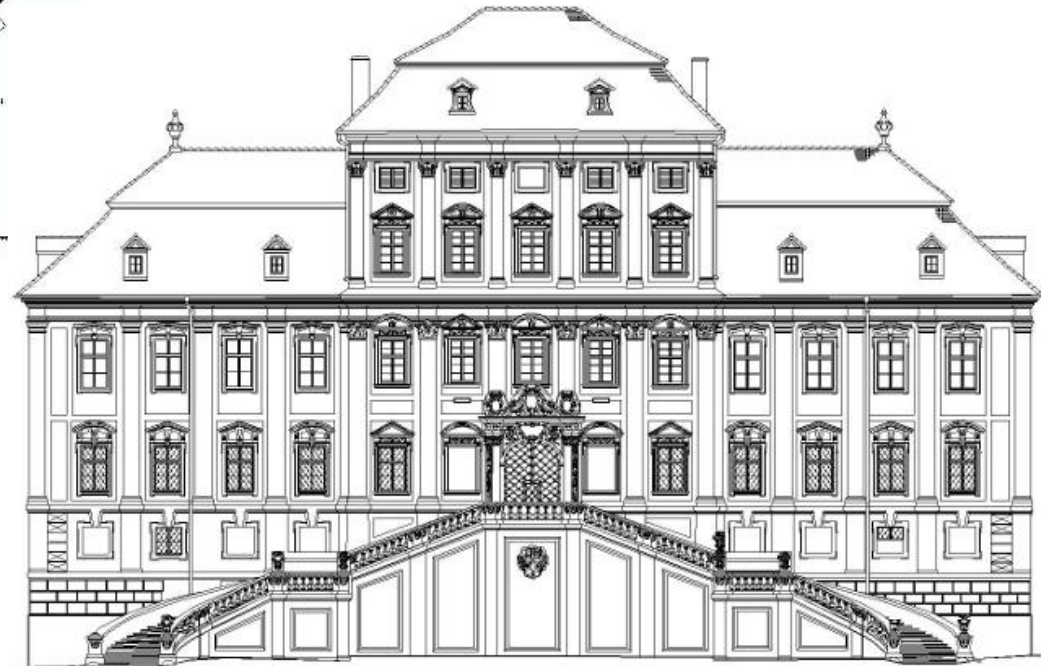
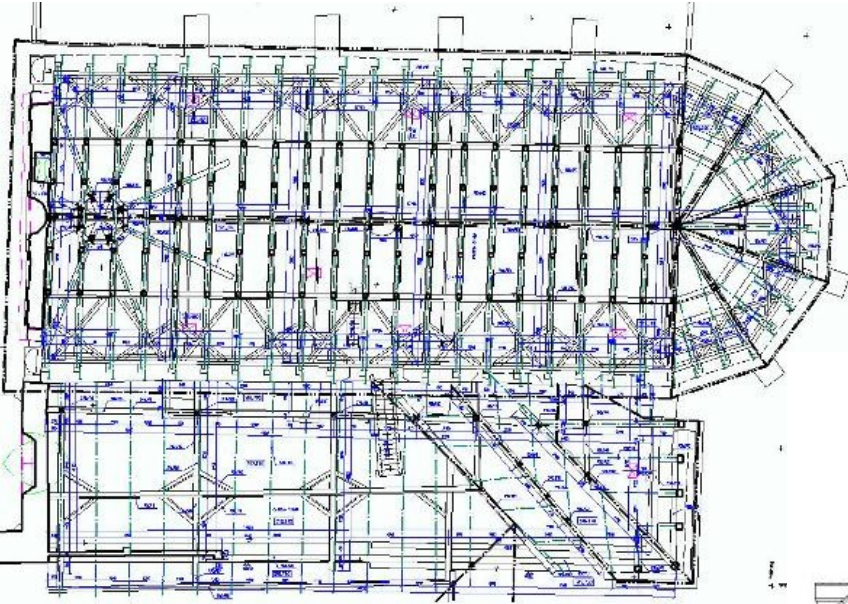


# Průzkum a posouzení stavu staveb

- zaměření stávajícího stavu, při opravách exteriérů – zaměření fasád



# Průzkum a posouzení stavu staveb

- **Technický stav stavby** – uspořádání stavby, stabilita střech (krovy), zdiva a konstrukcí (statický průzkum), vlhkost stavby – vzlínání, kondenzace, poruchy sítí, svody vody  
– zjištění příčin poruch a degradace materiálů
- **Technický stav okolí stavby** – charakteristika okolí, dopravy, činnosti v okolí stavby,
- **Stavebně historický průzkum** – plánová dokumentace, dobová zobrazení, fotodokumentace

# Průzkum zdiva a omítek

- přímá prohlídka stavby – technický stav zdiva a omítek, rozsah poškození, zaznamenání do plánu, stav výzdoby, nátěry  
– pevnostní parametry omítek, soudržnost, zasolení, zavlhčení, biologické napadení, nevhodné novodobé zásahy
- stratigrafie povrchových úprav omítek – umělecká výzdoba, štuky, sgrafita, nástěnné malby
- fotodokumentace – celkové záběry (souvislosti), detaily, výzdoba, poruchy, místa odběrů vzorků
- **materiálový průzkum** – typ pojiva, typ plniva, příměsí, typ omítky, zpracování povrchu, vlastnosti zdiva – vztah omítky a zdiva,

# Metody analýzy stavebních materiálů (omítky, zdivo)

1. fáze: **vizuální posouzení** stavebního materiálu – na objektu, subjektivní, zjišťuje se – barva, míra poškození, počet vrstev, salinita, vlhkost, porozita
2. fáze: **objektivní posouzení** pomocí fyzikálně-chemických metod, cílem je popis současného stavu (vlhkost, obsah solí, nasákavost, porozita) a složení malty (poměr mísení, druh pojiva, druh kameniva, granulometrie, přísady atd.)

## Důležitá je **metodika odběru vzorků**

- proč se vzorek odebírá
- cílený odběr – výběr místa charakterizující vlastnost, kterou chceme zkoumat
- dostatečné množství vzorku (100 g, problém na historicky cenných stavbách)
- reprezentativní odběr vzorku (typický představitel materiálu)
- archivace zbylého množství vzorku
- fotodokumentace místa odběru vzorku + označení v půdorysu (výška odběru)

# Vzor protokolu o odběru vzorku omítky

Objekt		Typ			
		Adresa objektu			
Zadavatel analýzy		Jméno, instiuce, adresa			
Označení vzorku		Číslo vzorku			
Vzorek odebral		Jméno, instituce, adresa			
Místo odběru	Popis místa odběru				
	Výška místa odběru				
	Poznámky				
Popis vzorku	Omítka	Zdící malta	Spárovací malta	Restaurátorský tmel	
	Kus	Drť	Barva	Hmotnost	
	Výkvěty	Vlhkost	Zjevná porozita	Poškození	
Cíl odběru					

# Stanovení vlhkosti

- nejpresnější – gravimetrické stanovení (rozdíl hmotností vlhkého a vysušeného vzorku)
  - přístrojové – méně přesné – ovlivněno obsahem solí – měření odporu, vodivosti
  - **stanovení nasákavosti** – kusový soudržný materiál (stanoví se množství vody absorbované vysušeným materiálem za 24 h)
- In situ – stanovení pomocí Karstenových trubic



Testovací trubice pro vodorovné povrchy.



Testovací trubice pro svislé povrchy.

# Průzkum malt

- **rozklad vzorku v kyselině** – stanovení poměru mísení (pouze pro křemenné kamenivo, živce, jíly; vápenec, dolomit – rozklad)
- **granulometrická analýza** – síťový rozbor, laserová difrakce – hmotnostní zastoupení zrn kameniva dle jejich velikosti
- **chemická analýza** – převod vzorku do roztoku (rozklad HCl), kvantitativní stanovení prvků ( $\text{SiO}_2$ , CaO, MgO,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ...); rentgenová fluorescenční analýza (XRF)
- **termická analýza (TG)** – hmotnostní úbytky při zahřívání – obsah vody, typ pojiva, obsah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , CSH,  $\text{CaSO}_4$ , ztráta žíháním...
- **rentgenová difrakční analýza (XRD)** – mineralogické složení, obsah skelné fáze
- **rtuťová porozimetrie** – porozita, distribuce pórů
- **mikroskopie elektronová (SEM) a optická** – mineralogické složení, mikrostruktura

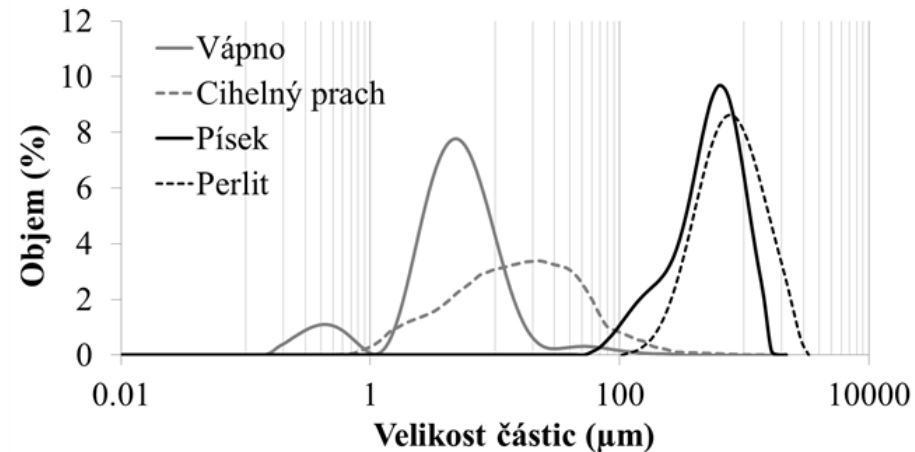
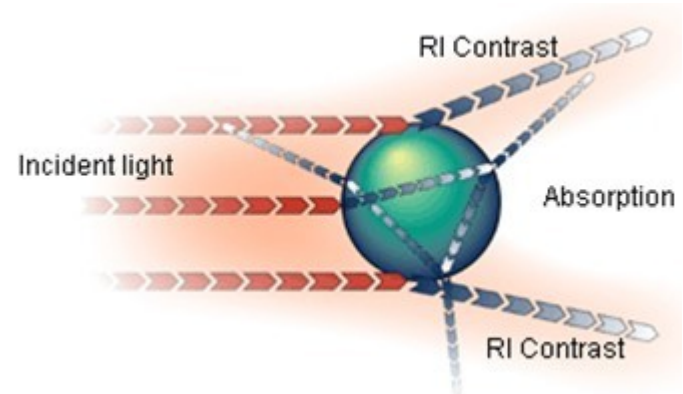
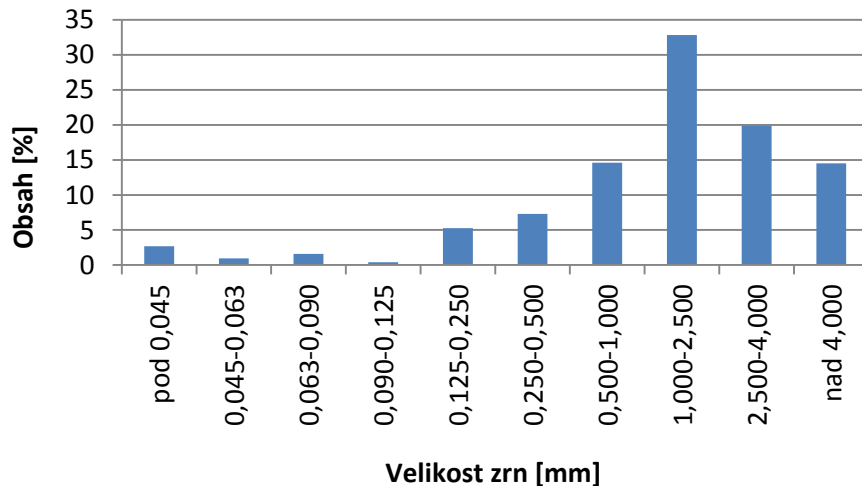
# Granulometrická analýza

Sítový rozbor

Laserová difrakce

Granulometrie kameniva v maltě z hradu Cimburk

Velikost zrn [mm]	Obsah [%]
pod 0,045	2,69
0,045-0,063	0,94
0,063-0,090	1,59
0,090-0,125	0,39
0,125-0,250	5,26
0,250-0,500	7,29
0,500-1,000	14,60
1,000-2,500	32,83
2,500-4,000	19,90
nad 4,000	14,51



výpočet –  $D_{10}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{90}$



# Chemická analýza (XRF)

- umožňuje prvkovou analýzu pevných látek
- lze stanovit prvky od beryllia (4) po uran (92)
- příprava vzorku: rozemletí na analytickou jemnost
- typy vzorků

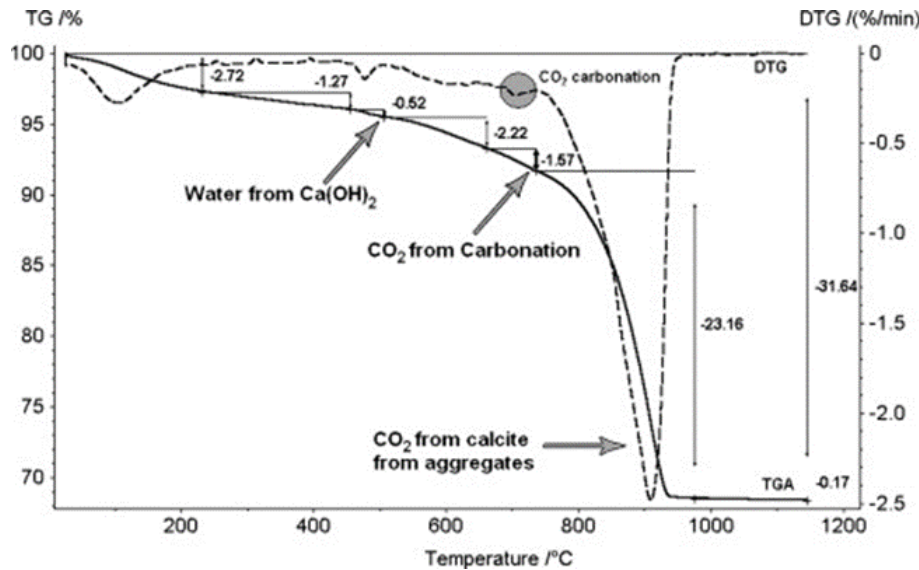


- tavené perly (referenční metoda)  
tavení s  $\text{LiBH}_4$  nebo  $\text{LiBO}_2$   
v poměru 1 : 15
- lisované tablety (alternativní metoda)  
lisování s mikrokrystalickou celulóząou  
v poměru 5 : 1

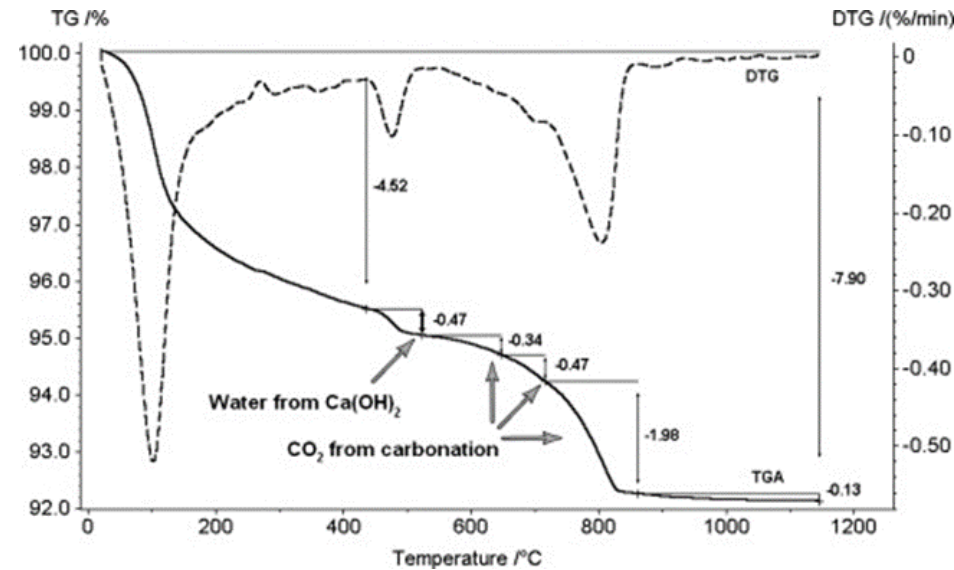


- kvalitativní analýza
- kvantitativní analýza – nutnost kalibrace (komparativní stanovení)

# Termická analýza



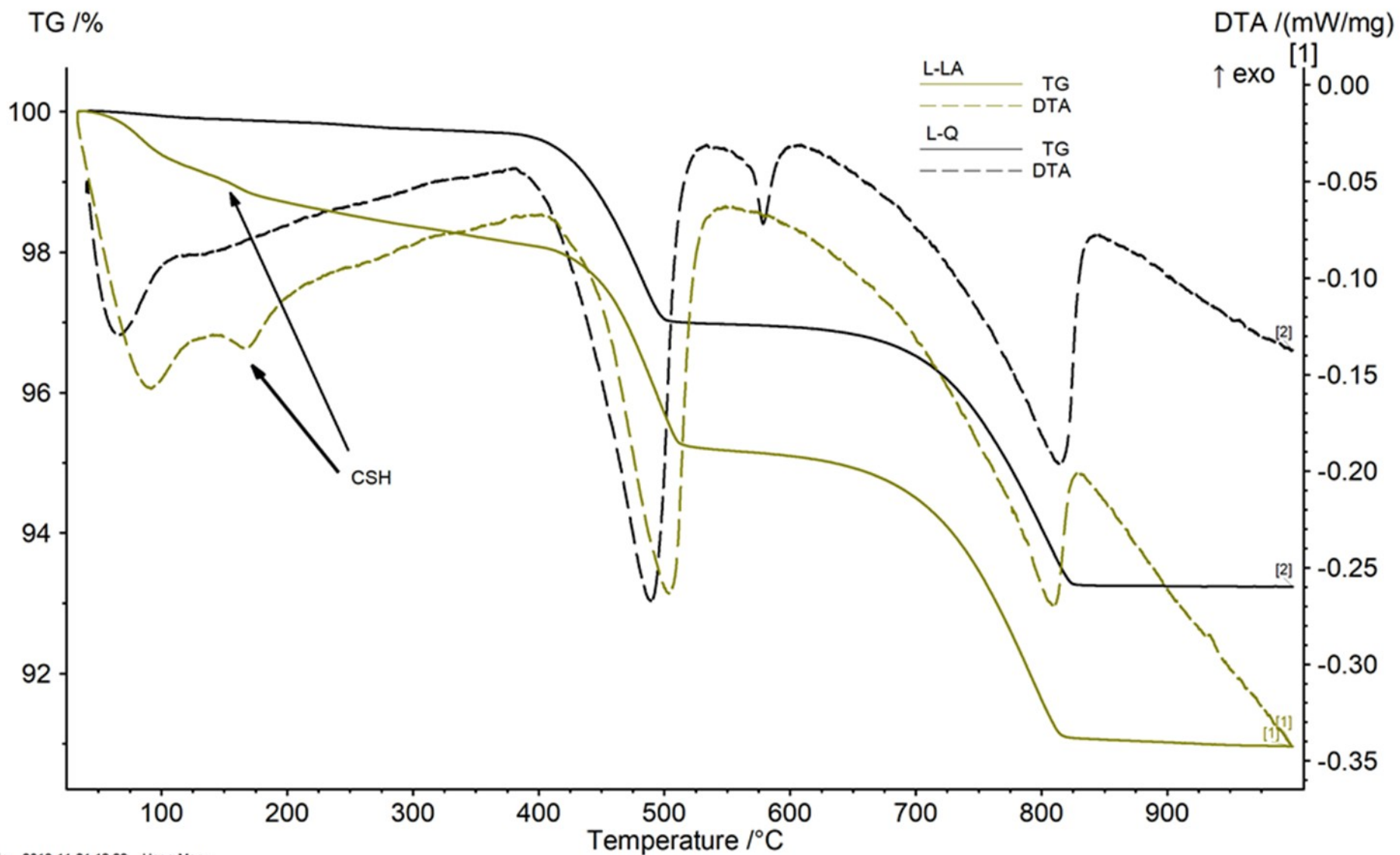
beton s vápencovým kamenivem



omítka s křemenným kamenivem

Rozlišení kameniva, obsah vody, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>, CSH, celková ztráta žháním, organické látky,

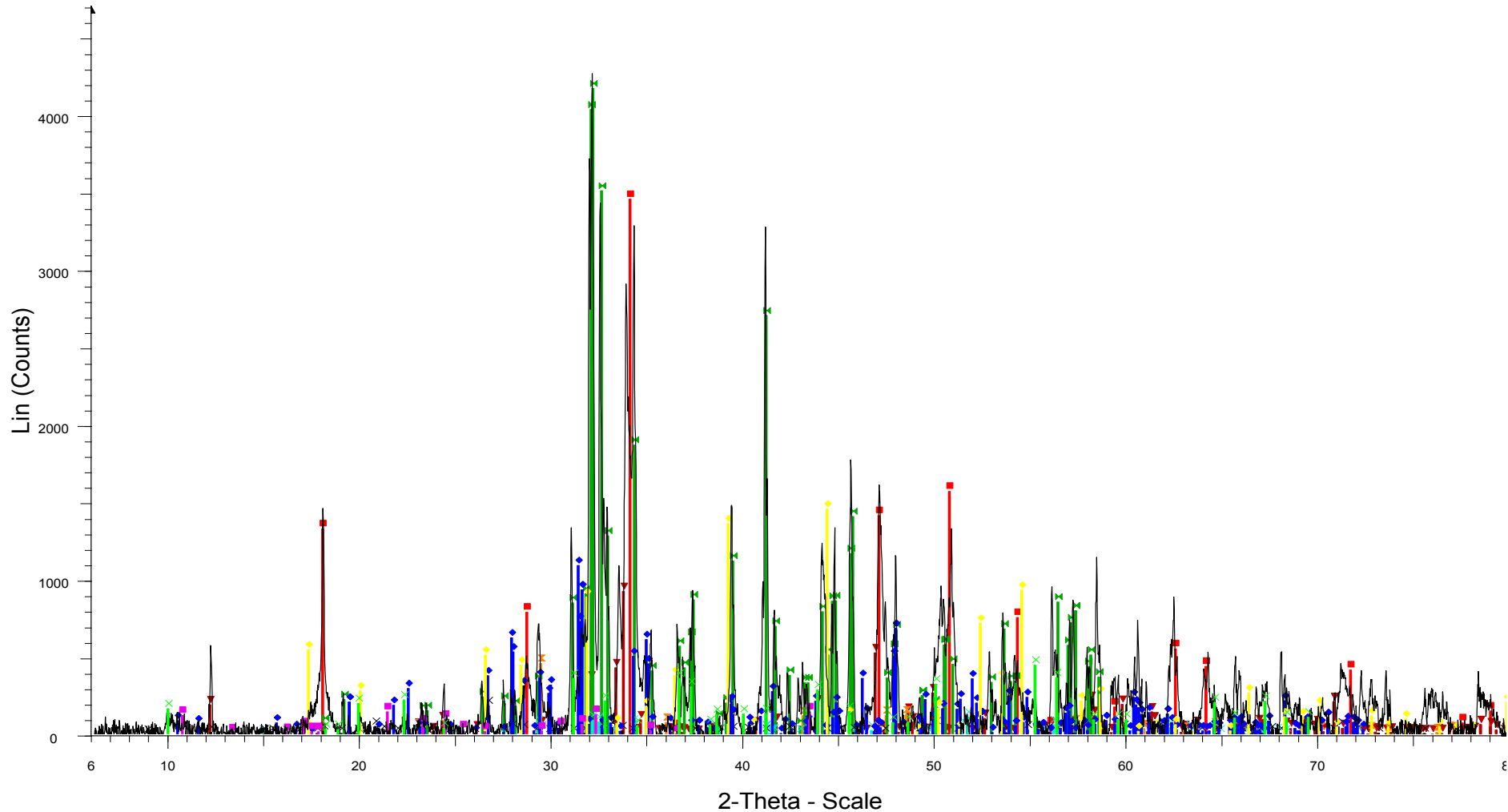
# Termická analýza



# Rentgenová difrakční analýza

- identifikace přítomnosti krystalických látek (mineralogie), kvalitativní i kvantitativní, amorfní látky neposkytují signál,
- Umístění signálů v difraktogramu nutno srovnat s databází minerálů.
- Ve většině případů charakterizace omítek lze tuto metodu vypustit.
- V běžných maltách lze identifikovat kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ), křemen ( $\text{SiO}_2$ ), živce a jíly, v některých omítkách se vyskytuje sádrovec, a také hydromagnezit a brucit jako produkty karbonatace dolomitického vápna (v tomto případě je tato metoda vhodná až nezbytná).
- vhodná na analýzu kameniva (původ kameniva na základě obsahu doprovodných minerálů)

# Rentgenová difrakční analýza

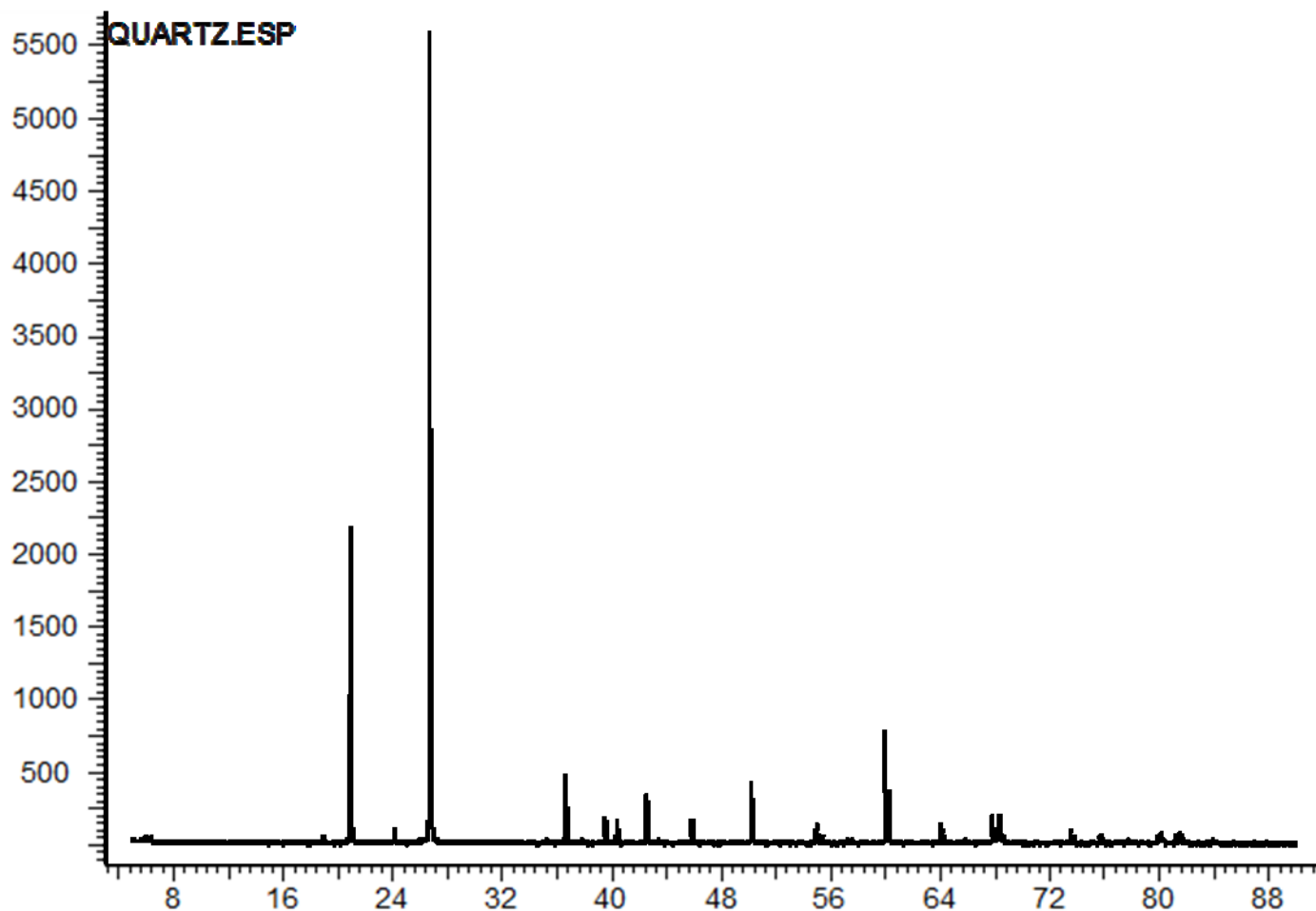


PR-AR 1200 - File: PR-AR 1200.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 6.000 ° - End: 79.99  
Operations: Background 1.000,1.000 | Import

- Portlandite, syn -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  - Hexagonal - 00-044-1481 (\*) - Y: 26.28 % - d x by: 1. - WL
- Brownmillerite, Fe-rich - synthetic -  $\text{Fe}_{1.33}\text{Al}_{0.67}\text{Ca}_2\text{O}_5$  - Orthorhombic - 01-089-2827 (
- Calcite, syn -  $\text{CaCO}_3$  - Rhombo.H.axes - 00-005-0586 (\*) - Y: 3.48 % - d x by: 1. - WL:
- Larnite, syn -  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  - Monoclinic - 00-033-0302 (\*) - Y: 31.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5
- Calcium Silicate -  $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$  - Monoclinic - 00-049-0442 (\*) - Y: 0.85 % - d x by: 1. - WL:

- Gismondine -  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - Monoclinic - 00-020-0452 (I) - Y: 1.41 % - d x by: 1. -
- Silicocarnotite -  $\text{Ca}_5(\text{SiO}_4)_2\text{SO}_4$  - Orthorhombic - 01-070-1847 (C) - Y: 8.29 % - d x by:
- Katoite, syn -  $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$  - Cubic - 00-024-0217 (\*) - Y: 11.07 % - d x by: 1. - WL: 1.
- Calcium Aluminum Silicate Hydrate -  $\text{CaAl}_2\text{Si}_7\text{O}_{18} \cdot 1.7\text{H}_2\text{O}$  - Orthorhombic - 00-021-01
- Calcium Aluminum Oxide Sulfate Hydrate -  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 13\text{H}_2\text{O} / 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}$

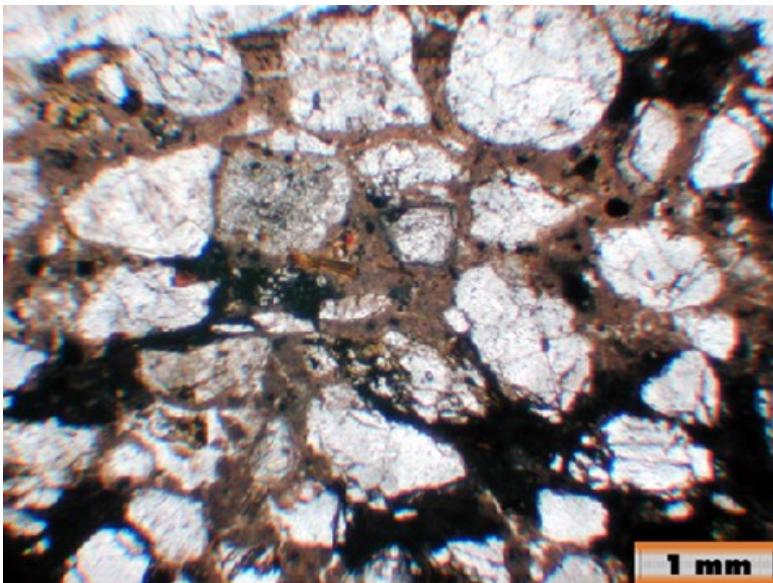
# Rentgenová difrakční analýza



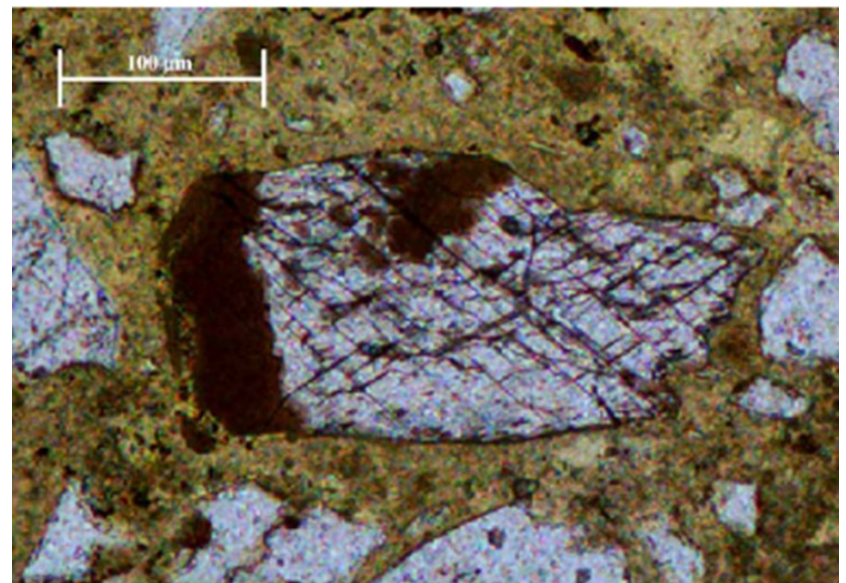
# Mikroskopie optická

- optická mikroskopie – petrografická identifikace složek malt
- Při větších vzorcích a vyšší četnosti vzorků lze využít pro semikvantitativní složení malt.

Celkový pohled na mikrostrukturu malty – zvětšeno 3,2krát

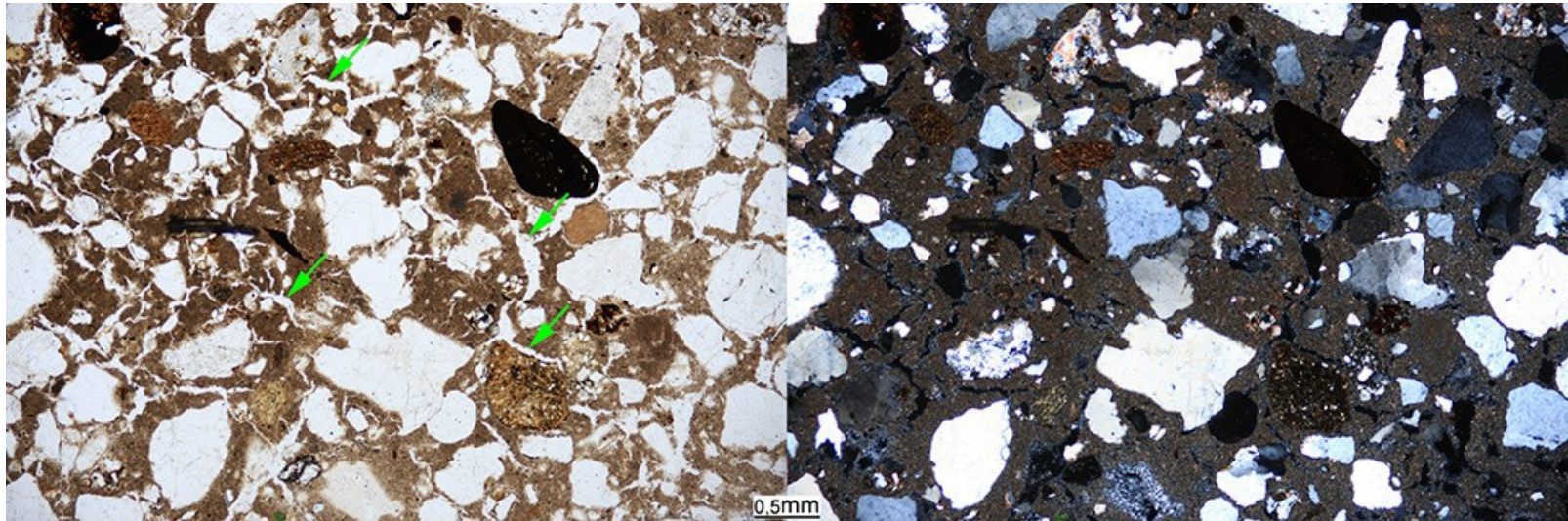


Zrno křemene a fragmenty zrn částečně vypáleného vápence

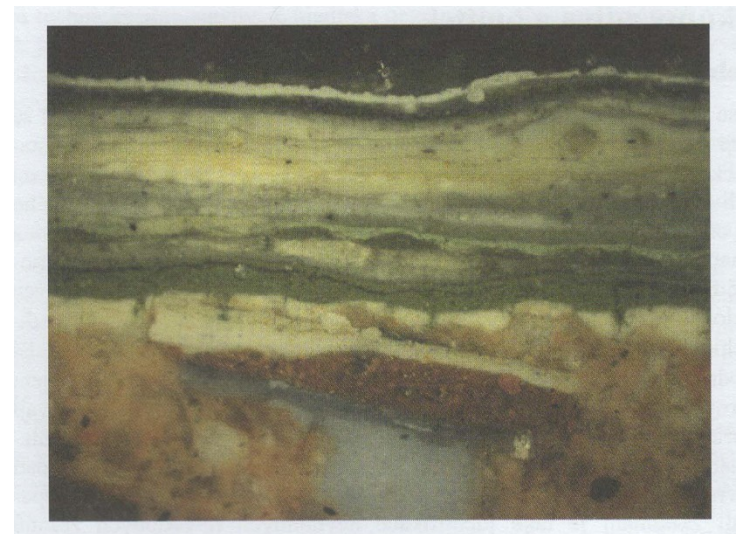
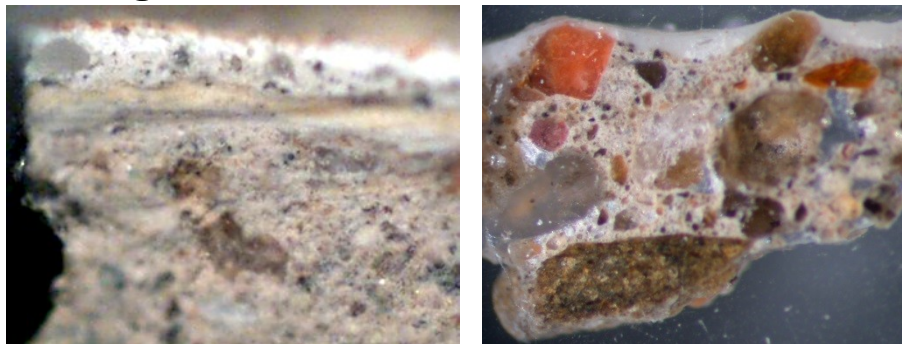


# Mikroskopie optická

## Mikrostruktura omítky

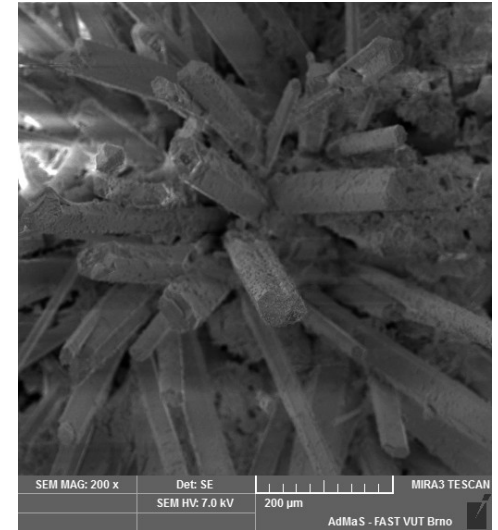
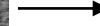
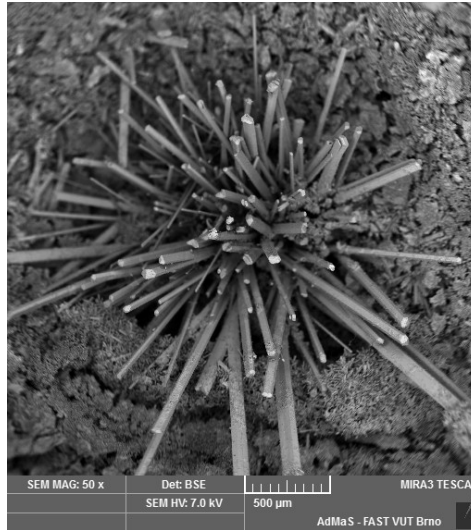


## Stratigrafie: nátěr – omítka

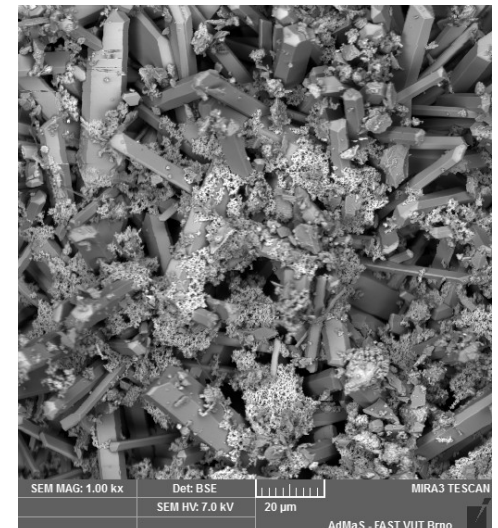
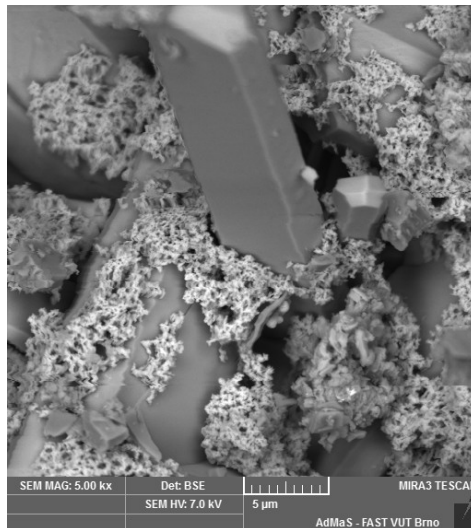




# Od optické mikroskopie k elektronové mikroskopii

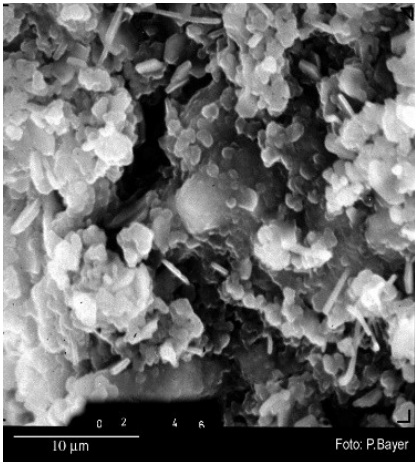
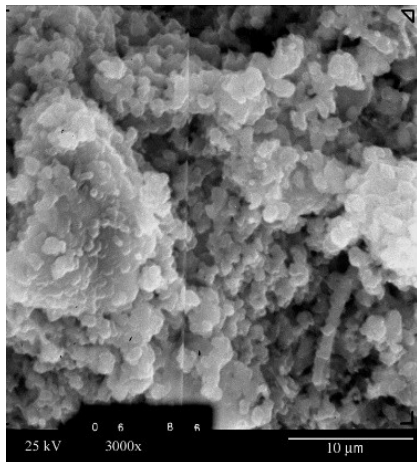
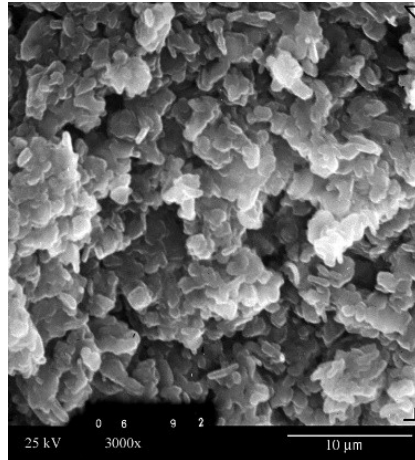
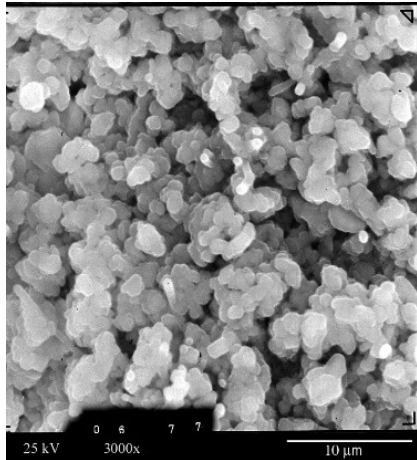


Krystaly sádrovce pokryté amorfním  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  při síranové korozi cementové omítky

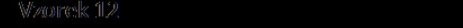
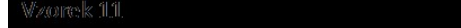
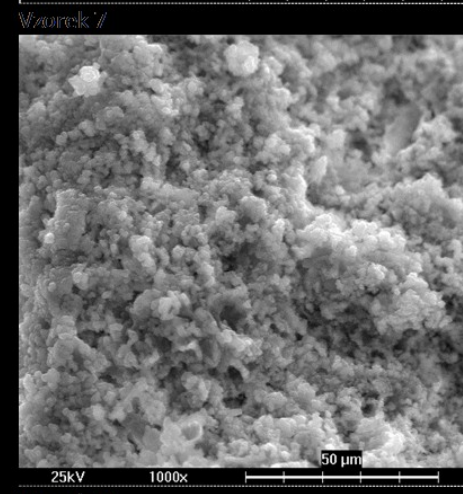
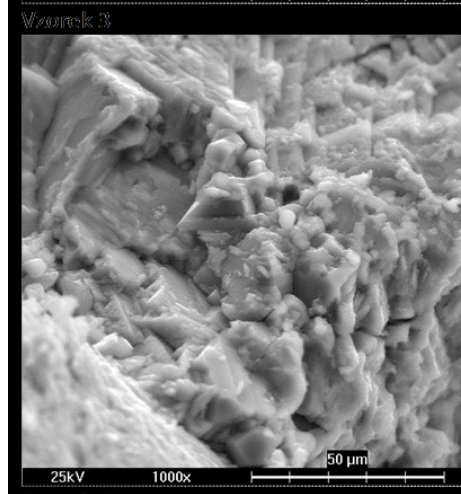
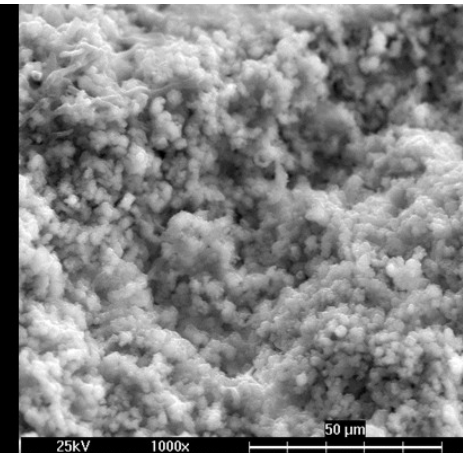
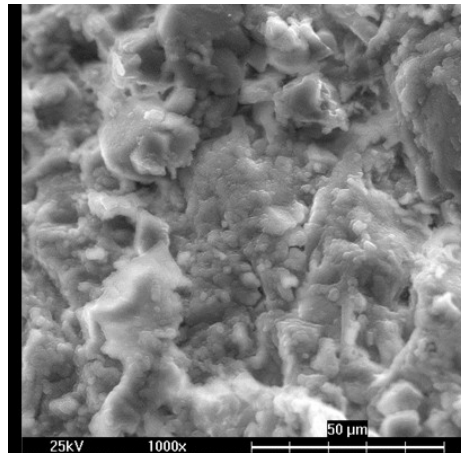


# Elektronová mikroskopie

Vápenná malta s metakaolinem,  
dřevním popelem, cihelným  
prachem

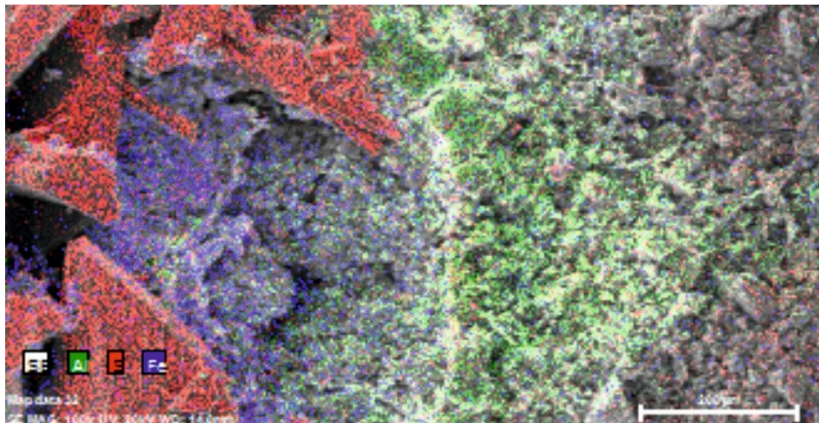


Vápenná malta – dolomitické  
vápno

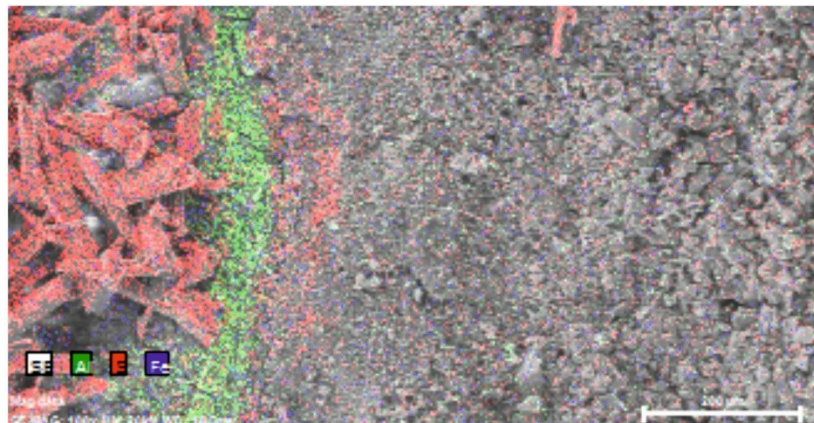


# Elektronová mikroskopie + EDX sonda

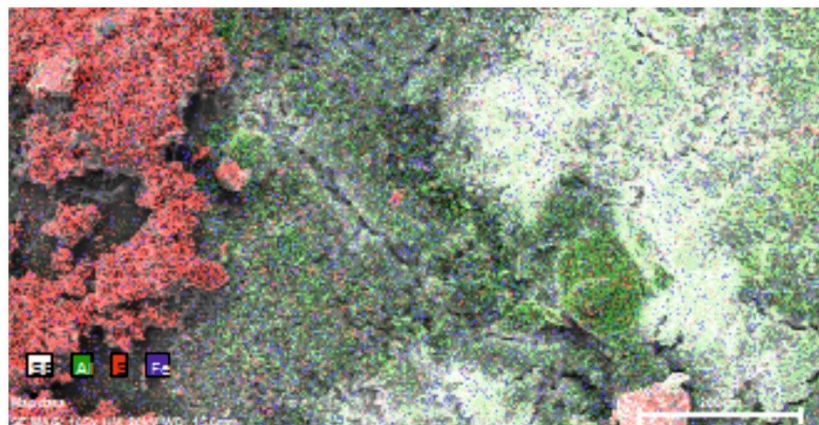
Distribuce prvků



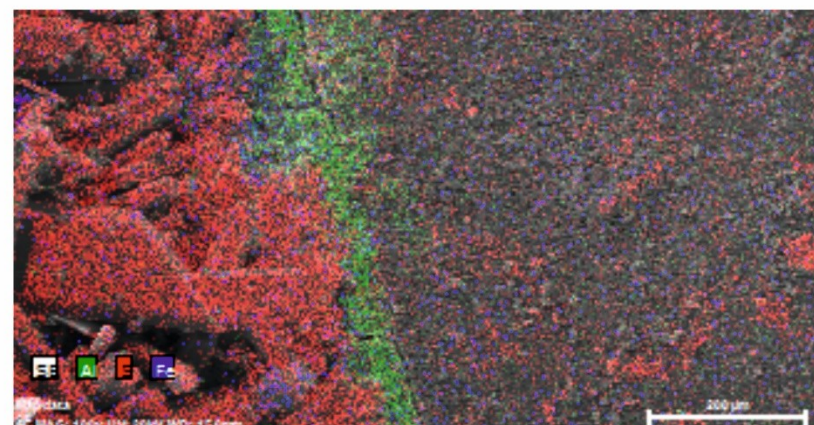
FA



SRS



MK



GL

# Elektronová mikroskopie + EDX sonda

