



# **BDA015 Stavební mechanika 1**

## **2. přednáška**

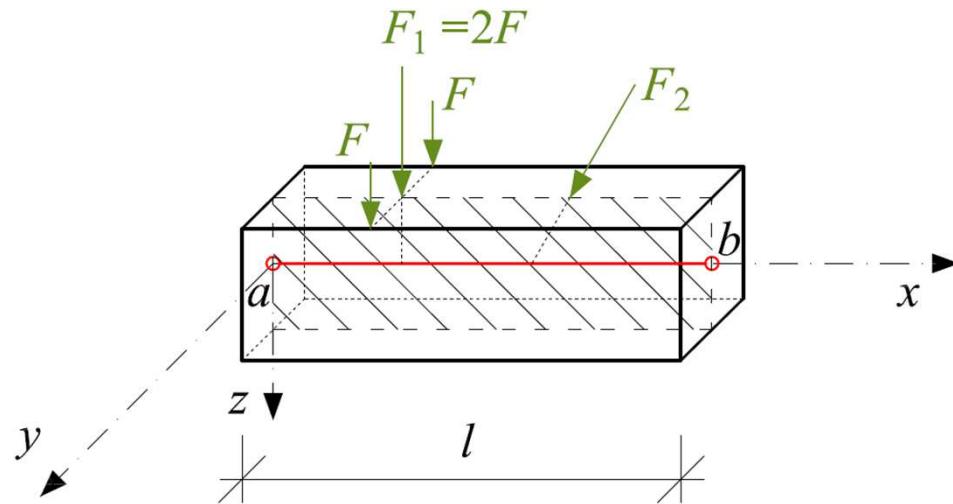
- Jednoduché staticky určité nosníky
- Výpočtový model, zatížení, podepření
- Statická a kinematická určitost
- Výpočet podporových reakcí

doc. Ing. Hana Šimonová, Ph.D. (Hana.Simonova@vut.cz)

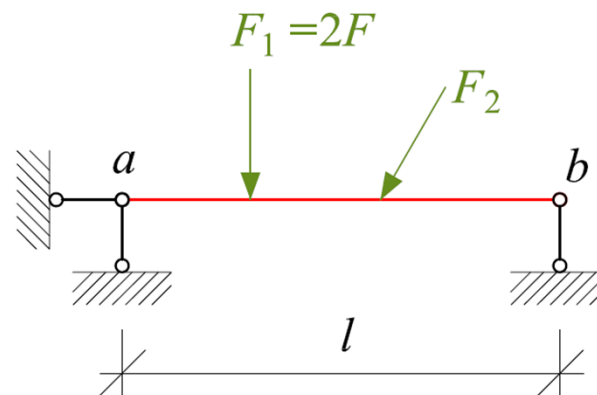
# **T** **FAST** NOSNÁ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

- musí bezpečně přenést dané zatížení, nesmí se porušit, ztratit stabilitu, ani doznat větších tvarových změn
- stavební konstrukce je prostorový hmotný útvar (budova, most,...) – těleso – pro řešení nosné části se zavádí zjednodušení
- skládá se z různých nosných prvků, které lze idealizovat:
  - 1D (prut, nosník, sloup) – střednice, dokonale tuhá čára (přímá, zakřivená)
  - 2D (deska, stěna, skořepina) – střednicová plocha, dvojrozměrný plošný prvek
  - 3D (blok, základová patka, opěrná zeď)
- vzájemné spojení a spolupůsobení nosných prvků je zajištěno idealizovanými vnějšími a vnitřními vazbami
- statické schéma (statický model konstrukce)
  - idealizovaný náčrt nosné konstrukce, jejího podepření i zatížení

Nosník konstantního průřezu



Statické schéma



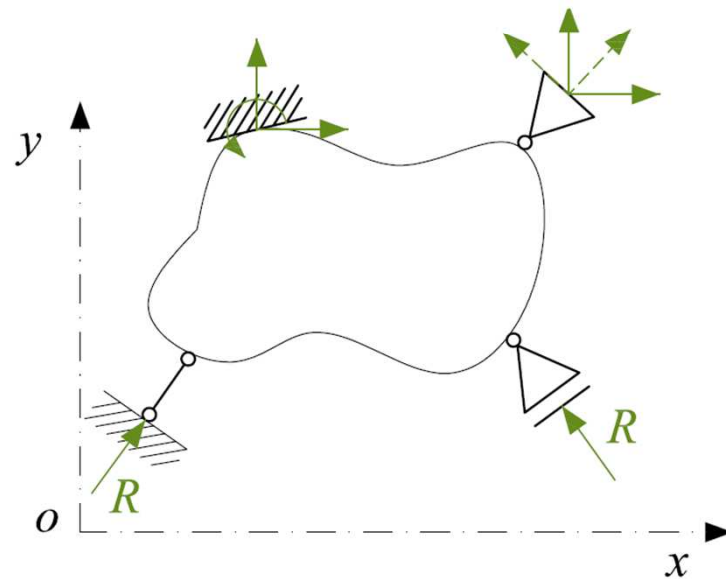
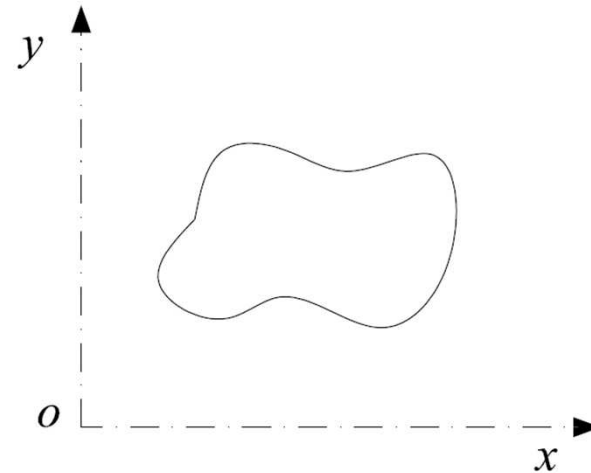
3 stupně volnosti

- posun  $x$
- posun  $y$
- pootočení

3 statické podmínky rovnováhy

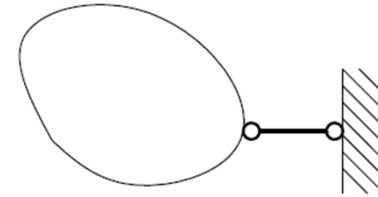
- $\sum F_{i,x} = 0$
- $\sum F_{i,y} = 0$
- $\sum M_i = 0$

→ složky reakcí



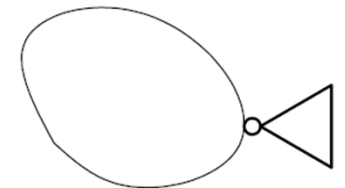
## KYVNÝ PRUT

- 1 reakce, která brání posunu ve směru osy kyvného prutu
- odebírá 1 stupeň volnosti



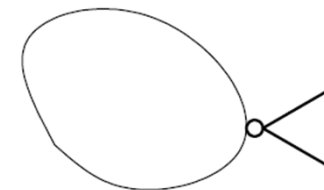
## POSUVNÝ KLOUB

- 1 reakce, která brání posunu kolmo na směr posunu kloubu
- odebírá 1 stupeň volnosti



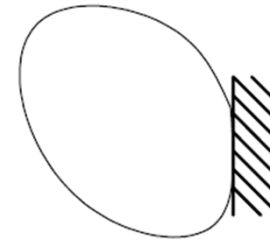
## PEVNÝ NEPOSUVNÝ KLOUB

- pohybu brání reakce, kterou můžeme rozložit do 2 kolmých složek
- odebírá 2 stupně volnosti



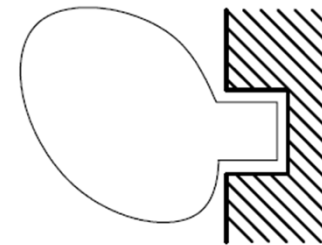
## **VETKNUTÍ**

- brání posunům i pootočení
- odebírání 3 stupně volnosti
- reakce ekvivalentně nahrazená 3 složkami (2 silové a 1 momentová)



## **POSUVNÉ VETKNUTÍ**

- brání pootočení a jednomu posunu
- odebírání 2 stupně volnosti
- 2 složky reakce (1 silová a 1 momentová)



## STATICKY A KINEMATICKY URČITÉ PODEPŘENÍ

- kombinace výše uvedených vnějších vazeb, které ruší 3 stupně volnosti
- počet neznámých reakcí = počet statických podmínek rovnováhy



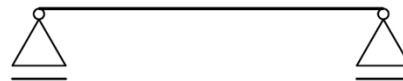
## STATICKY NEURČITÉ A KINEMATICKY PŘEURČITÉ

- počet neznámých reakcí > počet statických podmínek rovnováhy
- odebírá více stupňů volnosti než má volná tuhá deska

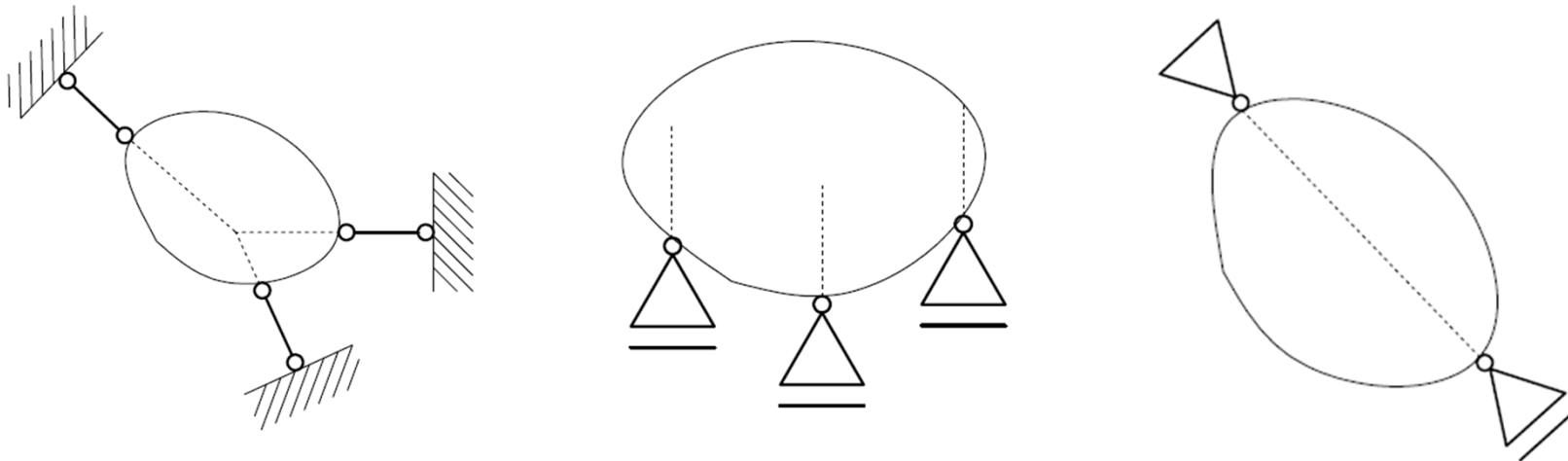


## STATICKY PŘEURČITÉ A KINEMATICKY NEURČITÉ

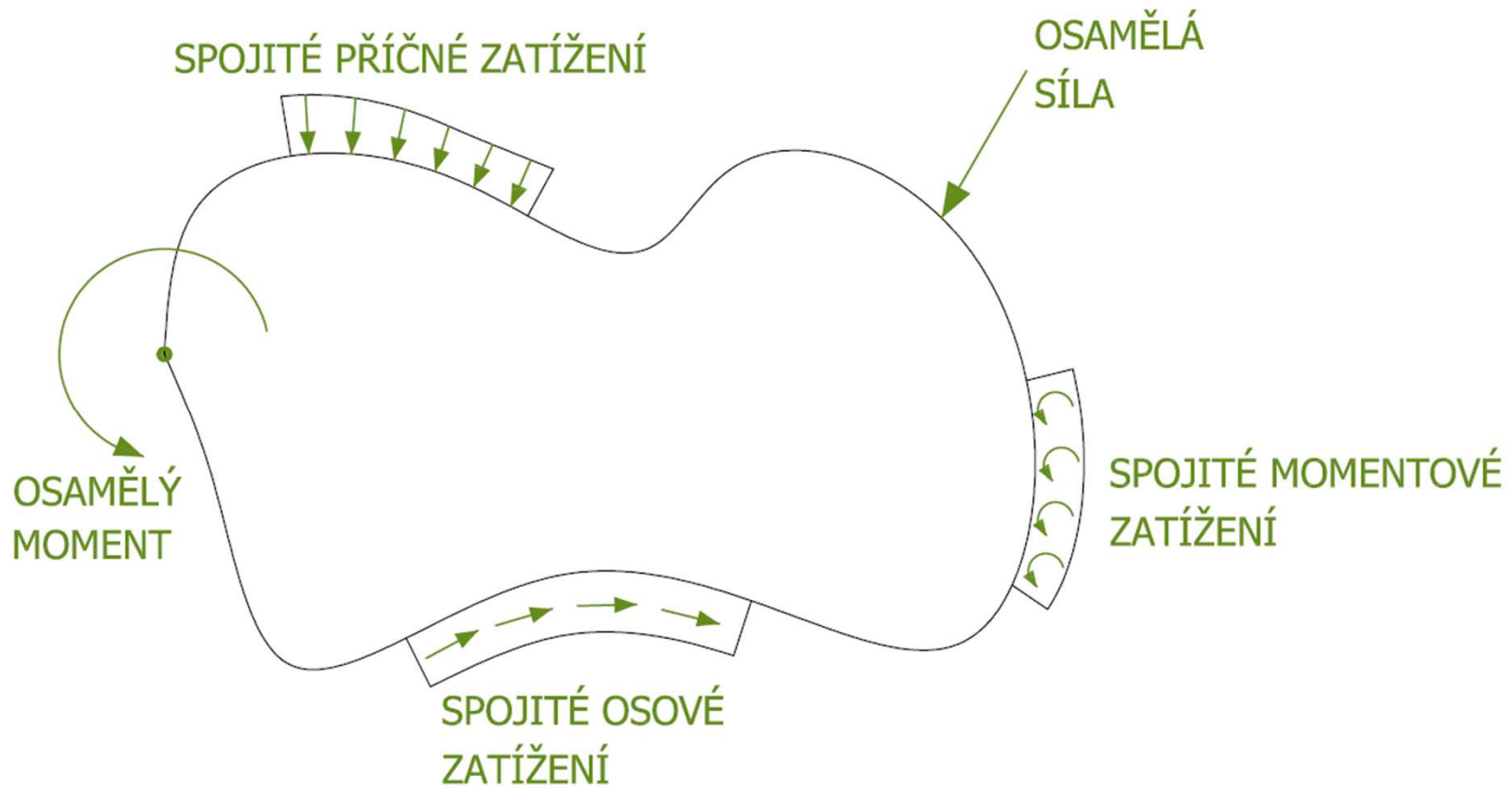
- počet neznámých reakcí < počet statických podmínek rovnováhy
- odebírá méně stupňů volnosti než má volná tuhá deska → mechanismus



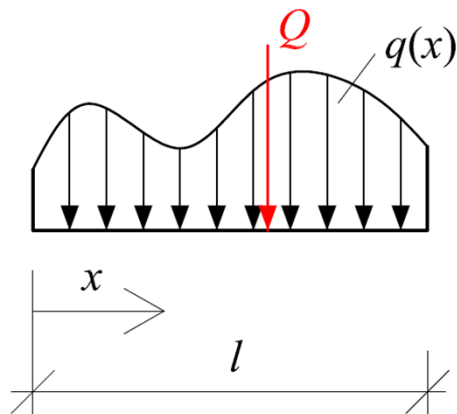
- pokud se 3 vazebné síly (reakce) protínají v jednom bodě, kolem kterého pak deska rotuje





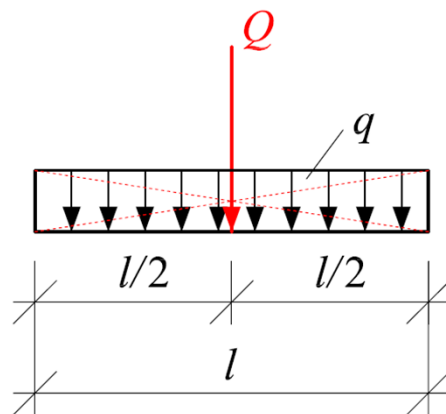


## SPOJITÉ PŘÍČNÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]



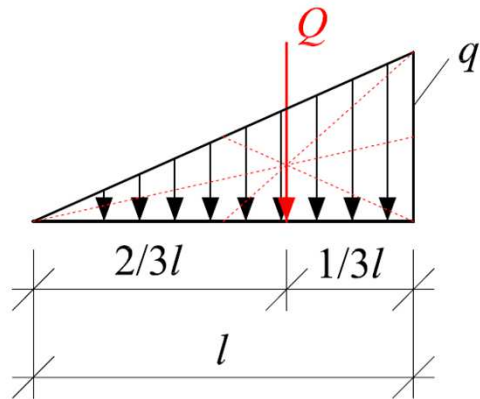
$$Q = \int_0^l q(x) dx$$

## ROVNOMĚRNÉ PŘÍČNÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]



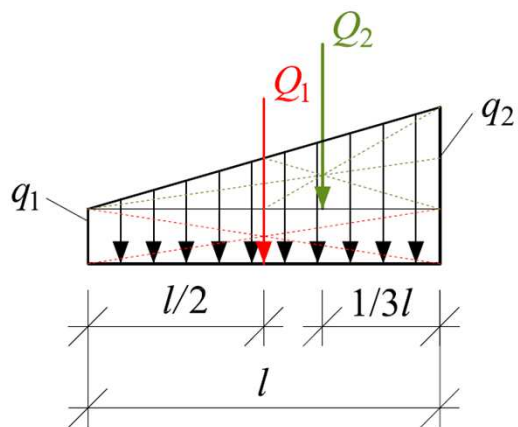
$$Q = q \cdot l$$

## TROJÚHELNÍKOVÉ PŘÍČNÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]



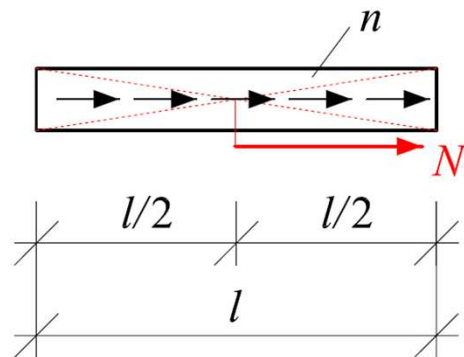
$$Q = \frac{1}{2} q \cdot l$$

## LICHOBĚŽNÍKOVÉ PŘÍČNÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]



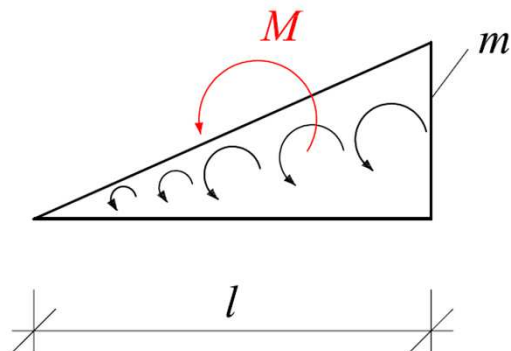
$$Q_1 = q_1 \cdot l; \quad Q_2 = \frac{1}{2} (q_2 - q_1) \cdot l$$

## SPOJITÉ OSOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]



$$N = \int_0^l n dx = n \cdot l$$

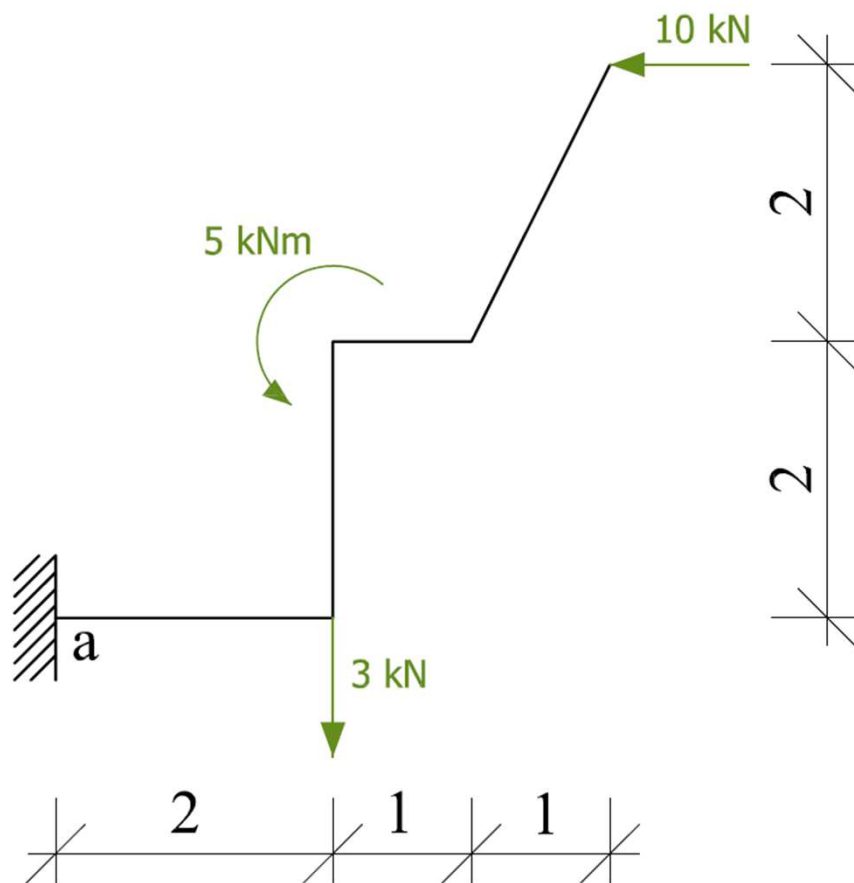
## SPOJITÉ MOMENTOVÉ ZATÍŽENÍ [kNm/m = kN]



$$M = \int_0^l m(x) dx = \frac{1}{2} m \cdot l$$

# **T** FAST VÝPOČET REAKCÍ VE VAZBÁCH

**URČETE REAKCE VE VETKNUTÍ**



## PODMÍNKY ROVNOVÁHY

- $\sum F_{i,x} = 0$   $\xrightarrow{\oplus}$

$$R_{a,x} - 10 = 0$$

$$R_{a,x} = 10 \text{ kN}$$

- $\sum F_{i,z} = 0$   $\uparrow \oplus$

$$R_{a,z} - 3 = 0$$

$$R_{a,z} = 3 \text{ kN}$$

- $\sum M_{i,a} = 0$

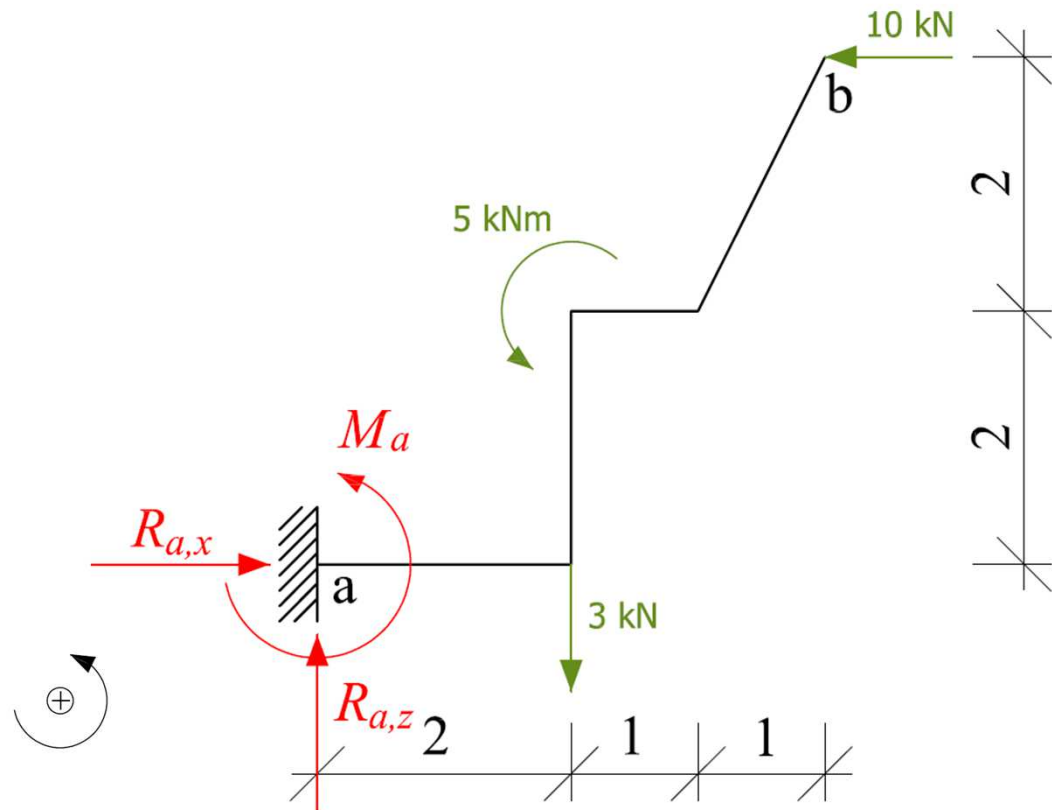
$$M_a + 5 - 3 \cdot 2 + 10 \cdot 4 = 0$$

$$M_a = -39 \text{ kNm}$$

- kontrola  $\sum M_{i,b} = 0$

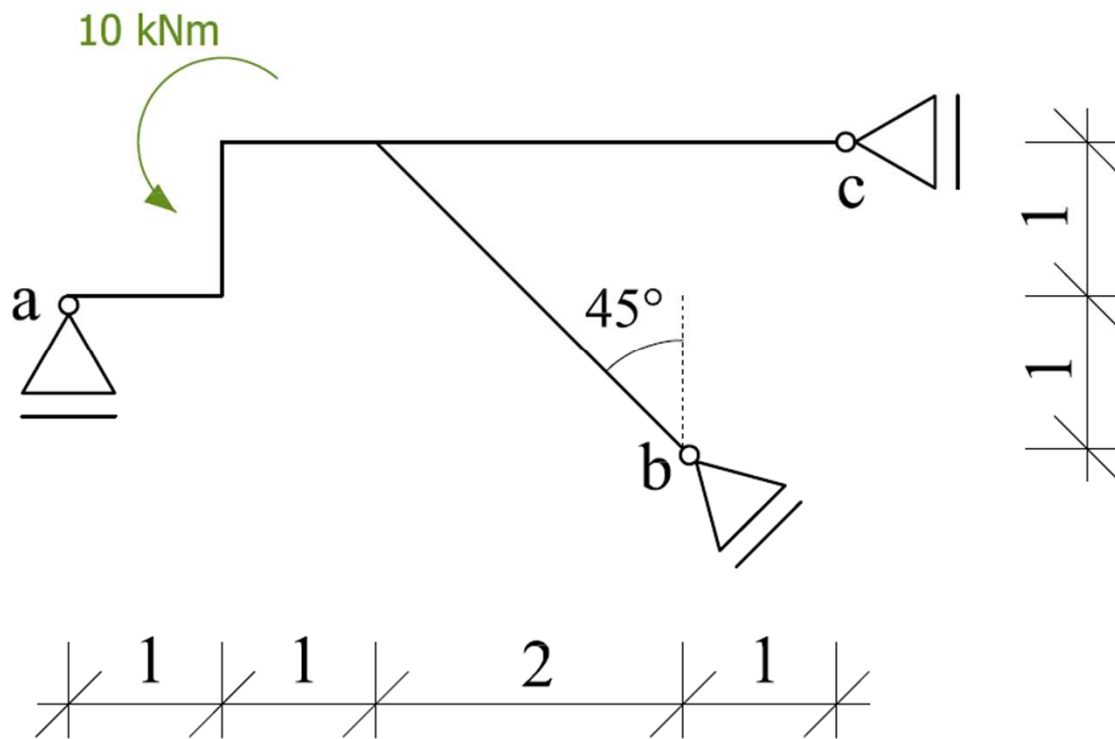
$$M_a + R_{a,x} \cdot 4 - R_{a,z} \cdot 4 + 3 \cdot 2 + 5 = 0$$

$$-39 + 10 \cdot 4 - 3 \cdot 4 + 3 \cdot 2 + 5 = 0 \rightarrow 0 = 0 \text{ PLATÍ}$$



# **T** FAST VÝPOČET REAKCÍ VE VAZBÁCH

## URČETE REAKCE V POSUVNÝCH KLOUBECH



## PODMÍNKY ROVNOVÁHY

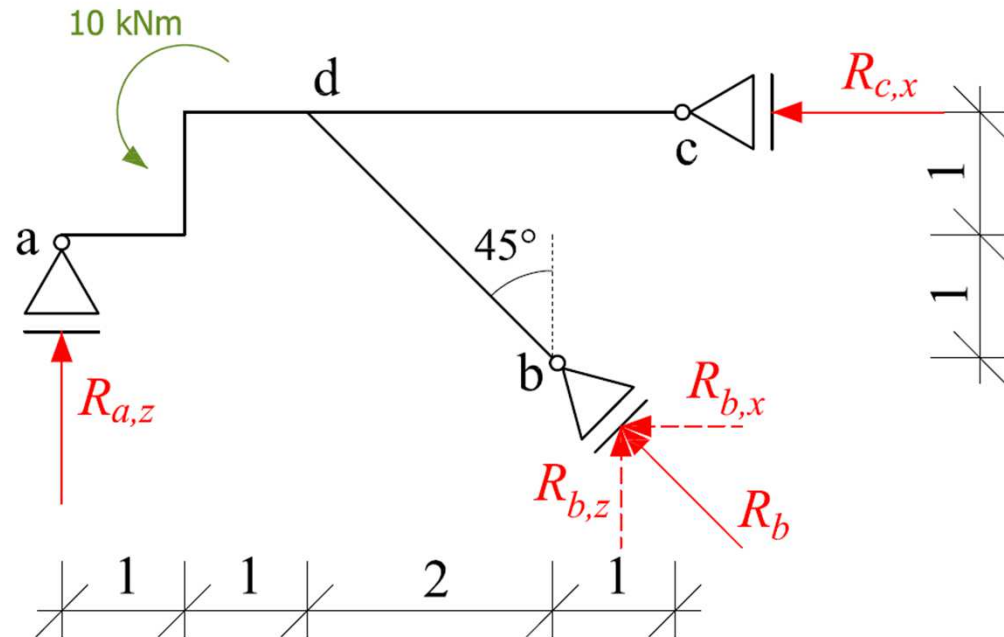
$$\begin{aligned} \bullet \quad \sum F_{i,x} &= 0 \quad \xrightarrow{\oplus} \\ -R_b \cdot \cos 45 - R_{c,x} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sum F_{i,z} &= 0 \quad \uparrow \oplus \\ R_{a,z} + R_b \cdot \sin 45 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sum M_{i,d} &= 0 \\ -R_{a,z} \cdot 2 + 10 &= 0 \\ R_{a,z} &= 5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$R_b = -\frac{R_{a,z}}{\sin 45} = -7,071 \text{ kN}$$

$$R_{c,x} = -R_b \cdot \cos 45 = 5 \text{ kN}$$



kontrola  $\sum M_{i,c} = 0$

$$10 - R_{a,z} \cdot 5 - R_{b,x} \cdot 2 - R_{b,z} \cdot 1 = 0$$

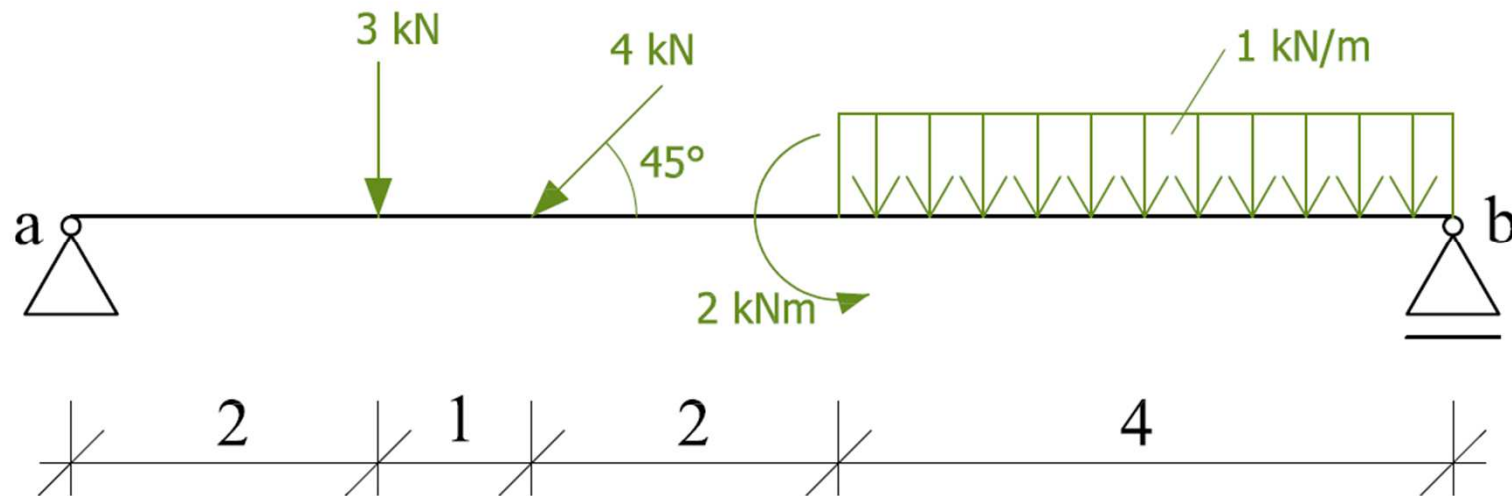
$$10 - 5 \cdot 5 - (-7,071) \cdot \cos 45 \cdot 2 -$$

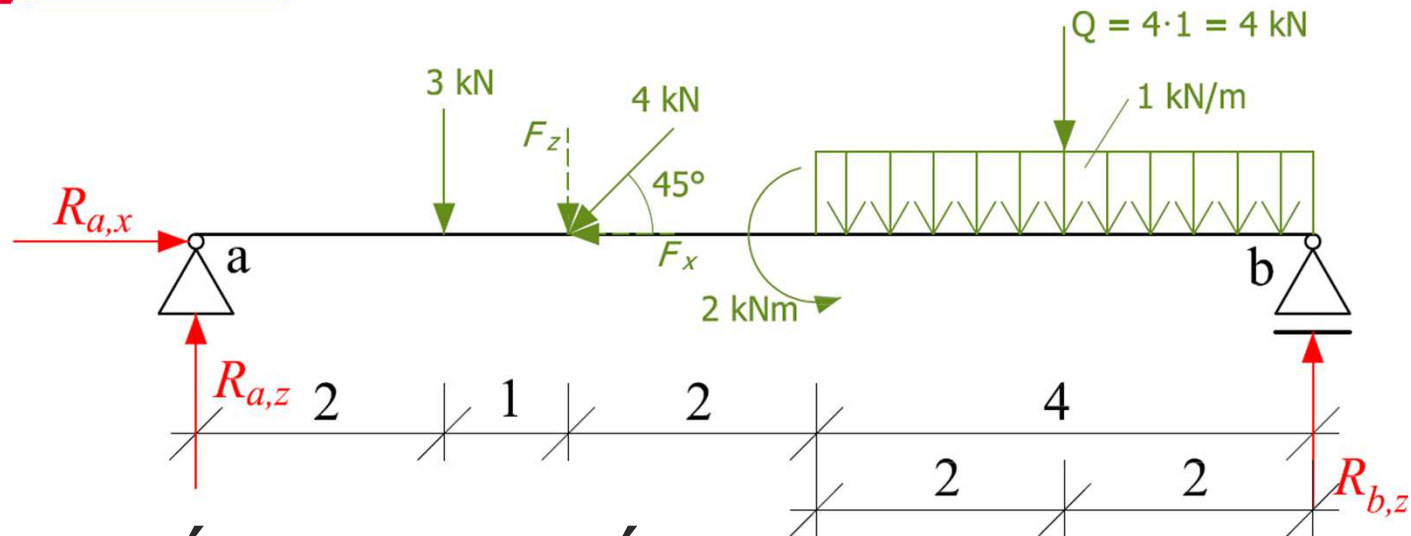
$$(-7,071) \cdot \sin 45 \cdot 1 = 0 \rightarrow 0 = 0 \text{ PLATÍ}$$



# **T** FAST VÝPOČET REAKCÍ VE VAZBÁCH

## URČETE REAKCE V PODPORÁCH





## PODMÍNKY ROVNOVÁHY

- $\sum F_{i,x} = 0 ; R_{a,x} - 4 \cdot \cos 45 = 0 \rightarrow R_{a,x} = 2,828 \text{ kN}$   $\rightarrow$   $\oplus$
- $\sum M_{i,a} = 0 ; -3 \cdot 2 - 4 \cdot \sin 45 \cdot 3 + 2 - 4 \cdot 7 + R_{b,z} \cdot 9 = 0$   
 $\rightarrow R_{b,z} = 4,498 \text{ kN}$   $\oplus$
- $\sum M_{i,b} = 0 ; -R_{a,z} \cdot 9 + 3 \cdot 7 + 4 \cdot \sin 45 \cdot 6 + 2 + 4 \cdot 2 = 0$   
 $\rightarrow R_{a,z} = 5,330 \text{ kN}$
- kontrola  $\sum F_{i,z} = 0 ; R_{a,z} - 3 - 4 \cdot \sin 45 - 4 + R_{b,z} = 0 \rightarrow 0 = 0$  PLATÍ  $\uparrow \oplus$