



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

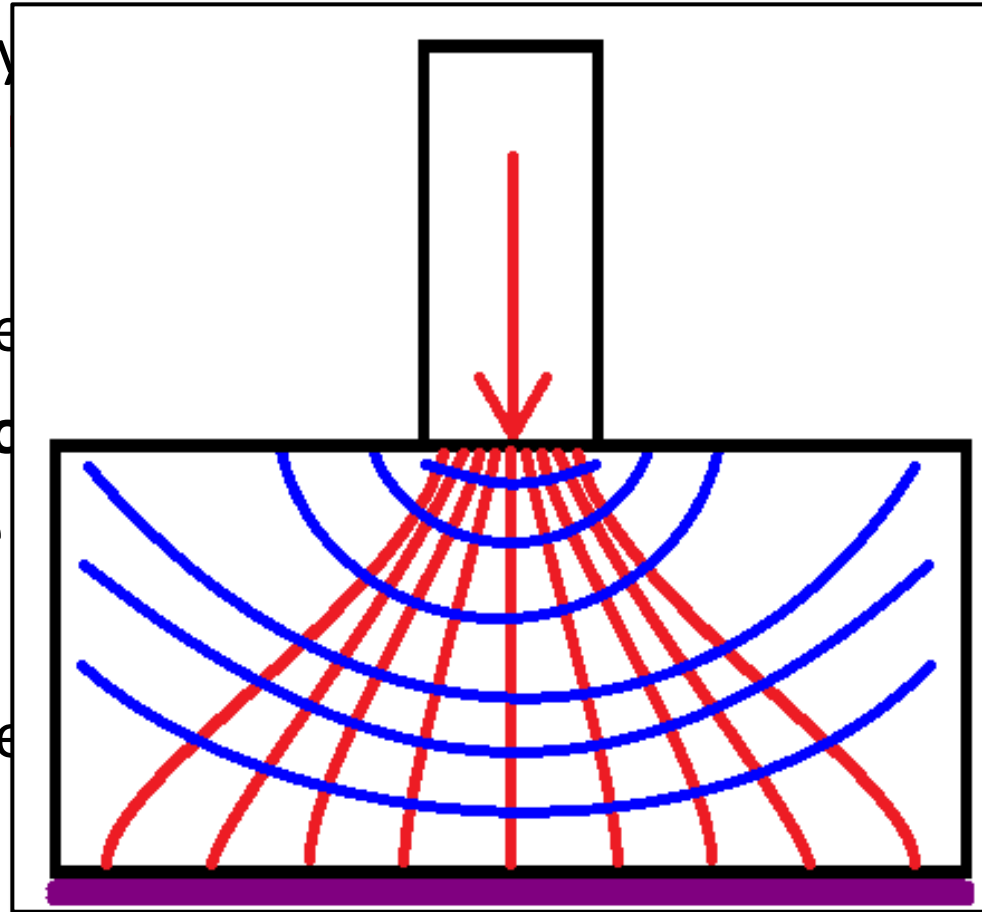
Na rozdíl od většiny
důležité její **tlakové**

U patky je důležité je

→ U patky z prostého

→ U železobetonové

Co se týče tlaku, důle



u patky není tolik

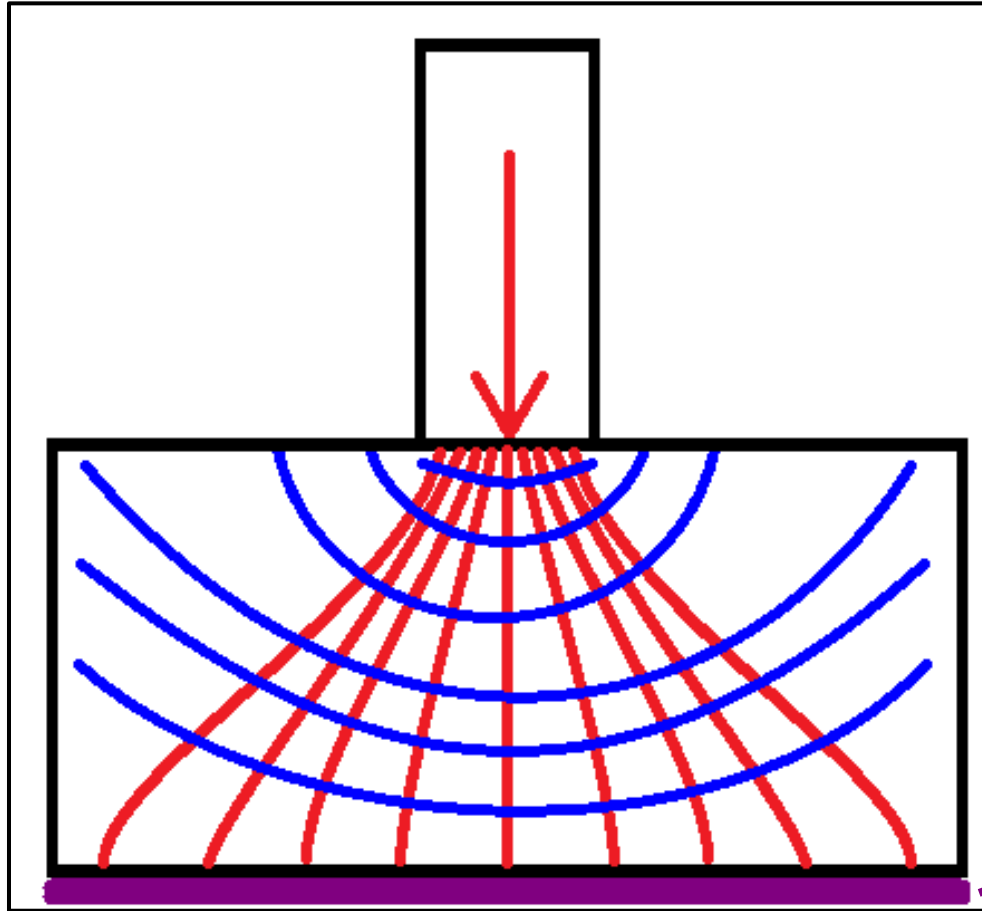
ohybu).

t betonu.

a tah/ohyb.

Teorie navíc

Namáhání patek



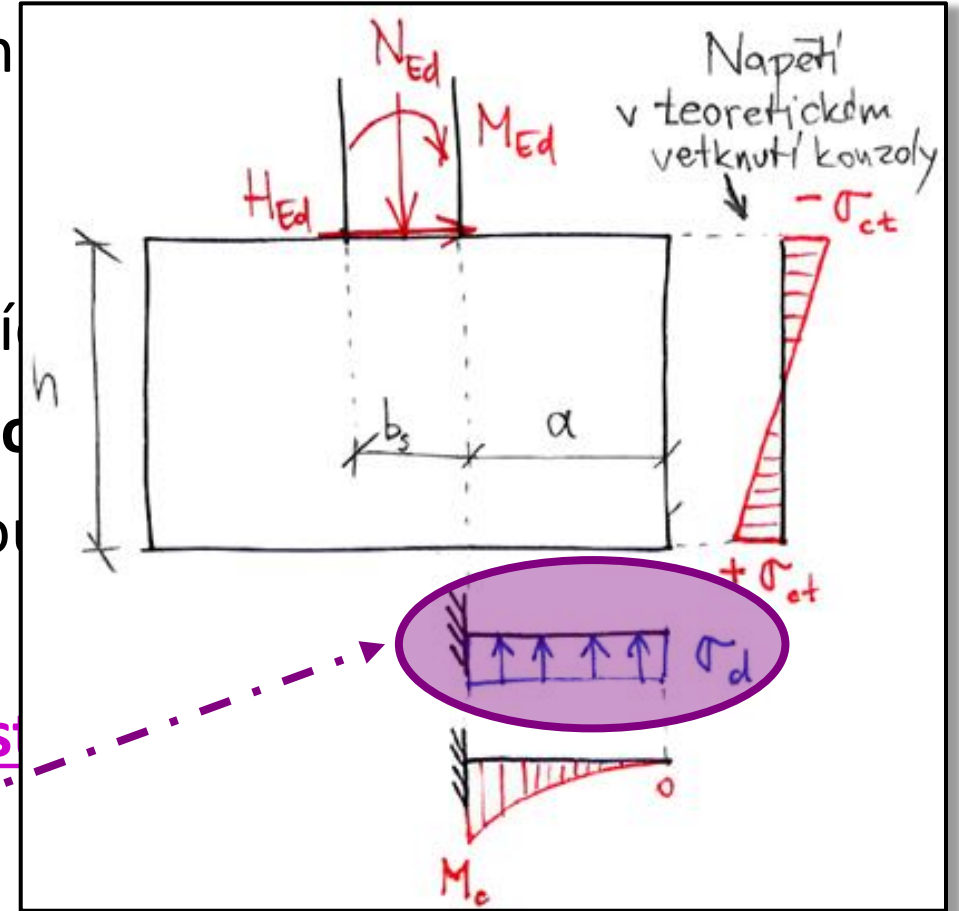
betonových

tahem (pří

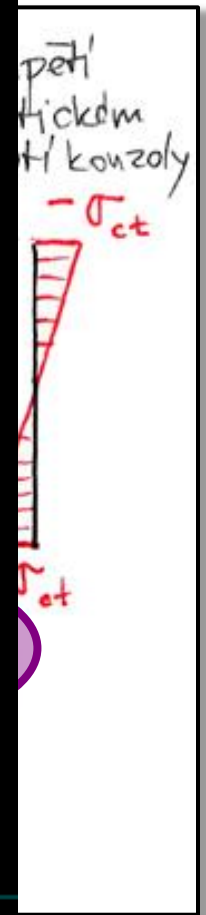
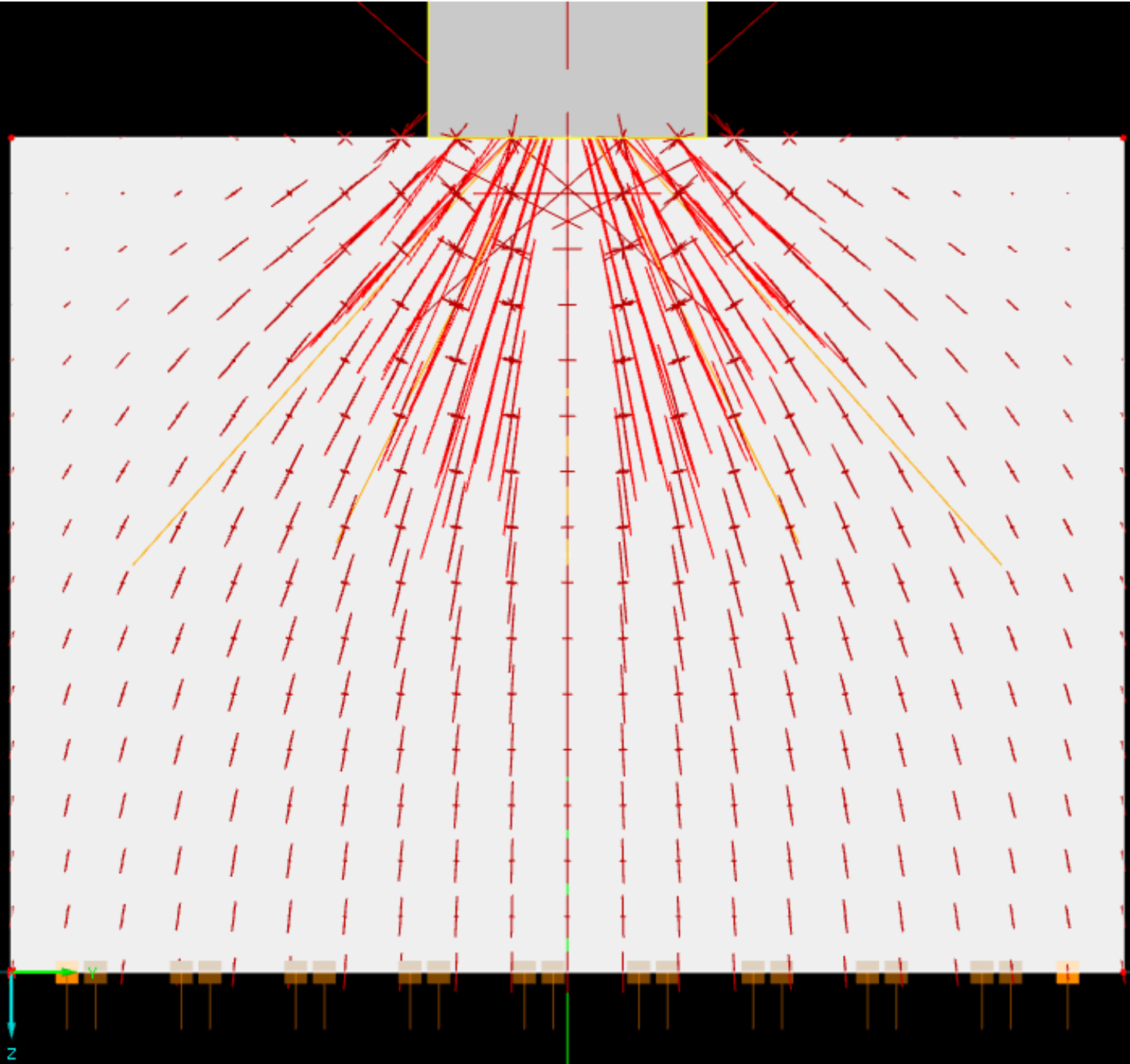
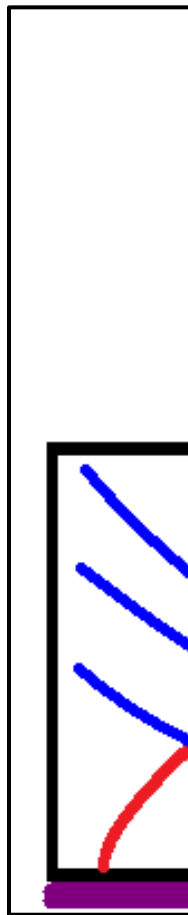
ležitá tah

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

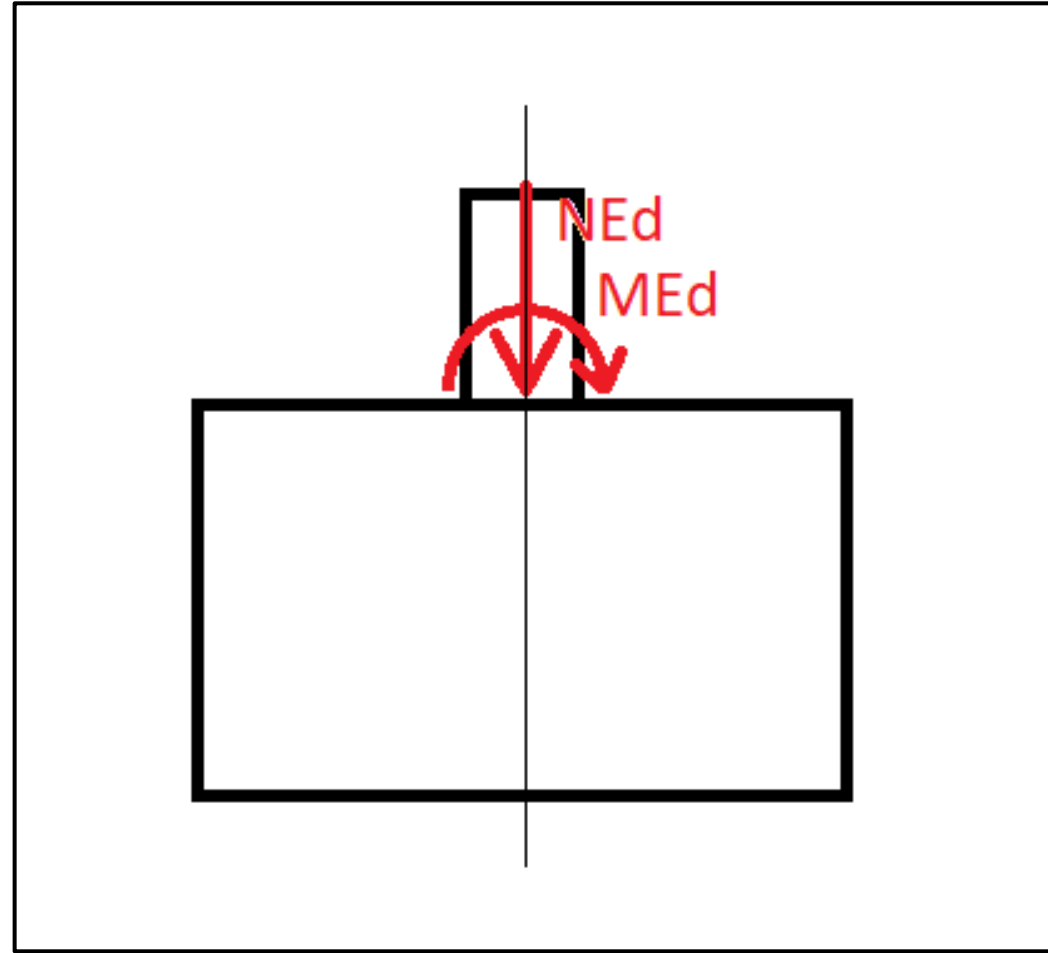
Celková excentricita e je výstřednost působící normálové síly v patce a určí se jako poměr momentu a normálové síly působící v základové spáře

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

Normálová síla v základové spáře je způsobena

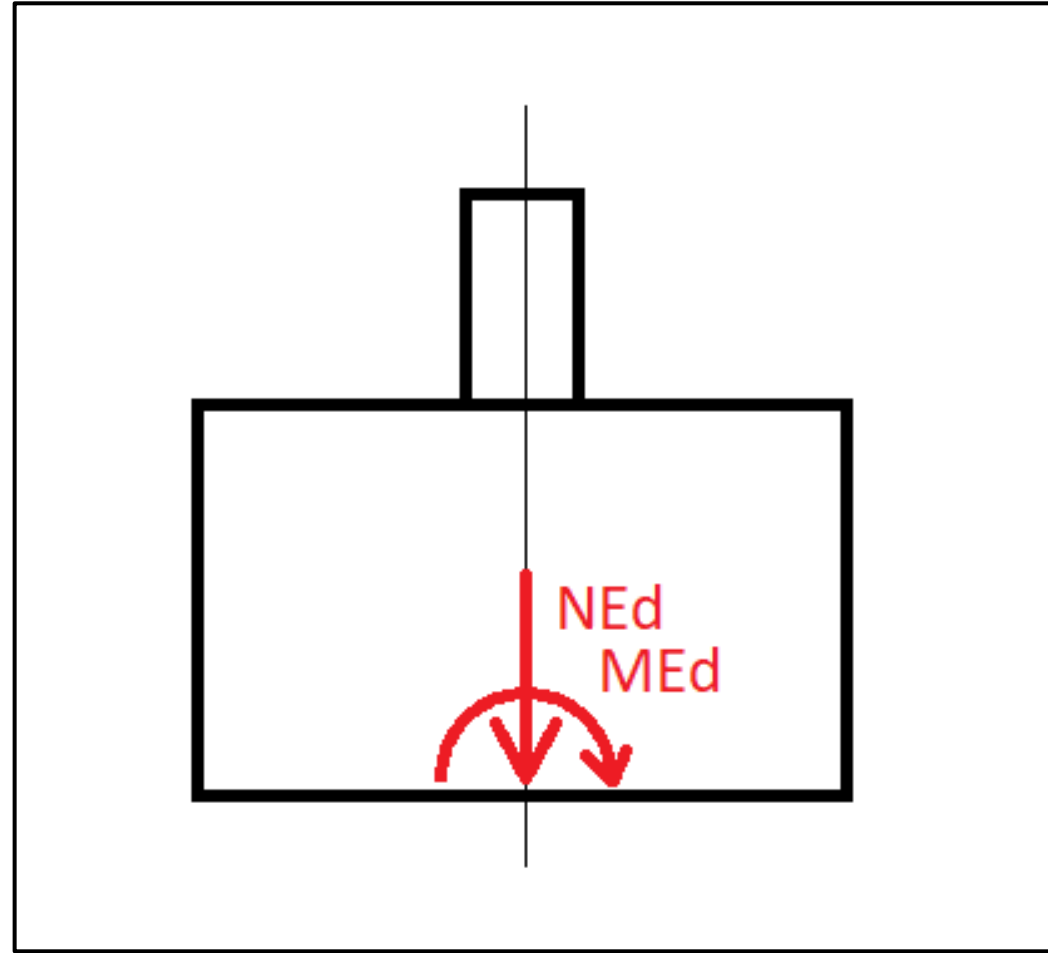
- silou N_{Ed} od horní konstrukce,
- vlastní tíhou patky.

Excentricita normálové síly



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

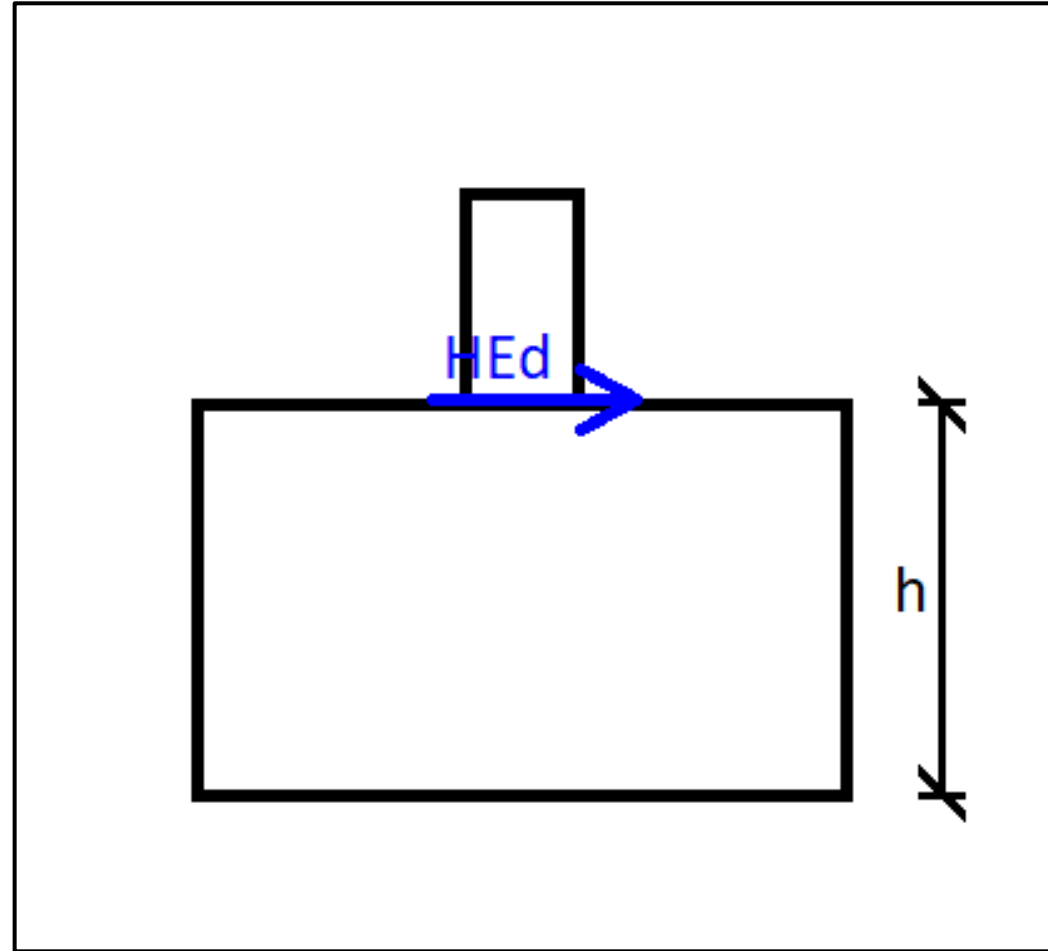
Excentricita normálové síly



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

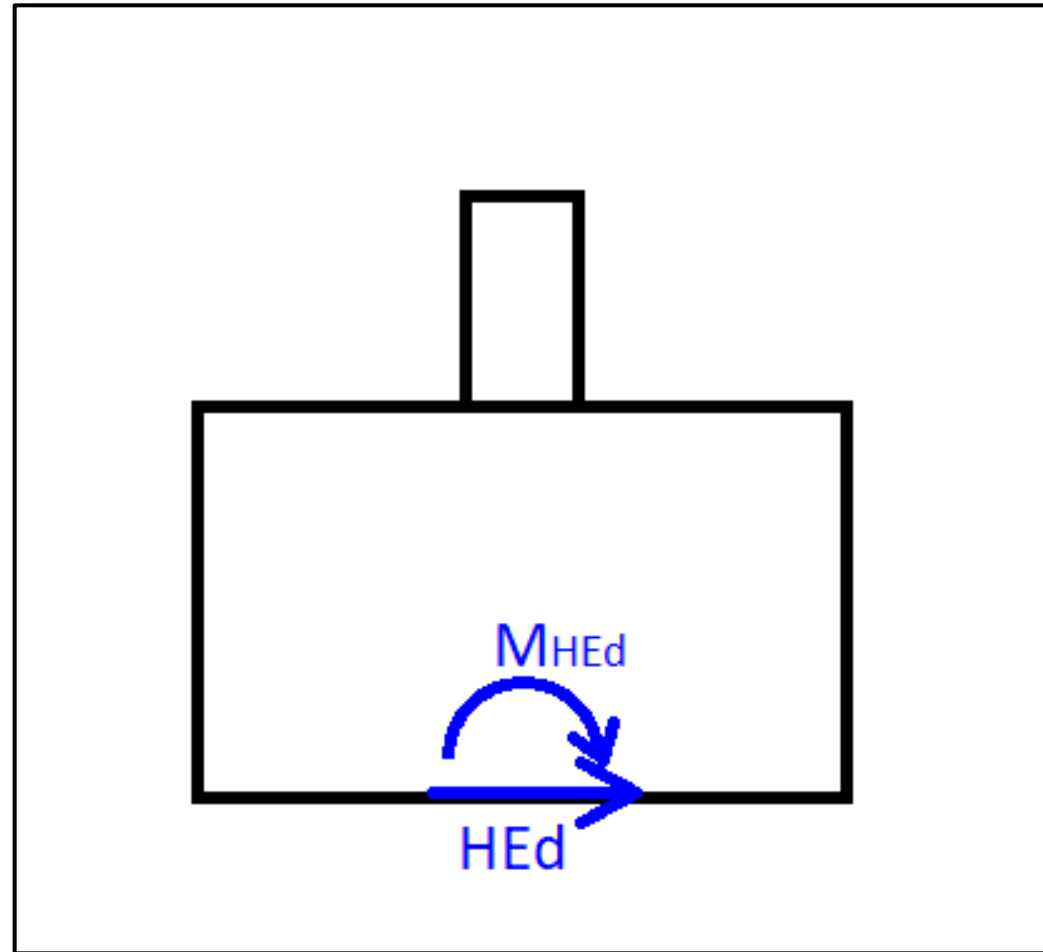
Teorie navíc

Excentricita normálové síly



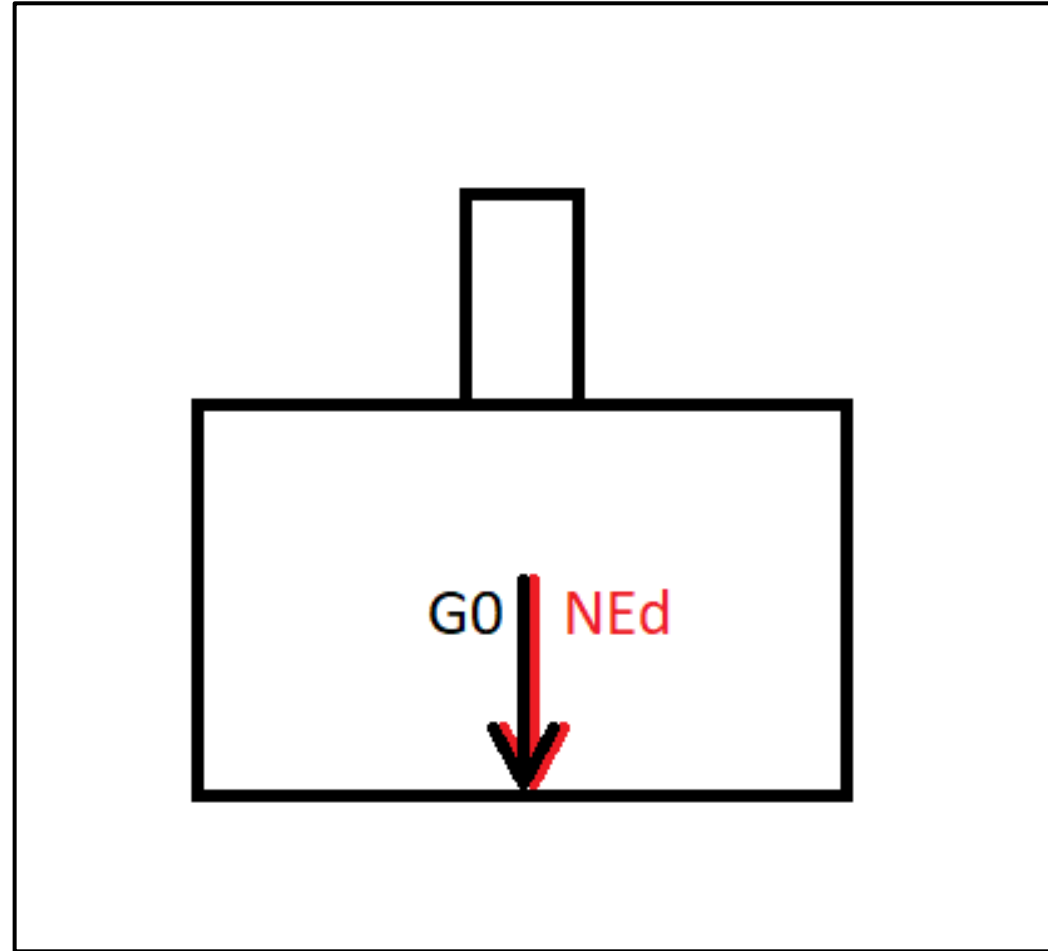
Posouvající síla působící v patě sloupu.

Excentricita normálové síly



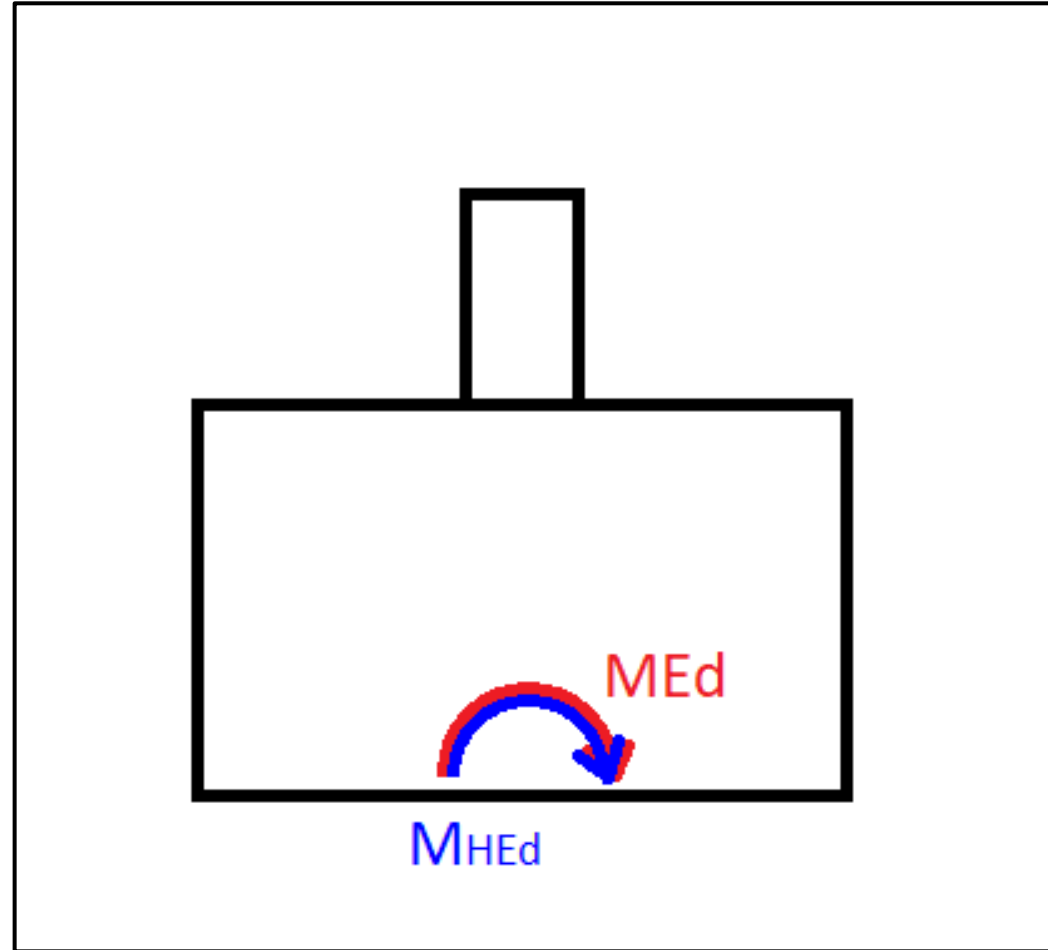
Vliv posouvající síly v patě sloupu na vnitřní síly v základové spáře – vznik ohybového momentu od posouvající síly $M_{H,Ed} = H_{Ed}h$.

Excentricita normálové síly



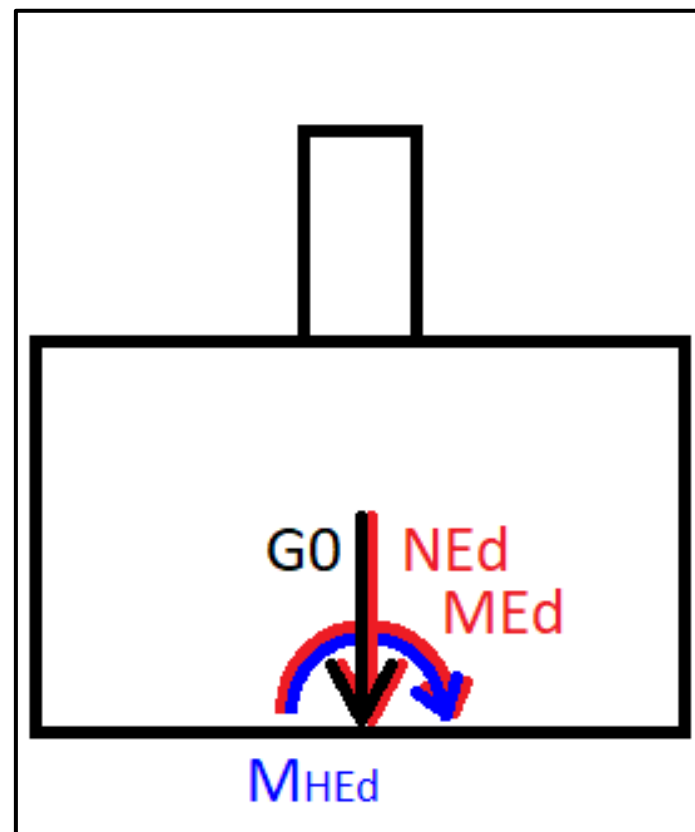
Všechny normálové síly v základové spáře – od **horní stavby** a od **vlastní tíhy**.

Excentricita normálové síly



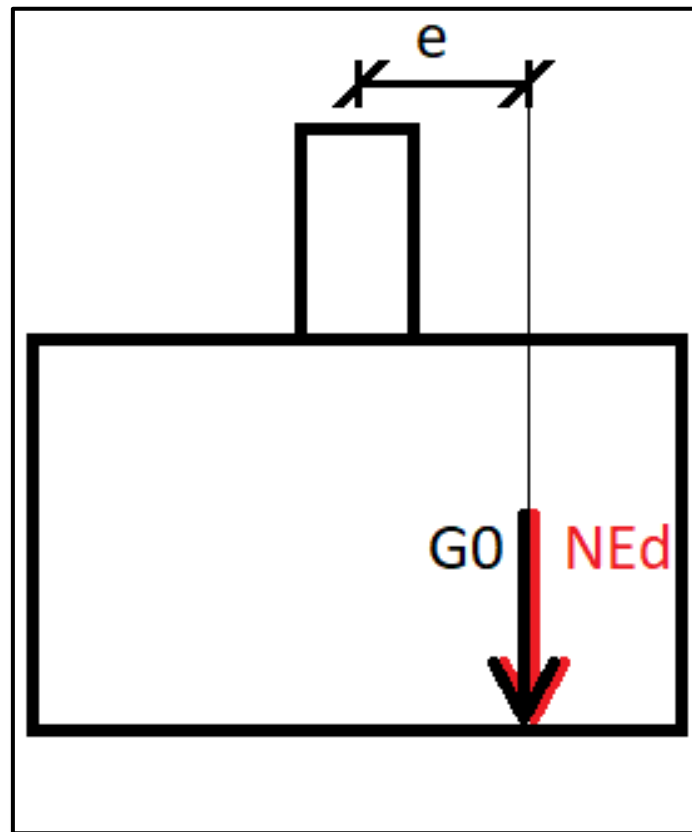
Všechny ohybové momenty v základové spáře – od **ohybového momentu** a od **posouvající síly**.

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

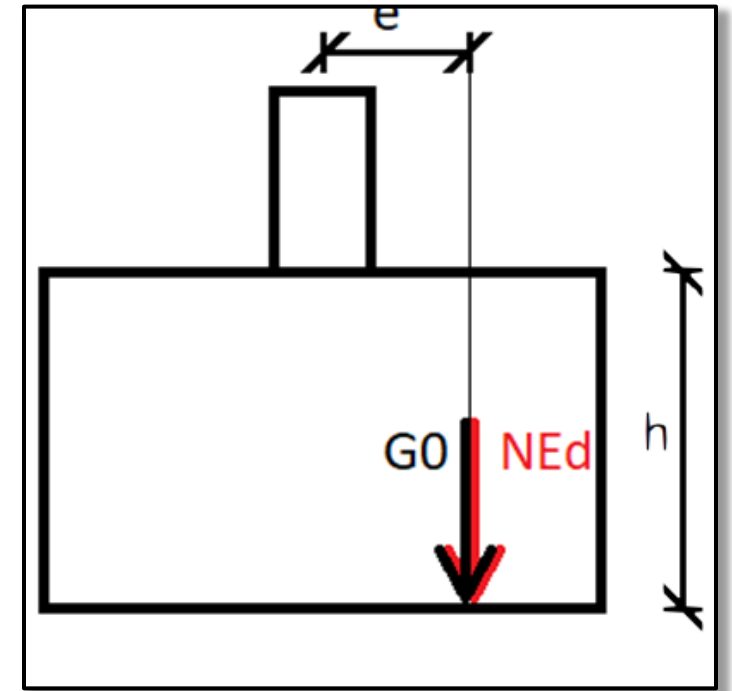
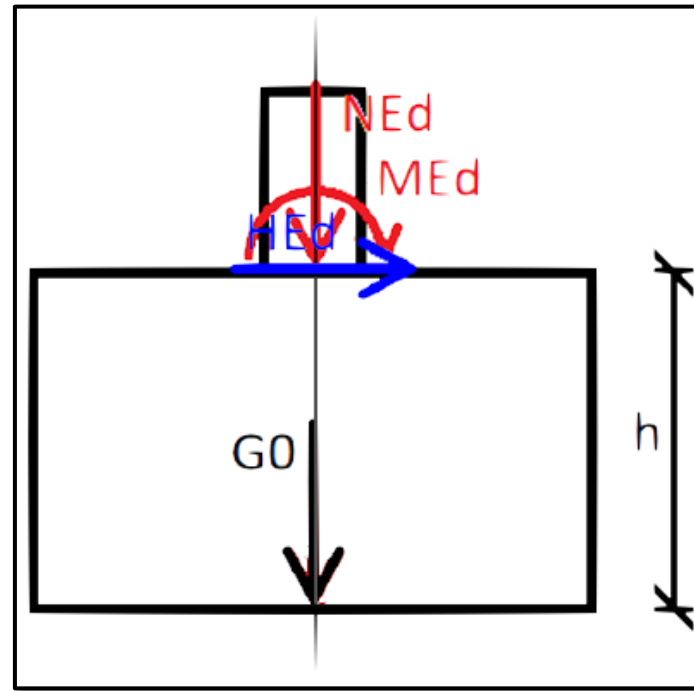


Celková excentricita
působící svislé síly se určí
z **celkového momentu**
a **celkových svislých sil**.

Excentricita normálové síly

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

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



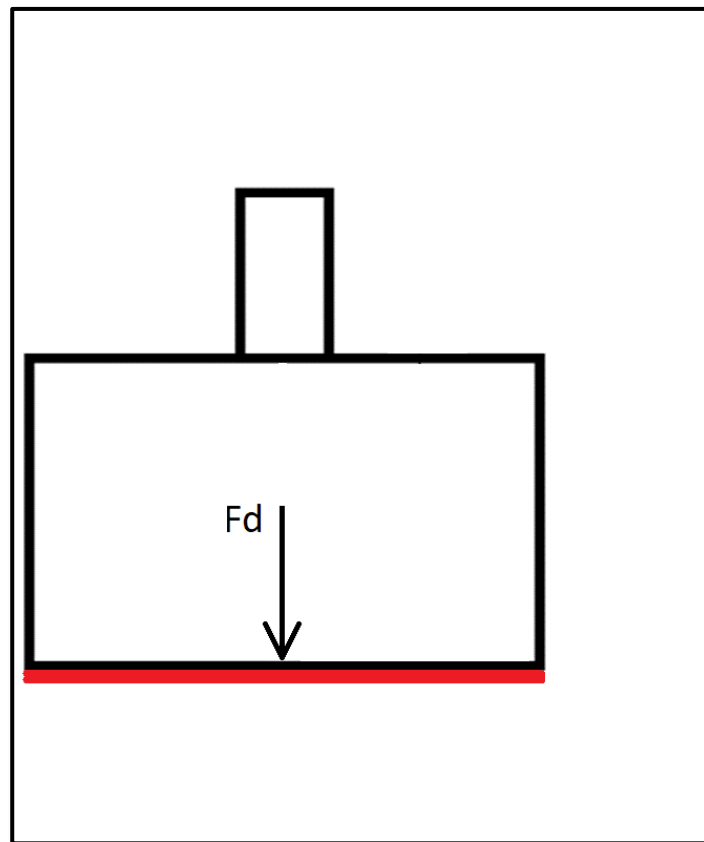
Teorie navíc

TEORIE – Efektivní zatěžovací plocha

Efektivní zatěžovací plocha

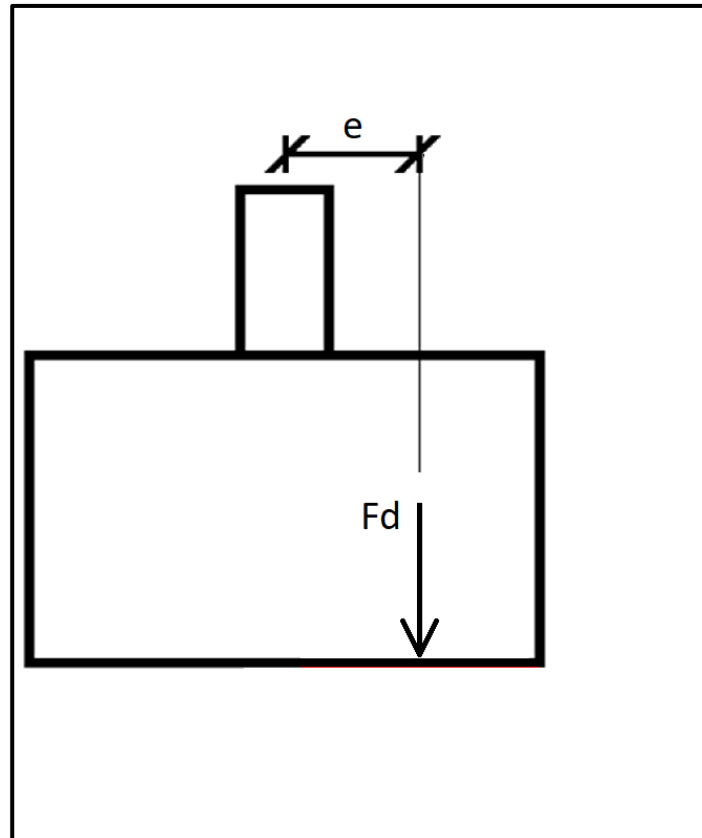
Kdyby **normálová síla působila v ose**, **zatěžovací plocha** by odpovídala **půdorysné ploše**

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



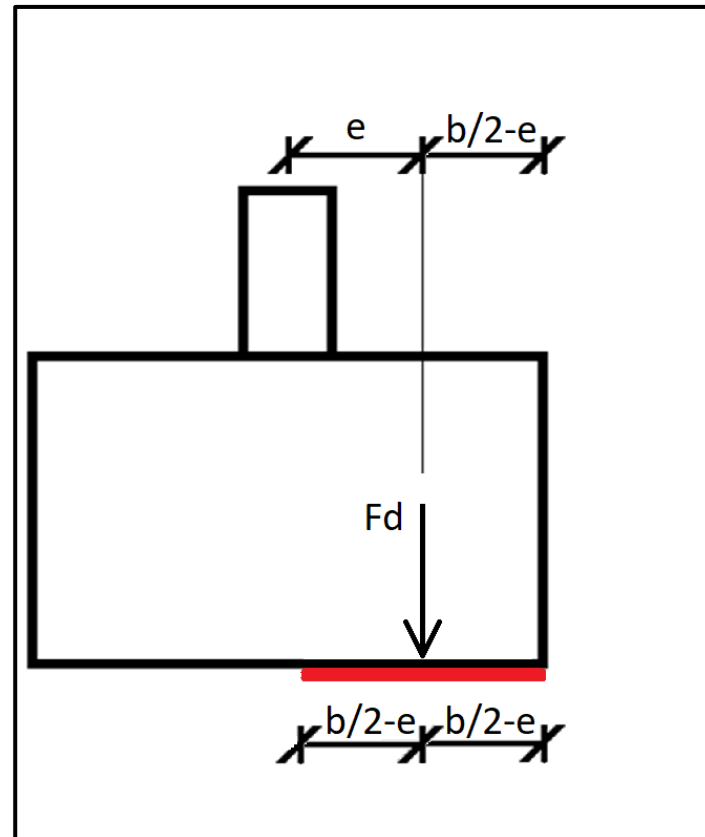
Efektivní zatěžovací plocha

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



Efektivní zatěžovací plocha

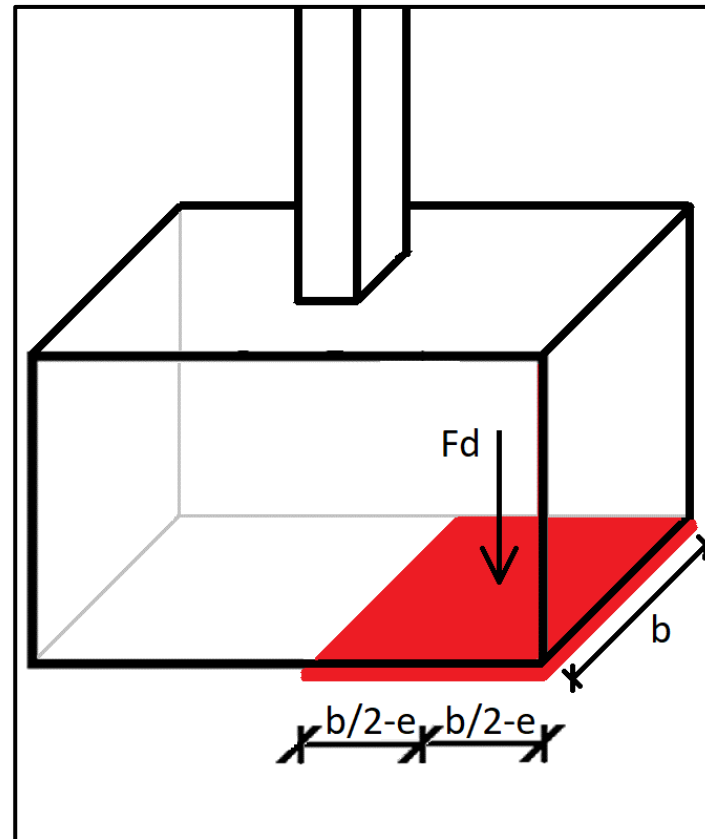
Efektivní zatěžovací plocha A_{eff} závisí právě na excentricitě působící normálové síly.



Efektivní zatěžovací plocha

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

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



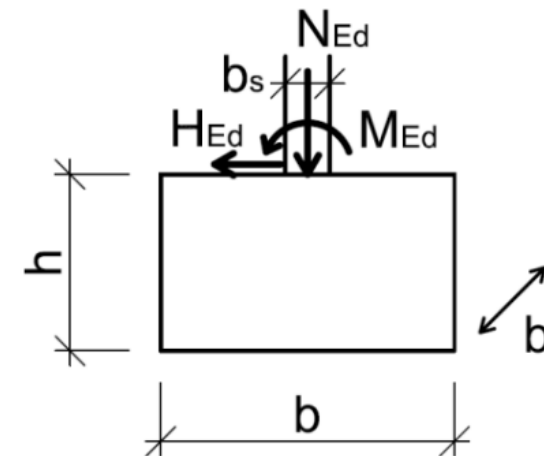
Zadání

Zadání

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

- **Navrhňte a posuďte** základovou **patku z prostého** betonu.
- **Navrhňte a posuďte** 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

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 výztuže.

Půdorysné rozměry patky

Půdorysné rozměry patky

Při návrhu půdorysných rozměrů **vycházíme z toho**, že při posouzení patky musí platit, že **napětí v základové spáře σ** 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

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 (viz [návod](#)), 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 první odhad šířky 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**

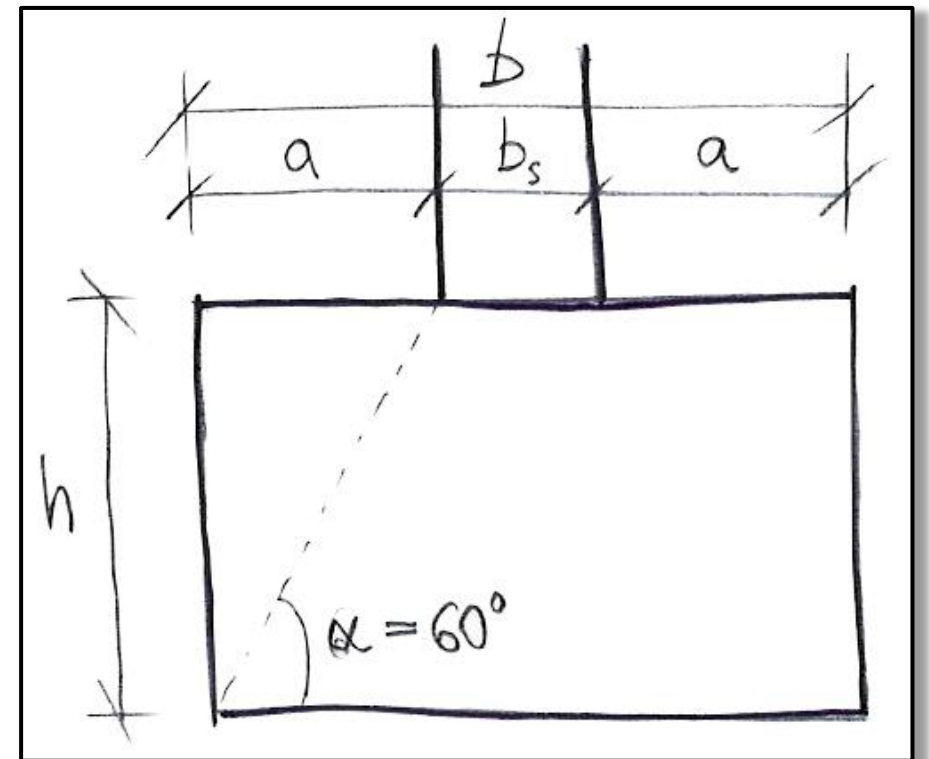
- **výšku patky,**
- **vlastní tíhu patky,**
- **efektivní zatěžovací plochu.**

Ověření šířky patky – výška patky

Výšku patky odhadneme z předpokladu, že roznášecí úhel zatížení α v prostém betonu by měl být alespoň 60° *

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

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),

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

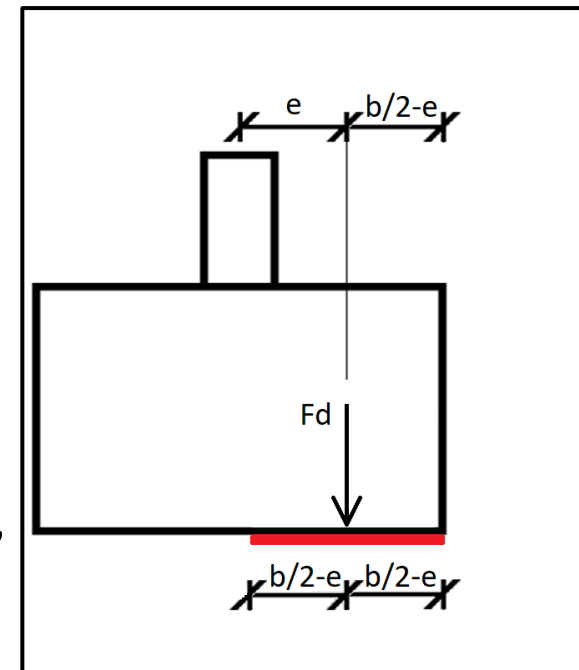
kde M_{Ed} je moment od horní stavby (zadáno),

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^*** .

Shrnutí návrhu šířky patky

$$A_{eff,req} = \frac{1.1N_{Ed}}{R_d}$$

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

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

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

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

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

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

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

Pokud podmínka není splněna, tak zvětším b , vrátím se zpět a výpočet opakuji.

Patka z prostého betonu

Návrh

Patka z prostého betonu

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

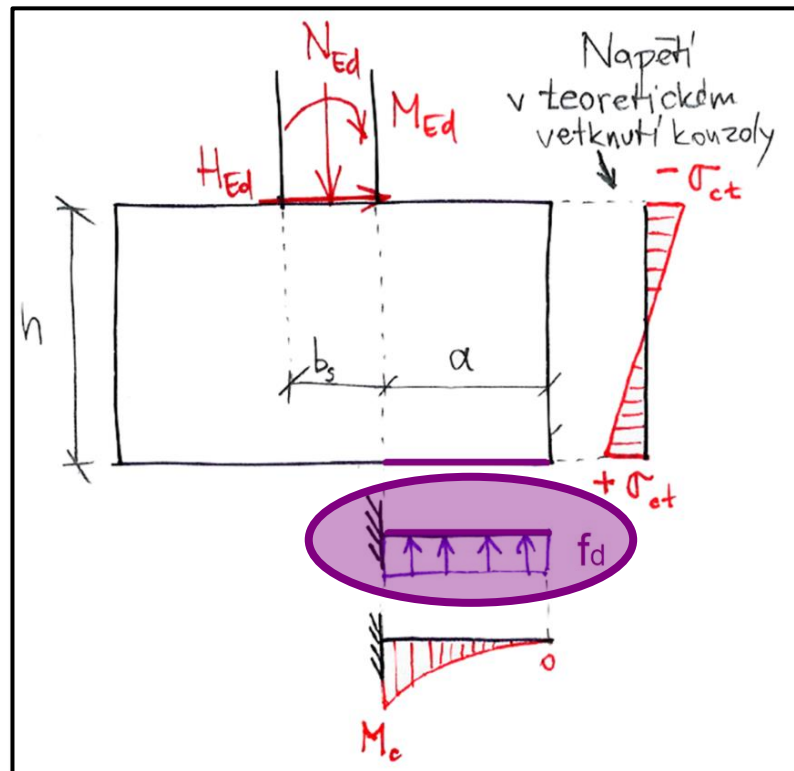
Výšku patky **vypočítáme přesněji** z podmínky pro napětí v betonu*.

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.

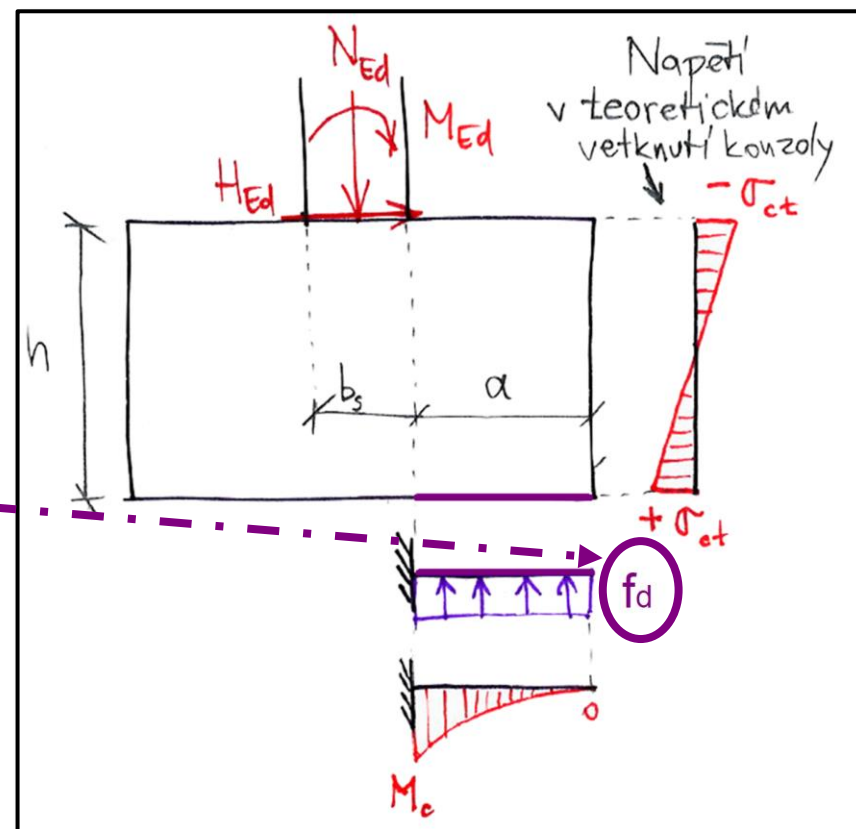
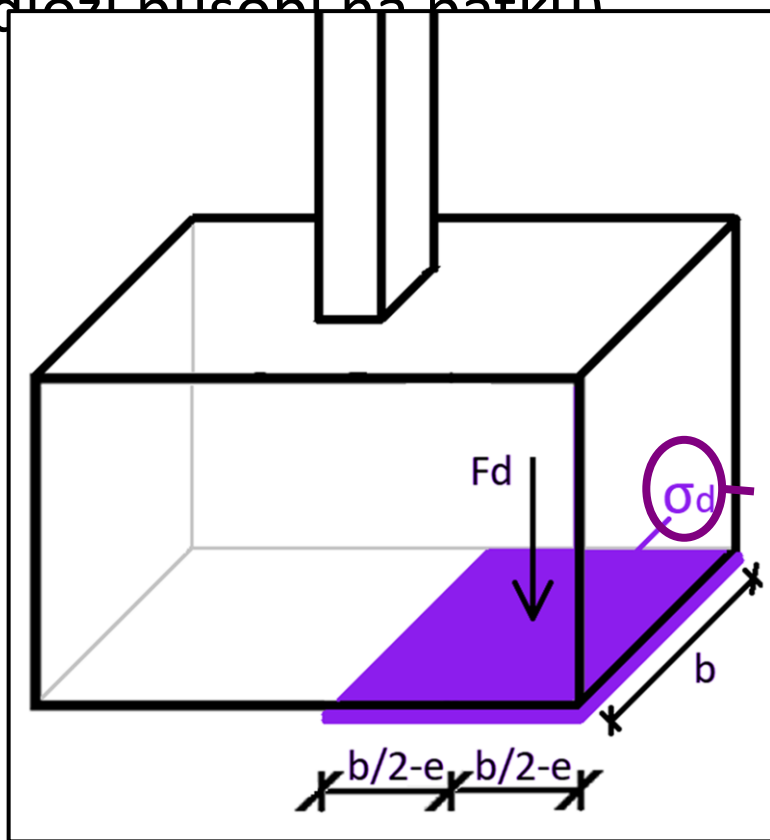
Statické schéma

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**

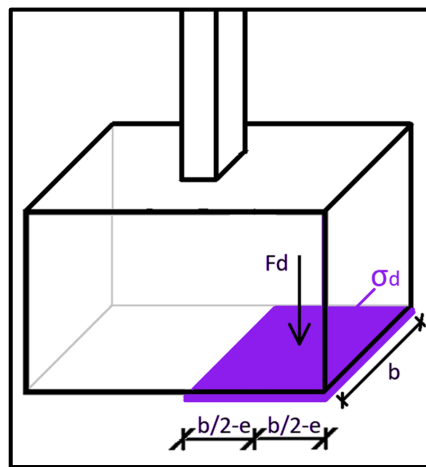
- 1) napětí, kterým podloží působí na patku σ_d ,
- 2) **zatížení**, kterým podloží působí na patku f_d ,
- 3) **moment** od zatížení v teoretickém vetknutí konzoly M_c ,
- 4) návrhovou **tahovou pevnost** prostého betonu f_{ctd} ,
- 5) **výšku** patky h ,
- 6) **výstřednost** zatížení e a **efektivní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

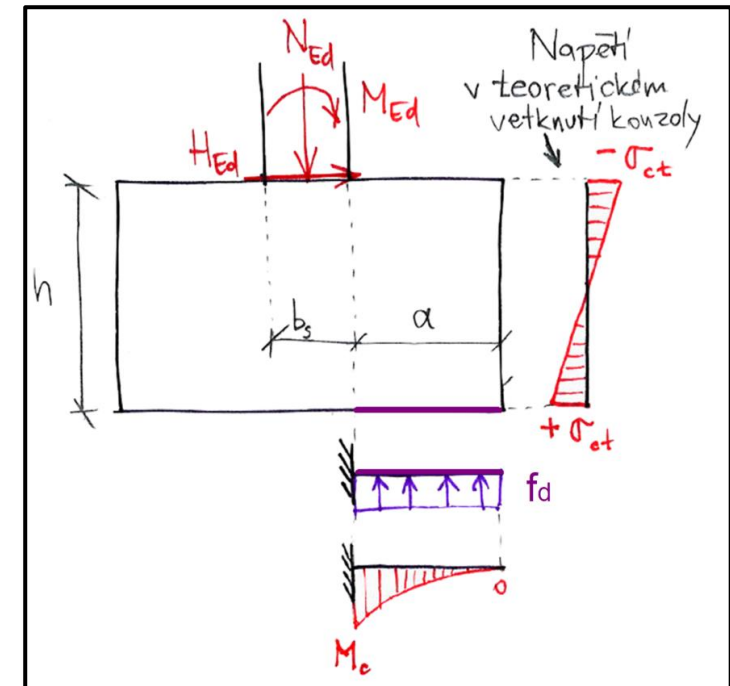
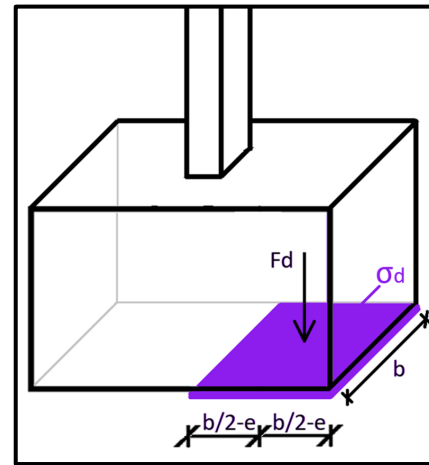


*Vlastní tíha patky se zde neuvažuje, protože je eliminována. Patka je směrem nahoru ohýbána zatížením včetně vlastní tíhy σ (předchozí kapitola) a směrem dolů pak vlastní tíhou. Výsledkem je zatížení bez vlastní tíhy σ_d .

2) Zatížení působí na konzolu

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

$$f_d = b\sigma_d.$$



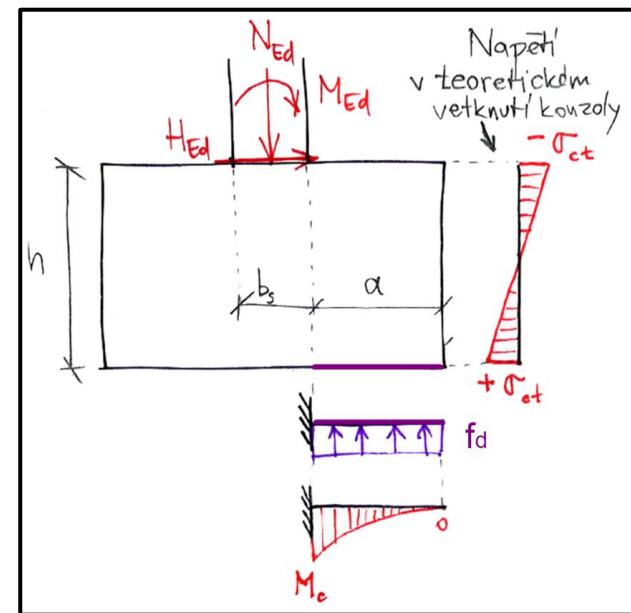
3) Moment v teoretickém vetknutí konzoly

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

Návrhová tahová pevnost prostého betonu

kde

Upo

nost
le).

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

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

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. $0.05N_{Ed}$).

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

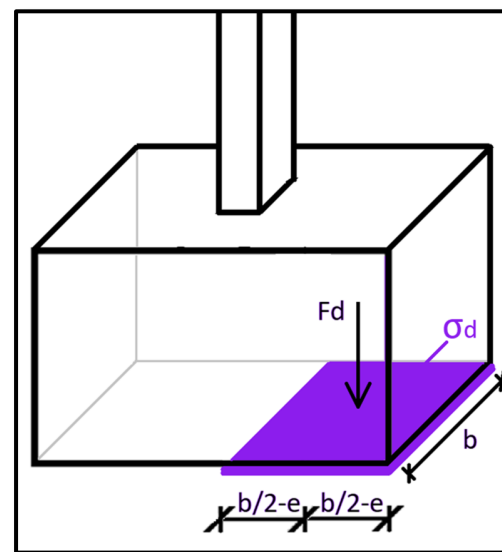
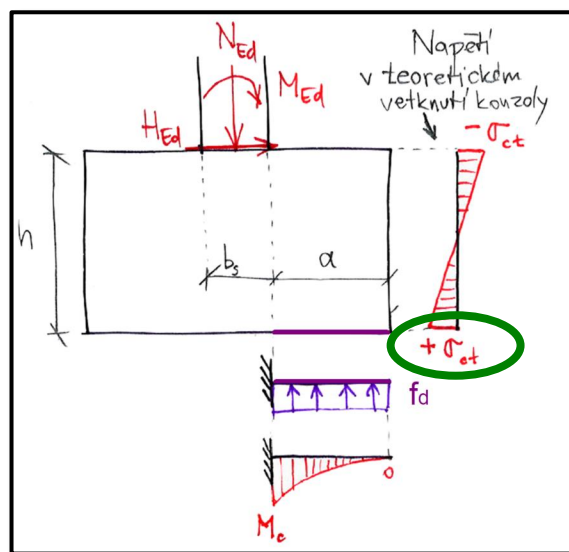
Patka z prostého betonu

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**.



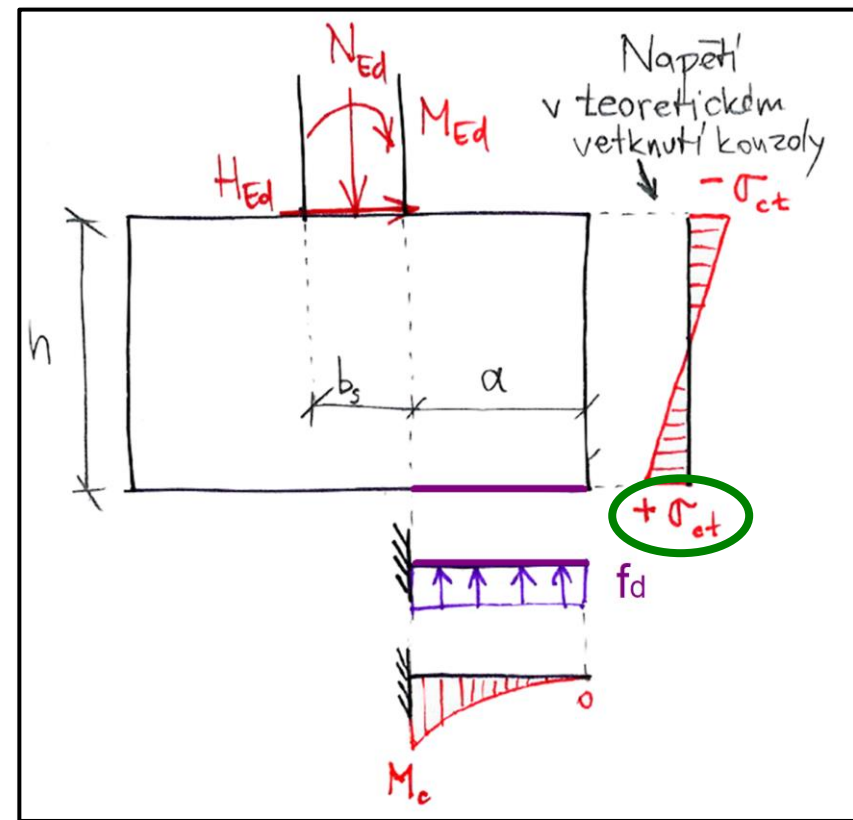
Posouzení napětí v tažených vláknech patky

Napětí v tažených vláknech patky σ 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 52).



Posouzení napětí v tažených vláknech patky

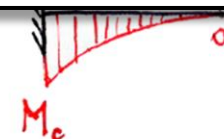
Napětí v tažených vláknech patky σ musí být menší než tahová pevnost betonu f_{ctd}

$1 \cdot f_{ctd}$

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 48), protože se změnila efektivní plocha (viz slide 52).



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 52).

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 27).
(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 52).
(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.

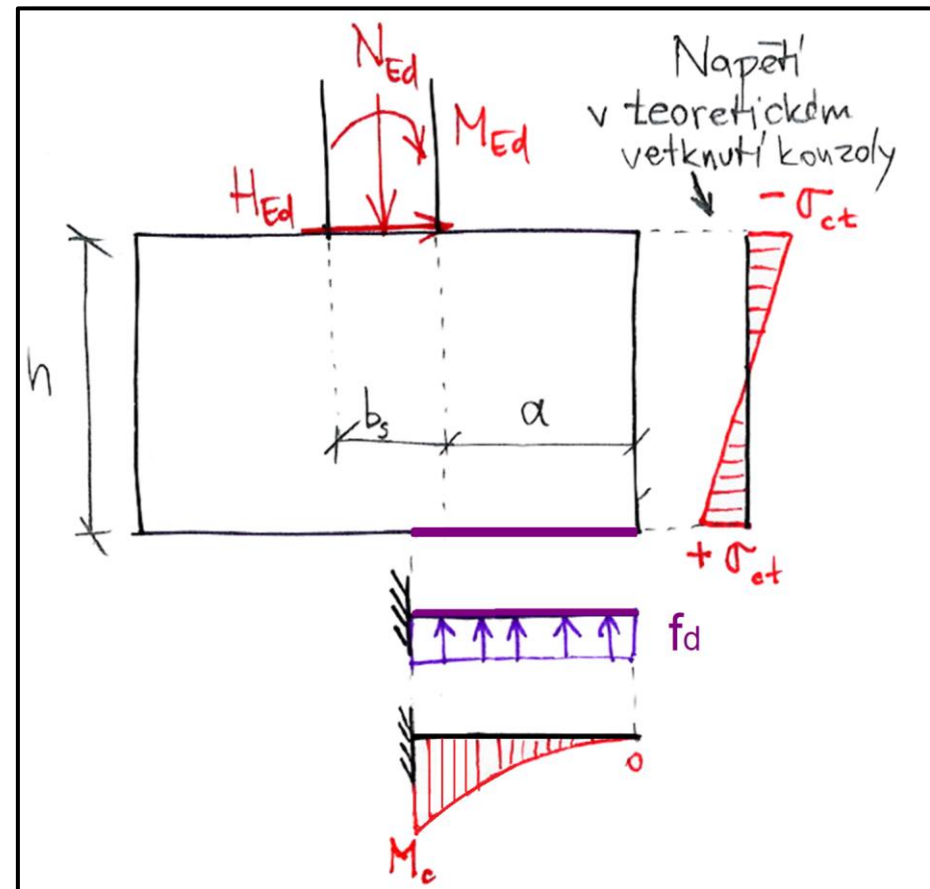
- Šířku patky už máme určenou z předchozího výpočtu a nijak ji neupravujeme.
- Výšku patky si vhodně zvolíme (viz dále).

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** σ_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

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

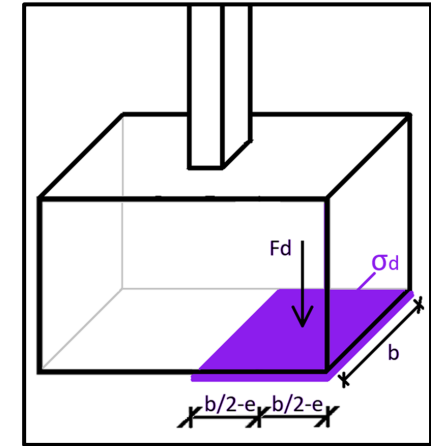
Upozornění: Výšku h a vlastní tíhu $G_{0,d}$ použijte tu skutečnou aktuální (předchozí slide) a ne hodnoty pro patku z prostého betonu.

3) Napětí a zatížení působící na patku

Napětí, kterým podloží působí na patku se určí ze vztahu

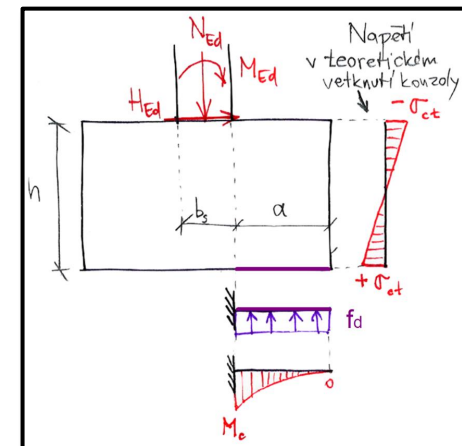
$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}},$$

kde A_{eff} viz předchozí slide.



Zatížení, kterým podloží působí na patku je

$$f_d = b\sigma_d.$$

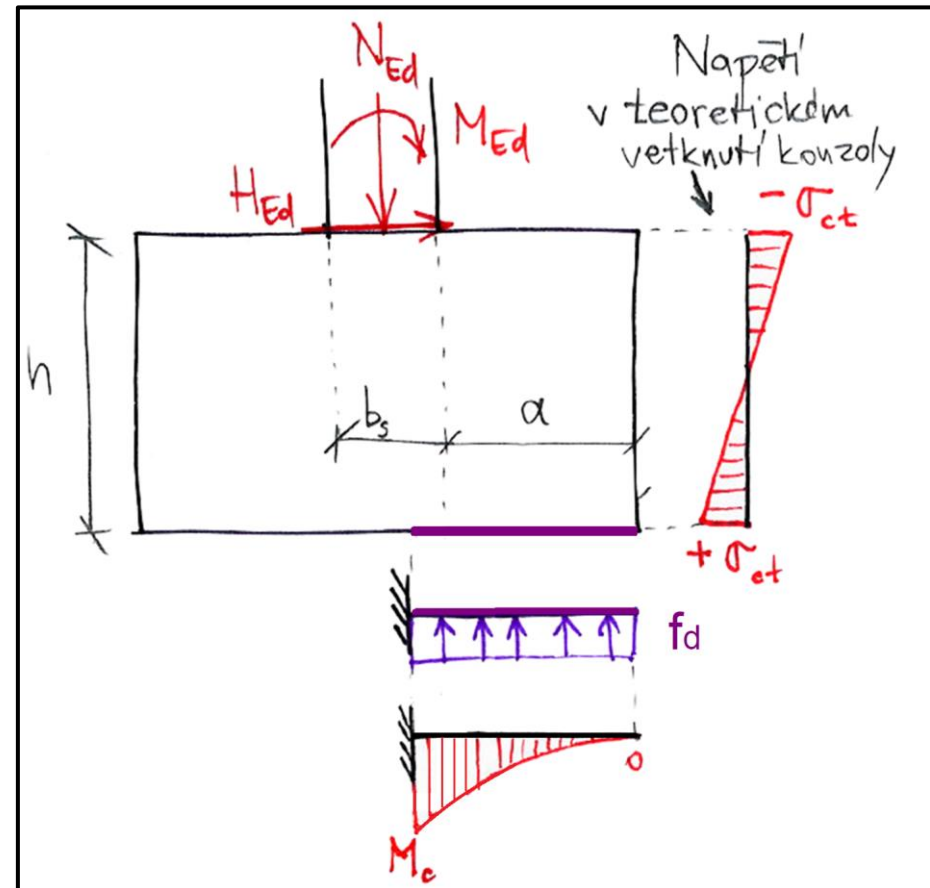


4) Moment v teoretickém vetknutí konzoly

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 navrhujeme výztuž ve tvaru

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

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).

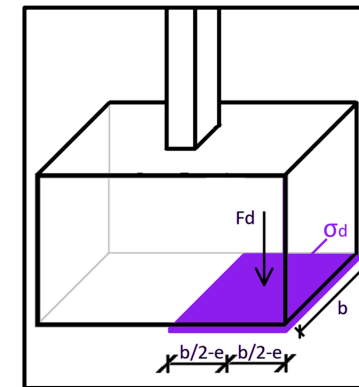
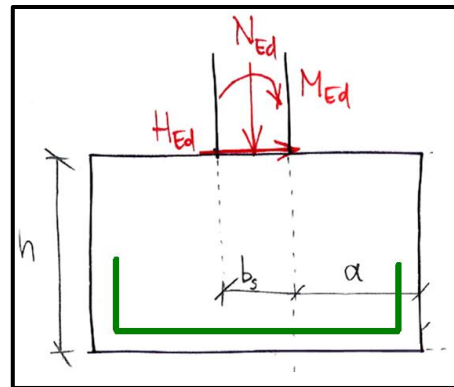
Železobetonová patka

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 68).

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 65 a 66).

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 65 a 66).

UPOZORNĚNÍ

Za G_0 a A_{eff} dosazujeme nejaktuálněji spočítané hodnoty (slide 65 a 66).
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:

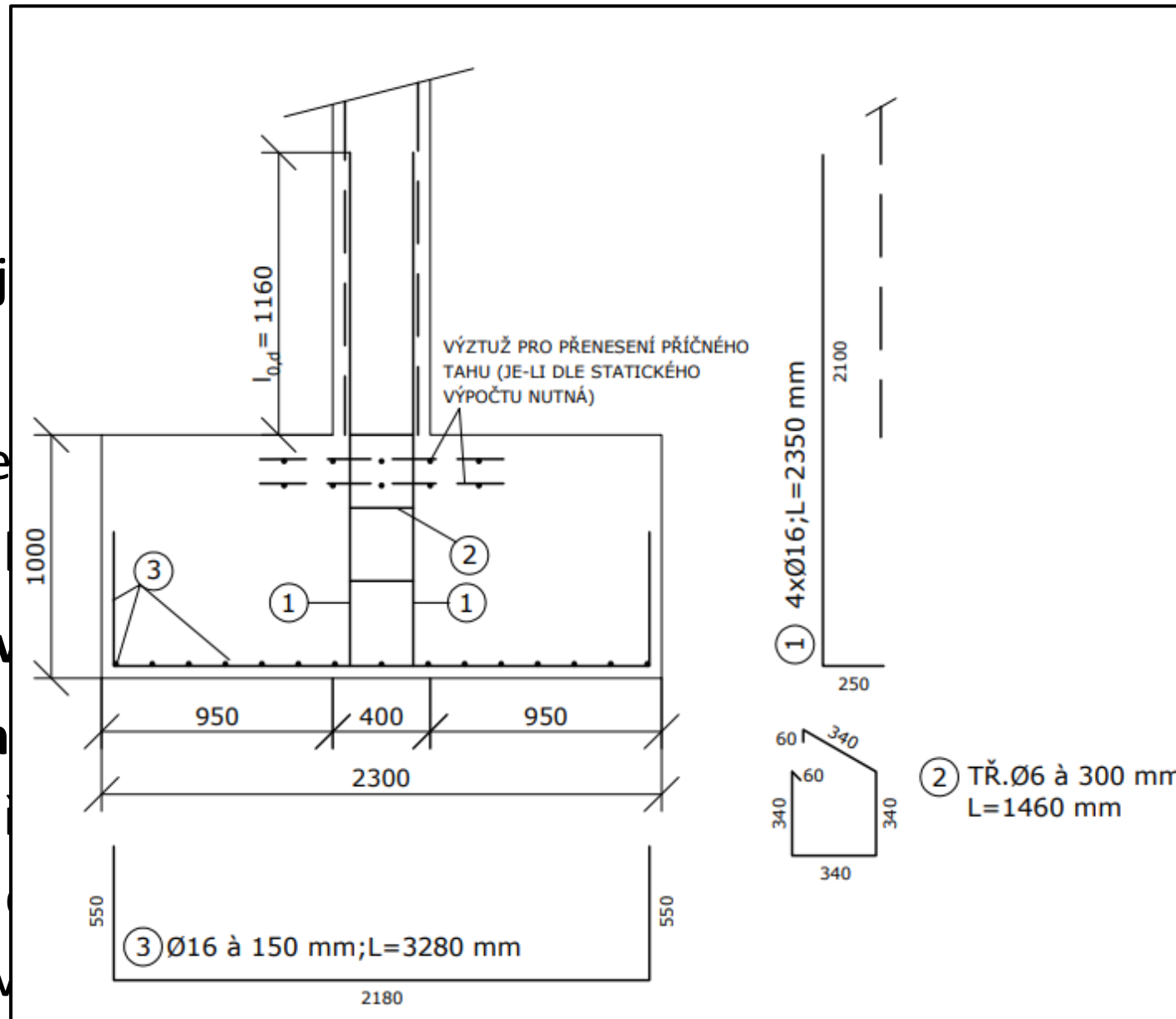
- navrženou **hlavní ohybovou výztuž** patky,
- **startovací výztuž** pro sloupy,
- **konstrukční výztuž** patky,
 - horní v řešeném řezu,
 - horní a dolní v druhém směru,
 - vodorovná („třmínky“)

Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

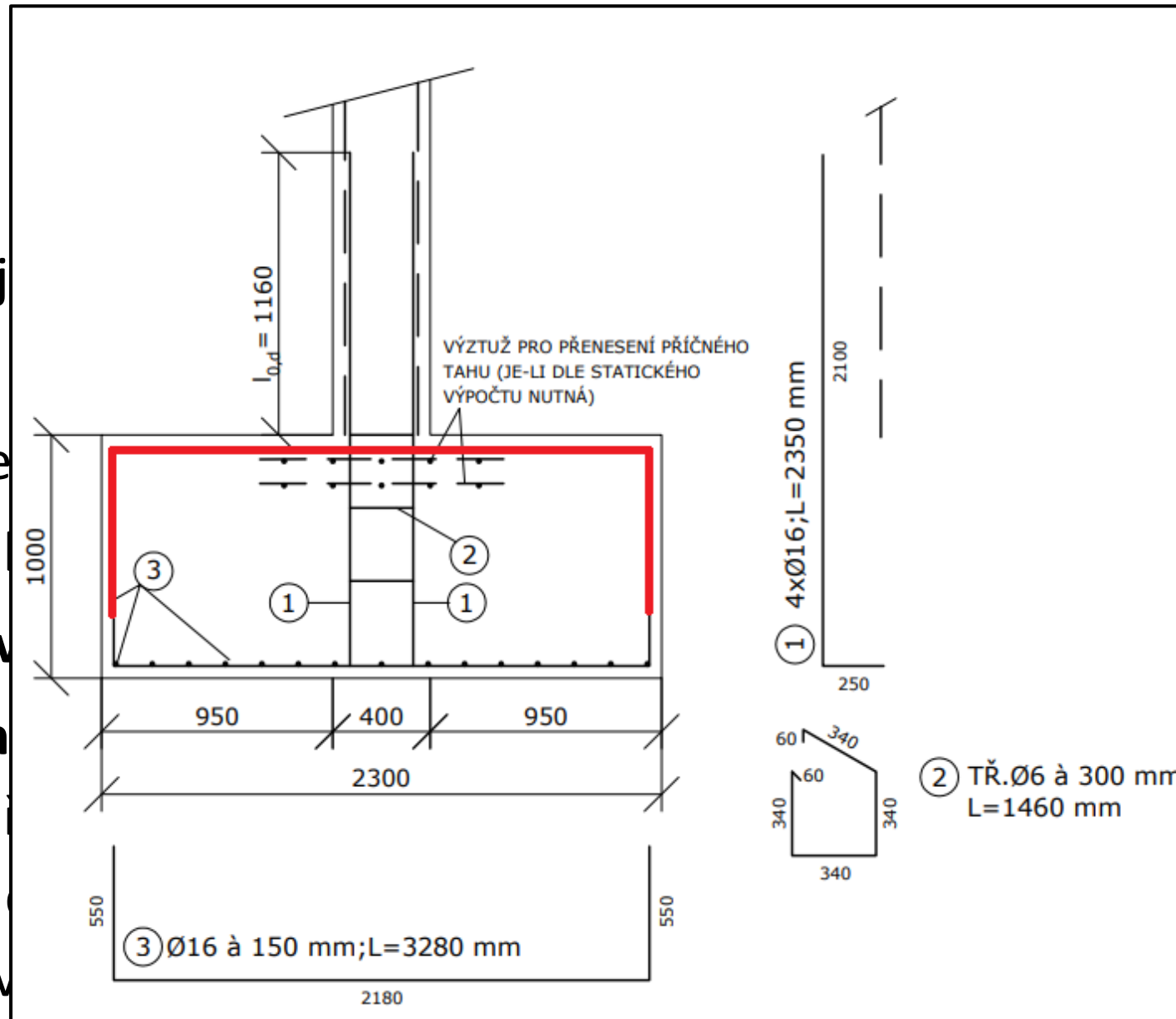
zobetonu.



Skicu zpracuj

Skica výztuže

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



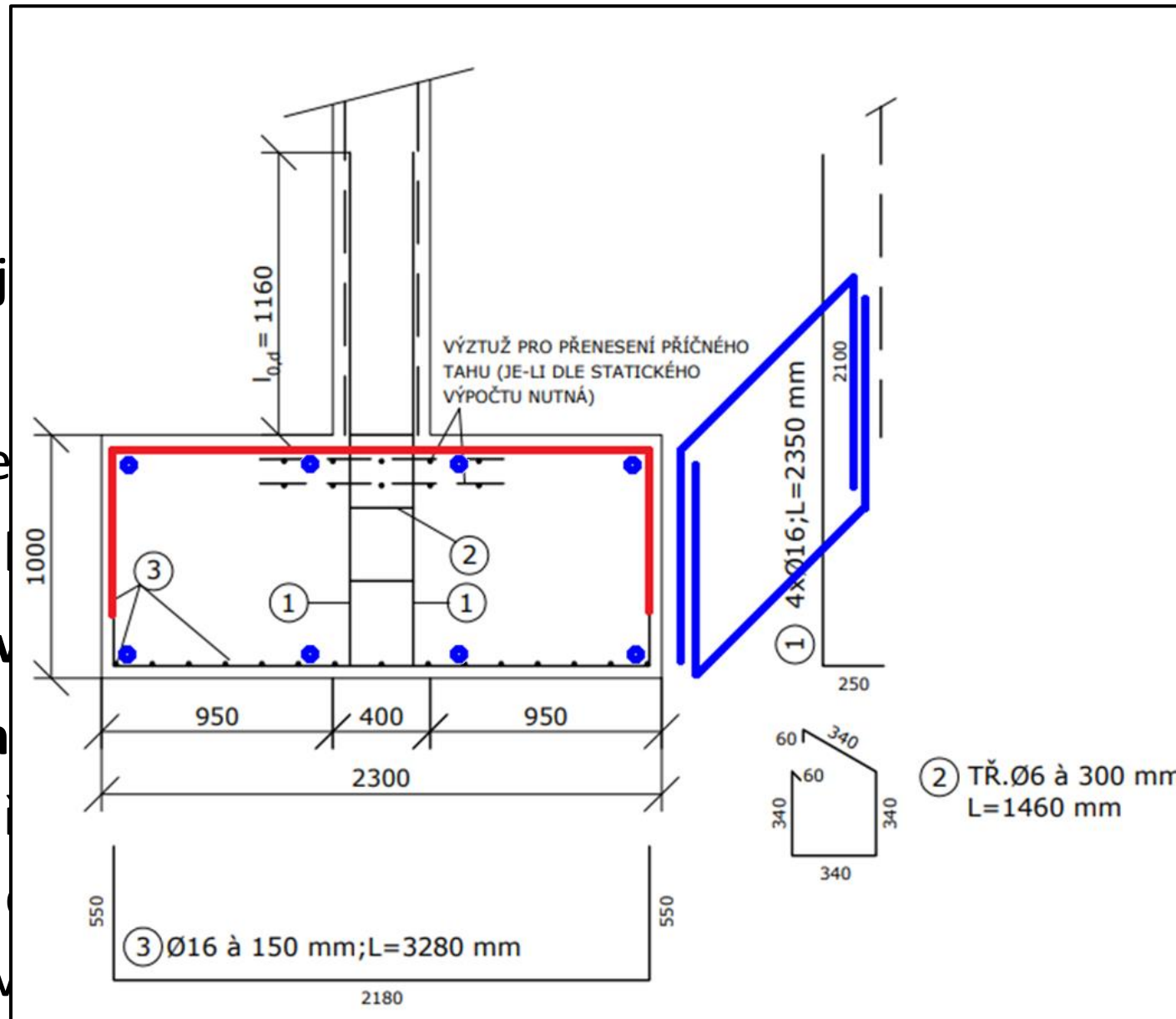
zobetonu.

Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

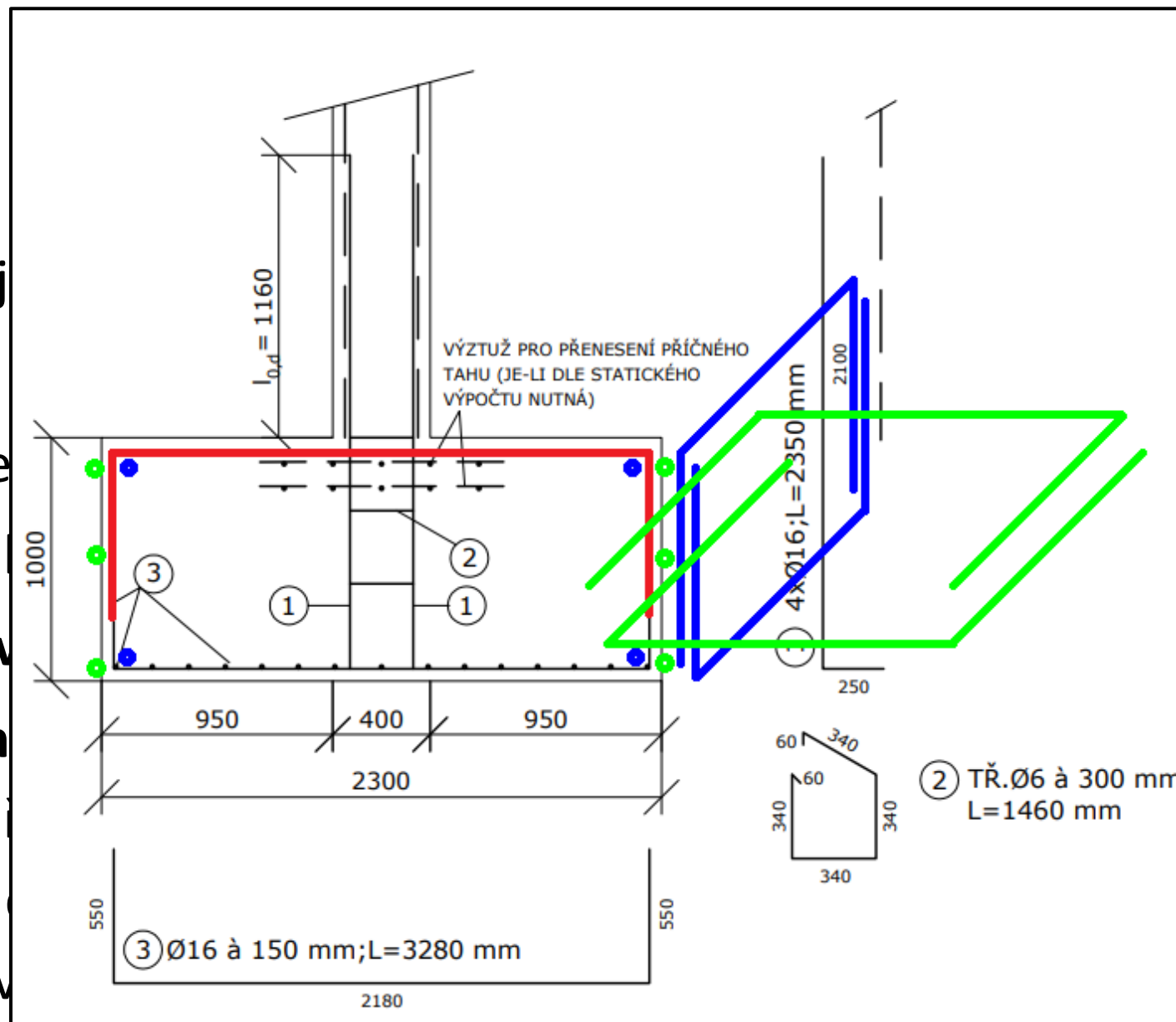
zobetonu.



Skicu zpracuj

Skica výztuže

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



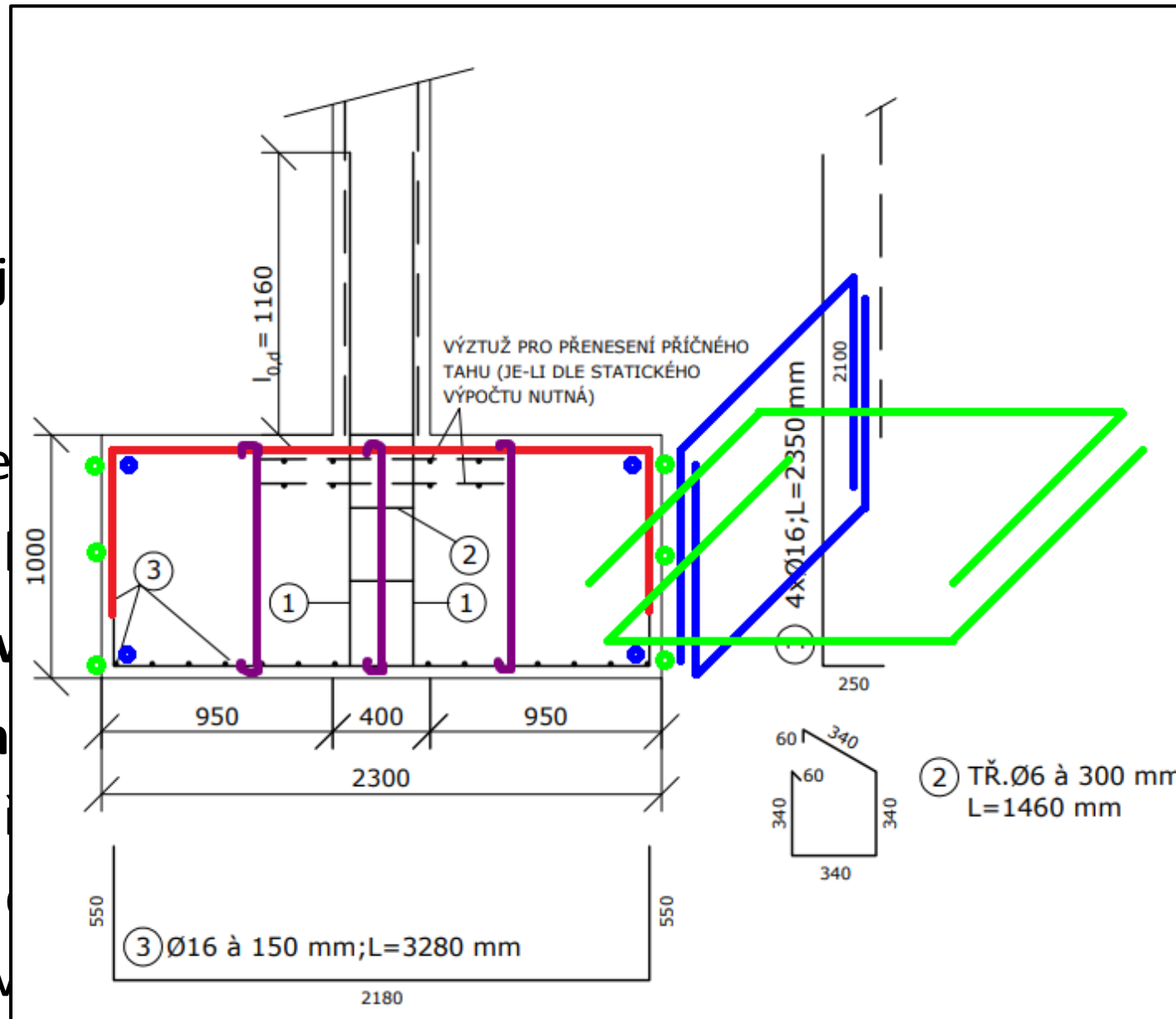
zobetonu.

Skicu zpracuj

Skica výztuže

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

zobetonu.

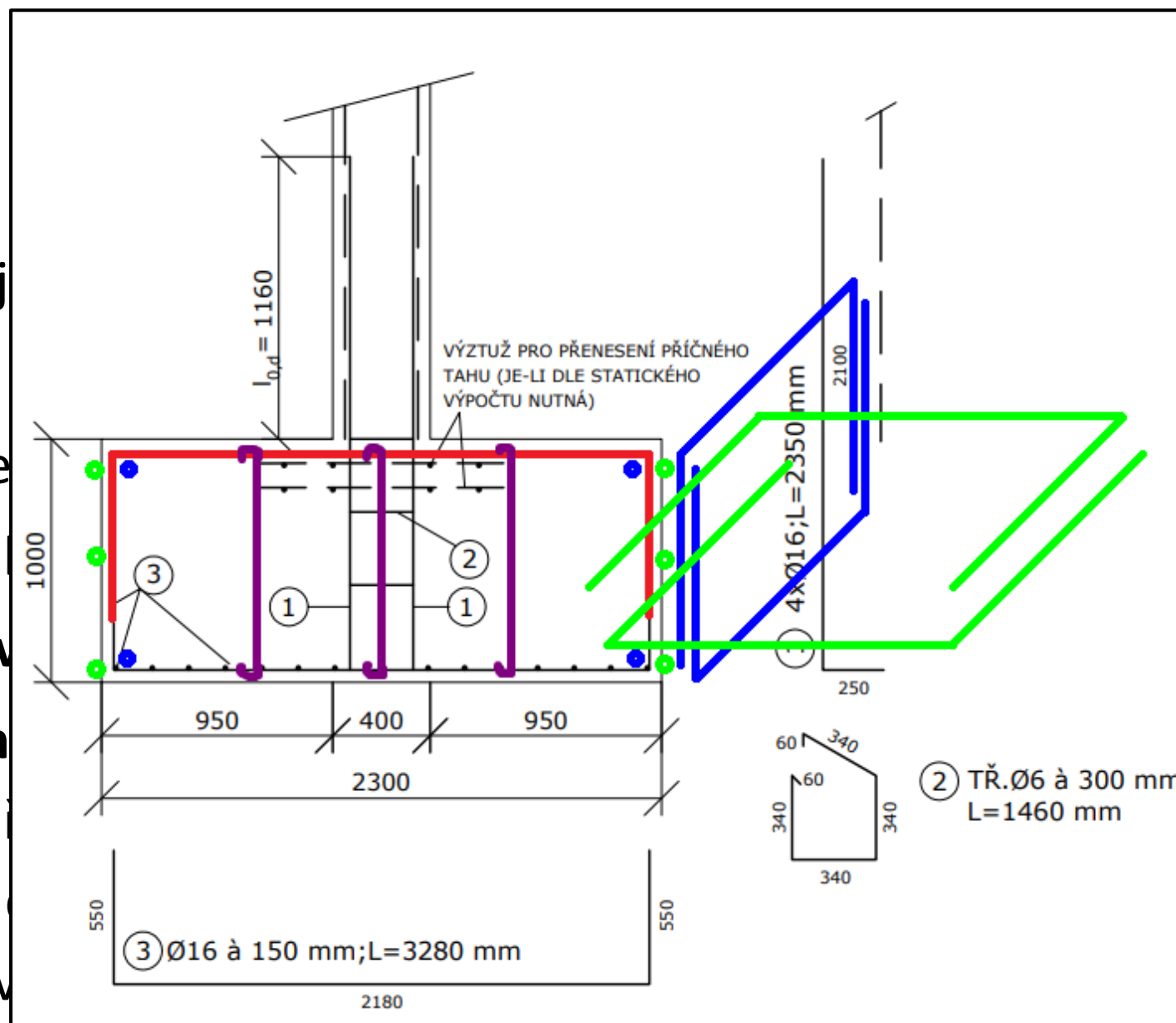


Skicu zpracuj

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 σ_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.