

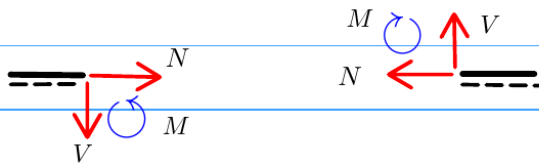
# Cvičení č. 2

Marek Tyburec

2D

kladný řez

záporný řez

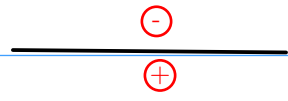
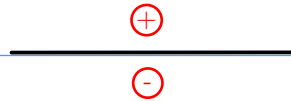
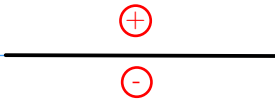


Zásady vykreslování vnitřních sil ve 2d

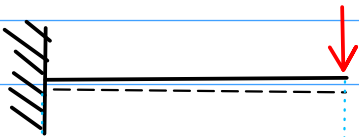
$N$  [kN]

$V$  [kN]

$M$  [kNm]



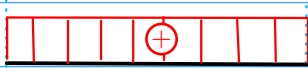
moment se kreslí na stranu  
tažených vláken



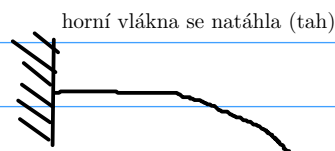
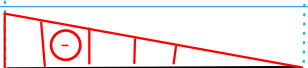
$N$  [kN]



$V$  [kN]



$M$  [kNm]

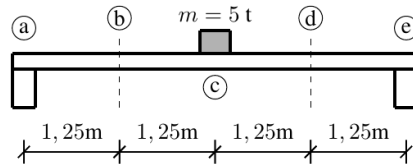
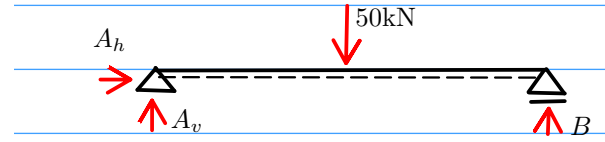


dolní vlákna se zkrátila (tlak)

**Příklad č. 1.** Pro zadaný prostě podepřený nosník s osamělým břemenem  $m$

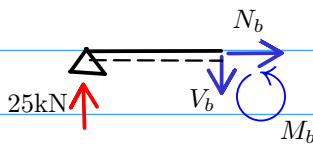
- nakreslete výpočetní střednicový model,
- vypočítejte vnější reakce,
- určete vnitřní síly v řezech (b) a (d),
- zkontrolujte rovnováhu na segmentu (b)–(d),
- vykreslete průběh vnitřních sil.

Pozn.: vlastní tíhu nosníku zanedbejte.



$$A_v = B = 25\text{kN}$$

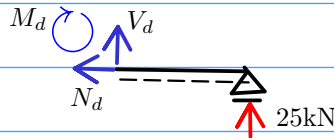
$$A_h = 0\text{kN}$$



$$\uparrow: 25 - V_b = 0 \implies V_b = 25\text{kN}$$

$$\rightarrow: N_b = 0\text{kN}$$

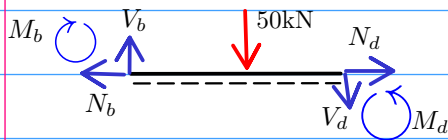
$$\circlearrowleft_b: M_b - 25 \cdot 1,25 = 0 \implies M_b = 31,25\text{kNm}$$



$$\uparrow: V_d + 25 = 0 \implies V_d = -25\text{kN}$$

$$\leftarrow: N_d = 0\text{kN}$$

$$\circlearrowleft_d: M_d - 25 \cdot 1,25 = 0 \implies M_d = 31,25\text{kNm}$$

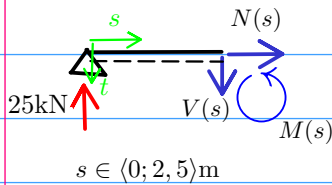


$$\rightarrow: -N_b + N_d = 0 + 0 = 0 \quad \checkmark$$

$$\uparrow: V_b - 50 - V_d = 25 - 50 - (-25) = 0 \quad \checkmark$$

$$\circlearrowleft_d: M_d + 50 \cdot 1,25 - V_b \cdot 2,5 - M_b = 31,25 + 62,5 - 62,5 - 31,25 = 0 \quad \checkmark$$

Vnitřní síly na a-c

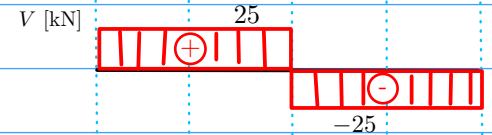
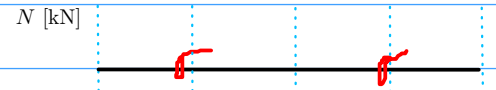


$$\rightarrow: N(s) = 0\text{kN}$$

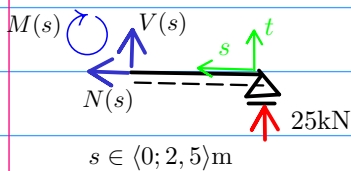
$$\uparrow: 25 - V(s) = 0 \implies V(s) = 25\text{kN}$$

$$\circlearrowleft_s: M(s) - 25 \cdot s = 0 \implies M(s) = 25s \text{ [kNm]}$$

$$s \in \langle 0; 2,5 \rangle \text{m}$$



Vnitřní síly na e-c

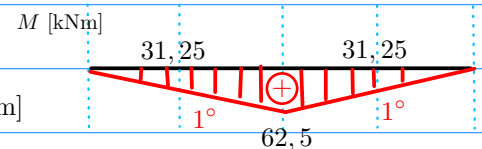


$$\leftarrow: N(s) = 0\text{kN}$$

$$\uparrow: V(s) + 25 = 0 \implies V(s) = -25\text{kN}$$

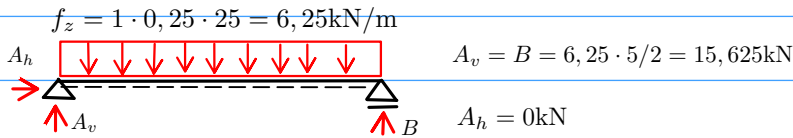
$$\circlearrowleft_s: M(s) - 25 \cdot s = 0 \implies M(s) = 25s \text{ [kNm]}$$

$$s \in \langle 0; 2,5 \rangle \text{m}$$

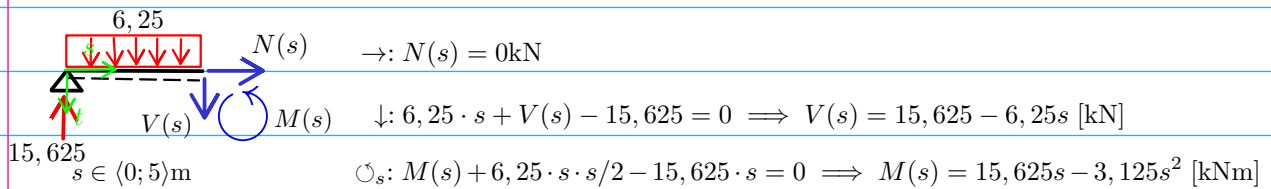


**Příklad č. 2.** Pro konstrukci zadanou v Příkladu 1 jsou známé následující doplňující informace: nosník je železobetonový panel o výšce  $h = 0,25$  m, šířce  $b = 1$  m a objemové hmotnosti  $\rho_v = 25$  kN/m<sup>3</sup>. Pro zatěžovací stav zatížení vlastní tíhou panelu (t.j., bez břemene  $m$ )

- nakreslete výpočetní střednicový model,
- vypočítejte vnější reakce,
- určete vnitřní síly v řezech (b) a (d),
- zkontrolujte rovnováhu na segmentu (b)-(d),
- vykreslete průběh vnitřních sil.

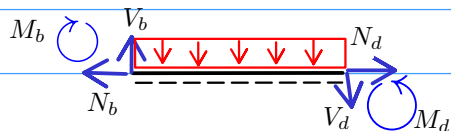
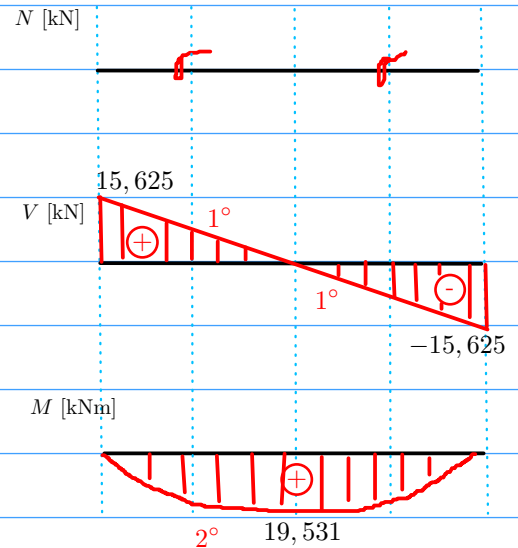


Interval a-e



kde je extrém?

$M(0) = 0 \text{ kNm}$	$V(0) = 15,625 \text{ kN}$
$M(1,25) = 14,648 \text{ kNm}$	$V(1,25) = 7,813 \text{ kN}$
$M(2,5) = 19,531 \text{ kNm}$	$V(2,5) = 0 \text{ kN}$
$M(3,75) = 14,648 \text{ kNm}$	$V(3,75) = -7,813 \text{ kN}$
$M(5) = 0 \text{ kNm}$	$V(5) = -15,625 \text{ kN}$

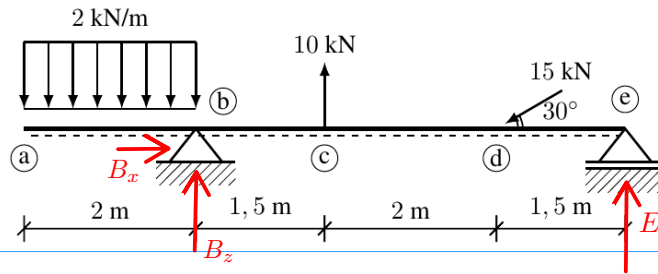


$\rightarrow: N_d - N_b = 0 \quad \checkmark$

$\uparrow: V_b - 6,25 \cdot 2,5 - V_d = 7,813 - 6,25 \cdot 2,5 - (-7,813) = 0 \quad \checkmark$

$\circlearrowleft: M_d + 6,25 \cdot 2,5 \cdot 1,25 - M_b - V_b \cdot 2,5 = 13,648 + 19,531 - 13,648 - 7,813 \cdot 2,5 = 0 \quad \checkmark$

**Příklad č. 3.** Pro zadanou konstrukci a zatížení vykreslete průběh vnitřních sil.



$$\rightarrow: B_x - 15 \cdot \cos 30^\circ = 0 \implies B_x = 12,990 \text{ kN}$$

$$\circlearrowleft_b: 5 \cdot E + 2 \cdot 2 \cdot 1 + 10 \cdot 1,5 - 15 \cdot \sin 30^\circ \cdot 3,5 = 0 \implies E = 1,45 \text{ kN}$$

$$\uparrow: B_z + E - 2 \cdot 2 + 10 - 15 \cdot \sin 30^\circ = 0 \implies B_z = 0,05 \text{ kN}$$

$$\circlearrowleft_e: 15 \cdot \sin 30^\circ \cdot 1,5 - 10 \cdot 3,5 - B_z \cdot 5 + 2 \cdot 2 \cdot 6 = 0 \quad \checkmark$$

Interval a – b

$$\rightarrow: N(s) = 0 \text{ kN}$$

$$\downarrow: V(s) + 2 \cdot s = 0 \implies V(s) = -2s \text{ [kN]} \quad V(0) = 0 \text{ kN} \quad V(2) = -4 \text{ kN}$$

$$\circlearrowleft_s: M(s) + 2 \cdot s \cdot s/2 = 0 \implies M(s) = -s^2 \text{ [kNm]} \quad M(0) = 0 \text{ kNm} \quad M(2) = -4 \text{ kNm}$$

$s \in \langle 0; 2 \rangle \text{ m}$

Interval b – c

$$\rightarrow: N(s) + 12,990 = 0 \implies N(s) = -12,990 \text{ kN}$$

$$\downarrow: V(s) - 0,05 + 4 = 0 \implies V(s) = -3,95 \text{ kN}$$

$$\circlearrowleft_s: M(s) - 0,05 \cdot s + 4 \cdot s + 4 = 0 \implies M(s) = -3,95s - 4 \text{ [kNm]}$$

$s \in \langle 0; 1,5 \rangle \text{ m}$

$$M(0) = -4 \text{ kNm} \quad M(1,5) = -9,925 \text{ kNm}$$

Interval c – d

$$\rightarrow: N(s) + 12,990 = 0 \implies N(s) = -12,990 \text{ kN}$$

$$\downarrow: V(s) + 3,95 - 10 = 0 \implies V(s) = 6,05 \text{ kN}$$

$$\circlearrowleft_s: M(s) + 9,925 - 10 \cdot s + 3,95 \cdot s = 0 \implies M(s) = -9,925 + 6,05s \text{ [kNm]}$$

$s \in \langle 0; 2 \rangle \text{ m}$

$$M(0) = -9,925 \text{ kNm} \quad M(2) = 2,175 \text{ kNm}$$

Interval d – e

$$\rightarrow: N(s) + 12,990 - 15 \cdot \cos 30^\circ = 0 \implies N(s) = 0 \text{ kN}$$

$$\downarrow: V(s) + 15 \cdot \sin 30^\circ - 6,05 = 0 \implies V(s) = -1,45 \text{ kN}$$

$$\circlearrowleft_s: M(s) + 15 \cdot \sin 30^\circ \cdot s - 2,175 - 6,05 \cdot s = 0 \implies M(s) = 2,175 - 1,45s \text{ [kNm]}$$

$s \in \langle 0; 1,5 \rangle \text{ m}$

$$M(0) = 2,175 \text{ kNm} \quad M(1,5) = 0 \text{ kNm}$$

# Vykreslení

