

# Diskrétní modelování styčníků s čelní deskou

Lukáš Gödrich  
Marta Kurejková  
František Wald



Úvod

## Motivace

Experiment  
T-průřezu

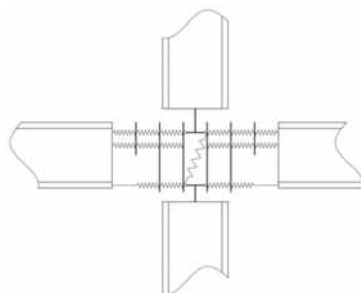
Analytický  
model  
T-průřezu

Numerické  
modely  
T-průřezu

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

### Metoda komponent



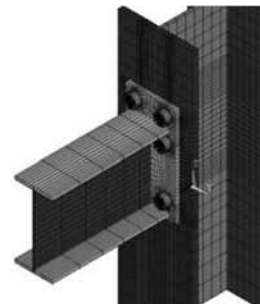
#### Výhody:

- Jednoduchost, rychlost
- ČSN EN 1993-1-8

#### Nevýhody:

- Pouze známé komponenty
- Omezení kombinace vnitřních sil

### Metoda konečných prvků



#### Výhody:

- Libovolná geometrie
- Libovolná kombinace vnitřních sil

#### Nevýhody:

- Časově náročná tvorba numerického modelu a výpočtu
- Nelinearity
- Otázka posouzení výsledků

Úvod

# Experiment T-průřezu

Experiment T-průřezu

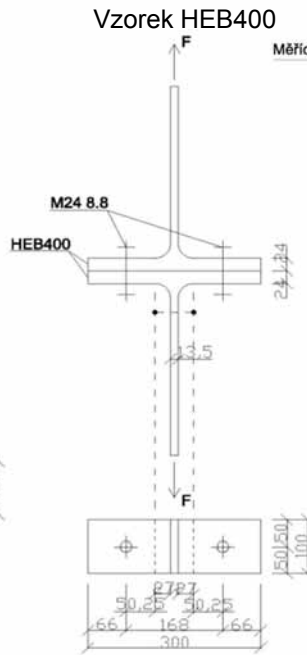
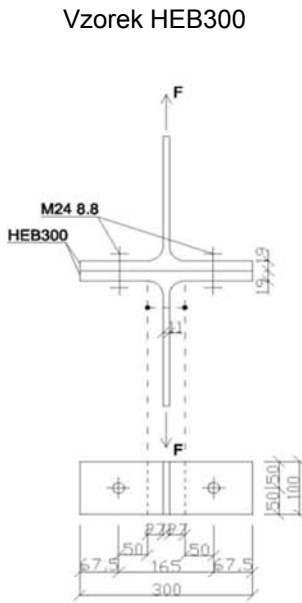
Analytický model T-průřezu

Numerické modely T-průřezu

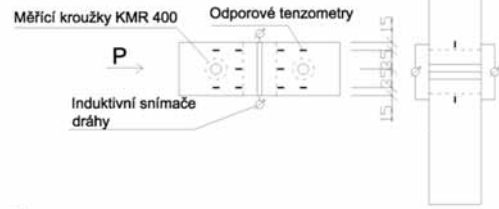
Parametrická studie rámového rohu

Závěr

Experimentální vzorky



Rozmístění měřicích zařízení



Úvod

# Analytický model T-průřezu

Experiment T-průřezu

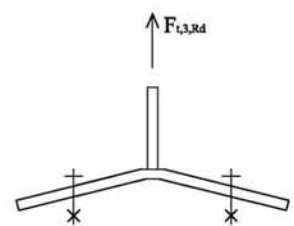
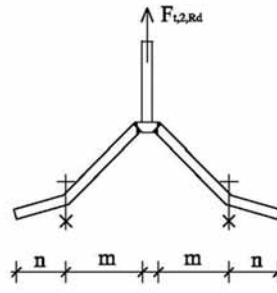
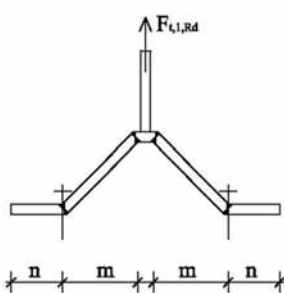
Analytický model T-průřezu

Numerické modely T-průřezu

Parametrická studie rámového rohu

Závěr

3 způsoby porušení:



$$F_{t,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

$$F_{t,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + 2nF_{t,Rd}}{m + n}$$

$$F_{t,3,Rd} = 2F_{t,Rd}$$

$$F_{t,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$$

Úvod

Experiment  
T-průřezu

Analytický  
model  
T-průřezu

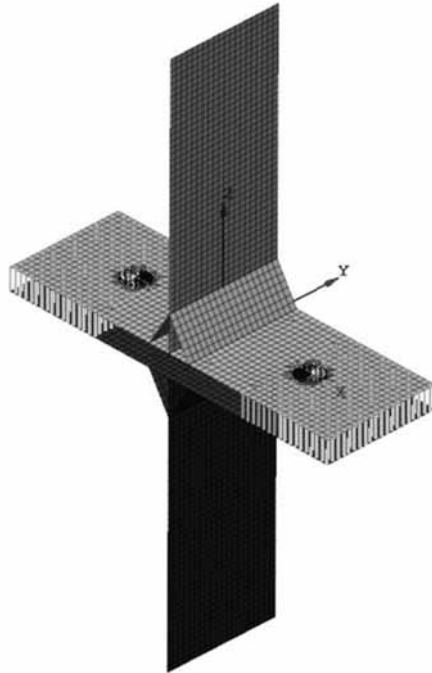
**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

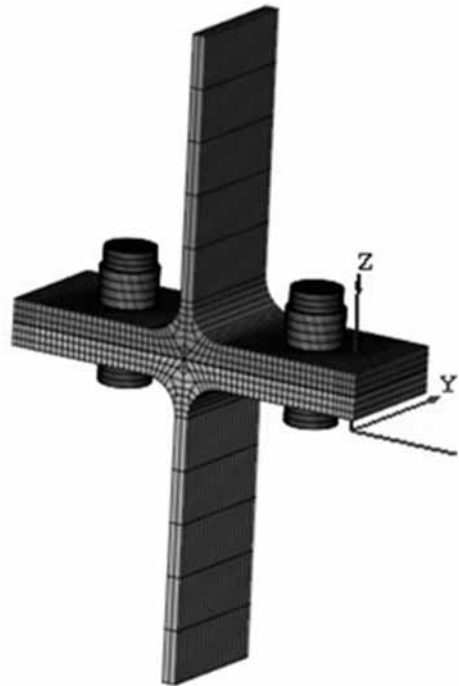
Závěr

# Numerické modely T-průřezu

Desko-stěnový model



Podrobný model



Úvod

Experiment  
T-průřezu

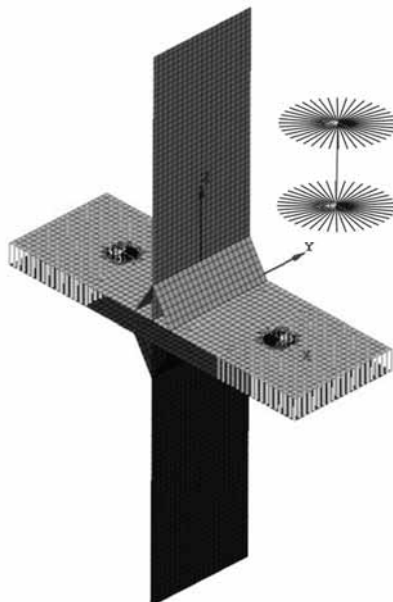
Analytický  
model  
T-průřezu

**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

# Desko-stěnový model T-průřezu



❖ T-Průřez:

- Desko-stěnové prvky
- Výztužné plochy

❖ Šrouby:

- Prutové prvky
- Tuhé prvky na koncích

❖ Kontakt mezi pásnicemi:

- Lineární pouze tlakové pružiny
- Na obou pásnicích shodná síť

Úvod

# Podrobný model T-průřezu

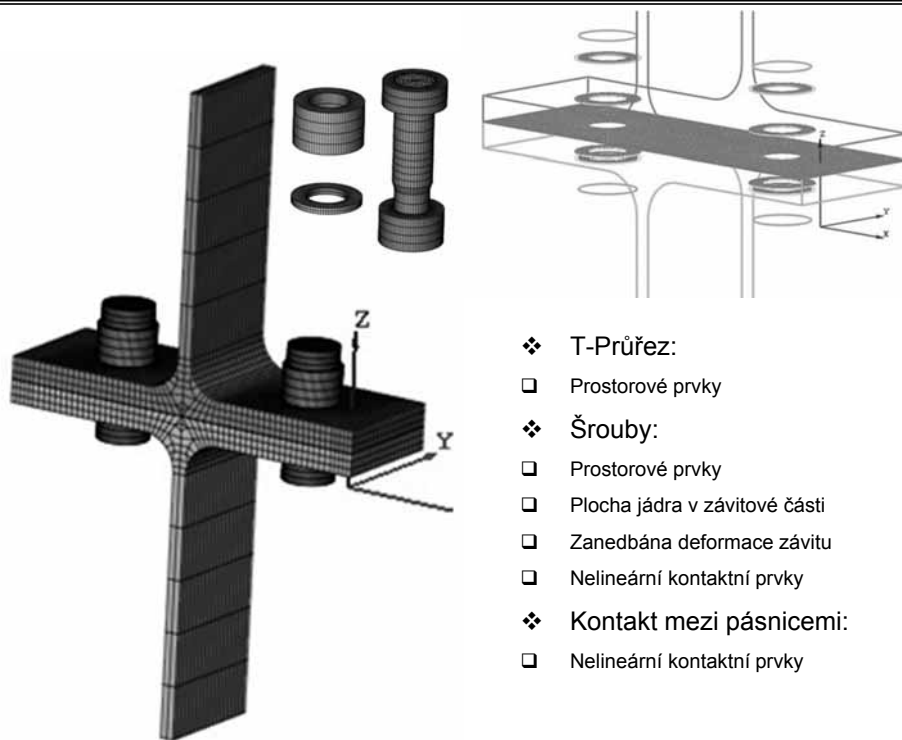
Experiment  
T-průřezu

Analytický  
model  
T-průřezu

**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr



- ❖ T-Průřez:
  - Prostorové prvky
- ❖ Šrouby:
  - Prostorové prvky
  - Plocha jádra v závitové části
  - Zanedbána deformace závitů
  - Nelineární kontaktní prvky
- ❖ Kontakt mezi pásnicemi:
  - Nelineární kontaktní prvky

Úvod

# Validace numerických modelů

Experiment  
T-průřezu

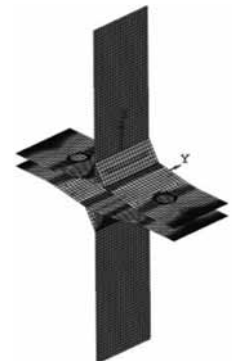
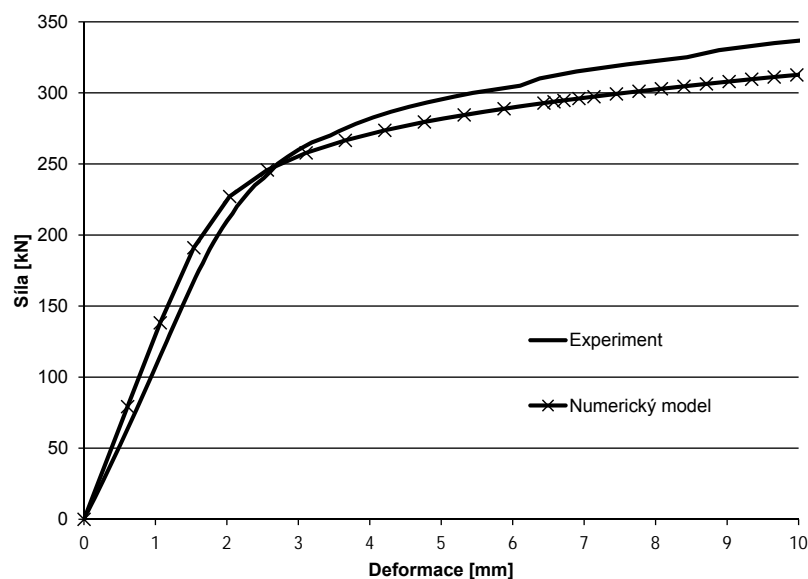
Analytický  
model  
T-průřezu

**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

Desko-stěnový model – deformace T-průřezu, vzorek HEB300



Úvod

# Validace numerických modelů

Experiment  
T-průřezu

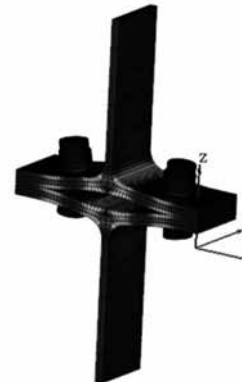
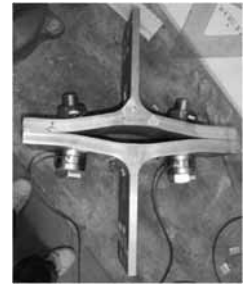
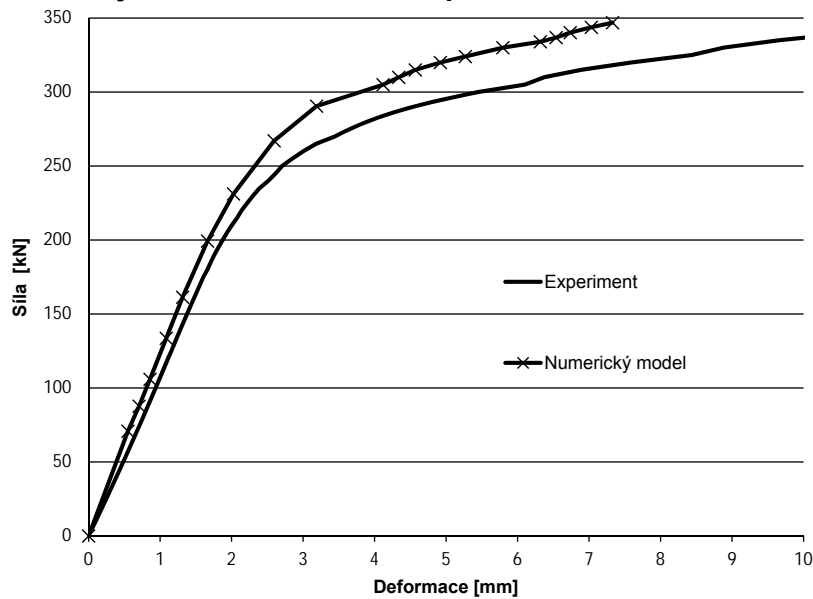
Analytický  
model  
T-průřezu

**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

## Podrobný model – deformace T-průřezu, vzorek HEB300



Úvod

# Verifikace numerických modelů

Experiment  
T-průřezu

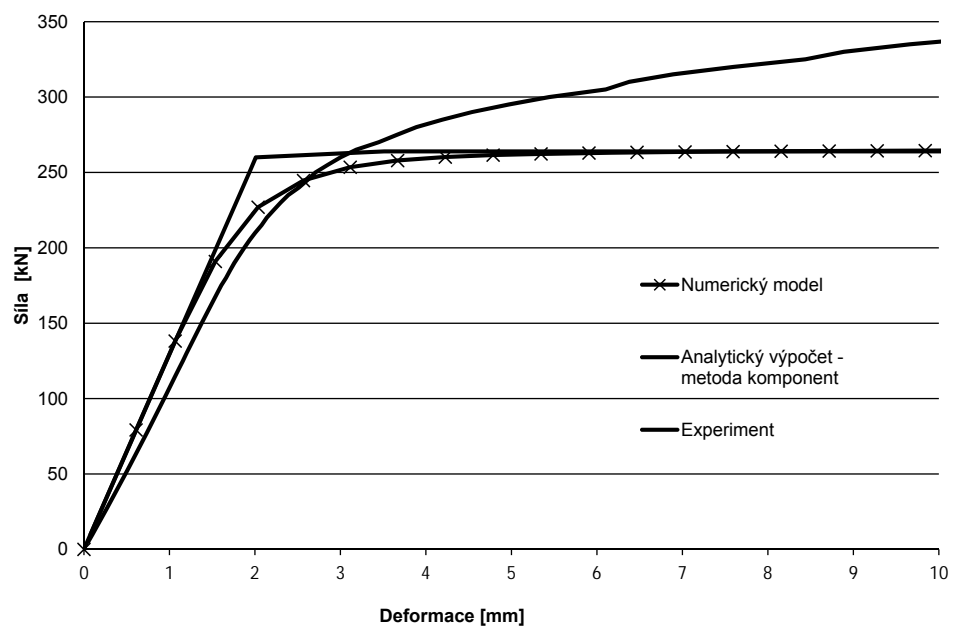
Analytický  
model  
T-průřezu

**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

## Desko-stěnový model s pružno-plastickým pracovním diagramem; vzorek HEB300



Úvod

# Numerické modely T-průřezu

Experiment  
T-průřezu

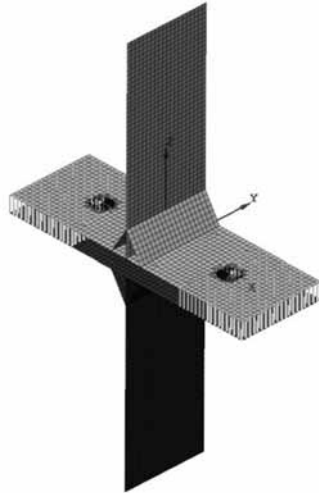
Analytický  
model  
T-průřezu

**Numerické  
modely  
T-průřezu**

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

## Desko-stěnový model

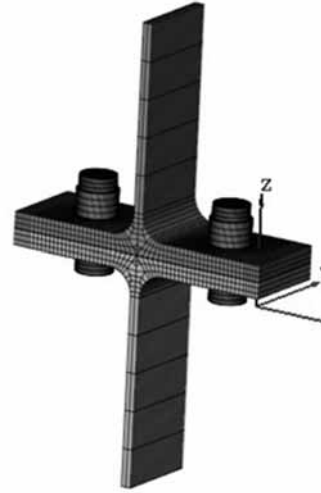


Tvorba modelu – cca 45 minut

Doba výpočtu – cca 10 minut

Počet prvků – 4914

## Podrobný model



Tvorba modelu – cca 2,5 hodiny

Doba výpočtu – cca 1,5 hodiny

Počet prvků – 35216

Úvod

# Parametrická studie rámového rohu

Experiment  
T-průřezu

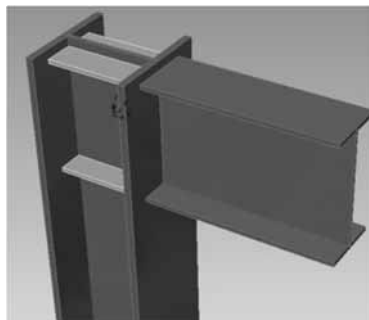
Analytický  
model  
T-průřezu

Numerické  
modely  
T-průřezu

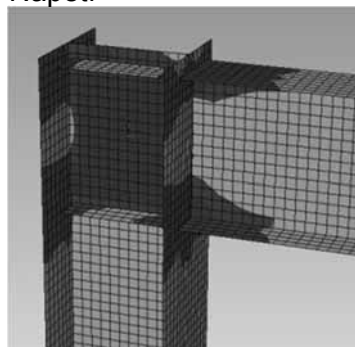
**Parametrická  
studie  
rámového  
rohu**

Závěr

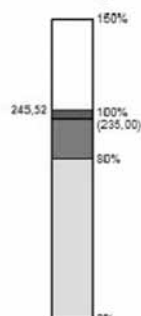
## MKP Software pro návrh styčnicků



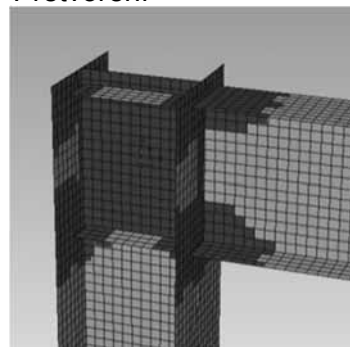
### Napětí



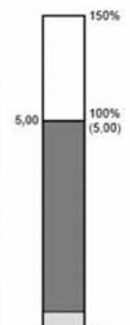
stress check [MPa]



### Přetvoření



strain check [%]



Úvod

# Parametrická studie rámového rohu

Experiment  
T-průřezu

Analytický  
model  
T-průřezu

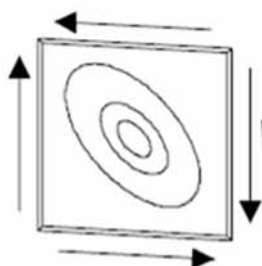
Numerické  
modely  
T-průřezu

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

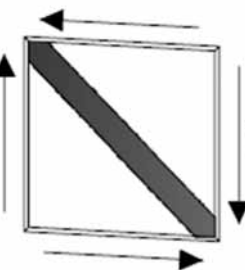
Závěr

## Analytický výpočet únosnosti stěny sloupu ve smyku

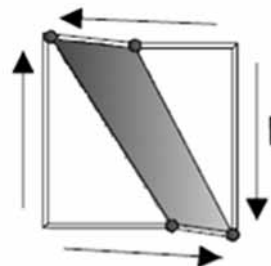
Panel ve smyku



Diagonála v tahu



Pásnice+výztuhy  
v ohybu



Úvod

# Parametrická studie rámového rohu

Experiment  
T-průřezu

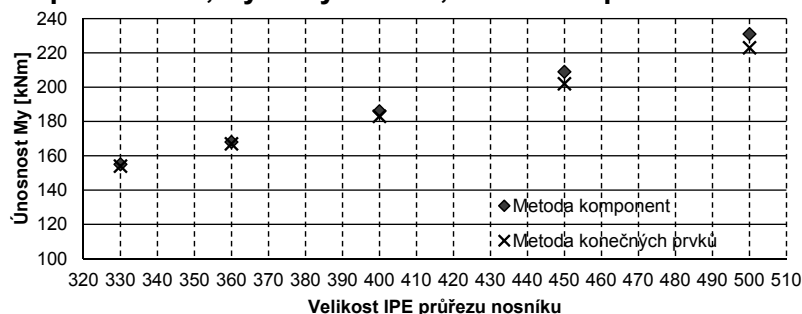
Analytický  
model  
T-průřezu

Numerické  
modely  
T-průřezu

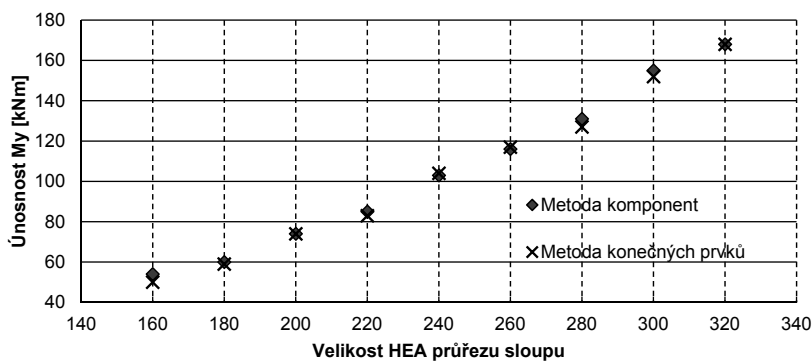
Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

Závěr

## Sloup: HEB 260; Výztuhy: 10mm; Parametr: profil nosníku



## Nosník: IPE 330; Výztuhy: 10mm; Parametr: profil sloupu



Úvod

Experiment  
T-průřezu

Analytický  
model  
T-průřezu

Numerické  
modely  
T-průřezu

Parametrická  
studie  
rámového  
rohu

**Závěr**

# Závěr

---

- **Metoda komponent**
  - Pro rychlý návrh
  - Pro běžné styčníky
- **Metoda konečných prvků**
  - Pro styčníky libovolné geometrie a zatížení
  - Nový software pro efektivnější návrh

# Děkuji za pozornost