

Stratigrafický popis, materiálová analýza a stanovení vodorozpustných solí

Zadavatel a kontaktní osoba:

MgA. Radka Levínská akad. soch.
Bělohorská 159
636 00 Brno

Zhotovitel:

Mgr. Dalibor Všianský, Ph.D.
Karáskovo nám. 17
615 00 Brno
e-mail: daliborv@centrum.cz

Zodpovědný řešitel:

Mgr. Dalibor Všianský, Ph.D.

Mgr. Dalibor Všianský, Ph.D.
komplexní analýzy anorganických
materiálů a poradenství
Karáskovo náměstí 17, 615 00 Brno
+420 777 891 934, daliborv@centrum.cz
IČO: 02921928, DIČ: CZ7606253765

Brno 16. 5. 2021

I. Materiál a metodika

Analyzováno bylo pět vzorků odebraných ze sochařské výzdoby atiky budovy bývalé Lékařské fakulty Masarykovy Univerzity na Komenského náměstí v Brně (v závorce je uvedena provedená analýza):

1LF – pohl. levý grif (materiálová analýza)

2LF (stanovení vodorozpustných solí)

3LF – grif levý (stratigrafie)

4LF – pohl. levá aleg. (stratigrafie)

5LF – pohl. levá aleg. (materiálová analýza)

Ze vzorků 1LF a 5LF byly připraveny výbrusové preparáty o mocnosti 30 μm , které byly studovány v procházejícím světle metodou optické polarizační mikroskopie pomocí mikroskopu Olympus BX 51. Fotodokumentace byla provedena fotoaparátem Canon 40D.

Z příčných průřezů vzorků 2LF, 3LF a 4LF byly zhotoveny nábrusové preparáty, které byly studovány pomocí digitálního mikroskopu Hirox RH-2000.

Obsah síranů, chloridů a dusičnanů (síranových, chloridových a dusičnanových iontů) ve vzorku LF2 byl stanoven postupem dle normy ČSN EN 16455 (961519) po převedení vodorozpustných do vodného roztoku. Chloridy byly stanoveny titračně, sírany vážkově a dusičnany fotometricky pomocí fotometru Helios delta. Obsah aniontů vodorozpustných solí byl klasifikován dle normy ČSN P 73 0610.

II. Výsledky

Vzorek 1LF – pohl. levý grif (materiálová analýza)

Ve vzorku byly identifikovány 4 vrstvy (obr. 1). Většina objemu i převážná část povrchu studovaného vzorku je tvořena bazální vrstvou (ozn. 0) – terciérním řasovým (lithothamniovým) vápencem. Vrstvy 1 až 3 jsou přítomny pouze lokálně.

Vrstva 0 – bazální vrstva

Řasový (Lithothamniový) vápenec terciérního (třetihorního) stáří. Dle Dunhamovy (Dunham, 1962) klasifikace se jedná o bioklastický packstone až wackestone.

Na (pravděpodobně) rubové straně bazální vrstvy je přítomna vrstva sádry tvořená rekrystalizovaným sádrovcem o velikosti krystalů až 0,1 mm. Vrstvy označené 1 – 3 se nacházejí na opačné (pravděpodobně lícové) straně bazální vrstvy.

Mocnost: 4 – 5 mm. Nelze ale vyloučit, že báze vrstvy není ve výbrusovém preparátu zastižena (pak by byla mocnost vrstvy větší).

Porozita: silně porézní (kolem 30 %)

Mikrostruktura: Většina objemu horniny je tvořena fosiliemi (bioklasty). Mezi bioklasty dominují červené řasy (Lithothamnion sp.). V hornině téměř chybí pojivo (tmel), pravděpodobně v důsledku sekundárního erozního poškození. V důsledku tohoto přírodního procesu má bazální vrstva vzorku velmi vysokou porozitu. Některé trhliny a póry bazální vrstvy (vrstva 0 – viz výše) jsou v důsledku procesů

rozpuštění a rekrystalizace vyplněny sekundárním sádrovcem. Velikost i morfologie krystalů sádrovce odpovídá sádře na rubu bazální vrstvy (viz výše), která je téměř jistě jeho zdrojem.

Fosilní organizmy: červené řasy (Lithothamnion sp.), mechovky (Bryozoa sp.) a dírkonoši (Foraminifera sp.). Fosílie foraminifer dosahují velikosti až 2,7 mm.

Vrstva 1

Vrstva je přítomna pouze v některých částech vzorku.

Mocnost: 0,1 – 1,0 mm

Porozita: vrstva je nekompaktní, zastoupení pórů je obtížné odhadnout

Pojivo: sádra; nelze vyloučit minoritní (jednotky hmot. %) zastoupení vzdušného vápna

Plnivo: chybí

Mikrostruktura: Sádrovec je rekrystalizovaný, velikost jeho individuí dosahuje až 0,1 mm.

Poznámka: Na základě přítomnosti anhydritu je možné konstatovat, že sádrovec použitý na výrobu sádry byl přírodního původu.

Vrstva 2

Vrstva je přítomna pouze v některých částech vzorku.

Mocnost: 0,1 – 1,0 mm

Porozita: vrstva je nekompaktní, zastoupení pórů je obtížné odhadnout

Pojivo: vápno a látka organického původu (klíh?)

Plnivo: opákní (neprůsvitné, v procházejícím světle černé) ostrohranné klasty o velikosti do 0,06 mm. Dle morfologie by se mohlo jednat o zuhelnatělou rostlinnou hmotu.

Vrstva 3

Vrstva je přítomna pouze v některých částech vzorku.

Mocnost: 0 – 0,3 mm

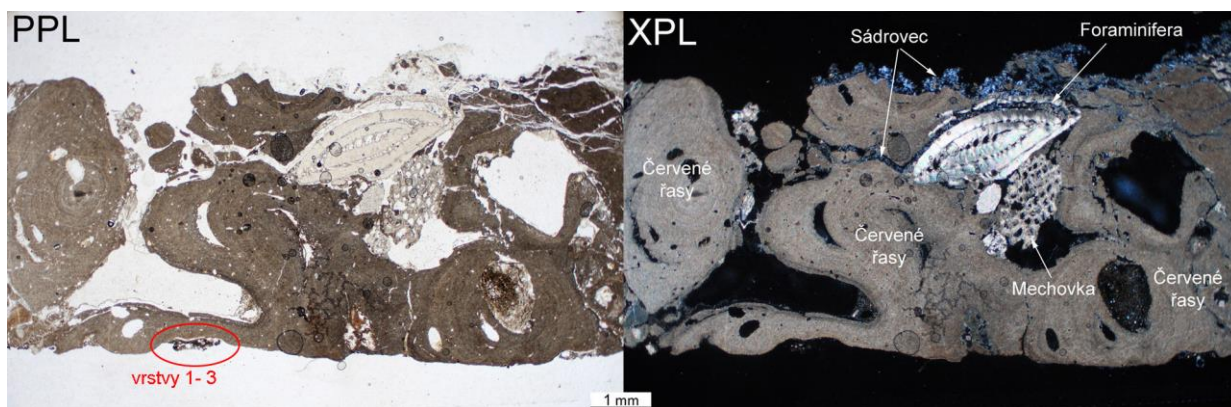
Porozita: < 3 obj. %, vrstva je kompaktní

Objemový poměr plnivo : pojivo = 1 : 9

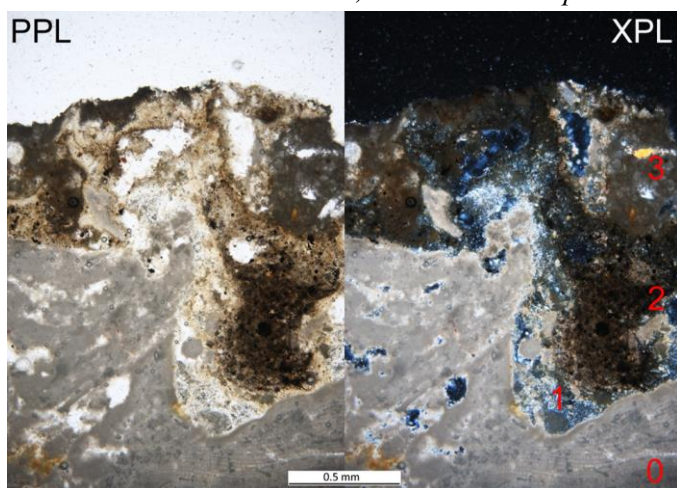
Pojivo: Objemově převažující složka pojiva této vrstvy je organického původu, pravděpodobně se jedná o klíh. Tento materiál nelze pomocí optické mikroskopie jednoznačně identifikovat. Anorganická komponenta je tvořena směsí vzdušného vápna a portlandského cementu. Portlandský cement byl identifikován na základě přítomnosti roztroušených drobných fragmentů nezhydratovaného pouze částečně zhydratovaného slínku o velikosti nepřesahující 0,1 mm obsahujících brownmillerit nebo fázi tohoto minerálu blízkou.

Plnivo: roztroušené ostrohranné klasty křemene o velikosti 0,05 – 0,15 mm a mramorové moučky do velikosti 0,1 mm.

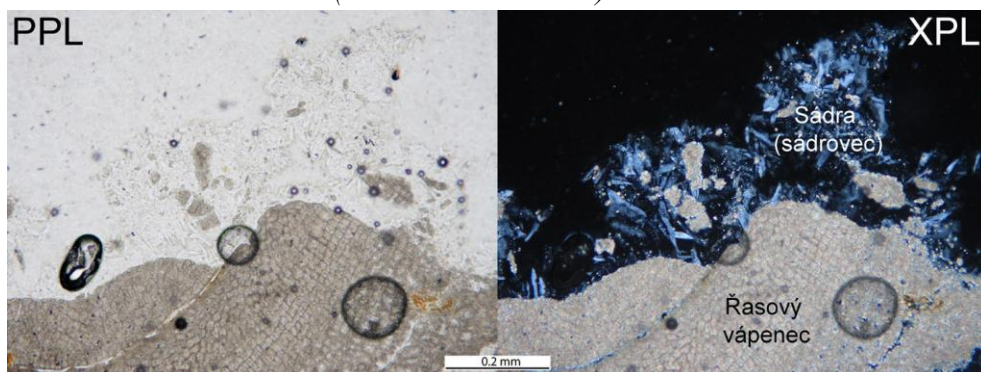
Mikrofotodokumentace vzorku je uvedena na obr. 1 – 5.



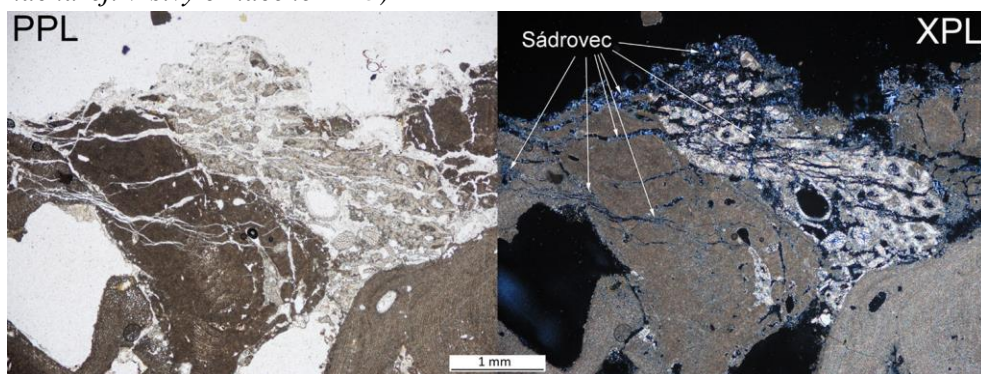
Obr. 1: LF1 – mikrostruktura; PPL = lineárně polarizované světlo, XPL = příčně polarizované světlo



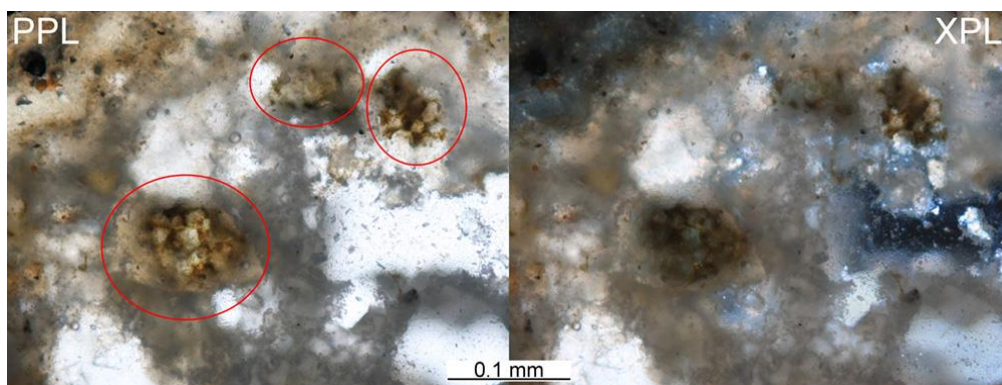
Obr. 2: LF1 – vrstevní sled (červeně – čísla vrstev)



Obr. 3: LF1 – sádra na povrchu vzorku (na opačné straně bazální vrstvy tvořené vápencem, než se nacházejí vrstvy označené 1 – 3)



Obr. 4: LF1 – pronikání sádrovce z rubové strany vzorku do trhlin v řasovém vápenci bazální vrstvy (vrstva 0)



Obr. 5: LF1, vrstva 3 – fragmenty slínku portlandského cementu (označeno elipsami)

2LF (stanovení vodorozpustných solí)

Výsledky stanovení obsahů aniontů vodorozpustných solí dle normy ČSN P 73 0610 (uvedené hodnoty jsou aritmetickým průměrem tří nezávislých analýz) jsou uvedeny v tabulce 1. Zvýšený obsah byl stanoven pouze v případě síranových iontů. Obsahy chloridových i dusičnanových iontů jsou nízké.

Tab. 1: Výsledky stanovení obsahů aniontů vodorozpustných solí v hmot. % a normy ČSN P 73 0610 vlhkosti pomocí ztráty sušení při 110 °C

Vzorek	LF2
Chloridové ionty [hm. %]	0,04
Síranové ionty [hm. %]	1,19
Dusičnanové ionty [hm. %]	0,03

Obsah aniontů solí dle
ČSN P 73 0610

	nízký
	zvýšený
	vysoký
	velmi vysoký

3LF – grif levý (stratigrafie)

Ve vzorku byly identifikovány 4 vrstvy (obr. 6):

0 – bazální vrstva

Mocnost: 3 – 5 mm; nelze vyloučit, že báze vrstvy není ve vzorku zastížena (vrstva není kompletní)

Barva: světle šedá

Granulometrie plniva: přítomnost plniva nelze pomocí nábrusového preparátu určit

1

Mocnost: 0,15 – 0,20 mm

Barva: tmavě šedá až černá

Granulometrie plniva: < 0,05 mm

2

Mocnost: 0,10 – 0,15 mm

Barva: bílá

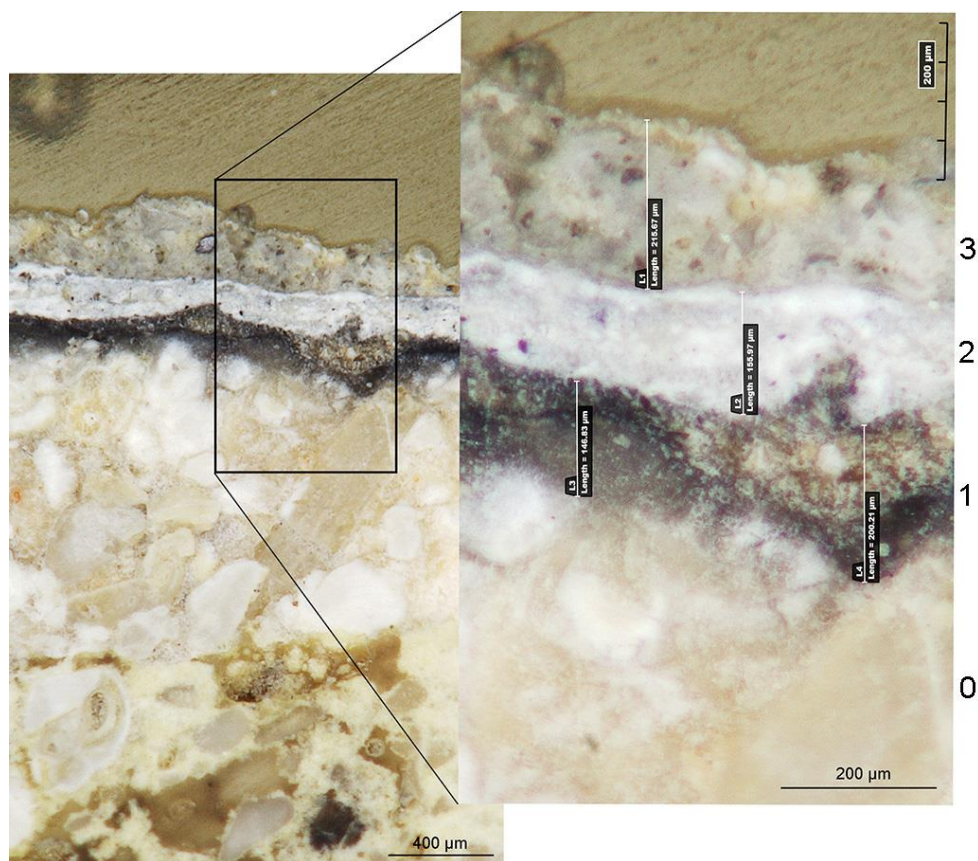
Granulometrie plniva: plnivo zde chybí

3 – povrchová vrstva

Mocnost: 0,1 – 0,2 mm

Barva: světle šedá

Granulometrie plniva: < 0,06 mm



Obr. 6: Mikrofotodokumentace vzorku 2 (vpravo – čísla vrstev)

4LF – pohl. levá aleg. (stratigrafie)

Ve vzorku bylo identifikováno 5 vrstev (obr. 7):

0 – bazální vrstva

Mocnost: 11 – 15 mm; nelze vyloučit, že báze vrstvy není ve vzorku zastižena (vrstva není kompletní)

Barva: žlutošedá

Granulometrie plniva: plnivo není přítomno, protože se jedná o horninu (vápenec)

1

Mocnost: 0,1 – 0,3 mm

Barva: tmavě šedá

Granulometrie plniva: < 0,04 mm

2

Mocnost: 0,3 – 0,5 mm

Barva: žlutošedá

Granulometrie plniva: < 0,05 mm

3

Mocnost: 0,1 – 0,25 mm

Barva: bílá

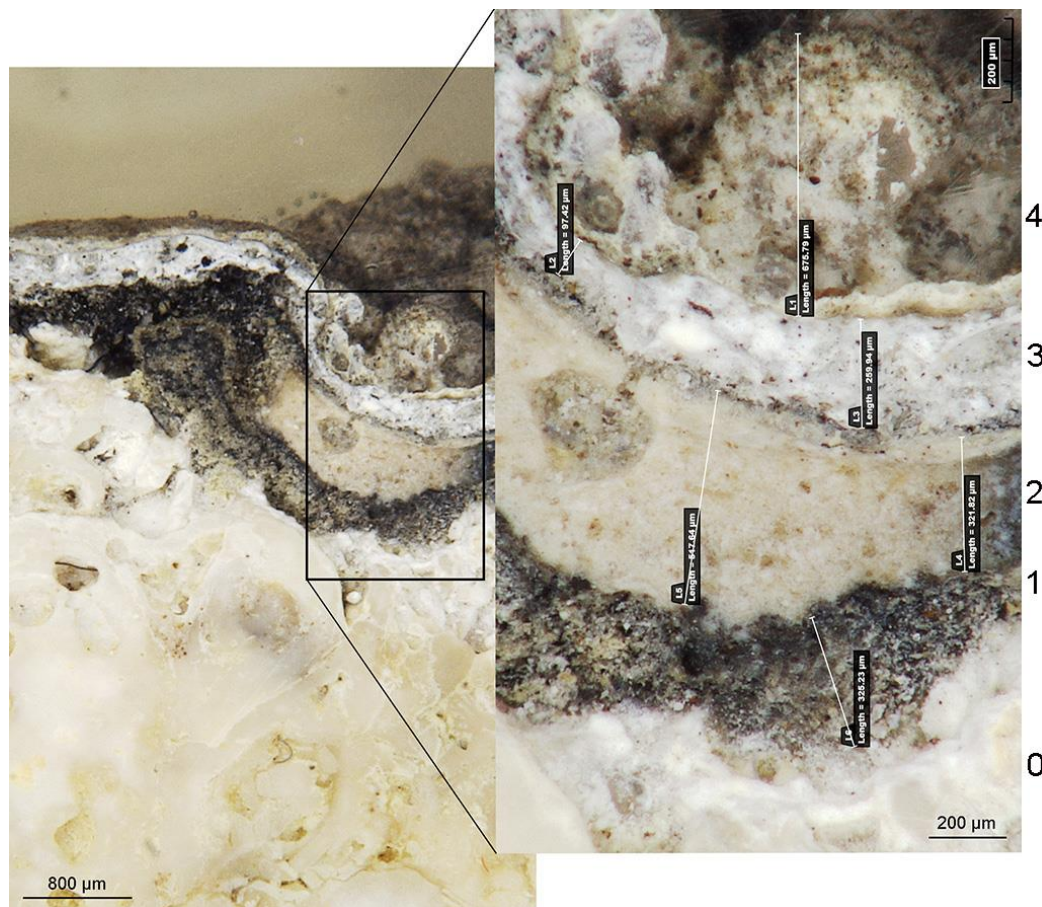
Granulometrie plniva: plnivo zde chybí

4 – povrchová vrstva

Mocnost: 0,05 – 0,7 mm

Barva: světle šedá

Granulometrie plniva: < 0,06 mm



Obr. 7: Mikrofotodokumentace vzorku 3 (vpravo – čísla vrstev)

5LF – pohl. levá aleg. (materiálová analýza)

Ve vzorku bylo identifikováno 5 vrstev.

Vrstva 0 – bazální vrstva

Řasový (lithothamniový) vápenec terciárního stáří. Dle Dunhamovy klasifikace se jedná o bioklastický packstone až wackestone.

Mocnost: 11 – 15 mm. Nelze ale vyloučit, že báze vrstvy není ve výbrusovém preparátu zastižena (pak by byla mocnost vrstvy větší)

Porozita: silně porézní (kolem 30 %)

Mikrostruktura: Většina objemu horniny je tvořena fosiliemi (bioklasty). Mezi bioklasty dominují červené řasy (Lithothamnion sp.). Pravděpodobně v důsledku (přírodní) eroze většina tmelu chybí, proto má bazální vrstva vzorku velmi vysokou porozitu. Místy se v pórech objevuje sekundární sádrovec, jehož zdrojem je pravděpodobně vrstva 1.

Fosilní organizmy: červené řasy (Lithothamnion sp.), mechovky (Bryozoa sp.) a dírkonoši (Foraminifera sp.).

Vrstva 1

Mocnost 0,3 – 6,25 mm

Porozita: vrstva je kompaktní, porozita je nízká

Objemový poměr plnivo : pojivo = 1 : 2

Pojivo: Pojivo je nehomogenní. Jedná se o směs sádry s minoritním přídavkem vzdušného vápna a hydraulického pojiva (dle fragmentů slínku se pravděpodobně jedná o portlandský cement, je však možné, že se jedná o románský cement pálený na relativně vysokou teplotu). V některých částech vrstvy je sádrovec rekrystalizovaný, tvoří krystaly o velikosti až 0,07 mm.

Plnivo: Opákní (neprůsvitné) ostrohranné klasty o velikosti do 0,06 mm. Dle morfologie by se mohlo jednat o zuhelnatělou rostlinnou hmotu. Distribuce plniva je nehomogenní.

Pigment: roztroušené částice vypálené železité hlínky. Funkci pigmentu má i opákní plnivo.

Vrstva 2

Mocnost: 0,1 – 0,5 mm

Porozita: vrstva je kompaktní, porozita je nízká

Pojivo: směs vzdušného vápna (přítomen je nedopal) a sádry

Plnivo: chybí

Vrstva 3

Mocnost: 0,1 – 0,5 mm

Objemový poměr plnivo : pojivo = 1 : 5

Porozita: vrstva je kompaktní, porozita je nízká

Pojivo: vzdušné vápno a organická látka, pravděpodobně klíh

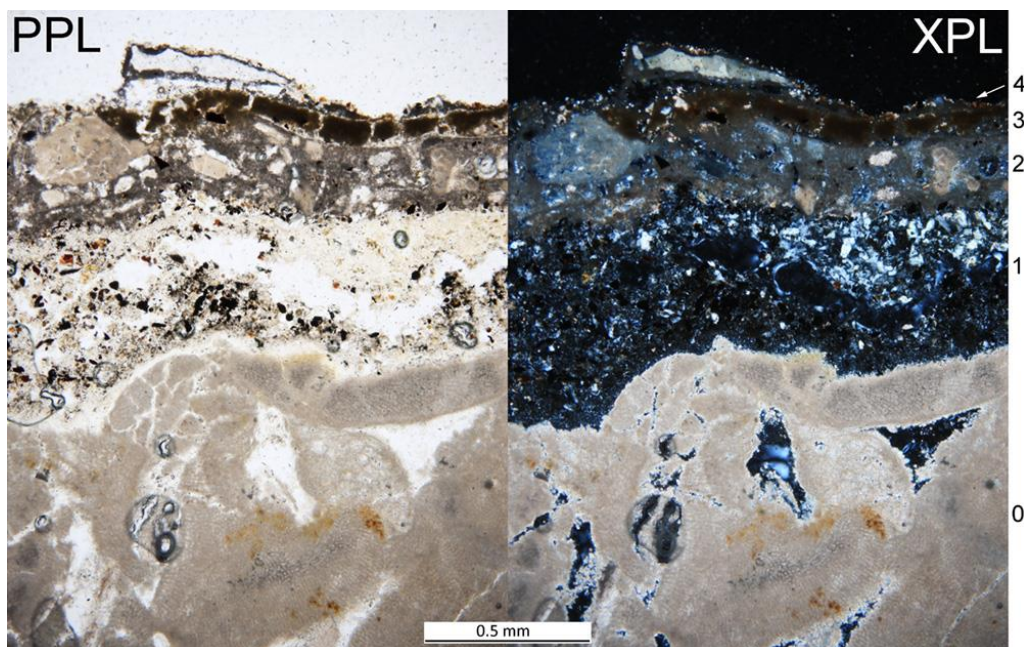
Plnivo: roztroušené ostrohranné klasty velmi jemnozrnné mramorové moučky o velikosti do 0,1

Vrstva 4 – povrchová vrstva

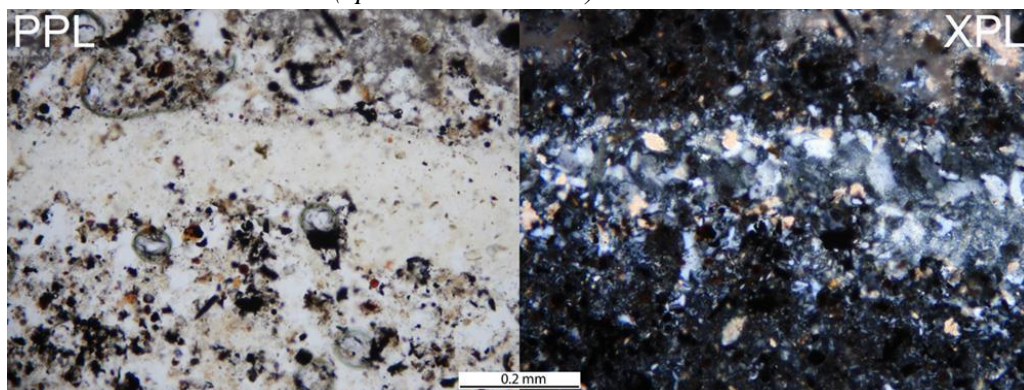
Mocnost: < 0,1 – 0,5 mm

Vrstvu lze označit jako vápenný nátěr s přidavkem organické látky, pravděpodobně klišu.

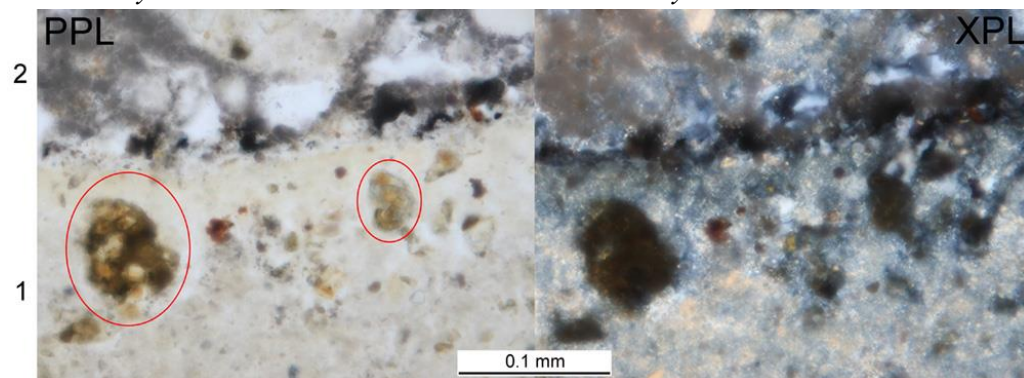
Mikrofotodokumentace vzorku je uvedena na obr. 8 – 10.



Obr. 8: LF5 – vrstevní sled (vpravo – čísla vrstev)



Obr. 9: LF5, vrstva 1 – oblast s rekrystalizovaným sádrovcem (ve střední části snímku), opákní („černé“) klasty a drobné rezavě hnědé částice železitě hlínky



Obr. 10: LF5 – rozhraní vrstev 1 a 2, fragmenty slínku ve vrstvě 1 (označeno elipsami)

I. Použitá literatura

ČSN EN 16455 (961519) - Ochrana kulturního dědictví - Stanovení obsahu vodorozpustných solí v přírodním kameni a v příbuzných historických materiálech. Česká technická norma.

ČSN P 73 0610 (730610) – Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva - Základní ustanovení.

Dunham, R.J. (1962): Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In: Ham, W.E., Ed., Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 108-121.