

Experimentální studium útlumu povrchových nerovností v EHD kontaktech

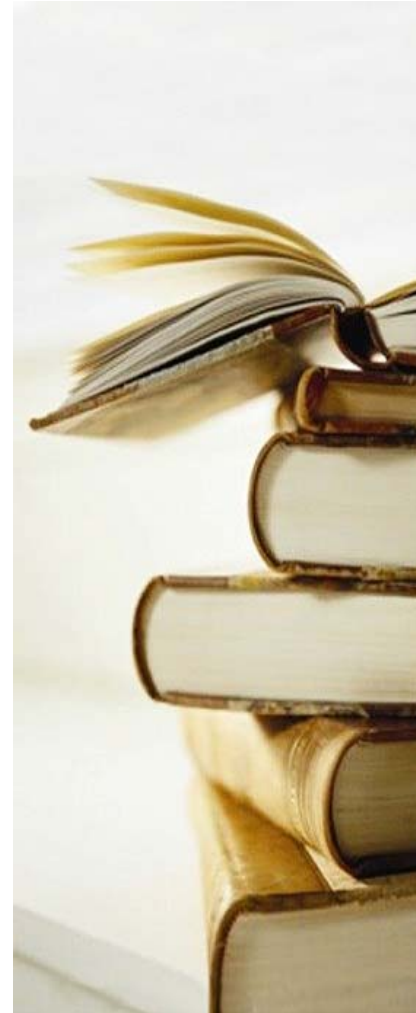
Experimental study of real roughness attenuation in concentrated contacts

36th LEEDS-LYON SYMPOSIUM on TRIBOLOGY

1. – 3. září 2009

Obsah

- Úvod
- Shrnutí současného stavu
- Cíl práce
- Metodika experimentálního studia
- Vyhodnocení metodiky
- Závěr



Úvod

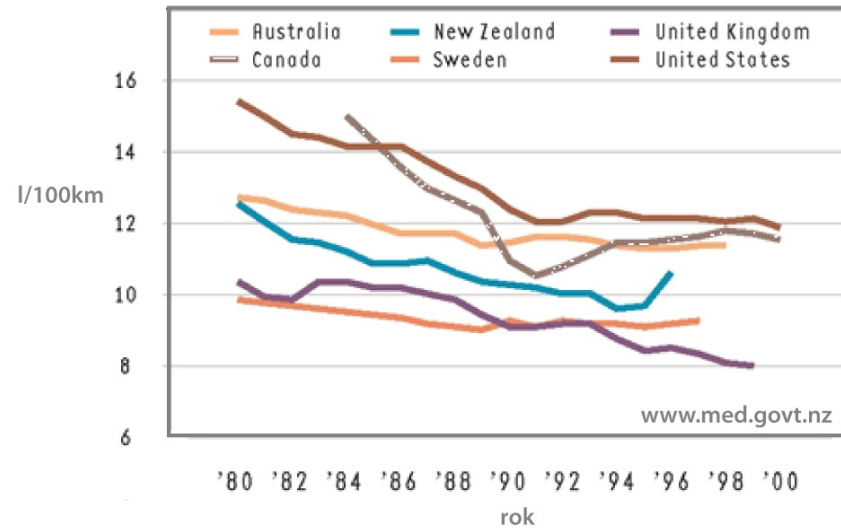
- Trend zvyšování účinnosti strojů
- Projevy v tribologii
 - vyšší zatížení
 - maziva s nižší viskozitou
 - vyšší pracovní teploty

→ Snižování tloušťky mazací vrstvy

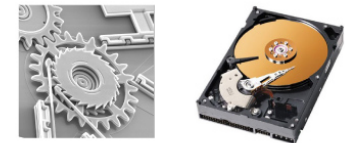
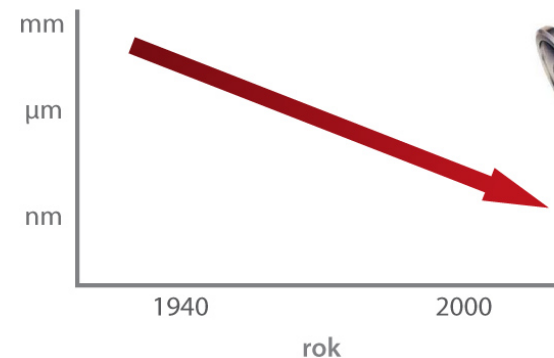
- tloušťka mazací vrstvy je řádově stejná s drsností kontaktních ploch
- vzrostl význam drsnosti povrchů v EHD kontaktu

→ Vliv drsnosti je nutné studovat

průměrná spotřeba
pohoných hmot
lehkých nákladních aut



tloušťka
mazacího
filmu



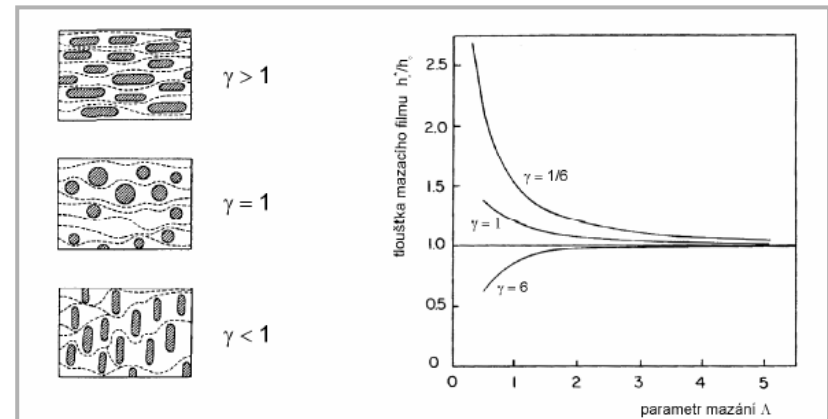
Shrnutí současného stavu

- Studium mazání kontaktů s povrchovými nerovnostmi
 - Statistický **X** Deterministický přístup
- Parametr mazání

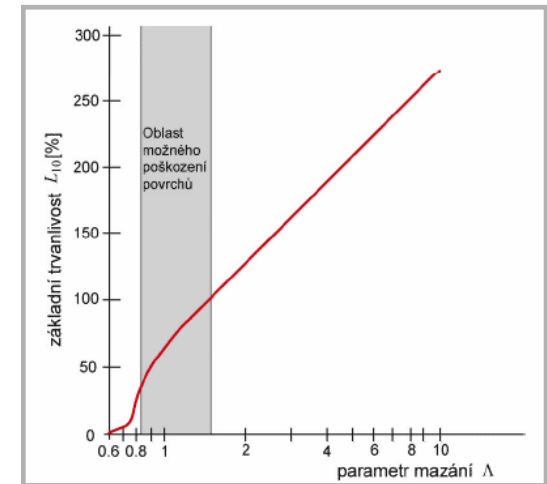
$$\Lambda = \frac{h_{\min}}{R_{\text{red}}} = \frac{h_{\min}}{\sqrt{R_{a1}^2 + R_{a2}^2}},$$

- h_{\min} – minimální tloušťka maziva
- R_{red} – redukovaná drsnost třecích povrchů

→ Pro nízké hodnoty Λ je parametr mazání nespolehlivý



PATIR, N.-CHENG, H. S.; 1979



Shrnutí současného stavu

- Povrchové nerovnosti se deformují
- Deterministický přístup
- Venner, Lubrecht 1999, 2000, Hooke 1999

→ Bezrozměrná vlnová délka

$$\nabla_2 = (\lambda/b)(M_2^{1/2}/L^{1/2})$$

M, L – Moesovy parametry

b – šířka Hertzova kontaktu

λ – vlnová délka

A_d – deformovaná amplituda

A_i – nedeformovaná amplituda

→ Amplitudová křivka útlumu

$$\frac{A_d}{A_i} = \frac{1}{1 + 0.15\bar{f}(r)\nabla_2 + 0.015\bar{f}(r)\nabla_2^2}$$

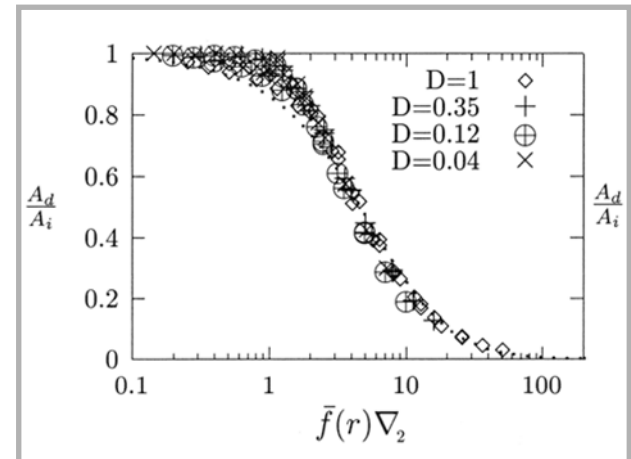
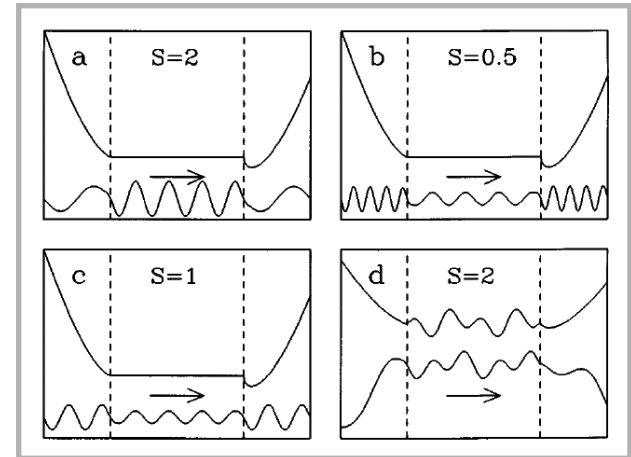
$$\bar{f}(r) = \begin{cases} e^{1-1/r}, & \text{pokud } r > 1; \\ 1, & \text{jinak} \end{cases} \quad \begin{matrix} r = \lambda_x/\lambda_y \\ \lambda = \min(\lambda_x, \lambda_y) \end{matrix}$$

- Venner, Lubrecht 2005

→ Liniový a bodový (eliptický) kontakt vykazuje jednotné chování

→ Může být popsán jedinou křivkou útlumu

Venner, Lubrecht; 1999



Venner, Lubrecht; 2005

Shrnutí současného stavu - experimentální studium

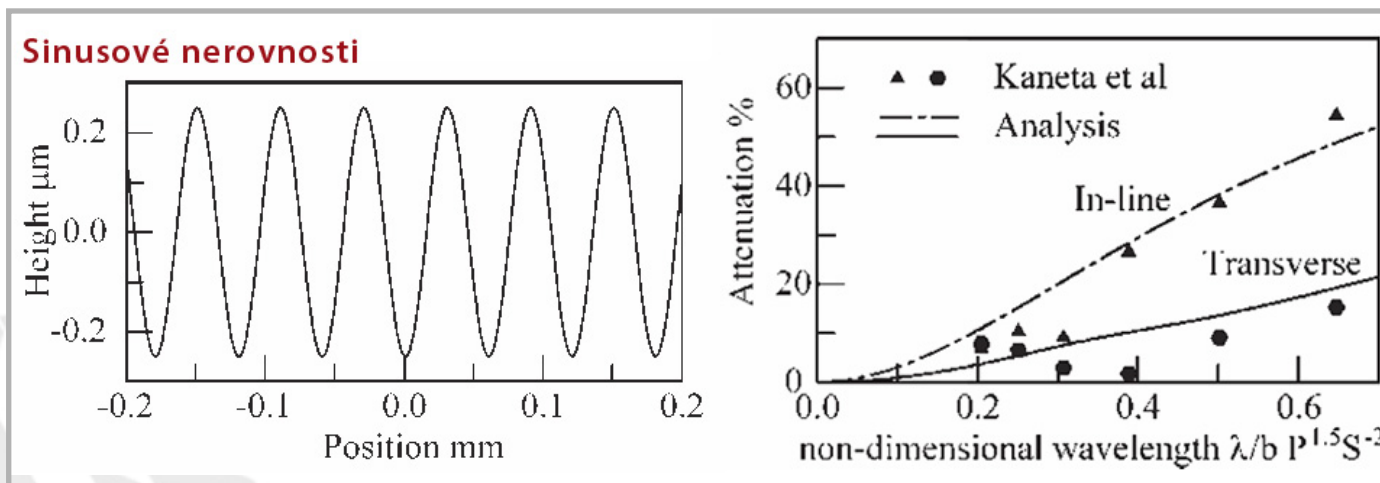
1. Ověření křivky útlumu studiem uměle vytvořených struktur

» 2003 N. Kaneta a kol.

- 2003 J. W. Choo a kol.

2. Porovnání vypočtené deformace se změřenou

- 2006 C. J. Hooke and K. Y. Li



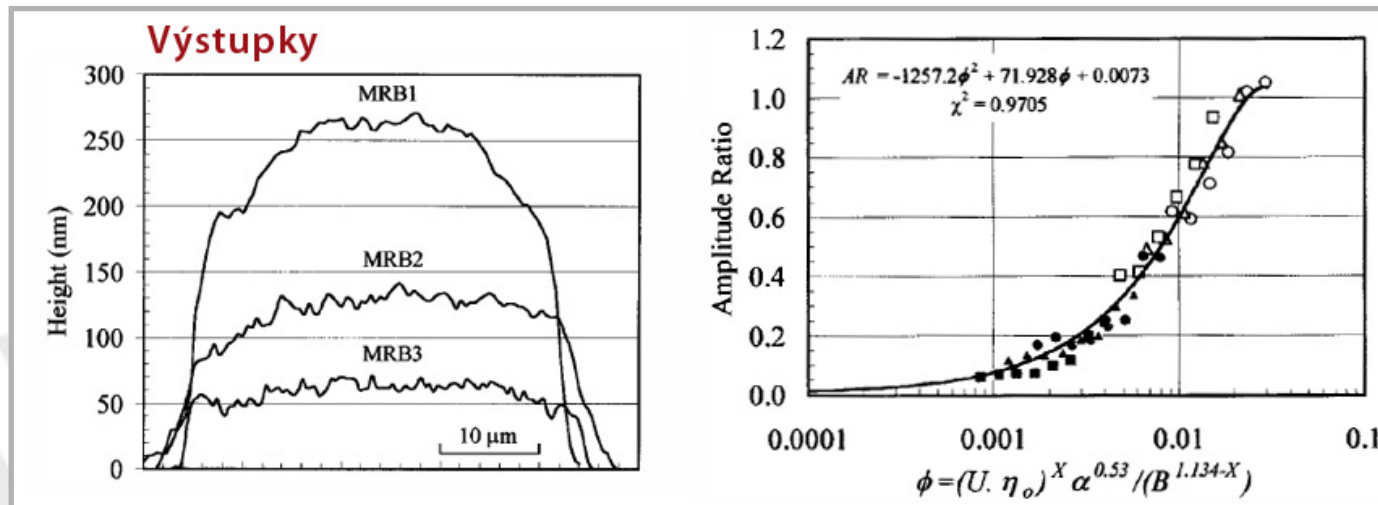
Shrnutí současného stavu - experimentální studium

1. Ověření křivky útlumu studiem uměle vytvořených struktur

- 2003 N. Kaneta a kol.
- » 2003 J. W. Choo a kol.

2. Porovnání vypočtené deformace se změřenou

- 2006 C. J. Hooke and K. Y. Li



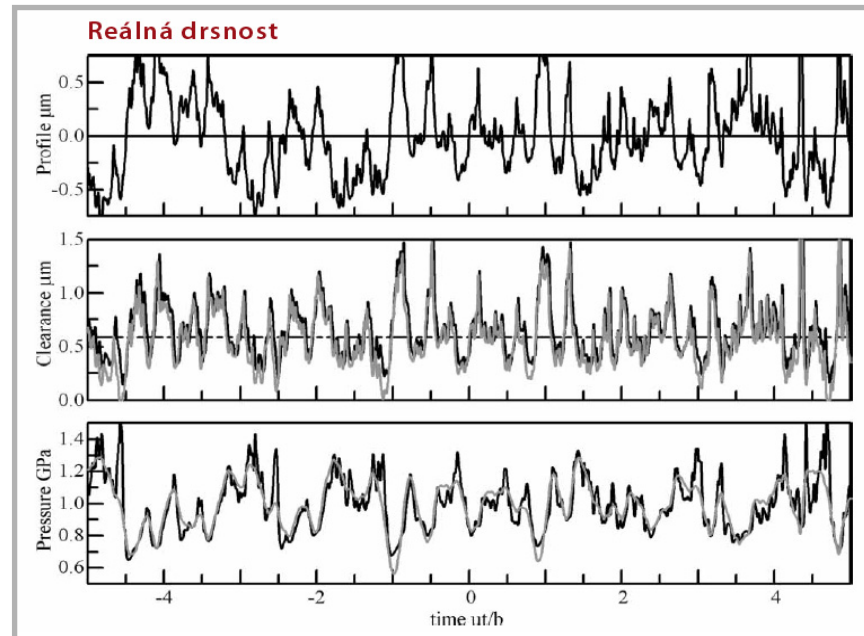
Shrnutí současného stavu - experimentální studium

1. Ověření křivky útlumu studiem uměle vytvořených struktur

- 2003 N. Kaneta a kol.
- 2003 J. W. Choo a kol.

2. Porovnání vypočtené deformace se změřenou

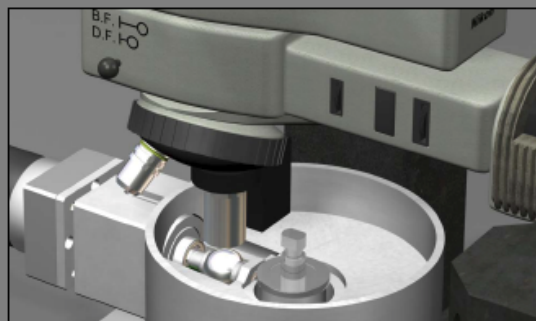
- » 2006 C. J. Hooke and K. Y. Li



Cíl práce

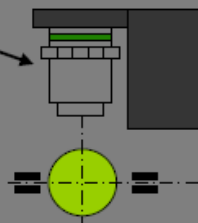
- Ověření křivek útlumu experimentem na kontaktech s reálnými povrchovými nerovnostmi
 - rekonstrukce křivky z experimentu
- Využití in-situ metodiky měření
- Čisté valení

Interferometrie s řízenou změnou fáze



Mirau interferenční objektiv

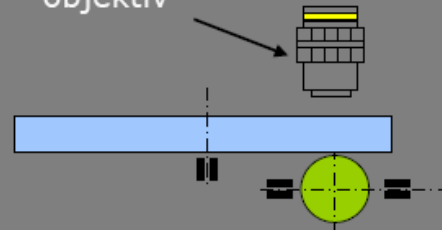
PZT posuv



Kolorimetrická interferometrie



objektiv



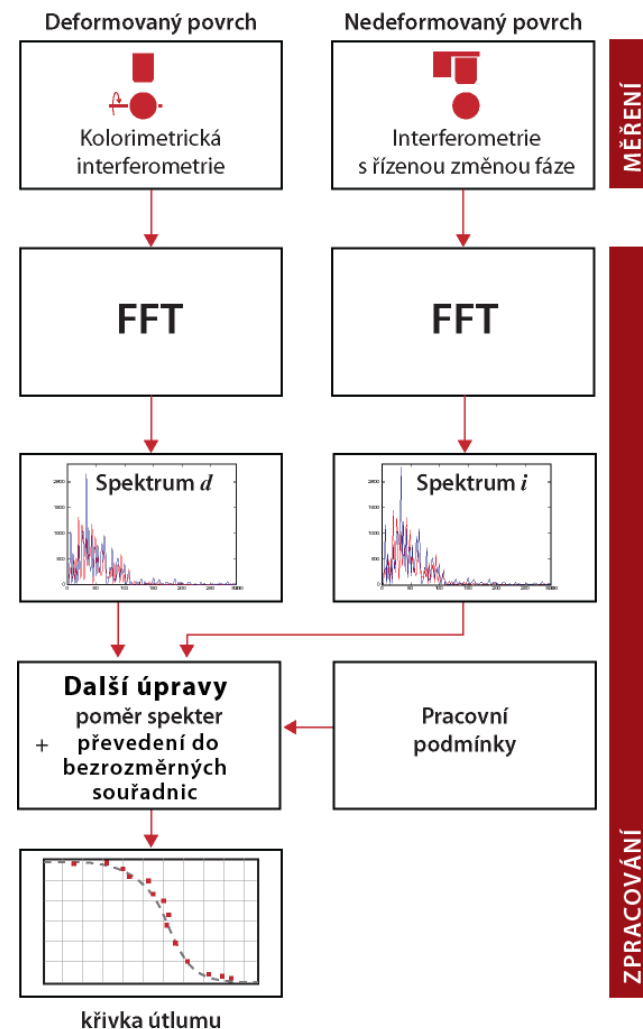
Metodika experimentálního studia

Měření

- Vstupní data – stejný rastr (snímáno jednou kamera)
- Kalibrace rastru kamery

Zpracování

- Má vysoký význam
- Aplikace Furierova transformace
- Interpretace výsledků FFT



Vyhodnocení metodiky

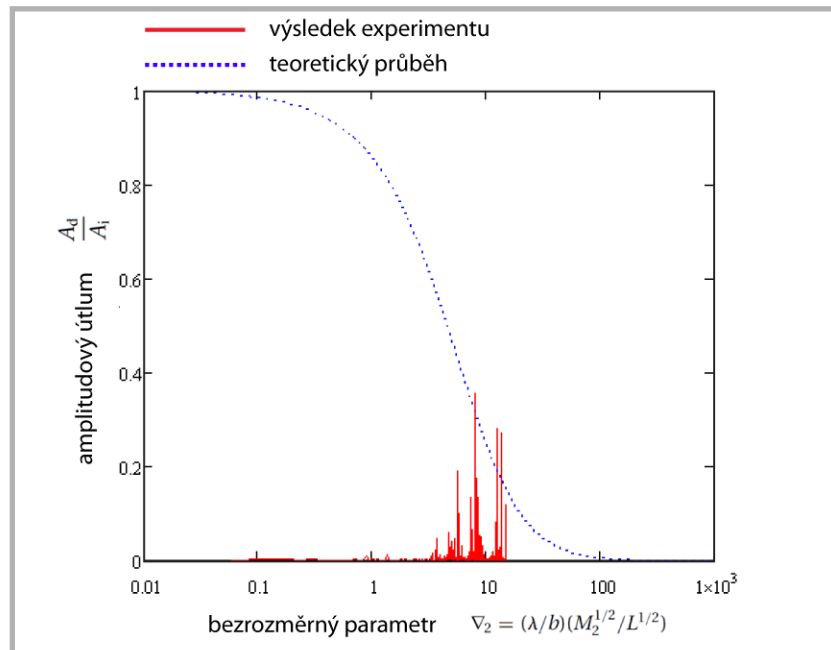
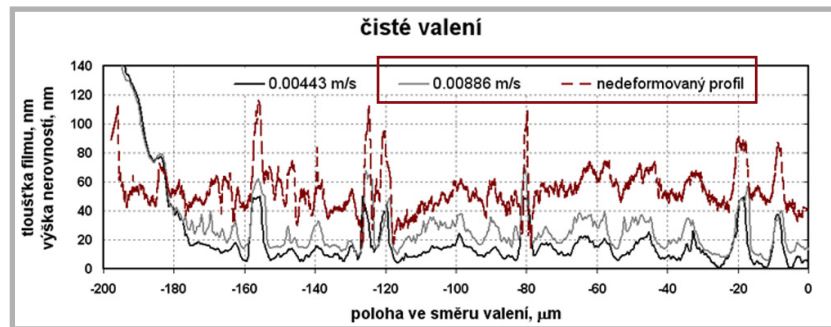
- Využití programového balíku MatLab
- Zpracování jednoho řezu

Výsledek

- Základní přehled o výstupu z měření

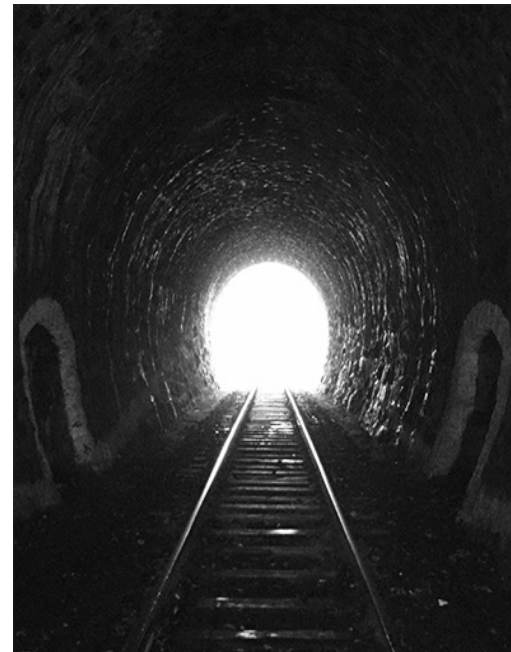
→ Postup další práce

- Vyhodnocení více řezů
 - průměr výsledků – detailnější křivka
- Kombinace výsledků za různých prac. podmínkách
 - větší rozsah získaných dat
- Provedení dalších měření
 - měření stejným rastrem (kamerou)



Závěr

- Realizována metodika zpracování, převedení do bezrozměrných souřadnic
 - In-situ metodika měření
 - První experimenty
- Stanoven postup pro další práci





Děkuji za pozornost