

Při použití zjednodušené deformační metody, tedy za předpokladu nekonečné normálové tuhosti jednotlivých prutů, zredukujeme počet neznámých použitím následujících identit:

Za základní neznámé tedy zvolíme  $\varphi_2, \varphi_3$ .

- Momentové podmínky rovnováhy

$$\begin{array}{ccc} M_{21} + M_{23} = 0 & M_{21} & \begin{array}{c} \text{red arrow from } M_{21} \text{ to } M_{23} \\ \text{blue arrow from } M_{23} \text{ to } M_{21} \end{array} \\ M_{32} + M_{34} = 0 & M_{32} & \begin{array}{c} \text{red arrow from } M_{32} \text{ to } M_{34} \\ \text{blue arrow from } M_{34} \text{ to } M_{32} \end{array} \end{array}$$

Prut 12-konz. (staticky určitá část konstrukce)

- Vztahy zapsané v lokální souřadnicové soustavě:

$$\begin{aligned} Z_{12}^I &= 0 + 0 \\ M_{12} &= 0 + 0 \\ Z_{21}^I &= -L_{12} f_{1z} + 0 \\ &= -\frac{621}{100} + 0 \\ M_{21} &= -\frac{L_{12}^2 f_{1z}}{2} + 0 \\ &= -\frac{14283}{2000} + 0 \end{aligned}$$

- Vztahy pro transformaci do globální souřadnicové soustavy:

$$\begin{aligned} X_{12} &= X_{12}^l & u_1^l &= u_1 \\ Z_{12} &= Z_{12}^l & w_1^l &= w_1 \\ X_{21} &= X_{21}^l & u_2^l &= u_2 \\ Z_{21} &= Z_{21}^l & w_2^l &= w_2 \end{aligned}$$

Prut 23-VV ( $k_{23} = 2E_{23}I_{23}/L_{23} = 1552 \text{ kNm}$ ):

- Vztahy zapsané v lokální souřadnicové soustavě:

$$\begin{aligned} Z_{23}^l &= -\frac{L_{23} f_{2z}}{2} - \frac{k_{23} \left( 3\varphi_2 + 3\varphi_3 - \frac{6w_2^l - 6w_3^l}{L_{23}} \right)}{L_{23}} \\ &= -\frac{464}{25} - 802.6\varphi_2 - 802.6\varphi_3 \\ M_{23} &= \frac{L_{23}^2 f_{2z}}{12} + k_{23} \left( 2\varphi_2 + \varphi_3 - \frac{3w_2^l - 3w_3^l}{L_{23}} \right) \\ &= \frac{6728}{375} + 3103\varphi_2 + 1552\varphi_3 \\ Z_{32}^l &= -\frac{L_{23} f_{2z}}{2} + \frac{k_{23} \left( 3\varphi_2 + 3\varphi_3 - \frac{6w_2^l - 6w_3^l}{L_{23}} \right)}{L_{23}} \\ &= -\frac{464}{25} + 802.6\varphi_2 + 802.6\varphi_3 \\ M_{32} &= -\frac{L_{23}^2 f_{2z}}{12} + k_{23} \left( \varphi_2 + 2\varphi_3 - \frac{3w_2^l - 3w_3^l}{L_{23}} \right) \\ &= -\frac{6728}{375} + 1552\varphi_2 + 3103\varphi_3 \end{aligned}$$

- Vztahy pro transformaci do globální souřadnicové soustavy:

$$\begin{aligned} X_{23} &= X_{23}^l & u_2^l &= u_2 \\ Z_{23} &= Z_{23}^l & w_2^l &= w_2 \\ X_{32} &= X_{32}^l & u_3^l &= u_3 \\ Z_{32} &= Z_{32}^l & w_3^l &= w_3 \end{aligned}$$

Prut 34-VV ( $k_{34} = 2E_{34}I_{34}/L_{34} = 2647 \text{ kNm}$ ):

- Vztahy zapsané v lokální souřadnicové soustavě:

$$\begin{aligned}
Z_{34}^l &= \frac{b_{34} F_z \left( \frac{a_{34}(a_{34}-b_{34})}{L_{34}^2} - 1 \right)}{L_{34}} - \frac{k_{34} \left( 3\varphi_3 + 3\varphi_4 - \frac{6w_3^l - 6w_4^l}{L_{34}} \right)}{L_{34}} \\
&= -\frac{13}{2} - 2336\varphi_3 \\
M_{34} &= \frac{a_{34} b_{34}^2 F_z}{L_{34}^2} + k_{34} \left( 2\varphi_3 + \varphi_4 - \frac{3w_3^l - 3w_4^l}{L_{34}} \right) \\
&= \frac{221}{40} + 5294\varphi_3 \\
Z_{43}^l &= -\frac{a_{34} F_z \left( \frac{b_{34}(a_{34}-b_{34})}{L_{34}^2} + 1 \right)}{L_{34}} + \frac{k_{34} \left( 3\varphi_3 + 3\varphi_4 - \frac{6w_3^l - 6w_4^l}{L_{34}} \right)}{L_{34}} \\
&= -\frac{13}{2} + 2336\varphi_3 \\
M_{43} &= -\frac{a_{34}^2 b_{34} F_z}{L_{34}^2} + k_{34} \left( \varphi_3 + 2\varphi_4 - \frac{3w_3^l - 3w_4^l}{L_{34}} \right) \\
&= -\frac{221}{40} + 2647\varphi_3
\end{aligned}$$

- Vztahy pro transformaci do globální souřadnicové soustavy:

$$\begin{aligned}
X_{34} &= X_{34}^l & u_3^l &= u_3 \\
Z_{34} &= Z_{34}^l & w_3^l &= w_3 \\
X_{43} &= X_{43}^l & u_4^l &= u_4 \\
Z_{43} &= Z_{43}^l & w_4^l &= w_4
\end{aligned}$$

Po dosazení koncových sil do podmínek rovnováhy dostaneme soustavu rovnic:

$$\begin{aligned}
3103\varphi_2 + 1552\varphi_3 + 10.8 &= 0 \\
1552\varphi_2 + 8398\varphi_3 - 12.42 &= 0
\end{aligned}$$

Vyřešením této soustavy obdržíme hodnoty základních neznámých (styčnickových přemístění)

$$\begin{aligned}
\varphi_2 &= -0.004649 \text{ rad} \\
\varphi_3 &= 0.002338 \text{ rad}
\end{aligned}$$

Po dosazení vypočtených posunů a pootočení zjistíme koncové příčné síly a momenty na prutech. Podélné koncové síly na prutech lze následně dopočítat ze silových podmínek rovnováhy ve styčnicích.

Prut 12:

$$\begin{aligned} X_{12}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ Z_{12}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ M_{12} &= 0.000 \text{ kNm} \\ X_{21}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ Z_{21}^l &= -6.210 \text{ kN} \\ M_{21} &= -7.141 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Prut 23:

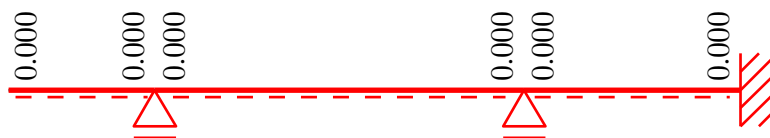
$$\begin{aligned} X_{23}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ Z_{23}^l &= -16.705 \text{ kN} \\ M_{23} &= 7.141 \text{ kNm} \\ X_{32}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ Z_{32}^l &= -20.415 \text{ kN} \\ M_{32} &= -17.900 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Prut 34:

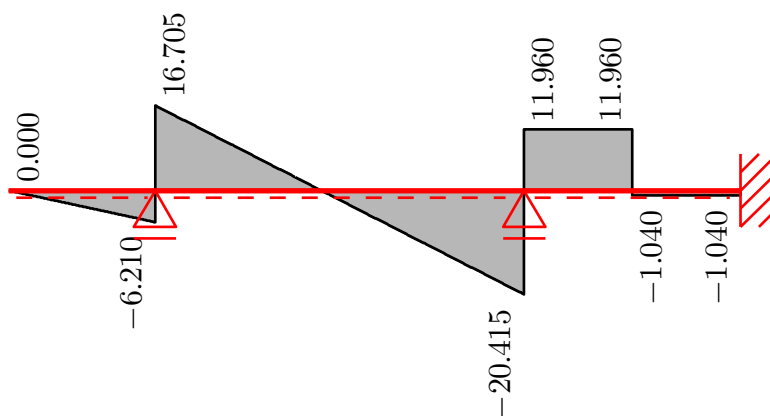
$$\begin{aligned} X_{34}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ Z_{34}^l &= -11.960 \text{ kN} \\ M_{34} &= 17.900 \text{ kNm} \\ X_{43}^l &= 0.000 \text{ kN} \\ Z_{43}^l &= -1.040 \text{ kN} \\ M_{43} &= 0.663 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Na základě takto určených hodnot koncových sil vykreslíme příslušné průběhy vnitřních sil.

- Normálové síly  $N$  [kN]



- Posouvající síly  $V$  [kN]



- Ohybové momenty  $M$  [kNm]

