

URČENÍ FAKTORU INTENZITY NAPĚTÍ

VEDOUCÍ PRÁCE

PROF. ING. MILAN JIRÁSEK, DRSC.

Karel Mikeš



OSNOVA

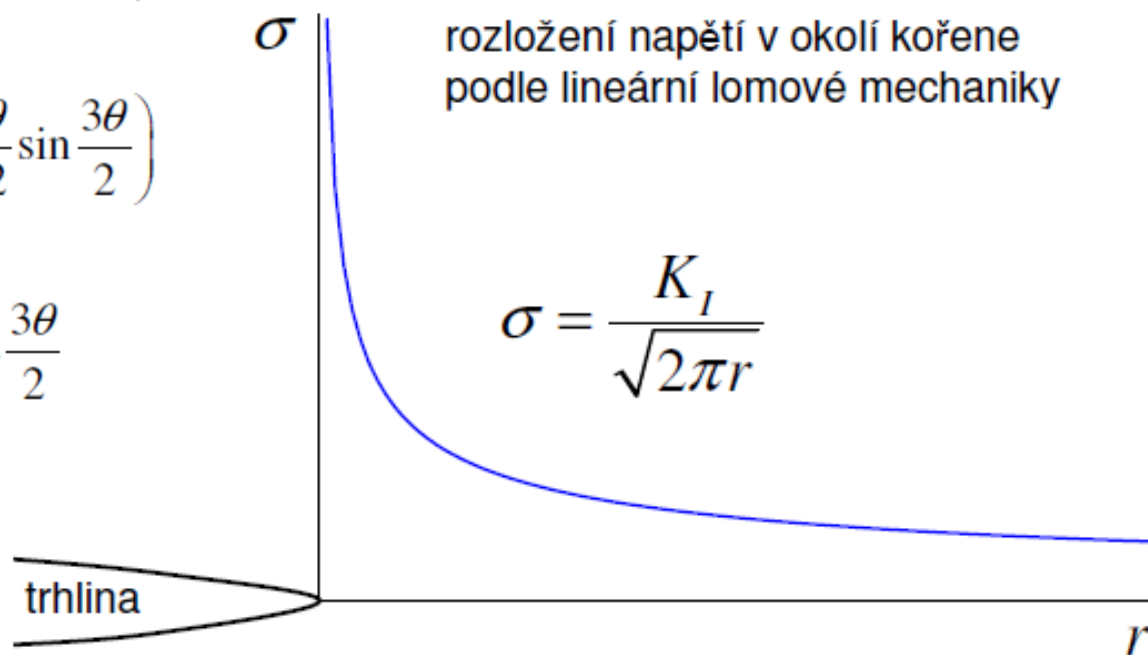
- Veličina faktor intenzity napětí
- Výpočetní model
- Přibližné vzorce
- Výpočet z faktoru intenzity napětí
 - z hodnot napětí
 - z reakcí v uzlech
 - z tvaru rozevření trhliny
 - pomocí globálního energetického kritéria
 - pomocí J-integrálu
- Závěr

FAKTOR INTENZITY NAPĚTÍ

$$\sigma_y(r, \theta) \approx \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right)$$

$$\sigma_x(r, \theta) \approx \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right)$$

$$\tau_{xy}(r, \theta) \approx \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}$$

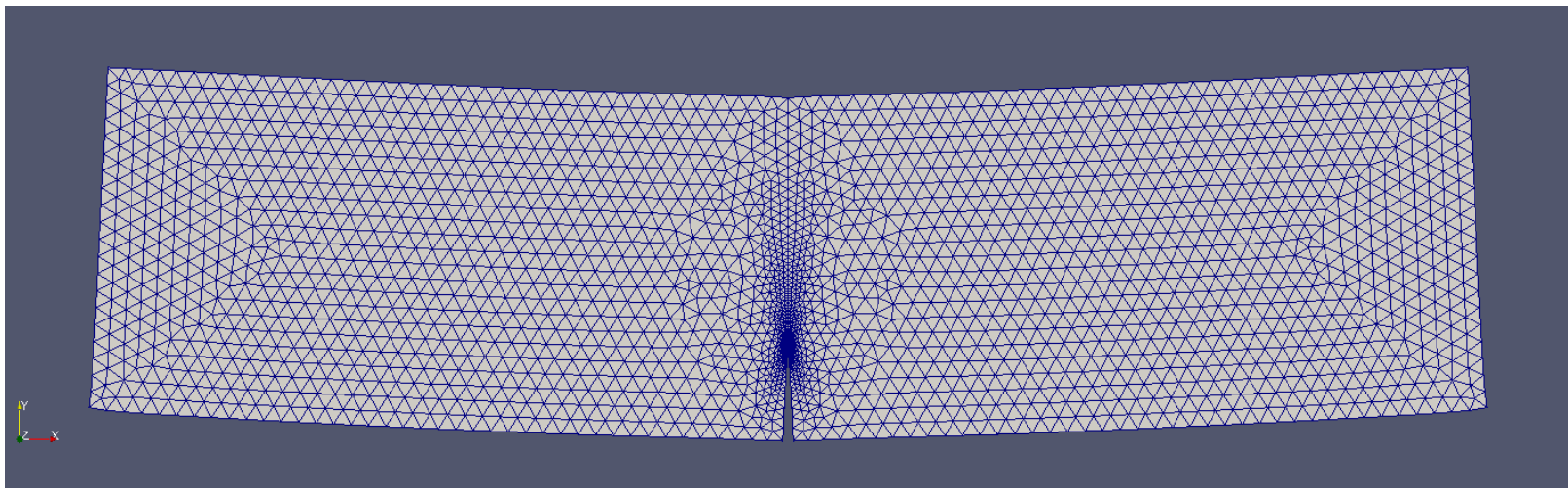
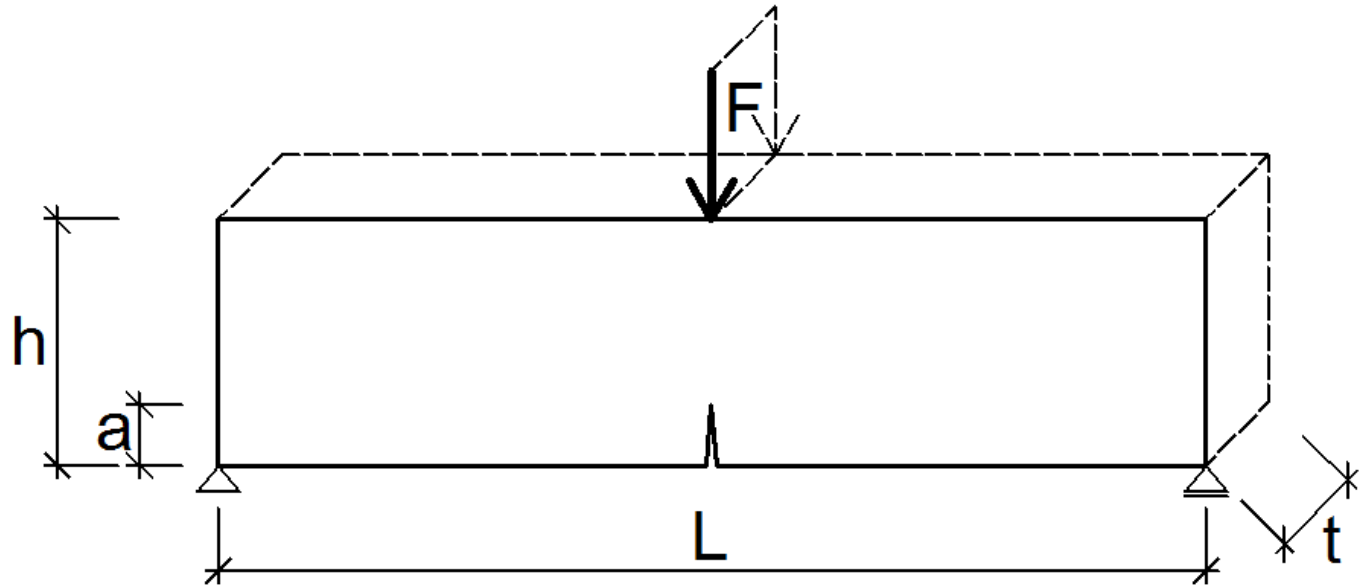


$$K_I \left[\text{Nm}^{-3/2} \right]$$

MODEL

$$L/h = 4$$

$$\alpha = a/h$$



Lineární/kvadratické prvky

PŘIBLIŽNÉ VZORCE

Skriptum přetváření a porušování materiálu:

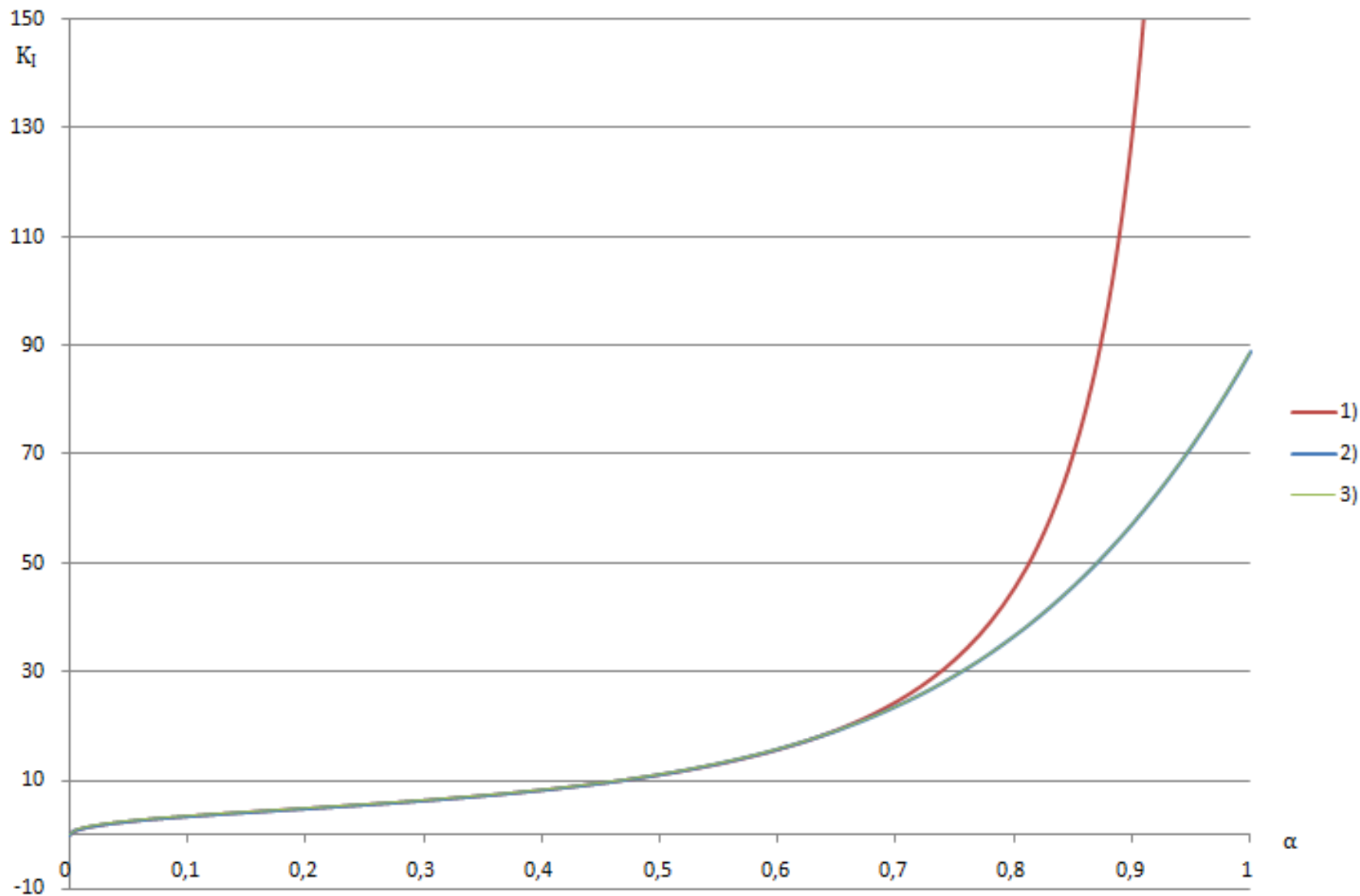
$$K_I = \frac{3FL}{2th^{3/2}} \left(\frac{1,9 + \alpha [0,089 - 0,603(1-\alpha) + 0,441(1-\alpha)^2 - 1,223(1-\alpha)^3]}{(1+2\alpha)(1-\alpha)^{3/2}} \sqrt{\alpha} \right) \quad (1)$$

$$K_I = \frac{FL}{th^{3/2}} (2,9\alpha^{1/2} - 4,6\alpha^{3/2} + 21,8\alpha^{5/2} - 37,6\alpha^{7/2} + 38,7\alpha^{9/2}) \quad (2)$$

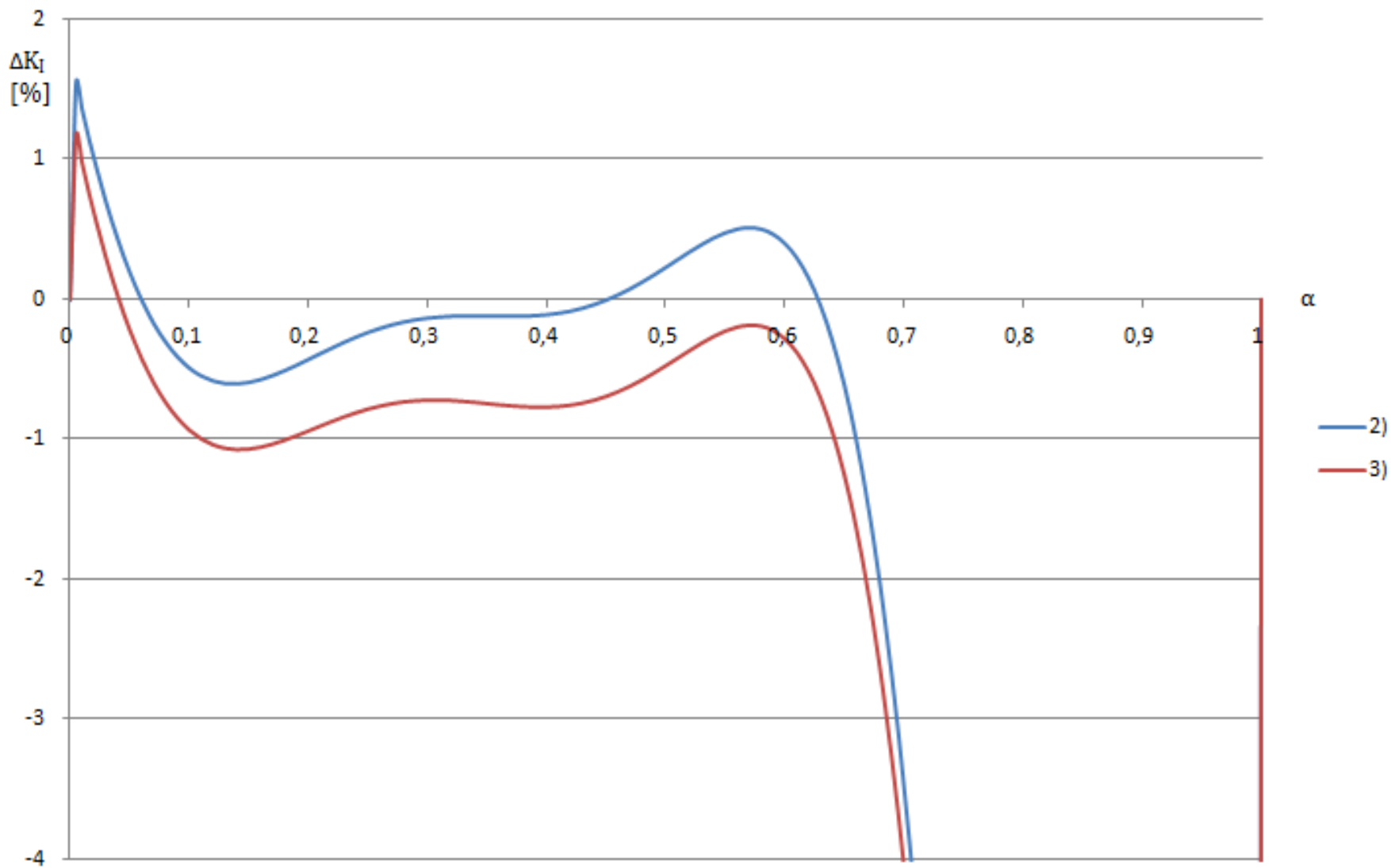
Introduction to Fracture Mechanics:

$$K_I = \frac{4F\sqrt{\pi}}{t\sqrt{h}} (1,63\alpha^{1/2} - 2,6\alpha^{3/2} + 12,3\alpha^{5/2} - 21,3\alpha^{7/2} + 21,9\alpha^{9/2}) \quad (3)$$

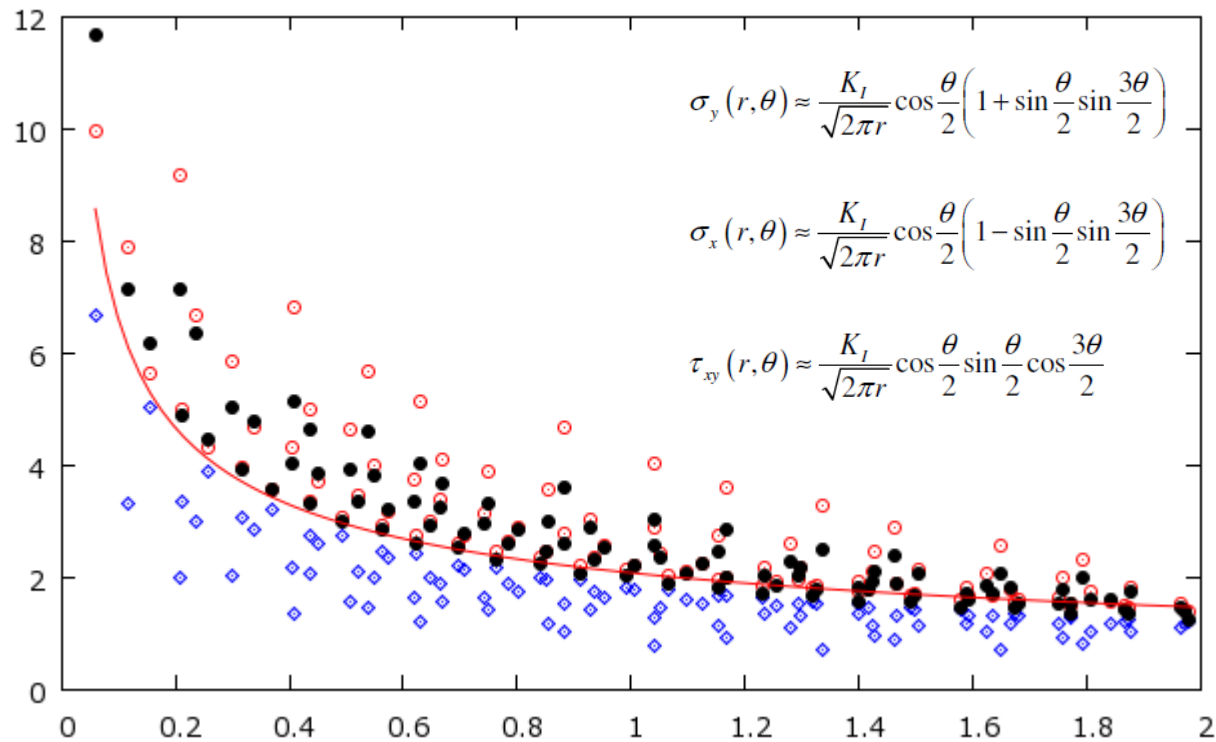
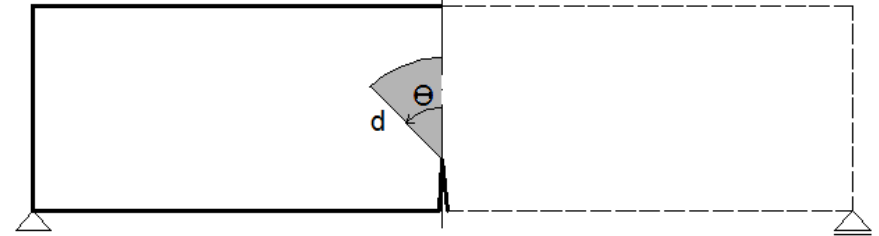
PŘIBLIŽNÉ VZORCE - POROVNÁNÍ



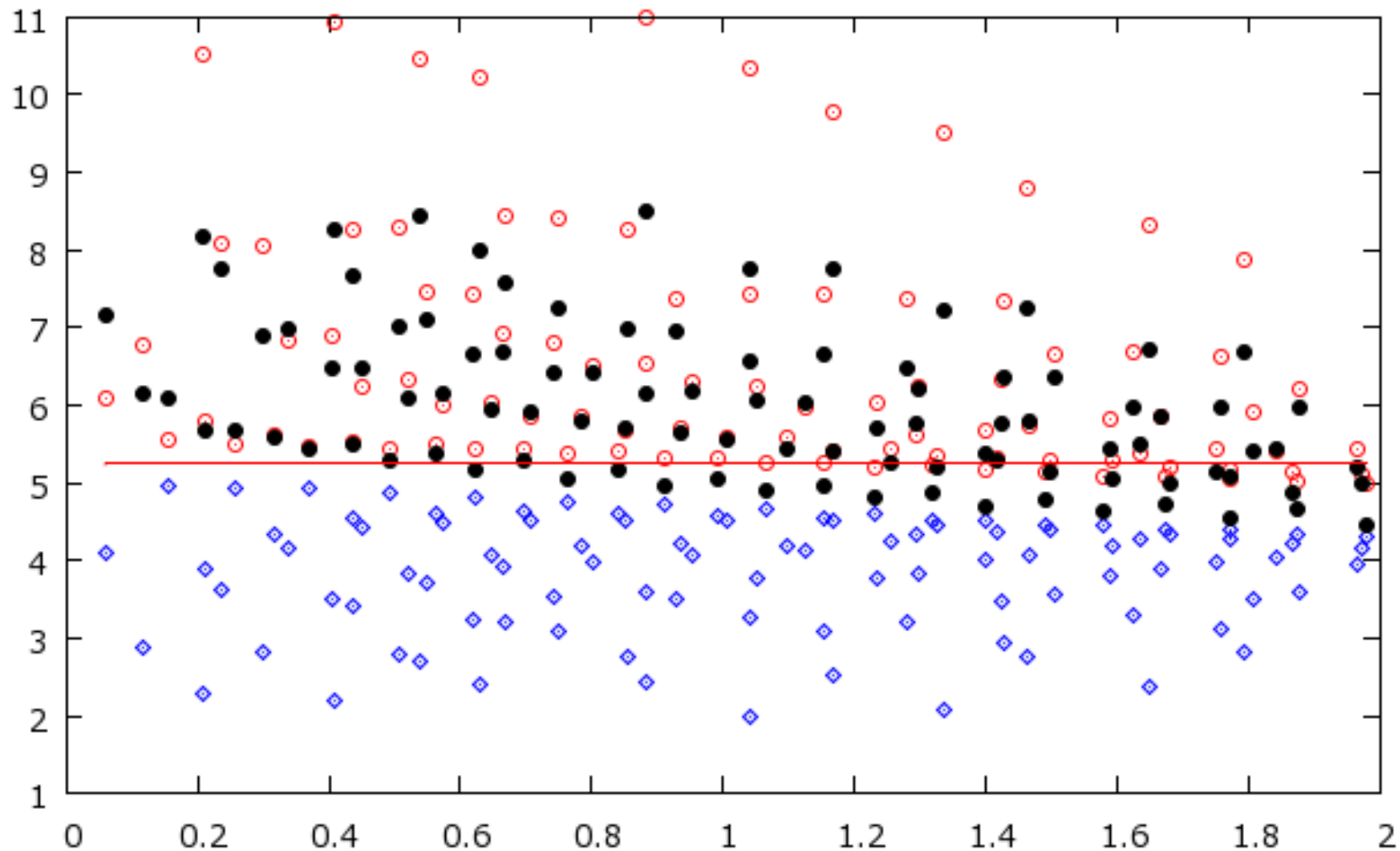
PŘIBLIŽNÉ VZORCE - POROVNÁNÍ



VÝPOČET K_I Z HODNOT NAPĚTÍ



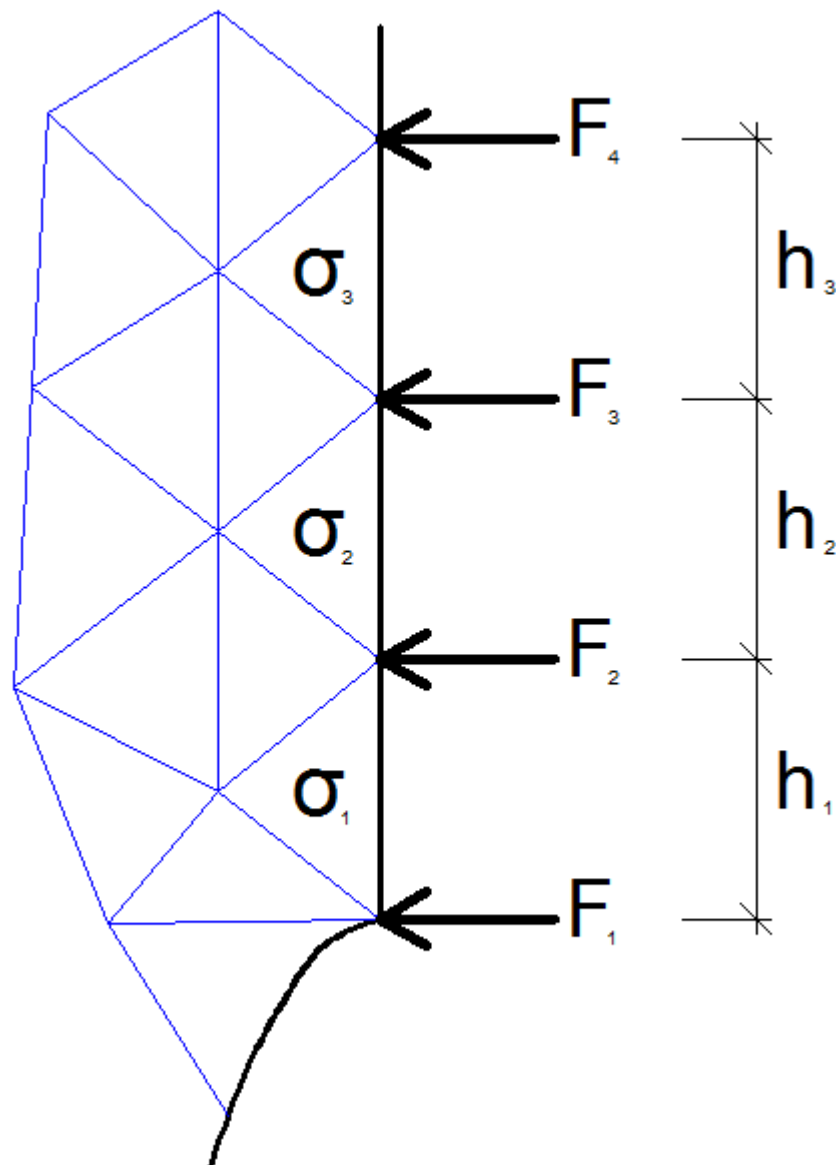
VÝPOČET K_I Z HODNOT NAPĚTÍ - VÝSLEDKY



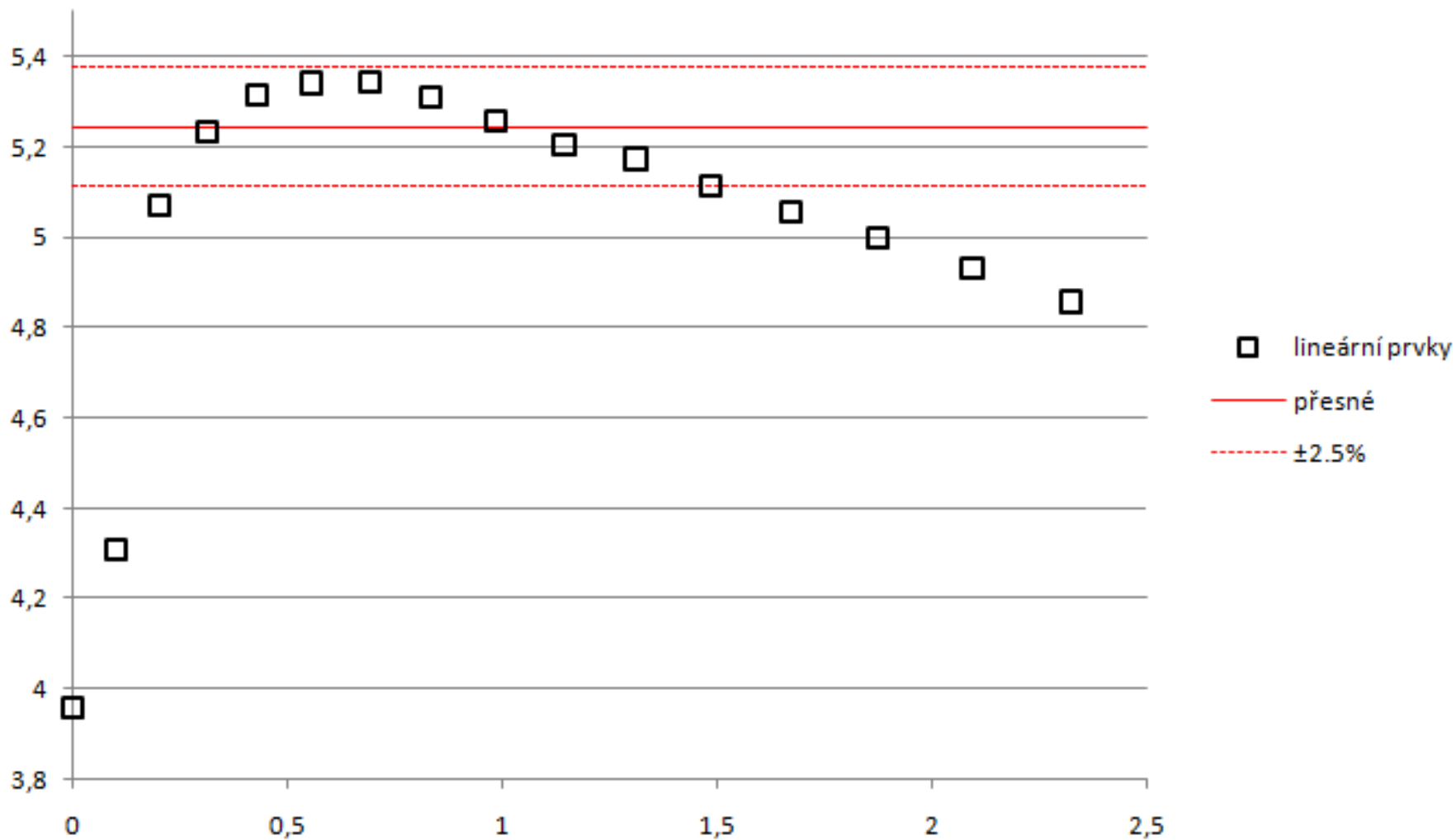
VÝPOČET K_I Z REAKCÍ V UZLECH

$$F_i = \int_0^{h_i} N_i(r) \sigma_i(r) dr + \int_0^{h_{i-1}} N_{i-1}(r) \sigma_{i-1}(r) dr$$

$$\sigma(r) \approx \frac{K_I}{\sqrt{2\pi}}$$

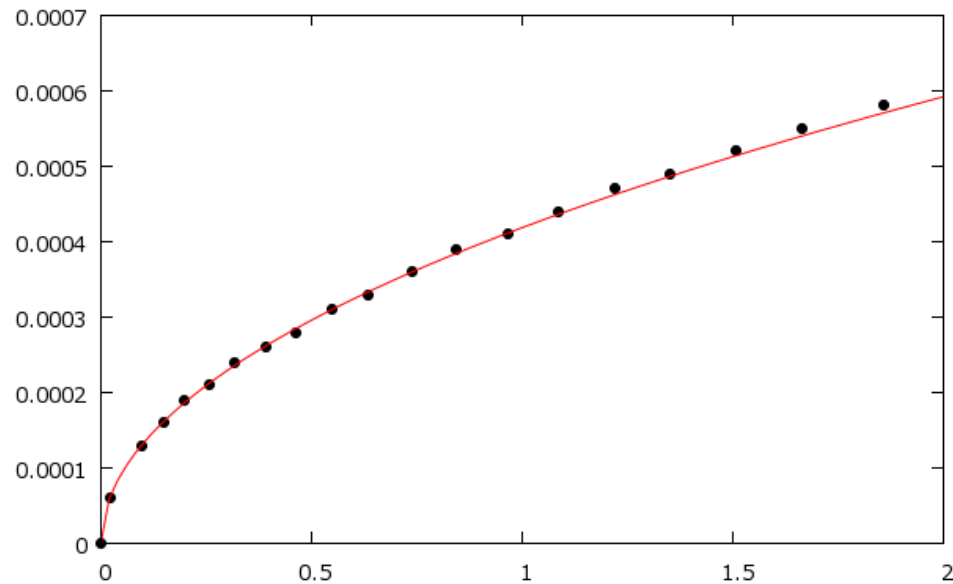
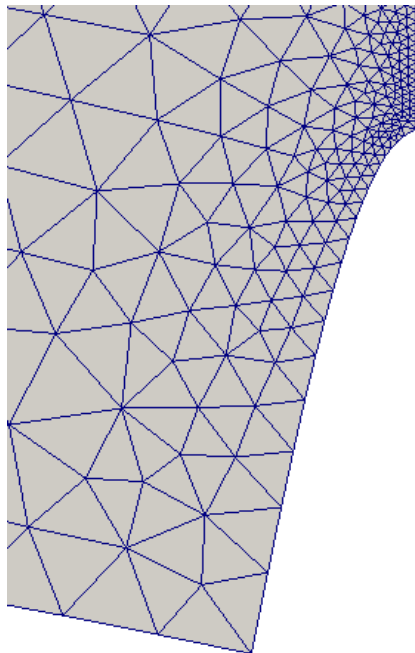
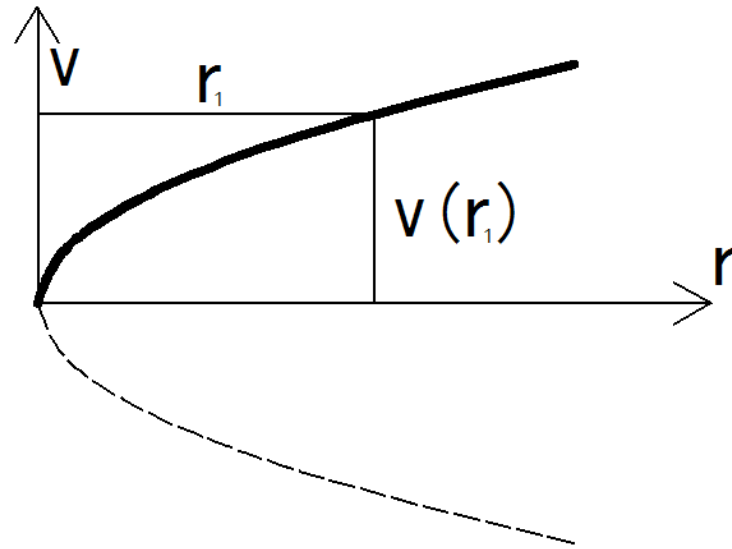


VÝPOČET K_I Z REAKCÍ V UZLECH - VÝSLEDKY

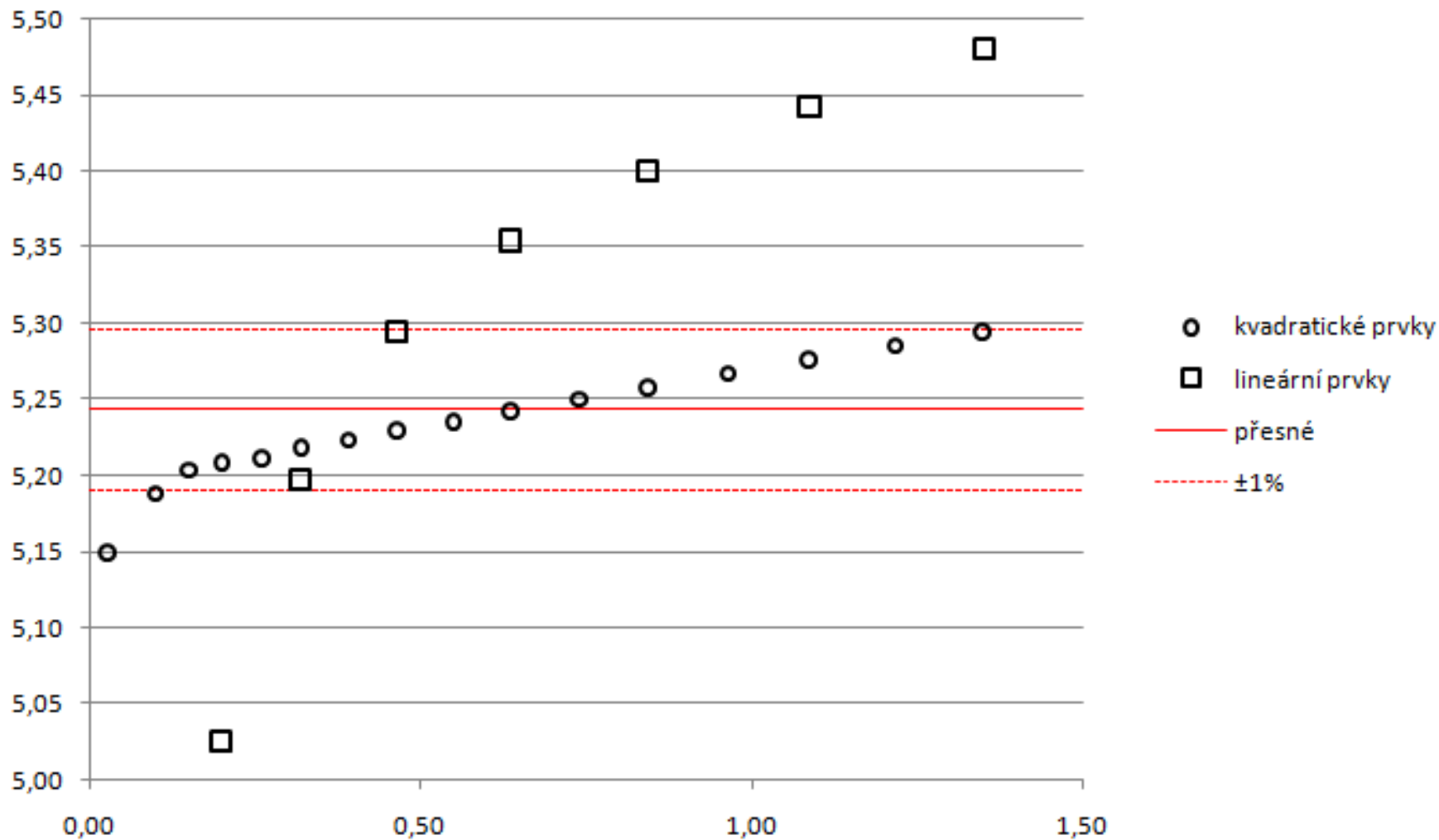


VÝPOČET K_I Z TVARU ROZEVŘENÍ TRHLINY

$$v(r) = \frac{K_I 4(1-\nu)}{E\sqrt{2\pi}} \sqrt{r}$$



VÝPOČET K_I Z ROZEVŘENÍ TRHLINY - VÝSLEDKY



VÝPOČET K_I POMOCÍ GLOBÁLNÍHO KRITÉRIA

$$W_e(u, a) - W_e(u, a + da) = G_f t da$$

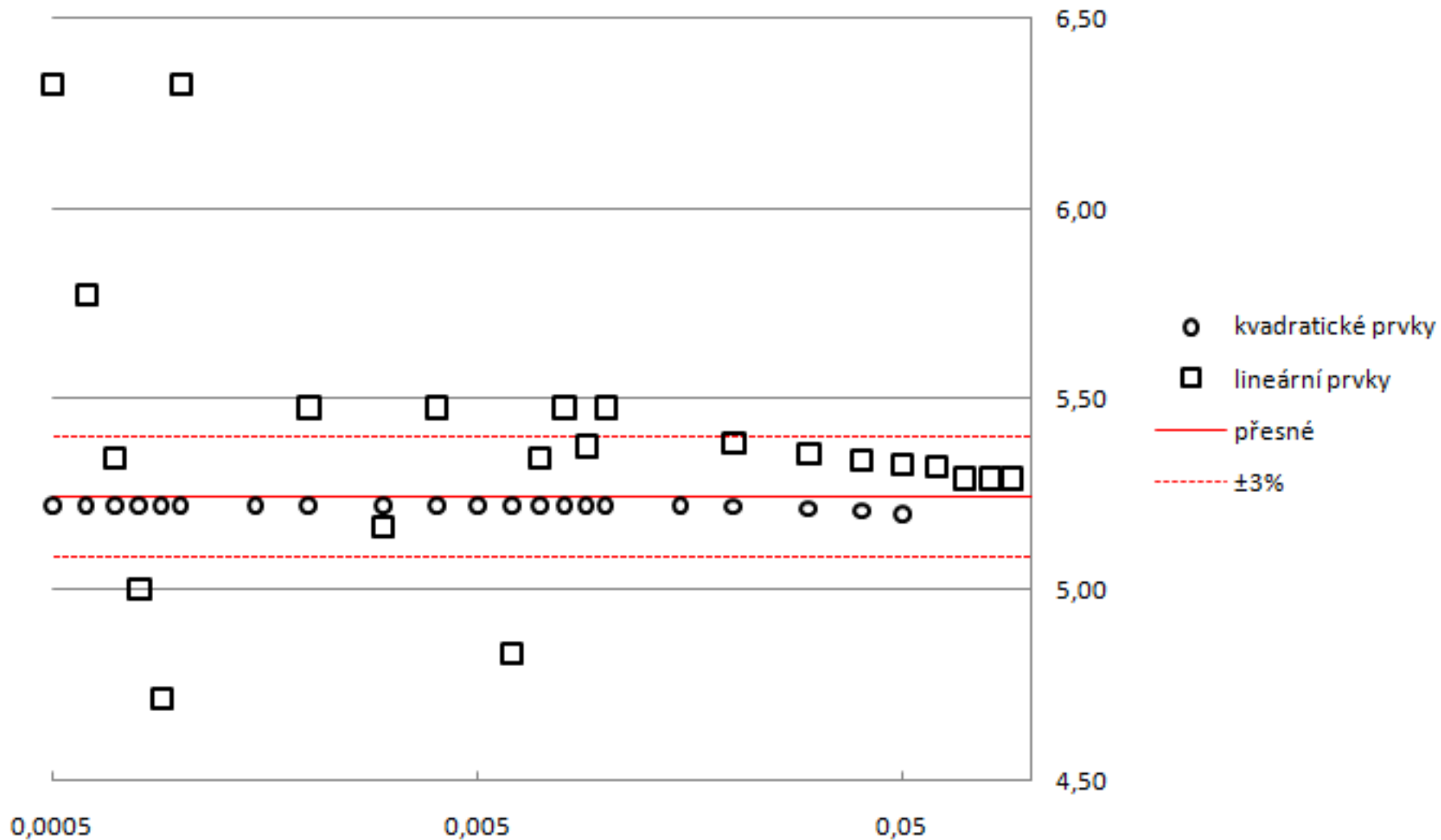
$$-\frac{1}{t} \frac{\partial W_e(u, a)}{\partial a} = \mathcal{G}$$

\mathcal{G} hnací síla trhliny [J/m² = N/m]

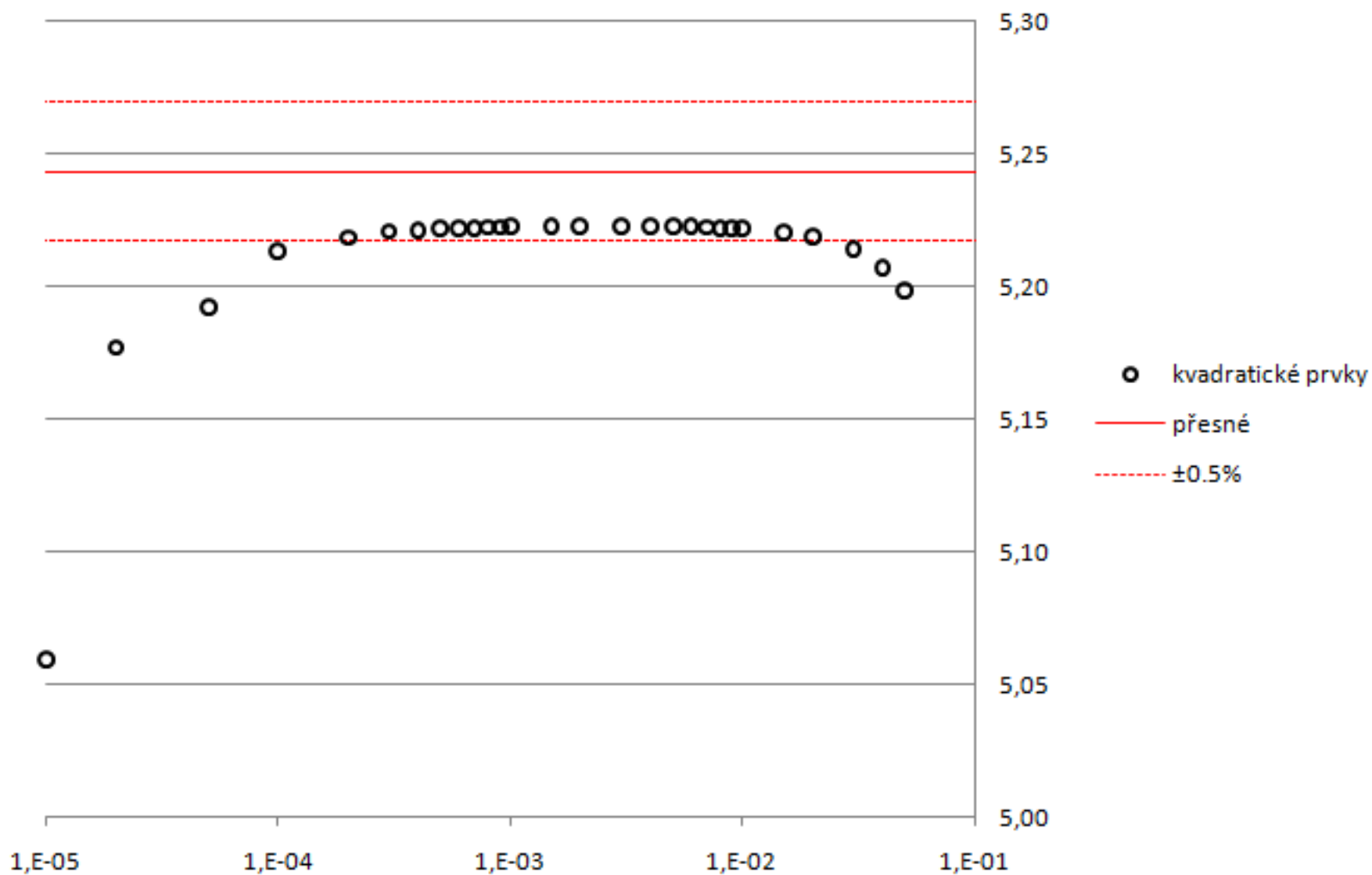
Energie pružné deformace uvolněná při šíření trhliny, vztažená na jednotku nove vytvořené plochy trhliny

$$\mathcal{G} = \frac{K_I^2}{2E}$$

VÝPOČET K_I POMOCÍ GLOB. KRITÉRIA - VÝSLEDKY



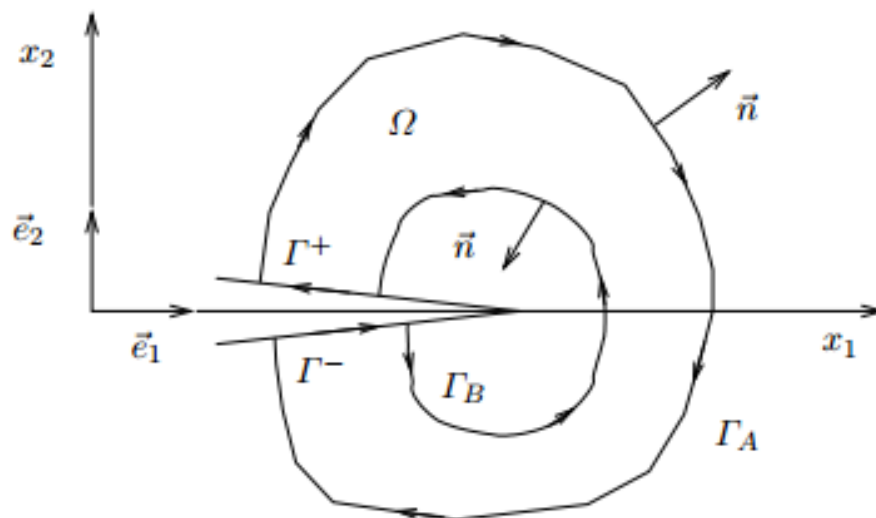
VÝPOČET K_I POMOCÍ GLOB. KRITÉRIA - VÝSLEDKY



VÝPOČET K_I POMOCÍ J-INTEGRÁLU

Definice:

$$J := \int_{\Gamma} \left(W \, dx_2 - \mathbf{t} \cdot \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x_1} \, ds \right)$$



Vlastnosti:

$$\oint_{\Gamma} (\dots) = 0$$

$$\int_{\Gamma_A} (\dots) = \int_{\Gamma_B} (\dots) = \mathcal{G} = \frac{K_I^2}{2E}$$

ZÁVĚR:

- Převedeno několik způsobů
- Nejlepší výsledek pomocí globálního energetického kritéria
- Lepší výsledky dosaženy s použitím kvadratických prvků

Děkuji za pozornost