

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM, ZPRÁVA Č. P1416

Objekt	Křížová cesta
Obec	Ústí nad Orlicí
Číslo ÚSKP	32983/6-3766
Materiál	pískovec, omítky, nátěry
Datace	1852–53



Zadavatel	BcA. Martina Bednářová Koclířov 126 569 11 Koclířov u Svitav
Odběr vzorků, fotografie odběru	M. Bednářová
Datum odběru	10.8.2019
Autoři průzkumu	Ing. Zuzana Valentová Lesní 1171, 252 29 Dobřichovice IČ: 87024594, tel. 724 07 07 87 Ing. Michal Pech Heydukova 4, 180 00 Praha 8 IČ: 01074211, tel. 775 073 575 pruzkumumeni@seznam.cz www.pruzkumumeni.cz
Číslo zprávy	P1416
Datum	29. 8. 2019
Počet stran	7

Obsah

1 Zadání průzkumu	2
2 Metody průzkumu	3
3 Výsledky	4
4 Závěr	7

1 Zadání průzkumu

Popis odebraných vzorků a zadání průzkumu jsou uvedeny v následující tabulce.

Vz.	Popis	Místo odběru	Zadání	Metody
VK1	sypký pískovec	V. zastavení – sokl – pravá boční stěna kaple	obsah solí	stanovení obsahu vodorozpustných solí
VK2	sypký pískovec	VII. zastavení – sokl – levá boční stěna kaple	obsah solí	stanovení obsahu vodorozpustných solí
VK3	štuk s barevnými nátěry	IX. zastavení – portál – horní segmenty štukového oblouku	Stratigrafie barevných vrstev	stratigrafie, mikrochemické zkoušky
VF1	štuk. vrstva omítky s barev. nátěry	V. zastavení – boční pravá stěna	Stratigrafie barevných vrstev	stratigrafie, mikrochemické zkoušky
VF2	štuk. vrstva omítky s barev. nátěry	XII. zastavení – čelní stěna kaple – plocha pilastru nalevo	Stratigrafie barevných vrstev	stratigrafie, mikrochemické zkoušky

Tab. 1: Popis vzorků



Obr. 1: Celkový pohled



Obr. 2: Místo odběru vzorku VK2



Obr. 3: Místo odběru vzorku VF2



Obr. 4: Místo odběru vzorku VK3

2 Metody průzkumu

Mikrochemické zkoušky

Na vzorcích byly provedeny důkazy přítomnosti rozpustných uhličitů 7% kyselinou dusičnou (HNO_3 – projeví se bublinkami uvolněného CO_2), sloučenin Pb^{2+} 1,5% roztokem jodidu draselného (KI) a rozpustných železitých solí (Fe^{3+}) 5% roztokem žluté krevní soli ($\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$). Pro rozlišení, zda jde o pojiva na bázi oleje, byly provedeny zkoušky rozpustnosti v 5% hydroxidu sodném (NaOH).

Stanovení obsahu vodorozpustných solí

Před stanovením obsahu vodorozpustných solí byl v případě potřeby každý vzorek rozmělněn a zhomogenizován. Dané množství vzorku bylo sonifikováno v demineralizované vodě v poměru 1:2 (hm.) při laboratorní teplotě. Obsah solí ve výluhu byl stanoven semikvantitativně pomocí indikačních papírků Quantofix Chloride, Quantofix Nitrate a Quantofix Sulfate. V případě překročení rozsahu indikačních papírků byl výluh zředěn (v poměru 1:6) a stanovení opakováno.

Obsah solí	Chloridy	Dusičnany	Sírany
nízký	< 0,075	< 0,10	< 0,50
zvýšený	0,075–0,20	0,10–0,25	0,50–2,00
vysoký	0,20–0,50	0,25–0,50	2,00–5,00
velmi vysoký	> 0,50	> 0,50	> 5,00

Tabulka 2: Obsah solí ve zdivu podle normy ČSN P 73 0610

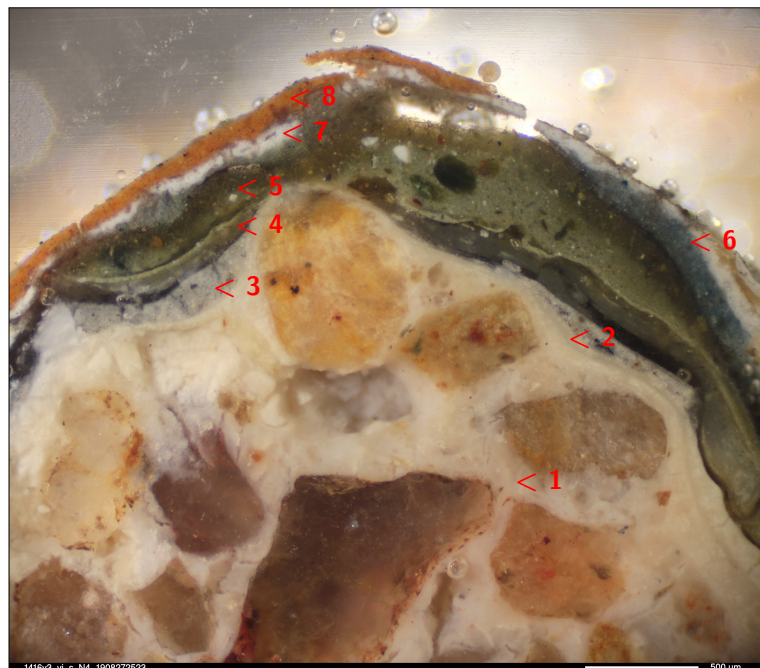
Výsledky byly přepočteny na hmotnostní obsah aniontů solí ve vysušeném vzorku a porovnány s hodnotami normy ČSN P 73 0610. Jde o semikvantitativní metodu, přesnost naměřené koncentrace solí je cca 0,05%. Výsledky mohou být zatíženy chybou plynoucí z nerovnoměrného rozložení solí ve zkoumaném materiálu.

Stratigrafie

Leštěné nábrusy připravené zalitím vzorků do syntetické pryskyřice byly pozorovány mikroskopem Nikon MM11 v dopadajícím viditelném a ultrafialovém světle (zdroj UV světla: rtuťová výbojka Osram HBO 100W, fluorescenční filtr: Nikon UV-2A – excitace 330–380 nm, emise >420 nm). Fotografie vzorků byly pořízeny digitálním fotoaparátem Canon EOS 600D.

Pozn.: Odstín barevných vrstev na mikrofotografiích řezu se může lišit od skutečného odstínu. Vlivem zalití vzorku do pryskyřice, leštění řezu a překrytím řezu krycím sklem je zpravidla sytější než odstín povrchu. Ke zkreslení odstínu může dojít i vlivem barevného podání monitoru nebo tiskárny.

3 Výsledky



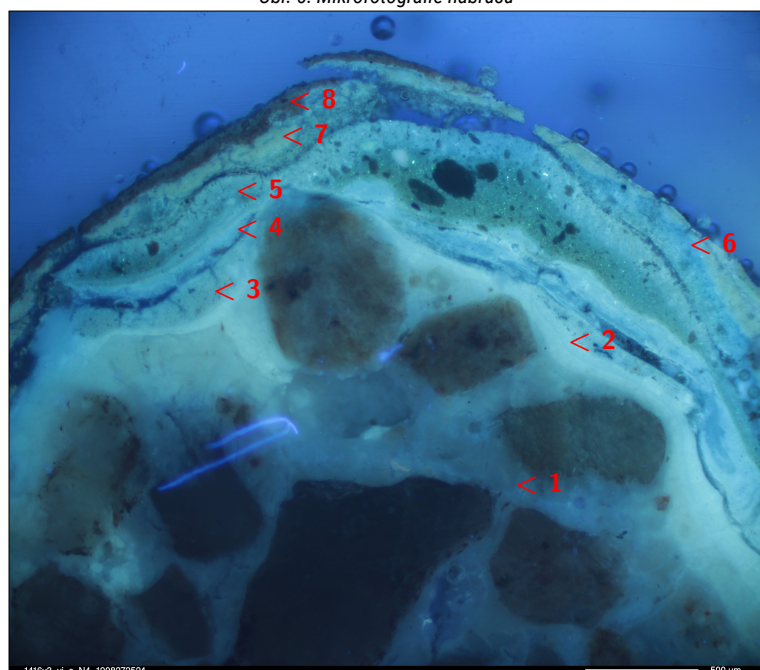
Obr. 5: Mikrofotografie nábrusu

Vzorek VK3

Popis: štuk s barevnými nátěry
Místo: IX. zastavení – portál – horní segmenty
štukového oblouku



Obr. 6: Místo odběru



Obr. 7: Mikrofotografie nábrusu v UV světle



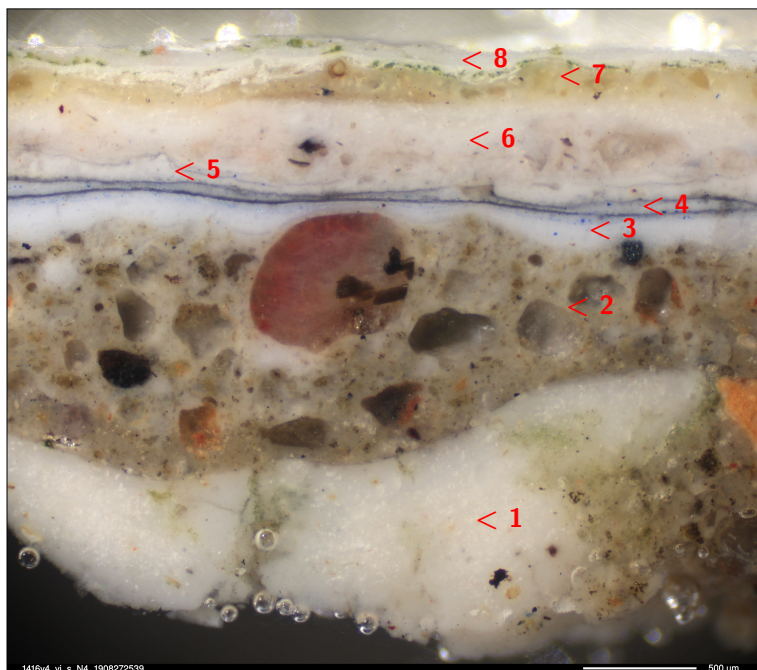
Obr. 8: Povrch vzorku

Vrstva	Popis	HNO ₃	KI	Fe(CN) ₆ ⁴⁻	NaOH	Tloušťka [μm]
8	červený nátěr				rozp.	30–100
7	bílý nátěr pigmentovaný zinkovou bělobou				rozp.	20–80
6	modrý nátěr pigmentovaný modrým ultramarínem				rozp.	20–100
5	zelený nátěr, obsahuje pruskou modř, olovnatou a zinkovou bělobu		Pb		rozp.	100–400
4	zelený nátěr, obsahuje pruskou modř, olovnatou a zinkovou bělobu		Pb		rozp.	20–80
3	světle šedý vápenný nátěr, obsahuje uhlíkatou čern	CO ₂				50–150
2	bílý vápenný nátěr	CO ₂				20–250
1	vápenný štuk	CO ₂		Fe		

Tab. 2: Popis vzorku

Vzorek VF1

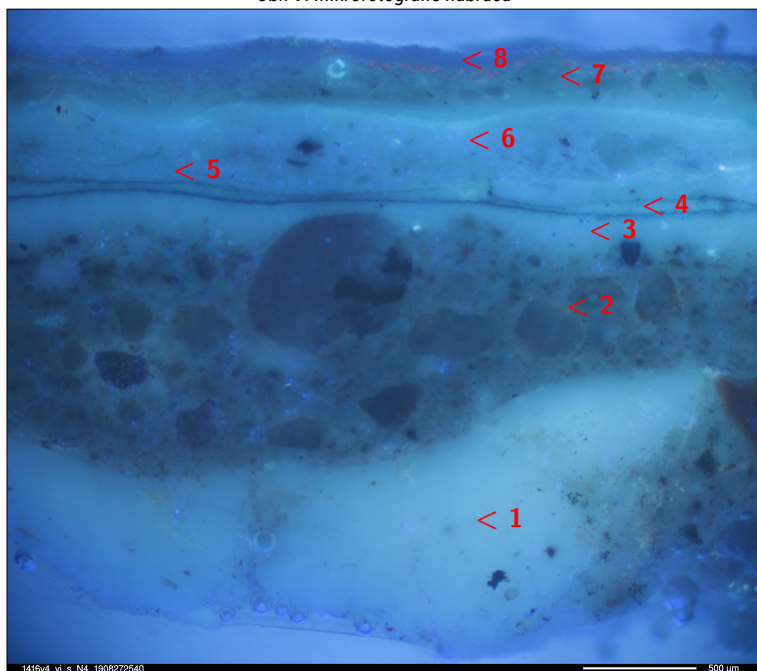
Popis: štuk. vrstva omítky s barev. nátěry
Místo: V. zastavení – boční pravá stěna



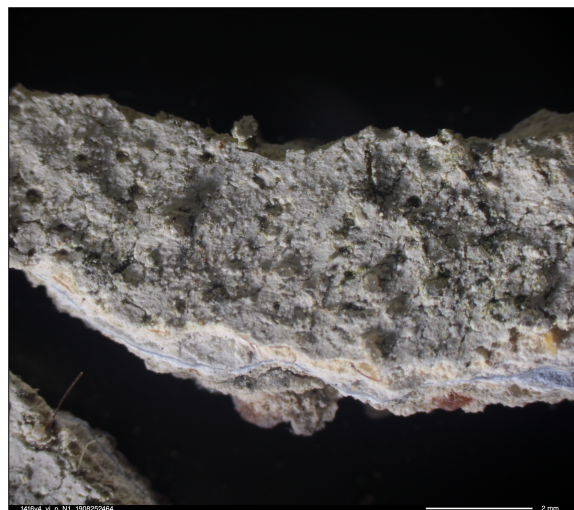
Obr. 9: Mikrofotografie nábrusu



Obr. 10: Místo odběru



Obr. 11: Mikrofotografie nábrusu v UV světle



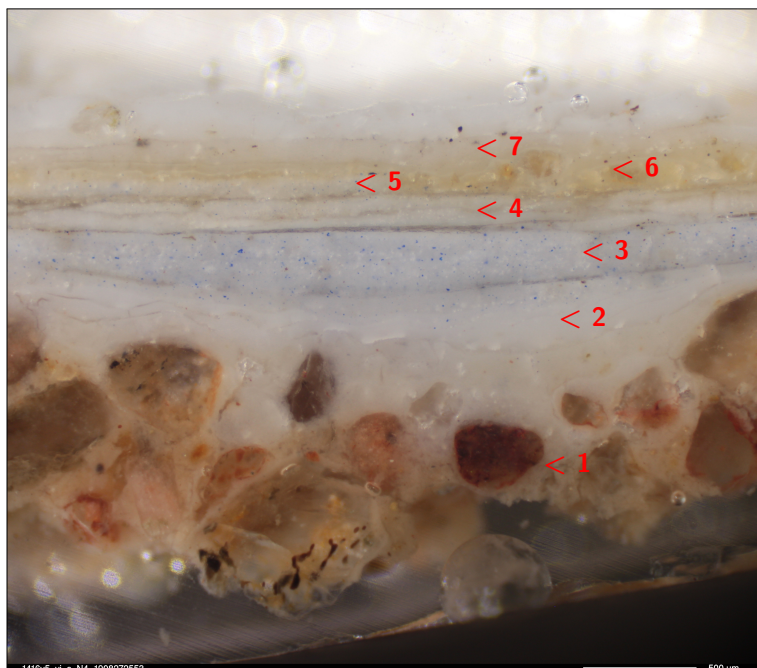
Obr. 12: Povrch vzorku

Vrstva	Popis	HNO ₃	KI	Fe(CN) ₆ ⁴⁻	NaOH	Tloušťka [μm]
8	bílý nátěr	CO ₂		Fe		30–70
7	nažloutlý vápenný nátěr, na povrchu povlak zelené řasy	CO ₂		Fe		70–200
6	lomeně bílý vápenný nátěr	CO ₂		Fe		200–300
5	bílý vápenný nátěr	CO ₂		Fe		30–100
4	světle modrý vápenný nátěr s příměsí ultramarínu, na povrchu vrstva nečistot	CO ₂		Fe		20–60
3	světle modrý vápenný nátěr s příměsí ultramarínu, propojený s předchozí vrstvou, na povrchu vrstva nečistot	CO ₂		Fe		30–150
2	tenká vrstva vápenného štuky, obsahuje portlandský cement	CO ₂		Fe		500–1000
1	bílý vápenný nátěr	CO ₂		Fe		400–900

Tab. 3: Popis vzorku

Vzorek VF2

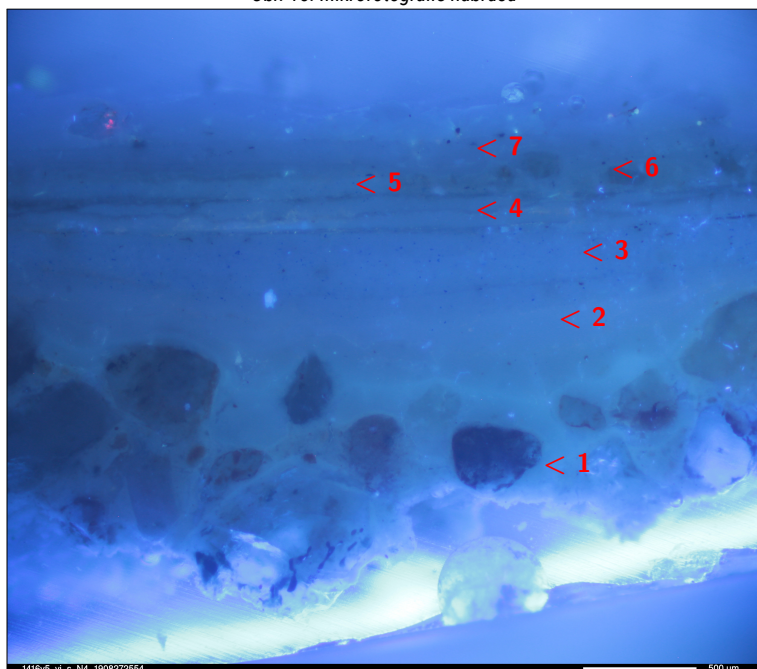
Popis: štuk. vrstva omítky s barev. nátěry
Místo: XII. zastavení – čelní stěna kaple – plocha pilastru nalevo



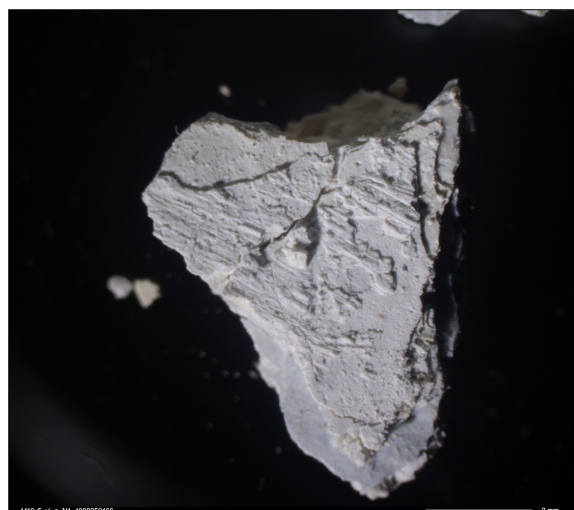
Obr. 13: Mikrofotografie nábrusu



Obr. 14: Místo odběru



Obr. 15: Mikrofotografie nábrusu v UV světle



Obr. 16: Povrch vzorku

Vrstva	Popis	HNO ₃	KI	Fe(CN) ₆ ⁴⁻	NaOH	Tloušťka [μm]
7	souvrství bílých vápenných nátěrů	CO ₂		Fe		100–300
6	nažloutlý vápenný nátěr	CO ₂		Fe		50–150
5	bílý vápenný nátěr s příměsí modrého ultramarínu	CO ₂		Fe		50–80
4	souvrství bílých vápenných nátěrů	CO ₂		Fe		100–150
3	bílý vápenný nátěr s příměsí modrého ultramarínu	CO ₂		Fe		200–300
2	bílé vápenné souvrství, na povrchu vrstva nečistot	CO ₂		Fe		100–500
1	vápenný štuk	CO ₂		Fe		

Tab. 4: Popis vzorku

Stanovení obsahu vodorozpustných solí

Výsledky stanovení jsou uvedeny v následující tabulce. Hodnoty jsou barevně rozlišeny podle klasifikace normy ČSN P 73 0610.

Vzorek	Chloridy	Dusičnany	Sírany	pH
VK1	0,02	0,12	0,19	6
VK2	0,1	0,1	0,16	6

Tab. 5: Výsledky stanovení [hm. %]

4 Závěr

Obsah vodorozpustných solí v odebraných vzorcích omítek je nízký, mírně zvýšený je jen obsah dusičnanů ve **vzorku VK1** a obsah chloridů ve **vzorku VK2**.

Vzorek VK3 odebraný ze štukového oblouku portálu obsahuje okrový vápenný štuk, bílý vápenný nátěr a světle šedý vápenný nátěr pigmentovaný uhlíkatou černí. Následuje několik vrstev olejových nátěrů – nejprve dvě zelené vrstvy s pruskou modří, olovnatou a zinkovou bělobou, dále modrá vrstva se synt. ultramarínem a nejmladší bílý a červený nátěr.

Nejstarší vrstvu **vzorku VF1** ze stěny kaple tvoří bílý vápenný nátěr. Následuje vrstva vápenocementového štku a další dva bílé vápenné nátěry a dále lomeně bílý, nažloutlý a bílý vápenný nátěr.

Vzorek VF2 odebraný z čelní stěny obsahuje okrový vápenný štuk, souvrství bílých vápenných nátěrů a bílý vápenný nátěr s příměsí ultramarínu. Mladší vrstvy podobně jako u předchozího vzorku obsahují bílé a nažloutlé vápenné nátěry.

Přehled vybraných pigmentů je uvedený v následující tabulce.


Pigment	Složení	Použití od
Lazurit (přírodní ultramarín)	$3\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Na}_2\text{S}$	starověk
Azurit	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	starověk
Horská modř	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	800
Indigo	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$	1300
Smalt	Si, Co, K, O, (As, Ni)	1500
Pruská modř	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	1720
Thénardova modř	$\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	1802
Modrý ultramarín (syntetický)	$3\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Na}_2\text{S}$	1830
Kobaltová modř	Co, Zn, O	1900
Ftalocyaninová modř	$\text{Cu}(\text{C}_{32}\text{H}_{16}\text{N}_8)$	1935

Tab. 6: Historie použití modrých pigmentů

Pigment	Složení	Použití od
Křída přírodní	CaCO_3	starověk
Sádra	CaSO_4	starověk
Bílé hlinky	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	starověk
Olovnatá běloba	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$	starověk
Barytová běloba	BaSO_4	1810
Zinková běloba	ZnO	1834
Lithopon	$\text{ZnS} \cdot \text{BaSO}_4$	1853
Titanová běloba (anatas)	TiO_2	1920
Titanová běloba (rutil)	TiO_2	1940

Tab. 7: Historie použití bílých pigmentů

V Praze dne 29. 8. 2019


Ing. Zuzana Valentová


Ing. Michal Pech