

Specializovaná databáze pigmentů a barviv



Radka Šefců, Kateřina Hricková,
Martina Kmoníčková, Václava Antušková

Národní galerie v Praze, 2017



Obsah

| | |
|---|----|
| I. Úvod | 3 |
| 2. Použité metody | 4 |
| 2.1 Optická mikroskopie (OM) | 4 |
| 2.2 Skenovací elektronová mikroskopie s energiově disperzním spektrometrem (SEM-EDS) | 5 |
| 2.3 Rentgenfluorescenční analýza (XRF) | 6 |
| 2.4 Mikro-Ramanova spektroskopie (MRS) | 8 |
| 3. Seznam pigmentů | 10 |
| 3.1 Pigmenty bílé | 11 |
| 3.2 Pigmenty žluté | 18 |
| 3.3 Pigmenty červené | 28 |
| 3.4 Pigmenty fialové | 39 |
| 3.5 Pigmenty modré | 42 |
| 3.6 Pigmenty zelené | 48 |
| 3.7 Pigmenty hnědé | 57 |
| 3.8 Pigmenty černé | 59 |
| 4. Tabulky | 73 |
| 4.1 Tabulka XRF a EDS Charakteristické prvkové složení standardů | 74 |
| 4.2 Tabulka MRS Charakteristické absorpční pásy Ramanových spekter | 78 |
| 5. Výběr literatury | 84 |
| Poděkování | 86 |

I.

Úvod

Specializovaná databáze pigmentů a barviv užívaných v umění 14.–16. století vznikla jako referenční materiál pro vědce zabývající se identifikací výtvarných materiálů. Jejich přesné určení umožňuje lépe pochopit dobové technologické postupy, historický vývoj jejich použití, ale i specifika jednotlivých regionů a dílenských okruhů. Exaktní určení materiálů může rovněž napomoci vyřešit otázky související s autenticitou výtvarných děl, konzervačními zásahy a procesy degradace barevných vrstev malby a polychromie.

Databáze zahrnuje soubor informací, který umožní lépe a přesněji identifikovat pigmenty a barviva. Je nepostradatelným zdrojem při průzkumu výtvarných materiálů nejen pro přírodovědce, analytické chemiky, ale i konzervátory, restaurátory a další odborné pracovníky zabývající se jejich identifikací a užitím v uměleckých dílech.

Databáze obsahuje údaje o 62 pigmentech a barvivech, které jsou charakteristické pro užití v malbě a polychromii 14.–16. století na výtvarných dílech bohemikální provenience. Pro vznik databáze byly užity standardy práškových pigmentů a barviv, v případě mědnatého rezinátu se jednalo o tekuté barvivo. Většina pigmentů a barviv byla dodaná firmou Kremer Pigmente GmbH & Co. KG. Tyto materiály mají přesně definované chemické složení. Minerální vzorky fluoritu byly zapůjčeny z mineralogické sbírky VŠCHT Praha a ze sbírky referenčních materiálů chemicko-technologické laboratoře NG v Praze.

Standardy pigmentů a barviv byly dokumentovány mikroskopickými a instrumentálními metodami. Databáze zahrnuje snímky z optického a elektronového mikroskopu, fluorescenční rentgenová spektra, Ramanova spektra a spektra získaná na elektronovém mikroskopu s energiově disperzním detektorem.

Takto vytvořený souhrn je v rámci ČR jedinečným a hlavně nezbytným podkladem pro analýzu a správnou interpretaci dat naměřených na reálných vzorcích středověkých děl nejen z fondů NG v Praze.

2.

Použité metody

2.1

Optická mikroskopie (OM)

Optická mikroskopie představuje jednu ze základních metod pro identifikaci pigmentů. Její hlavní výhodou je, že nevyžaduje žádné speciální vybavení. Postačující je polarizační mikroskop s dostatečným zvětšením (ideálně 500× a více). K pozorování využíváme transparentní práškové preparáty vzniklé zalitím části vzorku do vhodné syntetické pryskyřice s definovaným indexem lomu. Pigmenty jsou určovány na základě optických a morfologických vlastností. Při pozorování v procházejícím světle můžeme určit barvu pigmentu a propustnost světla, velikost (příp. distribuci velikosti) a tvar částic, charakter povrchu, štěpnost a lom, přítomnost agregátů a homogenitu pigmentu (přítomnost příměsí). Pozorování v polarizovaném světle nám dále umožňuje určit pleochroismus, index lomu, reliéf, zhášení, dvojlom a interferenční barvy.

Příprava trvalého preparátu byla provedena na podložním sklíčku. V kapce vody bylo rozetřeno malé množství pigmentu, který byl po vysušení zakápnut akrylátovým lakem KP 709 (index lomu 1,45–1,60) a překryt krycím sklíčkem. Takto připravené preparáty byly pozorovány v procházejícím polarizovaném světle s paralelními nikoly (PPL) a zkříženými nikoly (XPL) s využitím polarizačního mikroskopu Eclipse 600 Nikon (zvětšení okuláru 10×) s objektivem Nikon CF Plan 50× a nástavcem umožňujícím dosáhnout až 1000× zvětšení. Fotografie byly pořízeny kamerou DS-Fi2 Nikon a počítačově zpracovány v programu NIS Elements D.

2.2

Skenovací elektronová mikroskopie s energiově disperzním spektrometrem (SEM-EDS)

Elektronové záření má kratší vlnovou délku než viditelné záření, proto lze elektronovým mikroskopem pozorovat vzorky při větším zvětšení než optickým mikroskopem. Místo světelného paprsku se využívá urychlený svazek elektronů, jehož zdrojem je elektronová tryska nebo elektronové dělo. Svazek je vychylován systémem elektromagnetických cívek a postupně snímá obraz řádek po řádku, proto se tato metoda nazývá řádkovací/skenovací elektronová mikroskopie. Aby nedocházelo ke kontaminaci tubusu mikroskopu, vzorku ani k ionizaci vzduchu, je pro práci s mikroskopem nutné vytvořit vakuum.

Pro zobrazení topografie vzorku lze využít sekundární elektrony (SE – secondary electrons), které vznikají vyražením z povrchu po dopadu primárního svazku elektronů. Další možností je použití zpětně odražených elektronů (BSE – back scattered electrons), v tomto případě dojde ke coulombovské interakci primárního svazku elektronů s jádrem a jejich návratu s určitou ztrátou energie. Kromě topografie se tímto způsobem zobrazuje i materiálový kontrast.

Pro zjištění elementárního složení vzorku je k elektronovému mikroskopu možné připojit spektrometr (energiově nebo vlnově disperzní), který detekuje charakteristické rentgenové záření vznikající při dopadu primárního svazku elektronů na vzorek. Metoda je méně citlivá na lehké prvky.

Pigmenty a barviva byla nanášena na hliníkový válcovitý nosič nebo na uhlíkovou pásku. V případě hliníkových nosičů byl pigment rozmíchan s vodou tak, aby vznikla homogenní vrstva. Pokud byly přítomny hlavně lehké prvky, mohl být ve spektrech zaznamenán také pás hliníku pocházející z nosiče.

Standardy pigmentů byly měřeny na skenovacím elektronovém mikroskopu JEOL JSM-6460 LA s energiově disperzním rentgenovým lithiem dotovaným křemíkovým detektorem. Zdrojem elektronů bylo wolframové vlákno. Pro zjištění prvkového složení byl použit mód zpětně odražených elektronů (BSE) při

urychlovacím napětí 20 keV v nízkém vakuu (35 Pa). Morfologie standardů pigmentů byla pozorována při zvětšení 100–10 000× ve vysokém vakuu v režimu sekundárních elektronů při urychlovacím napětí 10–20 keV v závislosti na velikosti zrn a prvkovém složení pigmentu. Pro zvýšení vodivosti vzorků a eliminaci nabíjení byla většina vzorků před pozorováním morfologie pozlacená.

2.3

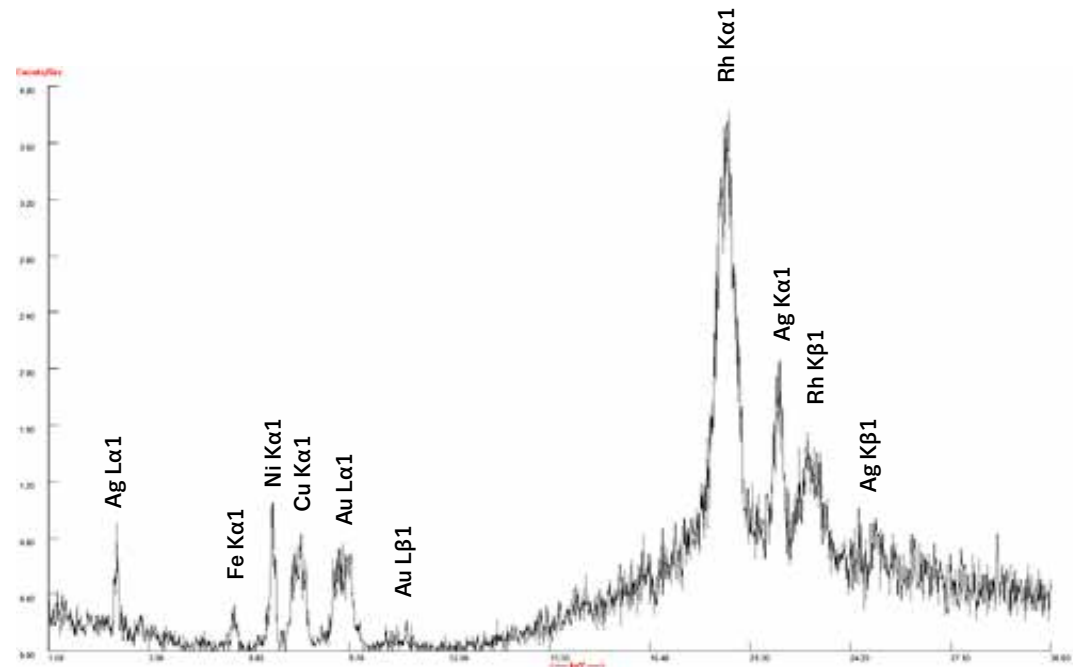
Rentgenfluorescenční analýza (XRF)

Metoda slouží ke stanovení prvkového složení materiálu. Principem metody je excitace elektronů z vnitřních slupek zkoumaných atomů pomocí primárního rentgenového záření a následná de-excitace sekundárního rentgenového záření o energii charakteristické pro každý emitující prvek. Každý prvek emituje sérii linií náležející vnitřním přechodům elektronů mezi energetickými hladinami. Prvky jsou identifikovány na základě přítomnosti těchto charakteristických linií v XRF spektru. Měřením energie produkovaného charakteristického záření lze během jedné krátké analýzy identifikovat většinu přítomných chemických prvků.

Ruční XRF spektrometry umožňují nedestruktivní prvkovou analýzu a tím i prvotní charakterizaci materiálového složení. Slouží k identifikaci široké škály prvků, běžně detekují prvky těžší než hliník (Al), v pevných, práškových i kapalných vzorcích nebo v tenkých filmech a povrchových vrstvách. Výsledkem je spektrum, ev. semikvantitativní prvkové zhodnocení.

XRF spektrometr se skládá ze zdroje záření a multikanálového analyzátoru pro vyhodnocení dat. Emitované rentgenové záření se detekuje na základě své vlnové délky nebo energie; v ručních XRF spektrometrech se využívá zejména druhý princip.

Spektra byla měřena pomocí přenosného přístroje NITON XL3t GOLDD+ od firmy Thermo Scientific vybaveného minirentgenovým zdrojem záření s Ag anodou, velkoplošným SDD+ detektorem, čtyřmi filtry rozsahu (main, low, high, light range) a integrovanou CCD kamerou pro zobrazení měřené plochy. Při měření byly pigmenty umístěny do polyethylenového (PE) pytlíčku a umístěny k měřicímu otvoru na přístroji. Byla měřena kruhová plocha o průměru 3 mm při max. napětí 50 kV po dobu 240 s (main: 120 s, low: 30 s, high: 30 s, light: 60 s). Ve spektech nebyly označovány pásy prvků, které jsou přítomny v aparatuře či filtrech.



Obr. 1: Spektrum (main range) – prvky přítomné v aparatuře a filtrech

2.4

Mikro-Ramanova spektroskopie (MRS)

Ramanova spektroskopie patří mezi metody vibrační molekulové spektroskopie vhodné k identifikaci složení a struktury materiálů. Metoda je založena na neelastickém rozptylu monochromatického záření (Ramanův rozptyl), kdy dochází k výměně energie mezi fotony dopadajícího světla a stacionárními vibračními stavy molekuly. Rozdíl v energiích je způsoben změnou rotační nebo vibrační energetické hladiny v molekule. Intenzita pásů ve spektrech souvisí se změnou polarizovatelnosti. Omezením Ramanovy spektroskopie je fluorescence, která v některých případech neumožňuje pozorovat Ramanovo spektrum analytu. Ramanova spektroskopie je komplementární metodou k infračervené spektroskopii.

Ramanova spektroskopie se uplatňuje při analýze pigmentů, barviv, ale i organických pojivových složek barevných vrstev. Metoda je schopna najednou detekovat funkční skupiny organických i anorganických složek v heterogenní směsi vzorku malby. Důležitým parametrem, který má zásadní vliv na kvalitu naměřených spekter, je vlnová délka excitačního laseru. Pro analýzu objektů kulturního dědictví se nejčastěji využívají lasery o vlnové délce 532, 632 a 780 (785) nm. Pro analýzu pigmentů na příčném řezu se využívá mikro-Ramanova spektroskopie, která díky kombinaci Ramanova spektrometru s optickým mikroskopem dosahuje vysokého prostorového rozlišení (jednotky μm). Další výhodou tohoto experimentálního uspořádání je možnost mapování rozložení vybraného pigmentu v ploše vzorku. Získaná spektra jsou následně identifikována na základě porovnání s knihovnou spekter, kterou lze vytvořit naměřením standardních látek s definovaným chemickým složením.

Vytvoření knihovny spekter pigmentů a barviv bylo provedeno metodou mikro-Ramanovy spektroskopie s využitím disperzního Ramanova spektroskopu Nicolet DXR od firmy Thermo Scientific ve spojení s konfokálním mikroskopem Olympus s objektivy se zvětšením 5 \times , 10 \times , 20 \times , 50 \times a 100 \times . Analýza byla provedena ve spektrálním rozsahu 3300–50 cm^{-1} s rozlišením 4 cm^{-1} za použití dvou diodo-

vých excitačních laserů o vlnových délkách 780 nm a 532 nm s výkonem laseru 0,7–24 mW (pro laser 780 nm), resp. 0,1–10 mW (pro laser 532 nm). Doba měření se pohybovala od 300 do 600 s. Spektra byla zařazena do knihovny spekter pigmentů a organických barviv v programu Omnic 9. Knihovna je využívána jako referenční pro identifikaci pigmentů a barviv na reálných vzorcích malby a polychromie.

3.

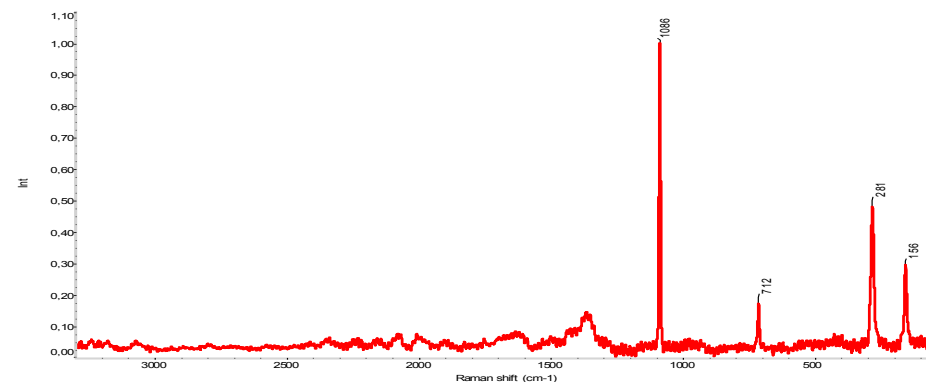
Seznam pigmentů

| | |
|----------------------------|----|
| 3.1 Pigmenty bílé | 11 |
| 3.2 Pigmenty žluté | 18 |
| 3.3 Pigmenty červené | 28 |
| 3.4 Pigmenty fialové | 39 |
| 3.5 Pigmenty modré | 42 |
| 3.6 Pigmenty zelené | 48 |
| 3.7 Pigmenty hnědé | 57 |
| 3.8 Pigmenty černé | 59 |

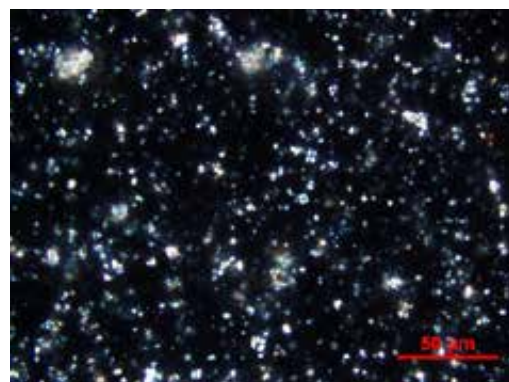
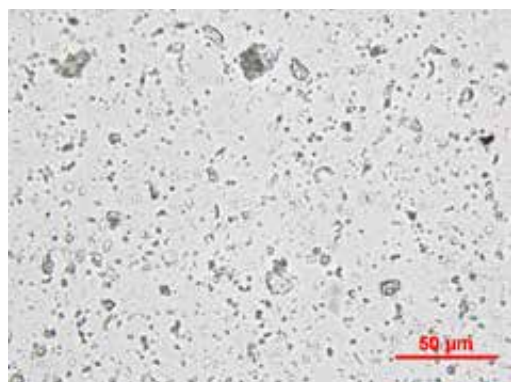
KŘÍDA PŘÍRODNÍ, Champagne

CHALK, Champagne

| | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 58000 | přírodní hornina: CaCO ₃ |
| CAS: | 1317-65-3 (CaCO ₃) | |
| C.I.: | PW 18.77220 | |

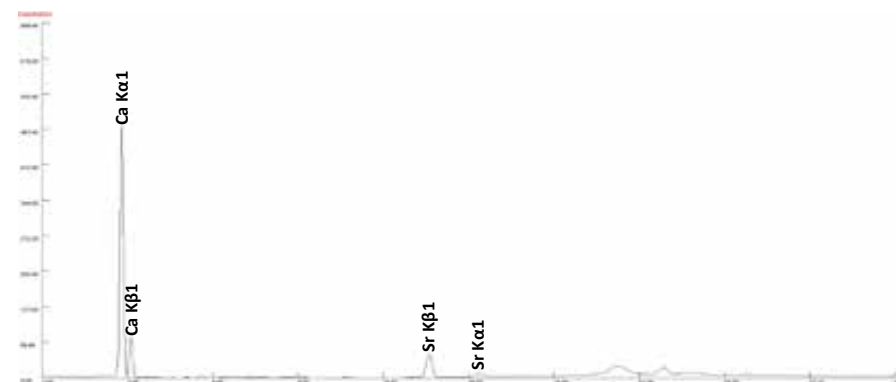


MRS spektrum (780 nm)

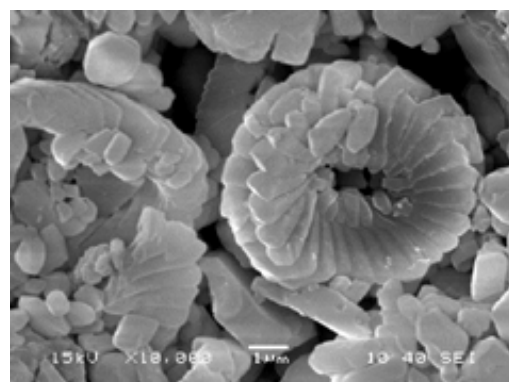
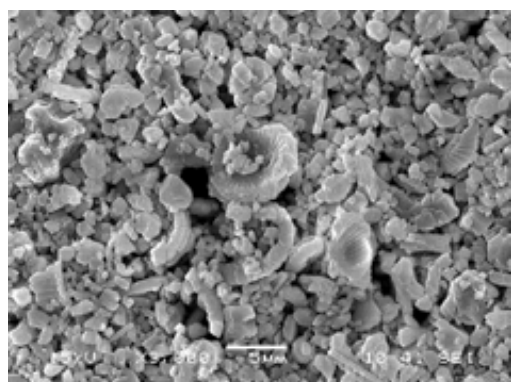


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

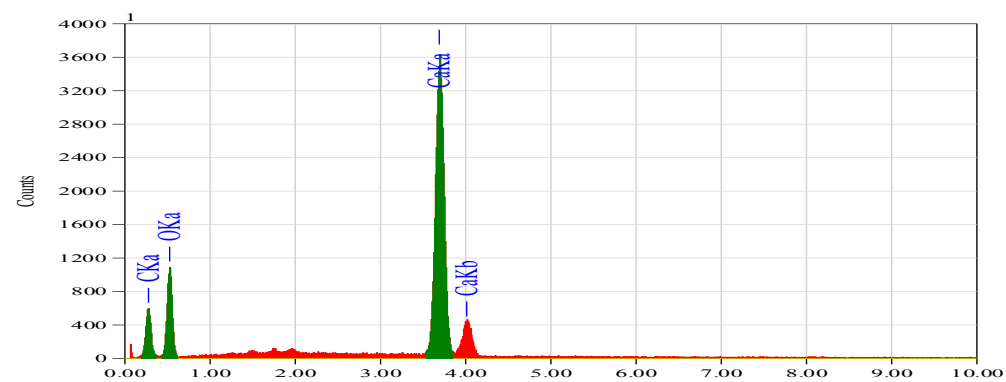


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

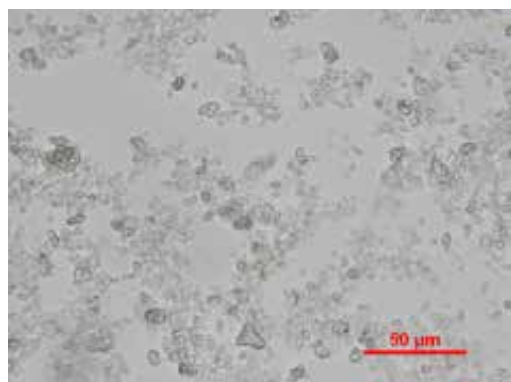


EDS spektrum

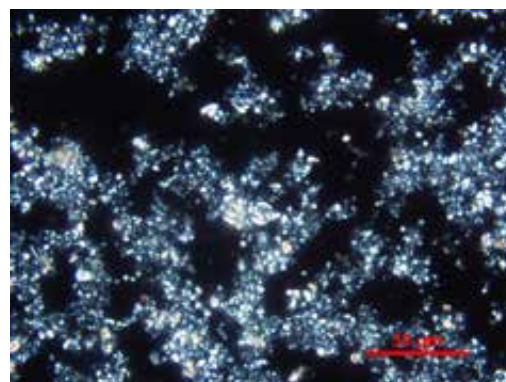
KŘÍDA PŘÍRODNÍ, Rujána

CHALK, Rügen

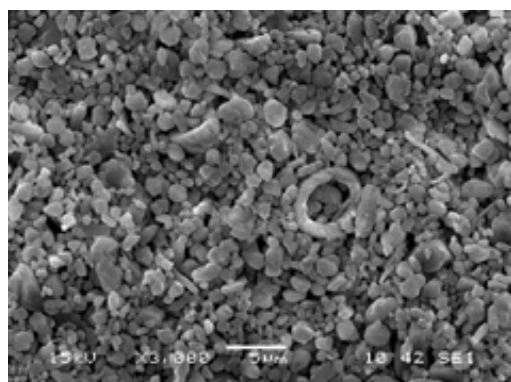
| | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 58010 | přírodní hornina: CaCO ₃ |
| CAS: | 1317-65-3 (CaCO ₃) | |
| C.I.: | PW 18.77220 | |



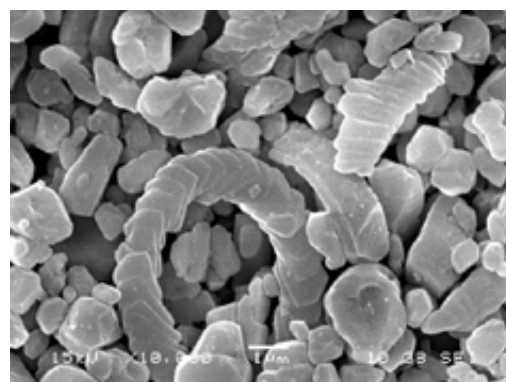
Preparát: OM, PPL



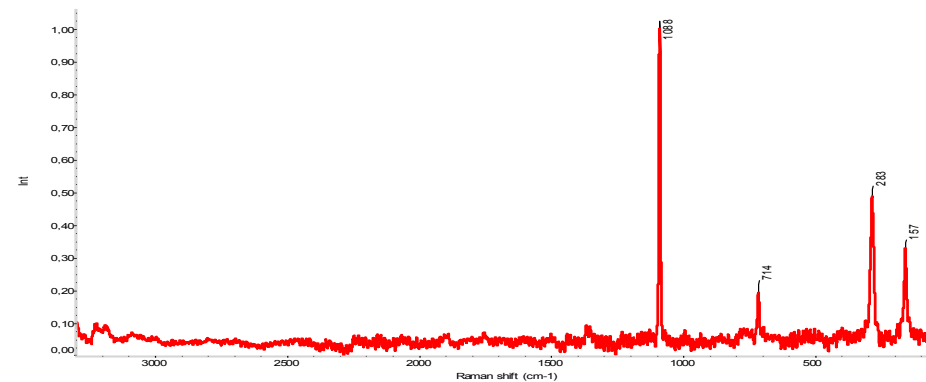
Preparát: OM, XPL



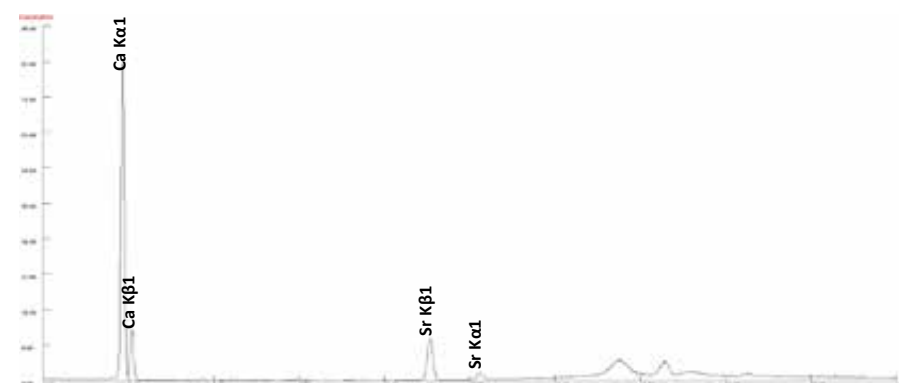
Preparát: SEM



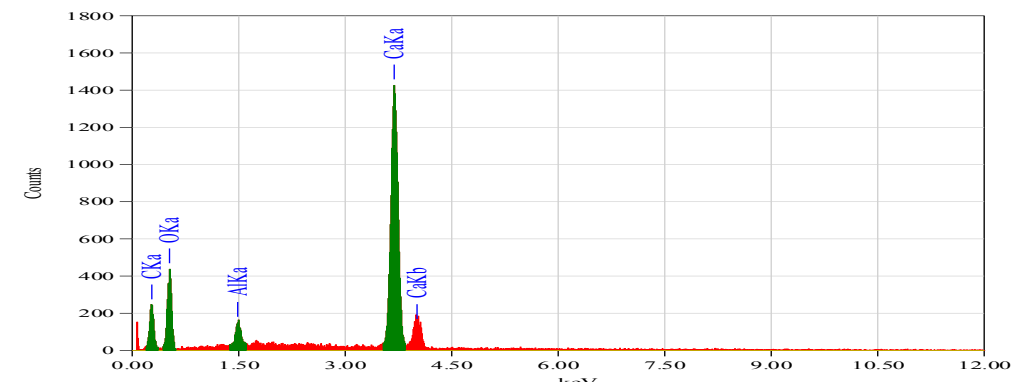
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



XRF spektrum

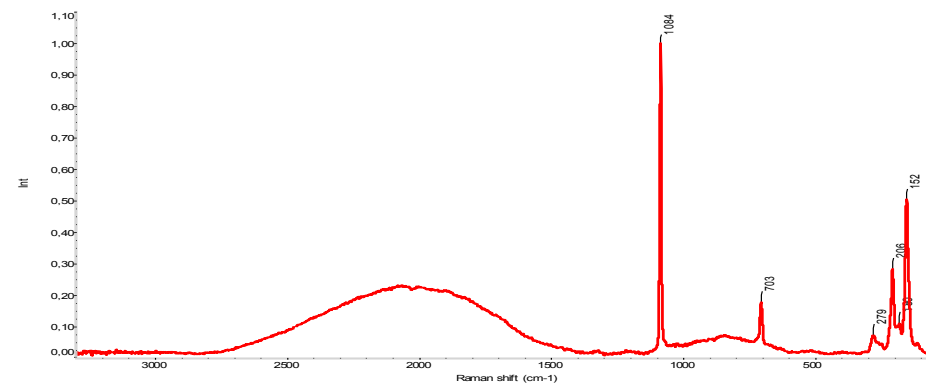


EDS spektrum

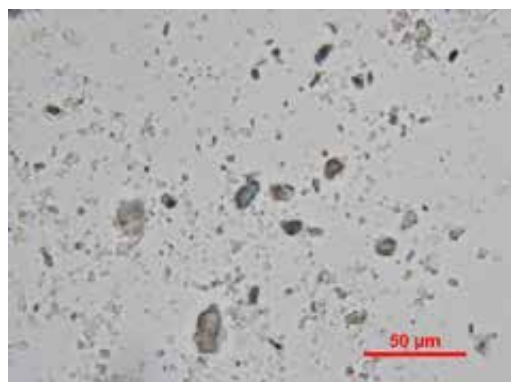
MUŠLOVÁ BĚLOBA

MOTHER OF PEARL

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 50830 | skořápky měkkýšů: aragonit, CaCO ₃ |
| CAS: | 471-34-1 (CaCO ₃) | |
| C.I.: | / | |

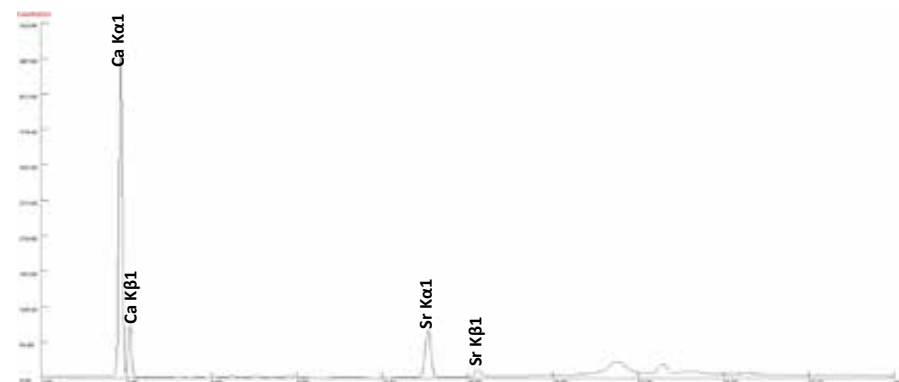


MRS spektrum (780 nm)

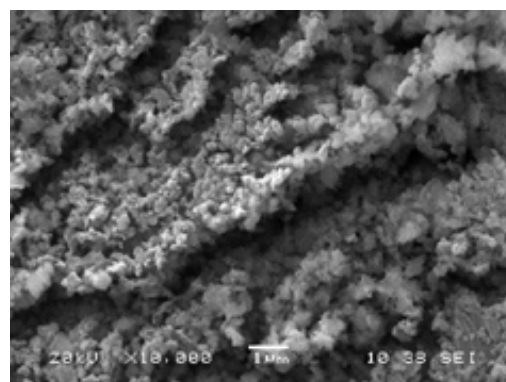
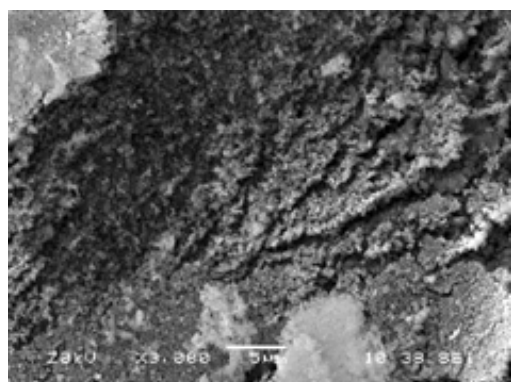


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

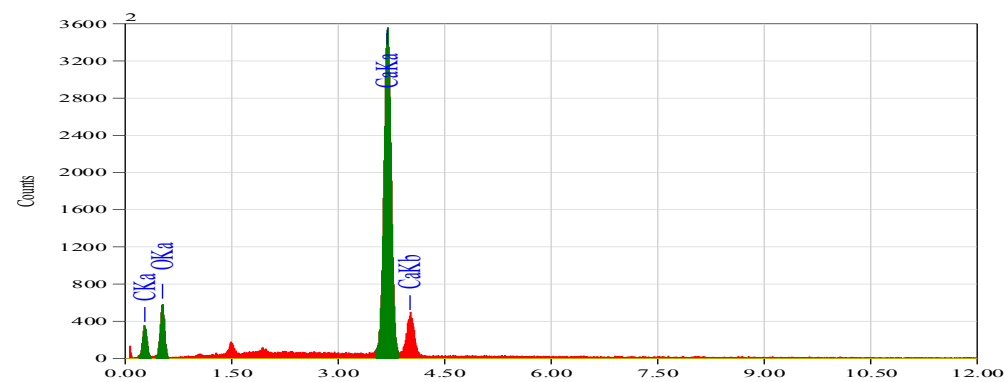


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

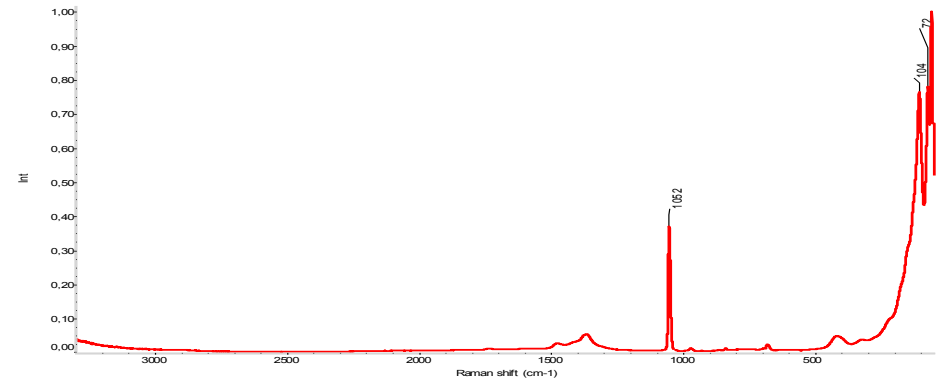


EDS spektrum

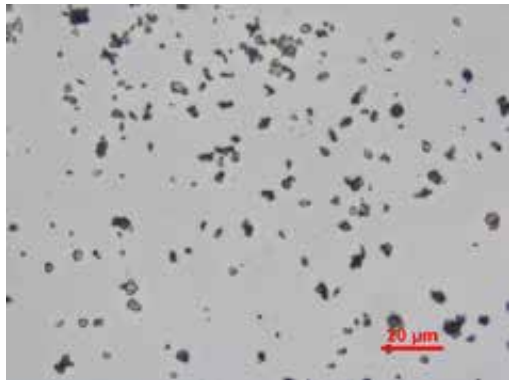
OLOVNATÁ BĚLOBA

LEAD WHITE

| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 46000 | 2 PbCO ₃ · Pb(OH) ₂ |
| CAS: | 1319-46-6 | |
| C.I.: | PW 1.77597 | |

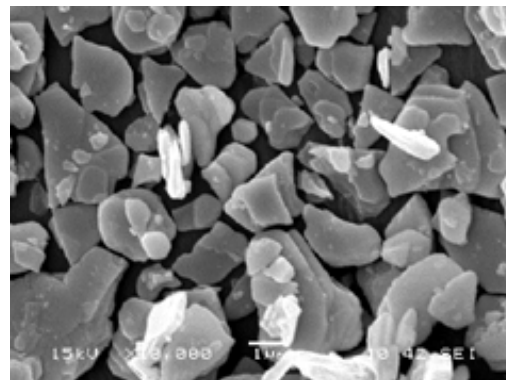
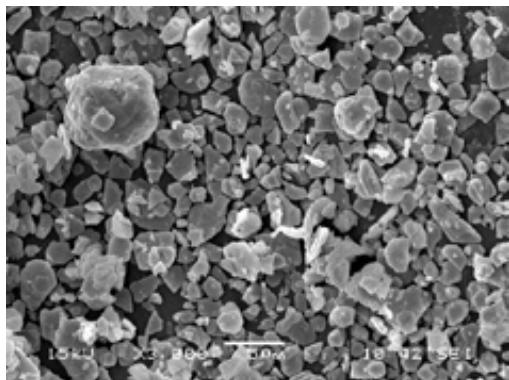


MRS spektrum (780 nm)



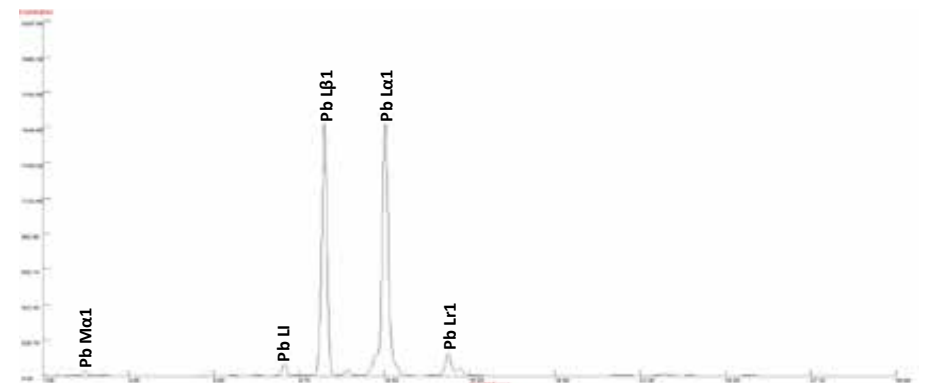
Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

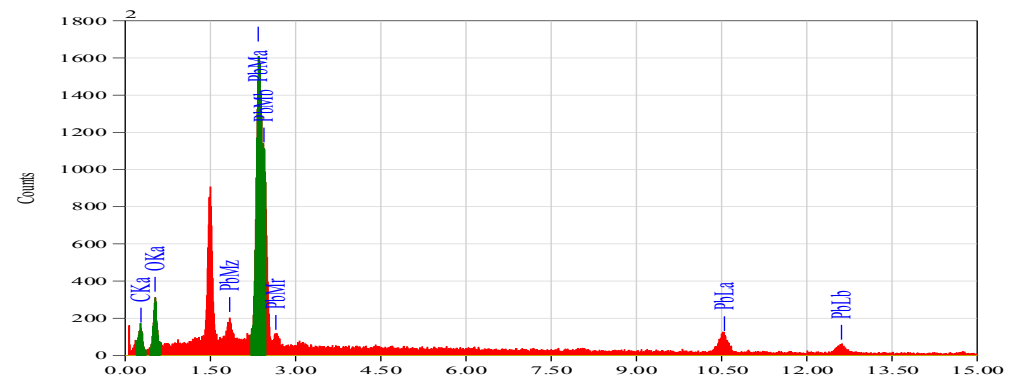


Preparát: SEM

Preparát: SEM

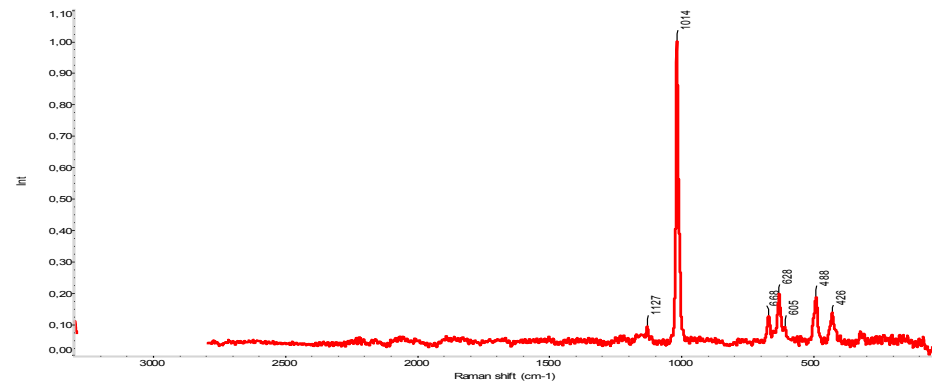


XRF spektrum

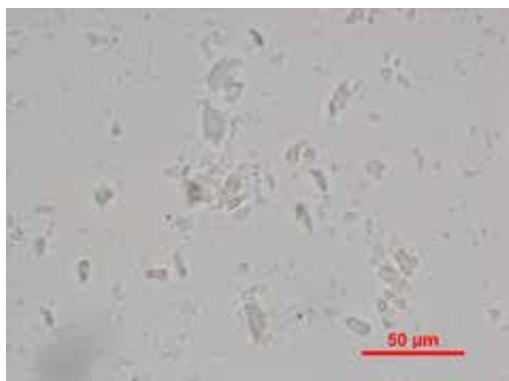


EDS spektrum

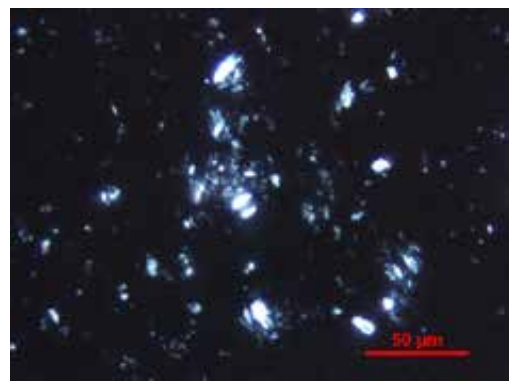
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| SÁDRA | | |
| GYPSUM | | |
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 58343 | $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ |
| CAS: | 10034-76-1 | |
| C.I.: | / | |



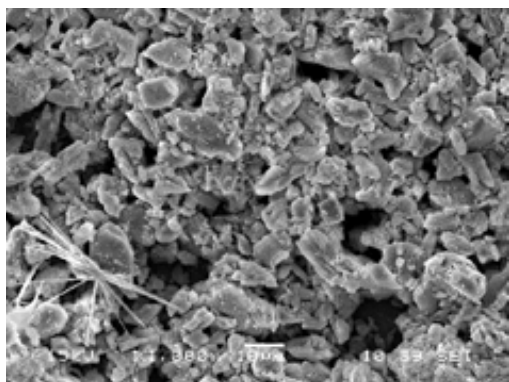
MRS spektrum (780 nm)



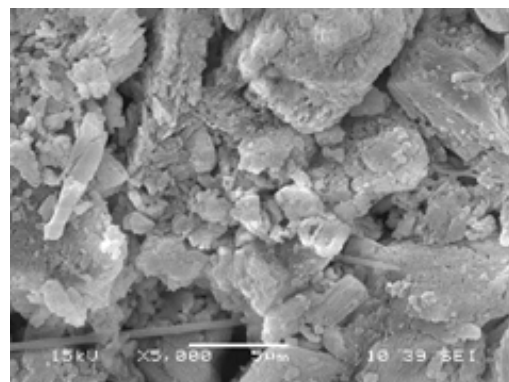
Preparát: OM, PPL



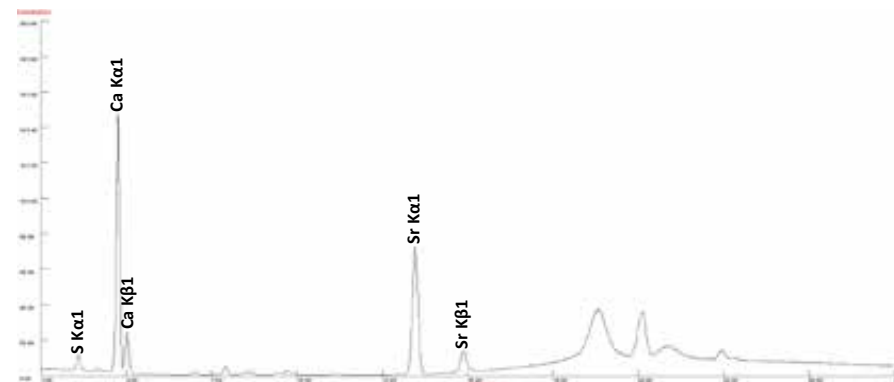
Preparát: OM, XPL



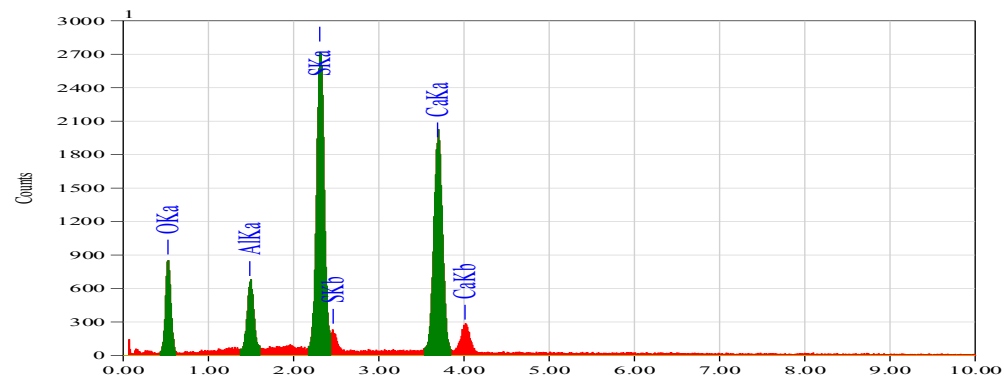
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

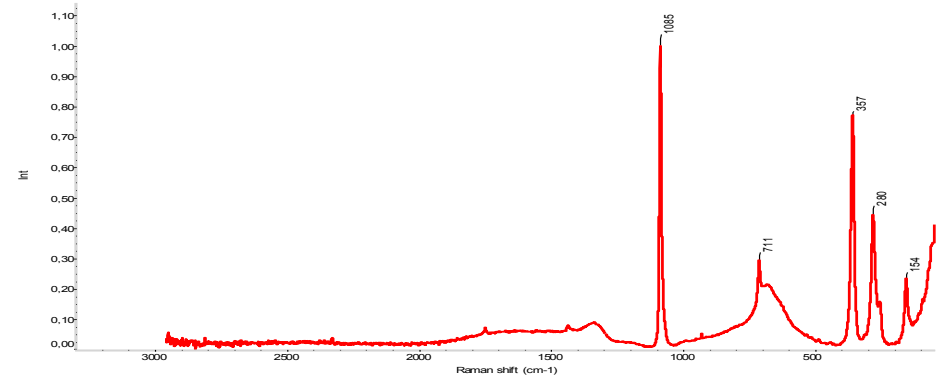


EDS spektrum

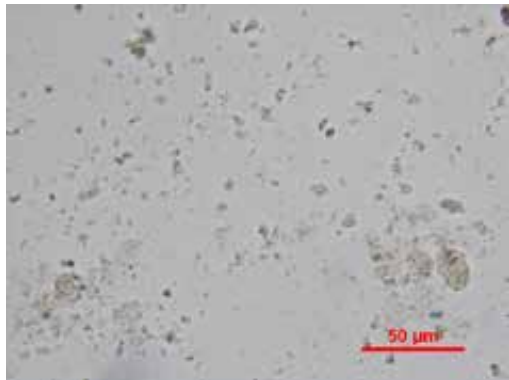
SVATOJÁNSKÁ BĚLOBA

BIANCO SAN GIOVANNI

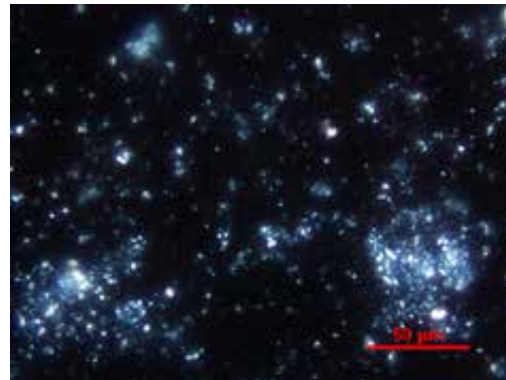
| | | |
|-----------------------|-------------------------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 11415 | směs CaCO_3 a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| CAS: | 1317-65-3 (CaCO_3) | |
| C.I.: | PW 18.77220 | |



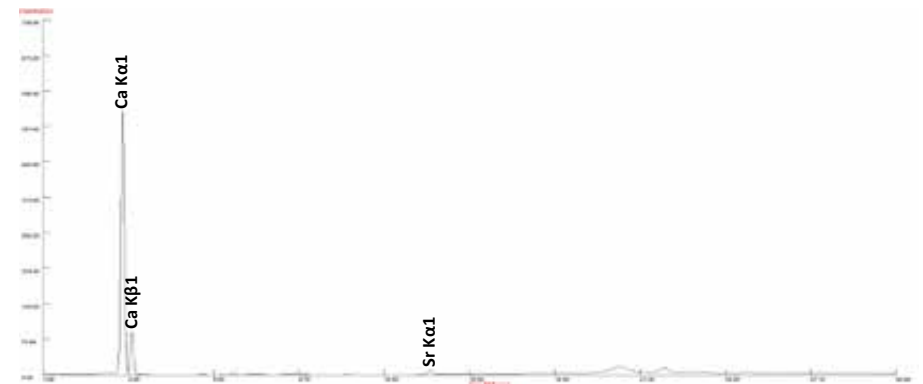
MRS spektrum (780 nm)



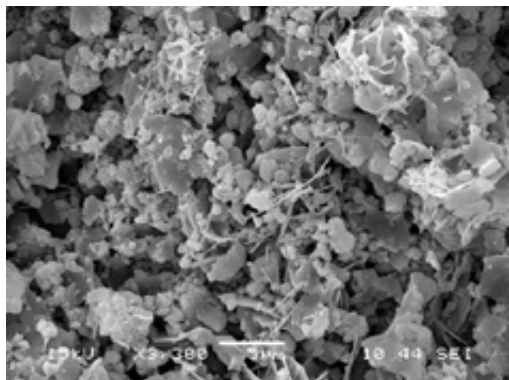
Preparát: OM, PPL



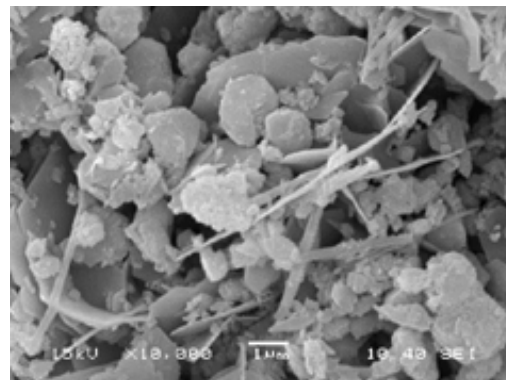
Preparát: OM, XPL



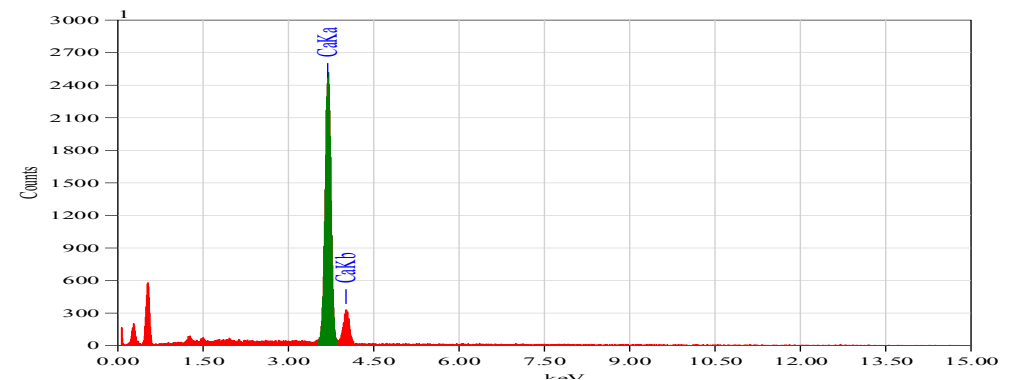
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

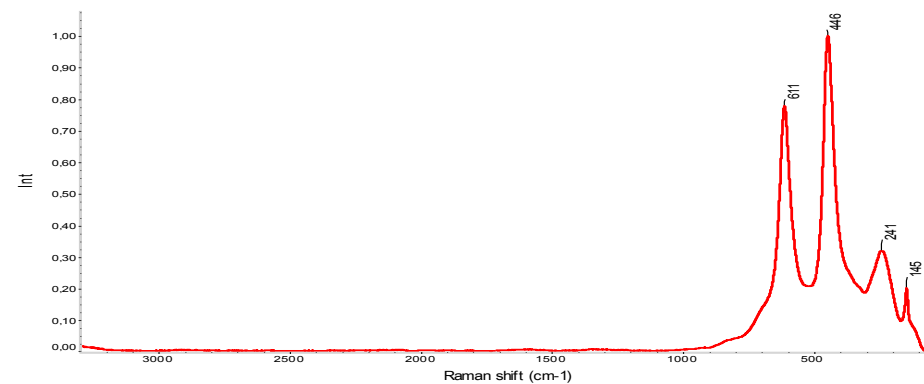


EDS spektrum

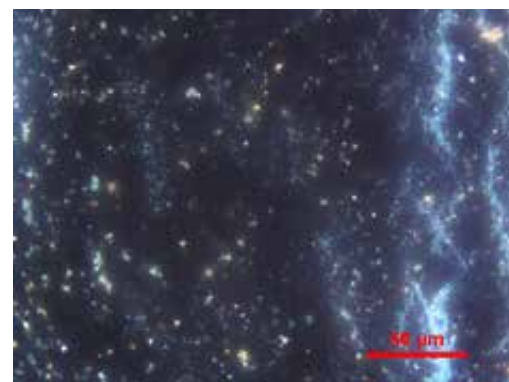
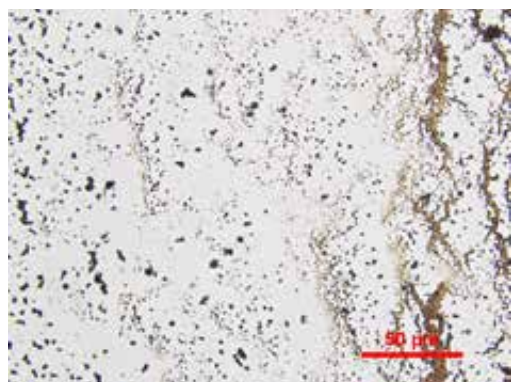
TITANDIOXID PŘÍRODNÍ

BUFF TITANIUM

| | | |
|-----------------------|--------------------------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 46280 | přírodní minerál: TiO ₂ , |
| CAS: | 13463-67-7 (TiO ₂) | SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ |
| C.I.: | PW 6:1.77891 | |

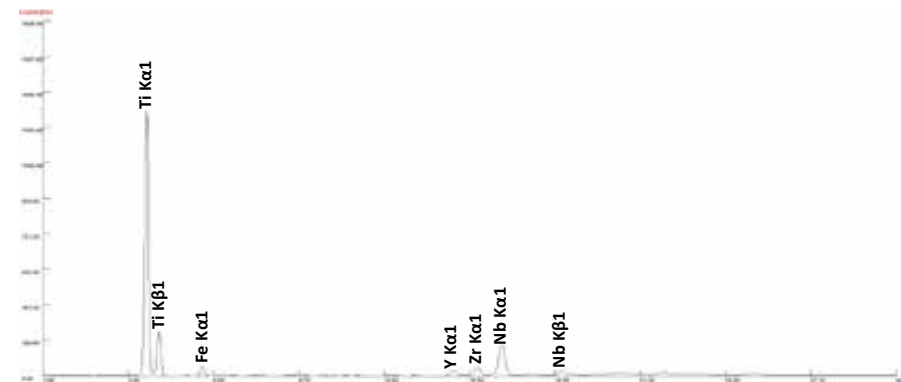


MRS spektrum (780 nm)

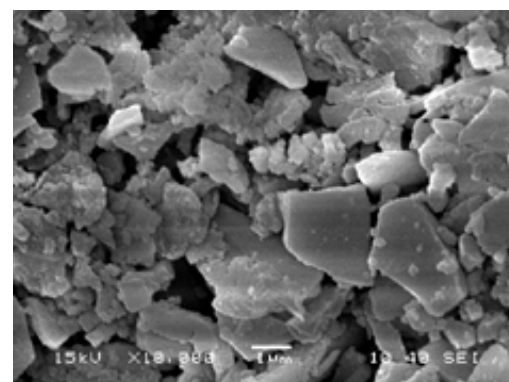
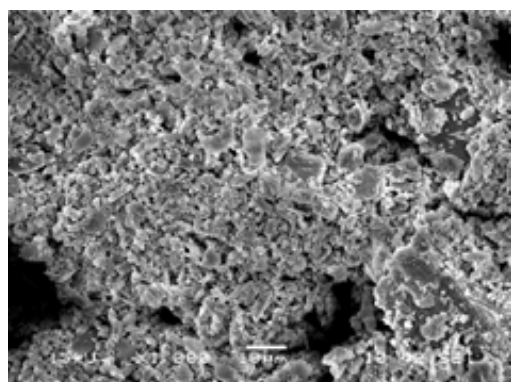


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

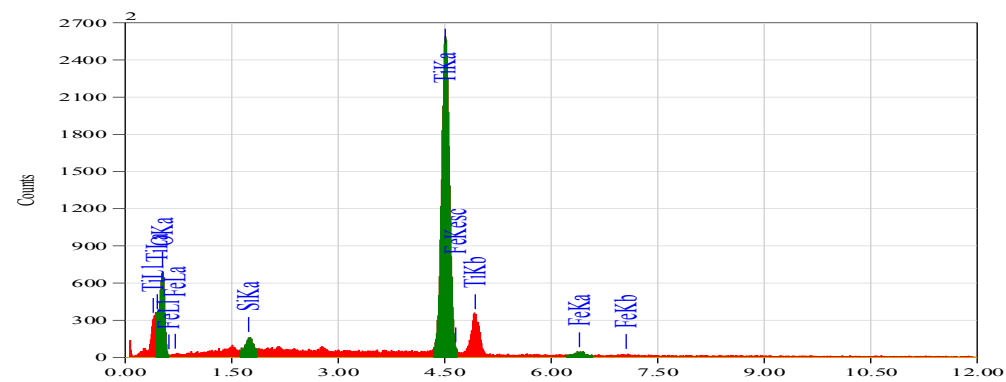


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

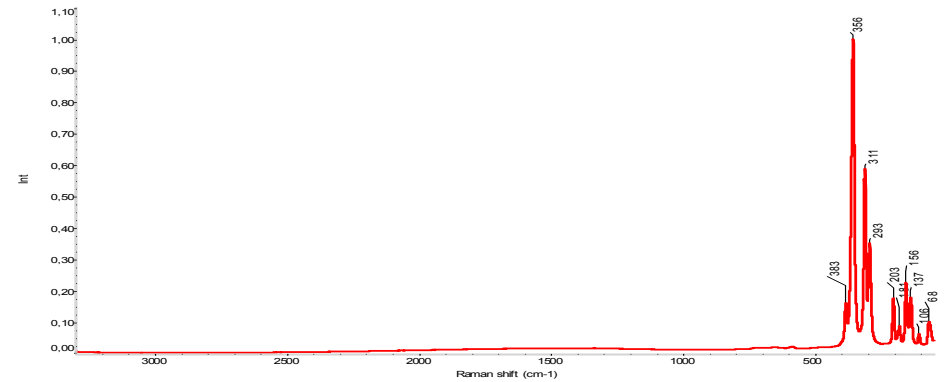


EDS spektrum

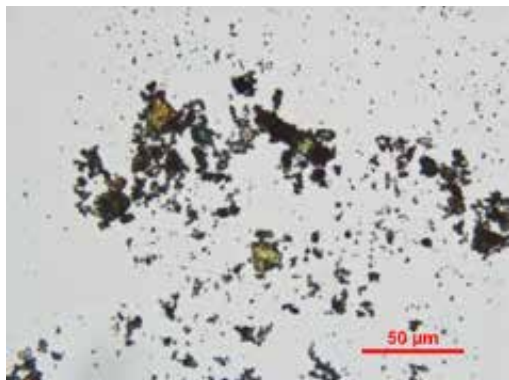
AURIPIGMENT PŘÍRODNÍ

ORPIMENT

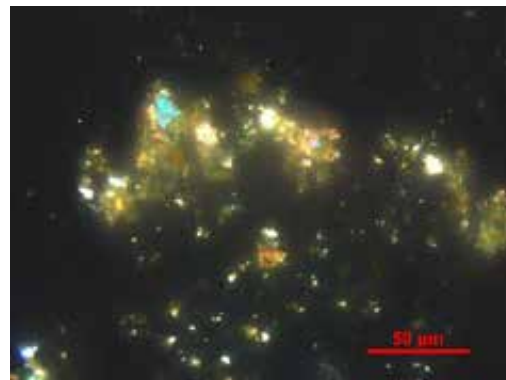
| | | |
|-----------------------|-------------------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: přírodní minerál: $As_2S_3 - As_2S_5$ |
| Výrobní číslo: | 10700 | |
| CAS: | 1303-33-9 (As_2S_3) | |
| C.I.: | PY 39.77086 | |



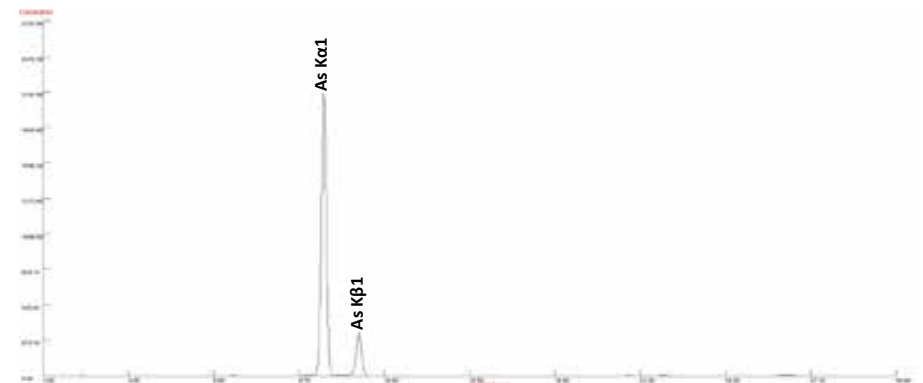
MRS spektrum (780 nm)



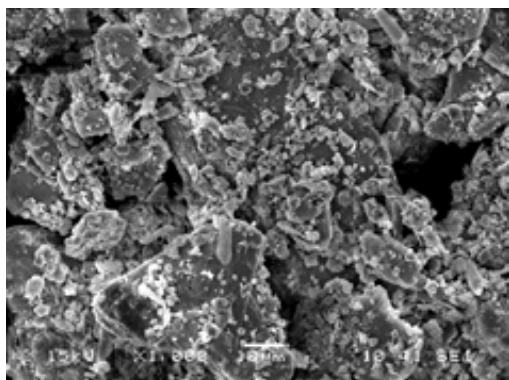
Preparát: OM, PPL



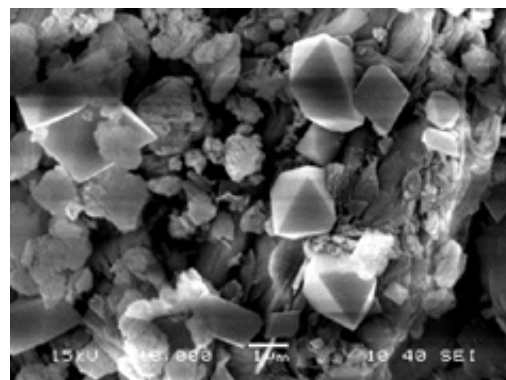
Preparát: OM, XPL



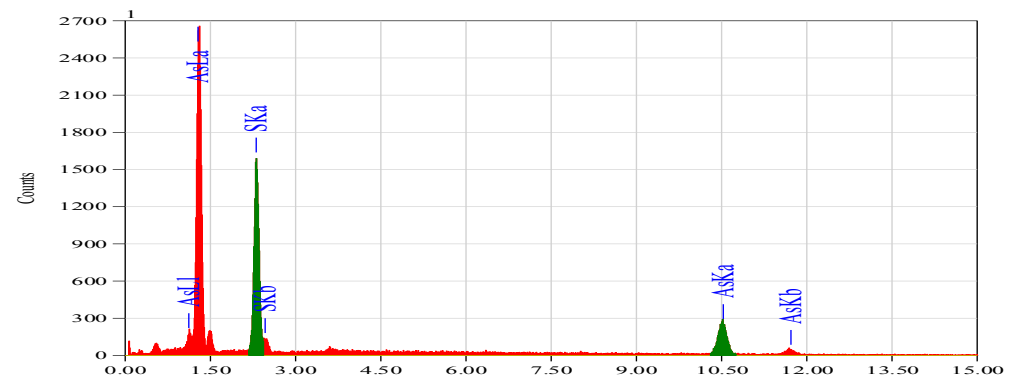
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

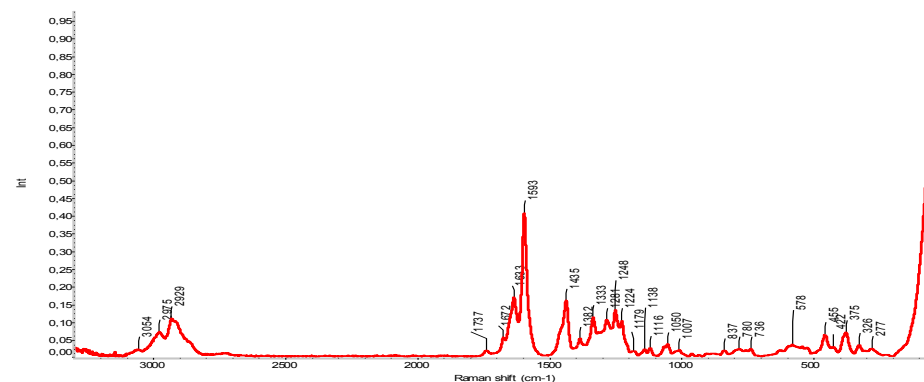
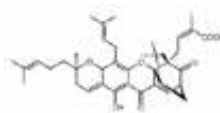


EDS spektrum

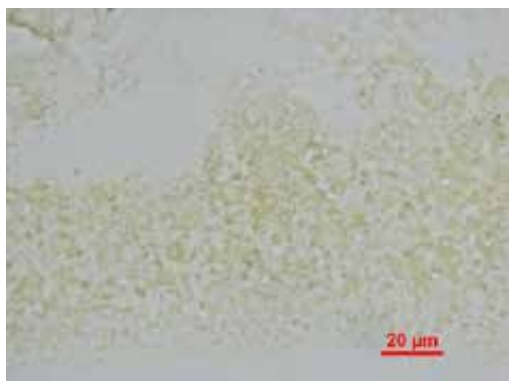
GUMIGUTA

GAMBOGE

| | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 37050 | <i>kyselina garcinolová</i> |
| CAS: | 900-25-3 | 70–80 % pryskyřice |
| C.I.: | NY 24 | 15–25 % klovatina |

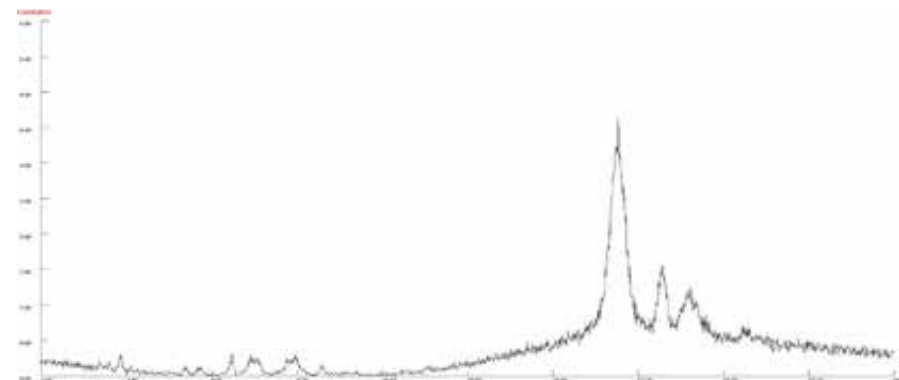


MRS spektrum (780 nm)

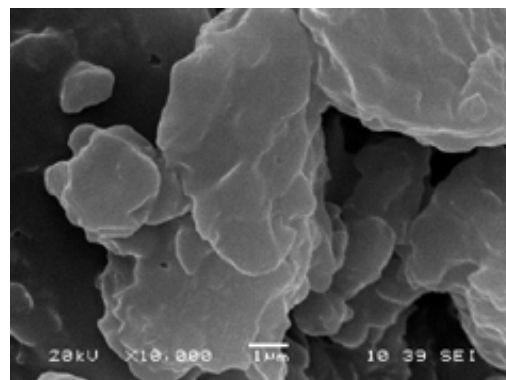
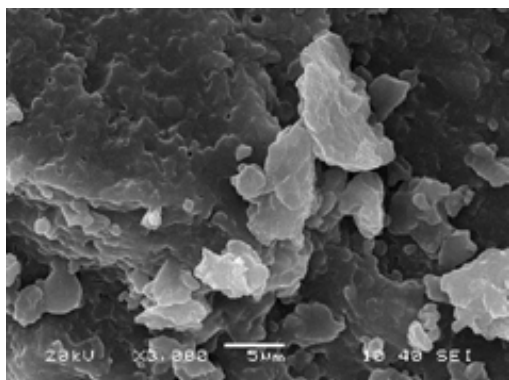


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

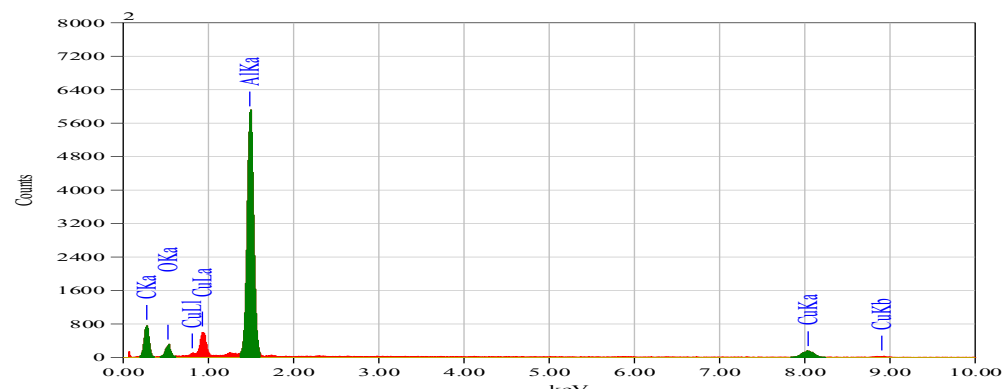


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

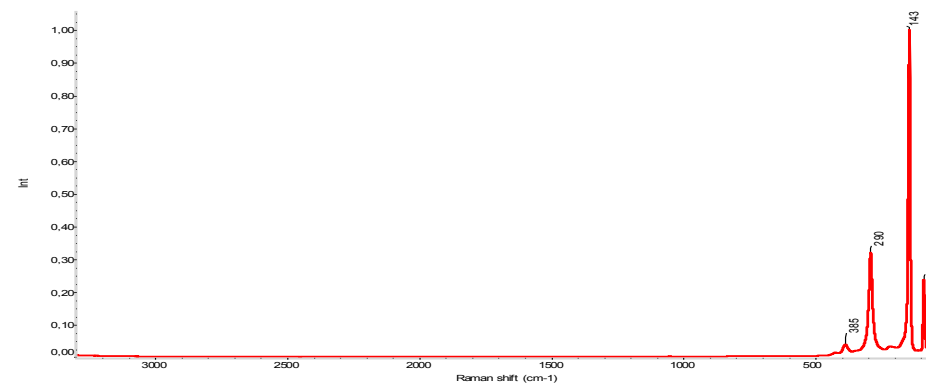


EDS spektrum

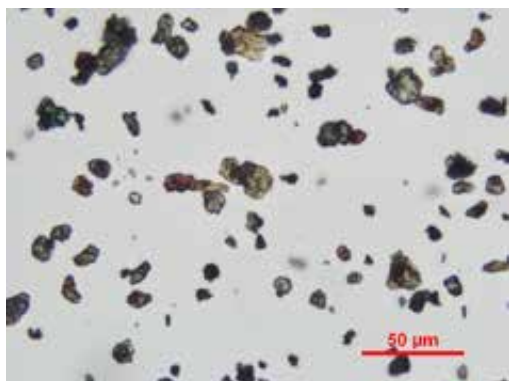
MASIKOT

MASSICOT

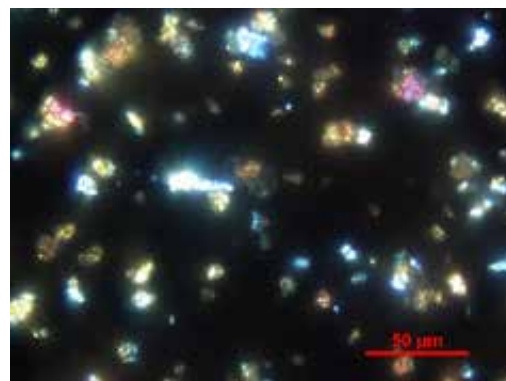
| | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: PbO |
| Výrobní číslo: | 43010 | |
| CAS: | 1317-36-8 (PbO) | |
| C.I.: | PY 46.77577 | |



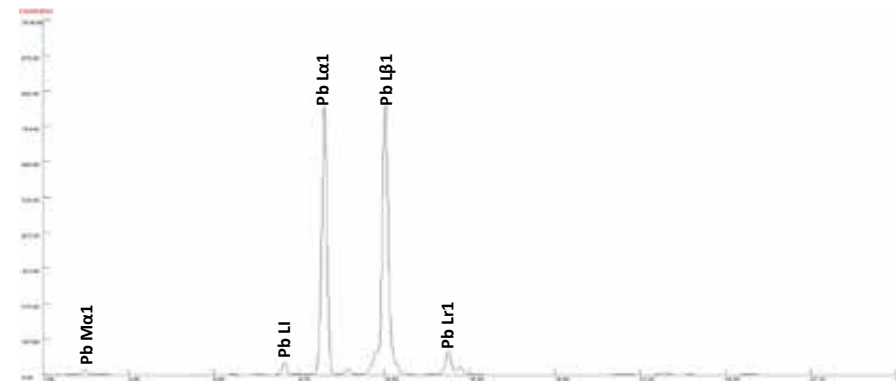
MRS spektrum (780 nm)



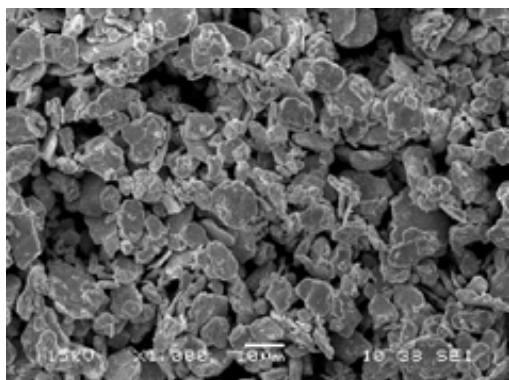
Preparát: OM, PPL



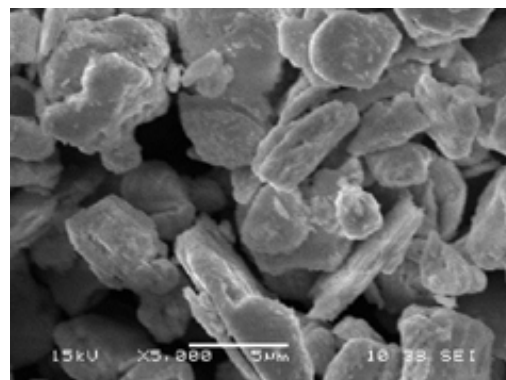
Preparát: OM, XPL



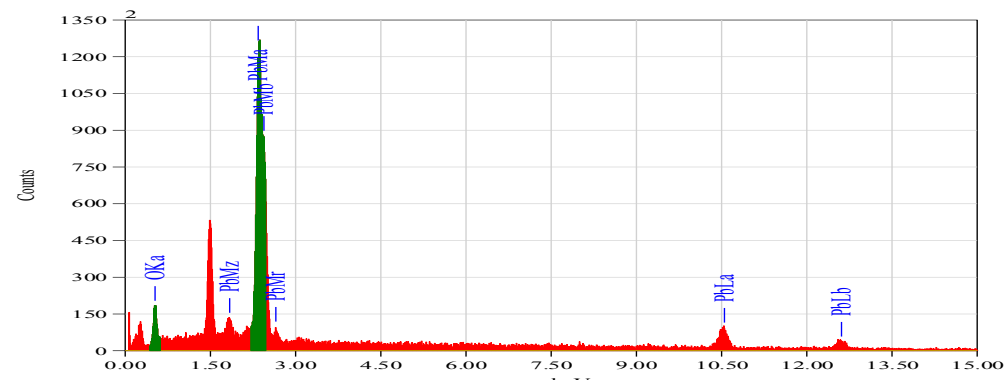
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

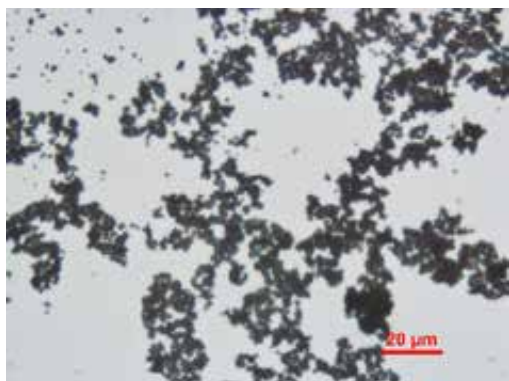


EDS spektrum

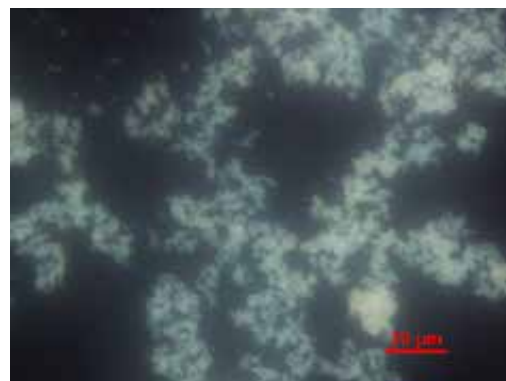
OLOVNATO-CÍNIČITÁ ŽLUŤ, typ I

LEAD-TIN YELLOW, type I

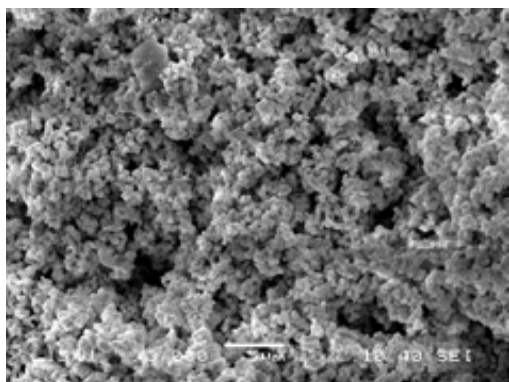
| | | |
|----------------|-----------------|----------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 10100 | Pb ₂ SnO ₄ |
| CAS: | / | |
| C.I.: | 77629 | |



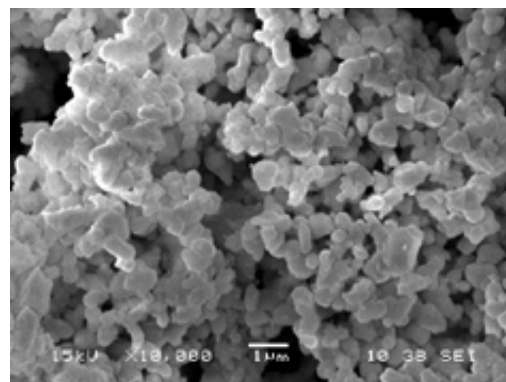
Preparát: OM, PPL



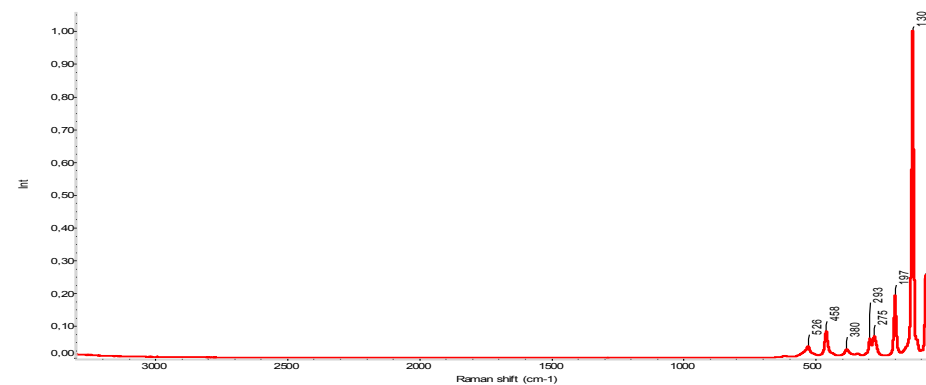
Preparát: OM, XPL



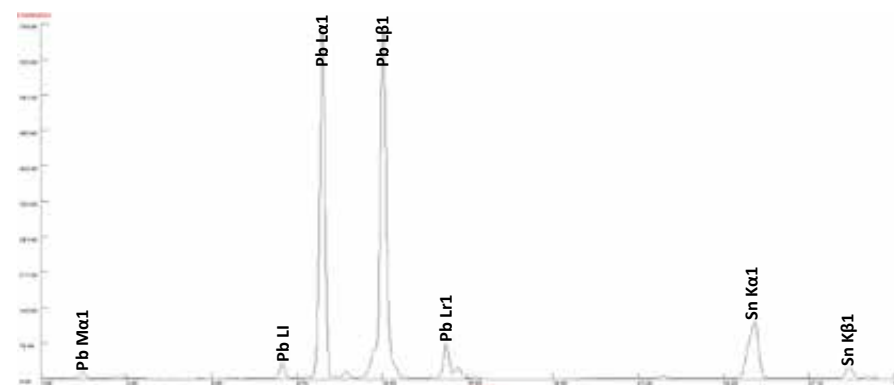
Preparát: SEM



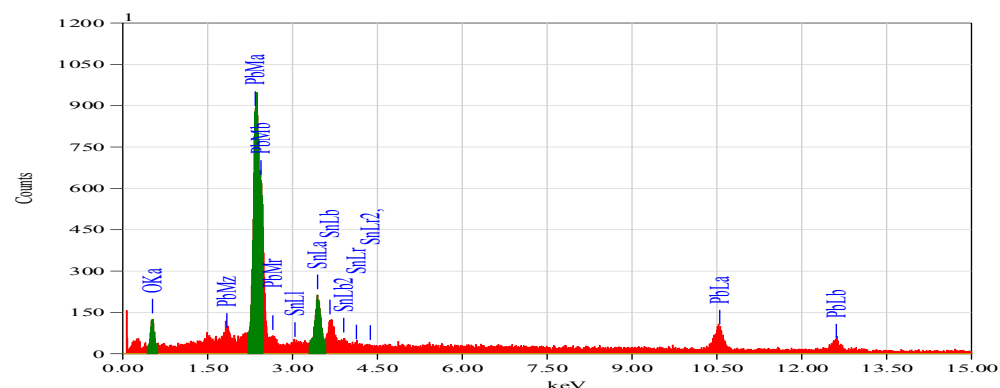
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



XRF spektrum

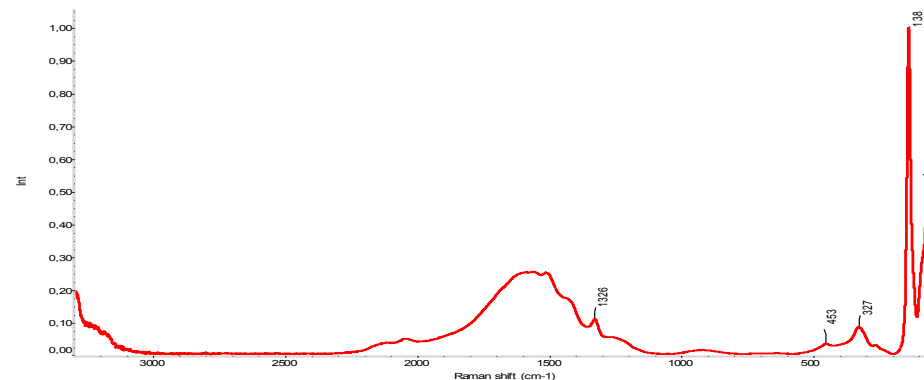


EDS spektrum

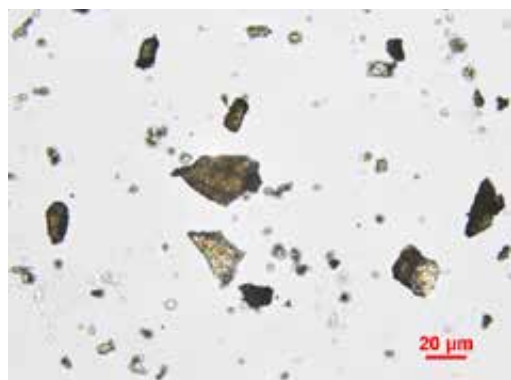
OLOVNATO-CÍNIČITÁ ŽLUŤ, typ II

LEAD-TIN YELLOW, type II

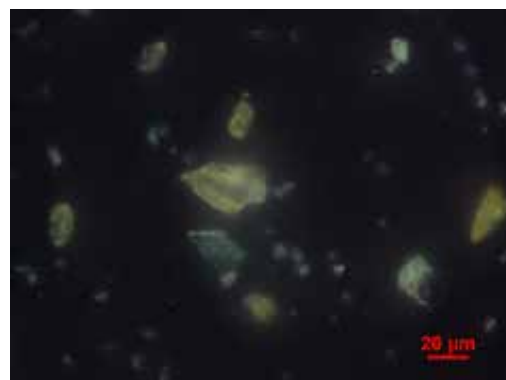
| | | |
|----------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: $\text{Pb}(\text{Sn},\text{Si})\text{O}_3$ |
| Výrobní číslo: | 10120 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | 77629 | |



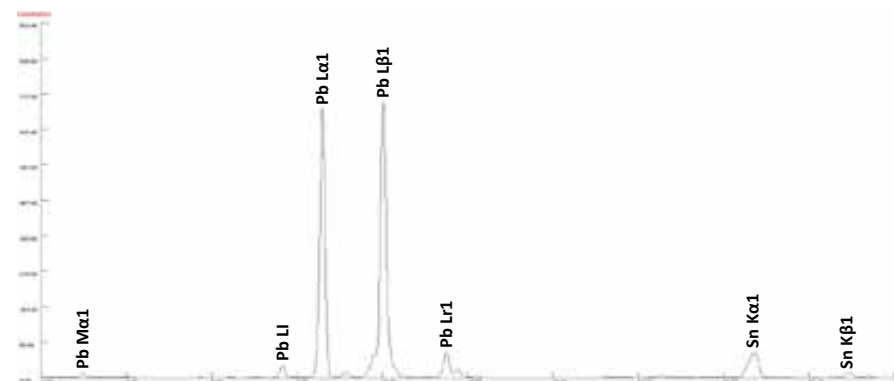
MRS spektrum (780 nm)



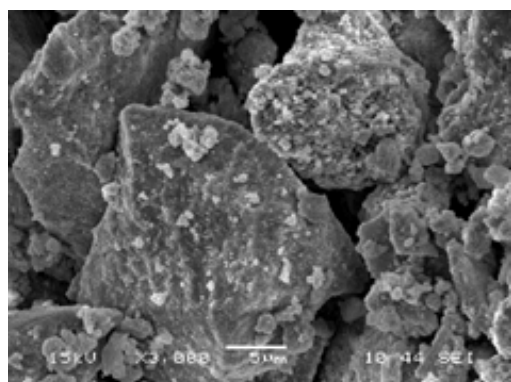
Preparát: OM, PPL



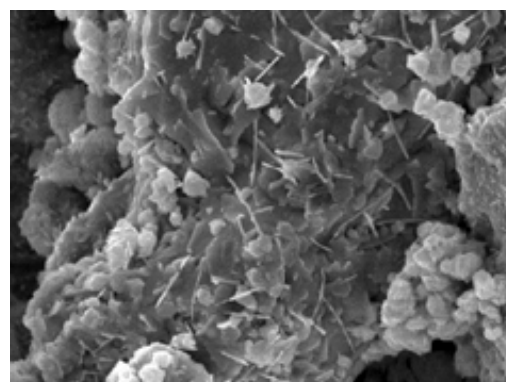
Preparát: OM, XPL



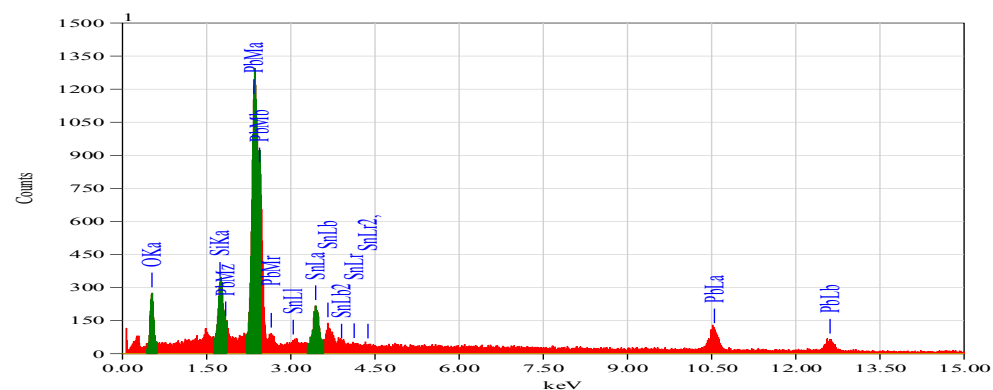
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

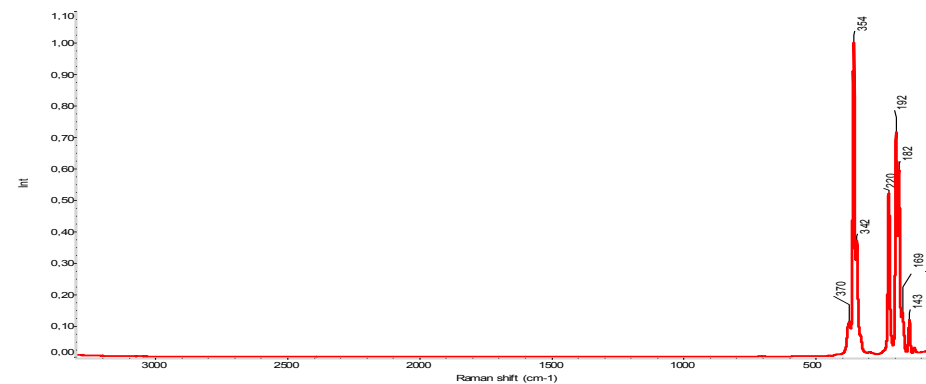


EDS spektrum

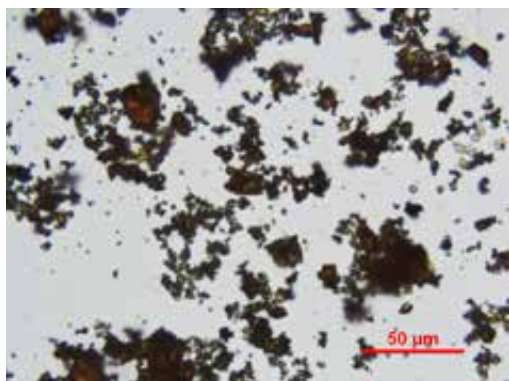
REALGAR

REALGAR

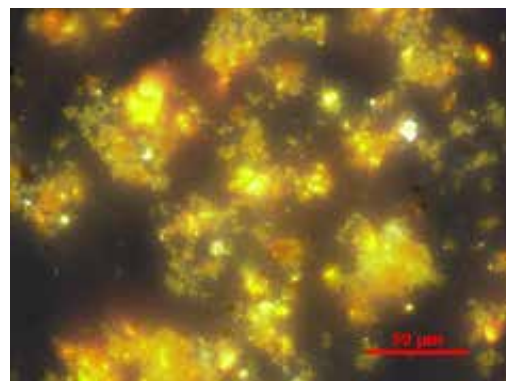
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: přírodní minerál: As ₄ S ₄ |
| Výrobní číslo: | 10800 | |
| CAS: | 1303-33-9 | |
| C.I.: | PY 39.77085 | |



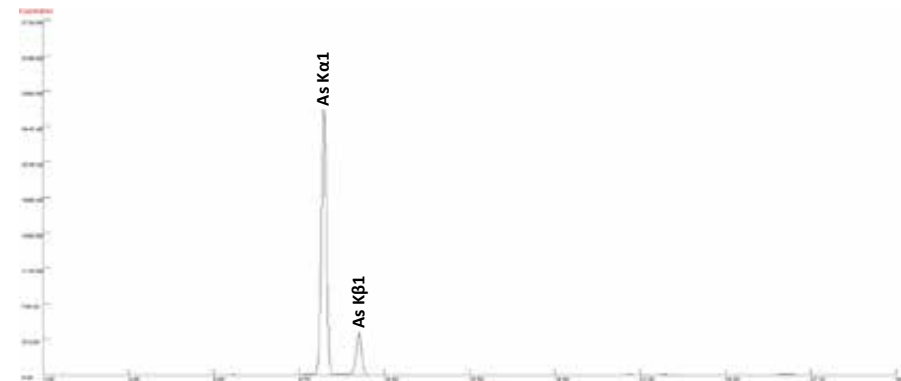
MRS spektrum (780 nm)



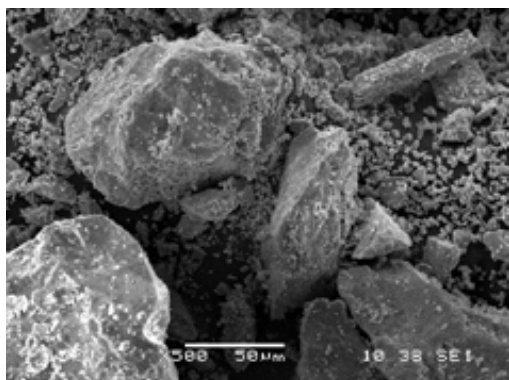
Preparát: OM, PPL



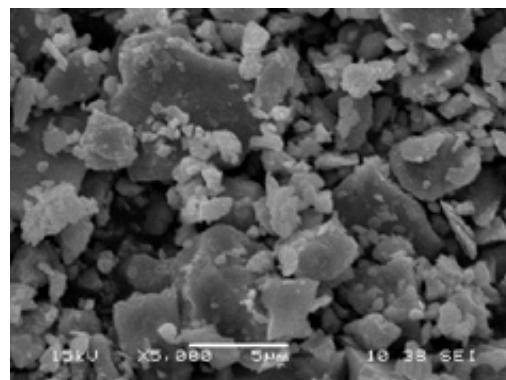
Preparát: OM, XPL



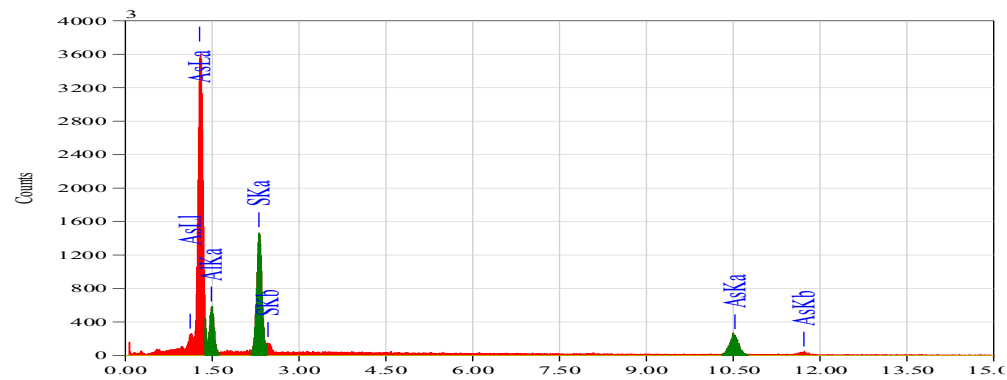
XRF spektrum



Preparát: SEM



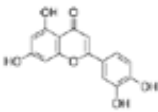
Preparát: SEM

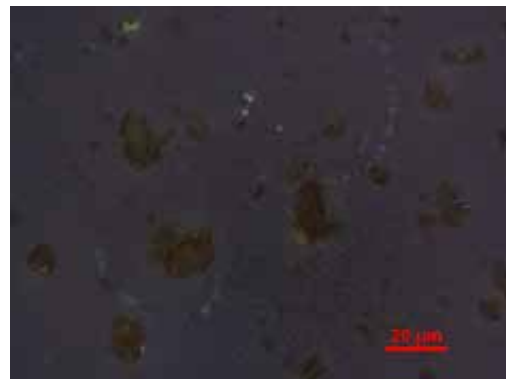
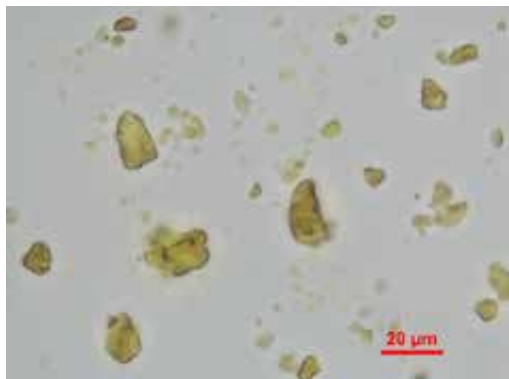


EDS spektrum

RESEDA BARVÍŘSKÁ

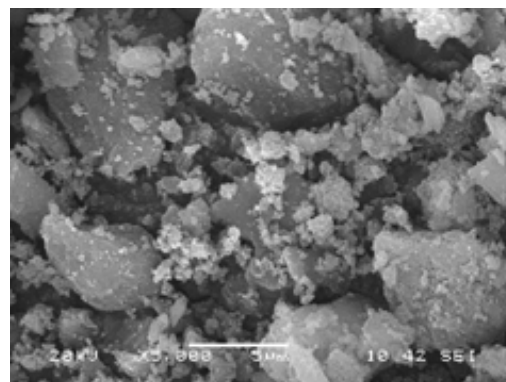
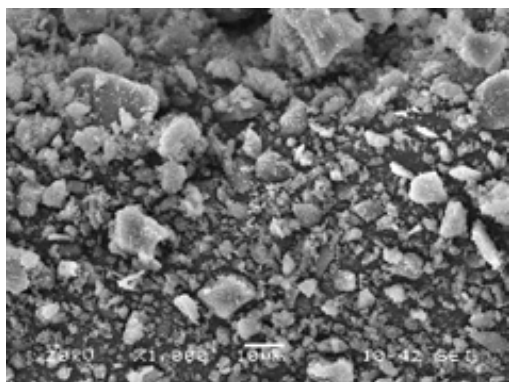
LAKE MADE OF RESEDA

| | | |
|-----------------------|---------------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 36262 | <i>luteolin</i> |
| CAS: | 491-70-3 (luteolin) |  |
| C.I.: | NY 2.75590,75580 | |



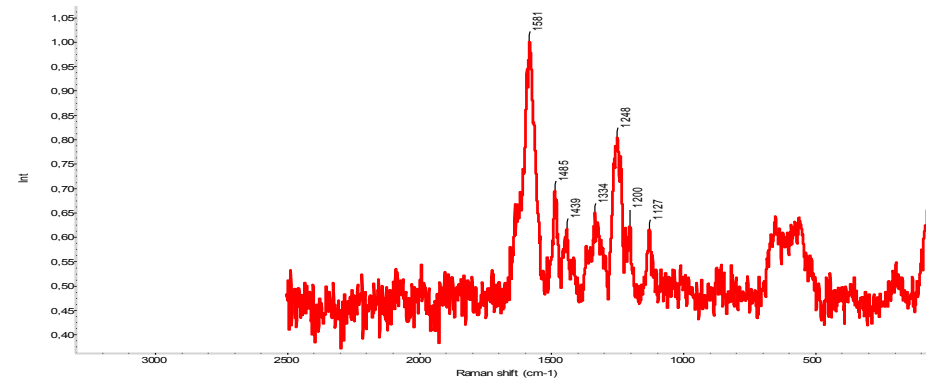
Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

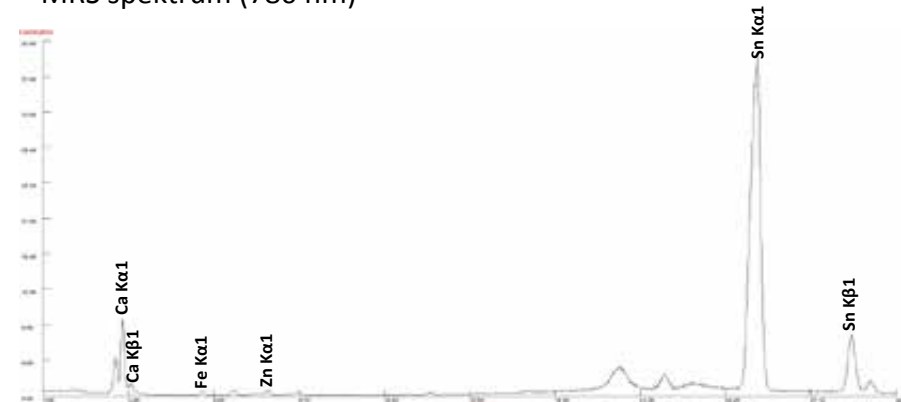


Preparát: SEM

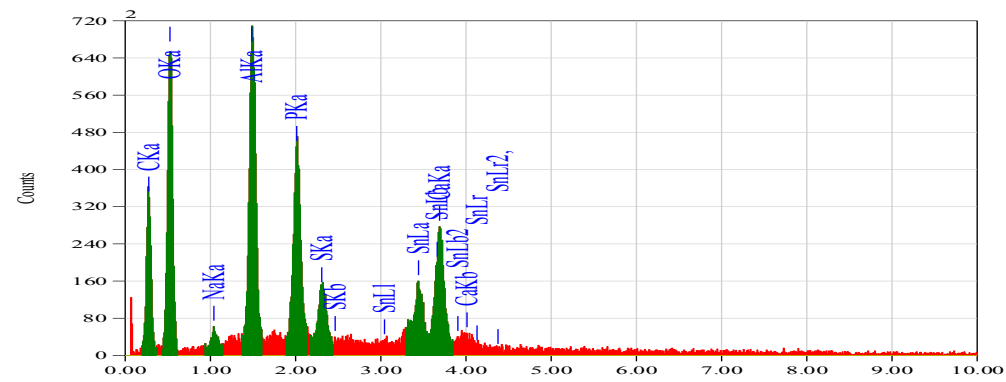
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



XRF spektrum

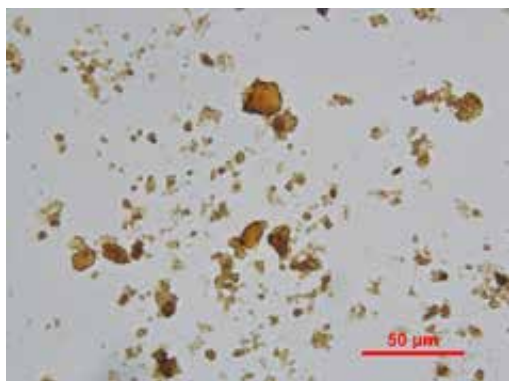


EDS spektrum

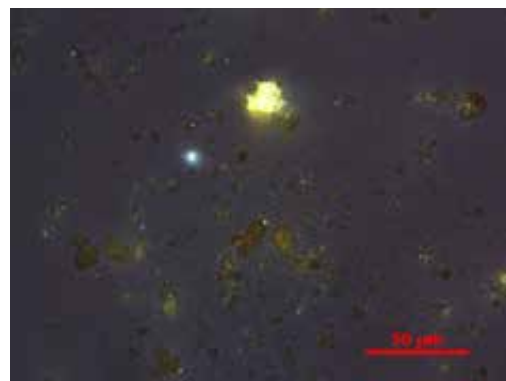
SIENA PŘÍRODNÍ, Monte Amiata

NATURAL SIENNA, Monte Amiata

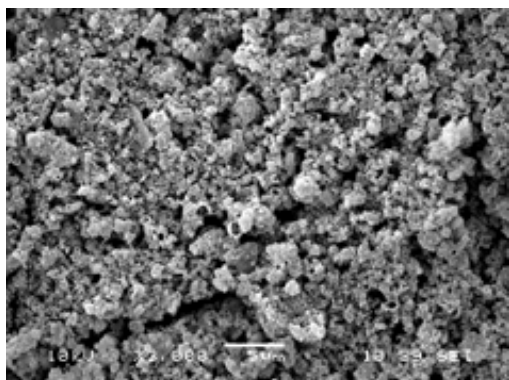
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 17050 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | 64294-91-3 | (<i>goethit</i> FeOOH, <i>hematit</i> Fe ₂ O ₃ , |
| C.I.: | PY 43.77492 | <i>pyroluzit</i> MnO ₂) a hlinek |
| | | (Al ₂ O ₃ , SiO ₂) |



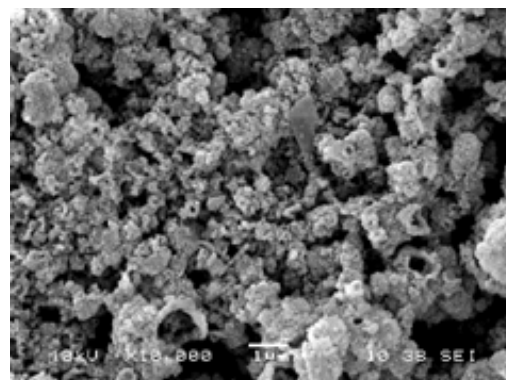
Preparát: OM, PPL



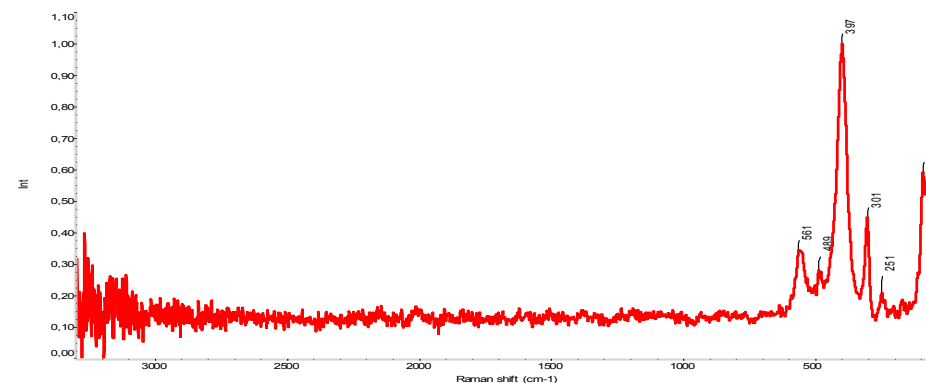
Preparát: OM, XPL



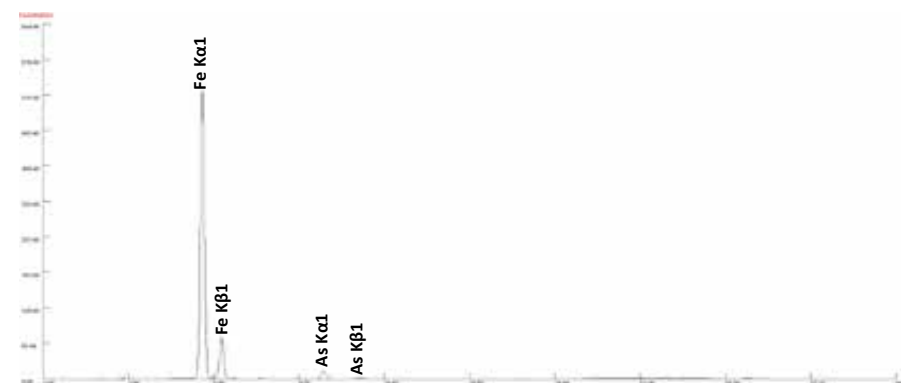
Preparát: SEM



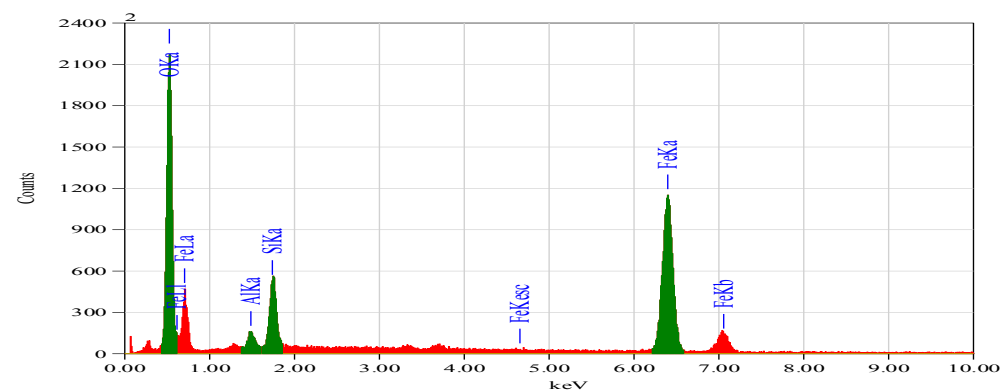
Preparát: SEM



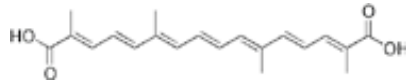
MRS spektrum (780 nm)

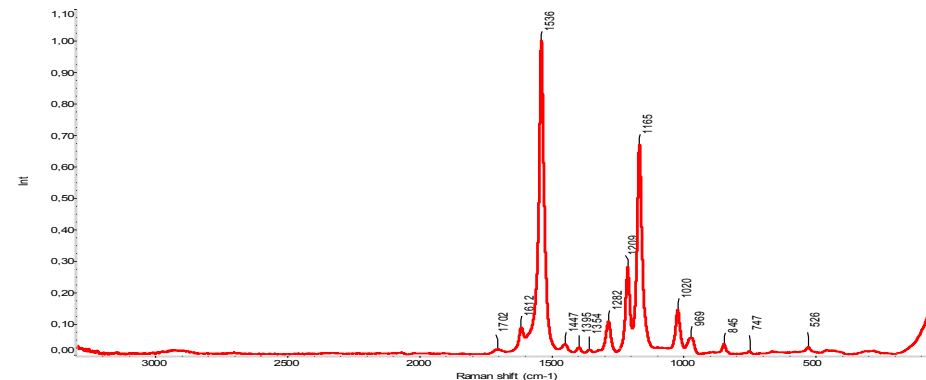


XRF spektrum

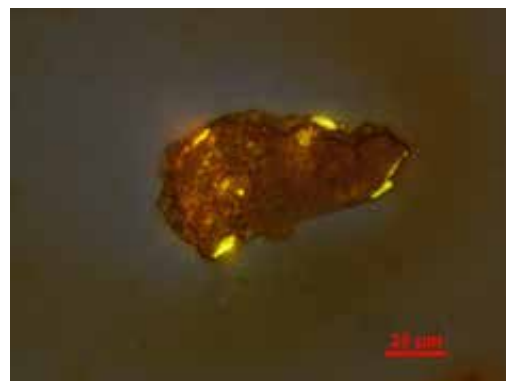


EDS spektrum

| | | |
|--------------------------|-----------------------|--|
| ŠAFRÁN SAFFRON | | |
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 37110 | <i>krocetin</i> |
| CAS: | 27876-94-4 (krocetin) |  |
| C.I.: | NY 6.75100 | |

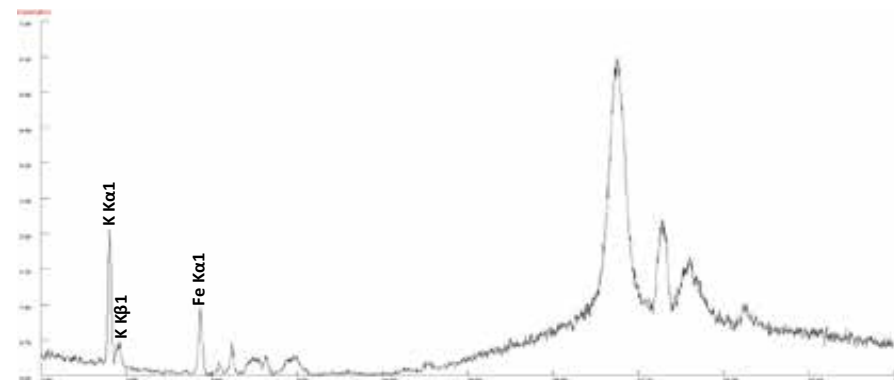


MRS spektrum (780 nm)

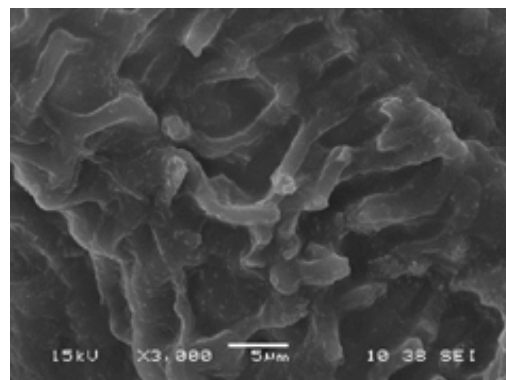
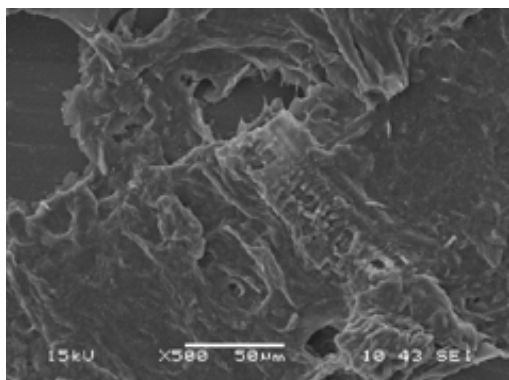


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

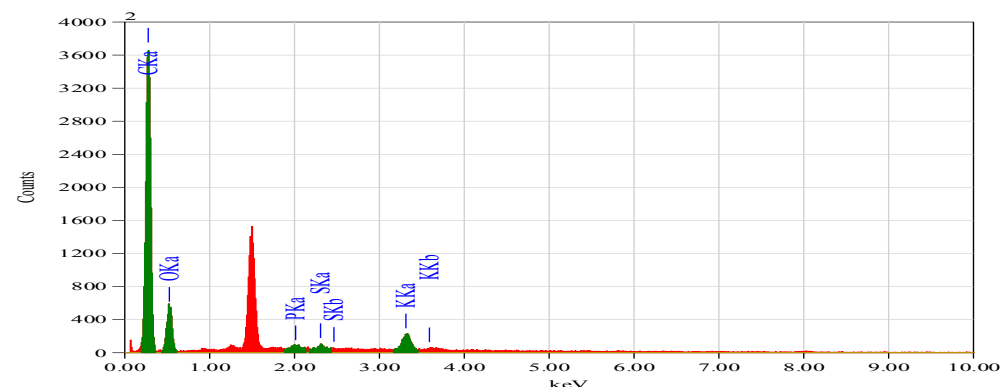


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

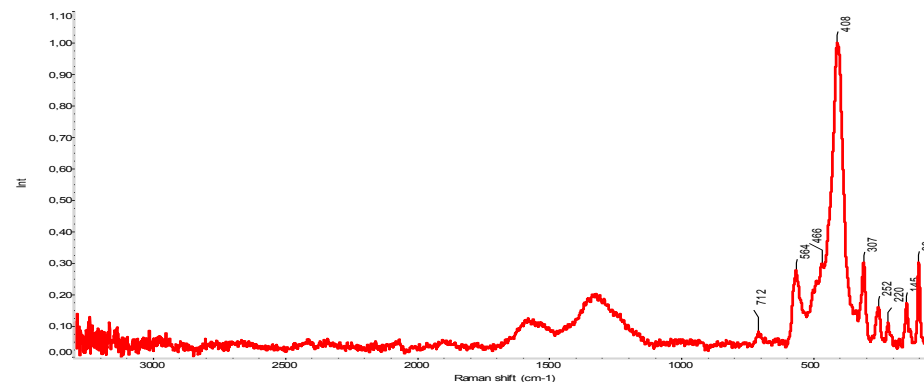


EDS spektrum

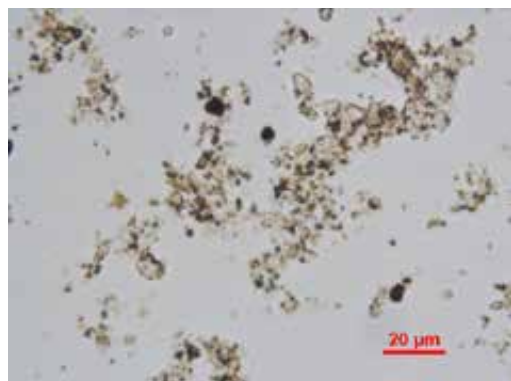
ŽLUTÝ OKR PŘÍRODNÍ, Francie

YELLOE OCHRE, France

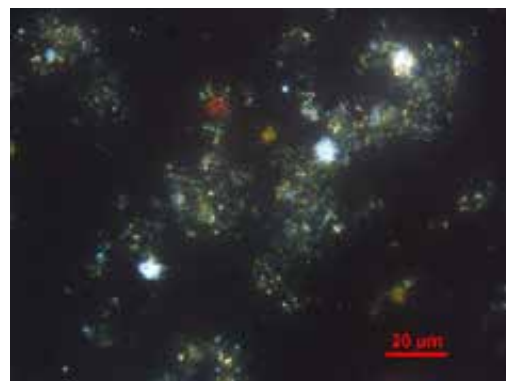
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 40040 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | 64294-91-3 | železitých (<i>goethit</i> FeOOH, |
| C.I.: | PY 43.77492 | <i>hematit</i> Fe ₂ O ₃) a hlinek |
| | | (Al ₂ O ₃ , SiO ₂) |



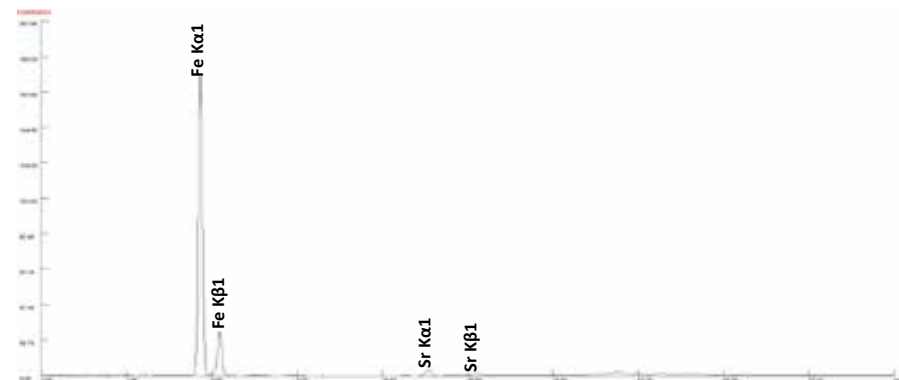
MRS spektrum (780 nm)



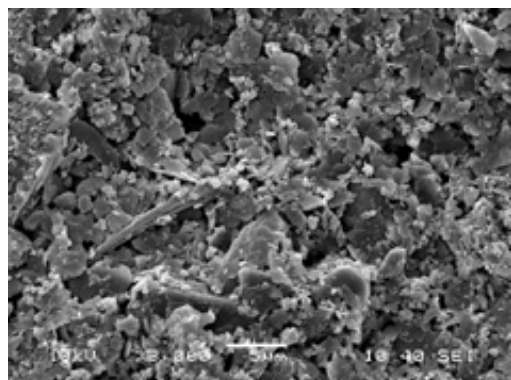
Preparát: OM, PPL



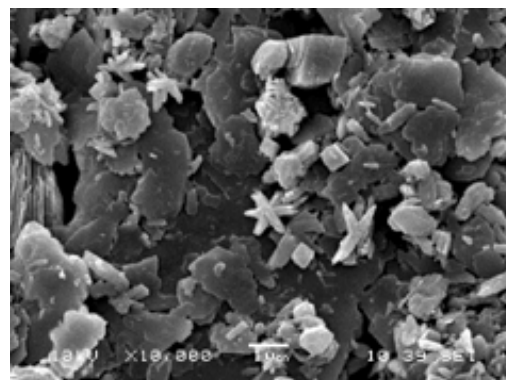
Preparát: OM, XPL



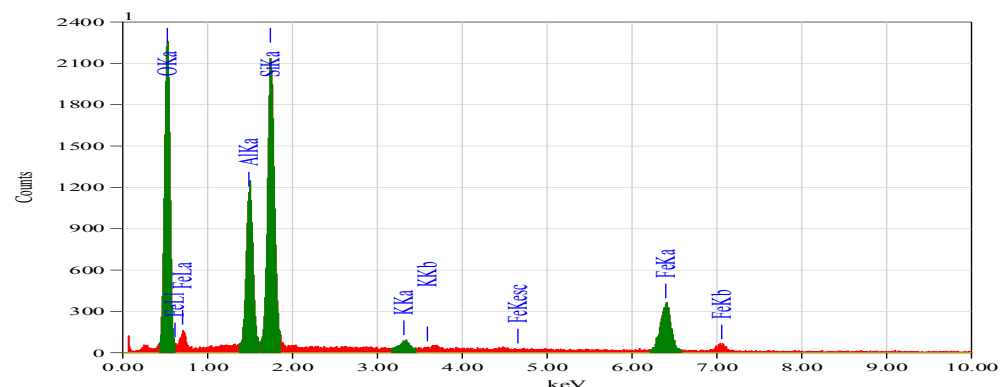
XRF spektrum



Preparát: SEM



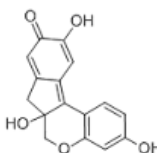
Preparát: SEM

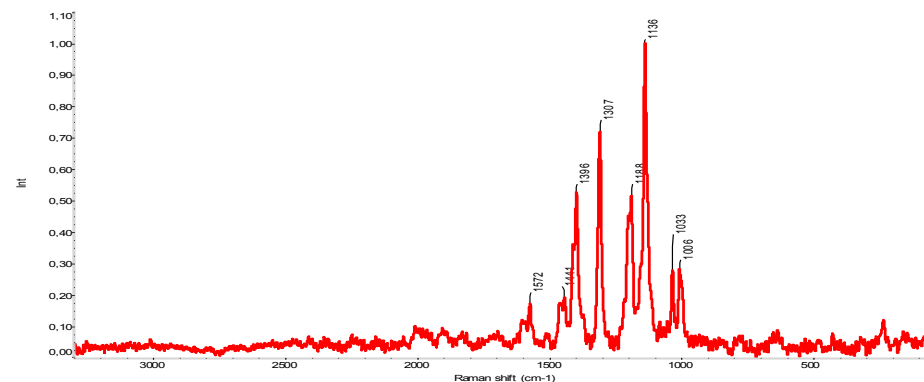


EDS spektrum

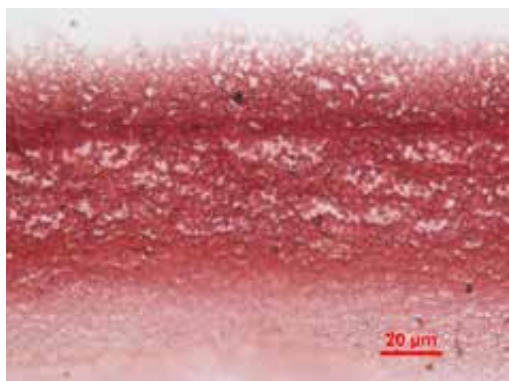
BRAZILSKÉ DŘEVO

BRAZILWOOD

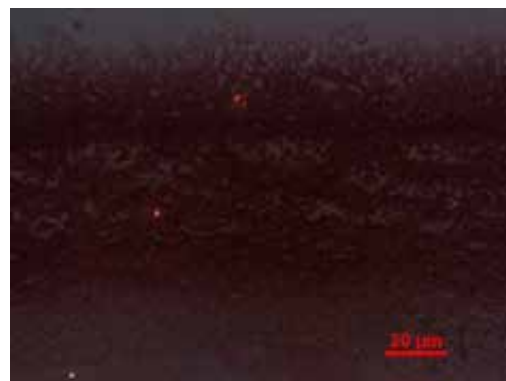
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: <i>brazilein</i>  |
| Výrobní číslo: | 36160 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | NR 24.75280 | |



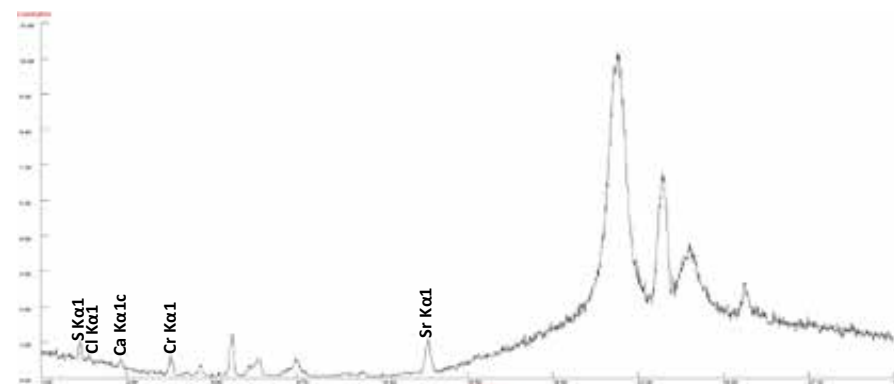
MRS spektrum (780 nm)



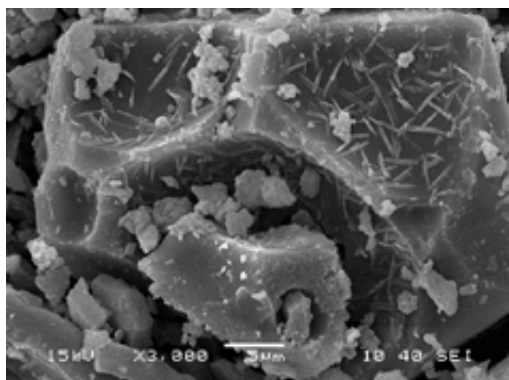
Preparát: OM, PPL



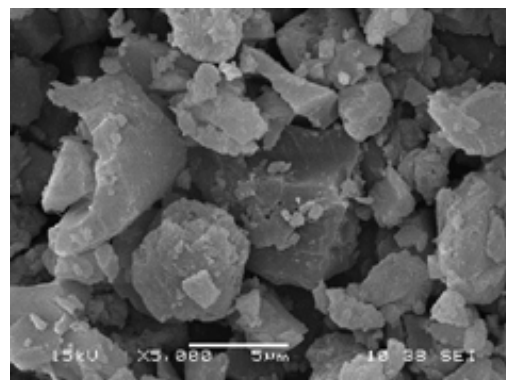
Preparát: OM, XPL



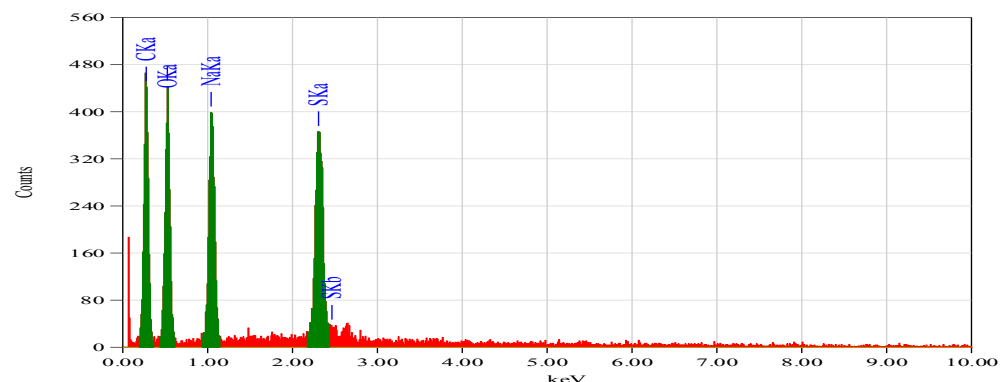
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

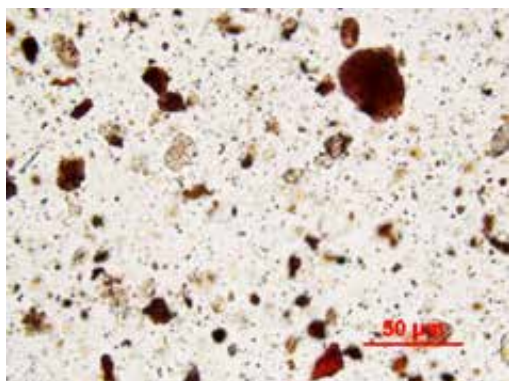


EDS spektrum

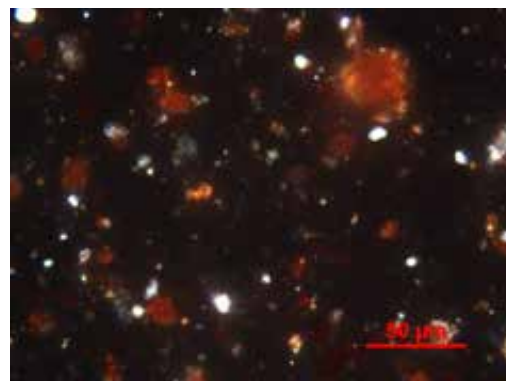
ČERVENÝ BOLUS

RED BOLE

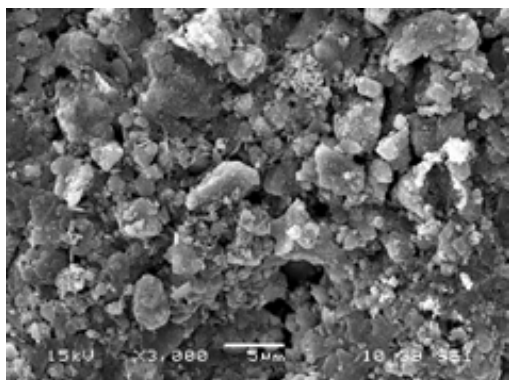
| | | |
|-----------------------|---|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 40503 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | 1309-37-1 (Fe ₂ O ₃) | železitých (<i>hematit</i> Fe ₂ O ₃ , |
| C.I.: | PR 102.77015 | <i>goethit</i> FeOOH) a hlinek |
| | | (Al ₂ O ₃ , SiO ₂) |



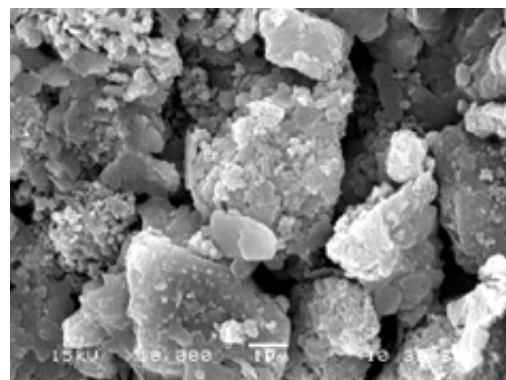
Preparát: OM, PPL



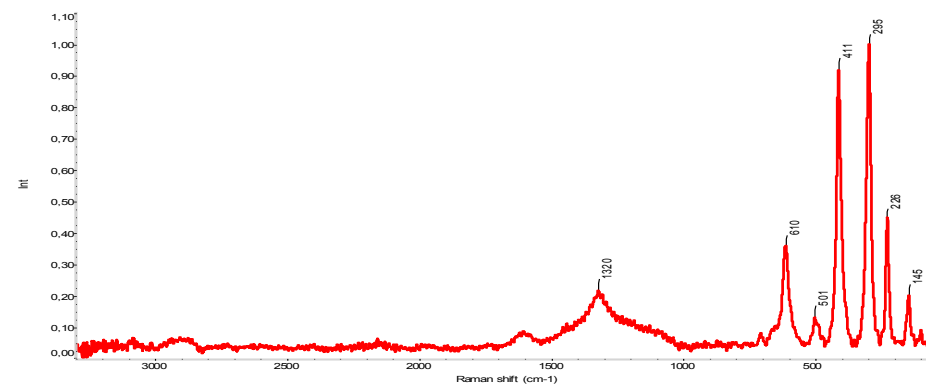
Preparát: OM, XPL



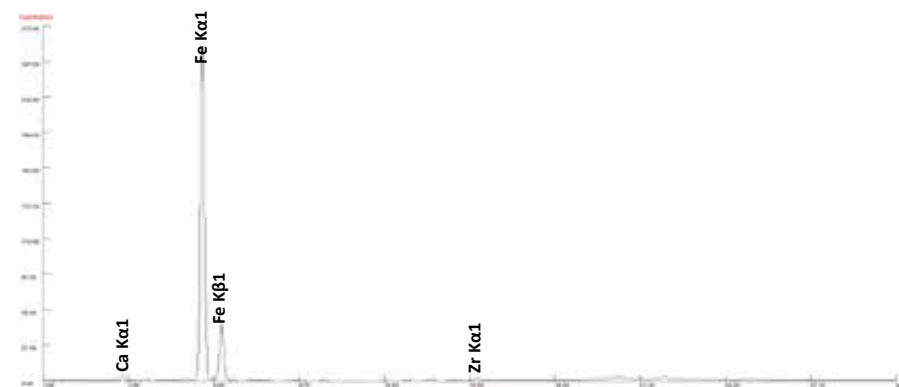
Preparát: SEM



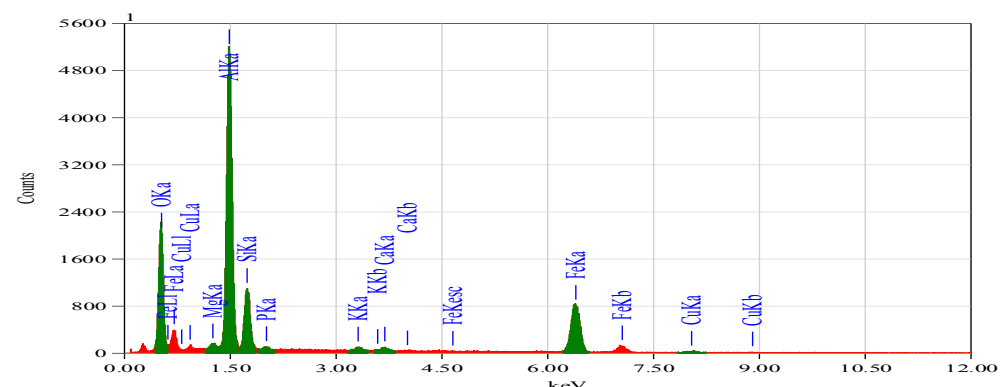
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



XRF spektrum

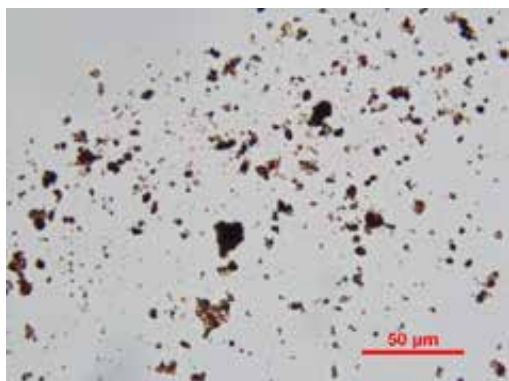


EDS spektrum

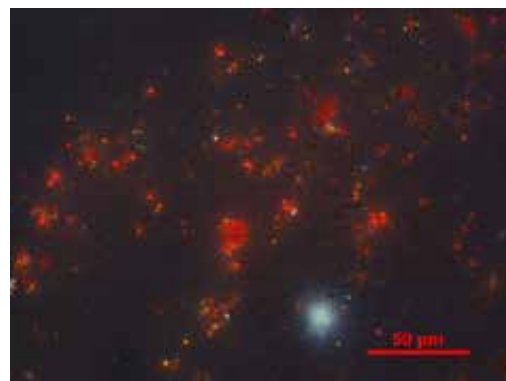
ČERVENÝ OKR PŘÍRODNÍ, Burgundy

RED OCHRE, Burgundy

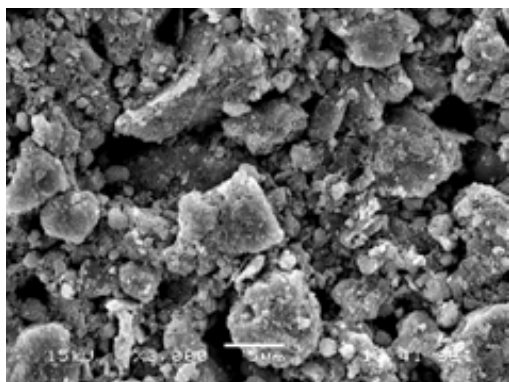
| | | |
|-----------------------|---|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 11576 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | 1309-37-1 (Fe ₂ O ₃) | železitých (<i>hematit</i> Fe ₂ O ₃ , |
| C.I.: | PR 102.77491 | <i>goethit</i> FeOOH) a hlinek (Al ₂ O ₃ , SiO ₂) |



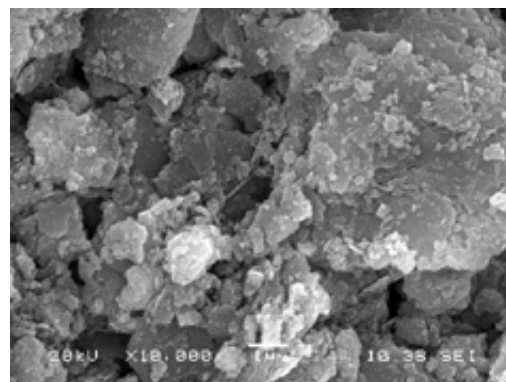
Preparát: OM, PPL



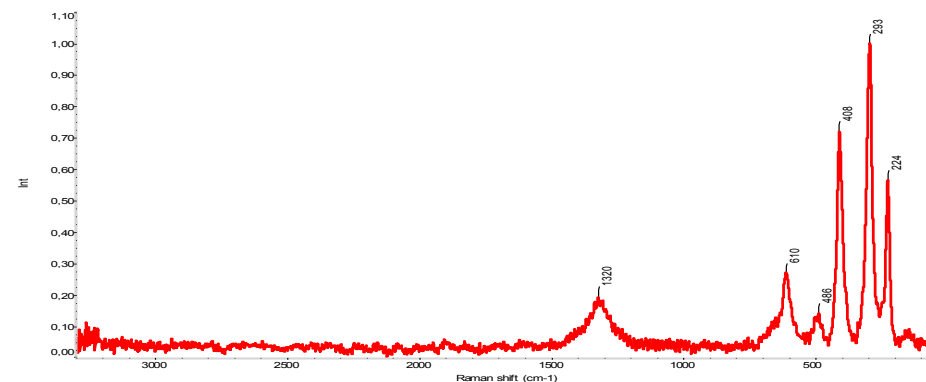
Preparát: OM, XPL



Preparát: SEM



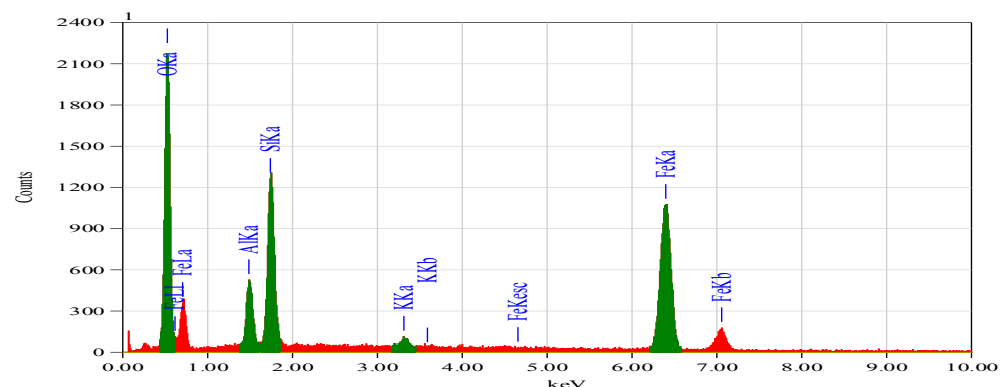
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



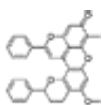
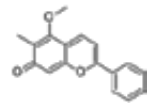
XRF spektrum

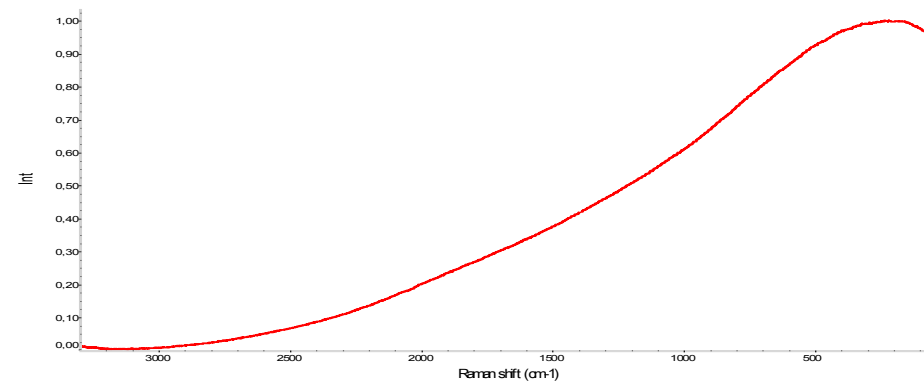


EDS spektrum

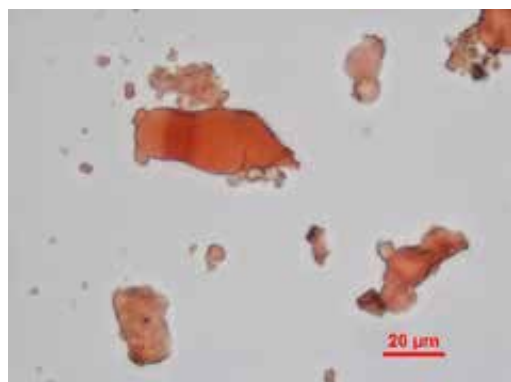
DRAČÍ KREV, Sumatra

DRAGON'S BLOOD, Sumatra

| | | |
|-----------------------|-------------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 37000 | <i>dracorubin</i> <i>dracorhodin</i> |
| CAS: | / |   |
| C.I.: | NR 31.75200,75210 | |

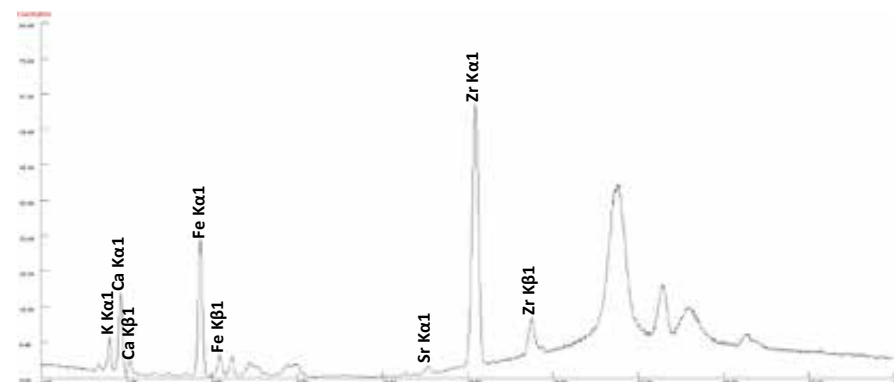


MRS spektrum (780 nm)

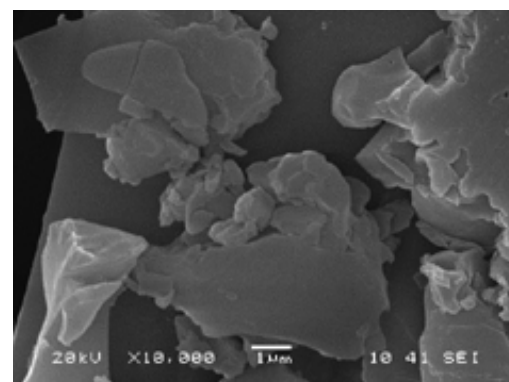
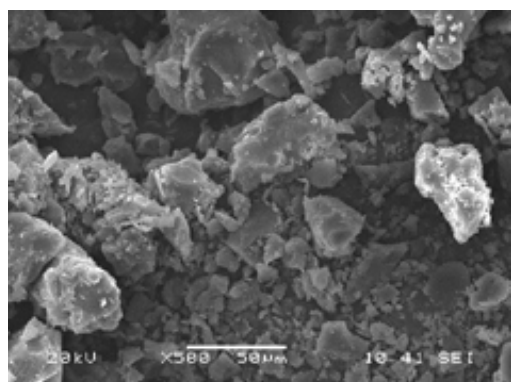


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

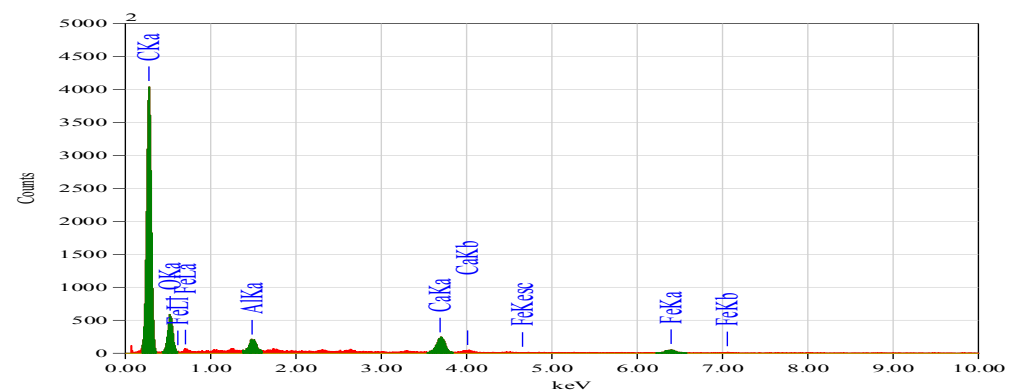


XRF spektrum



Preparát: SEM

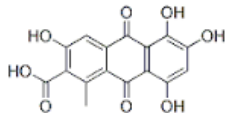
Preparát: SEM

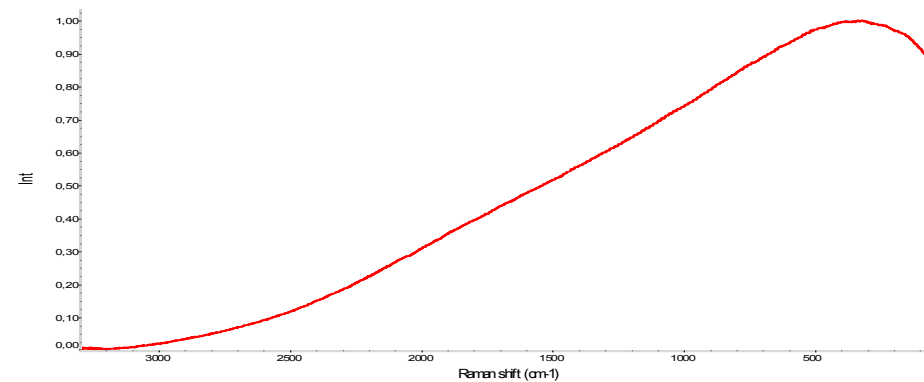


EDS spektrum

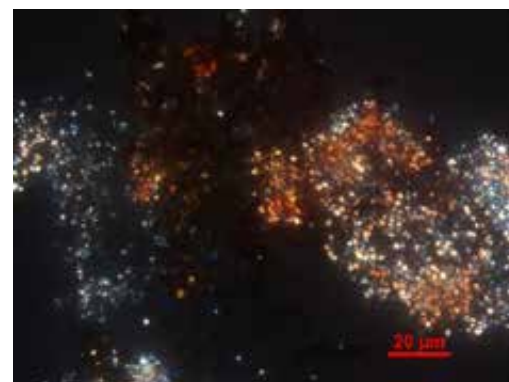
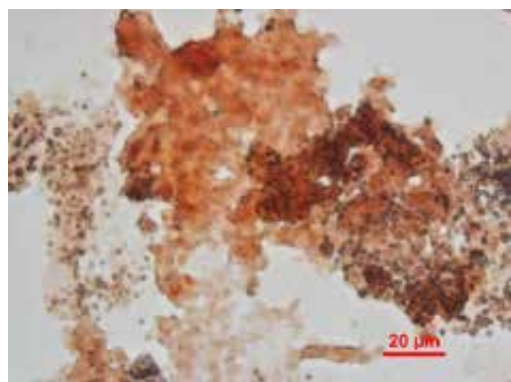
KERMES, Anatolie

KERMES, Anatolia

| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 36045 | <i>kyselina kermesová</i> |
| CAS: | 476-35-7 |  |
| C.I.: | NR 3.75460 | |

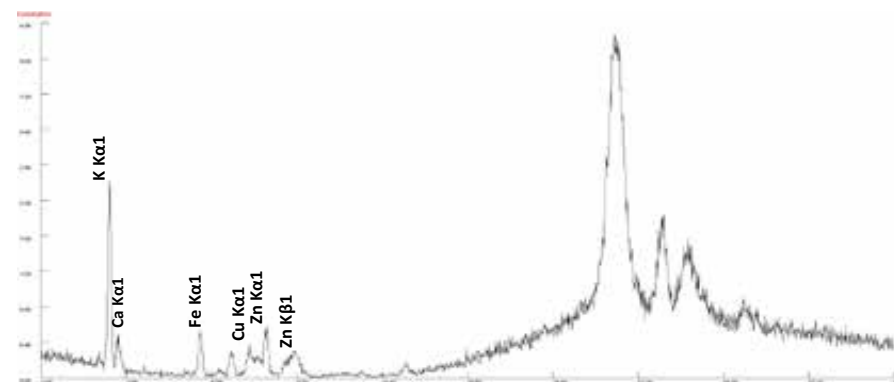


MRS spektrum (780 nm)

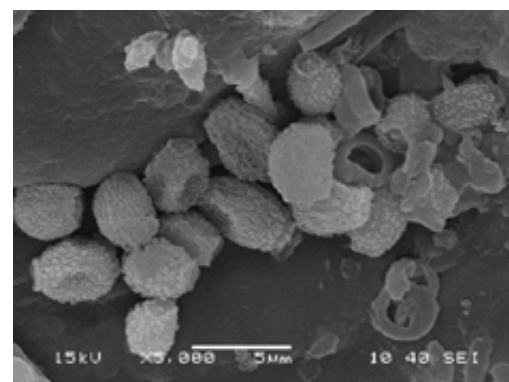
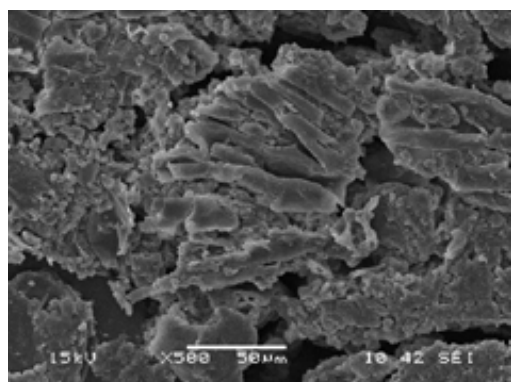


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

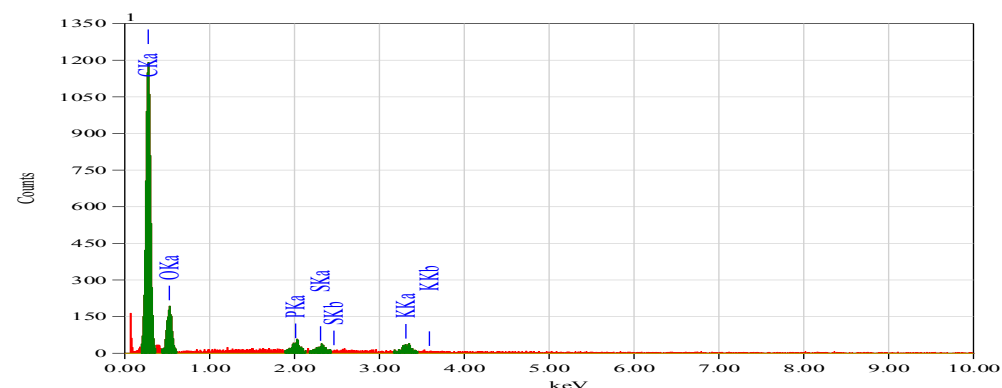


XRF spektrum



Preparát: SEM

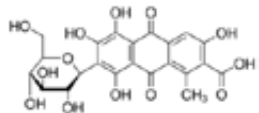
Preparát: SEM

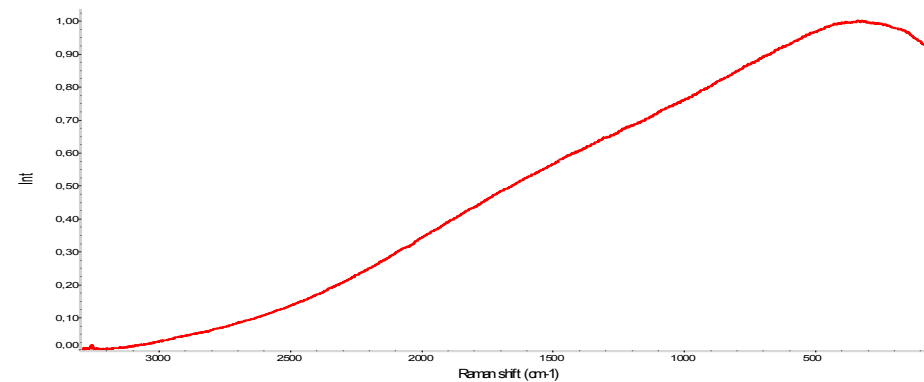


EDS spektrum

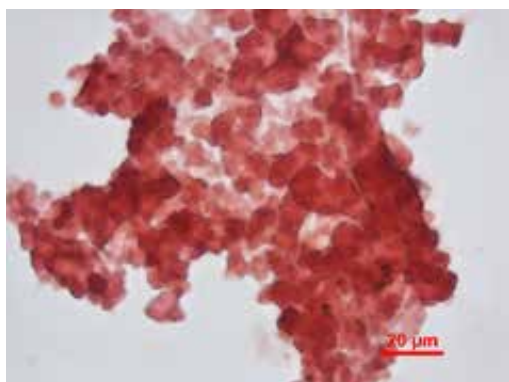
KOŠENILA

COCHENILLE

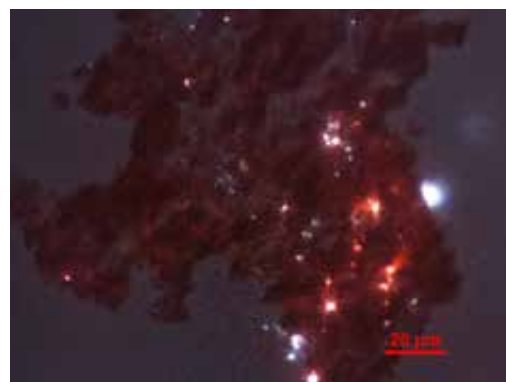
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 36040 | <i>kyselina karmínová</i> |
| CAS: | 1343-78-8 |  |
| C.I.: | NR 4.75470 | |



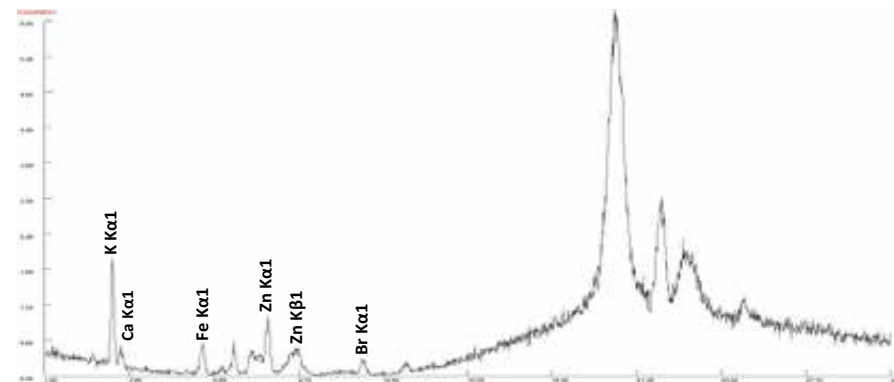
MRS spektrum (780 nm)



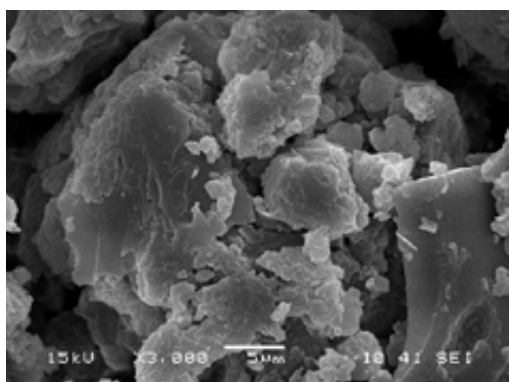
Preparát: OM, PPL



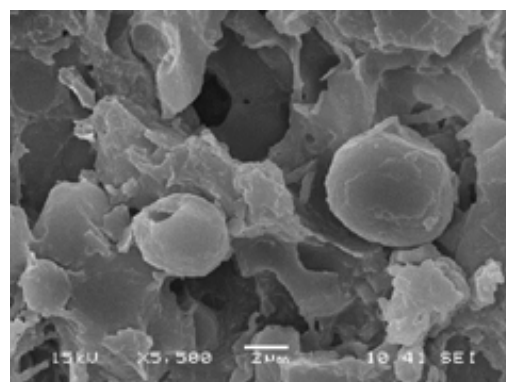
Preparát: OM, XPL



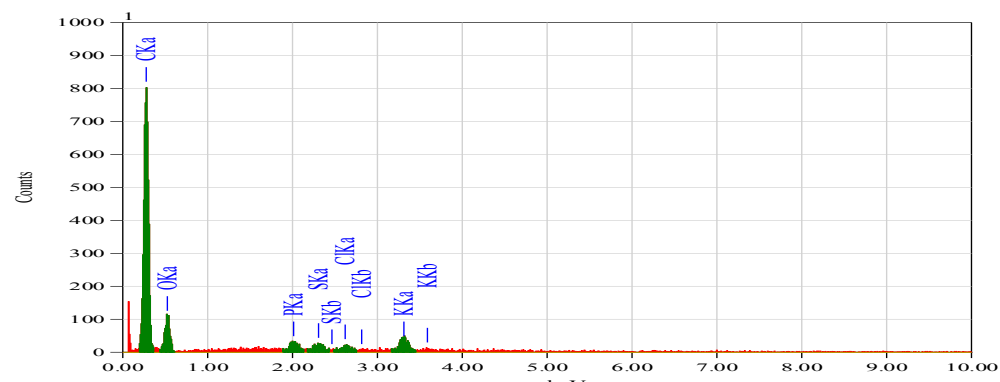
XRF spektrum



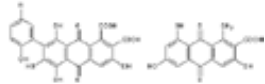
Preparát: SEM

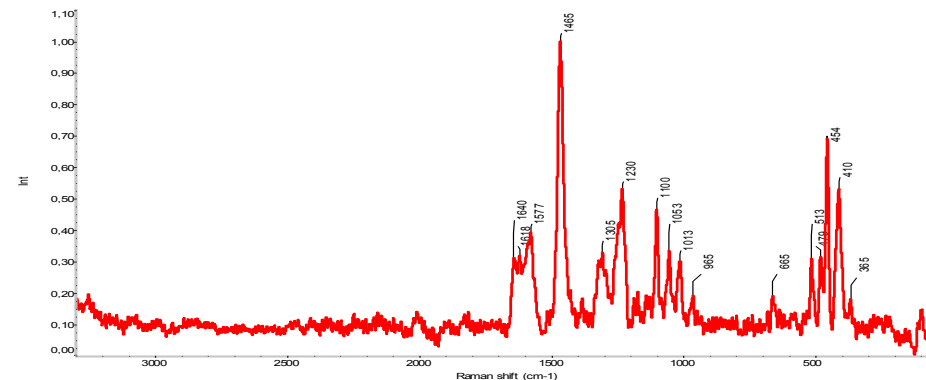


Preparát: SEM

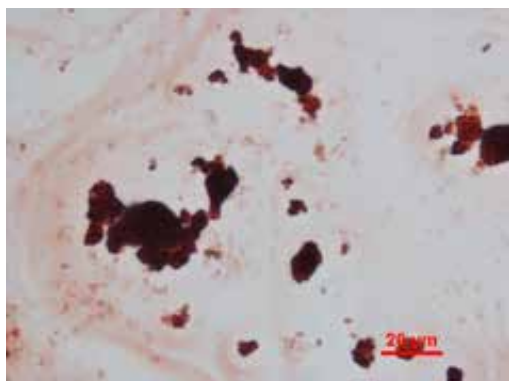


EDS spektrum

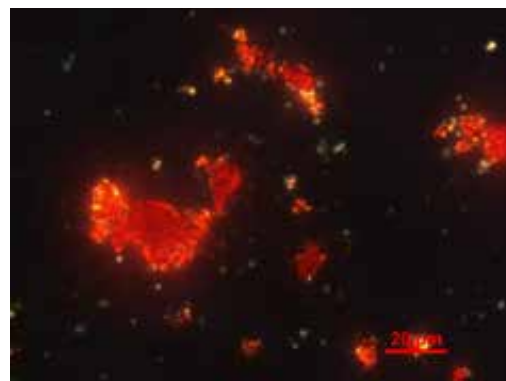
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| | | LAKA |
| | | LAC DYE |
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: <i>kyseliny lakaové A–F</i>  <ul style="list-style-type: none"> A: R = CH₂CH₂NHCOCH₃ B: R = CH₂CH₂OH C: R = CH₂CH(NH₂)COOH E: R = CH₂CH₂NH₂ F: R = CH₂CH₂OCOCH₃ |
| Výrobní číslo: | 36020 | |
| CAS: | 60687-93-6 | |
| C.I.: | NR 25.75450 | |



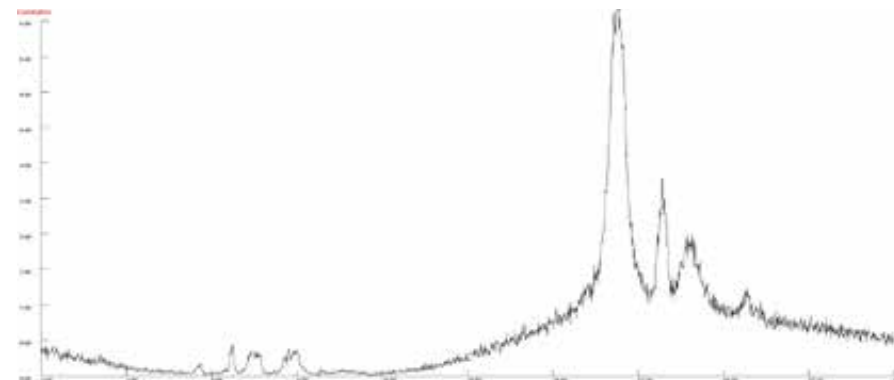
MRS spektrum (780 nm)



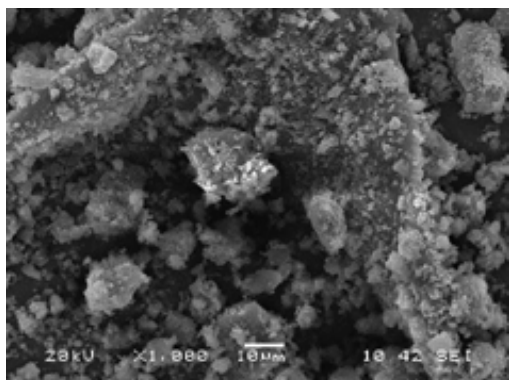
Preparát: OM, PPL



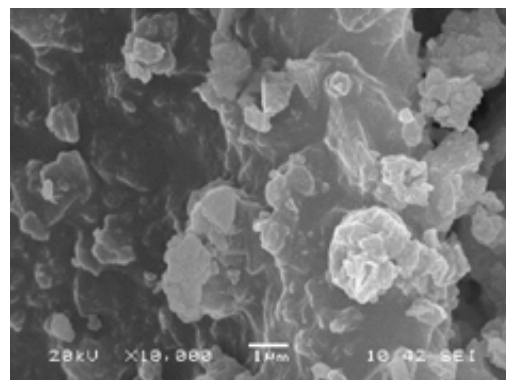
Preparát: OM, XPL



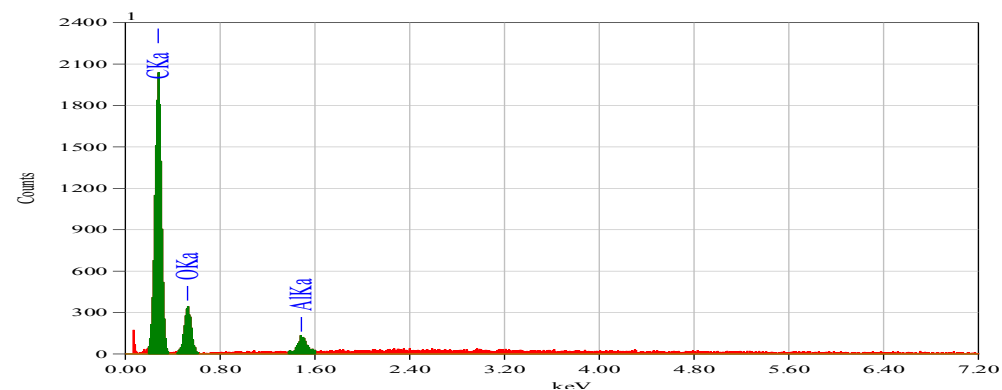
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

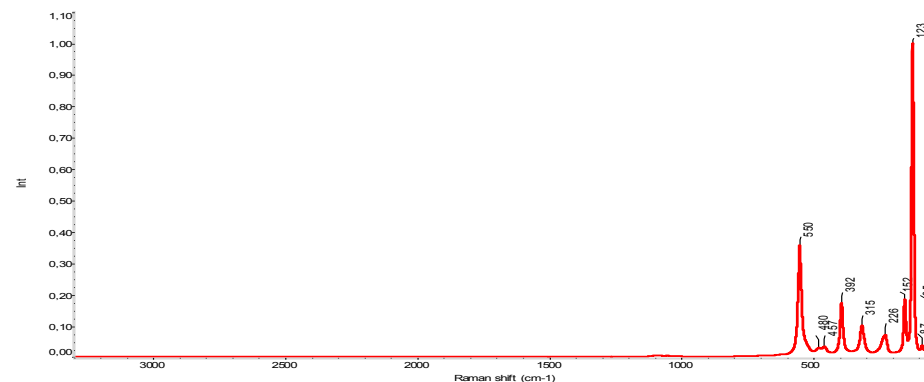


EDS spektrum

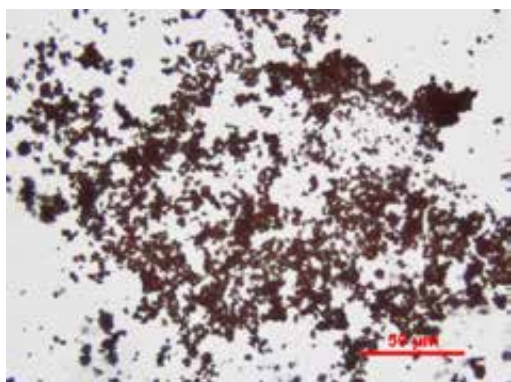
MINIUM (SUŘÍK)

RED LEAD

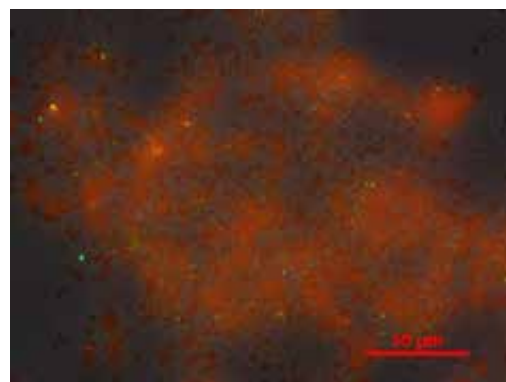
| | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 42500 | Pb_3O_4 |
| CAS: | 1314-41-6 | |
| C.I.: | PR 105.77578 | |



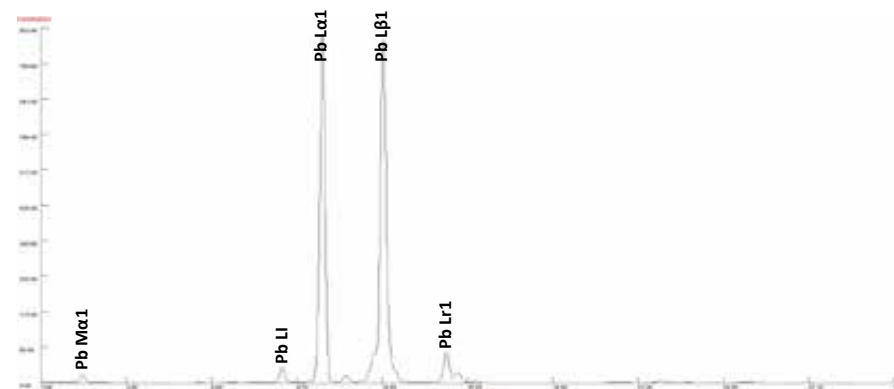
MRS spektrum (780 nm)



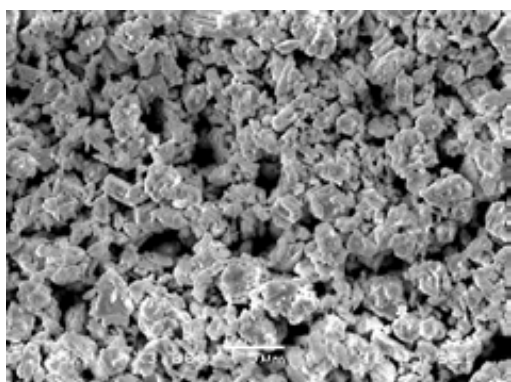
Preparát: OM, PPL



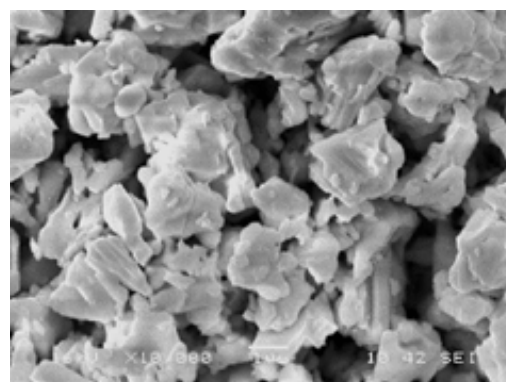
Preparát: OM, XPL



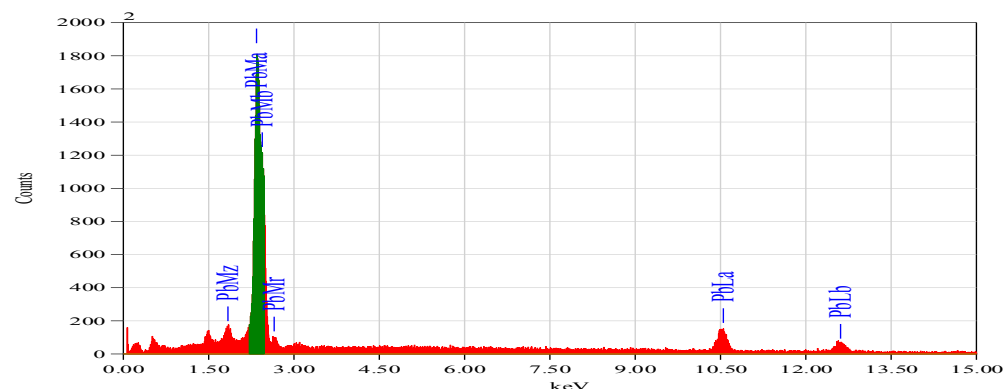
XRF spektrum



Preparát: SEM



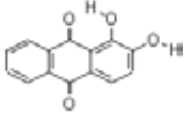
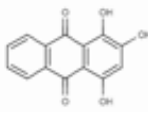
Preparát: SEM

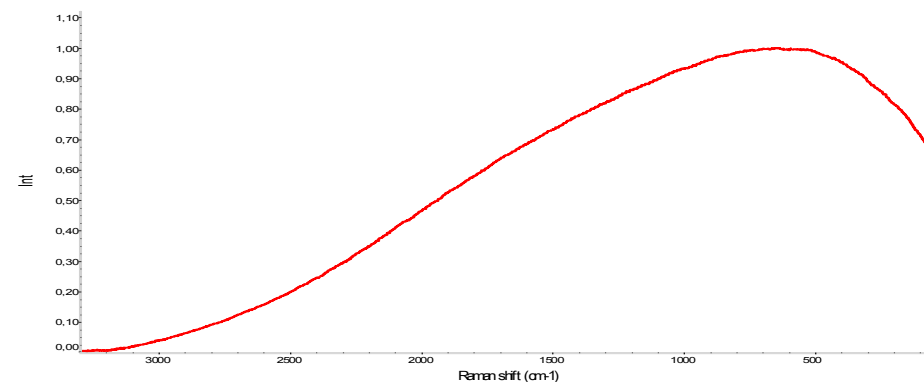


EDS spektrum

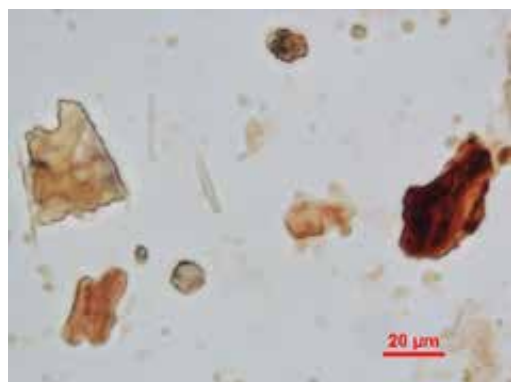
MOŘENA BARVÍŘSKÁ

MADDER LAKE

| | | |
|-----------------------|------------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 37202 | <i>alizarin</i> <i>purpurin</i> |
| CAS: | 72-48-0, 81-54-9 |   |
| C.I.: | NR 9.75330,75420 | |

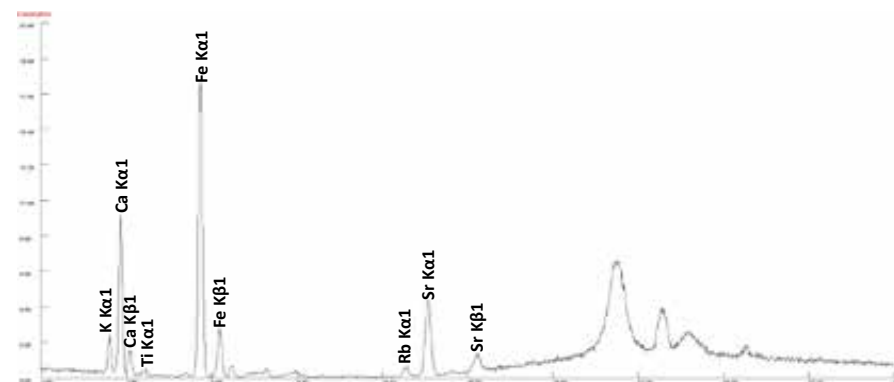


MRS spektrum (780 nm)

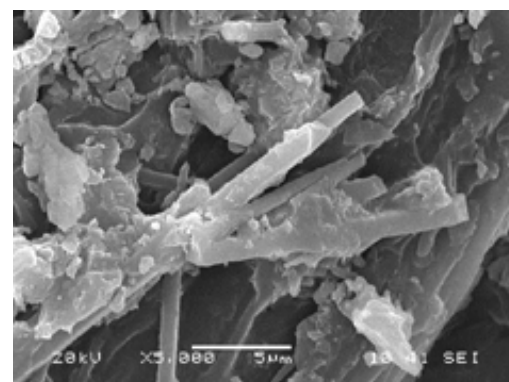
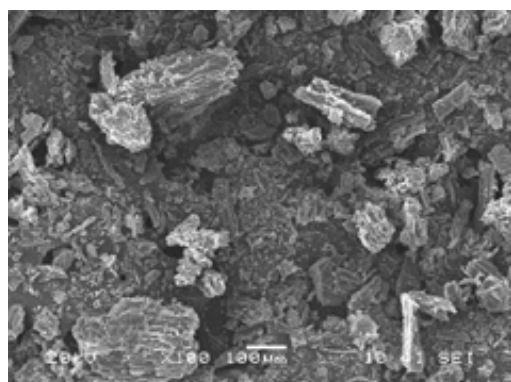


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

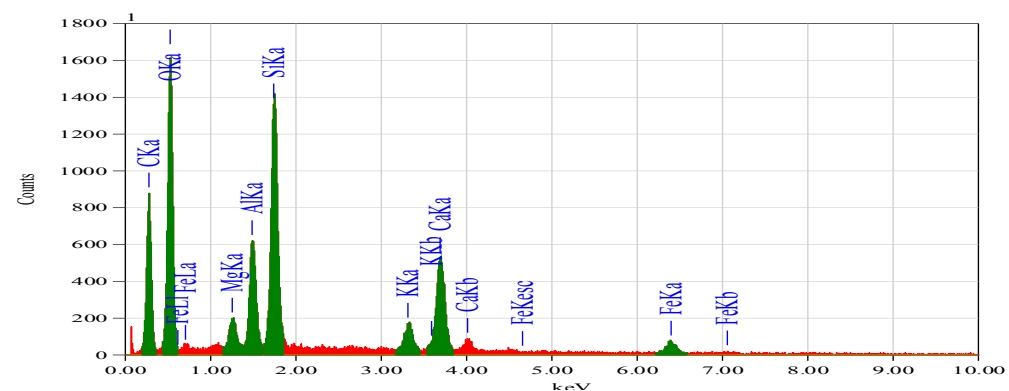


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

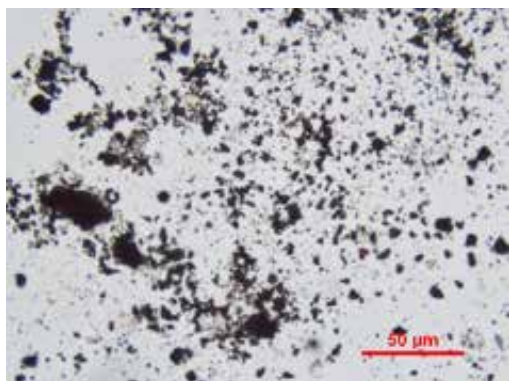


EDS spektrum

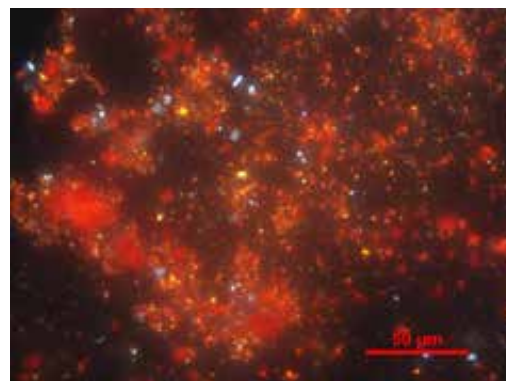
RUMĚLKA PŘÍRODNÍ, Monte Amiata

NATURAL CINNABAR, Monte Amiata

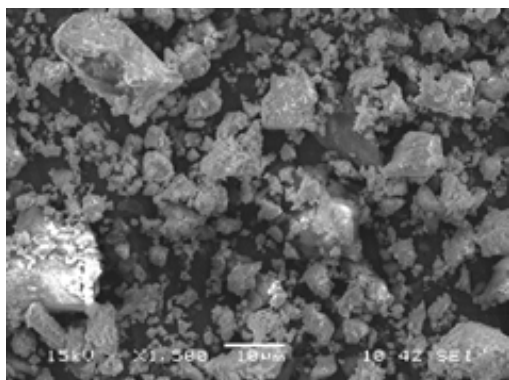
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: přírodní minerál: HgS |
| Výrobní číslo: | 10610 | |
| CAS: | 1344-48-5 | |
| C.I.: | PR 106.77766 | |



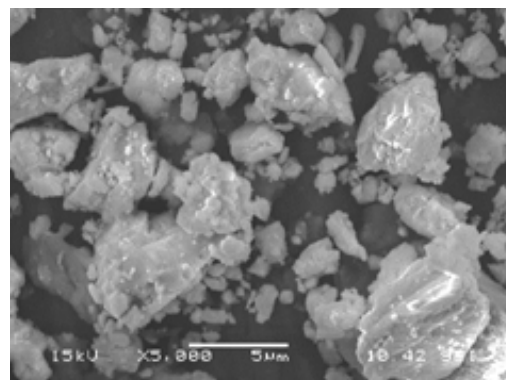
Preparát: OM, PPL



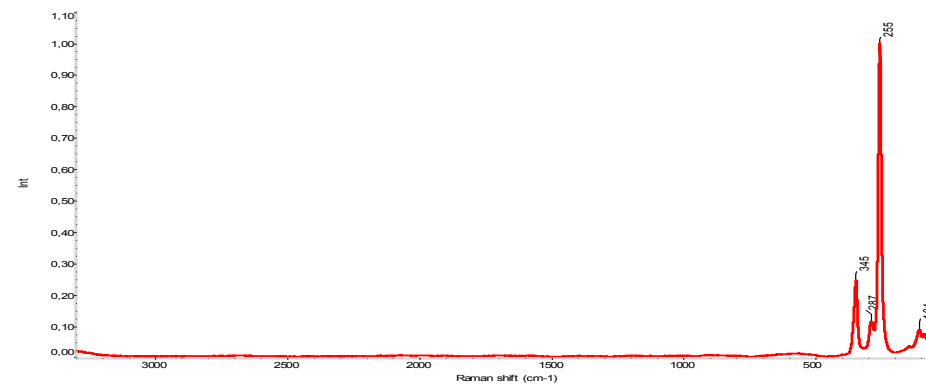
Preparát: OM, XPL



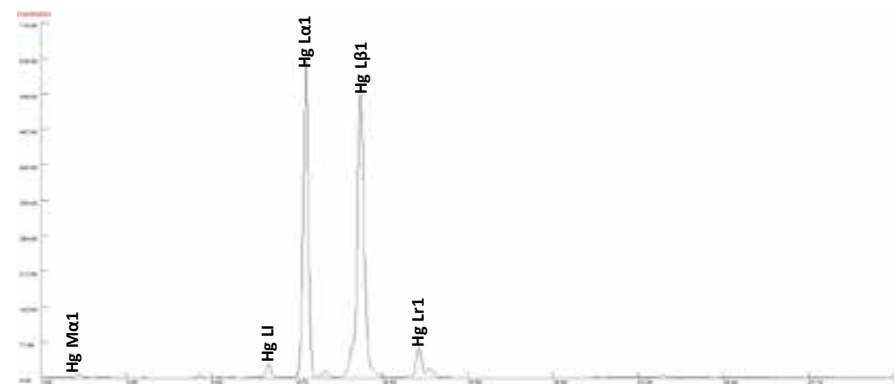
Preparát: SEM



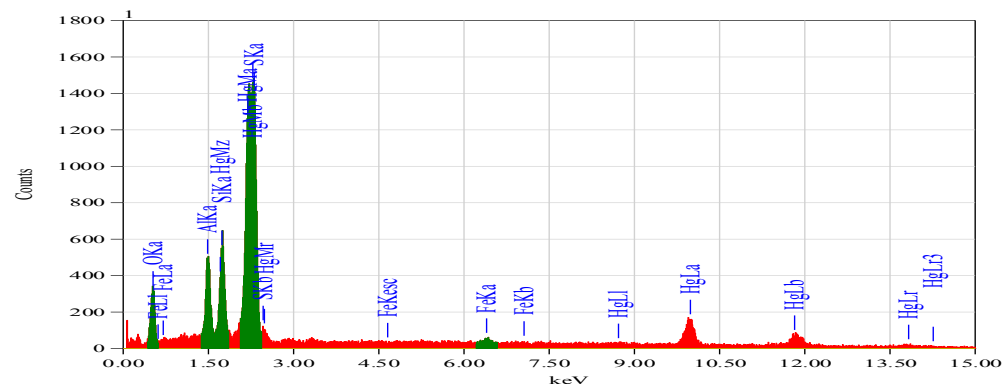
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



XRF spektrum

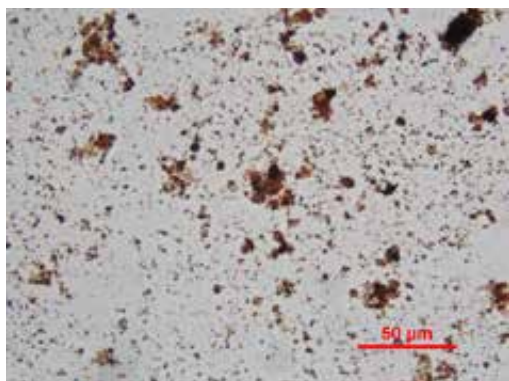


EDS spektrum

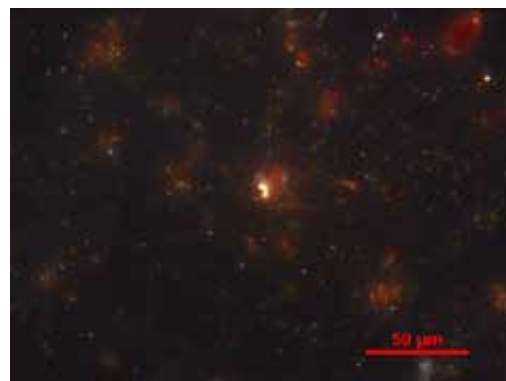
SIENA PÁLENÁ, TMAVÁ

BURNT SIENNA, DARK

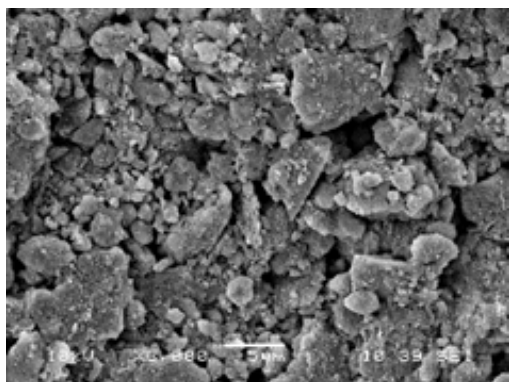
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 40430 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | 1309-337-1 | (<i>hematit</i> Fe_2O_3 , <i>goethit</i> FeOOH , |
| C.I.: | PR 101.77491 | <i>pyroluzit</i> MnO_2) a hliněk |
| | | (Al_2O_3 , SiO_2) |



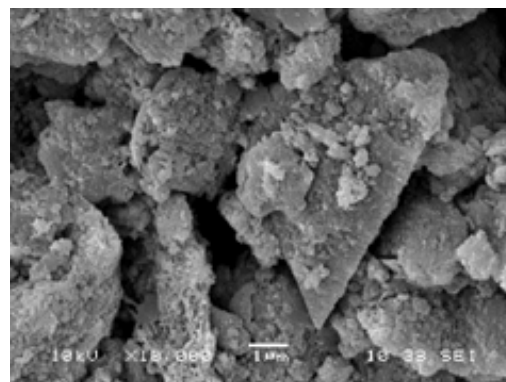
Preparát: OM, PPL



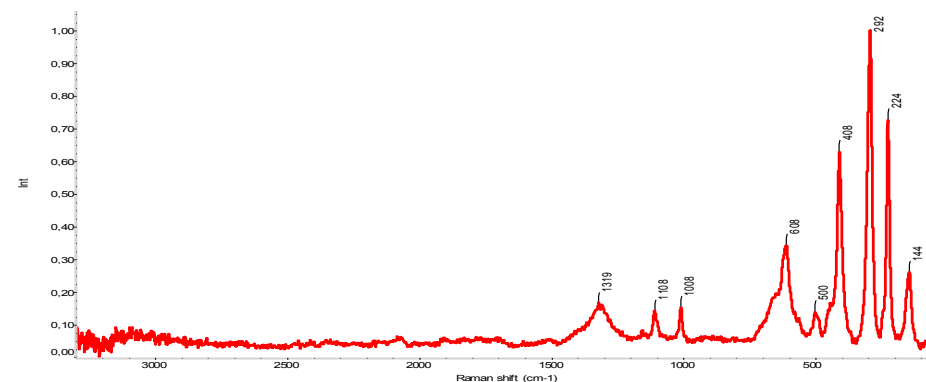
Preparát: OM, XPL



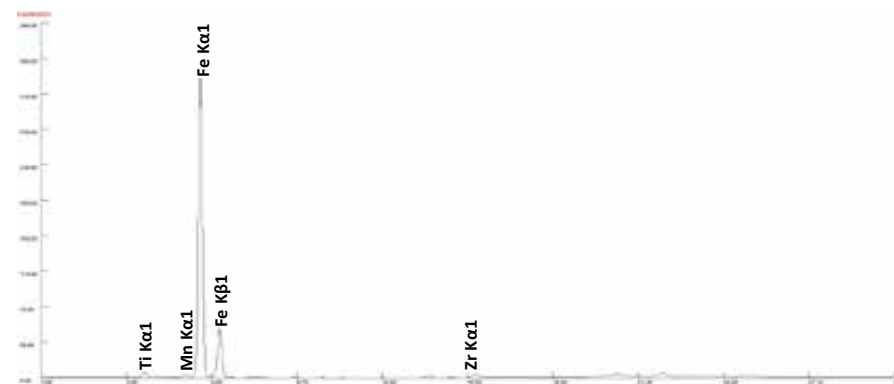
Preparát: SEM



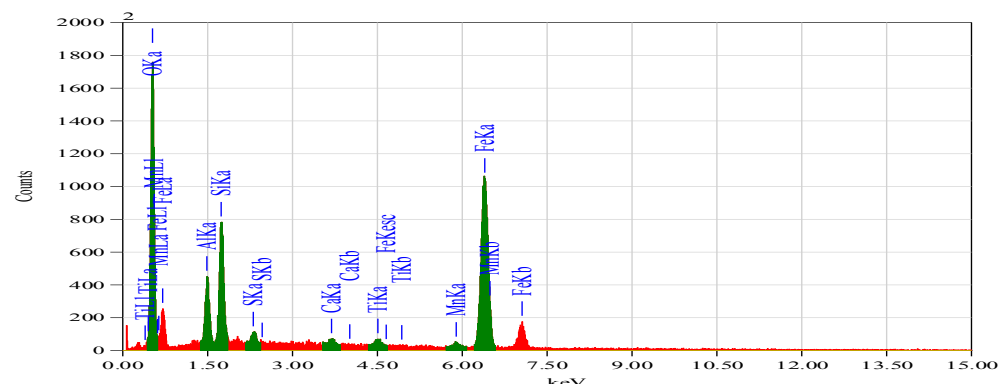
Preparát: SEM



MRS spektrum (780 nm)



XRF spektrum

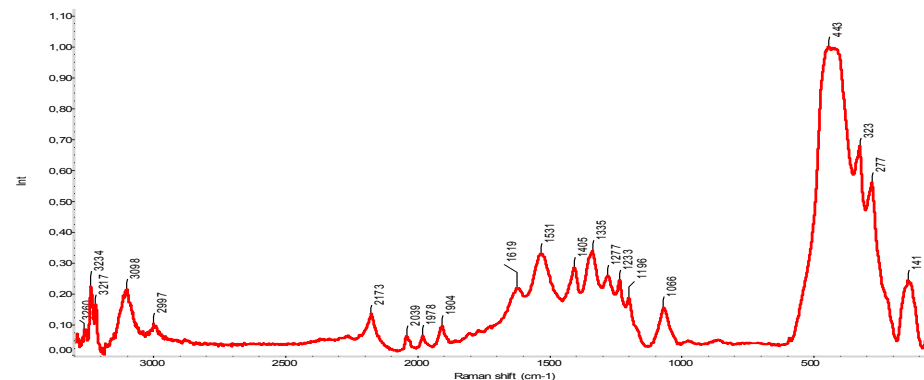


EDS spektrum

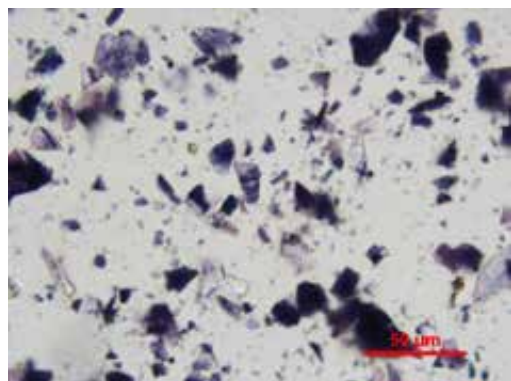
FLUORIT, Wölsendorf

FLUORITE, Wölsendorf

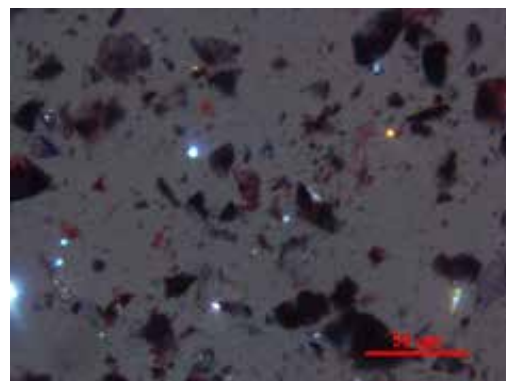
| | | |
|-----------------|-------------------------------|---|
| Sbírka: | VŠCHT | Složení: přírodní minerál: CaF ₂ |
| Inv. č.: | 1530 | |
| CAS: | 7789-75-5 (CaF ₂) | |
| C.I.: | / | |



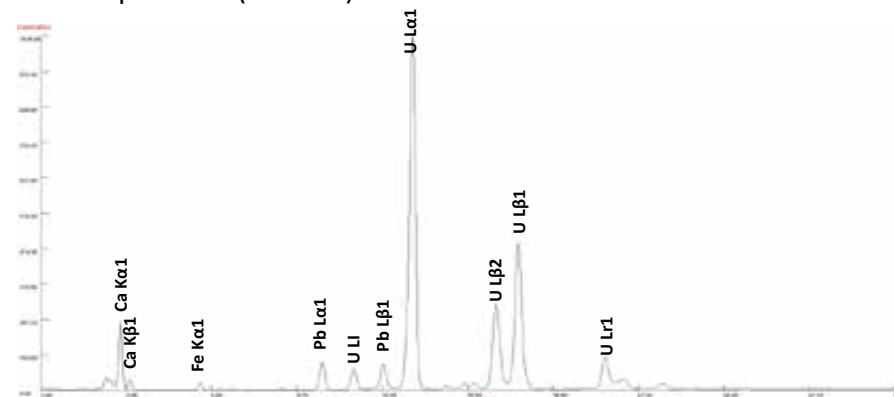
MRS spektrum (780 nm)



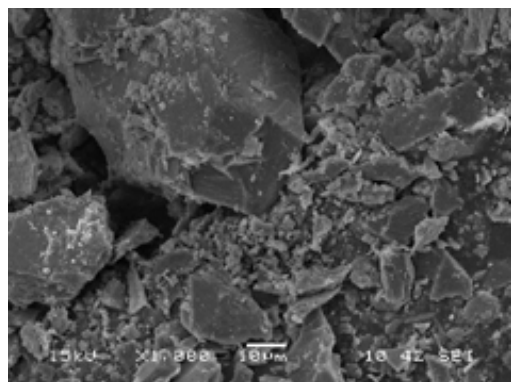
Preparát: OM, PPL



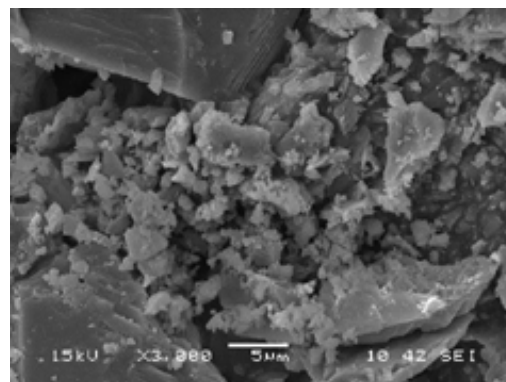
Preparát: OM, XPL



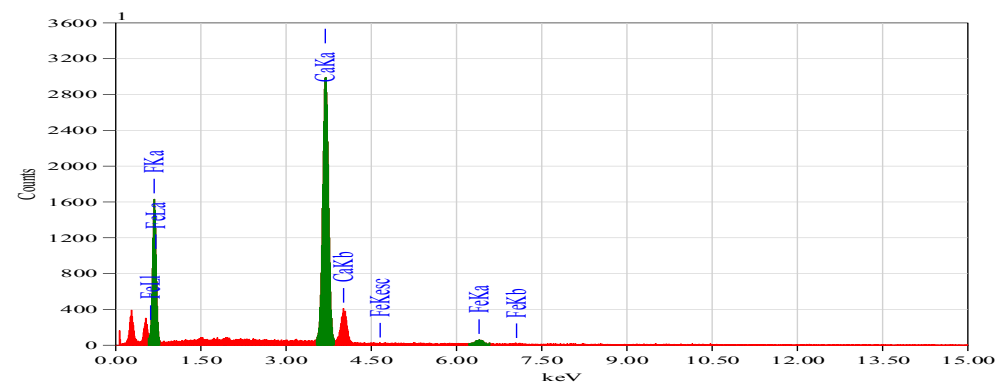
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

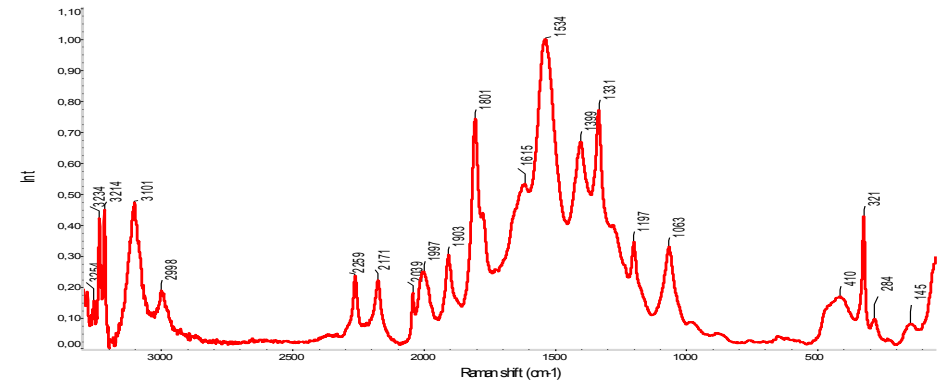


EDS spektrum

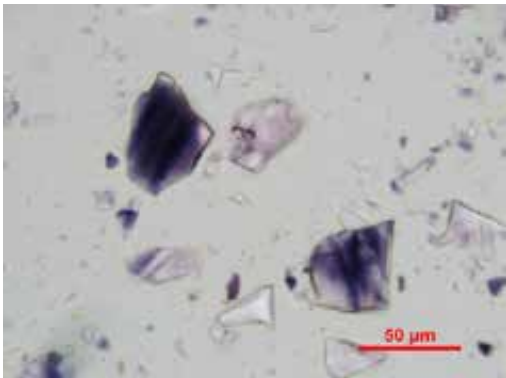
FLUORIT, Wölsendorf

FLUORITE, Wölsendorf

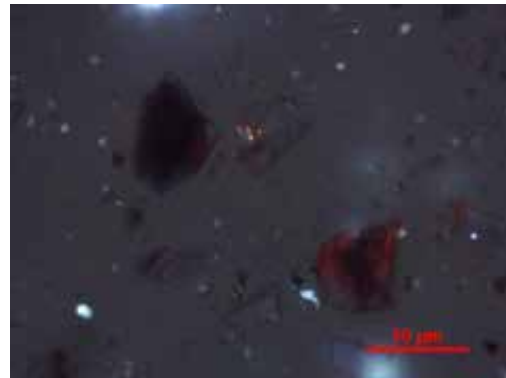
| | | |
|-----------------|-------------------------------|---|
| Sbírka: | VŠCHT | Složení: přírodní minerál: CaF ₂ |
| Inv. č.: | 2249 | |
| CAS: | 7789-75-5 (CaF ₂) | |
| C.I.: | / | |



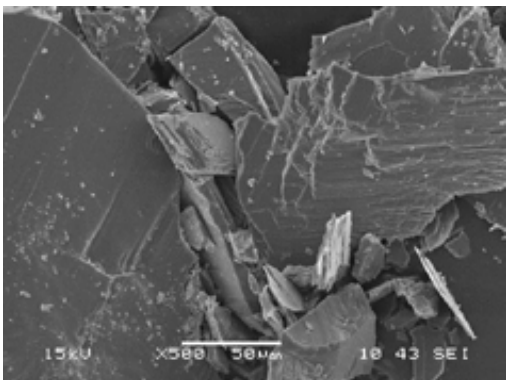
MRS spektrum (780 nm)



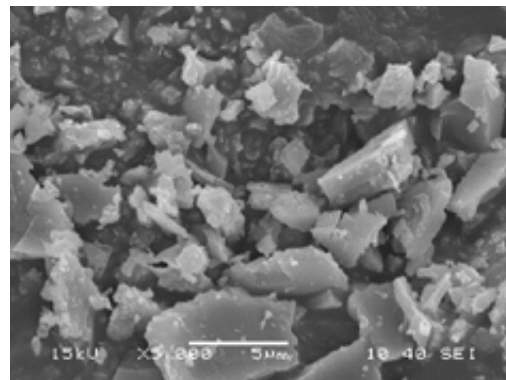
Preparát: OM, PPL



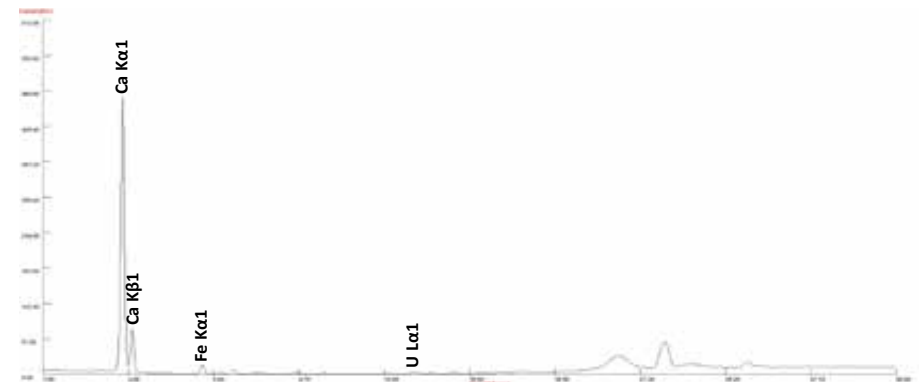
Preparát: OM, XPL



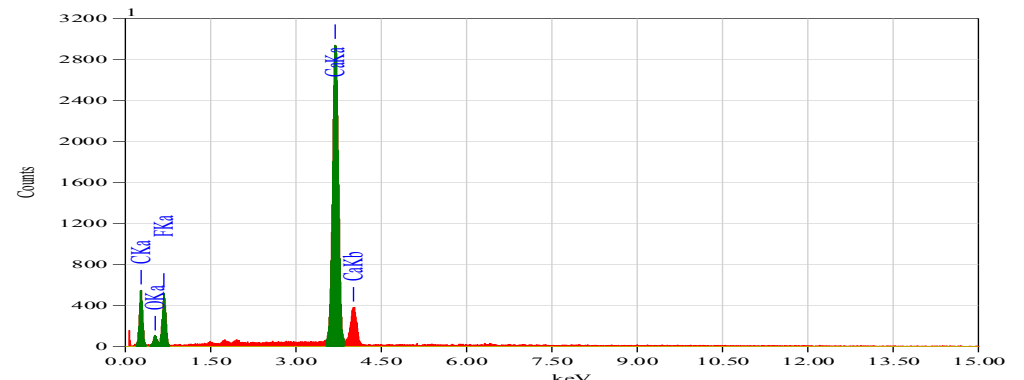
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

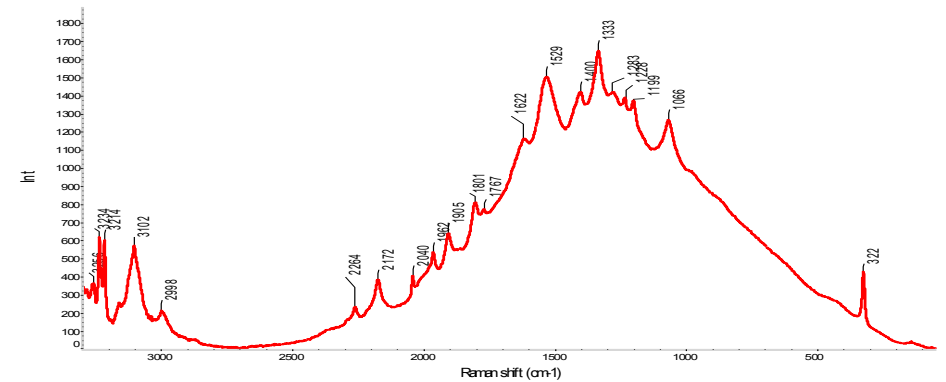


EDS spektrum

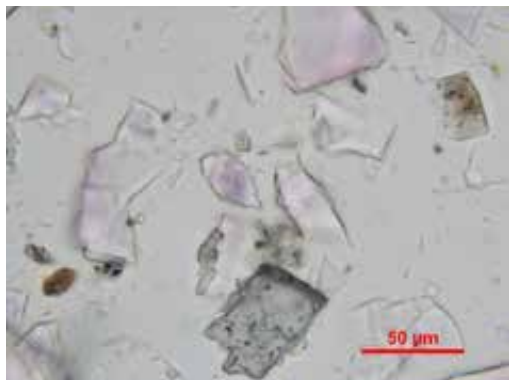
FLUORIT, Jáchymov – Zlatý Kopec

FLUORITE, Jáchymov – Zlatý Kopec

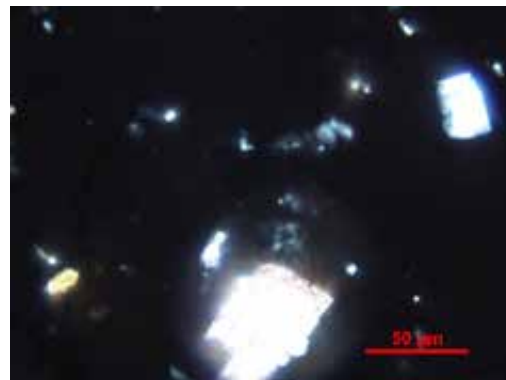
| | | |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Sbírka: | Laboratoř NG v Praze | Složení: |
| Inv. č.: | / | přirodní minerál: CaF ₂ |
| CAS: | 7789-75-5 (CaF ₂) | |
| C.I.: | / | |



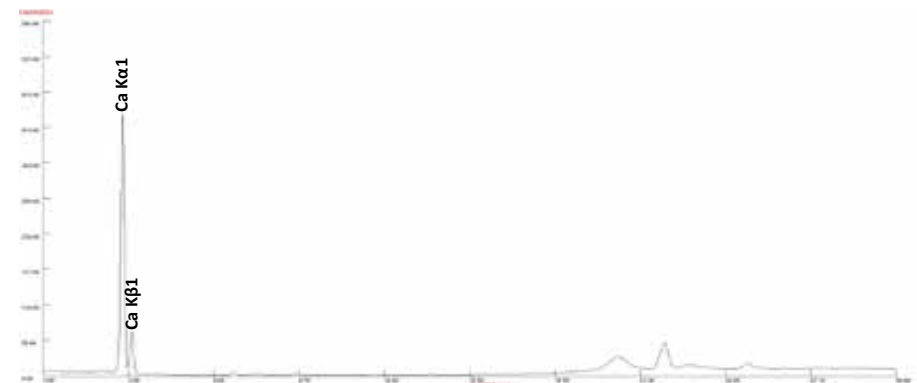
MRS spektrum (780 nm)



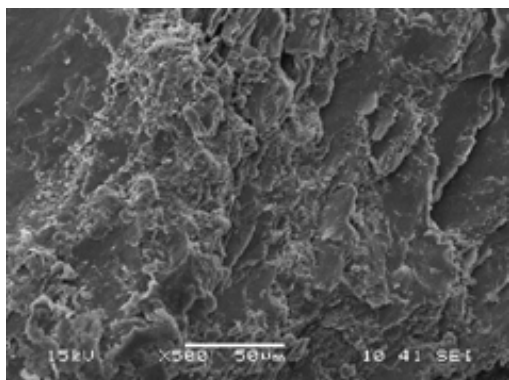
Preparát: OM, PPL



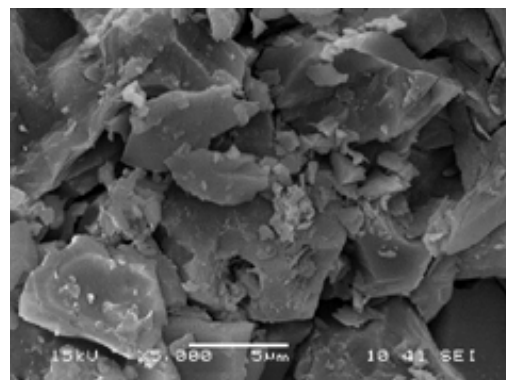
Preparát: OM, XPL



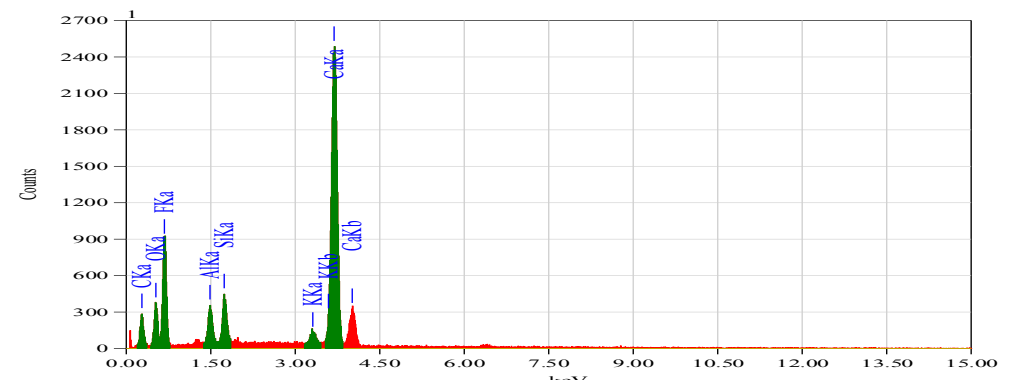
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

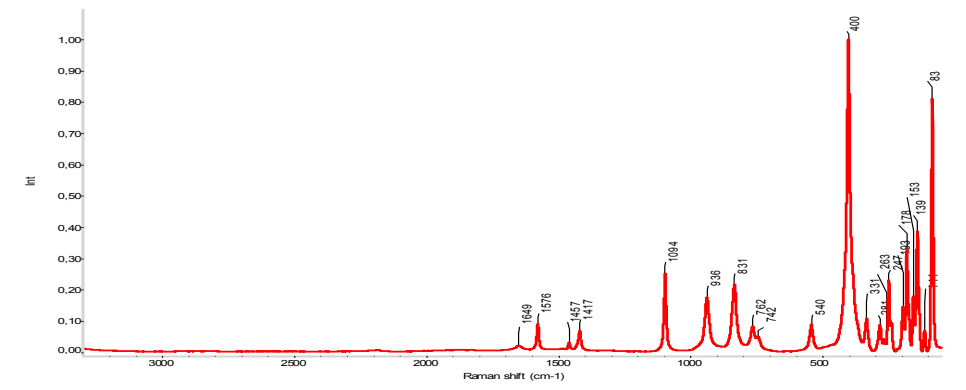


EDS spektrum

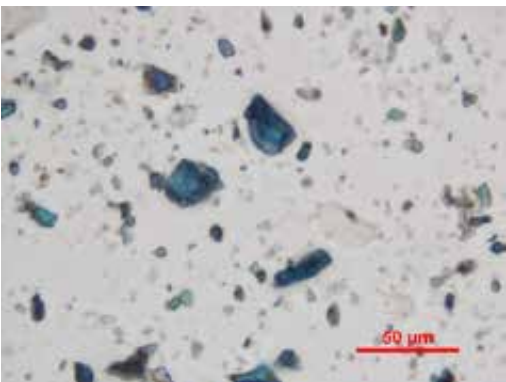
AZURIT PŘÍRODNÍ

AZURITE

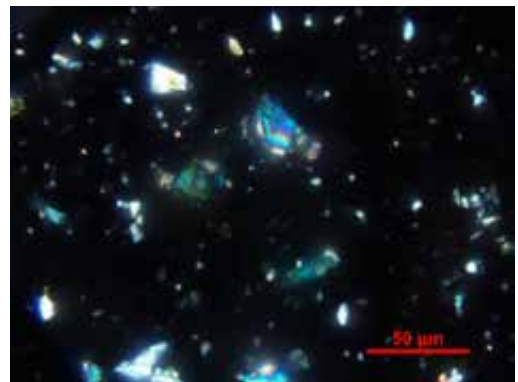
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 10200 | přírodní minerál: |
| CAS: | 12069-69-1 | $2 \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ |
| C.I.: | PB 30.77420 | |



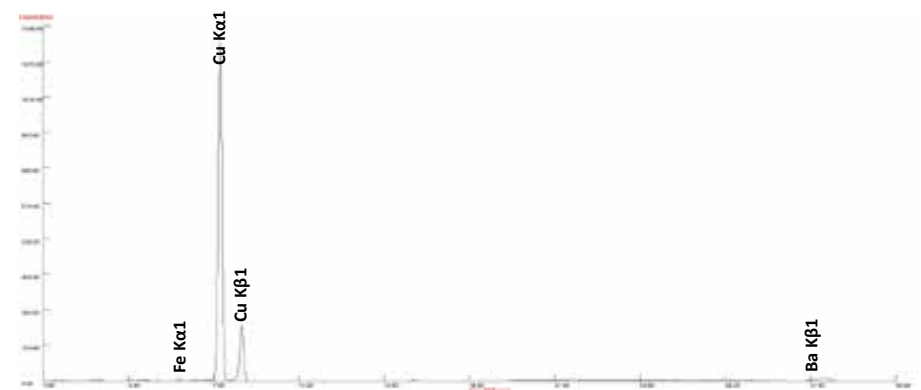
MRS spektrum (532 nm)



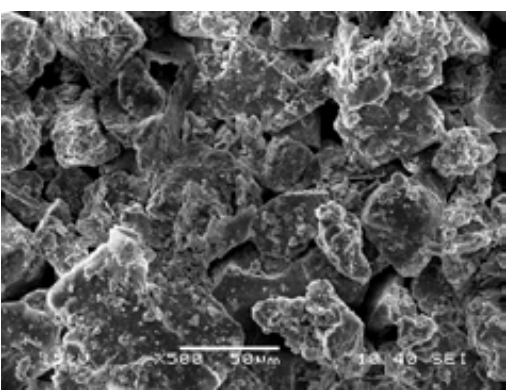
Preparát: OM, PPL



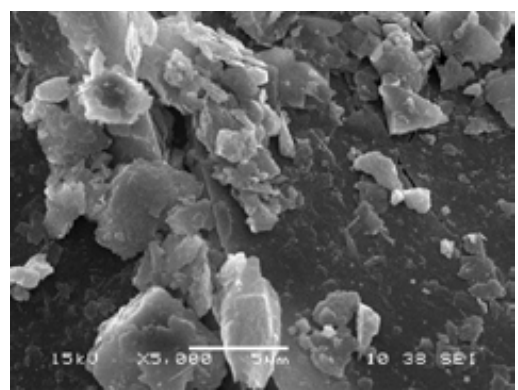
Preparát: OM, XPL



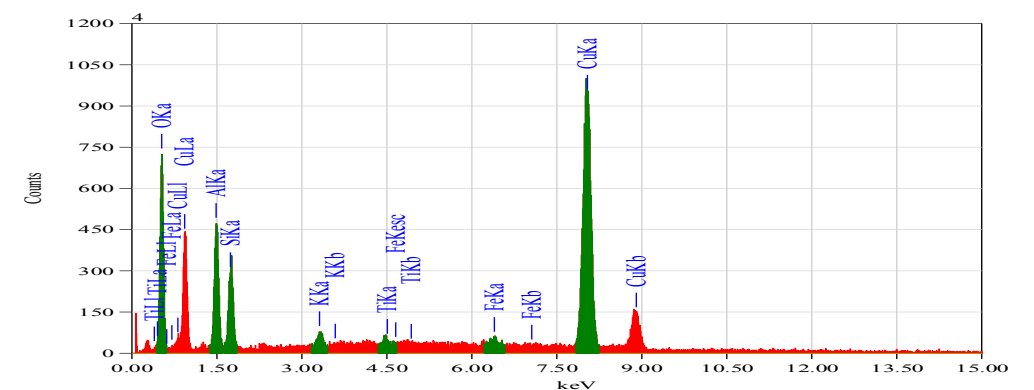
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

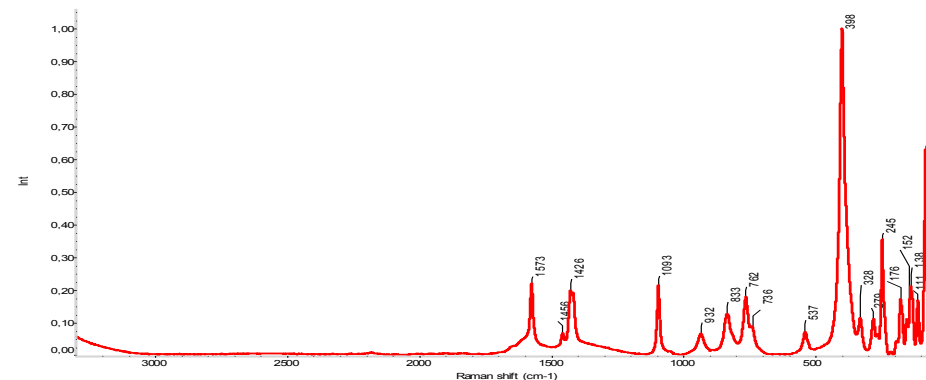


EDS spektrum

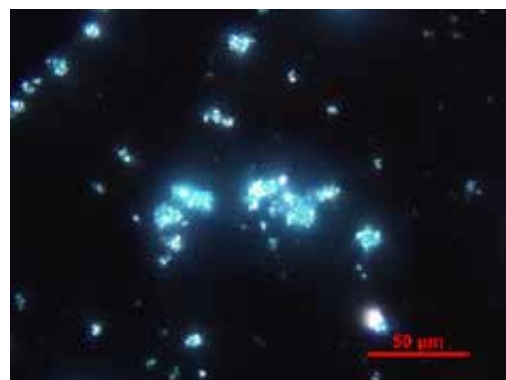
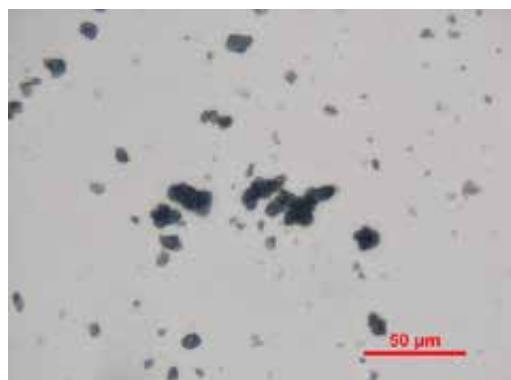
AZURIT SYNTETICKÝ

BLUE VERDITER

| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 10180 | $2 \text{ CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ |
| CAS: | 12069-69-1 | |
| C.I.: | PB 30.77420 | |

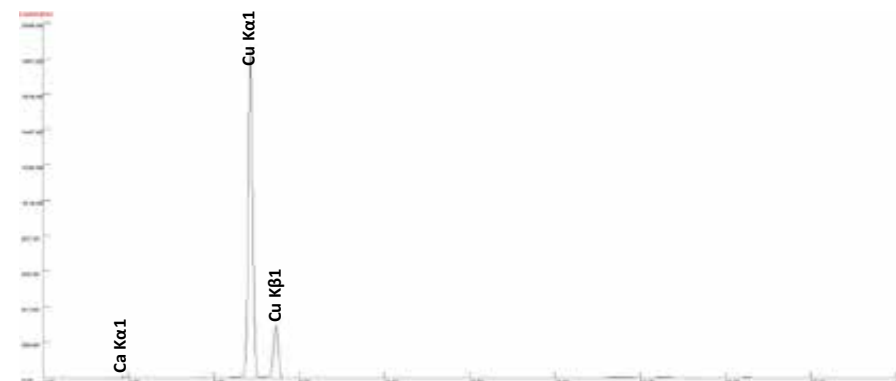


MRS spektrum (532 nm)

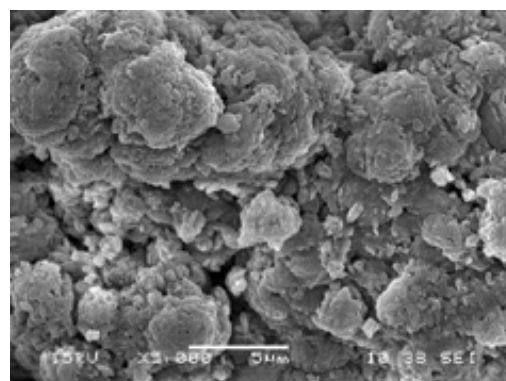
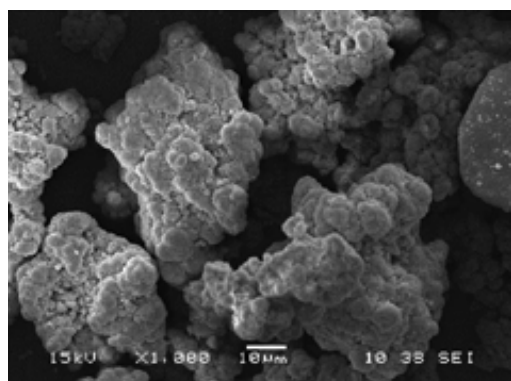


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

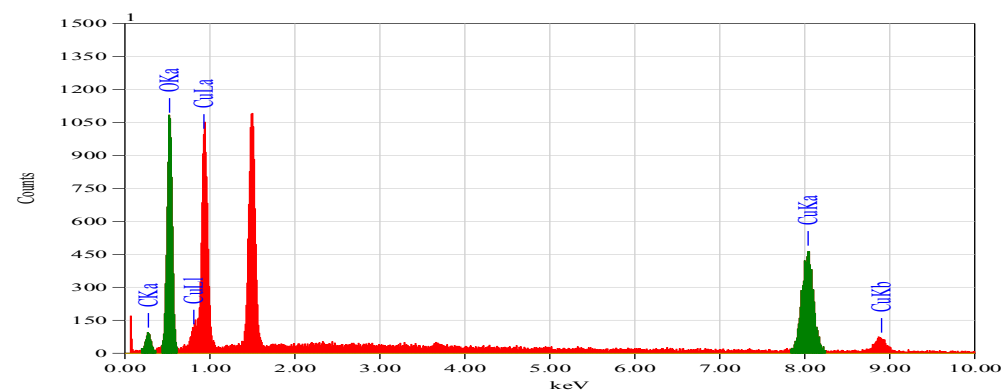


XRF spektrum



Preparát: SEM

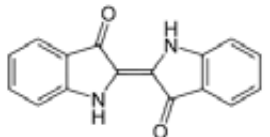
Preparát: SEM

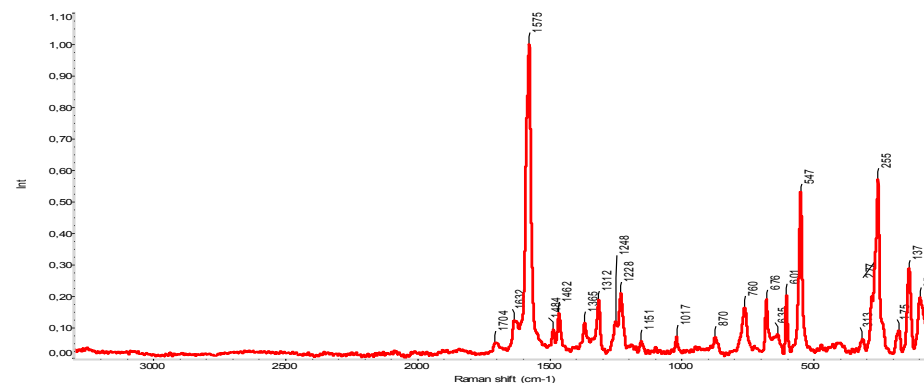


EDS spektrum

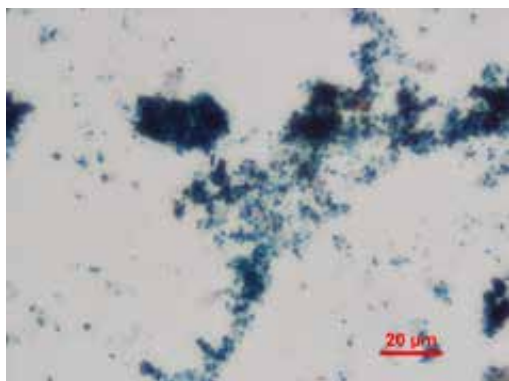
INDIGO PŘÍRODNÍ

INDIGO

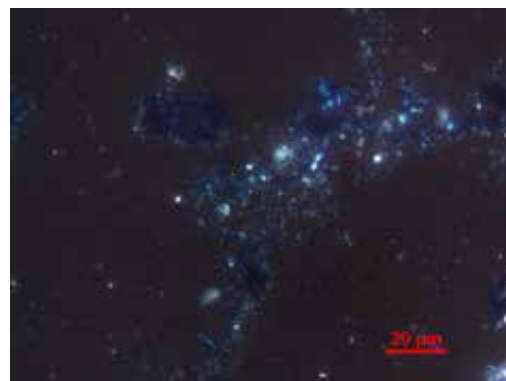
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení:  |
| Výrobní číslo: | 36000 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | NB 1.75780 | |



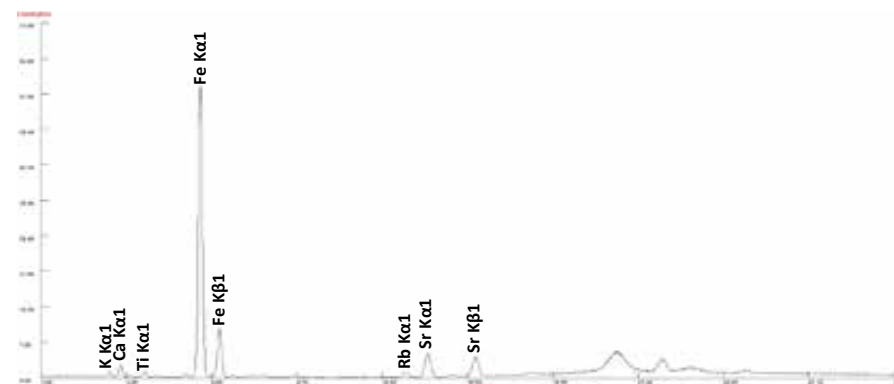
MRS spektrum (780 nm)



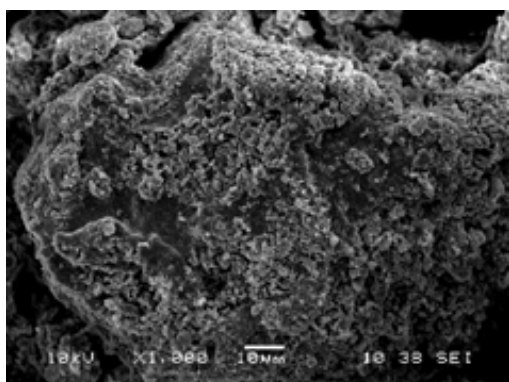
Preparát: OM, PPL



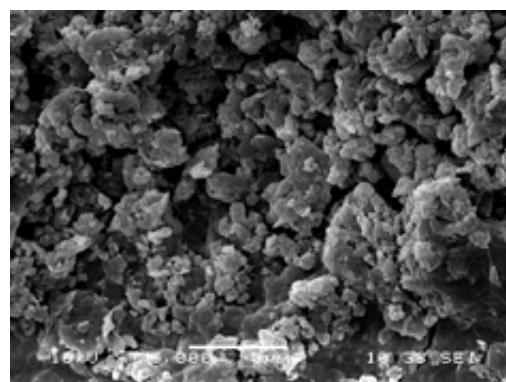
Preparát: OM, XPL



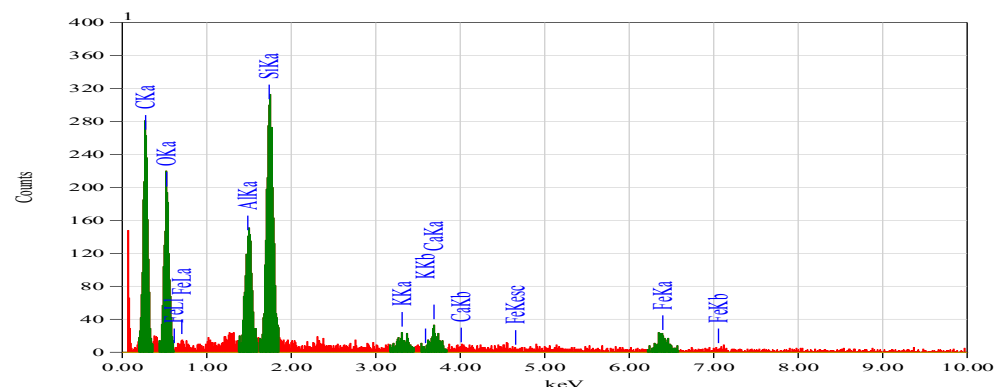
XRF spektrum



Preparát: SEM

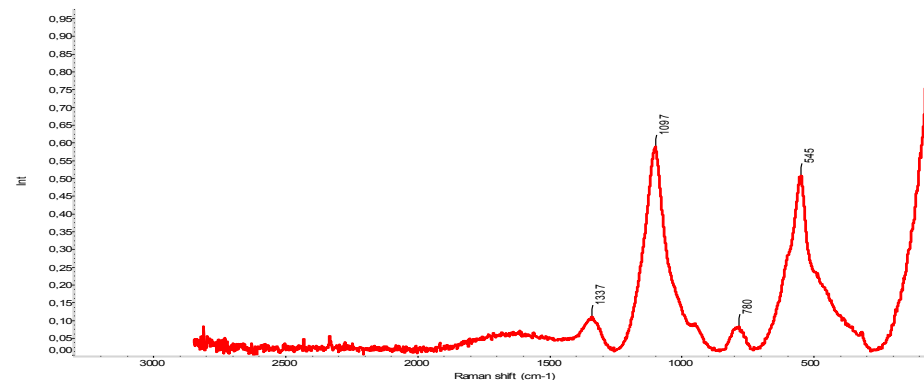


Preparát: SEM

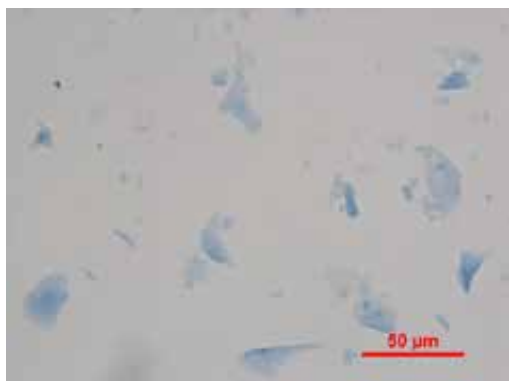


EDS spektrum

| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| | | SMALT |
| | | SMALT |
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: kobaltnato-draselné křemičité sklo: SiO ₂ , K ₂ O, CoO |
| Výrobní číslo: | 10000 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | PB 32.77365 | |



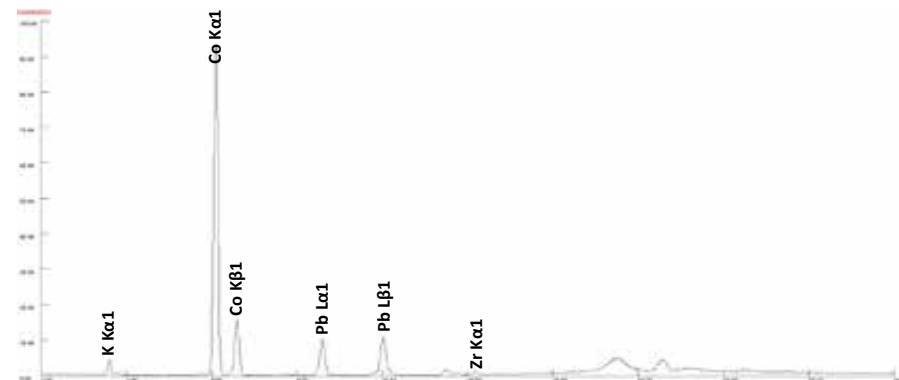
MRS spektrum (780 nm)



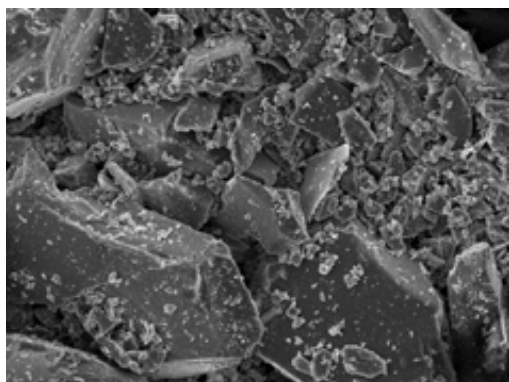
Preparát: OM, PPL



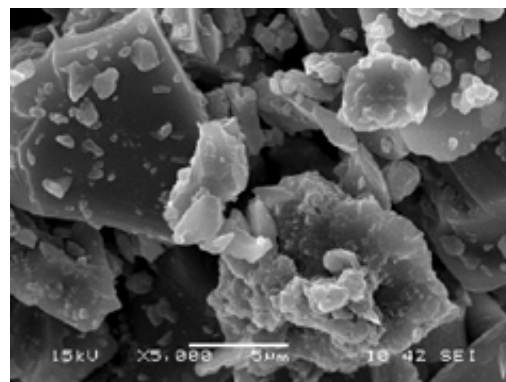
Preparát: OM, XPL



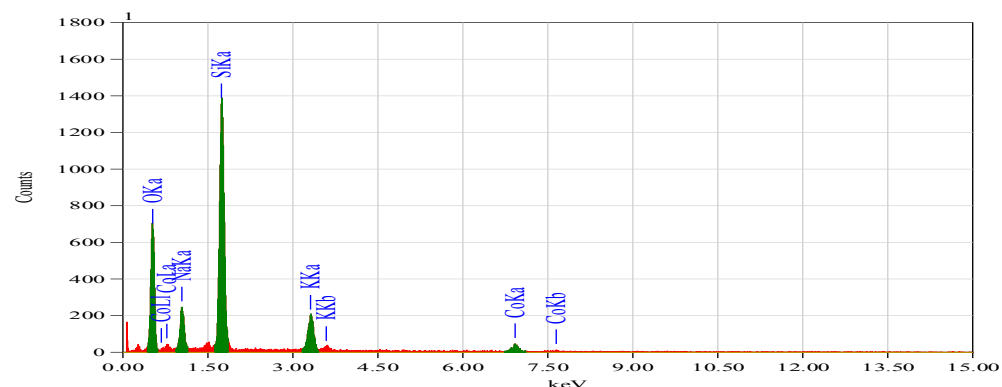
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

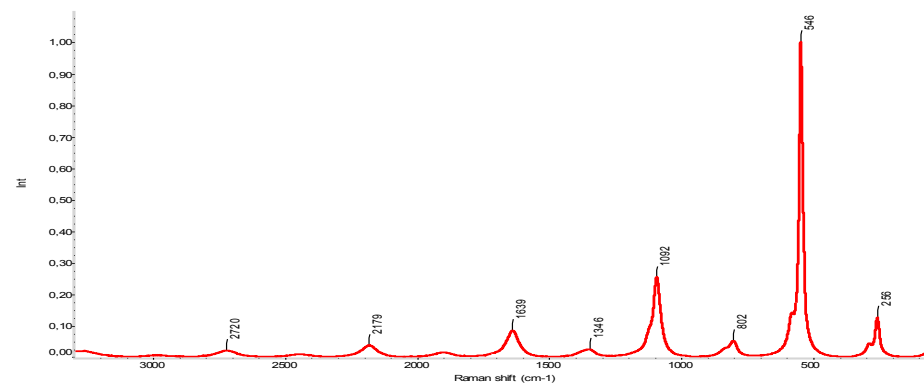


EDS spektrum

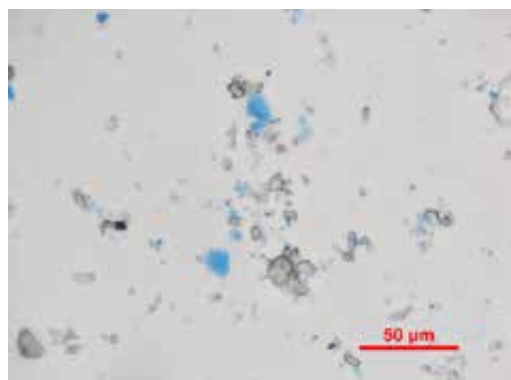
ULTRAMARÍN PŘÍRODNÍ

NATURAL ULTRAMARINE

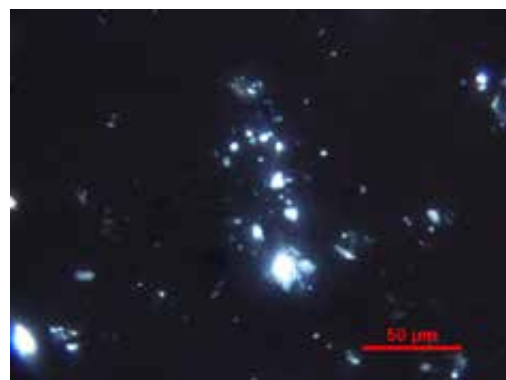
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 10500 | přírodní hornina <i>lapis lazuli</i> : |
| CAS: | 57455-37-5 | $\text{Na}_{8-10}(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_{2-4}$ |
| C.I.: | PB 29.77007 | |



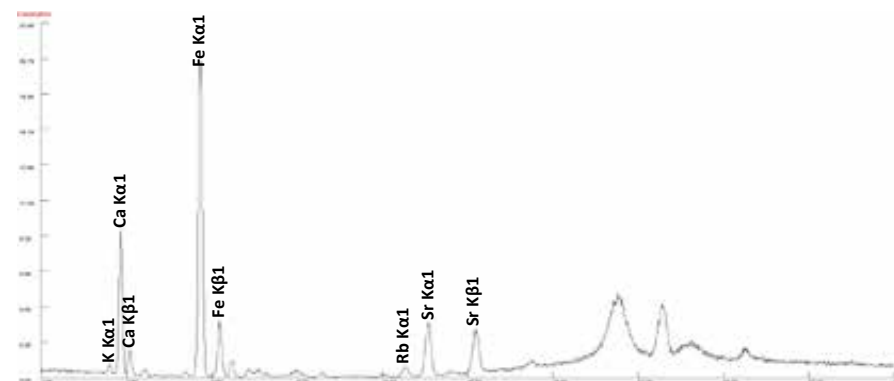
MRS spektrum (532 nm)



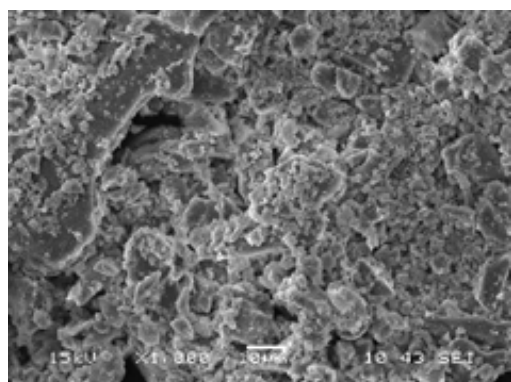
Preparát: OM, PPL



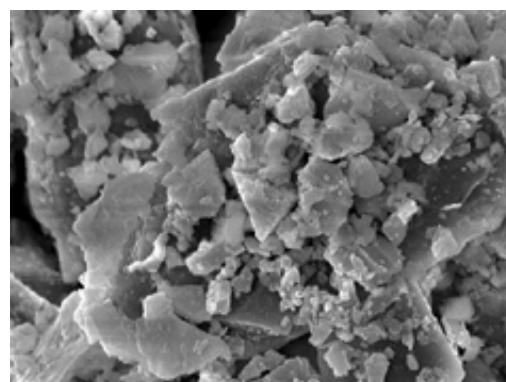
Preparát: OM, XPL



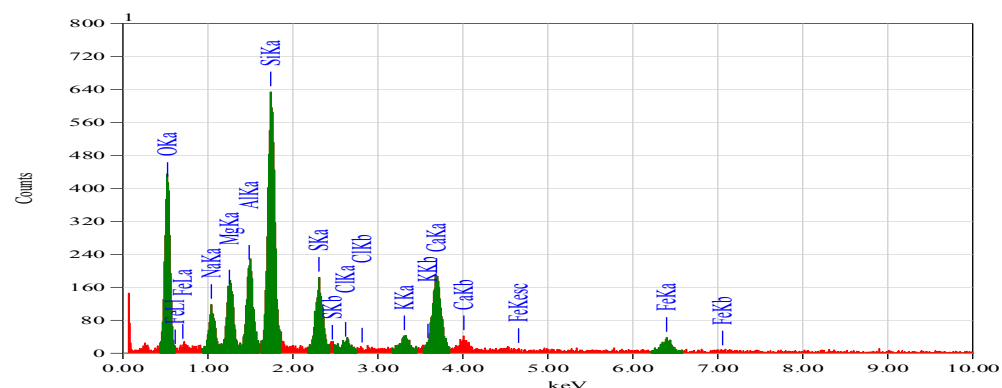
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

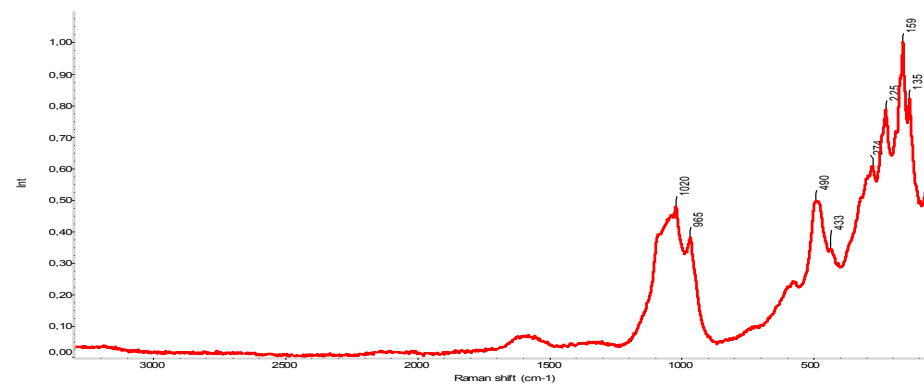


EDS spektrum

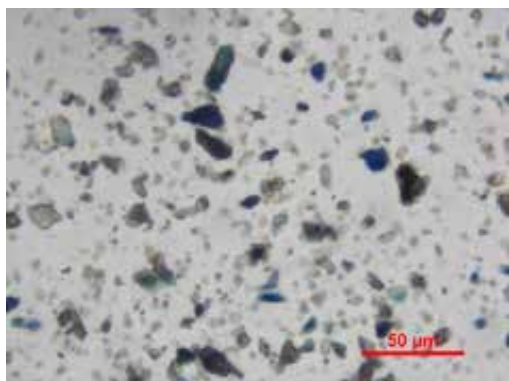
VIVIANIT

VIVIANITE

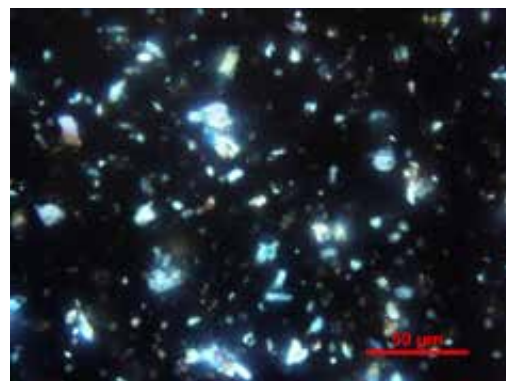
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 104000 | přírodní minerál: |
| CAS: | / | $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ |
| C.I.: | / | |



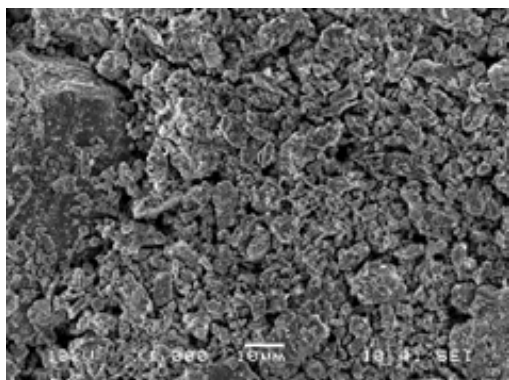
MRS spektrum (532 nm)



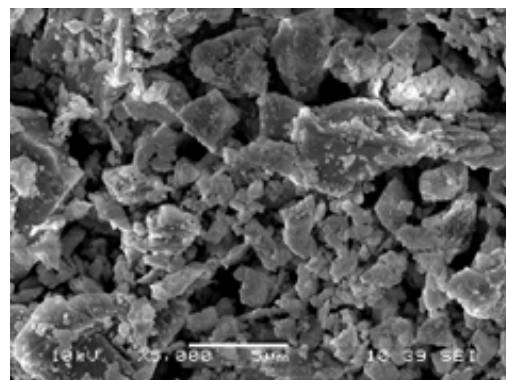
Preparát: OM, PPL



Preparát: OM, XPL



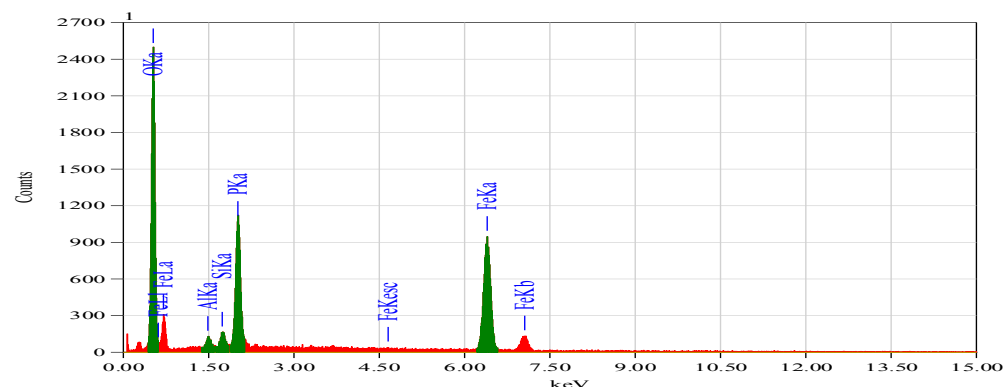
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

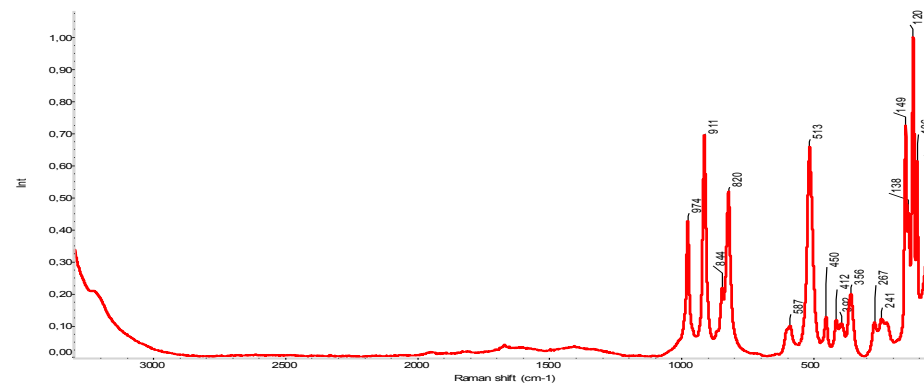


EDS spektrum

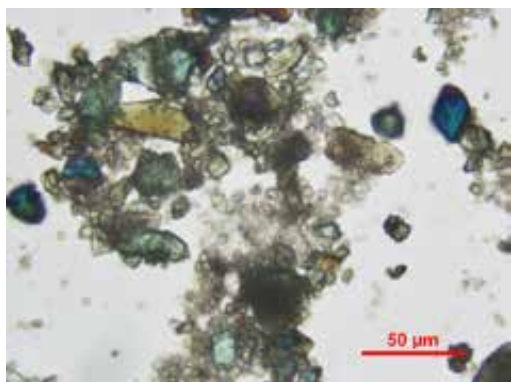
ATAKAMIT

ATACAMITE

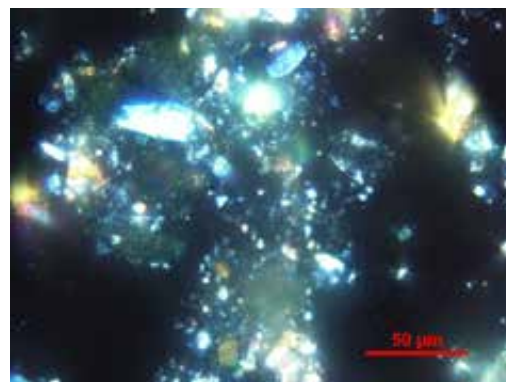
| | | |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 103900 | přírodní minerál: |
| CAS: | / | $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ |
| C.I.: | / | |



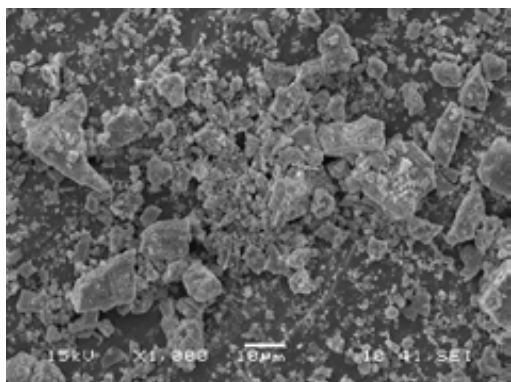
MRS spektrum (532 nm)



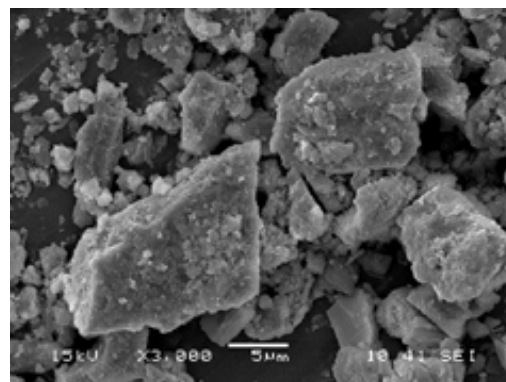
Preparát: OM, PPL



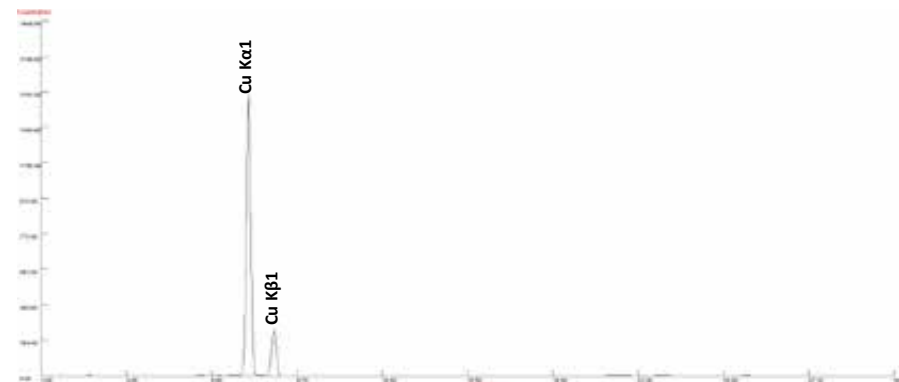
Preparát: OM, XPL



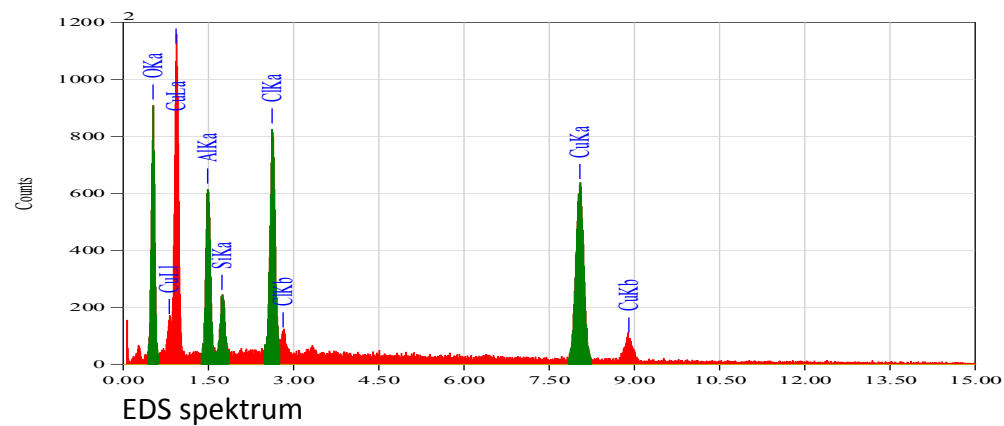
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

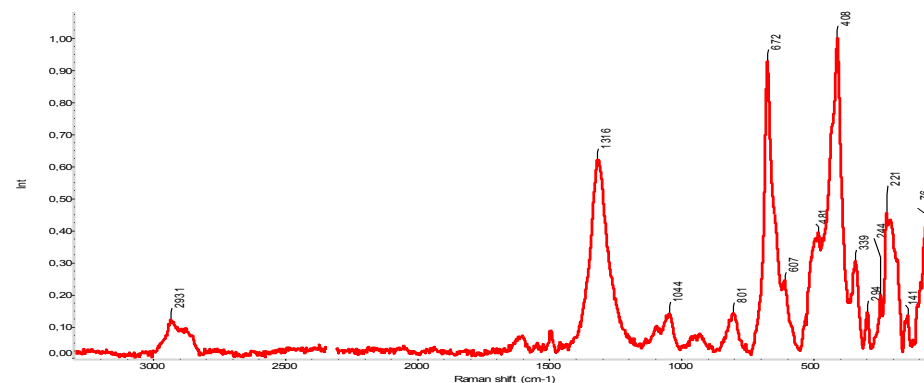


EDS spektrum

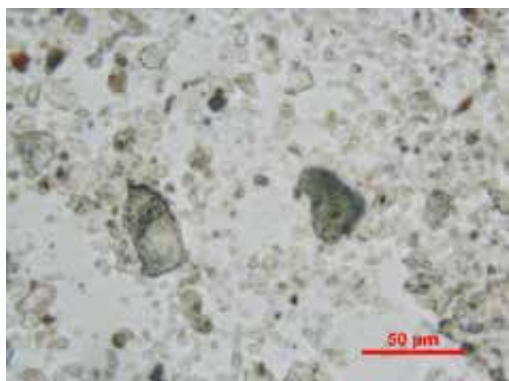
CHRYZOKOL

CHRYSOCOLLA

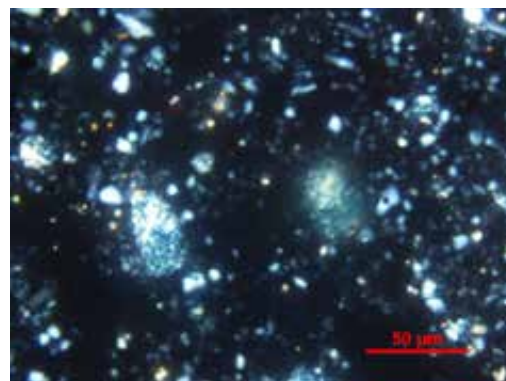
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 10350 | přírodní minerál: |
| CAS: | / | $\text{CuSiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ |
| C.I.: | PB 31.77437 | |



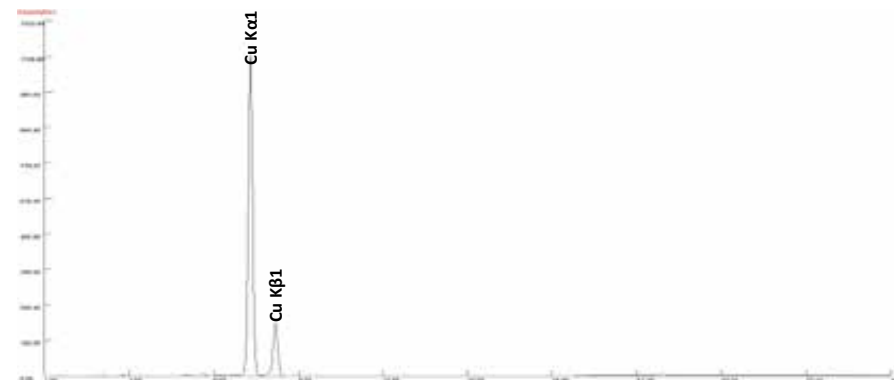
MRS spektrum (532 nm)



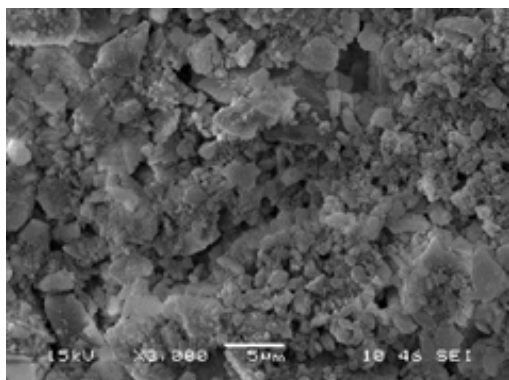
Preparát: OM, PPL



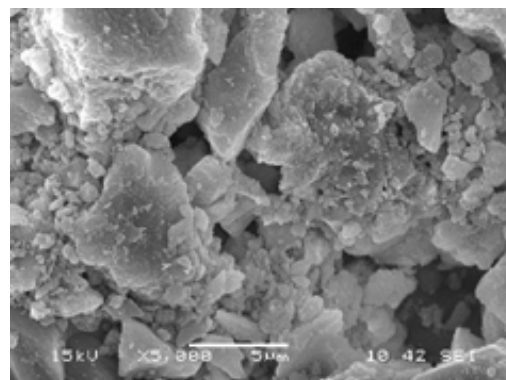
Preparát: OM, XPL



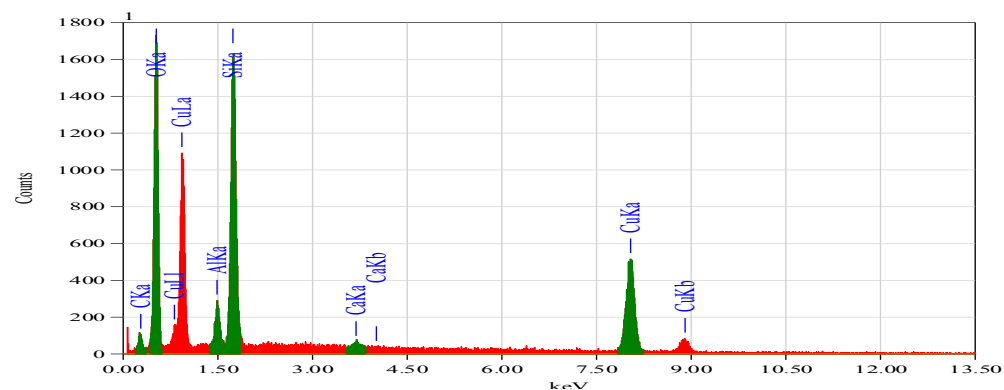
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

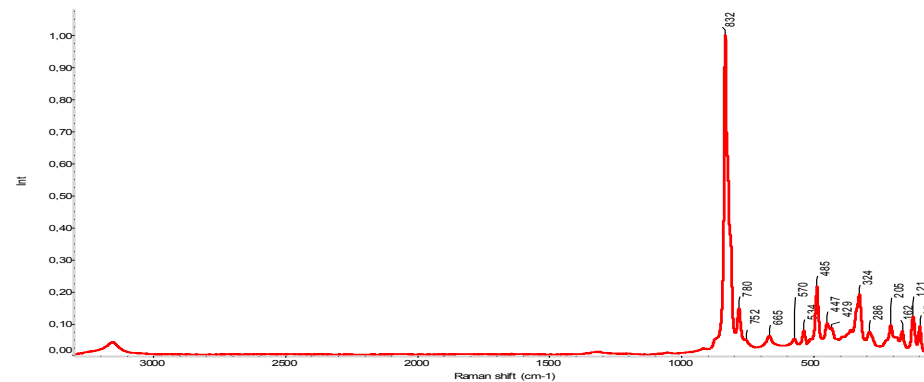


EDS spektrum

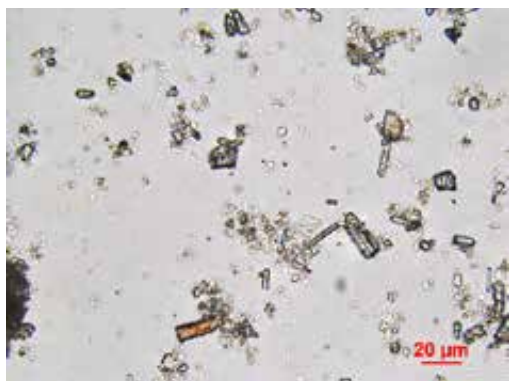
KONICALCIT

CONICALCITE

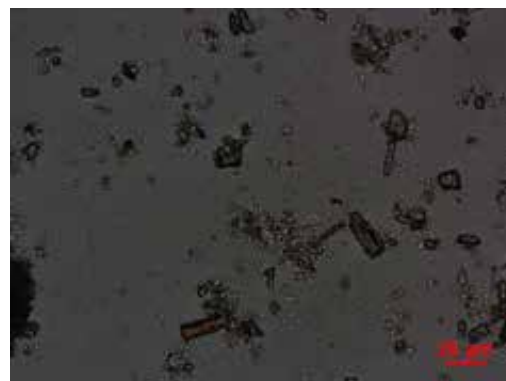
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: přírodní minerál: <chem>CaCu(AsO4)(OH)</chem> |
| Výrobní číslo: | 10870 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | / | |



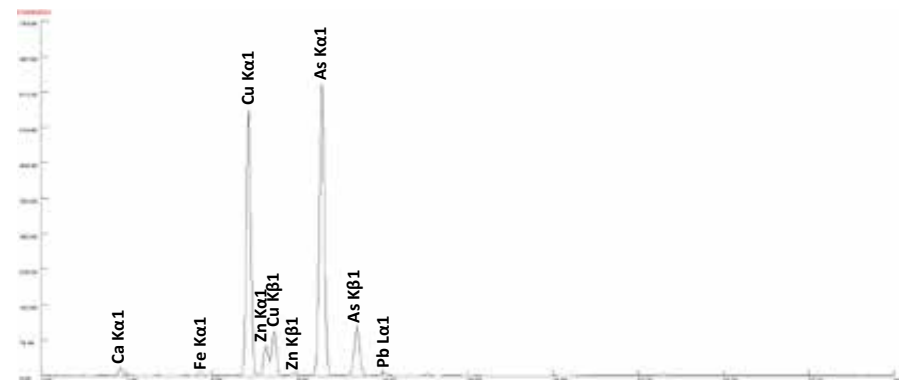
MRS spektrum (532 nm)



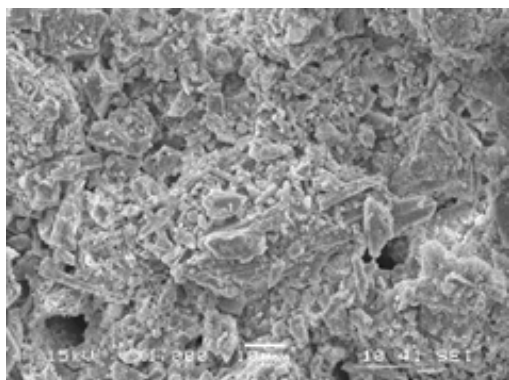
Preparát: OM, PPL



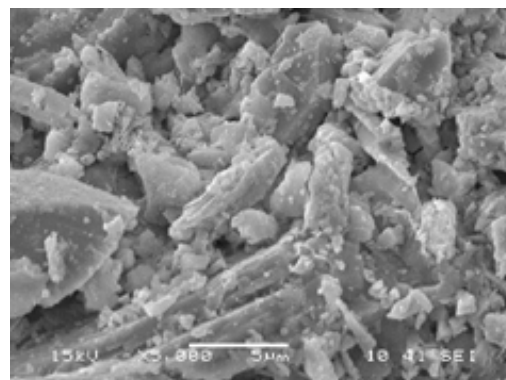
Preparát: OM, XPL



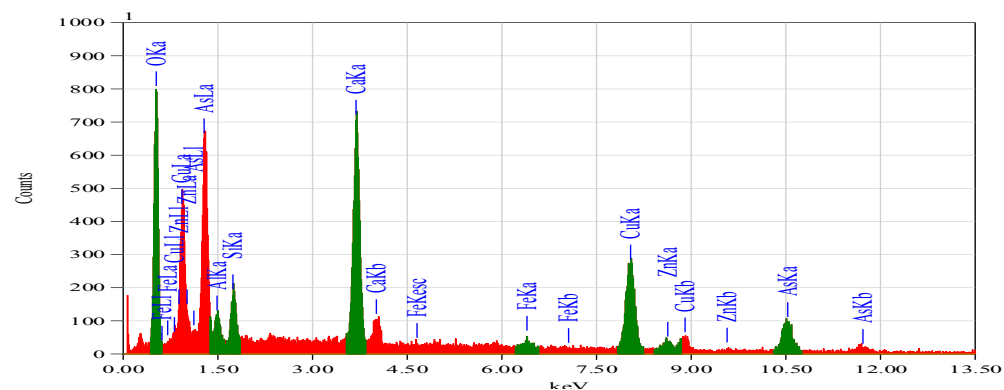
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

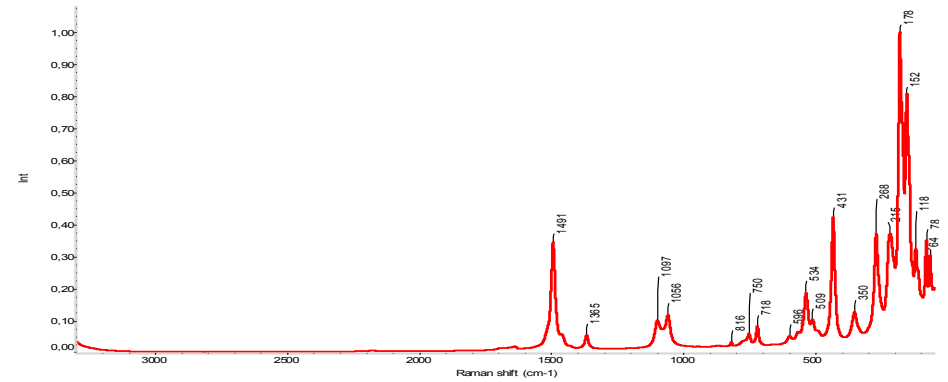


EDS spektrum

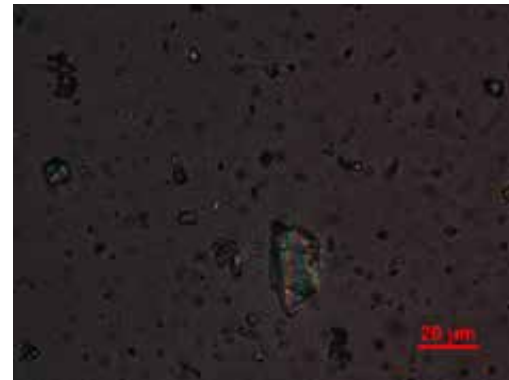
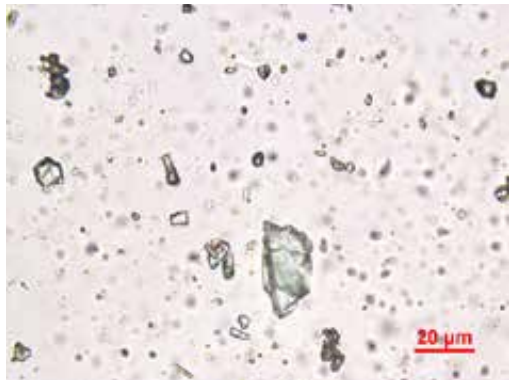
MALACHIT PŘÍRODNÍ

MALACHITE NATURAL

| | | |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 10300 | přírodní minerál: |
| CAS: | 12069-69-1 | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ |
| C.I.: | 77492 | |

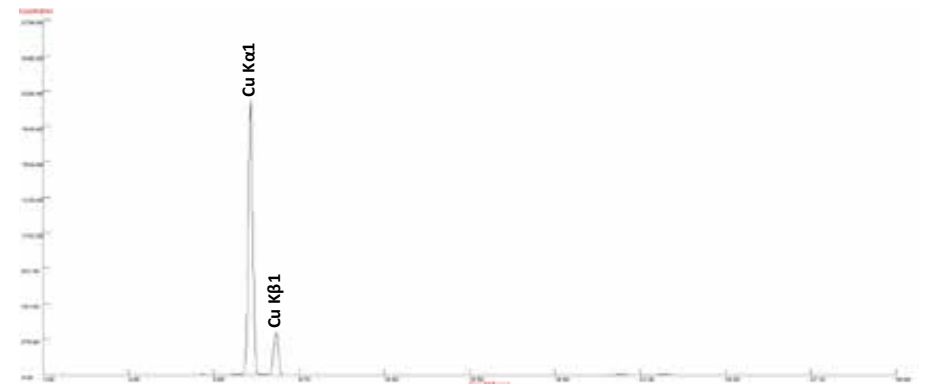


MRS spektrum (532 nm)

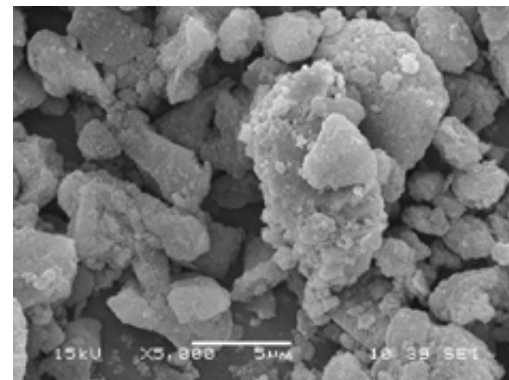
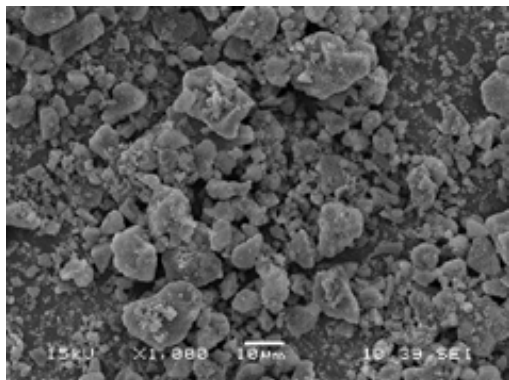


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

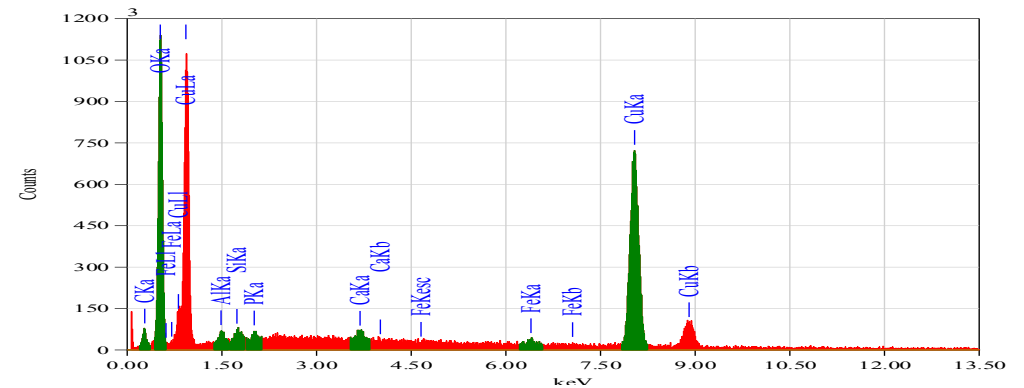


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

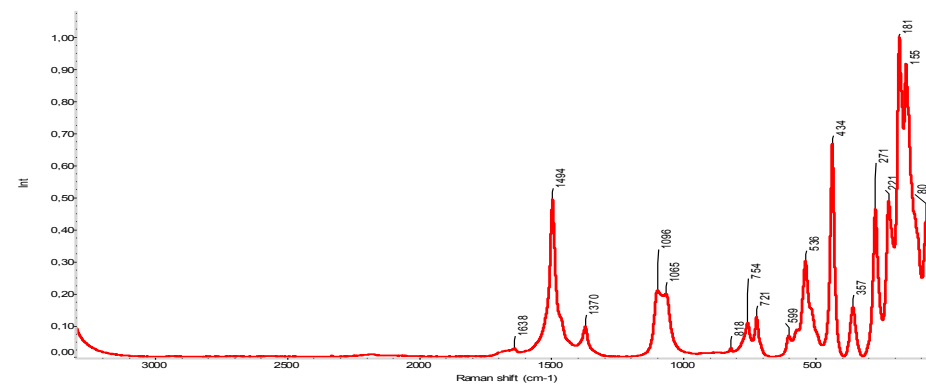


EDS spektrum

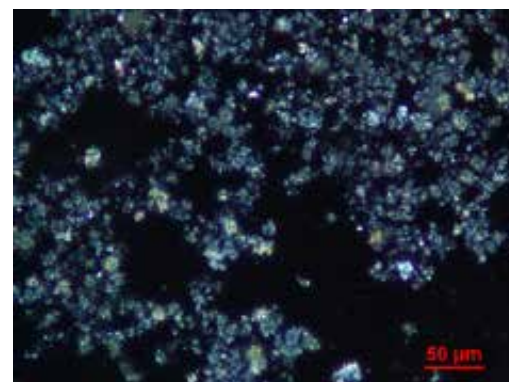
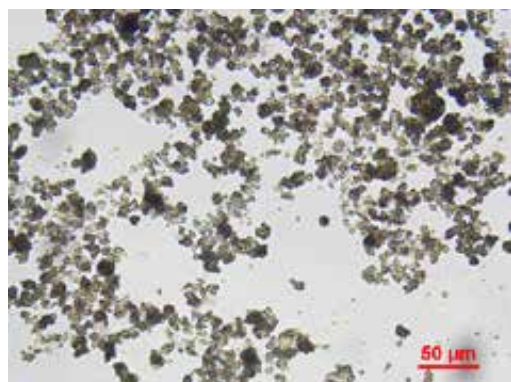
MALACHIT SYNTETICKÝ

GREEN VERDITER

| | | |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 44400 | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ |
| CAS: | 12069-69-1 | |
| C.I.: | 77492 | |

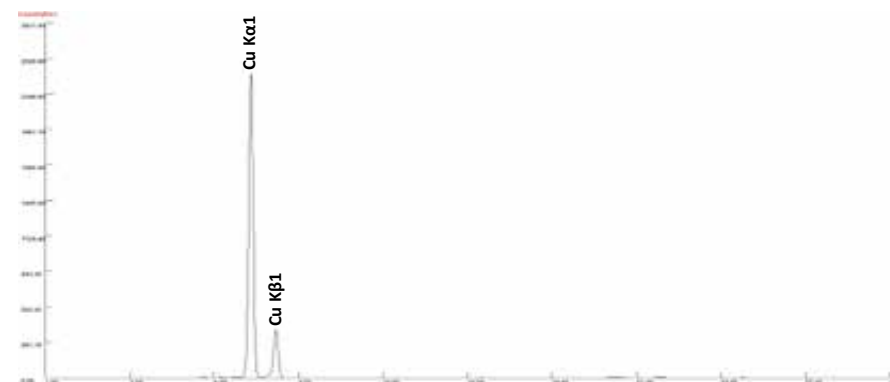


MRS spektrum (532 nm)

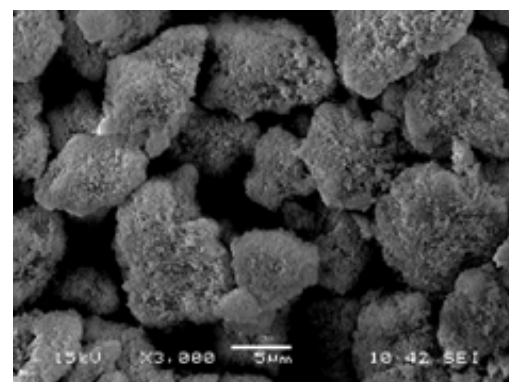
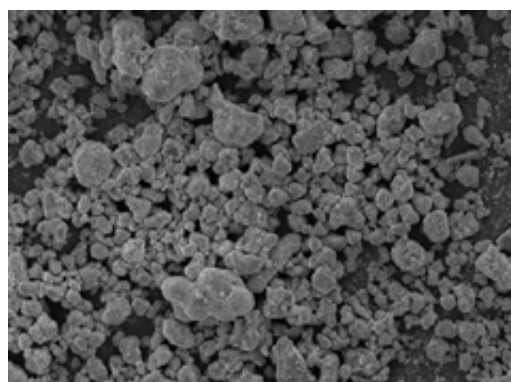


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

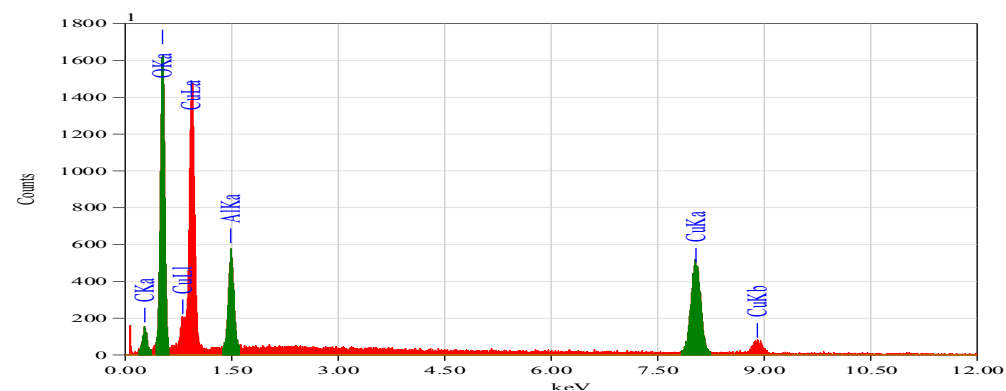


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

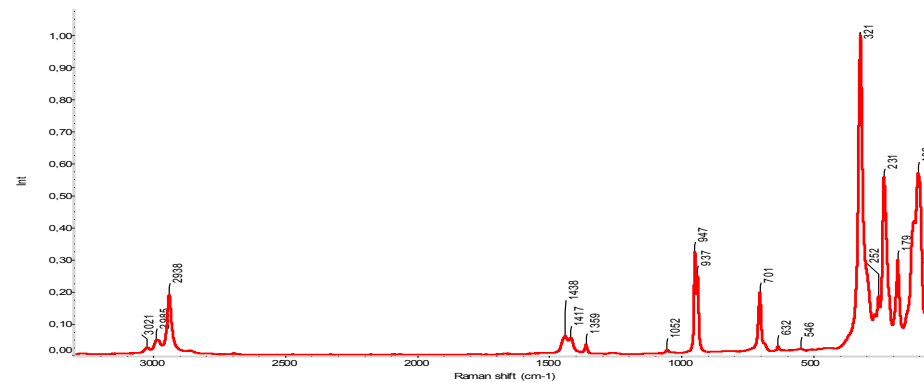


EDS spektrum

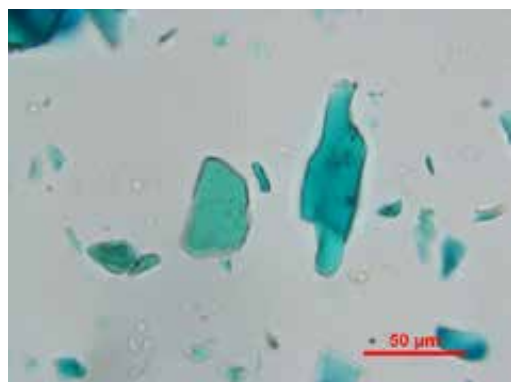
MĚDĚNKA SYNTETICKÁ

VERDIGRIS SYNTHETIC

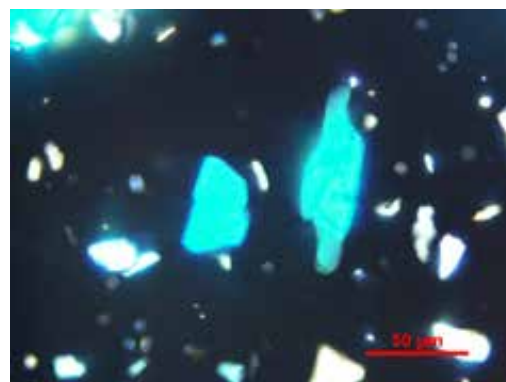
| | | |
|-----------------------|---|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 44450 | $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ |
| CAS: | 6046-93-1 ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) | |
| C.I.: | PG 20.77408 | |



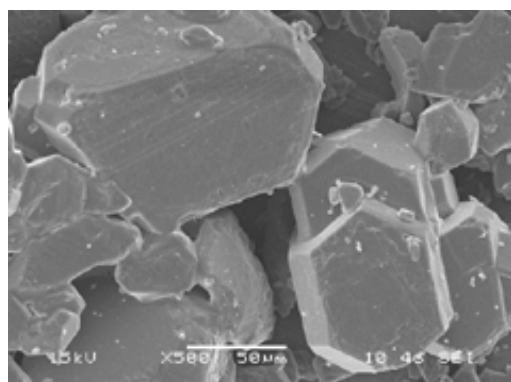
MRS spektrum (532 nm)



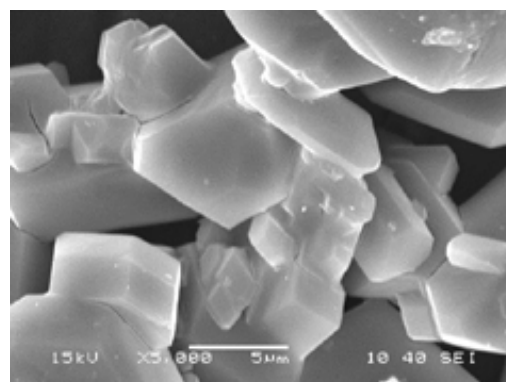
Preparát: OM, PPL



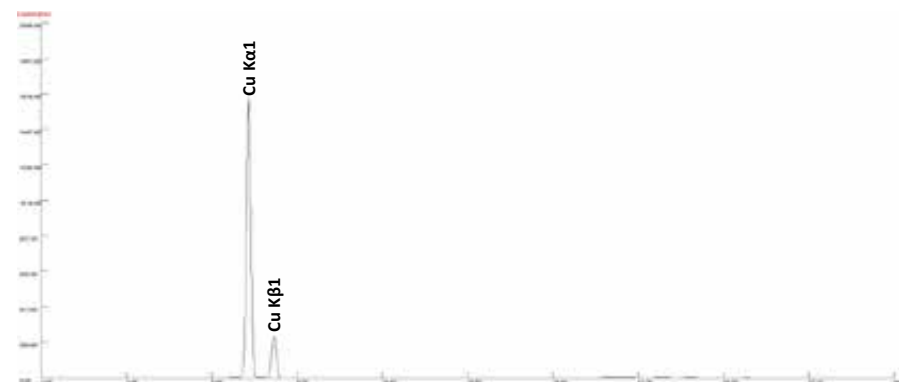
Preparát: OM, XPL



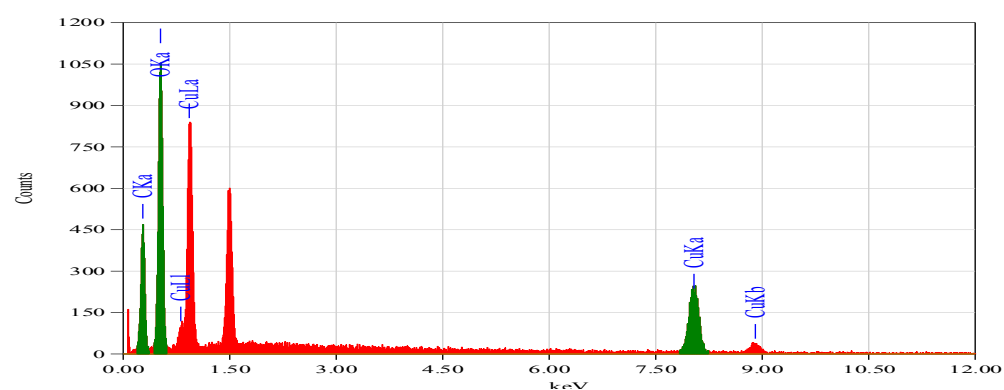
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

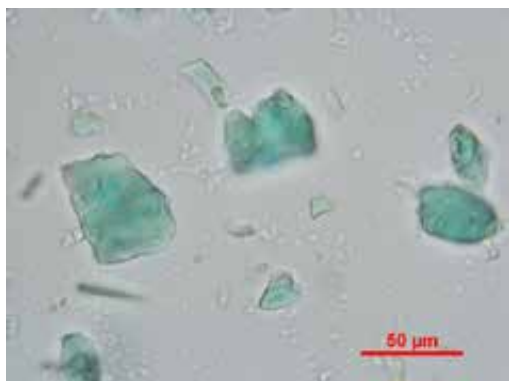


EDS spektrum

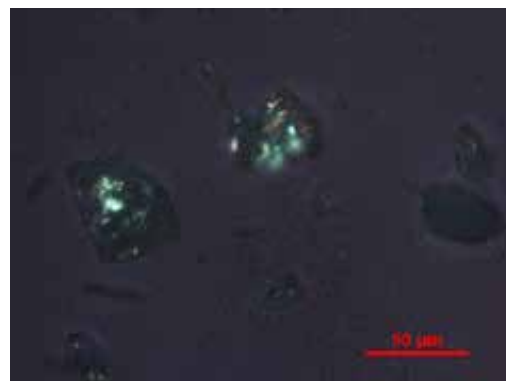
MĚDNATÝ REZINÁT

COPPER RESINATE

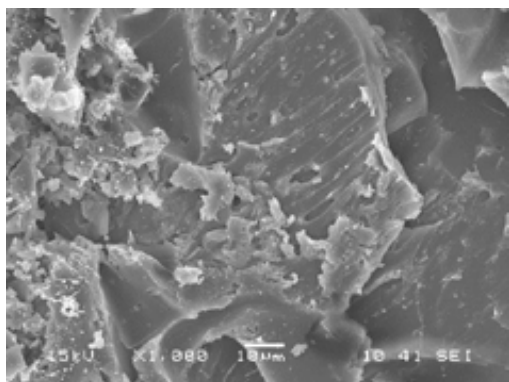
| | | |
|-----------------------|---|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 12200 | transparentní glazura vzniklá reakcí pryskyřičných kyselin (<i>kalafuna, terpentýn</i>) se solí mědi ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) |
| CAS: | 6046-93-1 ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) | |
| C.I.: | / | |



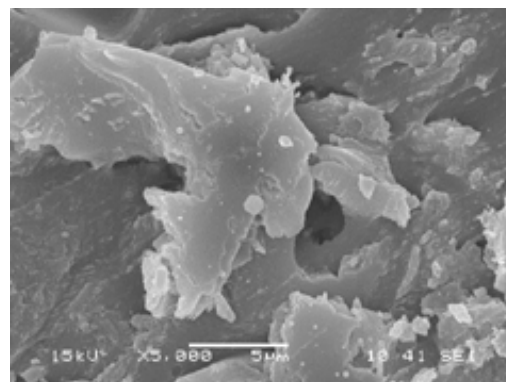
Preparát: OM, PPL



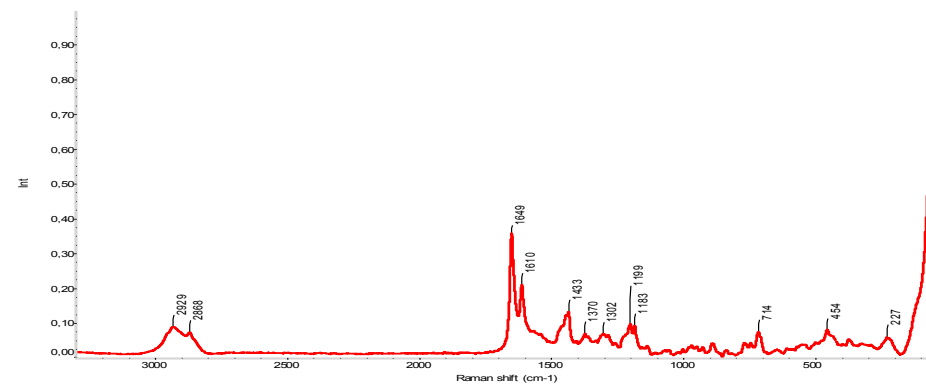
Preparát: OM, XPL



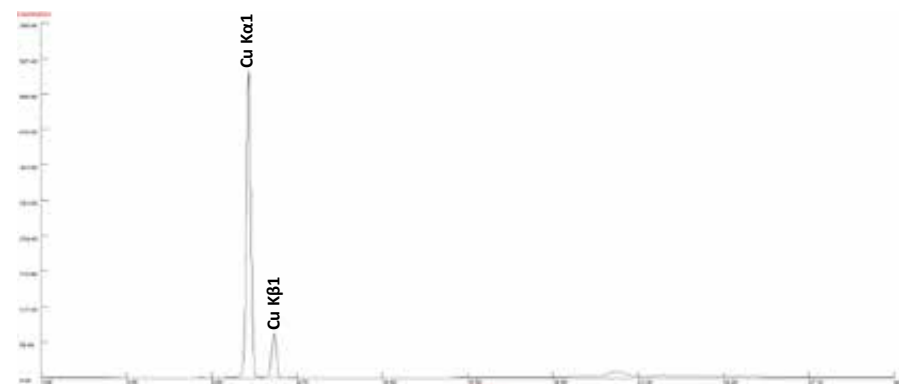
Preparát: SEM



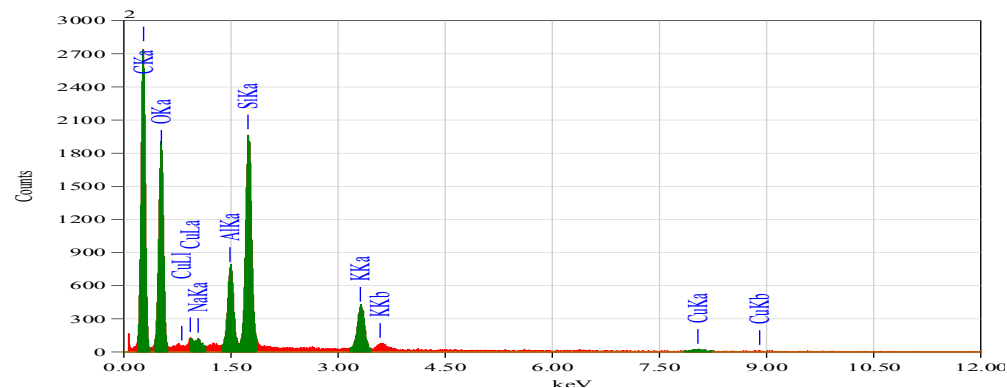
Preparát: SEM



MRS spektrum (532 nm)



XRF spektrum

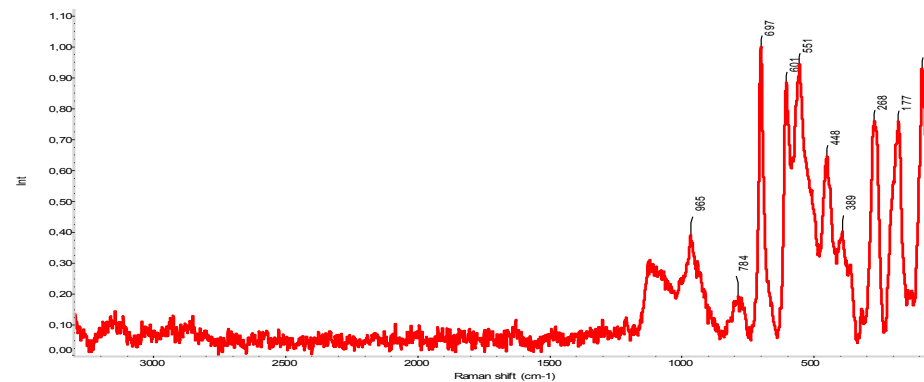


EDS spektrum

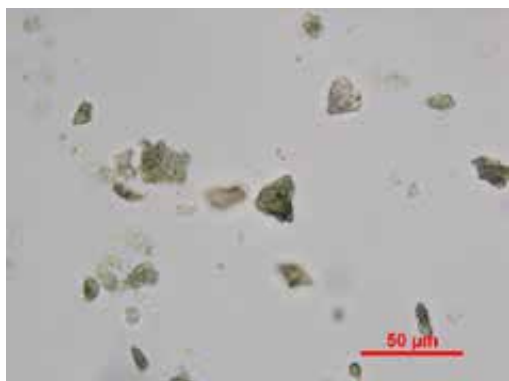
SELADONIT

CELADONITE

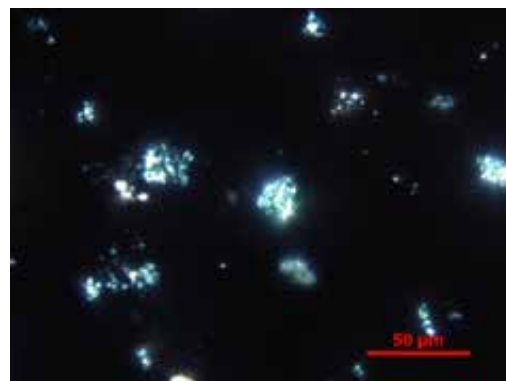
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: $K(Mg,Fe^{2+})(Fe,Al^{3+})Si_4O_{10}(OH)$ |
| Výrobní číslo: | 11250 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | / | |



MRS spektrum (532 nm)



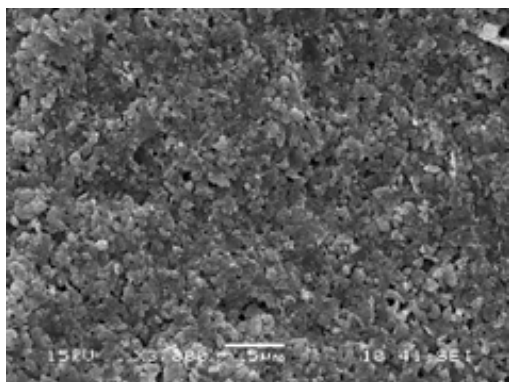
Preparát: OM, PPL



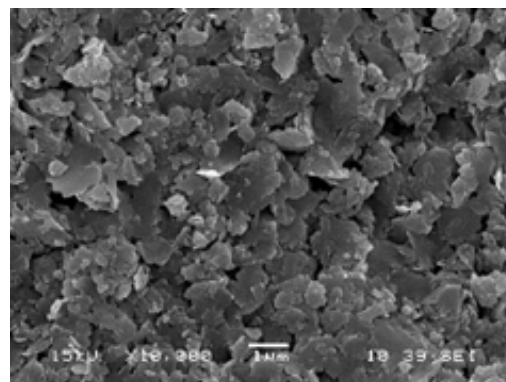
Preparát: OM, XPL



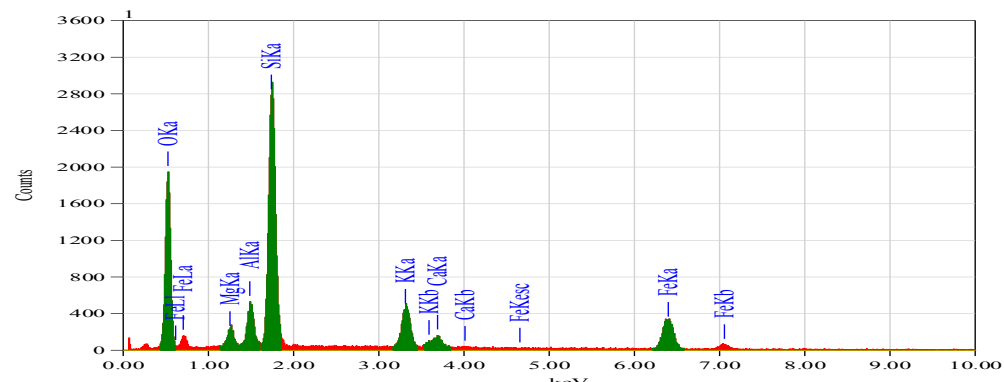
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

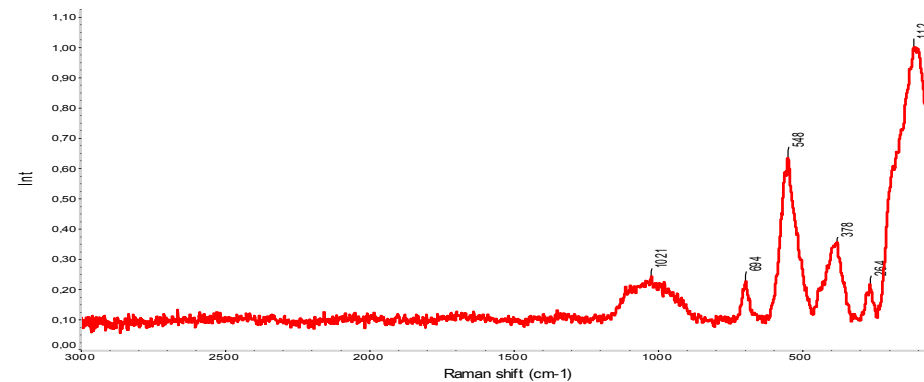


EDS spektrum

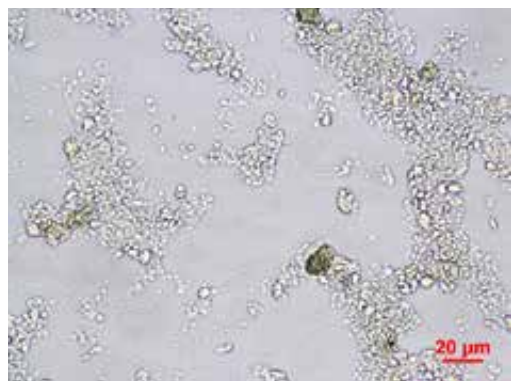
ZEMĚ ZELENÁ ČESKÁ

BOHEMIAN GREEN EARTH

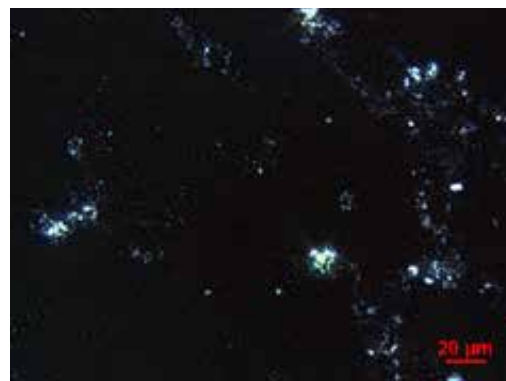
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 40810 | přírodní jílové minerály <i>seladonit</i> |
| CAS: | 1344-98-5 | a <i>glaukonit</i> : $K[(Al, Fe^{3+}), (Fe, Mg^{2+})]$ |
| C.I.: | PG 23.77009 | $(AlSi_{3-4})O_{10}(OH)_2$ |



MRS spektrum (780 nm)



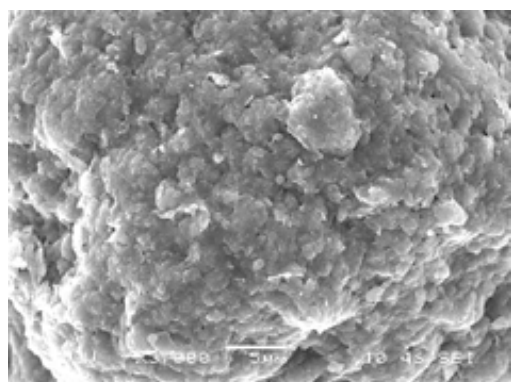
Preparát: OM, PPL



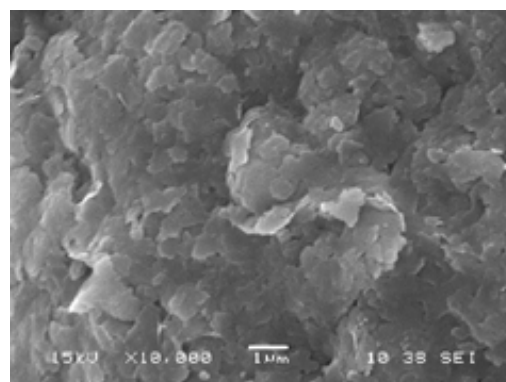
Preparát: OM, XPL



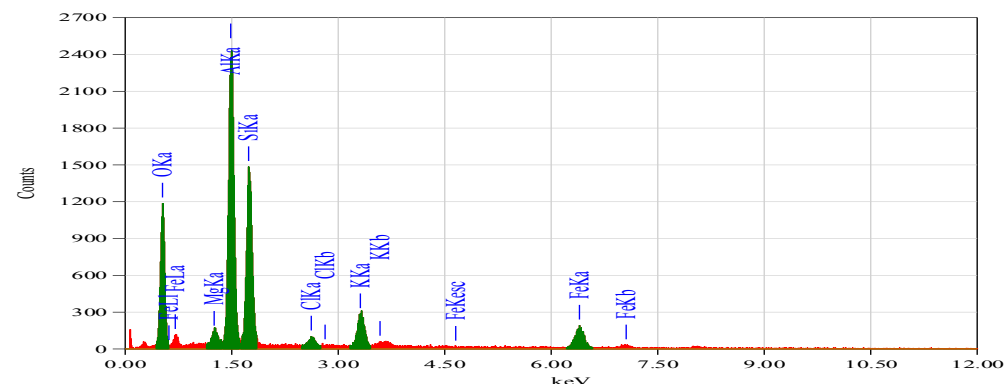
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

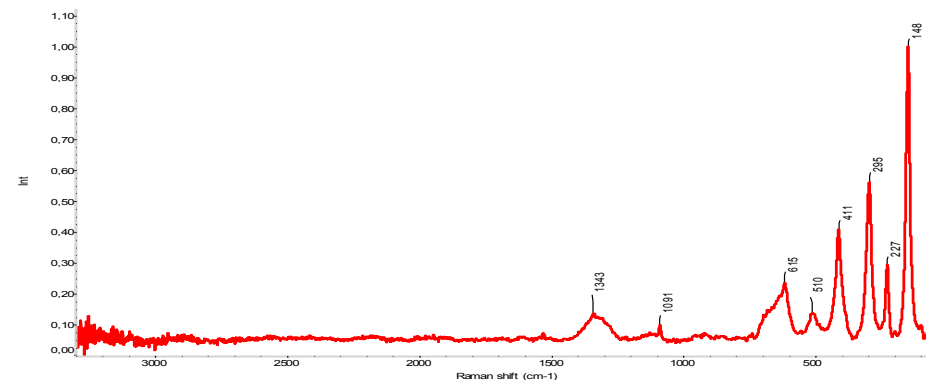


EDS spektrum

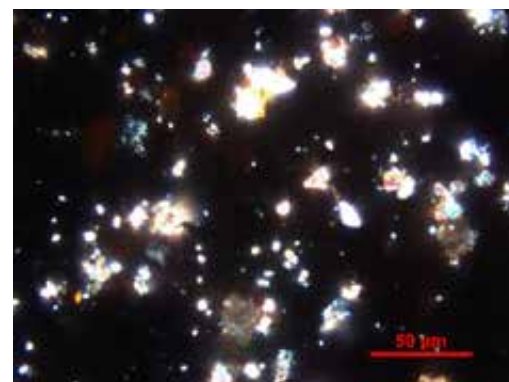
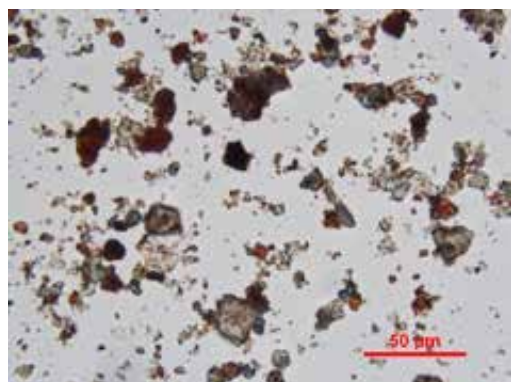
UMBRA PÁLENÁ

BURNT UMBER

| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 40700 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | / | (hematit Fe ₂ O ₃ , goethit FeOOH, |
| C.I.: | PBr 8.77727 | pyroluzit MnO ₂ , manganit MnOOH) a hlinek (Al ₂ O ₃ , SiO ₂) |

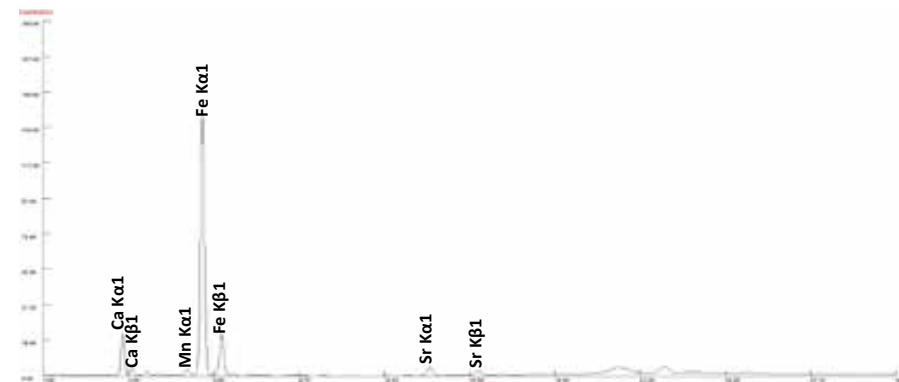


MRS spektrum (780 nm)

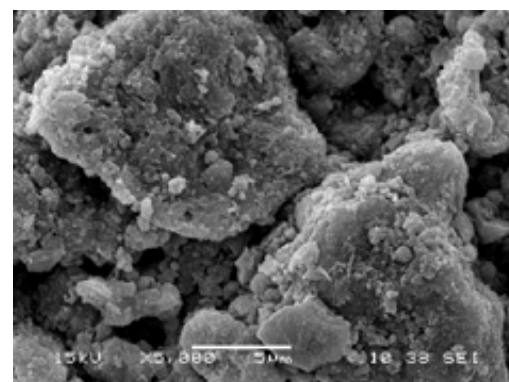
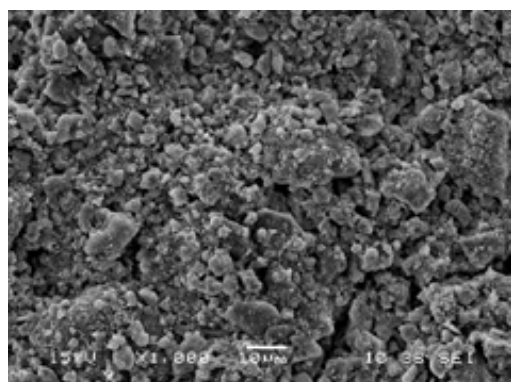


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

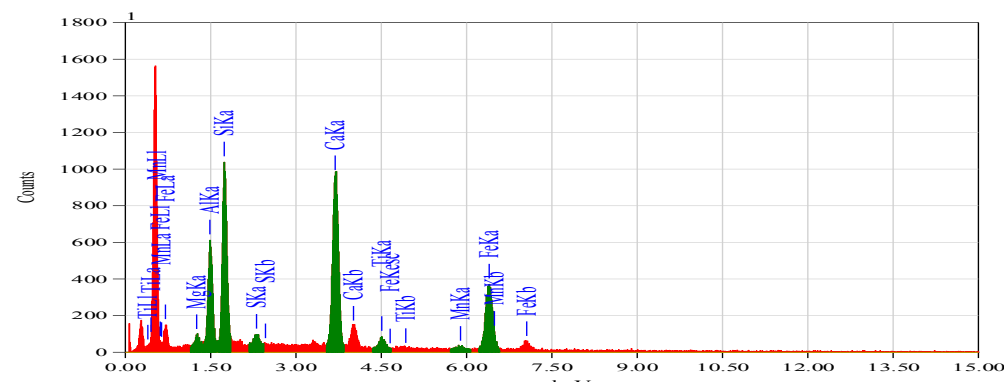


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

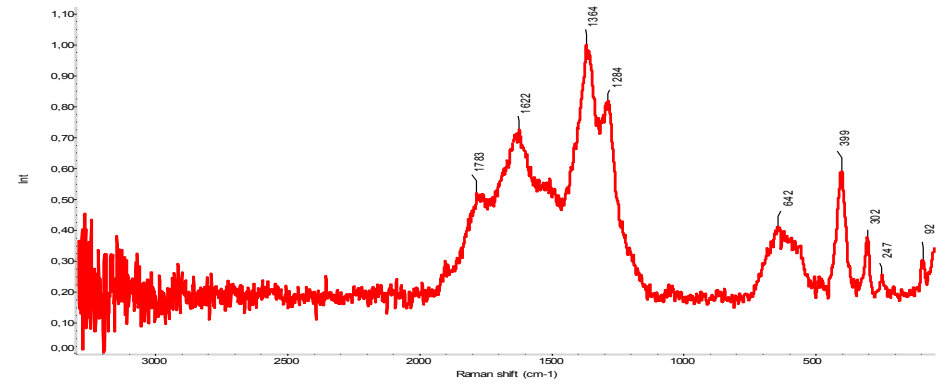


EDS spektrum

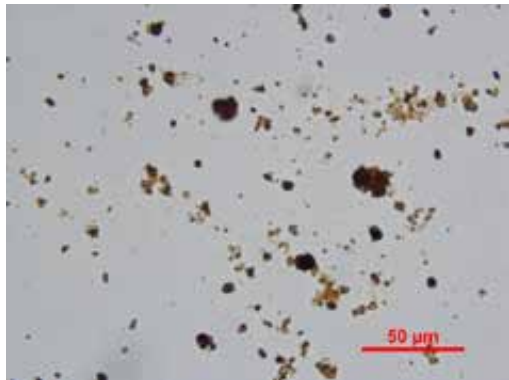
UMBRA PŘÍRODNÍ, Kypr

RAW UMBER, Cyprus

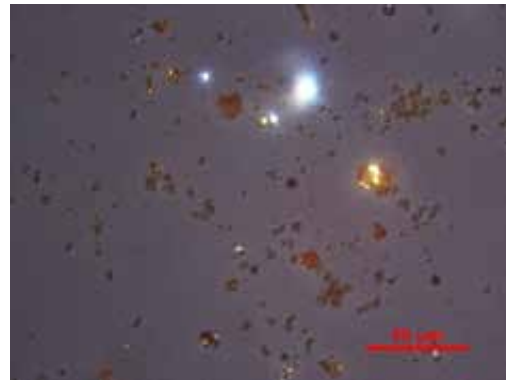
| | | |
|-----------------------|---|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 40610 | přírodní hornina: směs oxidů |
| CAS: | 1309-37-1 (Fe ₂ O ₃) | (<i>goethit</i> FeOOH, <i>hematit</i> Fe ₂ O ₃ , |
| C.I.: | PBr 8.7727 | <i>pyroluzit</i> MnO ₂ , <i>manganit</i> MnOOH) a hlinek (Al ₂ O ₃ , SiO ₂) |



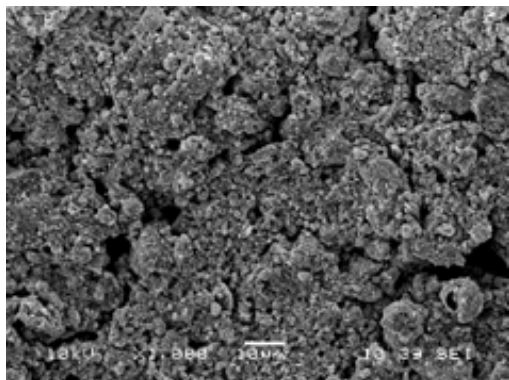
MRS spektrum (780 nm)



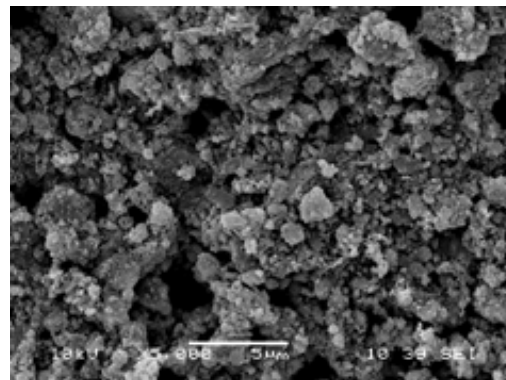
Preparát: OM, PPL



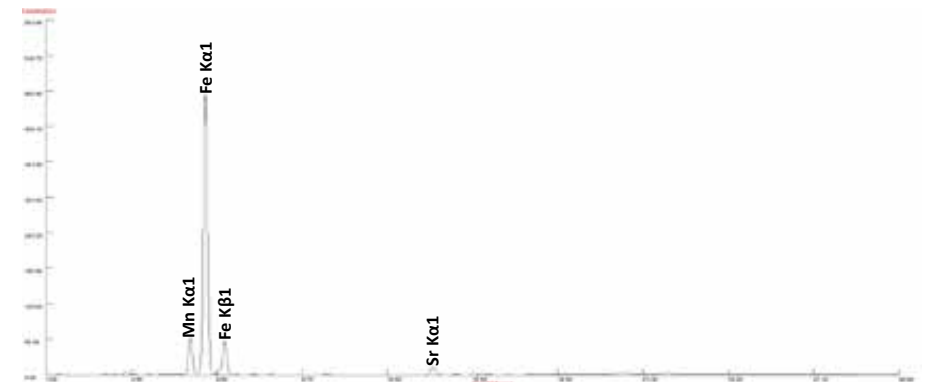
Preparát: OM, XPL



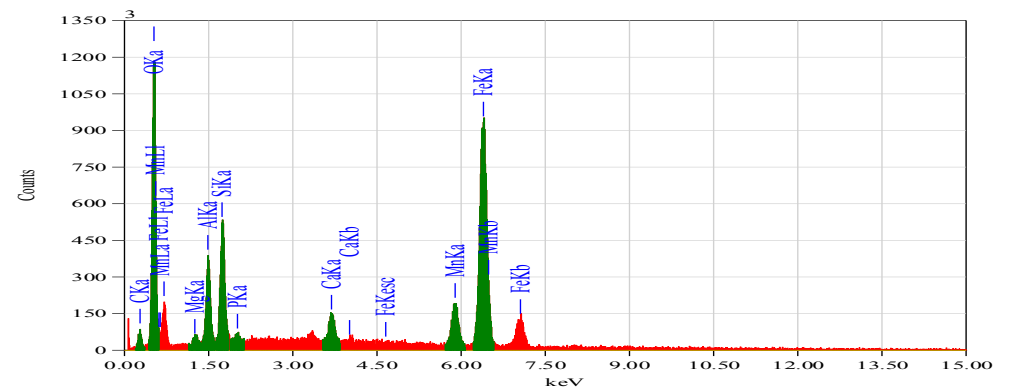
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

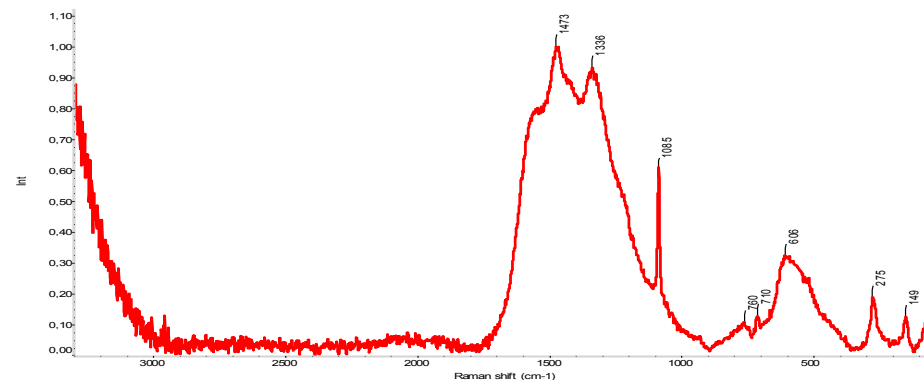


EDS spektrum

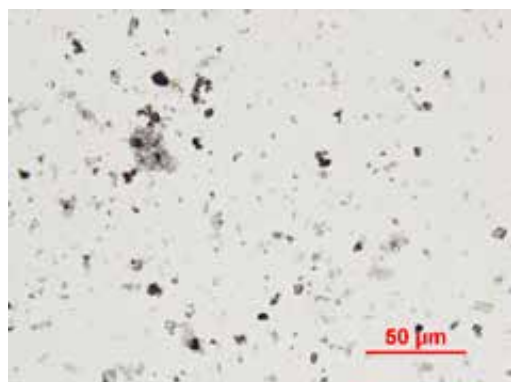
ATRAMENT

ATRAMENTUM

| | | |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 12030 | železo-duběnkový inkoust |
| CAS: | / | (komplex taninů z dubové kůry |
| C.I.: | / | a solí železa) |



MRS spektrum (780 nm)

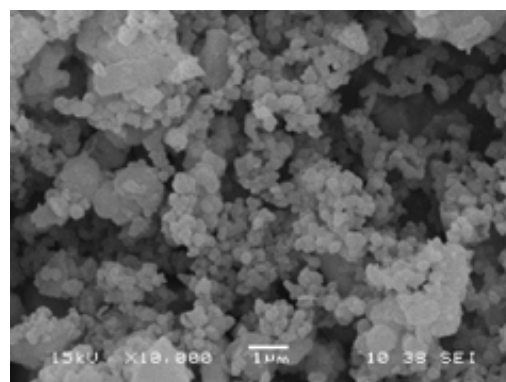
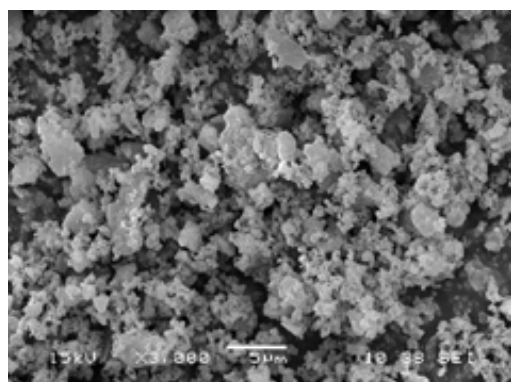


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

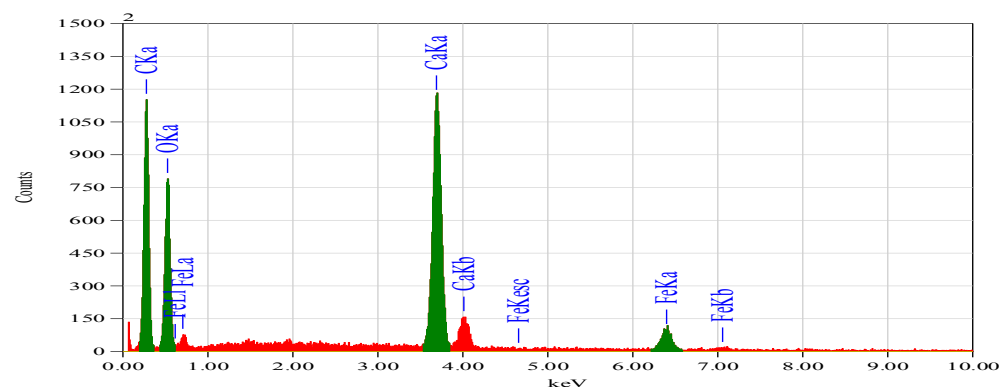


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

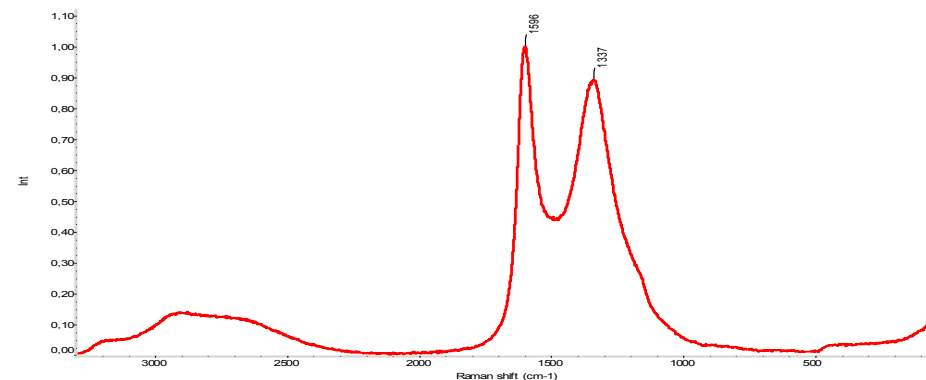


EDS spektrum

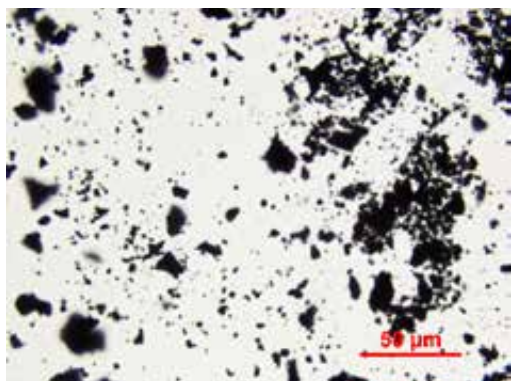
BROSKVOVÁ ČERŇ

PEACH BLACK

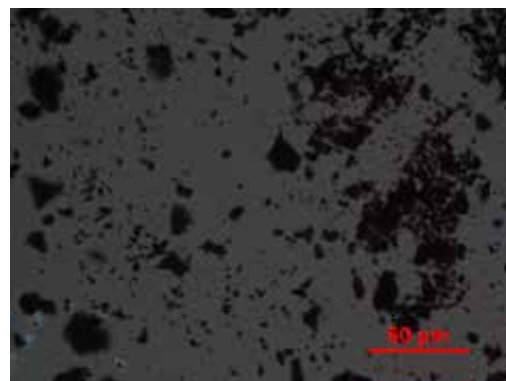
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 12010 | C (produkt karbonizace broskvových pecek) |
| CAS: | / | |
| C.I.: | PBk 8.77268 | |



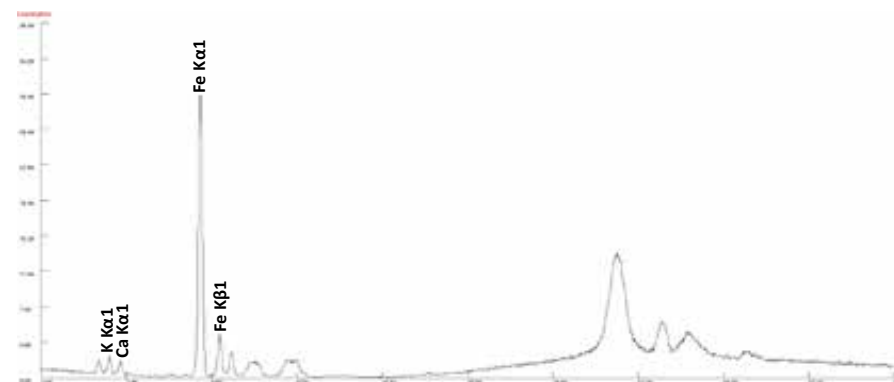
MRS spektrum (532 nm)



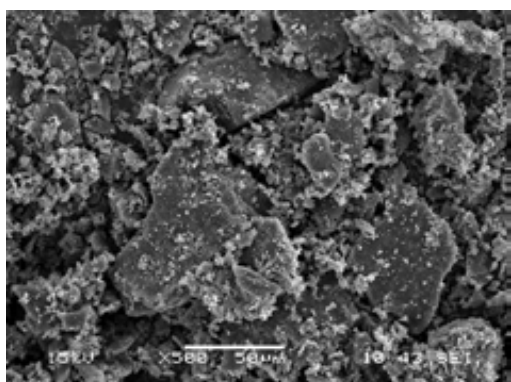
Preparát: OM, PPL



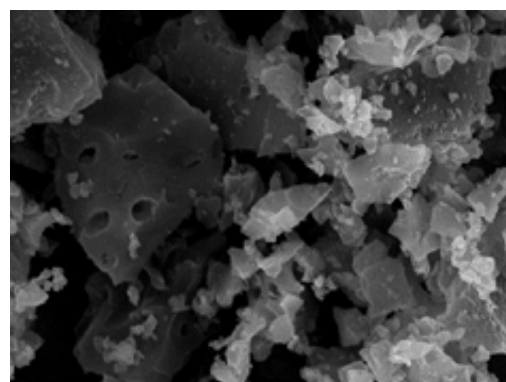
Preparát: OM, XPL



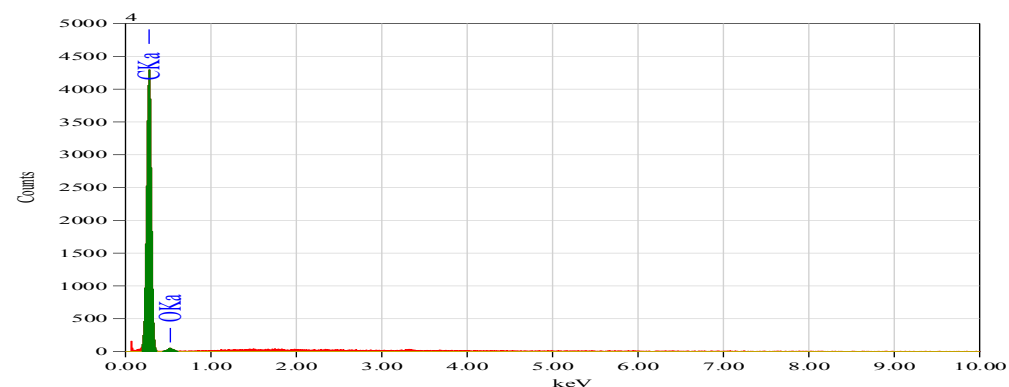
XRF spektrum



Preparát: SEM



Preparát: SEM

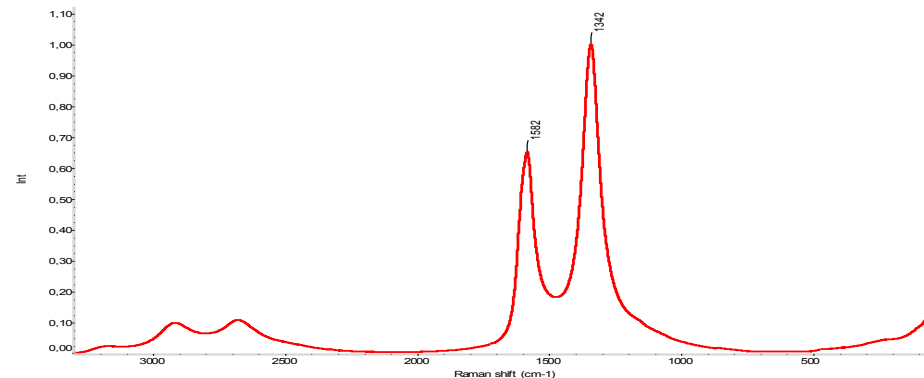


EDS spektrum

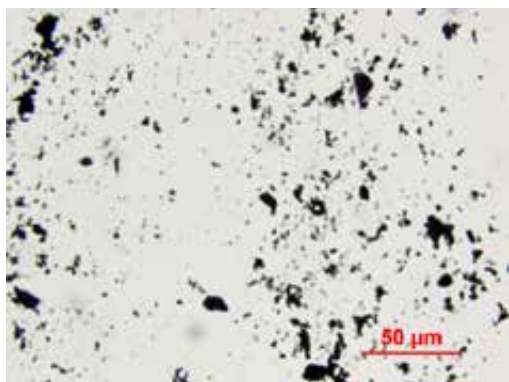
GRAFIT, práškový

GRAPHITE, powder

| | | |
|----------------|-----------------|---------------|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 47710 | krystalický C |
| CAS: | 999999-99-4 | |
| C.I.: | PBk 10.77265 | |



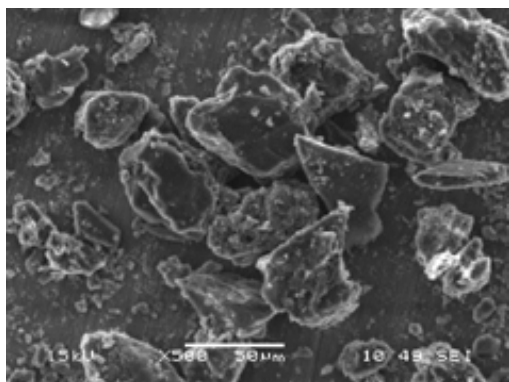
MRS spektrum (532 nm)



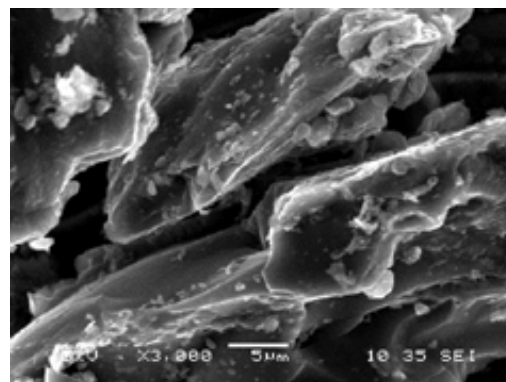
Preparát: OM, PPL



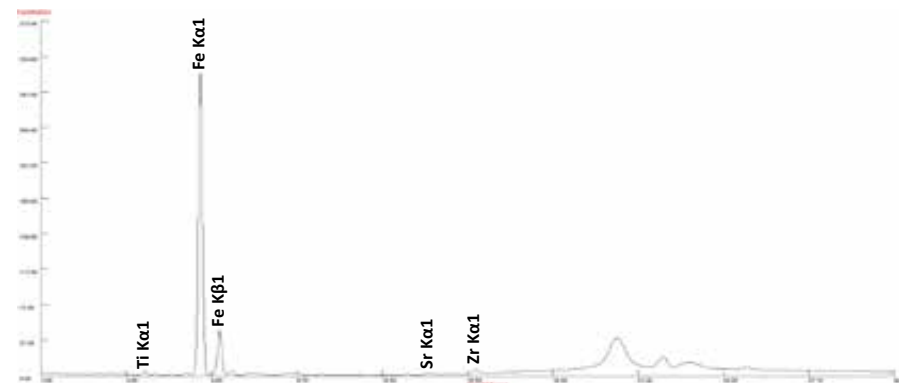
Preparát: OM, XPL



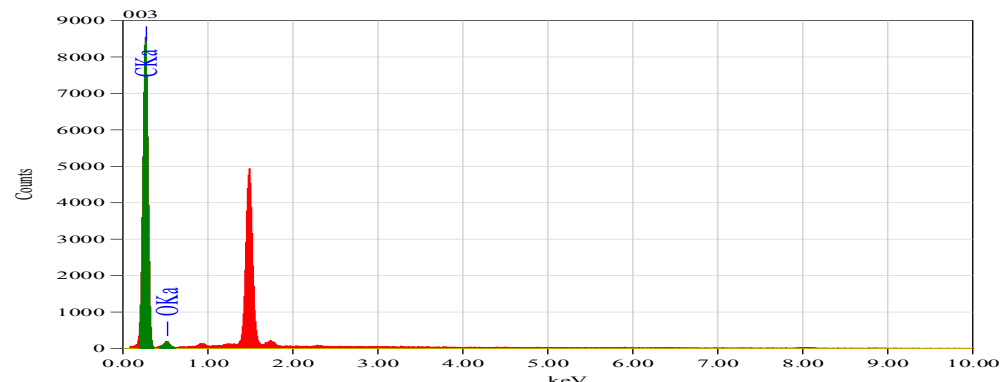
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

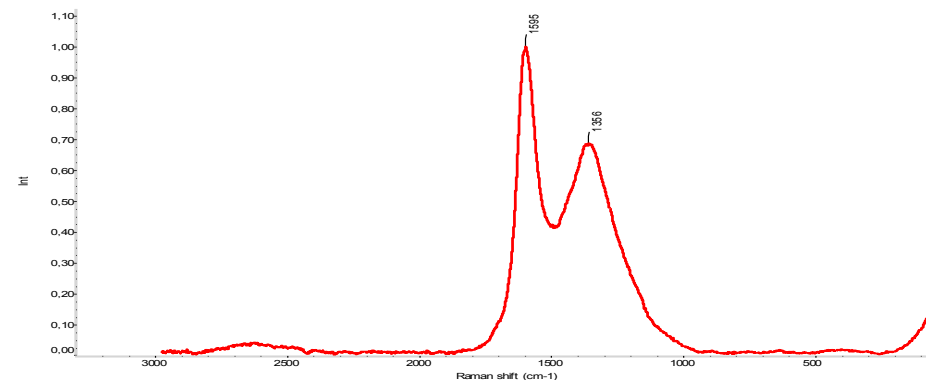


EDS spektrum

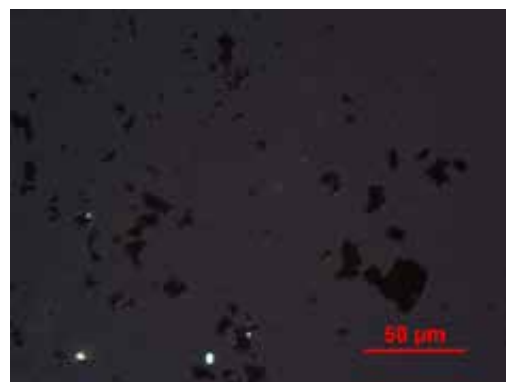
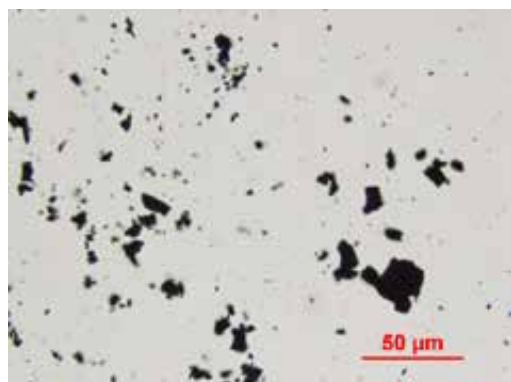
HROZNOVÁ ČERŇ

GRAPE BLACK

| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 12015 | C (produkt karbonizace hroznových semínek) |
| CAS: | / | |
| C.I.: | PBk 8.77268 | |

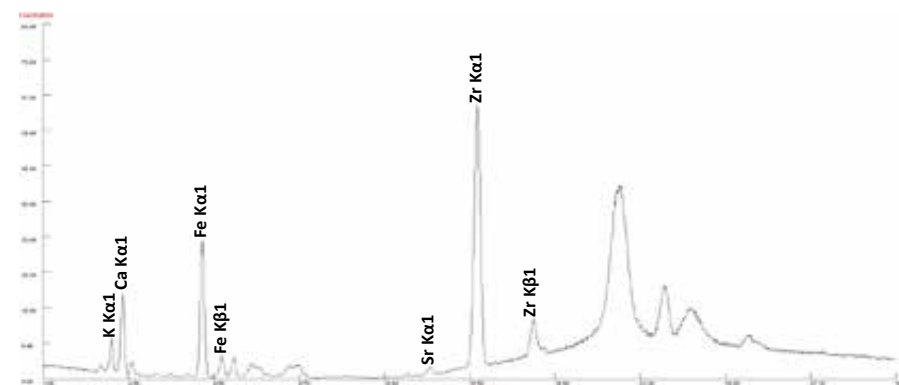


MRS spektrum (532 nm)

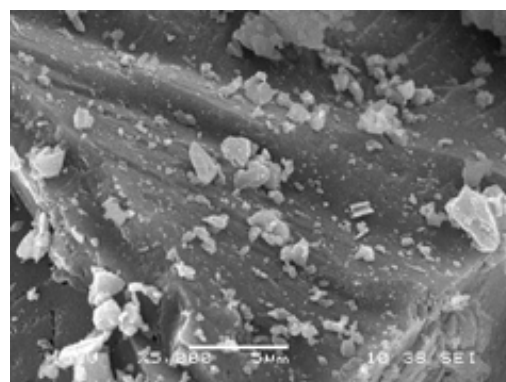
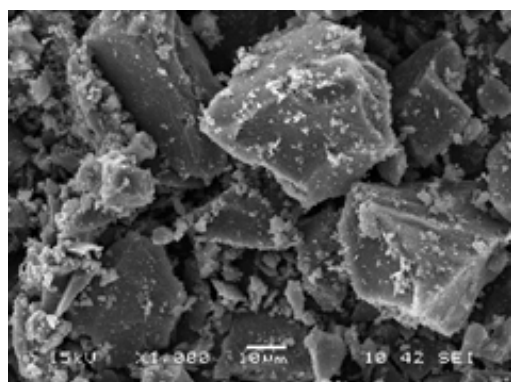


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

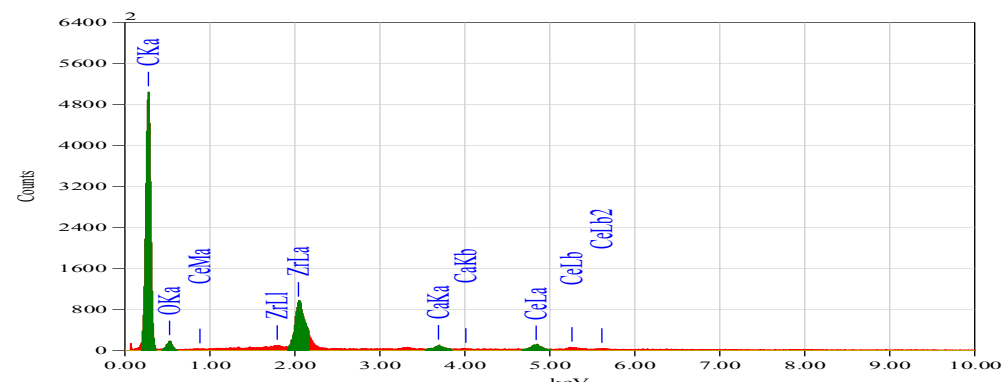


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

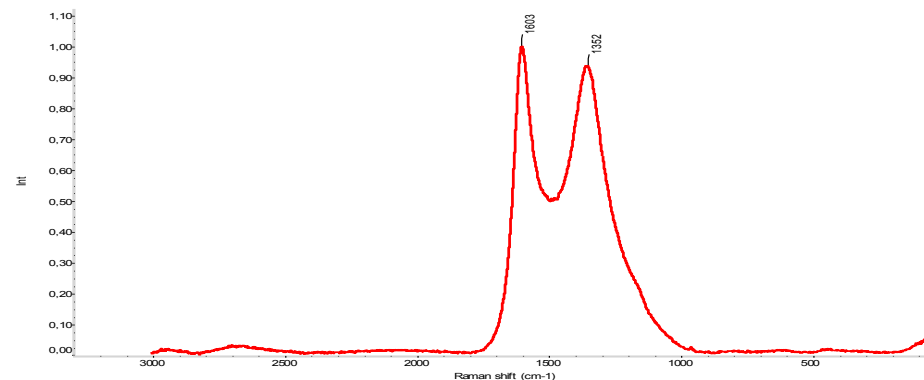


EDS spektrum

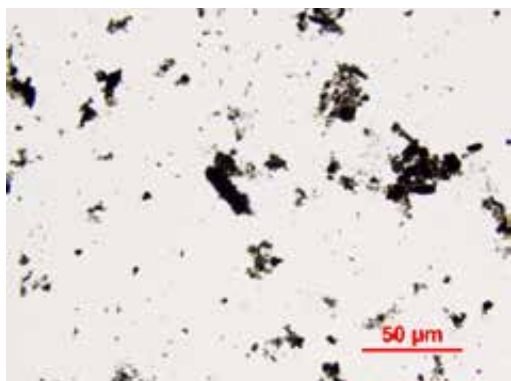
KOSTNÍ ČERŇ

BONE BLACK

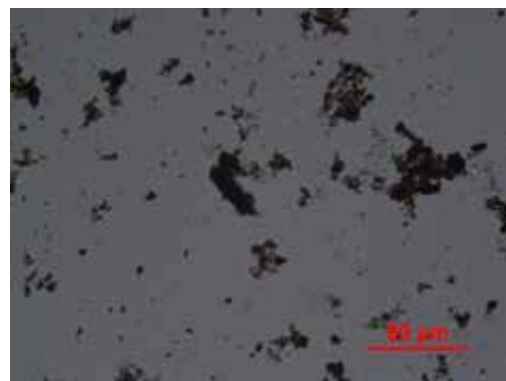
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 47100 | C s příměsí Ca_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ a CaCO_3 (produkt karbonizace kostí) |
| CAS: | 8021-99-6 | |
| C.I.: | PBk 9.77267 | |



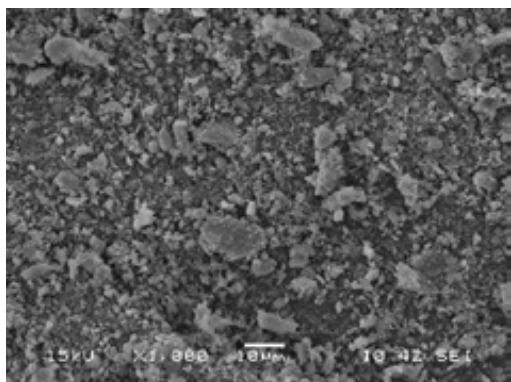
MRS spektrum (532 nm)



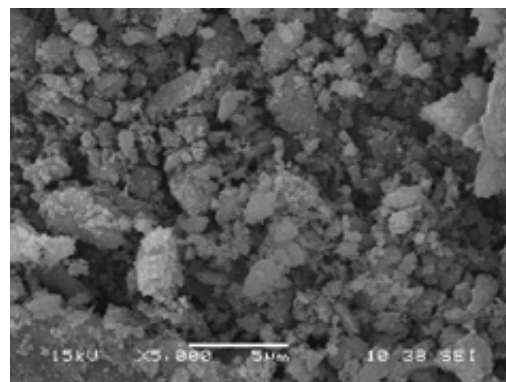
Preparát: OM, PPL



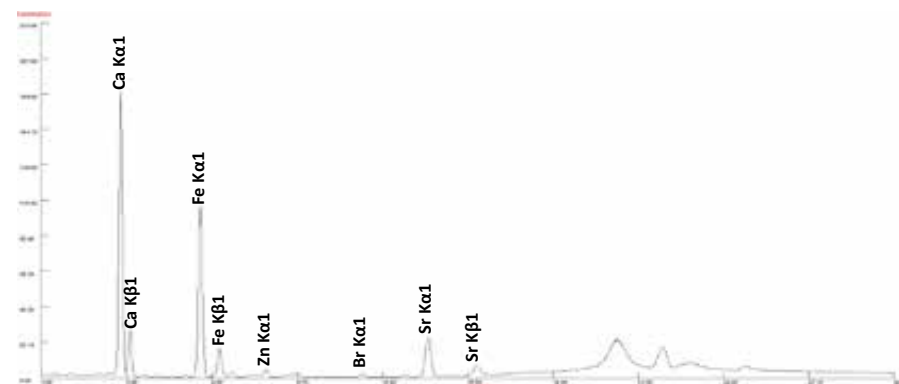
Preparát: OM, XPL



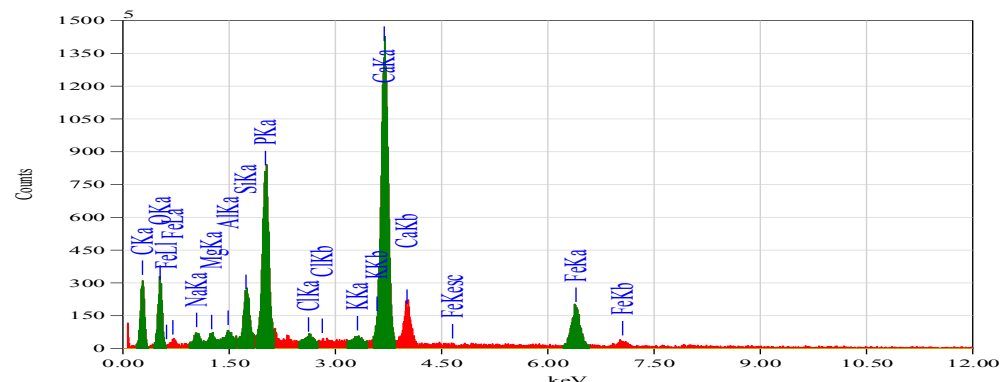
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

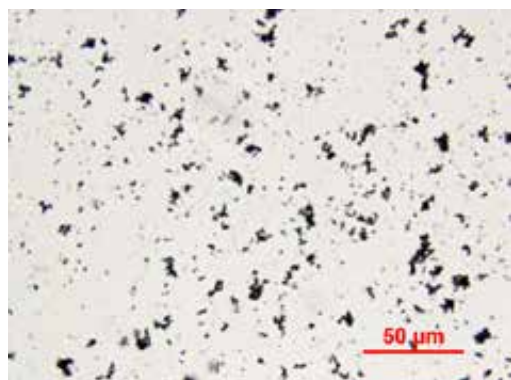


EDS spektrum

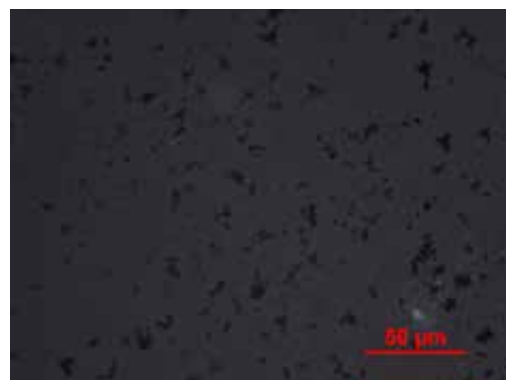
LAMPOVÁ ČERŇ

LAMP BLACK

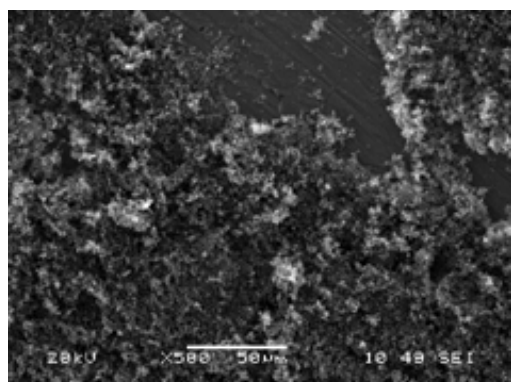
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: amorfní C (saze z pryskyřic, dehtu, minerálních olejů aj.) |
| Výrobní číslo: | 47250 | |
| CAS: | 1333-86-4 | |
| C.I.: | PBk 7.77266 | |



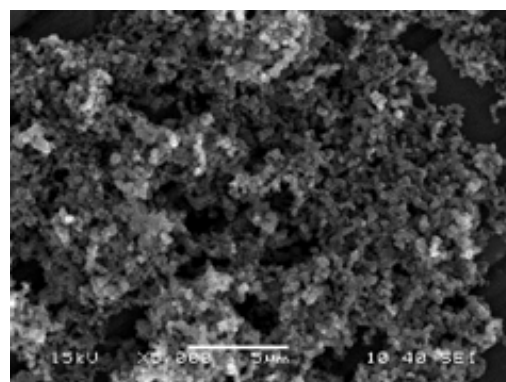
Preparát: OM, PPL



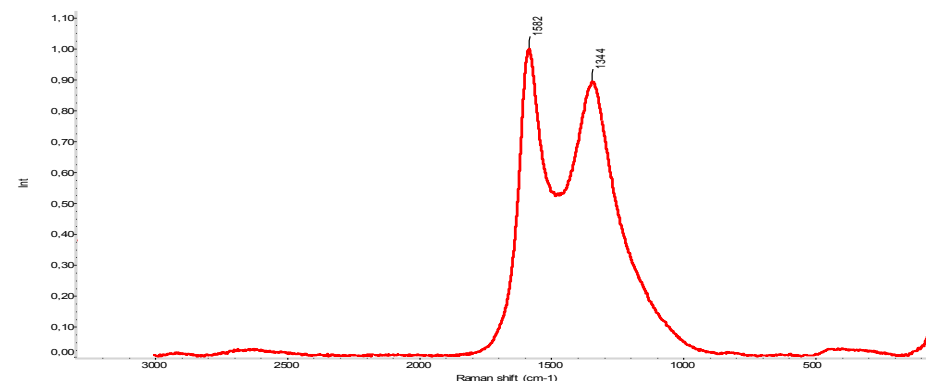
Preparát: OM, XPL



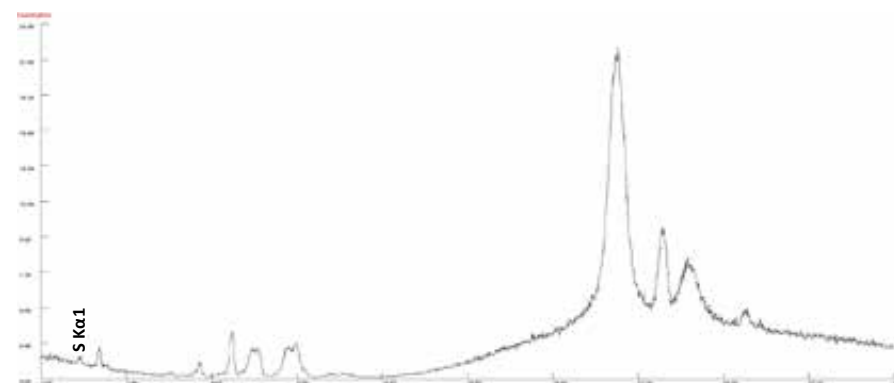
Preparát: SEM



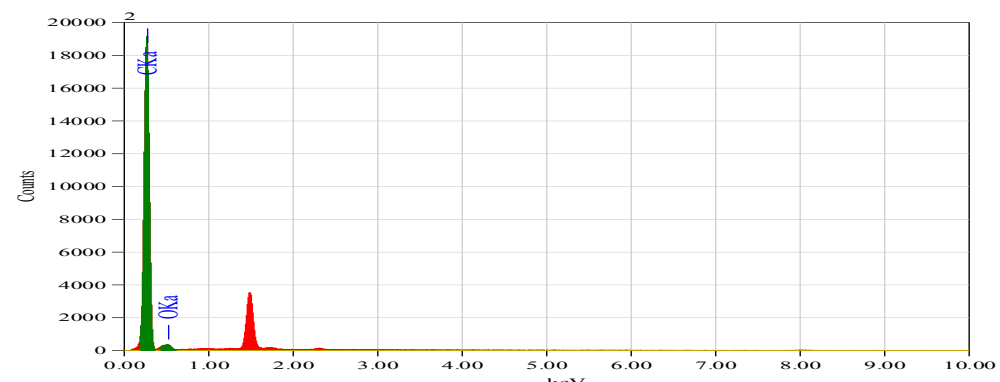
Preparát: SEM



MRS spektrum (532 nm)



XRF spektrum

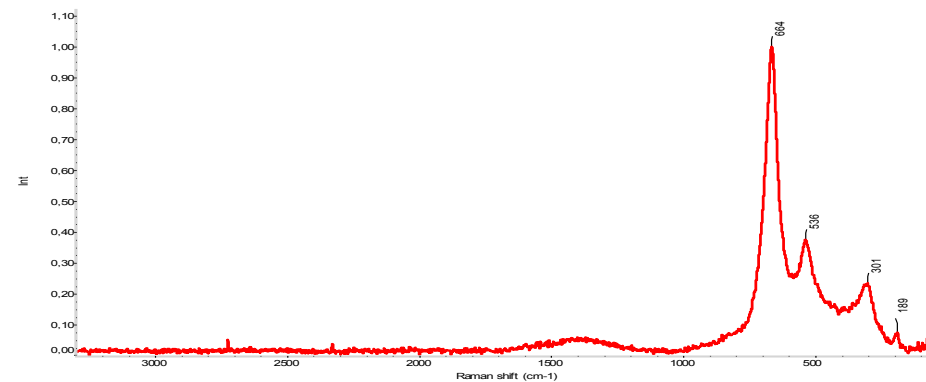


EDS spektrum

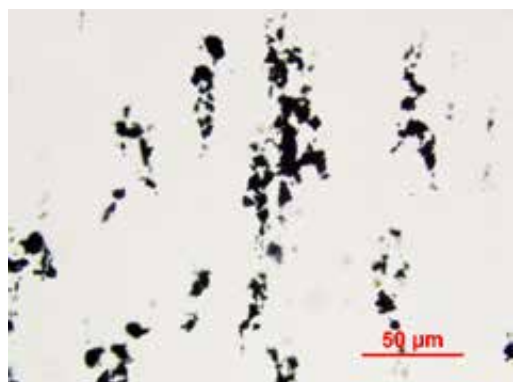
MAGNETIT

MAGNETITE

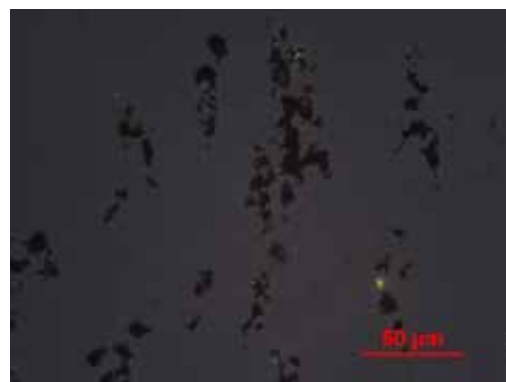
| | | |
|-----------------------|---|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 48800 | přírodní minerál: Fe ₃ O ₄ |
| CAS: | 1317-61-9 (Fe ₃ O ₄) | |
| C.I.: | PBk 11.77499 | |



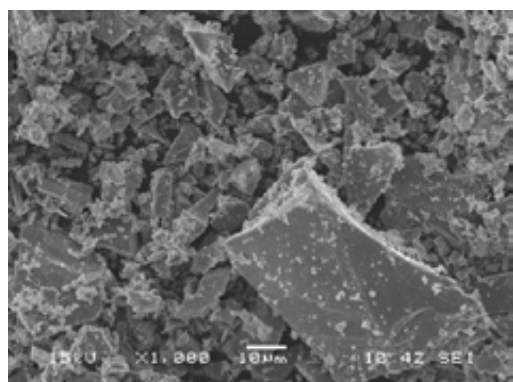
MRS spektrum (532 nm)



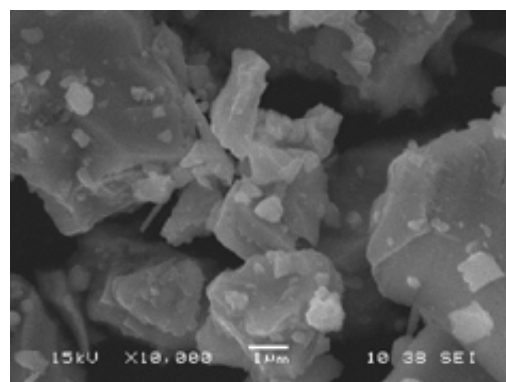
Preparát: OM, PPL



Preparát: OM, XPL



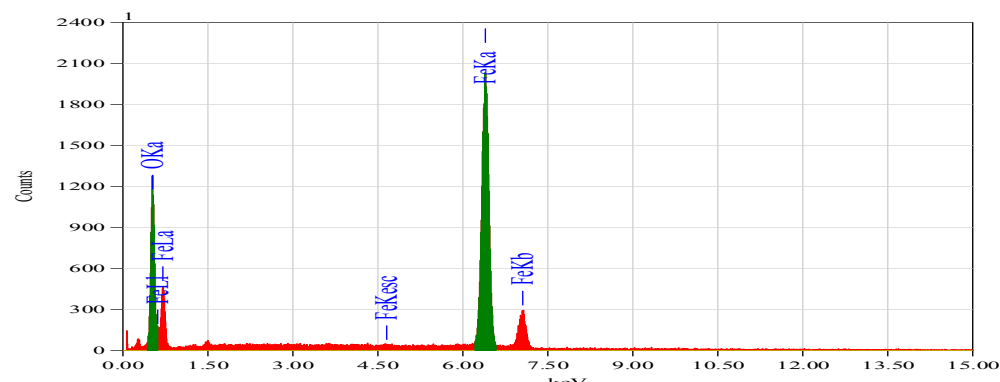
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

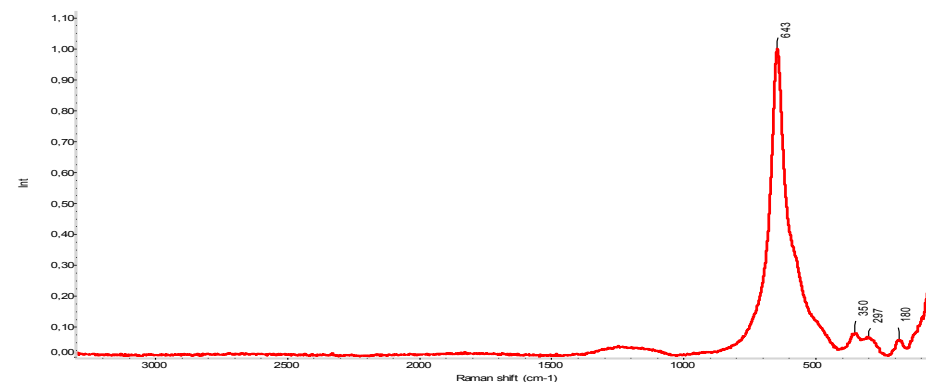


EDS spektrum

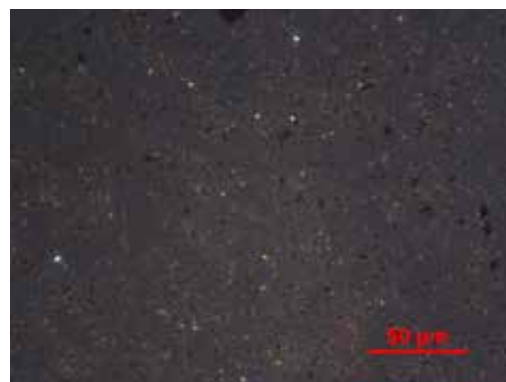
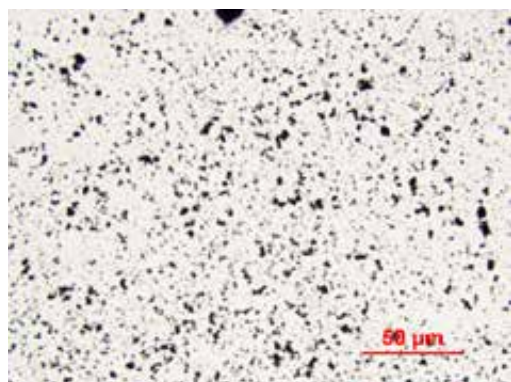
MANGANOVÁ ČERŇ

MANGANESE BLACK

| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 47500 | $(\text{Fe}, \text{Mn}^{2+})(\text{Fe}, \text{Mn}^{3+})_2\text{O}_4$ |
| CAS: | 68186-94-7 | |
| C.I.: | PBk 33.77537 | |



MRS spektrum (532 nm)

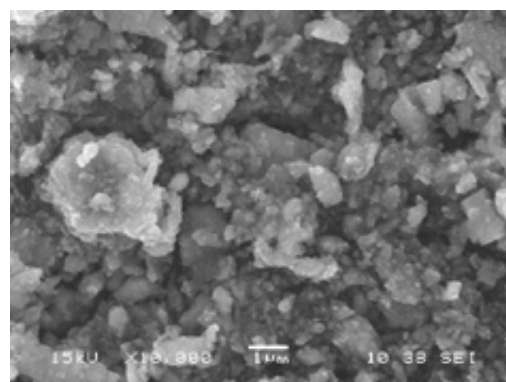
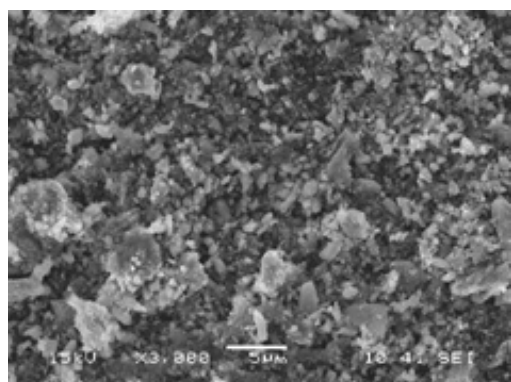


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

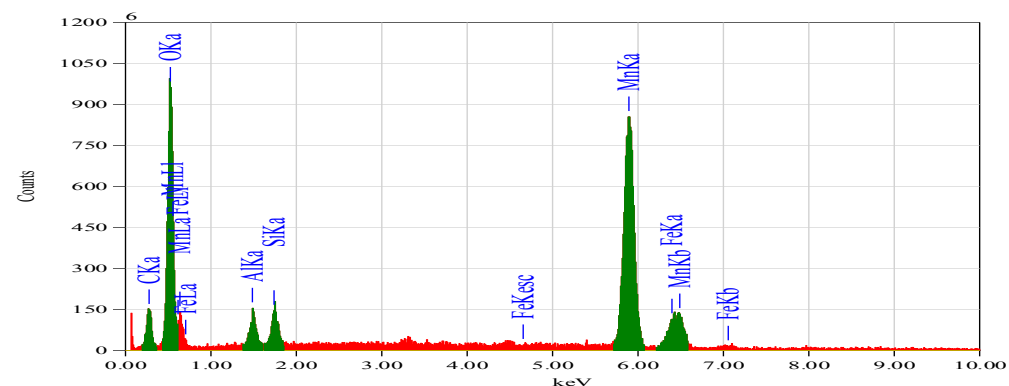


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

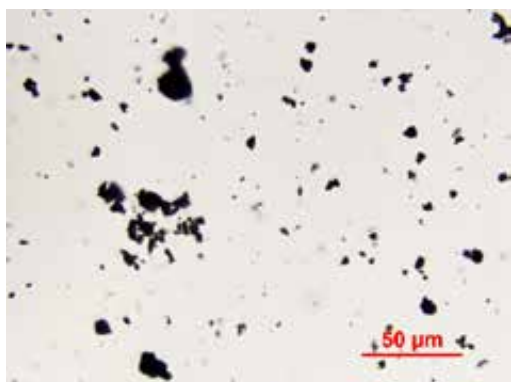


EDS spektrum

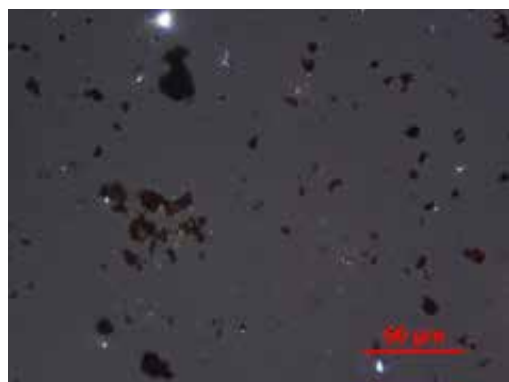
RÉVOVÁ ČERŇ

VINE BLACK

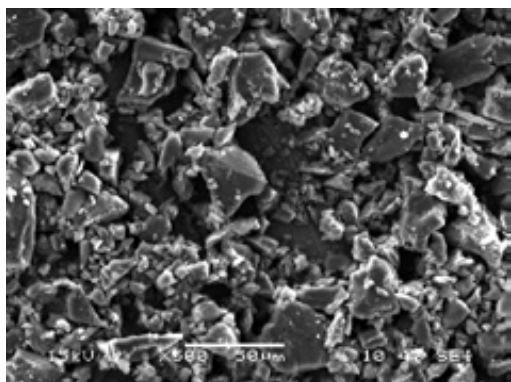
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: C (produkt karbonizace různých rostlinných zbytků) |
| Výrobní číslo: | 47010 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | PBk 8.77268 | |



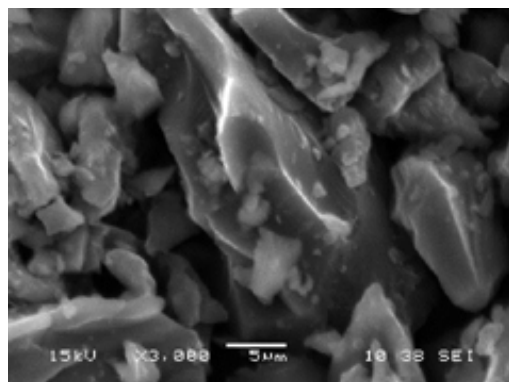
Preparát: OM, PPL



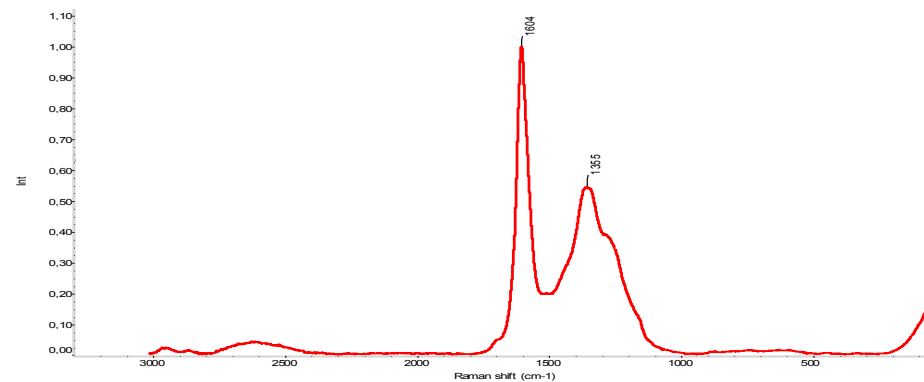
Preparát: OM, XPL



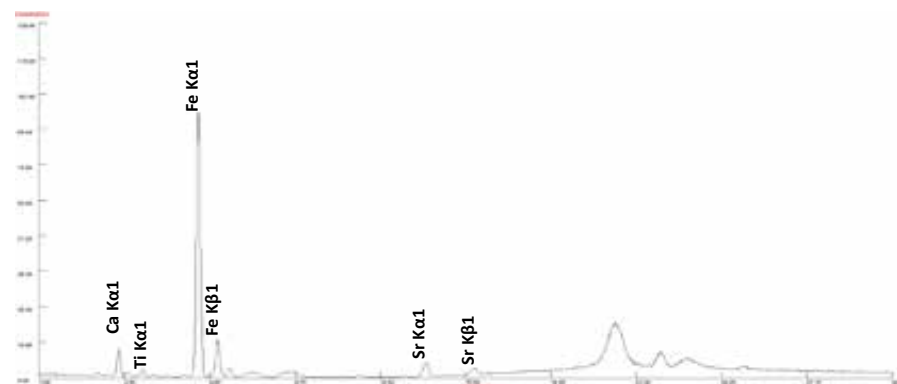
Preparát: SEM



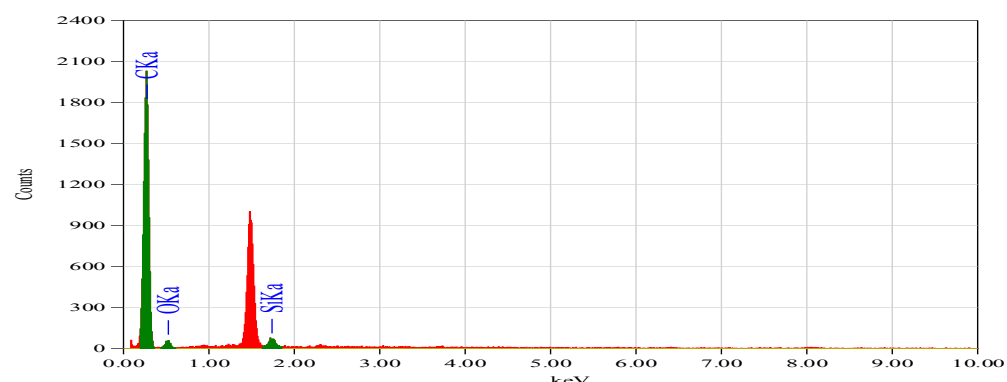
Preparát: SEM



MRS spektrum (532 nm)



XRF spektrum

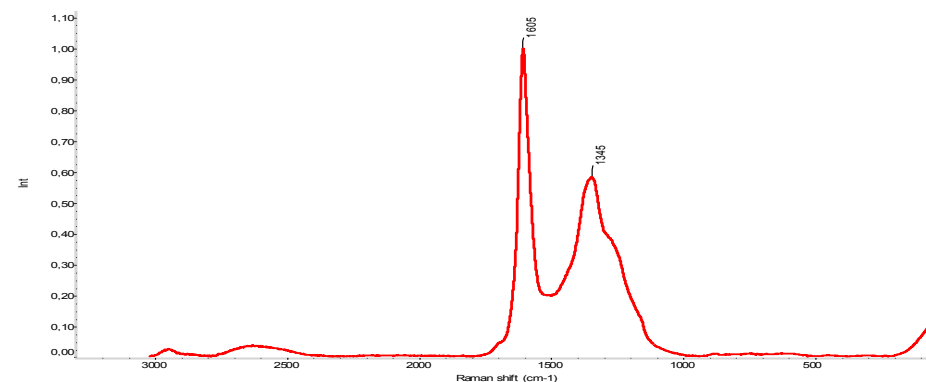


EDS spektrum

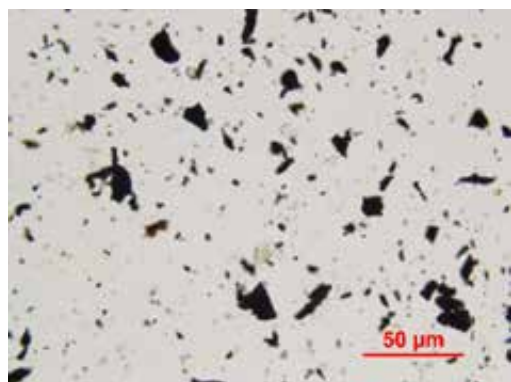
RÉVOVÁ ČERŇ, Německo

VINE BLACK, Germany

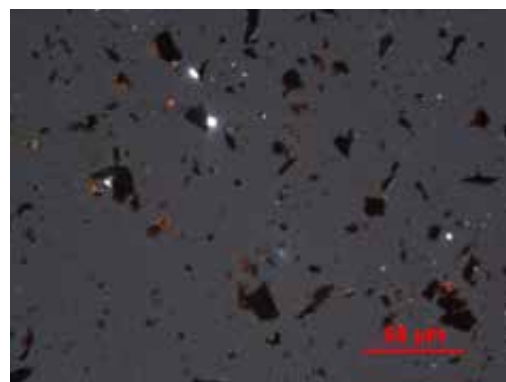
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 47000 | C (produkt karbonizace různých rostlinných zbytků) |
| CAS: | / | |
| C.I.: | PBk 8.77268 | |



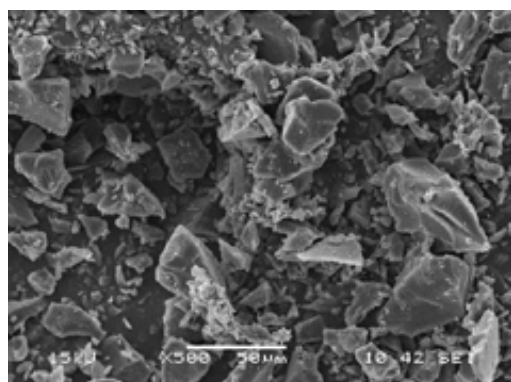
MRS spektrum (532 nm)



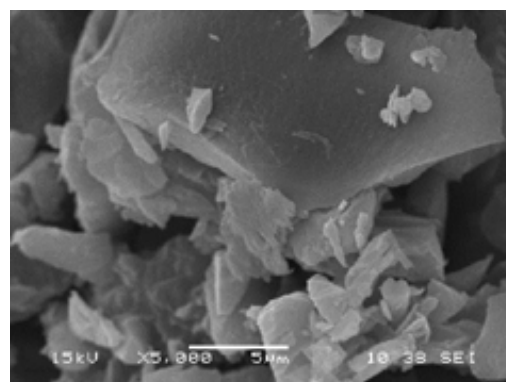
Preparát: OM, PPL



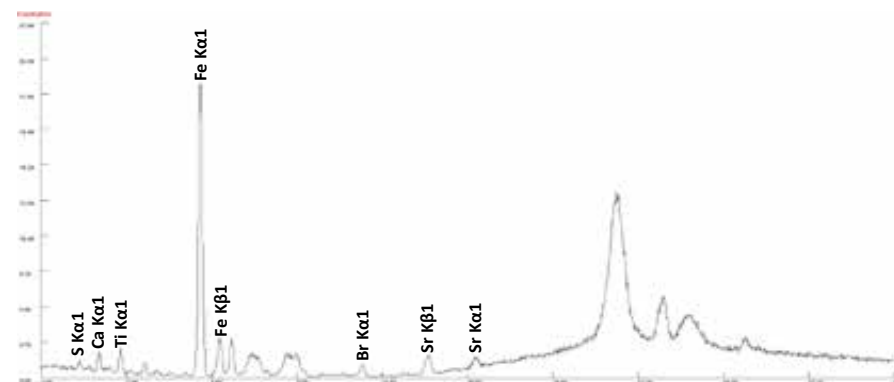
Preparát: OM, XPL



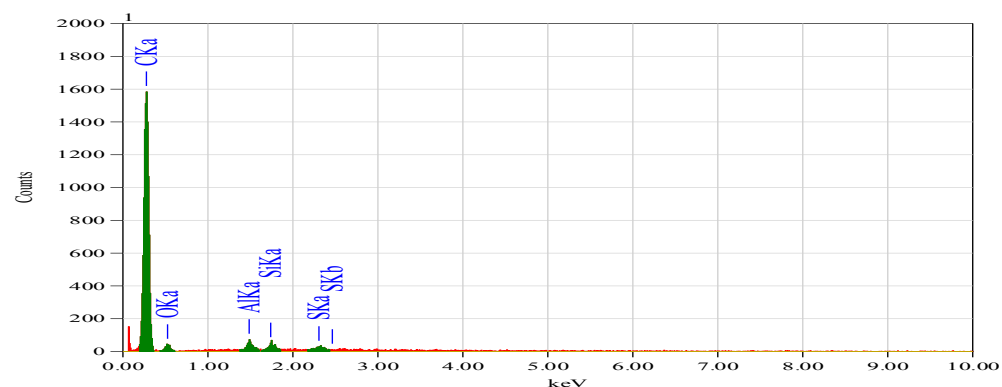
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

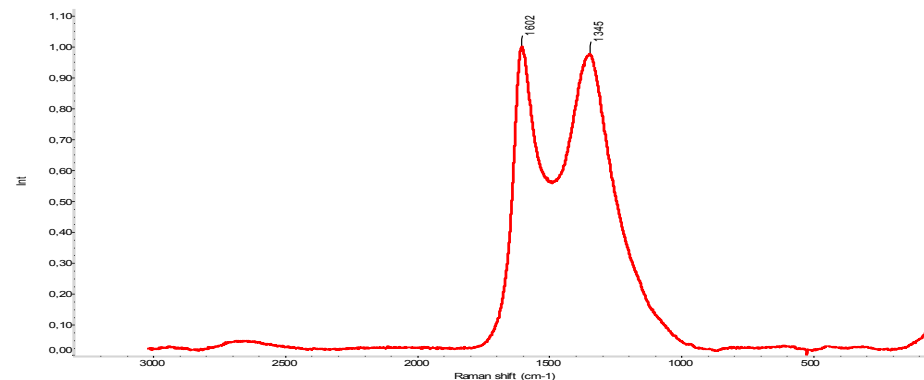


EDS spektrum

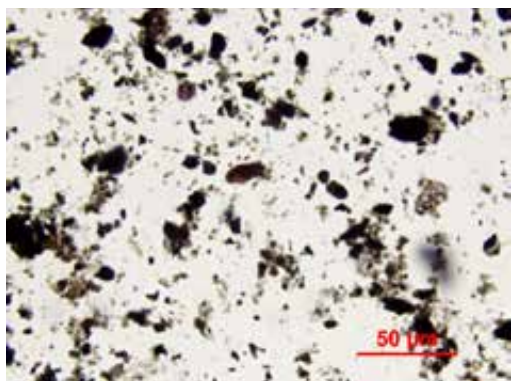
SLONOVÁ ČERŇ

IVORY BLACK

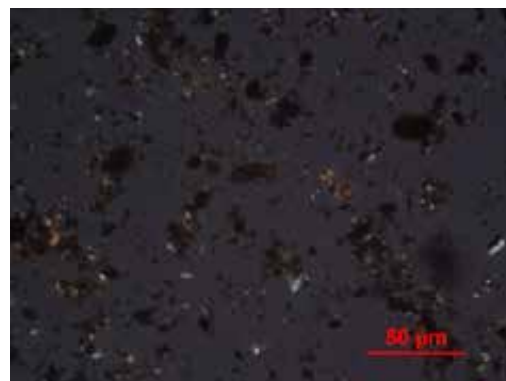
| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 47150 | C s příměsí Ca_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ a CaCO_3 (produkt karbonizace kostí, nejlepší kvalita) |
| CAS: | 8021-99-6 | |
| C.I.: | PBk 9.77267 | |



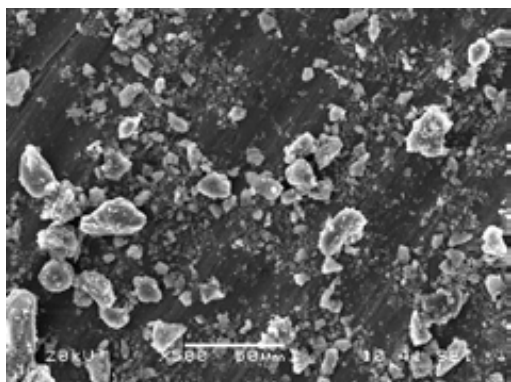
MRS spektrum (532 nm)



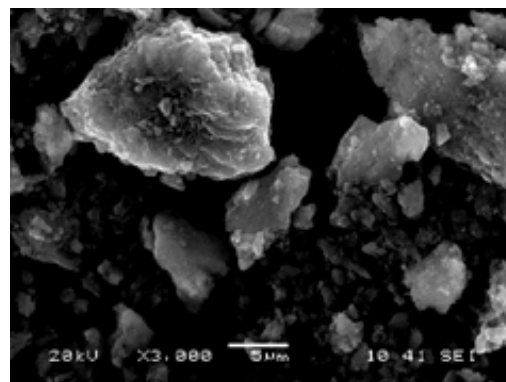
Preparát: OM, PPL



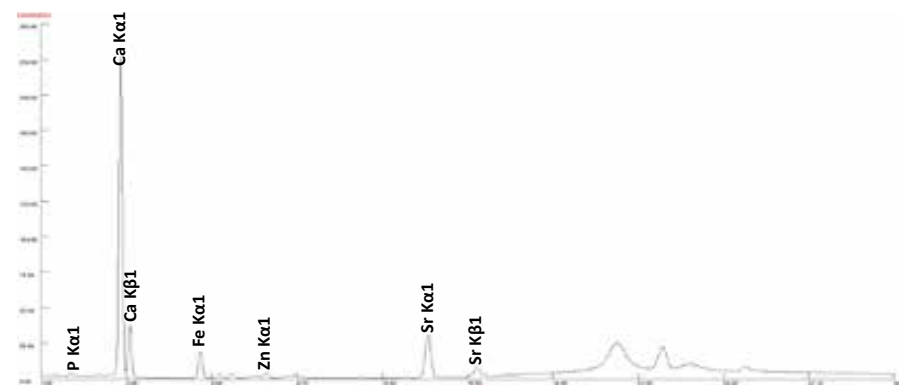
Preparát: OM, XPL



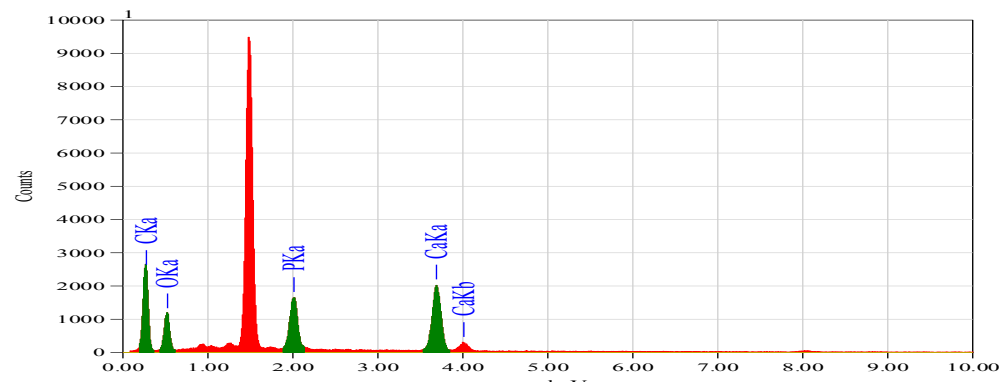
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum

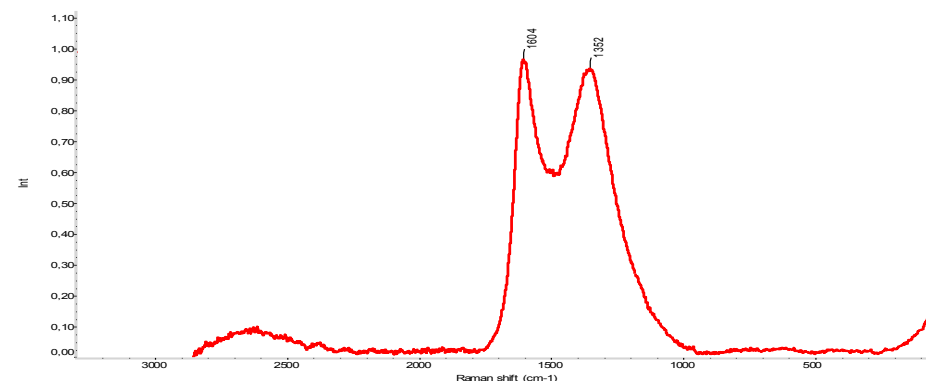


EDS spektrum

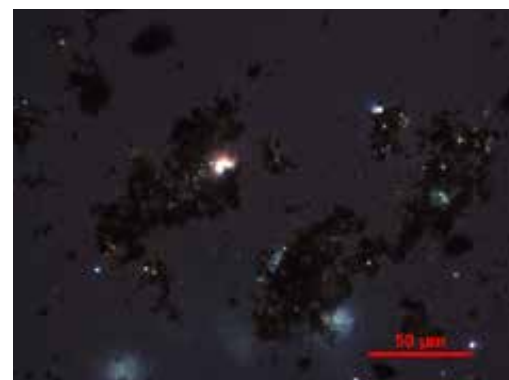
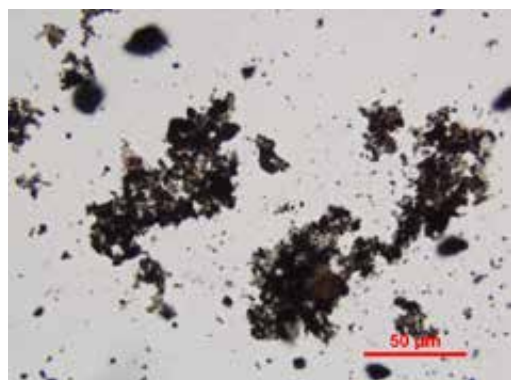
SLONOVÁ ČERŇ, JU

IVORY BLACK, JU

| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 47200 | C s příměsí Ca_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ a CaCO_3 (produkt karbonizace kostí, nejlepší kvalita) |
| CAS: | 8021-99-6 | |
| C.I.: | PBk 9.77267 | |

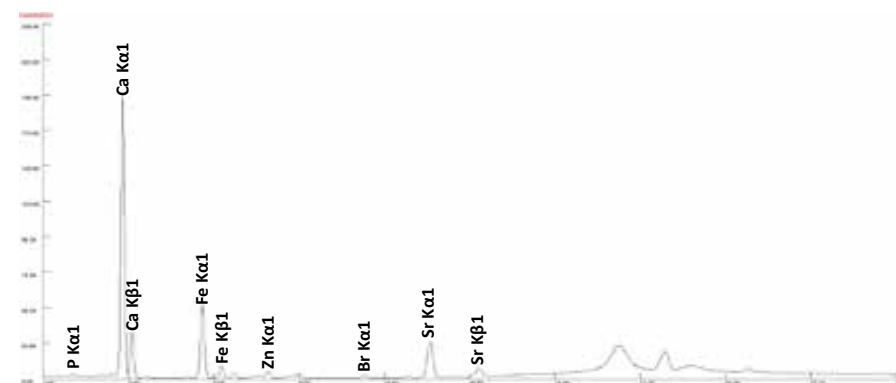


MRS spektrum (532 nm)

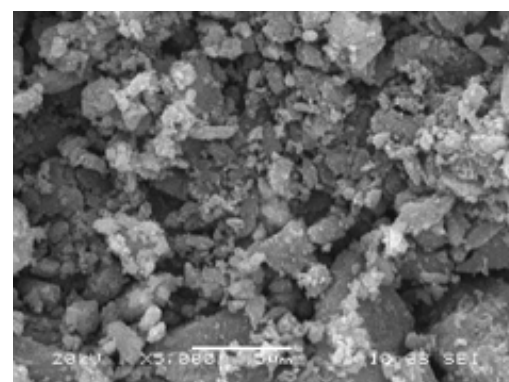
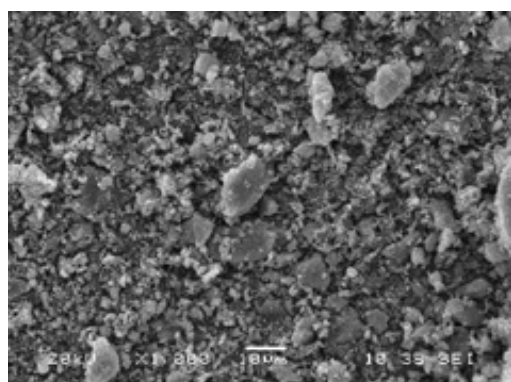


Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

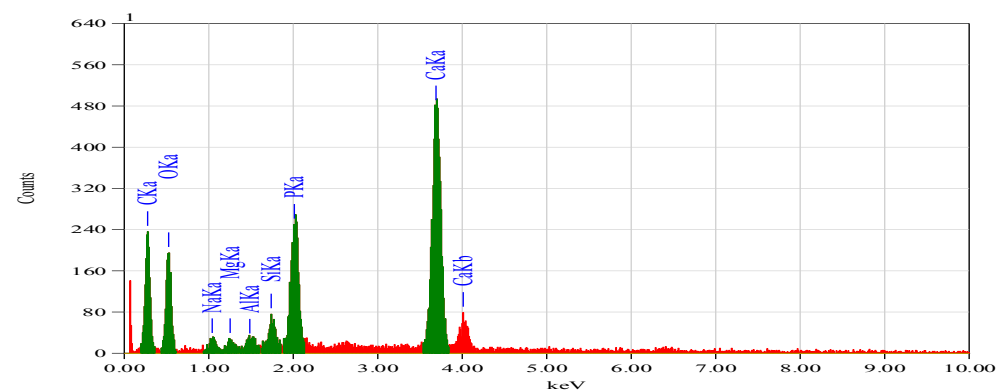


XRF spektrum



Preparát: SEM

Preparát: SEM

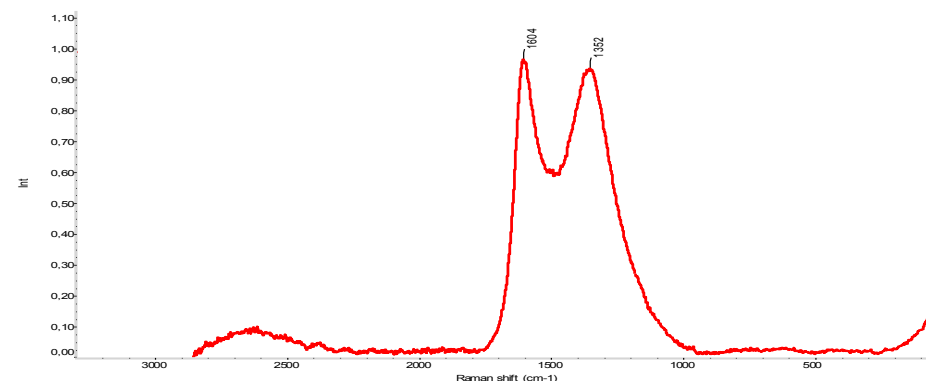


EDS spektrum

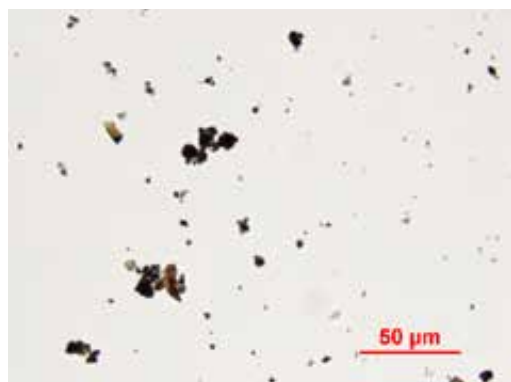
SLONOVÁ ČERŇ, pravá

IVORY BLACK, genuine

| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: |
| Výrobní číslo: | 12000 | C s příměsí Ca_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ a CaCO_3 (produkt karbonizace slonoviny) |
| CAS: | 8021-99-6 | |
| C.I.: | PBk 9 | |

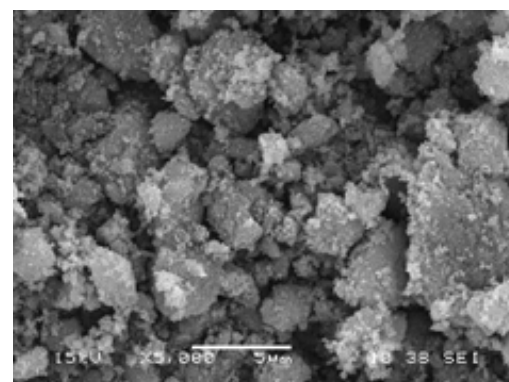
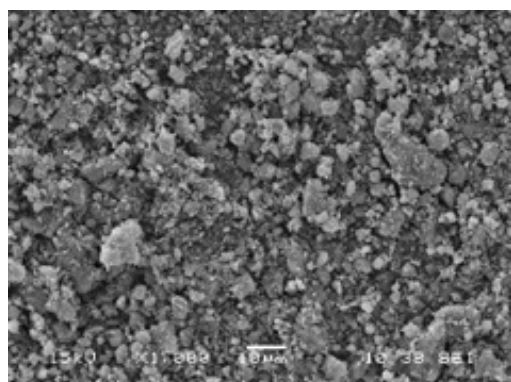


MRS spektrum (532 nm)



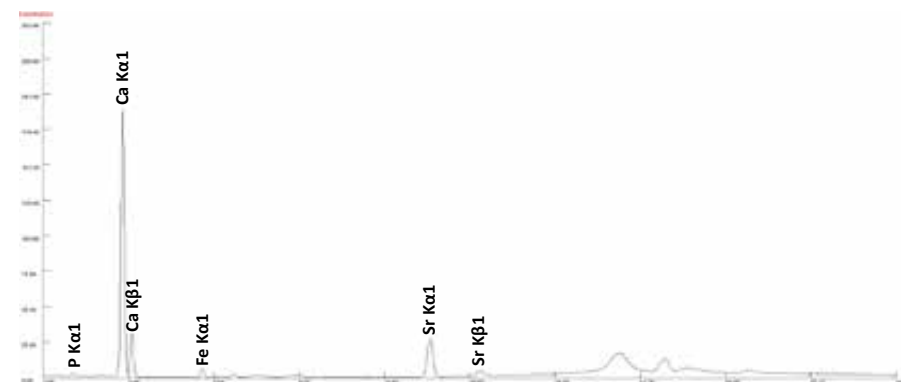
Preparát: OM, PPL

Preparát: OM, XPL

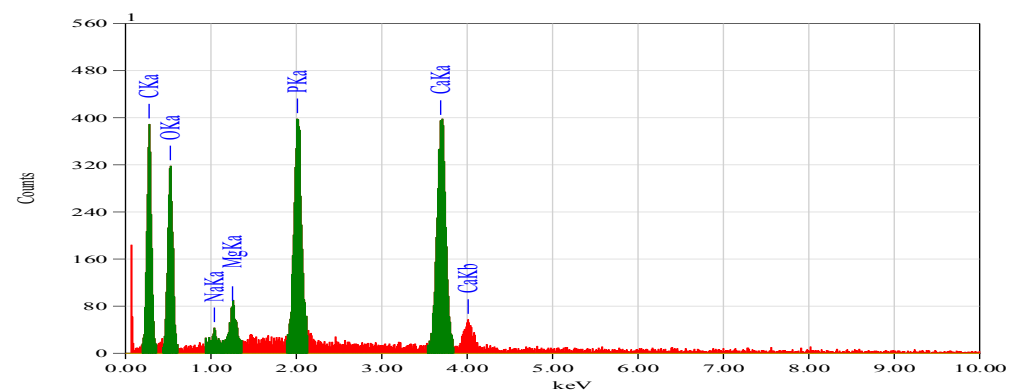


Preparát: SEM

Preparát: SEM



XRF spektrum

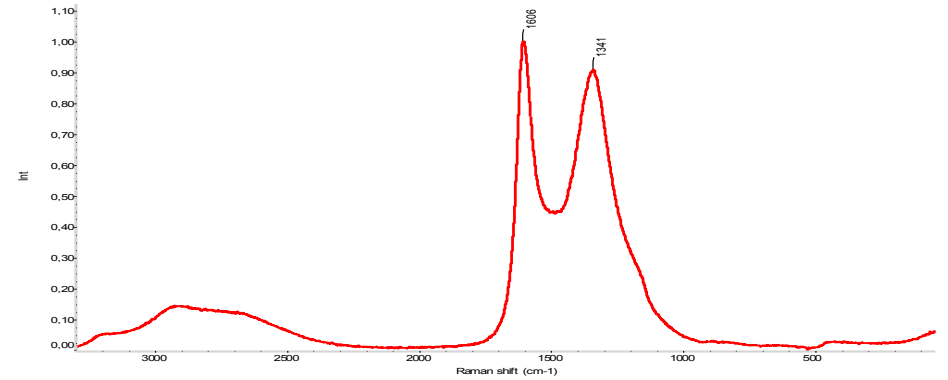


EDS spektrum

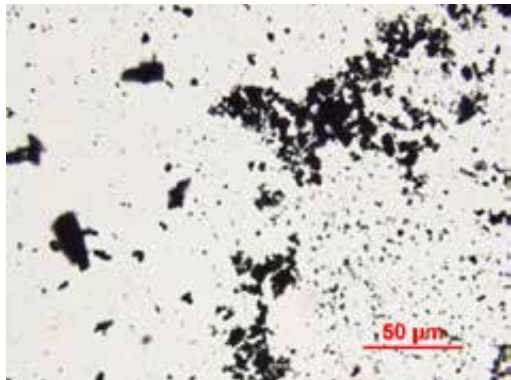
TŘEŠŇOVÁ ČERŇ

CHERRY BLACK

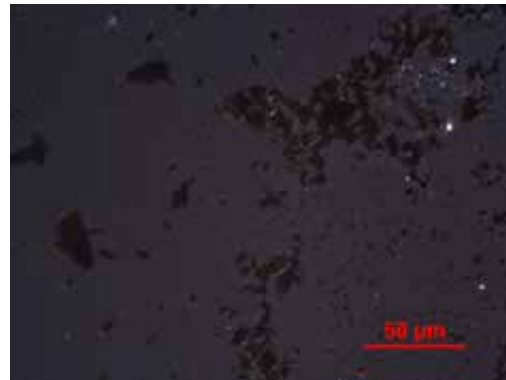
| | | |
|-----------------------|-----------------|--|
| Výrobce: | Kremer Pigmente | Složení: C (produkt karbonizace třešňových pecek) |
| Výrobní číslo: | 12020 | |
| CAS: | / | |
| C.I.: | PBk 8.77268 | |



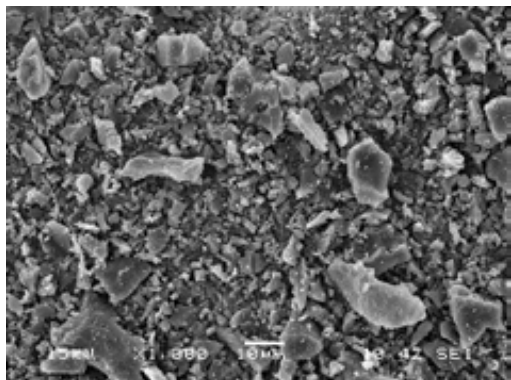
MRS spektrum (532 nm)



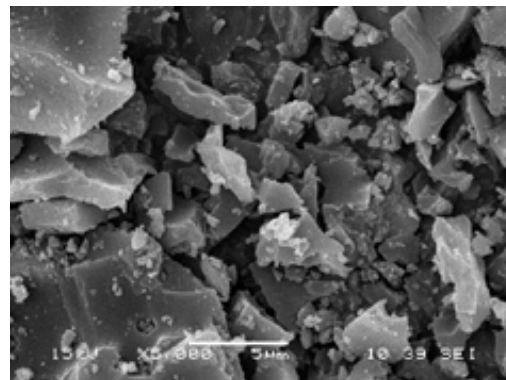
Preparát: OM, PPL



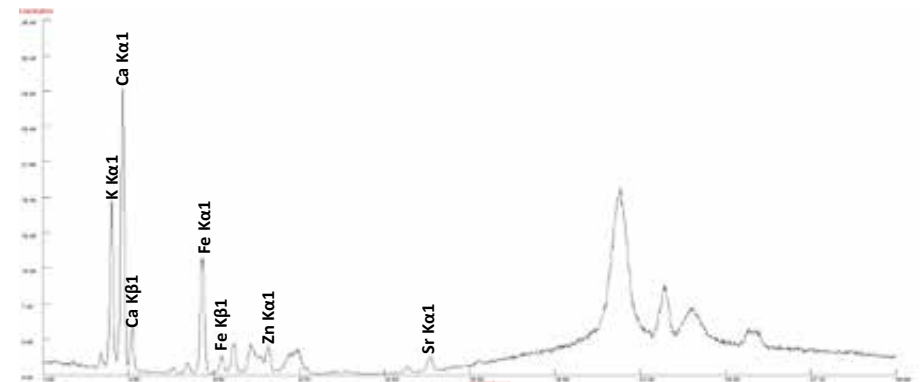
Preparát: OM, XPL



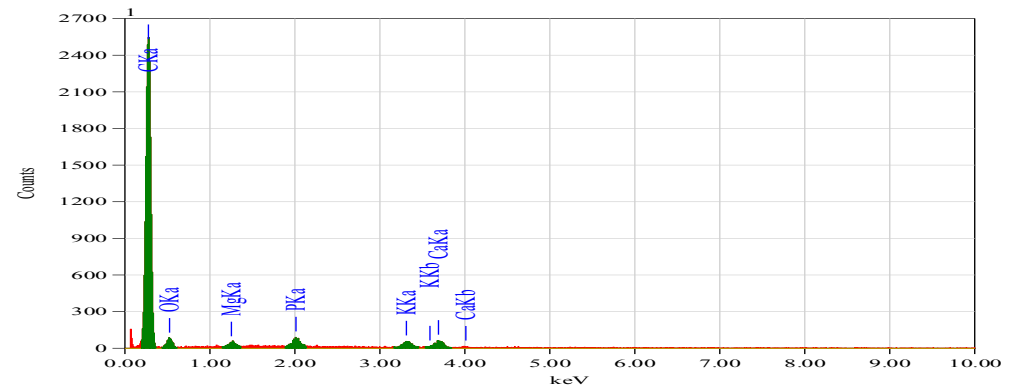
Preparát: SEM



Preparát: SEM



XRF spektrum



EDS spektrum

4.

Tabulky

| | | |
|-----|--|----|
| 4.1 | Tabulka XRF a EDS | |
| | Charakteristické prvkové složení standardů | 74 |
| 4.2 | Tabulka MRS | |
| | Charakteristické absorpční pásy Ramanových spekter | 78 |

4.1

Tabulka XRF a EDS

Charakteristické prvkové složení standardů

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | EDS | XRF |
|---------------------------------|---------|---------------|--|-------------------|----------------------|
| Bílé pigmenty | | | | | |
| Křída přírodní, Champagne | KP | 58000 | CaCO ₃ | Ca | Ca, Sr |
| Křída přírodní, Rujána | KP | 58010 | CaCO ₃ | Ca | Ca, Sr |
| Mušlová běloba | KP | 50830 | CaCO ₃ , aragonit | Ca | Ca, Sr |
| Olovnatá běloba | KP | 46000 | 2 PbCO ₃ · Pb(OH) ₂ | Pb | Pb |
| Sádra | KP | 58343 | CaSO ₄ · ½ H ₂ O | Ca, S | Ca, Sr, S |
| Svatojánská běloba | KP | 11415 | CaCO ₃ , Ca(OH) ₂ | Ca, Mg | Ca, Sr |
| Titandioxid přírodní | KP | 46280 | TiO ₂ , SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ | Ti, Si, Fe | Ti, Nb, Zr, Y, Fe |
| Žluté pigmenty a barviva | | | | | |
| Auripigment přírodní | KP | 10700 | As ₂ S ₃ – As ₂ S ₅ | As, S | As, Sb, S |
| Gumiguta | KP | 37050 | <i>kyselina garcinolová</i> | C, Cu | - |
| Masikot | KP | 43010 | PbO | Pb | Pb |
| Olovnato-cínčitá žluť, typ I | KP | 10100 | Pb ₂ SnO ₄ | Pb, Sn | Pb, Sn |
| Olovnato-cínčitá žluť, typ II | KP | 10120 | Pb(Sn,Si)O ₃ | Pb, Sn, Si | Pb, Sn, Si |
| Realgar | KP | 10800 | As ₄ S ₄ | As, S | As, Sb, S |
| Reseda barvířská | KP | 36262 | <i>luteolin</i> | C, Ca, S, P, Sn | Sn, Ca, Zn, Fe, S, P |
| Siena přírodní, Monte Amiata | KP | 17050 | FeOOH, Fe ₂ O ₃ , MnO ₂ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | Fe, Si, Al, K, Ca | Fe, As, Ca, Si |
| Šafrán | KP | 37110 | <i>krocetin</i> | C, K, P, S | K, Fe |
| Žlutý okr přírodní, Francie | KP | 40040 | FeOOH, Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | Fe, Si, Al, K, Ca | Fe, Sr, Ca, Ti, Si |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | EDS | XRF |
|-----------------------------------|---------|---------------|--|---------------------------------|---------------------------|
| Červené pigmenty a barviva | | | | | |
| Brazilské dřevo | KP | 36160 | <i>brazilein</i> | C, Na, S, Cl, Cr | Sr, S, Cr, Ca, Cl |
| Červený bolus | KP | 40503 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | Al, Fe, Si, Cu, Mg, Ca, K, P, S | Fe, Ca, Zr, Ti, Sr, K, Si |
| Červený okr přírodní, Burgundy | KP | 11576 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | Fe, Si, Al, K | Fe, Zr, Ti |
| Dračí krev, Sumatra | KP | 37000 | <i>dracorubin, dracorhodin</i> | C, Al, Ca, Fe, Si, Cl | Zr, Fe, Ca, K, Sr |
| Kermes, Anatólie | KP | 36045 | <i>kyselina kermesová</i> | C, P, K, S | K, Fe, Zn, Cu, Ca |
| Košenila | KP | 36040 | <i>kyselina karmínová</i> | C, P, K, S, Cl | K, Zn, Fe, Ca, Br |
| Laka | KP | 36020 | <i>kyselina lakaová A–F</i> | C | - |
| Minium (suřík) | KP | 42500 | Pb ₃ O ₄ | Pb | Pb |
| Mořena barvířská | KP | 37202 | <i>alizarin, purpurin</i> | C, Ca, Al, Si, Fe, K, Mg | Fe, Ca, Sr, K, Ti, Rb, Si |
| Rumělka přírodní, Monte Amiata | KP | 10610 | HgS | Hg, S, Fe, Si, Al | Hg, S, Fe |
| Siena pálená, tmavá | KP | 40430 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, MnO ₂ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | Fe, Al, Si, Ca, Ti, Mn | Fe, Sr, Ti, Mn, Zr, Si, S |

Fialové pigmenty

| | | | | | |
|--------------------|-------|------|------------------|---------------|-------------------|
| Fluorit Wölsendorf | VŠCHT | 1530 | CaF ₂ | Ca, F, Fe | U, Ca, Pb, Fe |
| Fluorit Wölsendorf | VŠCHT | 2249 | CaF ₂ | Ca, F, Si, Al | Ca, Fe, Pb, U |
| Fluorit Jáchymov | NG | - | CaF ₂ | Ca, F, Si, K | Ca, Fe, Sr, Si, K |

Modré pigmenty

| | | | | | |
|---------------------|----|--------|---|------------------------------|------------------------------|
| Azurit přírodní | KP | 10200 | 2 CuCO ₃ · Cu(OH) ₂ | Cu, Al, Si, K, Ti | Cu, Fe, Ba, Zr, K, Si |
| Azurit syntetický | KP | 10180 | 2 CuCO ₃ · Cu(OH) ₂ | Cu | Cu, Ca |
| Indigo přírodní | KP | 36000 | C ₁₆ H ₁₀ O ₂ N ₂ | Si, Al, Ca, Fe, Na, Mg, K | Fe, Sr, Ca, K, Ti, Rb, Si |
| Smalt | KP | 10000 | SiO ₂ , K ₂ O, CoO | Si, K, Na, Co | Co, Pb, K, Zr, Si |
| Ultramarín přírodní | KP | 10500 | Na ₈₋₁₀ (Al ₆ Si ₆ O ₂₄)S ₂₋₄ | Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Fe | Fe, Ca, Sr, Rb, K, Si, S, Cl |
| Vivianit | KP | 104000 | Fe ₃ (PO ₄) ₂ · 8 H ₂ O | Fe, P, Al, Si | Fe, Zr, P |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | EDS | XRF |
|----------------------------------|---------|---------------|---|----------------------------|----------------------------|
| Zelené pigmenty a barviva | | | | | |
| Atakamit | KP | 103900 | $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ | Cu, Cl, Al, Si | Cu, Fe, Cl, Pb |
| Chryzokol | KP | 10350 | $\text{CuSiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ | Cu, Si, Al, Ca | Cu, Fe, Mn, Si |
| Konichalcit | KP | 10870 | $\text{CaCu}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$ | As, Cu, Ca, Zn, Si, Al, Fe | Cu, As, Zn, Ca, Fe, Pb, Sr |
| Malachit přírodní | KP | 10300 | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ | Cu, Ca, Al, Si, Fe, P | Cu, Fe |
| Malachit syntetický | KP | 44400 | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ | Cu, Al | Cu, Fe |
| Měděnka syntetická | KP | 44450 | $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ | Cu | Cu, Fe |
| Mědnatý rezinát | KP | 12200 | $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | C, Cu, Al, Si, K, Na | Cu |
| Seladonit | KP | 11250 | $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Fe}, \text{Al}^{3+})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})$ | Si, Fe, Al, Mg, Ca | Fe, K, Ca, Rb, Sr, Si |
| Země zelená česká | KP | 40810 | $\text{K}[(\text{Al}, \text{Fe}^{3+}), (\text{Fe}, \text{Mg}^{2+})](\text{AlSi}_{3-4})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ | Si, Fe, Al, Mg, Ca, Cl | Fe, K, Rb, Sr, Si |

Hnědé pigmenty

| | | | | | |
|----------------|----|-------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Umbra pálená | KP | 40700 | $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{FeOOH}, \text{MnO}_2, \text{MnOOH}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$ | Fe, Ca, Mn, Al, Si, Mg, P, K | Fe, Ca, Sr, Mn, Ti, Si, S |
| Umbra přírodní | KP | 40610 | $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{FeOOH}, \text{MnO}_2, \text{MnOOH}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$ | Fe, Ca, Mn, Al, Si, Mg, P, K, Ti, S | Fe, Mn, Sr, Ca, As, Ti, V, Cu, Zn, Si |

Černé pigmenty

| | | | | | |
|----------------|----|-------|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| Atrament | KP | 12030 | komplex taninů z dubové kůry a solí železa | C, Ca, Fe | Fe, Ca, Sr, S |
| Broskvová čern | KP | 12010 | C (produkt karbonizace broskvových pecek) | C | Fe, Ca, K |
| Grafit | KP | 47710 | krystalický C | C | Fe, Ti, Zr, Sr, S, Si |
| Hroznova čern | KP | 12015 | C (produkt karbonizace hroznových semínek) | C, Ca, K, Zr, Ce, P | Zr, Fe, Ca, K, Sr |
| Kostní čern | KP | 47100 | C s příměsí Ca_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ a CaCO_3 (produkt karbonizace kostí) | C, Ca, P, Si, Fe, Al, Na, Mg, K, Cl | Ca, Fe, Sr, P, K, Zn, Br, Cl, Si |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | EDS | XRF |
|----------------------|---------|---------------|---|-----------------------|-----------------------------------|
| Lampová čerň | KP | 47250 | amorfní C (saze z pryskyřic, dehtu, minerálních olejů aj.) | C | S |
| Magnetit | KP | 48800 | Fe ₃ O ₄ | Fe | Fe, Mn, Al |
| Manganová čerň | KP | 47500 | (Fe,Mn ²⁺)(Fe,Mn ³⁺) ₂ O ₄ | Mn, Fe, Si, Al | Mn, Sr, Fe, Ba |
| Réková čerň | KP | 47010 | C (produkt karbonizace různých rostlinných zbytků) | C, Si | Fe, Sr, Ca, Ti, Mn, Br, Cl, S, Si |
| Réková čerň, Německo | KP | 47000 | C (produkt karbonizace různých rostlinných zbytků) | C, Al, S, Si | Fe, Sr, Ca, Ti, Br, Cl, S, Si |
| Slonová čerň | KP | 47150 | C s příměsí Ca ₃ PO ₄ , Mg ₃ (PO ₄) ₂ a CaCO ₃ (produkt karbonizace kostí, nejlepší kvalita) | P, Ca | Ca, Sr, Fe, P, K, Zn, Br, Cl, Si |
| Slonová čerň, JU | KP | 47200 | C s příměsí Ca ₃ PO ₄ , Mg ₃ (PO ₄) ₂ a CaCO ₃ (produkt karbonizace kostí, nejlepší kvalita) | Ca, P, Si, Al, Na, Mg | Ca, Fe, Sr, P, K, Zn, Br, Cl, Si |
| Slonová čerň, pravá | KP | 12000 | C s příměsí Ca ₃ PO ₄ , Mg ₃ (PO ₄) ₂ a CaCO ₃ (produkt karbonizace slonoviny) | Ca, P, Mg, Na | Ca, Sr, Fe, P |
| Třešňová čerň | KP | 12020 | C (produkt karbonizace třešňových pecek) | C, Mg, P, K, Ca | Ca, K, Fe, Sr, Zn, P |

KP = Kremer Pigmente, VŠCHT = mineralogická sbírka Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, NG = chemicko-technologická laboratoř Národní galerie v Praze

4.2

Tabulka MRS

Charakteristické absorpční pásy Ramanových spekter

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | Laser (nm) | Výkon laseru (mW) | Pásy |
|---------------------------------|---------|---------------|---|------------|-------------------|---|
| Bílé pigmenty | | | | | | |
| Křída přírodní, Champagne | KP | 58000 | CaCO ₃ | 780 | 24 | 1086, 712, 281, 156 |
| Křída přírodní, Rujána | KP | 58010 | CaCO ₃ | 780 | 20 | 1088, 714, 283, 157 |
| Mušlová běloba | KP | 50830 | CaCO ₃ , aragonit | 780 | 24 | 1084, 703, 279, 206, 180, 152 |
| Olovnatá běloba | KP | 46000 | 2 PbCO ₃ · Pb(OH) ₂ | 780 | 24 | 1052, 104, 72 |
| Sádra | KP | 58343 | CaSO ₄ · ½ H ₂ O | 780 | 10 | 1127, 1014, 668, 628, 605, 488, 426 |
| Svatojánská běloba | KP | 11415 | CaCO ₃ , Ca(OH) ₂ | 780 | 24 | 1085, 711, 357, 280, 154 |
| Titandioxid přírodní | KP | 46280 | TiO ₂ , SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ | 780 | 24 | 611, 446, 241, 145 |
| Žluté pigmenty a barviva | | | | | | |
| Auripigment přírodní | KP | 10700 | As ₂ S ₃ – As ₂ S ₅ | 780 | 5 | 383, 356, 311, 293, 203, 181, 156, 137, 106, 68 |
| Gumiguta | KP | 37050 | <i>kyselina garcinolová</i> | 780 | 24 | 3054, 2975, 2929, 1737, 1672, 1633, 1593, 1435, 1382, 1333, 1281, 1248, 1224, 1179, 1138, 1116, 1050, 1007, 837, 780, 736, 578, 455, 422, 375, 326, 277 |
| Masikot | KP | 43010 | PbO | 780 | 5 | 385, 290, 143, 88, 72 |
| Olovnato-cínčitá žluť, typ I | KP | 10100 | Pb ₂ SnO ₄ | 780 | 5 | 526, 458, 380, 293, 275, 197, 130, 80, 60 |
| Olovnato-cínčitá žluť, typ II | KP | 10120 | Pb(Sn,Si)O ₃ | 780 | 2 | 1326, 453, 327, 138, 67 |
| Realgar | KP | 10800 | As ₄ S ₄ | 780 | 2 | 370, 354, 342, 220, 192, 182, 169, 143, 57 |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | Laser (nm) | Výkon laseru (mW) | Pásy |
|------------------------------|---------|---------------|--|------------|-------------------|--|
| Reseda barvířská | KP | 36262 | <i>luteolin</i> | 780 | 12 | 1581, 1485, 1439, 1334, 1248, 1200, 1127 |
| Siena přírodní, Monte Amiata | KP | 17050 | FeOOH, Fe ₂ O ₃ , MnO ₂ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 5 | 561, 489, 397, 301, 251, 90 |
| Šafrán | KP | 37110 | <i>krocetin</i> | 780 | 10 | 1702, 1612, 1536, 1447, 1395, 1354, 1282, 1209, 1165, 1020, 969, 845, 747, 526 |
| Žlutý okr přírodní, Francie | KP | 40040 | FeOOH, Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 7 | 712, 564, 466, 408, 307, 252, 220, 145, 99 |

Červené pigmenty a barviva

| | | | | | | |
|--------------------------------|----|-------|---|-----|----|---|
| Brazilské dřevo | KP | 36160 | <i>brazilein</i> | 780 | 1 | 1572, 1441, 1396, 1307, 1188, 1136, 1033, 1006 |
| Červený bolus | KP | 40503 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 7 | 1320, 610, 501, 411, 295, 226, 145 |
| Červený okr přírodní, Burgundy | KP | 11576 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 5 | 1320, 610, 486, 408, 293, 224 |
| Dračí krev, Sumatra | KP | 37000 | <i>dracorubin, dracorhodin</i> | 780 | - | silná fluorescence |
| Kermes, Anatólie | KP | 36045 | <i>kyselina kermesová</i> | 780 | - | silná fluorescence |
| Košeniľa | KP | 36040 | <i>kyselina karmínová</i> | 780 | - | silná fluorescence |
| Laka | KP | 36020 | <i>kyselina lakaová A-F</i> | 780 | 7 | 1640, 1618, 1577, 1465, 1305, 1230, 1100, 1053, 1013, 965, 665, 513, 479, 454, 410, 365 |
| Minium (suřík) | KP | 42500 | Pb ₃ O ₄ | 780 | 10 | 550, 480, 457, 392, 315, 226, 152, 123, 87, 65 |
| Mořena barvířská | KP | 37202 | <i>alizarin, purpurin</i> | 780 | - | silná fluorescence |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | Laser (nm) | Výkon laseru (mW) | Pásy |
|--------------------------------|---------|---------------|--|------------|-------------------|--|
| Rumělka přírodní, Monte Amiata | KP | 10610 | HgS | 780 | 1,5 | 345, 287, 255, 104 |
| Siena pálená, tmavá | KP | 40430 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, MnO ₂ , Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 7 | 1319, 1108, 1008, 608, 500, 408, 292, 224, 144 |

Fialové pigmenty

| | | | | | | |
|--------------------|-------|------|------------------|-----|----|---|
| Fluorit Wölsendorf | VŠCHT | 1530 | CaF ₂ | 780 | 10 | 3260, 3234, 3217, 3098, 2997, 2173, 2039, 1978, 1904, 1619, 1531, 1405, 1335, 1277, 1233, 1196, 1066, 443, 323, 277, 141 |
| Fluorit Wölsendorf | VŠCHT | 2249 | CaF ₂ | 780 | 10 | 3254, 3234, 3214, 3101, 2998, 2259, 2171, 2039, 1997, 1903, 1801, 1615, 1534, 1399, 1331, 1197, 1063, 410, 321, 284, 145 |
| Fluorit Jáchymov | NG | - | CaF ₂ | 780 | 15 | 3256, 3234, 3214, 3102, 2998, 2264, 2172, 2040, 1962, 1905, 1801, 1767, 1622, 1529, 1400, 1333, 1283, 1228, 1199, 1066, 322 |

Modré pigmenty

| | | | | | | |
|-------------------|----|-------|---|-----|----|---|
| Azurit přírodní | KP | 10200 | 2 CuCO ₃ · Cu(OH) ₂ | 532 | 2 | 1649, 1576, 1457, 1417, 1094, 936, 831, 762, 742, 540, 400, 331, 281, 263, 247, 193, 178, 153, 139, 111, 83 |
| Azurit syntetický | KP | 10180 | 2 CuCO ₃ · Cu(OH) ₂ | 532 | 2 | 1573, 1456, 1426, 1093, 932, 833, 762, 736, 537, 398, 328, 279, 245, 176, 152, 138, 111, 81 |
| Indigo přírodní | KP | 36000 | C ₁₆ H ₁₀ O ₂ N ₂ | 780 | 7 | 1704, 1632, 1575, 1484, 1462, 1365, 1312, 1248, 1228, 1151, 1017, 870, 760, 676, 635, 601, 547, 313, 277, 255, 175, 137, 95 |
| Smalt | KP | 10000 | SiO ₂ , K ₂ O, CoO | 780 | 24 | 1337, 1097, 780, 545 |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | Laser (nm) | Výkon laseru (mW) | Pásy |
|---------------------|---------|---------------|---|------------|-------------------|---|
| Ultramarín přírodní | KP | 10500 | $\text{Na}_{8-10}(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_{2-4}$ | 532 | 1 | 2720, 2179, 1639, 1346, 1092, 802, 546, 256 |
| Vivianit | KP | 104000 | $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ | 532 | 0,5 | 1020, 965, 490, 433, 274, 225, 159, 135, 76 |

Zelené pigmenty a barviva

| | | | | | | |
|---------------------|----|--------|---|-----|-----|---|
| Atakamit | KP | 103900 | $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ | 532 | 2 | 974, 911, 844, 820, 587, 513, 450, 412, 392, 356, 267, 241, 149, 138, 120, 106, 65 |
| Chryzokol | KP | 10350 | $\text{CuSiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ | 532 | 3 | 2931, 1316, 1044, 801, 672, 607, 481, 408, 399, 294, 244, 221, 141, 76 |
| Konichalcit | KP | 10870 | $\text{CaCu}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$ | 532 | 0,5 | 832, 780, 752, 665, 570, 534, 485, 447, 429, 324, 286, 205, 162, 121, 95 |
| Malachit přírodní | KP | 10300 | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ | 532 | 3 | 1491, 1365, 1097, 1056, 816, 750, 718, 596, 534, 509, 431, 350, 268, 215, 178, 152, 118, 78, 64 |
| Malachit syntetický | KP | 44400 | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ | 532 | 1,5 | 1638, 1494, 1370, 1096, 1065, 818, 754, 721, 599, 536, 434, 357, 271, 221, 181, 155, 80, 61 |
| Měděnka syntetická | KP | 44450 | $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ | 532 | 1 | 3021, 2985, 2938, 1438, 1417, 1359, 1052, 947, 937, 701, 632, 546, 321, 252, 231, 179, 102, 62 |
| Mědnatý rezinát | KP | 12200 | $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 532 | 2 | 2929, 2868, 1649, 1610, 1433, 1370, 1302, 1199, 1183, 714, 454, 227 |
| Seladonit | KP | 11250 | $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Fe}, \text{Al}^{3+})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})$ | 532 | 1,5 | 965, 784, 697, 601, 551, 448, 389, 268, 177, 87 |
| Země zelená česká | KP | 40810 | $\text{K}[(\text{Al}, \text{Fe}^{3+}), (\text{Fe}, \text{Mg}^{2+})](\text{AlSi}_{3-4})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ | 780 | 5 | 1021, 694, 548, 378, 264, 112 |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | Laser (nm) | Výkon laseru (mW) | Pásy |
|-----------------------|---------|---------------|---|------------|-------------------|--|
| Hnědé pigmenty | | | | | | |
| Umbra pálená | KP | 40700 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, MnO ₂ , MnOOH, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 7 | 1343, 1091, 615, 510, 411, 295, 227, 148 |
| Umbra přírodní | KP | 40610 | Fe ₂ O ₃ , FeOOH, MnO ₂ , MnOOH, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ | 780 | 3 | 1783, 1622, 1364, 1284, 642, 399, 302, 247, 92 |
| Černé pigmenty | | | | | | |
| Atrament | KP | 12030 | komplex taninů z dubové kůry a solí železa | 780 | 2 | 1473, 1336, 1085, 760, 710, 606, 275, 149 |
| Broskvová čerň | KP | 12010 | C (produkt karbonizace broskvových pecek) | 532 | 0,1 | 1596, 1337 |
| Grafit | KP | 47710 | krystalický C | 532 | 0,5 | 1582, 1342 |
| Hroznová čerň | KP | 12015 | C (produkt karbonizace hroznových semínek) | 532 | 0,1 | 1595, 1356 |
| Kostní čerň | KP | 47100 | C s příměsí Ca ₃ PO ₄ , Mg ₃ (PO ₄) ₂ a CaCO ₃ (produkt karbonizace kostí) | 532 | 0,1 | 1603, 1352 |
| Lampová čerň | KP | 47250 | amorfní C (saze z pryskyřic, dehtu, minerálních olejů aj.) | 532 | 0,1 | 1582, 1344 |
| Magnetit | KP | 48800 | Fe ₃ O ₄ | 532 | 0,5 | 664, 536, 301, 189 |
| Manganová čerň | KP | 47500 | (Fe,Mn ²⁺)(Fe,Mn ³⁺) ₂ O ₄ | 532 | 0,1 | 643, 350, 297, 180 |
| Réвовá čerň | KP | 47010 | C (produkt karbonizace různých rostlinných zbytků) | 532 | 0,1 | 1604, 1355 |
| Réвовá čerň, Německo | KP | 47000 | C (produkt karbonizace různých rostlinných zbytků) | 532 | 0,1 | 1605, 1345 |
| Slonová čerň | KP | 47150 | C s příměsí Ca ₃ PO ₄ , Mg ₃ (PO ₄) ₂ a CaCO ₃ (produkt karbonizace kostí, nejlepší kvalita) | 532 | 0,1 | 1602, 1345 |
| Slonová čerň, JU | KP | 47200 | C s příměsí Ca ₃ PO ₄ , Mg ₃ (PO ₄) ₂ a CaCO ₃ (produkt karbonizace kostí, nejlepší kvalita) | 532 | 0,1 | 1604, 1352 |

| Název | Výrobce | Výrobní číslo | Chemické složení | Laser (nm) | Výkon laseru (mW) | Pásy |
|---------------------|---------|---------------|--|------------|-------------------|------------|
| Slonová čern, pravá | KP | 12000 | C s příměsí Ca_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ a CaCO_3 (produkt karbonizace slonoviny) | 532 | 0,1 | 1604, 1352 |
| Třešňová čern | KP | 12020 | C (produkt karbonizace třešňových pecek) | 532 | 0,1 | 1606, 1341 |

KP = Kremer Pigmente, VŠCHT = mineralogická sbírka Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, NG = chemicko-technologická laboratoř Národní galerie v Praze

5.

Výběr literatury

BELL, I., CLARK, R., GIBBS, P. Raman spectroscopic library of natural and synthetic pigments (pre- ≈ 1850 AD). *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 1997, vol. 53, no. 12, pp. 2159–2179. DOI: 10.1016/S1386-1425(97)00140-6.

EASTAUGH, N., WALSH, V., CHAPLIN, T., SIDDALL, R. *Pigment Compendium: A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments*. Routledge, 2013. ISBN 978-0-7506-8980-9.

EDWARDS, G. *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2005. ISBN 0-85404-522-8.

EGERTON, R. *Physical Principles of Electron Microscopy*. Edmonton: Springer, 2007. ISBN 978-0387-25800-0.

FERRARO, R., NAKAMOTO, K. *Introductory Raman Spectroscopy*. 2nd ed. Elsevier, 2003. ISBN 978-0-12-254105-6.

GAUGLITZ, G. (ed.). *Handbook of Spectroscopy*. Weinheim: Wiley-VCH, 2003. ISBN 3-527-29782-0.

HASCHKE, M. *Laboratory Micro-X-Ray Fluorescence Spectroscopy: Instrumentation and applications*. Switzerland: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-35302-9.

JANSSENS, K., VAN GRIEKEN, R. (ed.). *Non-destructive microanalysis of cultural heritage materials*. Amsterdam: Elsevier, 2004. ISBN 978-0-4445-0738-9.

SHUGAR, A. (ed.). *Studies in Archaeological Sciences: Handheld XRF for Art and Archaeology*. Leuven: Leuven University Press, 2012. ISBN 978-9-0586-7907-9.

SCHRADER, B. (ed.). *Infrared and Raman Spectroscopy. Methods and Applications*. Weinheim: Wiley-VCH, 1995. ISBN 3-527-26446-9.

STONER, J., RUSHFIELD, R. *Conservation of Easel Paintings*. Routledge, 2012. ISBN 978-0-7506-8199-5.

STUART, B. *Analytical Techniques in Materials Conservation*. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. ISBN 0-470-01280-3.

VARELLA, E. (ed.). *Conservation Science for the Cultural Heritage: Applications of Instrumental Analysis*. Berlin: Springer, 2013. ISBN 978-3-642-30984-7.

Poděkování

Autorky děkují Davidu Kolouškovi za možnost vložit do databáze minerál fluorit z mineralogické sbírky Ústavu chemie pevných látek Vysoké školy chemicko-technologické v Praze.

**Specializovaná databáze
pigmentů a barviv**

**Radka Šefců, Kateřina Hricková,
Martina Kmoníčková, Václava Antušková**

**Grafická úprava a sazba:
Ondřej Bouška**

Realizováno za podpory Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) Ministerstva kultury ČR, grantový projekt: *Historické technologie a moderní metody průzkumu. Interpretací možnosti specializovaných metod průzkumu děl středověkého umění s využitím inovativních technologií*, identifikační kód projektu přidělený MK ČR: DF13P010VV010

ISBN: 978-80-7035-651-7

© Národní Galerie v Praze, 2017