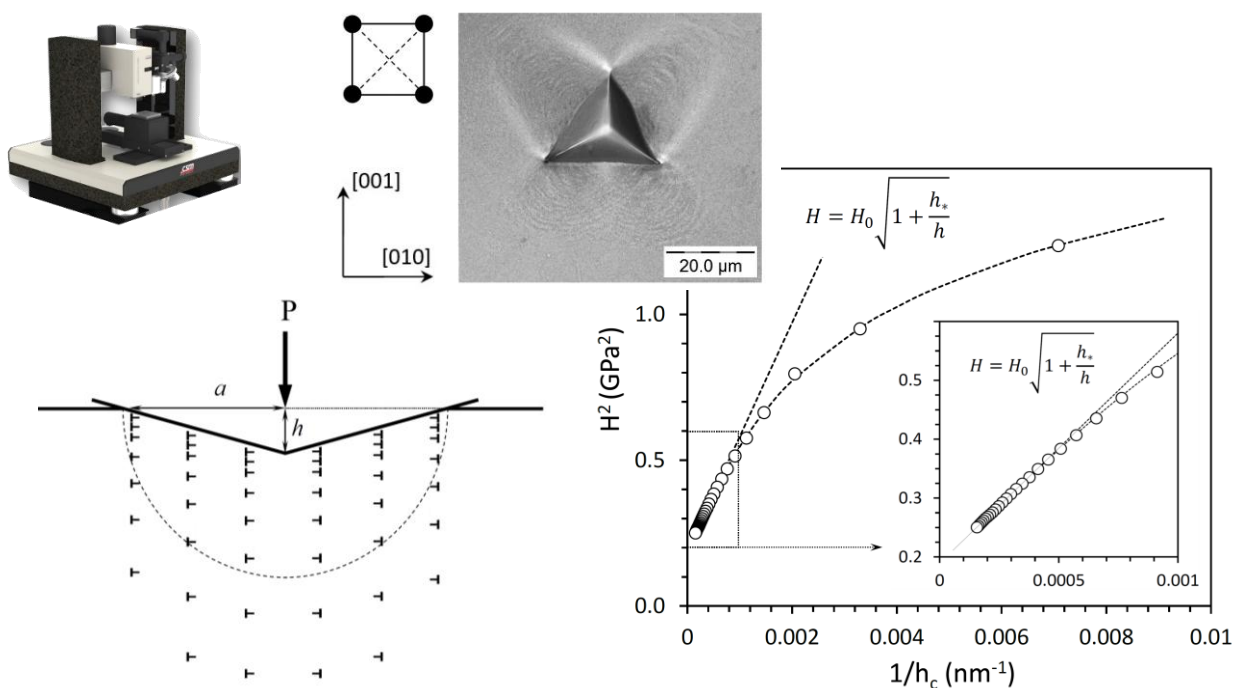


## Téma: Faktor velikosti při nanoindentaci do malých hloubek

**Vedoucí:** prof. Dr. Ing. Petr Haušild (Katedra materiálů, FJFI, ČVUT v Praze, petr.hausild@fjfi.cvut.cz)

**Konzultant:** Ing. Jaroslav Čech, Ph.D. (Katedra materiálů, FJFI, ČVUT v Praze)

Nanoindentace (instrumentovaná indentace) byla vyvinuta jako alternativa tradičních zkoušek tvrdosti a mikrotvrdosti založených na vnikání hrotu do zkoušeného materiálu. Princip této moderní metody vychází z analýzy dat síla-hloubka vtisku (měření lze tedy snadno zautomatizovat), nevyžaduje optickou analýzu velikosti každého vtisku a vzhledem k malým hloubkám vtisku (od jednotek nanometrů) je tak možné využít nanoindentaci při charakterizaci velmi malých objektů v materiálu (např. jednotlivých fází materiálu, mikro až nanoskopických částic nebo tenkých vrstev). Při malých hloubkách vtisku již ale neplatí klasické vztahy mezi zátěžnou silou a velikostí vtisku (škálování) a nastává tzv. size efekt, tj. narůstání tvrdosti s klesající hloubkou vtisku, které znesnadňuje interpretaci naměřených dat. V krystalických kovech a slitinách je faktor velikosti vyvolán gradientem deformace a souvisejícími geometricky nutnými dislokacemi. Tento jev však stále není zcela objasněn a může se vyskytovat i ve sklech, keramice nebo polymerech. Cílem práce je proto hlubší porozumění vlivu velikosti indentace (size efektu), tj. mechanismům řídicích vznik a růst efektivní plastické zóny během nanoindentace při malých zatíženích/malých hloubkách vtisků, které jsou potřebné pro charakterizaci např. malých částic, tenkých filmů a povlaků nebo iontově ozářených povrchů, u kterých je poškození omezeno na tenkou vrstvu.



### Literatura:

- [1] W.C. Oliver, et al.: Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology, *J. Mater. Res.* 19 (2004) pp. 3-20.
- [2] W.D. Nix, and H. Gao, Indentation size effects in crystalline materials: A law for strain gradient plasticity. *J. Mech. Phys. Solids.* 46 (1998), pp. 411-425.
- [3] G. Feng, and W.D. Nix, Indentation size effect in MgO. *Scr. Mater.* 51 (2004), pp. 599-603.
- [4] P. Haušild, On the breakdown of the Nix-Gao model for indentation size effect, *Phil. Mag.* 101 (2021), pp. 420-434.