

ZÁKLADY STAVITELSTVÍ

3. Přednáška

Průběh vnitřních sil

Ing. Tomáš Kadlíček, Ph.D.

OBSAH

- **TEORIE**
- **ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL**
- **PŘÍKLADY**

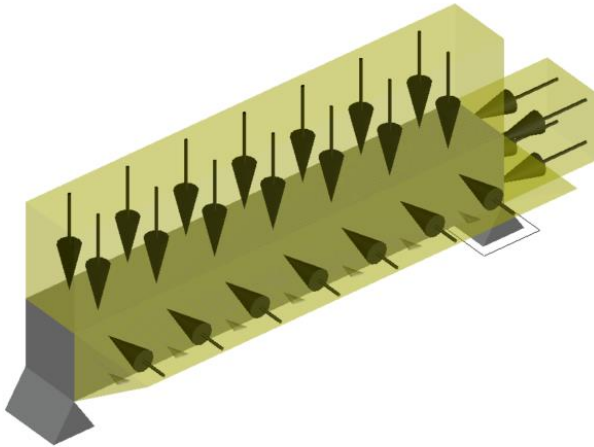
OBSAH

- **TEORIE**
- **ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL**
- **PŘÍKLADY**

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci

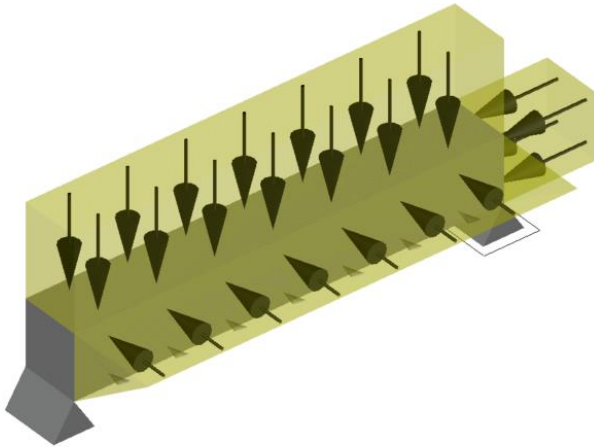


VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci

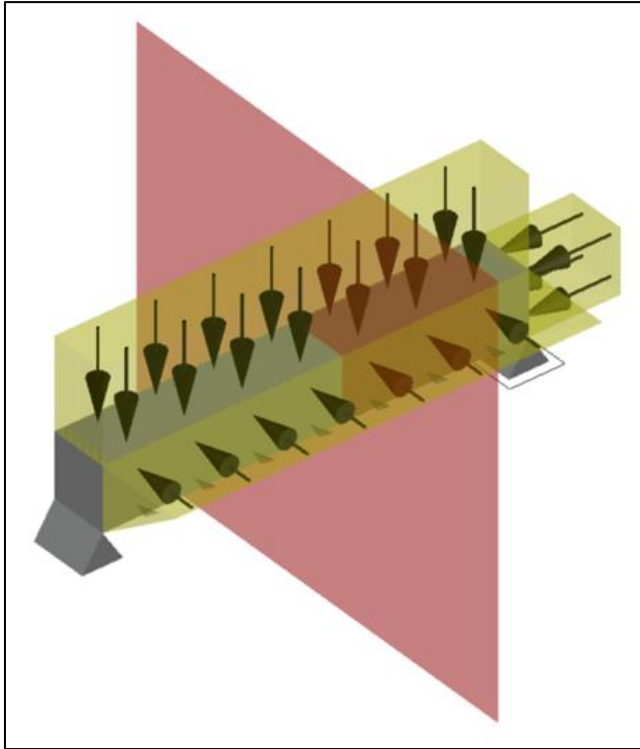
- Prut rozdělíme řezem na dvě části, kterým náleží dva koordinační systémy se vzájemně opačnými orientacemi



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci



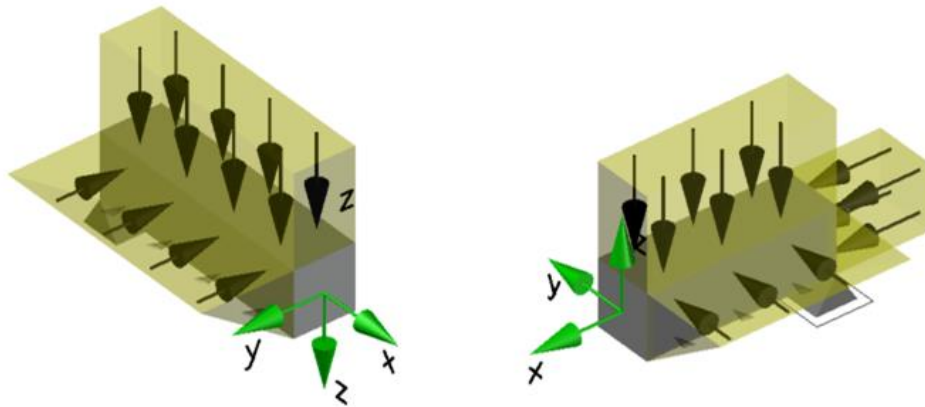
- Prut rozdělíme řezem na dvě části, kterým náleží dva koordinační systémy se vzájemně opačnými orientacemi

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci

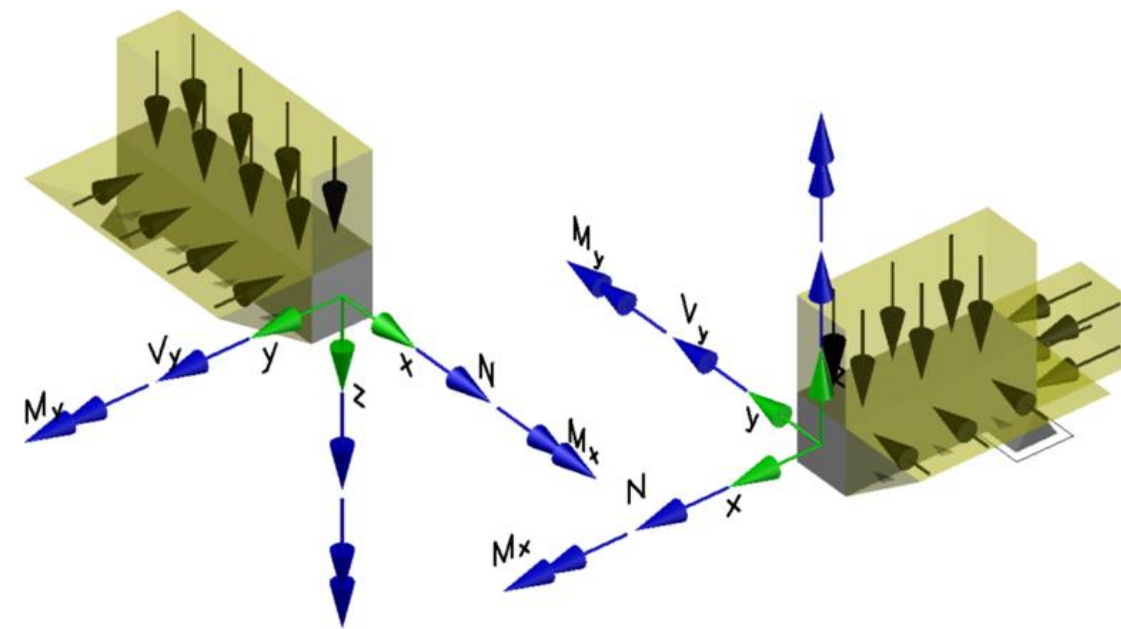
- Prut rozdělíme řezem na dvě části, kterým náleží dva koordinační systémy se vzájemně opačnými orientacemi



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci

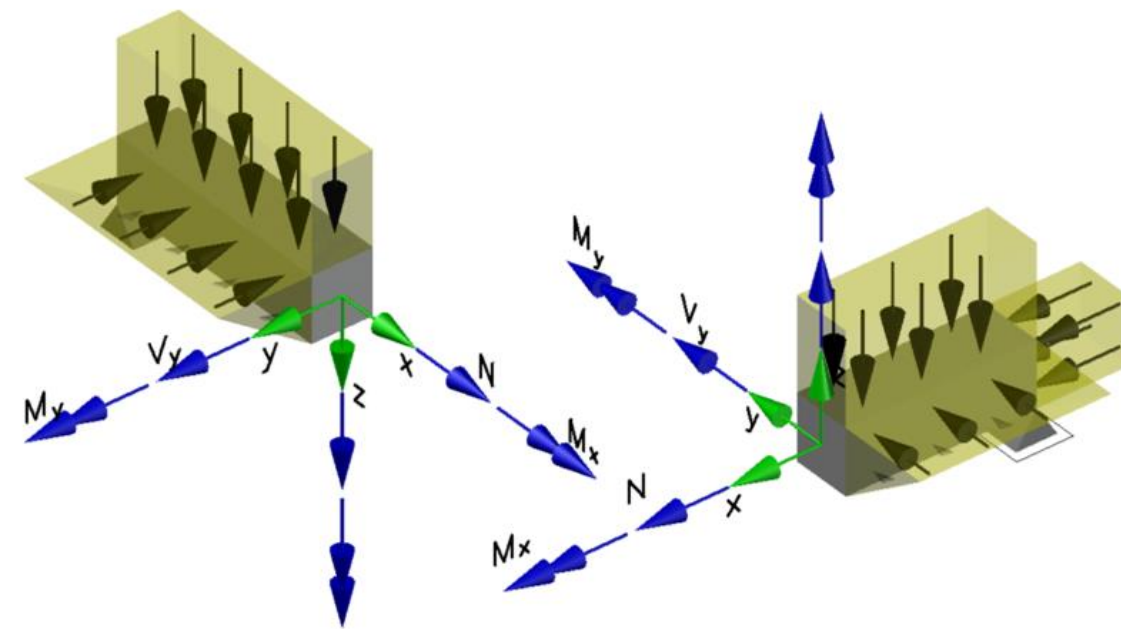


- Prut rozdělíme řezem na dvě části, kterým náleží dva koordinační systémy se vzájemně opačnými orientacemi
- Ve směru kladných os jsou orientovány kladné směry vnitřních sil

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci



- Prut rozdělíme řezem na dvě části, kterým náleží dva koordinační systémy se vzájemně opačnými orientacemi
- Ve směru kladných os jsou orientovány kladné směry vnitřních sil

V řezu rozlišujeme tyto vnitřní síly:

Normálová síla N – ve směru osy x

Krouticí/torzní moment M_x, T – okolo osy x

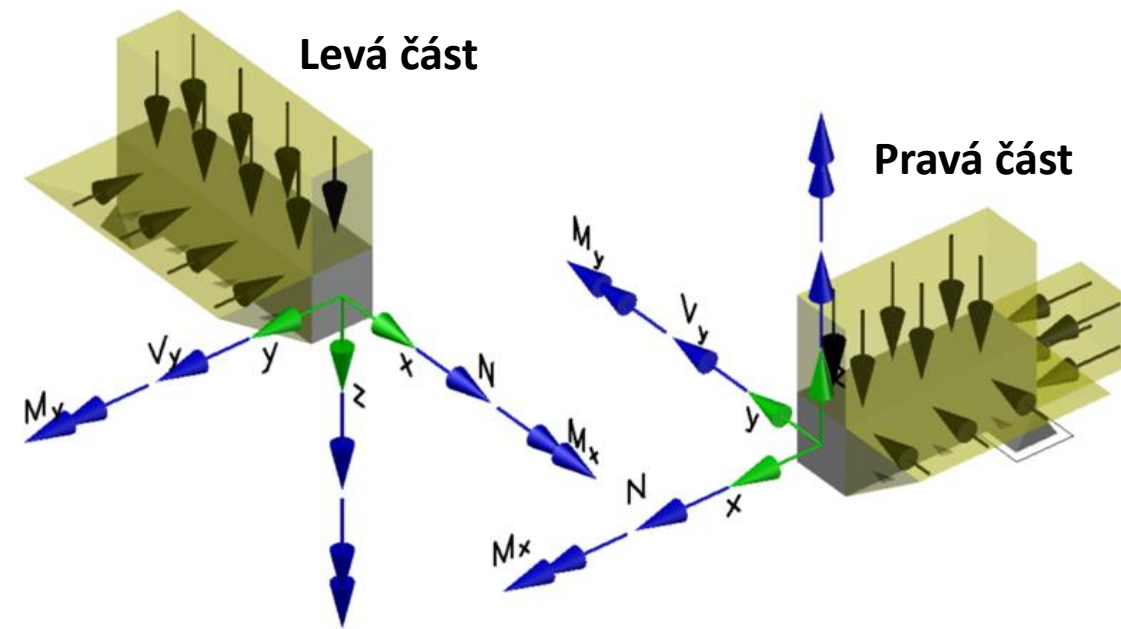
Posouvající síla V_y, V_z – ve směru y, z

Ohybový moment M_y, M_z – okolo osy y, z

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Prut – konstrukce kde délka L značně převládá nad šířkou b a výškou h

Vnitřní síly – síly, které vznikají v důsledku působícího vnějšího (ostatní konstrukce, sníh, vítr...) i vnitřního (teplota, dotvarování, vlastní tíha konstrukce) zatížení v konstrukci



- Prut rozdělíme řezem na dvě části, kterým náleží dva koordinační systémy se vzájemně opačnými orientacemi

- Ve směru kladných os jsou orientovány kladné směry vnitřních sil

- Vnitřní síly obou částí jsou ve vzájemné rovnováze

$$\begin{aligned} V_{y,L} &= V_{y,P} & M_{y,L} &= M_{y,P} \\ V_{z,L} &= V_{z,P} & M_{z,L} &= M_{z,P} \\ N_L &= N_P & M_{x,L} &= M_{x,P} \end{aligned}$$

V řezu rozlišujeme tyto vnitřní síly:

Normálová síla N – ve směru osy x

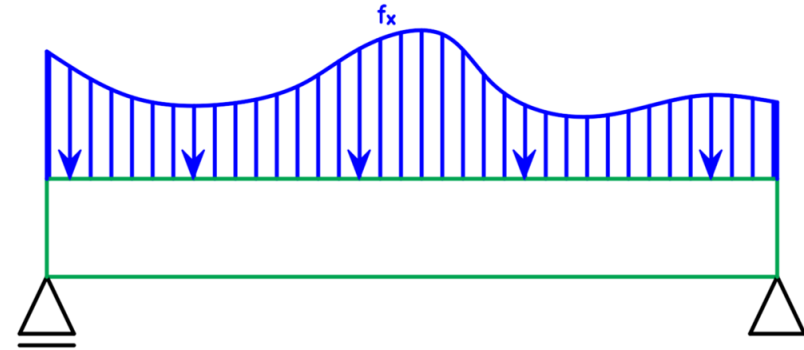
Krouticí/torzní moment M_x, T – okolo osy x

Posouvající síla V_y, V_z - ve směru y, z

Ohybový moment M_y, M_z - okolo osy y, z

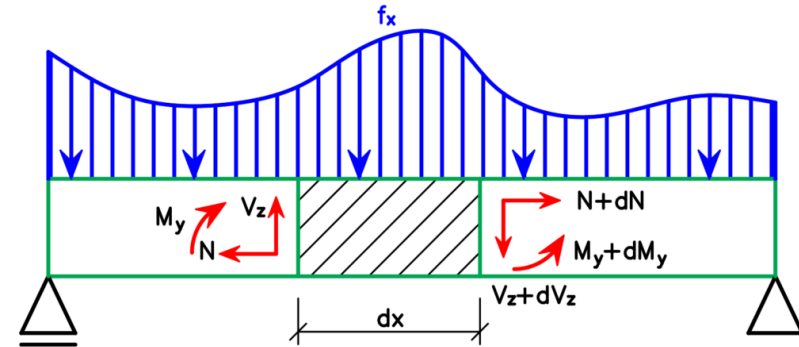
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

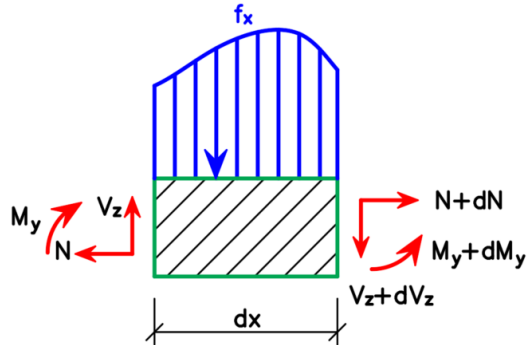
Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



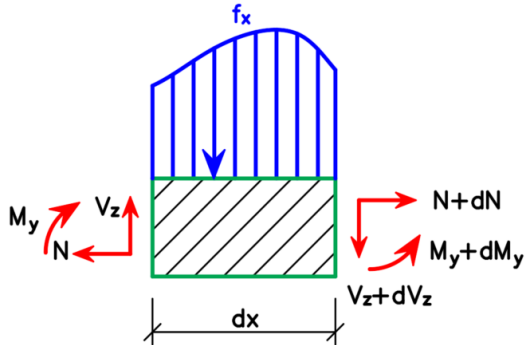
Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

$$\downarrow (V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

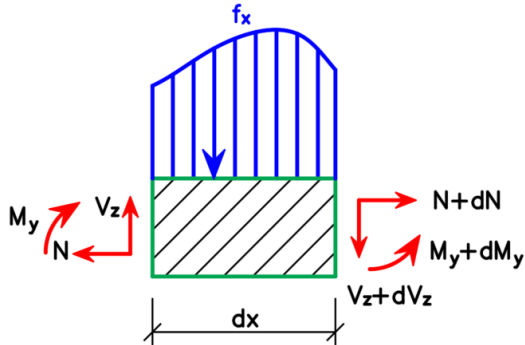
$$\downarrow (V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$

$$\curvearrowright (M_y + dM_y) - M_y - V_z dx + f_z \frac{dx^2}{2} = 0$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

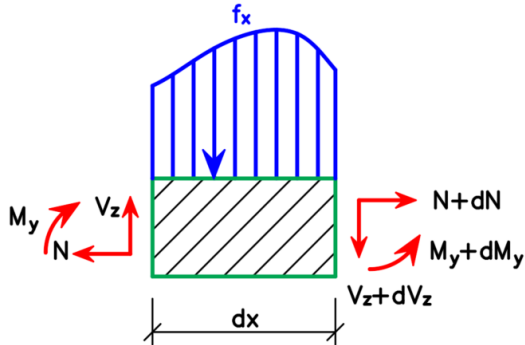
$$\downarrow (V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$

$$\curvearrowright (M_y + dM_y) - M_y - V_z dx + f_z \frac{d^2 x}{2} = 0$$
$$\frac{d^2 x}{2} \Rightarrow 0$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

$$\downarrow (V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

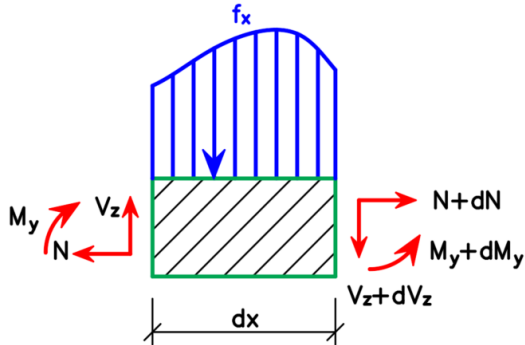
$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$

$$\curvearrowright (M_y + dM_y) - M_y - V_z dx + f_z \frac{d^2 x}{2} = 0$$
$$\frac{d^2 x}{2} \Rightarrow 0$$

$$\frac{dM_y}{dx} = V_z$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

$$\downarrow (V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$

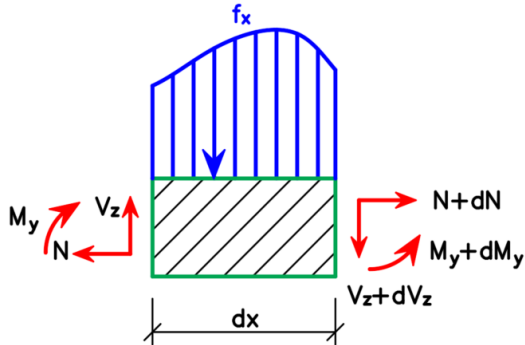
$$\curvearrowright (M_y + dM_y) - M_y - V_z dx + f_z \frac{d^2 x}{2} = 0$$
$$\frac{d^2 x}{2} \Rightarrow 0$$

$$\frac{dM_y}{dx} = V_z$$

$$\frac{d^2 M_y}{dx^2} = -f_z$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.



Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx

$$\downarrow (V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

Křivka posouvající síly je o stupeň vyšší křivka než je křivka zatížení.

$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$

$$\curvearrowright (M_y + dM_y) - M_y - V_z dx + f_z \frac{d^2 x}{2} = 0$$
$$\frac{d^2 x}{2} \Rightarrow 0$$

Křivka ohybového momentu je o stupeň vyšší křivka než je křivka posouvající síly.

$$\frac{dM_y}{dx} = V_z$$

$$\frac{d^2 M_y}{dx^2} = -f_z$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Vztah mezi jednotlivými vnitřními silami a zatížením nosníku je svázán tzv. **Swedlerovou větou**.

Zatížení: f_z

Zatížení:

f_z



Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$



Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$

Větu lze vyjádřit z podmínky rovnováhy na prvku o nekonečně malé délce dx



$$(V_z + dV_z) - V_z + f_z dx = 0$$

Křivka posouvající síly je o stupeň vyšší křivka než je křivka zatížení.

$$\frac{dV_z}{dx} = -f_z$$



$$(M_y + dM_y) - M_y - V_z dx + f_z \frac{d^2 x}{2} = 0$$

$$\frac{d^2 x}{2} \Rightarrow 0$$

Křivka ohybového momentu je o stupeň vyšší křivka než je křivka posouvající síly.

$$\frac{dM_y}{dx} = V_z$$

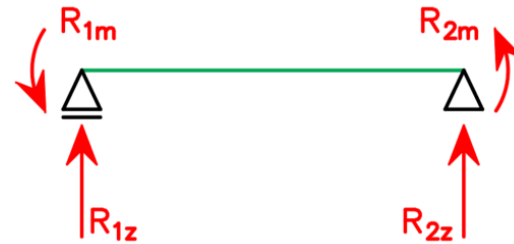
$$\frac{d^2 M_y}{dx^2} = -f_z$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$



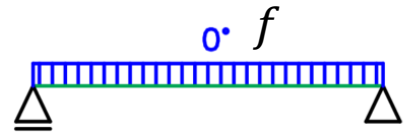
Pozn.: $f'(x_1) = 0 \quad \Rightarrow \quad$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$

Zatížení:	$f = 1,5 \text{ kN/m}$
-----------	------------------------

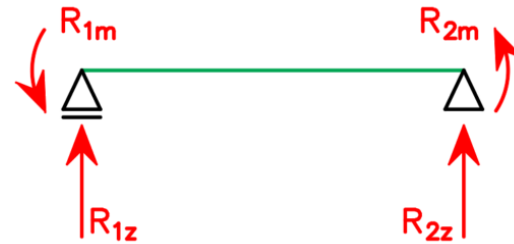
Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



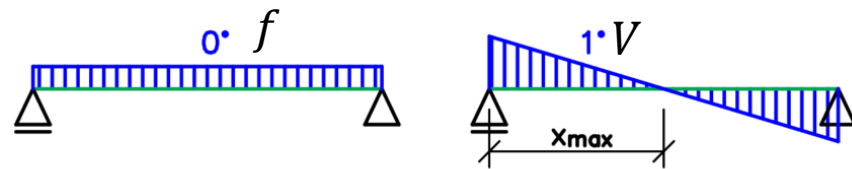
Zatížení:	$f = 1,5 \text{ kN/m}$
-----------	------------------------

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení: f_z
 Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$
 Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

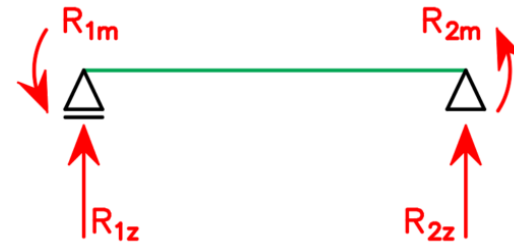


Zatížení: $f = 1,5 \text{ kN/m}$
 Posouvající síla: $V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v,$

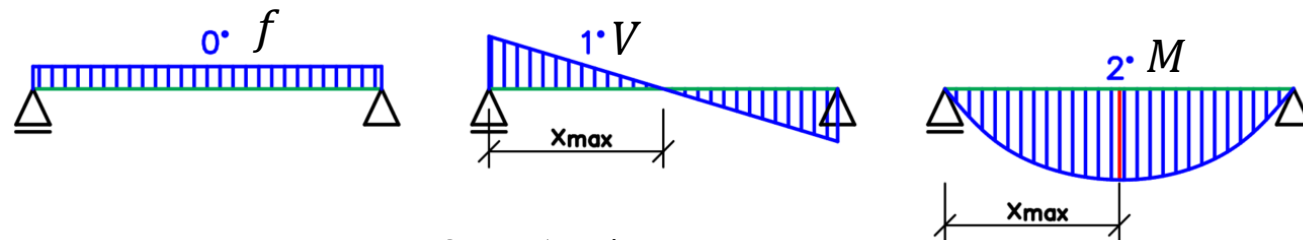
$$C_v = R_{1z}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$



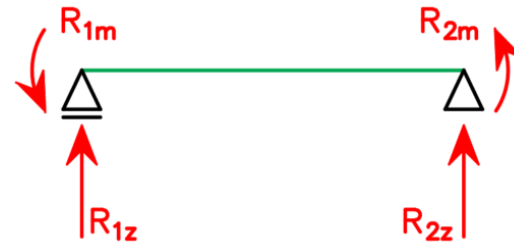
Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



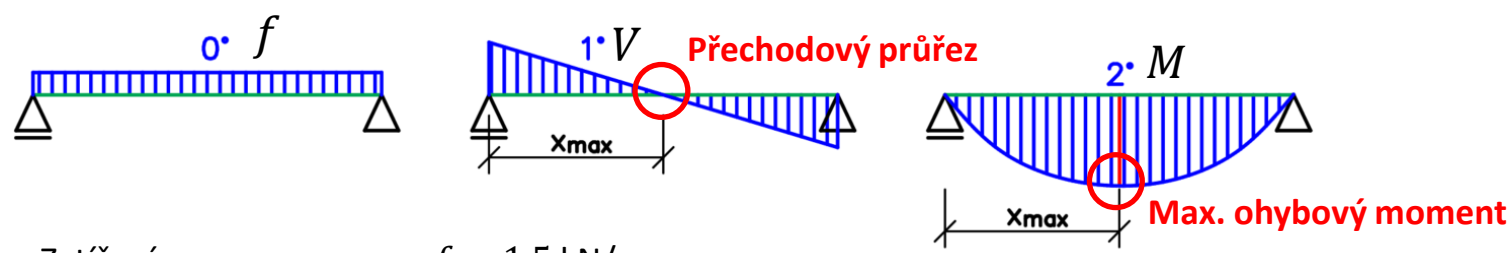
Zatížení:	$f = 1,5 \text{ kN/m}$	
Posouvající síla:	$V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v,$	$C_v = R_{1z}$
Ohybový moment:	$M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m,$	$C_m = -R_{1m}$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

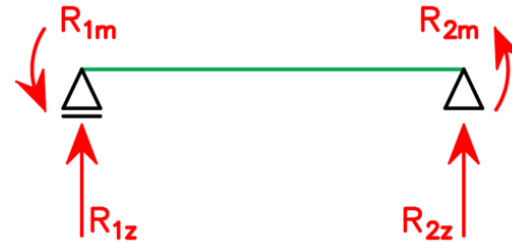


PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

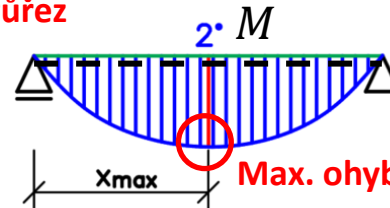
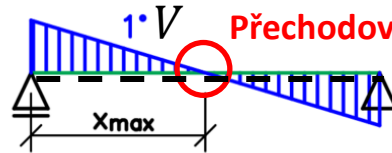
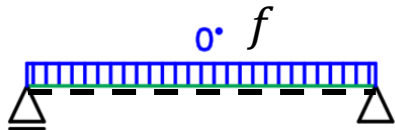
Zatížení:	$f = 1,5 \text{ kN/m}$	
Posouvající síla:	$V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v,$	$C_v = R_{1z}$
Ohybový moment:	$M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m,$	$C_m = -R_{1m}$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení: f_z
 Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$
 Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

Zatížení: $f = 1,5 \text{ kN/m}$
 Posouvající síla: $V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v, \quad C_v = R_{1z}$
 Ohybový moment: $M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m, \quad C_m = -R_{1m}$

OHYBOVÝ MOMENT:

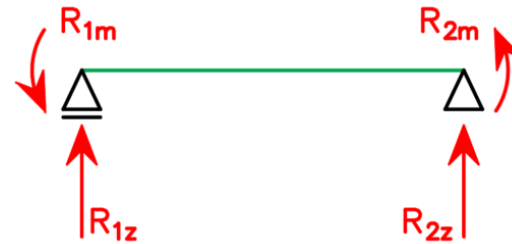
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

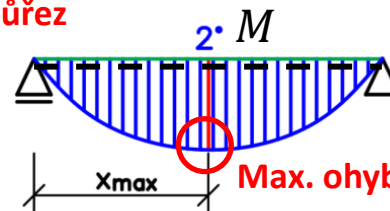
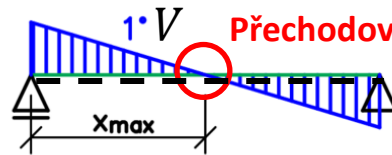
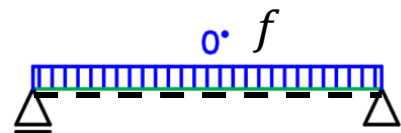
Zatížení: f_z

Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$

Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

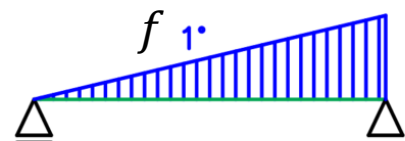
Zatížení: $f = 1,5 \text{ kN/m}$

Posouvající síla: $V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v$

$$C_v = R_{1z}$$

Ohybový moment: $M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m$

$$C_m = -R_{1m}$$



Zatížení: $f = 2x \text{ kN/m}$

OHYBOVÝ MOMENT:

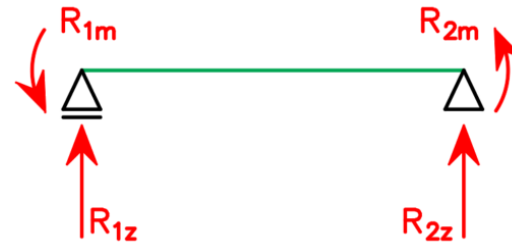
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

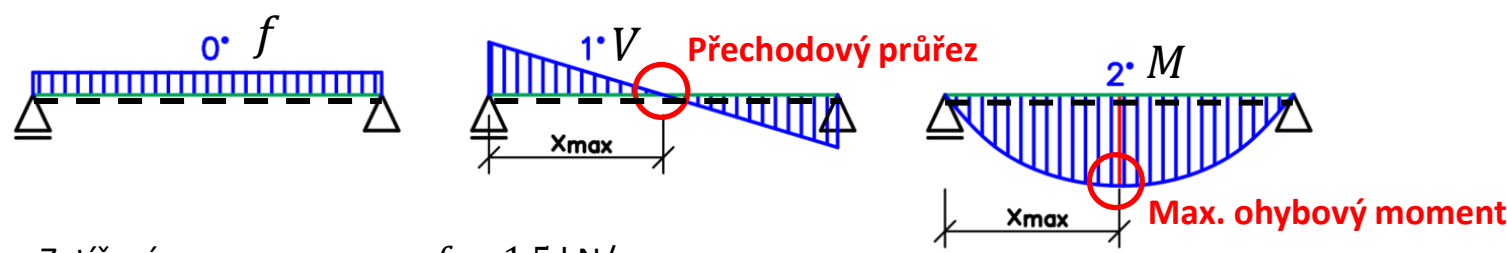
Zatížení: f_z

Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$

Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

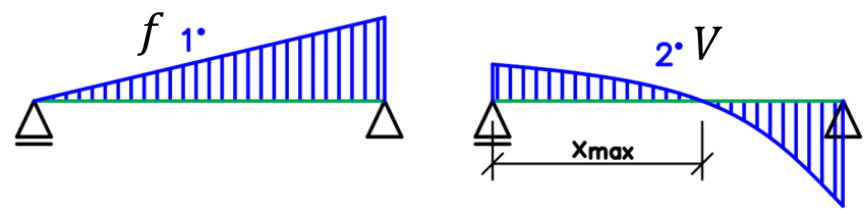


PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

Zatížení: $f = 1,5 \text{ kN/m}$

Posouvající síla: $V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v, \quad C_v = R_{1z}$

Ohybový moment: $M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m, \quad C_m = -R_{1m}$



OHYBOVÝ MOMENT:
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

Zatížení: $f = 2x \text{ kN/m}$

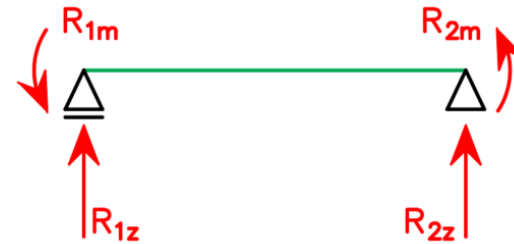
Posouvající síla: $V = \int_0^L -2x dx = -x^2 + C_v, \quad C_v = R_{1z}$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

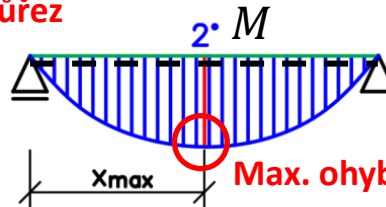
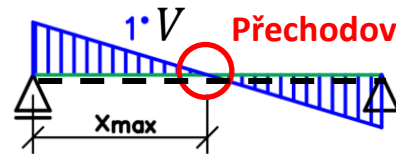
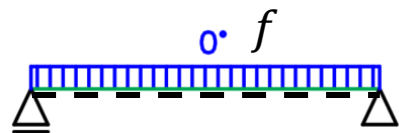
Zatížení: f_z

Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$

Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

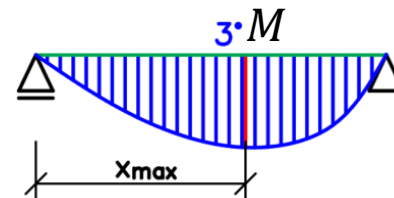
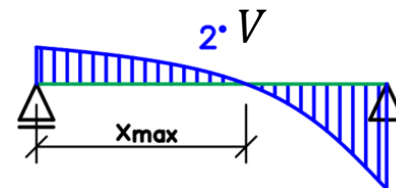
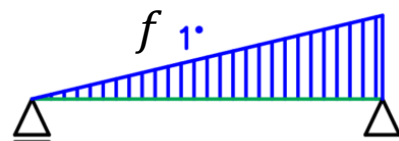
Zatížení: $f = 1,5 \text{ kN/m}$

Posouvající síla: $V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v$

$$C_v = R_{1z}$$

Ohybový moment: $M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m$

$$C_m = -R_{1m}$$



OHYBOVÝ MOMENT:

Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

Zatížení: $f = 2x \text{ kN/m}$

Posouvající síla: $V = \int_0^L -2x dx = -x^2 + C_v$

$$C_v = R_{1z}$$

Ohybový moment: $M = \int_0^L -x^2 + C_v dx = -\frac{1}{3}x^3 + C_v x + C_m$

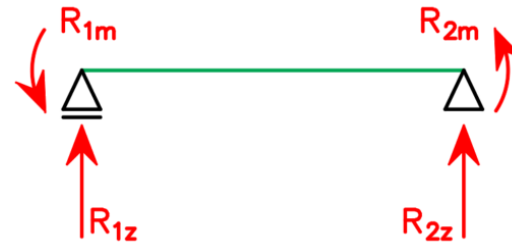
$$C_m = -R_{1m}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

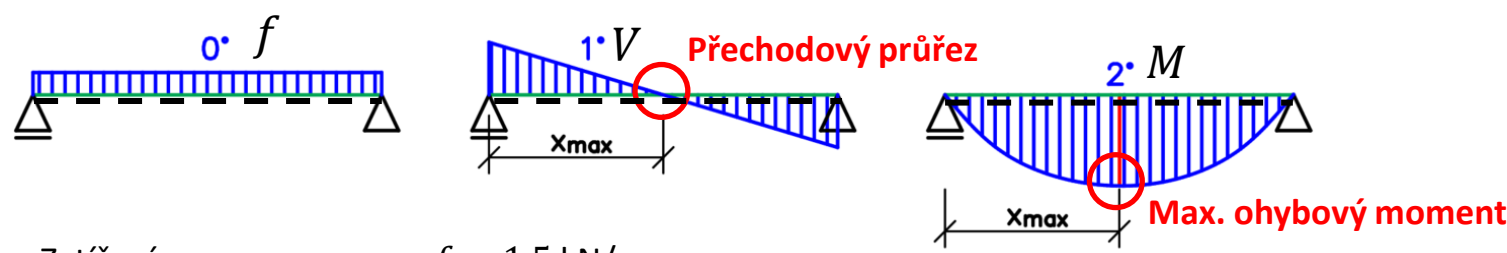
Zatížení: f_z

Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$

Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

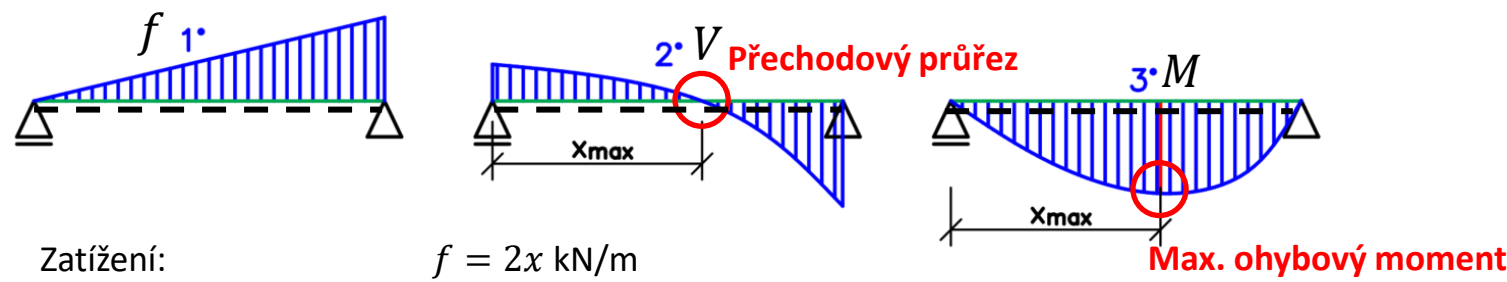


PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

Zatížení: $f = 1,5 \text{ kN/m}$

Posouvající síla: $V = \int_0^L -1,5 dx = -1,5x + C_v, \quad C_v = R_{1z}$

Ohybový moment: $M = \int_0^L -\frac{1,5}{2}x + C_v dx = -\frac{1,5}{2}x^2 + C_v x + C_m, \quad C_m = -R_{1m}$



OHYBOVÝ MOMENT:
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

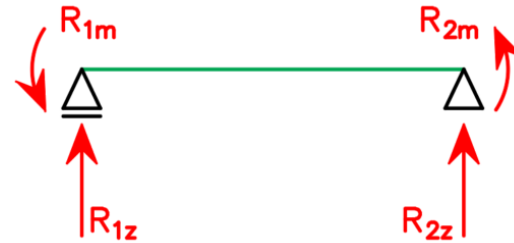
Zatížení: $f = 2x \text{ kN/m}$

Posouvající síla: $V = \int_0^L -2x dx = -x^2 + C_v, \quad C_v = R_{1z}$

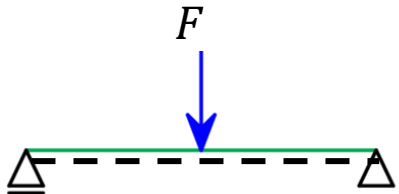
Ohybový moment: $M = \int_0^L -x^2 + C_v dx = -\frac{1}{3}x^3 + C_v x + C_m, \quad C_m = -R_{1m}$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení: f_z
Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

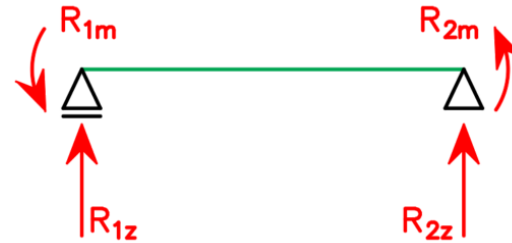
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

OHYBOVÝ MOMENT:

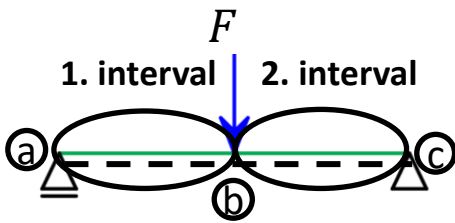
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení: f_z
Posouvající síla: $V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment: $M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



1. INTERVAL

Zatížení: $f = 0$

2. INTERVAL

Zatížení: $f = 0$

PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

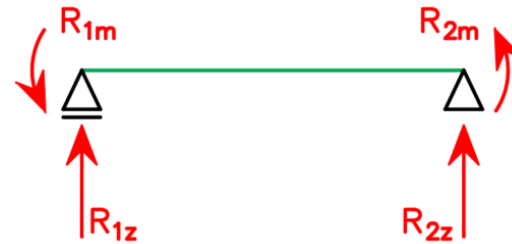
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

OHYBOVÝ MOMENT:

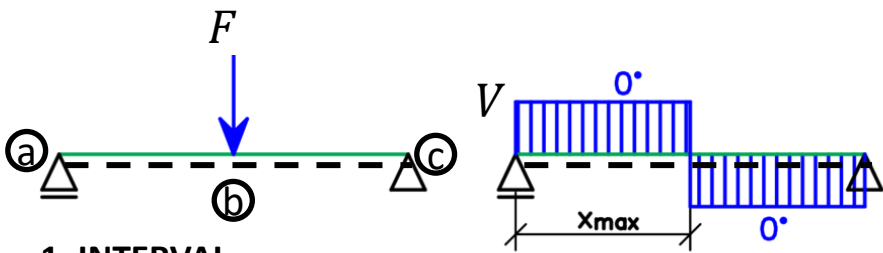
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$



1. INTERVAL

Zatížení: $f = 0$
 Posouvající síla: $V_{ab} = \int_0^{L/2} 0 dx = 0x + C_{v1},$

$$C_{v1} = R_{1z}$$

2. INTERVAL

Zatížení: $f = 0$
 Posouvající síla: $V_{bc} = \int_{L/2}^L 0 dx = 0x + C_{v2},$

$$C_{v2} = V_{ab} \left(\frac{L}{2} \right) - F$$

PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

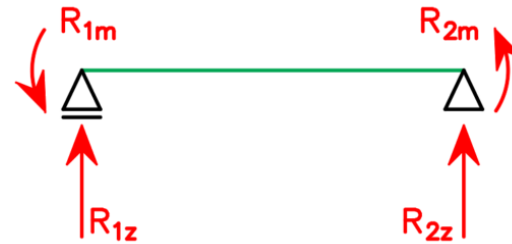
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

OHYBOVÝ MOMENT:

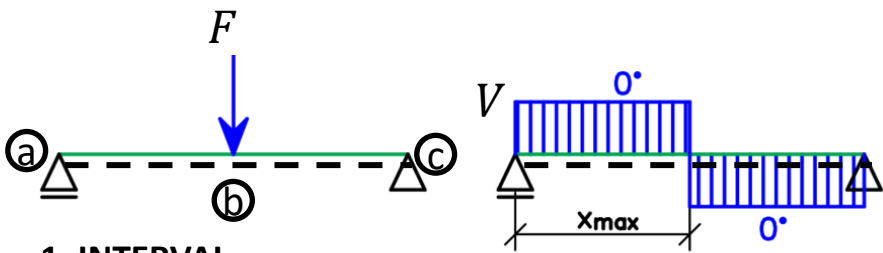
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

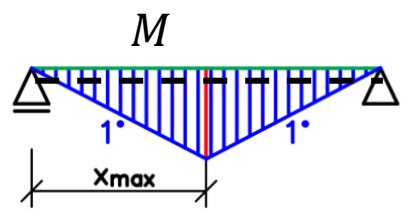


1. INTERVAL

Zatížení:	$f = 0$
Posouvající síla:	$V_{ab} = \int_0^{L/2} 0 dx = 0x + C_{v1},$
Ohybový moment:	$M_{ab} = \int_0^{L/2} C_{v1} dx = C_{v1}x + C_{m1},$

2. INTERVAL

Zatížení:	$f = 0$
Posouvající síla:	$V_{bc} = \int_{L/2}^L 0 dx = 0x + C_{v2},$
Ohybový moment:	$M_{bc} = \int_{L/2}^L C_{v2} dx = C_{v2}x + C_{m2},$



$$C_{v1} = R_{1z}$$

$$C_{m1} = -R_{1m}$$

$$C_{v2} = V_{ab} \left(\frac{L}{2} \right) - F$$

$$C_{m2} = M_{ab} \left(\frac{L}{2} \right)$$

PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

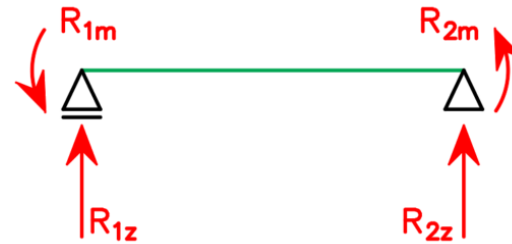
Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

OHYBOVÝ MOMENT:

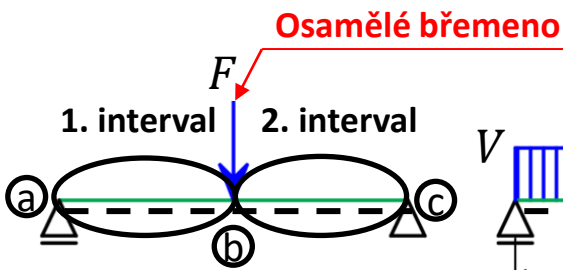
Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE

Zatížení:	f_z
Posouvající síla:	$V = - \int_a^b f_z dx$
Ohybový moment:	$M_y = \int_a^b V_z dx$



Pozn.: $f'(x_1) = 0 \Rightarrow$ inflexní bod, možné maximum v bodě $f(x_1)$

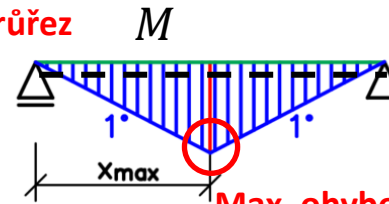
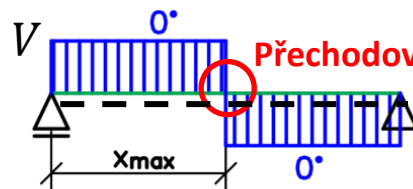


1. INTERVAL

Zatížení:	$f = 0$
Posouvající síla:	$V_{ab} = \int_0^{L/2} 0 dx = 0x + C_{v1},$
Ohybový moment:	$M_{ab} = \int_0^{L/2} C_{v1} dx = C_{v1}x + C_{m1},$

2. INTERVAL

Zatížení:	$f = 0$
Posouvající síla:	$V_{bc} = \int_{L/2}^L 0 dx = 0x + C_{v2},$
Ohybový moment:	$M_{bc} = \int_{L/2}^L C_{v2} dx = C_{v2}x + C_{m2},$



PŘECHODOVÝ PRŮŘEZ:

Průřez, kde posouvající síla nabývá nulových a ohybový moment maximálních hodnot

OHYBOVÝ MOMENT:

Ohybový moment se **VŽDY** vykresluje na stranu **TAŽENÝCH** vláken. Kladný ohybový moment je na straně **SPODNÍCH VLÁKEN**.

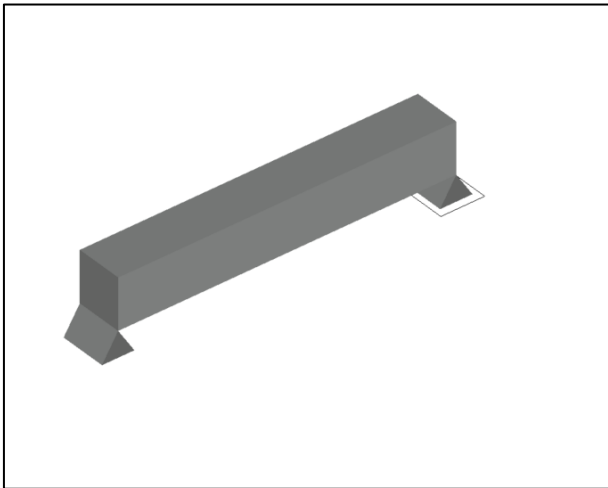
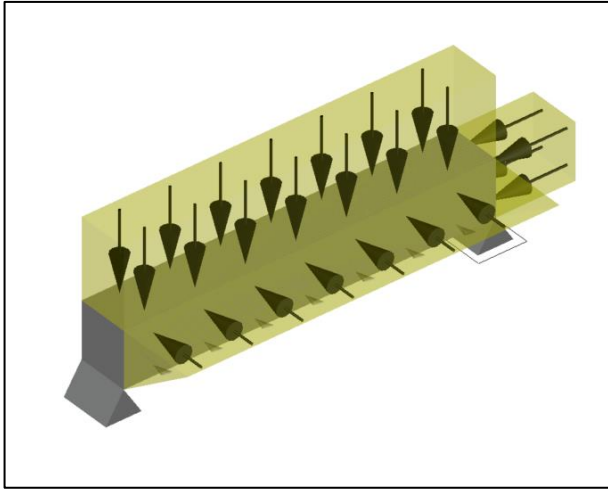
$$C_{v1} = R_{1z}$$

$$C_{m1} = -R_{1m}$$

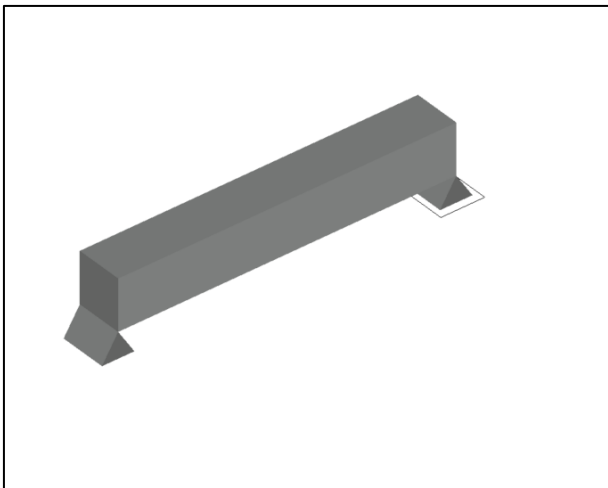
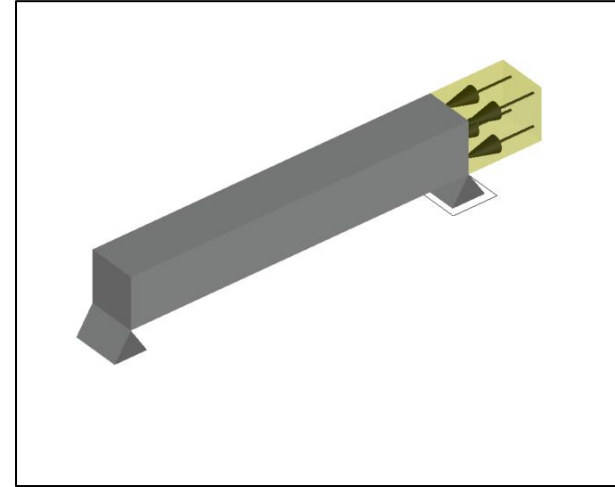
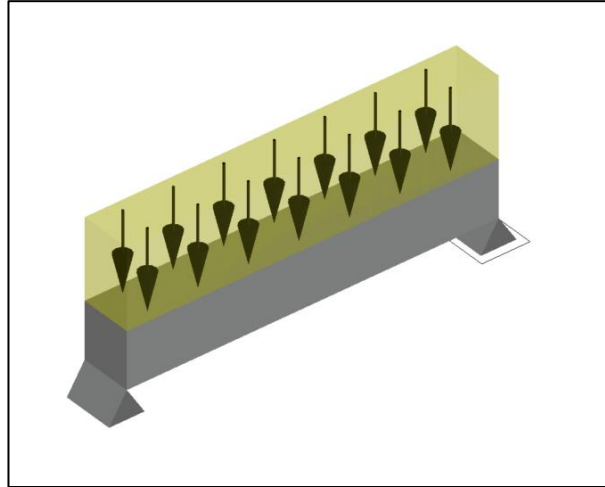
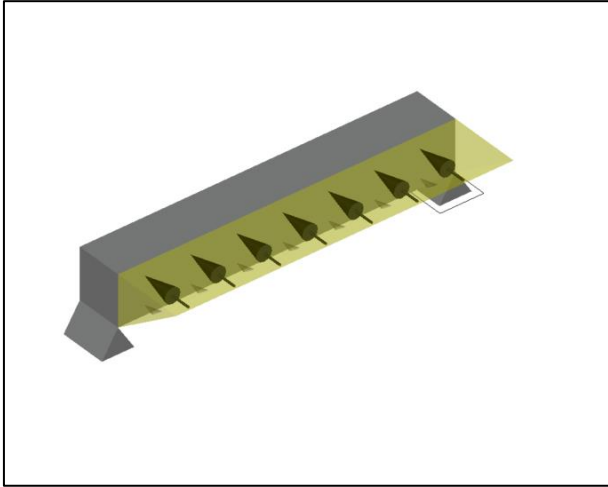
$$C_{v2} = V_{ab} \left(\frac{L}{2} \right) - F$$

$$C_{m2} = M_{ab} \left(\frac{L}{2} \right)$$

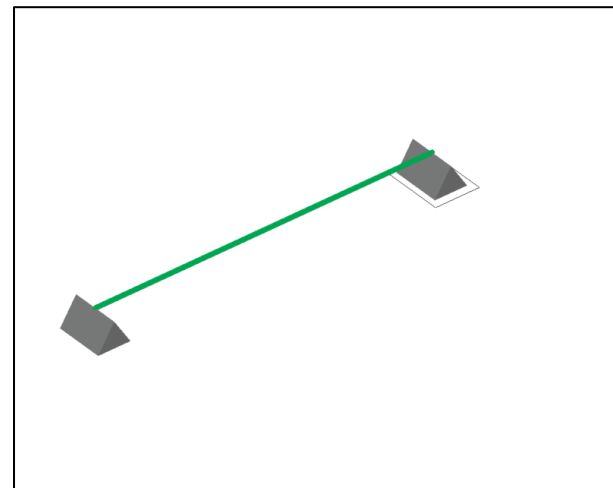
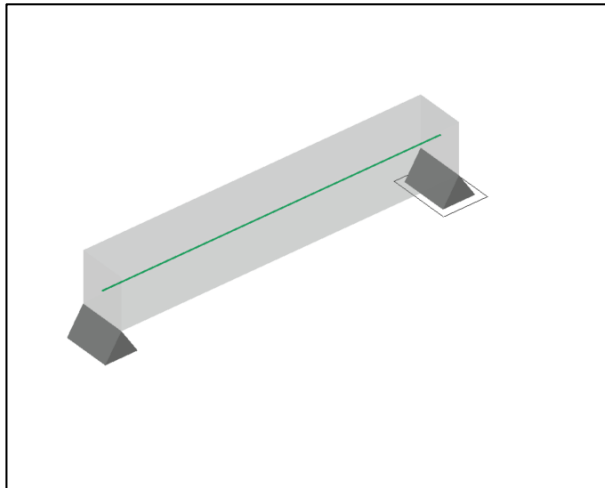
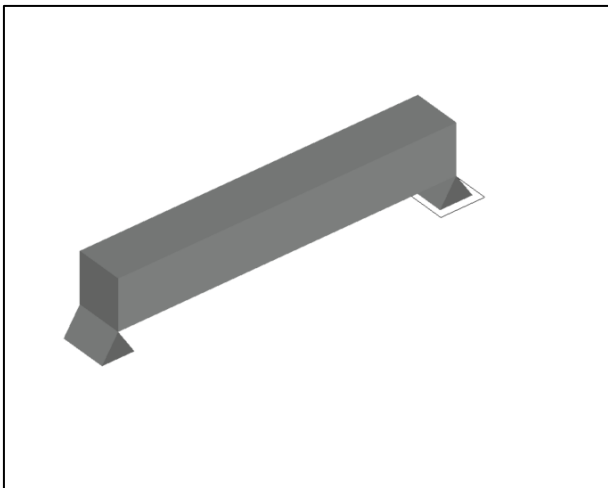
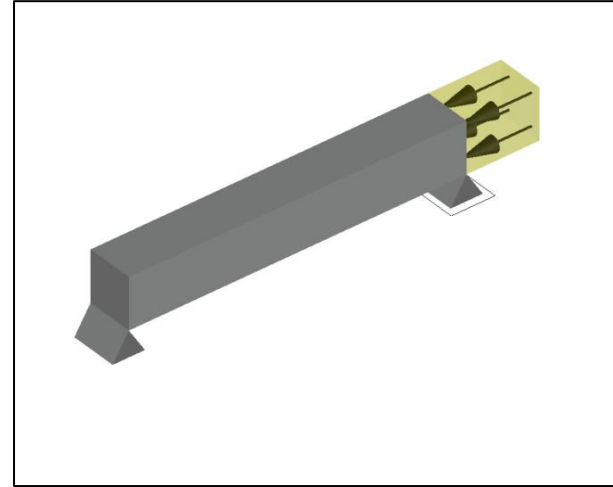
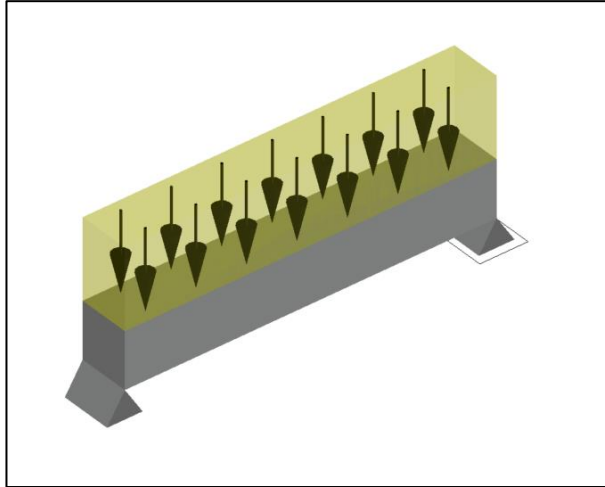
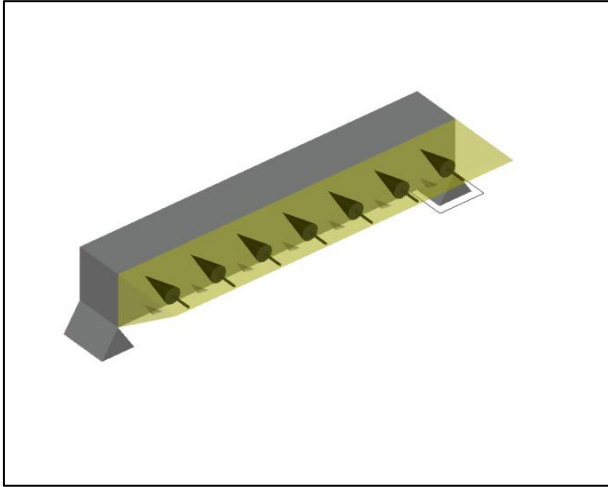
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



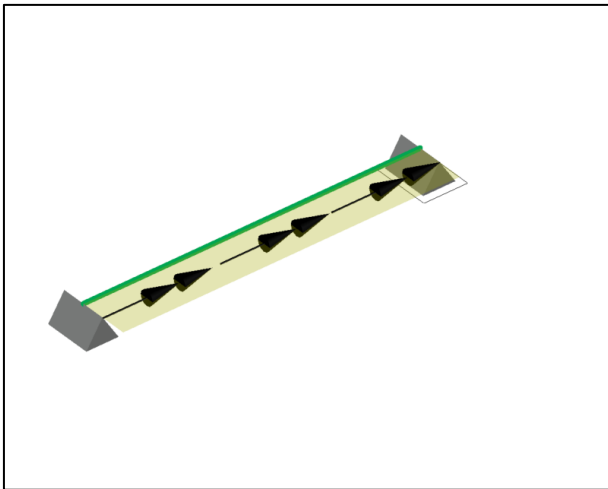
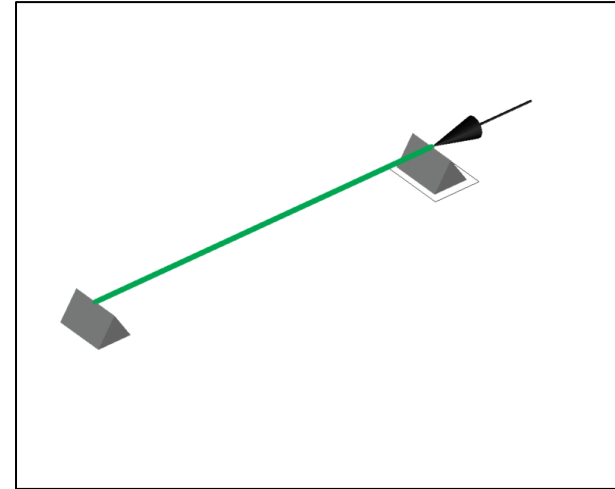
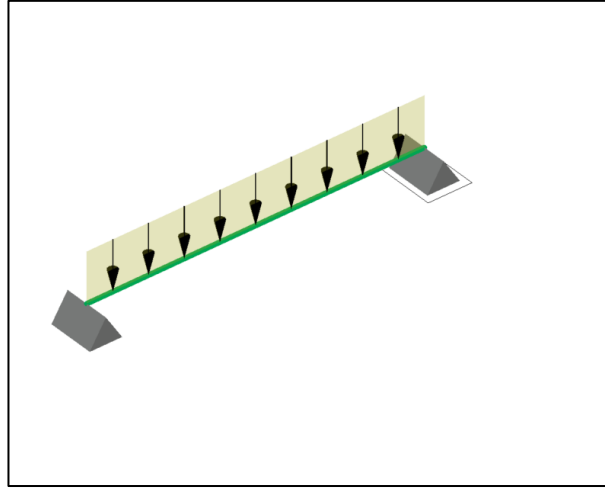
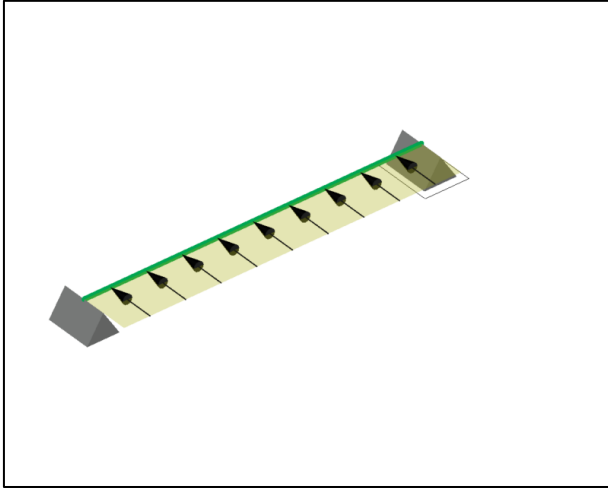
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



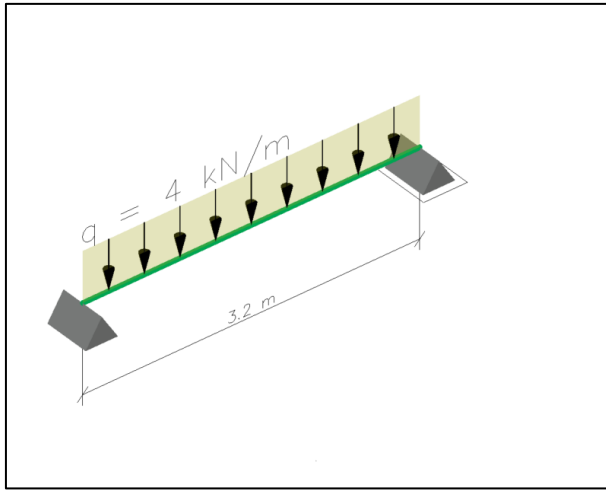
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



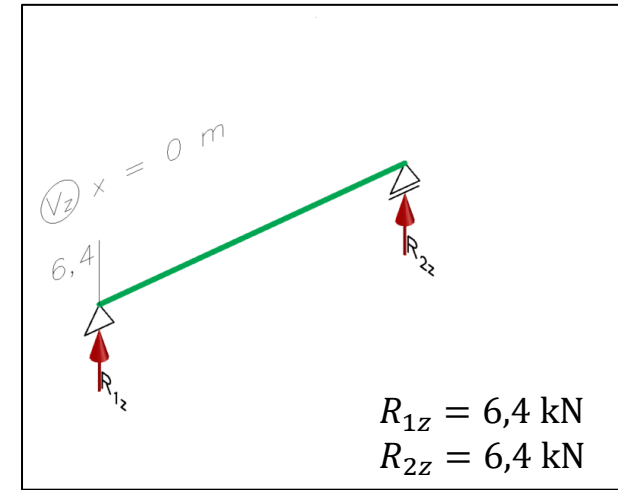
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



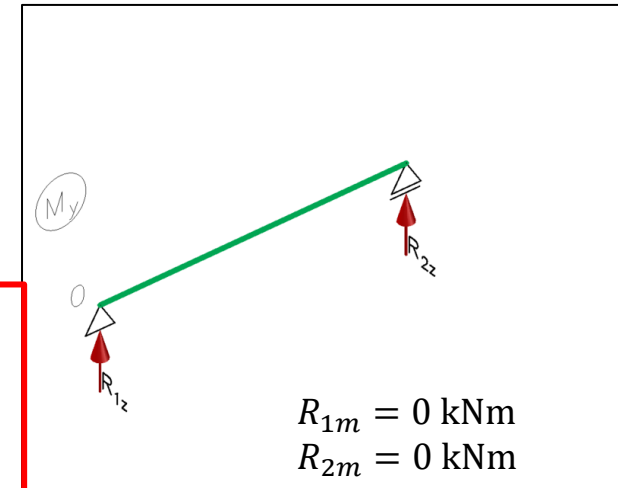
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Posouvající síla V_z



Ohybový moment M_y



Posouvající síla

$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

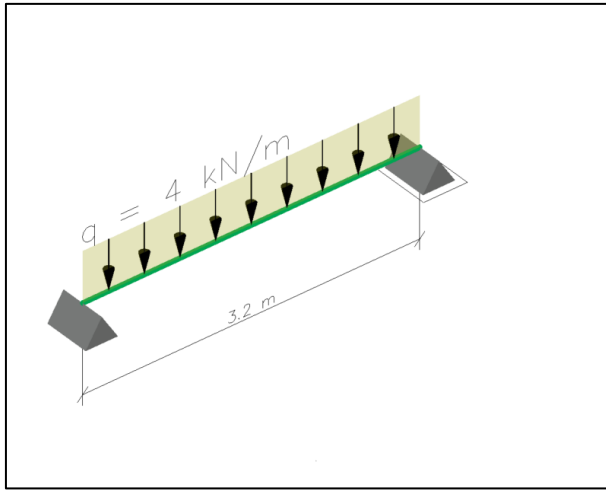
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_v = R_{1z}$$

$$C_m = 0$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 0,0$ m

$$V_z = -q \cdot 0,0 + R_{1z} = -4 \cdot 0,0 + 6,4 = 6,4 \text{ kN}$$

$$M_y = -\frac{q}{2} \cdot 0,0^2 + R_{1z} \cdot 0,0 = -\frac{4}{2} \cdot 0,0^2 + 6,4 \cdot 0,0 = 0 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

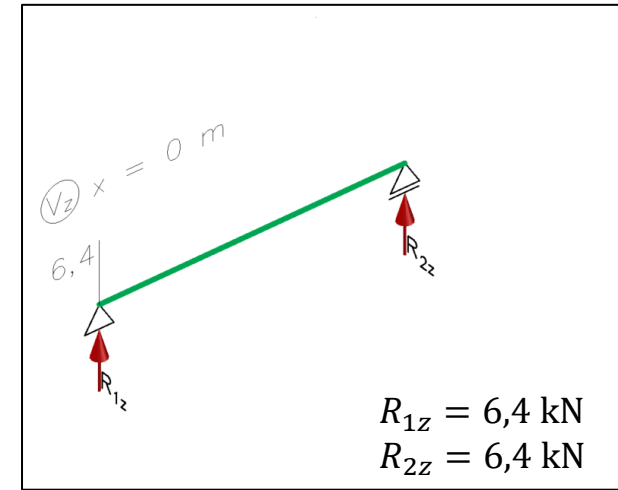
$$C_v = R_{1z}$$

Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$

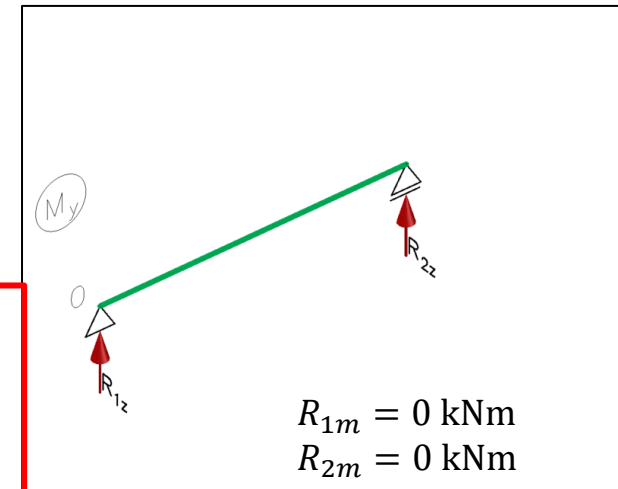
Posouvající síla V_z



$$R_{1z} = 6,4 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 6,4 \text{ kN}$$

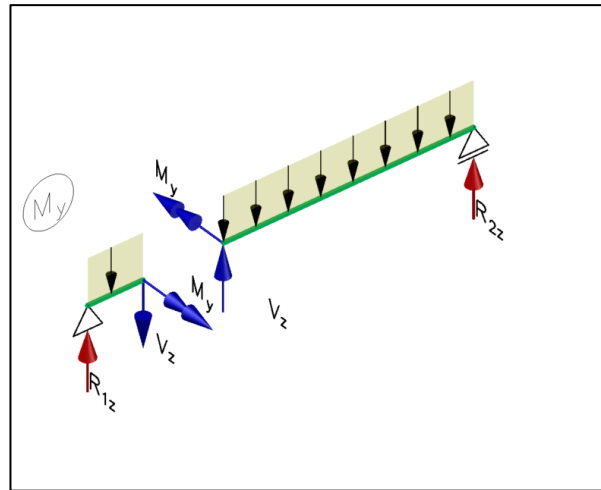
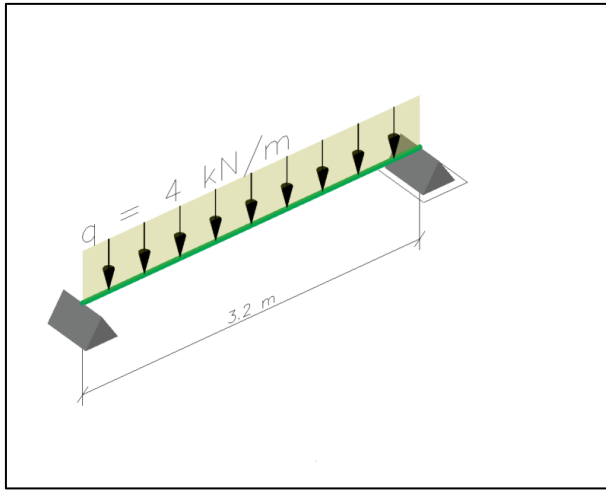
Ohybový moment M_y



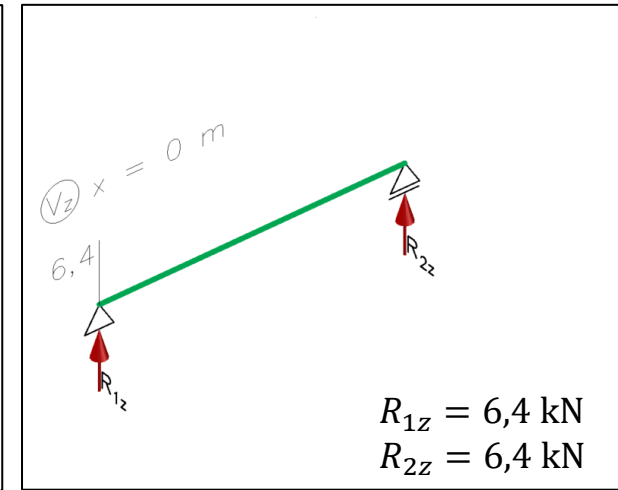
$$R_{1m} = 0 \text{ kNm}$$

$$R_{2m} = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Posouvající síla V_z



Vzdálenost zleva: $x = 0,6 \text{ m}$

Posouvající síla

$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

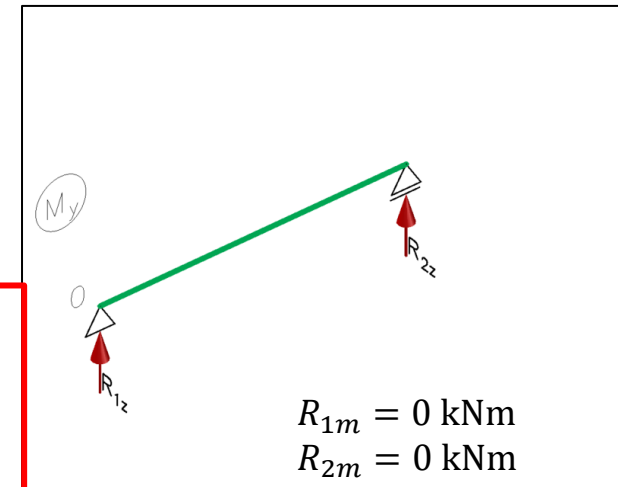
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

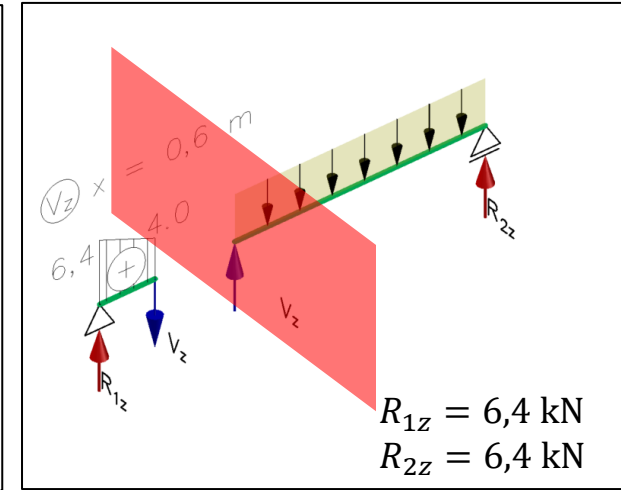
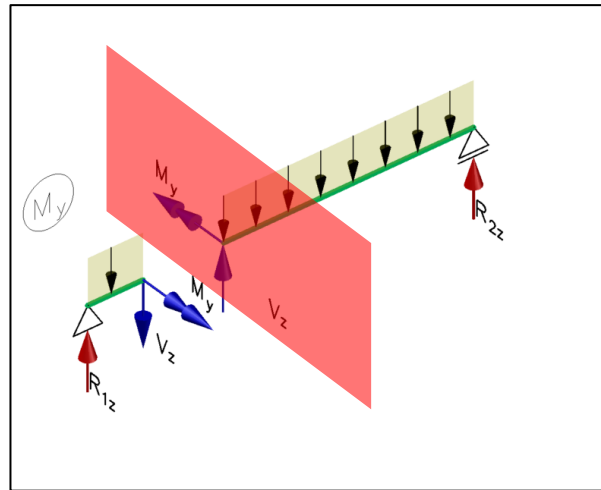
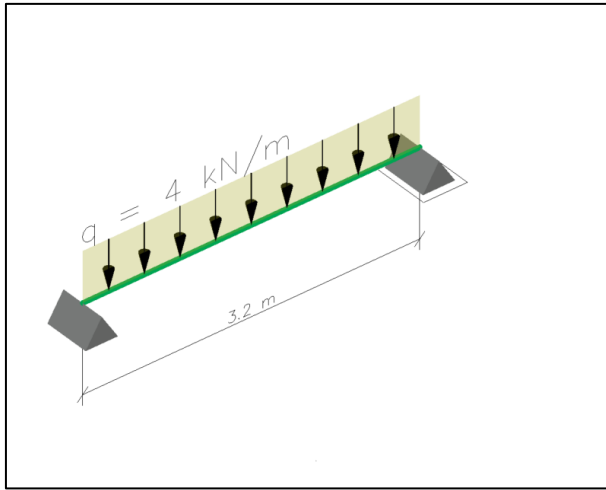
$$C_v = R_{1z}$$

$$C_m = 0$$

Ohybový moment M_y



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 0,6 \text{ m}$

$$V_z = -q \cdot 0,6 + R_{1z} = -4 \cdot 0,6 + 6,4 = 4 \text{ kN}$$

$$M_y = -\frac{q}{2} \cdot 0,6^2 + R_{1z} \cdot 0,6 = -\frac{4}{2} \cdot 0,6^2 + 6,4 \cdot 0,6 = 3,12 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

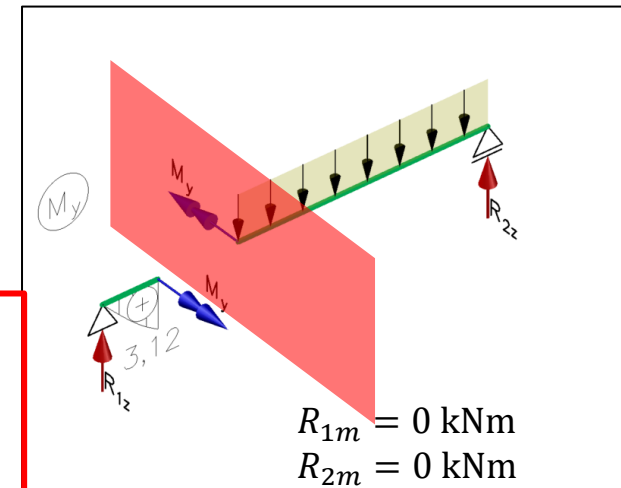
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

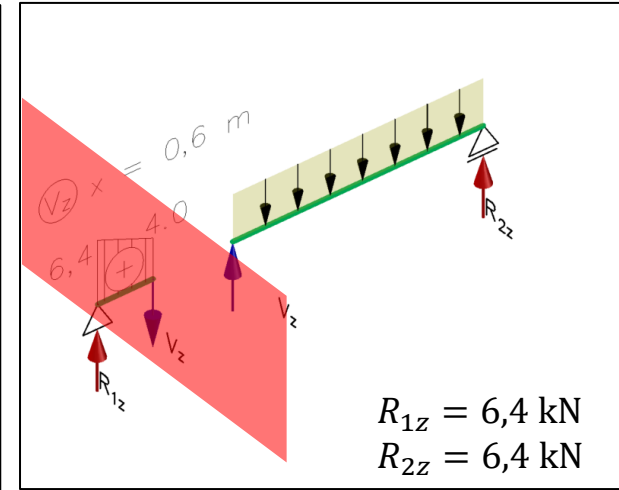
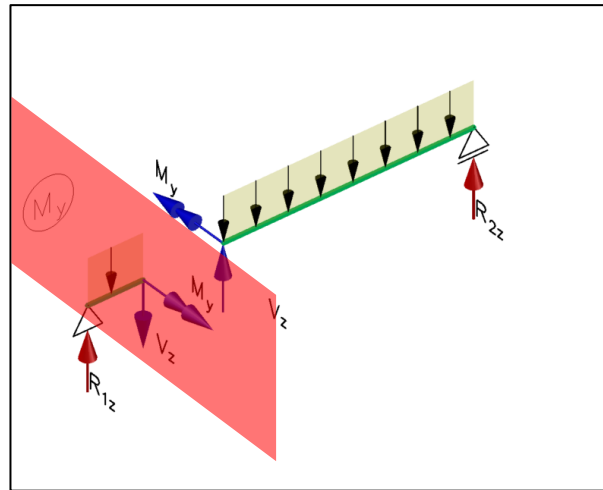
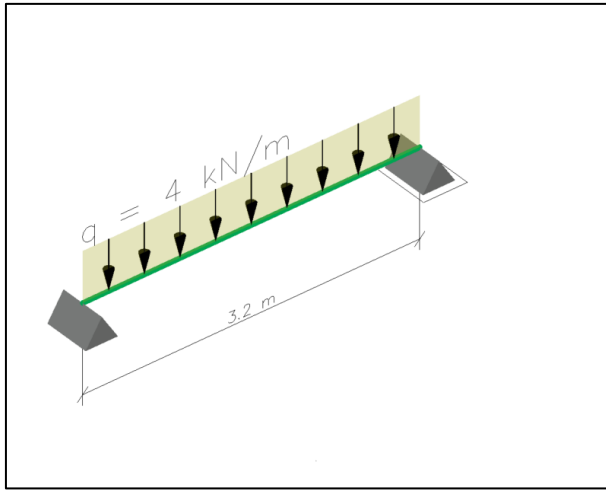
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zprava: $x = 2.6 \text{ m}$

$$V_z = +q \cdot 2.6 - R_{2z} = +4 \cdot 2.6 - 6.4 = 4 \text{ kN}$$

$$M_y = +\frac{q}{2} \cdot 2.6^2 - R_{2z} \cdot 2.6 = +\frac{4}{2} \cdot 2.6^2 - 6.4 \cdot 2.6 = 3.12 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

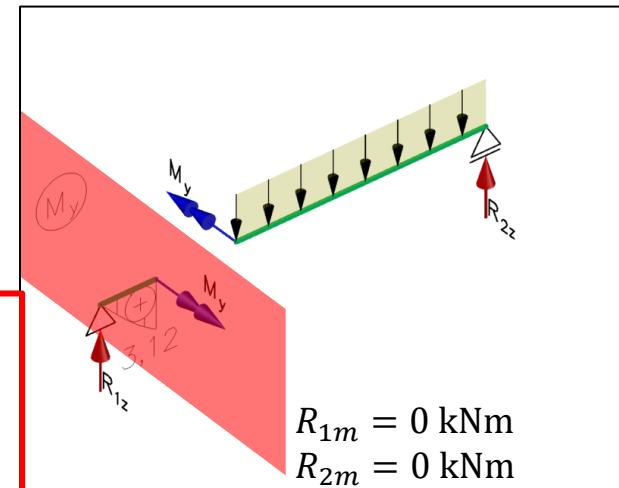
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

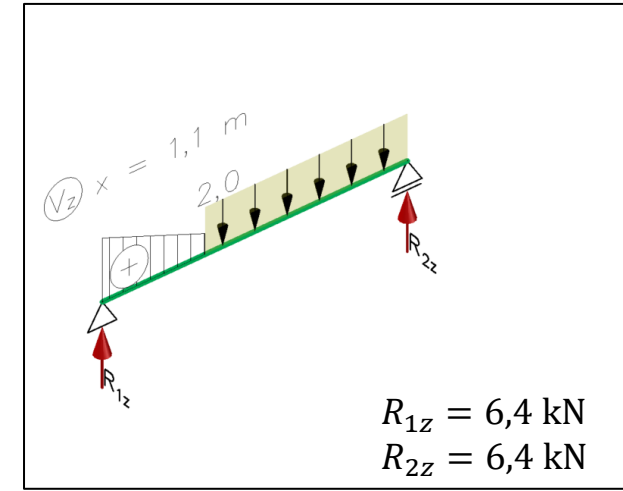
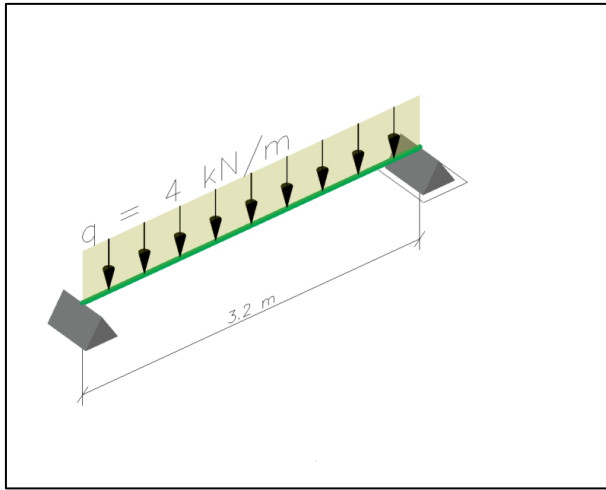
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 1,1 \text{ m}$

$$V_z = -q \cdot 1,1 + R_{1z} = -4 \cdot 1,1 + 6,4 = 2 \text{ kN}$$

$$M_y = -\frac{q}{2} \cdot 1,1^2 + R_{1z} \cdot 1,1 = -\frac{4}{2} \cdot 1,1^2 + 6,4 \cdot 1,1 = 4,62 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

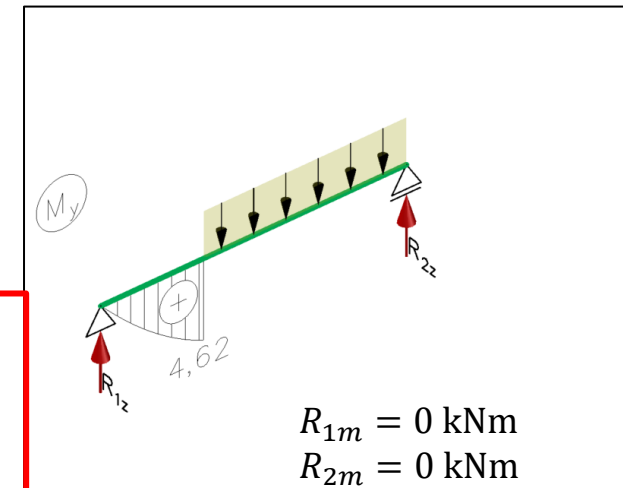
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

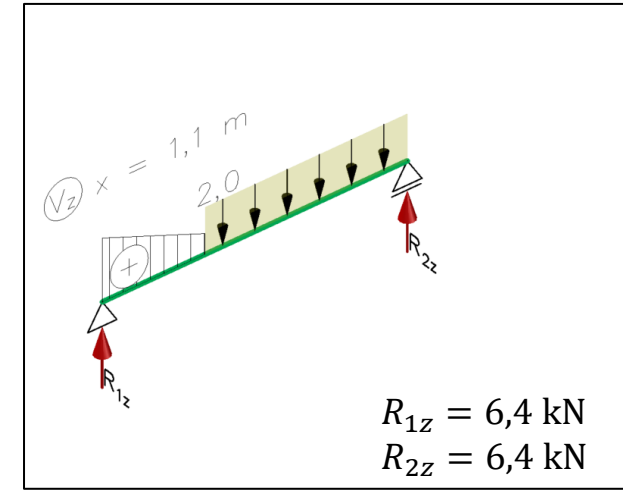
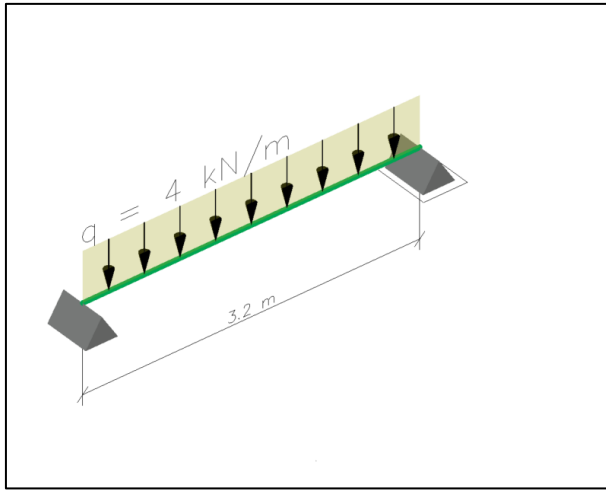
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zprava: $x = 2,1 \text{ m}$

$$V_z = +q \cdot 2,1 - R_{2z} = +4 \cdot 2,1 - 6,4 = 2 \text{ kN}$$

$$M_y = +\frac{q}{2} \cdot 2,1^2 - R_{2z} \cdot 2,1 = +\frac{4}{2} \cdot 2,1^2 - 6,4 \cdot 2,1 = 4,62 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

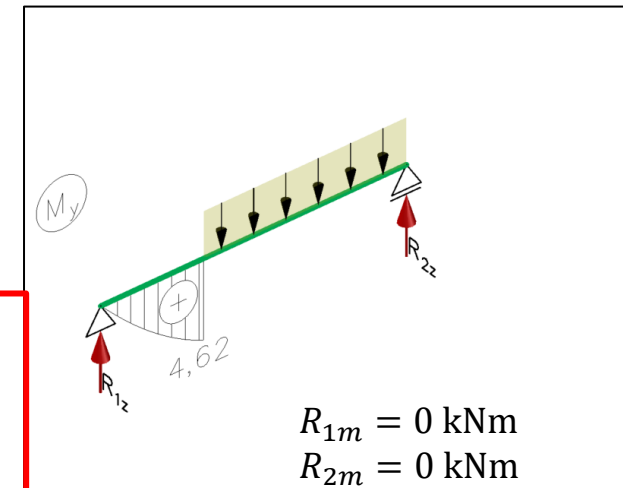
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

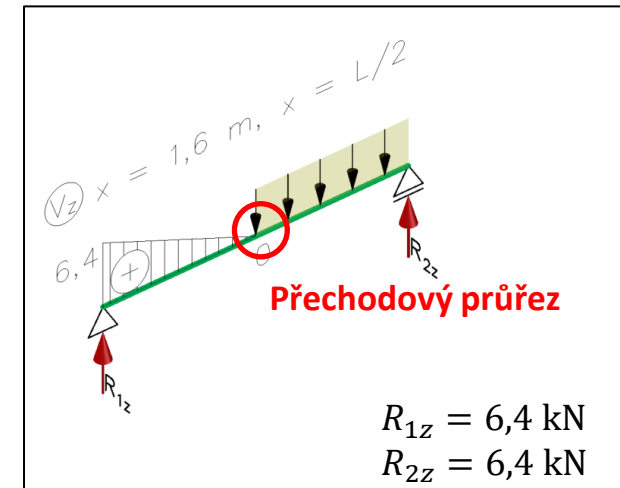
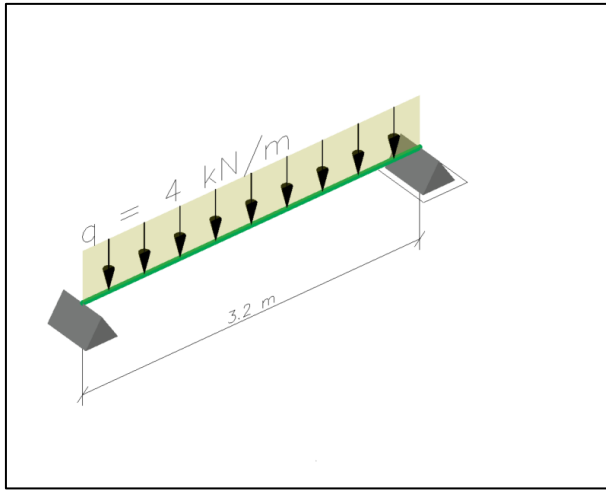
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 1.6 \text{ m}$

$$V_z = -q \cdot 1.6 + R_{1z} = -4 \cdot 1.6 + 6.4 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y = -\frac{q}{2} \cdot 1.6^2 + R_{1z} \cdot 1.6 = \frac{4}{2} \cdot 1.6^2 + 6.4 \cdot 1.6 = 4.7328 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

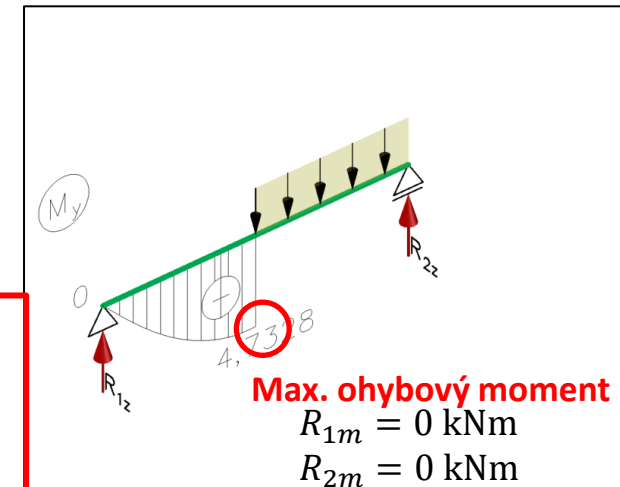
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

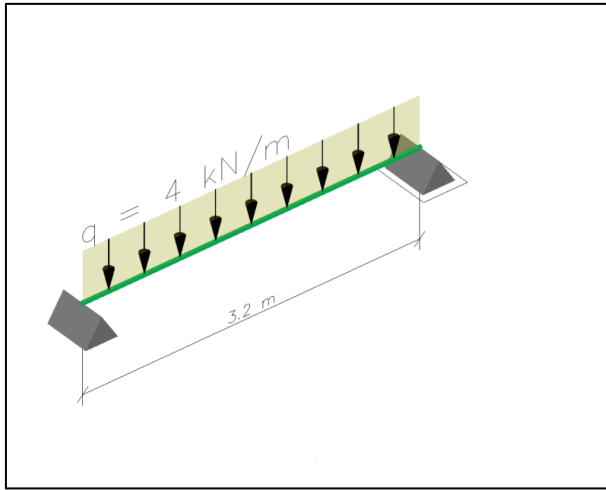
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zprava: $x = 1,6 \text{ m}$

$$V_z = +q \cdot 1,6 - R_{2z} = +4 \cdot 1,6 - 6,4 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y = +\frac{q}{2} \cdot 1,6^2 - R_{2z} \cdot 1,6 = +\frac{4}{2} \cdot 1,6^2 - 6,4 \cdot 1,6 = 4,7328 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

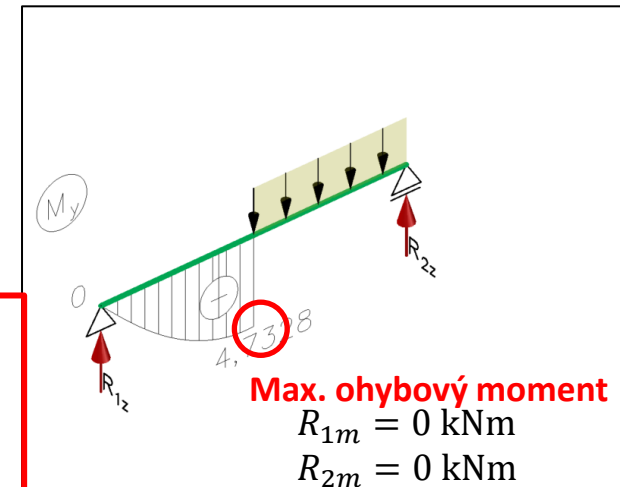
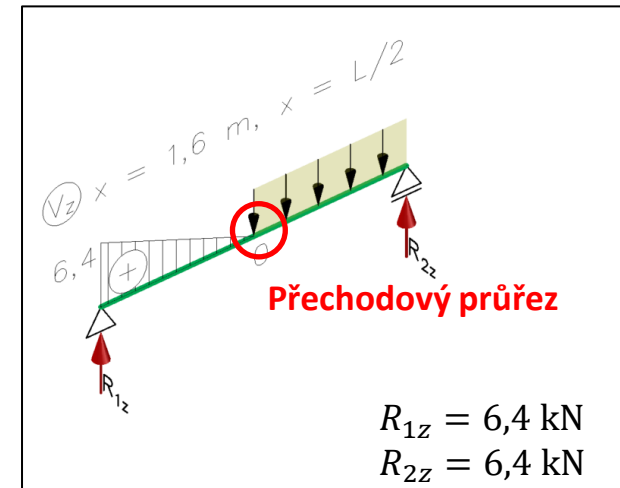
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

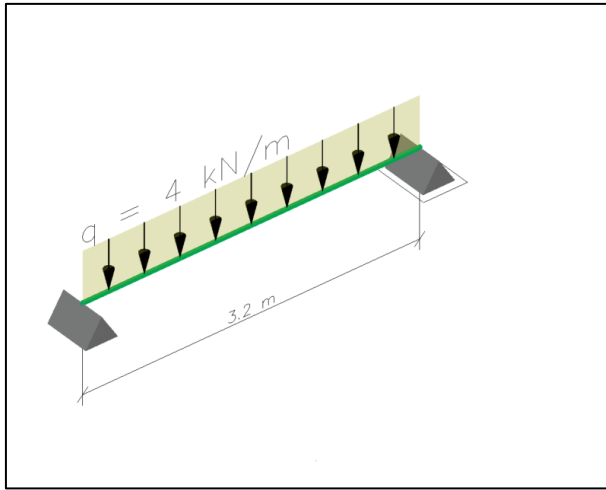
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 2,4$ m

$$V_z = -q \cdot 2,4 + R_{1z} = -4 \cdot 2,4 + 6,4 = -3,2 \text{ kN}$$

$$M_y = -\frac{q}{2} \cdot 2,4^2 + R_{1z} \cdot 2,4 = -\frac{4}{2} \cdot 2,4^2 + 6,4 \cdot 2,4 = 3,84 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

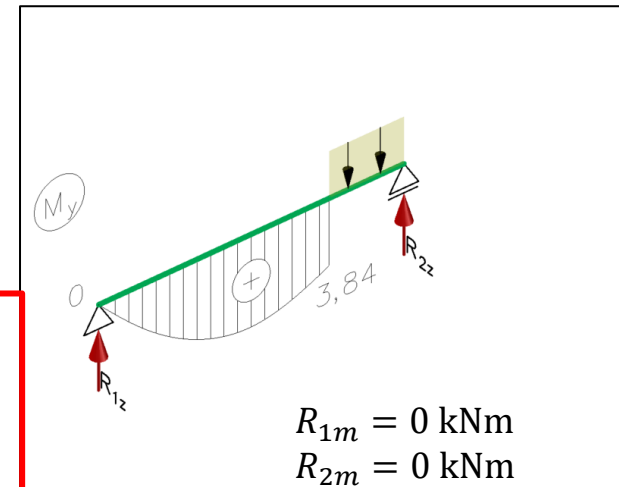
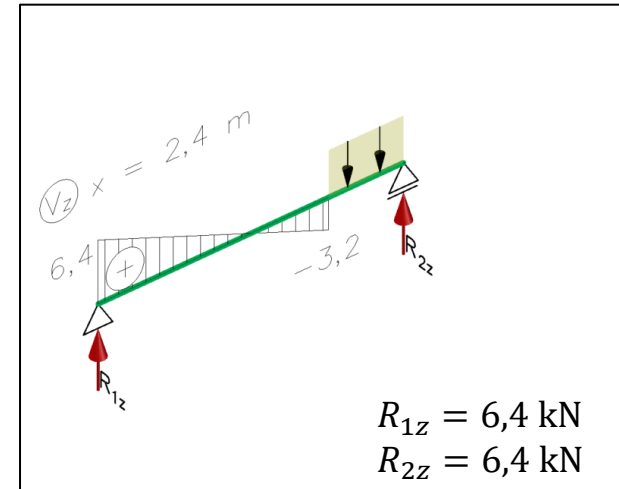
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

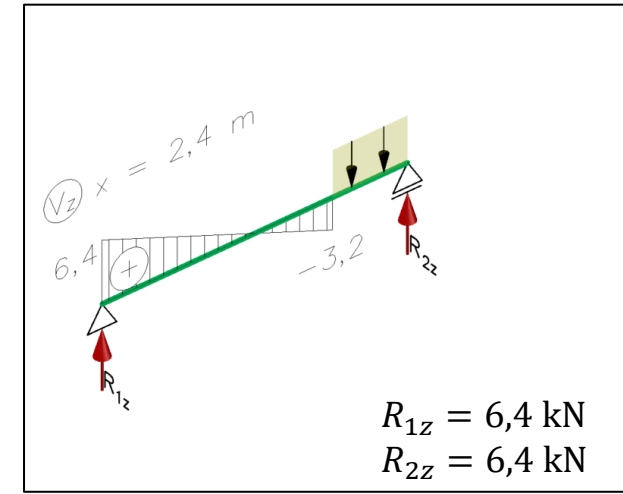
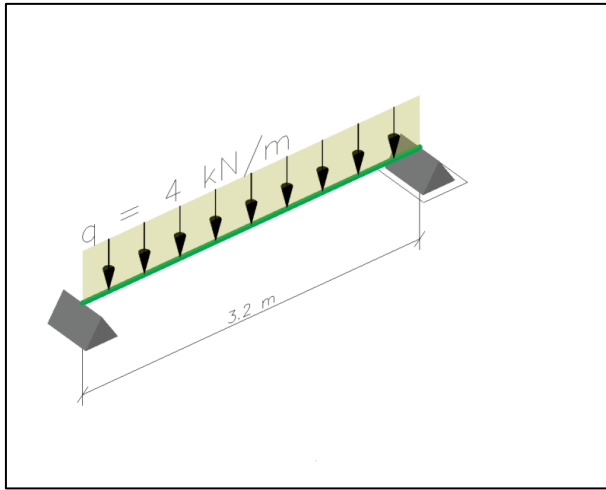
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zprava: $x = 0,8 \text{ m}$

$$V_z = +q \cdot 0,8 - R_{2z} = +4 \cdot 0,8 - 6,4 = -3,2 \text{ kN}$$

$$M_y = +\frac{q}{2} \cdot 0,8^2 - R_{2z} \cdot 0,8 = +\frac{4}{2} \cdot 0,8^2 - 6,4 \cdot 0,8 = 3,84 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

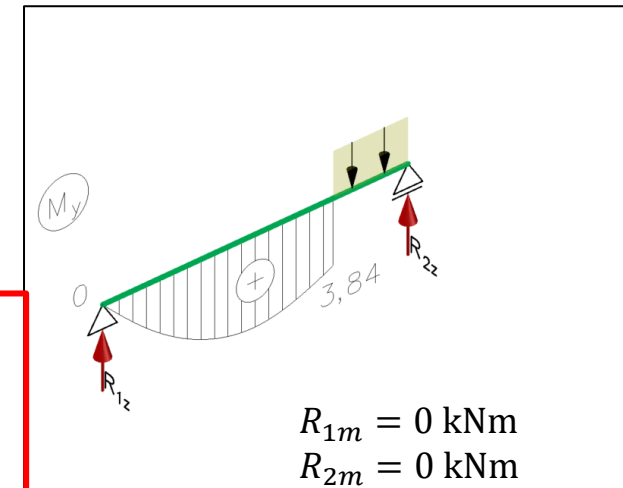
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

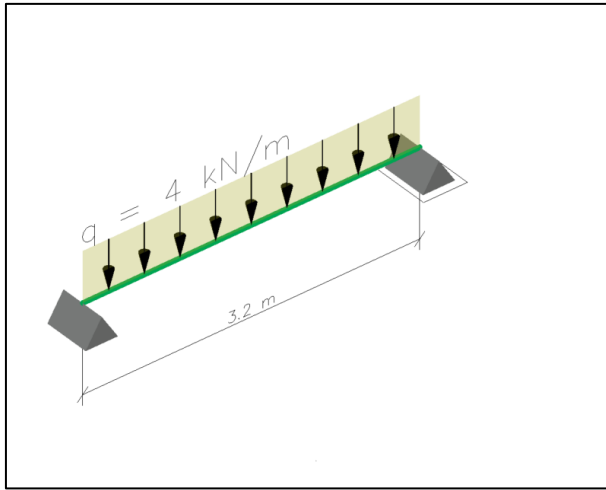
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 3,2 \text{ m}$

$$V_z = -q \cdot 3,2 + R_{1z} = -4 \cdot 3,2 + 6,4 = -6,4 \text{ kN}$$

$$M_y = -\frac{q}{2} \cdot 3,2^2 + R_{1z} \cdot 3,2 = -\frac{4}{2} \cdot 3,2^2 + 6,4 \cdot 3,2 = 0 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

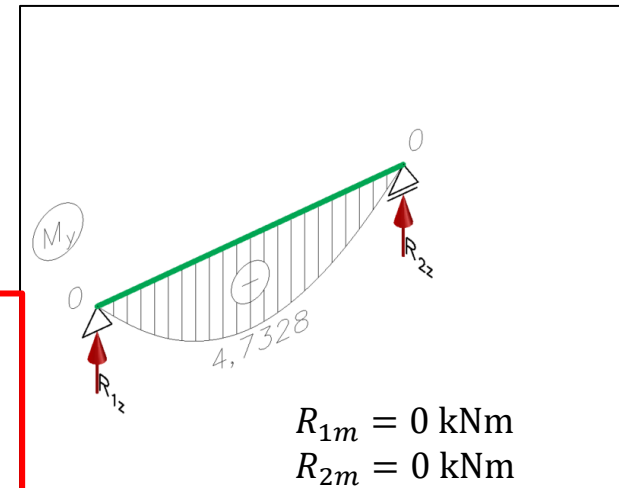
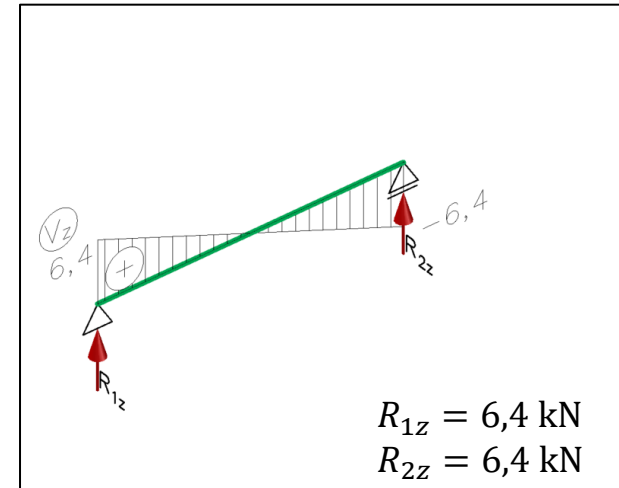
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

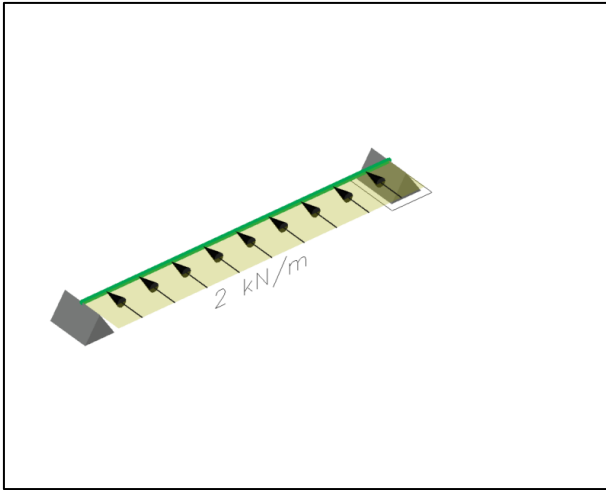
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zleva: $x = 3,2$ m

$$V_y = q \cdot 3,2 - R_{1y} = 2 \cdot 3,2 - 3,2 = 0 \text{ kN}$$

$$M_z = \frac{q}{2} \cdot 3,2^2 - R_{1y} \cdot 3,2 = \frac{2}{2} \cdot 3,2^2 - 6,4 \cdot 3,2 = 0 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

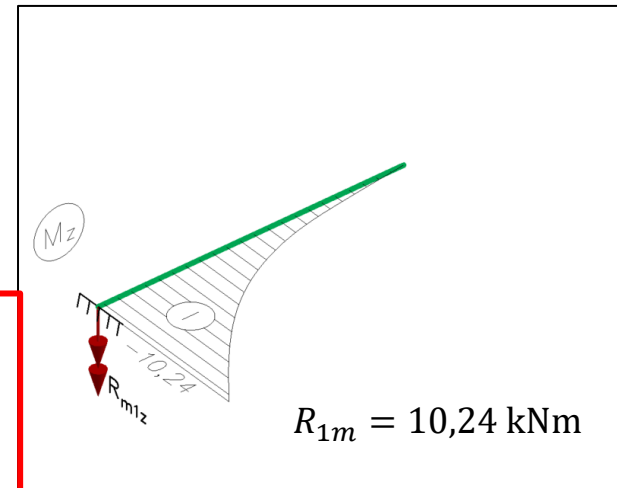
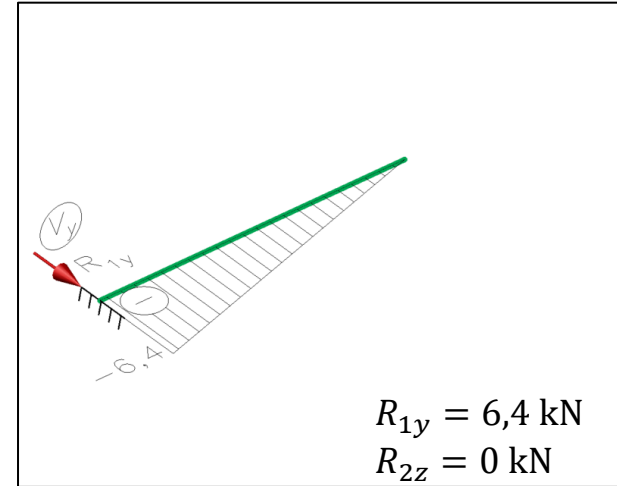
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

$$C_v = R_{1z}$$

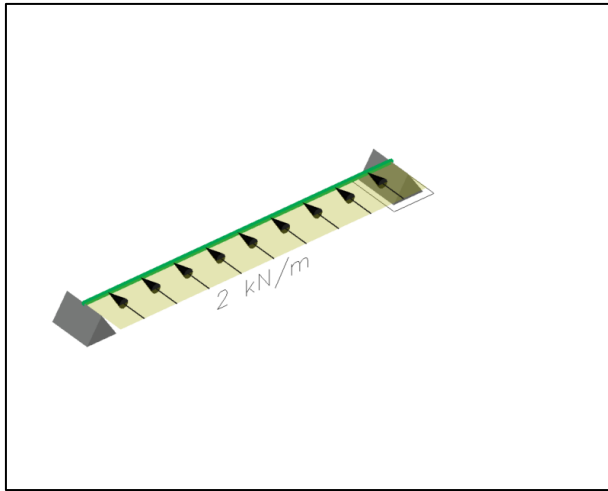
Ohybový moment:

$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



Vzdálenost zprava: $x = 3,2$ m

$$V_y = -q \cdot 3,2 = -2 \cdot 3,2 = -6,4 \text{ kN}$$

$$M_z = -\frac{q}{2} \cdot 3,2^2 = -\frac{2}{2} \cdot 3,2^2 = -10,24 \text{ kNm}$$

Posouvající síla

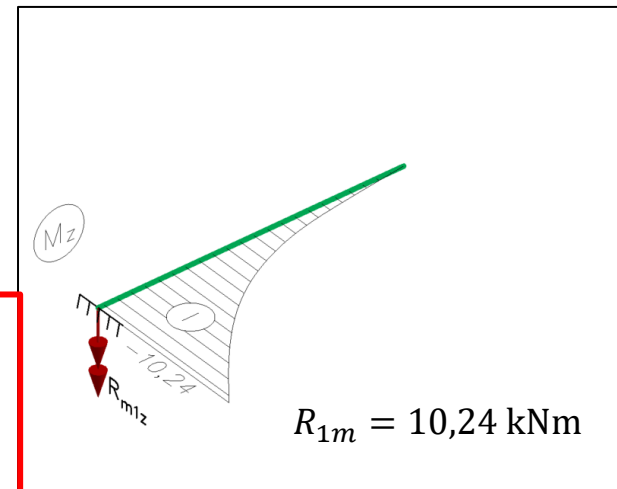
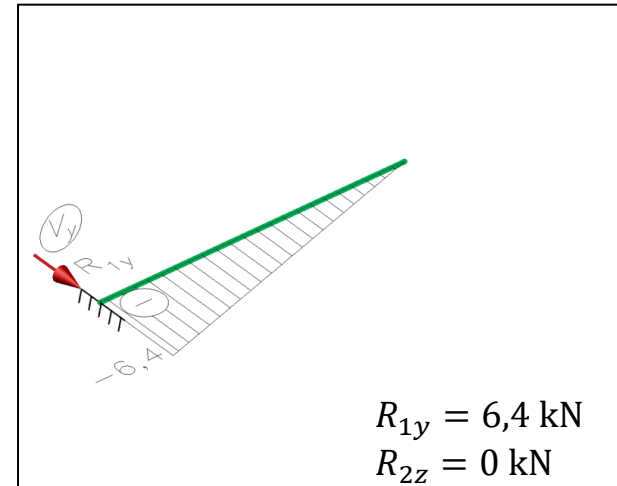
$$V = \int_0^L -q \, dx = -qx + C_v,$$

Ohybový moment:

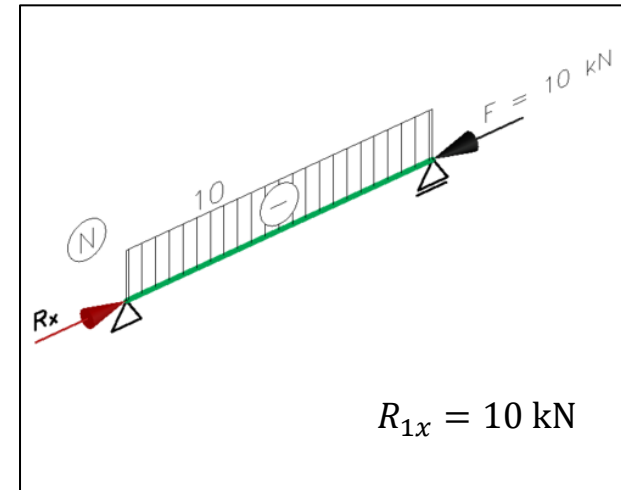
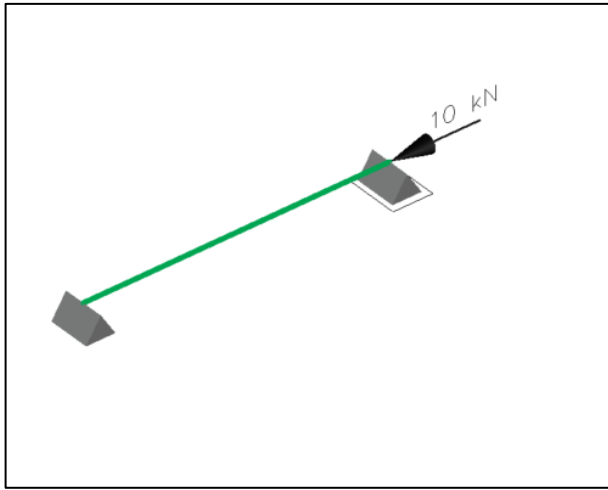
$$M = \int_0^L -\frac{q}{2}x + C_v \, dx = -\frac{q}{2}x^2 + C_v x + C_m,$$

$$C_v = R_{1z}$$

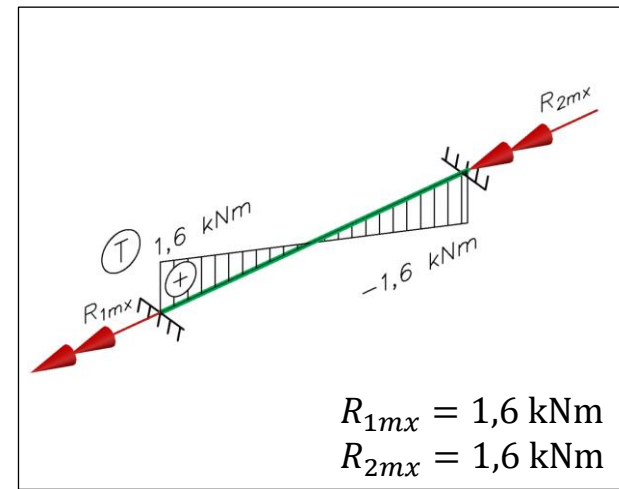
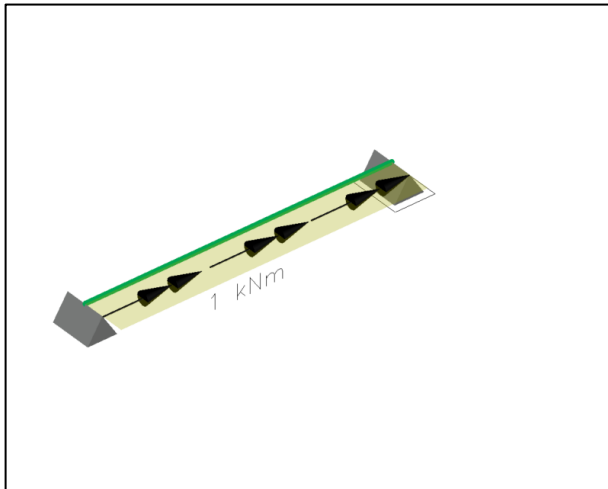
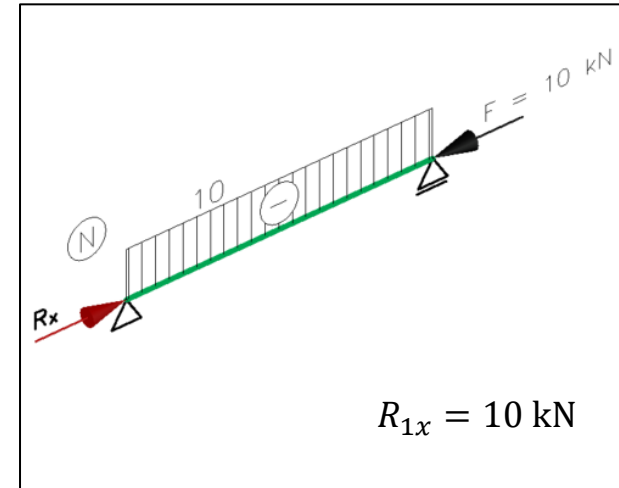
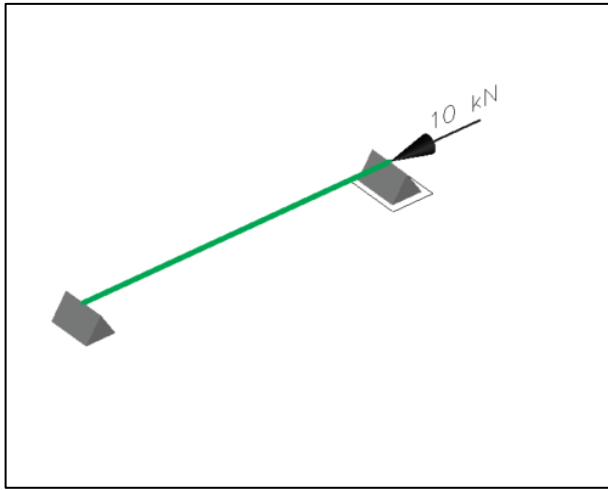
$$C_m = 0$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - TEORIE



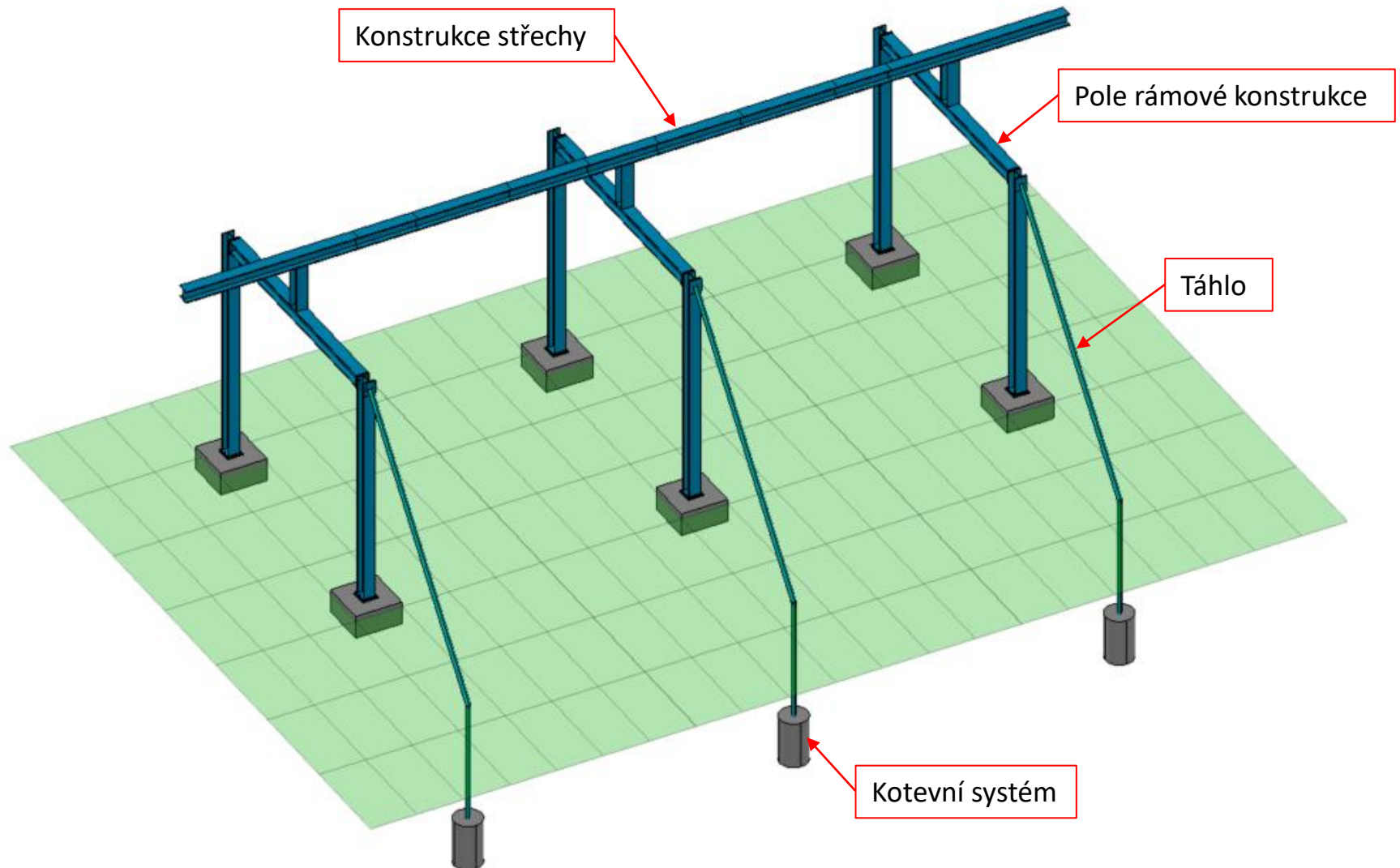
OBSAH

- **TEORIE**
- **ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL**
- **PŘÍKLADY**

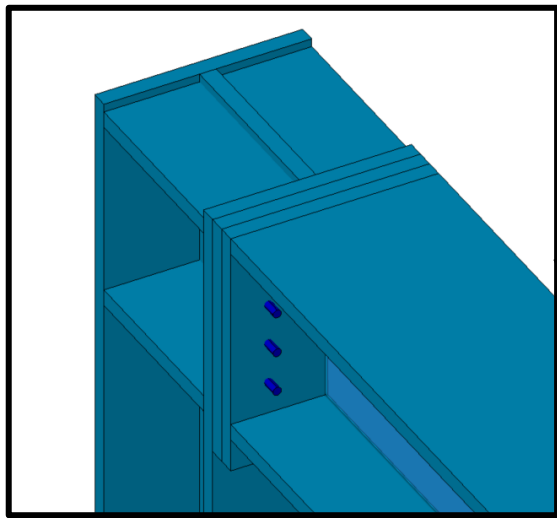
OBSAH

- TEORIE
- **ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL**
- PŘÍKLADY

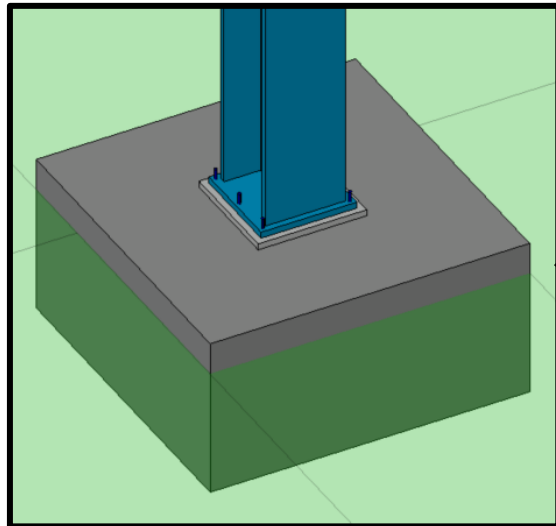
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



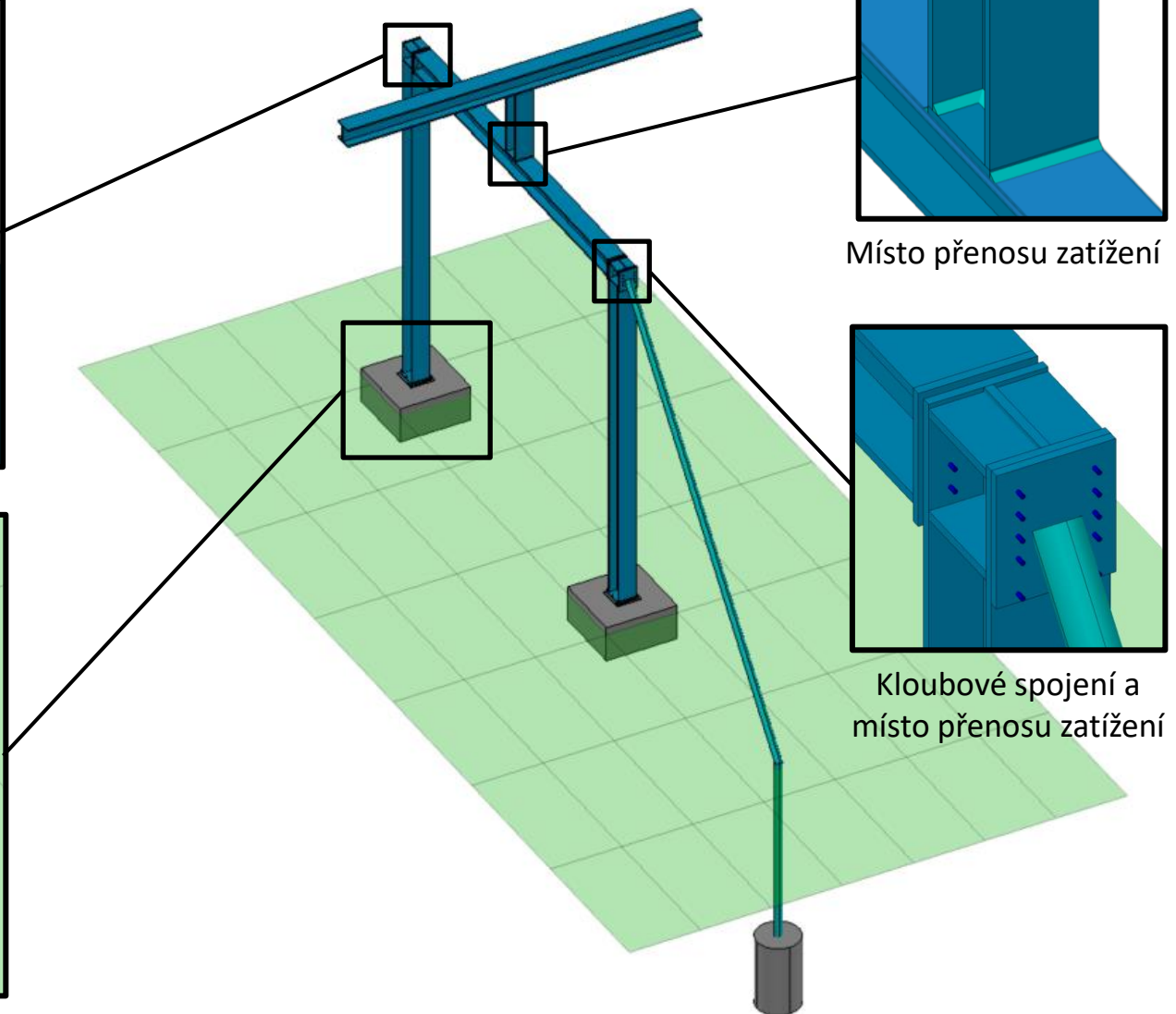
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Tuhé spojení



Podpora



Místo přenosu zatížení

Kloubové spojení a
místo přenosu zatížení

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL

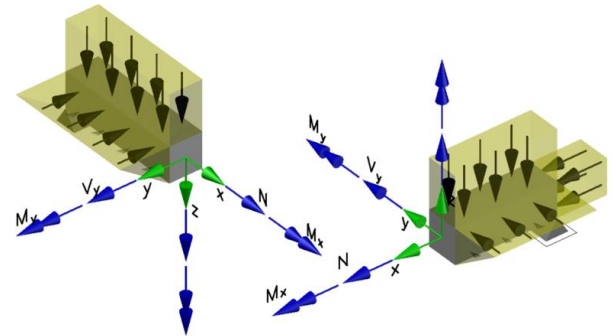
Kladná konvence vnitřních sil

M - Ohybové momenty

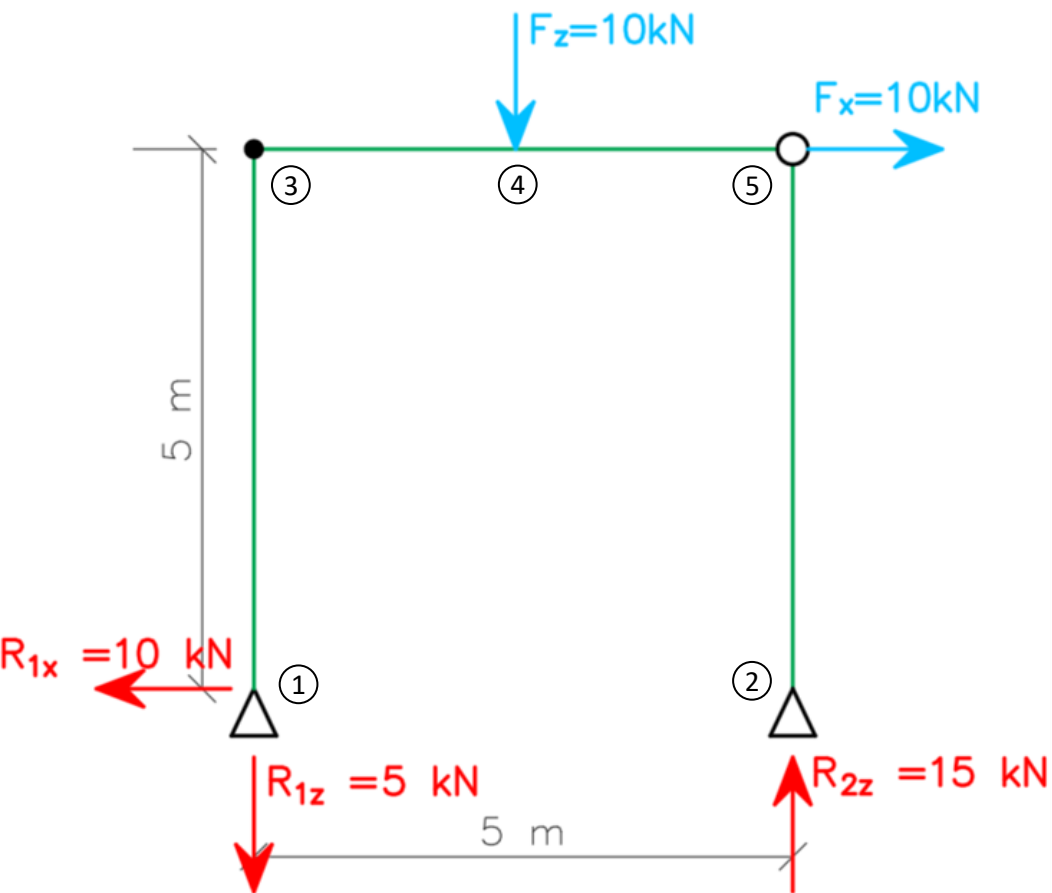
V - Posouvající síly

N - Normálové síly

na nosníku je dána polohou spodních vláken



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



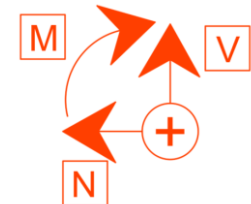
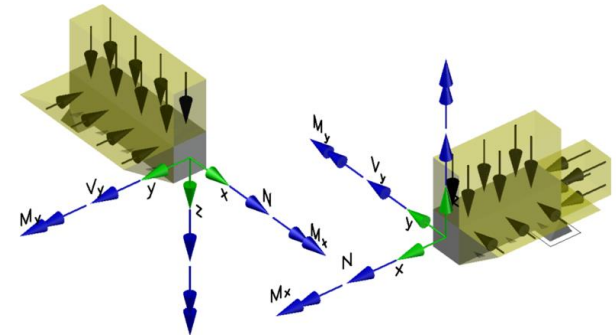
Kladná konvence vnitřních sil

M - Ohybové momenty

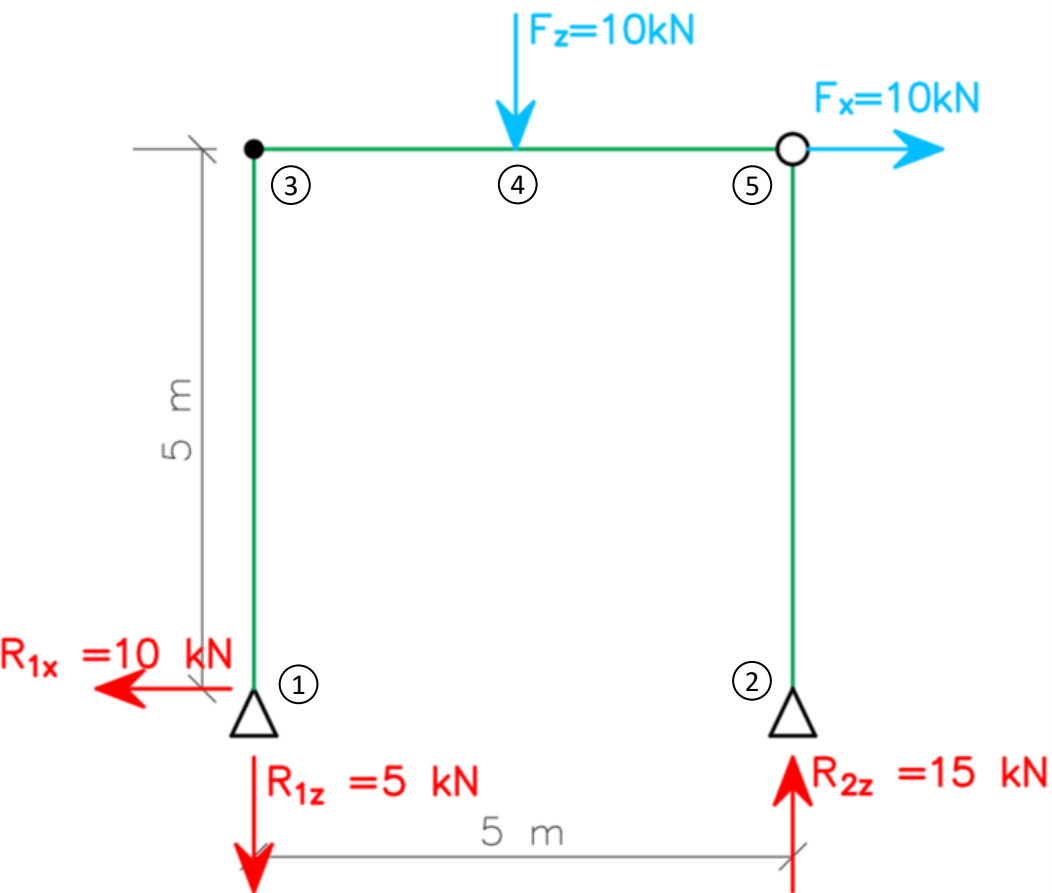
V - Posouvající síly

N - Normálové síly

na nosníku je dána polohou spodních vláken



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



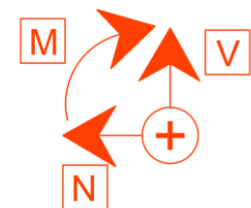
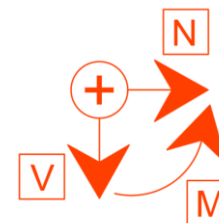
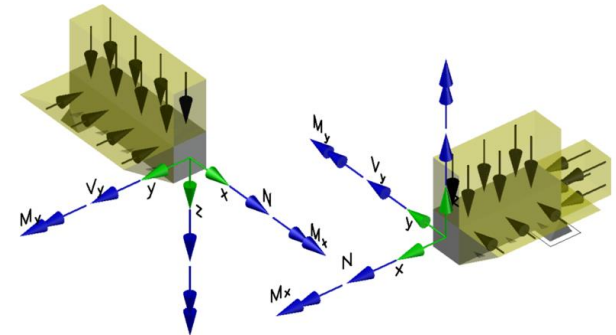
Kladná konvence vnitřních sil

M - Ohybové momenty

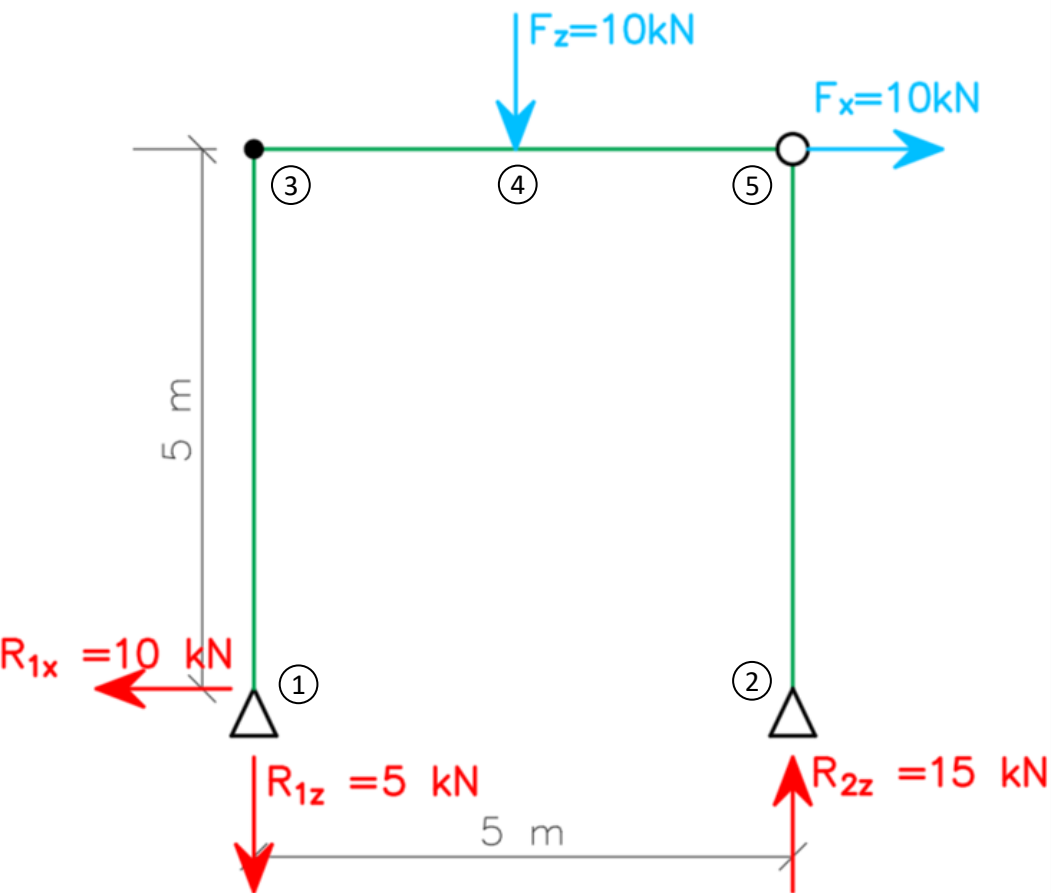
V - Posouvající síly

N - Normálové síly

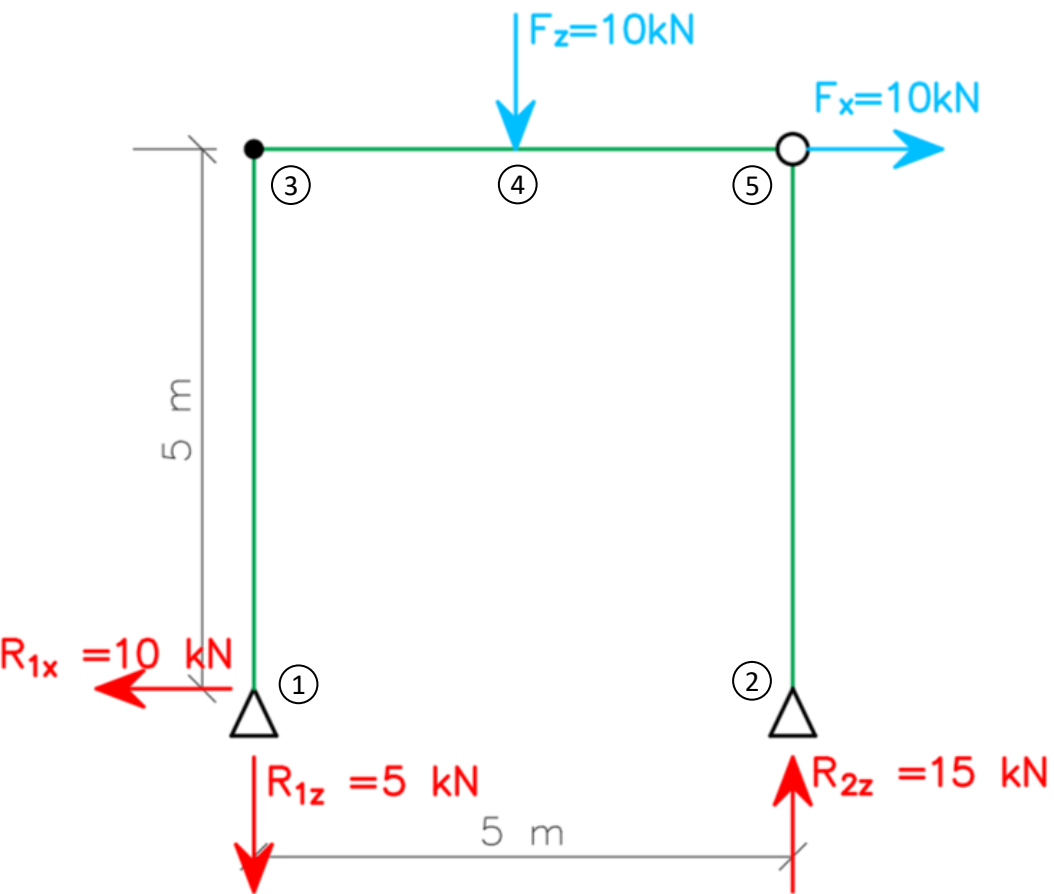
na nosníku je dána polohou spodních vláken



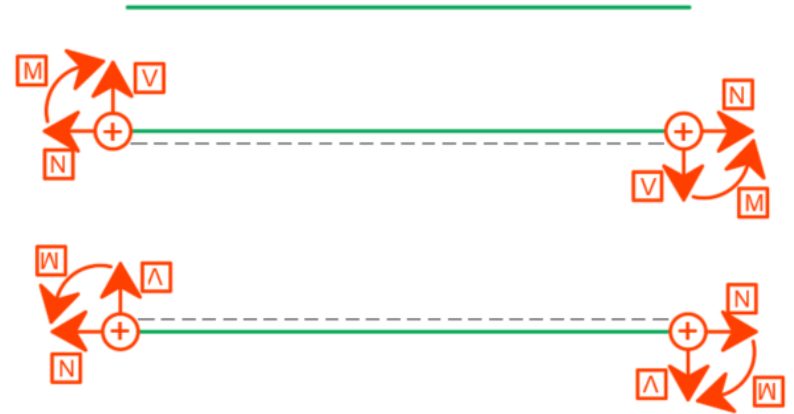
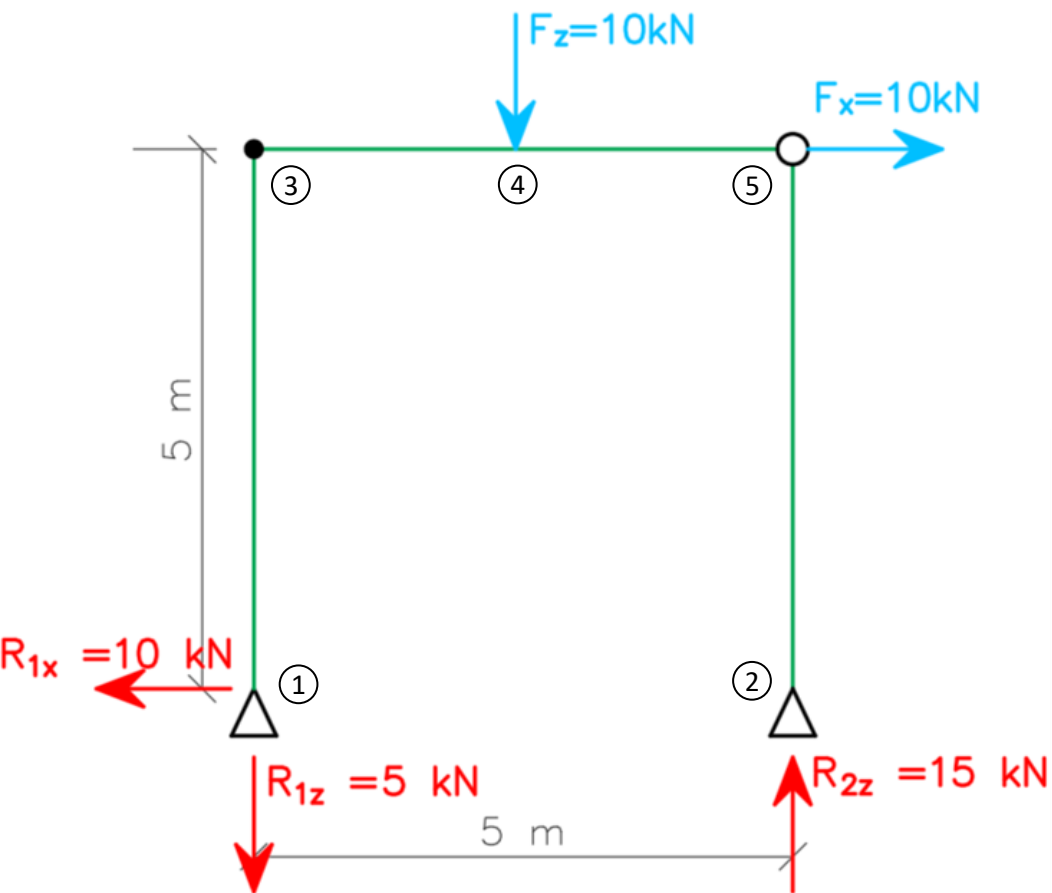
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



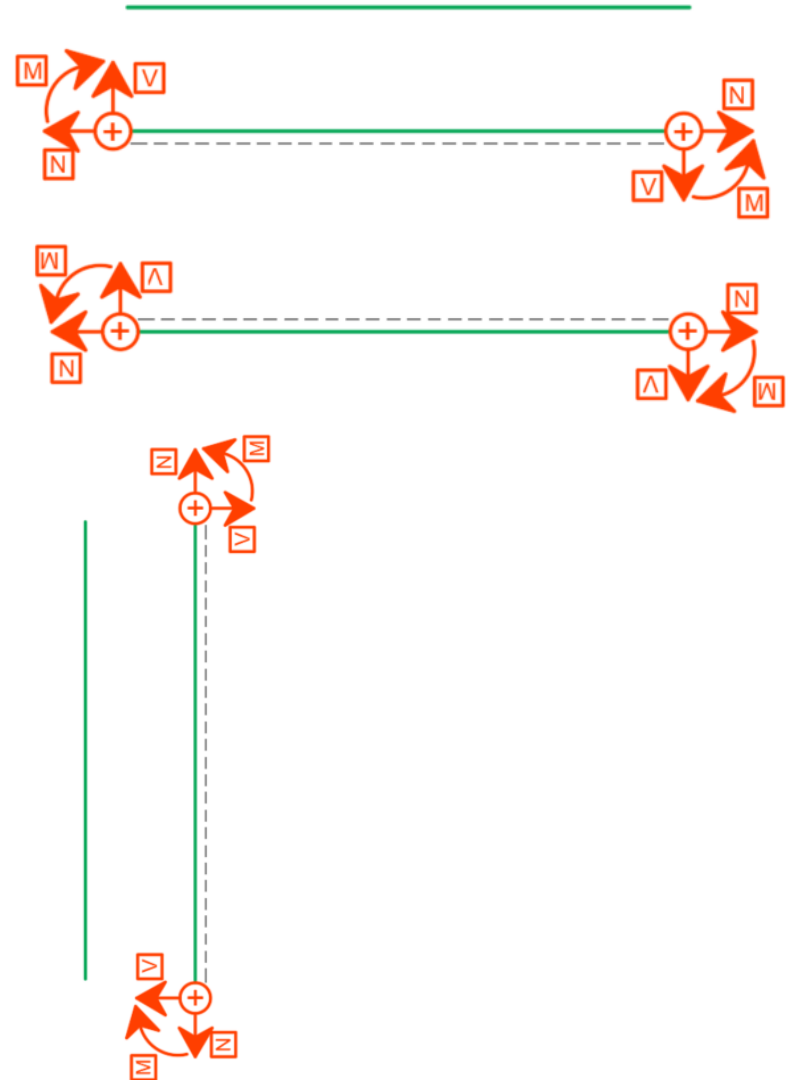
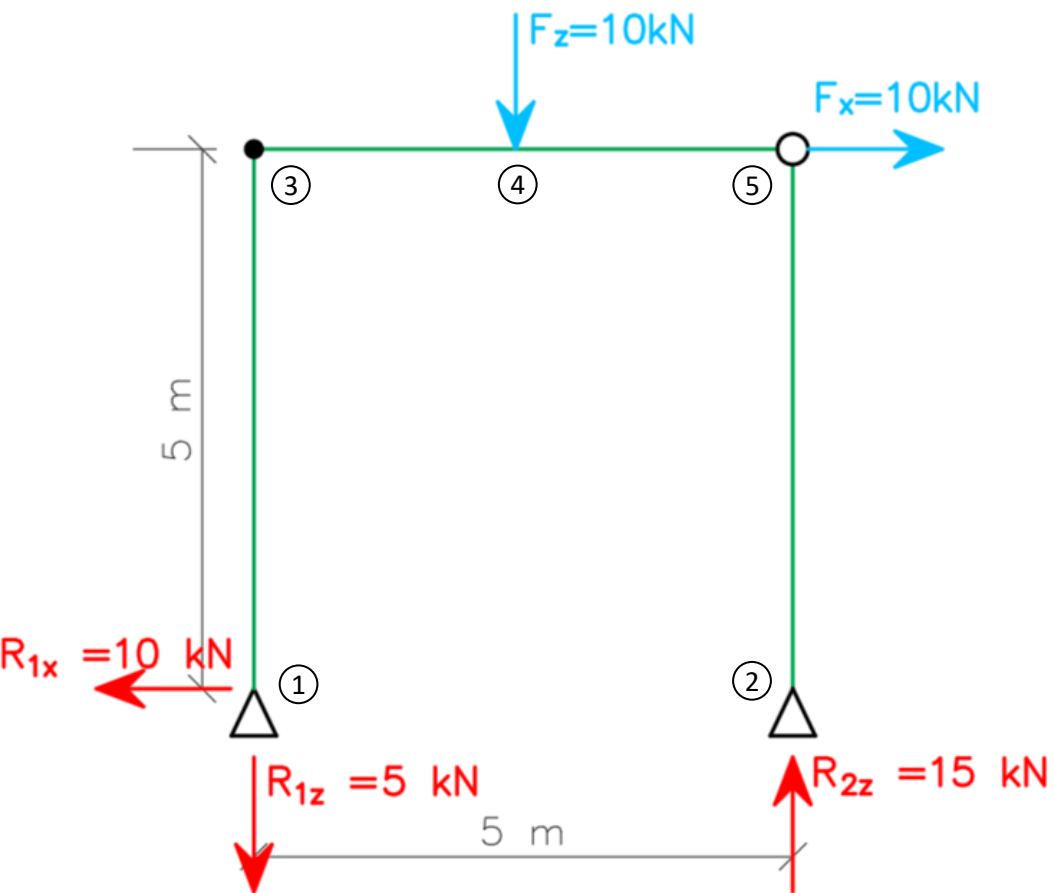
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



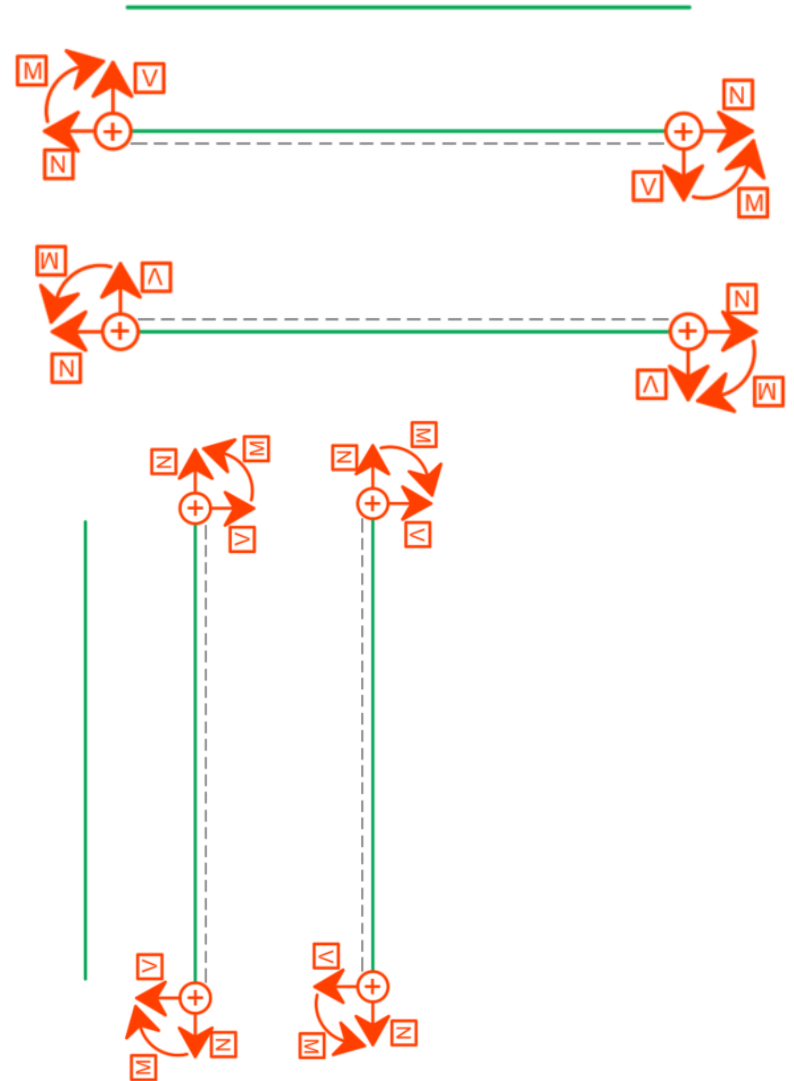
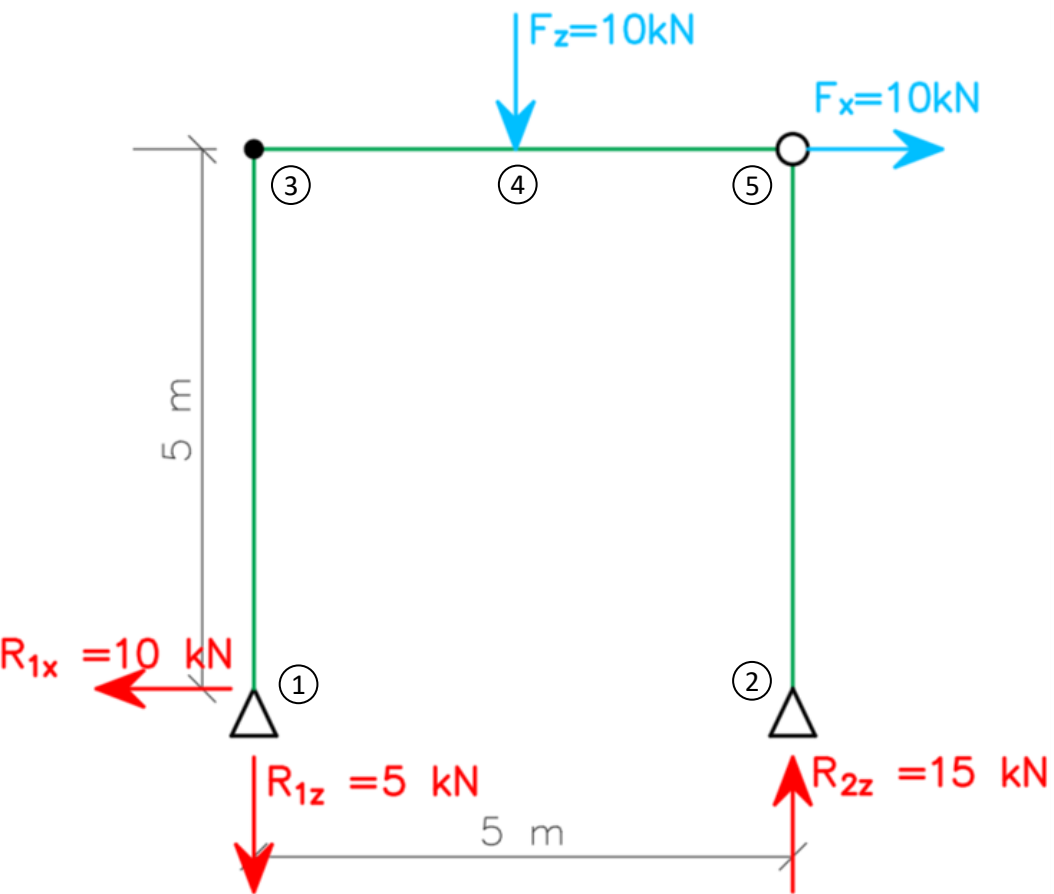
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



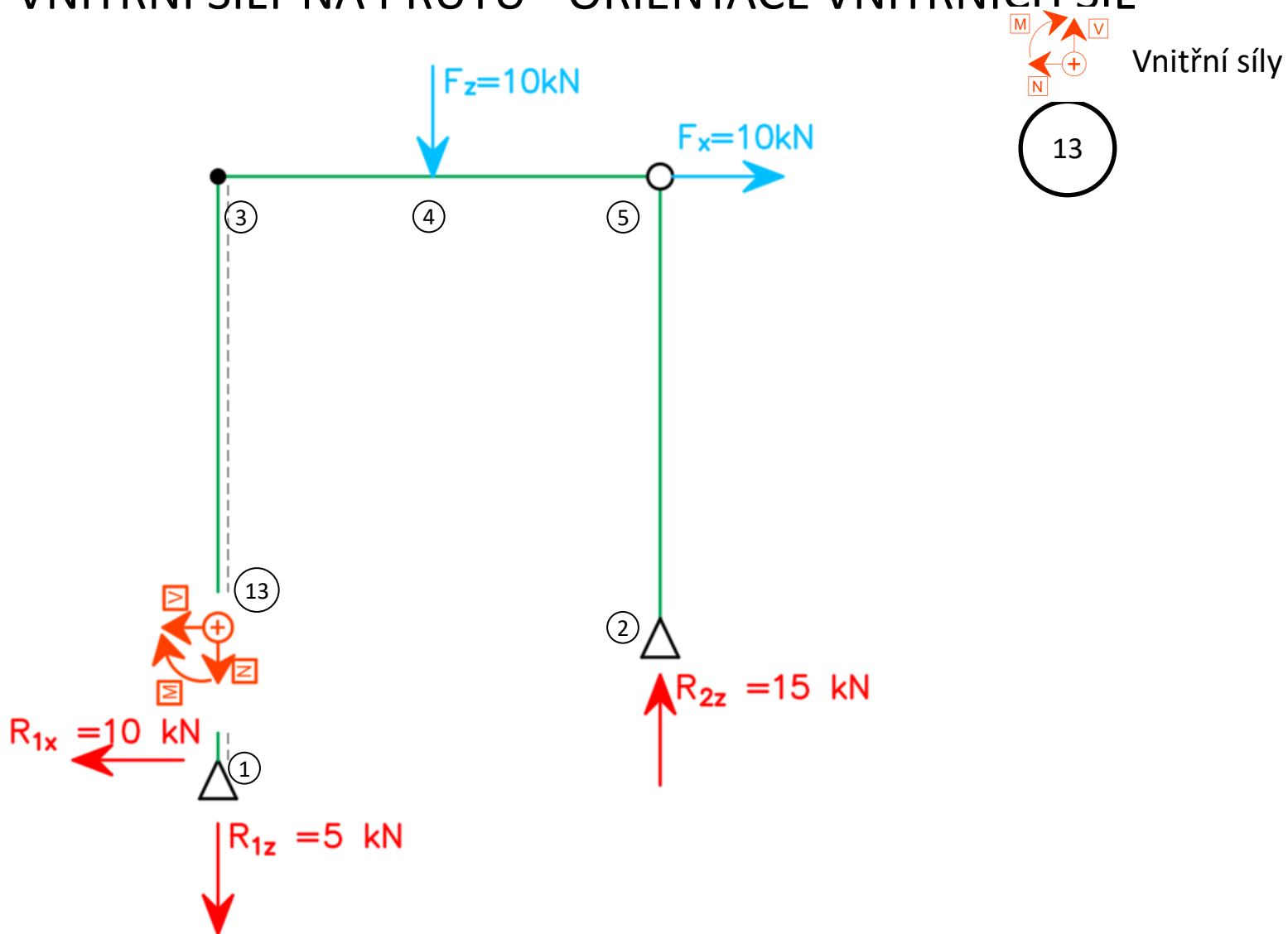
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



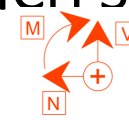
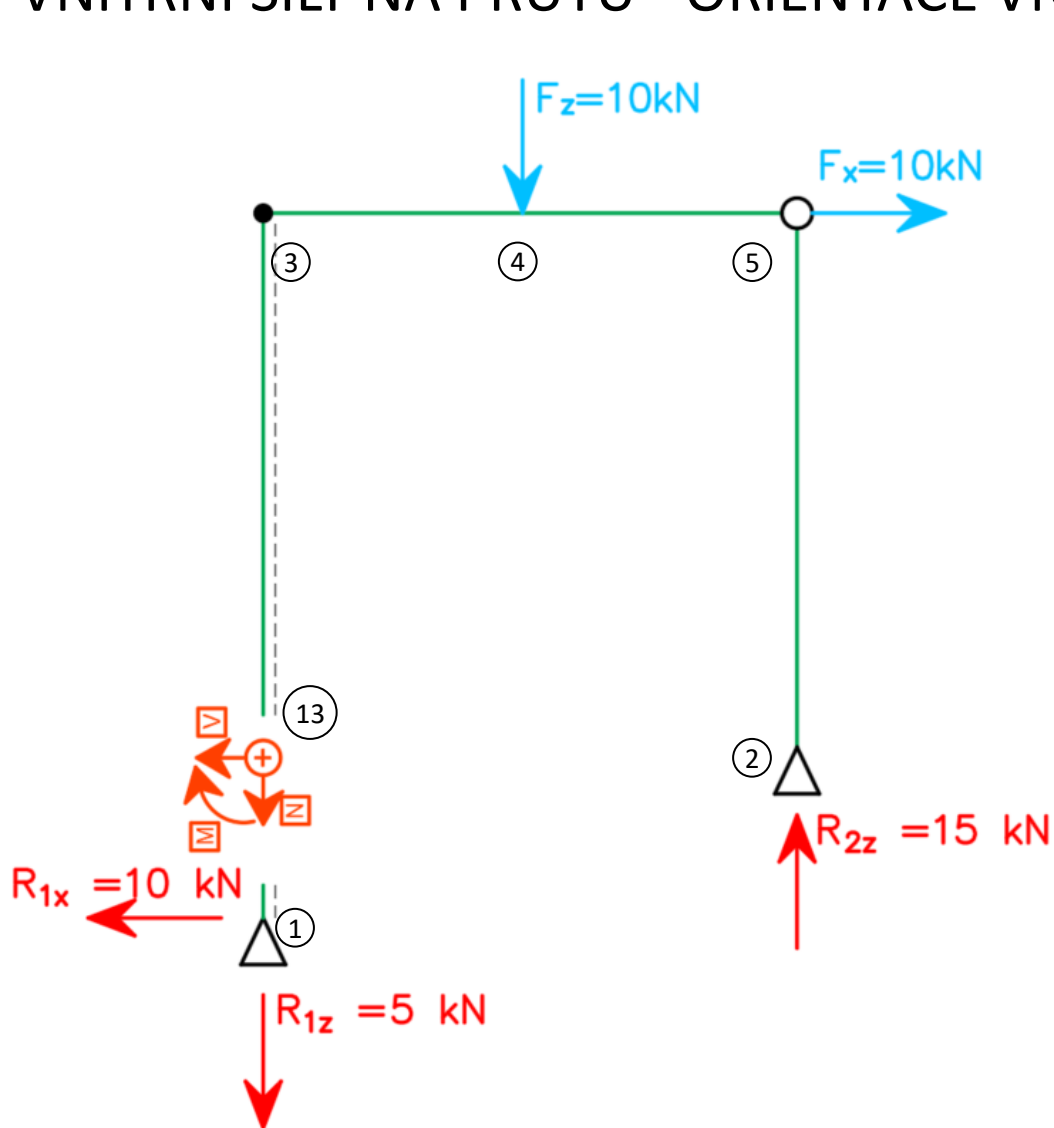
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

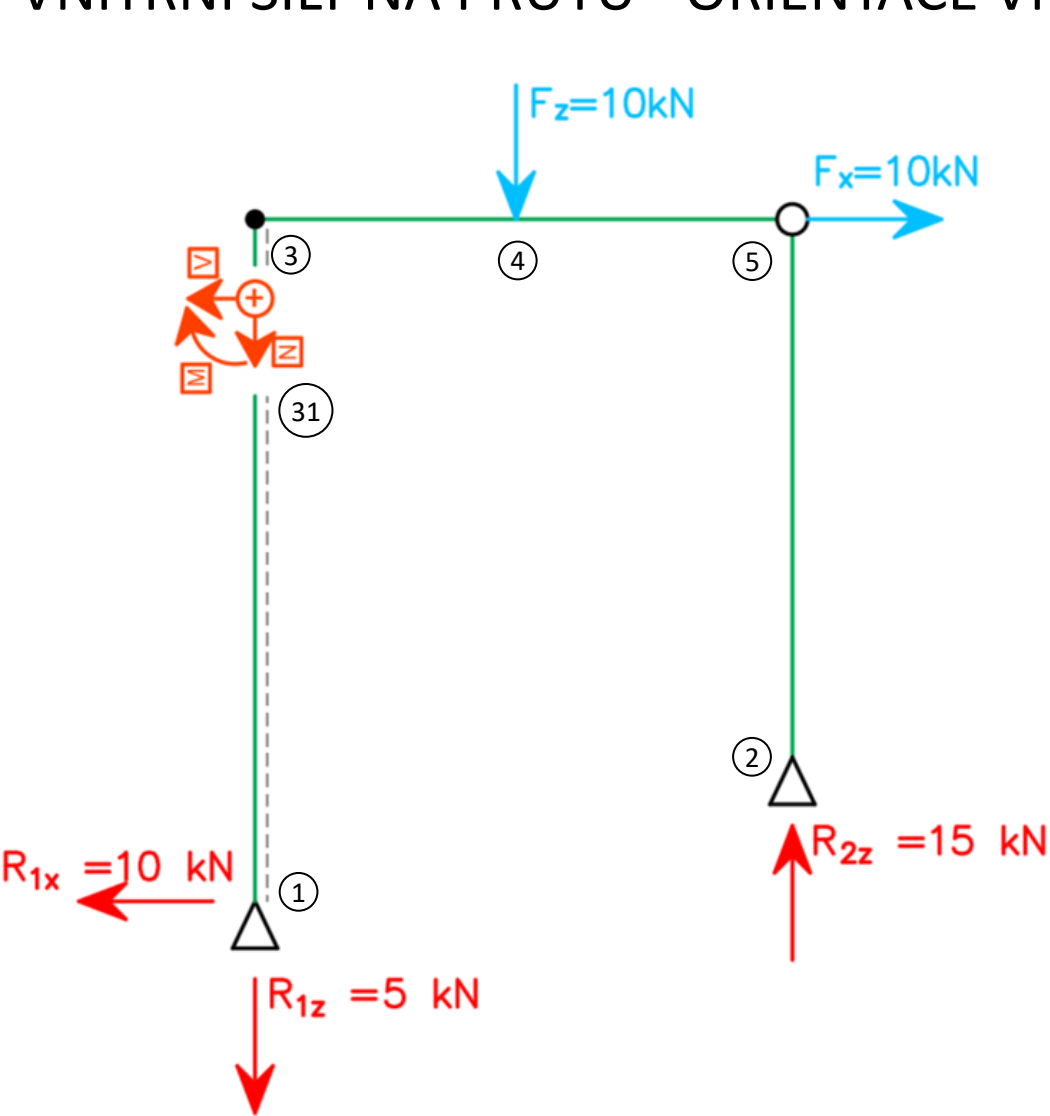
13

$$N_x: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

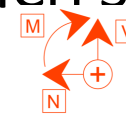
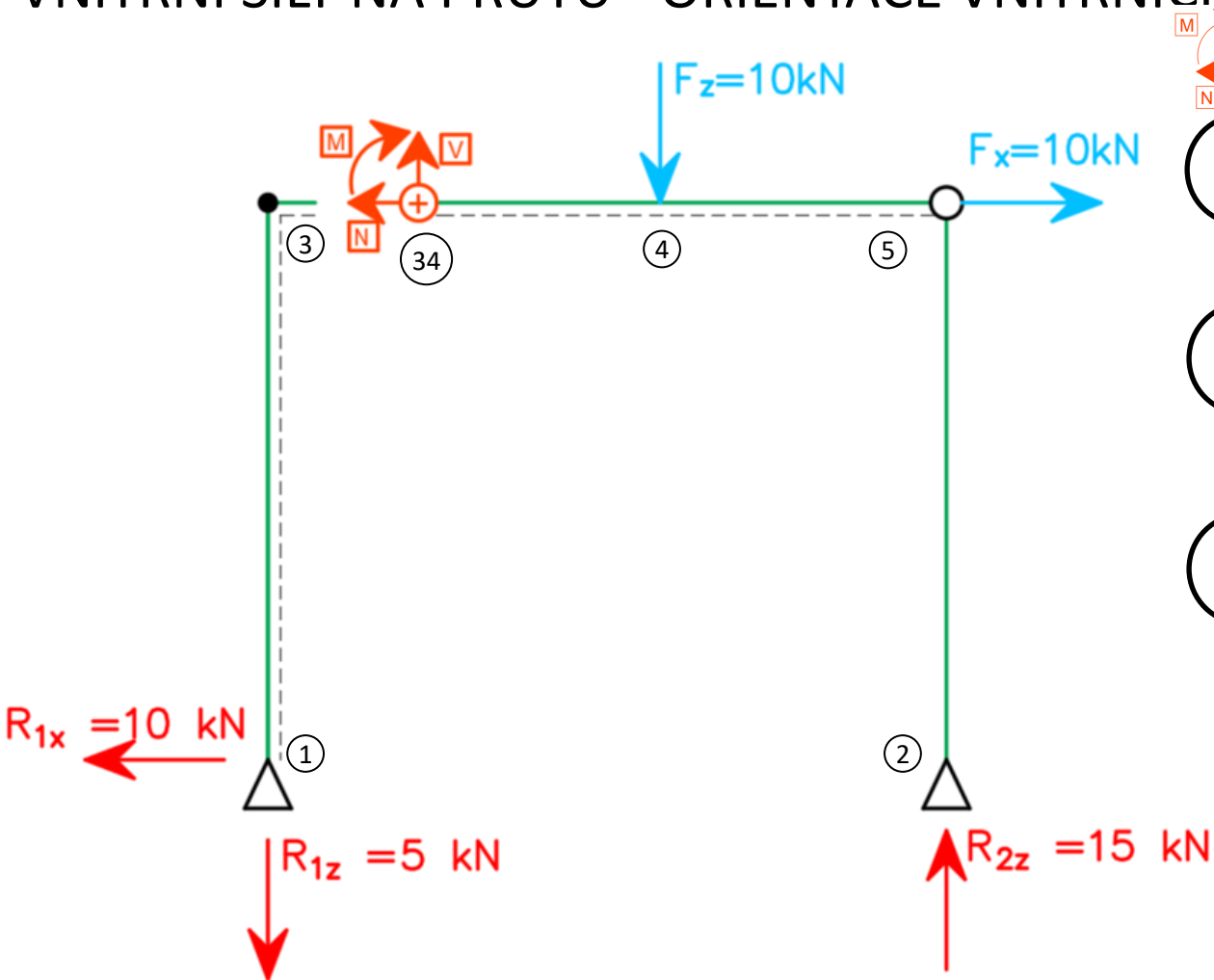
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

13	$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$
	$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$
	$M_y: R_{1x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$
31	$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$
	$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$
	$M_y: R_{1x} \cdot 5 = 50 \text{ kNm}$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

13

$$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

31

$$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 = 50 \text{ kNm}$$

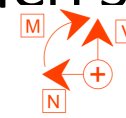
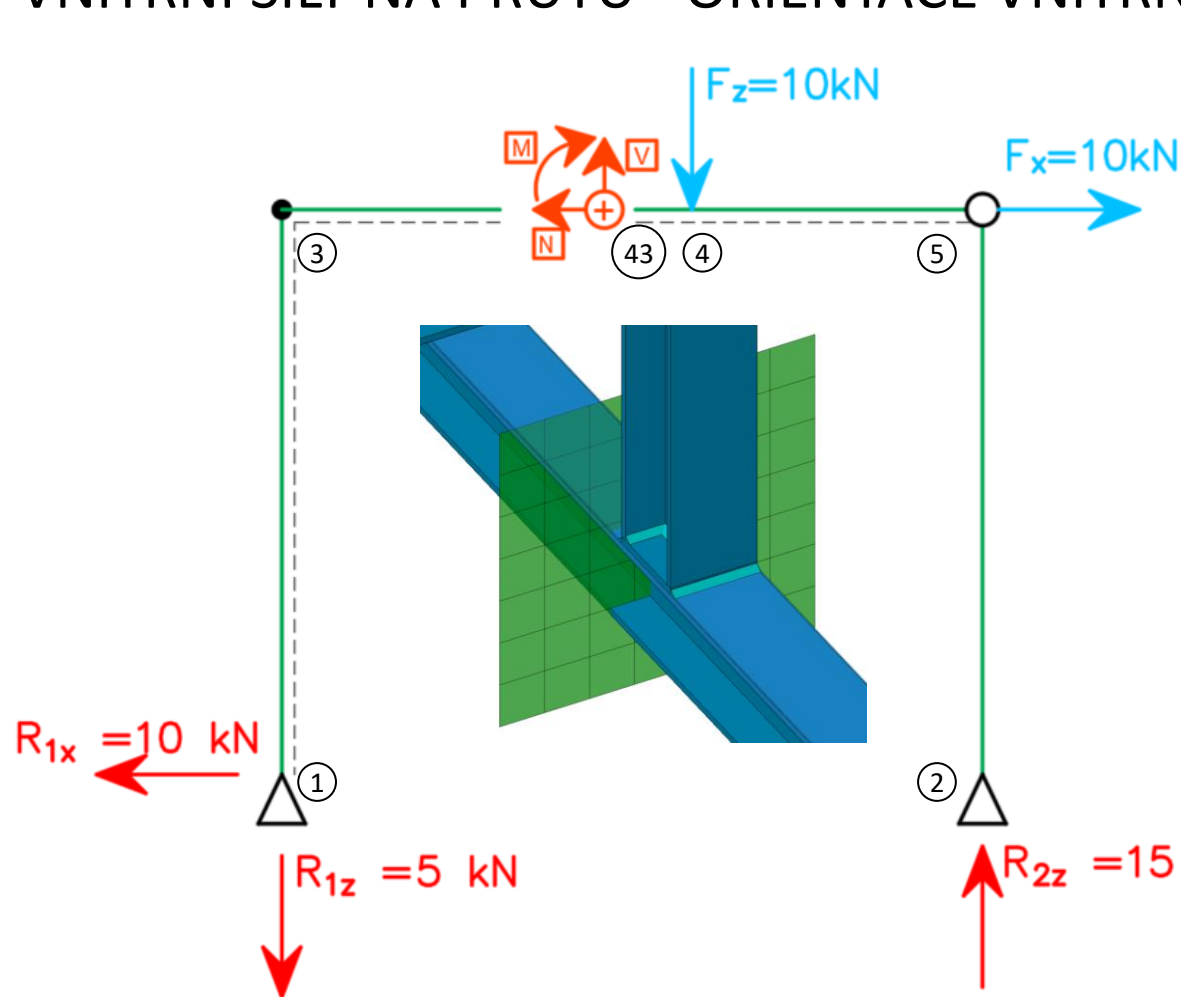
34

$$N_X: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 0 = 50 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

13

$$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

31

$$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 = 50 \text{ kNm}$$

34

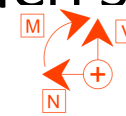
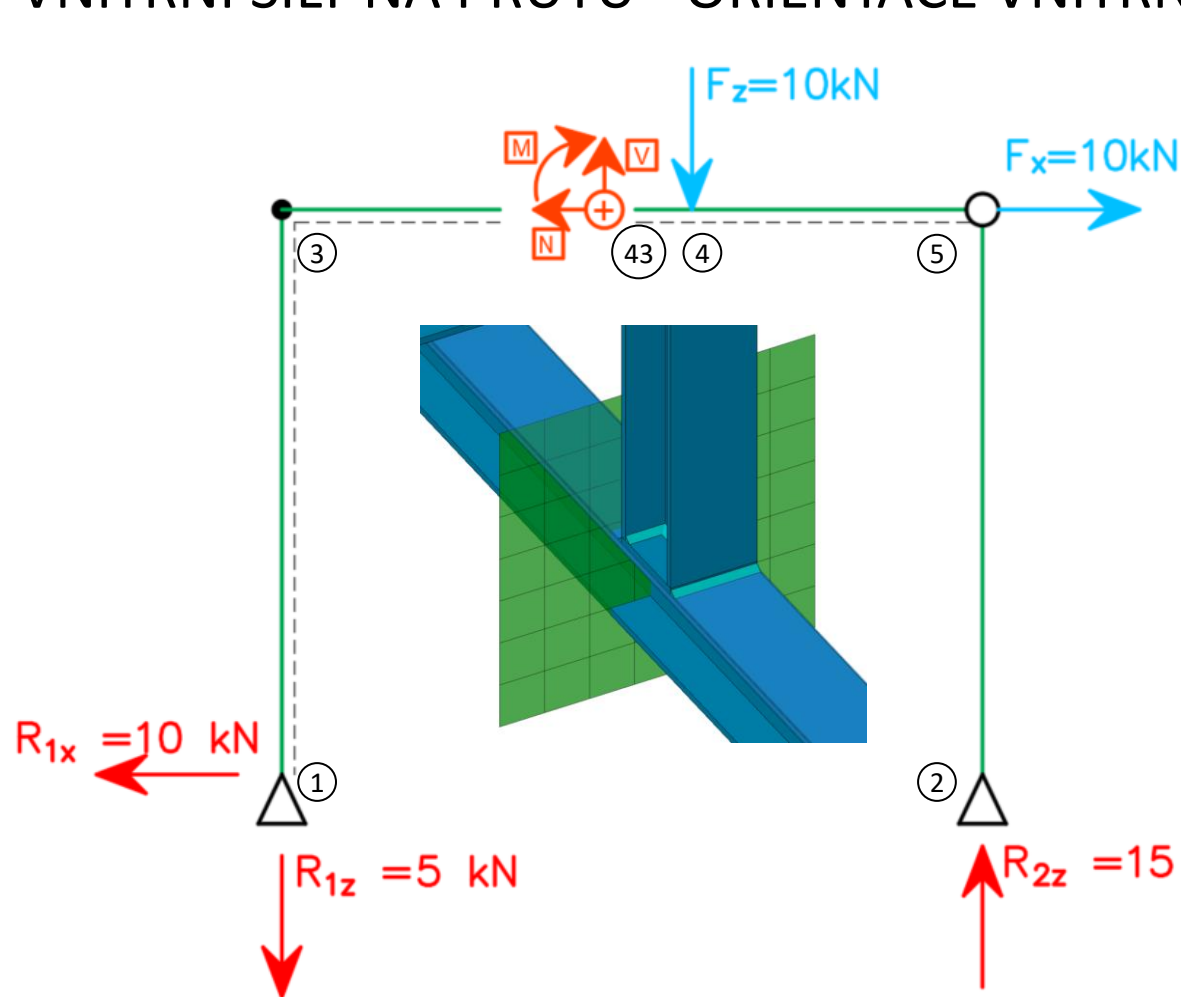
$$N_X: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 0 = 50 \text{ kNm}$$

43

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

13

$$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_Z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

31

$$N_X: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$V_Z: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 = 50 \text{ kNm}$$

34

$$N_X: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_Z: -R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 0 = 50 \text{ kNm}$$

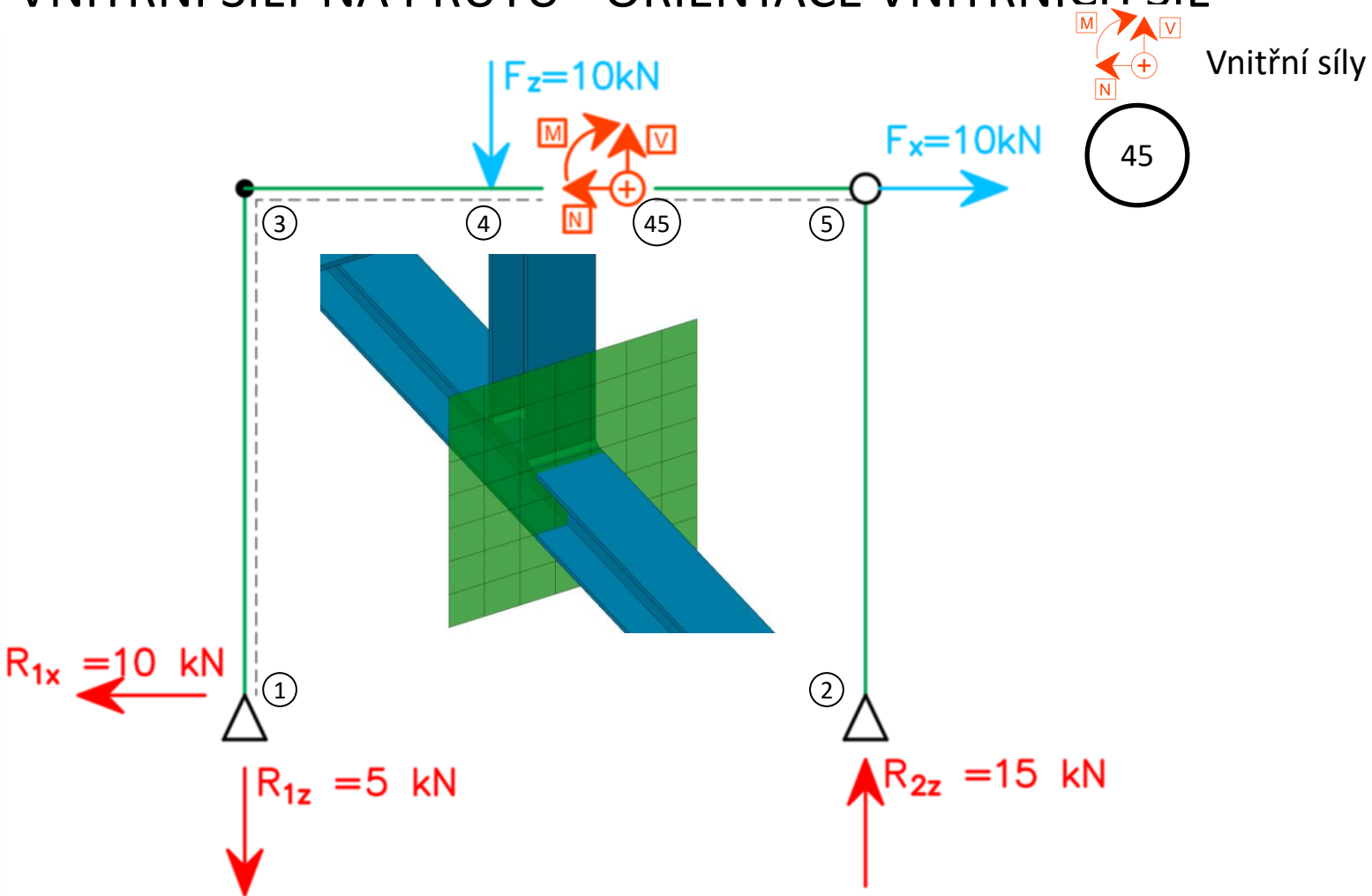
43

$$N_X: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

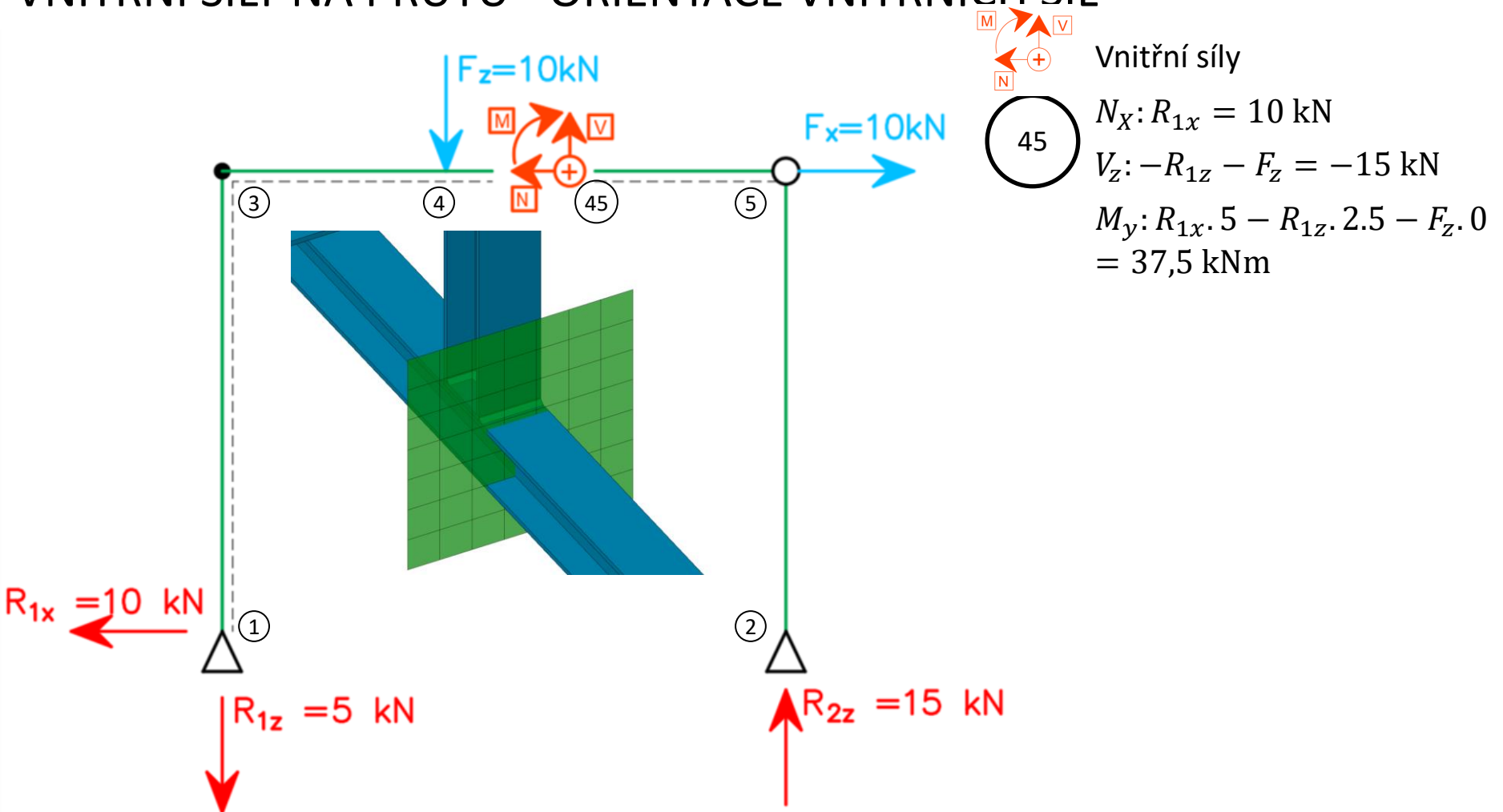
$$V_Z: -R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 2.5 = 37.5 \text{ kNm}$$

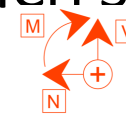
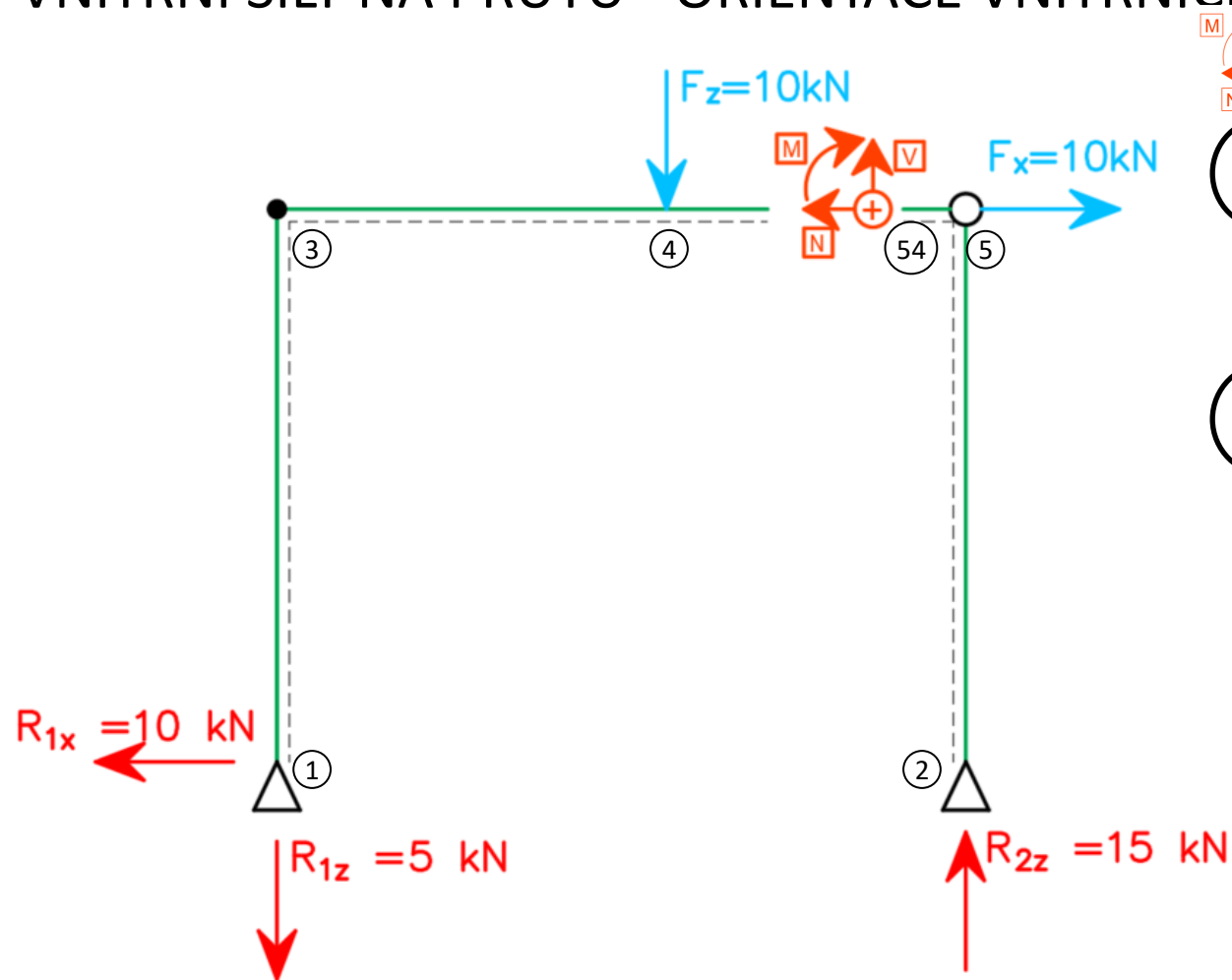
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

45

$$N_X: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_Z: -R_{1z} - F_Z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 2.5 - F_Z \cdot 0 = 37,5$$

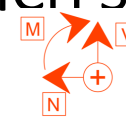
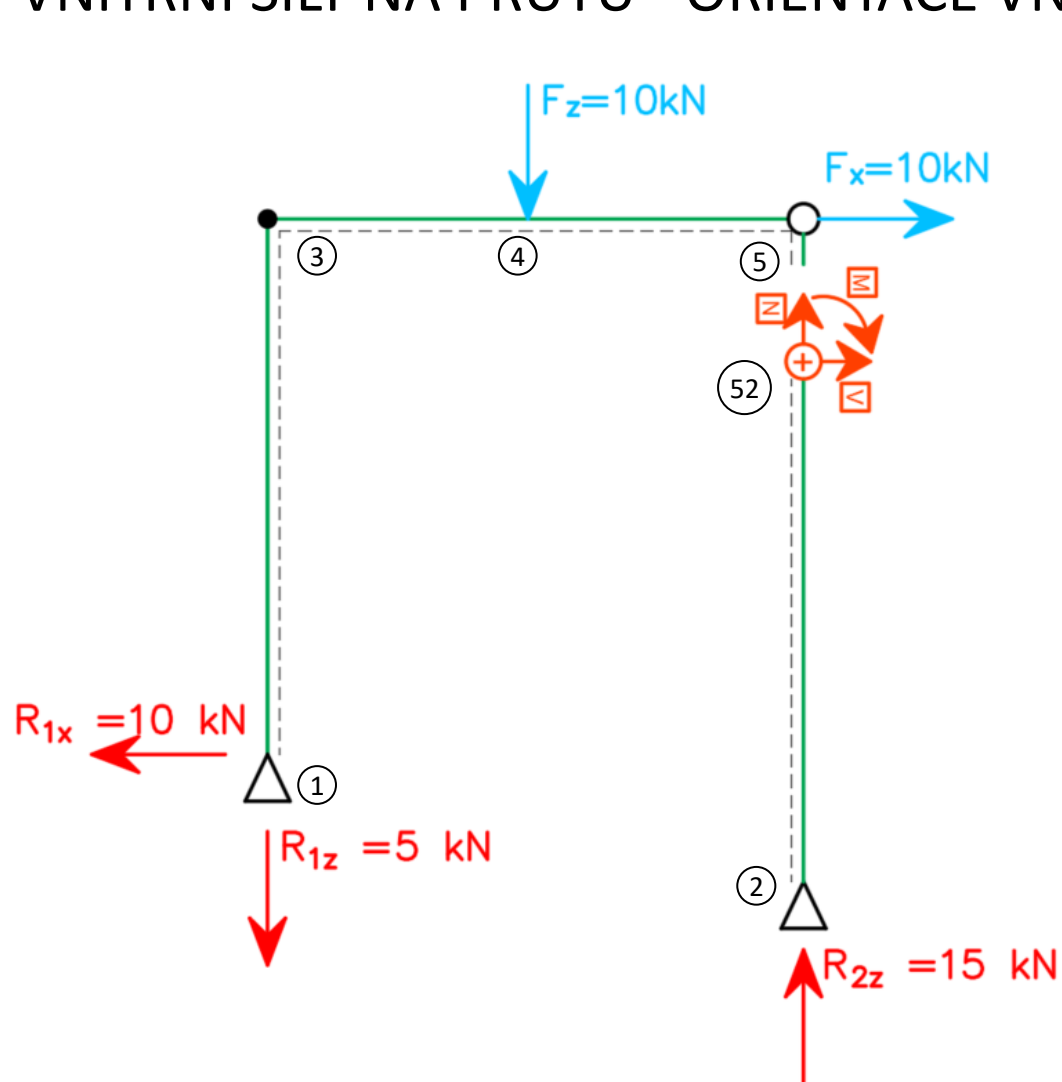
54

$$N_X: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_Z: -R_{1z} - F_Z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 5 - F_Z \cdot 2.5 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

45

$$N_x: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 2.5 - F_z \cdot 0 = 37,5$$

54

$$N_x: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 5 - F_z \cdot 2.5 = 0 \text{ kNm}$$

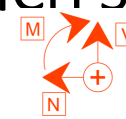
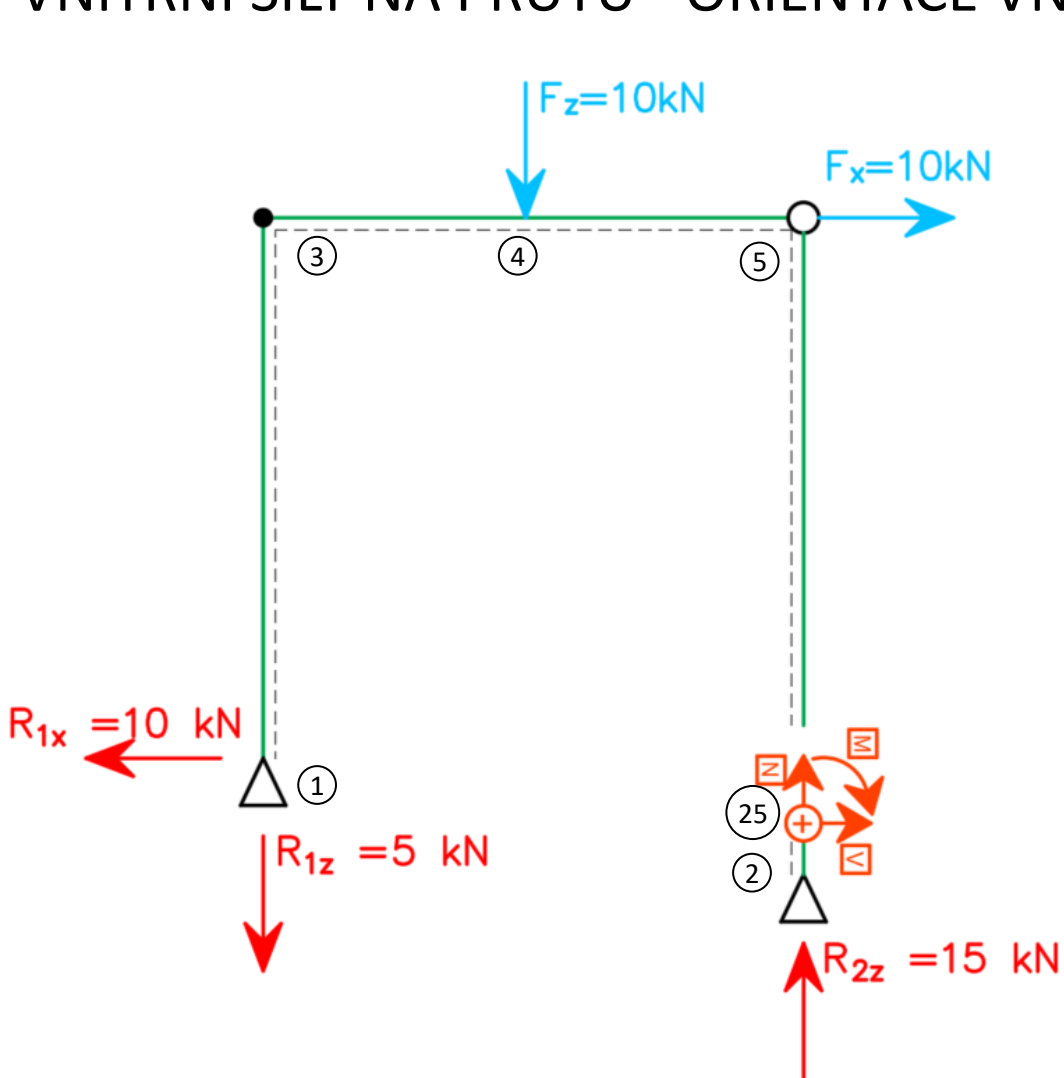
52

$$N_x: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1x} + F_x = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 5 - F_z \cdot 2.5 + F_x \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

45

$$N_x: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 2.5 - F_z \cdot 0 = 37.5$$

54

$$N_x: R_{1x} = 10 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 5 - F_z \cdot 2.5 = 0 \text{ kNm}$$

52

$$N_x: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1x} + F_x = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1x} \cdot 5 - R_{1z} \cdot 5 - F_z \cdot 2.5 + F_x \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

25

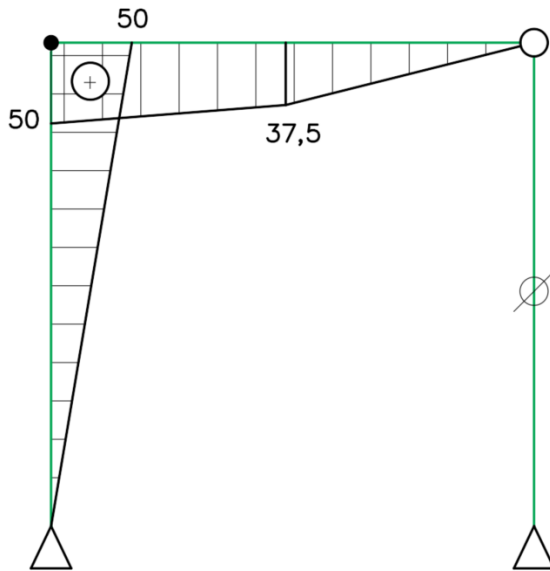
$$N_x: -R_{1z} - F_z = -15 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1x} + F_x = 0 \text{ kN}$$

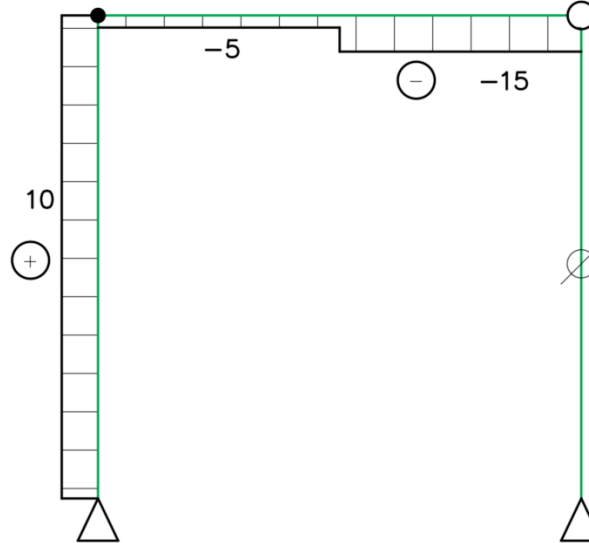
$$M_y: R_{1x} \cdot 0 - R_{1z} \cdot 5 - F_z \cdot 2.5 + F_x \cdot 5 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL

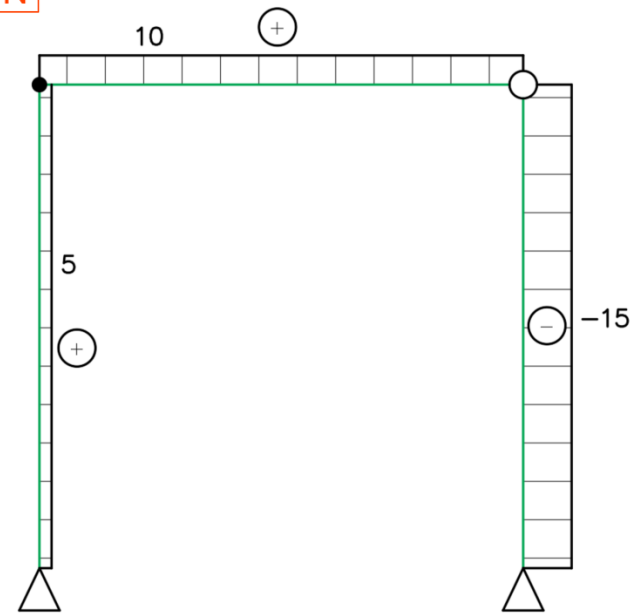
M



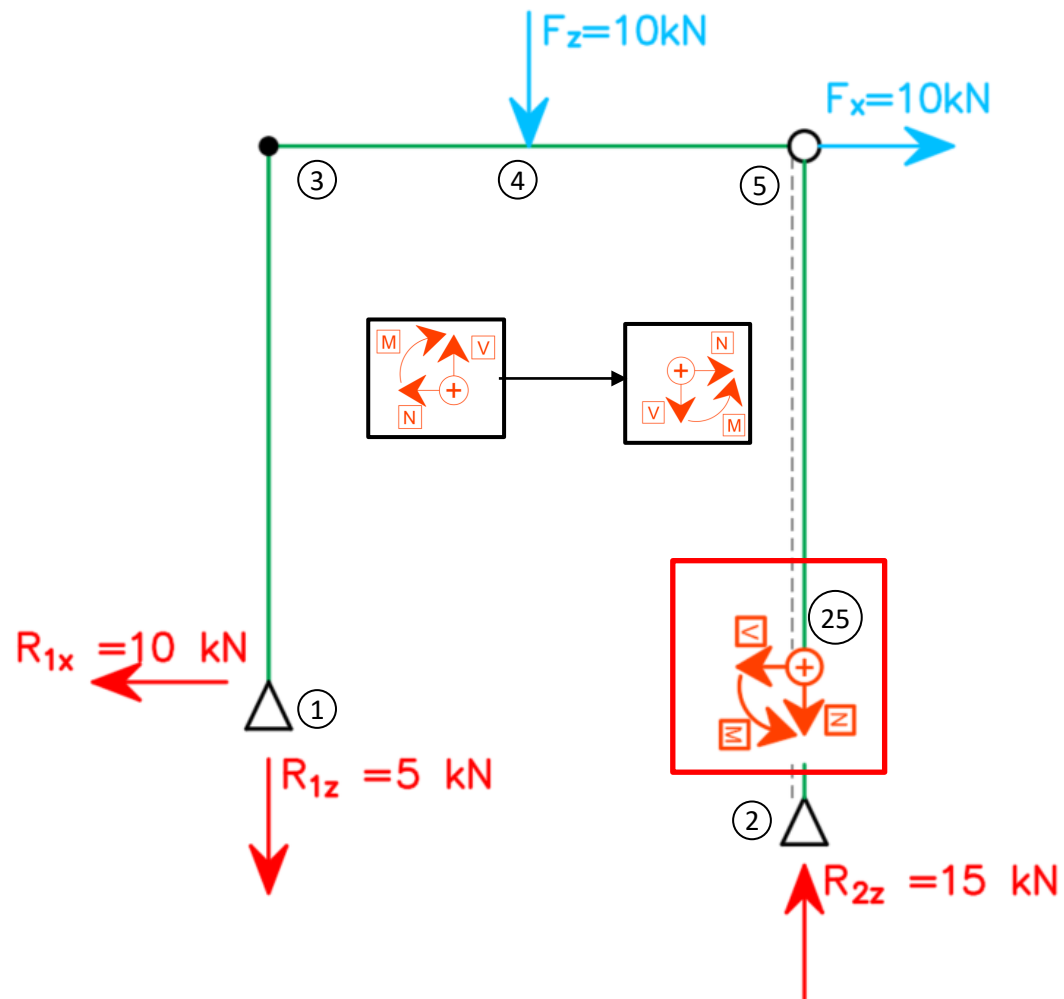
V



N

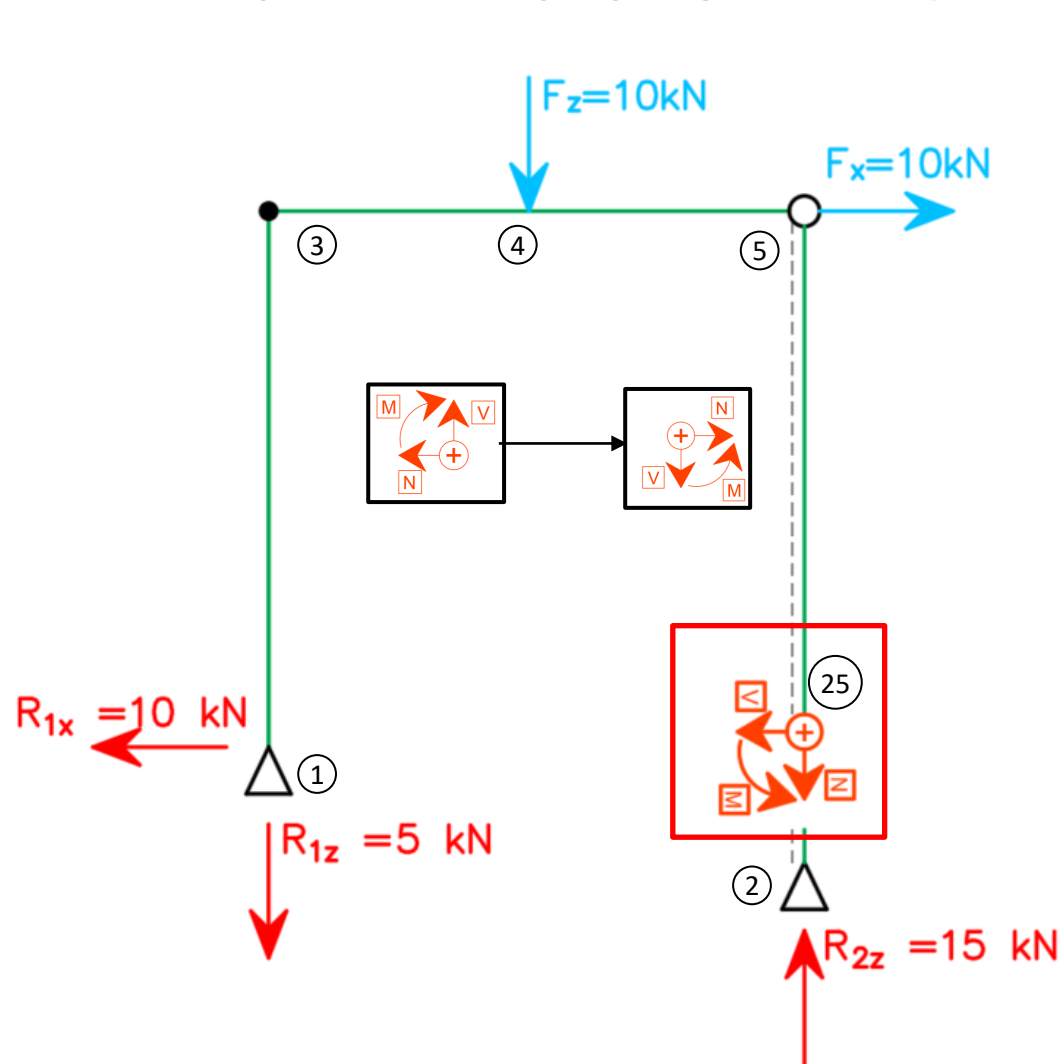


VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Výpočet vnitřních sil zprava musí odpovídat výpočtu vnitřních sil zleva

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

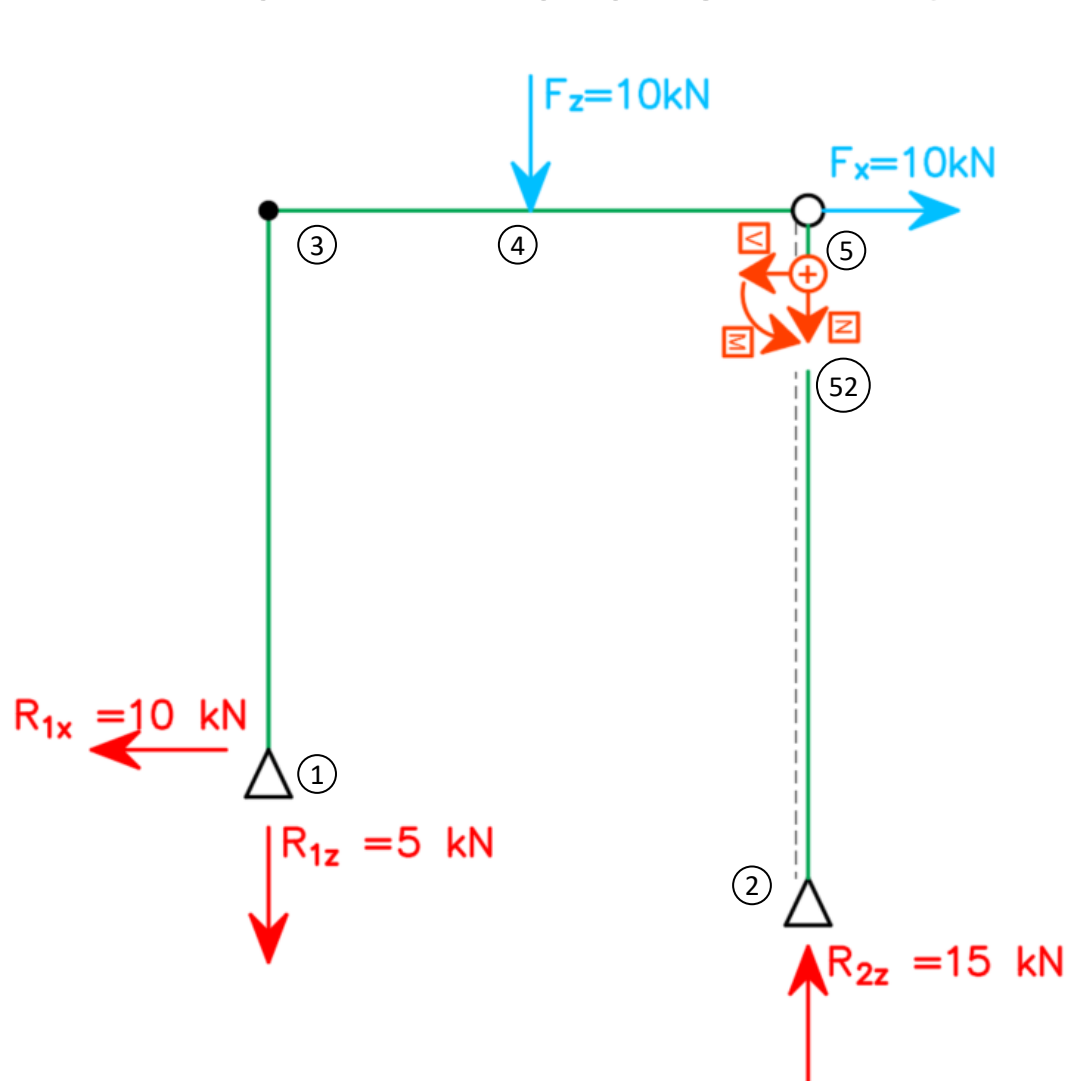
$$N_X: R_{2x} = -15 \text{ kN}$$

$$V_Z: 0 \text{ kN}$$

$$M_y: 0 \text{ kNm}$$

Výpočet vnitřních sil zprava
musí odpovídat výpočtu
vnitřních sil zleva

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Vnitřní síly

25

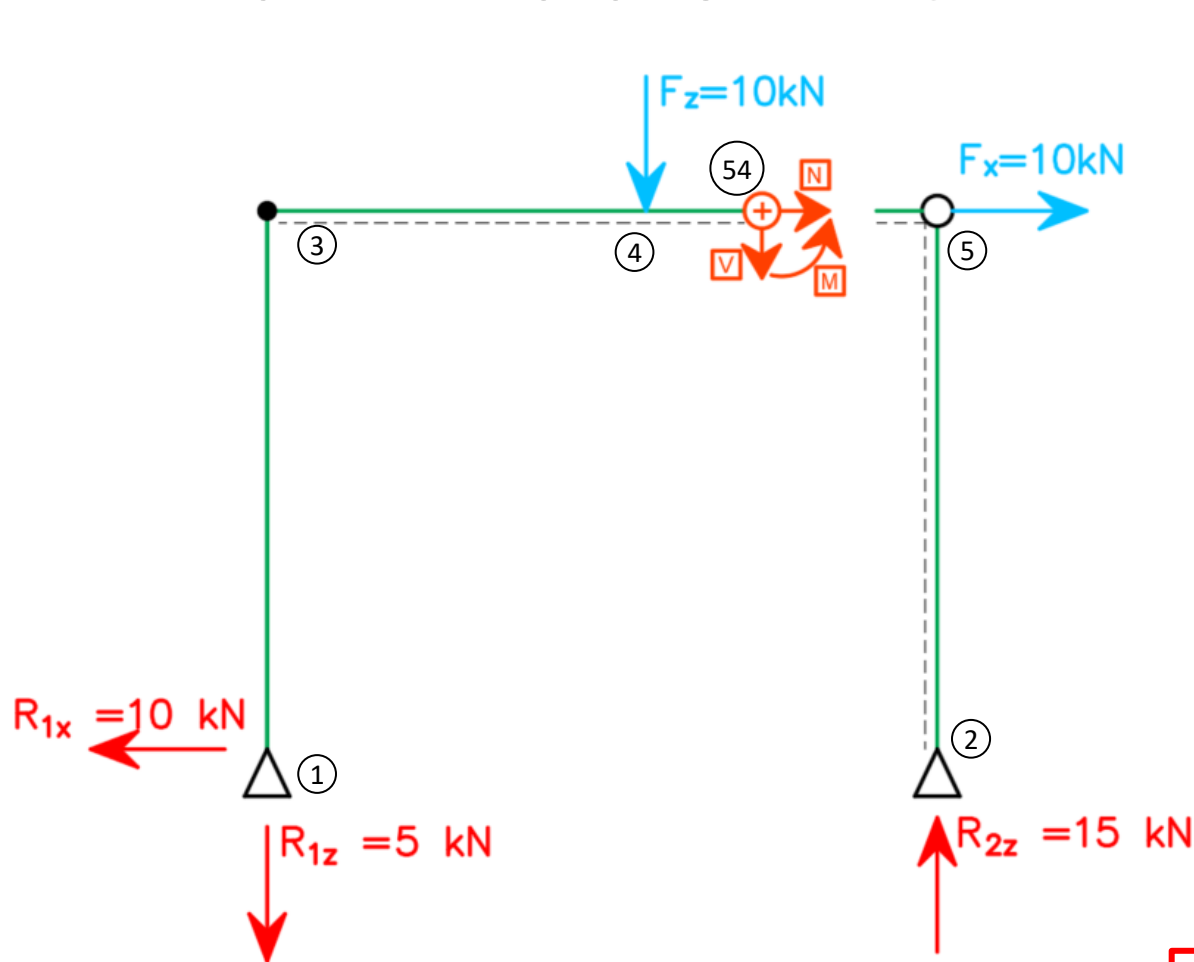
$$N_X: R_{2x} = -15 \text{ kN}$$
$$V_Z: 0 \text{ kN}$$
$$M_y: 0 \text{ kNm}$$

52

$$N_X: R_{2x} = -15 \text{ kN}$$
$$V_Z: 0 \text{ kN}$$
$$M_y: 0 \text{ kNm}$$

Výpočet vnitřních sil zprava
musí odpovídat výpočtu
vnitřních sil zleva

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL

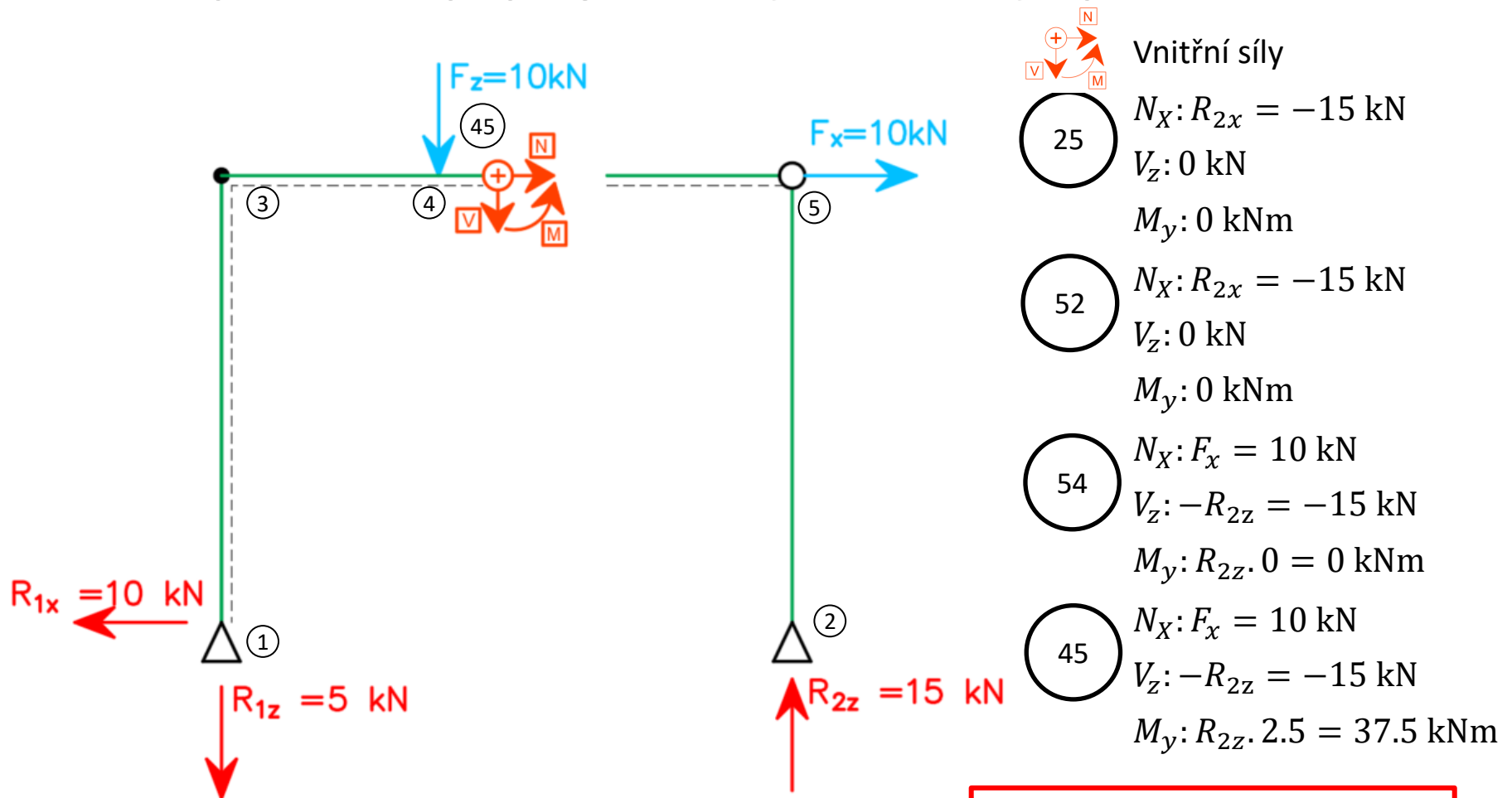


Vnitřní síly

25	$N_X: R_{2x} = -15 \text{ kN}$ $V_z: 0 \text{ kN}$ $M_y: 0 \text{ kNm}$
52	$N_X: R_{2x} = -15 \text{ kN}$ $V_z: 0 \text{ kN}$ $M_y: 0 \text{ kNm}$
54	$N_X: F_x = 10 \text{ kN}$ $V_z: -R_{2z} = -15 \text{ kN}$ $M_y: R_{2z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$

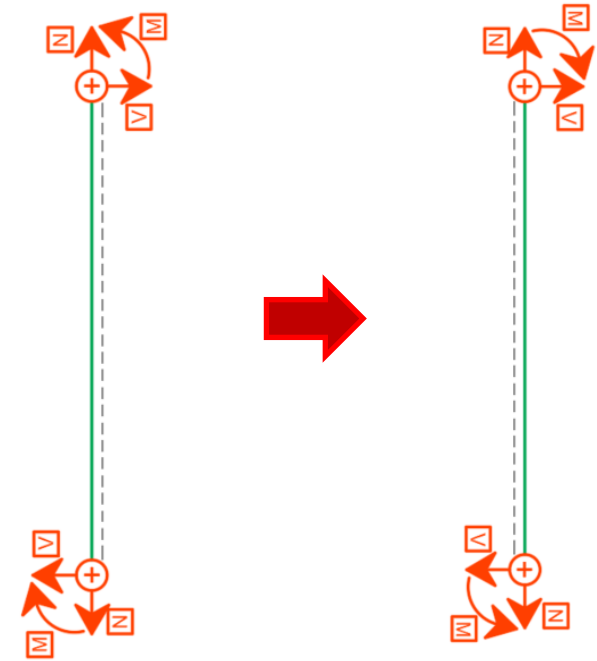
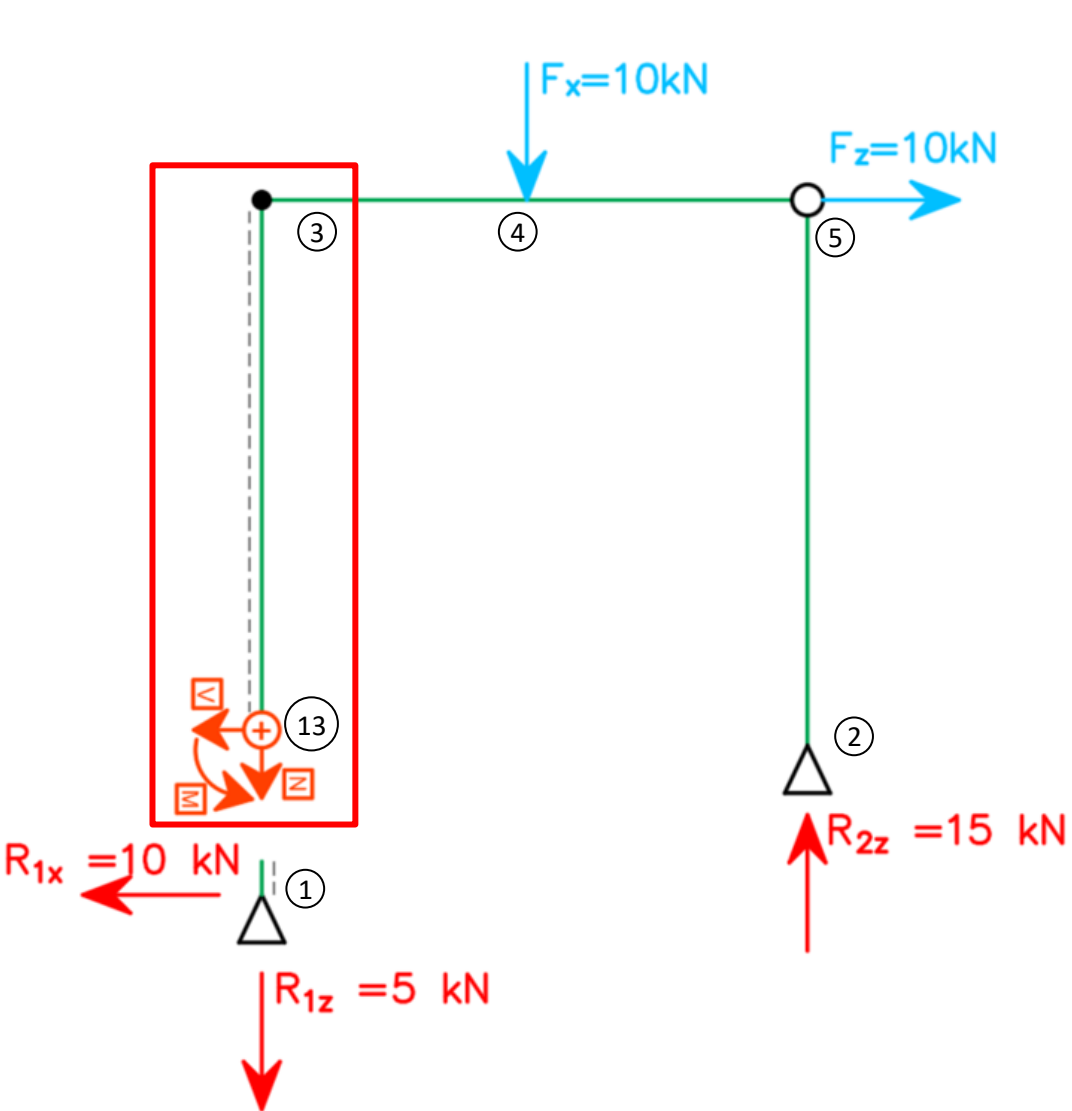
Výpočet vnitřních sil zprava musí odpovídat výpočtu vnitřních sil zleva

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



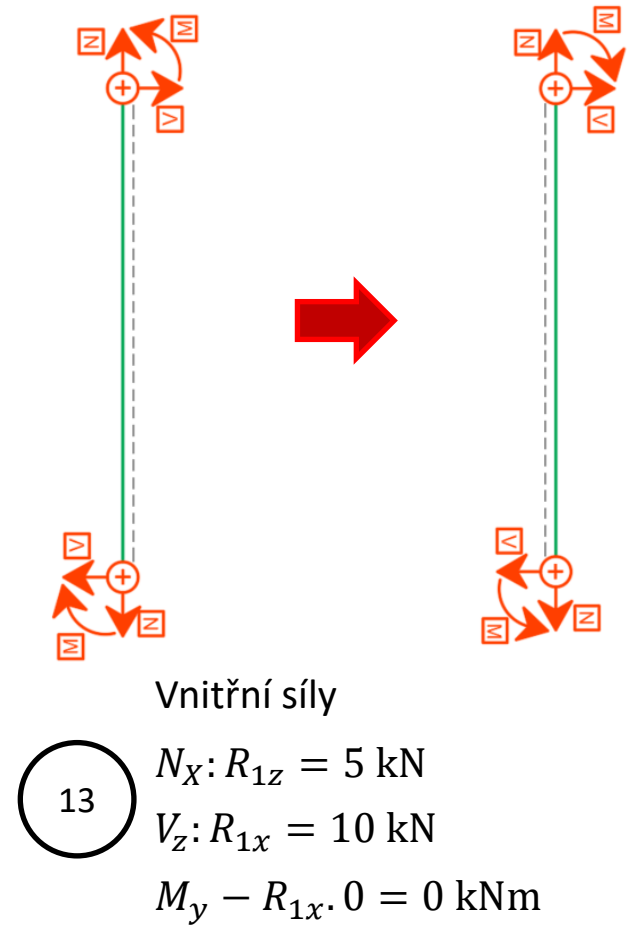
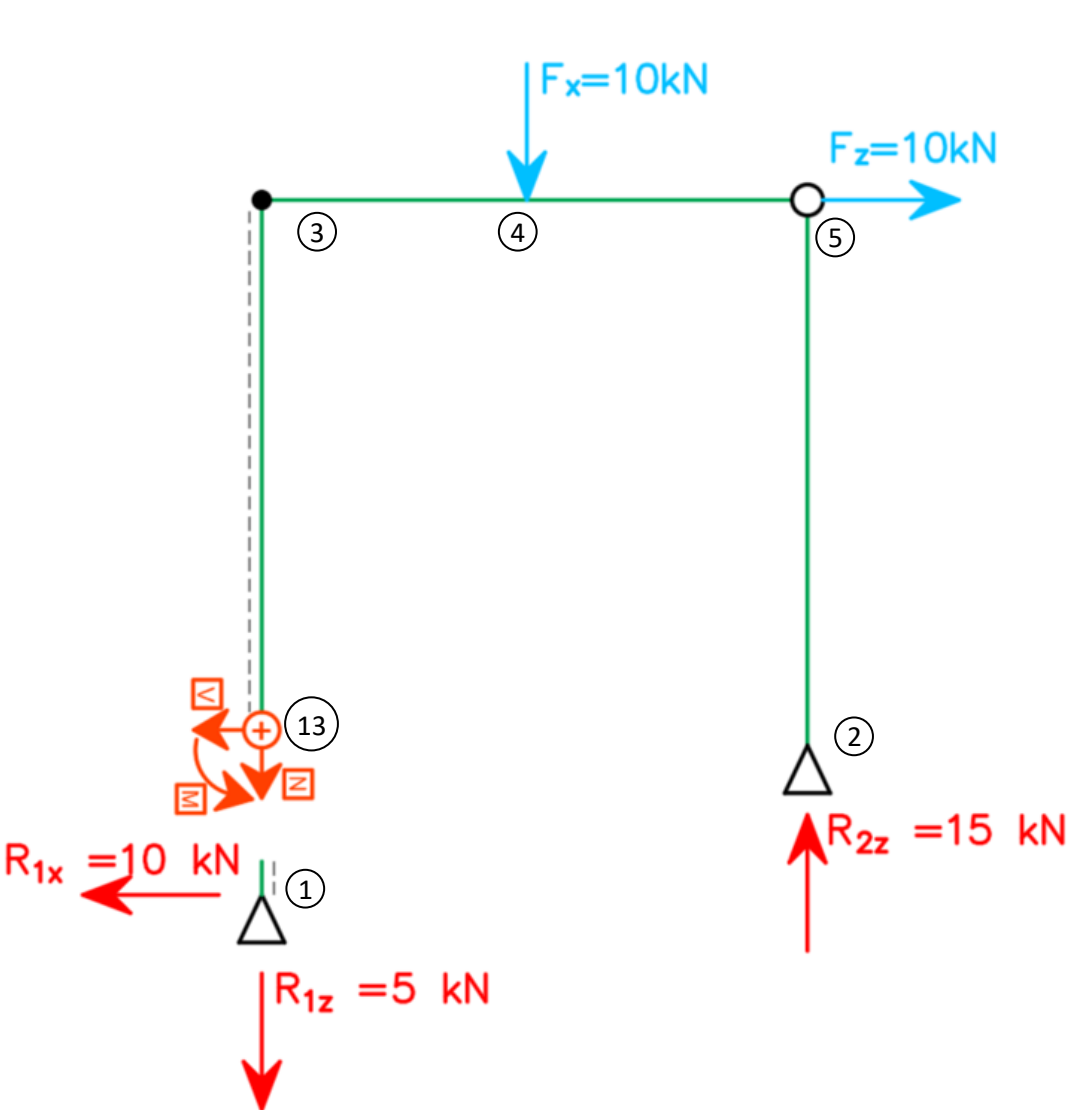
Výpočet vnitřních sil zprava musí odpovídat výpočtu vnitřních sil zleva

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL

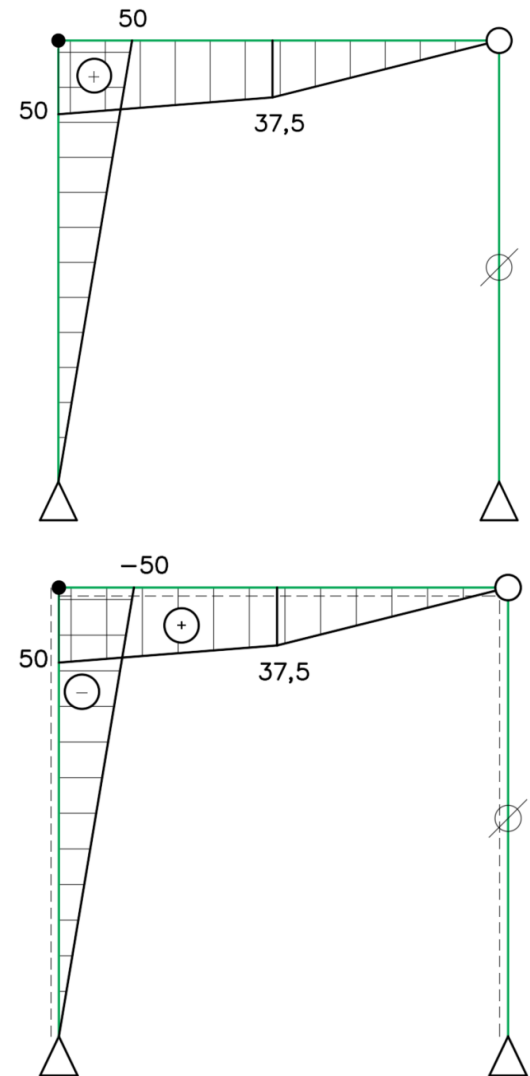
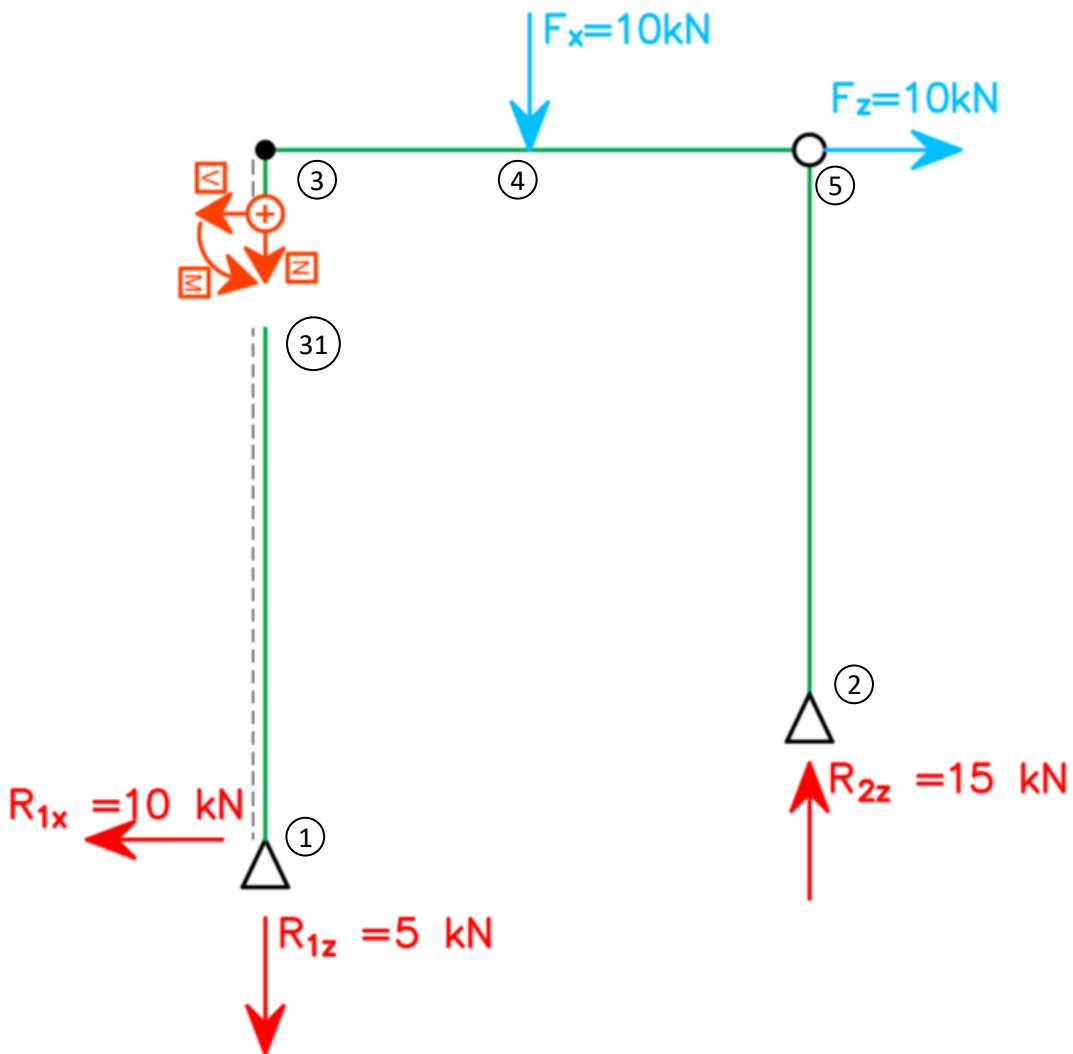


Při opačné pozici „spodních vláken“ je absolutní hodnota vnitřních sil stejná. Jejich konvence se však může obrátit.

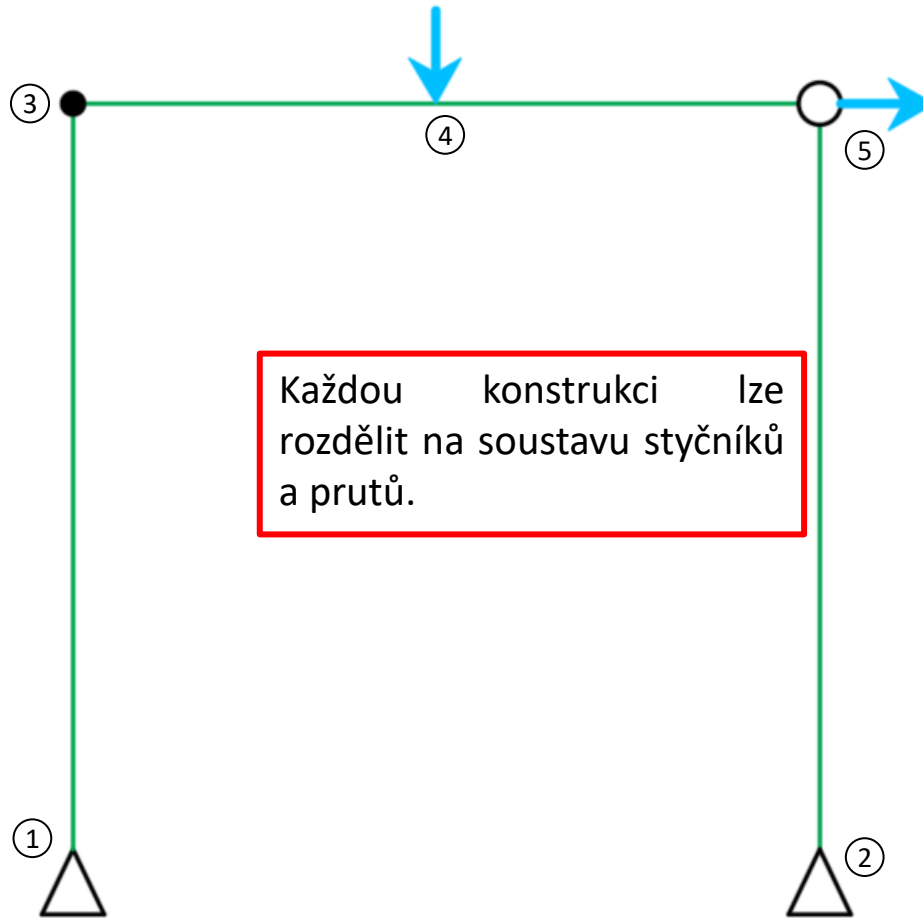
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



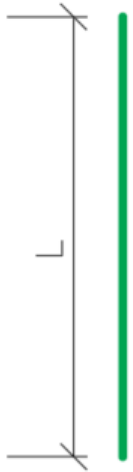
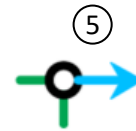
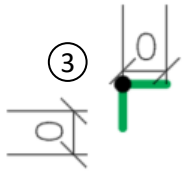
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



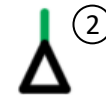
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Každou konstrukci lze
rozdělit na soustavu styčníků
a prutů.



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL

M

③

M_{34}

M_{43}

④

M_{45}

⑤

M_{31}

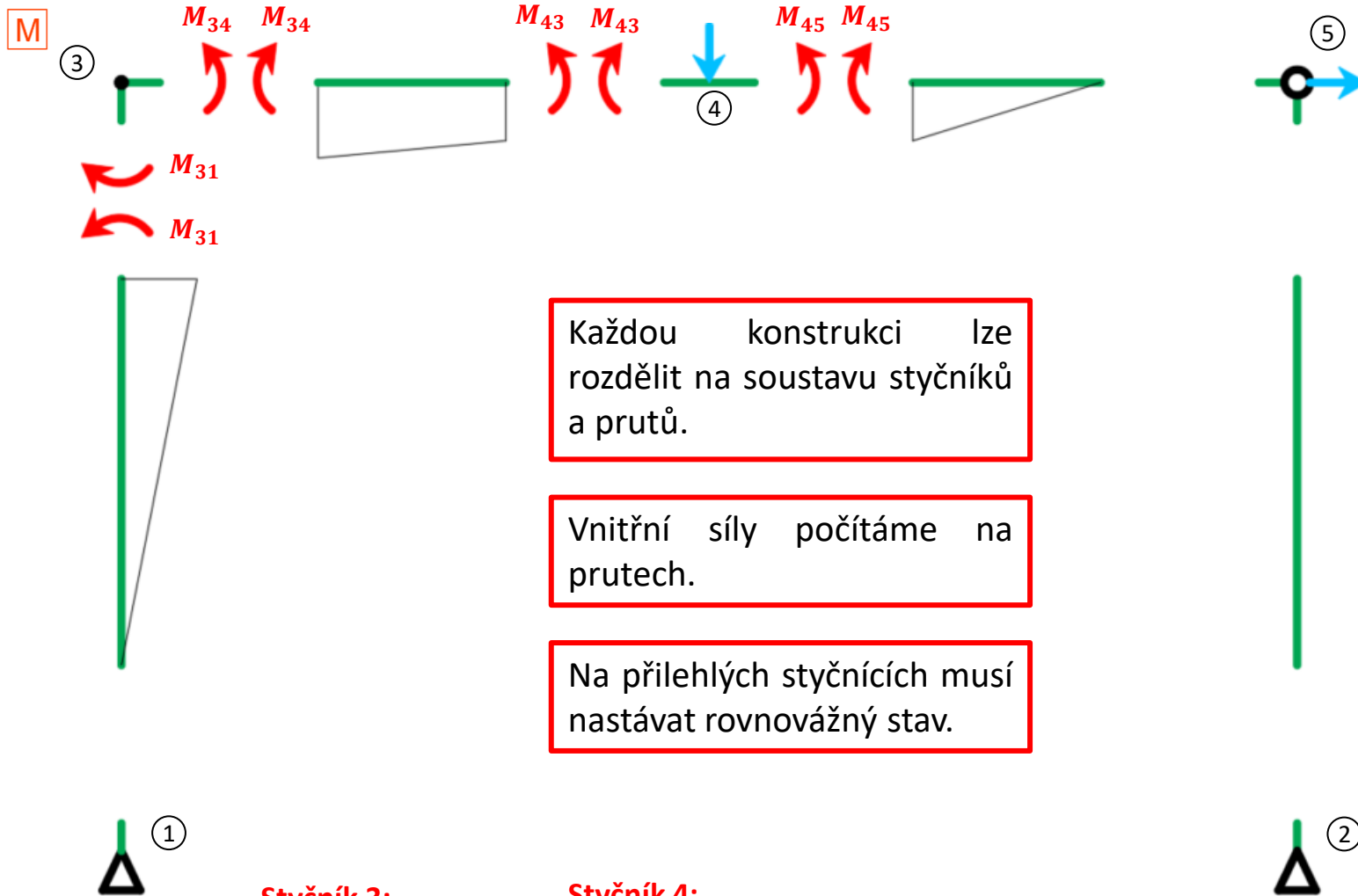
Každou konstrukci lze rozdělit na soustavu styčníků a prutů.

Vnitřní síly počítáme na prutech.

①

②

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



Každou konstrukci lze rozdělit na soustavu styčnicků a prutů.

Vnitřní síly počítáme na prutech.

Na přilehlých styčnících musí nastávat rovnovážný stav.

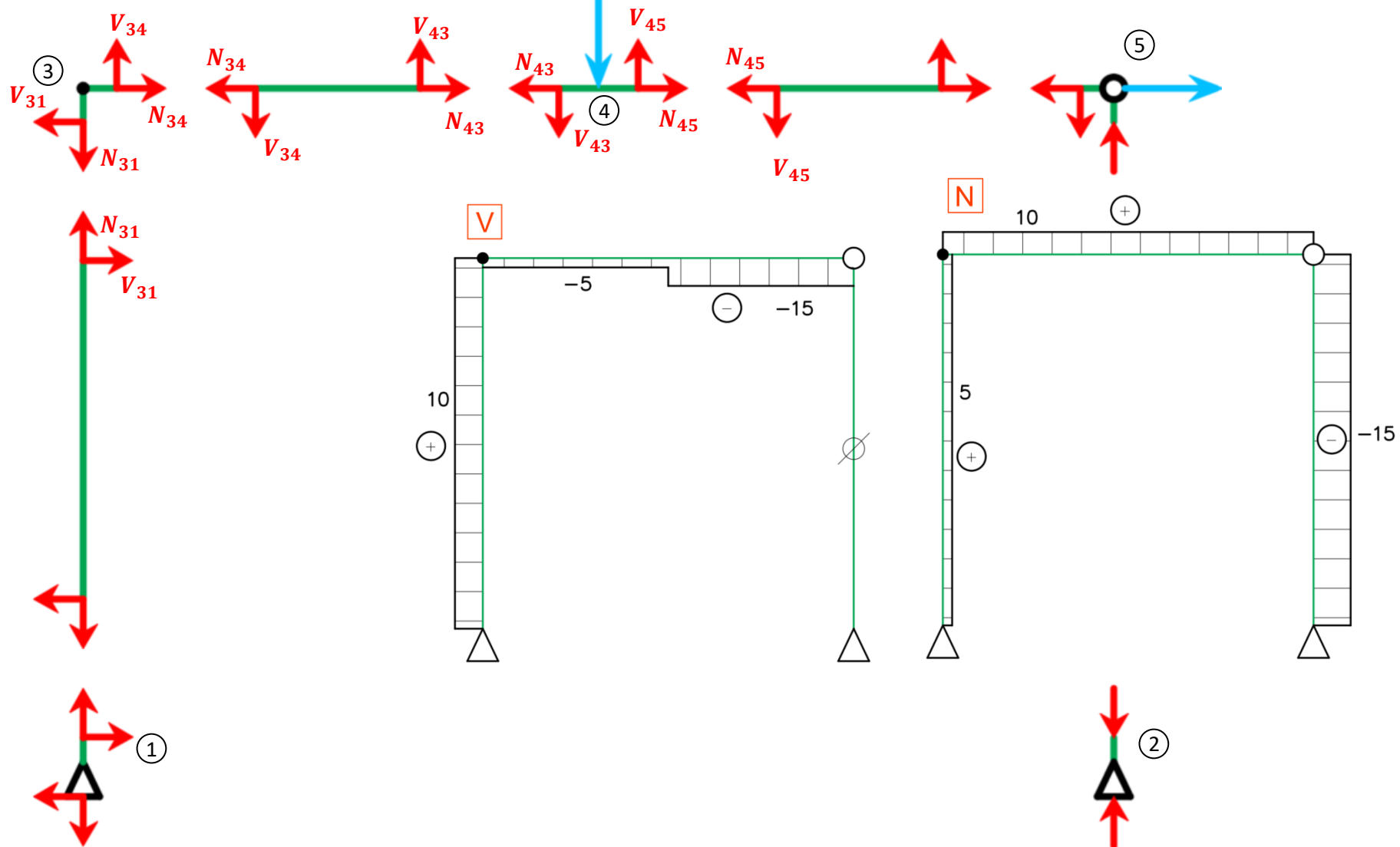
Styčník 3:

$$M_{34} - M_{31} = 0$$

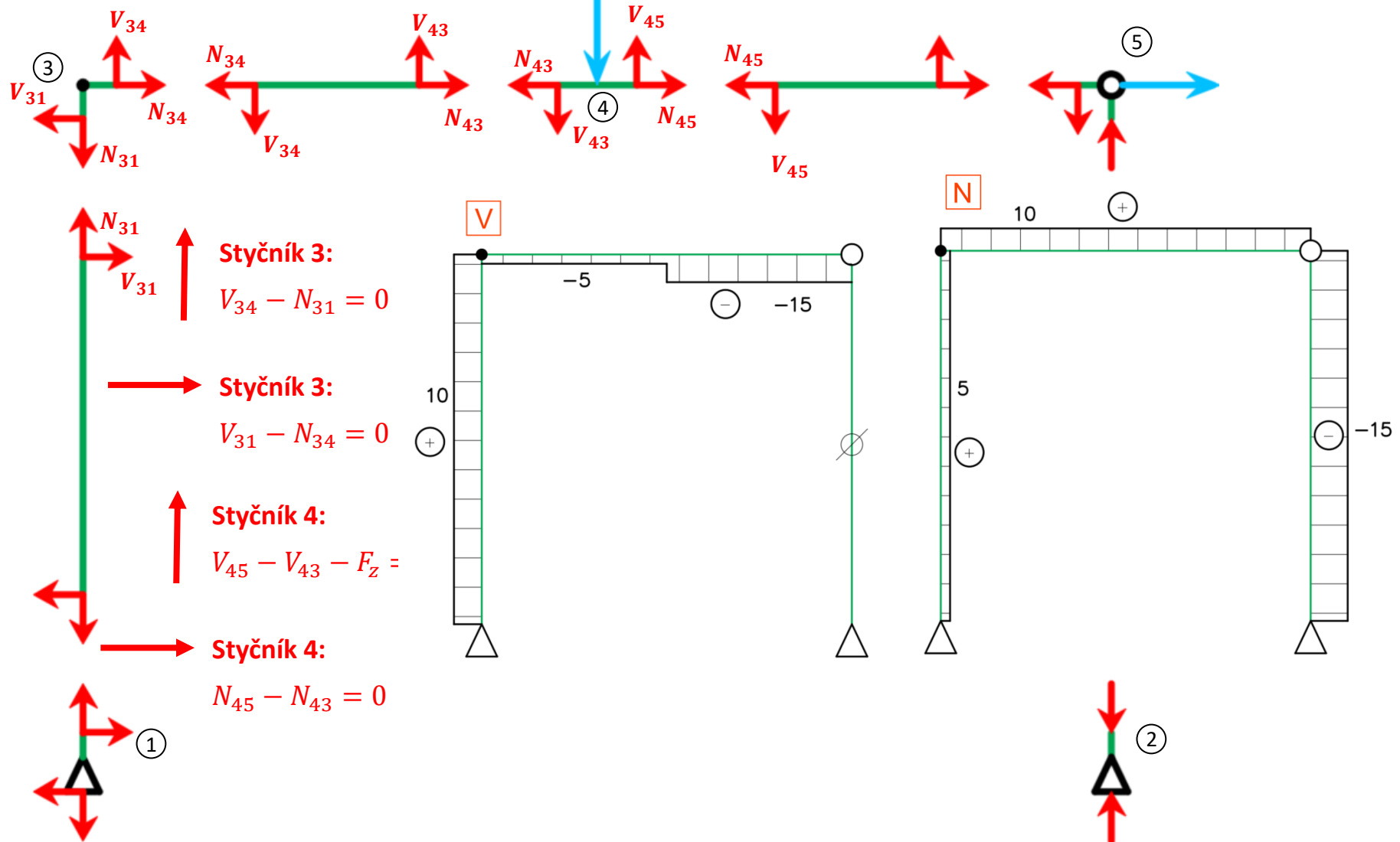
Styčník 4:

$$M_{43} - M_{45} = 0$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL



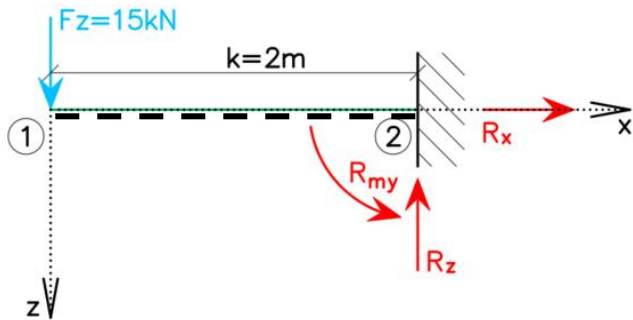
OBSAH

- **TEORIE**
- **ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL**
- **PŘÍKLADY**

OBSAH

- TEORIE
- ORIENTACE VNITŘNÍCH SIL
- PŘÍKLADY

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

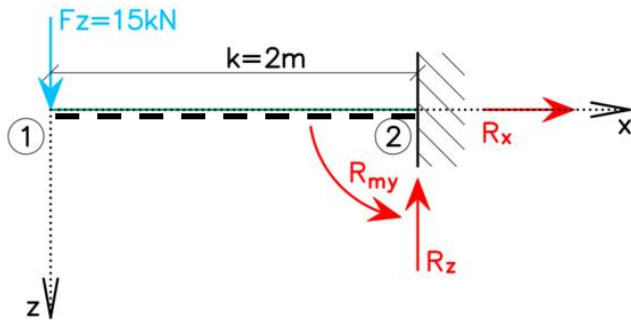


$$R_{2x} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 15 \text{ kN}$$

$$R_{2my} = -30 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$R_{2x} = 0 \text{ kN}$$

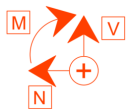
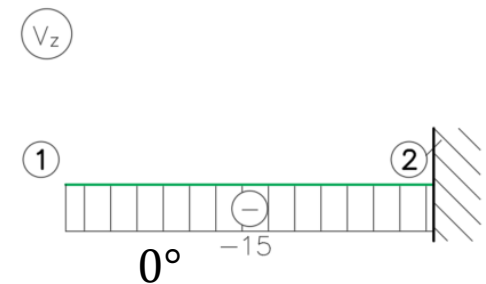
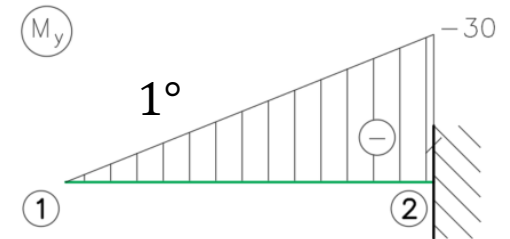
$$R_{2z} = 15 \text{ kN}$$

$$R_{2my} = -30 \text{ kNm}$$

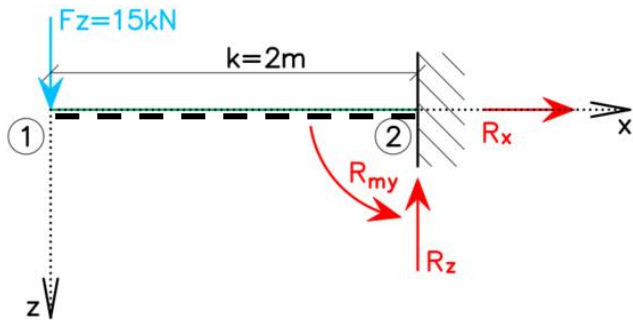
Vnitřní síly

12 $V_z: -F_z = -15 \text{ kN}$
 $M_y: -F_z \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$

21 $V_z: -F_z = -15 \text{ kN}$
 $M_y: -F_z \cdot 2 = -30 \text{ kNm}$



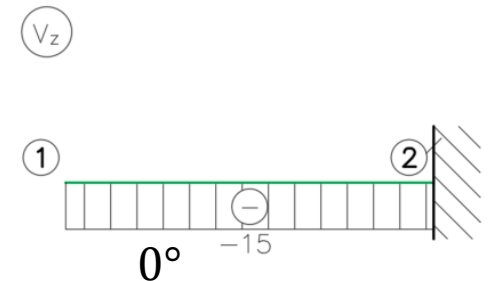
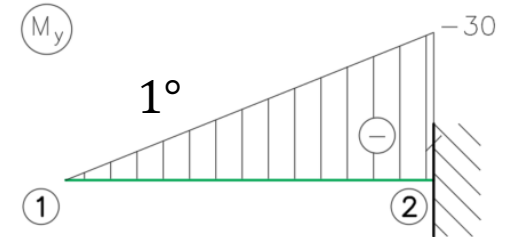
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



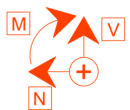
$$R_{2x} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 15 \text{ kN}$$

$$R_{2my} = -30 \text{ kNm}$$



Vnitřní síly



12

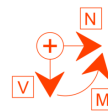
$$V_z: -F_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: -F_z \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

21

$$V_z: -F_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: -F_z \cdot 2 = -30 \text{ kNm}$$



21

$$V_z: -R_z = -15 \text{ kN}$$

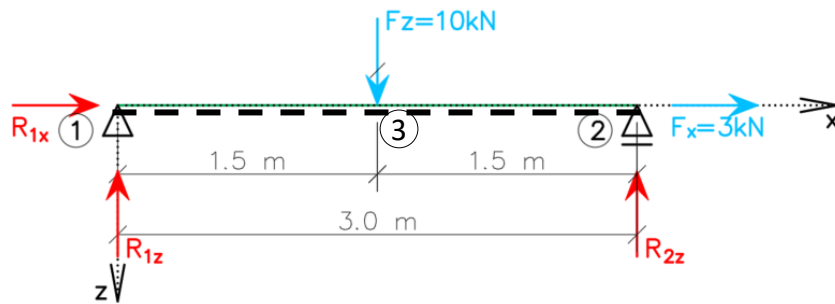
$$M_y: R_{2my} + R_z \cdot 0 = -30 \text{ kNm}$$

12

$$V_z: -R_z = -15 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{2my} + R_z \cdot 2 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

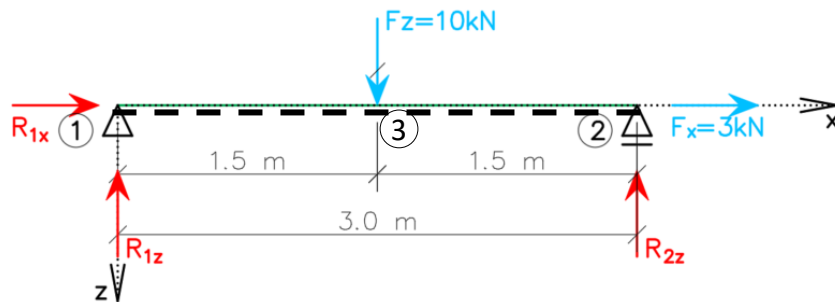


$$R_{1x} = -3 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

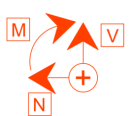


$$R_{1x} = -3 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

Vnitřní síly



13

$$V_z: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

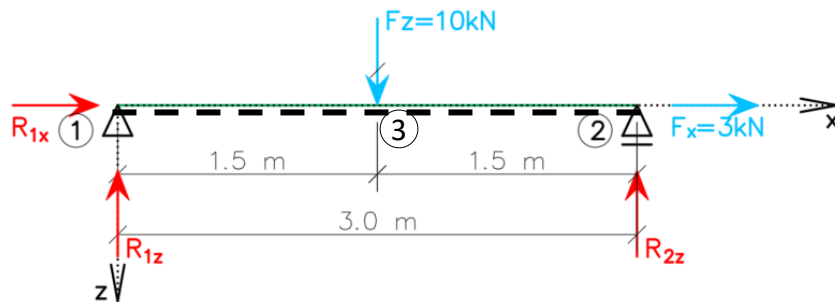
$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

31

$$V_z: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

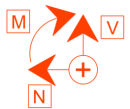


$$R_{1x} = -3 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

Vnitřní síly



13

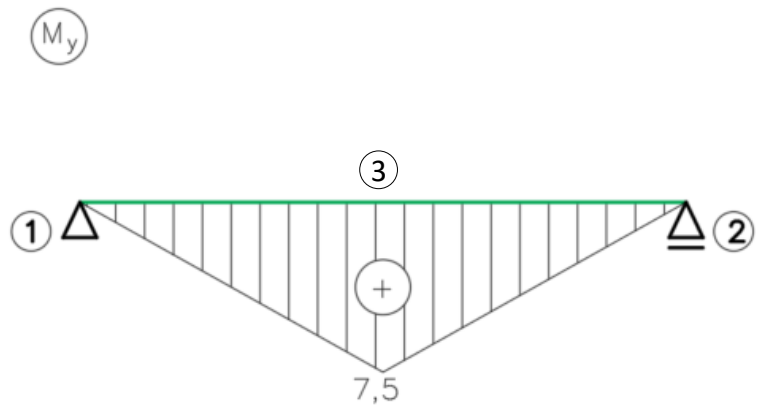
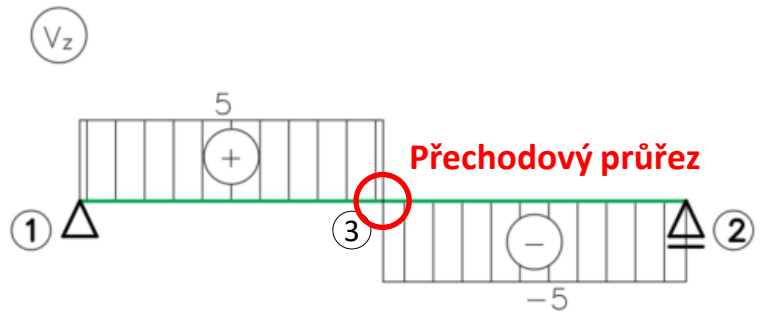
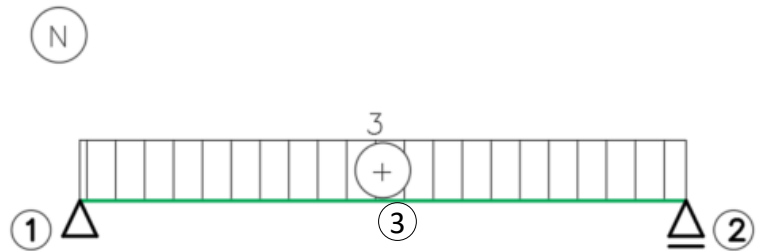
$$V_z: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

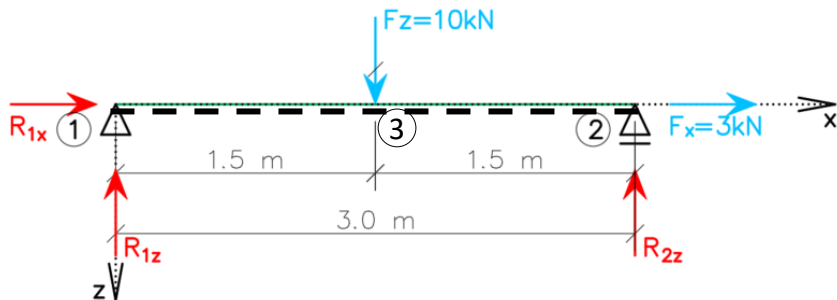
31

$$V_z: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kNm}$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

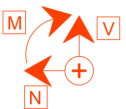


$$R_{1x} = -3 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

Vnitřní síly



13

$$V_z: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

31

$$V_z: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kNm}$$

32

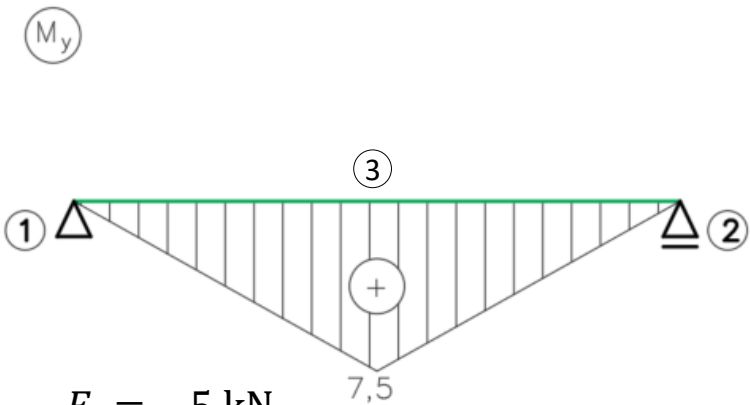
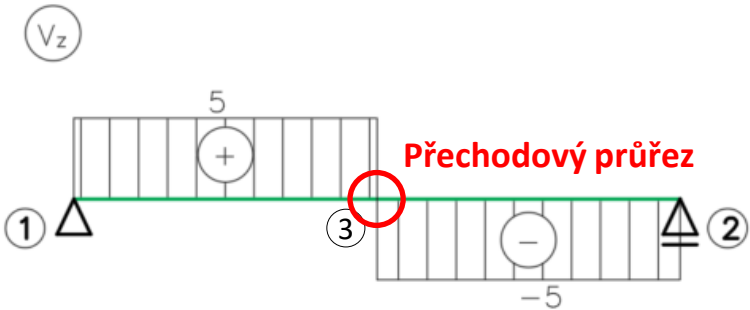
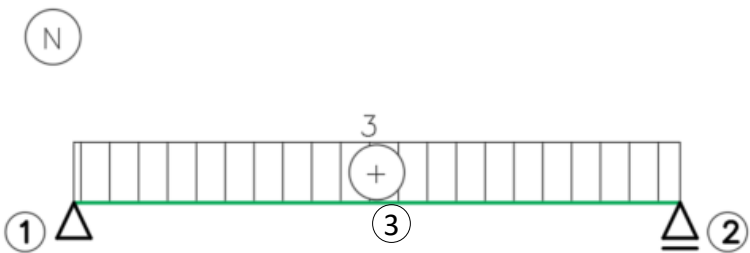
$$V_z: R_{1z} - F_z = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1,5 - F_z \cdot 0 = 7,5 \text{ kNm}$$

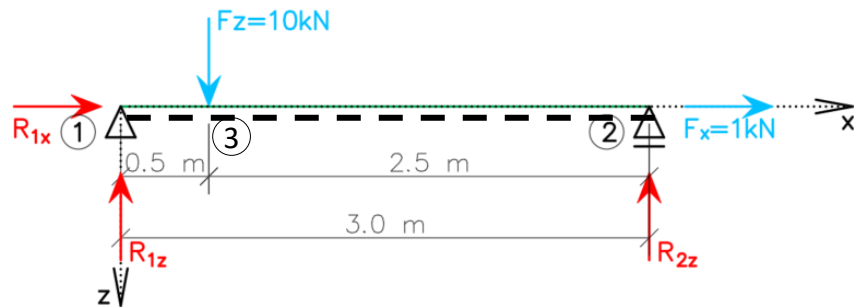
23

$$V_z: R_{1z} - F_z = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - F_z \cdot 1,5 = 0 \text{ kNm}$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

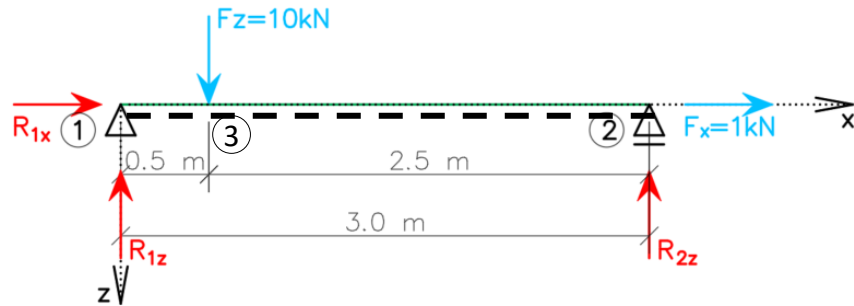


$$R_{1x} = -1 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 1, \bar{6} \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$R_{1x} = -1 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 1, \bar{6} \text{ kN}$$

Vnitřní síly

Legend: M (bending moment, counter-clockwise positive), V (shear force, up positive), N (normal force, tension positive).

Section 13 (at 0.5 m from Support 1):

$$V_z: R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

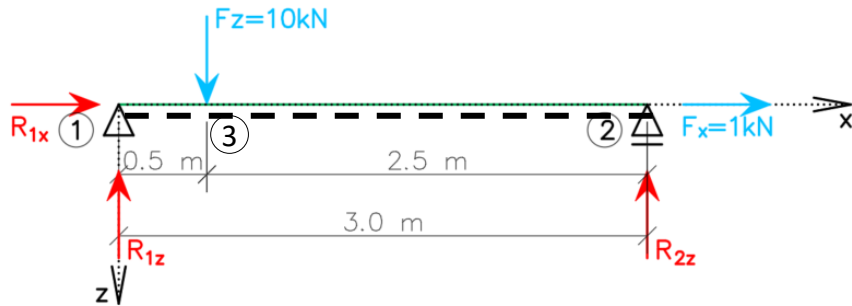
$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

Section 31 (at 3.0 m from Support 1):

$$V_z: R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0,5 = 4,16 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

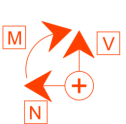


$$R_{1x} = -1 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 1, \bar{6} \text{ kN}$$

Vnitřní síly



13

$$V_z: R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

31

$$V_z: R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0,5 = 4,16 \text{ kNm}$$

32

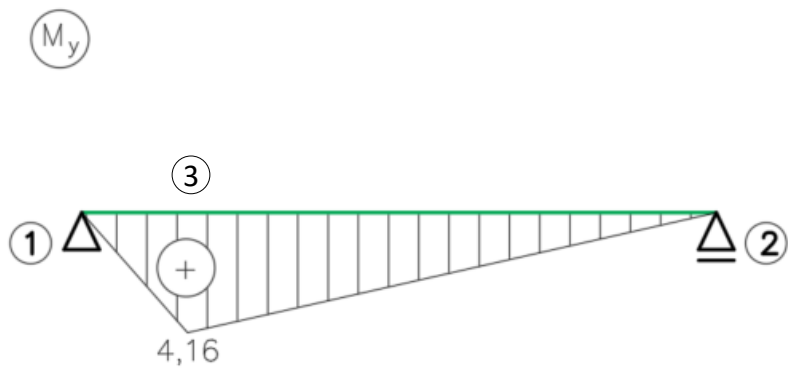
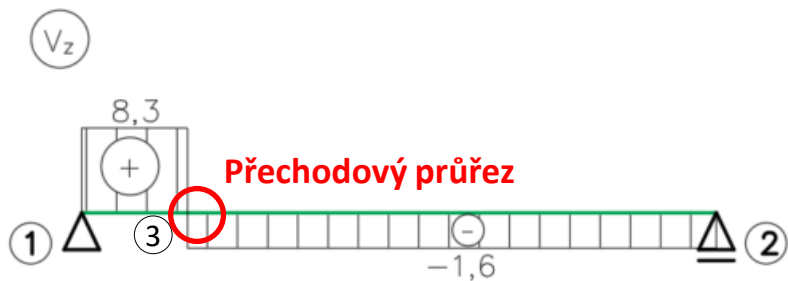
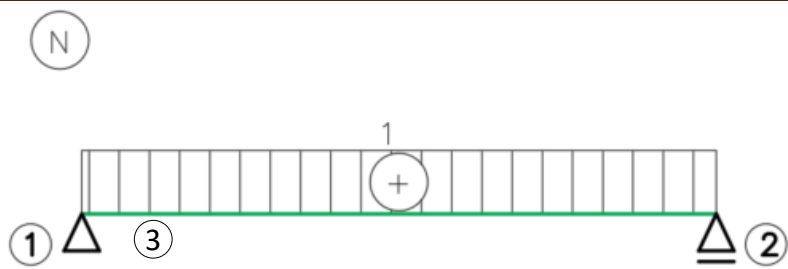
$$V_z: R_{1z} - F_z = -1, \bar{6} \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0,5 - F_z \cdot 0 = 4,16 \text{ kNm}$$

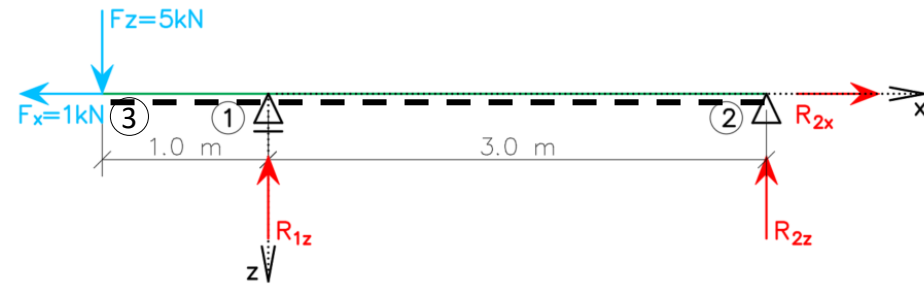
23

$$V_z: R_{1z} - F_z = -1, \bar{6} \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - F_z \cdot 2,5 = 0 \text{ kNm}$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

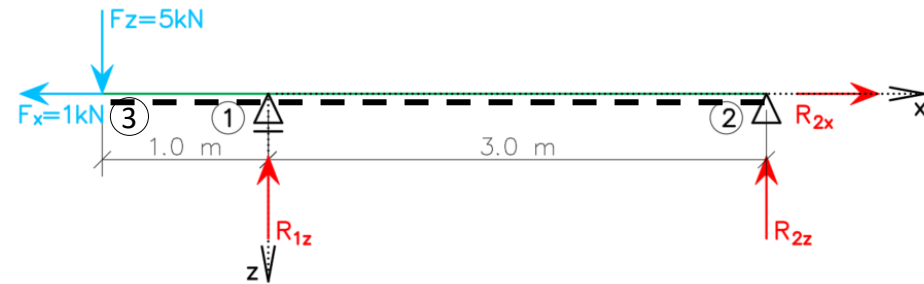


$$R_x = 1 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 6, \bar{6} \text{ kN}$$

$$R_{2z} = -1, \bar{6} \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

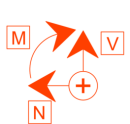


$$R_x = 1 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 6, \bar{6} \text{ kN}$$

$$R_{2z} = -1, \bar{6} \text{ kN}$$

Vnitřní síly



31

$$V_z: -F_z = -5 \text{ kN}$$

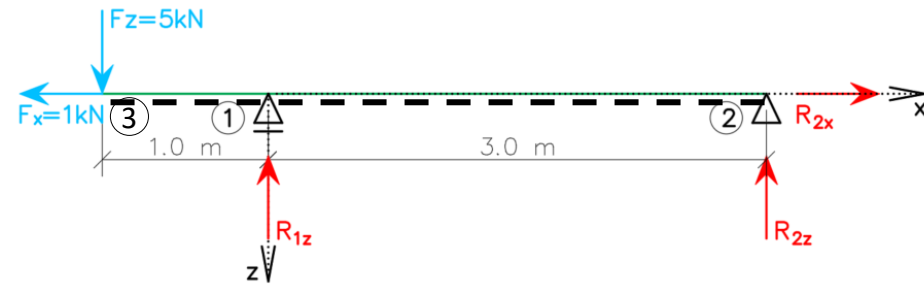
$$M_y: -F_z \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

13

$$V_z: -F_z = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: -F_z \cdot 1 = -5 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

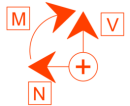


$$R_x = 1 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 6, \bar{6} \text{ kN}$$

$$R_{2z} = -1, \bar{6} \text{ kN}$$

Vnitřní síly



31

$$V_z: -F_z = -5 \text{ kN}$$

$$M_y: -F_z \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

13

$$V_z: -F_z = -5 \text{ kN}$$

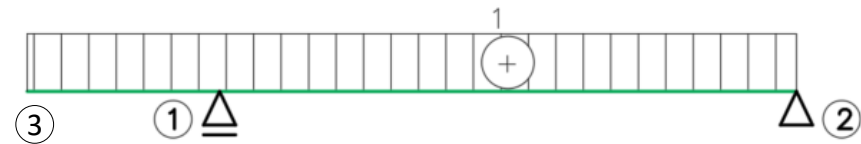
$$M_y: -F_z \cdot 1 = -5 \text{ kNm}$$

12

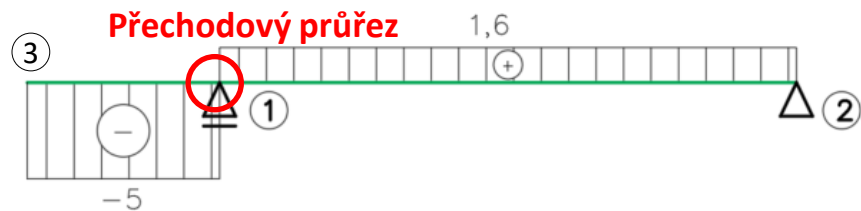
$$V_z: -F_z + R_{1z} = -5 + 6, \bar{6} = 1,6 \text{ kN}$$

$$M_y: -F_z \cdot 1 + R_{1z} \cdot 0 = -5 \cdot 1 + 6, \bar{6} \cdot 0 = -5 \text{ kNm}$$

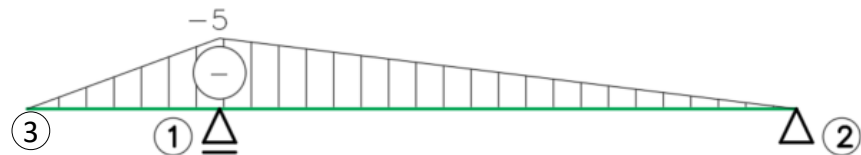
(N)



(V_z)



(M_y)



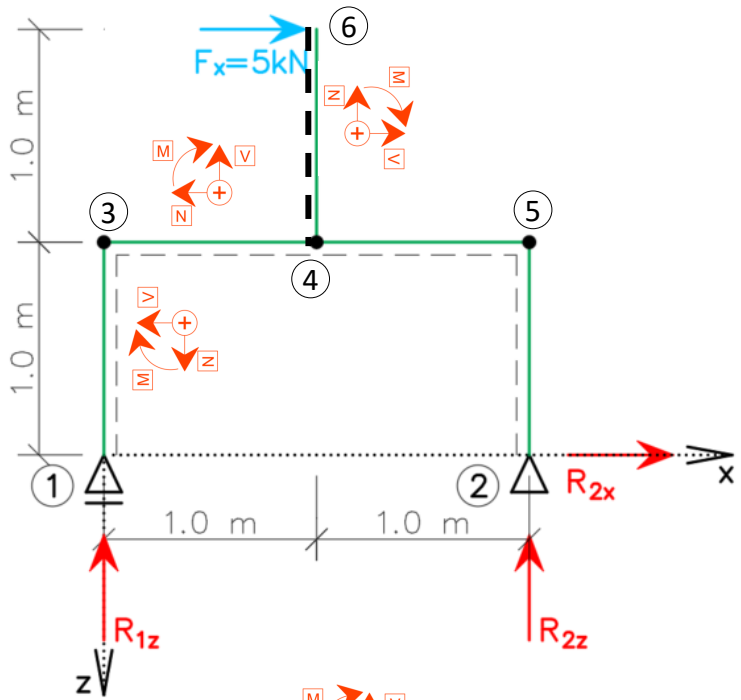
21

$$V_z: -F_z + R_{1z} = -5 + 6, \bar{6} = 1,6 \text{ kN}$$

$$M_y: -F_z \cdot 4 + R_{1z} \cdot 3 =$$

$$= -5 \cdot 4 + 6, \bar{6} \cdot 3 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$R_{2x} = -5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

64

$N: 0 \text{ kN}$
 $V_z: F_x = 5 \text{ kN}$
 $M_y: F_x \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$

46

$N: 0 \text{ kN}$
 $V_z: F_x = 5 \text{ kN}$
 $M_y: F_x \cdot 1 = 5 \text{ kNm}$

Vnitřní síly

13

$N: -R_{1z} = 5 \text{ kN}$
 $V_z: 0 = 0 \text{ kN}$
 $M_y: 0 = 0 \text{ kNm}$

31

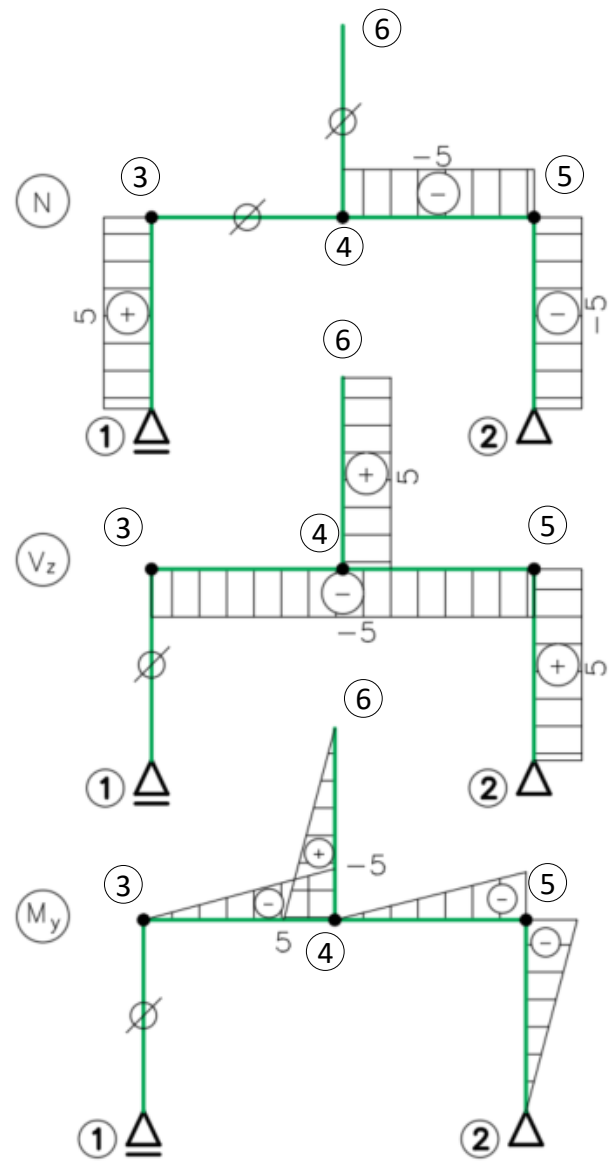
$N: -R_{1z} = 5 \text{ kN}$
 $V_z: 0 \text{ kN}$
 $M_y: 0 \text{ kNm}$

34

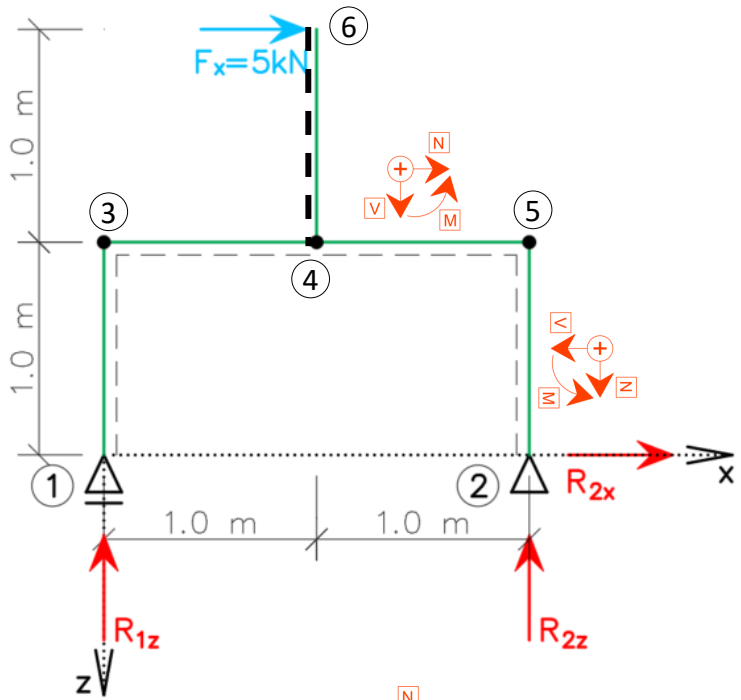
$N: 0 \text{ kN}$
 $V_z: R_{1z} = -5 \text{ kN}$
 $M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$

43

$N: 0 \text{ kN}$
 $V_z: R_{1z} = -5 \text{ kN}$
 $M_y: R_{1z} \cdot 1 = -5 \text{ kNm}$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$R_{2x} = -5\text{ kN}$
 $R_{2z} = 5\text{ kN}$
 $R_{1z} = -5\text{ kN}$

Vnitřní síly

25

$N: -R_{2z} = -5\text{ kN}$
 $V_z: -R_{2x} = 5\text{ kN}$
 $M_y: R_{2x} \cdot 0 = 0\text{ kNm}$

52

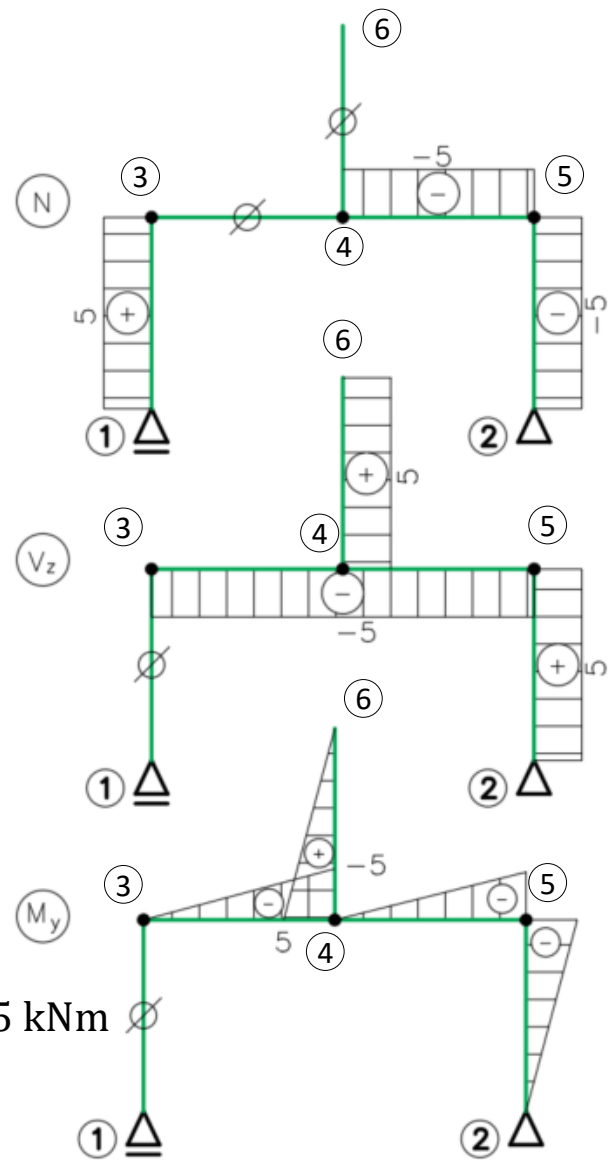
$N: -R_{2z} = -5\text{ kN}$
 $V_z: -R_{2x} = 5\text{ kN}$
 $M_y: R_{2x} \cdot 1 = -5 \cdot 1 = -5\text{ kNm}$

54

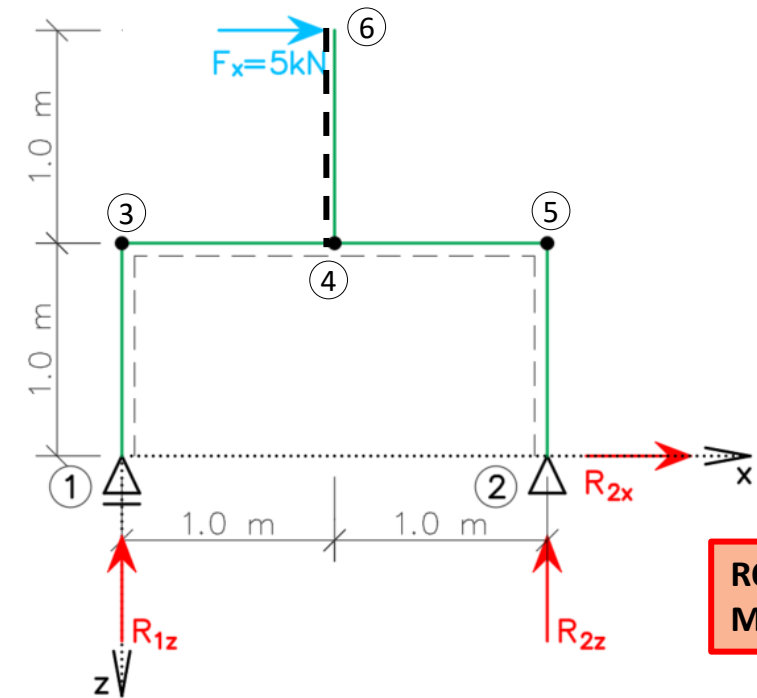
$N: R_{2x} = -5\text{ kN}$
 $V_z: -R_{2z} = -5\text{ kN}$
 $M_y: R_{2x} \cdot 1 + R_{2z} \cdot 0 = -5\text{ kNm}$

45

$N: R_{2x} = -5\text{ kN}$
 $V_z: -R_{2z} = -5\text{ kN}$
 $M_y: R_{2x} \cdot 1 + R_{2z} \cdot 1 = -5 \cdot 1 + 5 \cdot 1 = 0\text{ kNm}$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

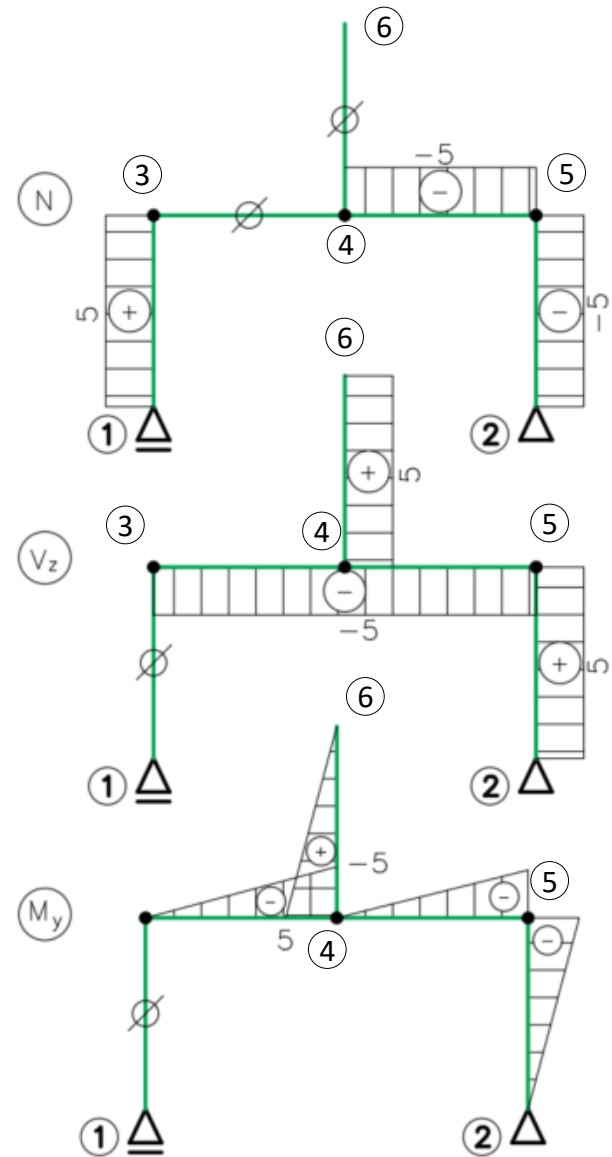


$$R_{2x} = -5 \text{ kN}$$

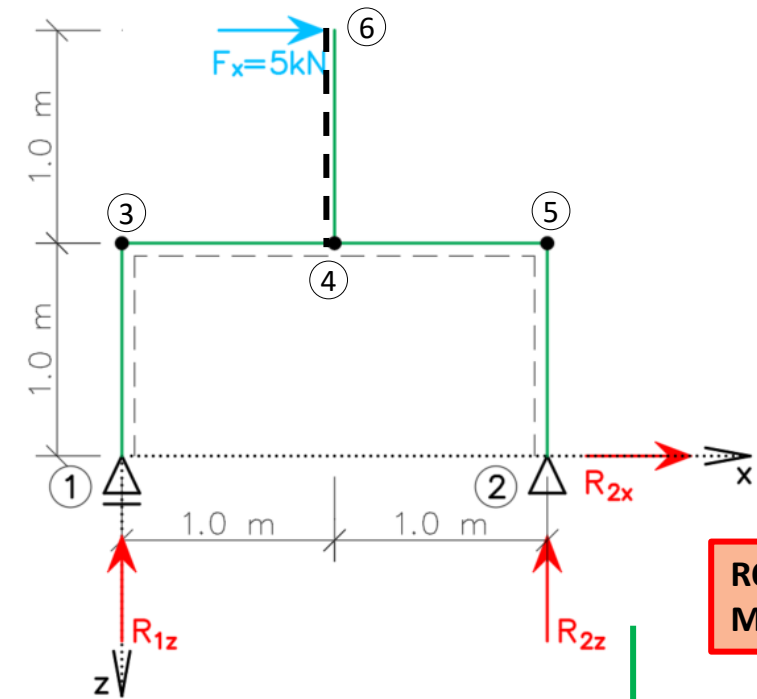
$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

**ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA**



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

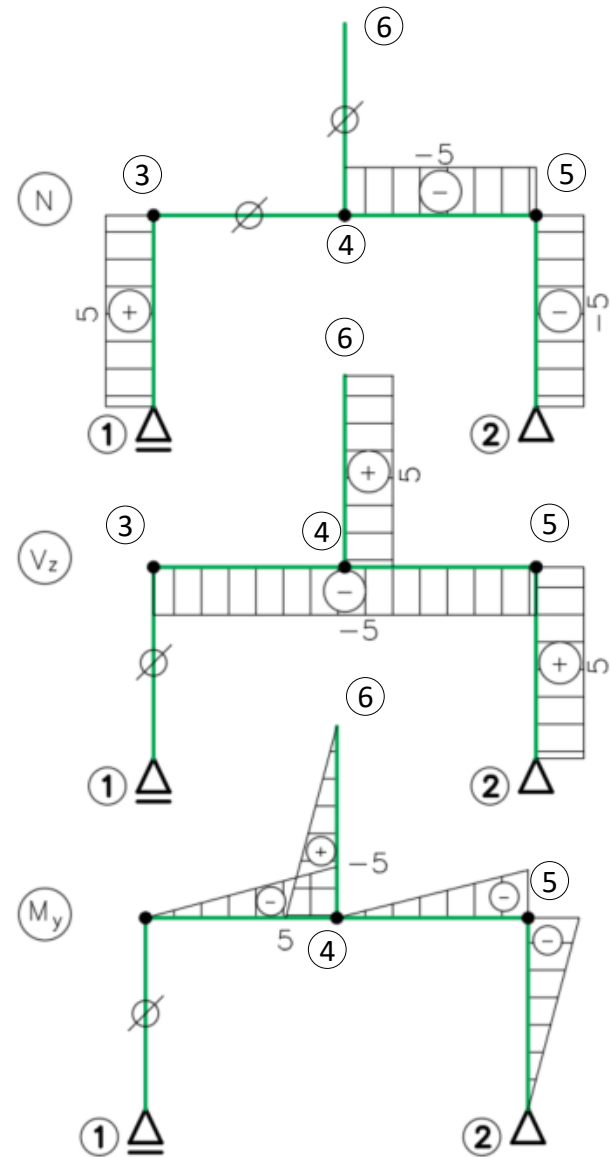


$$R_{2x} = -5 \text{ kN}$$

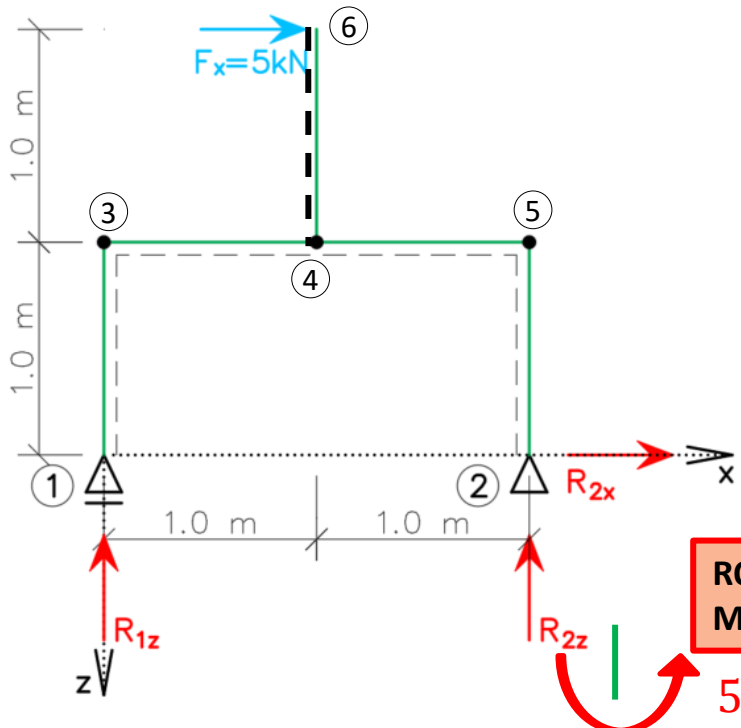
$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

**ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA**

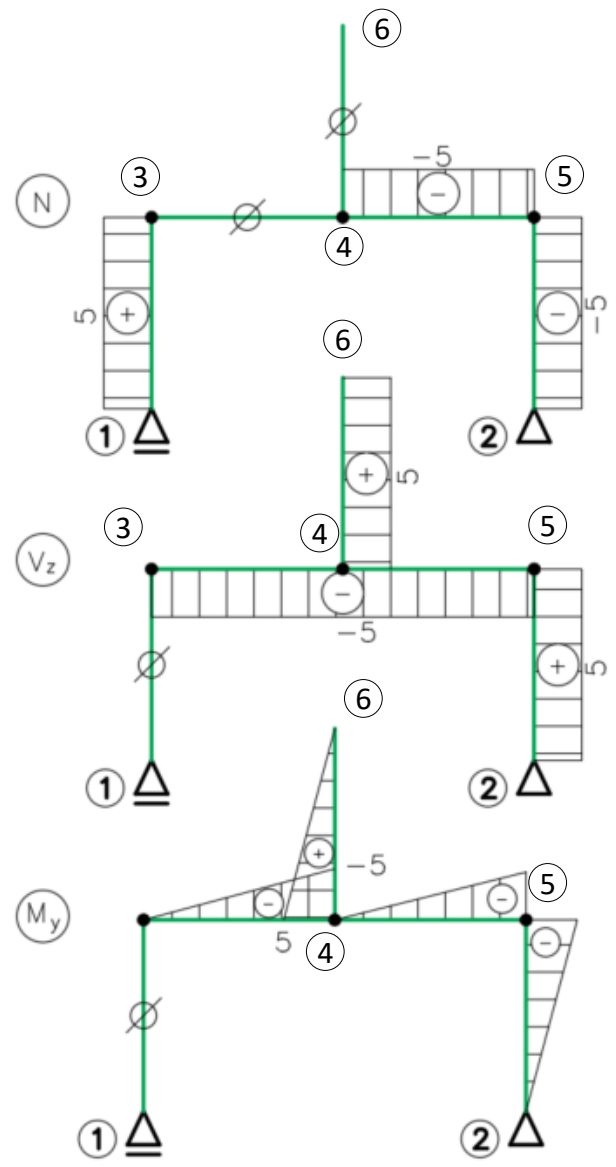
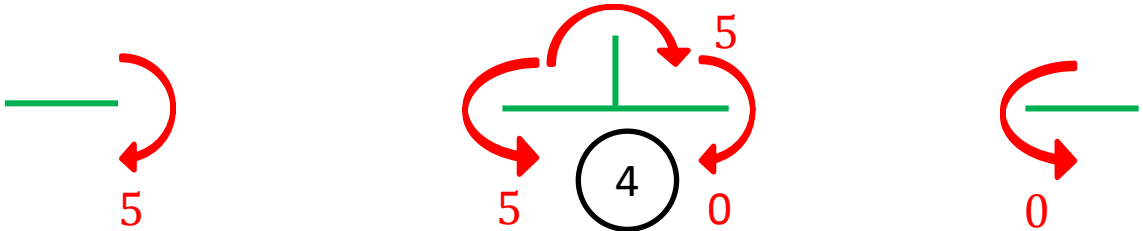


VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

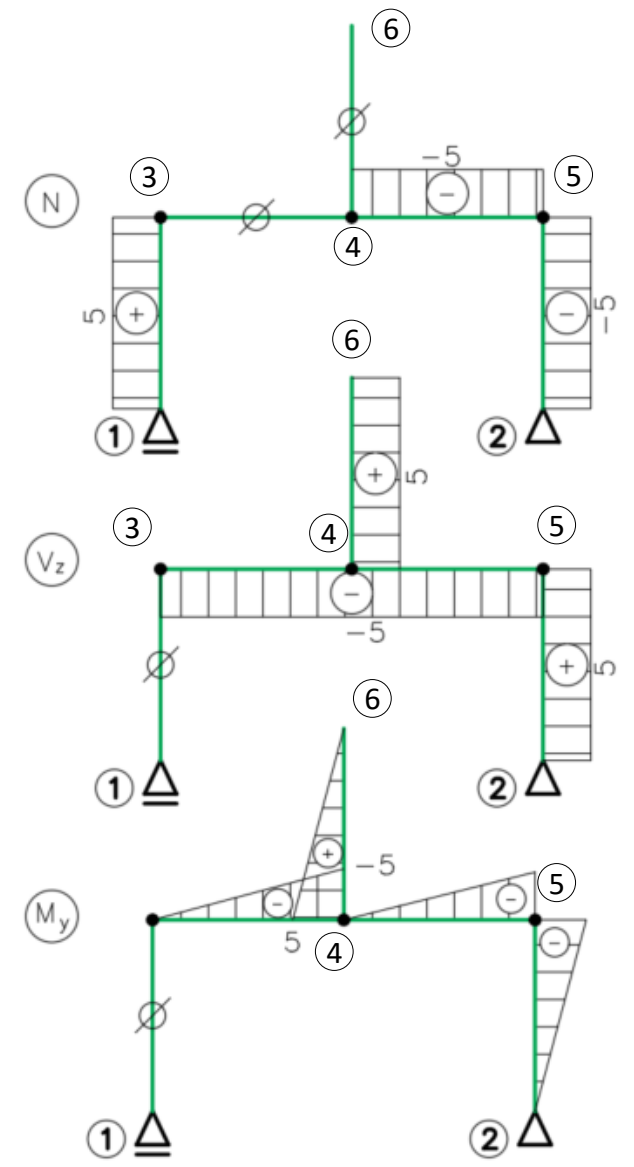
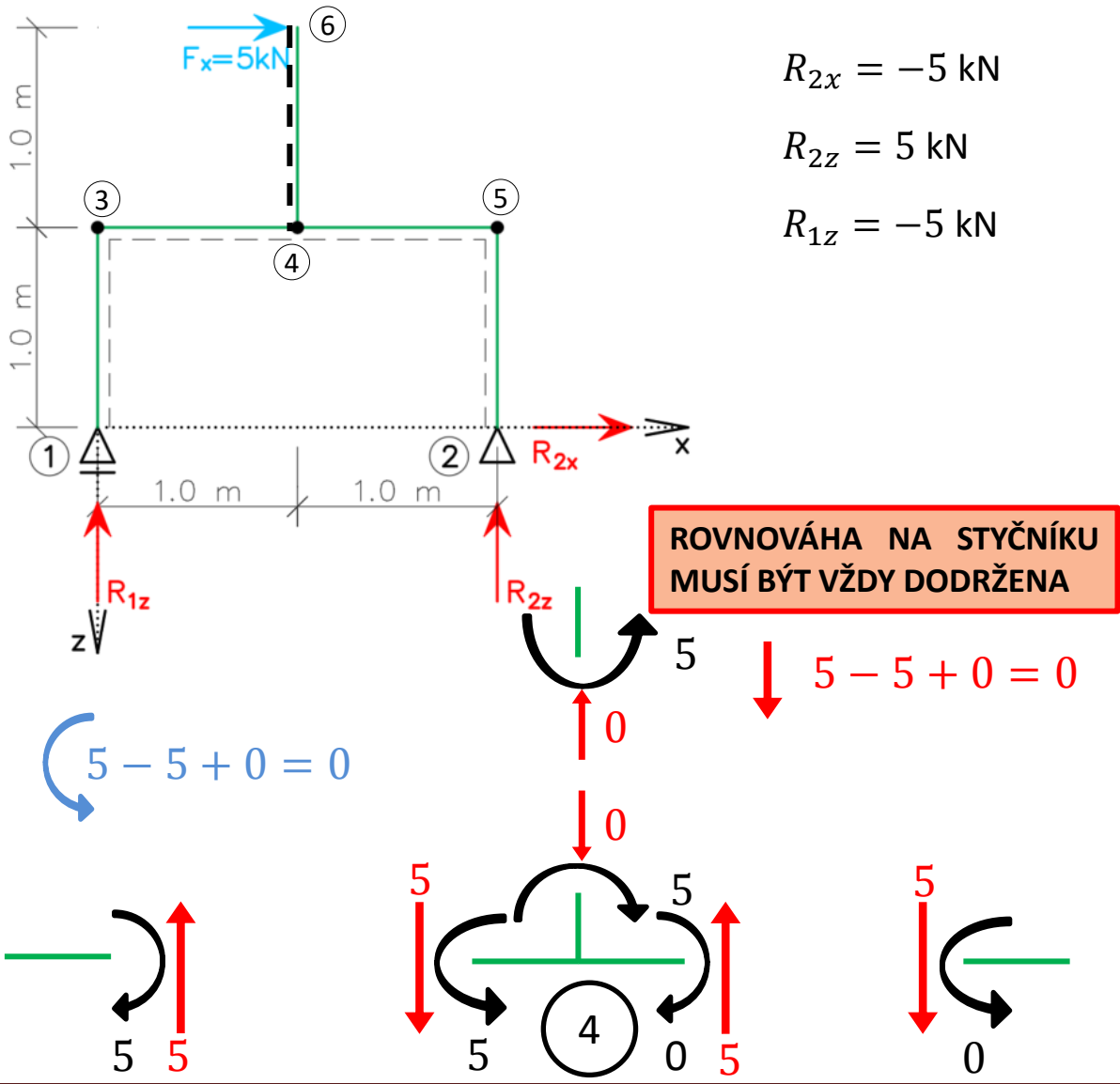


ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA

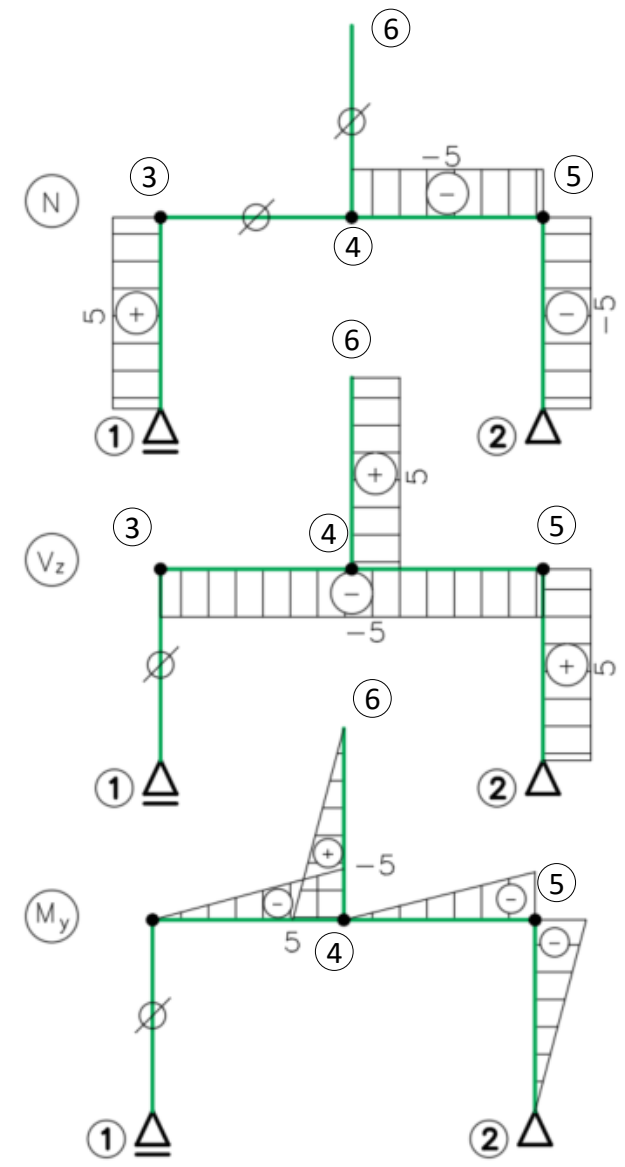
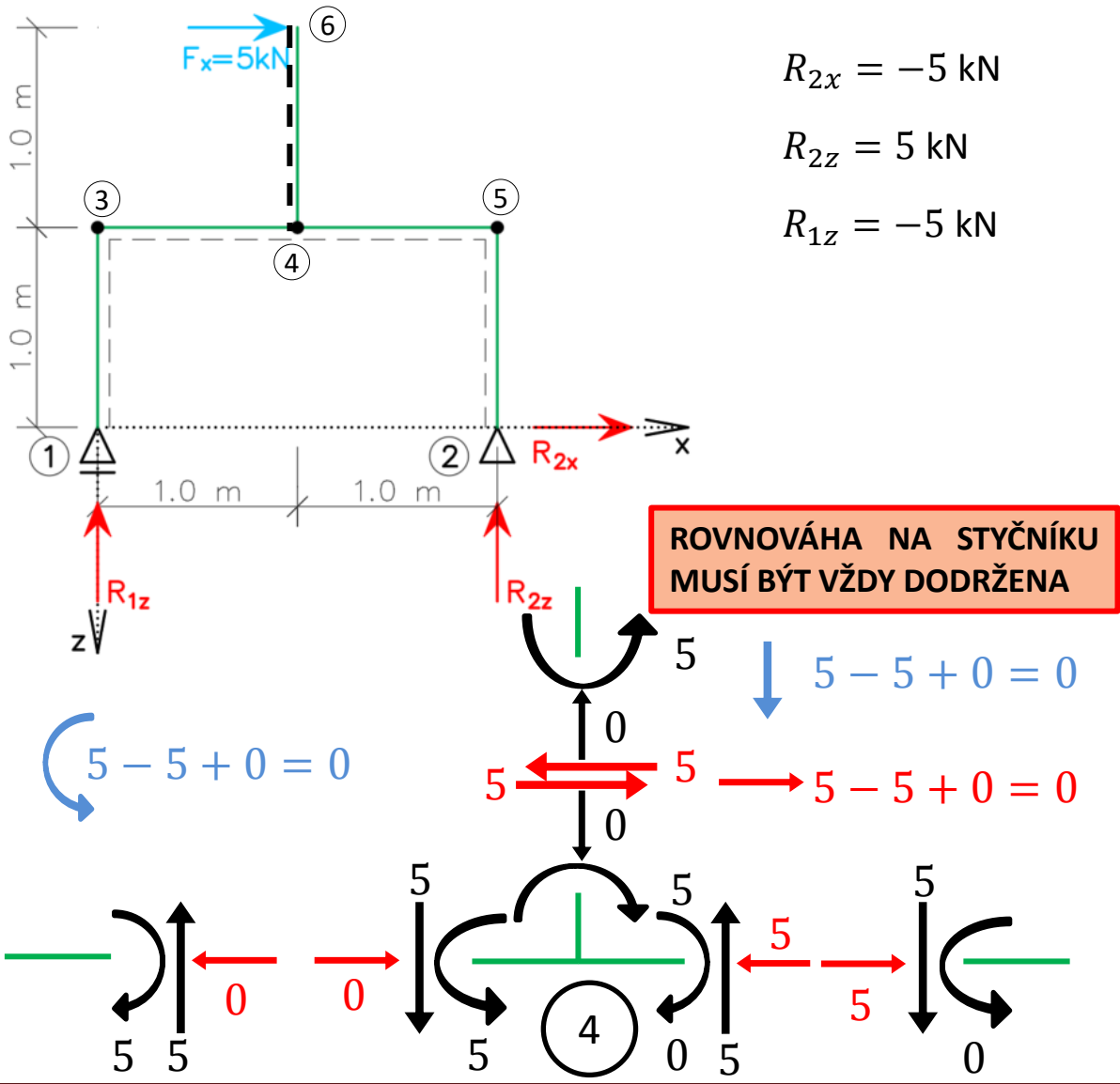
$5 - 5 + 0 = 0$



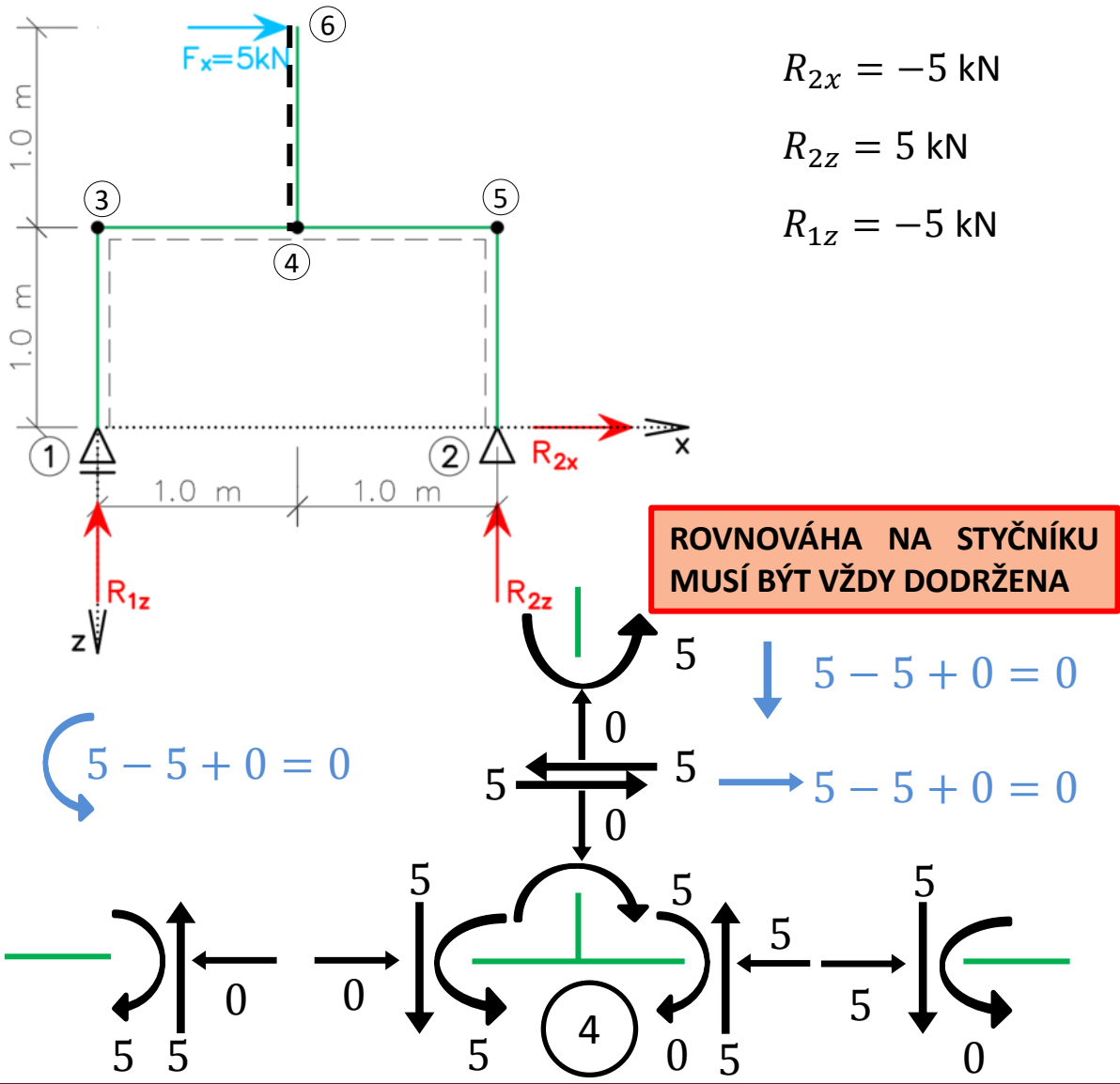
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



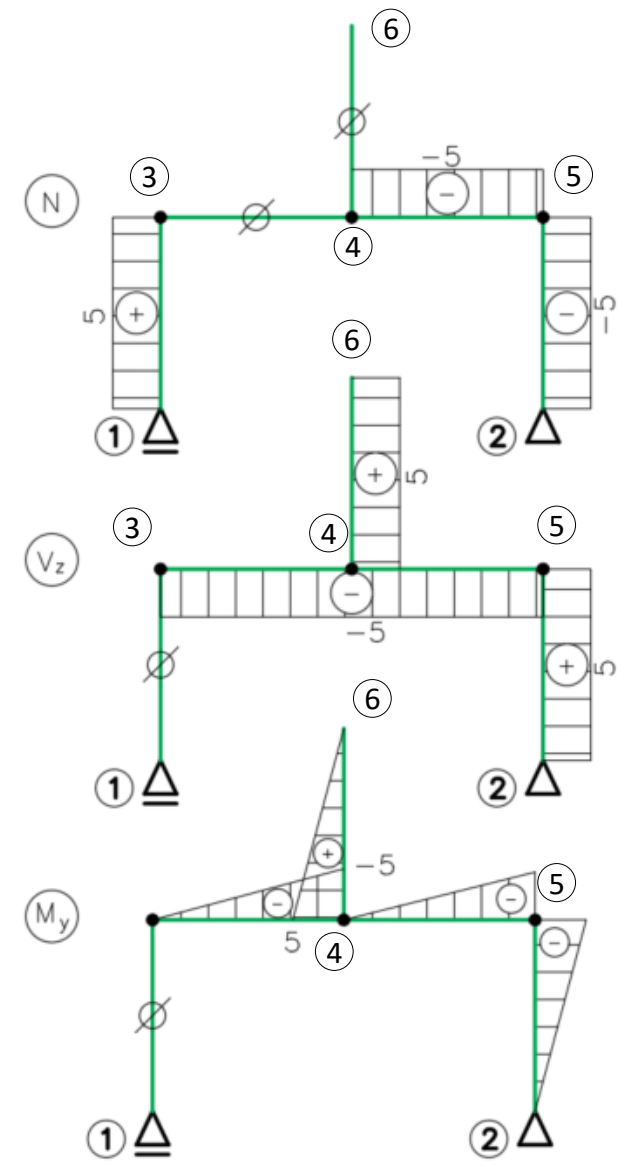
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



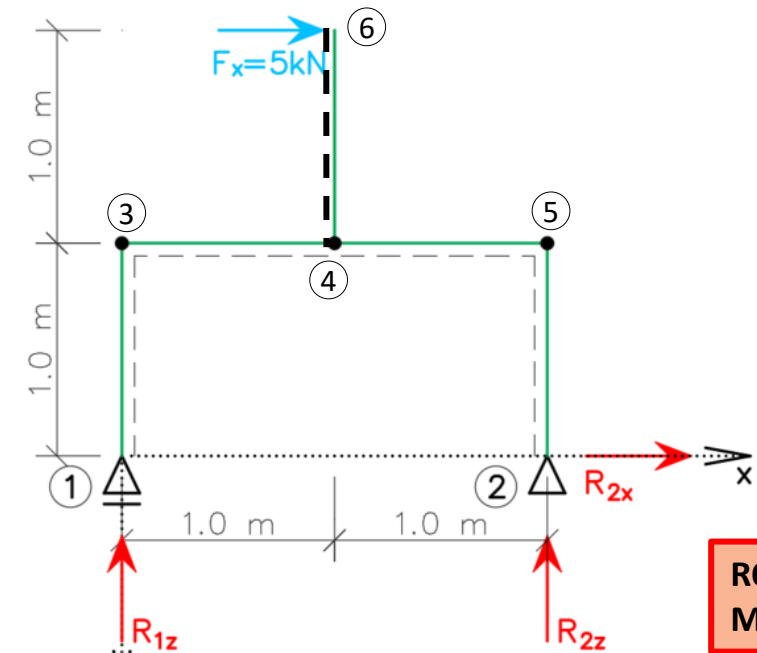
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

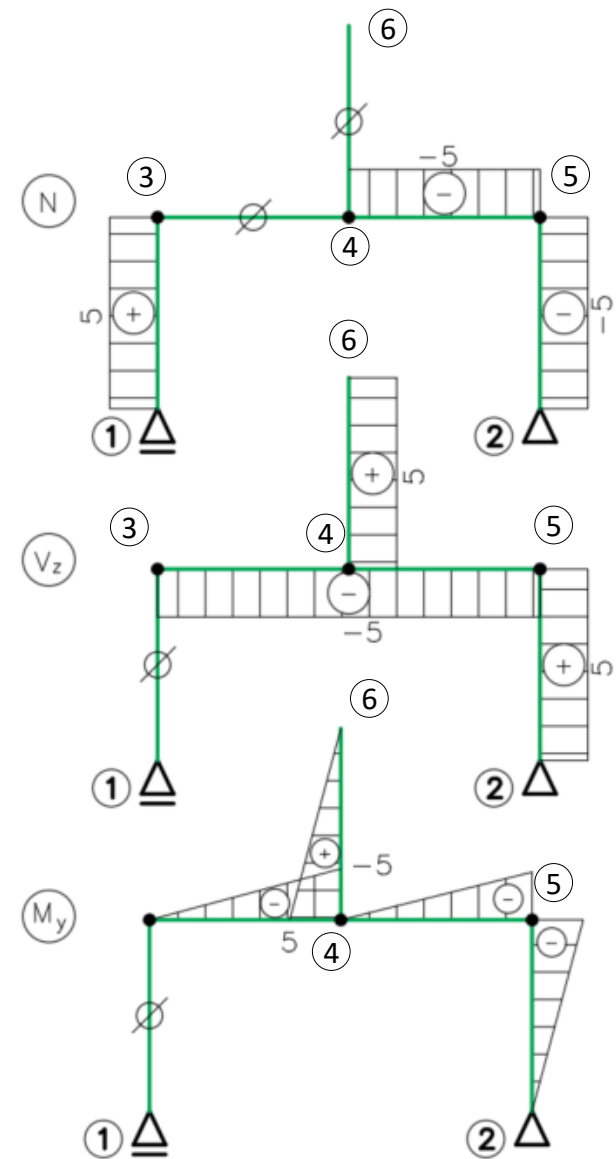
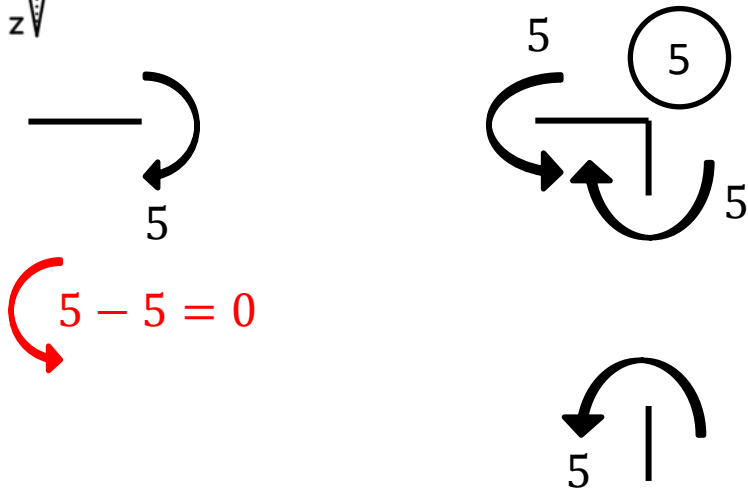


$$R_{2x} = -5 \text{ kN}$$

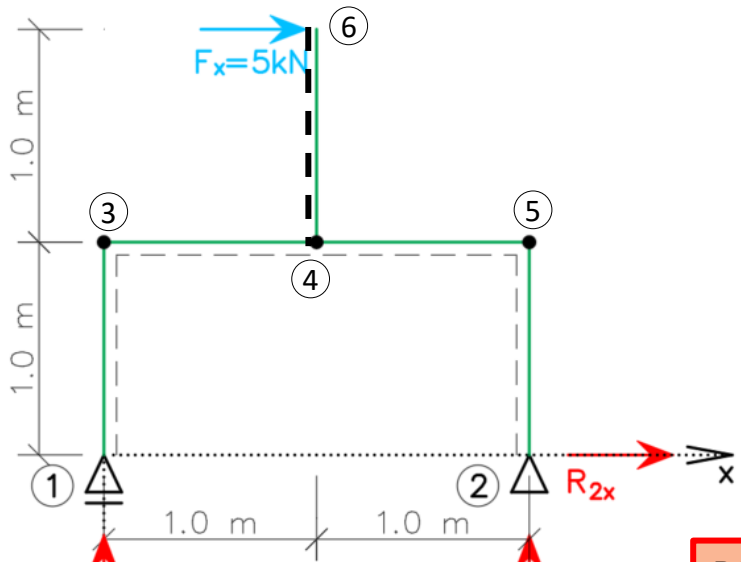
$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

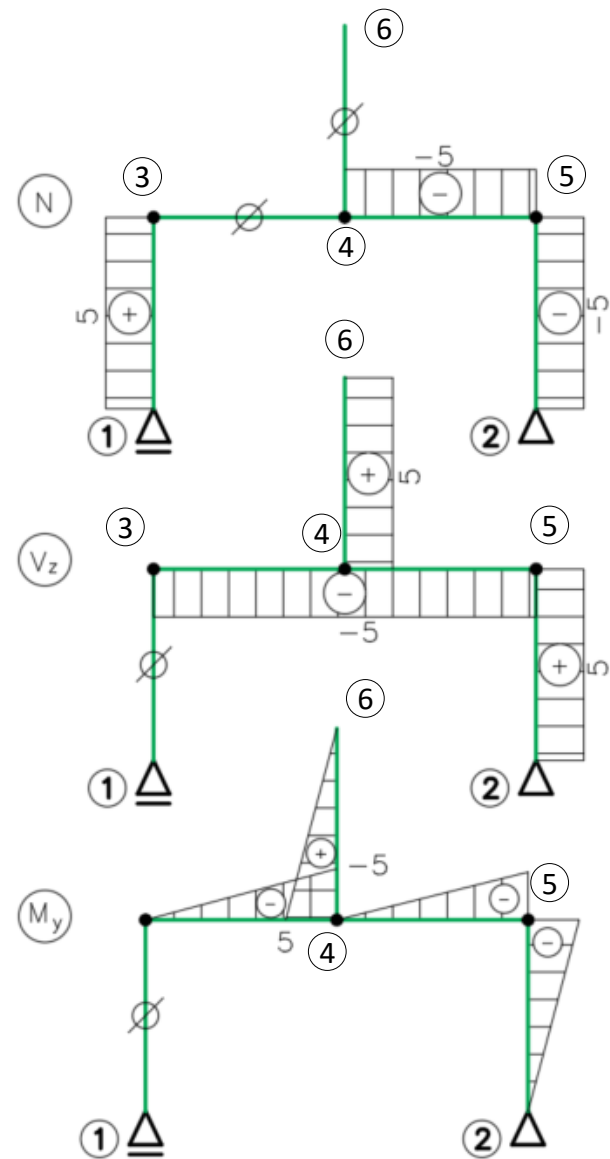
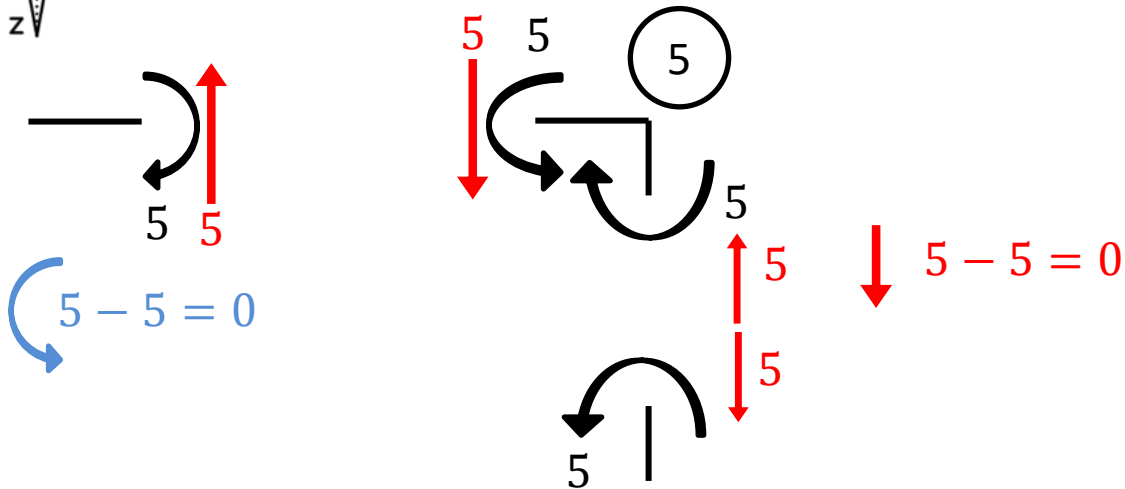


$$R_{2x} = -5 \text{ kN}$$

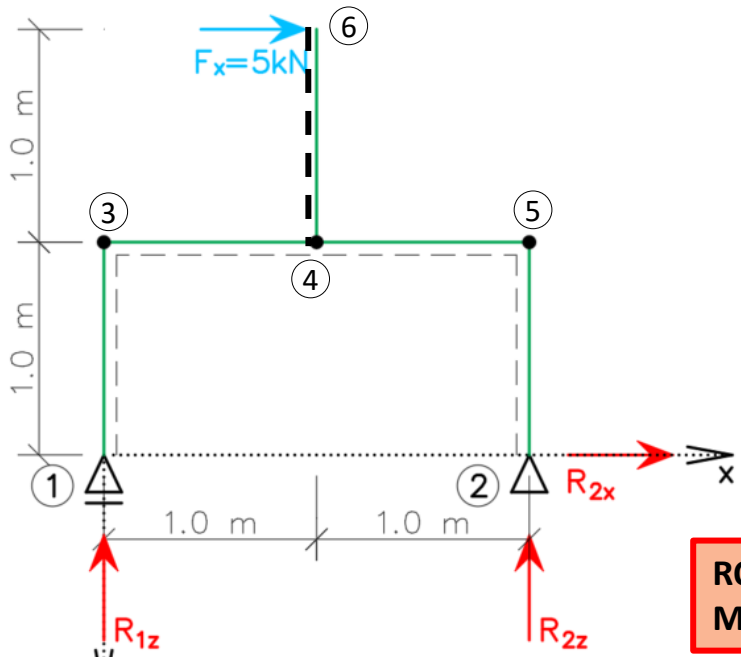
$$R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -5 \text{ kN}$$

ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA

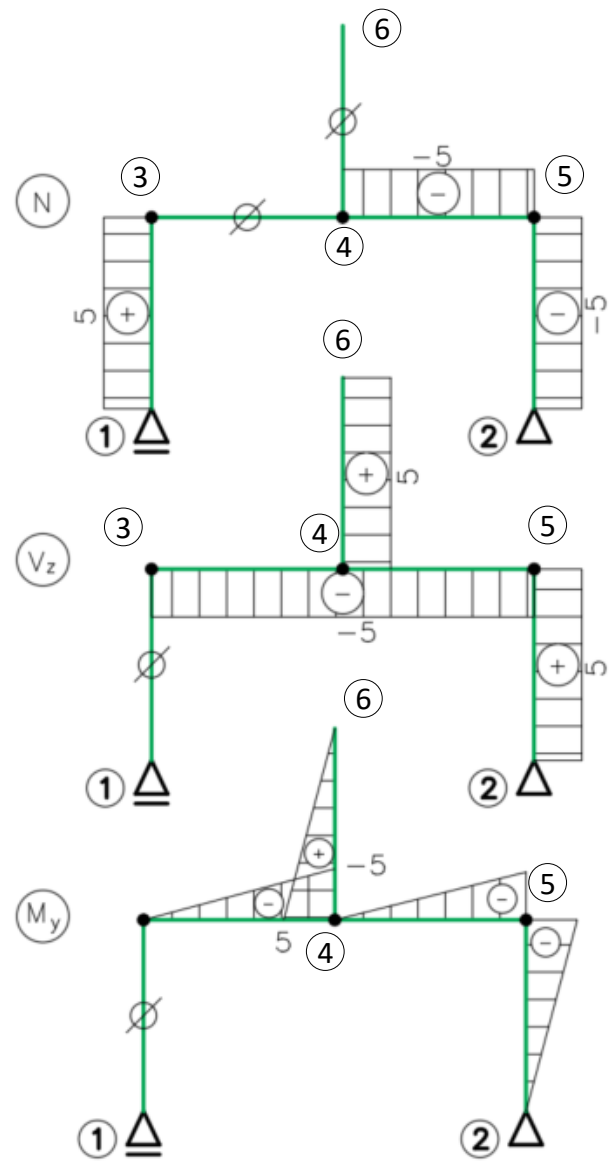
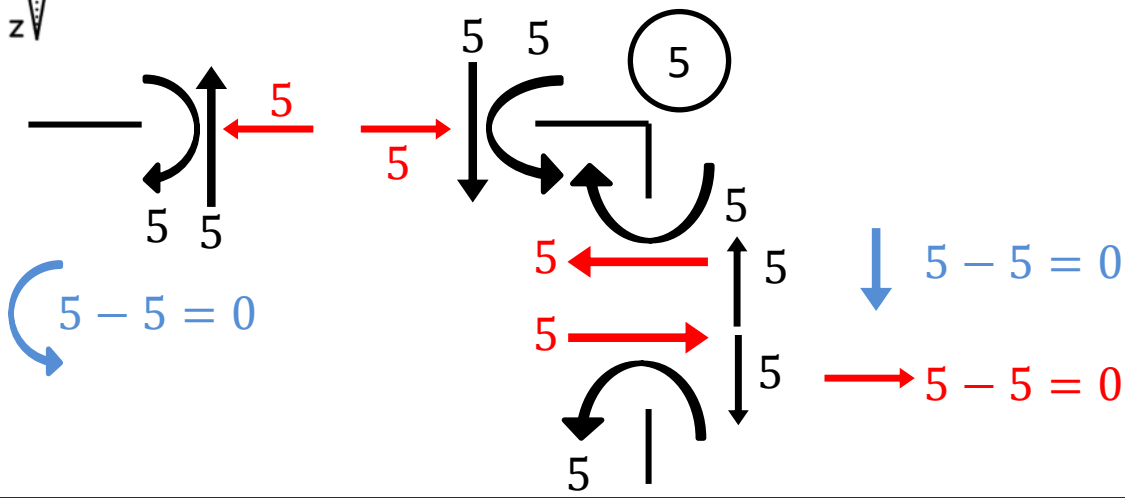


VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

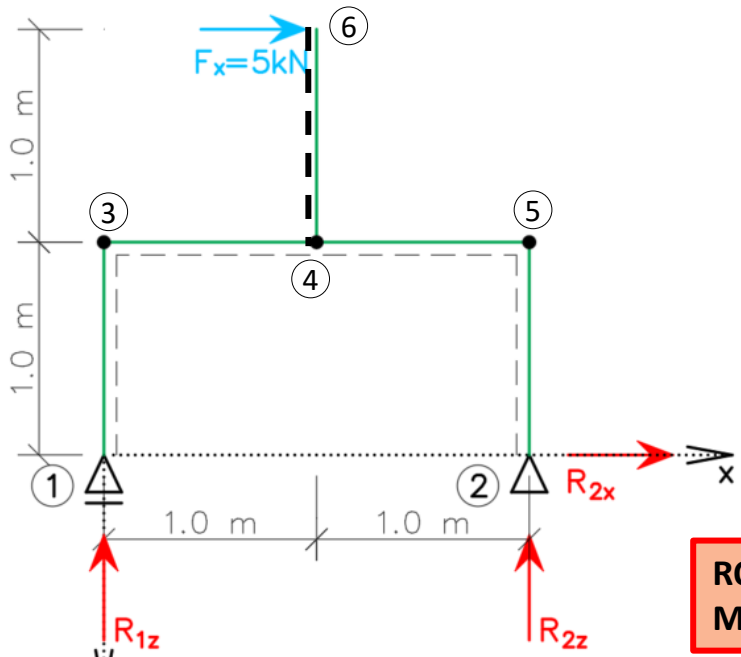


$R_{2x} = -5 \text{ kN}$
 $R_{2z} = 5 \text{ kN}$
 $R_{1z} = -5 \text{ kN}$

ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA

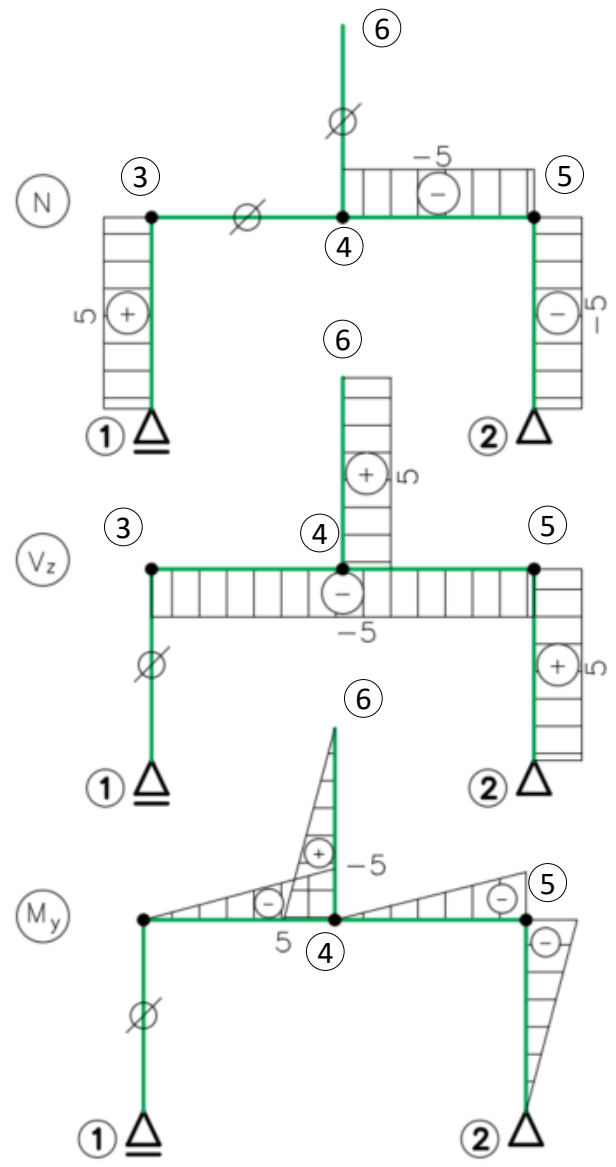
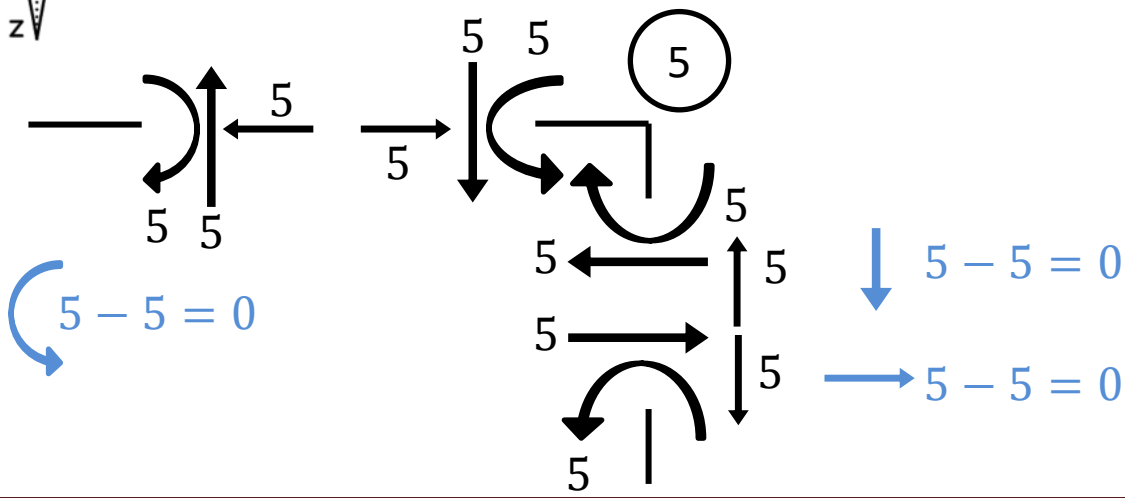


VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

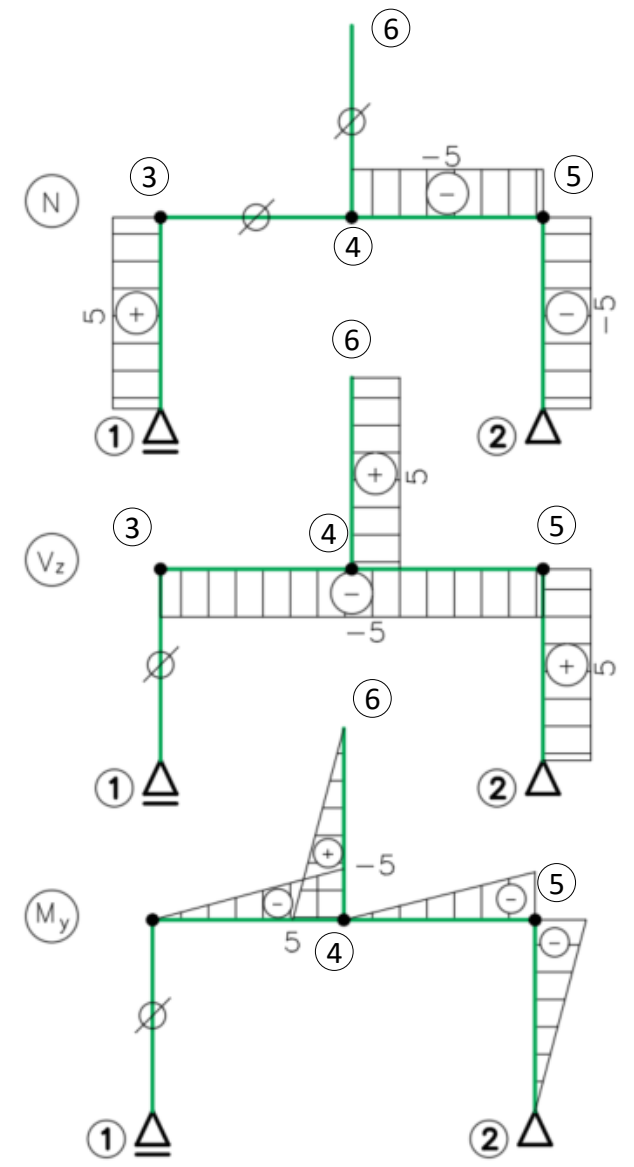
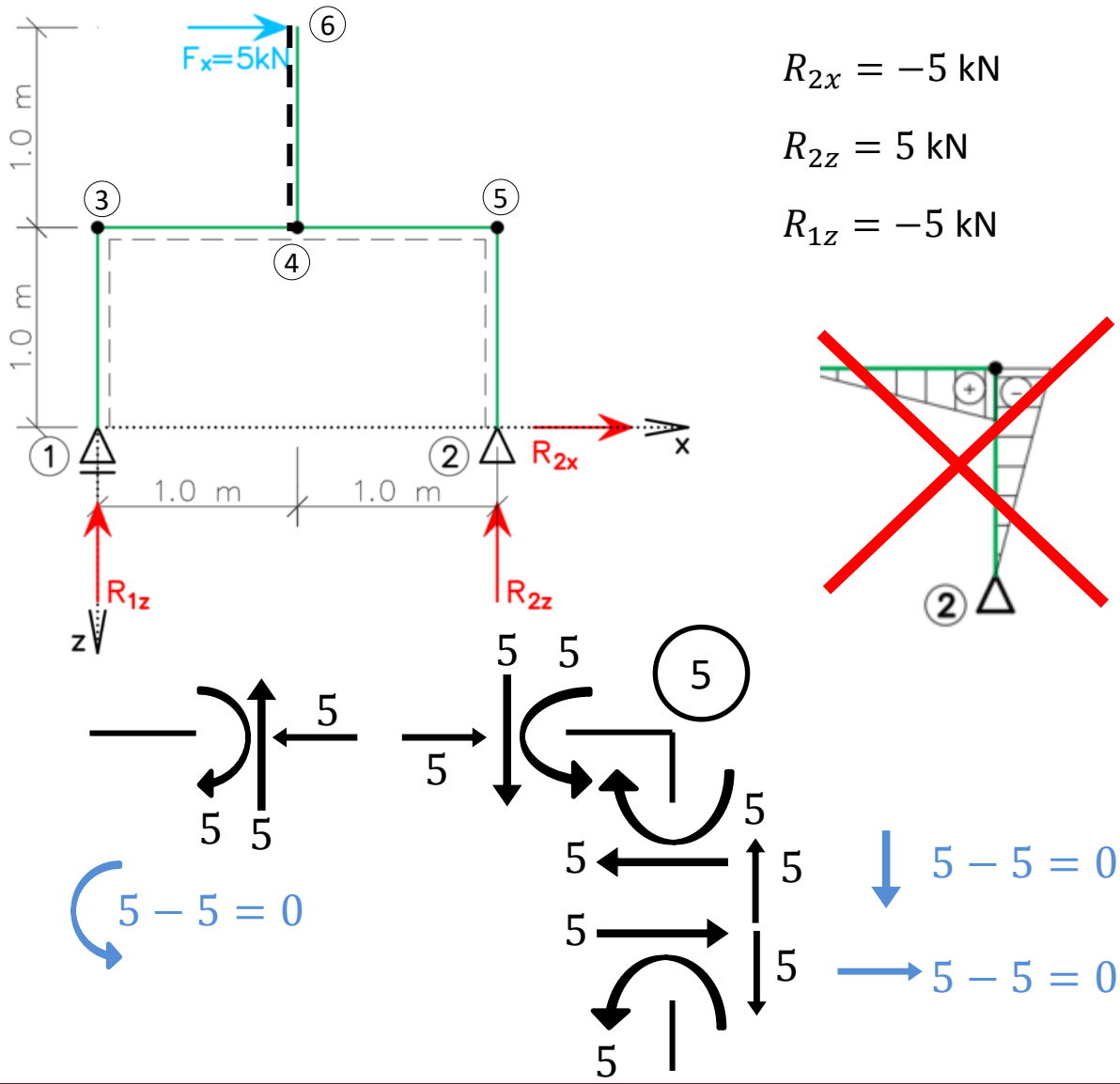


$R_{2x} = -5 \text{ kN}$
 $R_{2z} = 5 \text{ kN}$
 $R_{1z} = -5 \text{ kN}$

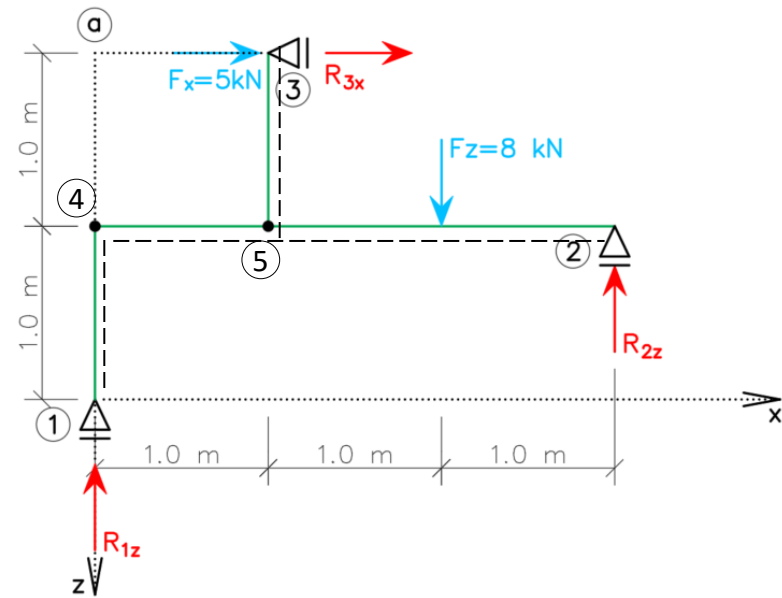
ROVNOVÁHA NA STYČNÍKU
MUSÍ BÝT VŽDY DODRŽENA



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

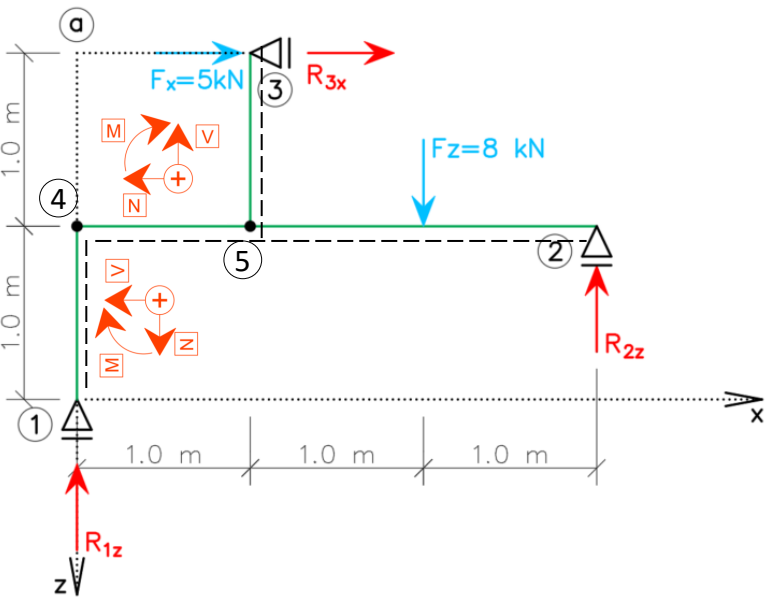


$$R_{3x} = -5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5, \bar{3} \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 2, \bar{6} \text{ kN}$$

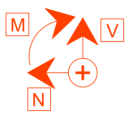
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$R_{3x} = -5 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 5,3 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 2,6 \text{ kN}$$



Vnitřní síly

14

$$N: -R_{1z} = -2,6 \text{ kN}$$

$$V_z: 0 \text{ kN}$$

$$M_y: 0 \text{ kNm}$$

41

$$N: -R_{1z} = -2,6 \text{ kN}$$

$$V_z: 0 \text{ kN}$$

$$M_y: 0 \text{ kNm}$$

45

$$N: 0 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1z} = 2,6 \text{ kN}$$

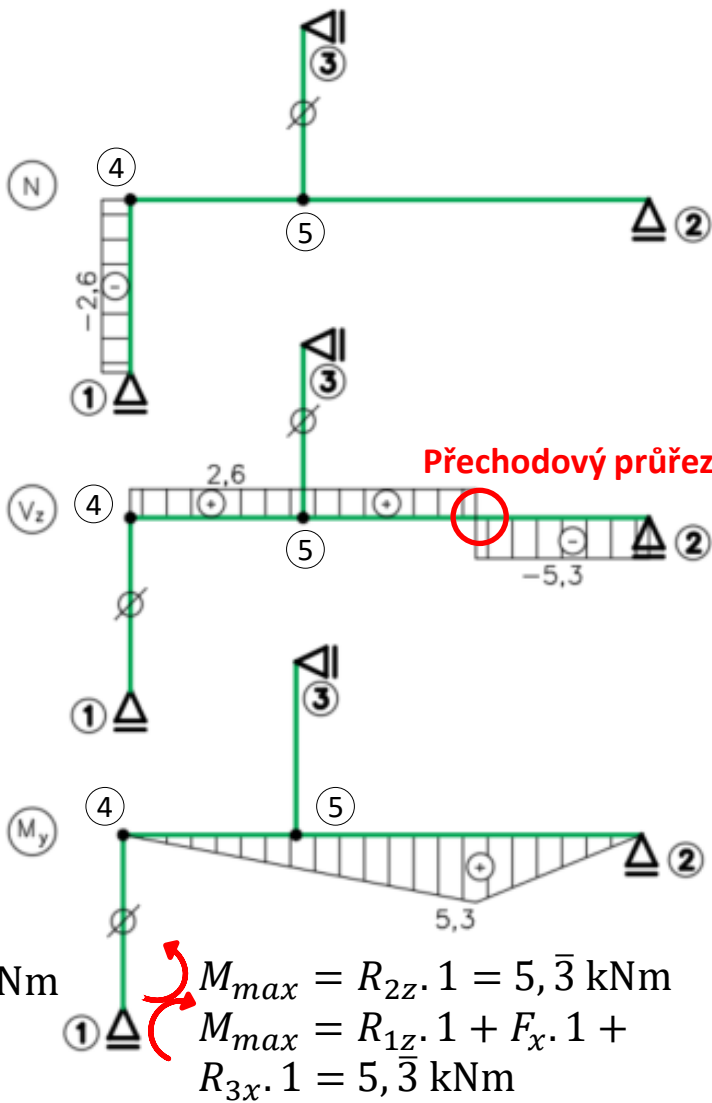
$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 2,6 \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

54

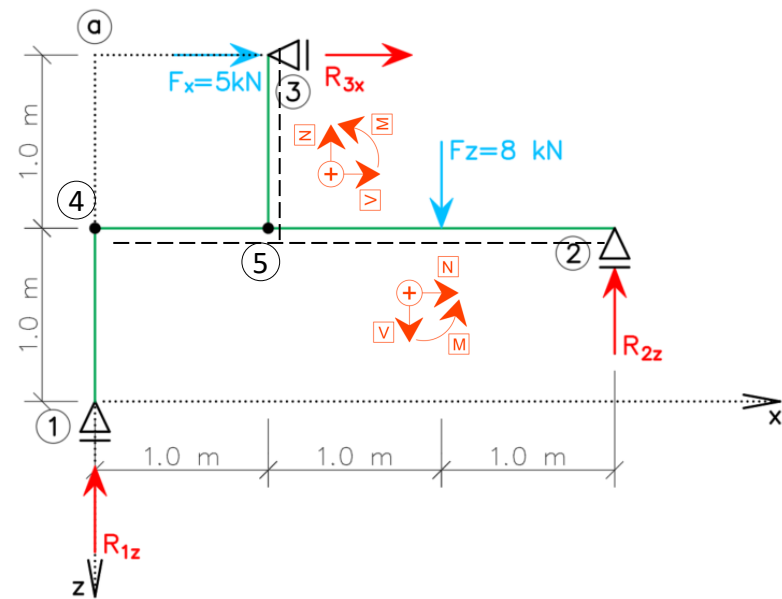
$$N: 0 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1z} = 2,6 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1 = 2,6 \cdot 1 = 2,6 \text{ kNm}$$



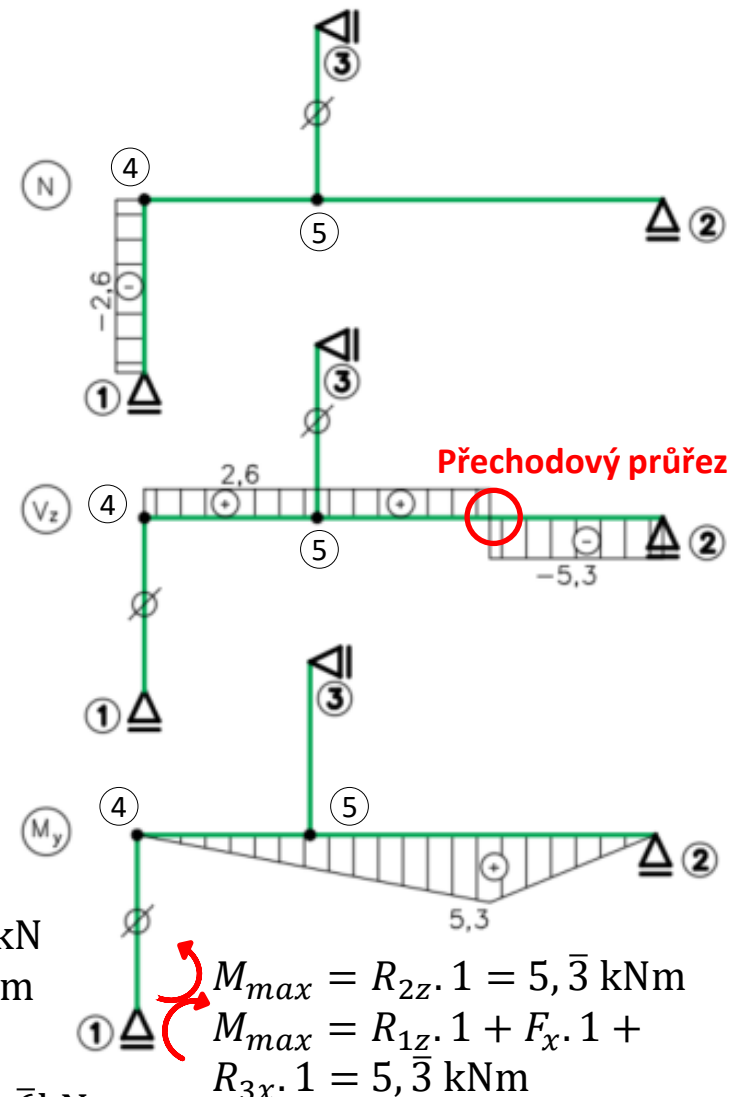
VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$R_{3x} = -5 \text{ kN}$$

$$R_{2Z} = 5, \bar{3} \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 2, \bar{6} \text{ kN}$$



Přechodový průřez

$$\begin{aligned} M_{max} &= R_{2z} \cdot 1 = 5, \bar{3} \text{ kNm} \\ M_{max} &= R_{1z} \cdot 1 + F_x \cdot 1 + \\ R_{3x} \cdot 1 &= 5, \bar{3} \text{ kNm} \end{aligned}$$

Vnitřní síly

$$N: 0 \text{ kN}$$

$$V_z: F_x + R_{3x} = 5 - 5 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y - F_x \cdot 0 - R_{3x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

$$N: 0 \text{ kN}$$

$$V_z: F_x + R_{3x} = 5 - 5 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y - F_x \cdot 1 - R_{3x} \cdot 1 = 0 \text{ kNm}$$

$$N: 0 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{2z} = -5,3 \text{ kN}$$

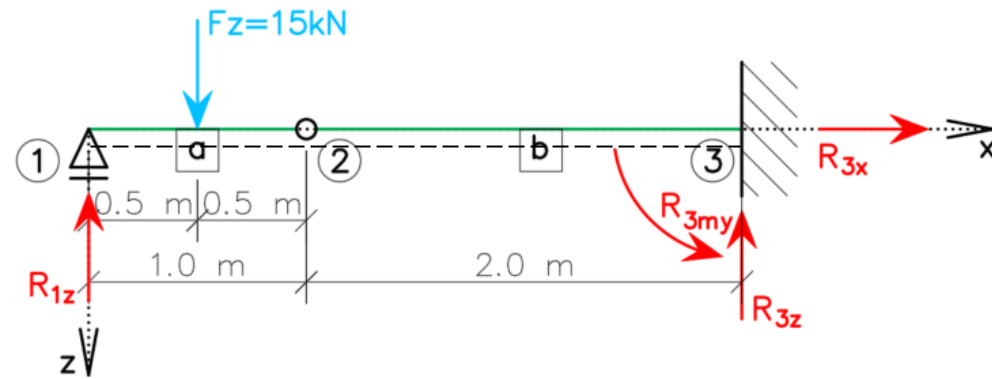
$$M_y: R_{2z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

$$N: 0 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{2z} + F_z = 2, \bar{6} \text{ kN}$$

$$M_v: R_{2x} \cdot 2 - F_z \cdot 1 = 5,3 \cdot 2 - 8,1 = 2,6 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = 7.5 \text{ kN}$$

$$R_{3x} = 0 \text{ kN}$$

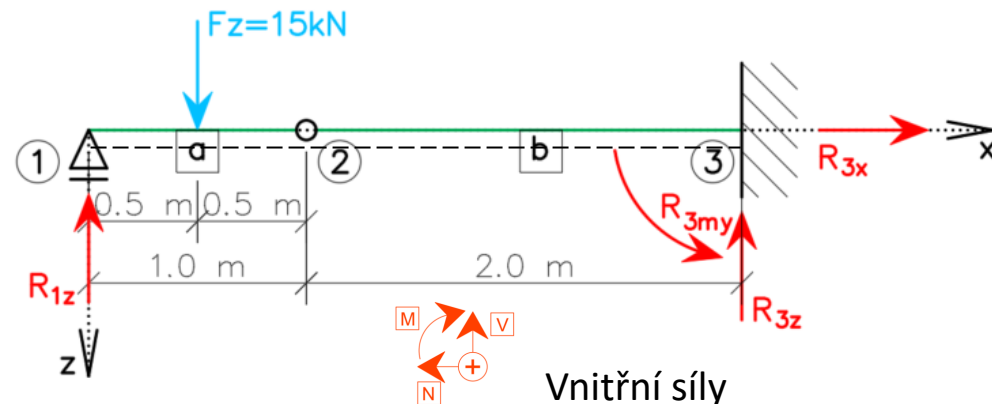
$$R_{3z} = 7.5 \text{ kN}$$

$$R_{3my} = -15 \text{ kNm}$$

GERBERŮV NOSNÍK

Složená soustava se záměrně vloženými **vnitřními klouby**, která rozdělí konstrukci na **nesené** a nosné **nosníky**.

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



Vnitřní síly

12

$$V_z: R_{1z} = 7,5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

21

$$V_z: R_{1z} - F_z = 7,5 - 15 = -7,5 \text{ kN}$$

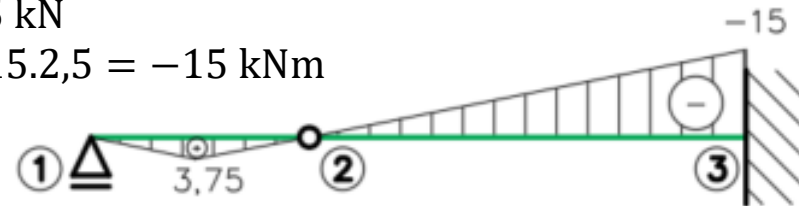
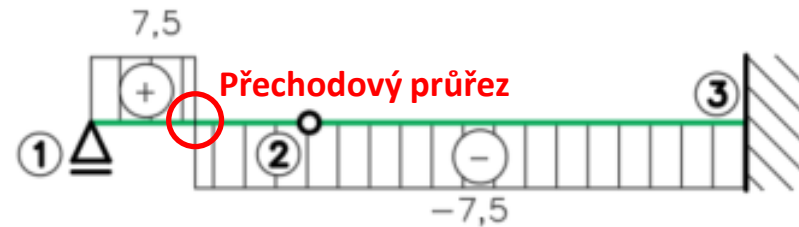
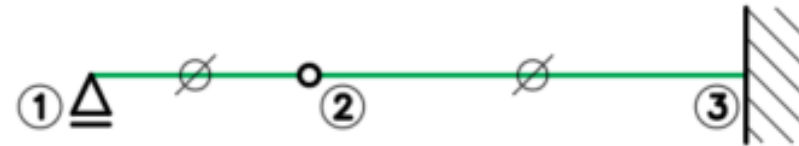
$$M_y: R_{1z} \cdot 1 - F_z \cdot 0,5 = 7,5 \cdot 1 - 15 \cdot 0,5 = 0 \text{ kNm}$$

32

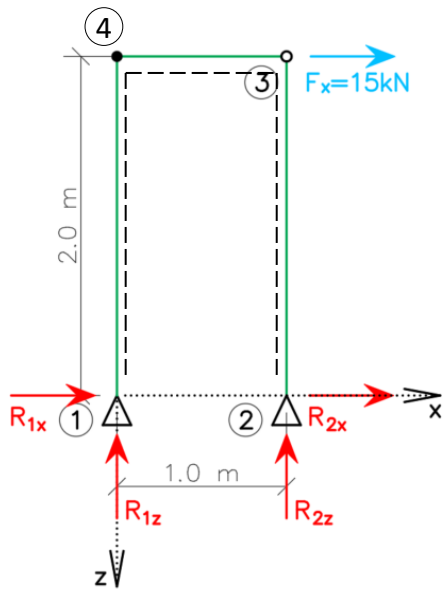
$$V_z: R_{1z} - F_z = 7,5 - 15 = -7,5 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - F_z \cdot 2,5 = 7,5 \cdot 3 - 15 \cdot 2,5 = -15 \text{ kNm}$$

$$M_{max} = R_{1z} \cdot 0,5 = 3,75 \text{ kNm}$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



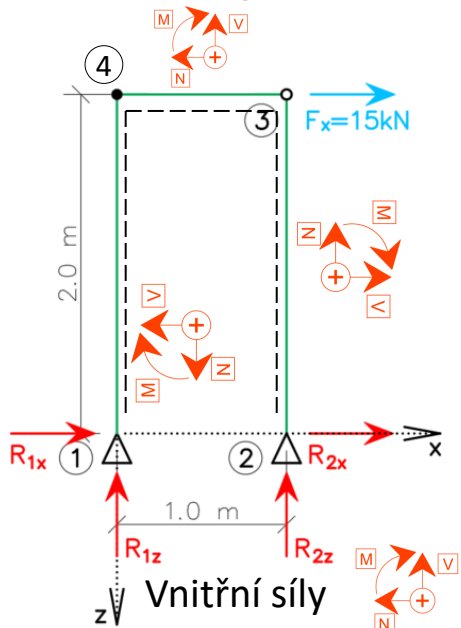
$$R_{1x} = -15 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -30 \text{ kN}$$

$$R_{2x} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 30 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

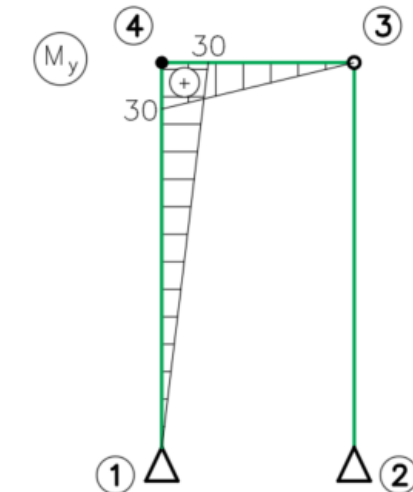
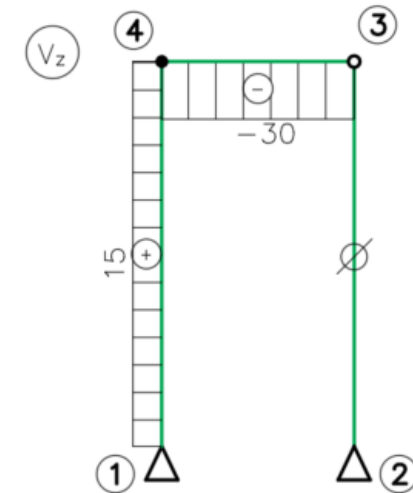
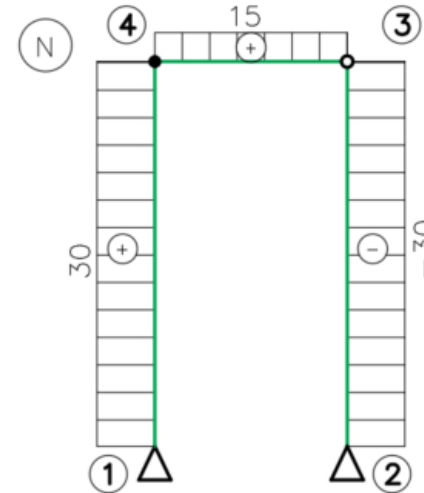


$$R_{1x} = -15 \text{ kN}$$

$$R_{1z} = -30 \text{ kN}$$

$$R_{2x} = 0 \text{ kN}$$

$$R_{2z} = 30 \text{ kN}$$



14

$$N: -R_{1z} = 30 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1x} = 15 \text{ kN}$$

$$M_y: -R_{1x} \cdot 0 = 0 \text{ kNm}$$

41

$$N: -R_{1z} = 30 \text{ kN}$$

$$V_z: -R_{1x} = 15 \text{ kN}$$

$$M_y: -R_{1x} \cdot 2 = 30 \text{ kNm}$$

43

$$N: -R_{1x} = 15 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1z} = -30 \text{ kN}$$

$$M_y: -R_{1x} \cdot 2 + R_{1z} \cdot 0 = 30 \text{ kNm}$$

34

$$N: -R_{1x} = 15 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1z} = -30 \text{ kN}$$

$$M_y: -R_{1x} \cdot 2 + R_{1z} \cdot 1 = 0 \text{ kNm}$$

32

$$N: R_{1z} = -30 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} + F_x = -15 + 15 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: -R_{1x} \cdot 2 + R_{1z} \cdot 1 + F_x \cdot 0 = 30 - 30 + 0 = 0 \text{ kNm}$$

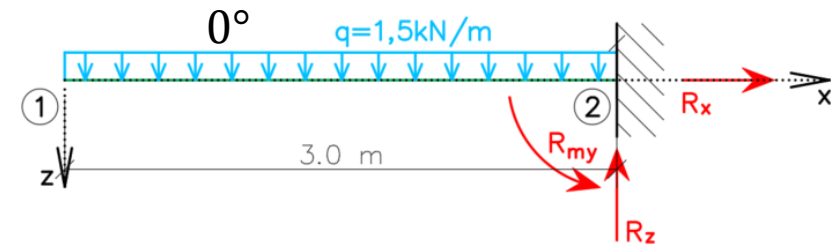
23

$$N: R_{1z} = -30 \text{ kN}$$

$$V_z: R_{1x} + F_x = -15 + 15 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: -R_{1x} \cdot 0 + R_{1z} \cdot 1 + F_x \cdot 2 = 0 - 30 + 30 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

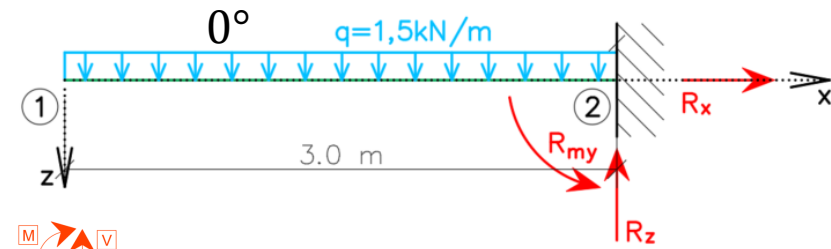


$$x: R_{2x} = 0 \text{ kN}$$

$$z: R_{2z} = 4,5 \text{ kN}$$

$$y: R_{2my} = -6,75 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



Vnitřní síly

12 $V_z: 0 \text{ kN}$
 $M_y: 0 \text{ kNm}$

21 $V_z: -q \cdot 3 = -4,5 \text{ kN}$
 $M_y: -q \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} = -6,75 \text{ kNm}$

$x: R_{2x} = 0 \text{ kN}$

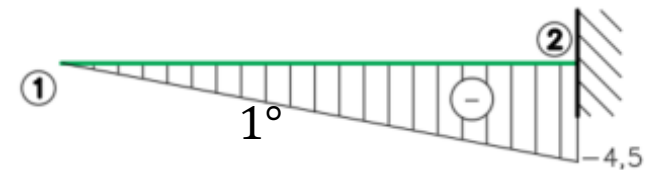
$z: R_{2z} = 4,5 \text{ kN}$

$y: R_{2my} = -6,75 \text{ kNm}$

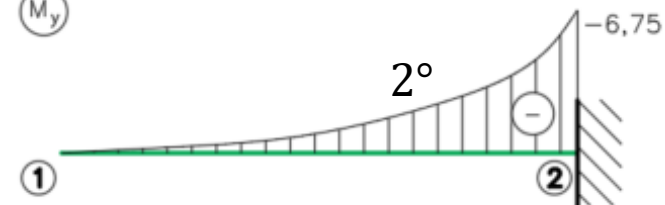
(N)



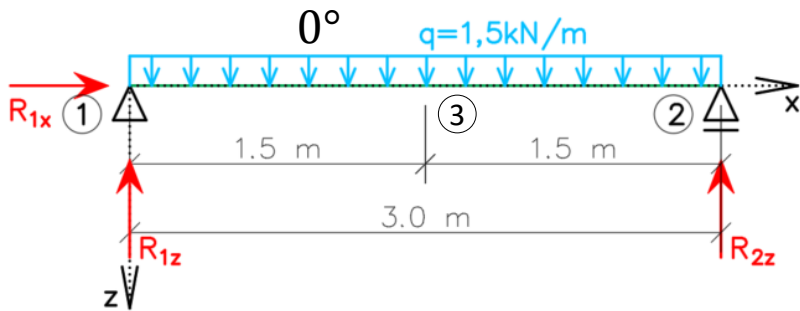
(V_z)



(M_y)



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

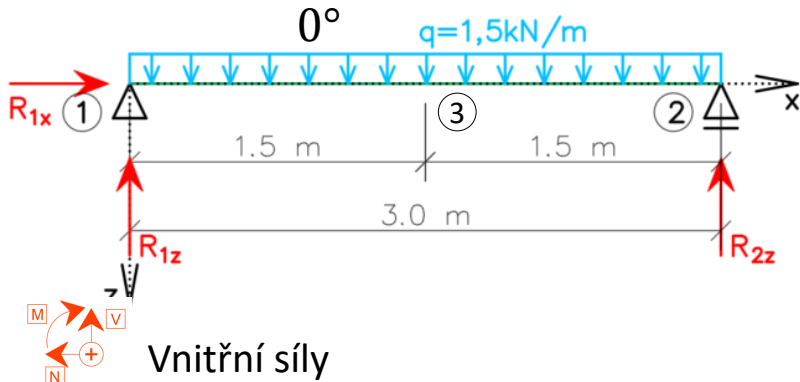


$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{1z} = 2,25 \text{ kN}$$

$$z: R_{2z} = 2,25 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{1z} = 2,25 \text{ kN}$$

$$z: R_{2z} = 2,25 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

12

$$V_z: R_{1z} - q \cdot 0 = 2,25 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 - q \cdot 0 \cdot \frac{0}{2} \text{ kNm}$$

32

$$V_z: R_{1z} - q \cdot 1,5 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1,5 - q \cdot 1,5 \cdot \frac{1,5}{2} = 1,6875 \text{ kNm}$$

23

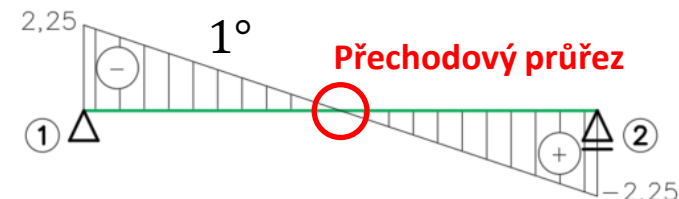
$$V_z: R_{1z} - q \cdot 3 = -2,25 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - q \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} = 0 \text{ kNm}$$

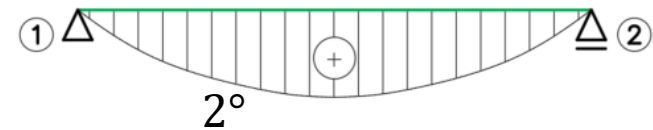
(N)



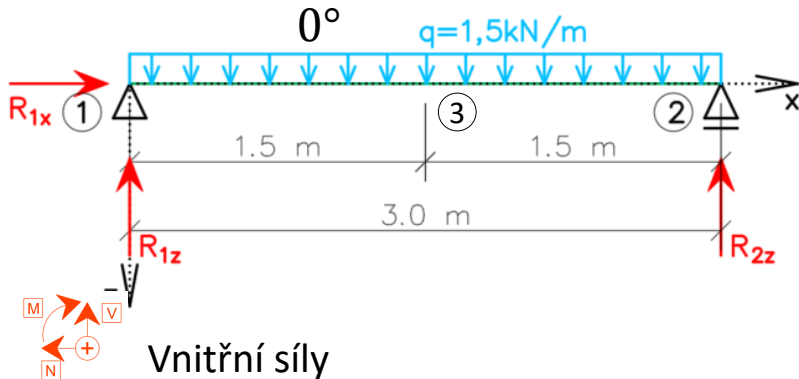
(V_z)



(M_y)



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{1z} = 2,25 \text{ kN}$$

$$z: R_{2z} = 2,25 \text{ kN}$$

Vnitřní síly

12

$$V_z: R_{1z} - q \cdot 0 = 2,25 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 - q \cdot 0 \cdot \frac{0}{2} = 0 \text{ kNm}$$

32

$$V_z: R_{1z} - q \cdot 1,5 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 1,5 - q \cdot 1,5 \cdot \frac{1,5}{2} = 1,6875 \text{ kNm}$$

23

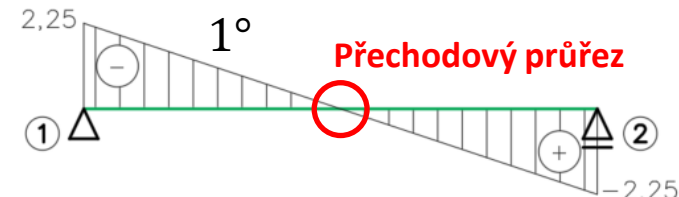
$$V_z: R_{1z} - q \cdot 3 = -2,25 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - q \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} = 0 \text{ kNm}$$

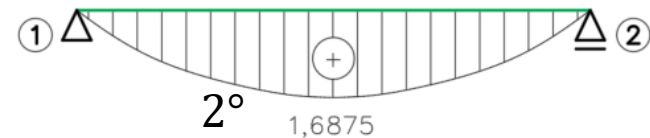
(N)



(V_z)



(M_y)



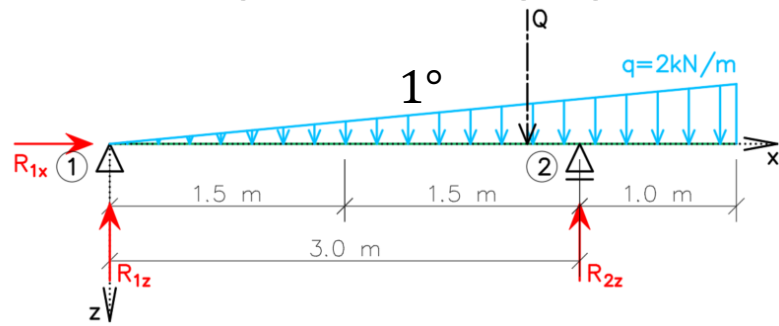
Maximální moment v poli M_{max} :

$$R_{1z} - q \cdot x_{max} = 0$$

$$x_{max} = \frac{R_{1z}}{q} = \frac{2,25}{1,5} = 1,5 \text{ m}$$

$$M_{max} = R_{1z} \cdot 1,5 - q \cdot 1,5 \cdot \frac{1,5}{2} = 1,6875 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

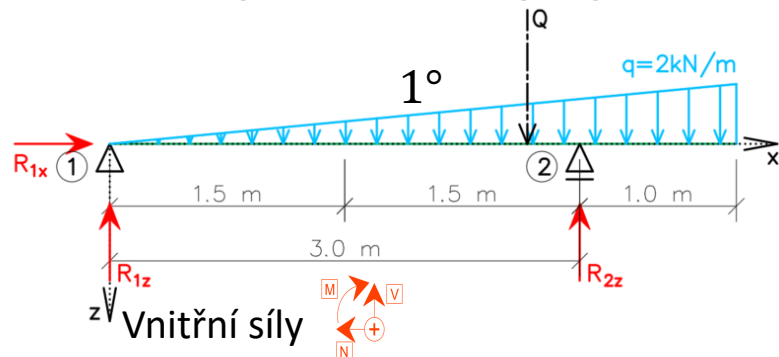


$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{2z} = 3,5 \text{ kN}$$

$$z: R_{1z} = 0,4 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{2z} = 3,5 \text{ kN}$$

$$z: R_{1z} = 0,4 \text{ kN}$$

$$12 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 0.0 \cdot \frac{1}{2} = 0,4 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 - \frac{q}{L} \cdot 0.0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ kNm}$$

$$21 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 3.3 \cdot \frac{1}{2} = -1,805 \text{ kN}$$

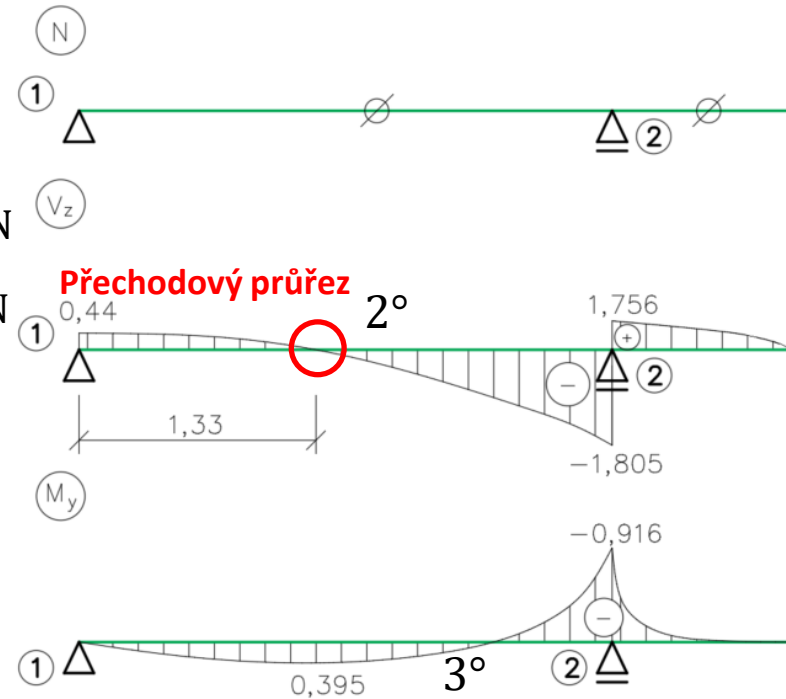
$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - \frac{q}{L} \cdot 3.3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} = -0.916 \text{ kNm}$$

$$23 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 3.3 \cdot \frac{1}{2} + R_{2z} = 1,75 \text{ kN}$$

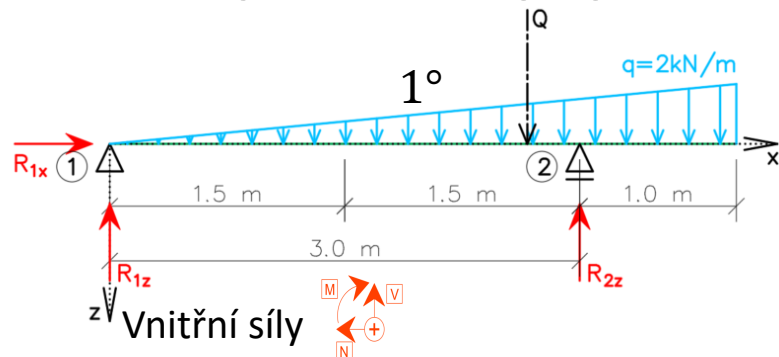
$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - \frac{q}{L} \cdot 3.3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} + R_{2z} \cdot 0 = -0.916 \text{ kNm}$$

$$32 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 4.4 \cdot \frac{1}{2} + R_{2z} = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 4 - \frac{q}{L} \cdot 4.4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} + R_{2z} \cdot 1 = 0 \text{ kNm}$$



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{2z} = 3,5 \text{ kN}$$

$$z: R_{1z} = 0,4 \text{ kN}$$

$$12 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 0,0 \cdot \frac{1}{2} = 0,4 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 0 - \frac{q}{L} \cdot 0,0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot \frac{1}{3} = 0 \text{ kNm}$$

$$21 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 3,3 \cdot \frac{1}{2} = -1,805 \text{ kN}$$

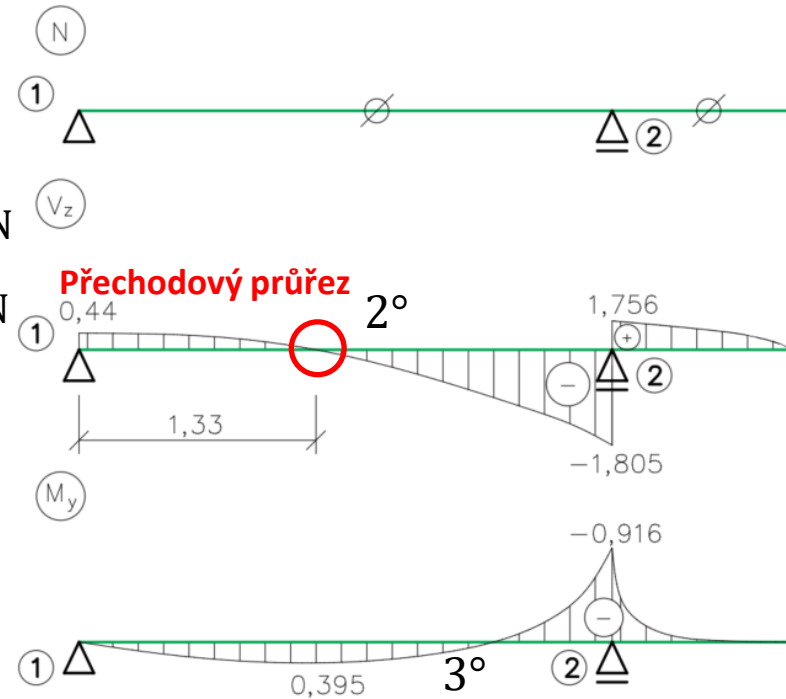
$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - \frac{q}{L} \cdot 3,3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} = -0,916 \text{ kNm}$$

$$23 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 3,3 \cdot \frac{1}{2} + R_{2z} = 1,75 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 3 - \frac{q}{L} \cdot 3,3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} + R_{2z} \cdot 0 = -0,916 \text{ kNm}$$

$$32 \quad V_z: R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot 4,4 \cdot \frac{1}{2} + R_{2z} = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{1z} \cdot 4 - \frac{q}{L} \cdot 4,4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{1}{3} + R_{2z} \cdot 1 = 0 \text{ kNm}$$



Maximální moment v poli M_{max} :

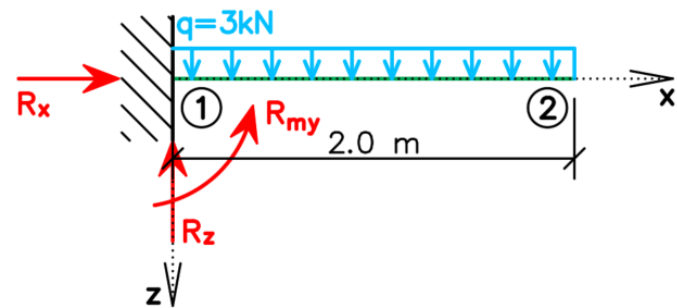
$$R_{1z} - \frac{q}{L} \cdot x_{max} \cdot x_{max} \cdot \frac{1}{2} = 0$$

$$x_{max} = \sqrt{R_{1z} \cdot \frac{L}{q} \cdot 2} = \sqrt{0,4 \cdot \frac{4}{2} \cdot 2} = 1,3 \text{ m}$$

$$M_{max} = R_{1z} \cdot 1,3 - \frac{q}{L} \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,3 \cdot \frac{1}{3}$$

$$M_{max} = 0,395 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

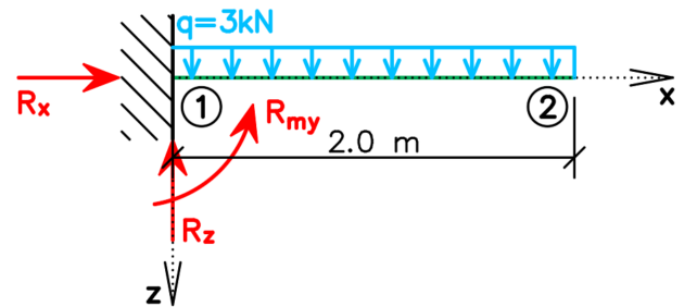


$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

$$y: R_{my} = 6 \text{ kNm}$$

$$z: R_z = 6 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



Vnitřní síly

12

$$V_z: R_{1z} - q \cdot 0 = 6 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{my} + R_{1z} \cdot 0 - q \cdot 0 \cdot 0 \cdot \frac{1}{2} = -6 \text{ kNm}$$

21

$$V_z: R_{1z} - q \cdot 2 = 0 \text{ kN}$$

$$M_y: R_{my} + R_{1z} \cdot 2 - q \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 0 \text{ kNm}$$

$$x: R_{1x} = 0 \text{ kN}$$

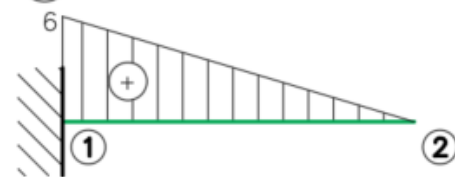
$$y: R_{my} = 6 \text{ kNm}$$

$$z: R_z = 6 \text{ kN}$$

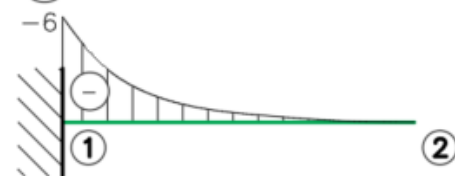
(N)



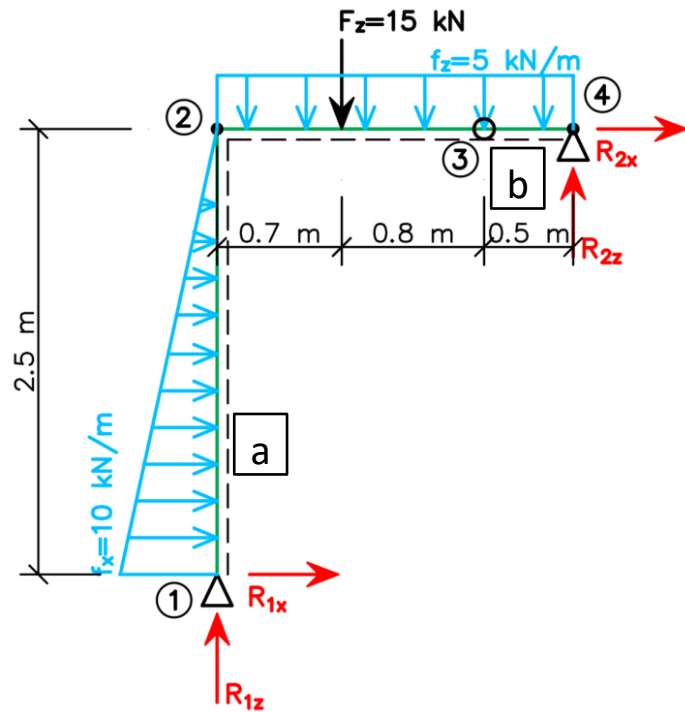
(V_z)



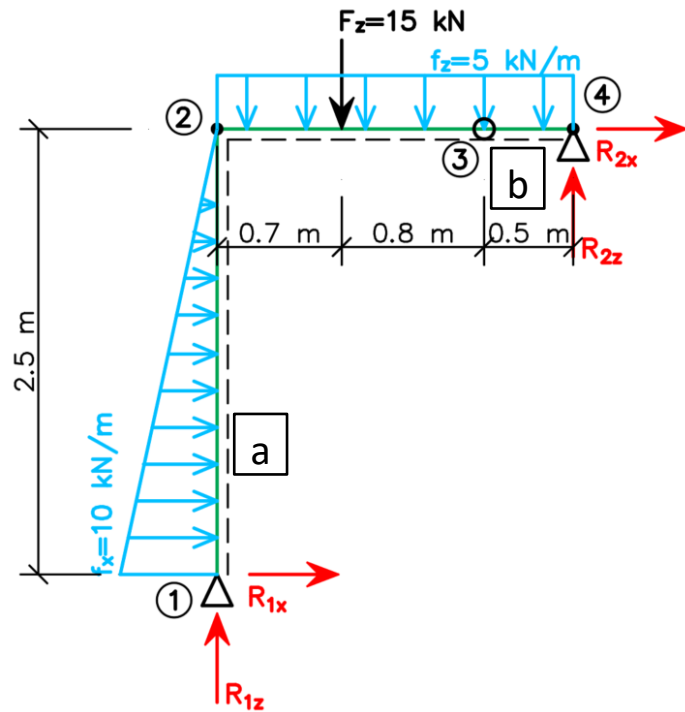
(M_y)



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



b

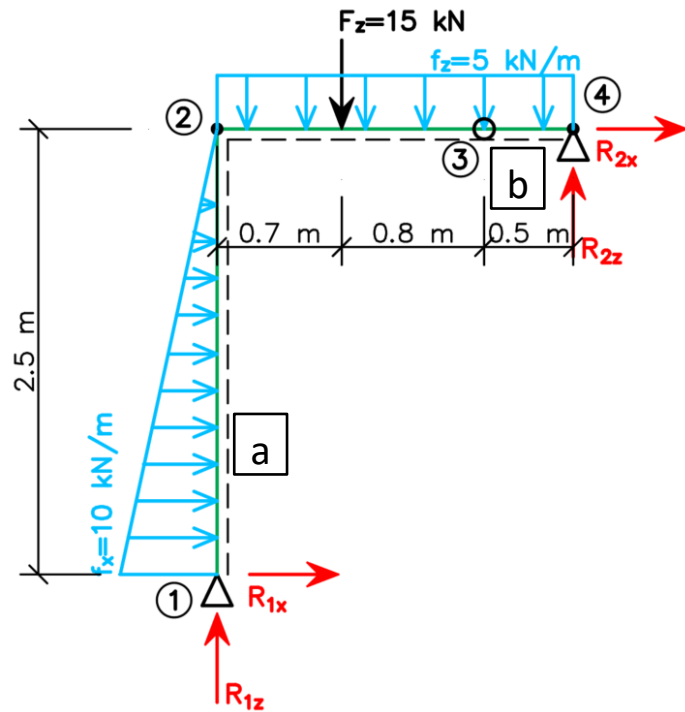


$$\gamma: R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} = 1,25 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



b

3

$$y: R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} = 1,25 \text{ kN}$$

a+b

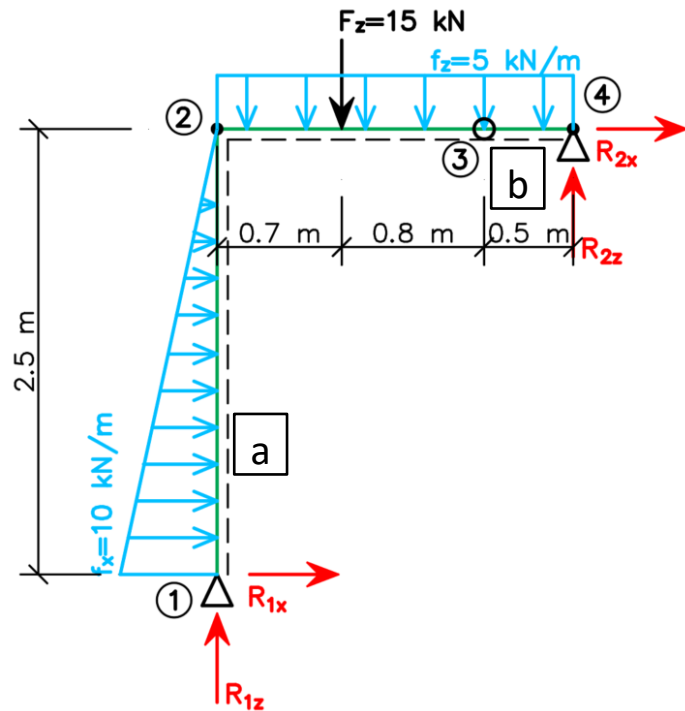


$$z: F_z + f_z \cdot 2,0 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$15 + 5 \cdot 2,0 - R_{1z} - 1,25 = 0$$

$$R_{1z} = 23,75 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



b

3

$$y: R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} = 1,25 \text{ kN}$$

a+b

↓

$$z: F_z + f_z \cdot 2,0 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$15 + 5 \cdot 2,0 - R_{1z} - 1,25 = 0$$

$$R_{1z} = 23,75 \text{ kN}$$

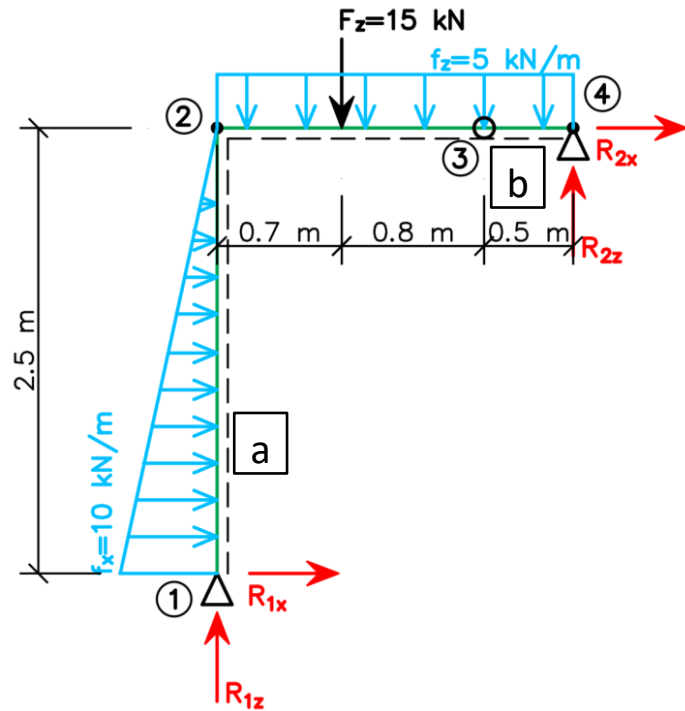
1

$$y: R_{2z} \cdot 2,0 - R_{2x} \cdot 2,5 - F_z \cdot 0,7 - f_z \cdot 2,0 \cdot 0,1,0 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5 = 0$$

$$1,25 \cdot 2,0 - 15 \cdot 0,7 - 5 \cdot 2,0 \cdot 0,1,0 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5 = R_{2x} \cdot 2,5$$

$$R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



b



$$y: R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} = 1,25 \text{ kN}$$

a+b



$$z: F_z + f_z \cdot 2,0 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$15 + 5 \cdot 2,0 - R_{1z} - 1,25 = 0$$

$$R_{1z} = 23,75 \text{ kN}$$



$$y: R_{2z} \cdot 2,0 - R_{2x} \cdot 2,5 - F_z \cdot 0,7 - f_z \cdot 2,0 \cdot 0,1,0 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5 = 0$$

$$1,25 \cdot 2,0 - 15 \cdot 0,7 - 5 \cdot 2,0 \cdot 0,1,0 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5 = R_{2x} \cdot 2,5$$

$$R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

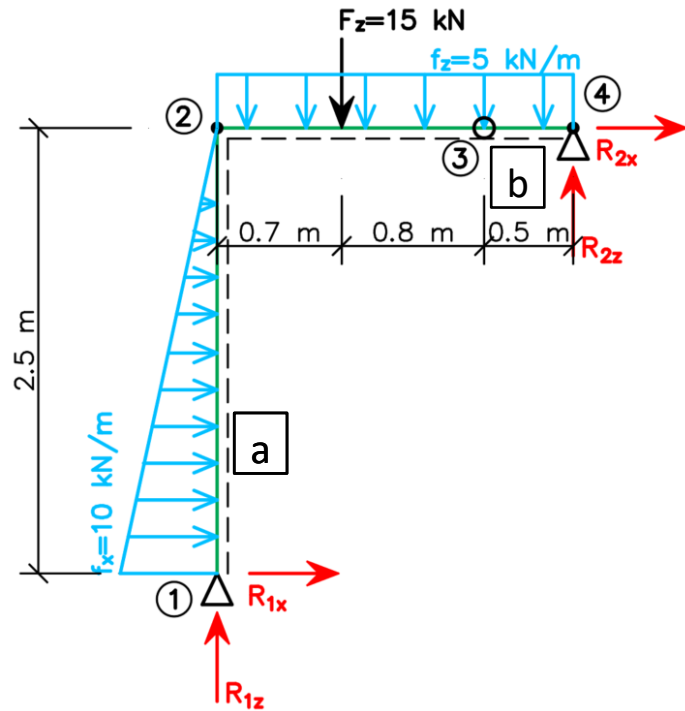


$$x: R_{1x} + R_{2x} + f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_{1x} - 11,36 + 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_{1x} = -1,13 \text{ kN}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



b



$$y: R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot \frac{0,5}{2} = 0$$

$$R_{2z} = 1,25 \text{ kN}$$

a+b



$$z: F_z + f_z \cdot 2,0 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$15 + 5 \cdot 2,0 - R_{1z} - 1,25 = 0$$

$$R_{1z} = 23,75 \text{ kN}$$



$$y: R_{2z} \cdot 2,0 - R_{2x} \cdot 2,5 - F_z \cdot 0,7 - f_z \cdot 2,0 \cdot 1,0 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5 = 0$$

$$1,25 \cdot 2,0 - 15 \cdot 0,7 - 5 \cdot 2,0 \cdot 1,0 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,5 = R_{2x} \cdot 2,5$$

$$R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$



$$x: R_{1x} + R_{2x} + f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_{1x} - 11,36 + 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_{1x} = -1,13 \text{ kN}$$

a

KONTROLA



$$y: R_{1x} \cdot 2,5 + f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 + F_z \cdot 0,8 + f_z \cdot 1,5 \cdot \frac{1,5}{2} - R_{1z} \cdot 1,5 = 0$$

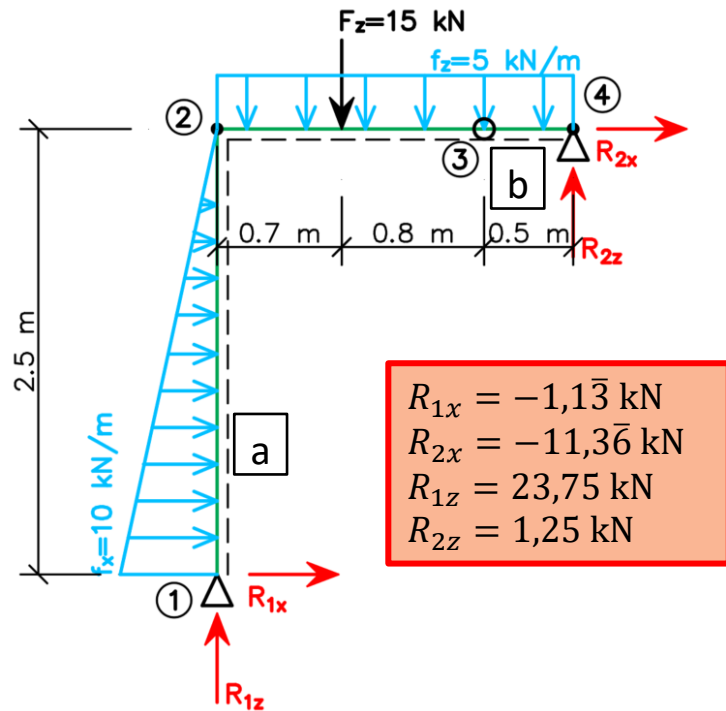
$$-1,13 \cdot 2,5 + 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 + 15 \cdot 0,8 + 5 \cdot 1,5 \cdot \frac{1,5}{2} - R_{1z} \cdot 1,5 = 0$$

$$23,75 \cdot 1,5 = -2,83 + 20,83 + 12 + 5,625$$

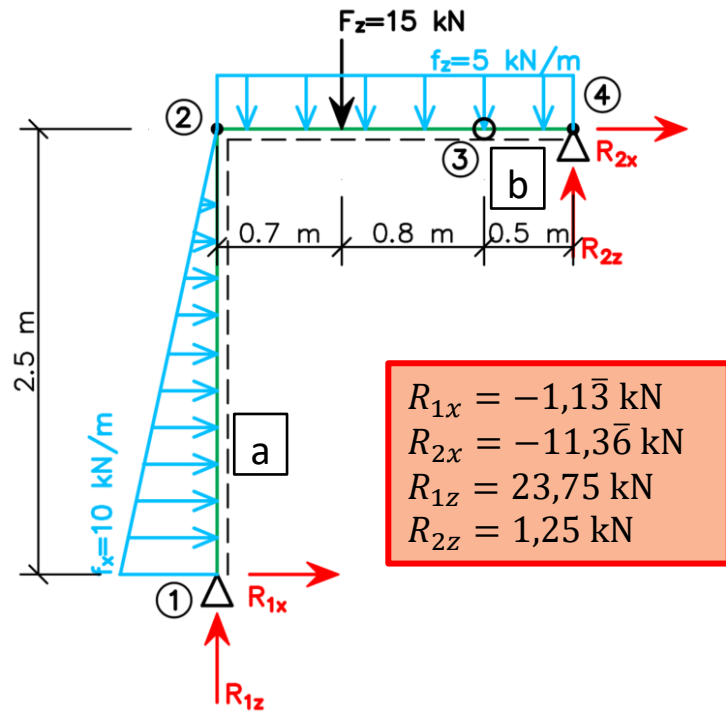
$$35,625 = 35,625$$

$$0 = 0$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$\begin{aligned} R_{1x} &= -1,1\bar{3} \text{ kN} \\ R_{2x} &= -11,3\bar{6} \text{ kN} \\ R_{1z} &= 23,75 \text{ kN} \\ R_{2z} &= 1,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{12} = -R_{1x} = 1,1\bar{3} \text{ kN}$$

$$V_{21} = -R_{1x} - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = -11,3\bar{6} \text{ kN}$$

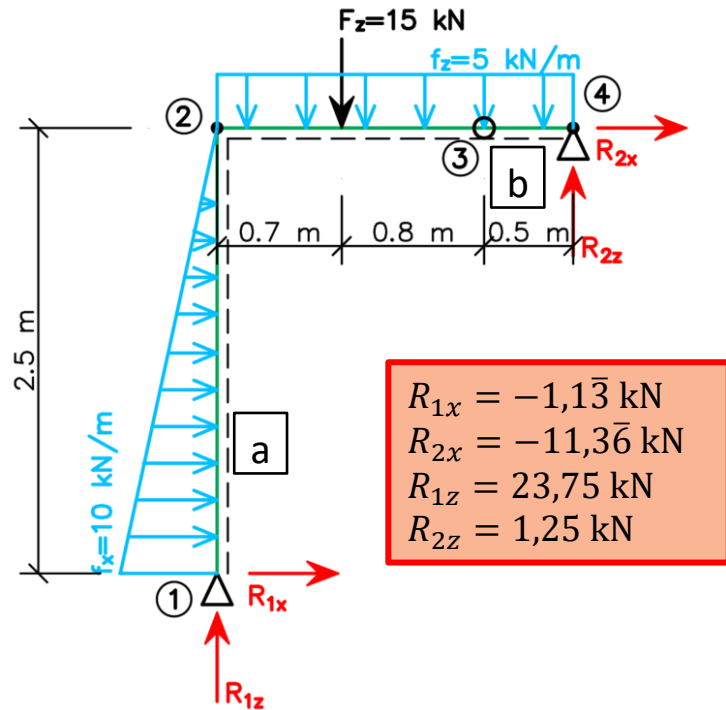
$$N_{12} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$N_{21} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$M_{12} = 0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -R_{1x} \cdot 2,5 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = \\ &= 1,1\bar{3} \cdot 2,5 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 2,83 - 20,83 = -18 \text{ kNm} \end{aligned}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$\begin{aligned} R_{1x} &= -1,1\bar{3} \text{ kN} \\ R_{2x} &= -11,3\bar{6} \text{ kN} \\ R_{1z} &= 23,75 \text{ kN} \\ R_{2z} &= 1,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{12} = -R_{1x} = 1,1\bar{3} \text{ kN}$$

$$V_{21} = -R_{1x} - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = -11,3\bar{6} \text{ kN}$$

$$N_{12} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$N_{21} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$M_{12} = 0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -R_{1x} \cdot 2,5 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = \\ &= 1,1\bar{3} \cdot 2,5 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 2,83 - 20,83 = -18 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$V_{43} = -R_{2z} = -1,25 \text{ kN}$$

$$V_{34} = -R_{2x} + f_z \cdot 0,5 = 1,25 \text{ kN}$$

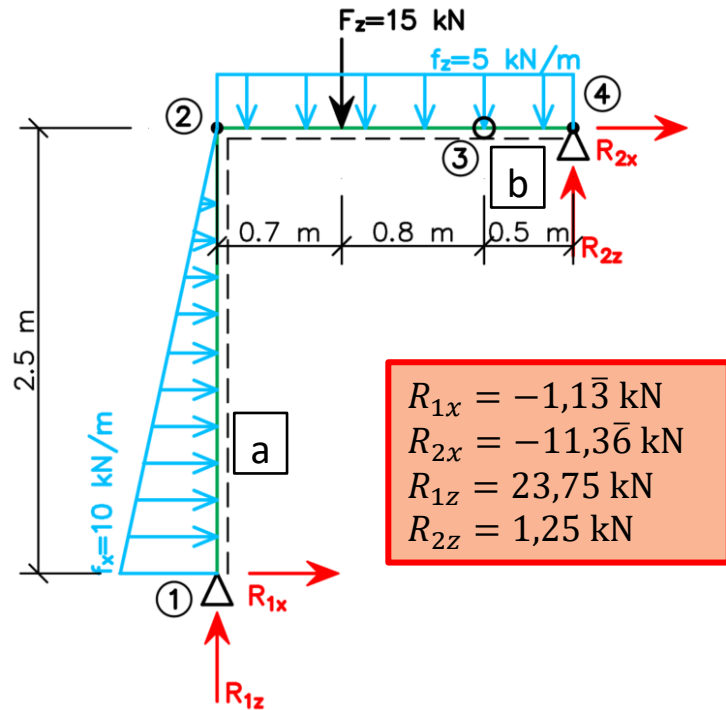
$$N_{43} = R_{2x} = -11,3\bar{6} \text{ kN}$$

$$N_{34} = R_{2x} = -11,3\bar{6} \text{ kN}$$

$$M_{43} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{34} = R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 1,25 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$V_{12} = -R_{1x} = 1,13 \text{ kN}$$

$$V_{21} = -R_{1x} - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = -11,36 \text{ kN}$$

$$N_{12} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$N_{21} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$M_{12} = 0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -R_{1x} \cdot 2,5 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = \\ &= 1,13 \cdot 2,5 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 2,83 - 20,83 = -18 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$V_{43} = -R_{2z} = -1,25 \text{ kN}$$

$$V_{34} = -R_{2x} + f_z \cdot 0,5 = 1,25 \text{ kN}$$

$$N_{43} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$N_{34} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$M_{43} = 0 \text{ kNm}$$

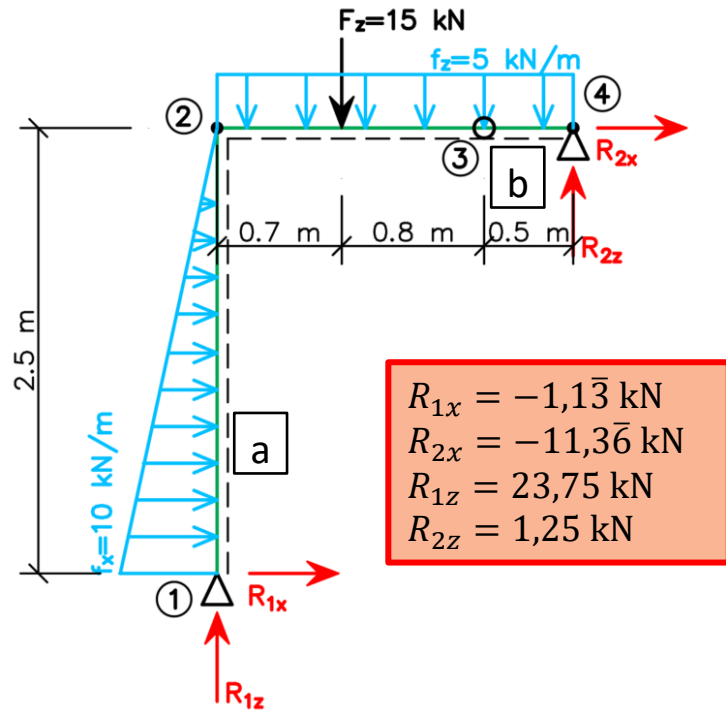
$$M_{34} = R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 1,25 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{23} = -R_{2z} + f_z \cdot 2,0 + F_z = -1,25 + 5 \cdot 2,0 + 15 = 23,75 \text{ kN}$$

$$N_{23} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$M_{23} = R_{2z} \cdot 2 - F_z \cdot 0,7 - f_z \cdot 2 \cdot 1 = 1,25 \cdot 2 - 15 \cdot 0,7 - 5 \cdot 2 \cdot 1 = 18 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$\begin{aligned} R_{1x} &= -1,13 \text{ kN} \\ R_{2x} &= -11,36 \text{ kN} \\ R_{1z} &= 23,75 \text{ kN} \\ R_{2z} &= 1,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Přechodový průřez

$$V_{12} = -R_{1x} = 1,13 \text{ kN}$$

$$V_{21} = -R_{1x} - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = -11,36 \text{ kN}$$

$$N_{12} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$N_{21} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$M_{12} = 0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -R_{1x} \cdot 2,5 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = \\ &= 1,13 \cdot 2,5 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 2,83 - 20,83 = -18 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Přechodový průřez

$$V_{43} = -R_{2z} = -1,25 \text{ kN}$$

$$V_{34} = -R_{2x} + f_z \cdot 0,5 = 1,25 \text{ kN}$$

$$N_{43} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$N_{34} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$M_{43} = 0 \text{ kNm}$$

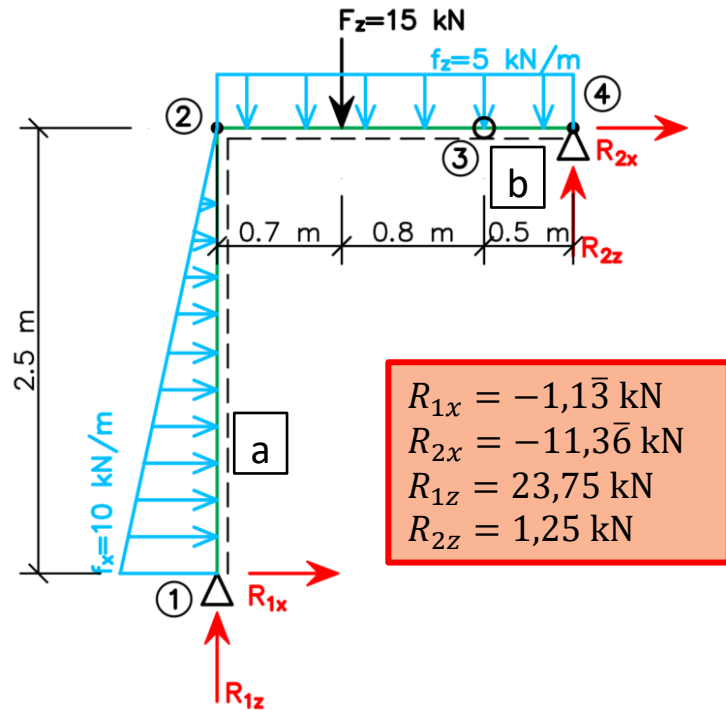
$$M_{34} = R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 1,25 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{23} = -R_{2z} + f_z \cdot 2,0 + F_z = -1,25 + 5 \cdot 2,0 + 15 = 23,75 \text{ kN}$$

$$N_{23} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$M_{23} = R_{2z} \cdot 2 - F_z \cdot 0,7 - f_z \cdot 2 \cdot 1 = 1,25 \cdot 2 - 15 \cdot 0,7 - 5 \cdot 2 \cdot 1 = 18 \text{ kNm}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



$$\begin{aligned} R_{1x} &= -1,13 \text{ kN} \\ R_{2x} &= -11,36 \text{ kN} \\ R_{1z} &= 23,75 \text{ kN} \\ R_{2z} &= 1,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Přechodový průřez

$$V_{12} = -R_{1x} = 1,13 \text{ kN}$$

$$V_{21} = -R_{1x} - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 = -11,36 \text{ kN}$$

$$N_{12} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$N_{21} = -R_{1z} = -23,75 \text{ kN}$$

$$M_{12} = 0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -R_{1x} \cdot 2,5 - f_x \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = \\ &= 1,13 \cdot 2,5 - 10 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 2,83 - 20,83 = -18 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Přechodový průřez

$$V_{43} = -R_{2z} = -1,25 \text{ kN}$$

$$V_{34} = -R_{2x} + f_z \cdot 0,5 = 1,25 \text{ kN}$$

$$N_{43} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$N_{34} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$M_{43} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{34} = R_{2z} \cdot 0,5 - f_z \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 1,25 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{23} = -R_{2z} + f_z \cdot 2,0 + F_z = -1,25 + 5 \cdot 2,0 + 15 = 23,75 \text{ kN}$$

$$N_{23} = R_{2x} = -11,36 \text{ kN}$$

$$M_{23} = R_{2z} \cdot 2 - F_z \cdot 0,7 - f_z \cdot 2 \cdot 1 = 1,25 \cdot 2 - 15 \cdot 0,7 - 5 \cdot 2 \cdot 1 = 18 \text{ kNm}$$

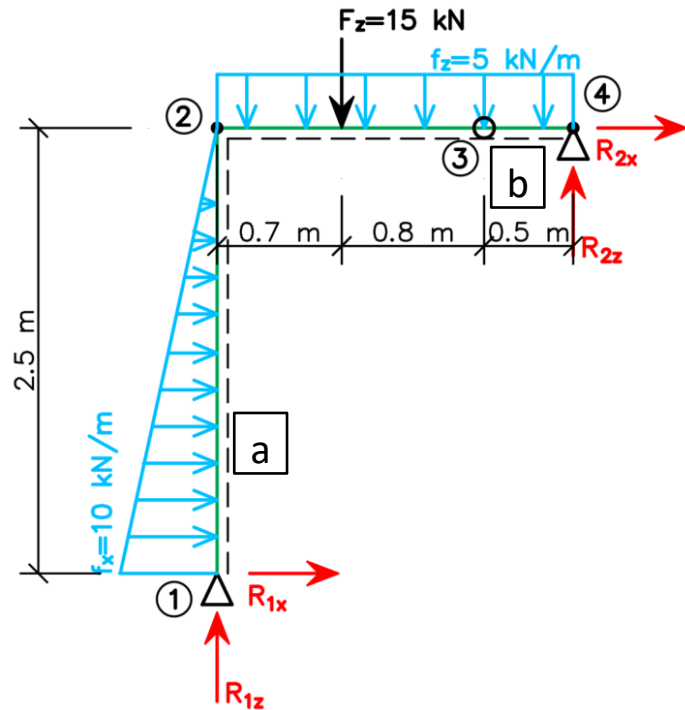
$$V_{34} - f_z \cdot x_{34} = 0$$

$$x_{34} = \frac{1,25}{5} = 0,25 \text{ m}$$

$$V_{21} + \frac{f_x}{2,5} \cdot x_{12} \cdot x_{12} \cdot 0,5 = 0$$

$$x_{12} = \sqrt{\frac{11,36 \cdot 2,5}{10 \cdot 0,5}} = 2,384 \text{ m}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



Maximální moment v poli M_{max} :

$$M_{max,34} = R_{2z} \cdot 0,25 - f_z \cdot 0,25 \cdot \frac{0,25}{2} = 1,25 \cdot 0,25 - 5 \cdot 0,25 \cdot \frac{0,25}{2} = 0,15625 \text{ kNm}$$

$$M_{max,12} = R_{2z} \cdot 2,0 - f_z \cdot 2,0 \cdot \frac{2,0}{2} - 15 \cdot 0,7 - R_{2x} \cdot 2,384 - \frac{f_x}{2,5} \cdot 2,384 \cdot 0,5 \cdot 2,384 \cdot 2,384 \cdot \frac{1}{3} = 0,49 \text{ kNm}$$

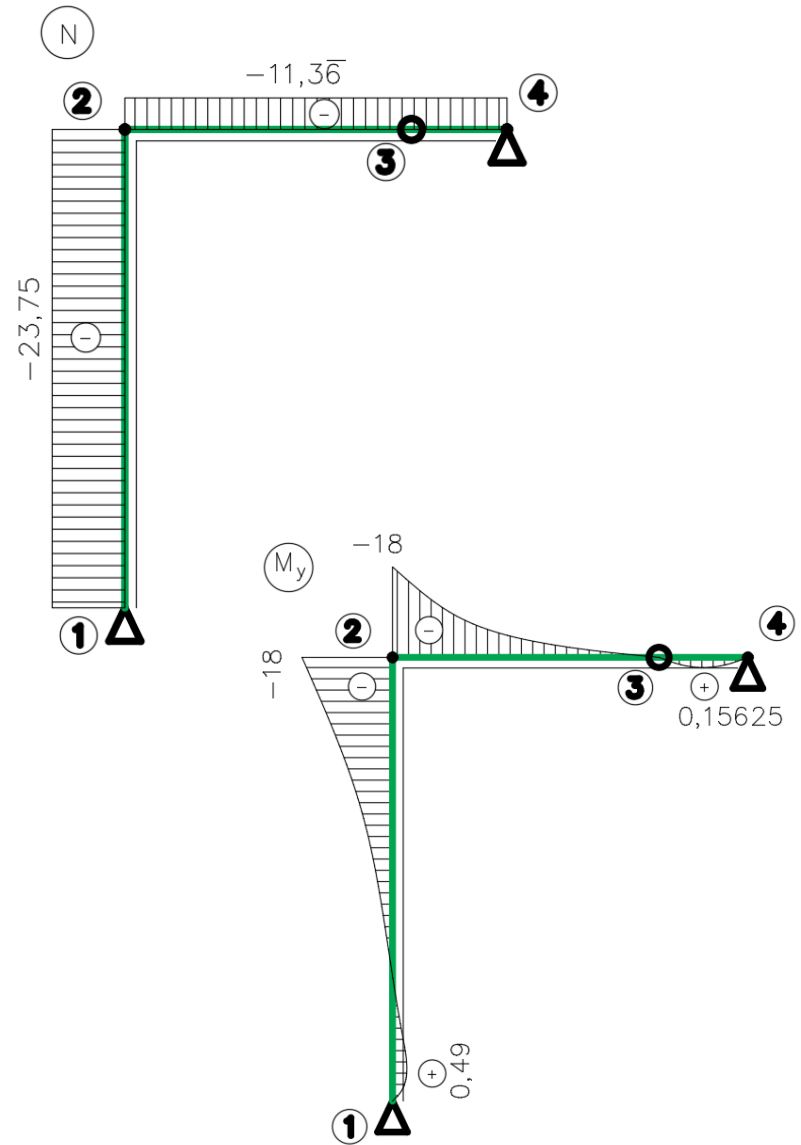
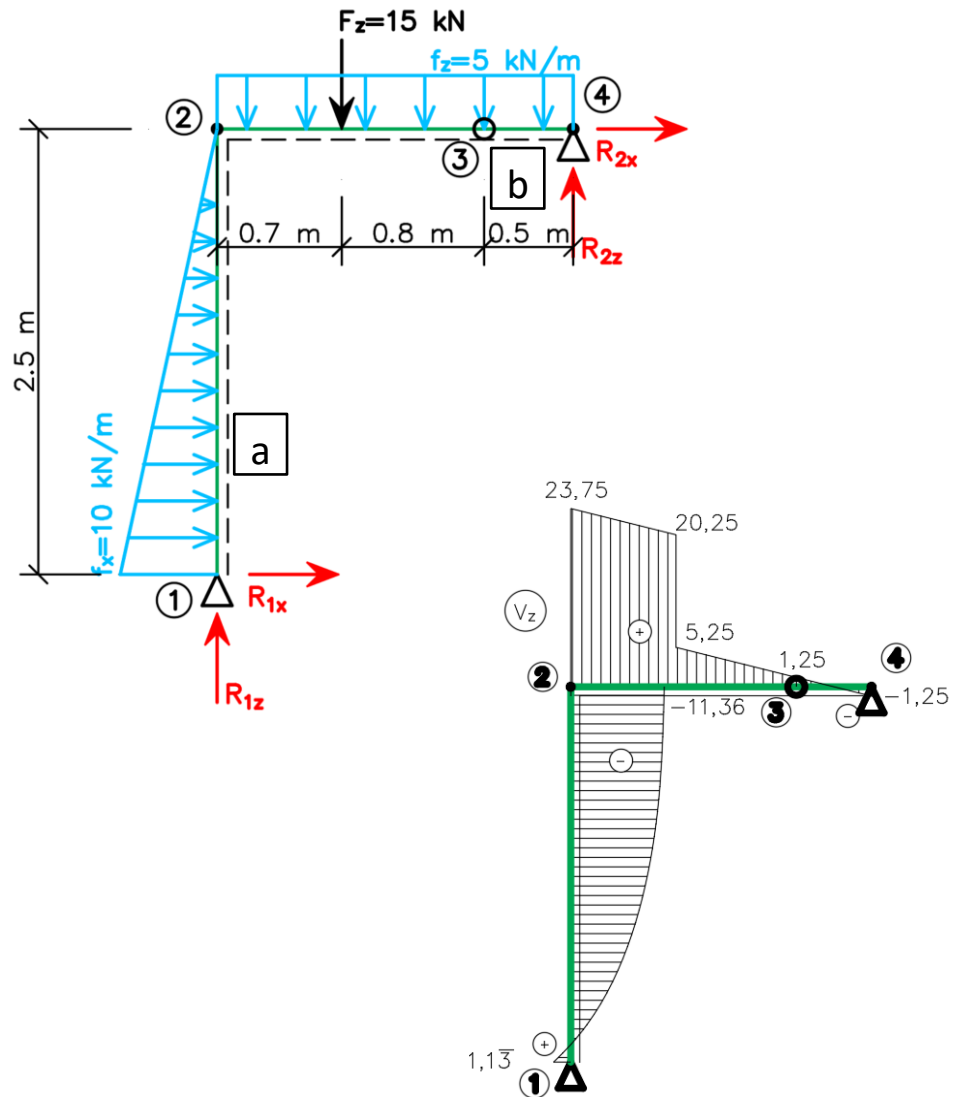
$$V_{34} - f_z \cdot x_{34} = 0$$

$$x_{34} = \frac{1,25}{5} = 0,25 \text{ m}$$

$$V_{21} + \frac{f_x}{2,5} \cdot x_{12} \cdot x_{12} \cdot 0,5 = 0$$

$$x_{12} = \sqrt{\frac{11,36 \cdot 2,5}{10 \cdot 0,5}} = 2,384 \text{ m}$$

VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY



VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU - PŘÍKLADY

