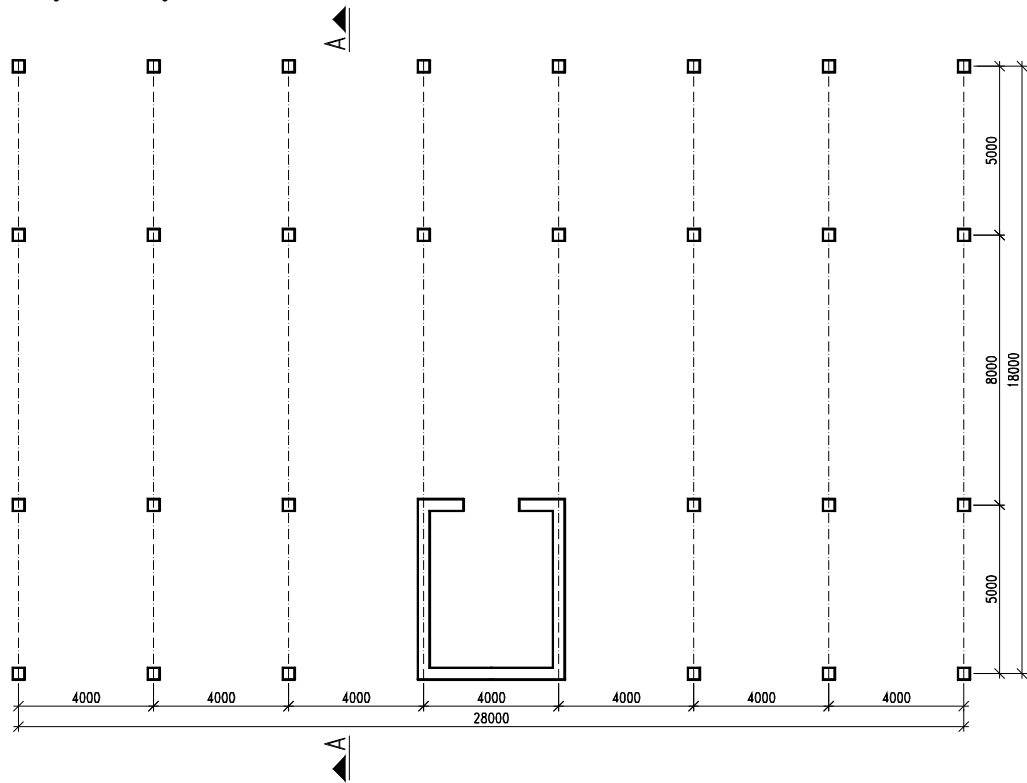
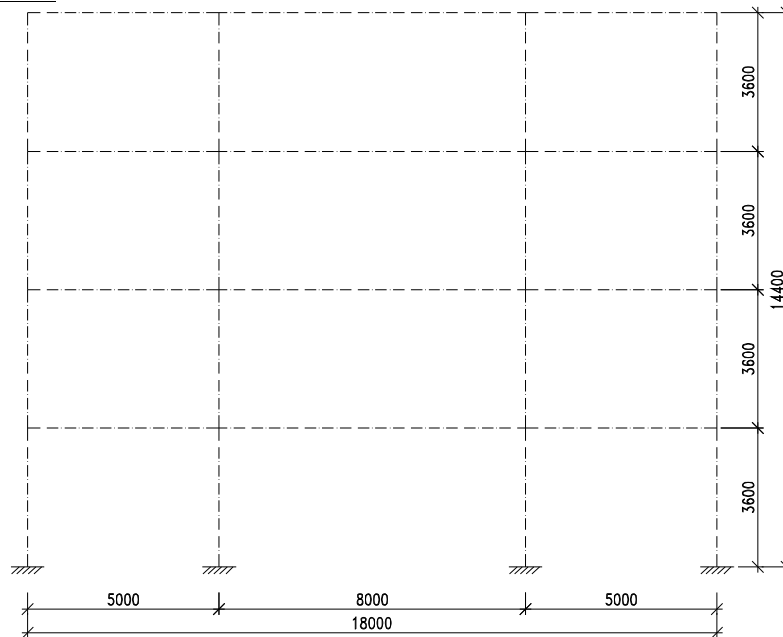


Půdorys budovy :



Příčný řez A-A :



Materiál :

Beton :

C 25/30

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{g_c} = \frac{25}{1,5} = \underline{16,67 \text{ MPa}}$$

Výztuž :

10 505 (R)

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{g_s} = \frac{500}{1,15} = \underline{434,8 \text{ MPa}}$$

Únosnost základové půdy :  $R_d = \underline{480 \text{ kPa}}$

## **1) ZATÍŽENÍ A NÁVRH ROZMĚRŮ KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ**

### **1.1. Deska**

Jednosměrně pnutá spojitá deska na rozpětí 4,0m.

Posouzení ohybové štíhlosti (předpokládaný stupeň vyztužení  $\leq 0,5\%$ ) :

$$l_d = k_{c1} \cdot k_{c2} \cdot k_{c3} \cdot l_{d,tab} = 1 \cdot 1 \cdot \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} \cdot 26 = \frac{500 \cdot 1,2}{500} \cdot 26 = \underline{31,2}$$

$$d \geq \frac{4000}{31,2} = 128 \text{ mm}$$

**NÁVRH tloušťky desky : h = 160 mm**

Zatížení na 1 m<sup>2</sup> půdorysu :

#### a) Deska běžného patra

Zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$g_f$	$f_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Stálé			
Podlaha	2,94		
Deska	0,16.25 = 4,00		
Stálé celkem	6,94	1,35	9,37
Nahodilé	4,6	1,5	6,9
Celkem	11,54		16,27

#### b) Deska střechy

Zatížení sněhem :

Základní hodnota zatížení pro sněhovou oblast III je  $s = 1,5 \text{ kN/m}^2$ .  
 Charakteristickou hodnotu zatížení sněhem potom dostaneme ze vztahu :

$$s_k = a \cdot s \cdot C_d \cdot C_t = 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = \underline{1,5 \text{ kN/m}^2}$$

kde  $a$  je součinitel tvaru  
 $C_d$  je součinitel expozice  
 $C_t$  je součinitel prostupu tepla

Nahodilé zatížení se na ploché nepochůzná střeše předpokládá hodnotou 0,75kN/m<sup>2</sup>.  
 Při současném působení se zatížením sněhem se uvažuje zatížení s větší hodnotou.

Zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$g_f$	$f_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Stálé			
Střešní plášť	0,9		
Deska	0,16.25= 4,0		
Stálé celkem	4,90	1,35	6,6
Nahodilé	1,4	1,5	2,1
Celkem	6,3		8,7

### **1.2. Rámová příčel**

Rozměr rámové příčle se stanoví přibližným výpočtem na základě vypočteného zatížení desky.

Zatížení	$f_k$ [kN/m]	$g_f$	$f_d$ [kN/m]
Stálé			
Od desky	6,94.4 = 27,77		
Vlastní váha (odhad : 0,35 x 0,700 mm)	0,35.0,54.25 = 4,73		
Stálé celkem	32,5	1,35	43,9
Nahodilé z desky	4,6.4 = 18,4	1,5	27,7
Celkem	50,9		71,6

Maximální moment odhadneme jako :

$$M_{sd} = \frac{1}{10} \cdot f_d \cdot l^2 = \frac{1}{10} \cdot 71,6 \cdot 8^2 = \underline{458,2 \text{ kNm}}$$

Pro zvolenou hodnotu  $x_{opt} = 0,25$  najdeme v tabulkách  $m = 0,18$ . Dosazením do vztahu potom dostaneme minimální účinnou výšku  $d$  a z ní potom odhadem krytí i nutnou výšku rámové příčle  $h$ . Šířku rámové příčle odhadneme  $b = 0,35\text{m}$ .

$$d_{min} = \sqrt{\frac{M_{sd}}{b \cdot a \cdot m \cdot f_{cd}}} = \sqrt{\frac{458,2}{0,35 \cdot 1 \cdot 0,18 \cdot 16,67 \cdot 10^3}} = \underline{660 \text{ mm}}$$

Krytí výztuže (třmínků Ø10) uvažujeme 20 mm, průměr výztuže potom 16 mm.

$$h = 660 + 20 + 10 + 8 = \underline{698 \text{ mm}} \rightarrow$$

**NÁVRH :  $h = 700 \text{ mm}$**

Výpočet zatížení na příčli není třeba opravovat.

### 1.3. Sloupy

Nejprve odhadneme maximální reakci na rámové příčli (viz.zatížení desky).

$$N_{max} \cong 4 \cdot (0,6.5 + 0,5.8) \cdot 16,27 = 28.16,27 = \underline{455,6 \text{ kN}}$$

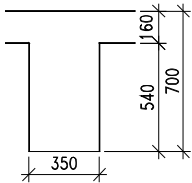
Rozměry sloupu navrhne podle zjednodušeného vzorce :

$$A_c = \frac{\sum_1^n F_{i,d}}{0,8 \cdot f_{cd} + r_s \cdot f_y} = \frac{455,6 \cdot 4}{0,8 \cdot 16,67 \cdot 10^3 + 0,005 \cdot 400 \cdot 10^3} = \underline{0,119 \text{ m}^2}$$

Pro čtvercový průřez potom vychází hrana  $a$  :

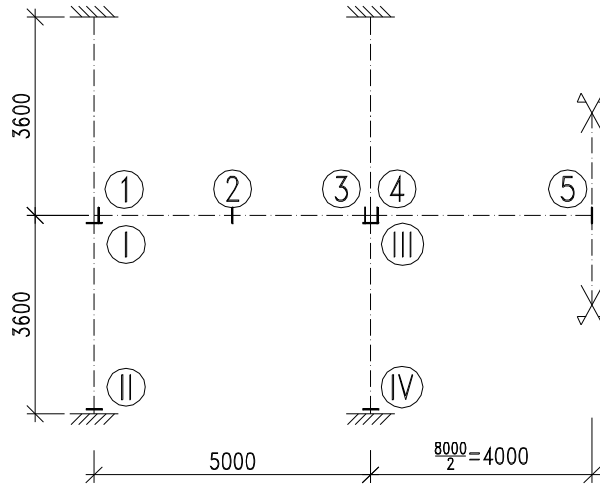
$$a = \sqrt{A_c} = \sqrt{0,119} = \underline{0,346 \text{ m}} \rightarrow$$

**NÁVRH :  $a = 350 \text{ mm}$**



## 2. VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL

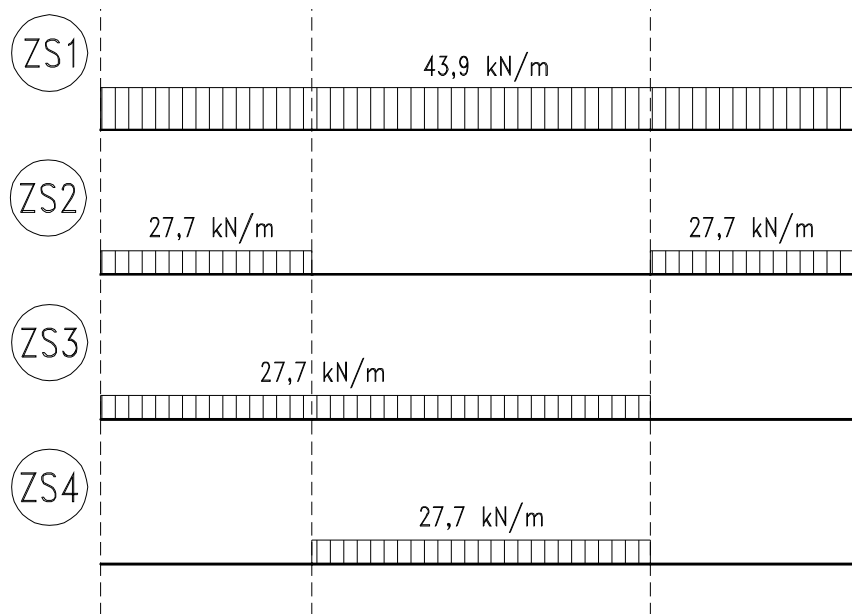
### 2.1. Statické schéma a označení průřezů



### 2.2. Zatěžovací stavy

Jednotlivé nahodilé zatěžovací stavy jsou voleny tak, aby zatížení vyvodilo v jednotlivých průřezech na konstrukci maximální, resp. minimální, vnitřní síly. Ve schématech je naznačeno vždy pouze zatížení rámové příčle. Zatížení vlastní tíhou sloupů je nutno uvažovat jako rovnoměrné po délce sloupů. Vnitřní síly od zatížení střechou se budou přibližně uvažovat v poměru zatížení na střeše a v běžných patrech.

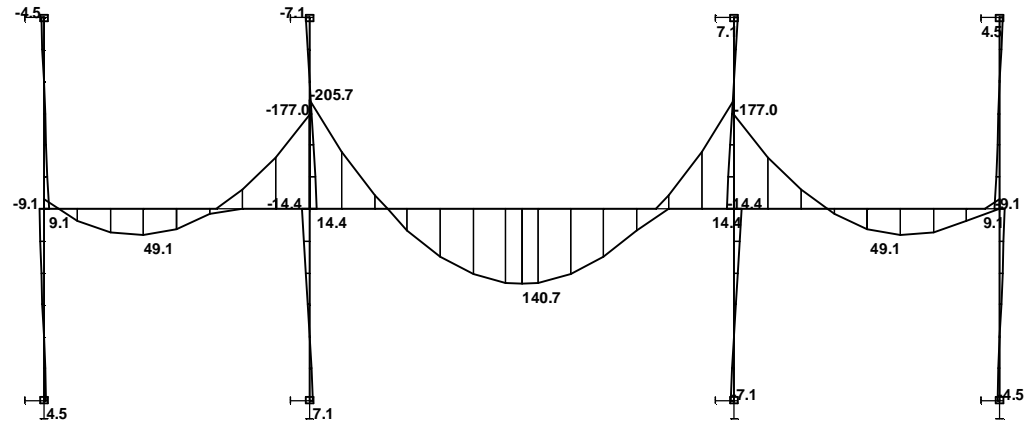
V případě, že by byl modelován „celý“ rám jedné řady, bylo by třeba pro získání maximálních vnitřních sil umístit nahodilé zatížení šachovnicově v jednotlivých polích vždy střídavě po jednotlivých patrech budovy.



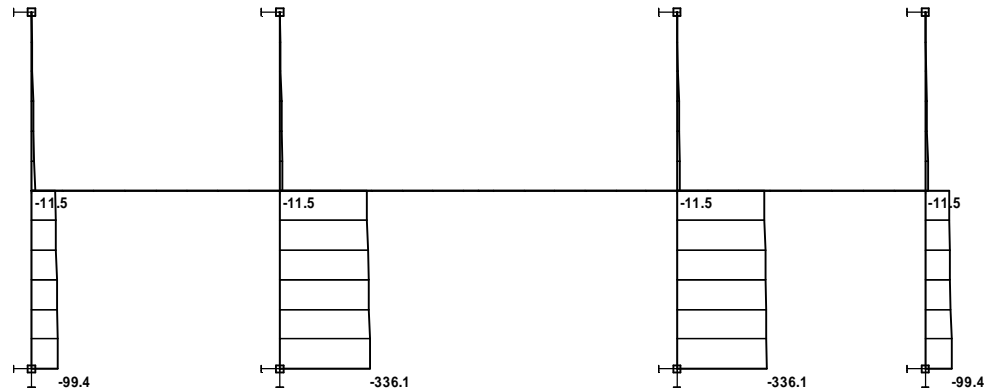
### 2.3. Průběhy vnitřních sil na konstrukci

**Minimálně jeden zatěžovací stav musí být spočten „ručně“ deformační nebo silovou metodou!**

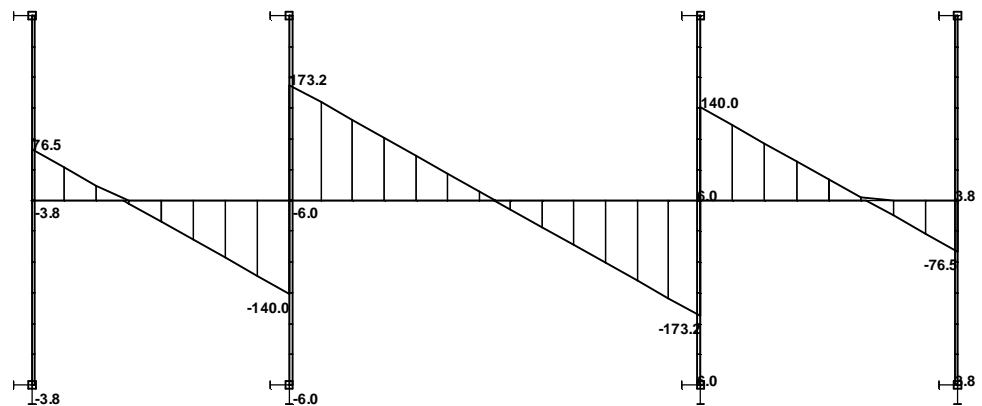
#### Zatížení stálé – ZS1



#### Momenty od zatížení stálého

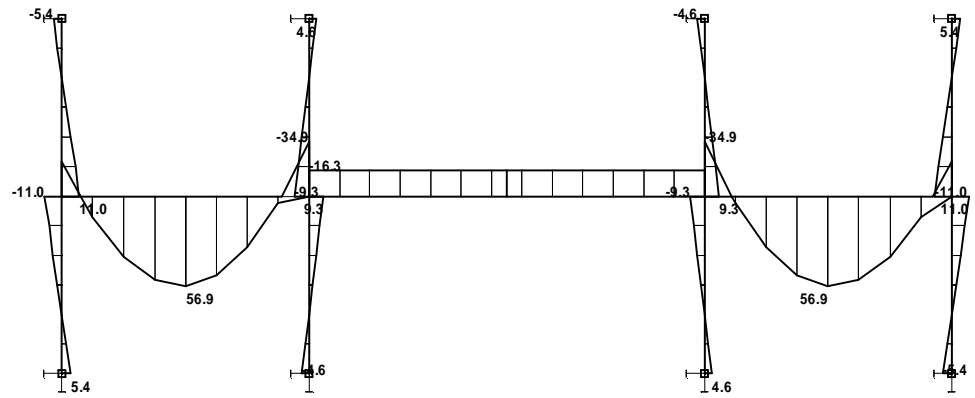


#### Normálové síly od zatížení stálého

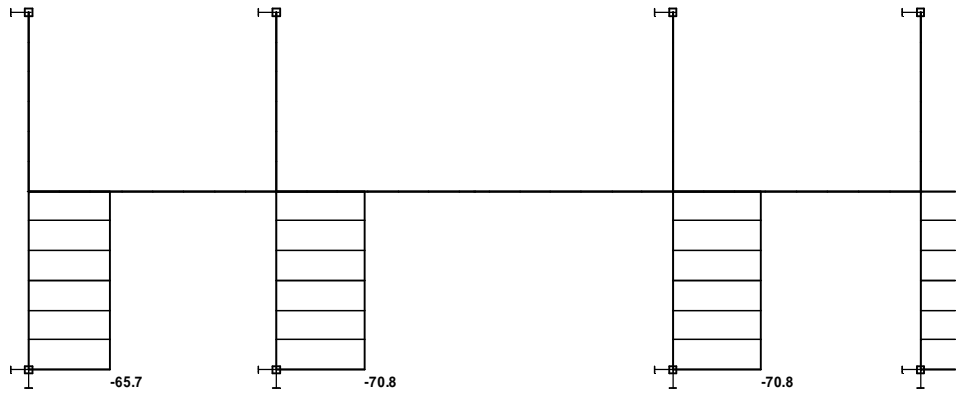


#### Posouvající síly od zatížení stálého

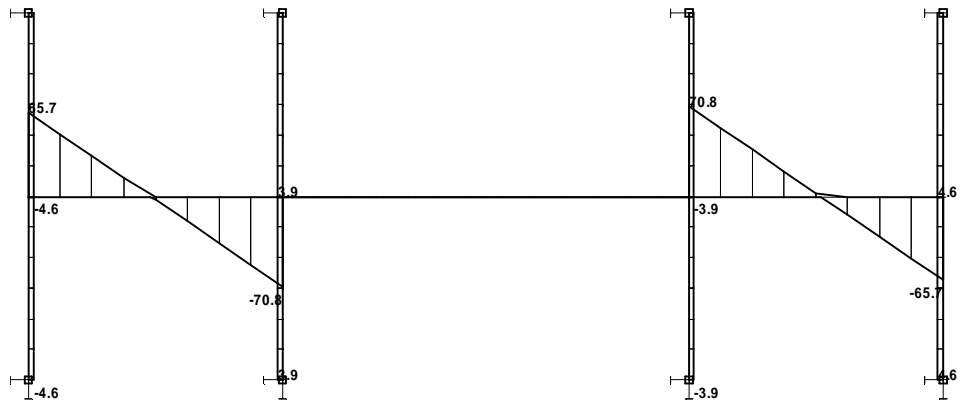
Nahodilé zatížení – ZS2



Momenty

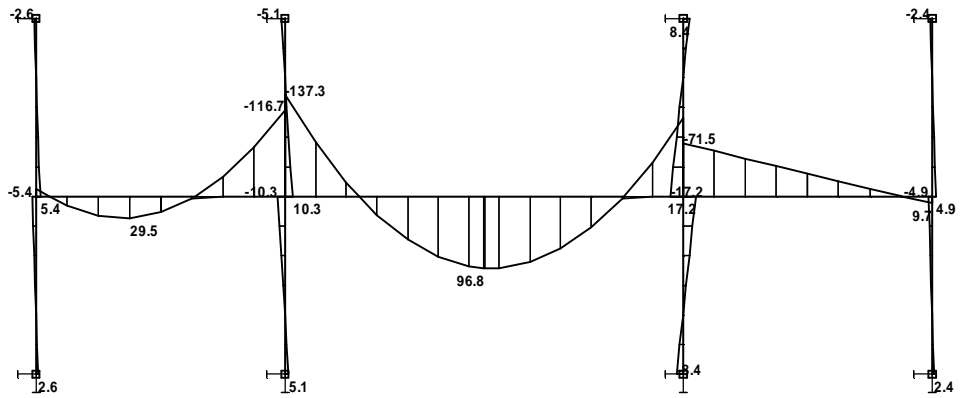


Normálové síly

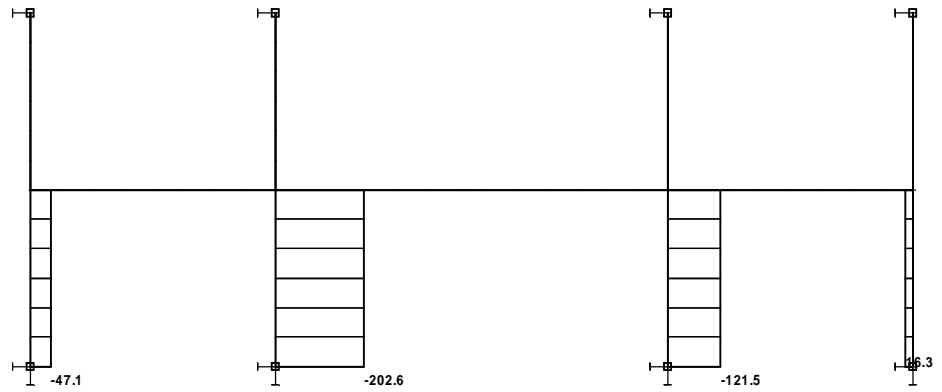


Posouvající síly

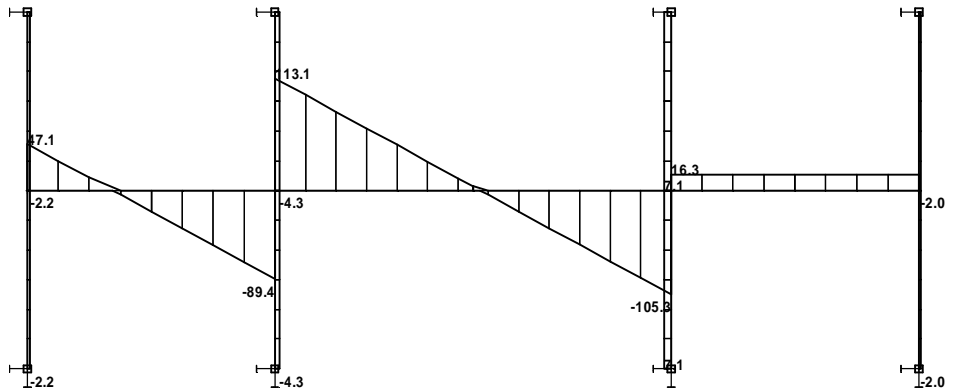
Nahodilé zatížení – ZS3



Momenty

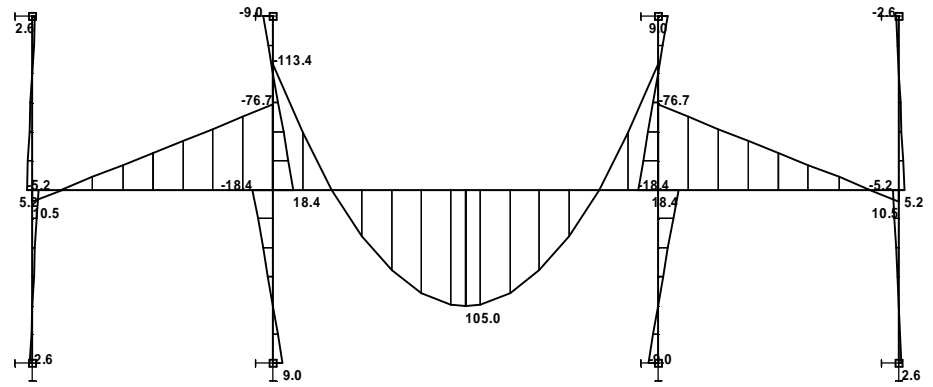


Normálové síly

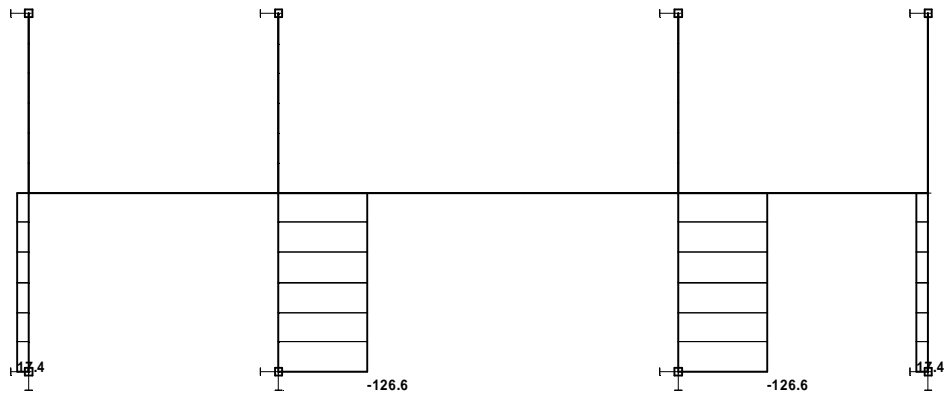


Posouvající síly

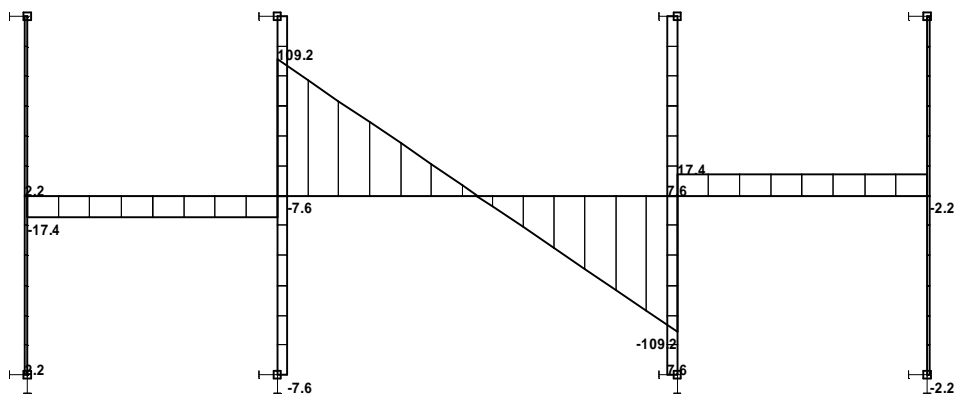
Nahodilé zatížení – ZS4



Momenty



Normálové síly



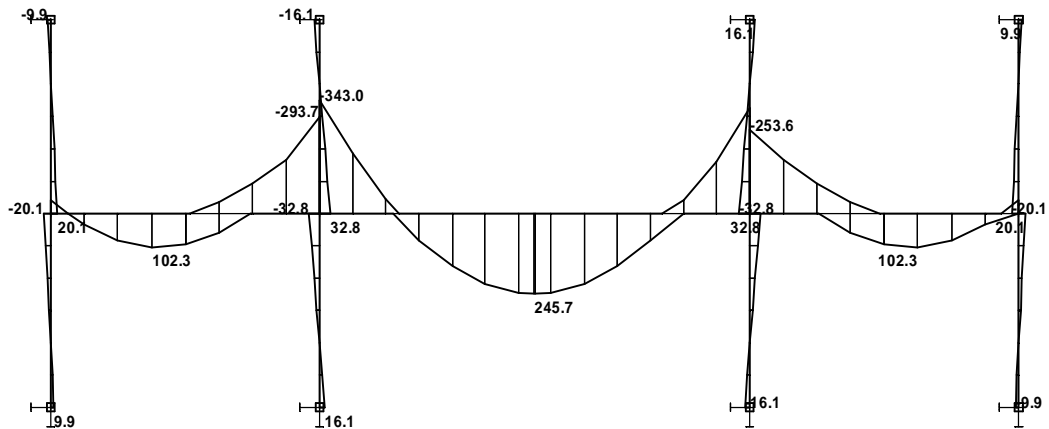
Posouvající síly



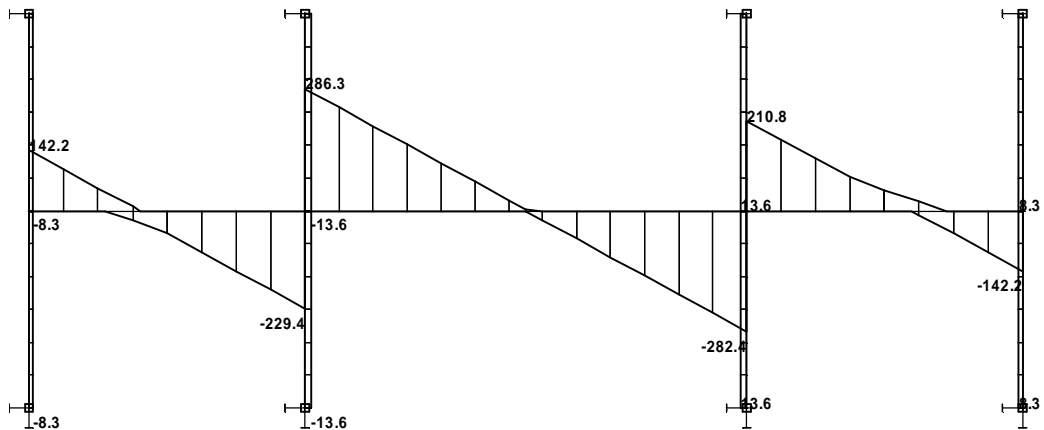
## 2.4. Kombinace zatěžovacích stavů

Kombinace	Zatěžovací stavy
1	ZS1 + ZS2
2	ZS1 + ZS3
3	ZS1 + ZS4
4	ZS1 + ZS2 + ZS4

## 2.5. Obálka kombinací vnitřních sil (pro dimenzování průřezů příčle)



Obálka extrémních momentů na konstrukci



Obálka extrémních posouvajících sil na konstrukci

Hodnoty jednotlivých vnitřních sil ve sloupech jsou pro jednotlivé zatěžovací stavy uvedeny v tabulce v kap. 4.1. V tabulce jsou dále uvedeny hodnoty vnitřních sil pro jednotlivé kombinace zatěžovacích stavů.

## 2.6. Hodnoty vnitřních sil v jednotlivých řezech rámové přičle

Zatížení		Průřez				
		1	2	3	4	5
Stálé	M	-18,2	49,1	-177	-205,7	140,7
	V	76,5	-	-140	-173,2	-
Nahodilé	M <sub>Max</sub>	10,4	56,9	-34,9	-16,3	105
	M <sub>Min</sub>	-22	-33,2	-116,7	-137,3	-16,3
	V <sub>Max</sub>	65,7	-	-17,4	0	-
	V <sub>Min</sub>	-17,4	-	-89,4	-113,1	-
Celkem	M <sub>Max</sub>	-7,8	106	-211,9	-222	245,7
	M <sub>Min</sub>	-40,2	15,9	-293,7	-343	124,4
	V <sub>Max</sub>	142,2	-	-157,4	-173,2	-
	V <sub>Min</sub>	59,1	-	-229,4	-286,3	-

## 2.7. Redukce podporových momentů

V případě rámového připojení přičle do sloupů se podporové momenty redukuje na hodnoty dosažené v lici vetknutí dle následujícího vztahu :

$$M_{Sd,red} = M_{Sd} + \frac{V_{Sd} \cdot b_{sup}}{2}$$

Hodnoty posouvajících sil se uvažují hodnotou příslušející redukovanému momentu.

Pozn. : Vzhledem k velikostem podporových momentů budeme redukovat pouze moment ve vnitřní podpoře, tj. momenty  $M_{Sd,3}$  a  $M_{Sd,4}$ .

Vnitřní síly viz. Předcházející tabulka.

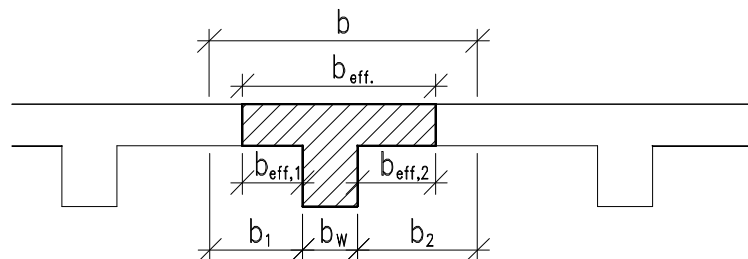
$$M_{Sd,L,Red} = 293,7 - \frac{229,4 \cdot 0,35}{2} = 253,6 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd,R,Red} = 343,0 - \frac{286,3 \cdot 0,35}{2} = 292,9 \text{ kNm}$$

Vzhledem ke konstrukčnímu uspořádání výztuže nad podporou se výztuž navrhne na větší z obou momentů.

## 3) NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE RÁMOVÝCH PŘÍČLÍ

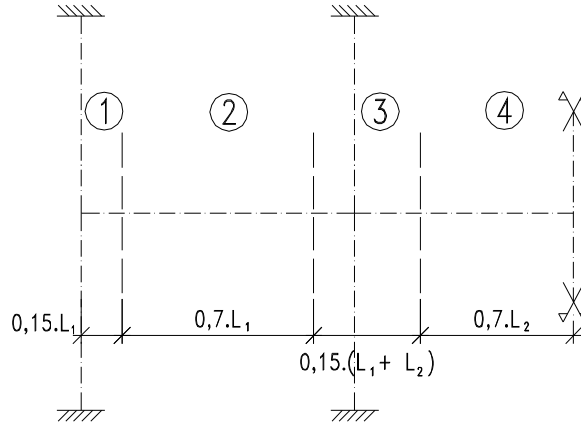
### 3.1. Spolupůsobící šířka



$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

$$b_{eff,i} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0 \leq b_i$$

Vzdálenosti inflexních bodů ohybové čáry na konstrukci jsou na následujícím obrázku :



Spolupůsobící šířky pro dimenzování mezipodporových řezů :

Úsek 2 :

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w = 0,7 \cdot 2 + 0,35 = 1,75m < 4,0m$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 1,825 + 0,1 \cdot 0,7 \cdot 5 = 0,715m \leq 0,2 \cdot l_0 = 0,7 \Rightarrow b_{eff,1} = 0,7m$$

Úsek 4 :

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w = 0,925 \cdot 2 + 0,35 = 2,2m < 4,0m$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_i + 0,1 \cdot l_0 = 0,2 \cdot 1,825 + 0,1 \cdot 0,7 \cdot 8 = 0,925m \leq 0,2 \cdot l_0 = 1,12 \Rightarrow b_{eff,1} = 0,925m$$

### 3.2. Návrh a posouzení ohybové výztuže

Průřez 1

$$M_{Sd,Max} = 20,1 \text{ kNm}$$

**Návrh : 2 Ø R16 (402 mm<sup>2</sup>)**

Poloha neutrálné osy v průřezu :

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot a \cdot f_{cd}} = \frac{402 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = \underline{37,5 \text{ mm}}$$

Velikost ramene vnitřních sil :

$$z = d - 0,4x = (700 - 30 - 8 - 8) - 0,4 \cdot 37,5 = \underline{639 \text{ mm}}$$

$$d = 654 \text{ mm}$$

Poměr  $x$  :

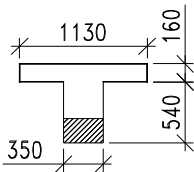
$$x = x/d = 7,5/654 = \underline{0,012} < x_{max} = 0,45$$

Moment únosnosti průřezu je potom :

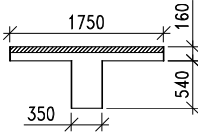
$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 402 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,639 = \underline{111,7 \text{ kNm}} > M_{Sd} = 20,1 \text{ kNm}$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{402}{350 \cdot 654} = 0,00176 > \rho_{min} = 0,0013$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{402}{350 \cdot 700} = 0,00164 > \rho_{max} = 0,04$$



Průřez 2



$$M_{Sd,Max} = 106 \text{ kNm}$$

**Návrh : 2 Ø R16 (402 mm<sup>2</sup>)**

Poloha neutrálné osy v průřezu :

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot a \cdot f_{cd}} = \frac{402 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1,75 \cdot 1,0 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = \underline{7,5 \text{ mm}}$$

Velikost ramene vnitřních sil :

$$z = d - 0,4x = (700 - 30 - 8 - 8) - 0,4 \cdot 7,5 = \underline{651 \text{ mm}}$$

Poměr  $x$  :

$$x = x/d = 7,5/654 = \underline{0,012} < x_{max} = 0,45$$

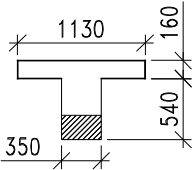
Moment únosnosti průřezu je potom :

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 402 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,651 = \underline{113,2 \text{ kNm}} > M_{Sd} = 106,0 \text{ kNm}$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{402}{350 \cdot 654} = 0,00176 > \rho_{min} = 0,0013$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{402}{350 \cdot 700} = 0,00164 < \rho_{max} = 0,04$$

Průřez 4



$$M_{Sd,Max} = - 292,9 \text{ kNm}$$

**Návrh : 4 Ø R20 (1256 mm<sup>2</sup>)**

Poloha neutrálné osy v průřezu :

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot a \cdot f_{cd}} = \frac{1256 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = \underline{117,1 \text{ mm}}$$

Velikost ramene vnitřních sil :

$$z = d - 0,4x = (700 - 30 - 8 - 10) - 0,4 \cdot 117,1 = \underline{605,2 \text{ mm}}$$

Poměr  $x$  :

$$x = x/d = 117,1/652 = \underline{0,179} < x_{max} = 0,45$$

Moment únosnosti průřezu je potom :

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1256 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,605 = \underline{330,7 \text{ kNm}} > M_{Sd} = 292,9 \text{ kNm}$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1256}{350 \cdot 652} = 0,0055 > \rho_{min} = 0,0013$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{1256}{350 \cdot 700} = 0,00513 < \rho_{max} = 0,04$$

Průřez 5

$$M_{Sd,Max} = 245,7 \text{ kNm}$$

**Návrh : 3 Ø R20 (942 mm<sup>2</sup>)**

Poloha neutrálné osy v průřezu :

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot a \cdot f_{cd}} = \frac{942 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 \cdot 16,67 \cdot 10^6} = 14 \text{ mm}$$

Velikost ramene vnitřních sil :

$$z = d - 0,4x = (700 - 30 - 8 - 10) - 0,4 \cdot 14 = 646,4 \text{ mm}$$

Poměr  $x$  :

$$x = x/d = 14/652 = 0,021 < x_{max} = 0,45$$

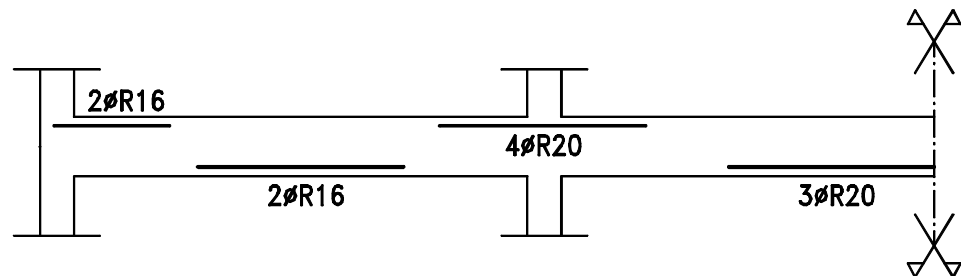
Moment únosnosti průřezu je potom :

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 942 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,646 = 263,3 \text{ kNm} > M_{Sd} = 245,7 \text{ kNm}$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{942}{350 \cdot 652} = 0,0041 > \rho_{min} = 0,0013$$

$$r = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{942}{350 \cdot 700} = 0,00385 < \rho_{max} = 0,04$$

Skica ohybové výztuže příčlí



**3.3. Návrh a posouzení smykové výztuže**

Smykovou výztuž volíme stejné jakosti jako výztuž ohybovou, tedy 10 505.

Vzhledem k tomu, že podpory rámové příčle jsou přímé (příčel je vetknuta přímo do sloupů), je možné provést redukci posouvající síly na hodnotu v řezu vzdáleném o  $d$  od líce podpory. Tedy

$$V_{Sd,RED} = 286,3 - 286,3 \cdot \frac{0,642}{4,0} = 286,3 - 46,0 = 240,3 \text{ kN}$$

Jako první určíme únosnost tlakových diagonál. Jako rozhodující budeme uvažovat průřez 3, resp.4. Z nich také vybereme hodnotu ramene vnitřních sil  $z$ . Sklon tlakových diagonál  $\cot q$  budeme uvažovat rovný 2,5.

$$V_{Rd,max} = u \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot q}{(1 + \cot^2 q)} = 0,54 \cdot 16,67 \cdot 0,35 \cdot 0,595 \cdot \frac{2,5}{(1 + 2,5^2)} =$$

$$= 646,4 \text{ kN} > V_{Sd} = 240,3 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$v = 0,6(1 - f_{ck}/250) = 0,6(1 - 25/250) = 0,54 > 0,5$$

Dále zjistíme, zda-li vůbec potřebujeme smykovou výztuž :

$$V_{Rd,cm} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d = 0,12 \cdot 1,554 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,0055 \cdot 25} \cdot 0,35 \cdot 0,652 = \\ = \underline{101,9 \text{ kN}} < V_{Sd} = 240,3 \text{ kN} \quad \text{Smyková výztuž je nutná}$$

$$\text{kde } k = 1 + (200/d)^{1/3} \leq 2,0$$

$$r_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) \leq 0,02$$

Dále určíme potřebný stupeň smykového vyztužení ze vztahu :

$$r_w = \frac{|V_{Sd}|}{f_{ywd} \cdot b_w \cdot z \cdot \cot q} = \frac{240,3}{434,8 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 0,595 \cdot 2,5} = \underline{0,00106}$$

Minimální stupeň vyztužení je potom roven :

$$r_{w,min} = \frac{(0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}})}{f_{yk}} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{25}}{500} = \underline{0,0008} < 0,00106$$

Zvolená smyková výztuž tvořená 2 Ø R8 ( $A_{sw} = 101 \text{ mm}^2$ ) má potom odpovídající maximální vzdálenost :

$$s_{ld} = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot r_w} = \frac{101}{350 \cdot 0,00106} = \underline{272 \text{ mm}}$$

Maximální přípustná vzdálenost třmínků je :

$$s_{l,max} = 0,75d = 0,75 \cdot 0,642 = \underline{482 \text{ mm}} > 272 \text{ mm}$$

S ohledem na konstrukční uspořádání je zvolena vzdálenost třmínků  $s_l = 250 \text{ mm}$ . Tuto vzdálenost je vhodné ve vnitřní oblasti příčlí zvýšit na 400 mm.

Návrhová síla ve výztuži na mezi únosnosti je v oblasti podpor rovna :

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cot q}{s} = 101 \cdot 434,8 \cdot 595 \cdot \frac{2,5}{250} = \underline{261,3 \text{ kN}} > V_{Sd} = 240,3 \text{ kN}$$

V oblasti vnitřní se potom smyková únosnost sníží na hodnotu :

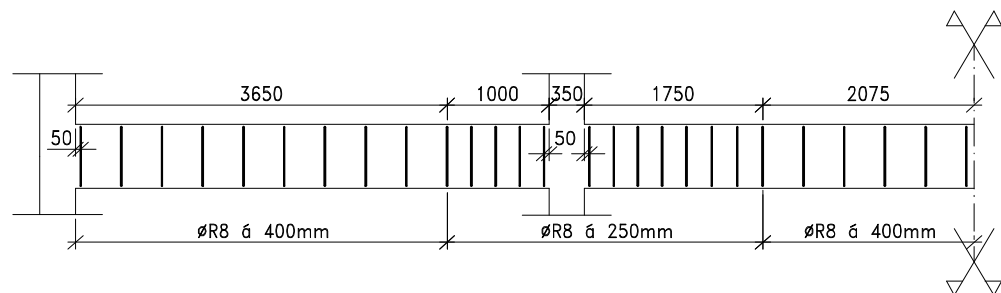
$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \frac{\cot q}{s} = 101 \cdot 434,8 \cdot 636 \cdot \frac{2,5}{400} = \underline{174,6 \text{ kN}}$$

Tato výztuž tedy stačí i v průřezu 1 :

$$V_{Sd} = 142,2 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 174,6 \text{ kN}.$$

Na následujícím obrázku je skica smykové výztuže. Rozmístění třmínků se řídí jejich maximální únosností z výše vypočtených vztahů. Vzdálenosti přechodu jednotlivých uspořádání třmínků jsou zaokrouhleny nahoru.

Skica smykové výztuže :



### 3.4. Kotevní délky výztuže

Nejprve určíme maximální hodnotu napětí betonu v soudržnosti pro horní výztuž :

$$f_{bd} = 2,25 \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{1,8}{1,5} = \underline{1,89}$$

Základní kotevní délku určíme pro profil ØR20 ze vztahu :

$$f_{b,rqd} = \frac{d}{4} \cdot \frac{s_{sd}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} \cdot \frac{434,8}{1,89} = \underline{1150 \text{ mm}}$$

Pro pruty spodní výztuže je maximální hodnota napětí betonu v soudržnosti :

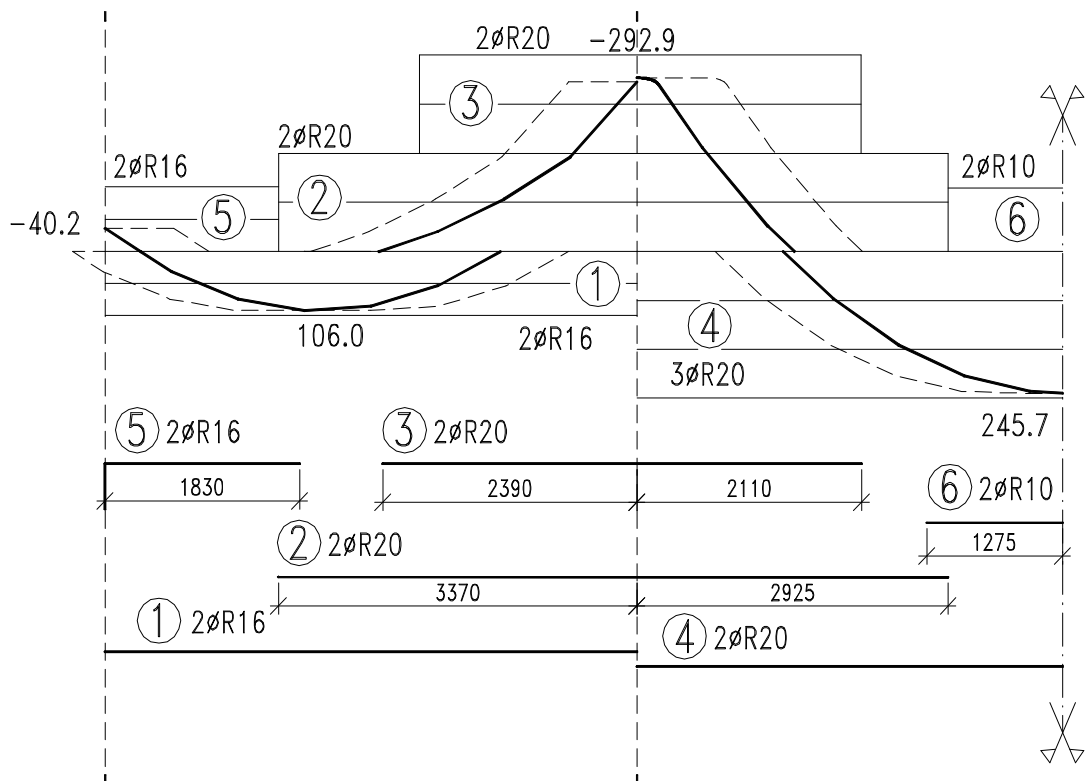
$$f_{bd} = 2,25 \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1,8}{1,5} = \underline{2,70}$$

Základní kotevní délka pro jednotlivé profily je potom :

$$\text{ØR16} : l_{b,rqd} = \frac{d}{4} \cdot \frac{s_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{434,8}{2,70} = \underline{644 \text{ mm}}$$

$$\text{ØR20} : l_{b,rqd} = \frac{d}{4} \cdot \frac{s_{sd}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} \cdot \frac{434,8}{2,70} = \underline{805 \text{ mm}}$$

### 3.5. Rozdělení materiálu rámové přičle



#### 4) NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE SLOUPŮ

##### 4.1. Zatížení

Na rozdíl od zatížení rámových příčlí je nutné zahrnout do zatížení sloupů i zatížení střechy. Vzhledem k charakteru zatížení (kombinace zatížení nahodilého a zatížení klimatického sněhem) je třeba provést výpočet kombinace zatěžovacích stavů podle následujícího vztahu :

$$E_{Sd} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} y_{0,i} \cdot Q_{k,i},$$

kde  $G_{k,j}$  jsou jednotlivá stálá zatížení

$Q_{k,1}$  je hlavní nahodilé zatížení

$Q_{k,j}$  jsou jednotlivé druhy vedlejších nahodilých zatížení

$y_{0,i}$  je součinitel kombinace jednotlivých vedlejších nahodilých zatížení,

v případě nahodilého zatížení sněhem je  $y = 0,7$

Hodnoty vnitřních sil od zatížení sněhem se určí z hodnot momentů od nahodilého zatížení přenásobením poměrem velikostí zatížení nahodilého a zatížení sněhem. Obdobně se určí též hodnoty zatížení stálých od střešního patra. Po jednotlivých patrech se dále pomocí kombinace sčítají pouze normálové síly. Momenty se kombinačně nesčítají!

Vnitřní síly v jednotlivých řezech sloupů [kN; kNm] :

Zatížení		Průřez			
		I	II	III	IV
Stálé běžného patra	$M_{g,p}$	-9,1	4,5	-14,4	7,1
	$N_{g,p}$	-87,9	-99,4	-325,6	-336,1
Stálé střechy	$M_{g,s}$	-7,0	3,4	-11,0	5,4
	$N_{g,s}$	-67,3	-76,2	-249,5	-257,5
Nahodilé běžného patra	$M_{ZS2}$	-11,0	5,4	9,3	-4,6
	$N_{ZS2}$	-65,7	-65,7	-70,8	-70,8
	$M_{ZS3}$	-5,4	2,6	-10,3	5,1
	$N_{ZS3}$	-47,2	-47,2	-202,6	-202,6
	$M_{ZS4}$	-5,2	2,6	-18,4	9,0
	$N_{ZS4}$	-17,4	17,4	-126,6	-126,6
Nahodilé střecha	$M_{ZS2}$	-3,3	1,6	2,8	-1,4
	$N_{ZS2}$	-19,9	-19,9	-21,5	-21,5
	$M_{ZS3}$	-1,6	0,8	-3,1	1,5
	$N_{ZS3}$	-14,3	-14,3	-61,5	-61,5
	$M_{ZS4}$	-1,6	0,8	-5,6	2,7
	$N_{ZS4}$	-5,3	5,3	-38,4	-38,4



Návrhová síla v kombinaci celkem $E_{Sd}$ [kN, kNm]	$M_{K1}$	-20,1	9,9	-5,1	2,5
	$N_{K1}$	-542,1	-585,4	-1453,7	-1493,3
	$M_{K2}$	-14,5	7,1	-24,7	12,2
	$N_{K2}$	-482,7	-526,0	-1877,1	-1916,7
	$M_{K3}$	-14,3	7,1	-32,8	16,1
	$N_{K3}$	-275,2	-318,5	-1633,0	-1672,5
	$M_{K4}$	-25,3	12,5	-23,5	11,5
	$N_{K4}$	-486,2	-529,5	-1860,4	-1900,0

Geometrická imperfekce :

Vzhledem k typu prvku (sloup) je třeba přihlédnout k možným odchylkám v geometrii konstrukce způsobujícím přidavné namáhání. V rámci výpočtu je možné je nahradit tzv. geometrickou imperfekcí. Tu určíme ze vztahu (účinná délka viz.dále) :

$$e_i = q_i \cdot \frac{l_0}{2} = q_0 \cdot a_h \cdot a_m \cdot \frac{l_0}{2} = \frac{1}{200} \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{0,8 \cdot 3,6}{2} = \underline{7,2 \text{ mm}}$$

Přídavný moment od geometrické imperfekce je v jednotlivých průřezích závislý na působící normálové síle a je uveden v následující tabulce :

Průřez		I	II	III	IV
Přídavný Moment [kNm]		-3,9	4,2	-13,5	13,8
Celkové Momenty v kombinacích [kNm]	$M_{K1}$	-24,0	14,1	-18,6	16,3
	$M_{K2}$	-18,4	11,3	-38,2	26,0
	$M_{K3}$	-18,2	11,3	-46,3	29,9
	$M_{K4}$	-29,2	16,7	-37,0	25,3

**4.2. Štíhlost sloupů**

Štíhlost sloupů se stanoví ze vztahu :

$$I = \frac{l_0}{i}$$

Abychom nemuseli počítat účinnou délku ze vztahů podle EN, spokojíme se s jejím odhadem pro náš statický systém. Účinná délka se v případě oboustranně pružně vetknutého sloupu pohybuje v rozmezí  $(0,5 \div 1)l$ . Na základě zkušenosti budeme uvažovat  $l_0$  hodnotou  $0,8l$ . Dosazením do výše uvedeného vztahu tedy obdržíme :

$$I = \frac{l_0}{i} = \frac{0,8 \cdot 3,6}{0,10104} = \underline{28,5}$$

V případě, že nechceme uvažovat vliv druhého řádu, musí tlačný prvek splnit

následující podmínku :

$$I \leq I_{\text{lim}}$$

Limitní hodnotu štíhlosti určíme následovně :

$$I_{\text{lim}} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 3,7}{\sqrt{0,939}} = \underline{58,8} \quad ,$$

kde  $A = 0,7$

$B = 1,1$

$$C = 1,7 - \frac{M_{01}}{M_{02}} = 1,7 + 2 = 3,7$$

$$n = \frac{N_{Sd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{1916,7}{0,1225 \cdot 16,67 \cdot 10^3} = 0,939$$

Z výpočtu tedy vychází, že limitní štíhlost je více jak dvojnásobně větší než štíhlost uvažovaného sloupu. V dalším výpočtu lze tedy účinky druhého řádu zanedbat.

#### 4.3. Návrh výztuže sloupů

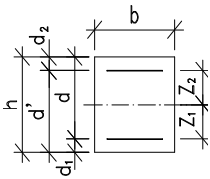
Nejprve určíme hraniční hodnotu tlakové síly, podle které určíme způsob namáhání průřezu :

$$N_{c,bal} = I \cdot x_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd} = I \cdot \frac{e_{cu3} \cdot d}{e_{cu3} + e_{yd}} \cdot b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd} =$$

$$= 0,8 \cdot \frac{3,5}{3,5 + 2,17} \cdot 0,35 \cdot 0,31 \cdot 1 \cdot 16,67 = 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,35 \cdot 0,31 \cdot 1 \cdot 16,67 =$$

$$= \underline{892,8 \text{ kN}} < N_{min,III} = 1453,7 \text{ kN}$$

$$= \underline{892,8 \text{ kN}} > N_{max,II} = 585,4 \text{ kN}$$



**Ø Ve vnitřním sloupu převládá tlakové namáhání**

► (MALÁ VÝSTŘEDNOST)

**Ø Ve vnějších převládá tahové namáhání od ohybu**

► (VELKÁ VÝSTŘEDNOST)

Pro návrh výztuže vnitřních sloupů (průřez III) vyjádříme ohybový moment od návrhového zatížení k těžištím jednotlivých výztuží :

$$M_{Sd,1} = M_{Sd} - N_{Sd} \cdot z_1 = -46,3 + 1633 \cdot 0,125 = \underline{157,8 \text{ kNm}}$$

$$M_{Sd,2} = M_{Sd} + N_{Sd} \cdot z_2 = -46,3 - 1633 \cdot 0,125 = \underline{-250,4 \text{ kNm}}$$

Polohu neutrálné osy ve vnitřních sloupech stanovíme z následujícího vztahu. Když odhadneme profil hlavní nosné výztuže jako R20 a profil třmínek jako R10, potom pro krytí 30mm :

$$x = \frac{d_2}{I} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{2M_{Sd2}}{b \cdot d_2^2 \cdot h \cdot f_{cd}}} \right) = \frac{0,05}{0,8} \cdot \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{-2 \cdot 250,4}{0,35 \cdot 0,05^2 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^3}} \right) =$$

$$= \underline{434 \text{ mm}}$$

Vzhledem k tomu, že výška tlavené oblasti  $x$  vychází v rozmezí  $x_{bal,1} = 131,3 \text{ mm}$  a  $h/I = 437,5 \text{ mm}$ , nacházíme se v oblasti II. Jednotlivou výztuž navrhne ze silových podmínek rovnováhy v průřezu a budeme ji předpokládat symetrickou :

$$A_{s2,req} = \frac{-N_{sd1} - I \cdot b \cdot x \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1453,7 - 0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,434 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^6}{434,8 \cdot 10^6} =$$

$$= \underline{-1315 \text{ mm}^2}$$

Z výpočtu, resp. ze záporného znaménka výsledku, plyne, že není třeba dimenzovat ohybovou výztuž. Výztuž vnitřních sloupů proto navrhne podle konstrukčních zásad, resp. minimálního stupně vyztužení.

$$A_{s,min} = \max \left( 0,10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} ; 0,002 A_c \right) = \max (376 \text{ mm}^2 ; 245 \text{ mm}^2) = \underline{376 \text{ mm}^2}$$

S ohledem na rozměry sloupu a navržené profily v rámové příčli navrhne pro vnitřní sloupy výztuž 4ØR16.

Pro návrh výztuže vnějších sloupů vyjádříme ohybový moment od návrhového zatížení k těžištím jednotlivých výztuží :

$$M_{sd,1} = M_{sd} - N_{sd} \cdot z_1 = -24,0 + 542,1 \cdot 0,125 = \underline{43,8 \text{ kNm}}$$

$$M_{sd,2} = M_{sd} + N_{sd} \cdot z_2 = -24,0 - 542,1 \cdot 0,125 = \underline{-91,8 \text{ kNm}}$$

Polohu neutrálné osy ve vnějších sloupech stanovíme z následujícího vztahu. Když odhadneme, stejně jako pro sloupy vnitřní, profil hlavní nosné výztuže jako R20 a profil třmínků jako R10, potom pro krytí 30mm :

$$x = \frac{d}{I} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{sd1}}{b \cdot d^2 \cdot h \cdot f_{cd}}} \right) = \frac{0,3}{0,8} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 43,8}{0,35 \cdot 0,3^2 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^3}} \right) = \underline{32,7 \text{ mm}}$$

Vzhledem ke skutečnosti že  $0 < x < x_{bal,1} = 131,3 \text{ mm}$ , nacházíme se v oblasti III. Návrh výztuže tedy provedeme ze silové podmínky rovnováhy následovně :

$$A_{s1,req} = \frac{N_{sd1} + I \cdot b \cdot x \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{-542,1 + 0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,0327 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^3}{434,8 \cdot 10^3} = \underline{-896 \text{ mm}^2}$$

S ohledem na rozměry sloupu a  $A_{s,min}$  navrhne pro vnější sloupy výztuž 4ØR16.

#### 4.4. Interakční diagram sloupů

Vzhledem k množství zatěžovacích stavů a skutečnosti, že všechny sloupy mají shodné rozměry a výztuž, provedeme posouzení průřezu pomocí interakčního diagramu. Díky symetrické výztuži bude též interakční diagram souměrný podle svislé osy, tedy podle osy normálové síly.

Minimální výstřednost tlakové normálové síly :

$$e_0 = \frac{h}{30} = 11,6 \text{ mm} < 20 \text{ mm} \Rightarrow \underline{e_0 = 20 \text{ mm}}$$

#### Bod 0 :

$$N_{Rd0} = -(b \cdot h \cdot h \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s) = -(0,35 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^3 + 804 \cdot 400 \cdot 10^3) =$$

$$= \underline{-2363,7 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd0} = (A_2 \cdot z_2 - A_1 \cdot z_1) \cdot \sigma_s = 0 \cdot 400 \cdot 10^3 = \underline{0 \text{ kNm}}$$

$$\sigma_s = e_{c2} \cdot E_s \leq f_{yd} = 0,002 \cdot 200000 = \underline{400 \text{ MPa}}$$

**Bod 1 :**

$$N_{Rd1} = -(I \cdot b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd} + F_{s2}) = -(0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,302 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^3 + 174,8) = -1584,4 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1} = I \cdot b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - I \cdot d) + F_{s2} \cdot z_2 = 1409,6 \cdot 0,5 \cdot (0,35 - 0,8 \cdot 0,302) + 174,8 \cdot 0,127 = 98,6 \text{ kNm}$$

$$d = 300 \text{ mm} \geq x_{bal,2} \cdot d_2 = 0,4375 \cdot 0,05 = 21,9 \text{ mm} \Rightarrow s_{s2} = f_{yd}$$

**Bod 2 :**

$$N_{Rd,bal} = -(I \cdot x_{bal1} \cdot b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd} + \Delta F_s) = -(0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,35 \cdot 0,302 \cdot 1 \cdot 16,67 \cdot 10^3 + 0) = -869,7 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = I \cdot x_{bal1} \cdot b \cdot d \cdot h \cdot f_{cd} \cdot 0,5(h - I \cdot x_{bal1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z_1 + F_{s2} \cdot z_2 = 869,7 \cdot 0,5 \cdot (0,35 - 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,302) + 2 \cdot 174,8 \cdot 0,127 = 131,8 \text{ kNm}$$

**Bod 3 :**

$$N_{Rd} = 0 \text{ kN}$$

Moment na mezi únosnosti určíme ze silové podmínky rovnováhy a průběhu přetvoření v příčném řezu, přičemž předpokládáme, že v tažené výztuži a tlačném betonu jsou dosaženy mezní hodnoty napětí materiálu a napětí v tlačené výztuži dopočteme :

$$A_{s2} \cdot s_{s2} + 0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} - A_{s1} \cdot f_{yd} = 0$$

$$s_{s2} = E_s \cdot \frac{0,0035 \cdot (x - d_2)}{x}$$

$$402 \cdot 10^{-6} \cdot s_{s2} + 0,8 \cdot x \cdot 0,35 \cdot 16,67 \cdot 10^6 - 402 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 = 0$$

$$s_{s2} = \frac{200 \cdot 10^9 \cdot 0,0035 \cdot (x - 0,05)}{x}$$

$$x = 44,7 \text{ mm} \Rightarrow F_c = 208,6 \text{ kN}$$

$$s_{s2} = 51,7 \text{ MPa} \Rightarrow F_{s2} = 20,8 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = F_c \cdot (d - 0,4x) - F_{s2} \cdot (d - d_2) = 208,6(0,3 - 0,4 \cdot 0,045) - 20,8(0,3 - 0,05) = 54,0 \text{ kNm}$$

**Bod 4 :**

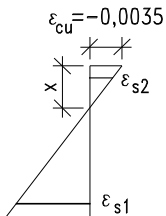
$$N_{Rdt,bal} = F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 288 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 = 125,2 \text{ kN}$$

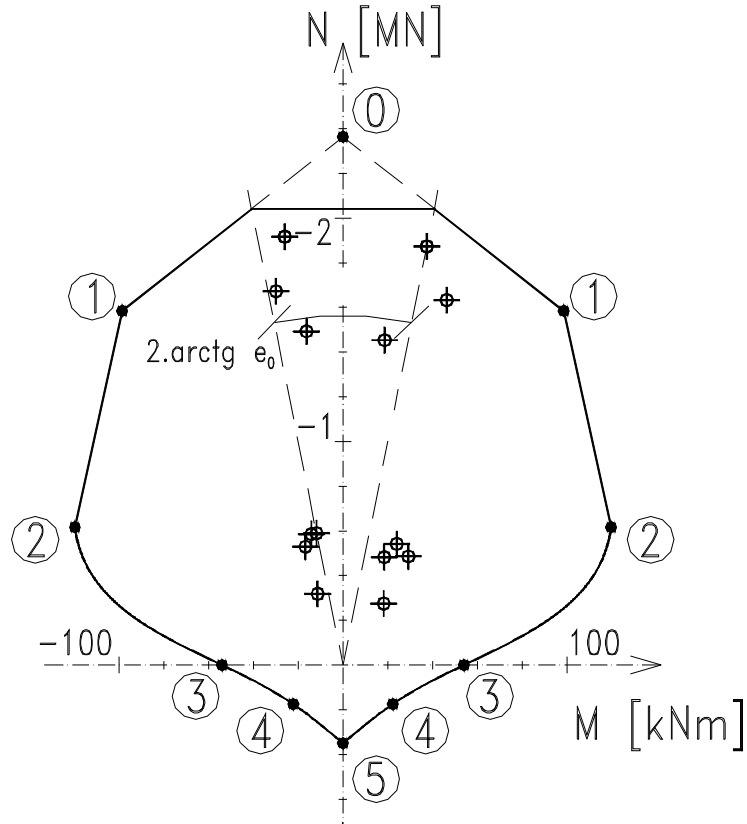
$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 125,2 \cdot 0,127 = 15,9 \text{ kNm}$$

**Bod 5 :**

$$N_{Rdt,0} = F_{s1} + F_{s2} = 2 \cdot 125,2 = 250,4 \text{ kN}$$

$$M_{Rdt,bal} = F_{s1} \cdot z_1 = 125,2 \cdot 0,127 = 15,9 \text{ kNm}$$





Vzhledem k jednotlivým kombinacím zatěžovacích stavů je z interakčního diagramu obou sloupů (sloupy jsou vyztuženy shodně) patrné, že veškeré tyto kombinace „padnou“ při zobrazení v souřadném systému M;N do oblasti interakčního diagramu. Tím pádem můžeme prohlásit, že sloup pro uvažované zatížení plně vyhovuje.

#### 4.5. Příčná výztuž

Příčná výztuž musí zajistit stabilitu podélné výztuže před vybočením. Abychom nemuseli toto posuzovat musí být splněny následující podmínky. Maximální vzdálenost příčné výztuže nesmí překročit minimum z následujících hodnot :

- $20 \varnothing$  podélné výztuže =  $20 \cdot 16 = \underline{320 \text{ mm}}$
- $\min (b, h) = \min (350, 350) = \underline{350 \text{ mm}}$
- 400 mm

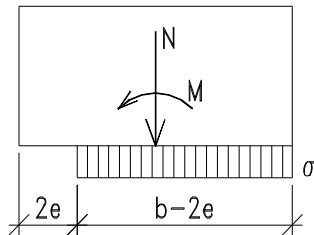
Příčnou výztuž navrhne po vzdálenosti 320 mm ve vnitřní části sloupu. Nad a pod deskou stropu, resp. nad základovou patkou, do vzdálenosti rovné většímu rozměru sloupu a v místě stykování prutů průměru většího než 14mm je třeba třmínky zahustit na vzdálenost odpovídající 0,6-násobku vzdálenosti ve vnitřní části sloupu.

## 5) NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ PATKY

Návrh a posouzení provedeme pro základovou patku pod vnitřním sloupem. Zatížení převezmeme z výpočtu sloupů. Patku navrhne jako čtvercovou ve dvou provedeních, železobetonovou a z prostého betonu.

### 5.1. 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 odhadneme jako 2x2x1m. Patku navrhne na maximální svislou sílu vyvozenou zatížením a odpovídající moment v průřezu IV.



Návrhové síly :

$$N_{Max} = - 1916,7 - 2 \cdot 2 \cdot 1,24 \cdot 1,2 = - 2031,9 \text{ kN}$$

$$M_{Max} = 26,0 \text{ kNm}$$

Minimální rozměry patky :

$$e = \frac{M}{N} = \frac{26}{2031,9} = 13 \text{ mm}$$

$$s = \frac{N}{A} \rightarrow A_{Red} = \frac{N}{s_{Rd}} = \frac{2031,9}{480} = 4,233 \text{ m}^2$$

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

Z konstrukčních důvodů navrhne rozměry patky 2,2 x 2,2 m.

### 5.2. Patka z prostého betonu

Patka z prostého betonu musíme navrhne tak, aby hlavní napětí v betonu v tahu bylo menší než pevnost betonu v tahu. Výšku patky  $h$  tedy zvolíme s ohledem na rozměry sloupu a navržené půdorysné rozměry 1,3 m (vyložení  $a = 0,925 \text{ m}$ , tedy  $h \approx 1,3 \cdot a = 1,3 \cdot 0,925 = 1,2025 \text{ m}$ ).

Zvýšení namáhání základové spáry bude odpovídat změně výšky patky, tedy :

$$s = \frac{N + N_{go}}{A} = \frac{1916,7 + 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 1,24 \cdot 1,2}{(2,2 - 2 \cdot 0,013) \cdot 2,2} = \frac{2084}{4,7828} = 435,7 \text{ kPa} < R_d = 480 \text{ kPa}$$

$$s_d = \frac{N}{A} = \frac{1916,7}{(2,2 - 2 \cdot 0,013) \cdot 2,2} = \frac{1916,7}{4,7828} = 400,8 \text{ kPa}$$

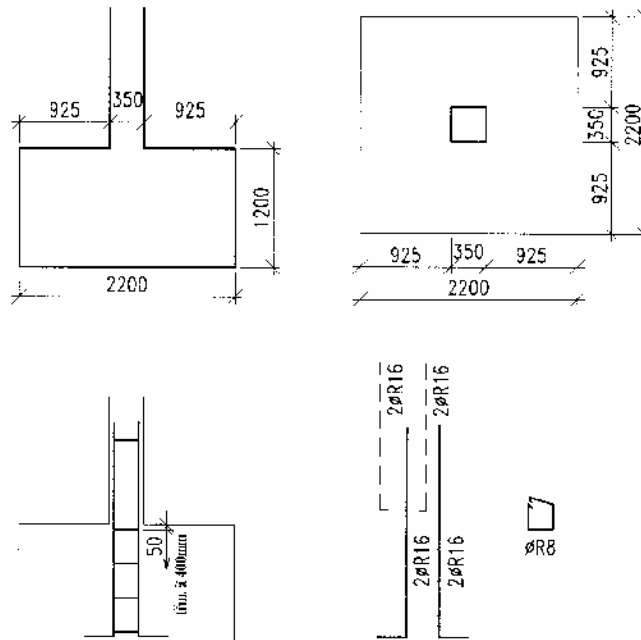
$$\text{Rozpětí konzoly } l_k = 0,925 + 0,15 \cdot 0,35 = 0,9775 \text{ m}$$

napětí je potom rovno :

$$s_c = \frac{M_{sd}}{W} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 400,8 \cdot 0,9775^2}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1,2^2} = \frac{191,5}{0,24} = 0,8 \text{ MPa} < f_{ctd} = \frac{f_{ctk0,05}}{g_m} = \frac{1,8}{1,8} = 1,0 \text{ MPa}$$

**Vyhovuje**

**Skica tvaru a výztuže patky z prostého betonu :**



**5.3. 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.

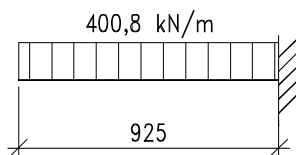
Vzhledem k vyložení patky navrhne její výšku rovnou 0,95m.

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

$$s = \frac{N}{A_{Red}} = \frac{1916,7 + 2,2 \cdot 2,2 \cdot 0,95 \cdot 24 \cdot 1,2}{(2,2 - 2 \cdot 0,013) \cdot 2,2} = \frac{2049,1}{4,7828} = 428,44 \text{ kPa} < R_d = 480 \text{ kPa}$$

$$s_d = \frac{N}{A} = \frac{1916,7}{(2,2 - 2 \cdot 0,013) \cdot 2,2} = \frac{1916,7}{4,7828} = 400,8 \text{ kPa}$$

Dále musíme navrhout a posoudit výztuž patky vzdorující ohybovému momentu od reakce základové půdy. Maximální moment získáme řešením patky jako konzoly s délkou rovnou vyložení základu zatížené reakcí základové půdy.



Návrhové síly :

$$M_{Max} = \frac{1}{2} s_d \cdot l_k^2 = \frac{1}{2} 400,8 \cdot 0,9775^2 = 191,5 \text{ kNm}$$

Při návrhu a posouzení výztuže postupujeme obdobně jako v případě výztuže průvlaků. Jmenovité krytí výztuže volíme s ohledem na zemní prostředí 50mm.

**Návrh výztuže : 6 Ø R16/m**

$$A_s = 1206 \text{ mm}^2 > A_{s,min} = 0,0013 \cdot 1,0 \cdot 892 = 1170 \text{ mm}^2$$

Poloha neutrálné osy v průřezu :

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

Velikost ramene vnitřních sil :

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

Poměr  $x$  :

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

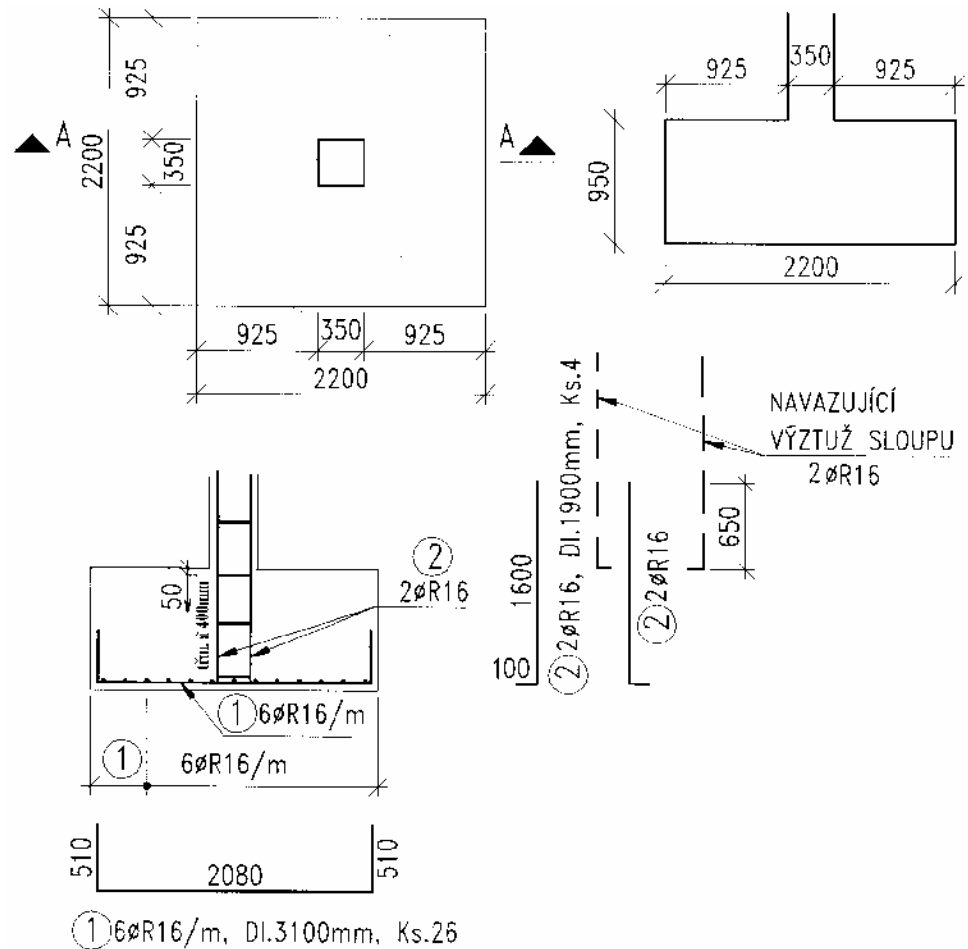
Moment únosnosti průřezu je potom :

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1206 \cdot 10^{-6} \cdot 434,8 \cdot 10^6 \cdot 0,876 = \underline{459,6 \text{ kNm}} > M_{Sd} = 191,5 \text{ kNm}$$

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

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

Skica tvaru a výztuže patky ze železobetonu :



Materiál : Beton C 25/30  
 Ocel 10 505 (R)