm)	Desinfekce	Síla vrstvy (cm)	Doba působení 1 cyklu	Počet cyklů
DIFÚZNÍ ZÁBAL	D1 - D6	—	BWW40 sepiolith křemičitý písek	1 1 4	0 - 0,5	Ajatin	1-1,5	cca 5,5 dne	1
	A I (1 - 10)	japonský papír	sepiolith křemičitý písek des. voda	1 4,88 2,29	0 - 0,5	Ajatin	0,5	24 h 48 h	2 1
ADVEKČNÍ ZÁBAL	A II (11 - 20)	Arbocel BWW40	mezivrstva sepiolith BWW40 finální vrstva sepiolith	1 1	—	Ajatin	separace cca 0,5 jílové vrstvy celkově cca 0,2 - 0,3	24 h 48 h	2 1

Tab. 3: Složení a podmínky testovaných zábalových směsí.



- Difúzní zábaly D1-D6
- Advekční zábaly (AI) 1-8 (2x24h)
- Advekční zábaly (AI) 9,10 (48h)
- Advekční zábaly (AII) 11,12 (48h)
- Advekční zábaly (AII) 13-20 (2x24h)
- Vzorky omítky na salinitu a gravimetrickou vlhkost
- Vzorky barevné vrstvy
- Vzorky omítky na sorpční kapacitu
- Zkoušky čištění barevné vrstvy

Obr. XIII: Grafická dokumentace odebraných vzorků a testovaných zábalových směsí.

4.5 Analytické metody použité pro stanovení efektivity jednotlivých zábalů

Celková efektivita jednotlivých zábalových směsí byla posouzena na základě množství a typů extrahovaných solí ve vztahu k době aplikace jednoho cyklu. Dalšími sledovanými kritérii, důležitými pro praxi, byla míra smrštění zábalu a ztráta adheze k povrchu omítky, odstranitelnost zábalu, míra zavlhčení originálního materiálu a možnost biologického napadení.

4.5.1 Sorpční kapacita vzorků zábalů a vzorků omítky

Cílem tohoto měření bylo stanovit, kolik vody mohou absorbovat jednotlivé typy zábalů a omítky. Toto měření neposkytuje údaje o velikosti pórů testovaných materiálů, ale porovnáním sorpčních kapacit omítky a zábalů lze říci, jestli zábal poskytuje dostatek vlhkosti pro efektivní redukci vodorozpustných solí.

Sorpční kapacita omítky byla měřena na dvou odebraných vzorcích.¹ Vzorky byly vysušeny při teplotě 80 °C a zváženy. Poté byly v intervalech cca 30 minut natřikrát zality demineralizovanou vodou, aby mohla voda volně vzlínat do jejich porézních systémů, až byly zcela nasáklé. Vzorky byly opět zváženy a hmotnostní rozdíl mezi suchými a mokřými vzorkem se rovnal hmotnosti vody přítomné v jejich porézních systémech.

Měření sorpční kapacity zábalových směsí bylo provedeno shodným způsobem. S tím rozdílem, že pro zábalové směsi s označením A II byl vytvořen jeden zástupný vzorek, protože původní vzorky, aplikované při testech, nemohly být dále využity.

4.5.2 UV/VIS spektrofotometrie

Odebrané zábalové směsi byly vysušeny při teplotě 80 °C a poté zality přiměřeným množstvím demineralizované vody. V tomto případě analýza salinity definuje množství solí extrahovaných na určitou plochu zábalu, proto nebylo potřeba, aby množství přidané demineralizované vody bylo u všech vzorků totožné.

Vzorky byly ponechány minimálně 24 h odstát. Na vyluzích vzorků byla měřena hodnota vlnové délky, která je pro každý typ soli specifická. Měření vlnových délek bylo provedeno na spektrofotometru Beckman Coulter DU© 720 ve viditelném spektru světla v rozsahu 345 - 525 nm. Byl měřen obsah síranů, dusičnanů a chloridů, a to v hm.% a mmol/kg.²

1 Viz obr. XIII, s. 64.

2 Viz Příloha 5 Chemicko-technologický průzkum a tab. 8, s. 72 a tab. 11, s. 76.

4.5.3 Rentgenová difrakce (XRD)¹

Tato analýza byla provedena ze vzorků omítky a zdiva, již dříve odebraných pro stanovení salinity (Vz 9b a 10b). Ze vzorků byly provedeny výluhy a poté byly vysušeny při 80 °C. Takto získané odparky byly podrobeny rentgenové analýze.² Cílem této analýzy bylo zjistit fázové složení vodorozpustných solí přítomných in situ, což může přispět ke konečnému stanovení doporučených hodnot relativní vzdušné vlhkosti v interiéru, při kterých se soli nachází v roztocích. Tedy za klimatických podmínek, kdy nekrytalizují, nebo počet krystalizačních (respektive hydratačních) cyklů je omezen, a jejich degradační účinky jsou tímto omezeny.

4.6 Výsledky analýz³

Zábalové směsi byly aplikovány na východní stěně presbytáře s ohledem na místa odběru vzorků pro stanovení salinity a gravimetrické vlhkosti.⁴ Analýzou odebraných vzorků na salinitu bylo zjištěno, že chloridy se v originálním materiálu vyskytují jen v míře, která je pro tento typ materiálu přirozená. Z tohoto důvodu byl zájem soustředěn především na účinnost zábalu na sírany a dusičnany.

Omítková vrstva byla vcelku soudržná. V místech, kde vykazovala ztrátu nebo menší míru adheze ke zdivu, byla konsolidována vápennou nanosuspensí *CaLoSiL E-25* a injekční maltou *Ledan TAI/TBI*.

4.6.1 Sorpční kapacita zábalů

Sorpční kapacita zábalů se pohybuje od cca 33 % do cca 40 % a není ovlivněna jejich složením. Liší se i v rámci jedné směsi. Kapacita omítky se průměrně pohybuje kolem cca 30 %, což je standartní hodnota. Porovnáním těchto hodnot lze usoudit, že zábalové směsi obsahují dostatečné množství vlhkosti. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že mohou být v redukci solí efektivní.

1 Viz kapitola 3.4.4, s. 39.

2 Viz Příloha 6 XRD - Difraktogramy odparků.

3 Konkrétní hodnoty množství extrahovaných solí viz grafy 1-4 a tab.4-7, s. 68-71.

4 Místa odběru vzorků na salinitu viz obr. XIII, s. 64.

4.6.2 Porovnání účinnosti difúzních a advekčních zábalů

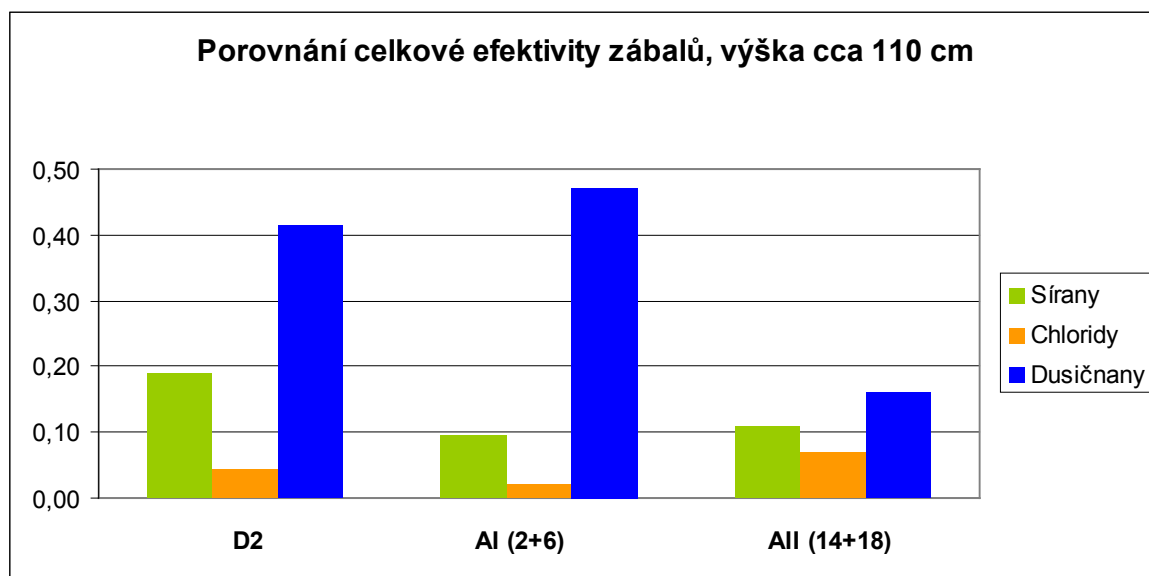
Hlavním kritériem pro hodnocení efektivity jednotlivých zábalových směsí bylo množství extrahovaných solí během jednoho cyklu. Bylo zjištěno, že mezi zábaly, aplikovanými v levé části východní stěny, byly neúčinnější difúzní zábaly D1 a D2 (viz Graf 1 a 2, s. 68, 69). Difúzní zábaly byly účinné zvláště na dobře rozpustné soli dusičnany a chloridy. Mezi zábaly, aplikovanými v pravé části stěny, byl jako nejefektivnější vyhodnocen advekční zábal AII (viz, Graf 3 a 4 s. 70, 71), který byl účinný zvláště na sírany.

Efektivitu zábalových směsí je ovšem třeba posuzovat i dobou aplikace. Difúzní zábaly byly aplikovány po dobu cca 5,5 dní. Vedle toho advekční zábaly byly aplikovány ve dvou cyklech, z nichž každý trval cca 24 hodin (viz Graf 1-4), respektive v jednom cyklu trvajícím cca 48 hodin (viz graf 3 a 4). Porovnáním výsledků a doby aplikace lze konstatovat, že advekční zábaly, hlavně AI, se difúznímu v množství extrahovaných solí vyrovná (viz Graf 1, vzorky D2, AI (2+6) a Graf 2, vzorky D1, AI (1+5), s. 68, 69) nebo (viz Graf 3, vzorky D4, D6, AI (4+8), s. XY a Graf 4, vzorky D3, D5, AI (3+7), s. 70, 71).

4.6.3 Počet cyklů

V případě advekčního typu zábalu, zvláště u AI, se osvědčilo opakování cyklů, které trvájí kratší dobu. Tento typ zábalu se vlivem opakování aplikace vyrovnal difúznímu zábalu v množství extrahovaných solí (viz Graf 1-4, s. 68-71). Naproti tomu stejné směsi advekčních zábalů, které byly aplikovány pouze v jednom cyklu trvajícím cca 48 hodin, nedošlo k výrazné redukci solí (viz Graf 3, vzorky AI (10), AII (11), s. 70) nebo (viz Graf 4, vzorek AII (12), s. 71).

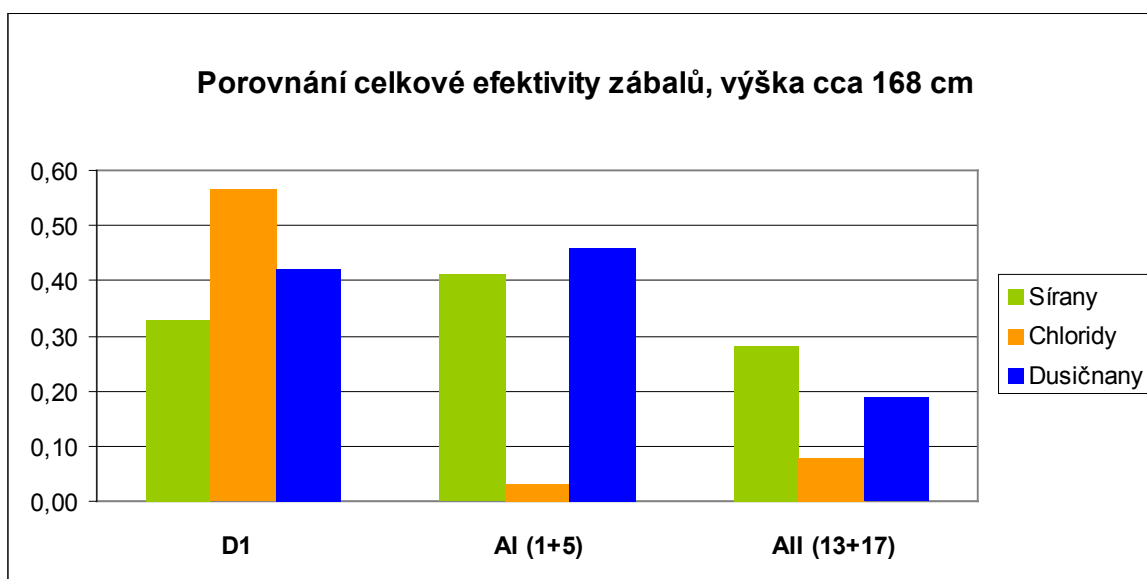
Z tohoto vyplívá, že je výhodnější aplikovat advekční zábaly vícekrát. Přitom jednotlivé cykly mohou trvat kratší dobu. Výhodou této metody je celková kratší doba, potřebná pro uspokojivou redukci solí.



Graf 1: Srovnání efektivity testovaných zábalových směsí ve výšce cca 110 cm. Difúzní zábal (D2) byl aplikován v jednom cyklu na dobu cca 5,5 dne. Vedle něho byly aplikovány vzorky advekčních zábalů AI (2+6) a AII (14+18). Každá směs měla dva cykly trvající cca 24 hodin.

Typ zábalu	Vzorek	Sírany g/m ²	Chloridy g/m ²	Dusičnany g/m ²
DIFÚZNÍ	D2	0,19	0,04	0,41
ADVEKČNÍ	A I (2+6)	0,10	0,02	0,47
	A II (14+18)	0,11	0,07	0,16

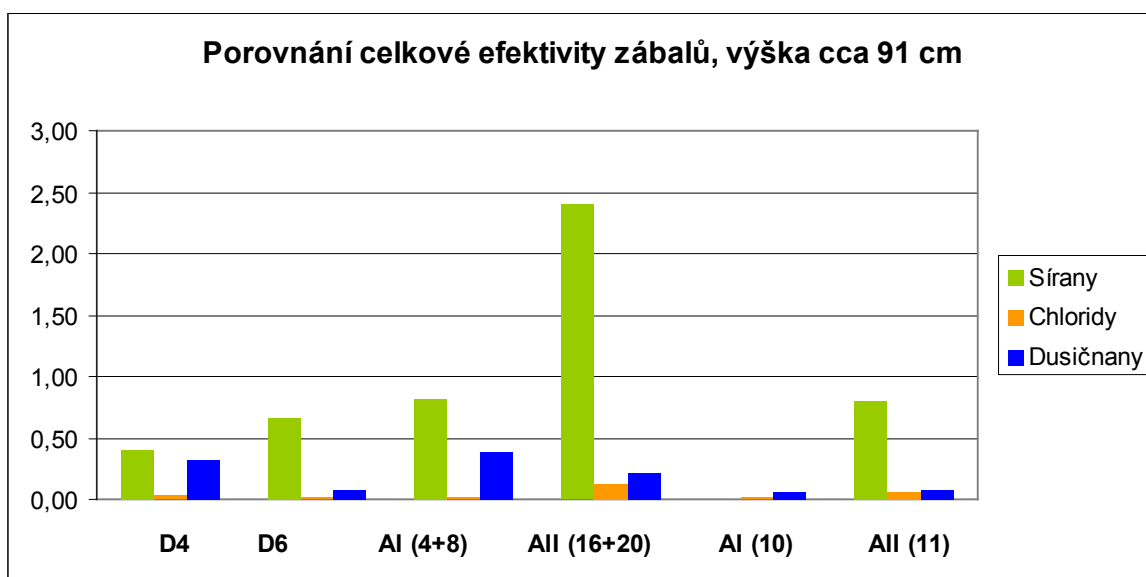
Tab. 4: Množství extrahovaných solí ve výšce cca 110 cm.



Graf 2: Srovnání efektivity testovaných zábalových směsí ve výšce cca 168 cm. Difúzní zábal (D1) byl aplikován v jednom cyklu na dobu cca 5,5 dne. Vedle něho byly aplikovány vzorky advekčních zábalů AI (1+5) a AII (13+17). Každá směs měla dva cykly trvající cca 24 hodin.

Typ zábalu	Vzorek	Sírany g/m ²	Chloridy g/m ²	Dusičnany g/ m ²
DIFÚZNÍ	D1	0,33	0,57	0,42
ADVEKČNÍ	A I (1+5)	0,41	0,03	0,46
	A II (13+17)	0,28	0,08	0,19

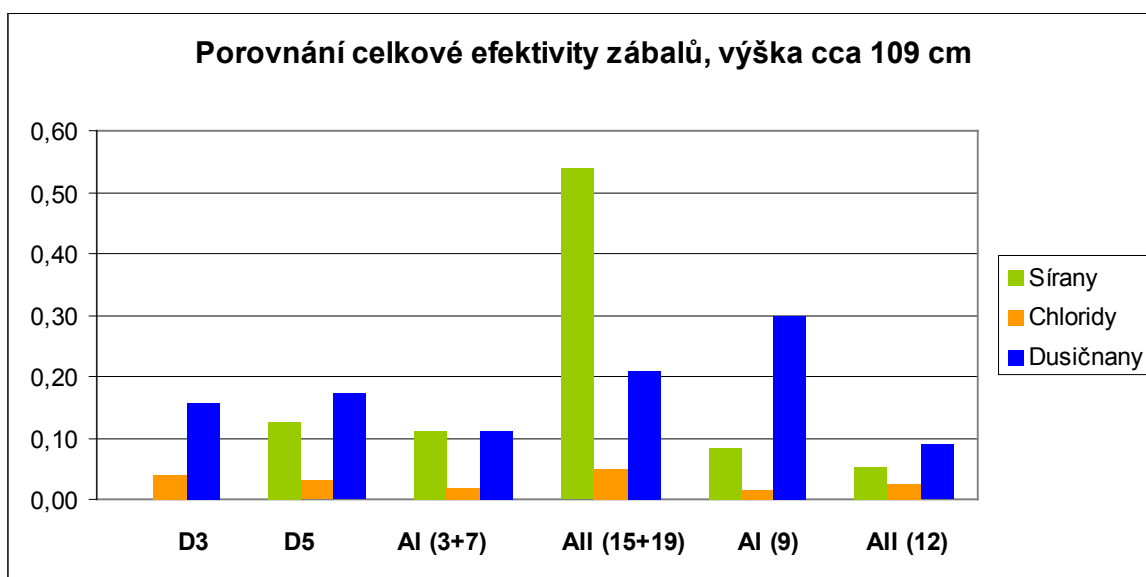
Tab. 5: Množství extrahovaných solí ve výšce cca 168 cm.



Graf 3: Srovnání efektivity testovaných zábalových směsí ve výšce cca 91 cm. Difúzní zábalů (D4, D6) byly aplikovány v jednom cyklu na dobu cca 5,5 dne. Vedle nich byly aplikovány vzorky advekčních zábalů AI (4+8) a AII (16+20). Každá směs měla dva cykly trvající cca 24 hodin. Obě směsi advekčních zábalů pak byly aplikovány ještě v jednom cyklu trvajícím 48 hodin, vzorky AI (10) a AII (11).

Typ zábalu	Vzorek	Sírany g/m ²	Chloridy g/m ²	Dusičnany g/m ²
DIFÚZNÍ	D4	0,41	0,03	0,33
	D6	0,67	0,02	0,08
ADVEKČNÍ	AI (4+8)	0,82	0,02	0,38
	AII (16+20)	2,40	0,12	0,21
	AI (10)	0,00	0,01	0,06
	AII (11)	0,79	0,07	0,08

Tab. 6: Množství extrahovaných solí ve výšce cca 91 cm.



Graf 4: Srovnání efektivity testovaných zábalových směsí ve výšce cca 109 cm. Difúzní zábalů (D3, D5) byly aplikovány v jednom cyklu na dobu cca 5,5 dne. Vedle nich byly aplikovány vzorky advekčních zábalů AI (3+7) a AII (15+19). Každá směs měla dva cykly trvající cca 24 hodin. Obě směsi advekčních zábalů pak byly aplikovány ještě v jednom cyklu trvajícím 48 hodin, vzorky AI (9) a AII (12).

Typ zábalu	Vzorek	Sírany g/m ²	Chloridy g/m ²	Dusičnany g/m ²
DIFÚZNÍ	D3	0,00	0,04	0,16
	D5	0,13	0,03	0,17
ADVEKČNÍ	AI (3+7)	0,11	0,02	0,11
	AII (15+19)	0,54	0,05	0,21
	AI (9)	0,08	0,02	0,30
	AII (12)	0,05	0,02	0,09

Tab. 7: Množství extrahovaných solí ve výšce cca 109 cm.

Vzorek	v/h (cm)	Vlhkost (hm.%)	Sířany		Chloridy		Dusičnany	
			hm. %	mmol/kg	hm. %	mmol/kg	hm. %	mmol/kg
LEVÁ ČÁST STĚNY								
8a	59/0-2	3,1	0,95	99	0	1	0,03	6
8b	59/2-5	1,1	0,27	29	0	1	0,02	3
8c	59/5-10	2	1,18	123	0	1	0,02	3
9a	110/0-2	2,3	0,01	1	0	1	0,15	29
9b	110/2-5	1,9	0,08	8	0	1	0,21	39
9c	110/5-10	1,1	<0,01	<1	0	1	0,04	8
10a	168/0-2	1,1	0,14	14	0,02	6	0,15	29
10b	168/2-5	0,4	0,30	31	0,01	2	0,05	10
10c	168/5-10	0,4	0,14	14	0	1	0,02	4
11a	229/0-2	-	<0,01	<1	0,03	8	0,14	28
11b	229/2-5	1,2	0,10	10	0,02	5	0,27	52
11c	229/5-10	0,9	0,04	4	-	-	0,25	48
14a	91/0-2	-	-0,01	-1	0,03	7	0,02	3
14b	91/2-5	-	0,04	4	0,00	1	0,01	2
14c	91/5-10	-	-0,02	-2	0,00	1	0,01	2
15	109/0-1,5	-	0,04	4	0,01	2	0,05	10
16a	165/0-2	-	0,04	4	0,00	1	0,02	4
16b	165/2-5	-	0,02	3	0,00	1	0,02	3
16c	165/5-6,5	-	-0,03	-3	0,00	1	0,02	3
PRAVÁ ČÁST STĚNY								

Tab. 8: Vyhodnocení míry zasolení a zavlhčení originálního materiálu před redukcí vodorozpuštěných solí.

Typ materiálu	Vzorek	Sorpční kapacita (hm%)
DIFÚZNÍ ZÁBAL	D1	35,3
	D2	36,1
	D3	36,8
	D4	31,3
	D5	37,4
	D6	35,2
ADVEKČNÍ ZÁBAL (AD)	1	33,3
	2	33,6
	3	39,9
	4	41,4
	5	32,7
	6	34,0
	7	34,5
	8	32,9
	9	40,0
	10	39,8
OMÍTKA	Vz17	27,8
	Vz18	33,7

Tab. 9: Výsledky sorpční kapacity testovaných zábalových směsí.

4.6.4 Rentgenová difrakce (XRD)

Ze vzorků (Vz 9b, 10b) odebraných na analýzu fázového složení solí, byl detekován síran vápenatý (Vz 9b) a chlorid sodný (Vz 10b).¹ V tabulce níže jsou uvedeny hodnoty rozpustnosti vybraných solí ve vztahu k jejich rovnovážným vlhkostem při teplotě 20 °C.

Sůl	Vzorec soli	Rozpustnost [g/l]	RH [%]
síran vápenatý	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	2,4	100
síran draselný	K_2SO_4	111	98
dusičnan draselný	KNO_3	316	95
uhličitan sodný	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	914	92
síran hořečnatý	$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	1172	90
síran sodný	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	583	87
chlorid sodný	NaCl	360	76
chlorid draselný	KCl	340	76
dusičnan sodný	NaNO_3	880	75
dusičnan amonný	NH_4NO_3	1920	62
dusičnan hořečnatý	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	2805	54
dusičnan vápenatý	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	4305	53
uhličitan draselný	$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	1410	43
chlorid hořečnatý	$\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	3051	33
chlorid vápenatý	$\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	5359	32
hydrogenuhlíčan vápenatý	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	1,6	–
uhličitan vápenatý	CaCO_3	0,013	–
uhličitan hořečnatý	MgCO_3	0,094	–

Tab. 10: Rozpustnost vybraných anorganických solí ve vodě při 20 °C a relativní vlhkost vzduchu RH nad jejich nasycenými roztoky.

¹ Viz Příloha 6 XRD - Difraktogramy odpadků.

4.7 Diskuze

Podle analýzy vzorků omítky a zdiva na salinitu je spodní partie stěny (cca do 0,5 m od podlahy) kontaminována sírany, jejichž koncentrace se směrem do hloubky zvyšuje. Ve vyšších partiích se sírany objevují spíše v povrchových vrstvách (viz Tab. 8, Vz10, s. 72). Dále byly detekovány dusičnany, jejichž zvýšená koncentrace byla sledována od cca 1 m výše. Vyskytují se jak v povrchových vrstvách, tak i ve větších hloubkách. U obou typů solí lze předpokládat dlouhou dobu kontaminace spojenou s dlouhodobým zavlhčením objektu vlivem zvýšené zemní vlhkosti, která vzlíná do základového zdiva.¹

Podle nové teorie, publikované v r. 2010², lze výběrem materiálů zábalů modifikovat velikost pórů zábalu ve vztahu k odsolovanému materiálu. Měření velikosti a distribuce pórů zábalu a pevných vzorků (např. omítek) lze podle této teorie realizovat pomocí MIP a NMR. V našem případě nebylo možno tyto metody použít. V reálné restaurátorské praxi jsou tyto metody nedosažitelné, proto jedna z hlavních otázek byla, jestli lze selektivní metodou (testováním vytípaných zábalových směsí) vyhodnotit nejefektivnější materiál.

Předpokládali jsme, že v případě zábalové směsi D1 - D6 bude ve větší míře aktivní difúze. Extrakce solí na základě difúze probíhá pomaleji než kapilárním transportem, proto byly tyto vzorky aplikovány po delší dobu cca 5,5 dne.

Vedle toho byly vytvořeny dvě směsi A I a A II, u kterých bylo předpokládáno, že aktivnějším procesem v extrakci solí bude kapilární transport. Protože kapilární transport probíhá rychleji, byly tyto směsi aplikovány na dobu cca 24 h a pro zajímavost jednou zopakovány. Celkem byly realizovány dva cykly po 24 h. Shodné směsi pak byly aplikovány po dobu 48 h, ale již bez opakování.

Výsledky směsí D1 - D6 (difúzních zábalů) odpovídají starší teorii aplikace. Čím delší aplikace, tím větší množství extrahovaných solí, ale i větší dotace vlhkostí odsolovaného materiálu. Přitom delší aplikace na extrakci méně rozpustných síranů neměla vliv. Nárůst extrahovaných solí byl sledován pouze u lépe rozpustných chloridů či dusičnanů.

Naproti tomu směs A I se při aplikaci na 2 x 24 h difúznímu zábalu téměř ve všech případech vyrovnala. Množství extrahovaných síranů jsou po aplikaci 2 x 24 h srovnatelná a v případě dusičnanů či chloridů i mírně převyšují.

Z těchto výsledků lze odvodit, že ve směsi A I byl aktivní spíše kapilární transport než difúze, proto i během krátké doby aplikace došlo k extrakci porovnatelného množství solí. Zároveň lze říci, že pozitivní vliv na množství extrahovaných solí má opakování cyklů zábalu, v našem případě 2 x 24 h. Vedle toho delší aplikace, v našem případě 48 h, jednoho cyklu není tolik efektivní. Opačná situace ovšem byla sledována u směsi A II. Původně bylo předpokládáno,

¹ Viz tab. 8, s. 72.

² Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: *Studies in Conservation*, Volume 55, No. 1, 2010, s. 26-40.

že i v tomto případě bude rovněž aktivní spíše kapilární transport. Výsledky však ukazují rostoucí množství extrahovaných solí s delší aplikací. Z tohoto trendu lze usoudit, že se tato směs chová podobně jako směs D1 - D6, tedy že je zde aktivní spíše difúze. To by vyvracovalo myšlenku tzv. „sendvičového zábalu“, jehož vrstvy se od sebe liší velikostí pórů.

S menší mírou zavlhčení odsolovaného materiálu v případě směsi A I předpokládáme i nižší míru redistribuce solí, či možnost biologického napadení originálního materiálu. Na základě těchto výsledků si lze položit i otázku o využití buničiny jako zábalového materiálu. Podle výsledků lze říci, že buničina poskytuje spíše větší póry, a extrakce solí není tolik efektivní. Jedním z argumentů pro její využití je snadná dostupnost a nízká smrštitelnost při vysychání zábalu. Směs A I obsahuje pouze, řekněme, nutné množství jílu, který má funkci „pojiva“ křemičitých zrn. Zábal proto nevykazoval velkou míru smrštitelnosti a neztratil adhezi k podkladu.

4.8 Návrh optimální metody a podmínek aplikace in situ

Výsledky uvedené výše podporují teorii o zábalech, u kterých může být aktivnější difúze nebo kapilární transport, což závisí na jejich složení, velikosti pórů a na odsolovaném materiálu, respektive na velikosti jeho pórů.

Testy prokázaly, že v případě kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou, byla zábalová směs A I, aplikována ve dvou cyklech po 24 hodinách, nejefektivnější. Zábal je vhodné aplikovat pouze na plochy, kde není přítomná barevná vrstva, tj. na partie odhaleného zdiva a na omítkovou vrstvu s lokálně dochovanými fragmenty vápenného nátěru, který je podkladem pro vlastní barevnou vrstvu.

Je vhodné, aby byla plocha před aplikací zábalů v dostatečném předstihu strukturálně a hloubkově konsolidována, protože lokálně lze sledovat uvolněné části omítky nebo vápenného nátěru.

Dále doporučujeme, aby byl zábal od originálního materiálu separován japonským papírem. Lze tak předejít možnému zanesení jílových částic ze zábalu na povrch originálního materiálu během penetrace vlhkosti ze zábalu do odsolovaného podkladu. Druhou výhodou tohoto opatření je snadnější odstranitelnost zábalu. Je ale důležité, aby japonský papír na všech místech dobře přiléhal k povrchu odsolovaného materiálu. V opačném případě je zde pravděpodobnost ukládání solí na povrchu odsolovaného materiálu.

Z důvodu převážného výskytu síranů ve spodní partii stěny (cca do 0,5 m) doporučujeme před vlastním odsolováním aplikovat buničinový zábal s 10 % uhličitánem amonným, rovněž separovaný japonským papírem. Síraný jsou obecně hůře rozpustné soli, proto je výhodné snažit se je aspoň částečně rozpustit $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ a následně aplikovaným zábalem extrahovat z originálního materiálu.

4.9 Odběr kontrolních vzorků na salinitu po redukci solí¹

Na základě porovnání výsledků stavu před odsolováním a po něm lze zjistit zda, a v jaké míře, došlo ke snížení obsahu vodorozpustných solí v originálním materiálu, nebo-li, jestli byla zvolená metoda redukce solí skutečně v daném případě efektivní a v jaké míře.

Pro kontrolu stavu originálu po redukci solí byly odebrány dva vzorky (Vz29 a 30) z levé části východní stěny. Postup odběru se shodoval s odběrem předchozích vzorků na salinitu.² Vyhodnocení stavu originálu po redukci solí je udán v tabulce viz níže:

	Vzorek	v/h (cm)	Síraný		Chloridy		Dusičnany	
			hm. %	mmol/kg	hm. %	mmol/kg	hm. %	mmol/kg
LEVÁ ČÁST STĚNY	29a	59/0-2	0,05	5	0,00	1	0,02	4
	29b	59/2-5	0,34	35	0,00	0	0,01	3
	29c	59/5-10	-0,02	-3	0,00	1	0,01	3
	30a	172/0-2	0,02	2	0,01	3	0,07	13
	30b	172/2-5	0,04	4	0,01	4	0,11	22
	30c	172/5-8	0,01	1	0,01	3	0,08	15

Tab.11: Vyhodnocení stavu originálního materiálu po redukci vodorozpustných solí pomocí advekčního zábalu.

4.10 Výsledky aplikace in situ

Celková účinnost zvolené zábalové směsi byla ověřena analýzou množství extrahovaných solí z použitého zábalu a analýzou dvou vzorků originálu odebraných po redukci solí. Lze tedy porovnat účinnost finální zábalové směsi v odlišných výškách a také stav originálního materiálu před a po redukci solí.

4.10.1 Efektivita finálního advekčního zábalu

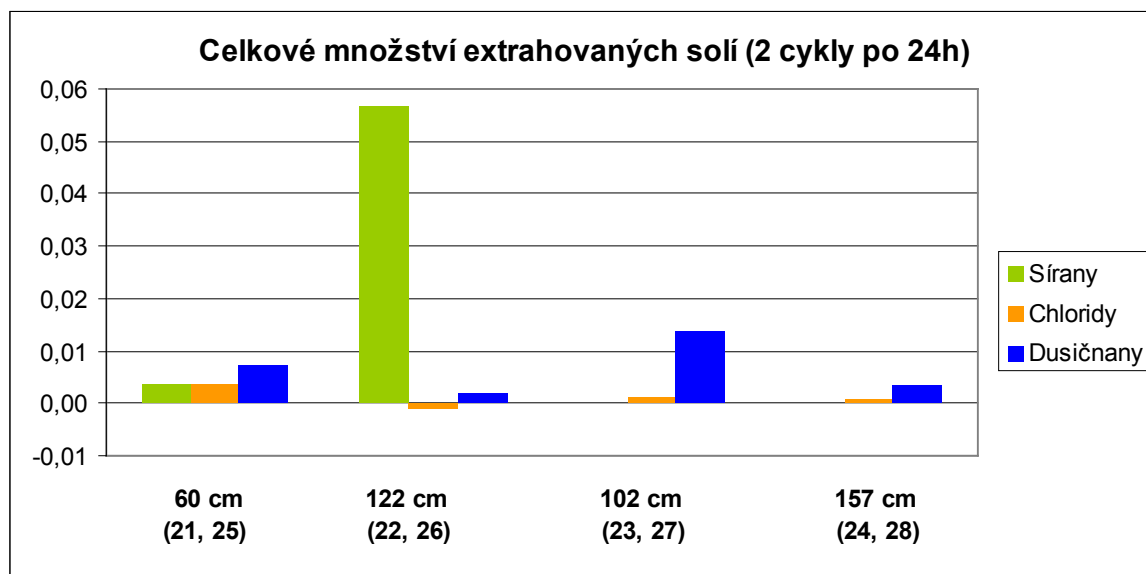
Finální zábal, aplikovaný shodným způsobem jako testovaná zábalová směs A I, měl výrazně nižší celkovou účinnost než předtím testovaná směs (srov. Graf 1, AI(2+6); Graf 2, AI(1+5); Graf 3, AI (4+8); Graf 4, AI(3+7) a Graf 5). Je to pravděpodobně důsledek zvolené metodiky testování zábalové směsi A I, protože vzorky finálního zábalu byly odebrány ze stejných míst jako dříve vzorky testované směsi A I. V důsledku toho byly na tato místa

1 Místa odběru vzorků jsou zakreslena v grafické dokumentaci, s. 64.

2 Způsob odběru vzorků na salinitu a gravimetrickou vlhkost viz kapitola 3.4.1, s. 37.

aplikovány dva cykly testované směsi A I a dva cykly finálního zábalu shodného složení, tedy celkem čtyři cykly. Je tedy pravděpodobné, že během testování směsi A I (první dva cykly) došlo v daných místech k redukci solí a během odsolování (další dva cykly) již bylo možné extrahovat jen minimální množství obsažených solí, které šlo pomocí zábalu extrahovat.

Lze tedy říci, že v tomto případě mezi originálem a zábalom skutečně působí převážně kapilární transport a také, že je tento proces velmi rychlý. Tuto teorii podporují i výsledky analýz vzorků na salinitu odebraných po redukci solí (srov. Tab. 8 a 11, s. 72 a 76).



Graf 5: Celkové množství extrahovaných solí pomocí advekčního zábalu, který byl aplikován ve dvou cyklech po 24 hodinách. Výšky odebraných vzorků zábalu korespondují s místy aplikace dříve testované zábalové směsi AI. Vzorky 21, 25 a 22, 26 byly odebrány z pravé části východní stěny a vzorky 23, 27 a 24, 28 byly odebrány z levé části stěny.

	Vzorek první/druhý cyklus	Výška (cm)	Sírany g/m ²	Chloridy g/m ²	Dusičnany g/m ²
PRAVÁ ČÁST STĚNY	21/25	60	0,00	0,00	0,01
	22/26	122	0,06	0,00	0,00
LEVÁ ČÁST STĚNY	23/27	102	0,00	0,00	0,01
	24/28	157	0,00	0,00	0,00

Tab. 12: Množství extrahovaných solí pomocí advekčního zábalu, aplikovaného ve dvou cyklech po 24 hodinách.

4.10.2 Porovnání analýz vzorků na salinitu odebraných před a po redukci solí

Porovnáním výsledků analýz vzorků 8, 29 a vzorků 10, 30 (viz Tab. 8 a 11, s. 72 a 76) lze konstatovat, že ve spodní části východní stěny (cca do 0,5 m) došlo k výrazné redukci síranů v povrchových partiích malty do cca 2 cm (srov. Tab. 8 a 11, Vz 8a a 29a). V hloubce 5-10 cm došlo k výraznému snížení solí (srov. Tab. 8 a 11, Vz8c a 29c), ovšem jejich část byla redistribuována blíže k povrchu do hloubky 2-5 cm, kde došlo ke zvýšení koncentrace (srov. Tab. 8 a 11, Vz 8b a 29b). Koncentrace dusičnanů v této partii stěny je velmi nízká, proto i redukce pomocí zábalů nebyla výrazná.

Výsledky z vyšší partie východní stěny (cca 170 cm) jsou odlišné. V případě síranů došlo k uspokojivé redukci v celém měřeném profilu stěny, tedy 0-10 cm (srov. Tab. 8 a 11, Vz 10 a 30). U dusičnanů došlo k redukci v povrchových partiích omítky (srov. Tab. 8 a 11, Vz 10a, 30a), ale ve větších hloubkách (2-10 cm) došlo spíše k redistribuci (srov. Tab. 8 a 11, Vz 10b, 10c a 30b, 30c).

4.11 Závěr

Podle dosažených výsledků lze konstatovat, že teorie publikována Pelem v roce 2010¹ je v reálné restaurátorské praxi realizovatelná. Rovněž lze ve shodě s teorií říci, že extrakce vodorozpustných solí na základě kapilárního transportu je rychlým procesem, jehož účinnost se při opakování aplikace zábalu zvyšuje.

Na druhou stranu je třeba konstatovat, že i tato metoda je účinná pouze do určité hloubky, v tomto případě do cca 2 cm. V hlubších partiích odsolovaného materiálu dochází pouze k redistribuci solí. Došlo k transportu solí z nejhlubších partií (5-10 cm) do středních hloubek (2-5 cm), kde došlo ke zvýšení koncentrace solí. Je tedy otázkou, jestli by bylo možné opakováním dalších aplikací extrahovat i soli z hlubších partií? Popřípadě, kolik dalších cyklů by muselo být realizováno? A jaká by byla míra případných limitů, či rizik?

¹ Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: *Studies in Conservation*, Volume 55, No. 1, 2010, s. 26-40.

5 Dokumentace restaurátorských prací

5.1 Zajištění havarijních partií omítky - injektáž, fixační tmely

Partie omítky, které hrozily odpadnutím, byly lokálně fixovány vápenným tmelem (3:1) a injektovány *Ledanem TAI* a *TBI*. Jedná se především o spodní hranici dochované středověké omítky, kde byly lokalizovány také rozsáhlé dutiny mezi omítkou a zdivem.

Lokálně provedené fixační tmely byly pouze dočasným opatřením proti uvolnění partií omítky v havarijním stavu. Tyto tmely byly vyjmuty nebo redukovány a nahrazeny finálními fixačními tmely, které byly provedeny v celém průběhu odhalené hranice omítky tak, aby v budoucnu nedocházelo k jejímu potenciálnímu mechanickému namáhání nebo poškození.¹

5.2 Odstranění biologického napadení a desinfekce omítky²

Desinfekce proti biologickým činitelům (zeleným řasám, plísním) byla realizována postřikem ethanolu a isopropanolu. Tyto látky však nebyly dostatečně účinné, proto byl 2x aplikován 2% roztok *Ajatinu*. *Ajatin* byl aplikován postřikem do výšky cca 1 m od podlahy.

Tento postup byl úspěšný pouze lokálně, nejodolnější partie biologického napadení (SV roh do výšky cca 1 m) byly však stále živé a bylo třeba postup několikrát opakovat v kombinaci s mechanickým odstraněním reziduí biologických činitelů.

5.3 Odstranění reziduí mladší omítky³

Na fragmentálně dochované středověké omítce a malbách byla lokalizována rezidua mladší omítky, která byla lokálně nalezena i v pecích středověké barevné vrstvy a statické trhlině zdiva. Pravděpodobně se tedy jednalo o rezidua omítky, která pocházela z období barokních přestaveb. Omítka mladšího data byla tmavě šedé barvy, čímž se výrazně esteticky uplatňovala na dochované středověké vrstvě, která již svým stavem dochování je čitelná ve velmi omezené míře.

Tato omítka byla od středověké rovněž velmi odlišná svou hrubozrnou strukturou vyznačující se velkým podílem drobného šterku. Navíc nebyla kvalitní a při mechanickém namáhání vykazovala nízkou míru soudržnosti. Mladší omítka byla fotograficky i graficky zdokumentována a sejmuta.

1 Viz kapitola 5.11, s 82.

2 Viz Grafická dokumentace, s. 123.

3 Viz Grafická dokumentace, s. 123.

5.4 Hloubková konsolidace omítky

V případě souvrství zdivo-omítka-vápenný nátěr byly pozorovány tři typy poškození:

- rozsáhlé dutiny mezi zdivem a omítkou
- dutiny a praskliny v samotné omítkové vrstvě
- dutiny mezi omítkou a podkladovou vrstvou maleb
(ztráta adheze souvrství omítka-vápenný nátěr-barevná vrstva)

V těchto případech byly dutiny a trhliny injektovány vápennou nanosuspenzí *CaLoSiLem E-25* a následně vyplněny injektážní maltou *Ledanem TAI/TB1* s mramorovou moučkou (2:1). Po provedení injektáže byl v místech snížené soudržnosti omítky 1x aplikován konsolidant *CaLoSiL E-25*, který penetruje do porézní struktury omítky a zvyšuje tak její pevnost.

5.5 Odstranění fixačních tmelů ze 70. let¹

Fixační vápenné tmely (chudé na vápno), provedené prof. Toroněm v 70. letech 20. st. jako dočasné opatření, vykazovaly dobrou míru adheze k originálu. Jejich soudržný povrch byl utažen špachtlí, jinak ve hmotě byly sypké, což přispělo k jejich snadnému odstranění.

Tmely byly sejmuty, protože bránily v realizaci strukturální konsolidace, injektáží omítky a fixování odhalených hranic barevné vrstvy. Mimo to tmely svým povrchem ani barvou nebyly vhodné pro další prezentaci.

5.6 Fixace uvolněného podkladu barevné vrstvy

Místy byly detekovány uvolněné vrstvy vápenného nátěru, který tvoří podklad pro barevnou vrstvu. Během odstraňování fixačních tmelů ze 70. let byly nalezeny další případy. Konsolidace takto uvolněných partií barevné vrstvy a vápenného nátěru byla realizována ve třech krocích:

- konsolidace uvolněných partií barevné vrstvy *CaLoSiLem E-25* s technickým lihem (1:1)
- injektáž *Ledanem TAI/TB1* s mramorovou moučkou (2:1)
- fixování hranic uvolněných partií jemnozrnným vápenným tmelem s křemičitým pískem (1:3), frakce křemičitého písku se pohybovala v rozmezí 0 - 0,5 mm

¹ Umístění Toronových fixačních tmelů viz Grafická dokumentace, s. 123.

5.7 Čištění barevné vrstvy

Čištění barevné vrstvy bylo realizováno kombinací suchého mechanického čištění a chemického s použitím uhličitanu amonného v zábalu. Největší nečistoty (silné prachové depozity v pecích, pavučiny apod.) byly sejmuty mechanicky štětcem.

Čištění předcházela prekonsolidace barevné vrstvy vápennou nanosuspenzí *CaLoSiL E-25* v ethanolu, která byla zředěna na koncentraci 5g/l. Nanosuspenze byla aplikována na povrch barevné vrstvy stříkačkou, aby mohla volně stékat a penetrovat do materiálu. Celkem byla aplikována v pěti cyklech. Po každé aplikaci následovala krátká pauza. Po pěti cyklech bylo místo aplikace navlhčeno destilovanou vodou, čímž se předešlo případné tvorbě bílého zákalu na povrchu. Vlastní čištění bylo realizováno ve dvou krocích:

1. Pomocí 10% uhličitanu amonného, jehož nosičem byla buničina *Arbocel BWW 40*. Tato směs byla na barevnou vrstvu aplikována přes japonský papír na dobu 30 minut. Uhličitanem amonným byl naměkčen bílý zákal na povrchu barevné vrstvy, tvořený sádrovcem, a ostatní nečistoty různého původu (prachové depozity, rezidua mladší omítky). Po sejmutí zábalu s uhličitanem amonným se na povrchu lokálně vyskytoval bílý zákal, který bylo třeba mechanicky odstranit. Tento zákal je podle teorie složen z uhličitanu vápenatého, který se nachází ve formě gelu a pochází z reakce sádrovce a uhličitanu amonného.¹ K mechanickému dočištění byly použity skalpely, čistící štětce *D&J* a mikroabrazivní houba *domol*.

2. Reakcí uhličitanu amonného a sádrovce vzniká síran amonný, který je třeba z originálního materiálu extrahovat. Z tohoto důvodu byl aplikován buničinový zábal, rozdělaný pouze s destilovanou vodou. Tento zábal byl rovněž separován japonským papírem a aplikován na dobu cca 2-4 hodin. Po jeho sejmutí byla barevná vrstva lokálně dočištěna štětcem *D&J*.

5.8 Fixace barevné vrstvy

Fixace barevné vrstvy byla realizována vápennou nanosuspenzí *CaLoSiL E-25*, která byla zředěna absolutním lihem na koncentraci 5g/l. Nanosuspenze byla aplikována ve dvou cyklech stejným způsobem jako prekonsolidace (viz výše, kapitola 5.7).

¹ Matteini, M. 1991 In: Review: An Assessment of Florentine methods of wall painting conservation based on the use of mineral treatments, In S. Cather (ed), *The Conservation of Wall Paintings*, Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 137-148.

5.9 Strukturální konsolidace odhalených partií omítky a zdicí malty

Pro strukturální konsolidaci byla použita vápenná nanosuspenze *CaLoSiL E-25* (koncentrace 25g/l), která byla aplikována v jednom cyklu štětcem. Po jejím zavaznutí byla konsolidovaná plocha navlhčena destilovanou vodou, aby se předešlo tvorbě bílého zákalu na povrchu omítky.

5.10 Redukce solí na partiích odhalené omítky a zdiva

Redukce vodorozpustných solí na ploše odhalené omítky a zdiva byla realizována aplikací advekčního zábalu, který se skládal z křemičitého písku, kaolínu a demineralizované vody (4,88:1:2,29). Byl aplikován ve dvou cyklech po 24 hodinách.¹

Podle analyzovaných vzorků omítky a zábalu² lze říci, že redukce solí byla účinná do hloubky cca 2 cm. Hlouběji v originálním materiálu došlo pouze k redistribuci solí, respektive k jejich transportu z nejhlubších partií (cca 5-10 cm) do středních hloubek (cca 2-5 cm).

5.11 Fixační tmely a tmelení mechanických defektů malby/omítky

Pro vytyčený úsek jsou charakteristické dva typy mechanického poškození, které bylo třeba zajistit nebo sjednotit tmely, aby bylo dosaženo určité integrity díla:

1. Pekování v partii barevné vrstvy
2. Rozsáhlejší nebo hluboké defekty v omítce (statická trhлина, odhalené části zdiva)

Peky v barevné vrstvě byly vytmeleny jemnozrnným vápenným tmelem do roviny s okolním povrchem. Povrch tmelů imituje okolní povrch originálu. Tímto byla částečně obnovena integrita plochy s dochovanou barevnou vrstvou. Jemnozrnný tmel se skládá z:

- 3 dílů vápna
- 6 dílů mramorové moučky
- 2 dílů nahnědlého písku
- 1 dílu nažloutlého lomového písku

¹ Viz obr. XIII, s. 64.

² Viz tab. 8, s. 72; tab. 11, s. 76 a kapitola 4.10.2 Porovnání analýz vzorků na salinitu odebraných před a po redukci solí, s. 78.

Rozsáhlejší defekty byly vytmeleny vápenným tmelem do roviny s povrchem omítky. Povrch tmelů do určité míry imituje stav okolní omítky. V případech, kde sousedí takový defekt s dochovanou barevnou vrstvou (např. statická trhлина), je povrch tmelu proveden o cca 1-3 mm (záleží na situaci daného místa) pod úrovní barevné vrstvy. Tmel se skládá z:

- 3 dílů vápna
- 6 dílů křemičitého písku
- 2 dílů nahnědlého písku
- 1 dílu nažloutlého lomového písku

5.12 Retuš

Retuše respektují fragmentální dochování barevné vrstvy. Byly provedeny neutrálním tónem, který opticky tvoří „pozadí“ pro dochované fragmenty originálu. Tento typ retuše poskytuje aspoň částečné navrácení integrity malby a zároveň respektuje stav dochování a barevnost originálu, která se vedle neutrálního tónu retuší jeví jako pestřejší.

Retuše byly provedeny na tmelech a lokálně pak i v defektech originální barevné vrstvy, kde byla její intenzita setřena. Jedná se o retuš typu aquasporca, která je v tomto případě složená z kostní černě a žlutého okru. Retuše byly provedeny akvarelovými barvami *Winsor&Newton* technikou velatura.

5.13 Doporučený režim objektu

V době realizování restaurátorského zásahu nebyla dokončena stavební opatření (drenáž, vzduchový kanál podél vnitřního líce obvodových zdí v presbytáři), která by stabilizovala klimatické podmínky v interiéru objektu.¹ Z tohoto hlediska není možné předvídat další vývoj stavu zavlhčení, respektive vysušování, originálního materiálu malby a s ním související stav zasolení a biologické degradace. V současné době je prioritou co nejrychlejší dokončení stavebních prací, které stabilizují klima v interiéru objektu. Dále je vhodné v co největší míře omezit prašnost v interiéru a eliminovat volný pohyb ptactva či hlodavců.

¹ Viz kapitola 3.7, s. 50.

5.13.1 Dlouhodobý monitoring klimatických podmínek v interiéru objektu

Během restaurování byl in situ instalován datalogger, který zaznamenával hodnoty klimatu v interiéru i exteriéru. Z grafů klimatu¹ lze sledovat, že v podzimních až jarních měsících jsou klimatické podmínky z hlediska prudkých změn relativní vzdušné vlhkosti a teploty nejrizikovější. Během těchto výkyvů je pravděpodobné, že může docházet k hydrataci vodorozpustných solí obsažených v originálním materiálu a jejich případné migraci v porézním systému. Vedle toho může rovněž docházet k vypařování vlhkosti ze solných roztoků během zvýšení teploty a poklesu vzdušné vlhkosti, a tím ke krystalizaci solí a případné destrukci originálního materiálu.

Naproti tomu klima v letních měsících² je relativně stabilní. Vykazuje sice změny teploty i vzdušné vlhkosti, ale tyto změny se odehrávají v delších časových intervalech a jejich počet je také nižší než v jarním či podzimním období.

Z hlediska stavu dochování malby je důležité, aby relativní vzdušná vlhkost a teplota v interiéru byly stabilizovány na takové rozmezí hodnot, za kterých se soli nachází ve formě roztoků nebo nehydratují v takové míře, aby mohly působit vážná poškození. Při porovnání informací (viz tab. 10, s. 73) a difraktogramů odparků³ vyplývá, že síran vápenatý, tvořící bílý zákal na povrchu maleb, hydratuje až při 100 % vzdušné vlhkosti. Této hodnoty bylo dosaženo pouze v letním období za velmi vlhkého klimatu. Je tedy třeba předejít podobným situacím a eliminovat průnik příliš vlhkého vzduchu do interiéru. Naproti tomu detekovaný chlorid sodný a většina dusičnanů⁴, které jsou také in situ přítomny, se nachází v roztocích při cca 55-75 % vzdušné vlhkosti. Proto je třeba předejít poklesu relativní vzdušné vlhkosti v interiéru pod 55 %, v opačném případě budou soli krystalizovat ze svých roztoků a působit poškození originálního materiálu maleb a omítek.

Bylo by vhodné instalovat datalogger in situ i po realizaci restaurování a stavebních opatřeních a sledovat vývoj klimatu v objektu. Bude pak možné porovnat údaje získané před realizací stavebních opatření (drenáže atd.) s údaji po realizaci, a tím dospět k ustanovení dlouhodobějšího režimu objektu do budoucna. Dále bude možné posoudit celkovou efektivitu provedených opatření (redukce solí, stavebních opatření).

5.13.2 Pravidelná revize a čištění drenážního a okapního systému

Jedním ze způsobů, jak předejít havarijním situacím je pravidelná údržba drenážního a okapního systému objektu. Kontrolu a čištění je vhodné provádět minimálně 2x ročně, po zimě a během léta. Dále pak vždy po přívalových srážkách.

1 Viz Příloha 7 Grafy klimatu.

2 Viz Příloha 7 Grafy klimatu.

3 Viz Příloha 6 XRD - Difraktogramy odparků.

4 Viz tab. 10, s. 73.

5.13.3 Návštěvní režim objektu

Návštěvní režim objektu by měl zohledňovat klimatické podmínky rizikových ročních období. Je třeba eliminovat kondenzování vlhkosti v interiéru během rizikových měsíců (jarní a podzimní intervaly) nebo při konání kulturních akcí, souvisejících s velkým počtem návštěvníků. Možnostmi omezení negativních účinků zvýšené vlhkosti v interiéru mohou být: systém větrání, odvhčení vzduchu několik dní před plánovanou kulturní akcí pomocí odvlhčovačů, či omezení počtu návštěvníků najednou přítomných v interiéru.

5.14 Použité materiály a pomůcky

Pracovní krok	Materiál	Specifikace materiálu	Výrobce	Distributor
Desinfekce	Ajatin	desinfekční prostředek na bázi kvartérních amoniových solí	Profarma-Produkt s.r.o.	—
	Ledan TAL, TB1	injekční malta na vápenné bázi	Tecno Edile Toscana	—
Hlubková konsolidace	mramorová moučka	—	—	AQUA obnova staveb s.r.o.
	štěře	jemné čistící štěře	—	Deffner&Johann
	skalpel	—	—	—
	houba Wishab	polyuretanová houba	Akapad	Deffner&Johann
	houba domol Magic Pad	—	—	Rossmann, spol. s.r.o.
Mokrý chemický čištění	demineralizovaná voda	—	Inchema, s.r.o.	—
	absolutní ethanol	96 %	Penta	—
	technický líh	obsah ethanolu min. 93 %	—	Miroslav Panský - Mípa Habry
	isopropanol	—	Penta	—
	aceton	—	Lach-Ner, s.r.o.	—
	methylethylketon	—	CHEM Logistic s.r.o.	—
	uhlíčitán amonný	proměnlivá směs uhlíčitánu amonného a karbamátu amonného	Penta	—
	Amberlite 4400 OH ⁻	anionový iontoměnič	Rohm und Haas Ionenaustauscherharz	—
	Amberlite IR 120 H ⁺	kationový iontoměnič	Dow	—

Pracovní krok	Materiál	Specifikace materiálu	Výrobce	Distributor
Strukturální konsolidace	CaLoSiL E-25	vápenná nanosuspenze, Ca(OH) ₂ v ethanolu 25g/l	IBZ-Salzchemie Gmbh, Freiberg	—
	CaLoSiL	vápenná nanosuspenze, Ca(OH) ₂ v isopropanolu 10g/l	ZFB	—
	CSGI E 35	vápenná nanosuspenze, Ca(OH) ₂ v ethanolu 10g/l	+	—
	CSGI	vápenná nanosuspenze, Ca(OH) ₂ v isopropanolu 10g/l	+	—
Redukce solí	křemičitý písek	SiO ₂ , frakce 0,2-0,5 mm	Sklopísek Střeleč, a.s	—
	sepiolith	hydratovaný kalciumsilikát Mg ₄ Si ₆ O ₁₅ (OH) ₂ • 6 H ₂ O	Possehl Erzkontor GmbH Luebeck, SRN	Kremer Pigmente GmbH & Co KG
	kaolín	Kaolín MKM	Sedlecký kaolín a.s.	—
	arboceel BWW 40	celulóza	J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co.KG	Kremer Pigmente GmbH & Co. KG
	japonský papír	Kashmir 11g/m ²	—	Ceiba s.r.o.
	vápenný hydrát	naložený 10.5. 2013	—	—
Tmelení	žlutý lomový písek	—	—	—
	nahnědlý písek	—	—	—
	mramorová moučka	—	—	Aqua obnova staveb s.r.o.
	křemičitý písek	SiO ₂ , frakce 0,2-0,5 mm	Sklopísek Střeleč, a.s.	—
Retuš	akvarelové barvy	—	Winsor & Newton	—

6 Použitá literatura a prameny

Bayer, K., *Praktické zkušenosti s odsolováním vybraných památkových objektů*, in: Sborník semináře Společnosti pro technologii ochrany památek STOP, Odsolování historických objektů, Praha 2007.

Čiháková, V.: Průvodní zpráva k projektu Odvhčení kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče n. S., září 2012.

Dunajská, J., *Diplomová práce; Doplnující průzkum malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou a restaurování referenční plochy středověkých maleb v presbytáři*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2012.

Hejna, A., Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Archeologický průzkum, in: *Umění XXIX*, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123.

Herout, J., *Staletí kolem nás*, Paseka, 2002.

Kotlík, P., *Zdroje solí a jejich působení ve zdivu*, Sborník semináře Společnosti pro technologii ochrany památek STOP, Praha 2007.

Leitner, H., The Treatment of Wall Paintings affected by Salts: An Interdisciplinary Task as seen from a Conservator's Perspective, *Restoration of Buildings and Monuments*, Vol. 11, No 6, 2005.

Machačko, L., a kol., *Průzkumová dokumentace malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009.

Matteini, M. 1991 In: Review: An Assessment of Florentine methods of wall painting conservation based on the use of mineral treatments, In S. Cather (ed), *The Conservation of Wall Paintings*, Los Angeles: The Getty Conservation Institute.

Mošťák, P., *Kostel sv. Víta v Zahrádce; Stavebně historický a architektonický průzkum*, Praha, 1975, Interní tisk SPKOKP Praha.

Muzika, F., *Krásné písmo*, 1. díl, 2. vydání, Ladislav Horáček - Paseka, Praha, Litomyšl 2005.

Sawdy, A., Lubelli, B., Voronina, V., Pel, L., *Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices*, in: *Studies in Conservation*, Volume 55, No. 1, 2010.

Srša, I., Krstić, D., Mudronja, D., *Deterioration of wall paintings due to salts (Typical examples of damages caused by salts on wall paintings in Croatia)*, Zagreb, 2002.

Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.

Toroň, J., *Restaurátorská zpráva, zákresy a fotodokumentace z odkrývání středověkých maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce*, Praha, 1976, NPÚ Telč.

Toroň, J., *Zpráva o stavu odkrytých nástěnných maleb v kostele v Zahrádce /Želivská oblast/*, Praha 1984, Interní tisk SPKOKP Praha, NPÚ Telč.

Všetečková, Z., *Kostel sv. Víta v Zahrádce u Ledče; Nástěnné malby*, in: *Umění XXIX*, č. 5, Praha, ČSAV, 1981, ISSN 0049 – 5123.

Wichterlová, Z., *Hodnocení redukce obsahu vodorozpustných solí z interiérových omítek pomocí obkladů*, nepublikovaná Teoretická bakalářská práce, Archiv Fakulty restaurování Univerzity Pardubice, Litomyšl 2011.

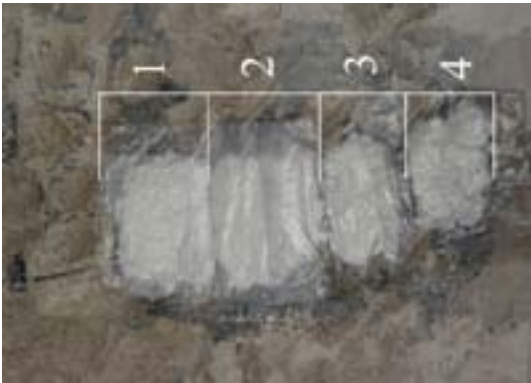
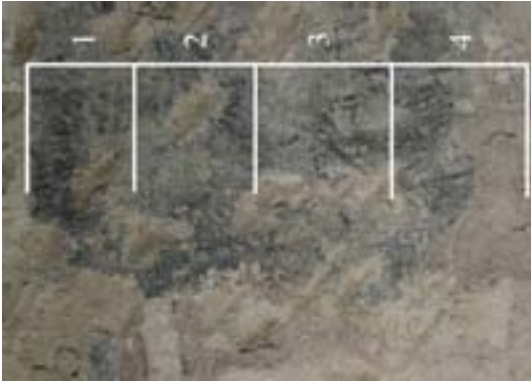
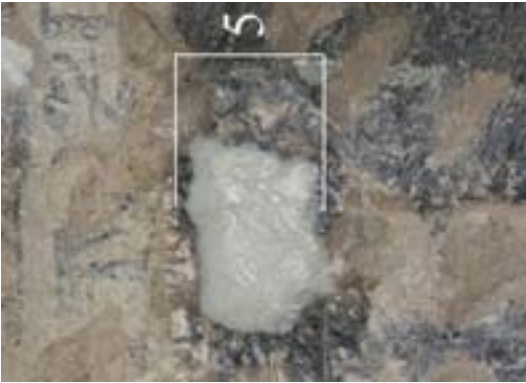

<http://cs.wikipedia.org>

<http://www.zahradka.euweb.cz>



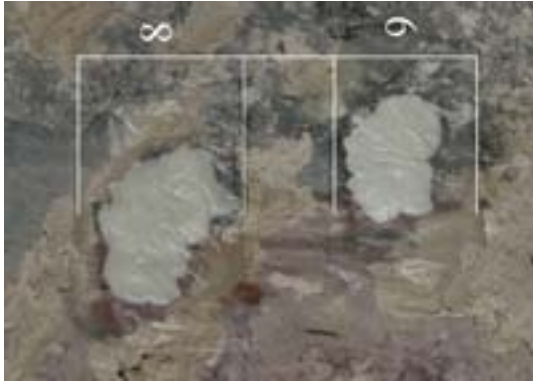
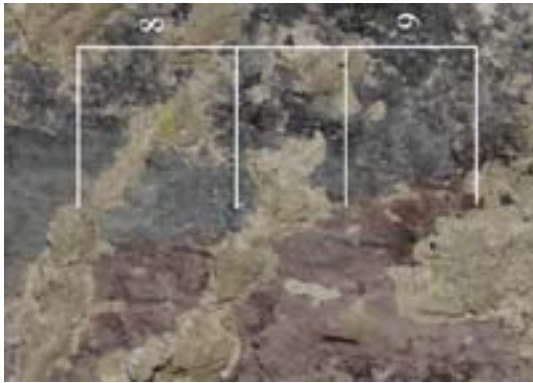
7 Seznam použitých zkratk

AVU	Akademie výtvarných umění
ČSAV	Československá akademie věd
FR UPCE	Fakulta restaurování Univerzity Pardubice
IR	infračervené světlo
SÚRPMO	Státní ústav pro rekonstrukci památkových měst a objektů
ú. o. p. NPÚ	ústřední odborné pracoviště Národního památkového ústavu
ÚSKP	Ústřední seznam kulturních památek
UV	ultrafialové světlo

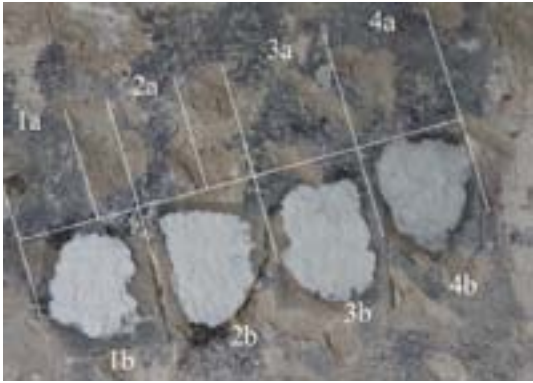
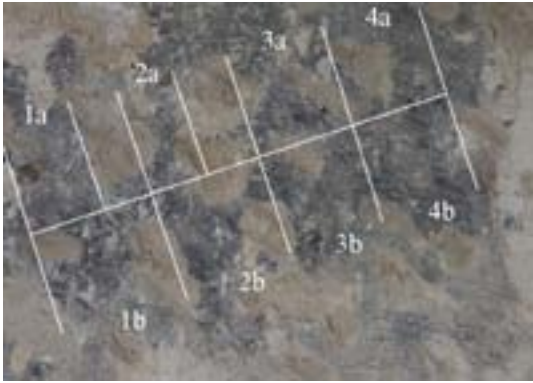
8 Tabulková příloha

Zkouška	Materiál	Doba působení	Foto v průběhu	Foto výsledku	Výsledek
1	japonský papír 5 g Arboceľu BWV 40 15 g dest. vody ubrousek + dest. voda igelit	120 min.			negativní
		30 min.			negativní
		20 min.			negativní
		20 min.			negativní
5	japonský papír 5% (NH ₄) ₂ CO ₃ dest. voda	5 min.			negativní

Tab. I: Zkoušky chemického čištění.

Zkouška	Materiál	Doba působení	Foto v průběhu	Foto výsledku	Výsledek
6	japonský papír Amberlite 4400 OH 5 g dest. vody japonský papír (vlhčeno dest. vodou) igelit	3 min.			negativní
7	japonský papír 15 g Amberlite IR 120 H 5 g dest. vody japonský papír (vlhčeno dest. vodou) igelit	3 min.			negativní
8	japonský papír + dest. voda 5 g Arbocelu BW 40 15 g tech. líhu igelit	15 min.			negativní
9	japonský papír + dest. voda 5 g Arbocelu BW 40 17 g isopropanolu igelit	15 min.			negativní

Tab. II: Zkoušky chemického čištění.

Zkouška	1a	2a	3a	4a
Materiál	2% CaLoSiL (ZFB)	4% CaLoSiL (ZFB)	2% CaLoSiL E-25	4% CaLoSiL E-25
Tvorba bílého zákalu	—	—	—	—
Míra konsolidace	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá
Foto v průběhu				
Foto výsledku				
Zkouška	1b	2b	3b	4b
Materiál	2% CaLoSiL (ZFB) japonský papír Arbocel BWW 40 + dest. voda	4% CaLoSiL (ZFB) japonský papír Arbocel BWW 40 + dest. voda	2% CaLoSiL E-25 japonský papír Arbocel BWW 40 + dest. voda	4% CaLoSiL E-25 japonský papír Arbocel BWW 40 + dest. voda
Doba působení	20 min.	20 min.	20 min.	20 min.
Tvorba bílého zákalu	—	—	—	—
Míra konsolidace	dobrá	dobrá	dobrá	dobrá

Tab. III: Zkoušky konsolidace barevné vrstvy.

Pozn.: — bílý zákal se nevytvořil



Obr. 1: Pohled na kostel sv. Víta z návsi od jihovýchodu.
30. léta (?) 20.st.

Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.



Obr. 2: Pohled na kostel sv. Víta z bývalé návsi od jihovýchodu. 2009.

Převzato z: Machačko, L., a kol., *Průzkumová dokumentace malířské výzdoby presbytáře kostela sv. Víta v Zahrádce u Ledče nad Sázavou*, Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl, 2009.



Obr. 3: Pohled z kruchty do presbytáře. 30. léta (?) 20.st.
Převzato z: Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.



Obr. 4: Pohled do lodi během archeologického průzkumu a odkryvu středověkých nástěnných maleb. 1976.
Převzato z: Toroň, J., *Restaurátorská zpráva a dokumentace o průzkumu v kostele sv. Víta v Zahrádce u Ledče n./S.*, Praha 1975, NPÚ Telč.



Obr. 5: Průběh odkryvu východní stěny presbytáře. 1976.
Převzato z: Toroň, J., *Restaurátorská zpráva, zákresy a fotodokumentace z odkrývání středověkých maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce*, Praha, 1976, NPÚ Telč.



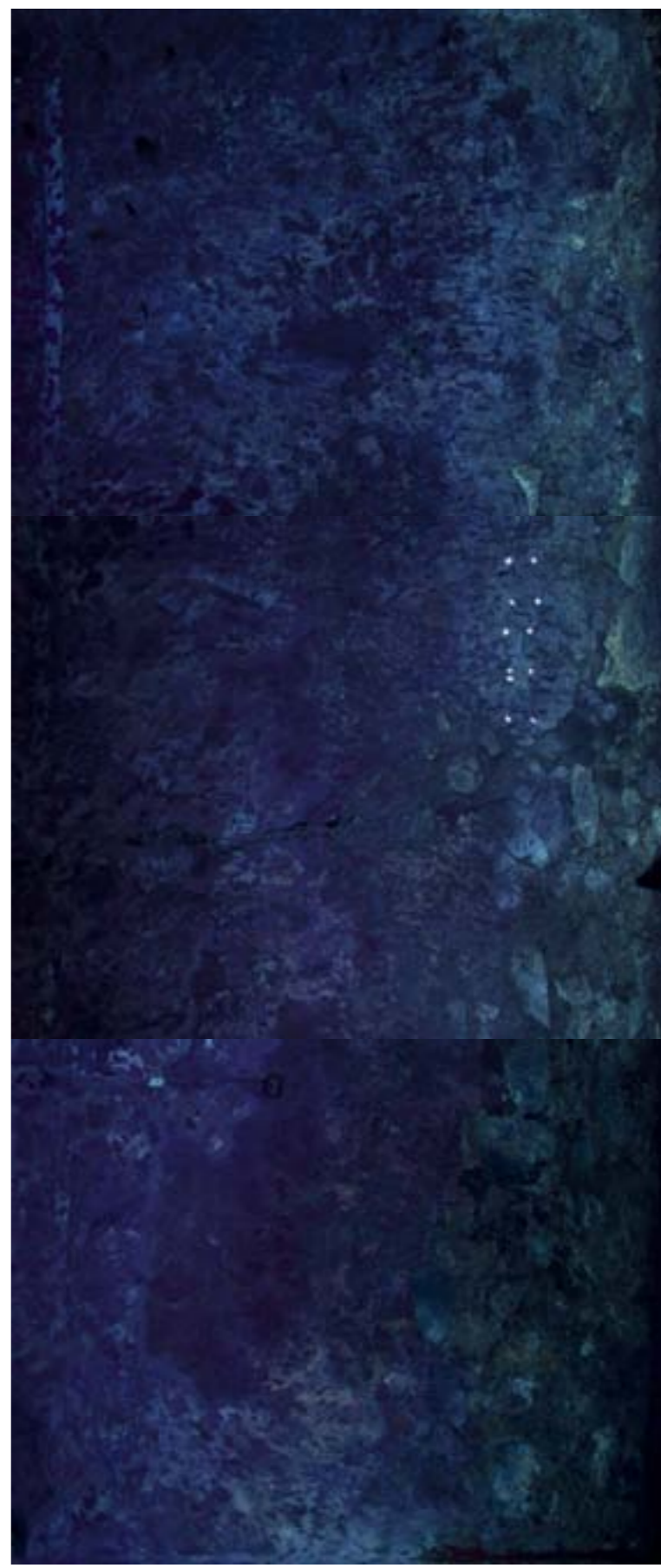
Obr. 6: Pohled na východní stěnu presbytáře s vyznačeným úsekem malby, určeným k samostatnému restaurování.
Původní fotografie: Otto Palán. 2011



Obr. 7: Spodní figurální pás, celkový pohled. Stav před restaurováním.



Obr. 8: Spodní figurální pás, celkový pohled. Velké úbytky omítky a malby vlivem hustého pekování a vzlínající vlhkosti, dále vertikální statická trhлина (uprostřed) a místo vedení bývalé elektroinstalace. Stav před restaurováním. Foto v bočním razantním nasvícení.



Obr. 9: Spodní figurální pás, celkový pohled. ve spodní části světle zelená luminescence biologického napadení. Stav před restaurováním. Fotografie v UV světle.



Obr. 10: Hlava fig. č. 2, ženská postava, detail.
Stav před restaurováním.



Obr. 11: Hlava fig. č. 4, pravděpodobně mužská postava,
detail. Stav před restaurováním.



Obr. 12: Hlava fig. č. 7, mužská postava, detail. V defektech lze sledovat diagonálně komponovanou černobílou malbu listů. Nad hlavou figury prochází bílá nápisová páska s nápisem ALBERTUS.



Obr. 13: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 14: Pastózní vápenný nátěr na rukávu, detail.
Stav po čištění.



Obr. 15: Bílý list v černém kosočtverečném poli, který je součástí koruny stromu, namalovaného mezi fig. č. 11 a 12, detail. Stav po tmelení.



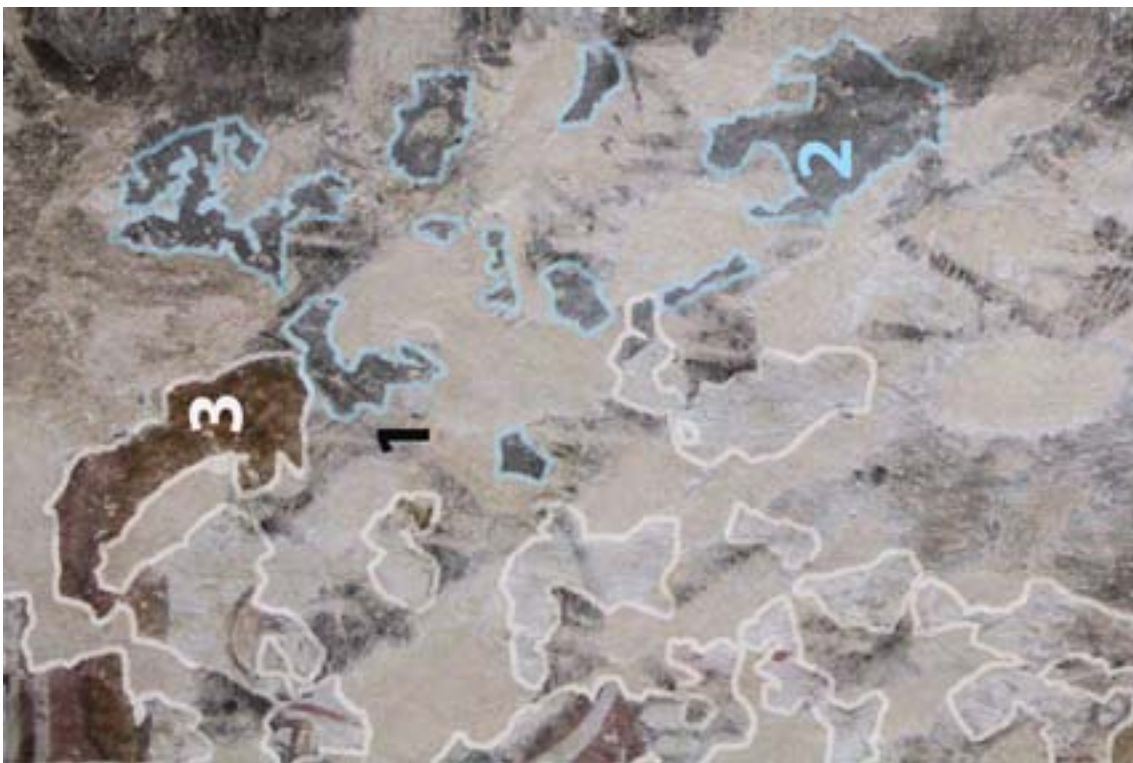
Obr. 16: Hrubý vápenný nátěr, který ovlivňuje celkový vzhled malby, detail. Lokálně lze sledovat tahy štětce.



Obr. 17: Dvě omítkové vrstvy - (1) jádrová omítka, (2) jemnější intonaco, (3) okrový fragment barevné vrstvy, detail. Stav po tmelení.



Obr. 19: Strom s okrovým kmenem a černobílou korunou, namalovaný mezi fig. č. 11 a 12, detail. Stav po tmelení.



Obr. 18: Fig. č. 7, detail. (1) černobílá malba listů, (2) šedá přemalba, (3) fragmenty fig. č. 7. Šedá přemalba a fragmenty figury jsou provedeny v jedné vrstvě, šedá lokálně přesahuje do barevných fragmentů figury. Stav po tmelení.



Obr. 20: Hrany intonaca a barevné vrstvy fixované Toroňem r. 1976, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 21: Kovaná skoba, která byla součástí mladších přízděvek, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 22: Odhalená struktura omítky s výkvěty solí ve spodní partii stěny. Krystaly solí jsou jehličkovitého tvaru, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 23: Povrch barevné vrstvy s bílým zákalem, tvořeným sádrovcem. Lokální výskyt hnědých reziduí mladší omítky, vápna a prachových depozitů, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 24: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail.
Stav před restaurováním.



Obr. 25: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail. Žlutá luminescence pravděpodobně originálního bílkovinného pojiva v partii obličje, fotografie v UV světle.



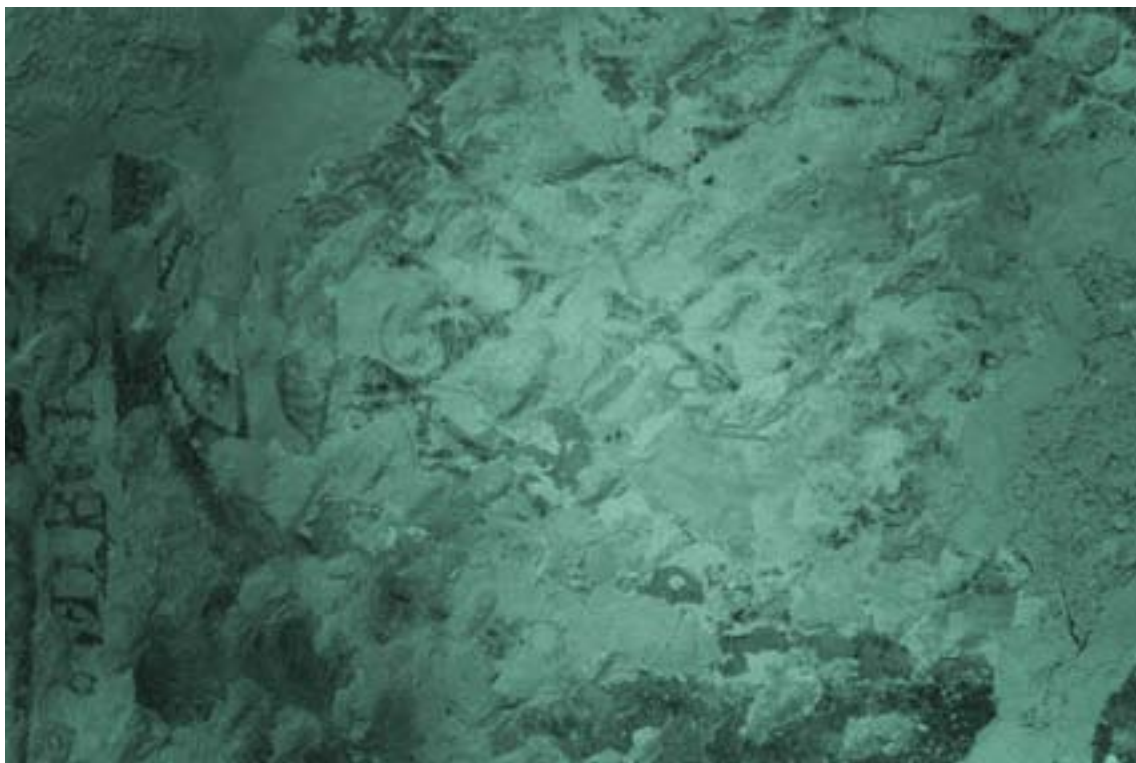
Obr. 26: Biologické napadení řasou a plísněmi, vlivem vzli-
nející vlhkosti a zasolení dochází k velkým ztrátám omítky.
Severovýchodní roh presbytáře, detail.



Obr. 27: Červeně luminující řasa. Severovýchodní roh pres-
bytáře, detail. Fotografie v UV světle.
Fotografie: Luboš Macháčko



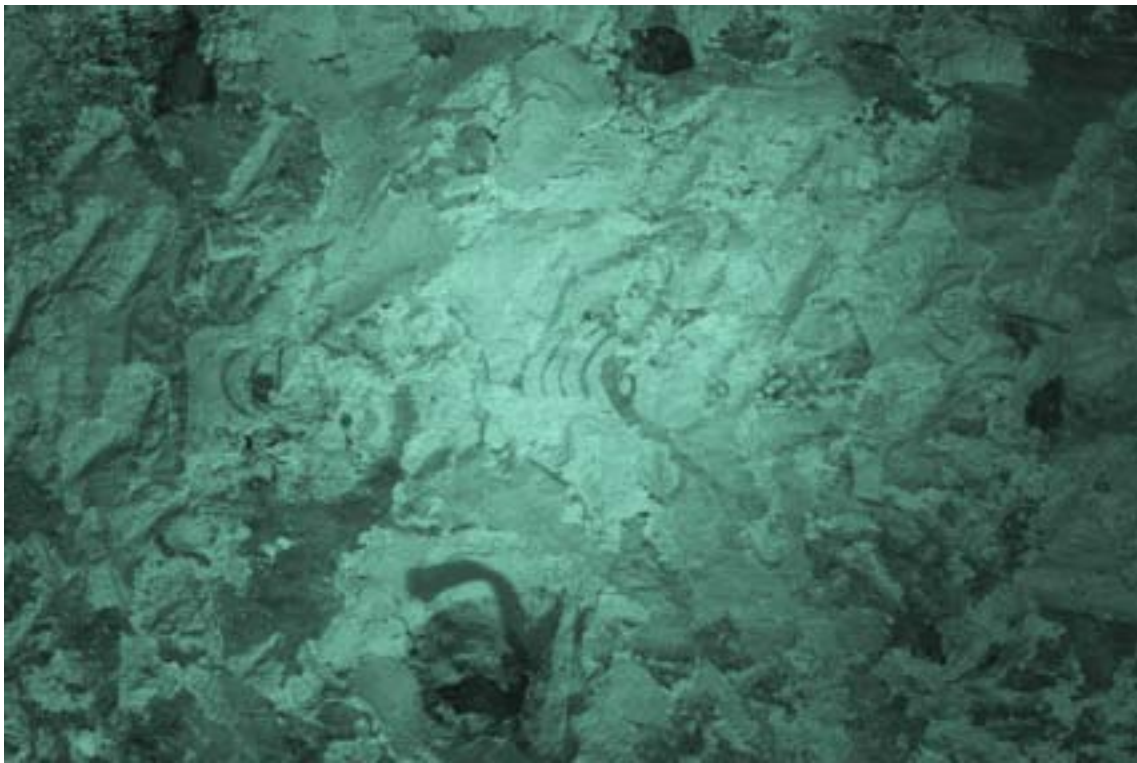
Obr. 28: Hlava fig. č. 7, mužská postava, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 29: Hlava fig. č. 7, mužská postava, detail. Lze zřetelněji pozorovat kresebné detaily obličejové a tvary listů, fotografie v IR světle.



Obr. 30: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail. Stav před restaurováním.



Obr. 31: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail. Lze sledovat obrysovou linii rukou na meči, zřetelnější jsou i rysy obličeje. Fotografie v IR světle.



Obr. 32: Zkouška mechanického čištění pomocí houby *domol*, skalpelu a štětce, detail. Po čištění stále na povrchu barevné vrstvy zůstávají rezidua bílého zákalu.



Obr. 33: Průběh čištění pomocí uhličitanu amonného v zábalu. Po sejmutí zábalu následovalo mechanické dočištění bílého zákalu. Vlevo od bílé linie - před mechanickým dočištěním, vpravo - po dočištění.



Obr. 34: Průběh redukce solí, celkový pohled. Bílý zábal - aplikace uhlíčitánu amonného v zábalu na cca 4h. Vlevo aplikován do výšky cca 1 m, v pravé části stěny do cca 0,5 m. Šedý zábal - aplikace odsolovacího advekčního zábalu. Aplikován ve dvou cyklech po 26-28h.



Obr. 35: Průběh redukce soli, celkový pohled. Aplikace odsolovacího advekčního zábalu ve dvou cyklech po 26-28h.



Obr. 36: Hlava fig. č. 11, ženská postava, detail.
Stav po tmelení.



Obr. 37: Hlava fig. č. 13, ženská postava, detail.
Stav po tmelení.



Obr. 38: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail.
Stav po tmelení.



Obr. 39: Rekonstrukce hrubého povrchu v tmelu s nápodobou štětcového reliéfu, detail. Stav před retuší.



Obr. 40: Spodní figurální pás, celkový pohled. Stav před restaurováním.



Obr. 41: Spodní figurální pás, celkový pohled. Stav po restaurování.



Obr. 42: Fig. č. 9, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 43: Fig. č. 10, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 45: Štrom, detail.
Stav po restaurování.



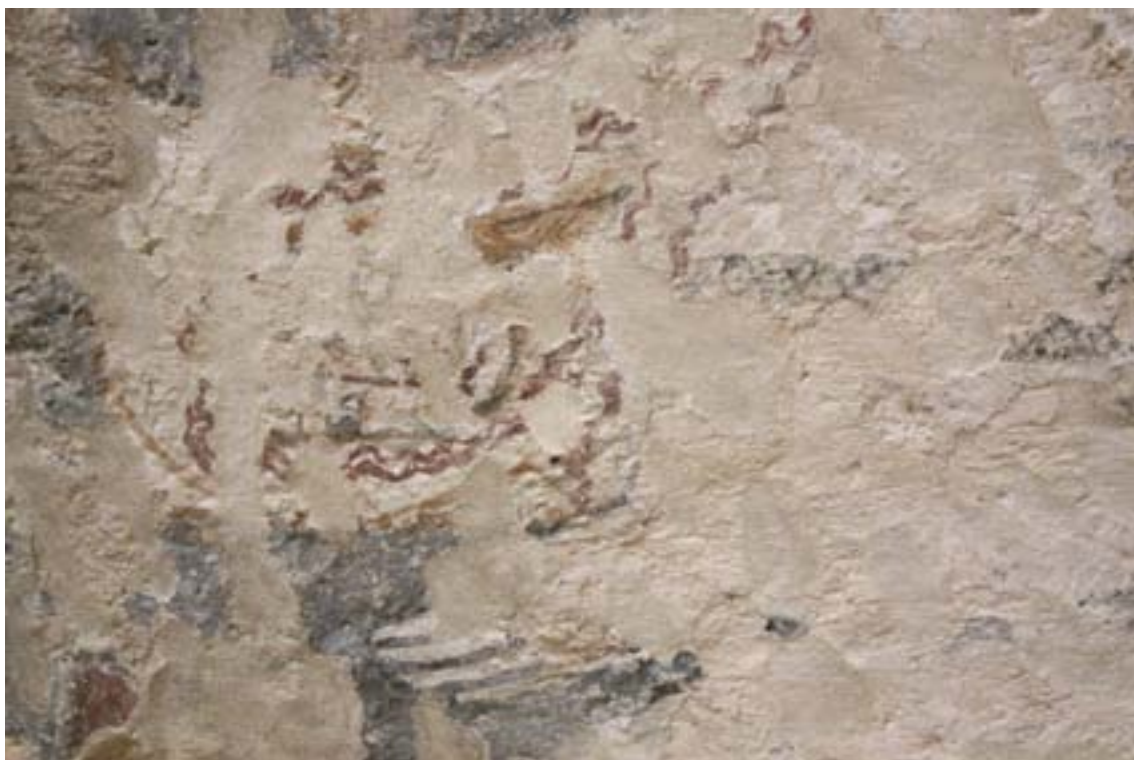
Obr. 44: Fig. č. 11, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 47: Fig. č. 14, mužská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 46: Fig. č. 13, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 49: Hlava fig. č. 2, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 48: Hlava fig. č. 2, ženská postava, detail.
Stav před restaurováním.



Obr. 51: Hlava fig. č. 5, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 50: Hlava fig. č. 5, , detail.
Stav před restaurováním.



Obr. 52: Hlava fig. č. 9, ženská postava, detail.
Stav před restaurováním.



Obr. 53: Hlava fig. č. 9, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 55: Hlava fig. č. 13, ženská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 54: Hlava fig. č. 13, ženská postava, detail.
Stav před restaurováním.



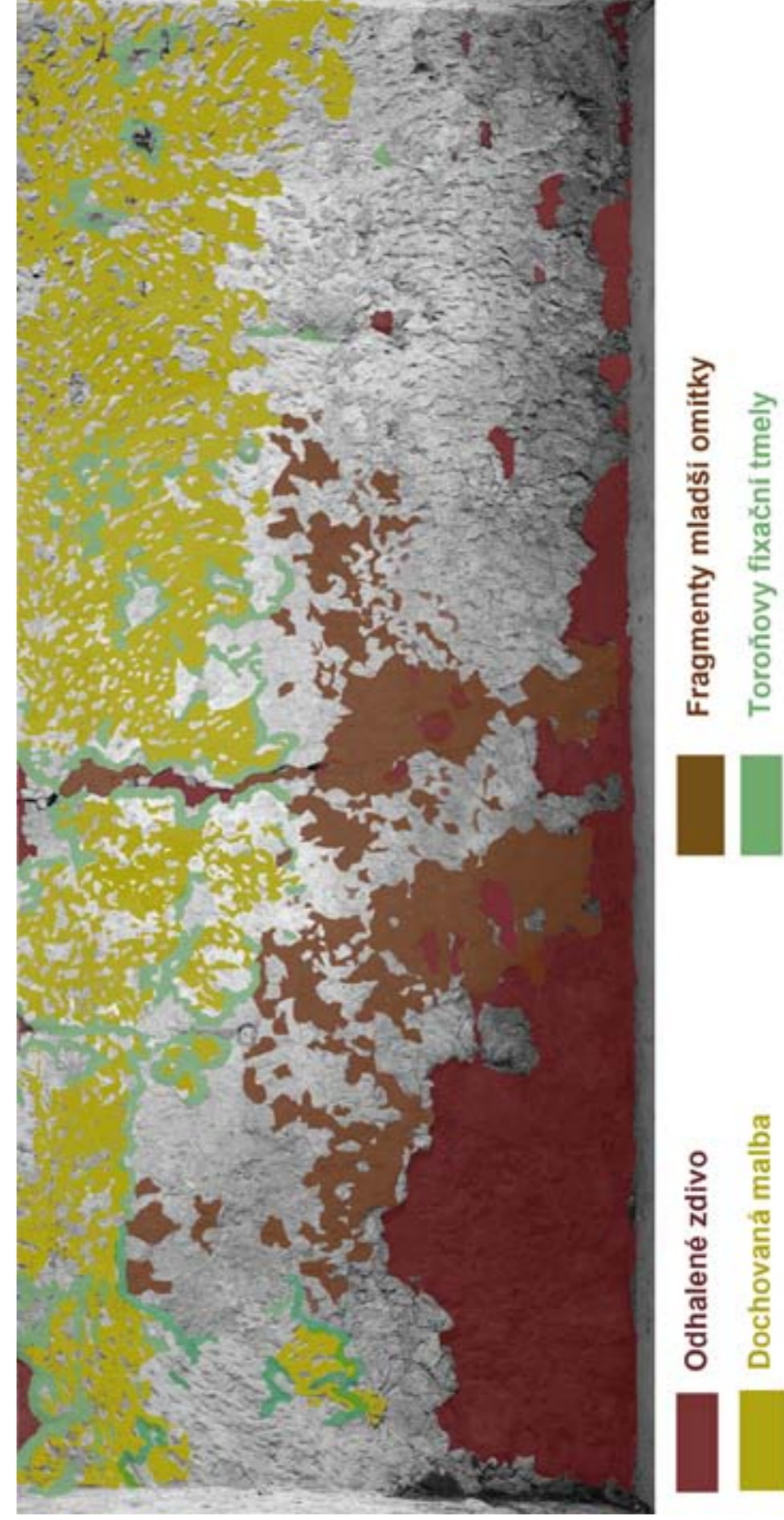
Obr. 57: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail.
Stav po restaurování.



Obr. 56: Hlava fig. č. 14, mužská postava, detail.
Stav před restaurováním.



Zákres I: Zákres poškození.



Zákres II: Stav dochování. Stav před resturováním.



Městský úřad Světlá nad Sázavou
odbor stavebního úřadu a územního plánování
náměstí Trčků z Lípy 18, 582 91 Světlá nad Sázavou

Národní památkový ústav územní odborné pracoviště v Telči		
Č.j. NPÚ-372 /	3961	/ 2008
12. 8. 2008		
Přiděleno /	JANEK	P.j. J. Př. -
AA	Termin	

Čj.: 15901/2008/OSÚ
Dne: 11.8.2008

Vyřizuje: Ryndová Jana
Telefon: 569 496 651
E-mail: ryndovaj@svetlans.cz

Žadatel:

Národní památkový ústav, Valdštejnské náměstí 162/3, 118 01 Praha 1 – Malá Strana
zastoupený na základě jmenování NPÚ ÚOP Praha: Ing.Karásek Libor, NPÚ ÚOP Telč (IČ:
75032333), Slavatovská 98, 588 56 Telč

ROZHODNUTÍ

Městský úřad Světlá nad Sázavou, odbor stavebního úřadu a územního plánování, jako věcně a místně příslušný prvoinstanční orgán státní památkové péče podle § 29 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, posoudil žádost ze dne 9.7.2008, kterou podal Národní památkový ústav, Valdštejnské náměstí 162/3, 118 01 Praha 1 – Malá Strana zastoupený na základě jmenování NPÚ ÚOP Praha: Ing.Karásek Libor, NPÚ ÚOP Telč (IČ: 75032333), Slavatovská 98, 588 56 Telč ve věci: záměr k restaurátorským pracím na záchraně nástěnných maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce, na pozemku parc.č.st. 145 v katastrálním území Horní Paseka, a podle ustanovení § 14 odst.1 zákona o státní památkové péči, vydává

z á v a z n é s t a n o v í s k o ,

ve kterém podle § 14 odst. 3 citovaného zákona v souladu s ustanovením § 68 odst. 1 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, správní orgán rozhodl takto:

Záměr k restaurátorským pracím na záchraně nástěnných maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce, na pozemku parc.č.st. 145 v katastrálním území Horní Paseka, je **přípustný** podle předloženého restaurátorského záměru „Středověké nástěnné malby v původně románském kostele v osadě Zahrádka, Horní Paseka“ zpracovaný Ak.mal.restaurátorem Janem Živným, Národní obrany 15, Praha 6 v 07/2008 a uvedených podmínek:

- 1/ Veškeré restaurátorské práce na nástěnných malbách budou provedeny držitelem povolení MK ČR pro restaurování nástěnných maleb.
- 2/ V první etapě prací bude kromě záchranných prací ve výše uvedeném rozsahu proveden podrobný průzkum stavu barevné vrstvy i podkladu. Podrobný restaurátorský záměr, vycházející z průzkumu stavu díla za použití adekvátních metod, stanoví rozsah restaurování a rekonstrukce. Veškeré kroky obnovy budou respektovat původní technologii i výtvarné pojetí památky. K realizaci prací dojde na základě nového závazného stanoviska orgánu památkové péče.
- 3/ Veškeré práce ve všech fázích realizace budou průběžně řádně a dostatečně dokumentovány a vlastník památky bude po dohodě s restaurátorem svolávat pravidelné kontrolní dny, na něž budou přizváni zástupci orgánu a odborné organizace státní památkové péče.
- 4/ Ukončení akce proběhne v rámci komisionálního předávacího řízení za přítomnosti zástupce vlastníka památky, zástupce orgánu státní památkové péče, zástupce NPÚ ÚOP v Telči a dodavatele prací.

5/ V rámci předávacího řízení bude zástupci vlastníka a NPÚ ÚOP v Telči odevzdán originál závěrečné restaurátorské zprávy. Doporučujeme, aby zpráva byla vypracována podle Metodického listu NPÚ *Struktura a náležitosti restaurátorských zpráv* č. 4/2006, č.j. NPÚ 302/6662/2006. Součástí zprávy bude kvalitní fotodokumentace, zhotovená na fotografický papír, digitální verzi dokumentace navíc vítáme, není však podmínkou.

Objekt kostela sv. Víta v Zahrádce, katastrální území Horní Paseka je nemovitou kulturní památkou a je evidován v Ústředním seznamu nemovitých kulturních památek ČR pod rejstříkovým číslem 14421/6-361.

O d ů v o d n ě n í

Městský úřad Světlá nad Sázavou, odbor stavebního úřadu a územního plánování, jako věcně a místně příslušný prvoinstanční orgán státní památkové péče obdržel dne 9.7.2008 písemnou žádost o vydání závazného stanoviska k záměru k restaurátorským pracím na záchraně nástěnných maleb v kostele sv. Víta v Zahrádce, na pozemku parc.č.st. 145 v katastrálním území Horní Paseka. Tímto dnem bylo podle § 44 odst. 1 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, zahájeno správní řízení, což bylo účastníkům řízení oznámeno přípisem č.j. 15901/2008/OSÚ ze dne 16.7.2008. Žádost byla doložena restaurátorským záměrem „Středověké nástěnné malby v původně románském kostele v osadě Zahrádka, Horní Paseka“ zpracovaným Ak.mal.restaurátorem Janem Živným, Národní obrany 15, Praha 6 v 07/2008. V souladu s ustanovením § 38 odst. 1 zákona správního řádu bylo účastníkům řízení umožněno nahlédnout do spisového materiálu a uplatnit své připomínky a náměty k uvedenému předmětu řízení.

V souladu s ustanovením § 14 odst. 6 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů, byla doručená žádost postoupena k vydání písemného vyjádření Národnímu památkovému ústavu, územnímu odbornému pracovišti v Telči, které je nezbytným podkladem pro vydání závazného stanoviska. Toto vyjádření bylo vydáno dne 21.7.2008 pod č.j. NPÚ-372/3479/2008 (Mgr.Petr Severa) a správnímu orgánu doručeno dne 25.7.2008.

Kostel sv. Víta je původně románský z období kolem roku 1250, mnohokrát do roku 1852 upravovaný a přestavovaný, ponejvíce kolem roku 1787. Jedná se o orientovanou jednodílnou stavbu s pravoúhlým presbytářem, se sakristií obdélníkového půdorysu v závěru a s čtyřbokou hranolovou věží v SV rohu. Loď je obdélníková plochostropá s kruchtou sklenutou valenou klenbou s lunetami, sakristie sklenuta křížovou žebrovou klenbou, v presbytáři je klenba křížová.

Nástěnné malby z období románském slohu v presbytáři byly odkryty při průzkumech v roce 1975. Rozsáhlý ikonografický cyklus zobrazuje 17 příslušníků panovnické dynastie Přemyslovců, jde o umělecky vysoce hodnotné dílo, jehož stav je dnes zásadním způsobem narušený a vyžaduje akutně záchranný restaurátorský, respektive konzervační zákrok za použití restaurátorských prostředků. V letech 1975-76 a 1984-85 byly nástěnné malby po odhalení provizorně zajištěny (viz rest. zprávy ak.mal. J. Toroně) a tento stav trvá dodnes. Navíc je v posledních letech zřejmé celkové zhoršení podkladové omítkové vrstvy vlivem narůstající vlhkosti v rámci celé stavby, způsobené jak srážkovou vodou (nevhodně provedené svody a oplechování střechy), tak pravděpodobně zadržováním vody podzemní za novodobou opěrnou zdí a kolem základů staveb, při absenci účinného drenážního systému. Klimatické podmínky v interieru kromě zmíněné vlhkosti významně ovlivňuje i fakt, že původní systém cirkulace vzduchu již nefunguje a k větrání dochází pouze nárazově.

Omítkové vrstvy v presbyteriu, nesoucí malířskou výzdobu, jsou do výšky přibližně 1,5 poškozeny a dále ohrožovány vztlínající vlhkostí, v severovýchodní části je patrná zelená řasa, barevná vrstva je zpráškovatělá. Odkrytí, spojené s provizorním zpevněním v minulosti, bylo

jen částečné, takže na mnoha místech nešlo zcela až na barevnou vrstvu, nýbrž připravilo malby pro budoucí restaurátorský zásah, který měl následovat, nicméně ke kterému již nedošlo. Také životnost zpevnění je již překonána a jedině brzký zásah může zachránit cenné malířské dílo včetně jeho podkladu. S restaurováním nástěnných maleb však musí souviset účinná opatření, vedoucí ke snížení zavlhání celého objektu.

Předložený záměr záchranného zákroku není plnohodnotným restaurátorským záměrem, nicméně ho lze považovat za první a důležitý krok k úspěšnému restaurování. Po lokálním předzpevnění omítek i barevné vrstvy bude možné zahájit snímání či alespoň ztenčení tenké vrstvy vápenného závoje spolu s nečistotami, aby při další průběžné fixaci a biocidním ošetření nedocházelo k jejich penetraci do barevné vrstvy. Tmelení a další zpevňování včetně injektáže poté zamezí další ztrátě omítkových i barevných vrstev. V průběhu této etapy prací bude podrobně zmapován stav jednotlivých částí výzdoby a další postup navrhne plnohodnotný, podrobný restaurátorský záměr, který definuje další postupy včetně míry rekonstrukce, způsobu retuše a také výsledné prezentace. Restaurátorský záměr bude předložen ke schválení orgánu památkové péče a k realizaci dalších prací dojde na základě vydání nového závazného stanoviska. Záměr záchranného konzervačního zákroku za použití restaurátorských prostředků je zcela v souladu s požadavky památkové péče. Doporučujeme započítí prací ve výše uvedeném rozsahu, přičemž práce budou mít převážně charakter průzkumný a záchranný.

Také doporučujeme, aby v případě, že práce bude provádět více fyzických osob s povolením MK ČR pro daný obor restaurování, byl smluvně stanoven tzv. zodpovědný restaurátor akce jako koordinátor a osoba pověřená jednáním s vlastníkem, výkonným orgánem státní památkové péče a NPÚ ÚOP v Telči.

Dále doporučujeme, aby restaurátor (restaurátoři) byl smluvně zavázán k vedení restaurátorského deníku.

S ohledem na současný stupeň poznání historického vývoje území lze konstatovat, že k památkovým hodnotám předmětného území patří zejména hmotové uspořádání, dochované dispozice, dochovaná vnější i vnitřní výzdoba, původní materiálová skladba objektů a dále pak začlenění objektu v urbanistické struktuře města na základě výsledků stavebně historických, urbanistických, archeologických a památkových průzkumů území.

Správní orgán památkové péče po posouzení všech podkladů a zjištění ve výše uvedené věci došel k závěru, který je obsažen ve výroku tohoto rozhodnutí. Při posuzování se řídil platnými právními předpisy a nařízeními (zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů; Vyhláška č. 66/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů, kterou se provádí zákon č. 20/1987 Sb., zákon č. 500/2004 Sb., správní řád) jakož i Listinou základních práv a svobod (čl. 35, odst. 3: „Při výkonu svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody a kulturní památky nad míru stanovenou zákonem“), která je součástí Ústavy České republiky.

P o u č e n í o o d v o l á n í

Proti tomuto rozhodnutí může účastník řízení podle ustanovení § 81 odst. 1 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, podat odvolání do 15-ti dnů ode dne oznámení ke Krajskému úřadu kraje Vysočina, odboru kultury a památkové péče, prostřednictvím odboru stavebního úřadu a územního plánování Městského úřadu Světlá nad Sázavou. Odvolání má odkladný účinek.



Šolc Luboš
vedoucí odboru stavebního úřadu
a územního plánování

DORUČÍ SE:

Účastníci řízení: (doporučeně do vlastních rukou)

- Národní památkový ústav, Valdštejnské náměstí 162/3, 118 01 Praha 1 – Malá Strana
zastoupený na základě jmenování NPÚ ÚOP Praha: Ing.Karásek Libor, NPÚ ÚOP Telč,
Slavatovská 98, 588 56 Telč

onikátinalet

Zápis z KD prací na obnově/vých. stoy
přesbytě kostela sv. Víta v Zahrádce

dne 25. 10. 2012

přítomni: dle prezence listiny

Dnešního dne byly posouzeny práce v rozpa-
covanosti, lze konstatovat následující:

- dosavadní práce vedly ke zpevnění (injektáž)
a byl proveden další podrobný průzkum
veškeré grafické a souběžné práce
a míst, kde bylo zpevněno
- během příštích 14 dní budou práce
letovní etapy uzavřeny, na jaře dojde
ke pokračování (odsolení, terize a měření
stavůch tluče a další)
- bylo dohodnuto, že dojde ke upřesnění
realizátora dalšího plánu na S a J stěně
přesbytě a ke uzavření smlouvy
ke obnově těchto dalších ploch (které
je dodržet dosavadní technologie, materiál)
na výzvu restaurátora bude na zářím
letovní etapy ukončeno komisí
přezřít, vyhledové kolem poloviny listopadu.



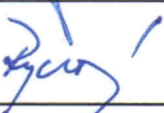
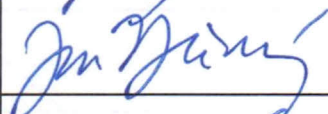


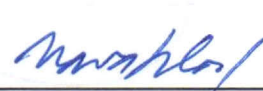
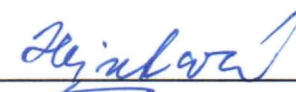
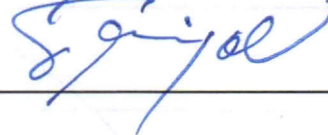
**Prezenční listina z
kontrolního dne**

Datum:

25.10.2012

Restaurování nástěnných
maleb v kněžišti kostela sv.
Víta v Zahrádce - průběh
prací

Stavba, akce:

Jméno účastníka	Organizace	Podpis
M. HANZLÍK	SH LIPNICE - NPÚ TELCĚ	
Petr Sevrba	NPÚ i. op. v Telci	
JANA ZYNDLA	STETI' REKLA' M. S.	
JAN VOJTĚCHOVSKÝ	Fakulta restaurování UPo	
JARANA BROŽOVÁ	NPÚ IOP TELCĚ	
TOMÁŠ TITOR	FR UPCE	
MICHAELA NAVRATILOVÁ	RESTAURATOR - FR UPCE	
LIBUŠE HEJRETOVÁ	Občanské sdružení	
Bohuslav TRIPAL	i. op. v Telci	

Zápis – protokol

Dnešního dne byly posouzeny práce na
obnově omítkových vrstev nesoucích ^{omítkové vrstvy} ~~vrstvy~~ a rozdílného
příčinnu dotčených ploch a také na obnově
referenčního vrstvy maleb o rozsahu cca 2 m².
Lze konstatovat, že práce srozumění subkontraktorem
a ZS pro tuto etapu byly provedeny řádně
a dle podmínek ZS a také dle požadavků
zástupce památkové péče, včetně
některých kontrolních dnů.

Výsledky průzkumu a podrobná dokumentace
základů bude pro účely zpracování stavební
a odvedené vlastnickovi (Město) a zároveň odborné
organizaci PP do 1 měsíce k archivaci.

Zástupce NPÚ doporučil práce k pokračování
bez výhrad, podmíněně subkontraktorem resp. subkontraktorem
tímto naplněno.

Další nástupní KD bude uskutečněna před
zahájením prací další etapy prací, plánované
na jaro 2013.

✚ J. Jirák / Jirák / ¹ / ~~AA~~ %

Ob. s. Prátele' Zebra'dky požadyj kopii
dokumentu cisti rest. pracj, kteri ji
bradna z vetejst shirky sdruženj
(tj. rozšírenj práškem a konsolidace
realit).

Prátele'
atohi
Ziznyj!

Zpráva

o stavu odkrytých nástěnných maleb v kostele v Zahrádce
/ Želivská oblast /

Podle požadavku investora KSSPPOP Pardubice mělo být v letošním roce provedeno restaurátorské ošetření asi před 10 léty odkrytých nástěnných maleb v kostele v Zahrádce.

Na místě se uskutečnilo několik konzultací v letošním roce i loni. Při poslední dne 21.9.84 bylo po prohlídce objektu společně se zástupci KSSPPOP Pardubice dohodnuto:

- 1 - Interiér není způsobilý k postavení lešení. Letos v kostele byly dokončeny archeologické výzkumy a terén není způsobilý k postavení lešení.
- 2 - V nejbližších dnech budou vykopávky po zaměření a dokumentování zavezeny sypkým materiálem.
- 3 - Teprve na upravenou rovinu bude se moci postavit asi dvouposchoďové lešení. Stane se tak pravděpodobně asi v příštím roce.
- 4 - Z toho důvodu nemůže být v plném rozsahu realizována HS v roce 1984!

Po poslední konzultaci se zástupci pardubického střediska jsem provedl se štaflí prohlídku dosažitelných ploch maleb, zhodnotil jejich stav, provedl zkoušku hloubkového zpevnění, povrchové fixáže, dočišťování a tmelení. Komplexní zkouška byla provedena na ploše asi 1/2 m². Provedené postupy:

- a - Zkouška čištění suchou cestou. Povrch maleb je značně zaprášen. Preventivní fixáž nedovoluje ani jiný postup čištění.
- b - Napouštění 3% roztokem metakrylátové vodné disperse v roztoku s 5% lovozou a s příměsí dezinfekce.
- c - Na pevných místech zkouška dočištění za mokra. Provedeno v oblasti vzdálené alespoň 3 cm od peků. Takových vhodných míst je na malbě velmi málo.
- d - Nejhlubší a velké peky byly provrtány a otvory v hloubi omítky byly vedeny až na zdivo. Těmito otvory byla provedena zkouška hloubkové injektáže. Zkouška byla úspěšná.

- e - Bylo provedeno zkušební tmelení peků klasickou štukovou omítkou s malou příměsí vodní disperze polyméru. Opatrné, vrstvené tmelení bylo nanášeno od hloubek k okrajům peků. Povrch peků byl pojednán plasticky, reliefně, s ohledem k struktuře původních omítek.
- f - Po zaschnutí šmelů a podpovrchové injektáže mohlo být přistoupeno k dočištění okrajů peků, než před tmelením nebylo možné ani sáhnout, jak byla omítka uvolněna.

Vyhodnocení zkoušky

Mohu prohlásit, že malby jsou pod nečistotami a pod vápenným zákalem stále ve velmi dobrém stavu. Omítka i barevná vrstva je nasáklivá, porézní a velmi dobře přijímá fixážní roztoky. Po jejich aplikacích lze podstatně sčítelnit kresbu i barvu, ale i fragmenty písmen. Nanášení fixážních a "oživovacích" roztoků a tím vrstev lepidel není pro další restaurování nutné, ale ani není prospěšné fragmentům maleb.

Co je však velmi nutné učinit pro záchranu památky v nejbližší budoucnosti? Při všech pracech a pobytech v interiéru hrozí nebezpečí úbytku omítek a tím i maleb. Z toho důvodu je nutné zadat a urychleně provést hloubkové zpevnění všech fragmentů maleb a současně s tím provést i zatmelení celého hustě a hluboce pekovaného povrchu maleb. Tím se dosáhne soudržnosti omítky se zdí a okraje peků a trhlin v omítce nebudou lákat k ulamování, k osahávání a zmizí tendence omítky/vetché a zvednuté/ k opadávání. Doporučuji provést tyto úkony v létě příštího roku, rozhodně dříve, než-li bude započato se stavebními úpravami interiéru/Úprava zdiva, omítek, bouračské práce, betonáž atd./.

Dále je třeba zajistit samovolné křížové větrání objektu a tím i omítek a maleb. Bylo by třeba zamezit pronikání vody do interiéru odvodem povrchové vody, srážkové vody ze střešních okapů a bylo-li by to možné i spodní vody. Tento požadavek je opodstatněný při současném vodním režimu a perspektivně, při uvažovaném zvednutí hladiny vodní zdrže o 3 m, nutný.

Prosím, abyste mou zprávu vzali na vědomí.

11. října 1984
K. J. J. J.
KRAJSKÁ UMĚLECKÁ KOMISE
FONDU VÝTVARNÝCH JEMNÍKŮ

Chemicko-technologický průzkum

kostel sv. Víta, Zahrádka

(východní stěna presbytáře)

Předmět průzkumu: nástěnná malba a omítkové vrstvy na východní stěně presbytáře

Zadání průzkumu: Požadavkem průzkumu bylo zpracovat a doplnit chemicko-technologický průzkum barevných a omítkových vrstev na východní stěně presbytáře. Průzkum je součástí doplňkového průzkumu provedeného na objektu a svým obsahem navazuje na průzkum provedený v letech 2009 a 2011/2012, který se převážně zabýval průzkumem barevných vrstev, identifikací poškození a degradace maleb a omítek, určením stavu podkladových vrstev (obsah vodorozpustných solí).

Cíle doplňkového průzkumu:

- Zjistit stratigrafii vrstev v místech s barevnou úpravou, která byla objevena pod figurálním motivem. Na základě stratigrafie určit techniku a technologii provedené malby.
- Určení fázového složení povrchového zákalu, který je patrný na celém povrchu malby.
- Systematicky vyhodnotit obsah vodorozpustných solí a obsah vlhkosti.

Metody průzkumu:

- i) *Optická mikroskopie v bílém světle, UV a modrém světle* pro zjištění výstavby barevných povrchových úprav (stratigrafii), určení jejich barevnosti. Analýza příčných řezů v UV a modrém světle poskytuje informace o složení organických složek vrstev a technologii malby. Analýza byla provedena na optickém mikroskopu OPTIPHOT2-POL (Nikon) na příčných řezech vzorky.
- ii) *UV/VIS spektrofotometrie* – provedeno na spektrofotometru Beckman Coulter DU[®] 720 ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345 - 525 nm. Obsah vodorozpustných solí byl stanoven z výluhů vzorků v destilované vodě. Stanoven byl obsah síranů, dusičnanů a chloridů v hm.% a mmol/kg.
- iii) *Gravimetrické stanovení vlhkosti* – stanoven na základě měření hmotnosti před a po vysušení vzorku při teplotě 80°C. Obsah vlhkosti byl stanoven v hm.%.
- iv) *Fázové složení bílého zákalu* – analýza byla provedena pomocí práškové rentgenové difrakce. Analýza byla provedena na přístroji PANalytical X'Pert PRO v uspořádání v reflexním

módu, který umožnil měření mikrodifrakce in situ na vzorku. Kvalitativní fázová analýza byla provedena pomocí programu PANalytical X'Pert HighScore (verze 1.0d) a databáze PDF2 (vydání 2004). Analýzu provedl RNDr. Petr Bezdička, PhD., z Ústavu anorganické chemie AV ČR, v.v.i. v Praze.

Vzorky k analýze:

Označení vzorku	Místo odběru	v/h (cm)	Popis vzorku	Cíl analýzy
V7 (6886)	presbytář, východní stěna	povrch	barevná vrstva s bílým zákalem	stanovení fázového složení
V12 (6906)		povrch	barevná vrstva se starší úpravou(?)	určení stratigrafie, orientační techniky a časové zařazení
V13 (6907)		povrch	barevná vrstva se starší úpravou(?)	určení stratigrafie, orientační techniky a časové zařazení
8a	presbytář, východní stěna, levá část	59/0-2	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
8b		59/2-5		
8c		59/5-10		
9a	presbytář, východní stěna, levá část	110/0-2	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
9b		110/2-5		
9c		110/5-10		
10a	presbytář, východní stěna, levá část	168/0-2	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
10b		168/2-5		
10c		168/5-10		
11a	presbytář, východní stěna, levá část	229/0-2	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
11b		229/2-5		
11c		229/5-10		
14a	presbytář, východní stěna, pravá část	91/0-2	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
14b		91/2-5		
14c		91/5-10		
15	presbytář, východní stěna, pravá část	109/0-1,5	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
16a	presbytář, východní stěna, pravá část	165/0-2	vápenná omítka	obsah vlhkosti, vodorozpustných solí
16b		165/2-5		
16c		165/5-6,5		

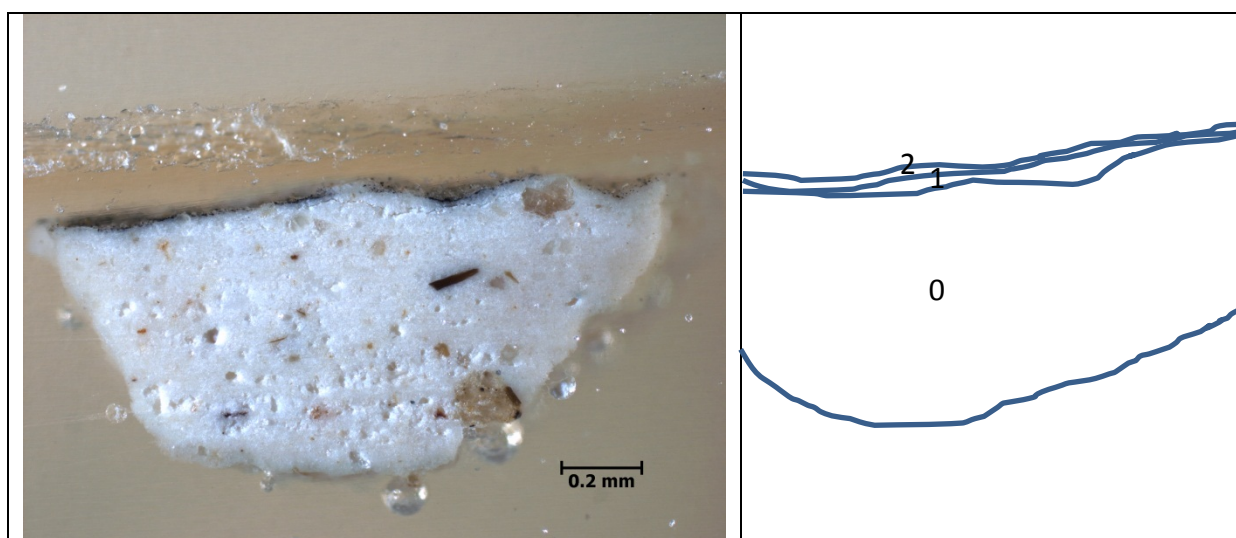
Datum zadání: 1.11.2012

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

Výsledky průzkumu:

i) Stratigrafie povrchových úprav

Vzorek V7 (6996): černá s bílým zákalem

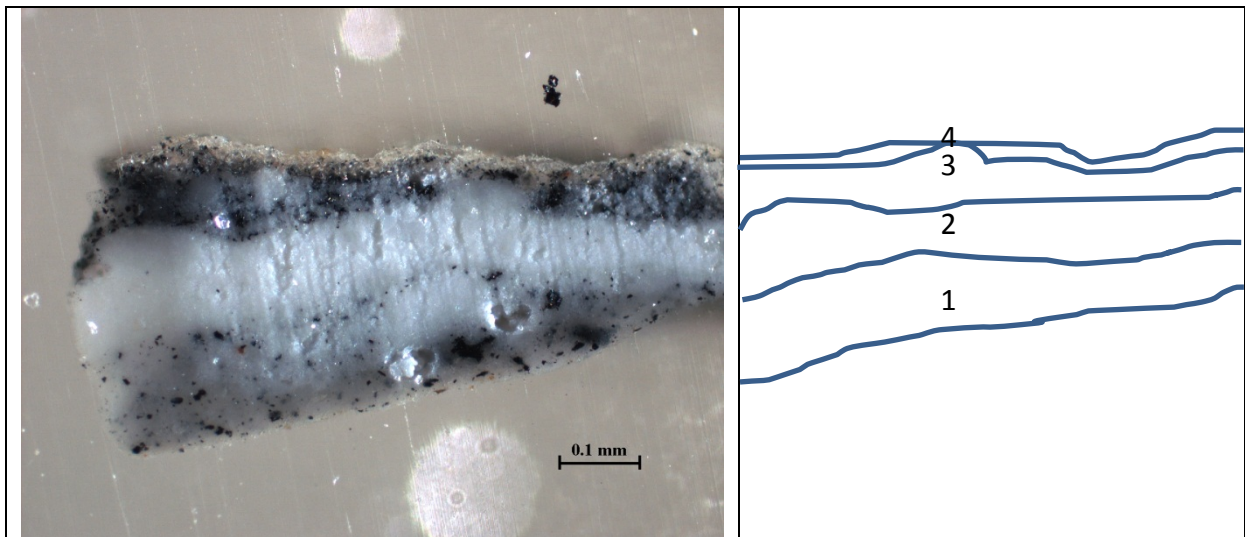


Fotografováno v dopadajícím bílém světle při zvětšení na mikroskopu 50x.

Popis vrstev:

vrstva	barva	popis
0	omítka nebo vrstva <i>arriccina</i>	vápenná bílá vrstva s transparentními zrny křemičitého plniva
1	černá	tenká barevná vrstva
2	bílá	nesouvislý bílý zákal, bez fluorescence

Vzorek V12 (6906): černá se starší barevnou úpravou

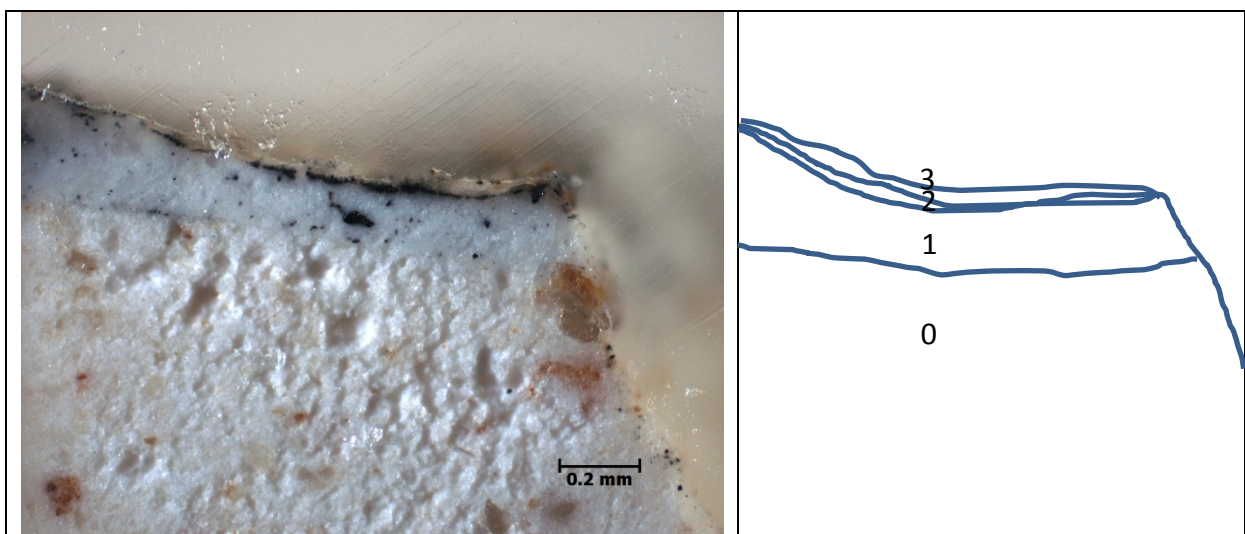


Fotografováno v dopadajícím bílém světle při zvětšení na mikroskopu 100x.

Popis vrstev:

vrstva	barva	popis
1	šedá	vápenný nátěr s jemnozrnným černým pigmentem (zbytky starší šedé barevné úpravy)
2	bílá	mezivrstva bílého nátěru nebo nový podklad, mezi vrstvami není vrstva nečistot. Bílý nátěr byl nanesen na zavadlý podklad.
3	šedá	barevná vrstva s obsahem vápna, obsahuje jemnozrnný černý pigment, velikostí a tvarem částic podobný pigmentu ve vrstvě 1.
4	bílá – sv. okrová	bílý zákal, bez fluorescence

Vzorek V13 (6907): černá se starší barevnou úpravou



Fotografováno v dopadajícím bílém světle při zvětšení na mikroskopu 100x.

Popis vrstev:

<i>vrstva</i>	<i>barva</i>	<i>popis</i>
0	vápenná omítka nebo vrstva <i>arriccia</i>	vápenná bílá vrstva s transparentními zrny křemičitého plniva
1	sv. šedá	barevná úprava s obsahem vápna, lokálně obsahuje jemnozrný černý pigment
2	černá	tenká barevná vrstva s jemnozrným černým pigmentem
3	bílá – sv. okrová	bílý zákal, bez fluorescence

ii) Obsah vodorozpustných solí, stanovení vlhkosti

Vlhkost omítek a koncentrace vodorozpustných solí (síranů, chloridů a dusičnanů) v různých výškách východní stěny presbytáře je uveden v Tab. 1. Distribuce vodorozpustných solí byla provedena i hloubkovým průzkumem, distribuce vodorozpustných solí byla stanovena do hloubky 10 cm.

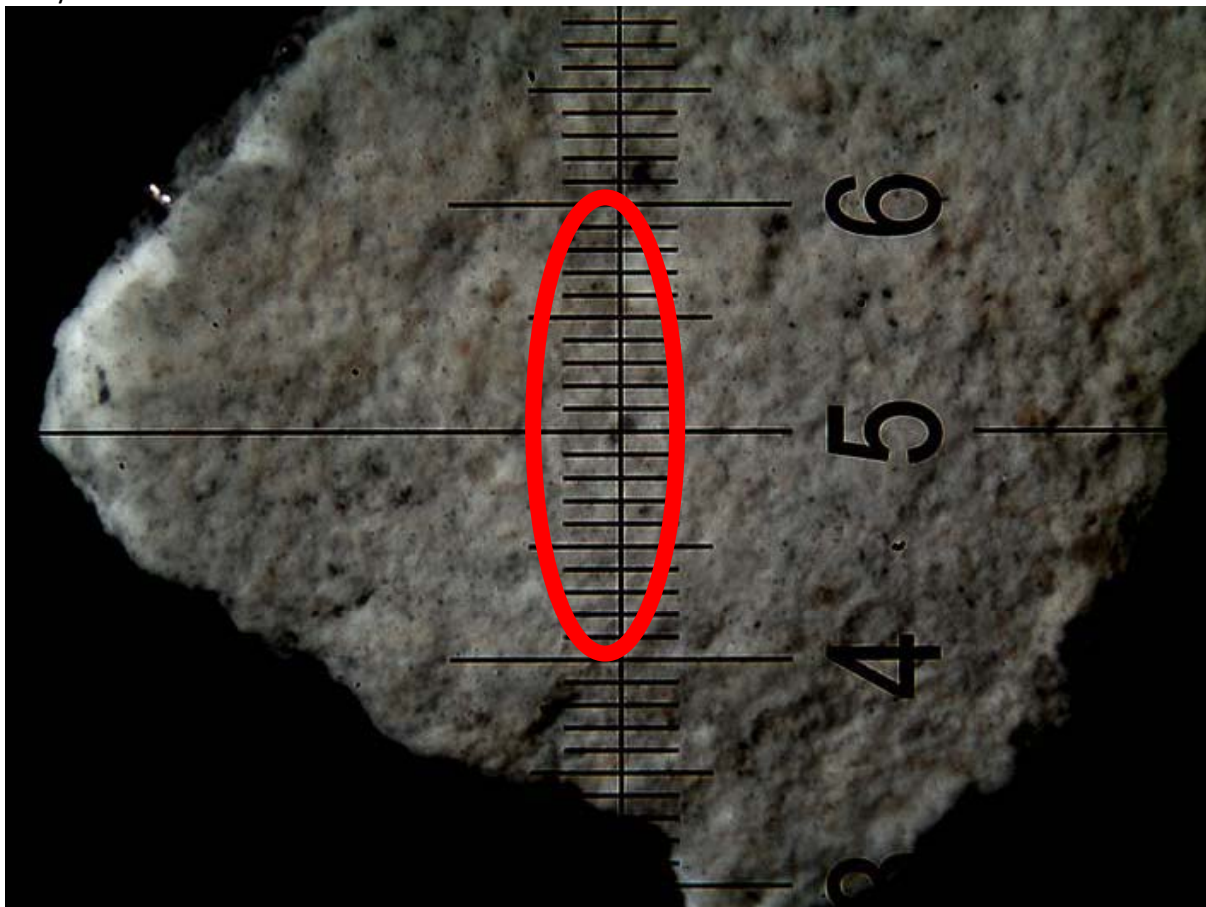
Pro názorné hodnocení míry zasolení jsou hodnoty koncentrací barevně odlišeny – černé hodnoty jsou minimální hodnoty, které odpovídají přirozenému obsahu vodorozpustných solí v materiálu a pro objekt nepředstavují závažné riziko z hlediska poškození. Nejvyšší hodnoty jsou označeny červeně. Klasifikace byla provedena dle rakouské normy Önorm 3355-1.

vzorek	v/h (cm)	vlhkost (hm.%)	síraný (SO ₄ ²⁻)		chloridy (Cl ⁻)		dusičnany (NO ₃ ⁻)	
			hm.%	mmol/kg	hm.%	mmol/k g	hm.%	mmol/k g
8a	59/0-2	3,1	0,95	99	<0,01	<2	0,03	6
8b	59/2-5	1,1	0,27	29	<0,01	<2	0,02	3
8c	59/5-10	2,0	1,18	123	<0,01	<2	0,02	3
9a	110/0-2	2,3	0,01	1	<0,01	<2	0,15	29
9b	110/2-5	1,9	0,08	8	<0,01	<2	0,21	39
9c	110/5-10	1,1	<0,01	<1	<0,01	<2	0,04	8
10a	168/0-2	1,1	0,14	14	0,02	6	0,15	29
10b	168/2-5	0,4	0,30	31	0,01	2	0,05	10
10c	168/5-10	0,4	0,14	14	<0,01	<2	0,02	4
11a	229/0-2	-	<0,01	<1	0,03	8	0,14	28
11b	229/2-5	1,2	0,10	10	0,02	5	0,27	52
11c	229/5-10	0,9	0,04	4	-	-	0,25	48
14a	91/0-2	2,9	<0,01	<1	0,03	7	0,02	3
14b	91/2-5	3,5	0,40	4	<0,01	<2	0,01	2
14c	91/5-10	4,3	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
15	109/0-1,5	2,4	0,40	4	0,01	2	0,05	10
16a	165/0-2	1,1	0,04	4	<0,01	<2	0,02	3
16b	165/2-5	0,6	0,02	3	<0,01	<2	0,02	3
16c	165/5-6,5	0,6	<0,01	<1	<0,01	<2	0,02	3

Tab.1: Míra zavlhčení a salinita omítek.

iii) Prášková rentgenová mikrodifrakce

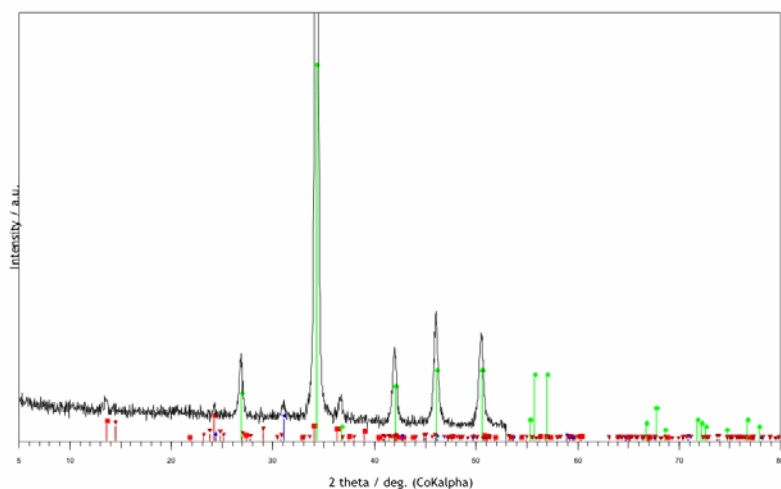
K analýze byl dodán fragment označený "Zahrádka vz. 12" Tento fragment byl připevněn na bezdifrakční křemíkovou destičku na držák vhorný pro mikrodifrakční měření [1] a byl podroben analýze.



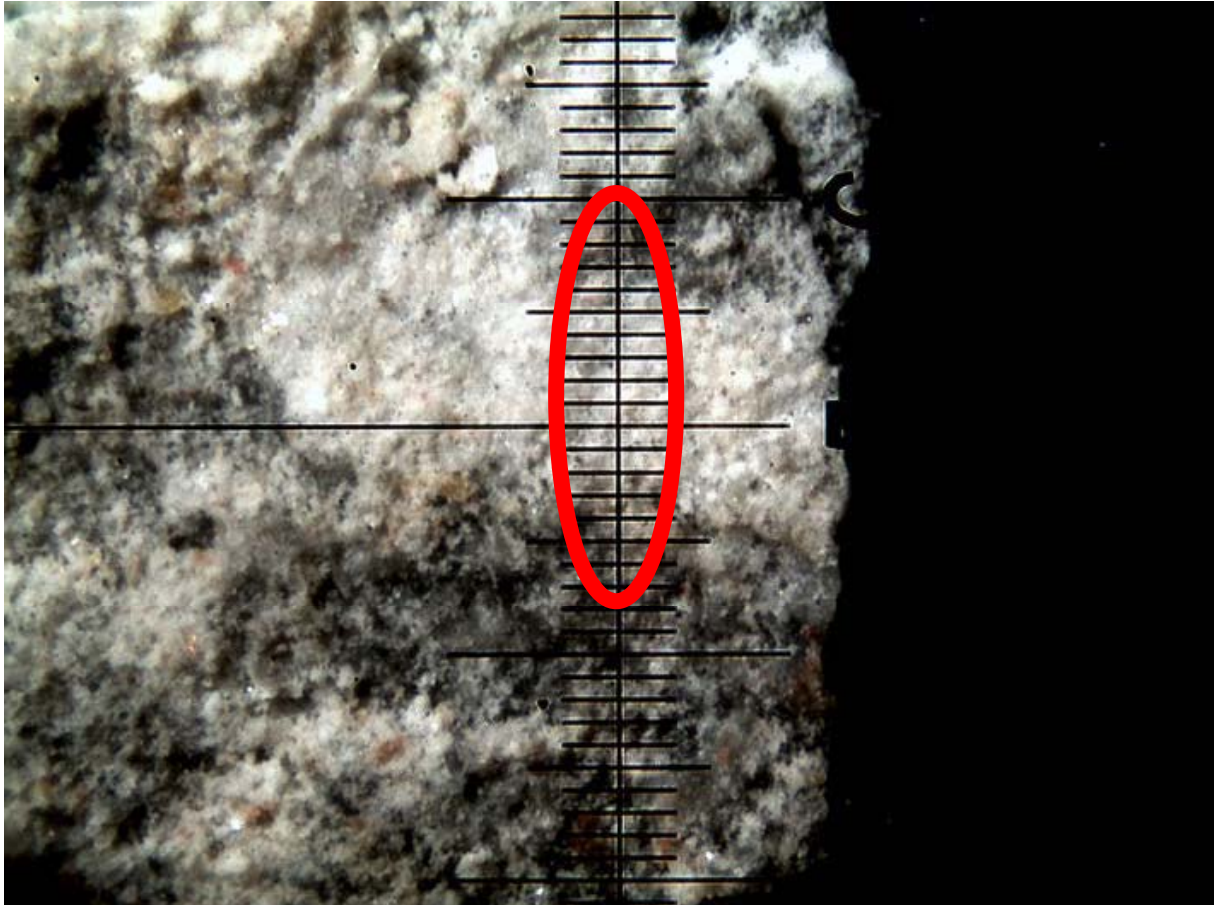
Podkladová vrstva, červeně je vyznačena analyzovaná oblast

Nejprve byla provedena orientační analýza podkladové vrstvy, která ukázala, že je podklad složen převážně z vápence. Vedle vápence byly nalezeny stopy křemene, sádrovce a kaolinitu

File: UPce-Tislova-Zahrádka-12-fragment-bod-1.raw - Type: 2Th/Th locked - St 05-0586 (*) - Calcite, syn - CaCO3 - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.78901 - Hexa
36-0432 (D) - Gypsum - CaSO4·2H2O - Y: 3.00 % - d x by: 1. - WL: 1.78901 - Mon 80-0885 (C) - Kaolinite 1 ITA RG - Al2(Si2O5)(OH)4 - Y: 2.00 % - d x by: 1. - WL:
46-1045 (*) - Quartz, syn - SiO2 - Y: 3.00 % - d x by: 1. - WL: 1.78901 - Hexagon



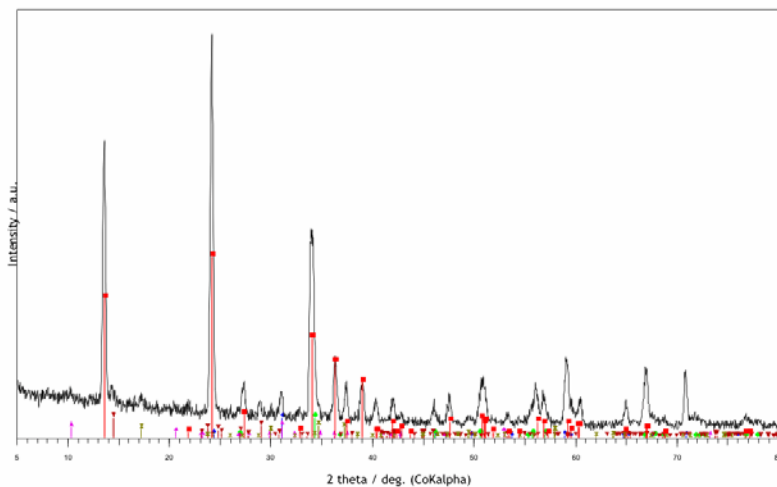
Difraktogram v měřené oblasti podkladu.



Poté byla provedena analýza bílého zákalu (povlaku, výkvětu) na povrchu fragmentu
 Povrch fragmentu, bílý zákal, červeně je vyznačena analyzovaná oblast

Zde se ukázalo, že je tento zákal (či výkvět) složen především ze síranu vápenatého, a to z dihydrátu, sádrovce, a taky z malého množství hemihydrátu - basanitu. Mimo síran vápenatý byly nalezeny i další minoritní fáze - křemen, kaolinit, slída (illit) a vápenec.

File: UPce-Tislova-Zahradka-12-fragment-bod-2.ra 05-0586 (*) - Calcite, syn - CaCO3 - Y: 5.00 % - d x b 33-0310 (D) - Bassanite, syn - CaSO4·0.5H2O - Y: 3.
 36-0432 (D) - Gypsum - CaSO4·2H2O - Y: 45.00 % - d 26-0911 (I) - Illite-2 ITM RG1 [NR] - (K,H3O)Al2Si3Al
 46-1045 (*) - Quartz, syn - SiO2 - Y: 5.00 % - d x by: 80-0885 (C) - Kaolinite 1 ITA RG - Al2(Si2O5)(OH)4 -



Difraktogram v měřené oblasti bílého zákalu.

Shrnutí výsledků průzkumu:

Zadáním průzkumu bylo provést doplňkový průzkum ke stávajícím chemicko-technologickým průzkumům provedeným v letech 2009 a 2010/2011, který se převážně zabýval průzkumem barevných vrstev a jejich materiálovému složení. Stávající průzkum se zaměřil na průzkum příčin degradace maleb a omítkových vrstev. Na malbě se celoplošně vyskytuje bílý zákal, chybí omítka s malbou ve spodních partiích stěny, do výšky cca 1 m je patrná výrazná linie zavlhčení doprovázená ztmavnutím spodní části malby. Průzkum barevných vrstev byl doplněn o průzkum fragmentů maleb pod stávající figurální výzdobou.

Provedený průzkumu zahrnoval systematický výškový i hloubkový průzkum vlhkosti a salinity, zjištění fázového složení bílého zákalu, na základě kterého by bylo možné určit optimální metodu čištění. Průzkum barevných vrstev měl zdokumentovat přítomnost starších barevných úprav, stanovit techniku starší malby a určit, pokud by to bylo možné, časovou souvislost nalezených starších fragmentů s figurální malbou. Výsledky průzkumu lze shrnout:

1. U odebraných vzorků V11 a V12 byla prokázána přítomnost starší šedé barevné úpravy pod barevnou úpravou, která se vztahuje k figurální výzdobě. Jedná se v obou případech o šedou barevnou úpravu s vysokým obsahem vápna. U vzorku V12 je tato nanášena na vrstvě omítky nebo *arriccìa*, u vzorku V11 je od další barevné úpravy (černé) oddělena vrstvou vápenného nátěru, který chybí u vzorku V12. Starší sv. šedá je nanášena na vyžralou vrstvu podkladu (vzorek V12, patrné rozhraní), mladší černá úprava je nanášena taktéž na vyžralý podklad (bílý nátěr nebo šedou). Vrstvy nejsou odděleny vrstvou nečistot, které by mohly indikovat krátké časové období mezi vznikem obou barevných úprav.

2. V analyzovaných vrstvách omítek byly ve zvýšené koncentraci zjištěny sírany a dusičnany. Zasolení sírany je lokalizované, vysoký obsah síranů byl zjištěn v nižších partiích, tj. ve vzorku odebraného z 60 cm nad zemí, v místě odpadlé malby a obnažené omítky; zvýšená koncentrace byla zjištěna ještě ve výšce 168 cm. Sírany jsou obsaženy ve všech vrstvách omítky, až do 10 cm do hloubky. Dusičnany se vyskytují ve vyšších partiích východní stěny a jejich koncentrace je přibližně stejná až do výšky 229 cm, kde byl proveden poslední odběr. Dusičnany jsou koncentrovány na povrchu, ale i v podpovrchových vrstvách, lokálně až do hloubky 10 cm. U vzorků 14-16, které byly odebrány z pravé části východní stěny ve výškách 91-165 cm byl zjištěn zanedbatelně nízký obsah všech anionů.

3. Při průzkumu vlhkosti byla zjištěna mírně zvýšená vlhkost omítek, která částečně souvisí s vysokým obsahem vodorozpustných solí, které mohou být hygroskopické. Zvýšená vlhkost byla zjištěna ve spodních partiích (do výšky 110 cm) a v povrchových vrstvách omítek. V těchto partiích byla zjištěna nejvyšší míra zasolení a shoduje se oblastí s výraznými defekty v omítkových vrstvách a malbě. Zdrojem vlhkosti je vztlínající vlhkost, lokalizace je patrná z míst největšího poškození na východní stěně.

4. Povrchový zákal je tvořen síranem vápenatým (především ve formě dihydrátu - sádrovce a v malém množství i hemihydrátu - bassanitu) Na základě jeho složení bude ve spolupráci s technologií navržen účinný postup při jeho odstranění, příp. omezení jeho negativního účinku.

5. Na základě výsledků a po konzultaci s restaurátorem bude v objektu monitorována teplota a rh, dále pak stav maleb a omítek ve vztahu k působení solí (vznik efflorescencí, subflorescencí, vznik mokřých skvrn, vznik zákalů). Dále navrhujeme provést přesnou

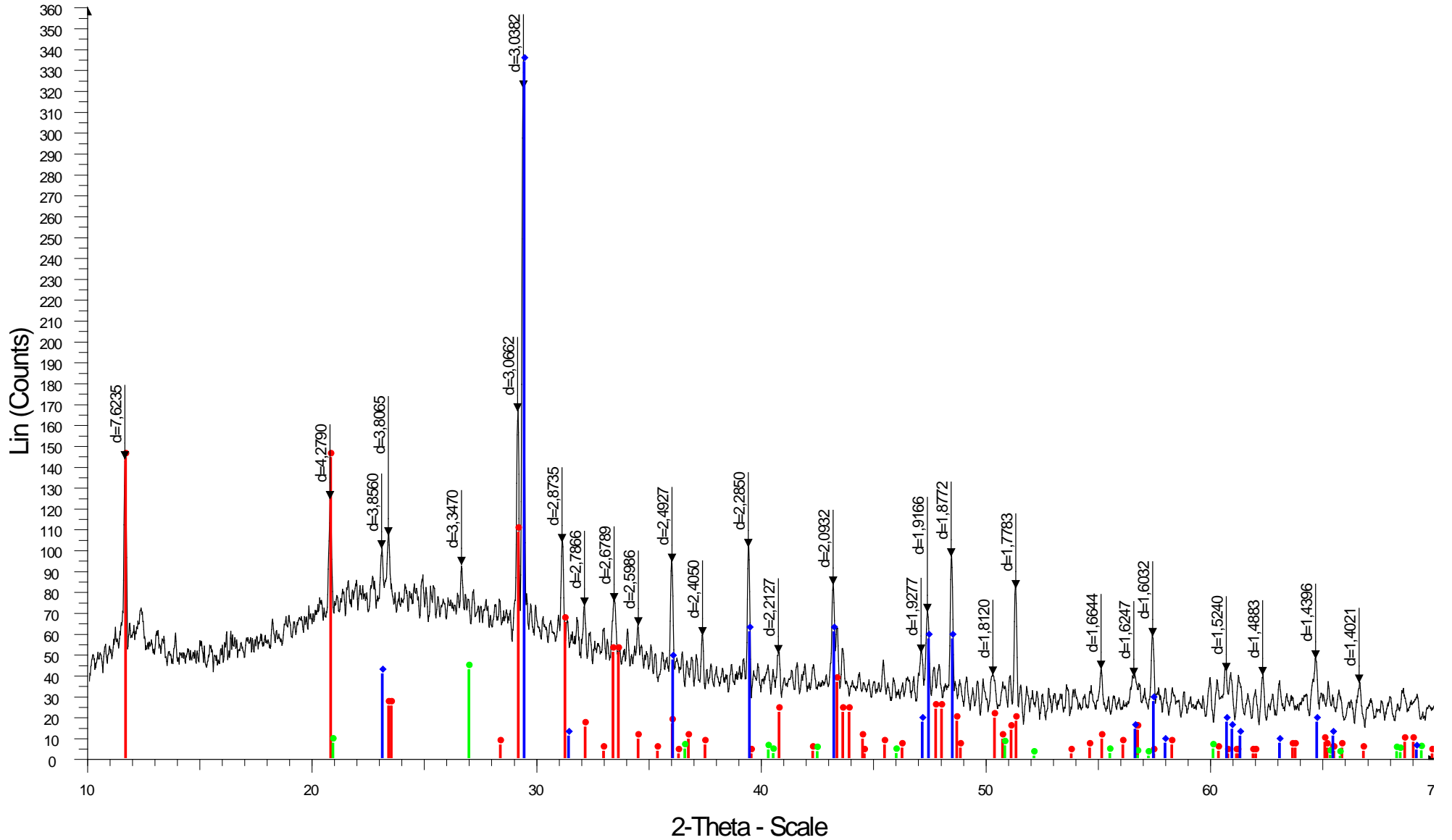
identifikaci fázového složení solí, na základě kterého bude možno ohodnotit případný negativní účinek a následné působení solí a postup při případném odsolování nebo jiném zásahu.

Použitá literatura

[1] S. Švarcová, E. Kočí, P. Bezdička, D. Hradil, J. Hradilová: Evaluation of laboratory powder X-ray microdiffraction for applications in the fields of cultural heritage and forensic science, *Anal Bioanal Chem*, 398, 1061- 1076, 2010

[2] JCPDS PDF2, Sets 1- 54, International Centre for Diffraction Data, Newton Square, Pennsylvania, U.S.A., 2004.

V9b



V9b - File: 14445-Litomysl.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 10.000 ° - End: 70.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 8. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 10.000 ° - Theta: 5.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1: 0.

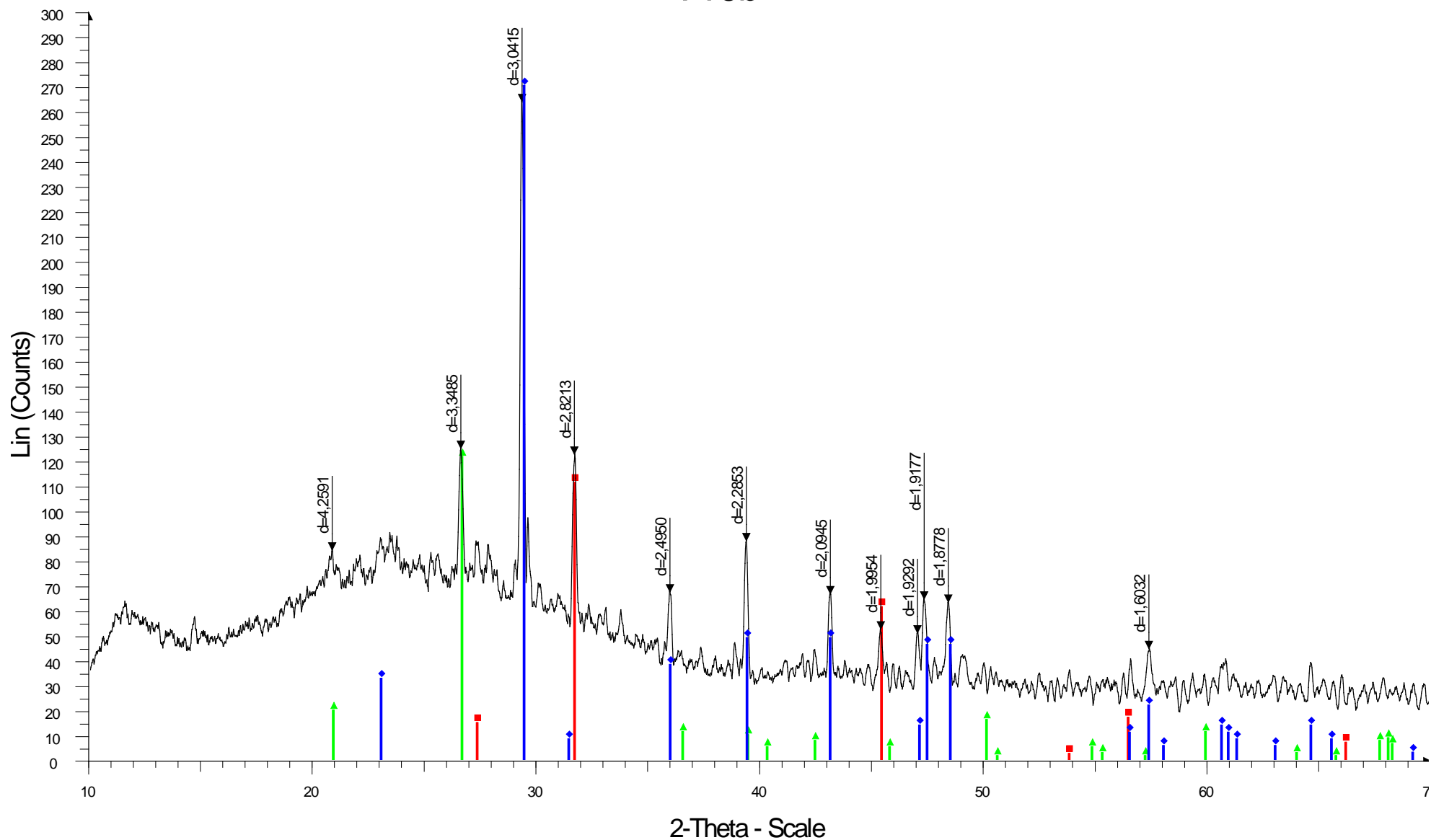
Operations: Smooth 0.105 | Strip kAlpha2 0.500 | Import

00-005-0586 (*) - Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 71.05 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.H.axes - a 4.98367 - b 4.98367 - c 17.09601 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - R-3c (167) - 6 - 367.726 - I

00-033-0311 (*) - Gypsum, syn - CaSO₄·2H₂O - Y: 30.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic - a 6.25002 - b 15.22597 - c 5.67226 - alpha 90.000 - beta 114.436 - gamma 90.000 - Base-centered - C2/c (15) - 4 - 491

00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 8.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 4.91302 - b 4.91302 - c 5.25862 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - P321 (154) - 3 - 109.926 - I/c PDF

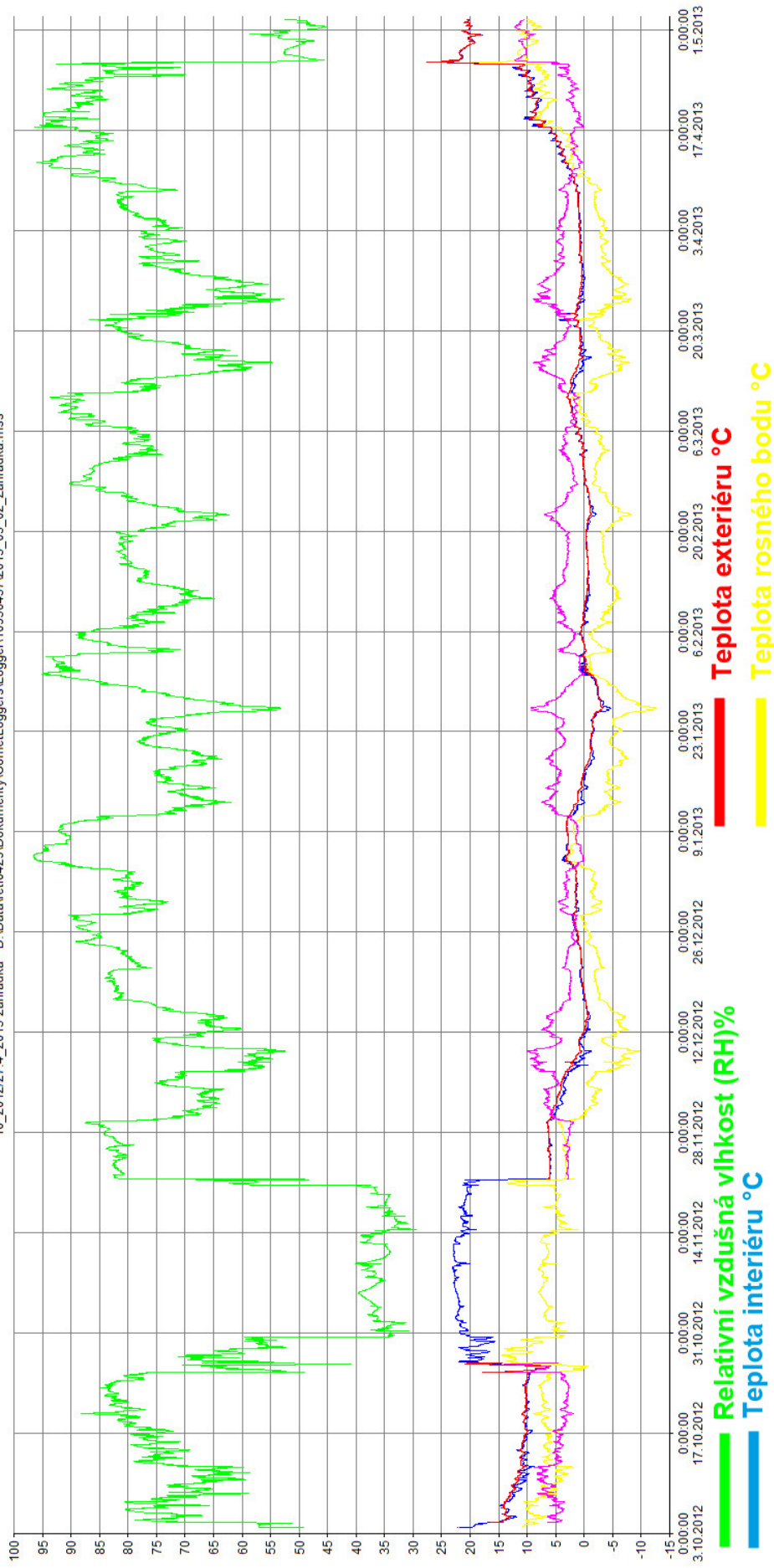
V10b



V10b - File: 14444-Litomysl.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 10.000 ° - End: 70.000 ° - Step: 0.020 ° - Step time: 8. s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 10.000 ° - Theta: 5.000 ° - Phi: 0.00 ° - Aux1:
 Operations: Smooth 0.150 | Strip kAlpha2 0.500 | Import

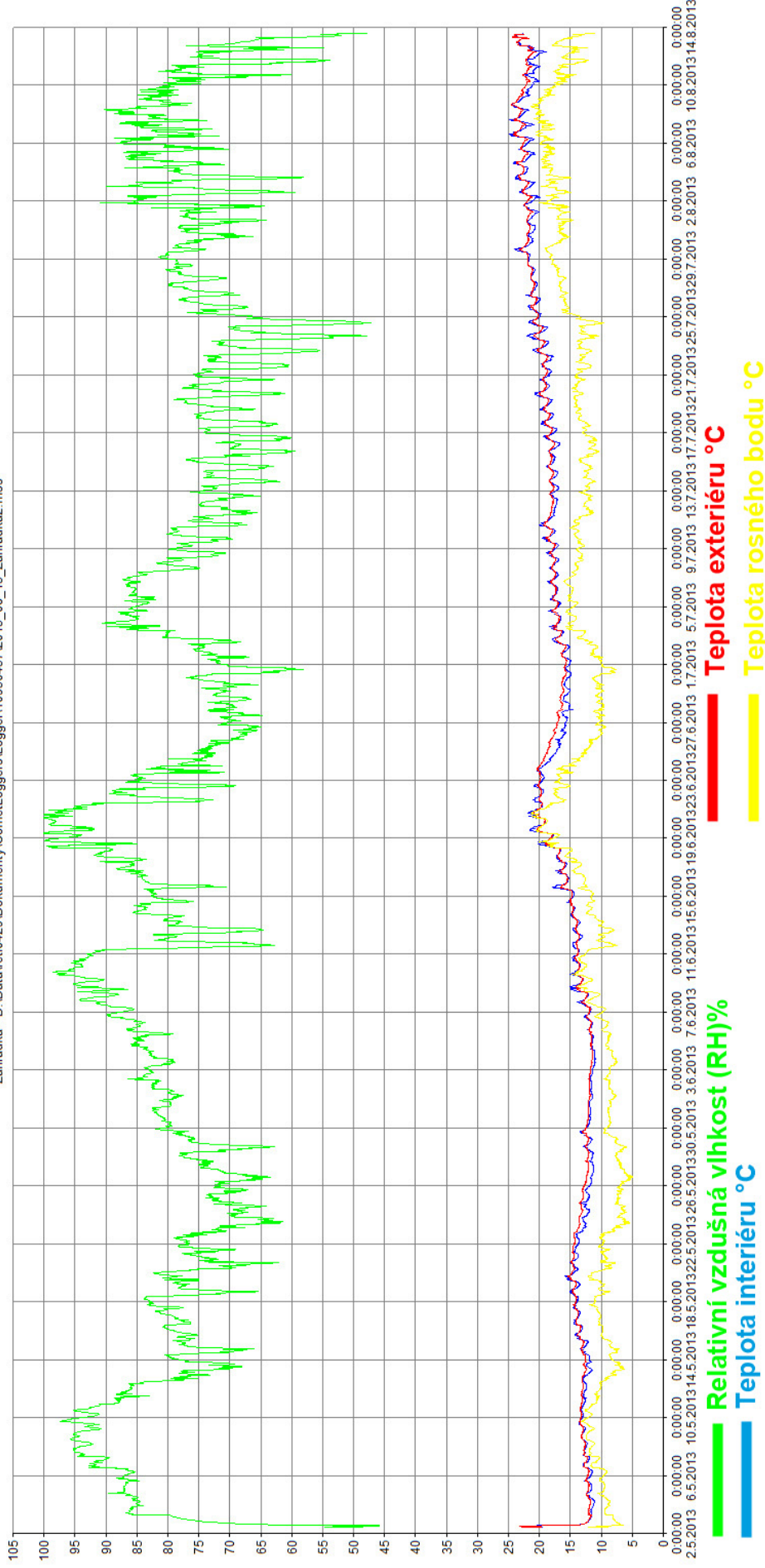
■ 00-005-0586 (*) - Calcite, syn - CaCO₃ - Y: 54.48 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.H.axes - a 4.98900 - b 4.98900 - c 17.06200 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - R-3c (167) - 6 - 367.780 - I
■ 00-005-0628 (*) - Halite, syn - NaCl - Y: 22.35 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 5.64020 - b 5.64020 - c 5.64020 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fm-3m (225) - 4 - 179.425 - I/c PDF
■ 00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO₂ - Y: 24.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 4.91344 - b 4.91344 - c 5.40524 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - P3221 (154) - 3 - 113.010 - I/c PDF

10_2012\27.4_2013 zahrádka D:\Data\vet\0429\Dokumenty\CometLoggers\Logger\10930437\2013_05_02_Zahrádka.mss



Graf klimatu I: Měření klimatických podmínek bylo v termínu 31. 10. - 20. 11. 2012 přerušeno, zaznamenané hodnoty se netýkají kostela v Zahrádce. Během podzimních až jarních měsíců dochází k výkyvům hodnot, které přispívají k zhoršování stavu originálu. Rizikové jsou hodnoty RH klesající na úroveň kolem 50-55%, kdy mohou být vytvořeny vhodné podmínky pro krystalizaci solí ze solných roztoků. Naopak vysoké hodnoty RH přispívají k vytvoření vhodných podmínek pro vznik biologického napadení.

Zahrádka D:\Data\vet0429\Dokumenty\Comet\Loggers\Loggen10930437\2013_08_13_Zahrádka2.mss



Graf klimatu II: Od začátku května docházelo k pomalému stoupání teplot bez razantních výkyvů. Došlo však ke čtyřem výkyvům RH, z nichž tři proběhly během letních parných dnů. Na omítce v interiéru se to projevilo vznikem viditelné vlhké mapy.