

sousoší sv. Floriána, Žireč Chemicko-technologický průzkum A/ Průzkum stavu materiálu B/ Průzkum povrchových úprav

Objekt: sousoší sv. Floriána

Materiál/technika: křemičitý pískovec, původně polychromovaný/sekaná skulptura

Popis objektu a jeho stavu: Na kamenné základně se nachází konvexně vypouklá dvoustupňová podesta. Následuje volutový konkávně probraný podstavec vrcholící přepjatou římsou. Po obou bocích sedí na římsě figury okřídlených andělů v životní velikosti. Na vrcholu římsy je menší volutou ukončený sokl, v jehož čele se nachází figura andílka. Kompozici na vrcholu ukončuje socha sv. Floriána v nadživotní velikosti.

Sousoší je řešeno jednopohledově, pro pohled od komunikace. Záda sousoší jsou řešena jednoduše, až schematicky, což ostře kontrastuje s dynamickou formou přední části.

Stav horniny užitého na sousoší je v dobrém stavu pouze s lokálními poškozeními a zvětráním povrchu. Část povrchu v dešťových stínech je ztmavlá s přítomností krusty. Sochařská výzdoba, ale i zdobený podstavec nese stopy předchozích barevných úprav povrchu, které jsou dochovány v několika nánosech a to zejména na místech chráněných povětrnostním vlivům.

Autor, datace objektu: Jiří František Pacák, 1720-1730

Lokalizace památky/umístění: obec Žireč, místní část Dvora Králové n. Labem, kraj královéhradecký

Bližší lokalizace: silnice 299915, mezi obcemi Žireč a Stanovice, místní část Dvora Králové n. Labem, kraj královéhradecký



Obr. 1: Sousoší sv. Floriána, Žireč. Foto: FR, UPCE, stav říjen/2017.

Informace k průzkumu:

Vlastník objektu/zadavatel průzkumu: Státní statek Jeneč, státní podnik v likvidaci, Třanovského 622/11, Řepy, 163 00 Praha 6

Průzkum realizuje: Fakulta restaurování, Ateliér restaurování kamene a souvisejících materiálů, Univerzita Pardubice, odborné a pedagogické vedení: MgA. Petr Rejman, spolupráce: BcA. Šárka Voláková, student 6. ročníku

Chemicko-technologický průzkum: Ing. Renata Tišlová, Ph.D., Katedra chemické technologie, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

Zadání průzkumu: říjen/2017

Ukončení průzkumu: 10.12.2017

I. Zadání průzkumu

- zjištění stavu sousoší - vizuální průzkum napomohl k základní orientaci v poškození sousoší. Materiál, křemičitý pískovec, patrně lokální provenience, je v celkově v dobrém stavu. Lokálně jsou patrné pouze trhliny a praskliny ve hmotě pískovce, jejichž rozsah a závažnost mají být podrobněji diagnostikovány průzkumem. V rámci průzkumu ultrazvukovou transmisí dojde k lokalizaci těchto poškození, vyhodnocení celkového stavu materiálu ve hmotě i na povrchu. Na základě průzkumu bude možné při vlastním restaurování navrhnout opravné technologie, které zahrnují zejména návrh materiálů a postupů pro zpevnění a provedení doplňků v umělém kameni. Vzhledem k umístění objektu (v blízkosti poměrně rušné komunikace) bude proveden orientační průzkum zasolení objektu (na dvou místech sousoší se zjevnými projevy koroze).

- průzkumu průzkum dochovaných barevných/povrchových úprav - tato část průzkumu se zaměří na průzkum barevných a povrchových úprav, jež jsou dochovány na celém sousoší zejména v místech srážkových stínů. Barevně bylo patrně pojednáno sousoší, ale i část profilovaného soklu s plastickou výzdobou. V rámci průzkumu bude popsána stratigrafie vrstev, a analyzováno jejich složení. Na závěr bude provedena komparace, na jejímž základě bude popsána přibližná barevná koncepce díla. V rámci průzkumu budou zkoumány i další povrchové úpravy díla.

II. Metody průzkumu

i) Ultrazvuková transmise - zjištění stavu objektu, lokalizace poškození

Popis analýzy: viz. dole

Typ přístroje, podmínky měření: Měření bylo provedeno přímé (sondy proti sobě) na přístroji pro měření ultrazvukové transmise Geotron UKS 14 s externími sondami pro menší vzdálenosti (UPG 250 s měřicí frekvencí 250 kHz), rozlišení 0,1 ms. Větší části sousoší byly měřeny pomocí velkých sond s měřicí frekvencí 46 kHz. Při zpracování byla započítána aktuální korekce související s průchodem signálu.

Princip měření ultrazvukové transmise:

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

zdroj signálu > objekt > příjem signálu

Rychlost ultrazvukové transmise v se vypočítá dle vztahu:

$$v = d/t$$

v - rychlost UZ, m/s příp. km/s

d - měřená vzdálenost, cm

t - čas přechodu signálu, μ s

ii) Optická mikroskopie příčných řezů v nepolarizovaném bílém světle a fluorescenci (UV)

Popis analýzy: metoda slouží pro určení a identifikaci povrchových úprav (stratigrafii), podkladu, barevných úprav, lakových vrstev, lazur, příp. depozitů.

Typ přístroje, podmínky měření: optický mikroskop Nikon Eclipse LV-100, pozorování bylo prováděno na příčných řezech vzorky v odraženém bílém a modrém světle a UV fluorescenci (365 nm). Fluorescenční jednotka je vybavena běžným UV filtrem UV-2A.

iii) Skenovací elektronová mikroskopie (SEM) s energiodisperzivním analyzátozem (EDX) - prvková analýza vrstev

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

Typ přístroje, podmínky měření: skenovací elektronový mikroskop Mira 3 LMU (Tescan) s EDX analyzátozem Bruker v modu zpětně odražených elektronů (BSE), při urychlovacím napětí 20 kV. Vzorky byly analyzovány ve vysokém napětí 20-25kV, před analýzou pouhličený. Spektra byla vyhodnocena dle softwaru Quantax 2000.

iv) UV/VIS spektrofotometrie - analýza obsahu anionů vodorozpustných solí

Popis analýzy: při analýze se zjišťuje absorbance (pohltivost) po průchodu světla vzorkem. Vlnová délka paprsku je 360-525 nm. Absorbance se přepočítává na molární koncentraci v mmol/kg a tzv. hmotnostní procento (hm.%). Pro vyhodnocení se využívá rakouská norma Onorm B3355-I (Troddenlegung von feuchtem Mauerwerk - Teil I: Bauwerksdiagnose und Planungsgrundlagen), která klasifikuje koncentrace jednotlivých anionů výsledky a diskutuje je z hlediska možných rizik a následných opatření.

Typ přístroje, podmínky měření: UV/VIS spektrofotometr Beckmann-Coulter DU-40 (Beckmann), vlnová délka světla UV-VIS oblast 360-525 nm. Analýza byla provedena na vzorcích vrtné moučky odebraných z různých výšek podstavce v hloubce od povrchu do 5 cm. Ze vzorků byly připraveny extrakty v destilované vodě. Místa odběru vzorků jsou vyznačena na Obr. 2.

iv) Infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací (FT-IR) - analýza složení povrchových úprav kamene (vzorek ST12/8953 a ST13/8954).

Popis analýzy: metoda slouží pro stanovení přítomnosti organických látek ve vrstvách materiálu. Měření bylo provedeno z povrchových vrstev vzorku, které byly identifikovány jako nejstarší. Vzorky nebyly jinak upravovány.

Typ přístroje, podmínky měření: měření bylo provedeno na infračerveném spektrofotometru s Fourierovou transformací (FTIR) Nicolet 380 se SeZn ATR krystalem. Vyhodnocení spekter bylo provedeno pomocí programu OMNIC 7.3 srovnávací metodou se spektry standardu knihovny FR, Polymers Miracle UP a databáze IRUG (<http://www.irug.org/search-spectral-database>). Protože je tmavá vrstva součástí svrchních vrstev kamene (nelze ji separovat), byla analýza provedena ze vzorku přímo i v extraktu vzorku ve vybraných rozpouštědlech - chloroformu a hexanu.

v) Mikrochemické zkoušky, důkaz přítomnosti vysýchavých olejů - analýza složení povrchových úprav kamene (ST13/8954).

Popis analýzy: metoda slouží pro stanovení přítomnosti organických látek ve vrstvách materiálu. V případě vzorku ST13/8954) byly zkoušky provedeny pro doplnění výsledků FT-IR.

Typ přístroje, podmínky měření: mikrochemické zkoušky se provádí s využitím čidel. U vzorku ST13 byl proveden test na přítomnost vysýchavých olejů. K jeho provedení se využívá principu zmýdelnění (účinkem roztoku čpavku, konc. 1:1 s vodou, dále oxidace pomocí peroxidu vodíku, konc.).

III. Vzorky k analýze

Vzorky povrchových úprav

Ze sousoší byly odebrány vzorky povrchových úprav s cílem popsat výstavbu (stratigrafii) a složení vybraných povrchových úprav. K analýze bylo odebráno celkem 13 vzorků, které byly pro účely průzkumu zpracovány do formy nábrusu zalitím vybraných fragmentů do bezbarvé epoxidové pryskyřice PolyLite 32032. Po vytvrdnutí byly vzorky broušeny a leštěny do vysokého lesku. Před analýzou SEM-EDX pouhličeny.

Dva vzorky ST12 a ST13 jsou vzorky povrchových úprav kamene (nejedná se o barevné úpravy). Vzorky mají charakter úprav povrchu (impregnace, alterace, aj.). Označení vzorků evidenčním číslem vyplývá ze vzorkového katalogu Katedry chemické technologie (KCHT), Fakulta restaurování (FR), kde budou vzorky archivovány.

Vzorek	Popis vzorku	Stručný popis místa odběru
ST1/8937	narůžovělá na šedém a okrovém podkladu	sv. Florián, inkarnát, pravá tvář
ST2/8938	narůžovělá na bílém podkladu	sv. Florián, levá tvář
ST3/8939	červená na bílém podkladu	sv. Florián, helmice, pod chocholem
ST4/8940	souvrství modrých vrstev na okrové	sv. Florián, pod levou paží
ST5/8941	bílý nátěr, alterovaný	sv. Florián, rukáv, pravá strana
ST6/8942	červená na bílém podkladu	sv. Florián, drapérie, rukáv, levá strana
ST7/8943	modro-zelená s tmavě okrovou na povrchu	sv. Florián, suknice
ST8/8944	narůžovělá, inkarnát	levý anděl, inkarnát, krk
ST9/8945	souvrství šedých namodralých úprav	podstavec, architektura
ST10/8946	červená, na souvrství šedo-modrých, se zlacením?	podstavec, mezi kartušemi
ST11/8947	zlacení s překryvnými nátěry	kartuše, akantový list
ST12/8953	tmavě hnědá úprava povrchu kamene	polokruhová nika soklu
ST13/8954	tmavě hnědá úprava povrchu kamene	plocha erbu, zbytky po formování?

Vzorky pro analýzu povrchových úprav. Místa odběru vzorků jsou znázorněna na *Obr. 2 (vpravo)*.

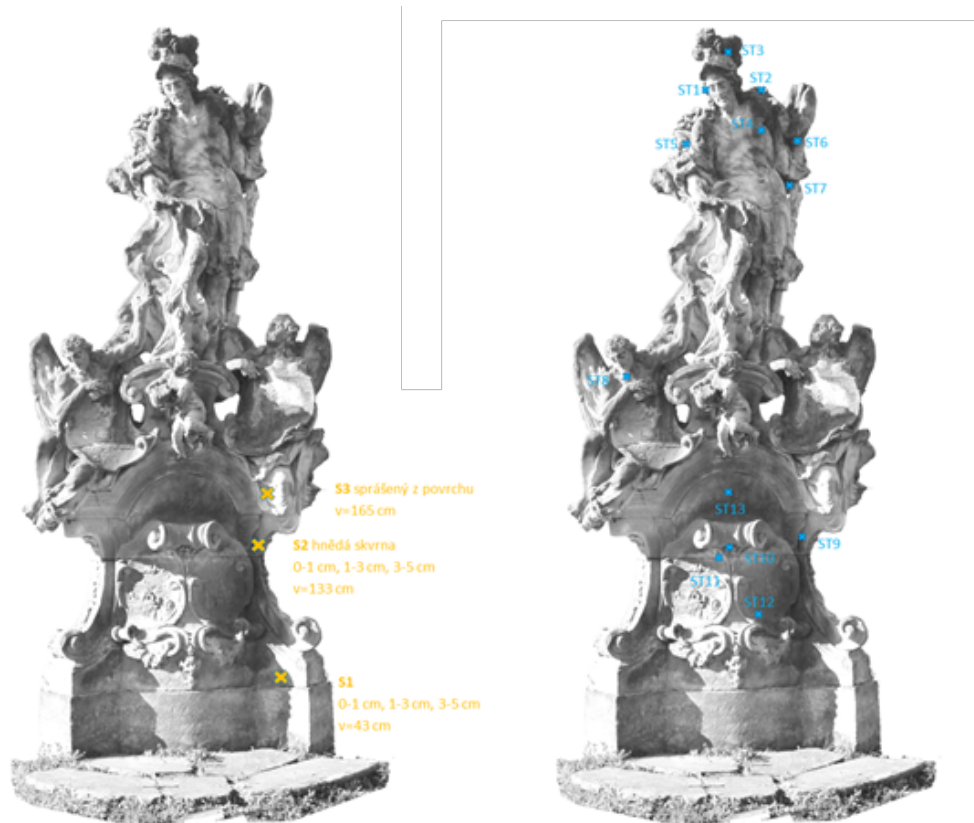
Vzorky pro analýzu obsahu vodorozpustných solí

Vzorky pro analýzu obsahu vodorozpustných solí byly odebrány jako vrtná moučka ze tří výšek na podstavci, do celkové výšky 165 cm, v hloubkovém profilu (0-1, 1-3, 3-5 cm). U vzorku S3 byl proveden pouze odběr povrchového vzorku do hloubky 1 cm.

Označení vzorků:

Vzorek	Popis vzorku	Stručný popis místa odběru
S1/1	vrtná moučka	podstavec, v-43 cm, h-0-1 cm
S1/2		podstavec, v-43 cm, h-1-3 cm
S1/3		podstavec, v-43 cm, h-3-5 cm
S2/1	vrtná moučka	podstavec, v-133 cm, h-0-1 cm
S2/2		podstavec, v-133 cm, h-1-3 cm
S2/3		podstavec, v-133 cm, h-3-5 cm
S3/1	vrtná moučka	podstavec, v-165cm, h-0-1 cm

Místa odběru vzorků jsou znázorněna na *Obr. 2 (vlevo)*.



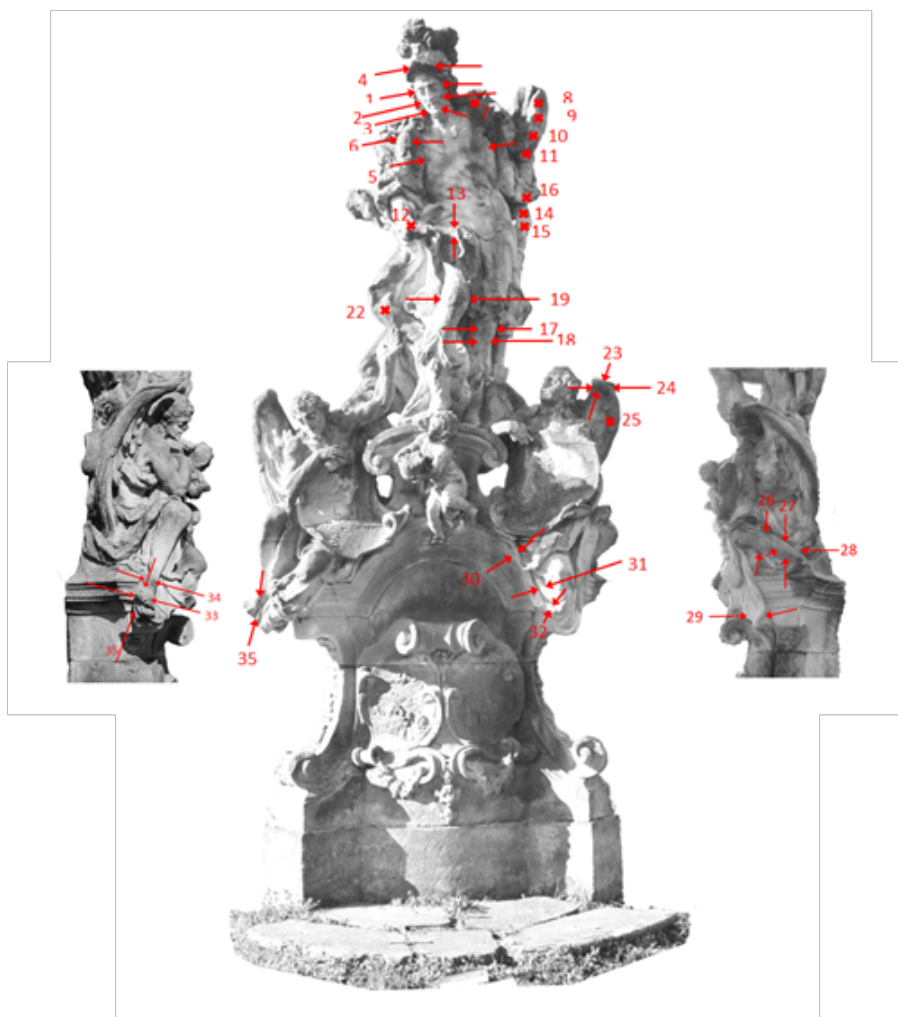
Obr. 2: Sousoší sv. Floriána, Žireč. Místa odběru vzorku - (vlevo) analýza obsahu vodorozpustných solí, (vpravo) místa odběru vzorků povrchových úprav. Grafická úprava a zakreslení: BcA. Šárka Voláková. Detaily míst odběru vzorku jsou uvedeny v Kap.VI. Obrazová příloha.

IV. VÝSLEDKY

IV.1 Průzkum stavu materiálu horniny

Ultrazvuková transmise

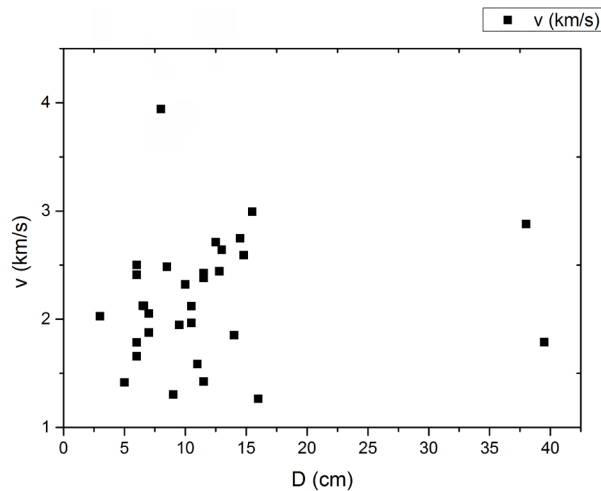
V Obr. 3 jsou zdokumentována místa měření UZ transmise provedené na sousoší sv. Floriána. Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 1, u jednotlivých měření je označen směr měření, vzdálenost sond (tloušťka měřeného materiálu) a vypočítaná rychlost UZ transmise. Hodnoty rychlosti ultrazvukové transmise jsou uvedené v km/s po zohlednění korekce na měřicí sondy. Pokud není hodnota uvedena, signál materiálem neprocházel nebo byl vlivem poškození materiálu zeslaben (viz. Pozn.). Výsledky byly graficky zpracovány do Grafu 1, který vyjadřuje závislost rychlosti UZ transmise na měřené tloušťce materiálu.



Obr. 3: Sousoší sv. Floriána, Žireč. Místa měření UZ transmise. Foto a grafické zpracování: Š. Voláková.

č. m.	Popis, směr měření	směr měření	vzdálenost sond D (cm)	rychlost UZ signálu v (km/s)	Pozn.
1	sv. Florián, spánky	p-l	13,0	2,6	-
2	sv. Florián, líce	p-l	12,8	2,4	-
3	sv. Florián, brada	p-l	6,0	2,4	-
4	sv. Florián, helmice	p-l	14,8	2,6	praskliny, ss
5	sv. Florián, hrudník	p-l	38,0	2,9	-
6	sv. Florián, pravé rameno	p-l	12,5	2,7	-
7	sv. Florián, levé rameno	p-l	14,5	2,7	-
8	prapor, 5 cm od špičky	p-l	17,0	ns	prasklina
9	prapor, 10 cm	p-l	24,0	ns	prasklina
10	prapor, 15 cm	p-l	31,0	ns	prasklina
11	prapor, 20 cm	p-l	39,5	1,8	5 cm pod koncem praskliny
12	zápěstí, pravá ruka	p-l	8,5	2,5	nad prasklinou
13	drapérie	v	6,5	2,1	-
14	drapérie, mezi praporem a zápěstím	p-l	11,5	2,4	pod prasklinou
15	drapérie, mezi praporem a zápěstím	p-l	11,5	2,4	-
16	drapérie praporu	v	6,0	2,5	-
17	levá noha, holeň	p-l	8,0	3,9	-
18	holeň, levá noha	p-l	15,5	3,0	přes defekt
19	pravá noha, koleno	p-l	10,0	2,3	-
20	pravá ruka, prsty	v	9,5	1,9	-
21	pravá ruka, prsty	p-l	7,0	2,0	-
22	drapérie	p-z	7,0	nenaměřeno	
23	pravý anděl, pravé křídlo, ve špičce	v	6,6	2,8	
24	pravý anděl, pravé křídlo, ve špičce	p-l	6,0	1,8	
25	pravý anděl, pravé křídlo, ve špičce	p-z	10,5	2,1	
26	pravý anděl, levé lýtko	v	14,0	1,9	
27	pravý anděl, kontík, přes síť prasklin	v	7,0	1,9	přes síť prasklin
28	pravý anděl, kontík, přes síť prasklin	p-z	10,5	2,0	přes síť prasklin
29	pravý anděl, okraj drapérie	p-z	11,0	1,6	přes praskliny
30	pravý anděl, drapérie u levého kolena	p-l	5,0	1,4	korodovaný povrch
31	pravý anděl, drapérie u levého kolena	p-l	3,0	2,0	korodovaný povrch
32	pravý anděl, drapérie u levého kolena	p-l	6,0	1,7	
33	levý anděl, chodidlo, 5 cm od špičky	p-z	11,5	1,4	přes praskliny, ss
34	levý anděl, chodidlo, 10 cm od špičky	p-z	9,0	1,3	přes praskliny
35	levý anděl, drapérie	v	16,0	1,3	přes praskliny, vss

Tab. I: Hodnoty rychlosti ultrazvukové transmise, sousoší sv. Floriána, Žireč. Pozn.: směry měření vůči pohledové části objektu: v-vertikální, p-z - předozadní, p-l - pravo-levý. Síla signálu: s - slabý, vss - velmi slabý, ns - neměřitelný signál a ds - deformovaný signál.



Graf 1: Závislost rychlosti ultrazvukové transmise na vzdálenosti sond - sousoší sv. Floriána, Žirč. Rychlost UZ transmise je vysoce rozkolísaná, střední hodnoty rychlosti jsou poměrně nízké, v intervalu od 2,0-2,7 km/s. Nižší hodnoty pod 2,0 km/s byly naměřeny při měření na bočních plastikách andělů, obecně na objektu byly nižší hodnoty naměřeny na místech s korodovaným povrchem nebo s přítomností strukturálních poruch (praskliny, trhliny). Na plastice sv. Floriána lze lokálně naměřit i hodnoty nad 2,7 km/s.

Stanovení obsahu vodorozpustných solí

Koncentrace vodorozpustných solí (sírany SO_4^{2-}), dusičnanů (NO_3^-) a chloridů (Cl^-) v odebraných vzorcích je uvedena v Tab. 2. Koncentrace se udává v mmol/kg a hm.% jako množství soli rozpuštěné ve 100 g vzorku.

vzorek, lokalizace místa odběru	hloubka odběru vzorku	sírany (SO_4^{2-})		dusičnany (NO_3^-)		chloridy (Cl^-)	
		hm.%	mmol/kg	hm.%	mmol/kg	hm.%	mmol/kg
S1 podstavec, v-46 cm	hl. 0-1 cm	2,34*	244	0,01	2	0,01	4
	hl. 1-3 cm	0,01	1	0,01	2	0,01	2
	hl. 3-5 cm	0,01	1	0,02	3	0,01	2
S2 podstavec, v- 33 cm	hl. 0-1 cm	0,67*	70	0,04	7	0,02	7
	hl. 1-3 cm	0,06	7	0,07	13	0,04	10
	hl. 3-5 cm	0,12	13	0,06	12	0,03	10
S3 podstavec, v-165 cm	hl. 0-1 cm	1,35*	140	0,01	1	0,01	1

Tab. 2: Koncentrace anionů vodorozpustných solí ve vzorcích odebraných ze sousoší sv. Floriána v Žirči. Koncentrace vodorozpustných solí je vyjádřena v hm. % a mmol/kg. Klasifikace obsahu vyplývá z rakouské normy Onorm B3355-I (Tab. 3). Pozn.* vzorek obsahuje síran vápenatý.

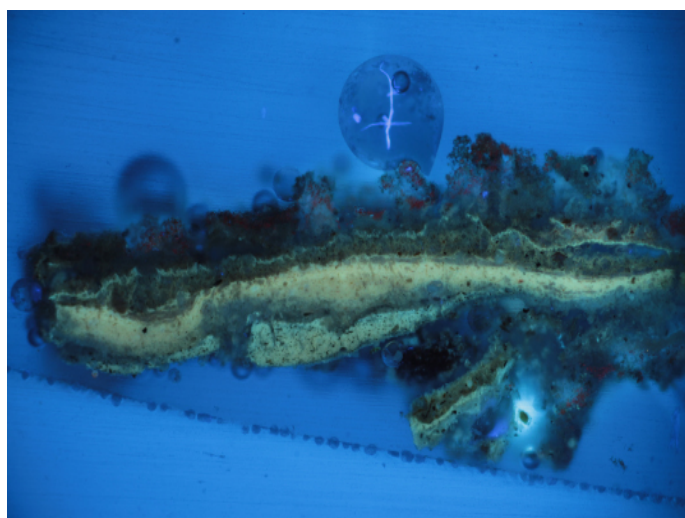
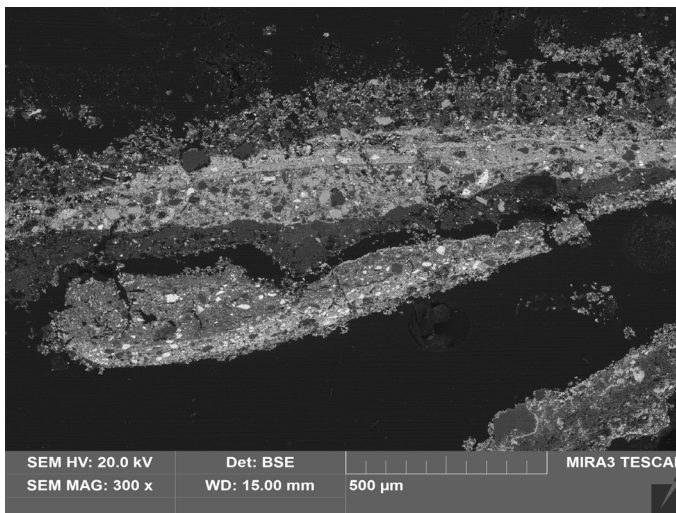
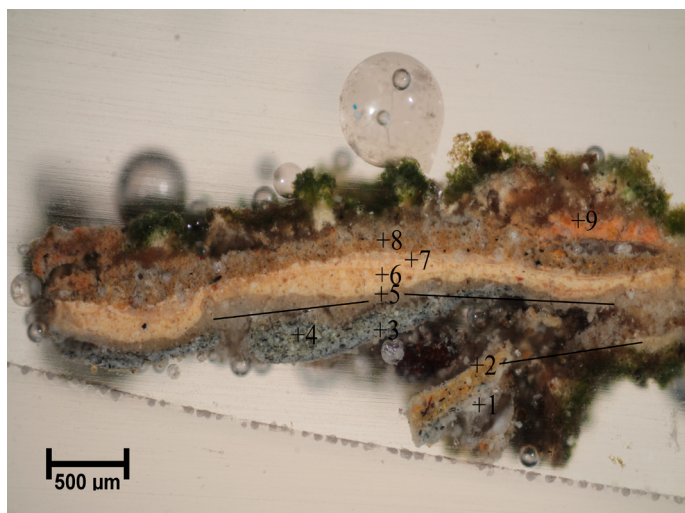
míra zasolení	mezí hodnoty koncentrace (hm.%)	doporučená opatření
nízká	0,01	mezí koncentrace, nevyžaduje žádná opatření
střední	0,19	mezí koncentrace, vyžaduje dílčí opatření
vyšoká	0,8	mezí koncentrace, vyžaduje opatření

Tab. 3: Klasifikace obsahu vodorozpustných solí dle rakouské normy Onorm B3355-I, doporučení na opatření.

STRATIGRAFIE a SLOŽENÍ VRSTEV:

ST1/8937: narůžovělá na šedém a okrovém podkladu

Místo odběru vzorku: sv. Florián, inkárnát, pravá tvář



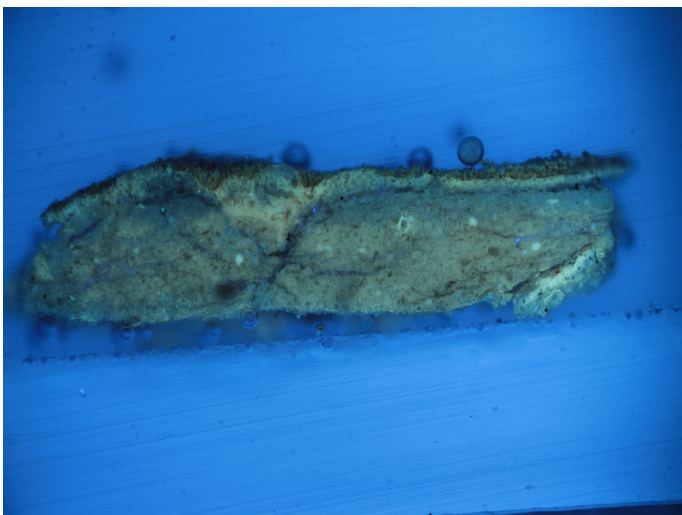
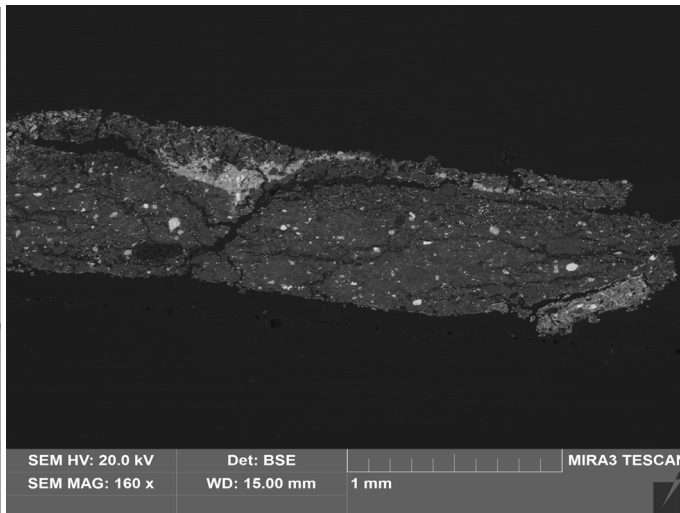
Popis: (1) *sv. šedá*; nesouvislá vrstva/podklad s nazelenalou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, černý pigment je uhlíkatá čern. (2) *okrová*; nesouvislá vrstva/podklad s nazelenalou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu (bílá zrna), žlutou hlinku a patrně i železitou žluť (goethit), černá je uhlíkatá čern (morfologie částice odpovídá révové černi). Obě vrstvy obsahují zvýšený podíl sloučenin s obsahem fosforu (P). (3) *šedá, namodralá*; se žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, malou příměs uhličitánu vápenatého. (4) *šedo-okrová, namodralá*; s žluto-zelenou luminiscencí. Vrstva identického složení jako vrstva 3, rozdíl spočívá ve vyšším obsahu uhličitánu vápenatého, příměsí žluté hlinky. na povrchu vrstvy se vyskytuje rozhraní, defekt. (5) *sv.okrová*; bez výrazné luminiscence. Obsahuje uhličitánu vápenatý (s vysokým obsahem hořčíku), minoritní příměs bílé hlinky, olovnaté běloby. (6,7) *okrová*; vrstvy identického složení (patrně se jedná o dva nánosy barevné úpravy) se žlutou luminiscencí. Hlavní složkou je olovnatá běloba, baryt, proměnlivý je obsah uhličitánu vápenatého a žluté hlinky. (8) *okrová*; se slabou nažloutlou luminiscencí. Nehomogenní vrstva, obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, příměs barytu, žluté hlinky. (9) *oranžovo-červená*; se žlutou luminiscencí. Lokálně dochází vrstva. Obsahuje organické pojivo, olovnaté pigmenty (bělobu), nelze vyloučit příměs minia. Hlavní červený pigment

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	<i>sv. šedá</i> (u vzorku nesouvislá)	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Si, Al, K (P, Na, Fe, P), zrna olovnatá běloba: <u>Pb</u> , bílá hlinka: <u>Si</u> , Al (K, Na)
2	<i>okrová</i> (u vzorku nesouvislá)	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Si, Al, Fe (Ti, P, K), zrna olovnatá běloba: <u>Pb</u> , žlutá hlinka: <u>Si</u> , Al, Fe (K, Na), železitá žluť (goethit): <u>Fe</u> , Ti (K, Mg, Si, Al)
3	<i>šedá, namodralá</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Si, Al (Ti, K, Na, Fe), zrna olovnatá běloba: <u>Pb</u> , uhličitánu vápenatý: <u>Ca</u>
4	<i>šedo-okrová</i>	složení viz. vrstva 3, obsahuje více uhličitánu vápenatého, příměs žluté hlinky
5	<i>sv.okrová</i>	<u>org.</u> , <u>Ca</u> , Mg, (Si, Al, Pb, Fe, Cl), zrna uhličitánu vápenatý: <u>Ca</u> , Mg (poměr ca 2:1), zrno křemen: <u>Si</u>
6, 7	<i>okrová</i> (vrstvy identického složení, patrně se jedná o dva nánosy)	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Ba, S, Si, Al, Fe (Cl, Na, K), zrna baryt (drcený): <u>Ba</u> , <u>S</u> , křemen: <u>Si</u>
8	<i>okrová</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Si, Al, Ba, S, Fe (K, Ca, Mg), zrna olovnatá běloba: <u>Pb</u> , baryt (drcený): <u>Ba</u> , <u>S</u>
9	<i>oranžovo-červená</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Si, Al, Fe (Ca), zrna olovnatá běloba nebo minium: <u>Pb</u> , červená hlinka: <u>Si</u> , Al, Fe, K (Ca, Pb z matrice)

ST2/8938: narůžovělá na sv. okrovém podkladu

Místo odběru vzorku: sv. Florián, inkarnát, levá tvář



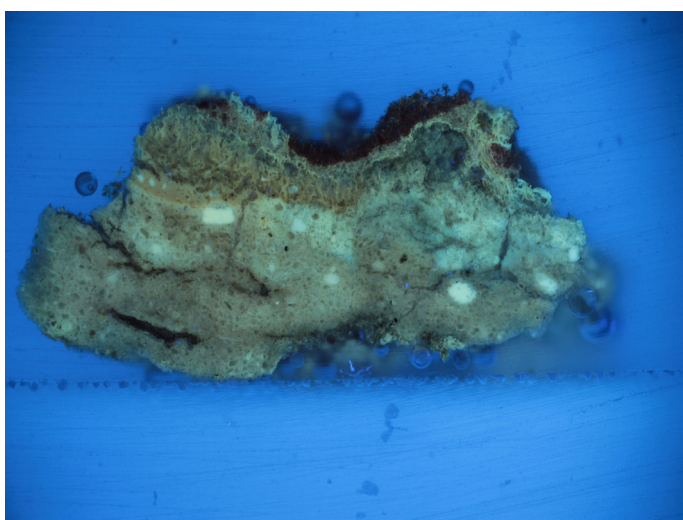
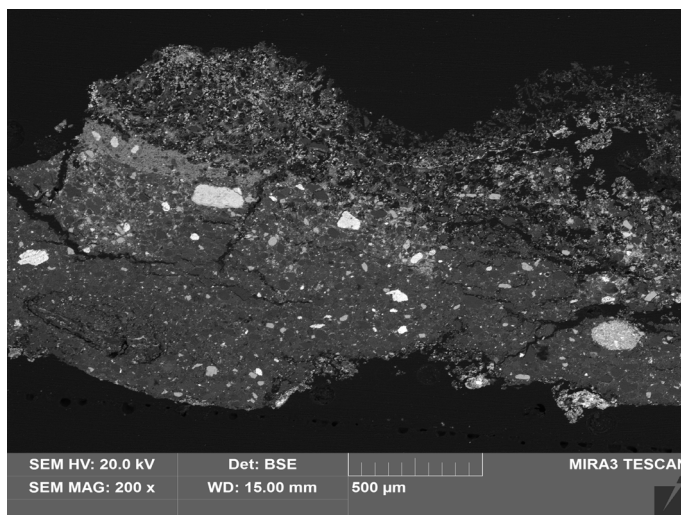
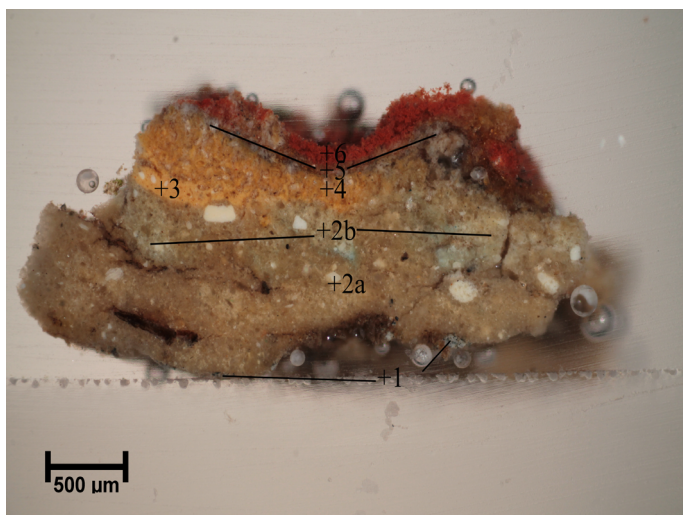
Popis: (1) *sv. šedá*; nesouvislá vrstva/podklad s nazelenalou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, příměs uhlíčitanu vápenatého, černý pigment je uhlíkatá čern. (2) *okrová*; fragmenty vrstvy. Složení vrstvy odpovídá vrstvě 1, pouze s vyšším obsahem žluté hlínky. (3) *sv.okrová*; se slabou žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje uhlíčitan vápenatý (s vysokým podílem hořčíku, příměs olovnaté běloby, barytu a malou příměs žluté hlínky. (4) *sv.okrová*; se slabou žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje uhlíčitan vápenatý (s vysokým obsahem hořčíku, viz. vrstva 5 u vzorku ST1)), minoritní příměs bílé hlínky, olovnaté běloby. (5) *okrová*; se žluto-zelenou luminiscencí. Hlavní složkou je olovnatá běloba, příměsí tvoří baryt a žlutá hlinka. (6) *červeno-okrová*; se žluto-zelenou nevýraznou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, červenou a žlutou hlinku, baryt a příměs uhlíčitanu vápenatého. Lokálně byla identifikována ojedinělá zrna obsahující rtuť (rumělka?, její přítomnost nelze jednoznačně prokázat).

a | b | c | a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotoграфováno při zvětšení na mikroskopu 50x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	<i>sv. šedá</i> (u vzorku nesouvislá)	<u>org.</u> , Pb , Si, Al, Ca (Mg, Fe, K), zrna olovnatá běloba: Pb , bílá hlinka: Si , Al (K, Na)
2	<i>okrová</i> (u vzorku nesouvislá)	-
3	<i>okrová</i>	<u>org.</u> , Ca , Mg, (Si, Al, Pb, Fe, Cl), zrna uhlíčitan vápenatý: Ca , Mg (poměr ca 2:1), zrno křemen: Si
4	<i>okrová</i> (vrstva identického složení, s vrstvou 3, patrně se jedná o dva nánosy)	složení viz. vrstva 3
5	<i>okrová</i>	<u>org.</u> , Pb , Ba, S, Si, Al, Fe (Cl, Na, K), zrna baryt (drcený): Ba , S , křemen: Si
6	<i>červeno-okrová</i> (nesouvisle dochovaná)	<u>org.</u> , Pb , Si, Al, Ba, S, Ca (K, Fe, Ti, Mg), zrna olovnatá běloba: Pb , baryt (drcený): Ba , S , uhlíčitan vápenatý: Ca (Mg)

ST3/8939: červená na sv. okrovém podkladu

Místo odběru vzorku: sv. Florián, helmice, pod chocholem

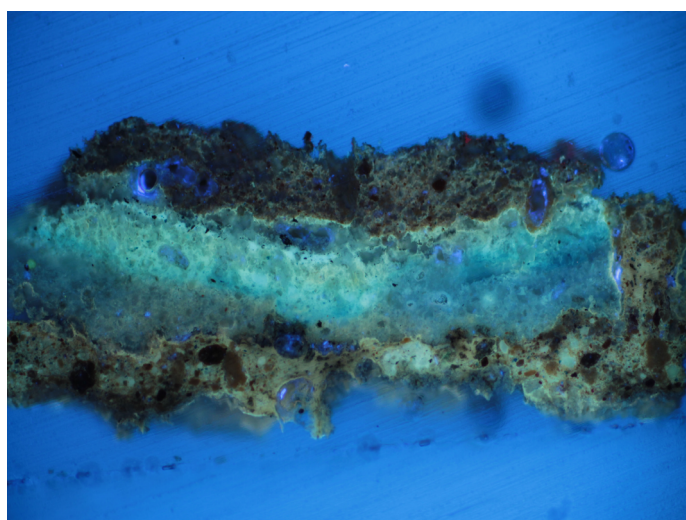
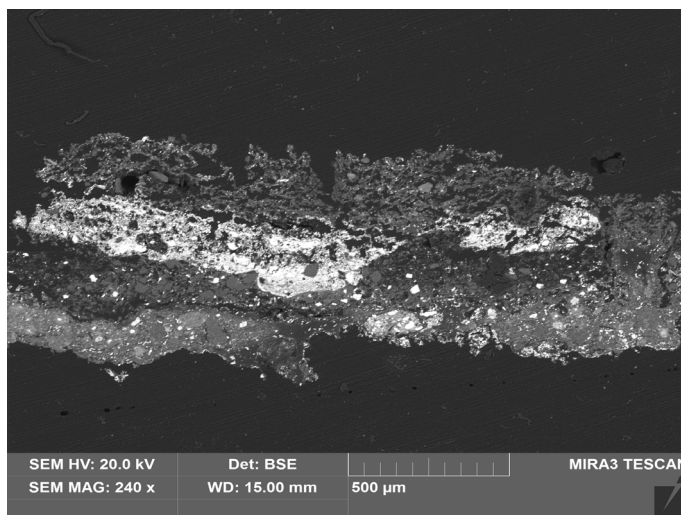
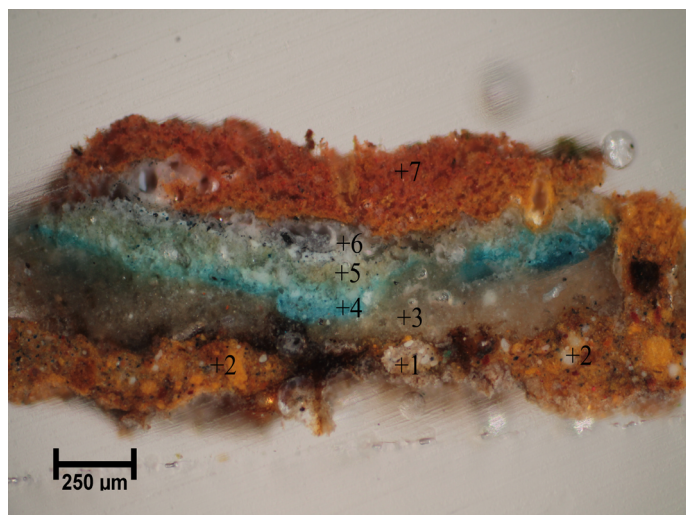


Popis: (1) **sv. šedá**; fragmenty vrstvy s nažloutlou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, příměs bílé hlinky (ve vrstvě jsou patrná ojedinělá zrna černého pigmentu) (viz. vrstva 1 u vzorku ST1 i ST2). (2) **sv. okrová**; dva nánosy, se slabou žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje uhličitán vápenatý (s vysokým podílem hořčíku), příměs olovnaté běloby, ostatní příměsí tvoří baryt a žlutá hlinka. Nelze vyloučit malou příměs bílé hlinky. Svrchní vrstva obsahuje více olovnaté běloby. (3) **sv. okrová**; se slabou žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, žlutou hlinku, železitou žluť, příměs uhličitánu vápenatého. (4) **okrová**; s nezřetelnou nažloutlou luminiscencí. Vrstva má porézní strukturu. Hlavní složkou je žlutá hlinka a olovnatá běloba, minoritně zastoupené příměsí tvoří uhličitán vápenatý. (5) **sv. okrová**; tenká vrstva/podklad, s nažloutlou luminiscencí. Vrstva se vyznačuje proměnlivou tloušťkou. Na SEM snímku nelze odlišit od vrstvy 3 a 5 (bez rozhraní). Vrstva se vyznačuje podobným složením s vrstvou 4 - obsahuje zejména olovnatou bělobu, oproti vrstvě 4 je nižší obsah žluté hlinky a uhličitánu vápenatého. (6) **červená**; luminiscence vrstvy není patrná. Obsahuje organické pojivo, olovnaté pigmenty (patrně olovnatou bělobu, nelze však vyloučit ani užití příměsí červeného minia), hlavní červený pigment je červená hlinka. Z minoritních příměsí jsou zastoupeny uhličitán vápenatý. Vrstva je sulfatizovaná. Povrch vrstvy obsahuje více červeného okru, méně olovnaté běloby.

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 50x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	sv. šedá (fragmenty vrstvy)	org., Pb , Si, Al (Cl, Na, K, Fe), zrna olovnatá běloba: Pb
2	sv. okrová (identická s vrstvou 5 u vzorku ST1, 3 u vzorku ST2)	Ca , Mg, Pb, Si, Al (Ba, S), zrna uhličitán vápenatý: Ca , Mg (poměr ca 2:1), zrno olovnatá běloba: Pb , ojedinělá zrna baryt (drcený): Ba, S
3	okrová	org., Pb , Si, Al, Fe, Ca (s malou příměsí Mg) (K, Ti), zrna olovnatá běloba: Pb , zrna žlutý okr: Si , Al, Fe (K, Ti), zrna železitá žluť: Fe , K, zrna uhličitán vápenatý: Ca (Mg)
4	okrová (porézní)	org., Si , Al, Pb, Fe (K, Ca, Mg, K), zrno žlutá hlinka: Si , Al, Fe, K (kontaminace dalšími složkami vrstvy Ca, Pb), zrno olovnatá běloba: Pb , zrno křemen: Si
5	sv. okrová	org., Pb , Si, Al (K, Ca, Fe)
6	červená-okrová	Pb , Si, Al, Fe (Ca, K, Mg), povrch obsahuje více červené hlinky, méně olovnaté běloby. zrna červená hlinka: Si , Al, Ca, Fe (K, P, Pb), lokálně zrna křemen: Si , vrstva je sulfatizovaná: Ca, S

ST4/8940: souvrství modrých vrstev na okrové
Místo odběru vzorku: sv. Florián, pod levou paží



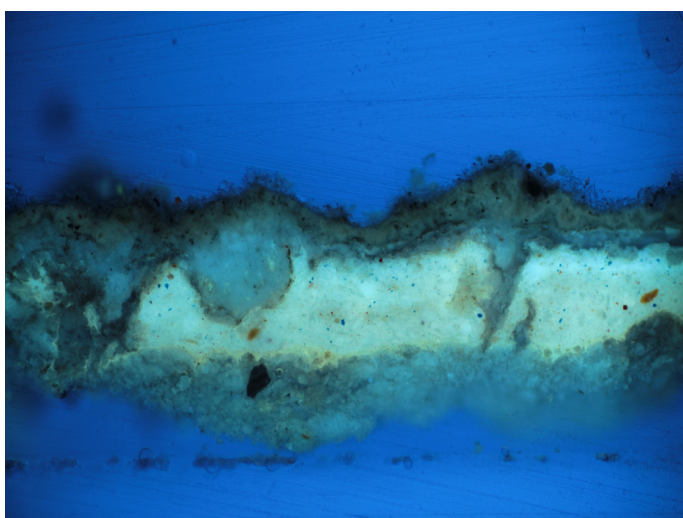
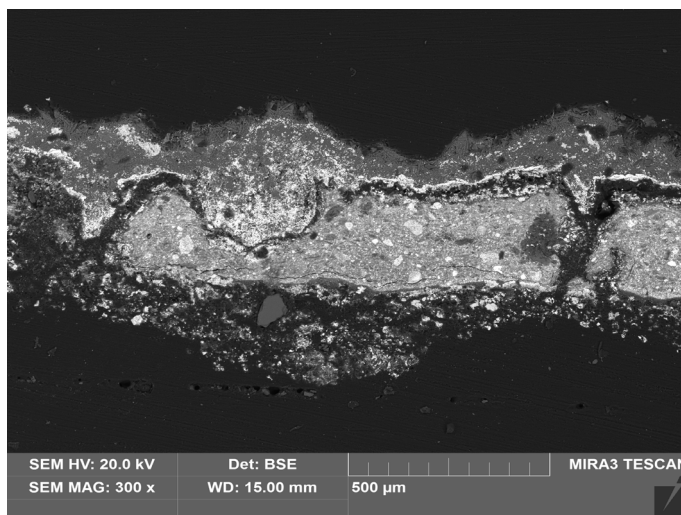
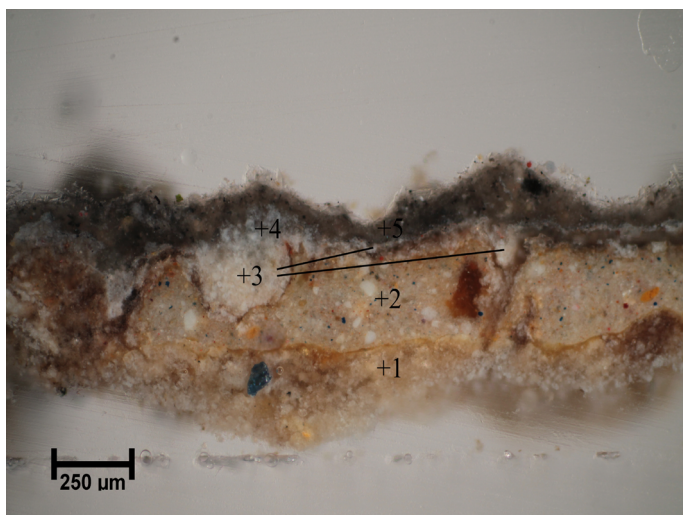
Popis: (1) **bílá;** nesouvislá vrstva/podklad s nazelenalou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, příměs uhličitanu vápenatého. (2) **okrová;** výrazná vrstva žluto-oranžové barevnosti. Vrstva se vyznačuje vyšším obsahem žluté a oranžové hlinky s příměsí olovnaté běloby a malou příměsí uhličitanu vápenatého. Ve vrstvě jsou dále patrná ojedinělá zrna uhlíkaté černě. (3) **sv.okrová;** se slabou nažloutlou luminiscencí. Obsahuje uhličitán vápenatý (s vysokým podílem hořčíku, příměs olovnaté běloby, barytu a malou příměs žluté nebo bílé hlinky (vrstva identická např. s vrstvou 5 u vzorku ST1 nebo 3 u vzorku ST2, viz. dále vyhodnocení výsledků). (4) **modrá;** s žluto-zelenou, namodralou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, drčený baryt, malou příměs uhličitanu vápenatého, modrý pigment je směs organického barviva a modrého ultramarínu. (5) **sv. zeleno-modrá;** se žluto-zelenou luminiscencí, vrstva se vyznačuje identickým složením, zelený pigment je organické barvivo srážené na baryt, vrstva obsahuje malou příměs modrého pigmentu (viz. vrstva 4). (6) **sv. šedá;** se žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, malou příměs bílé hlinky, černý pigment je uhlíkatá černě. (7) **okrovo-oranžová;** s nevýraznou žluto-zelenou luminiscencí. Hlavní složku vrstvy tvoří žlutá a červená hlinka, olovnatá běloba (nelze vyloučit i příměs jiných olovnatých pigmentů), malá příměs uhličitanu vápenatého.

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	hnědo-okrová (fragменты vrstvy)	org. , Pb , Si, Al, Ca, K, Fe (Mg, Na, Ti), zrna olovnatá běloba: Pb
2	okrová	org. , Si , Al, Pb, Fe, K (Ca, Ti), zrna olovnatá běloba: Pb , zrna žlutá hlinka (výrazná barevnost): Si , Al, Fe, zvýšený obsah K, zrna oranžová hlinka: Si , Fe, Al (K), lokálně zrna uhlíkaté černě: C
3	sv. okrová	Ca , Mg, Si, Al (Ba, Pb, S), zrna uhličitán vápenatý: Ca , Mg (poměr ca 2:1), zrno olovnatá běloba: Pb , ojedinělá zrna baryt (drčený): Ba , S
4	modrá	org. , Pb , Ba, Si, Al (K, Ca, Fe, Ti), modré zrno: org. , tmavě modrá zrna ultramarín: Si , Al, S, K, Mg, Fe (Ca), zrna baryt (drčený): Ba , S
5	sv. zeleno-modrá	org. , Pb , Ba, S (Si, Al, K, Ca), sv. zelené zrno: org. , Ba , S , zrna baryt (drčený): Ba , S
6	sv. šedá	org. , Pb , Si, Al, zrna černého pigmentu: C
7	okrovo-oranžová	org. , Si , Al, Pb, Fe, Ca (K, Mg, Ti), žlutá hlinka: Si , Al, Fe (K, Ti), červená hlinka: Si , Fe, Al (K)

ST5/8941: bílý nátěr povrchově alterovaný

Místo odběru vzorku: sv. Florián, drapérie, rukáv, pravá strana



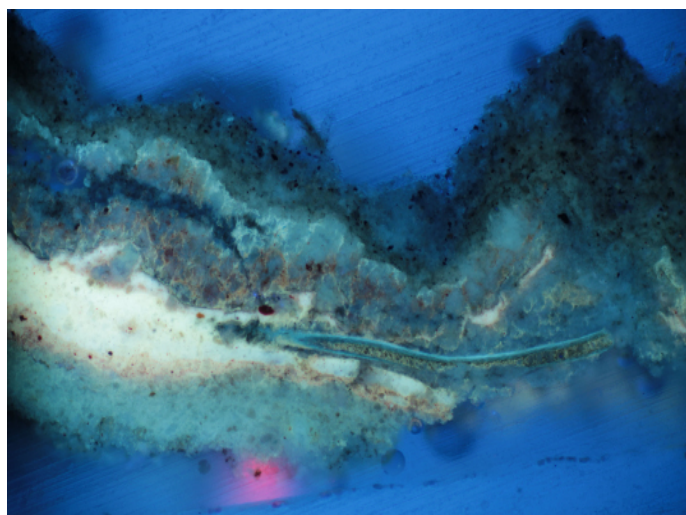
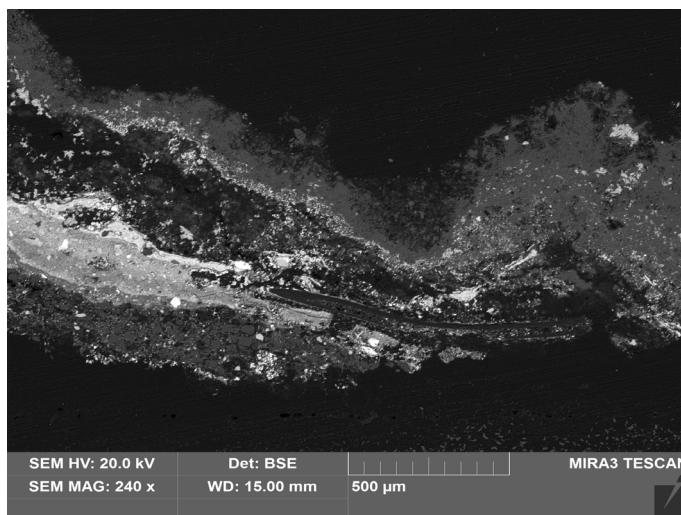
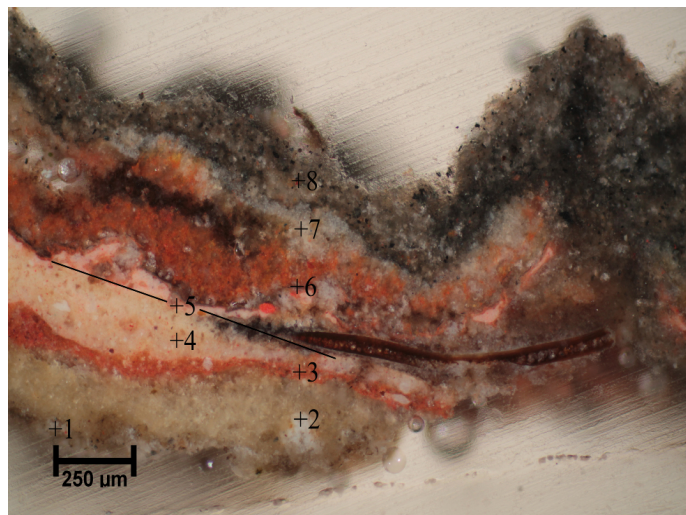
Popis: (1) **okrová**; s nevýraznou nažloutlou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, malou příměs uhličitanu vápenatého, ojediněle příměs žlutého okru, na povrchu vrstvy je patrné rozhraní tvořené odloučeným organickým pojivem. (2) **okrová**; s bílo-žlutou luminiscencí. Silná vrstva tl. ca 300 nm. Vrstva obsahuje směs olovnaté běloby s příměsí barevných pigmentů žlutého okru a ojedinělou příměsí modrého ultramarínu. Na povrchu vrstvy rozhraní tvořené vyloučeným pojivem. (3) **bílá**; vrstva proměnlivé tloušťky s namodralou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, příměs uhličitanu vápenatého a malou příměs bílé hlinky. (4) **sv. šedá**; se slabou nažloutlou luminiscencí. Hlavní složky tvoří olovnatá běloba, příměs uhličitanu vápenatého a bílé hlinky. Může se též jednat o druhý nános vrstvy 3 (na snímku SEM není patrné výrazné rozhraní mezi vrstvami, liší se pouze nižším obsahem olovnaté běloby). (5) **šedo-černá**; sulfatizace vrstvy 4. Obsahuje síran vápenatý, složení vrstvy dále odpovídá vrstvě 4.

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	okrová	<u>org.</u> , Pb , Si, Al, Ca (K, Ti, Fe, místy zvýšený obsah P), zrna olovnatá běloba: Pb
2	sv. okrová	<u>org.</u> , Pb , Si, Al (Ca, Fe, Na, K), zrna olovnatá běloba: Pb , zrna žlutý okr: Si , Fe, Al (K), zrna modrý ultramarín (jemnozrnná): Si, Al, S, Na (K)
3	bílá	<u>org.</u> , Pb , Ca (Si, Al, Mg), zrna olovnatá běloba: Pb , zrna uhličitán vápenatý: Ca (Mg)
4	sv. šedá	<u>org.</u> , Pb , Ca, Si, Al, K (Mg, P), zrna olovnatá běloba: Pb
5	černá	Ca, S (další prvkové složení odpovídá vrstvě 4)

ST6/8942: červená bílém podkladu

Místo odběru vzorku: drapérie, rukáv, levá strana



a	b
c	

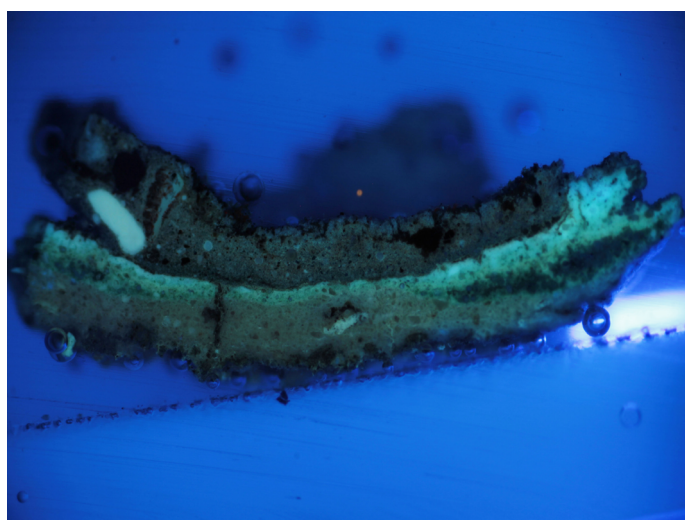
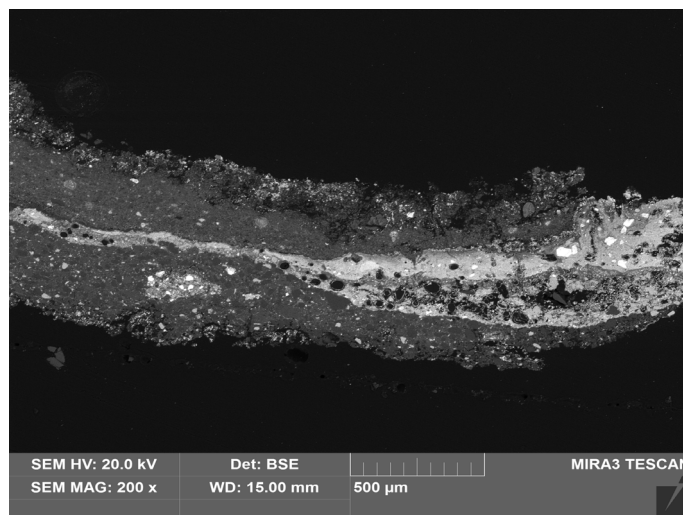
a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Popis: (1) *bílá*; fragmenty vrstvy/podkladu s nazelenalou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, základní složky vrstvy tvoří olovnatá běloba, příměs bílé hlínky, (2) *sv.okrová*; se slabou nažloutlou luminiscencí. Obsahuje uhlíčan vápenatý (s vysokým podílem hořčíku, příměs olovnaté běloby, barytu a malou příměs žluté nebo bílé hlínky (vrstva identická např. s vrstvou 5 u vzorku ST1 nebo 3 u vzorku ST2, opakuje se i u dalších vzorků, viz. dále vyhodnocení výsledků). (3) *růžovo-červená*; s výraznou nažloutlou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, drcený baryt, příměs uhlíčitanu vápenatého, červený pigment je červená hlínka (s vysokým podílem železa), další červený pigment je patrně minium (lokálně zrna s obsahem olova). (4) *sv. růžová*; s nažloutlou luminiscencí. Hlavní složku vrstvy tvoří olovnatá běloba a malá příměs minia, vrstva obsahuje malou příměs hlínky, barytu. (5) *růžovo-oranžová*; tenká se žluto-zelenou luminiscencí. Složením odpovídá vrstvě 4. Obsahuje více minia (výrazná oranžová zrna). (6) *okrovo-červená*; porézní vrstva s nevýraznou žluto-zelenou luminiscencí. Hlavní složku vrstvy tvoří olovnatá běloba a uhlíčan vápenatý, červená je hlínka, vrstva obsahuje i příměs žluté hlínky. Nelze vyloučit příměs minia. (7) *bílá*; nesouvislá, silně degradovaná vrstva s výraznou žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, uhlíčan vápenatý, proměnlivé množství bílé hlínky. Povrch vrstvy je ztmavlý, sulfatizovaný (8).

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	<i>hnědo-okrová</i> (fragменты vrstvy)	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Si, Al, ve vrstvě mohou být obsaženy další složky, které v dochovaných fragmentech nemohly být detekovány
2	<i>sv. okrová</i>	<u>org.</u> , <u>Ca</u> , Mg, Pb, Si, Al (Ba, S, K, Fe, P), zrna uhlíčan vápenatý: <u>Ca</u> , Mg (poměr ca 2:1), zrno olovnatá běloba: <u>Pb</u> , ojedinělá zrna baryt (drcený): <u>Ba</u> , <u>S</u>
3	<i>růžovo-červená</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , Ba, S, Si, Al, Fe (Ca, Mg, P), červený okr: <u>Fe</u> , Si, Al (vysoký obsah železa), olovnatá běloba: <u>Pb</u> , zrna baryt (drcený): <u>Ba</u> , <u>S</u>
4	<i>sv. růžová</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , (Si, Al, Fe, Ba, S), olovnatá běloba: <u>Pb</u> , minium: <u>Pb</u>
5	<i>růžovo-oranžová</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , (Si, Al, Fe, Ba, S, místy Cd - znečišťující příměs?), olovnatá běloba: <u>Pb</u> , minium: <u>Pb</u>
6	<i>okrovo-červená</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , <u>Ca</u> , Si, Al, K, Fe (Mg), zrna červený okr: <u>Si</u> , Al, Fe, K (vysoký obsah železa - Si/Fe=1/1)
7	<i>bílá</i>	<u>org.</u> , <u>Pb</u> , <u>Ca</u> , (Si, Al, K), olovnatá běloba: <u>Pb</u> , zrna uhlíčan vápenatý: <u>Ca</u> (stopy Mg)
8	<i>šedo-černá</i>	<u>Ca</u> , <u>S</u> (další prvkové složení odpovídá vrstvě 7)

ST7/8943: modro-zelená na okrovém podkladu

Místo odběru vzorku: sv. Florián, pod levou paží



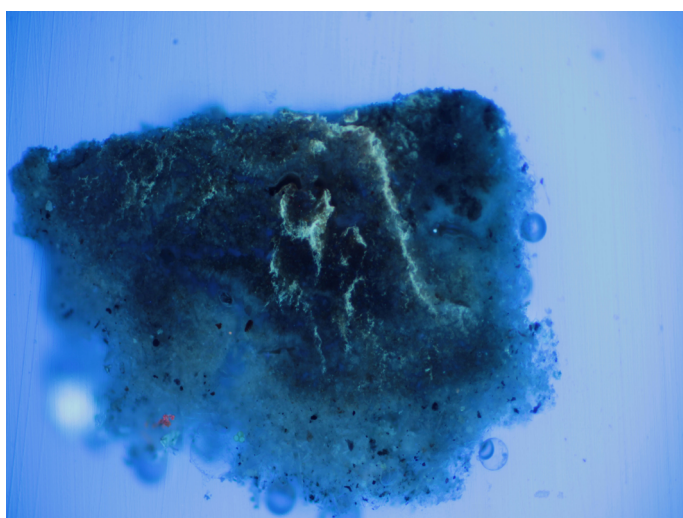
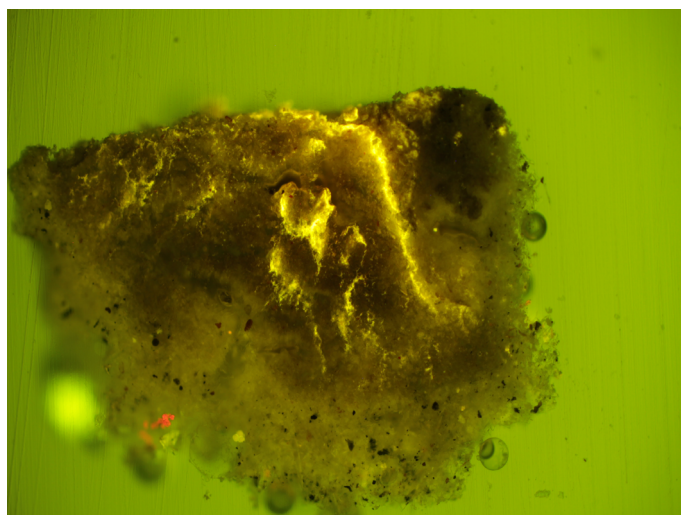
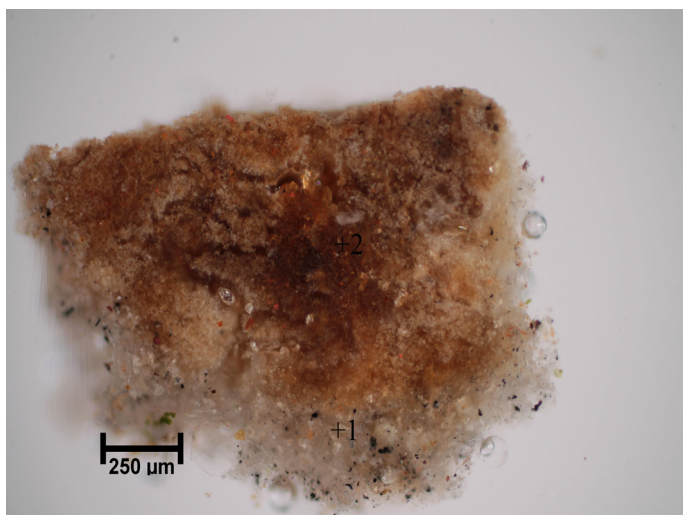
Popis: (1) **sv.okrová;** se slabou nažloutlou luminiscencí. Obsahuje uhličitán vápenatý (s vysokým podílem hořčíku), příměs olovnaté běloby, bílé hlinky a ojedinělými zrny barytu (vrstva identická např. s vrstvou 5 u vzorku ST1 nebo 3 u vzorku ST2, opakuje se i u dalších vzorků, viz. dále vyhodnocení výsledků). (2) **zelená;** bez luminiscence. Obsahuje olovnatou bělobu, drcený baryt, příměs uhličitánu vápenatého (s vysokým podílem uhličitánu hořečnatého), bílou hlinku, zelený pigment je patrně organické barvivo srážené na baryt, nelze vyloučit příměs země-zelené. (3) **sv. zelená;** s nažloutlou luminiscencí. Hlavní složku vrstvy tvoří olovnatá běloba a malá příměs hlinky, zelený pigment je patrně organické barvivo (vrstva neobsahuje baryt), nelze vyloučit příměs země-zelené, ve vrstvě jsou lokálně patrná žlutá zrna okru. (4) **sv. zelená;** s žluto-zelenou, bělavou luminiscencí. Složení vrstvy odpovídá vrstvě 3. (5) **hnědo-červená;** barevná vrstva nevýraznou žluto-zelenou luminiscencí, s obsahem červené a hnědo-červené hlinky, olovnaté běloby a malou příměsí uhličitánu vápenatého. (6) **načervenalá;** s nevýraznou žluto-zelenou luminiscencí, vrstva obsahuje směs olovnaté běloby, žluté, červené a žluto-červené hlinky, malou příměs uhličitánu vápenatého. Nelze vyloučit příměs červeného minia.

a | b | c
c | a | b | c
a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	sv. okrová	org., Ca, Mg, Pb, Si, Al (Ba, S, K), zrna uhličitán vápenatý: Ca, Mg (poměr ca 2:1), zrno olovnatá běloba: Pb, ojedinělá zrna baryt (drcený): Ba, S
2	zelená	org., Pb, Ba, S, Si (Al, Ca, Fe), zelené zrno-baryt (drcený): organické barvivo srážené na baryt Ba, S, místy zrna uhličitánu vápenatého: Ca, Mg (poměr ca 2:1), nelze vyloučit malou příměs země-zelené.
3	sv. zelená	org., Pb, (Si, Al, Fe, Mg), zrna olovnatá běloba: Pb, zelený pigment je pravděpodobně organické barvivo, místy jsou patrná žlutá zrna okru, nelze vyloučit malou příměs země-zelené.
4	sv. zelená	org., Pb, Ba, S (Si, Al, Ca, Fe), zelený pigment je pravděpodobně zelené barvivo, v zelených zrnech byl zjištěn obsah byrytu nebo olovnaté běloby, nelze vyloučit příměs země-zelené.
5	hnědo-červená	org., Si, Al, Pb, Fe (K, Ca, Na)
6	načervenalá	org., Pb, Si, Al, Fe (K, Ca, Na, Mg), zrna červený okr: Si, Al, Fe, K (K, Ca, Na), oranžovo-červené zrno: Si, Al, Fe, Ti, K (Ca, Na, Mg), žlutý okr: Si, Al, Fe, zrno olovnatá běloba: Pb

ST8/8944: narůžovělá, inkarnát

Místo odběru vzorku: levý anděl, inkarnát, krk



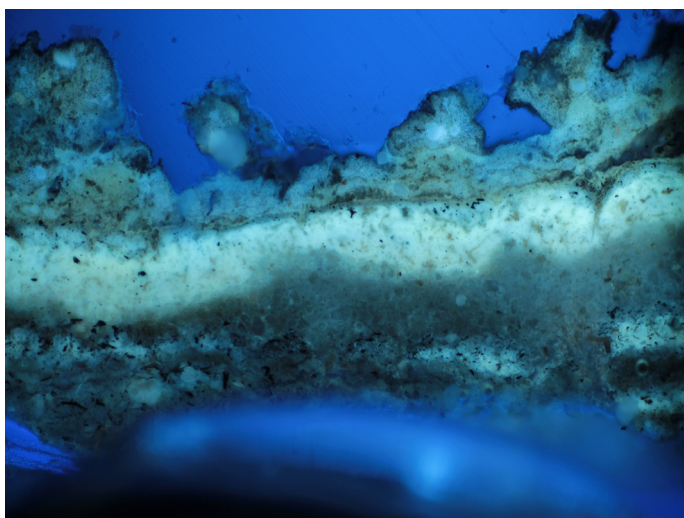
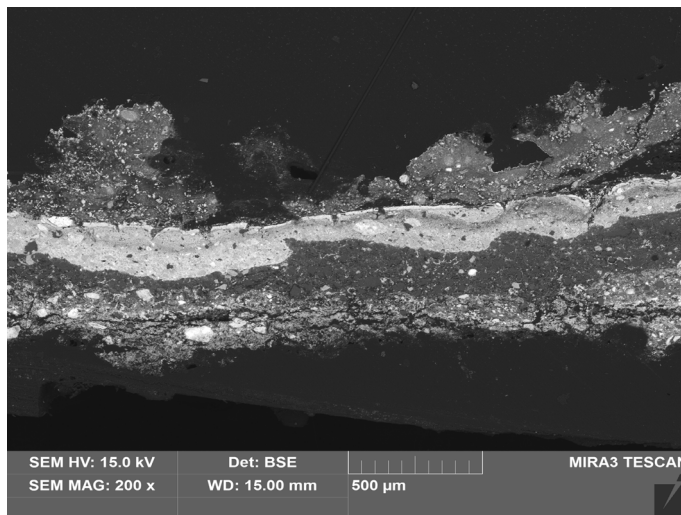
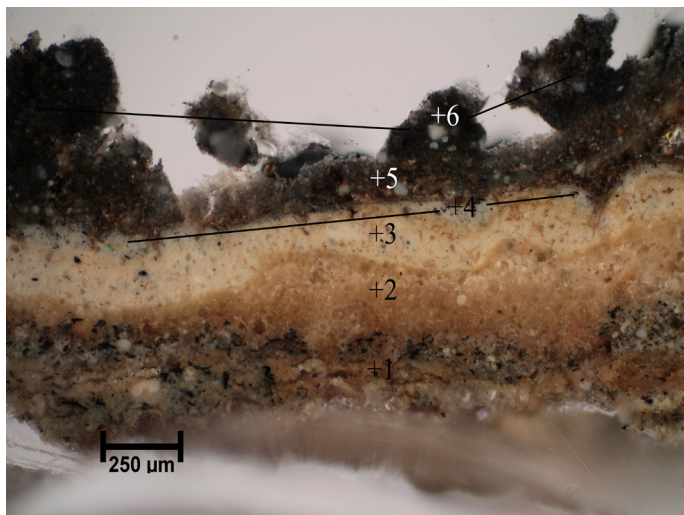
Popis: (1) **sv.šedá**; s namodralou luminiscencí. Vrstva obsahuje bělobu, malou příměs černého pigmentu. (2) **sv. okrová**; s nevýraznou žluto-zelenou luminiscencí (luminují oblasti s nahlučeným pojivem). Obsahuje bělobu, příměs žlutého okru, ojediněle jsou patrná zrna oranžovo-červeného pigmentu.

Vrstva nebyla analyzována, souvrství je neúplné.

a	b
c	

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. b) modrém světle a c) fluorescenci. Foto-grafováno při zvětšení na mikroskopu 100x.

ST9/8945: souvrství šedých namodralých úprav Místo odběru vzorku: podstavec, architektura



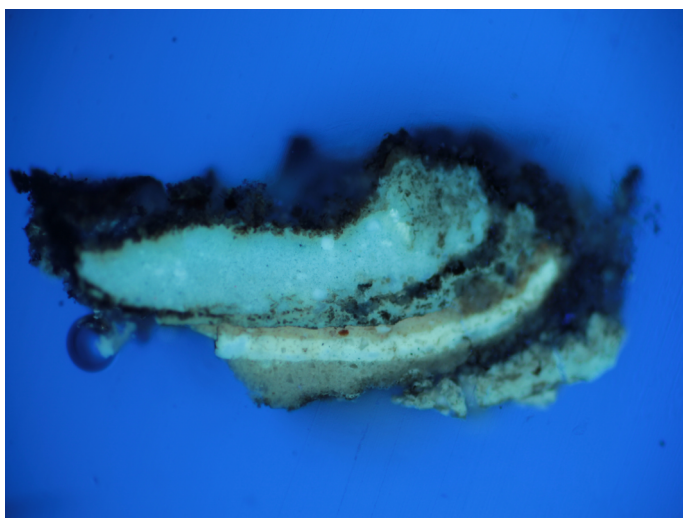
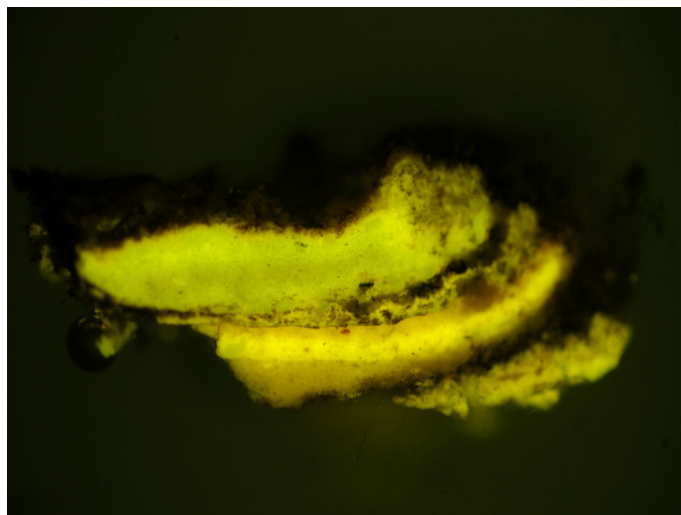
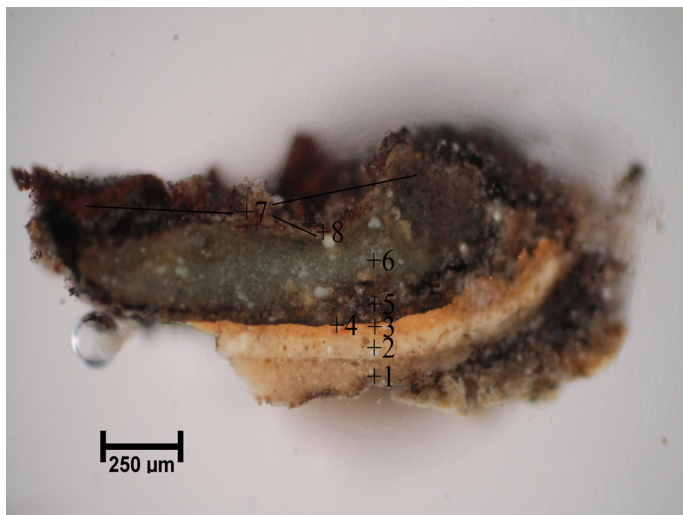
Popis: (1) *sv. šedá*; vrstva/podklad s nazelenalou luminiscencí. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, černý pigment je uhlíkatá čern, nelze vyloučit malou příměs umbrý (lokálně zrna s obsahem železa a manganu (Mn)). (2) *sv. okrová*; bez výrazné luminiscence. Obsahuje uhličitán vápenatý (s vysokým obsahem hořčíku), minoritní příměs bílé hlinky, olovnatá běloby. (3) *sv. okrová*; vrstva s výraznou nažloutlou luminiscencí. Hlavní složkou vrstvy je olovnatá běloba, minoritní příměsi tvoří baryt (drcený), uhličitán vápenatý a bílá hlinka. Místa jsou patrná černá zrna uhlíkaté černě. (4) *sv. šedá*; fragmenty vrstvy, s namodralou luminiscencí. Hlavní složkou vrstvy je olovnatá běloba, minoritní příměsi tvoří bílá hlinka, ojediněle jsou přítomná zrna uhličitá vápenatého (s vysokým podílem uhličitá hořečnatého), černý pigment je uhlíkatá čern. (5) *hnědo-okrová*; s výraznou nažloutlou luminiscencí. Obsahuje olovnatou bělobu, malou příměs červeného a žlutého okru. Vrstva je silně znečištěná a sulfatizovaná (6).

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	<i>sv. šedá</i>	<u>org.</u> , Pb , Si, Ca, Al (Mg, Na, K, stopy Mn), zrna olovnatá běloba: Pb , bílá hlinka: Si , Al (K, Na), ojedinělé částice s obsahem železa (Fe) a manganu (Mn): Fe (Mn, obsahuje jiné složky z vrstvy)
2	<i>sv. okrová</i>	Ca , Mg, (Si, Al, Pb, Fe, Cl), zrna uhličitán vápenatý: Ca , Mg (poměr ca 2:1), zrno olovnatá běloba: Pb
3	<i>sv. okrová</i>	<u>org.</u> , Pb , (Si, Al, Ba, S, Ca, Mg), zrna olovnatá běloba: Pb , zrna baryt (drcený): Ba , S , uhličitán vápenatý s vysokým obsahem hořčíku (Mg): Ca , Mg
4	<i>šedo-okrová</i>	<u>org.</u> , Pb , Si, Al (Ca, Mg, Na, K), zrna olovnatá běloba: Pb , zrna uhličitán vápenatý: Ca , Mg (poměr ca 1:1), černý pigment je uhlíkatá čern: C
5	<i>hnědo-okrová</i>	<u>org.</u> , Pb , Si, Al, Fe (Ca, K)
6	<i>šedo-černá</i>	Ca , S (další prvkové složení odpovídá vrstvě 5)

ST10/8946: červená na souvrství šedo-modrých, se zlacením?

Místo odběru vzorku: podstavec, mezi kartušemi



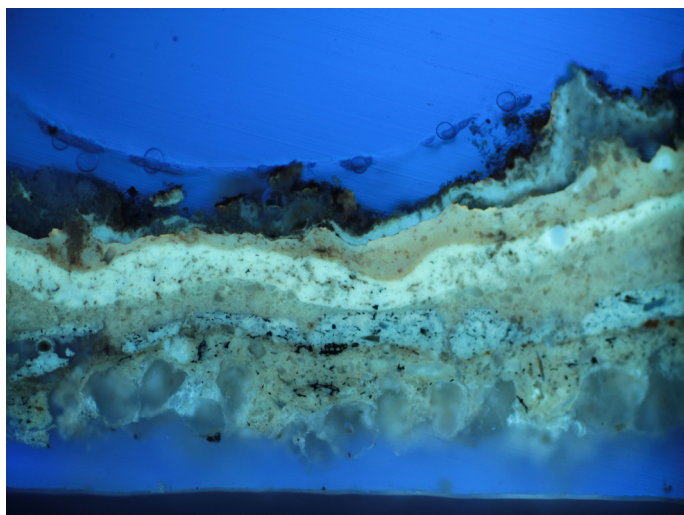
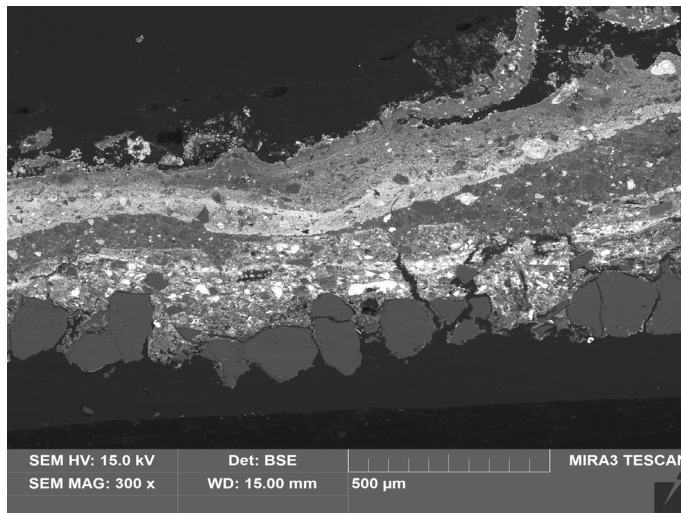
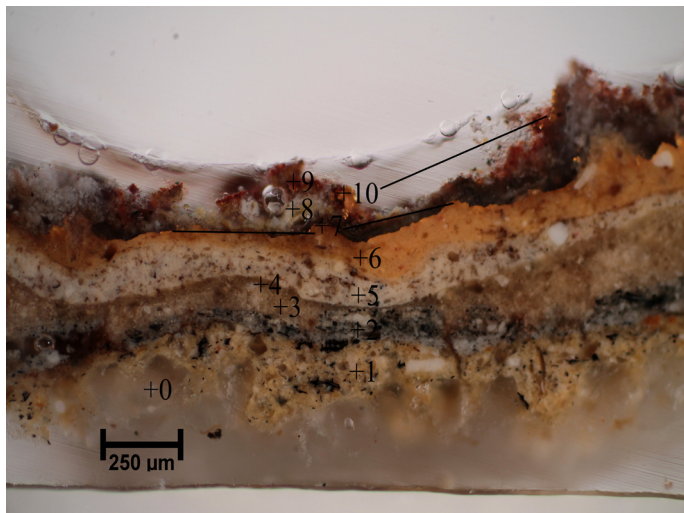
U vzorku byl proveden pouze popis stratigrafie, které bylo porovnáno se vzorkem ST I I, který byl odebrán v blízkosti místa odběru vzorku ST10. Podrobná analýza složení vrstev je uvedena u vzorku ST I I. U vzorku lze identifikovat podobnou stratigrafii vrstev 1-4 (ST10) se vzorkem ST I I (3-7), u vzorku chybí starší vrstvy podkladu/barevné úpravy.

Popis: (1) *sv. okrová*; s nažloutlou luminiscencí, optickým charakterem odpovídá vrstvě 3 vzorku ST I I. (2) *sv. okrová*; vrstva s výraznou nažloutlou luminiscencí. Složení vrstvy odpovídá vrstvě 4 vzorku ST I I. (3) *okrová*; podklad pod zlacení. Popis a složení odpovídá vrstvě 5 u vzorku ST I I. (4) *úprava v zlatolesklém kovu*; zlacení plátkovým zlatem. (5) *hnědo-červená*; s žluto-zelenou luminiscencí. Obsahuje bělobu (hrubé částice), červený a hnědo-červený pigment. (6) *nazelenalá*; s výraznou žluto-zelenou namodralou luminiscencí. Obsahuje bělobu (hrubé částice), ojediněle jsou identifikovatelná zrna žlutého a červeného pigmentu. Nelze vyloučit, že barevnost vrstvy je dána použitím organického barviva nebo může být částečně alterovaná (nelze jednoznačně identifikovat ohraničená zrna zeleného pigmentu). (7) *hnědo-červená*; bez výrazné luminiscence. Vrstva je silně degradovaná (viz. také vzorek ST I I), může být i barevně alterovaná. Obsahuje červený pigment, bělobu. Na povrchu se ve fragmentech vyskytují zbytky úpravy ve zlatolesklém kovu (8). Optický charakter vrstev 7, 8 je velmi podobný vrstvě 9, 10 u vzorku ST I I.

a	b	a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.
c		

ST11/8947: zlacení s překryvnými nátěry

Místo odběru vzorku: podstavec, kartuše, akantový list



a
c

a) snímek z optického mikroskopu Nikon LV100 v režimu odraženého světla. c) fluorescenci. Fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. b) snímek z rastrova cího elektronového mikroskopu Tescan3 Mira, HV 20 KV, BSE režim elektronů.

Popis: (0) **podklad/hornina;** transparentní zrna křemene. (1) **sv. okrová;** nažloutlé luminescence. Obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, žlutou hlinku, malou příměs železité žlutě, černý pigment je uhlíkatá čern, nelze vyloučit příměs bílé hlinky. Místa jsou patrná zrna oranžovo-červené hlinky. (2) **sv. šedá;** se žlutou, namodralou luminescencí. Vrstva obsahuje organické pojivo, olovnatou bělobu, bílou hlinku, černý pigment je uhlíkatá čern (morfologie částice odpovídá révové černi (vrstvy 1 a 2 identifikovány u vzorků ST1, nezřetelně ST2, ST9). (3) **sv. okrová;** s nažloutlou luminescencí, obsahuje uhlíčan vápenatý (s vysokým obsahem hořčíku), minoritní příměs žluté hlinky (ojedinělá žlutá zrna), olovnaté běloby, nelze vyloučit také příměs bílé hlinky. (4) **sv. okrová;** optické vlastnosti i složení viz. vrstva 3. Vrstvy jsou propojené (viz. snímek z UV fluorescence a SEM). (5) **sv. okrová;** vrstva s výraznou nažloutlou luminescencí. Hlavní složku vrstvy tvoří olovnatá běloba, minoritní příměsi tvoří baryt (drcený), uhlíčan vápenatý a bílá hlinka. Místa jsou patrná černá zrna uhlíkaté černě. (6) **okrová;** podklad pod zlacení s nažloutlou luminescencí (patrně tvořený dvěma nánosy, viz. snímek SEM). Hlavní složkou vrstvy tvoří olovnatá běloba a žlutá hlinka, ojediněle jsou patrná zrna červeného okru, vrstva obsahuje malou příměs drceného barytu, uhlíčan vápenatého. Nelze vyloučit příměs dalších olovnatých pigmentů (červeného minia nebo žlutého masikotu). (7) **úprava v zlatolesklém kovu;** zlacení plátkovým zlatem. (8) **bílá;** nesouvislá, silně degradovaná s nažloutlou luminescencí. Hlavní složkou vrstvy tvoří olovnatá běloba. Další složky nebyly podrobněji analyzovány. (9) **hnědo-červená;** podklad pro zlacení, silně degradovaná s nevýraznou nažloutlou luminescencí. Hlavní složku vrstvy tvoří olovnatá běloba, nelze vyloučit příměs červeného minia. Hlavní červený pigment je červená hlinka. Na vrstvě bylo provedeno zlacení pravým plátkovým zlatem (10), u vzorku jsou dochované pouze fragmenty vrstvy.

Vrstva	Popis	Prvkové složení dle SEM-EDX
1	sv. okrová	složení viz. vrstva 2 u vzorků ST1 a ST2, vrstva 1 vzorek ST9 (vrstva šedé a okrové propojené)
2	sv. šedá	složení viz. vrstva 1 u vzorků ST1 a ST2, , vrstva 1 vzorek ST9 (popis viz. řádek výše)
3, 4	sv. okrová	org., Ca, Mg, Pb, Si, Al (Ba, S, K), zrna uhlíčan vápenatý: Ca, Mg (poměr ca 2:1), zrno olovnatá běloba: Pb, ojedinělá zrna baryt (drcený): Ba, S
5	sv. okrová	org., Pb, (Si, Al, Ba, S, Ca, Mg), zrna olovnatá běloba: Pb, zrna baryt (drcený): Ba, S, uhlíčan vápenatý s vysokým obsahem hořčíku (Mg): Ca, Mg
6	okrová	org., Pb, Si, Al, Fe (K, Ba, S, Ca, Mg)
7	úprava ve zlatolesklém kovu	org., Au (další prvky z vrstvy podkladu)
8	bílá	analyzovány pouze hlavní složky: org., Pb
9	červeno-hnědá	analyzovány pouze hlavní složky: org., Pb, Si, Al, Fe (K, Na)
10	úprava ve zlatolesklém kovu	org., Au (další prvky z vrstvy podkladu)

ST12/8953: tm. hnědá úprava povrchu kamene

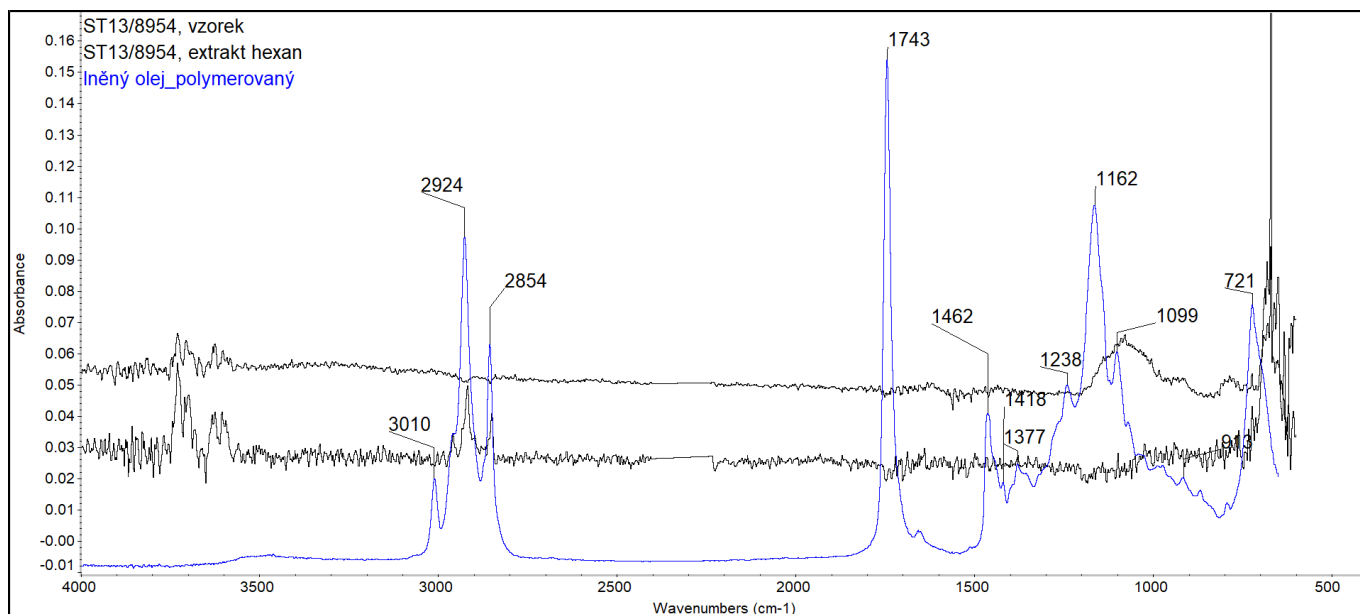
Místo odběru vzorku: plocha erbu



Obr. 15: Makrosnímek vzorku ST12/8953, fotografie ze stereomikroskopu SMZ 800, Nikon, fotografováno v odraženém světle. Na snímku jsou patrná diskrétní zrna křemene, která tvoří součást horniny. Úlomky vzorku jsou výrazně barevně alterované do hněda až červeno-hněda jako důsledek přítomnosti organických složek. Úlomky jsou při smočení vodou výrazně hydrofobní (nesmáčivé).

Organické složky ve vzorku byly určeno pomocí Infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací (FT-IR) na úločku odebraného vzorku, bez předchozí úpravy. Druhá sada měření byla provedena na vzorku extahovaném v řadě organických rozpouštědel - chloroformu a hexanu (Obr. 16). Měření bylo provedeno na infračerveném spektrofotometru s Fourierovou transformací (FT-IR) Nicolet 380 se SeZn ATR krystalem. Vyhodnocení spekter bylo provedeno pomocí programu OMNIC 7.3 srovnávací metodou se spektry standardu knihovny FR, Polymers Miracle UP a databáze IRUG (<http://www.irug.org/search-spectral-database>). U vzorku ST12/8953 byly provedeny mikrochemické zkoušky pro důkaz vysychavých olejů.

Infračervená spektra byla naměřena dle popsaného postupu také u vzorku ST13/8954 (Obr. 18).



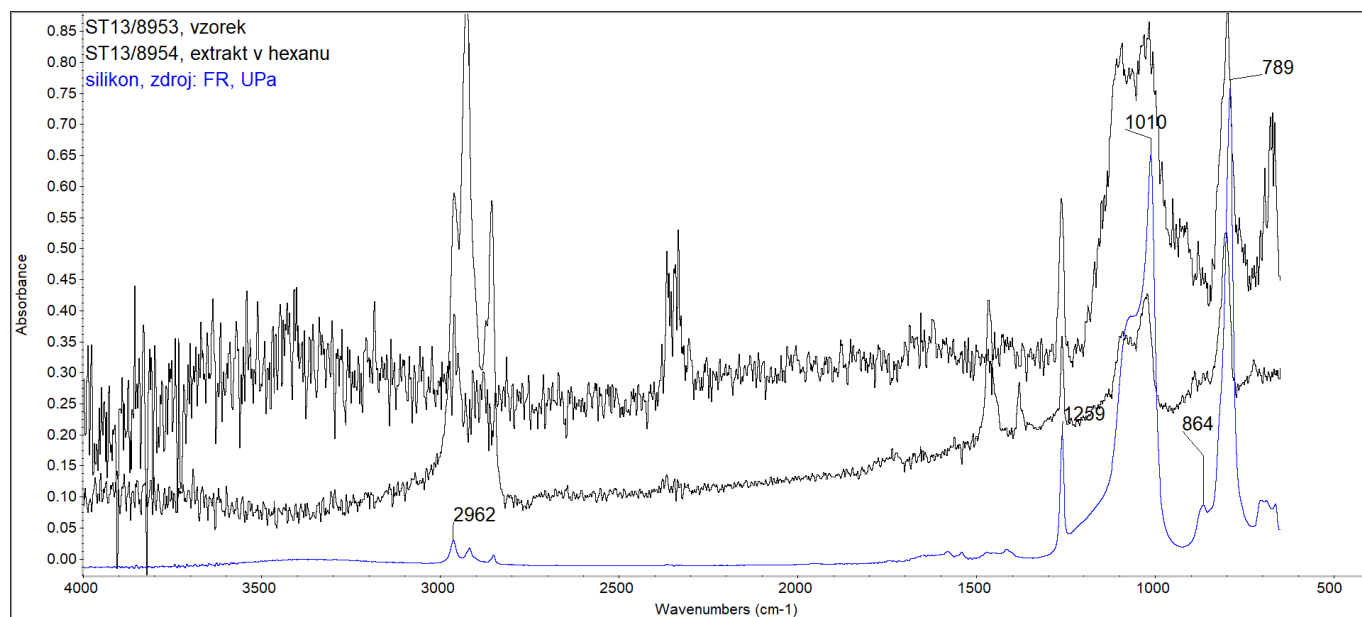
Obr. 16: Infračervené spektrum naměřené na vzorku ST12/8953 a srovnávací spektra vysychavých olejů, jejichž přítomnost ve vzorku nebyla jednoznačně prokázána. Ve vzorku jsou přítomny pásy 2920 a 2850 cm^{-1} , méně slabší okolo 1460 cm^{-1} , charakteristické pro vazby CH_2 - (uhlovodíkový řetězec), ve spektru však chybí pro oleje typické karbonylové skupiny ($-\text{C}=\text{O}$) (okolo 1740, slabší 1160 cm^{-1}).

ST13/8954: tm. hnědá úprava povrchu kamene

Místo odběru vzorku: polokruhová nika soklu



Obr. 17: Makrosnímek vzorku ST13/8954, fotografie ze stereomikroskopu SMZ 800, Nikon, fotografováno v odraženém světle. Na snímku jsou patrná diskrétní zrna křemene, která tvoří součást horniny. Zrna jsou barevně alterovaná do hněda jako důsledek přítomnosti organických složek.



Obr. 18: Infračervené spektrum naměřené na vzorku ST13/8954 a srovnávací spektra silikonu. Analyzovaný vzorek je kontaminovaný látkami na bázi siloxanů, které tvoří například součást silikonových olejů nebo odlévacích kaučuků užívaných pro formování. Spektrum vzorku obsahuje pro tyto látky charakteristické pásy - silný pás okolo 790 cm^{-1} , středně silné pásy okolo 1260 cm^{-1} a dvojitý pás okolo 2900 cm^{-1} je připisován vazbě Si-CH₃, dva silné pásy okolo 1100 a 1000 cm^{-1} jsou připisovány siloxanovému řetězci (Si-O-Si).

V. VÝSLEDKY PRŮZKUMU, SHRnutí

Sousoší sv. Floriána je lokalizované v blízkosti komunikace mezi obcemi Žireč a Stanovice (kraj Královéhradecký). Dílo, které vzniklo mezi lety 1720-1730, je vytvořeno z křemičitého pískovce, na povrchu je možné doložit přítomnost povrchových úprav, které jsou přítomny na figurálních částech i architektuře v několika nánosech, které vznikly patrně v souvislosti s opravami nebo údržbou díla. Kromě obnovy polychromie nejsou na sousoší známky po opravách nebo restaurování (doplňky, tmely, aj.). Novodobým zásahem je jednoznačně znečištění soklu v místech medailonů s vyobrazením významných míst, které historicky souvisejí se vznikem sousoší.

I když je stav díla celkově dobrý, byla vizuálním průzkumem objevena lokální poškození materiálu horniny. Poškození jsou způsobena převážně účinkem povětrnostních vlivů (eroze povrchu, sulfatizace, znečištění), podmínkami expozice díla (v blízkosti komunikace, pod úrovní terénu, v zemědělské krajině), v neposlední řadě se jedná o lokální poškození vzniklá činností člověka (chybějící části sochařských děl/vandalismus pozůstatky organických látek na medailonech). Na sochařském díle nejsou patrné starší zásahy, kromě opakované obnovy polychromie.

Chemicko-technologický průzkum byl zaměřen na tyto dílčí otázky:

- monitoring stavu materiálu sousoší - materiál, křemičitý pískovec, je v celkově v dobrém stavu. Přítomná poškození lze rozdělit do dvou základních skupin - strukturální poškození (trhliny, praskliny) a zvětrání nebo sulfatizace povrchu. Oba typy poškození jsou lokálního charakteru, jejich rozsah a závažnost byla vyhodnocena průzkumem. Jako hlavní diagnostická metoda pro určení poškození byla použita ultrazvuková transmise; měření se provádí bez invaze do objektu in-situ na vybraných místech objektu s typickým poškozením. Vzhledem k umístění objektu byl proveden orientační průzkum zasolení objektu (měření byla provedena ve třech výškových úrovních na podstavci se zjevnými projevy koroze).

- průzkumu dochovaných barevných úprav - průzkum byl zaměřen na studium povrchových úprav, jež jsou dochovány ve fragmentálním rozsahu na celém sousoší (nejlépe dochovaná jsou v místech srážkových stínů). Barevně bylo patrně pojednáno sousoší, ale i část soklu s medailony s pohledy v kontextu s památkou významných míst. Průzkumem bude popsána stratigrafie odebraných vzorků, u vybraných vzorků bude popsáno složení nejstarších vrstev.

Výsledky průzkumu:

- Stav materiálu sousoší - výsledky ultrazvuková transmise a obsah vodorozpustných solí

Výsledky poukazují na celkově dobrý stav horniny s výjimkou vybraných částí v místech s prasklinami nebo sítí prasklin, jež jsou vizuálně patrné na povrchu plastiky. Horninu, jemnozrnný až střednězrnný křemičitý pískovec, lze charakterizovat spíše nižšími rychlostmi UZ transmise, které se pohybují v intervalu 2,0-2,7 km/s. Lokální snížení rychlosti pod mezní rychlost souvisí s místním zvětráním povrchu horniny nebo přítomností trhlin a defektů, které jsou spíše lokálního charakteru a lze je ohraničit vždy jejich vizuálním projevem. Praskliny jsou lokalizovány na soše sv. Floriána na praporu, ostatní trhliny a problematické části se vyskytují na postranních figurách andělů v obou případech v dolní oblasti nohou (kotník - pravý anděl, chodidlo, drapérie u nohou - levý anděl). Celkově lze o materiálu užitém na postranních figurách říci, že se jedná o méně kvalitní materiál s rychlostí UZ transmise menší než 2,0 km/s. Hornina užitá na ústřední figurě světce je kvalitnější, samotná nevyžaduje zpevnění, kromě uvedeného místa na praporu.

Povrchová degradace materiálu může souviset s přítomností vodorozpustných solí, jejichž obsah v materiálu byl stanoven na části vyvýšeného soklu (ve třech výškách v hloubkovém profilu). Soli, sírany, jsou přítomné v povrchových vrstvách materiálu, hloubkové zasolení objektu nebylo zjištěno. Sírany jsou částečně tvořeny síranem vápenatým, který v podmínkách exteriéru vzniká nejčastěji chemickou přeměnou vápenatých materiálů v důsledku reakce s kyselými složkami ovzduší. Při průzkumu bylo zjištěno, že zdrojem uhličitane vápenatého jsou povrchové úpravy (viz. Průzkum povrchových úprav) nikoliv samotná hornina (křemičitý pískovec bez obsahu karbonátových složek).

- Průzkum barevných a povrchových úprav

Byl proveden na celkem 11 vzorcích odebraných z vybraných částí sousoší. Vzorky ST1-ST7 byly odebrány z plastiky sv. Floriána, ST8 z levého anděla. Vzorky ST9-ST11 tvořily vzorky souvrství povrchových úprav odebraných z podstavce/architektury sousoší. Z plastiky sv. Floriána byly odebrány vzorky z inkarnátu (ST1, ST2 a ST4), částí oděvu/zbroje (ST3-helmice), drapérie/zbroje (ST5 a ST6). Pro porovnání s ostatními plastikami sousoší byl odebrán inkarnát z levého anděla (ST8). U vzorků byla popsána stratigrafie vrstev, u většiny vzorků byla provedena analýza složení vrstev, kromě vzorků ST8 (souvrství vrstev je neúplné) a ST10 (vzorek odebrané v blízkosti vzorku ST11, stratigrafie nejstarších vrstev odpovídá vrstvám ve vzorku ST11, který navíc obsahuje starší vrstvy i podklad).

Popis nejstaršího nalezeného souvrství:

vzorky: ST1, ST2, ST9, ST11

Nejstarší nalezené souvrství a to na plastikách i architektuře bylo patrně shodně vytvořeno. Skládá se ze dvou barevných úprav v šedé a okrové barevnosti. U jediného vzorku ST11 se tyto vrstvy nachází na podkladu tvořeném zrny horniny, u ostatních vzorků byly tyto vrstvy identifikovány bez podkladové vrstvy pískovce. U vrstev není zcela zřejmé, v jaké posloupnosti byly přesně aplikovány. U vzorků ST1, ST2 je stratigrafie vrstev šedá, na ní okrová, opačné vrstvení nátěrů bylo zjištěno u vzorku z podstavce ST11, kde byl jako první nanesen okrový nátěr. U vzorku ST9 jsou obě vrstvy vzájemně propojeny do jedné vrstvy. Funkci popsaných vrstev nelze jednoznačně interpretovat, mohly plnit funkci podkladu, ale zároveň, vzhledem k jejich barevnosti, se mohly uplatňovat jako finální monochromní barevná úprava. Další variantou, kterou by však bylo nutné ověřit podrobnějším průzkumem barevných úprav z jiných míst sousoší, je možnost pojednání povrchu ve dvou barevnostech šedo-okrové nebo mramorováním, což možná naznačuje vzorek ST1. U tohoto vzorku na popsaných vrstvách podkladu následují další šedé vrstvy podobného složení (vrstva 3 a 4), s odlišným barevným tónem, který variuje mezi šedo-modrou (obsahuje více uhlikaté černě, která dává vrstvám namodralý tón) a okrovou.

Pozdější úpravy:

vzorky: ST1, ST2, ST3, ST4, ST6, ST7, ST9, ST10, ST11

Patrně první druhotnou úpravu tvoří vrstva bílého až sv. okrového podkladu (u některých vzorků provedena ve dvou nánosech), kterou lze jednoznačně identifikovat na základě charakteristického složení. Vrstva obsahuje jako hlavní složku uhličitane vápenatý s typicky vysokým podílem uhličitane hořečnatého. Vrstva byla identifikována u většiny vzorků, u některých tvoří nejstarší dochovanou vrstvu. Na této vrstvě byly pravděpodobně provedeny barevné úpravy polychromie. V inkarnátech se vyskytuje okrová (1-2 vrstvy) (vzorky ST1, ST2), tato barevnost byla doložena i na helmici (ST3) (otázka je, zda se u tohoto vzorku nejedná o přetažení z chocholu?).

U vzorku ST4 odebraného pod levou paží (brnění?) se nachází modrá, vzorek ST6 odebraný z rukávu pod levou paží se nachází načervenalá, na suknicí (ST7) zelená. Barevné úpravy byly buď nanášeny opakovaně (barevné nánosy se 2-3x opakují, barevný tón vrstev se však proměňuje - tónování, modelace), nelze však ani vyloučit, že další barevné úpravy jsou pozdější a barevnost se v pozdějších etapách obnovovala dle nejstaršího polychromního pojednání.

Na vzorcích odebraných z architektury podstavce byly na vrstvě podkladu nalezeny sv. okrová, následně šedo-okrová (ST9), u vzorku ST10 a ST11 byly na podklad provedeny přípravné vrstvy pro zlacení (2 nánosy), které bylo provedeno technikou zlatého plátku. U zlacení nelze vyloučit, že se nejedná další mladší úpravu povrchu. Následné barevné úpravy nemají jednotnou koncepci ani složení, podle kterých by bylo možné další etapy úpravy povrchu jednoznačně popsat. Vrstvy jsou dochovány v rozmanitém počtu, místy mladší vrstvy chybí nebo jsou silně degradované. U vzorků jsou z těchto důvodů popsány samostatně.

Paleta užitých materiálů:

Nejstarší i mladší barevné úpravy obsahují podobný typ pojiva na bázi olejů (charakteristická žluto-zelená luminescence), přesné složení pojiva nebylo předmětem analýzy. Použitá škála užitých pigmentů a výplňových složek barevných vrstev je značně omezená a neumožňuje bližší dataci jednotlivých etap barevných úprav.

Nejstarší vrstvy (šedá, okrová) - základem vrstev je olovnatá běloba užitá ve směsi s hlinkami (bílou, žlutou), příměsí tvoří železitá žlut' (nelze vyloučit ani příměs umbry) a malá příměs uhličitane vápenatého. Černý pigment použitý v obou vrstvách je révová čern.

Pozdější úpravy - podklad pro druhou etapu úprav je tvořen z uhličitane vápenatého s charakteristicky vysokým podílem uhličitane hořečnatého. Černý pigment použitý v obou vrstvách je révová čern. Minoritní příměs tvoří hlinky a malá příměs uhličitane vápenatého. Základem barevných úprav je olovnatá běloba, příměsí tvoří baryt, uhličitane vápenatý (s vysokým podílem hořčíku), barevné pigmenty jsou hlinky (žlutá, červená).

Specifické pigmenty a barviva, zlacení:

ST4 - modrý pigment je ultramarín, organické barvivo (srážené na anorganický substrát)

ST6 - červené pigmenty jsou hlinky, nelze vyloučit příměs minia

ST7 - zelené pigmenty jsou především organické barvivo srážené na baryt nebo ve směsi s olovnatou bělobou. Nelze vyloučit malou příměs země-zelené.

ST11 - zlacení je provedeno pravým plátkovým zlatem na lepidlovou vrstvu s obsahem olovnatých pigmentů a hlinek.

Jiné povrchové úpravy:

Na plastice se vyskytují kromě barevných úprav povrchu také jiné povrchové úpravy, které nejsou původní součástí památky a vznikly druhotnou přeměnou nebo alterací v důsledku chemické přeměny nebo působení chemických látek. Za prvé se jedná o sádrovec přítomný na sousoší i soklu nerovnoměrně, zvláště ve srážkových stínech (zde např. vzorek ST9/8945). Sádrovec, čili síran vápenatý, vznikl patrně v důsledku působení kyselých složek ovzduší na barevné vrstvy, které obsahují ve značné míře uhličitane vápenatý. Druhý typ povrchových úprav má lokální charakter a vytváří nahnědlé znečištění povrchu kamene, zvláště na podstavci. Ve vzorku byl zjištěn výskyt vysychavých olejů (z pojiva barevných úprav?). Třetí povrchová úprava je lokalizována pouze na erb/medailonu s vyobrazením architektury na podstavci sousoší. V tomto případě se jedná o znečištění látkami na bázi siloxanů, které jsou například součástí silikonových kaučuků a olejů. Tyto látky byly patrně aplikovány v souvislosti s pořízením otisku erb.

Průzkum provedl a vyhodnotil: Ing. Renata Tišlová, Ph.D. V Litomyšli, 25.11. 2017, 31.3.2018

Katedra chemické technologie

Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice

Počet stran ve zprávě: 27

VI. OBRAZOVÁ PŘÍLOHA - MÍSTA ODBĚRU VZORKŮ POVRCHOVÝCH ÚPRAV



ST1 | ST2
ST3 | ST4
ST5 | ST6

Místa odběru vzorků povrchových úprav ST1-ST6. Fotografie: Šárka Voláková, FR, UPCE.



ST8	ST7
	ST9
ST10	ST11

Místa odběru vzorků povrchových úprav ST7-ST11. Fotografie: Šárka Voláková, FR, UPCE.