

ZÁKLADY STAVITELSTVÍ

2. Přednáška

Rovnováha sil na konstrukci

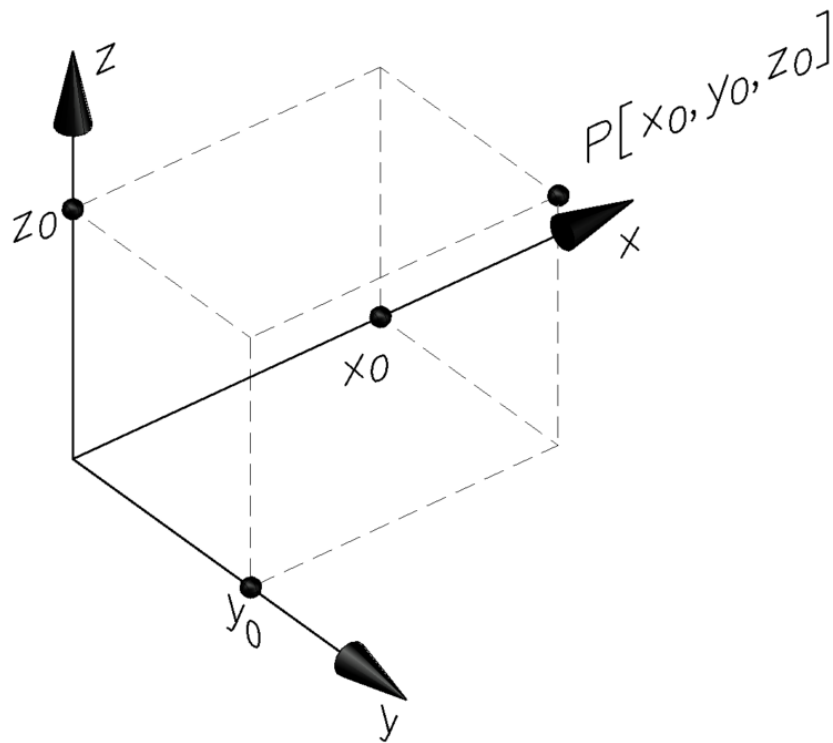
Ing. Tomáš Kadlíček, Ph.D.

OBSAH

- **PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE**
- **ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI**

- **PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE**
- **ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI**

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM



Pro výpočty ve stavební mechanice se používá Kartézská souřadnicová soustava.

- Systém tří navzájem kolmých os
- Souřadnice „x“ a „y“ popisují horizontální polohu objektu.
- Souřadnice „z“ popisuje vertikální polohu objektu
- Směrování jednotlivých os se řídí tzv. „pravidlem pravé ruky“

Počátek souřadnicového systému – dlaň

Osa x – palec

Osa y – ukazováček

Osa z – prostředníček

(Pravotočivá soustava)

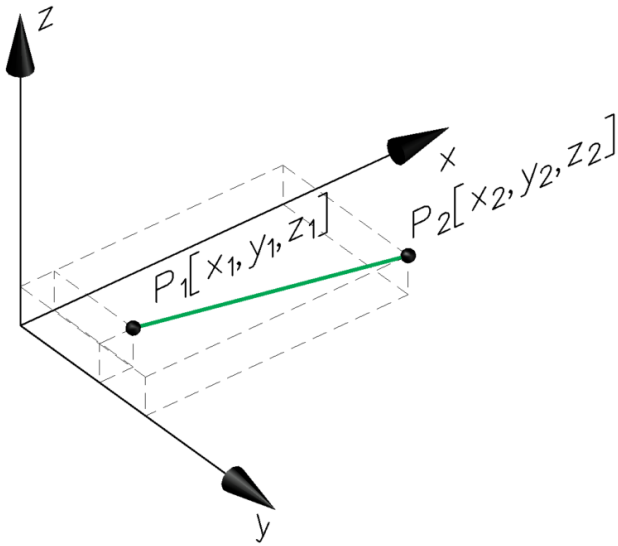
TYPY KONSTRUKCÍ

Prutový prvek

Plošné prvky

Konstrukce se ve stavební mechanice zjednodušují na přímku nebo rovinu procházející osou prvku.

TYPY KONSTRUKCÍ



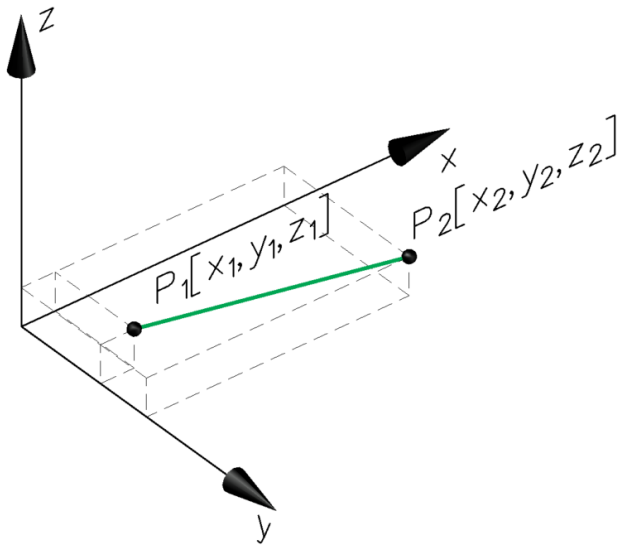
Prutový prvek

Plošné prvky

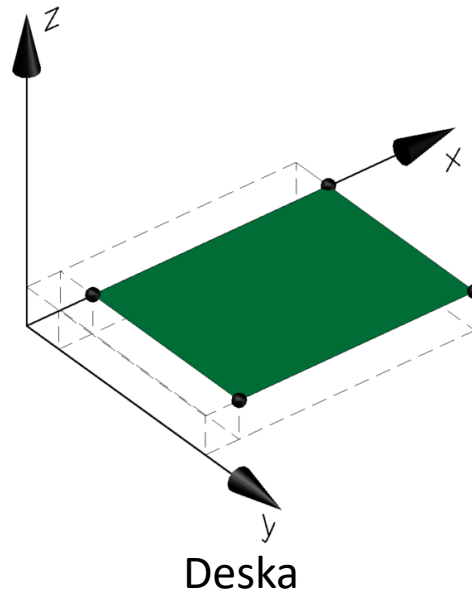
Konstrukce se ve stavební mechanice zjednodušují na přímku nebo rovinu procházející osou prvku.

Prut – Jeden rozměr značně převyšuje nad ostatními dvěma rozměry (průvlak/sloup)

TYPY KONSTRUKCÍ



Prutový prvek

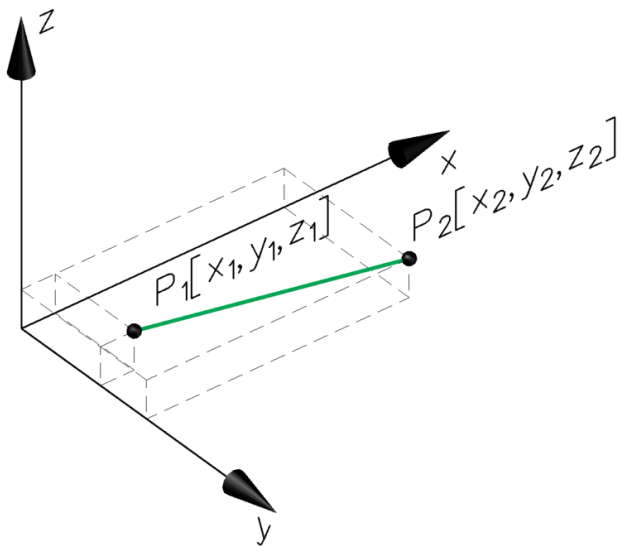


Plošné prvky

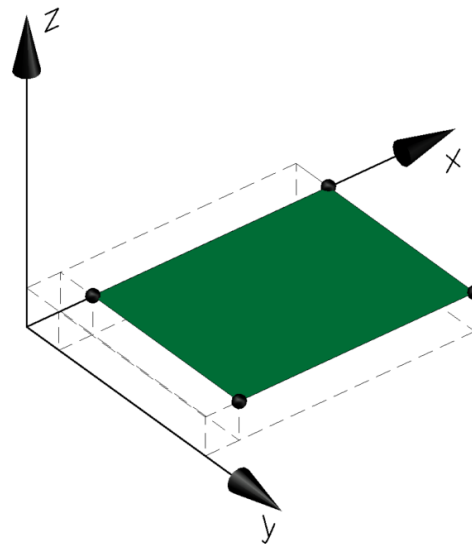
Konstrukce se ve stavební mechanice zjednodušují na přímku nebo rovinu procházející osou prvku.

- Prut – Jeden rozměr značně převyšuje nad ostatními dvěma rozměry (průvlak/sloup)
- Deska – Vertikální rozměr je značně menší než oba horizontální rozměry

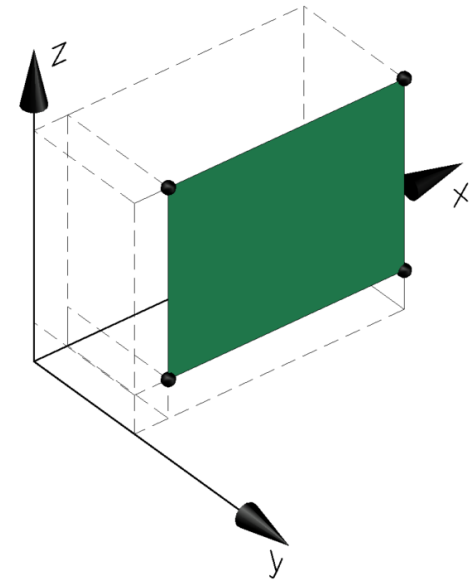
TYPY KONSTRUKCÍ



Prutový prvek



Deska



Stěna

Plošné prvky

Konstrukce se ve stavební mechanice zjednodušují na přímku nebo rovinu procházející osou prvku.

- Prut – Jeden rozměr značně převyšuje nad ostatními dvěma rozměry (průvlak/sloup)
- Deska – Vertikální rozměr je značně menší než oba horizontální rozměry
- Stěna – Jeden z horizontálních rozměrů je značně menší než ostatní

ZMĚNA POLOHY

Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

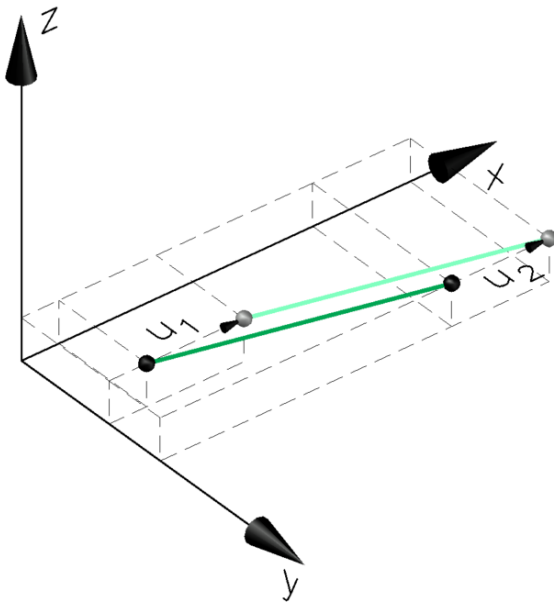
Ve směrech souřadnicových os jsou určeny posuny:

ZMĚNA POLOHY

Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

Ve směrech souřadnicových os jsou určeny posuny:

Posun „ u “ – osa x



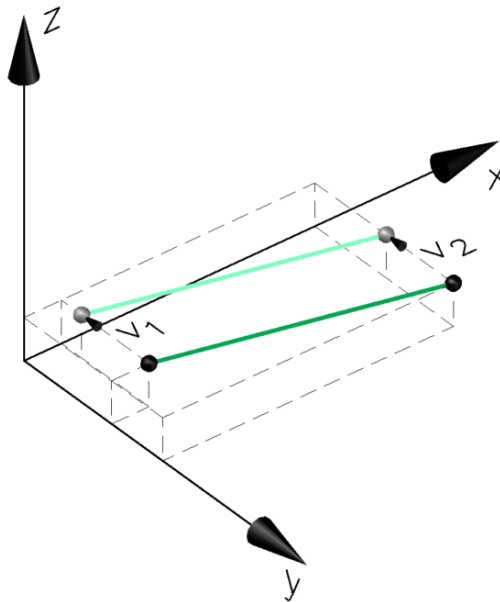
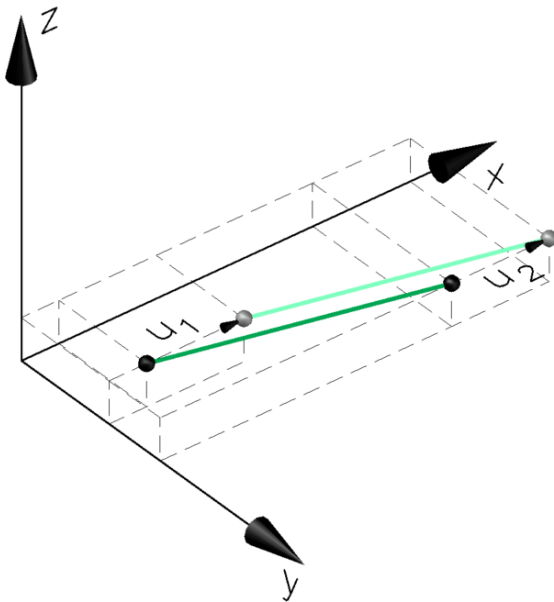
ZMĚNA POLOHY

Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

Ve směrech souřadnicových os jsou určeny posuny:

Posun „ u “ – osa x

Posun „ v “ – osa y



ZMĚNA POLOHY

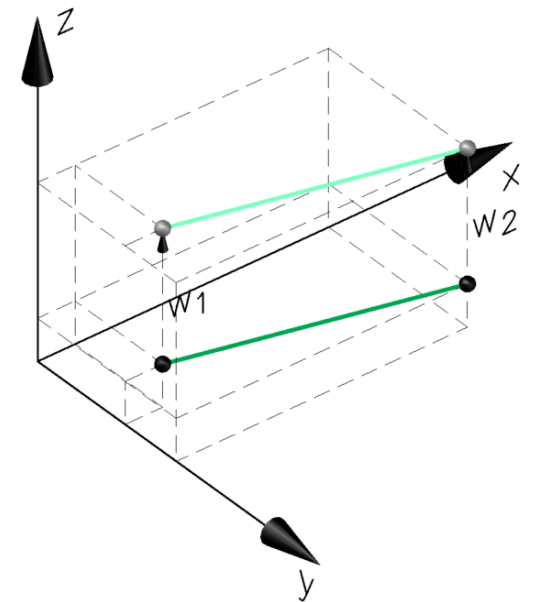
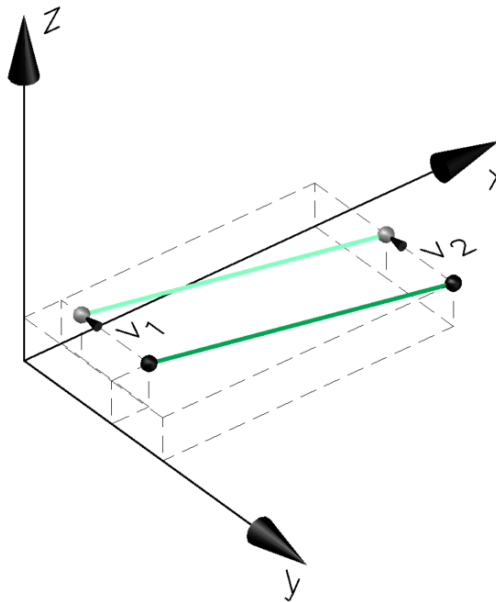
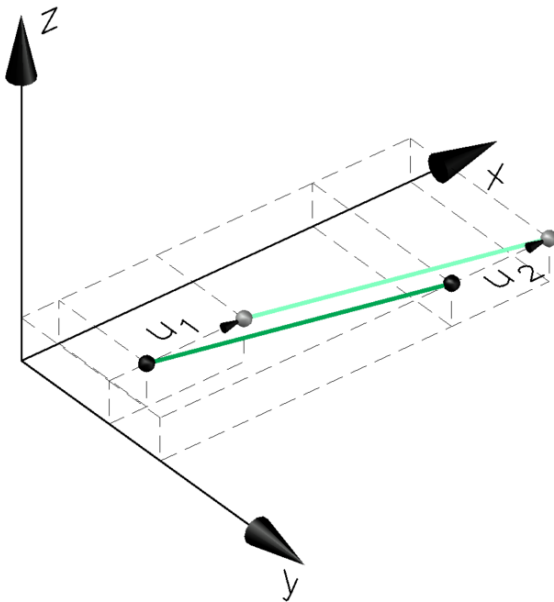
Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

Ve směrech souřadnicových os jsou určeny posuny:

Posun „ u “ – osa x

Posun „ v “ – osa y

Posun „ w “ – osa z



ZMĚNA POLOHY

Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

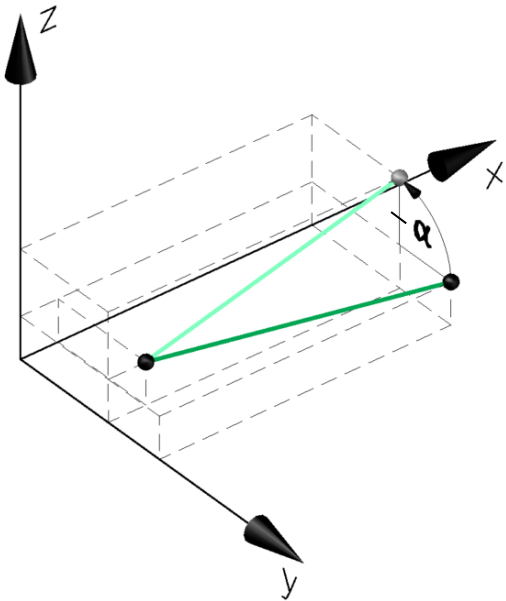
Pootočení jsou učeny pravidlem pravé ruky:
(Palec směřuje ve směru osy, prsty obemykají osu)

ZMĚNA POLOHY

Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

Pootočení jsou učeny pravidlem pravé ruky:
(Palec směřuje ve směru osy, prsty obemykají osu)

Pootočení „ α “ – osa x



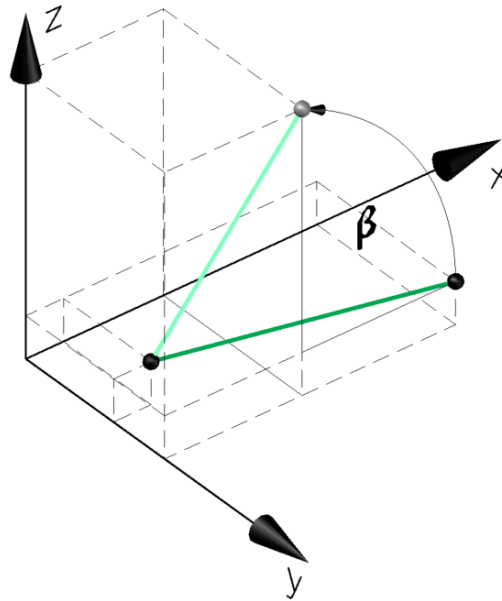
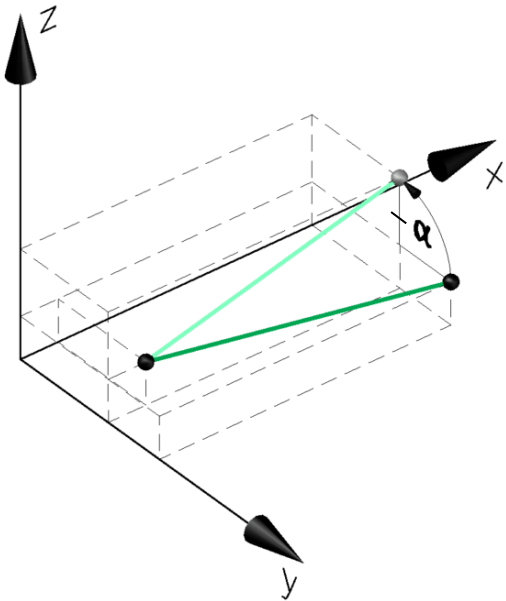
ZMĚNA POLOHY

Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

Pootočení jsou učeny pravidlem pravé ruky:
(Palec směřuje ve směru osy, prsty obemykají osu)

Pootočení „ α “ – osa x

Pootočení „ β “ – osa y



ZMĚNA POLOHY

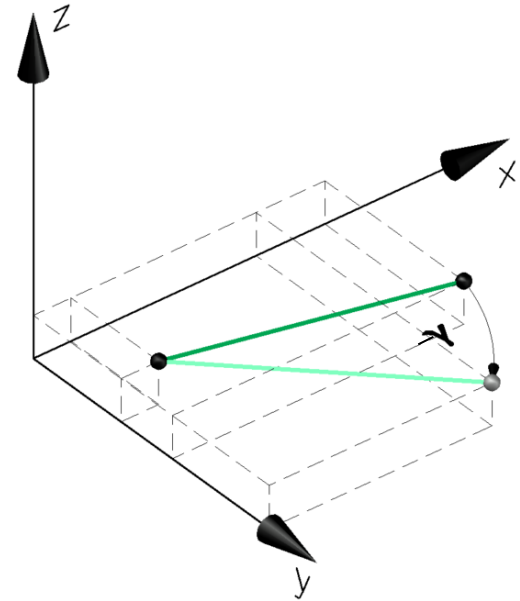
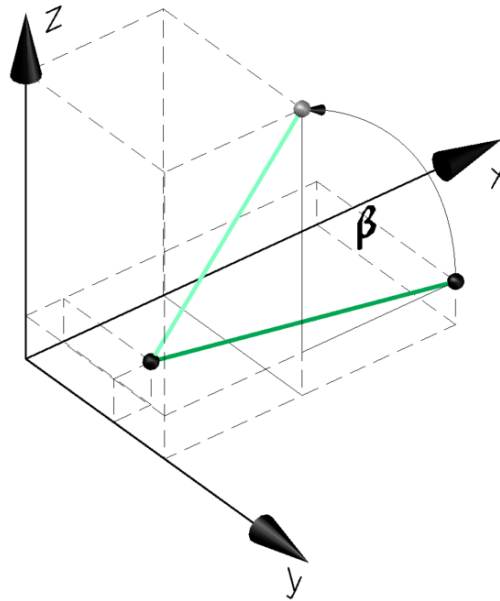
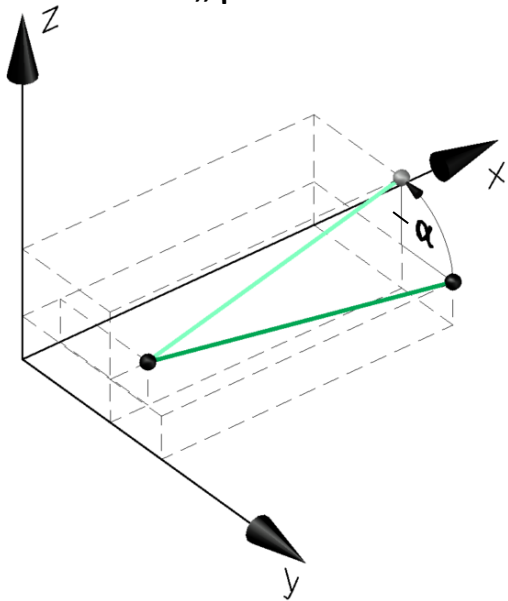
Konstrukce vystaveny vnitřním a vnějším vlivům mění svůj tvar a pozici, což se projeví **posuny** a **pootočeními** konstrukce.

Pootočení jsou učeny pravidlem pravé ruky:
(Palec směřuje ve směru osy, prsty obemykají osu)

Pootočení „ α “ – osa x

Pootočení „ β “ – osa y

Pootočení „ γ “ – osa z



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

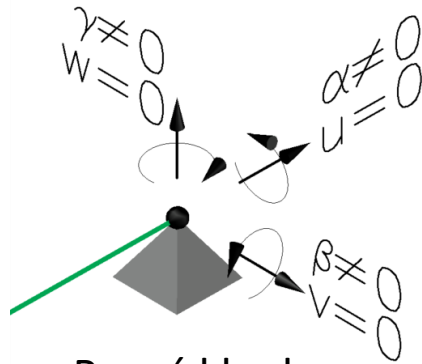
Bodové
podpory

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

Bodové
podpory



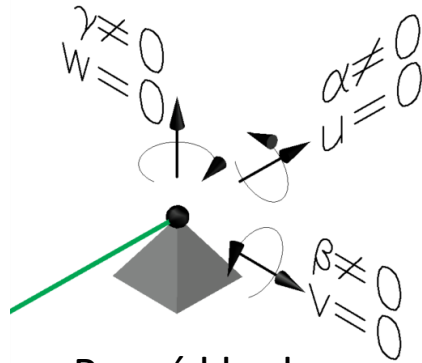
Pevný kloub
odebírání 3 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

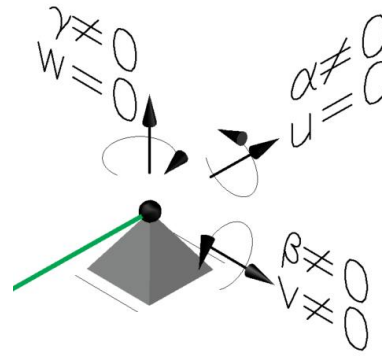
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

Bodové
podpory



Pevný kloub
odebírá 3 SV



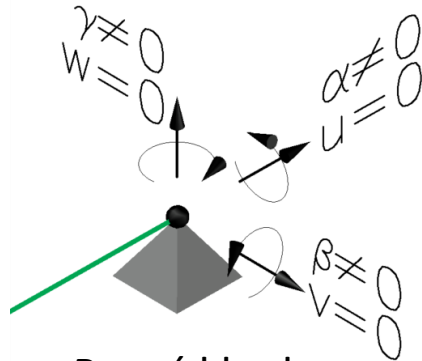
Posuvný kloub
odebírá 2 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

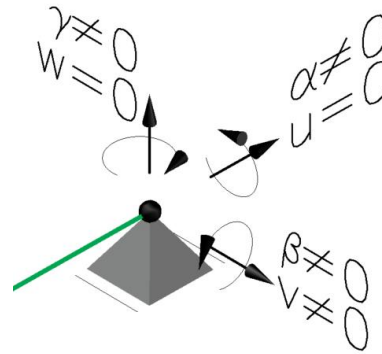
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

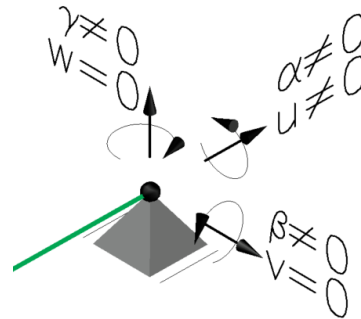
Bodové
podpory



Pevný kloub
odebírání 3 SV



Posuvný kloub
odebírání 2 SV



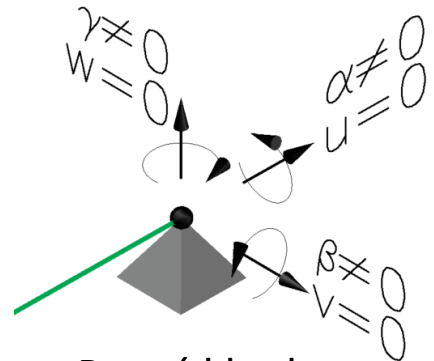
Posuvný kloub
odebírání 2 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

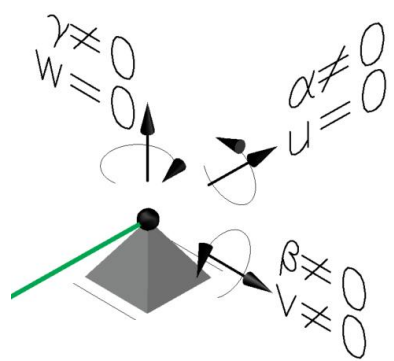
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

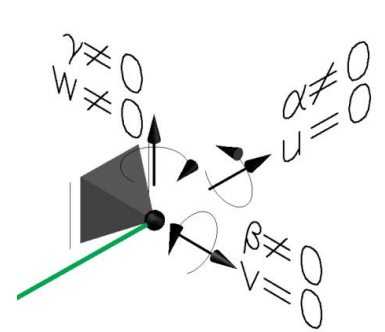
Bodové podpory



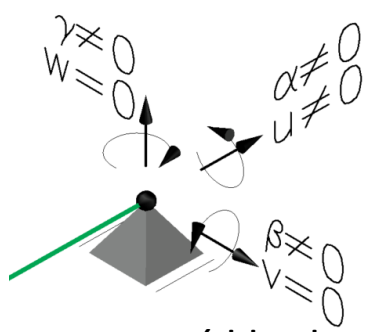
Pevný kloub
odebírání 3 SV



Posuvný kloub
odebírání 2 SV



Posuvný kloub
odebírání 2 SV



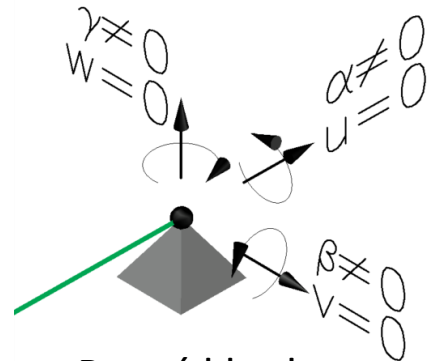
Posuvný kloub
odebírání 2 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

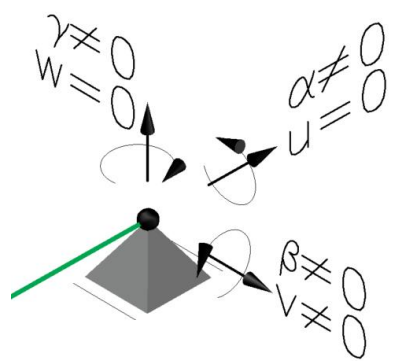
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

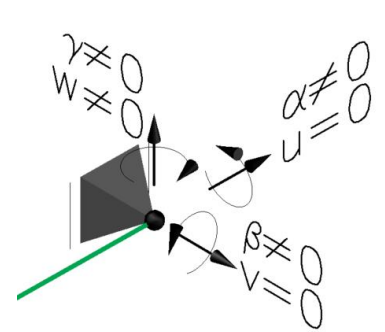
Bodové podpory



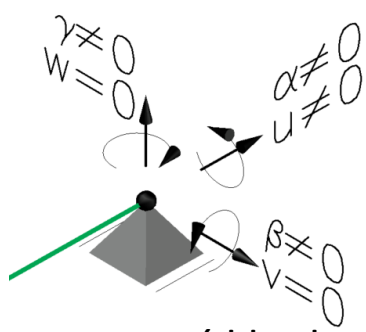
Pevný kloub
odebírání 3 SV



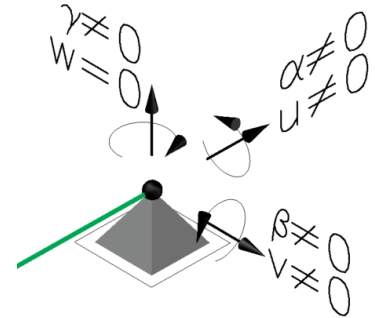
Posuvný kloub
odebírání 2 SV



Posuvný kloub
odebírání 2 SV



Posuvný kloub
odebírání 2 SV



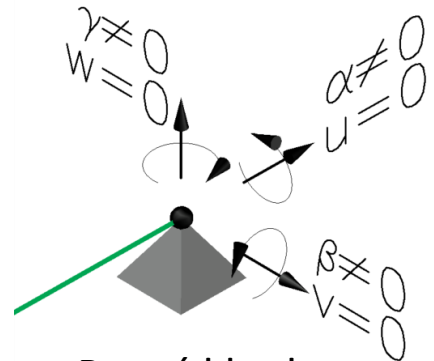
Posuvný kloub
odebírání 1 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

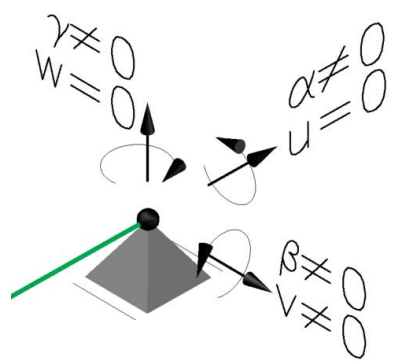
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

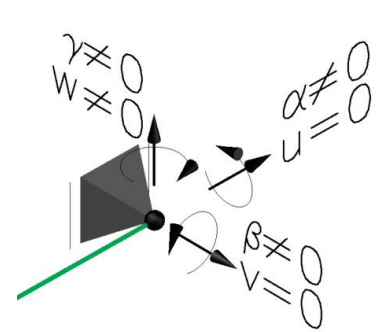
Bodové podpory



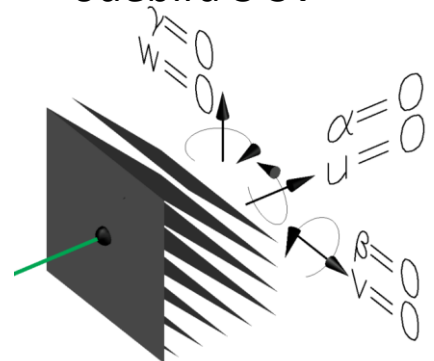
Pevný kloub
odebírání 3 SV



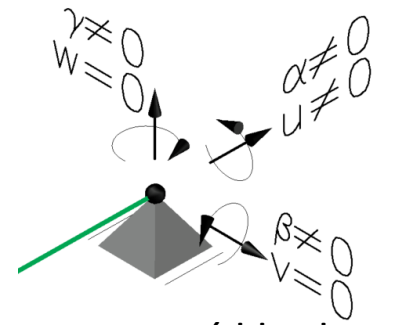
Posuvný kloub
odebírání 2 SV



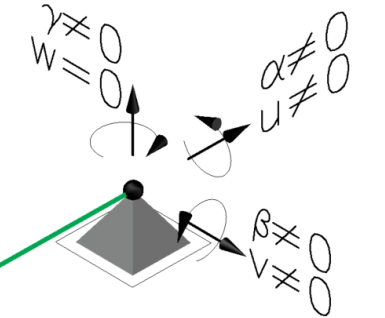
Posuvný kloub
odebírání 2 SV



Vetknutí
odebírání 6 SV



Posuvný kloub
odebírání 2 SV



Posuvný kloub
odebírání 1 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

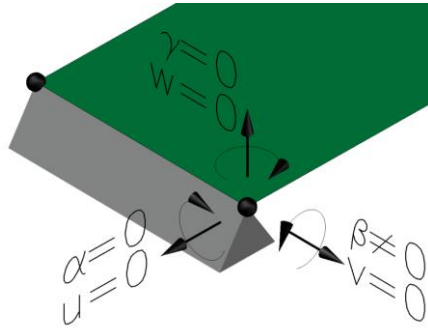
Plošné
podpory

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

Plošné
podpory



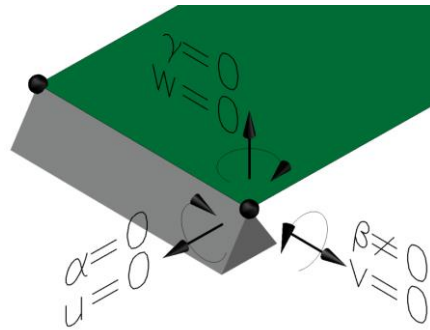
Pevný kloub
odebírání 5 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

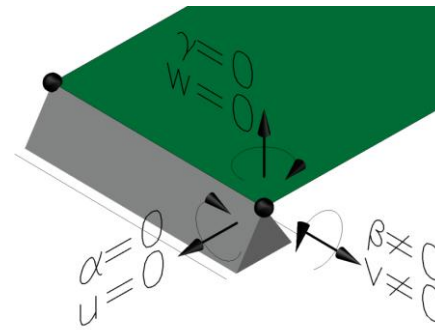
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

Plošné
podpory



Pevný kloub
odebírá 5 SV



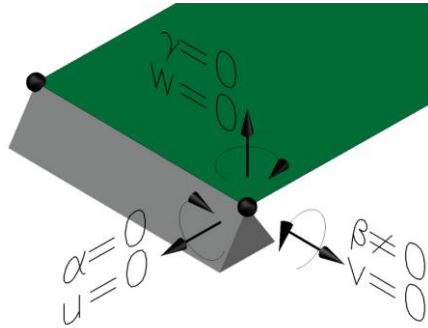
Posuvný kloub
odebírá 4 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

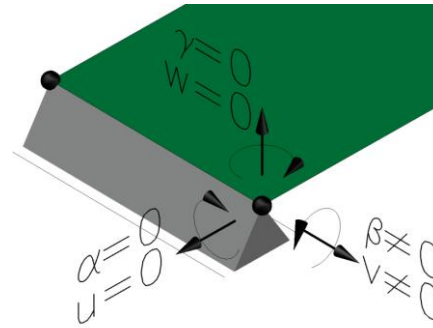
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

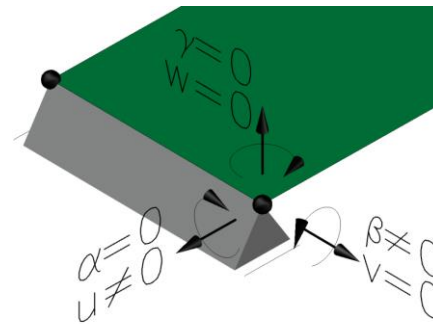
Plošné
podpory



Pevný kloub
odebírá 5 SV



Posuvný kloub
odebírá 4 SV



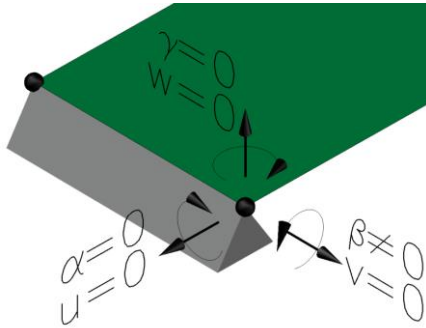
Posuvný kloub
odebírá 4 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

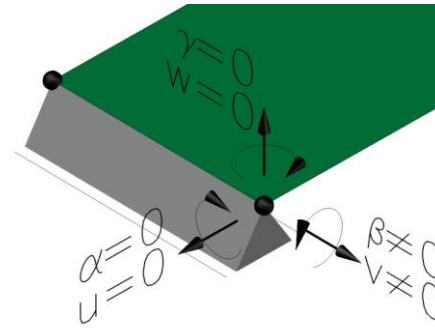
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

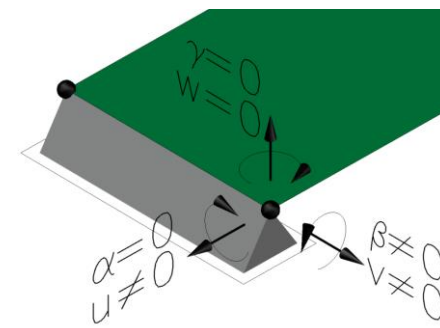
Plošné
podpory



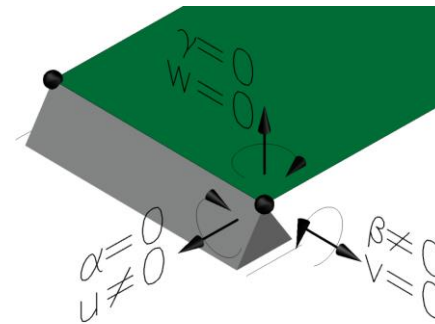
Pevný kloub
odebírá 5 SV



Posuvný kloub
odebírá 4 SV



Posuvný kloub
odebírá 3 SV



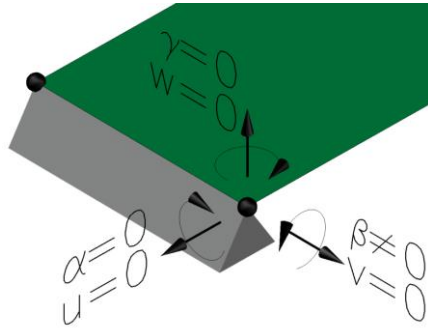
Posuvný kloub
odebírá 4 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

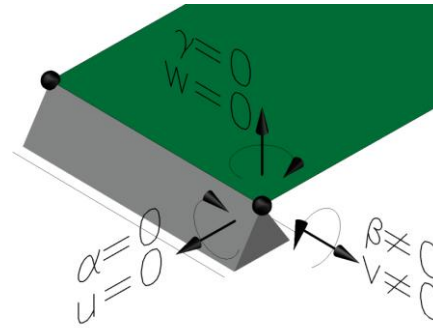
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

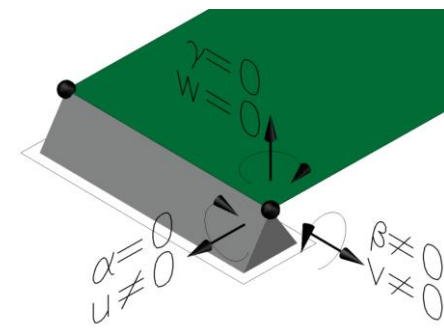
Plošné
podpory



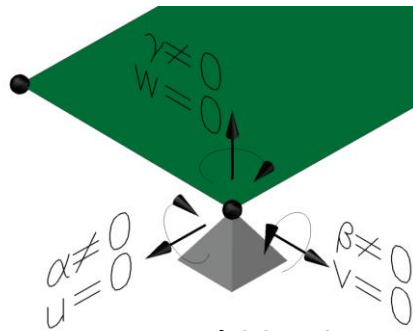
Pevný kloub
odebírá 5 SV



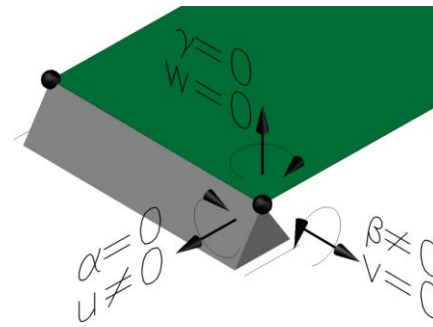
Posuvný kloub
odebírá 4 SV



Posuvný kloub
odebírá 3 SV



Pevný kloub
odebírá 3 SV



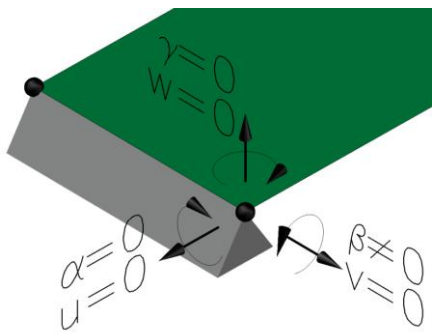
Posuvný kloub
odebírá 4 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

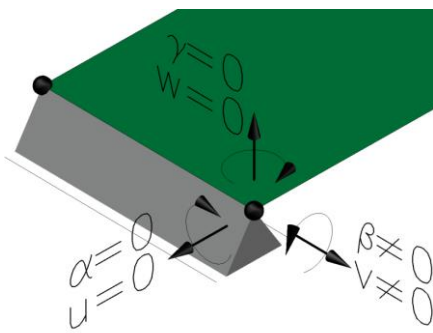
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

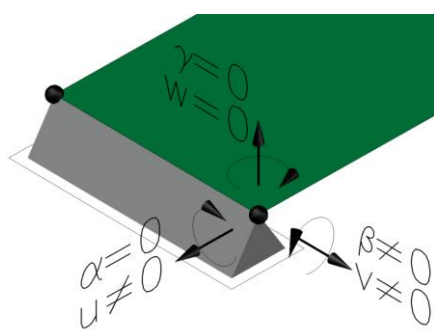
Plošné podpory



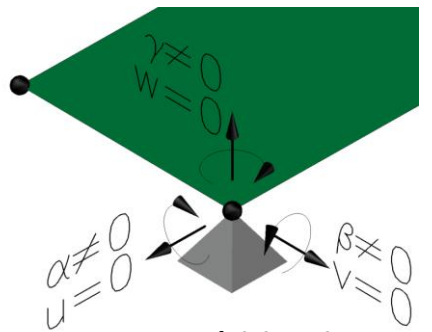
Pevný kloub
odebírá 5 SV



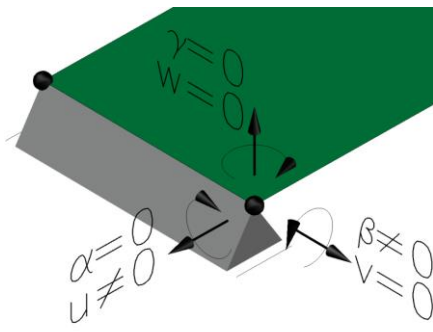
Posuvný kloub
odebírá 4 SV



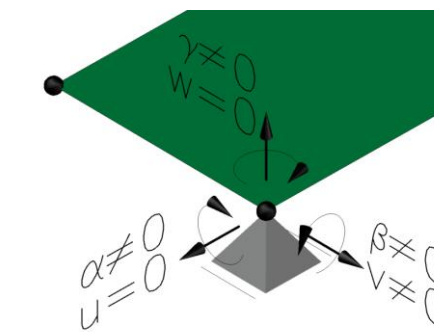
Posuvný kloub
odebírá 3 SV



Pevný kloub
odebírá 3 SV



Posuvný kloub
odebírá 4 SV



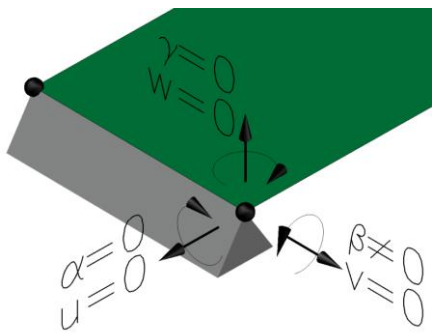
Posuvný kloub
odebírá 2 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

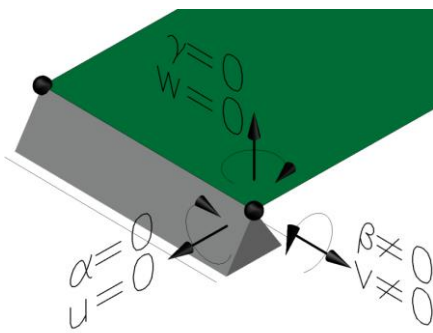
V 3D prostoru rozeznáváme 3 posuny u, v, w a 3 pootočení α, β, γ . Konstrukce/objekt tak má v 3D prostoru **6 stupňů volnosti (SV)**.

Podle typu podpory lze odebrat 1-6 stupňů volnosti

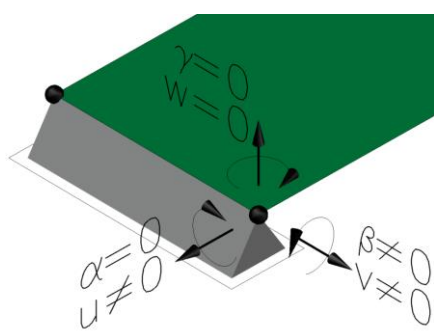
Plošné podpory



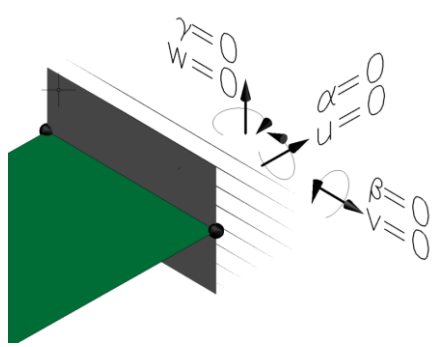
Pevný kloub
odebírá 5 SV



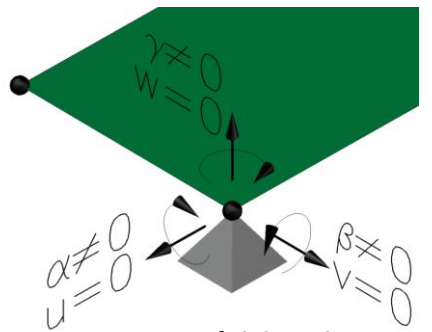
Posuvný kloub
odebírá 4 SV



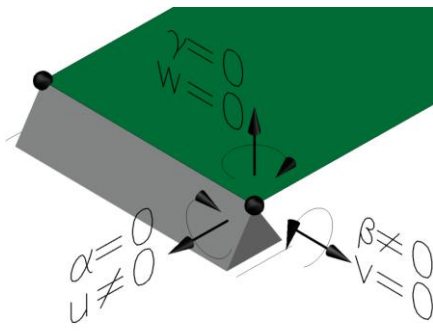
Posuvný kloub
odebírá 3 SV



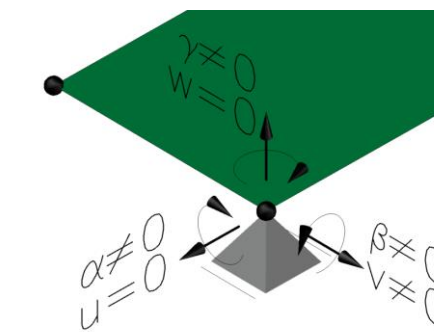
Vetknutí
odebírá 6 SV



Pevný kloub
odebírá 3 SV



Posuvný kloub
odebírá 4 SV



Posuvný kloub
odebírá 2 SV

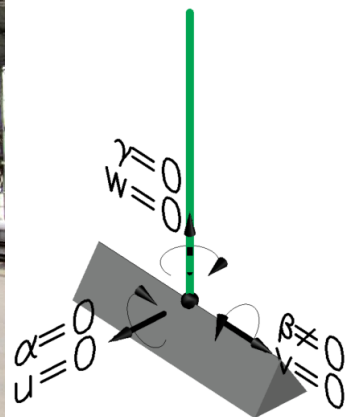
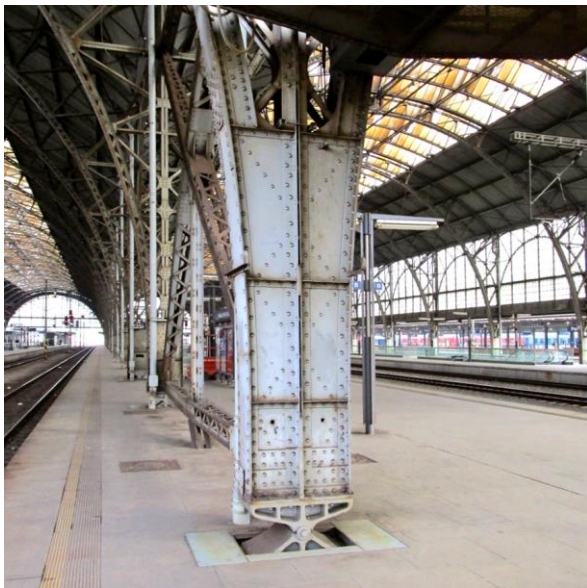
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Příklady
podepření

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Příklady
podepření

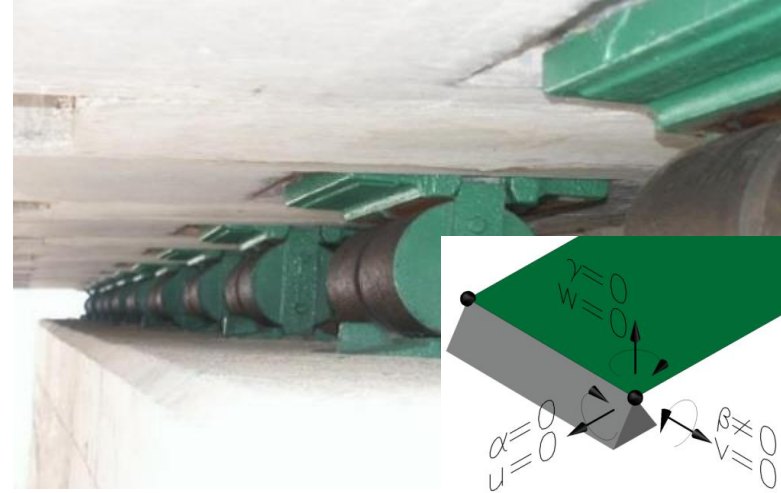
Pevný kloub – Odebírá 5 SV



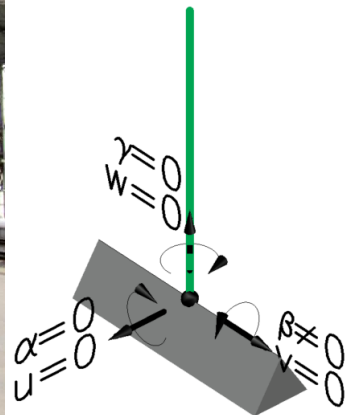
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Příklady
podepření

Pevný kloub – Odebírá 5 SV



Pevný kloub – Odebírá 5 SV



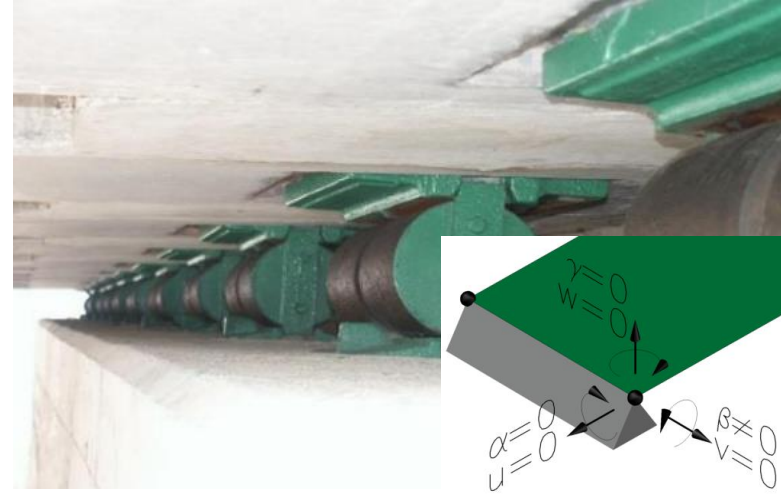
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Příklady
podepření

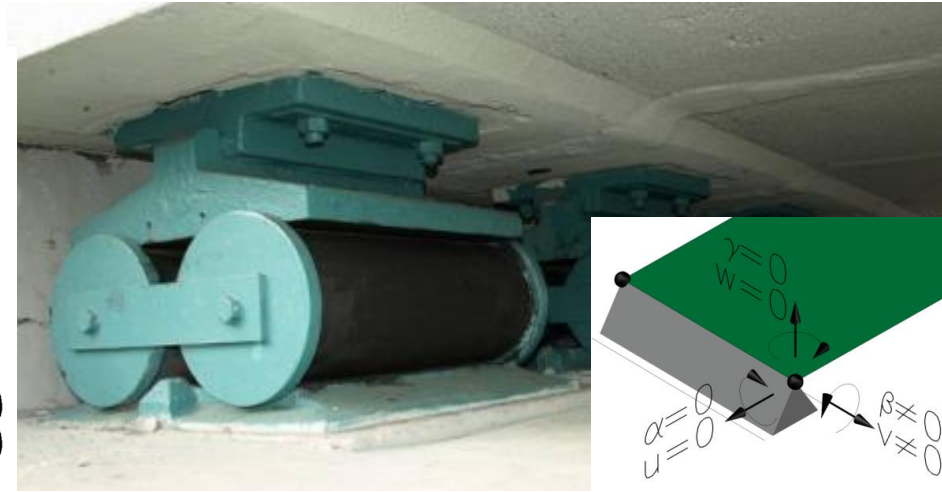
Pevný kloub – Odebírá 5 SV



Pevný kloub – Odebírá 5 SV



Posuvný kloub – Odebírá 4 SV



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Ve směrech **zamezených posunů** a pootočení vznikají v podpoře **reakce**

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Ve směrech **zamezených posunů** a pootočení vznikají v podpoře **reakce**



Silová reakce R_y :
Zabraňuje posunu ve
směru osy y

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Ve směrech **zamezených posunů** a pootočení vznikají v podpoře **reakce**



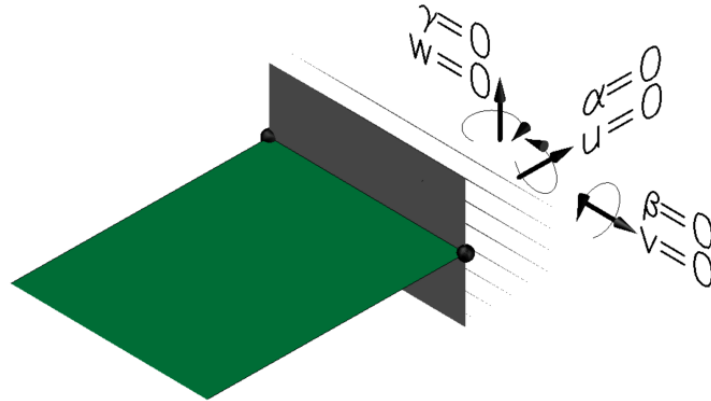
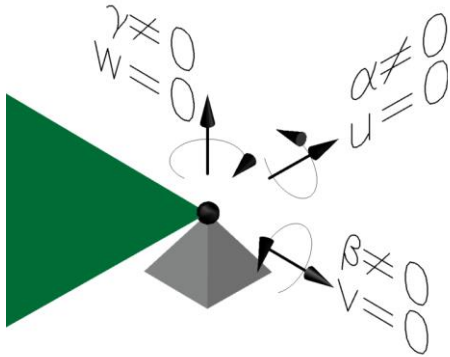
Momentová reakce M_y :
Zabraňuje pootočené
okolo osy y



Silová reakce R_y :
Zabraňuje posunu ve
směru osy y

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Ve směrech **zamezených posunů** a pootočení vznikají v podpoře **reakce**



Momentová reakce M_y :
Zabraňuje pootočení
okolo osy y



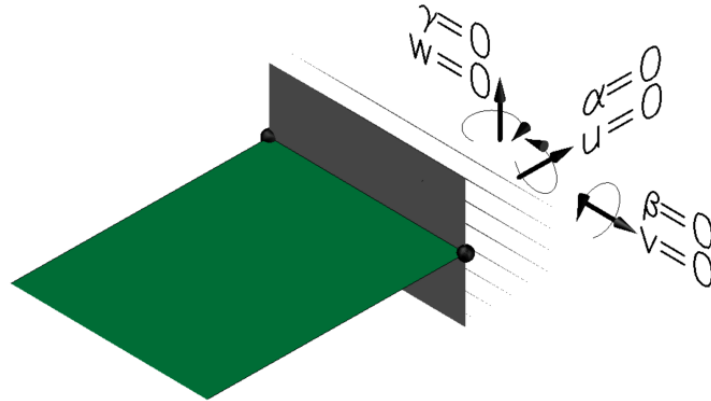
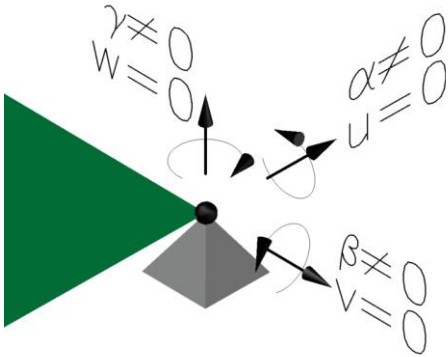
Silová reakce R_y :
Zabraňuje posunu ve
směru osy y

Pevný kloub odebírá 3 SV

Vetknutí odebírá 6 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Ve směrech **zamezených posunů** a pootočení vznikají v podpoře **reakce**



Momentová reakce M_y :
Zabraňuje pootočení
okolo osy y



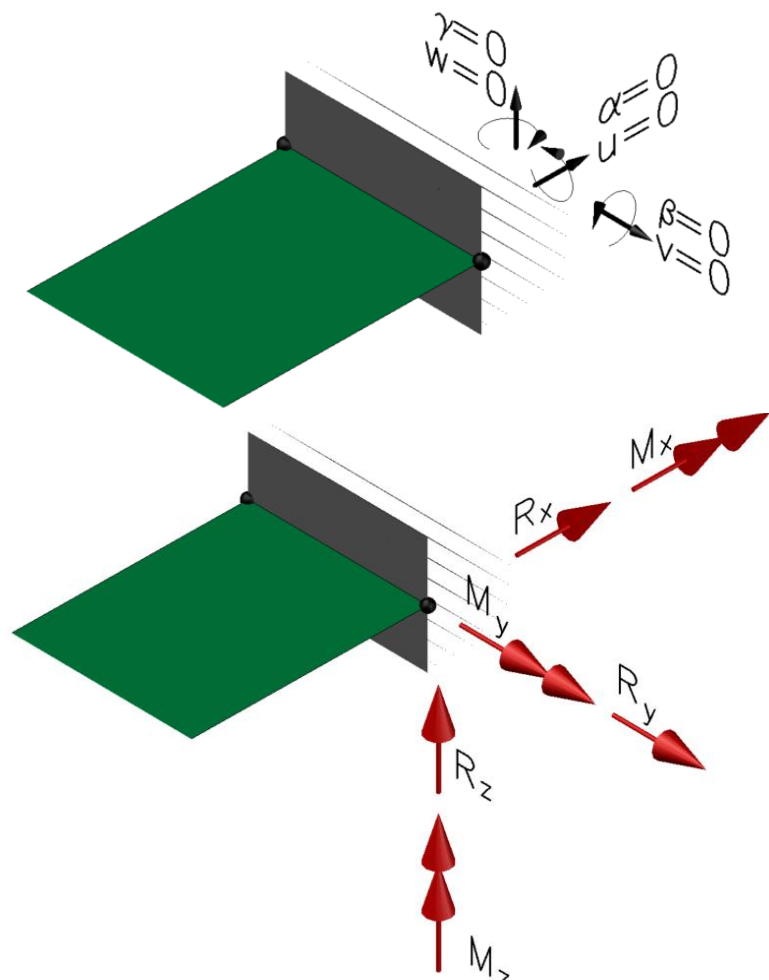
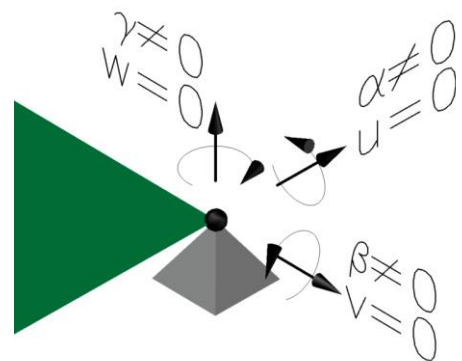
Silová reakce R_y :
Zabraňuje posunu ve
směru osy y

Pevný kloub odebírá 3 SV

Vetknutí odebírá 6 SV

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Ve směrech **zamezených posunů** a pootočení vznikají v podpoře **reakce**



Momentová reakce M_y :
Zabraňuje pootočené
okolo osy y



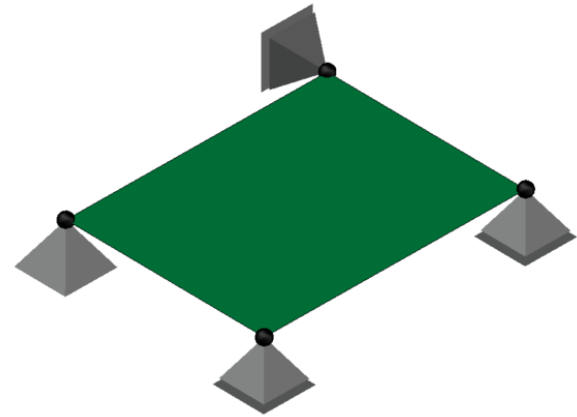
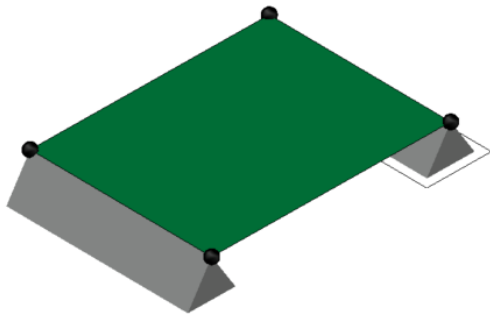
Silová reakce R_y :
Zabraňuje posunu ve
směru osy y

Pevný kloub odebírá 3 SV

Vetknutí odebírá 6 SV

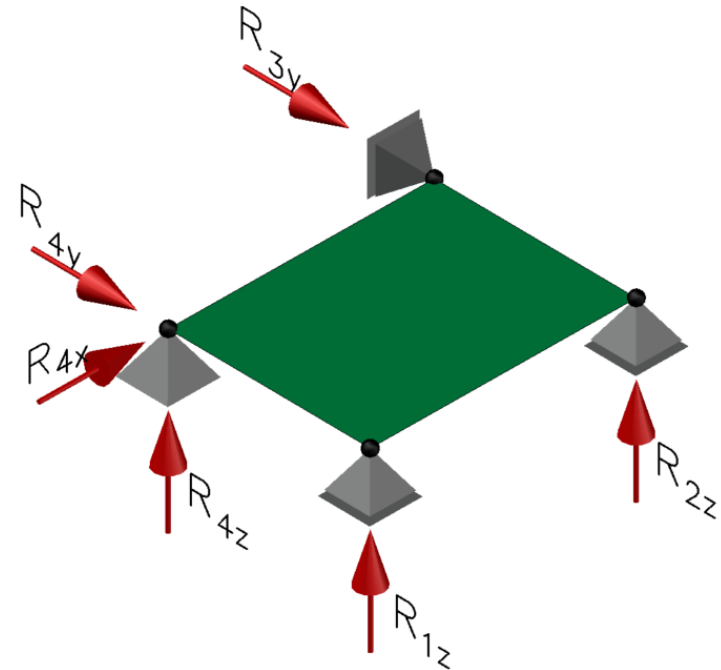
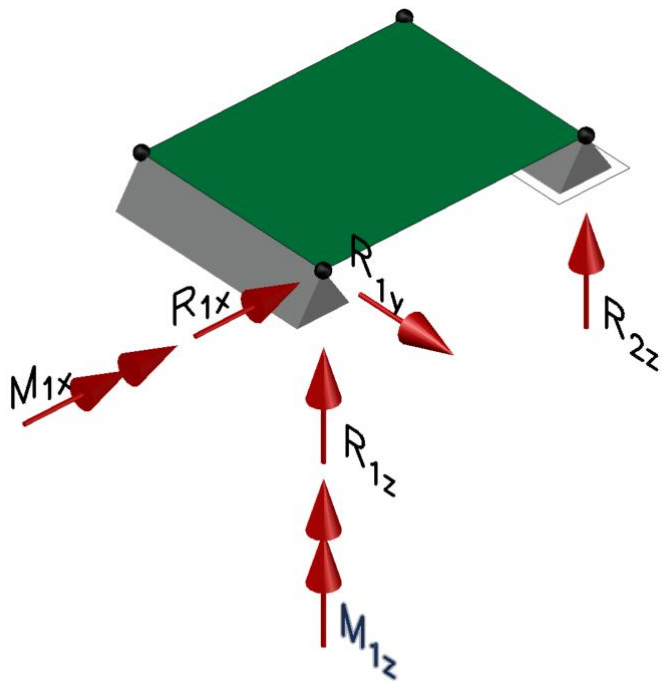
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Podpory musí být na konstrukci umístěny tak, aby bylo zabráněno pootočení a posunutí konstrukce nebo její části



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Podpory musí být na konstrukci umístěny tak, aby bylo zabráněno pootočení a posunutí konstrukce nebo její části



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

$$SV \times (n - 1)$$

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

Počet odebíraných stupňů volnosti

Počet spojovaných prutů

$$SV \times (n - 1)$$

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

Počet odebíraných stupňů volnosti

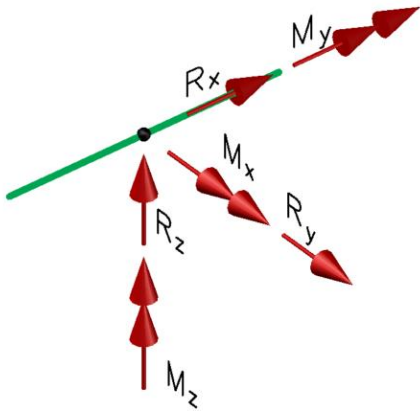
Počet spojovaných prutů

$$\text{SV} \times (n - 1)$$

Tuhé spojení ●

$$6 \times (n - 1)$$

$$6 \times (2 - 1) = 6$$



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

Počet odebíraných stupňů volnosti

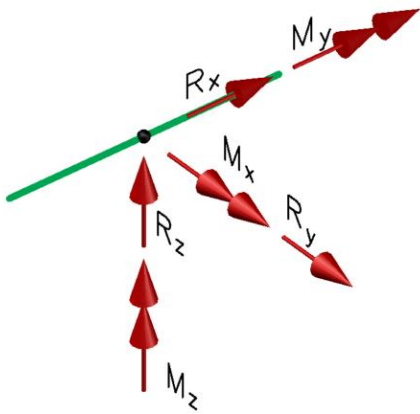
Počet spojovaných prutů

$$\text{SV} \times (n - 1)$$

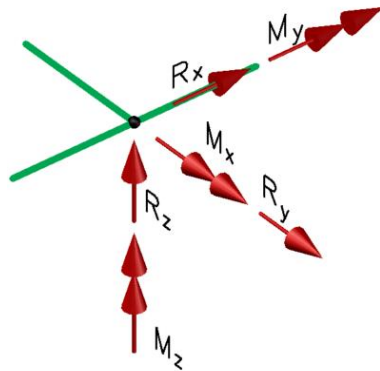
Tuhé spojení ●

$$6 \times (n - 1)$$

$$6 \times (2 - 1) = 6$$



$$6 \times (3 - 1) = 12$$



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

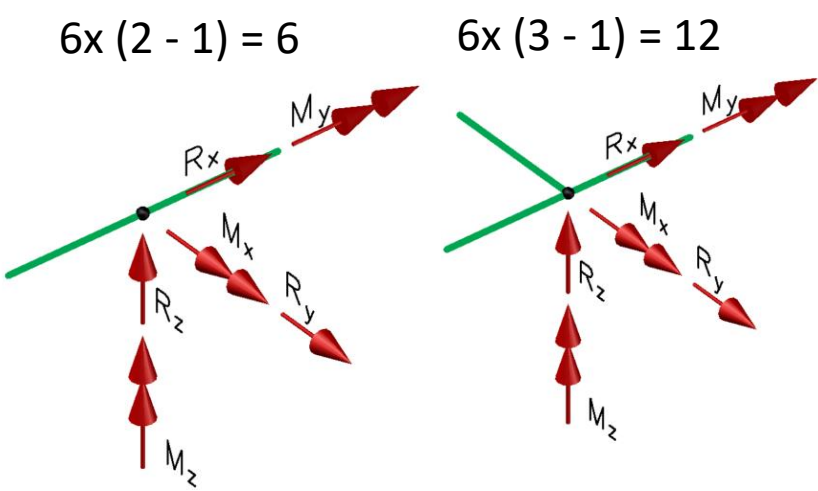
Počet odebíraných stupňů volnosti

Počet spojovaných prutů

$$SV \times (n - 1)$$

Tuhé spojení ●
 $6 \times (n - 1)$

Kloubové spojení ○
 $3 \times (n - 1)$



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

Počet odebíraných stupňů volnosti

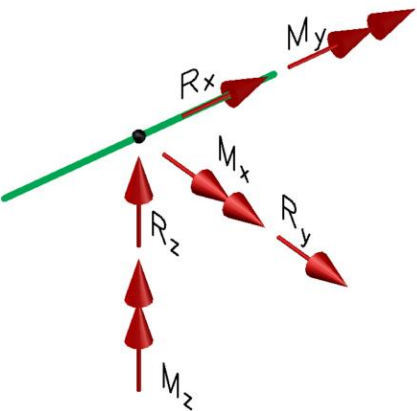
$$SV \times (n - 1)$$

Počet spojovaných prutů

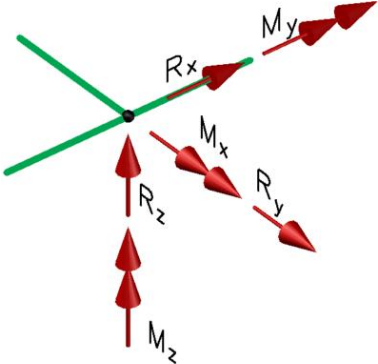
Tuhé spojení ●
 $6 \times (n - 1)$

Kloubové spojení ○
 $3 \times (n - 1)$

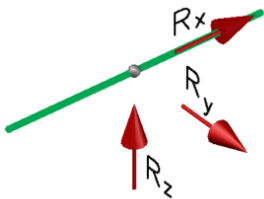
$6 \times (2 - 1) = 6$



$6 \times (3 - 1) = 12$



$3 \times (2 - 1) = 3$



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

Části konstrukce jsou spojovány tzv. **vnitřními vazbami (styčníky)**

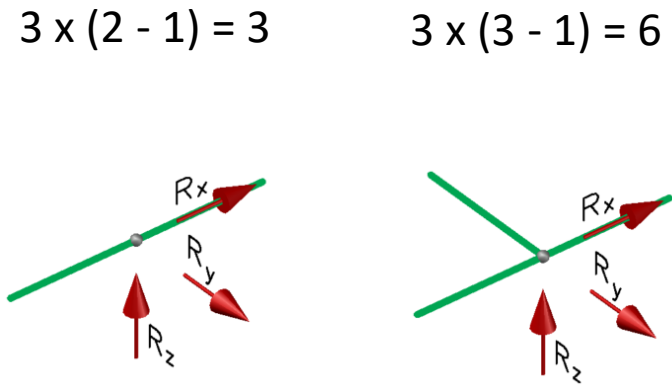
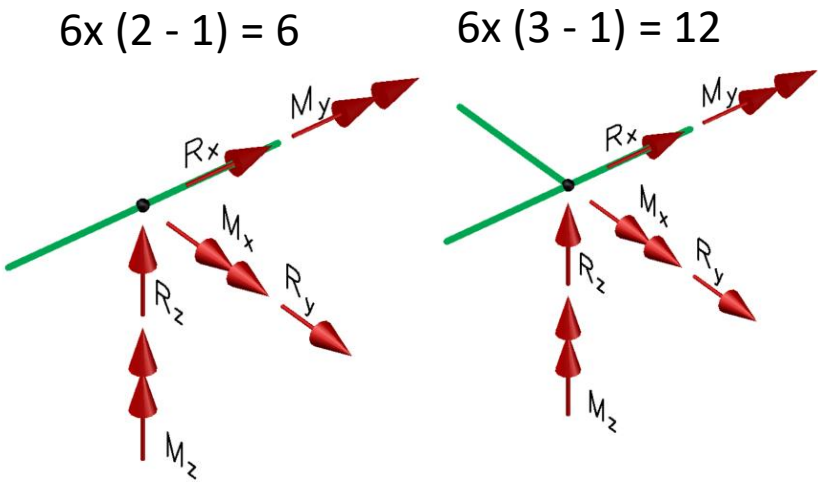
Počet odebíraných stupňů volnosti

$$SV \times (n - 1)$$

Počet spojovaných prutů

Tuhé spojení ●
 $6 \times (n - 1)$

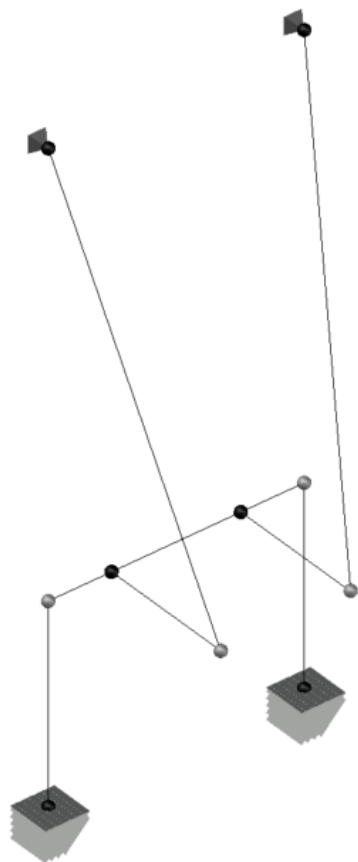
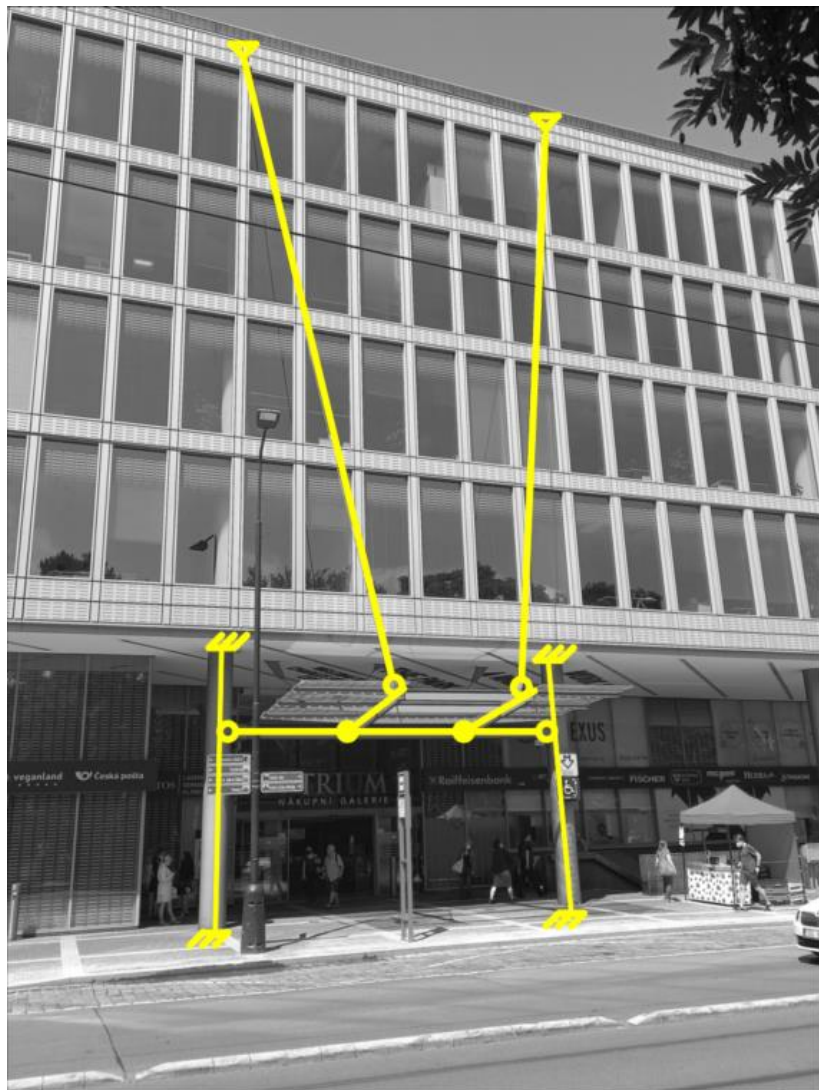
Kloubové spojení ○
 $3 \times (n - 1)$



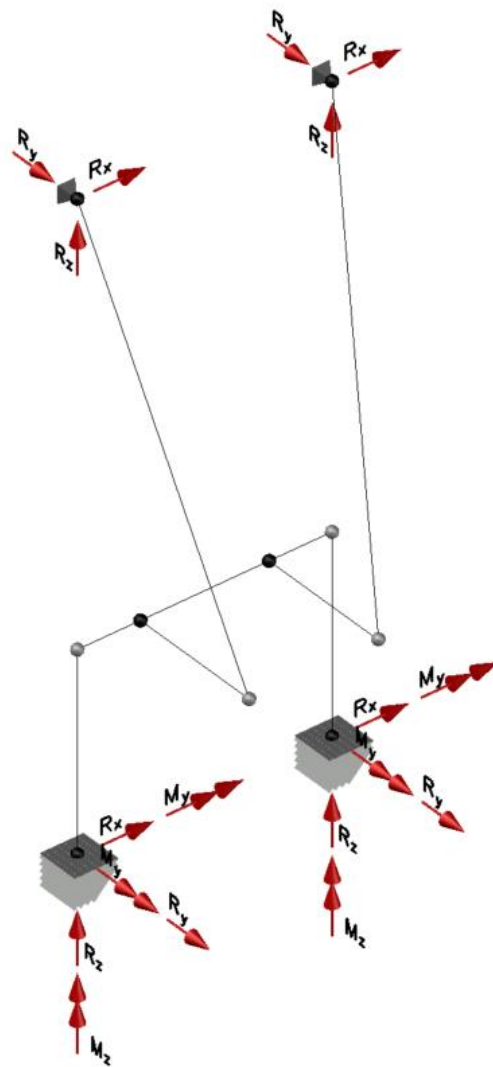
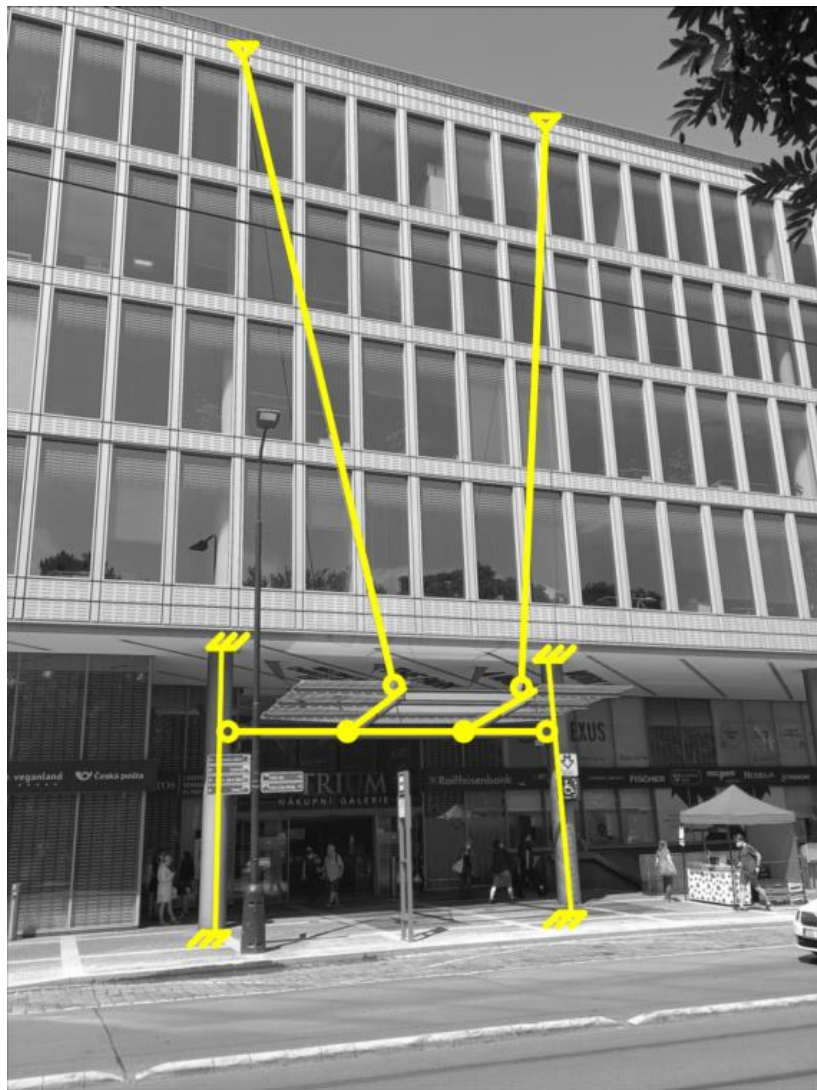
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



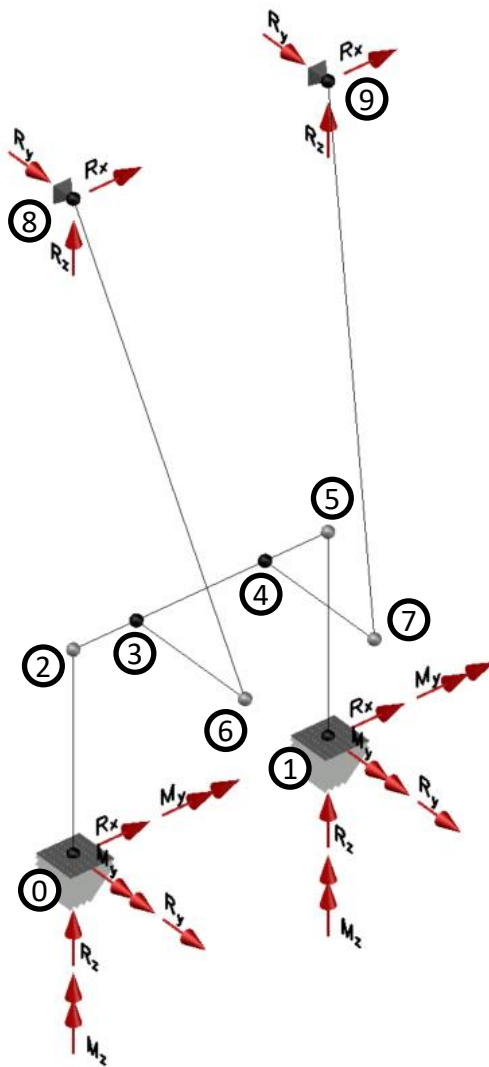
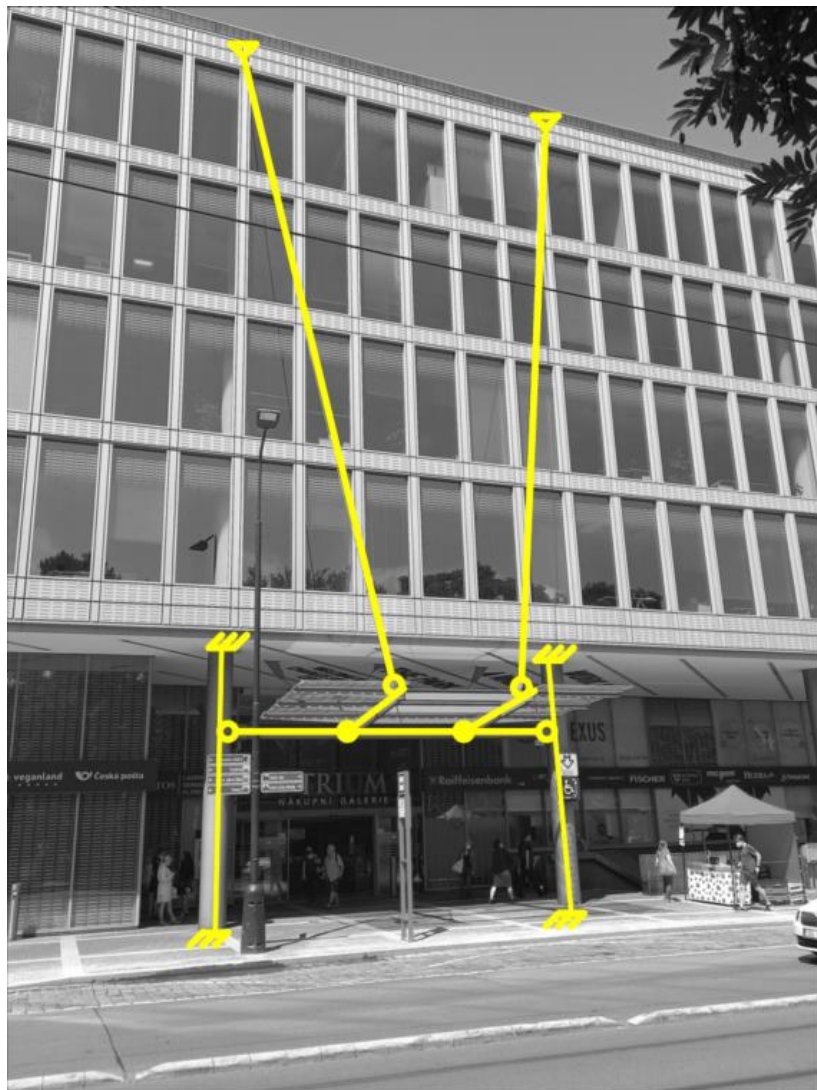
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



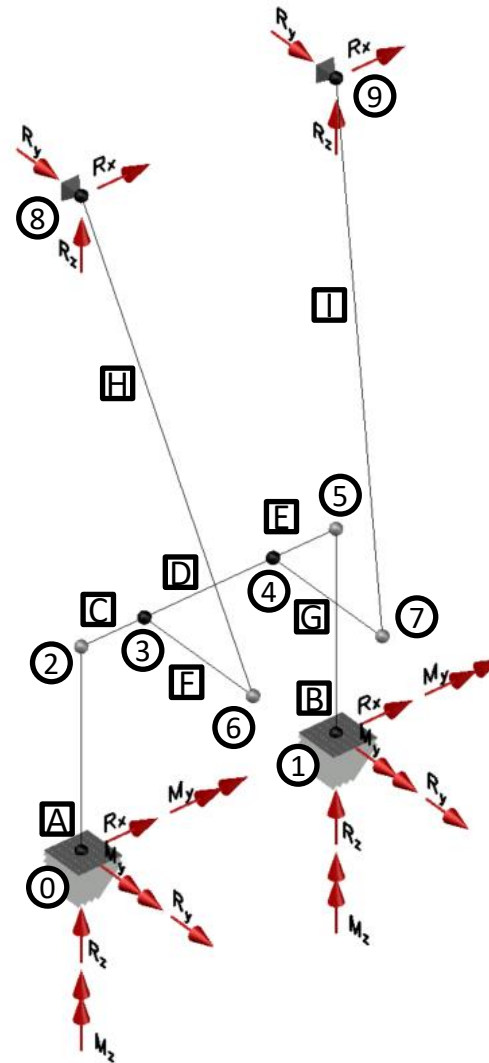
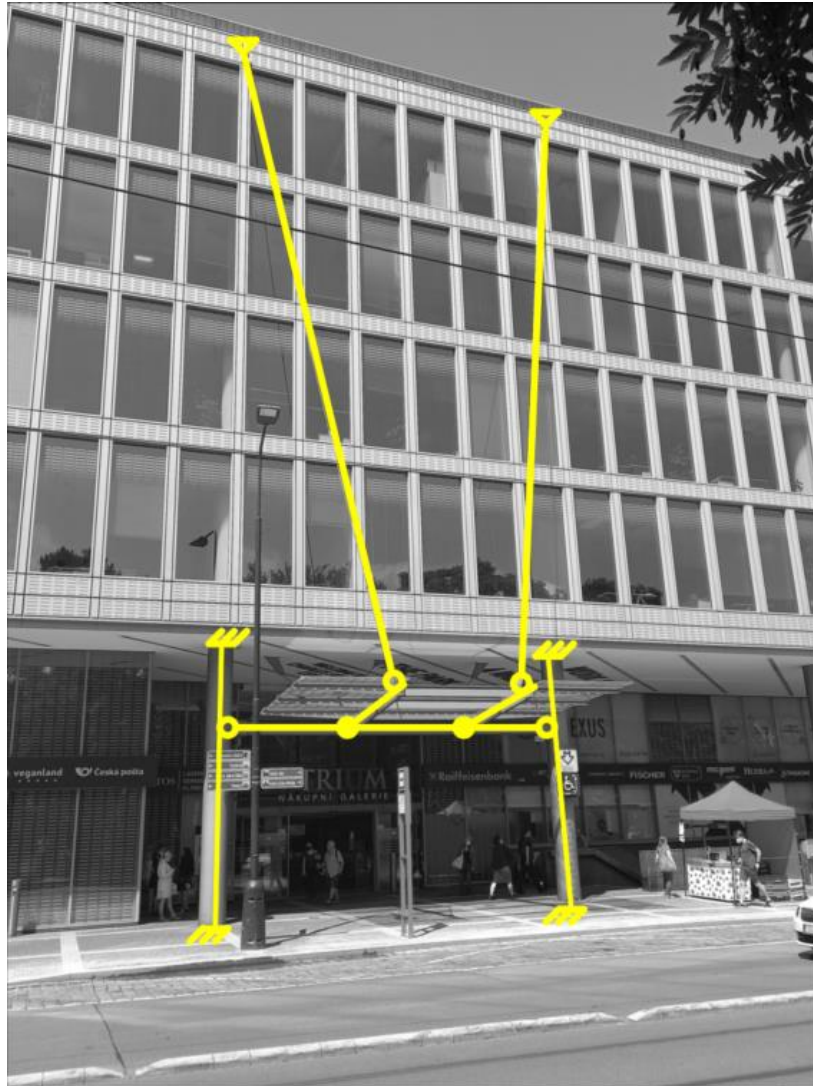
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



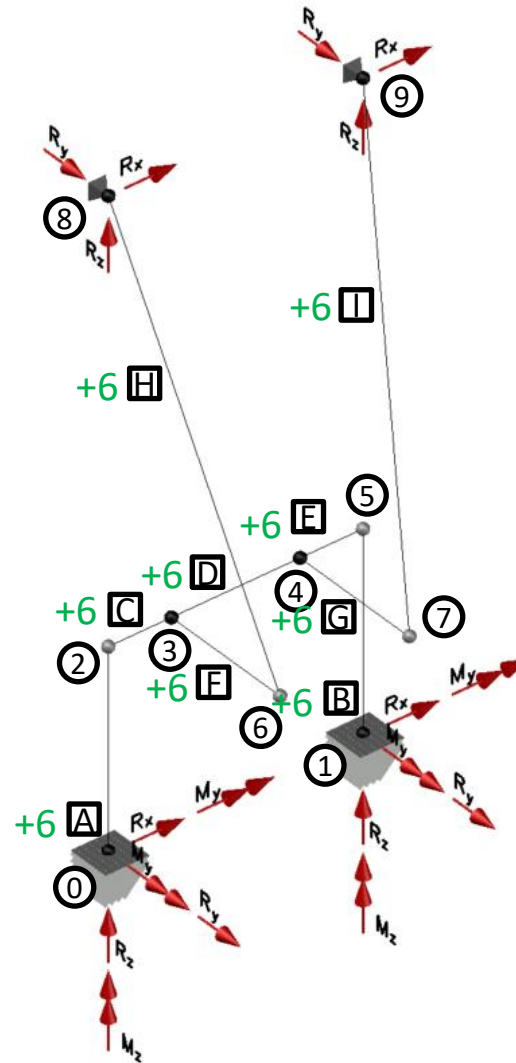
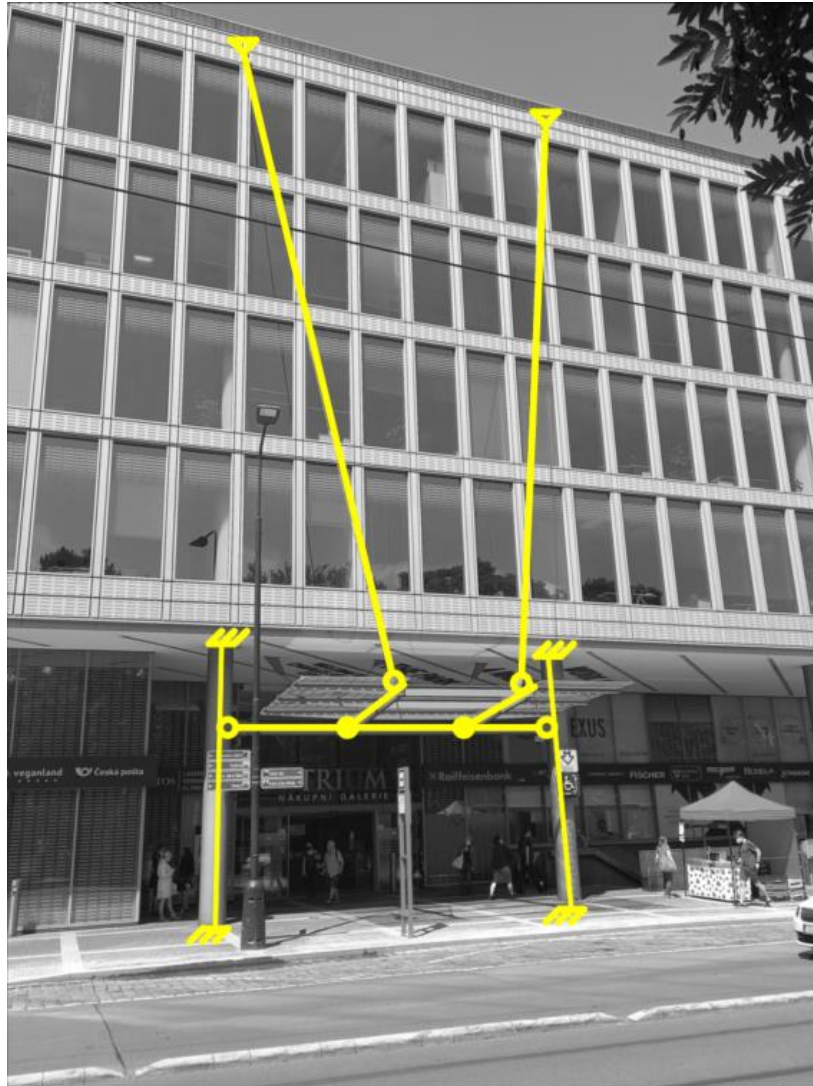
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



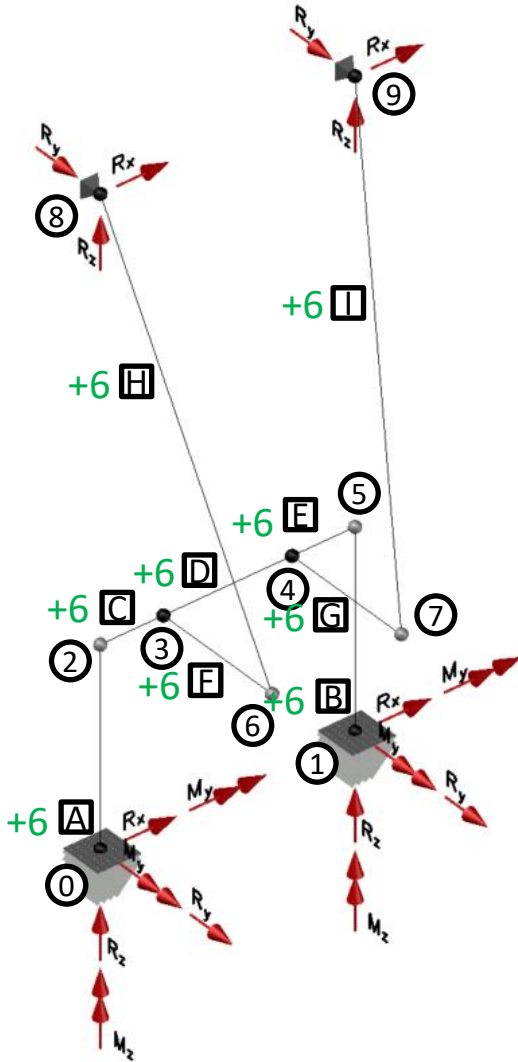
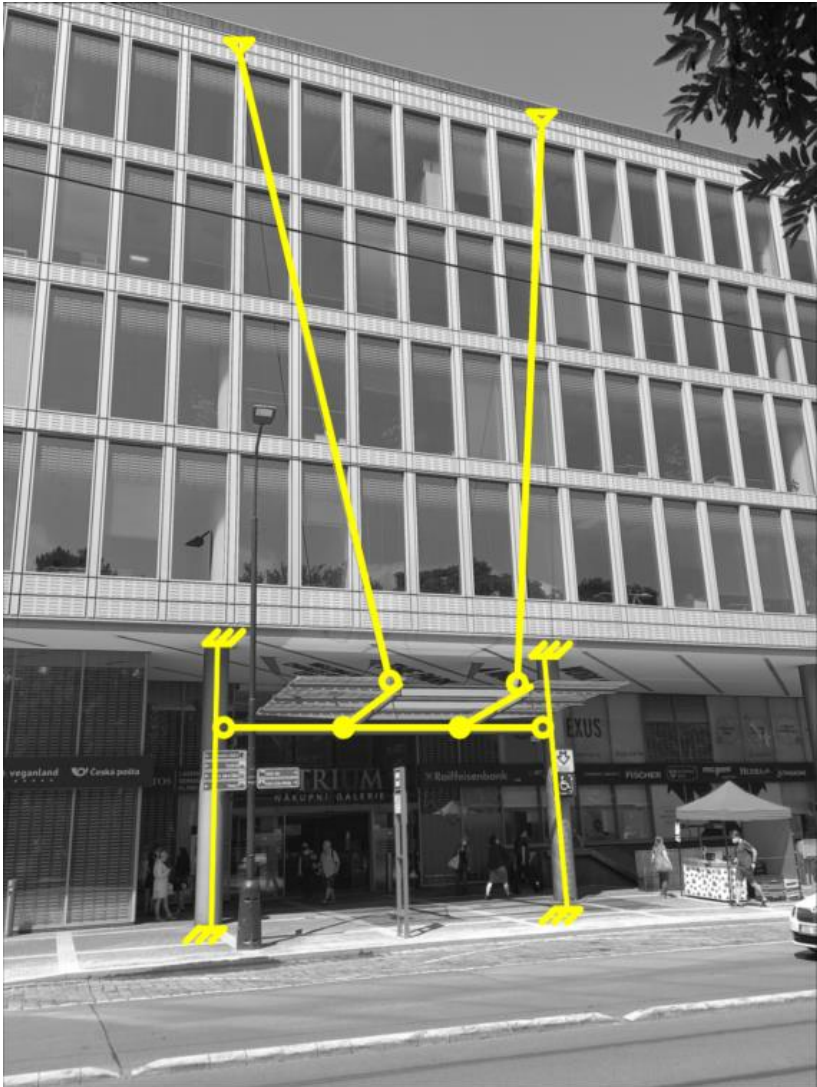
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

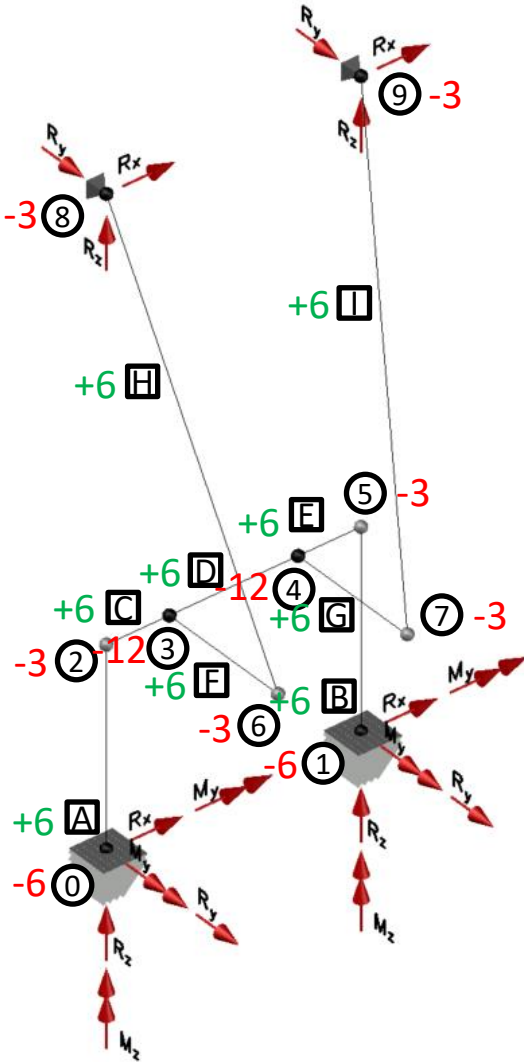
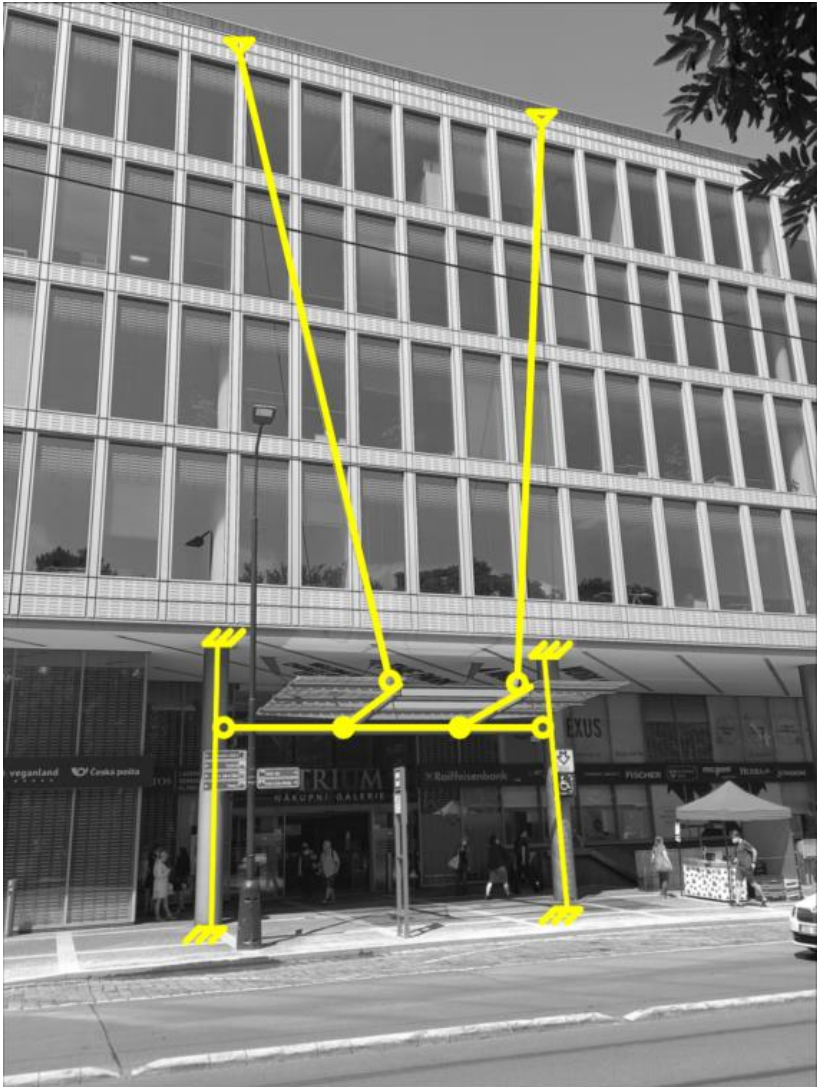


PRUTY

- A: +6
- B: +6
- C: +6
- D: +6
- E: +6
- F: +6
- G: +6
- H: +6
- I : +6

SV = 54

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

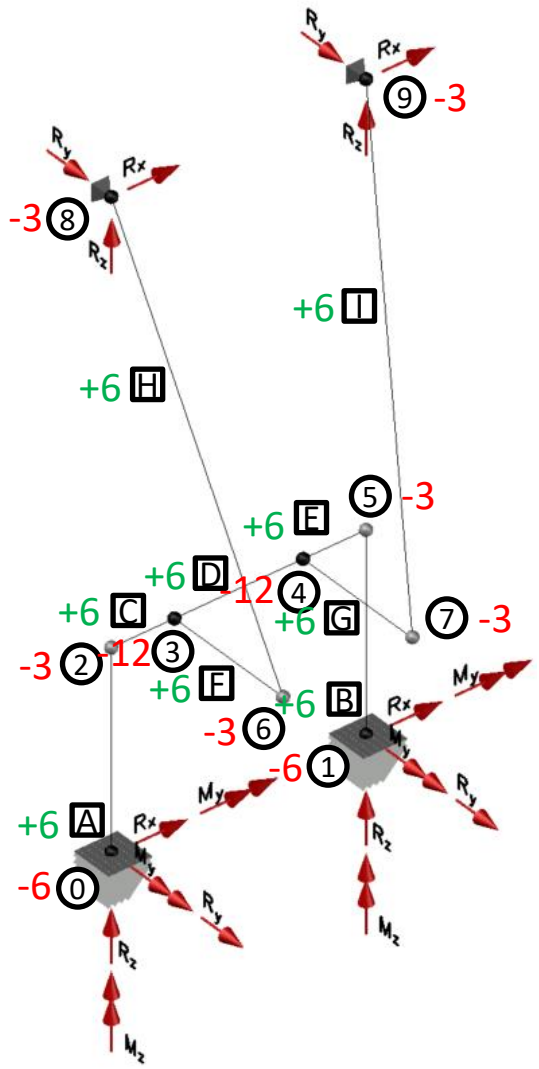
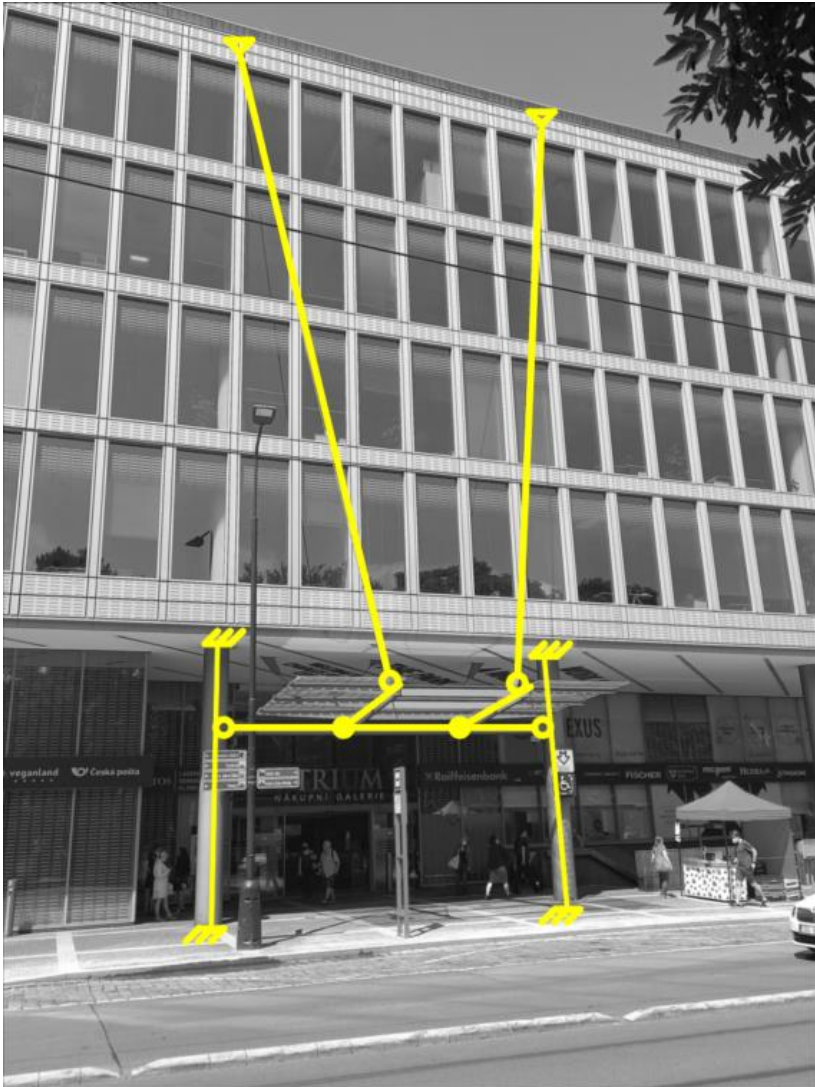


PRUTY

- A: +6
- B: +6
- C: +6
- D: +6
- E: +6
- F: +6
- G: +6
- H: +6
- I : +6

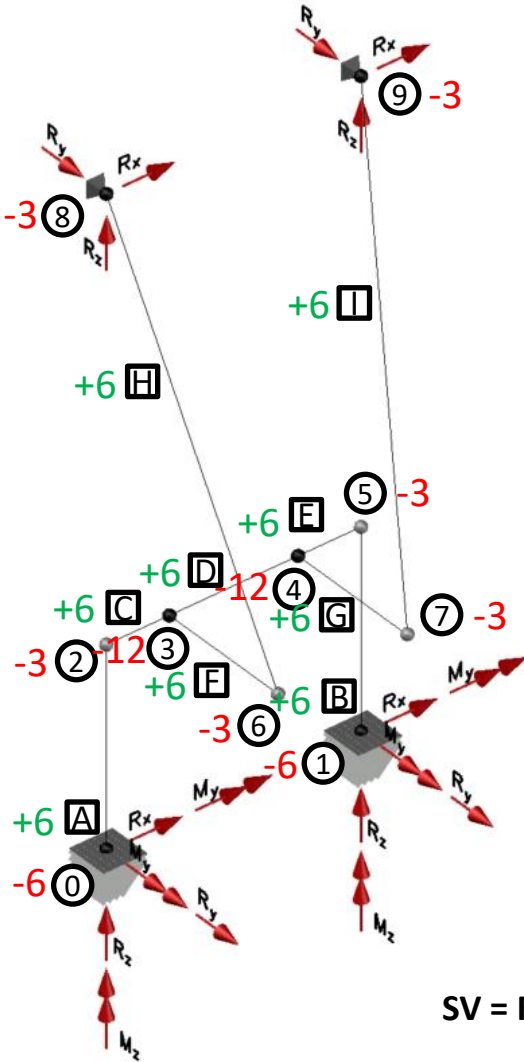
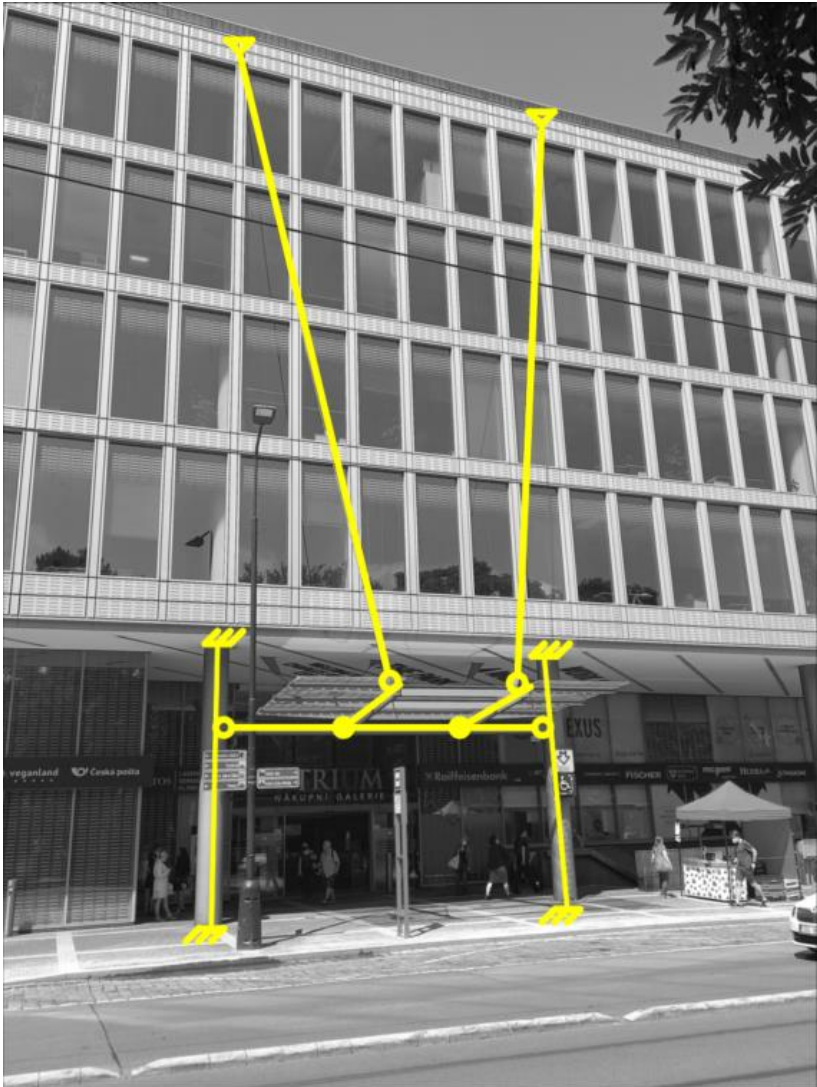
SV = 54

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



PRUTY	PODPORY & STYČNÍKY
A: +6	0: -6
B: +6	1: -6
C: +6	2: -3
D: +6	3: -12
E: +6	4: -12
F: +6	5: -3
G: +6	6: -3
H: +6	7: -3
I: +6	8: -3
	9: -3
SV = 54	R = -54

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE



PRUTY	PODPORY & STYČNÍKY
A: +6	0: -6
B: +6	1: -6
C: +6	2: -3
D: +6	3: -12
E: +6	4: -12
F: +6	5: -3
G: +6	6: -3
H: +6	7: -3
I: +6	8: -3
	9: -3
SV = 54	R = -54

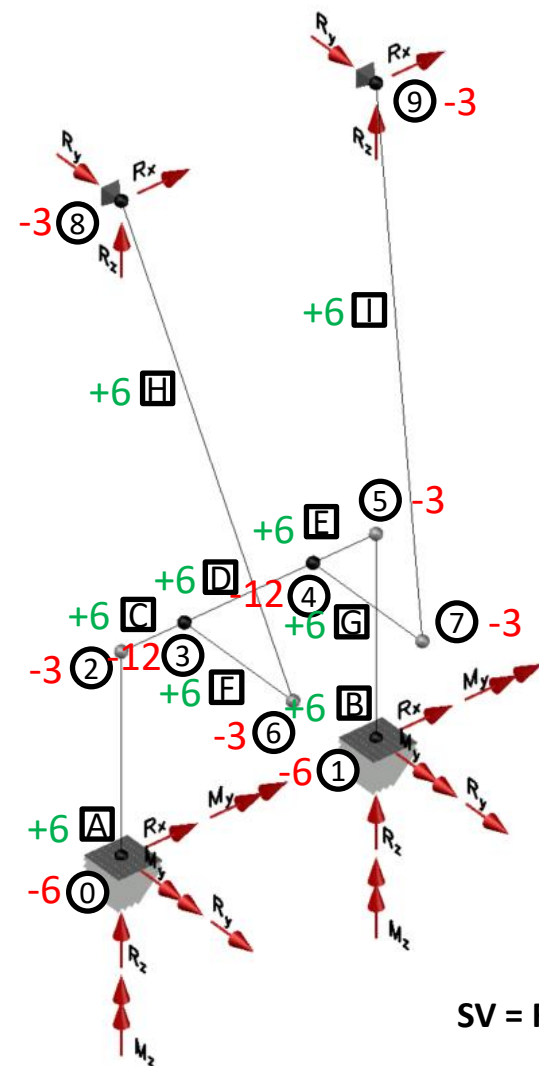
SV = R => Staticky určitá konstrukce

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

- Podpory a vnitřní vazby (R) odebírají stejný počet stupňů volnosti (SV) jaký přísluší stavební konstrukci, tedy 54. Platí:

$$SV = R$$

Hovoříme tak o **staticky určité konstrukci**.



PRUTY	PODPORY & STYČNÍKY
A: +6	0: -6
B: +6	1: -6
C: +6	2: -3
D: +6	3: -12
E: +6	4: -12
F: +6	5: -3
G: +6	6: -3
H: +6	7: -3
I : +6	8: -3
	9: -3
SV = 54	R = -54

SV = R => Staticky určitá konstrukce

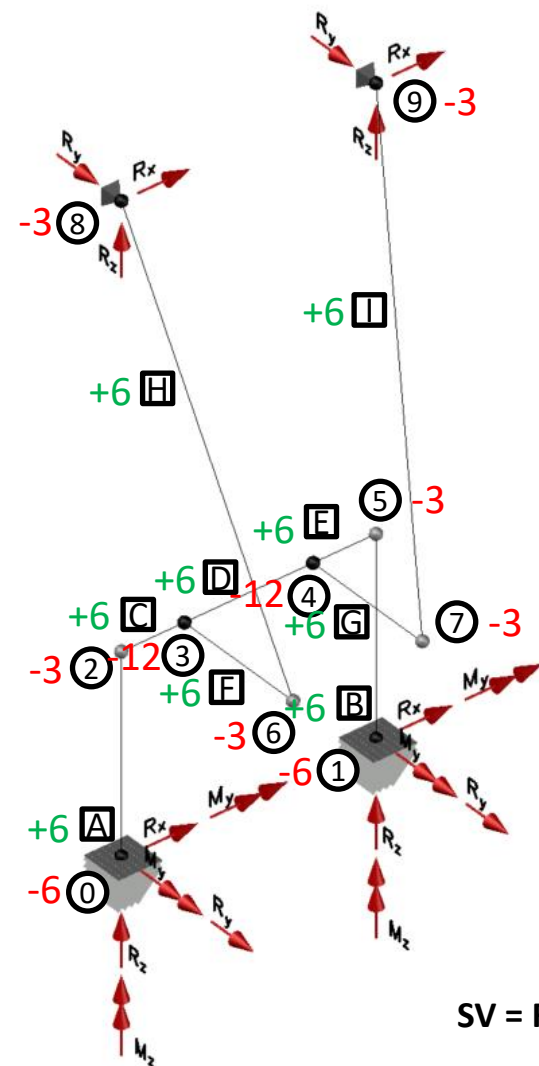
PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

- Podpory a vnitřní vazby (R) odebírají stejný počet stupňů volnosti (SV) jaký přísluší stavební konstrukci, tedy 54. Platí:

$$SV = R$$

- Hovoříme tak o **staticky určité konstrukci**.
- V případě, že vnitřní vazby a reakce odebírají více stupňů volnosti, hovoříme o **staticky neurčité konstrukci** a platí:

$$SV < R$$



PRUTY	PODPORY & STYČNÍKY
A: +6	0: -6
B: +6	1: -6
C: +6	2: -3
D: +6	3: -12
E: +6	4: -12
F: +6	5: -3
G: +6	6: -3
H: +6	7: -3
I : +6	8: -3
	9: -3
SV = 54	R = -54

SV = R => Staticky určitá konstrukce

PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE

- Podpory a vnitřní vazby (R) odebírají stejný počet stupňů volnosti (SV) jaký přísluší stavební konstrukci, tedy 54. Platí:

$$SV = R$$

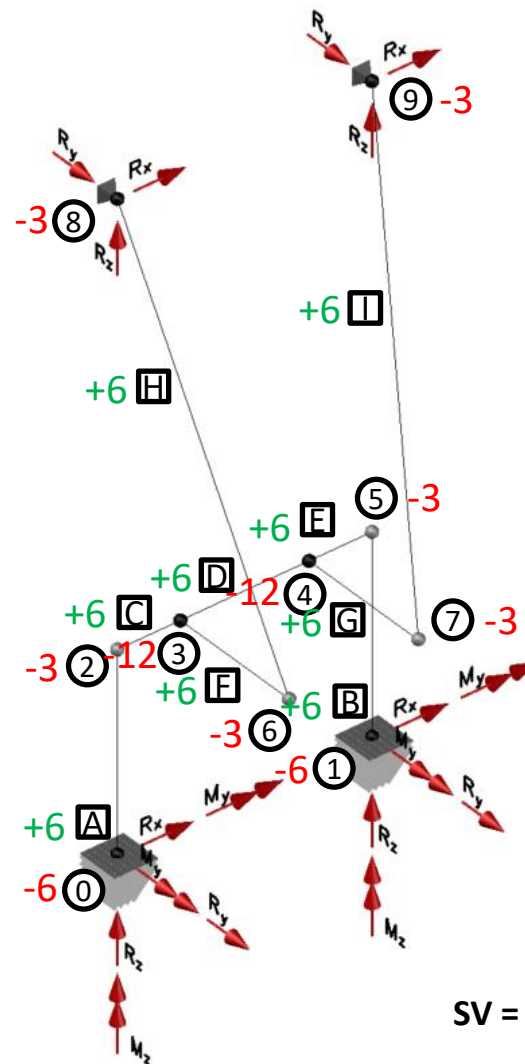
Hovoříme tak o **staticky určité konstrukci.**

- V případě, že vnitřní vazby a reakce odebírají více stupňů volnosti, hovoříme o **staticky neurčité konstrukci** a platí:

$$SV < R$$

- Pokud podpory odebírají méně stupňů volnosti než konstrukce má, jedná se o **staticky přeurčitou konstrukci** a platí:

$$SV > R$$



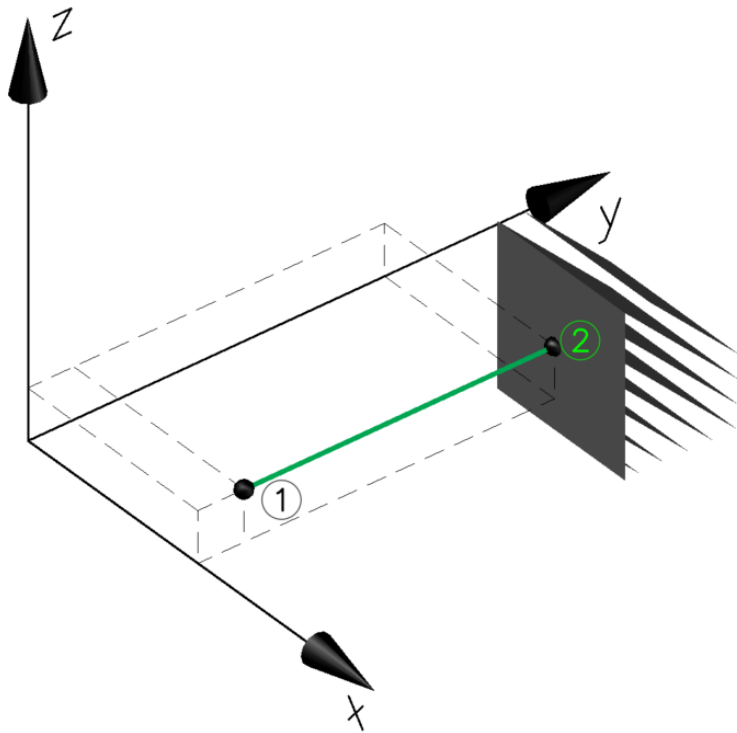
PRUTY	PODPORY & STYČNÍKY
A: +6	0: -6
B: +6	1: -6
C: +6	2: -3
D: +6	3: -12
E: +6	4: -12
F: +6	5: -3
G: +6	6: -3
H: +6	7: -3
I : +6	8: -3
	9: -3
SV = 54	R = -54

SV = R => Staticky určitá konstrukce

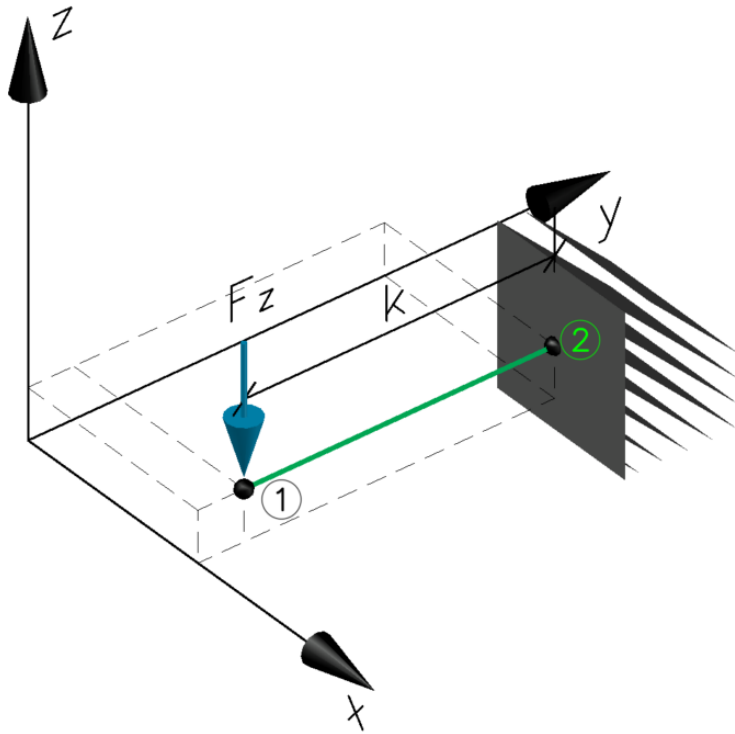
- **PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE**
- **ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI**

- **PODPORY A PODEPŘENÍ KONSTRUKCE**
- **ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI**

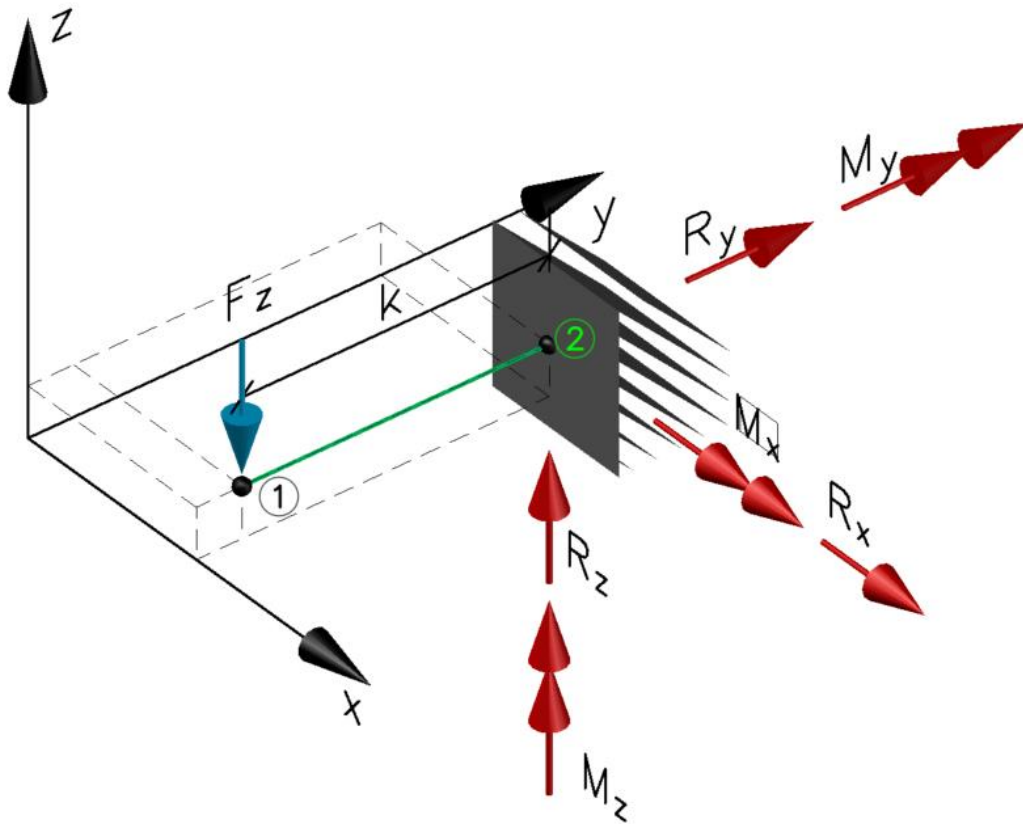
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



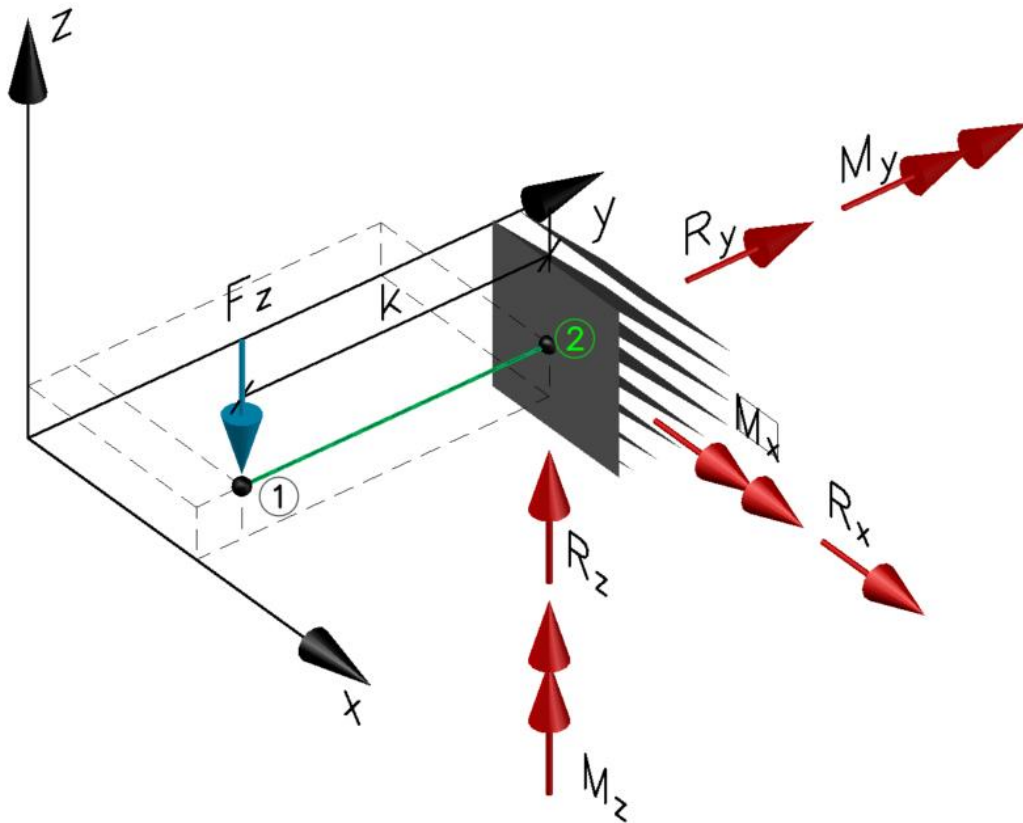
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

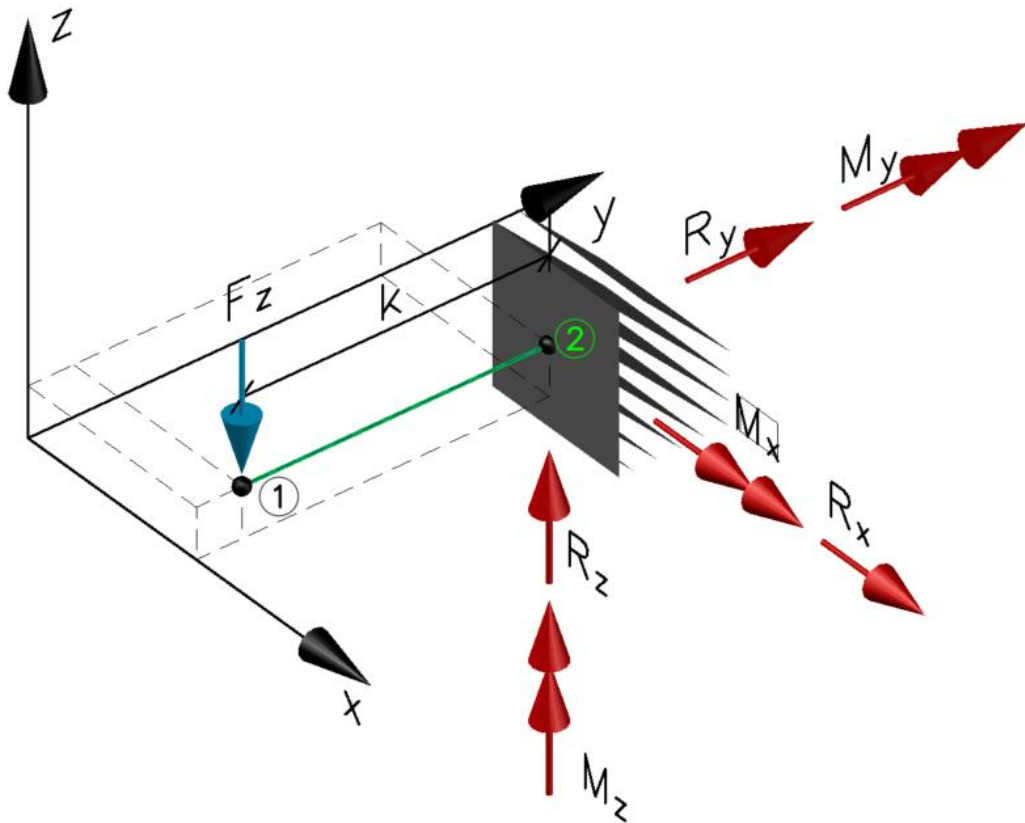


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$\rightarrow x: R_x = 0$

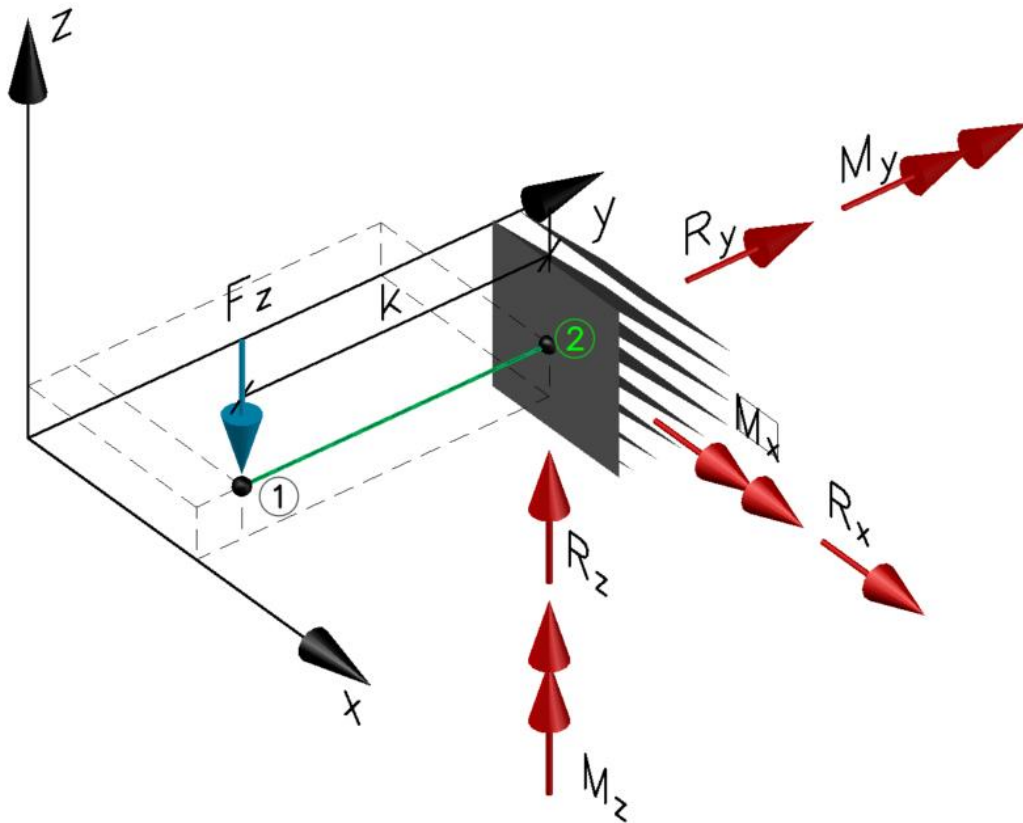
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$\swarrow$ $X: R_x = 0$

$\nearrow$ $Y: R_y = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

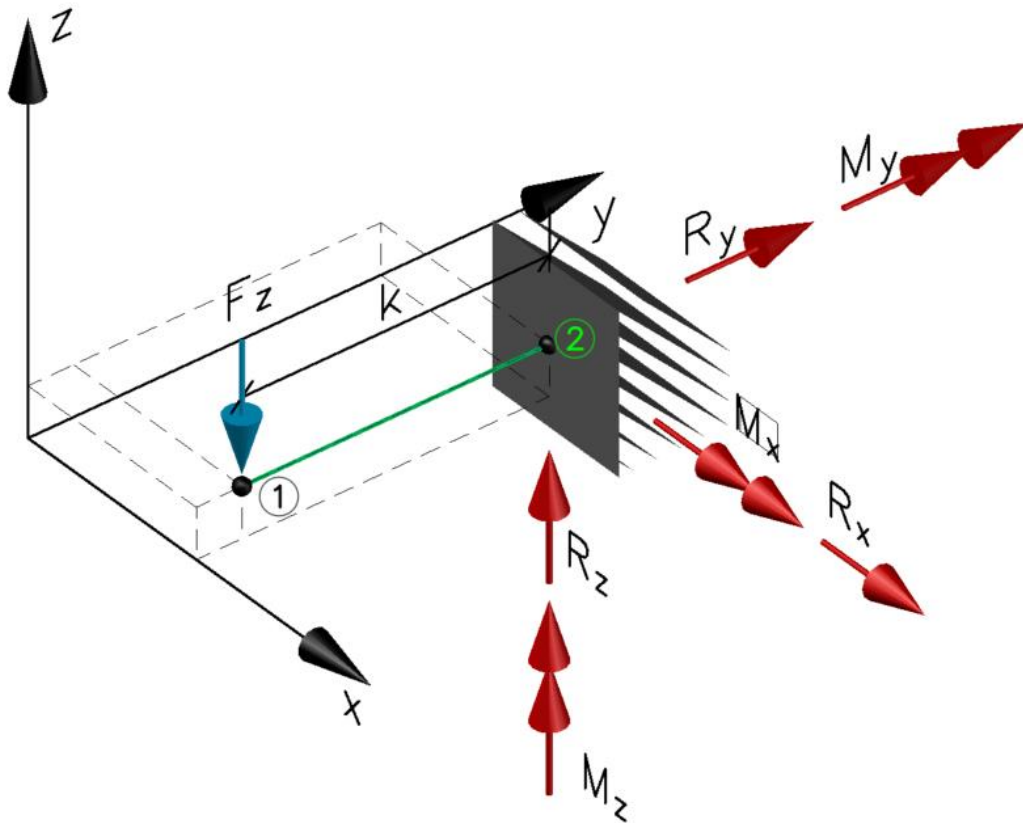


$\nwarrow$ $X: R_x = 0$

$\nearrow$ $Y: R_y = 0$

$\uparrow$ $Z: R_z - F = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



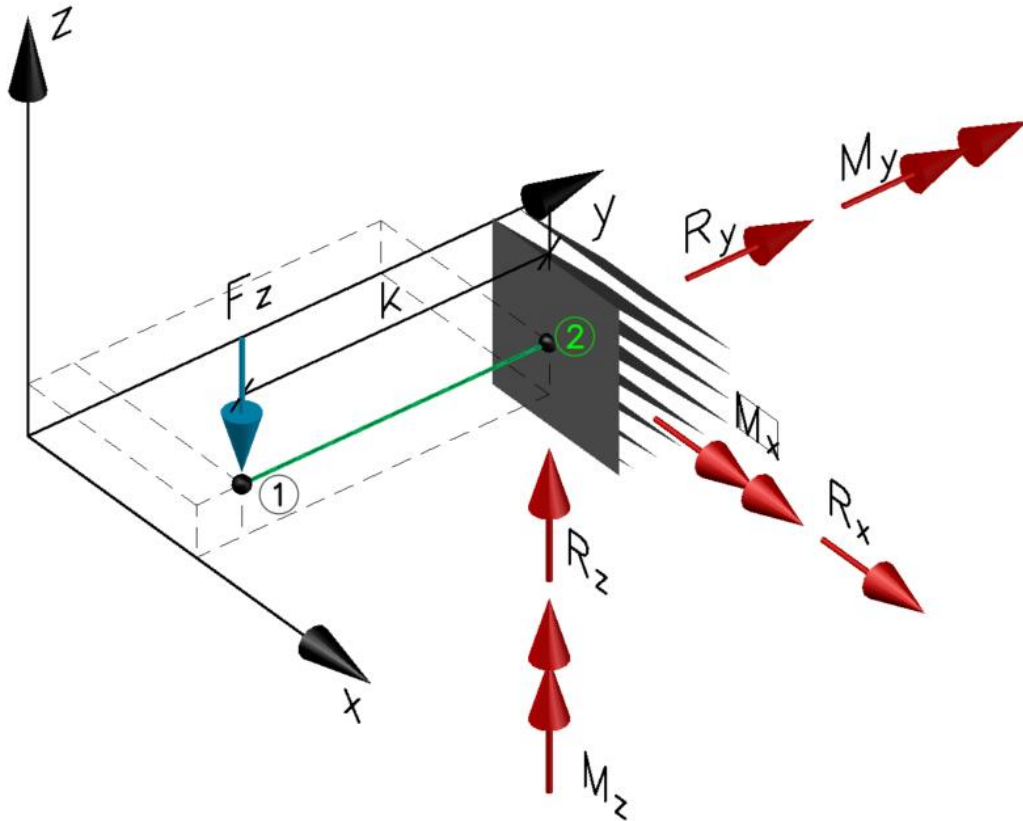
$\rightarrow$ $X: R_x = 0$

$\nearrow$ $Y: R_y = 0$

$\uparrow$ $Z: R_z - F = 0$

$\curvearrowright$ $M_x: M_x + F_z \cdot k = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$\swarrow$ $X: R_x = 0$

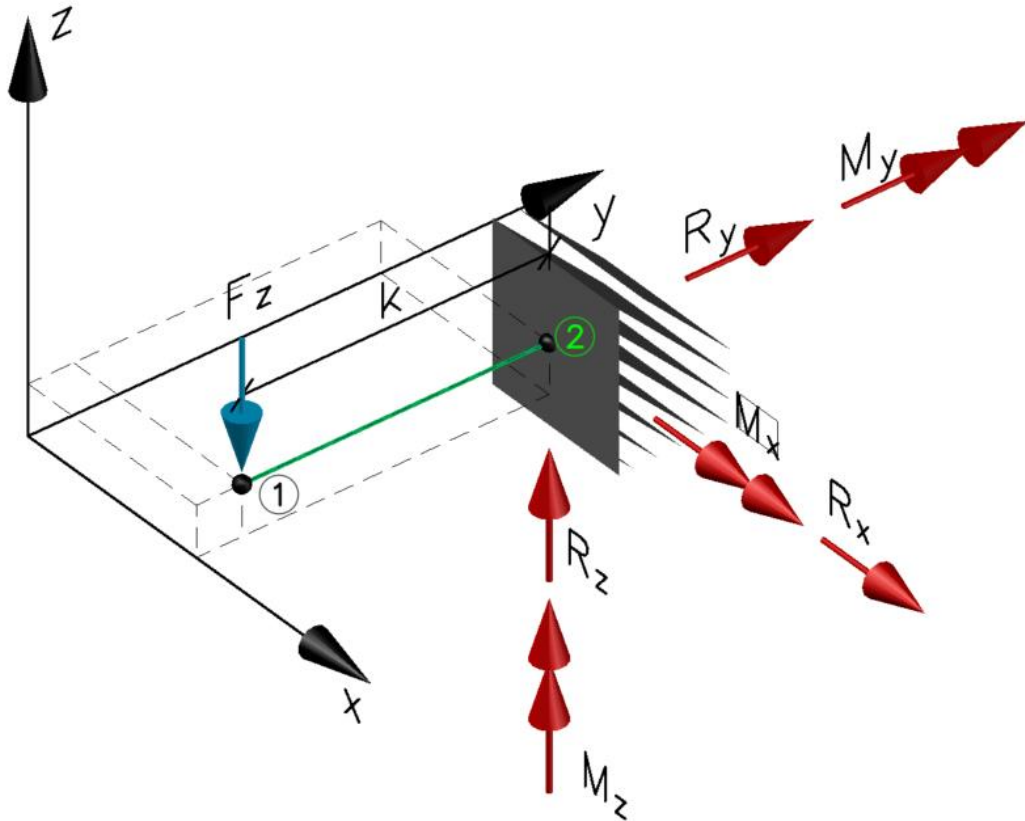
$\nearrow$ $Y: R_y = 0$

$\uparrow$ $Z: R_z - F = 0$

$\curvearrowright$ $M_x: M_x + F_z \cdot k = 0$

$\curvearrowleft$ $M_y: M_y = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$\rightarrow$ $X: R_x = 0$

$\nearrow$ $Y: R_y = 0$

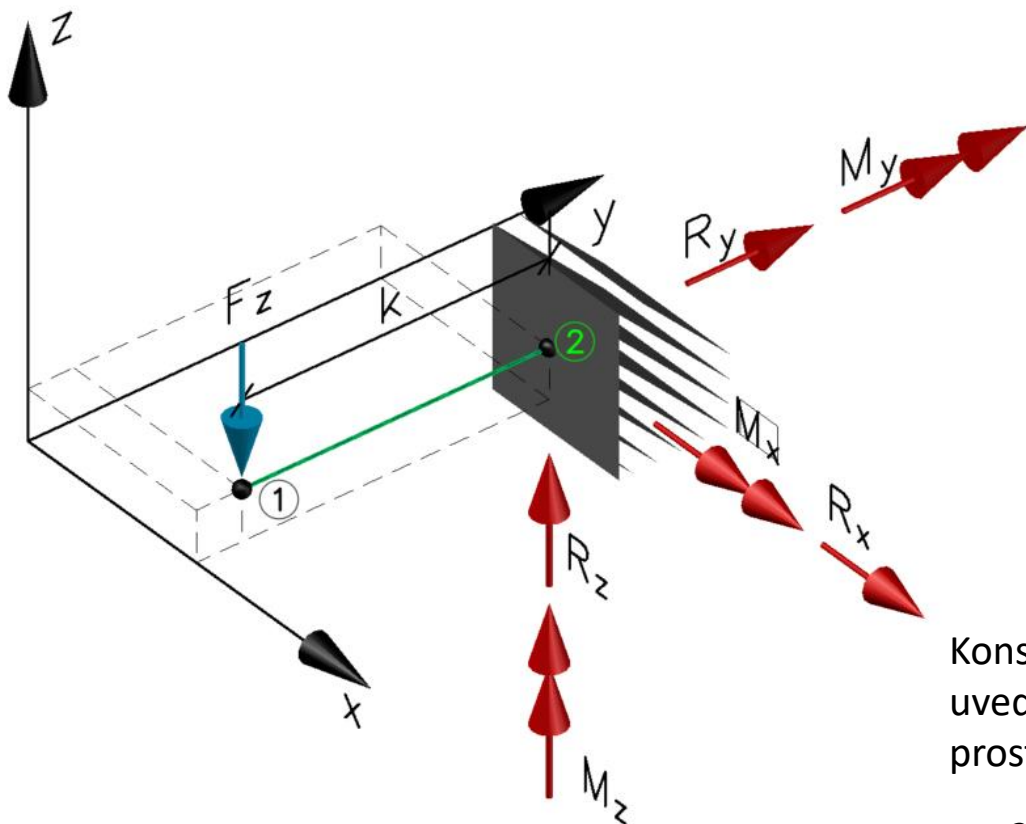
$\uparrow$ $Z: R_z - F = 0$

$\curvearrowright$ $M_x: M_x + F_z \cdot k = 0$

$\curvearrowleft$ $M_y: M_y = 0$

$\curvearrowup$ $M_z: M_z = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned} \swarrow & X: R_x = 0 \\ \nearrow & Y: R_y = 0 \\ \uparrow & Z: R_z - F = 0 \\ \curvearrowleft & M_x: M_x + F_z \cdot k = 0 \\ \curvearrowright & M_y: M_y = 0 \\ \curvearrowup & M_z: M_z = 0 \end{aligned}$$

Konstrukce zatížená vnějším zatížením (F_z) musí být uvedena do rovnováhy vnějšími reakcemi. Ve 3D prostoru nám vznikne soustava rovnic $[\mathbf{M}] = \{\mathbf{F}\}$

- 3 silové podmínky rovnováhy
- 3 momentové podmínky rovnováhy

Jednotlivé rovnice musí být lineárně nezávislé tzn.
 $\det(M) \neq 0$

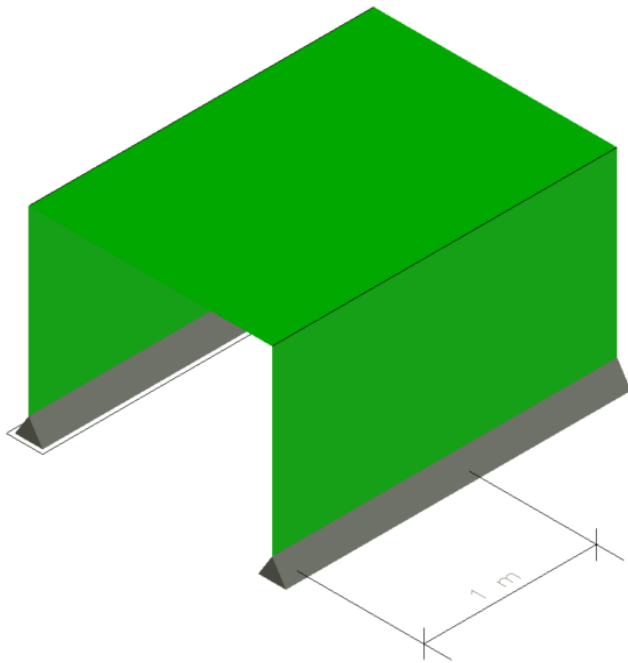
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Stavební konstrukce se často zjednodušují na soustavu prutových a plošných prvků procházející osou konstrukce.



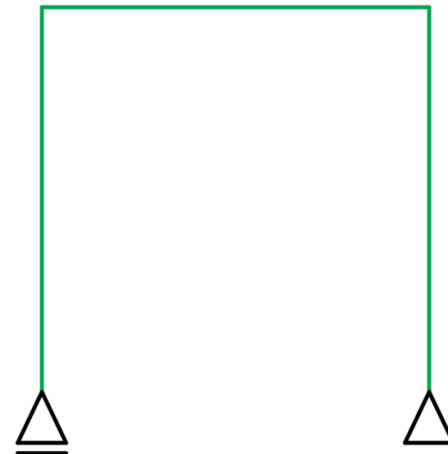
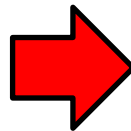
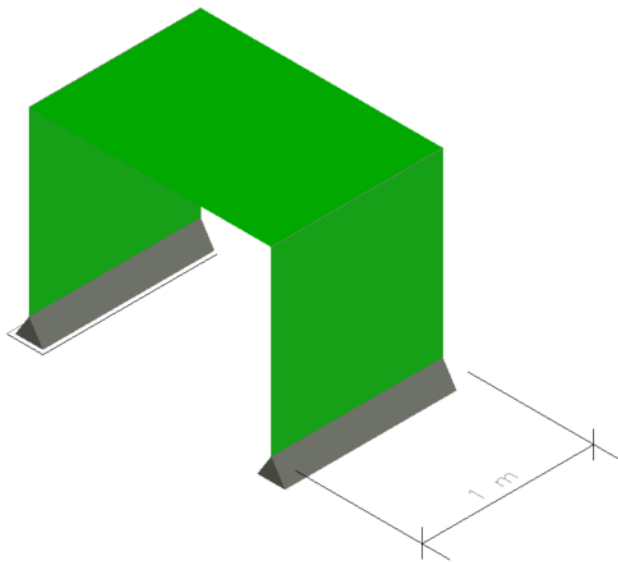
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Stavební konstrukce se často zjednodušují na soustavu prutových a plošných prvků procházející osou konstrukce.
- U jednoduchých konstrukcí lze desky a stěny řešit v reprezentativní délce 1 m, a tak ji řešit pouze ve 2D jako soustavu prutů.



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Stavební konstrukce se často zjednodušují na soustavu prutových a plošných prvků procházející osou konstrukce.
- U jednoduchých konstrukcí lze desky a stěny řešit v reprezentativní délce 1 m, a tak ji řešit pouze ve 2D jako soustavu prutů.
- Soustava prutů se řeší v **rovině os x a z** . Posuny ve směru osy y (v) a pootočení okolo osy x a z (α, γ) se zanedbávají. Důsledkem je snížení možných stupňů volnosti prutu ze 6 na 3.

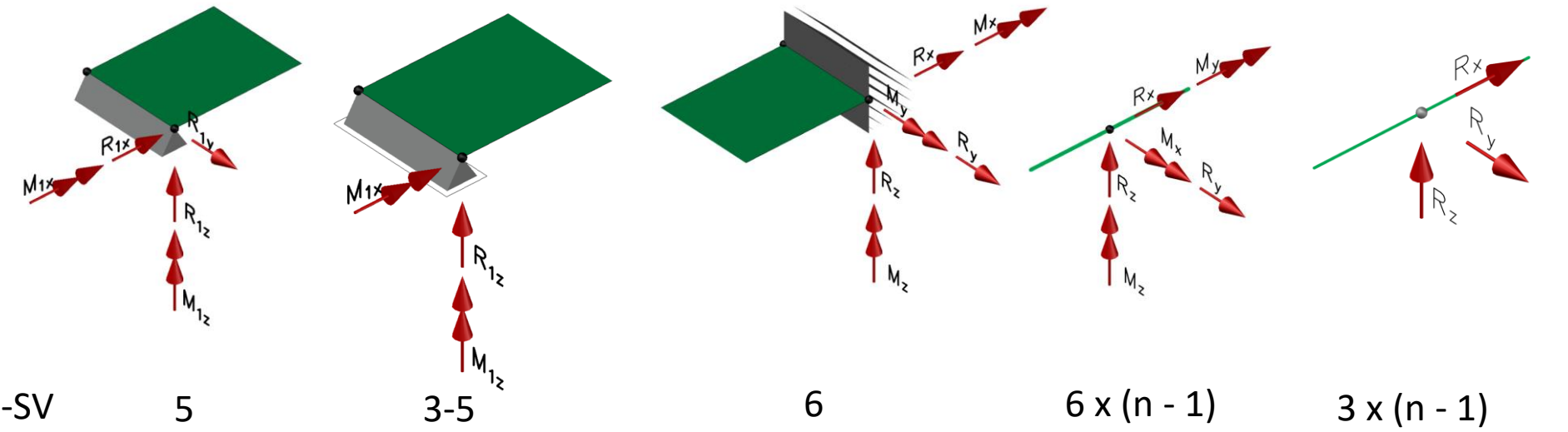


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D

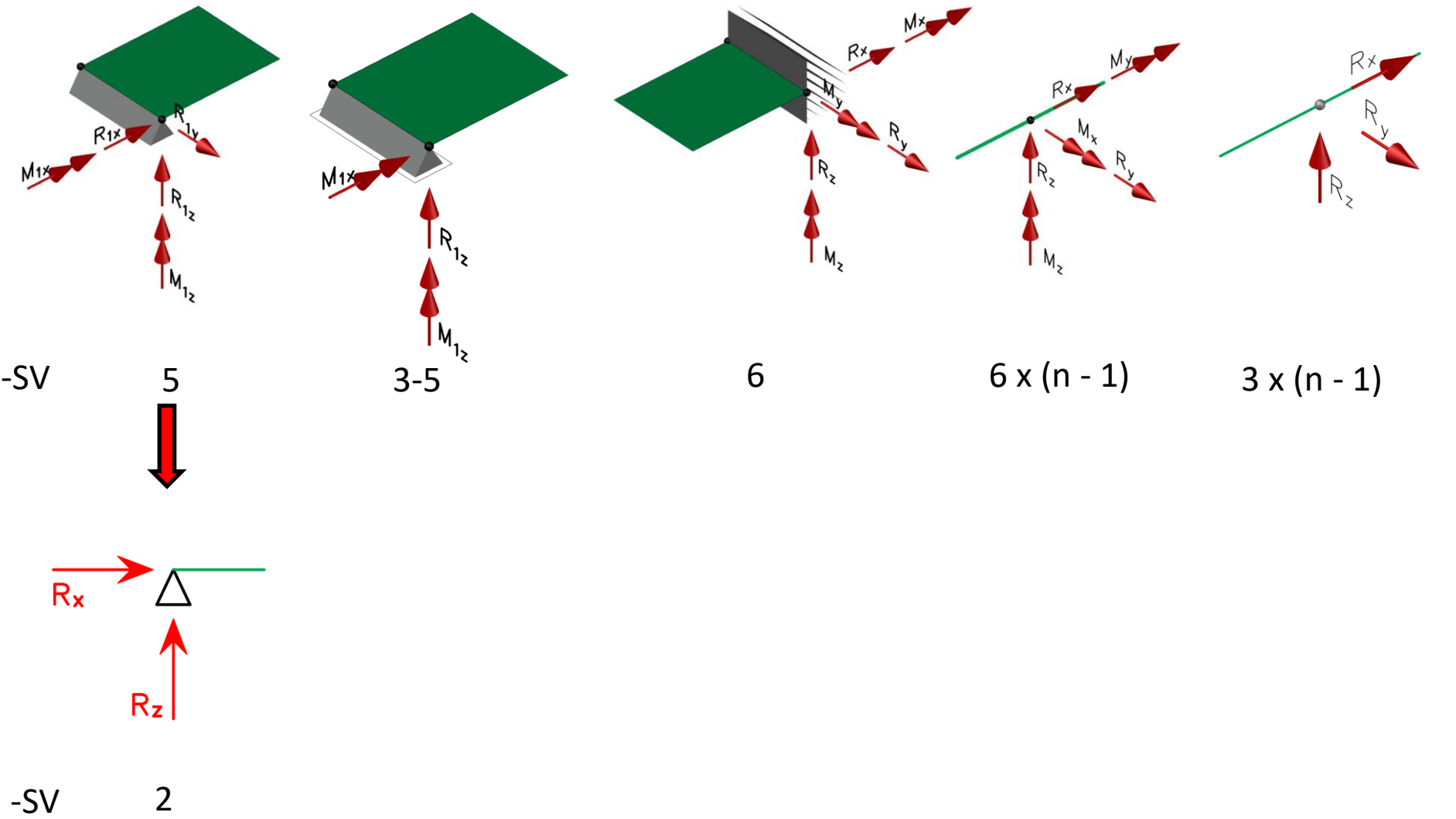
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D



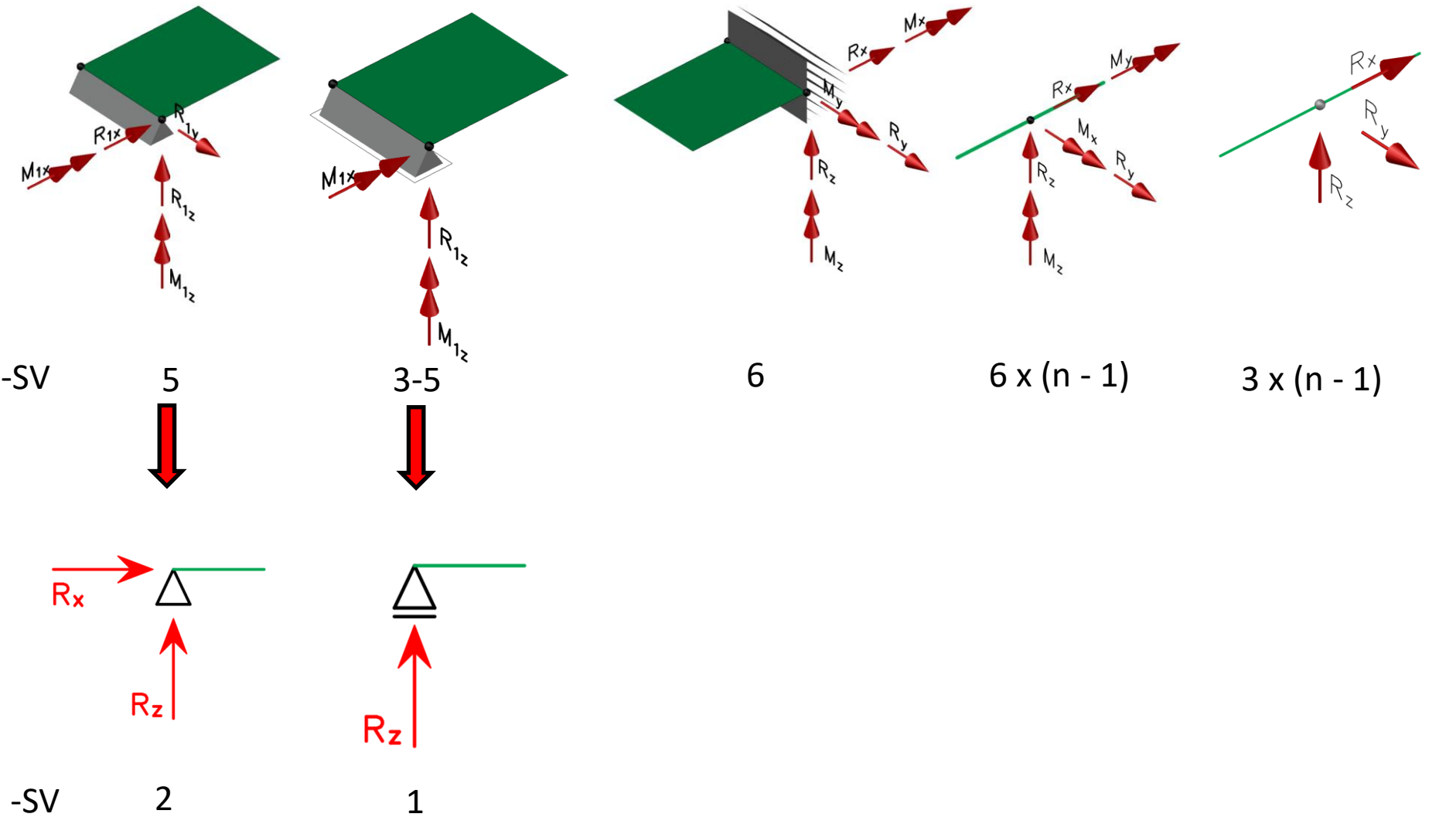
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D



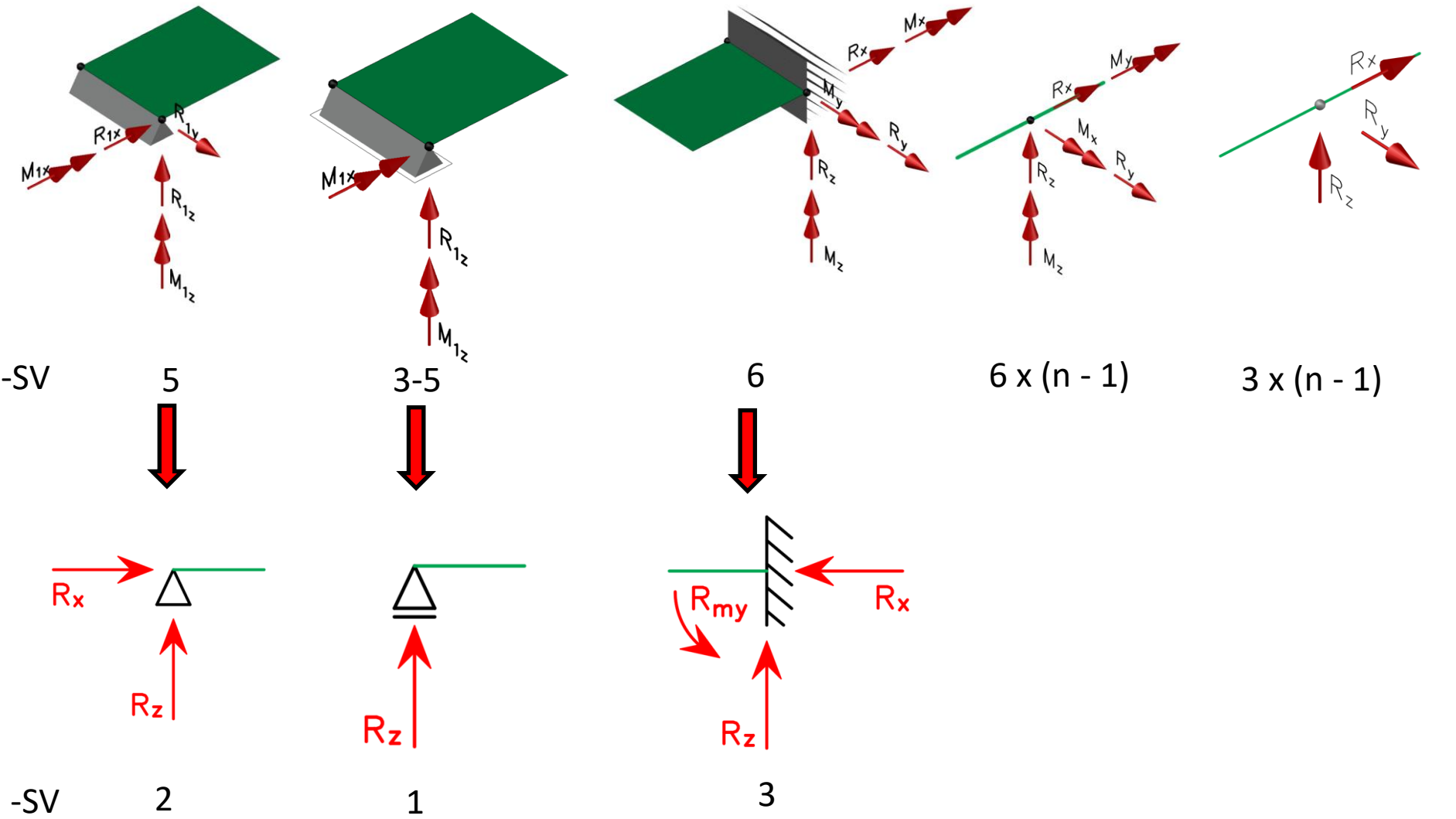
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D



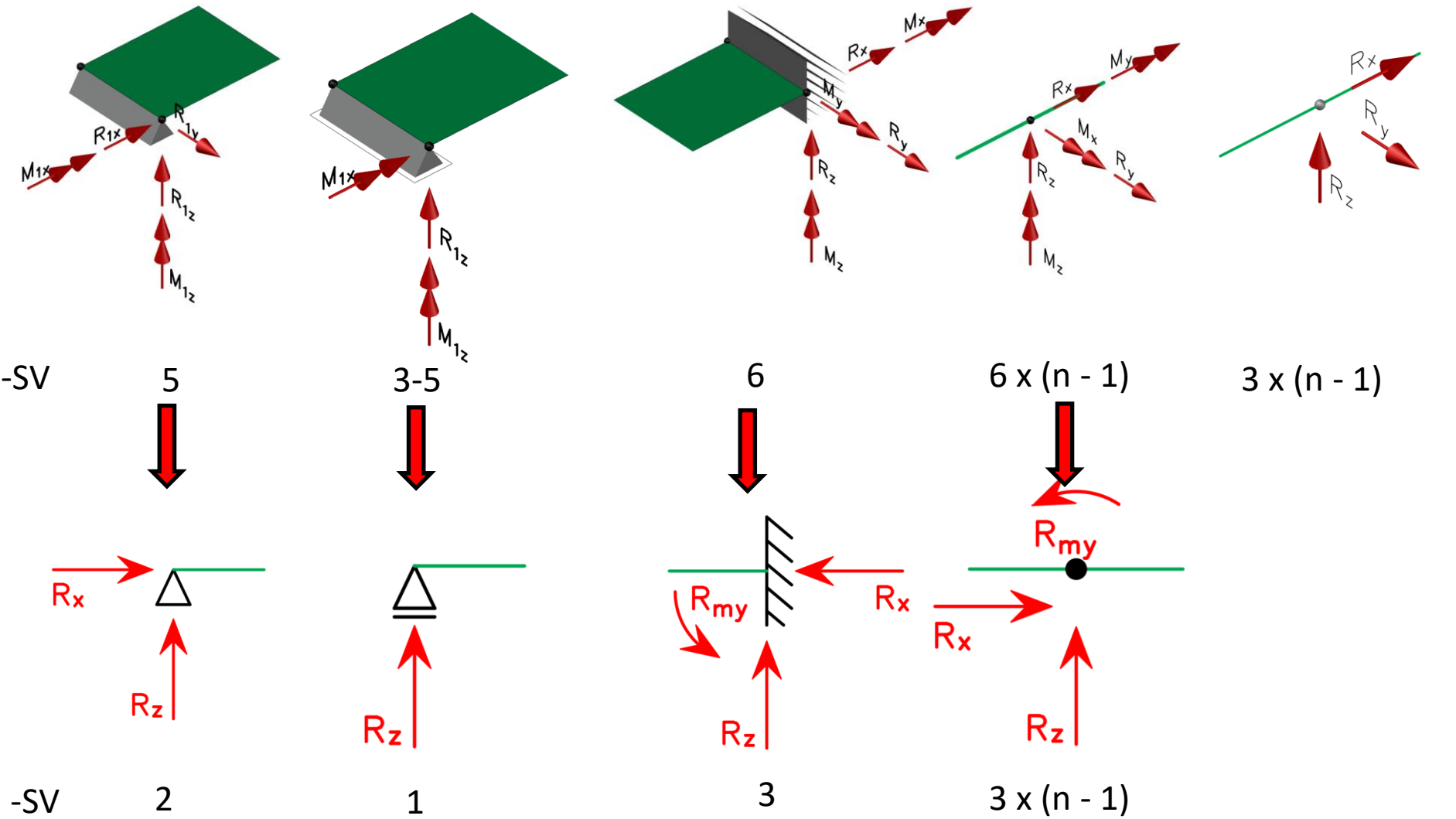
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D



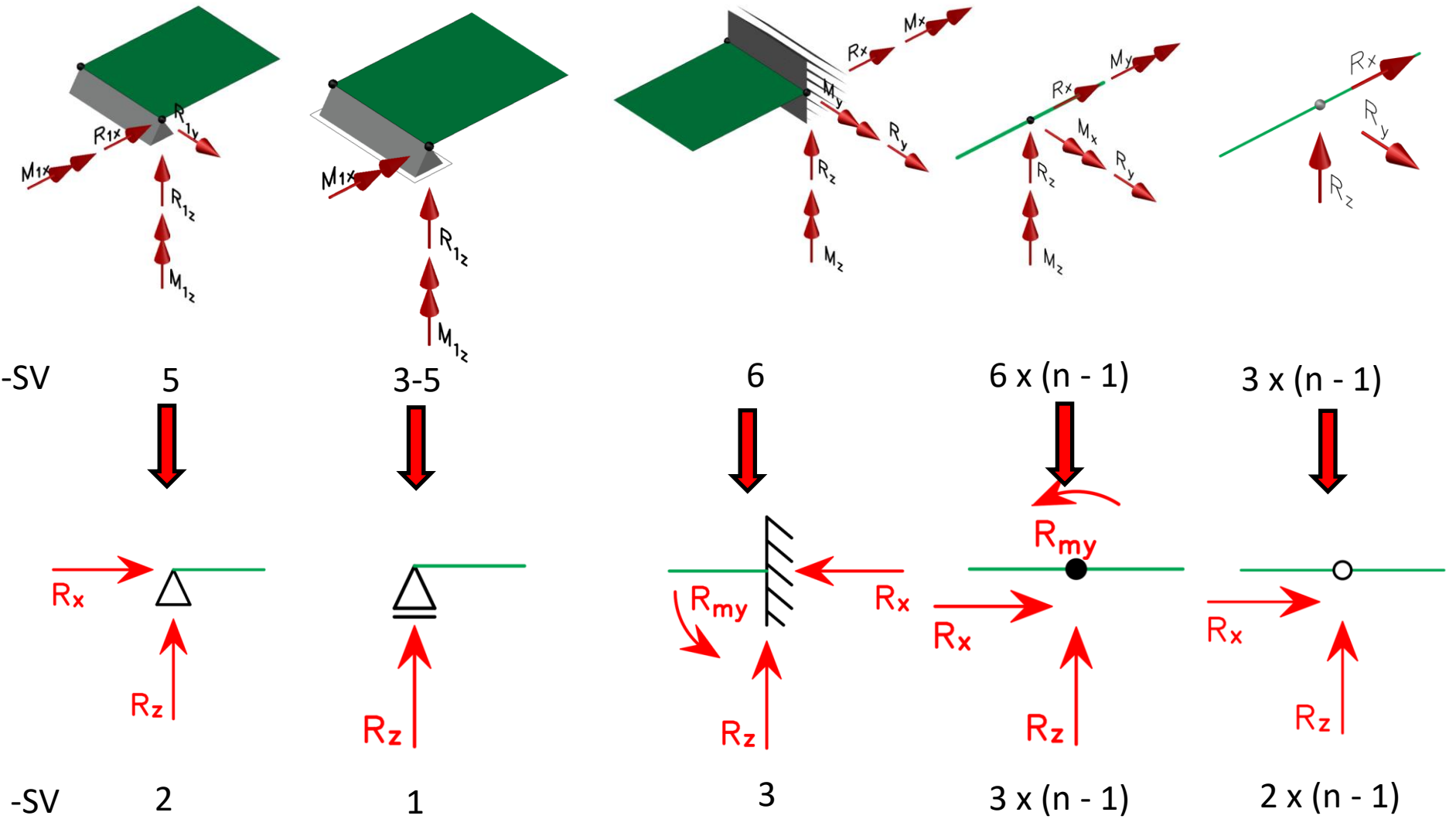
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

ZJEDNODUŠENÍ VNĚJŠÍCH A VNITŘNÍCH VAZEB PŘI PŘECHODU Z 3D NA 2D

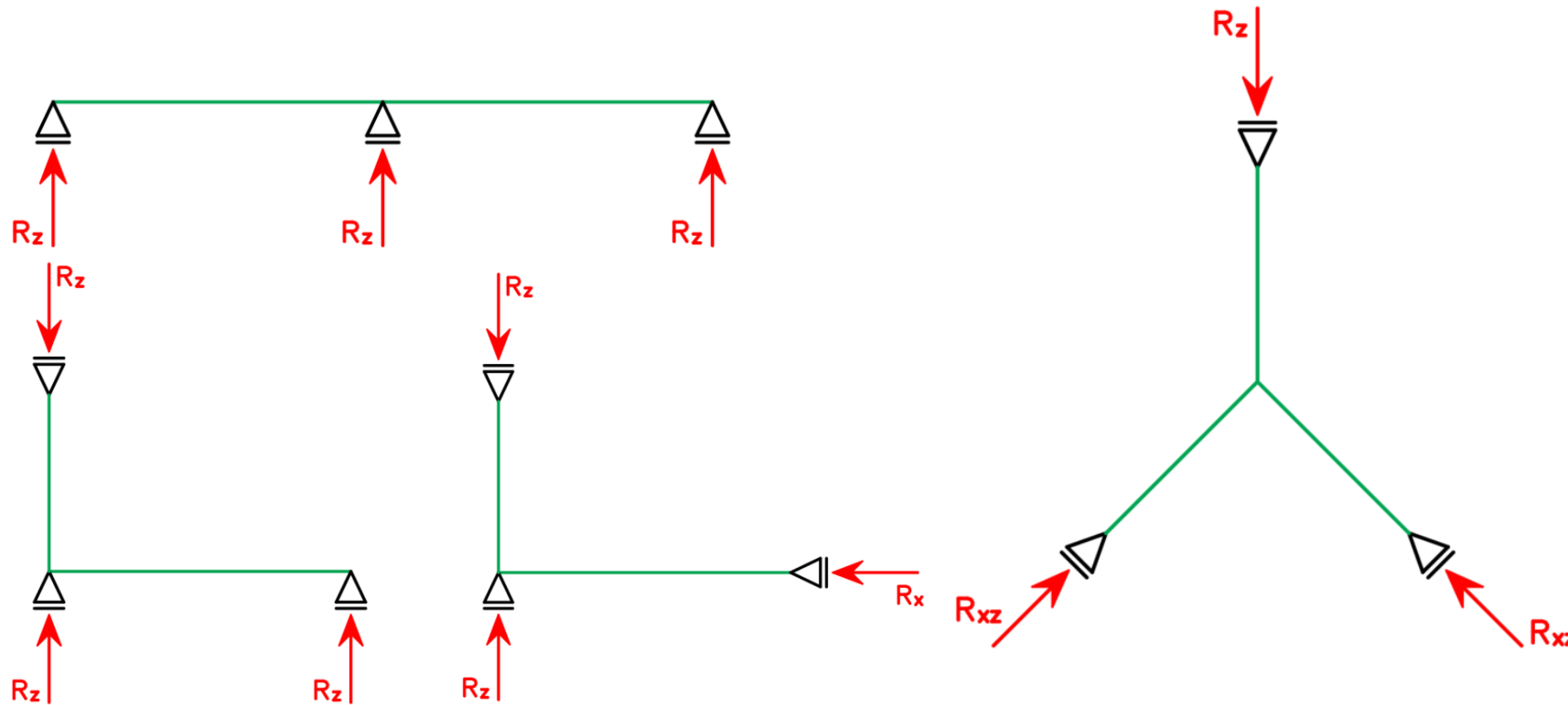


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimečný případ**

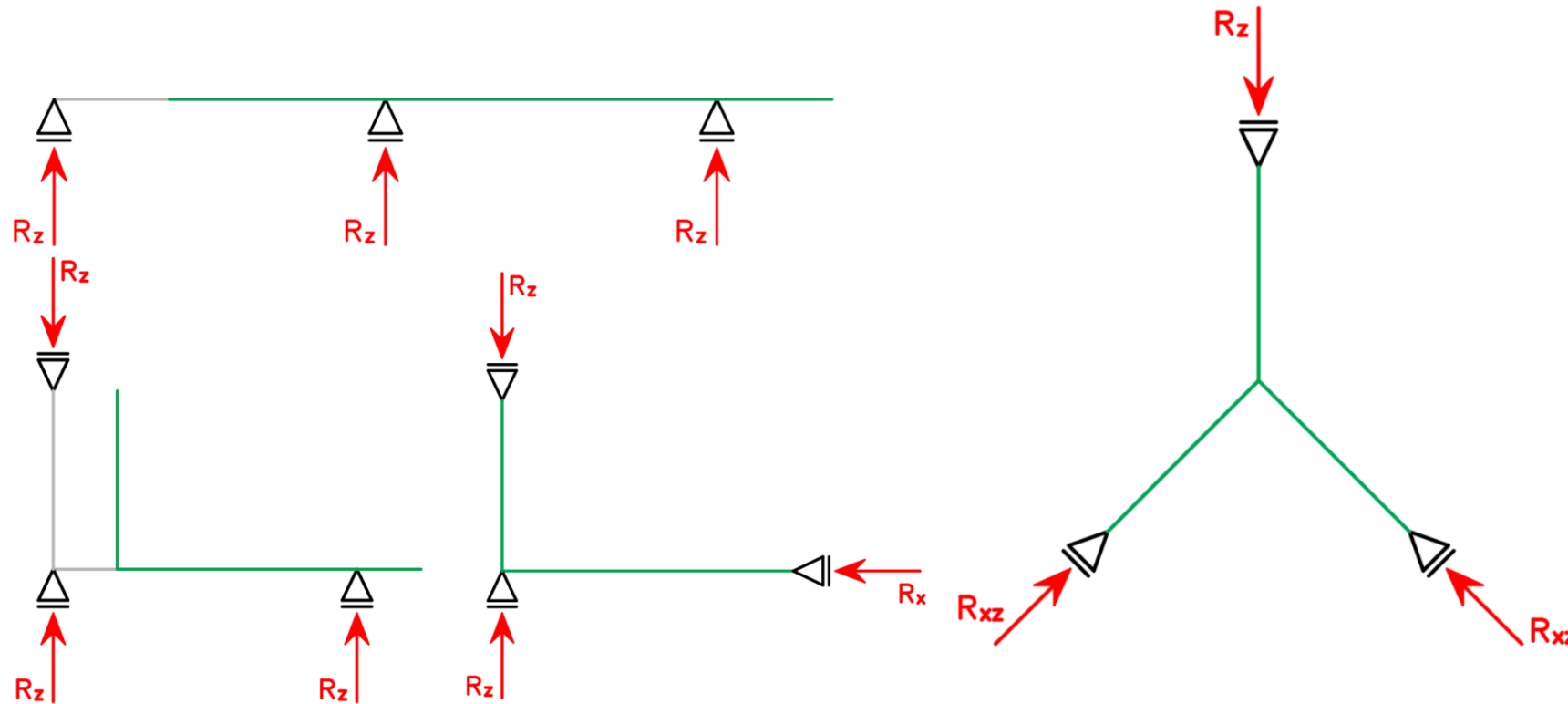
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimečný případ**



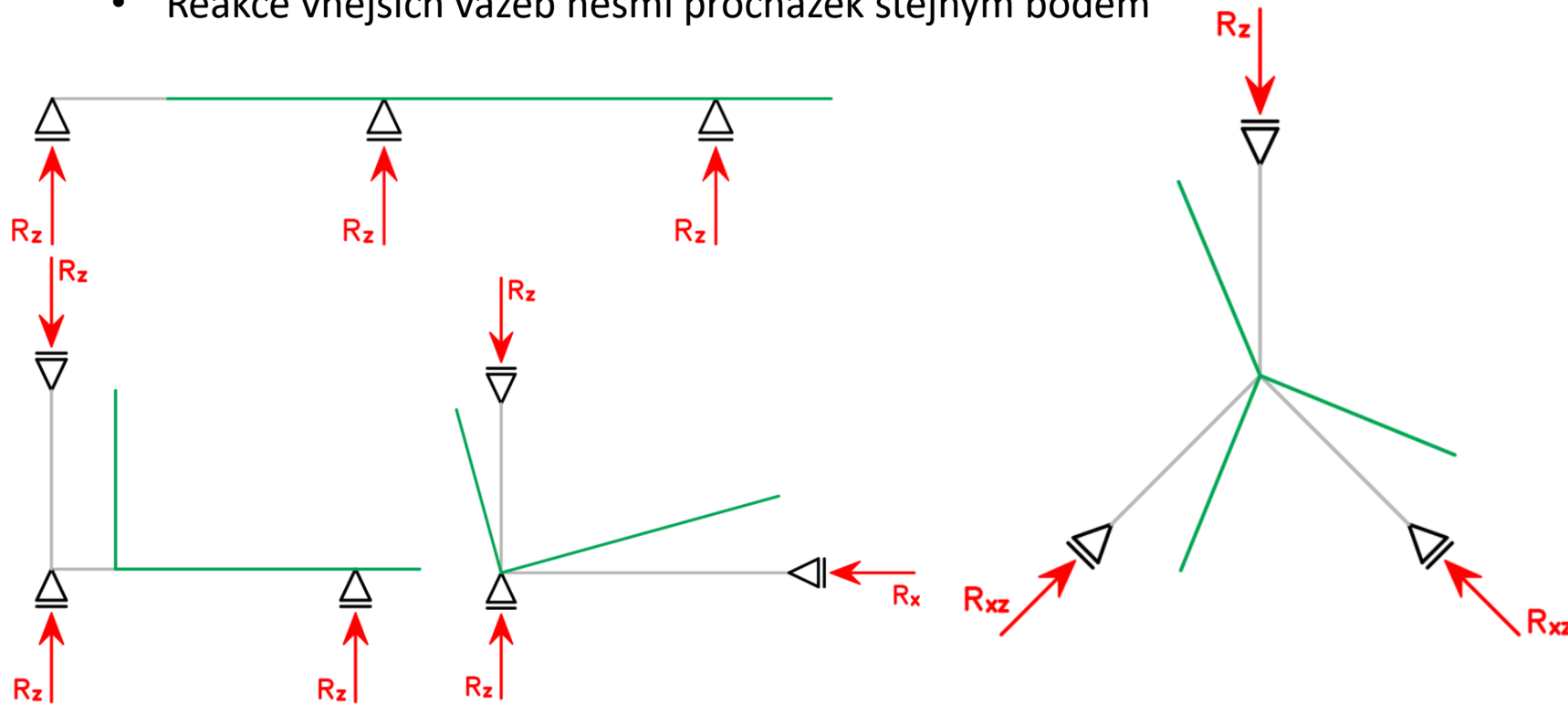
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimečný případ**
 - Reakce vnějších vazeb nesmí vést paralelně



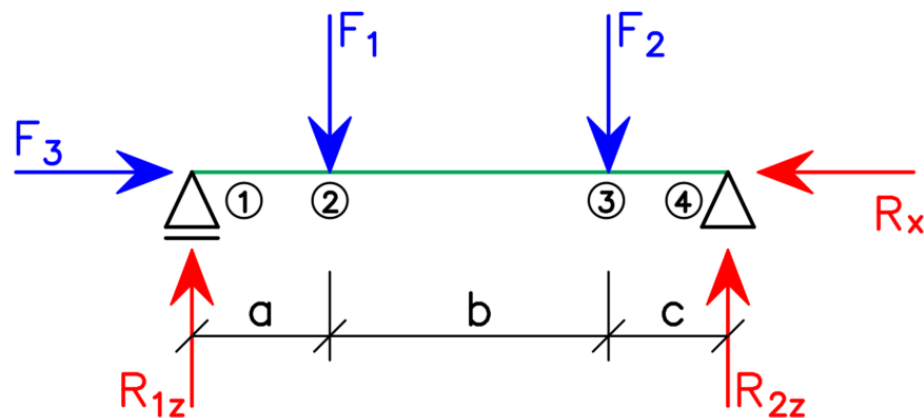
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimečný případ**
 - Reakce vnějších vazeb nesmí vést paralelně
 - Reakce vnějších vazeb nesmí procházet stejným bodem



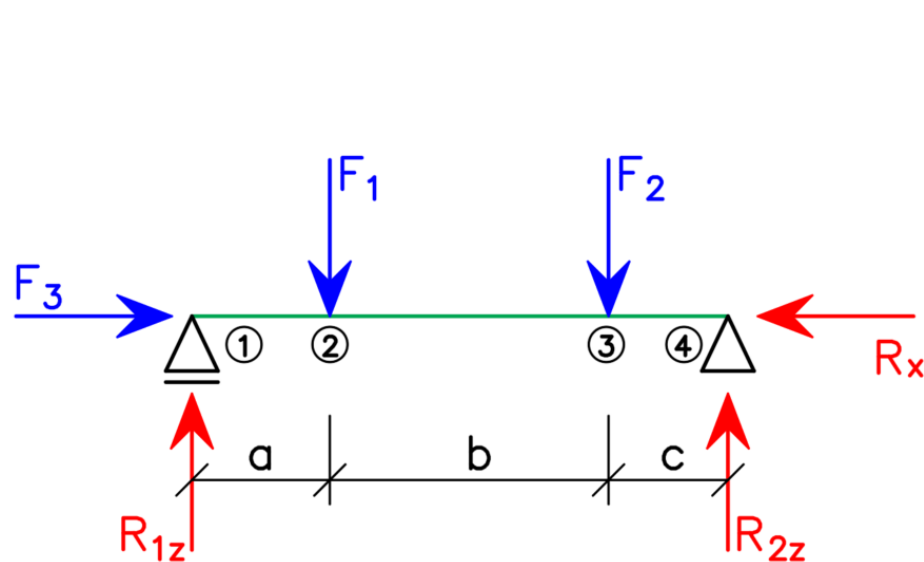
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimekový případ**
 - Reakce vnějších vazeb nesmí vést paralelně
 - Reakce vnějších vazeb nesmí procházet stejným bodem
- Vzhledem ke zjednodušení, konstrukce musí splňovat 3 podmínky rovnováhy



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimekový případ**
 - Reakce vnějších vazeb nesmí vést paralelně
 - Reakce vnějších vazeb nesmí procházet stejným bodem
- Vzhledem ke zjednodušení, konstrukce musí splňovat 3 podmínky rovnováhy
 - 2 silové podmínky rovnováhy ve směru x a z



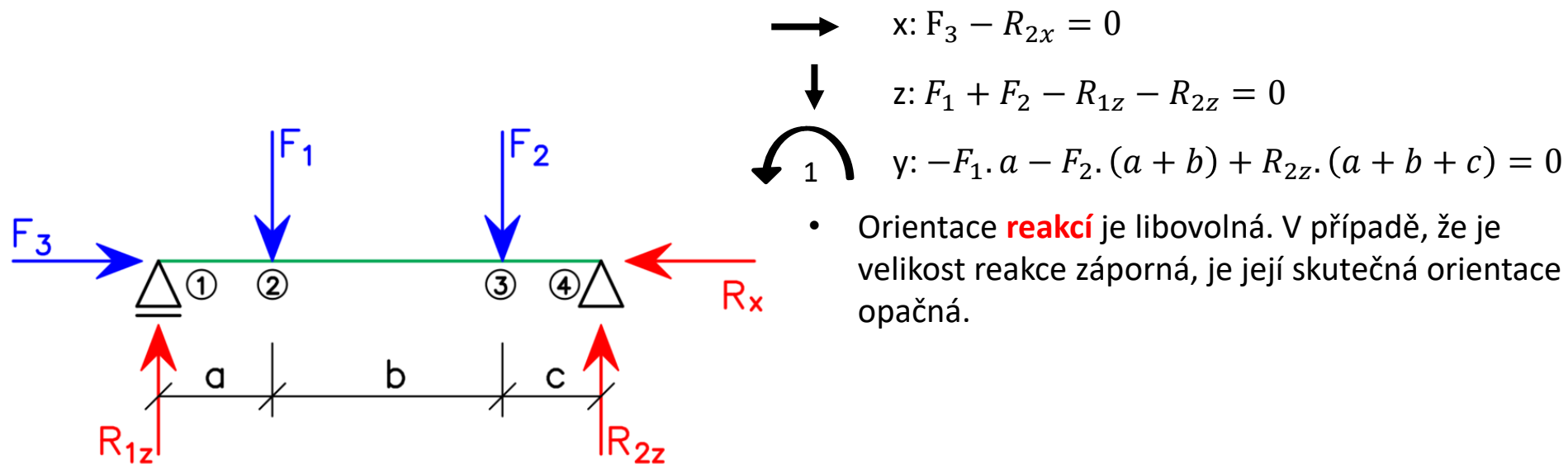
$$\longrightarrow \quad x: F_3 - R_{2x} = 0$$

$$\downarrow \quad z: F_1 + F_2 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

- Orientace **reakcí** je libovolná. V případě, že je velikost reakce záporná, je její skutečná orientace opačná.

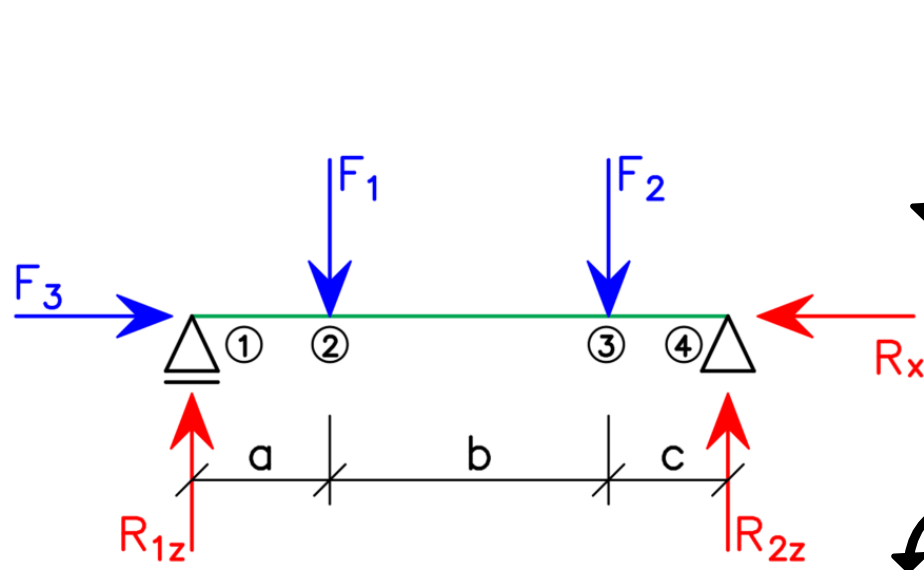
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimečný případ**
 - Reakce vnějších vazeb nesmí vést paralelně
 - Reakce vnějších vazeb nesmí procházet stejným bodem
- Vzhledem ke zjednodušení, konstrukce musí splňovat 3 podmínky rovnováhy
 - 2 silové podmínky rovnováhy ve směru x a z
 - 1 momentová podmínka rovnováhy okolo osy y



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

- Rovnováhu sil na konstrukci budeme řešit ve 2D. Každá část konstrukce tak má 3 stupně volnosti (posun ve směru x a z a pootočení okolo osy y)
- Řešené konstrukce budou pouze **staticky určité**. Vnitřní a vnější vazby tak musí odebírat právě takový počet stupňů volnosti jako má konstrukce
- Vnější vazby na konstrukci nesmí vytvořit tzv. **výjimečný případ**
 - Reakce vnějších vazeb nesmí vést paralelně
 - Reakce vnějších vazeb nesmí procházet stejným bodem
- Vzhledem ke zjednodušení, konstrukce musí splňovat 3 podmínky rovnováhy
 - 2 silové podmínky rovnováhy ve směru x a z
 - 1 momentová podmínka rovnováhy okolo osy y



→ $x: F_3 - R_{2x} = 0$

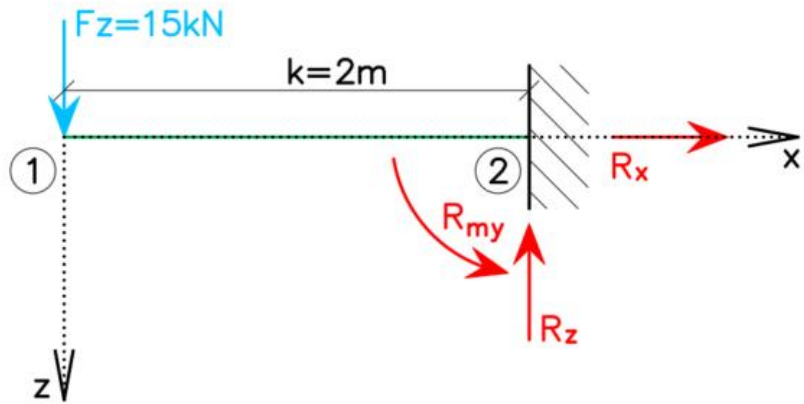
↓ $z: F_1 + F_2 - R_{1z} - R_{2z} = 0$

↺ $y: -F_1 \cdot a - F_2 \cdot (a + b) + R_{2z} \cdot (a + b + c) = 0$

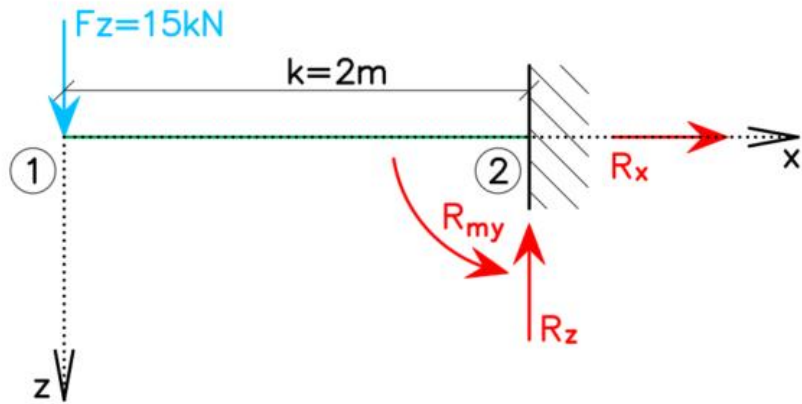
- Orientace **reakcí** je libovolná. V případě, že je velikost reakce záporná, je její skutečná orientace opačná.
- Podmínky rovnováhy musí být splněny v každém bodě.

↺ $y: -R_{1z} \cdot a - F_2 \cdot b + R_{2z} \cdot (b + c) = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



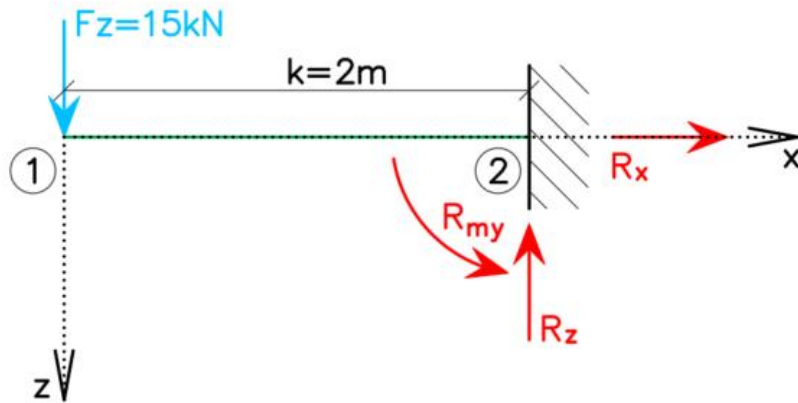
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-3

Σ	0
----------	---

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

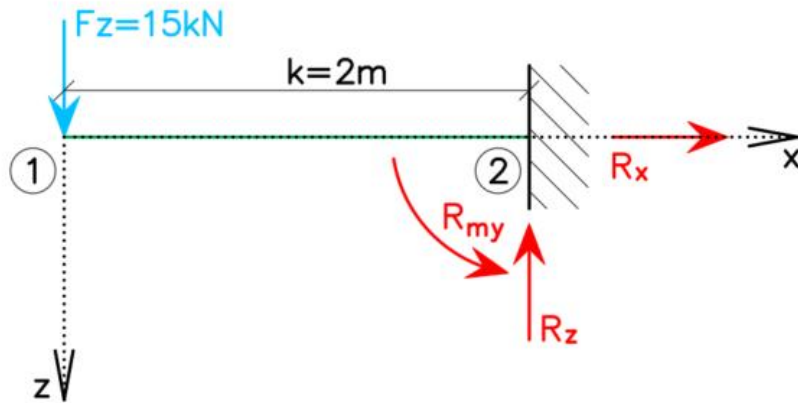


SV: 3
 PO: -3

Σ 0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{2z} = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: F_z \cdot k + R_{2my} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

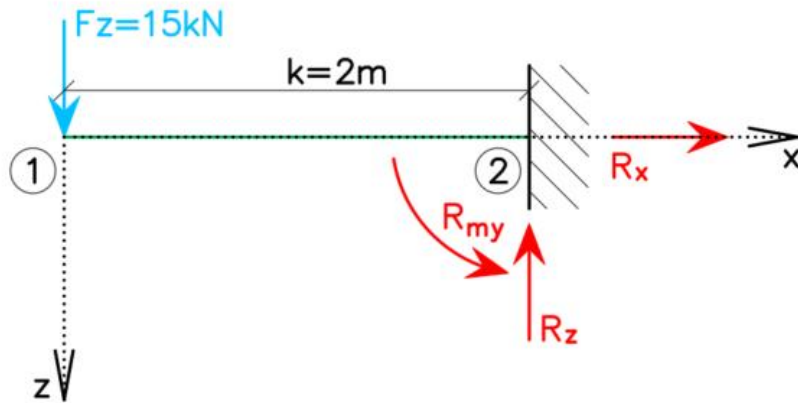


SV:	3
PO:	-3
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{2z} = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: F_z \cdot k + R_{2my} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} = 0 \\ \downarrow & \quad z: 15 - R_{2z} = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: 15 \cdot 2 + R_{2my} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



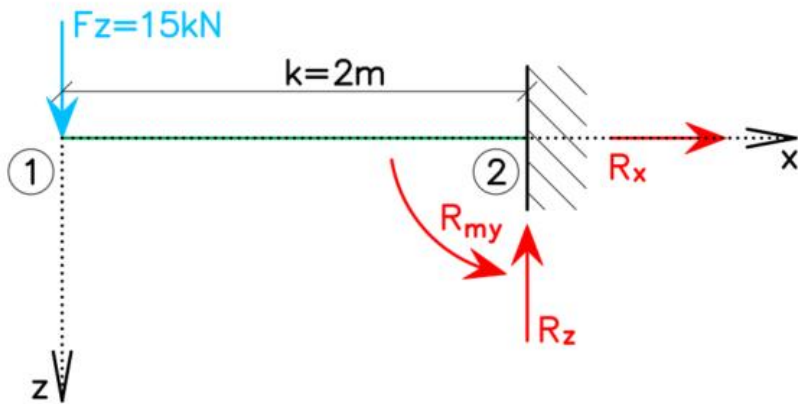
SV:	3
PO:	-3
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{2z} = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: F_z \cdot k + R_{2my} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} = 0 \\ \downarrow & \quad z: 15 - R_{2z} = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: 15 \cdot 2 + R_{2my} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} = 0 \text{ kN} \\ \downarrow & \quad z: R_{2z} = 15 \text{ kN} \\ \curvearrowright & \quad y: R_{2my} = -30 \text{ kNm} \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-3
Σ	0

Kontrola:



$$\begin{aligned} y: R_{2my} + R_z \cdot 2 &= 0 \\ -30 + 15 \cdot 2 &= 0 \\ 0 &= 0 \end{aligned}$$



$$x: R_{2x} = 0$$



$$z: F_z - R_{2z} = 0$$



$$y: F_z \cdot k + R_{2my} = 0$$



$$x: R_{2x} = 0$$



$$z: 15 - R_{2z} = 0$$



$$y: 15 \cdot 2 + R_{2my} = 0$$



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

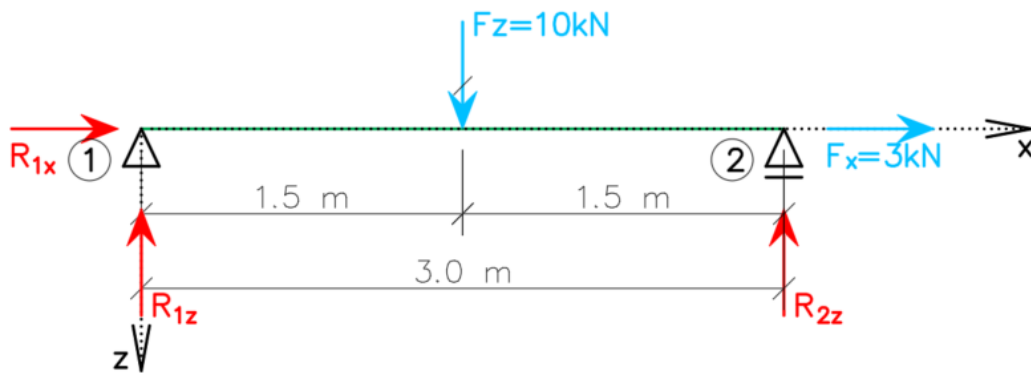


$$z: R_{2z} = 15 \text{ kN}$$

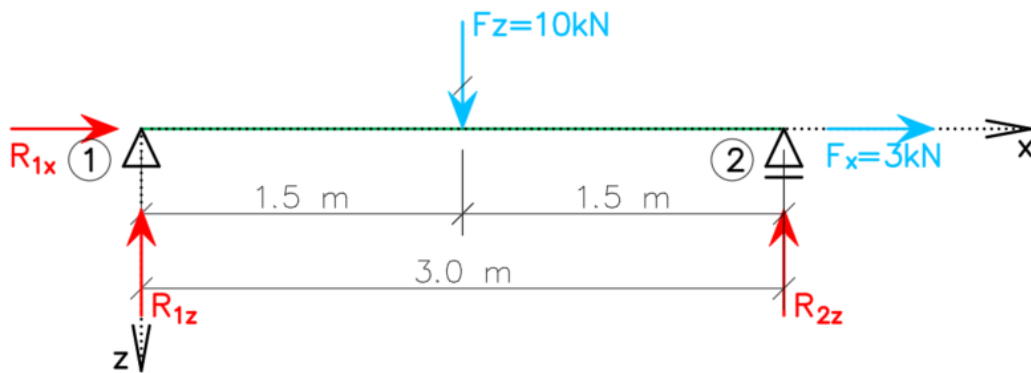


$$y: R_{2my} = -30 \text{ kNm}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

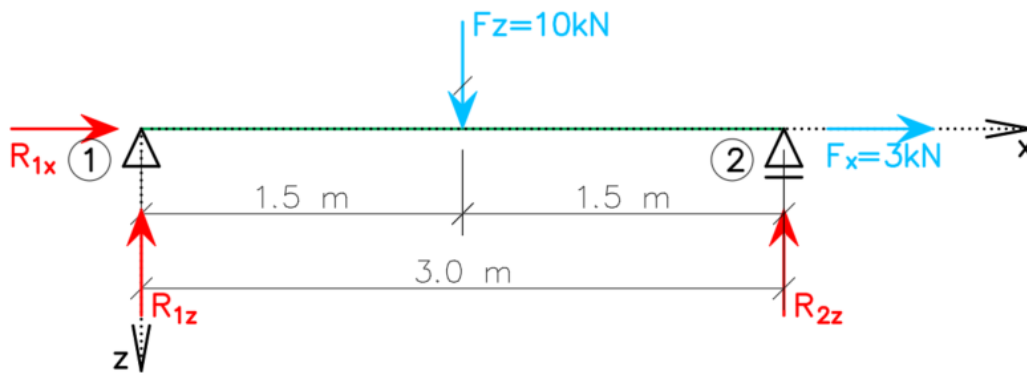


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	<u>-2 -1</u>
Σ	0

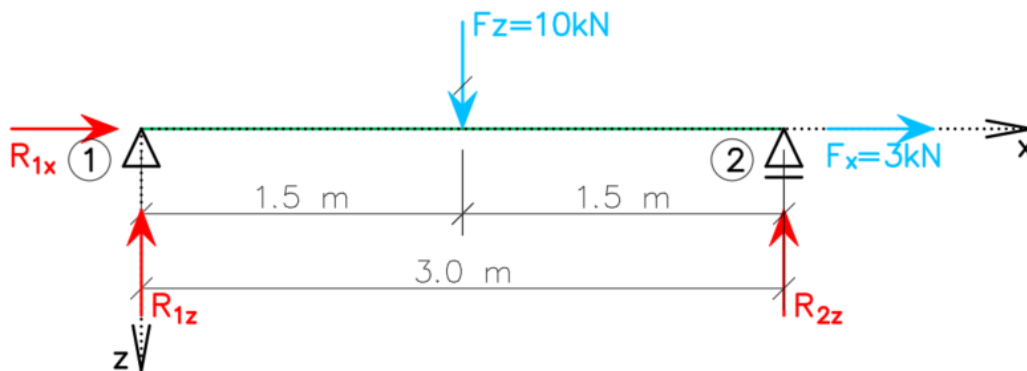
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned} \rightarrow \quad x: R_{1x} + F_x &= 0 \\ \curvearrowright \quad y: F_z \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 &= 0 \\ \downarrow \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} &= 0 \end{aligned}$$

SV:	3
PO:	<u>-2 -1</u>
Σ	0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

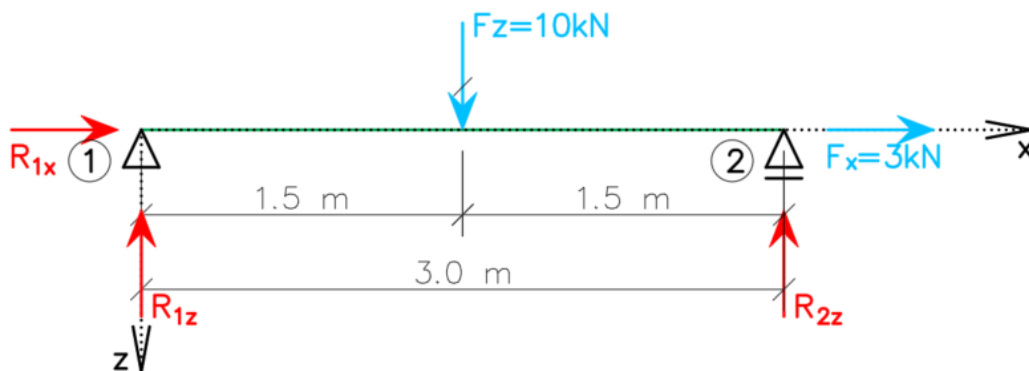


$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + F_x = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: F_z \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

SV:	3
PO:	<u>-2 -1</u>
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + 3 = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: 10 \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\rightarrow x: R_{1x} + F_x = 0$$

$$\curvearrowleft 2 \quad y: F_z \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0$$

$$\downarrow z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$\rightarrow x: R_{1x} + 3 = 0$$

$$\curvearrowleft 2 \quad y: 10 \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0$$

$$\downarrow z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

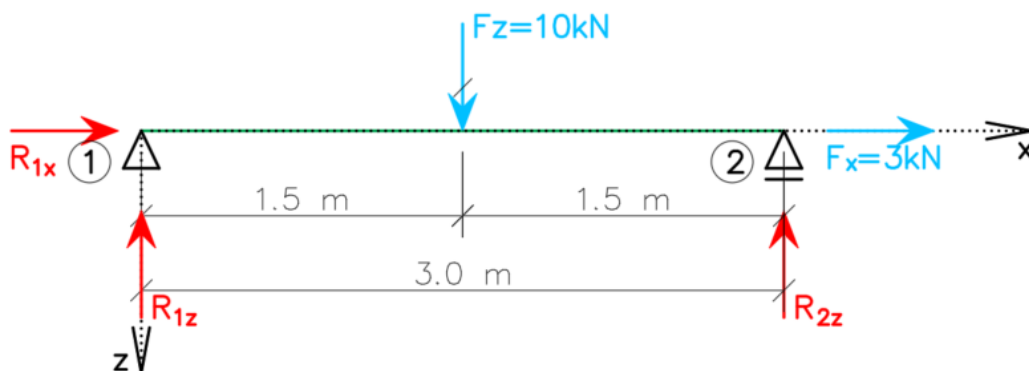
$$\rightarrow x: R_{1x} = -3 \text{ kN}$$

$$\curvearrowleft 2 \quad y: R_{1z} = 5 \text{ kN}$$

$$\downarrow z: R_{2z} = 10 - 5 = 5 \text{ kN}$$

SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + F_x = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: F_z \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + 3 = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: 10 \cdot 1,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

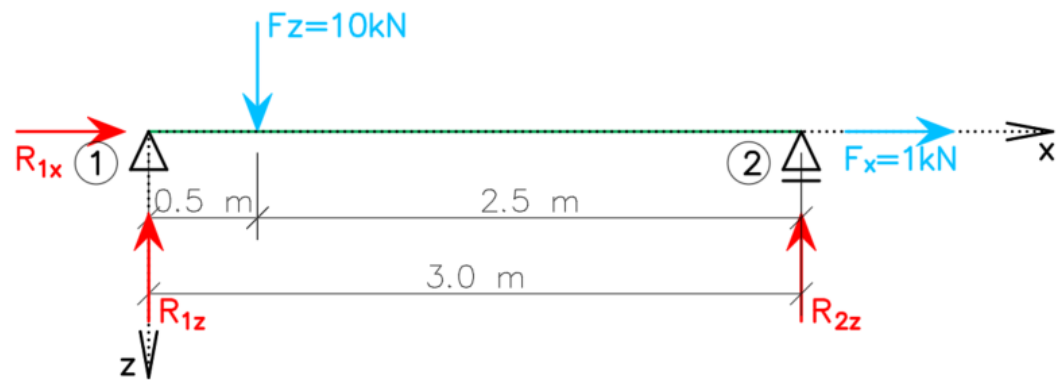
$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = -3 \text{ kN} \\ \curvearrowright 2 & \quad y: R_{1z} = 5 \text{ kN} \\ \downarrow & \quad z: R_{2z} = 10 - 5 = 5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrola:

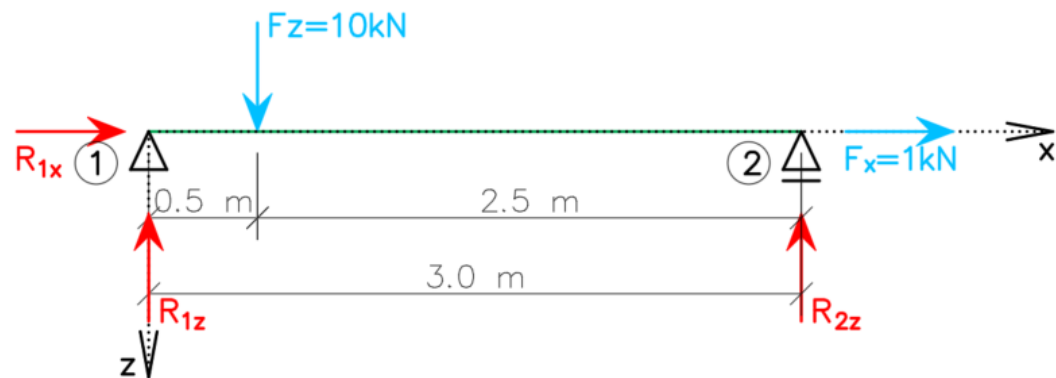
$$\begin{aligned} \curvearrowright 1 & \quad y: R_{2z} \cdot 3 - F_z \cdot 1,5 = 0 \\ & \quad -5 \cdot 3 + 10 \cdot 1,5 = 0 \\ & \quad 0 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{SV:} & & 3 \\ \text{PO:} & & -2 \quad -1 \\ \hline \Sigma & & 0 \end{array}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

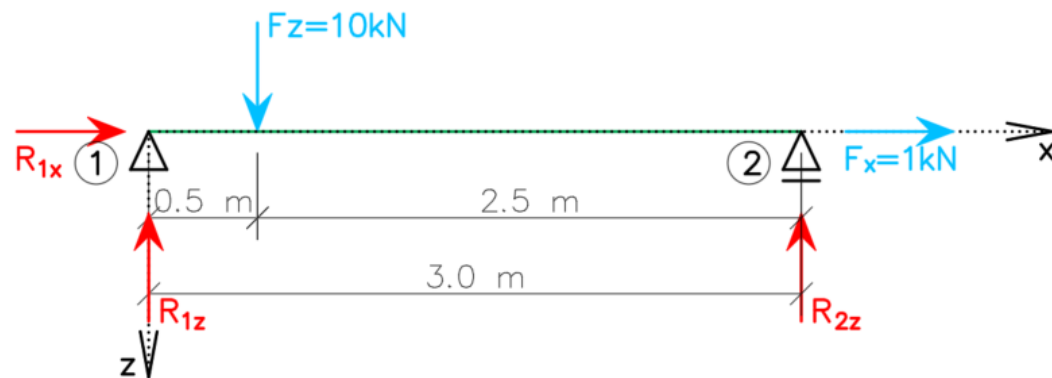


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	<u>-2 -1</u>
Σ	0

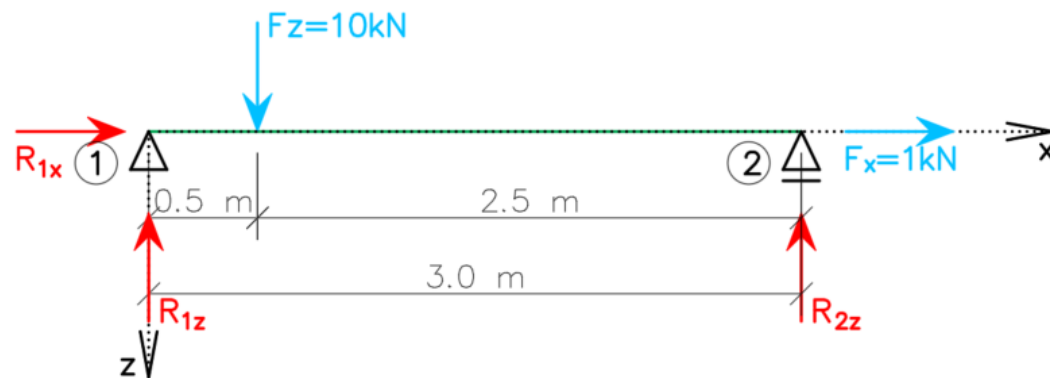
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + F_x = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: F_z \cdot 2,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

SV:	3
PO:	<u>-2 -1</u>
Σ	0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

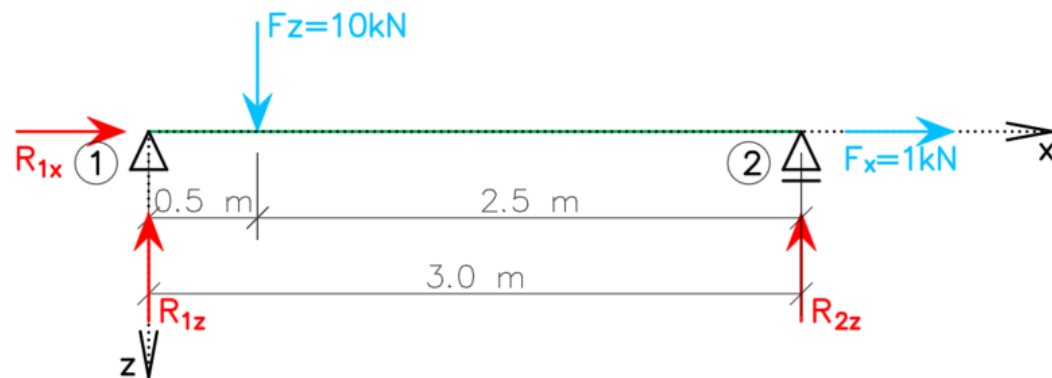


SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + F_x = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: F_z \cdot 2,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + 1 = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: 10 \cdot 2,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



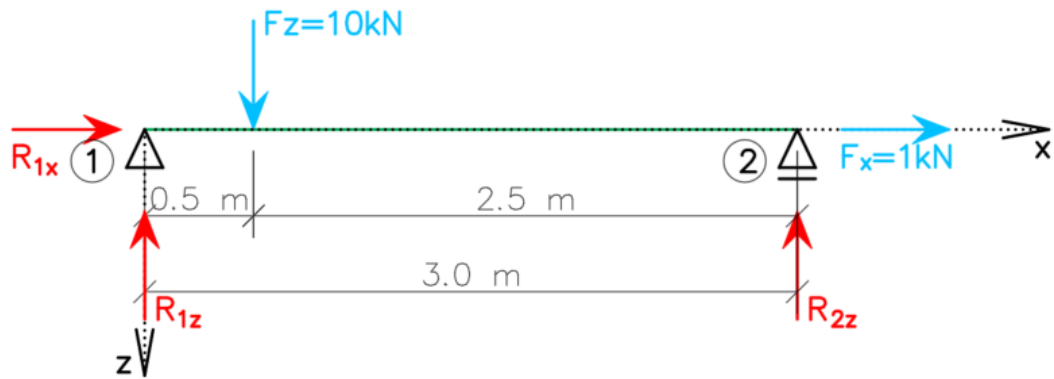
SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + F_x = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: F_z \cdot 2,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} + 1 = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: 10 \cdot 2,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0 \\ \downarrow & \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = -1 \text{ kN} \\ \curvearrowright 2 & \quad y: R_{1z} = 8, \bar{3} \text{ kN} \\ \downarrow & \quad z: R_{2z} = 10 - 8, \bar{3} = 1, \bar{6} \text{ kN} \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1

$$\Sigma \quad 0$$

Kontrola:

$y: R_{2z} \cdot 3 - F_z \cdot 0,5 = 0$
 $-1, \bar{6} \cdot 3 + 10 \cdot 0,5 = 0$
 $0 = 0$

$x: R_{1x} + F_x = 0$

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

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

$x: R_{1x} + 1 = 0$

$y: 10 \cdot 2,5 - R_{1z} \cdot 3 = 0$

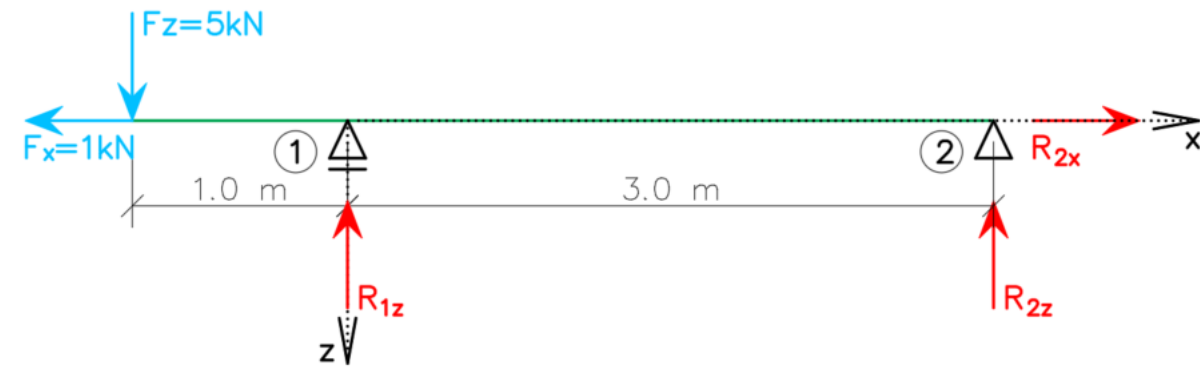
$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

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

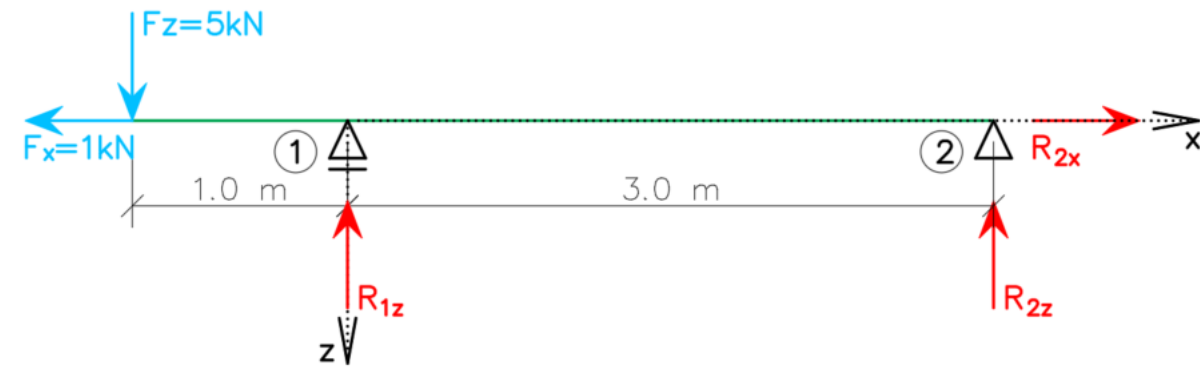
$y: R_{1z} = 8, \bar{3}\text{ kN}$

$z: R_{2z} = 10 - 8, \bar{3} = 1, \bar{6}\text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

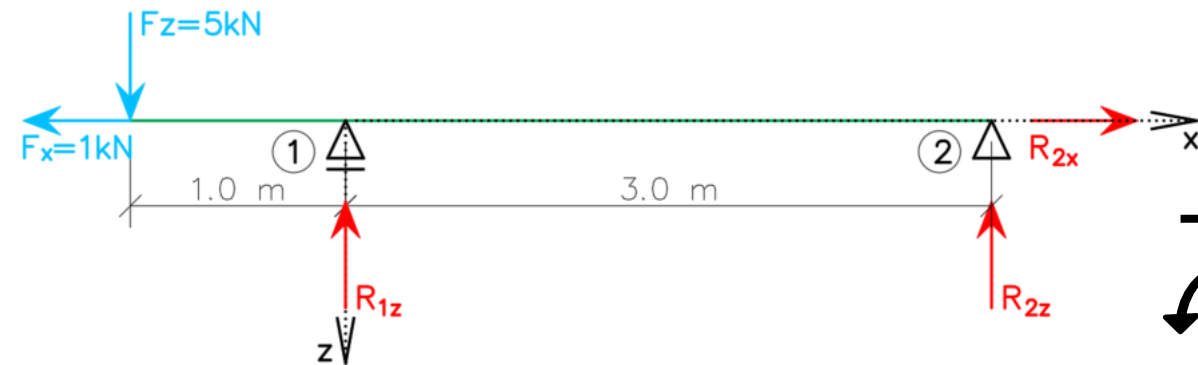


SV: 3

PO: -1 -2

Σ 0

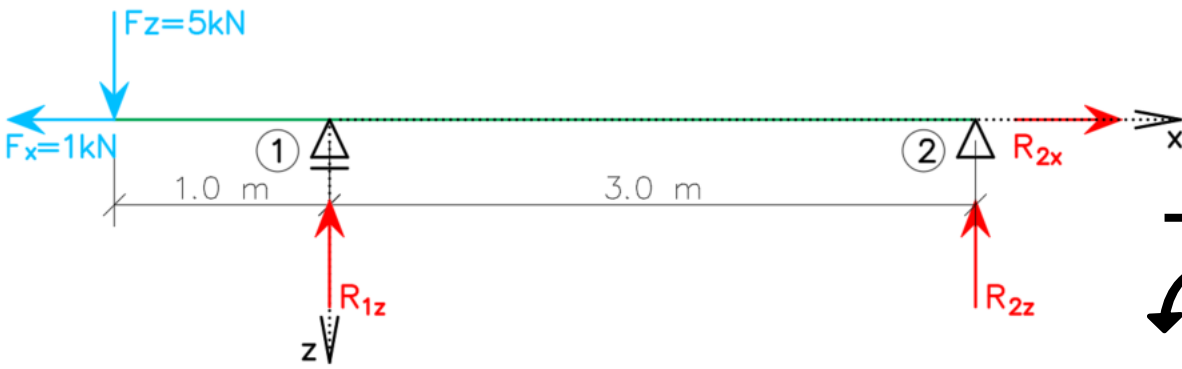
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \quad x: R_{2x} - F_x &= 0 \\
 \curvearrowleft 1 \quad y: F_z \cdot 1,0 + R_{2z} \cdot 3 &= 0 \\
 \downarrow \quad z: F_z - R_{1z} - R_{2z} &= 0
 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

→

$x: R_{2x} - F_x = 0$

↺ 1

$y: F_z \cdot 1,0 + R_{2z} \cdot 3 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

$x: R_{2x} - 1 = 0$

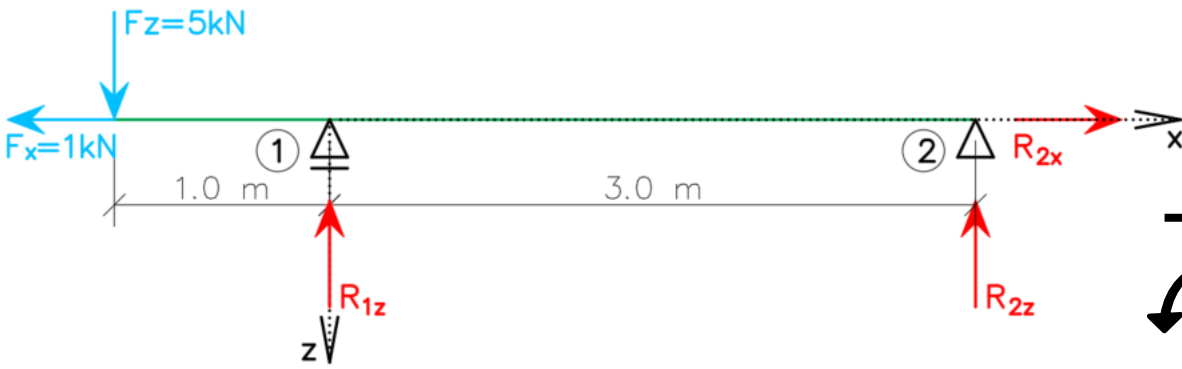
↺ 1

$y: 5 \cdot 1 + R_{2z} \cdot 3 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

→

$x: R_{2x} - F_x = 0$

↺ 1

$y: F_z \cdot 1,0 + R_{2z} \cdot 3 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

$x: R_{2x} - 1 = 0$

↺ 1

$y: 5 \cdot 1 + R_{2z} \cdot 3 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

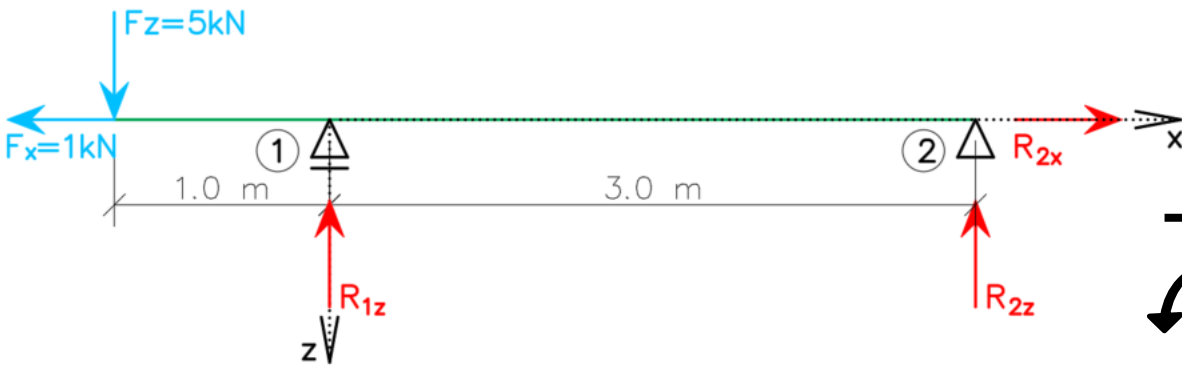
↺ 1

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

↓

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

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

Kontrola:

2

y: $-R_{1z} \cdot 3 + F_z \cdot 4 = 0$

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

$0 = 0$

→

x: $R_{2x} - F_x = 0$

1

y: $F_z \cdot 1,0 + R_{2z} \cdot 3 = 0$

↓

z: $F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

x: $R_{2x} - 1 = 0$

1

y: $5 \cdot 1 + R_{2z} \cdot 3 = 0$

↓

z: $F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

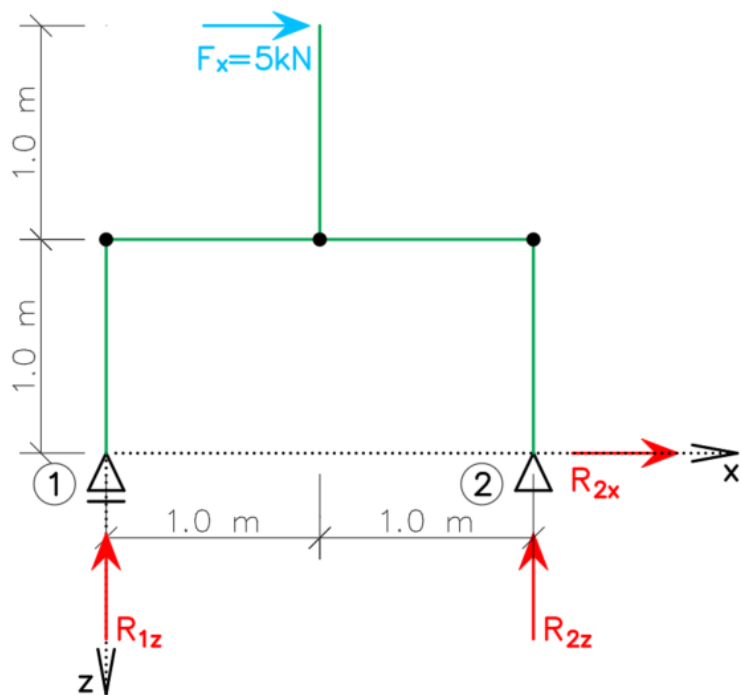
1

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

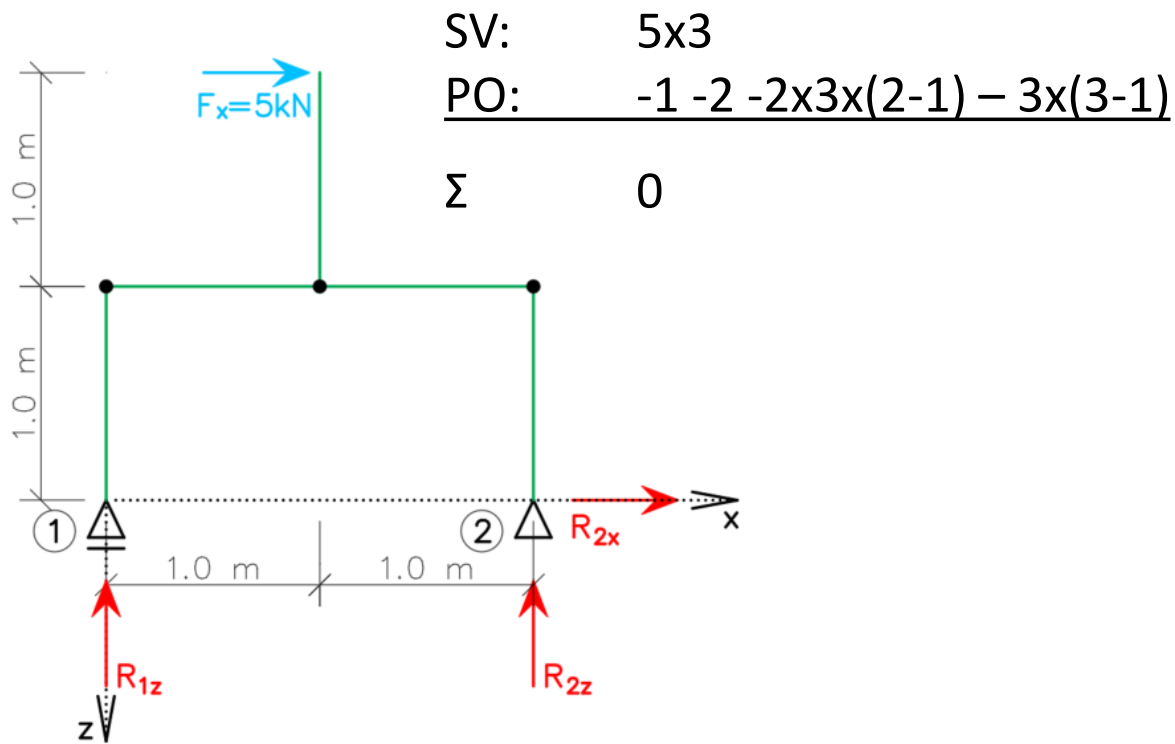
↓

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

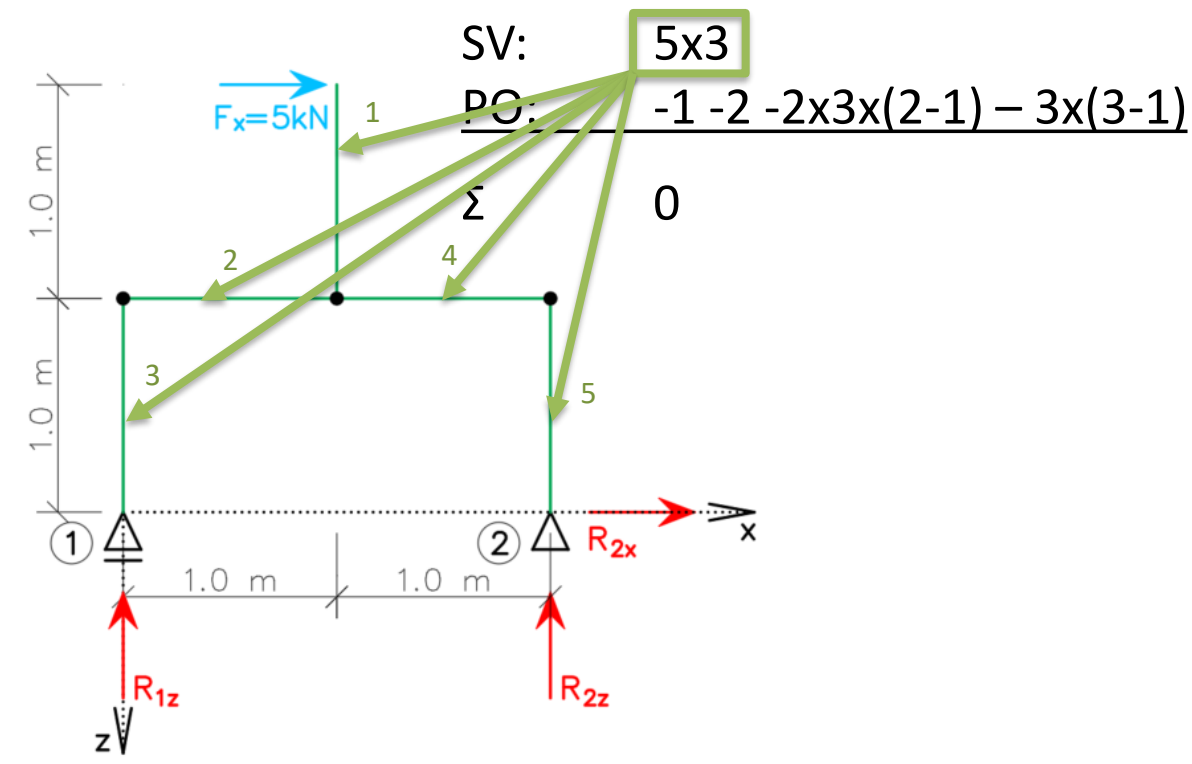
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



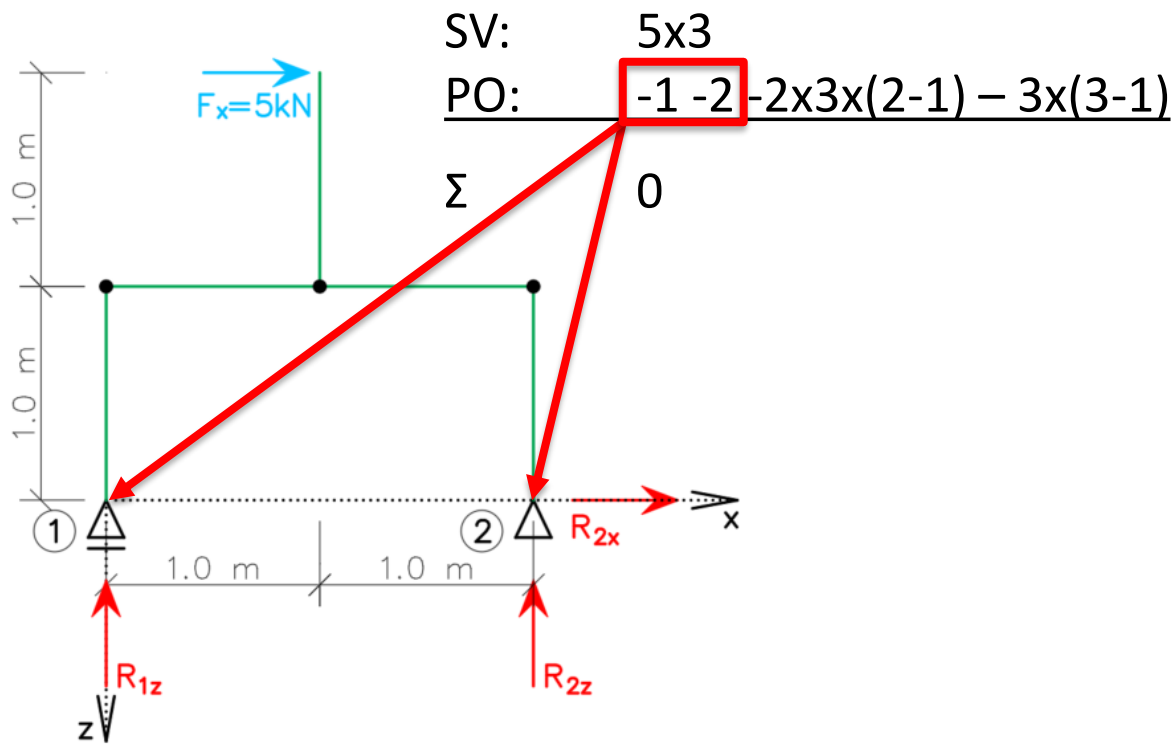
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



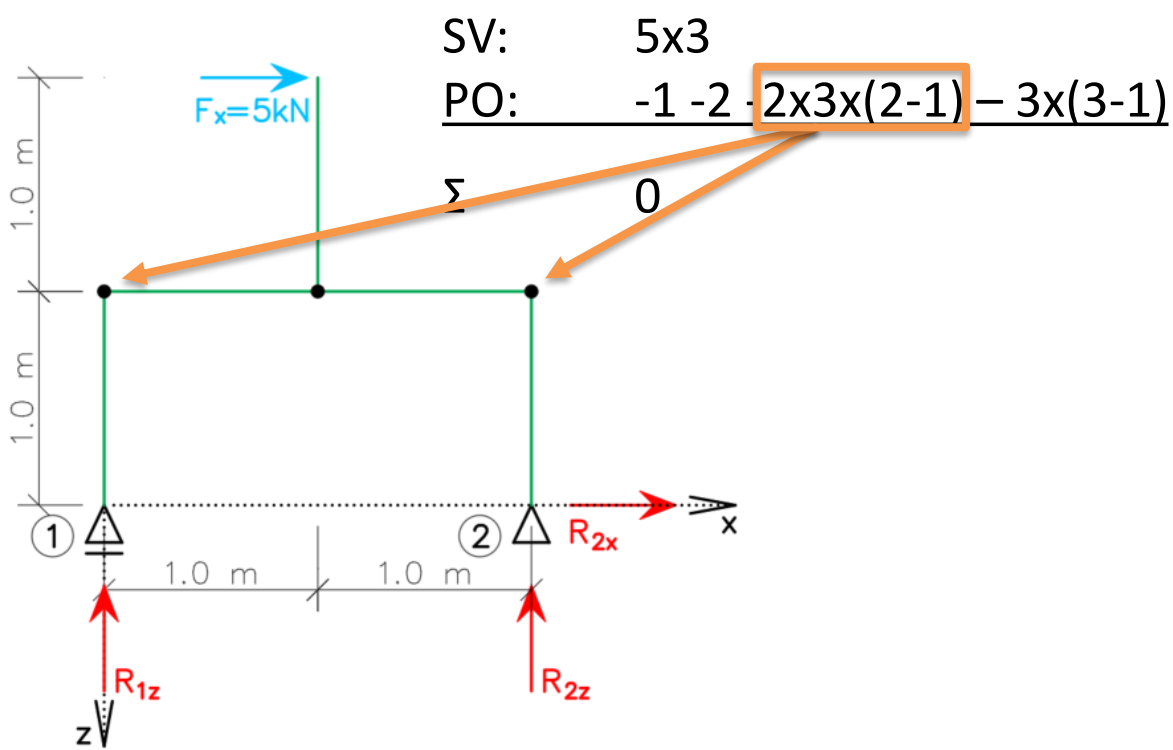
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



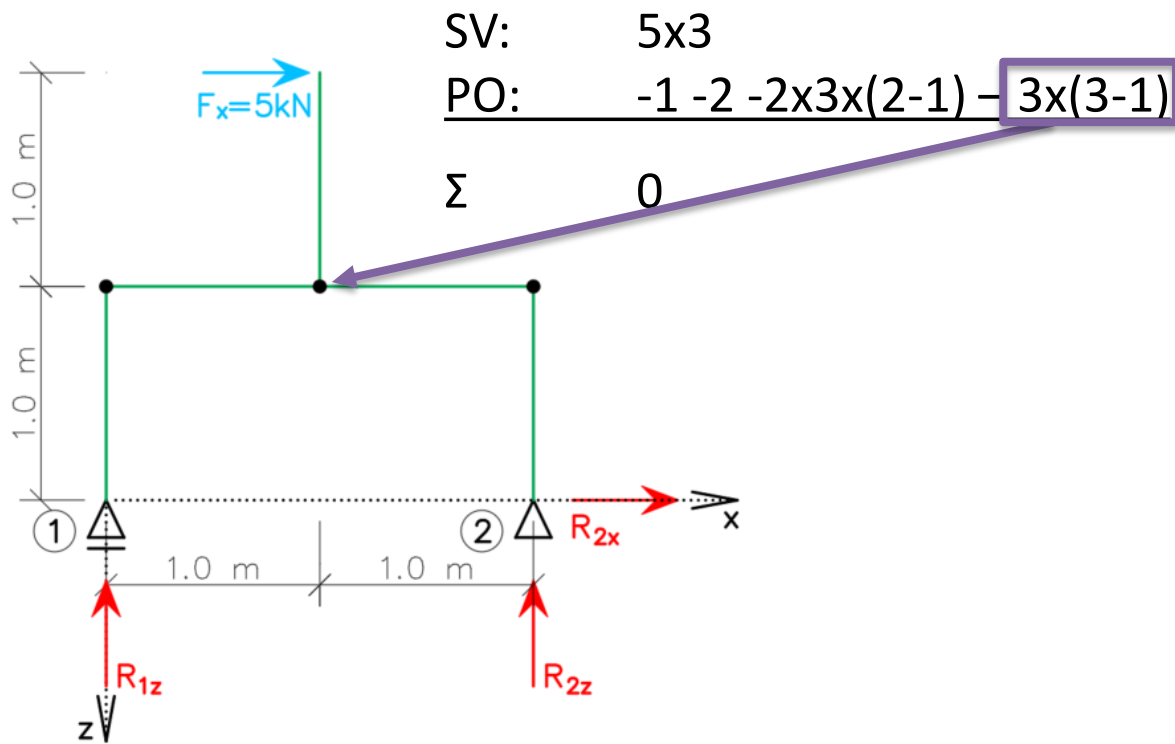
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



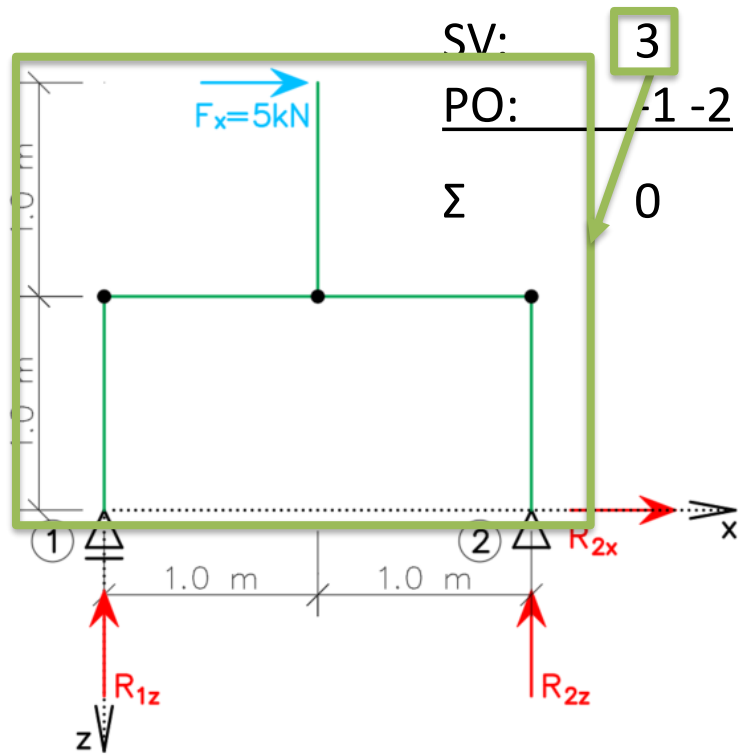
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



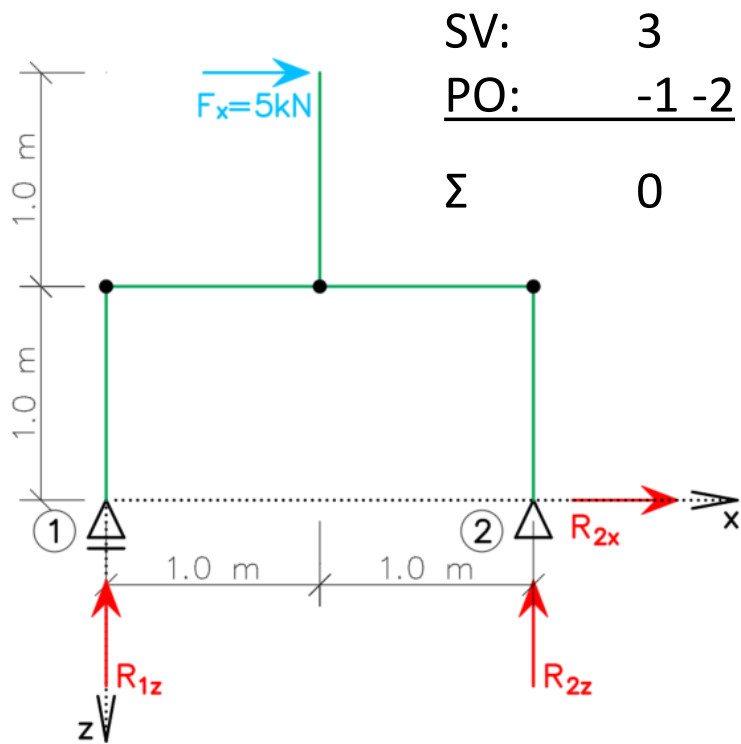
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

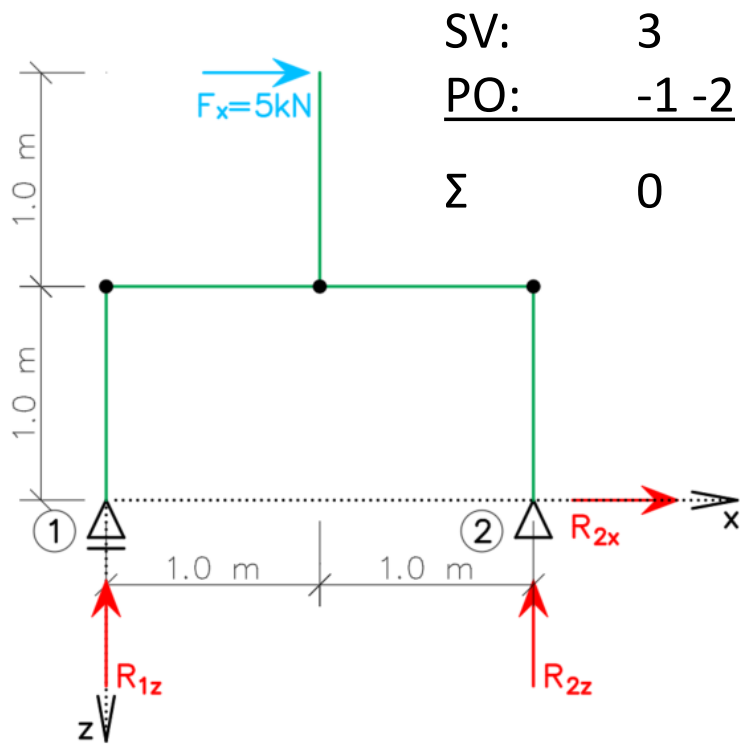


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	<u>-1 -2</u>
Σ	0

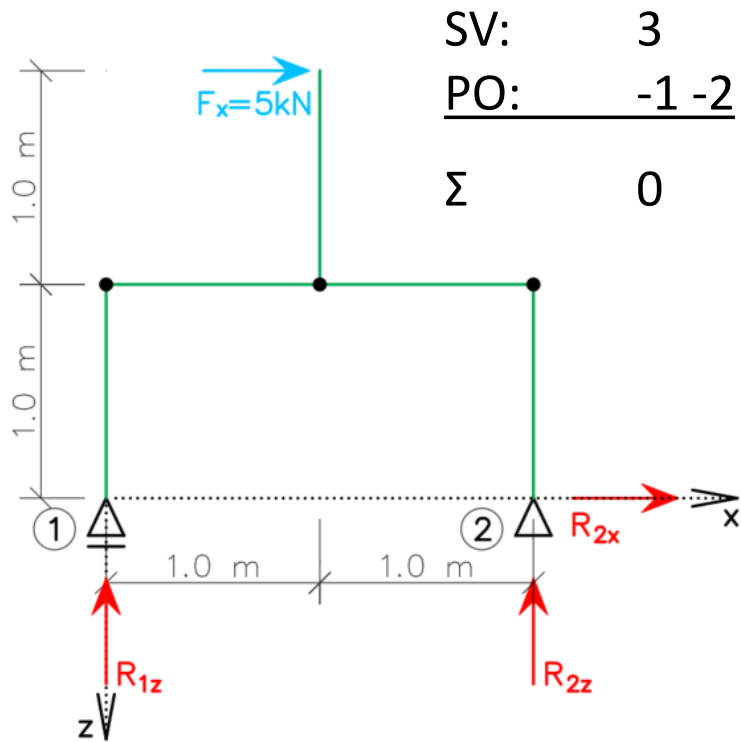
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} + F_x = 0 \\ \curvearrowleft 1 & \quad y: R_{2z} \cdot 2 - F_x \cdot 2,0 = 0 \\ \downarrow & \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

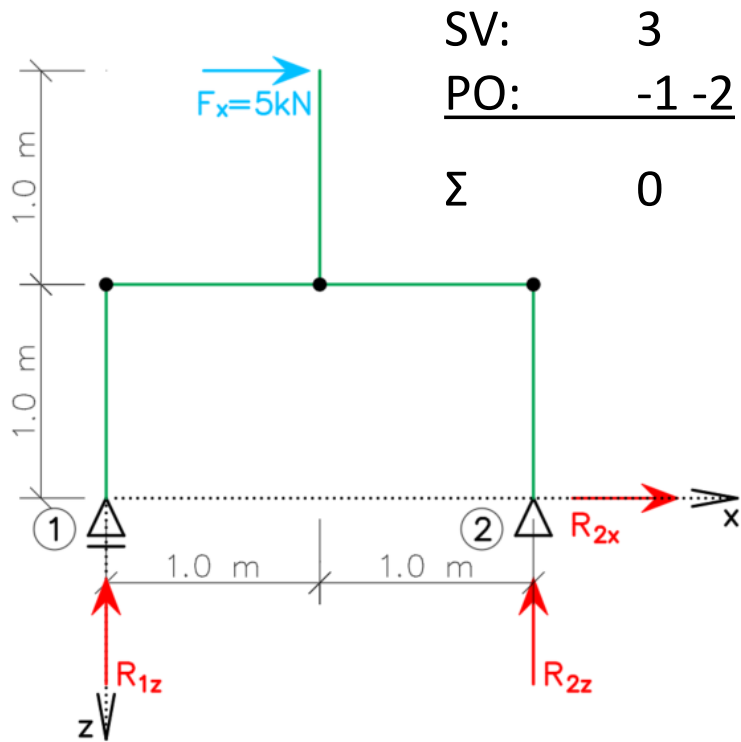


SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} + F_x = 0 \\ \curvearrowleft 1 & \quad y: R_{2z} \cdot 2 - F_x \cdot 2,0 = 0 \\ \downarrow & \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} + 5 = 0 \\ \curvearrowleft 1 & \quad y: R_{2z} \cdot 2,0 - 5 \cdot 2 = 0 \\ \downarrow & \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



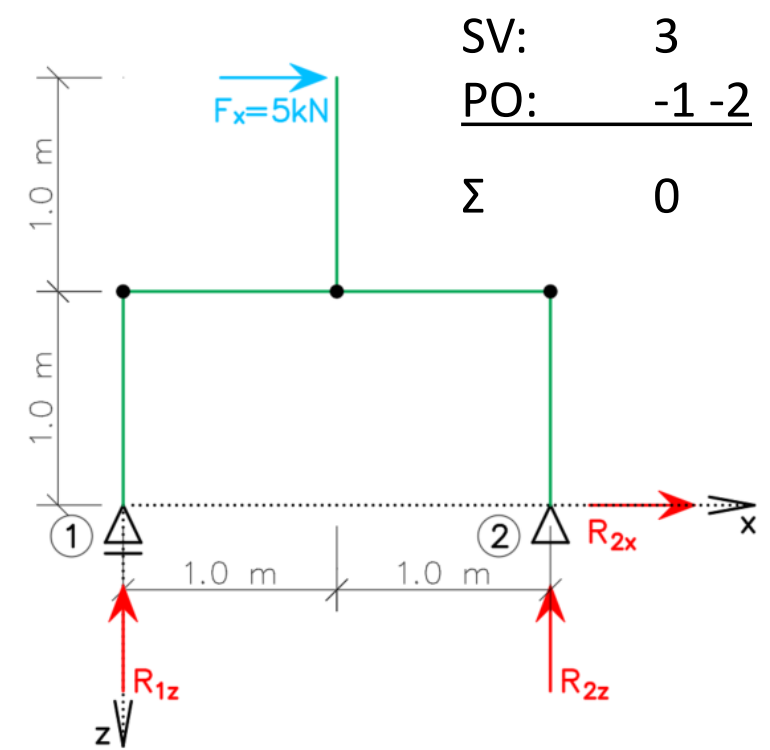
SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} + F_x = 0 \\ \curvearrowleft 1 & \quad y: R_{2z} \cdot 2 - F_x \cdot 2,0 = 0 \\ \downarrow & \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{2x} + 5 = 0 \\ \curvearrowleft 1 & \quad y: R_{2z} \cdot 2,0 - 5 \cdot 2 = 0 \\ \downarrow & \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_x = -5 \text{ kN} \\ \curvearrowleft 1 & \quad y: R_{2z} = 5 \text{ kN} \\ \downarrow & \quad z: R_{1z} = -5 \text{ kN} \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -2
Σ	0

Kontrola:

$$\curvearrowright_2 \quad y: R_{1z} \cdot 2 + F_x \cdot 2 = 0$$

$$-5 \cdot 2 + 5 \cdot 2 = 0$$

$$0 = 0$$

$$\rightarrow \quad x: R_{2x} + F_x = 0$$

$$\curvearrowright_1 \quad y: R_{2z} \cdot 2 - F_x \cdot 2,0 = 0$$

$$\downarrow \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$\rightarrow \quad x: R_{2x} + 5 = 0$$

$$\curvearrowright_1 \quad y: R_{2z} \cdot 2,0 - 5 \cdot 2 = 0$$

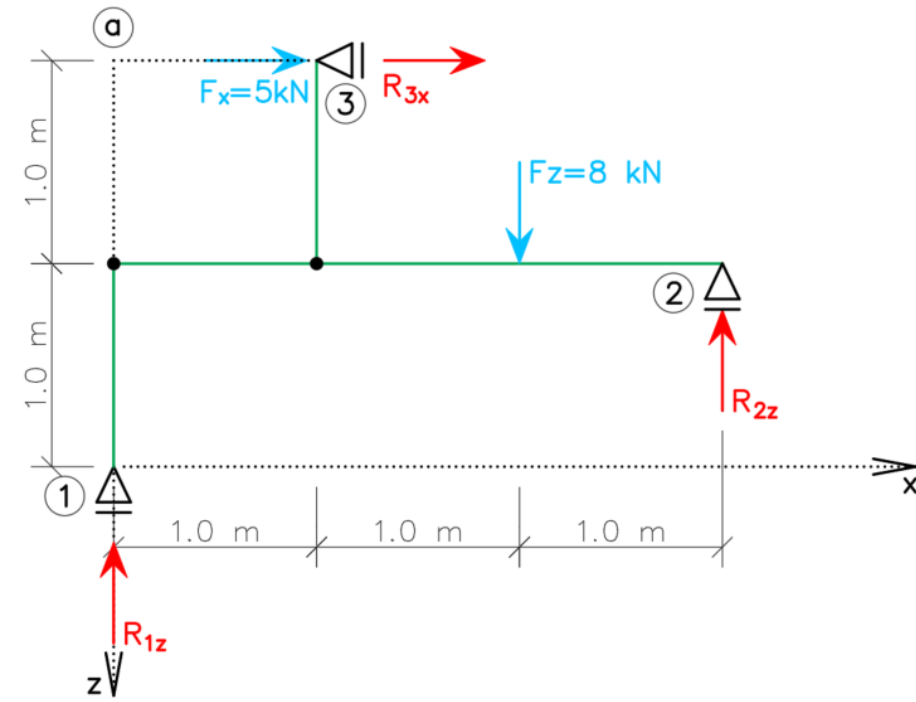
$$\downarrow \quad z: -R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$\rightarrow \quad x: R_x = -5 \text{ kN}$$

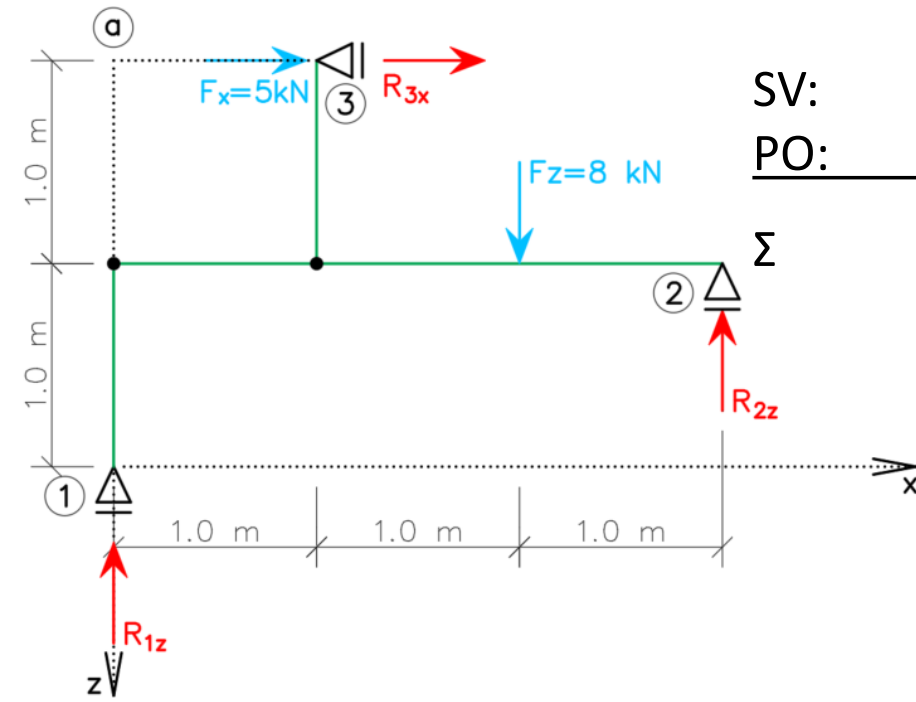
$$\curvearrowright_1 \quad y: R_{2z} = 5 \text{ kN}$$

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

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

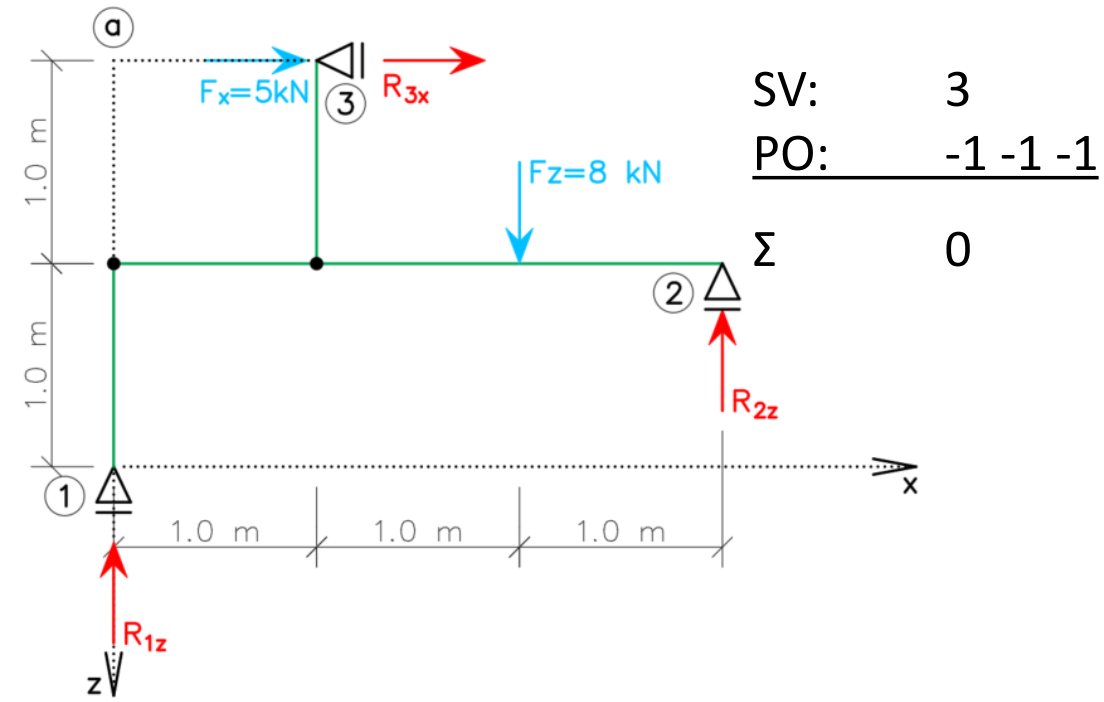


SV: 4×3

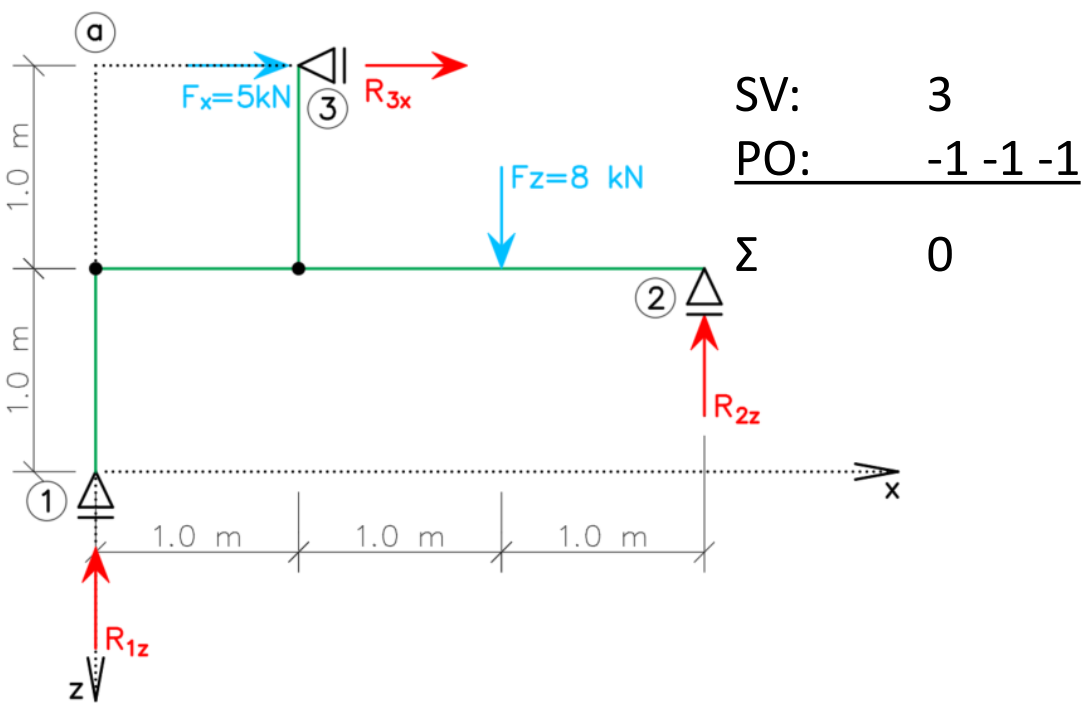
PO: $-1 -1 -1 -3x(2-1) -3x(3-1)$

Σ 0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



→

$x: R_{3x} + F_x = 0$

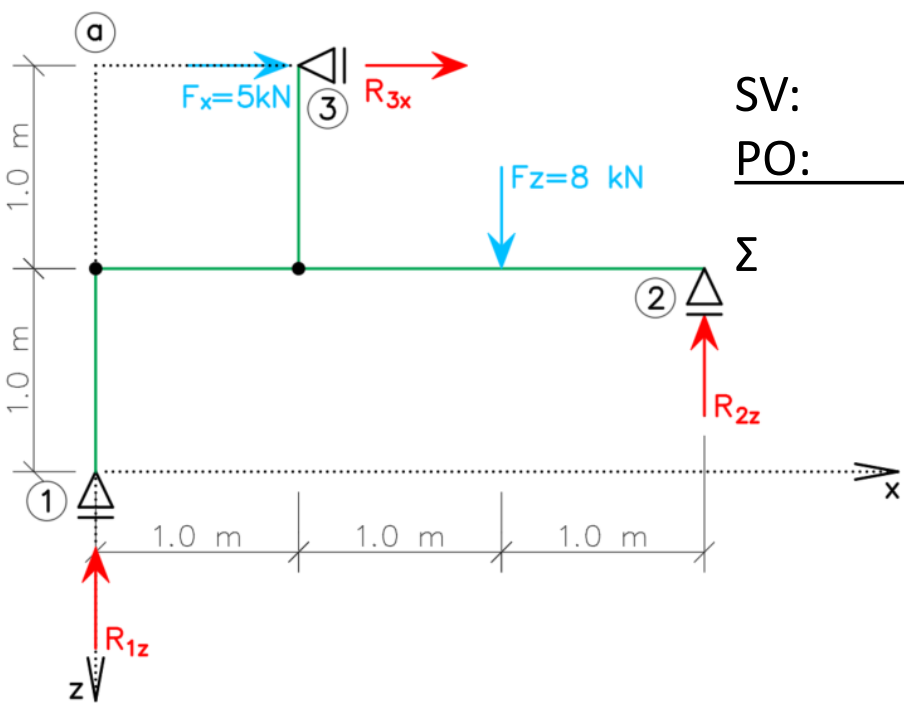
↺ a

$y: R_{2z} \cdot 3 - F_z \cdot 2,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -1 -1
Σ	0

→

$x: R_{3x} + F_x = 0$

↺ a

$y: R_{2z} \cdot 3 - F_z \cdot 2,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

$x: R_{3x} + 5 = 0$

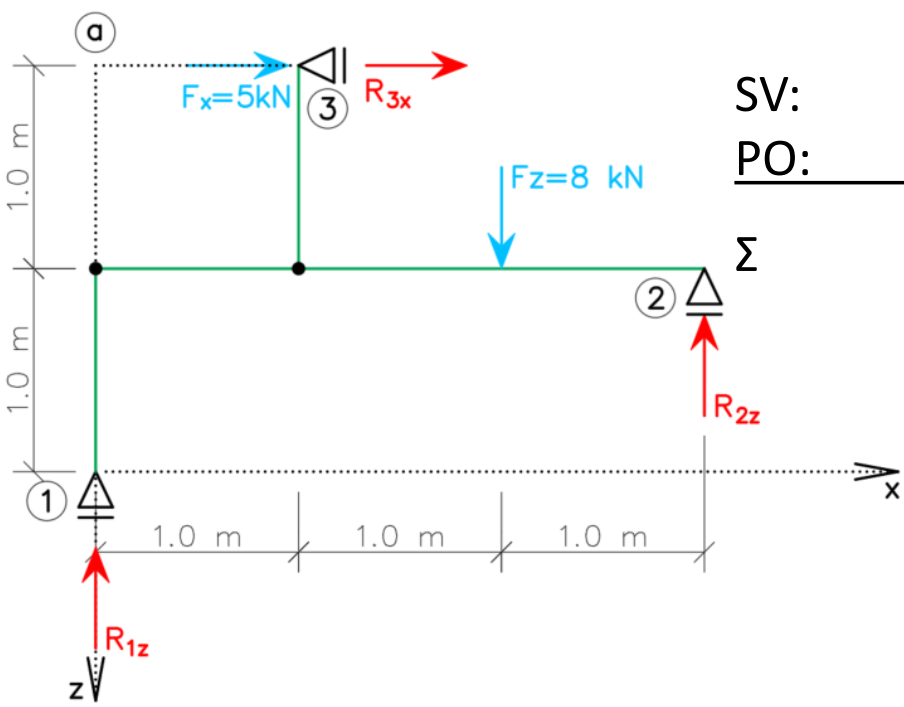
↺ 1

$y: R_{2z} \cdot 3 - 8 \cdot 2,0 = 0$

↓

$z: 8 - R_{1z} - R_{2z} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-1 -1 -1
Σ	0

$\rightarrow$

$x: R_{3x} + F_x = 0$

$\curvearrowright_a$

$y: R_{2z} \cdot 3 - F_z \cdot 2,0 = 0$

$\downarrow$

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

$\rightarrow$

$x: R_{3x} + 5 = 0$

$\curvearrowright_1$

$y: R_{2z} \cdot 3 - 8 \cdot 2,0 = 0$

$\downarrow$

$z: 8 - R_{1z} - R_{2z} = 0$

$\rightarrow$

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

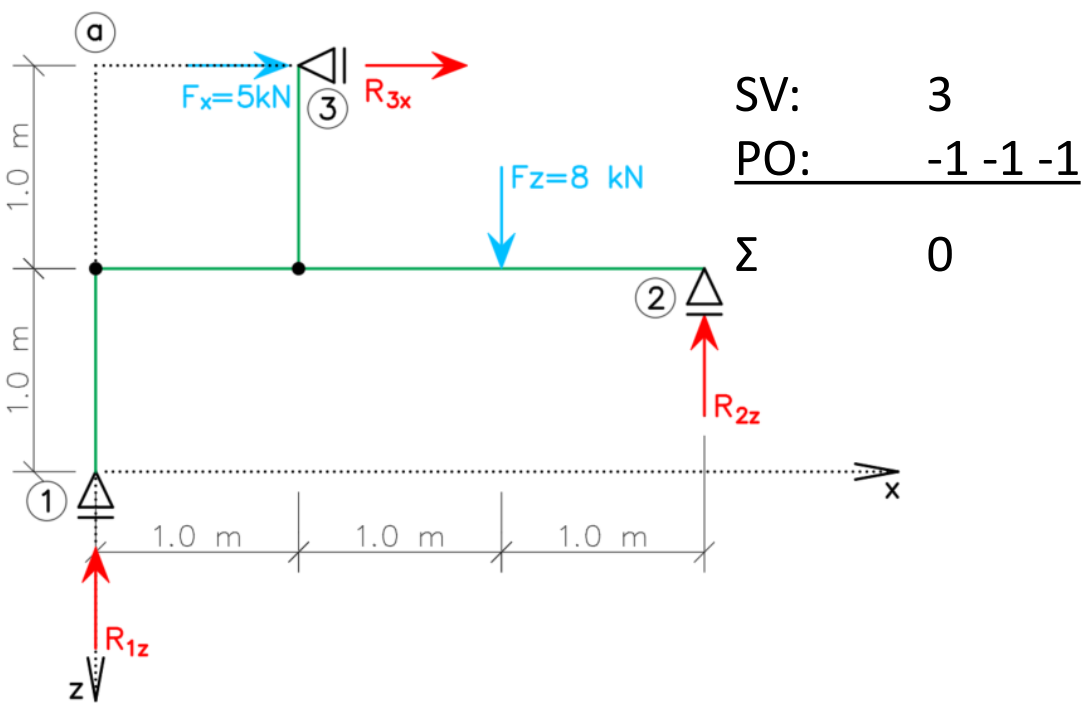
$\curvearrowright_1$

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

$\downarrow$

$z: R_{1z} = 8 - 5, \bar{3} = 2, \bar{6} \text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



→

$x: R_{3x} + F_x = 0$

↺ a

$y: R_{2z} \cdot 3 - F_z \cdot 2,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

$x: R_{3x} + 5 = 0$

↺ 1

$y: R_{2z} \cdot 3 - 8 \cdot 2,0 = 0$

↓

$z: 8 - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

↺ 1

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

↓

$z: R_{1z} = 8 - 5, \bar{3} = 2, \bar{6} \text{ kN}$

Kontrola:

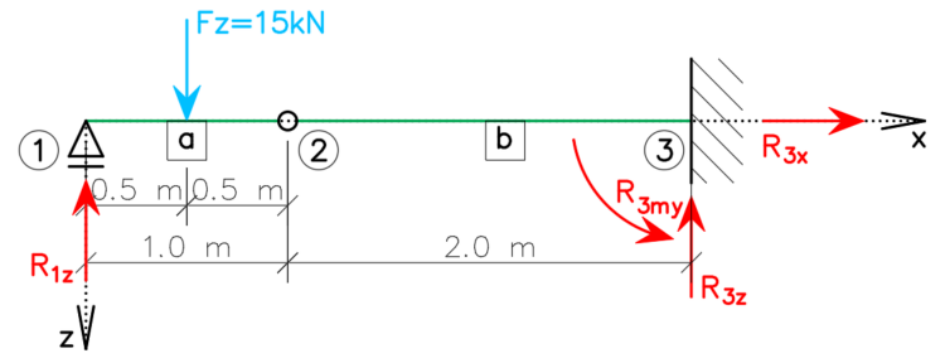
↺ 2

$y: R_{1z} \cdot 3 + F_x \cdot 1 + R_{3x} \cdot 1 - F_z \cdot 1 = 0$

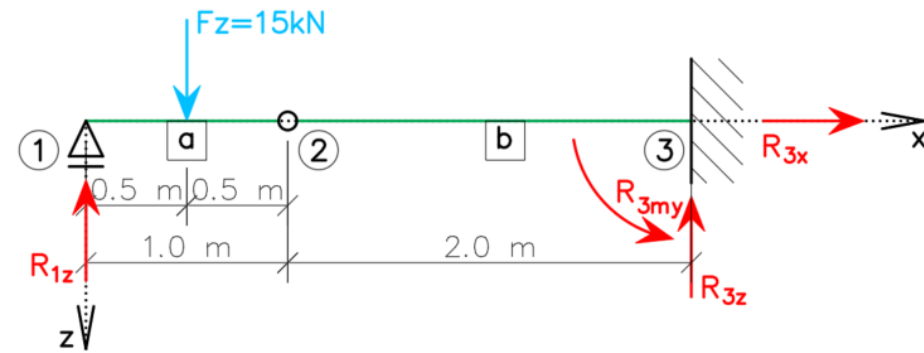
$2, \bar{6} \cdot 3 + 5 \cdot 1 - 5 \cdot 1 - 8 \cdot 1 = 0$

$0 = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

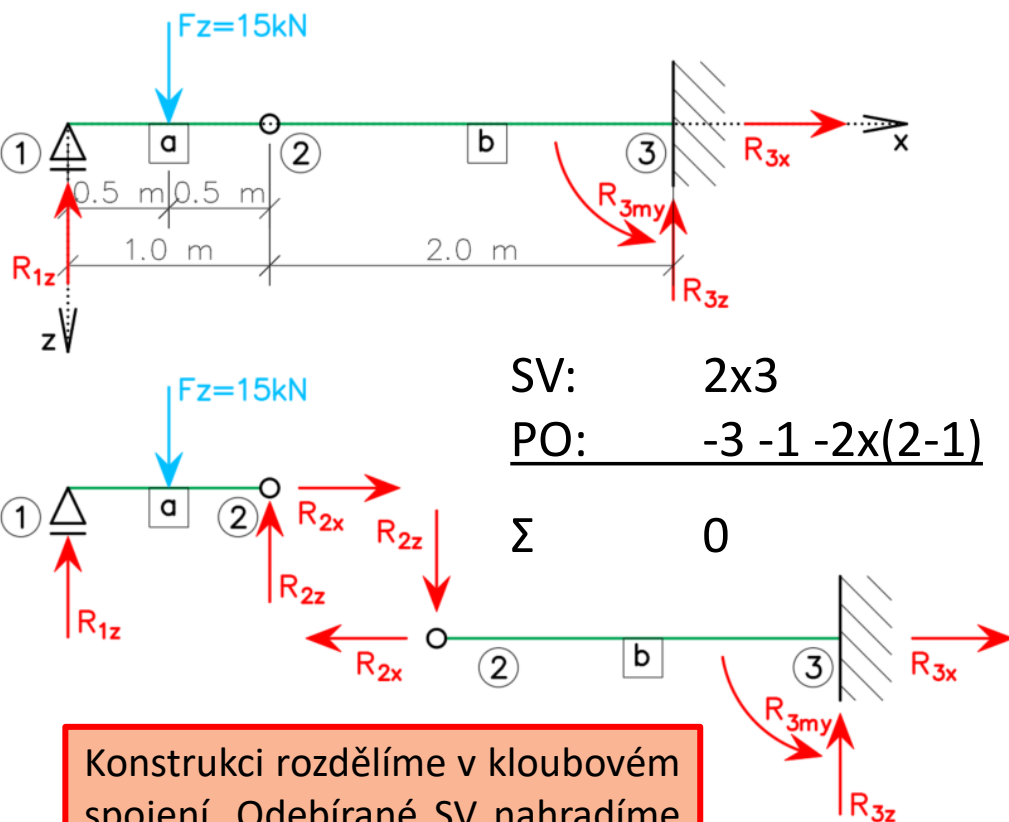


SV: 2×3

PO: $-3 -1 -2x(2-1)$

Σ 0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

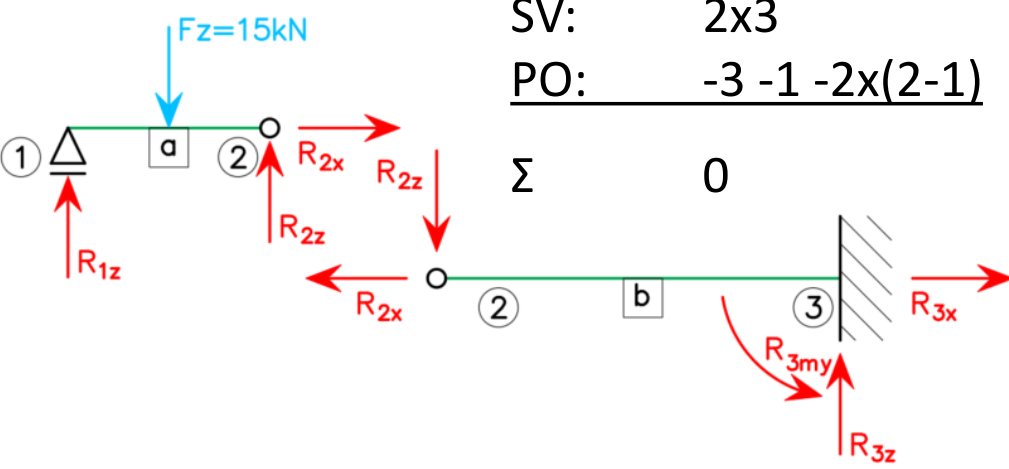
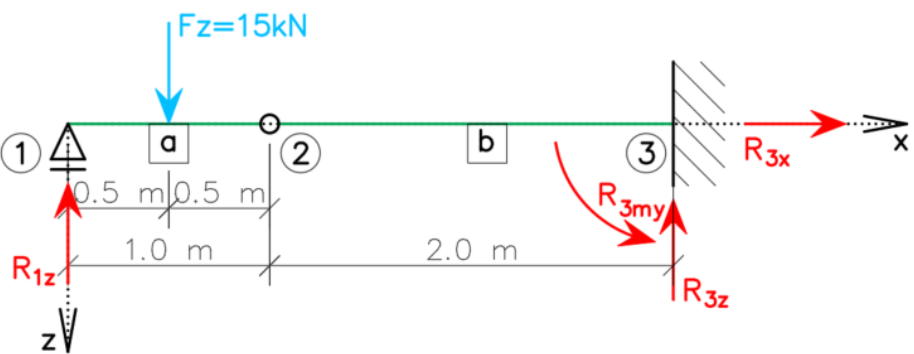


Konstrukci rozdělíme v kloubovém spojení. Odebírané SV nahradíme reakcemi.

Pro zachování rovnováhy na konstrukci musí být na každé části zavedeny reakce obráceně.

Každou část konstrukce (a, b) můžeme řešit zvlášť.

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV: 2x3
PO: -3 -1 -2x(2-1)
Σ 0

a

→

$x: R_{2x} = 0$

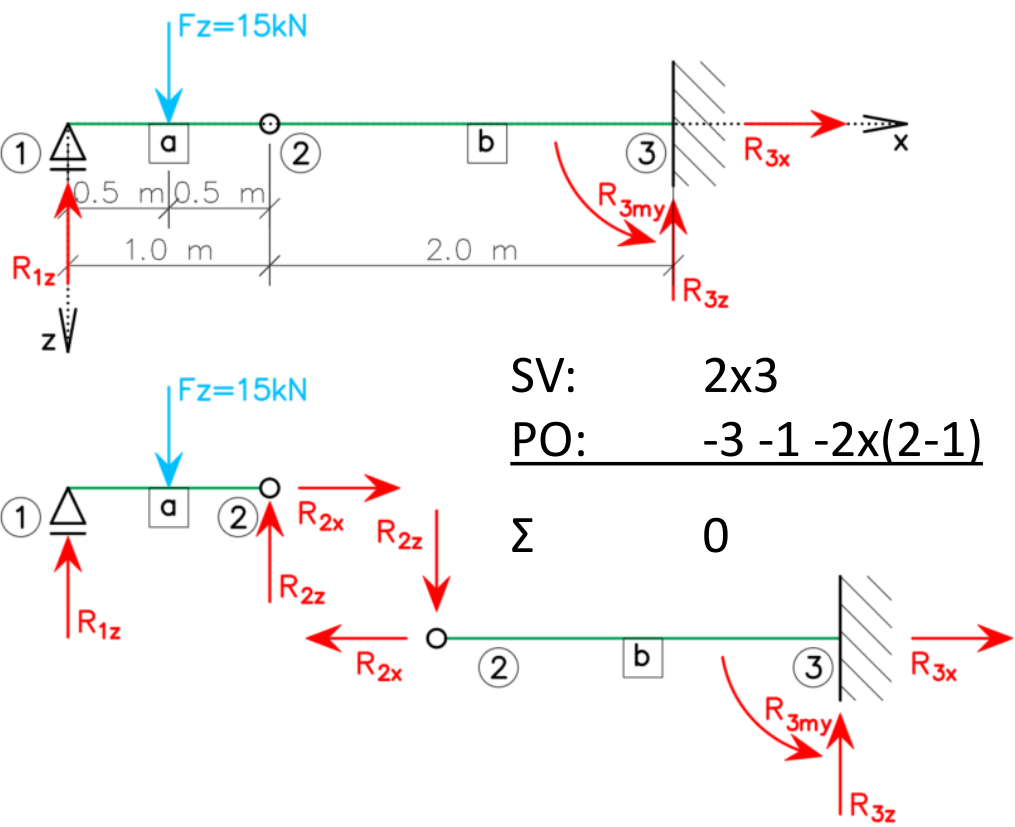
↺

$y: F_z \cdot 0.5 - R_{1z} \cdot 1,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



a

→

$x: R_{2x} = 0$

↺

$y: F_z \cdot 0.5 - R_{1z} \cdot 1.0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

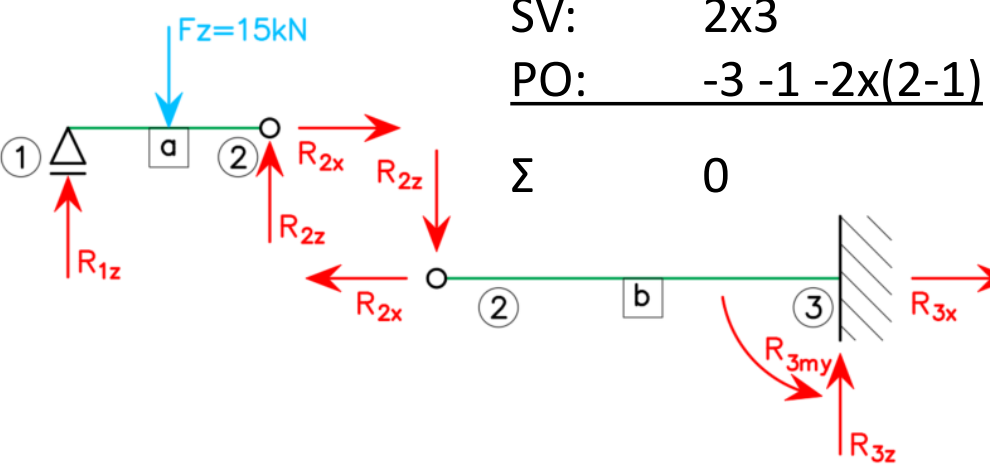
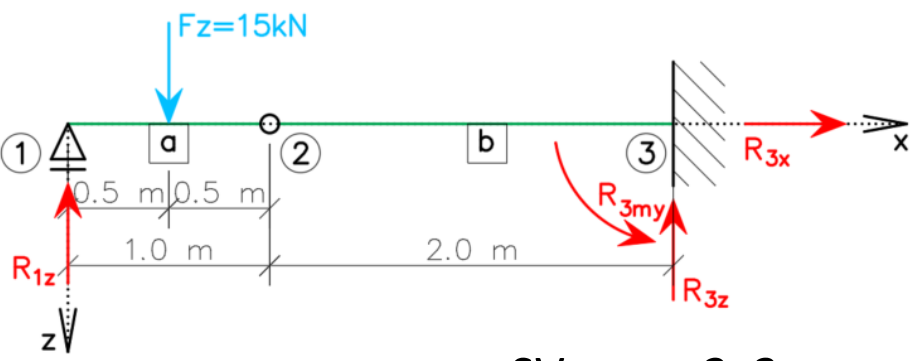
↺

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

↓

$z: R_{2z} = 15 - 7.5 = 7.5 \text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



a

→

$x: R_{2x} = 0$

↺ 2

$y: F_z \cdot 0.5 - R_{1z} \cdot 1,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

↺ 2

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

↓

$z: R_{2z} = 15 - 7.5 = 7,5 \text{ kN}$

b

→

$x: -R_{2x} = 0$

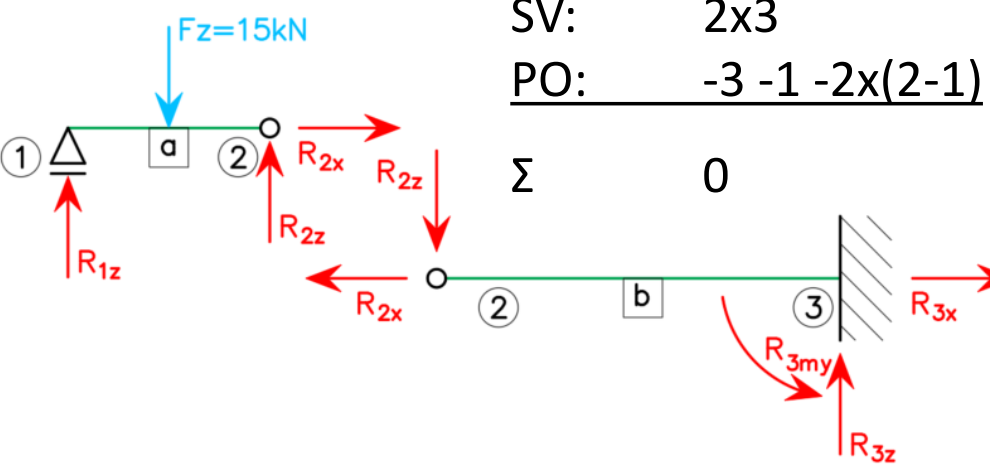
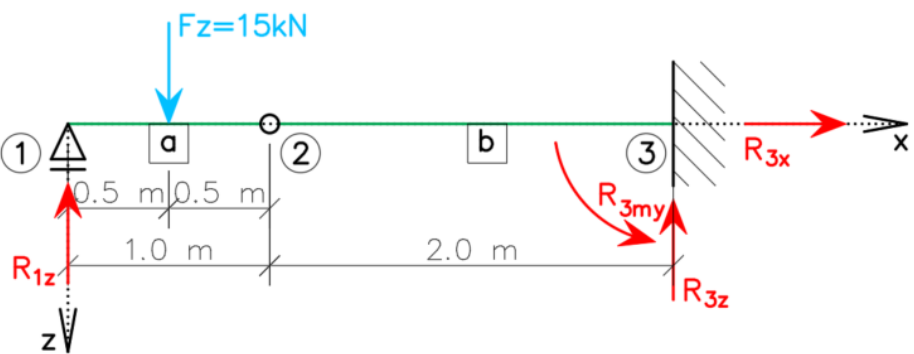
↺ 3

$y: R_{2z} \cdot 2,0 + R_{3my} = 0$

↓

$z: R_{2z} - R_{3z} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



a

→

$x: R_{2x} = 0$

↺ 2

$y: F_z \cdot 0.5 - R_{1z} \cdot 1,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

↺ 2

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

↓

$z: R_{2z} = 15 - 7.5 = 7,5 \text{ kN}$

b

→

$x: -R_{2x} = 0$

↺ 3

$y: R_{2z} \cdot 2,0 + R_{3my} = 0$

↓

$z: R_{2z} - R_{3z} = 0$

→

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

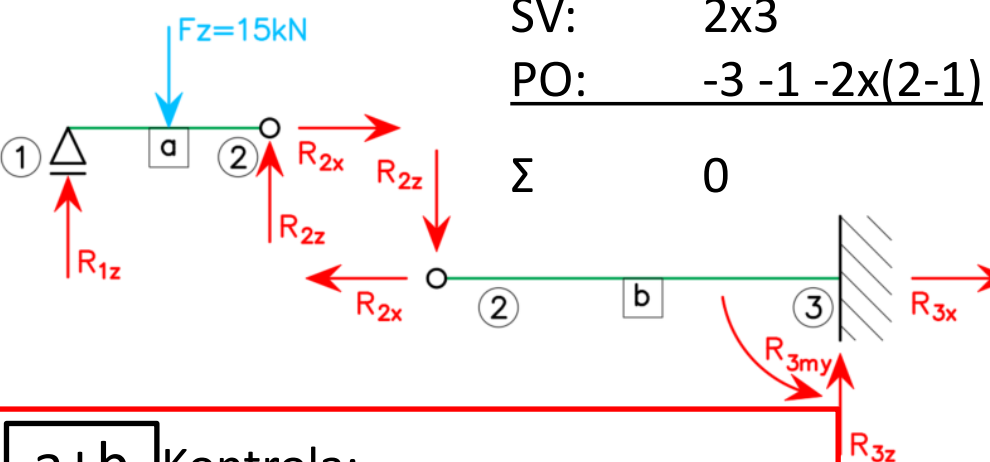
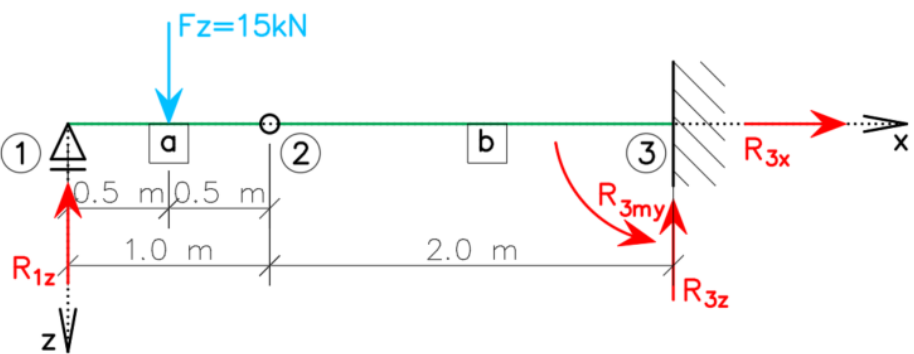
↺ 3

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

↓

$z: R_{3z} = 7,5 \text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV: 2x3
PO: -3 -1 -2x(2-1)
 $\Sigma \quad 0$

a+b

Kontrola:

1

↺

$y: F_z \cdot 0,5 - R_{3z} \cdot 3 - R_{3my} = 0$
 $15 \cdot 0,5 - 7,5 \cdot 3 + 15 = 0$
 $0 = 0$

a

→

$x: R_{2x} = 0$

↺

2

$y: F_z \cdot 0,5 - R_{1z} \cdot 1,0 = 0$

↓

$z: F_z - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

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

↺

2

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

↓

$z: R_{2z} = 15 - 7.5 = 7,5 \text{ kN}$

b

→

$x: -R_{2x} = 0$

↺

3

$y: R_{2z} \cdot 2,0 + R_{3my} = 0$

↓

$z: R_{2z} - R_{3z} = 0$

→

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

↺

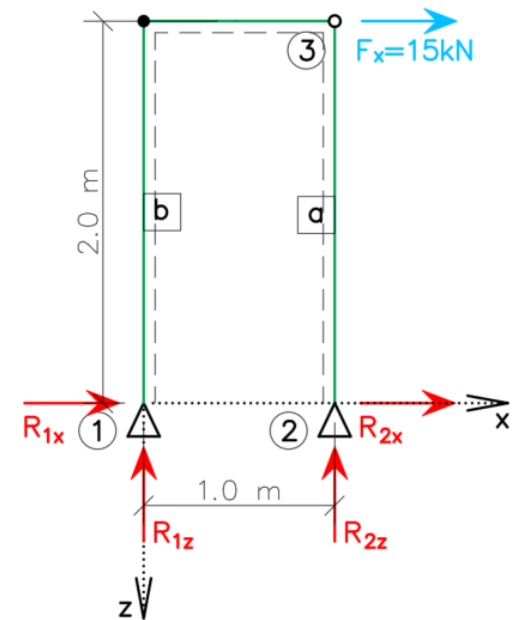
3

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

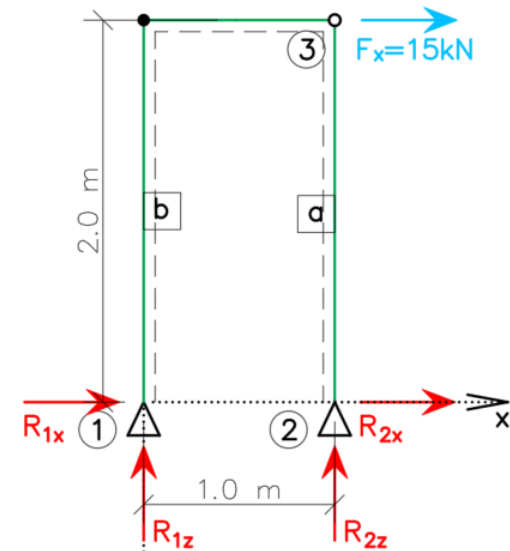
↓

$z: R_{3z} = 7,5 \text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

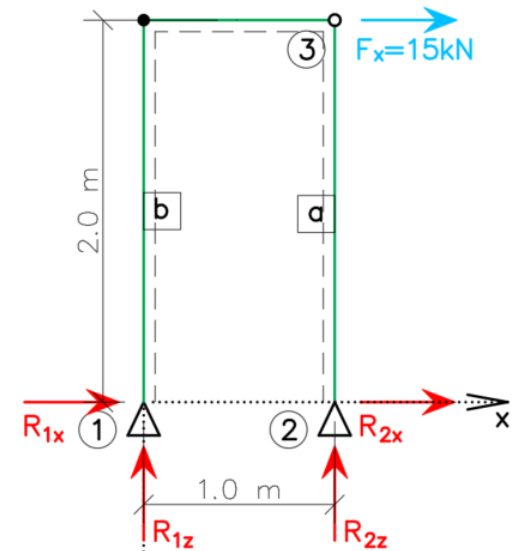


SV: 3×3

PO: $-2 \quad -2 \quad -3(2-1) \quad -2(2-1)$

$\Sigma \quad 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

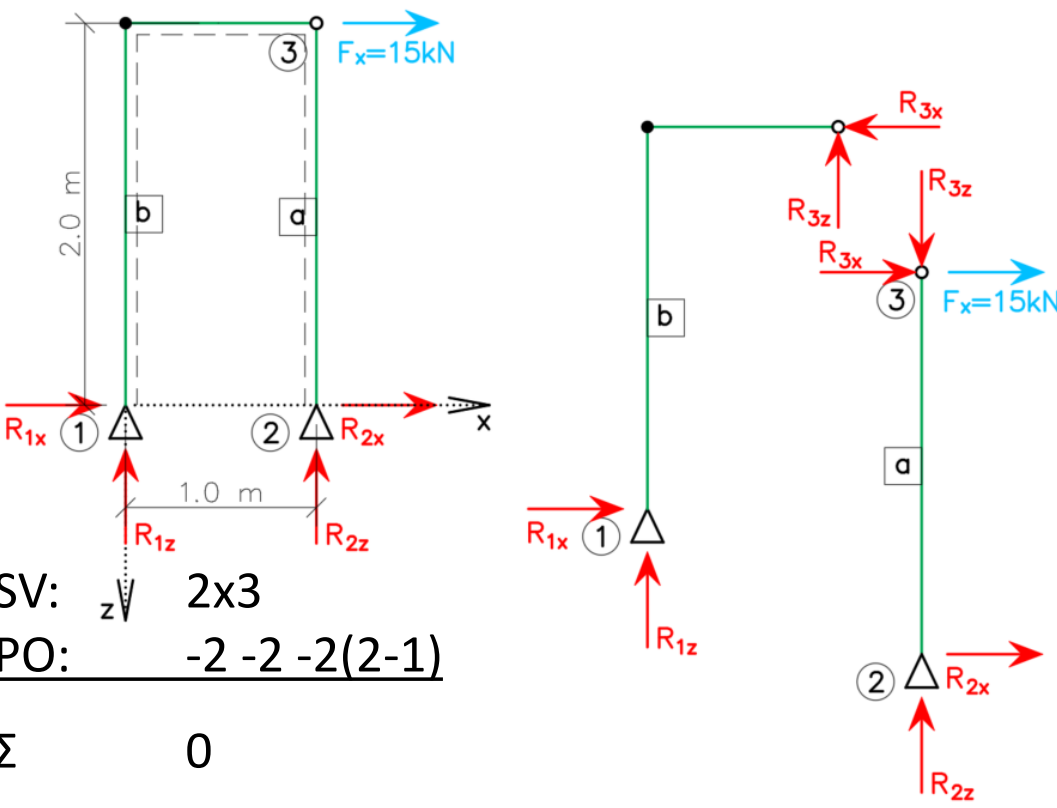


SV: $z \downarrow$ 2x3

PO: $-2 -2 -2(2-1)$

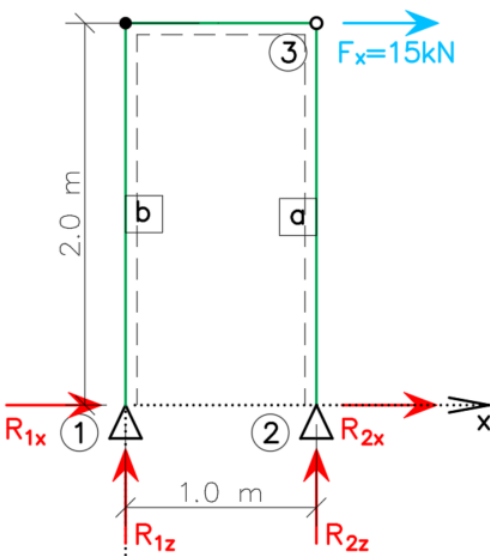
Σ 0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



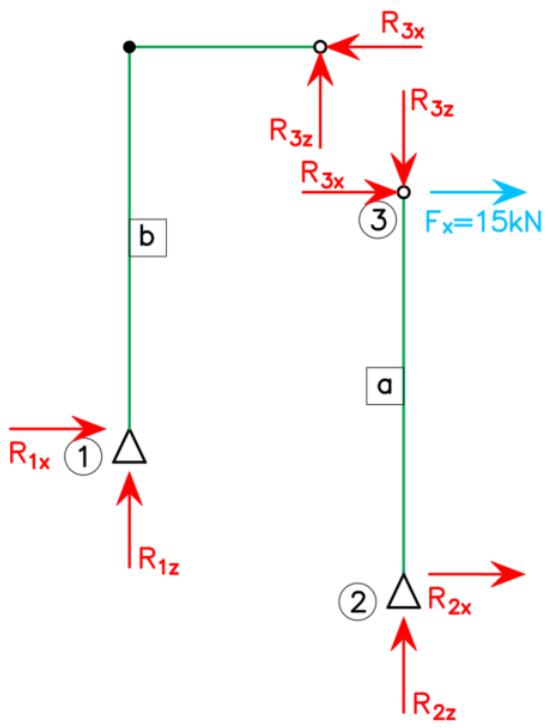
SV: 2x3
PO: -2 -2 -2(2-1)
 Σ 0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV: 2x3
 PO: -2 -2 -2(2-1)

$\Sigma \quad 0$



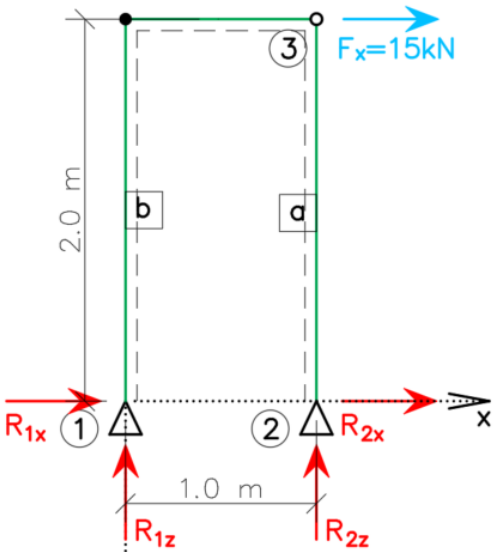
a

$y: F_x \cdot 2,0 + R_{3x} \cdot 2,0 = 0$

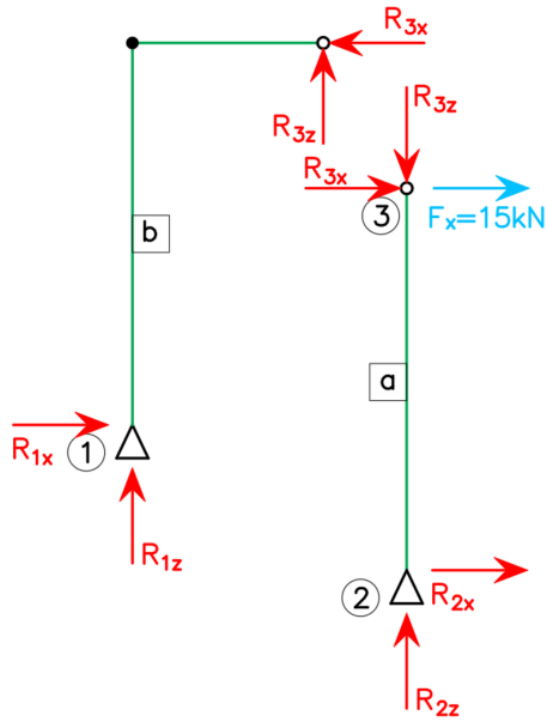
$x: R_{2x} + R_{3x} + F_x = 0$

$z: R_{3z} - R_{2z} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV: $z \nabla$ 2x3
PO: -2 -2 -2(2-1)

$$\Sigma \quad 0$$


a

$y: F_x \cdot 2,0 + R_{3x} \cdot 2,0 = 0$

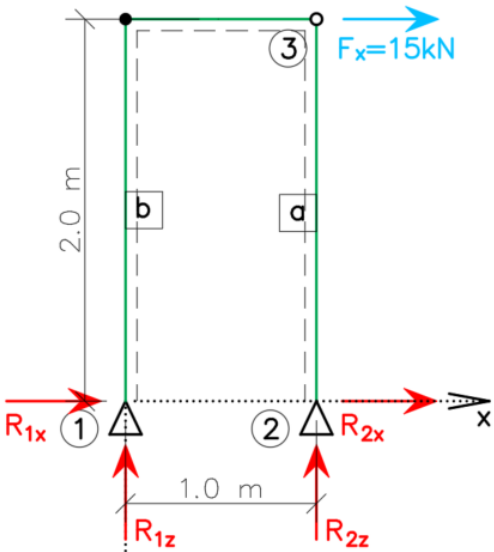
$\rightarrow$ $x: R_{2x} + R_{3x} + F_x = 0$

$\downarrow$ $z: R_{3z} - R_{2z} = 0$

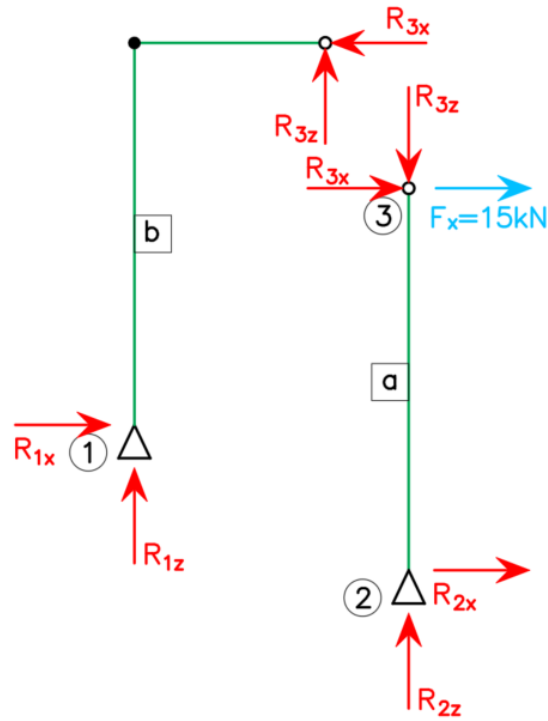
$y: R_{3x} = -15 \text{ kN}$

$\rightarrow$ $x: R_{2x} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV: $z \nabla$ 2x3
PO: -2 -2 -2(2-1)

$$\Sigma \quad 0$$


$$\boxed{a} \xrightarrow{2} y: F_x.2,0 + R_{3x}.2,0 = 0$$

$$\longrightarrow \quad x: R_{2x} + R_{3x} + F_x = 0$$

$$\downarrow \quad z: R_{3z} - R_{2z} = 0$$

 $y: R_{3x} = -15 \text{ kN}$

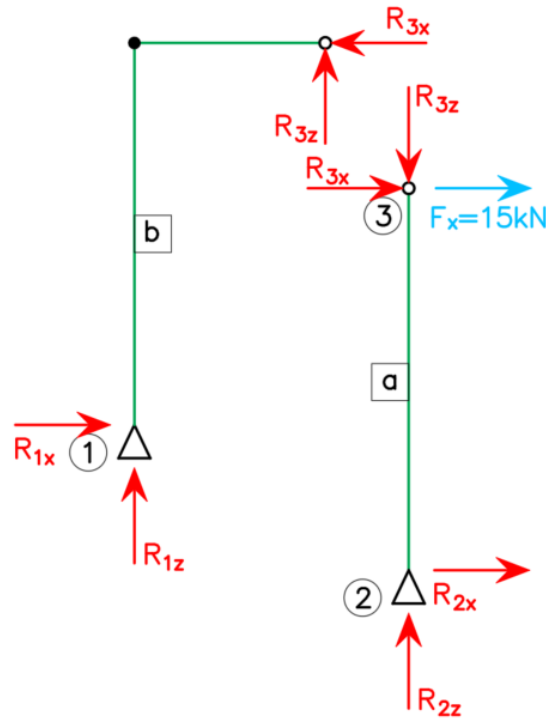
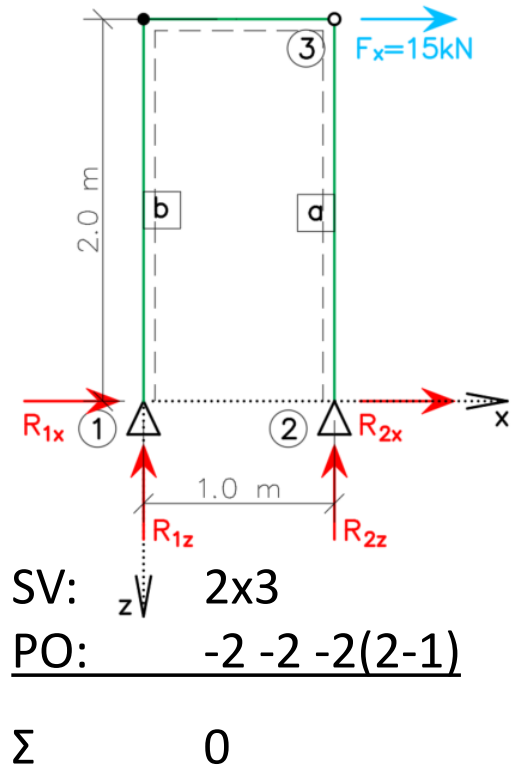
$$\longrightarrow x: R_{2x} = 0$$

$$\boxed{\mathbf{b}} \longrightarrow \mathbf{x}: R_{1x} - R_{3x} = 0$$

 $y: R_{3z}.1 + R_{3x}.2 = 0$

$$\downarrow \quad z: -R_{1z} - R_{3z} = 0$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



a



→

↓

$y: F_x \cdot 2,0 + R_{3x} \cdot 2,0 = 0$
 $x: R_{2x} + R_{3x} + F_x = 0$
 $z: R_{3z} - R_{2z} = 0$



→

$y: R_{3x} = -15 \text{ kN}$
 $x: R_{2x} = 0$

b

→



↓

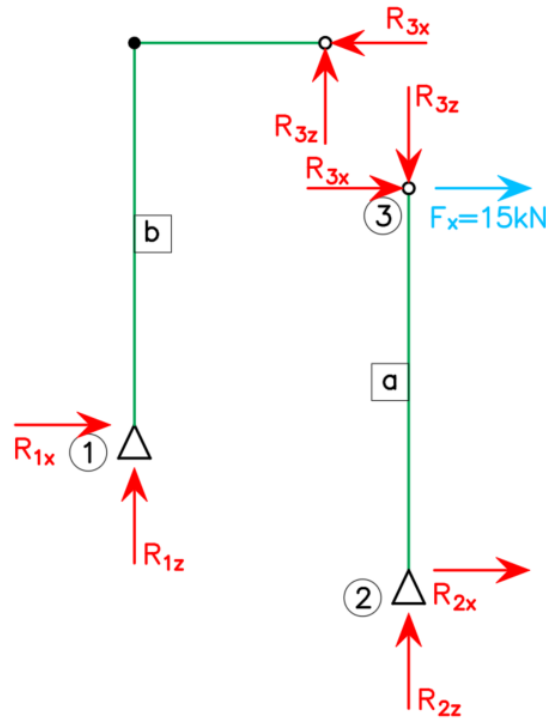
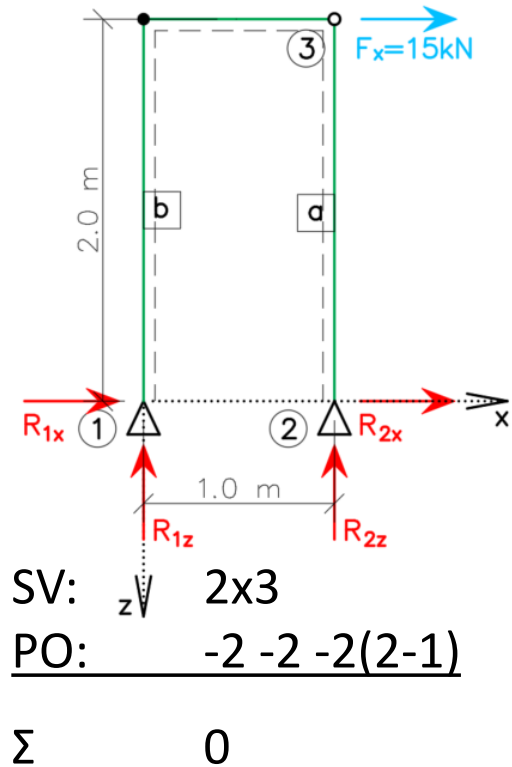
→



↓

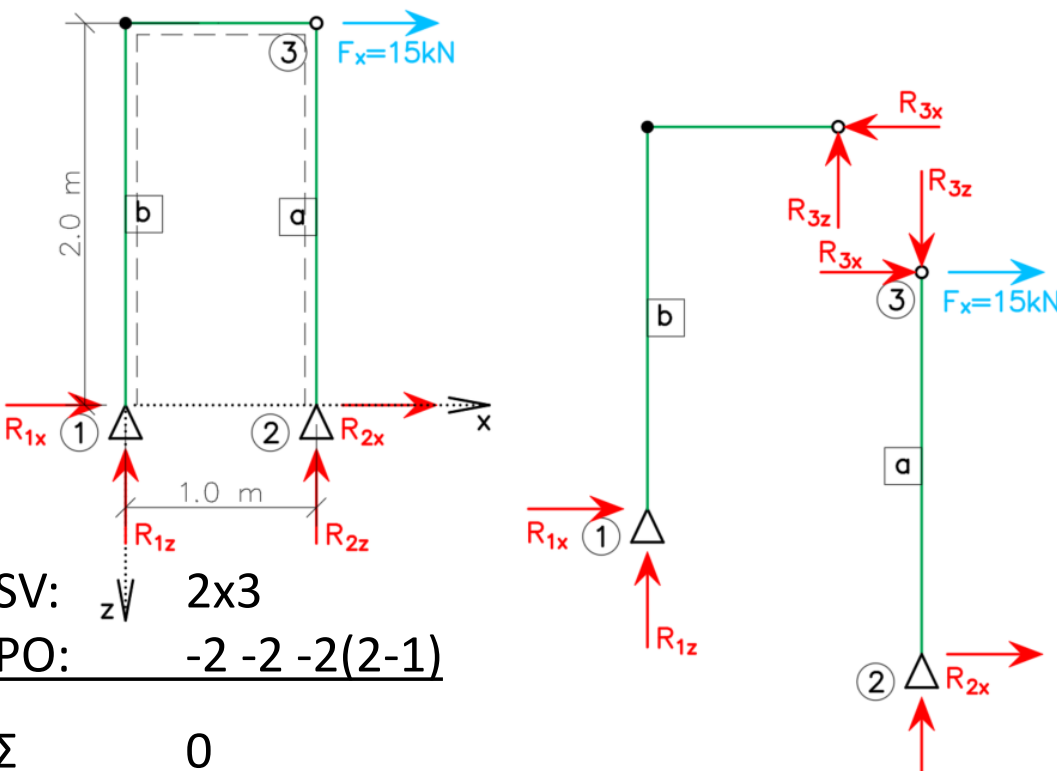
$x: R_{1x} - R_{3x} = 0$
 $y: R_{3z} \cdot 1 + R_{3x} \cdot 2 = 0$
 $z: -R_{1z} - R_{3z} = 0$
 $x: R_{1x} = -15 \text{ kN}$
 $y: R_{3z} = 30 \text{ kNm}$
 $z: R_{1z} = -30 \text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



The diagram shows a horizontal beam segment of length 2 units. At the left end (x=0), there is a vertical reaction force R_{1z} acting upwards and a reaction moment R_{1x} acting counter-clockwise. At the right end (x=2), there is a vertical reaction force R_{2z} acting upwards and a reaction moment R_{2x} acting clockwise. A horizontal force F_x acts to the right at the right end. The beam is divided into two segments of length 1 unit each by a vertical line at x=1.

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV: 2x3
PO: -2 -2 -2(2-1)

Σ 0

a+b

Kontrola:

1

y: $F_x \cdot 2 - R_{2z} \cdot 1 = 0$

$15 \cdot 2 - 30 \cdot 1 = 0$

$0 = 0$

a

2

y: $F_x \cdot 2,0 + R_{3x} \cdot 2,0 = 0$

→

x: $R_{2x} + R_{3x} + F_x = 0$

↓

z: $R_{3z} - R_{2z} = 0$

2

y: $R_{3x} = -15 \text{ kN}$

→

x: $R_{2x} = 0$

b

→

x: $R_{1x} - R_{3x} = 0$

1

y: $R_{3z} \cdot 1 + R_{3x} \cdot 2 = 0$

↓

z: $-R_{1z} - R_{3z} = 0$

→

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

1

y: $R_{3z} = 30 \text{ kNm}$

↓

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

a

↓

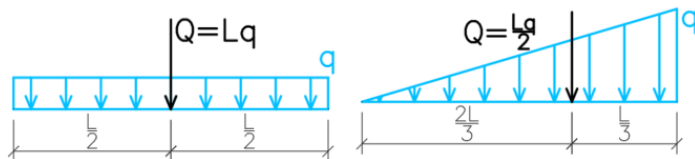
z: $R_{2z} = 30$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojitě zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitěho zatížení.

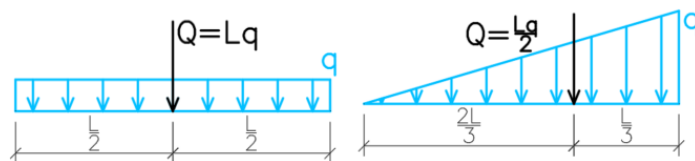
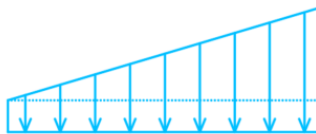


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

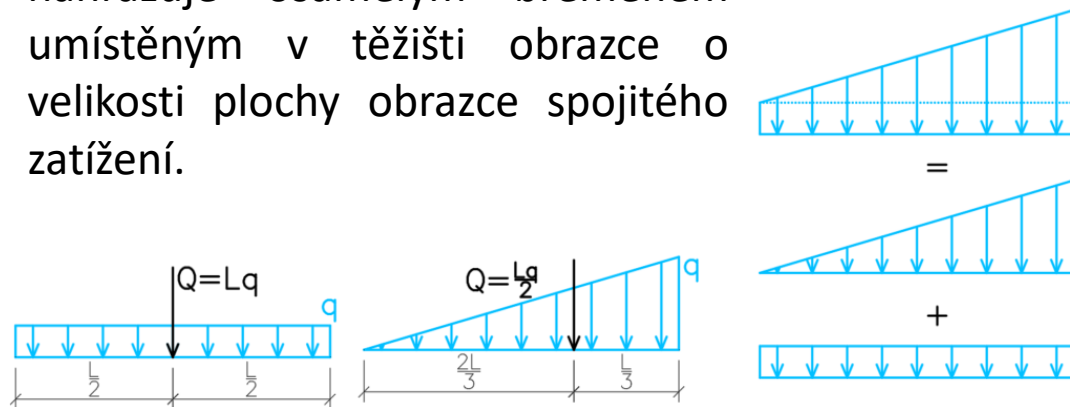


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

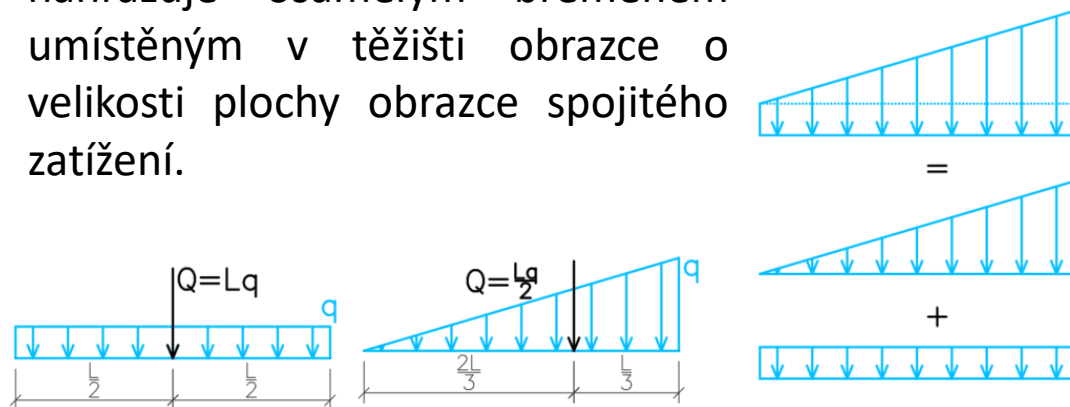


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

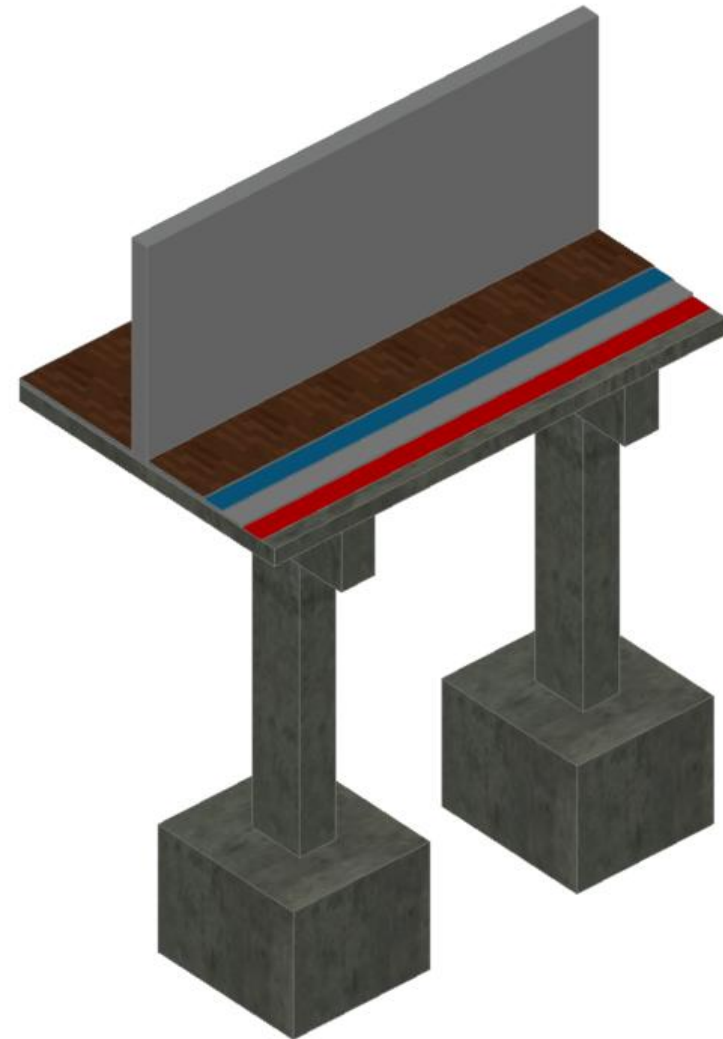
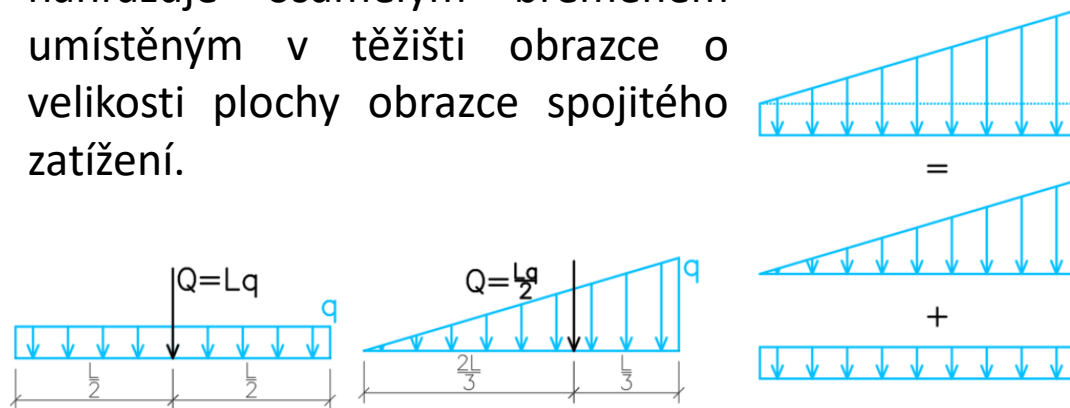


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

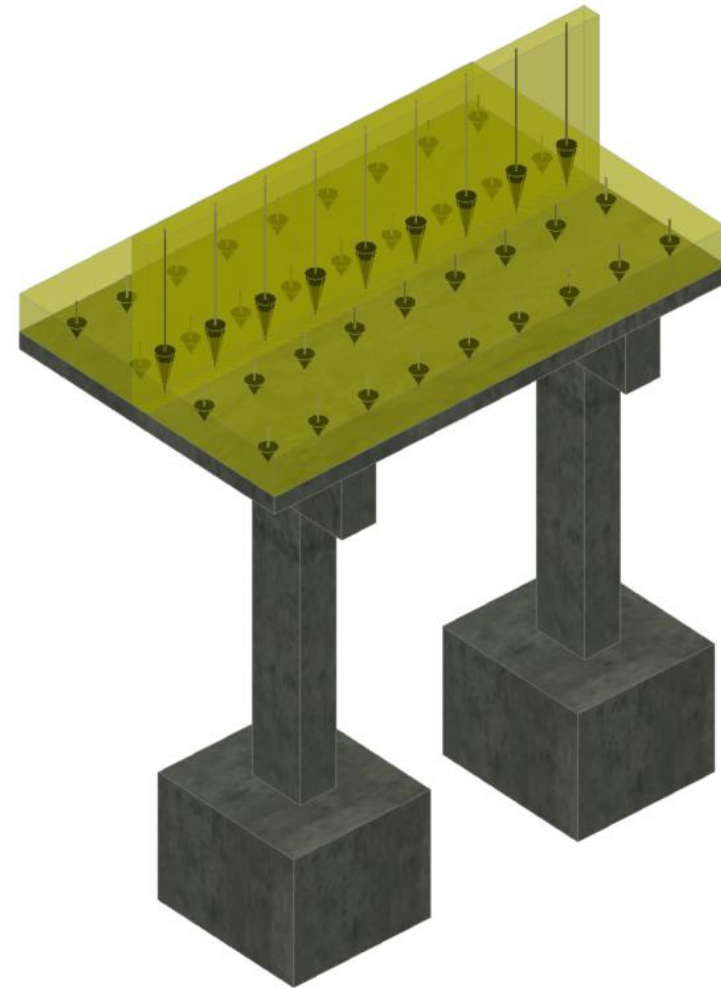
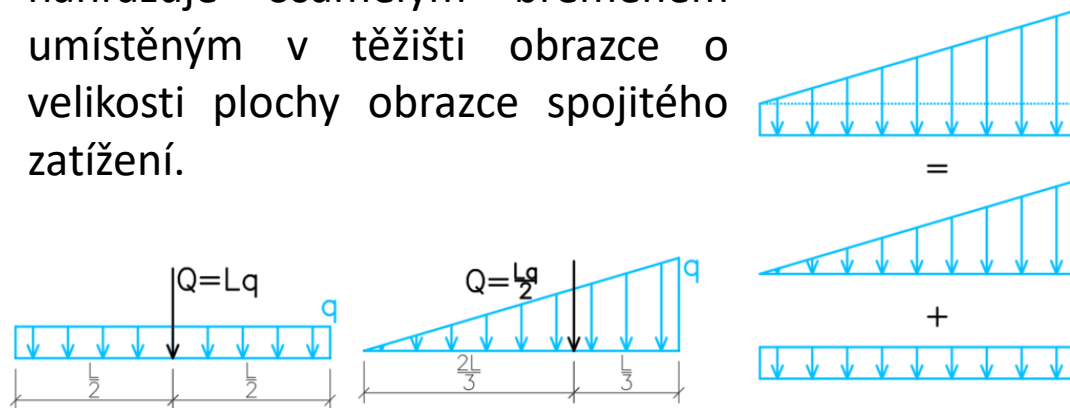


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

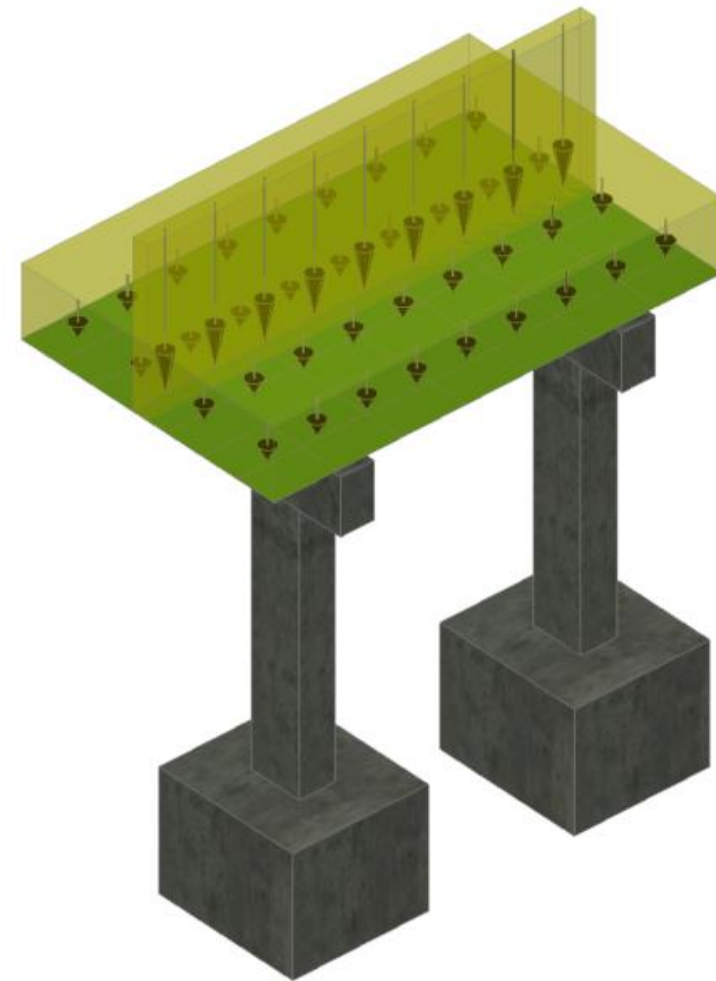
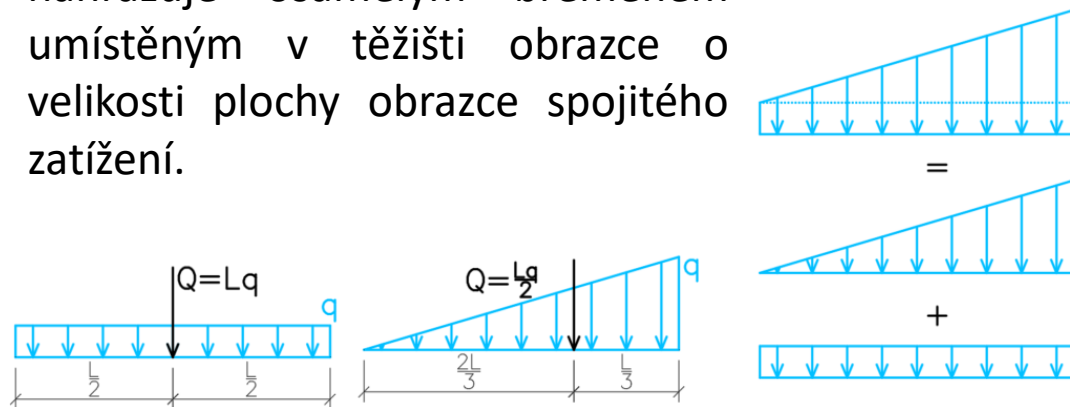


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

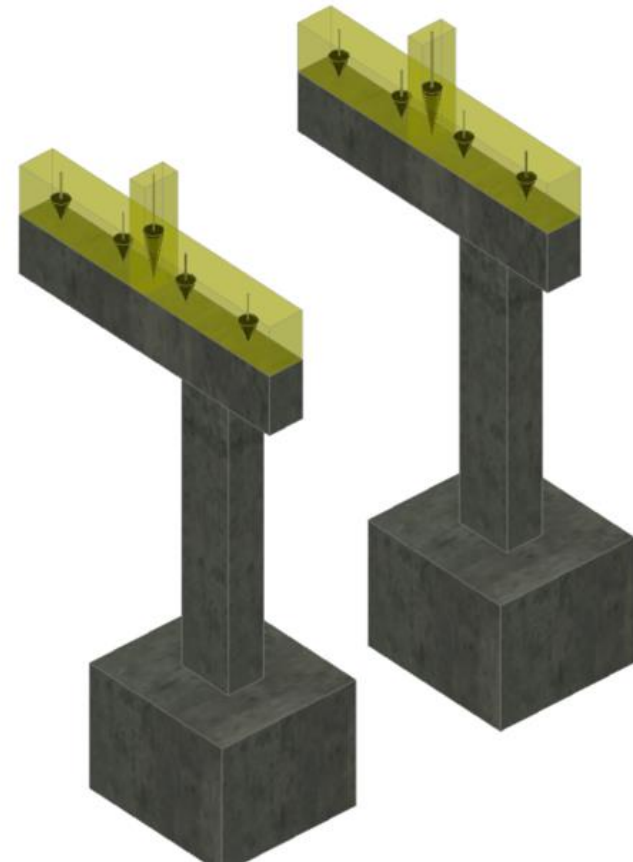
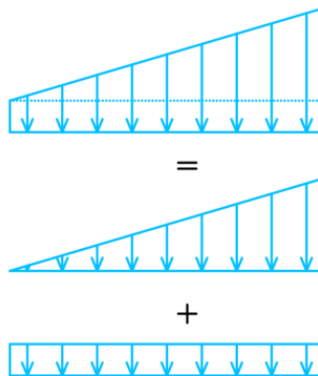


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

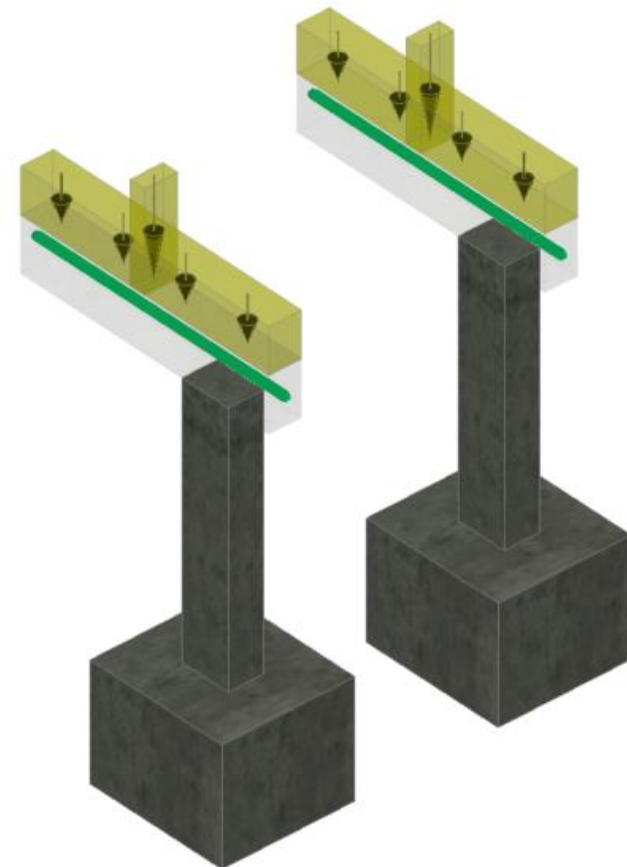
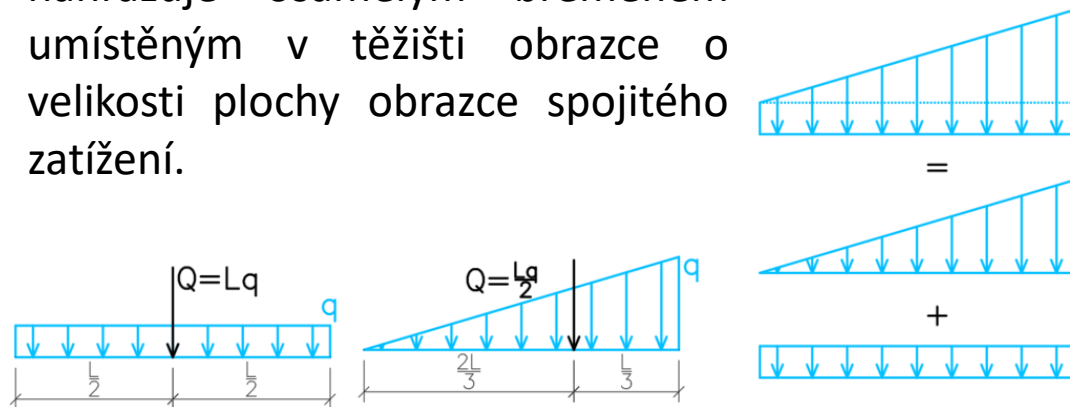


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

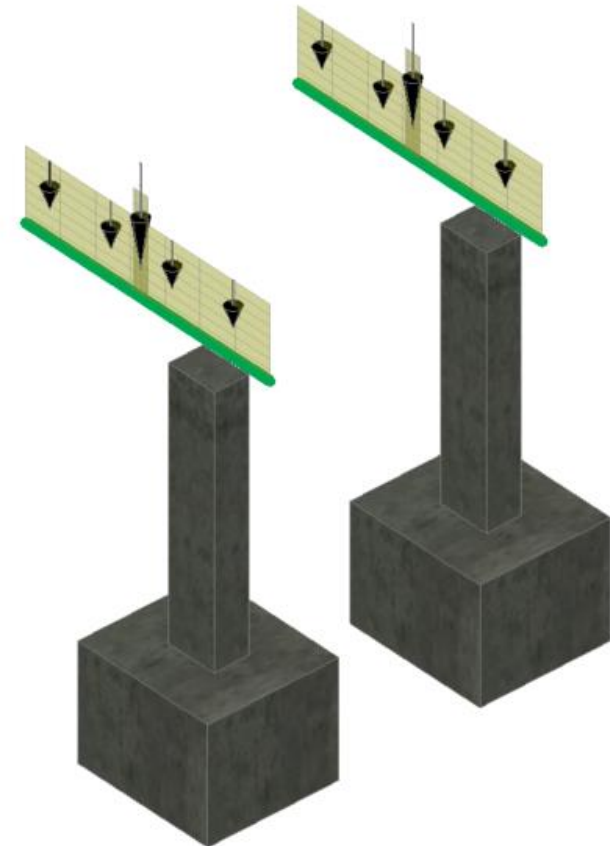
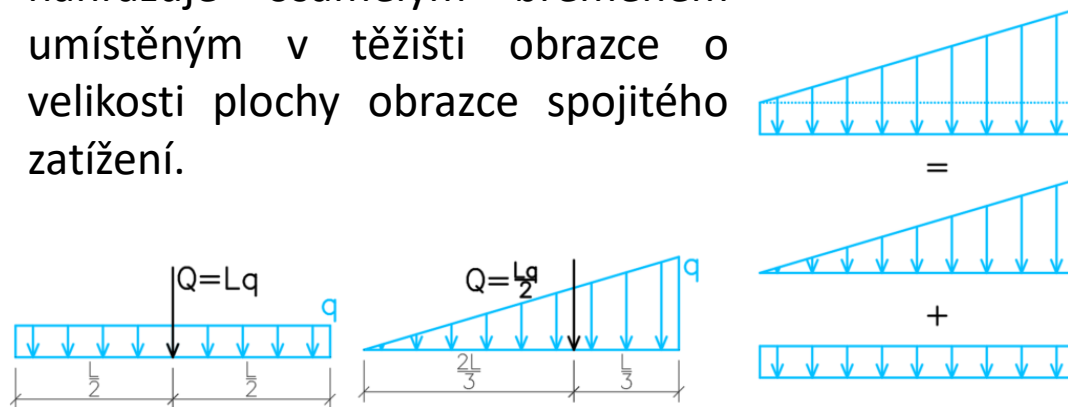


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

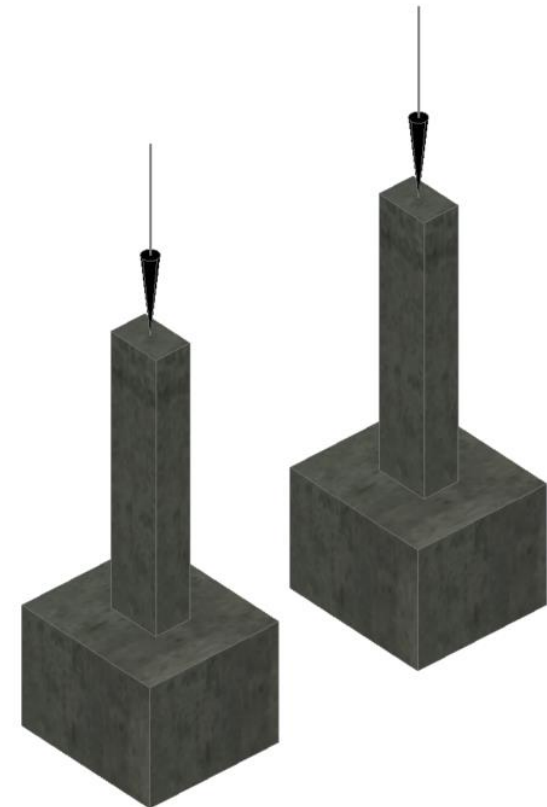
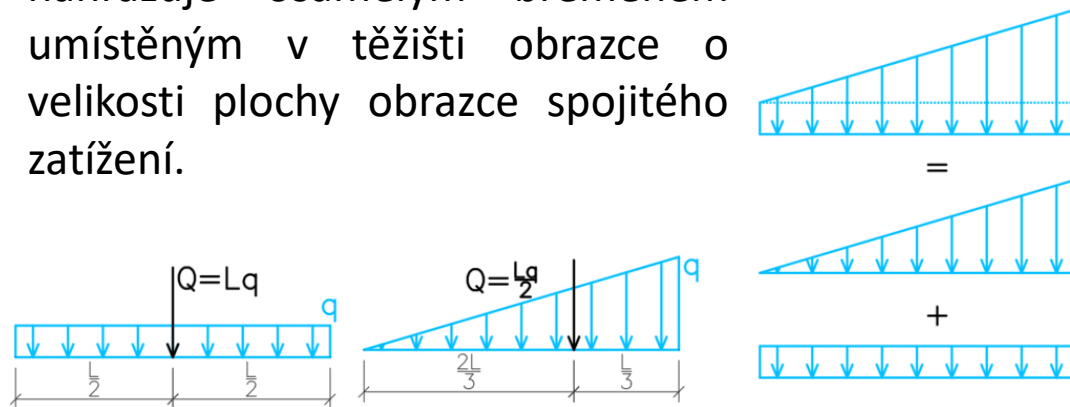


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

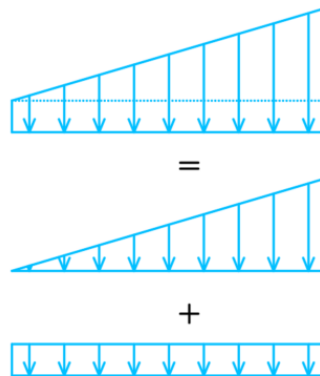
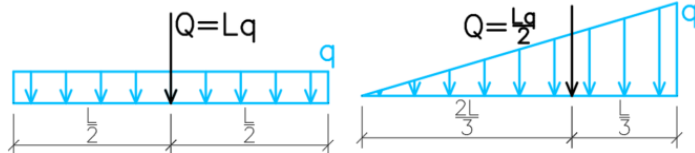


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.

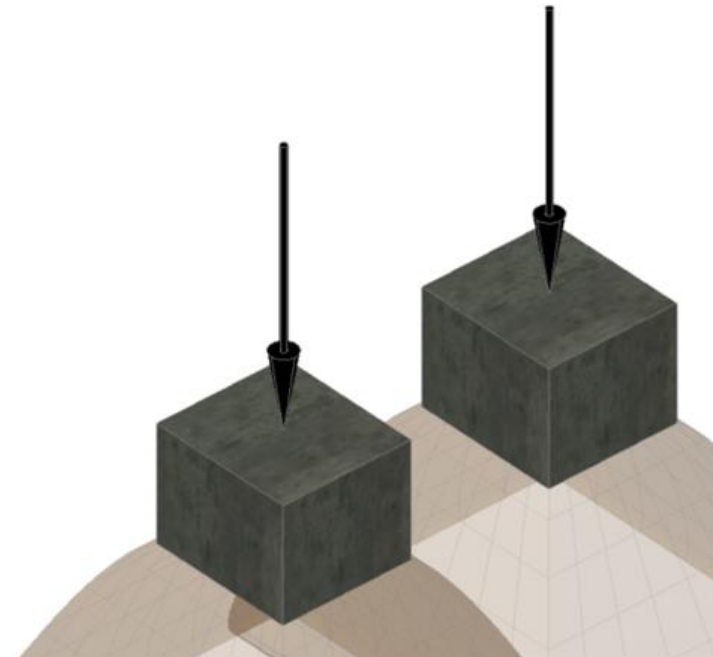
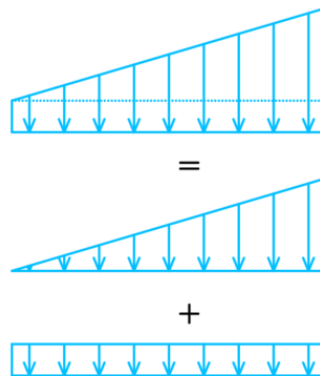
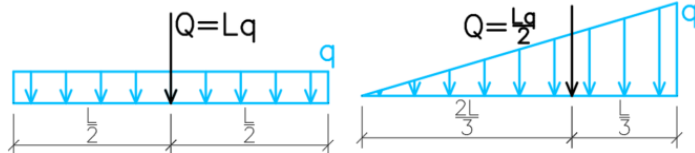


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

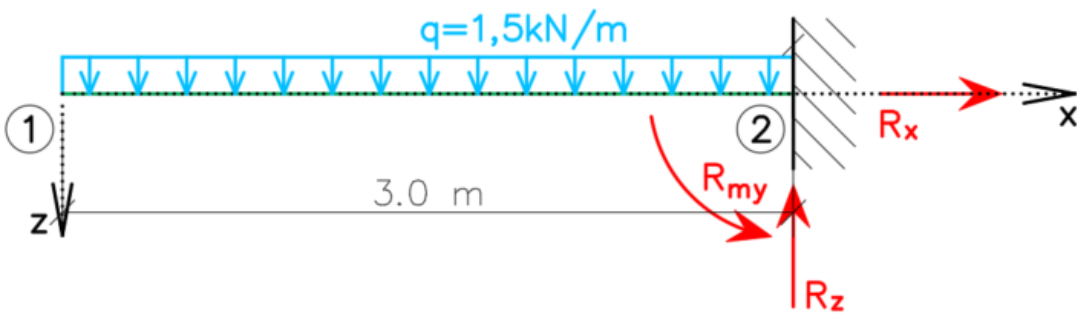
Spojité zatížení představuje plošné zatížení působící na přiléhající konstrukce. Zatížení může být vyvozené:

- jinými nosnými konstrukcemi
- nenosnými konstrukcemi (příčky, podlaha)
- působením povětrnostními vlivy (sníh, vítr)
- hornina/zemina

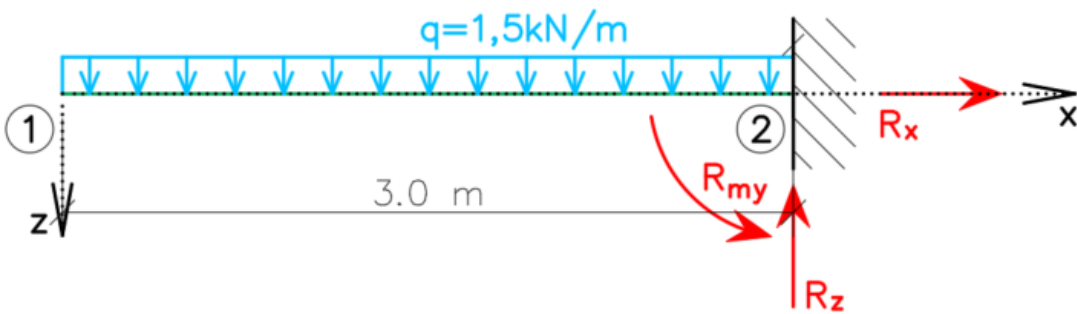
Pro účely výpočtu rovnováhy na konstrukci se spojité zatížení nahrazuje osamělým břemenem umístěným v těžišti obrazce o velikosti plochy obrazce spojitého zatížení.



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

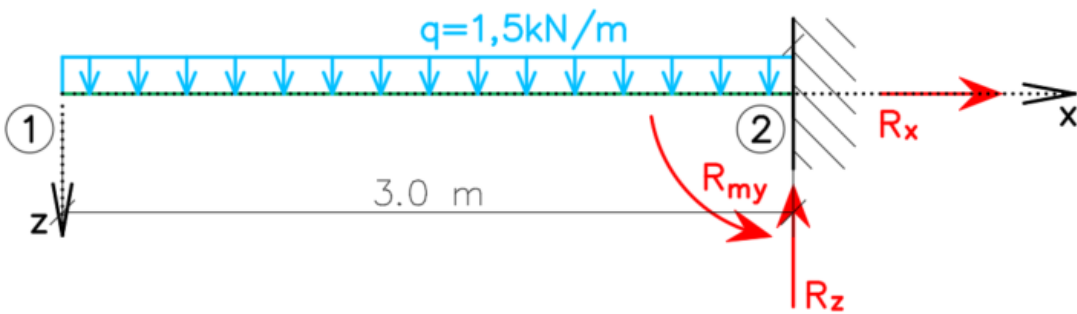


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-3
Σ	0

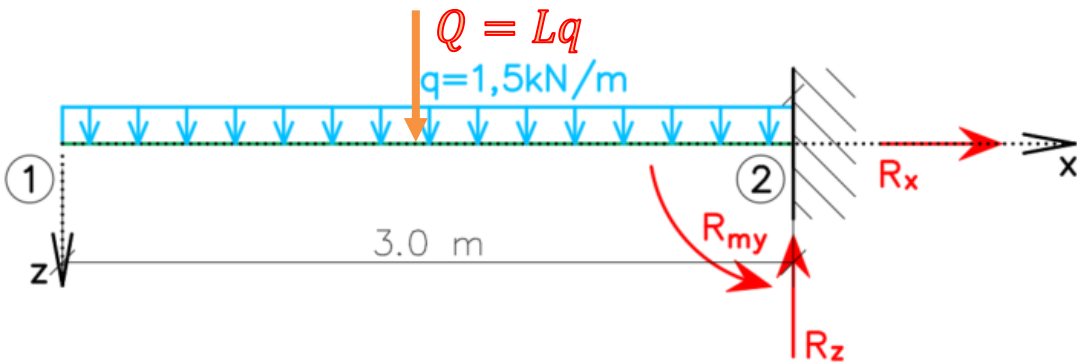
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_x = 0 \\ \downarrow & \quad z: Lq - R_z = 0 \\ \curvearrowright & \quad y: Lq \frac{L}{2} + R_{my} = 0 \end{aligned}$$

SV:	3
PO:	-3
Σ	0

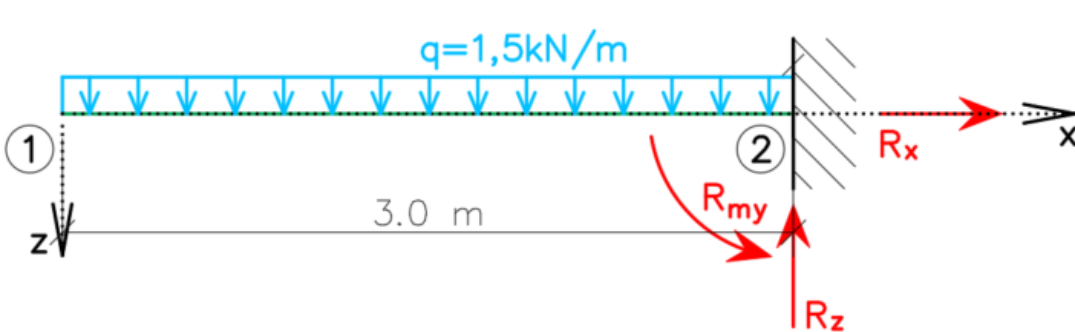
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned}
 \rightarrow \quad x: R_x &= 0 \\
 \downarrow \quad z: \boxed{Lq} - R_z &= 0 \\
 \curvearrowright \quad y: \boxed{Lq} \frac{L}{2} + R_{my} &= 0
 \end{aligned}$$

SV:	3
PO:	-3
Σ	0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-3
Σ	0

→

$x: R_x = 0$

↓

$z: Lq - R_z = 0$

↺

$y: Lq \frac{L}{2} + R_{my} = 0$

→

$x: R_x = 0$

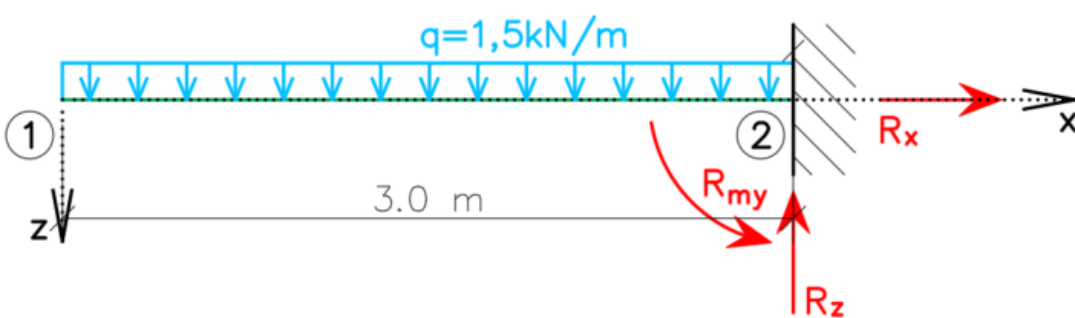
↓

$z: 1,5.3 - R_z = 0$

↺

$y: 1,5.3.1,5 + R_{my} = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-3
Σ	0

→

$x: R_x = 0$

↓

$z: Lq - R_z = 0$

↺

$y: Lq \frac{L}{2} + R_{my} = 0$

→

$x: R_x = 0$

↓

$z: 1,5.3 - R_z = 0$

↺

$y: 1,5.3.1,5 + R_{my} = 0$

→

$x: R_x = 0 \text{ kN}$

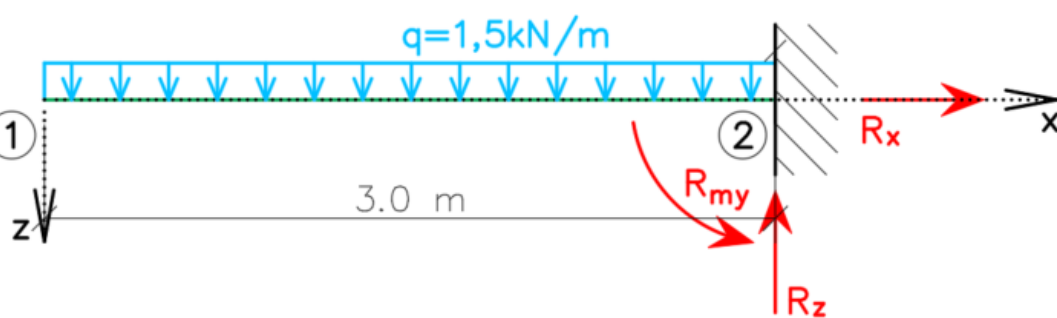
↓

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

↺

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

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-3
Σ	0

→

$x: R_x = 0$

↓

$z: Lq - R_z = 0$

↺₂

$y: Lq \frac{L}{2} + R_{my} = 0$

→

$x: R_x = 0$

↓

$z: 1,5 \cdot 3 - R_z = 0$

↺₂

$y: 1,5 \cdot 3 \cdot 1,5 + R_{my} = 0$

→

$x: R_x = 0 \text{ kN}$

↓

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

↺₂

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

Kontrola:

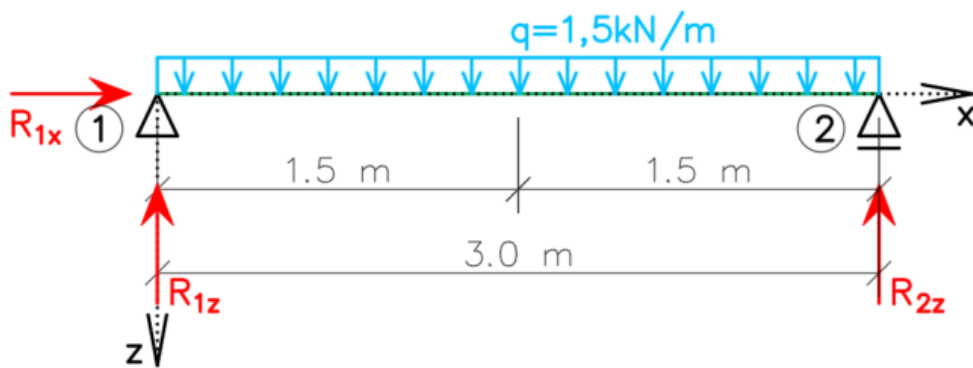
↺₁

$y: q \cdot 3 \cdot 1,5 - R_z \cdot 3 - R_{my} = 0$

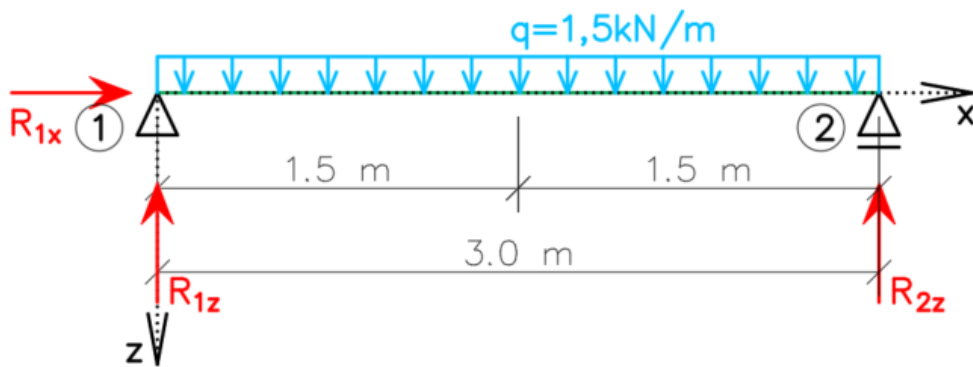
$1,5 \cdot 3 \cdot 1,5 - 4,5 \cdot 3 + 6,75 = 0$

$0 = 0$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

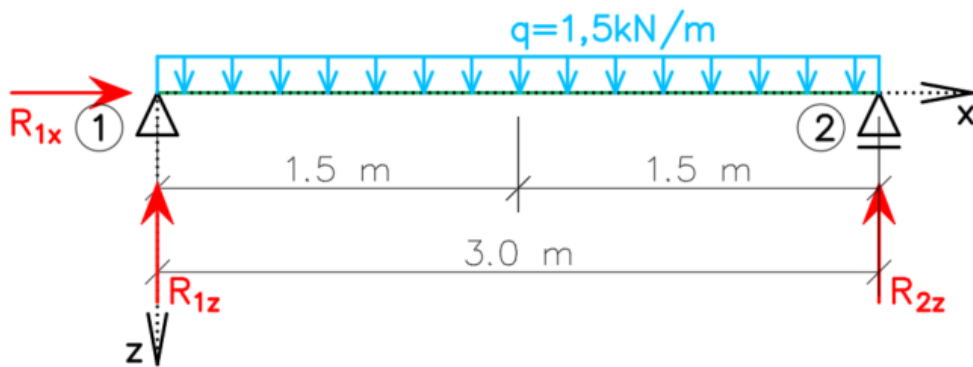


ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

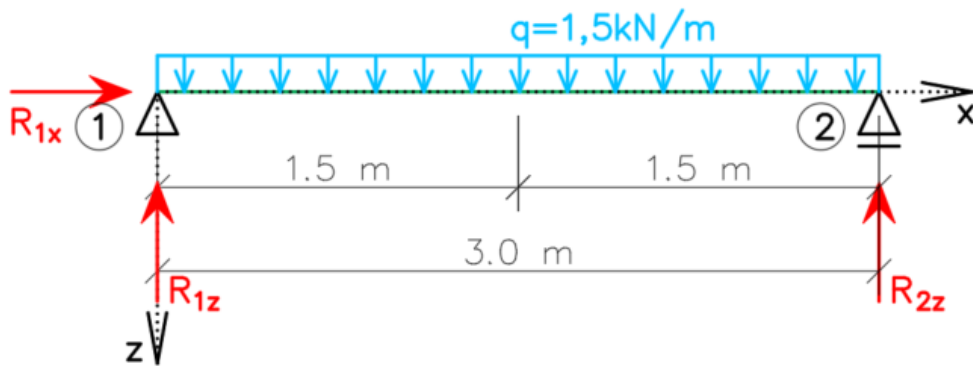
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned}
 \rightarrow \quad & x: R_{1x} = 0 \\
 \curvearrowright \quad & y: Lq \frac{L}{2} - R_{1z} = 0 \\
 \downarrow \quad & z: Lq - R_{1z} - R_{2z} = 0
 \end{aligned}$$

SV:	3
PO:	<u>-2 -1</u>
Σ	0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

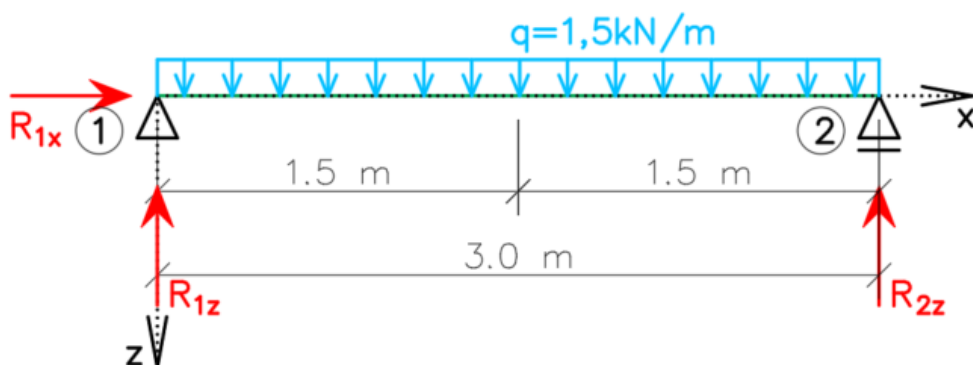


SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: Lq \frac{L}{2} - R_{1z} = 0 \\ \downarrow & \quad z: Lq - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: 3 \cdot 1,5 \cdot \frac{3}{2} - 3 \cdot R_{1z} = 0 \\ \downarrow & \quad z: 3 \cdot 1,5 - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



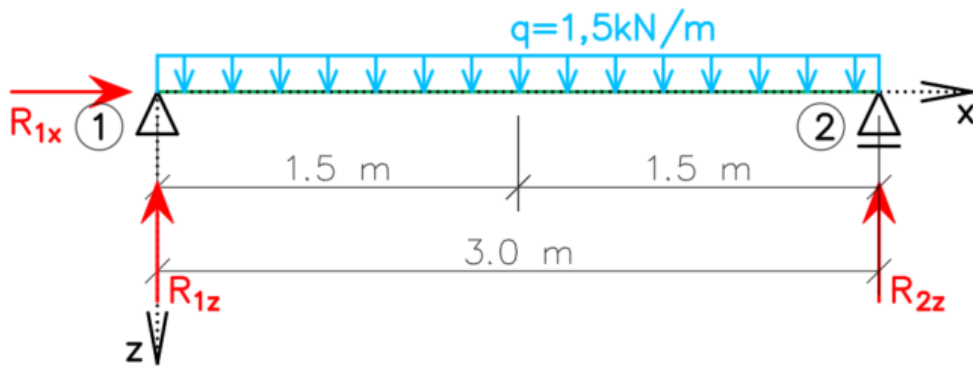
SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: Lq \frac{L}{2} - R_{1z} = 0 \\ \downarrow & \quad z: Lq - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = 0 \\ \curvearrowright 2 & \quad y: 3 \cdot 1,5 \cdot \frac{3}{2} - 3 \cdot R_{1z} = 0 \\ \downarrow & \quad z: 3 \cdot 1,5 - R_{1z} - R_{2z} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \quad x: R_{1x} = 0 \text{ kN} \\ \curvearrowright 2 & \quad y: R_{1z} = 2,25 \text{ kN} \\ \downarrow & \quad z: R_{2z} = 3 \cdot 1,5 - 2,25 = 2,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

Kontrola:

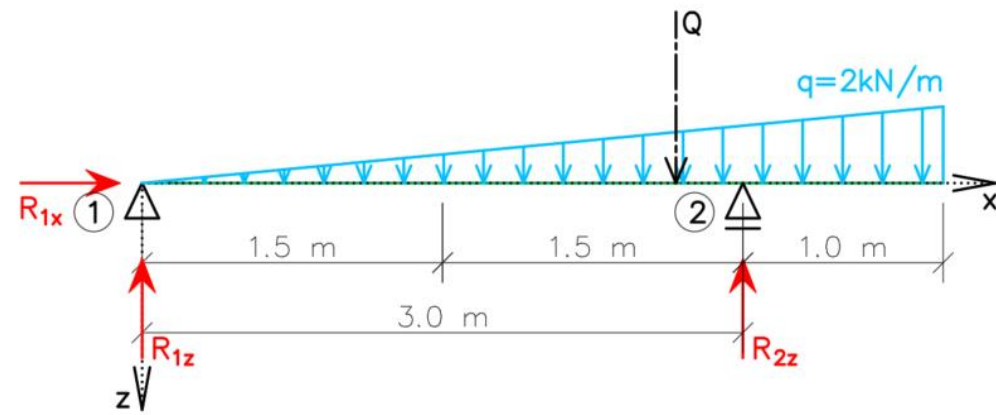
$$\begin{aligned}
 \curvearrowright_1 y: q \cdot 3.1,5 - R_{2z} \cdot 3 &= 0 \\
 1,5 \cdot 3.1,5 - 2,25 \cdot 3 &= 0 \\
 0 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow x: R_{1x} &= 0 \\
 \curvearrowright_2 y: Lq \frac{L}{2} - R_{1z} &= 0 \\
 \downarrow z: Lq - R_{1z} - R_{2z} &= 0
 \end{aligned}$$

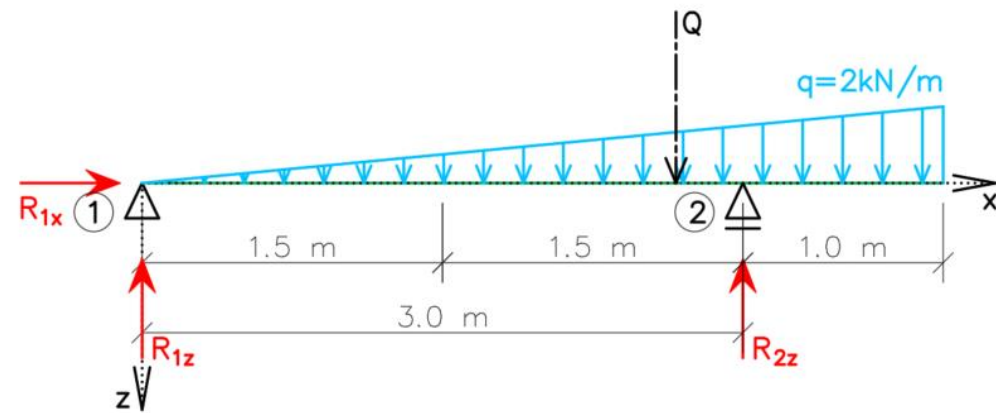
$$\begin{aligned}
 \rightarrow x: R_{1x} &= 0 \\
 \curvearrowright_2 y: 3.1,5 \cdot \frac{3}{2} - 3 \cdot R_{1z} &= 0 \\
 \downarrow z: 3.1,5 - R_{1z} - R_{2z} &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow x: R_{1x} &= 0 \text{ kN} \\
 \curvearrowright_2 y: R_{1z} &= 2,25 \text{ kN} \\
 \downarrow z: R_{2z} &= 3.1,5 - 2,25 = 2,25 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI

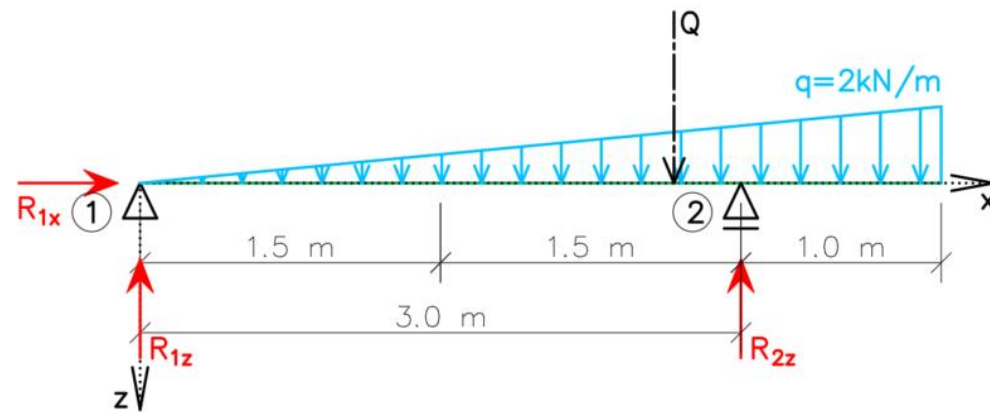


SV: 3

PO: -2 -1

Σ 0

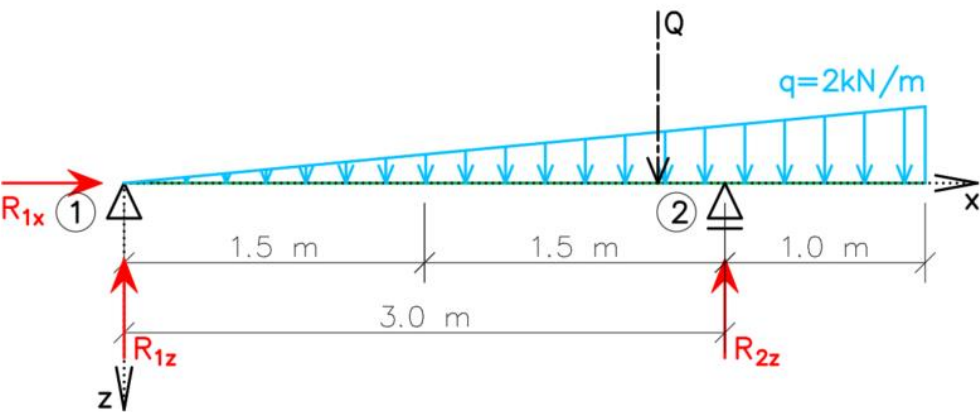
ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



$$\begin{aligned}
 \rightarrow \quad x: R_{1x} &= 0 \\
 \curvearrowright \quad y: L' R_{2z} - \frac{1}{2} L q \frac{2}{3} L &= 0 \\
 \downarrow \quad z: \frac{1}{2} L q - R_{1z} - R_{2z} &= 0
 \end{aligned}$$

SV: 3
 PO: -2 -1
 Σ 0

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

→

$x: R_{1x} = 0$

↺ 1

$y: L'R_{2z} - \frac{1}{2}Lq\frac{2}{3}L = 0$

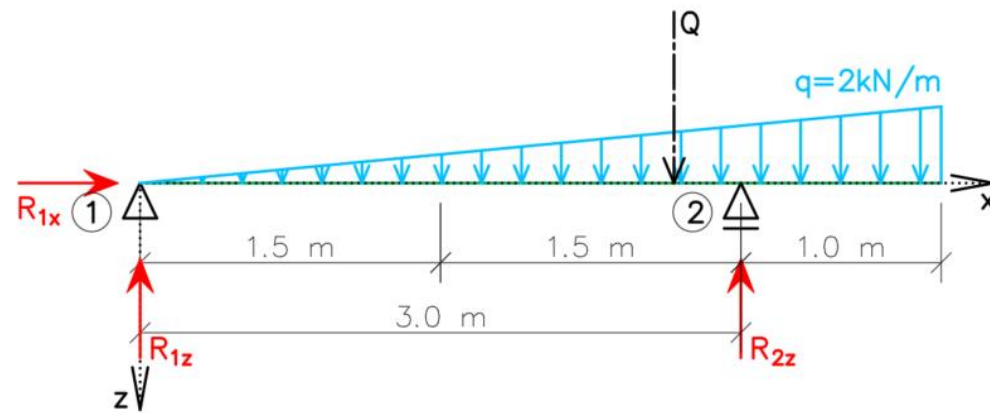
↓

$z: \frac{1}{2}Lq - R_{1z} - R_{2z} = 0$

Plocha zatížení

Těžiště zatížení

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

$$\rightarrow x: R_{1x} = 0$$

$$\curvearrowleft 1 \quad y: L' R_{2z} - \frac{1}{2} L q \frac{2}{3} L = 0$$

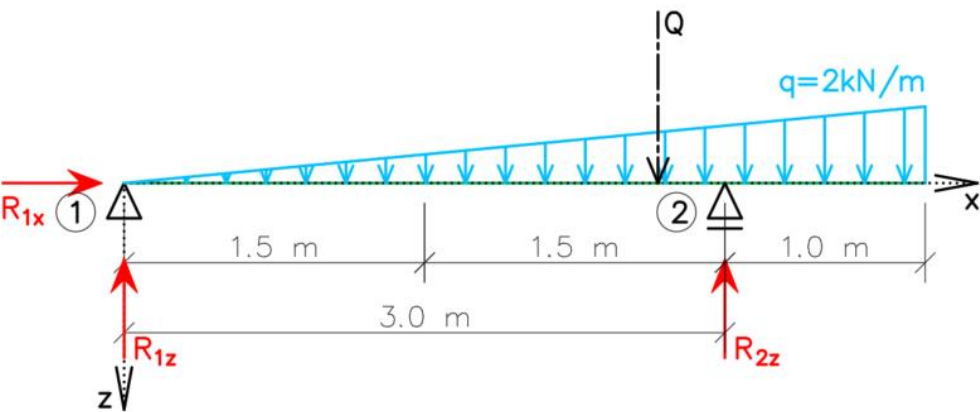
$$\downarrow z: \frac{1}{2} L q - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$$\rightarrow x: R_{1x} = 0$$

$$\curvearrowleft 1 \quad y: 3 R_{2z} - \frac{1}{2} 4.2 \frac{2}{3} 4 = 0$$

$$\downarrow z: \frac{1}{2} 4.2 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

→

 $x: R_{1x} = 0$

↺ 1

 $y: L'R_{2z} - \frac{1}{2}Lq\frac{2}{3}L = 0$

↓

 $z: \frac{1}{2}Lq - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

 $x: R_{1x} = 0$

↺ 1

 $y: 3R_{2z} - \frac{1}{2}4.2\frac{2}{3}4 = 0$

↓

 $z: \frac{1}{2}4.2 - R_{1z} - R_{2z} = 0$

→

 $x: R_{1x} = 0$

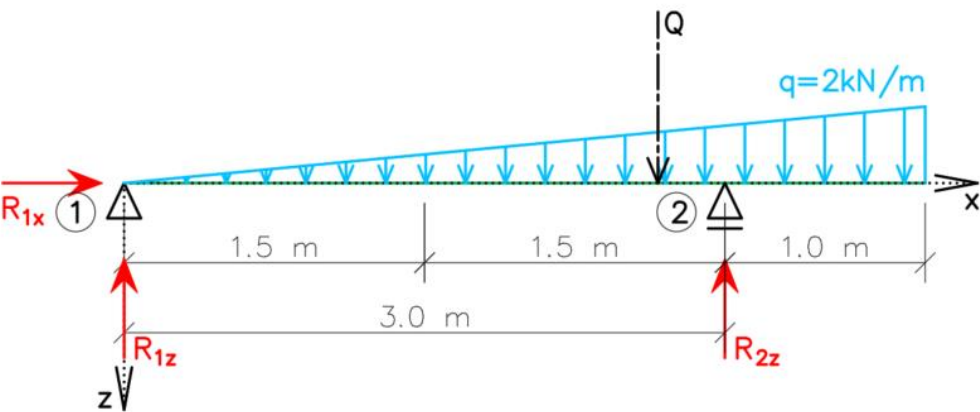
↺ 1

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

↓

 $z: R_{1z} = 4.2\frac{1}{2} - 3, \bar{5} = 0, \bar{4} \text{ kN}$

ROVNOVÁHA SIL NA KONSTRUKCI



SV:	3
PO:	-2 -1
Σ	0

Kontrola:

$$\curvearrowright_2 y: -\frac{1}{2}L \cdot q \cdot \left(L' - L\frac{2}{3}\right) + R_{1z} \cdot L' = 0$$

$$-\frac{1}{2}4.2 \cdot \left(3 - 4\frac{2}{3}\right) + 0, \bar{4} \cdot 3 = 0$$

$$0 = 0$$

$\rightarrow$

$$x: R_{1x} = 0$$

$\curvearrowright_1$

$$y: L'R_{2z} - \frac{1}{2}Lq\frac{2}{3}L = 0$$

$\downarrow$

$$z: \frac{1}{2}Lq - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$\rightarrow$

$$x: R_{1x} = 0$$

$\curvearrowright_1$

$$y: 3R_{2z} - \frac{1}{2}4.2\frac{2}{3}4 = 0$$

$\downarrow$

$$z: \frac{1}{2}4.2 - R_{1z} - R_{2z} = 0$$

$\rightarrow$

$$x: R_{1x} = 0$$

$\curvearrowright_1$

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

$\downarrow$

$$z: R_{1z} = 4.2\frac{1}{2} - 3, \bar{5} = 0, \bar{4} \text{ kN}$$