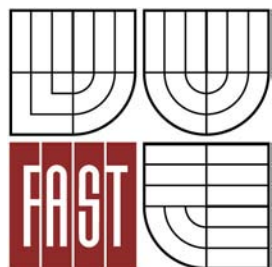




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

D.1.2.1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA – SPECIALIZACE BZK

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MICHAELA PAVELOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV ŠTĚPÁNEK, CSc.

BRNO 2016

D.1.2.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA- SPECIALIZACE BZK

Datum vypracování: zimní semestr 2015

Stavba: **VYSOKOŠKOLSKÉ KOLEJE V OLOMOUCI**

Obec: Olomouc [500496]

Katastrální území: Hodolany [710873]

Parcelní čísla pozemků: 1111/1, 959,31

Vypracovala: Bc. Michaela Pavelová

Adresa: Volýňská 69, Dlouhá Loučka 783 86

Email: pavelovam@study.fce.vutbr.cz

OBSAH

- 1 Seznam použitých podkladů
- 2 Popis konstrukčního systému stavby
- 3 Hodnoty zatížení
- 4 Výpočet
- 5 Navržené materiály a jejich vlastnosti
- 6 Závěr
- 7 Přílohy
 - statický výpočet desky a sloupu
 - schéma vyztužení desky

1 Seznam použitých podkladů

- Výkresy stavební části PD
- Zákony a vyhlášky:
 - Vyhláška MMRČR 499/2006 sb. o dokumentaci staveb
- Normy:
 - ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
 - ČSN EN 1991 (EC1) Zatížení konstrukcí
 - ČSN EN 1992 (EC2) Navrhování betonových konstrukcí

2 Popis konstrukčního systému stavby

POPIS DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ

Objekt je šestipodlažní s jedním podzemním podlažím. Spojení s 1. PP a 6. NP je zajištěno vnitřním železobetonovým schodištěm a výtahem. Hlavní vstup do objektu je v 1. NP. Další vedlejší schodiště spojuje restauraci se suterénem. V objektu je také vedlejší vstup z východní strany budovy. Ze západní strany suterénu je umístěn vjezd pro zásobování.

POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Svislé nosné konstrukce

- Monolitický železobetonový skelet tvoří nosnou konstrukci budovy
- Výplňové obvodové zdivo je z bloků systému Porotherm 24 P+D

Vodorovné konstrukce

- Stropní konstrukce je tvořena monolitickou železobetonovou deskou

Tepelné izolace

- Obvodové stěny: minerální vlna 150 mm
- Stropní konstrukce nad 1. PP: polystyren EPS 150 mm
- Stropní konstrukce nad 6. NP: polystyren EPS 200 mm

Střešní plášť

- Plochá střecha, skladba: monolitická železobetonová konstrukce, spádová vrstva tvořená polystyrenem, tepelná izolace – polystyren EPS, hydroizolace, kačírek

Schodiště

- Monolitické železobetonové

Výplně otvorů

- Okna a vchodové dveře v 1.NP u hlavního vchodu a restaurace jsou hliníková, zbylá okna jsou plastová.

3 Hodnoty zatížení

3.1 Zatížení stálé

- Zatížení stropní desky vlastní tíhou: $g_k = 6,645 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení střešního pláště vlastní tíhou: $g_k = 7,787 \text{ kN/m}^2$

3.2 Zatížení užité

- Zatížení užité pro budovy kategorie A: $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
- Zatížení užité od příček: $q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$

3.3 Zatížení klimatické

- Zatížení sněhem: $s_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

4 Výpočet

Ve výpočtu jsou navrženy rozměry a vyztužení stropní desky nad 1.NP ve východní polovině budovy a je navržen rozměr a vyztužení vnitřního sloupu v 1.NP. Stropní deska je navržena jako křížem vyztužená s lokálními podporami. Velikost vnitřních sil a momentů je stanovena pomocí metody součtových momentů. Je ověřena smyková odolnost desky v oblasti podpor. Vnitřní síly a momenty pro sloup jsou vypočteny metodou náhradních rámců za pomoci výpočetního programu SCIA Engineer 15.2. Vyztužení sloupu je navrženo na základě maximálních a minimálních hodnot vnitřních sil. Na základě výpočtů je sestaven interakční diagram. Výpočty jsou doplněny grafickými výstupy z programu SCIA Engineer 15.2, tabulkami vypracovanými v programu Microsoft EXEL a schémata vyztužení stropní desky (zpracováno v programu AutoCAD).

5 Navržené materiály a jejich vlastnosti

Stropní deska i sloupy jsou navrženy z těchto materiálů:

Beton C 30/37

($f_{ck} = 30 \text{ MPa}$; $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$, $\epsilon_{cu3} = 3,5\text{‰}$)

Ocel B500B

($f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$; $E_s = 200 \text{ GPa}$; $\epsilon_{yd} = 2,17\text{‰}$)

6 Závěr

Navržené konstrukce vyhovují normovým požadavkům.

7 Přílohy

Výpočty

Statický výpočet stropní desky nad 1.NP a vnitřního sloupu v 1.NP

Výkresy

Výkres – SCHÉMA VYZTUŽENÍ STROPNÍ DESKY

V Olomouci, prosinec 2015

Vypracovala: Bc. Michaela Pavelová

DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYPRACOVALA	Bc. Michaela Pavelová		
VEDOUCÍ PRÁCE	doc. Ing. Ladislav Štěpánek, CSc.		
STAVEBNÍK	Moravská vysoká škola Olomouc, o.p.s., tř. Kosmonautů 1288/1, Olomouc		
MÍSTO STAVBY	Olomouc, ul. Vejvodského, k.ú. Hodolany, parcelní čísla 1111/1, 959/31		
NÁZEV STAVBY	VYSOKOŠKOLSKÉ KOLEJE V OLOMOUCI		
STAVEBNÍ OBJEKT	SO01 - OBJEKT VYSOKOŠKOLSKÝCH KOLEJÍ	FORMÁT	A4
ČÁST	D.1.2 - STAVEBNĚ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	DATUM	12/2015
OBSAH:	STATICKÝ VÝPOČET	STUPEŇ PD	DPS
		MEŘÍTKO 1:10	Č. VÝKRESU D.1.2.2



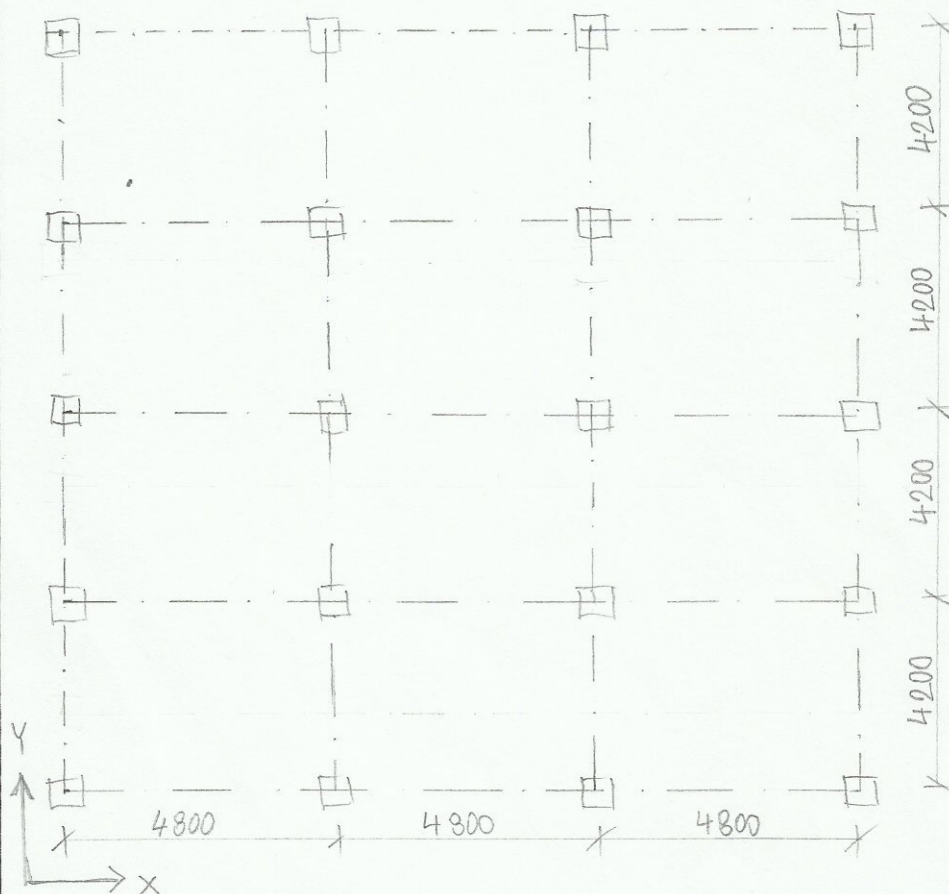
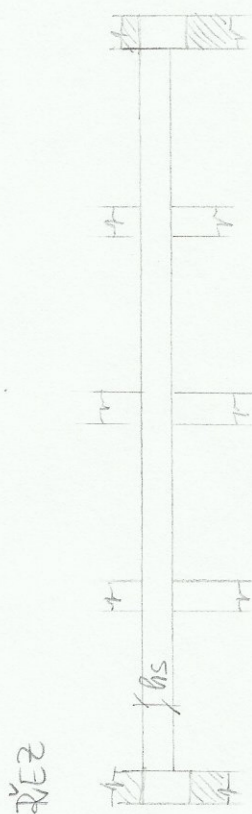
VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO
STAVITELSTVÍ

PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PRVKŮ• Použité materiály

Betón C30/37

 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$... charakteristická hodnota pevnosti v tlaku $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_M} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$... návrhová hodnota pevnosti v tlaku $\gamma_M = 1,5$... materiálový součinitel $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$... charakteristická hodnota pevnosti v tahu $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$ $\epsilon_{cu3} = 3,5\%$

Ocel B500B

 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$... charakteristická hodnota pevnosti v tahu a tlaku $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$... návrhová hodnota pevnosti v tahu a tlaku $\gamma_M = 1,15$... materiálový součinitel $E_s = 200 \text{ GPa}$ $\epsilon_{yd} = 2,17\%$ • GEOMETRIE - půdorysné schéma konstrukce

① DESKA NAD 1NP

→ návrh tloušťky desky

$$h_{s,lim} = l_{n,max} \cdot \frac{800 + 0,7 f_{yk}}{36 + 5 \cdot \varepsilon \cdot \eta} = \frac{800 + 0,7 \cdot 500}{36 + 5 \cdot 1,16 \cdot 0} \cdot 4,35 = \frac{1150}{36} \cdot 4,35 = 138,958 \text{ mm}$$

$$h_s \geq 1,21 h_{s,lim}; h_s \geq 1,21 \cdot 138,958 = 168,14 \text{ mm} \Rightarrow \underline{h_s = 200 \text{ mm}}$$

 $l_{n,max}$... světlá délka maximálního rozpětí [m] f_{yk} ... mek. kluzná oceli [MPa] ε ... poměr delšího rozpětí ke kratšímu [-] η ... součinitel

$$\eta = \alpha_n - 0,5 \cdot (1 - \chi) \cdot \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) = 0 - 0,5 \cdot (1 - 1) \cdot \left(1 + \frac{1}{1,16}\right) = 0$$

 $\alpha_n = 0$... bez kluzujících tržnic

$$\chi = \langle 0; 1 + \chi \rangle = \langle 0; 2 \rangle$$

$$\chi = \frac{\varepsilon l}{\text{obvod pole}} = \frac{2 \cdot (4,8 + 4,2)}{2 \cdot (4,8 + 4,2)} = 1$$

$$\varepsilon = \frac{l_{n,max}}{l_{n,min}} = \frac{4800 - 350}{4200 - 350} = \frac{4450}{3850} = 1,16$$

ZATÍŽENÍ STALE

Podlahová vrstva	te. [m]	[kN/m³]	g_k [kN/m²]
- keramická dlažba	0,008	20	0,16
- lepicí tmel mark. dlažeb	0,005	21	0,105
- anhydrit	0,050	21	1,05
- PE folie	0,0005	-	-
- kročejová izolace	0,060	1	0,060
- ŽB deska	0,200	25	5
- omítka	0,015	18	0,27

$$g_k \Sigma 6,645 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ UŽITNÉ

$$q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \dots \text{kategorie A}$$

$$q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \dots \text{povlazení od příček}$$

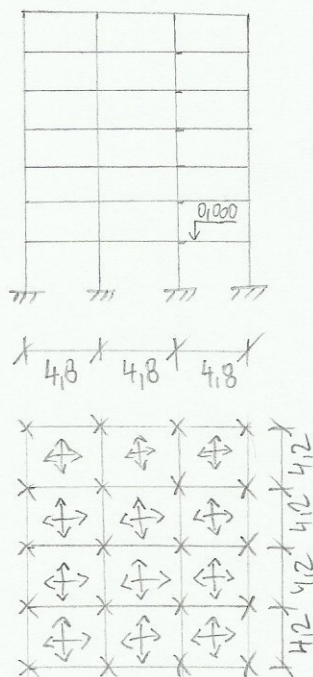
$$q_k \Sigma 2,7 \text{ kN/m}^2$$

Celkové plošné zatížení

$$6.10 \text{ a) } f_d = g_k + g_a \cdot \psi_{a1} \cdot Q_k = 1,35 \cdot 6,645 + 1,5 \cdot 1,0 \cdot 2,7 = 13,02 \text{ kN/m}^2$$

$$6.10 \text{ b) } f_d = \xi \cdot g_k + g_a \cdot Q_k = 0,85 \cdot 1,35 \cdot 6,645 + 1,5 \cdot 2,7 = 11,68 \text{ kN/m}^2$$

SCHEMA K-CE



$$f_{cd} = \max \{ 6.10a; 6.10b \} = \max \{ 13.02; 11.68 \} = 13.02 \text{ kN/m}^2$$

② SLOUP V 1NP

- předběžný malý rozměr sloupů

- ZATÍŽENÍ STĚLE

střešní plášť - vrstvy	t.p. [m]	[kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
- kachle	0,1	15	1,5
- hydroizolace - asf. pás	0,008	0,047	0,000376
- tepelná izolace - vrstva	0,565	1,8	1,017
- parotěsná vrstva - asf. pás	0,004	0,047	0,000188
- nosná k-ce - ŽB deska	0,2	25	5
- omítka	0,015	18	0,27

$$g_k \leq 7,787 \text{ kN/m}^2$$

- podlahy - Gpater... $G \cdot 6,645 \text{ kN/m}^2 = 39,87 \text{ kN/m}^2$ - sloup - Gpater... $G \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 3,2 \cdot 25 = 58,8 \text{ kN/m}^2$ - omítka sloup - Gpater... $G \cdot 4 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,015 \cdot 2,9 \cdot 18 = 6,5772 \text{ kN/m}^2$

CELKEM - STĚLE ZATÍŽENÍ NA SLOUP

$$(7,787 + 39,87) \cdot 4,8 \cdot 4,2 + 58,8 + 6,577 = 1026,14 \text{ kN}$$

- ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ UŽITNÉ

$$q_k = 2,7 \text{ kN/m}^2 \dots 1 \text{ patro} \Rightarrow G_{\text{pater}} \Rightarrow 16,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow 16,2 \cdot 4,2 \cdot 4,8 = 326,592 \text{ kN}$$

- ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$$s_k = 1,0 \text{ kPa}$$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_i = 0,8; C_e = 1,0; C_t = 1,0$$

$$\Rightarrow 0,8 \cdot 4,2 \cdot 4,8 = 16,128 \text{ kN}$$

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ NA SLOUP

$$N_{ed} = 1026,14 \cdot 1,35 + (326,592 + 16,128) \cdot 1,5 = 1899,369 \text{ kN}$$

PRŮŘEZ SLOUPU

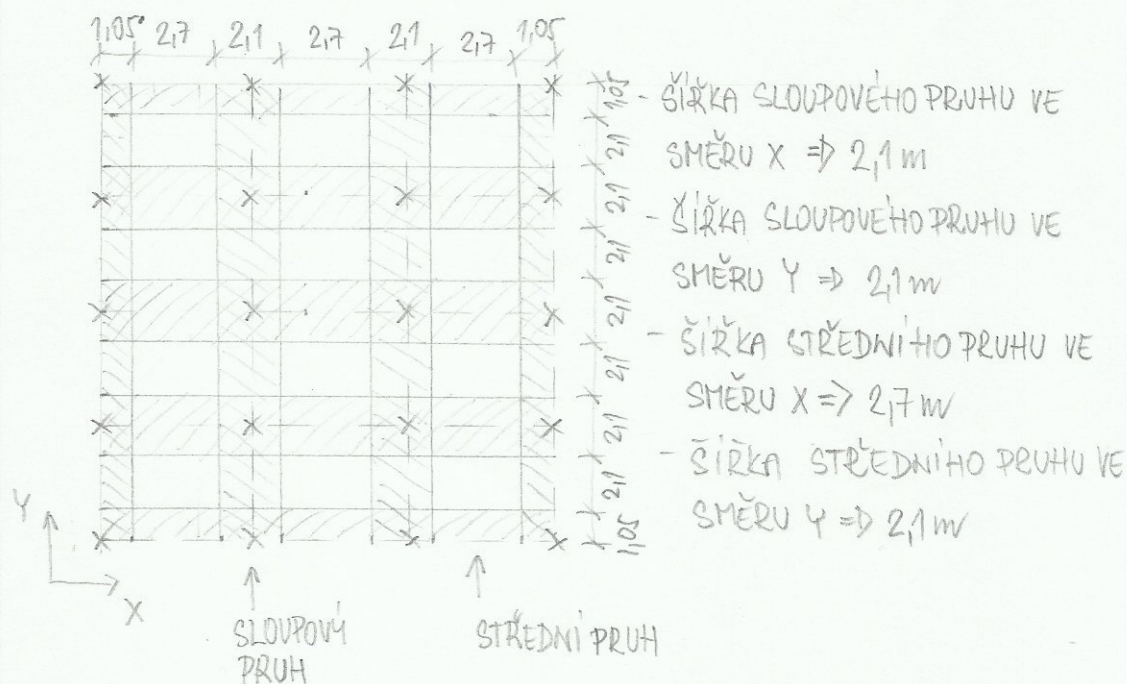
$$A_c = \frac{N_{ed}}{0,95(0,8 \cdot f_{cd} + 0,001 \cdot f_{yd})} = \frac{1899369}{0,95(0,8 \cdot 20 + 0,001 \cdot 434,78)} = \frac{1899369}{15,613} = 91216$$

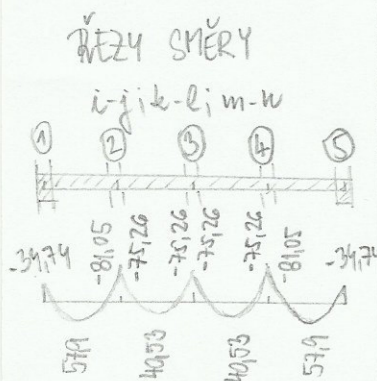
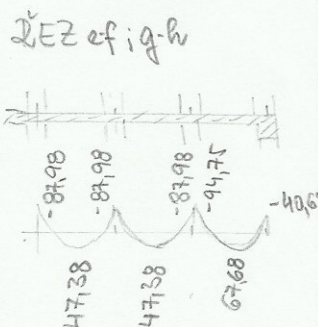
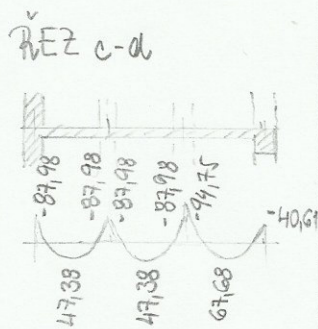
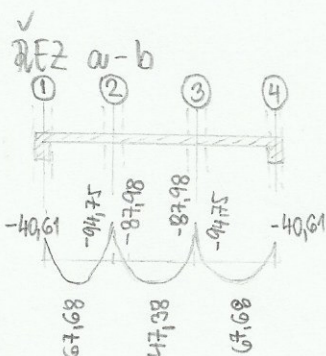
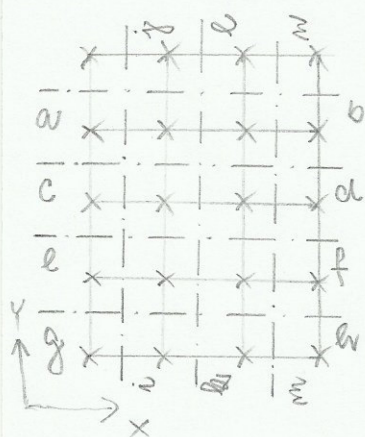
$$\sqrt{A_c} = 0,348 \text{ m} \Rightarrow a = 350 \text{ mm}$$

VÝPOČET DESKY

- METODA SOUČTOVÝCH MOMENTŮ

- Ověření podmínek pro použití metody součtových momentů:
 - 1) Desková konstrukce je v celém svém rozsahu železobetonová ✓
 - 2) V obou hlavních směrech jsou alespoň 3 desková pole ✓
 - 3) Obdélníková pole mají poměr delší strany ke kratší menší než 2,0 ($4,8 : 4,2 = 1,14 < 2$) ✓
 - 4) Rozpětí deskových polí v hlavním směru se neliší o více než $1/3$ rozpětí kratšího pole ($4,8 - 4,2 = 0,6 < 1,4$) ✓
 - 5) Sloupky nejsou odchýleny od osového systému o více než 10% vzdálenosti os kolmých na směr vychýlení ✓
 - 6) Konstrukce bude zatížena pouze svislým zatížením rovnoměrně rozděleným po celém deskovém poli, přičemž char. hodnoty nahodilého zatížení nebudou větší než dvojnásobek char. stálého zatížení ($q_k = 6,645 > 2 \cdot q_k = 2,27$) ✓
 - 7) Silové účinky zatížení stanovené metodou součtových momentů nelze dále upravovat
 - 8) Konstrukce se vysvětluje ve dvou vzájemně se kolmo křižujících směrech sloupových řad
- ŠÍŘKY SLOUPOVÝCH A MEZI SLOUPOVÝCH PRUHŮ





CELKOVÝ SOUČTOVÝ MOMENT VE SMĚRU X

$$M_{x,tot} = \frac{1}{8} \cdot (\sum q_a + \sum q_d) \cdot l_y \cdot l_{x,n}^2$$

2. světlé rozpětí

$$M_{x,tot} = \frac{1}{8} \cdot (8,97 + 4,05) \cdot 4,2 \cdot 4,45^2 = 135,36 \text{ kNm}$$

- záporný moment nad podporou: $-0,65 M_{x,tot} = -0,65 \cdot 135,36 = -87,98 \text{ kNm}$
- kladný moment v poli: $0,35 \cdot M_{x,tot} = 0,35 \cdot 135,36 = 47,38 \text{ kNm}$
- záporný moment v kloubujícího řezu: $-0,30 M_{x,tot} = -0,30 \cdot 135,36 = -40,61 \text{ kNm}$
- kladný moment v okrajovém poli: $0,15 \cdot M_{x,tot} = 0,15 \cdot 135,36 = 67,68 \text{ kNm}$
- záporný moment nad podporou v poli směrem od okraje: $0,7 \cdot M_{x,tot} = 0,7 \cdot 135,36 = 94,75 \text{ kNm}$

CELKOVÝ SOUČTOVÝ MOMENT VE SMĚRU Y

$$M_{y,tot} = \frac{1}{8} (\sum q_a + \sum q_d) \cdot l_x \cdot l_{y,n}^2$$

světlé rozpětí

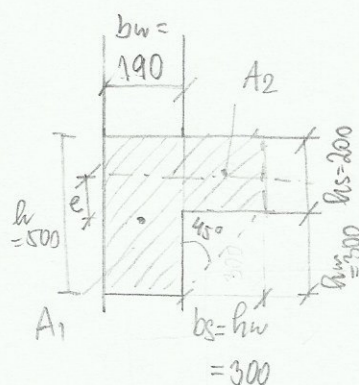
$$M_{y,tot} = \frac{1}{8} (8,97 + 4,05) \cdot 4,8 \cdot 3,85^2 = 115,79 \text{ kNm}$$

- záporný moment nad vnitřními podporami: $-0,65 \cdot M_{y,tot} = -0,65 \cdot 115,79 = -75,26 \text{ kNm}$
- kladný moment v poli: $0,35 \cdot M_{y,tot} = 0,35 \cdot 115,79 = 40,53 \text{ kNm}$
- záporný moment v kloubujícího řezu: $-0,3 \cdot M_{y,tot} = -0,3 \cdot 115,79 = -34,74 \text{ kNm}$
- kladný moment v okrajovém poli: $0,15 \cdot M_{y,tot} = 0,15 \cdot 115,79 = 57,90 \text{ kNm}$
- záporný moment nad podporou v poli směrem k okraji: $-0,7 \cdot M_{y,tot} = -0,7 \cdot 115,79 = -81,05 \text{ kNm}$

POMĚRNÉ ČÁSTI MOMENTŮ PŘIPADAJÍCÍ NA SLOPOVÝ PRUH

$$\beta_t = \frac{G_{cb} \cdot I_c}{E_{cs} \cdot I_s}$$

 β_t ... součinitel kroucení G_{cb} ... modul pružnosti ve smyku okrajového krouceného pruhu E_{cs} ... modul pružnosti betonu desky I_s ... moment setrvačnosti desky šířky b rovné součtu polovin rozpětí okrajového krouceného pruhu, který leží kolmo k rovině, ve které moment počítáme I_t ... moment v tuhosti kroucení okrajového pruhu



$E_{cs} = 32 \text{ GPa} \dots$ pro betón C 30/34

$$G_{cb} = 0,5 \cdot E_{cs} = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ GPa}$$

$$I_t = \sum_{i=1}^n (1 - 0,63 \frac{t_i}{a_i}) \cdot \frac{t_i^3 \cdot a_i}{3} = 1,334 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$t_i \dots$ kratší strana i -tého obdélníku, se kterého se skládá průřez

$a_i \dots$ delší strana i -tého obdélníku

$n \dots$ počet obdélníků, na který rozdělíme průřez krouceného prvku

směr x :

$$I_s = \frac{1}{12} b_y \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} \cdot 42 \cdot 0,2^3 = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\beta_t = \frac{16 \cdot 10^9 \cdot 1,334 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^9 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3}} = 0,238$$

směr y :

$$I_s = \frac{1}{12} b_x \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} \cdot 4,8 \cdot 0,2^3 = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\beta_t = \frac{16 \cdot 10^9 \cdot 1,334 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}} = 0,208$$

$$I_t = \left((1 - 0,63 \frac{0,19}{0,15}) \cdot \frac{0,19^3 \cdot 0,15}{3} \right) + \left((1 - 0,63 \frac{0,12}{0,13}) \cdot \frac{0,12^3 \cdot 0,13}{3} \right) = 0,84 \cdot 10^{-3} + 0,464 \cdot 10^{-3} = 1,304 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{E_{cs} \cdot I_s}{E_{cs} \cdot I_s + G_{cb} \cdot I_t} = \frac{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} + 16 \cdot 10^9 \cdot 1,304 \cdot 10^{-3}} = 0,71$$

$I_b \dots$ moment setrženosti ušlíného průřezu statyického trámu

$E_{cs} \dots$ modul pružnosti ušlíného trámu

$I_s \dots$ moment setrženosti dílny

$E_{cb} \dots$ modul pružnosti dílny

$$I_b = \frac{1}{12} (b_1 \cdot h_1^3 + b_2 \cdot h_2^3) + \frac{1}{12} (b_1 \cdot h_1 \cdot e^2 + b_2 \cdot h_2 \cdot e^2) = \frac{1}{12} (0,19 \cdot 0,5^3 + 0,12 \cdot 0,4^3) + \frac{1}{12} (0,19 \cdot 0,5 \cdot 0,15^2 + 0,12 \cdot 0,4 \cdot 0,13^2) = 0,0574 \text{ m}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{E_{cs} \cdot I_s}{E_{cs} \cdot I_s + G_{cb} \cdot I_t} = \frac{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} + 16 \cdot 10^9 \cdot 1,304 \cdot 10^{-3}} = 0,71$$

$$\alpha_1 = \frac{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} + 16 \cdot 10^9 \cdot 1,304 \cdot 10^{-3}} = 0,71$$

\Rightarrow moduly setrženosti dílny a trámu

Hodnoty ohybových momentů přenesených deskovým a sloupovým pruhem vypočítáme za pomoci součinitele w , který udává poměrné části celkových záporných a kladných momentů připadajících na sloupový a deskový pruh.

směr X

- krajní podpora : 1,00
- střední podpora : 0,75
- v poli : 0,75

směr Y

- krajní podpora : 1,00
- střední podpora : 0,75
- v poli : 0,75

PŘEHLED OHYBOVÝCH MOMENTŮ

SMEŘ	PRUH	PRŮŘEZ	w	M_x [kNm]	$w \cdot M_x$ [kNm]	šířka pruhu [m]	$w \cdot M_x / m'$ [kNm/m']
X	sloupový	krajní podpora	1,00	-40,61	-40,61	1,05	-38,68
		krajní pole	0,75	64,68	50,76	2,1	24,17
		vnitřní podpora	0,75	-94,75	-41,06	2,1	-33,84
		vnitřní pole	0,75	44,38	35,54	2,1	16,92
	střední	krajní podpora	0,65	-40,61	-26,39	1,05	-25,13
		krajní pole	0,25	64,68	16,92	2,1	8,06
		vnitřní podpora	0,25	-94,75	-23,69	2,1	-11,28
		vnitřní pole	0,25	44,38	11,84	2,1	5,638
Y	sloupový	krajní podpora	1,00	-34,74	-34,74	1,05	-33,09
		krajní pole	0,75	57,9	43,43	2,1	20,68
		vnitřní podpora	0,75	-81,05	-60,79	2,1	-28,95
		vnitřní pole	0,75	40,53	30,40	2,1	14,48
	střední	krajní podpora	0,65	-34,74	-22,58	1,05	-21,50
		krajní pole	0,25	57,9	14,48	2,1	5,36
		vnitřní podpora	0,25	-81,05	-20,26	2,1	-9,65
		vnitřní pole	0,25	40,53	10,13	2,1	3,75

DIMENZOVAŇÍ VÝZTUŽE

- materiálové charakteristiky:

Betón C30/34

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} ; f_{cd} = 20 \text{ MPa} ; f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa} ; \epsilon_{cs} = 0,0035$$

Ocel B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} ; f_{yd} = 434,78 \text{ MPa} ; E_s = 200 \text{ GPa} ; \epsilon_{yd} = 0,00217$$

- tloušťka desky: $h_s = 200 \text{ mm}$ - krytí: $c_{nom} = c_{min} + c_{dev} = 24 \text{ mm} \Rightarrow$ navržená $c = 25 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b} ; c_{min,dur} ; 14 \text{ mm} \} = 14 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} \geq \varnothing = 10 \text{ mm}$$

$$\geq \varnothing + 5 \text{ mm}, \text{ když } d_g > 32 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 10 \text{ mm} \text{ (Xc1, dekový prvek)}$$

$$c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

M- předběžný návrh

$$\text{účinná výška desky } d_1 = c + 0,5\varnothing = 25 + 0,5 \cdot 10 = 30 \text{ mm}$$

$$d = h_s - d_1 = 200 - 30 = 170 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$A_{st,req} = \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}} \right) = \frac{1 \cdot 0,17 \cdot 20 \cdot 10^6}{434,78 \cdot 10^6} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 38,68 \cdot 10^3}{20 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,17^2}} \right)$$

$$0,00782 \cdot 0,069323273 = 0,000542117 \text{ m}^2 \Rightarrow A_{st} = 561 \text{ mm}^2 \quad \varnothing 10/140$$

M- posouzení

$$\textcircled{1} M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$F_{st} = f_{yd} \cdot A_{st} = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,000561 = 243\,911,58 \text{ N}$$

$$F_{st} = F_{cc} = f_{cd} \cdot b \cdot \lambda \cdot x$$

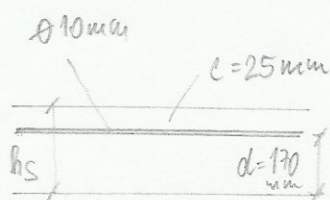
$$x = \frac{F_{st}}{f_{cd} \cdot b \cdot \lambda} = \frac{243\,911,58}{20 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,8} = 15,24 \text{ mm}$$

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 170 - \frac{0,8 \cdot 15,24}{2} = 163,9 \text{ mm}$$

$$M_{rd} = F_{st} \cdot z = 243\,911,58 \cdot 0,1639 = 39,977 \text{ kNm} \geq M_{ed} = 38,68 \text{ kNm}$$

$$\textcircled{2} \epsilon_s > \epsilon_{yd} \checkmark \quad \epsilon_s = \frac{\epsilon_{cs}(d-x)}{x} = \frac{3,5(170-15,24)}{15,24} = 35,54\%$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,78 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 0,00217\%$$



$$\textcircled{3} A_{s,min} = 0,26 \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b \cdot d = 0,26 \left(\frac{2,9}{500} \right) \cdot 1 \cdot 0,17 = 256,36 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d = 221 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot A_c = 8000 \text{ mm}^2$$

$$\textcircled{4} s \leq 2h_s = 2 \cdot 200 = 400 \text{ mm}$$

$$s \leq 300 \text{ mm}$$

$$140 \leq 300 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$s_c \geq \max \{ 1,5d; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm} \}$$

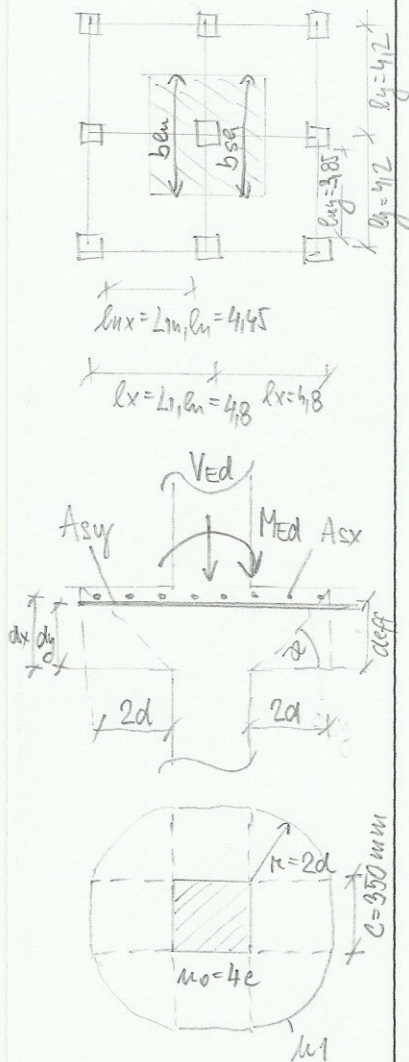
$$130 \geq \{ 150; 20 \text{ mm} \} \quad \checkmark$$

Další dimenzování je pro přehlednost doplněno do tabulky viz strana 10.

NÁVRH A POSOUZENÍ PODÉLNÉ VÝZTUŽE

SMĚR	PRUH	PRŮŘEZ	\emptyset [mm]	c [mm]	h [mm]	d_1 [mm]	d [mm]	$A_{st,req}$ [mm ²]	A_{min} [mm ²]	A_{min} [mm ²]	A_{max} [mm ²]
X	sloupový	krajní podpora	10	25	200	30	170	542	256	221	8000
		krajní pole	8	25	200	29	171	332	258	222	8000
		vnitřní podpora	10	25	200	30	170	472	256	221	8000
		vnitřní pole	8	25	200	29	171	231	258	222	8000
	střední	krajní podpora	8	25	200	29	171	332	258	222	8000
		krajní pole	8	25	200	29	171	109	258	222	8000
		vnitřní podpora	8	25	200	29	171	153	258	222	8000
		vnitřní pole	8	25	200	29	171	76	258	222	8000
Y	sloupový	krajní podpora	10	25	200	40	160	492	241	208	8000
		krajní pole	8	25	200	37	163	297	246	212	8000
		vnitřní podpora	10	25	200	40	160	429	241	208	8000
		vnitřní pole	8	25	200	37	163	207	246	212	8000
	střední	krajní podpora	8	25	200	37	163	310	246	212	8000
		krajní pole	8	25	200	37	163	76	246	212	8000
		vnitřní podpora	8	25	200	37	163	137	246	212	8000
		vnitřní pole	8	25	200	37	163	53	246	212	8000

SMĚR	PRUH	PRŮŘEZ	návrh	$A_{s,prov}$ [mm ²]	x [mm]	z [mm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	posouzení
X	sloupový	krajní podpora	$\emptyset 10$ po 140 mm	561	15,2	164	38,68	39,98	vyhoví
		krajní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	167	24,17	26,1	vyhoví
		vnitřní podpora	$\emptyset 10$ po 140 mm	561	15,2	164	33,84	39,98	vyhoví
		vnitřní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	167	16,92	26,1	vyhoví
	střední	krajní podpora	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	167	25,13	26,1	vyhoví
		krajní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	167	8,06	26,1	vyhoví
		vnitřní podpora	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	167	11,28	26,1	vyhoví
		vnitřní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	167	5,64	26,1	vyhoví
Y	sloupový	krajní podpora	$\emptyset 10$ po 140 mm	561	15,2	154	33,09	37,5	vyhoví
		krajní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	159	20,68	24,8	vyhoví
		vnitřní podpora	$\emptyset 10$ po 140 mm	561	15,2	154	28,95	37,5	vyhoví
		vnitřní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	159	14,48	24,8	vyhoví
	střední	krajní podpora	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	159	21,5	24,8	vyhoví
		krajní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	159	5,36	24,8	vyhoví
		vnitřní podpora	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	159	9,65	24,8	vyhoví
		vnitřní pole	$\emptyset 8$ po 140 mm	359	9,75	159	3,75	24,8	vyhoví



PROTLAČENÍ - VNITŘNÍ SLOUP

KOMBINACE

$$I) V_{Ed}^I = (\sum q_{d1} + \sum q_{d2}) \cdot l_x \cdot l_y = (8,97 + 4,05) \cdot 4,8 \cdot 4,2 = 262,48 \text{ kN}$$

$$M_{sup}^I = 0,00 \text{ kNm}$$

$$II) V_{Ed}^{II} = \sum q_{d1} \cdot l_x \cdot l_y + \sum q_{d2} \cdot l_y \cdot \frac{1}{2} l_x = 8,97 \cdot 4,8 \cdot 4,2 + 4,05 \cdot 4,2 \cdot \frac{4,8}{2} = 221,6$$

$$M_{sup}^{II} = 0,07 [(\sum q_{d1,1} + \sum q_{d1,2}) \cdot b_{cx} \cdot L_{1,1}^2 - \sum q_{d1,2} \cdot b_{cx} \cdot L_{1,2}^2] =$$

$$0,07 [(8,97 + 4,05) \cdot 4,2 \cdot 4,45^2 - 8,97 \cdot 4,2 \cdot 4,45^2] = 23,58 \text{ kNm}$$

$$III) V_{Ed}^{III} = \sum q_{d1} \cdot l_x \cdot l_y + \sum q_{d2} \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} l_y = 8,97 \cdot 4,8 \cdot 4,2 + 4,05 \cdot 4,8 \cdot \frac{4,2}{2} = 221,66$$

$$M_{sup}^{III} = 0,07 [(\sum q_{d1} + \sum q_{d2}) \cdot b_{cx} \cdot l_{ny}^2 - \sum q_{d2} \cdot l_x \cdot l_{ny}^2]$$

$$= 0,07 [(8,97 + 4,05) \cdot 4,2 \cdot 3,85^2 - 8,97 \cdot 4,8 \cdot 3,85^2] = 12,06 \text{ kNm}$$

ZAKLADNÍ KONTROLOVANÝ OBVOD m_1

- účinná šířka desky

$$d_{eff} = \frac{d_x + d_y}{2} = \frac{170 + 160}{2} = 165 \text{ mm}$$

DELKA KONTROLOVANEHO OBVODU

$$m_0 = 4c = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ m}$$

$$m_1 = 4e + 2\pi r = 4 \cdot 0,35 + 2\pi \cdot 2 \cdot 0,165 = 3,47 \text{ m}$$

MAXIMÁLNÍ SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$W_1 \dots$ modul odpovídající rozdělení smykel

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 4 \cdot c_2 \cdot d + 16 d_{eff}^2 + 2\pi d \cdot c_1$$

$$= \frac{0,35^2}{2} + 0,35 \cdot 0,35 + 4 \cdot 0,35 \cdot 0,165 + 16 \cdot 0,165^2 + 2\pi \cdot 0,165 \cdot 0,35 =$$

$$= 0,06125 + 0,1225 + 0,231 + 0,4356 + 0,362853951 = 1,2132 \text{ m}^2$$

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{m_1}{W_1}$$

1. KOMBINACE

$$v_{Ed}^I = \beta^I \cdot \frac{V_{Ed}^I}{m_1 \cdot d} = 1 \cdot \frac{262,48}{3,47 \cdot 0,165} = 458,44 \text{ kPa}$$

$$\beta^I = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{m_1}{W_1} = 1$$

2. KOMBINACE

$$M_{Ed}^I = M_{sup}^I = 23,58 \text{ kNm}$$

$$\beta^I = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{w_1}{w_2} = 1 + 0,6 \cdot \frac{23,58}{221,66} \cdot \frac{3,47}{1,213} = 1,183$$

$$c_1/c_2 = 1 \Rightarrow k = 0,6$$

$$N_{Ed}^I = \beta^I \cdot \frac{V_{Ed}}{w_1 \cdot d} = 1,183 \cdot \frac{221,66}{3,47 \cdot 0,165} = 454,99 \text{ kPa}$$

3. KOMBINACE

$$M_{Ed}^{III} = M_{sup}^{III} = 12,06 \text{ kNm}$$

$$\beta^{III} = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{w_1}{w_2} = 1 + 0,6 \cdot \frac{12,06}{221,66} \cdot \frac{3,47}{1,213} = 1,0934$$

$$N_{Ed}^{III} = \beta^{III} \cdot \frac{V_{Ed}}{w_1 \cdot d} = 1,0934 \cdot \frac{221,66}{3,47 \cdot 0,165} = 423,3 \text{ kPa}$$

$$N_{Ed,max} = 458,44 \text{ kPa}$$

SMYKOVÁ ODOLNOST TĚSNĚ KOLEM SLOUPU

$$N_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{m_0 \cdot d} = \frac{1 \cdot 262,48}{1,4 \cdot 0,165} = 1136,28 \text{ kPa}$$

$$N_{Rd,max} = 0,5 \cdot f_{cd} \cdot n = 0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,528 = 5280 \text{ kPa}$$

$$n = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$N_{Ed,0} = 1136,28 \text{ kPa} \leq N_{Rd,max} = 5280 \text{ kPa} \quad \checkmark$$

POSOUZENÍ 1. KONTROLNÍHO OBVODU

$$N_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_k \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,0034 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} = 0,52049 \text{ MPa}$$

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

$$= 520,49 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{165}} = 2,0 \leq 2,0$$

$$\rho_y = \frac{A_{sy}}{b_y \cdot d_y} = \frac{561 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 0,160} = 0,0035 \leq 0,02$$

$$\rho_x = \frac{A_{sx}}{b_x \cdot d_x} = \frac{561 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 0,170} = 0,0033 \leq 0,02$$

$$\rho_e = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = \sqrt{0,0035 \cdot 0,0033} = 0,0034 \leq 0,02$$

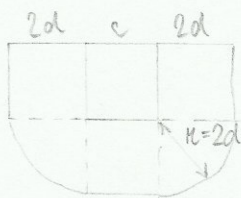
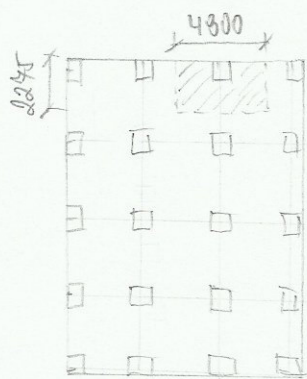
$$N_{min} = 0,035 \cdot b^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,5422 \text{ MPa} = 542,2 \text{ kPa}$$

$$N_{Rd,c} \geq N_{min}$$

$$520,49 \text{ kPa} \geq 542,2 \text{ kPa}$$

$$N_{Ed} \leq N_{min} (N_{Rd,c})$$

$$458,44 \text{ kPa} \leq 542,2 \text{ kPa} \quad \checkmark \text{ VYHOVÍ, NENÍ NUTNO NAVRHOVAT SMYKOVOU VÝZTUŽ}$$



PROTLAČENÍ - KRAJNÍ SLOUP

max V_{Ed}

$$V_{Ed}^I = (\sum g_d + \sum q_d) \cdot L_x \cdot L_y = (8,94 + 4,05) \cdot 4,8 \cdot 2,244 = 142,178 \text{ kN}$$

Základní kontrolovaný obvod m_1

účinná výška desky

$$d_{eff} = \frac{d_x + d_y}{2} = \frac{170 + 160}{2} = 165 \text{ mm}$$

Delka kontrolovaného obvodu

$$m_1 = 6 \cdot c + \frac{1}{2} \cdot 2 \pi r = 4c + 4d + \pi \cdot 2d = 4 \cdot 0,35 + \pi \cdot 2 \cdot 0,165 = 3,094 \text{ m}$$

$$m_0 = 4c = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ m}$$

SMYKOVÁ ODOLNOST TĚSNĚ KOLEM SLOUPU

$$\Rightarrow \beta = 1,4$$

$$N_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{m_0 \cdot d} = \frac{1,4 \cdot 142,178}{1,4 \cdot 0,165} = 861,68 \text{ kPa}$$

$$N_{Rd,max} > 0,5 \cdot f_{cd} \cdot n = 0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,528 = 5280 \text{ kPa}$$

$$n = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$N_{Ed,0} \leq N_{Rd,max}$$

$$861,68 \text{ kPa} \leq 5280 \text{ kPa} \quad \checkmark$$

MAXIMÁLNÍ SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$N_{Ed}^I = \beta^I \cdot \frac{V_{Ed}^I}{m_1 \cdot d} = 1,4 \cdot \frac{142,178}{3,094 \cdot 0,165} = 389,52 \text{ kPa}$$

POROUZENÍ 1. KONTROLNÍHO OBVODU

$$N_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_e \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 30)^{\frac{1}{3}} = 0,472$$

$$b_x = b_y = c + 6 \cdot d = 0,35 + 6 \cdot 0,165 = 1,34 \text{ m}$$

$$\rho_{ex} = \frac{A_{sx}}{b_x \cdot d} = \frac{561 \cdot 10^{-6}}{1,34 \cdot 0,165} = 2,54 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{ey} = \frac{A_{s,xy}}{b_y \cdot d} = \frac{561 \cdot 10^{-6}}{134 \cdot 0,165} = 2,54 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_{ex} \cdot \sigma_{ey}} = \sqrt{2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 2,54 \cdot 10^{-3}} = 2,54 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_{rd,c} = \frac{0,18}{\sigma_e} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{165}} = 2,1 \leq 2,7$$

$$N_{min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 2,1^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0,5422 \text{ MPa} = 542,2 \text{ kPa}$$

$$N_{rd,c} \geq N_{min}$$

$$472 \text{ kPa} \geq 542,2 \text{ kPa} \quad \times$$

$$N_{ed} \leq N_{min}(N_{rd,c})$$

$$389,52 \text{ kPa} \leq 542,2 \text{ kPa} \quad \checkmark \text{ VYHOVÍ, NENÍ NUTNO NAVRHOVAT SMYKOVOU VÝZTUŽ}$$

PROTLAČENÍ - ROHOVÝ SLOUP

max V_{ed}

$$V_{ed}^I = (\xi_{gd} + \xi_{pd}) \cdot L_x \cdot L_y = (8,94 + 4,05) \cdot 2,575 \cdot 2,275 = 76,27 \text{ kN}$$

ZÁKLADNÍ KONTROLOVANÝ OBVOD m_1

účinná výška desky

$$d_{eff} = \frac{d_x + d_y}{2} = \frac{170 + 160}{2} = 165 \text{ mm}$$

DEĽKA KONTROLOVANEHO OBVODU

$$u_0 = 4 \cdot c = 4 \cdot 0,35 = 1,4 \text{ m}$$

$$u_1 = 4 \cdot c + 4d + 2\pi r/4 = 4 \cdot 0,35 + 4 \cdot 0,165 + \pi \cdot 0,165 = 2,578 \text{ m}$$

SMYKOVÁ ODOLNOST TĚSNĚ KOLEM SLOUPU

$$\Rightarrow \beta = 1,5$$

$$N_{ed} = \frac{\beta \cdot V_{ed}}{u_0 \cdot d} = \frac{1,5 \cdot 76,27}{1,4 \cdot 0,165} = 495,26 \text{ kPa}$$

$$N_{rd,max} = 0,5 \cdot f_{cd} \cdot N = 0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,528 = 5280 \text{ kPa}$$

$$N = 0,528$$

$$N_{ed,0} \leq N_{rd,max}$$

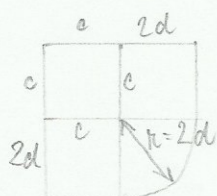
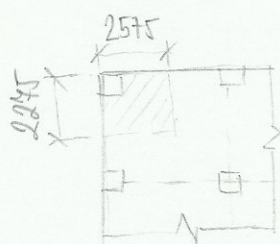
$$495,26 \text{ kPa} \leq 5280 \text{ kPa} \quad \checkmark$$

MAXIMÁLNÍ SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$N_{ed}^I = \beta \cdot \frac{V_{ed}}{u_1 \cdot d} = 1,5 \cdot \frac{76,27}{2,578 \cdot 0,165} = 268,95 \text{ kPa}$$

POSOUZENÍ 1. KONTROLNÍHO OBVODU

$$N_{rd,c} = \sigma_{rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \sigma_e \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \cdot 2,1 \cdot (100 \cdot 2,54 \cdot 10^{-3} \cdot 30)^{\frac{1}{3}} = 442 \text{ kPa}$$



$$R_{min} = 0,035 \cdot b^{\frac{2}{3}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 20^{\frac{2}{3}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 542,2 \text{ kPa}$$

$$R_{rd,c} \geq R_{min}$$

$$472 \text{ kPa} \geq 542,2 \text{ kPa} \quad \times$$

$$R_{ed,v} \leq R_{min} \quad (R_{rd,c})$$

$$268,95 \leq 542,2 \text{ kPa} \quad \checkmark \text{ vyhoví, není nutno navrhovat smykové nýzky}$$

VÝPOČET VYZTUŽENÍ SLOUPU

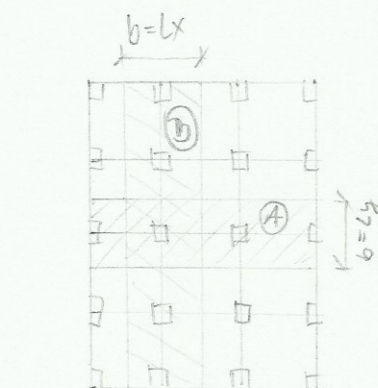
- METODA NÁHRADNÍCH RAMŮ

- RAM A řešen v programu SLIA - příloha č. 1

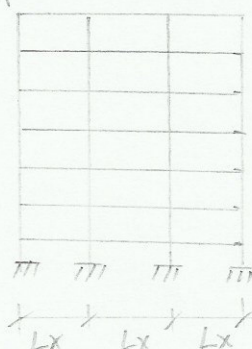
- řešení jsou tyto kombinující stavy

LC1 - zatížení stálé od vlastní tíhy konstrukce

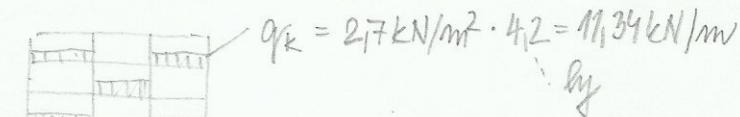
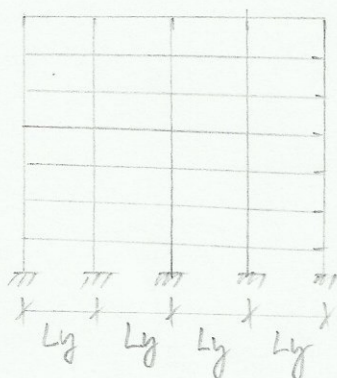
LC2 - šachovnicové proměnné zatížení



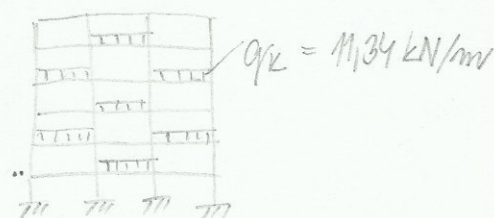
RAM A



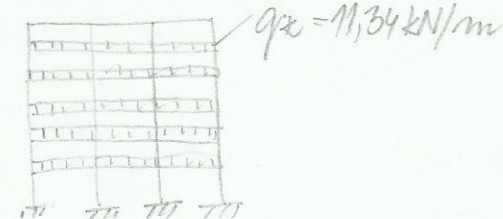
RAM B



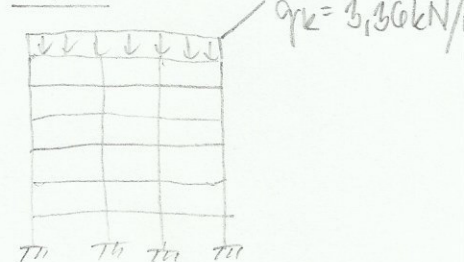
LC3 - šachovnicové proměnné zatížení



LC4 - plné zatížení proměnné



LC5 - směr



- kombinující stavy vytvoří kombinaci zatížení stálého a proměnného

$$CO1 = LC1 + LC2$$

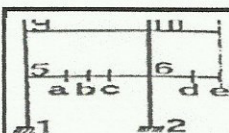
$$CO4 = LC1 + LC2 + LC5$$

$$CO2 = LC1 + LC3$$

$$CO5 = LC1 + LC3 + LC5$$

$$CO3 = LC1 + LC4$$

$$CO6 = LC1 + LC4 + LC5$$



Hodnoty vnitřních sil a jejich kombinace pro sloup

Druh zatížení			Zatěžovací stav	M nebo V	Charakteristické hodnoty M_{Ek} , N_{Ek} nebo V_{Ek} v průřezech				
					vnitřní sloup		-		
					2-6	6-2			
Stále zatížení			1	M	-0,46	0,95			
				N	-878,71	-733,48			
				V	0,44	XXXXXX			
Proměnné zatížení	Užitné zatížení	šach1	2	M	-3,52	7,24			
				N	-136,95	-109,56			
				V	3,36	XXXXXX			
		šach2	3	M	3,29	-6,74			
				N	-137,03	-108,36			
				V	-3,13	XXXXXX			
		plné	4	M	-0,24	0,49			
				N	-273,98	-217,92			
				V	0,23	XXXXXX			
		sníh	5	M	0,01	-0,03			
				N	-16,27	-16,31			
				V	-0,01	XXXXXX			

Kombinace: Pro kombinaci zatížení ve všech sledovaných průřezích se použije vztah 6.10.a nebo 6.10.b podle situace (tj. podle max $|M|$) v nejvíce namáhaném průřezu.

Základní kombinace pro MSÚ	ZS								
	1+2 (C01)	max M + odpovídající N a V	M	-5,9	12,14				
			N	-1391,7	-1154,5				
			V	5,64	XXXXXX				
	1+3+5 (C05)	min M + odpovídající N a V	M	4,32	-8,85				
			N	-1404	-1165				
			V	-4,12	XXXXXX				
	1+3 (C02)	max N + odpovídající M a V	M	4,31	-8,83				
			N	-1391,8	-1152,7				
			V	-4,11	XXXXXX				
	1+4+5 (C06)	min N + odpovídající M a V	M	-0,96	2				
			N	-1609,4	-1329,3				
			V	0,93	XXXXXX				
	1+2 (C01)	max V + odpovídající M a N	M	-5,9	XXXXXX				
			N	-1391,7	XXXXXX				
			V	5,64	XXXXXX				
	1+3+5 (C05)	min V + odpovídající M a N	M	4,32	XXXXXX				
			N	-1404	XXXXXX				
			V	-4,12	XXXXXX				

VLIV GEOMETRICKÝCH IMPERFEKCIÍ

$$e_i = l_0 / 400 = 4200 / 400 = 10,5 \text{ mm}$$

$$l_0 = 1,0 \cdot (n_1 + \text{má syp nad portkou}) = 3,2 + 1 = 4,2 \text{ m}$$

$$M_{\text{red}} = N_{\text{ed}} \cdot (M_E / N_{\text{ed}} + e_i / 1000)$$

$$M_{\text{red}1} = (-1391,7) \cdot \left(\frac{-5,9}{-1391,7} + \frac{10,5}{1000} \right) = -20,5 \text{ kNm}$$

$$= M_{\text{red}5}$$

$$M_{\text{red}1'} = (-1154,5) \cdot \left(\frac{12,14}{-1154,5} + \frac{10,5}{1000} \right) = 0,018 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{red}2} = (-1404,1) \cdot \left(\frac{4,32}{-1404,1} + \frac{10,5}{1000} \right) = -10,4 \text{ kNm}$$

$$= M_{\text{red}6}$$

$$M_{\text{red}2'} = (-1165,4) \cdot \left(\frac{-8,85}{-1165,4} + \frac{10,5}{1000} \right) = -21,08 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{red}3} = (-1391,8) \cdot \left(\frac{4,31}{-1391,8} + \frac{10,5}{1000} \right) = -10,3 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{red}3'} = (-1152,7) \cdot \left(\frac{-8,83}{-1152,7} + \frac{10,5}{1000} \right) = -20,93 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{red}4} = (-1609,4) \cdot \left(\frac{-0,96}{-1609,4} + \frac{10,5}{1000} \right) = -17,86 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{red}4'} = (-1329,3) \cdot \left(\frac{2,00}{-1329,3} + \frac{10,5}{1000} \right) = -11,96 \text{ kNm}$$

ŠTÍHLOST SLOUPU

$$\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{4,2}{0,101} = 41,58 \leq \lambda_{\text{lim}} = 41,8 \dots \text{sloup není štíhlý}$$

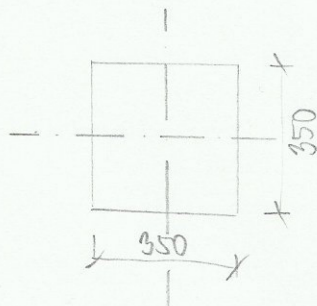
$$i = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{0,35}{\sqrt{12}} = 0,101$$

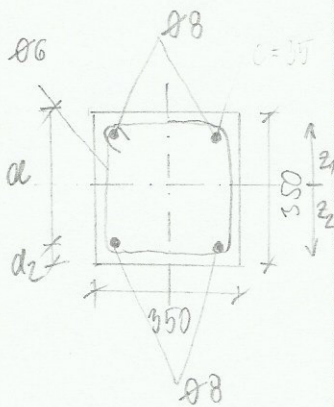
$$\lambda_{\text{lim}} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot m^{-0,5} = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2 \cdot 0,6569^{-0,5} = 41,8$$

$$A = 0,7 ; B = 1,1 ; C = 2,2 \dots \text{pro rovinné trámm}$$

$$C = 0,7 \dots \text{kolmo na rovinné trámm}$$

$$m = N_{\text{ed,max}} / (A_c \cdot f_{cd}) = \frac{1609,4}{(0,35 \cdot 0,35 \cdot 20000)} = 0,6569$$





kyži tržníku min 25mm

kyži př. výztuže 35mm

$$d = 350 - 35 - 4 = 311 \text{ mm}$$

$$(d = h - c - \frac{\phi}{2})$$

$$z_1 = z_2 = 136 \text{ mm}$$

$$A_s = 201,1 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 100,55$$

$$d_2 = 39 \text{ mm}$$

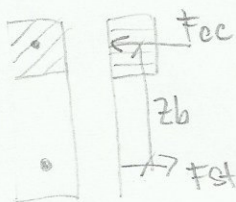
$$x_{bal} = d / (1 + \frac{f_{yd}}{f_{cd}})$$

$$= \frac{0,311}{(1 + \frac{434,78}{700})} = 0,192$$

$$x_{bal2} = \frac{d_2}{(1 - \frac{f_{yd}}{f_{cd}})}$$

$$= \frac{0,039}{(1 - \frac{434,78}{700})}$$

$$= 0,103$$



VÝPOČET MEZE PORUŠENÍ

$$\text{Bod 0} = [M_{rd0}; N_{rd0}] = [0; 2534 \text{ kN}]$$

$$N_{rd0} = b \cdot h \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_s$$

$$= 0,35 \cdot 0,35 \cdot 20 \cdot 10^6 + 201,1 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 = 2534 \text{ kN}$$

$$M_{rd0} = f_s \cdot (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) = 434,78 \cdot 10^6 \cdot (0) = 0$$

$$\text{Bod 1} = [M_{rd1}; N_{rd1}] = [94,07 \text{ kNm}; 1785,3 \text{ kN}]$$

$$N_{rd1} = b \cdot 0,8 \cdot d \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}$$

$$= 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,311 \cdot 20 \cdot 10^6 + 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 = 1785,31$$

$$M_{rd1} = b \cdot 0,8 \cdot d \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - 0,8d) + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2$$

$$= 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,311 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot (0,35 - 0,8 \cdot 0,311) + 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,136 = 94,07 \text{ kNm}$$

$$\text{Bod 2} = [M_{rd2}; N_{rd2}] = [193,02 \text{ kNm}; 1075,2 \text{ kN}]$$

$$N_{rd2} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$= 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,192 \cdot 20 \cdot 10^6 + 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 - 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 = 1075,2 \text{ kN}$$

$$M_{rd2} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - 0,8x_{bal}) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 +$$

$$A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2 = 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,192 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot (0,35 - 0,8 \cdot 0,192) + 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,136 + 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,136 = 193,02 \text{ kNm}$$

$$\text{Bod 3} = [M_{rd3}; N_{rd3}] = [89,067 \text{ kNm}; 576,8 \text{ kN}]$$

$$N_{rd3} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal3} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$= 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,103 \cdot 20 \cdot 10^6 + 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 - 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 = 576,8 \text{ kN}$$

$$M_{rd3} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal3} \cdot f_{cd} \cdot 0,5 \cdot (h - 0,8x_{bal3}) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot z_2$$

$$= 0,35 \cdot 0,8 \cdot 0,103 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot (0,35 - 0,8 \cdot 0,103) + 100,55 \cdot 434,78 \cdot 0,136 + 100,55 \cdot 434,78 \cdot 0,136 = 89,067 \text{ kNm}$$

$$\text{Bod 3} = [M_{rd3}; N_{rd3}] = [13,459 \text{ kNm}; 0]$$

$$N_{rd3} = 0$$

$$M_{rd3} = F_{cc} \cdot z_b = 43,717 \cdot 10^3 \cdot 0,30788 = 13,459 \text{ kNm}$$

$$F_{st} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 100,55 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6 = 43,717 \text{ kN}$$

$$F_{st} = F_{cc} = b \cdot \lambda \cdot x \cdot f_{cd}$$

$$x = \frac{F_{st}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{43,717}{0,35 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 7,8 \text{ mm} = 307,88 \text{ mm}$$

$$z = d - \left(\frac{\lambda \cdot x}{2} \right) = 311 - \left(\frac{0,8 \cdot 7,8}{2} \right)$$

$$M_{Rd1} = k_{01} \cdot (N_{Ed} - N_{Rd0}) + M_{Rd0}$$

$$= -0,125 \cdot (1609,4 - 2537) + 0 = 518,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = N_{Ed} \cdot e_0 = 1609,4 \cdot 0,02 = 32,188 \text{ kNm}$$

$$k_{01} = (M_{Rd1} - M_{Rd0}) / (N_{Rd1} - N_{Rd0}) = (94,07 - 0) / (1785,3 - 2537) = -0,125$$

$$e_0 = \max \{ h/30; 20 \text{ mm} \} = \max \{ 11,66; 20 \} = 20 \text{ mm}$$

$$M_{Rd1} = 518,3 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 32,188 \text{ kNm} \quad \checkmark$$

POSOUZENÍ V KOLMÉM SMĚRU:

$$[M_{Ed} = 0; \min N_{Ed}] = [0; -1609,4 \text{ kN}]$$

- geometrické imperfekce

$$e_i = 4200 / 400 = 10,5 \text{ mm}$$

$$M_{0Ed} = N_{Ed} \cdot \left(\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + \frac{e_i}{1000} \right) = -1609,4 \cdot \left(\frac{10,5}{1000} \right) = -16,9 \text{ kNm}$$

ŠTÍHLOST SLOUPU V KOLMÉM SMĚRU

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{4,2}{0,101} = 41,58 \leq \lambda_{lim} = 13,3$$

$$i = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{0,35}{\sqrt{12}} = 0,101$$

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot m^{-0,5} = 20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,6569^{-0,5} = 13,3$$

$$A = 0,7; B = 1,1; C = 0,7$$

$$m = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = \frac{1609,4}{(0,35 \cdot 0,35 \cdot 20000)} = 0,6569$$

Pro štíhlý sloup

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2 = -16,9 \text{ kNm} + (-42,017) = -58,917 \text{ kNm} \leq M_{Rd1} = 518,34$$

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2 = -1609,4 \cdot 0,0261 = -42,017 \text{ kNm}$$

$$e_2 = (1/r) \cdot l_0^2 / c = 0,0148 \cdot \frac{4,2^2}{10} = 0,0261$$

$$c = 10$$

$$1/r = \frac{1}{r_0} \cdot k_{\sigma} \cdot k_{\varphi} = 0,0155 \cdot 0,596 \cdot 1,6 = 0,0148$$

$$1/r_0 = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45d} = \frac{(f_{yd}/E_c)}{0,45d} = \frac{(434,78/200000)}{0,45 \cdot 0,311} = 0,0155$$

$$\zeta_{\sigma} = (m_{\sigma} - m) / (m_{\sigma} - m_{bal}) = (1,0354 - 0,6569) / (1,0354 - 0,4) = 0,596 \leq$$

$$k_{\varphi} = 1,6$$

$$\eta = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 0,6569$$

$$\eta \omega = 1 + \omega = 1,0354$$

$$\omega = (A_s \cdot f_{yd}) / (A_c \cdot f_{cd}) = (201,1 \cdot 10^{-6} \cdot 434,78 \cdot 10^6) / (0,352 \cdot 20 \cdot 10^6)$$

$$= 87434,258 / 2450000 = 0,0357$$

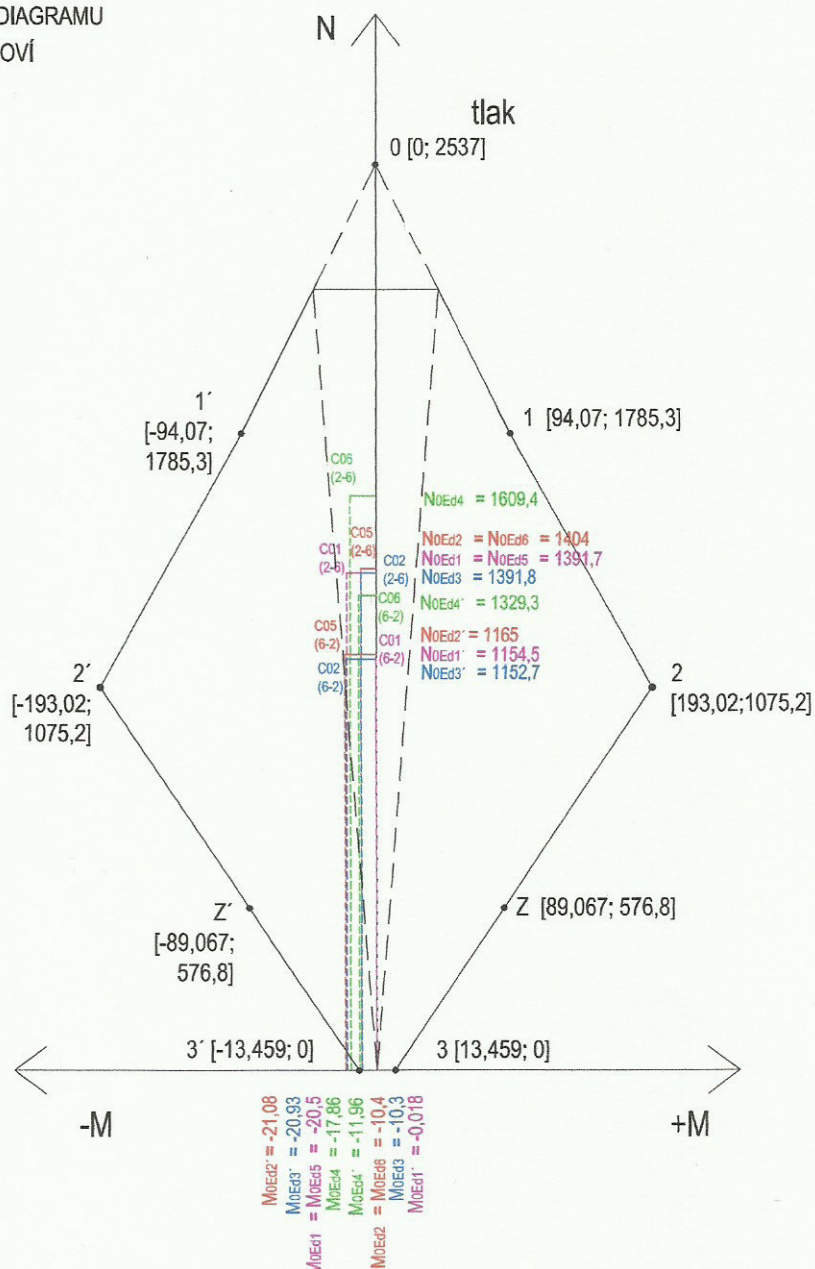
$$\eta \omega_{bal} = 0,4$$

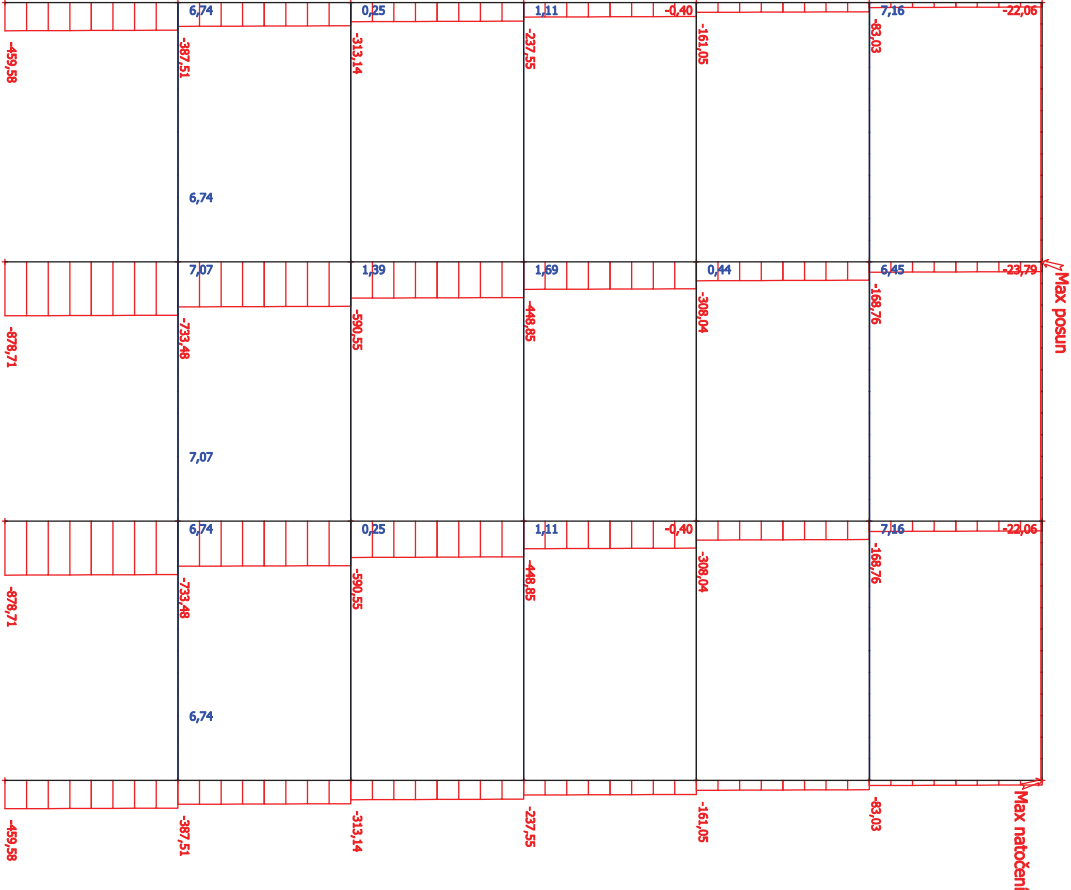
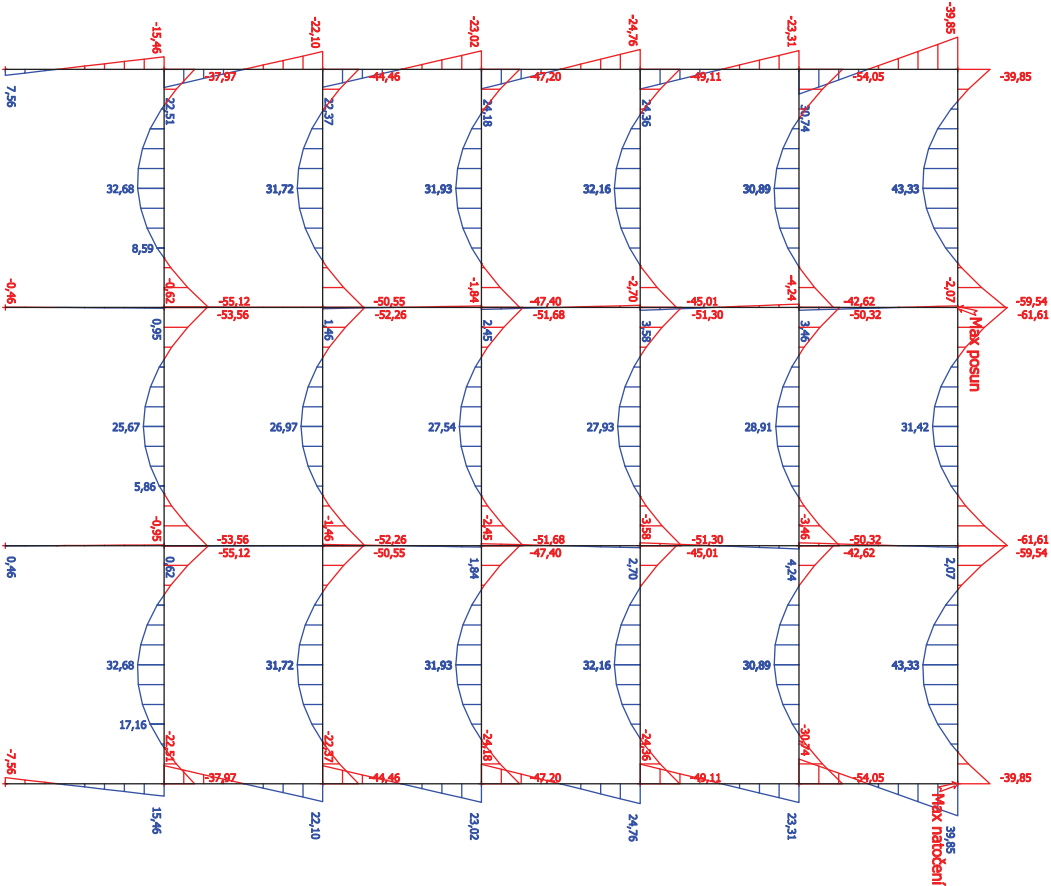
INTERAKČNÍ DIAGRAM

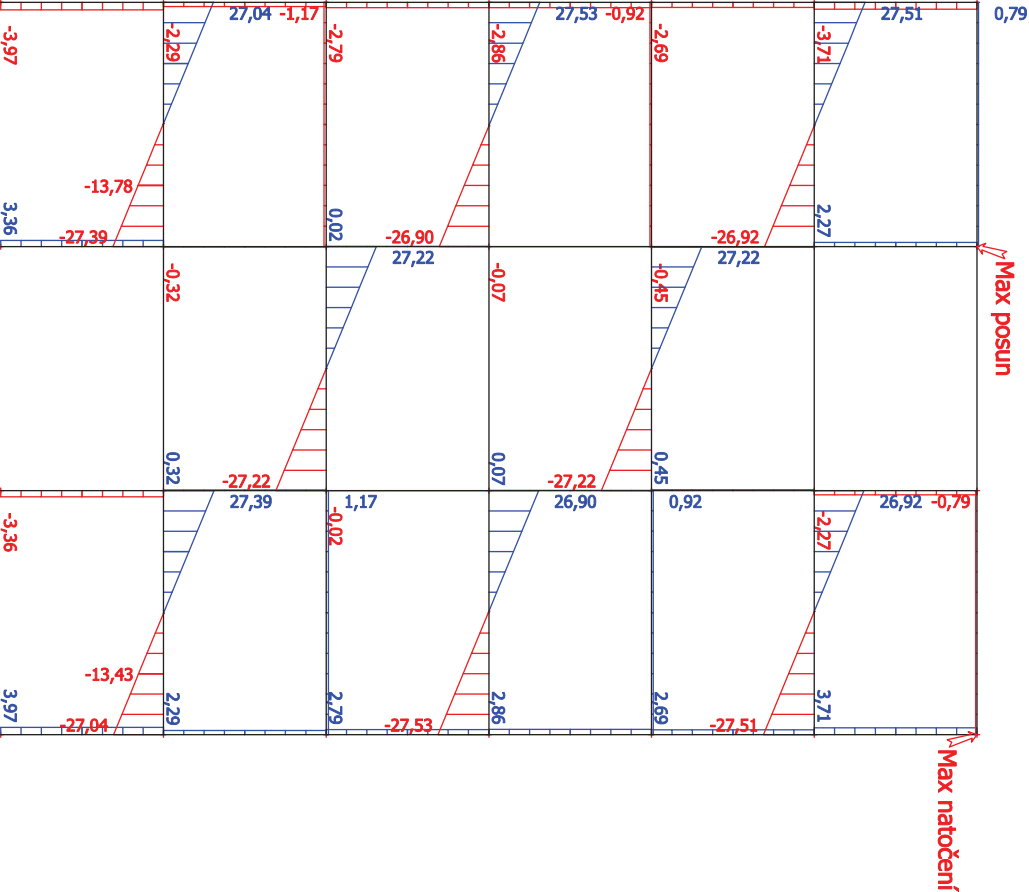
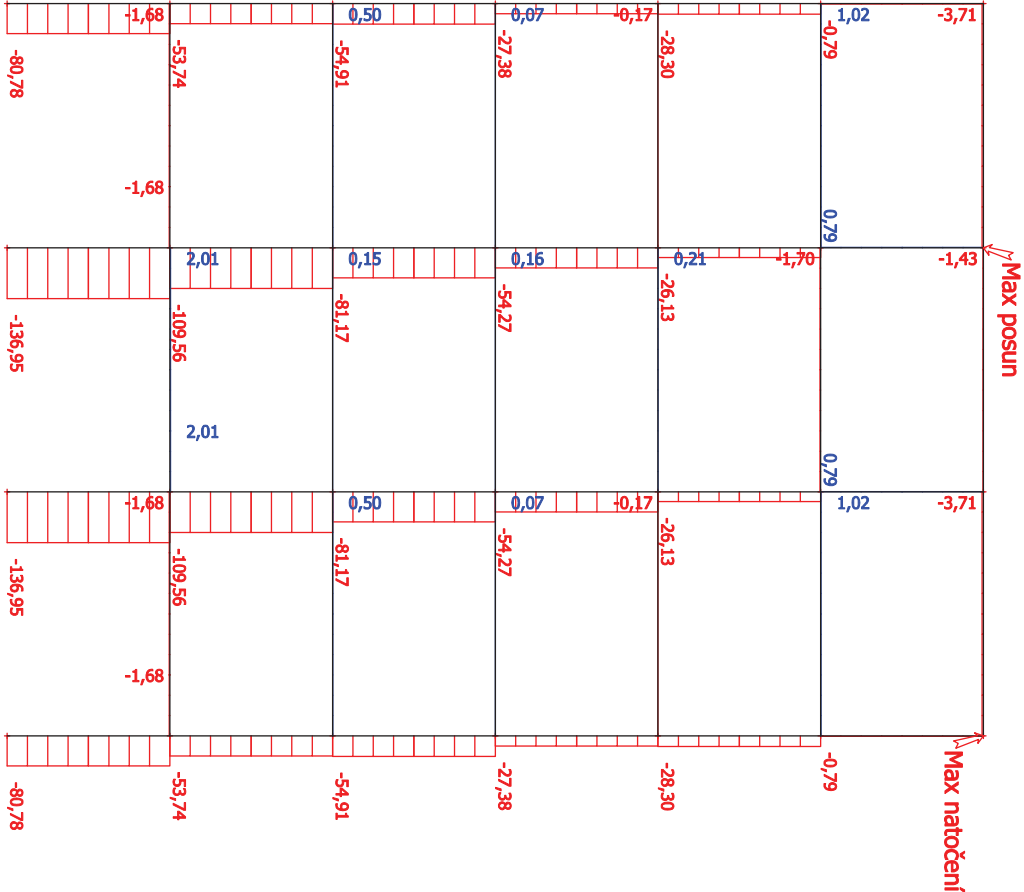
POSOUZENÍ : VŠECHNY KOMBINACE LEŽÍ

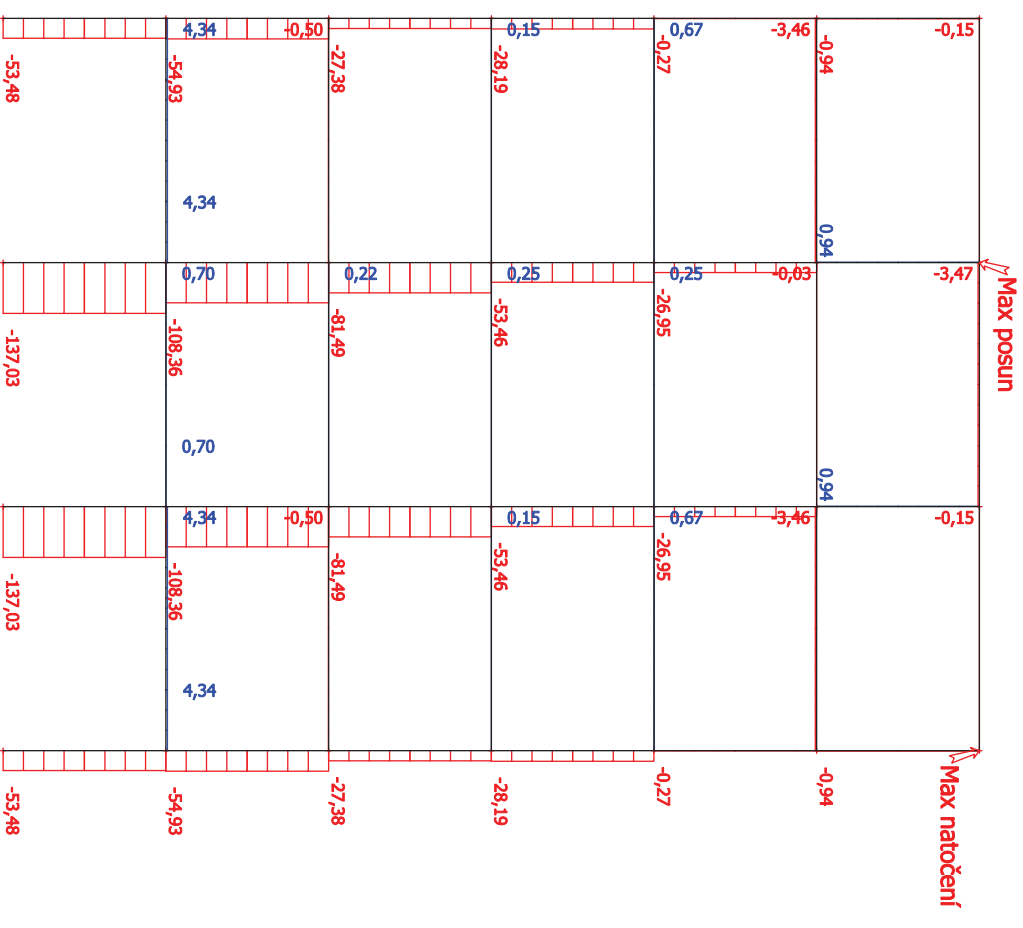
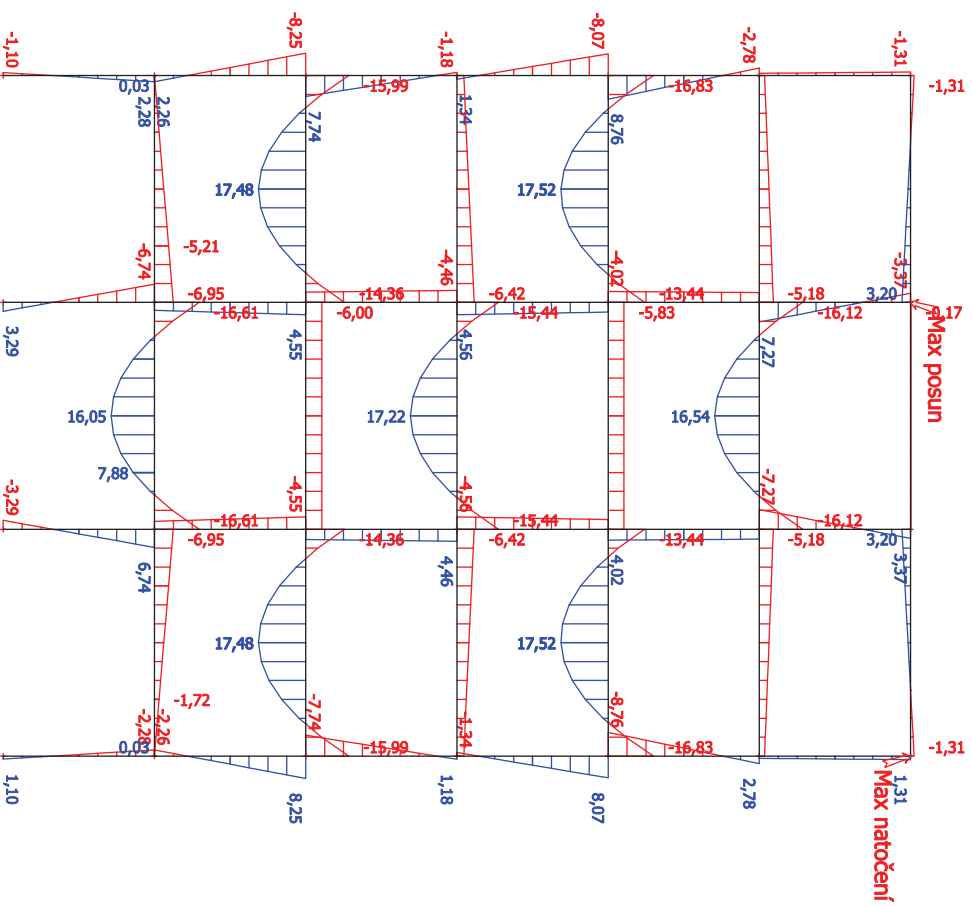
UVNITŘ INTERAKČNÍHO DIAGRAMU

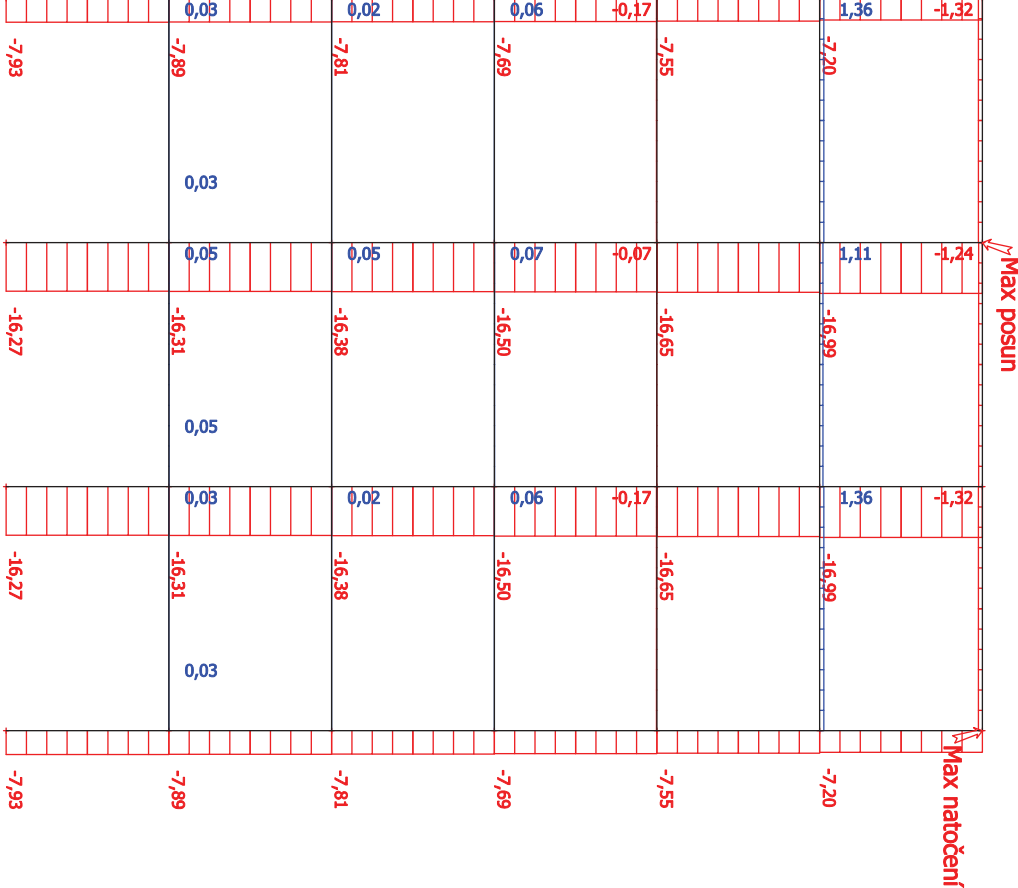
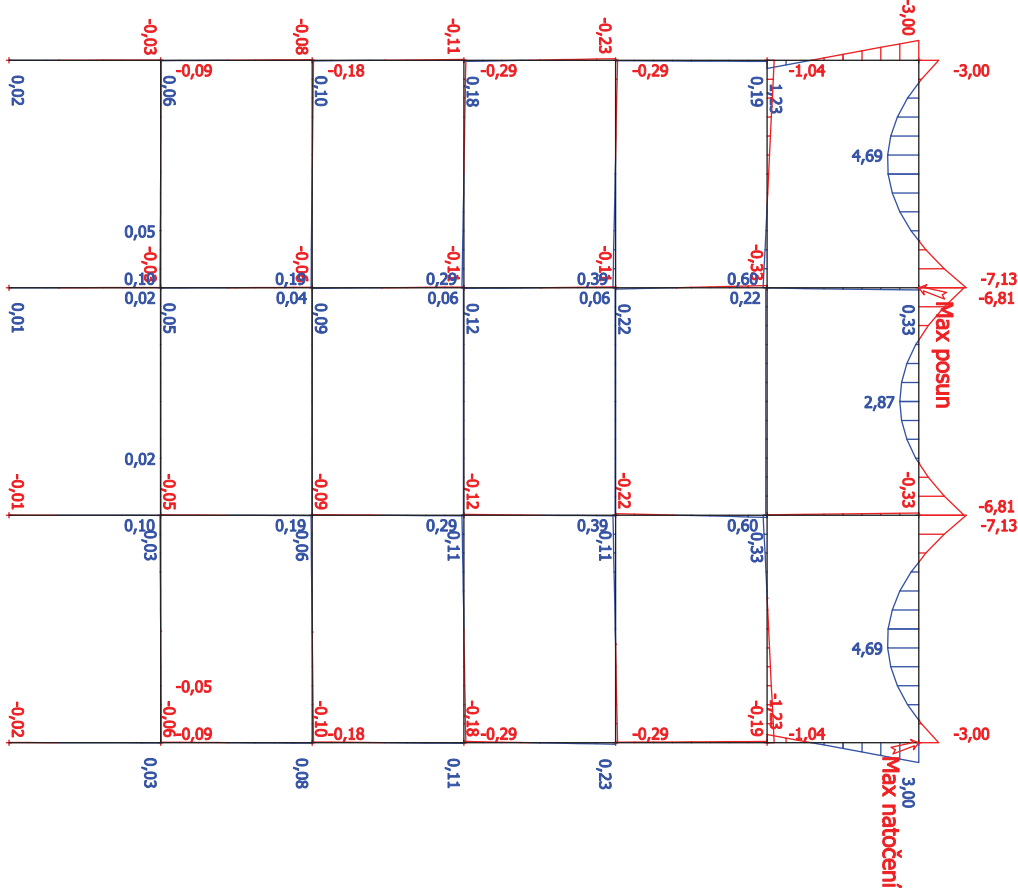
- NAVRŽENÝ SLOUP VYHOVÍ

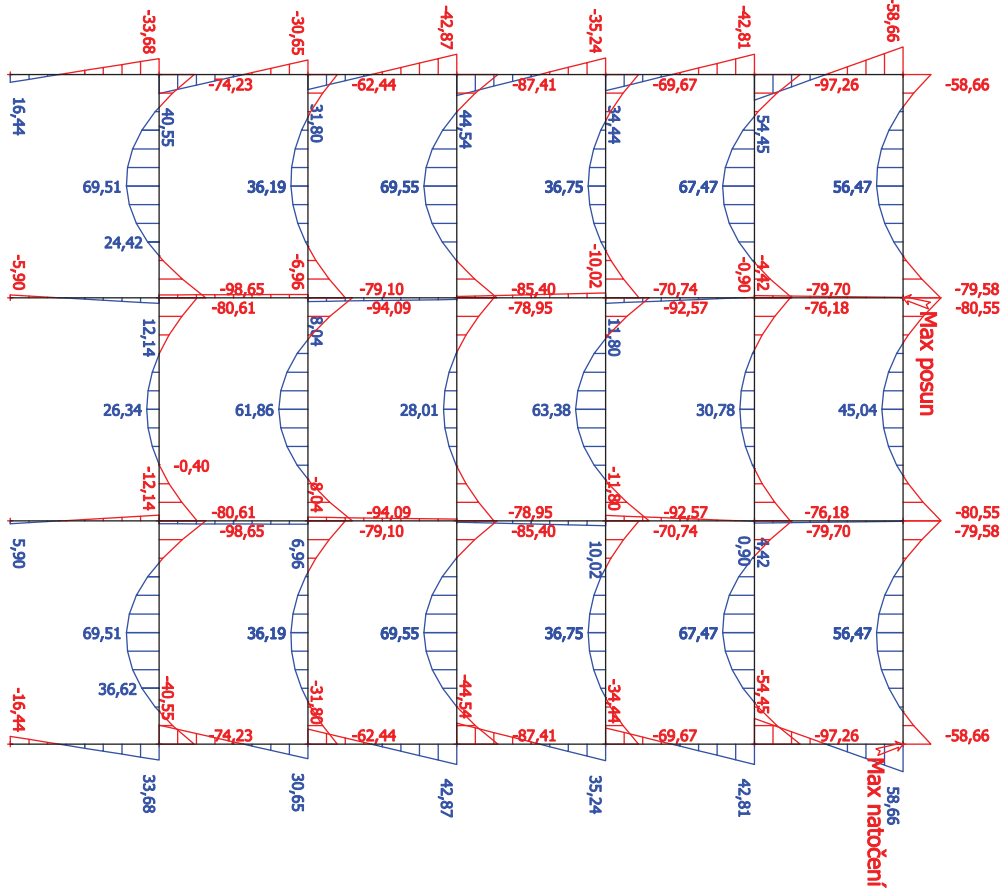
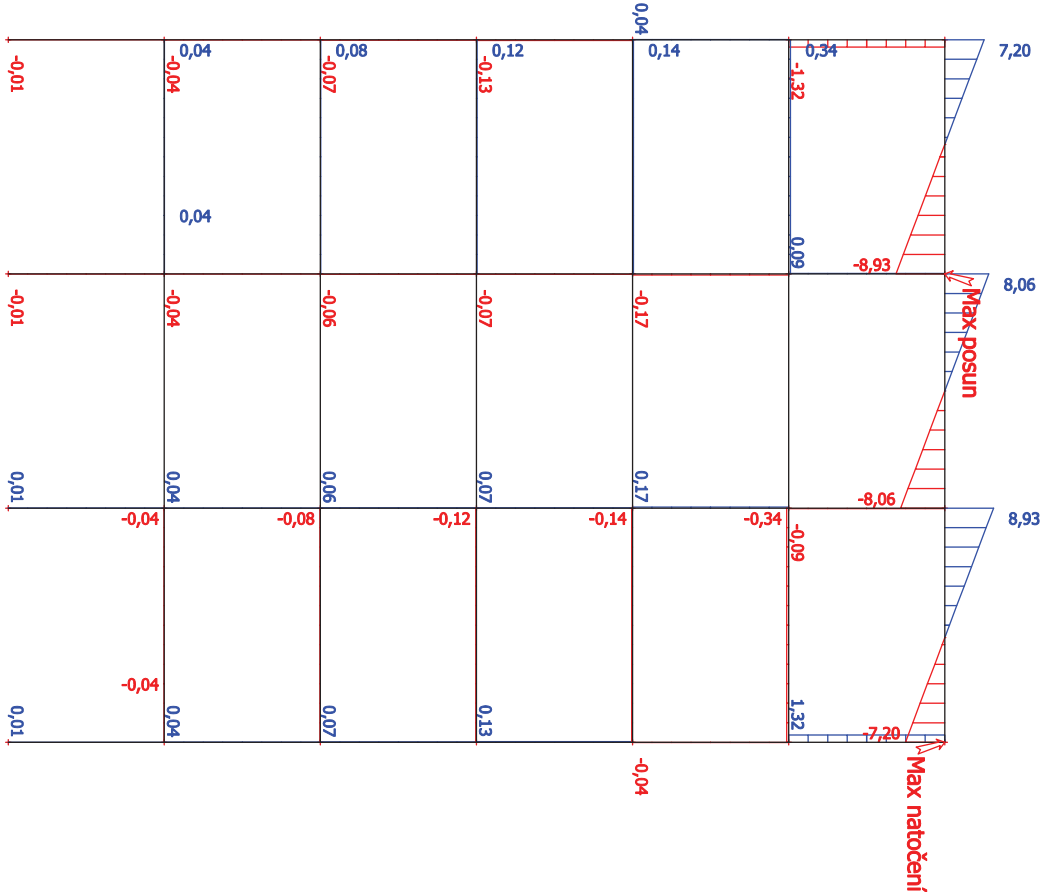


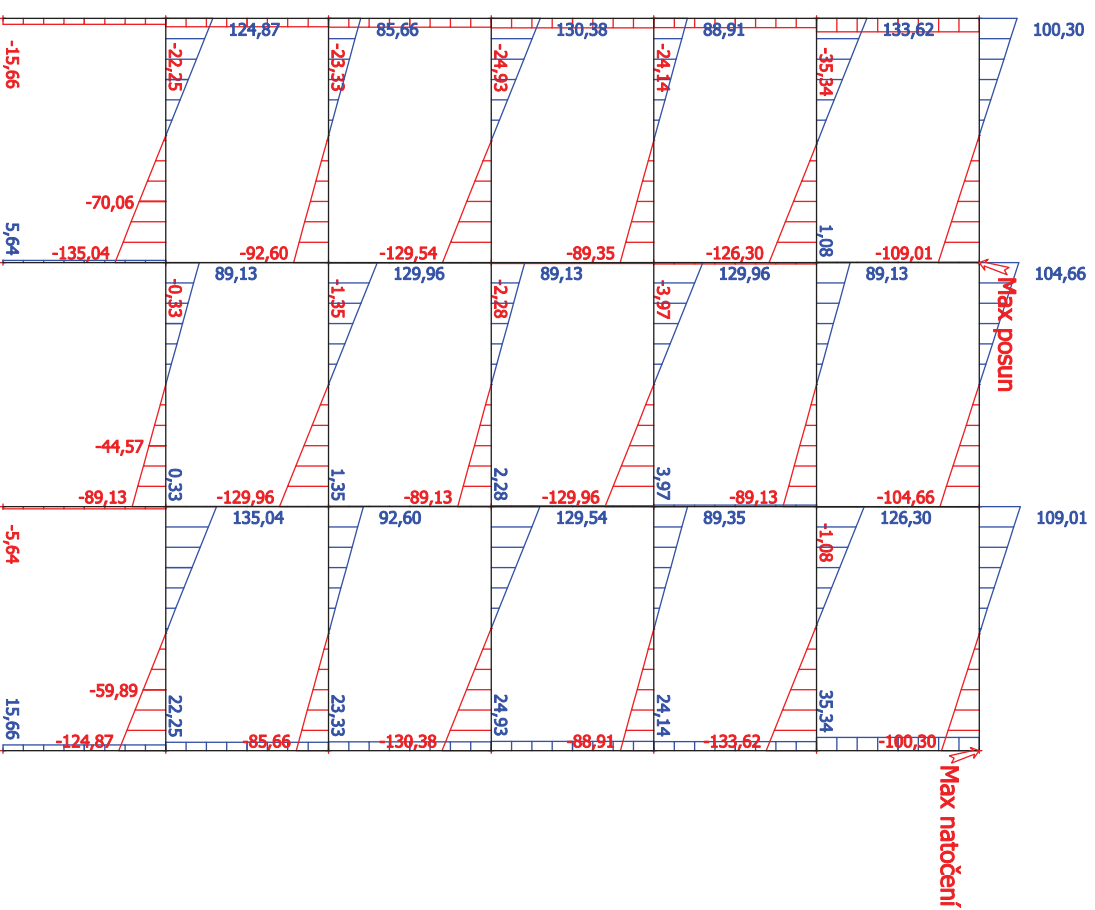
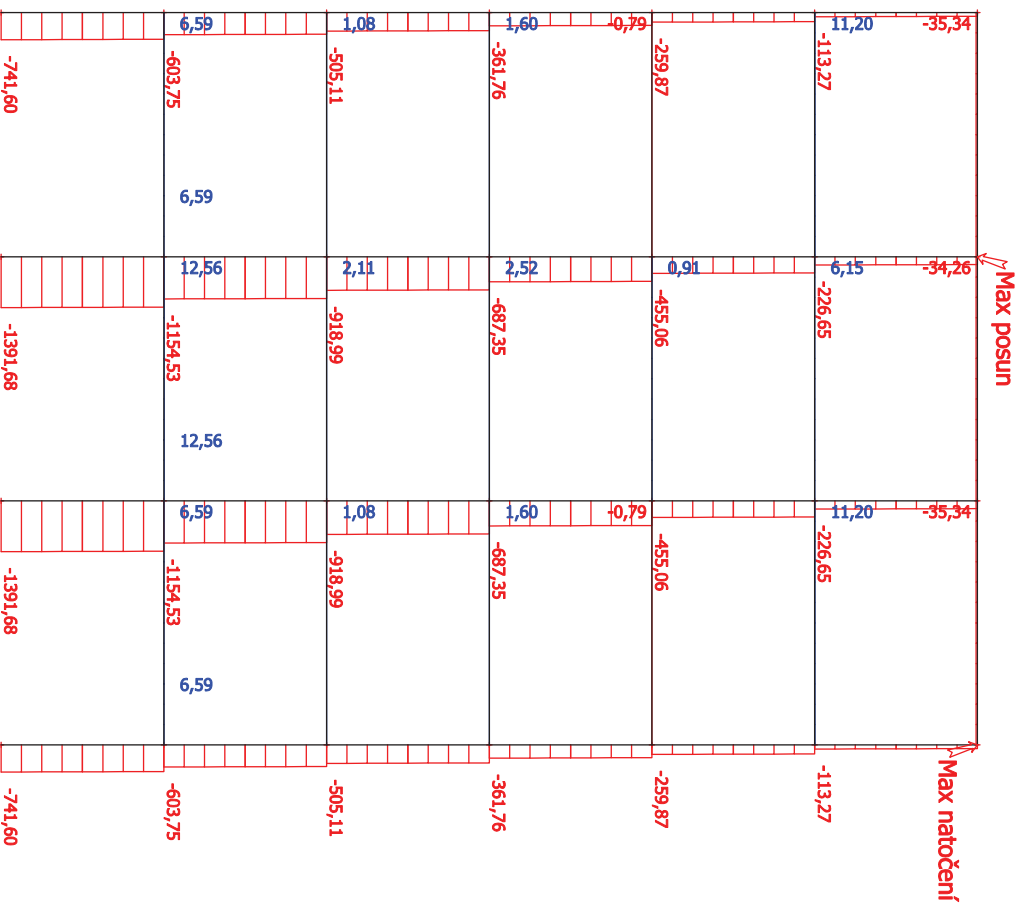


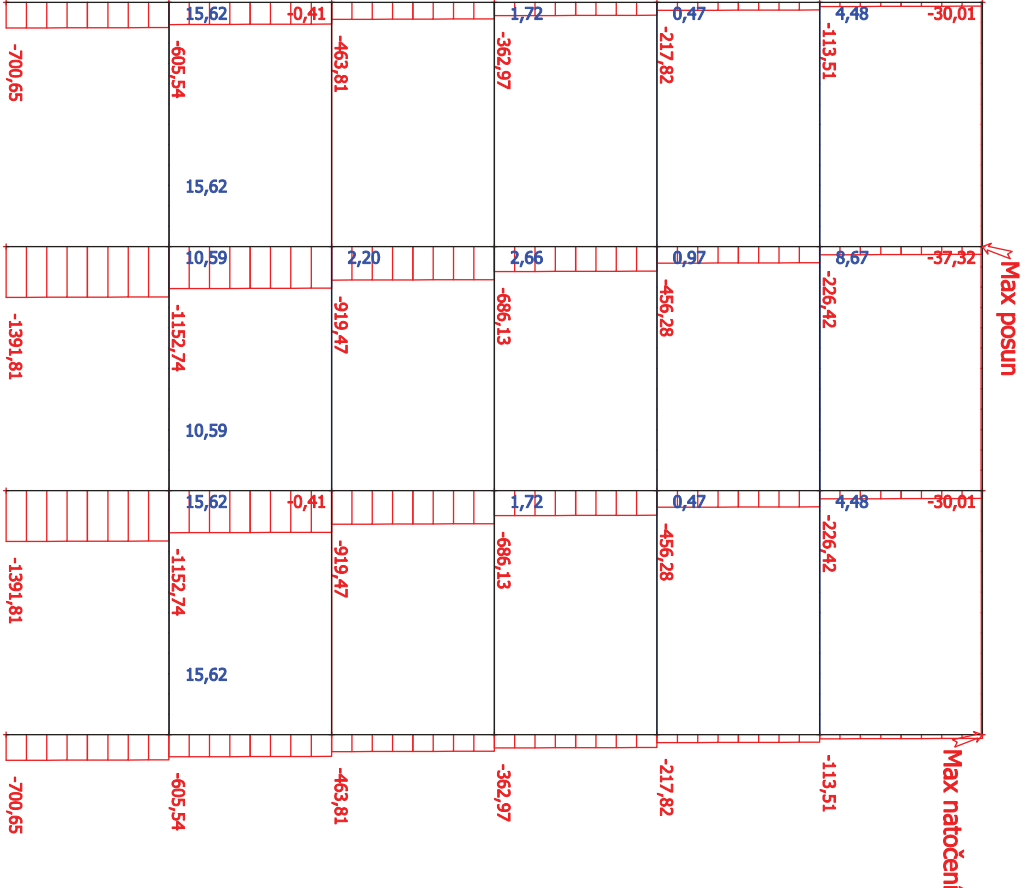
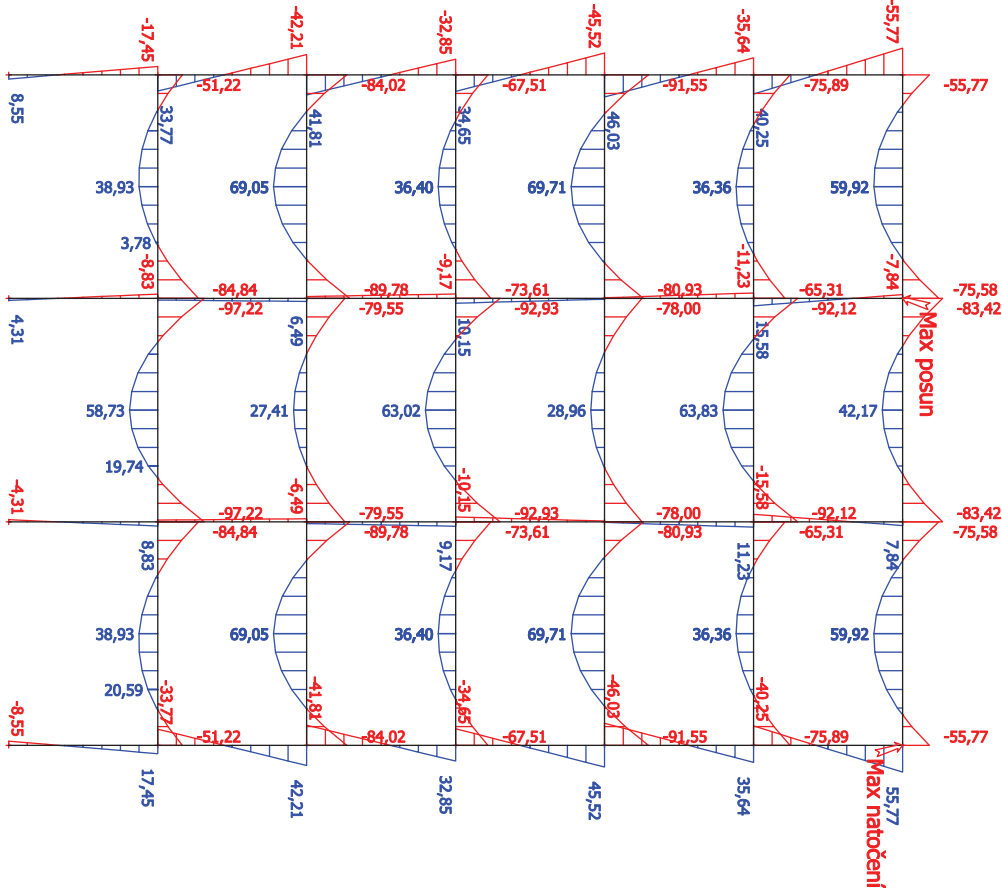






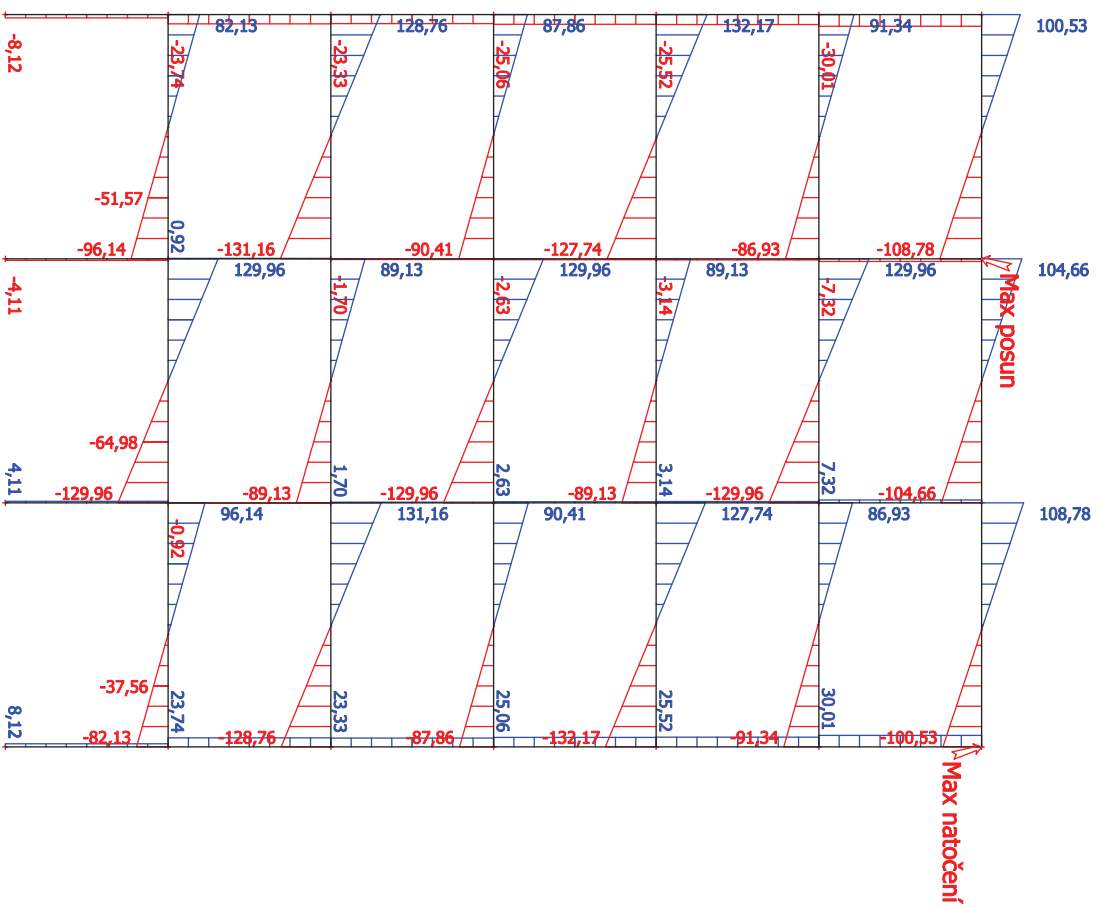






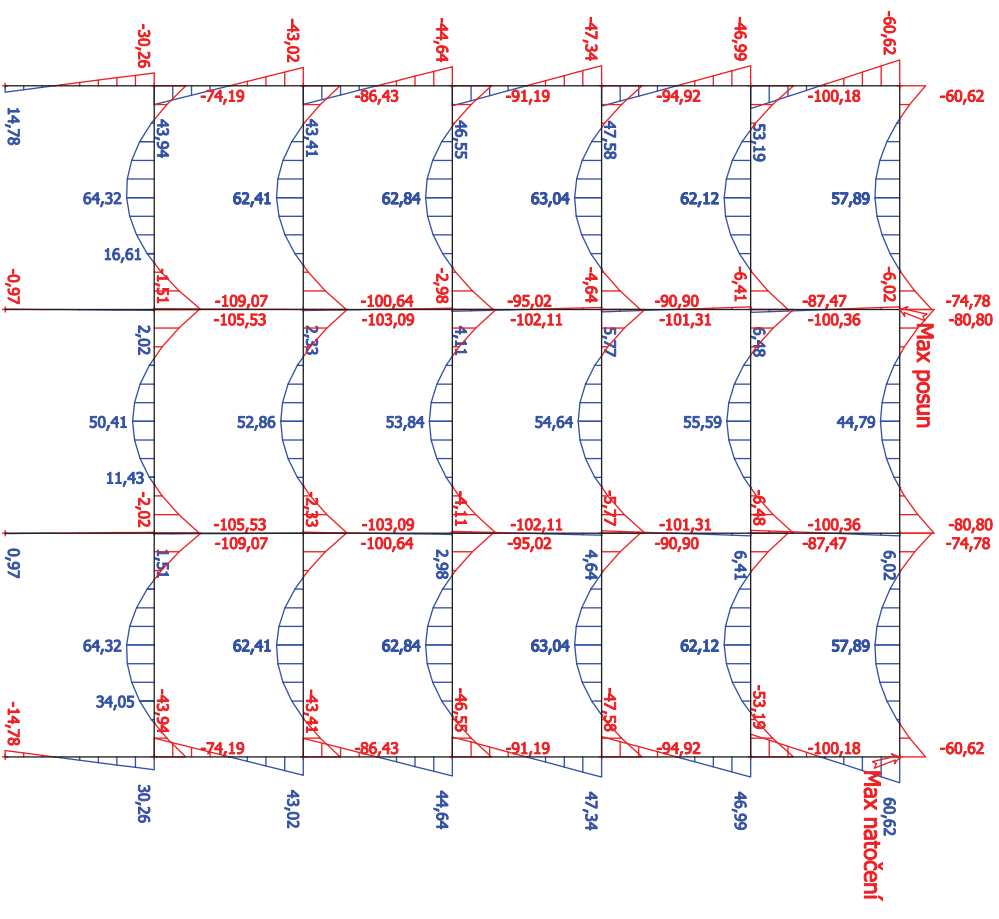
Studentská verze

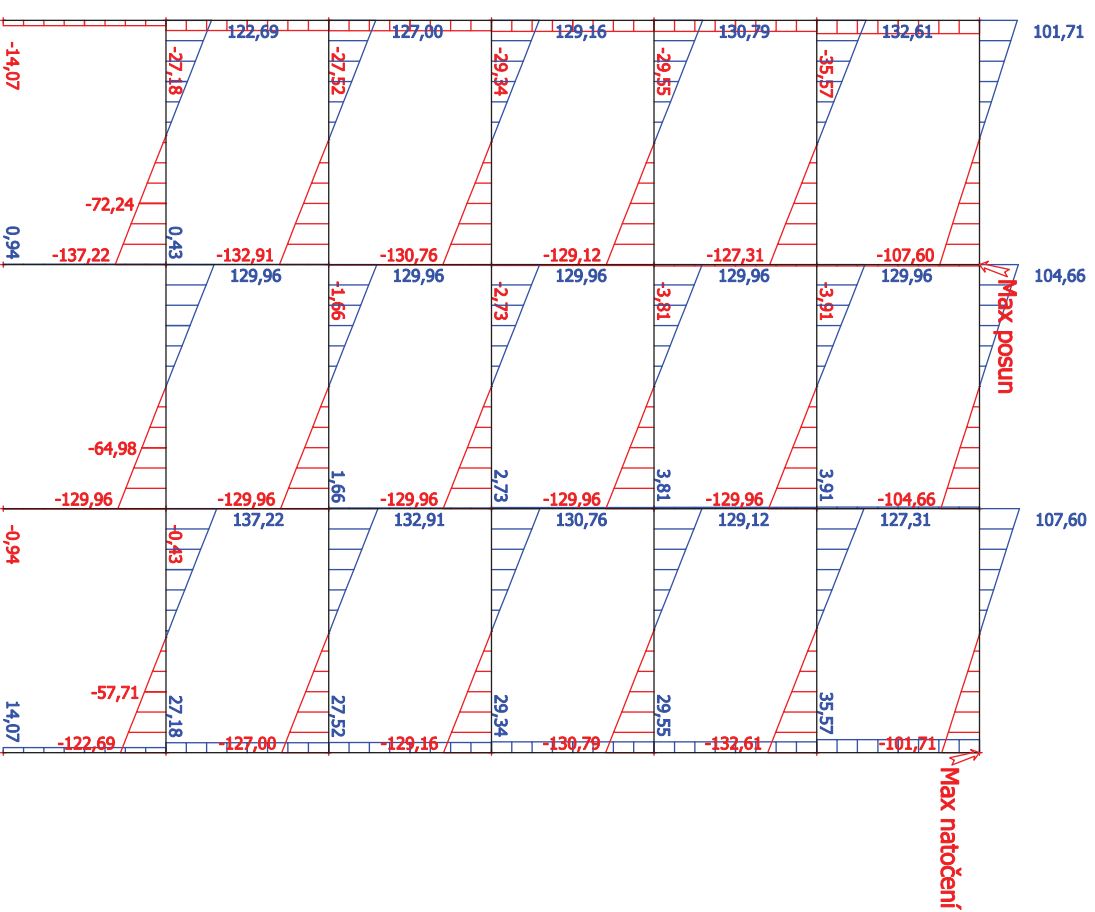
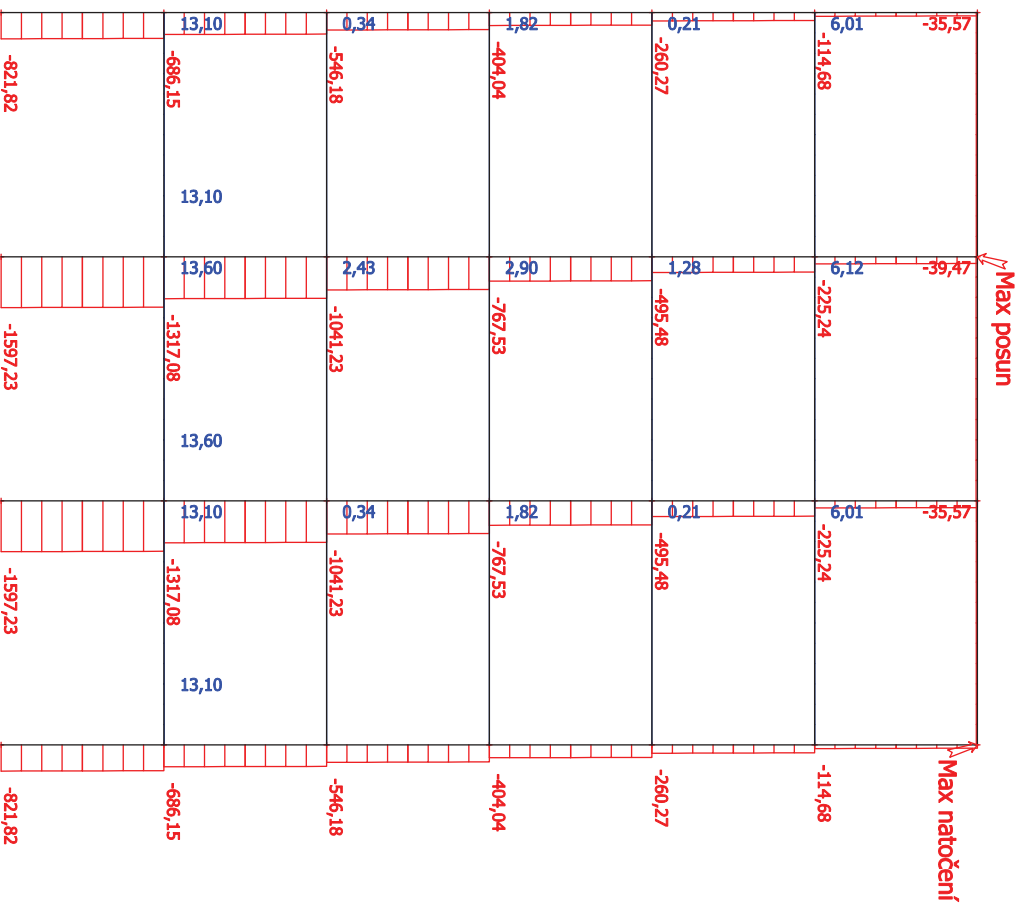
Studentská verze

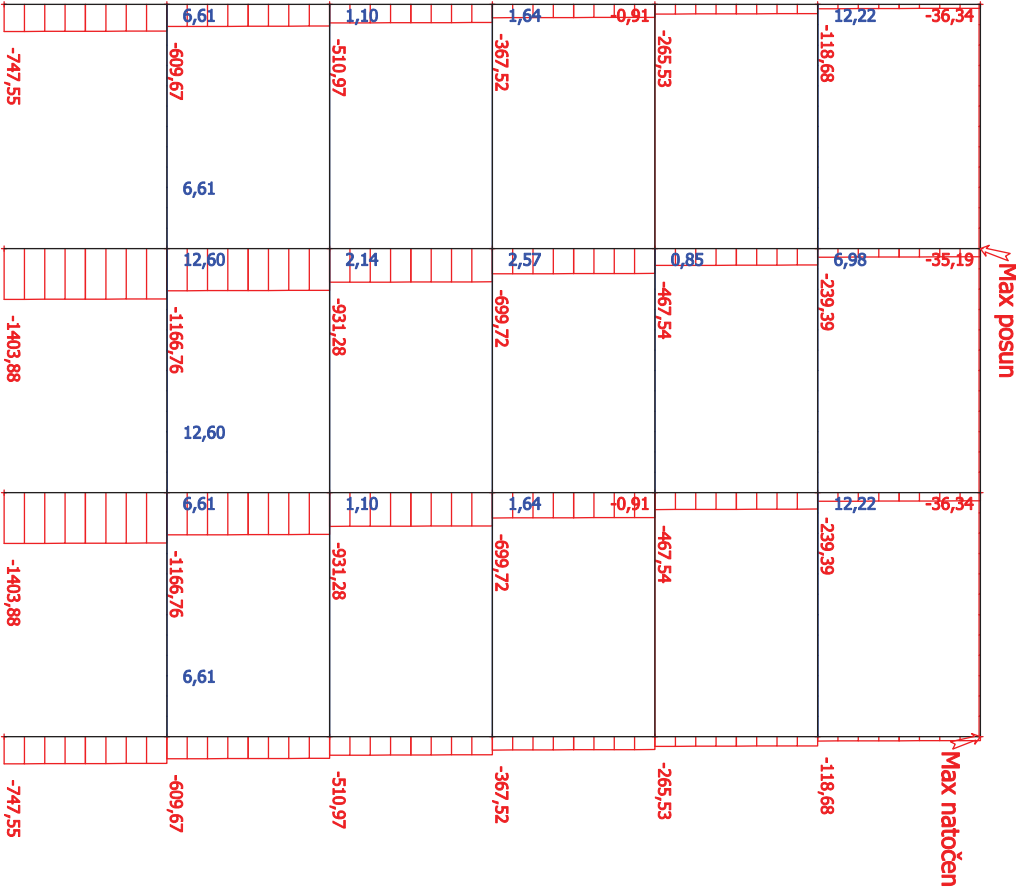
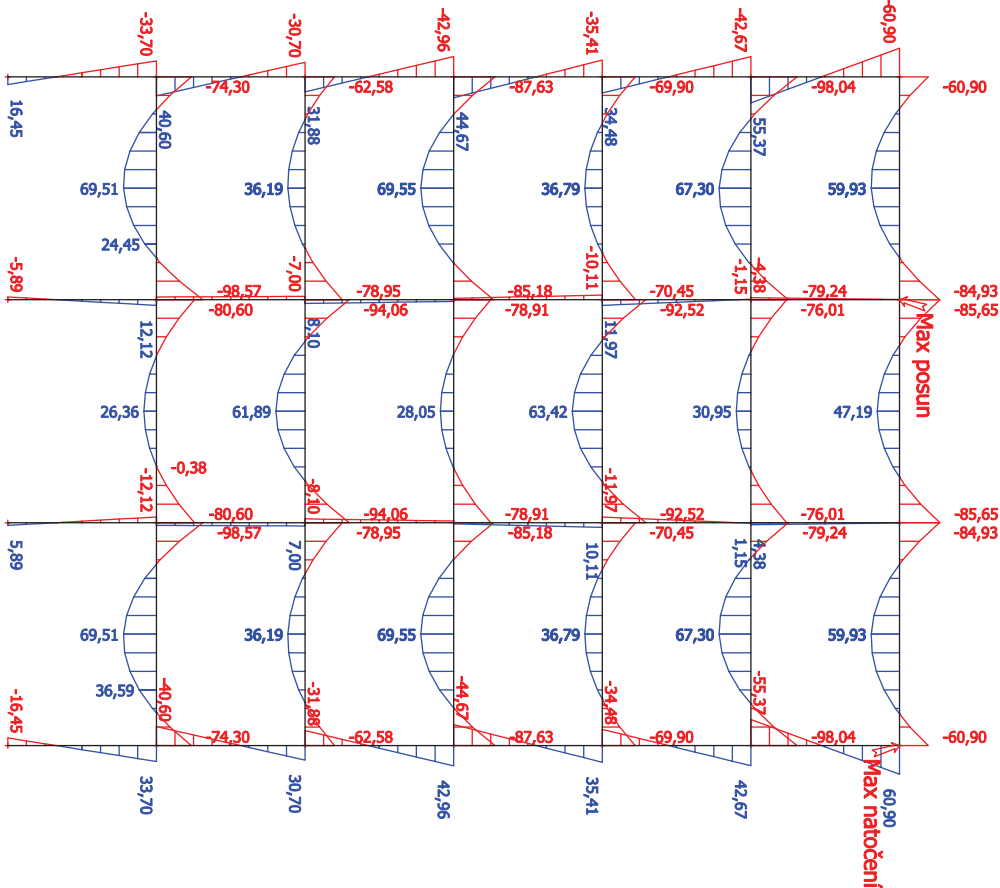


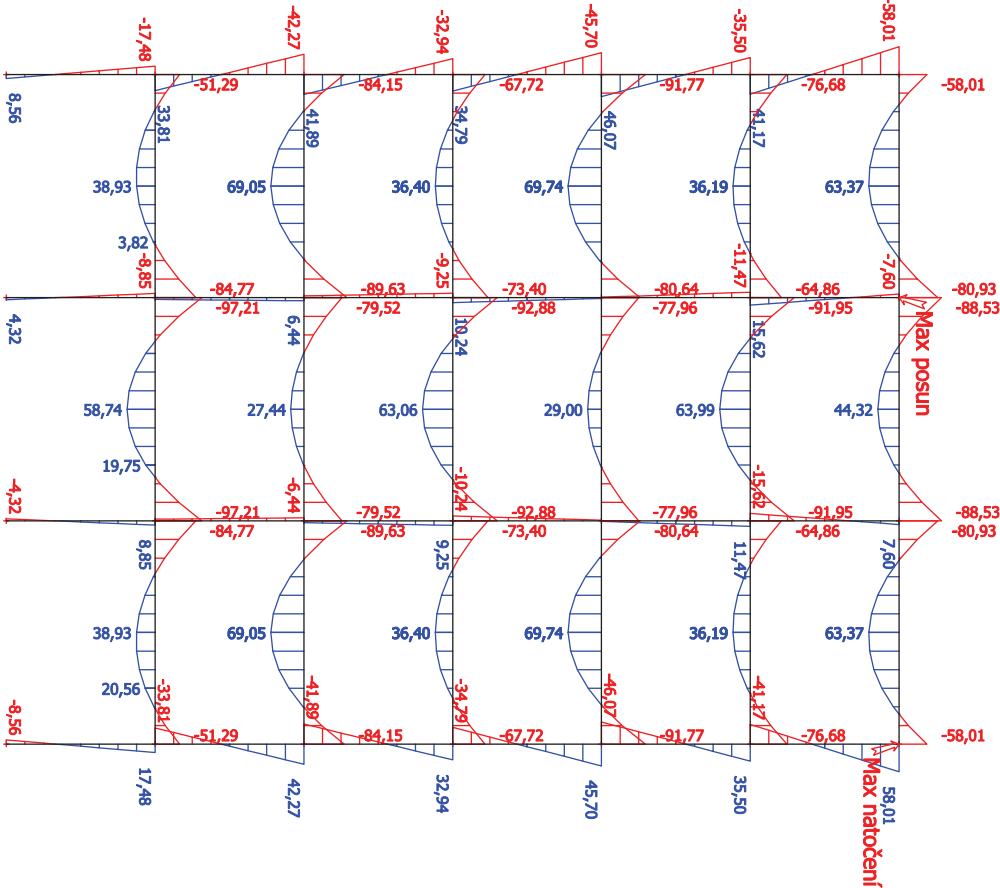
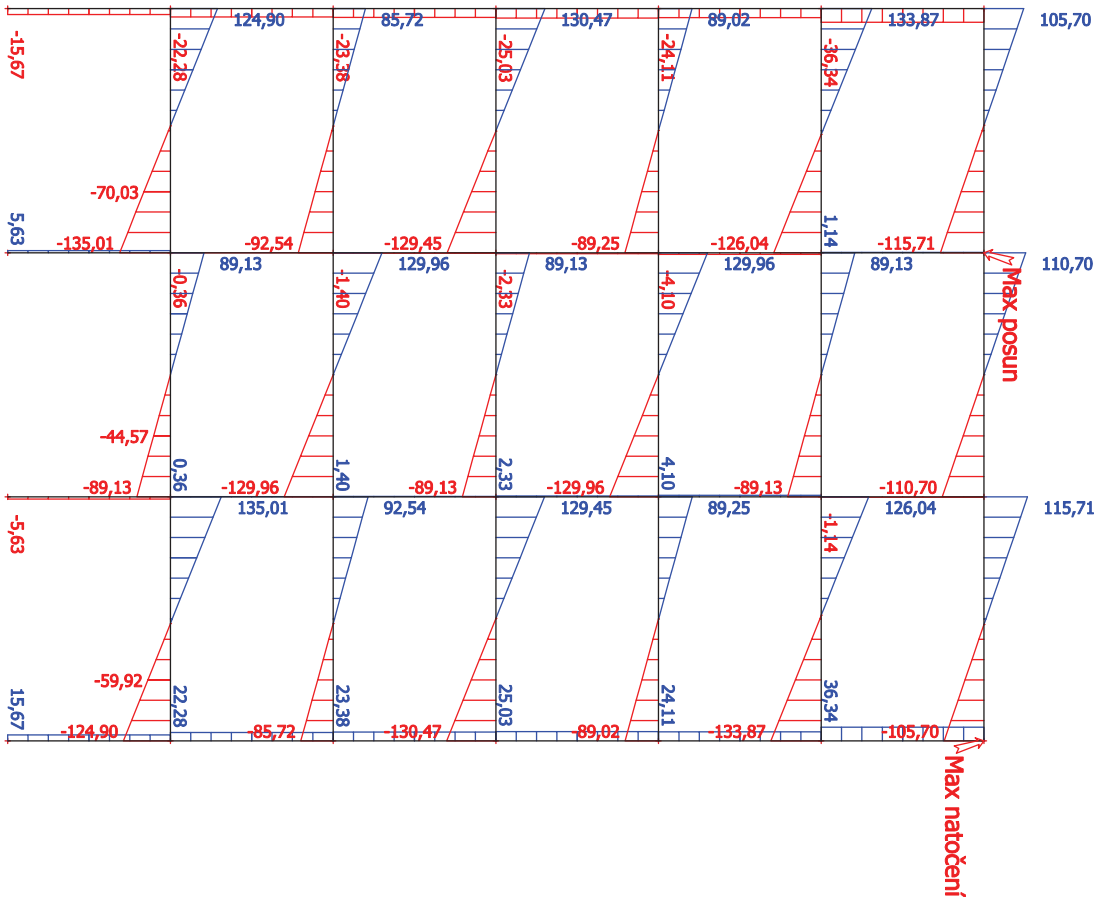
Studentská verze

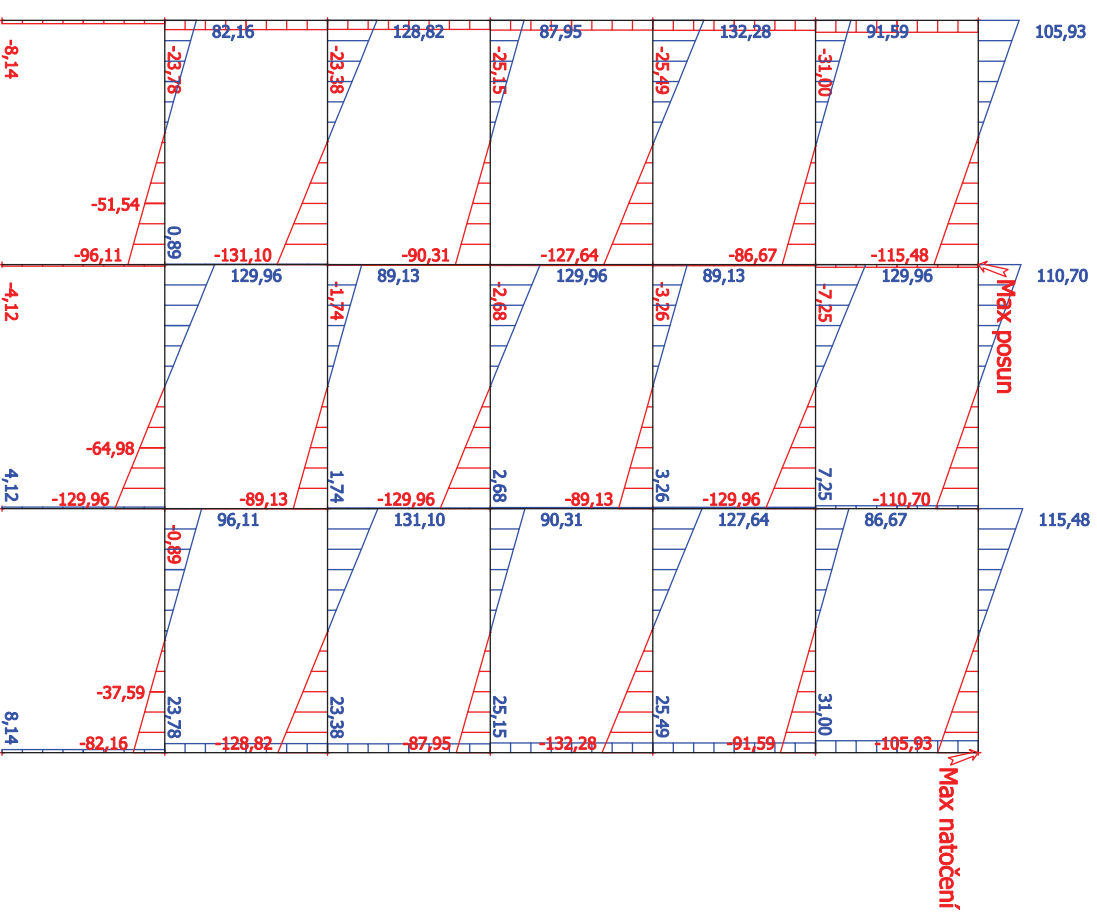
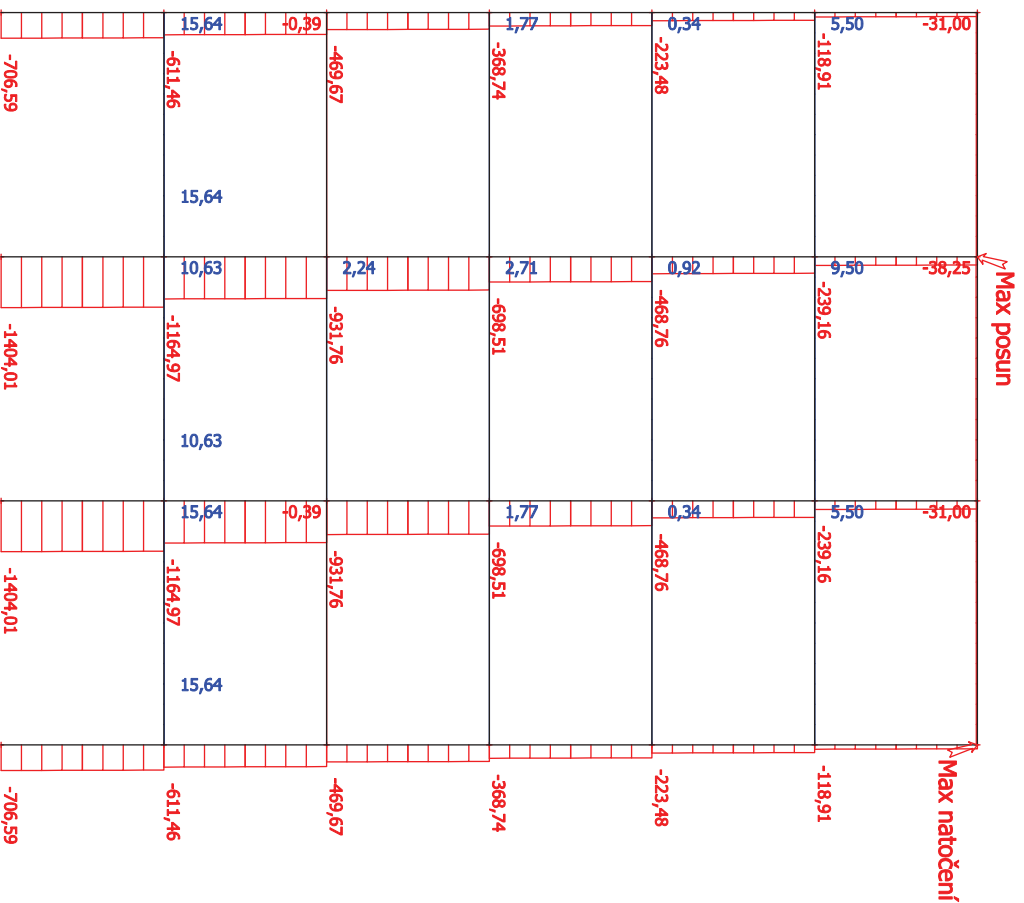
Studentská verze

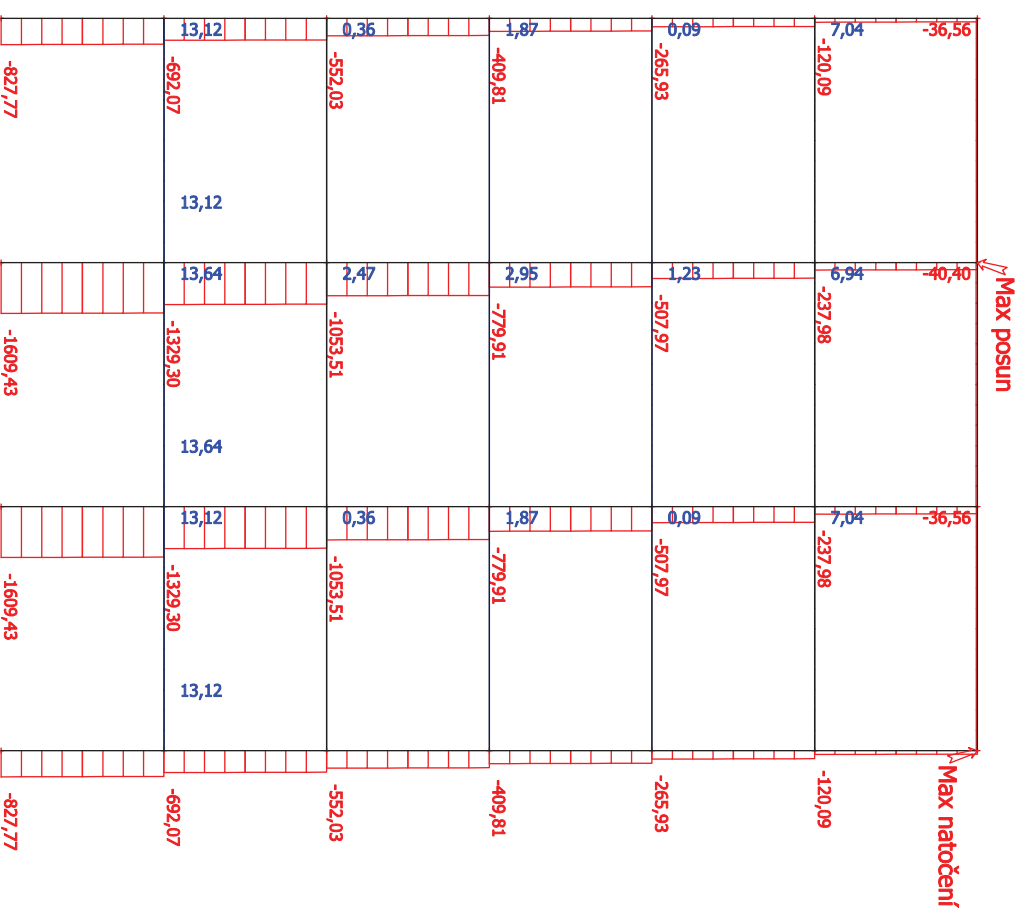
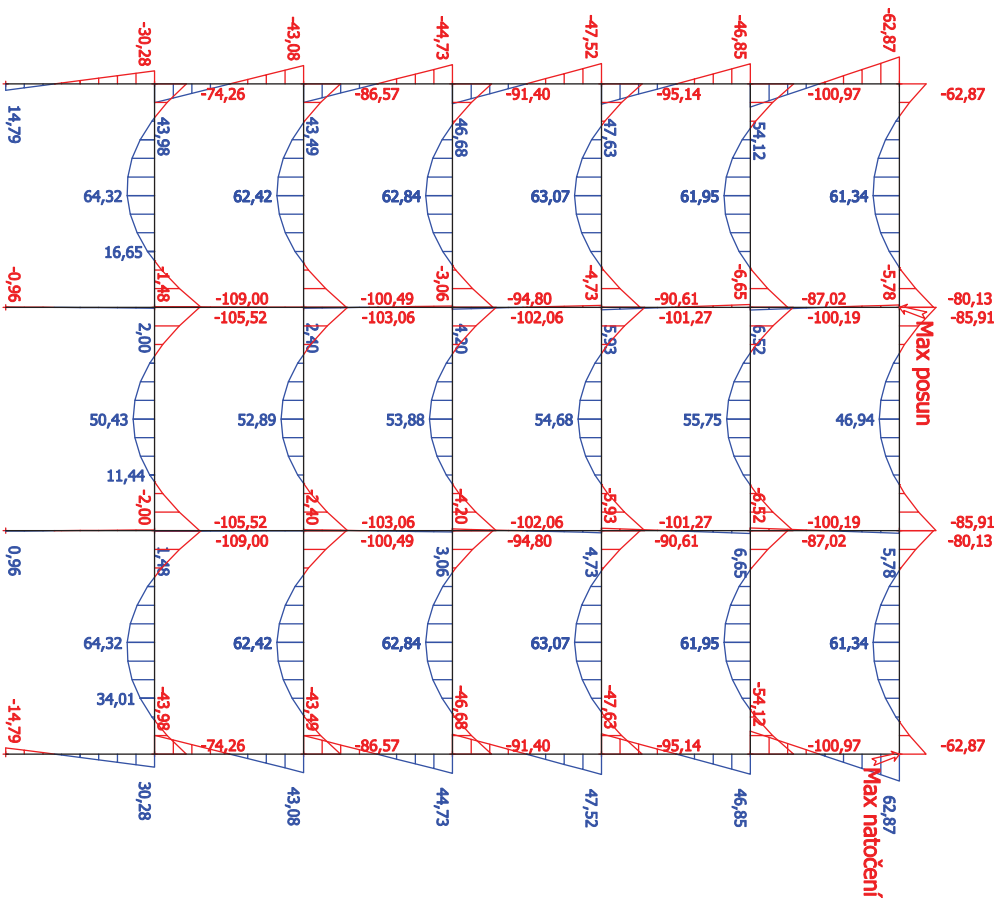






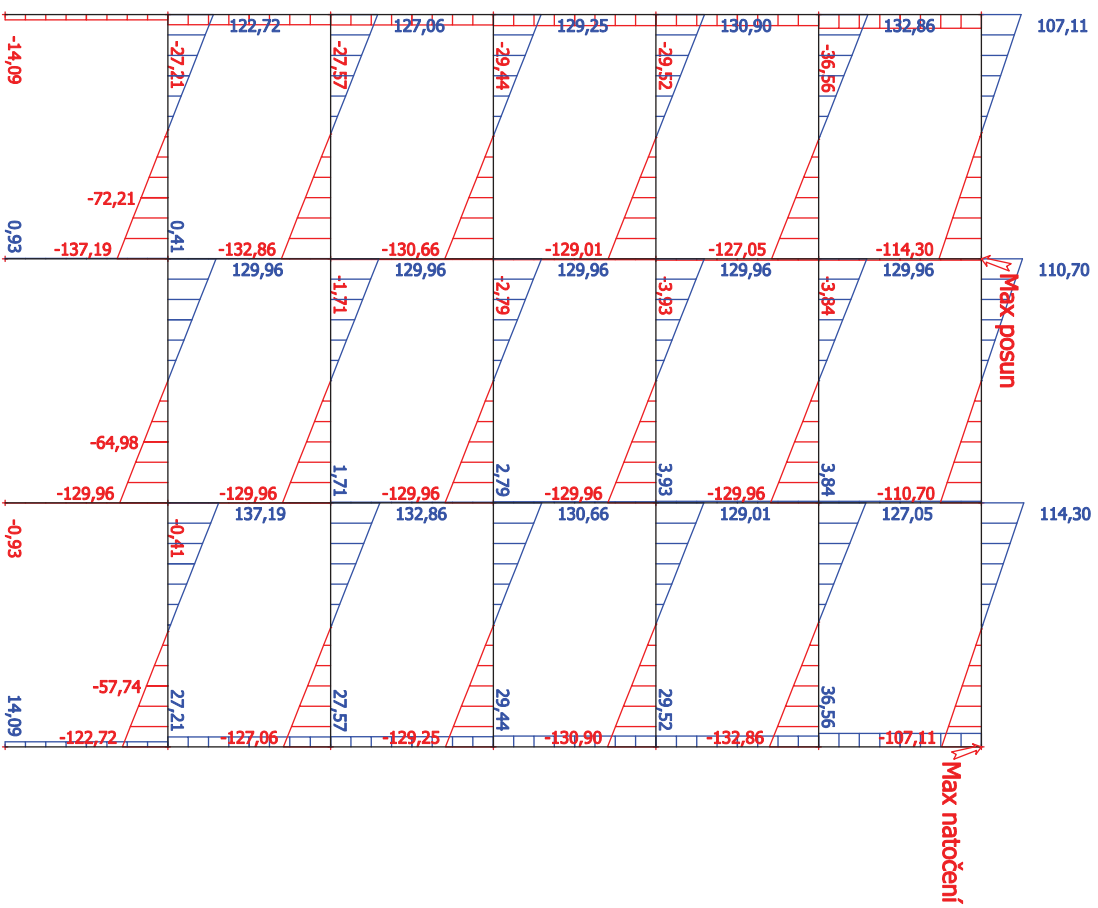


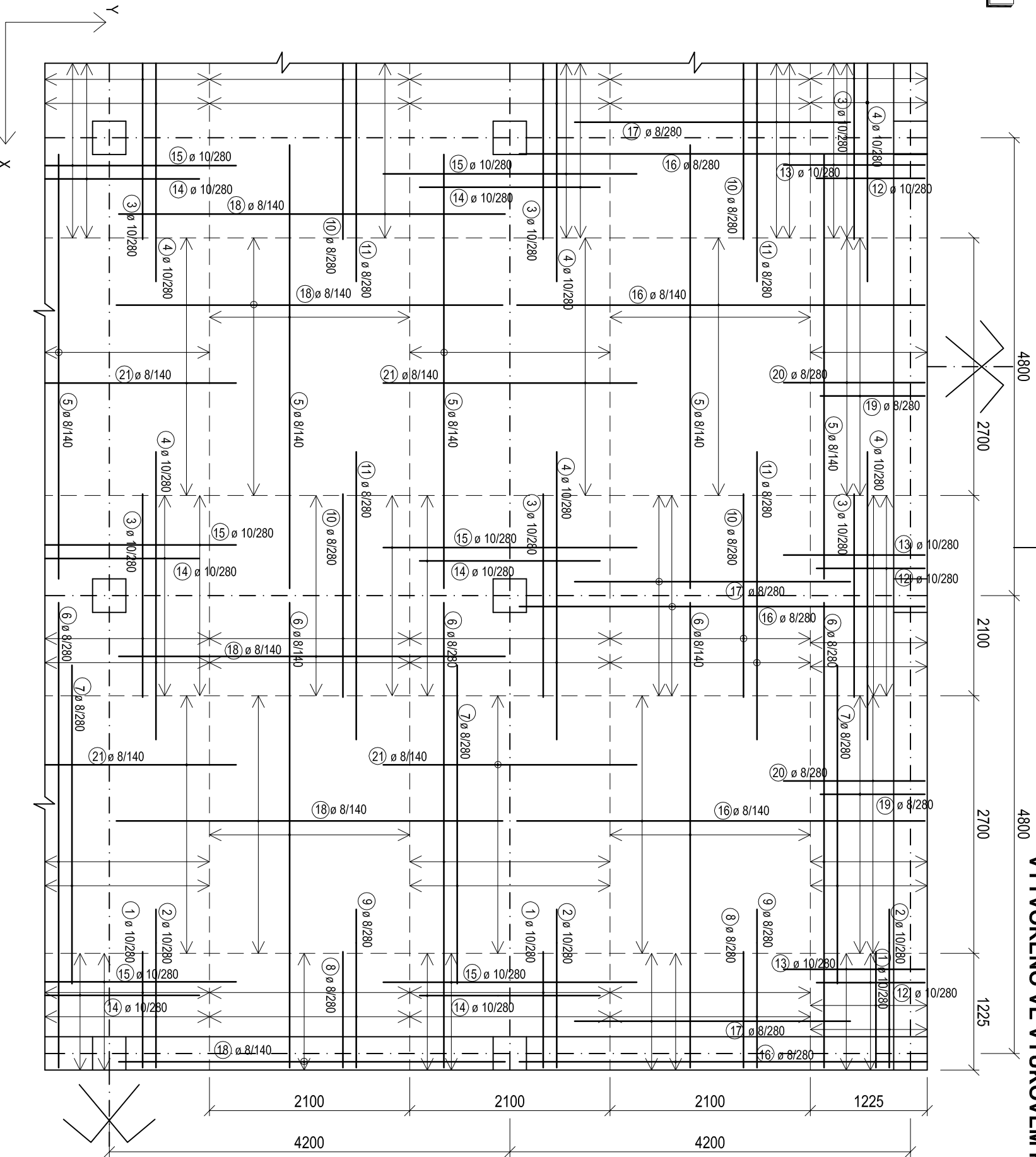




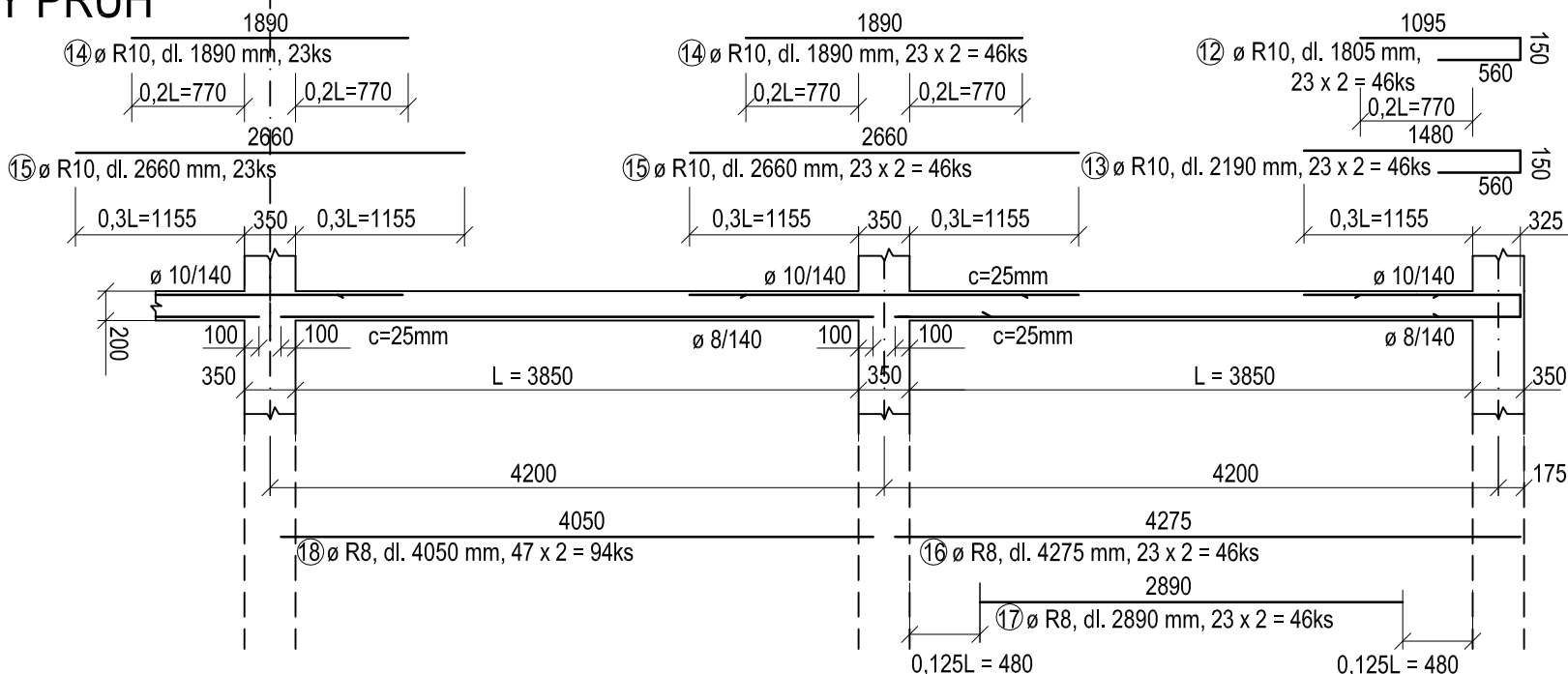
Studentská verze

Studentská verze

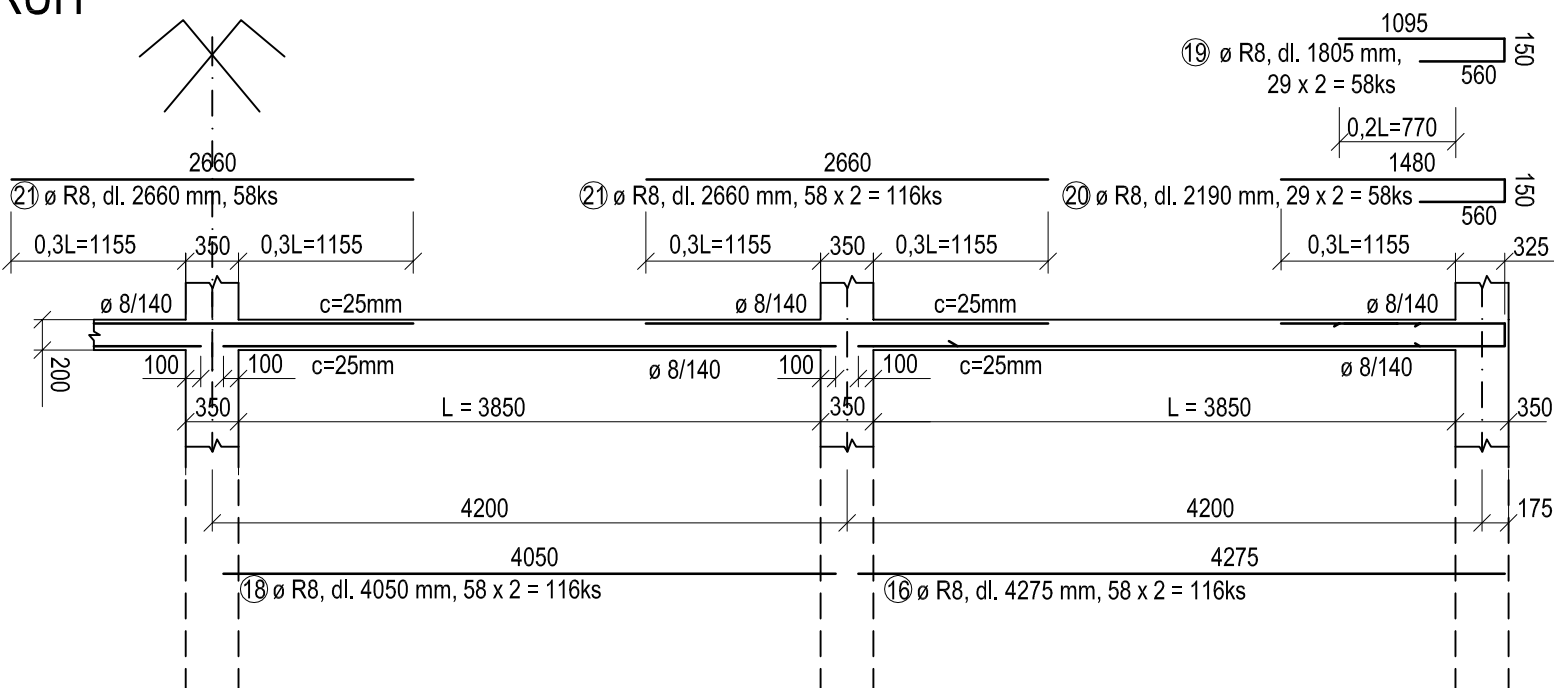




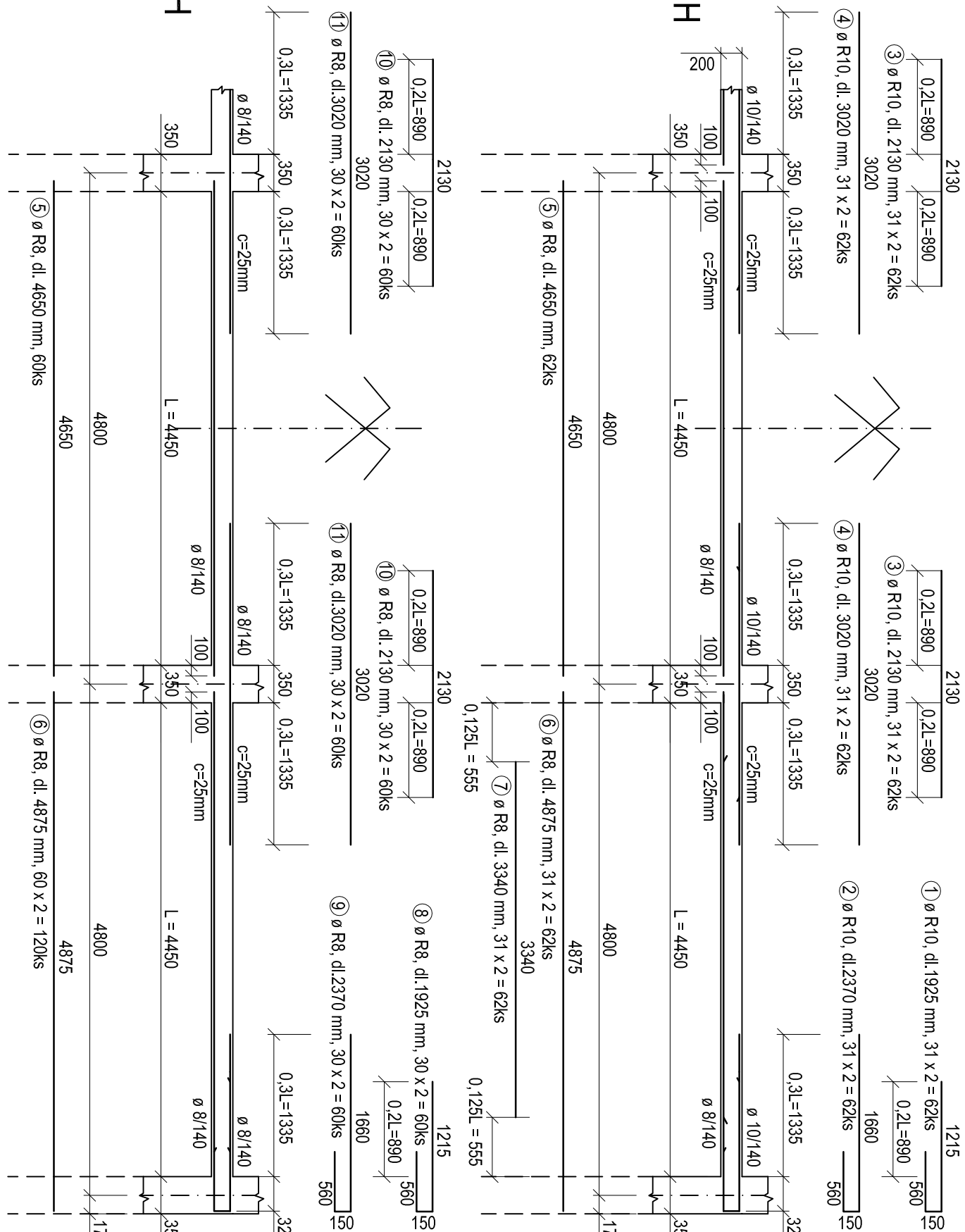
SMĚR Y
SLOUPOVÝ PRUH



SMĚR Y
STŘEDNÍ PRUH



SMĚR X
SLOUPOVÝ PRUH



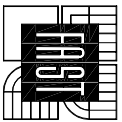
SPECIFIKACE VYTUŽENÍ DESKY						ø - celkem m							
č.	ø	Délka [m]	ks	8	10	č.	ø	Délka [m]	ks	8	10		
1	10	1,925	62		119,35	14	10	1,890	69		130,41		
2	10	2,370	62		146,94	15	10	2,660	69		183,54		
3	10	2,130	62		132,06	16	8	4,275	162	692,55			
4	10	3,020	62		187,24	17	8	2,890	46	132,94			
5	8	4,650	122	567,3		18	8	4,050	210	850,5			
6	8	4,875	182	887,25		19	8	1,805	58	104,69			
7	8	3,340	62	207,08		20	8	2,190	58	127,02			
8	8	1,925	60	115,5		21	8	2,660	174	462,94			
9	8	2,370	60	142,2		Celková délka [m]						4598,87	1083,31
10	8	2,130	60	127,8		Jednotková hmotnost [kg/m]						0,395	0,617
11	8	3,020	60	181,2		Hmotnost [kg]						1816,55	668,40
12	10	1,805	46		83,03	Celková hmotnost [kg]						2484,95	
13	10	2,190	46		100,74								

NAVŘEŽENO DLE EN 1992-1-1

BETON C30/37

OCEL B500B

DRUH PRÁCE		DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYPRACOVALA	Bc. Michaela Pavlová		
VEDOUcí PRÁCE	doc. Ing. Ladislav Štěpánek, CSc.		
STAVEBNÍK	Moravská vysoká škola Olomouc, o.p.s., tř. Kosmonautů 1288/1, Olomouc		
MÍSTO STAVBY	Olomouc, ul. Vejvodského, k.ú. Hodoňany, parcelní číslo 1111/1, 959/31		
NÁZEV STAVBY			
VYSOKOŠKOLSKÉ KOLEJE V OLOMOUCI			
STAVEBNÍ OBJEKT	S001 - OBJEKT VYSOKOŠKOLSKÝCH KOLEJÍ		
ČÁST	D.1.2 - STAVEBNÍ-KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ		
OBSAH:	SCHEMA VYTUŽENÍ STROPNÍ DESKY		
		FORMÁT	4 A4
		DATUM	01/2016
		STUPĚN PD	DPS
		MĚŘÍTKO	1:50
		Č. VÝKRESU	D.1.2.03



VYSKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ VÝBĚ
FAKULTA STAVENÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO
STAVITELSTVÍ

SMĚR X
STŘEDNÍ PRUH