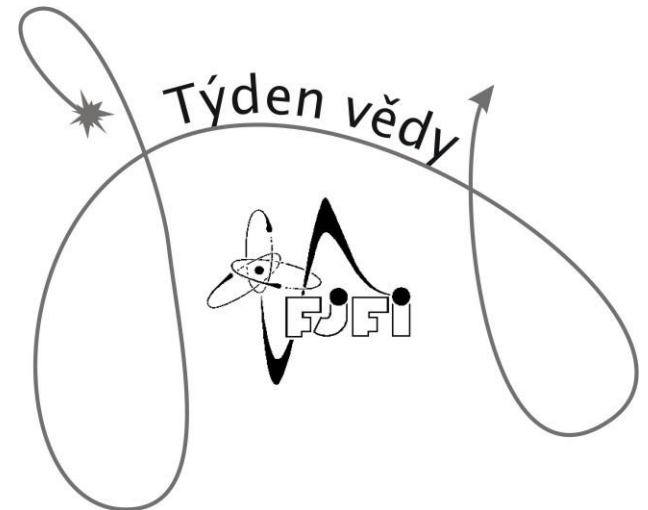


# Jak nám pomáhají tenké vrstvy?

Filip Kratochvíl, Ondřej Ferra

Týden vědy 2016

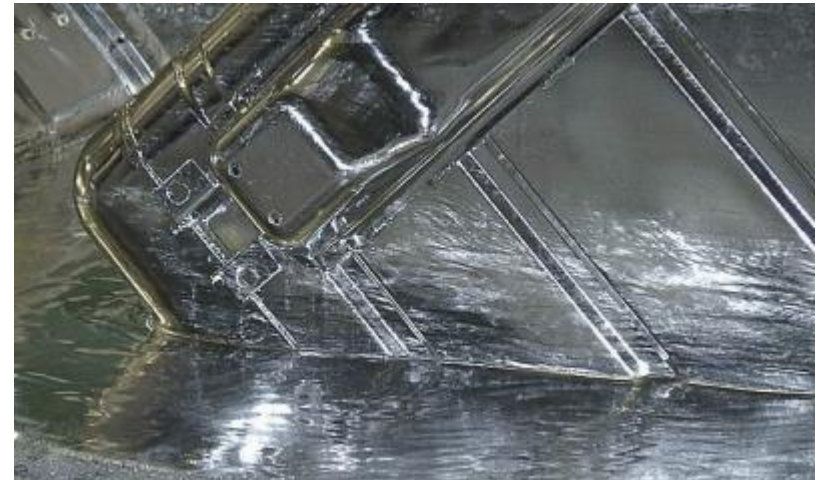
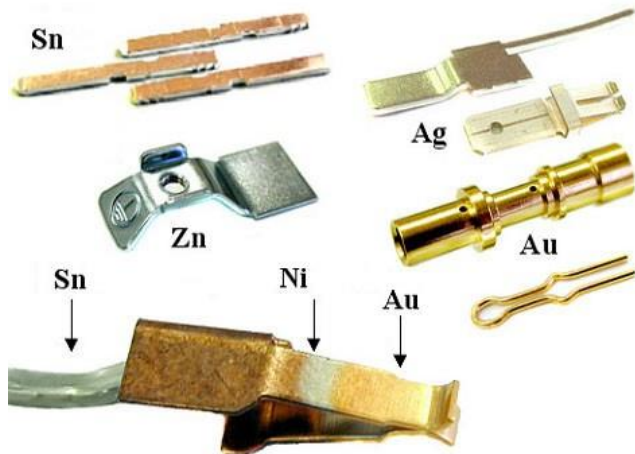


# Osnova

- Úvod
- Calotest
- Instrumentovaná indentace
- Výsledky
- Závěr

# Úvod

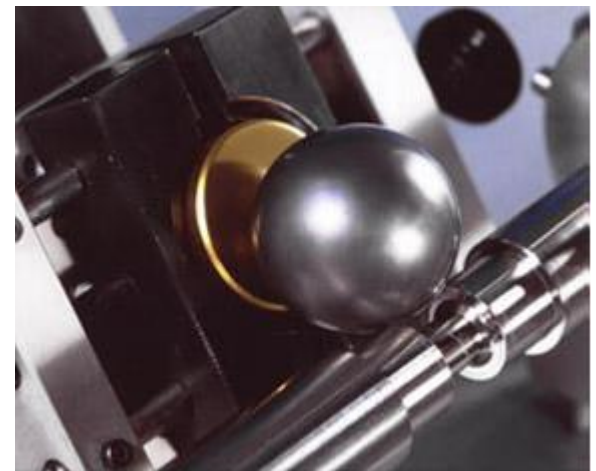
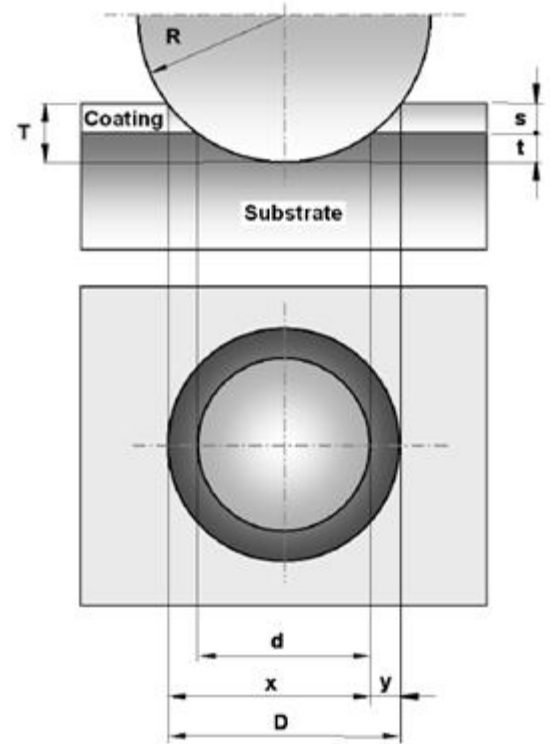
- Tloušťka od desítek nm do stovek  $\mu\text{m}$
- Výroba
- Využití



# Calotest

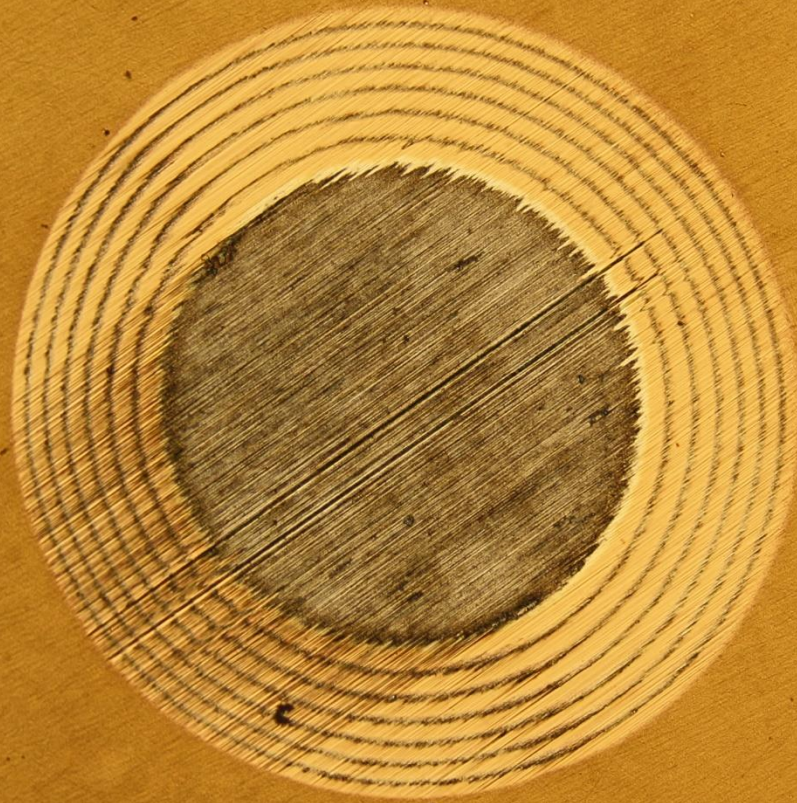
- Určení tloušťky vrstvy
- Vybroušení dutiny
- Výpočet tloušťky

$$s = \frac{xy}{2R}$$





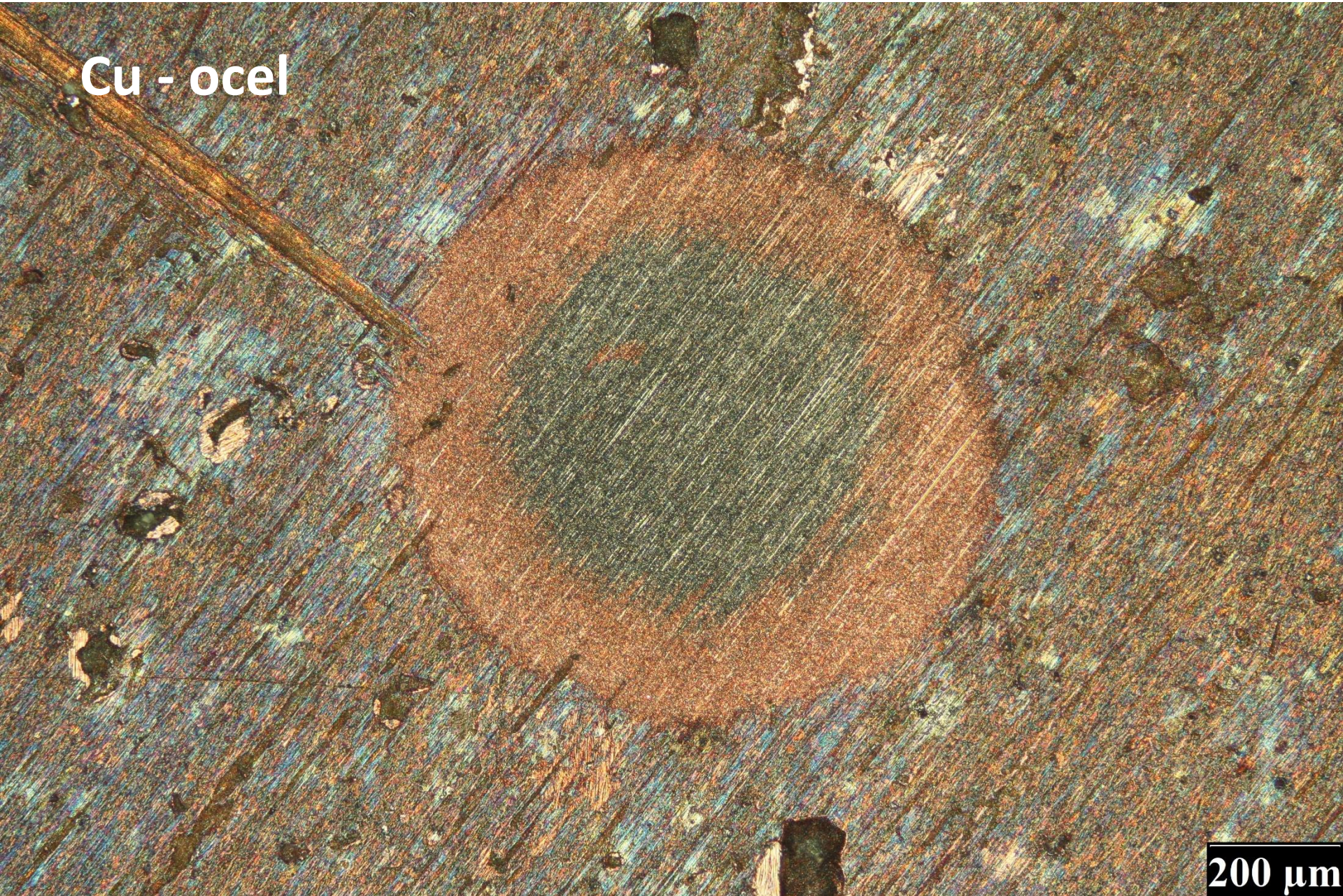
Ti/TiN - ocel



200  $\mu\text{m}$



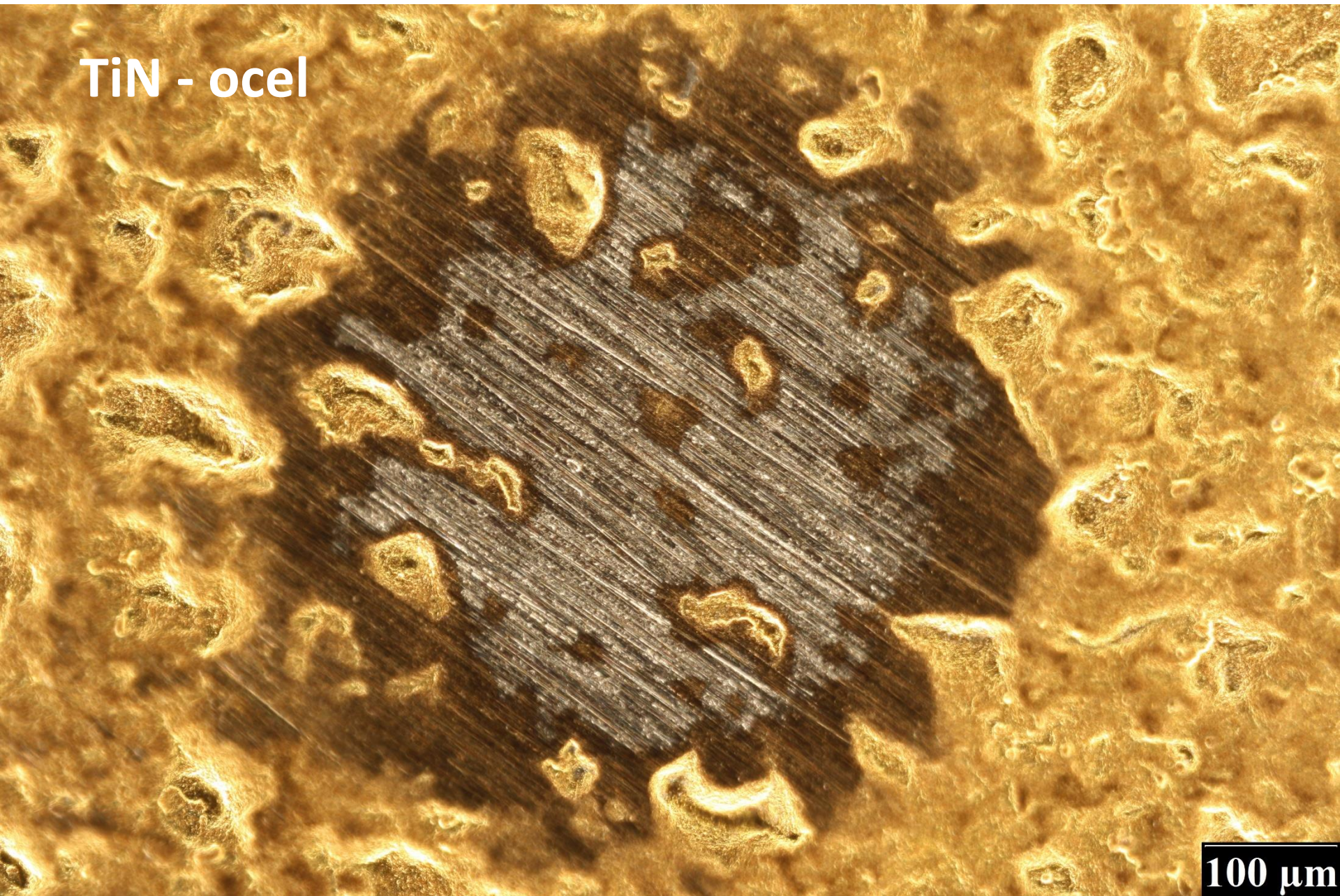
Cu - ocel



200  $\mu\text{m}$



TiN - ocel

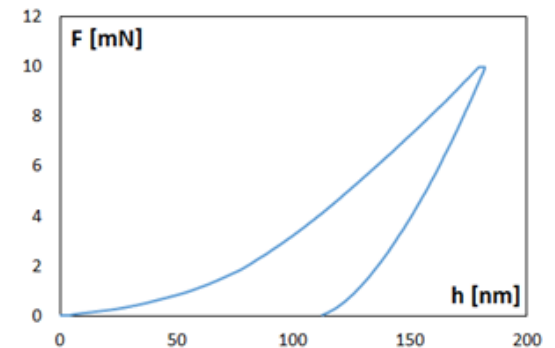
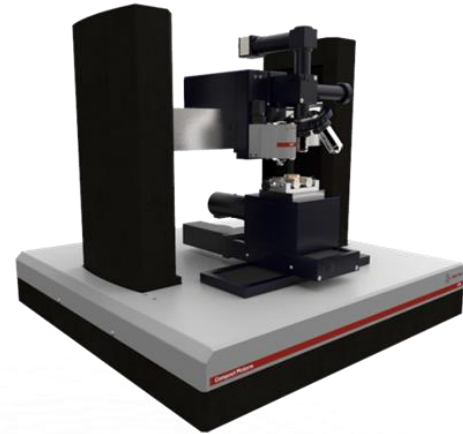


100  $\mu\text{m}$



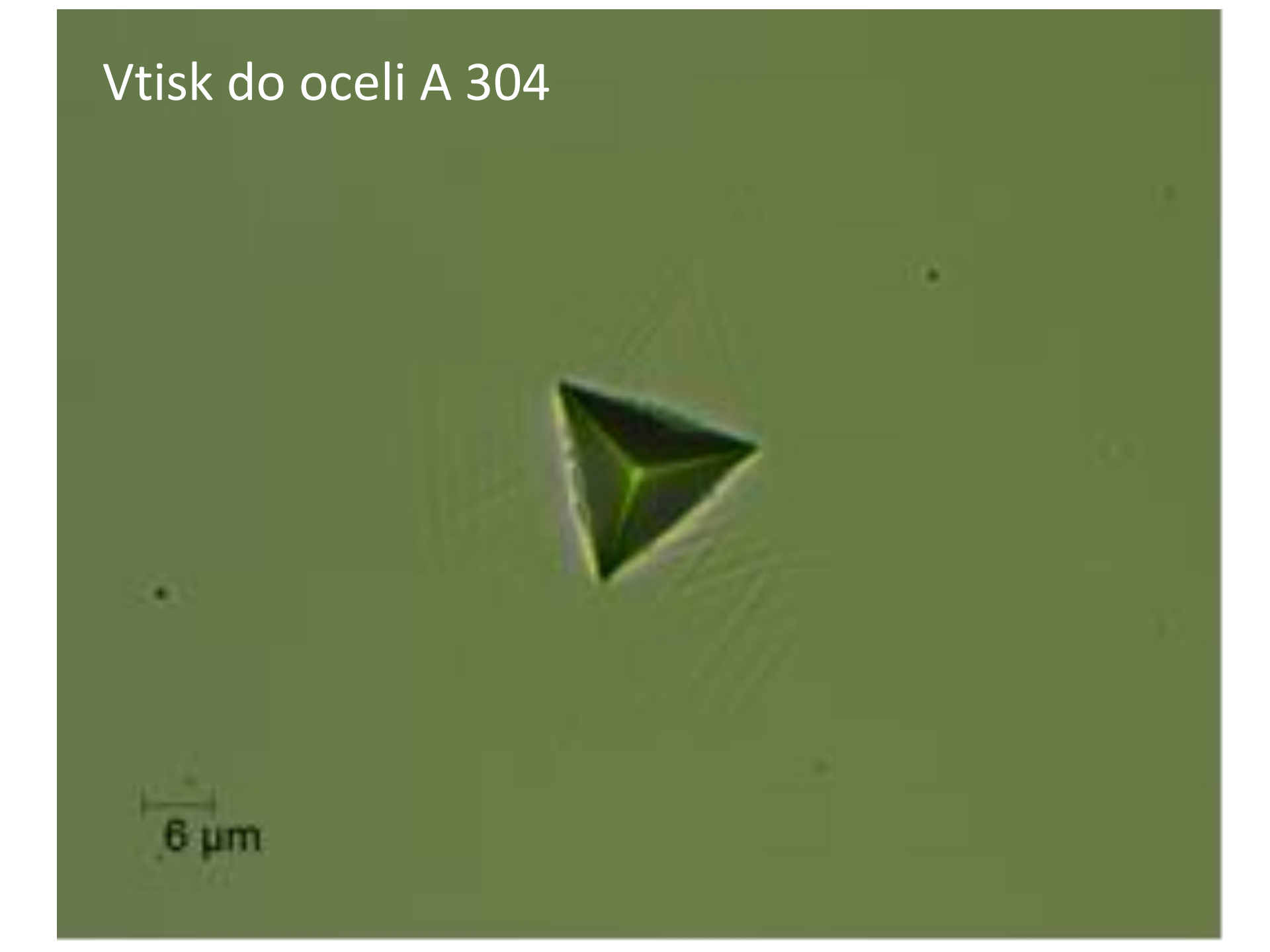
# Instrumentovaná indentace

- Zjištění tvrdosti  $H$  a Youngova modulu  $E_s$  vrstvy
- Nanoindentor CSM NHT2
- Vtlačování hrotu do materiálu
  - Berkovičův indentor
- Výpočet z křivky





# Vtisk do oceli A 304



6  $\mu\text{m}$

The image shows a central, dark, triangular impression on a light-colored metal surface. The impression has three distinct vertices and is surrounded by a faint, circular ring of concentric lines. The background surface has a fine, granular texture. In the bottom-left corner, there is a scale bar consisting of a horizontal line with vertical end caps, labeled '6 μm'.

# Výsledky

Materiál	Cu-ocel	Ti/TiN - ocel			Cr/CrN-ocel	TiN-ocel
		celkem	Ti	TiN		
Tloušťka vrstvy [ $\mu\text{m}$ ]	4,56 $\pm$ 0,42	3,81 $\pm$ 0,09	0,18 $\pm$ 0,27	0,48 $\pm$ 0,27	6,09 $\pm$ 0,04	2,76 $\pm$ 1,16

Materiál	Ti/TiN	Cr/CrN	ocel A304	ABS
H [Mpa]	17546 $\pm$ 2349	16721 $\pm$ 1738	2809 $\pm$ 123	177 $\pm$ 21
E <sub>s</sub> [GPa]	291 $\pm$ 31	284 $\pm$ 23	213 $\pm$ 11	3,7 $\pm$ 0,2



# Závěr

- Charakterizace a porovnání tenkých vrstev
- Tloušťka, tvrdost a Youngův modul

# Poděkování

- FJFI ČVUT v Praze
- Organizace Týdne vědy
- Ing. Vojtěch Svoboda, CSc.
- Ing. Jaroslav Čech



# Zdroje

- Konstrukce. *Konstrukce* [online]. [cit. 2016-06-21]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/ochranna-maskovaci-paska-do-zaroveho-zinku/>
- [http://www.ateam.zcu.cz/tenke\\_vrstvy\\_sma.pdf](http://www.ateam.zcu.cz/tenke_vrstvy_sma.pdf) [21.6.2016]
- Vrtáky. *VISIMPEX E-SHOP* [online]. [cit. 2016-06-21]. Dostupné z: <http://www.wintech.cz/cs/wintech-woodwork/katalog/vrtaky-189>
- Galvanické pokovování. *TESLA Jihlava* [online]. [cit. 2016-06-21]. Dostupné z: <http://www.teslaji.cz/24-galvanicke-pokovovani.html>

Děkujeme za pozornost

