

Č. zak.: EAGLE-054/2022

Čelákovice, 27. června 2023

Zadavatel:

Zpráva o analýze

Do laboratoře vzorky doručeny dne 20. 06. 2022 osobně.

Název objektu: Anenský areál, č.p. 211, Anenské náměstí č. 2, Praha 1 – Staré Město - komín

Požadavkem zadavatele bylo provést na určených vzorcích (dle seznamu níže) tyto úkony:

- zadokumentovat a popsat stratigrafii nátěrových vrstev;
- provést rozbor maltové směsi.

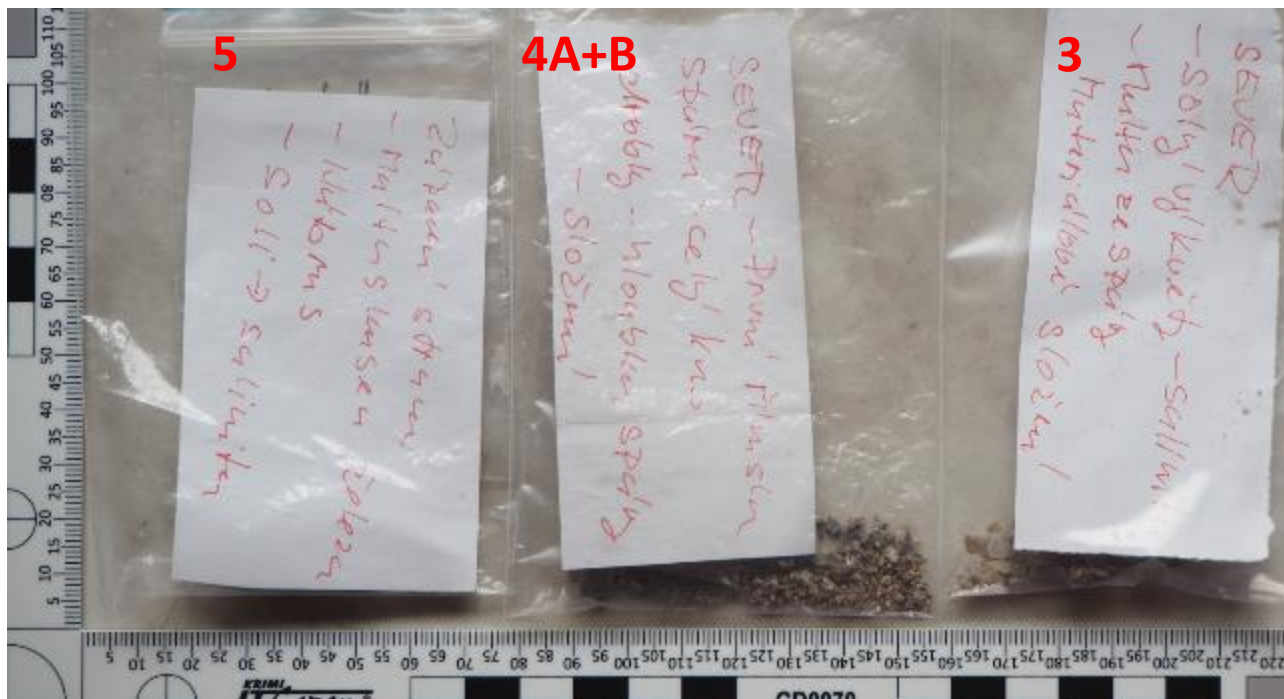
Předložené vzorky (viz obr. 1, 2), ozn.:

- horní římsa - východ (pro účely analýzy ozn. č. 1) – rozbor malty;
- západní strana (ozn. č. 2) – nátěr z obruče – kov – šedý plochý úlomek – stratigrafie, původní malta – složení, nábrus;
- sever (ozn. č. 3) – solný výkvět – složení, salinita, malta ze spáry – složení;
- sever – první římsa – spára – povrch – celistvý kus omítky (ozn. č. 4A) – složení, malta z hloubky spáry – drt' (ozn. č. 4B) – složení;
- západní strana (ozn. č. 5) – solný výkvět – složení, salinita, malta s kusem železa – nábrus.

Obr. 1 Předložené vzorky a obaly s popisy.



Obr. 2 Předložené vzorky a obaly s popisy.



Použité metody:

a/ **Obrazová dokumentace dodaných vzorků (digitální fotoaparát, makrooptika, měřítko, osvětlovače).**

b/ **Stratigrafie vrstev:**

Příprava nábrusů pro určení stratigrafie (posloupnosti) nátěrových systémů:

- impregnace vzorků v dodaném stavu roztokem akrylátové pryskyřice (Paraloid B72) nebo epoxidovou pryskyřicí pro zabránění rozpadu, vydrolování a vymývání během odběru částí a přípravy nábrusů (dle potřeby);
- prohlídka vzorků neozbrojeným okem a pomocí stereomikroskopu, výběr zájmových a reprezentativních oblastí s nátěrovými vrstvami pro přípravu nábrusů;
- oddělení vybraných částí vzorků (odlomením, řezem diamantovým kotoučem, apod.);
- zalití oddělených částí s nátěrovými vrstvami kolmo nebo dle potřeby šikmo k povrchu do transparentní pryskyřice;
- vybroušení zalitých vrstev na brusných papírech pod vodou, doleštění diamantovými suspenzemi.

Mikroskopická obrazová dokumentace nábrusů v odraženém viditelném bílém světle na invertovaném mikroskopu a fluorescence v UV-A záření ($\lambda \sim 365 \text{ nm}$) pomocí digitálního fotoaparátu a makrooptiky.

Doplnění rozměrové kalibrace a měřítko do obrazů podle použité zobrazovací soustavy.

Popis kladu vrstev včetně jejich vyznačení v obrazech.

c/ **Analýza omítek:**

- roztčení vzorku v třecí misce;
- vysušení do konstantní hmotnosti při teplotě $\sim 110^\circ\text{C}$ /1 hod., chlazení v exsikátoru;
- vážení výchozí hmotnosti vzorku na analytických vahách;

- rozpuštění (vápenného) pojiva ve zředěné kyselině octové¹ (cca 20%);
- opakované praní a dekantace v destilované vodě do neutrální reakce (zjištěno indikátorovými papírky);
- oddělení jemné frakce (nejmenší zrna pod 0,03 mm, jílová a případně i humusová frakce z písku) plavením od kameniva (zrn písku);
- vysušení kameniva (zrn písku) a jemné plavené frakce odděleně do konstantní hmotnosti při teplotě ~110°C / 1 hod., chladnutí v exsikátoru;
- vážení hmotnosti kameniva/písku a jemné plavené frakce na analytických vahách;
- výpočet zastoupení kameniva, jemné frakce a rozpuštěné části pojiva omítky v hmotnostních %;
- síťování kameniva/písku na kalibrovaných sítích s oky postupně 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,064, 0,03 mm;
- vážení frakcí, které zůstaly na jednotlivých sítích a jemného zbytku, který propadl nejjemnějším sítím (tento zbytek byl přidán k jílovité frakci, oddělené předem plavením);
- výpočet procentuálního hmotnostního zastoupení jednotlivých velikostních frakcí/zbytků na příslušném síti na celkové hmotnosti kameniva/písku;
- vyhodnocení výsledků, výpočet lognormální rozdělovací funkce zastoupení velikostí zrn, určení střední velikosti a rozptylu velikostí zrn kameniva, vynesení do grafu.

d/ Rozbor solných výkvětů a některých vrstev v úlomku „nátěru z obruče – kov“ (vzorek č. 3):

- rozdrčení části vzorku v třecí misce a vyloužení destilovanou vodou;
- v roztoku orientační stanovení přítomnosti Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} detekčními proužky, potvrzení přítomnosti SO_4^{2-} pomocí roztoku BaCl_2 .
- určení prvkového složení výkvětů a také zájmových nátěrových vrstev v **nátěru z obruče – kov** (vzorek č. 3) pomocí rentgenové fluorescenční mikrospektrometrie (XRF), měřeno bez překrytí vzorků, solné výkvěty bez úpravy na povrchu úlomků, vrstvy na nábrusu;
- určení chemických látek v solných výkvětech pomocí infračervené spektroskopie FTIR v transmisním režimu. Měřeno v rozsahu 4000 - 400 cm^{-1} s rozlišením 4 cm^{-1} . Určení detekovaných látek porovnáním v knihovných spektr anorganických a organických látek.

Použité přístroje a pomůcky:

- **digitální fotoaparát** s (makro)objektivy, mezikroužky, makrostativem a osvětlovači;
- **lupa ruční** zvětšení ~3×;
- **stereomikroskop**, zvětšení cca 6 – 40×, režim šikmo dopadajícího světla;
- **měřítka kalibrační přesná** (1 cm s dělením 0,1 mm, resp. 1 mm / 0,01 mm), „**L**“ **měřítka fotografická** (mm+cm);
- xylénový 10% roztok fixační/petrifikační **akrylátové pryskyřice Paraloid B72**, **epoxidová pryskyřice Kulzer Technovit Epox** (+ vakuový systém pro napouštění vzorků);
- **mikrofréza ruční s diamantovými řezacími kotoučky**;
- **tlakové zalévací zařízení, formy a další pomůcky** pro zalití vzorků do pryskyřice;
- **transparentní zalévací pryskyřice** (Kulzer Technovit 4006SE);
- **analytické váhy** (0,1 mg), **předvážky** (0,01 g);
- **topná plotýnka**;
- **metalografická bruska** pro broušení pod vodou + spotřební materiál: brusné papíry Struers 500-4000, leštící kotouče, brusné a leštící diamantové suspenze;
- **invertovaný mikroskop (objektivy 5×, 10× a 20×)** s kamerou pro dokumentaci, režim šikmo dopadajícího viditelného světla;

¹ lze použít i zředěnou kyselinu chlorovodíkovou (HCl), viz např. Kotlík P.: Stavební materiály historických objektů: materiály, koroze, sanace, VŠCHT Praha 1999, 1. vyd., ISBN 80-7080-347-9, str. 75. My se použítí HCl pokud možno vyhýbáme, aby bylo možno případně provést další prvkové analýzy vzorků po separaci pomocí ED XRF nebo i určení bez kontaminace vzorků chlórem.

- **osvětlovač s UV-A čipem** ($\lambda \sim 365$ nm), UV band-pass filtr UG1, fotografický UV filtr „Zeiss T* UV“, další potřebné fotografické filtry, digitální fotoaparát upravený pro snímání UV fluorescence;
- **standard pro kalibraci bílé/neutrální šedé/černé** – DANES PICTA tabulka GC3;
- **sw pro analýzu obrazu**;
- **ultrazvuková lázeň, topná plotýnka a exsikátor**;
- **detekční proužky Fisher Scientific pro rozsahy pH 0-14 a 5,5-9**;
- **detekční proužky Whatman®/Merck® pro orientační stanovení Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}** ;
- **souprava kalibrovaných sít s oky postupně 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, 0,063 a 0,03 mm**;
- **rentgenový fluorescenční mikrospektrometr (XRF)**, umožňující analyzovat přítomnost chemických prvků od sodíku po uran (Na – U) při měření ve vakuu a bez překrytí vzorku, velikost měřicí stopy ~ 50 μm ;
- **infračervený spektrometr (FTIR)**, knihovny spekter anorganických a organických látek;
- **KBr sušený pro FTIR, lisovací formy 13 mm, hydraulický lis**;
- **drobné laboratorní přístroje, pomůcky, materiál a chemikálie** (ethanol denaturovaný, kyselina octová 20%, popisovače, destilovaná voda, laboratorní sklo, achátová třecí miska s tloučkem, pinzety, skalpely, pipety, lžičky apod.).

Výsledky analýz:

A/ vzorek horní římsa - východ (vzorek ozn. č. 1) – rozbor malty

Po rozložení malty vzorku č. 1 na frakce bylo zjištěno zastoupení (s chybou cca $\pm 1\%$):

kamenivo/písek [hm. %]	jíl+pigment +hlínka [hm. %]	v kyselině rozpustné pojivo [hm. %]	podíl jílu/hlínky v nerozpustné frakci [hm. %]
72,5	7,2	20,4	9,0

„Kamenivo“ označuje zrnitý v kyselině nerozpustný materiál („písek“) – viz obr. 4, „jíl+pigment+hlínka“ v kyselině nerozpustný jemný materiál, který při praní zůstal ve vodě ve vznosu a byl plavením oddělen (obr. 5), „v kyselině rozpustné pojivo“ pak pojílovou/vápennou složku, která se ve zředěné kyselině rozpustila. Podíl rozpustného pojiva byl dopočítán do 100% původní navážky vysušeného vzorku před rozkladem.

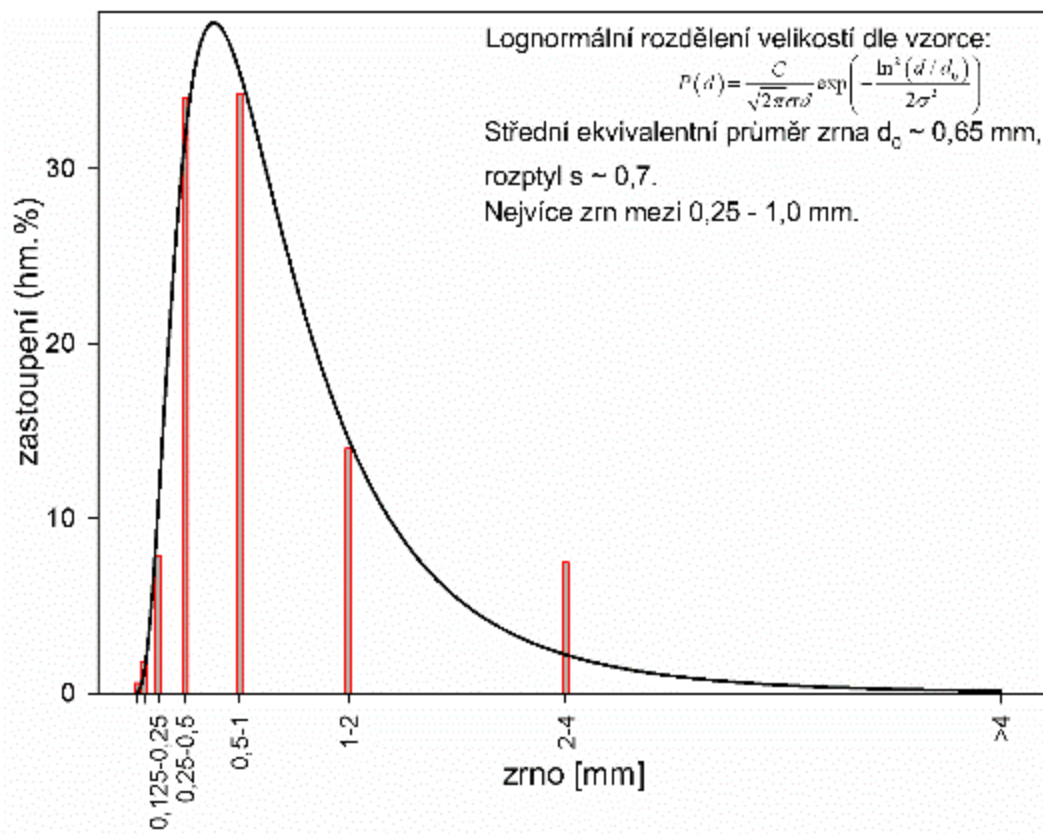
Pojivo malty je v kyselině jen částečně rozpustné, určitá část zůstala pevně ulpívat na zrnech písku, jak je patrné na obr. 4.

V kyselině je také nerozpustný cihlově červený nátěr, kterým byl natřen povrch malty pravděpodobně ve spáře. Červená zrna zbytků nátěru jsou viditelná jak v kamenivu na obr. 4, tak v jemné jílovité frakci na obr. 5.

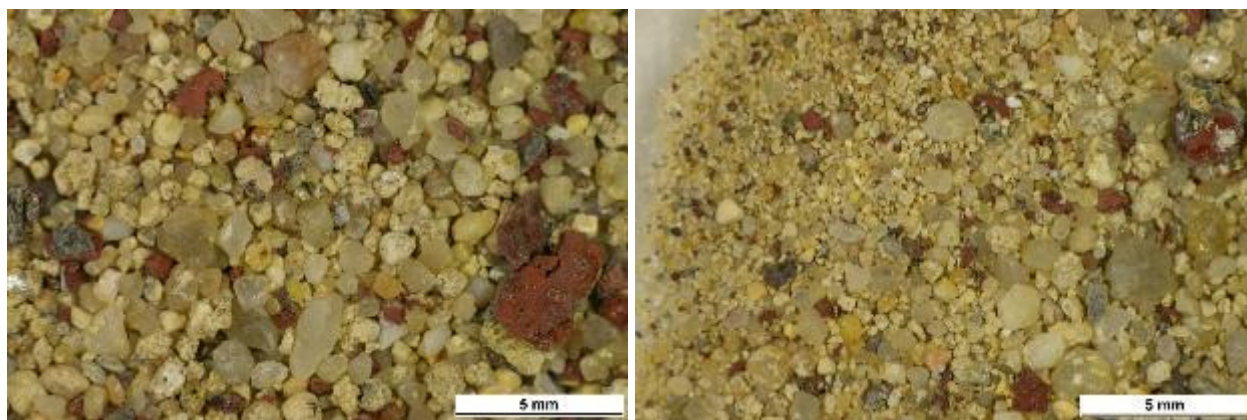
Granulometrie kameniva ve vzorku malty č. 1

Ve vzorku omítky bylo zjištěno směsné kamenivo (písek) s převážně ostrohrannými zrny, což ukazuje na pravděpodobné použití **kopaného písku**. Nejčastěji jsou zastoupena zrna velikostí mezi 0,25 – 1 mm (medián průměru zrn z rozdělovací funkce je $\sim 0,65$ mm). Detailní rozdělení velikostí zrn je uvedeno na obr. 3. Podíl jílovité frakce v nerozpustném zbytku koresponduje s ostrohranným tvarem zrn kameniva a ukazuje také na možnost použití **kopaného písku**. Písky kopané obsahují zpravidla 5 – 10 hm. % jílovité frakce, písky těžené (říční, prané) pak zpravidla méně než 5 hm.% jílovité frakce.

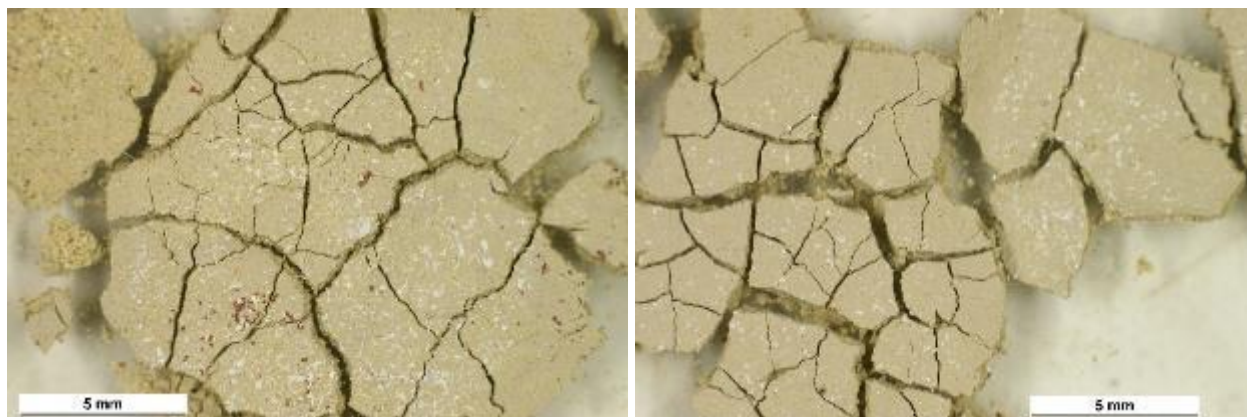
Obr. 3 – granulometrie kameniva (písku) ve vzorku č. 1



Obr. 4 – kamenivo (písek) v maltě – vzorku č. 1.



Obr. 5 – jemná (jílovitá, hlinková) frakce v maltě – vzorku č. 1



B/ západní strana (vzorek ozn. č. 2)

B1/ původní malta – složení (č. 2) – rozbor malty + příčný nábrus

Po rozložení malty vzorku č. 2 na frakce bylo zjištěno zastoupení (s chybou cca ±1%):

kamenivo/písek [hm. %]	jíl+pigment +hlinka [hm. %]	v kyselině rozpustné pojivo [hm. %]	podíl jílu/hlinky v nerozpustné frakci [hm. %]
65,3	7,5	27,2	10,2

„Kamenivo“ označuje zrnitý v kyselině nerozpustný materiál („písek“) – viz obr. 7, „jíl+pigment+hlinka“ v kyselině nerozpustný jemný materiál, který při praní zůstal ve vodě ve vznosu a byl plavením oddělen (obr. 8), „v kyselině rozpustné pojivo“ pak pojivovou/vápennou složku, která se ve zředěné kyselině rozpustila. Podíl rozpustného pojiva byl dopočítán do 100% původní navážky vysušeného vzorku před rozkladem.

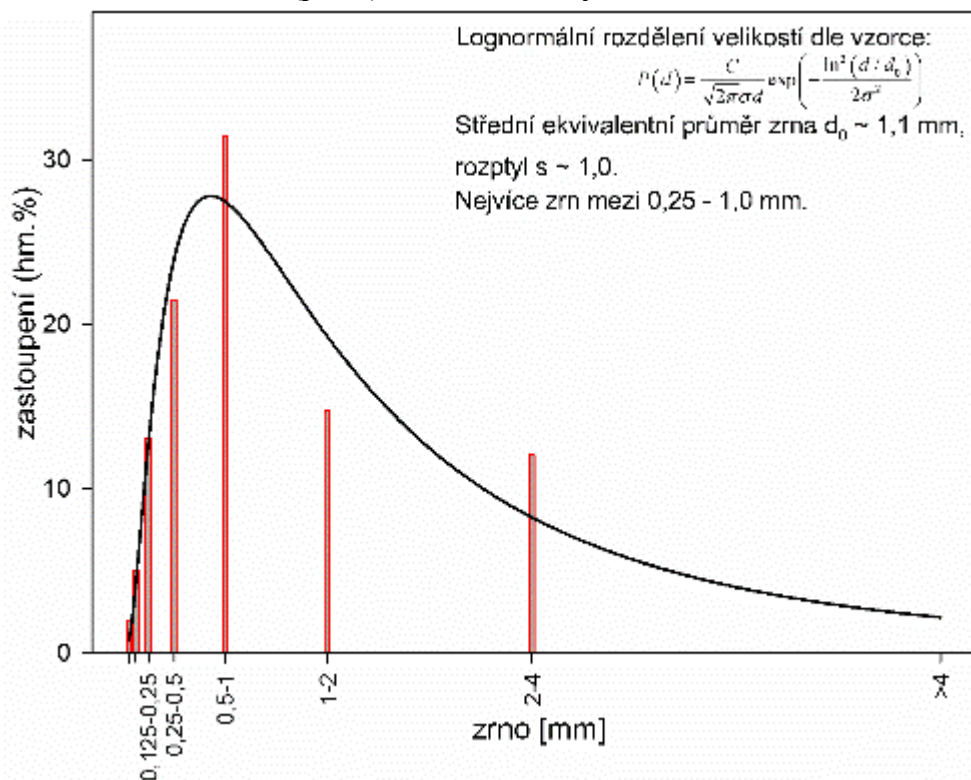
Pojivo malty je (shodně se vzorkem č. 1) v kyselině jen částečně rozpustné, určitá část zůstala pevně ulpívat na zrnech písku nebo zůstala jako zrna v kamenivu, jak je patrné na obr. 7.

V kyselině je také nerozpustný zbytek cihlově červeného nátěru, kterým byl natřen povrch malty pravděpodobně ve spáře. Červená zrna zbytků nátěru jsou viditelná v kamenivu na obr. 7.

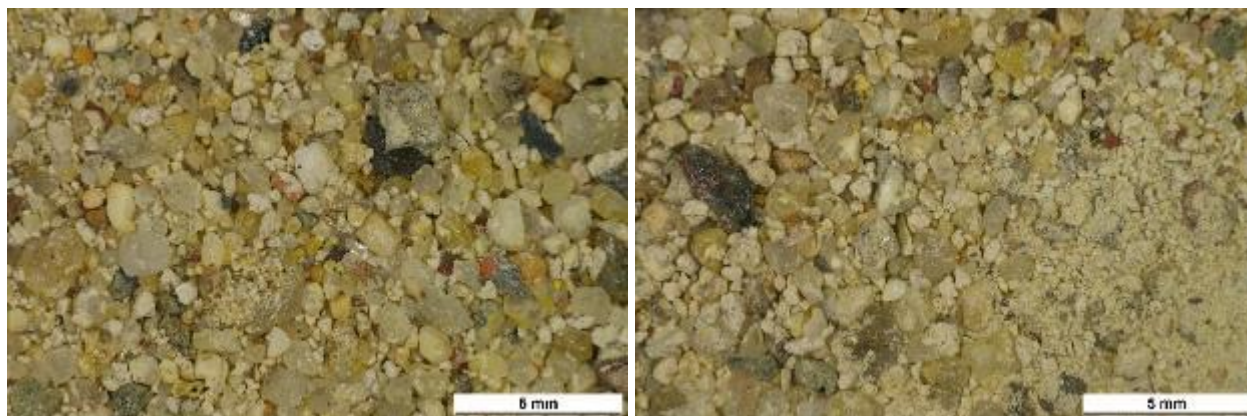
Granulometrie kameniva ve vzorku malty č. 2

Ve vzorku omítky bylo zjištěno směsné kamenivo (písek) s převážně ostrohrannými zrny, což ukazuje na pravděpodobné použití **kopaného písku**. Nejčastěji jsou zastoupena zrna velikostí mezi 0,25 – 1 mm (medián průměru zrn z rozdělovací funkce je ~1,1 mm). Detailní rozdělení velikostí zrn je uvedeno na obr. 6. Podíl jílovité frakce v nerozpustném zbytku koresponduje s ostrohranným tvarem zrn kameniva a ukazuje také na možnost použití **kopaného písku**. Písky kopané obsahují zpravidla 5 – 10 hm. % jílovité frakce, písky těžené (říční, prané) pak zpravidla méně než 5 hm.% jílovité frakce.

Obr. 6 – granulometrie kameniva (písku) ve vzorku malty č. 2



Obr. 7 – kamenivo (písek) v maltě – vzorku č. 2.



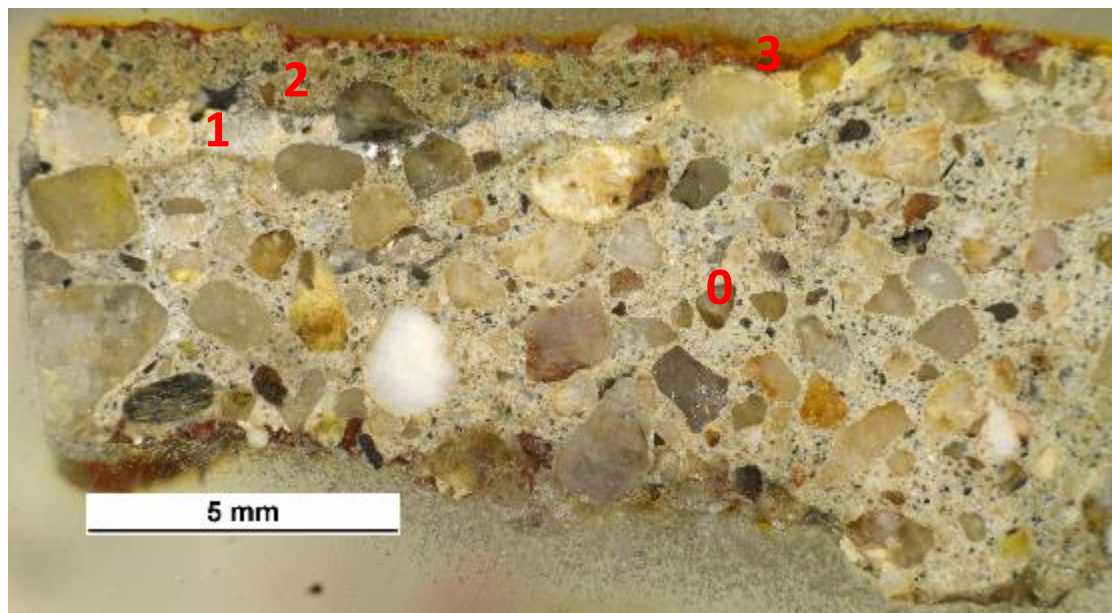
Obr. 8 – jemná (jílovitá, hlinková) frakce v maltě – vzorku č. 2



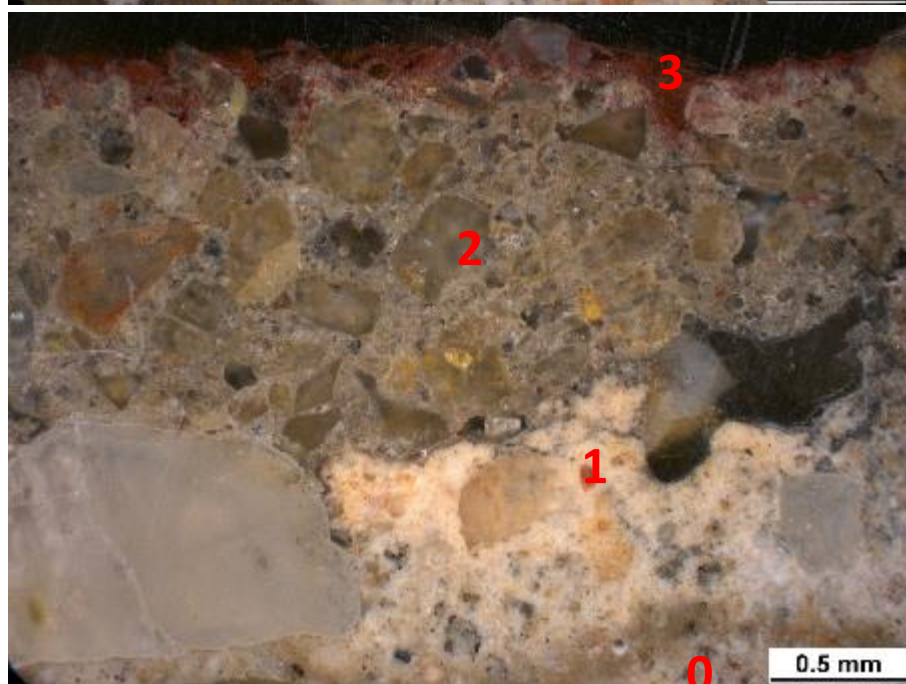
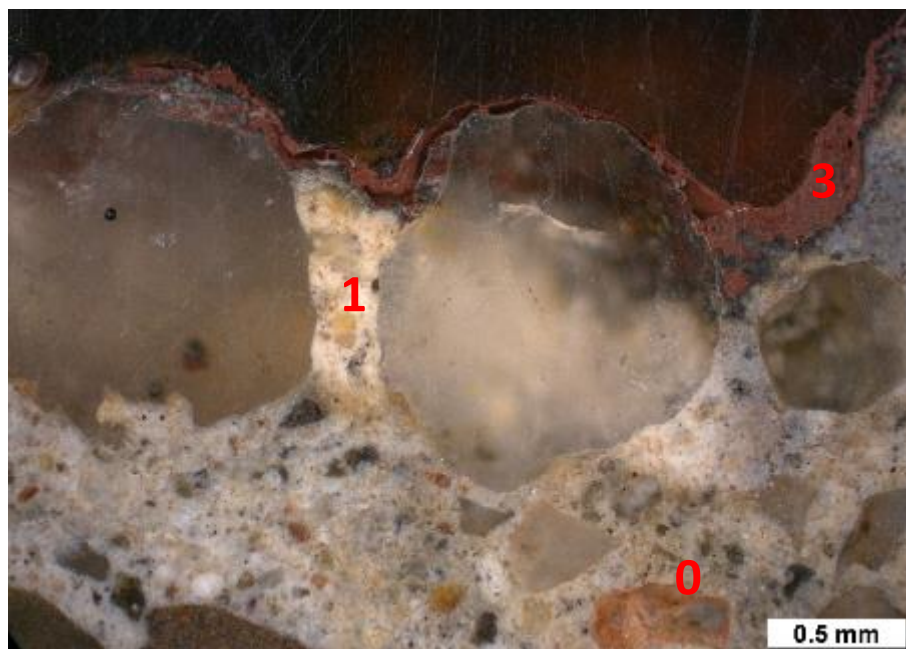
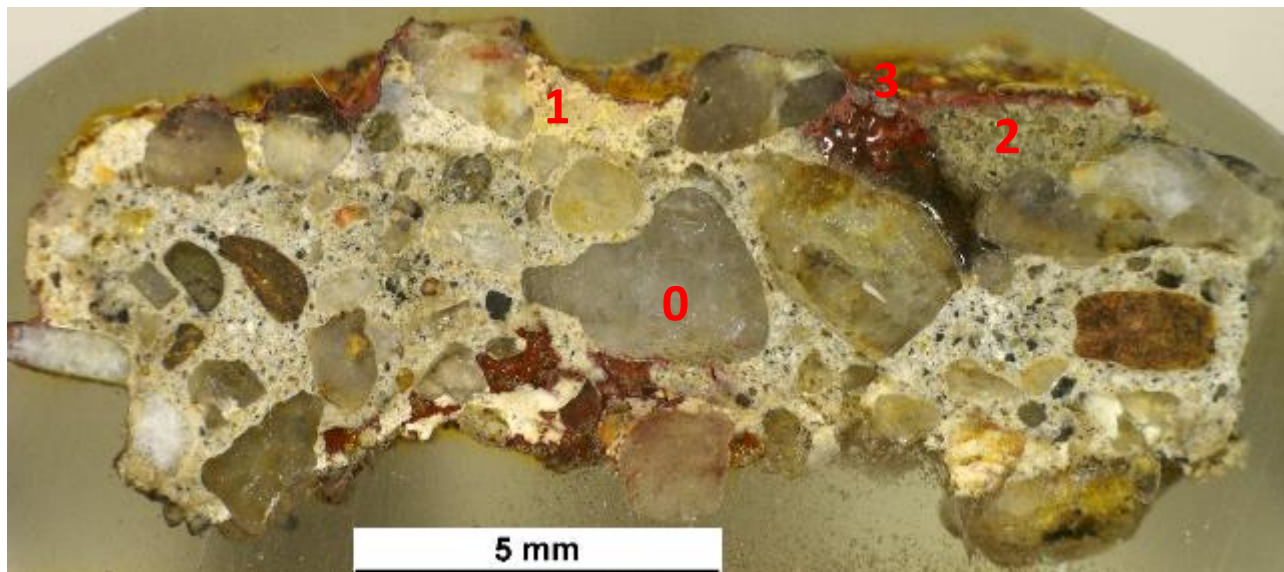
Nábrus vzorku malty č. 2

Na průřezu úlomkem malty ozn. č. 2 bylo zjištěno (obr. 9, 10), že se skládá ze spodní (jádrové) vrstvy (na obr. 9 je označena „0“) s hrubozrnným kamenivem a větším množstvím šedého pojiva, které obsahuje jemná minerální zrna. Na něm je místy zachována nažloutlá vrstva „štuku“ (spárovací hmoty) s nažloutlým pojivem a jemným kamenivem („1“). Na ní je poté nanese místy vrstva jemného šedého štuku (spárovací hmoty) s šedým pojivem a jemným minerálním kamenivem („2“). Povrch je krytý souvislou vrstvou cihlově červeného nátěru („3“).

Obr. 9 Příčný nábrus úlomkem malty ozn. vzorek č. 2



Obr. 10 Příčný nábrus úlomkem malty ozn. vzorek č. 2 (nahore celek, dole detail povrchových vrstev)

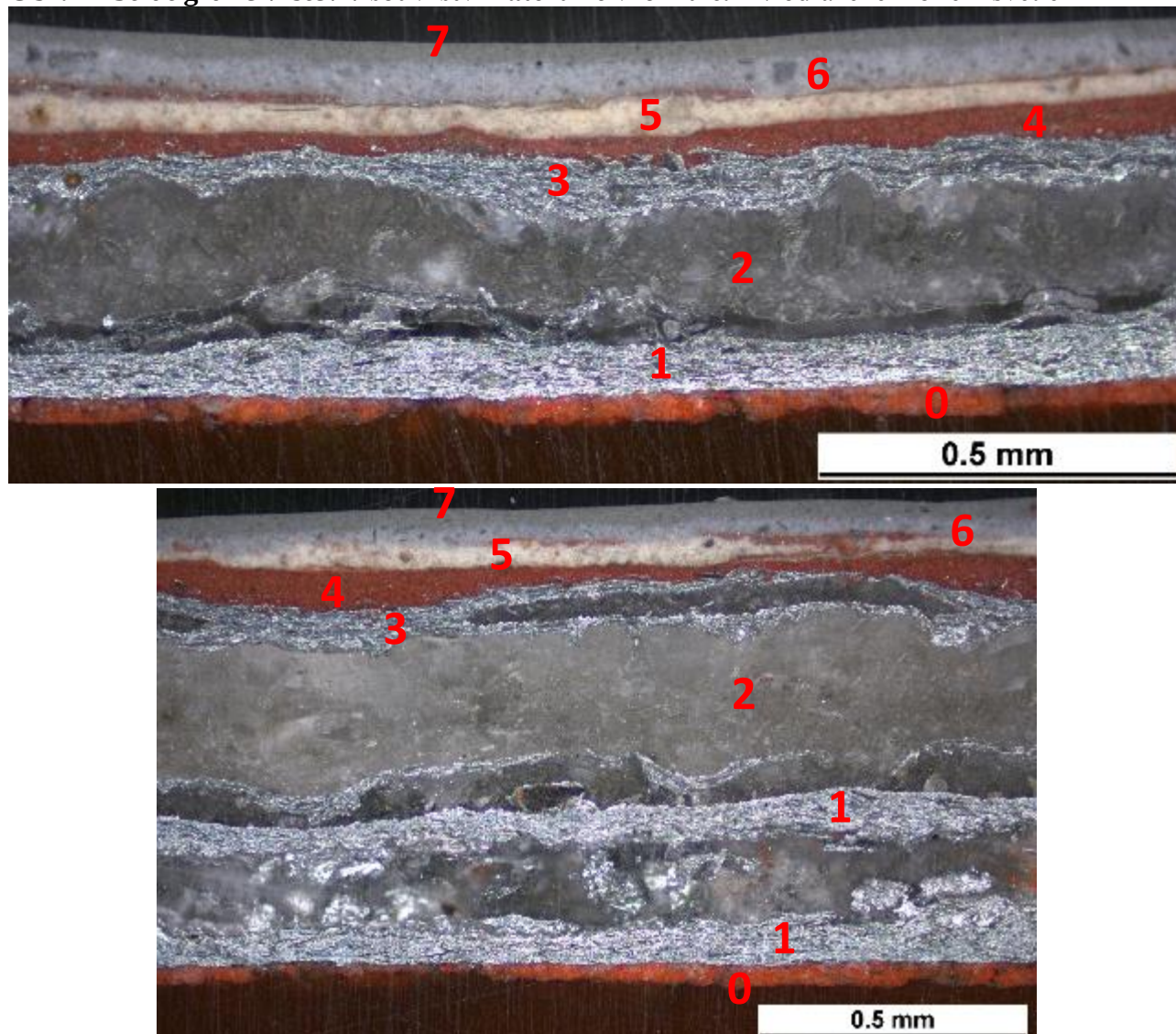


B2/ – nátěr z obruče – kov – šedý plochý úlomek nátěrů – stratigrafie

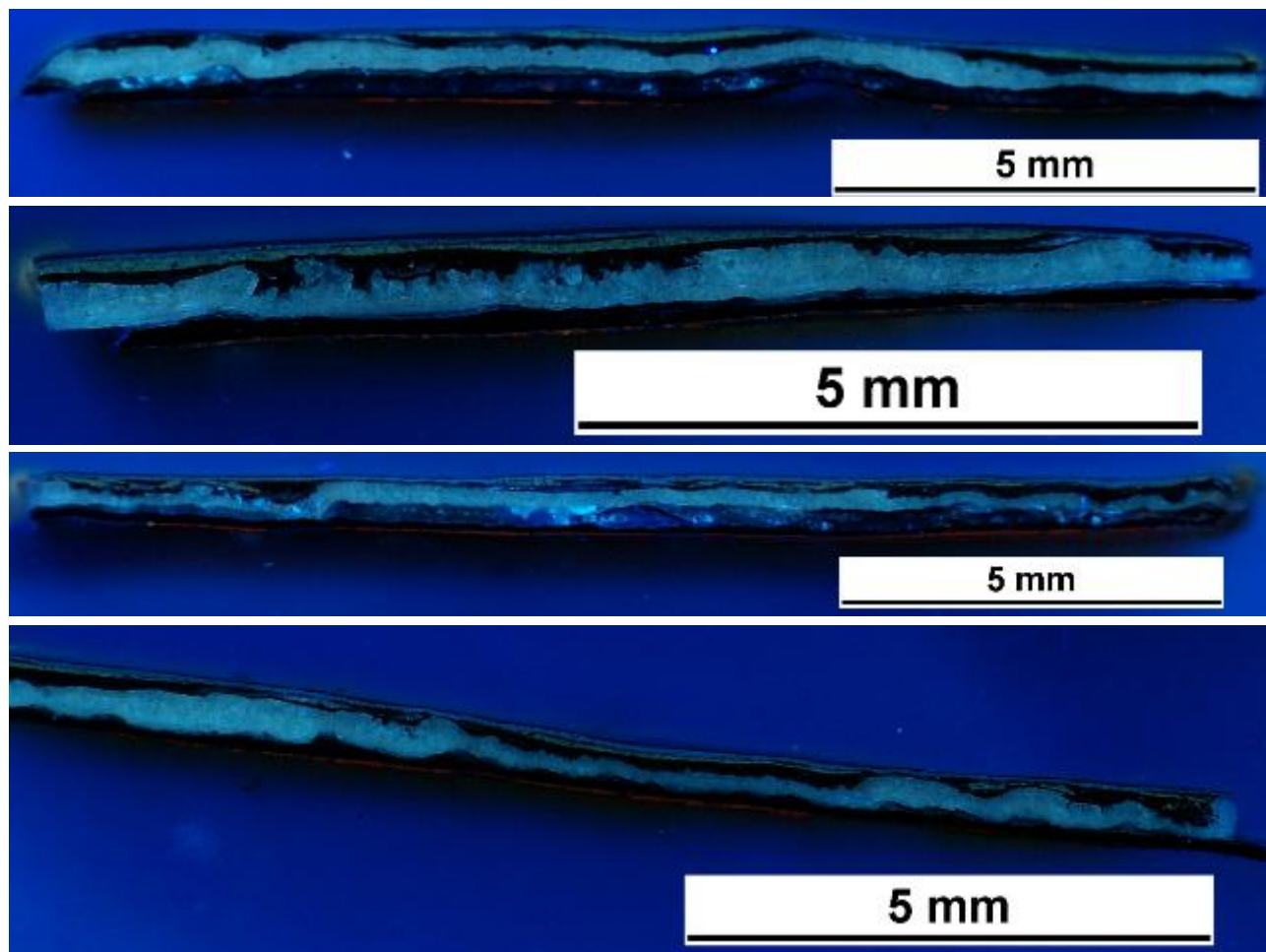
Vrstva	Popis	Fluorescence
0	červená nesouvislá vrstva, pravděpodobně základová barva (obsahuje Pb – pravděpodobně suřík) – viz analýzy níže	červená
1	vrstva metalického stříbrného nátěru (stříbřenky), místy je zdvojená, s jednotlivými vrstvami oddělenými vrstvou bezbarvého krystalického minerálu, shodným s materiálem ve vrstvě „2“. Obsahuje šupinkové částice hliníku – viz analýzy níže	ne
2	vrstva bezbarvého až nažloutlého transparentního krystalického minerálu, podle analýzy sádrovce (sádry) – viz analýzy níže	bílá
3	vrstva metalického stříbrného nátěru (stříbřenky), shodná s vrstvou č. „1“	ne
4	cihlově červený nátěr, pravděpodobně novodobá základová barva	ne
5	vrstva bílého laku nebo spíše vyrovnávacího tmelu	bílozelená
6	světle šedá mírně porézní vrstva obsahující minerální zrna	namodralá
7	světle šedá kompaktní a jemnozrnná vrstva charakteru soudobého emailového nátěru	ne

Stratigrafie v bílém odraženém světle – obr. 11. Fluorescence po osvětlení UV-A zářením ($\lambda \sim 365$ nm) – obr. 12.

Obr. 11 Stratigrafie vrstev v souvrství nátěrů ze vzorku č. 2 v odraženém bílém světle

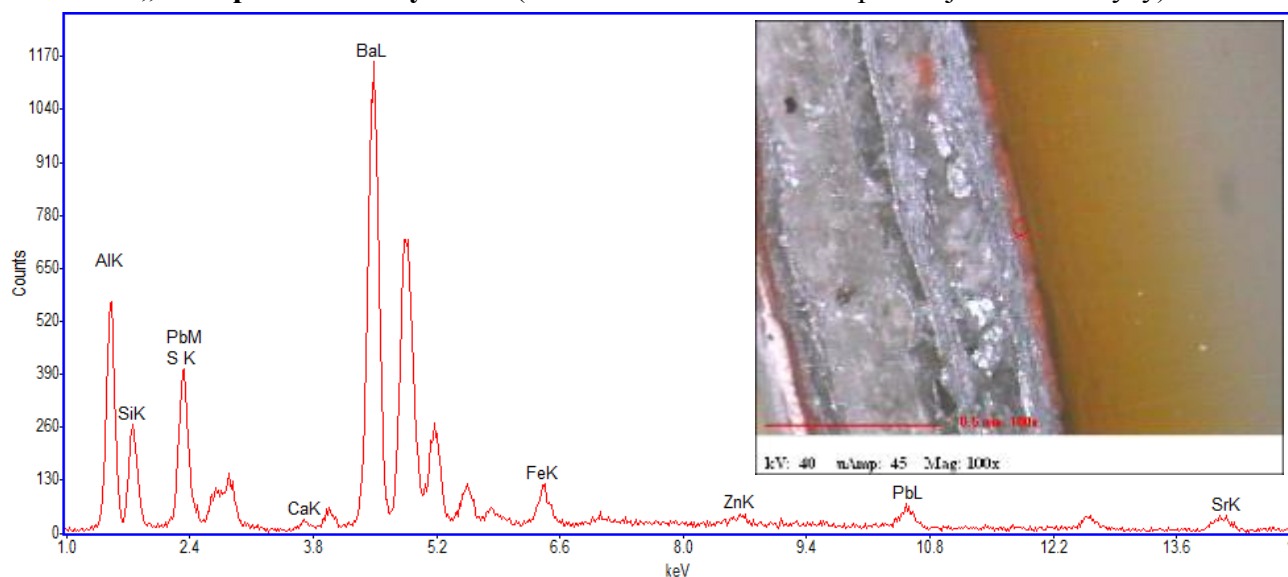


Obr. 12 Stratigrafie vrstev v souvrství nátěrů ze vzorku č. 2 po osvětlení UV-A zářením



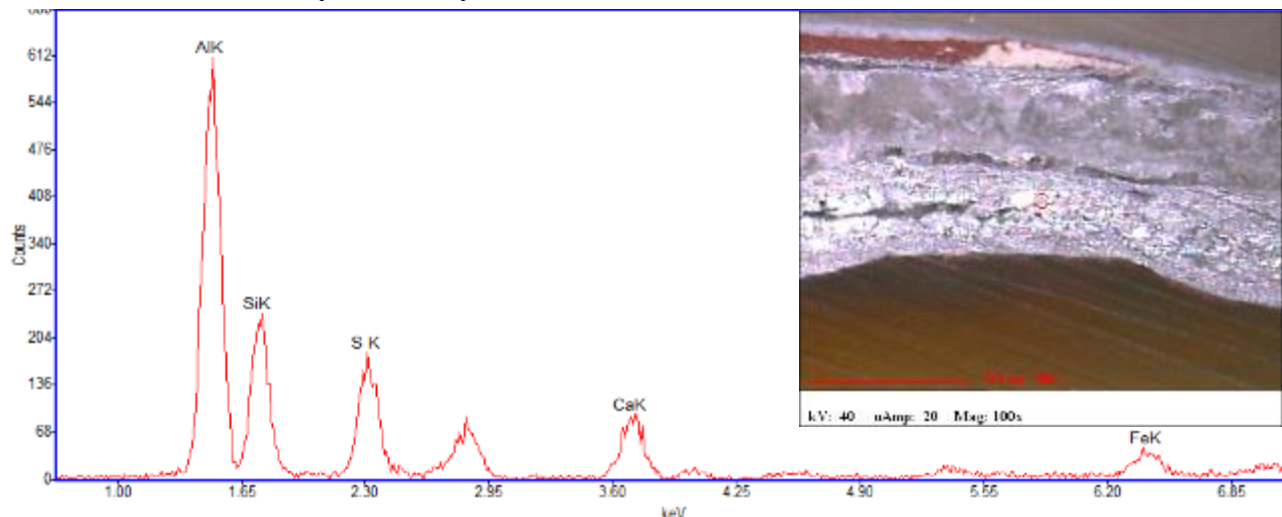
Chemický rozbor zájmových vrstev

a/ Vrstva „0“ – spodní červený nátěr (na obrázku vloženém ve spektru je místo analýzy)



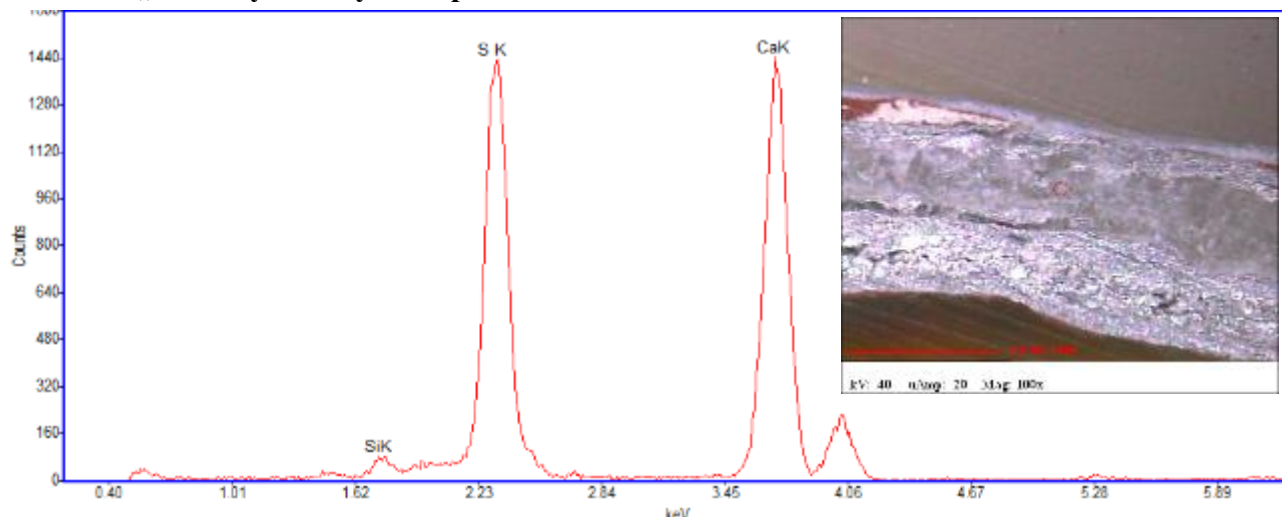
Vrstva obsahuje baryum a síru (barytová běloba), olovo (suřík, antikoroziní součást), hliník, křemík vápník – minerální plněč. Pravděpodobně základní antikoroziní nátěr s obsahem suříku.

b/ Vrstva „1“ – stříbrný metalický nátěr



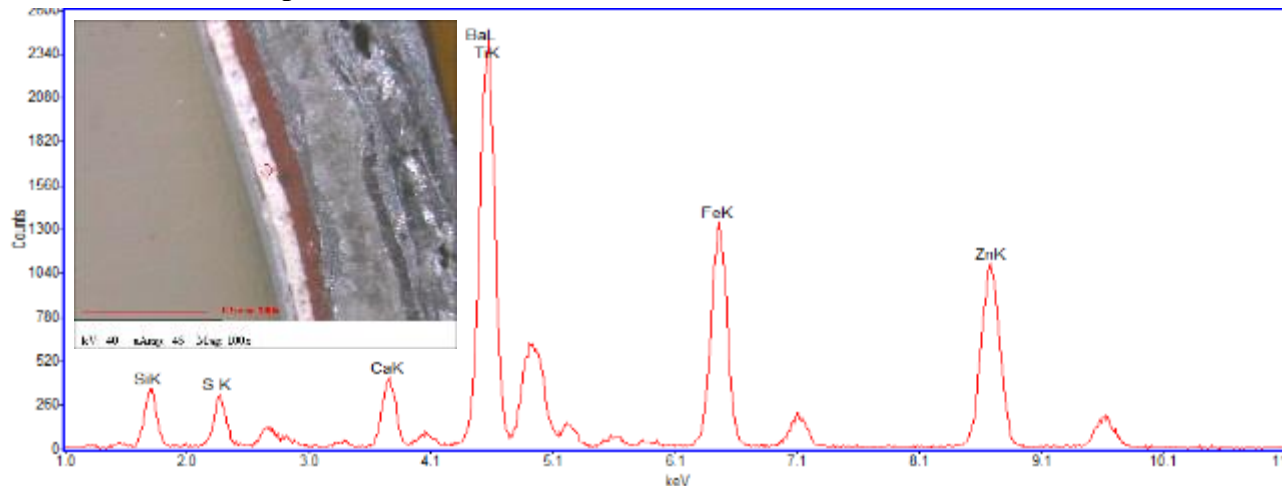
Vrstva obsahuje hliník (hliníkové listkovité částice) jako plnič. Vápník, síra a další prvky jsou součástí další vrstvy („2“), která vznikla jako minerální výkvět – viz níže.

c/ Vrstva „2“ – krystalický transparentní minerál



Vrstva obsahuje v přibližně shodném molárním množství vápník a síru a dále ve stopách další prvky typické pro minerální výkvěty. To ukazuje na to, že se jedná o výkvět sádrovce (sádry) typický pro reakci plyných zplodin spalování uhlí s vodou a následně se stavebními materiály obsahujícími vápno.

d/ Vrstva „5“ – bílá podložní vrstva – tmel nebo základní nátěr



Vrstva obsahuje křemík, síru, vápník (viz předchozí analýza), dále titanovou, barytovou a zinkovou bělobu. Detekované železo může být artefakt z vedlejší cihlové červené vrstvy (která obsahuje Fe).

C/ sever (vzorek ozn. č. 3)

C1/ malta ze spáry – složení (č. 3) – rozbor malty

Po rozložení malty vzorku č. 3 na frakce bylo zjištěno zastoupení (s chybou cca ±1%):

kamenivo/písek [hm. %]	jíl+pigment +hlinka [hm. %]	v kyselině rozpustné pojivo [hm. %]	podíl jílu/hlinky v nerozpustné frakci [hm. %]
62,9	20,2	16,9	24,3

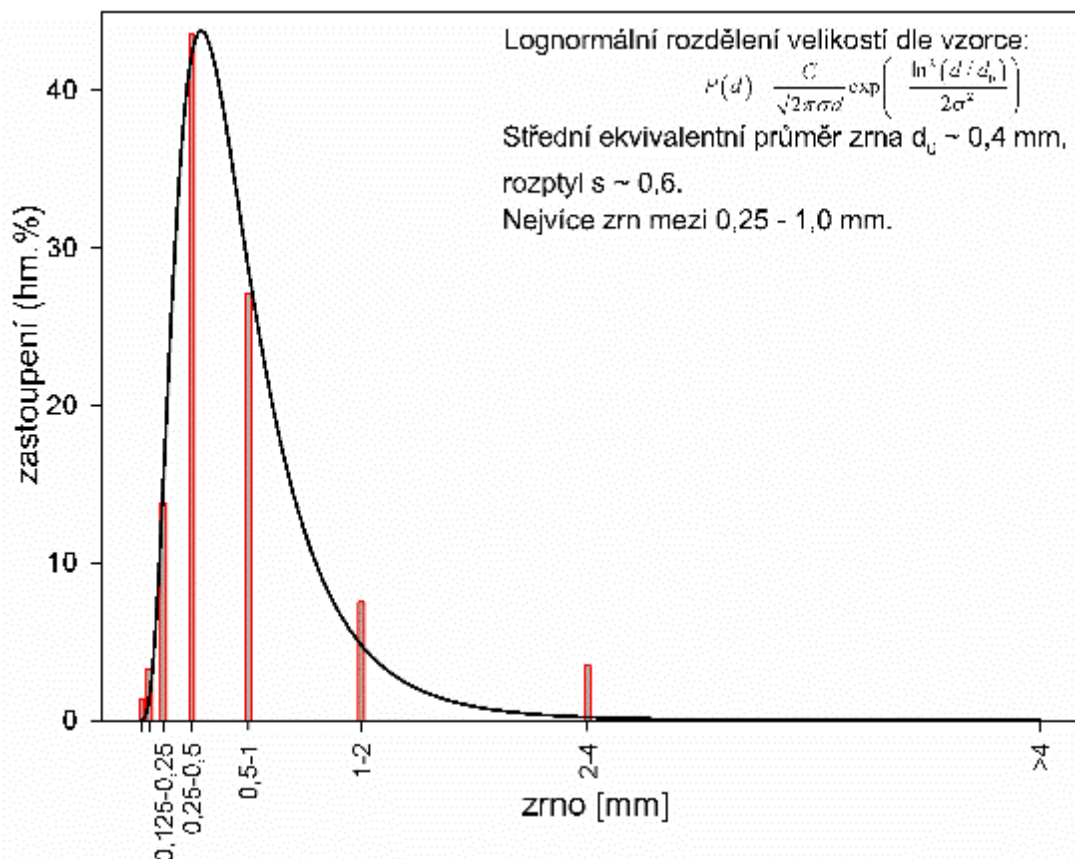
„Kamenivo“ označuje zrnitý v kyselině nerozpustný materiál („písek“) – viz obr. 14, „jíl+pigment+hlinka“ v kyselině nerozpustný jemný materiál, který při praní zůstal ve vodě ve vznosu a byl plavením oddělen (obr. 15), „v kyselině rozpustné pojivo“ pak pojivovou/vápennou složku, která se ve zředěné kyselině rozpustila. Podíl rozpustného pojiva byl dopočítán do 100% původní navážky vysušeného vzorku před rozkladem.

Zjištěný relativně vysoký podíl jílovité (nejjemnější) v kyselině nerozpustné frakce může ukazovat na přidavek hlínky nebo jiného jílovitého materiálu (např. pigmentu) do malty.

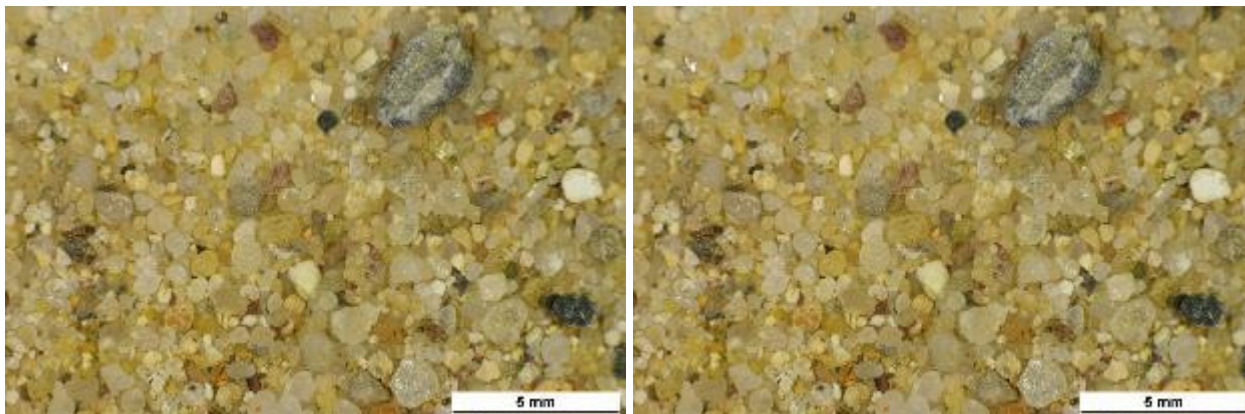
Granulometrie kameniva ve vzorku malty č. 3

Ve vzorku omítky bylo zjištěno směsné kamenivo (písek) s převážně ostrohrannými zrny, což ukazuje na pravděpodobné použití **kopaného písku**. Nejčastěji jsou zastoupena zrna velikostí mezi 0,25 – 1 mm (medián průměru zrn z rozdělovací funkce je ~0,4 mm). Detailní rozdělení velikostí zrn je uvedeno na obr. 13. Podíl jílovité frakce v nerozpustném zbytku koresponduje s ostrohranným tvarem zrn kameniva a ukazuje také na možnost použití **kopaného písku**. Písky kopané obsahují zpravidla 5 – 10 hm. % jílovité frakce, písky těžené (říční, prané) pak zpravidla méně než 5 hm.% jílovité frakce, proto nelze vyloučit přidání jílu, hlínky nebo jiného podobného materiálu do této malty.

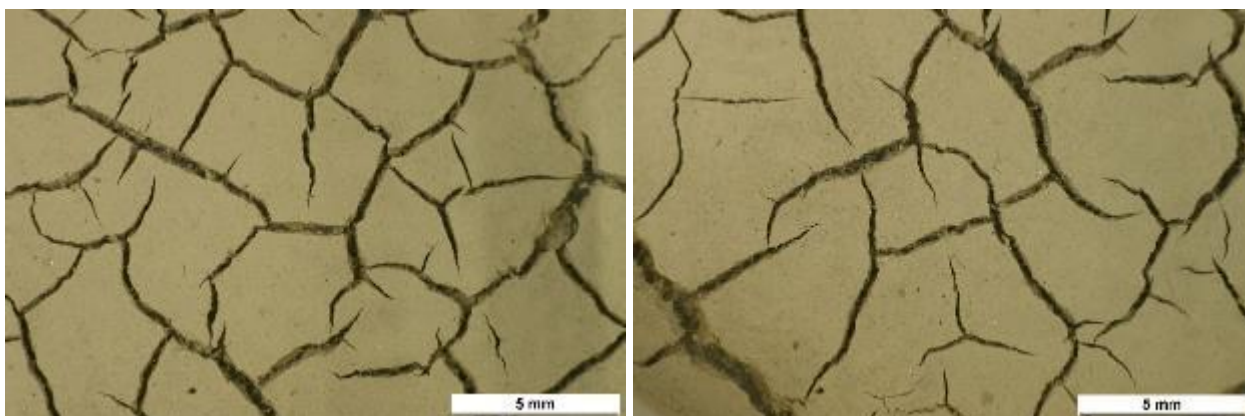
Obr. 13 – granulometrie kameniva (písku) ve vzorku malty č. 3



Obr. 14 – kamenivo (písek) v maltě – vzorku č. 3.

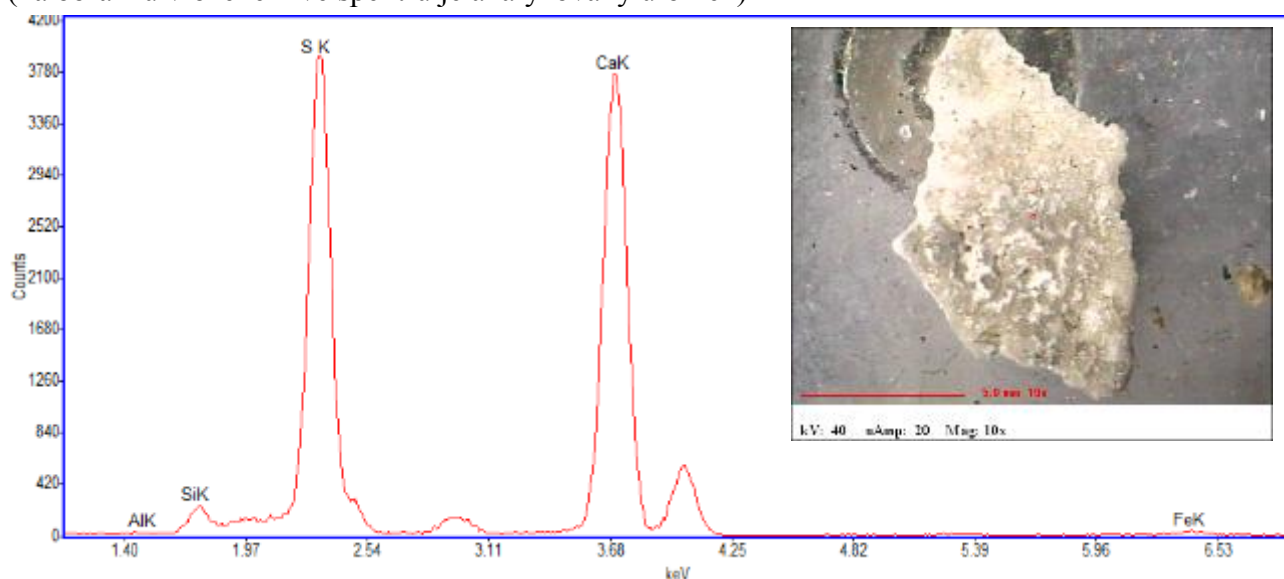


Obr. 15 – jemná (jílovitá, hlinková) frakce v maltě – vzorku č. 3



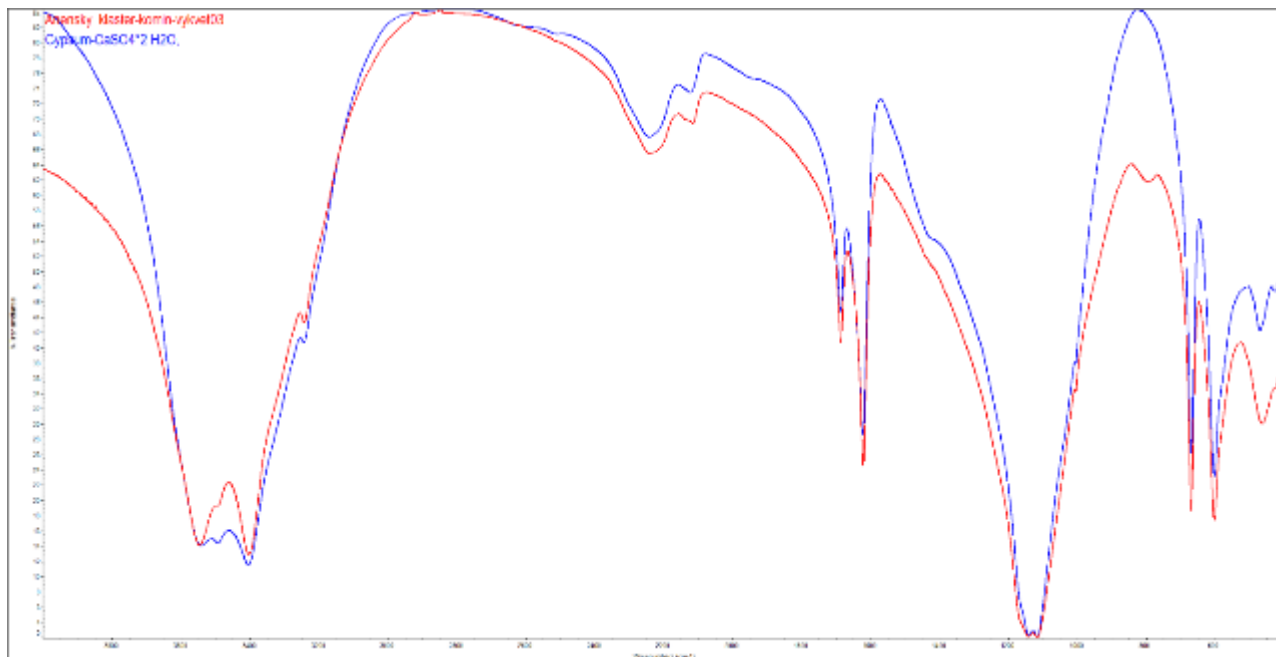
C2/ sever (ozn. č. 3) – solný výkvět – složení, rozbor

Prvkové složení destičkovitého výkvětu bylo určeno pomocí rentgenové fluorescenční spektrometrie (na obrázku vloženém ve spektru je analyzovaný úlomek)



V materiálu výkvětu byla detekována přítomnost vápníku (Ca) a síry (S) v molárním poměru ~1:1 a dále ve stopách hliník (Al), křemík (Si) a železo (Fe).

Dále byl výkvět analyzován pomocí infračervené spektroskopie FTIR v transmisním režimu. Vzorek byl připraven ve formě KBr tablety (**spektrum výkvětu č. 3 – červeně**, **spektrum sádro/sádrovce z knihovny spekter – modře**).



Přítomnost síranů byla ještě ověřena ve vodním výluhu rozdrcené části výkvětu pomocí roztoku BaCl_2 s kladným výsledkem. Pomocí detekčních proužků nebyla ve výluhu z rozdrcené části minerálního výkvětu detekována zvýšená přítomnost chloridů (Cl^-) nebo dusičnanů (NO_3^-).

Materiál destičkovitých solných výkvětů ve vzorku č. 3 je tvořen **sádrou/sádrovcem**. Jeho výskyt může souviset s reakcí zplodin spalování uhlí s obsahem síry s vodou a následnou reakcí této vody (z ní vzniklé slabé kyseliny sírové) s vápenným pojivem malty na komíně, případně s dalšími stavebními materiály obsahujícími vápenc.

D/ sever – první římsa – spára (vzorek ozn. č. 4)

D1/ spára – povrch – celistvý kus omítky (ozn. č. 4A) – rozbor malty

Po rozložení malty vzorku č. 4A na frakce bylo zjištěno zastoupení (s chybou cca $\pm 1\%$):

kamenivo/písek [hm. %]	jíl+pigment +hlinka [hm. %]	v kyselině rozpustné pojivo [hm. %]	podíl jílu/hlinky v nerozpustné frakci [hm. %]
60,0	10,5	29,6	14,8

„Kamenivo“ označuje zrnitý v kyselině nerozpustný materiál („písek“) – viz obr. 17, „jíl+pigment+hlinka“ v kyselině nerozpustný jemný materiál, který při praní zůstal ve vodě ve vzhledu a byl plavením oddělen (obr. 18), „v kyselině rozpustné pojivo“ pak pojivovou/vápennou složku, která se ve zředěné kyselině rozpustila. Podíl rozpustného pojiva byl dopočítán do 100% původní navážky vysušeného vzorku před rozkladem.

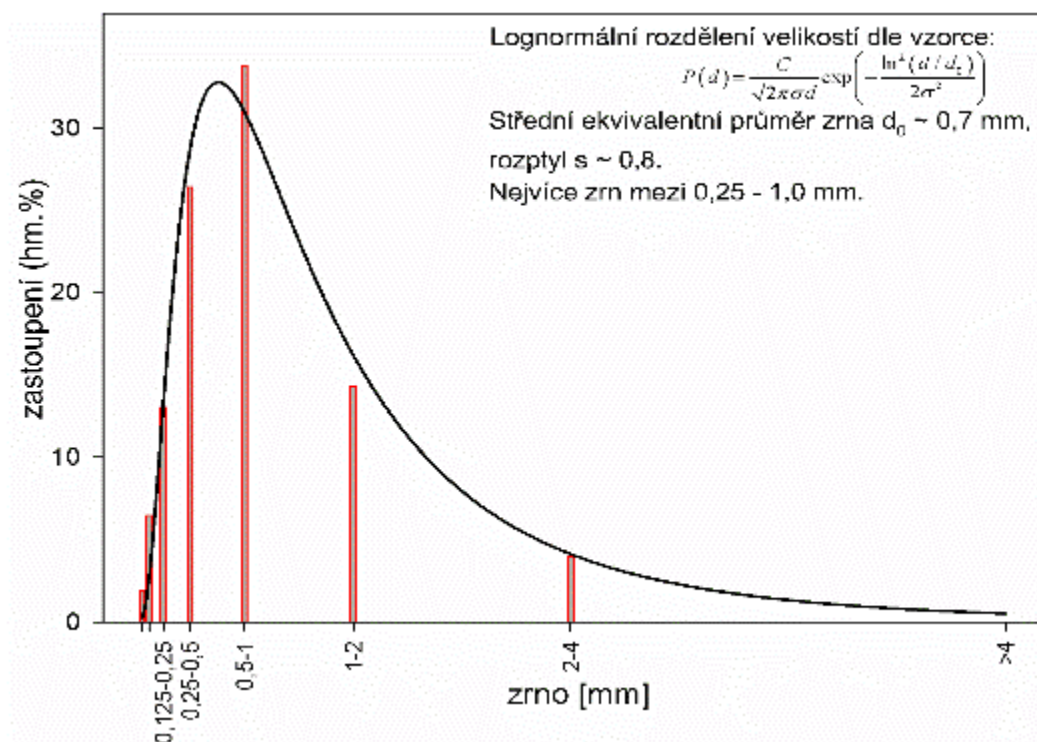
Zjištěný relativně vysoký podíl jílovité (nejjemnější) v kyselině nerozpustné frakce může ukazovat na přídavek hlinky nebo jiného jílovitého materiálu (např. pigmentu) do malty.

Granulometrie kameniva ve vzorku malty č. 4A

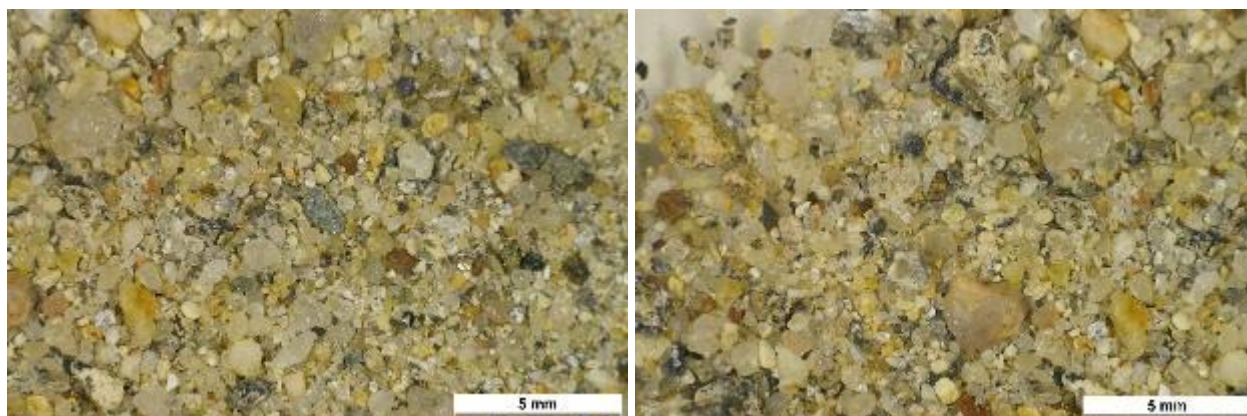
Ve vzorku omítky bylo zjištěno směsné kamenivo (písek) s převážně ostrohrannými zrny, což ukazuje na pravděpodobné použití **kopaného písku**. Nejčastěji jsou zastoupena zrna velikostí mezi 0,25 – 1 mm (medián průměru zrn z rozdělovací funkce je $\sim 0,7$ mm). Detailní rozdělení velikostí zrn je uvedeno na obr. 16. Podíl jílovité frakce v nerozpustném zbytku koresponduje s ostrohranným tvarem zrn kameniva a ukazuje také na možnost použití **kopaného písku**. Písky kopané obsahují

zpravidla 5 – 10 hm. % jílovité frakce, písky těžené (říční, prané) pak zpravidla méně než 5 hm.% jílovité frakce, proto nelze vyloučit přidání jílu, hlínky nebo jiného podobného materiálu do této malty.

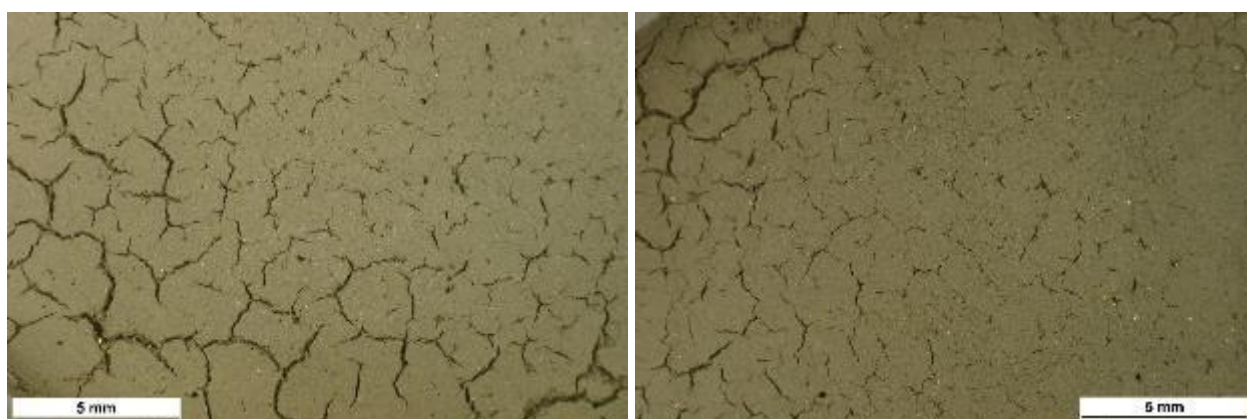
Obr. 16 – granulometrie kameniva (písku) ve vzorku malty č. 3



Obr. 17 – kamenivo (písek) v maltě – vzorku č. 4A.



Obr. 18 – jemná (jílovitá, hlínková) frakce v maltě – vzorku č. 4A



D2/ malta z hloubky spáry – drť (ozn. č. 4B) – rozbor malty

Po rozložení malty vzorku č. 4B na frakce bylo zjištěno zastoupení (s chybou cca ±1%):

kamenivo/písek [hm. %]	jíl+pigment +hlinka [hm. %]	v kyselině rozpustné pojivo [hm. %]	podíl jílu/hlinky v nerozpustné frakci [hm. %]
81,1	2,5	16,4	3,0

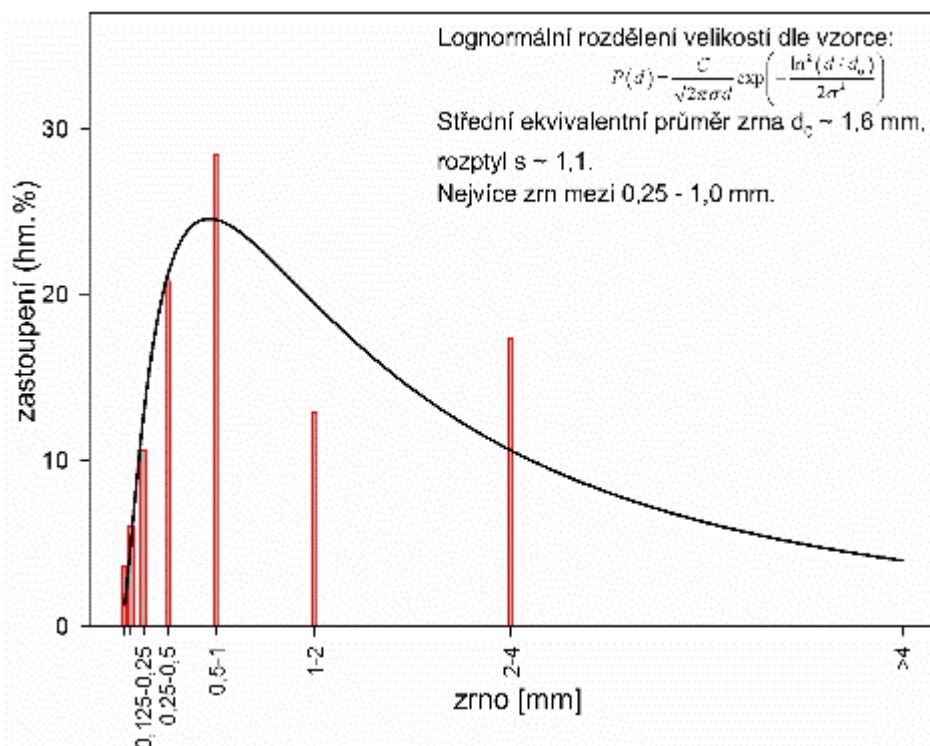
„Kamenivo“ označuje zrnitý v kyselině nerozpustný materiál („písek“) – viz obr. 20, „jíl+pigment+hlinka“ v kyselině nerozpustný jemný materiál, který při praní zůstal ve vodě ve vztahu a byl plavením oddělen (obr. 21), „v kyselině rozpustné pojivo“ pak pojivovou/vápennou složku, která se ve zředěné kyselině rozpustila. Podíl rozpustného pojiva byl dopočítán do 100% původní navážky vysušeného vzorku před rozkladem.

Zjištěný relativně malý podíl jílovité (nejjemnější) v kyselině nerozpustné frakce spolu se zjištěním malého podílu v kyselině rozpustného podílu (vápná) může ukazovat na maltu, která již byla částečně degradovaná a již v době odběru byla nesoudržná (jak je uvedeno v popisu vzorku, jednalo se o drť).

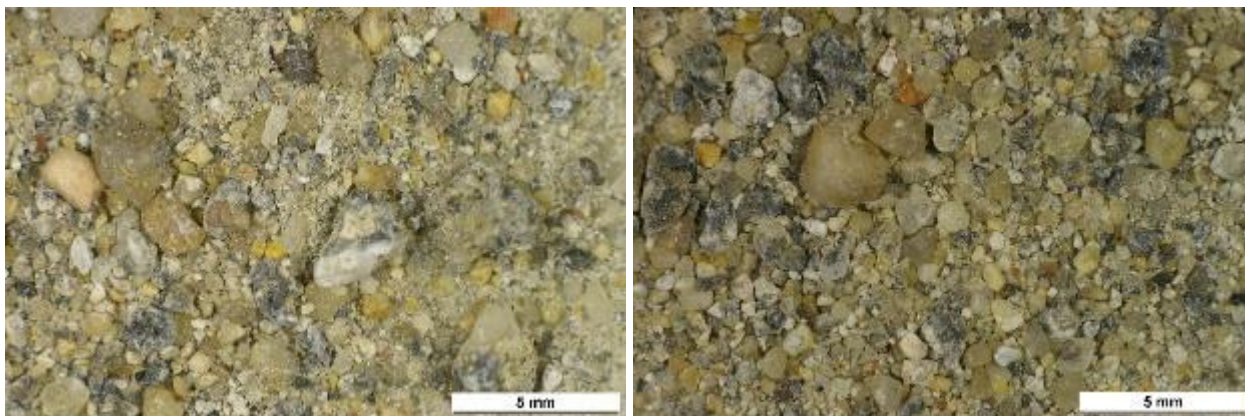
Granulometrie kameniva ve vzorku malty č. 4B (drť z spáry)

Ve vzorku omítky bylo zjištěno směsné kamenivo (písek) s převážně ostrohrannými zrny, což ukazuje na pravděpodobné použití **kopaného písku**. Nejčastěji jsou zastoupena zrna velikostí mezi 0,25 – 1 mm (medián průměru zrn z rozdělovací funkce je ~1,1 mm). Detailní rozdělení velikostí zrn je uvedeno na obr. 19. Relativně nízký podíl jílovité frakce v nerozpustném zbytku nekoresponduje s ostrohranným tvarem zrn kameniva a ukazoval by spíše na možnost použití **plaveného říčního písku**. Písky kopané obsahují zpravidla 5 – 10 hm. % jílovité frakce, písky těžené (říční, prané) pak zpravidla méně než 5 hm.% jílovité frakce. Nelze však vyloučit částečné odplavení jemné frakce spolu s vápenným pojivem při větrání této malty a tudíž mohl být také použit kopaný písek. Vzorku bylo také velmi malé množství a rozhodně ho nelze považovat za dostatečný pro reprezentativní analýzu malty.

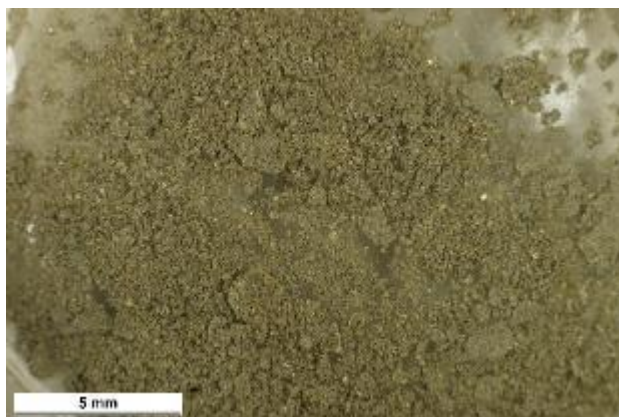
Obr. 19 – granulometrie kameniva (písku) ve vzorku malty č. 4B



Obr. 20 – kamenivo (písek) v maltě – vzorku č. 4B.



Obr. 21 – jemná (jílovitá, hlínková) frakce v maltě – vzorku č. 4B

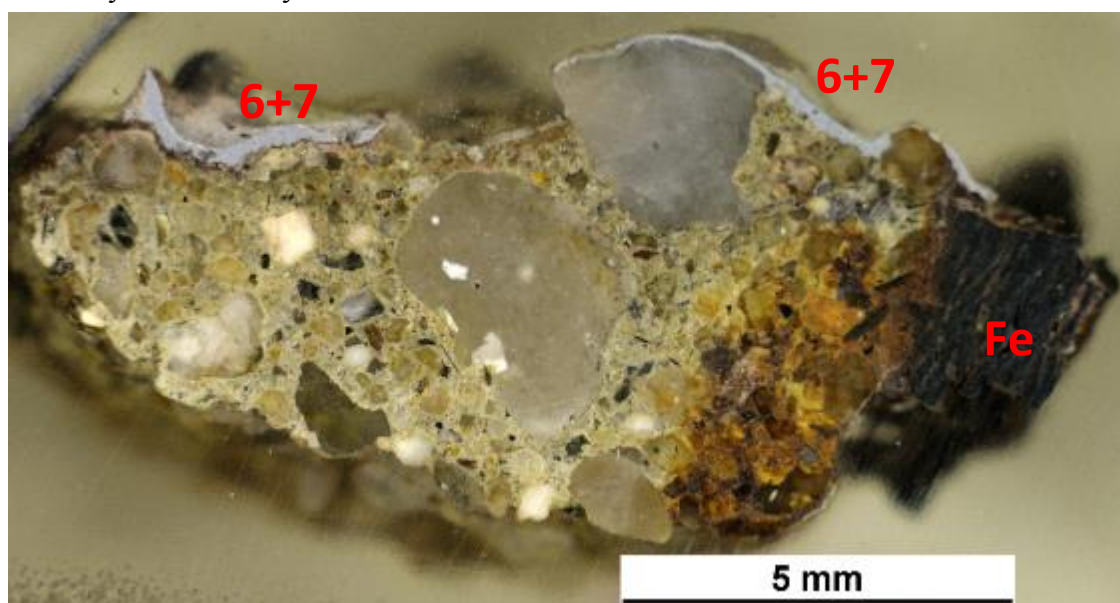


E/ sever (vzorek ozn č. 5)

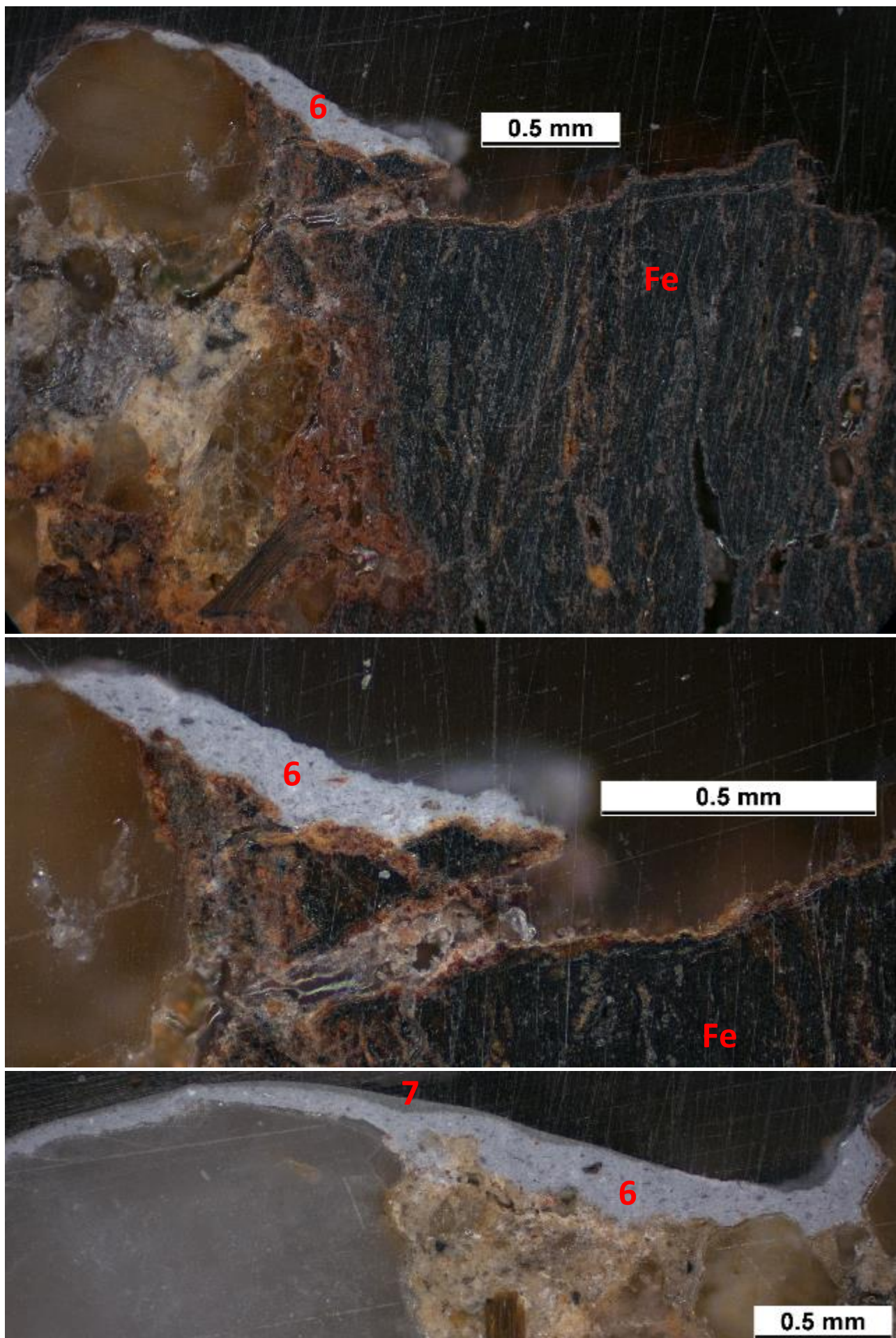
E1/ sever (ozn. č. 5) – malta s kusem železa – nábrus

Na úlomku soudržné a pevné relativně hrubozrnné malty je pevně přichycený fragment vrstevnatých oxidů železa (zcela zkorodovaný Fe fragment, ozn. „Fe“ na obr 22 a 23), které částečně probarvily i maltu ve svém okolí. Povrch malty je nesouvisle pokryt dvěma šedými nátěrovými vrstvami, které jsou blízké vnějším vrstvám nátěrů ozn. „6“ a „7“ na destičkovitém nátěrovém souvrství analyzovaném v rámci vzorku č. 2 (nátěr z obruče) – na obr. 22 a 23 jsou značeny obdobnými čísly.

Obr. 22 Příčný nábrus malty s úlomkem železa ozn. č. 5

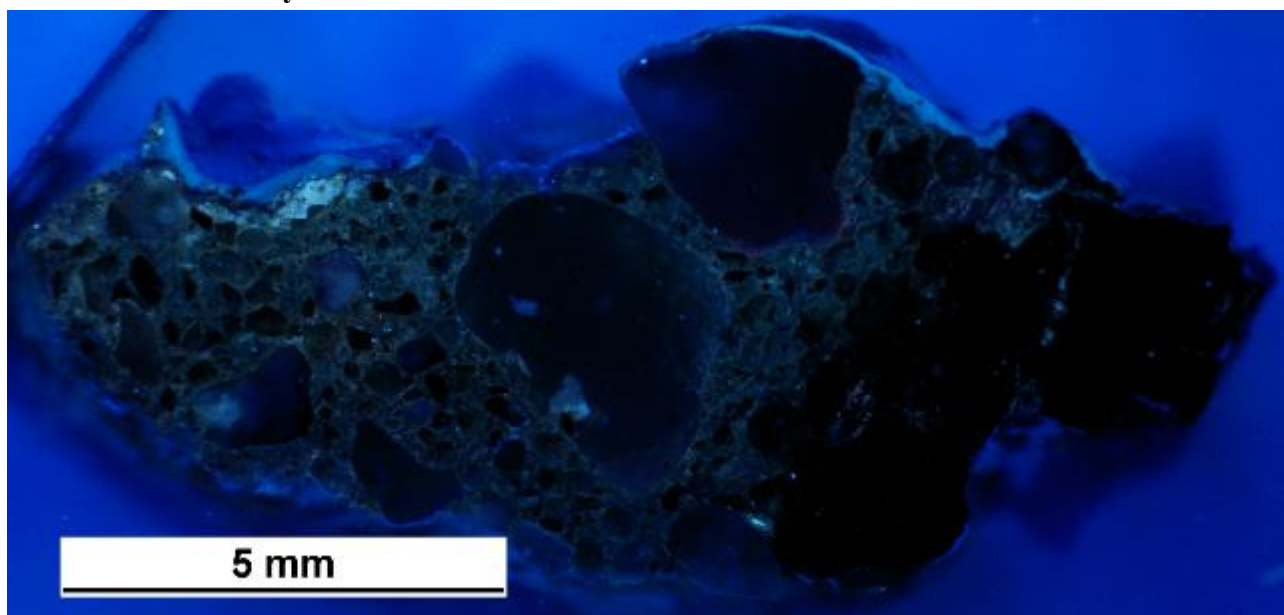


Obr. 23 Příčný nábrus malty s úlomkem železa ozn. č. 5 – detaily Fe oxidů a nátěrových vrstev



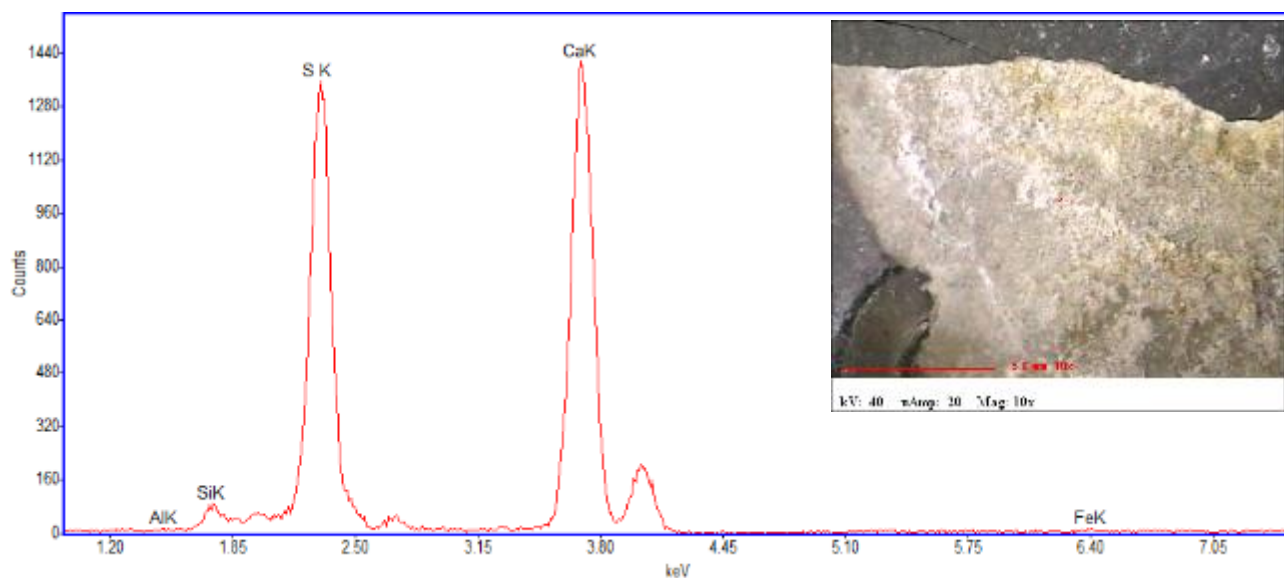
Obr. 24 Příčný nábrus malty s úlomkem železa ozn. č. 5 po osvětlení UV-A zářením

Spodní vrstva šedého nátěru („6“) vykazuje slabou namodralou fluorescenci, která ukazuje na obsah zinkové běloby.



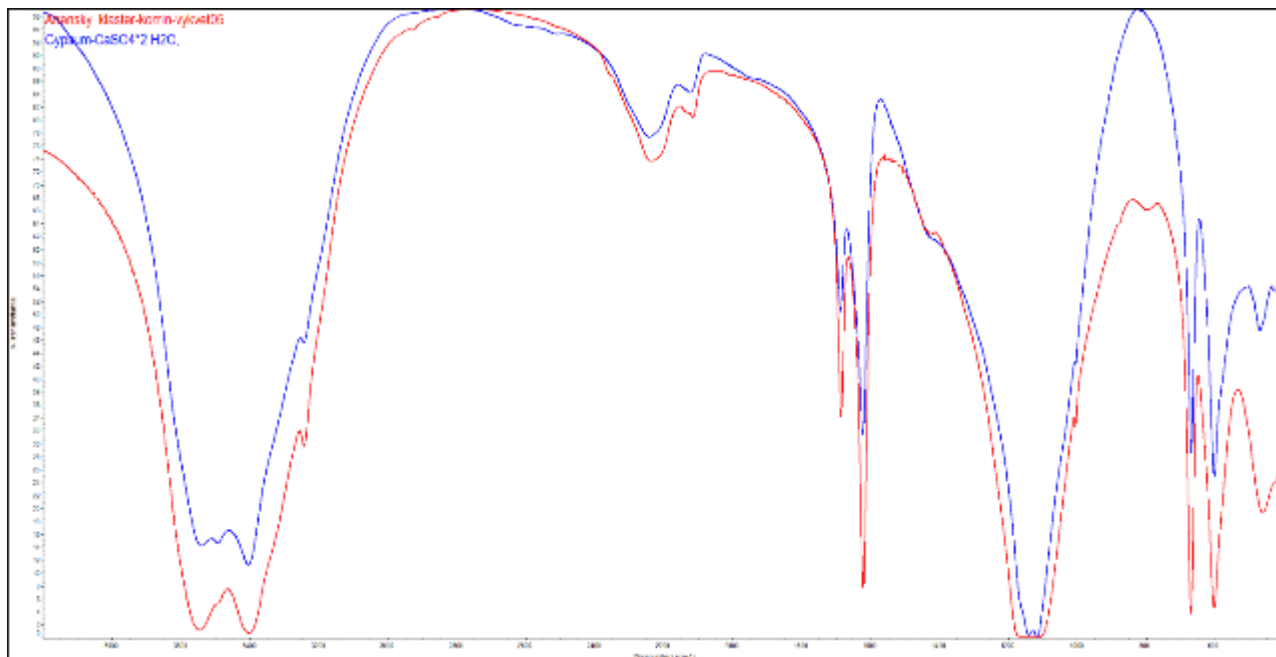
E2/ sever (ozn. č. 5) – solný výkvět – složení, rozbor

Prvkové složení destičkovitého výkvětu bylo určeno pomocí rentgenové fluorescenční spektrometrie (na obrázku vloženém ve spektru je analyzovaný úlomek)



V materiálu výkvětu byla detekována přítomnost vápníku (Ca) a síry (S) v molárním poměru ~1:1 a dále ve stopách hliník (Al), křemík (Si) a železo (Fe).

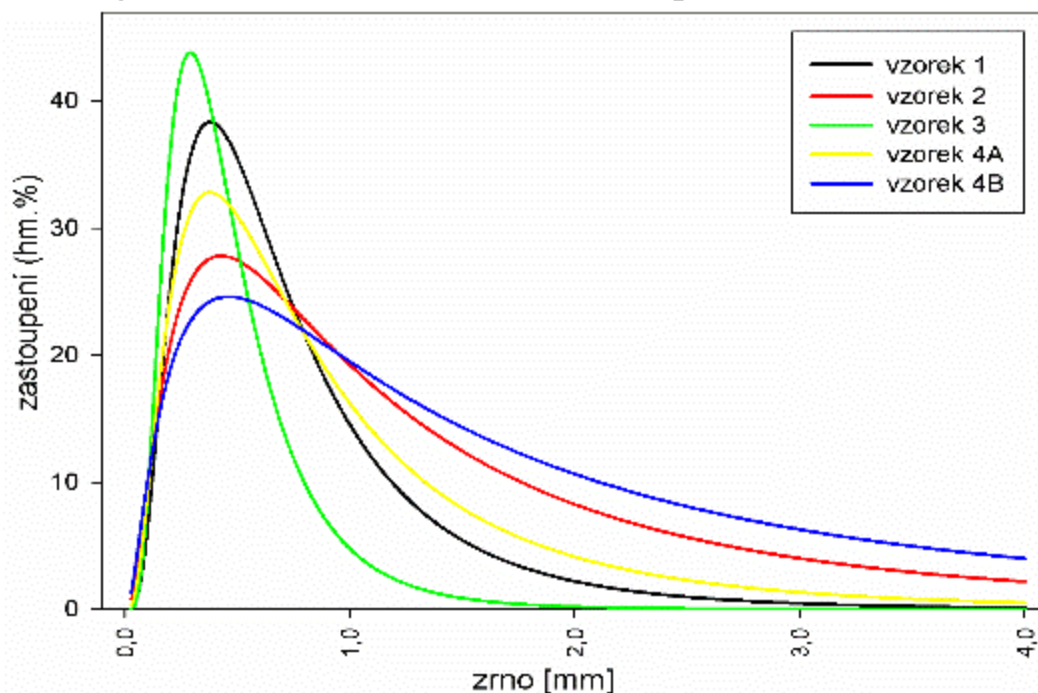
Dále byl výkvět analyzován pomocí infračervené spektroskopie FTIR v transmisním režimu. Vzorek byl připraven ve formě KBr tablety (**spektrum výkvětu č. 5 – červeně**, **spektrum sádry/sádrovce z knihovny spekter – modře**).



Přítomnost síranů byla ještě ověřena ve vodním výluhu rozdrcené části výkvětu pomocí roztoku BaCl_2 s kladným výsledkem. Pomocí detekčních proužků nebyla ve výluhu z rozdrcené části minerálního výkvětu detekována zvýšená přítomnost chloridů (Cl^-) nebo dusičnanů (NO_3^-).

Materiál destičkovitých solných výkvětů ve vzorku č. 5 je tvořen **sádrou/sádrovcem (shodně s výkvětem ve vzorku č. 3 a minerální mezivrstvou v nátěrovém systému ve vzorku č. 2)**. Jeho výskyt může souviset s reakcí zplodin spalování uhlí s obsahem síry s vodou a následnou reakcí této vody (z ní vzniklé slabé kyseliny sírové) s vápenným pojivem malty na komíně, případně s dalšími stavebními materiály obsahujícími vápenc.

F/ Porovnání granulometrií kameniva z rozborů pěti vzorků omítek



Z porovnání lze usuzovat, že zrnitostí kameniva jsou si vzorky č. 1, 3 a 4A blízké. Druhou blízkou skupinu pak tvoří vzorky ozn. č. 2 a 4B.

Přesnost porovnání může být však výrazně snížena tím, že vzorků ozn. č. 3, 4A a 4B bylo předloženo velmi málo (1 – 3 g), což nepostačuje k dostatečně reprezentativnímu rozboru malty. Rozbory malty těchto vzorků lze proto považovat pouze za orientační a přibližné, vypovídající jen o vzorku samotném a nikoli o použité maltě na těchto vzorkovaných místech.

Výsledky analýz se vztahují pouze ke zkoumaným vzorkům.

Odstín barevných vrstev na (mikro)fotografiích se může mírně lišit od skutečného odstínu vlivem nastavení barevného podání v řetězci kamera, monitor nebo tiskárna.

Nábrusy a zbylou část vzorků, pokud nebyly zcela spotřebovány při analýze, ponecháváme v úschově v laboratoři po dobu tří měsíců od data „Zprávy o analýze“. Po této době budou zlikvidovány. Pokud máte zájem o jejich vrácení, kontaktujte nás v této době. Při požadavku na vrácení je obratem zašleme.

Zprávu o analýze zasíláme v elektronické verzi. Pokud byste ji požadovali v písemné formě, kontaktujte nás a my vám jej obratem zašleme.

Zpracoval:



RNDr. Tomáš Kmječ, Ph.D.