



Železobetonová rámová konstrukce

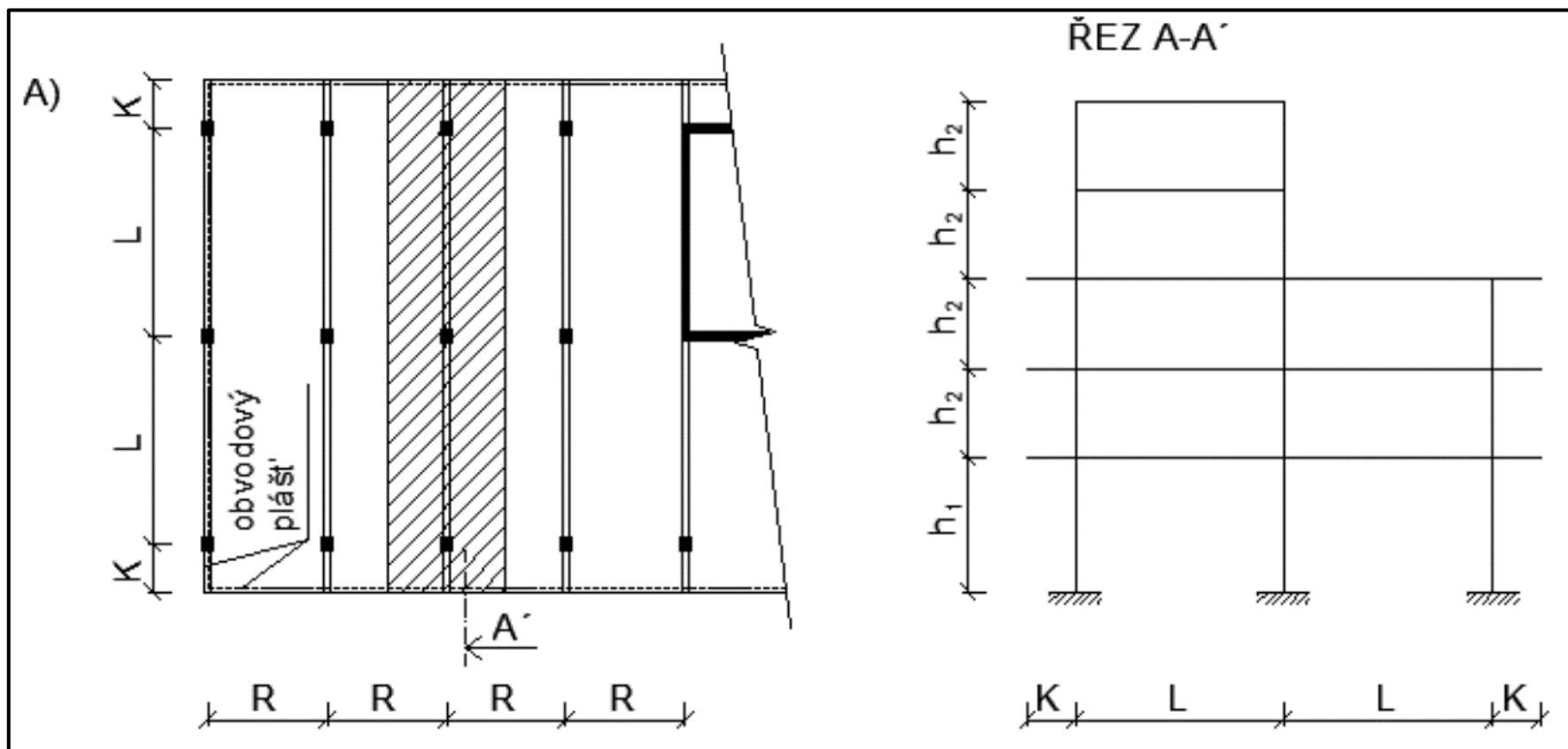
Návrh a posouzení výztuže štíhlého sloupu

Informace

V této **prezentaci je uvedeno pouze stručné shrnutí** kroků domácího úkolu.

Návod a pomůcky obsahující **všechny potřebné informace pro vypracování úkolu** najdete na [této stránce](#).

Řešená konstrukce (var A)



Všechny úkoly této úlohy

- I. Návrh rozměrů a výpočet zatížení**
- II. Výpočet vnitřních sil
- III. Schéma vyztužení celého rámu
- IV. Návrh a posouzení sloupu**
- V. Výkres výztuže sloupu

Aktuální krok úlohy

IV. Návrh a posouzení sloupu

1) Výpočet momentu prvního řádu:

- a) Výpočet vnitřních sil od zatížení pomocí lineárního výpočtu (např. SCIA Engineer).
- b) Výpočet momentu od geometrické imperfekce.
- c) Výpočet momentu prvního řádu.

2) Ověření štíhlosti sloupu.

3) Návrh výztuže:

- a) Odhad návrhového ohybového momentu s účinky 2. řádu.
- b) Návrh výztuže.

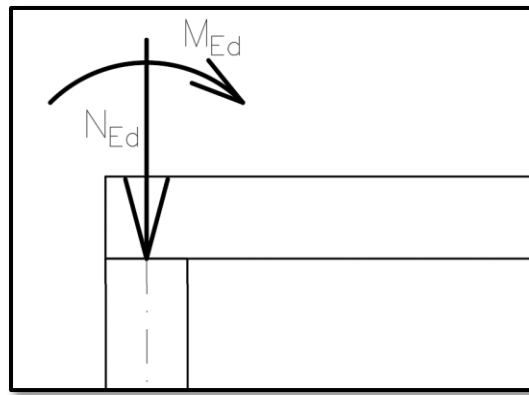
4) Posouzení sloupu:

- a) Výpočet návrhového ohybového momentu s účinky 2. řádu.
- b) Posouzení sloupu pomocí interakčního diagramu.

Výpočet momentu prvního řádu

Výpočet momentu prvního řádu

Pomocí SCIA jsem získali ***vnitřní síly z lineárního výpočtu***. Tyto vnitřní síly (N_{Ed} a $M_{f,Ed}^*$) jsou vypočítané **pro ideální konstrukci** a působí na střednici sloupu.



* Moment se liší po výšce sloupu. Moment v hlavě sloupu se značí jako M_{top} . Moment v patě sloupu se značí jako M_{bot} .

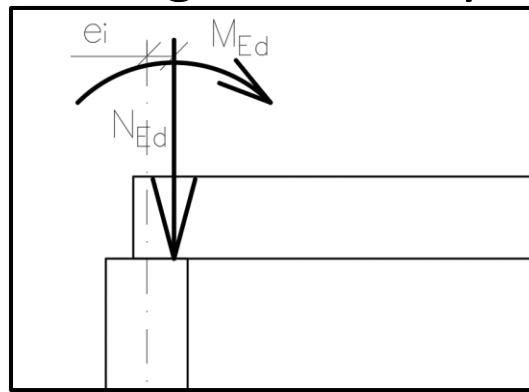
Geometrické odchyšky

Ve skutečnosti však při výstavbě **vznikají různé geometrické odchyšky***, které **vyvozují moment od geometrické imperfekce**

$$M_{imp} = |N_{Ed}|e_i,$$

kde N_{Ed} je působící normálová síla,

e_i je výstřednost způsobená geometrickými odchyškami.



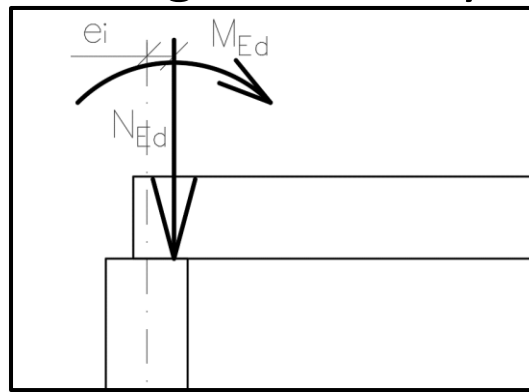
Geometrické odchyšky

Ve skutečnosti však při výstavbě **vznikají různé geometrické odchyšky***, které **vyvozují moment od geometrické imperfekce**

$$M_{imp} = |N_{Ed}|e_i,$$

kde N_{Ed} je působící normálová síla,

e_i je výstřednost způsobená geometrickými odchyškami.



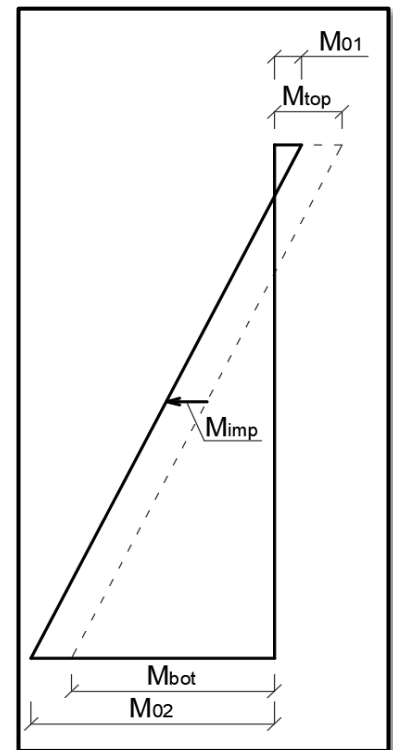
Výpočet momentu prvního řádu

Pro návrh a posouzení sloupu budeme uvažovat, že **současně působí** ohybový moment od zatížení $M_{f,Ed}$ a ohybový moment od geometrické odchylky M_{imp} .

Zkombinováním těchto dvou momentů získáme *moment prvního řádu**

$$M_{0Ed} = M_{f,Ed} \pm M_{imp},$$

kde $M_{f,Ed}$ je moment od zatížení v daném místě sloupu.

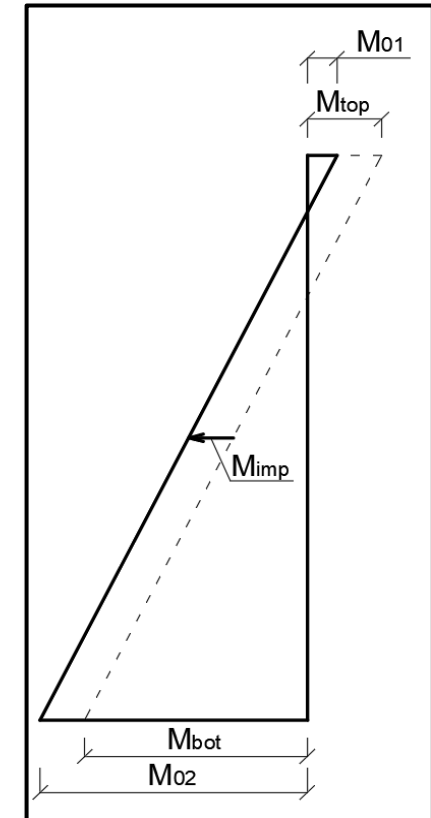


Výpočet momentu prvního řádu

Hodnota momentu prvního řádu M_{0Ed} se mění po výšce sloupu. My vyšetřujeme dvě polohy – v hlavě sloupu (M_{top}) a v patě sloupu (M_{bot}).

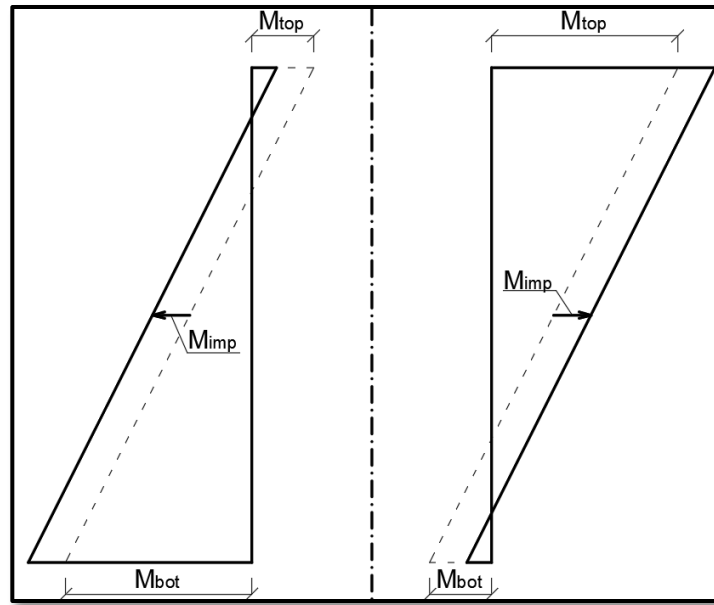
Pro **koncové momenty*** prvního řádu se používá značení:

- M_{01} pro **menší** koncový moment (nezávisle na znaménku),
- M_{02} pro **větší** koncový moment (nezávisle na znaménku).



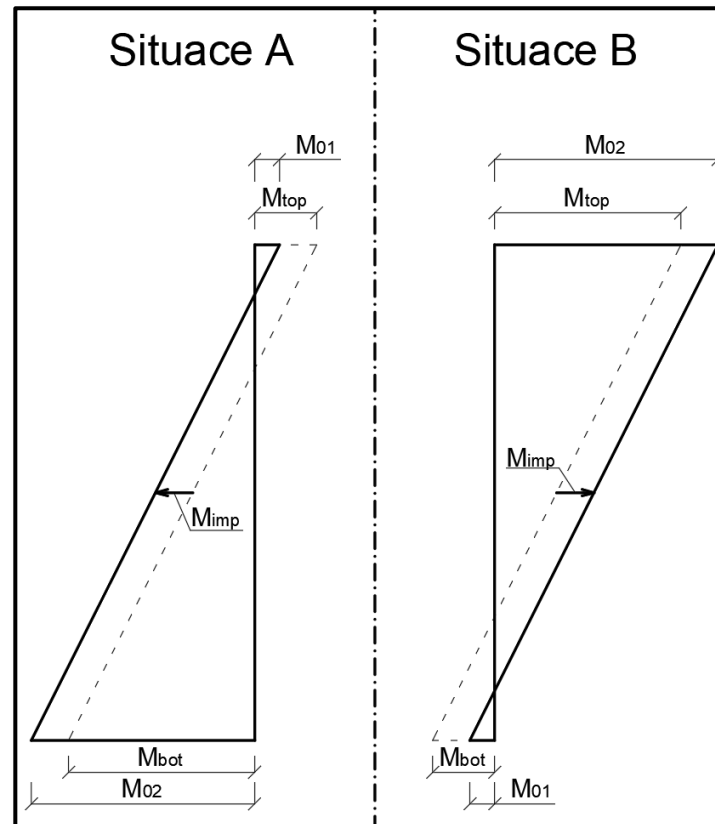
Výpočet momentu prvního řádu

Hodnoty koncových momentů M_{01} a M_{02} získáme tak, že k momentům od zatížení ($M_{f,Ed}$) **přidáme moment od imperfekcí**, a to na stranu...?



Výpočet momentu prvního řádu

Hodnoty koncových momentů M_{01} a M_{02} získáme tak, že k momentům od zatížení ($M_{f,Ed}$) **přidáme moment od imperfekcí**, a to **na stranu většího z momentů M_{top} a M_{bot}** .



Výpočet momentu prvního řádu

U reálné konstrukce bychom museli výpočet provést pro **všechny sloupy a všechny KZS**.

V naší úloze pro zjednodušení provedeme výpočet pouze pro **jeden sloup a jednu kombinaci zatížení***.

Ověření štíhlosti sloupu

Ověření štíhlosti sloupu

Před návrhem a posouzením musíme stanovit, **zda je sloup štíhlý**.

Proč?

Ověření štíhlosti sloupu

Před návrhem a posouzením musíme stanovit, **zda je sloup štíhlý**.

Protože:

- pokud **je sloup štíhlý**, tak **MUSÍME** zohlednit účinky deformací 2. řádu.
- pokud sloup není štíhlý, tak nemusíme*, zohlednit účinky deformací 2. řádu.

Ověření štíhlosti sloupu

Štíhlost ověříme pomocí podmínky

$$\lambda \leq \lambda_{lim},$$

kde λ je **štíhlost sloupu**,
 λ_{lim} je **limitní štíhlost***.

* Pozor: Je to LIMITNÍ štíhlost, a ne „vymezující štíhlost“. „Vymezující štíhlost“ se používá u ohybové štíhlosti, a to je něco úplně jiného.

Ověření štíhlosti sloupu

Pokud podmínka štíhlosti **nevyhoví** (tj. $\lambda > \lambda_{lim}$), tak je **sloup štíhlý** a musíme při návrhu i posouzení zohlednit **moment druhého řádu**.

V naší úloze zohledníme moment druhého řádu vždy – tj. i v případě, že podmínka vyhoví.

Návrh výztuže

Způsob návrhu výztuže

Návrh výztuže **můžeme udělat jakkoliv.**

Proč?

Způsob návrhu výztuže

Návrh výztuže **můžeme udělat jakkoliv.**

Protože:

- norma nedefinuje, jak máme prvek navrhnout, ale pouze, jak ho posoudit,
- není důležité, jak jsme k návrhu došli,
- **je důležité pouze to, zda navržený prvek splňuje všechny podmínky posouzení.**

Vnitřní síly

V naší úloze však **chceme návrh udělat co nejpřesněji**, abychom měli co největší jistotu, že prvek vyhoví.

Pro co nejpřesnější návrh musíme **co nejpřesněji stanovit** působící vnitřní síly, tj.:

- **normálovou sílu** (známe ze SCIA),
- **návrhový ohybový moment s účinky 2. řádu** (neznáme, musíme určit).

Odhad návrhového moment s účinky 2. řádu

Návrhový **ohybový moment s účinky 2. řádu** neznáme a **musíme ho vypočítat**.

→ Pro výpočet momentu s účinky 2. řádu musíme **znát stupeň vyztužení**.

→ Ten **zatím neznáme**.

→ Pro stupeň vyztužení **využijeme hodnotu odhadnutou v předběžném návrhu**.

Vzhledem k tomu, že ohybový moment s účinky 2. řádu vypočteme s odhadnutým stupněm vyztužení, **získáme pouze odhad návrhového ohybového moment s účinky 2. řádu**.

Návrh výztuže

Výztuž **navrhujeme symetricky** (tj. stejný počet prutů k hornímu i dolnímu povrchu) a do rámečku napíšeme:

NÁVRH: $n \times \varnothing_s (A_{s,prov} = \dots mm^2)$.

Potřebnou plochu výztuže můžeme určit:

- ?

Návrh výztuže

Výztuž **navrhujeme symetricky** (tj. stejný počet prutů k hornímu i dolnímu povrchu) a do rámečku napíšeme:

NÁVRH: $n \times \varnothing_s (A_{s,prov} = \dots mm^2)$.

Potřebnou plochu výztuže můžeme určit:

- z podmínky pro únosnost v **dostředném tlaku**,
- z **nomogramů**,
- iterační metodou (**pokus/omyl**).

Návrh výztuže

Výztuž **navrhujeme symetricky** (tj. stejný počet prutů k hornímu i dolnímu povrchu) a do rámečku napíšeme:

NÁVRH: $n \times \varnothing_s (A_{s,prov} = \dots mm^2)$.

Potřebnou plochu výztuže v domácím úkolu určíme:

- z podmínky pro únosnost v **dostředném tlaku**,
- z **nomogramů**,
- volitelně: iterační metodou (pokus/omyl).

Návrh výztuže

Navrženou výztuž **musíme ověřit z hlediska konstrukčních zásad**, tj.:

- minimální **průměr** prutů,
- minimální **plocha**,
- maximální plocha,
- minimální světlná **rozteč**.

Posouzení sloupu

Vnitřní síly

Před posouzením sloupu musíme přesně stanovit působící vnitřní síly, tj.:

- **normálovou sílu** (známe ze SCIA),
- návrhový **ohybový moment s účinky 2. řádu**.

Návrhový ohybový moment s účinky 2. řádu **jsme již počítali** – *proč ho musíme přepočítat?*

Vnitřní síly

Před posouzením sloupu musíme přesně stanovit působící vnitřní síly, tj.:

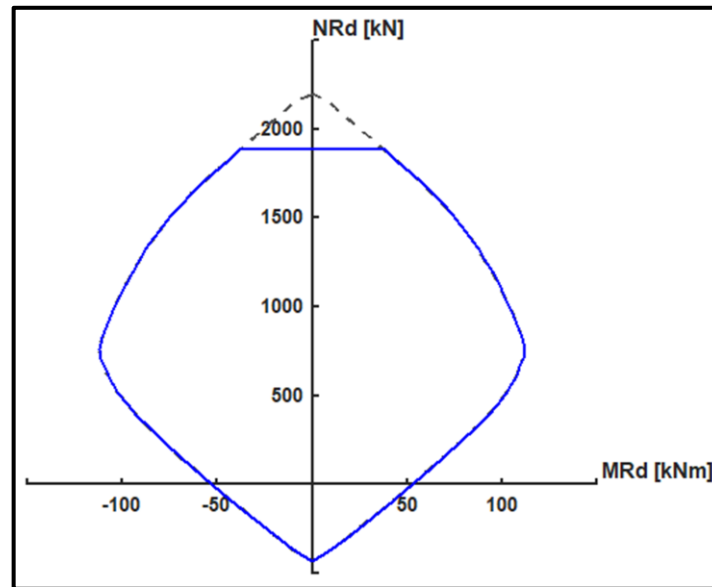
- **normálovou sílu** (známe ze SCIA),
- **návrhový ohybový moment s účinky 2. řádu.**

Návrhový ohybový moment s účinky 2. řádu **jsme sice již počítali**, ale **pouze pro odhadnutý stupeň vyztužení**.

→ Nyní již **známe skutečné vyztužení**, a **musíme tedy moment přepočítat** pro skutečné vyztužení.

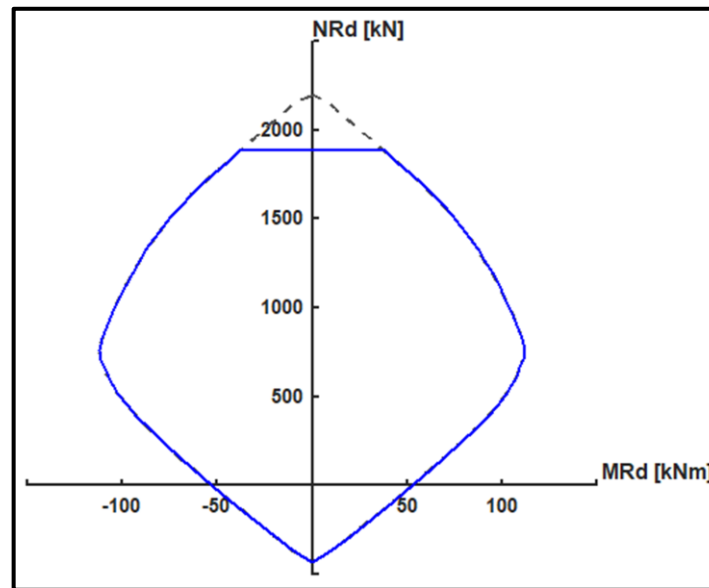
Interakční diagram průřezu

Posouzení průřezu sloupu děláme pomocí...?



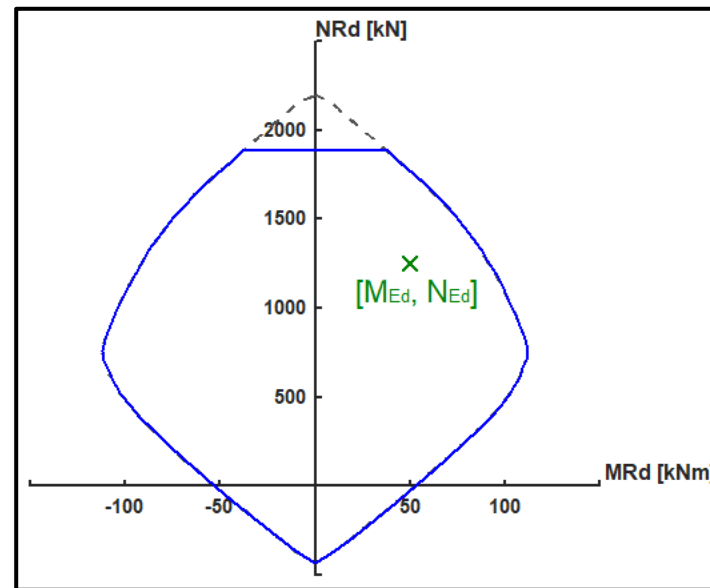
Interakční diagram průřezu

Posouzení průřezu sloupu děláme pomocí **interakčního diagramu**, který můžeme **sestrojit ručně** nebo pomocí **softwaru**, např. [FIN EC](#) nebo [InDiOn](#).



Posouzení sloupu

Po sestrojení interakčního diagramu do něj **vyneseme bod znázorňující působící vnitřní síly***.

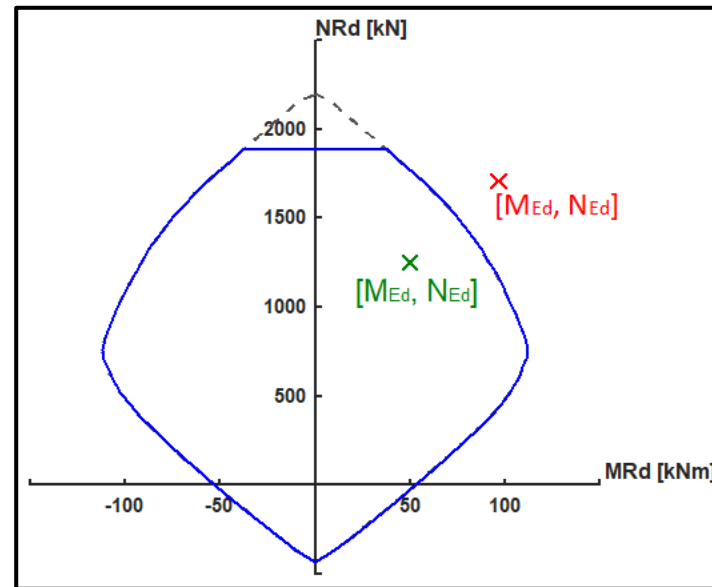


* Správně bychom měli zanést všechny kombinace M+N ze všech sloupů. V naší úloze posouzení provedeme pouze pro jeden sloup a jednu kombinaci zatížení.

Posouzení sloupu

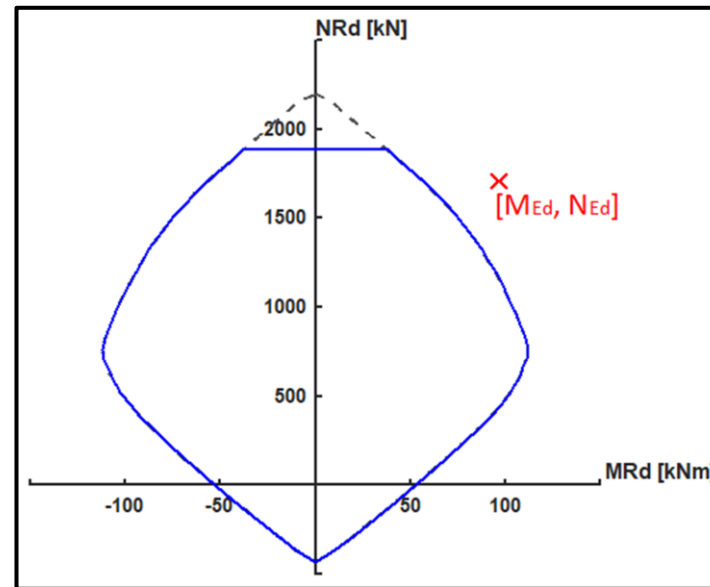
Pokud **bod** leží **uvnitř** digramu, návrh **vyhovuje**.

Pokud **bod** leží **mimo** diagram, návrh **nevyhovuje**.



Posouzení sloupu

Pokud návrh **nevyhoví**, **navrhnete úpravu návrhu**. Úkol už pak přepočítávat nemusíte.



díky za pozornost