

Rozlišovací schopnost a zvětšení

Rozlišovací schopnost SEM je dána průměrem stopy primárních [elektronů](#) na povrchu vzorku a objemem vzorku, ze kterého vystupuje detekovatelný signál. Průměr stopy primárních elektronů je ovlivněn kvalitou [zdroje elektronů](#) a [optickou soustavou](#) SEM (a zejména vadami použitých [elektromagnetických čoček](#)). Tento průměr roste s rostoucím [elektrickým proudem](#) v elektronovém svazku, s [teplotou](#) zdroje elektronů (tj. s teplotou katody tohoto zdroje) a vzdáleností vzorku od zdroje elektronů. S rostoucím urychlovacím napětím naopak průměr stopy primárních elektronů na povrchu vzorku klesá.

Větší elektrický proud způsobuje větší vzájemné odpuzování elektronů, větší teplota katody způsobí emisi elektronů s většími vzájemnými rozdíly elektronů a delší vzdálenost, kterou musejí elektrony v [mikroskopu](#) urazit, způsobí větší rozptyl elektronů od sebe („elektrony mají víc času se od sebe odpudit“).

Větší urychlovací napětí naopak způsobí rychlejší průlet elektronů soustavou mikroskopu, a proto elektrony „nemají čas se tolik od sebe odpudit“.

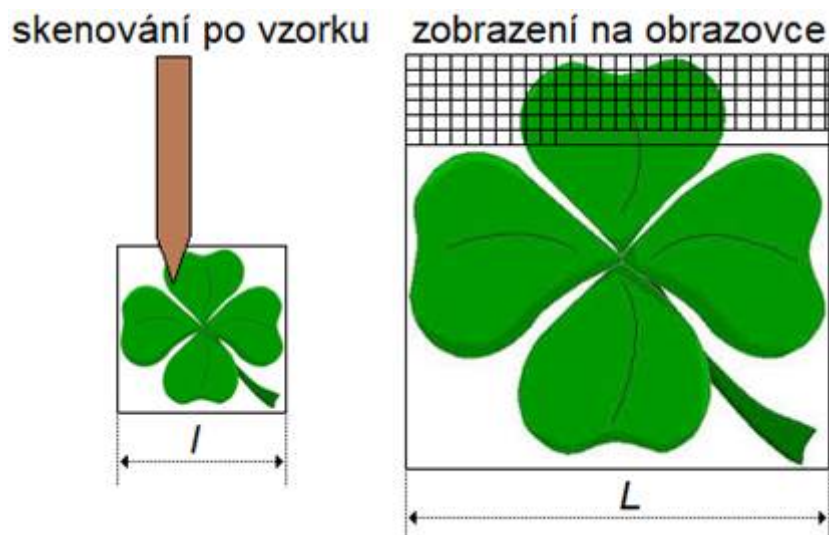
Přitom počet uvolněných sekundárních elektronů je největší při [energii](#) primárních elektronů přibližně 1500 eV a s rostoucí energií počet sekundárních elektronů klesá. Průměr stopy svazku primárních elektronů na povrchu zkoumaného vzorku naopak s rostoucí energií klesá (vady [čoček](#) se neprojevují tak markantně). Současně s rostoucí energií primárních elektronů roste velikost interakční oblasti v materiálu vzorku, čímž se rozlišovací schopnost mikroskopu zhorší. Proto je třeba volit jistý kompromis mezi vysokou energií primárních elektronů a velkou rozlišovací schopností.

Ve skutečnosti je rozlišení mikroskopu menší, než udává teorie nebo parametry konkrétního mikroskopu. Primární elektrony se totiž pohybují [rychlostmi](#), které se příliš neliší od [velikosti rychlosti světla](#) ve [vakuu](#), a proto mají i velkou [kinetickou energii](#). Při jejich interakci se vzorkem mu tak tuto energii předávají a tím vzorek mechanicky i chemicky poškozují. Tyto interakce se přitom omezují pouze na povrch vzorku - do hloubky rovné přibližně desetině tloušťky vzorku. Proto je nutné pro rozlišení mikroskopu 1 nm mít připravený vzorek tloušťky 10 nm.

S pojmem rozlišovací schopnost velmi úzce souvisí pojem zvětšení; tyto dva pojmy bývají navíc zaměňovány. Pro [práci s elektronovým mikroskopem](#) je zásadní rozlišovací schopnost, nikoliv zvětšení.

Užitečné zvětšení mikroskopu lze definovat jako [poměr](#) velikosti stopy na obrazovce (tj. rozměr pixelu) a velikosti stopy elektronového svazku na zkoumaném vzorku (viz schematicky obr. 207).

Pro průměr svazku elektronů na zkoumaném vzorku 10 nm a rozlišení obrazovky 0,1 mm, získáváme užitečné zvětšení $\frac{0,1 \text{ mm}}{10 \text{ nm}} = \frac{10^{-4} \text{ m}}{10^{-8} \text{ m}} = 10^4$. V praxi se volí většinou zvětšení až 10krát větší, než je užitečné zvětšení. Při větším zvětšení by byl snímáný obraz na obrazovce počítače již rozmazaný (nezobrazí se větší detaily).



Obr. 207

Rozdíl mezi záměnou pojmů *rozlišovací schopnost* a *zvětšení* lze ilustrovat pomocí zvětšení obrázku.

Na obr. 208 je zobrazena ukázka zvětšení obrázku se zachováním rozlišovací schopnosti. Na obr. 209 je schematicky zobrazeno zvětšení obrázku, u kterého ale klesá rozlišovací schopnost.

Při velkém zvětšení může být výsledný obraz rozmazaný. Aby obraz rozmazaný nebyl, musíme se rostoucím zvětšením „přidávat informaci“ o obrázku - tj. musíme mít opět kvalitní informaci o všech pixelech výsledného obrázku; informaci o pixelech nelze „odhadovat“ nebo „dopočítávat“.



Obr. 208



Obr. 209

