

Chemicko-technologický průzkum

Akce:

Průzkum a restaurování fragmentů nástěnných maleb na východní stěně presbytáře kostela sv. Martina v St. Martin (Dolní Rakousko)

Zadání průzkumu:

- *stratigrafie barevných vrstev*
- *identifikace pigmentů*
- *určení složení omítek – typ pojiva a kameniva, zrnitost kameniva*

Metody průzkumu:

- *optická mikroskopie v dopadajícím světle (OPTIPHOT2-POL, Nikon, Japan).*
- *rastrovací elektronová mikroskopie s energiodisperzním analyzátozem (JEOL JSM 5500 LV s analyzátozem XRF s detektorem Gresham Sirius 10; provedeno ve spolupráci s Ing. Milanem Vlčkem, CSc. ze Společné laboratoře chemie pevných látek AV ČR a Univerzity Pardubice)*
- *zjednodušená silikátová analýza (kvantitativní složení maltovin)*
- *granulometrická, síťová analýza zrnitosti kameniva*

Popis metodiky:

- *stratigrafie barevných vrstev* – vzorky byly zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Po vybroušení a vyleštění byly takto připravené příčné řezy vzorků – nábrusy zkoumány pomocí optického mikroskopu v dopadajícím viditelném, modrém a UV světle při zvětšení 50x 100x a 200x
- *analýza REM-EDS* – výstavba barevných vrstev, včetně určení prvkového složení jednotlivých vrstev resp. částic v dané vrstvě bylo provedeno na stejných nábrusech pomocí elektronové mikroskopie
- *zjednodušená silikátová analýza* – gravimetrické stanovení jednotlivých složek po rozkladu se zředěnou HCl (1:4) a 10% roztokem uhličitanu sodného.
- *zrnitost kameniva* – síťová, gravimetrická analýza nerozpustného zbytku po zjednodušené silikátové analýze

Místa odběru vzorků:

vzorek	Místo odběru	Popis vzorku
V01 (5982)	Vpravo od okenní špalety	Středověká omítka
V02 (5983)	Pravá strana okenní špalety	Gotická omítka nesoucí gotické malby
V03 (5984)	Cca 1 m pod pravou částí špalety	Barokní omítka 1702
V04 (5985)	Spodní část stěny vpravo	Lokální vysprávky
V05 (5986)	Spodní část stěny vpravo	Vysprávka s odlišnou strukturou
V06 (5987)	Vpravo od okenní špalety	Spára v románském zdivu
V1 (5988)	Okenní špaleta, pravá strana	Stratigrafie vrstev na gotické omítce
V2 a V2b (5989)	Stěna uprostřed od okna v těsné hranici s oknem	Stratigrafie vrstev na barokní omítce
V3 (5990)	Stěna vlevo od okna, sonda	Rostlinný dekor, červená na bílém podkladě
V4 (5991)	Okenní špaleta, levá strana	Koruna světice, výrazně fluoreskuje pod UV světlem
V5 (5992)	stěna vpravo od okna	šedý vápenný nátěr na středověké omítce
V6 (5993)	stěna vpravo od okna	stratigrafie vrstev na gotické omítce
V7 (5994)	okenní špaleta levá strana	korunka světice
V8 (5995)	stěna vpravo pod oknem	zčernalá barevná vrstva
V9 (5996)	pravá část okenní špalety	plášť, rameno světice
V10 (5997)	pravá část okenní špalety	rukáv spodního šatu
V11 (5998)	pravá část okenní špalety	černá linka

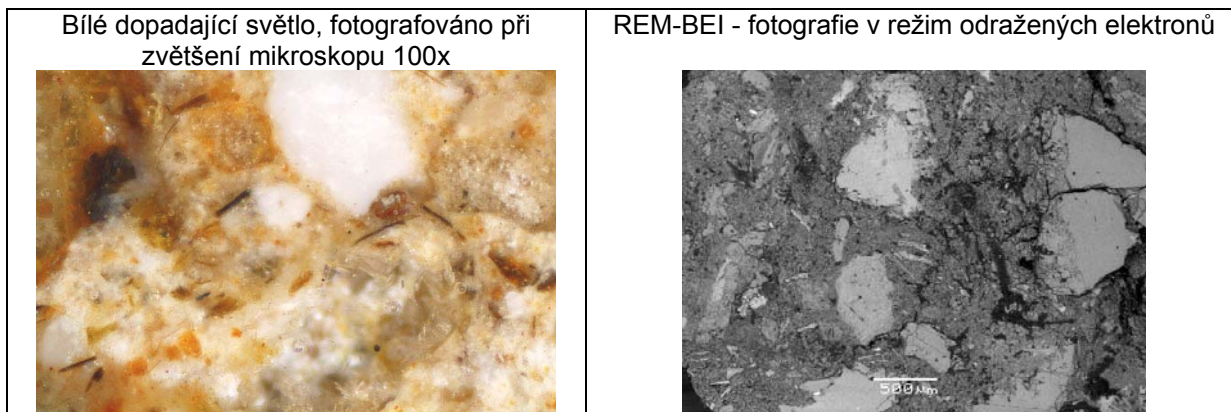
Zpracovali:

- BcA. Lucie Bartůňková, Ing. Alena Hurtová, Ing. Karol Bayer, Fakulta restaurování Univerzita Pardubice

Výsledky chemicko-technologického průzkumu:

Analýzy maltovin:

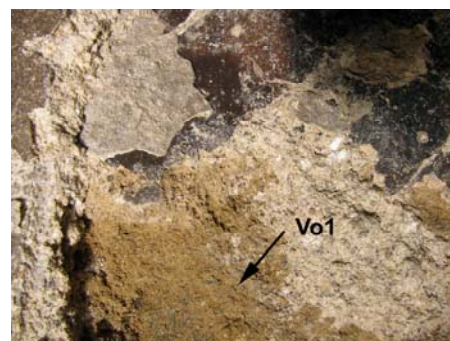
- **Vzorek č. V01 (5982)**



Makroskopický popis: Omítka střední zrnitosti, světle až tmavě okrová, křehká, poměrně drolivá.

Výsledky zjednodušené kvantitativní silikátové analýzy:

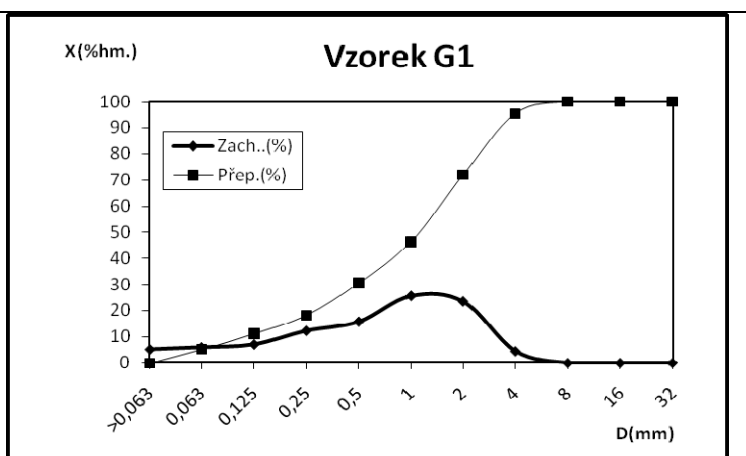
Stanovovaná složka	Obsah (%) hm.)
Nerozložitelný podíl (v HCl 1:4)	82,9
Rozložitelný podíl (v HCl 1:4)	17,1
Rozpustný SiO ₂	0,7
Vypočítaný poměr míchání - Suchý vápenný hydrát : písek (díly hmotnosti)	1:6,3



Místo odběru vzorku

Granulometrická analýza plniva (písku):

D (mm)	Zach..(%)	Přep.(%)
>0,063	5,2	0,0
0,063	6	5,2
0,125	7,1	11,3
0,25	12,3	18,3
0,5	15,8	30,6
1	25,6	46,4
2	23,5	72,0
4	4,5	95,5
8	0	100,0



Plnivo (kamenivo)	Podle prvkové analýzy částic lze předpokládat, že plnivo je tvořeno hlavně částicemi křemene a silikátů (živce, příměs slídy); nahnědlou barvu vyvolává přítomnost sloučenin Fe (oxidy, hydratované oxidy). Ve vzorku byly nalezeny i částice uhličitanu vápenatého – zřejmě karbonatizované částice pojiva (vzdušného vápna). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a slídu).
Pojivo	Základní hmota (matrix – pojivo) je tvořena převážně uhličitanem vápenatým (karbonatizované, bílé vzdušné vápno). Kromě toho obsahuje i velmi malé množství hlinitokřemičitanů, kterých původ lze nejspíše vysvětlit jako příměs velmi jemnozrnných částic plniva. Pojivem maltoviny je bílé vzdušné vápno.

Shrnutí:

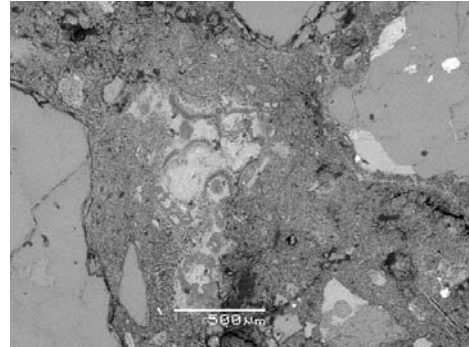
Omítka je pojená bílým vzdušným vápnem. Je poměrně chudá na pojivo; vypočítaný poměr míchání v přepočtu na suchý vápenný hydrát v poměru k písku je 1:6,3 (díly hmotnosti). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a slídu). Maximum tvoří zrna velikosti 0,5 až 2 mm, největší částice nepřesahují velikost 8 mm.

▪ **Vzorek č. V02 (5983)**

Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



REM-BEI - fotografie v režim odražených elektronů



Makroskopický popis: Omítka střední zrnitosti, světle okrová, drolivá.

Výsledky zjednodušené kvantitativní silikátové analýzy:

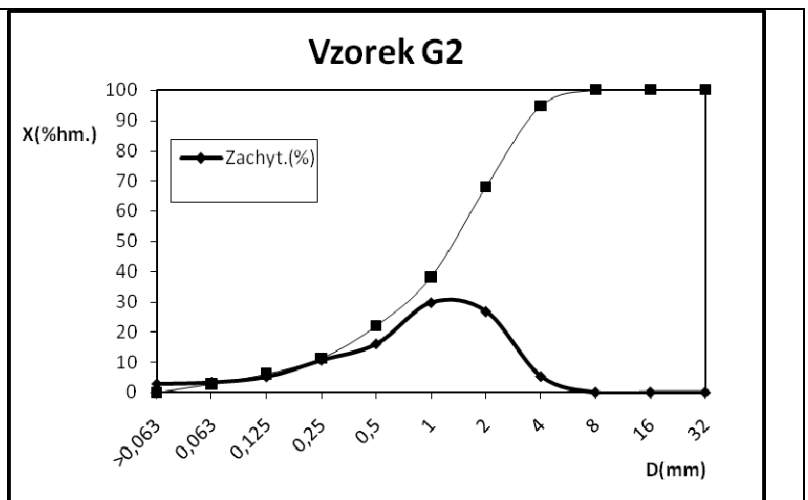
Stanovovaná složka	Obsah (% hm.)
Nerozložitelný podíl (v HCl 1:4)	71,1
Rozložitelný podíl (v HCl 1:4)	28,9
Rozpustný SiO ₂	1,8
Vypočítaný poměr míchání - Suchý vápenný hydrát : písek (díly hmotnosti)	1:3,1



Místo odběru vzorku

Granulometrická analýza plniva (písku):

D (mm)	Zach.(%)	Přep.(%)
>0,063	2,8	0,0
0,063	3,3	2,8
0,125	5,2	6,1
0,25	10,7	11,3
0,5	16,1	22,0
1	29,8	38,1
2	26,8	67,9
4	5,3	94,7
8	0	100,0
16	0	100,0
32	0	100,0



Plnivo (kamenivo)	Podle prvkové analýzy částic lze i v tomto případě předpokládat, že plnivo je tvořeno hlavně částicemi křemene a silikátů (živce, drobné úlomky vulkanických hornin); nahnědlou barvu vyvolává přítomnost sloučenin Fe (oxidy, hydratované oxidy). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a drobné úlomky vulkanických hornin).
Pojivo	Základní hmota (matrix – pojivo) je tvořena převážně uhličitanem vápenatým (karbonatizované, bílé vzdušné vápno). Kromě toho obsahuje i velmi malé množství hlinitokřemičitanů, kterých původ lze nejspíše vysvětit jako příměs velmi jemnozrnných částic plniva. Pojivem maltoviny je bílé vzdušné vápno.

Shrnutí:

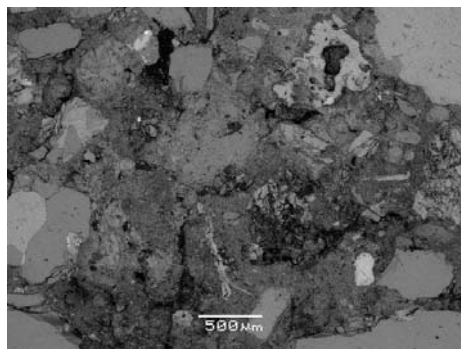
Omítka je pojená bílým vzdušným vápnem. Vypočítaný poměr míchání v přepočtu na suchý vápenný hydrát v poměru k písku je 1:3,1 (díly hmotnosti). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a drobné úlomky vulkanických hornin). Maximum tvoří zrna velikosti 0,5 až 2 mm, největší částice nepřesahují velikost 8 mm.

▪ **Vzorek č. V03 (5984)**

Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



REM-BEI - fotografie v režim odražených elektronů



Makroskopický popis: Omítka střední zrnitosti, světle okrová, drolivá, s četnými shluky nevyhašeného vápna.

Výsledky zjednodušené kvantitativní silikátové analýzy:

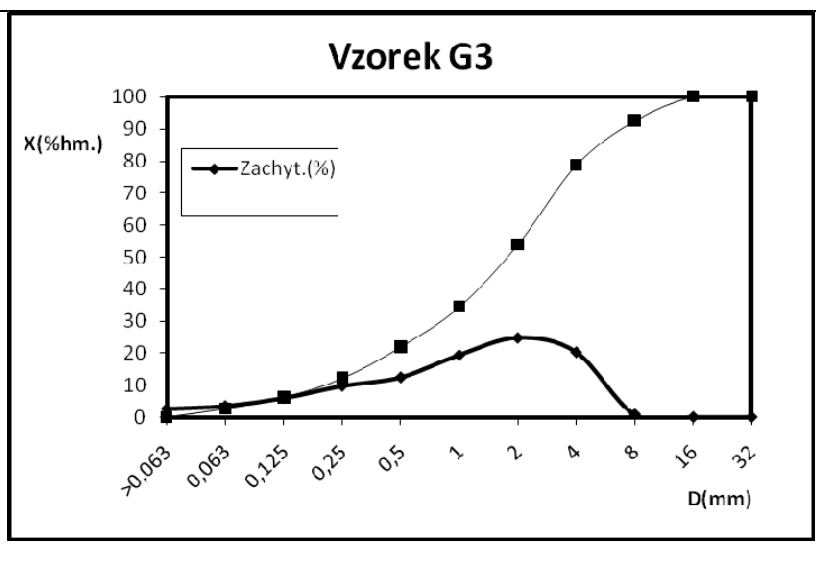
Stanovovaná složka	Obsah (% hm.)
Nerozložitelný podíl (v HCl 1:4)	82,3
Rozložitelný podíl (v HCl 1:4)	17,7
Rozpusťný SiO ₂	1,3
Vypočítaný poměr míchání - Suchý vápenný hydrát : písek (díly hmotnosti)	1:6,0



Granulometrická analýza plniva (písku):

Místo odběru vzorku

D (mm)	Zachyt.(%)	Přepad.(%)
>0,063	2,6	0,0
0,063	3,5	2,6
0,125	6	6,1
0,25	9,8	12,1
0,5	12,5	21,9
1	19,5	34,4
2	24,9	53,8
4	20,4	78,7
8	0,9	92,5
16	0	100,0
32	0	100,0



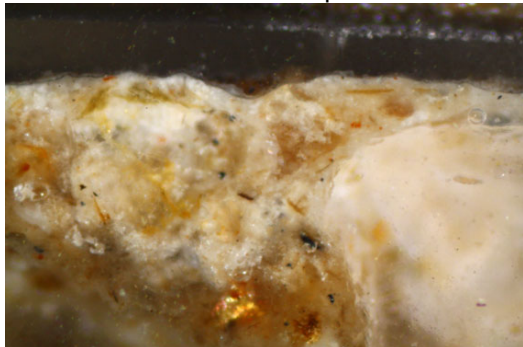
Plnivo (kamenivo)	Podle prvkové analýzy částic lze předpokládat, že plnivo je tvořeno hlavně částicemi křemene a silikátů (živce, příměs drobných úlomků vulkanických hornin, v malé míře i částice slídy); nahnědlou barvu vyvolává přítomnost sloučenin Fe (oxidy, hydratované oxidy). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (živce, příměs drobných úlomků vulkanických hornin, v malé míře i částice slídy).
Pojivo	Základní hmota (matrix – pojivo) je tvořena převážně uhličitanem vápenatým s příměsí uhličitanu hořečnatého. Dále základní hmota obsahuje i velmi malé množství hlinitokřemičitanů, kterých původ lze nejspíše vysvětlit jako příměs velmi jemnozrnných částic plniva. Pojivem maltoviny je slabě dolomitické vzdušné vápno.

Shrnutí:

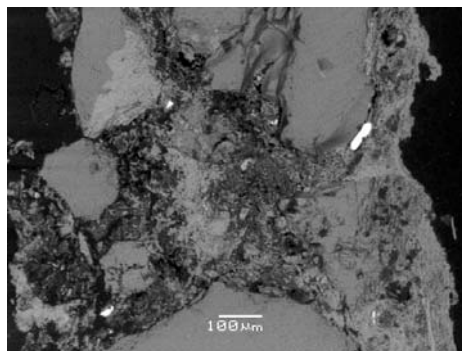
Omítka je pojená slabě dolomitickým vzdušným vápnem. Vypočítaný poměr míchání v přepočtu na suchý vápenný hydrát v poměru k písku je 1:6,0 (díly hmotnosti). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (živce, příměs drobných úlomků vulkanických hornin, v malé míře i částice slídy). Maximum tvoří zrna velikosti 0,5 až 4 mm, největší částice nepřesahují velikost 16mm.

▪ **Vzorek č. V04 (5985)**

Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



REM-BEI - fotografie v režim odražených elektronů



Makroskopický popis: Omítka střední zrnitosti, světle okrová, na povrchu velmi tvrdá, pod povrchem drolivá.

Výsledky zjednodušené kvantitativní silikátové analýzy:

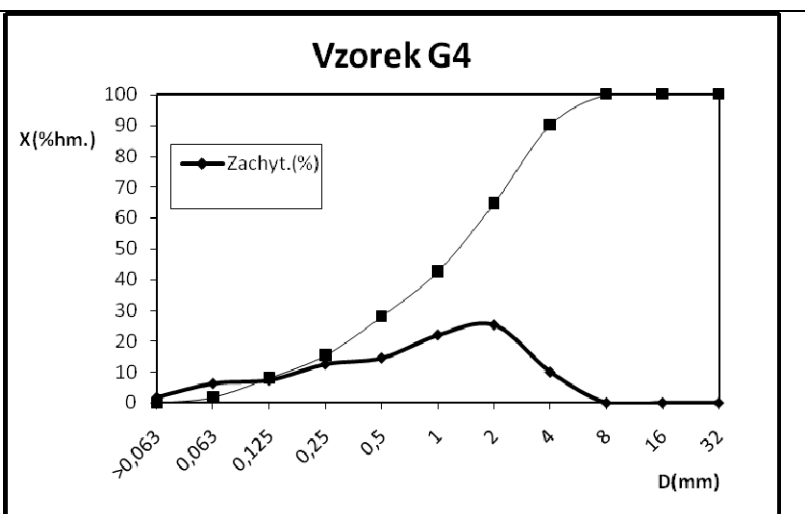
Stanovovaná složka	Obsah (% hm.)
Nerozložitelný podíl (v HCl 1:4)	66,9
Rozložitelný podíl (v HCl 1:4)	33,1
Rozpustný SiO ₂	3,0
Vypočítaný poměr míchání - Suchý vápenný hydrát : písek (díly hmotnosti)	1:2,5



Místo odběru vzorku

Granulometrická analýza plniva (písku):

D (mm)	Zachyt.(%)	Přepad.(%)
>0,063	1,8	0,0
0,063	6,3	1,8
0,125	7,4	8,1
0,25	12,6	15,4
0,5	14,6	28,0
1	22,1	42,6
2	25,4	64,7
4	10	90,0
8	0	100,0
16	0	100,0
32	0	100,0

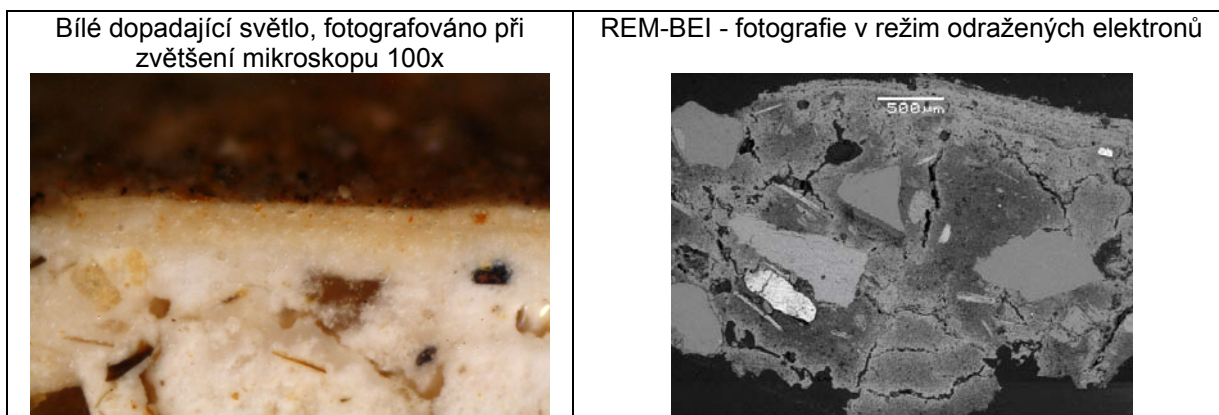


Plnivo (kamenivo)	Podle prvkové analýzy částic lze i v tomto případě předpokládat, že plnivo je tvořeno hlavně částicemi křemene a silikátů (živce, drobné úlomky vulkanických hornin); nahnědlou barvu vyvolává přítomnost sloučenin Fe (oxidy, hydratované oxidy). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a drobné úlomky vulkanických hornin).
Pojivo	Základní hmota (matrix – pojivo) je tvořena převážně uhličitanem vápenatým (karbonatizované, bílé vzdušné vápno). Pojivem maltoviny je bílé vzdušné vápno.

Shrnutí:

Omítka je pojená bílým vzdušným vápnem. Vypočítaný poměr míchání v přepočtu na suchý vápenný hydrát v poměru k písku je 1:2,5 (díly hmotnosti). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a drobné úlomky vulkanických hornin). Maximum tvoří zrna velikosti 0,5 až 2 mm, největší částice nepřesahují velikost 8 mm.

▪ **Vzorek č. V05 (5986)**



Makroskopický popis: Omítka střední zrnitosti, světle okrová, na povrchu velmi tvrdá, pod povrchem drolivá.



Místo odběru vzorku

Plnivo (kamenivo)	Podle prvkové analýzy částic lze i v tomto případě předpokládat, že plnivo je tvořeno hlavně částicemi křemene a silikátů (živce, drobné úlomky vulkanických hornin); načervenalou barvu vyvolává přítomnost sloučenin Fe (oxidy, hydratované oxidy). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (hlavně živce a drobné úlomky vulkanických hornin).
Pojivo	Základní hmota (matrix – pojivo) je tvořena převážně uhličitanem vápenatým (karbonatizované, bílé vzdušné vápno). Maltovina je poměrně bohatá na pojivo a na nábrusu (foto REM-BEI) jsou dobře viditelné kontrakční trhliny vzniklé při jejím tuhnutí. Pojivem maltoviny je bílé vzdušné vápno.

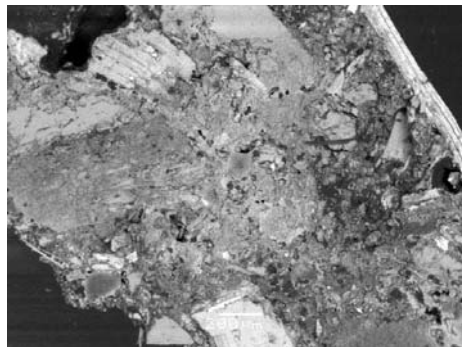
Na povrchu omítky jsou naneseny nátěry (barevné vrstvy) pojené vzdušným vápnem. Pod prvním nátěrem je na povrchu omítky vytvořena vrstvička uhličitanu vápenatého, co znamená, že nátěry byly naneseny až po vytvrdnutí resp. zavadnutí podkladové omítky

▪ **Vzorek č. V06 (5987)**

Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



REM-BEI - fotografie v režim odražených elektronů



Makroskopický popis: Omítka střední zrnitosti, světle okrová, velmi droblivá.

Výsledky zjednodušené kvantitativní silikátové analýzy:

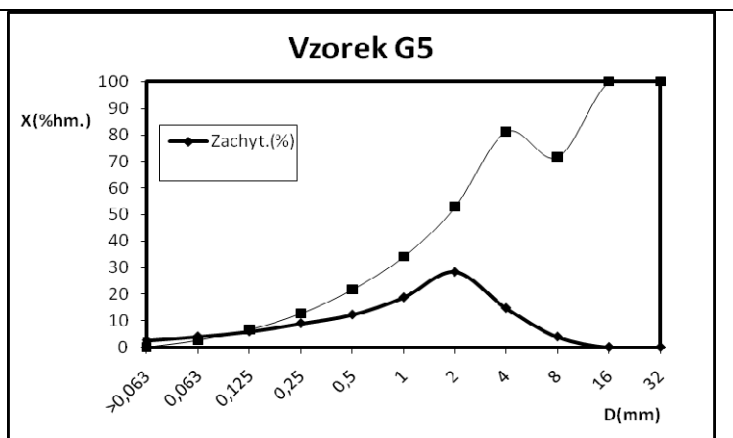
Stanovovaná složka	Obsah (%) hm.)
Nerzložitelný podíl (v HCl 1:4)	82,28
Rozložitelný podíl (v HCl 1:4)	17,72
Rozpustný SiO ₂	1,48
Vypočítaný poměr míchání - Suchý vápenný hydrát : písek (díly hmotnosti)	1:6,0



Místo odběru vzorku

Granulometrická analýza plniva (písku):

D (mm)	Zachyt.(%)	Přepad.(%)
>0,063	2,6	0,0
0,063	4,1	2,6
0,125	6	6,7
0,25	9	12,7
0,5	12,3	21,7
1	18,8	34,0
2	28,4	52,8
4	14,8	81,2
8	4	71,7



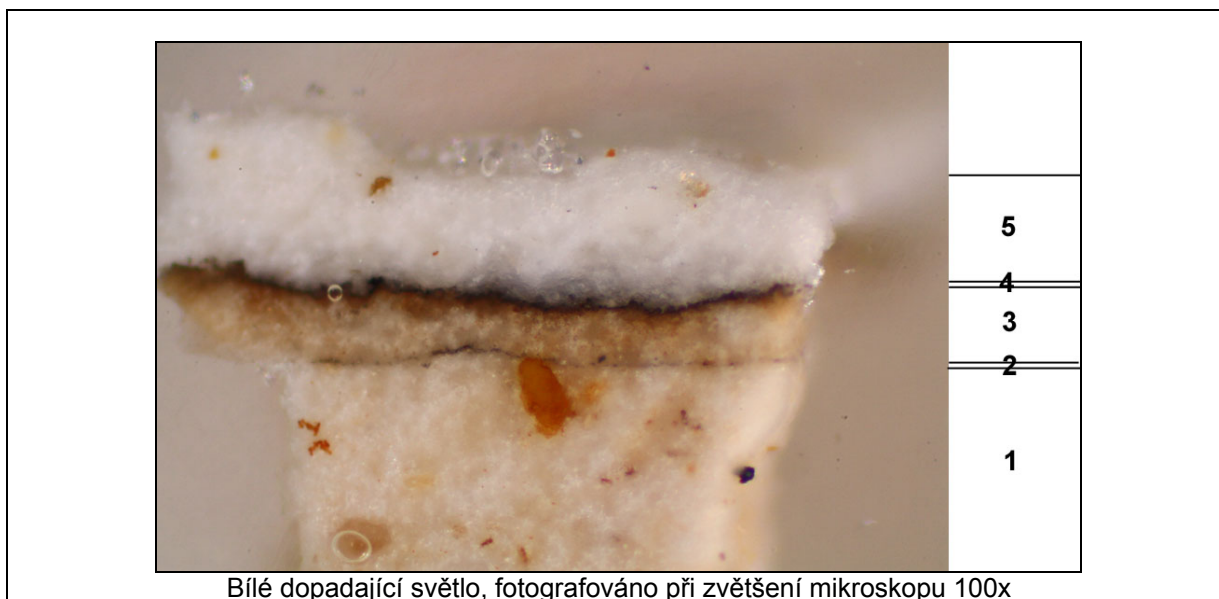
Plnivo (kamenivo)	Podle prvkové analýzy částic lze předpokládat, že plnivo je stejně jako u předcházejících vzorků tvořeno hlavně částicemi křemene a silikátů (živce, příměs drobných úlomků vulkanických hornin a částic slídy); nahnědlou barvu vyvolává přítomnost sloučenin Fe (oxidy, hydratované oxidy). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (živce, příměs drobných úlomků vulkanických hornin a částic slídy).
Pojivo	Základní hmota (matrix – pojivo) je tvořena převážně uhličitanem vápenatým. Dále základní hmota obsahuje i velmi malé množství hlinitokřemičitanů, kterých původ lze nejspíše vysvětlit jako příměs velmi jemnozrnných částic plniva. Pojivem maltoviny je bílé vzdušné vápno.

Shrnutí:

Omítka je pojená bílým vzdušným vápnem. Vypočítaný poměr míchání v přepočtu na suchý vápenný hydrát v poměru k písku je 1:2,5 (díly hmotnosti). Jako plnivo (kamenivo) byl použitý křemenný písek obsahující i další silikátové částice (živce, příměs drobných úlomků vulkanických hornin a částic slídy). Maximum tvoří zrna velikosti 0,5 až 4 mm, největší částice nepřesahují velikost 16 mm.

Stratigrafie a analýzy barevných vrstev:

- Vzorek č. V1 (5988)



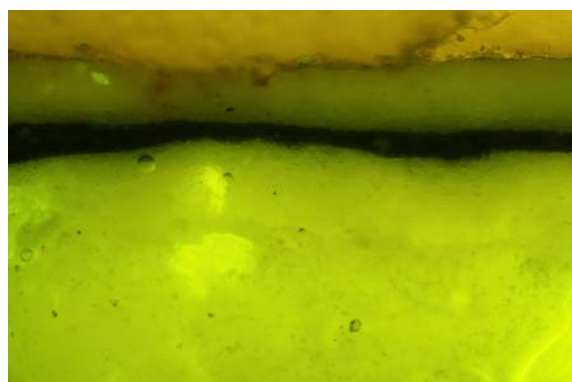
Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



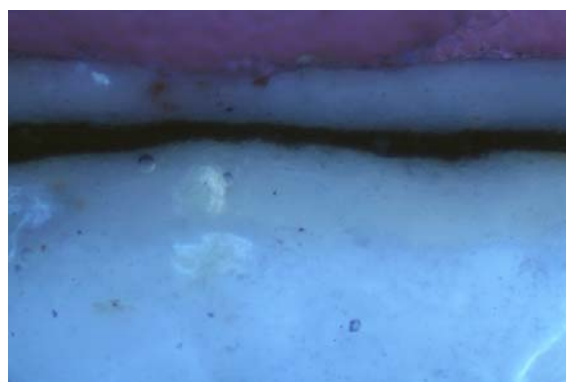
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x

1.	Bílá silná vrstva s červenými zrny
2.	Poměrně tenká černá vrstva, nejspíše se jedná o vrstvu nečistot (? Důsledek požáru)
3.	Běžová vrstva
4.	Tenká černá vrstva, nejspíše se jedná o vrstvu nečistot
5.	Bílá vrstva s ojedinělými červenými zrny

▪ Vzorek č. V1b



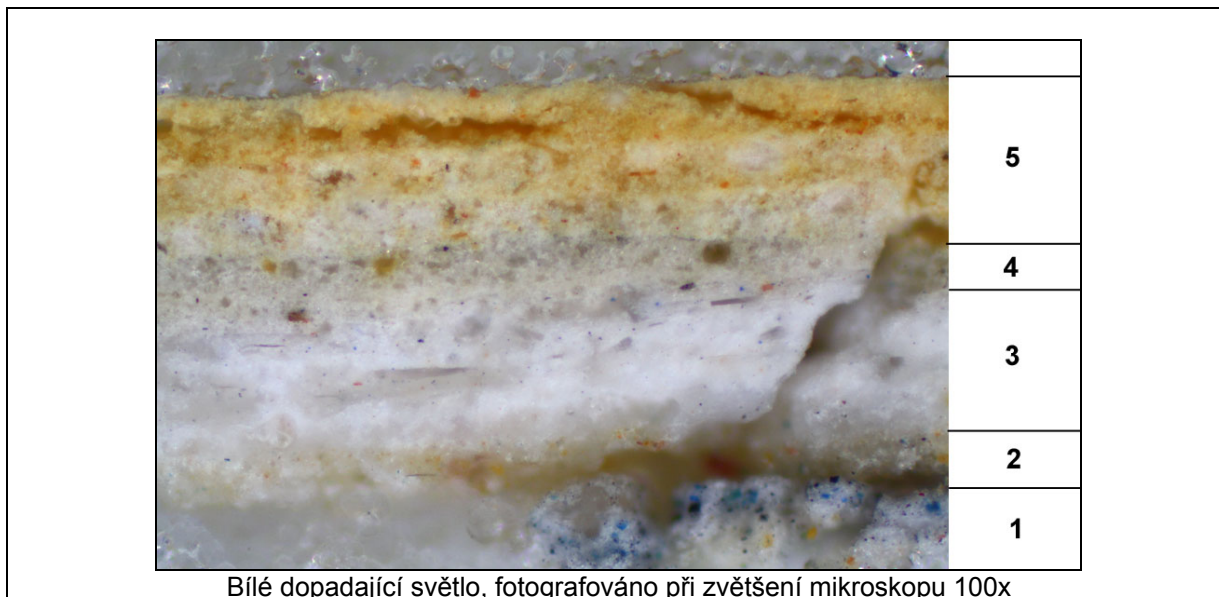
Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



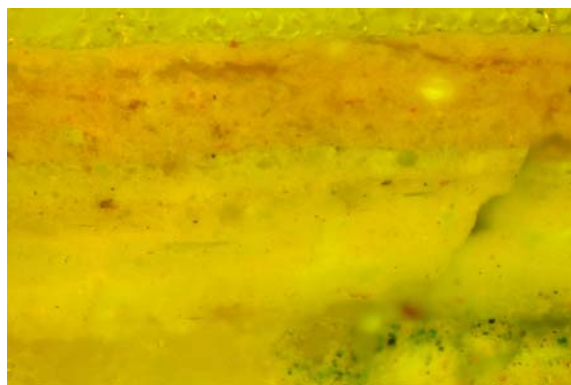
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x

1.	Silná bílá vrstva s nepatrným rozhraním mezi touto a následující vrstvou
2.	Bílá vrstva
3.	Černá vrstva
4.	Bílá vrstva
5.	Tenká vrstva nečistot

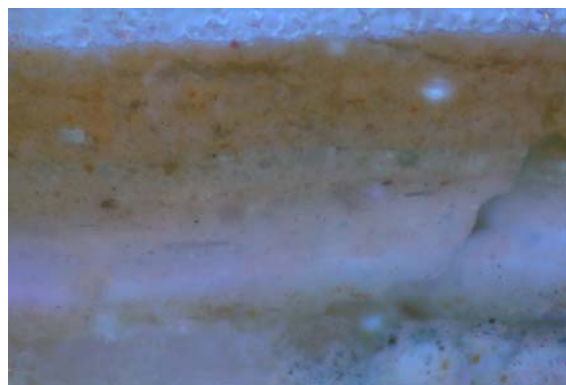
▪ Vzorek č. V2 (5989)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



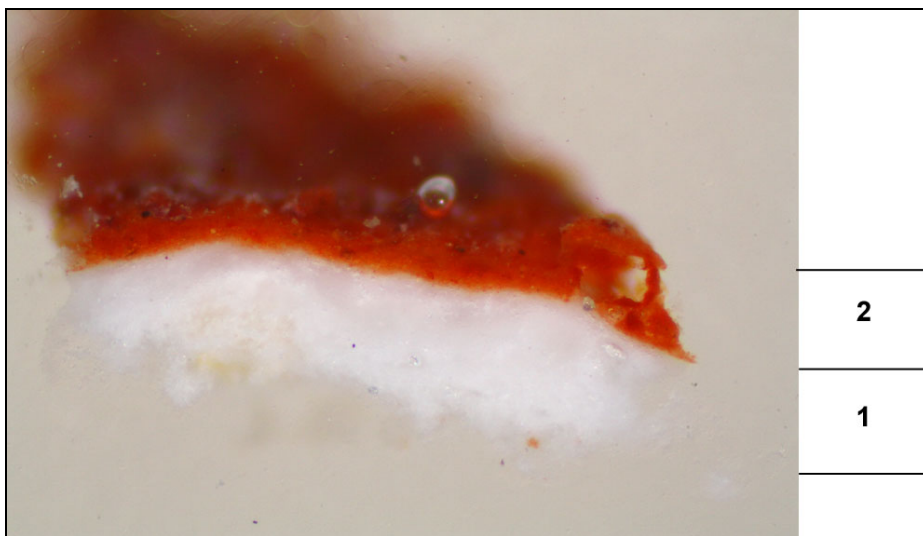
Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



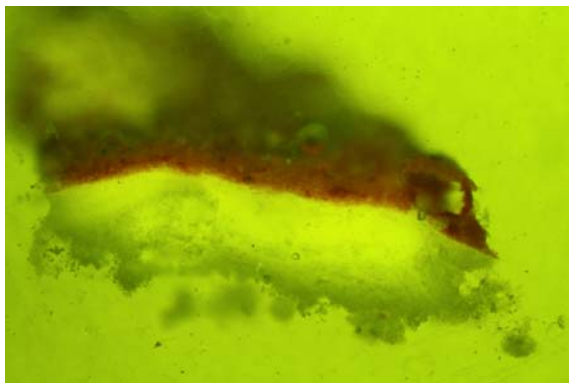
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x

1.	Zbytky modré vrstvy s modrými zrny pigmentu a bílým pojivem (lokálně jsou pod touto vrstvou drobné fragmenty světle okrové vrstvy)
2.	Bílá vrstva resp. velmi světlá okrová vrstva s jemnými okrově-oranžovými zrny
3.	Bílá vrstva s malou příměsí jemných modrých zrn
4.	Světle šedá vrstva s transparentními zrny
5.	Okrově-oranžová vrstva (nanesená v 2-3 vrstvách) s oranžovými zrny pigmentu, na povrchu je tenká vrstva nečistot

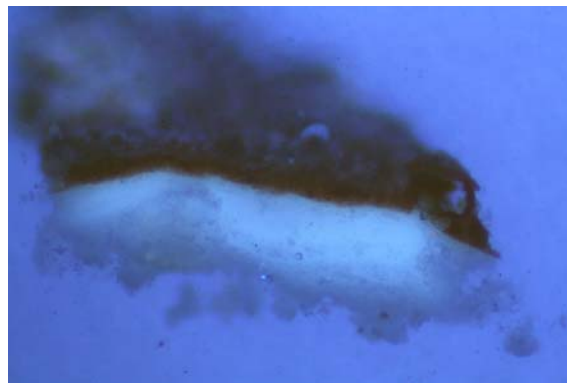
▪ Vzorek č. V3 (5990)



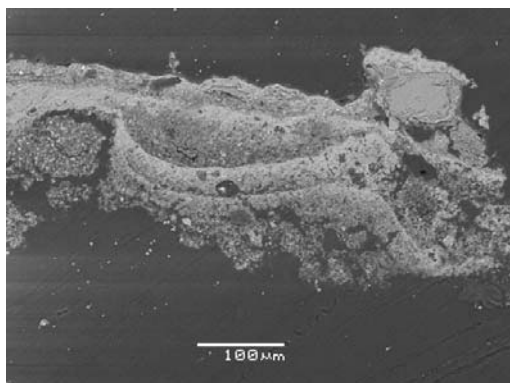
Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



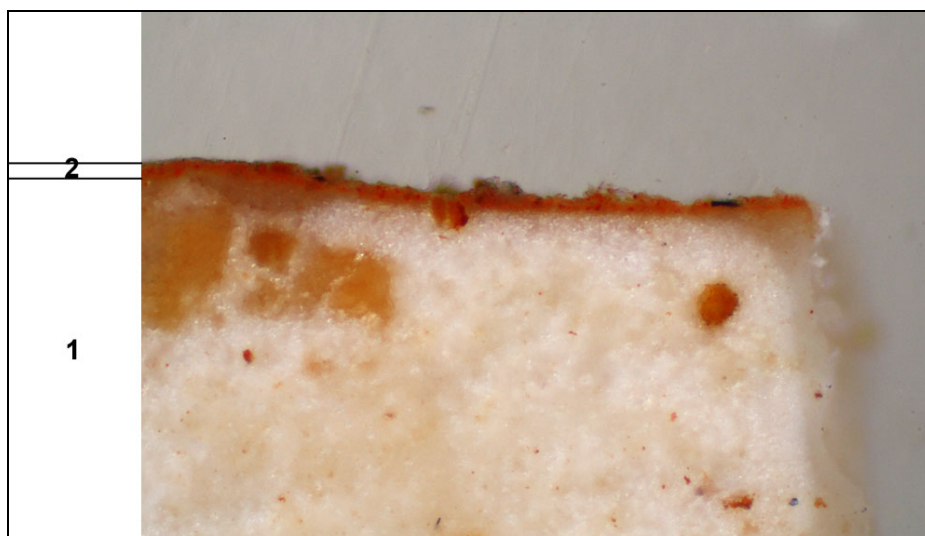
REM - EDS



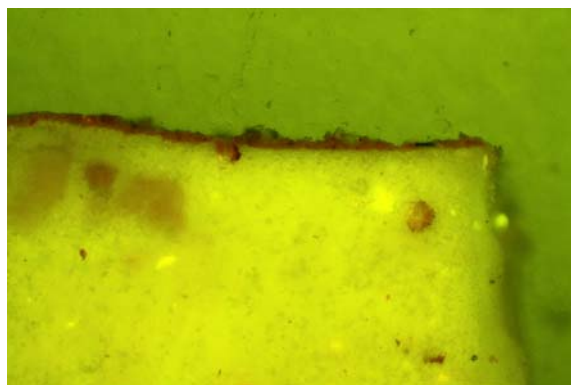
Místo odběru

1.	Bílé podkladové vrstvy (3): obsahuje uhličitan vápenatý (karbonatizované bílé vzdušné vápno). Na povrchu je vždy vytvořena vrstvička uhličitanu vápenatého, což znamená, že další vrstvy byly nanášeny až po jejich vyschnutí
2.	Sytá červená vrstva: obsahuje uhličitan vápenatý a červený okr

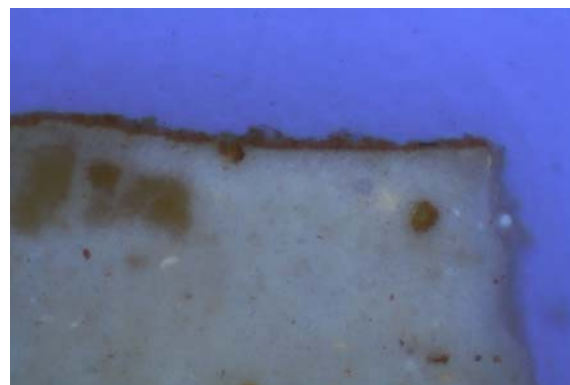
▪ Vzorek č. V4 (5991)



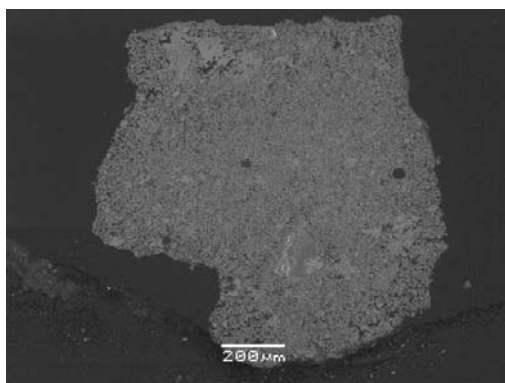
Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



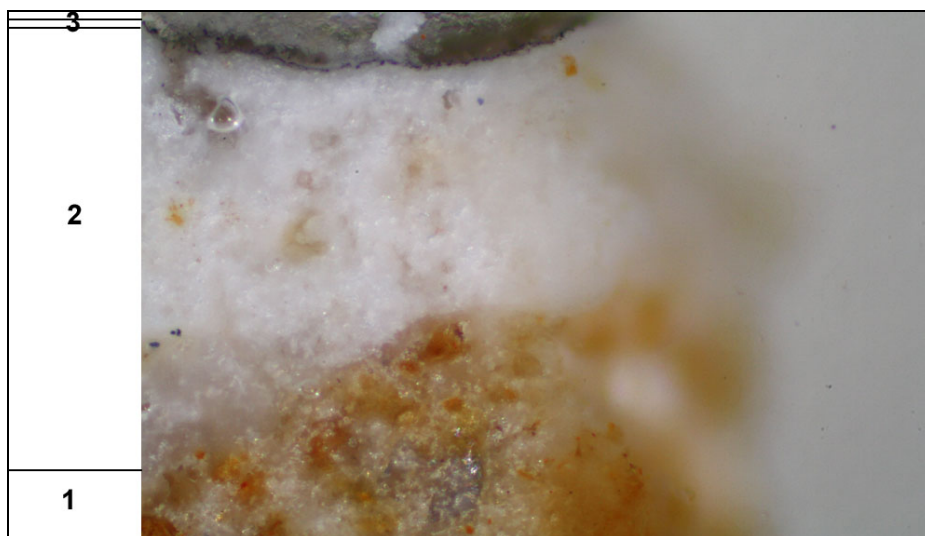
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



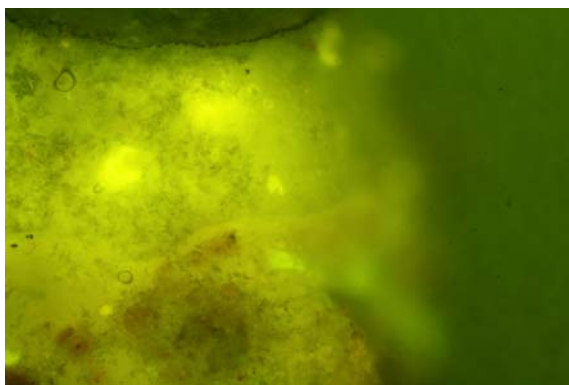
REM - EDS

1.	Světlá, načervenalá vrstva s oranžově-červenými částicemi: obsahuje hlavně uhličitan vápenatý s velmi malou příměsí červeného okru (oranžově-červená zrna)
2.	Tenká červená vrstva: obsahuje červený okr a uhličitan vápenatý

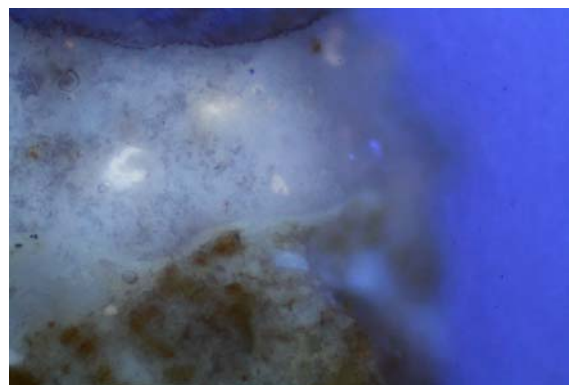
▪ Vzorek č. V5 (5992)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



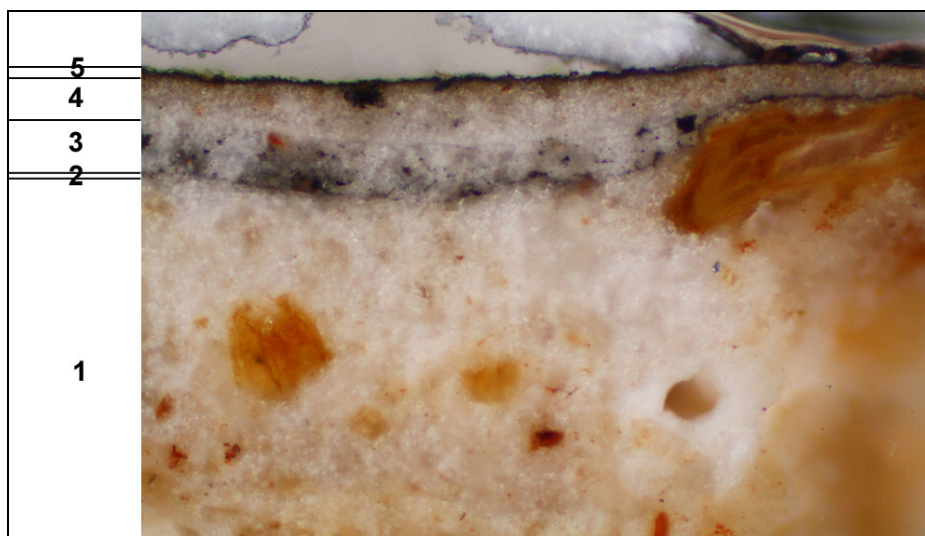
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



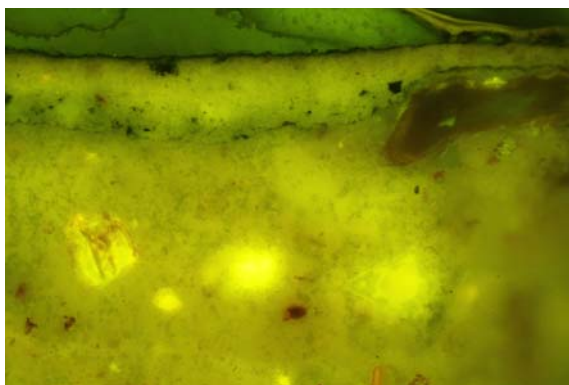
Místo odběru

1.	Načervenalá hnědě-okrová vrstva (povrch omítky?)
2.	Bílá příp. slabě okrově tónovaná vrstva
3.	Tenká černá resp. tmavošedá vrstva

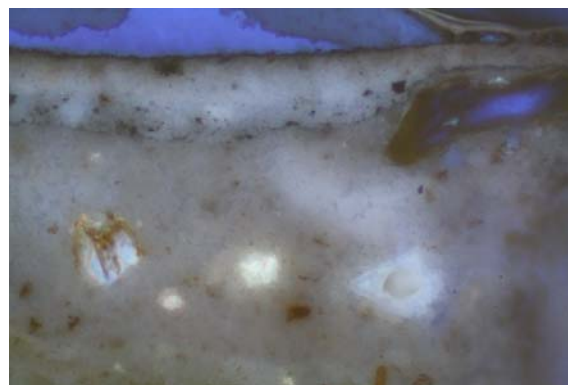
▪ Vzorek č. V6 (5993)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



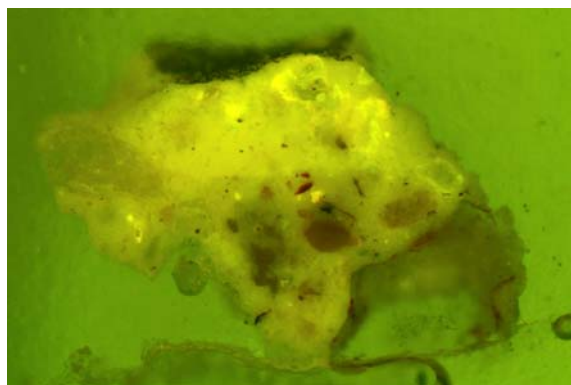
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x

1.	Světlá okrově-červená vrstva
2.	Tenká černá vrstva
3.	Šedá vrstva s černými a ojedinělými červenými zrny
4.	Béžová vrstva ojedinělými černými a červenými zrny
5.	Tenká černá vrstva

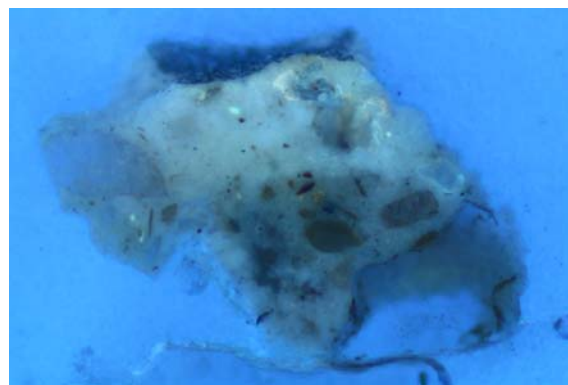
▪ Vzorek č. V7 (5994)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



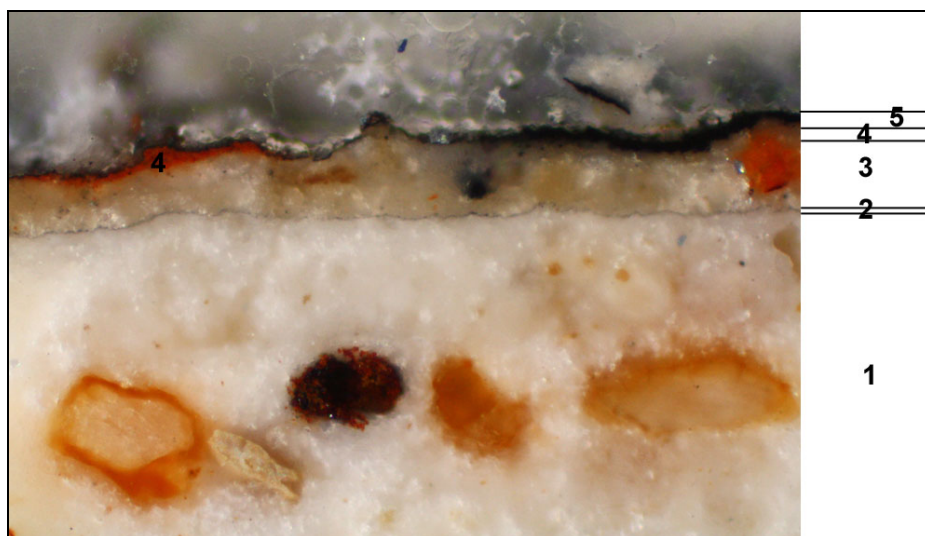
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



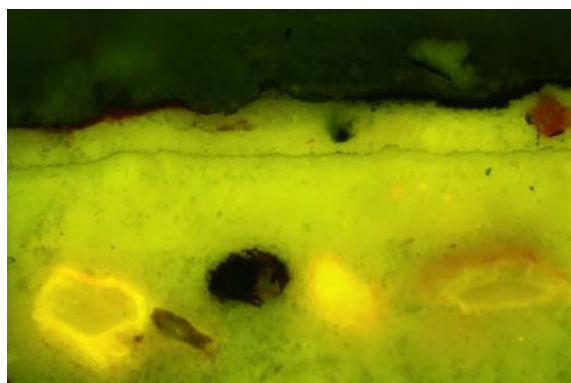
Místo odběru

1.	Světlehnědá, načervenalá vrstva (povrch omítky ?)
2.	Světlehnědá, načervenalá vrstva
3.	Tenká černá vrstva

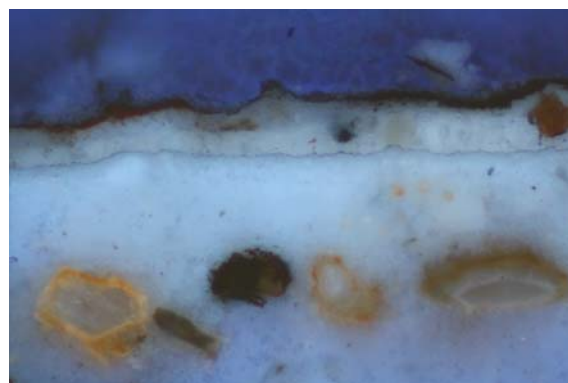
▪ Vzorek č. V8 (5995)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



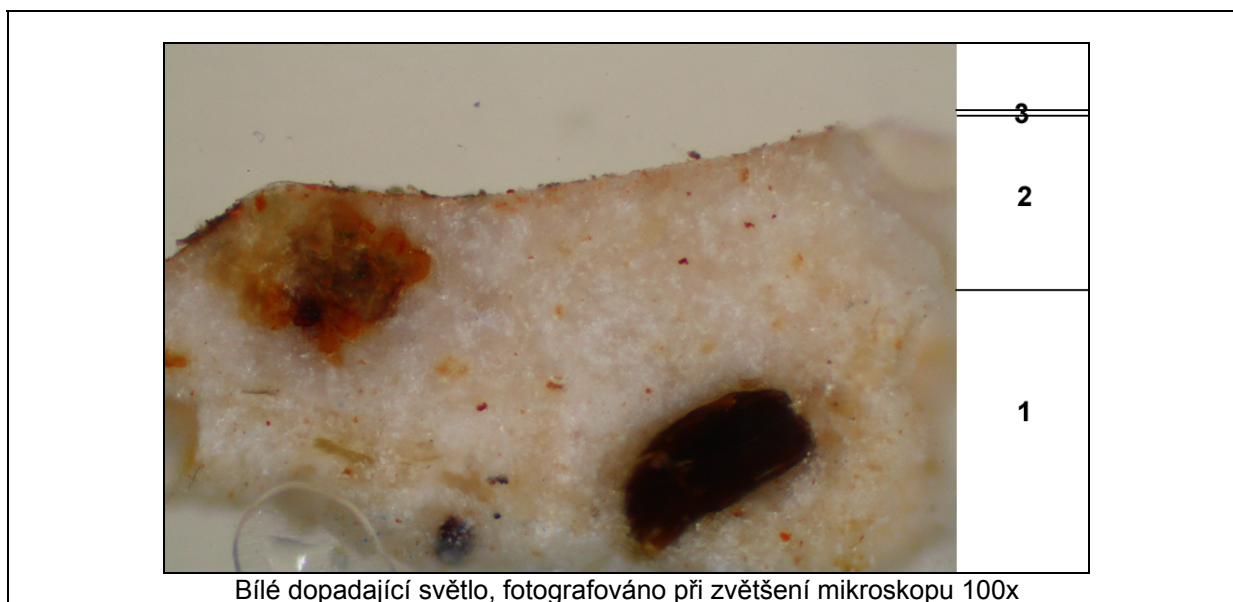
UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



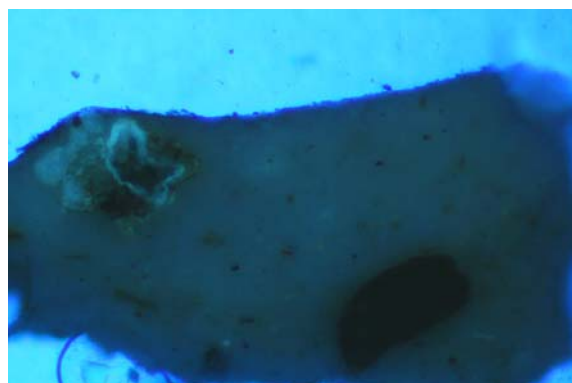
Místo odběru

1.	Bílá vrstva s hnědými a ž červenými zrny a bílým pojivem
2.	Tenká našedlá vrstva, nejspíše se jedná o vrstvu nečistot
3.	Béžová vrstva s ojedinělými červenými a černými zrny
4.	Zbytky tenké červené vrstvy
5.	Tenká černá vrstva

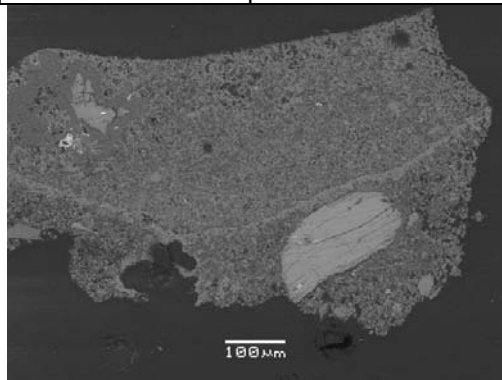
▪ Vzorek č. V9 (5996)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



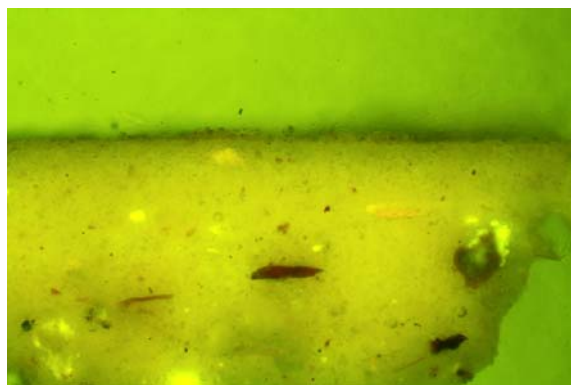
REM - EDS

1.	Světlehnědá, načervenalá vrstva – obsahuje uhličitan vápenatý, příměs hlinítokřemičitanů a malou příměs sloučením Fe (povrch omítky nebo štukové vrstvy s tenkou vrstvičkou uhličitanu vápenatého – další vrstvy byla nanášeny až po jejím vytvrdnutí resp. zavadnutí)
2.	Světlehnědá, načervenalá resp. světlá okrově-červená vrstva – obsahuje uhličitan vápenatý, příměs hlinítokřemičitanů a malou příměs sloučením Fe
3.	Tenká vrstva s černými zrnky (nečistoty ?)

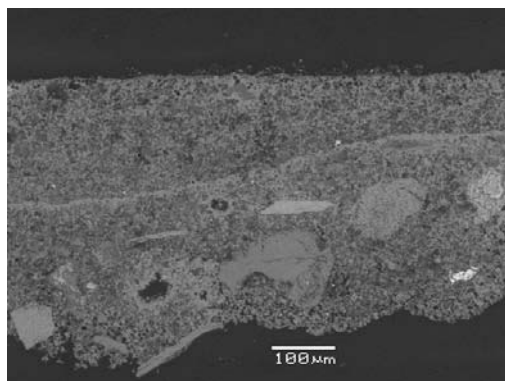
▪ Vzorek č. V10 (5997)



Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



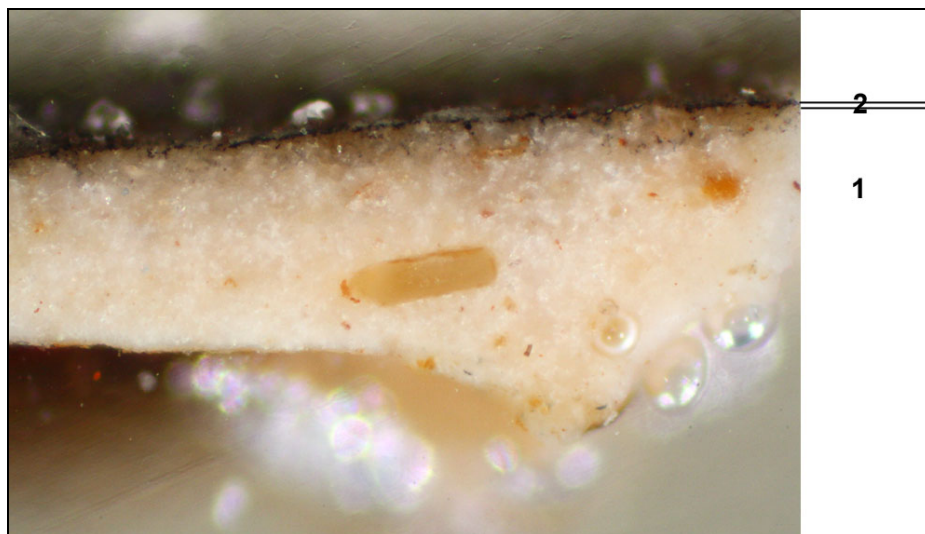
Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



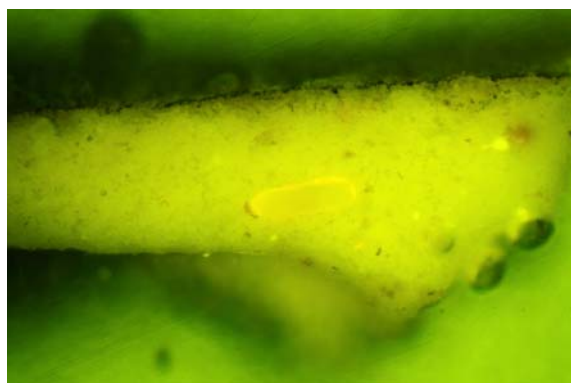
REM - EDS

1.	Světlehnědá, načervenalá vrstva – obsahuje uhličitan vápenatý, příměs hlinítokřemičitanů a malou příměs sloučením Fe (povrch omítky nebo štukové vrstvy s tenkou vrstvičkou uhličitanu vápenatého – další vrstvy byla nanášeny až po jejím vytvrdnutí resp. zavadnutí)
2.	Světlehnědá, načervenalá resp. světlá okrově-červená vrstva – obsahuje uhličitan vápenatý, příměs hlinítokřemičitanů a malou příměs sloučením Fe
3.	Tenká světlá okrově-oranžová vrstva: obsahuje okry, uhličitan vápenatý, příměs uhličitanu hořečnatého (je částečně sulfatizovaná – přeměna uhličitanů na sírany)

▪ Vzorek č. V11 (5998)



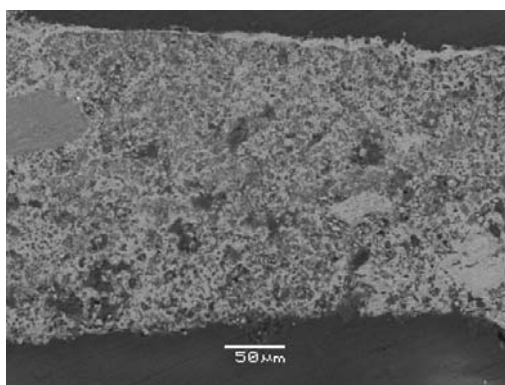
Bílé dopadající světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



Modré světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



UV světlo, fotografováno při zvětšení mikroskopu 100x



REM - EDS

1.	Světlehnědá, načervenalá resp. světlá okrově-červená vrstva – obsahuje uhlíčan vápenatý, příměs uhlíčitanu hořečnatého, hlinítokřemičitanů a malou příměs sloučenin Fe
2.	Tenká černá vrstva: obsahuje uhlíčan vápenatý a částice uhlíkaté černi (?)