

Jak nám pomáhají tenké vrstvy

I. Horáková, Gymnázium Olgy Havlové, Ostrava-Poruba

V. Kodat, SPŠ strojní a elektrotechnická Dukelská 13, České Budějovice

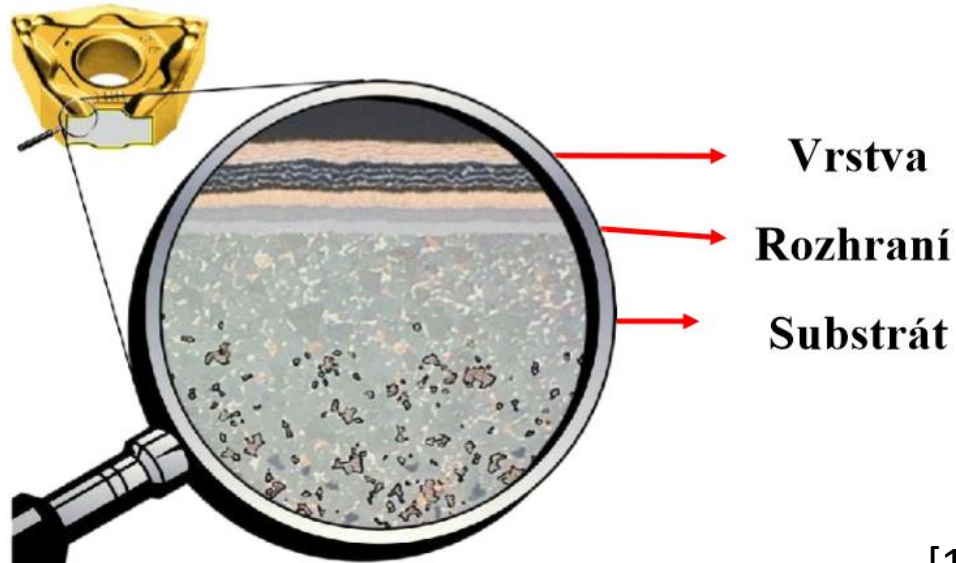
K. Černá, Gymnázium Česká 64, České Budějovice

Obsah

- Úvod: definice tenkých vrstev, použití
- Metody: kalotest, indentace
- Výsledky: tloušťka, tvrdost, Youngův modul
- Závěr

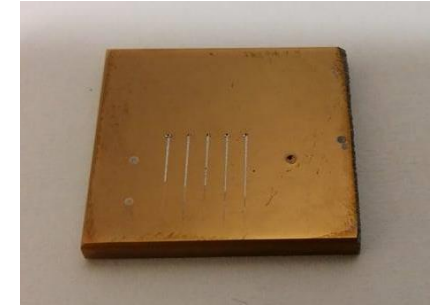
Tenké vrstvy

- nano- až mikrometry
- zlepšení vlastností materiálů (mechanické, chemické, fyzikální, tepelné atd.)
- šetření materiálu – snížení ceny



Materiál

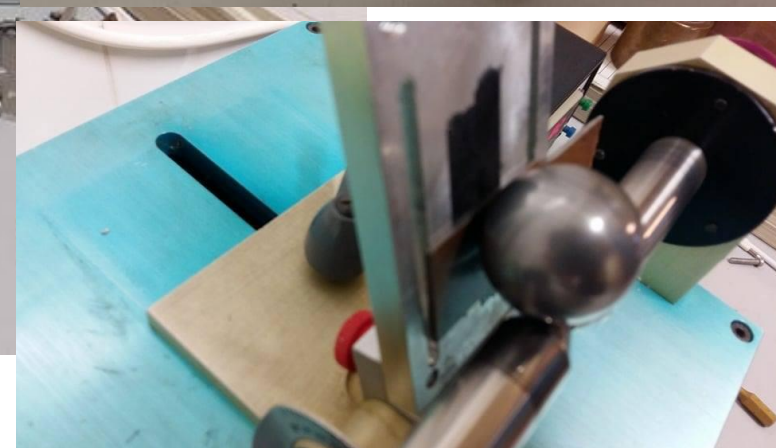
- TiN (bit)
- Cu (korozní ochrana)
- Multivrstvy – Ti-TiN, Cr-CrN



Měřené vlastnosti

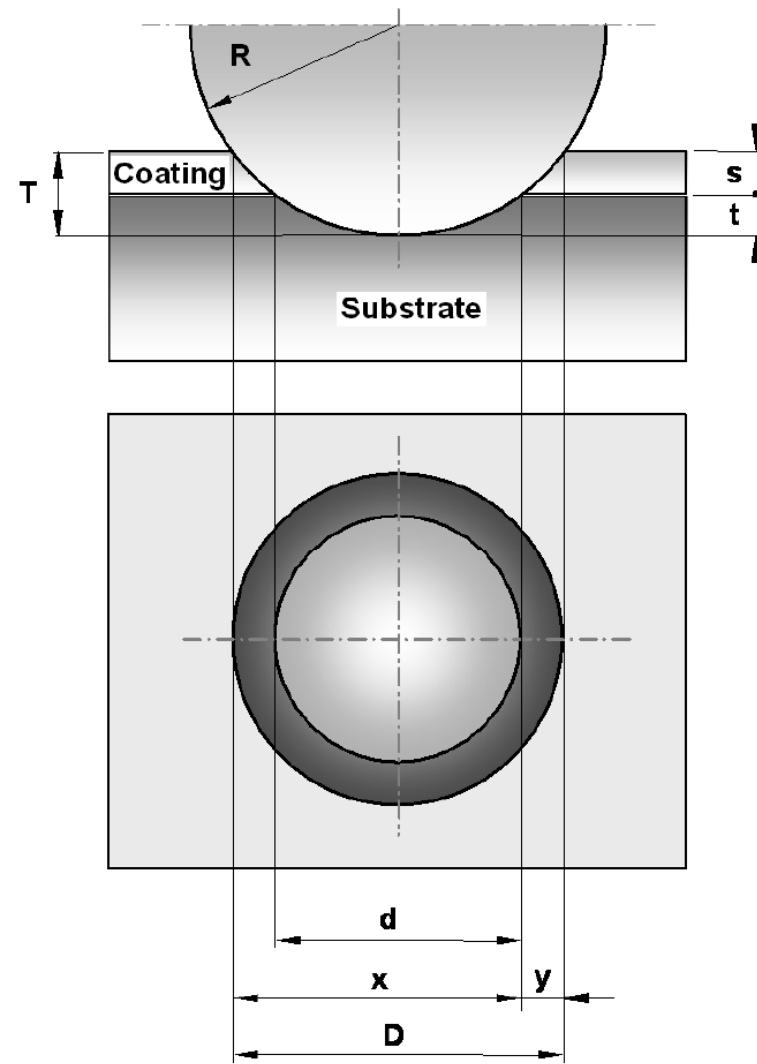
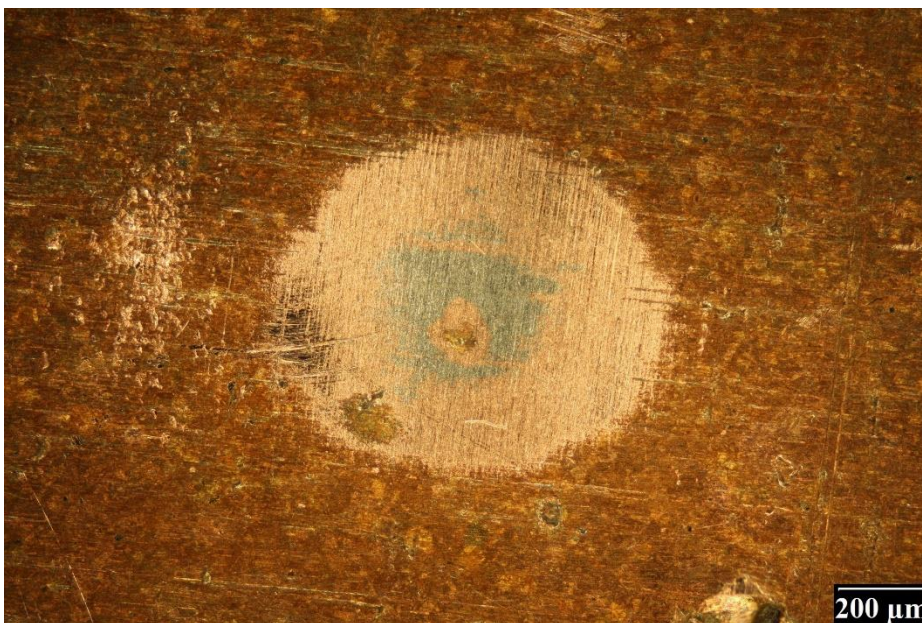
- Tloušťka
- Tvrdost
 - vyjadřuje odpor proti vnikání cizího tělesa
- Youngův modul
 - poměr napětí a jím vyvolané deformace

Tloušťka – metoda kalotest



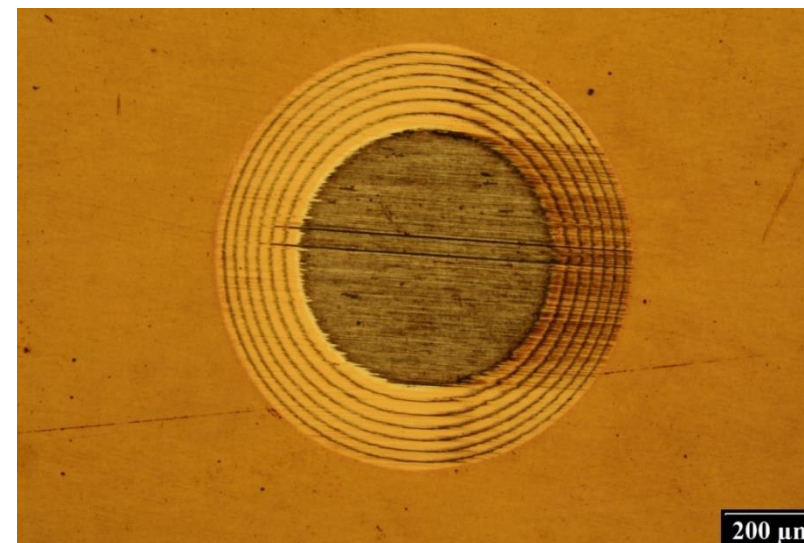
Tloušťka vrstvy

$$s = \frac{x \cdot y}{2R}$$



Výsledky měření tloušťky

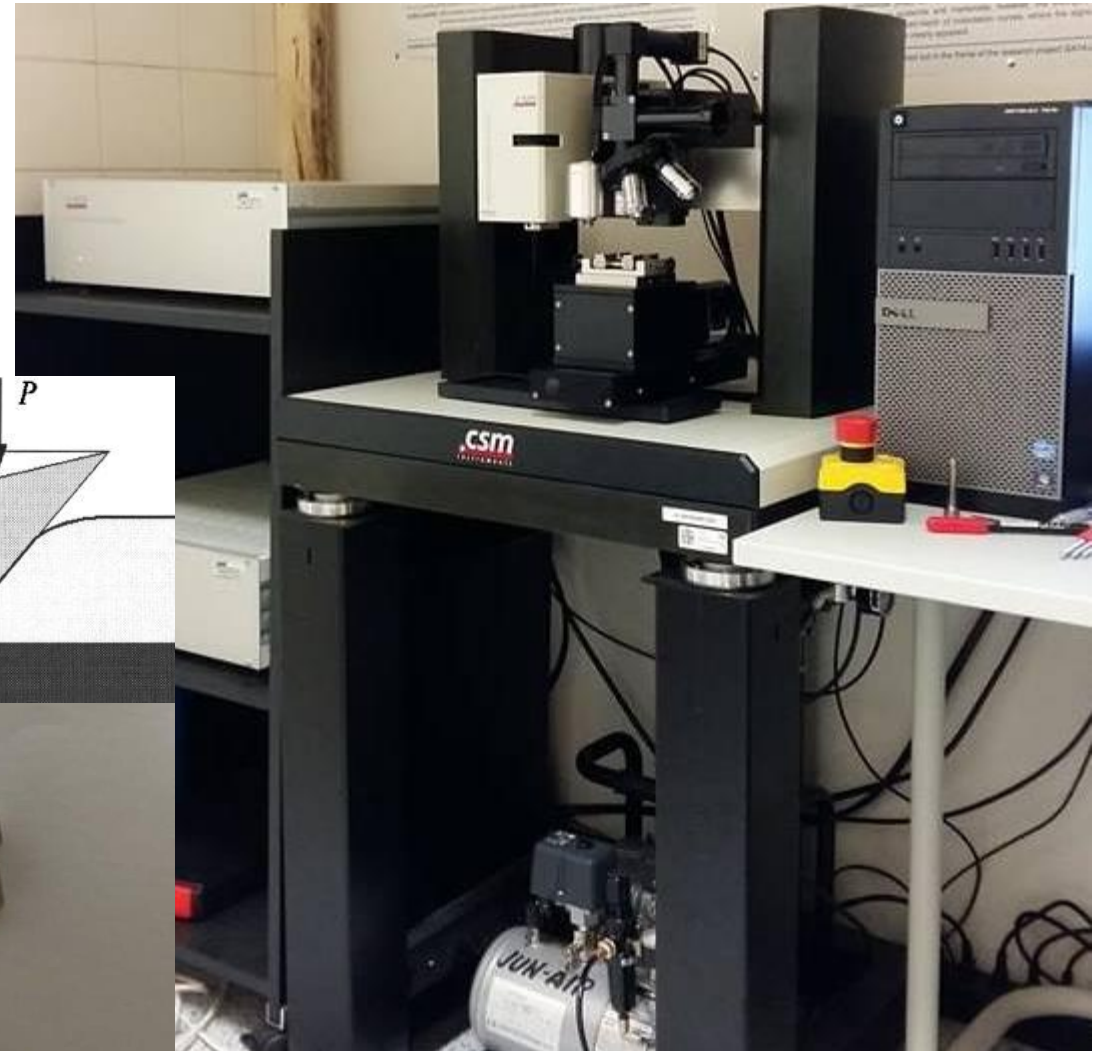
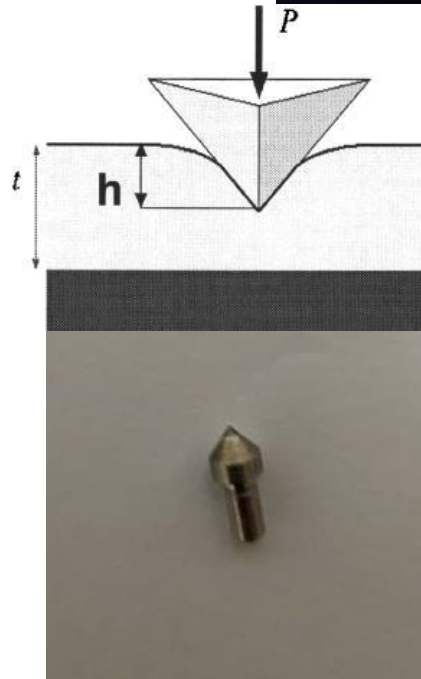
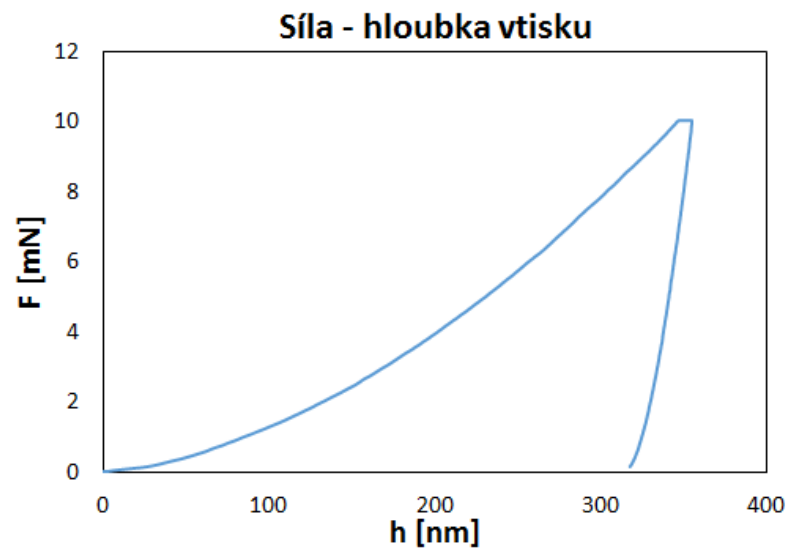
- pomocí mikroskopu a fotografií
- průmyslové vrstvy X laboratorní vrstvy
- tloušťky jednotlivých vrstev srovnatelné
- rozdíl v kvalitě vrstev



Tloušťka vrstev		
materiál	průměr [μm]	odchylka [μm]
Cu	4,72	0,73
Ti-TiN	3,98	0,19
- TiN	0,51	0,08
- Ti	0,15	0,02
Cr-CrN	6,35	0,15
TiN	3,63	0,45

Nanoindentace

- zjišťování mechanických vlastností
- vychází z křivky síla – hloubka vtisku



Tvrđost

- vyjadřuje odpor proti vnikání cizího tělesa do povrchu

$$H = \frac{F}{A}$$

F – síla

A – promítnutá plocha

Youngův modul

- poměr napětí a jím vyvolané deformace

$$E_r = \frac{S\sqrt{\pi}}{2\beta\sqrt{A}}$$

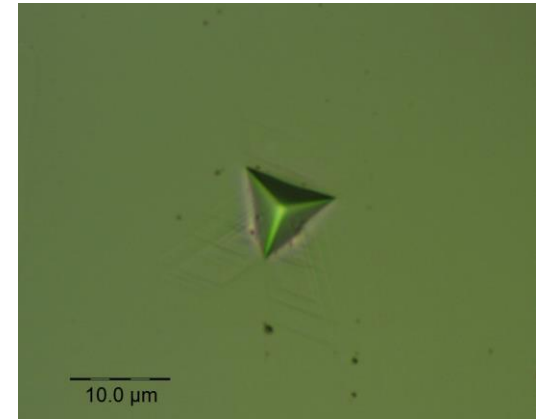
A – promítnutá plocha

β – konstanta (1,034)

S – směrnice odlehčující části křivky

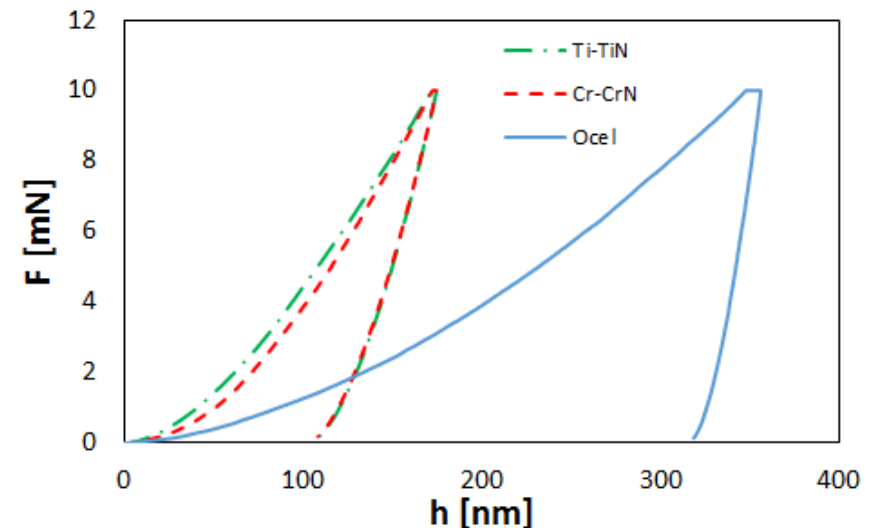
Výsledky

- multivrstvy mají podobné vlastnosti
- tvrdost i Youngův modul u tenké vrstvy vyšší než u substrátu



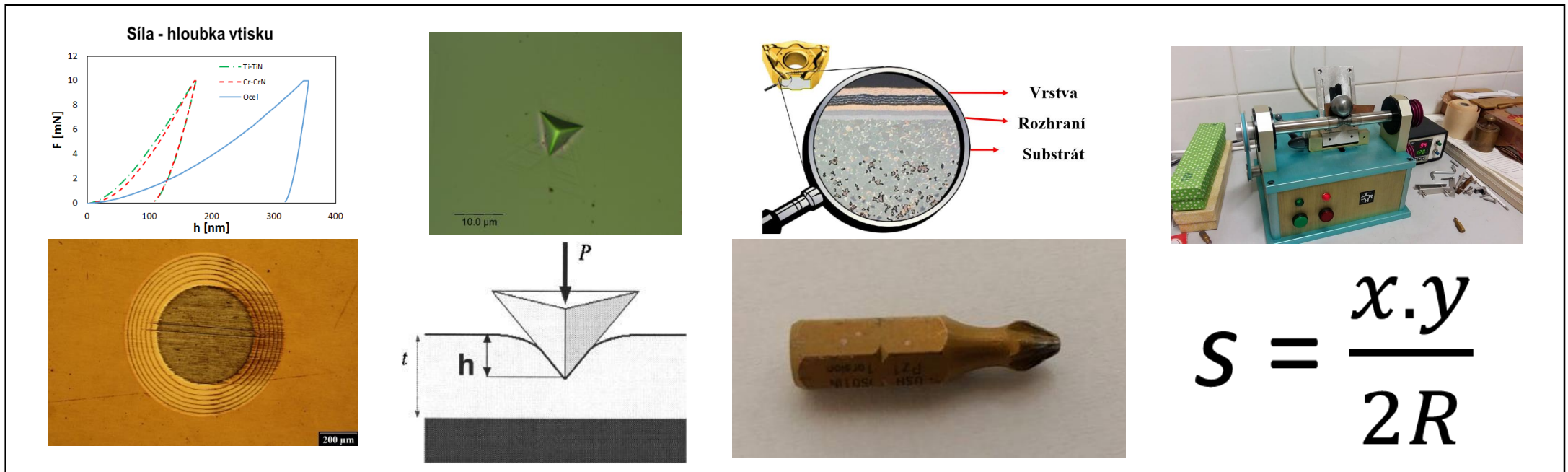
Tvrdost a Youngův modul			
Materiál	Ti-TiN	Cr-CrN	Ocel
Tvrdost [MPa]	17405	17490	3431
- odchylka	2557	2262	106
Youngův modul [GPa]	294	289	219
- odchylka	32	25	8

Síla - hloubka vtisku

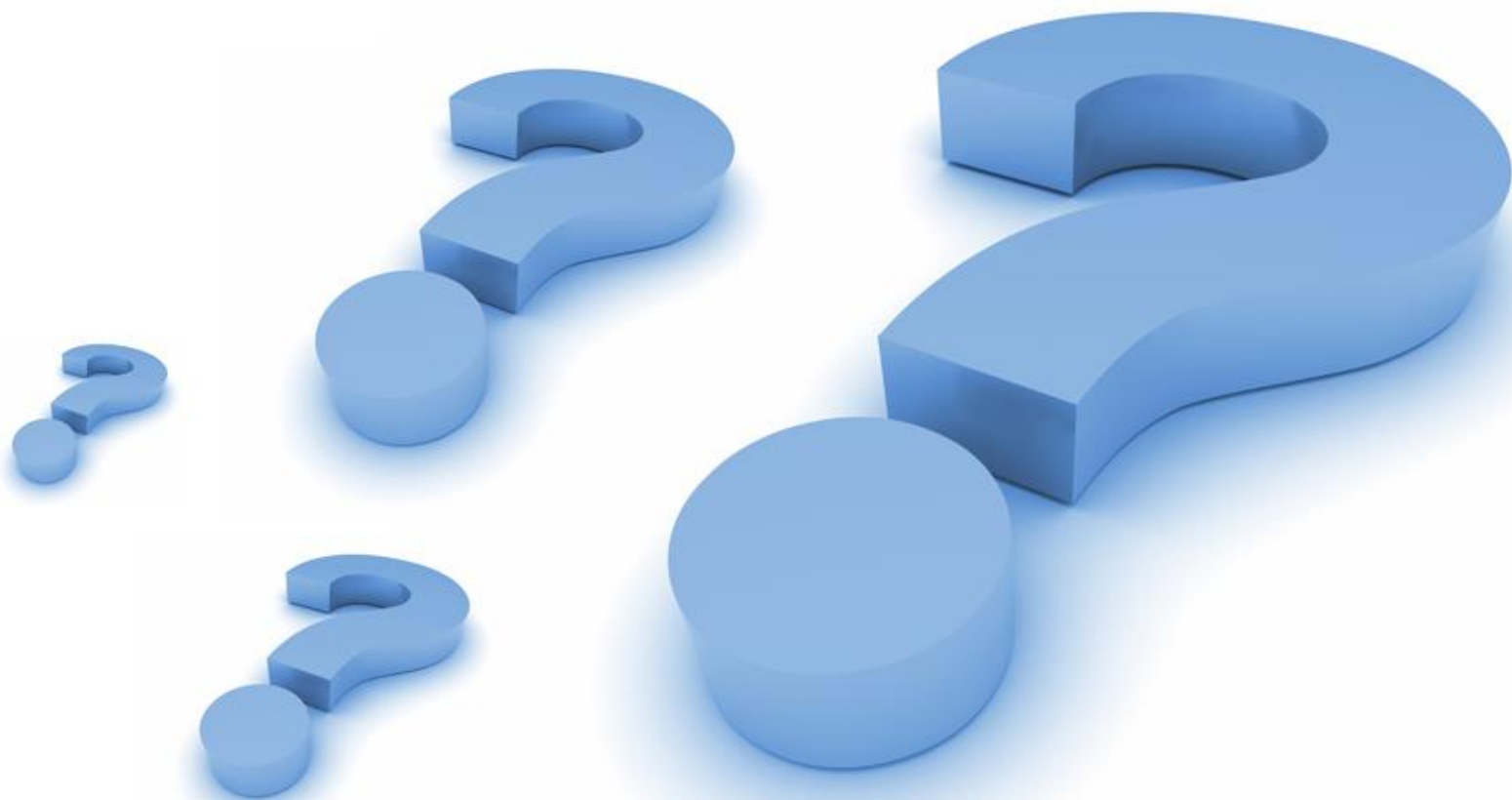


Závěr

- užitečnost tenkých vrstev (ochrana substrátu před mechanickým poškozením)
- tvrdost ochranných multivrstev výrazně převyšovala tvrdost ocelového substrátu



Dotazy?



Zdroje

- [1] http://www.ateam.zcu.cz/tenke_vrstvy_sma.pdf [online 20.6.2017]
- [2] *Calotest user manual*. CSM Instruments. 2011. 21p.