Petrografická analýza horniny a analýza malty

Zadavatel:

Pastiglia

společnost pro obnovu památek, s.r.o.

Bašty 2

602 00 Brno

Mgr. Martin Číhalík

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

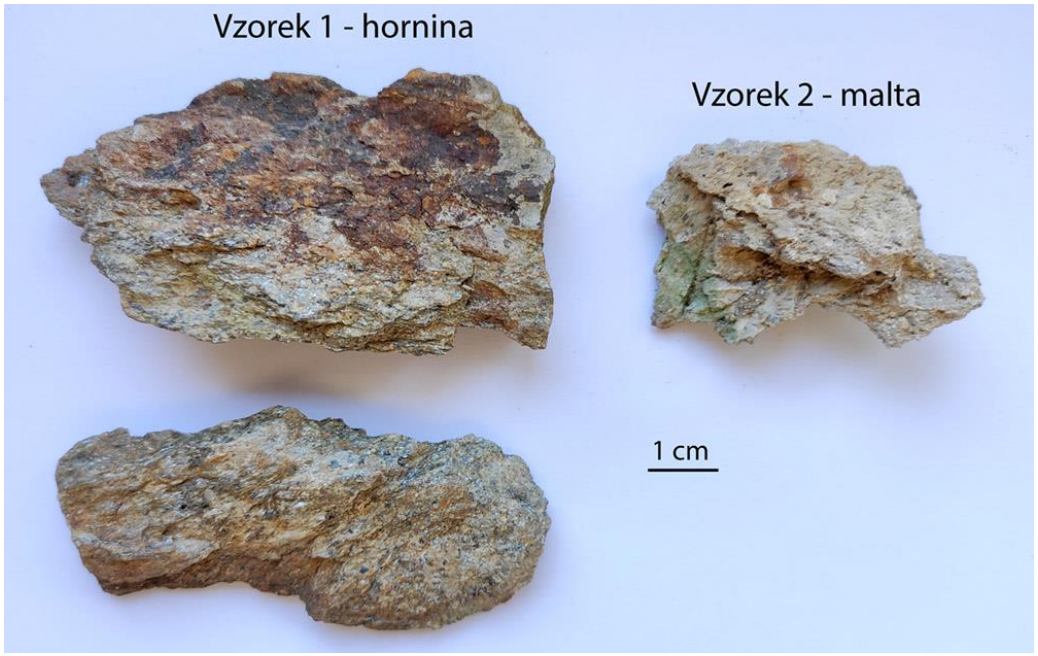
Brno 10. 8. 2021

I. Materiál

Analyzovány byly dva vzorky ze zdiva Pustého hradu Kácov označené:

- 1 – hornina
- 2 – malta

Fotodokumentace dodaných vzorků v surovém stavu je uvedena na obr. 1.



Obr. 1: Fotodokumentace dodaných vzorků

II. Metodika

Vzorek 2 byl impregnován zalitím do epoxidu ve vakuu. Z příčných průřezů obou vzorků 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, fotografie byly editovány v software Adobe Photoshop CS6.

Ze zbytku vzorku 2 byly odseparovány největších klasty plniva a vzorek byl následně rozdrcen pomocí achátové třecí misky. Takto upravený vzorek 2 byl za účelem upřesnění složení pojiva podroben práškové rtg-difrakční (XRD) analýze na aparatuře Panalytical X'Pert PRO MPD s Co-anodou a RTMS detektorem při konvenční Bragg-Brentano parafokusační Θ – Θ reflexní geometrii. Krok: 0,033 °2θ, čas na krok: 160 s, měřená úhlová oblast: 4-100 °2θ. Získaná data byla zpracována pomocí software Bruker Diffrac plus EVA 2 a Topas 4. Kvantitativní fázová analýza byla provedena Rietveldovou metodou.

III. Výsledky

Zkratky použité v obrázcích:

PPL = lineárně polarizované světlo, XPL = příčně polarizované světlo

Bt = biotit, Ms = muskovit, Pl = plagioklas, Qz = křemen, Sil = sillimanit, Zrn = zirkon

III.1 Vzorek 1 – hornina

Klasifikace horniny: pararula

Makroskopický vzhled: leukokrátní (světlá) hornina s výraznou přednostní orientací

Struktura: plošně paralelní, břidličnatá, středně zrnitá

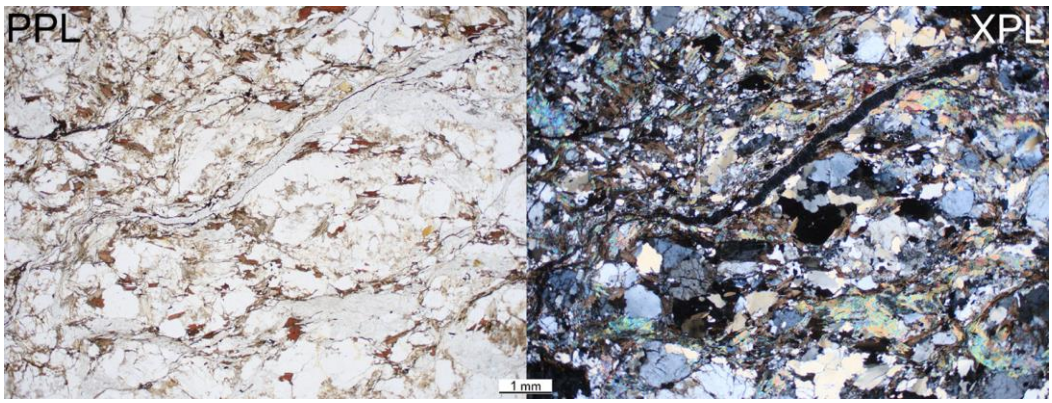
Mikrostruktura: lepidogranoblastická

Minerální složení: křemen, plagioklas, biotit, muskovit, alkalický živce, sillimanit, rudní minerály, karbonát, zirkon, apatit, sagenit

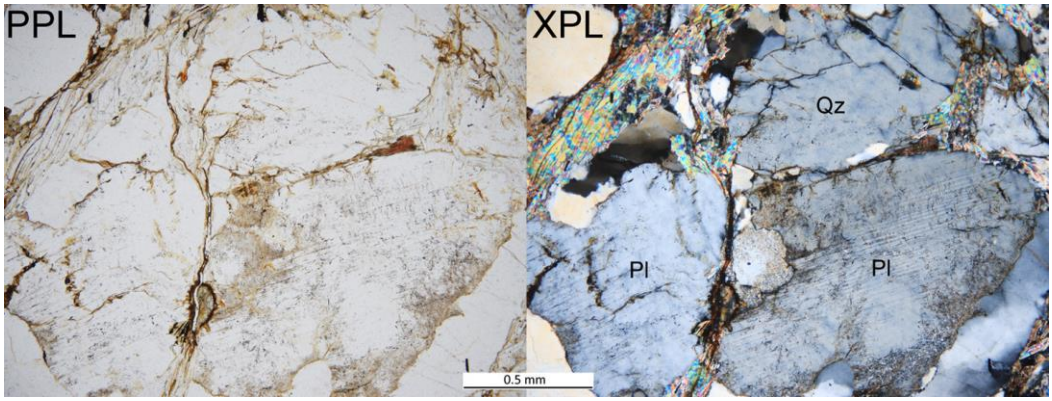
Podrobnější popis: Dominantními minerály horniny jsou křemen, plagioklas a slídy. Křemen a plagioklas místy tvoří porfyroblasty, jejichž velikost nepřesahuje 1,2 mm. Zrna plagioklasu jsou částečně alterována. Alteracemi jsou více postižena malá individua plagioklasu v základní tkáni horniny než porfyroblasty. Alkalický živec je zastoupen minoritně. V rámci slíd převažuje biotit nad muskovitem. Velikost lupínků slíd nepřesahuje 0,9 mm. Slídy jsou místy koncentrovány do oddělených poloh. V těchto polohách se vyskytují i karbonáty. Rudní minerály jsou přítomny v podobě drobných zrn, ale i sekundárního hematitu, který místy lemuje zrna minerálů a tvoří povlaky na plochách foliace horniny. Hematit částečně podlehl alteraci na oxyhydroxidy železa. Sillimanit je přítomen relativně vzácně. Zirkon a apatit představují akcesorické minerály. Individua zirkonu uzavřená v biotitu jsou lemována pleochroickými dvůrky. V některých individuích křemene je uzavřen sagenit (jehlicovitá forma rutilu).

Hornina je tektonicky postižena, zvrásněná.

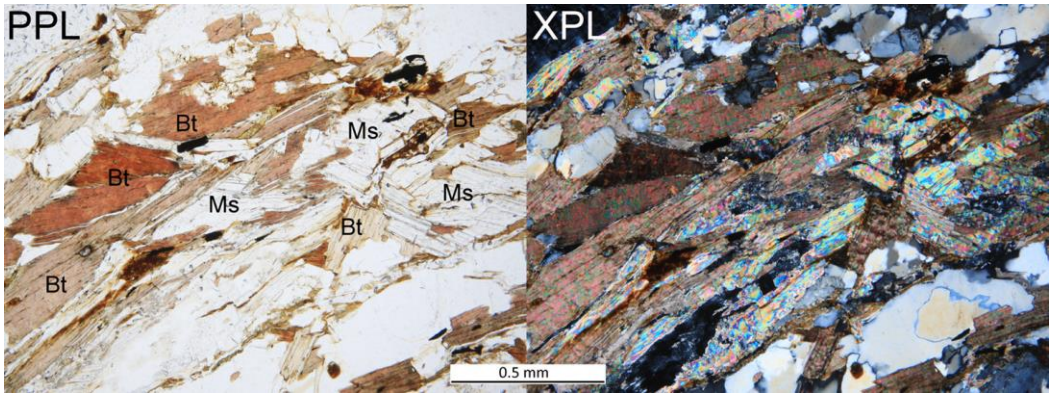
Mikrofotodokumentace výbrusového preparátu vzorku je uvedena na obr. 2-6.



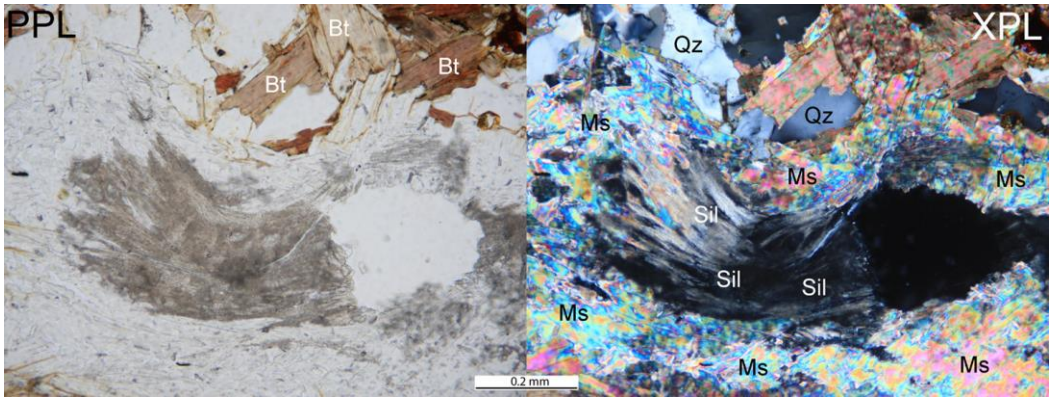
Obr. 2: Vzorek 1 – hornina – mikrostruktura s patrným zvrásněním



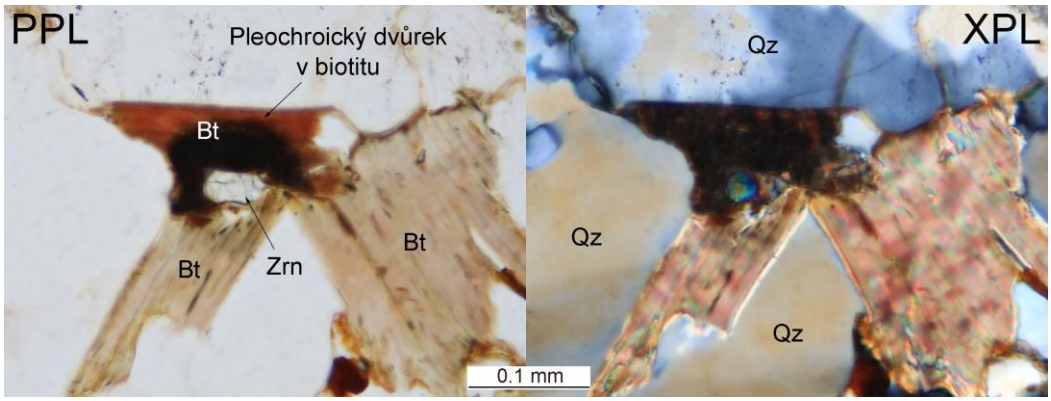
Obr. 3: Vzorek 1 – hornina – porfyroblasty plagioklasu a křemene



Obr. 4: Vzorek 1 – hornina – poloha tvořená slídovými minerály (biotitem a muskovitem)



Obr. 5: Vzorek 1 – hornina – silimanit, slídy (muskovit, biotit) a křemen



Obr. 6: Vzorek 1 – hornina – zirkon uzavřený v biotitu obklopený pleochroickým dvůrkem (tmavá část lupínku biotitu)

III.2 Vzorek 2 – malta

Porozita: 16-20 obj. %, póry dosahují velikosti až 4 mm.

Objemový poměr plnivo : pojivo = 3 : 2

Pojivo: Vzdušné vápno, pravděpodobně dolomitické (pomocí XRD byl identifikován dolomit, lze předpokládat, že se jedná o součást nedopalu). Surovinou pro výpal byl (dolomitický) mramor bez významného podílu silikátových fází. Nedopal obsahuje mramor v různém stupni teplotního postižení. Pojivo je silně heterogenní, místy podléhá rekrystalizaci. Stěny pórů jsou lemovány krystaly sekundárního karbonátu (produkt rekrystalizace).

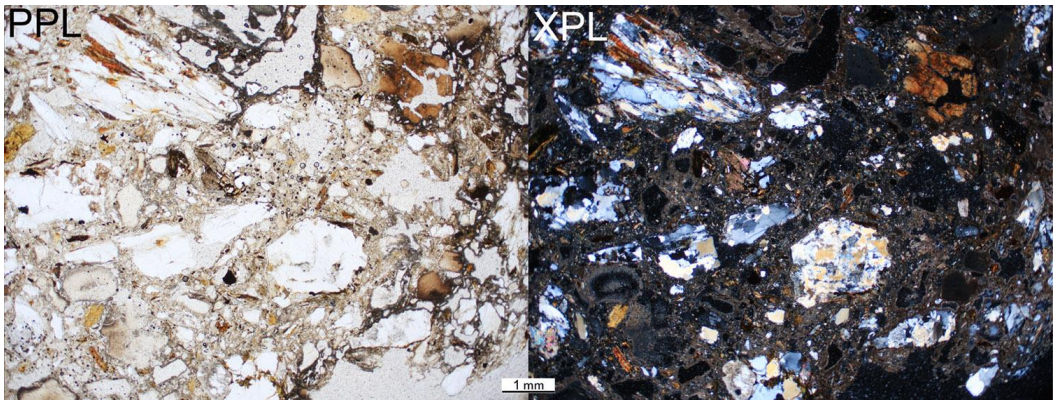
Plnivo: Kopaný písek. Pomocí XRD byl v plnivu stanoven relativně vysoký obsah jílových minerálů, který je pro kopaný písek typický.

Typický tvar klastů: angulární s nízkou sféricitou.

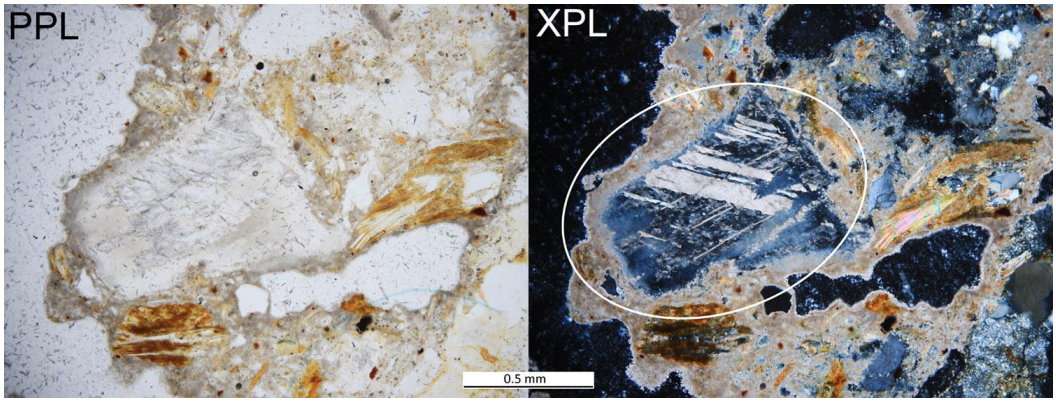
Velikost klastů: Plnivo je velikostně špatně vytříděné. Velikost klastů se pohybuje v rozmezí 0,05 – 5,2 mm. Největší klasty jsou tvořeny pararulou.

Petrografické složení plniva: Klasty minerálů: majoritní – křemen, plagioklas, biotit, muskovit, minoritní: draselný živec, amfibol, rudní minerály. Klasty hornin: majoritní – (para)rula se sillimanitem, slídová břidlice (může se jednat o polohy ruly bohaté slídami), minoritní – pískovec, silicit. Ostatní klasty – jeden klast plniva byl identifkován jako (pravděpodobně) fragment sklářské pánve. Zřejmě se jedná o náhodně přítomný „odpad“.

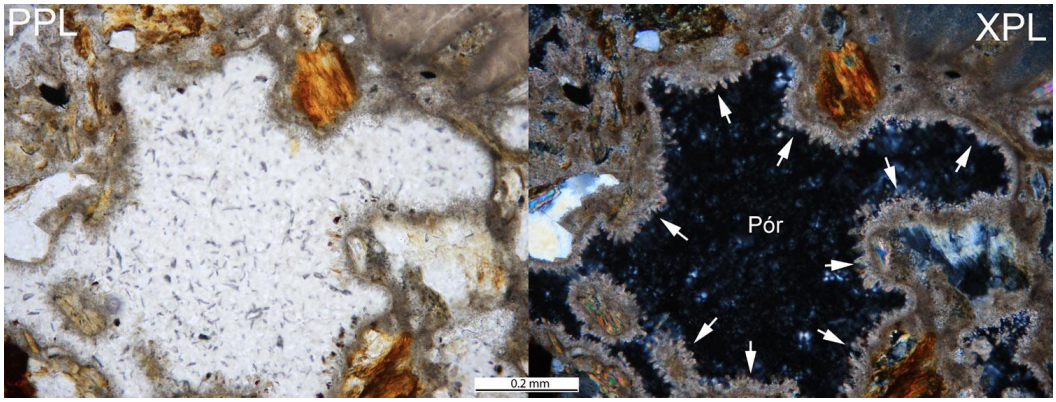
Fotodokumentace výbrusového preparátu vzorku je uvedena na obr. 7-12, difraktogram na obr. 13.



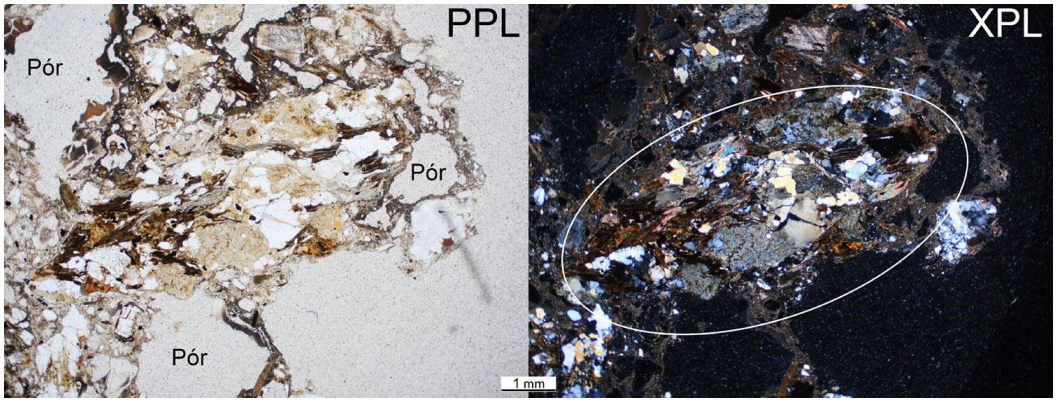
Obr. 7: Vzorek 2 – malta – mikrostruktura



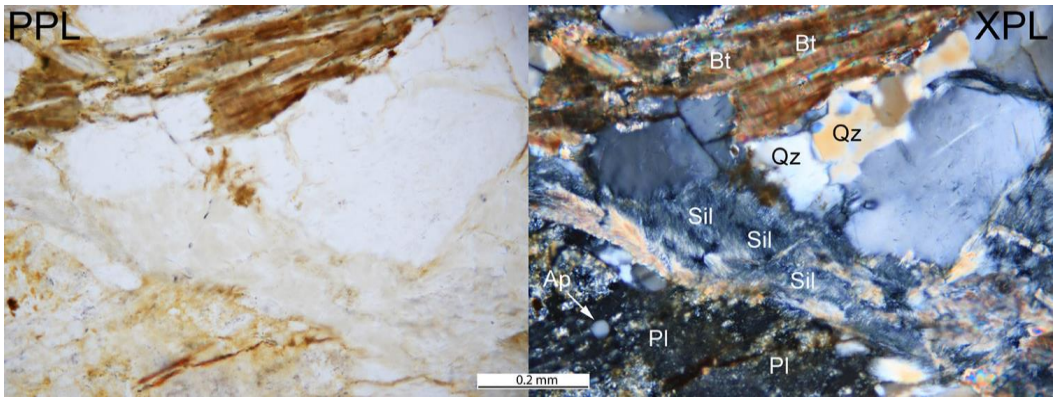
Obr. 8: Vzorek 2 – malta – nedopal se strukturními rysy mramoru (ozn. elipsou)



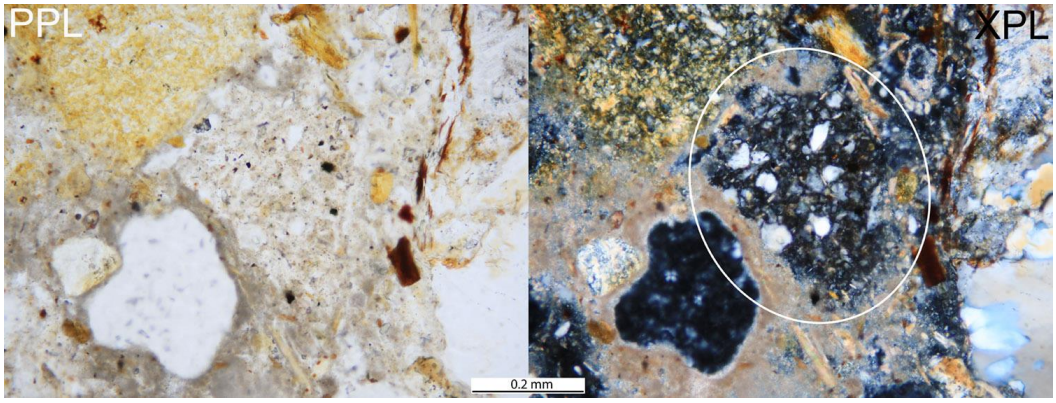
Obr. 9: Vzorek 2 – malta – krystaly sekundárního karbonátu na stěnách pórů (ozn. šipkami) jako výsledek rekrystalizace pojiva



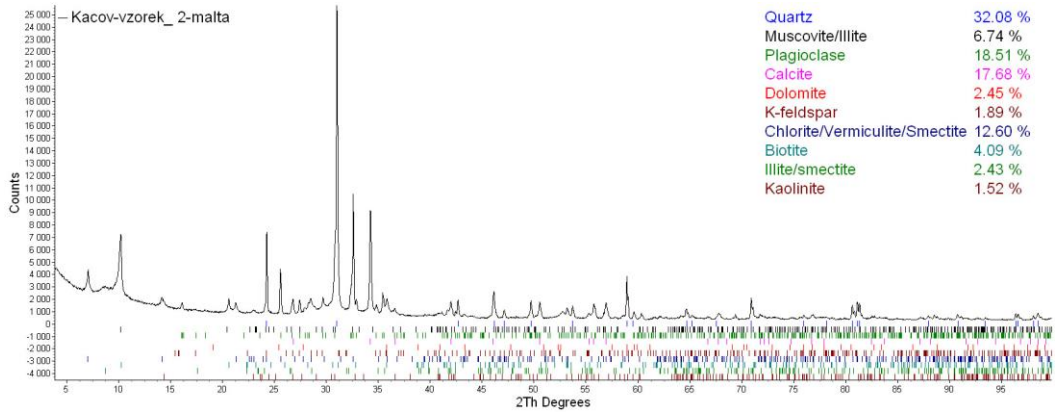
Obr. 10: Vzorek 2 – malta – klast ruly se sillimanitem (součást plniva, označeno elipsou) a silně porézní mikrostruktura



Obr. 11: Vzorek 2 – malta – detail sillimanitu v rule na obr. 10



Obr. 12: Vzorek 2 – malta – pravděpodobně fragment materiálu sklářské pánve (součást plniva, označeno elipsou)



Obr. 13: Difraktogram vzorku 2 – malta po odseparování největších klastů plniva s výsledky orientační kvantitativní fázové analýzy. Pro identifikaci charakteru pojiva je významná přítomnost dolomitu.