



**INTERREG V-A**  
SLOVENSKÁ REPUBLIKA  
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA**  
**EURÓPSKY FOND**  
**REGIONÁLNEHO ROZVOJA**  
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

## ***Globálna analýza mostov***

### ***Plnostenné mosty s prvkovými mostovkami - analýza klopenia hlavného nosníka***

**NÁZOV PROJEKTU:**

**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov  
v oblasti mostného stavitel'stva v cezhraničnom regióne**

**VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA**



**EDUMOS**

## Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov

### Klopenie

- Vplyv globálnej stability plnostenného hlavného nosníka sa zohľadňuje **súčiniteľom klopenia  $\chi_{LT}$** .
- Na jeho stanovenie - potrebná hodnota **kritického momentu  $M_{cr}$**
- Proti strate stability je hl. nosník zabezpečený len tuhosťou priečnych rámov tvorených priečnikom a priečnymi výstuhami včítane príslušnej spolupôsobiacej časti steny.

### V prípade prúťového modelu hlavného nosníka

je určenie  $M_{cr}$  možné len zjednodušene za predpokladu voľby vzpernej dĺžky v klopení.

- Buď je možné **predpokladať**, že strata stability **nastane medzi polorámami**, a následne sa tieto musia tuhostne navrhnuť tak aby túto premisu zabezpečili. Bližšie - pozri **6.3.4.2 v STN EN 1993-2 + NA**

Pre medziľahlé rámy

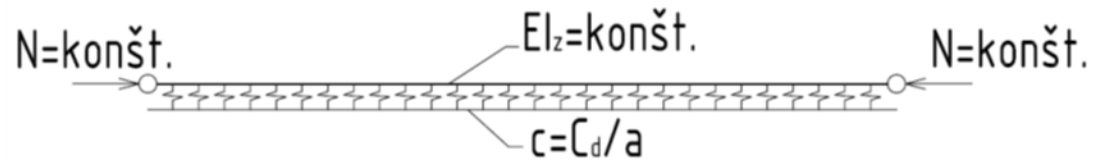
$$C_d > \frac{4N_{E,cr,k\acute{r}bovo}}{L_z}$$

Pre koncový rám

$$C_{d,e} > \frac{250 m^2 EI_z}{L_z^3 n}$$

## Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov

- Alebo je možné vykonať analýzu využitím **modelu náhradného prúta na pružných podperách**. Hodnoty pružinových konštánt sa stanovujú z tuhosti priečneho rámu. V tomto prípade je potrebné považovať za tlačenný pás v zmysle príslušného vzťahu hornú pásnicu ( $A_{f,eff}$ ) so spolupôsobiacou časťou steny v hodnote jednej tretiny tlačenej časti steny ( $A_{eff} = A_{f,eff} + A_{wc}/3$ ).



$$m = \frac{2}{\pi^2} \sqrt{\gamma} = \frac{2}{\pi^2} \sqrt{\frac{C_d L^4}{a E I_z}}$$

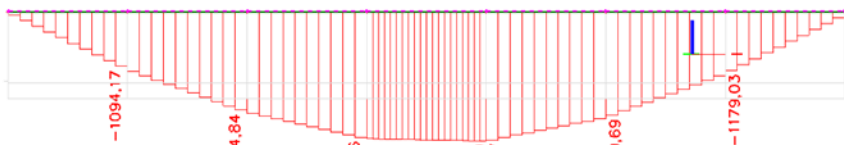
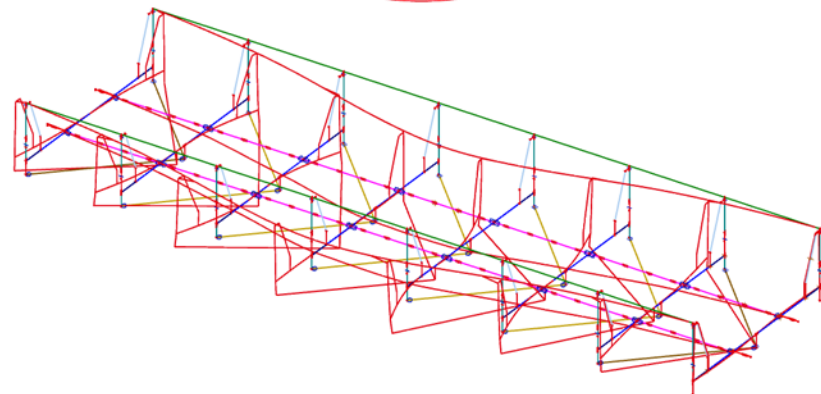
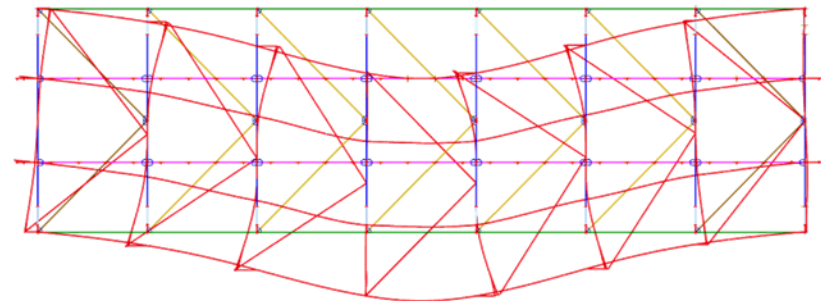
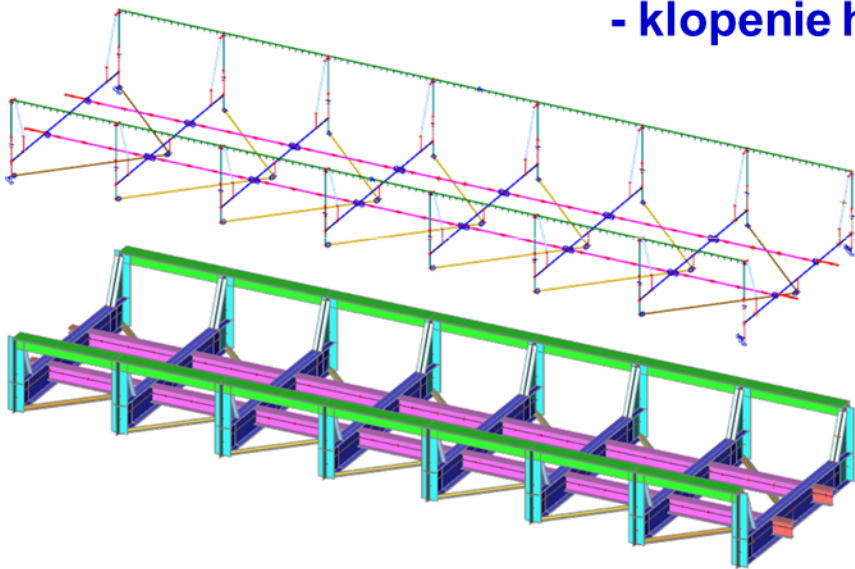
$$N_{cr} = m N_E = m \frac{\pi^2 E I_z}{L_z^2}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{crit}}} \rightarrow \chi_{LT}$$

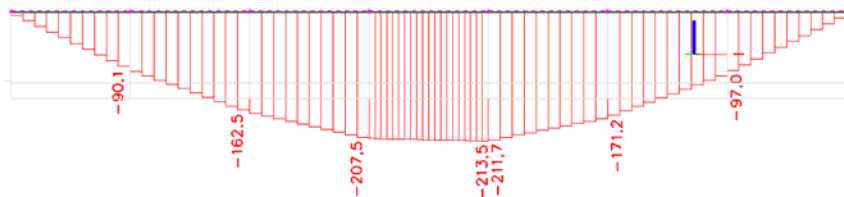
## Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov

- Prípadne je možné vykonať stabilitnú analýzu využitím **modelu náhradného prúta začleneného do modelu polorámov priamo v 3D modeli konštrukcie**
  - je možné rešpektovať zmeny prierezov tlačeneho prútu
  - je možné rešpektovať premenné zaťaženie osovou silou po dĺžke prúta (takmer akýkoľvek priebeh sa dá aproximovať)
  - využitie skutočnej **reálnej tuhosti** polorámov ale aj celej konštrukcie

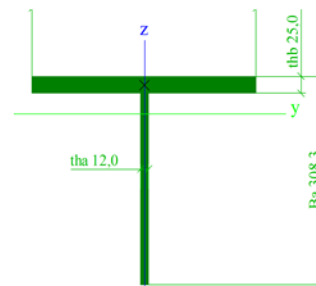
## Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov



Osové sily [kN] v modeli náhradného **tláčeného** prúta

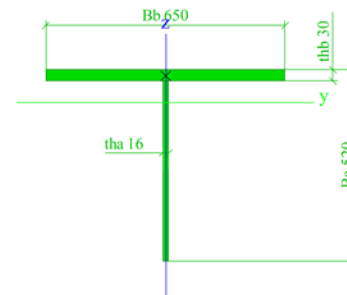
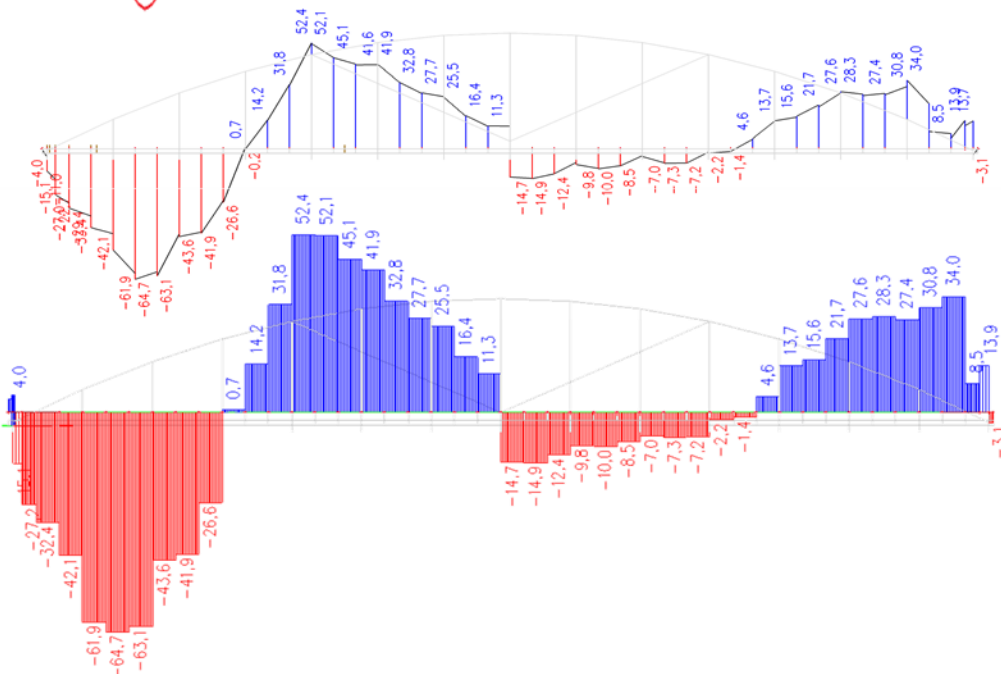
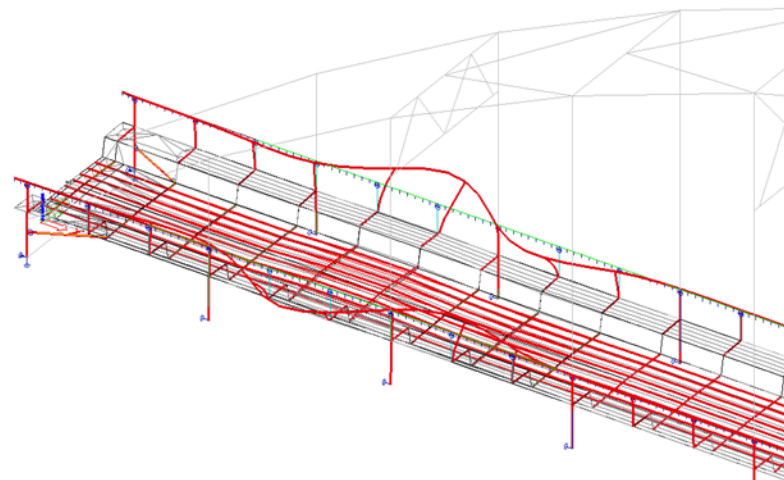
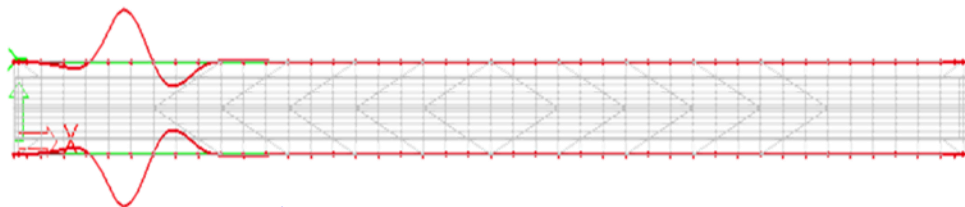


Napätia [MPa] v modeli náhradného **tláčeného** prúta



## Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov

Príklad analýzy vzperu náhradného prúta hornej pásnice  
v prípade plnostenného nosníka Langerovho trámu





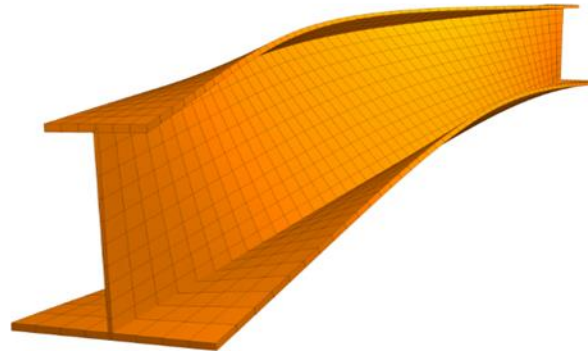
## Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov

**Alebo je možné využiť niektorý s dostupných nástrojov pre analýzu klopenia**

- problematické zadanie najmä nekonštantnej tuhosti a tuhosti polorámov

**Špecializované softvéry**

LTBeam, CUFSM



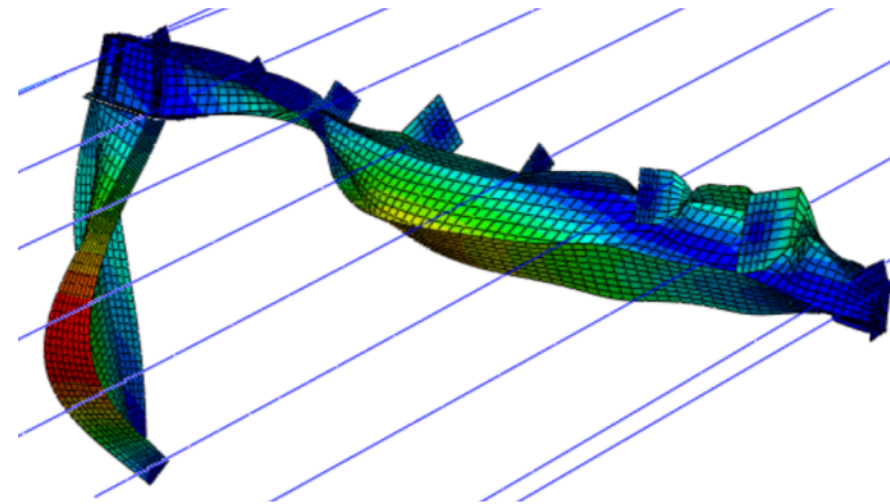
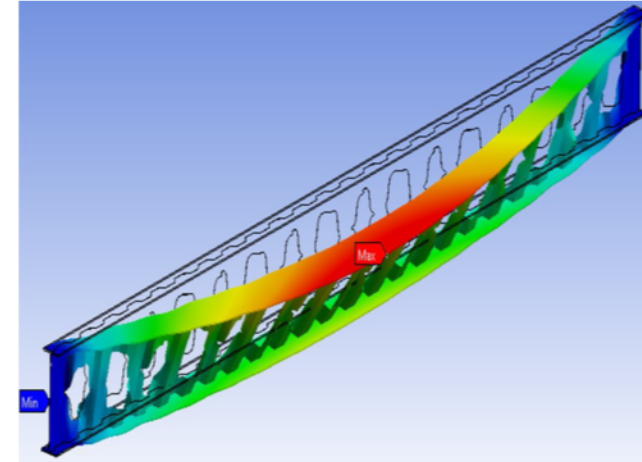
## Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami - klopenie hlavných nosníkov

V prípade doskostenového modelu hlavného nosníka

je možné vykonať **stabilitnú analýzu a priamo s jej pomocou stanoviť hodnotu  $M_{cr}$**  na základe vypočítaného **kritického násobku  $\alpha_{cr}$** .

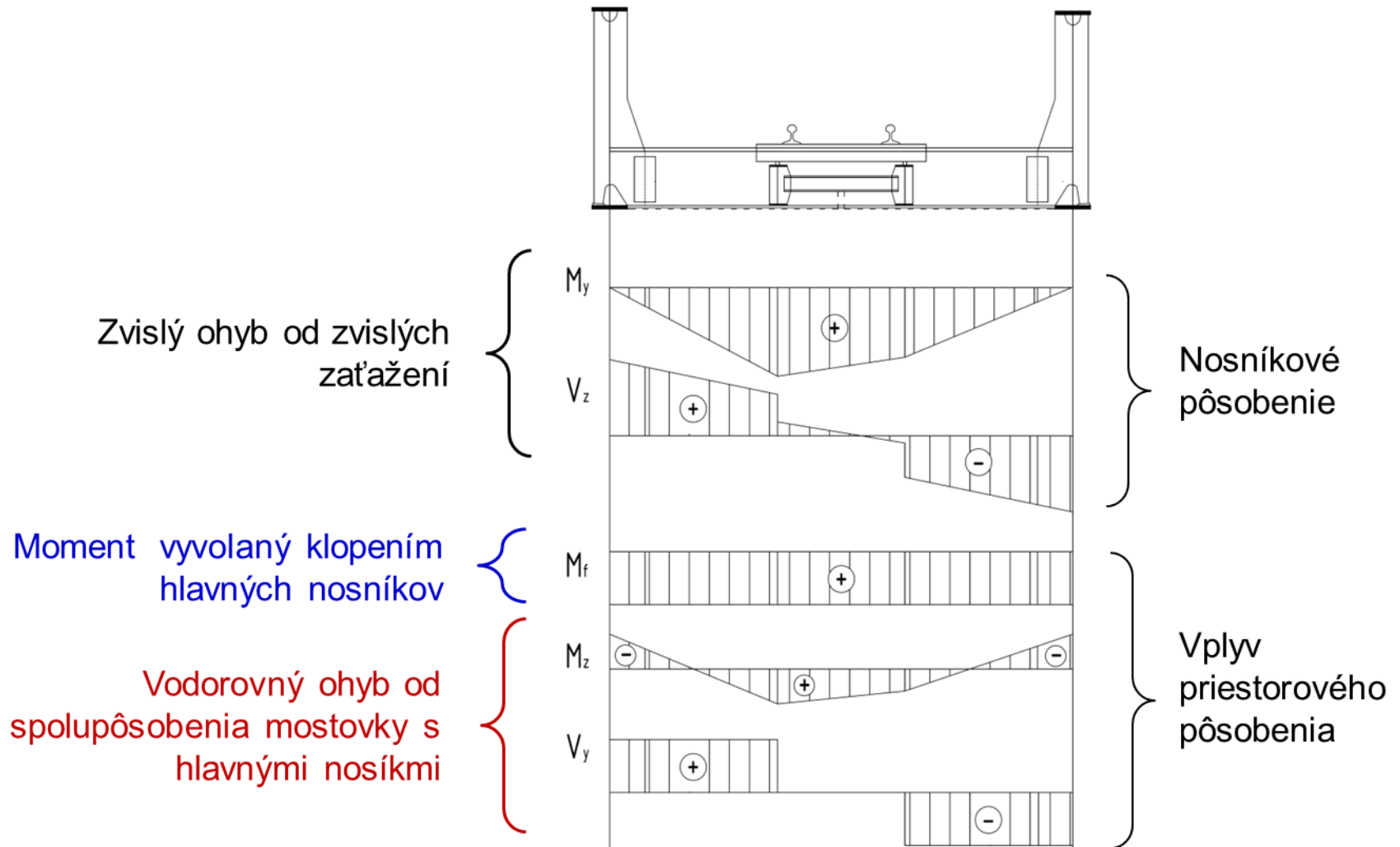
### Stabilitná analýza - MKP

- škrupinové prvky !!
- akékoľvek tvary, nábehy, odskoky
- korektné zohľadnenie tuhosti
- dobré výsledky
- pre korektné výstupy – modelovať aj výstupy
- sú potrebné skúsenosti !
- problém: lokálna stabilita



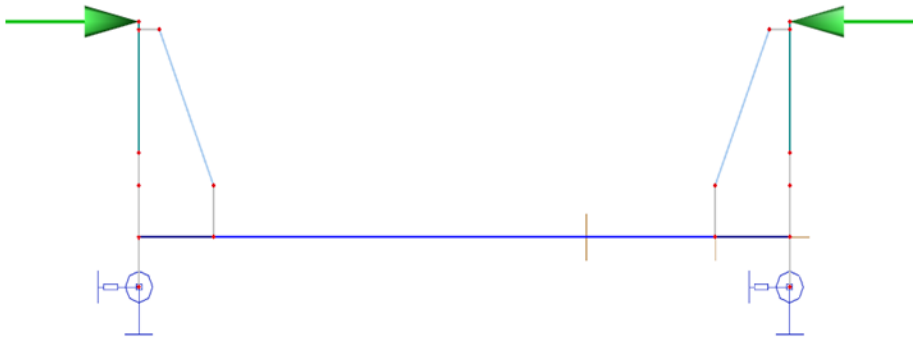


## Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami - namáhanie priečnych polorámov



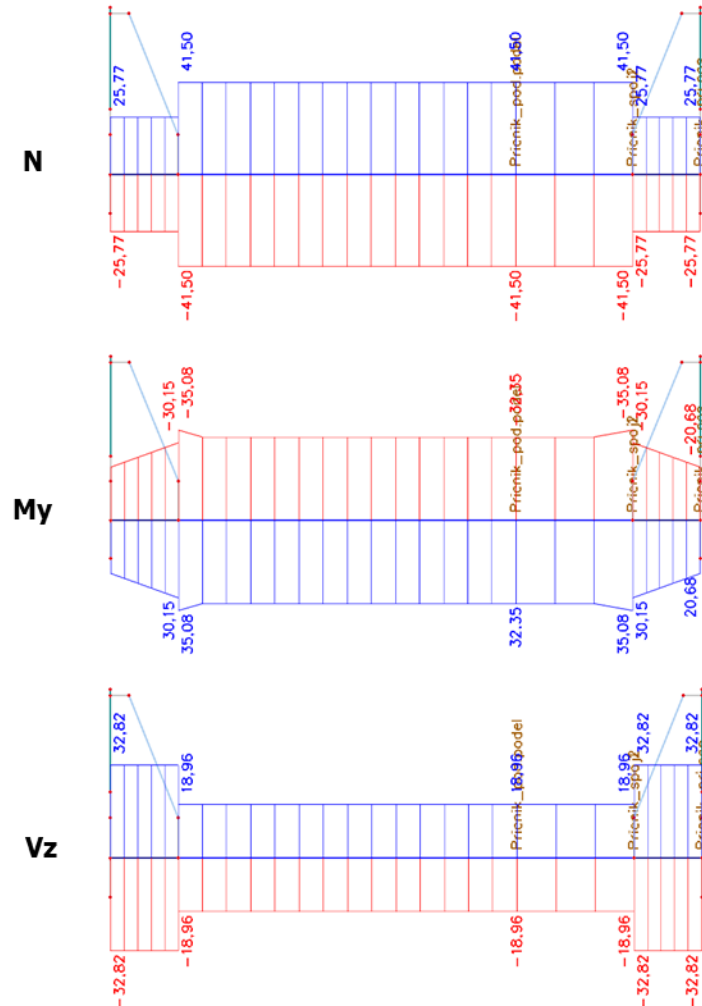
## Plnostenné trémové mosty s prvkovými mostovkami - namáhanie priečných polorámov

Namáhanie priečného polorámu silou  $F_{Ed}$  určenou z analýzy klopenia hlavného nosníka.



Alternatívne sa môže uvažovať

+F	+F
-F	-F
+F	-F
-F	+F



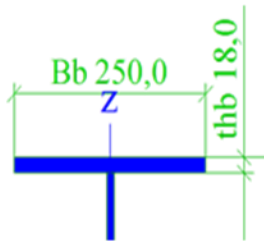
## Plnostenné trámové mosty s prvkovými mostovkami - namáhanie priečnych polorámov

### Vplyv klopenia priečnika – zjednodušená metóda

Priečnik je zabezpečený proti klopeniu v miestach prípojov pozdĺžnikov

$$\text{ak } \bar{\lambda}_f = \frac{k_c L_c}{i_{f,z} \lambda_1} < \bar{\lambda}_{c0} \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}} \rightarrow \text{smie sa vplyv klopenia zanedbať}$$

### Príklad



$$\begin{aligned} L_c &= 1,800 \text{ m} & i_{f,z} &= 65,3 \text{ mm} \\ \bar{\lambda}_{c0} &= 0,2 \\ k_c &= 0,950 & k_{f\ell} &= 1,0 \end{aligned}$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{k_c L_c}{i_{f,z} \lambda_1} = 0,279 < \bar{\lambda}_{c0} \cdot \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}} = \bar{\lambda}_{c0} \cdot \frac{W_{nt,y,2} \cdot f_y / \gamma_{M0}}{M_{y,Ed}} = 0,2 \cdot \frac{728,22}{423,39} = 0,344$$