



*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

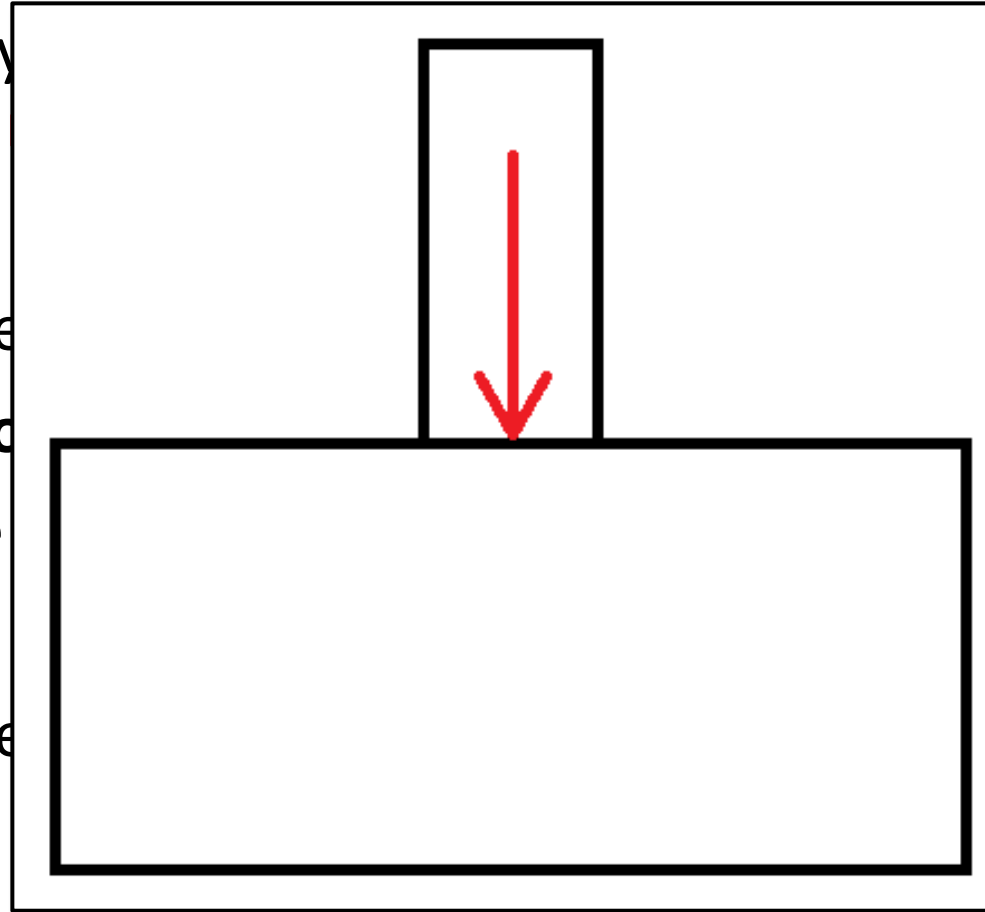
Na rozdíl od většiny  
důležité její **tlakové**

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

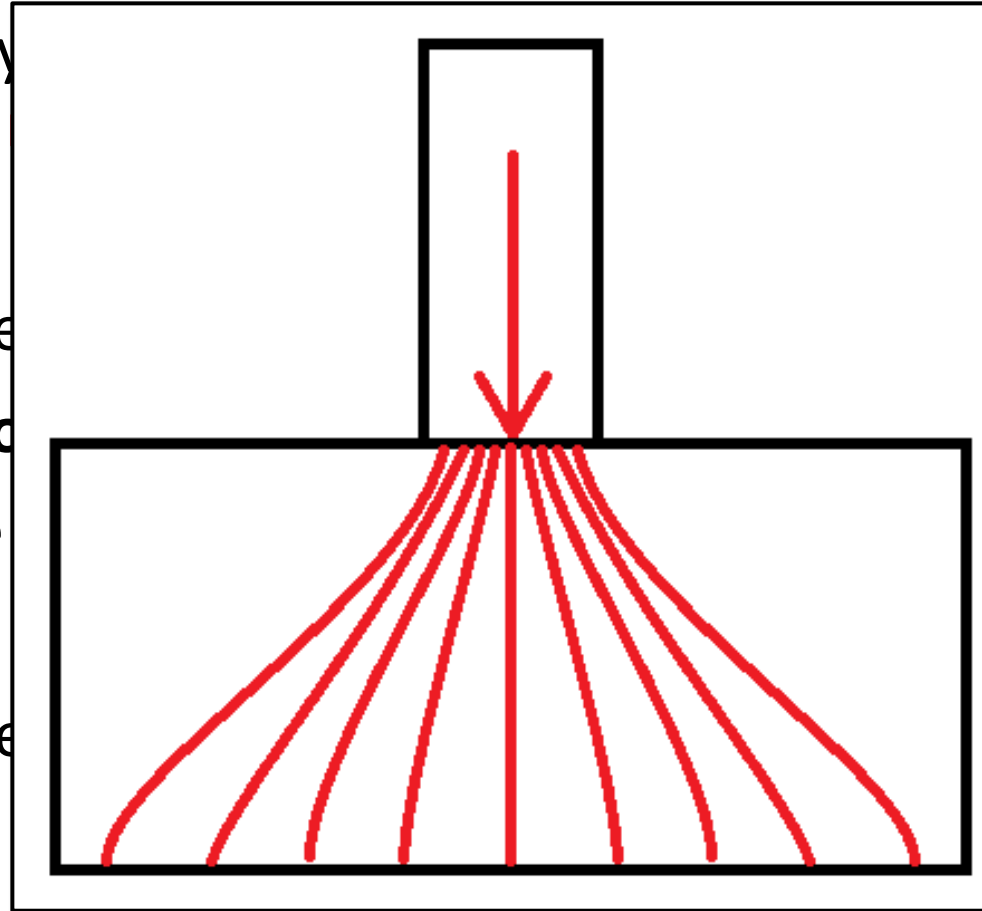
Na rozdíl od většiny  
důležité její **tlakové**

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

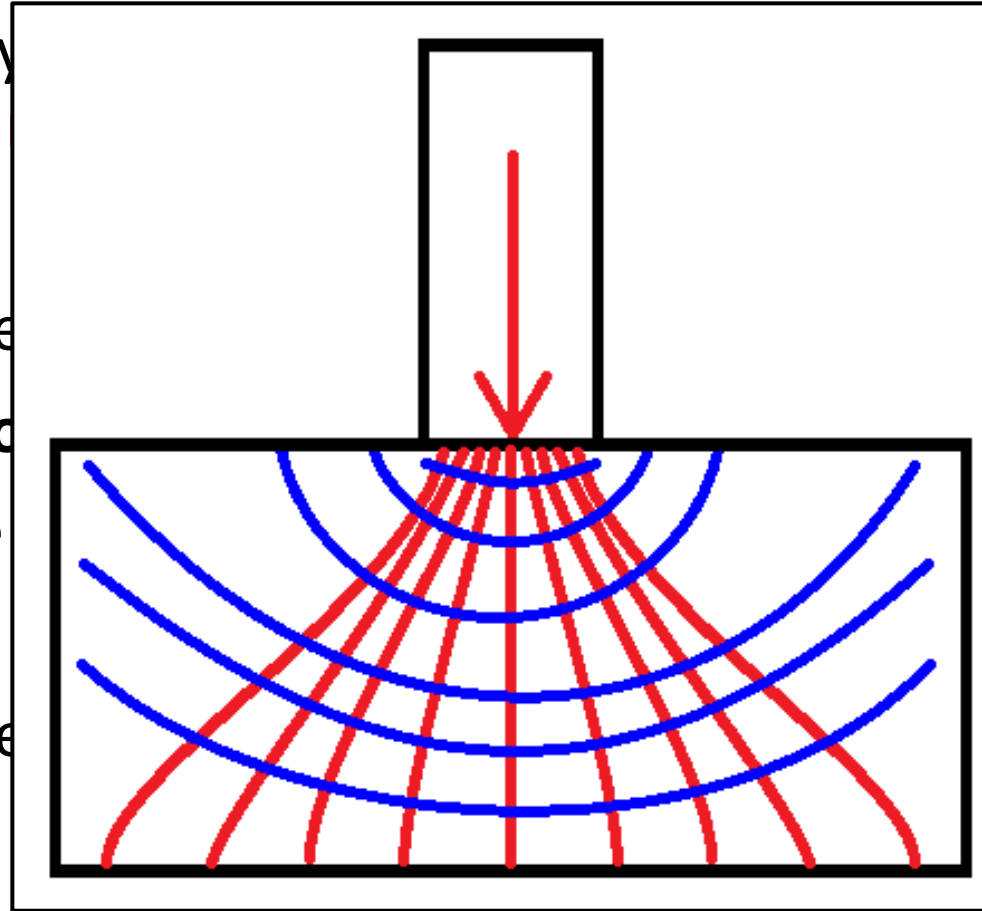
Na rozdíl od většiny  
důležité její **tlakové**

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

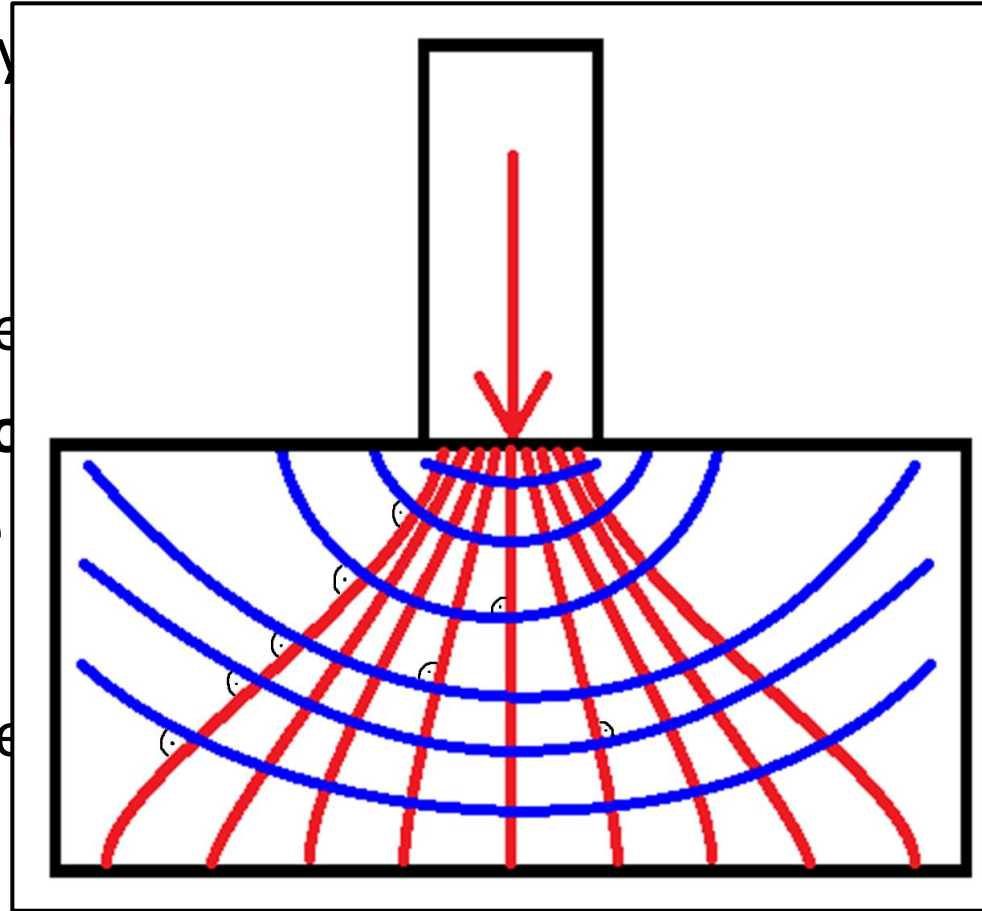
Na rozdíl od většiny  
důležité její **tlakové**

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

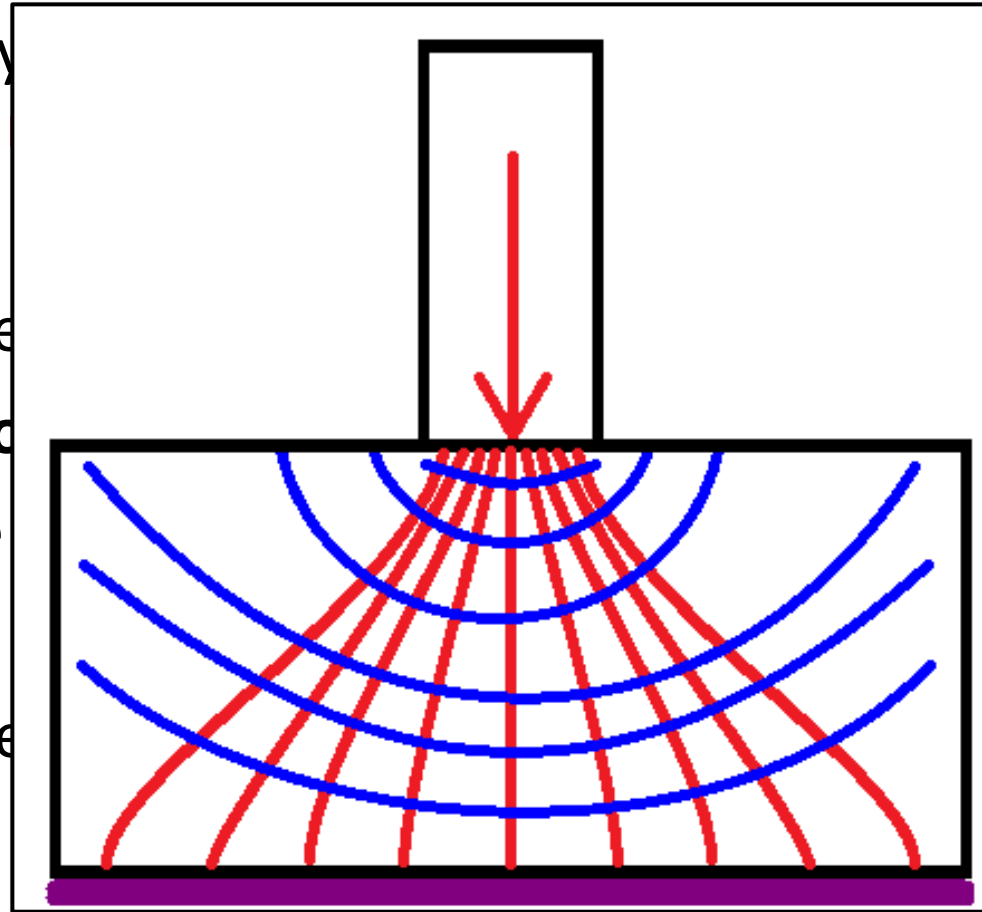
Na rozdíl od většiny  
důležité její **tlakové**

U patky je **důležité** je

→ U patky z prostého

→ U železobetonové

Co se týče tlaku, důle



u patky není tolik

ohybu).

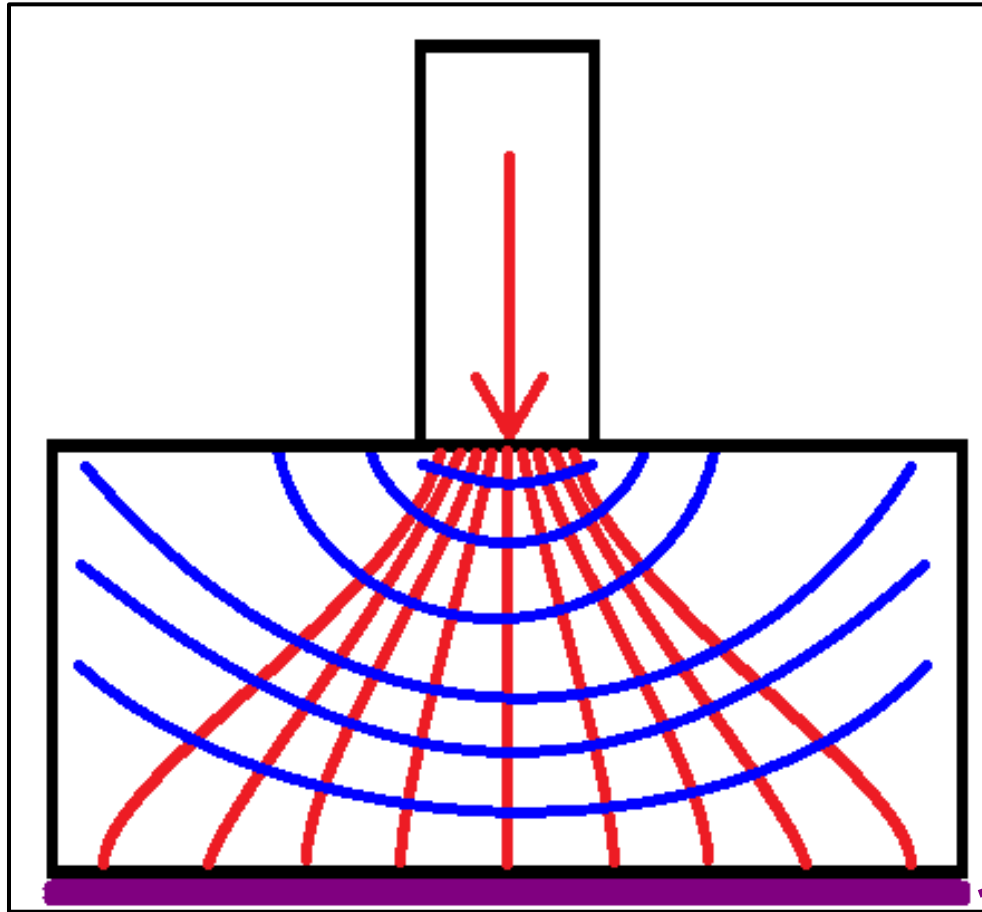
t betonu.

a tah/ohyb.



Teorie navíc

# Namáhání patek



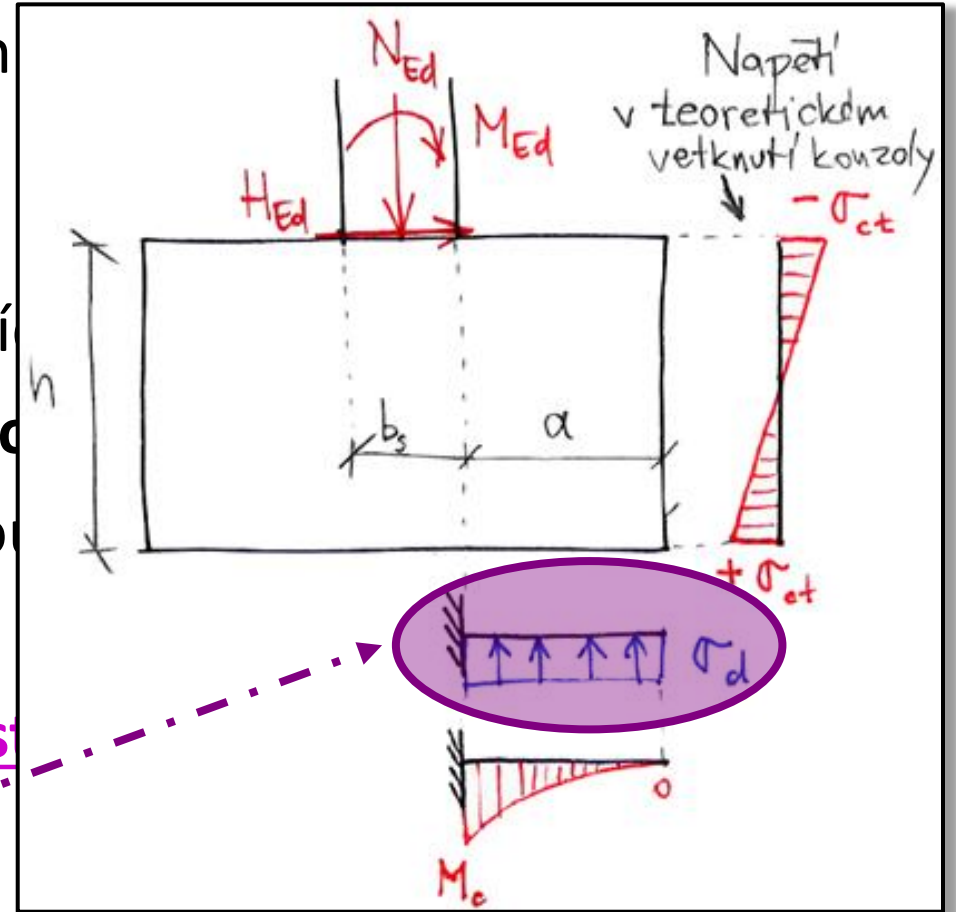
betonových

tahem (pří

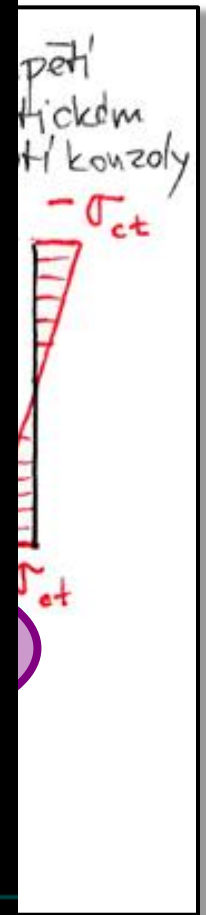
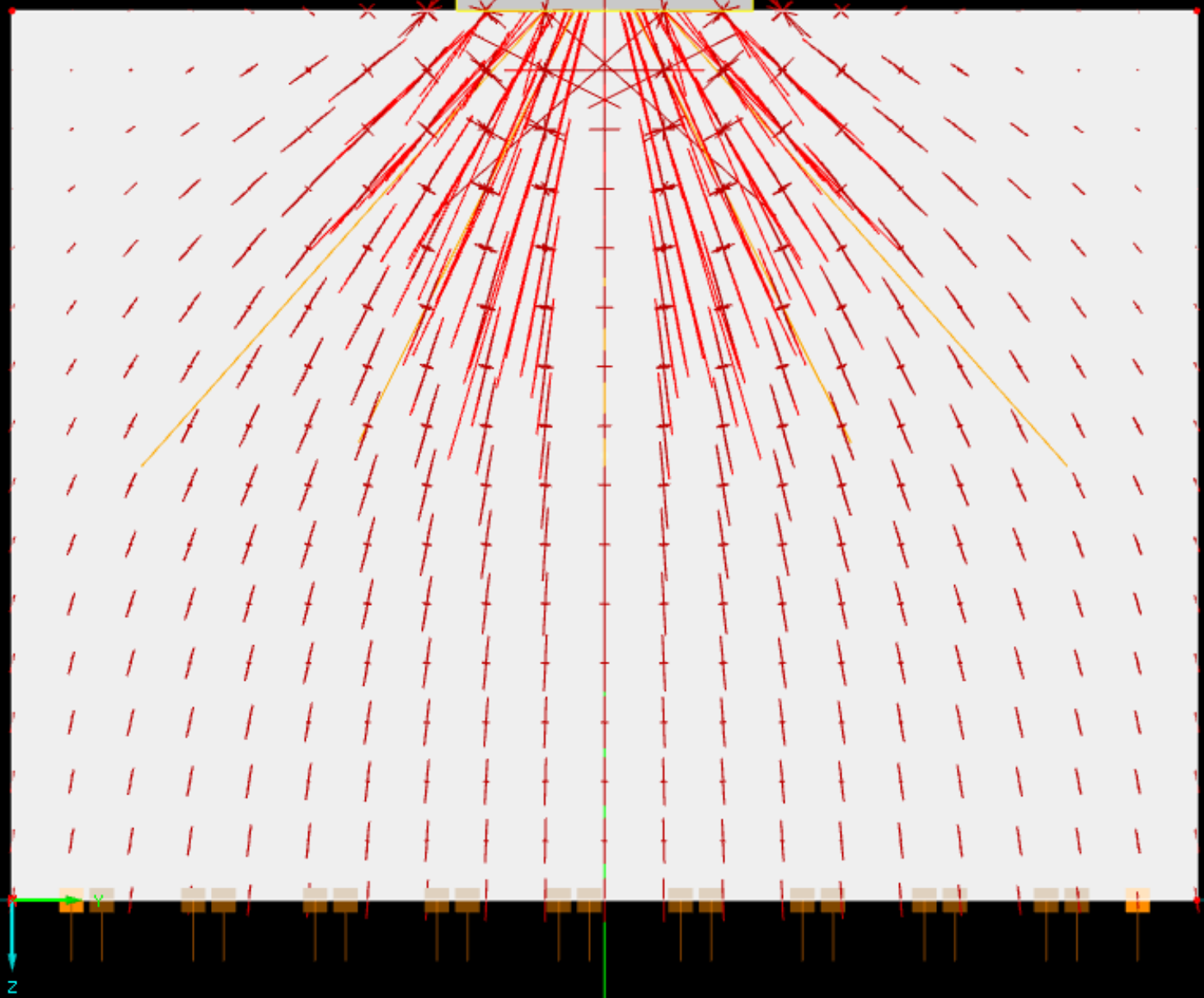
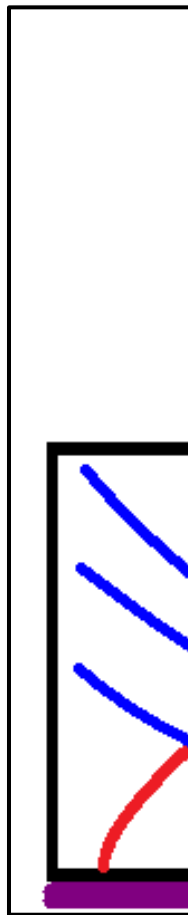
ležitá tah

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

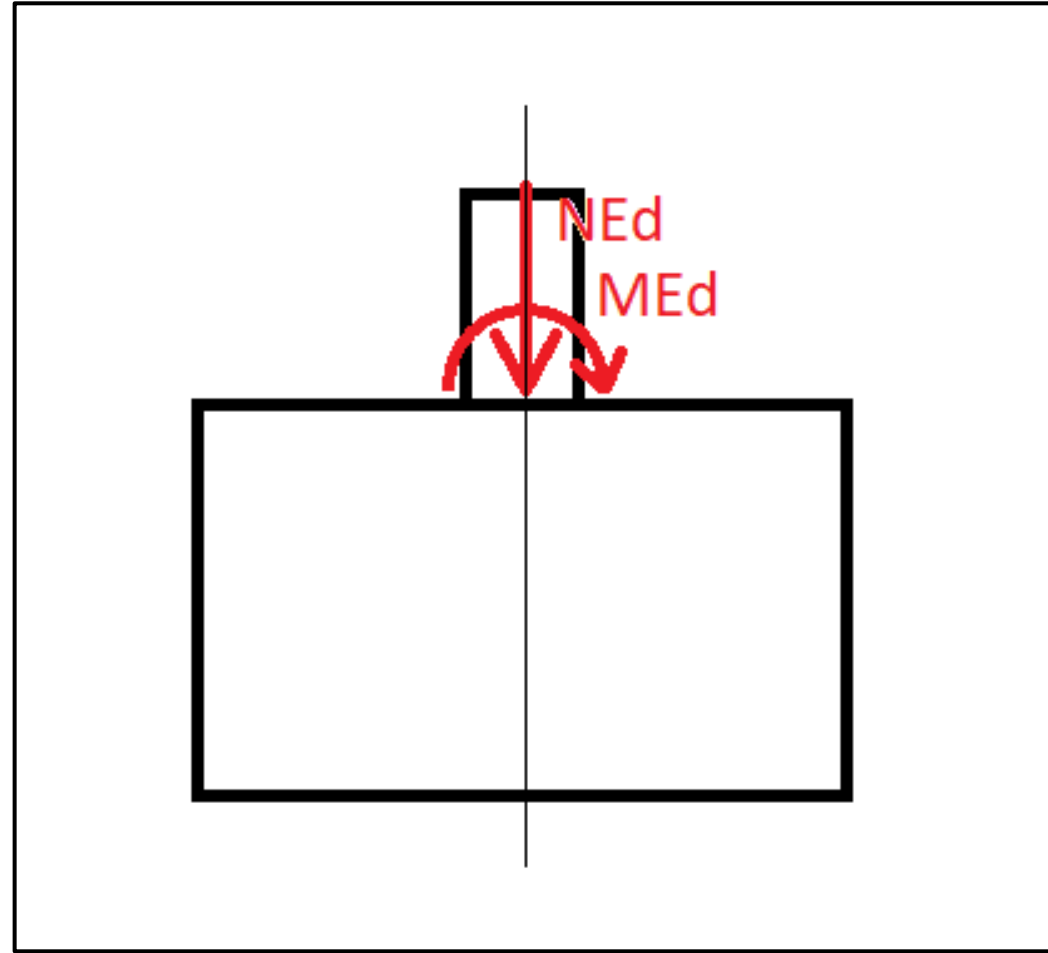
**Celková excentricita  $e$**  je výstřednost působící normálové síly v patce a určí se jako poměr momentu a normálové síly působící v základové spáře

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

Normálová síla v základové spáře je způsobena

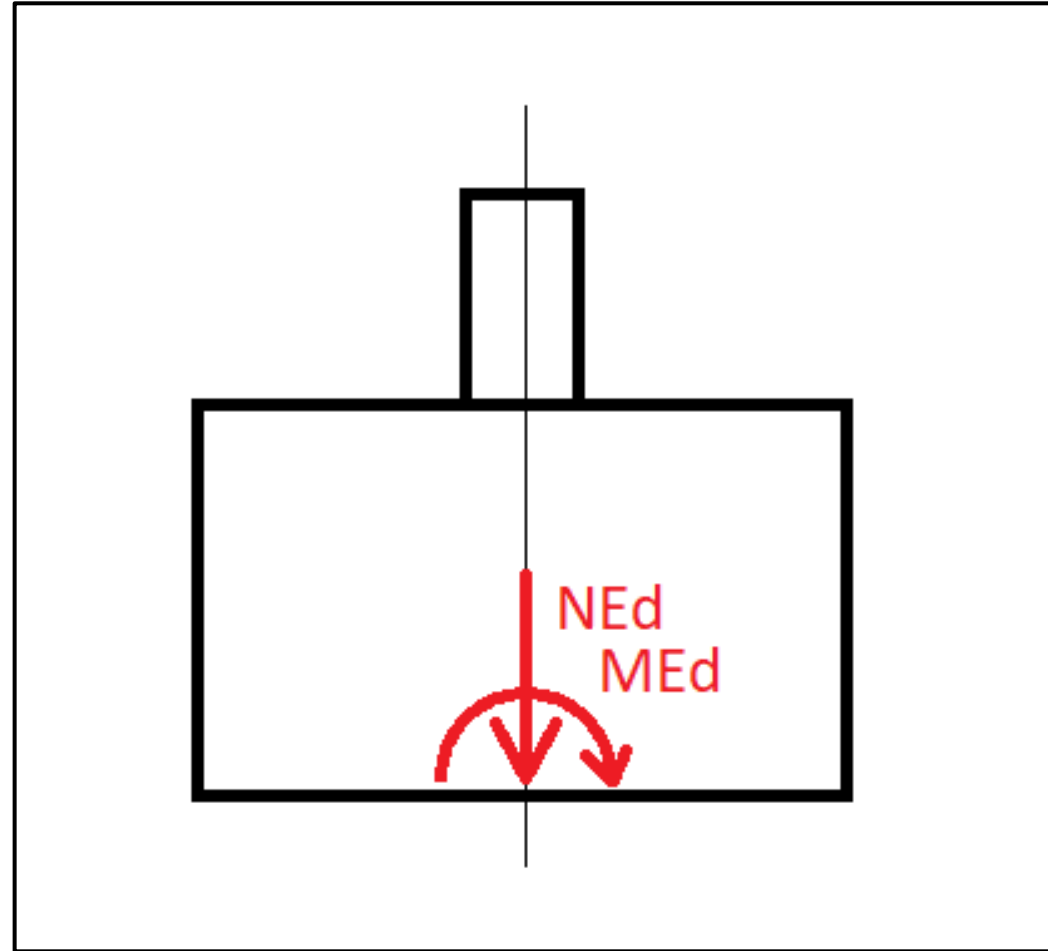
- silou  $N_{Ed}$  od horní konstrukce,
- vlastní tíhou patky.

# Excentricita normálové síly



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

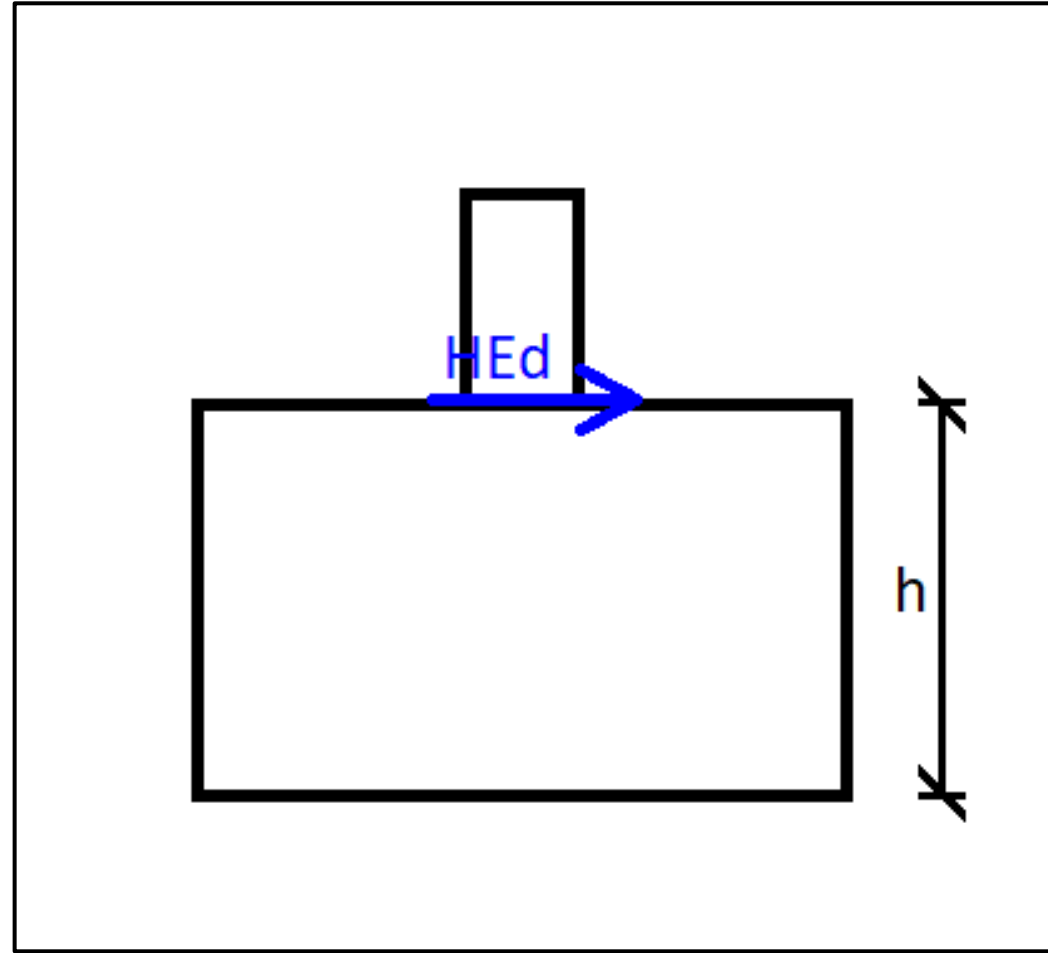
# Excentricita normálové síly



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

Teorie navíc

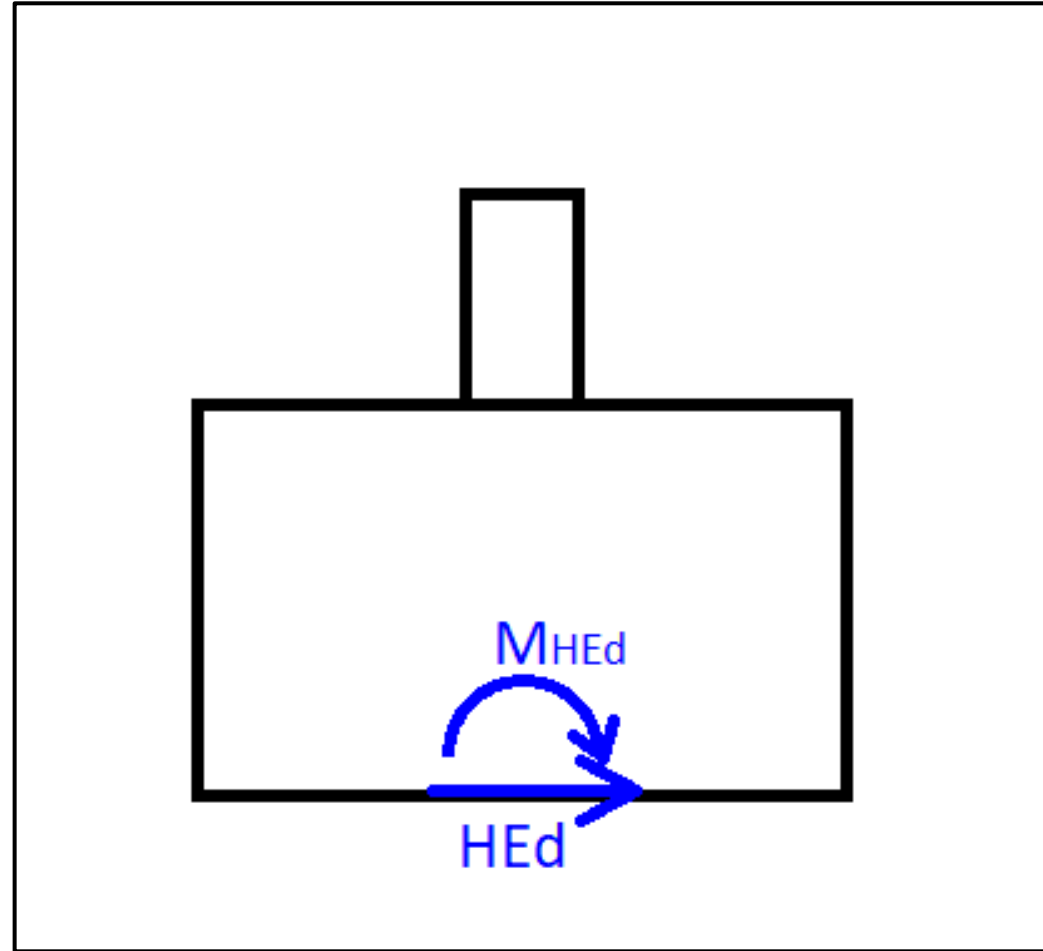
# Excentricita normálové síly



Posouvající síla působící v patě sloupu.

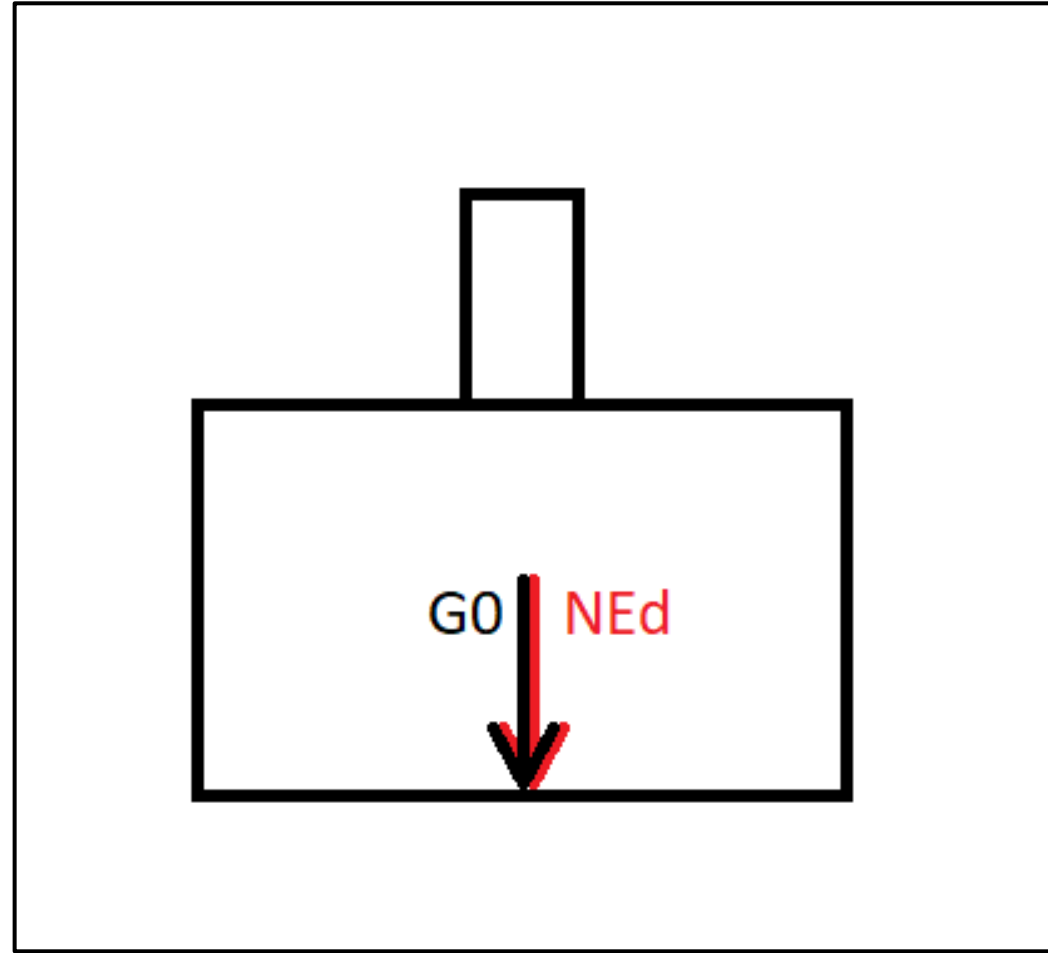


# Excentricita normálové síly



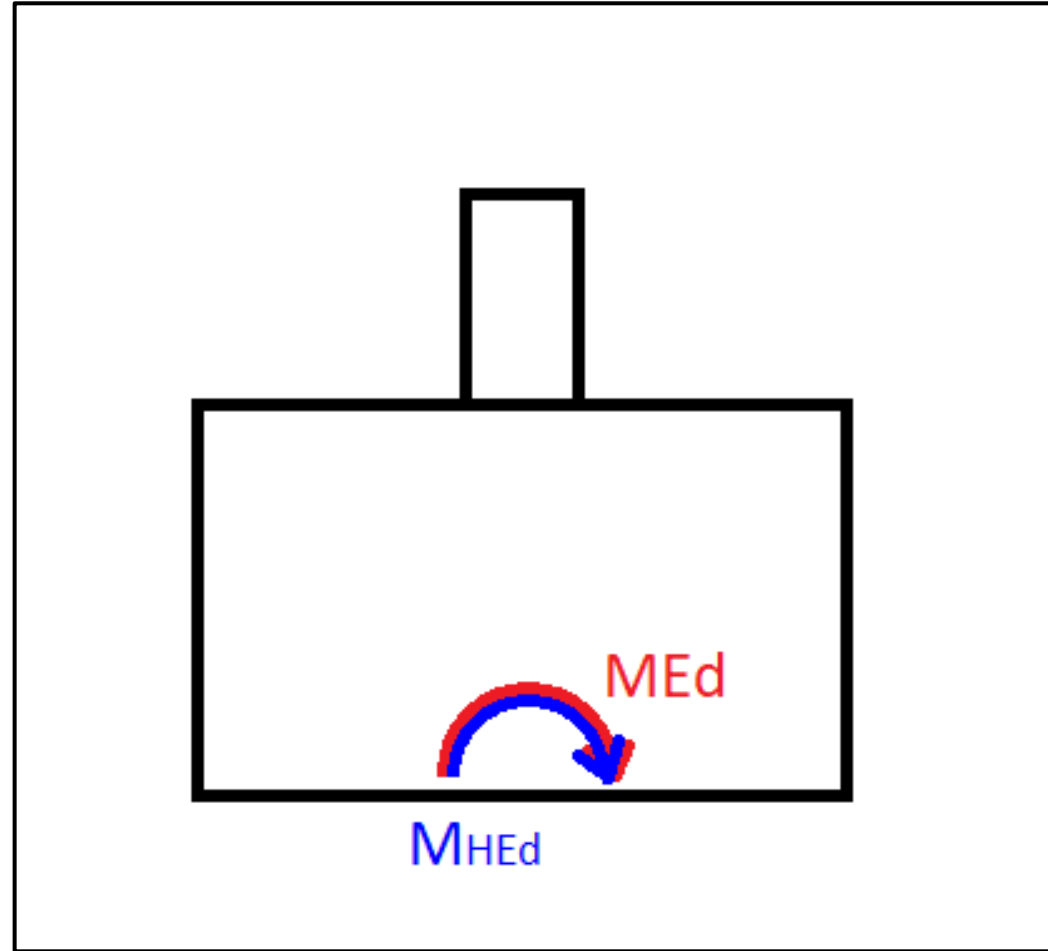
Vliv posouvající síly v patě sloupu na vnitřní síly v základové spáře – vznik ohybového momentu od posouvající síly  $M_{H,Ed} = H_{Ed}h$ .

# Excentricita normálové síly



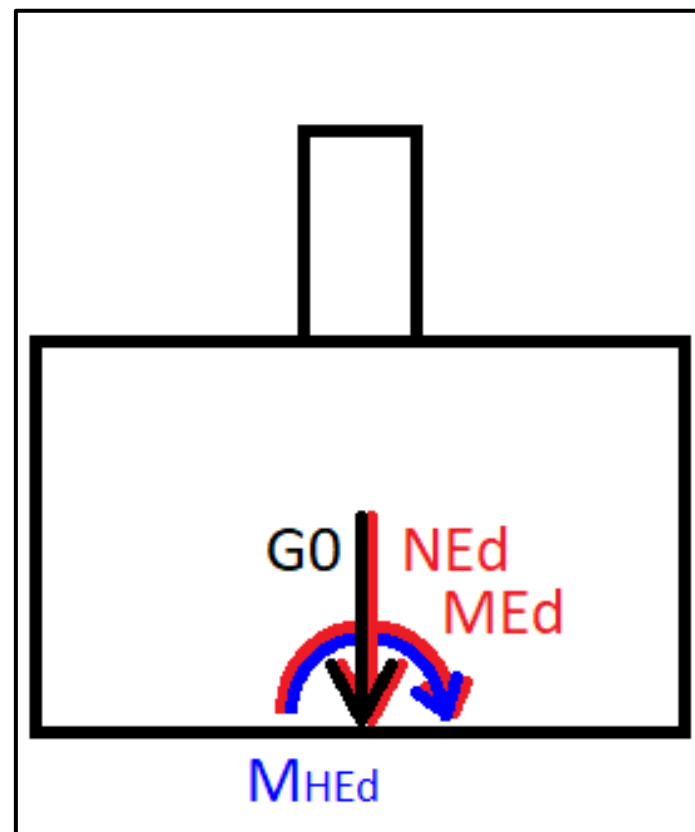
Všechny normálové síly v základové spáře – od **horní stavby** a od **vlastní tíhy**.

# Excentricita normálové síly



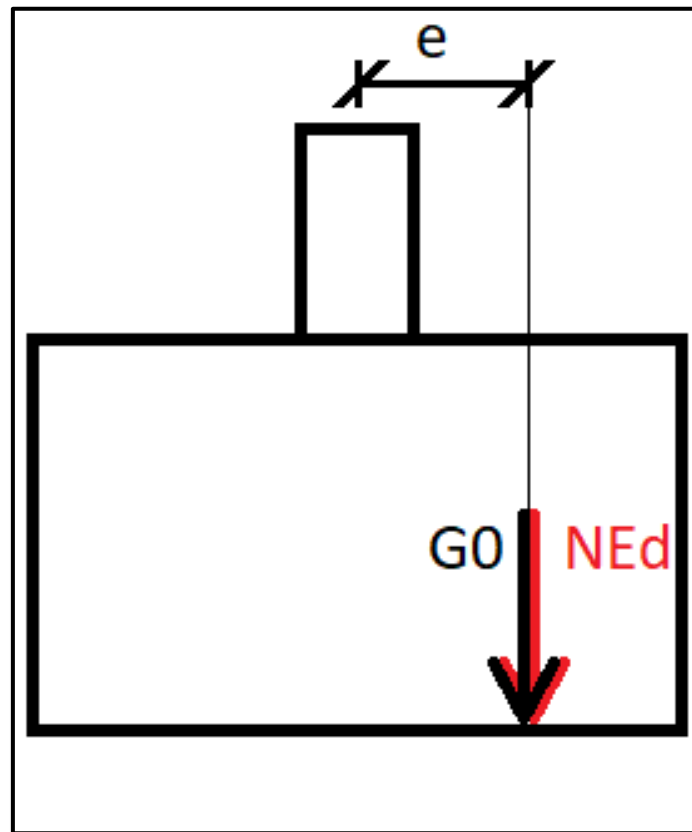
Všechny ohybové momenty v základové spáře – od **ohybového momentu** a od **posouvající síly**.

# 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

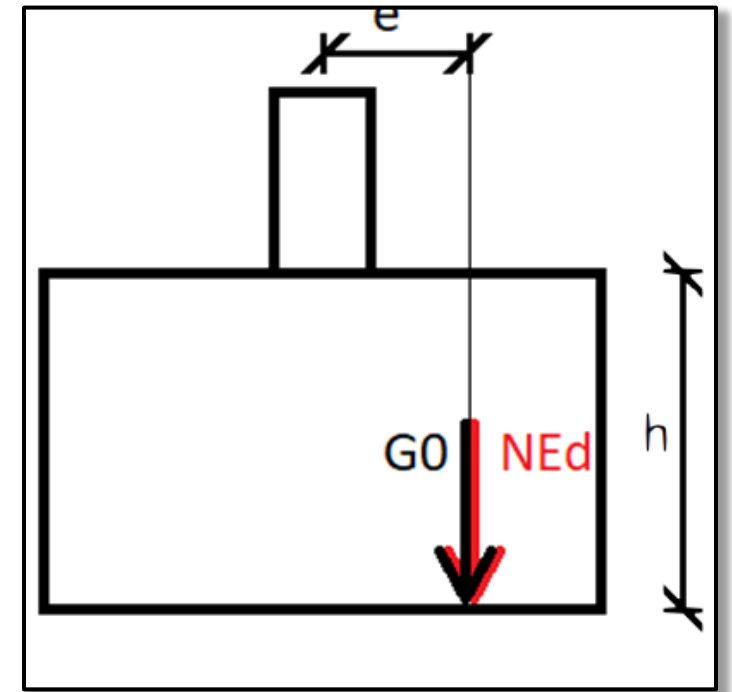
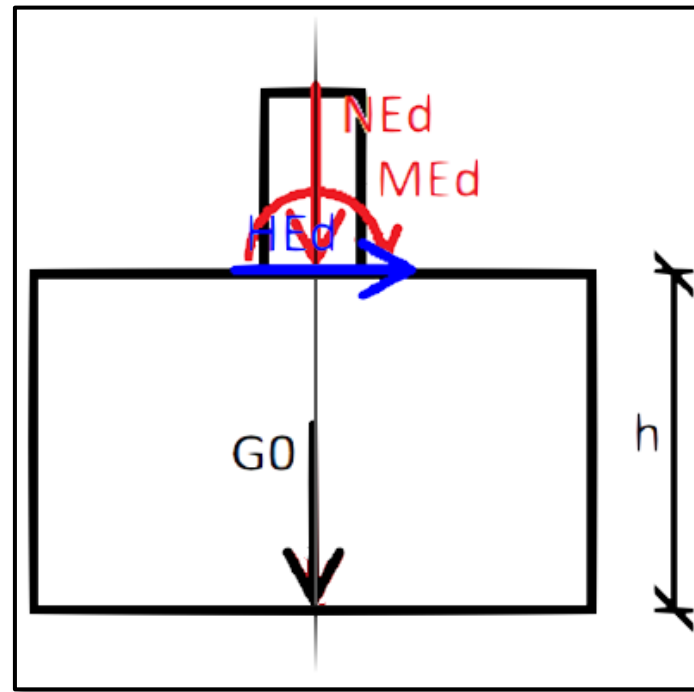


**Celková excentricita**  
působící svislé síly se určí  
z **celkového momentu**  
a **celkových svislých sil**.

# Excentricita normálové síly

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

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



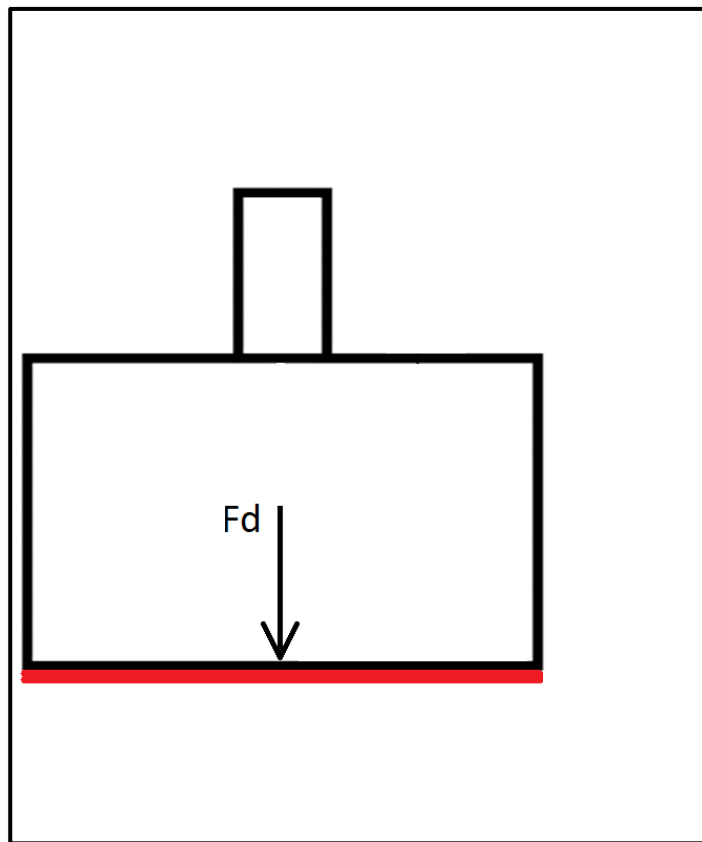
Teorie navíc

# TEORIE – Efektivní zatěžovací plocha

# Efektivní zatěžovací plocha

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

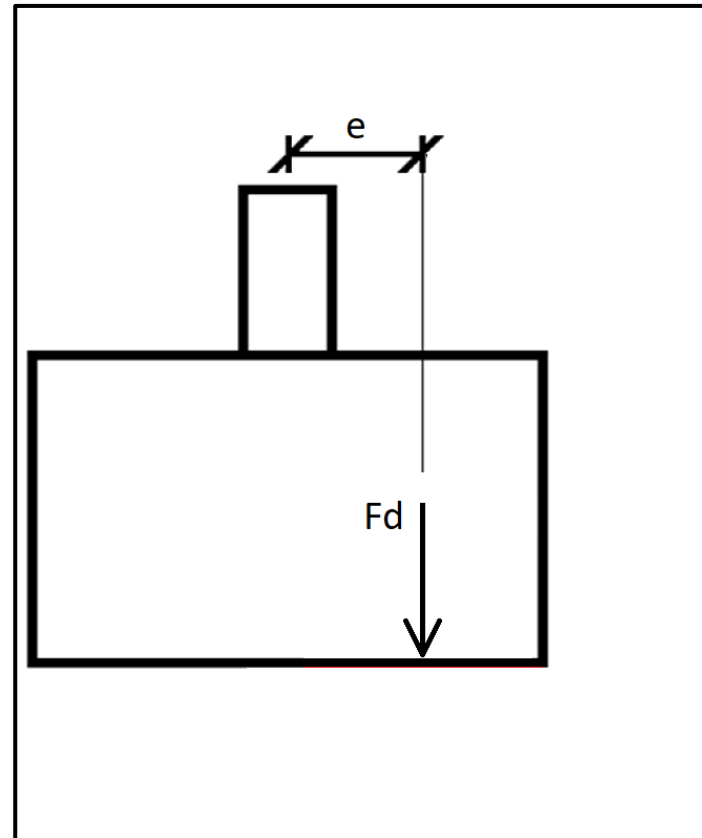
$$A_{eff} = A_c = b^2.$$





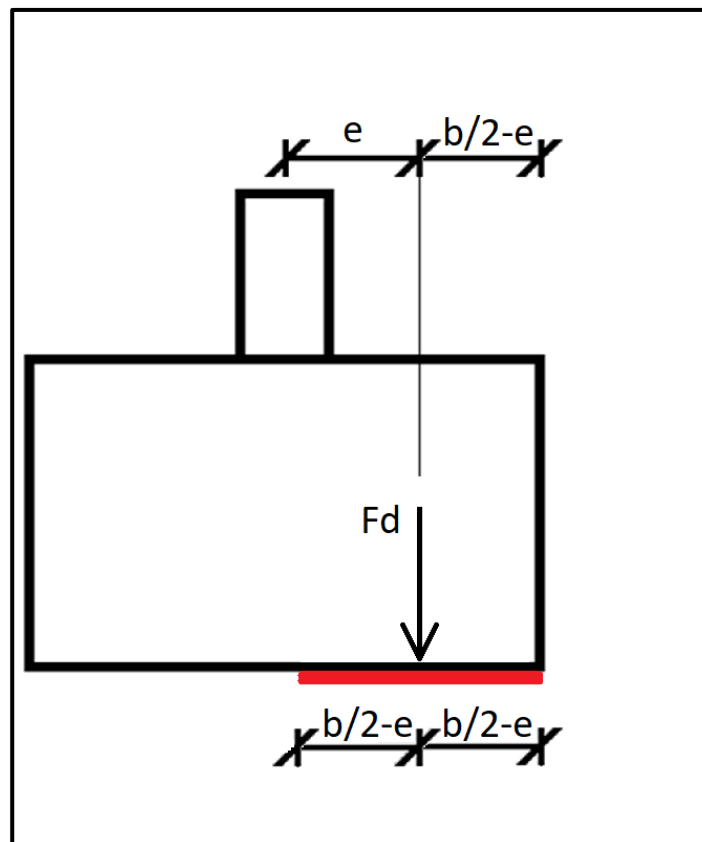
# Efektivní zatěžovací plocha

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



# Efektivní zatěžovací plocha

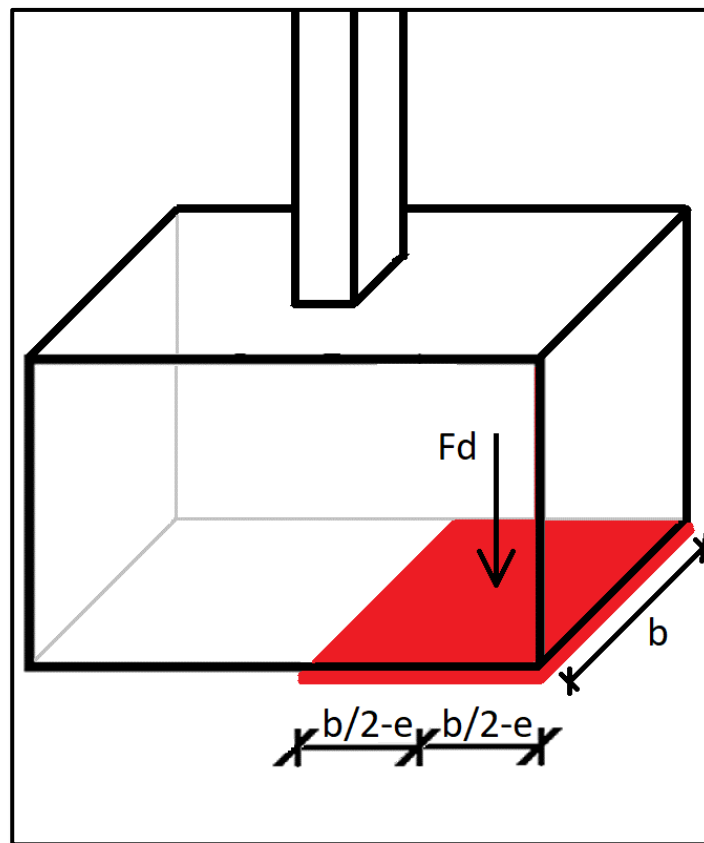
Efektivní zatěžovací plocha  $A_{eff}$  závisí právě na excentricitě působící normálové síly.



# Efektivní zatěžovací plocha

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

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



# Zadání

# Zadání

**Navrhněte a posudíte** základovou **patku** zatíženou kombinací svislé a vodorovné síly a ohybovým momentem.

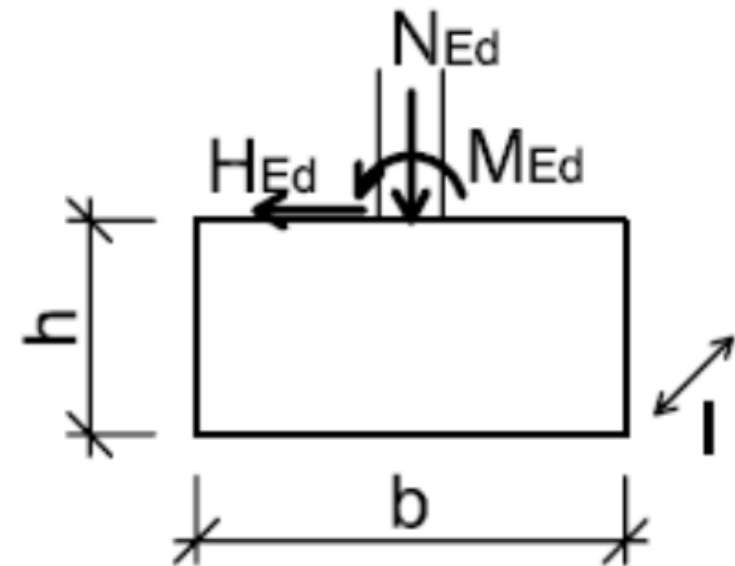
## Parametry zadání:

Geometrie:  $b_s$  [mm] - rozměr čtvercového průřezu sloupu

Materiály: beton - zadaná **pevnostní třída** - viz úloha 1  
ocel třídy B 500 B ( $f_{yk} = 500$  MPa)

Zatížení: svislá síla  $N_{Ed}$  [kN]  
vodorovná síla  $H_{Ed}$  [kN]  
ohybový moment  $M_{Ed}$  [kN.m]

Základová zemina: tabulková výpočtová únosnost:  $R_d$  [kPa]



# Úkoly

- **Navrhňte a posudte** základovou **patku z prostého** betonu.
- **Navrhňte a posudte** základovou **patku z železobetonu**.
  
- Narýsujte **výkres tvaru patky z prostého** betonu (včetně startovací výztuže).
- Narýsujte **výkres výztuže patky z železobetonu** (kompletní, včetně výkazu výztuže).

# Úkol

Navrhneme 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 výztuže.

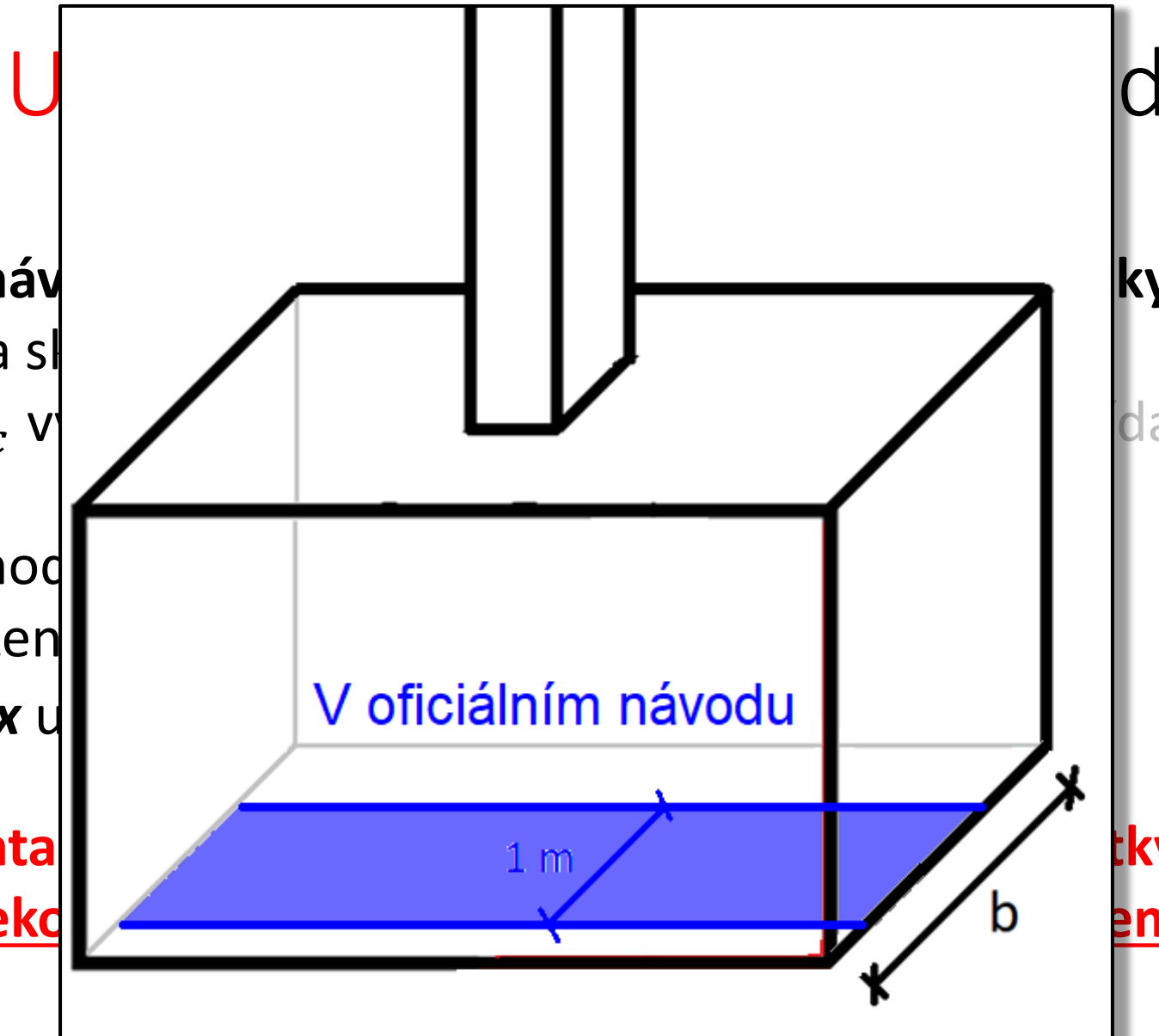


# Upozornění – Oficiální návod

**V oficiálním návodu je výpočet prováděn na 1 m délky patky\*** (jako se řeší desky) a ne na skutečnou délku. Z toho důvodu je **v návodu**:

- moment  $m_c$  vypočítán z plošného zatížení (plošné odpovídá liniovému na 1 m'),
- průřezový modul  $W$  počítán s  $b = 1.0$  m,
- výztuž navržena jako  $\emptyset X$  po  $Y$  mm ( $a_{s,prov} = Z$  mm<sup>2</sup>/m'),
- při výpočtu  $x$  uvažováno  $a_{s,prov}$  na 1 m' a  $b = 1.0$  m.

**V této prezentaci je výpočet prováděn na celou délku patky (jako se řeší průvlaky). Nekombinujte níže uvedený postup s postupem v oficiálním návodu!**



**V oficiálním návodu** (na sloupcích a ne na sloupcích)

- moment  $m_c$  v (na sloupcích 1 m'),
- průřezový mod
- výztuž navržen
- při výpočtu  $x$  u

**V této prezentaci** (průvlaky). Někdy (návodu)!

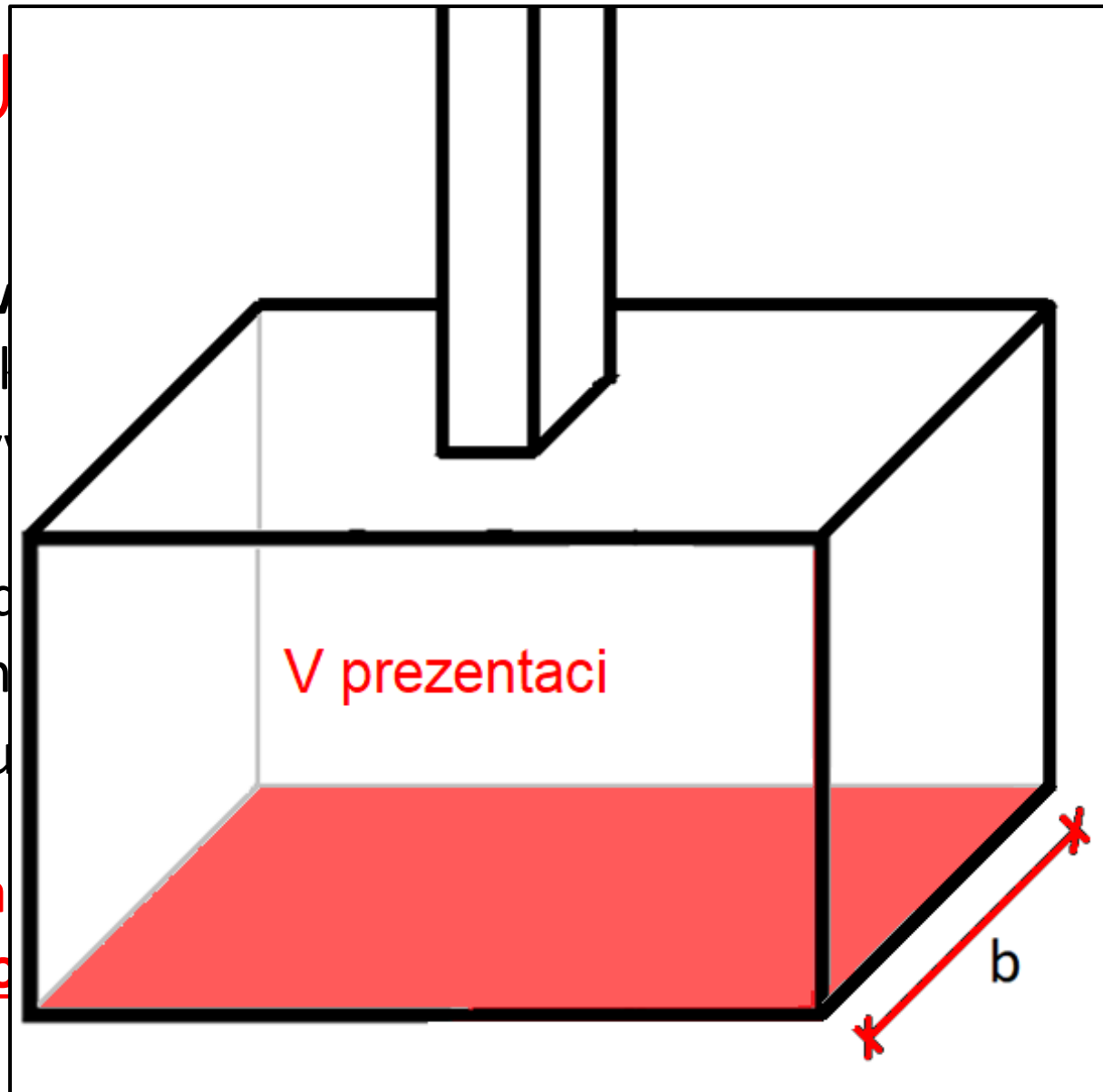
ky\* (jako se řeší) (dá liniovému na

ky (jako se řeší) (em v oficiálním

\*Tento způsob je v oficiálním návodu zvolen kvůli mírně rychlejšímu výpočtu (není třeba přepočítávat plošné zatížení na liniové a lze uvažovat  $b = 1.0$ ).

- V oficiálním návodu** (na straně 10) a ne na straně 11 (na straně 12)
- moment  $m_c$  v  $1 \text{ m}'$ ,
  - průřezový mod
  - výztuž navržen
  - při výpočtu  $x$  u

**V této prezentaci** (na straně 10) a ne na straně 11 (na straně 12) (průvlaky). Nek návodu!



**ky\*** (jako se řeší dává liniovému na

**tky** (jako se řeší em v oficiálním

\*Tento způsob je v oficiálním návodu zvolen kvůli mírně rychlejšímu výpočtu (není třeba přepočítávat plošné zatížení na liniové a lze uvažovat  $b = 1.0$ ).

# Půdorysné rozměry patky

# Půdorysné rozměry patky

Při návrhu půdorysných rozměrů **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  $0.05N_{Ed}$ ),

$R_d$  je únosnost zeminy (zadáno).

# Šířka patky

**Půdorysné rozměry patky** je nutné zvolit **s ohledem na** potřebnou efektivní zatěžovací plochu  $A_{eff,req}$ .

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

Návrh sice lze provést analyticky, ale mnohem rychlejší je **iterační hledání řešení** – tj. vhodně **odhadnout půdorysný rozměr** a provést **ověření napětí v zemině**. (Pokud ověření vyhoví, pokračujeme dál. Pokud nevyhoví, rozměr zvětšíme. Pokud vyhoví, ale rezerva bude velká, rozměr zmenšíme.)

# Šířka patky

Šířku patky  $b$  zvolíme tak, aby půdorysná plocha byla minimálně o 25 % větší\* než požadovaná efektivní zatěžovací plocha

$$A_p = b^2 \geq 1.25 \cdot A_{eff,req}$$

Pro šířku patky tedy platí vztah

$$b \geq \sqrt{1.25 \cdot A_{eff,req}}$$

Šířku patky zvolte jako násobek 50 mm.

\*Nejedná se o přesný matematický vztah. Je to pouze „inženýrský odhad“. Uvažujeme, že výsledná efektivní zatěžovací plocha (kterou spočítáme dále) bude o 20 % menší než celková půdorysná plocha.



# Ověření šířky patky

Návrh šířky patky ověříme posouzením napětí v základové spáře

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

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

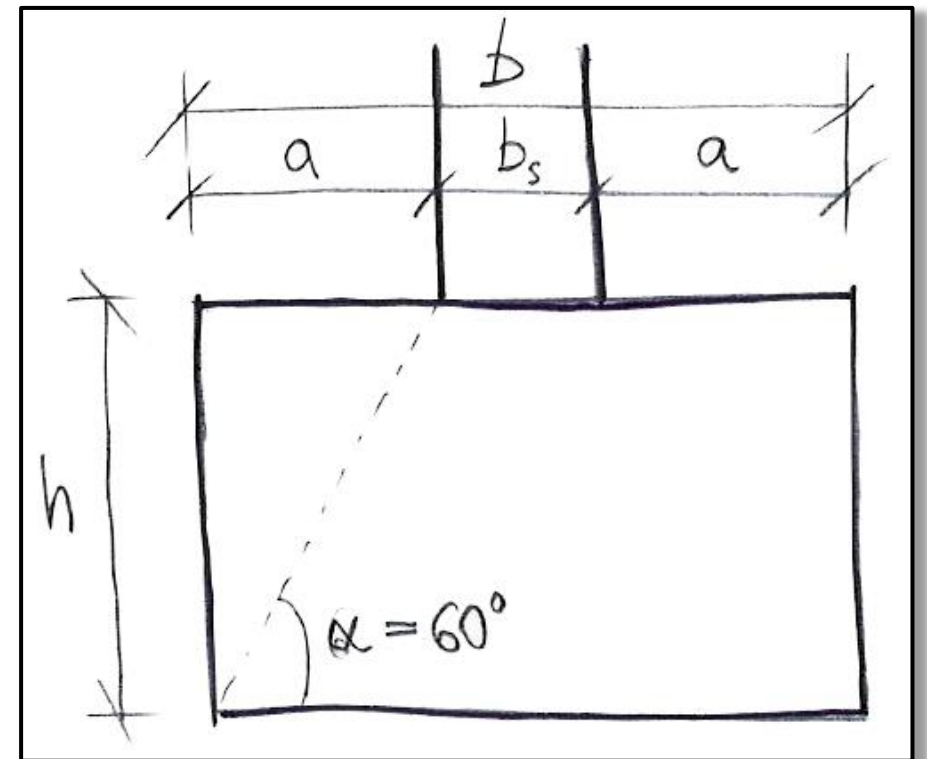
- **výšku patky,**
- **vlastní tíhu patky,**
- **efektivní zatěžovací plochu.**

# Ověření šířky patky – výška patky

Výšku patky navrhne 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 zvolte 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),

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

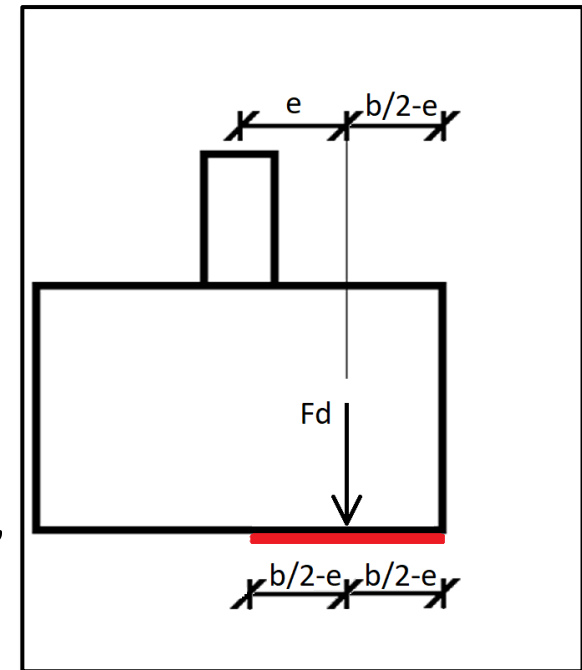
kde  $M_{Ed}$  je moment od horní stavby (zadáno),

$H_{Ed}$  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. **zvětšit šířku patky  $b^*$** .

# Patka z prostého betonu

Návrh

# Patka z prostého betonu

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

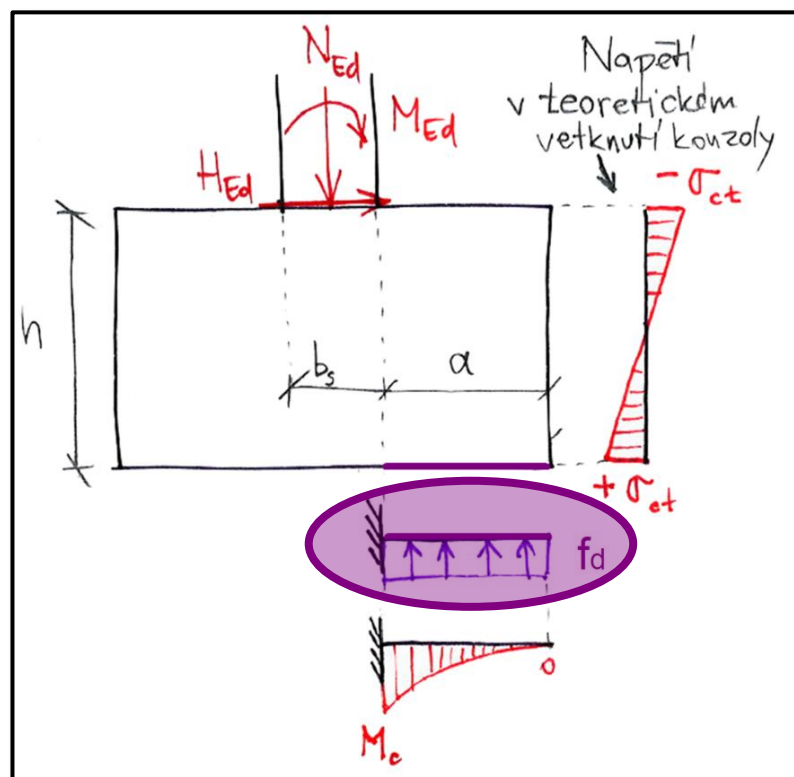
**Výšku** patky **vypočítáme přesněji** z podmínky pro napětí v betonu\*.

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

\*Předchozí výpočet výšky tlačené oblasti z  $\tan 60^\circ$  byl pouze přibližný a pouze pro účely ověření návrhu šířky patky.

# Statické schéma

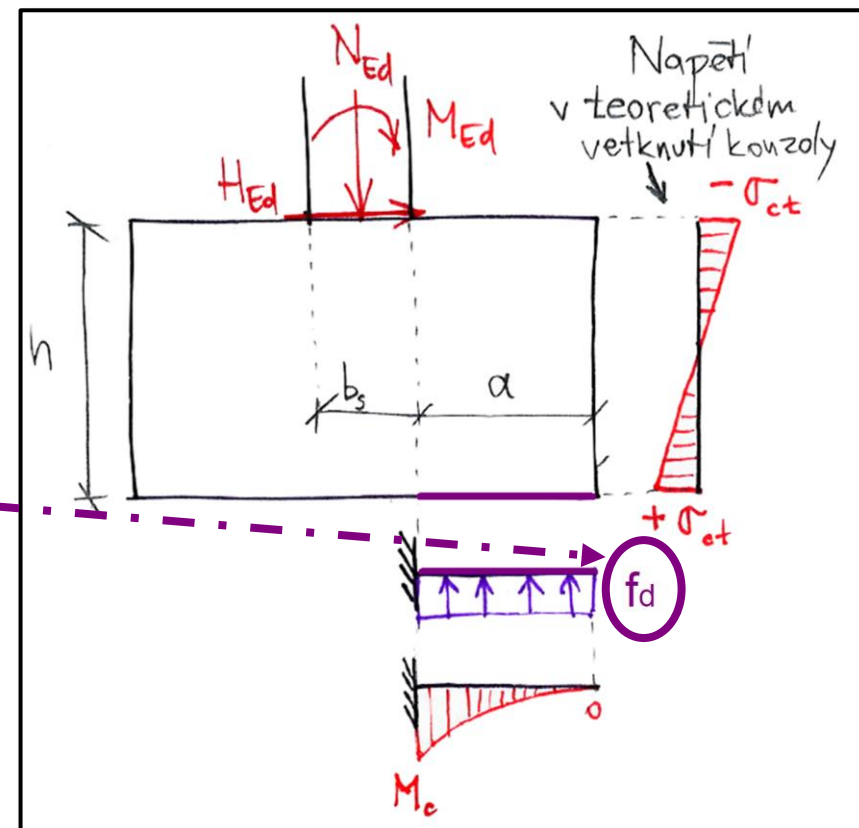
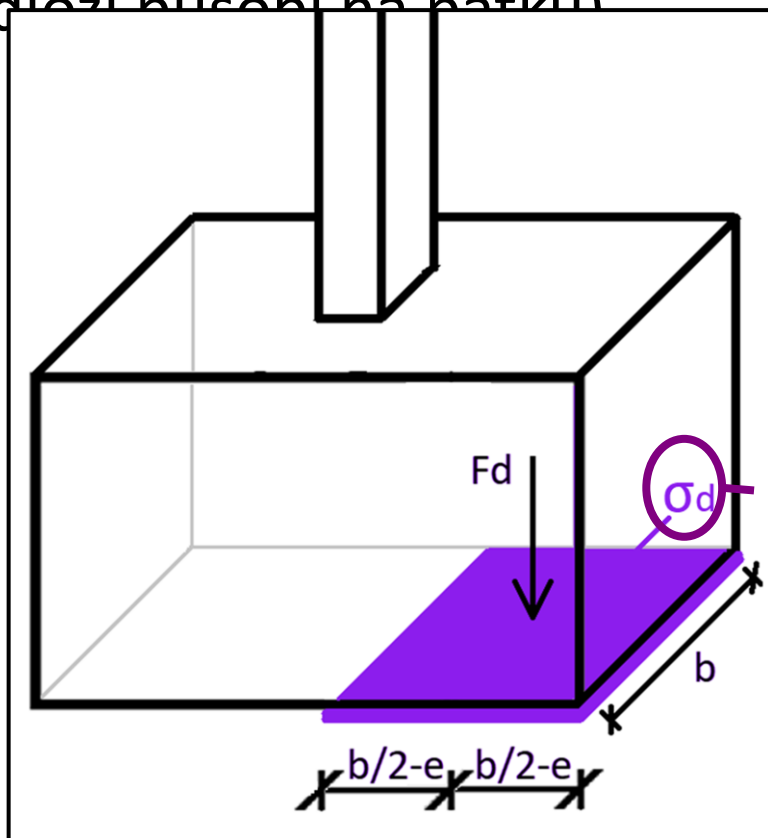
Při výpočtech patku modelujeme jako ohýbanou **konzolu** s účinnou **délkou**  $a = (b - b_s)/2$  namáhanou **zatížením od podloží** (tj. napětím, kterým podloží působí na patku).





# Statické schéma

Při výpočtech patku modelujeme jako ohýbanou **konzolu** s účinnou **délkou**  $a = (b - b_s)/2$  namáhanou **zatížením od podloží** (tj. napětím, kterým podloží působí na patku)



# Postup výpočtu

Pro návrh a posouzení patky musíme **určit**

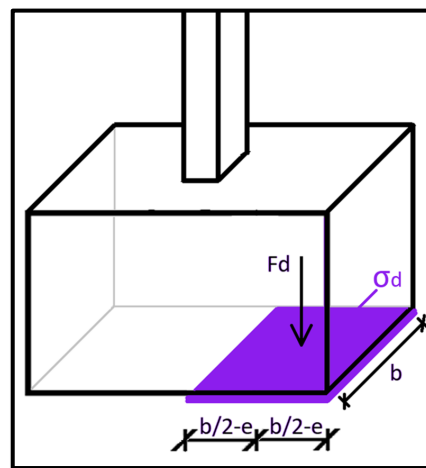
- 1) napětí, kterým podloží působí na patku  $\sigma_d$ ,
- 2) **zatížení**, kterým podloží působí na patku  $f_d$ ,
- 3) **moment** od zatížení v teoretickém vetknutí konzoly  $M_c$ ,
- 4) návrhovou **tahovou pevnost** prostého betonu  $f_{ctd}$ ,
- 5) **výšku** patky  $h$ ,
- 6) **výstřednost** zatížení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

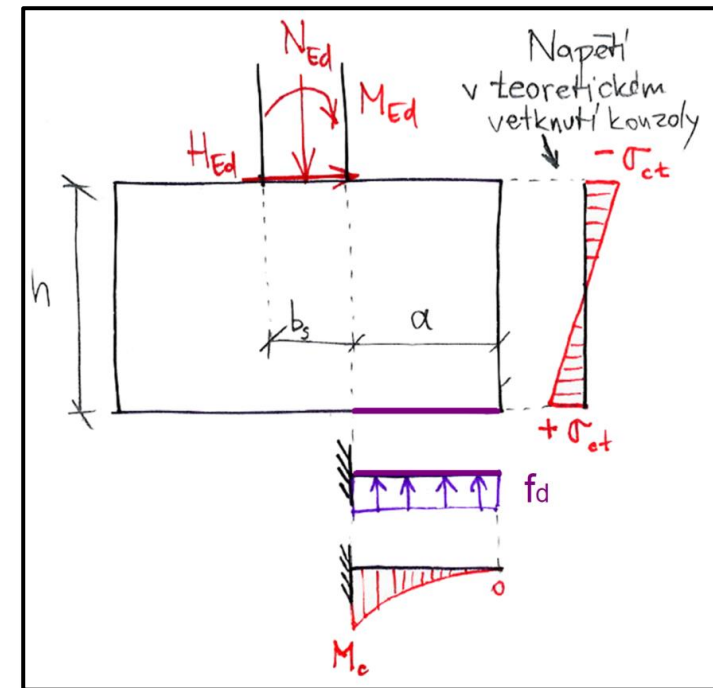
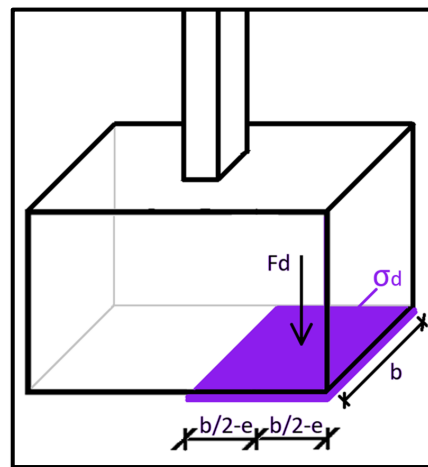


\*Vlastní tíha patky se zde neuvažuje, protože je eliminována. Patka je směrem nahoru ohýbána zatížením včetně vlastní tíhy  $\sigma$  (předchozí kapitola) a směrem dolů pak vlastní tíhou. Výsledkem je zatížení bez vlastní tíhy  $\sigma_d$ .

## 2) Zatížení působí na konzolu

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

$$f_d = b\sigma_d.$$



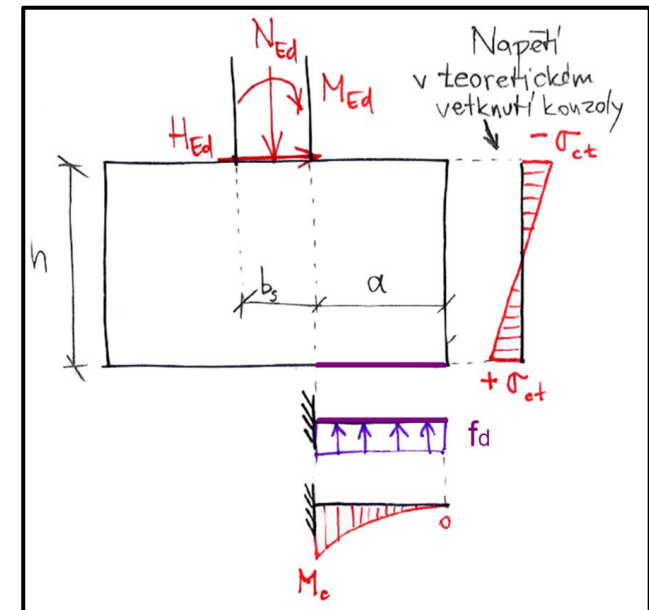
### 3) Moment v teoretickém vetknutí konzoly

**Moment** ve vetknutí konzoly je

$$M_c = \frac{1}{2} f_d a^2,$$

kde  $f_d$  je liniové zatížení (vypočteno výše),

$a$  je vzdálenost od líce sloupu k hraně patky (dáno navrženou geometrií).



## 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

Návrh

 $f$ 

kde

Upo

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)

nost

le).

## 5) Výška patky

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

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

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

$$h \geq \frac{a}{0.85} \sqrt{\frac{3 f_d}{b f_{ctd}}}.$$



## 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.  $0.05N_{Ed}$ .)

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

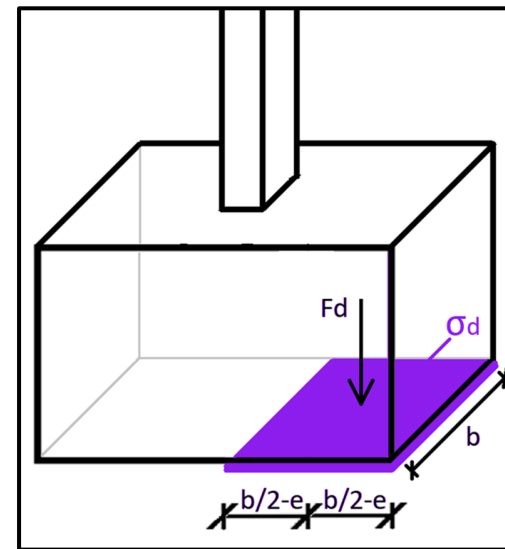
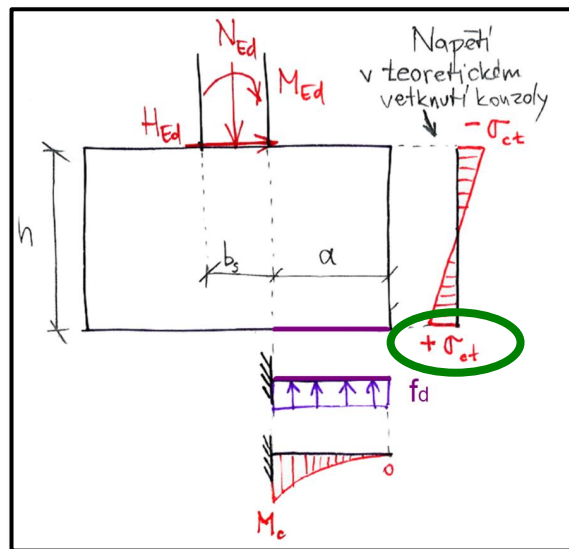
# Patka z prostého betonu

## 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.**



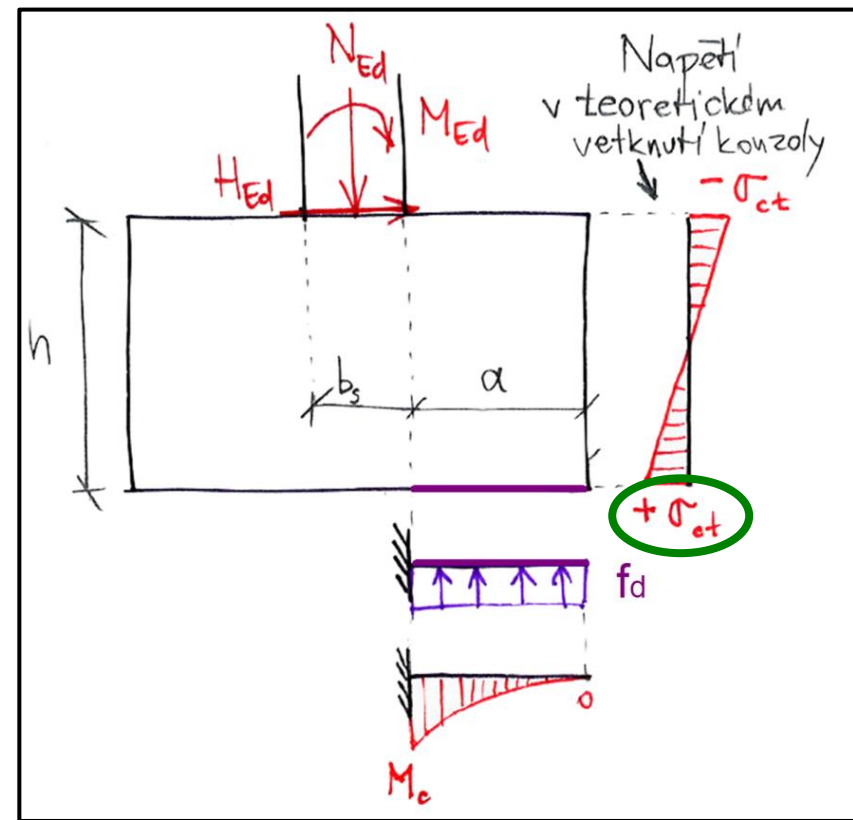
# Posouzení napětí v tažených vláknech patky

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

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

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

kde  $A_{eff}$  je „nejaktuálnější“ efektivní plocha (vypočteno na slidu 57).



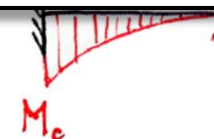
# Posouzení napětí v tažených vláknech patky

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 53), protože se změnila efektivní plocha (viz slide 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 „nejaktuálněji“ spočtené hodnoty (viz slide 57).

# Posouzení napětí v základové spáře

Napětí v základové spáře musí být menší než pevnost zeminy

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

## UPOZORNĚNÍ

**Za vlastní tíhu  $G_0$  dosazujeme nejaktuálněji spočítanou hodnotu (slide 57).** (Nepoužíváme už tu vypočtenou při návrhu půdorysných rozměrů ani tu odhadnutou úplně na začátku, tj.  $0.05N_{Ed}$ ).

**Za efektivní plochu  $A_{eff}$  dosazujeme nejaktuálněji spočítanou hodnotu (slide 57).** (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.

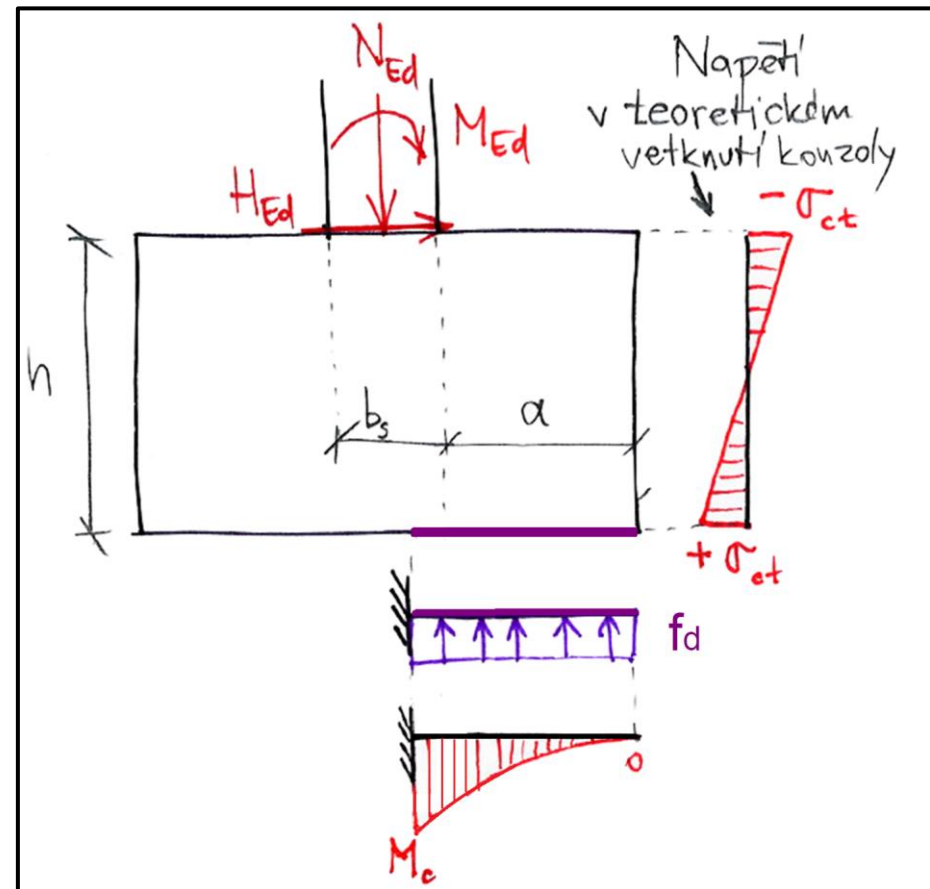
- **Šířku patky** už máme určenou z předchozího výpočtu a **nijak ji neupravujeme**.
- **Výšku** patky si **vhodně zvolíme** (viz dále).

# 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

**Výšku patky  $h$  zvolte poloviční než v případě patky z prostého betonu a výšku **zaokrouhlete na 50 mm** dolů\*.**

**Vlastní tíhu patky** určíme jako

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

\*Při určování výšky patky lze také vycházet z předpokladu, že roznášecí úhel zatížení by měl být přibližně 45°. Pro naše zadání však často vychází zbytečně vysoká patky při tomto úhlu. Proto pro účely cvičení raději volte výšku poloviční v porovnání s patkou z prostého betonu.

## 2) Výstřednost $e$ a efektivní plocha

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

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

kde

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

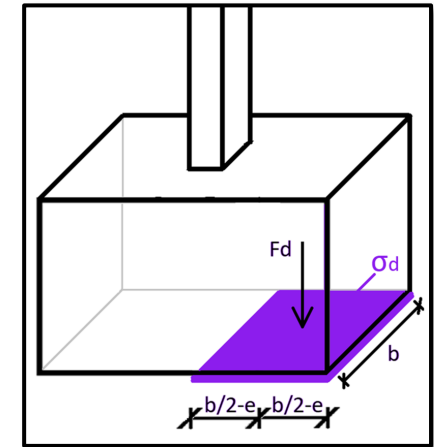
**Upozornění:** Výšku  $h$  a vlastní tíhu  $G_{0,d}$  použijte tu skutečnou aktuální (předchozí slide) a ne hodnoty pro patku z prostého betonu.

### 3) Napětí a zatížení působící na patku

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

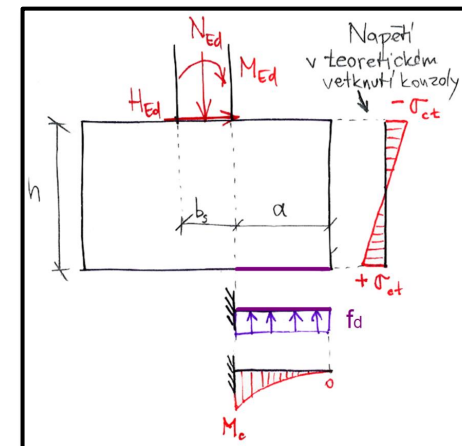
$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}},$$

kde  $A_{eff}$  viz předchozí slide.



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

$$f_d = b\sigma_d.$$



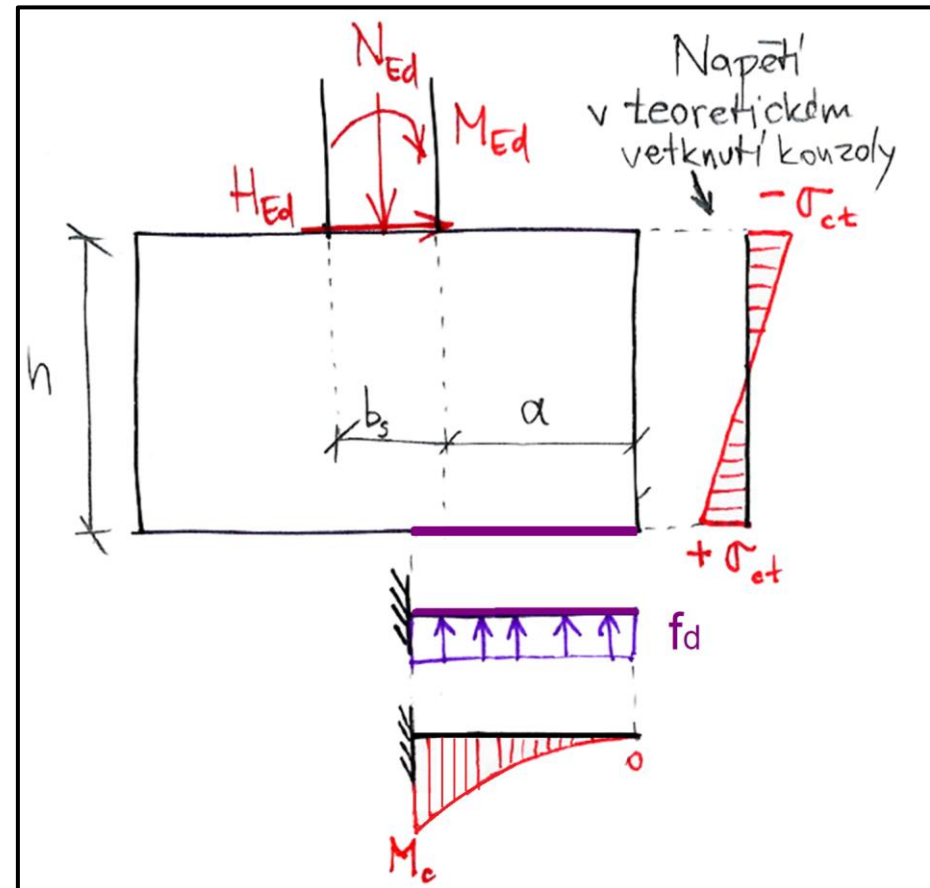


## 4) Moment v teoretickém vetknutí konzoly

**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 trámu.**

## 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 navrhne výztuž ve tvaru

$$\text{NÁVRH: } n \times \emptyset Y \left( A_{s,prov} = Z \text{ mm}^2 \right).$$

## 5) Plocha ohybové výztuže – návrh

Návrh ověříme z hlediska konstrukčních zásad:\*

- minimální plocha výztuže:  $a_{s,min} = \max\left(0.0013bd; \frac{0.26f_{ctm}}{f_{yk}} bd\right),$
- maximální plocha výztuže:  $a_{s,max} = 0.04bh,$
- minimální rozteč výztuže:  $s_c = \frac{b-2c-2\emptyset^{**}-n\emptyset}{n-1},$
- maximální rozteč výztuže:  $s_{max} = \min(2h_T, 250 \text{ mm}).$

\* Vysvětlení vztahů viz předchozí úkoly.

\*\* Naokrajích patky budou dva svislé pruty (podobně jako třmínky u trámu).

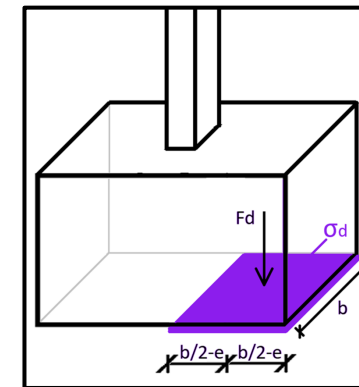
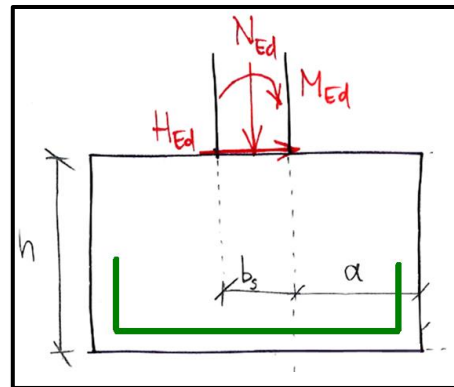
# Železobetonová patka

## 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

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

$$z = d - 0.4x,$$

$$M_{Rd} = A_{s,prov} f_{yd} z.$$

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 „nejaktuálněji“ 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 69 a 70).**  
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:

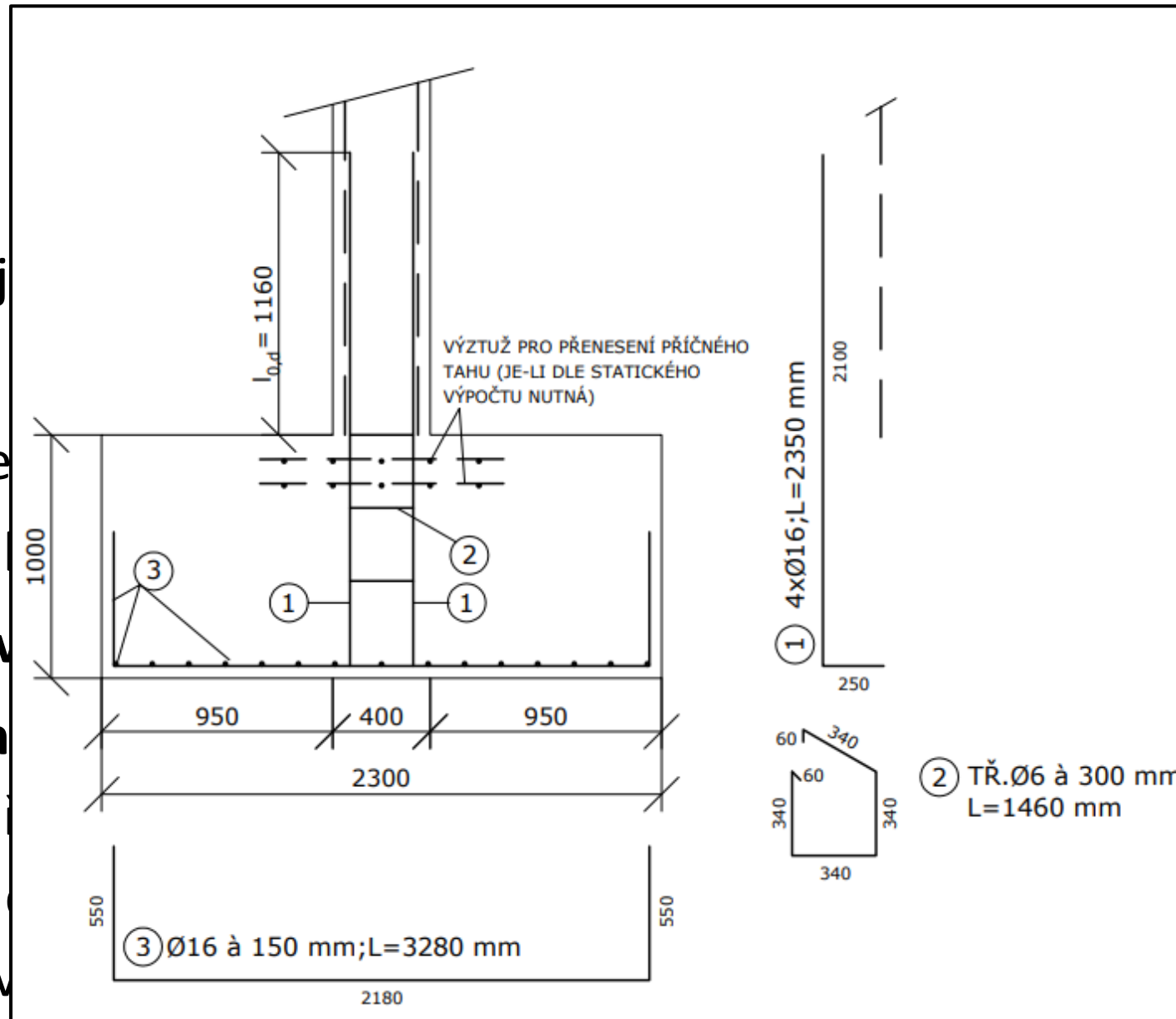
- navrženou **hlavní ohybovou výztuž** patky,
- **startovací výztuž** pro sloupy,
- **konstrukční výztuž** patky,
  - horní v řešeném řezu,
  - horní a dolní v druhém směru,
  - vodorovná („třmínky“)

Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

**zobetonu.**

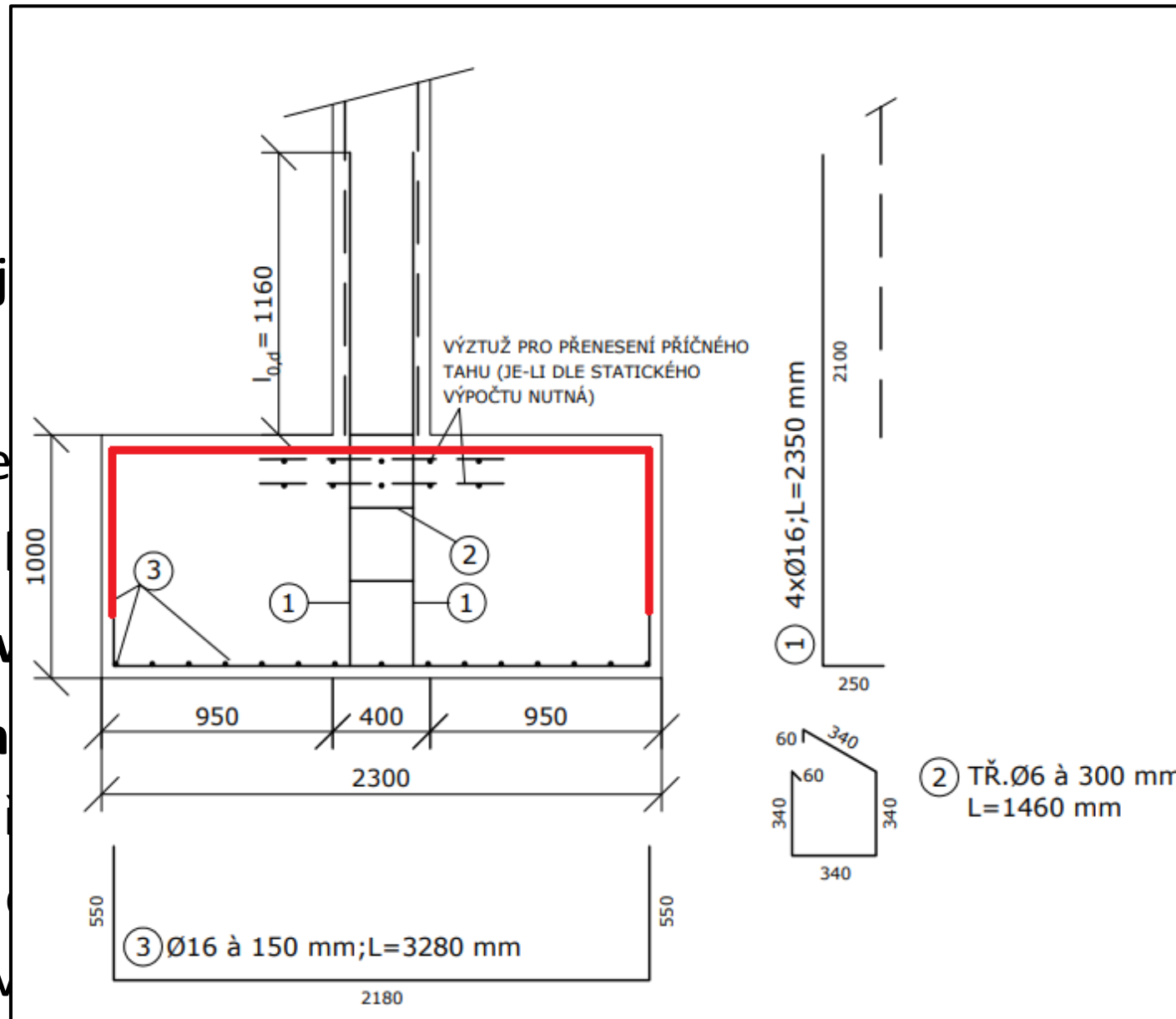


Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

**zobetonu.**

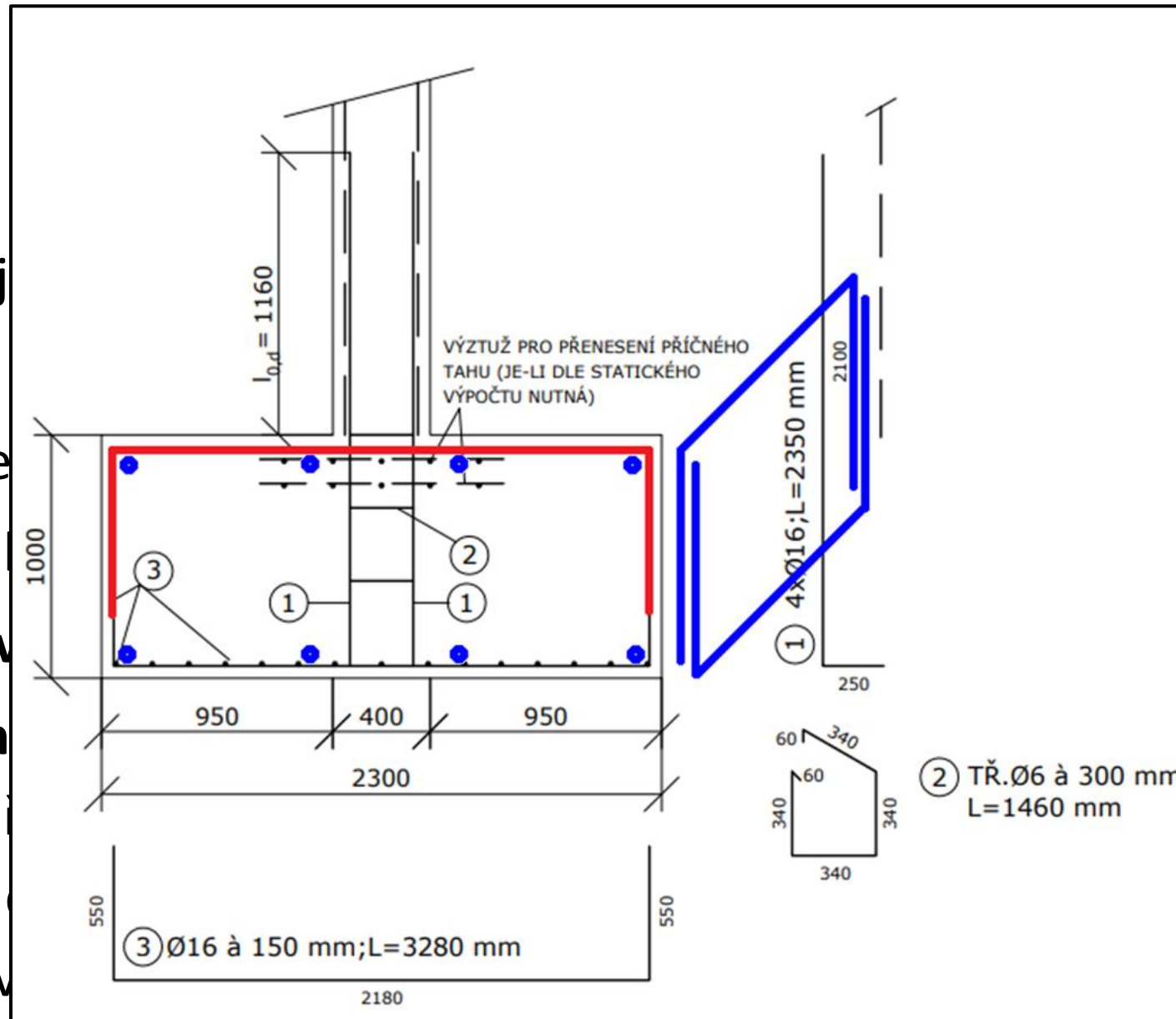


Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

**zobetonu.**

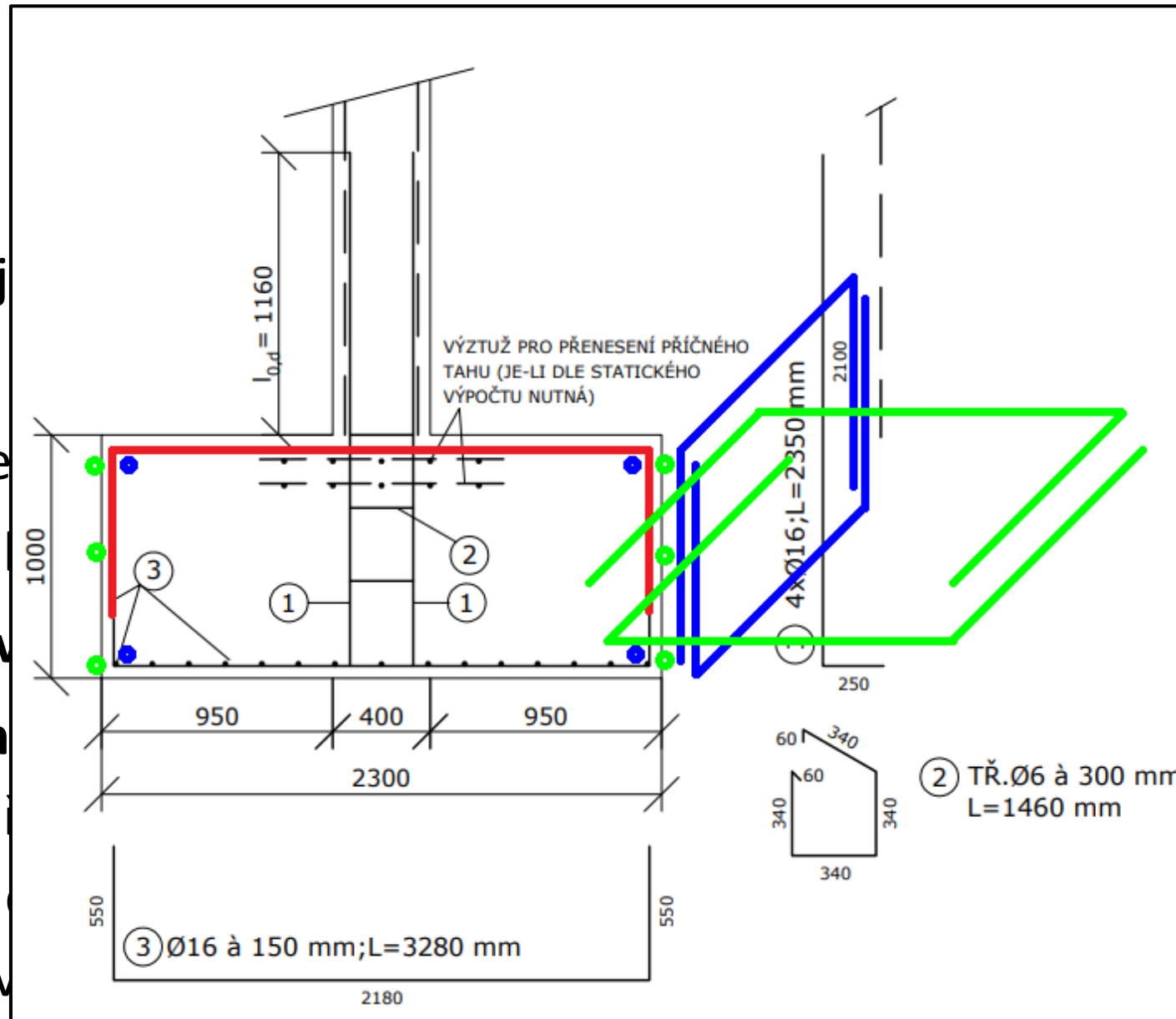


Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

**zobetonu.**



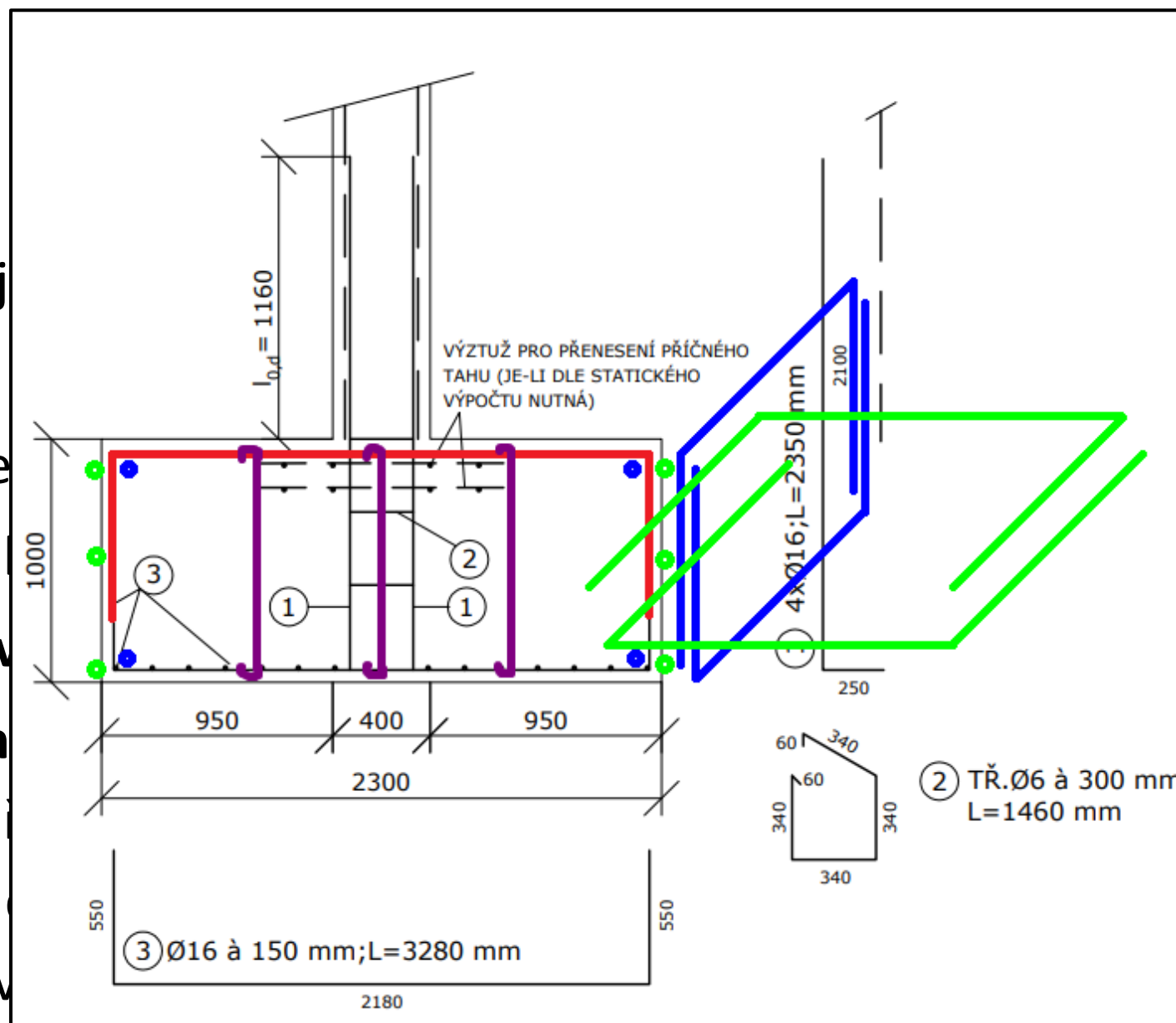


Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

**zobetonu.**

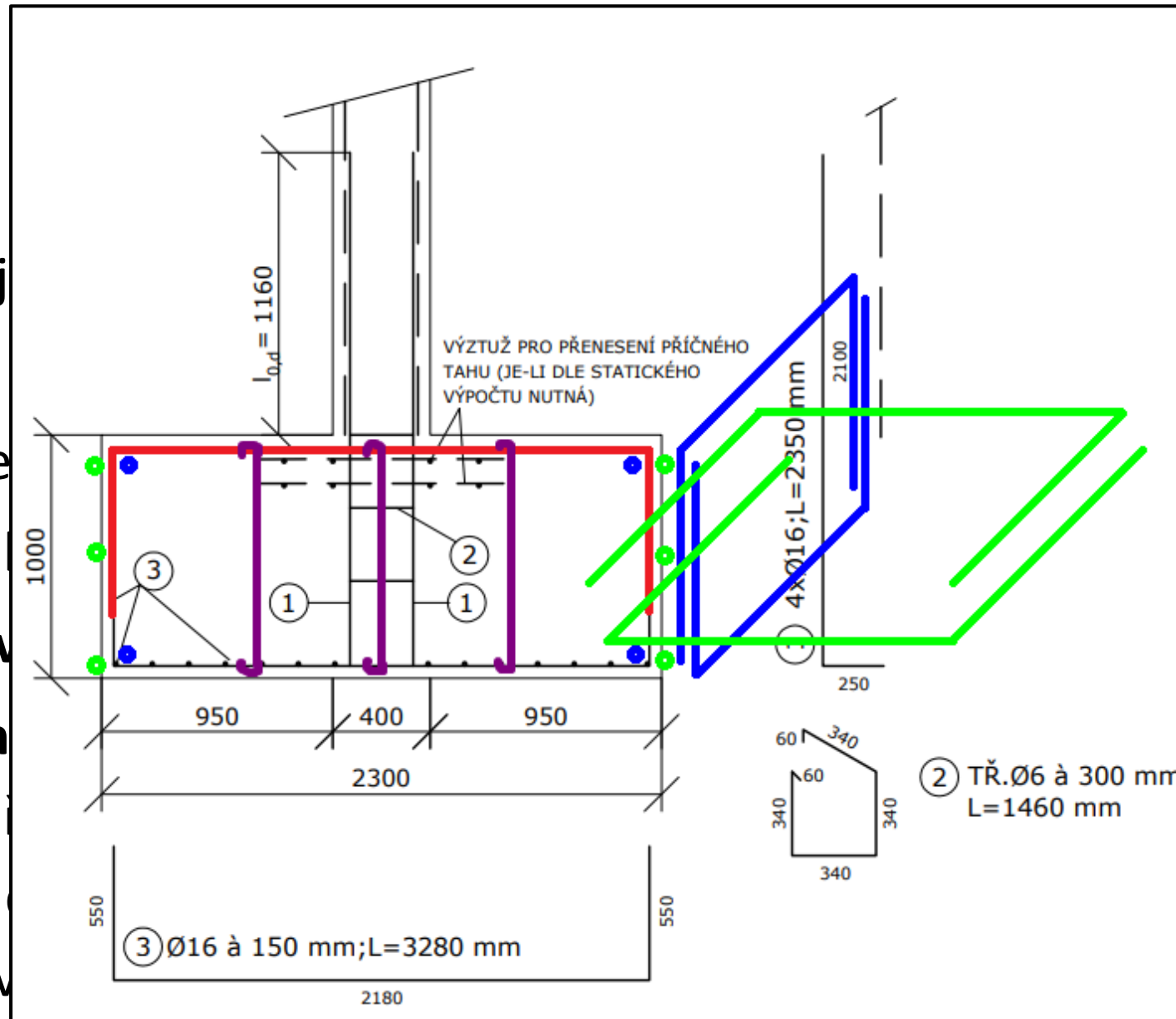


Skicu zpracuj

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  $A_{eff}$ ) **hodně opakují**.

**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.