

STATICKÝ MODEL NOSNÍKU

SLOŽENÉ ROVINNÉ NOSNÍKOVÉ SOUSTAVY (TROJKLOUBOVÝ NOSNÍK BEZ TÁHLA A S TÁHLEM, SPOJITÝ NOSNÍK S VNITŘNÍMI KLOUBY - GERBERŮV NOSNÍK), OBECNÁ SLOŽENÁ ROVINNÁ NOSNÍKOVÁ SOUSTAVA

Složené rovinné nosníkové soustavy

Složené rovinné nosníkové soustavy jsou soustavy tvořené větším počtem nosníků (prutů). Tyto soustavy mohou být *otevřené* nebo *uzavřené*. Před vlastním výpočtem těchto soustav je nutné zjistit zda nosníková soustava je SU nebo SN, tj. zjistit stupeň statické neurčitosti $s = a - v$ (a ... počet složek reakcí vnějších a vnitřních vazeb; v ... počet statických podmínek rovnováhy).

Složky reakcí vnějších a vnitřních vazeb složených rovinných nosníkových soustav se určí pomocí statických podmínek rovnováhy na dílčích uvolněných částech soustav.

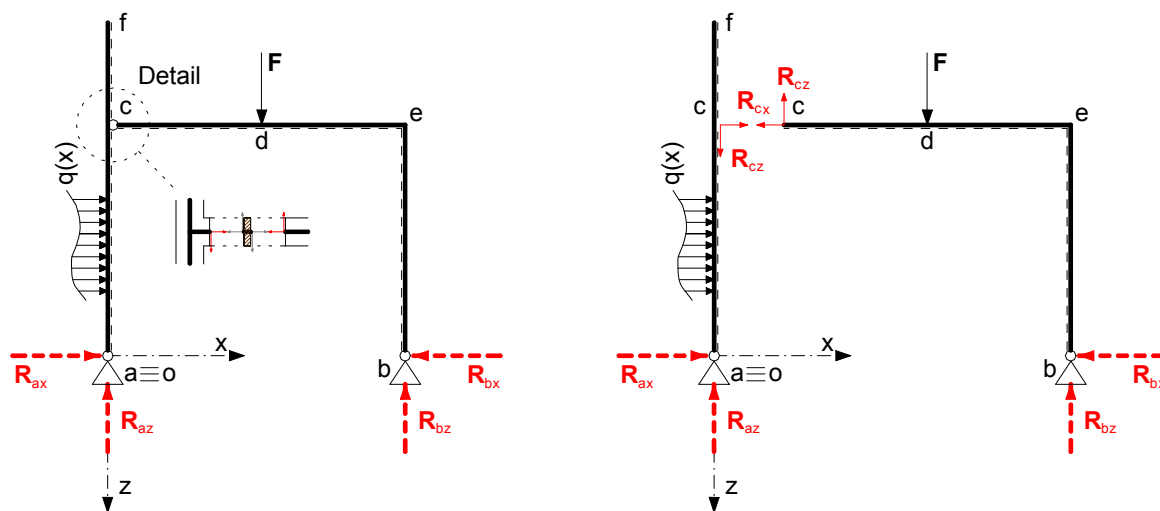
Po určení složek reakcí vnějších a vnitřních vazeb lze k výpočtu průběhů vnitřních sil N , V , M použít dva přístupy:

1. vnitřní síly N , V , M se určí zvlášť na každé dílčí části nosníkové soustavy a celkové obrazce vzniknou jejich vzájemným spojením,
2. vnitřní síly N , V , M se určí na celkové nosníkové soustavě.

Možnou kontrolou správnosti řešení je nulová hodnota ohybových momentů v místech vnitřních kloubů.

Trojkloubový nosník bez táhla a s táklem

Trojkloubový nosník bez táhla je složená rovinná prutová soustava tvořená dvojicí prutů vzájemně spojených vnitřním kloubem c , která je z důvodu SU podepřena dvojicí pevných podpor. (pozor! – všechny tři klouby nesmí ležet na jedné přímce – vznikl by výjimečný případ podepření).



Výpočet reakcí vnějších a vazeb

Postup výpočtu č.1:

Při výpočtu podle obecného postupu č.1 se provede „uvolnění“ trojkloubového nosníku z vnějších a vnitřních vazeb. Potom zatížení, složky reakcí vnějších vazeb **R_{ax}, R_{az}, R_{bx}, R_{bz}** a vnitřních vazeb **R_{cx}, R_{cz}** tvoří na levé (**l**) i pravé (**p**) části nosníku rovnovážnou soustavu sil, pro které lze napsat tři statické podmínky rovnováhy. Po zápisu těchto statických podmínek rovnováhy se získá soustava šesti lineárních rovnic pro šest neznámých složek reakcí vazeb.

$$\begin{aligned} \text{levá část nosníku:} \quad & \sum F_{ix}^l = 0, \quad \sum F_{iz}^l = 0, \quad \sum M_{ia}^l = 0, \\ \text{pravá část nosníku:} \quad & \sum F_{ix}^p = 0, \quad \sum F_{iz}^p = 0, \quad \sum M_{ia}^p = 0. \end{aligned}$$

Postup výpočtu č.2:

Při výpočtu podle postupu č.2 se provede „uvolnění“ trojkloubového nosníku z vnějších a vnitřních vazeb. Potom zatížení, složky reakcí vnějších vazeb **R_{ax}, R_{az}, R_{bx}, R_{bz}** a vnitřních vazeb **R_{cx}, R_{cz}** tvoří na levé (**l**) i pravé (**p**) části nosníku rovnovážnou soustavu sil, pro které lze napsat tři statické podmínky rovnováhy.

Výpočet složek reakcí vnějších vazeb

K výpočtu složek reakcí vnějších vazeb se použijí čtyři momentové podmínky rovnováhy stanovené (a) k podporovým bodům **a, b** (při výpočtu se uvažuje celá konstrukce a veškeré zatížení působící na uvolněný trojkloubový nosník) a (b) k vnitřnímu kloubu **c** (při výpočtu se uvažuje pouze levá popř. pravá část konstrukce včetně příslušného zatížení).

$$\begin{aligned} \sum M_{ia} = 0 &\rightarrow R_{bx} & \sum M_{ib} = 0 &\rightarrow R_{ax} \\ \sum M_{ic} = 0 &\rightarrow R_{az} & \sum M_{ic} = 0 &\rightarrow R_{bz} \end{aligned}$$

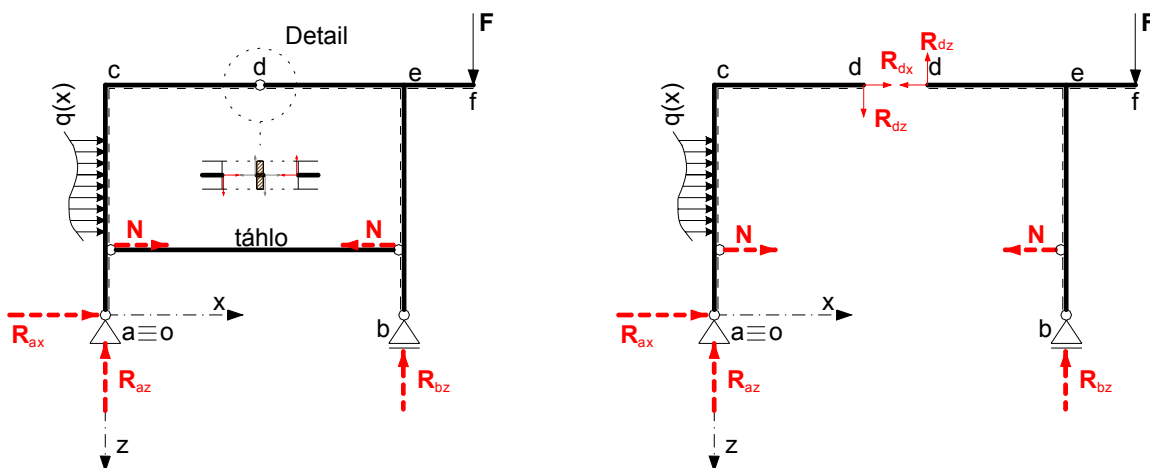
Kontrola správnosti výpočtu složek reakcí vnějších vazeb se provede pomocí silových podmínek rovnováhy pro směr **x** a **z**.

Výpočet složek reakcí vnitřních vazeb

Složky reakcí vnitřního kloubu **c** **R_{cx}, R_{cz}** se určí pomocí z rovnováhy sil působících na jedné uvolněné části trojkloubového nosníku (na levé nebo pravé části), přičemž druhá část může být použita pro kontrolu.

$$\text{levá část nosníku:} \quad \sum F_{ix}^l = 0 \rightarrow R_{cx}, \quad \sum F_{iz}^l = 0 \rightarrow R_{cz}$$

Trojkloubový nosník s táhlem je složená rovinná prutová soustava tvořená dvojicí prutů vzájemně spojených vnitřním kloubem **c** a táhlem. Tato soustava je z důvodu SU podepřena jednou pevnou a posuvnou podporou.



Výpočet reakcí vnějších vazeb

V první fázi výpočtu se provede „uvolnění“ trojkloubového nosníku s táhlem z vnějších vazeb. Potom zatížení a složky reakcí vnějších vazeb **R_{ax}**, **R_{az}**, **R_{bz}** tvoří rovnovážnou soustavu sil, pro kterou lze napsat tři statické podmínky rovnováhy.

$$\sum F_{ix} = 0 \rightarrow R_{ax} \quad \sum M_{ia} = 0 \rightarrow R_{bz} \quad \sum M_{ib} = 0 \rightarrow R_{az} \quad \text{kontrola: } \sum F_{iz} = 0$$

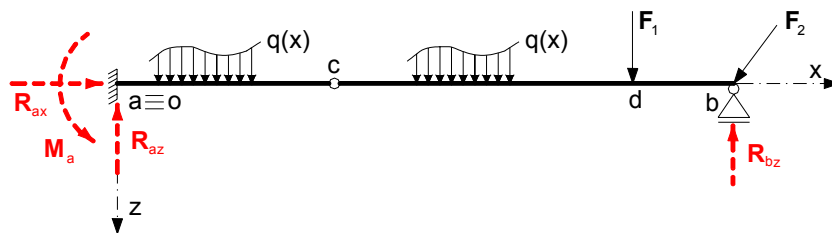
Výpočet reakcí vnitřních vazeb (síla v táhle)

Sílu v táhle resp. složku reakce **R_{dx}**, **R_{dz}** vnitřní vazby (vnitřní kloub **d**) lze určit pomocí uvolněné levé (**l**) nebo pravé (**p**) části trojkloubového nosníku s táhlem.

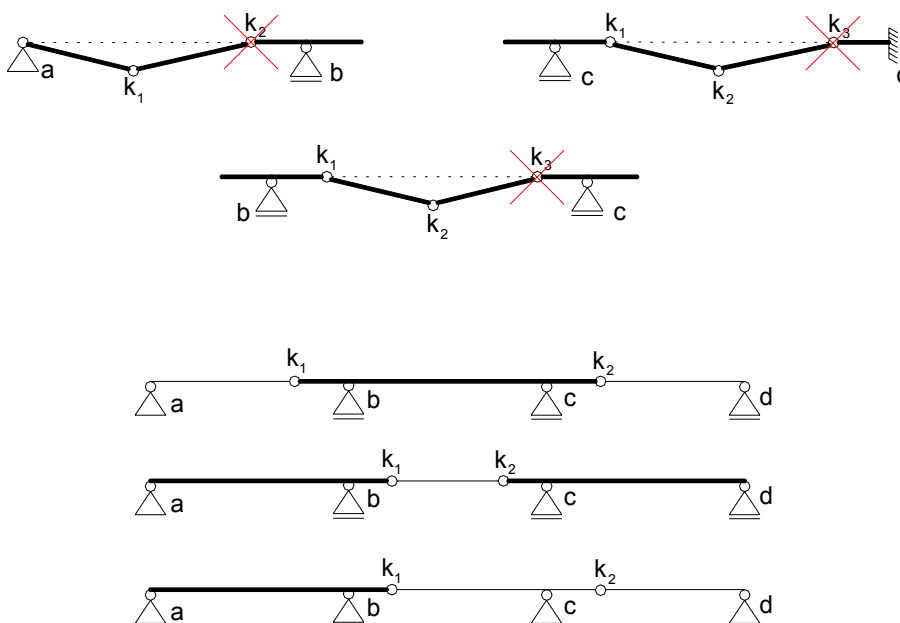
$$\sum M_{id}^l = 0 \rightarrow N \quad \sum F_{ix}^l = 0 \rightarrow R_{dx} \quad \sum F_{iz}^l = 0 \rightarrow R_{dz} \quad \text{kontrola: pomocí pravé části}$$

Spojité nosník s vnitřními klouby - Gerberův nosník

Gerberův nosník je zvláštním typem **spojitého nosníku**. Spojitý nosník je nosník podepřený na více než dvou podporách, přičemž jedna z nich je pevná (neposuvná) a ostatní jsou posuvné. Takováto konstrukce je SN a KP. Stupeň statické neurčitosti lze zjistit odečtením tří složek reakcí vnějších vazeb od celkového počtu složek reakcí tzn. **s = a - 3**. Statickou neurčitost lze odstranit vložením vnitřních kloubů což je v podstatě další podmínka (**ohybový moment ve vloženém kloubu má nulovou hodnotu**) – vznikne **Gerberův nosník** resp. spojité nosník s vnitřními klouby.



Vnitřní klouby nelze do konstrukce vkládat zcela libovolně. Vkládají se takovým způsobem, aby nevznikla nestabilní část resp. mechanismus. Do krajního pole ukončeného posuvnou nebo pevnou neposuvnou podporou (vetknutím) lze umístit 1 (2) kloub (-y). Do vnitřního pole lze umístit 2 klouby aniž by vznikl mechanismus.



Výpočet reakcí vazeb se provádí rozdělením nosníku na dílčí části – *základní* (nesoucí) a *vedlejší* (nesené). Při výpočtu se postupuje opačným způsobem než probíhá vlastní montáž Gerberova nosníku, tedy od částí *vedlejších* k částem *základním*.

Vodorovné zatížení je vždy zachyceno pevným kloubem a vodorovná reakce se určí ze součtové silové podmínky ve vodorovném směru.

Obecná složená rovinná nosníková soustava

Pod pojmem *obecná složená rovinná nosníková soustava* se rozumí rovinná soustava složená z konečného počtu nosníků s různými tvary střednice a uložení.

Výpočet reakcí vazeb se provádí odstraněním všech vnějších a vnitřních vazeb, náhradou těchto vazeb vnějšími reakcemi a sestavením statických podmínek rovnováhy.