Štuková výzdoba - Letohrádek Hvězda
Chemicko-technologický průzkum

Obr. 1: *Letohrádek Hvězda, interiér, centrální prostor (sál Aenea a římských ctností), klenba přízemí se štukovou výzdobou, stav v roce 2018.*

Akce: Restaurátorský průzkum štukové výzdoby Letohrádku Hvězda, Praha

Objekt: Letohrádek Hvězda/štuková výzdoba kleneb přízemí

Objednatel/zadavatel průzkumu: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Letohrádek Hvězda, Památník národního písemnictví

Průzkum realizuje: Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, BcA. Kateřina Krhánková, Vojtěch Krajíček, DiS., Doc. Jakub Ďoubal, Ph.D., studenti 5. ročníku Ateliéru restaurování kamene a souvisejících materiálů: BcA. Kateřina Šibravová, další spolupráce: BcA. Peter Majoroš,

Chemicko-technologický průzkum: Ing. Renata Tišlová, Ph.D., Ing. Alena Hurtová, Fakulta restaurování, Univerzita Pardubice, Mgr. Dalibor Všianský, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita

Realizace průzkumu: listopad 2018-listopad 2019

I. ZADÁNÍ A CÍLE PRŮZKUMU

ad 1) Průzkum malt štukové výzdoby - průzkum bude zaměřen na analýzu/materiálový rozbor štukových malt, které byly odhaleny při restaurátorském průzkumu. Součástí jejich podrobné analýzy bude identifikace složení pojiva, plniva a popis mikrostruktury, příp. dalších charakteristik, které se ke štukovým maltám vztahují.

ad 2) Průzkum barevných/povrchových vrstev štukové výzdoby - průzkum bude zaměřen na studium primárních a možných sekundárních úprav, které byly identifikovány restaurátorským průzkumem. Chemicko-technologický průzkum bude proveden na odebraných vzorcích, u vzorků bude provedena dokumentace a popis stratigrafie vrstev.

ad 3) Analýza složení štuku, primárních a druhotných barevných/povrchových úprav - u vzorků bude provedena materiálová analýza k určení složení použitých materiálů - pojiva a plniva štuku, pigmentů a pojiva v povrchových/barevných úpravách. Na jejich základě bude blíže charakterizována technika a charakter originálu, příp. sekundárních úprav.

II. ÚDAJE O OBJEKTU

Materiál/technika: vápenný štuk s povrchovými úpravami

Popis objektu a jeho stavu: popis stavu detailně popisuje *Dokumentace k restaurátorskému průzkumu*

Sloh, datace: slohové zařazení a datace vzniku štukové výzdoby představuje *Dokumentace k restaurátorskému průzkumu*

Termín zpracování chemicko-technologického průzkumu: 12/2020

III. METODY PRŮZKUMU, INSTRUMENTCE

a) **Petrografická analýza štukových malt**

Popis analýzy: metoda se užívá pro identifikaci složení pojiva a plniva malt a k popisu mikrostruktury. V případě štukových malt byla metoda použita pro analýzu obrazu pro určení použité receptury.

Instrumentace a podmínky měření: z odebraných vzorků štukových malt byly zhotoveny výbrusové preparáty o mocnosti 30 µm, které byly studovány v procházejícím světle pomocí polarizačního mikroskopu Olympus BX 51. Mikrofotodokumentace byla provedena fotoaparátem Canon EOS 40D. Výbrusové preparáty byly dále skenovány pomocí stolního filmového skeneru Canon 9000F Mark II a polarizačních fólií. Fotografie byly editovány v software Adobe Photoshop CS6. Porozita vzorků byla odhadnuta dle výsledku orientační analýzy obrazu provedené na skenech výbrusových preparátů v programu Adobe Photoshop CS6 pomocí funkce „Výběr/Rozsah barev". Póry byly odlišeny v XPL obraze (pozorování ve zkřížených nikolech) na základě jejich optické izotropie. Analýzy provedl Mgr. Dalibor Všianský, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita.

b) **Optická mikroskopie (OM) nábrusů v odraženém bílém světle a fluorescenci (UV a modrém světle)**

Popis analýzy: metoda se užívá pro určení vrstevnaté výstavby vzorků (stratigrafie), k podrobnému popisu vrstev (podkladu, barevných úprav a jiných povrchových úprav).

Instrumentace a podmínky měření: optický mikroskop Nikon Eclipse LV-100, pozorování se provádí na příčných řezech vzorky (nábrusech) v odraženém bílém světle, UV a modrém světle. Mikroskop je vybaven fluorescenční jednotkou Nikon s UV 365 nm fluorescencí.

c) **Skenovací elektronová mikroskopie (SEM) s mikrosondou (EDX) - prvková analýza**

Popis analýzy: při analýze se zjišťuje stratigrafie a prvkové složení vybraných vrstev, na základě níž lze identifikovat složky vrstvy (pigmenty, plniva, příp. pojiva).

Instrumentace a podmínky měření: skenovací elektronový mikroskop MIRA3-LMU (TESCAN) s EDX analyzátorem v režimu zpětně odražených elektronů (BSE). Vzorky se analyzují ve vysokém napětí 20kV, před analýzou je nutná jejich úprava pouhličením. Analyzují se vzorky ve formě nábrusů, úlomků nebo leštěných výbrusových preparátů.

d) **Infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací (FT-IR)**

Popis analýzy: analýza slouží pro identifikaci organických sloučenin, analýzu některých anorganických látek, degradačních produktů, aj.

Instrumentace a podmínky měření: infračervený spektroskop Nicolet 380 vybavený diamantovým krystalem. Měření se provádí technikou zeslabeného úplného odrazu (Attenuated Ttal Reflection - ATR), spektra jsou měřena v intervalu vlnočtů 400-4000 cm^{-1}, při rozlišení 4 cm^{-1}. Analytickým výstupem měření je infračervené spektrum, které se porovnává s knihovnou spekter standardních látek.

e) **Stanovení vlákninového složení - Herzbergova vybarvovací zkouška**

Popis analýzy: analýza slouží pro identifikaci vláken

Instrumentace a podmínky měření: zkouška se provádí na vzorku izolovaných vláken, která se rozvlákňují v destilované vodě. Po vysušení jsou vzorky zakápnuty Herzbergovým činidlem, zakryty krycím sklíčkem a pozorovány v optickém mikroskopu v procházejícím světle, instrumentace viz. Optická mikroskopie.

f) **Stanovení organických aditiv štukových malt - proteinová analýza**

Popis analýzy: analýza slouží pro citlivou identifikaci proteinových látek - bílkovin a peptidů

Instrumentace a podmínky měření: vzorky štukových malt izolovaných od povrchových úprav (V6) byly dvě hodiny štěpeny trypsinem, následně přečištěny a zahuštěny na reversní fázi C18 (Zip Tip). Poté byly analyzovány pomocí nanokapalinové chromatografie spojené s hmotnostním spektrometrem ESI-Q-TOF Maxis Impact. Peaklist ze změřených dat byl extrahován programem Data Analysis 4.1. Proteiny byly identifikovány za pomoci softwaru Mascot verze 2.2.04 vyhledáváním v proteinové databázi SwissProt, NCBInr a MS/MS přesností přiřazení hmotností peptidových štěpů 0,05 Da. Měření bylo provedeno Doc. Ing. Mgr. Štěpánkou Kučkovou, Ph.D., Ústav biochemie a mikrobiologie, VŠCHT v Praze.

IV.VZORKY K ANALÝZE

Popis vzorků a míst odběru sumarizuje *Tab. 1*. Přesná lokalizace a popis míst odběru vzorků uvádí *Dokumentace k restaurátorskému průzkumu*.

Odběr vzorků: odpovědný restaurátor, odběr vzorků byl proveden v návaznosti na provedený restaurátorský průzkum

Označení: vzorky povrchových úprav jsou označeny dle zadavatele V1-V14. Číselné označení vzorků vyplývá ze vzorkového systému Katedry chemické technologie, FR UPa, kde budou vzorky archivovány.

Lokalizace a místa odběru vzorků:

CENTRÁLNÍ PROSTOR, sál Aenea a římských ctností

Označení vzorku	Stručný popis	Místo odběru
V1 (9793)	druhotný doplněk	Aeneas, Kimón a Peró, pravá ruka ženy, doplněk rozlomené ruky
V2 (9794)	vlákna	Aeneas, Kimón a Peró, vlákna omotaná kolem armatury chybějící ruky na reliéfu, oba vzorky **v místě sondy S5**
V3 (9795)	štuk	kus listu z girlandy/žebra
V4 (9796)	jádrový vrt	v ploše pod volutovým náběhem, do hloubky 7 mm (cihla-jádro-štuk)
V5 (9797)	jádrová malta	žebra girlandy (detektor hlásil kov), **v místě sondy S3**
V6 (9798)	modelační štuk s povrchovými nátěry	část vousů z Maskarona – původní štuk + plošná druhotná okrová vrstva pod bílím nátěrem, **v místě sondy S6**
V7 (9799)	štukové souvrství	střední část voluty – jádro + vrstva jemného štuku, v místě sondy S1
V8 (9800)	štukové souvrství	centrální rám, původní štuková vrstva s původní barevností (?) = šedá barevná vrstva sonda provedena odmytím svrchních vrstev vodou (šedá barevná vrstva se zdála vodou nerozpustná), **v místě sondy S8**
V9 (9827)	centrální rám, oliva	centrální rám, oliva, souvrství nátěrů, s přítomnosti primárí šedé (?, prokázat)
V15 (9832)	souvrsví	malovaná linka či otisk nástroje při rozkresbě (?) z profilované lišty na náběhu klenby u festonového žebra
V16 (9833)	malta/lepící hmota	vzorek na určení podkladu či vrstvy před nalepením štukového lístku
V17 (9834)	malta/lepící hmota	vzorek na určení podkladu či vrstvy před nalepením štukového lístku (odebrána hladká plocha na které byl odpadlý list)

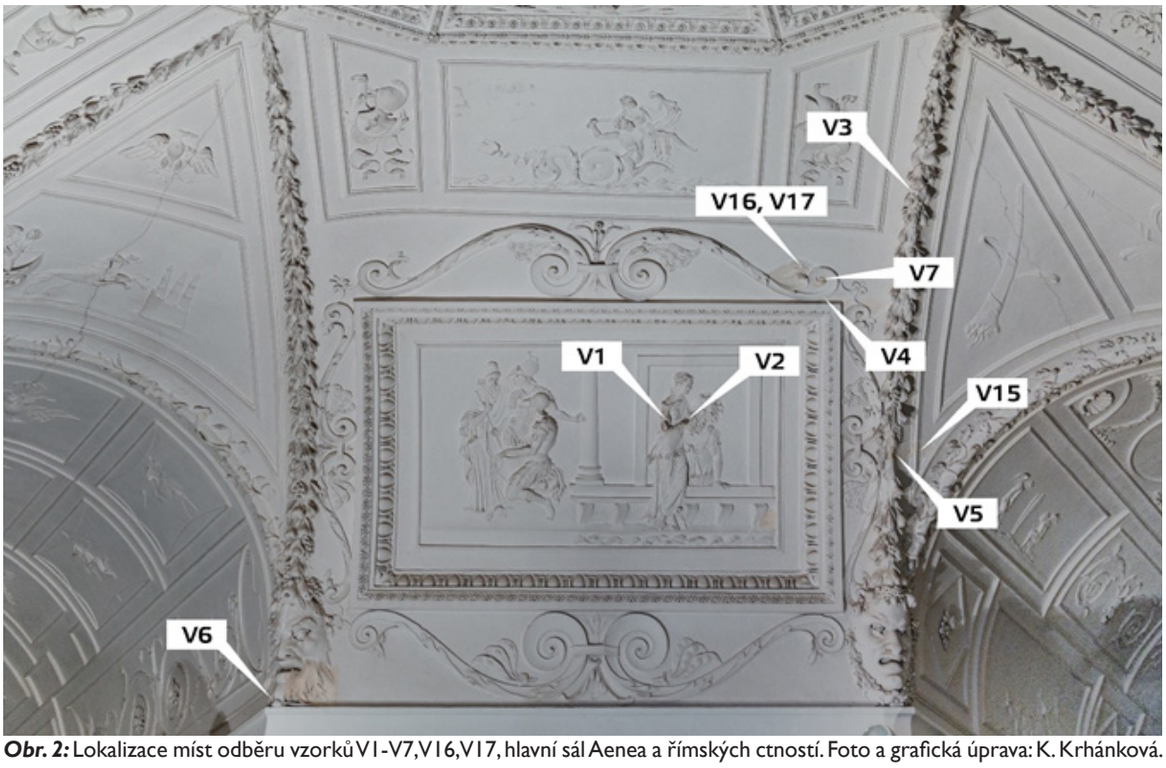
VSTUPNÍ CHODBA

V10 (9828)	štukové souvrství	dozdívka výtahu, 2 odlišné malty (světle okrová a tmavší šedo-okrová) a doplněný štuk, **v místě sondy S15**, žluté jádro porovnat se vzorkem V5
V11 (9829)	štukové souvrství	plamen, hlavní/vstupní chodba, štuk s šedou barevností (identifikace šedé barevné vrstvy) = porovnat s V8
V12 (9830)	souvrství štuku a nátěru	z hloubky vlasů (zůstalo po odstranění nátěrů při předchozí opravě)
V13 (-)	doplněk	zadní strana doplněné květiny v místě výtahu (identifikace sádry)
V14 (9831)	štukové souvrství	noha centrálního Marta, stratigrafie vrstev (na upraveném podkladu, zataženém, se středněhrubým povrchem, viz foto odběru vzorku, nanesena hmota štuku)

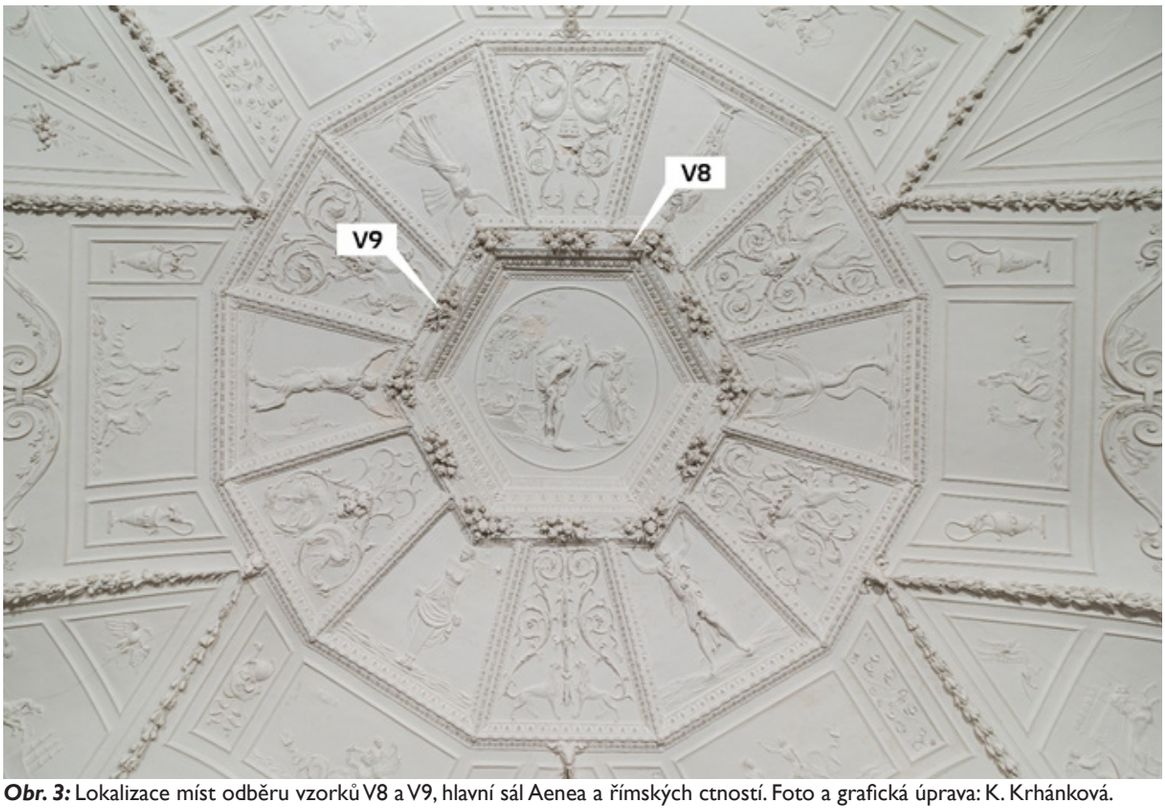
Tab. 1: *Vzorky k chemicko-technologickému průzkumu. Základní popis a orientační popis míst odběru vzorků. Přesná místa odběru vzorků jsou zdokumentována v Dokumentaci k restaurátorskému průzkumu. Modře označené vzorky se neanalyzovaly - vzorek V4 a V7 se rozpadl, V13 nebyl k průzkumu předán.*

IV.VZORKY K ANALÝZE

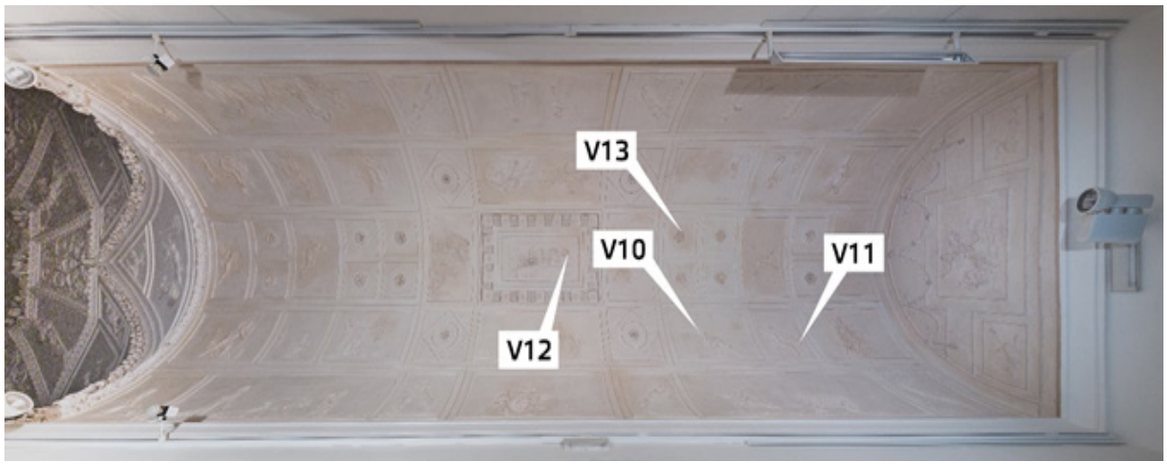
Místa odběru vzorků v sále Aenea a římských ctností a vstupní chodbě jsou lokalizována na *Obr. 2-4*.



Obr. 2: Lokalizace míst odběru vzorků V1-V7,V16,V17, hlavní sál Aenea a římských ctností. Foto a grafická úprava: K. Krhánková.



Obr. 3: Lokalizace míst odběru vzorků V8 a V9, hlavní sál Aenea a římských ctností. Foto a grafická úprava: K. Krhánková.

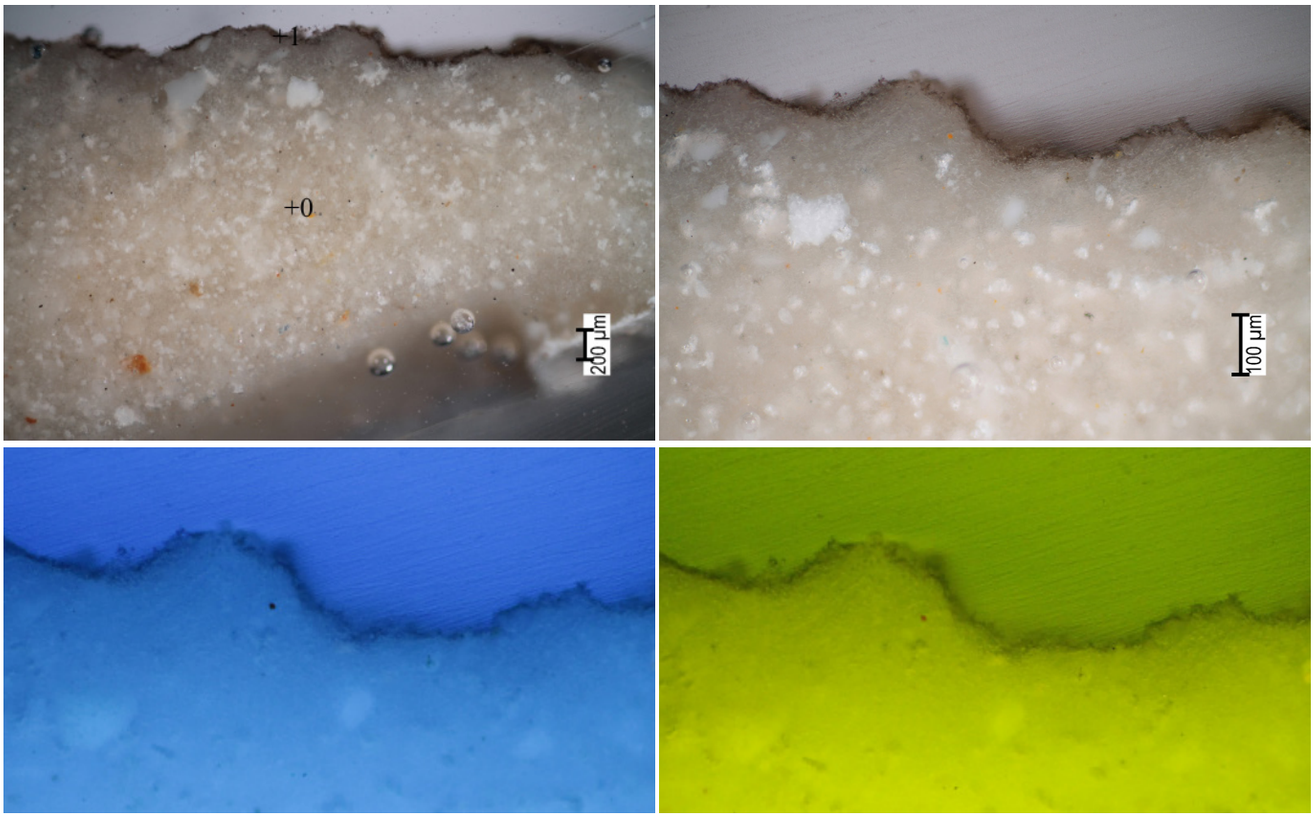


Obr. 4: Lokalizace míst odběru vzorků V10-V13, vstupní chodba. Foto a grafická úprava: K. Krhánková.

V.VÝSLEDKY PRŮZKUMU

V1 (9793): Aeneas, Kimón a Peró, pravá ruka ženy
Místo odběru vzorku: druhotný doplněk z rozlomené ruky reliéfu, v místě sondy S5

Obr. 5 a-b: a) *Místo odběru vzorku V1/9793 pro chemicko-technologický průzkum. b) Makrosnímek odebraného vzorku. Popis: druhotný doplněk ruky s povrchovou/barevnou úpravou.*

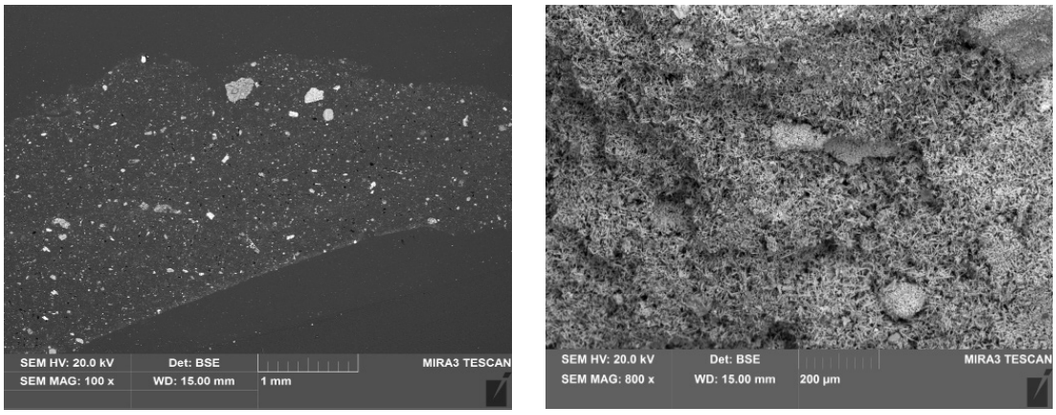


Obr. 6 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V1/9793. Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x (vlevo) a 200x (vpravo). c, d) Snímky v UV a modrém světle (zvětšení 200x).*

V1 (9793): Aeneas, Kimón a Peró, pravá ruka ženy
Místo odběru vzorku: druhotný doplněk z rozlomené ruky reliéfu, v místě sondy S5

V1 (9793)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - doplněk**	**matrice: Ca, S** (Si, Al, Sr, stopy Fe), ojediněle částice uhličitanu a síranu vápenatého.	***podklad s namodralou fluorescencí***; vrstva je tvořená sádrou, neobsahuje plnivo. Matrice je vysoce porézní s četnou přítomností nezhydratovaných zrn pálené sádry s malým obsahem síranu strontnatého a uhličitanu vápenatého, které tvoří přirozené příměsi sádry. Další příměsi tvoří oxidy křemíku, hliníku a ojediněle železa, které tvoří znečišťující příměsi sádry.
1	**hnědo-oranžová**	**matrice: Ca, S** (Si, Al, Ti, stopy Fe, Cl)	***povrchová/barevná úprava doplňku bez viditelné fluorescence***; tenká vrstva tl. okolo 10 μm propojená s podkladem. Hlavní složky tvoří síran vápenatý, ojediněle byla zjištěna přítomnost složek na bázi hlinitokřemičitanů s malým obsahem oxohydroxidů železa, které tvoří součást žluté hlinky (její zrna jsou v tenké vrstvě patrná na snímku z optického mikroskopu). Ve vrstvě nelze dále vyloučit příměs jemnozrnné uhlíkaté černě, která se žlutou hlinkou vytváří nahnědlý odstín vrstvy.

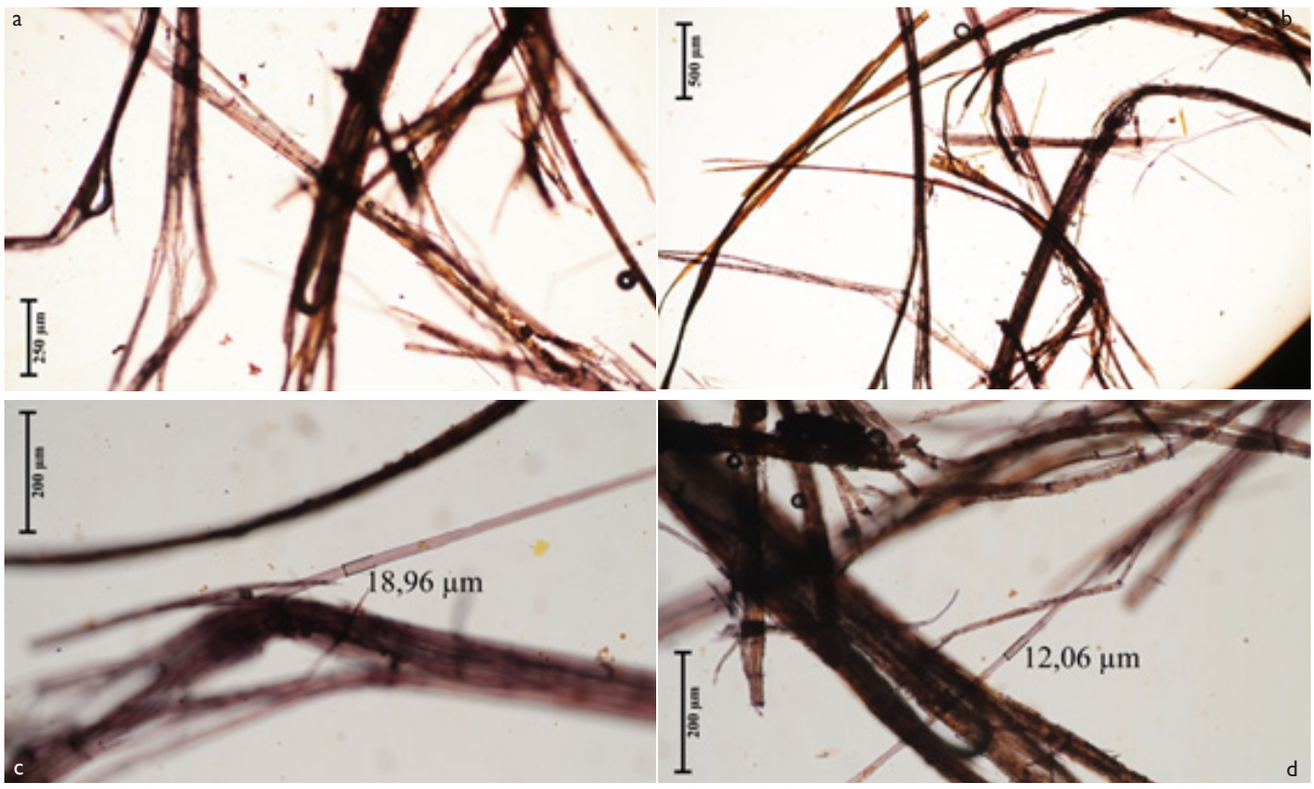
Prvková analýza vrstev vzorku V1/9793 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.



Obr. 7 a-b: *Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. Popis: a) příčný řez vzorkem, b) matrice tmelu, analýza úlomku. Na snímku je patrný jehlicovitý tvar krystalů sádrovce a dále vysoce porézní struktura tmelu.*

V2 (9794): Aeneas, Kimón a Peró, pravá ruka ženy
Místo odběru vzorku: vlákna omotaná kolem armatury chybějící ruky na reliéfu, v místě sondy S5

Obr. 8 a-b: *a) Místo odběru vzorku V2/9794 pro chemicko-technologický průzkum. b) Makrosnímek odebraného vzorku. Popis: vlákna kolem armatury zbarvená korozními produkty železa z armatury. Mezi vlákny jsou vidět zbytky štukové malty.*

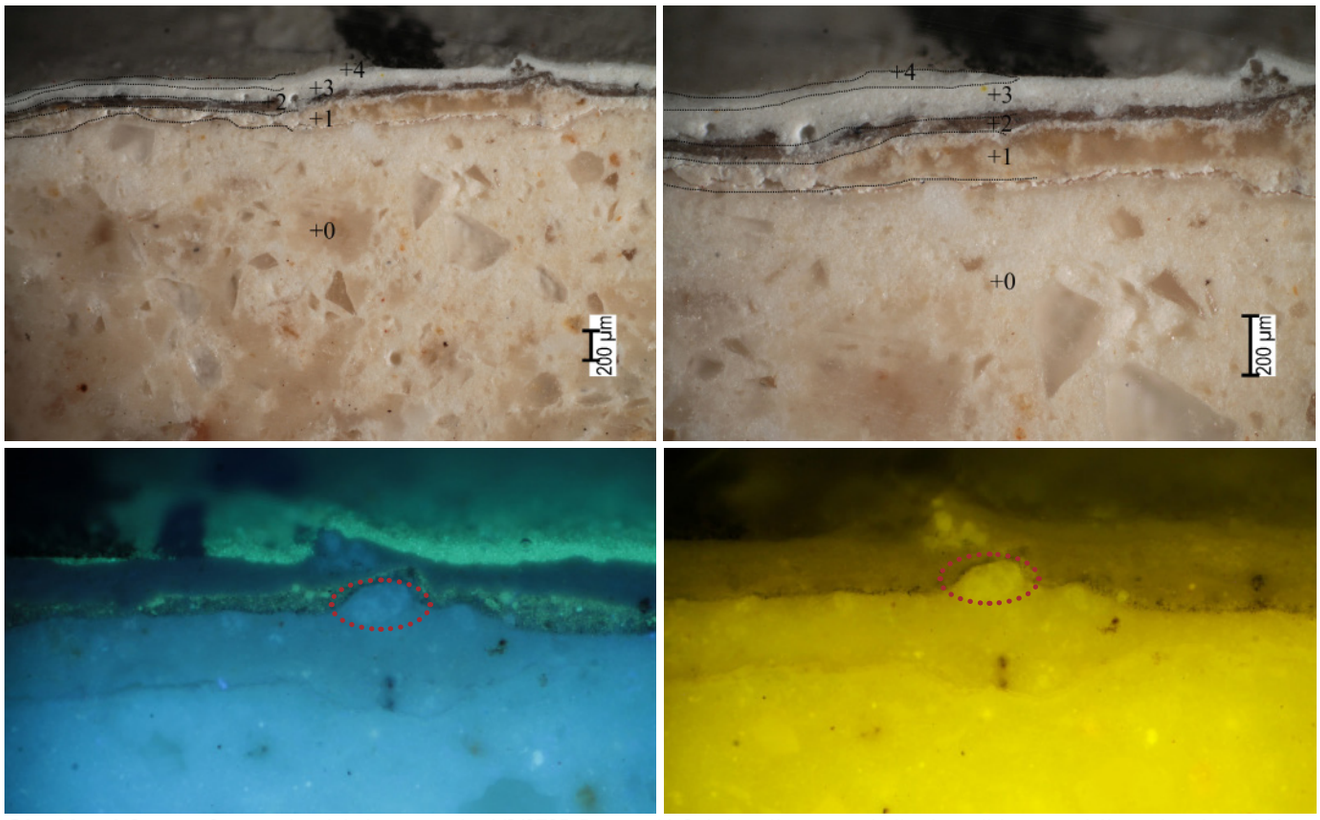


Obr. 9 a-d: *Snímky vláken vzorku, po obarvení Herzbergovým činidlem. Fotografováno na optickém mikroskopu Nikon ECLIPSE LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x (nahoře), 100x a 200x (dole) v bílém dopadajícím světle. Analýzy provedla Ing. Alena Hurtová, FR, UPCe.*

Vyhodnocení: vlákna vzorku se po styku s Herzbergovým činidlem zbarvila do vínově červena a na vláknech lze pozorovat kolénka. Tloušťka vláken je cca 18–12 µm. Tyto znaky jsou typické pro lýková vlákna (len, konopí nebo kopřivu).

V3 (9795): Aeneas, Kimón a Peró, pravá ruka ženy
Místo odběru vzorku: kus listu z girlandy/žebra

Obr. 10 a-b: a) Místo odběru vzorku V3/9795 pro chemicko-technologický průzkum. b) Makrosnímek odebraného vzorku. Popis: lístek se souvstvím povrchových úprav. Poslední úprava je bílá, pod ní je viditelná hnědo-černá vrstva/nános, která navazuje na povrch štuku.

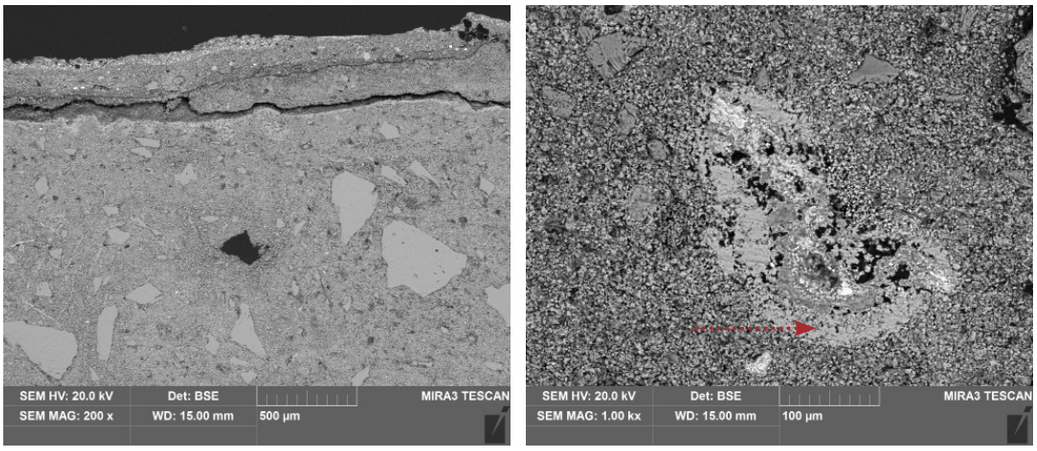


Obr. 11 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V3/9795. Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x (vlevo) a 100x (vpravo). c, d) Snímky v UV a modrém světle (zvětšení 100x).*

V3 (9795): Aeneas, Kimón a Peró, pravá ruka ženy
Místo odběru vzorku: kus listu z girlandy/žebra

V3 (9795)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - štuk - modelační vrstva**	**matrice: Ca**, Si, Al, (Na, Cl, Mg, S, Fe), obsah Si je místně proměnlivý plnivo: **Si**	***podklad***; tvořený vápennou omítkou na bázi bílého vzdušného nebo slabě hydraulického vápna s křemenným pískem. Podrobná analýza štukového podkladu byla provedena na základě petrografické analýzy výbrusu (viz. dále str. 12, 13). V matrici se hojně vyskytují červené částice bohaté na oxohydroxidy železa, které lépe popisuje petrografická analýza. Na povrchu štuku se nachází trhlina.
1	**bílá - druhý nános intonaka?**	**matrice: Ca**, Si, Al (Mg, S, Cl), obsah Si je místně proměnlivý, dosahuje 8,5-23 at.%. ohraničené bílé zrno (označené na snímku v modrém světle a fluorescenci): složení odpovídá složení pojiva matrice	***podklad?, druhý nános intonaka s bělavou fluorescencí***; složení pojiva odpovídá vrstvě 0 - vrstva obsahuje proměnlivý obsahem znečišťujících složek s obsahem oxidu křemíku, které v matrici variuje od 8,5 do 23 % (at., vztaženo na všechny složky pojiva). Vrstva neobsahuje plnivo, jen ojediněle jsou ve vzorku patrné bílé částečně ohraničené částice patrně nezhomogenizovaného pojiva stejného složení jako má pojivo matrice. Vrstva obsahuje drobné červené částice, popis viz. vrstva 0. Na povrchu je viditelné rozhraní a lokálně vrstva nečistot.
2	**nahnědlá**	**celkové spektrum:** Si, Al, Ca, Zn (K, Na, Fe, Ti)	***barevná úprava s nazelenalou fluorescencí***; barevná vrstva tl. 75-100 µm s obsahem jemnozrnné červené a hnědé hlinky, uhličitanu vápenatého (patrně obsahuje křídu - ve vrstvě byla zjištěna přítomnost fosilií, které jsou znakem pro křídu). Vrstva dále obsahuje příměs zinkové běloby, která způsobuje zelenou fluorescenci vrstvy, nelze vyloučit příměs jemnozrnné uhlíkaté černě.
3	**bílá**	**celkové spektrum:** Si, Al, Ca, Ti (stopy Zn, S, K)	***povrchový nátěr s nevýraznou namodralou fluorescencí***; patrně hlinkový nátěr s obsahem bílé hlinky, uhličitanu vápenatého a titanové běloby. Ojedinělá příměs zinkové běloby je patrně strženou příměsí z okolních vrstev.
4	**bílá, nesouvislá**	**celkové spektrum:** Ca, Si, Al, Zn (K, Na, S)	***povrchový nátěr s nazelenalou fluorescencí***; obsahuje uhličitan vápenatý, příměs bílé hlinky a zinkové běloby.

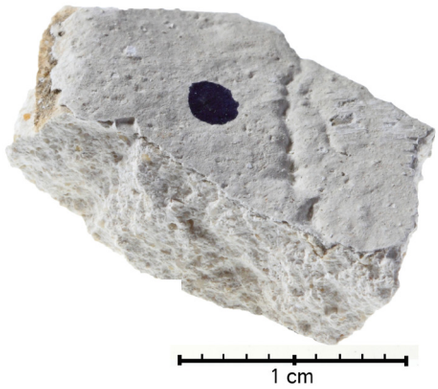
Prvková analýza vrstev vzorku V3/9795 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce. Vrstvy 3-4 jsou novodobou úpravou spadající do 2. pol. 20. století.



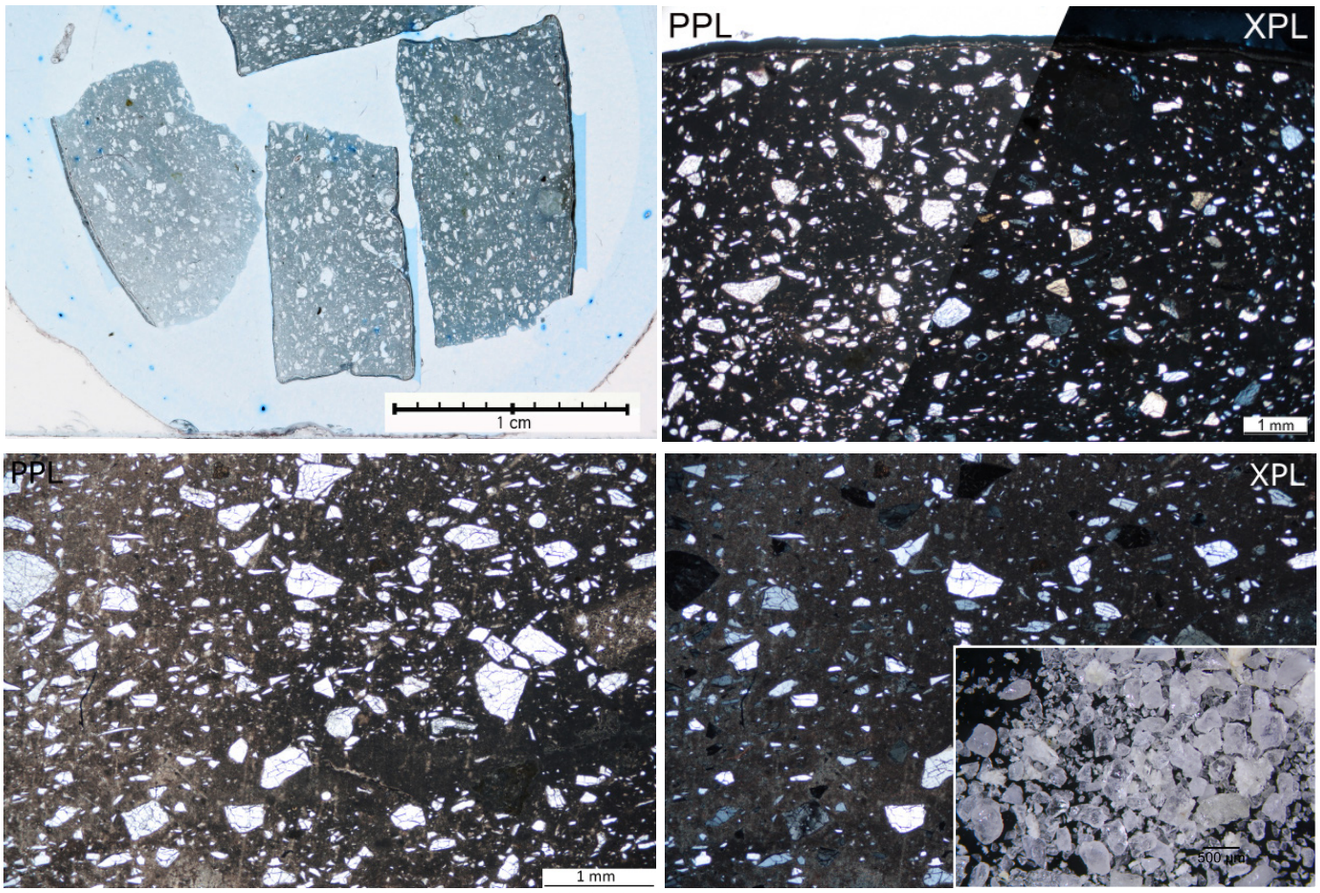
Obr. 12 a-b: *Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. Popis: a) Snímek příčného řezu vzorkem. Na povrchu štuku (na rozhraní mezi vrstvami 0 a 1, na snímku z optického mikroskopu) je patrná výrazná trhlina. b) Detail reaktivní částice se zvýšeným obsahem oxidu křemíku v matrici podkladu (0). Přítomnost těchto částic zvyšuje hydraulický charakter pojiva (na snímku je vidět reakční lem okolo částice - označeno šipkou).*

PETROGRAFICKÁ ANALÝZA

V3 (9795): Aeneas, Kimón a Peró
Místo odběru vzorku: kus listu z girlandy/žebra

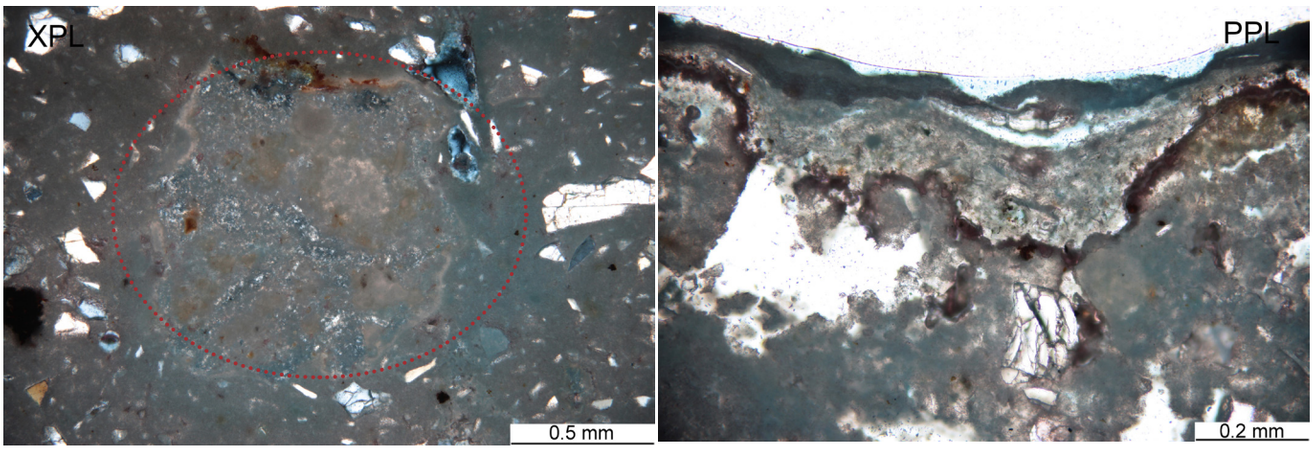


Obr. 13 a-b: *Místo odběru vzorku V3/9795 pro chemicko-technologický průzkum: kus listu z girlandy s povrchovými úpravami. Vzorek pro petrografickou analýzu, tečka označuje povrch. Foto: D. Všianský.*



Obr. 14 a-d: *Snímky výbrusu vzorku V3/9795. Popis: a) Přehledový snímek výbrusu, zvětšení 10x. b) Snímek výbrusu s povrchovými úpravami, PPL a XPL, fotografováno při zvětšení 40x. c, d) Detail matrice vzorku se středně homogenní strukturou. Plnivo tvoří dobře vytříděný písek s převahou klastů křemene. Klasty mají středně ostrohranný až ostrohranný tvar. Snímky PPL a XPL, fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x. (vpravo dole) Detail izolovaného plniva, snímek ze stereomikroskopu SMZ800 v odraženém bílém světle, fotografováno při zvětšení 20x.*

V3 (9795): Aeneas, Kimón a Peró
Místo odběru vzorku: kus listu z girlandy/žebra

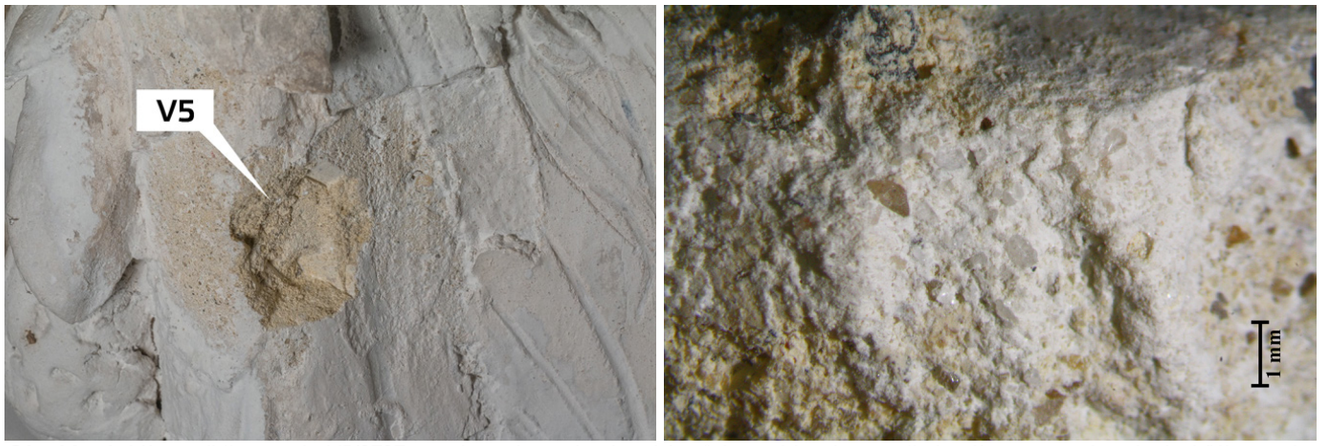


Obr. 15 a-b: *Snímky výbrusu vzorku V3 /9795. Popis: a) Detail částice nedopalu (vápence) s inkluzemi a červeným hematitem. b) Detail povrchových úprav. Na povrchu štukového podkladu se nachází tmavý nános, který vytváří rozhraní mezi štukem a povrchovými úpravami. Snímky XPL (vlevo) a PPL (vpravo), fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x (vlevo) a 200x (vpravo).*

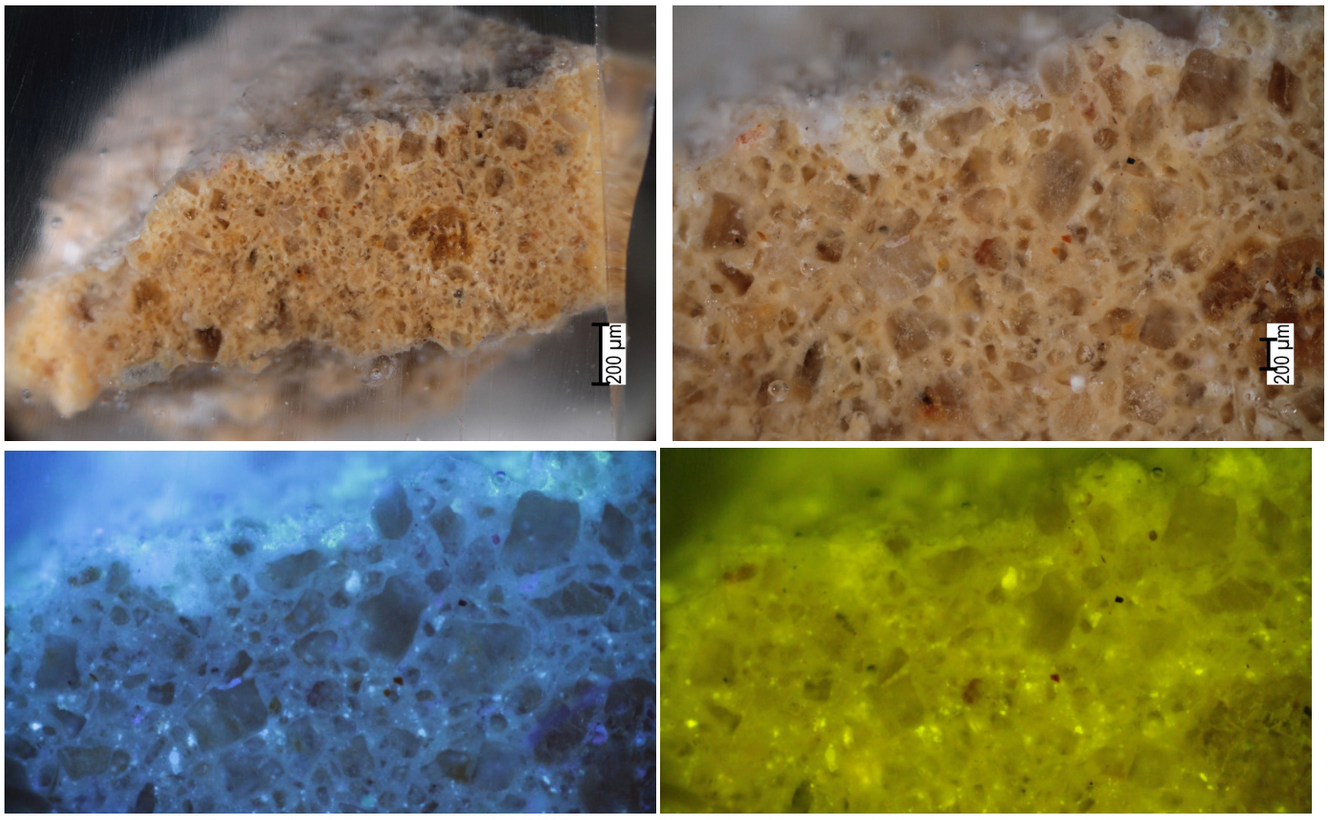
V3 (9795)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0 - podklad, štuk, modelační vrstva	**pojivová matrice**	**pojivo: Ca**, Si, Al, (Mg, S, Cl, Fe), obsah Si je celkově mírně zvýšený, lokálně proměnlivý (6,8-11, místy až 25 at.%), obsah Mg do 2,5 %, závalek pojiva 1: - nehomogenní složení: Ca, Si (obsah okolo 4,5 %) (Al, Mg, S, Cl), v rámci částice vměstky s vyšším obsahem oxidu křemíku a hořčíku: Si 11,5 %, Mg (15 %), závalek 2: Ca, Si, Mg (Al, S, Cl), obsah Si 3 at. %, ojediněle vměstky: Ca, Si, Mg Al (S), obsah Si 25 %, Mg okolo 9 %.	***slabě hydraulické vápno***; v matrici jsou přítomny oblasti s pravděpodobně hydraulickými fázemi (fáze se zvýšeným obsahem oxidu křemíku a hliníku), které vykazují hydraulickou reakci s vápenným pojivem, viz. *Obr. 12b*. V pojivové matrice se zřídka vyskytují inkluze a závalky pojiva. Analýzou ojedinělých závalků pojiva byl potvrzen nehomogenní obsah fází s obsahem křemíku, hliníku i hořčíku. Z petrografické analýzy nedopalu (viz. snímek 15a) bylo určeno, že surovinou pro přípravu vápna byl spíše vápenec. Na snímku lze vidět částici nedopalu vel. okolo 1,5 mm s vměstky červeného hematitu.
	plnivo	**plnivo: Si**, (stopy Si, Al, Mg, S, Cl)	***převážně drcený křemenný písek nebo drcená křemičitá hornina***; velikost klastů 0.025 - 0.9 mm, hrubozrnná a jemnozrnná frakce jsou relativně ostře odděleny (znaky vytřídění). Křemenný písek nese charakteristické znaky - střípkovitý tvar klastů, nízká sféricita (*Obr. 14d*). Hlavní složky tvoří křemen, ostatní složky jsou jen ojediněle zastoupeny - klasty minerálů tvoří klasty slídy, z horninových klastů jsou zastoupeny vzácně plutonická hornina s andalusitem, z minerálů muskovit. Ojediněle byly spíše jako náhodná přísada identifikována rostlinná pletiva. Zajímavostí je orientacee střípkovitých částic, patrně v důsledku zpracování.
	receptura	**receptura: (obj. poměr pojivo/plnivo)**	2,5:1, porozita spíše nízká nebo střední (ca 10 %), s přítomností mikrotrhlin.

Petrografická analýza štukové omítky vzorku V3/9795 doplněná výsledky SEM-EDX analýzy. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce. Z výsledků bylo určeno složení pojiva, plniva i přibližná receptura malty. Analýzy: R. Tišlová, D. Všianský.

V5 (9797): jádrová malta
Místo odběru vzorku: žebra girlandy (na kovové armatuře), v místě sondy S3



Obr. 16 a-b: Místo odběru vzorku V5/9797 pro chemicko-technologický průzkum: jádrová vrstva štukového souvrství se zbytky bílého modelačního štuku.

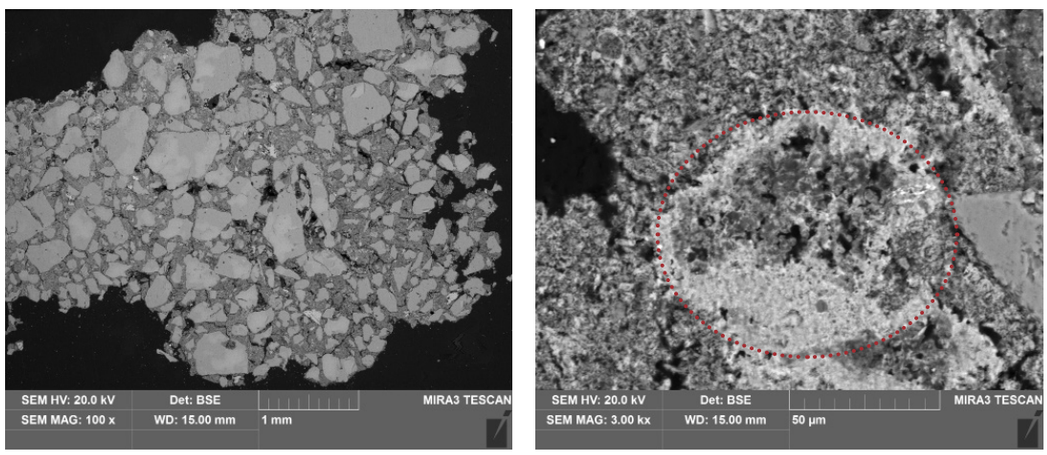


Obr. 17 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V5/9797. Popis: a, b) snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 20x (vlevo) a 50x (vpravo). c, d) Snímky v UV a modrém světle (zvětšení 50x).*

V5 (9797): jádrová malta
Místo odběru vzorku: žebra girlandy (na kovové armatuře), v místě sondy S3

V5 (9797)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - štuk - jádrová vrstva**	**matrice: Ca**, Si, Al, Mg (S, K, Fe), obsah Si tvoří okolo 14-15 at. % v matrici, u povrchu až 25 %, obsah Mg okolo 6,1% **plnivo: Si** plnivo 2 - silikát: **Si**, K, Al, Ca (Mg, Fe),	***jádrová štuková omítka***; pojivo omítky tvoří středně hydraulické vápno, plnivem je křemičitý písek. Matrice omítky je středně homogenní, s četnou přítomností thlin. V matrici byly ojediněle nalezeny závalky pojiva s inkluzemi se zvýšeným obsahem oxidu křemíku a hliníku (*Obr. 18b*), které jsou důkazem pro hydraulický charakter pojiva omítky. Plnivo tvoří převážně křemičitý písek, středně vytříděný s maximální velikostí u vzorku okolo 700 µm. Zrna písku jsou angulární až středně zaoblená a vyznačují se střední sféricitou. Hlavní složky tvoří křemen, ojediněle byly identifikovány jiné klasty hornin nebo minerálů, jejichž hlavní složku tvoří silikáty se zvýšeným obsahem oxohydroxidů železa. Jejich obsah ovlivňuje okrové zbarvení malty. Přibližný objemový poměr pojiva a plniva činí 1:1,5-1:2, obj.
1	**bílá, fragmenty - vápenný nátěr nebo tenká vrstva intonaka**	**-**	***na nábrusu nebyla zachycena***

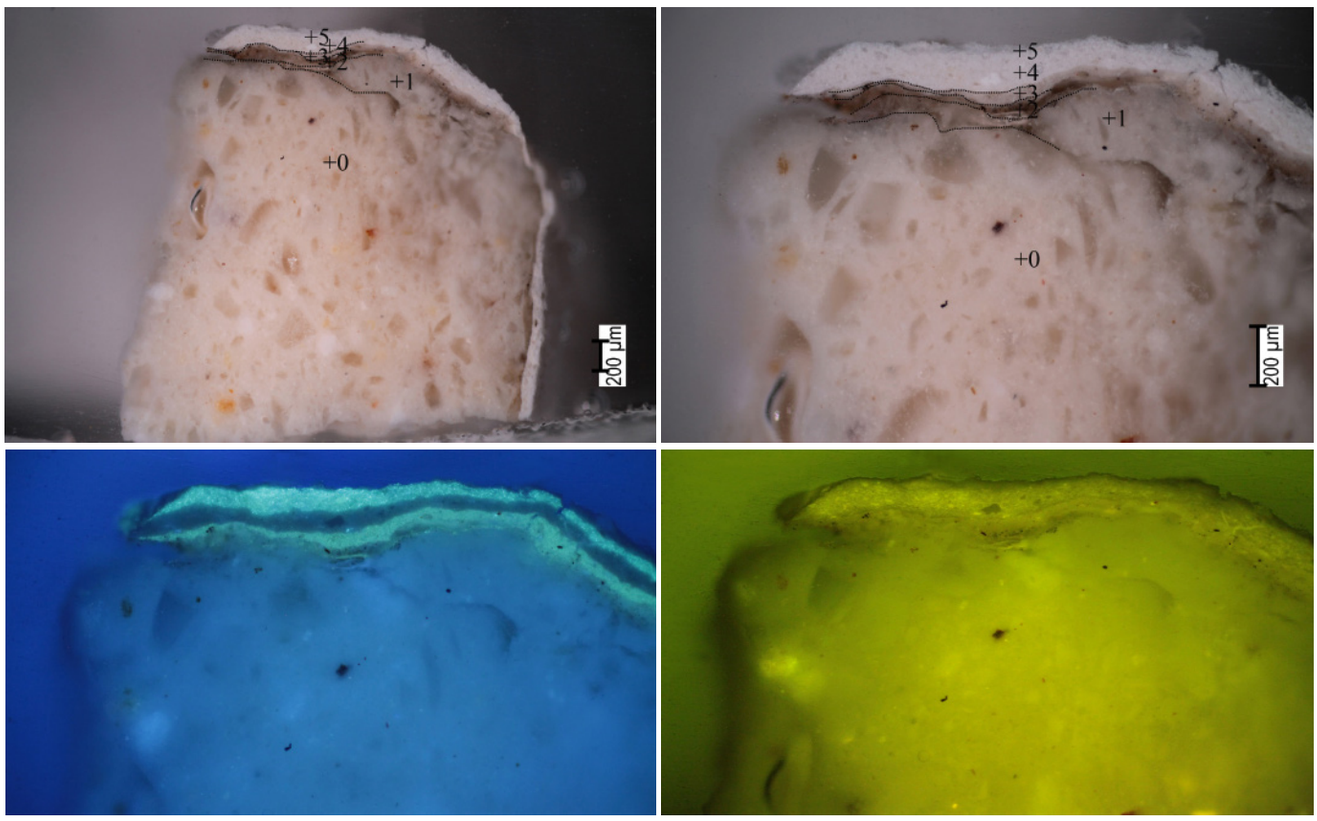
Prvková analýza vrstev vzorku V5/9797 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.



Obr. 18 a-b: *Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. Popis: a) Přehledový snímek nábrusu. b) Detail reaktivní částice se zvýšeným obsahem oxidů křemíku a hliníku. Přítomnost těchto částic zvyšuje hydraulický charakter pojiva (na snímku je vidět reakční lem okolo částice).*

V6 (9798): modelační štuk s povrchovými úpravami
Místo odběru vzorku: část vousů z Maskarona – původní štuk + plošná druhotná okrová vrstva
pod bílím nátěrem, v místě sondy S6

Obr. 19 a-b: Místo odběru vzorku V6/9798 pro chemicko-technologický průzkum: modelační štuk s povrchovými nátěry, vzorek pro petrograficko analýzu, tečka označuje na vzorku povrchu. Foto: D. Všianský, ÚGV, MU Brno.

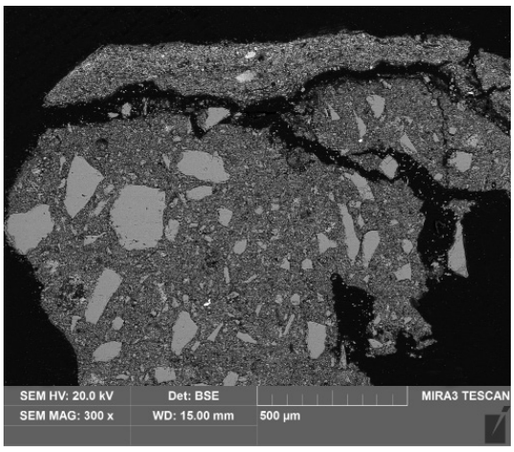


Obr. 20 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V6 (9798). Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 50x (vlevo) a 100x (vpravo). c, d) Snímky v UV a modrém světle (zvětšení 100x).*

V6 (9798): modelační štuk s povrchovými úpravami
Místo odběru vzorku: část vousů z Maskarona – původní štuk + plošná druhotná okrová vrstva

V6 (9798)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - štuk**	**matrice: Ca**, Si, Al, (Na, Cl, Mg, S, Fe), obsah Si je místně proměnlivý (lokální analýzou zjištěn obsah Si 8,5-23 at.%), obsah Mg do 4 at. %. plnivo: **Si**	***podklad***; pojivem štukové vrstvy je patrně slabě hydraulické vápno. Plnivo tvoří vytříděný patrně drcený křemenný písek. Pojivo se vyznačuje spíše nižším obsahem hydraulických fází v marici, jen lokálně se vyskytují oblasti (vměstky) se zvýšeným obsahem oxidů křemíku, hliníku a také hořčíku. Podrobná analýza štukového podkladu byla provedena na základě petrografické analýzy výbrusu (viz. dále str. 18, 19). Patrně z pojiva pochází červené částice bohaté na oxohydroxidy železa, které lépe popisuje petrografická analýza. Na povrchu podkladu se vyskytuje výrazné rozhraní, lokálně trhlina s přítomností nečistot (viz. *Obr. 21*, viditelné i na výbrusu, viz. *23b*).
1	**bílá - tenká vrstva intonaka**	**Ca**, Si, Al, (Na, Cl, Mg, S, Fe), obsah Si je místně proměnlivý (lokální analýzou zjištěn obsah Si 8,5-23 at.%), obsah Mg do 4 at. %. plnivo: **Si**	***další nános intonaka s bělavou fluorescencí***; složení pojiva odpovídá vrstvě 0 - vrstva obsahuje proměnlivý obsah znečišťujících sl.ožek s obsahem oxidu křemíku, hliníku a hořčíku. Vrstva obsahuje drobné částice plniva tvořené (stejně jako ve vrstvě 0) převážně zrny křemene. Ojediněle jsou ve vzorku přítomné bílé částečně ohraničené částice patrně nezhomogenizovaného pojiva stejného složení jako má pojivo matrice. Na povrchu vrstvy se vyskytuje trhlina (viz. *Obr. 21*) a lokálně vrstva nečistot.
2	**hnědo-okrová**	**celkové složení:** org., Si, Ca, Al, K (Zn, Fe, Cl), obsah uhličitanu je místně proměnlivý	***povrchová úprava s tmavou fluorescencí***; barevná vrstva nebo povrchová úprava, nesouvislá, tl. 0-20 μm, na výbrusu 30-45 μm. Vrstva/nános obsahuje vysoký podíl organických složek, vrstva obsahuje příměs jemnozrnné červené a hnědé hlinky, uhličitanu vápenatého a černého uhlíkatého pigmentu. Vrstva dále obsahuje příměs zinkové běloby, která je ale patrně strženou příměsí z vrstvy 3. Složení organických složek udává FT-IR analýza, viz. *Obr. 25, 26*.
3	**bílá našedlá**	**celkové složení:** Ca, Si, Al, Ti, Zn (S)	***povrchový nátěr s nazelenalou fluorescencí***; patrně vápenný nátěr s obsahem uhličitanu vápenatého, bílé hlinky, titanové a zinkové běloby.
4	**bílá**	**celkové složení:** Ca, Al, Si (Ti, stopy Zn)	***povrchový nátěr s nevýraznou namodralou fluorescencí***; patrně hlinkový nátěr s obsahem bílé hlinky, uhličitanu vápenatého a titanové běloby. Zinková běloba je patrně strženou příměsí z okolních vrstev.
5	**bílá**	Si, Al, Ti, Zn, Ca, K (Fe)	***povrchový nátěr s výraznou nazelenalou fluorescencí***; patrně hlinkový nátěr s obsahem titanové a zinkové běloby a příměsí uhličitanu vápenatého. Na povrchu se vysktuje tenká vrstva nečistot.

Prvková analýza vrstev vzorku V6/9798 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

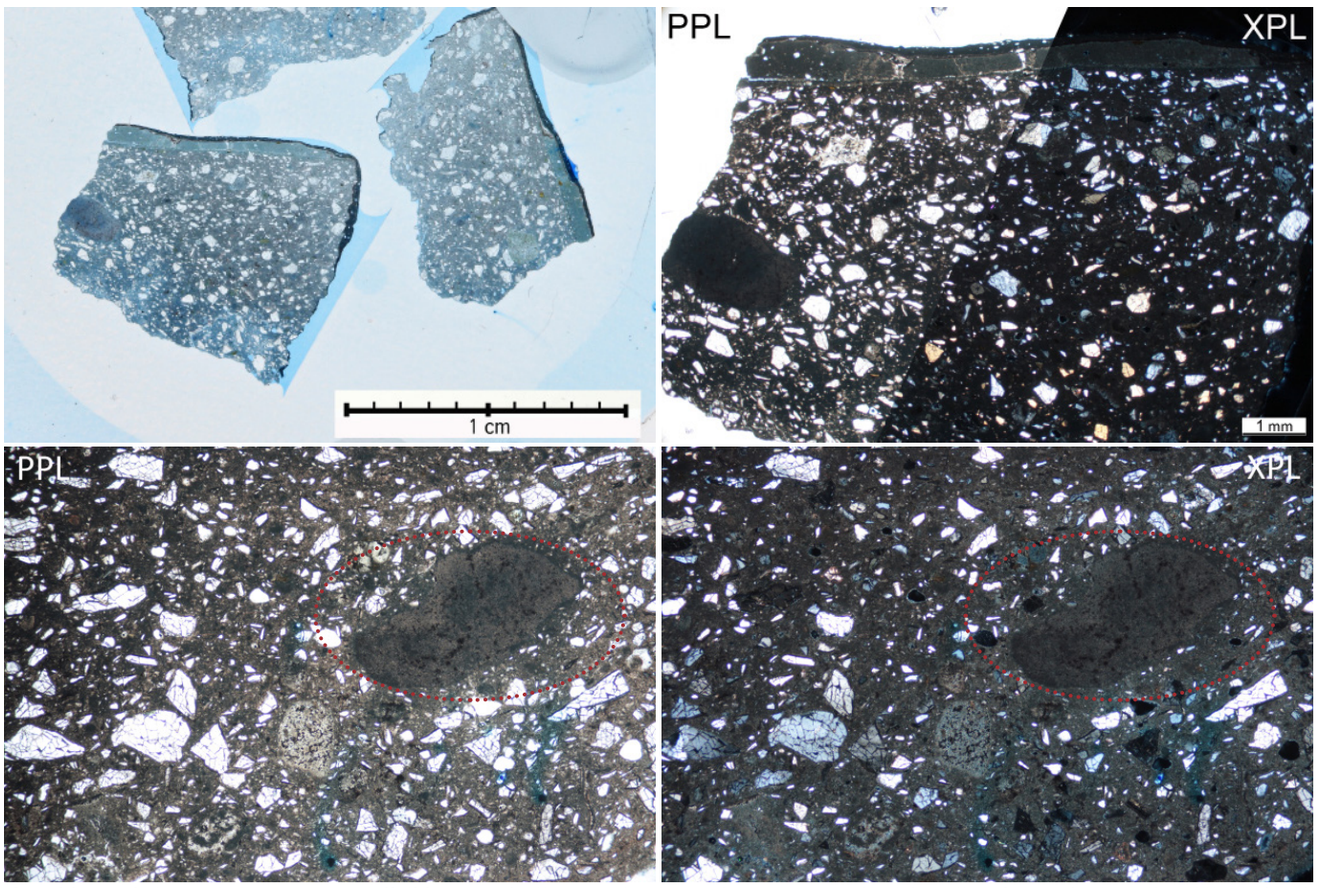


Obr. 21: *Snímek nábrusu vzorku V6/9798 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. Na povrchu štuku (mezi vrstavmi 0 a 1, na snímku z optického mikroskopu) je patrná výrazná trhlina. Další trhlina je na rozhraní vrstev 1 a 2.*

PETROGRAFICKÁ ANALÝZA

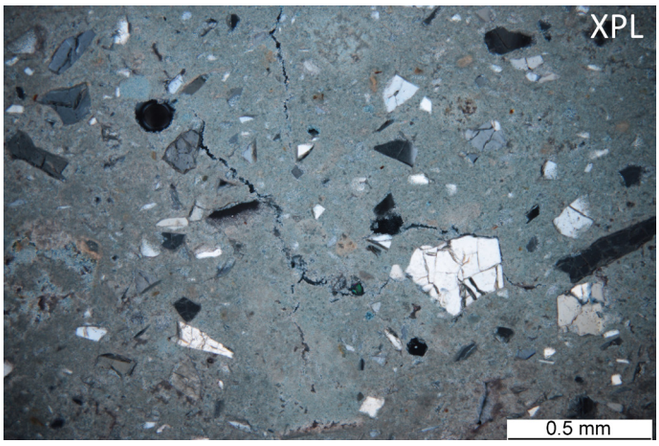
V6 (9798): modelační štuk s povrchovými úpravami
Místo odběru vzorku: část vousů z Maskarona – původní štuk + plošná druhotná okrová vrstva

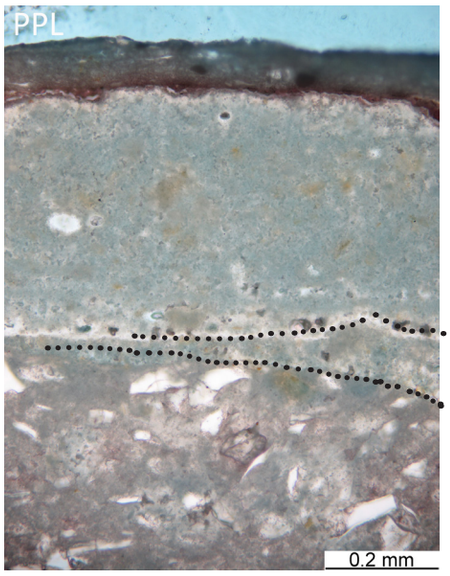
Obr. 22 a-b: Místo odběru vzorku V6/9798 pro chemicko-technologický průzkum: štukové souvrství s povrchovými nátěry, vzorek pro petrograficko analýzu, tečka označuje na vzorku povrchu. Foto: D. Všianský, ÚGV, MU Brno.



Obr. 23 a-d: *Snímky výbrusu vzorku V6/9798. Popis: a) Přehledový snímek výbrusu v procházejícím světle, fotografováno při zvětšení 10x. b) Snímek výbrusu s povrchovými vrstvami, snímky v PPL a XPL, fotografováno při zvětšení na mikroskopu 40x. c, d) Detail matrice vzorku se středně homogenní strukturou, uprostřed klast nedopalu. Plnivo tvoří dobře vytříděný písek s převahou klastů křemene. Klasty mají středně ostrohranný až ostrohranný tvar. Snímky v procházejícím světle PPL (vlevo) a XPL (vpravo), fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x.*

V6 (9798): modelační štuk s povrchovými úpravami
Místo odběru vzorku: část vousů z Maskarona – původní štuk + plošná druhotná okrová vrstva



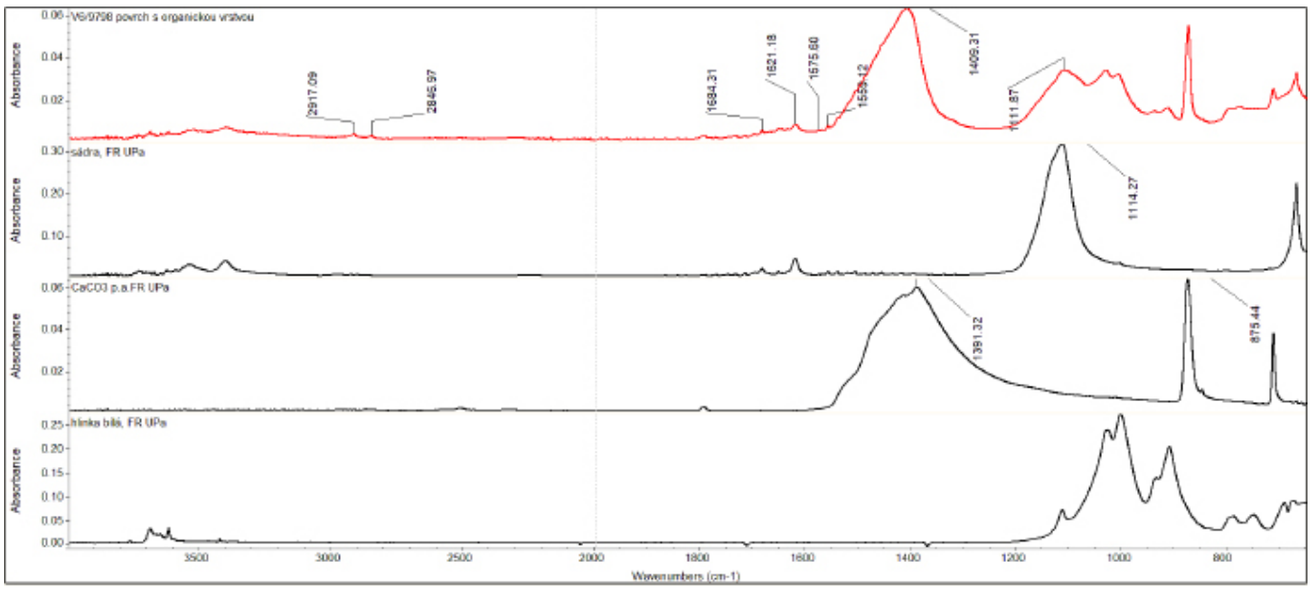


Obr. 24 a-b: *Snímky výbrusu vzorku V6/9798. Popis: a) Detail matrice vzorku s přítomností trhlin a střípkovitým křemenem. b) Detail povrchu s přítomností druhého nánosu intonaka a rozhraní. Snímky v procházejícím světle XPL (vlevo) a PPL (vpravo), fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x (vlevo) a 200x (vpravo).*

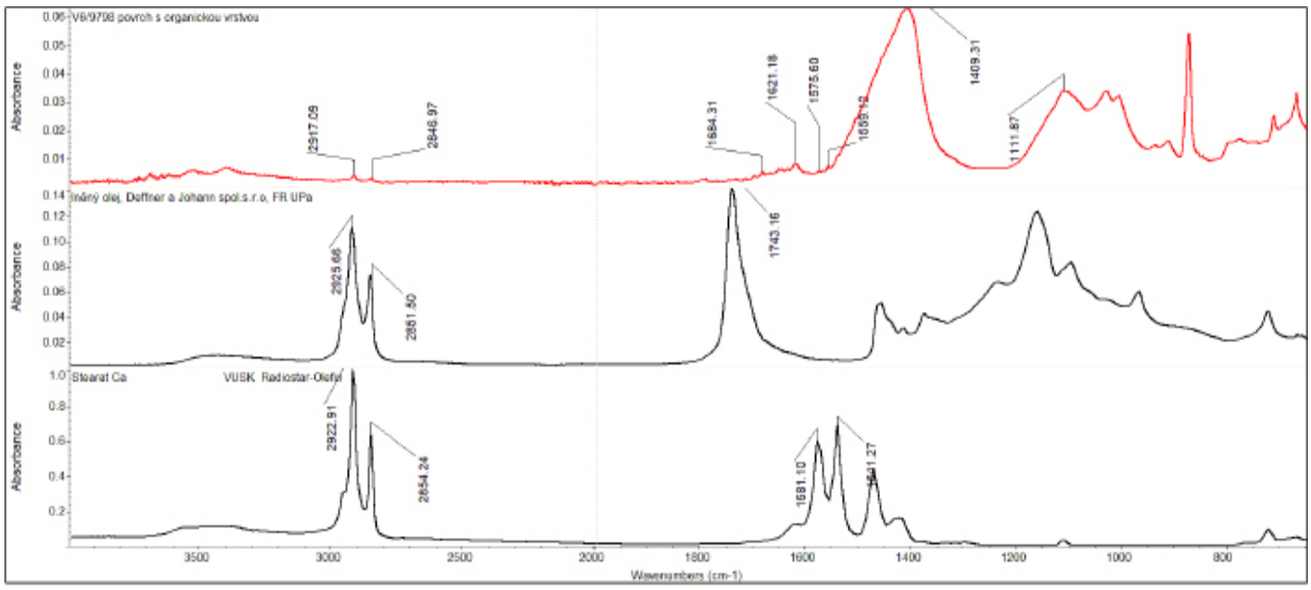
V6 (9798)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
	popis mikrostruktury		Štuková omítka provedená patrně v jednom nebo dvou nánosech (viz. detail povrchu *Obr. 24b*). Malta se vyznačuje středně homogenní strukturou, nehomogenity tvoří ojedinělé závalky pojiva, vměstky s vyšším obsahem hydraulických složek a hrubšími klasty nedopalu. Porozita malty je spíše nízká nebo střední (ca 10 %), s přítomností mikrotrhlin a ojedinělých oválných makropórů. Povrch malty je hladký, oddělený od následující úpravy povrchu rozhraním, místy se vyskytuje trhlina.
0 - podklad, štuk	**pojivová matrice**	**pojivo: Ca**, Si, Al, (Mg, S, Cl, Fe), obsah Si i Mg je v matrici spíše nižší, u obou prvků shodně v intervalu 3,5-5 at.% (vztaženo na všechny složky pojiva), nedopal: Ca (Mg, Si, Al), obsah Mg 3,3-3,9 %, Si 2,5-3,5 %. Závalky pojiva: stejné složení. Lokální vměstky se zvýšeným obsahem Mg: Ca, Mg (Si, Al), obsah Mg 7,5-20,5 %.	***bílé vzdušné nebo slabě hydraulické vápno***; složení matrice spíše odpovídá složení vzdušného vápna - obsah hydraulických složek je nízký, zpravidla menší než 5 at.%. Ojediněle se vyskytují vměstky se zvýšeným obsahem sloučenin zejména s obsahem oxidu hořčíku, křemíku a hliníku. Složení pojiva bylo potvrzeno analýzou závalků a nedopalu, které se vyznačují spíše nižším obsahem hydraulických složek. Z petrografické analýzy nedopalu (viz. snímek *23c, d*) bylo určeno, že surovinou pro přípravu vápna je spíše vápenec. Kromě anorganických složek byl ve vrstvě stanoven obsah organických příměsí, které by mohly souviset s přítomností oválných makropórů v matrici. Výsledky uvádí *Příloha 1* tohoto dokumentu (Výsledky proteinové analýzy, viz. vzorek HV_V6).
	plnivo	**plnivo: Si**, (stopy Si, Al, Mg, S, Cl)	***praný a dobře vytříděný křemenný písek nebo drcená křemičitá hornina***; velikost klastů 0.025 - 0.9 mm, hrubozrnná a jemnozrnná frakce jsou oproti vzorku V3 méně ostře odděleny. Křemenný písek nese charakteristické znaky - středně ostrohranný až ostrohranný tvar klastů (některá zrna až střípkovitý charakter), nízkou sféricitou klastů. Hlavní složky tvoří křemen, ostatní složky jsou jen ojediněle zastoupeny - klasty minerálů tvoří klasty slídy, z horninových klastů jsou zastoupeny vzácně plutonická hornina s andalusitem, z minerálů muskovit, turmalin. Ojediněle byly spíše jako náhodná přísada identifikována rostlinná pletiva. Ve svrchním nánosu plnivo chybí. Oproti vzorku V3 je méně výrazná orientace střípkovitých částic vznikající v důsledku zpracování.
	receptura	**receptura: (obj. poměr pojivo/plnivo)**	přibližně 1,5:1, porozita spíše nízká nebo střední (ca 10 %), s přítomností mikrotrhlin

Petrografická analýza štukové omítky vzorku V6/9795 doplněná výsledky SEM-EDX analýzy. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce. Z výsledků bylo určeno složení pojiva, plniva i přibližná receptura malty. Analýzy: R. Tišlová, D. Všianský.

Infračervená spektrometrie vrstvy 2 vzorku V6/9798



Obr. 25: *FT-IR spektrum tmavé povrchové úpravy (vrstva 2) vzorku V6/9798 a srovnávací spektra vybraných anorganických látek.*

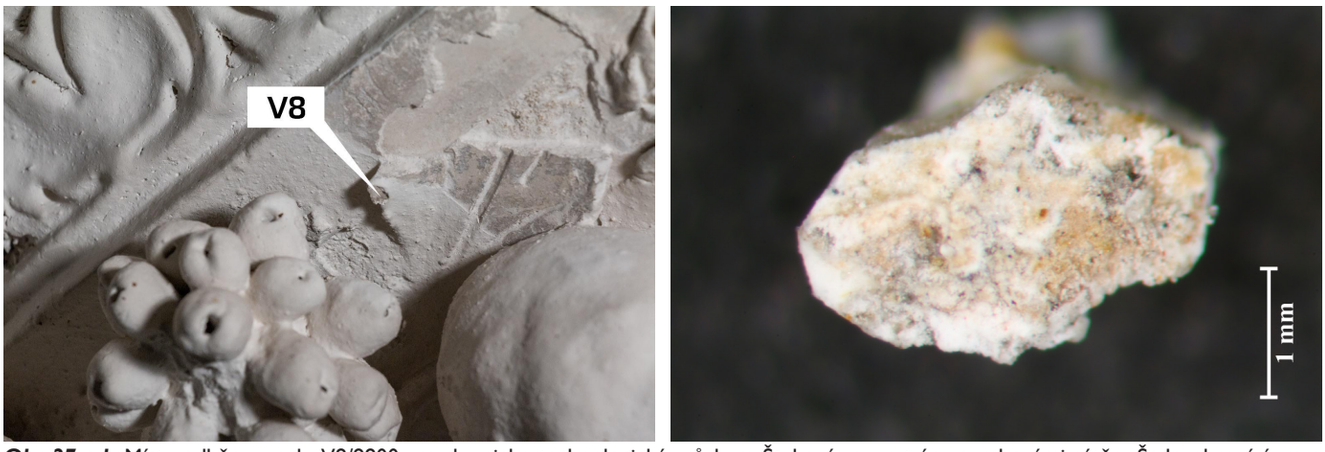


Obr. 26: *FT-IR spektrum tmavé povrchové úpravy (vrstva 2) vzorku V6/9798 a srovnávací spektra vybraných organických látek.*

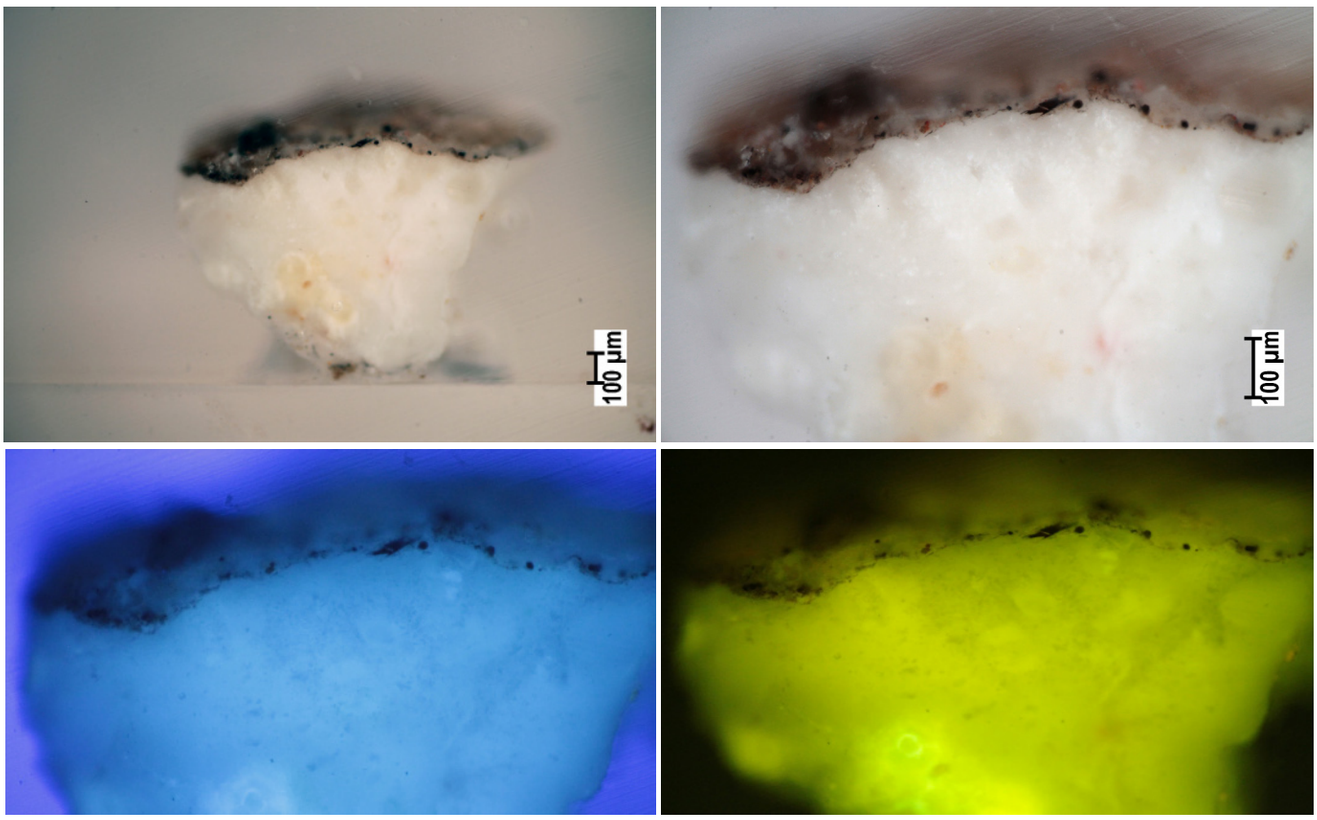
Vyhodnocení FT-IR analýzy:

Ze vzorku V6/9798 byly mechanicky odstraněny hlinkové nátěry a podařilo se odloupnout malý kousek štuku s tmavou povrchovou částečně transparentní vrstvou, která byla přiložena na krystal a měřena. Spektrum vrstvy obsahuje tři základní anorganické složky, které pravděpodobně pochází z okolních vrstev, nelze ale vyloučit i jejich přítomnost v samotné vrstvě, viz SEM-EDX. Jedná se o uhličitany (pásy s maximem 1409, 872, 668 cm^{-1}), sírany (pásy s maximy 1680,1620, 1100 cm^{-1} a další) a hlinky (pásy s maximy 1027 a 1005 cm^{-1} a další). Přítomnost organických látek potvrzují malé pásy v oblasti 2920, 2850 cm^{-1}. Jedná se o pásy příslušející vazbám C-H v organických nepolárních látkách. Ve spektru vzorku není patrný pás v oblasti 17xx cm^{-1} příslušející vazbě C=O esterové skupiny, která je typická pro tyto látky. Na druhou stranu jsou patrné malé píky 1575 a1559 cm^{-1}, které naznačují, že došlo ke zmýdelnění esterové skupiny. Analýza vrstvy byla provedena u vzorku V14 s podobnými výsledky.

V8 (9800): modelační štuk s povrchovými úpravami
Místo odběru vzorku: centrální rám, původní štuková vrstva s původní šedo-okrovou barevností (?)



Obr. 27 a-b: Místo odběru vzorku V8/9800 pro chemicko-technologický průzkum. Štukové souvrství s povrchovými nátěry. Šedo-okrová úprava navazující na povrchu štuku s překryvnými bílými nátěry.

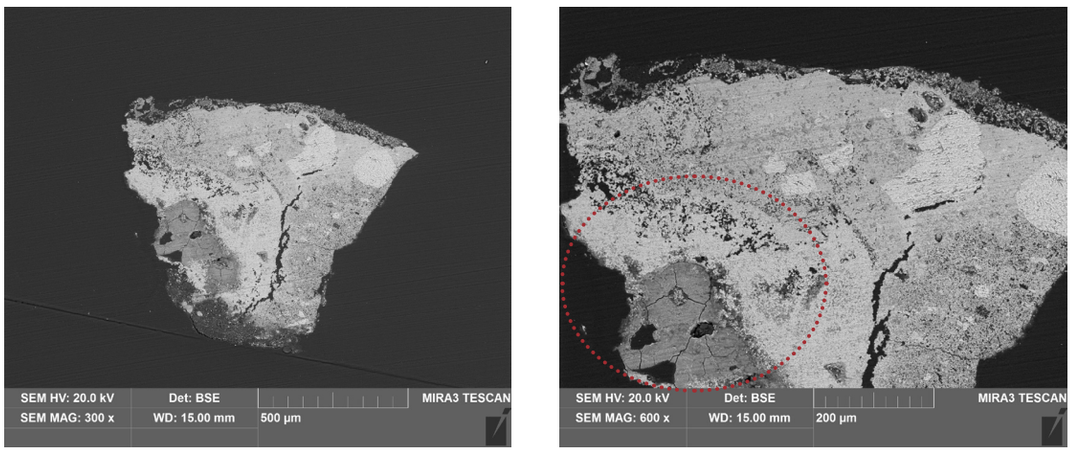


Obr. 28 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V8/9800. Popis: a, b) snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 100x (vlevo) a 200x (vpravo). c, d) snímky v UV a modrém světle (zvětšení 200x).*

V8 (9800): modelační štuk s povrchovými úpravami
Místo odběru vzorku: centrální rám, původní štuková vrstva s původní šedo-okrovou barevností (?)

V8 (9800)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - štuk**	**matrice: Ca**, Mg, Si (Al, stopy P, Cl, S), obsah Mg proměnlivý 12-17 at.%, obsah Si 3,5-7,8 % plnivo: **Ca**	***podklad***; složení podkladu se částečně odlišuje od ostatních vzorků modelačních štukových malt. Rozdíly lze spatřit v charakteru pojiva - pojivem štukové vrstvy je patrně slabě hydraulické slabě nebo středně dolomitické vápno. Rozdílné je i plnivo, které tvoří vytříděný patrně drcený mramor složený z kalcitu (v ostatních vzorcích drcenný křemenný písek nebo drcená křemičitá hornina). Pojivo se vyznačuje nehomogenní distribucí hydraulických fází s obsahem oxidu křemíku, hliníku a hořčíku.V matrici vzorku byla zachycena reaktivní částice (viz. *Obr. 29 b*, označeno červeně), která se vyznačuje vysokým podílem oxidu hořčíku, křemíku a hliníku. Reakční lem okolo (na SEM snímku světlá zóna) obsahuje více uhličitanu vápenatého, obsah hydraulických složek klesá. Na povrchu podkladu se vyskytuje rozhraní.
1	**hnědo-okrová**	**Ca**, Mg, Si (Al, S, Na, Cl, Fe), obsah hořečnatých fází vysoký	***patrně vápenný nátěr bez viditelné fluorescence***; obsahuje vápno, příměs červené a oranžovo-červené hlinky a černého uhlíkatého pigmentu s hrubou velikostí částic (viz. *Obr. 28 b*).

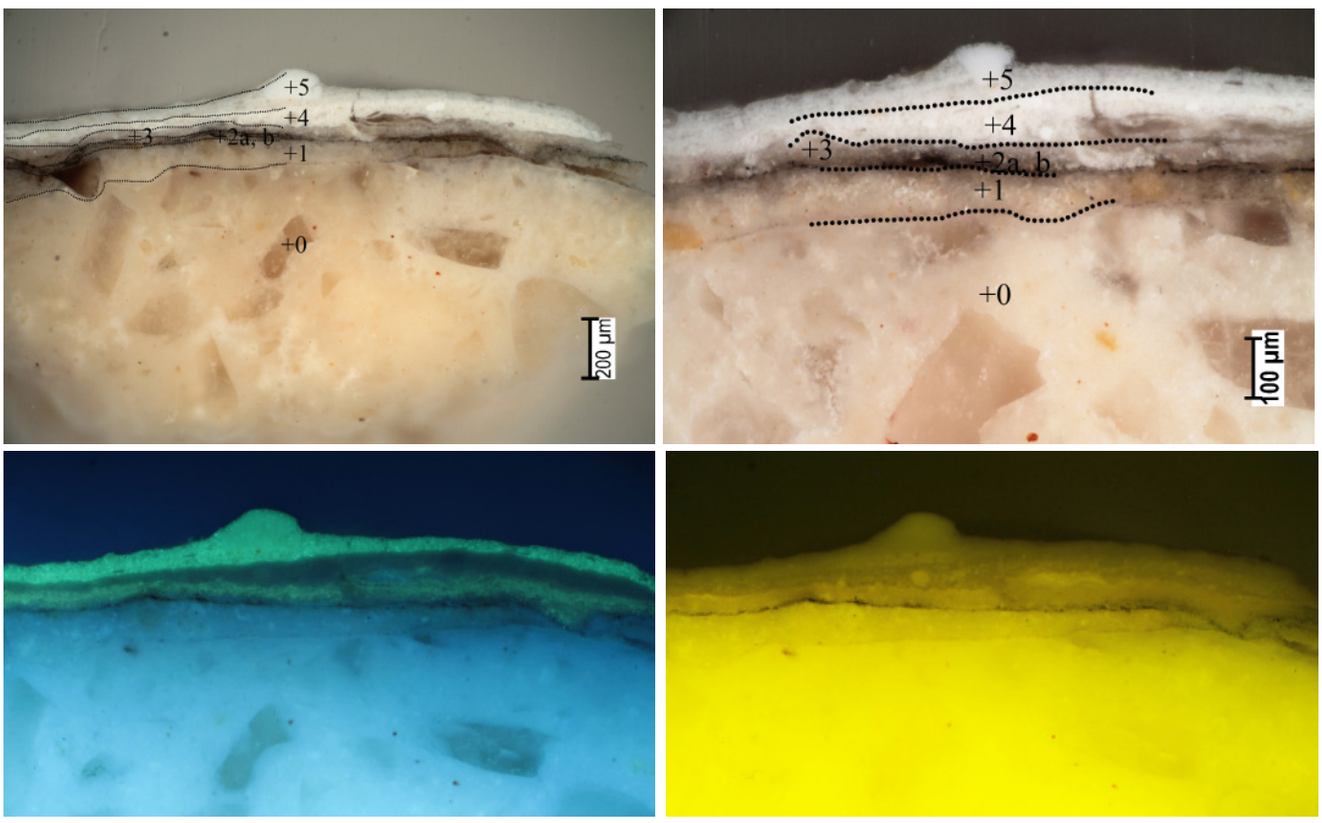
Prvková analýza vrstev vzorku V6/9798 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.



Obr. 29 a-b: *Snímky ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. Na povrchu štuku je patrné rozhraní.*

V9 (9827): oliva z centrálního rámu
Místo odběru vzorku: souvrství nátěrů, možná s přítomností primárního šedého nátěru (?, prokázat)

Obr. 30 a-b: *Místo odběru vzorku V9/9827 pro chemicko-technologický průzkum: modelační vrstva štuku s šedo-černým povrchem a bílými povrchovými nátěry.*

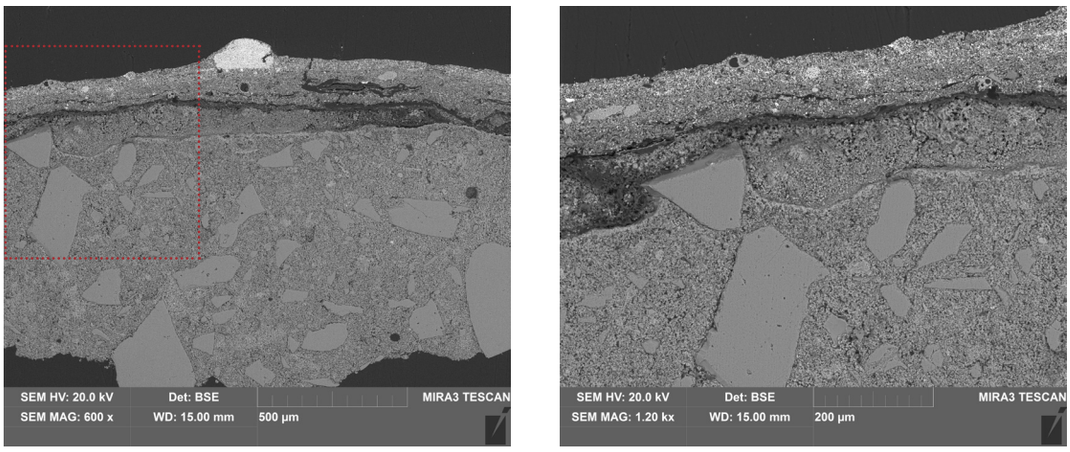


Obr. 31 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V9/9827. Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 100x (vlevo) a 200x (vpravo), c, d) snímky v UV a modrém světle (200x).*

V9 (9827): oliva z centrálního rámu
Místo odběru vzorku: souvrství nátěrů, možná s přítomností primárního šedého nátěru (?, prokázat)

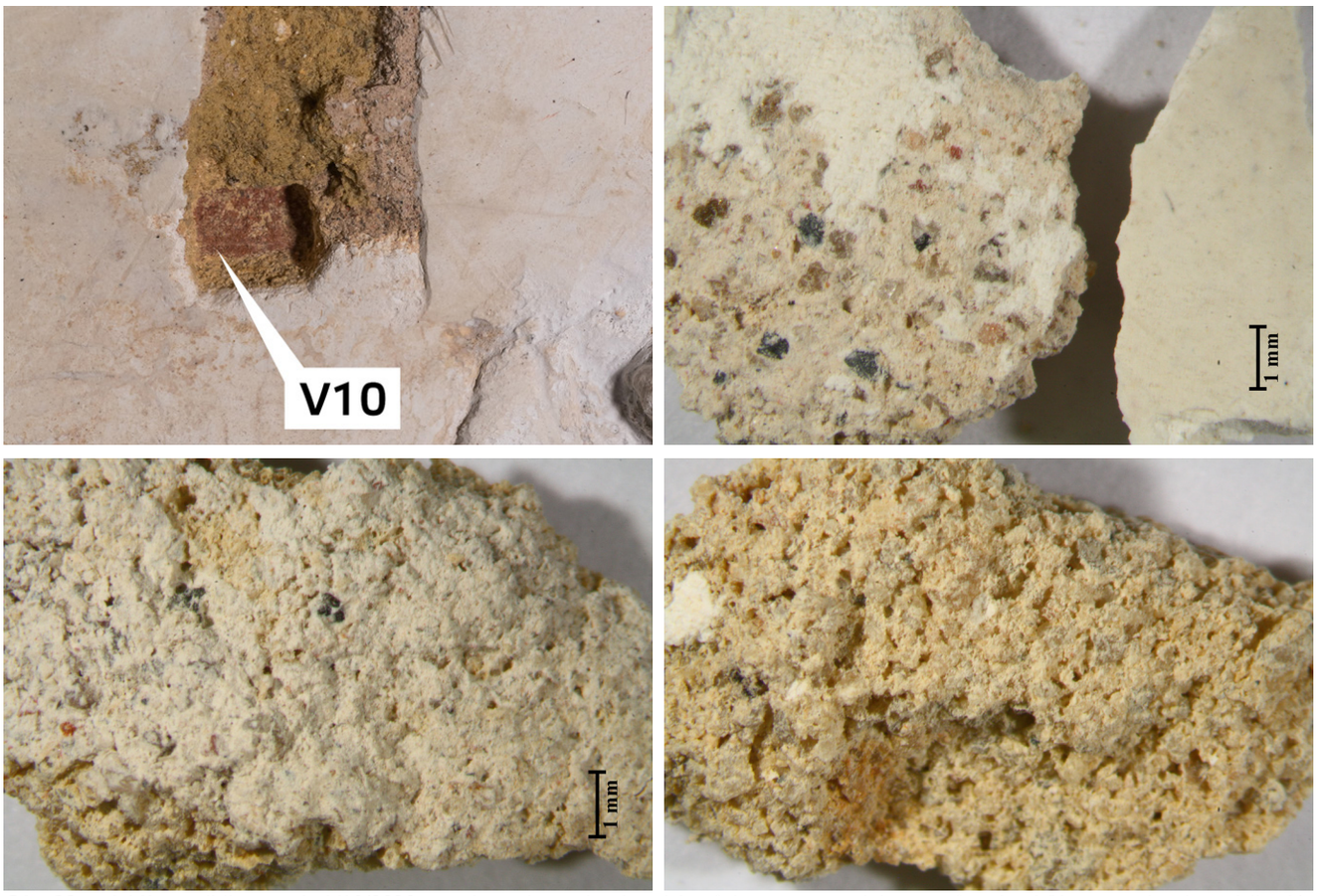
V9 (9827)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - modelační štuk**	**matrice: Ca**, Si, Mg (Al, S, K, P, Cl), obsah Si proměnlivý 9-13 at.% (vztaženo na celkový podíl složek v pojivu), obsah Mg zpravidla okolo 2,5-3 at. %, místně zvýšený 5,5-6,2 at.%. plnivo: **Si**	***podklad - bílý modelační štuk s modro-bílou fluorescencí***; s pojivem na bázi bílého slabě hydraulického vápna s mírně zvýšeným obsahem hořečnatých složek. Plnivo tvoří křemenný písek s dominantním obsahem křemene. Částice plniva se vyznačují středně zaobleným až ostrohranným tvarem částic (některé klasty mají střípkovitý tvar, jež naznačuje částečné drcení plniva), viz. snímek SEM (*Obr. 32*). Na povrchu štuku se vyskytuje rozhraní tvořené vrstvičkou uhličitanu vápenatého (povrch omítky je vyzrálý). Součástí matrice pojiva se vyskytují charakteristické červené částice bohaté na oxohydroxidy železa. Složení štukové malty detailně popisuje petrografická analýza např. vzorku V3, V11 nebo V14 (viz. dále). Na povrchu rozhraní tvořené zkarbonatovanou vrstvičkou uhličitanu vápenatého.
1	**bílá - vápenný nátěr (pačok) nebo tenká vrstva intonaka**	**matrice: Ca**, Si, Mg (Al, S, K, P, Na), obsah Si 12-16 at.% (vztaženo na celkový podíl složek v pojivu), obsah Mg 3,5-5 at.%. Obsah S (okolo 2 %)	***vrstva bílého vápenného pačoku nebo intonako s modro-bílou fluorescencí***; vrstva tl. do 150 µm se vyznačuje podobným složením jako vrstva podkladu. Pojivo je slabě nebo středně hydraulické vápno, neobsahuje plnivo. Ve vrstvě byl zjištěn zvýšený obsah organických sloučenin, jejichž původ nelze jednoznačně vyhodnotit. Z ostatních složek byl identifikován zvýšený obsah sloučenin s obsahem síry (S) a fosforu (P).
2 a, b	**černá - nátěr, dva nánosy?**	**org.**, Ca, Si (Al, S, Cl, K, Mg, Fe, P), místy více Si	***povrchová/barevná úprava bez viditelné fluorescence***; barevná vrstva provedená vápennou technikou na vyzrálý podklad vápenného pačoku. Vrstva obsahuje uhličitan vápenatý, barvící složku tvoří jemnozrnný černý uhlíkatý pigment a malá příměs červené a hnědo-červené hlinky.
3	**sv. béžová našedlá promísená s vrstvou 2**	**org.**, Si, Ca, Al, Zn, Ti (K, Mg, Na), někde více Ca	***nátěr s nazelenalou fluorescencí***; hlinkový nátěrs obsahem organického pojiva, bílé hlinky a uhličitanu vápenatého (patrně se nejedná o křídu, vrstva neobsahuje fosilní útvary). Vrstva dále obsahuje příměs titanové běloby.
4	**bílá**	**org.**, Ca, Si, Al, S, Ti, K (Zn, S)	***nátěr s nevýraznou namodralou fluorescencí***; patrně hlinkový nátěr s obsahem uhličitanu vápenatého, bílé hlinky a titanové běloby. Vrstva obsahuje stopy zinku (Zn), které jsou patrně strženou příměsí z okolních vrstev.

Prvková analýza vrstev vzorku V9/9827 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.



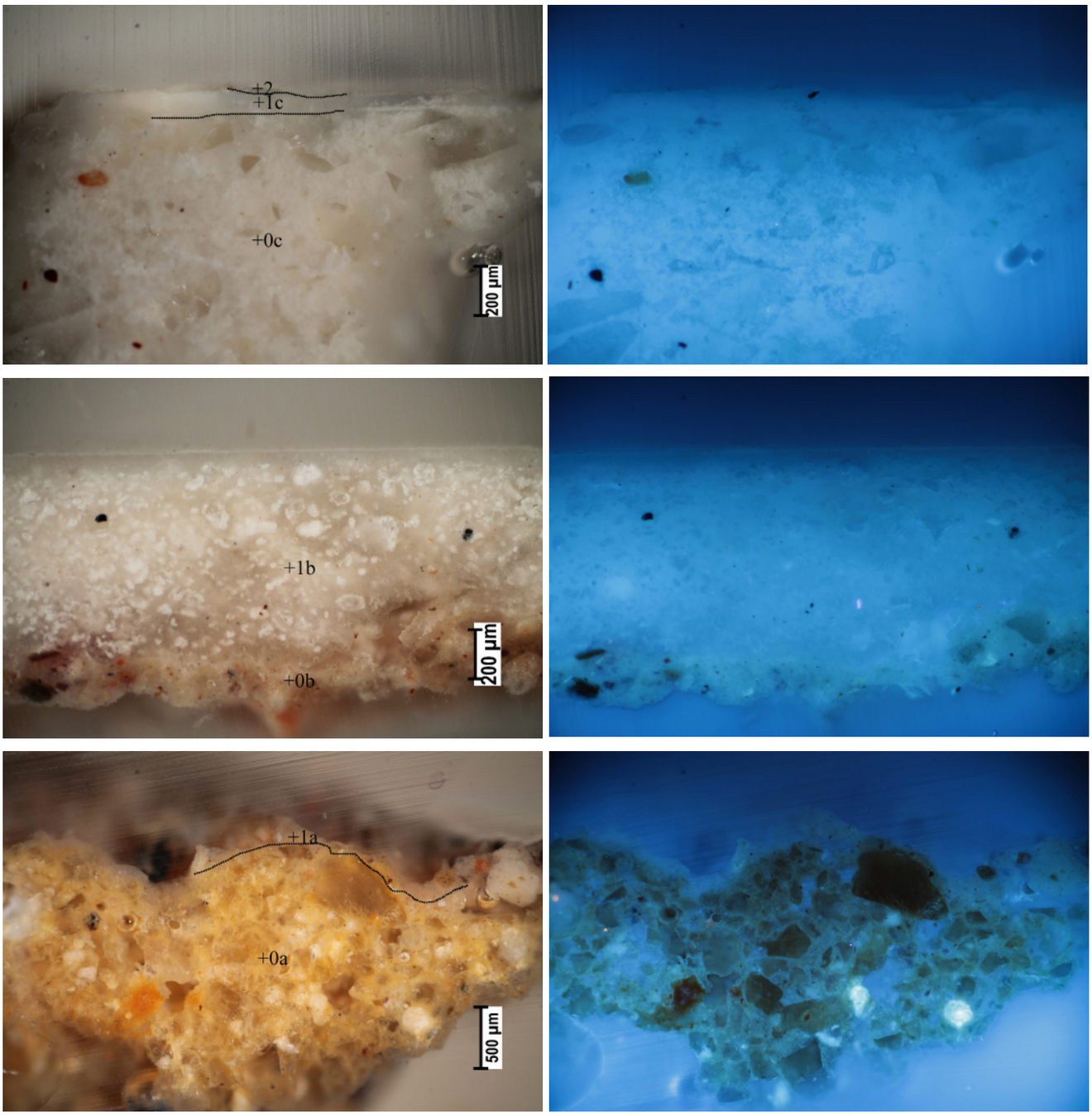
Obr. 32 a-b: *Snímky nábrusu vzorku V9/9827 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV, (vpravo) detailní snímek povrchu.*

V10 (9828): 2 odlišné malty (spodní okrová) a doplněný štuk
Místo odběru vzorku: dozdívka výtahu



Obr. 33 a-d: *Místo odběru vzorku V10/9828 pro chemicko-technologický průzkum: souvrství dvou typů malt s bílými povrchovými nátěry. b) Snímek povrchové vrstvy malty (doplňku) se zbytky bílých nátěrů. c, d) Snímek lícové (vlevo) a rubové strany okrového jádra a doplňku. Vzorek se při odběru rozdělil a bude zpracováván jako tři nábrusy.*

V10 (9828): 2 odlišné malty (spodní okrová) a doplněný štuk
Místo odběru vzorku: dozdívka výtahu



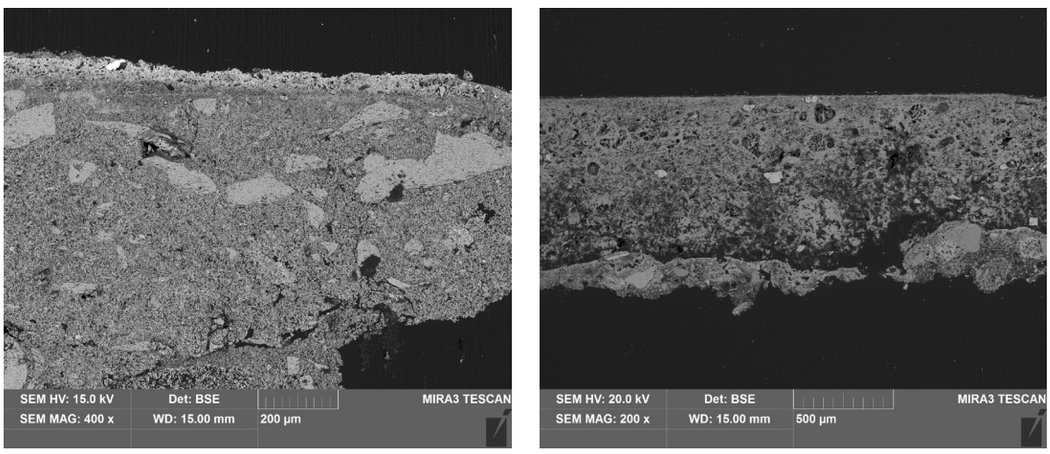
Obr. 34 a-f: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V10/9828, vzorek jádrové (+0a a +0b) nebo modelační vrstvy (+0c) s vrstvou doplňku (1b a 1c). Vrstva překrývá u vzorku a jádrovou vrstvu, u vzorku c se oprava nachází na modelační vrstvě. V obou případech se jedná o opravu sádrou. Snímky a, c, e) fotografovány v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 100x (snímky a-d) a 50x (snímky e, f), b, d, f) snímky v UV světle.*

V10 (9828)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0a	**okrová - podklad, jádrová omítka**	**matrice: Ca**, Si, Al, (Na, Cl, Mg, S, Fe), obsah Si je místně proměnlivý plnivo: **Si**	***podklad***; tvořený vápennou omítkou na bázi slabě či středně hydraulického vápna, obsah hydraulických složek obsahující křemík (Si) a hliník (Al) je místně proměnlivý (může být ovlivněn plnivem). Jako plnící složka byl použit písek tvořený rozmanitou směsí klastů hornin a minerálů. Písek je středně vytříděný s maximální velikostí do 1 mm.
0b	**sv. okrová - arriccio nebo zbytek jádrové malty**	**matrice: Ca**, Si, Al, (Na, Cl, Mg, S, Fe), obsah Si je místně proměnlivý plnivo: **Si**	***podklad s bělavou mírně nažloutlou fluorescencí***; vrstva se vyznačuje podobným složením jako vrstva 0a.
1a, 1b	**bílá - doplněný štuk**	**matrice: Ca, S** (stopy Si, Al, Mg, S, Cl)	***podklad, vrstva opravného štuku s modrou fluorescencí***; vrstva obsahuje sádru (síran vápenatý). Ostatní složky jsou znečišťující příměsí.

Prvková analýza vrstev vzorku V10/9828, vzorek a, b, dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

V10 (9828)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0c	**bílá modelační vrstva štuku**	**matrice: Ca**, Si (Mg, Al, Na), obsah Si je zvýšený a proměnlivý (12-18 at.%), obsah Mg (3-4,5 %, vztaženo na ostatní složky pojiva) plnivo: **Si**	***podklad, vrstva modelačního štuku s modrou fluorescencí***; složení modelační vrstvy štuku se shoduje se složení odebraných vzorků štuků v centrálním sále. Pojivem je slabě nebo středně hydraulické vápno, plnivo tvoří dobře vytříděný křemenný písek s minimálním obsahem nečistot. Velikost částic plniva u vzorku dosahuje max. 350 μm, tvar částic je částečně zaoblený až částečně ostrohranný. Malta se vyznačuje výrazně zvýšeným obsahem pojiva - obsah pojiva převažuje nad obsahem plniva.
1c	**bílá - nátěr**	**matrice: Ca,** Si (stopy Mg,Al), obsah Si 7-45 at.%	***nátěr s modrou fluorescencí***; vrstva obsahuje uhličitan vápenatý a vysoký obsah oxidu křemičitého, který je ve vrstvě nerovnoměrně distribuován. Obsah dalších složek jako oxidu hlinitého nebo oxidu hořečnatého je zanedbatelně nízký a neodpovídá obsahu hlinek.
2	**bílá - nátěr, nesouvislý**	**matrice: Ca,** Si (stopy Mg, Al, místy zrna Ti), obsah Si 7-45 at.%	***nátěr s modrou fluorescencí***; vrstva se vyznačuje podobným složením jako vrstva 1. Ojediněle se na povrchu vyskytují zrna titanové běloby.

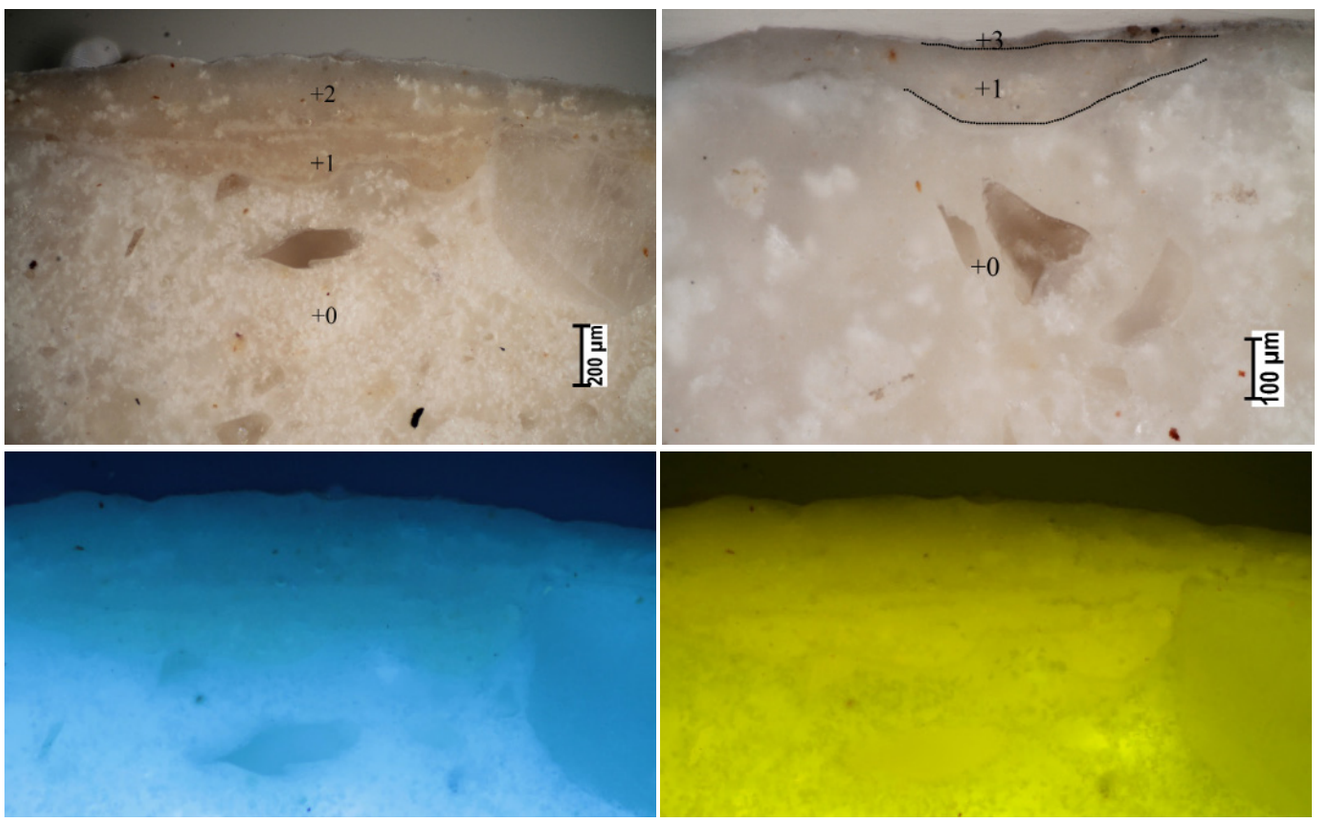
Prvková analýza vrstev vzorku V10/9828, vzorek c, dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.



Obr. 35 a-b: *Snímky nábrusu vzorkem V9/9827 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. Vzorek c (vlevo) a vzorek b (vpravo).*

V11 (9829): plamen, štuk s šedou barevností
Místo odběru vzorku: hlavní/vstupní chodba

Obr. 36 a-b: *Místo odběru vzorku V11/9829 pro chemicko-technologický průzkum: okrový štuk s šedou úpravou povrchu. Šedá se na povrchu vzorku vyskytovala jen lokálně (označeno šipkou).*

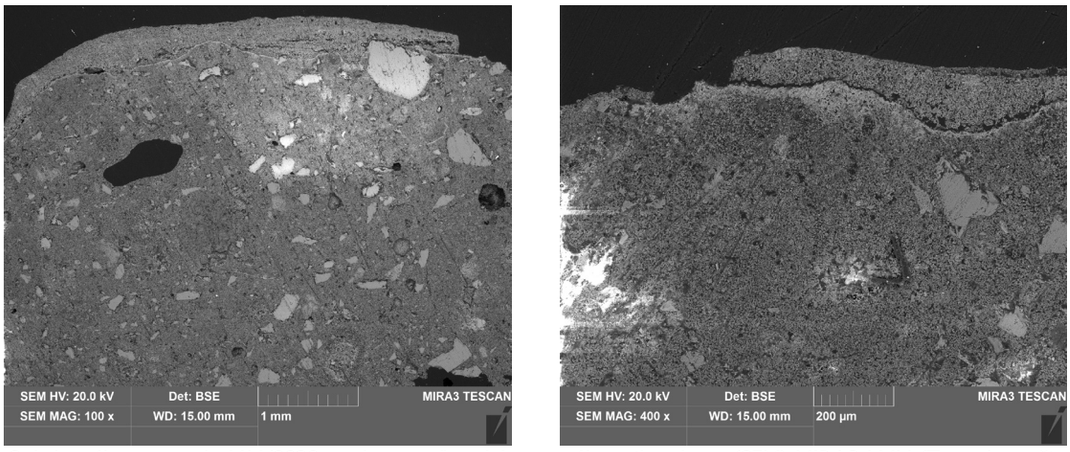


Obr. 37 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V11/9829. Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 100x (vlevo) a 200x (vpravo), c, d) snímky v UV a modrém světle (100x).*

V11 (9829): plamen, štuk s šedou úpravou povrchu
Místo odběru vzorku: hlavní/vstupní chodba

V11 (9829)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - vápenná omítka**	**matrice: Ca**, Si, Mg (Na), obsah Si je proměnlivý (10-15 at.), závalek pojiva: **Ca**, Si, Mg (Na, Al), obsah Si okolo 4 at.%. Obsah Mg tvoří 1,5-2,8 at.% (vztaženo na celkový podíl složek pojiva) plnivo: Si	***podklad***; tvořený vápennou omítkou na bázi bílého vzdušného nebo slabě hydraulického vápna, obsah hydraulických složek obsahující křemík (Si) je místně proměnlivý (může být ovlivněn typem plniva). Jako plnící složka byl identifikován vytříděný křemenný písek jehož hlavní dominantní složku tvoří křemen, další minoritní příměsi písku tvoří silikáty s obsahem železa (Fe). Na povrchu je patrné rozhraní tvořené zkarbonatizovanou vrstvou uhličitanu vápenatého (viz. *Obr. 38b*). Plnivo je vytříděné, maximální velikost částic plniva byla zjištěna okolo 800 μm, většina částic je menší než 500 μm. Částice plniva mají převážně angulární tvar, větší částice jsou naopak zaoblené.
1	**bílá až sv. okrová - vápenný pačok nebo druhý nános intonaka**	**matrice: Ca**, Si (Mg, Al, Na, S), zvýšený je obsah složek s obsahem uhlíku	***vápenný pačok nebo vrstvička intonaka tl. 0,5-1 mm s modrou nažloutlou fluorescencí***; vrstva obsahuje uhličitan vápenatý s příměsí složek s obsahem křemíku a patrně vyšším obsahem organických složek, neobsahuje plnivo. Vrstva je propojena s vrstvou 2, která může být řetím nánosem intonaka.
2	**bílá až sv. okrová - vápenný pačok nebo třetí nános intonaka**	**matrice: Ca**, Si (Mg, Al, Na, S, Fe), zvýšený je obsah složek s obsahem uhlíku. Obsah složek s obsahem Si je místně proměnlivý, tvoří 13-27 at.%., obsah Mg 2,6-2,8 %.	***vápenný nátěr nebo pačok tl 0,5-1 mm s nažloutlou fluorescencí***; složení vrstvy odpovídá vrstvě 1. Vrstva neobsahuje plnivo. Ve vrstvě jsou na snímku z optického mikroskopu patrné červené částice hematitu.
3	**šedá, lokálně dochovaná**	**matrice: Ca**, S, Si, Mg (Al, Na), místy vrstva s příměsí Ti	***nátěr bez viditelné fluorescence nebo alterovaný povrch vrstvy 2***; vyznačuje se podobným složením jako vrstva 2, zvýšený je obsah síry. Vrstva patrně obsahuje prachové nečistoty. Nejspíše by se mohlo jednat o zbytky sulfatizovaného nátěru nebo sulfatizovaný povrch vrstvy 2. Na povrchu se ojediněle nachází zrna titanové běloby, možná jako pozůstatky původně přítomného překryvného nátěru.

Prvková analýza vrstev vzorku V11/9829 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

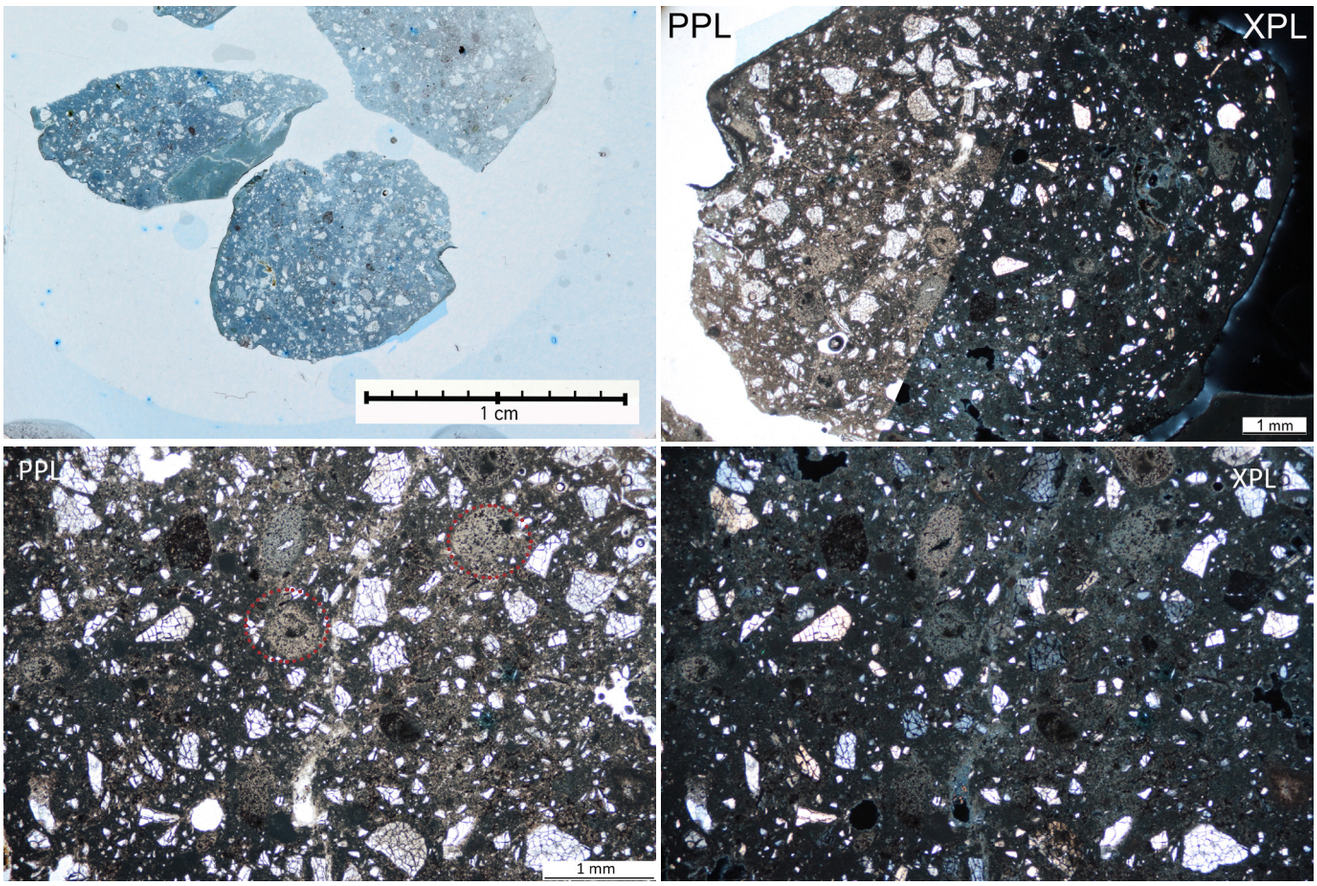


Obr. 38 a-b: *Snímky nábrusu vzorku V11/9829 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV, (vpravo) detail povrchových vrstev, na povrchu se zvýšeným obsahem sádrovce.*

PETROGRAFICKÁ ANALÝZA

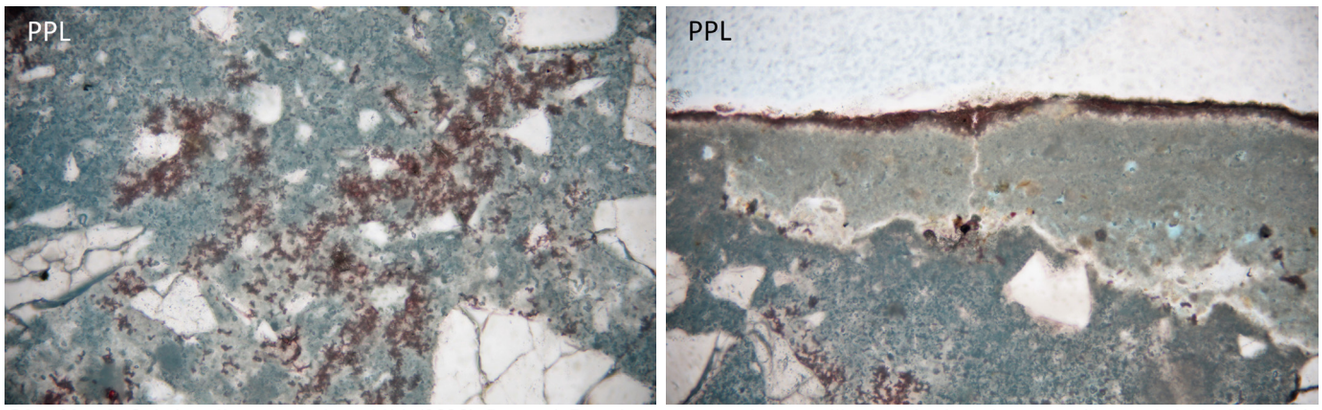
V11 (9829): plamen, štuk s šedou barevností
Místo odběru vzorku: hlavní/vstupní chodba

Obr. 39 a-b: *Místo odběru vzorku V11/9829 pro chemicko-technologický průzkum: sv. okrový štuk s šedou úpravou povrchu (označeno červeně). Tečka označuje povrch vzorku.*



Obr. 40 a-d: *Snímky výbrusu vzorkem V11/9829. Popis: a) Přehledový snímek výbrusu procházejícím světle, fotografováno při zvětšení 10x. b) Snímek výbrusu s povrchovými vrstvami, snímky v PPL a XPL, fotografováno při zvětšení na mikroskopu 40x. c, d) Detail matrice vzorku s výrazně nehomogenní strukturou s vysokým obsahem závalků pojiva. Plnivo tvoří dobře vytříděný písek s převahou klastů křemene. Klasty křemene mají středně ostrohranný až středně zaoblený tvar. Snímky v procházejícím světle PPL (vlevo) a XPL (vpravo), fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x.*

V11 (9829): plamen, štuk s šedou barevností
Místo odběru vzorku: hlavní/vstupní chodba

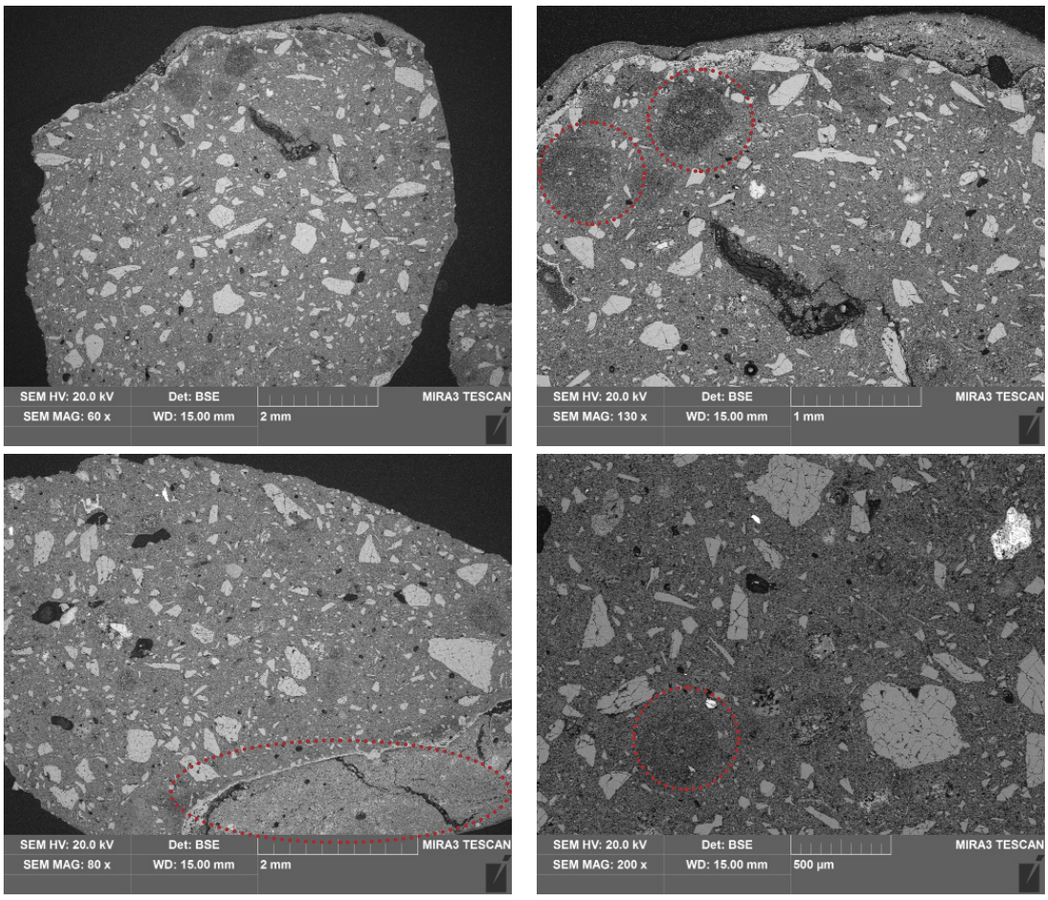


Obr. 41 a-b: *Snímky výbrusu vzorkem V11 (9829). Popis: a) Detail matrice vzorku se zvýšeným obsahem hematitu (červené drobné částice) zbarvující matrici do okrova. Plnivo tvoří dobře vytříděný písek s převahou křemene. Klasty křemene mají středně ostrohranný až středně zaoblený tvar. b) Detail povrchu štuku s úpravou povrchu. Snímky v procházejícím světle PPL, fotografováno při zvětšení na mikroskopu 200x.*

V11 (9829)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
	popis mikrostruktury		Štuková omítka provedená v jednom nánosu. Matrice je středně homogenní, nehomogenity tvoří četné závalky pojiva, vměstky s vyšším obsahem hydraulických složek a hojně přítomné klasty nedopalu. V maltě se vyskytují oválné uzavřené makropóry, které mohou poukazovat na přítomnost organických aditiv. Porozita malty je spíše nízká nebo střední (ca 13 %), s přítomností ojedinělých mikrotrhlin a oválných makropórů.
0 - podklad, štuk	**pojivová matrice**	**pojivo: Ca**, Si, Al, (Mg, S, Cl, Fe), obsah Si je celkově mírně zvýšený, lokálně proměnlivý (10-15 at.%), obsah Mg do 2,8 %, závalky pojiva: - nehomogenní složení: Ca, Si (některé nízký obsah Si okolo 4,5 %) (Al, Mg, S, Cl), v rámci částice vměstky s vyšším obsahem oxidu křemíku obsahem Si 15 %.	***nejspíše slabě nebo středně hydraulické vápno***; matrice je výrazně nehomogenní s hojnou přítomností inkluzí vápna (závalků vápenného pojiva). V matrici jsou přítomné oblasti se zvýšeným obsahem hydraulických fází (fáze se zvýšeným obsahem oxidu křemíku, hliníku a hořčíku), které vykazují hydraulickou reakci s vápenným pojivem. Složení pojiva bylo možné dobře upřesnit analýzou četně zastoupených závalků pojiva, jejichž obsah je u vzorku V11 nejčetnější (v porovnání s ostatními petrografickou analýzou analyzovanými vzorky). Vápenné pojivo bylo připraveno z vápence, ve štukové maltě se hojně vyskytují klasty nedopalu (*Obr. 40 c, d*), z nichž některé mají velikost až 2,5 mm. Některé klasty nedopalu obsahují vměstky červeného hematitu.
	plnivo	**plnivo: Si**, (stopy Si, Al, Mg, S, Cl)	***tříděný křemičitý písek***; velikost klastů 0.025 - 0.9 mm, hrubozrnná a jemnozrnná frakce jsou oproti vzorku V3 méně ostře odděleny. Křemenný písek nese charakteristické znaky - středně ostrohranný až ostrohranný tvar klastů (některá zrna až střípkovitý charakter, některá zrna naopak zaoblená), nízká až střední sféricita. Hlavní složky tvoří křemen, ostatní složky jsou jen ojediněle zastoupeny - klasty minerálů tvoří klasty slídy, z horninových klastů jsou zastoupeny vzácně plutonická hornina s andalusitem, z minerálů muskovit. Ojediněle byly spíše jako náhodná přísada identifikována rostlinná pletiva.
	receptura	**receptura: (obj. poměr pojivo/plnivo)**	přibližně 2,5:1, obj., malta je výrazně ´mastná´

Petrografická analýza štukové omítky vzorku V11/9829 doplněná výsledky SEM-EDX analýzy. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce. Z výsledků bylo určeno složení pojiva, plniva i přibližná receptura malty. Analýzy: R. Tišlová, D. Všianský.

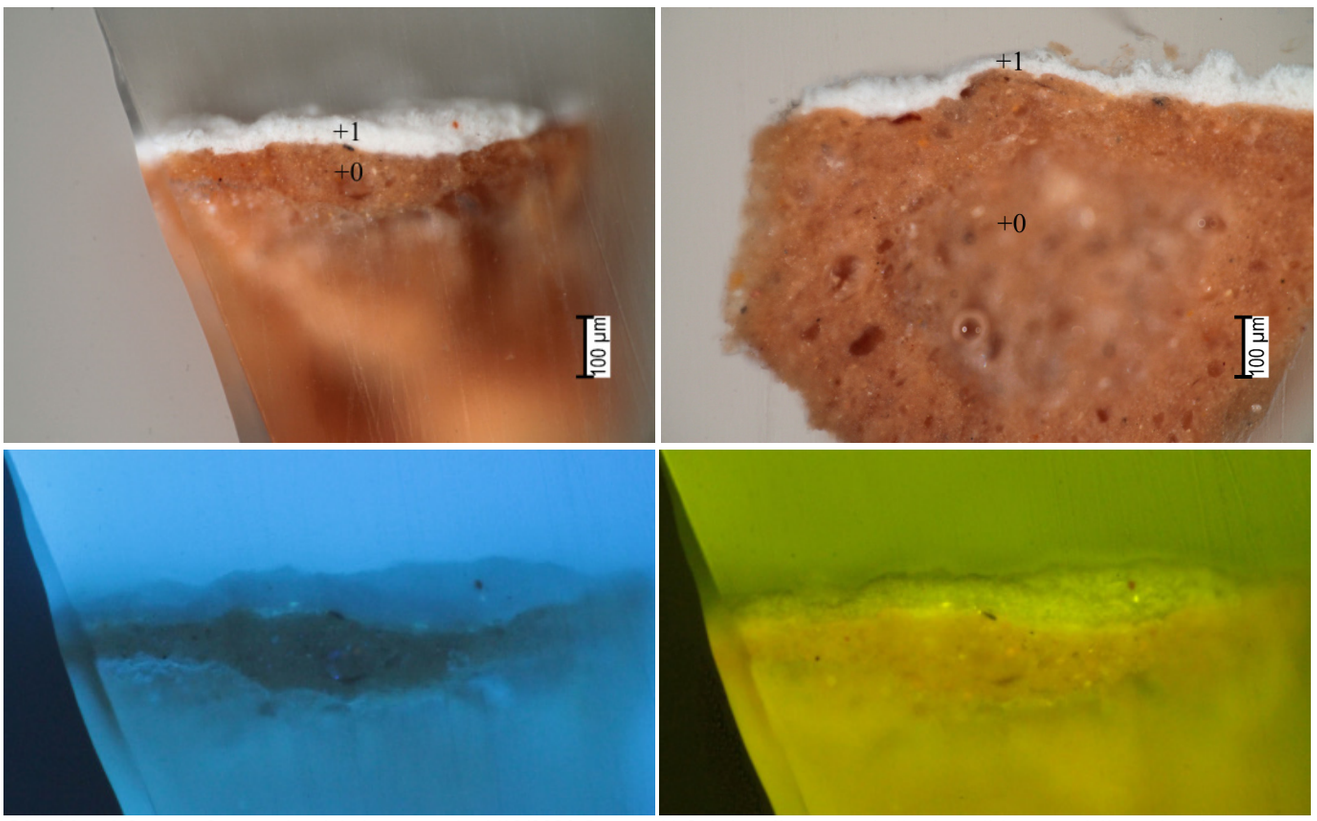
V11 (9829): plamen, štuk s šedou barevností
Místo odběru vzorku: hlavní/vstupní chodba



Obr. 42 a-d: *Snímky nábrusu vzorku V11/9829 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. a) Přehledový snímek výbrusu - stratigrafie štukových a povrchových vrstev. b) Detail povrchu štuku s povrchovými úpravami, detail závalků pojiva. c, d) Detail hrubého klastu nedopalu a přehledový snímek matrice s klasty plniva a závalky pojiva.*

V12 (9830): vstupní chodba, souvrství okrového štuku a bílého nátěru
Místo odběru vzorku: z hloubky vlasů (zůstalo po odstranění nátěrů při předchozí opravě)

Obr. 43 a-b: *Místo odběru vzorku V12/9830 pro chemicko-technologický průzkum: souvrství okrového štuku a bílého nátěru.*

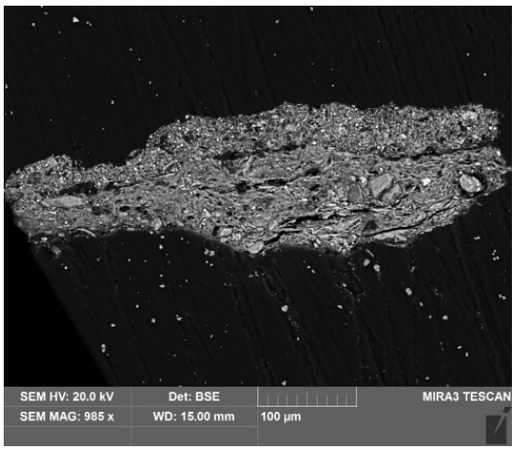


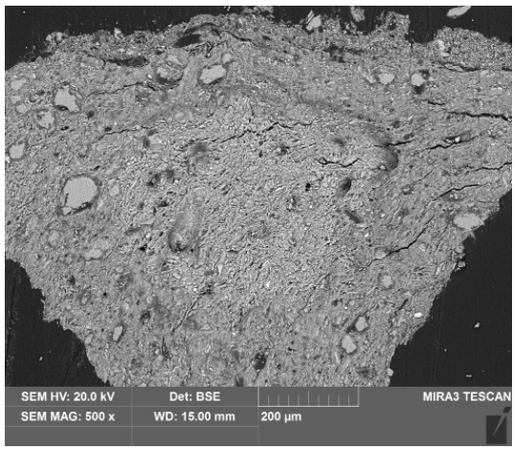
Obr. 44 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V12/9830. Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 200x, c, d) snímky v UV a modrém světle (200x).*

V12 (9830): vstupní chodba, souvrství štuku a nátěru
Místo odběru vzorku: z hloubky vlasů (zůstalo po odstranění nátěrů při předchozí opravě)

V12 (9830)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**okrový až načervenalý podklad - hlína nebo keramika?**	**matrice: Si**, Al, K, Fe (Ca, Mg, Na, Ti), obsah uhličitanu vápenatého v matrici kolísá Zrna: Si	***podklad***; okrová až načervenalá vrstva podkladu s charakteristickou mikrostrukturou. Materiál podkladu je nehomogenní, vysoce porézní s přítomností kontrakčních trhlin v matrici. Hlavní složky matrice tvoří s vysokým obsahem složek s obsahem oxidu křemíku, hliníku a železa a nízkým (a lokálně proměnlivým) obsahem uhličitanu vápenatého. S největší pravděpodobností se jedná o hlínu nebo pálenou keramiku. Hydraulické pojivo lze na základě optické mikroskopie vyloučit, v matrici se nevyskytují slínkové fáze nebo reaktivní částice indikující hydraulickou reakci.
1	**bílá**	**matrice: Ca**, Si, Al (Mg, S, Cl, Ti, na povrchu stopy Zn)	***vrstva bílého nátěru s nevýraznou tmavě modrou fluorescencí***; vrstva obsahuje uhličitan vápenatý (vápno, nelze vyloučit příměs křídy), bílou hlinku a příměs titanové běloby. Na povrchu vrstvy byla zjištěna příměs zinkové běloby, která může být kontaminací z následujících bílých nátěrů.

Prvková analýza vrstev vzorku V12/9930 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

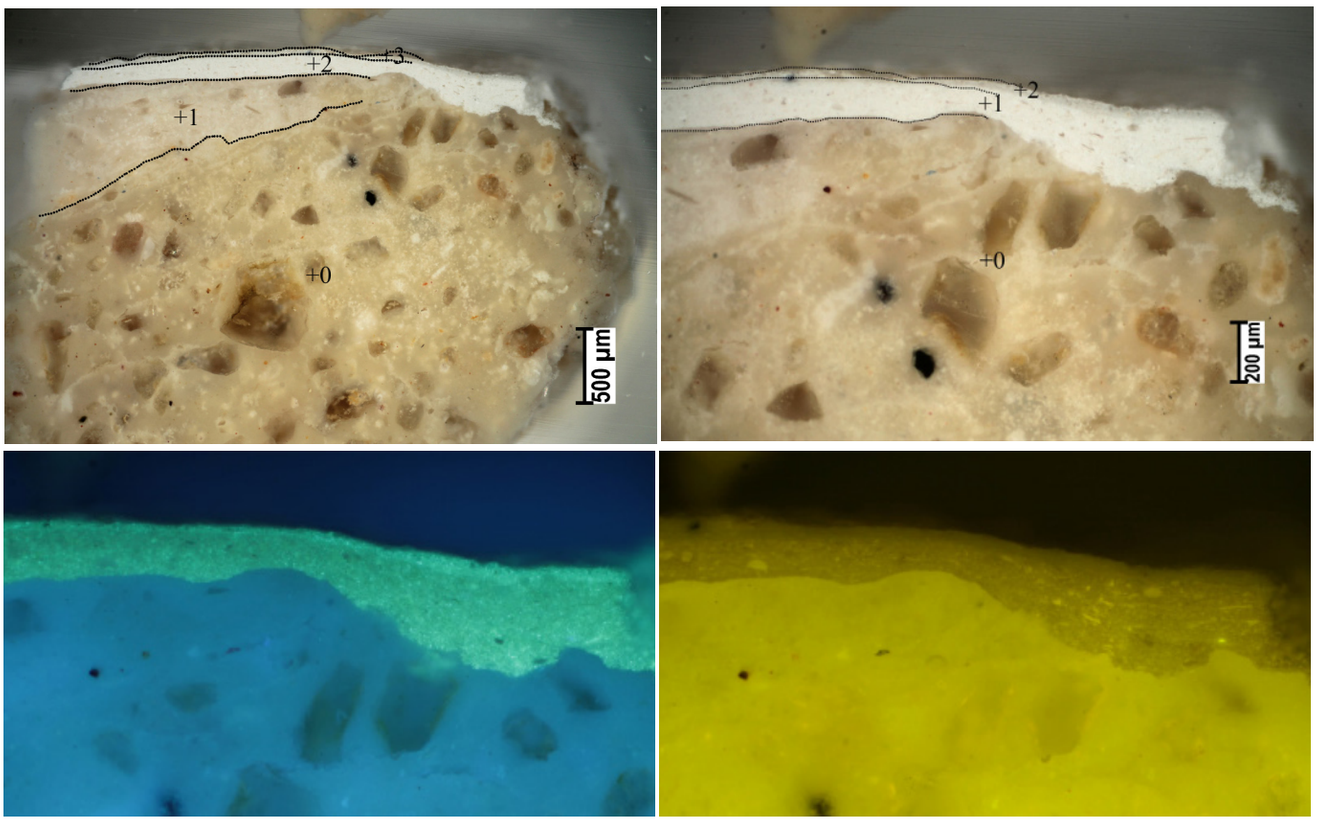




Obr. 45 a-b: *Snímky nábrusu vzorku V12/9830 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV, (vpravo) detail matrice.*

V14 (9832): štukové souvrství
Místo odběru vzorku: noha centrálního Marta (na upraveném podkladu, zataženém, se středně hrubým povrchem)

Obr. 46 a-b: *Místo odběru vzorku V14/9832 pro chemicko-technologický průzkum: souvrství modelačního štuku a bílých povrchových nátěrů.*

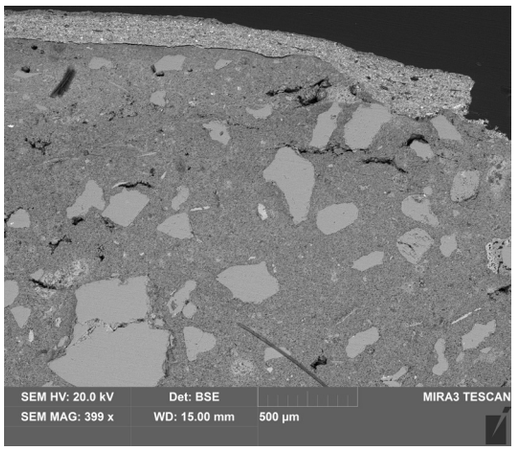


Obr. 47 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V14/9832. Popis: a, b) Snímky nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 200x, c, d) snímky v UV a modrém světle (200x).*

V14 (9832): štukové souvrství
Místo odběru vzorku: noha centrálního Marta (na upraveném podkladu, zataženém, se středně hrubým povrchem)

V14 (9832)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - vápenná omítka**	**matrice: Ca**, Si, Al, (S, K, Na, Fe), obsah Si tvoří v matrici okolo 10 at.% (vztaženo na ostatní složky pojiva), obsah Mg tvoří okolo 3,5 at.%. plnivo: **Si**	***štukový podklad s namodralou fluorescencí***; pojivo vrstvy tvoří slabě hydraulické vápno se zvýšeným obsahem sloučenin hořčíku (Mg), Plnivo tvoří převážně křemen s angulárním až zaobleným tvarem částic. Plnivo je vytříděné, maximální velikost částic plniva v analyzovaném vzorku dosahuje 550 μm, převážně jsou zastoupeny zrna menší s velikostí okolo 150-250 μm. Podrobné složení podkladu uvádí petrografická analýza, viz. dále. Na povrchu je patrné rozhraní a tenká vrstvička nečistot.
1	**bílá - vápenný nátěr**	**matrice: Ca**, Si, Al, Zn, Ti (stopy S, K)	***vrstva bílého vápenného nátěru s výraznou nazelenalou fluorescencí***; provedený ve dvou nánosech. Hlavní složku tvoří uhličitan vápenatý, příměsi tvoří bílá hlinka, zinková a titanová běloba. Vrstva dále obsahuje sloučeniny s obsahem síry.
2	**bílá až sv. okrová - hlinkový nátěr**	**matrice: Si**, Al, Zn, Ti, Ca	***vrstva bílého hlinkového nátěru s výraznou nazelenalou fluorescencí***; propojený s vrstvou 1. Vrstva se s vrstvou 1 shoduje ve složení, nikoliv v kvantitě složek. Oproti vrstvě 1 obsahuje nátěr více hlinek a méně složek na bázi uhličitanu vápenatého.

Prvková analýza vrstev vzorku V14/9831 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

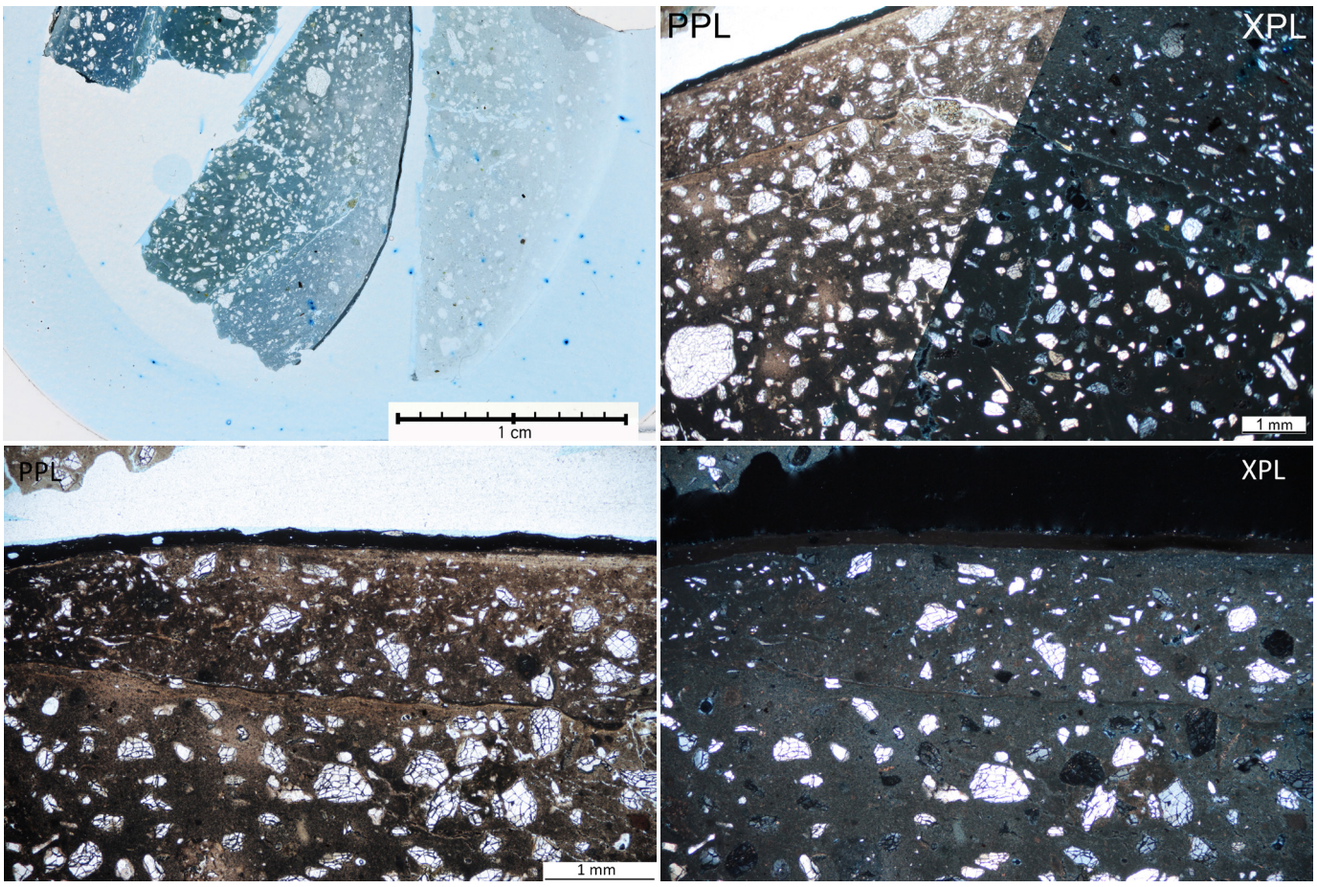


Obr. 48 a-b: *Snímky nábrusu vzorkem V13/9831 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV, (vpravo) detail povrchu.*

PETROGRAFICKÁ ANALÝZA

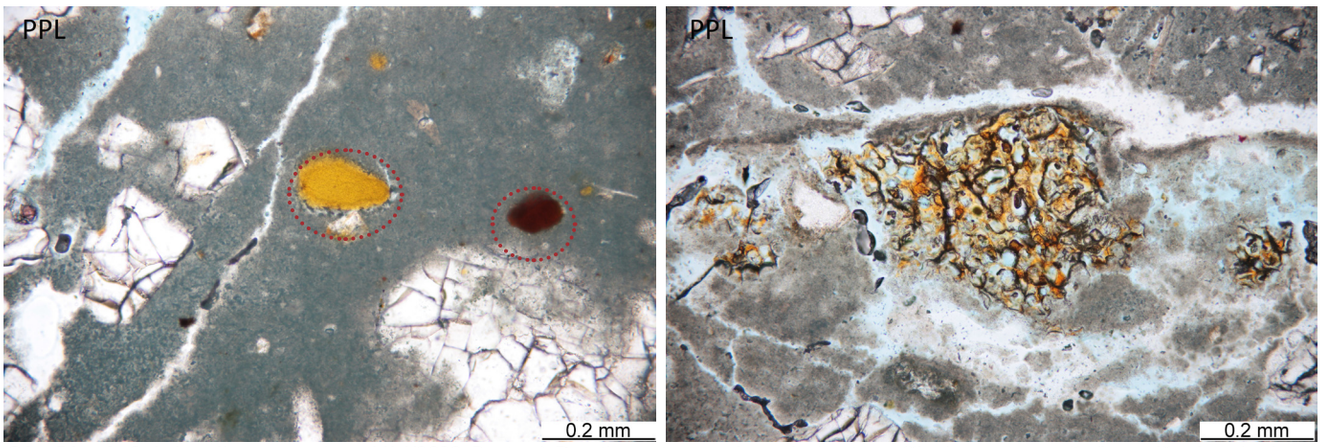
V14 (9832): štukové souvrství
Místo odběru vzorku: noha centrálního Marta (na upraveném podkladu, zataženém, se středně hrubým povrchem)

Obr. 49 a-b: *Místo odběru vzorku V14/9832 pro chemicko-technologický průzkum: souvrství štukových vrstev a bílých povrchových nátěrů. Tečka označuje povrch vzorku.*



Obr. 50 a-d: *Snímky výbrusu vzorkem V14 /9832. Popis: a) Přehledový snímek výbrusu v procházejícím světle, fotografováno při zvětšení 10x. b) Snímek výbrusu s povrchovými vrstvami, snímky v PPL a XPL, fotografováno při zvětšení na mikroskopu 40x. c, d) Detail matrice vzorku s vrstvami štuku a souvrstvím povrchových nátěrů. Snímky v procházejícím světle PPL (vlevo) a XPL (vpravo), fotografováno při zvětšení na mikroskopu 100x.*

V14 (9832): štukové souvrství
Místo odběru vzorku: noha centrálního Marta (na upraveném podkladu, zataženém, se středně hrubým povrchem)

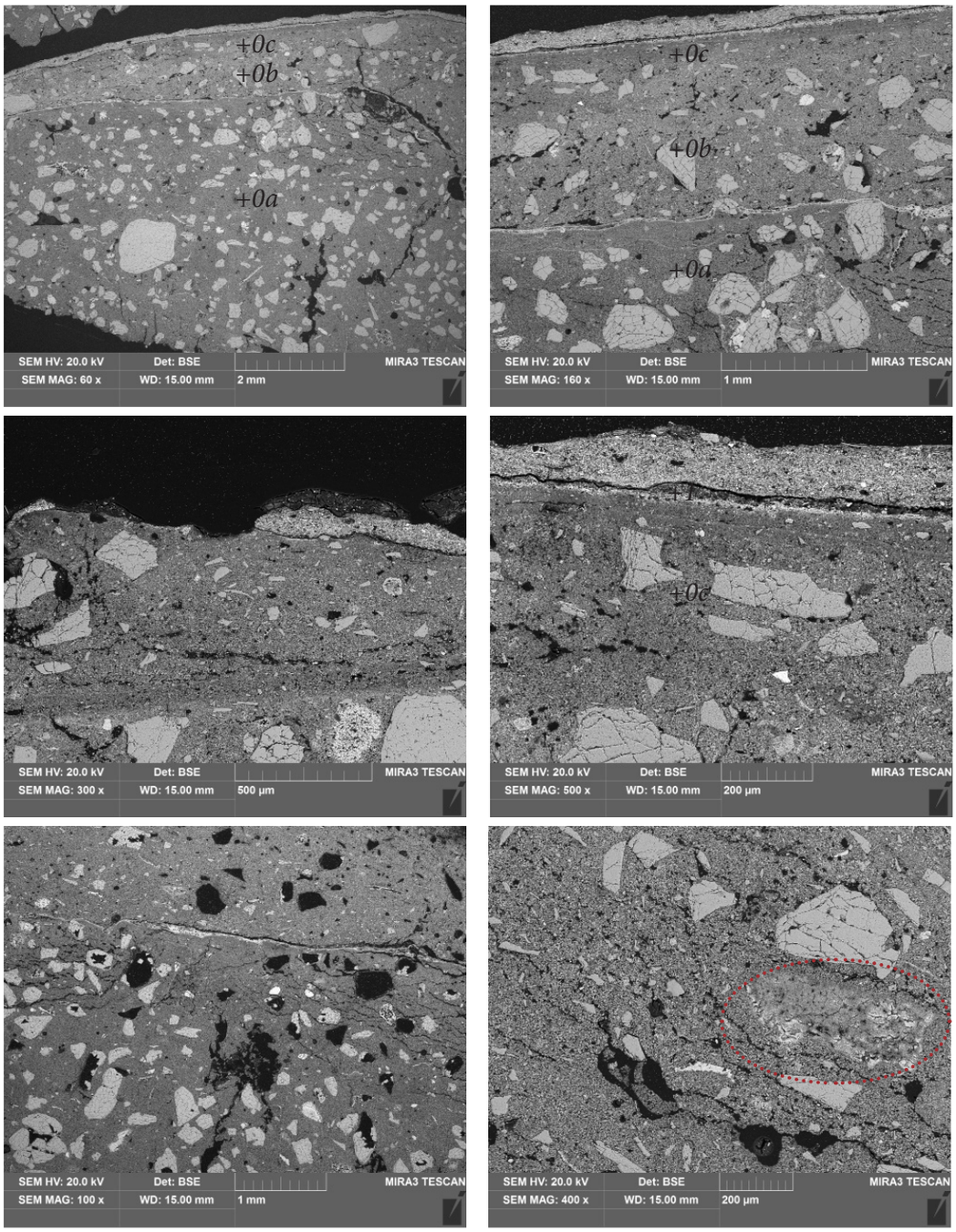


Obr. 51 a-b: *Snímky výbrusu vzorkem V14/9832. Popis: a) Detail matrice vzorku s glaukonitem (žluté zrno uprostřed) a zvýšeným obsahem hematitu v matrici (tmavě červená částice). Plnivo tvoří dobře vytříděný písek s převahou křemene. Klasty křemene mají středně ostrohranný až středně zaoblený tvar. V matrici jsou zdokumentovány trhliny. b) Sporadicky zachycená rostlinná částice s buněčnou strukturou. Snímky v procházejícím světle PPL, fotografováno při zvětšení na mikroskopu 200x.*

V14 (9832)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
	popis mikrostruktury		Matrice štukové omítky vykazuje známky vrstvení. U vzorku byly identifikovány minimálně tři vrstvy (0a-0c), které se shodují složením, ale mírně proměňují recepturou a charakterem užitého plniva. Vrstvy jsou vzájemně odděleny rozhraním (indikující odstup při nanášení vrstev), mezi spodními vrstvami se dokonce vyskytuje trhlina. Vrstvy se vyznačují podobným charakterem - jsou středně homogenní, nehomogenity tvoří ojedinělé závalky pojiva, vměstky s vyšším obsahem hydraulických složek, horizontálně orientované trhliny (důsledek tváření a zpracování jednotlivých vrstev?) a oválné uzavřené makropóry, které mohou poukazovat na přítomnost organických aditiv. Porozita malty je spíše nízká nebo střední (ca 12 %), s přítomností mikrotrhlin a ojedinělých oválných makropórů.
0 - podklad, štuk, provedený patrně v několika nánosech vzájemně oddělených rozhraním nebo trhlinou	**pojivová matrice**	**pojivo: Ca**, Si, Al, (Mg, S, Cl, Fe), obsah Si je celkově mírně zvýšený, lokálně proměnlivý (11-17 at.%), obsah Mg do 5,5 %, ojedinělé závalky pojiva: nehomogenní složení: Ca, Si (některé nízký obsah Si okolo 4,5 %) (Al, Mg, S, Cl), některé s výrazně s vyšším obsahem křemíku a hliníku (Si 18-33 %).	***nejspíše slabě nebo středně hydraulické vápno***; pojivo všech vrstev tvoří nejspíše slabě hydraulické vápno s nehomogenním obsahem hydraulických složek (tvořené oxidy křemíku, hliníku a hořčíku). V pojivu se vysktují vměstky s výrazně vyšším obsahem těchto složek, které zvyšují lokální hydraulicitu malty. V matrici byly dále identifikovány sporadicky zastoupené závalky nahloučeného pojiva (četnější např. u vzorku V6).
	plnivo	**plnivo: Si**, (stopy Si, Al, Mg, S, Cl), zrno hematit: Fe (Ca, Si z matrice)	***vytříděný křemenný písek nebo drcená křemičitá hornina***; ve všech nánosech byl použit identický typ plniva, liší se pouze vytříděním a charakterem částic. Spodní nánosy se vyznačují větší velikostí zrn do 1,25 mm a spíše zaobleným tvarem částic, finální vrstvička štuku obsahuje výrazně ostrohrnná zrna křemene s max. velikostí do 100 μm, sporadicky s velikostí okolo 150-200 μm. Plnivo je druhově velmi čisté; hlavní složku tvoří křemen (odhadem 95 % klastů), ostatní složky jsou sporadicky zastoupené. Petrografickou analýzou byly identifikovány ojedinělé klasty živce, muskovitu, mramoru, glaukonitu, hematitu, granátu nebo jílové břidlice. Vzácně jsou přítomna rostlinná pletiva.
	receptura	**receptura: (obj. poměr pojivo/plnivo)**	štuková malta se ve všech nánosech vyznačuje vysokým podílem pojiva, poměr pojiva a plniva ve spodních nánosech přibližně odpovídá 2,5:1-2:1, obj., ve svrchním jemném nánosu je to až 3-4:1.

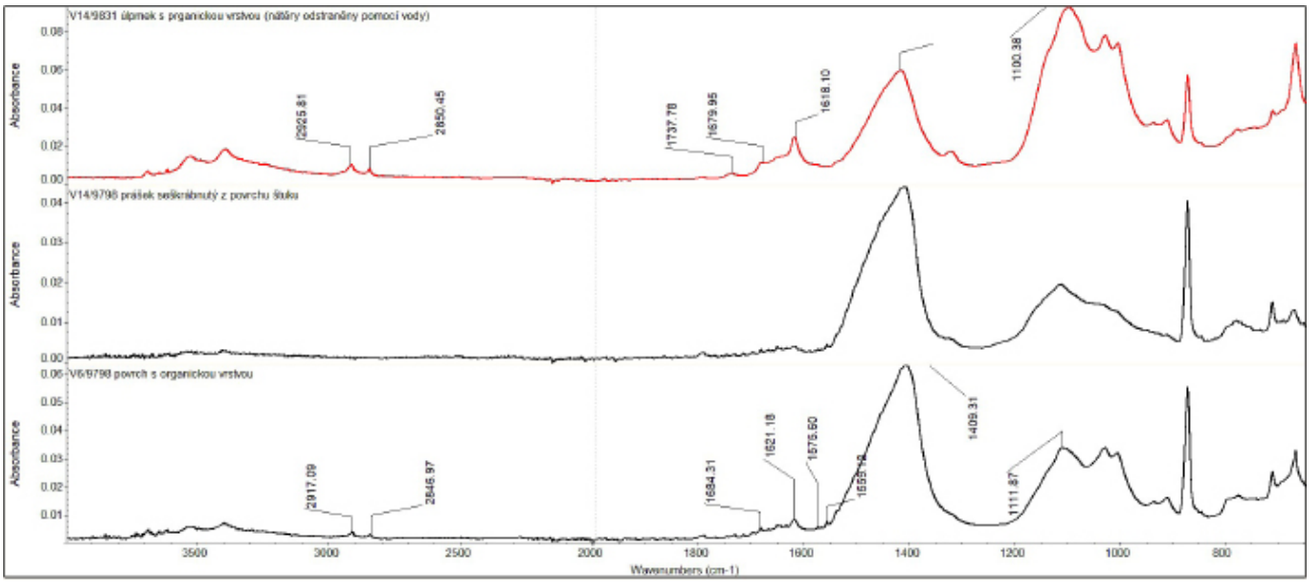
Petrografická analýza štukové omítky vzorku V14/9832 doplněná výsledky SEM-EDX analýzy. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce. Z výsledků bylo určeno složení pojiva, plniva i přibližná receptura malty. Analýzy: R. Tišlová, D. Všianský.

V14 (9832): štukové souvrství
Místo odběru vzorku: noha centrálního Marta (na upraveném podkladu, zataženém, se středněhrubým povrchem)

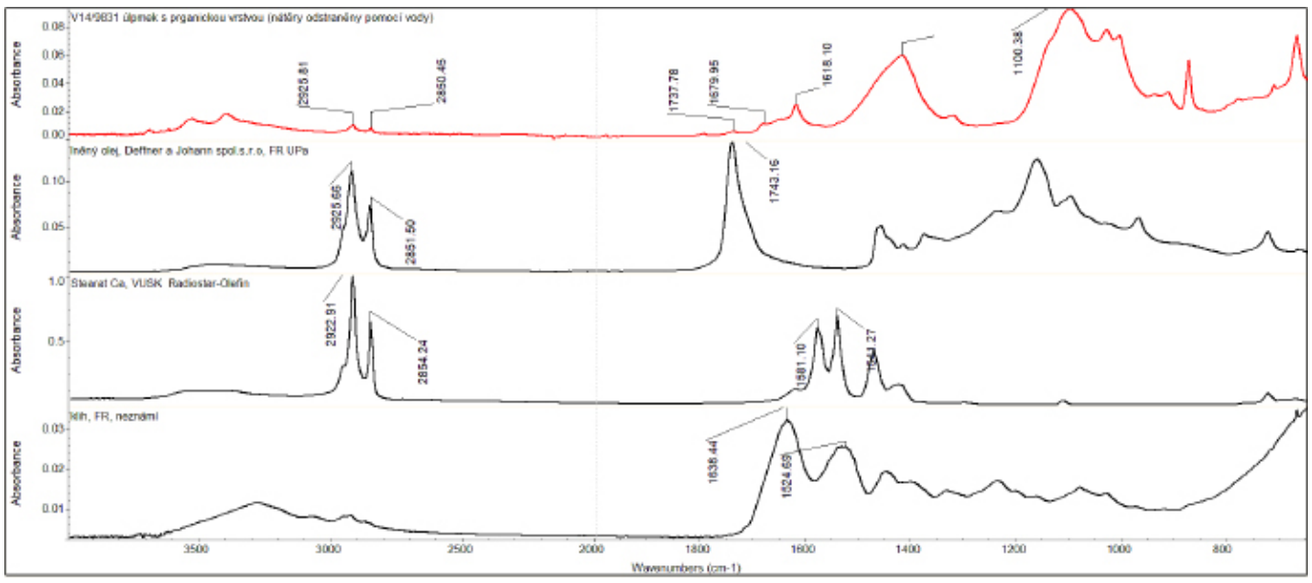


Obr. 52 a-f: *Snímky nábrusu vzorku V14/9832 ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV. a) Přehledový snímek výbrusu - stratigrafie štukových vrstev. b) Detail štukových vrstev/nánosů (+0a až +0c) a rozhraní mezi vrstvami. c, d) Detail povrchové vrstvy štuku 0c a povrchových úprav. Na povrch štuku bezprostředně navazuje tenká hnědo--černá povrchová úprava (+1) s obsahem organických složek, uhličitanu vápenatého, hlinek. Zdrojem složek z obsahu uhlíku je patrně uhlíkatá čerň, ale patrně i organická nepolární složka (viz. výsledky FT-IR analýzy). e, f) Horizontálně orientované trhliny u povrchu nánosu vrstvy 0a, (vpravo) detail trhlin a částice nedopalu se zvýšeným obsahem hydraulických složek.*

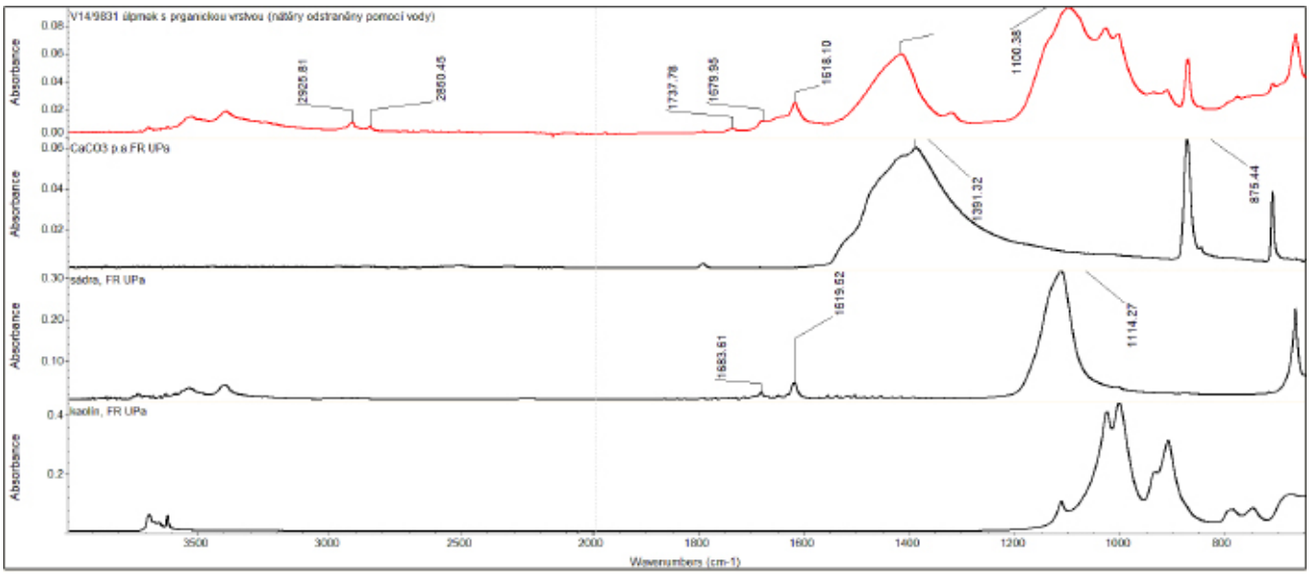
V14 (9832): štukové souvrství
Místo odběru vzorku: noha centrálního Marta (na upraveném podkladu, zataženém, se středně hrubým povrchem)



Obr. 53: *FT-IR spektrum tmavé povrchové úpravy (vrstva 2) vzorku V6/9798 a V14/9832.*



Obr. 54: *FT-IR spektrum tmavé povrchové úpravy (vrstva 2) vzorku V14/9832 a srovnávací spektra vybraných organických látek.*



Obr. 55: *FT-IR spektra vzorku V14/9832 a anorganických látek. Vrstva obsahovala uhličitan vápenatý (může pocházet z podkladu), sírany (síran vápenatý) a hlinky.*

Vyhodnocení FTIR analýzy:

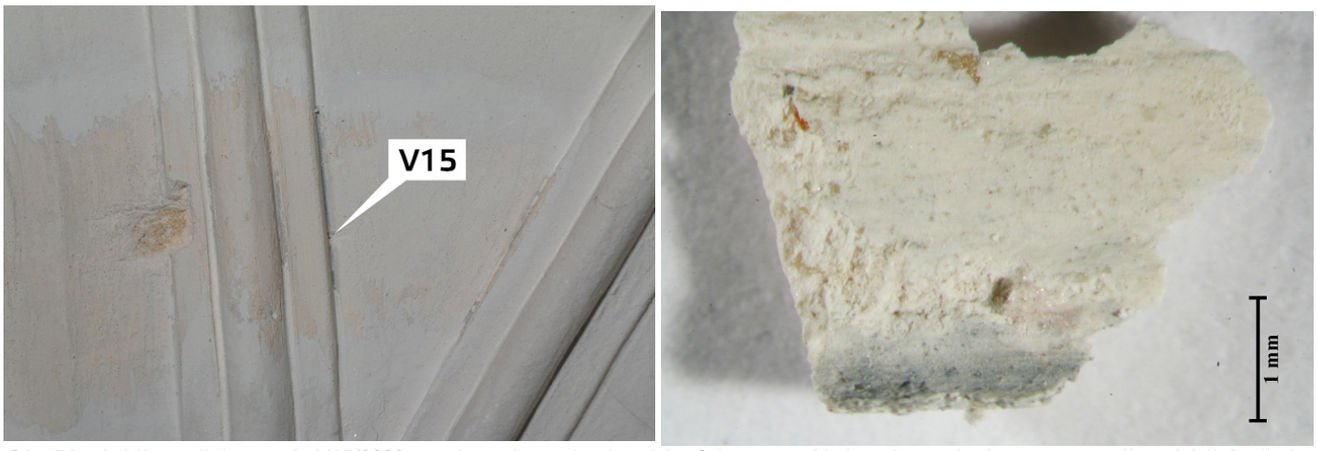
U vzorku V14/9831 byly hlinkové nátěry zvlhčeny vodou a mechanicky odstraněny, na povrchu zůstala tmavá úprava povrchu. Z povrchu se podařilo odštípnout malý kousek štuku s povrchovou transparentní vrstvou, která byla přiložena na krystal a měřena. Měření práškového vzorku získaného pouze mechanickým odškrabáváním nepřineslo dobrý výsledek – prášek obsahoval málo vrstvy a hodně okolního materiálu.

Spektrum vrstvy obsahuje tři základní anorganické složky, které pravděpodobně pochází z okolních vrstev, nelze ale vyloučit i jejich přítomnost v samotné vrstvě viz SEM-EDX. Jedná se o uhličitany (s charakteristickými pásy s maximy okolo 1409, 872, 668 cm^{-1}), dále sírany (1680,1620, 1100 cm^{-1}) a hlinky (1027 a 1005 cm^{-1}).

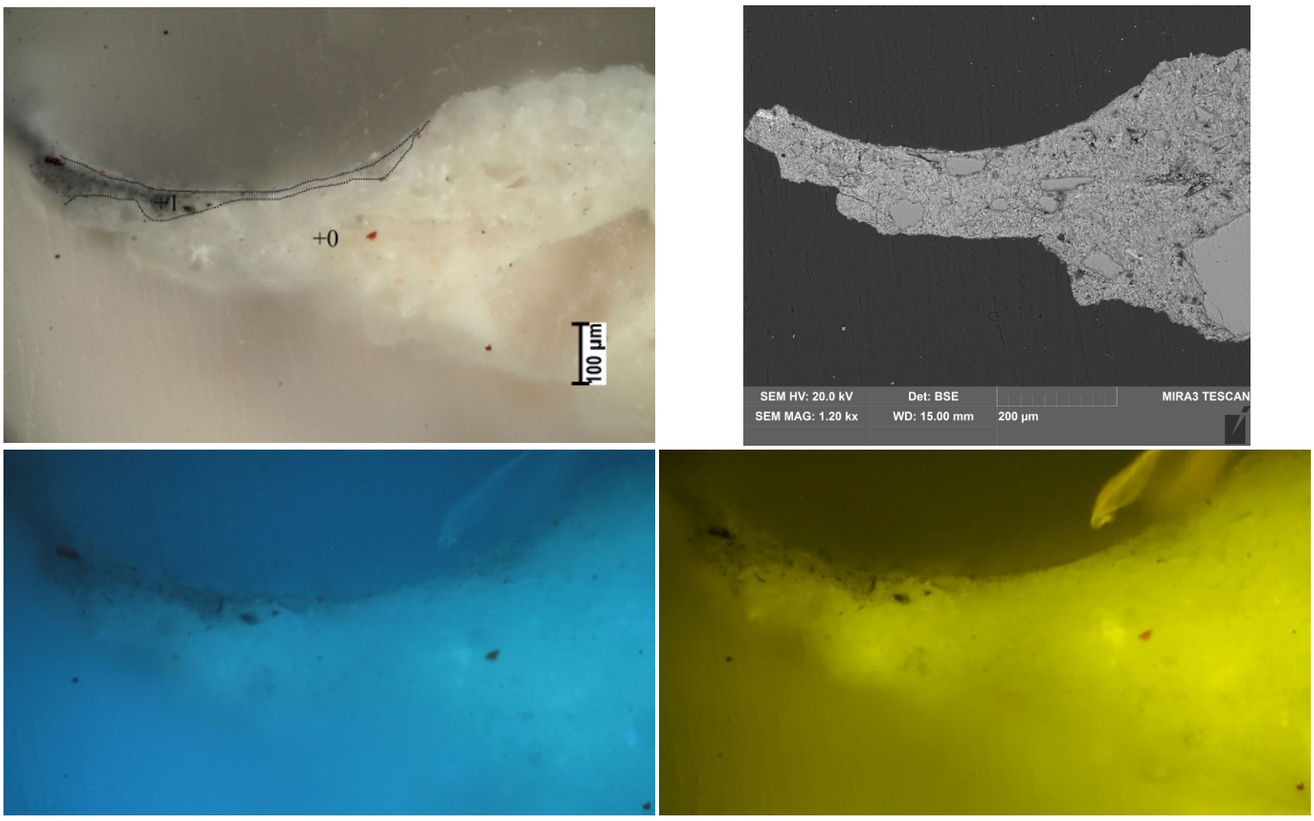
Přítomnost organických látek potvrzují slabé pásy v oblasti 2920, 2850 cm^{-1}. Jedná se o pásy příslušející vazbám -C-H v organických nepolárních látkách. U vzorku V14/9831 je patrný pás 1739 cm^{-1} typický pro vazbu -C=O esterové skupiny. Z těchto skupin vyplývá, že organické složky vrstvy patrně tvoří látky nepolárního charakteru s obsahe esterových vazeb, tj. oleje, vosky nebo pryskyřice. Kromě toho nelze v povrchové úpravě vyloučit ani obsah proteinů nebo jiných organických látek, které FT-IR nebyly detekovány nebo se jejich pásy překrývají s jinými látkami z určeného spektra.

Spektra povrchové úpravy vzorku V14/9832 jsou téměř identická se vzorkem V6/9798.

V15 (9832): vstupní chodba, malovaná linka či otisk nástroje při rozkresbě (?)
Místo odběru vzorku: profilovaná lišta na náběhu klenby u festonového žebra



Obr. 56 a-b: *Místo odběru vzorku V15/9832 pro chemicko-technologický průzkum: tmavá linka nebo otisk nástroje na vrstvě modelačního štuku.*



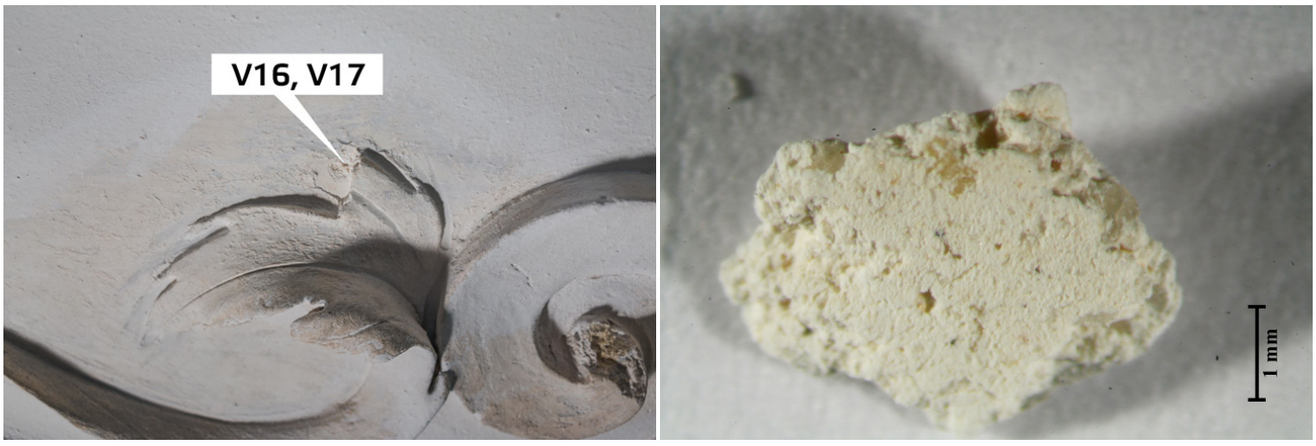
Obr. 57 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V15 (9832). Popis: a) Snímek nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 200x, c, d) snímky v UV a modrém světle (200x). b) Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV.*

V15 (9832): vstupní chodba, malovaná linka či otisk nástroje při rozkresbě (?)
Místo odběru vzorku: profilovaná lišta na náběhu klenby u festonového žebra

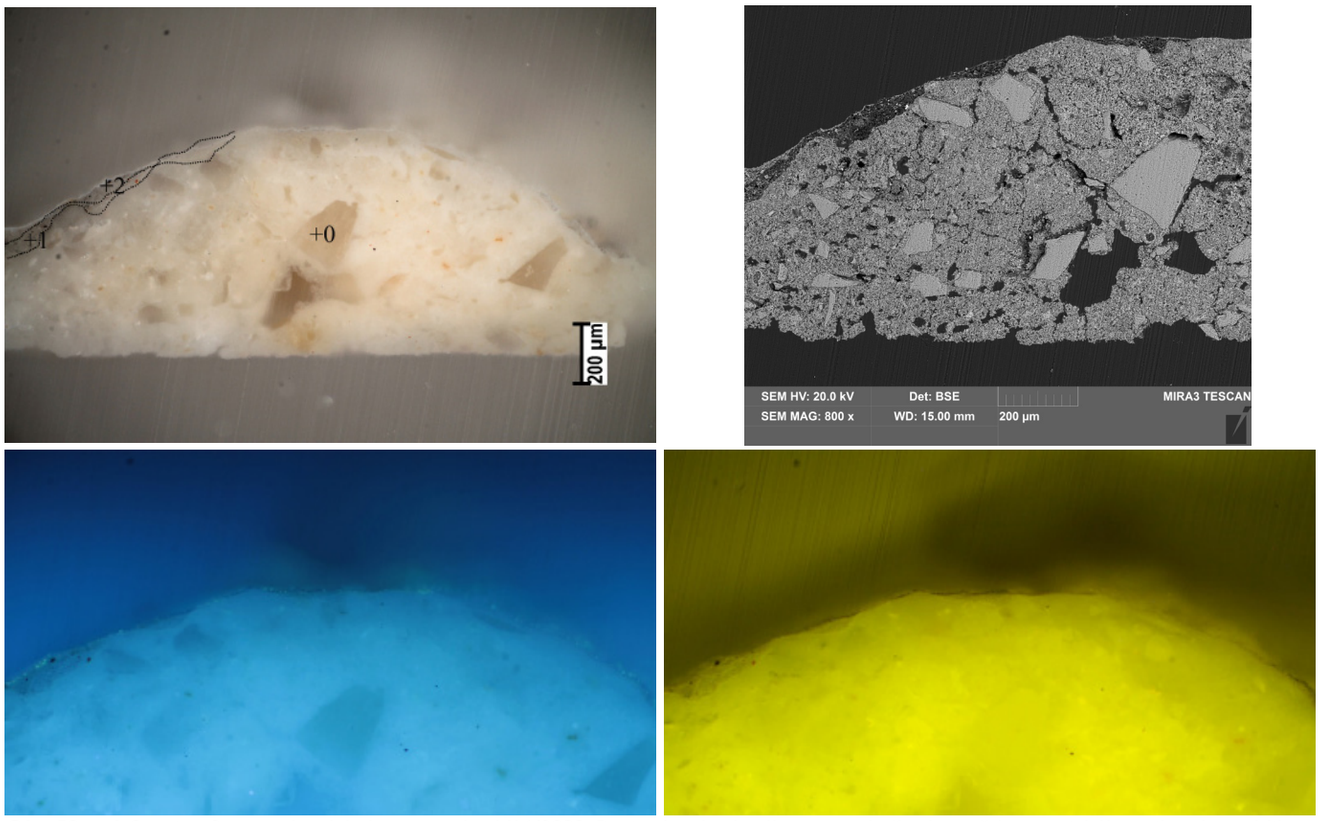
V15 (9832)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - modelační štuk**	**matrice: Ca**, Si, Mg (Al, Na, S, P), obsah Si tvoří okolo 8,3 %. plnivo: **Si**	***štukový podklad s namodralou fluorescencí***; charakteristika podkladu viz. např. vzorek V16 nebo jiný vzorek s modelační vrstvou štuku.
1	**šedo-černá**	**matrice: Ca**, Si, Al, Mg, Fe (K, Na), zvýšený obsah C-složek	***šedá povrchová/barevná úprava se slabou nažloutlou fluorescencí***; vrstva se vyznačuje stejným složením pojiva jako podklad, se kterým je propojena. Kromě vápenného pojiva obsahuje barvící složky - jemnozrnný černý uhlíkatý pigment a malou příměs červeného železitého pigmentu nebo červené hlinky. Vzhledem k fluorescenci obsahuje vrstva dále pravděpodobně příměs organického pojiva, které mohlo být pojivem barvících látek. Vzhledem ke složení lze vrstvu spíše interpretovat jako malovanou linku, která tvořila rozkresbu rozvrhu štukové výzdoby, nelze vyloučit, že se jedná o nečištění povrchu od špachtle (nerezové špachtle na povrchu štuku nechávají při zpracování vápenného štuku šedou načernalou stopu).

Prvková analýza vrstev vzorku V15/9832 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

V16 (9833): malta/lepící hmota
Místo odběru vzorku: sál Aenea a římských ctností, vzorek lepidla akantového listu



Obr. 58 a-b: *Místo odběru vzorku V16/9833 pro chemicko-technologický průzkum: lepící vrstva akantového listu.*



Obr. 59 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V16/9833. Popis: a) snímek nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 200x, c, d) snímky v UV a modrém světle (200x). b) Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV.*

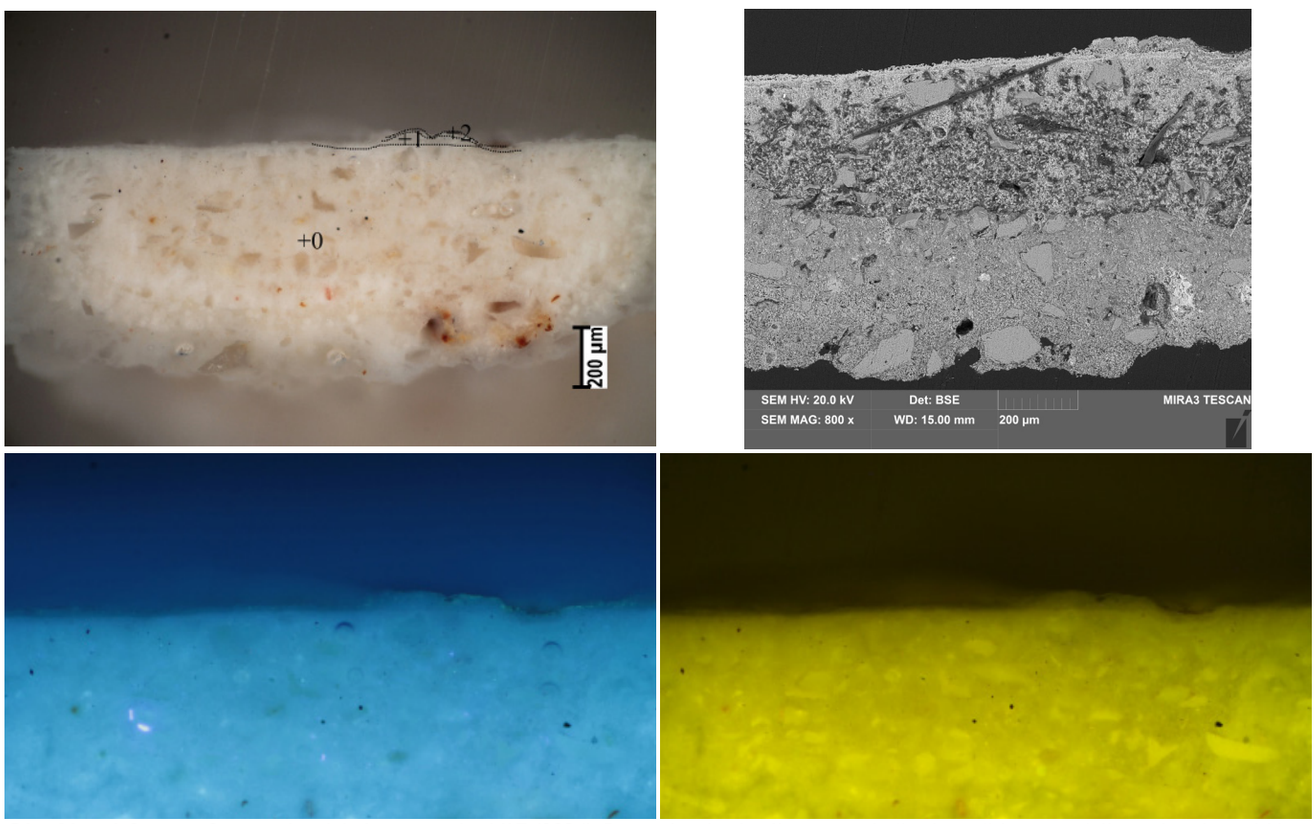
V16 (9833): malta/lepící hmota
Místo odběru vzorku: sál Aenea a římských ctností, vzorek lepidlla z akantového listu

V16 (9833)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**podklad - modelační štuk**	**matrice: Ca**, Si, Mg (Al (S, P, K), obsah Si je kolísavý 5-14 %, typicky okolo 10 %. kamenivo: **Si**	***štukový podklad s namodralou fluorescencí***; pojivo vrstvy tvoří slabě hydraulické vápno se zvýšeným obsahem sloučenin křemíku (Si) a hořčíku (Mg), Plnivo tvoří převážně křemičitý písek vytříděný na max. velikost do 200 µm. Drobné částice se vyznačují výrazně ostrohranným tvarem, větší částice jsou středně angulární až středně zaoblené. Matrice je vysoce porézní s přítomností četných trhlin a oválných makropórů, které mohou být dokladem užití organického aditiva.
1	**bílý našedlý nátěr/nános (nesouvisle dochovaný)**	**Ca**, S (at. poměr 1:1) (stopy Si, Al)	***bílý nános s nevýraznou fluorescencí***; vrstva obsahuje síran vápenatý a organické příměsi.
2	**bílá - vápenný nátěr/nános (nesouvisle dochovaný)**	**Si**, Al, Ca, Zn (K, S, Ti, stopy Mg)	***bílý nános s nažloutlou fluorescencí***; patrně zbytky překryvného nátěru, složení odpovídá vrstvám novodobých druhotných nátěrů. Vrstva nátěru obsahuje uhličitan vápenatý, příměs bílé hlinky a zinkové a titanové běloby.

Prvková analýza vrstev vzorku V16/9833 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

V17 (9834): centrální prostor, výjev Aenea
Místo odběru vzorku: lepící vrstva/podklad štukového lístku

Obr. 60 a-b: Místo odběru vzorku V17/9834 pro chemicko-technologický průzkum. Vpravo makrosnímek vzorku na stereomikroskopu SMZ800 (Nikon) při zvětšení na mikroskopu 1x. Povrch vzorku je sv. okrový, mírně lesklý.



Obr. 61 a-d: *Stratigrafie povrchových úprav vzorku V17 (9834). Popis: a) snímek nábrusu v odraženém světle z optického mikroskopu Nikon LV100 při zvětšení na mikroskopu 200x, c, d) snímky v UV a modrém světle. b) Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) MIRA3-LMU (Tescan) v režimu zpětně odražených elektronů (BSE), 20 kV.*

V17 (9834): centrální prostor, výjev Aenea
Místo odběru vzorku: lepící vrstva štukového lístku

V17 (9834)	*Popis*	*složení dle SEM-EDX*	*Popis*
0	**štuk - modelační vrstva**	**matrice: Ca**, Si, Al, (Na, Cl, Mg, S, Fe), obsah Si je místně proměnlivý, v matrici dosahuje okolo 3,7-8 %, lokálně až 34 %, obsah Mg také kolísá od 3,5-5,6 at.%. Závalky nebo vměstky zvyšující lokální hydraulicitu: Ca, Si, Al, Mg (Fe, K, lokálně P), obsah Si 26 %, Al 22,5 %, Mg 6,1 %. plnivo: **Si**	***podklad (2 nánosy?) s namodralou flurescencí***; štuková vrstva. Ačkoliv mají ba nánosy rozdílný optický charakter vyznačují se identickým složením, které odpovídá ostatním vzorků s modelační vrstvou štuku. Pojivo tvoří patrně slabě hydraulické vápno s kolísavým obsahem hydraulických složek (sloučeniny s obsahem oxidu křemíku, hliníku a hořčíku). Plnivo tvoří vytříděný křemenný písek, jehož hlavní složku tvoří křemen. Zrna plniva jsou vytříděná na max. velikost do 200 μm. Tvar zrn je středně ostrohranný až středně zaoblený, zrna se vyznačují střední sféricitou. Svrchní nános podkladu je více porézní (viz. *Obr. 61b*) a nehomogenní. Povrch štuku je hladký, na povrchu se nachází rozhraní tvořené zkarbonatovanou vrstvou tvořenou převážně z uhličitanu vápenatého s nízkým obsahem ostatních hydraulických složek. Přítomnost organických látek nebyla prokázána (povrch štuku nevykazuje odlišnou fluorescenci od zbytku vápenného podkladu). Na některých místech je karbonatační vrstva dokonce zdvojená, což naznačuje možné opakované zpracování povrchu prováděné s určitým časovým odstupem.
1	**bílá, fragmenty**	Ca, Si (Mg, Al), matrice převážně Ca, obsah Si a Mg nízký do 3 at.%. oj. drobná zrna: Si	***povrchová vrstva/nános bez viditelné fluorescence***; fragmenty vrstvy, kterou nelze více interpretovat. Vrstva obsahuje uhličitan vápenatý a příměs hlinek. Ojediněle byla ve vrstvě identifikována drobná zrna křemene.
2	**bílá, tenká, fragmenty**	org., Ca, Si, Zn, Al, Mg (Ti, K)	***povrchová vrstva/nános s nažloutlou fluorescencí***; fragmenty vrstvy nátěru nebo povrchové úpravy. Vrstva obsahuje více organické složky, uhličitan vápenatý, příměs hlinek a zinkové a titanové běloby. Vzhledem k obsahu bělob se patrně jedná o zbytky novodobé úpravy povrchu.

Prvková analýza vrstev vzorku V17/9834 dle SEM-EDX. Dominantní prvky ve vrstvě jsou označeny tučně podtrženě, minoritně zastoupené prvky jsou v závorce.

VI. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ, ZÁVĚR

Předmětem chemicko-technologického průzkumu je štuková výzdoba Letohrádku Hvězda. Průzkum štukové výzdoby proběhl v rámci restaurátorského průzkumu, který v objektu provedla Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, v rámci projektu MK ČR programu NAKI II: *´Renesanční a manýristické štukatérství v Čechách a na Moravě´*, id. č. DG18P02OVV005.
Chemicko-technologický průzkum se zaměřil na popis, stratigrafii a určení skladby štukových a povrchových, resp. barevných vrstev odebraných vzorků, z nichž by bylo možné určit důležité poznatky, které se týkají charakterizace původní štukatérské výzdoby, zejména její techniky a povrchových úprav včetně identifikace použitých materiálů. Součástí průzkumu byla i identifikace a analýza druhotných úprav.
Výsledky průzkumu by mohly sloužit k upřesnění vývoje štukové výzdoby objektu, které lze částečně komparovat s archivním průzkumem a nálezy, které v rámci obnovy štuků v 50. letech 20. století uskutečnil arch. Pavel Janák.*

Průzkum odebraných vzorků štuků a vzorků povrchových/barevných úprav byl proveden zejména pomocí mikroskopických technik, optické a skenovací elektronové mikroskopie s mikrosondou (SEM-EDX). Pojivo malby bylo určeno u vybraných vzorků infračervenou spektrometrií s Fourierovou transformací (FT-IR), u vzorku V6 upřesněno nanokapalinovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií (VŠCHT, Praha). Analýza vybraných vzorků štukových malta byla provedena petrografickou analýzou ve spolupráci s Mgr. Daliborem Všianským, Ph.D. z Přírodovědecké fakulty Masarykovi univerzity v Brně.

Vzorky byly pro účely mikroskopického průzkumu upraveny do formy nábrusů, příčných řezů vzorky, pro analýzu některých povrchových úprav byla provedena separace vybraných vrstev. Petrografická analýza byla provedena na leštěném výbrusovém preparátu.

Výsledky průzkumu:

A) Charakterizace štukových vrstev

Jádrová malta nebo vrstva *arriccia* (vzorek V5, V10):

Pojivo jádrové omítky resp. vrstvy *arriccia* tvoří středně hydraulické vápno, plnivem je křemičitý písek. Matrice omítky je středně homogenní, s četnou přítomností thlin. V matrici byly ojediněle nalezeny závalky pojiva s inkluzemi se zvýšeným obsahem oxidu křemíku a hliníku, které jsou důkazem pro hydraulický charakter pojiva omítky. Plnivo tvoří převážně křemičitý písek, středně vytříděný u vzorku V5 a V10 s poměrně malou velikostí zrn plniva dosahující max. 1 mm. Zrna písku jsou angulární až středně zaoblená a vyznačují se střední sféricitou. Hlavní složky tvoří křemen, ojediněle byly identifikovány jiné klasty hornin nebo minerálů, jejichž hlavní složku tvoří silikáty se zvýšeným obsahem oxohydroxidů železa. Jejich obsah ovlivňuje okrové zbarvení malty.

Přibližný objemový poměr pojiva a plniva činí 1:1,5-1:2, obj.

Pozn.: * viz. Archivní rešerše k historii štukové výzdoby Hvězdy: Pavla Mikešová, Restaurování Štukové výzdoby v letohrádku Hvězda vedené Pavlem Janákem a jeho předchůdci. Zprávy památkové péče 3/2019, s. 353–383.

Modelační vrstva - *intonaco* (vzorky V3, V6, V9, V11 a V14):

Vrstvu modelační malty (*intonaco*) tvoří bílá až sv. okrová jemnozrnná štuková vrstva, která u některých analyzovaných vzorků vykazuje známky vrstvení. U vzorku V14 byly například identifikovány minimálně tři vrstvy/nánosy (0a-0c), které se shodují složením, ale mírně proměňují recepturou a charakterem užitého plniva. Vrstvy jsou vzájemně odděleny rozhraním (indikující časový odstup při nanášení nebo zpracování vrstev), mezi spodními vrstvami se dokonce vyskytuje trhlina.
Modelační vrstvy všech vzorků štuků se vyznačují podobným charakterem; jedná se o bílou, u vzorku V11 okrovou, středně homogenní maltu s vysokou soudržností a střední až vyšší pevností. Nehomogenity tvoří v různé míře zachované závalky pojiva, klasty nedopalu, vměstky s vyšším obsahem hydraulických složek, horizontálně orientované trhliny (důsledek tváření a zpracování jednotlivých vrstev) a oválné uzavřené makropóry, které mohou poukazovat na přítomnost organických aditiv. Porozita modelačního typu malt je spíše nízká nebo střední (do 12 %), s přítomností mikrotrhlin, avšak s poměrně hojným zastoupením výše popisovaných makropórů.

Pojivo modelační vrstvy tvoří nejspíše slabě hydraulické vápno s nehomogenním obsahem hydraulických složek (tvořené oxidy křemíku, hliníku a hořčíku). V pojivu se vyskytují vměstky s výrazně vyšším obsahem těchto složek, které zvyšují lokální hydraulicitu malty. V matrici byly dále identifikovány sporadicky zastoupené závalky nahloučeného pojiva (poměrně hojně u vzorku V6 a V11) nebo částice nedopalu, které tvoří vápenec a nikoliv mramor. Důležitým zjištěním je přítomnost kolagenních proteinů v pojivu modelační vrstvy štuku (vzorek V6), jejichž přítomnost koreluje s přítomností oválných makropórů pozorovaných v pojivové matrici. Přítomnost klihu nebo želatiny byla prokázána nanokapalinovou chromatografií, která umožňuje analýzu štěpených bílkovin nebo peptidů, jejichž primární struktura by mohla být narušena účinkem silně alkalického vápenného pojiva.

Plnivo modelační vrstvy tvoří středně vytříděný křemenný písek nebo drcená křemičitá hornina Stejné plnivo se vyskytuje ve všech nánosech modelační vrstvy, v jednotlivých nánosech se pouze odlišuje vytříděním a charakterem částic. Spodní nánosy se vyznačují větší velikostí zrn do 1,25 mm a spíše zaobleným tvarem částic, svrchní nánosy štuku obsahují spíše ostrohrnná lépe vytříděná zrna s max. velikostí do 100 mm, sporadicky s velikostí okolo 150-200 mm, v některých vzorcích ale například jen 500 nebo 700 mm. Závěrem analýz modelačních štukových malt tedy je, že modelační vrstva byla nanášena ve více vrstvách/nánosech, ve kterých se postupně snižovala velikost částic a mohl se zvyšovat obsah pojiva. Použité plnivo nánosů modelačních vrstev je druhově velmi čisté; hlavní složku tvoří křemen (odhadem 95 % klastů), ostatní složky, které tvoří klasty hornin a minerálů, jsou sporadicky zastoupené. Petrografickou analýzou byly identifikovány ojedinělé klasty živce, muskovitu, mramoru, glaukonitu, granátu nebo jílové břidlice. Důležitým identifikačním znakem při určení zdroje vápence by mohl být zvýšený podíl červeného hematitu, který způsobuje mírně načervenalé zbarvení matrice (výrazně více u vzorku V11). Vzácně jsou přítomna rostlinná pletiva. Zajímavou informací získanou z petrografické analýzy je orientace křemenných zrn u vzorku V3 - střípkovité klasty křemene vykazují přednostní orientaci patrně v důsledku aplikace a zpracování štukové malty.

Poslední informace získaná analýzou štukových malt se vztahuje k receptuře modelační vrstvy, kterou lze získat analýzou obrazu výbrusových preparátů. Charakteristickým znakem modelačních štukových malt je vysoký podíl pojiva (vápna), který lze vidět u všech analyzovaných vzorků. Vyšší obsah vápna patrně zlepšoval plasticitu tvárných směsí a zpracování povrchu. U jednotlivých vzorků se proporce základních složek malt (tj. pojiva a plniva) mírně proměňovala. Podobnou variabilitu v proporcích složek lze spatřit také u jednotlivých nánosů, kde se podíl pojiva zvyšoval směrem k povrchu. Recept pro přípravu modelační malty nelze z uvedených důvodů a pozorované variabilitě ve složení vyjádřit jednotným receptem, ale spíše rozsahem poměrů složek. Poměr pojiva a plniva ve spodních nánosech přibližně odpovídal objemovému poměru 2,5:1-1,5:1, obj., ve svrchních jemnějších nánosem je obsah pojiva ještě vyšší a poměr obou složek dosahuje odhadem až 3-4:1, obj.

B) Opravy štukové výzdoby (vzorky V1 a V10)

Vzorky oprav štukové výzdoby představují vzorky V1 odebrané z poškozené ruky ženy z výjevu Kimón a Peró v centrálním sálu Aenea (v místě sondy S5). Opravná maltovina se skládala ze sádry, bez obsahu plniva. Povrch tmelu byl patinován oranžovo-hnědým sádrovým nátěrem s obsahem hlinek a černého uhlíkatého pigmentu.

Oprava sádrou byla dále zjištěna také u vzorku V10. Další srovnávací vzorky doplňujícího materiálu (V13) nebyly analyzovány.

C) Stratigraficky nejstarší povrchové úpravy

Bezprostředně na povrchu renesančních štukových vrstev lze téměř u všech vzorků spatřit tmavou, u některých vzorků načervenalou až nahnědlou povrchovou úpravu, která rozděluje povrchové úpravy štuků na dvě etapy. Nad touto vrstvou se prokazatelně vyskytují sekundární úpravy, které lze dle obsahu zinkové a titanové běloby časově zařadit do 2. pol. 20. století.
Popisovaná povrchová úprava, ačkoliv na štukové výzdobě působí jako silná vrstva nečistot, je tvořena řadou látek anorgnického i organického původu, z jejichž analýzy vyplývá, že se jedná o povrchovou úpravu nebo nános více povrchových úprav. Hlavní složky nánosu tvoří organické látky nepolárního charakteru - patrně vysýchavé oleje (nelze vyloučit ani přítomnost vosků), příměs proteinů, které však mohou být kontaminací ze svrchních vrstev hlinkových nátěrů nebo ze štukového podkladu, kde byly proteiny také prokázány. Anorganické složky tvoří různě barevné hlinky, uhličitan vápenatý a příměs uhlíkaté černě a patrně i apatytu (kostní černě). Vrstva neobsahuje zinkovou nebo titanovou bělobu, které by lépe pomohly zadatovat tuto vrstvu/úpravu do kontextu nadcházejících sekundárních úprav.

D) Druhotné úpravy štuku

Na popisované úpravě povrchu se vyskytuje proměnlivý počet druhotných bílých nátěrů (nejčastěji tři) s proměnlivým obsahem bílé hlinky, uhličitanu vápenatého, zinkové a titanové běloby. Dle jejich obsahu se s určitostí jedná o úpravy/zabílení, které vznikly až po opravě v 50. letech 20. století.

E) Další vzorky

U vzorku V3 byla provedena analýza vláknitého materiálu použitého pro obalení kovové armatury v ruce ženské figury (vlákna omotaná kolem armatury chybějící ruky na reliéfu, v místě sondy S5). Dle analýzy se jedná o lýková vlákna (len, konopí nebo kopřivu).

Z jiných analýz byla provedena analýza materiálu podkladu vzorku V12, který se vyznačoval velmi charakteristickým okrovým načervenalým zbarvením. Vrstva se vyznačuje charakteristickou mikrostrukturou. Materiál podkladu je nehomogenní, vysoce porézní s přítomností kontrakčních trhlin v matrici. Hlavní složky matrice tvoří s vysokým obsahem složek s obsahem oxidu křemíku, hliníku a železa a nízkým (a lokálně proměnlivým) obsahem uhličitanu vápenatého. S největší pravděpodobností se jedná o hlínu nebo pálenou keramiku. Hydraulické pojivo lze na základě optické mikroskopie vyloučit, v matrici se nevyskytují slínkové fáze nebo reaktivní částice indikující hydraulickou reakci. Pálenou a nepálenou keramiku nelze optickou mikroskopií nábrusu rozlišit, pro přesnější identifikaci by bylo nutné provést fázovou analýzu.

U vzorku V15 byla analyzována šedá povrchová/barevná úprava odebraná ze vstupní chodby z profilované lišty na náběhu klenby. Jednalo se o tenkou vrstvičku s vápenným pojivem propojenou se štukovým podkladem. Vrstva se vyznačuje stejným složením pojiva jako podklad, kromě vápenného pojiva obsahuje barvící složky - jemnozrnný černý uhlíkatý pigment a malou příměs červeného železitého pigmentu nebo červené hlinky. Vzhledem k fluorescenci (oproti štukovému podkladu se vyznačuje nažloutlou fluorescencí) obsahuje vrstva pravděpodobně příměs organického pojiva, které mohlo být pojivem barvících látek nebo tvoří odloučenou vrstvičku z pojiva. Vzhledem ke složení lze vrstvu spíše interpretovat jako malovanou linku, která tvořila rozkresbu rozvrhu štukové výzdoby. Nelze však ani vyloučit, že se jedná o znečištění povrchu od špachtle (z praktických zkušeností víme, že nerezové špachtle zanechávají na povrchu štuku při zpracování načernalou stopu).

Vzorky V16 a V17 odebrané z centrálního prostoru, výjevu Aenea, byly odebrány na analýzu lepivé vrstvy použité pro lepení štukových prvků. U vzorku V16 byl v lepivé vrstvičce zjištěn obsah sádry (s organickou příměsí), u vzorku V17 obsahovala lepivá vrstva uhličitan vápenatý a příměs hlinek. Ojediněle byla ve vrstvě identifikována drobná zrna křemene.

V Litomyšli, 31.12. 2020

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

Počet stránek ve zprávě: 51 + Příloha 1 (2 strany)

Příloha 1: Výsledek proteinové analýzy

Vzorky: HV-V6 (štuk, Hvězda), V1A-RU (Rudolec, barevná vrstva), RU-V6 červená (barevná vrstva), V8-RU (Rudolec, barevná vrstva)

Postup: Vzorky byly dvě hodiny štěpeny trypsinem, následně přečištěny a zahuštěny na reversní fázi C18 (Zip Tip). Poté byly analyzovány pomocí nanokapalinové chromatografie spojené s hmotnostním spektrometrem ESI-Q-TOF Maxis Impact. Peaklist ze změřených dat byl extrahován programem Data Analysis 4.1. Proteiny byly identifikovány za pomoci softwaru Mascot verze 2.2.04 vyhledáváním v proteinové databázi SwissProt, NCBInr a MS/MS přesností přiřazení hmotností peptidových štěpů 0,05 Da. Měření bylo provedeno na VŠCHT v Praze.

Vzorek: HV-V6

Accession	Protein	Num. of matches
K2C1_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 1	17
K1C10_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 10	15
K1C9_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 9	13
CO1A1_BOVIN	Collagen alpha-1(I) chain	12
K22E_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 2 epidermal	9
K1C14_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 14	8
K2C5_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 5	5
K2C6A_MOUSE	Keratin, type II cytoskeletal 6A	4
K2C75_BOVIN	Keratin, type II cytoskeletal 75	3
K2C5_BOVIN	Keratin, type II cytoskeletal 5	3
TRYP_PIG	Trypsin OS=Sus scrofa PE=1 SV=1	2

Vzorek: V1A-RU

Accession	Protein	Num. of matches
K2C1_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 1	14
K1C10_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 10	11
CO1A2_BOVIN	Collagen alpha-2(I) chain	9
K1C9_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 9	9
K22E_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 2 epidermal	7
CO1A1_BOVIN	Collagen alpha-1(I) chain	6
TRYP_PIG	Trypsin	2

Vzorek: RU-V6 červená

Accession	Protein	Num. of matches
CO1A1_BOVIN	Collagen alpha-1(I) chain	36
CO1A2_BOVIN	Collagen alpha-2(I) chain	24
K2C1_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 1	14
K1C10_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 10	13
CO1A2_CANFA	Collagen alpha-2(I) chain	13
K22E_HUMAN	Keratin, type II cytoskeletal 2 epidermal	12
K1C9_HUMAN	Keratin, type I cytoskeletal 9	7
CO2A1_RAT	Collagen alpha-1(II) chain	5
CO1A2_MOUSE	Collagen alpha-2(I) chain	4
MYH1_CANFA	Myosin-1	2
TRYP_PIG	Trypsin	2

Vzorek: V8-RU

Accession	Protein	Num. of matches
CO1A1_BOVIN	Collagen alpha-1(I) chain	15
CO1A2_BOVIN	Collagen alpha-2(I) chain	10
TRYP_PIG	Trypsin	2

Závěr:

Ve vzorku **HV-V6** byly nalezeny kolagenní proteiny (klih/želatina).

Ve vzorku **V1A-RU** byly nalezeny kolagenní proteiny (klih/želatina).

Ve vzorku **RU-V6 červená** byly nalezeny kolagenní proteiny (klih/želatina).

Ve vzorku **V8-RU** byly nalezeny kolagenní proteiny (klih/želatina).

Ve vzorcích nebyly nalezeny žádné relevantní rostlinné proteiny.

V Praze 25. 6. 2020

doc. Ing. Mgr. Štěpánka Kučková, Ph.D.