



P2-STATICKÝ VÝPOČET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE **Jakub Erlebach**

AUTHOR

VEDOUcí PRÁCE **Ing. ROSTISLAV JENEŠ**

SUPERVISOR

BRNO 2017

OBSAH

1. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ROZMĚRŮ	2
2. MATERIÁLY.....	3
3. ZATÍŽENÍ	4
4. VÝSLEDKY A KOMBINACE	8
5. OVĚŘENÍ VÝSLEDKŮ METODOU SOUČTOVÝCH MOMENTŮ.....	13
6. KRYTÍ VÝZTUŽE	17
7. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE	18
8. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X	20
9. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y	26
10. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X.....	32
11. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y	38
12. PROTLAČENÍ	44
13. VÝZTUŽ PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ	63
14. KOTEVNÍ DÉLKA VÝZTUŽE	64

1. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ROZMĚRŮ

TLOUŠŤKA DESKY

$$h_{s,lim} = l_{max} \cdot \left(22,2 + \frac{f_{yk}}{51,4} \right) = 6,25 \cdot \left(22,2 + \frac{500}{51,4} \right) = 199,5 \text{ mm}$$

$$h_s = 1,21 \cdot h_{s,lim} = 1,21 \cdot 199,5 = 240 \text{ mm}$$

ROZMĚRY SLOUPU

Zatěžovací šířka 6 250/6 250 mm

Počet pater nad: 5

Zatížení

Střecha

Sníh 1,2 kN/m²

VI. Tíha stropu 25 · 0,24 = 10,0 kN/m²

$$f_d = 1,5 \cdot 1,2 + 1,35 \cdot 10,0 = 15,3 \text{ kN/m}^2$$

Podlaží 2NP-6NP

Užitné 3,5 kN/m²

Podlaha 2,0 kN/m²

VI. Tíha stropu 25 · 0,24 = 10,0 kN/m²

$$f_d = 1,5 \cdot 3,5 + 1,35 \cdot (10,0 + 2,0) = 21,3 \text{ kN/m}^2$$

VI. Tíha sloupu

Odhad 500/500

$$F_d = 1,35 \cdot 25 \cdot (0,5 \cdot 0,5 \cdot 3,25) = 27,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 15,3 \cdot (6,25 \cdot 6,25) + 5 \cdot 21,3 \cdot (6,25 \cdot 6,25) + 6 \cdot 27,4 = 4092,2 \text{ kN}$$

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

$$A_{nut} = \frac{N_{Ed}}{f_{cd}} = \frac{4\,092,2}{16,67 \cdot 10^3} = 0,245 \text{ m}^2$$

$$c = \sqrt{A_{nut}} = \sqrt{0,245} = 0,5 \text{ m}$$

NAVRŽEN SLOUP 500/500 MM

2. MATERIÁLY

Beton C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk,0,05} = 1,8 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5\text{‰}$$

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

Ocel B500 B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

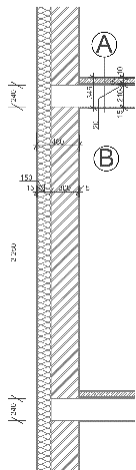
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,78}{200} = 2,2\text{‰}$$

3. ZATÍŽENÍ

a) STÁLÉ



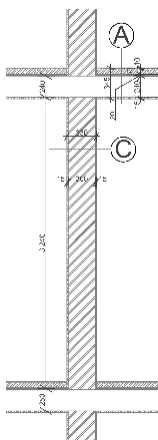
A PODLAHA

	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
KERAMICKÁ DLAŽBA	0,010	22	0,22
BETONOVÁ DESKA	0,060	23	1,38
MINERÁLNÍ IZOLACE	0,020	2	0,06
ŽB STROPNÍ DESKA	0,240		
OMÍTKA	0,015	20	0,30
CELKEM	0,345 m		1,96 kN/m²

B OBVODOVÁ STĚNA

	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
OMÍTKA	0,015	20	0,30
ZDIVO PT 30	0,300	8	2,40
POLYSTYREN EPS	0,150	0,3	0,05
OMÍTKA	0,015	20	0,30
CELKEM	0,480 m		3,05 kN/m²

*3,25 = 9,91 kN/m'



C VNITŘNÍ STĚNA

	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
OMÍTKA	0,015	20	0,30
ZDIVO PT 30	0,300	8	2,40
OMÍTKA	0,015	20	0,30
CELKEM	0,330 m		3,00 kN/m²

*3,25 = 9,75 kN/m'

SCHODIŠTĚ

D

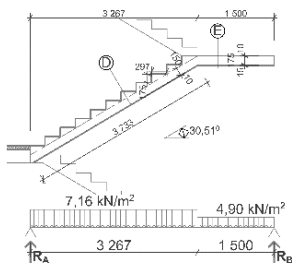
	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
KER. DLAŽBA	11*(0,175+0,297)*0,01*22 =		1,14
STUPEŇ	11*(0,175+0,297/2)*25 =		7,15
ŽB DESKA	3,733*0,15*25 =		14,0
OMÍTKA	3,733*0,015*20 =		1,12
CELKEM			23,41 kN

/3,267 = 7,16 kN/m²

E

	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
KER. DLAŽBA	0,010	22	0,22
ŽB DESKA	0,175	25	4,38
OMÍTKA	0,015	20	0,30
CELKEM	0,200 m		4,90 kN/m²

$$R_A = (7,16*3,267*3,13+4,90*1,5*0,75)/4,767 = 16,51 \text{ kN/m'}$$



b) NAHODILÉ

KANCELÁŘ

3,0 kN/m² – PLOŠNÉ

0,5 kN/m² – PŘÍČKY

$$q_k = 3,0 + 0,5 = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

CHODBA

$$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

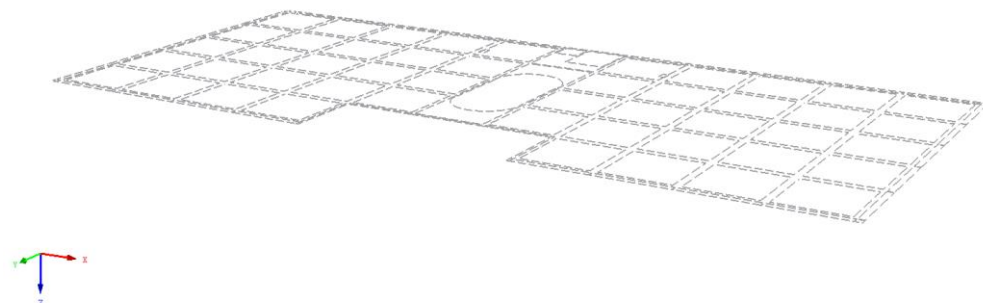
SCHODIŠTĚ

$$R_a = 3,0 \times 4,767 \times 2,384 / 4,767 = 7,151 \text{ kN/m}$$

JEDNOTLIVÉ ZATĚŽOVACÍ STAVY

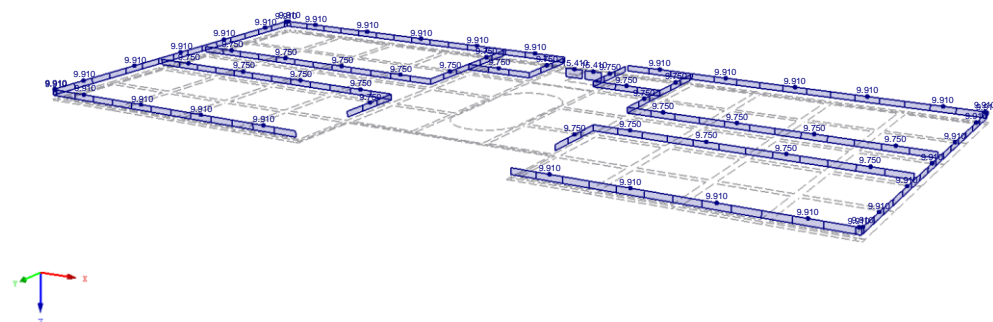
ZS 1: Stálé-Vlastní tíha desky

Izometrie



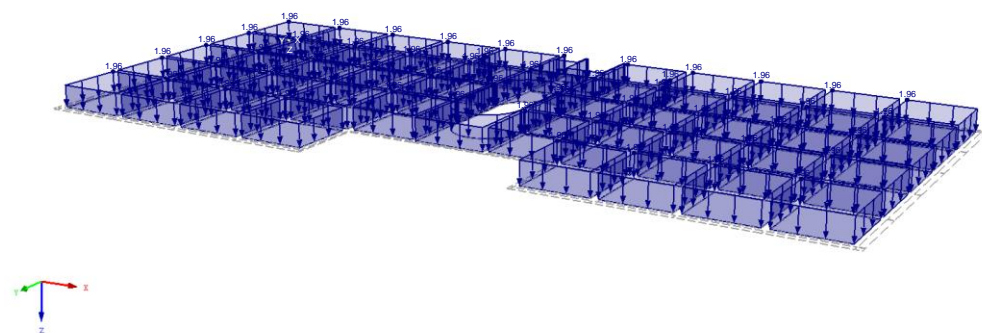
ZS 2: Stálé-Stěny+Schodiště
Zatížení [kN/m]

Izometrie



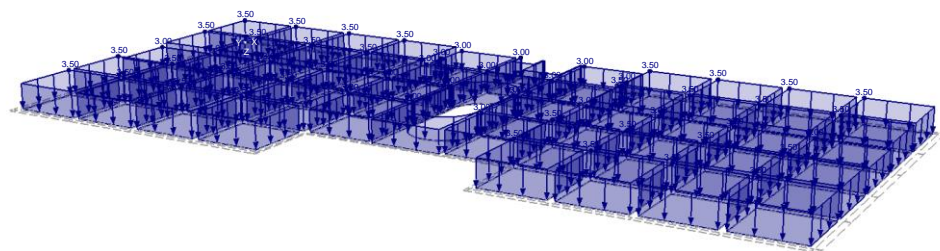
ZS 3: Stálé-Podlaha
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



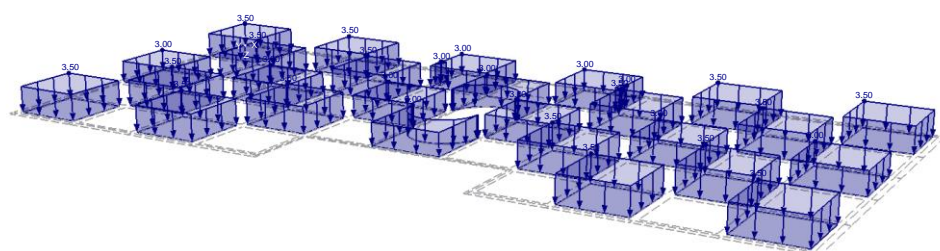
ZS 4: Užité-plné
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



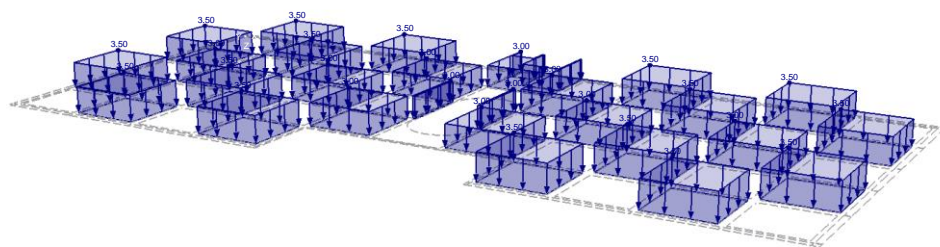
ZS 5: Užité-šach1
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



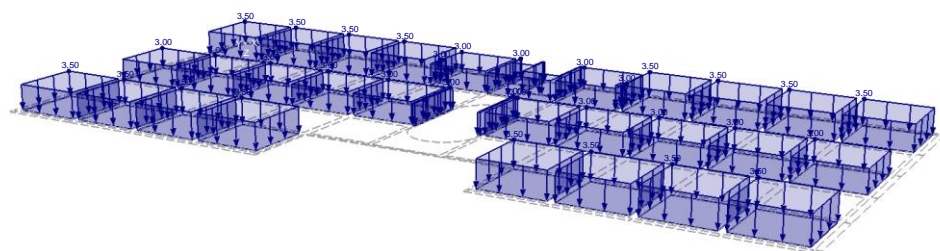
ZS 6: Užité-šach2
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



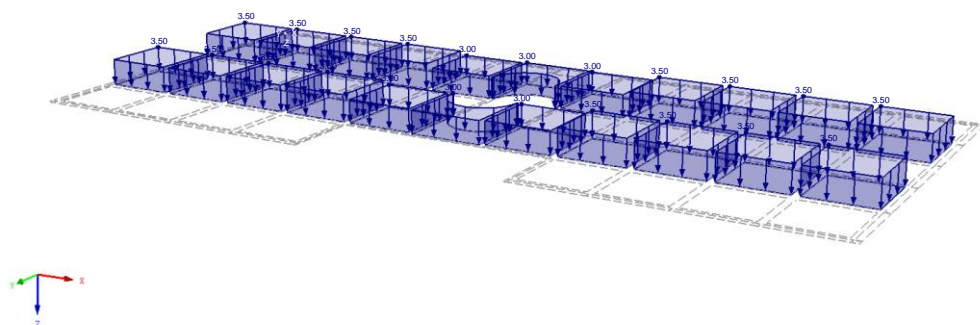
ZS 7: Užité-šach3
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



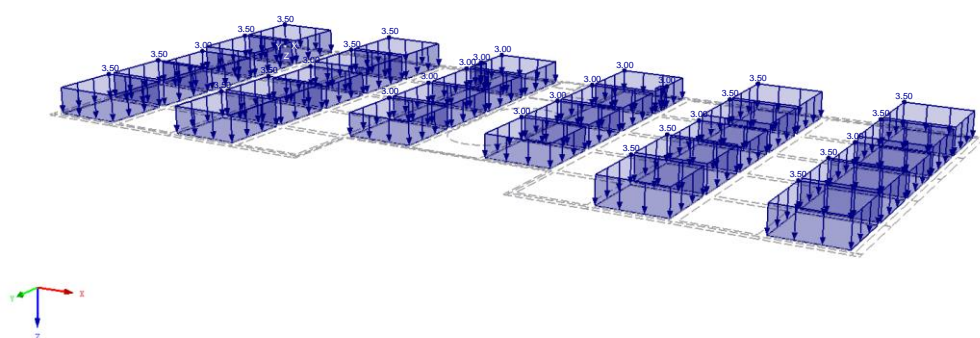
ZS 8: Užitné-šach4
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



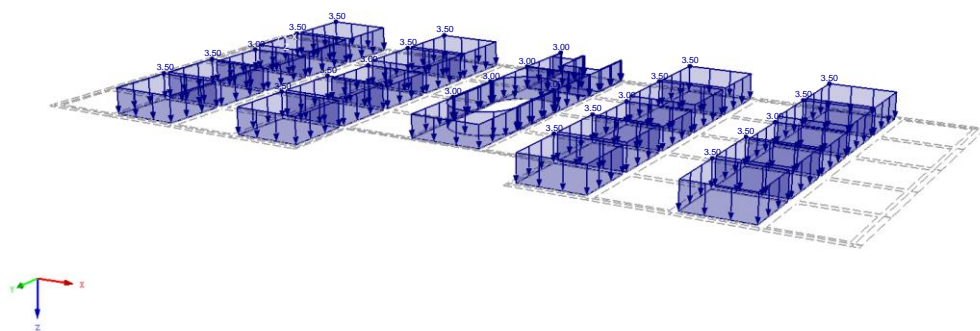
ZS 9: Užitné-šach5
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



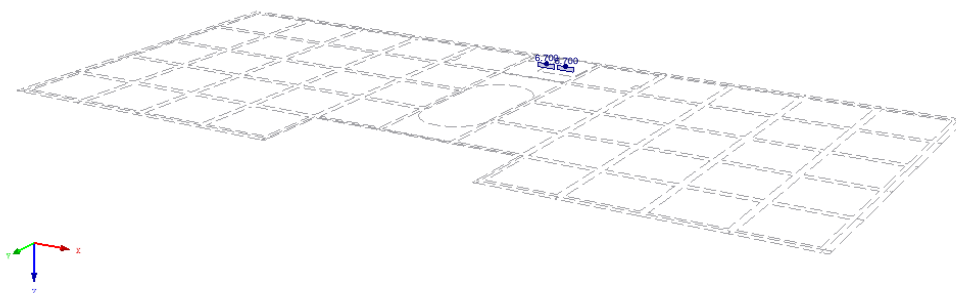
ZS 10: Užitné-šach6
Zatížení [kN/m²]

Izometrie



ZS 11: Užitné-Schodiště
Zatížení [kN/m]

Izometrie



4. VÝSLEDKY A KOMBINACE

Výpočet vnitřních sil byl proveden metodou konečných prvků pomocí programu Rfem

Kombinace podle kombinační rovnice

$$\sum \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i} \cdot \psi_{0,i}$$

$\gamma_G = 1,35$ nepříznivě působící zatížení

$\gamma_G = 1,0$ příznivě působící zatížení

$\gamma_Q = 1,5$ nepříznivě působící zatížení

$\gamma_Q = 0$ příznivě působící zatížení

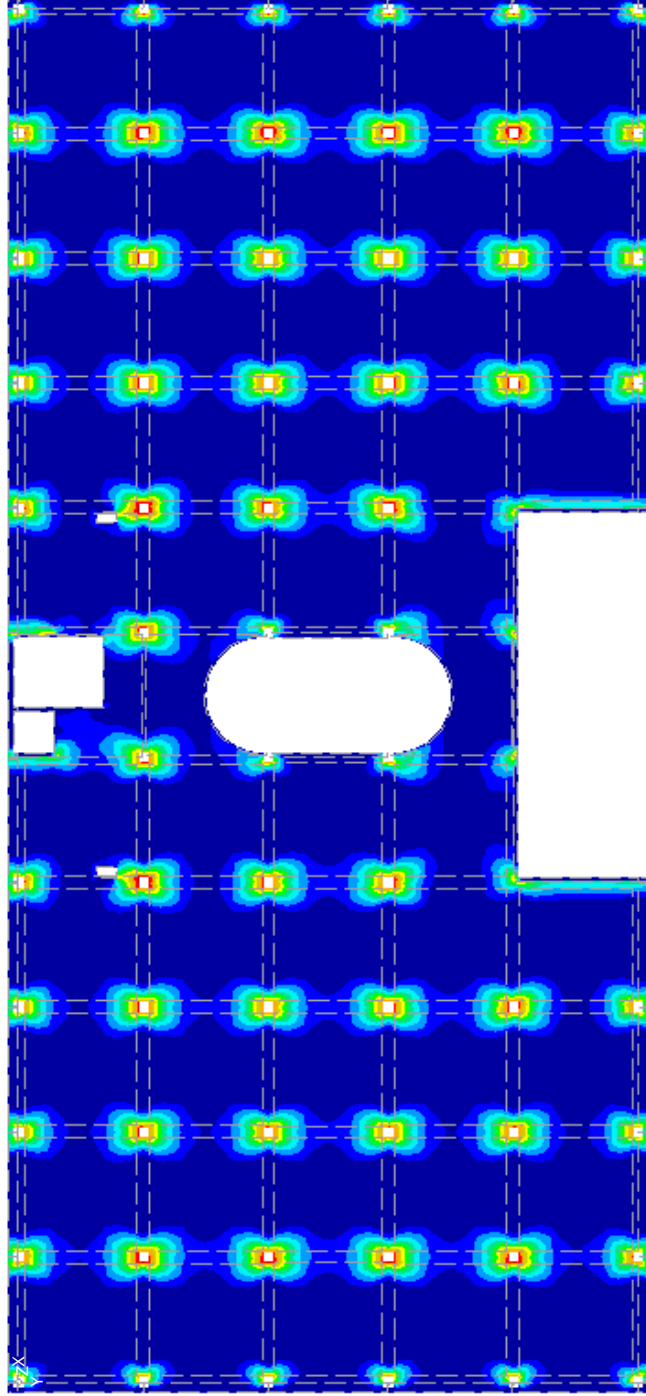
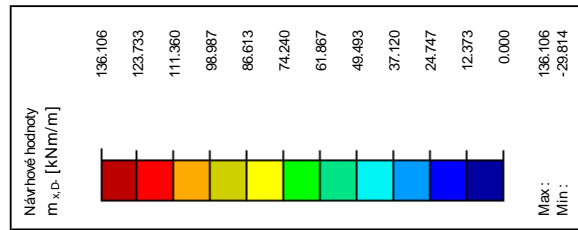
$\psi_0 = 0,7$ Kategorie B Kancelářské prostory

Byly zkombinovány následující zatěžovací stavy

	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	ZS6	ZS7	ZS8	ZS9	ZS10	ZS11
K1	X	X	X								
K2	X	X	X	X							
K3	X	X	X		X						
K4	X	X	X			X					
K5	X	X	X				X				
K6	X	X	X					X			
K7	X	X	X						X		
K8	X	X	X							X	
K9	X	X	X								X
K10	X	X	X	X							X
K11	X	X	X		X						X
K12	X	X	X			X					X
K13	X	X	X				X				X
K14	X	X	X					X			X
K15	X	X	X						X		X
K16	X	X	X							X	X

Ve směru Z

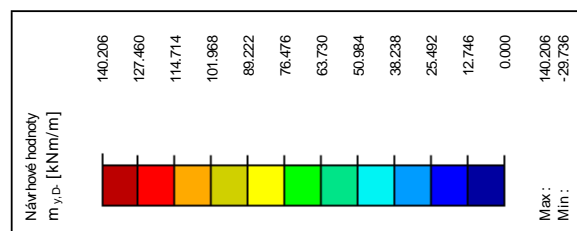
KV 17: MAX/MIN
Návrhové vnitřní síly m-x,D,-
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max m-x,D,-: 136.106, Min m-x,D,-: -29.814 kNm/m

Ve směru Z

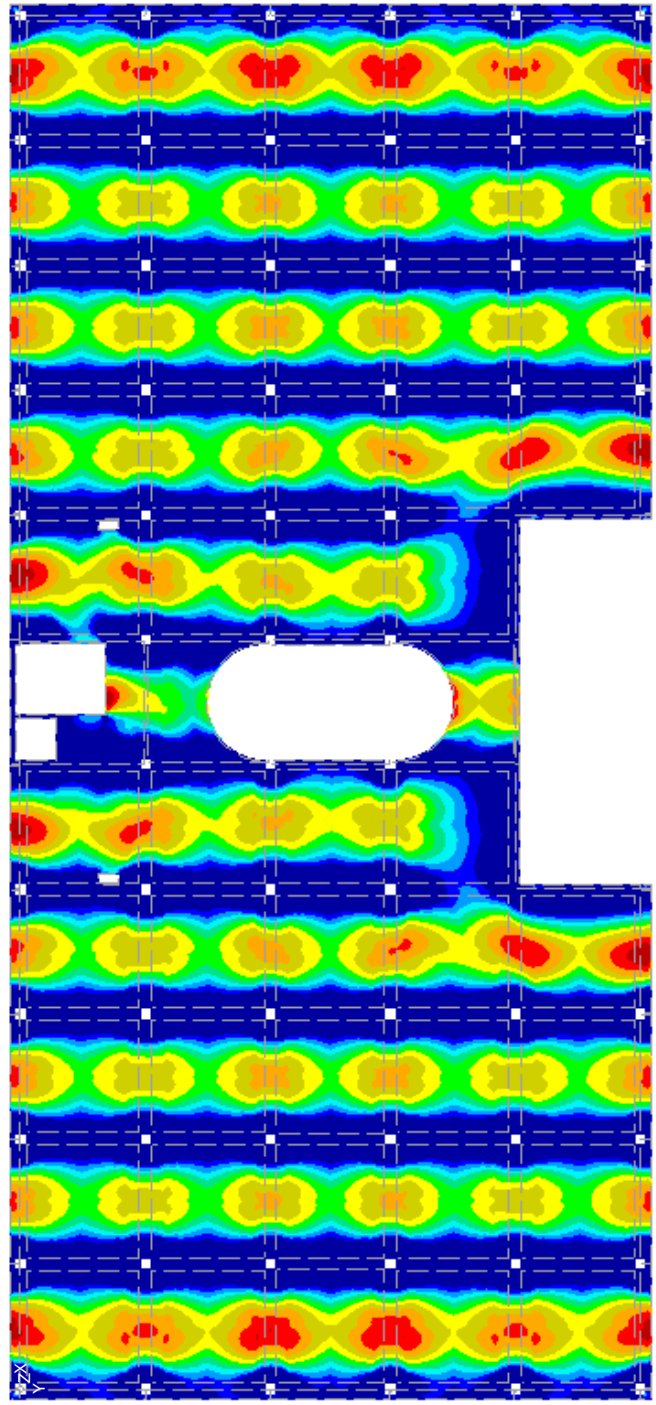
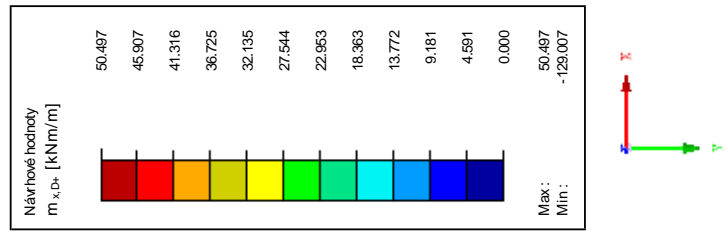
KV 17: MAX/MIN
Návrhové vnitřní síly m-y,D,-
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max m-y,D,-: 140.206, Min m-y,D,-: -29.736 kNm/m

Ve směru Z

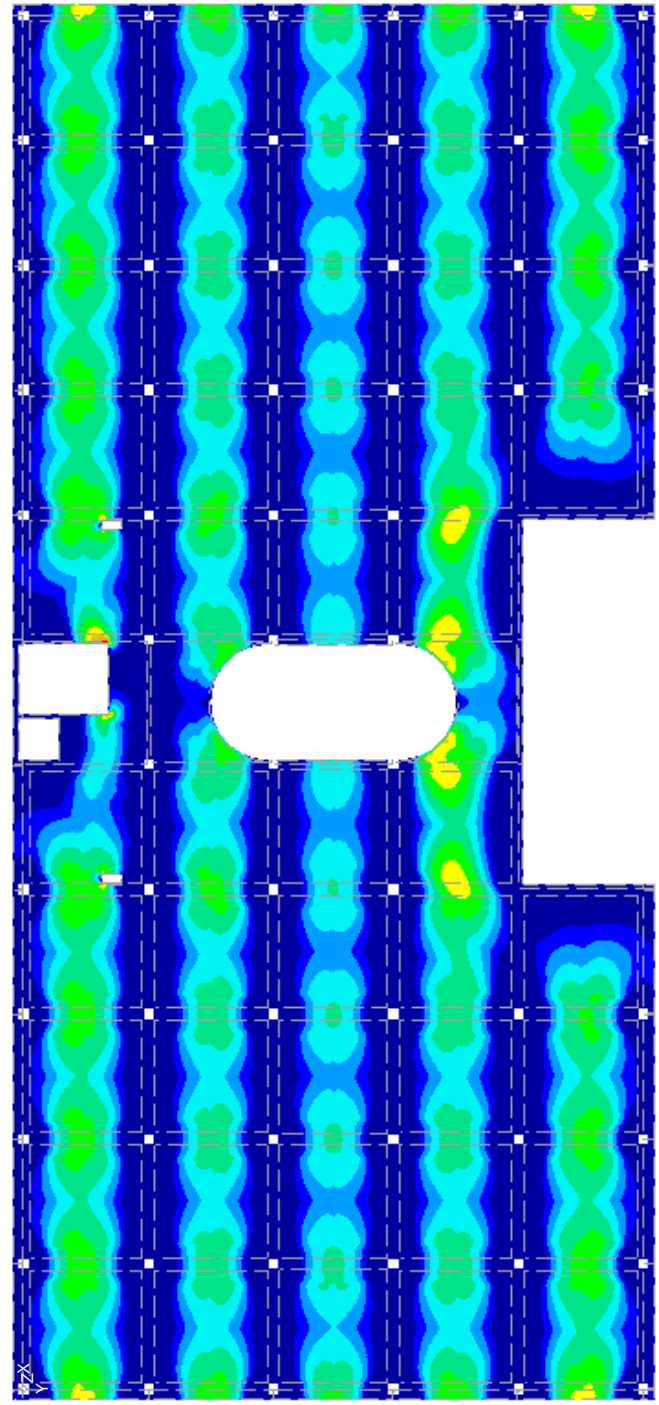
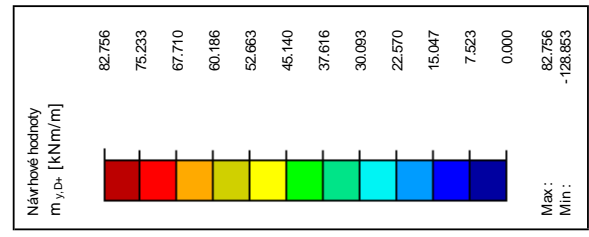
KV 17: MAX/MIN
 Návrhové vnitřní síly m-x,D,+
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max m-x,D,+ : 50.497, Min m-x,D,+ : -129.007 kNm/m

KV 17: MAX/MIN
 Návrhové vnitřní síly m-y,D,+
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

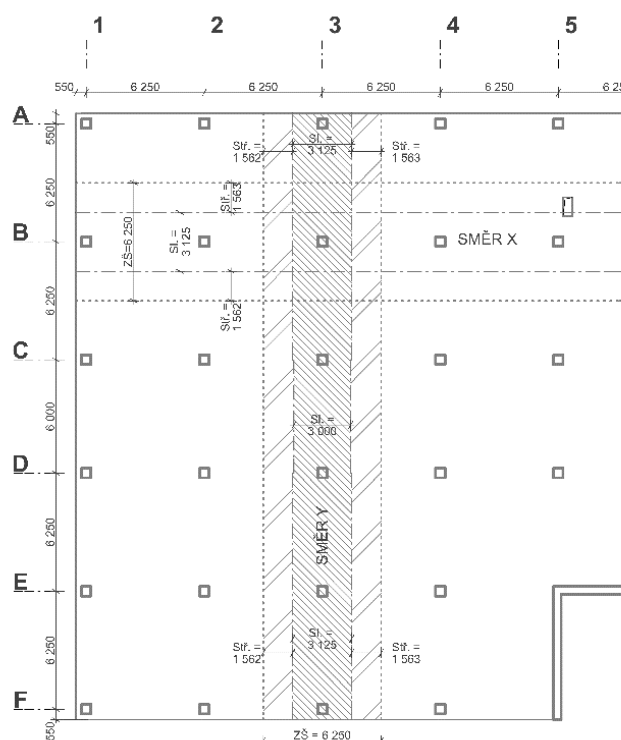
Ve směru Z



Max m-y,D,+ : 82.756, Min m-y,D,+ : -128.853 kNm/m

5. OVĚŘENÍ VÝSLEDKŮ METODOU SOUČTOVÝCH MOMENTŮ

Rozdělení do sloupových a středních pruhů



Ověření podmínek pro použití metody součtových momentů

- Desková konstrukce je v celém svém rozsahu železobetonová pouze s evnt. ocelovými nebo předpjatými hlavicemi
VYHOVUJE
- V obou směrech jsou alespoň 3 desková pole
VYHOVUJE
- Obdélníková pole mají poměr delší strany ke kratší menší než 2,0
 $\frac{6,25}{6,00} = 1,04 < 2,0$ VYHOVUJE
- Rozpětí deskových polí v hlavním směru se neliší o více než 1/3 rozpětí kratšího pole
 $6,25 - 6,00 = 0,25 < 1/3 \times 6,0 = 2,0$ VYHOVUJE
- Sloupy nejsou odchýleny od osového systému o více než 10% vzdálenosti os kolmých na směr vychýlení
VYHOVUJE
- Konstrukce bude zatížena pouze svislým zatížením rovnoměrně rozděleným po celém deskovém poli, přičemž charakteristická hodnota nahodilého zatížení nebude větší než dvojnásobek charakteristického stálého zatížení
 $q_k = 3.5 \text{ kN/m}^2 < 2 \times g_k = 2 \times 7.96 = 15.9 \text{ kN/m}^2$ VYHOVUJE
- silové účinky zatížení stanovené metodou součtových momentů, nelze dále upravovat (např. se zřetelem k redistribuci momentů)
VYHOVUJE
- konstrukce se vyšetřuje ve dvou vzájemně se kolmo křižujících směrech sloupových řad
VYHOVUJE

Řez ve směru Y

Stanovení zatížení

$$vl. \text{ tíha} = 0,24 \times 25 = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

$$stálé = 1,96 \text{ kN/m}^2$$

$$užitné \text{ kanc.} = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

$$užitné \text{ chodba} = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Celkové zatížení na nosníku

$$f_{d,1} = 1,35 \times (6,0 + 1,96) + 1,5 \times 3,5 = 15,99 \text{ kN/m}^2 \times 6,25 = 99,98 \text{ kN/m}$$

$$f_{d,2} = 1,35 \times (6,0 + 1,96) + 1,5 \times 3,0 = 15,25 \text{ kN/m}^2 \times 6,25 = 95,88 \text{ kN/m}$$

Celkové momenty

$$M_{tot,1} = \frac{1}{8} \times 99,98 \times 5,75^2 = 413,20 \text{ kNm}$$

$$M_{tot,2} = \frac{1}{8} \times 95,88 \times 5,50^2 = 362,55 \text{ kNm}$$

Rozdělení celkových momentů

$$M_k = 6 \times 0,3 \times 0,15 + 9,91 \times 0,15 = 1,76 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{a,P} = -0,29 \times M_{tot,1} = -0,29 \times 413,20 = -119,83 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 0,52 \times M_{tot,1} = 0,52 \times 413,20 = 214,86 \text{ kNm}$$

$$M_{b,L} = -0,70 \times M_{tot,1} = -0,70 \times 413,20 = -289,24 \text{ kNm}$$

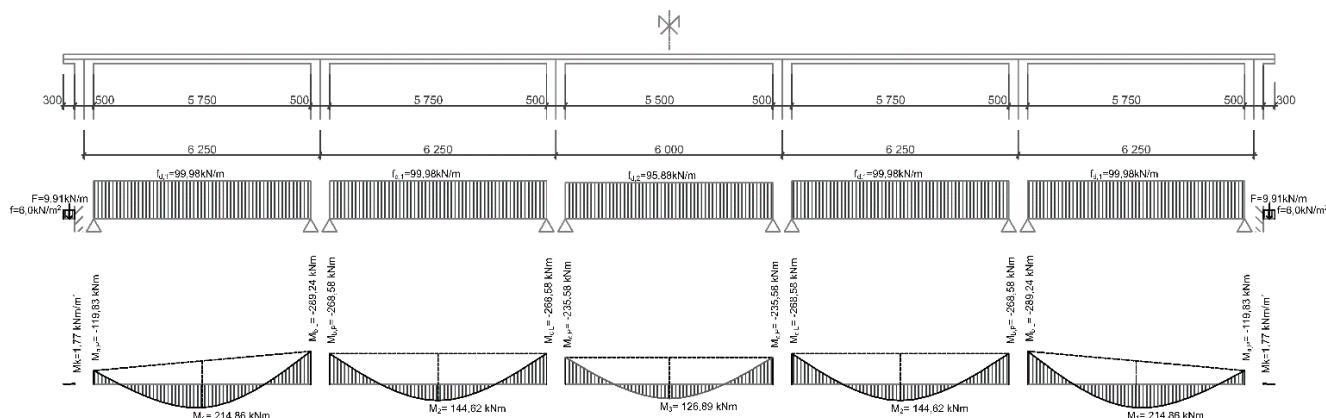
$$M_{b,P} = -0,65 \times M_{tot,1} = -0,65 \times 413,20 = -268,58 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 0,35 \times M_{tot,1} = 0,35 \times 413,20 = 144,62 \text{ kNm}$$

$$M_{c,L} = -0,65 \times M_{tot,1} = -0,65 \times 413,20 = -268,58 \text{ kNm}$$

$$M_{c,P} = -0,65 \times M_{tot,2} = -0,65 \times 362,55 = -235,58 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 0,35 \times M_{tot,2} = 0,35 \times 362,55 = 126,89 \text{ kNm}$$



Řez ve směru X (typické střední pole)

Stanovení zatížení

$$vl. \text{ tíha} = 0,24 \times 25 = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

$$stálé = 1,96 \text{ kN/m}^2$$

$$užitné \text{ kanc.} = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

Celkové zatížení na nosníku

$$f_{d,1} = 1,35 \times (6,0 + 1,96) + 1,5 \times 3,5 = 15,99 \text{ kN/m}^2 \times 6,25 = 99,98 \text{ kN/m}$$

Celkové momenty

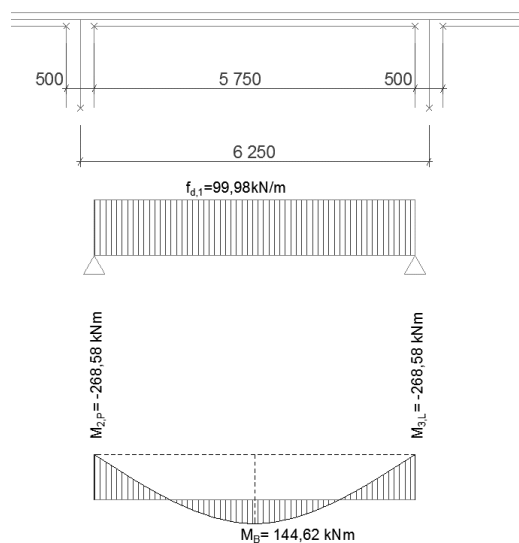
$$M_{tot,1} = \frac{1}{8} \times 99,98 \times 5,75^2 = 413,20 \text{ kNm}$$

Rozdělení celkových momentů

$$M_{2,P} = -0,65 \times M_{tot,1} = -0,65 \times 413,20 = -268,58 \text{ kNm}$$

$$M_B = 0,35 \times M_{tot,1} = 0,35 \times 413,20 = 144,62 \text{ kNm}$$

$$M_{3,L} = -0,65 \times M_{tot,1} = -0,65 \times 413,20 = -268,58 \text{ kNm}$$



Rozdělení do sloupových a středních pruhů

ŘEZ SMĚR Y	PRUH	PRŮŘEZ	ω	M [kNm]	$\omega \cdot M$ [kNm]	šířka pruhu [m]	$\omega \cdot M / m'$ [kNm/m']	Metodou MKP	rozdíl [%]
	sloupový	krajní podpora a	1,00	-119,83	-119,83	3,125	-38,35	-36,48	-5,1
		krajní pole	0,60	214,86	128,92	3,125	41,25	38,38	-7,5
		vnitřní podpora b	0,75	-289,24	-216,93	3,125	-69,42	-75,12	7,6
		vnitřní pole	0,60	144,62	86,77	3,125	27,77	30,75	9,7
		vnitřní podpora c	0,75	-268,58	-201,44	3,125	-64,46	-62,83	-2,6
		vnitřní podpora c	0,75	-235,58	-176,69	3,000	-58,90	-59,34	0,7
		vnitřní pole	0,60	126,89	76,13	3,000	25,38	28,12	9,8
	střední	krajní podpora a	0,65	1,77	-	-	1,15	1,27	9,4
		krajní pole	0,40	214,86	85,94	3,125	27,50	29,99	8,3
		vnitřní podpora b	0,25	-289,24	-72,31	3,125	-23,14	-21,35	-8,4
		vnitřní pole	0,40	144,62	57,85	3,125	18,51	20,58	10,1
		vnitřní podpora c	0,25	-268,58	-67,15	3,125	-21,49	-19,87	-8,1
		vnitřní podpora c	0,25	-235,58	-58,90	3,250	-18,12	-16,93	-7,0
		vnitřní pole	0,40	126,89	50,76	3,250	15,62	16,78	6,9

ŘEZ SMĚR X	PRUH	PRŮŘEZ	ω	M [kNm]	$\omega \cdot M$ [kNm]	šířka pruhu [m]	$\omega \cdot M / m'$ [kNm/m']	Metodou MKP	rozdíl [%]
	sloupový	vnitřní podpora 2	0,75	-268,58	-201,44	3,125	-64,46	-62,74	-2,7
		vnitřní pole	0,60	144,62	86,77	3,125	27,77	30,21	8,1
		vnitřní podpora 3	0,75	-268,58	-201,44	3,125	-64,46	-62,13	-3,7
	střední	vnitřní podpora 2	0,25	-268,58	-67,15	3,125	-21,49	-20,64	-4,1
		vnitřní pole	0,40	144,62	57,85	3,125	18,51	20,51	9,7
		vnitřní podpora 3	0,25	-268,58	-67,15	3,125	-21,49	-20,51	-4,8

Hodnoty momentů stanovených metodou MKP jsou zprůměrovány na šířku sloupových a středních pruhů shodnou s šířkou pruhu pro metodu součtových momentů.

6. KRYTÍ VÝZTUŽE

Stupeň prostředí XC1

Konstrukční třída S4 – desková konstrukce S3 $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(14; 10 + 0 - 0; 10 \text{ mm}) = 14 \rightarrow c_{min} = 15 \text{ mm}$$

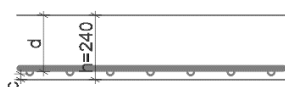
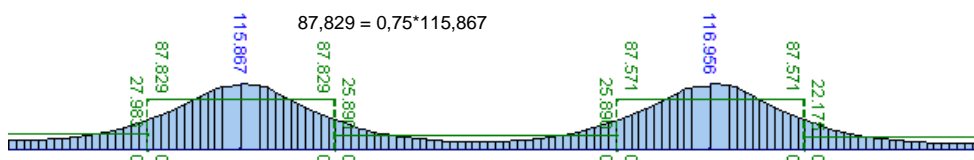
$$c_{min,b} = \Phi \text{ výztuže} = 14 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

7. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE

ROZDĚLENÍ MOMENTŮ DO PRUHŮ

Šířky sloupových pruhů jsou stanoveny tak, aby průměrná hodnota momentu byla rovna cca 75% maximálního momentu v daném řezu.



NÁVRH VÝZTUŽE

Účinná výška

$$d_x = h - c - \frac{\phi}{2}$$

$$d_y = h - c - \phi_x - \frac{\phi}{2}$$

Nutná plocha výztuže

$$A_{s,reg} = b \times d \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times M_{ed}}{b \times d^2 \times f_{cd}}} \right)$$

Konstrukční zásady

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d$$

$$A_{s,min} < A_s$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times b \times h$$

$$A_{s,max} > A_s$$

Maximální vzdálenost výztuží

$$s_{max} = \min(2h, 300)$$

$$s_{max} > s$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max(1,5 \times \phi; d_g + 5; 20) = \max(1,5 \times 14; 16 + 5; 20) = \max(21; 21; 20) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{min} < s$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{b \times \lambda \times f_{cd}}$$

$$x_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \times d$$

$$x_{lim} > x$$

Rameno vnitřních sil

$$z = \left(d - \frac{\lambda \times x}{2} \right)$$

Posouzení únosnosti

$$M_{rd} = F_s \times z = A_s \times f_{yd} \times z$$

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} < 1,0$$

Dimenzování výztuže pro jednotlivé oblasti je uvedeno v následujících tabulkách.

8. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

Stanovení konstrukční výztuže

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Předpoklad } \Phi = 8 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\Phi}{2} = 240 - 25 - \frac{8}{2} = 211 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d = 0,26 \times \frac{2,6}{500} \times 1000 \times 211 = 285,27 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 1000 \times 211 = 274,3 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost výztuží

$$s_{max} = \min(2h, 300) = \min(2 \times 240, 300) = 300 \text{ mm}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE $\Phi 8/150$ $A_s = 335,10 \text{ mm}^2$

Výška tlačené oblasti

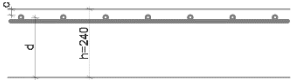
$$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{\lambda \times b \times f_{cd}} = \frac{335,10 \times 434,78}{0,8 \times 1000 \times 16,67} = 10,92 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \times d = \frac{3,5}{3,5 + 2,2} \times 211 = 129,56 \text{ mm} > x = 10,92 \text{ VYHOVUJE}$$

Stanovení únosnosti

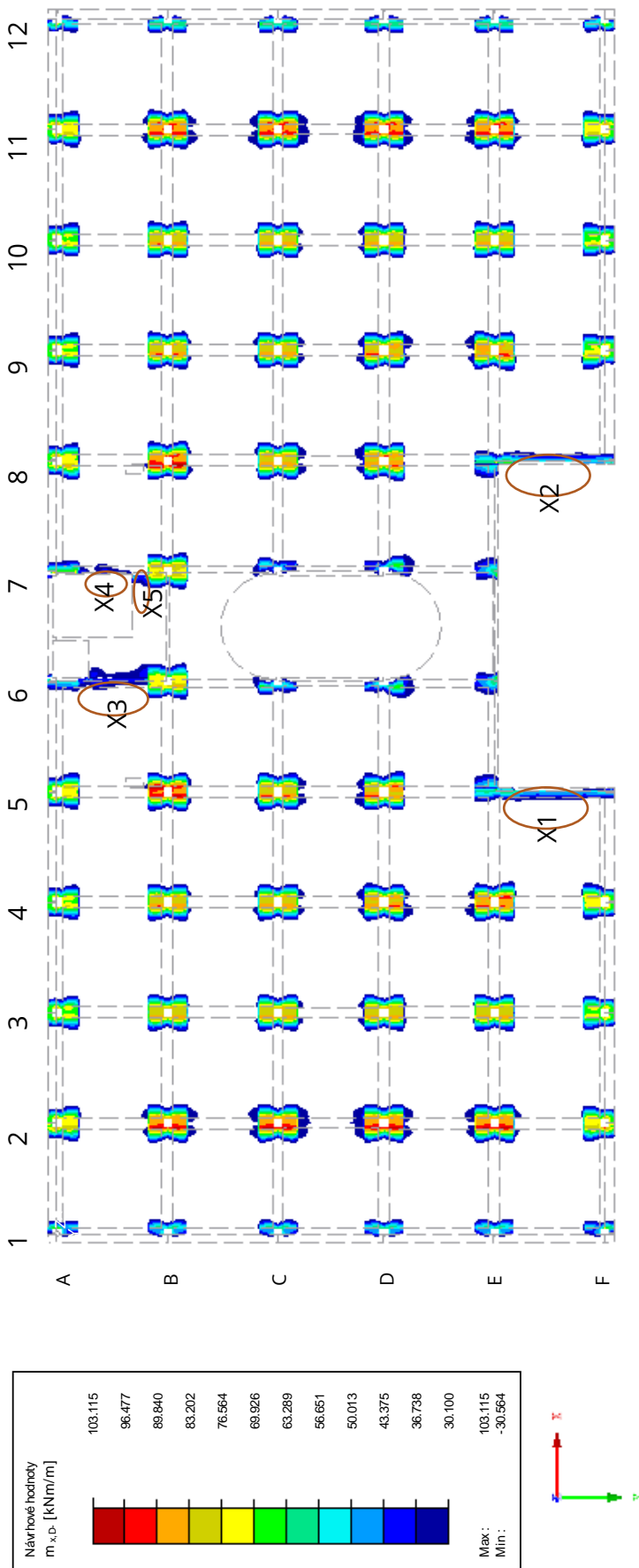
$$z_c = d - \frac{\lambda x}{2} = 211 - \frac{0,8 \times 10,92}{2} = 206,63 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_s \times f_{yd} \times z_c = 335,10 \times 434,78 \times 206,63 \times 10^{-6} = \mathbf{30,10 \text{ kNm}}$$



Oblasti s nutností návrhu hlavní výztuže

KV 17: MAX/MIN
 Návrhové vnitřní síly m-x,D,-
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max m-x,D,-: 103.115, Min m-x,D,-: -30.564 kNm/m

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru x

směr x ŘEZ A		A1/A12	A2/A11	A3/A10	A4/A9	A5/A8	A6	A7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	61,85	76,13	70,40	71,55	76,46	64,07	71,48
φ	mm	12	12	12	12	12	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	209	209	209	209	209	209
As reg	mm^2	712,31	886,88	816,32	830,43	890,96	739,17	829,57
n	ks/m	6,30	7,84	7,22	7,34	7,88	6,54	7,33
s	mm	158,78	127,52	138,55	136,19	126,94	153,01	136,33
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 120
As	mm^2	753,98	942,48	942,48	942,48	942,48	942,48	942,48
As MIN	mm^2	282,57	282,57	282,57	282,57	282,57	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300	300
S<S MAX	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7
X LIM	mm	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3
x<x LIM	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	196,71	196,71	196,71	196,71	196,71	196,71
Mrd	kNm	65,29	80,61	80,61	80,61	80,61	80,61	80,61
Med/Mrd		0,95	0,94	0,87	0,89	0,95	0,79	0,89
Med/Mrd<1	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x ŘEZ B		B1/B12	B2/B11	B3/B10	B4/B9	B5/B8	B6	B7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	62,54	95,27	86,35	88,09	100,02	77,81	80,40
φ	mm	12	14	14	14	14	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	208	208	208	208	209	209
As reg	mm^2	720,65	1134,11	1020,08	1042,17	1195,62	907,70	939,91
n	ks/m	6,37	7,37	6,63	6,77	7,77	8,03	8,31
s	mm	156,94	135,73	150,91	147,71	128,75	124,60	120,33
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 100	φ 12 / 100
As	mm^2	753,98	1282,82	1282,82	1282,82	1282,82	1130,97	1130,97
As MIN	mm^2	282,57	281,22	281,22	281,22	281,22	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300	300
S<S MAX	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	41,8	41,8	41,8	41,8	36,9	36,9
X LIM	mm	128,3	127,7	127,7	127,7	127,7	128,3	128,3
x<x LIM	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	191,27	191,27	191,27	191,27	194,25	194,25
Mrd	kNm	65,29	106,68	106,68	106,68	106,68	95,52	95,52
Med/Mrd		0,96	0,89	0,81	0,83	0,94	0,81	0,84
Med/Mrd<1	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru x

směr x ŘEZ C		C1/C12	C2/C11	C3/C10	C4/C9	C5/C8	C6	C7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	64,31	98,46	87,44	88,46	89,71	52,15	52,15
φ	mm	12	14	14	14	14	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	208	208	208	208	209	209
As reg	mm^2	742,08	1175,36	1033,91	1046,88	1062,81	596,07	596,07
n	ks/m	6,56	7,64	6,72	6,80	6,90	5,27	5,27
s	mm	152,41	130,97	148,89	147,04	144,84	189,74	189,74
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 150	φ 12 / 150
As	mm^2	753,98	1282,82	1282,82	1282,82	1282,82	753,98	753,98
As MIN	mm^2	282,57	281,22	281,22	281,22	281,22	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	41,8	41,8	41,8	41,8	24,6	24,6
X LIM	mm	128,3	127,7	127,7	127,7	127,7	128,3	128,3
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	191,27	191,27	191,27	191,27	199,17	199,17
Mrd	kNm	65,29	106,68	106,68	106,68	106,68	65,29	65,29
Med/Mrd		0,98	0,92	0,82	0,83	0,84	0,80	0,80
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x ŘEZ D		D1/D12	D2/D11	D3/D10	D4/D9	D5/D8	D6	D7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	62,44	97,30	86,40	89,58	90,71	59,64	59,64
φ	mm	12	14	14	14	14	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	208	208	208	208	209	209
As reg	mm^2	719,44	1160,33	1020,71	1061,15	1075,58	685,66	685,66
n	ks/m	6,36	7,54	6,63	6,89	6,99	6,06	6,06
s	mm	157,20	132,67	150,81	145,07	143,12	164,95	164,95
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 150	φ 12 / 150
As	mm^2	753,98	1282,82	1282,82	1282,82	1282,82	753,98	753,98
As MIN	mm^2	282,57	281,22	281,22	281,22	281,22	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	41,8	41,8	41,8	41,8	24,6	24,6
X LIM	mm	128,3	127,7	127,7	127,7	127,7	128,3	128,3
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	191,27	191,27	191,27	191,27	199,17	199,17
Mrd	kNm	65,29	106,68	106,68	106,68	106,68	65,29	65,29
Med/Mrd		0,96	0,91	0,81	0,84	0,85	0,91	0,91
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru x

směr x ŘEZ E		E1/E12	E2/E11	E3/E10	E4/E9	E5/E8	E6	E7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	63,28	96,86	86,51	90,61	63,71	54,58	54,58
φ	mm	12	14	14	14	12	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	208	208	208	209	209	209
As reg	mm^2	729,60	1154,64	1022,11	1074,30	734,81	625,02	625,02
n	ks/m	6,45	7,50	6,64	6,98	6,50	5,53	5,53
s	mm	155,01	133,32	150,61	143,29	153,91	180,95	180,95
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 150	φ 12 / 150	φ 12 / 150
As	mm^2	753,98	1282,82	1282,82	1282,82	753,98	753,98	753,98
As MIN	mm^2	282,57	281,22	281,22	281,22	282,57	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	41,8	41,8	41,8	24,6	24,6	24,6
X LIM	mm	128,3	127,7	127,7	127,7	128,3	128,3	128,3
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	191,27	191,27	191,27	199,17	199,17	199,17
Mrd	kNm	65,29	106,68	106,68	106,68	65,29	65,29	65,29
Med/Mrd		0,97	0,91	0,81	0,85	0,98	0,84	0,84
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x ŘEZ F		F1/F12	F2/F11	F3/F10	F4/F9	F5/F8
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	61,95	76,13	70,32	76,51	57,90
φ	mm	12	12	12	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	209	209	209	209
As reg	mm^2	713,52	886,88	815,34	891,58	664,75
n	ks/m	6,31	7,84	7,21	7,88	5,88
s	mm	158,51	127,52	138,71	126,85	170,13
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 150
As	mm^2	753,98	942,48	942,48	942,48	753,98
As MIN	mm^2	282,57	282,57	282,57	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	30,7	30,7	30,7	24,6
X LIM	mm	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	196,71	196,71	196,71	199,17
Mrd	kNm	65,29	80,61	80,61	80,61	65,29
Med/Mrd		0,95	0,94	0,87	0,95	0,89
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru x

směr x		x1/x2	x3	x4	x5
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25
Med	kNm	55,38	40,74	39,61	57,20
φ	mm	12	12	12	12
d=h-c-φ/2	mm	209	209	209	209
As reg	mm^2	634,57	461,63	448,45	656,36
n	ks/m	5,61	4,08	3,97	5,80
s	mm	178,23	244,99	252,20	172,31
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 12 / 200	φ 12 / 200	φ 12 / 150
As	mm^2	753,98	565,49	565,49	753,98
As MIN	mm^2	282,57	282,57	282,57	282,57
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	18,4	18,4	24,6
X LIM	mm	128,3	128,3	128,3	128,3
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	199,17	201,63	201,63	199,17
Mrd	kNm	65,29	49,57	49,57	65,29
Med/Mrd		0,85	0,82	0,80	0,88
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

9. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y

Stanovení konstrukční výztuže

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Předpoklad } \Phi = 8 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \Phi_x \frac{\Phi}{2} = 240 - 25 - 14 - \frac{8}{2} = 197 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d = 0,26 \times \frac{2,6}{500} \times 1000 \times 197 = 266,34 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 1000 \times 197 = 256,1 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost výztuží

$$s_{max} = \min(2h, 300) = \min(2 \times 240, 300) = 300 \text{ mm}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE $\Phi 8/150$ $A_s=335,10 \text{ mm}^2$

Výška tlačené oblasti

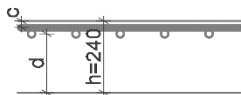
$$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{\lambda \times b \times f_{cd}} = \frac{335,10 \times 434,78}{0,8 \times 1000 \times 16,67} = 10,92 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \times d = \frac{3,5}{3,5 + 2,2} \times 211 = 129,56 \text{ mm} > x = 10,92 \text{ VYHOVUJE}$$

Stanovení únosnosti

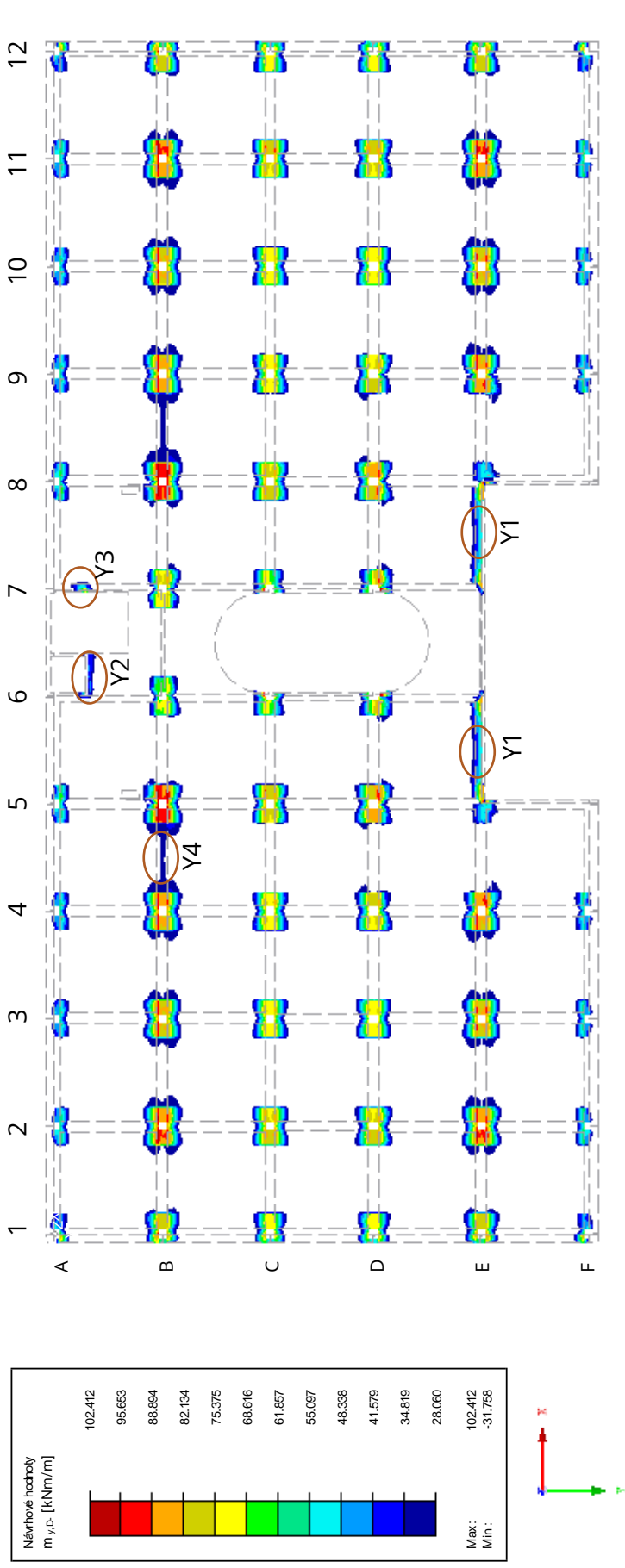
$$z_c = d - \frac{\lambda x}{2} = 197 - \frac{0,8 \times 10,92}{2} = 192,63 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_s \times f_{yd} \times z_c = 335,10 \times 434,78 \times 192,63 \times 10^{-6} = \mathbf{28,06 \text{ kNm}}$$



Oblasti s nutností návrhu hlavní výztuže

KV 17: MAX/MIN
 Návrhové vnitřní síly m-y,D,-
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



Max m-y,D,-: 128.129, Min m-y,D,-: -29.278 kNm/m

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 1/12		A	B	C	D	E	F
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	60,38	76,75	69,25	69,25	75,96	61,83
φ	mm	12	12	12	12	12	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	195	195	195	195	195	195
As reg	mm^2	749,77	967,92	867,08	867,08	957,22	768,81
n	ks/m	6,63	8,56	7,67	7,67	8,46	6,80
s	mm	150,84	116,85	130,43	130,43	118,15	147,11
NÁVRH		φ 12 / 120	φ 12 / 100	φ 12 / 120	φ 12 / 120	φ 12 / 100	φ 12 / 120
As	mm^2	942,48	1130,97	942,48	942,48	1130,97	942,48
As MIN	mm^2	263,64	263,64	263,64	263,64	263,64	263,64
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	30,7	36,9	30,7	30,7	36,9	30,7
X LIM	mm	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	182,71	180,25	182,71	182,71	180,25	182,71
Mrd	kNm	74,87	88,63	74,87	74,87	88,63	74,87
Med/Mrd		0,81	0,87	0,92	0,92	0,86	0,83
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y ŘEZ 2/11		A	B	C	D	E	F
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	59,35	94,99	87,75	86,14	92,17	61,52
φ	mm	12	14	14	14	14	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	195	194	194	194	194	195
As reg	mm^2	736,28	1227,45	1125,49	1103,04	1187,54	764,74
n	ks/m	6,51	7,97	7,31	7,17	7,71	6,76
s	mm	153,61	125,41	136,77	139,56	129,63	147,89
NÁVRH		φ 12 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 120
As	mm^2	942,48	1282,82	1282,82	1282,82	1282,82	942,48
As MIN	mm^2	263,64	262,29	262,29	262,29	262,29	263,64
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	30,7	41,8	41,8	41,8	41,8	30,7
X LIM	mm	119,7	119,1	119,1	119,1	119,1	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	182,71	177,27	177,27	177,27	177,27	182,71
Mrd	kNm	74,87	98,87	98,87	98,87	98,87	74,87
Med/Mrd		0,79	0,96	0,89	0,87	0,93	0,82
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 3/10		A	B	C	D	E	F
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	57,16	90,92	81,85	79,87	86,14	59,44
φ	mm	12	14	14	14	14	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	195	194	194	194	194	195
As reg	mm ²	707,69	1169,93	1043,60	1016,36	1103,04	737,46
n	ks/m	6,26	7,60	6,78	6,60	7,17	6,52
s	mm	159,81	131,58	147,51	151,46	139,56	153,36
NÁVRH		φ 12 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 120
As	mm ²	942,48	1282,82	1282,82	1282,82	1282,82	942,48
As MIN	mm ²	263,64	262,29	262,29	262,29	262,29	263,64
As MAX	mm ²	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	30,7	41,8	41,8	41,8	41,8	30,7
X LIM	mm	119,7	119,1	119,1	119,1	119,1	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	182,71	177,27	177,27	177,27	177,27	182,71
Mrd	kNm	74,87	98,87	98,87	98,87	98,87	74,87
Med/Mrd		0,76	0,92	0,83	0,81	0,87	0,79
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y ŘEZ 4/9		A	B	C	D	E	F
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	57,56	92,14	82,54	83,19	84,68	58,30
φ	mm	12	14	14	14	14	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	195	194	194	194	194	195
As reg	mm ²	712,91	1187,12	1053,13	1062,11	1082,75	722,56
n	ks/m	6,30	7,71	6,84	6,90	7,03	6,39
s	mm	158,64	129,67	146,17	144,94	142,17	156,52
NÁVRH		φ 12 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 120
As	mm ²	942,48	1282,82	1282,82	1282,82	1282,82	942,48
As MIN	mm ²	263,64	262,29	262,29	262,29	262,29	263,64
As MAX	mm ²	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	30,7	41,8	41,8	41,8	41,8	30,7
X LIM	mm	119,7	119,1	119,1	119,1	119,1	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	182,71	177,27	177,27	177,27	177,27	182,71
Mrd	kNm	74,87	98,87	98,87	98,87	98,87	74,87
Med/Mrd		0,77	0,93	0,83	0,84	0,86	0,78
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 5/8		A	B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	59,90	98,90	89,90	87,62	68,90
φ	mm	12	14	14	14	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	195	194	194	194	195
As reg	mm^2	743,48	1283,22	1155,60	1123,68	862,41
n	ks/m	6,57	8,34	7,51	7,30	7,63
s	mm	152,12	119,96	133,21	137,00	131,14
NÁVRH		φ 12 / 120	φ 14 / 100	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 120
As	mm^2	942,48	1539,38	1282,82	1282,82	942,48
As MIN	mm^2	263,64	262,29	262,29	262,29	263,64
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	30,7	50,2	41,8	41,8	30,7
X LIM	mm	119,7	119,1	119,1	119,1	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	182,71	173,93	177,27	177,27	182,71
Mrd	kNm	74,87	116,41	98,87	98,87	74,87
Med/Mrd		0,80	0,85	0,91	0,89	0,92
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y ŘEZ 6		B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25
Med	kNm	70,87	79,96	88,23	68,38
φ	mm	14	14	14	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	194	194	194	195
As reg	mm^2	893,93	1017,59	1132,20	855,48
n	ks/m	5,81	6,61	7,35	7,56
s	mm	172,20	151,28	135,96	132,20
NÁVRH		φ 14 / 150	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 120
As	mm^2	1026,25	1282,82	1282,82	942,48
As MIN	mm^2	262,29	262,29	262,29	263,64
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	33,5	41,8	41,8	30,7
X LIM	mm	119,1	119,1	119,1	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	180,62	177,27	177,27	182,71
Mrd	kNm	80,59	98,87	98,87	74,87
Med/Mrd		0,88	0,81	0,89	0,91
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při horním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 7		B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25
Med	kNm	75,65	79,35	88,26	68,36
φ	mm	14	14	14	12
d=h-c-φ×φ/2	mm	194	194	194	195
As reg	mm^2	958,67	1009,22	1132,62	855,21
n	ks/m	6,23	6,56	7,36	7,56
s	mm	160,58	152,53	135,91	132,24
NÁVRH		φ 14 / 150	φ 14 / 120	φ 14 / 120	φ 12 / 120
As	mm^2	1026,25	1282,82	1282,82	942,48
As MIN	mm^2	262,29	262,29	262,29	263,64
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	33,5	41,8	41,8	30,7
X LIM	mm	119,1	119,1	119,1	119,7
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	180,62	177,27	177,27	182,71
Mrd	kNm	80,59	98,87	98,87	74,87
Med/Mrd		0,94	0,80	0,89	0,91
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y		Y1	Y2	Y3	Y4
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25
Med	kNm	56,56	47,41	42,27	30,16
φ	mm	12	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	195	196	196	196
As reg	mm^2	699,88	578,62	513,58	362,67
n	ks/m	6,19	7,37	6,54	4,62
s	mm	161,60	135,74	152,93	216,56
NÁVRH		φ 12 / 150	φ 10 / 120	φ 10 / 120	φ 10 / 180
As	mm^2	753,98	654,50	654,50	436,33
As MIN	mm^2	263,64	264,99	264,99	264,99
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	24,6	21,3	21,3	14,2
X LIM	mm	119,7	120,4	120,4	120,4
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	185,17	187,46	187,46	190,31
Mrd	kNm	60,70	53,35	53,35	36,10
Med/Mrd		0,93	0,89	0,79	0,84
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

10. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

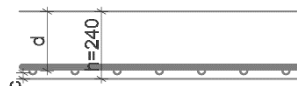
Stanovení konstrukční výztuže

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Předpoklad } \Phi = 8 \text{ mm}$$



$$d = h - c - \frac{\Phi}{2} = 240 - 25 - \frac{8}{2} = 211 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d = 0,26 \times \frac{2,6}{500} \times 1000 \times 211 = 285,27 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 1000 \times 211 = 274,3 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost výztuží

$$s_{max} = \min(2h, 300) = \min(2 \times 240, 300) = 300 \text{ mm}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE $\Phi 8/150$ $A_s=335,10 \text{ mm}^2$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{\lambda \times b \times f_{cd}} = \frac{335,10 \times 434,78}{0,8 \times 1000 \times 16,67} = 10,92 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \times d = \frac{3,5}{3,5 + 2,2} \times 211 = 129,56 \text{ mm} > x = 10,92 \text{ VYHOVUJE}$$

Stanovení únosnosti

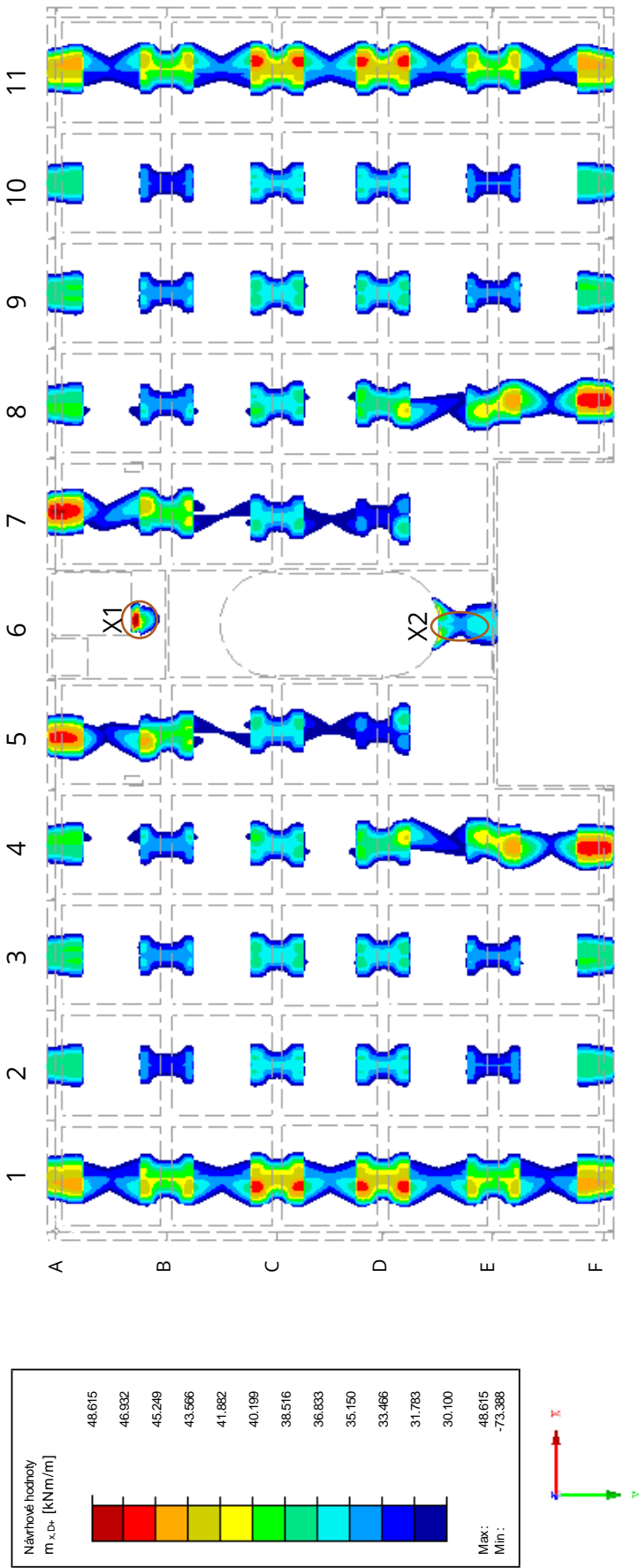
$$z_c = d - \frac{\lambda x}{2} = 211 - \frac{0,8 \times 10,92}{2} = 206,63 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_s \times f_{yd} \times z_c = 335,10 \times 434,78 \times 206,63 \times 10^{-6} = \mathbf{30,10 \text{ kNm}}$$

Oblasti s nutností návrhu hlavní výztuže

KV 17: MAX/MIN
 Návrhové vnitřní síly m-x,D,+
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Ve směru Z



Max m-x,D,+ : 48.615, Min m-x,D,+ : -73.388 kNm/m

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru X

směr x ŘEZ A		A1/A11	A2/A10	A3/A9	A4/A8	A5/A7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	43,99	37,89	38,46	39,55	47,06
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	497,15	426,27	432,87	445,49	533,07
n	ks/m	6,33	5,43	5,51	5,67	6,79
s	mm	157,98	184,25	181,44	176,30	147,34
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 150	φ 10 / 150	φ 10 / 150	φ 10 / 120
As	mm^2	523,60	523,60	523,60	523,60	654,50
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	17,1	17,1	17,1	21,3
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	203,17	203,17	203,17	203,17	201,46
Mrd	kNm	46,25	46,25	46,25	46,25	57,33
Med/Mrd		0,95	0,82	0,83	0,86	0,82
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x ŘEZ B		B1/B11	B2/B10	B3/B9	B4/B8	B5/B7	B6
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	40,20	33,48	34,36	34,47	39,16	29,57
φ	mm	10	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	453,03	375,44	385,56	386,82	440,97	330,65
n	ks/m	5,77	4,78	4,91	4,93	5,61	4,21
s	mm	173,36	209,19	203,70	203,04	178,11	237,53
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 180	φ 10 / 150	φ 10 / 200
As	mm^2	523,60	392,70	392,70	436,33	523,60	392,70
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	12,8	12,8	14,2	17,1	12,8
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	203,17	204,88	204,88	204,31	203,17	204,88
Mrd	kNm	46,25	34,98	34,98	38,76	46,25	34,98
Med/Mrd		0,87	0,96	0,98	0,89	0,85	0,85
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru X

směr x ŘEZ C		C1/C11	C2/C10	C3/C9	C4/C8	C5/C7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	42,72	35,55	36,59	36,42	35,77
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	482,34	399,26	411,25	409,29	401,79
n	ks/m	6,14	5,08	5,24	5,21	5,12
s	mm	162,83	196,71	190,98	191,89	195,47
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 180
As	mm^2	523,60	436,33	436,33	436,33	436,33
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	14,2	14,2	14,2	14,2
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	203,17	204,31	204,31	204,31	204,31
Mrd	kNm	46,25	38,76	38,76	38,76	38,76
Med/Mrd		0,92	0,92	0,94	0,94	0,92
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x ŘEZ D		D1/D11	D2/D10	D3/D9	D4/D8	D5/D7
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	42,75	35,58	36,31	38,29	33,14
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	482,69	399,60	408,02	430,90	371,54
n	ks/m	6,15	5,09	5,20	5,49	4,73
s	mm	162,71	196,54	192,49	182,27	211,39
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 150	φ 10 / 180
As	mm^2	523,60	436,33	436,33	523,60	436,33
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	14,2	14,2	17,1	14,2
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	203,17	204,31	204,31	203,17	204,31
Mrd	kNm	46,25	38,76	38,76	46,25	38,76
Med/Mrd		0,92	0,92	0,94	0,83	0,86
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru X

směr x ŘEZ E		E1/E11	E2/E10	E3/E9	E4/E8	E6
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	40,22	33,51	34,00	40,84	36,04
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	453,27	375,79	381,42	460,46	404,91
n	ks/m	5,77	4,78	4,86	5,86	5,16
s	mm	173,28	209,00	205,92	170,57	193,97
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 150	φ 10 / 180
As	mm^2	523,60	392,70	392,70	523,60	436,33
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	12,8	12,8	17,1	14,2
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	203,17	204,88	204,88	203,17	204,31
Mrd	kNm	46,25	34,98	34,98	46,25	38,76
Med/Mrd		0,87	0,96	0,97	0,88	0,93
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x ŘEZ F		F1/F11	F2/F10	F3/F9	F4/F8
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25
Med	kNm	43,97	37,90	38,49	46,73
φ	mm	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210
As reg	mm^2	496,91	426,39	433,21	529,20
n	ks/m	6,33	5,43	5,52	6,74
s	mm	158,06	184,20	181,30	148,41
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 150	φ 10 / 150	φ 10 / 120
As	mm^2	523,60	523,60	523,60	654,50
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	17,1	17,1	21,3
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	203,17	203,17	203,17	201,46
Mrd	kNm	46,25	46,25	46,25	57,33
Med/Mrd		0,95	0,82	0,83	0,82
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru X

směr x		A1/A11	A5/A7	B1/B11	B5/B7	C1/C11	C5/C7
		střední	střední	střední	střední	střední	střední
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	33,34	34,18	33,84	31,13	34,51	30,50
φ	mm	10	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	373,83	383,49	379,58	348,49	387,28	341,28
n	ks/m	4,76	4,88	4,83	4,44	4,93	4,35
s	mm	210,09	204,80	206,91	225,37	202,80	230,13
NÁVRH		φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 180	φ 10 / 200
As	mm^2	392,70	392,70	392,70	392,70	436,33	392,70
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	12,8	12,8	12,8	12,8	14,2	12,8
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	204,88	204,88	204,88	204,88	204,31	204,88
Mrd	kNm	34,98	34,98	34,98	34,98	38,76	34,98
Med/Mrd		0,95	0,98	0,97	0,89	0,89	0,87
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr x		D1/D11	D4/D8	E1/E11	E4/E8	X1	X2
		střední	střední	střední	střední		
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	33,83	33,37	33,32	33,06	47,15	41,43
φ	mm	10	10	10	10	10	10
d=h-c-φ/2	mm	210	210	210	210	210	210
As reg	mm^2	379,46	374,18	373,60	370,62	534,12	467,32
n	ks/m	4,83	4,76	4,76	4,72	6,80	5,95
s	mm	206,98	209,90	210,22	211,92	147,04	168,06
NÁVRH		φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 200	φ 10 / 120	φ 10 / 150
As	mm^2	392,70	392,70	392,70	392,70	654,50	523,60
As MIN	mm^2	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92	283,92
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	12,8	12,8	12,8	12,8	21,3	17,1
X LIM	mm	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9	128,9
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	204,88	204,88	204,88	204,88	201,46	203,17
Mrd	kNm	34,98	34,98	34,98	34,98	57,33	46,25
Med/Mrd		0,97	0,95	0,95	0,95	0,82	0,90
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

11. DIMENZOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y

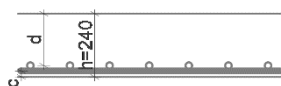
Stanovení konstrukční výztuže

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$c = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Předpoklad } \Phi = 8 \text{ mm}$$



$$d = h - c - \Phi_x \frac{\Phi}{2} = 240 - 25 - 10 - \frac{8}{2} = 201 \text{ mm}$$

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d = 0,26 \times \frac{2,6}{500} \times 1000 \times 201 = 271,75 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 1000 \times 201 = 261,3 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost výztuží

$$s_{max} = \min(2h, 300) = \min(2 \times 240, 300) = 300 \text{ mm}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE $\Phi 8/150$ $A_s=335,10 \text{ mm}^2$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{\lambda \times b \times f_{cd}} = \frac{335,10 \times 434,78}{0,8 \times 1000 \times 16,67} = 10,92 \text{ mm}$$

$$x_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \times d = \frac{3,5}{3,5 + 2,2} \times 211 = 129,56 \text{ mm} > x = 10,92 \text{ VYHOVUJE}$$

Stanovení únosnosti

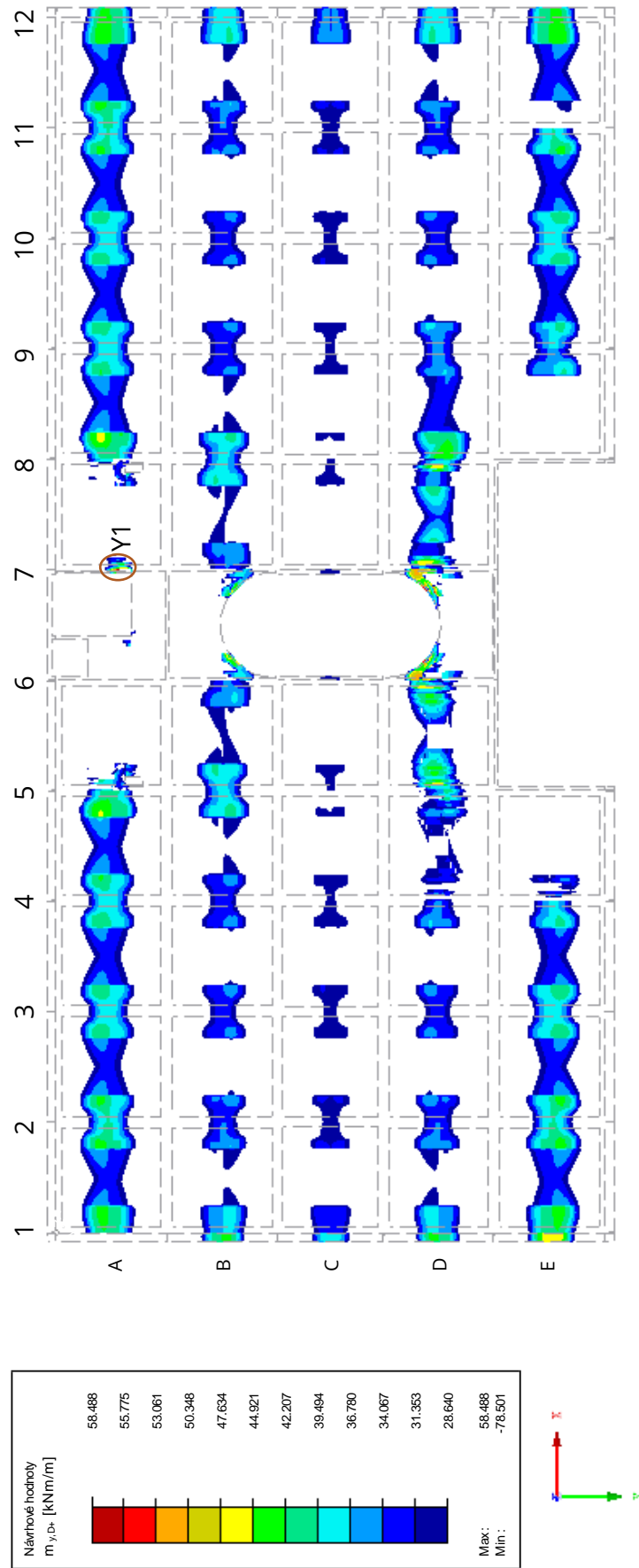
$$z_c = d - \frac{\lambda x}{2} = 201 - \frac{0,8 \times 10,92}{2} = 196,63 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = A_s \times f_{yd} \times z_c = 335,10 \times 434,78 \times 196,63 \times 10^{-6} = \mathbf{28,64 \text{ kNm}}$$

Oblasti s nutností návrhu hlavní výztuže

KV 17: MAX/MIN
 Návrhové vnitřní síly m-y,D,+
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Ve směru Z



Max m-y,D,+ : 76.702, Min m-y,D,+ : -77.865 kNm/m

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 1/12		A	B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	43,81	39,33	34,76	39,33	43,81
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	521,55	466,49	410,74	466,49	521,55
n	ks/m	6,64	5,94	5,23	5,94	6,64
s	mm	150,59	168,36	191,21	168,36	150,59
NÁVRH		φ 10 / 120	φ 10 / 150	φ 10 / 180	φ 10 / 150	φ 10 / 120
As	mm^2	654,50	523,60	436,33	523,60	654,50
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	21,3	17,1	14,2	17,1	21,3
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	191,46	193,17	194,31	193,17	191,46
Mrd	kNm	54,48	43,98	36,86	43,98	54,48
Med/Mrd		0,80	0,89	0,94	0,89	0,80
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y ŘEZ 2/11		A	B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	39,79	33,99	30,59	33,99	39,79
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	472,12	401,39	360,25	401,39	472,12
n	ks/m	6,01	5,11	4,59	5,11	6,01
s	mm	166,36	195,67	218,02	195,67	166,36
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 180	φ 10 / 200	φ 10 / 180	φ 10 / 150
As	mm^2	523,60	436,33	392,70	436,33	523,60
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	14,2	12,8	14,2	17,1
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	193,17	194,31	194,88	194,31	193,17
Mrd	kNm	43,98	36,86	33,27	36,86	43,98
Med/Mrd		0,90	0,92	0,92	0,92	0,90
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 3/10		A	B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	38,89	33,06	29,74	33,00	38,84
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	461,10	390,12	350,00	389,39	460,49
n	ks/m	5,87	4,97	4,46	4,96	5,86
s	mm	170,33	201,32	224,40	201,70	170,56
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 180	φ 10 / 200	φ 10 / 180	φ 10 / 150
As	mm^2	523,60	436,33	392,70	436,33	523,60
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	14,2	12,8	14,2	17,1
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	193,17	194,31	194,88	194,31	193,17
Mrd	kNm	43,98	36,86	33,27	36,86	43,98
Med/Mrd		0,88	0,90	0,89	0,90	0,88
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y ŘEZ 4/9		A	B	C	D	E
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	39,22	33,42	29,27	35,00	36,17
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	465,14	394,48	344,34	413,66	427,90
n	ks/m	5,92	5,02	4,38	5,27	5,45
s	mm	168,85	199,10	228,09	189,87	183,55
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 180	φ 10 / 200	φ 10 / 180	φ 10 / 150
As	mm^2	523,60	436,33	392,70	436,33	523,60
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	14,2	12,8	14,2	17,1
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	193,17	194,31	194,88	194,31	193,17
Mrd	kNm	43,98	36,86	33,27	36,86	43,98
Med/Mrd		0,89	0,91	0,88	0,95	0,82
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru Y

směr y ŘEZ 5/8		A	B	C	D
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25
Med	kNm	42,06	37,76	28,72	45,10
φ	mm	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200
As reg	mm^2	499,99	447,29	337,72	537,49
n	ks/m	6,37	5,70	4,30	6,84
s	mm	157,08	175,59	232,56	146,12
NÁVRH		φ 10 / 150	φ 10 / 150	φ 10 / 200	φ 10 / 120
As	mm^2	523,60	523,60	392,70	654,50
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	17,1	17,1	12,8	21,3
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	193,17	193,17	194,88	191,46
Mrd	kNm	43,98	43,98	33,27	54,48
Med/Mrd		0,96	0,86	0,86	0,83
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y ŘEZ 6/ŘEZ 7		6B	6C	6D	7B	7C	7D
		sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový	sloupový
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	35,40	28,10	48,99	35,16	28,17	48,98
φ	mm	10	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	418,52	330,26	585,76	415,60	331,11	585,64
n	ks/m	5,33	4,21	7,46	5,29	4,22	7,46
s	mm	187,66	237,81	134,08	188,98	237,20	134,11
NÁVRH		φ 10 / 180	φ 10 / 200	φ 10 / 120	φ 10 / 180	φ 10 / 200	φ 10 / 120
As	mm^2	436,33	392,70	654,50	436,33	392,70	654,50
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	14,2	12,8	21,3	14,2	12,8	21,3
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	194,31	194,88	191,46	194,31	194,88	191,46
Mrd	kNm	36,86	33,27	54,48	36,86	33,27	54,48
Med/Mrd		0,96	0,84	0,90	0,95	0,85	0,90
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

Dimenzování hlavní výztuže při spodním povrchu ve směru Y

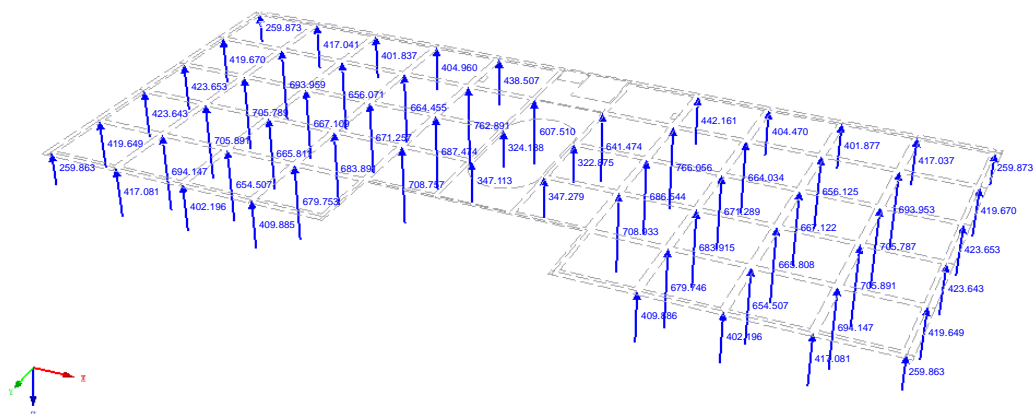
směr y		1A/11E	1E/11E	2A/10A	2E/10E	3A/9A	3E/9E
		střední	střední	střední	střední	střední	střední
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25	25
Med	kNm	33,17	33,17	32,51	32,51	32,50	32,06
φ	mm	10	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	391,45	391,45	383,45	383,45	383,33	378,01
n	ks/m	4,98	4,98	4,88	4,88	4,88	4,81
s	mm	200,64	200,64	204,82	204,82	204,89	207,77
NÁVRH		φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 180
As	mm^2	436,33	436,33	436,33	436,33	436,33	436,33
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	194,31	194,31	194,31	194,31	194,31	194,31
Mrd	kNm	36,86	36,86	36,86	36,86	36,86	36,86
Med/Mrd		0,90	0,90	0,88	0,88	0,88	0,87
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

směr y		4A/8A	4D/8D	5B/7B	5D/7D	Y1
		střední	střední	střední	střední	střední
fcd	[Mpa]	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67
fyd	[Mpa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
h	mm	240	240	240	240	240
c	mm	25	25	25	25	25
Med	kNm	33,41	33,42	28,81	34,57	50,09
φ	mm	10	10	10	10	10
d=h-c-φ×φ/2	mm	200	200	200	200	200
As reg	mm^2	394,36	394,48	338,80	408,43	599,47
n	ks/m	5,02	5,02	4,31	5,20	7,63
s	mm	199,16	199,10	231,82	192,29	131,02
NÁVRH		φ 10 / 180	φ 10 / 180	φ 10 / 200	φ 10 / 180	φ 10 / 120
As	mm^2	436,33	436,33	392,70	436,33	654,50
As MIN	mm^2	270,40	270,40	270,40	270,40	270,40
As MAX	mm^2	9600	9600	9600	9600	9600
AsMIN<As<As MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
S MAX	mm	300	300	300	300	300
S<S MAX		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
x	mm	14,2	14,2	12,8	14,2	21,3
X LIM	mm	122,8	122,8	122,8	122,8	122,8
x<x LIM		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Z	MM	194,31	194,31	194,88	194,31	191,46
Mrd	kNm	36,86	36,86	33,27	36,86	54,48
Med/Mrd		0,91	0,91	0,87	0,94	0,92
Med/Mrd<1		VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE	VYHOVUJE

12. PROTLAČENÍ

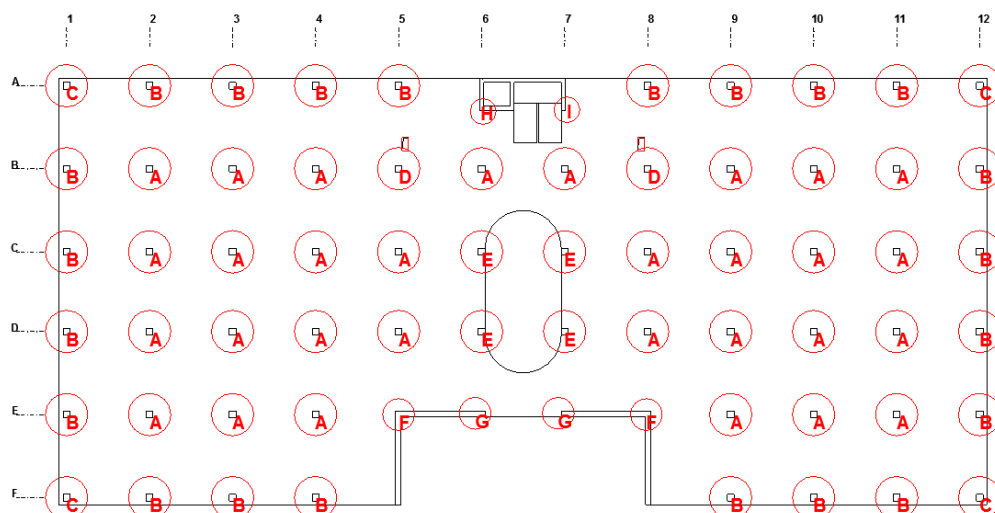
KV 17: MAX/MIN
Podporové reakce[kN]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max P-Z: 766.056, Min P-Z: 0.000 kN

Vyznačení oblastí kde je dimenzována smyková výztuž



POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ VNITŘNÍ SLOUP (oblast A)

Sloup 500/500

$$V_{Ed} = 708 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,15$$

Účinná výška desky

$$d_x = 208 \text{ mm}$$

$$d_y = 194 \text{ mm}$$

$$d = \frac{208 + 194}{2} = 201 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \times (c_x + c_y) = 2 \times (500 + 500) = 2\,000 \text{ mm}$$

$$u_1 = u_0 + 2\pi \times (2 \times d) = 2\,000 + 2\pi \times (2 \times 201) = 4\,525 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,15 \times 708 \times 10^3}{2000 \times 201} = 2,02 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 2,02 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,15 \times 708 \times 10^3}{4\,525 \times 201} = 0,89 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,997 \times (100 \times 6,38 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,64 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{201}} = 1,997 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = 6,38 \times 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 6,38 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 6,38 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,997^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,64 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} = 0,89 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,64 \text{ MPa} \text{ NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 15 $\phi 8$

$$A_{sw} = 754 \text{ mm}^2$$

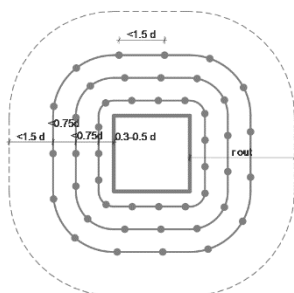
$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 201 = 300,25 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 201 = 150 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,64 + 1,5 \cdot \frac{201}{150} \cdot 754 \cdot 300,25 \cdot \frac{1}{4 \cdot 525 \cdot 201} \cdot \sin 90 = 0,98 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,98 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,89 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$



Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,15 \times 708 \times 10^3}{0,64 \times 201} = 6 \, 330 \text{ mm}$$

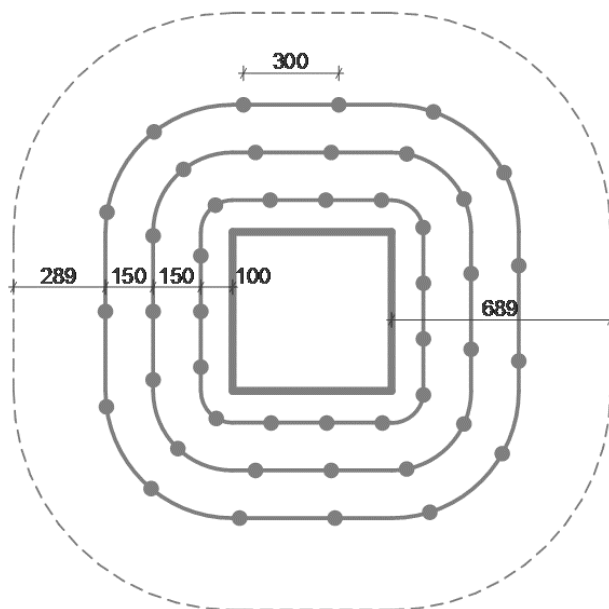
$$r_{out} = \frac{u_{out} - 2(c_x + c_y)}{2\pi} = \frac{6 \, 330 - 2(500 + 500)}{2\pi} = 689 \text{ mm}$$

$$0,75d = 150$$

$$1,5d = 301$$

$$0,3d = 60$$

$$0,5d = 100$$



POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ KRAJNÍ SLOUP (oblast B)

Sloup 500/500

$$V_{Ed} = 438 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,4$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 197 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 197}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \times (c_x + c_y) = 2 \times (500 + 500) = 2\,000 \text{ mm}$$

$$u_1 = 3 \cdot 500 + \pi \times (2 \times 203) + 2 \cdot 300 = 3\,375 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,4 \cdot 438 \times 10^3}{2\,000 \cdot 203} = 1,51 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 1,51 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,4 \cdot 438 \cdot 10^3}{3\,375 \cdot 203} = 0,89 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 4,27 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,53 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = \sqrt{3,71 \cdot 10^{-3} \times 4,78 \cdot 10^{-3}} = 4,27 \times 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 3,71 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 4,78 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,53 \text{ MPa}$$

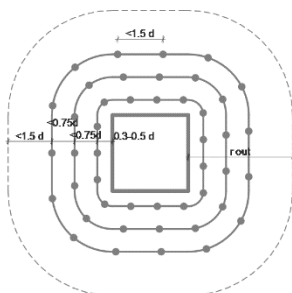
$$v_{Ed} = 0,89 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,53 \text{ MPa} \text{ NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 16 $\phi 8$

$$A_{sw} = 804,25 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,53 + 1,5 \cdot \frac{203}{150} \cdot 804,27 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{3 \cdot 375 \cdot 203} \cdot \sin 90 = 1,11 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 1,11 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,89 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,4 \times 438 \times 10^3}{0,53 \times 203} = 5\,699 \text{ mm}$$

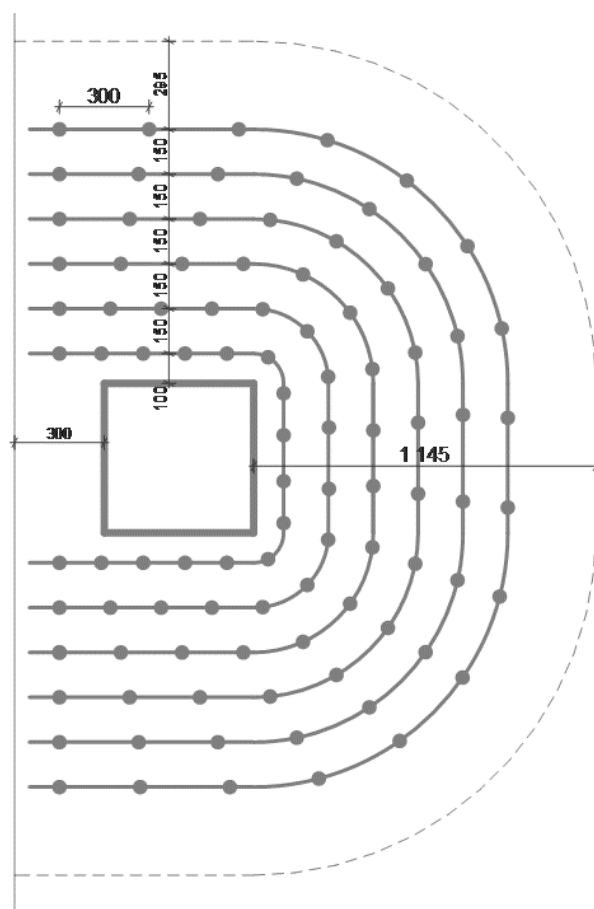
$$r_{out} = \frac{u_{out} - 3c - 2x}{\pi} = \frac{5\,491 - 3 \cdot 500 - 2 \cdot 300}{\pi} = 1\,145 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ ROHOVÝ SLOUP (oblast C)

Sloup 500/500

$$V_{Ed} = 260 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,5$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 197 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 197}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \times (c_x + c_y) = 2 \times (500 + 500) = 2\,000 \text{ mm}$$

$$u_1 = 2 \cdot 500 + \frac{\pi}{2} \times (2 \times 203) + 2 \cdot 300 = 2\,237 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,5 \cdot 260 \times 10^3}{2\,000 \cdot 203} = 0,96 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 0,96 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,5 \cdot 260 \cdot 10^3}{2\,237 \cdot 203} = 0,86 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 4,64 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,54 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = 4,64 \times 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 4,64 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 4,64 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,54 \text{ MPa}$$

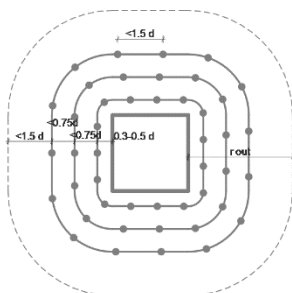
$$v_{Ed} = 0,86 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,54 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 10 $\phi 8$

$$A_{sw} = 502,65 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,51 + 1,5 \cdot \frac{203}{152} \cdot 502,65 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{2 \cdot 237 \cdot 203} \cdot \sin 90 = 1,08 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 1,08 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,86 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,5 \times 260 \times 10^3}{0,54 \times 203} = 3\,557 \text{ mm}$$

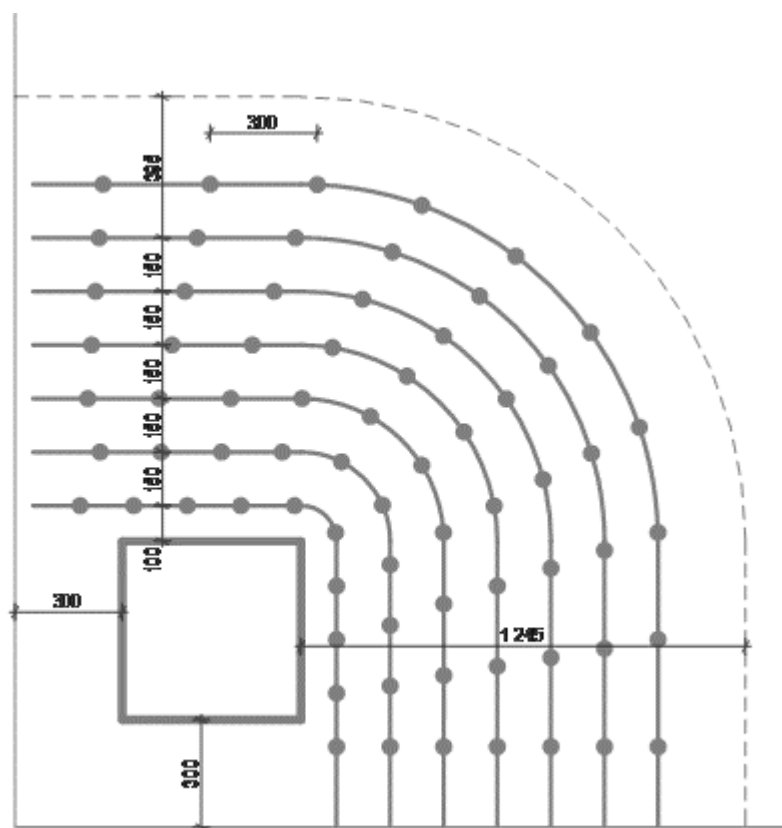
$$r_{out} = \frac{u_{out} - 2c - 2x}{\pi} = \frac{3\,557 - 2 \cdot 500 - 2 \cdot 300}{\frac{\pi}{2}} = 1\,245 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ NA PROTLAČENÍ VNITŘNÍ SLOUP (oblast D)

Sloup 500/500

$$V_{Ed} = 763 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,15$$

Účinná výška desky

$$d_x = 208 \text{ mm}$$

$$d_y = 194 \text{ mm}$$

$$d = \frac{208 + 194}{2} = 201 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \times (500 + 500) - 112 = 1\,888 \text{ mm}$$

$$u_1 = 4 \cdot 500 + 2\pi \times (2 \times 201) - 295 = 4\,230 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,15 \cdot 763 \times 10^3}{1\,888 \cdot 201} = 2,31 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 2,31 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,15 \cdot 763 \cdot 10^3}{4\,230 \cdot 201} = 1,03 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,997 \times (100 \times 7,66 \cdot 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,64 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{201}} = 1,997 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = 7,66 \cdot 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 7,66 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 7,66 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,997^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,62 \text{ MPa}$$

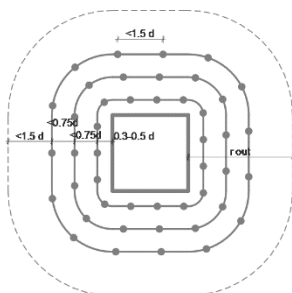
$$v_{Ed} = 1,03 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,62 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 17 $\phi 8$

$$A_{sw} = 854,51 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,64 + 1,5 \cdot \frac{201}{150} \cdot 854,51 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{4 \cdot 230 \cdot 201} \cdot \sin 90 = 1,09 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 1,09 \text{ MPa} > v_{Ed} = 1,03 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,15 \times 763 \times 10^3}{0,64 \times 201} = 6\,820 \text{ mm}$$

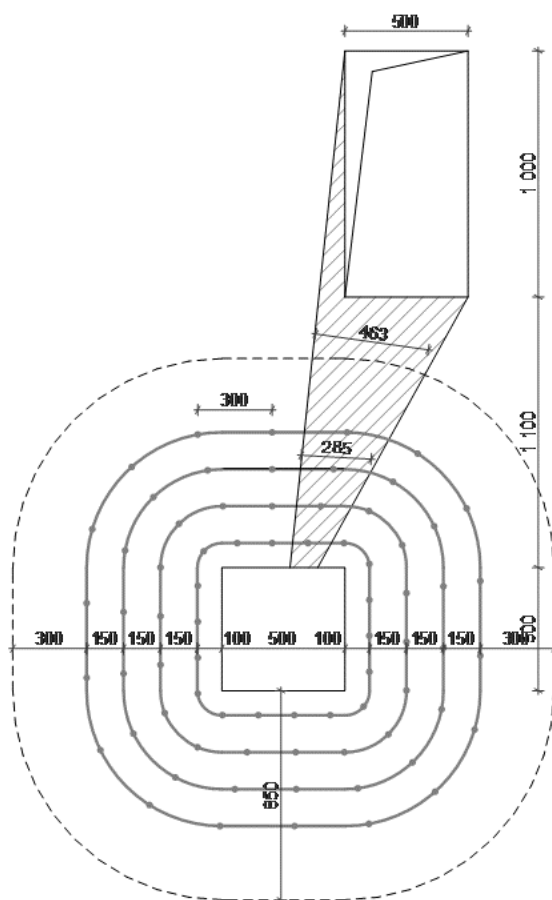
$$r_{out} = 850 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ NA PROTLAČENÍ SLOUP U OTVORU (oblast E)

Sloup 500/500

$$V_{Ed} = 347 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,4$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 196 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 196}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 3 \times 500 = 1\,500 \text{ mm}$$

$$u_1 = 3 \cdot 500 + \pi \times (2 \times 203) + 29 = 2\,804 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,4 \cdot 347 \times 10^3}{1\,500 \cdot 203} = 1,59 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 1,59 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,4 \cdot 347 \cdot 10^3}{2\,804 \cdot 203} = 0,85 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 4,15 \cdot 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,52 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = \sqrt{3,71 \cdot 10^{-3} \times 4,64 \cdot 10^{-3}} = 4,15 \times 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 3,71 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 4,64 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,52 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} = 0,85 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,52 \text{ MPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ ROH STĚNY (oblast F)

Stěna tl.300

$$V_{Ed} = 227 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,4$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 197 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 197}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \times b = 2 \times 2 \cdot 300 = 1\,200 \text{ mm}$$

$$u_1 = \frac{\pi}{2} \times (2 \times 203) + 2 \cdot 600 = 1\,837 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,4 \cdot 227 \times 10^3}{1\,200 \cdot 203} = 1,31 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 1,31 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,4 \cdot 227 \cdot 10^3}{1\,837 \cdot 203} = 0,85 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 4,15 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,52 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = \sqrt{4,6 \cdot 10^{-3} \times 3,71 \cdot 10^{-3}} = 4,15 \cdot 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 4,64 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 3,71 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,52 \text{ MPa}$$

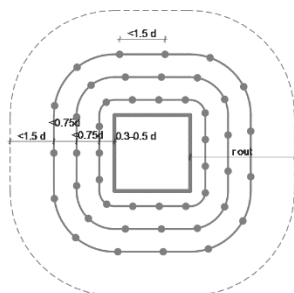
$$v_{Ed} = 0,85 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,52 \text{ MPa} \text{ NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 8 $\phi 8$

$$A_{sw} = 402,12 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,52 + 1,5 \cdot \frac{203}{150} \cdot 402,12 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{1837 \cdot 203} \cdot \sin 90 = 1,07 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 1,07 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,85 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,4 \times 227 \times 10^3}{0,52 \times 203} = 3010 \text{ mm}$$

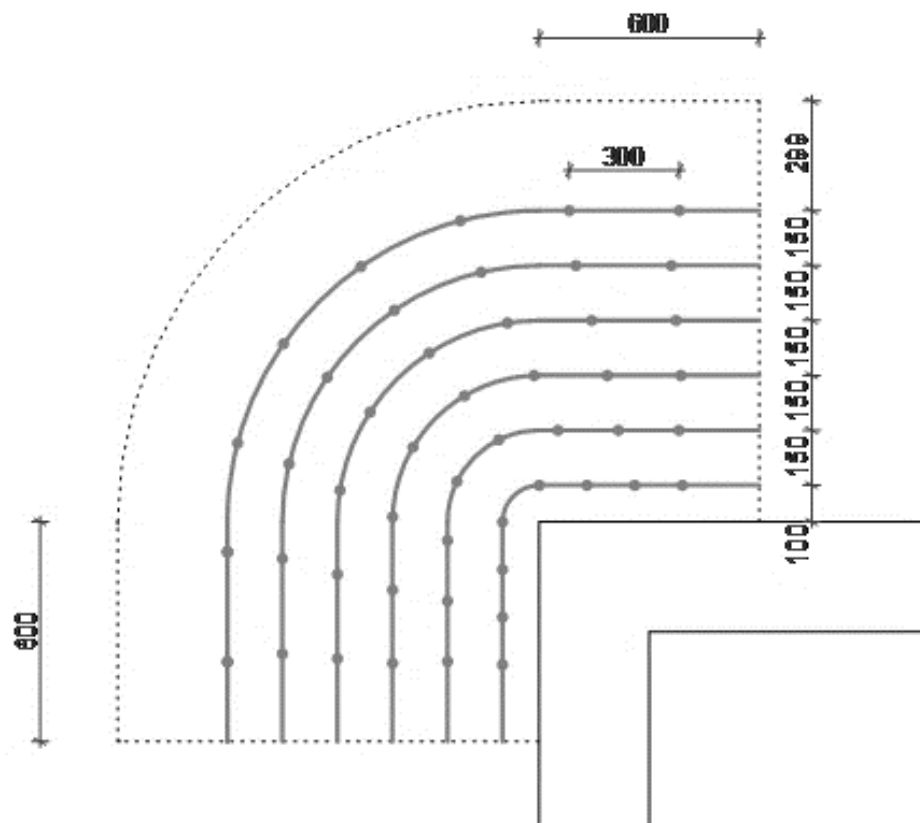
$$r_{out} = \frac{3010 - 2 \cdot 600}{\frac{\pi}{2}} = 1149 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ KONEC STĚNY (oblast G)

Stěna tl.300

$$V_{Ed} = 161, kN$$

$$\beta = 1,4$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 197 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 197}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \cdot 300 + 300 = 900 \text{ mm}$$

$$u_1 = \frac{\pi}{2} \times (2 \times 203) + 900 = 1\,537 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,4 \cdot 161 \times 10^3}{900 \cdot 203} = 1,23 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 1,23 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,4 \cdot 161 \cdot 10^3}{1\,537 \cdot 203} = 0,72 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 4,15 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,52 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = \sqrt{4,64 \cdot 10^{-3} \times 3,71 \cdot 10^{-3}} = 4,15 \cdot 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 3,71 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 4,64 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,52 \text{ MPa}$$

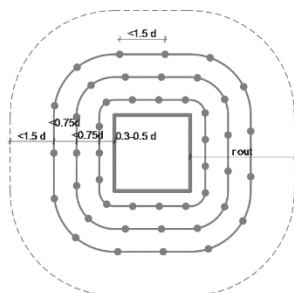
$$v_{Ed} = 0,72 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,52 \text{ MPa} \text{ NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 6 $\phi 8$

$$A_{sw} = 301,59 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,52 + 1,5 \cdot \frac{203}{150} \cdot 301,59 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{1537 \cdot 203} \cdot \sin 90 = 0,98 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,98 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,72 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,4 \times 161 \times 10^3}{0,52 \times 203} = 2135 \text{ mm}$$

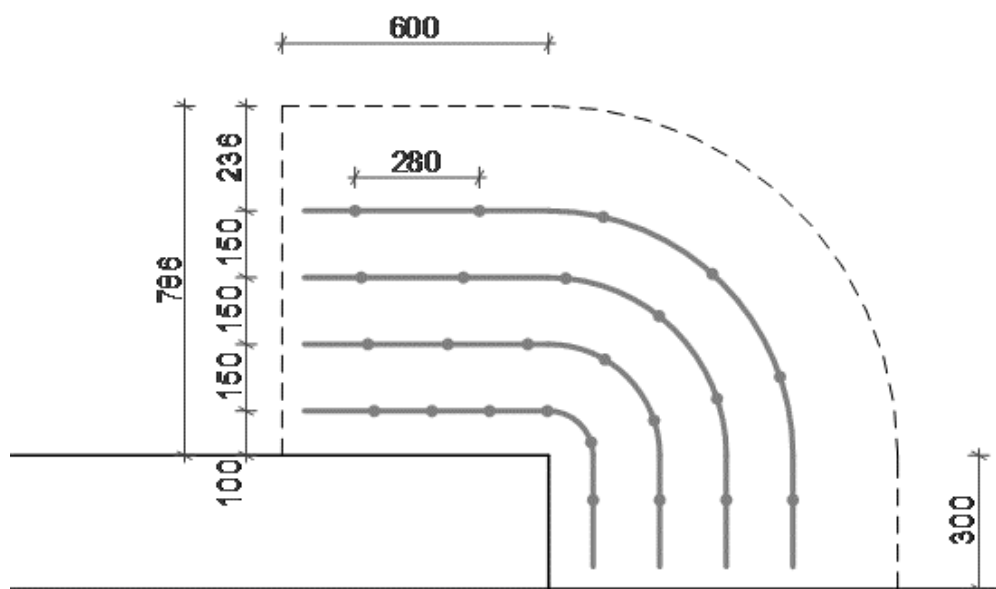
$$r_{out} = \frac{2135 - 900}{\frac{\pi}{2}} = 786 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ ROH STĚNY (oblast H)

Stěna tl. 300

$$V_{Ed} = 162 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,4$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 198 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 198}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 2 \times b = 2 \times 2 \cdot 300 = 1\,200 \text{ mm}$$

$$u_1 = \frac{\pi}{2} \times (2 \times 203) + 2 \cdot 600 = 1\,837 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,4 \cdot 162 \times 10^3}{1\,200 \cdot 203} = 0,93 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 0,93 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,4 \cdot 162 \cdot 10^3}{1\,837 \cdot 203} = 0,61 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 3,46 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,49 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = \sqrt{3,71 \cdot 10^{-3} \times 3,22 \cdot 10^{-3}} = 3,46 \cdot 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 3,71 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 3,22 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,49 \text{ MPa}$$

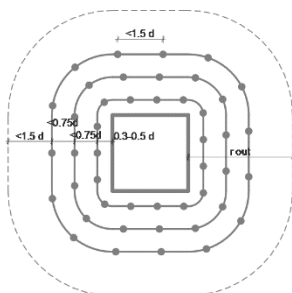
$$v_{Ed} = 0,61 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,49 \text{ MPa} \text{ NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 6 $\phi 8$

$$A_{sw} = 301,59 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,49 + 1,5 \cdot \frac{203}{150} \cdot 301,59 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{1837 \cdot 203} \cdot \sin 90 = 0,86 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,86 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,61 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,4 \times 162 \times 10^3}{0,49 \times 203} = 2280 \text{ mm}$$

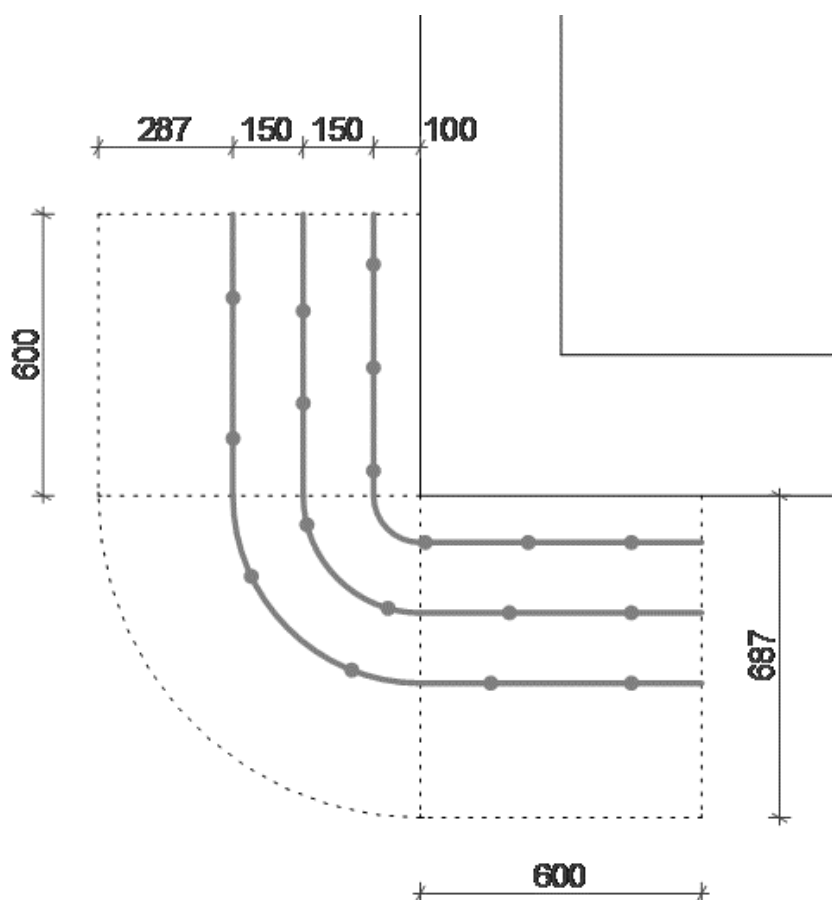
$$r_{out} = \frac{2280 - 2 \cdot 600}{\frac{\pi}{2}} = 687 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



POSOUZENÍ NA PROTlačENÍ ROH STĚNY (oblast I)

Stěna tl. 300

$$V_{Ed} = 154 \text{ kN}$$

$$\beta = 1,4$$

Účinná výška desky

$$d_x = 209 \text{ mm}$$

$$d_y = 197 \text{ mm}$$

$$d = \frac{209 + 197}{2} = 203 \text{ mm}$$

Kontrolovaný obvod

$$u_0 = 3 \times b = 3 \times 300 = 900 \text{ mm}$$

$$u_1 = 900 + \frac{\pi}{2} \times (2 \times 203) = 1\,538 \text{ mm}$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_0 \times d} = \frac{1,4 \cdot 154 \times 10^3}{900 \cdot 203} = 1,18 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \times f_{cd} \times v = 0,5 \times 16,67 \times 0,54 = 4,50 \text{ MPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{Ed} = 1,18 \text{ MPa} < v_{Rd,max} = 4,50 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení na 1. kontrolní obvod

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{u_1 \times d} = \frac{1,4 \cdot 154 \cdot 10^3}{1\,538 \cdot 203} = 0,69 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \times 1,992 \times (100 \times 3,46 \times 10^{-3} \times 25)^{\frac{1}{3}} = 0,49 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{203}} = 1,992 < 2,00$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \times \rho_{ly}} = \sqrt{3,71 \cdot 10^{-3} \times 3,22 \cdot 10^{-3}} = 3,46 \cdot 10^{-3} < 0,02$$

$$\rho_{lx} = 3,71 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = 3,22 \times 10^{-3}$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{\frac{3}{2}} \times f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \times 1,992^{\frac{3}{2}} \times 25^{\frac{1}{2}} = 0,49 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,49 \text{ MPa}$$

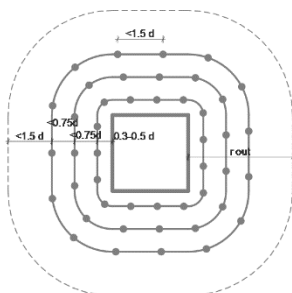
$$v_{Ed} = 0,69 \text{ MPa} < v_{Rd,c} = 0,49 \text{ MPa} \text{ NEVYHOVUJE}$$

NUTNO NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ

Návrh smykové výztuže

Odhad 6 $\phi 8$

$$A_{sw} = 301,59 \text{ mm}^2$$



$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,eff} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25d = 250 + 0,25 \cdot 203 = 300,75 \text{ MPa} < f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$s_r = 0,75d = 0,75 \cdot 203 = 152 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot 0,49 + 1,5 \cdot \frac{203}{150} \cdot 301,59 \cdot 300,75 \cdot \frac{1}{1538 \cdot 203} \cdot \sin 90 = 0,95 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,cs} = 0,95 \text{ MPa} > v_{Ed} = 0,69 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Kontrolovaný obvod nevyžadující smykovou výztuž

$$u_{out} = \frac{\beta \times V_{Ed}}{v_{Rd,c} \times d} = \frac{1,4 \times 154 \times 10^3}{0,49 \times 203} = 2167 \text{ mm}$$

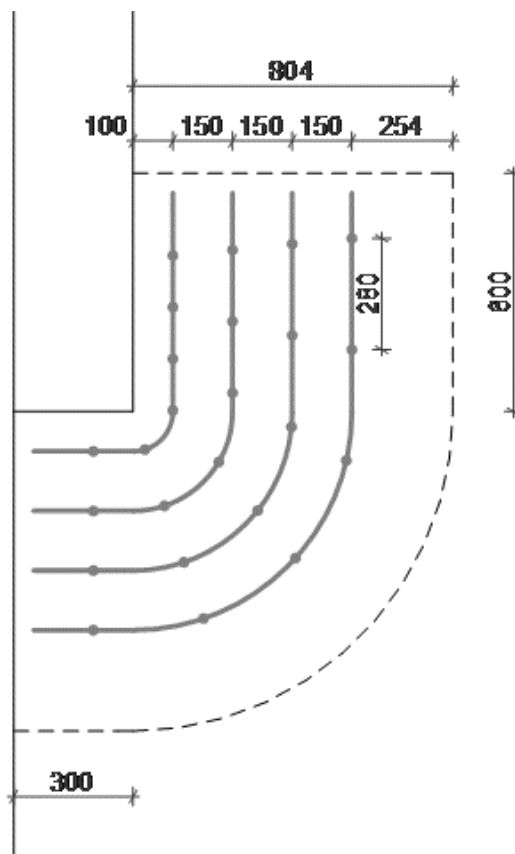
$$r_{out} = \frac{2167 - 3 \cdot 300}{\frac{\pi}{2}} = 807 \text{ mm}$$

$$0,75d = 152 \text{ mm}$$

$$1,5d = 301 \text{ mm}$$

$$0,3d = 61 \text{ mm}$$

$$0,5d = 101 \text{ mm}$$



13. VÝZTUŽ PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ

$$f = \max(\Sigma q_d; 2 \cdot \Sigma g_d) \max(5,25; 2 \cdot 10,75) = 21,5 \text{ kN}$$

$$N_{sx} = \frac{f \cdot l_{nx} \cdot b}{2,5} = \frac{21,5 \cdot 5,75 \cdot 6,25}{2,5} = 309 \text{ kN}$$

$$A_{r,x} = \frac{N_{sx}}{f_{yd}} = \frac{309 \cdot 10^3}{434,78} = 710 \text{ mm}^2$$

$$N_{sy} = \frac{f \cdot l_{ny} \cdot b}{2,5} = \frac{21,5 \cdot 5,75 \cdot 6,25}{2,5} = 309 \text{ kN}$$

$$A_{r,y} = \frac{N_{sy}}{f_{yd}} = \frac{309 \cdot 10^3}{434,78} = 710 \text{ mm}^2$$

$$\text{NÁVRH 4x } \Phi 16 \quad A_s = 804 \text{ mm}^2$$

KOTEVNÍ DÉLKA

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,8}{1,5} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\Phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{16 \cdot 434,78}{4 \cdot 2,7} = 644 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1,0 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 644 = 586 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{600 \text{ mm}}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c - \Phi)}{\Phi} = 1 - \frac{0,15(25 - 16)}{16} = 0,91$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\Phi; 100) = 193 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

STYKOVÁNÍ PŘESAHEM

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} = 1,0 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 644 = 820 \text{ mm} \\ \rightarrow \mathbf{850 \text{ mm}}$$

$$\alpha_6 = 1,4 \quad \text{stykováno 50\% v jednom řezu}$$

$$l_{0,min} = \max(0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15\Phi; 200) = 279 \text{ mm} < 850 \text{ mm}$$

14. KOTEVNÍ DÉLKA VÝZTUŽE

KOTEVNÍ DÉLKA $\Phi 14$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,8}{1,5} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{434,78}{2,7} = 563 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1,0 \cdot 0,88 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 563 = 495 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{500 \text{ mm}}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15(c - \Phi)}{\Phi} = 1 - \frac{0,15(25 - 14)}{14} = 0,88$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10\Phi; 100) = 169 \text{ mm} < 500 \text{ mm}$$

STYKOVÁNÍ PŘESAHEM

Stykováno v místech minimálních napětí

$$l_0 = 15\Phi = 210 \rightarrow \mathbf{300 \text{ mm}}$$