



*Betonové a železobetonové patky*  
Návrh a posouzení základových patek

Teorie navíc

# TEORIE – Namáhání patek

# Namáhání patek

Na rozdíl od většiny ostatních betonových konstrukcí **u patky není tolik důležité její tlakové namáhání.**

U patky je důležité její namáhání tahem (příčným a od ohybu).

→ U patky z **prostého betonu** je důležitá **tahová pevnost betonu.**

→ U **železobetonové** patky je nutné navrhnout **výztuž** na tah/ohyb.

Co se týče tlaku, důležitá je tlaková únosnost zeminy.

## Teorie navíc

## Namáhání patek

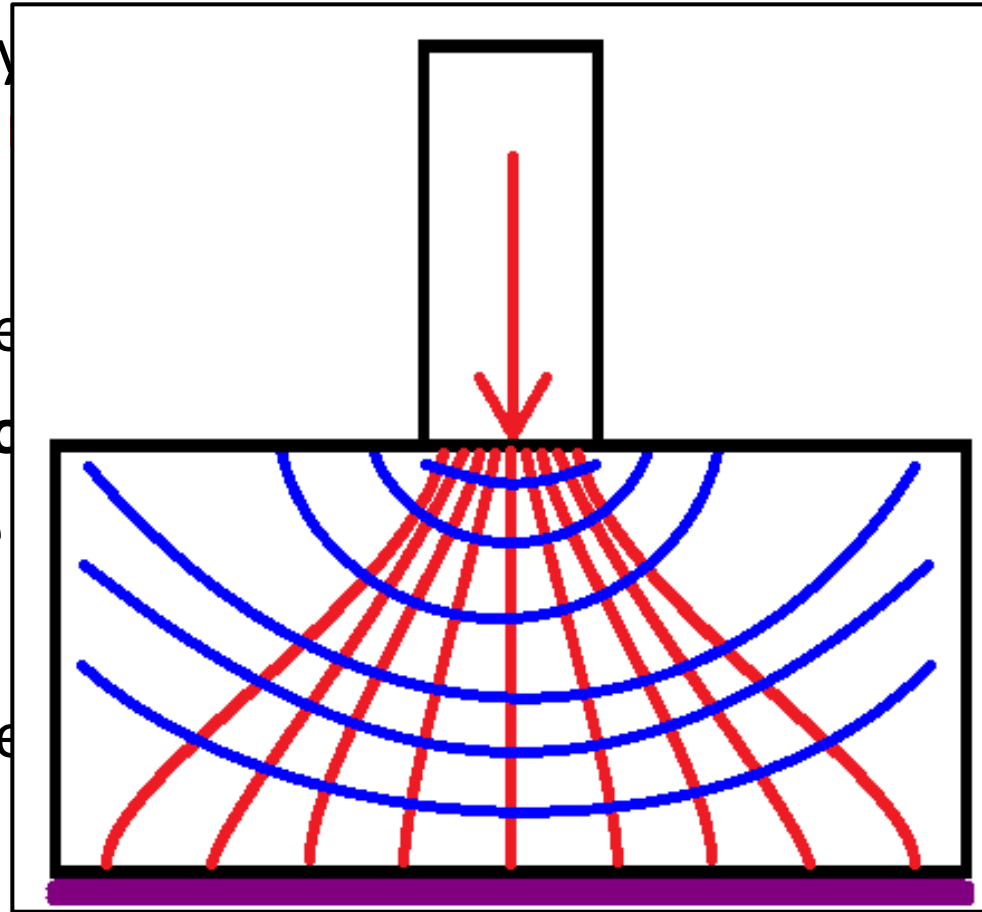
Na rozdíl od většiny  
důležité její **tlakové**

U patky je **důležité** je

→ U patky z prostého

→ U železobetonové

Co se týče tlaku, důle



u patky není tolik

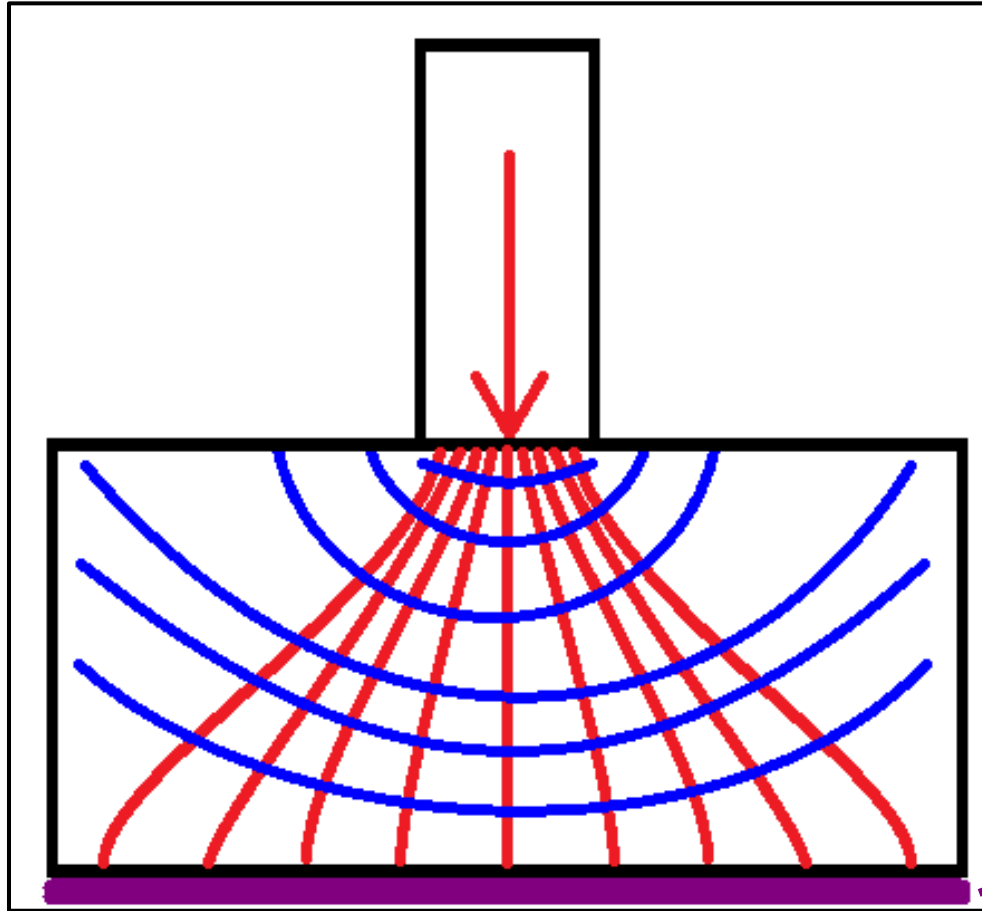
ohybu).

t betonu.

a tah/ohyb.

Teorie navíc

# Namáhání patek



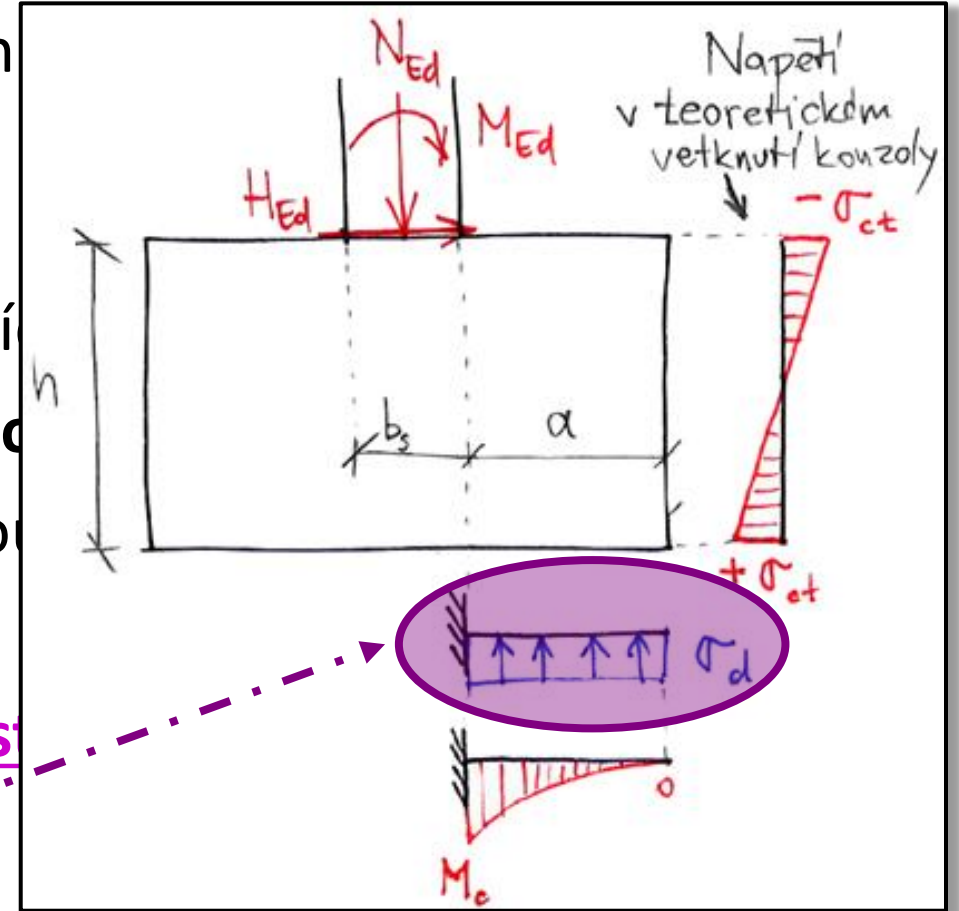
betonových

tahem (pří

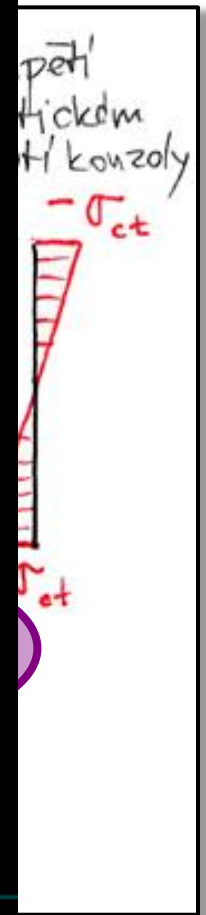
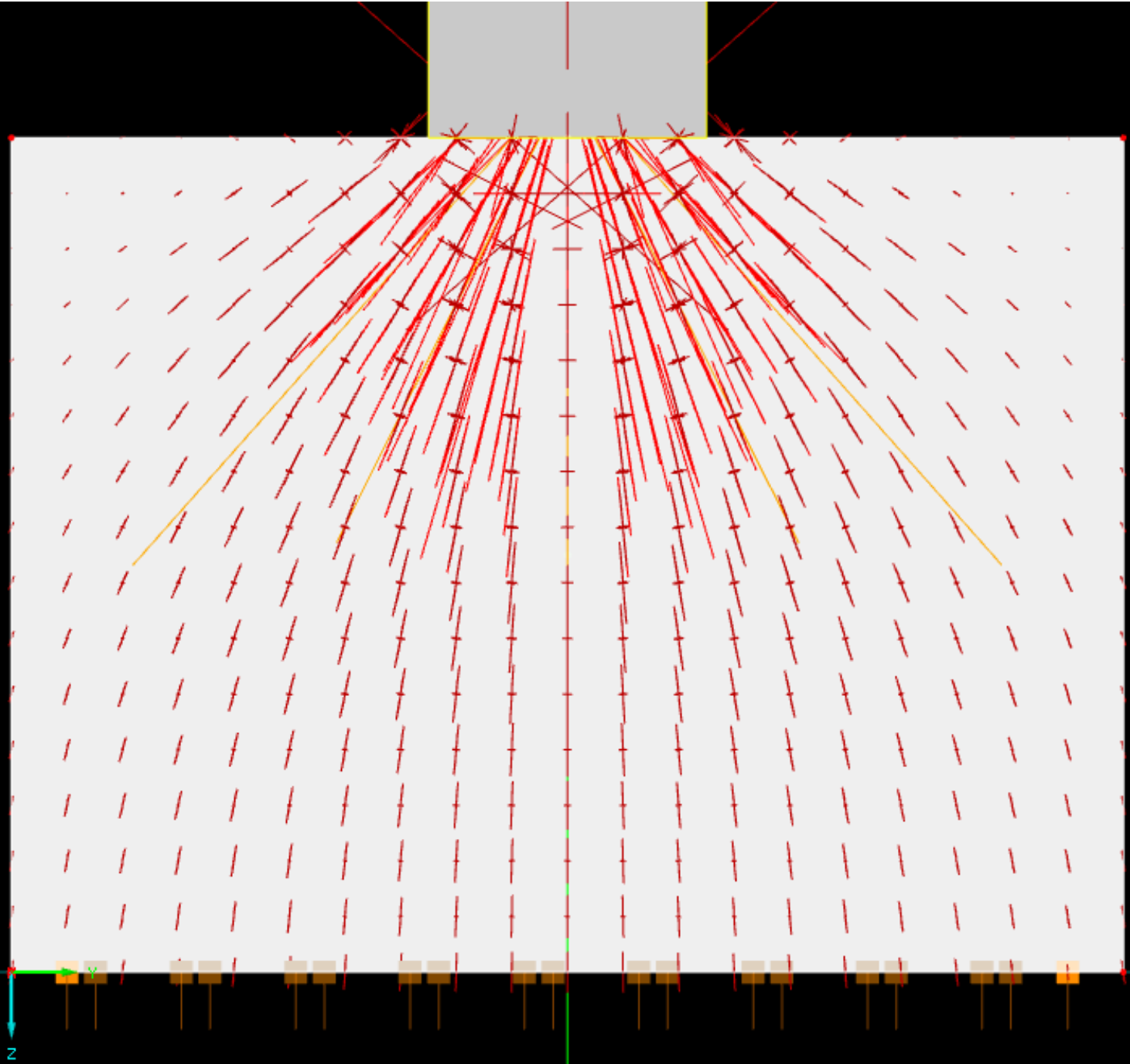
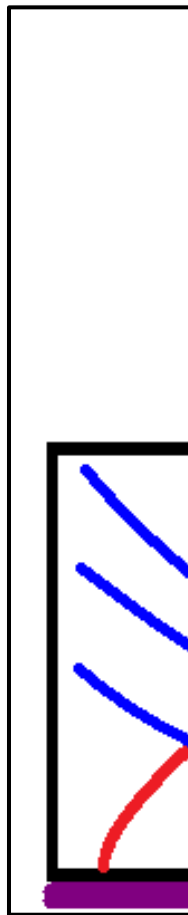
ležitá tah

é návrho

á únosnos



Teorie n



Teorie navíc

# TEORIE – Excentricita normálové síly

# Excentricita normálové síly

**Celková excentricita  $e$**  je výstřednost působící normálové síly v patce a určí se jako poměr momentu a normálové síly působící v základové spáře

$$e = \frac{M}{N}.$$

Moment v základové spáře je způsoben

- momentem  $M_{Ed}$  od horní konstrukce,
- vodorovnou silou na horní hraně patky (posouvající síla  $H_{Ed}$  od horní konstrukce) na rameni rovném výšce patky (viz dále).



# Excentricita normálové síly

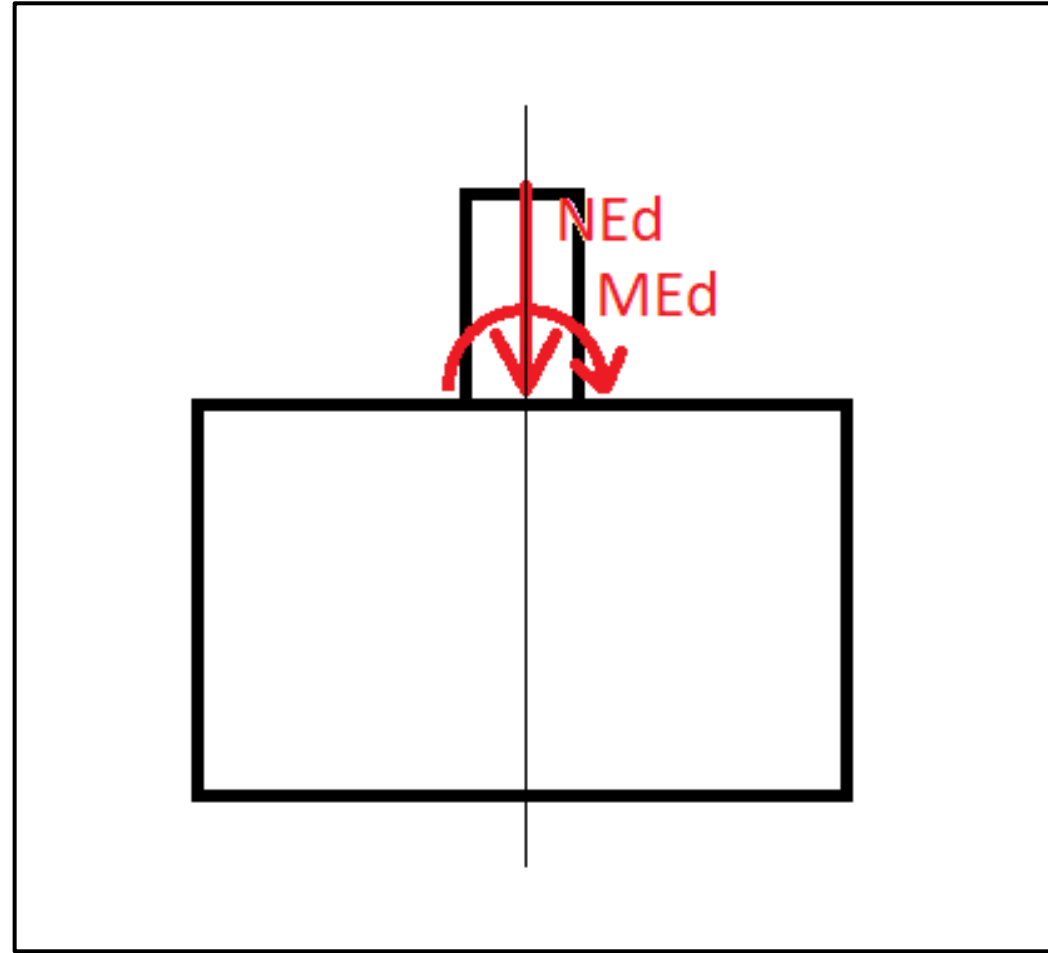
**Celková excentricita  $e$**  je výstřednost působící normálové síly v patce a určí se jako poměr momentu a normálové síly působící v základové spáře

$$e = \frac{M}{N}.$$

Normálová síla v základové spáře je způsobena

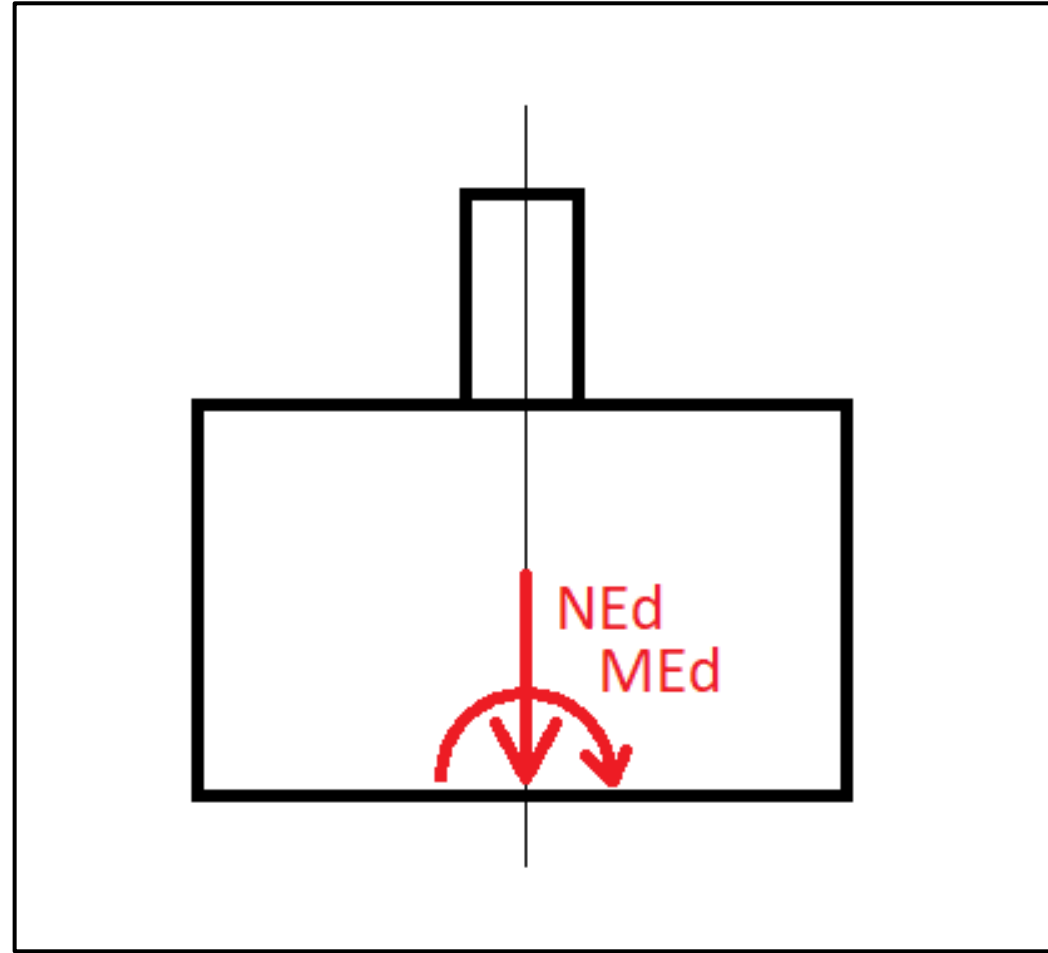
- silou  $N_{Ed}$  od horní konstrukce,
- vlastní tíhou patky.

# Excentricita normálové síly



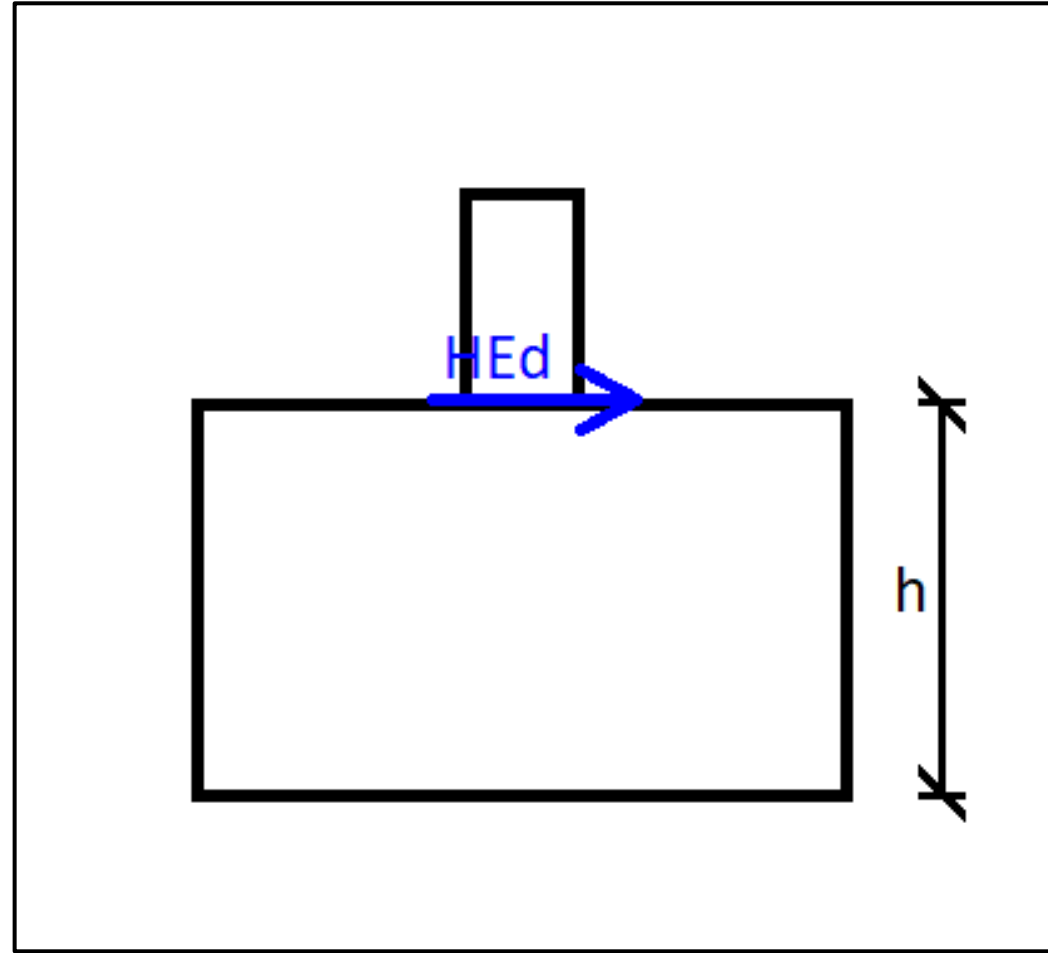
Normálová síla a ohybový moment od horní stavby působící v patě sloupu.

# Excentricita normálové síly



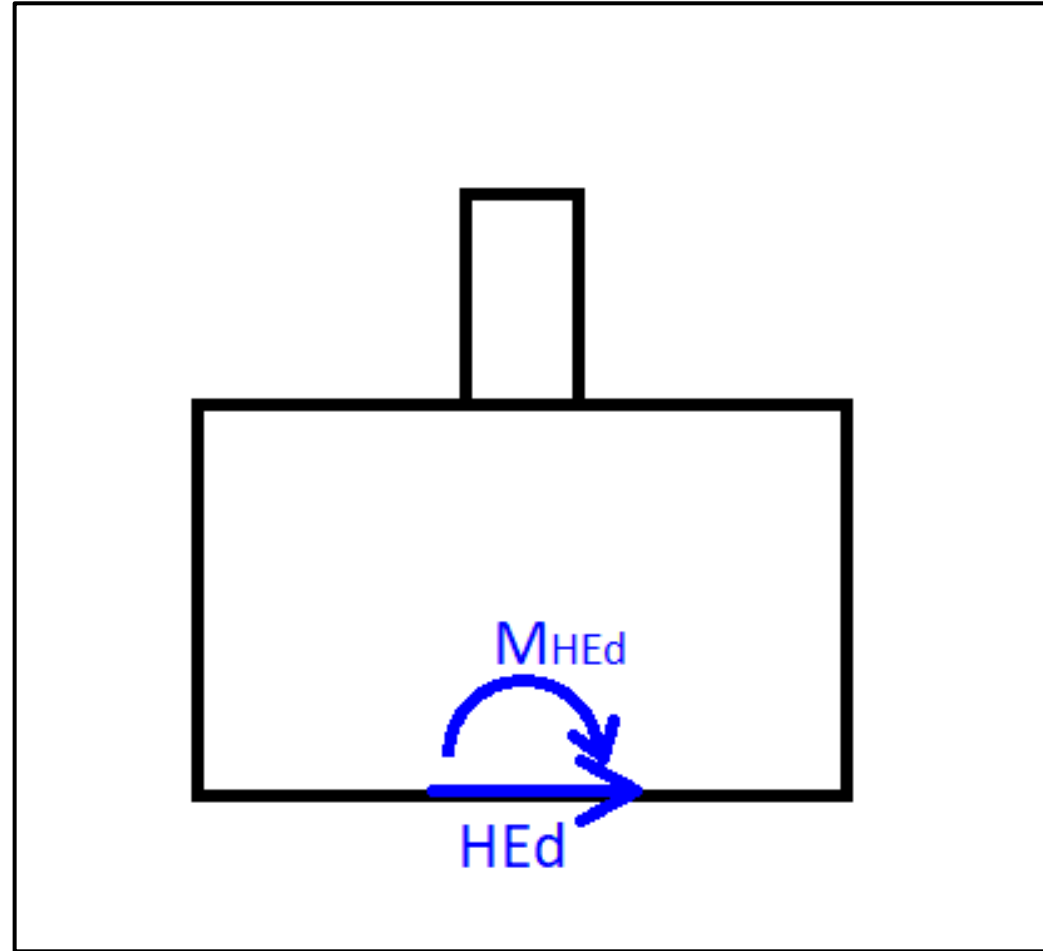
Normálová síla a ohybový moment od horní stavby působící v základové spáře.

# Excentricita normálové síly



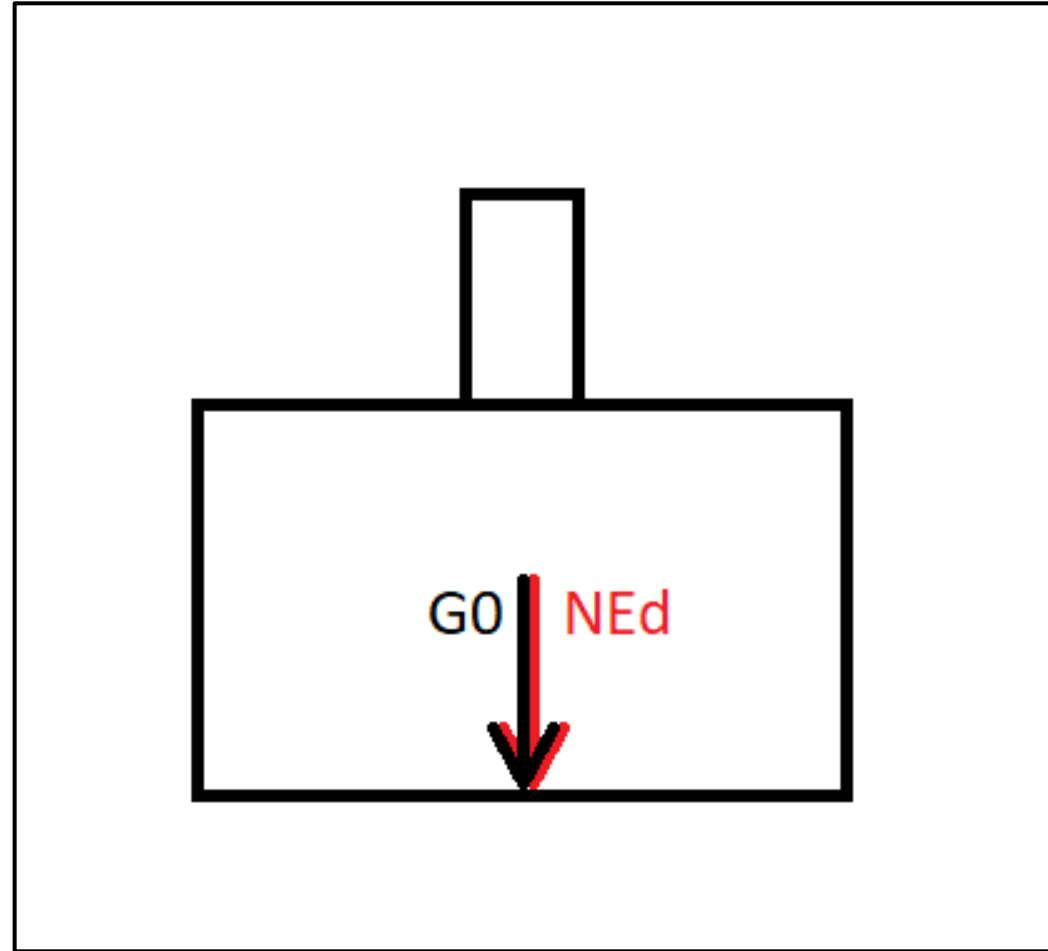
Posouvající síla působící v patě sloupu.

# Excentricita normálové síly



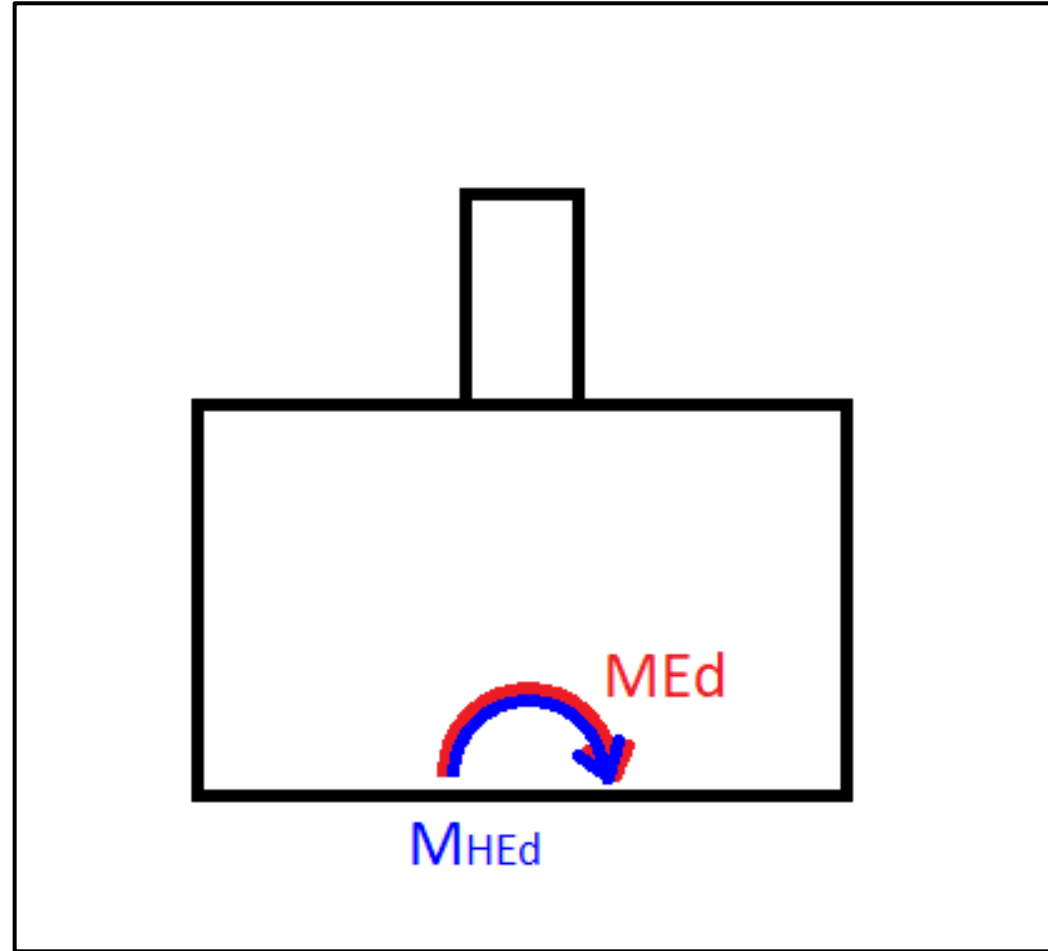
Vliv posouvající síly v patě sloupu na vnitřní síly v základové spáře – vznik ohybového momentu od posouvající síly  $M_{H,Ed} = H_{Ed}h$ .

# Excentricita normálové síly



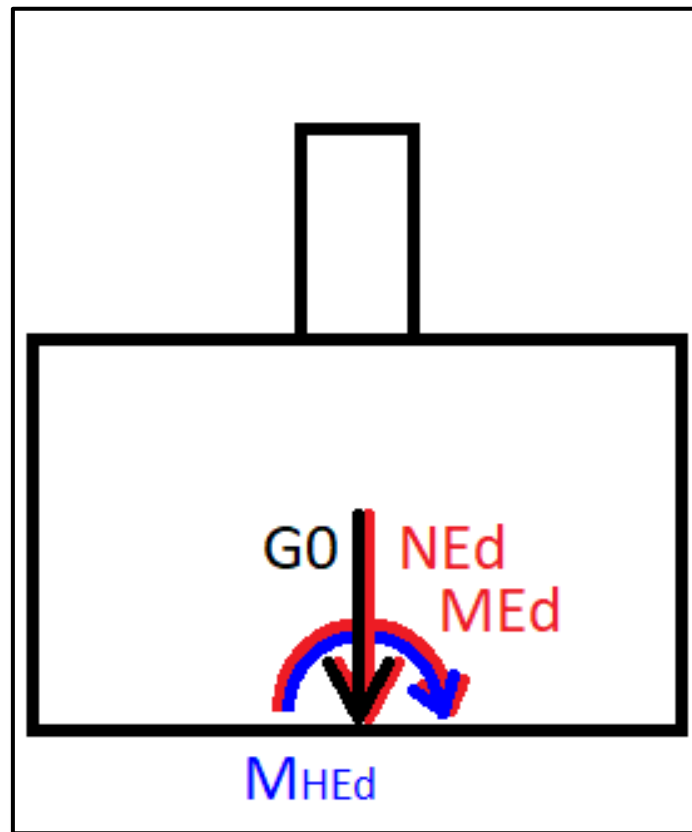
Všechny normálové síly v základové spáře – od **horní stavby** a od **vlastní tíhy**.

# Excentricita normálové síly



Všechny ohybové momenty v základové spáře – od **ohybového momentu** a od **posouvající síly**.

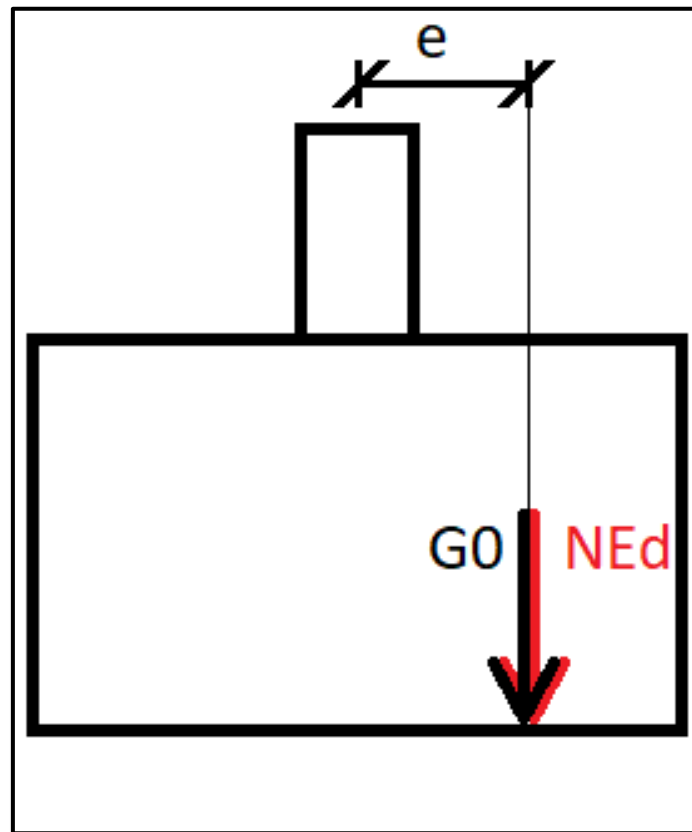
# Excentricita normálové síly



Všechny vnitřní síly v základové spáře – od **normálové síly a ohybového momentu**, od **posouvající síly** a od vlastní tíhy.



# Excentricita normálové síly

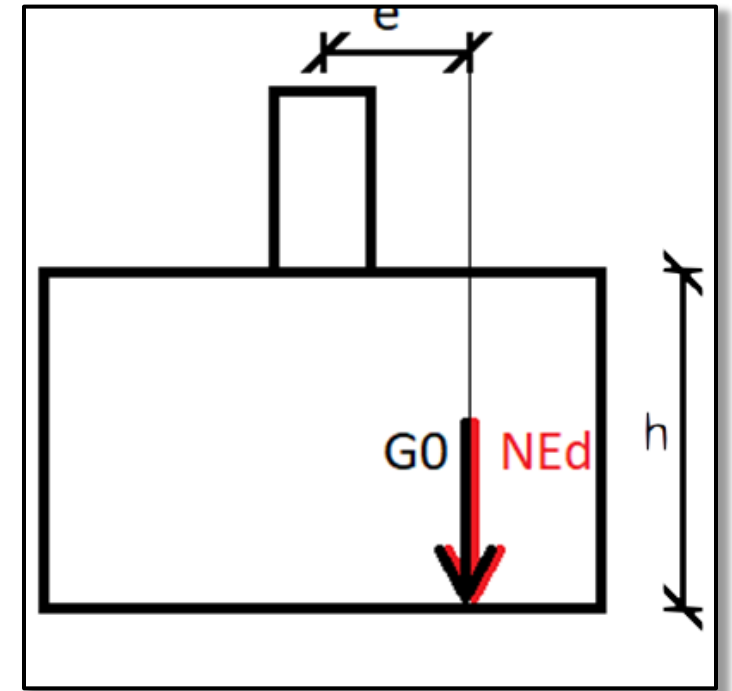
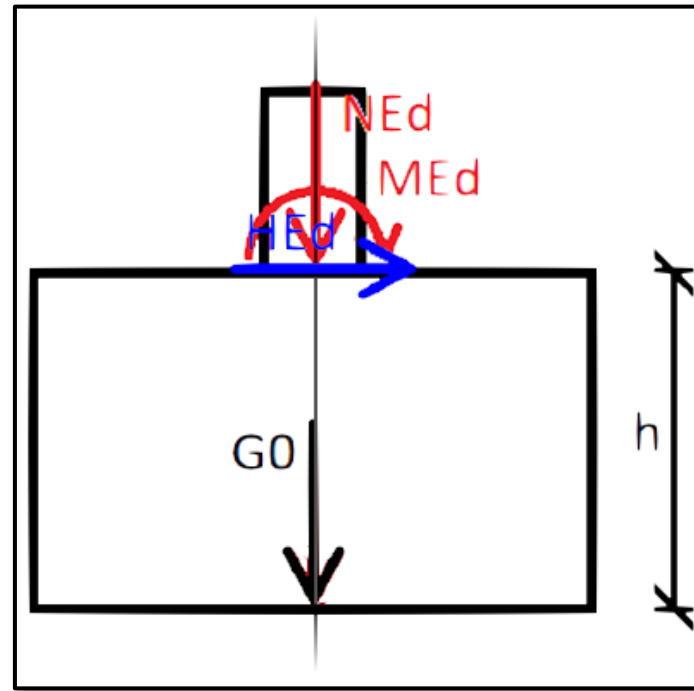


**Celková excentricita**  
působící svislé síly se určí  
z **celkového momentu**  
a **celkových svislých sil**.

# Excentricita normálové síly

**Celková excentricita působící svislé síly** se určí z celkového momentu a celkových svislých sil

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed}h}{N_{Ed} + G_{0,d}}$$



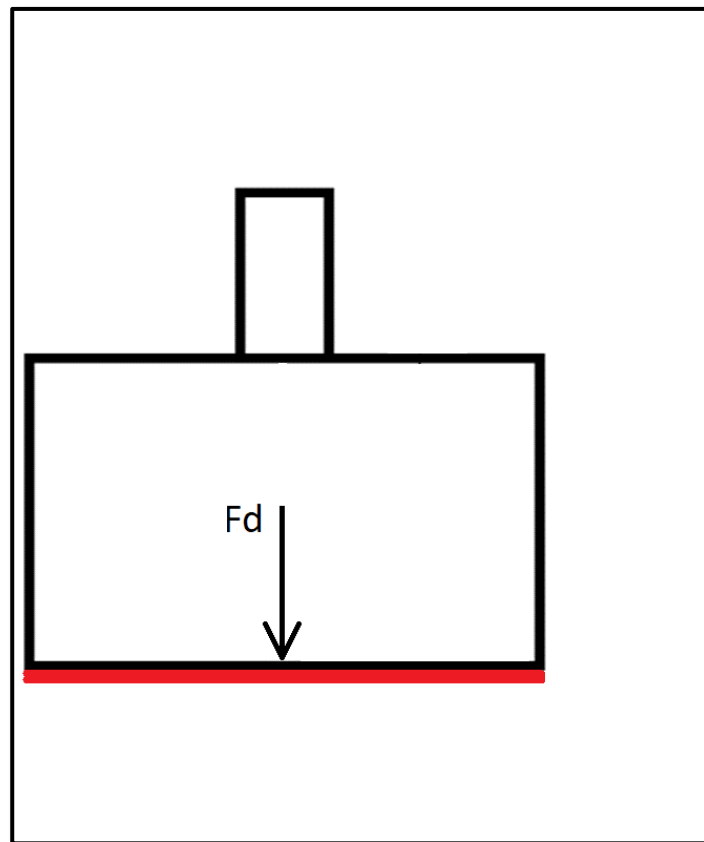
Teorie navíc

# TEORIE – Efektivní zatěžovací plocha

# Efektivní zatěžovací plocha

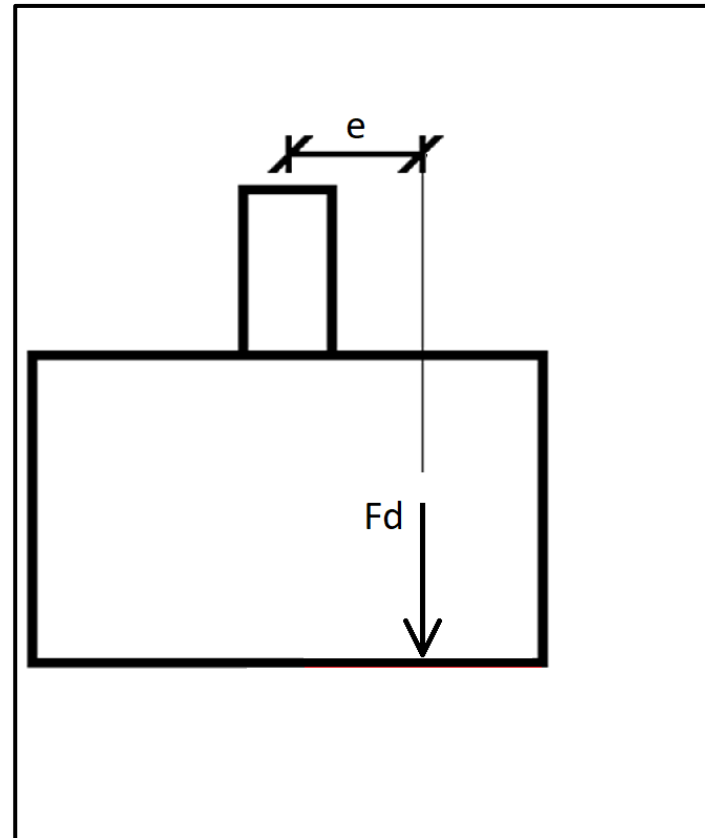
Kdyby normálová síla působila v ose, zatěžovací plocha by odpovídala půdorysné ploše

$$A_{eff} = A_c = b^2.$$



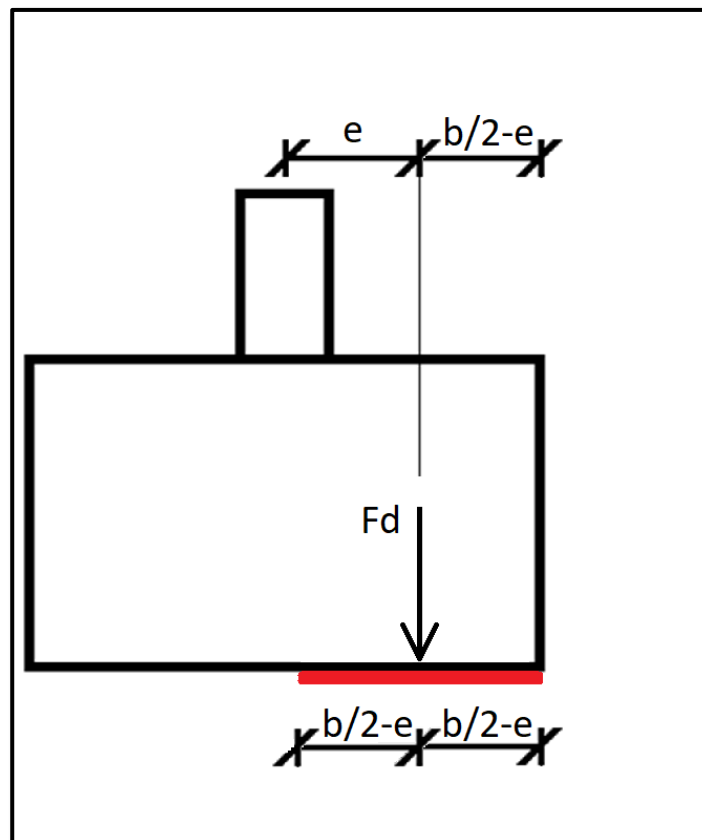
# Efektivní zatěžovací plocha

**Normálová síla** působící v patě patky obecně **nepůsobí v ose patky**, ale působí na určité **excentricitě**.



# Efektivní zatěžovací plocha

Efektivní zatěžovací plocha  $A_{eff}$  závisí právě na excentricitě působící normálové síly.

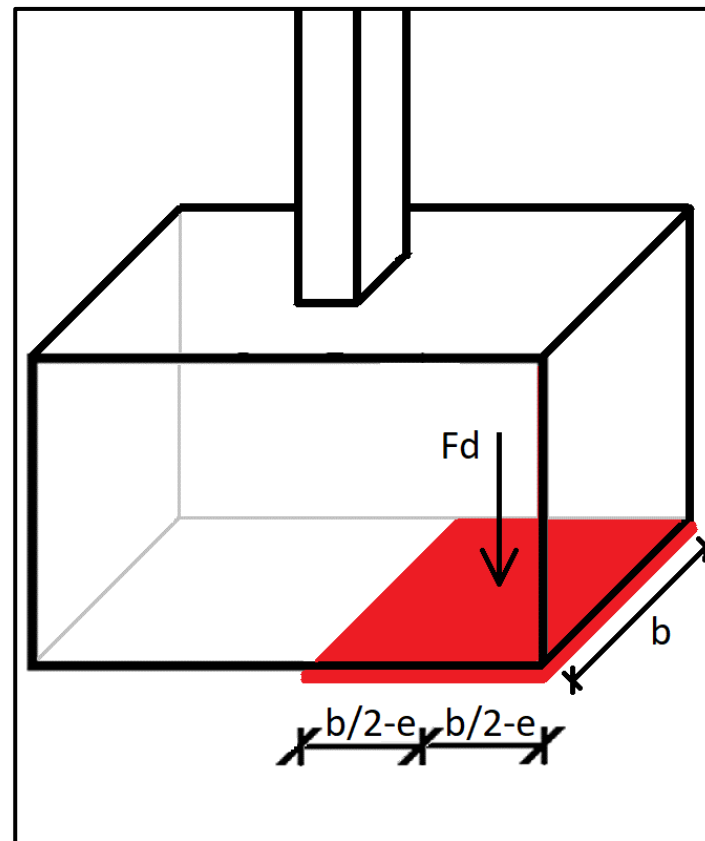


# Efektivní zatěžovací plocha

**Efektivní zatěžovací plocha  $A_{eff}$  závisí právě na excentricitě působící normálové síly.**

$$A_{eff} = 2(b/2 - e) \cdot b$$

$$A_{eff} = (b - 2e) \cdot b$$



# Zadání

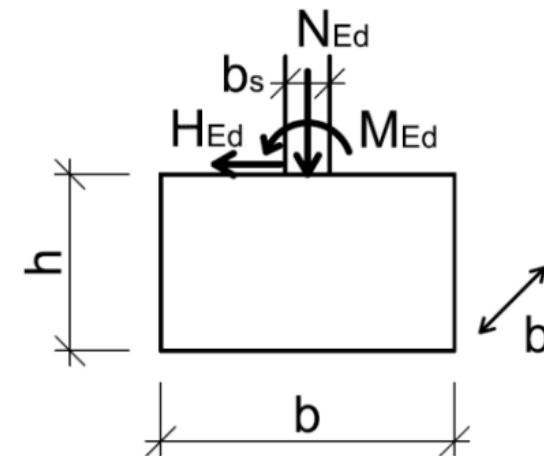


# Zadání

**Navrhňte a posudte** základovou **patku** zatíženou kombinací svislé a vodorovné síly a ohybovým momentem.

## Parametry zadání:

- Geometrie: rozměr čtvercového průřezu sloupu:  $b_s = \dots\dots\dots$  [mm]
- Materiály: beton - zadaná **pevnostní třída** - viz úloha 1  
ocel třídy B 500 B ( $f_{yk} = 500$  MPa)
- Zatížení: svislá síla:  $N_{Ed} = \dots\dots\dots$  kN  
vodorovná síla:  $H_{Ed} = \dots\dots\dots$  kN  
ohybový moment:  $M_{Ed} = \dots\dots\dots$  kN.m
- Základová zemina: tabulková výpočtová únosnost:  $R_d = \dots\dots\dots$  kPa



# Úkoly

**Navrhněte a posudte** základovou **patku**:

- z **prostého** betonu,
- z **železobetonu**.

Narýsujte **výkres**:

- **tvaru patky z prostého** betonu (včetně startovací výztuže).
- **výztuže patky z železobetonu** (kompletní, včetně výkazu výztuže).

# Úkol

Navrhujeme tedy dvě různé základové patky pro zadané zatížení z horní stavby, tj.

- jednu **patku z prostého betonu**,
- jednu **patku z železobetonu**.

Patky se **budou lišit pouze:**

- výškou ***h***,
- vyztužením.

Půdorysné rozměry patky (šířka a délka) budou v obou případech stejné.

# Postup úkolu

- 1) **Návrh půdorysných rozměrů** patky a jejich ověření (předběžné ověření napětí v základové spáře).
- 2) **Návrh výšky patky z prostého** betonu a **posouzení** patky.
- 3) **Volba výšky patky z železobetonu** a **posouzení** patky.
- 4) **Výkres** tvaru a výkres výztuže.

# Půdorysné rozměry patky

# Půdorysné rozměry patky

Pro jednoduchost navrhne **čtvercovou patku** se šířkou  $b$ .

Při návrhu šířky patky **vycházíme z toho**, že při posouzení patky musí platit, že **napětí v základové spáře  $\sigma$**  musí být **menší** než zadaná **únosnost zeminy**

$R_d$

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A_{eff}} \leq R_d.$$

# Potřebná efektivní plocha

Z podmínky pro napětí v základové spáře

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A_{eff}} \leq R_d$$

získáme **vztah pro výpočet potřebné efektivní zatěžovací plochy**

$$A_{eff,req} = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{R_d},$$

kde  $N_{Ed}$  je normálová síla od horní stavby (zadáno),

$G_{0,d}$  je vlastní tíha patky (odhadneme jako  $0.1N_{Ed}$ ),

$R_d$  je únosnost zeminy (zadáno).

# Šířka patky

**Šířku patky** je nutné navrhnout (zvolit) **s ohledem na** potřebnou efektivní zatěžovací plochu  $A_{eff,req}$ .

Návrh šířky patky lze provést:

- **analyticky** – přesné, ale zdlouhavé (viz [návod](#)),
- **iteračně** – rychlé, ale nepřesné – odhadneme půdorysný rozměr a provedeme ověření napětí v zemině. (Pokud ověření vyhoví, pokračujeme dál. Pokud nevyhoví, rozměr zvětšíme. Pokud vyhoví, ale rezerva bude velká, rozměr zmenšíme.)



# Návrh šířky patky – analytický návrh

Pro výpočet potřebné šířky patky **použijeme dvě (nám již známé) rovnice pro efektivní plochu:**

$$A_{eff} = (b - 2e)b, \quad (\text{z geometrie})$$

$$A_{eff} \geq A_{eff,req} = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{R_d}. \quad (\text{z rovnice pro max. napětí v zemině})$$

Z rovnosti rovnic pro  $A_{eff}$  dostaneme jednu rovnici o **dvou neznámých:**

$$(b - 2e)b = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{R_d}.$$

# Návrh šířky patky – analytický návrh

Neznámou **excentricitu** ( $e$ ) však můžeme vyjádřit pomocí vztahu:

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed}h}{N_{Ed} + G_{0,d}}, \quad (\text{viz teorie na začátku prezentace})$$

kde výšku patky odhadneme jako:

$$h = (b - b_s) \frac{\text{tg } 60^\circ}{2}. \quad (\text{zdůvodnění o několik slidů dále})$$

# Návrh šířky patky – analytický návrh

Do rovnice o dvou neznámých

$$(b - 2e)b = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{R_d}$$

můžeme dosadit rovnici pro excentricitu ( $e$ ) a získáme **jednu rovnici o jedné neznámé, ze které můžeme vypočítat potřebnou šířku patky ( $b_{req}$ )**.

Musíme však dát pozor na to, že rovnice má dvě řešení, a **pouze jedno řešení bude fyzikálně dávat smysl!**

# Návrh šířky patky – analytický návrh

Šířku patky navrhne tak, aby byla **větší než potřebná šířka** ( $b_{req}$ ) a **násobkem 50 mm**.

# Ověření šířky patky

Po návrhu šířky patky musíme ověřit napětí v základové spáře:

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0d}}{A_{eff}} \leq R_d.$$

Pro stanovení napětí ale **musíme** nejprve **stanovit**

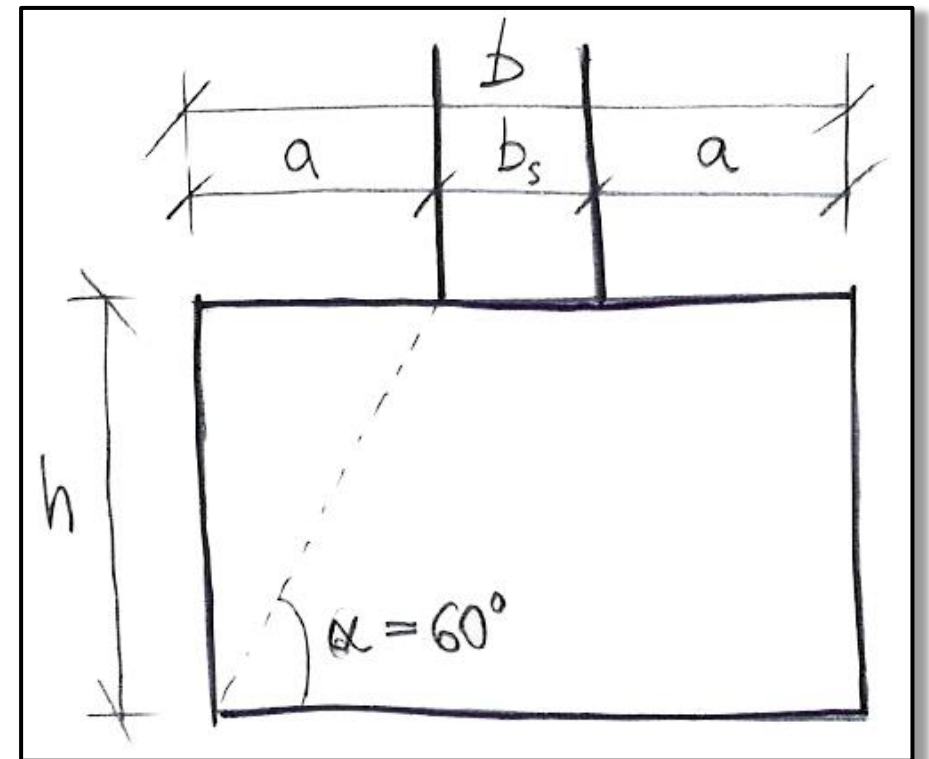
- **výšku patky,**
- **vlastní tíhu patky,**
- **efektivní zatěžovací plochu.**

# Ověření šířky patky – výška patky

**Výšku patky** odhadneme z předpokladu, že roznášecí úhel zatížení  $\alpha$  v prostém betonu by měl být alespoň  $60^\circ$ \*

$$h \geq a \tan \alpha = \frac{b - b_s}{2} \tan 60^\circ .$$

Výšku patky volíme jako násobek 50 mm.



# Ověření šířky patky – vlastní tíha patky

**Vlastní tíhu patky** vypočítáme jako

$$G_{0,d} = 1.35 \cdot 25 \cdot b^2 h,$$

kde  $b$  je šířka patky (navrženo výše),  
 $h$  je výška patky (navrženo výše).

# Ověření šířky patky – efektivní zatěžovací plocha

**Efektivní zatěžovací plochu** pro navržené rozměry vypočítáme ze vztahu

$$A_{eff} = b(b - 2e),$$

kde  $b$  je šířka patky (navrženo výše),

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed}h}{N_{Ed} + G_{0,d}},$$

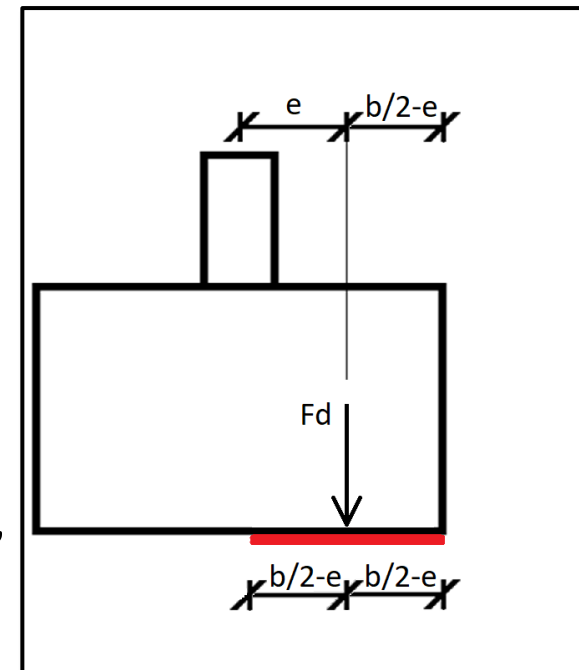
kde  $M_{Ed}$  je moment od horní stavby (zadáno),

$H_{Ed}$  je posouvající síla od horní stavby (zadáno),

$h$  je výška patky (navrženo výše),

$N_{Ed}$  je normálová síla od horní stavby (zadáno),

$G_{0,d}$  je vlastní tíha patky síla od horní stavby (vypočteno výše).





# Ověření šířky patky

Po stanovení vlastní tíhy a efektivní zatěžovací plochy je možné **ověřit napětí v základové spáře**

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0d}}{A_{eff}} \leq R_d.$$

Pokud ověření **vyjde**, můžeme **pokračovat** dál v úkolu.

Pokud ověření **nevyjde**, je nutné upravit návrh – tj. **upravit šířku patky  $b^*$** .

# Shrnutí návrhu šířky patky

$$A_{eff,req} = \frac{N_{Ed} + 0.1N_{Ed}}{R_d}$$

$$b_{req} = \dots \text{ mm}$$

$$\mathbf{b = \dots \text{ mm}}$$

$$h \geq \frac{b - b_s}{2} \text{tg } 60^\circ$$

$$G_{0,d} = 1.35 \cdot 25 \cdot b^2 h$$

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed}h}{N_{Ed} + G_{0,d}}$$

$$A_{eff} = b(b - 2e)$$

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A_{eff}} \leq R_d$$

Pokud podmínka není splněna, tak zvětším  $b$ , vrátím se zpět a výpočet opakuji. (Pokud je podmínka hodně splněna, tak návrh je hodně konzervativní a můžu/měl bych šířku zmenšit.)

# Patka z prostého betonu

Návrh

# Patka z prostého betonu

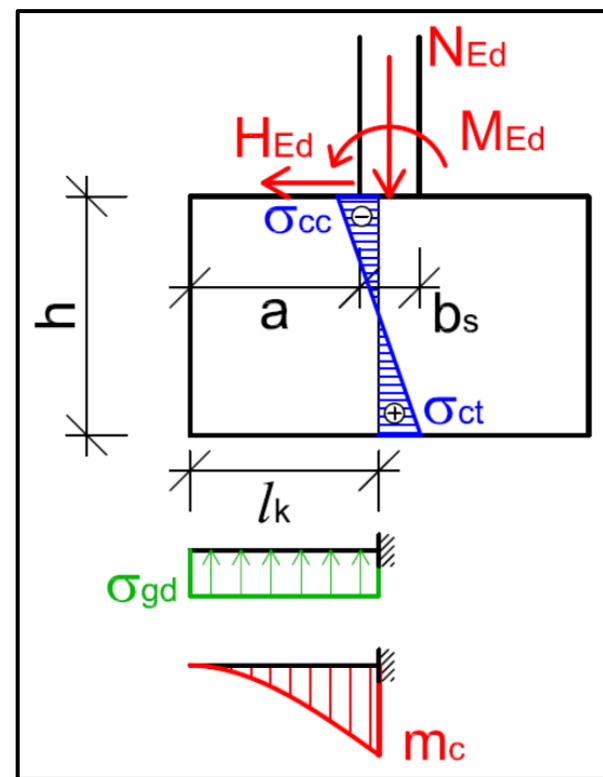
Šířku patky už máme určenou z předchozího výpočtu a **nijak ji neupravujeme.**

**Výšku** patky **vypočítáme přesněji** z podmínky pro napětí v betonu\*.

**Navrženou patku** z prostého betonu nakonec **posoudíme.**

# Statické schéma

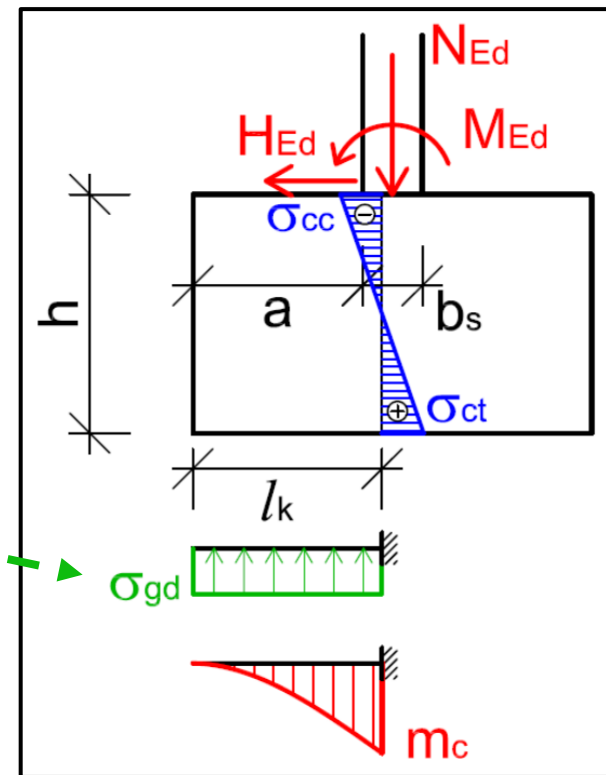
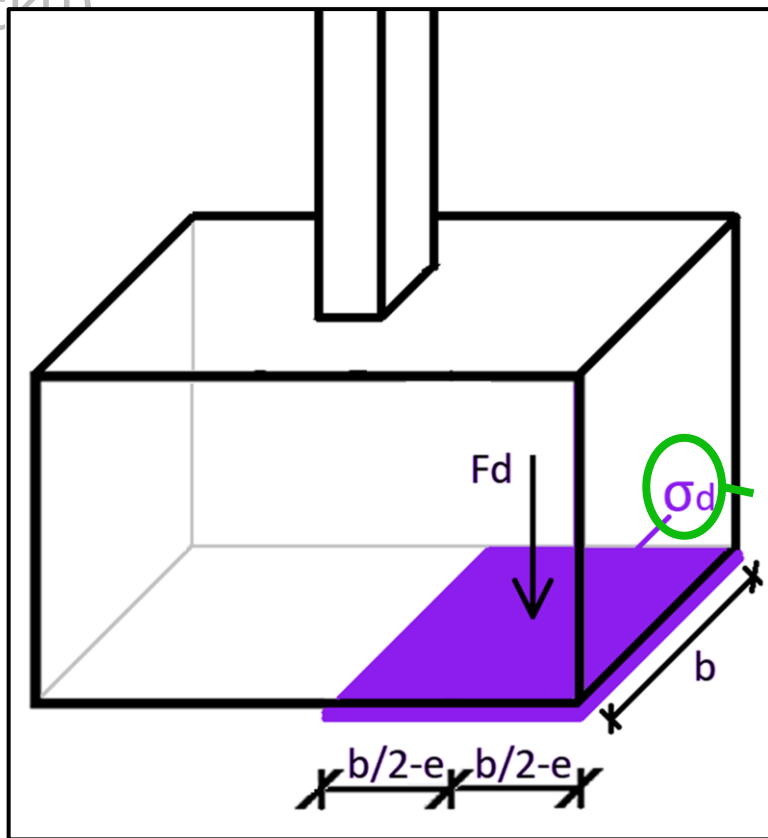
Při výpočtech patku modelujeme jako ohýbanou **konzolu** s účinnou **délkou**  $l_k$  namáhanou **zatížením od podloží** (tj. napětím, kterým podloží působí na patku).



$$l_k = \frac{a}{0.85} = \frac{(b - b_s)/2}{0.85} = \frac{20}{17} \cdot \frac{(b - b_s)}{2}$$

# Statické schéma

Při výpočtech patku modelujeme jako ohýbanou **konzolu** s účinnou **délkou**  $l_k$  namáhanou **zatížením od podloží** (tj. napětím, kterým podloží působí na patku)



# Postup výpočtu

Pro návrh a posouzení patky musíme **určit**

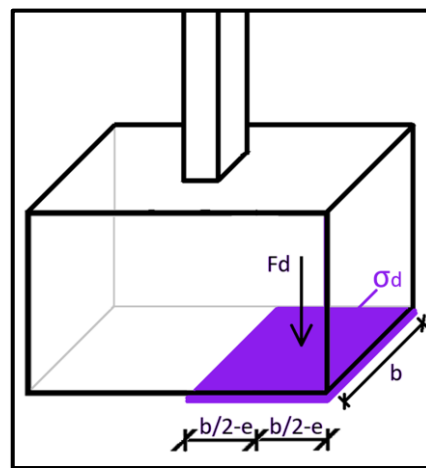
- 1) napětí, kterým podloží působí na patku  $\sigma_d$ ,
- 2) **zatížení**, kterým podloží působí na patku  $f_d$ ,
- 3) **moment** od zatížení v teoretickém vetknutí konzoly  $m_c$ ,
- 4) návrhovou **tahovou pevnost** prostého betonu  $f_{ctd}$ ,
- 5) **výšku** patky  $h$ ,
- 6) **výstřednost** zatížení  $e$  a **efektivní plochu**  $A_{eff}$ .

# 1) Napětí působí na patku

**Napětí**, kterým podloží působí na patku se určí ze vztahu\*

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}},$$

kde  $A_{eff}$  prozatím převezmeme z předchozího předběžného ověření napětí v zemině.

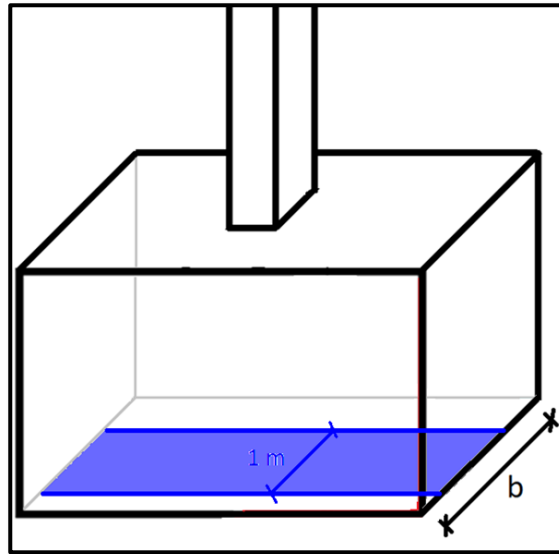


\*Vlastní tíha patky se zde neuvažuje, protože je eliminována. Patka je směrem nahoru ohýbána zatížením včetně vlastní tíhy  $\sigma$  (předchozí kapitola) a směrem dolů pak vlastní tíhou. Výsledkem je zatížení bez vlastní tíhy  $\sigma_d$ .



## 2) Zatížení působí na konzolu

Patku budeme řešit „na jeden metr šířky“ (jako desky):



**Zatížení**, kterým podloží působí na patku, se získá přenásobením napětí (tj. plošného zatížení) zatěžovací šířkou (1 m)

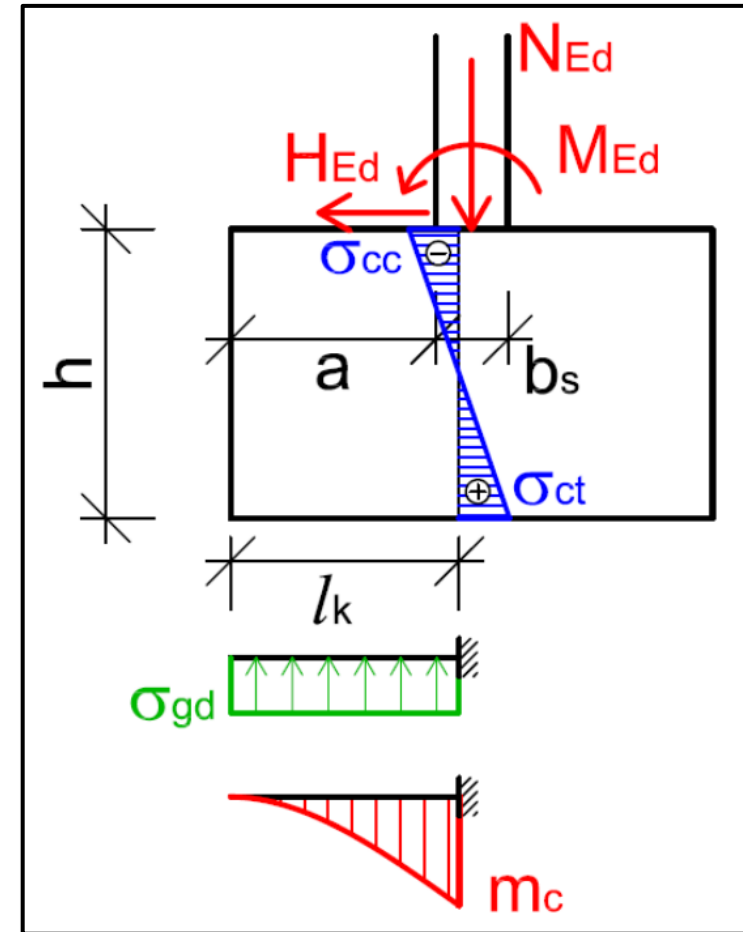
$$f_d = \sigma_d \cdot 1 = \sigma_d \text{ [kN/m]}.$$

### 3) Moment v teoretickém vetknutí konzoly

**Moment** ve vetknutí konzoly je

$$m_c = \frac{1}{2} f_d l_k^2,$$

kde  $f_d$  je liniové zatížení (vypočteno výše),  
 $l_k$  je  $(0.5(b - b_s))/0.85$ .



## 4) Návrhová tahová pevnost prostého betonu

**Návrhová pevnost** betonu v tahu je dána vztahem

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} f_{ctk,0.05}}{\gamma_c},$$

kde  $\alpha_{ct} = 0.8$  je součinitel nepříznivých účinků zatížení na pevnost betonu v tahu\*,

$f_{ctk,0.05}$  je charakteristická tahová pevnost betonu (z tabulky dále).

**Upozornění:**  $f_{ctd}$  počítáme z  $f_{ctk,0.05}$  (nikoliv z  $f_{ctk,0.95}$ ).

# 4) Návrhová tahová pevnost prostého betonu

Návrhová tahová pevnost  $f_{ctk}$  (kde  $f_{cm}$  je průměrná tahová pevnost)

Upozornění:  $f_{ctk,0.05}$  je 5% kvantil,  $f_{ctk,0.95}$  je 95% kvantil.

Tabulka 3.1 – Pevnostní a deformační charakteristiky betonu

	Pevnostní třídy betonu														Analytické vztahy/ vysvětlivky
$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
$f_{ctm}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1+(f_{cm}/10)) > C50/60$
$f_{ctk,0.05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0.05} = 0,7 \times f_{ctm}$ 5% kvantil
$f_{ctk,0.95}$ (MPa)	2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6	6,3	6,6	$f_{ctk,0.95} = 1,3 \times f_{ctm}$ 95% kvantil
$E_{cm}$ (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22(f_{cm}/10)^{0,3}$ ( $f_{cm}$ v MPa)

## 5) Výška patky

Při výpočtu výšky patky vycházíme z toho, že nechceme, aby v místě nejvíce tažených (krajních) vláken vznikl tah

$$\sigma_{ct} = \frac{m_c}{W} = \frac{\frac{1}{2} f_d l_k^2}{\frac{1}{6} b h^2} \leq f_{ctd}.$$

Úpravou výše uvedené podmínky získáme **vztah pro návrh výšky patky**

$$h \geq l_k \sqrt{\frac{3f_d}{b f_{ctd}}} = \frac{a}{0.85} \sqrt{\frac{3(\sigma_d \cdot 1)}{1 \cdot f_{ctd}}}.$$

**Výšku patky volíme jako násobek 50 mm.**

## 6) Výstřednost a efektivní plocha

Efektivní zatěžovací plochu opět\* stanovíme pomocí vztahu

$$A_{eff} = b(b - 2e),$$

kde  $b$  je šířka patky (navrženo v první části úkolu),

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed}h}{N_{Ed} + G_{0,d}},$$

kde  $M_{Ed}$  je moment od horní stavby (zadáno),

$H_{Ed}$  je posouvající síla od horní stavby (zadáno),

$h$  je výška patky (navrženo na předchozím slidu),

$N_{Ed}$  je normálová síla od horní stavby (zadáno),

$$G_{0,d} = 1.35 \cdot 25 \cdot b^2 h.$$

## 6) Výstřednost a efektivní plocha

Efektivní zatěžovací plochu opět\* stanovíme pomocí vztahu

$$A_{eff} = b(b - 2e),$$

### UPOZORNĚNÍ

**Za  $h$  dosazujeme nově navrženou (z podmínky pro napětí) výšku patky.**  
(Nepoužíváme už tu výšku vypočtenou podle  $\tan 60^\circ$ .)

**Vlastní tíhu  $G_0$  musíme znovu spočítat pro nově navrženou výšku patky.**  
(Nepoužíváme už tu vypočtenou při návrhu půdorysných rozměrů ani tu odhadnutou úplně na začátku, tj.  $0.1N_{Ed}$ ).

$$G_{0,d} = 1.35 \cdot 25 \cdot b^2 h.$$

# Patka z prostého betonu

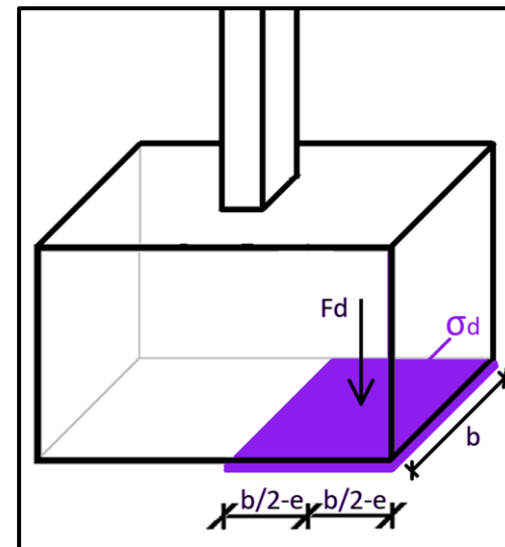
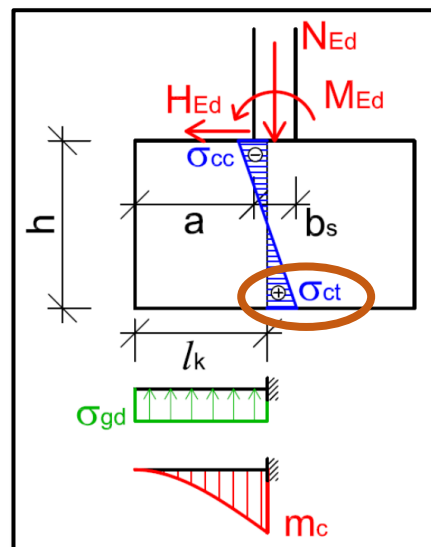
## Posouzení



# Posouzení patky z prostého betonu

Navrženou patku je nutné posoudit ze dvou hledisek.

- 1) Namáhání patky: napětí v **tažených vláknech** patky – **musí být menší než tahová pevnost betonu.**
- 2) Namáhání zeminy: napětí v **základové spáře** – **musí být menší než pevnost zeminy.**



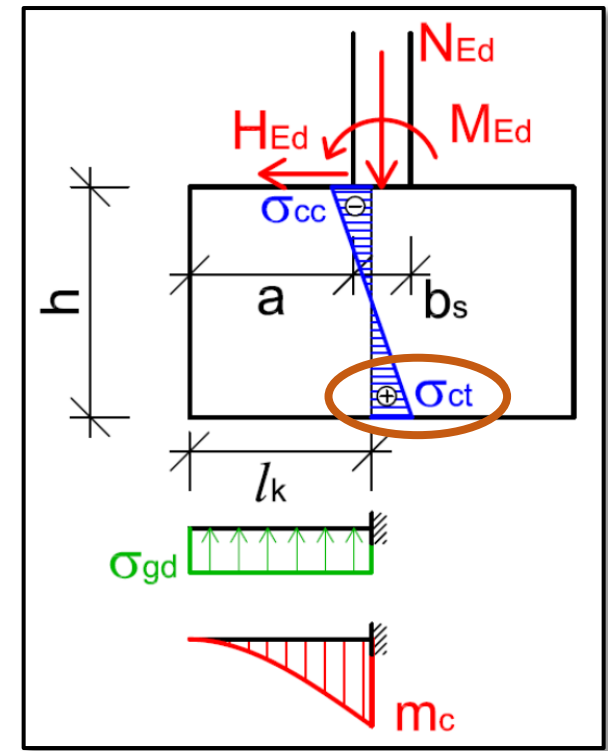
# Posouzení napětí v tažených vláknech patky

**Napětí v tažených vláknech** patky  $\sigma$  musí být menší než tahová pevnost betonu  $f_{ctd}$

$$\sigma_{ct} = \frac{m_c}{W} = \frac{\frac{1}{2} f_d a^2}{\frac{1}{6} b h^2} = \frac{\frac{1}{2} \sigma_d a^2}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot h^2} \leq f_{ctd}$$

kde  $\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}'}$ ,

kde  $A_{eff}'$  je „nejaktuálnější“ efektivní plocha (vypočteno na slidu 56).



# Posouzení napětí v tažených vláknech patky

**Napětí v tažených vláknech** patky  $\sigma$  musí být menší než tahová pevnost betonu  $f_{ctd}$

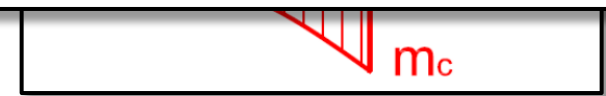


## UPOZORNĚNÍ

**Za  $h$  stále dosazujeme nově navrženou (z podmínky pro napětí) výšku patky.** Nepoužíváme tu výšku vypočtenou podle  $\tan 60^\circ$ .

**Hodnotu  $m_c$  je nutné znovu spočítat** (nelze převzít hodnotu vypočtenou na slidu 52), protože se změnila efektivní plocha (viz slide 56).

(vypočteno na slidu 57).



# Posouzení napětí v základové spáře

**Napětí v základové spáře** musí být menší než pevnost zeminy

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A_{eff}} \leq R_d,$$

kde  $G_{0,d}$  a  $A_{eff}$  jsou „nejaktuálnější“ spočtené hodnoty (viz slide 56).

# Posouzení napětí v základové spáře

**Napětí v základové spáře** musí být menší než pevnost zeminy

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A} < R_c$$

## UPOZORNĚNÍ

**Za vlastní tíhu  $G_0$  dosazujeme nejaktuálněji spočítanou hodnotu (slide 56).** (Nepoužíváme už tu vypočtenou při návrhu půdorysných rozměrů ani tu odhadnutou úplně na začátku, tj.  $0.1N_{Ed}$ ).

**Za efektivní plochu  $A_{eff}$  dosazujeme nejaktuálněji spočítanou hodnotu (slide 56).** (Nepoužíváme už žádnou z těch předchozích odhadnutých  $A_{eff}$ .)

# Železobetonová patka

## Návrh

# Železobetonová patka

Při návrhu železobetonové patky:

- 1) **Navrhne ohybovou výztuž** v patce.
- 2) **Železobetonovou patku** nakonec **posoudíme**.

V naší úloze:

- **Šířku patky** už máme určenou z předchozího výpočtu a **nijak ji neupravujeme**.
- **Výšku** patky si **vhodně zvolíme** (viz dále).

# Železobetonová patka

Při návrhu železobetonové patky:

1) Navrhujeme obybovou výztuž v patce

2) Žel

## UPOZORNĚNÍ

**Jediné, co přebíráme z předchozích výpočtů, je šířka patky.**

**Ostatní hodnoty ( $h$ ,  $G_{0,d}$ ,  $A_{eff}$  atd.) vypočteme nové.**

V naší úloze.

- **Šířku patky** už máme určenou z předchozího výpočtu a **nijak ji neupravujeme**.
- **Výšku** patky si **vhodně zvolíme** (viz dále).

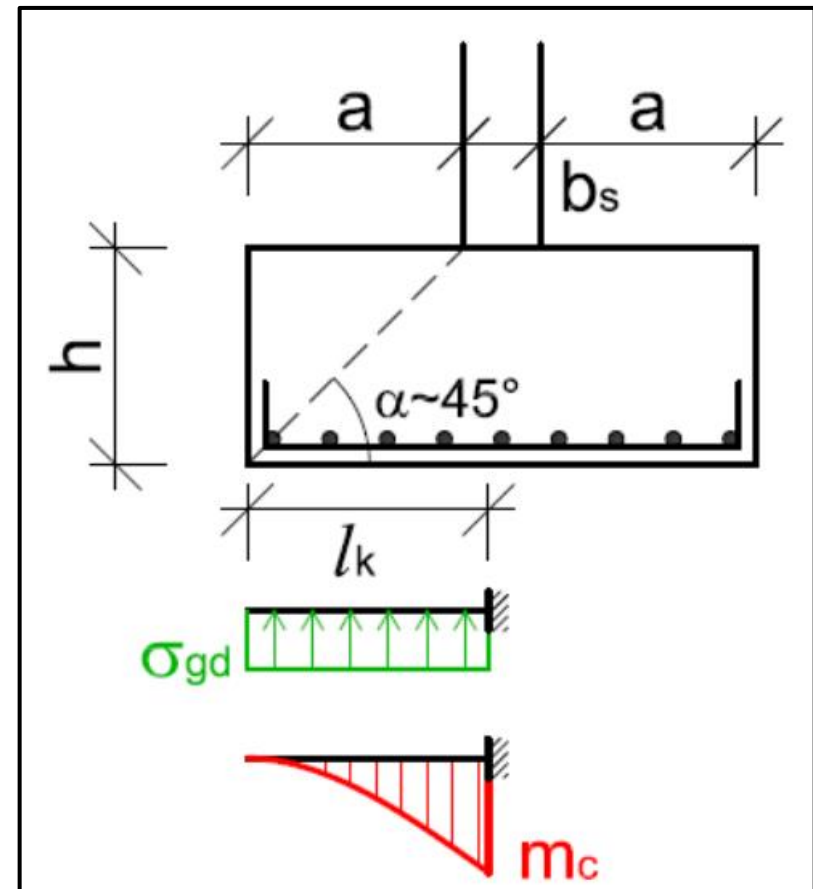


# Statické schéma

Patku opět modelujeme jako ohýbanou **konzolu**, nyní však s **účinnou délkou**

$$l_k = a + 0.15b_s,$$

kde  $a = 0.5(b - b_s)$ .



# Postup výpočtu

Pro návrh a posouzení patky musíme **určit**

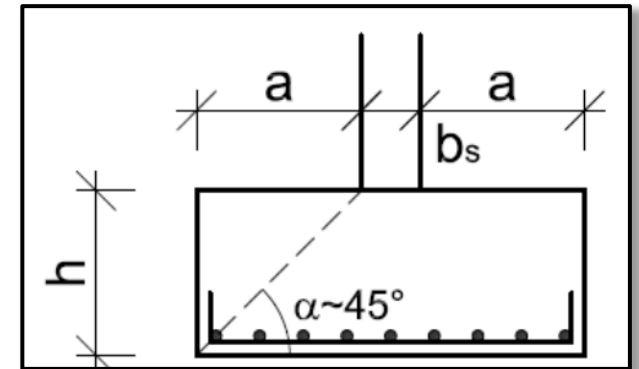
- 1) **výšku** patky  $h$  (zvolíme) a **vlastní tíhu** patky  $G_{0,d}$ ,
- 2) **výstřednost** zatížení  $e$  a **efektivní plochu**  $A_{eff}$ .
- 3) **napětí**  $\sigma_d$  a **zatížení**  $f_d$ , kterým podloží působí na patku,
- 4) **moment** od zatížení v teoretickém vetknutí konzoly  $m_c$ ,
- 5) plochu ohybové výztuže  $a_{s,prov}$  (navrhujeme).

# 1) Výška a vlastní tíha

Roznášecí úhel zatížení by se měl pohybovat v rozmezí 30° až 45°. **Výšku patky** tedy zvolíme tak, aby přibližně platilo:

$$h = a.$$

Výšku patky volíme jako násobek 50 mm.



**Pokud vám vyjde, že výška ŽB patky je velmi blízká výšce patky z prostého betonu, snižte výšku patky\*** tak, aby byla znatelně nižší (cca o polovinu). Při snížení výšky však dbejte na to, aby roznášecí úhel by větší než 30°.

# 1) Výška a vlastní tíha

Po zvolení výšky patky určíme **vlastní tíhu patky** jako:

$$G_{0,d} = 1.35 \cdot 25 \cdot b^2 h.$$

## 2) Výstřednost $e$ a efektivní plocha

**Efektivní zatěžovací plochu** lze opět stanovit pomocí vztahu

$$A_{eff} = b(b - 2e),$$

kde

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed}h}{N_{Ed} + G_{0,d}}.$$

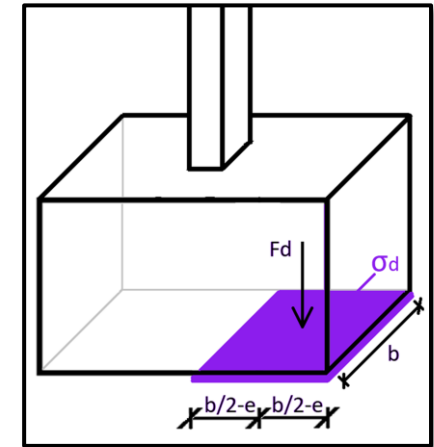
**Upozornění:** Výšku  $h$  a vlastní tíhu  $G_{0,d}$  použijte tu skutečnou aktuální (předchozí slide) a ne hodnoty pro patku z prostého betonu.

### 3) Napětí a zatížení působící na patku

**Napětí, kterým podloží působí na patku se určí ze vztahu**

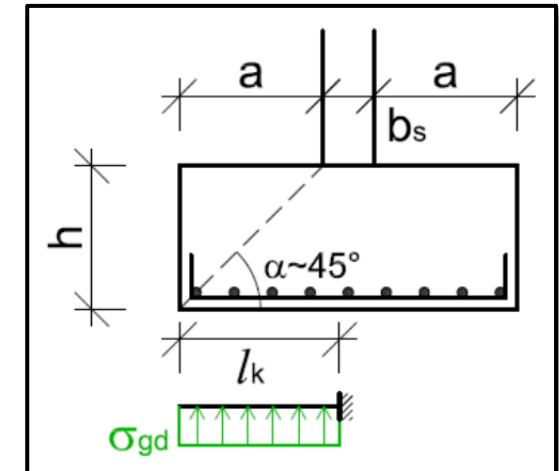
$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}},$$

kde  $A_{eff}$  viz předchozí slide.



**Zatížení, kterým podloží působí na patku je opět**

$$f_d = \sigma_d b = \sigma_d \cdot 1 = \sigma_d.$$

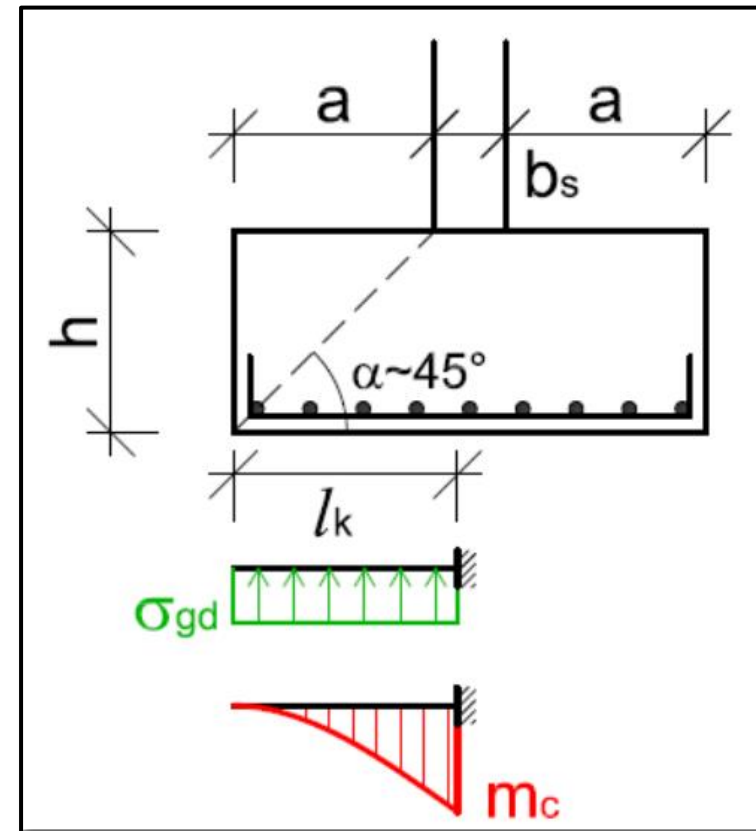


## 4) Moment v teoretickém vetknutí konzoly

**Moment ve vetknutí konzoly** určíme pomocí vztahu

$$m_c = \frac{1}{2} f_d l_k^2,$$

kde  $l_k = 0.5(b - b_s) + 0.15b_s$ .



## 5) Plocha ohybové výztuže – návrh

Ohybovou výztuž **navrhujeme úplně stejně, jako** se navrhuje ohybová výztuž **v desce.**



## 5) Plocha ohybové výztuže – návrh

Nejprve určíme **účinnou výšku průřezu**

$$d = h - c - \varnothing^* - \varnothing/2,$$

kde  $c = 40$  mm (uvažujeme, že pod patkou je podkladní beton),

$\varnothing$  volte 14 mm až 20 mm.

## 5) Plocha ohybové výztuže – návrh

Rameno vnitřních sil odhadneme\* jako

$$z = 0.9d,$$

potřebnou plochu získáme jako

$$a_{s,req} = \frac{m_c}{z f_{yd}}$$

a z potřebné plochy navrhujeme výztuž ve tvaru

$$\text{NÁVRH: } \emptyset X \text{ po } Y \text{ mm } (a_{s,prov} = Z \text{ mm}^2 / m').$$

## 5) Plocha ohybové výztuže – návrh

Návrh ověříme z hlediska konstrukčních zásad:\*

**b = 1 m!** (protože řešíme výztuže na 1 metr šířky)

- minimální plocha výztuže:  $a_{s,min} = \max\left(0.0013bd; \frac{0.26f_{ctm}}{f_{yk}}bd\right)$ ,
- maximální rozteč výztuže:  $s_{max} = \min(2h_T, 250 \text{ mm})$ .
- maximální plochu výztuže nemusíme ověřovat, protože navržená výztuž patky je většinou výrazně menší maximální plocha.
- minimální rozteč prutů nemusíme ověřovat, protože navržená výztuž patky je většinou daleko od sebe.

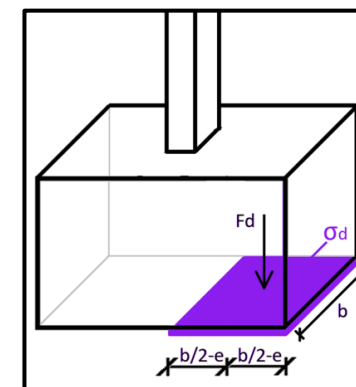
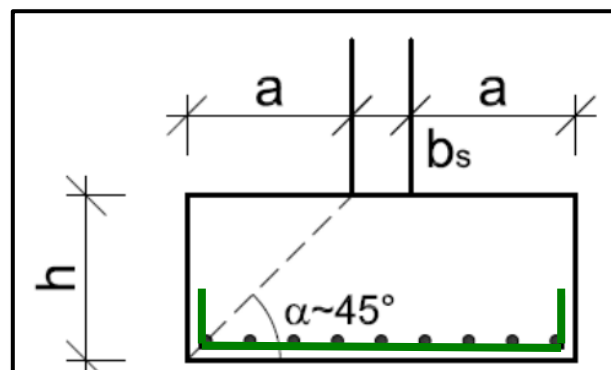
# Železobetonová patka

## Posouzení

# Posouzení železobetonové patky

Návrh patky je nutné posoudit ze dvou hledisek.

- 1) Namáhání patky: únosnost **ohybové výztuže** – musí být větší než **moment na konzole**.
- 2) Namáhání zeminy: napětí v **základové spáře** – musí být menší než **pevnost zeminy**.
- 3) Protlačení patky\*.



\*V praxi by v případě nízké patky bylo nutné patku posoudit na protlačení. Proces posouzení protlačení je podobný jako u protlačení sloupu, ale je iterační a zdlouhavý. Ve cvičení není nutné protlačení posuzovat.

# Posouzení průřezu patky

**Únosnost průřezu** patky stanovíme klasickým postupem

$$x = \frac{a_{s,prov} f_{yd}}{0.8 b f_{cd}},$$

$$z = d - 0.4x,$$

$$m_{Rd} = a_{s,prov} f_{yd} z.$$

**b = 1 m!** (protože řešíme výztuž na 1 metr šířky)

Patku ověříme posouzením

$$m_c \leq m_{Rd},$$

kde  $m_c$  je moment v teoretickém vetknutí konzoly (viz slide 73).

# Posouzení napětí v základové spáře

**Napětí v základové spáře** musí být menší než pevnost zeminy

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A_{eff}} \leq R_d,$$

kde  $G_{0,d}$  a  $A_{eff}$  jsou „nejaktuálnější“ spočtené hodnoty (viz slide 70 a 71).

# Posouzení napětí v základové spáře

**Napětí v základové spáře** musí být menší než pevnost zeminy

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G_{0,d}}{A_{eff}} \leq R_d,$$

kde  $G_{0,d}$  a  $A_{eff}$  jsou „nejaktuálněji“ spočtené hodnoty (viz slide 70 a 71).

## UPOZORNĚNÍ

**Za  $G_0$  a  $A_{eff}$  dosazujeme nejaktuálněji spočítané hodnoty (slide 70 a 71).**  
Nepoužíváme hodnoty vypočtené při návrhu půdorysných rozměrů ani při výpočtu patky z prostého betonu.



# Skica tvaru a výztuže

# Skica tvaru a výztuže

Skicu zpracujte pro **patku z prostého betonu** i **pro patku ze železobetonu**.

Skica výztuže železobetonové patky by měla obsahovat:

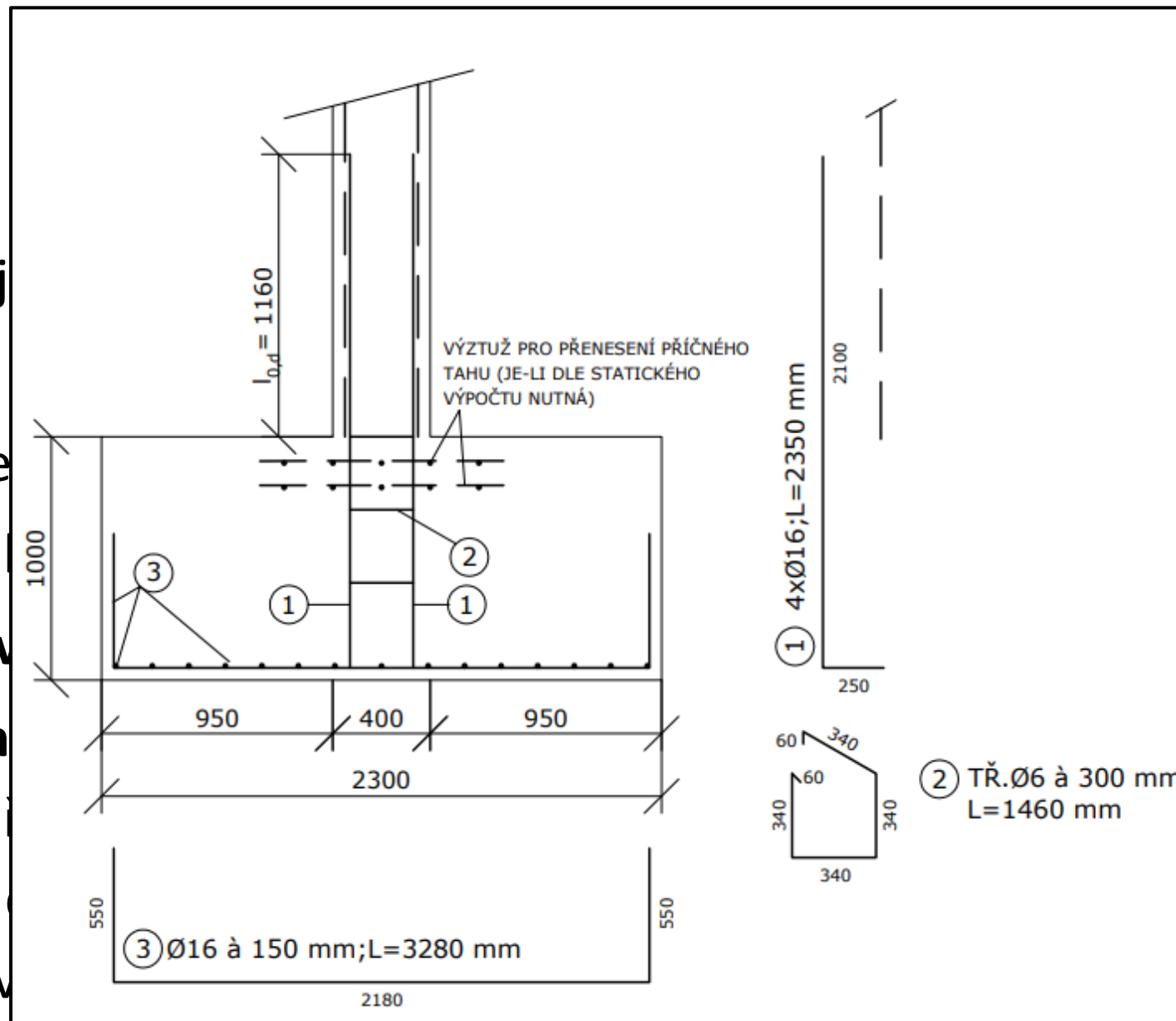
- navrženou **hlavní ohybovou výztuž** patky,
- **startovací výztuž** pro sloupy,
- **konstrukční výztuž** patky,
  - horní v řešeném řezu,
  - horní a dolní v druhém směru,
  - vodorovná („třmínky“)

Skicu zpracuj

Skica výztuže

- navrženou
- **startovací v**
- **konstrukčn**
  - horní v
  - horní a
  - vodorov

**zobetonu.**

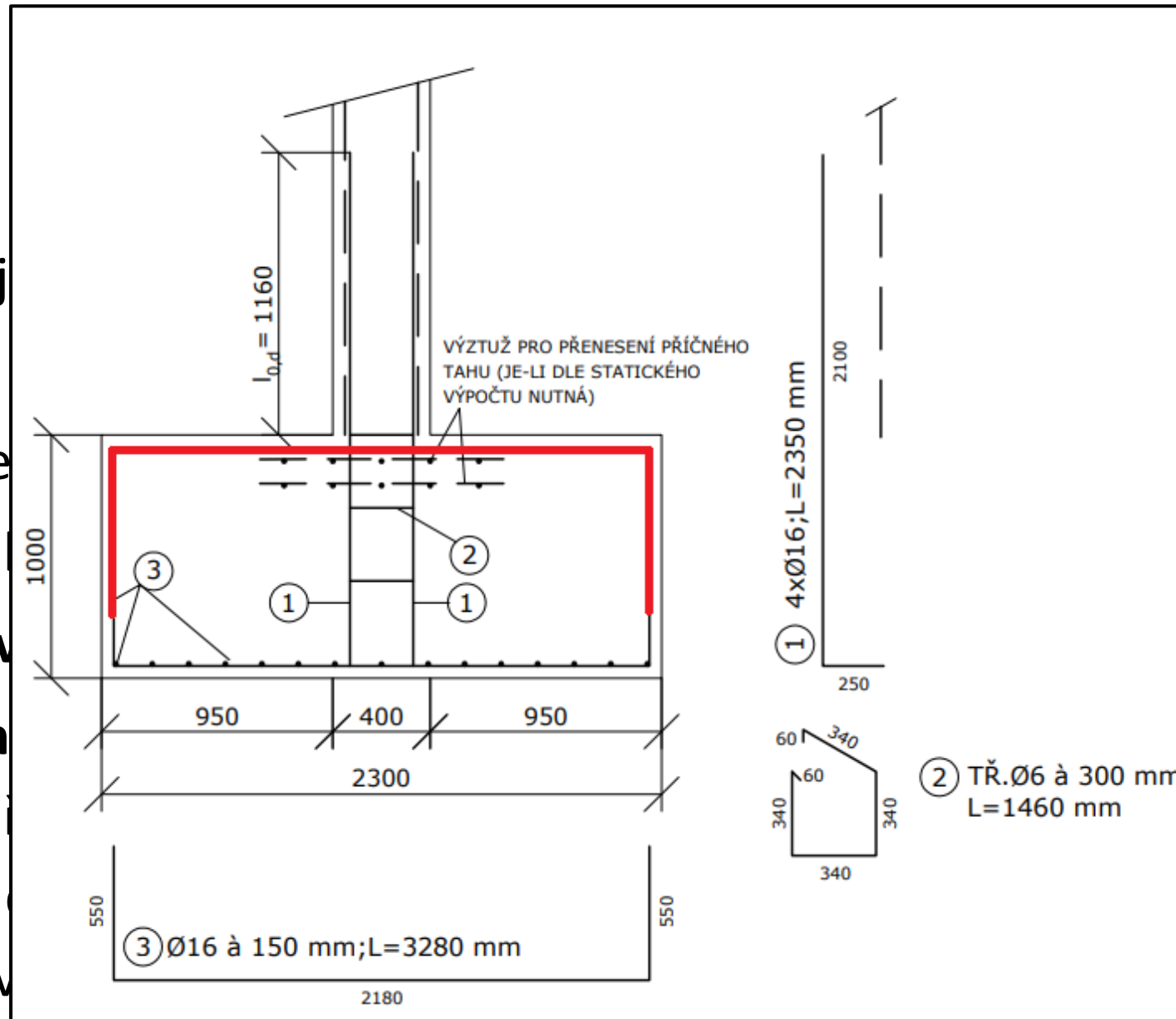


Skicu zpracuj

Skica výztuže

- navrženou
- **startovací v**
- **konstrukčn**
  - horní v
  - horní a
  - vodorov

**zobetonu.**

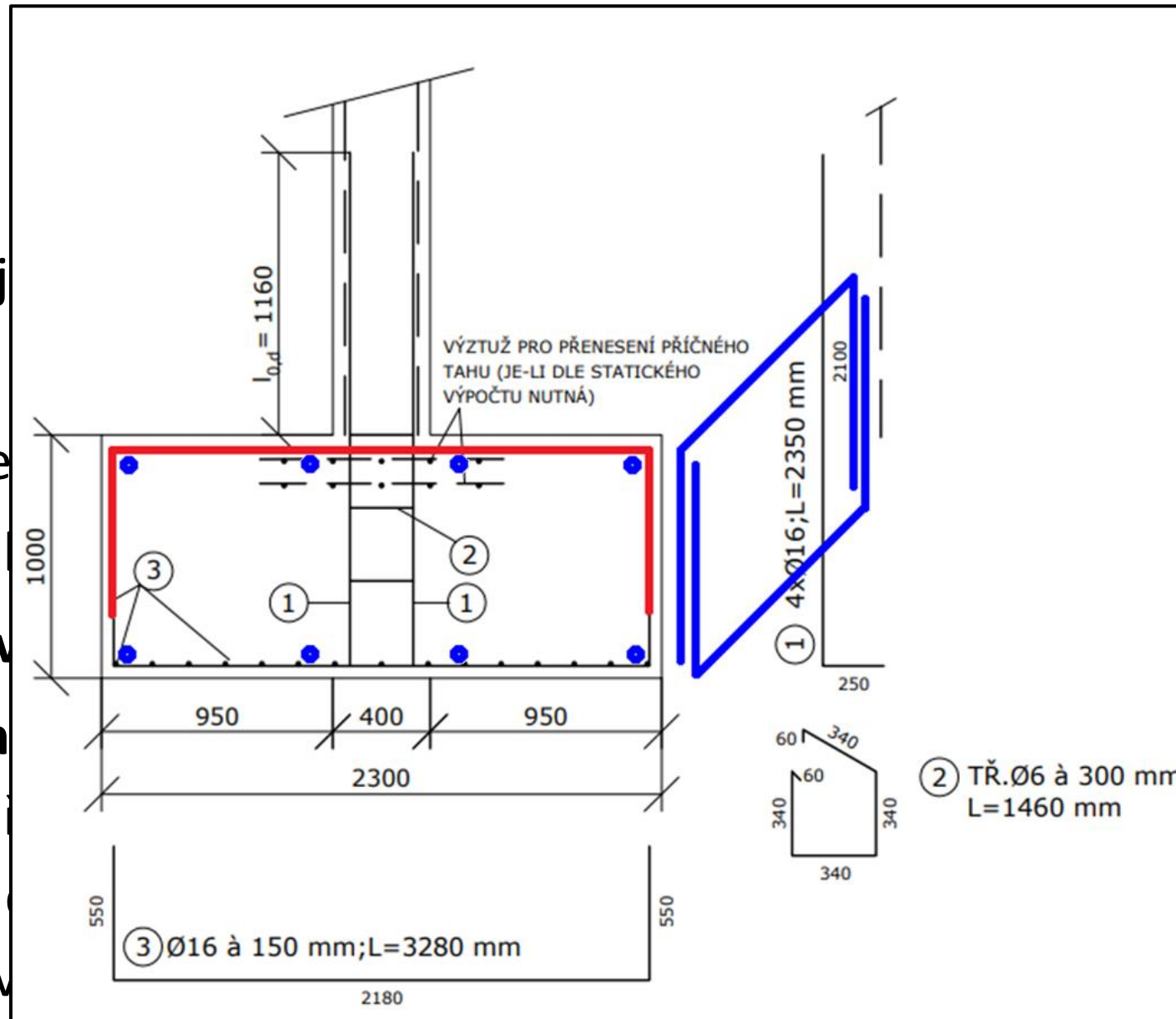


Skicu zpracuj

Skica výztuže

- navrženou
- **startovací v**
- **konstrukčn**
  - horní v
  - horní a
  - vodorov

**zobetonu.**

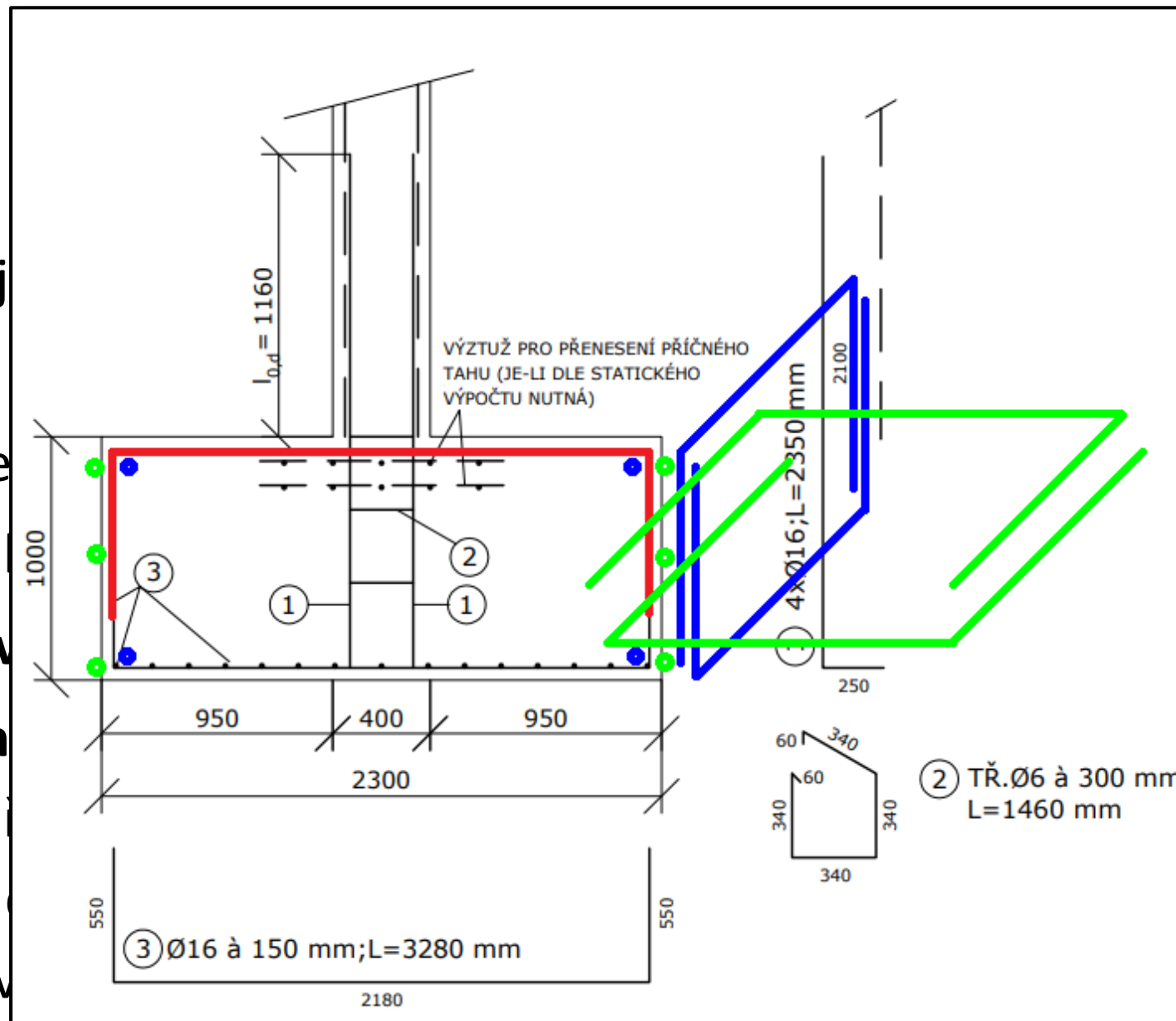


Skicu zpracuj

Skica výztuže

- navrženou
- **startovací v**
- **konstrukčn**
  - horní v
  - horní a
  - vodorov

**zobetonu.**

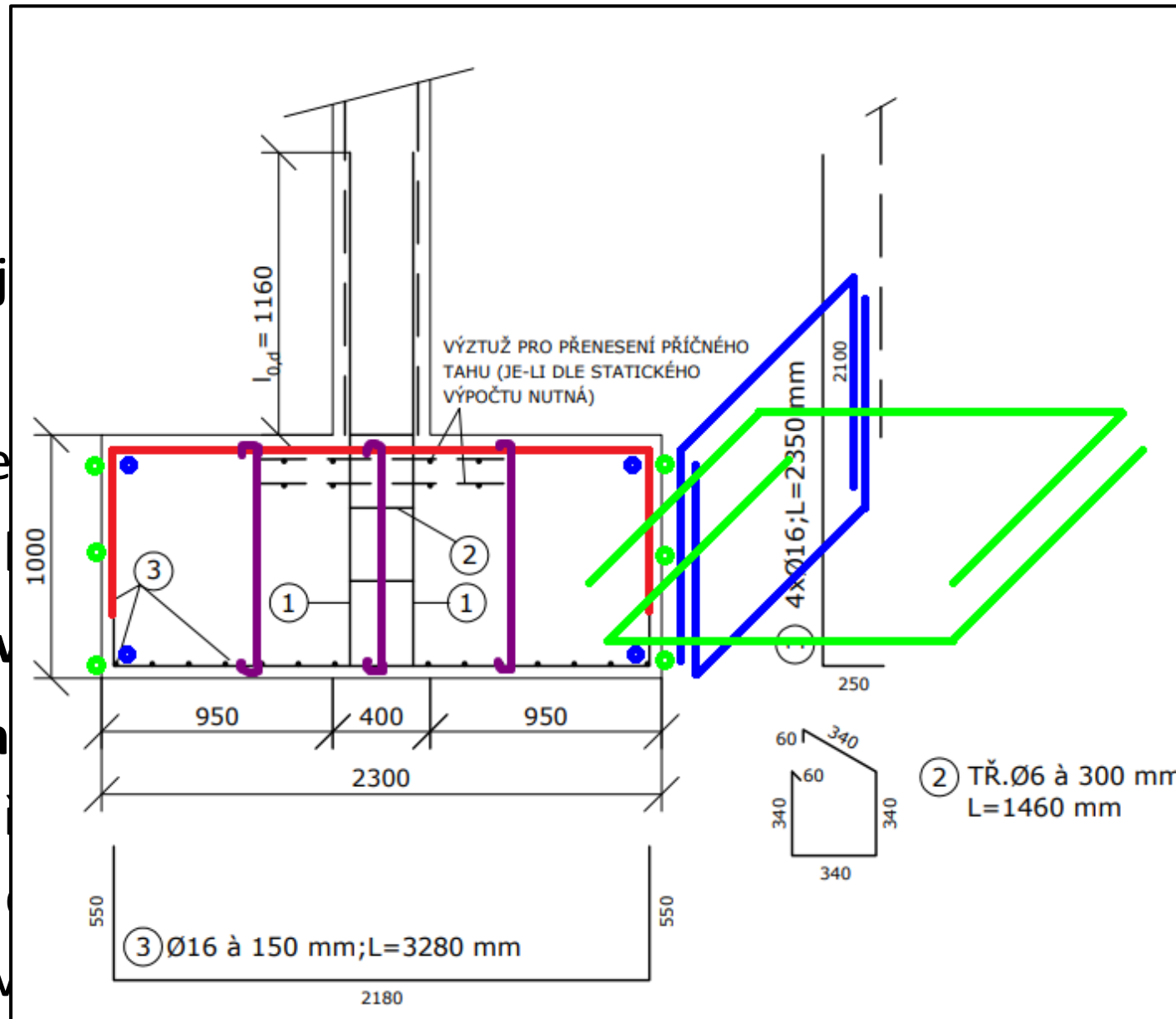


Skicu zpracuj

Skica výztuže

- navrženou
- **startovací v**
- **konstrukčn**
  - horní v
  - horní a
  - vodorov

**zobetonu.**



# Rada na závěr



# Rada na závěr

Při výpočtu úkolu se **výpočty jednotlivých hodnot** (zejména  $G_{0,d}$  a  $A_{eff}$ ) **několikrát opakují** podle toho, jak postupně zpřesňujeme návrh patky.

**Při každém výpočtu vždy používejte „nejaktuálnější“ hodnoty!\***

Např. při výpočtu  $\sigma_d$  u železobetonové patky používejte  $G_{0,d}$  a  $A_{eff}$  pro železobetonovou patku (a ne  $G_{0,d}$  a  $A_{eff}$  pro patku z prostého betonu).

\* Nejjednodušší způsob, jak najít správnou hodnotu, je jít ve staťáku od aktuálního kroku postupně zpátky dokud nenarazíte na hodnotu, kterou hledáte.

Díky za pozornost

# Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi, Romanu Chylíkovi a Hance Schreiberové** za časté konzultace při vypracovávání prezentace.

Děkuji **Petru Bílému a Martinovi Tipkovi** za vytvoření a udržování oficiálních podkladů, ze kterých vychází tato prezentace.