

EFTEM Jeol 2200FS

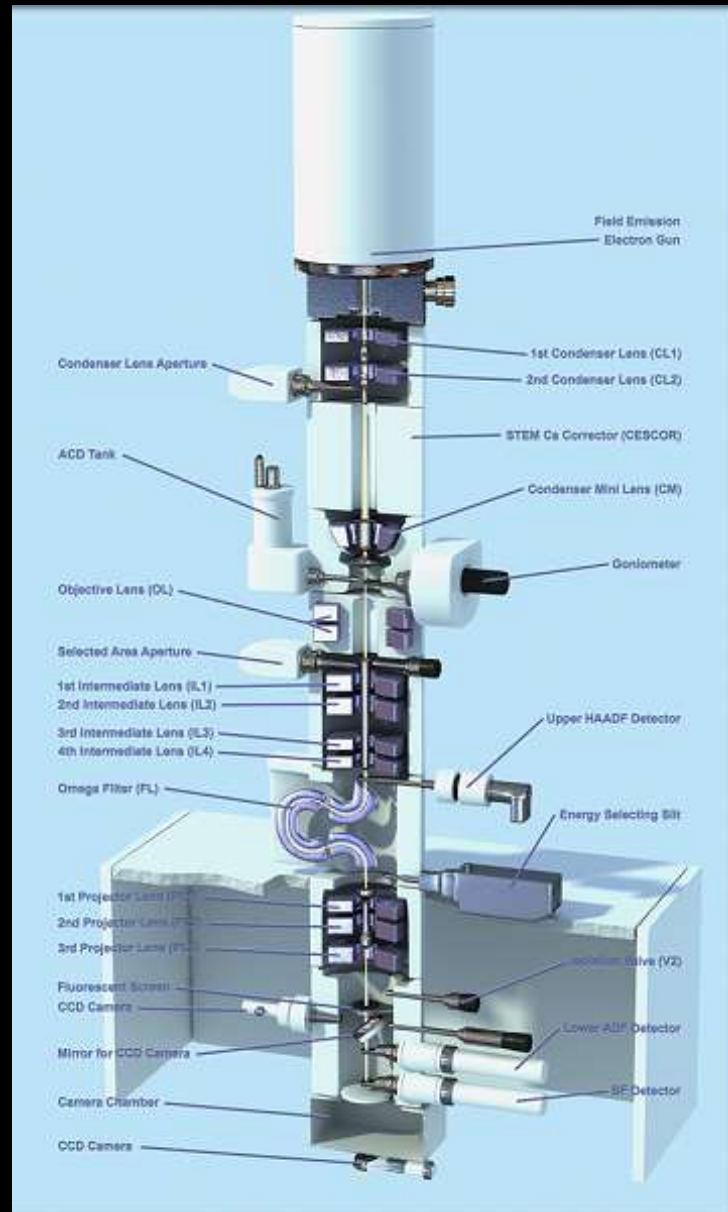
umístění: BS89

Ing. Alena Michalcová, Ph.D.

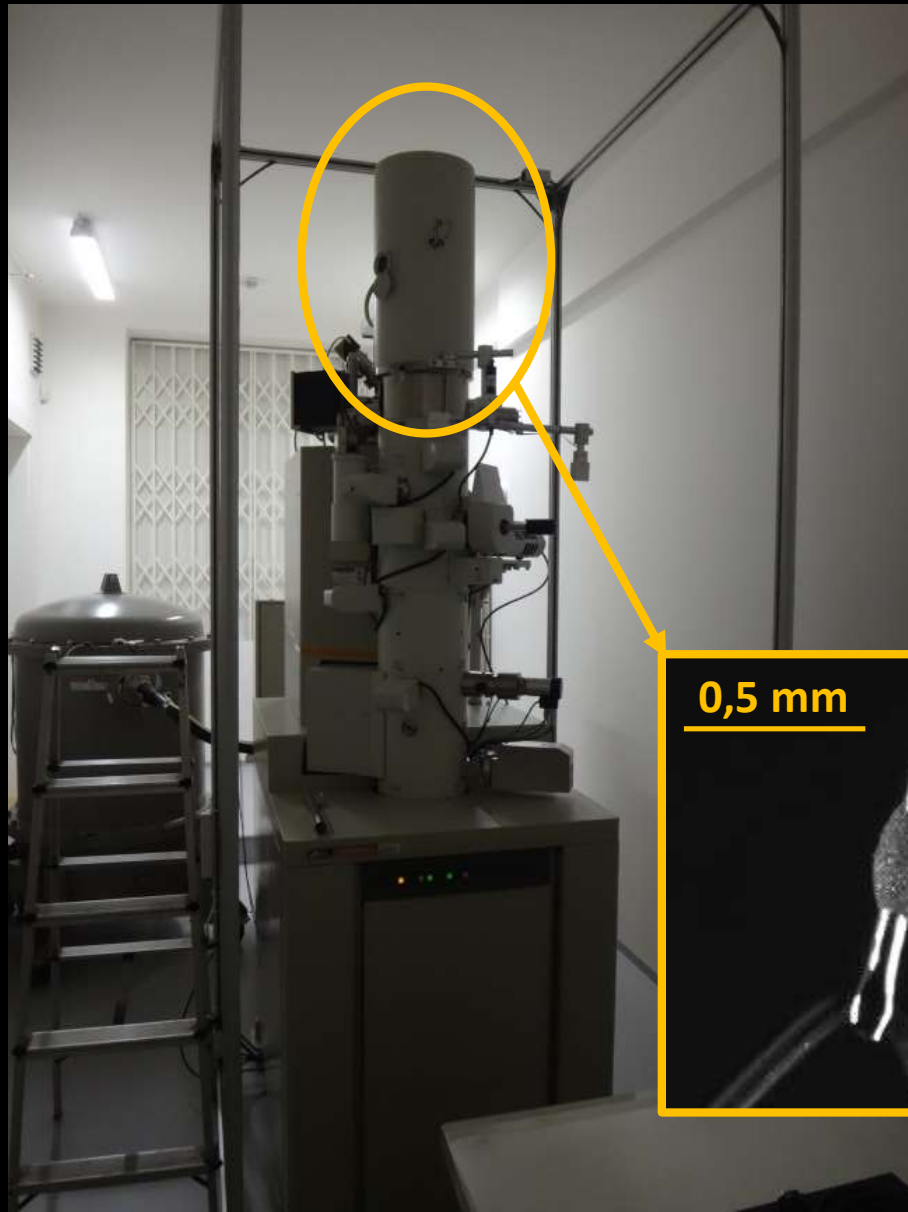
michalca@vscht.cz

Tel.: 4202, 4464

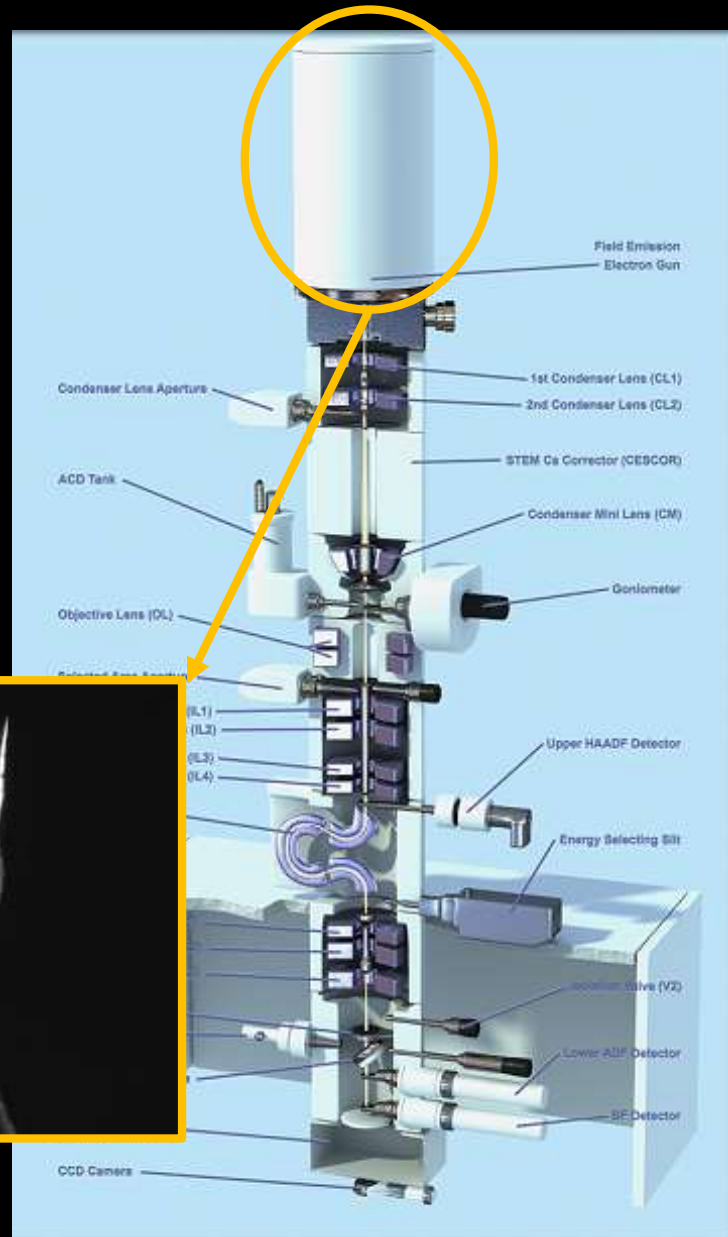
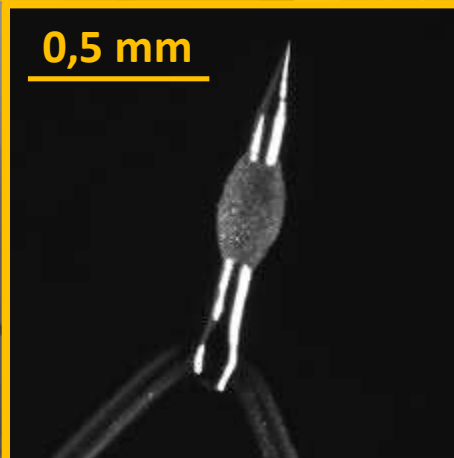
Instrumentace



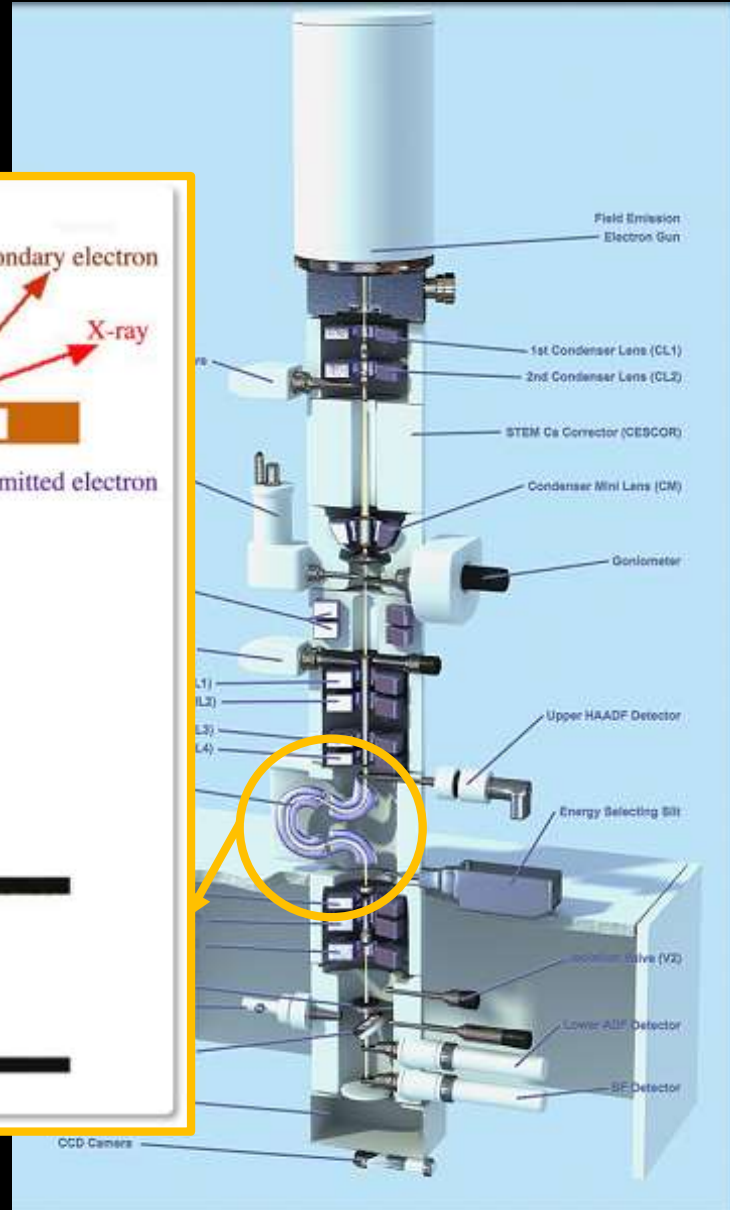
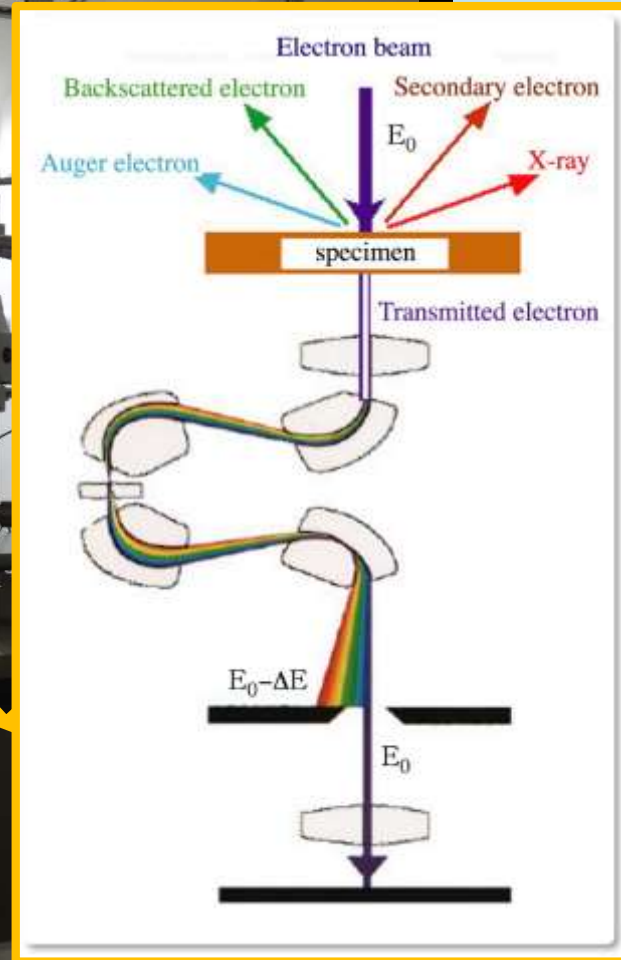
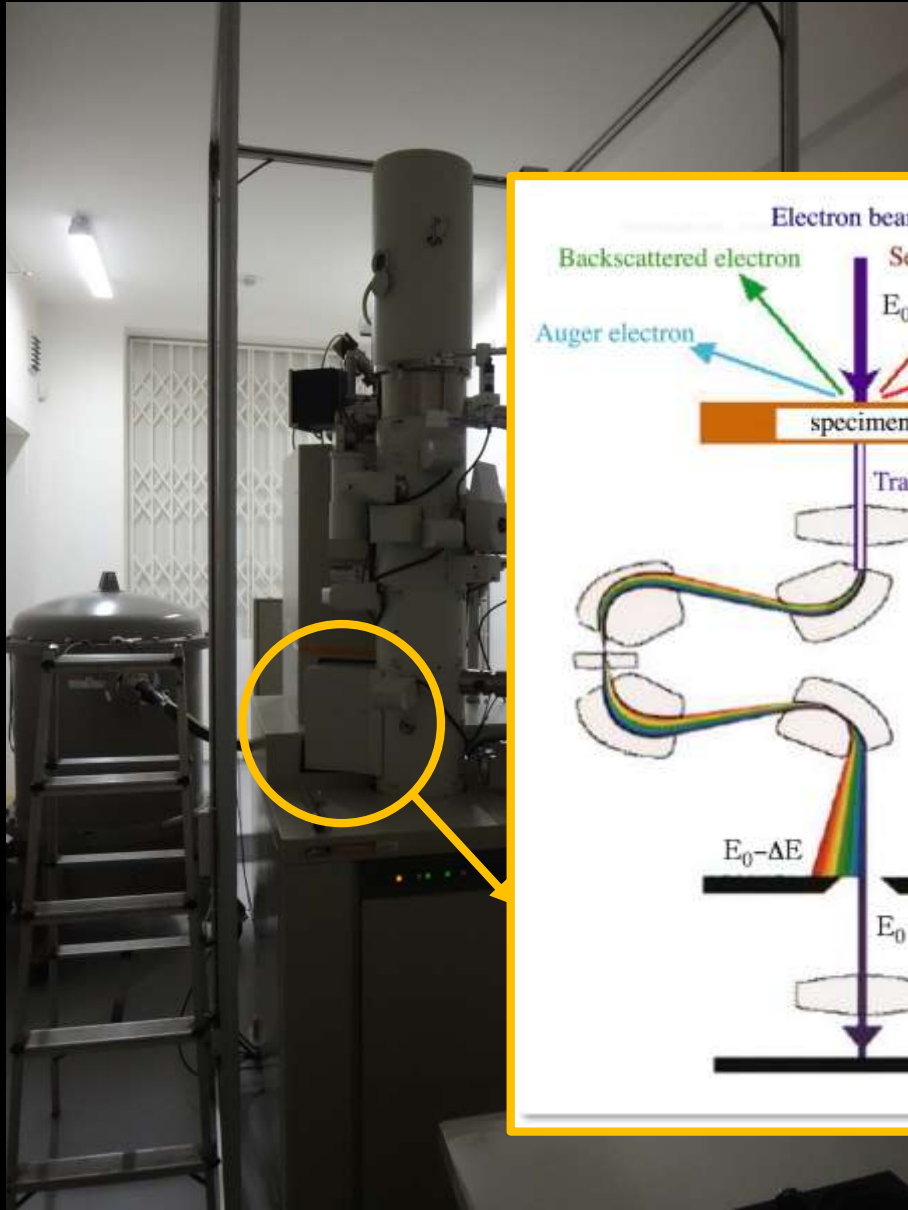
Zdroj elektronů: ZrO/W Schottkyho emitor (FEG)



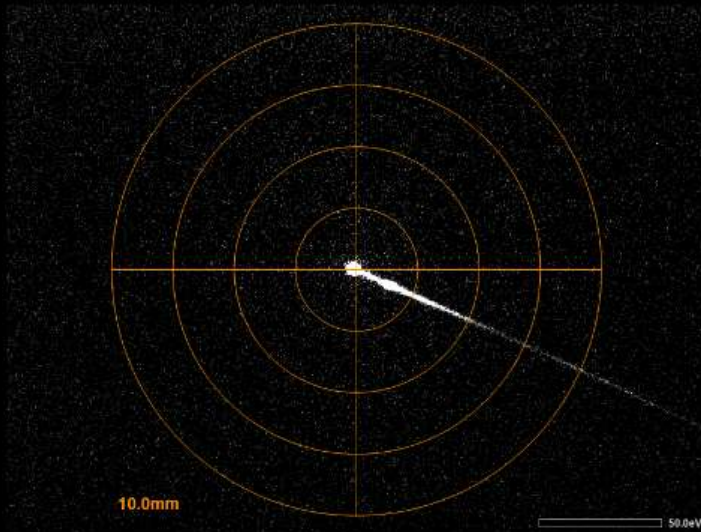
0,5 mm



Energiový (omega) filtr

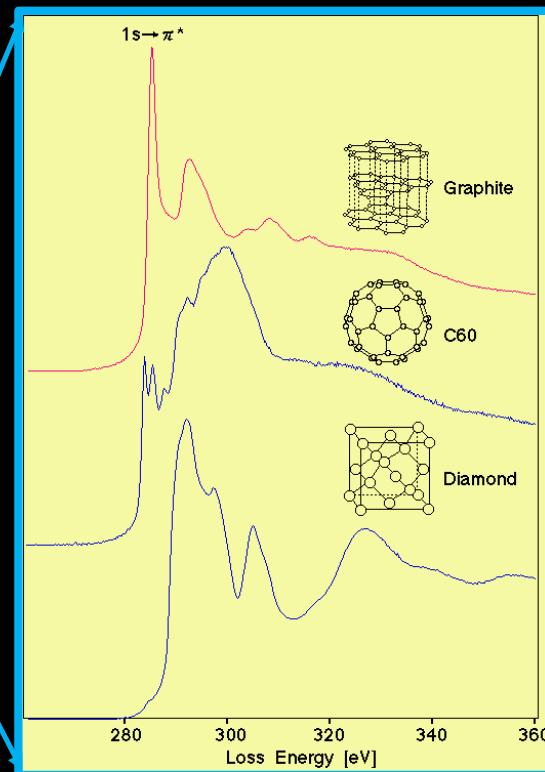
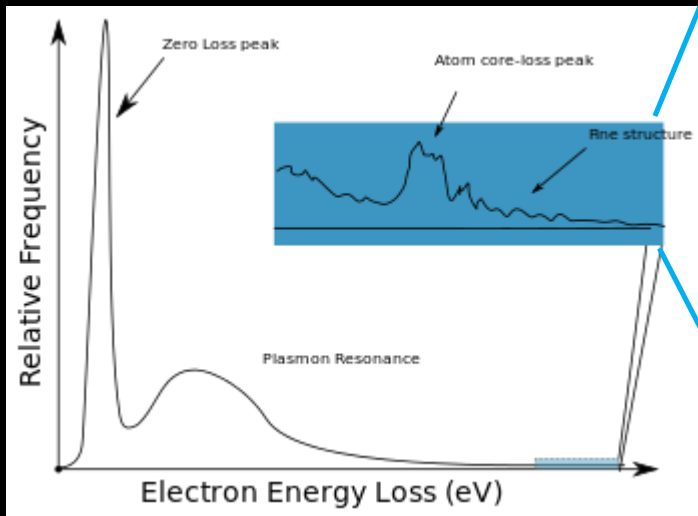


Energiový (omega) filtr



nutný předpoklad pro

- energiově filtrovanou mikroskopii
- spektroskopii energetických ztrát elektronů



Funkce mikroskopu

zobrazování

- TEM
 - světlé pole
 - tmavé pole – difrakční kontrast
- STEM
 - světlé pole – ekvivalentní k TEM
 - tmavé pole (HAADF) – materiálový kontrast
- HRTEM – vysokorozlišovací TEM (bodové rozlišení: 0,23 nm)
- EFTEM – energiově filtrovaný TEM

studium struktury – difrakce

- SAED – difrakce z vybrané oblasti (práškové, monokrystalové)
- NBD – difrakce nanosvazku (i mapování)
- HRTEM – získání informací pomocí Fourierovy transformace

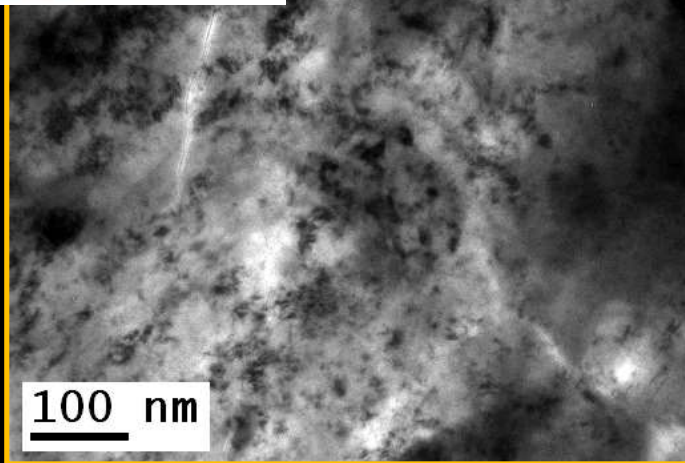
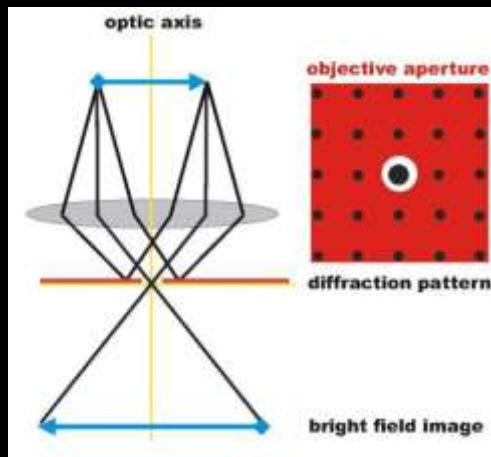
spektroskopie

- EDS – energiově disperzní spektroskopie – těžší prvky
- EELS – spektroskopie energetických ztrát elektronů – lehké prvky

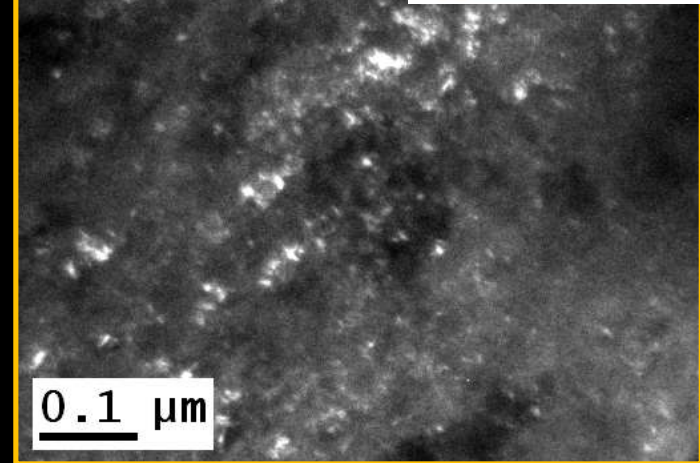
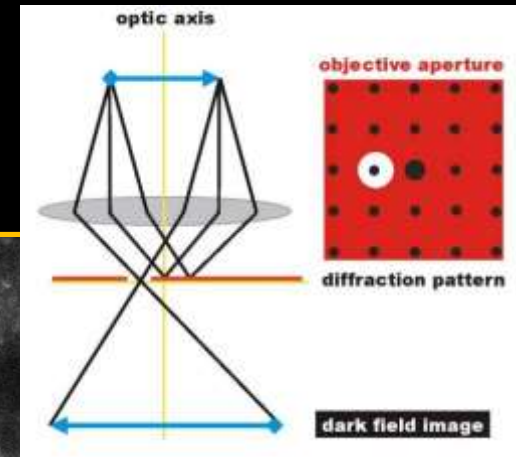
Zobrazování - TEM

vzorek NiTi drátku

- zobrazení ve světlém poli jsou ekvivalentní (absorpční a difrakční kontrast)
- zobrazení v tmavém poli – difrakční kontrast



TEM / BF

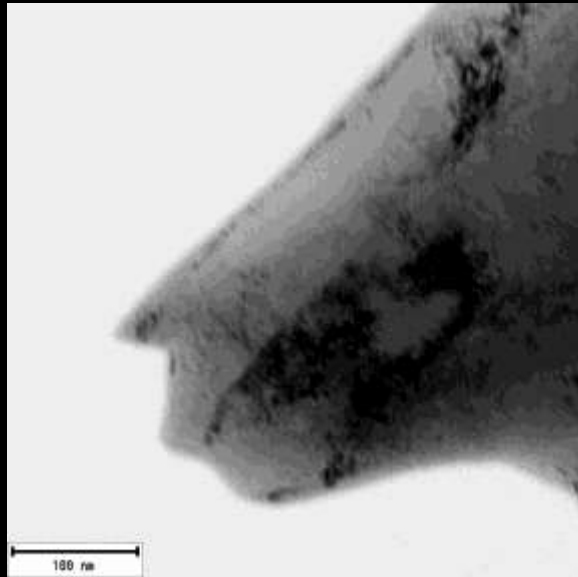


TEM / DF

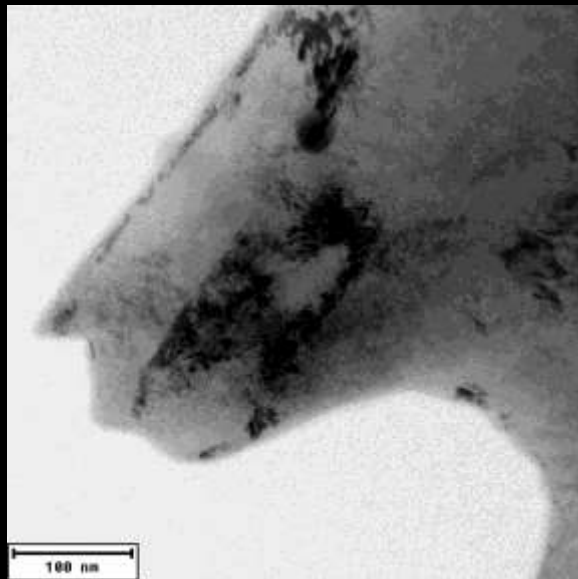
Zobrazování - STEM

vzorek oceli

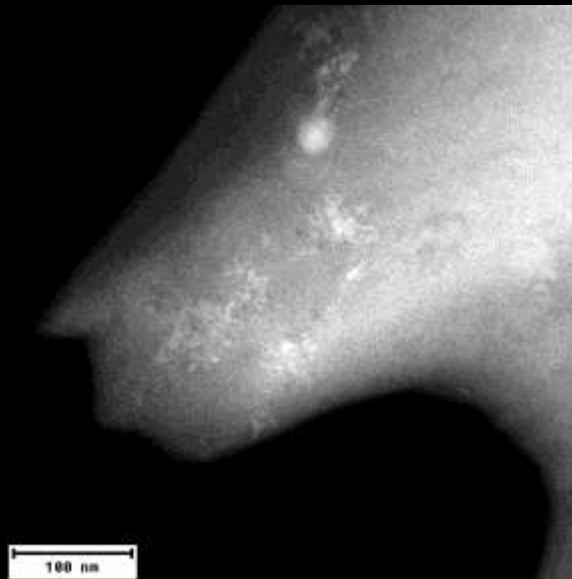
- zobrazení ve světlém poli jsou ekvivalentní (absorpční a difrakční kontrast)
- zobrazení v tmavém poli – materiálový kontrast



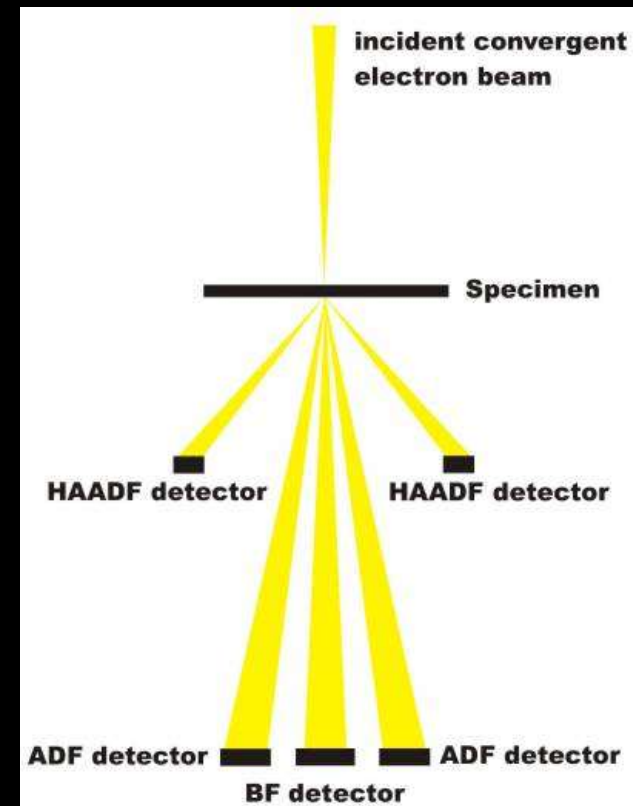
TEM / BF



STEM / BF



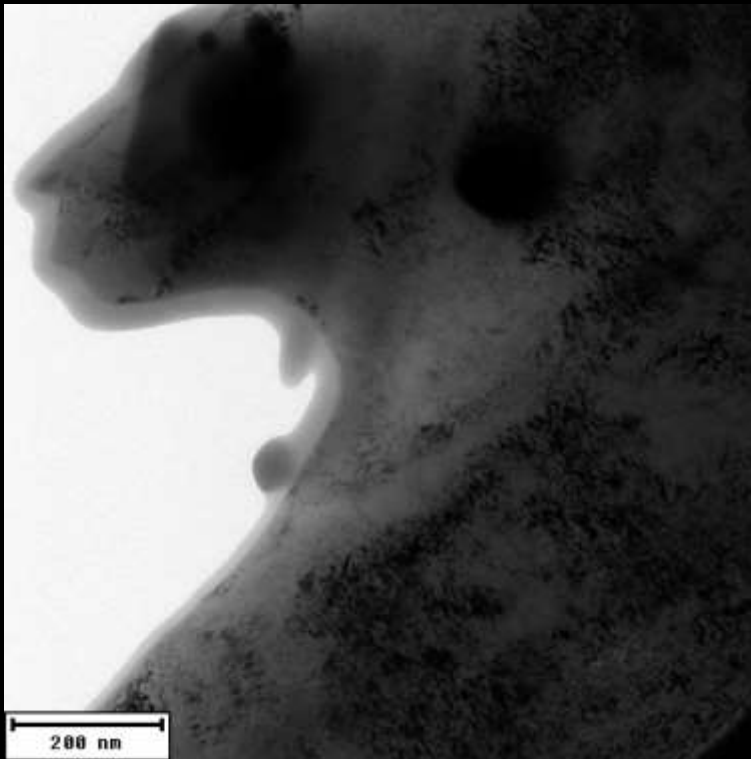
STEM / HAADF



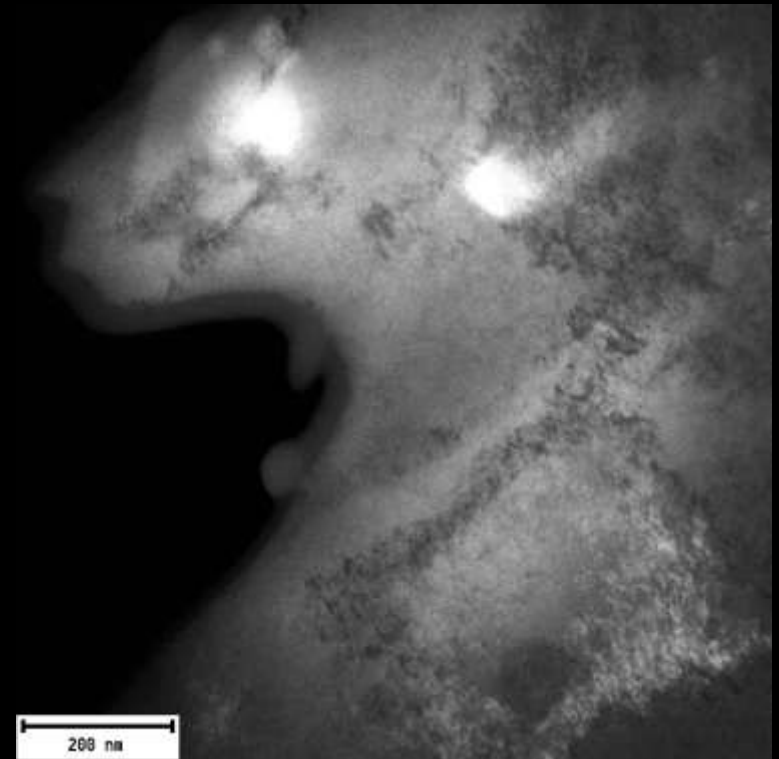
Zobrazování - EFTEM

vzorek oceli

- zero loss – elektrony, které neztratily energii
- energy shift 284 eV – odpovídá uhlíku



EFTEM / zero loss

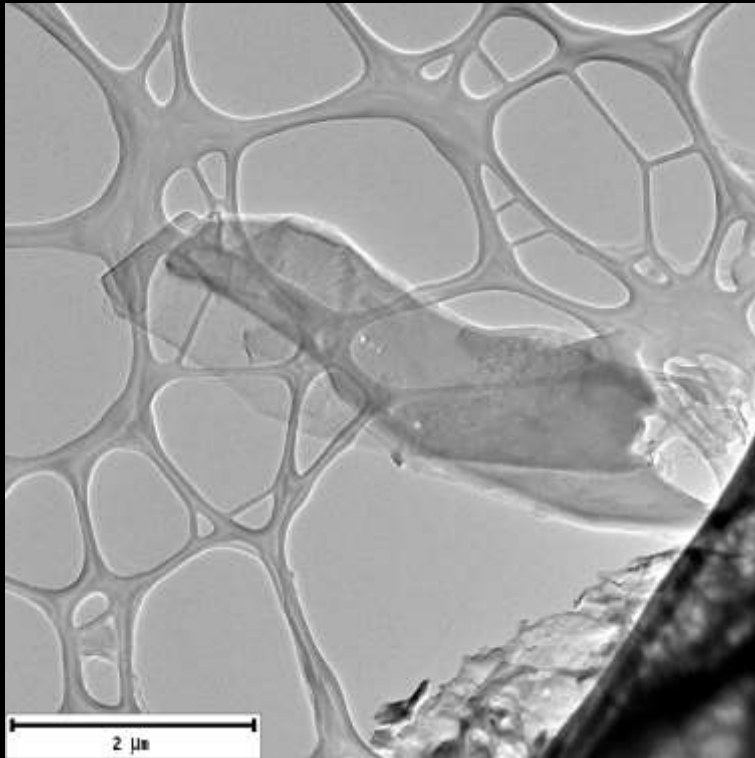


EFTEM / energy shift 284 eV

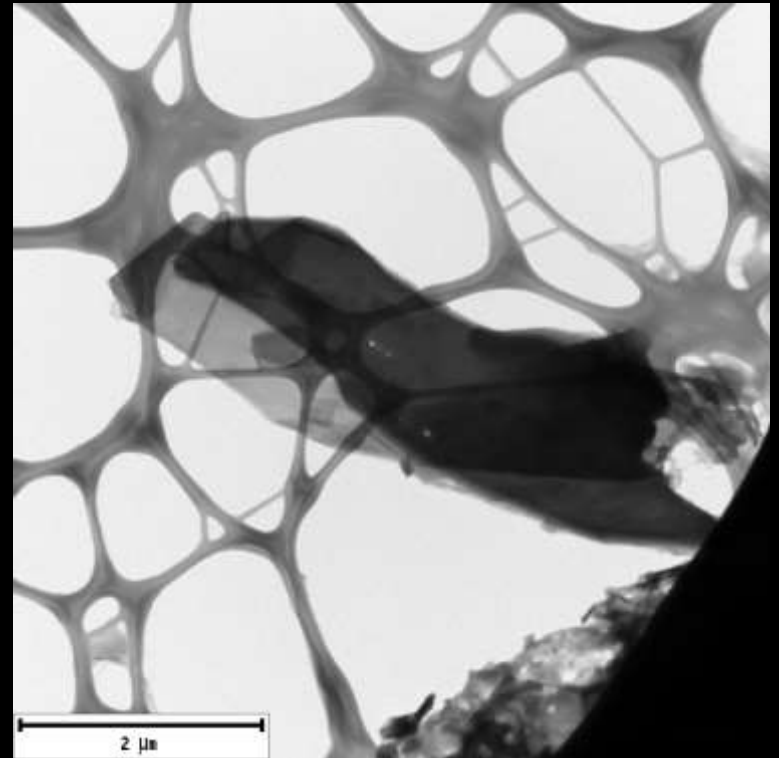
Zobrazování - EFTEM

vzorek grafenu

- použití filtru zvyšuje kontrast



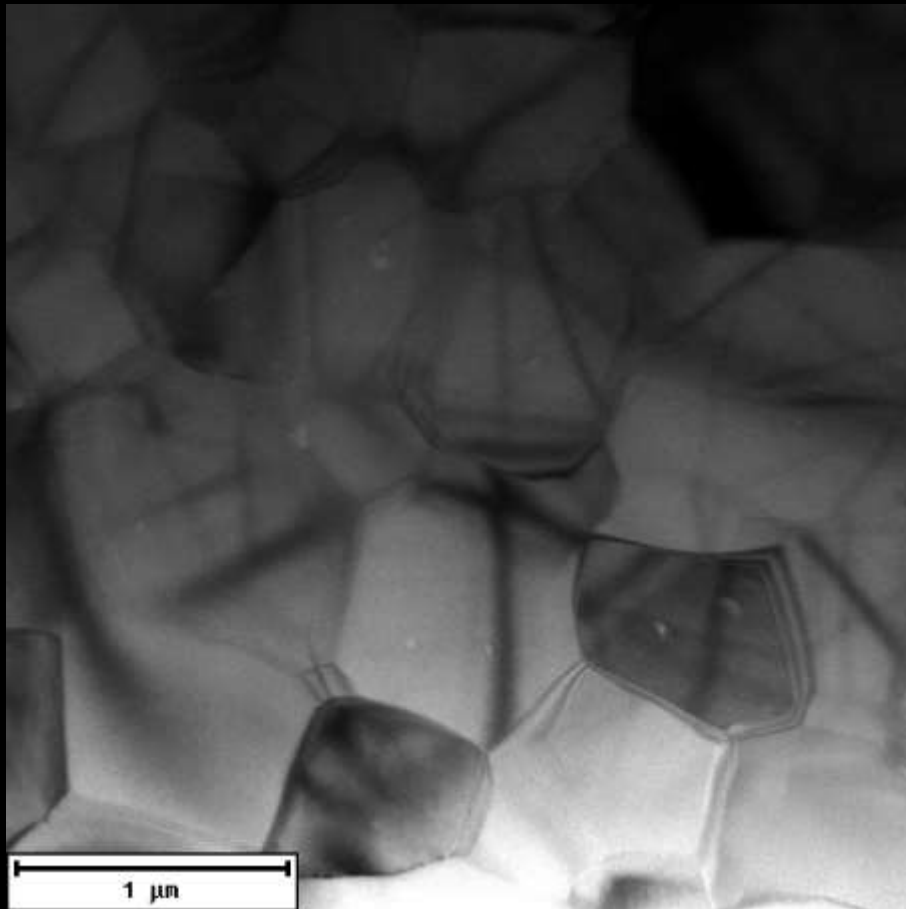
bez použití filtru



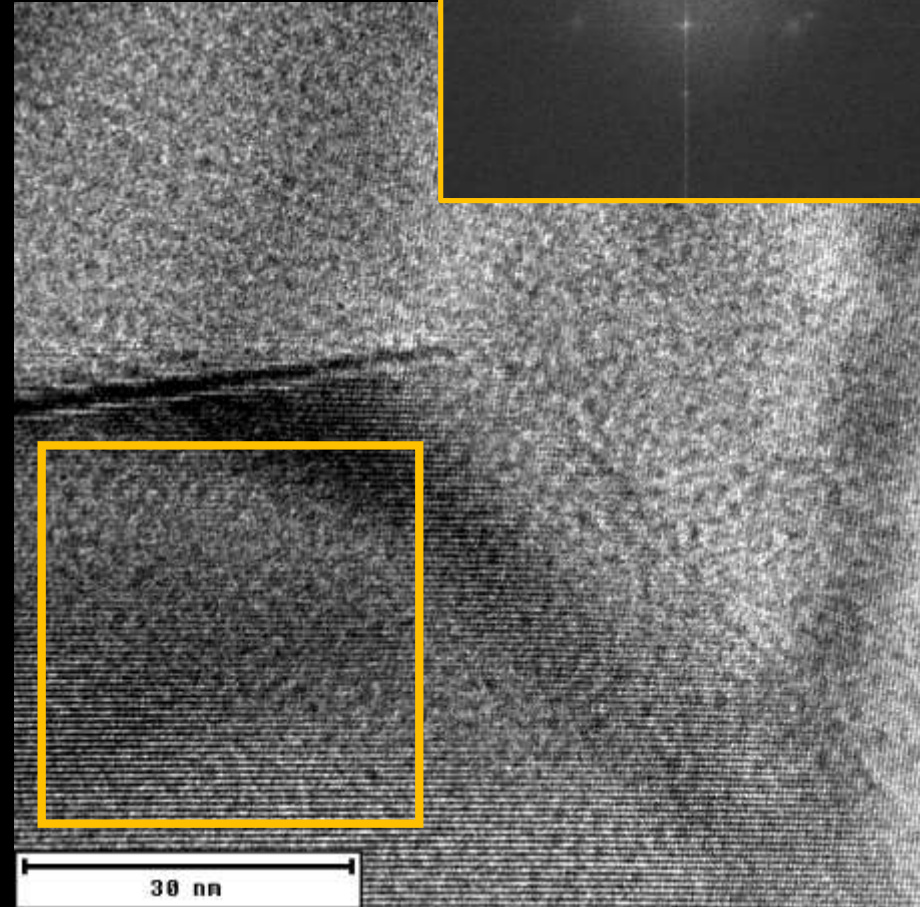
s použitím filtru i šířce 20 eV

Zobrazování - HRTEM

vzorek keramiky



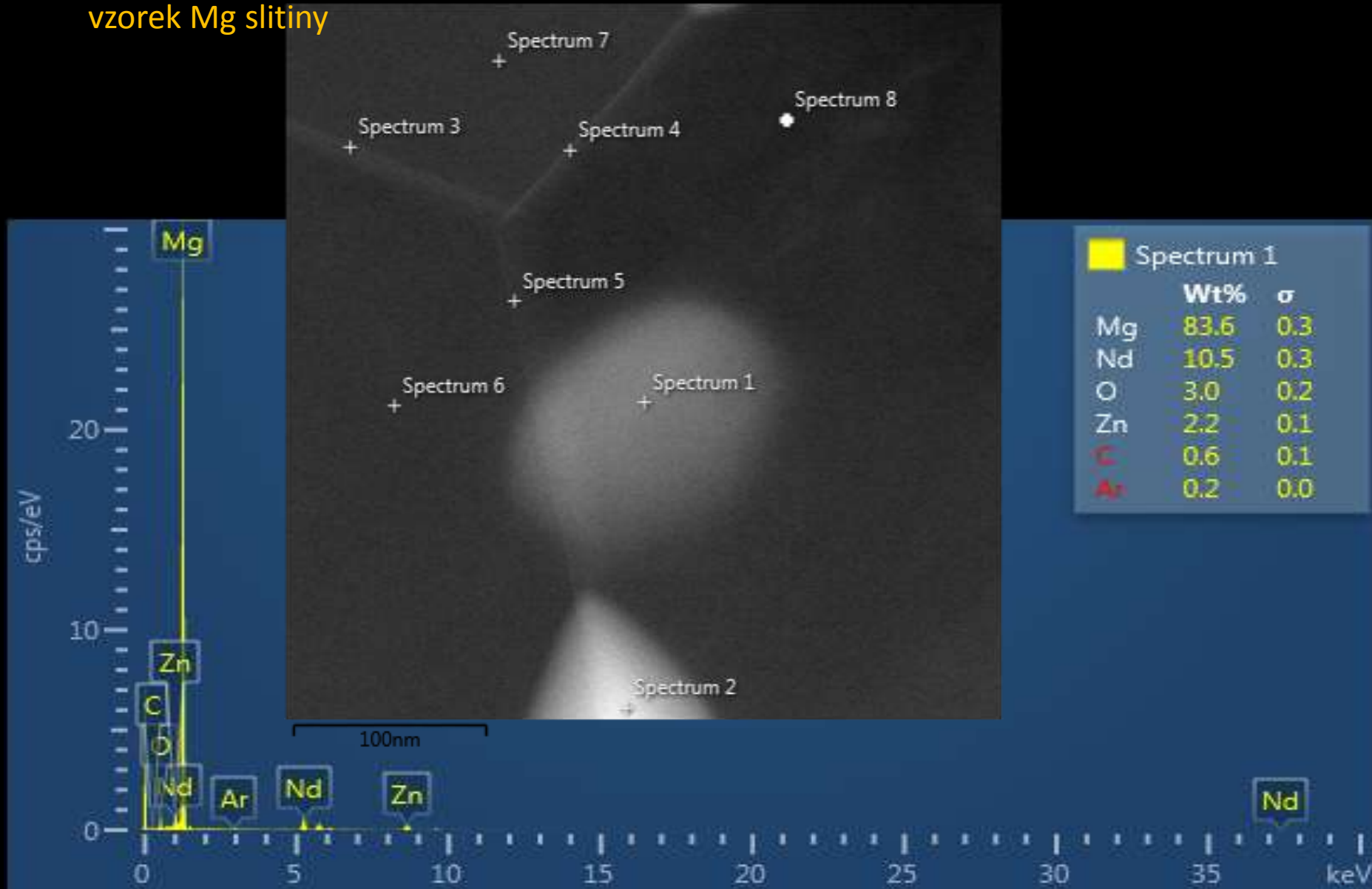
TEM



HRTEM

Spektroskopie – EDS: bodová analýza

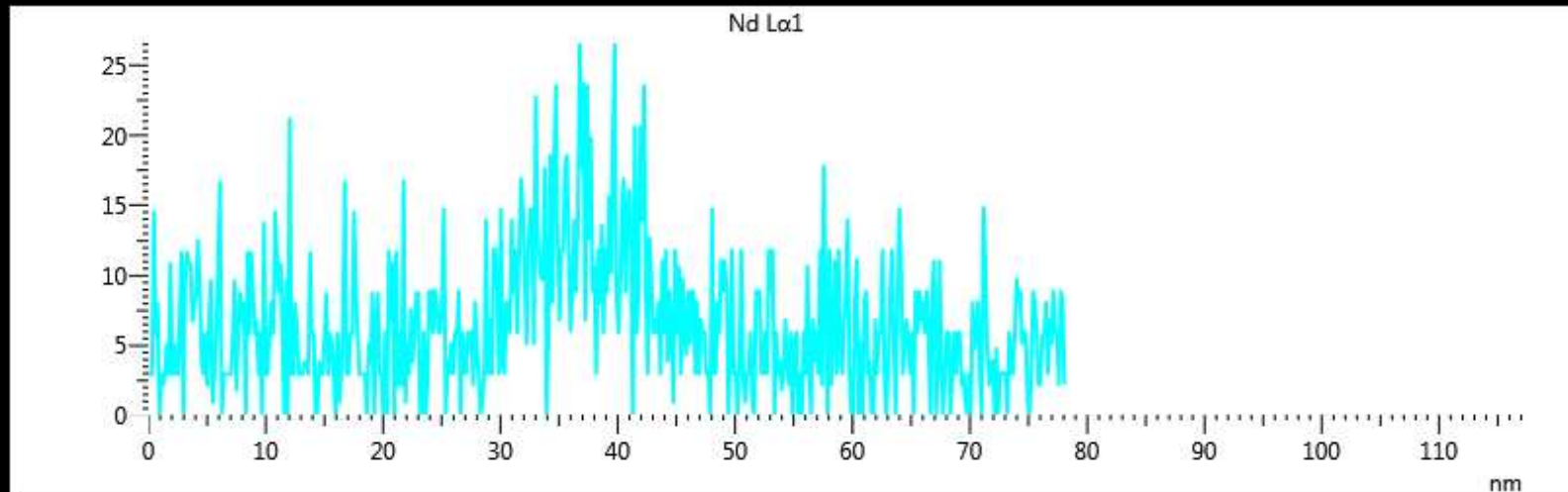
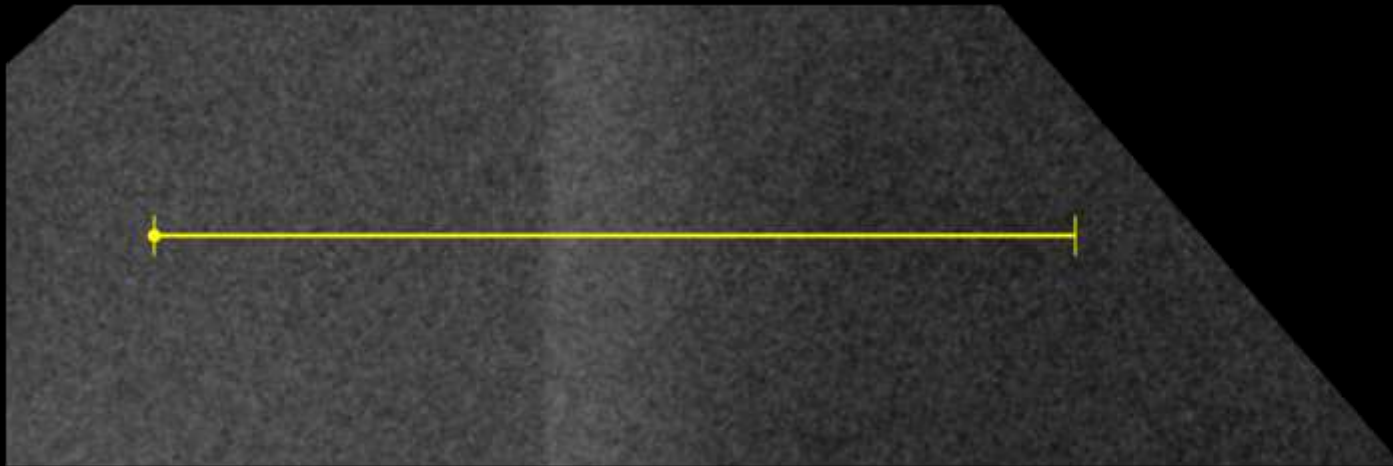
vzorek Mg slitiny



Spektroskopie – EDS: liniový profil

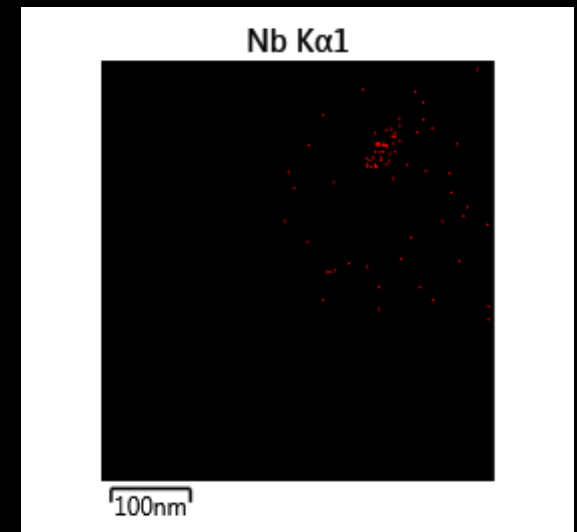
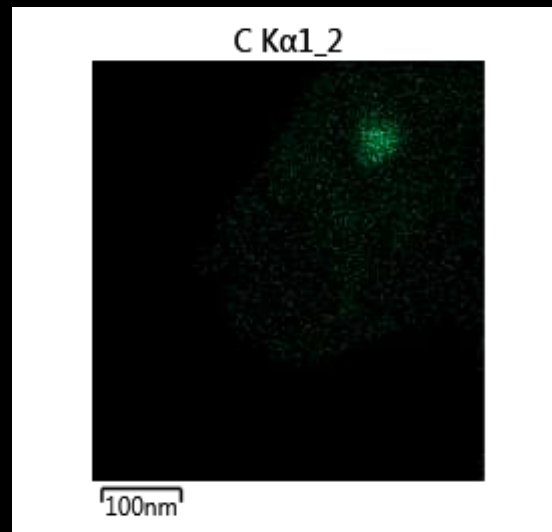
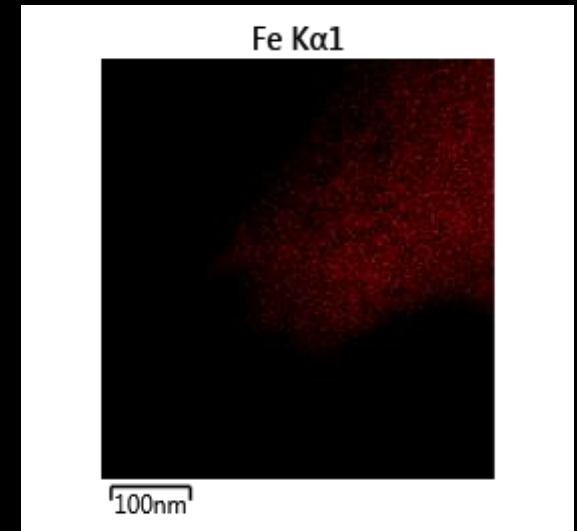
vzorek Mg slitiny

- legury podél hranic zrn



Spektroskopie – EDS: prvkové mapování

vzorek oceli



Vzorky

- nano – nanosení na TEM sítku
- měkké materiály – ultramikrotomové řezy
- tvrdé materiály
 - broušení a leštění
 - FIB

