

# Chování tlačného prutu

Edita Dvořáková

Vedoucí práce:  
prof. Ing. Milan Jirásek, DrSc.

Přetváření a porušování materiálů

## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

- Zadání úlohy



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- **Mezní pružný stav**
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

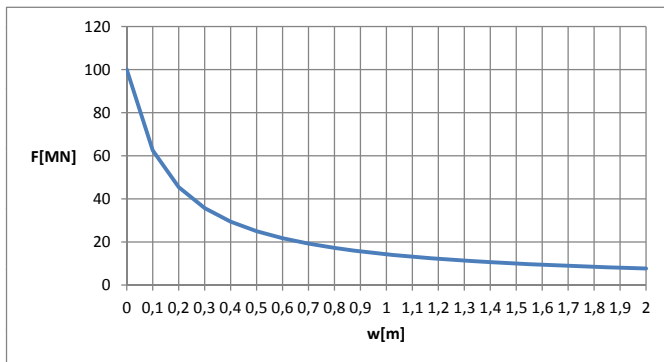
$$\frac{F}{A} + \frac{M h}{I 2} = \sigma_0$$

$$\frac{F}{bh} + \frac{6F\tilde{w}}{bh^2} = \sigma_0$$

$$Fh + 6F\tilde{w} = bh^2\sigma_0$$

$$F = \frac{bh^2\sigma_0}{h + 6\tilde{w}}$$

- Mezní pružný stav



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- **Mezní plastický stav**
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr



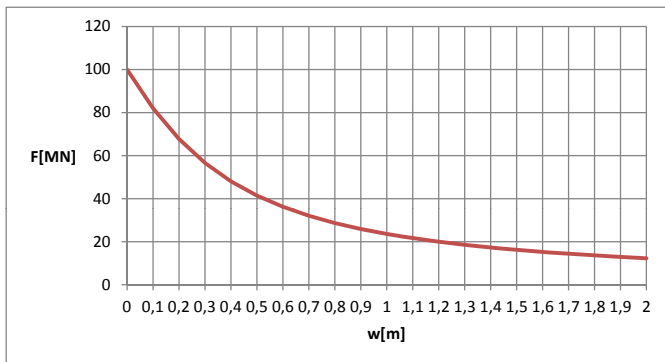
$$M = M_{pl} - \frac{F^2}{4\sigma_0 h}$$

$$F\tilde{w} = \frac{bh^2\sigma_0}{4} - \frac{F^2}{4\sigma_0 h}$$

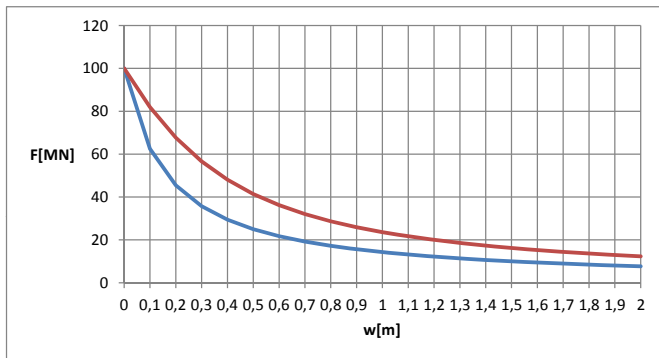
$$F^2 + 4\sigma_0 h\tilde{w}F - bh^3\sigma_0^2 = 0$$

$$F = \frac{-4\sigma_0 h\tilde{w} \pm \sqrt{(4\sigma_0 h\tilde{w})^2 + 4bh^3\sigma_0^2}}{2}$$

- Mezní plastický stav



## ● Porovnání



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

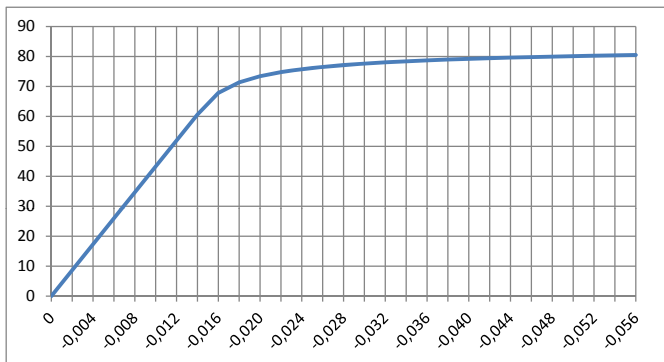
- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

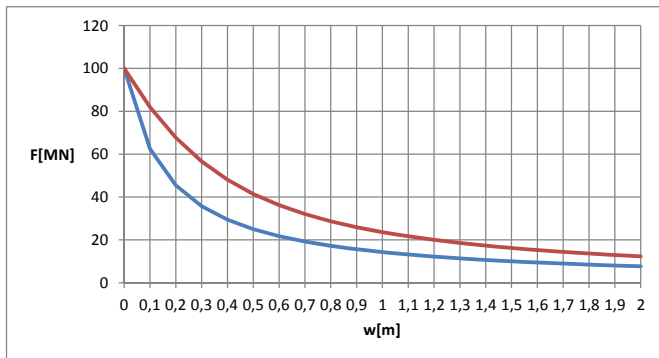
- Model



- Výpočet v Oofemu



## ● Porovnání



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- **Vybočení prutu**
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr



$$w_0(x) = \tilde{w}_0 \left( 1 - \cos \left( \frac{\pi x}{2L} \right) \right)$$

$$\begin{aligned} M(x) &= F(w_0(x) - \tilde{w}_0) \\ &= -F\tilde{w}_0 \cos \left( \frac{\pi x}{2L} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta w''(x) &= -\frac{M}{EI} \\ \Delta w''(x) &= \frac{F\tilde{w}_0}{EI} \cos \left( \frac{\pi x}{2L} \right) \end{aligned}$$

$$\Delta w(x) = \frac{F}{EI} \frac{4L^2}{\pi^2} w_0(x)$$

## Deformovaný tvar

$$w(x) = \tilde{w} \left( 1 - \cos \left( \frac{\pi x}{2L} \right) \right)$$

$$\begin{aligned} M(x) &= F(w(x) - \tilde{w}) \\ &= -F\tilde{w}_0 \cos \left( \frac{\pi x}{2L} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta w''(x) &= -\frac{M}{EI} \\ \Delta w''(x) &= \frac{F\tilde{w}}{EI} \cos \left( \frac{\pi x}{2L} \right) \end{aligned}$$

$$\Delta w(x) = \frac{F}{EI} \frac{4L^2}{\pi^2} w(x)$$

## Přírutek od zatížení

$$w(x) - w_0(x) = \frac{F}{EI} \frac{4L^2}{\pi^2} w(x)$$

$$w(x) = \frac{EI\pi^2}{EI\pi^2 - 4FL^2} w_0(x)$$

$$\tilde{w} = \frac{EI\pi^2}{EI\pi^2 - 4FL^2} \tilde{w}_0$$

## Kritické břemeno

$$F \rightarrow \frac{EI\pi^2}{4L^2}$$

## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- **Mezní pružný stav**
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

$$\frac{F}{A} + \frac{M h}{I 2} = \sigma_0$$

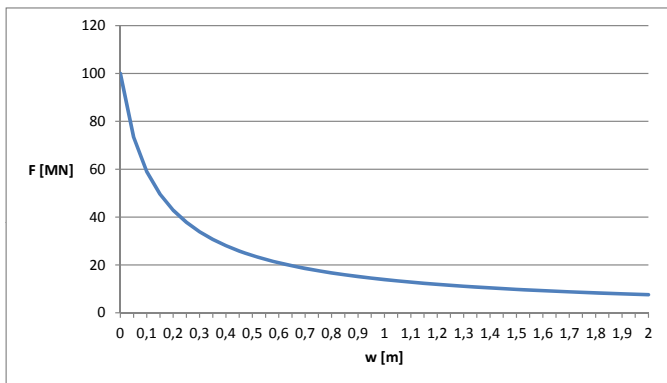
$$\frac{F}{bh} + \frac{6F\tilde{w}}{bh^2} = \sigma_0$$

$$Fh + 6F\tilde{w} = bh^2\sigma_0$$

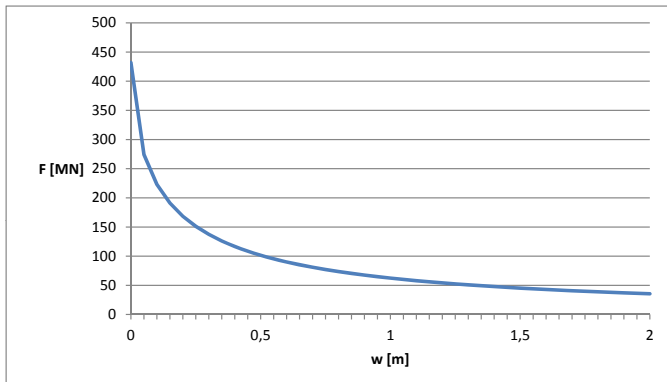
$$\tilde{w} = \frac{EI\pi^2}{EI\pi^2 - 4FL^2} \tilde{w}_0$$

$$48L^2F^2 - (48L^2bh\sigma_0 + E\pi^2bh^3 + 6E\pi^2bh^2\tilde{w}_0)F + \sigma_0E\pi^2b^2h^4 = 0$$

- Mezní pružný stav



- Mezní pružný stav



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- **Mezní plastický stav**
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr



$$M = M_{pl} - \frac{F^2}{4\sigma_0 h}$$

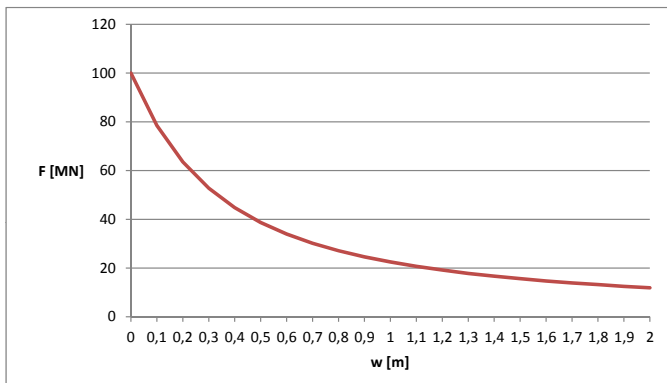
$$F\tilde{w} = \frac{bh^2\sigma_0}{4} - \frac{F^2}{4\sigma_0 h}$$

$$F^2 + 4\sigma_0 h\tilde{w}F - bh^3\sigma_0^2 = 0$$

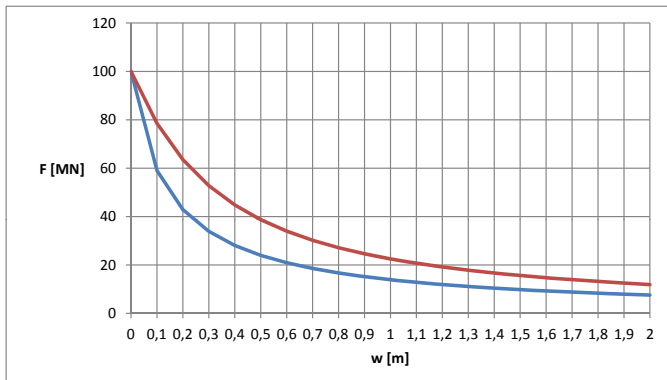
$$\tilde{w} = \frac{EI\pi^2}{EI\pi^2 - 4FL^2} \tilde{w}_0$$

$$48L^2 F^3 - bh^3 \pi^2 F^2 - (48L^2 bh^3 \sigma_0^2 + 4Ebh^4 \pi^2 \tilde{w}_0)F + Eb^2 h^6 \sigma_0^2 = 0$$

- Mezní plastický stav



## • Porovnání



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

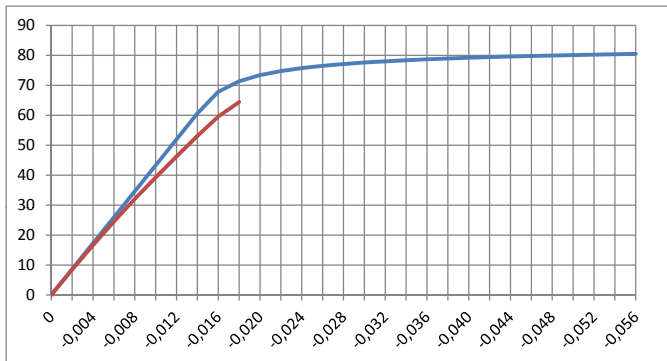
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

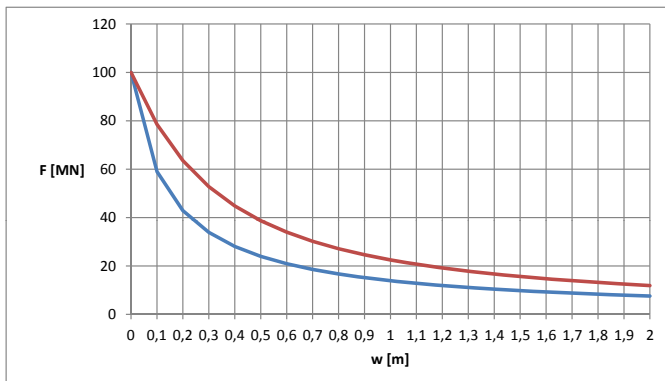
- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

- Výpočet v Oofemu



- Porovnání



## 1 Úloha

## 2 Výpočet I

- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 3 Výpočet II

- Vybočení prutu
- Mezní pružný stav
- Mezní plastický stav
- Výpočet v Oofemu

## 4 Závěr

## SHRNUTÍ:

- Výsledky podle očekávání
- Zkušenosti s programem Oofem
- Výpočet pod Windows



**Děkuji Vám za pozornost**