

## zadání 4 - SLOUP - zjednodušený postup s komentářem

komentář není třeba přepisovat do vašich statických výpočtů !

Za normální situace bychom počítali účinky zatížení na rámu z prvního zadání. Stanovili bychom pro všechny zatěžovací stavy v rozhodujících mezipodporových a podporových průřezích účinky zatížení tzv. 1. řádu  $\Rightarrow$  získali bychom hodnoty normálových sil a ohybových momentů  $N_f$  a  $M_f$  jednak pro patní průřez (bottom section ... v indexu zkratka  $_{bot}$ ), a jednak pro průřez v hlavě sloupu (horní průřez ... top section ... v indexu zkratka  $_{top}$ ). V prvním kroku počítáme vnitřní síly metodami stavební mechaniky na rámu s rovnými pruty, získáme tedy hodnoty vnitřních sil na nedeformované konstrukci. Ty je třeba ještě upravit s ohledem na vzpěr a štíhlost sloupu, poté navrhnout a posoudit výztuž sloupů.

Hodnoty normálových sil a ohybových momentů převezmete z výpočtu zatěžovacího stavu podle ZADÁNÍ 4 (případně z obálky zatěžovacích stavů) pro rám ze ZADÁNÍ 1; příčel rámu 350 x 550mm ... převzato z předběžného návrhu ZADÁNÍ 1; sloup průřezu 350 x 350mm ... převzato z předběžného návrhu ZADÁNÍ 1.

**Normálové síly 1.řádu se nemění** a rovnají se návrhovým hodnotám normálových sil pro posouzení.

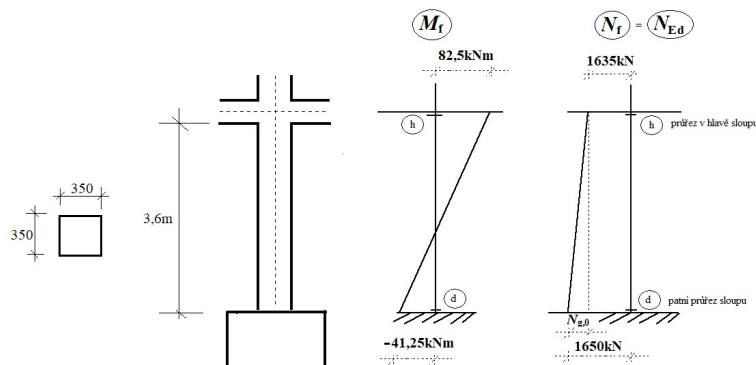
Hodnoty **ohybových momentů je třeba zvětšit** v závislosti na štíhlosti sloupu.

$$N_{f,top} = N_{Ed,top} = 1650\text{kN} - 0,35 \cdot 0,35 \cdot 3,6 \cdot 25 \cdot 1,35 = 1635\text{kN}$$

$$M_{f,top} = 82,5\text{kNm}$$

$$N_{f,bot} = N_{Ed,bot} = 1650\text{kN}$$

$$M_{f,bot} = 41,25\text{kNm}$$



hodnoty vnitřních sil 1.řádu v patním a horním průřezu sloupu (z řešení na nedeformované konstrukci)

C30/37 ...  $f_{cd} = 30/1,5 = 20\text{MPa}$  ... z předběžného návrhu prvního zadání

B500B ...  $f_{yd} = 435\text{MPa}$

pro dostředný tlak  $\sigma_s = 400\text{MPa}$

sloup uvnitř objektu ... XC1, předpokládaná životnost konstrukce 50 let

$\Rightarrow$  krytí třmínku 20mm, třmínek 10mm

## 1. KONTROLA ŠTÍHLOSTI SLOUPU

- konstrukce ztužená (objekt ztužen zděnými smykovými stěnami)

⇒ odhad vzpěrné délky sloupu  $l_0 \approx 0,8 \cdot l_{col} = 0,8 \cdot 3,6 = 2,88\text{m}$

- štíhlost sloupu  $\lambda = \frac{l_0}{i} \Rightarrow$  pro obdélníkové sloupy  $\lambda = \frac{3,46 \cdot l_0}{h} = \frac{3,46 \cdot 2,88}{0,35} = 28,5$

- limitní štíhlost sloupu - zjednodušeně při uvažování  $A = 0,7$ ;  $B = 1,1$  a  $C = 0,7$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} \leq 75$$

... přičemž je doporučeno omezit limitní štíhlost následujícími vztahy:

$$\lambda_{lim} = 25 \text{ pro } |n| \geq 0,41 \quad \text{a} \quad \lambda_{lim} = 16 / \sqrt{n} \text{ pro } |n| \leq 0,41$$

$$n = \frac{|N_{Ed}|}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{|1650 \cdot 10^3|}{0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,67$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7}{\sqrt{0,67}} = 13,1$$

$\lambda = 28,5 > \lambda_{lim} = 13,1 \Rightarrow$  **štíhlý sloup** ... nutno stanovit účinky druhého řádu

- odhad excentricity druhého řádu (pouze pro účely tohoto cvičení!!!)

$$e_2 \approx 0,2(e_f + e_i)$$

( $e_f$  ... excentricita 1. řádu od zatížení;  $e_i$  ... náhodná excentricita - imperfekce)

- excentricita od zatížení v patním průřezu  $e_{f,bot} = 41,25/1650 = 0,025\text{m}$

- excentricita od zatížení v hlavě sloupu  $e_{f,top} = 82,5/1635 = 0,05\text{m}$

- excentricita náhodná  $e_i =$  zjednodušeně  $l_0/400 = 2,88/400 = 0,007\text{m}$

- excentricita 1.řádu v patním průřezu zvětšená o imperfekce

$$e_{d,bot} = (0,025 + 0,007) = 0,032\text{m}$$

- excentricita 2. řádu (pro účely cvičení pouze odhad)  $e_2 \approx 0,2 \cdot e_{d,bot} \approx 0,2 \cdot 0,032 \approx 0,006\text{m}$

- moment 1. řádu v patě sloupu zvětšený o imperfekce

$$M_{01} = M_{Ed,bot} + e_i \cdot N_{Ed} = 41,25 + 0,007 \cdot 1650 = 52,8\text{kNm}$$

- odhadnutý moment 2.řádu  $M_2 = N_{Ed,bot} \cdot e_2 = 1650 \cdot 0,006 \approx 10\text{kNm}$

- excentricita 1.řádu v horním průřezu zvětšená o imperfekce

$$e_{d,top} = (0,05 + 0,007) = 0,057\text{m}$$

- excentricita 2. řádu (pro účely cvičení pouze odhad)  $e_2 \approx 0,2 \cdot e_{d,bot} \approx 0,2 \cdot 0,032 \approx 0,006\text{m}$

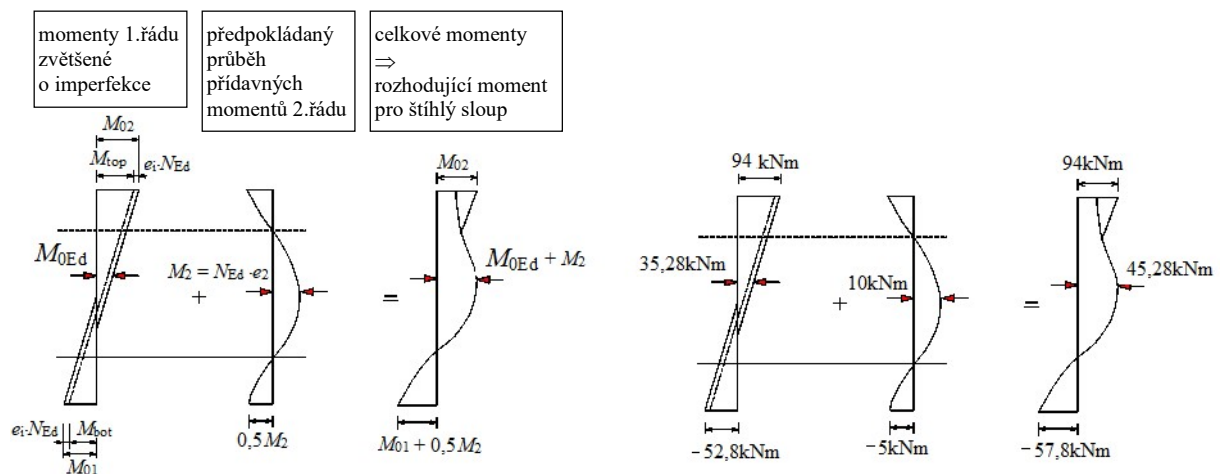
- moment 1. řádu v hlavě sloupu zvětšený o imperfekce

$$M_{02} = M_{Ed,top} + e_i \cdot N_{Ed} = 82,5 + 0,007 \cdot 1635 = 94\text{kNm}$$

- odhadnutý moment 2.řádu  $M_2 = N_{Ed,bot} \cdot e_2 = 1635 \cdot 0,006 \approx 10\text{kNm}$

- rozhodující moment pro návrh a posouzení výztuže sloupu

$$M_{Ed,rozhod} = \max (M_{02}; M_{0Ed} + M_2; M_{01} + 0,5 \cdot M_2)$$



*výpočet hodnot návrhových ohybových momentů pro štíhlý sloup*

kde  $M_{0Ed}$  je moment zhruba uprostřed výšky sloupu

$$M_{0Ed} = 0,6 \cdot M_{02} + 0,4 \cdot M_{01} \geq 0,4 \cdot M_{02}$$

$$= 0,6 \cdot 94 + 0,4 \cdot (-52,8) = 35,28 \text{ kNm} \geq 0,4 \cdot 94 = \underline{37,6 \text{ kNm}}$$

$$M_{Ed,rozhod} = \max (94; 37,6 + 10; |-52,8 - 5|) = \max (\mathbf{94 \text{ kNm}}; 47,6 \text{ kNm}; 57,8 \text{ kNm})$$

⇒ rozhoduje průřez v hlavě sloupu

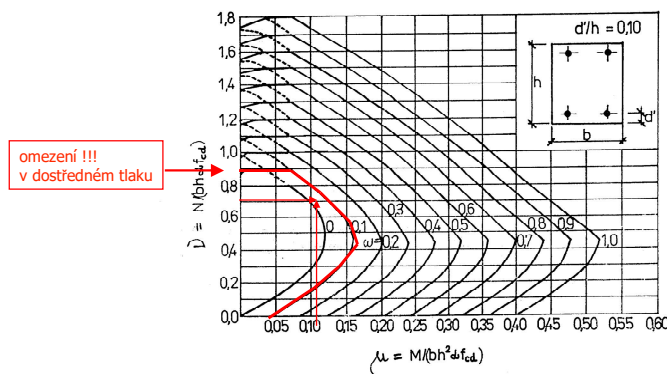
Pozn.: Pokud vyjde,  $\lambda = \dots < \lambda_{lim} = \dots \Rightarrow$  **masivní sloup**  $\Rightarrow e_2$  lze zanedbat!

$$M_{Ed,rozhod} = \max (M_{01}; M_{02})$$

## 2. NÁVRH VÝZTUŽE

Sloup bude navržen jako souměrně vyztužený a pro návrh lze použít nomogram, pomocí kterého lze určit plochu výztuže při obou površích. Pro návrh je vybrána kombinace zatížení s maximálním ohybovým momentem a příslušnou normálovou silou.

$$\left. \begin{array}{l} \text{na základě poměrné normálové síly } v = \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{1635}{0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^3} \approx 0,67 \\ \text{a poměrného ohybového momentu } \mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{94}{0,35 \cdot 0,35^2 \cdot 20 \cdot 10^3} \approx 0,11 \end{array} \right\} \Rightarrow \omega \approx 0,1 \Rightarrow A_{s,req}$$



$$A_{s,req} = \frac{\omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s,req} = \frac{0,1 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20}{435} = 564 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{1}{2} \frac{\omega \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s1,req} = A_{s2,req} = \frac{1}{2} \frac{0,1 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20}{435} \approx 282 \text{ mm}^2$$

S určitou rezervou navrženo:

$$\Rightarrow 2 \times 2 \phi 20 \dots 2 \times 628 \text{ mm}^2$$

## 3. KONTROLA KONSTRUKČNÍCH ZÁSAD

Podle v normě definovaných konstrukčních zásad je třeba navrhnout min. 4 profily v rozích sloupu a profily větší nebo rovny 12mm.

Minimální plocha podélné výztuže ve sloupu je:

$$A_{s,min} = \frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,002 \cdot A_c$$

$$A_{s,min} = \frac{0,1 \cdot 1635}{434 \cdot 10^3} = 0,000380 \text{ m}^2 = 380 \text{ mm}^2 \geq 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 0,35 \cdot 0,35 = 0,000245 \text{ m}^2 = 245 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 2 \times 628 \text{ mm}^2 = 1256 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 380 \text{ mm}^2 \quad \text{navržená výztuž vyhovuje}$$

Plocha výztuže v místech mimo stykování výztuže nemá přestoupit hodnotu:

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 350 \cdot 350 = 4900 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 2 \times 628 \text{ mm}^2 = 1256 \text{ mm}^2 < A_{s,max} = 4900 \text{ mm}^2 \quad \text{navržená výztuž vyhovuje}$$

V místě stykování výztuže lze připustit 2-násobek, tj.  $0,08 \cdot A_c$ .

Osová vzdálenost příčné výztuže (třmínků)  $s$  po délce sloupu nesmí překročit  $s_{max}$ . Přitom rozhoduje nejmenší z následujících hodnot:

- $s_{max} \leq 15$ -násobek nejmenšího průměru podélných prutů ...  $15 \cdot 20 = 300 \text{ mm}$
- $s_{max} \leq$  menší z rozměrů sloupu  $b = h = 350 \text{ mm}$
- $s_{max} \leq 300 \text{ mm}$ .

Navržená vzdálenost třmínků  $s = 300 \text{ mm}$ .

Podle konstrukčních zásad se třmínky zhušťují ve dvou místech na sloupu:

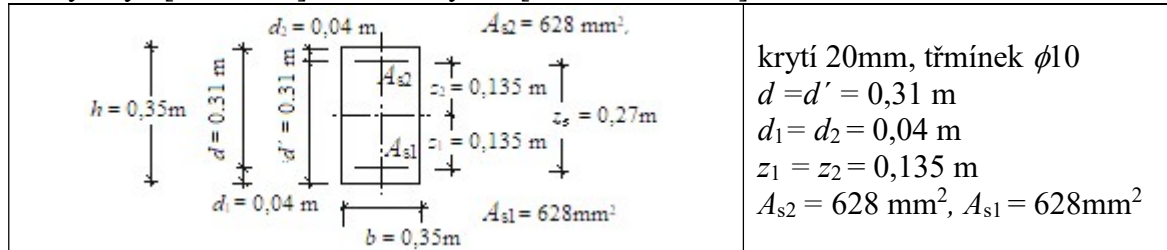
- v místě stykování výztuže těsně nad pracovní spárou,
- těsně pod nosíkem,

a to na vzdálenost  $0,6 \cdot s = 180 \text{ mm}$

#### 4. POSOUZENÍ SLOUPU

Posouzení provedeme **pomocí interakčního diagramu**.

Pro účely našeho cvičení spočteme jen nezbytný počet základních bodů interakčního diagramu, a to souřadnice bodů pro dostředný tlak [tlaková  $N$ ;  $M = 0$ ], pro tzv. rozhraní mezi malou a velkou výstředností (v tažené výztuži je právě mez kluzu ...  $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{yd} = 2,17\%$ ), pro čistý ohyb [ $N = 0$ ;  $M$ ] a dostředný tah [tahová  $N$ ;  $M = 0$ ].

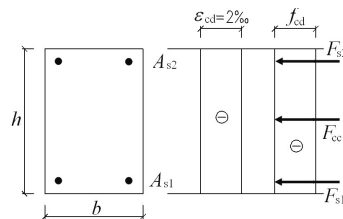


Pro ocel B500 B je:

$$\xi_{\text{bal},1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 435} = 0,617;$$

$$\xi_{\text{bal},2} = \frac{700}{700 - f_{yd}} = \frac{700}{700 - 435} = 2,631$$

**Bod 0** – dostředný tlak

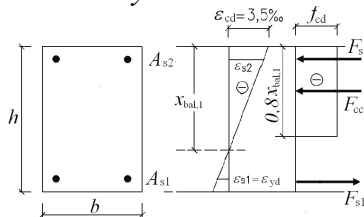


$$N_{Rd0} = - (b \cdot h \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \sigma_s) = - [(0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^3 + (628 \cdot 10^{-6} + 628 \cdot 10^{-6}) \cdot 400 \cdot 10^3)] = -2952 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = (A_{s2} z_2 - A_{s1} z_1) \sigma_s = (628 \cdot 10^{-6} \cdot 0,135 - 628 \cdot 10^{-6} \cdot 0,135) \cdot 400 \cdot 10^3 = 0$$

$$\sigma_s = \varepsilon_{c2} E_s \leq f_{yd} = 0,002 \cdot 200 \cdot 10^9 = 400 \text{ MPa}$$

**Bod 2** – rozhraní mezi malou a velkou výstředností



$$N_{Rd,\text{bal}} = - (b \cdot 0,8 \cdot \xi_{\text{bal},1} \cdot d \cdot f_{cd} + \Delta F_s) = - (0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,31 \cdot 20 \cdot 10^3 + (628 \cdot 10^{-6} - 628 \cdot 10^{-6}) \cdot 435 \cdot 10^3) = -1071 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,\text{bal}} = b \cdot 0,8 \cdot \xi_{\text{bal},1} \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - \lambda \xi_{\text{bal},1} d) + F_{s1} z_1 + F_{s2} z_2 = 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,31 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,5(0,35 - 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,31) + 628 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,135 + 628 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3 \cdot 0,135 = 179,1 \text{ kNm}$$

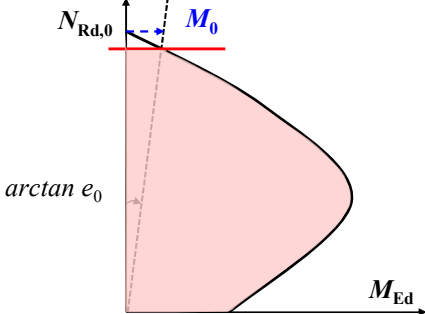
$$\xi_{\text{bal},1} d \geq \xi_{\text{bal},2} d_2 \Rightarrow \sigma_{s1} = \sigma_{s2} = f_{yd}$$



V dostředném tlaku je třeba interakční diagram omezit s ohledem na imperfekce, neboli nepřesnosti výroby. Ideálně dostředný tlak není reálně možný. Proto norma zavádí hodnotu minimální výstřednosti  $e_0 = h/30$  minimálně ale 20mm.

⇒ dokonalý dostředný tlak neexistuje

- výstředný moment:  $M_0 = N_{Rd,0} \cdot e_0$



V grafickém řešení ale nelze jednoduše vynést úhel  $\arctan e_0$  ... úhel, který definuje omezení interakčního diagramu. Normálové síly jsou totiž obvykle vynášeny ve zcela jiném měřítku (tisíce kN) než ohybové momenty (desítky kNm). Spočítejte pro hodnotu  $N_{Rd,0}$  minimální ohybový moment  $M_0 = N_{Rd,0} \cdot e_0$  ... hodnotu  $M_0$  vyneste do grafu ... spojte získaný bod s počátkem souřadnic (čárkovaná čára) a průsečík s čarou interakčního diagramu graficky definuje potřebné omezení ...

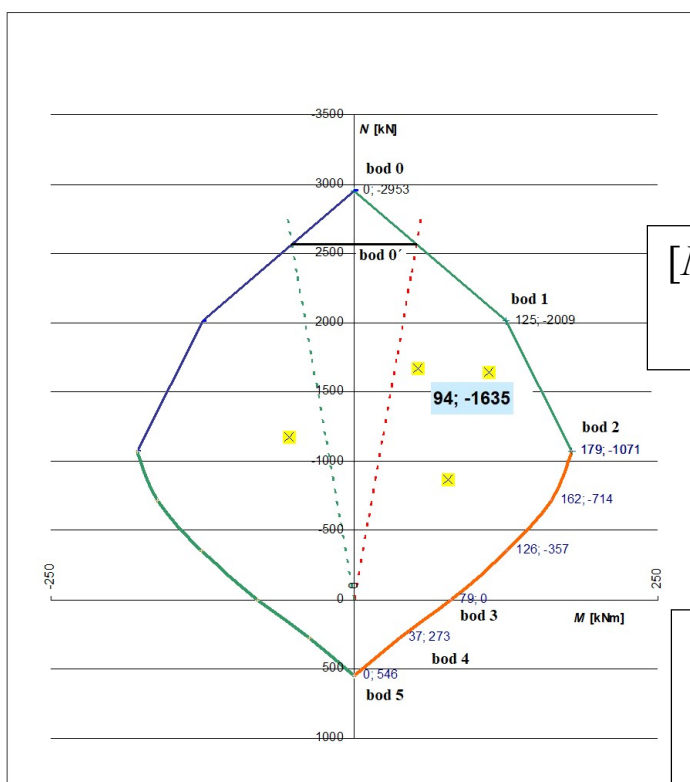
Pokud bychom spočetli také další body interakčního diagramu (bod 1 a 4, případně některé další body v oblasti velké výstřednosti), zpřesnili bychom jeho tvar.

Stejný postup pro posouzení bychom použili i při kontrole únosnosti sloupu v dalších zatěžovacích stavech při pohybu proměnného zatížení po konstrukci. Pro každý zatěžovací stav je třeba najít rozhodující moment na sloupu ve spojení vždy s příslušnou hodnotou normálové síly z tohoto zatěžovacího stavu.

Výpočet je nutné (vzhledem k tomu, že jde o dvojici vnitřních sil) provádět pro každou zatěžovací kombinaci zvlášť, nikoliv pro souhrnné maximální hodnoty ze všech kombinací. Zatěžovací kombinace sestavujeme obvykle tak, abychom získali:

- maximální hodnotu  $M_{max}$  + příslušná  $N$
- maximální hodnotu  $N_{max}$  + příslušný  $M$
- minimální hodnotu  $N_{min}$  + příslušný  $M$

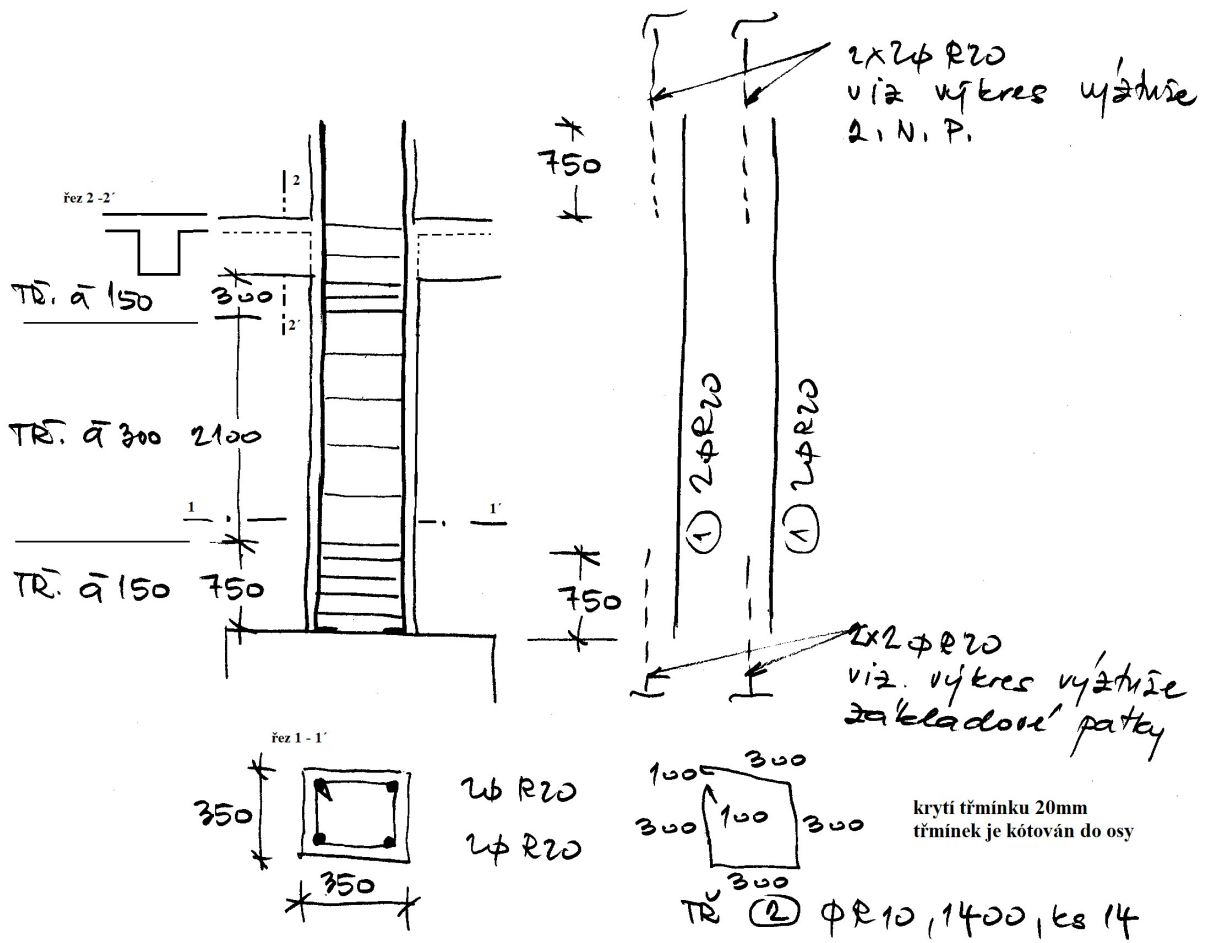
*Nebudeme v našem cvičení dělat!  
Je to tu jen pro informaci.*



$[M; N]$  ... body reprezentující účinky zatížení z jednotlivých zatěžovacích kombinací při podrobném posouzení sloupu

sloup vyhovuje, pokud body  $[M; N]$  ze všech zatěžovacích kombinací zůstanou uvnitř plochy interakčního diagramu

#### 4. SCHÉMA VÝZTUŽE SLOUPU



C30/37, XC1, C1 ...,  $D_{max}$  16, F3  
 B500B  
 krytí 20mm



## 5. NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ PATKY Z PROSTÉHO BETONU

### A ŽELEZOBETONOVÉ PATKY

Návrh a posouzení provedeme pro základovou patku pod vnitřním sloupem.

Zatížení převezmeme z výpočtu sloupu pro patní průřez

-  $N_{Ed} = 1650\text{kN}$  a  $M_{Ed} = 57,8\text{kNm}$

Únosnost základové půdy je dána konkrétními základovými podmínkami na dané stavbě v daném místě a bývá výstupem geologického průzkumu. Lze také dohledat alespoň orientační údaje o základových poměrech v dané lokalitě v geologických mapách.

Pro účely našeho cvičení únosnost základové půdy zvolte - v rozmezí 350kPa až 550kPa.

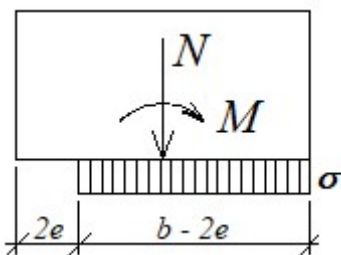
Já volím únosnost základové půdy hodnotou:  $R_d = 450\text{kPa}$ .

Beton C25/30, XC2, C1 ...,  $D_{\max} 16, S3$  -  $f_{ctk,0.05} = 1,8\text{MPa}$ ;  $f_{ck} = 25\text{MPa}$

pevnostní třídu betonu převezměte ze zadání 1

#### Rozměry patky

Rozměry patky navrhne na maximální zatížení patky za vyloučeného tahu v základové spáře. Rozdělení a průběh napětí jsou patrné ze schématu. Rozměry patky pro vlastní tíhu zatím odhadneme jako  $2 \times 2 \times 1\text{m}$ . Patku navrhne na maximální svislou sílu vyvozenou zatížením a odpovídající moment v patním průřezu sloupu.



Návrhové síly :

$$N_{Ed} = - 1650 - 2.2.1.24.1,35 = - 1780\text{kN}$$

$$M_{Ed} = 57,8\text{kNm}$$

Minimální rozměry patky :

$$e = \frac{M}{N} = \frac{57,8}{1780} = 0,032\text{ m}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \rightarrow A_{\text{red}} = \frac{N}{\sigma_{Rd}} = \frac{1780}{450} = 3,96\text{m}^2$$

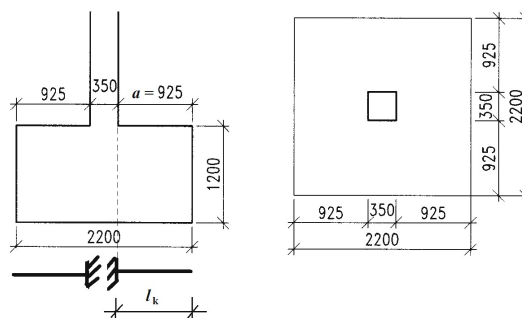
$$A_{\text{red}} = (b - 2e) \cdot b \rightarrow b_{\text{min}} = 2,03\text{m}$$

Z konstrukčních důvodů navrhne rozměry patky  $2,2 \times 2,2\text{ m}$ .

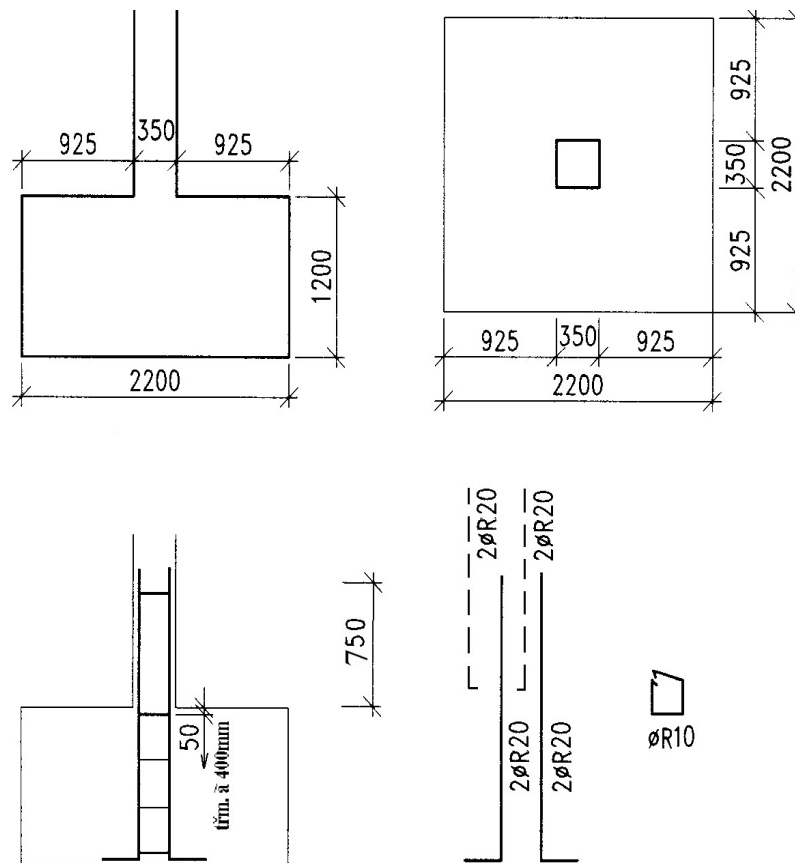
#### Patka z prostého betonu

Patku z prostého betonu musíme navrhout tak, aby hlavní napětí v betonu v tahu bylo menší než pevnost betonu v tahu. Výšku patky  $h$  zvolíme s ohledem na rozměry sloupu a navržené půdorysné rozměry  $2,2\text{ m}$  a vyložení patky od líce sloupu ...  $a = 0,925\text{m}$ , tedy výška patky z prostého betonu by měla být zhruba  $h \approx 1,3 \cdot a = 1,3 \cdot 0,925 = 1,2025\text{m}$ .

$\Rightarrow$  Volím výšku patky  $h = 1,2\text{m}$ .







C25/30, XC2, C1 ...  $D_{\max}$  16, S3

*Schéma výkresu tvaru a výkresu výztuže patky z prostého betonu*

### **Železobetonová patka**

Železobetonovou základovou patku navrhne tak, abychom nemuseli posuzovat protlačení patky sloupem. Rozměry patky volíme tak, aby nevznikla šikmá smyková trhлина od hrany sloupu směrem k hraně patky. Zajistíme to vhodným konstrukčním uspořádáním patky jako celku, a to volbou výšky patky minimálně rovnou jejímu vyložení.

Vzhledem k vyložení patky navrhne její výšku rovnou 0,95m (roznášení zhruba pod úhlem 45° ...  $a \approx h$  ... výšku patky zaokrouhlit na celých 50mm nahoru).

Namáhání základové spáry vypočteme dle výše uvedeného vztahu zároveň s redukcí vlastní tíhy patky plynoucí z úpravy její výšky:

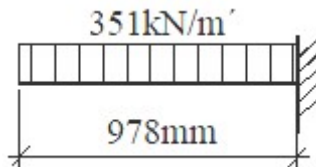
$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{Red}}} = \frac{1650 + 2,2 \cdot 2,2 \cdot 0,95 \cdot 25 \cdot 1,35}{(2,2 - 2 \cdot 0,032) \cdot 2,2} = \frac{1805}{4,7} = 384 \text{ kPa} < R_d = 450 \text{ kPa}$$

$$\sigma_d = \frac{N}{A} = \frac{1650}{(2,2 - 2 \cdot 0,032) \cdot 2,2} = \frac{1650}{4,7} = 351 \text{ kPa}$$

Dále musíme navrhnout a posoudit výztuž patky vzdorující ohybovému momentu od zemního vztlaku. Maximální moment získáme při uvažování patky jako konzoly s délkou rovnou vyložení

základu zvětšené podle doporučení o 15% rozměru sloupu a zatížené reakcí základové půdy. Vyrožení konzoly je doporučeno uvažovat:

$$l_k = 0,925 + 0,15 \cdot 0,35 = 0,978\text{m}$$



Návrhový moment patky:

$$m_{Ed} = \frac{1}{2} \sigma_d \cdot l_k^2 = \frac{1}{2} 351 \cdot 0,978^2 = \underline{168\text{kNm/m}'}$$

Při návrhu a posouzení výztuže postupujeme obdobně jako pro ohýbané průřezy.

Krytí výztuže volíme s ohledem na prostředí 50mm, předpokládáme  $\phi 20$ .

$$d \approx 950 - 50 - 10 = 890\text{mm}$$

$$a_{s,req} \approx \frac{m_{Ed}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{168 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,89 \cdot 434 \cdot 10^6} = 485 \cdot 10^{-6} \text{m}^2 = 485\text{mm}^2/\text{m}'$$

$$a_{s,min} = 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 0,890 = 1170\text{mm}^2/\text{m}'$$

**Návrh výztuže: 6 Ø R16/m** ...  $a_s = 1206\text{mm}^2/\text{m}' > a_{s,min} = 1170\text{mm}^2/\text{m}'$

poloha neutrální osy:

$$x = \frac{a_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1206 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1,0 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = \underline{39\text{mm}}$$

rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,4x = (950 - 50 - 8) - 0,4 \cdot 39 = \underline{876,3\text{mm}}$$

$$\xi = x/d = 39/876 = \underline{0,044} < \xi_{max} = 0,45$$

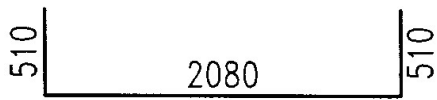
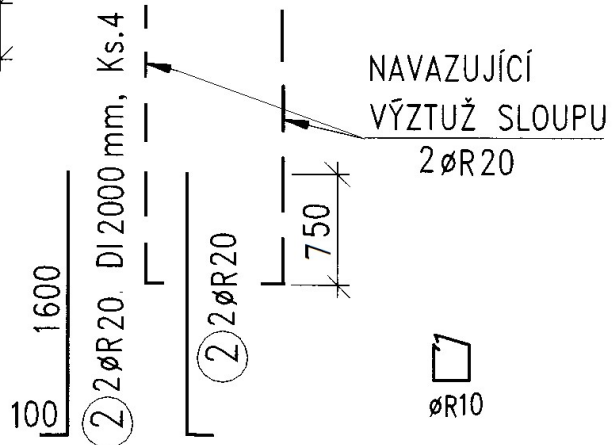
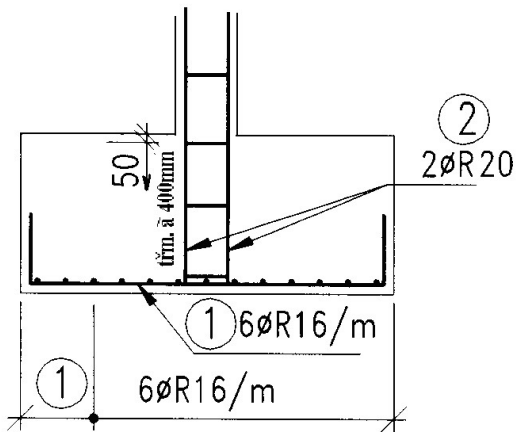
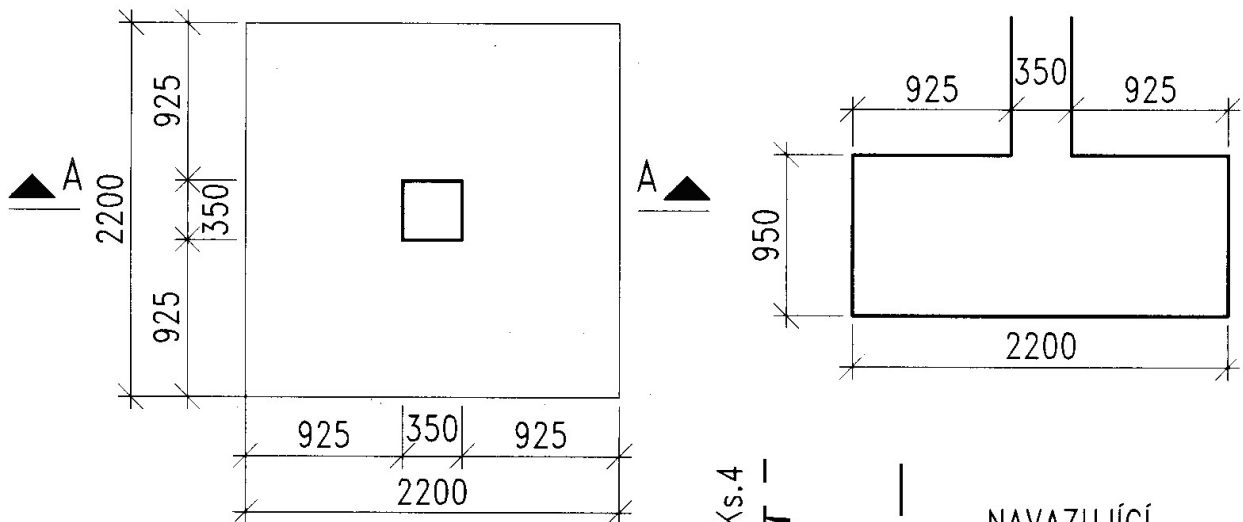
moment únosnosti průřezu:

$$m_{Rd} = a_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1206 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,876 = \underline{459,6\text{kNm/m}' > m_{Ed} = 168\text{kNm/m}'}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1206}{1000 \cdot 892} = 0,00135 > \rho_{min} = 0,0013$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{1206}{1000 \cdot 950} = 0,00127 < \rho_{max} = 0,04$$

**Železobetonová patka vyhovuje.**



① 6ØR16/m, Dl.3100mm, Ks.26

C25/30, XC2, C1 ..., Dmax 16, S3  
B500B

krytí 50mm

*Schéma výkresu tvaru a výkresu výztuže patky ze železobetonu*