



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

P3) STATICKÝ VÝPOČET

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. DORDE ČAIROVIĆ

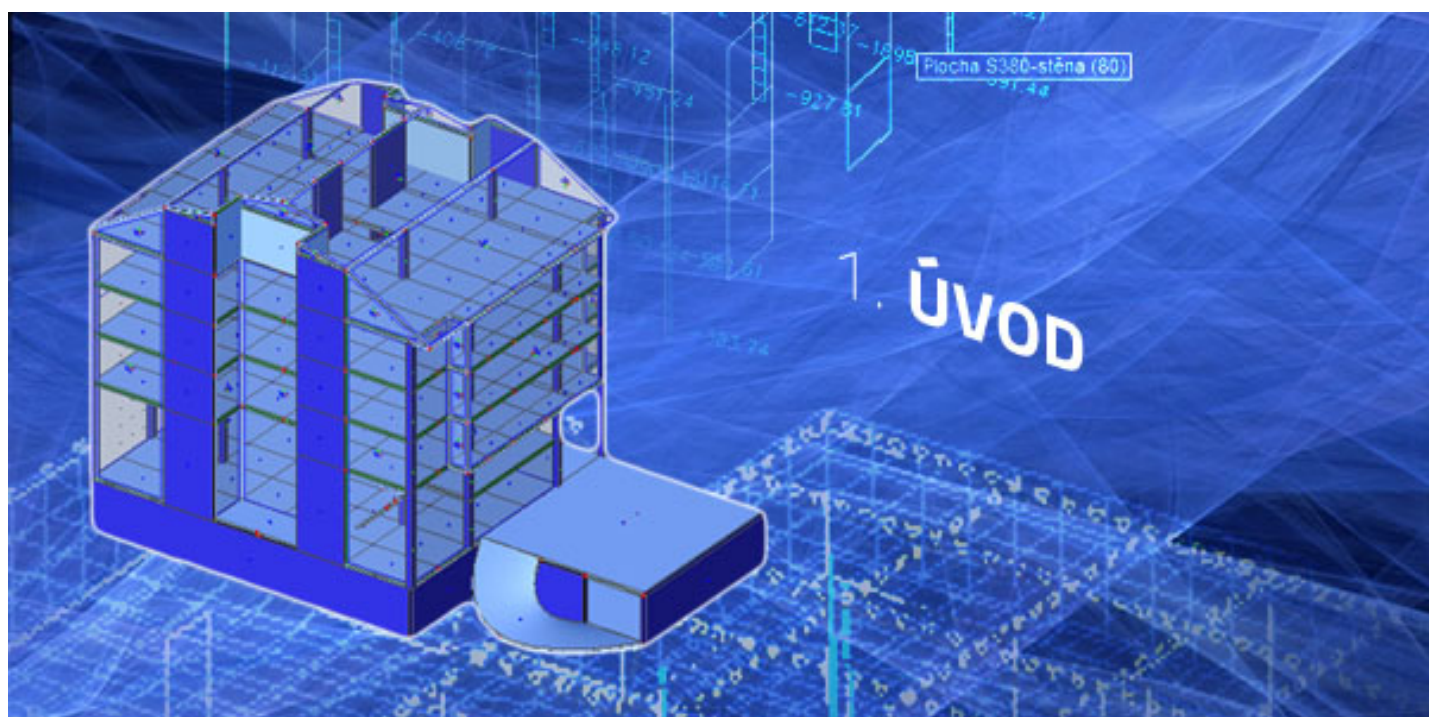
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2013

OBSAH

1. ÚVOD	3
1.1. POPIS OBJEKTU	4
1.2. POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU	5
2. MATERIÁLY	7
2.1. BETON	8
2.2. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ	8
3. GEOMETRIE	9
3.1. GEOMETRICKÝ TVAR KONSTRUKCE	10
3.2. NÁVRH TLOUŠTKY DESKY	11
3.3. NÁVRH ROZMĚRU SLOUPŮ	12
4. ZATÍŽENÍ, ZATĚŽEVACÍ STAVY	13
4.1. ZATĚŽOVACÍ STAVY	14
4.2. KOMBINACE	22
5. VNITŘNÍ SÍLY	36
5.1. VNITŘNÍ SÍLY – DESKA D4 (2NP)	37
5.2. VNITŘNÍ SÍLY – DESKA D1 (1PP)	53
5.3. VNITŘNÍ SÍLY – SCHODIŠTĚ (2NP)	69
5.4. VNITŘNÍ SÍLY – SLOUP S4 (1PP)	78
5.5. VNITŘNÍ SÍLY – STĚNA ZS7 (1PP)	82
6. DESKA D4 (2NP)	89
6.1. DIMENZOVÁNÍ NA OHYB	90
6.1.1. Konstrukční výztuž	90
6.1.2. Návrh výztuže	92
6.1.3. Úprava výztuže	99
6.2. DIMENZOVÁNÍ NA PROTLAČENÍ	103
6.3. VÝZTUŽ PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ	135
6.4. POUŽITELNOST A TRVANLIVOST	136
7. ZÁKLADOVÁ DESKA D1 (1PP)	138
7.1. DIMENZOVÁNÍ NA OHYB	139
7.1.1. Konstrukční výztuž	139
7.1.2. Návrh výztuže	141
7.1.3. Úprava výztuže	147
7.2. DIMENZOVÁNÍ NA PROTLAČENÍ	153
7.3. POUŽITELNOST A TRVANLIVOST	167
7.4. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY	170
8. SCHODIŠTĚ (2NP)	171
8.1. VNITŘNÍ SÍLY	172
8.1.1. Srovnání výsledků	172
8.2. NÁVRH VÝZTUŽE	174
8.3. POSOUZENÍ	177
8.4. ÚPRAVA VÝZTUŽE	177
9. DIMENZOVÁNÍ SLOUPU S4 (1PP)	178
9.1. GEOMETRIE	179
9.2. KONSTRUKČNÍ ZÁSADY	179
9.3. VNITŘNÍ SÍLY	180
9.4. NÁVRH VÝZTUŽE	184
9.5. INTERAKČNÍ DIAGRAM	185
10. DIMENZOVÁNÍ STĚNY ZS7 (1PP)	189
10.1. GEOMETRIE	190
10.2. KONSTRUKČNÍ ZÁSADY	191
10.3. NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE	192
10.4. NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE	193
10.4.1. Vnitřní síly	193
10.4.2. Návrh výztuže	196
10.4.3. Interakční diagram	197
11. KONTROLA SPRÁVNOSTÍ VÝSLEDKŮ ZJEDNODUŠENÝMI METODAMI	200
11.1. KONTROLA SPRÁVNOSTÍ VÝSLEDKŮ - DESKA D4	201
11.2. KONTROLA SPRÁVNOSTÍ VÝSLEDKŮ - SLOUP S4	204



1.1. POPIS OBJEKTU

Předmětem práce je 6-tí podlažní polifunkční dům (jedno podzemní a 5 nadzemních podlaží) o půdorysných rozměrech 16.8 x 19.75m, v Kragujevac, Srbsko. Konstrukční výška jednotlivých podlaží je navržena 2.85m, kromě 1. nadzemního podlaží, ve kterém je konstrukční výška 5.5m.

Budova je podsklepená v celé své ploše jedním podzemním podlažím, které slouží jako parkovací plochy. Půdorysné rozměry podzemní části budovy jsou větší než u nadzemní části. Tato plocha je využita jako průjezd do podzemní garáže a parkovací plocha. Kvůli rozdílnému zatížení a sedání bude tato část objektu brána jako zvláštní dilatační celek. Dilatace bude provedena zdvojením konstrukce. Dilatovaná část bude vybudovaná až po dokončení hrubé stavby objektu. Budova se nachází na mírně svažitém terénu, který po výstavbě byl srovnán. Zároveň byl vytvořen vjezd do podzemních garáží. Prostory v 1NP nabízejí obchodní prostory, garáže, spojovací chodby, obytné prostory a sociální zařízení. Zbytek nadzemní části objektu je určen k bydlení.

Obvodový plášť je tvořen cihelnými bloky POROTHERM 40 PROFI. Zdící materiál nenosných dělicích konstrukci je POROTHERM 11.5 AKU a POROTHERM 25 AKU SYM. Na zateplení použijeme zateplovací systém ETICS, tloušťka izolantu 80mm. Nad dveřní a okenní otvory budou osazeny překlady POROTHERM 7.

Na území stavby byl proveden inženýrsko-geologický průzkum, podle jeho vyhodnocení byl také proveden návrh založení konstrukce. Podle tohoto průzkumu tvoří podloží v místě základové spáry zemina třídy F6 (CL). Jedná se o jíl, pevný. Výskyt podzemní vody nebyl zjištěn.

Tabulková výpočtová únosnost základové půdy je 200kPa.

Sněhová oblast I, $S_k=0.7 \text{ kN/m}^2$

Větrová oblast I, $v_{b,0}=22.5 \text{ m/s}$

1.2. POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU

Návrh konstrukčního systému a statický posudek provedla projekční kancelář ARENA Projekt, Kragujevac. Zodpovědným projektantem je MSc Vojislav Popovic d.i.g.

Konstrukční systém je navržen jako monolitický skelet se ztužujícími stěnami. Vodorovnou nosnou konstrukci je POROTHERM strop, tvořený cihelnými vložkami MIAKO a keramobetonovými stropními POT nosníky. Nosníky jsou uloženy na trámech šířky 250mm a různých výšek. Svislou nosnou konstrukci tvoří sloupy rozměru 250 x 250mm a stěny tl. 150mm. Schodiště je navrženo jako železobetonové monolitické.

Základová konstrukce je navržená jako železobetonová deska tl. 300mm na podkladním betonu tl. 100mm.

Konstrukce je navržená podle JUS - Jugoslávského standardu.

Úkolem diplomové práce bylo vytvořit jinou variantu řešení nosné konstrukce podle evropské normy EC EN.

Vodorovná nosná konstrukce je navržená jako železobetonová monolitická deska tloušťky 250mm, lokálně podepřená.

Svislou nosnou konstrukci tvoří sloupy čtvercového tvaru o rozměrech 350 x 350 mm ve všech náběžných podlažích resp. 500 x 500mm v podzemním podlaží, a ztužující stěny tloušťky 250mm ve všech náběžných podlažích resp. 350mm v podzemním podlaží.

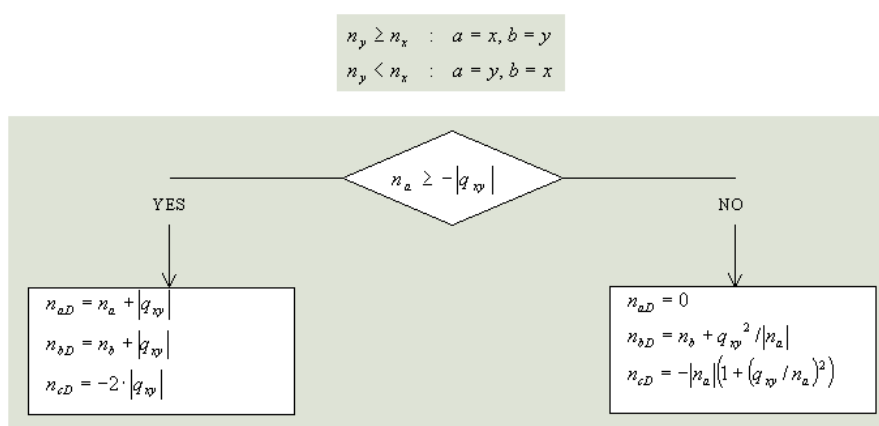
Konstrukce schodišť je monolitická, z železobetonu.

Základovou konstrukcí tvoří deska tl. 450mm na podkladním betonu tl. 100mm.

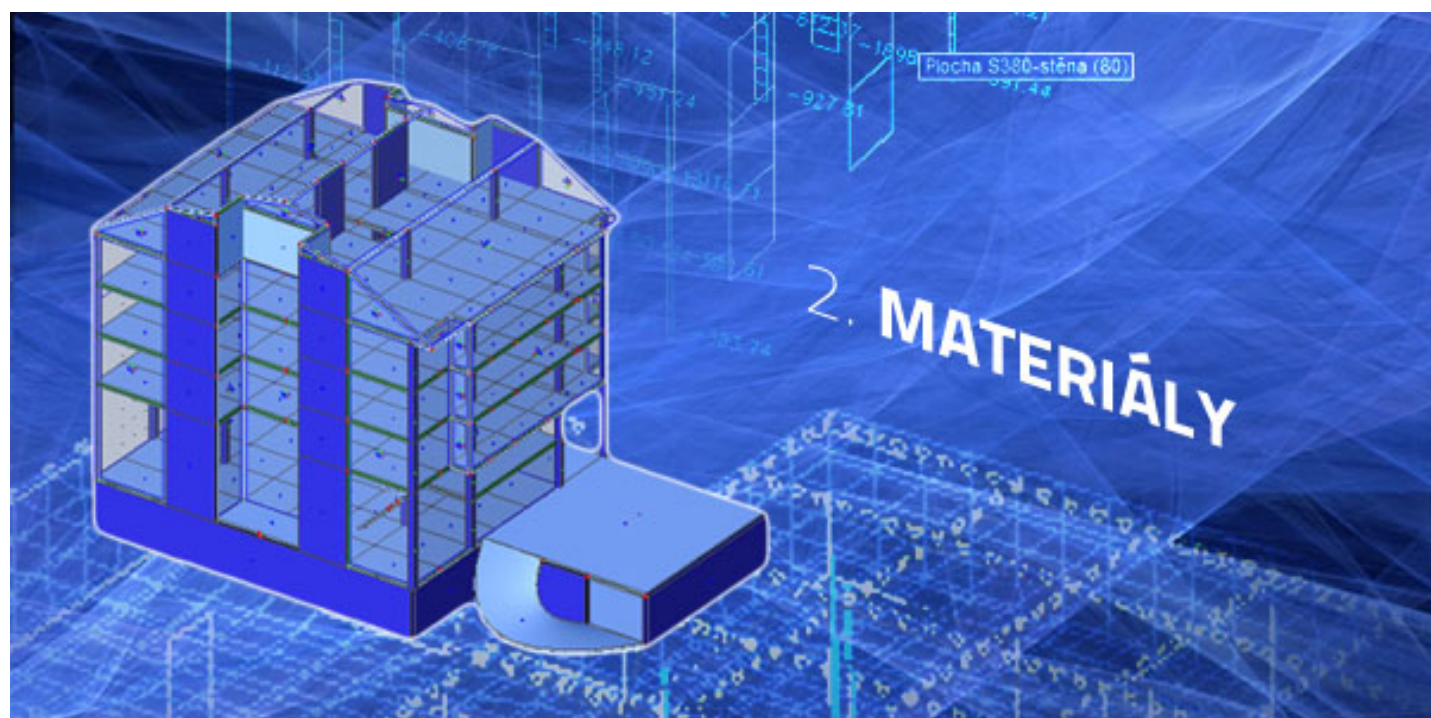
V rozsahu diplomové práce byl proveden návrh a posouzení pouze vybraných částí nosného systému konstrukce, a to:

- **Deska nad 2NP (D4)** – stropní deska tloušťky 250mm je výztužená v obou směrech betonářskou výztuží B 500 B. Návrh výztuže byl proveden na mezní stav únosnosti MSÚ. Navržená výztuž odpovídá požadavkům dle ČSN EN 1991-1-1. Byly také ověřeny podmínky použitelnosti a trvanlivosti – mezní stav použitelnosti MSP. Kromě ohybové výztuže byla navržená výztuž proti řetězovému zřícení průměru Ø18. Jako smykovou výztuž proti protlačení byly navrženy dvouhlavé trny Schöck BOLE typu Standard. Výpočet byl proveden pomocí návrhového software-u Schöck BOLE který poskytuje výrobce. Trny se osadí po uložení spodní výztuže, před uložení horní výztuže. Předepsaná krycí vrstva je zajištěna pomocí zabudovaných distančních podložek. Krycí vrstva výztuže je 25mm, z daných okrajových podmínek a to třídy prostředí XC1, konstrukční třídy S4. Poloha výztuže musí být zajištěna pomocí distančních položek.

- **Základová deska (D1)** – železobetonová základová deska tloušťky 450mm je provedená z betonu třídy C35/45. Hloubka založení je 3.1m. Základová spára je opatřena podkladním betonem tl. 100mm. Proto bylo uvažováno krytí 25mm. Předepsaná krycí vrstva je zajištěna pomocí zabudovaných distančních podložek. Ohybová a smyková výztuž byly navržený stejným postupem jako u stropní desky. Navíc byl ověřen mezní stav základové půdy. Tabulková výpočtová únosnost základové půdy pro zeminy třídy F6 (CL) je 200kPa.
- **Schodiště v 2NP** – jednoramenné schodiště šířky 1350mm, půdorysné délky 4200mm je provedeno z betonu třídy C25/30. Výška schodišťové desky je 180mm. Betonáž schodiště bude provedena až po 28 dní od betonáže stropní desky nad 2NP. Podélná výztuž bude stykovaná s pruty vyčnívající z stropní desky. Tato výztuž musí být vložena před betonáží stropních desek. Předepsaná krycí vrstva výztuže je 25mm. Poloha výztuže musí být zajištěna pomocí distančních položek.
- **Sloup v podzemním podlaží (S4)** – vnitřní sloup v 1PP, o rozměru 500 x 500mm. Jedná se o nejvíce namáhaný sloup. Vnitřní síly zahrnují účinky prvního a druhého řádu. Rozměry sloupu jsou zvoleny s ohledem na protlačení základové desky. Je proveden z betonu třídy C35/45 a výztužen symetrickou výztuží Ø12 z betonářské oceli B 500 B. Třmínky průměru Ø8 jsou navržený podle konstrukčních zásad. Krytí výztuže je navrženo 25mm, z daných okrajových podmínek a to třídy prostředí XC1, konstrukční třídy S4. Dimenzování na účinky od namáhání normalovou silou a ohybovým momentem bylo provedeno pomocí interakčního diagramu v obou směrech.
- **Obvodová stěna v podzemním podlaží** – v rozsahu diplomové práce byla posouzena pouze část obvodové stěny délky 1m. Tloušťka stěny je 350mm. Krytí výztuže je navrženo 25mm, z daných okrajových podmínek a to třídy prostředí XC2, konstrukční třídy S2. Byly použity beton třídy C35/45 a betonářská výztuž B 500 B průměru Ø12. Svislá výztuž na účinky od namáhání normalovou silou a ohybovým momentem je navržena pomocí interakčního diagramu. Vodorovná výztuž je navržena podle MSÚ jako výztuž nutná k přenosu ohybového momentu. Dimenzační veličiny byly stanoveny ručně, ze základních veličin, shodně s levou větví níže zmíněného diagramu:



Obr. Diagram z CSN P ENV 1992-1-1 (731201), oddíl 2, odstavec A2.9.
pro výpočet návrhových veličin pro stěny a skořepiny odpovídající algoritmu EC2



2. MATERIÁLY

2.1. BETON

V podzemní části objektu (v 1PP), jako materiál nosných prvků konstrukčního systému (základové desky, sloupy a stěny) bude použit beton C35/45. V nadzemní části objektu bude použit beton C25/30.

BETON C35/45 $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

$$\gamma_c = 1.5$$
$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 23.33 \text{ MPa}$$
$$f_{ctm} = 3.2 \text{ MPa}$$
$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$
$$\varepsilon_{c3} = 1.75 \text{ ‰}$$
$$\varepsilon_{cu3} = 3.5 \text{ ‰}$$

BETON C25/30 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

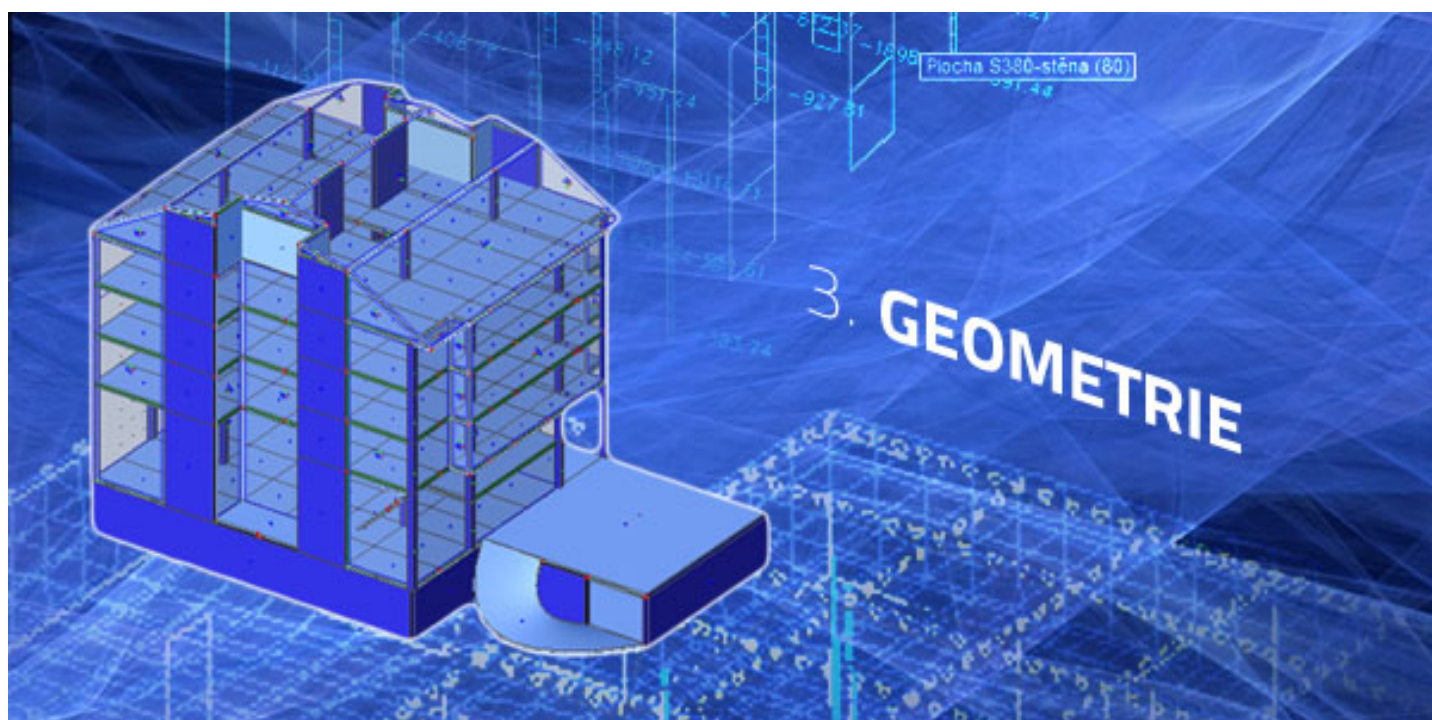
$$\gamma_c = 1.5$$
$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 16.67 \text{ MPa}$$
$$f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}$$
$$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$$
$$\varepsilon_{c3} = 1.75 \text{ ‰}$$
$$\varepsilon_{cu3} = 3.5 \text{ ‰}$$

2.2. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

V celé nosné konstrukci bude použita žebírková výztuž z oceli B 500 B – 10 505 (R).

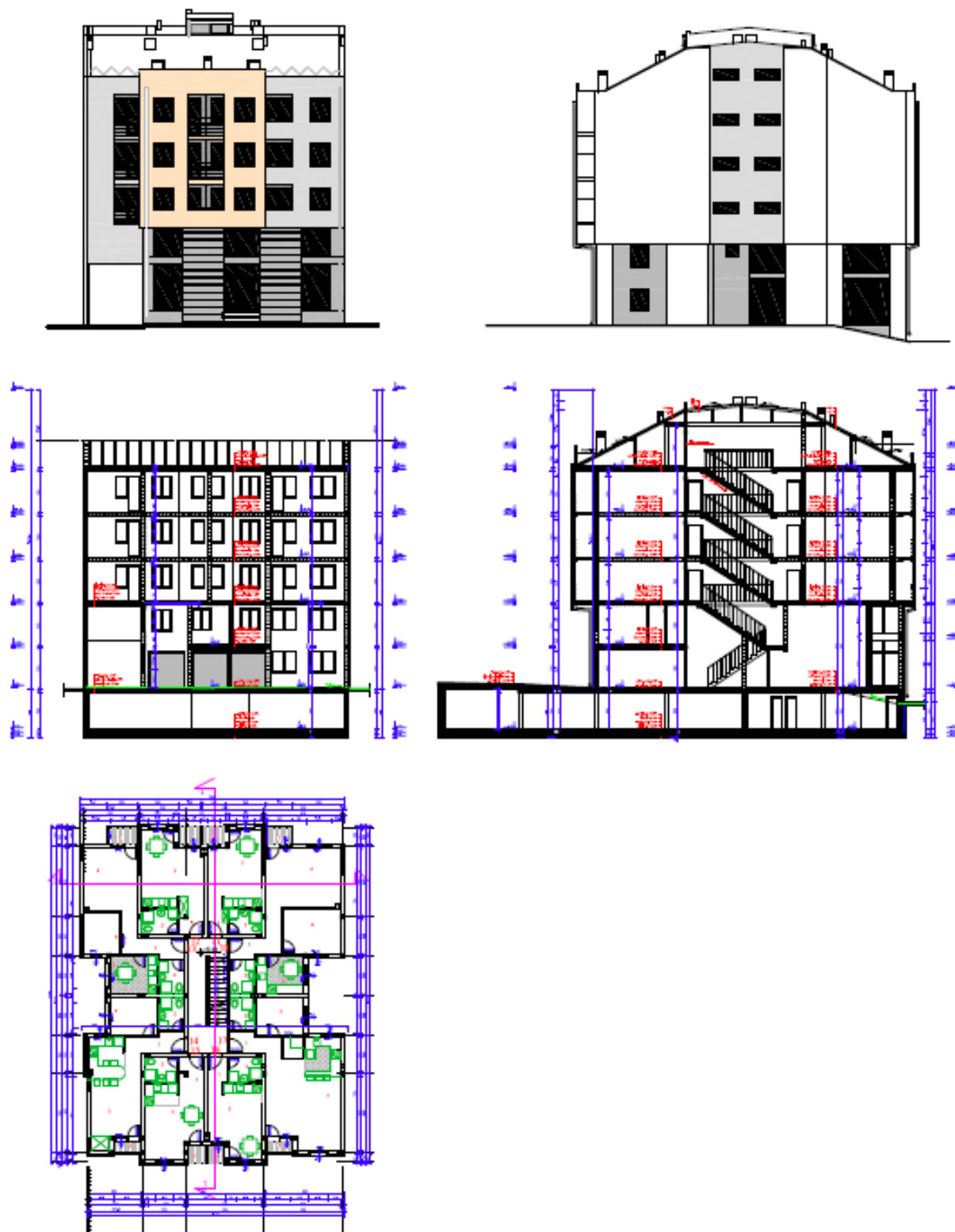
OCEL B 500 B $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$\gamma_s = 1.15$$
$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$$
$$E_s = 200 \text{ GPa}$$
$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 2.17 \text{ ‰}$$



3.1. GEOMETRICKÝ TVAR KONSTRUKCE

Geometrický tvar konstrukce vychází z architektonického podkladu.



3.2. NÁVRH TLOUŠŤKY DESKY

NÁVRH TLOUŠŤKY DESKY D4 (2NP)

- Minimální tloušťka desky

$$l_{n,max} = 7.3 \text{ m} \quad - \text{ maximální světlé rozpětí}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad - \text{ mez kluzu oceli}$$

$$\varepsilon = 1.919 \quad - \text{ poměr delšího rozpětí ke kratšímu}$$

$$\eta = \alpha_m - 0.5(1 - k) \cdot \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right), \quad \langle 0; 1 + k \rangle$$

$$\alpha_m = 0 \quad - \text{ poměrný součinitel ztužení}$$

k – poměr součtu délek stran obdélníkového deskového póle ve kterých je deska spojitá,
k celkovému obvodu póle.

$$k = 1.0$$

$$\eta = 0 - 0.5(1 - 1) \cdot \left(1 + \frac{1}{1.919}\right) \leq 0 \rightarrow \eta = 0$$

$$h_{s,lim} = l_{n,max} \frac{800 + 0.7 \cdot f_{yk}}{36 + 5 \cdot \varepsilon \cdot \eta} = 7.3 \frac{800 + 0.7 \cdot 500}{36 + 5 \cdot 1.919 \cdot 0} = 233.19 \text{ mm}$$

- Návrhová tloušťka desky

$$h_s = 250 \text{ mm}$$

NÁVRH TLOUŠŤKY ZÁKLADOVÉ DESKY D1 (1PP)

Tloušťku základové desky volím s ohledem na protlačení:

$$h_s = 450 \text{ mm}$$

3.3. NÁVRH ROZMĚRU SLOUPŮ

Je vhodné z estetického hlediska a hlediska proveditelnosti, aby rozměry sloupu byly stejné jak tloušťka obvodového zdiva.

Návrh rozměru sloupů v nadzemní části budovy: SLOUP 0.35 x 0.35 m

- Zatěžovací plocha

$$A = 6.325 \cdot 4.7 - 0.35^2 = 29.73 \text{ m}^2$$

- Zatížení

- Vlastní tíha sloupu	$1.35 \cdot 0.35 \cdot 0.35 \cdot 16.9 \cdot 25 = 69.87 \text{ kN}$
- Vlastní tíha desky	$1.35 \cdot 0.25 \cdot 25 \cdot 29.73 \cdot 4 = 1003.48 \text{ kN}$
- Podlaha	$1.35 \cdot 1.2 \cdot 29.73 \cdot 4 = 192.63 \text{ kN}$
- Zatížení střechy	$1.35 \cdot 2.5 \cdot 29.73 = 100.33 \text{ kN}$
- Zatížení sněhem	$1.35 \cdot 0.56 \cdot 29.73 = 22.47 \text{ kN}$
- Náhodilé zatížení od příček	$1.5 \cdot 1.75 \cdot 29.73 \cdot 4 = 312.17 \text{ kN}$
- Užité zatížení na desce	$1.5 \cdot 1.5 \cdot 29.73 \cdot 4 = 267.55 \text{ kN}$

$$N_{ed} = 1968.55 \text{ kN}$$

- Ověření rozměrů sloupu

$$N_{rd} = (0.8f_{cd} + 0.01f_{yd}) \cdot A_b = (0.8 \cdot 16.67 + 0.01 \cdot 434.78) \cdot 0.1225 = 2165.94 \text{ kN}$$

$$N_{rd} = 2165.94 \geq N_{ed} = 1968.55 \text{ kN} \rightarrow \text{výhovuje}$$

Rozměry sloupu v 1PP jsou zvoleny s ohledem na protlačení základové desky:

Návrh rozměru sloupů v podzemní části budovy: SLOUP 0.5 x 0.5 m

- Zatěžovací plocha

$$A = 6.3625 \cdot 4.95 - 0.5^2 = 31.24 \text{ m}^2$$

- Zatížení

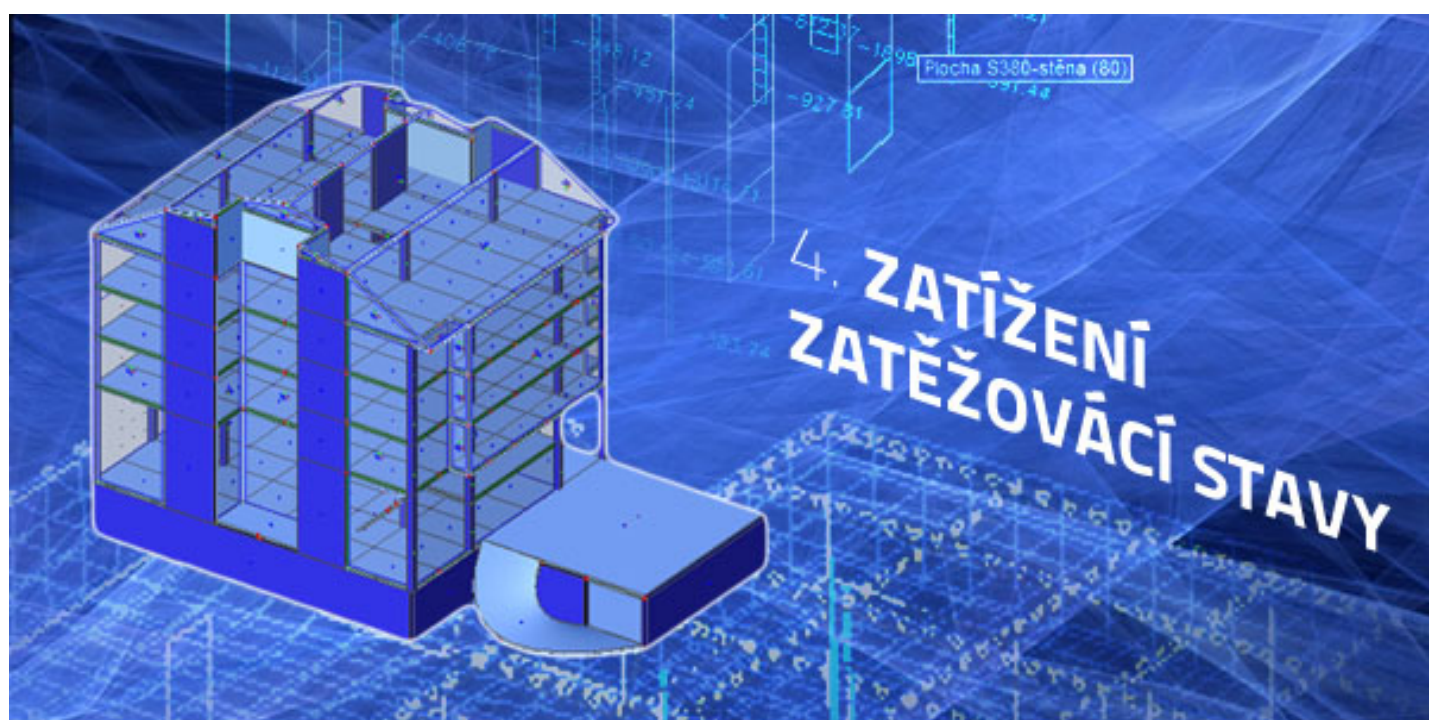
- Zatížení v patě sloupu v 1NP	1968.55 kN
- Vlastní tíha sloupu	$1.35 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 2.85 \cdot 25 = 24.05 \text{ kN}$
- Vlastní tíha desky	$1.35 \cdot 0.25 \cdot 25 \cdot 31.24 = 263.59 \text{ kN}$
- Podlaha	$1.35 \cdot 1.2 \cdot 31.24 = 50.61 \text{ kN}$
- Náhodilé zatížení od příček	$1.5 \cdot 1.75 \cdot 31.24 = 82.01 \text{ kN}$
- Užité zatížení na desce	$1.5 \cdot 5 \cdot 31.24 = 234.3 \text{ kN}$

$$N_{ed} = 2623.11 \text{ kN}$$

- Ověření rozměrů sloupu

$$N_{rd} = (0.8f_{cd} + 0.01f_{yd}) \cdot A_b = (0.8 \cdot 23.33 + 0.01 \cdot 434.78) \cdot 0.1225 = 5753.62 \text{ kN}$$

$$N_{rd} = 5753.62 \geq N_{ed} = 2623.11 \text{ kN} \rightarrow \text{výhovuje}$$



4.1. ZATĚŽOVACÍ STAVY

Použití výpočetní techniky umožnilo rozmanitost při definování zatížení působící na k-ci. Celem bylo vytvořeno 27 zatěžovacích stavů.

Do stálého zatížení, kromě zatížení vlastní tíhou (*LC1*), patří plošné zatížení podlahou (*LC2*), liniové zatížení obvodovým pláštěm (*LC3*) tlak zeminy na části k-ce pod úrovní terénu (*LC5*) a zatížení střešní k-ci (*LC6*).

Náhodilá zatížení působící na k-ci jsou liniové zatížení příčkami (*LC4*), užitné zatížení (plné které definuje *LC7* a 9 různých šachu *LC8-LC16*), sníh (*LC17-LC19*) a vítr (*LC20-LC27*).

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Rídící zat. stav
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
LC1	VLASTNÍ TÍHA	Stálé	LG1 - St	Vlastní tíha		-Z		
LC2	PODLAHA	Stálé	LG1 - St	Standard				
LC3	OBVODOVÝ PLÁŠŤ	Stálé	LG1 - St	Standard				
LC4	PŘÍČKY	Nahodilé	LG2 - Pr	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC5	ZEMINA	Stálé	LG1 - St	Standard				
LC8	UŽITNÉ ŠACH 1	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC17	SNÍH I	Nahodilé	LG4 - Sn	Statické	Snih			Žádný
LC19	SNÍH III	Nahodilé	LG4 - Sn	Statické	Snih			Žádný
LC18	SNÍH II	Nahodilé	LG4 - Sn	Statické	Snih			Žádný
LC6	STŘECHA	Stálé	LG1 - St	Standard				
LC7	UŽITNÉ PLNÉ	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC9	UŽITNÉ ŠACH 2	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC10	UŽITNÉ ŠACH 3	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC11	UŽITNÉ ŠACH 4	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC12	UŽITNÉ ŠACH 5	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC13	UŽITNÉ ŠACH 6	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC14	UŽITNÉ ŠACH 7	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC15	UŽITNÉ ŠACH 8	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
LC16	UŽITNÉ ŠACH 9	Nahodilé	LG3 - Uz	Statické	Standard		Dlouhodobé	Žádný
3DWnd1	0, + CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd2	0, - CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd3	90, + CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd4	90, - CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd5	180, + CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd6	180, - CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd7	270, + CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný
3DWnd8	270, - CPE, + CPI	Nahodilé	LG5 - Ví	Statické	Statický vítr			Žádný

1ZS - VLASTNÍ TÍHA

Tento zatěžovací stav zahrnuje vlastní tíhu desky a ztužujícího trámu. Hodnotu spočítal sám program.

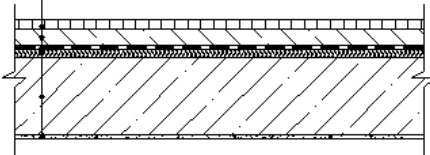
Součinitel stálého zatížení $\gamma_g=1.35$.

LC2 - PODLAHA

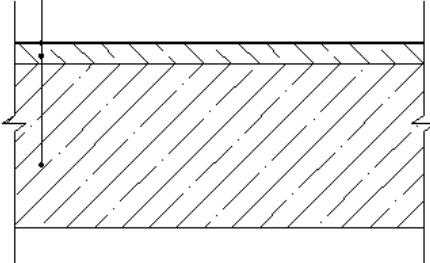
2ZS definuje stálé plošné zatížení podlahou v hodnotě $1,20 \text{ kN//m}^2$ a $1,25 \text{ kN//m}^2$. Skladba podlahy vycházející z architektonického podkladu je uvedena na obrázku níže.

Součinitel stálého zatížení $\gamma_g=1.35$.

VRSTVA:	TL. [mm]	OBJ. TÍHA [kN/m ³]	g [kN/m ²]
parketová dlažba	22.0	14.00	0.308
betonová mazanina	30.0	23.00	0.690
PE fólie	0.2	9.50	0.002
kamenná vlna	20.0	0.14	-
žb deska	300.0	25.00	
omítka	10.0	20.00	0.200
			$\Sigma g = 1.200$



VRSTVA:	TL. [mm]	OBJ. TÍHA [kN/m ³]	g [kN/m ²]
SIKAFLOOR 375	-	-	0.100
betonová mazanina	50.0	23.00	1.150
žb deska			
			$\Sigma g = 1.250$



LC3 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Jako zdicí materiál byly použité cihelné bloky POROTHERM 40 PROFI:

- POROTHERM 40 PROFI
 - Rozměry (d/š/v): $248/400/249\text{ mm}$
 - Hmotnost zdiva vč. omítek: 344 kg/m^2
 - Světlá výška: $2.85\text{ m a } 5.5\text{ m}$
 - Zatížení: $g_{3,1} = 3.44 \cdot 2.85 = 9.804\text{ kN/m'}$
 - Zatížení: $g_{3,2} = 3.44 \cdot 5.50 = 18.920\text{ kN/m'}$



Součinitel stálého zatížení $\gamma_g = 1.35$.

LC4 - PŘÍČKY

Hodnota liniového zatížení od příček přesahuje normou stanovené hodnoty pro případy když lze liniové zatížení nahradit průměrným plošným. Proto bylo zadáno odpovídající liniové zatížení které vychází z podkladů.

Jako zdicí materiál byly použité cihelné bloky POROTHERM 11.5 AKU a POROTHERM 25 AKU SYM:

- POROTHERM 11.5 AKU
 - Rozměry (d/š/v): $497/115/248\text{ mm}$
 - Hmotnost zdiva vč. omítek: 175 kg/m^2
 - Světlá výška: 2.85 m
 - Liniové zatížení: $g_{6,1} = 1.75 \cdot 2.85 = 4.988\text{ kN/m'}$
- POROTHERM 25 AKU SYM
 - Rozměry (d/š/v): $372/250/238\text{ mm}$
 - Hmotnost zdiva vč. omítek: 313 kg/m^2
 - Světlá výška: 2.85 m
 - Liniové zatížení: $g_{6,2} = 3.13 \cdot 2.85 = 8.921\text{ kN/m'}$



Součinitel náhodilého zatížení $\gamma_q = 1.50$.

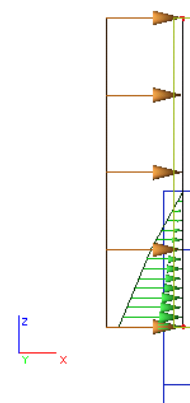
LC5 - TLAK ZEMINY

Na částí k-ce které jsou pod úrovní terénu (zejména stěny v suterénu) působí boční zemní tlak.

Hnědý graf představuje "definované" zatížení. Bylo definováno podél celé stěny.

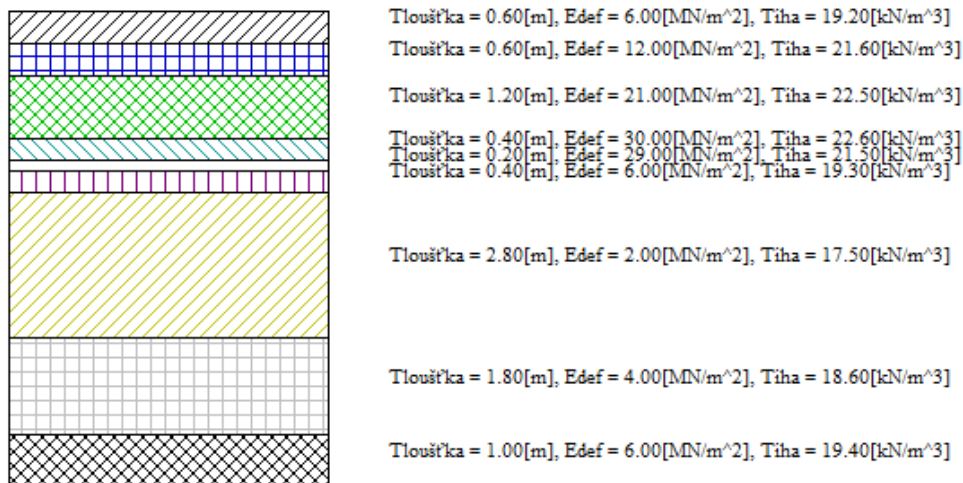
Zelený graf představuje "generovanou" část zatížení. Generované zatížení sahá pouze k vrcholu vrtu (dril A).

Výpočet uvažuje zelené, tj. generované zatížení.



Tlak vody je generován pouze pod hladinou spodní vody. S tím že je model celý nad hladinou spodní vody, není generován žádný tlak.

Geologický profil:



LC6 - ZATÍŽENÍ TÍHOU STŘEŠNÍ K-CE

Zatěžovací panely byly vytvořeny tak, aby odpovídaly geometrii střechy dle architektonického návrhu a zatážený rovnoměrným plošným zatížením na průmět. Bylá uvažovaná doporučená hodnota 2.5 kN/m^2 .

LC7 – UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – PLNÉ

Doporučující hodnoty náhodilého zatížení dle ČSN EN 1991-1-1. jsou definovány dle kategorie užitných ploch, a to následovně:

- Pro kategorii A (plochy pro domácí o obytné činnosti):
 - Pro stropní konstrukce: 1.5 kN/m^2
 - Pro schodiště a balkony: 3.0 kN/m^2
- Pro kategorii D1 (plochy v malých obchodech):
 - Obchodní plochy: 5.0 kN/m^2
- Pro kategorii F (parkovací plochy pro lehká vozidla o celkové tíze do 30kN):
 - Garáže, parkovací plochy: 5.0 kN/m^2

Užitné zatížení střech nebylo uvažováno protože vlastní tíha střešní k-ce nebyla stanovená přesně ale byla uvažována doporučená hodnota.

Součinitel náhodilého zatížení $\gamma_q=1.50$.

LC8 až LC16 - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – ŠACHY

Různé uspořádání náhodilého zatížení je definováno v 9 následujících zatěžovacích stavech.

LC17 - SNÍH STAV I

Sníh byl zadán jako náhodilý plošný zatížení typu sníh, působící na průmět zatěžovacích panelů tvořících střechu.

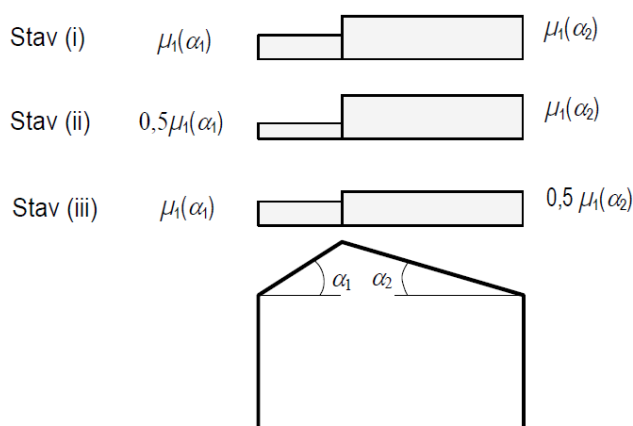
Sněhová oblast I. Tvarový součinitel $\mu_1 = 0.8$.

Hodnota zatížení byla výpočtena dle Národního dodatku:

Sníh	
EC popis sněhu	
Ce - součinitel prostředí	
Hodnota [-]	1.0
Ct - tepelný součinitel	
Hodnota [-]	1.0
Cesl - součinitel mimořádnosti	
Vzorec	neuvažuje se
Sněhové pásmo	I
Sk - charakteristická hodnota zatížení sn...	0.70
Kombinace pro sníh	
Typ kombinace	Zatížení sněhem A <= 1000 m.n.m.
Psi 0	0.5
Psi 1	0.2
Psi 2	0

LC18 a LC19 – SNÍH STAV II A SNÍH STAV III

Způsob uplatnění tvarových součinitelů μ_1 a μ_2 je znázorněn na následujícím obrázku, který ukazuje zatěžovací stavy doporučené v ČSN EN 1991-1-3.

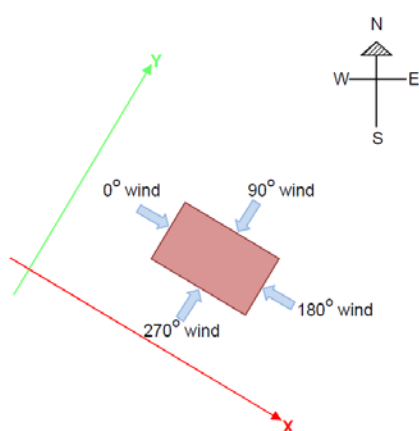


Zatěžovací stavy LC18 a LC19 odpovídají Stavu (ii) a Stavu (iii).

LC20 až LC23 – VÍTR 3D

Zatížení sněhem bylo zadáno pomocí Generátoru větru 3D. Zaprvé byla vytvořená uzavřená konstrukce ze zatěžovacích panelu a stěn která odpovídá tvaru budovy. Potě bylo vygenerováno zatížení ve všech směrech a to, jak pro záporné tak pro kladné hodnoty součinitelů vnějších tlaků :

- 3DWind1 – 0, +Cpe – Vítr působící ve směru x
- 3DWind2 – 0, -Cpe – Vítr působící ve směru x
- 3DWind3 – 90, +Cpe – Vítr působící proti směru y
- 3DWind4 – 90, +Cpe – Vítr působící proti směru y
- 3DWind5 – 180, +Cpe – Vítr působící proti směru x
- 3DWind6 – 180, +Cpe – Vítr působící proti směru x
- 3DWind7 – 270, +Cpe – Vítr působící ve směru y
- 3DWind8 – 270, +Cpe – Vítr působící ve směru y



Jméno	Česká CSN-EN NA
Vítr	
Tlak větru podle EC1	
Vnitřní tlak pro 2D vítr	
Vnitřní tlak pro 2D vítr	bez vnitřního tlaku
Pozice - dominantní strana pro 2D vítr	čelní
Otvory - dominantní strana pro 2D vítr	dvakrát
Referenční výška (z_e)	
Typ konstrukce	Svislé stěny a obdélníkové budovy
b - šířka konstrukce [m]	19.400
Referenční úroveň terénu [m]	0.000
c_dir - součinitel směru	
Hodnota [-]	1.00
c_season - součinitel ročního období	
Hodnota [-]	1.00
c_o - součinitel orografie	
Hodnota [-]	1.00
Větrná zóna	I
V_b,0 - základní rychlost větru [m/sec]	22.500
rho - hustota vzduchu [kg/m^3]	1.3
Pravděpodobnost	
1/p - doba životnosti budovy [rok]	50.00
c_prob - součinitel pravděpodobnosti [-]	1.00
K - součinitel tvaru [-]	0.20
n - exponent [-]	0.50
Terén	
kategorie terénu	IV
Kr - součinitel terénu [-]	0.23
z_0 - délka nerovnosti [m]	1.000
z_min - minimální výška [m]	10.000
k_L - součinitel turbulence [-]	1.00

Vnitřní tlak nebyl uvažován. Hodnoty byly výpočteny dle Národního dodatku.

Hodnoty byly následovně ověřeny ručním výpočtem:

Z mapy větrných oblastí je stanovena výchozí hodnota základní rychlosti $v_{b,0}$

$$v_{b,0} = 22.5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost v_b je v běžných případech v ČR rovna výchozí hodnotě základní rychlosti:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob}, \text{ kde}$$

$$c_{dir} = c_{season} = c_{prob} = 1.0$$

$$v_b = 22.5 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 22.5 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak větru q_b [Nm⁻²] ve výšce 10 m se vypočte podle vztahu:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 22.5^2 = 316.4 \text{ Nm}^{-2}$$

Měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$.

Střední rychlost $v_m(z_e)$ v referenční výšce ze určí podle vztahu:

$$v_m(z_e) = v_b \cdot C_o(z_e) \cdot C_r(z_e) \quad , \text{ kde}$$

$$z_e = 18.0m$$

$$z_0 = 1.0m \quad (\text{kategorie terénů IV})$$

$$z_{min} = 10.0m$$

$$C_o(z_e) = 1.0$$

... součinitel orografie

$$C_r(z_e) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) \text{ pro } z_{min} \leq z_e \leq z_{max} ; 10m \leq 18m \leq 200m \quad \dots \text{ součinitel drsnosti terénu}$$

$$k_r = 0.19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{-0.07} = 0.19 \left(\frac{1}{0.05}\right)^{0.07} = 0.234$$

$$C_r(z_e) = 0.234 \cdot \ln\left(\frac{18}{1}\right) = 0.677$$

$$v_m(z_e) = 22.5 \cdot 1.0 \cdot 0.677 = 15.24m/s$$

Intenzita turbulence $I_v(z_e)$

$$I_v(z_e) = \frac{c_{fl}}{7 \cdot C_o(z_e) \cdot C_r(z_e)} = \frac{1.640}{7 \cdot 1.0 \cdot 0.677} = 0.346$$

kde c_{fl} je pomocný součinitel flukтуаční složky tlaku dle kategorie terénů

Maximální dynamický tlak $q_b [Nm^{-2}]$

$$q_b(z_e) = q_b \cdot C_e(z_e) = 316.4 \cdot 1.569 = 496.6 Nm^{-2}$$

$$C_e(z_e) = C_o(z_e)^2 \cdot C_r(z_e)^2 \cdot (1 + 7 \cdot I_v(z_e)) = 1.0^2 \cdot 0.677^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0.346) = 1.569$$

Silový účinek větru na povrchy konstrukce

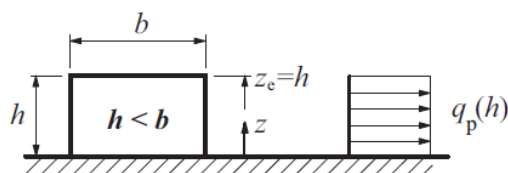
$$w_e(z_e) = q_b(z_e) \cdot C_{pe} [kNm^{-2}] \quad \dots \text{ vnější tlak ; vnitřní tlak byl zanedbán.}$$

Součinitele vnějšího tlaku C_{pe} pro svislé stěny

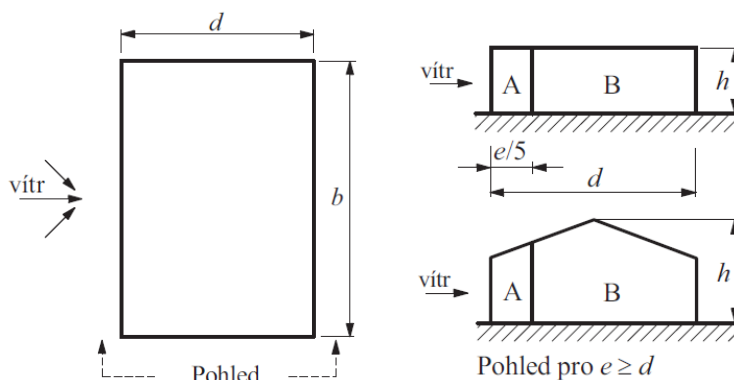
$$A \geq 10m^2 \rightarrow C_{pe,10}$$

$$h/d = 18.0/16.5 = 1.09$$

$$b = 19.4m \geq h = 18.0m \rightarrow \text{návětrná stěna se uvažuje jako jedna oblast;}$$

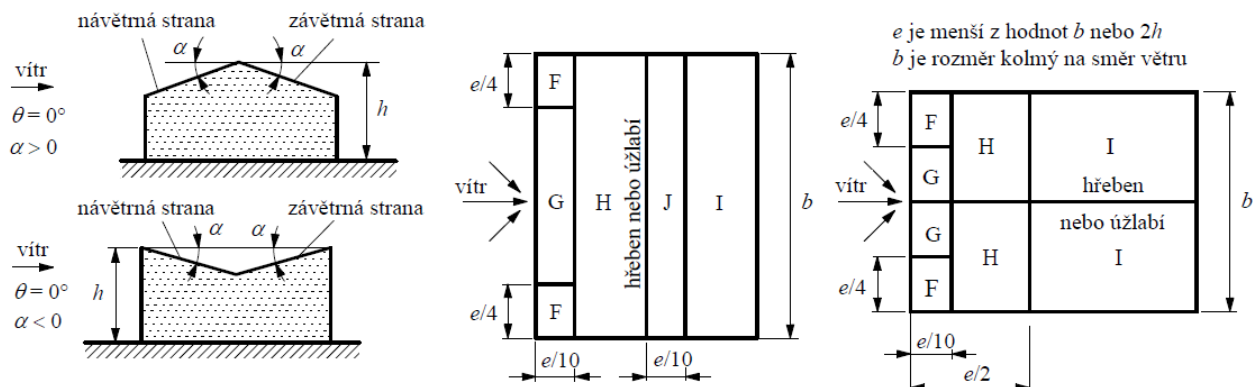


$$e = \min(b; 2h) = \min(19.4; 36) = 19.4m \geq d = 16.5m$$



	A	B	D	E
$C_{pe,10}$	-1.2	-0.8	+0.8	-0.50

Součinitele vnějšího tlaku C_{pe} pro sedlové střechy

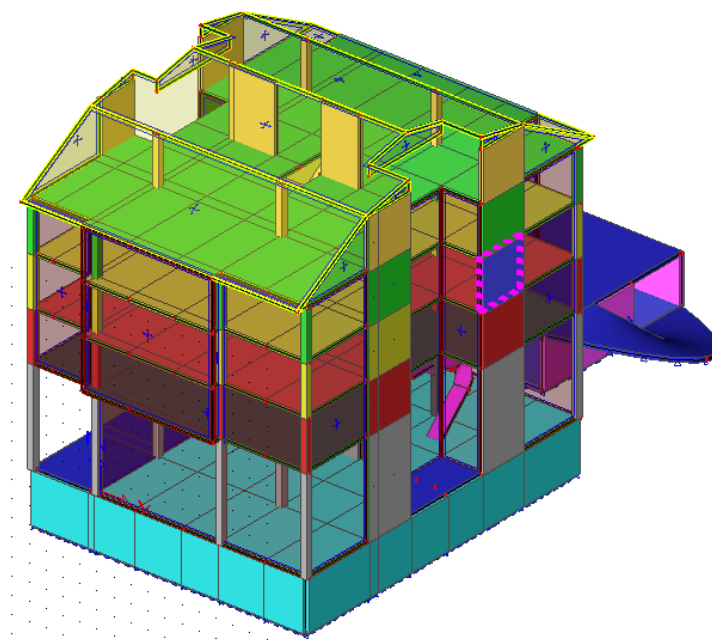


$C_{pe,10}$	F		G		H		I		J	
$\alpha_0 = 29.93^\circ$ $\theta = 0^\circ$	-0.50	+0.70	-0.50	+0.70	-0.20	+0.40	-0.40	0.00	-0.50	0.00
$\alpha_0 = 29.93^\circ$ $\theta = 90^\circ$	-1.10		-1.40		-0.80		-0.50			
$\alpha_0 = 11.04^\circ$ $\theta = 0^\circ$	-1.42	+0.08	-0.96	+0.08	-0.42	+0.08	-0.48	0.00	-0.68	-0.24
$\alpha_0 = 11.04^\circ$ $\theta = 90^\circ$	-1.72		-1.30		-0.64		-0.50			

Kontrola:

Pro označení stěny jsme provedli kontrolu souč. vnějších tlaku:

	$C_{pe,10}$ výpočtena	
Směr větru	ručně	Scia
0	-0.5	0.5
90	-1.2	1.2
180	0.8	-0.8
270	-0.8	0.8



4.2. KOMBINACE

Zatěžovací stavy jsou seřazený do skupin zatížení, a to:

- LG1 STÁLÉ – *LC1, LC2, LC3, LC5, LC6* – Zatížení stálé
- LG2 PŘÍČKY – *LC4* – Zatížení náhodilé – standard
- LG3 – *LC7 až LC16* – Zatížení náhodilé - výběrová
- LG4 – *LC17 až LC19* – Sníh - výběrová
- LG5 – *LC20 až LC27* – Vítr – výběrová

Kombinace CO1 pro MSÚ je vygenerována podle rovnic 6.10.a a 6.10b:


$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

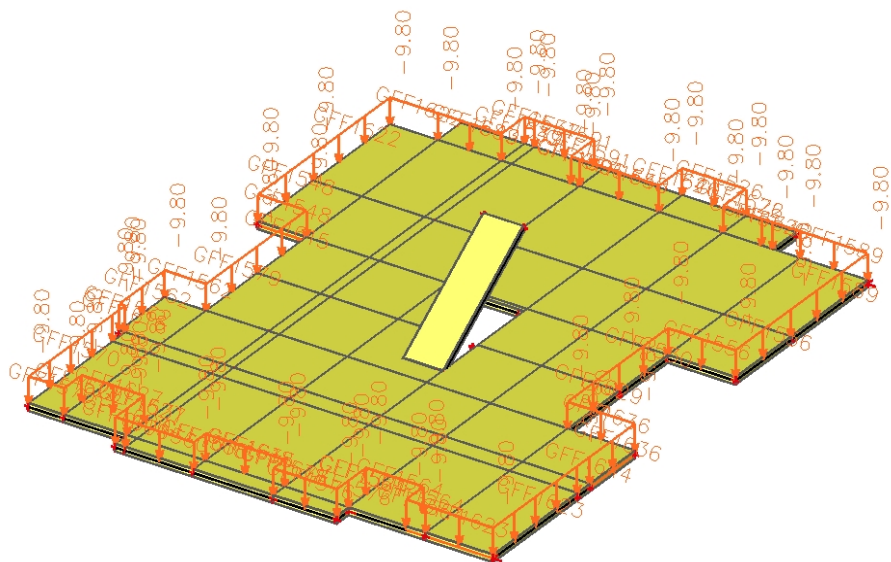
Kombinace CO-LIN pro MSP je vygenerována jako Lineární-použitelnost z následujících zatěžovacích stavu:

Kombinace

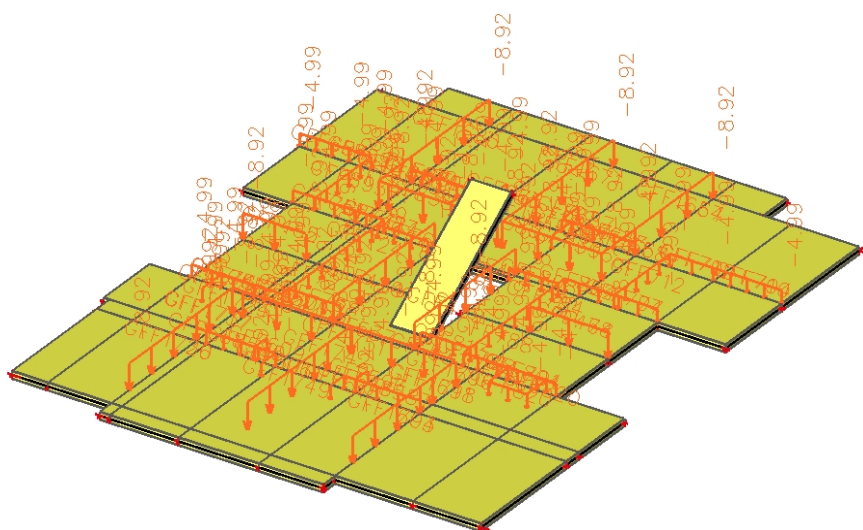
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Studentská verze CO-LIN	*Studentská verze* Lineární - použitelnost	*Studentská verze* LC1 - VLASTNÍ TÍHA LC2 - PODLAHA LC3 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ LC4 - PŘÍČKY LC5 - ZEMINA LC17 - SNÍH I LC6 - STŘECHA LC7 - UŽITNÉ PLNĚ 3DWnd1 - 0, + CPE, + CPI	*Studentská verze* 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

		
	Licenční jméno	FAST VUT
	Projekt	DIPLOMOVÁ PRÁCE
	Část	STATICKÝ VÝPOČET
	Popis	-
	Autor	ĎORDE ČAIROVIĆ
	Datum	20. 12. 2011
	Konstrukce	Obecná XYZ
	Poč. uzlů :	574
	Poč. prutů :	96
	Poč. průřezů :	4
	Poč. zat. stavů :	27
	Poč. materiálů :	4
	Tíhové zrychlení [m/sec ²]	9.810
	Národní norma	EC - EN

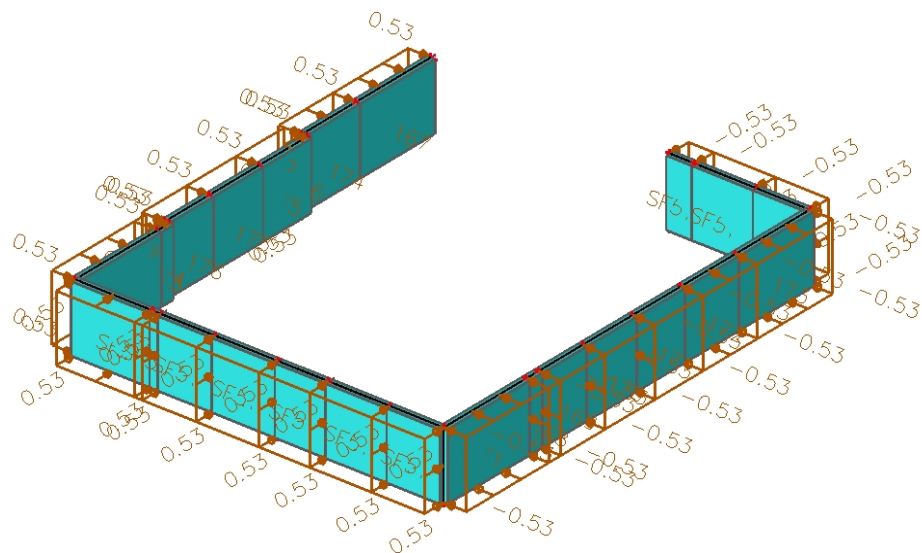
LC3 - OBVODOVÝ PLÁŠŤ



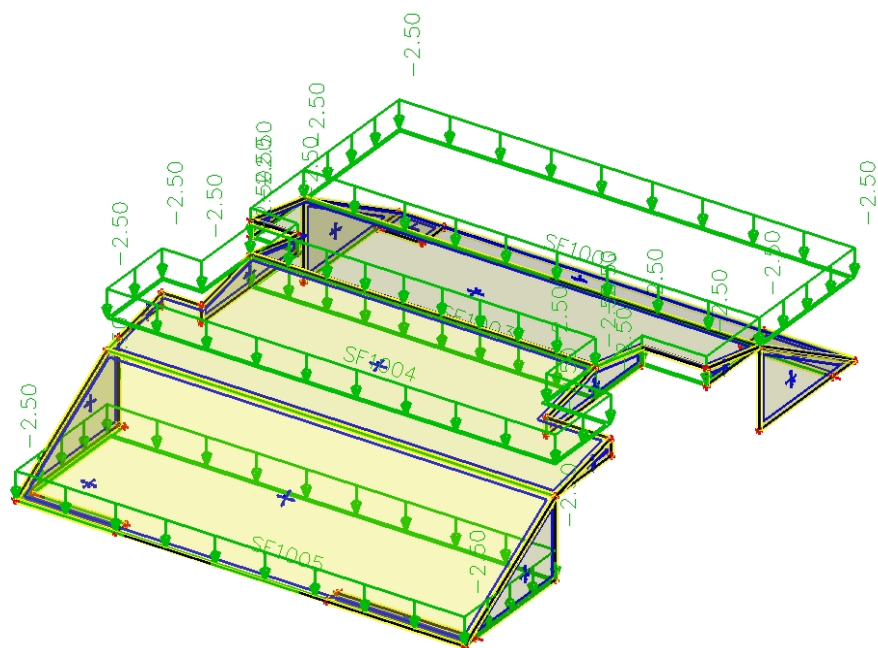
LC4 - PŘÍČKY



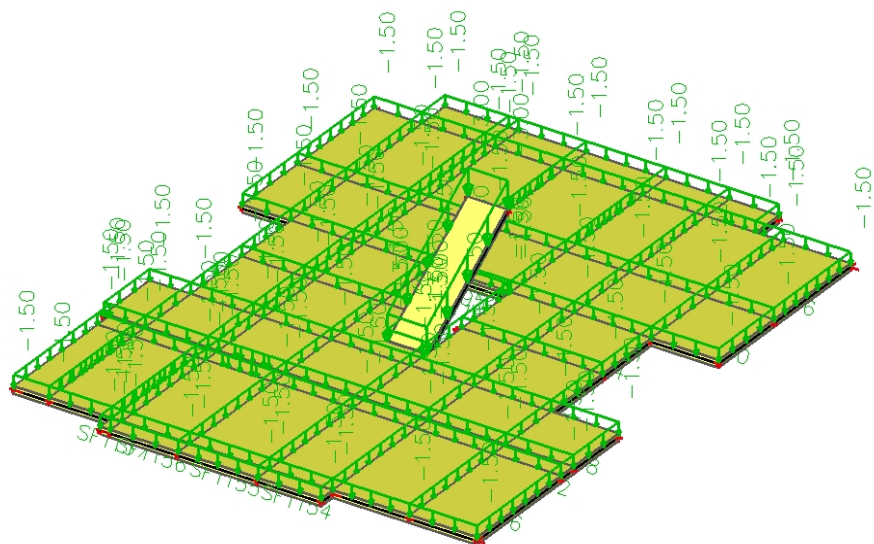
LC5 - TLAK ZEMINY



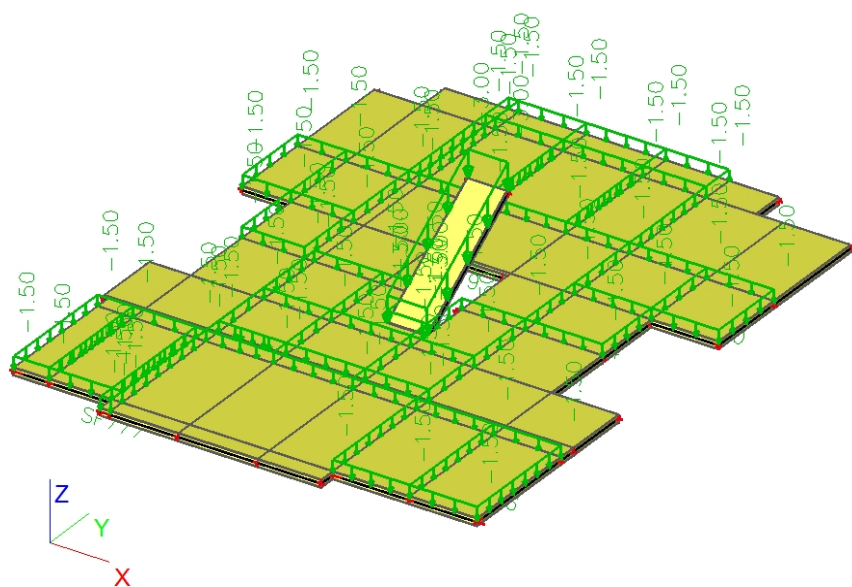
LC6 - VLASTNÍ TÍHA STŘEŠNÍ KRY



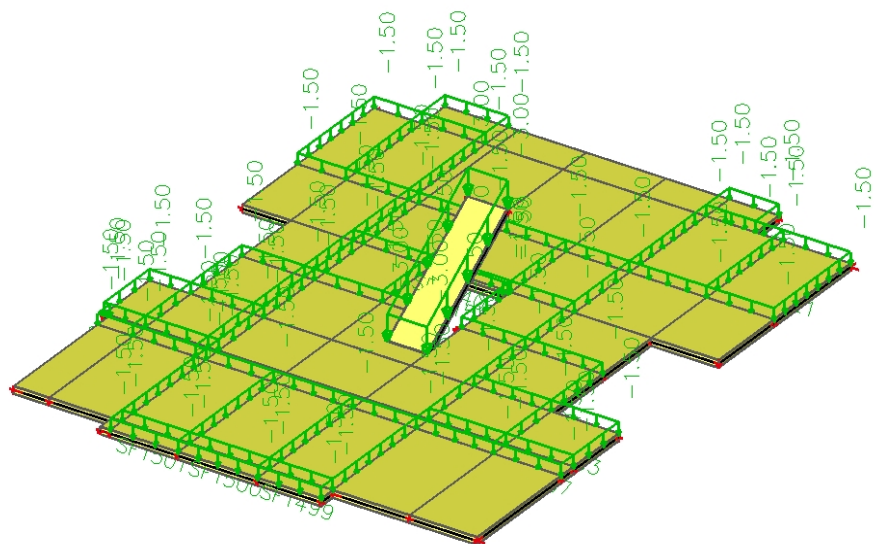
LC7 - UŽITNÉ PLNÉ



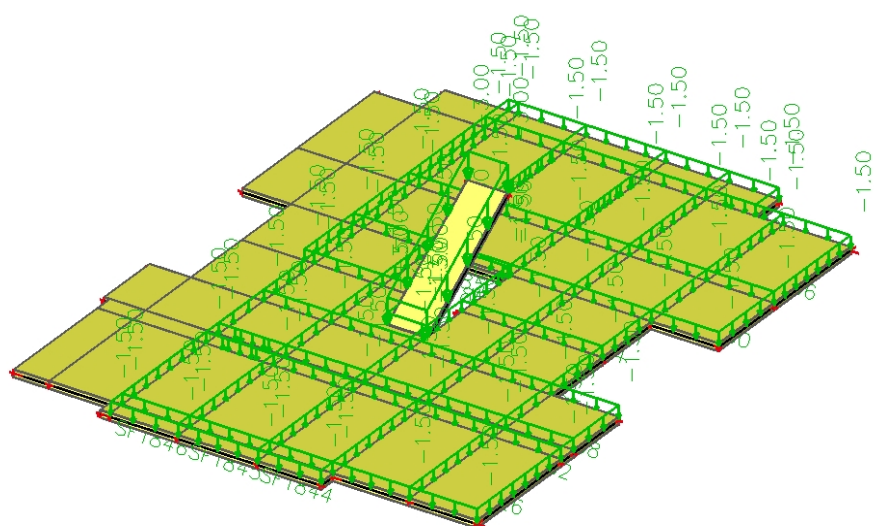
LC8 - UŽITNÉ ŠACH 1



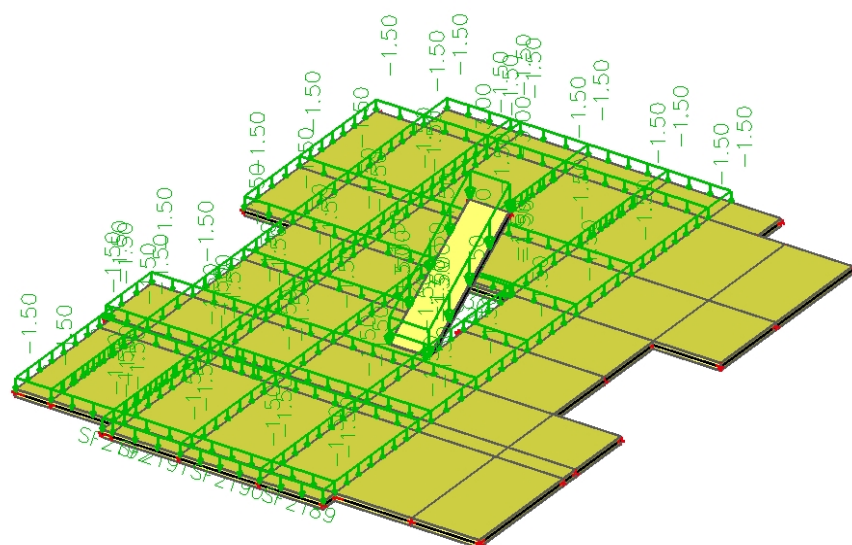
LC9 - UŽITNÉ ŠACH 2



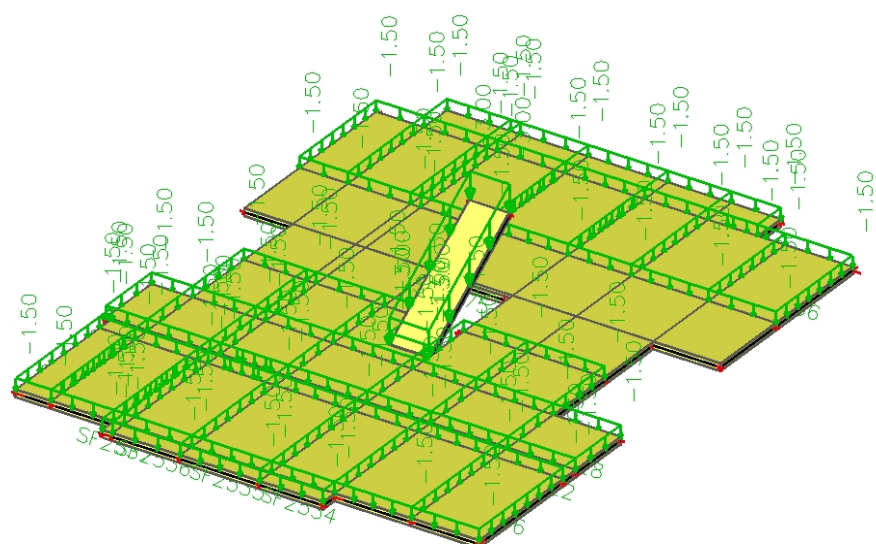
LC10 - UŽITNÉ ŠACH 3



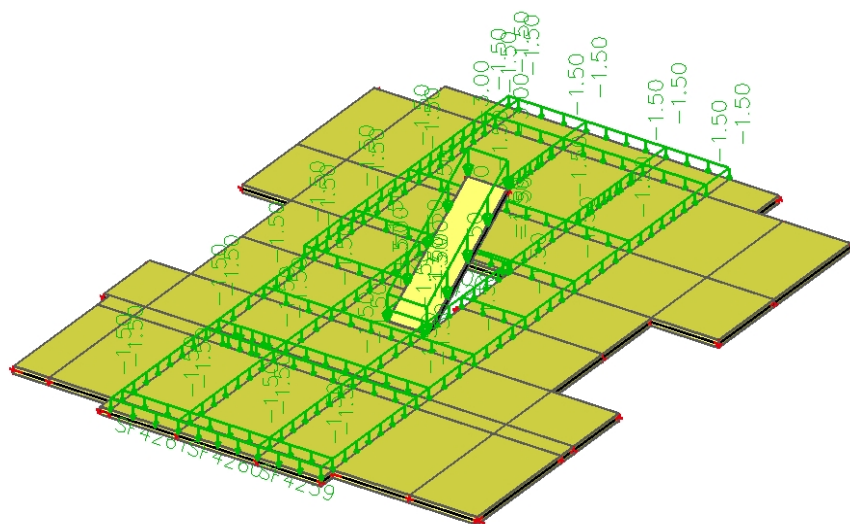
LC11 - UŽITNÉ ŠACH 4



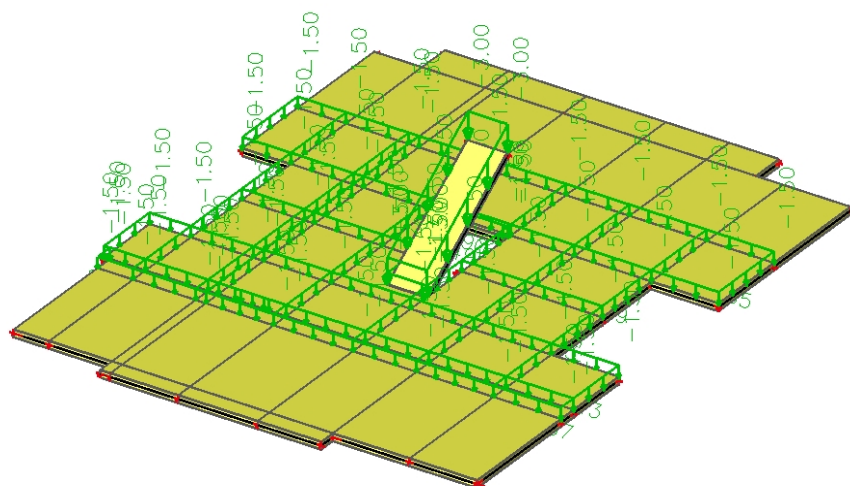
LC12 - UŽITNÉ ŠACH 5



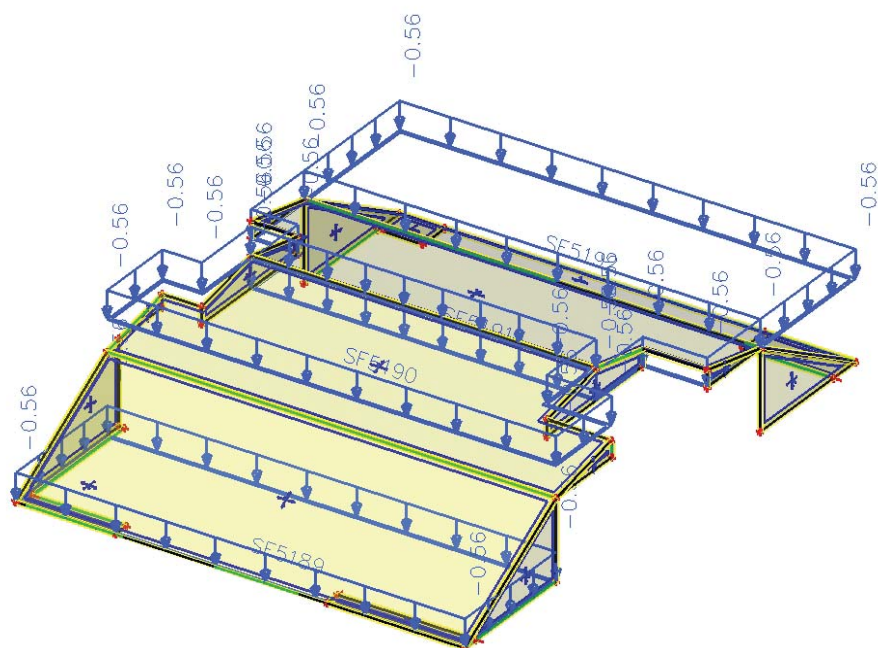
LC15 - UŽITNÉ ŠACH 8



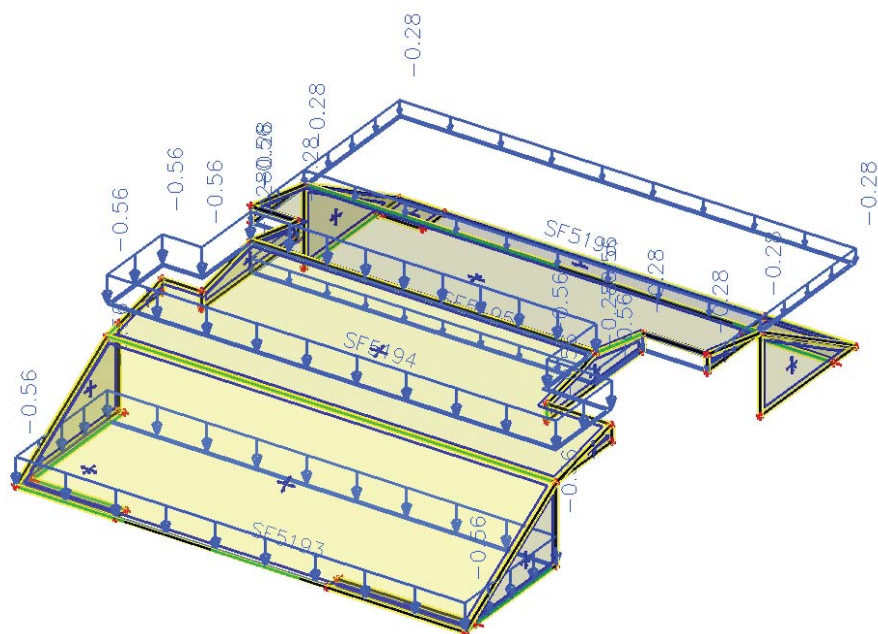
LC16 - UŽITNÉ ŠACH 9



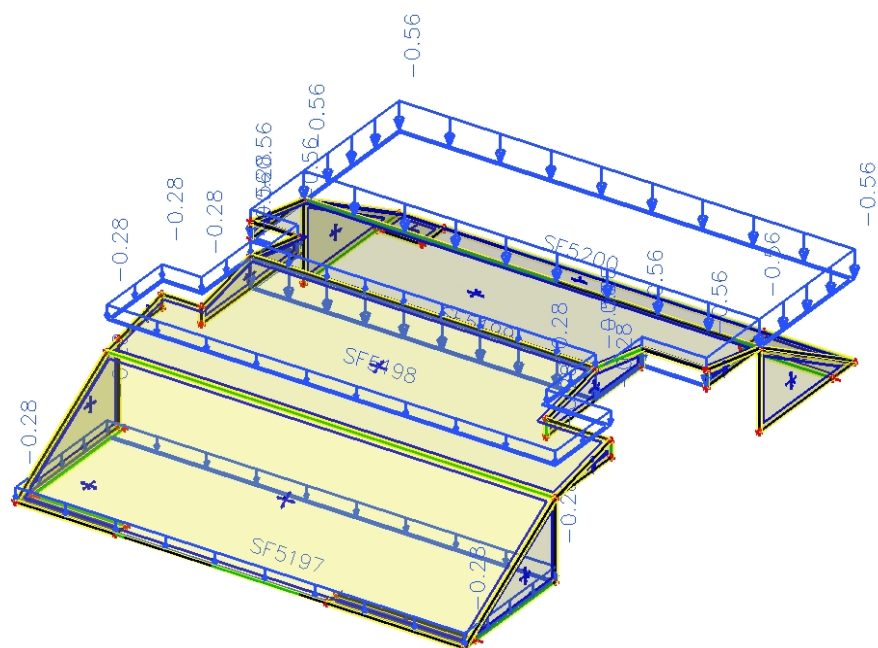
LC17 - SNÍH STAV I



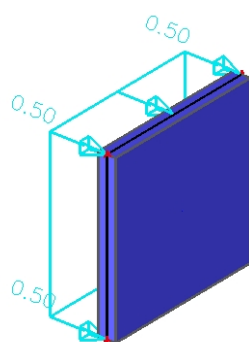
LC18 - SNÍH STAV II



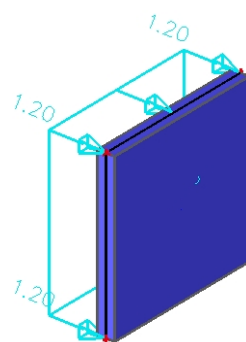
LC19 - SNÍH STAV III



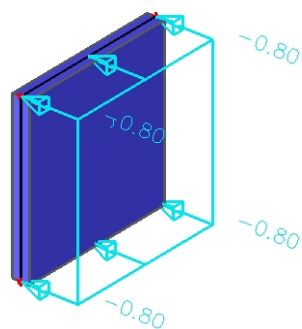
3DWnd1 - 0

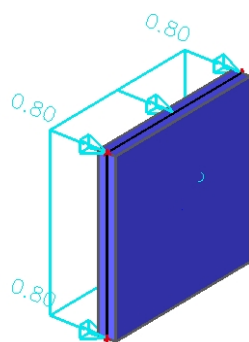


3DWnd3 - 90

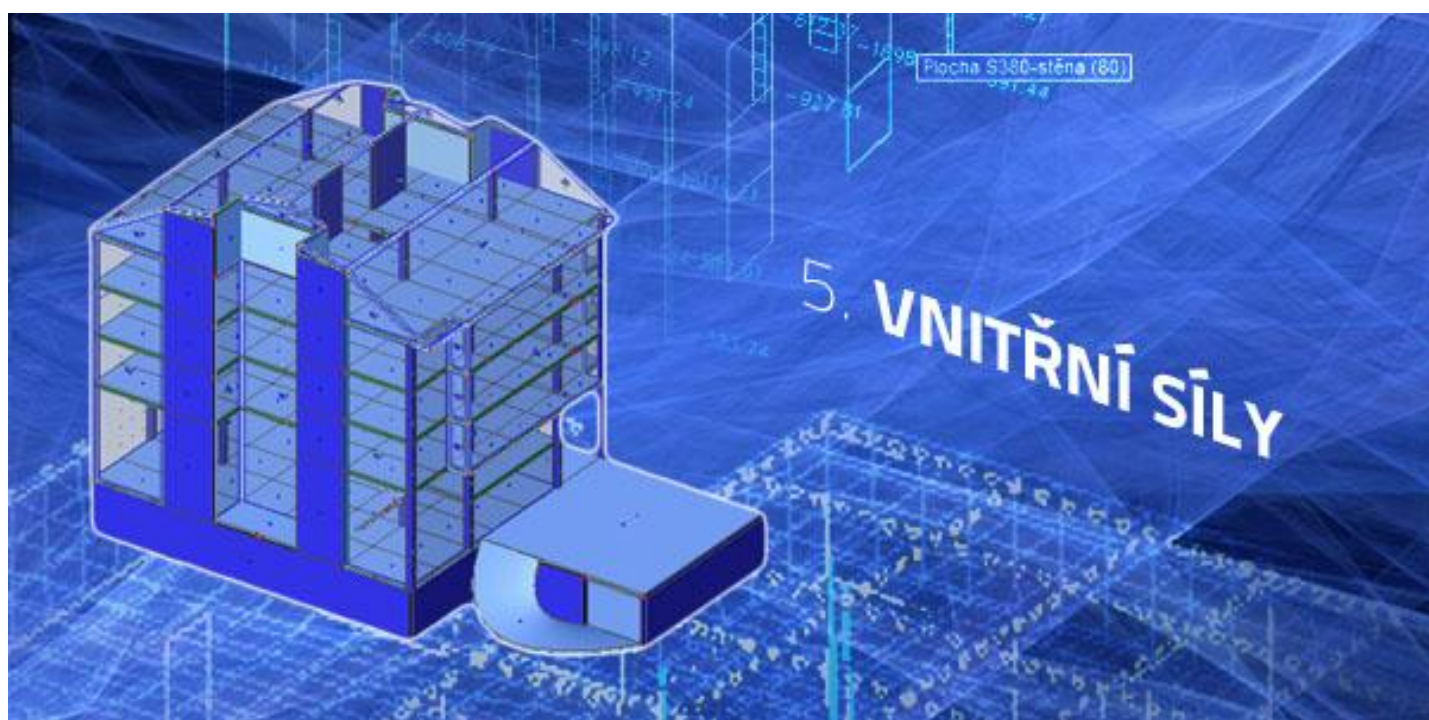


3DWnd5 - 180



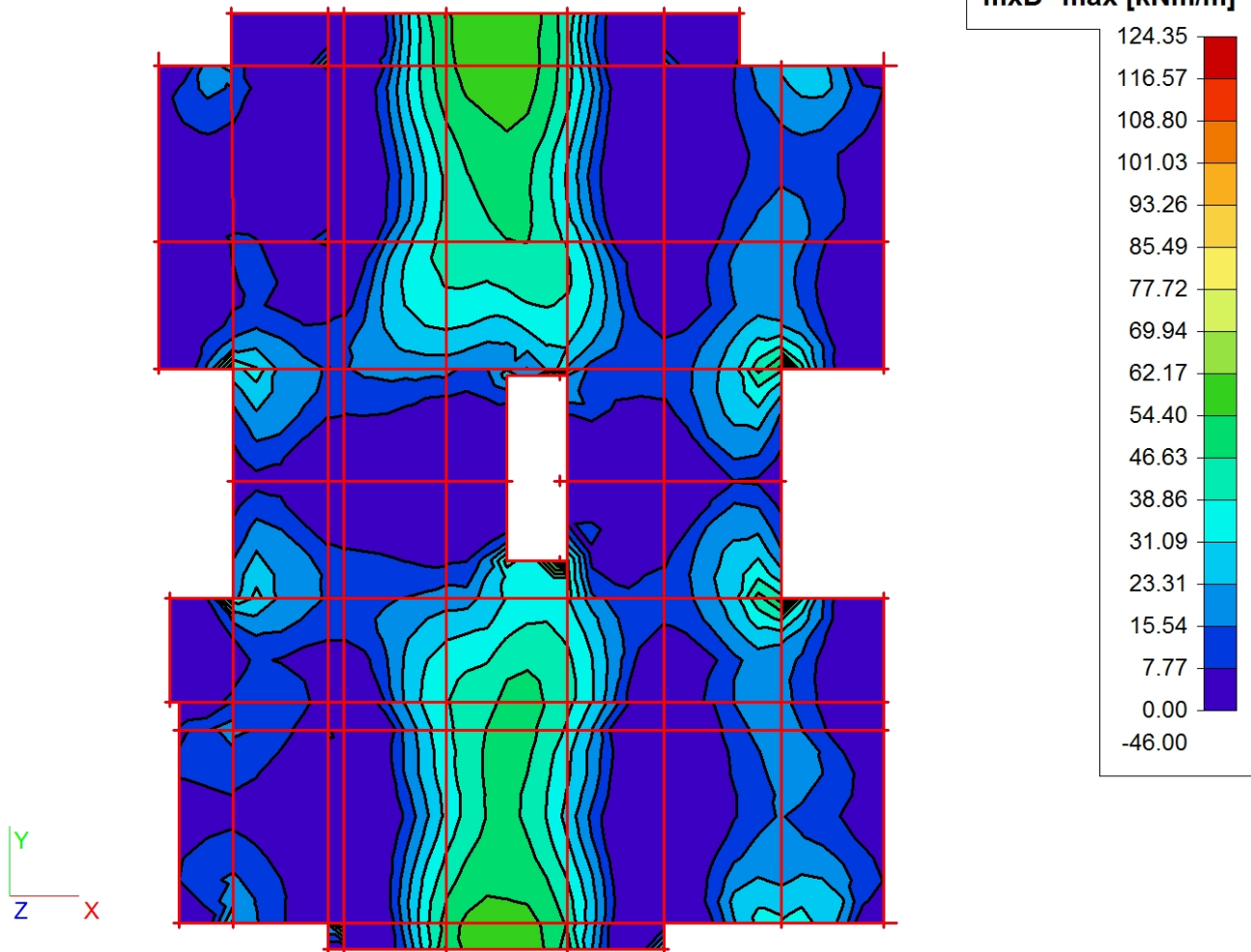


Students

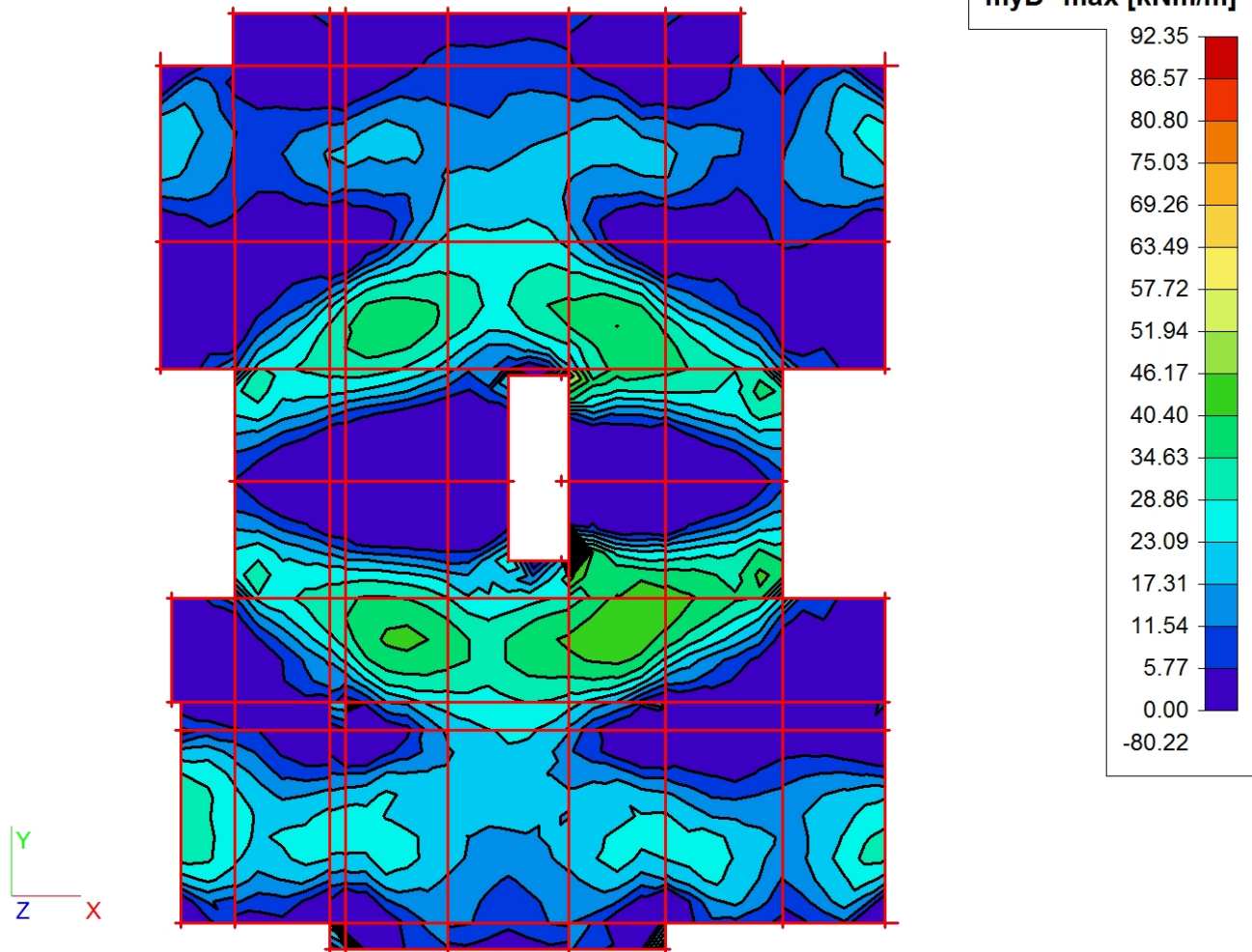


5.1. VNITŘNÍ SÍLY – DESKA D4 (2NP)

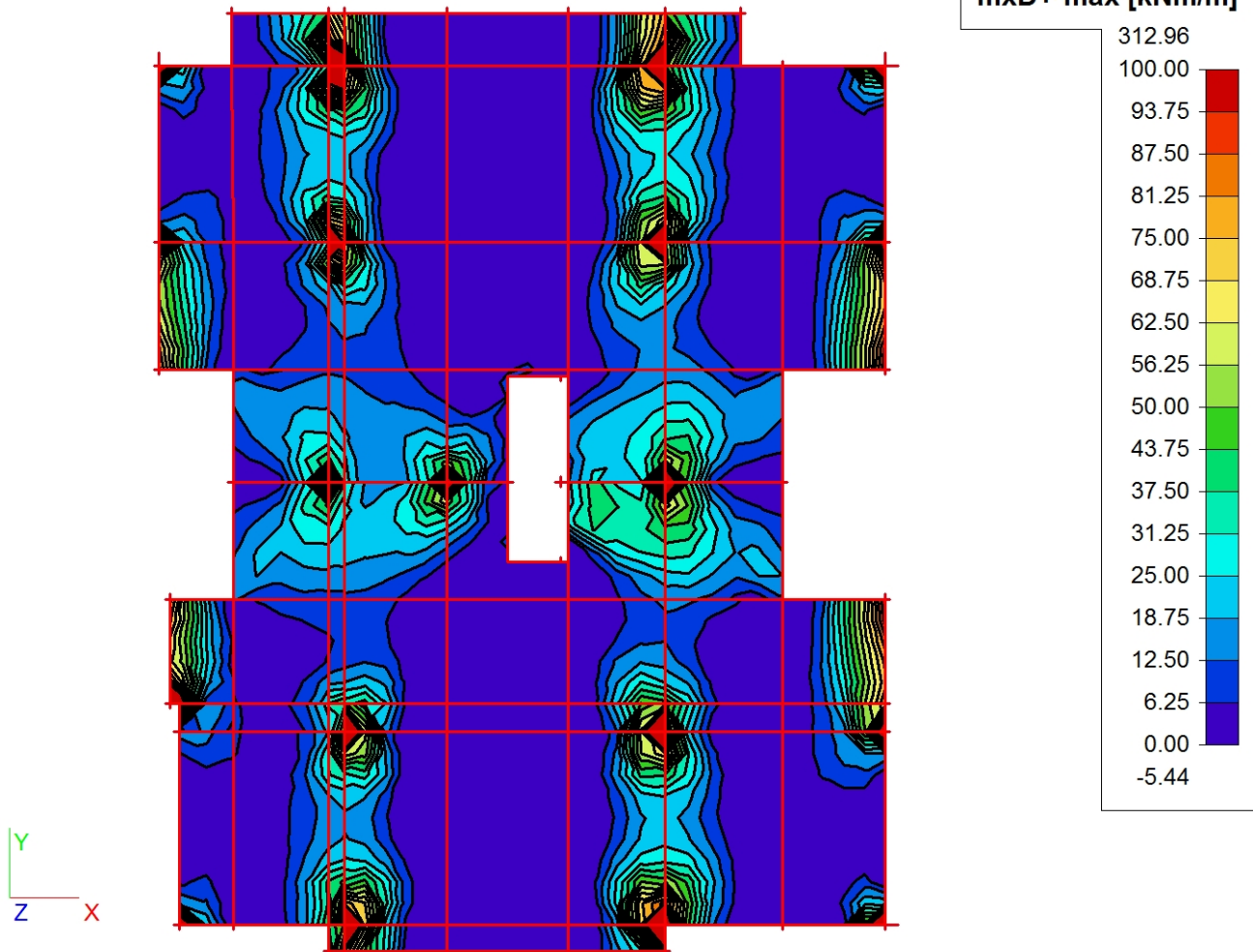
1. Plochy - Vnitřní síly; mxD-



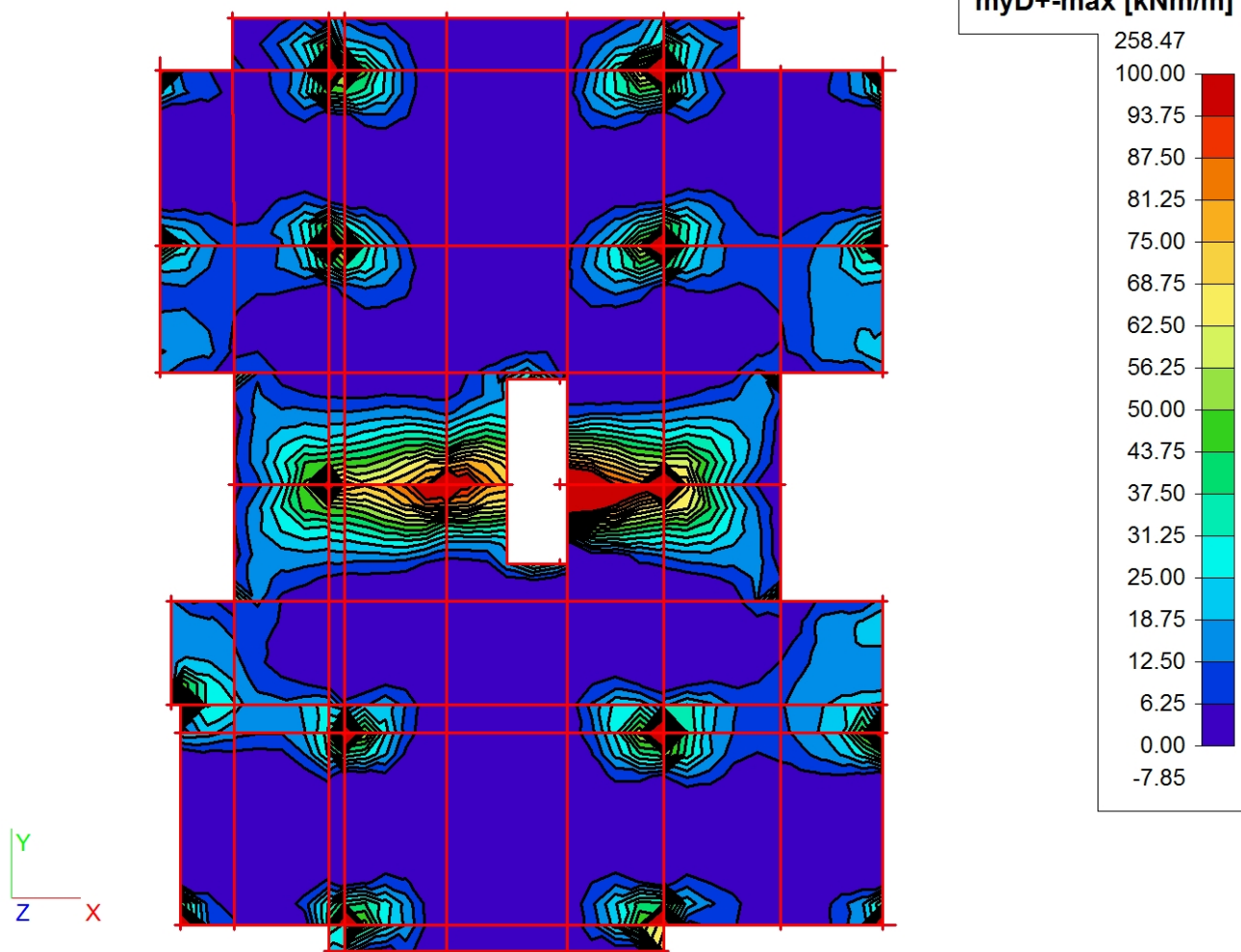
2. Plochy - Vnitřní síly; myD-



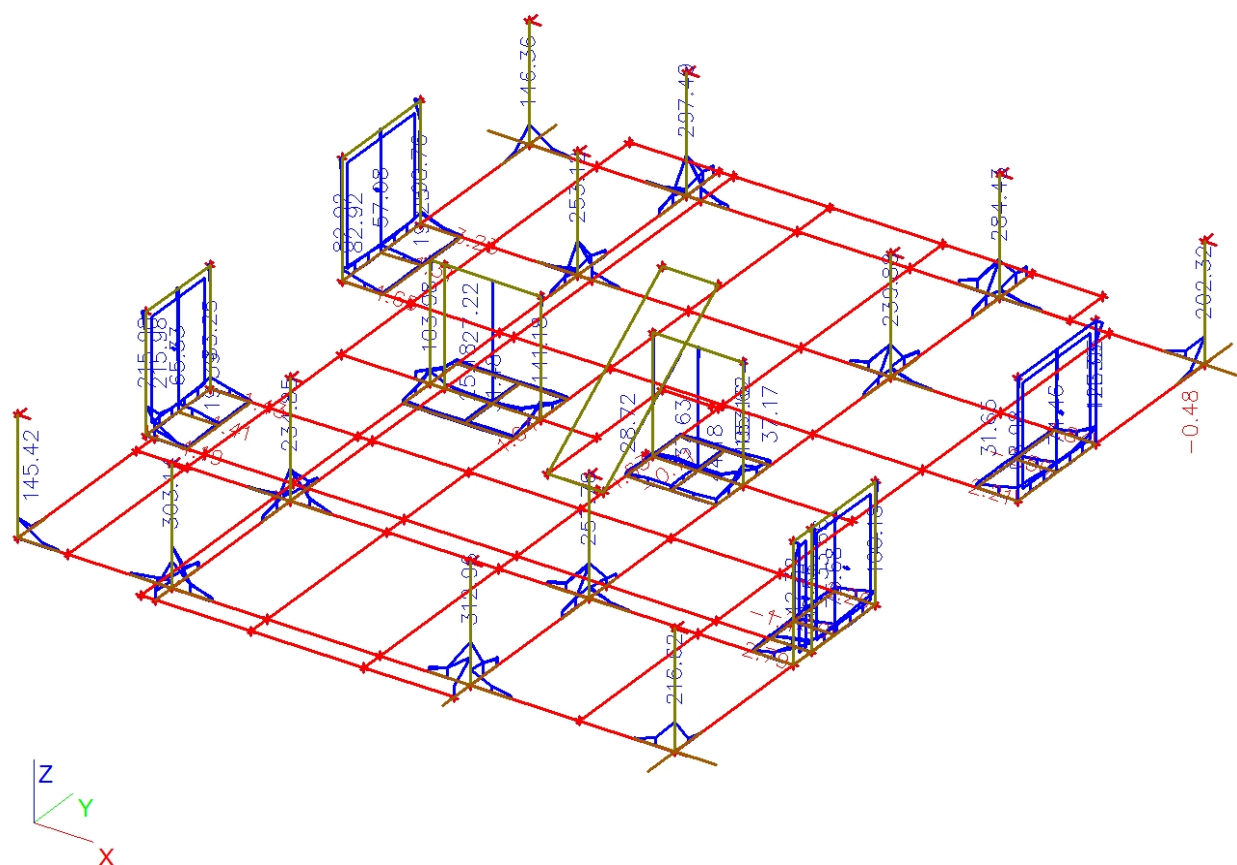
3. Plochy - Vnitřní síly; mxD+



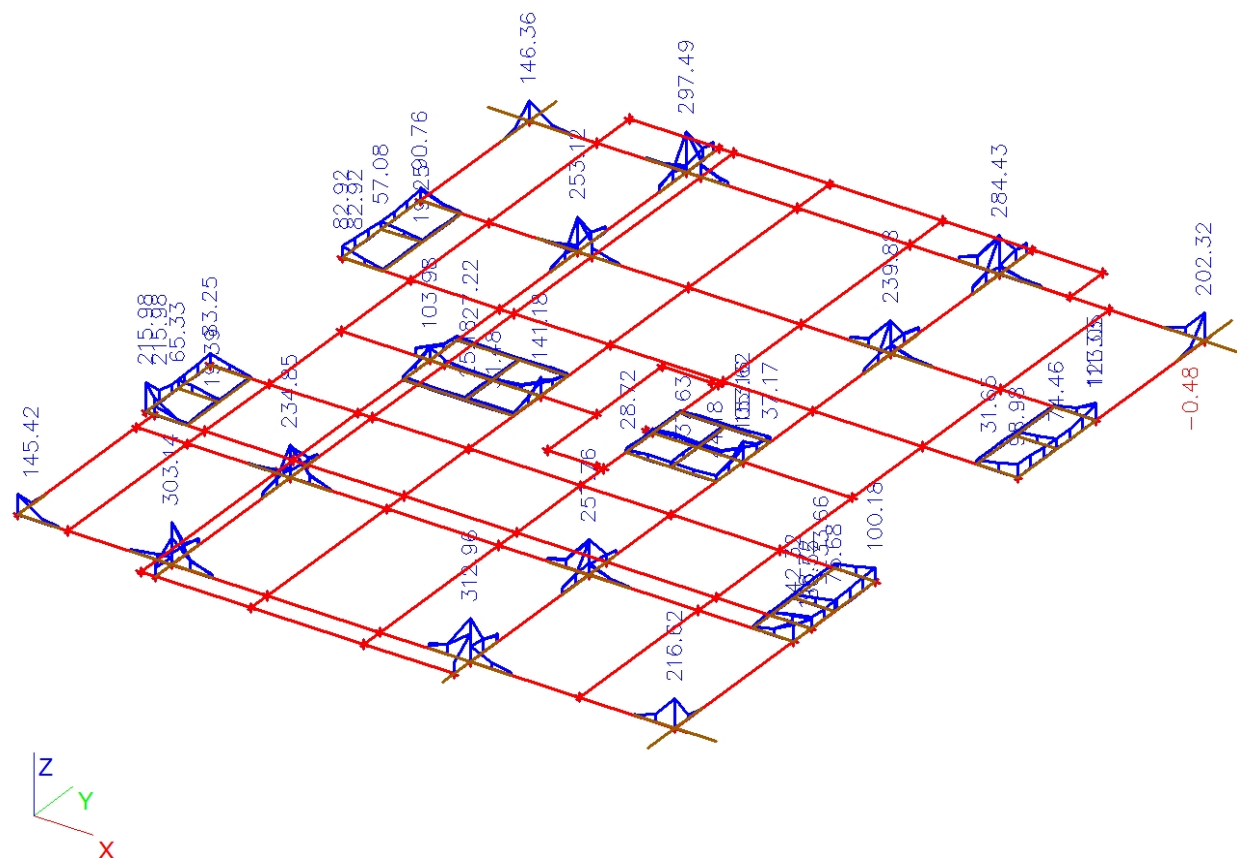
4. Plochy - Vnitřní síly; myD+



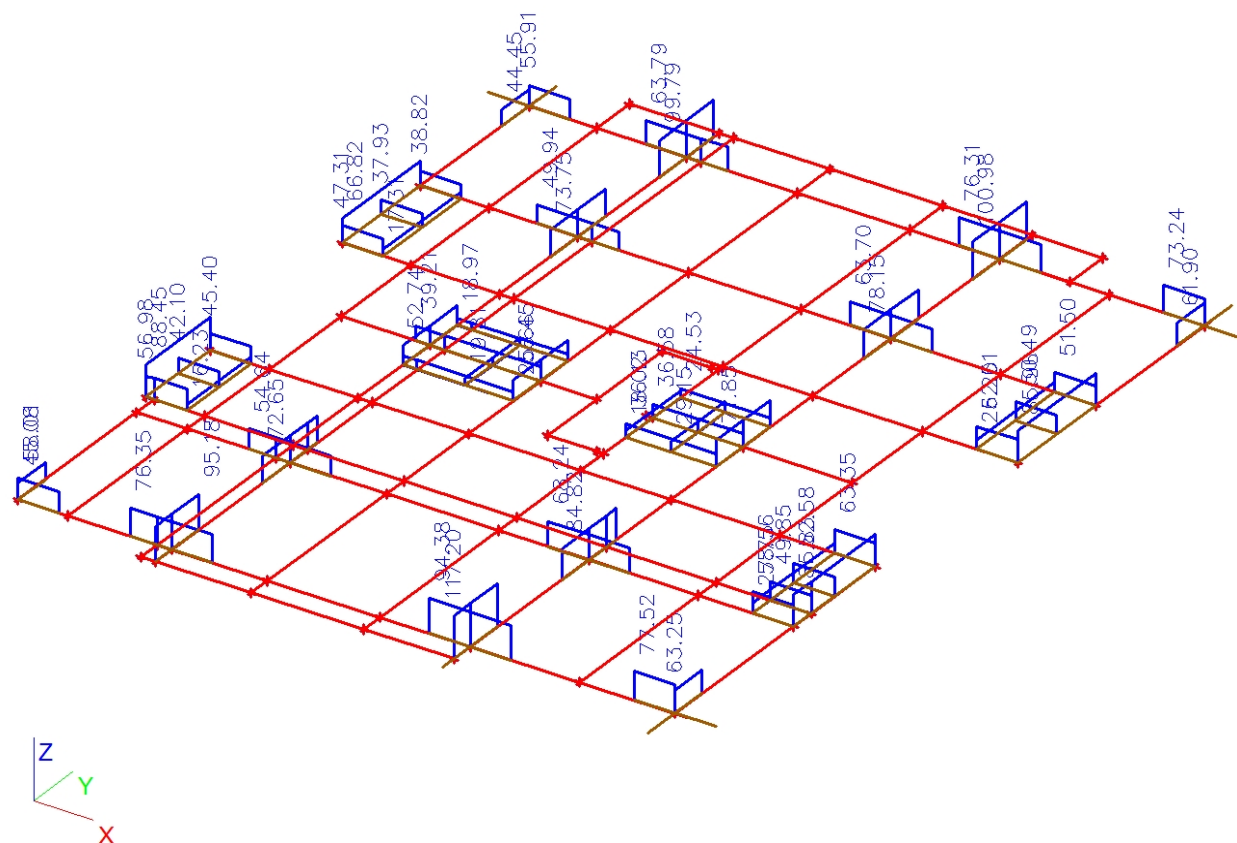
5. Plochy - Vnitřní síly; mxD+ ŘEZ

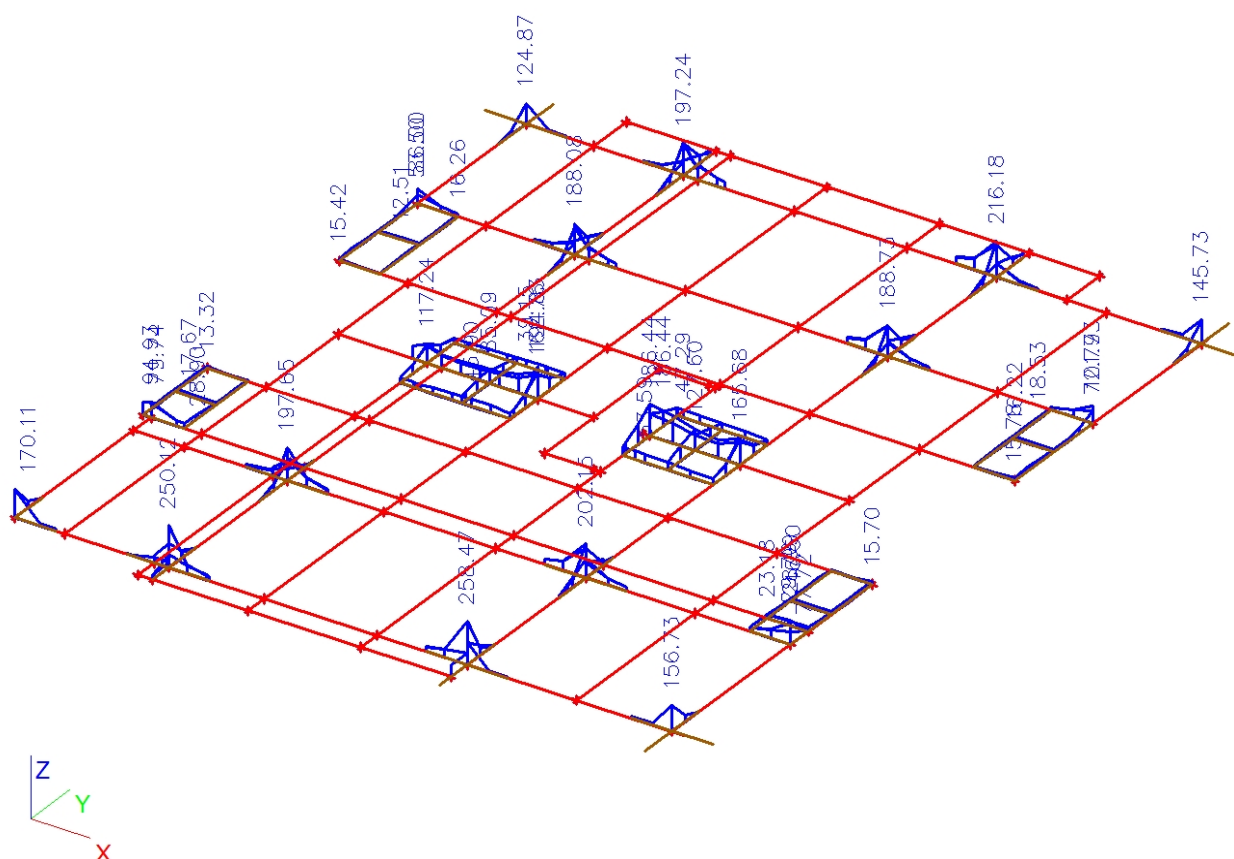


6. Plochy - Vnitřní síly; mxD+ ŘEZ

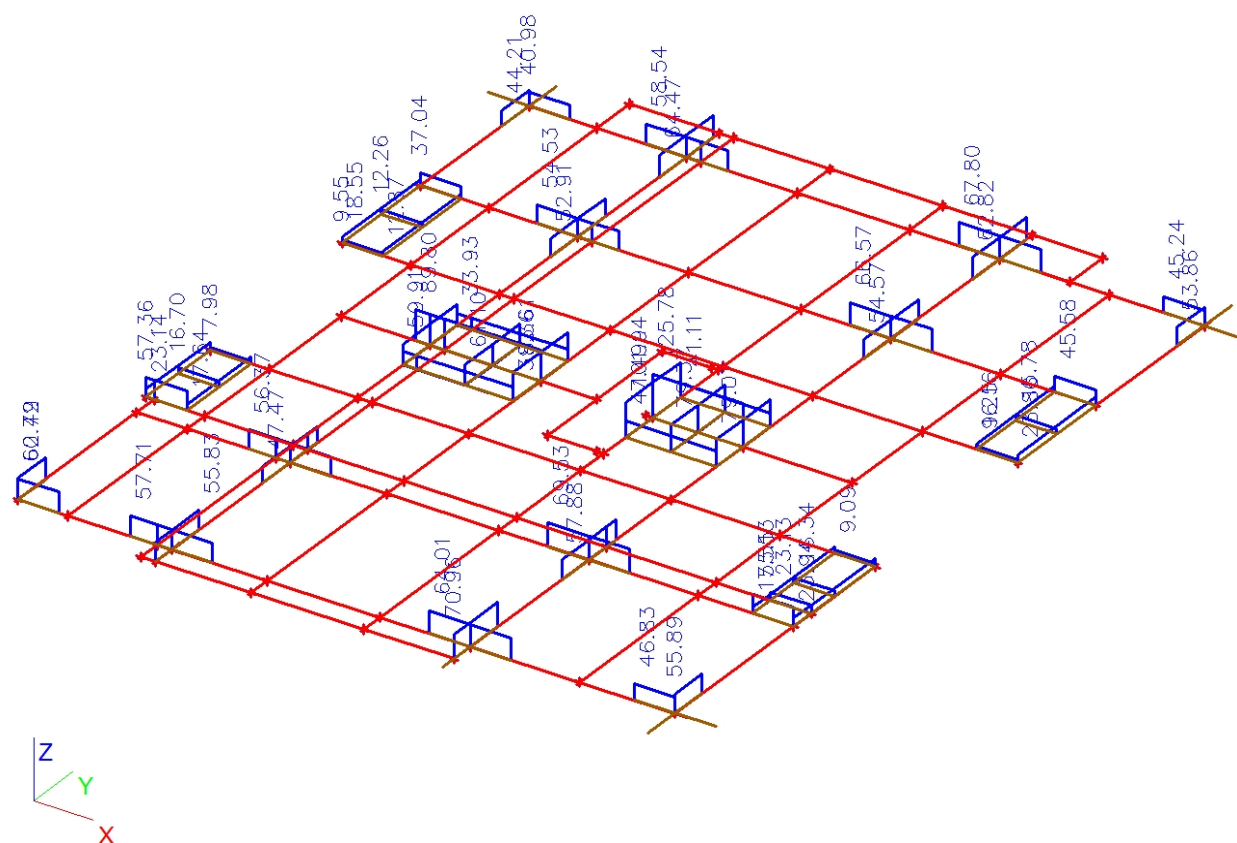


7. Plochy - Vnitřní síly; mxD+ ŘEZ ROVNOMĚRNÉ

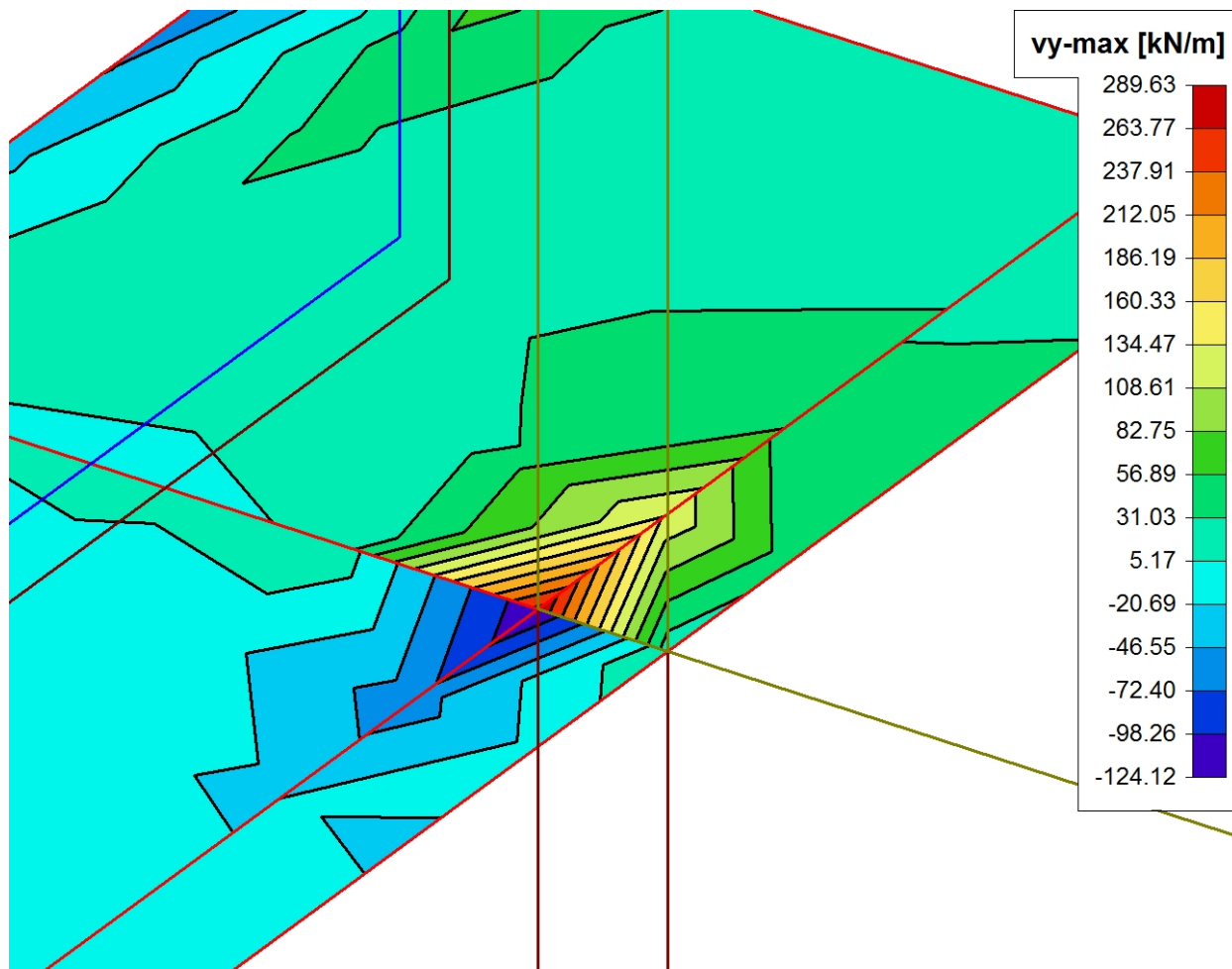




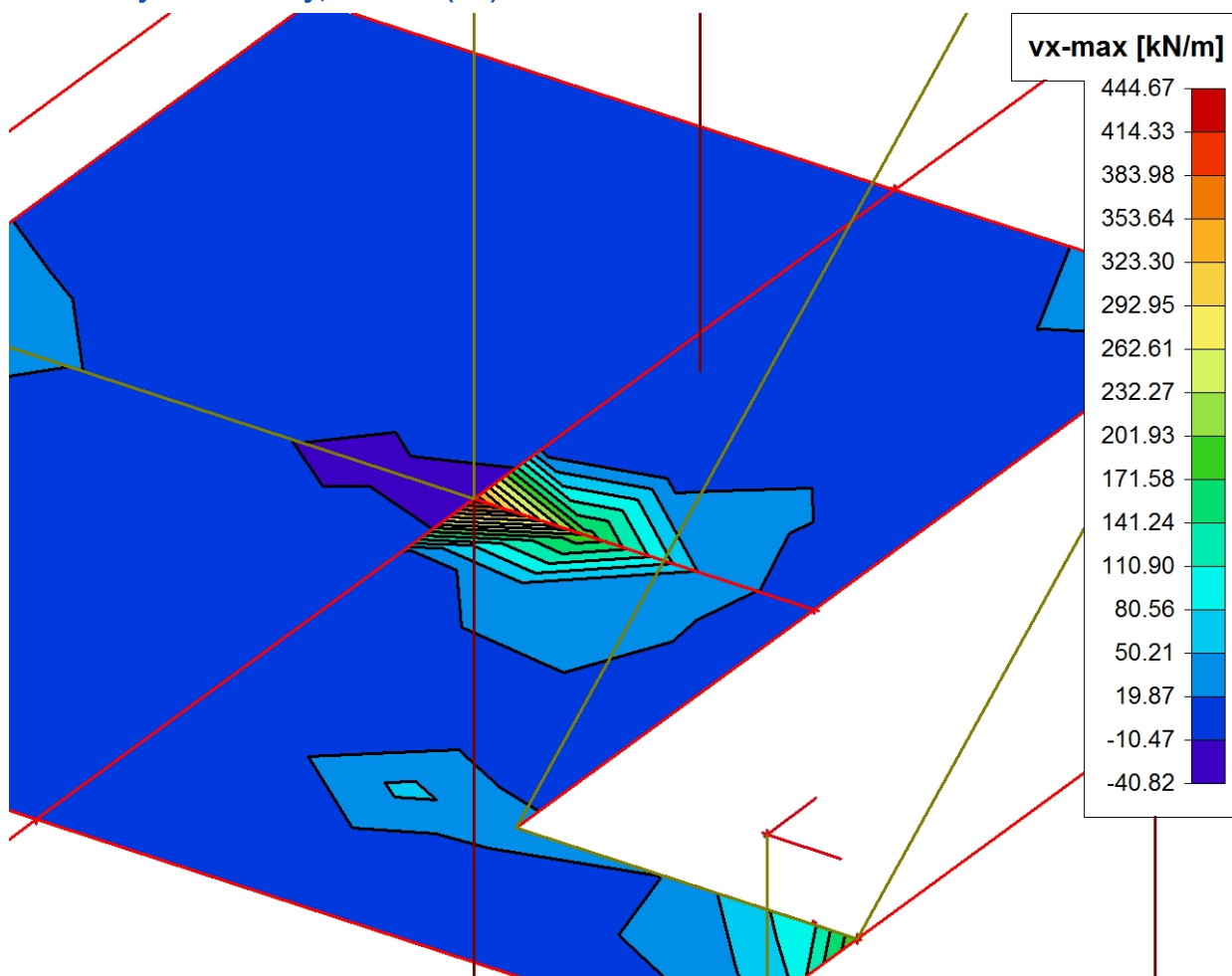
9. Plochy - Vnitřní síly; myD+ ŘEZ ROVNOMĚRNÉ



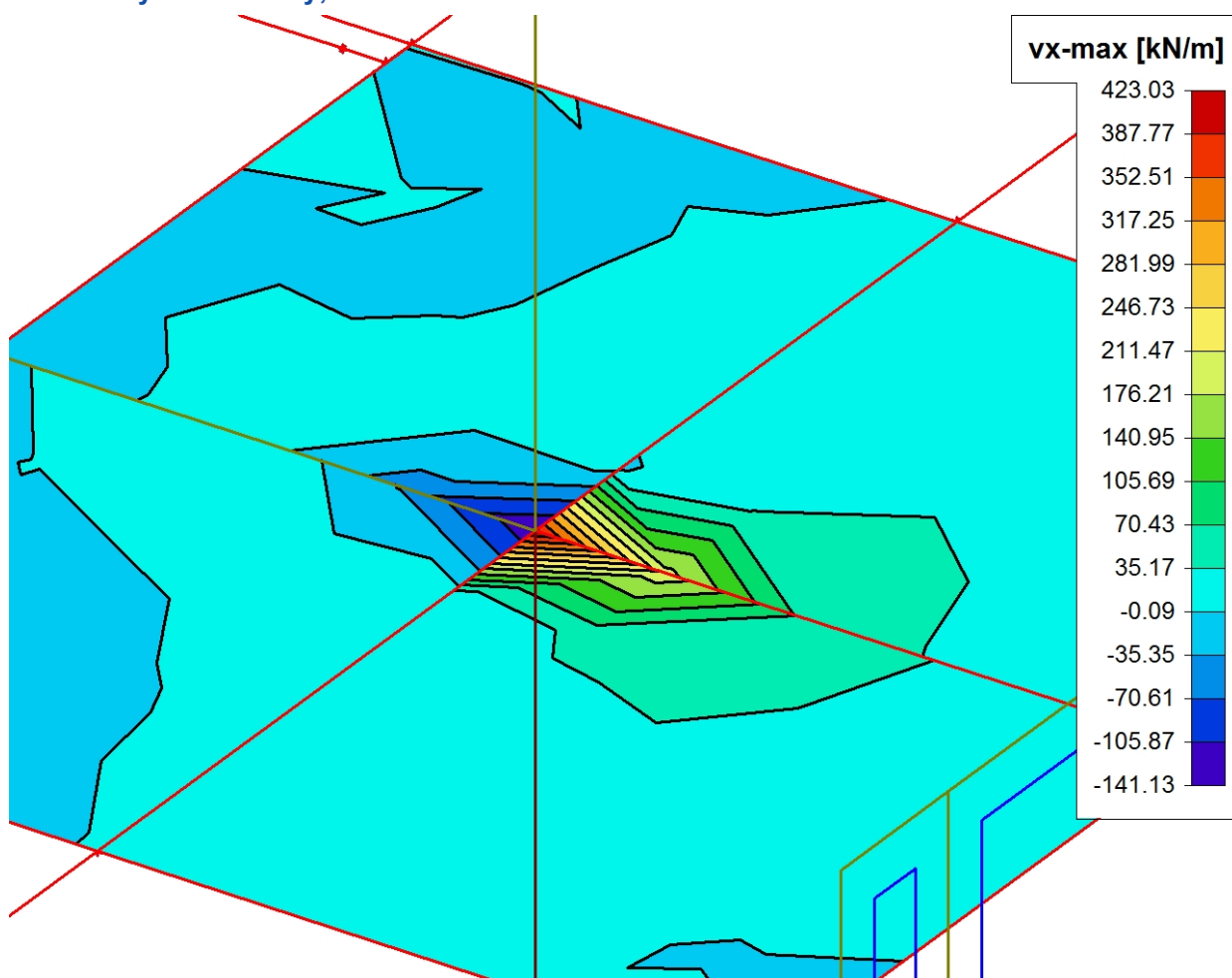
10. Plochy - Vnitřní síly; Ved ZS3(B1)



11. Plochy - Vnitřní síly; Ved ZS3(B2)



12. Plochy - Vnitřní síly; Ved ZS4



Lineární výpočet, Extrém : Globální

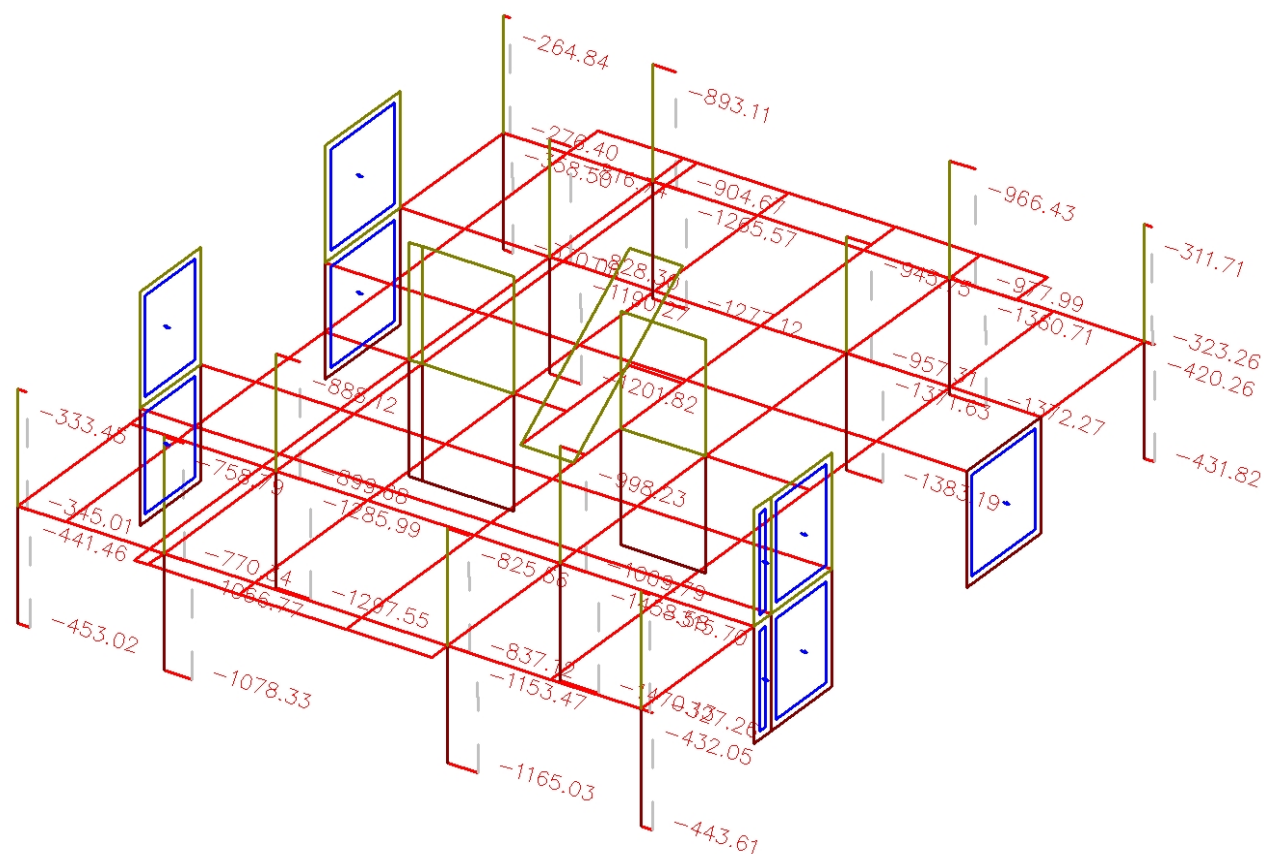
Výběr : S143,S144,S149,S150,S148,S147,S141,S142

Kombinace : CO1

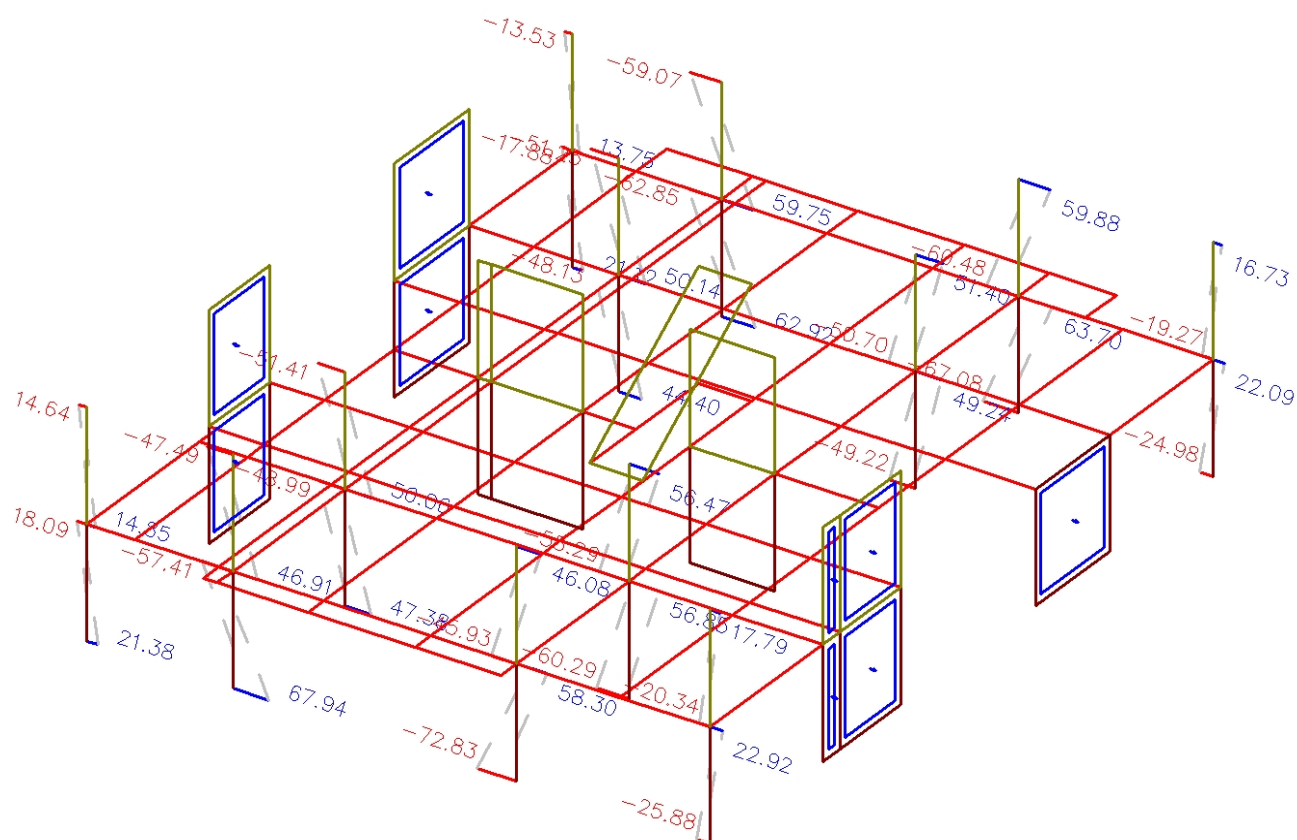
Základní veličiny. V uzlech, prům. na prvku.

Stav	Prvek	prvek	mx [kNm/m]	my [kNm/m]	mxy [kNm/m]	vx [kN/m]	vy [kN/m]	nx [kN/m]	ny [kN/m]	nxy [kN/m]
Studentká verze	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*	*Studentká verze*
CO1	S141	2830	-135.40	-145.07	7.96	200.69	-378.50	-73.46	-25.48	12.04
CO1	S143	2873	65.56	43.75	35.39	170.04	195.67	68.77	-92.55	-4.85
CO1	S142	2850	-20.87	-179.89	-2.37	-19.66	-225.06	40.13	37.82	-70.14
CO1	S142	2853	28.73	80.95	13.50	-43.10	-83.40	-91.99	-26.14	89.70
CO1	S141	2813	3.06	5.73	-26.96	-12.94	-65.53	-3.94	-2.58	-0.02
CO1	S148	2964	-96.83	-130.69	2.23	-332.11	142.11	22.39	0.49	-64.54
CO1	S143	2856	-23.79	-44.69	22.64	439.48	-94.67	-23.80	3.22	51.08
CO1	S143	2856	-116.82	-168.34	3.20	101.51	-429.99	-69.78	-14.94	16.93
CO1	S149	3000	-22.05	-35.05	2.83	385.18	363.77	-23.28	2.50	-21.01
CO1	S142	2853	6.00	23.24	4.15	-149.33	-257.88	-342.38	-125.81	21.15
CO1	S143	2871	30.53	-10.75	-0.10	12.69	-40.35	170.88	201.36	30.98
CO1	S143	2873	15.96	8.49	11.56	41.68	50.26	-6.20	-419.20	-43.30
CO1	S149	2987	45.53	33.89	-1.89	203.71	-5.82	43.43	293.74	-25.11
CO1	S149	2987	0.90	-2.73	-18.48	12.81	-160.17	-26.20	12.67	-146.27
CO1	S148	2975	17.63	28.75	-3.06	0.70	22.13	91.07	286.56	177.43

13. Vnitřní síly na prutu; N

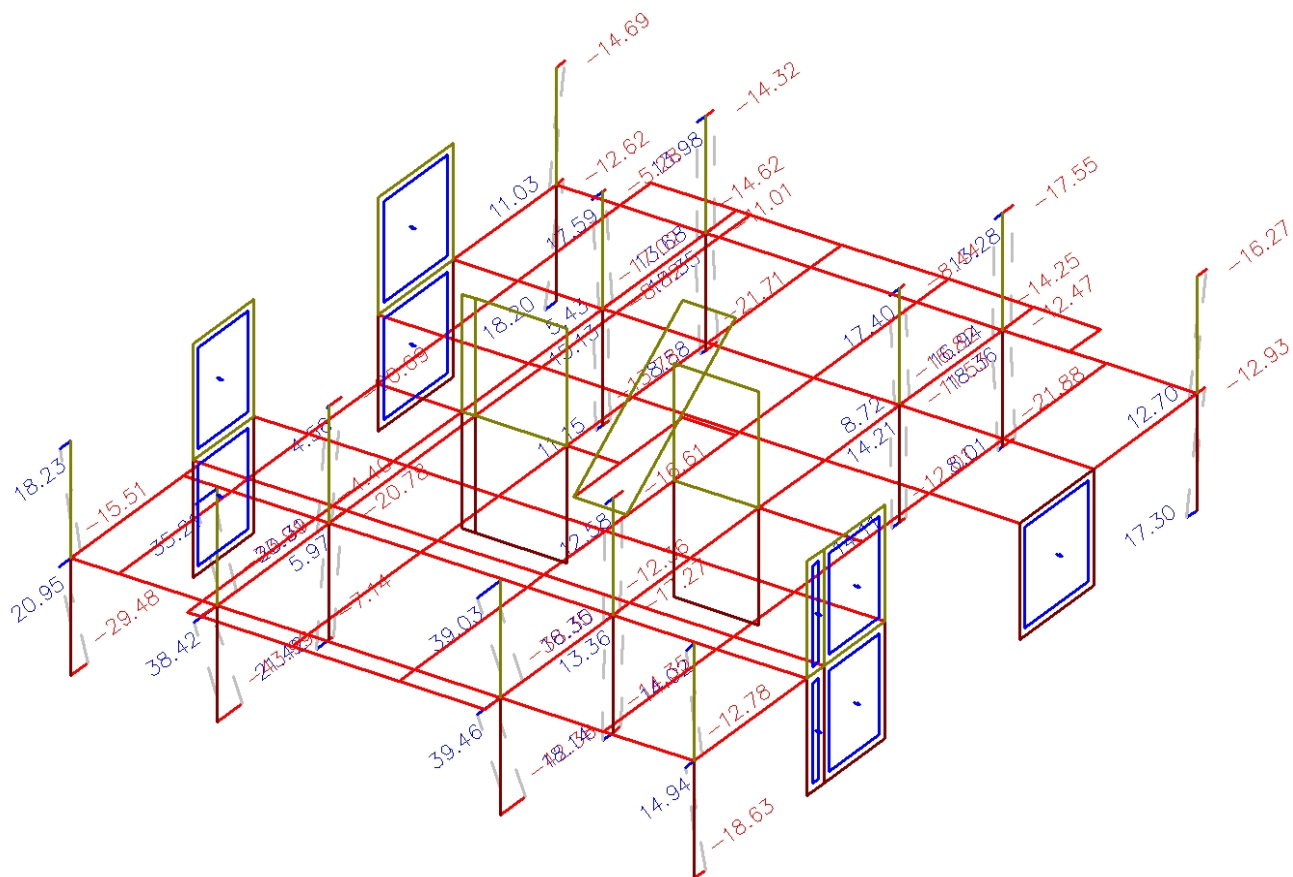


14. Vnitřní síly na prutu; M_y



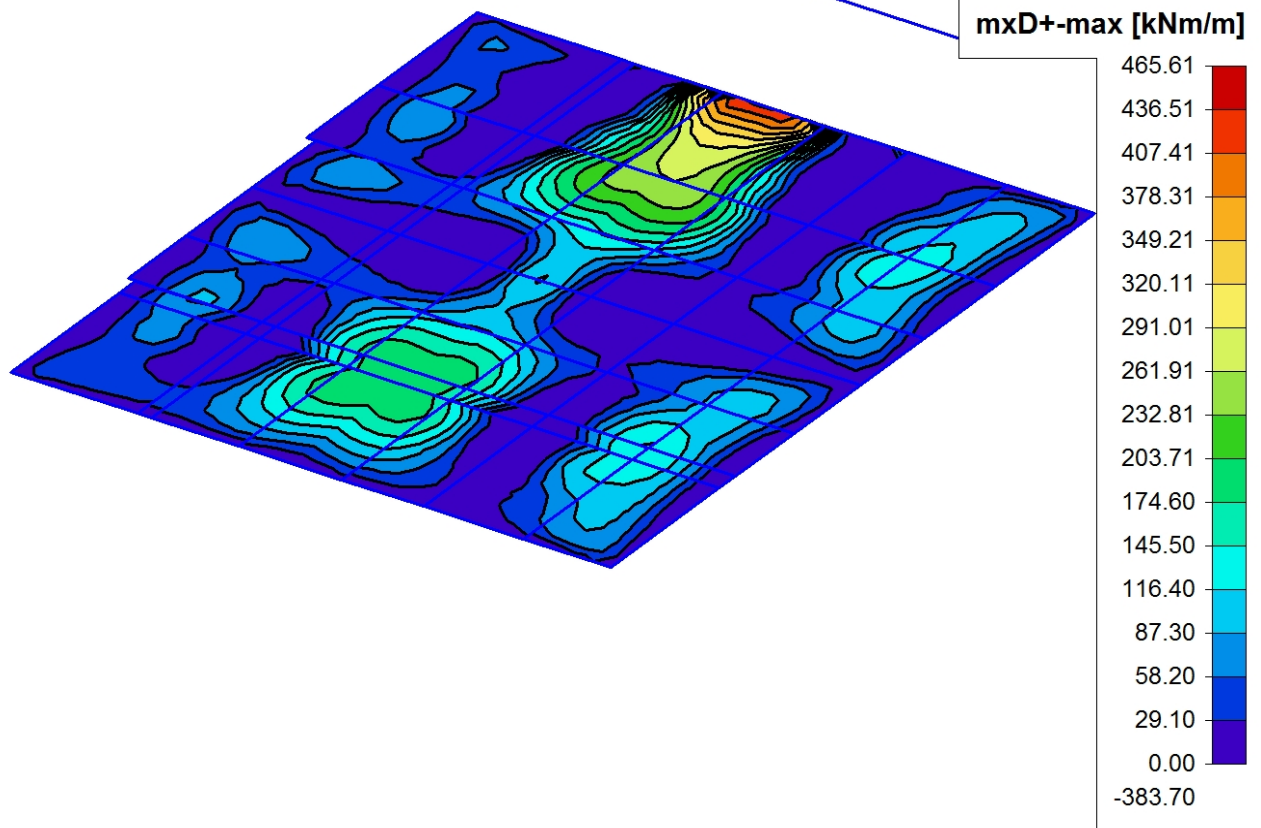
Scia

15. Vnitřní síly na prutu; Mz



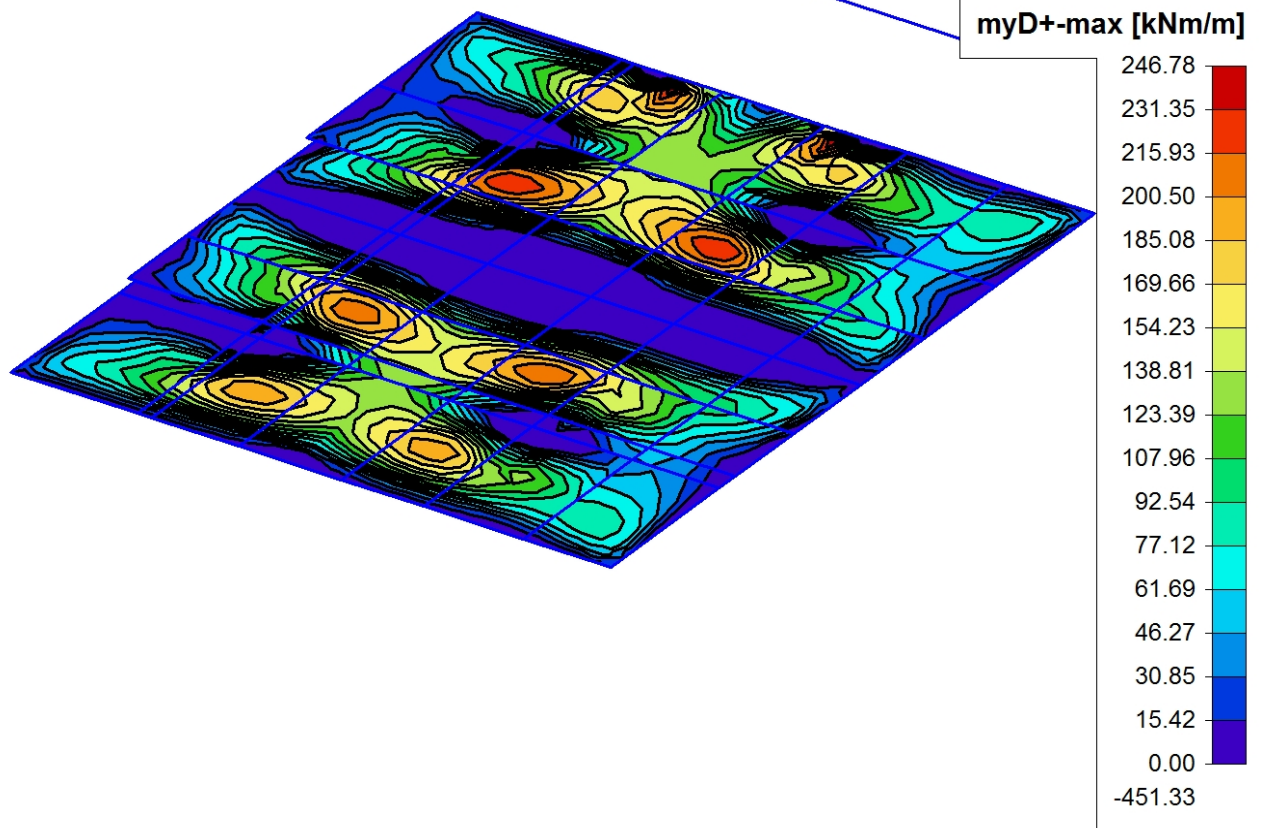
5.2. VNITŘNÍ SÍLY – DESKA D1 (1PP)

1. Plochy - Vnitřní síly; mxD+



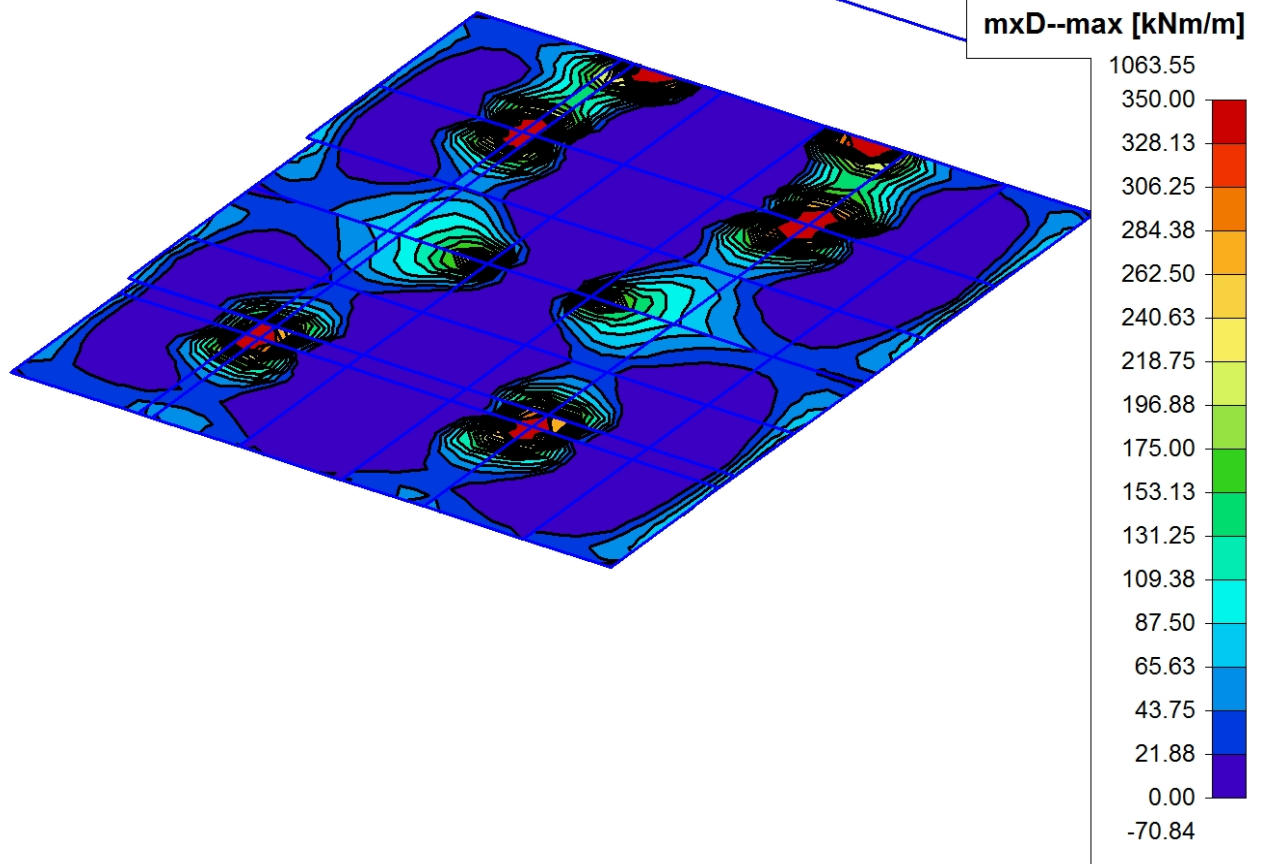
Studia

2. Plochy - Vnitřní síly; myD+



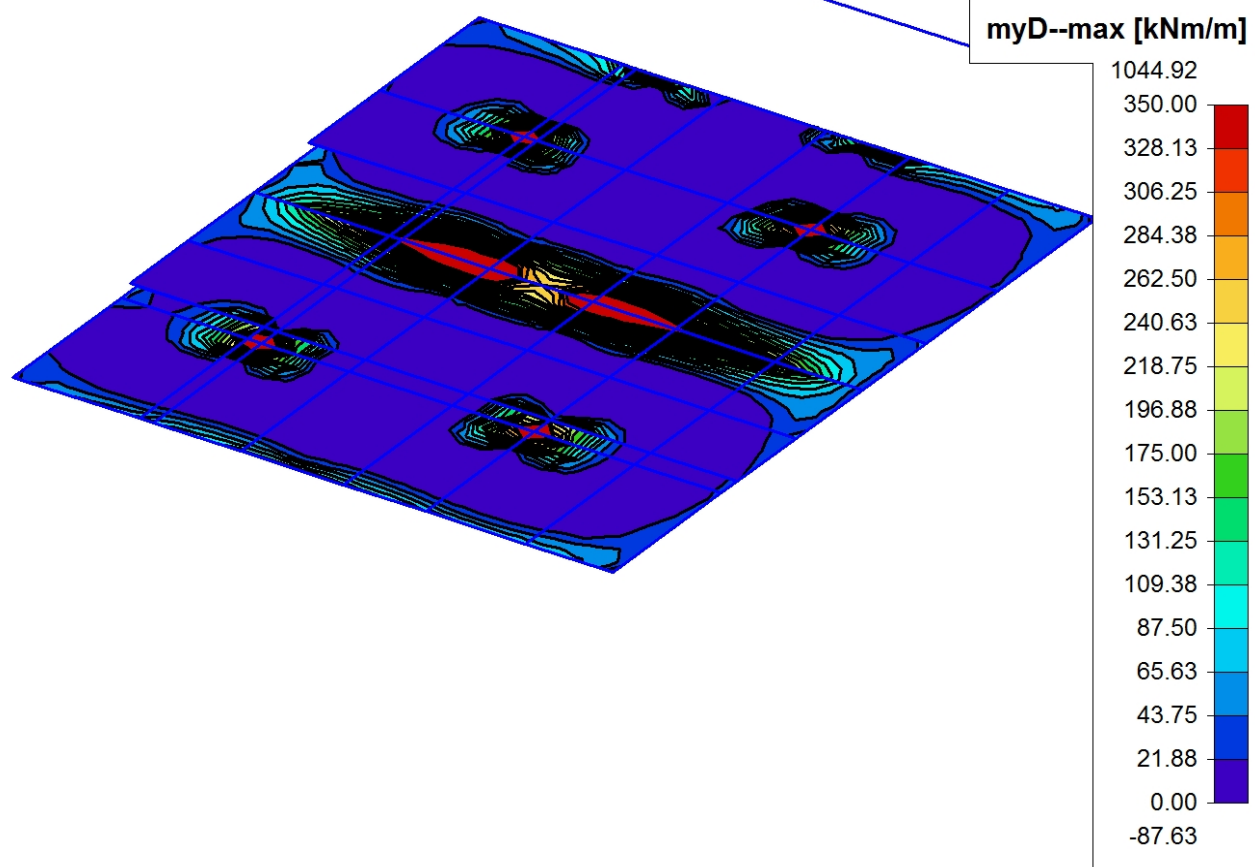
Stu

3. Plochy - Vnitřní síly; mxD-



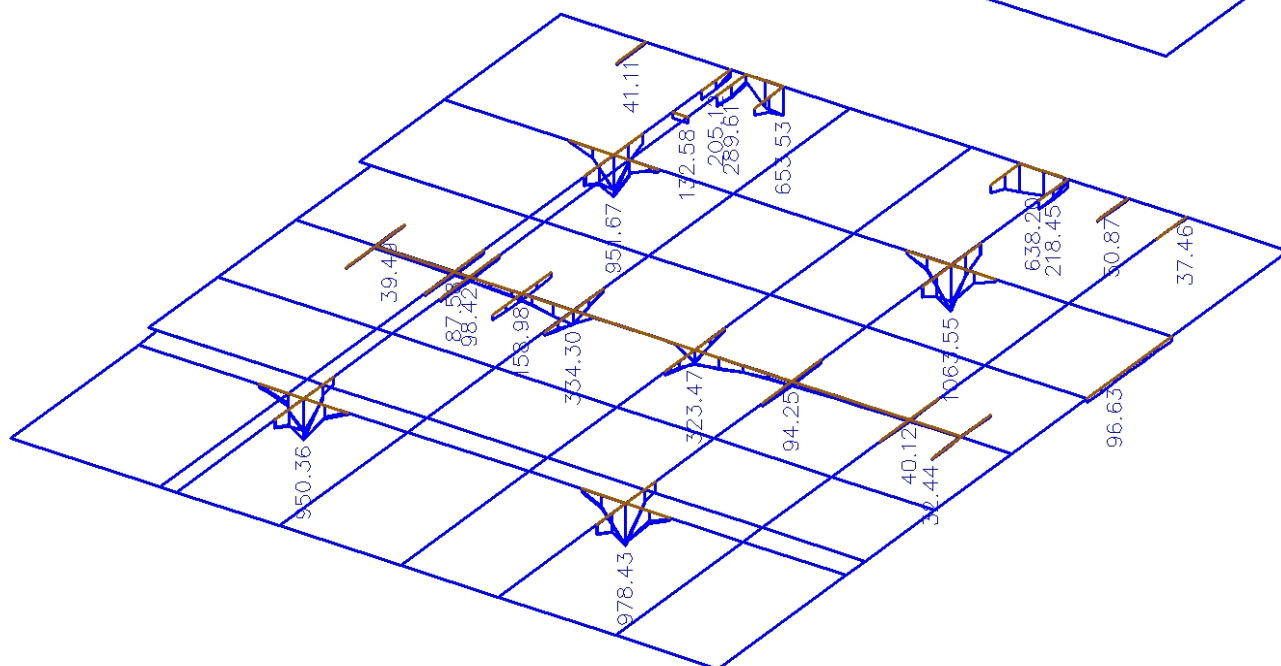
Studia

4. Plochy - Vnitřní síly; myD-

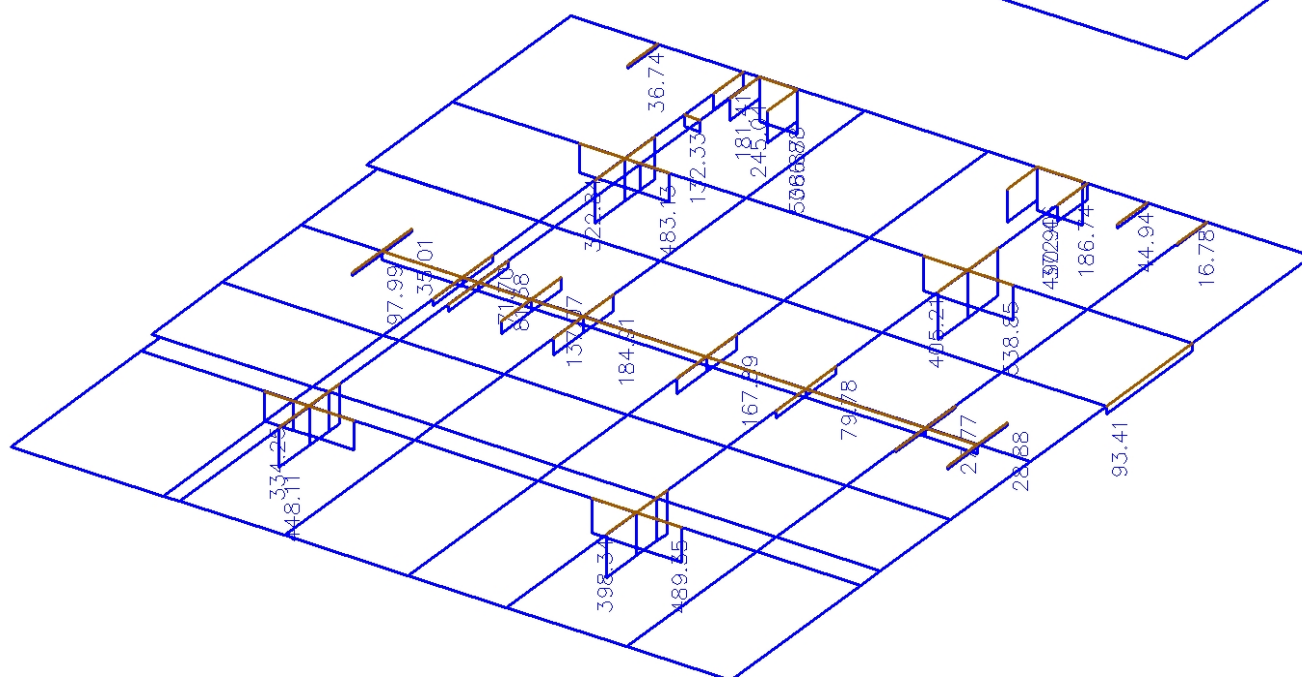


Stura

5. Plochy - Vnitřní síly; mxD- ŘEZ

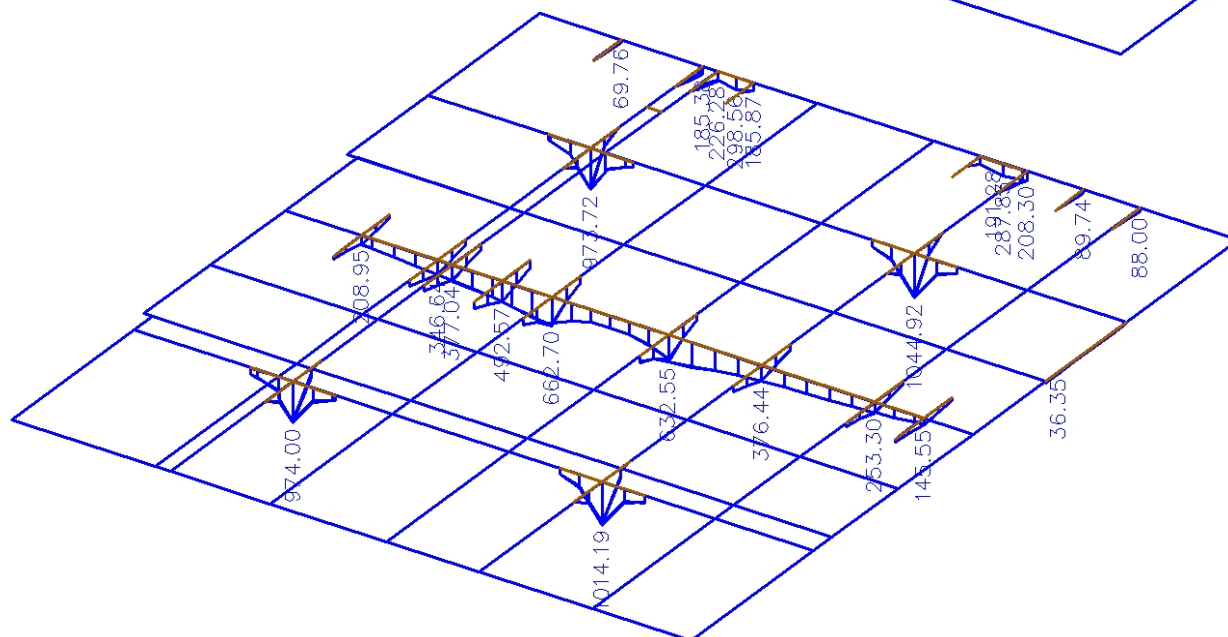


6. Plochy - Vnitřní síly; mxD-, ŘEZ ROVNOMĚRNÉ

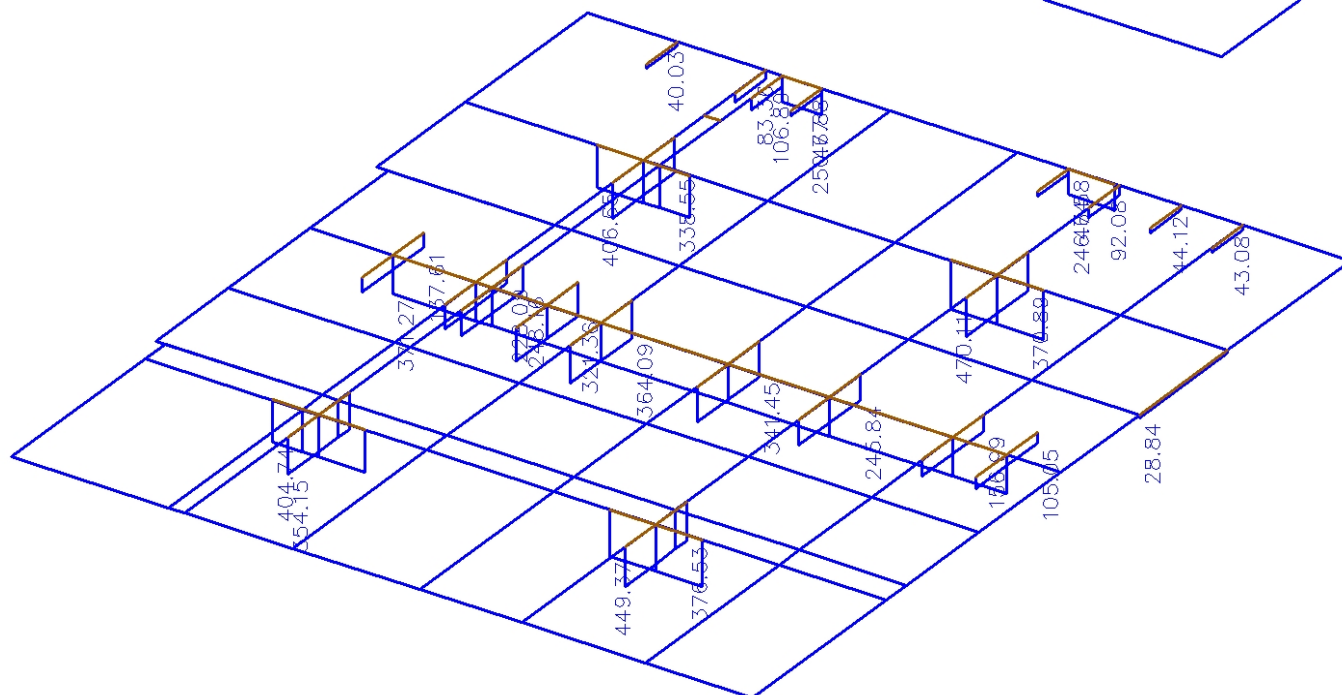


Stude

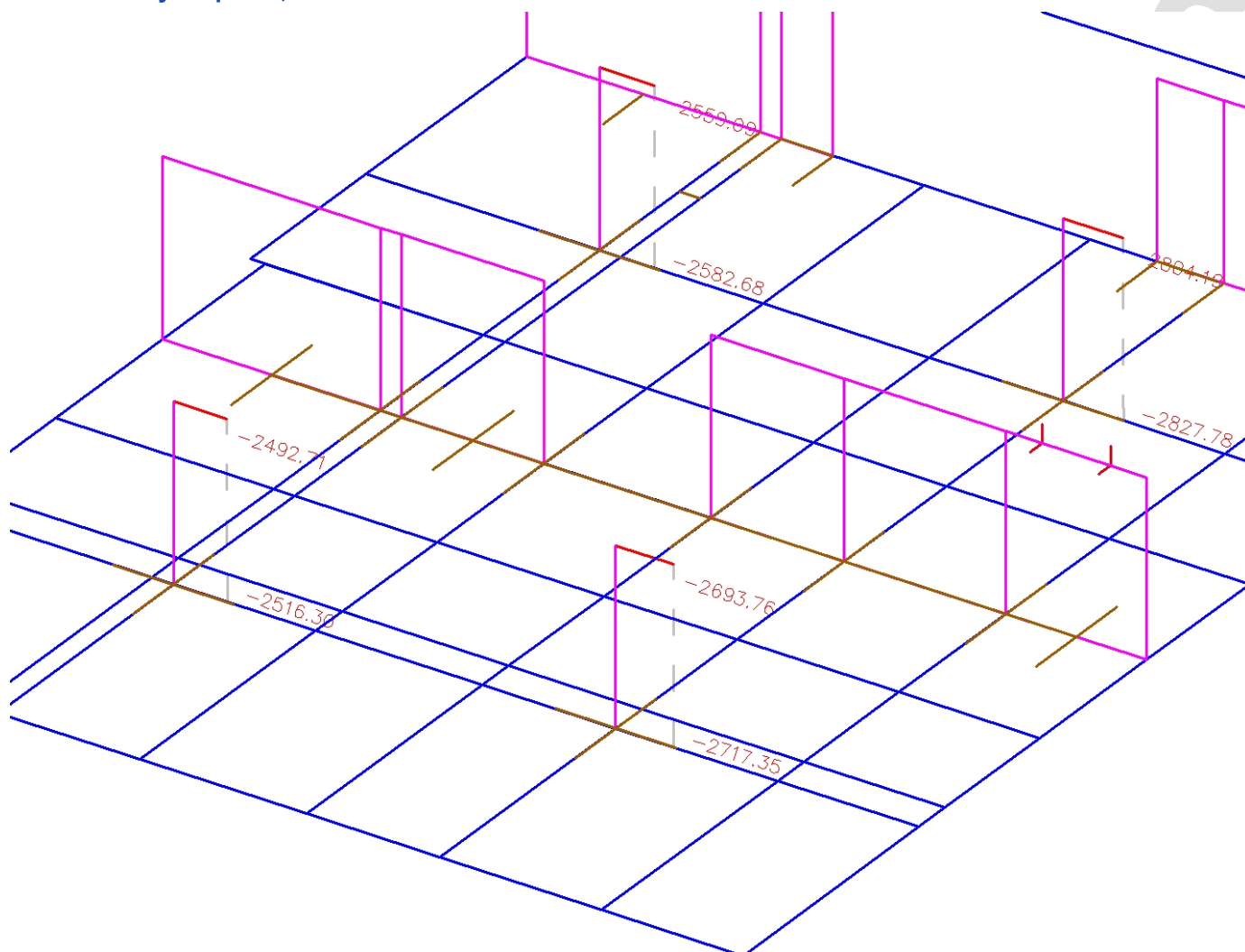
7. Plochy - Vnitřní síly; myD- ŘEZ



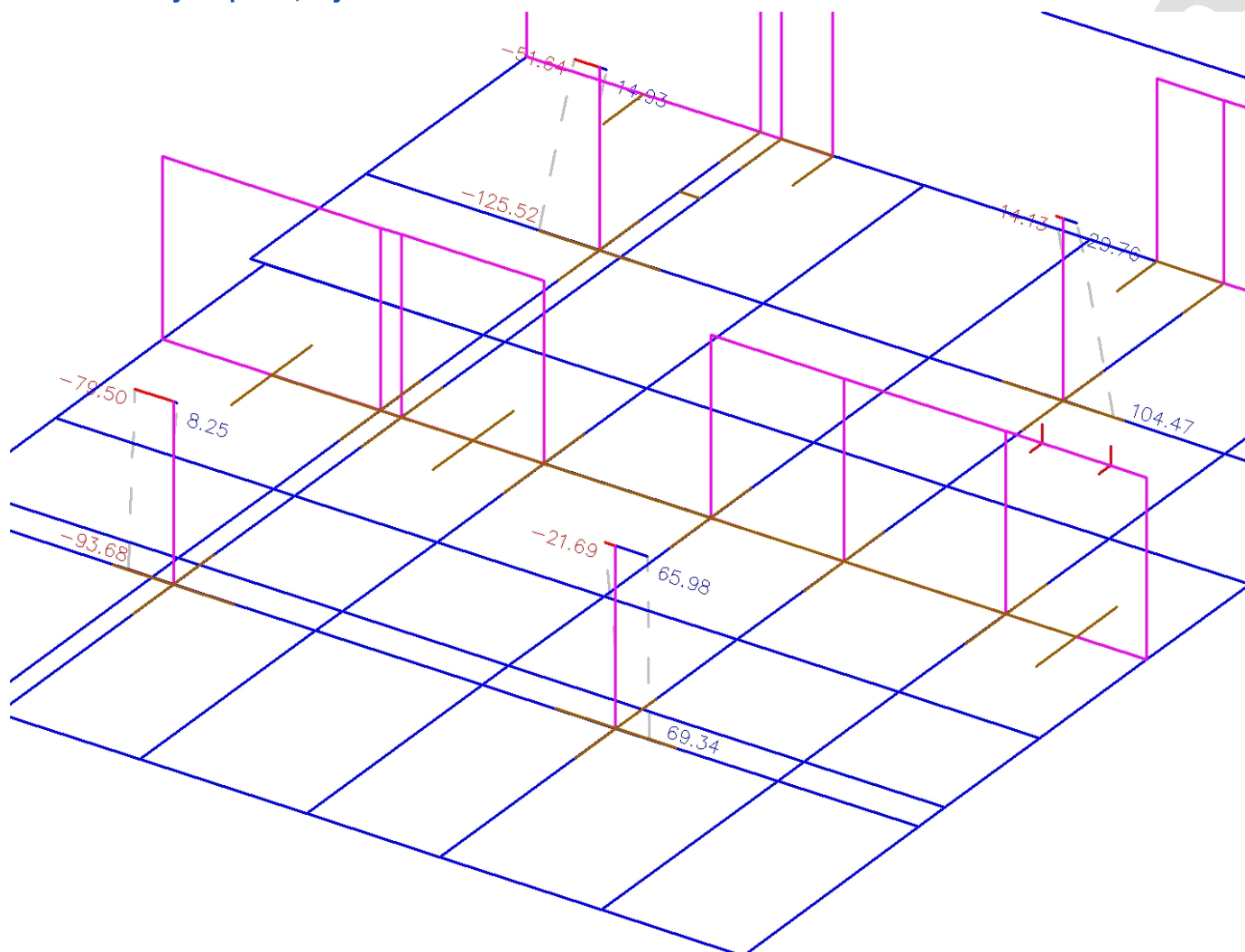
8. Plochy - Vnitřní síly; myD-, ŘEZ ROVNOMĚRNÉ



9. Vnitřní síly na prutu; N

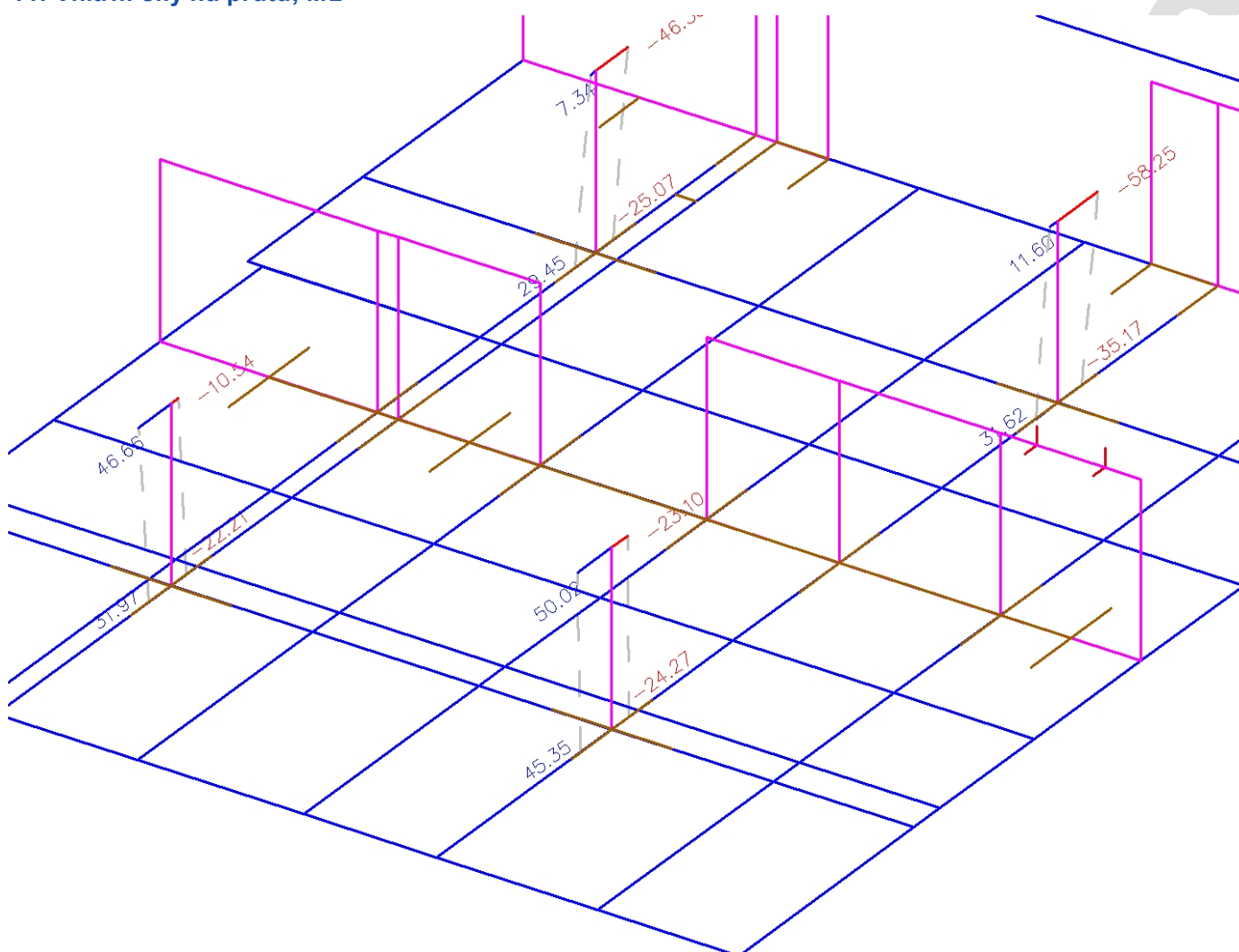


10. Vnitřní síly na prutu; M_y

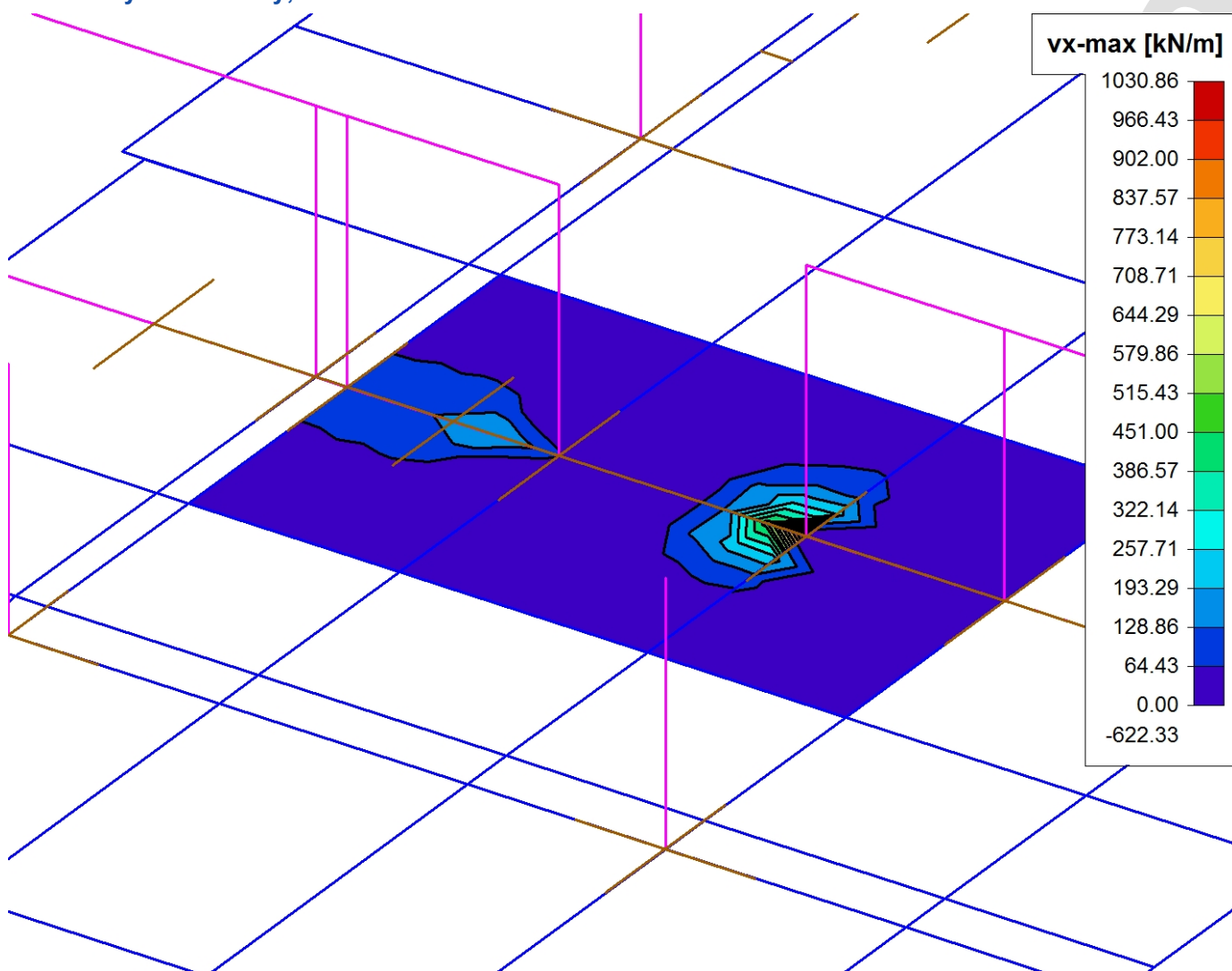


Student

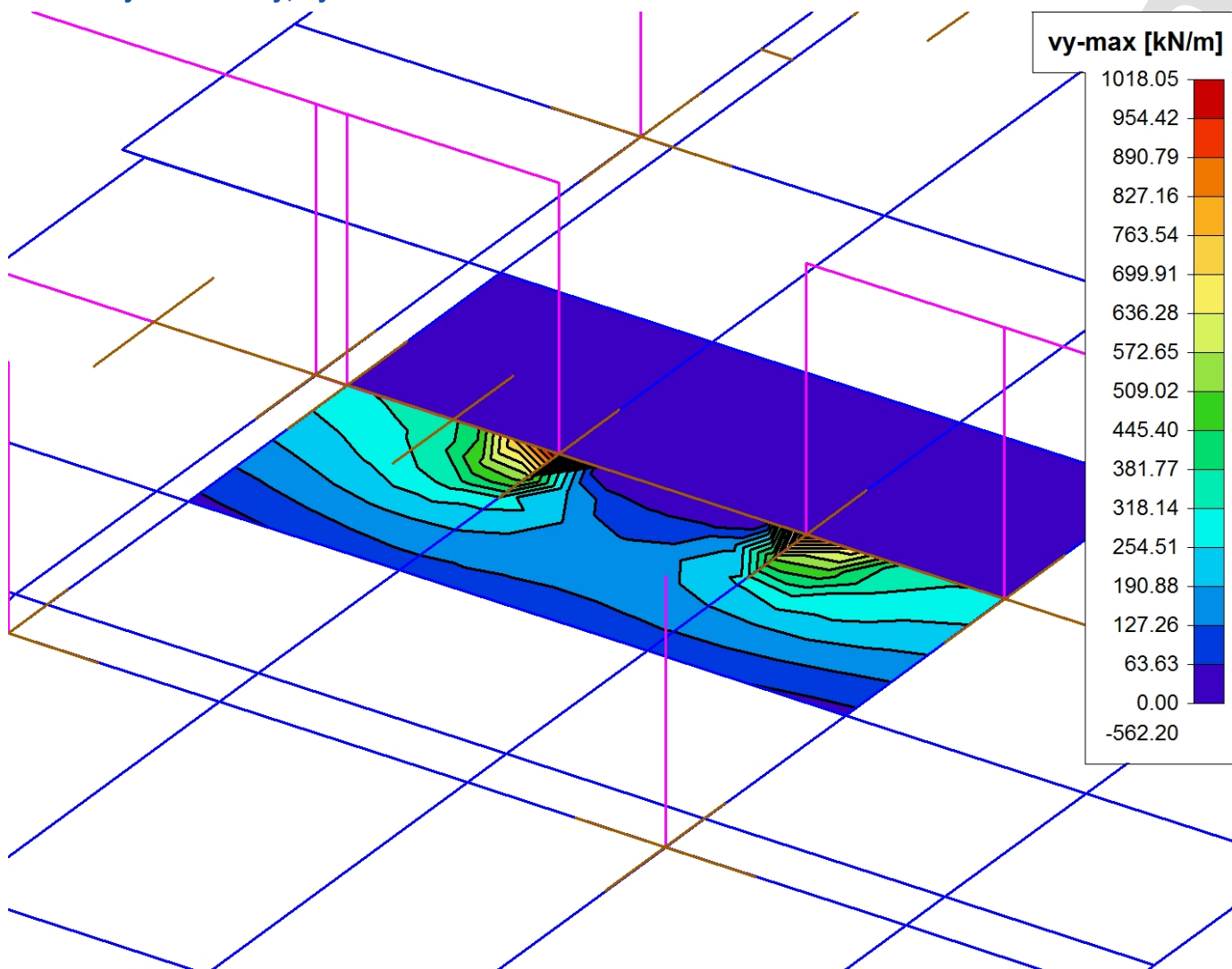
11. Vnitřní síly na prutu; Mz



12. Plochy - Vnitřní síly; vx

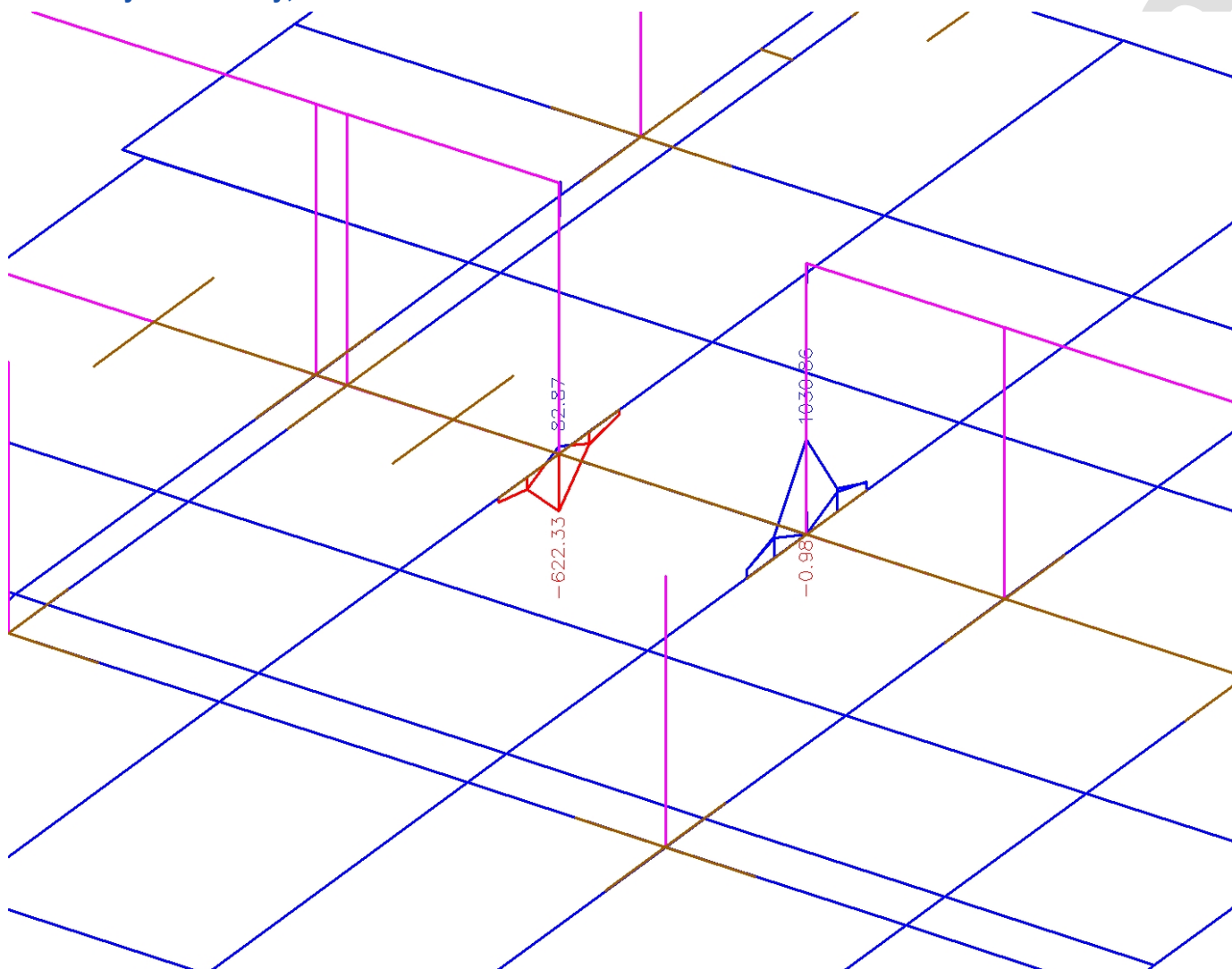


13. Plochy - Vnitřní síly; v_y

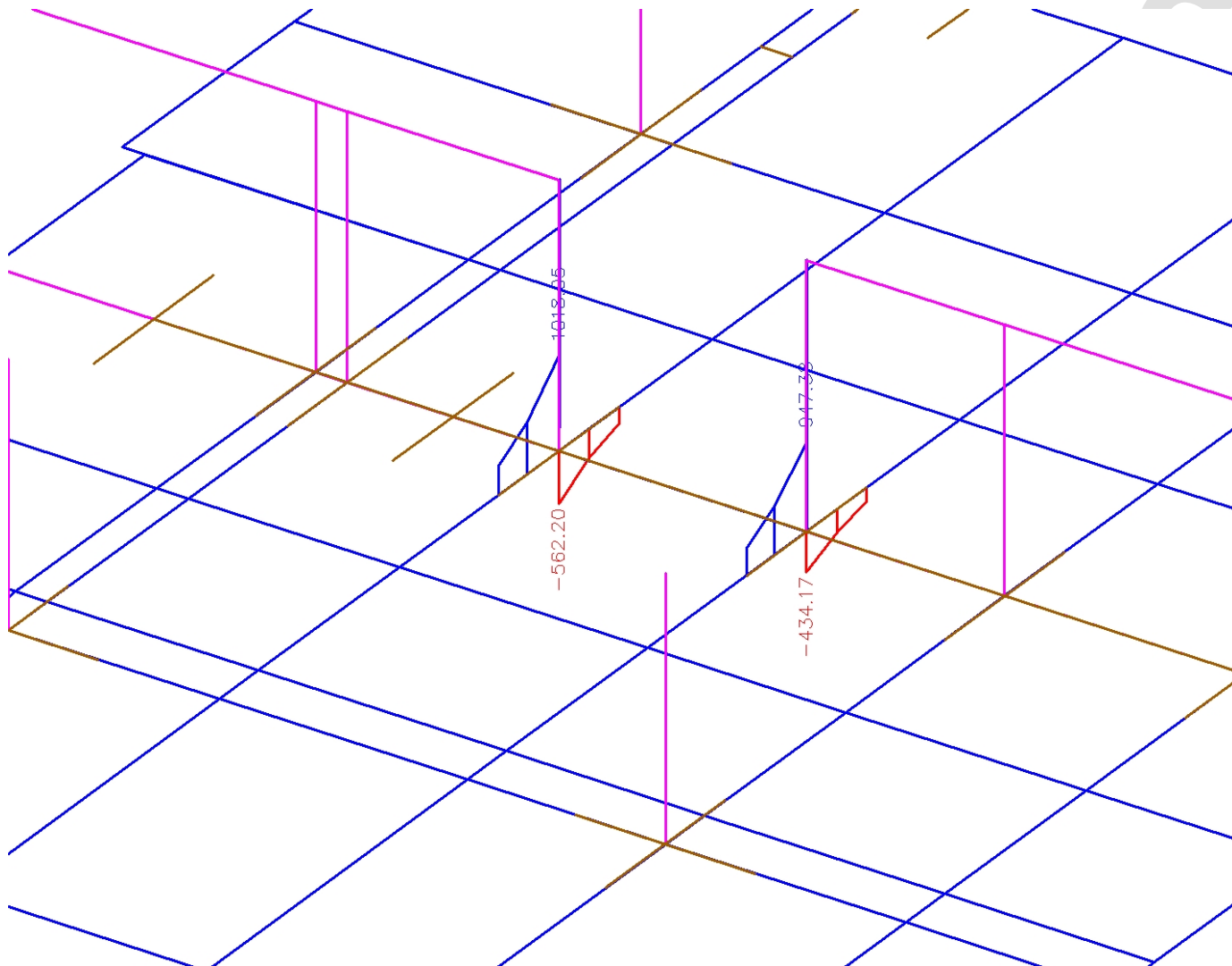


Stura

14. Plochy - Vnitřní síly; vx



15. Plochy - Vnitřní síly; vy



16. Vnitřní síly ZS3 a ZS4

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : SE78,SE73,S12,S13,S17,S19,S22..S36,S39..S57,S59..S64,S66..S71,S73..S94,S96..S101,S103..S241,S243..S363,
S367..S370,S372,S374,S376,S378,S380,S382,S384..S396,S401,S403,S405,S406,S408,S409,S427,S430..S432,S434,
S441..S446,S448..S450,S452..S503

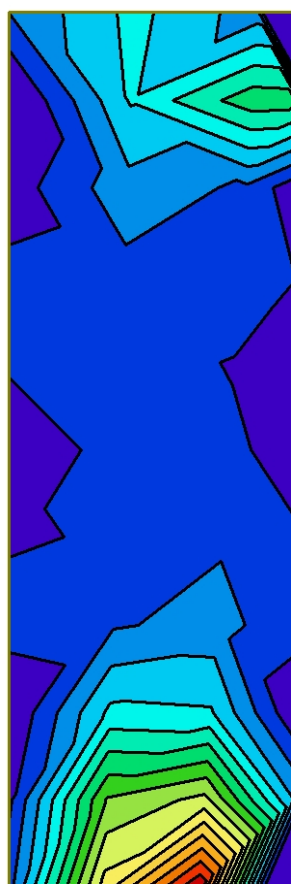
Kombinace : CO1

Základní veličiny. V uzlech, prům. na prvku.

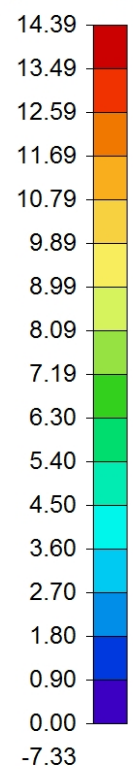
Stav	Řez	prvek	X [m]	Y [m]	Z [m]	mx [kNm/m]	my [kNm/m]	mxy [kNm/m]	vx [kN/m]	vy [kN/m]	nx [kN/m]	ny [kN/m]	nxy [kN/m]
Studentská verze	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
CO1	SE78	1618	2.350	10.000	5.500	-137.28	-173.55	-0.57	109.45	-429.14	-143.81	-30.57	26.16
CO1	SE78	7730	2.350	10.000	-2.850	296.26	628.23	-14.98	82.87	-562.20	422.23	50.41	-176.54
CO1	SE73	4103	5.100	10.000	11.200	-20.67	-182.22	-2.33	-20.93	-221.71	20.60	17.00	-45.24
CO1	SE73	7511	5.100	9.470	-2.850	37.25	142.18	-49.42	122.15	246.90	-88.89	-67.10	-51.97
CO1	SE78	7506	2.350	9.470	-2.850	136.20	278.37	49.54	-127.98	555.06	230.71	-24.17	83.14
CO1	SE78	7700	2.350	10.000	-2.850	150.21	317.01	-21.09	-1136.88	-1034.64	-580.94	-178.19	-291.20
CO1	SE73	7511	5.100	10.000	-2.850	252.81	536.42	-16.62	1030.86	947.38	-111.09	-83.09	-126.12
CO1	SE78	7730	2.350	10.000	-2.850	151.70	348.66	-32.51	-22.54	-1034.64	23.76	-6.92	-293.70
CO1	SE78	7506	2.350	10.000	-2.850	284.57	574.06	25.15	-622.33	1018.05	-110.66	-96.44	300.46
CO1	SE78	11428	2.350	10.000	-2.850	-1.80	-10.32	-0.50	-7.37	-18.39	-1731.59	-5404.65	-1509.70
CO1	SE78	11516	2.350	10.000	5.500	3.10	13.26	1.95	10.59	13.77	778.85	69.58	576.64
CO1	SE78	11626	2.350	10.000	14.050	3.70	12.51	3.88	18.99	26.38	626.70	615.99	471.41
CO1	SE73	9785	5.100	10.000	-2.850	1.47	17.96	0.30	6.73	11.74	-690.69	-2037.94	1288.73

5.3. VNITŘNÍ SÍLY – SCHODIŠTĚ (2NP)

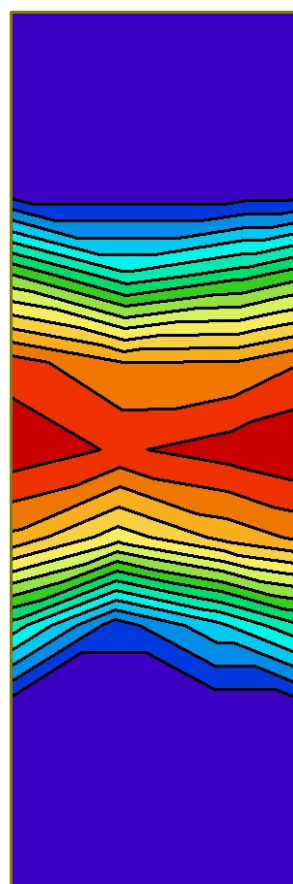
1. Plochy - Vnitřní síly; mxD-



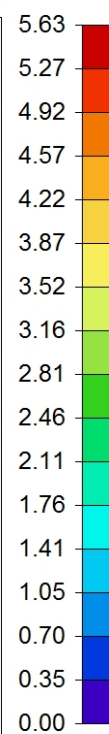
mxD--max [kNm/m]



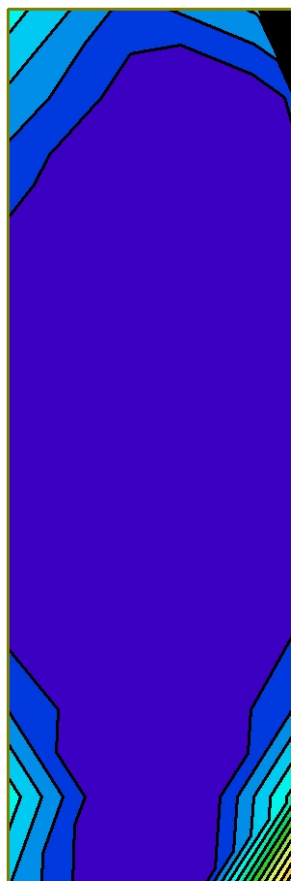
2. Plochy - Vnitřní síly; myD-



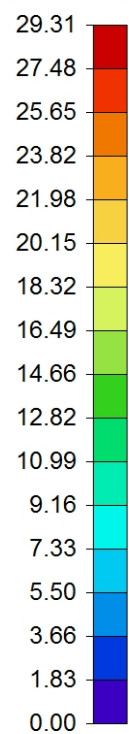
myD--max [kNm/m]



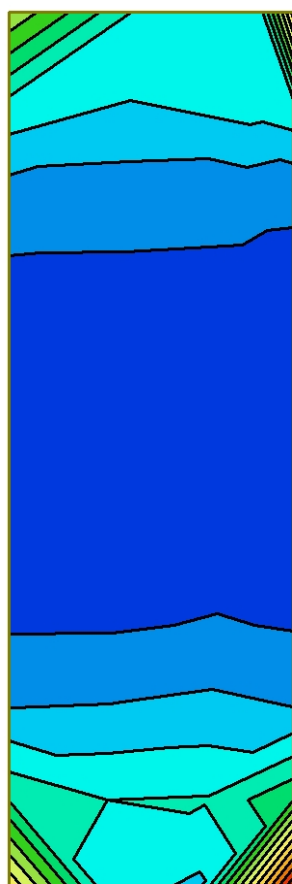
3. Plochy - Vnitřní síly; mxD+



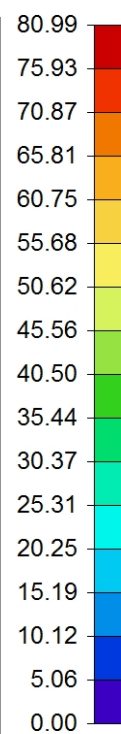
mxD+-max [kNm/m]



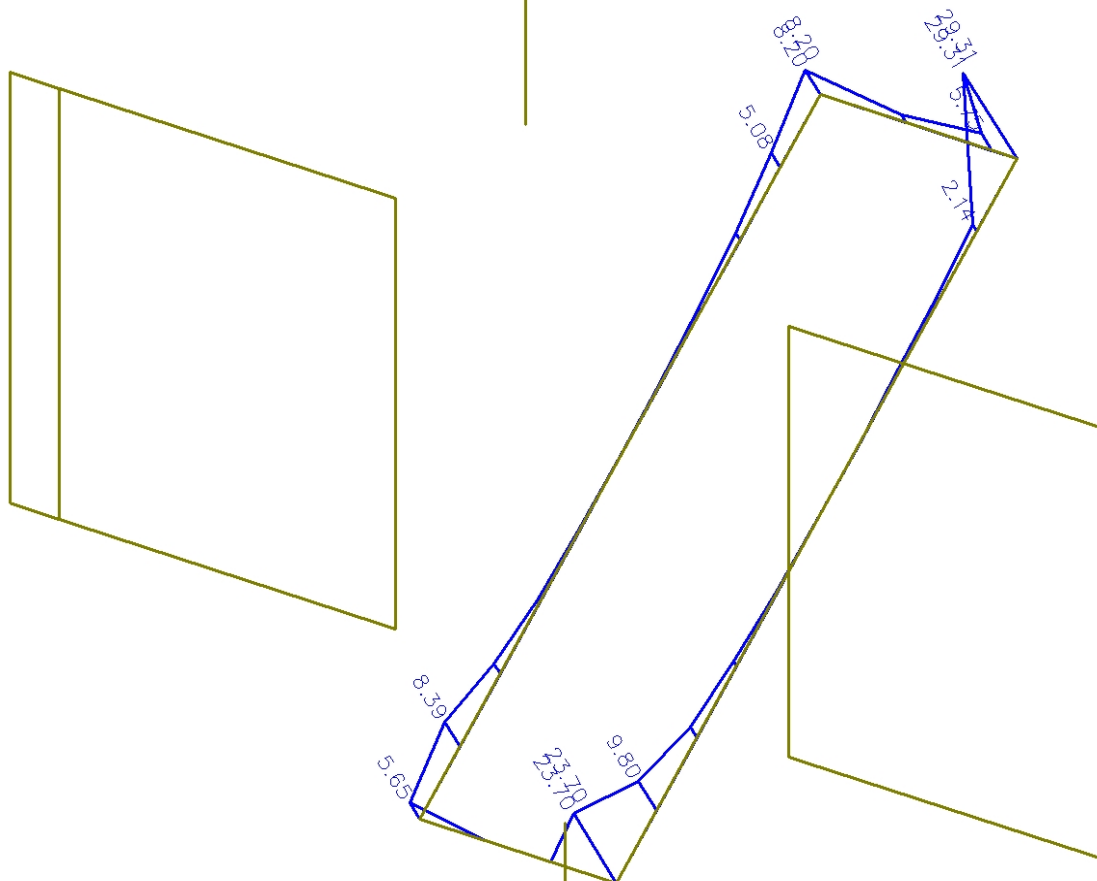
4. Plochy - Vnitřní síly; myD+



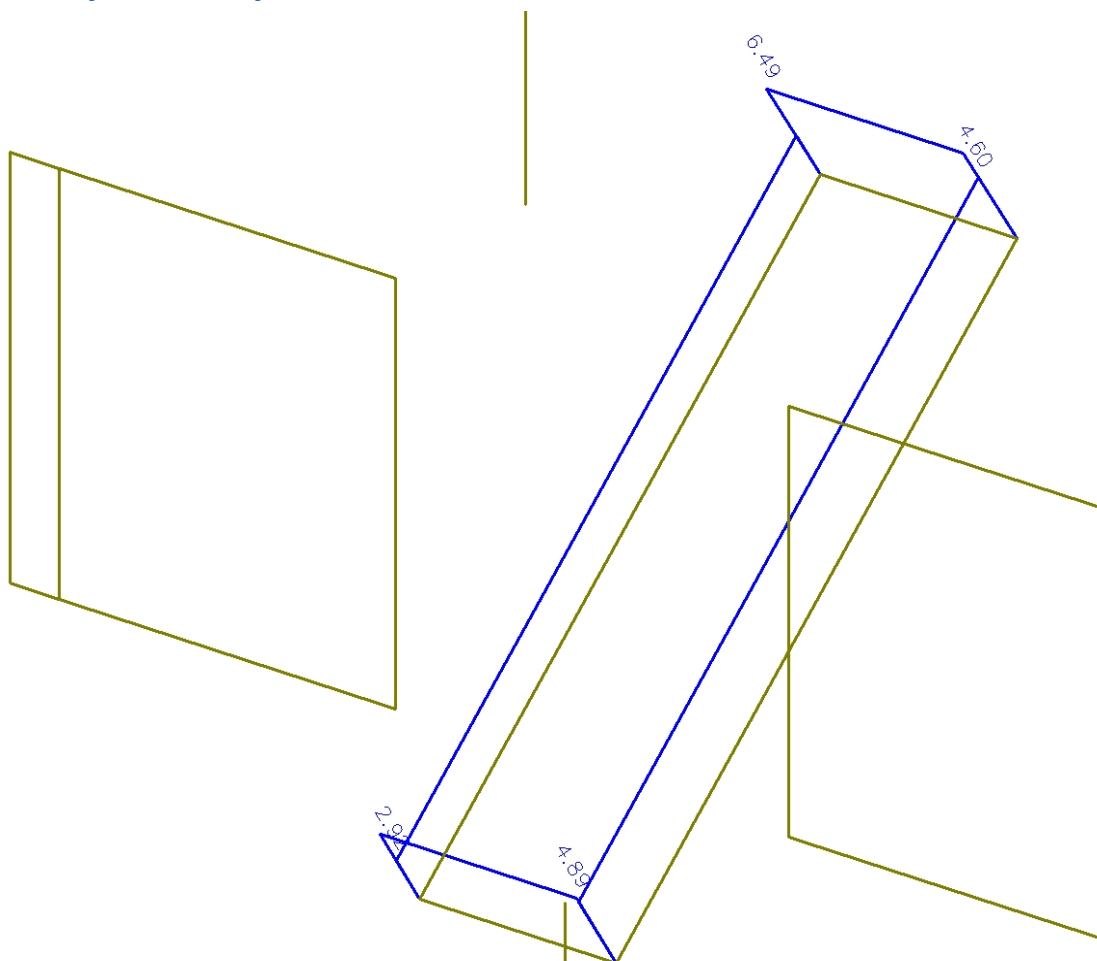
myD+-max [kNm/m]



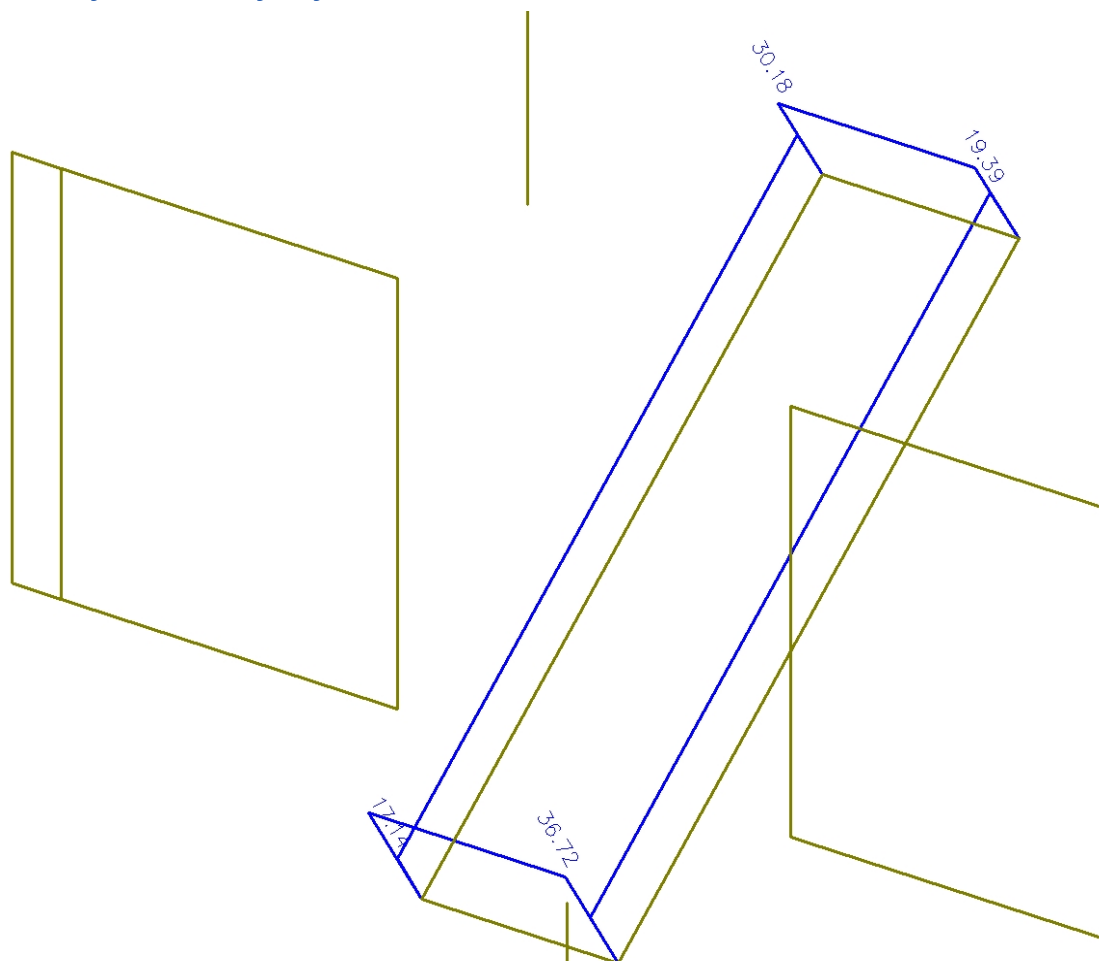
5. Plochy - Vnitřní síly; mxD+ HRANY



6. Plochy - Vnitřní síly; mxD+ HRANY ROVNOMĚRNÉ

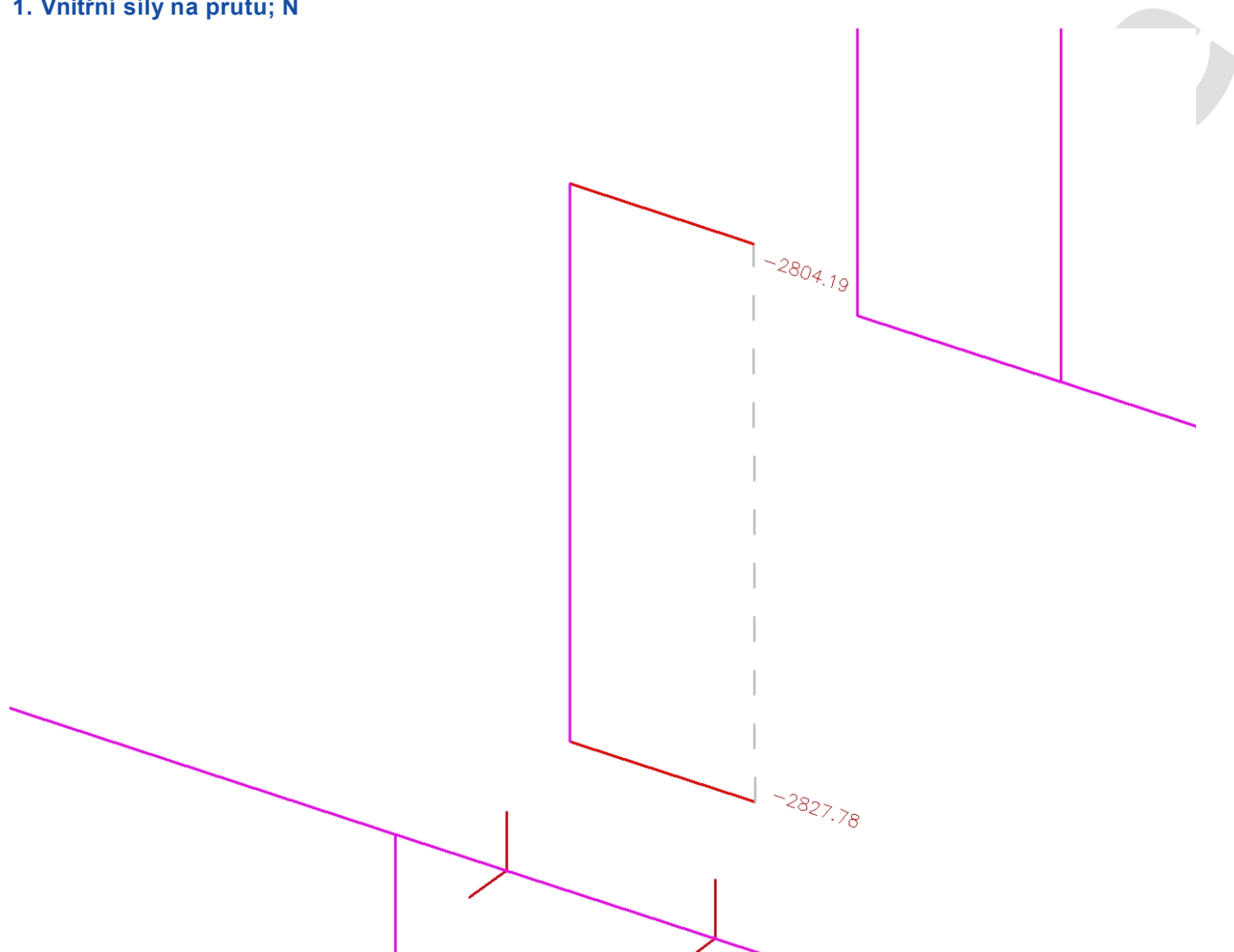


8. Plochy - Vnitřní síly; myD+ HRANY ROVNOMĚRNÉ

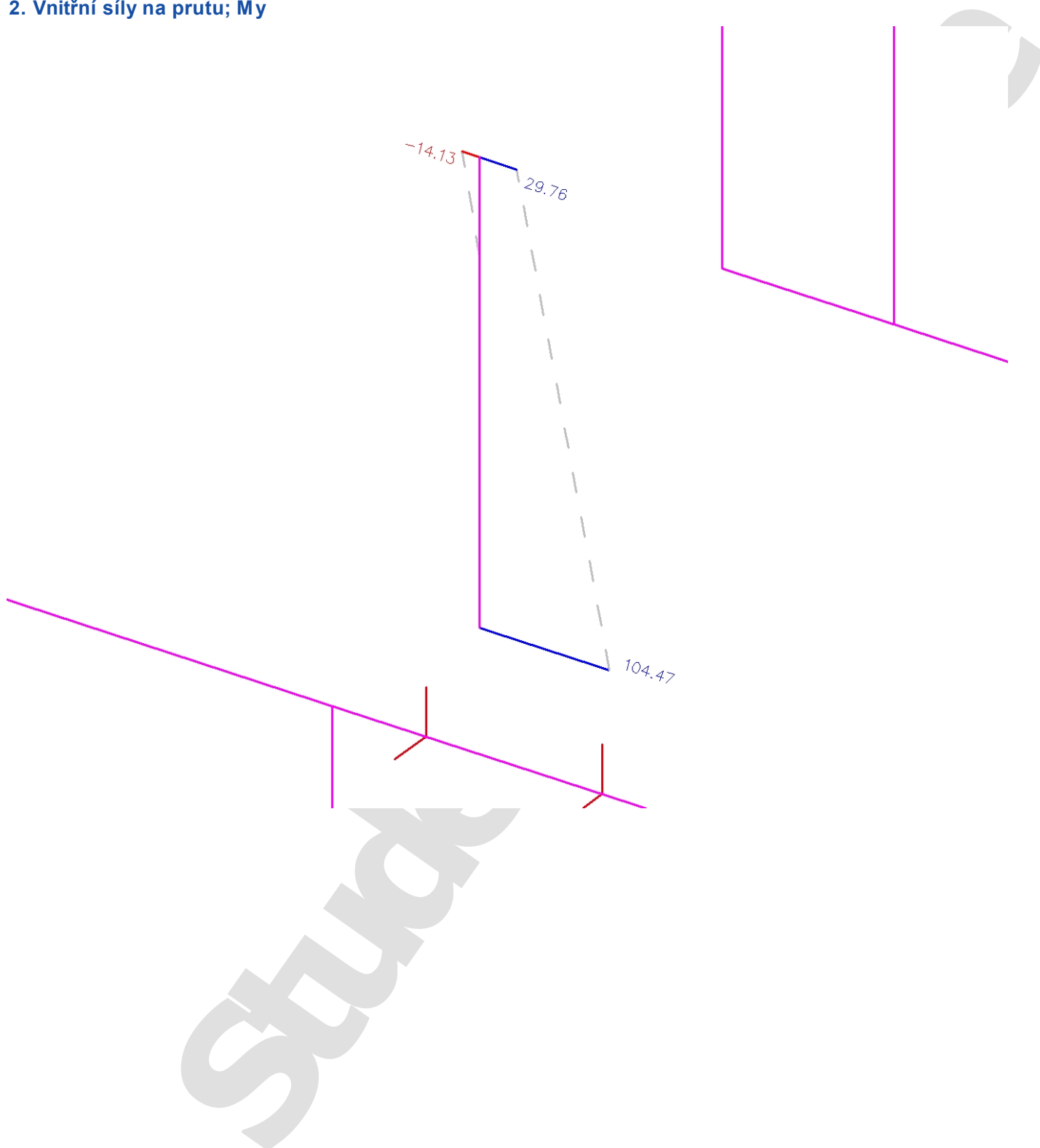


5.4. VNITŘNÍ SÍLY – SLOUP S4 (1PP)

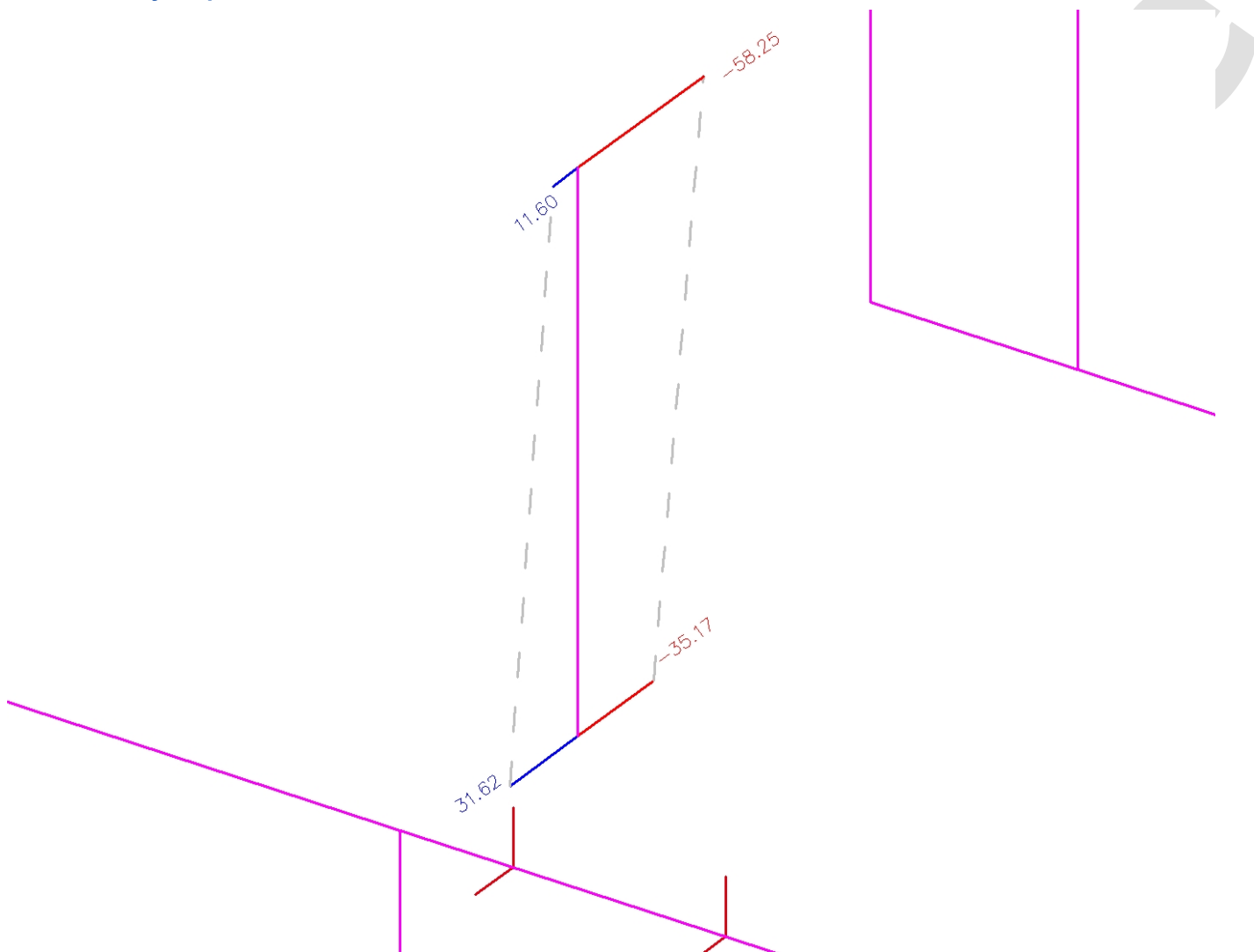
1. Vnitřní síly na prutu; N



2. Vnitřní síly na prutu; M_y



3. Vnitřní síly na prutu; Mz



4. Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : LSS

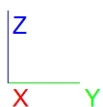
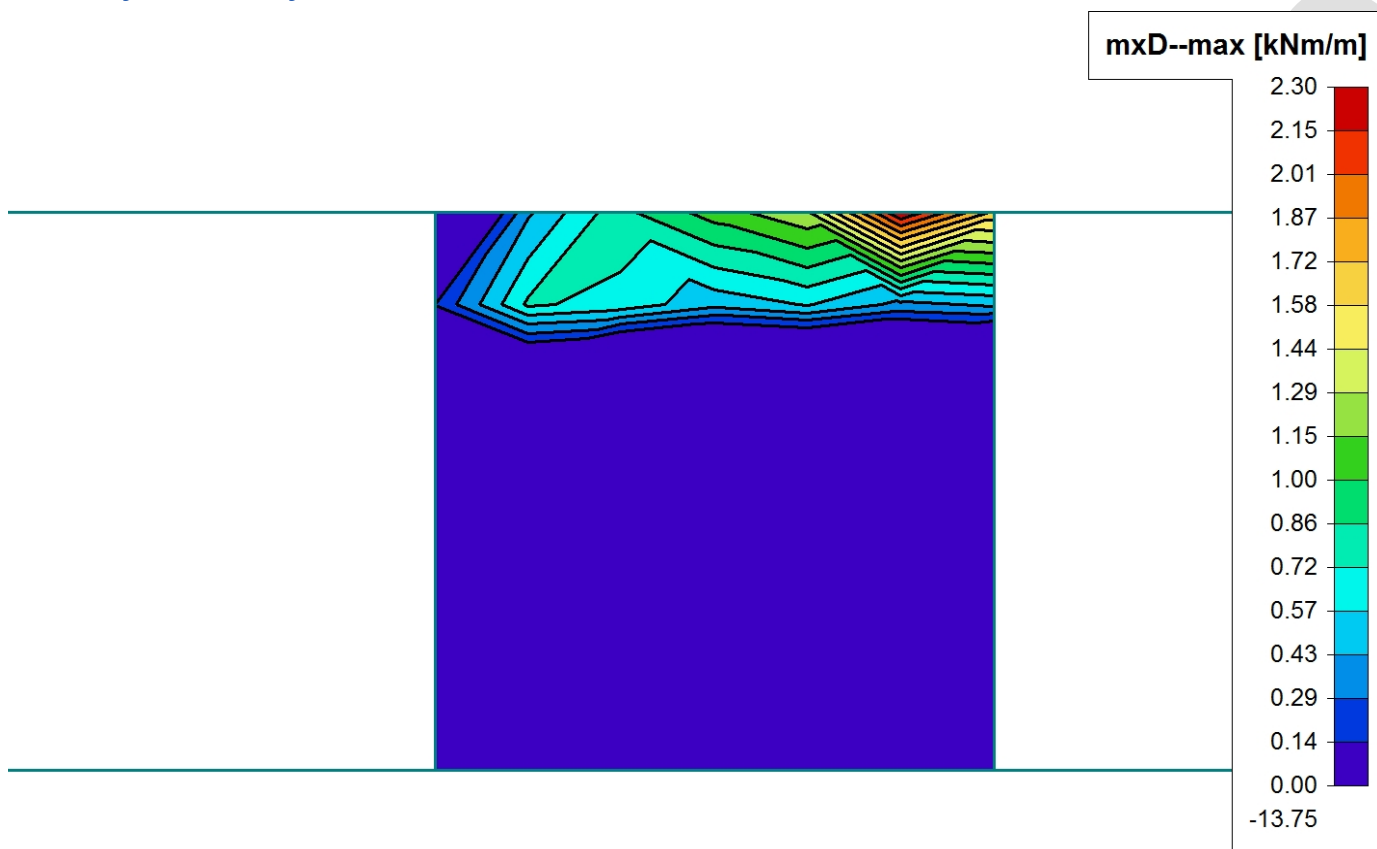
Výběr : Vše

Kombinace : CO1

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*								
B96	CO1/23	0.000	-2827.78	-12.02	-29.01	-0.19	97.47	0.75
B154	CO1/359	0.000	140.16	5.62	48.97	-3.08	-40.79	-18.33
B96	CO1/25	0.000	-2471.48	-31.49	-18.52	0.03	72.55	31.62
B161	CO1/379	0.000	37.46	56.76	-106.65	29.91	0.51	-30.70
B168	CO1/483	2.200	114.81	-6.58	-145.61	6.03	-102.86	-2.99
B148	CO1/229	0.000	-267.97	9.19	143.06	2.86	-32.24	-1.53
B157	CO1/408	3.600	8.81	-1.73	76.71	-40.51	-7.54	13.19
B161	CO1/446	0.000	48.11	52.45	-112.64	30.95	1.57	-28.53
B116	CO1/38	0.000	-1975.55	1.41	48.63	0.37	-125.52	-12.07
B96	CO1/30	0.000	-2695.43	-11.02	-34.99	-0.26	104.47	-1.66
B96	CO1/33	2.850	-2666.97	-30.62	-22.13	-0.01	18.95	-58.25
B67	CO1/14	2.850	-2128.65	25.81	-0.51	-0.10	36.60	50.02

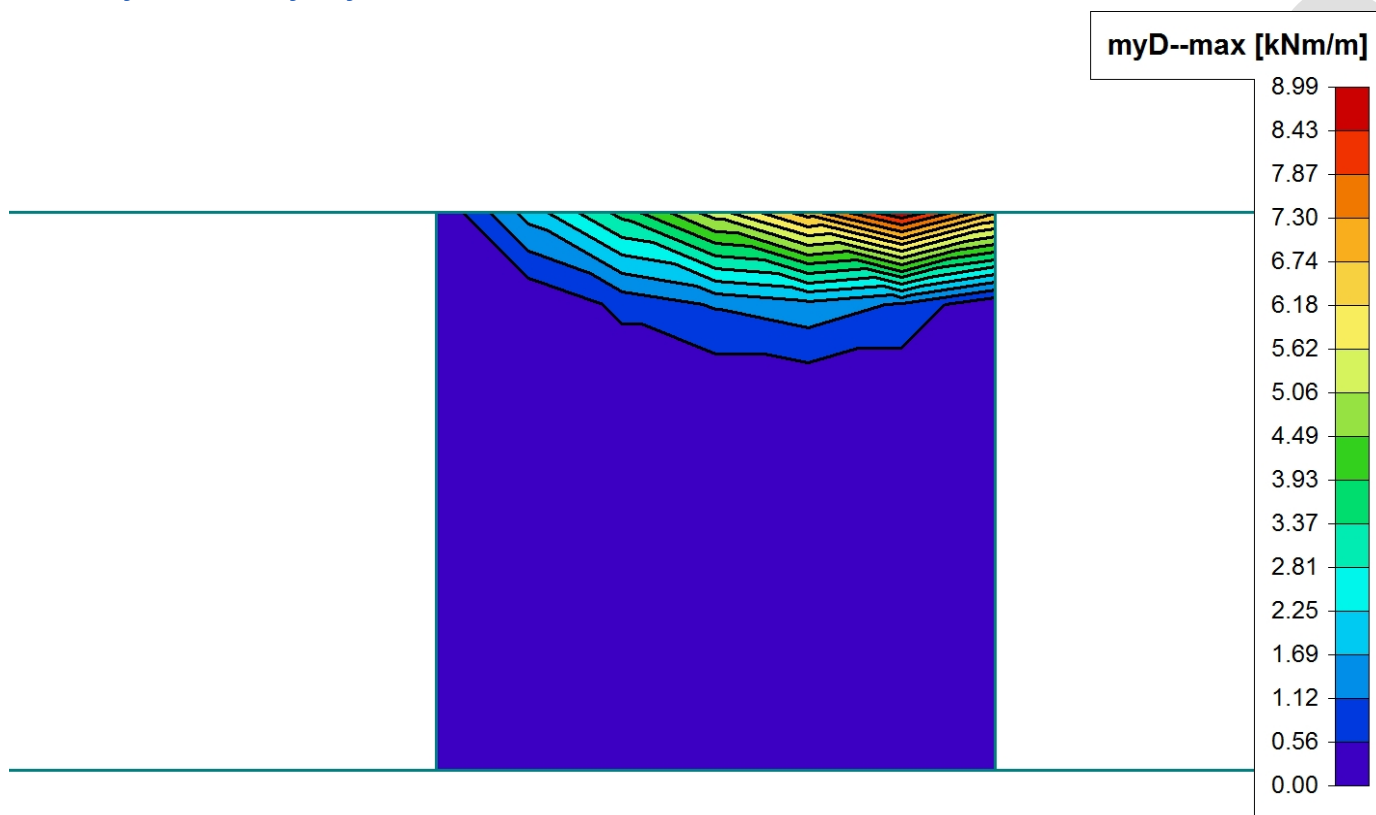
5.5. VNITŘNÍ SÍLY – STĚNA ZS7 (1PP)

1. Plochy - Vnitřní síly; mxD-



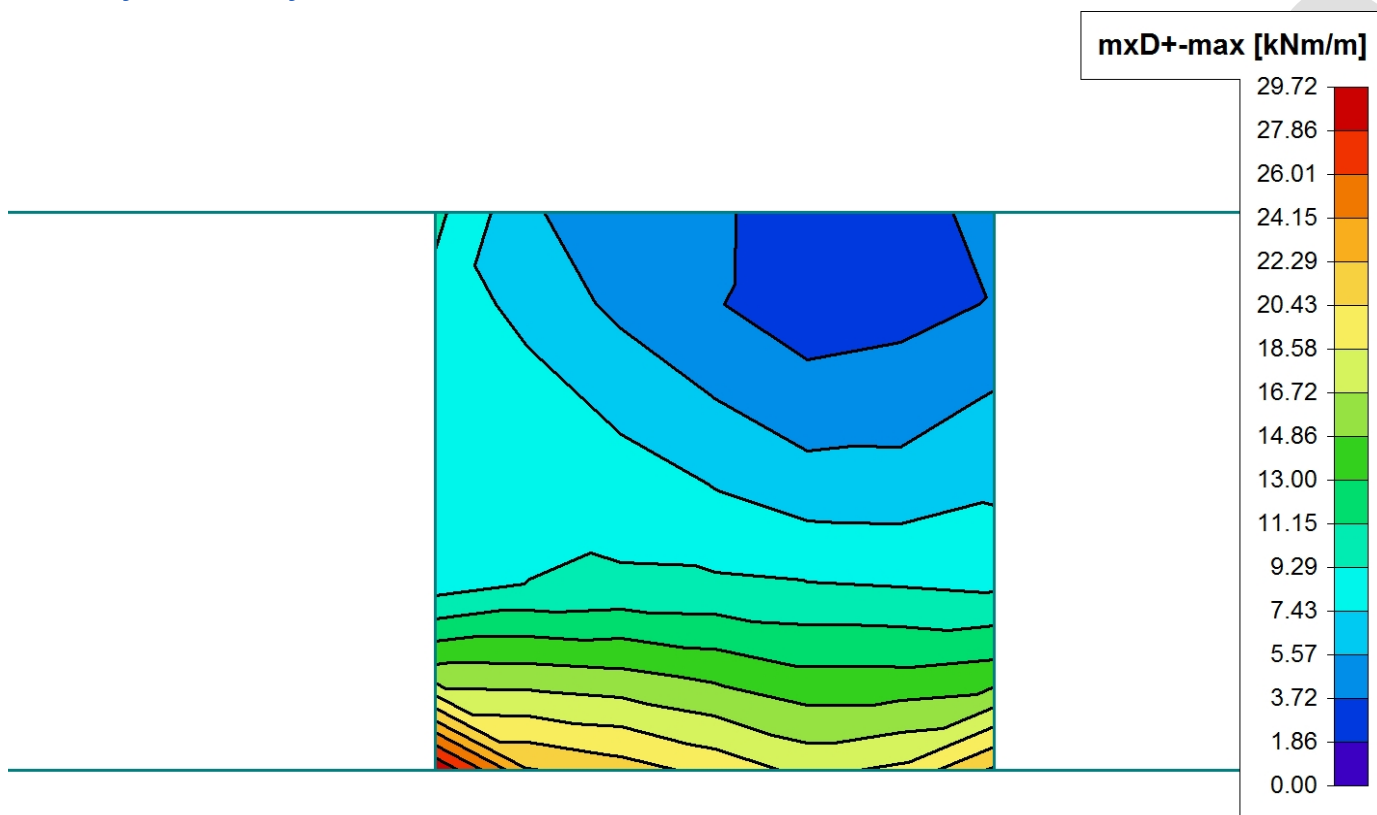
Struck

2. Plochy - Vnitřní síly; myD-



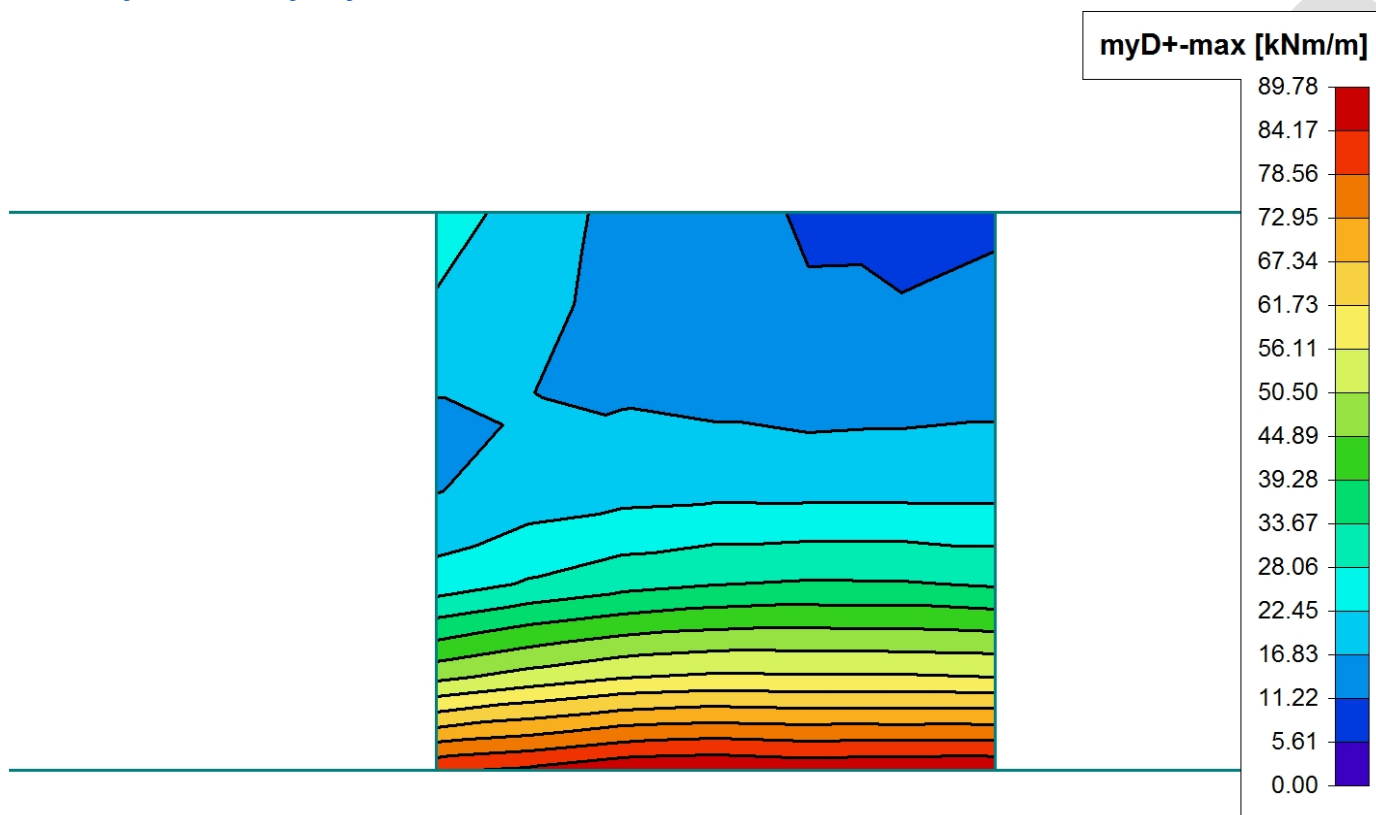
Studia

3. Plochy - Vnitřní síly; mxD+



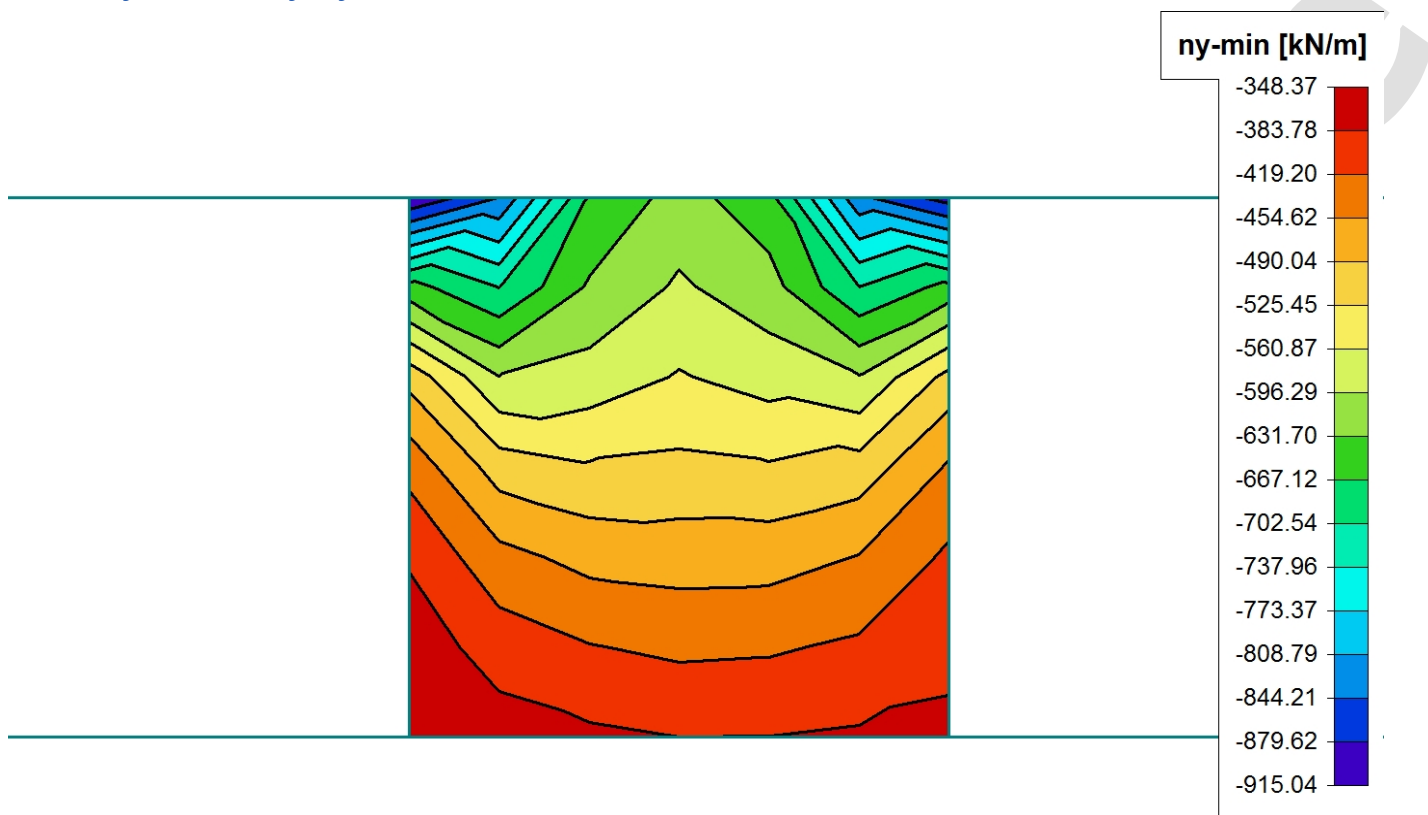
Studia

4. Plochy - Vnitřní síly; myD+



Studia

5. Plochy - Vnitřní síly; ny



6. Vnitřní síly

Lineární výpočet, Extrém : Lokální

Výběr : S475

Kombinace : CO1

Základní veličiny. V uzlech, prům. na prvk.

Stav	Prvek	prvek	mx [kNm/m]	my [kNm/m]	mxy [kNm/m]	vx [kN/m]	vy [kN/m]	nx [kN/m]	ny [kN/m]	nxy [kN/m]
Studentká veze	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*	*Studentká veze*
CO1	S475	11248	-22.14	-75.75	4.29	24.57	48.07	-109.45	-348.37	-122.57
CO1	S475	11248	-14.12	-49.58	7.68	46.74	72.38	52.03	-189.95	-30.65
CO1	S475	11248	-10.42	-43.53	2.77	-29.85	31.44	-75.74	-363.07	-154.77
CO1	S475	11249	-11.53	-55.45	4.20	27.74	75.54	63.54	-207.67	6.15
CO1	S475	11250	-11.53	-55.45	4.20	27.74	75.54	63.54	-207.67	6.15
CO1	S475	11250	-11.73	-57.22	2.44	17.87	76.12	62.66	-211.83	34.80
CO1	S475	11251	-11.73	-57.22	2.44	17.87	76.12	62.66	-211.83	34.80
CO1	S475	11251	-17.95	-88.59	-0.44	-2.76	49.49	-88.17	-383.27	-8.18
CO1	S475	11252	-17.95	-88.59	-0.44	-2.76	49.49	-88.17	-383.27	-8.18
CO1	S475	11253	-19.77	-86.38	-3.12	-18.12	49.68	-146.41	-376.41	27.25
CO1	S475	11253	-13.02	-56.17	-0.89	-6.07	74.82	29.55	-208.76	117.44
CO1	S475	11253	-7.51	-34.26	-0.41	11.18	54.77	7.99	-208.04	148.22
CO1	S475	11254	-10.42	-43.53	2.77	-29.85	31.44	-75.74	-363.07	-154.77
CO1	S475	11259	-7.51	-34.26	-0.41	11.18	54.77	7.99	-208.04	148.22
CO1	S475	11266	-5.75	-13.57	-3.95	-2.27	-3.37	-79.58	-501.73	-244.87
CO1	S475	11271	-1.53	-4.38	1.81	0.51	15.62	10.50	-172.84	228.22
CO1	S475	11272	-5.75	-13.57	-3.95	-2.27	-3.37	-79.58	-501.73	-244.87
CO1	S475	11272	-1.09	-3.89	-1.75	7.52	1.22	61.01	-246.19	-84.92
CO1	S475	11272	-5.34	-18.20	-3.75	-0.41	-12.31	-113.85	-654.37	-289.42
CO1	S475	11277	-1.53	-4.38	1.81	0.51	15.62	10.50	-172.84	228.22
CO1	S475	11277	0.25	-0.26	1.44	0.18	13.39	55.43	-155.13	279.03
CO1	S475	11278	-1.09	-3.89	-1.75	7.52	1.22	61.01	-246.19	-84.92
CO1	S475	11278	-5.34	-18.20	-3.75	-0.41	-12.31	-113.85	-654.37	-289.42
CO1	S475	11278	-4.50	-18.24	-0.97	6.69	-1.82	-253.36	-843.49	-52.07
CO1	S475	11278	-6.84	-25.51	-0.96	10.11	-23.41	-252.38	-915.04	-259.97
CO1	S475	11278	-1.12	-4.44	3.57	25.16	-1.15	-9.59	-277.61	-84.22
CO1	S475	11279	-3.32	-15.01	-0.46	4.24	-2.46	-215.41	-664.79	-51.90
CO1	S475	11279	-4.50	-18.24	-0.97	6.69	-1.82	-253.36	-843.49	-52.07
CO1	S475	11280	0.88	5.18	1.77	5.40	10.24	-42.69	-364.68	34.46
CO1	S475	11280	-3.32	-15.01	-0.46	4.24	-2.46	-215.41	-664.79	-51.90
CO1	S475	11281	0.88	5.18	1.77	5.40	10.24	-42.69	-364.68	34.46
CO1	S475	11282	1.33	7.89	1.19	-0.13	22.19	20.30	-264.27	70.83
CO1	S475	11282	-1.88	-7.56	-1.12	-3.31	5.68	-263.04	-835.53	-6.33
CO1	S475	11283	0.25	-0.26	1.44	0.18	13.39	55.43	-155.13	279.03
CO1	S475	11283	-3.00	-9.29	-2.57	-13.66	0.86	-245.64	-896.82	64.61
CO1	S475	11283	0.70	6.10	0.90	-2.16	15.51	81.96	-146.61	270.73
CO1	S475	11283	1.33	7.89	1.19	-0.13	22.19	20.30	-264.27	70.83
CO1	S475	11283	-1.88	-7.56	-1.12	-3.31	5.68	-263.04	-835.53	-6.33



6.1. DIMENZOVÁNÍ NA OHYB

6.1.1. KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

- Krytí výztuže:

Stupeň prostředí XC1, konstrukční třída S4

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min.b} \\ c_{min.dur} \\ 10mm \end{cases} = \max \begin{cases} 14mm \\ 15mm \\ 10mm \end{cases} = 15mm$$

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

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

SMĚR X – SPODNÍ POVRCH resp. SMĚR Y – HORNÍ POVRCH:

Ø8 na160mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 50.2mm^2$$

$$A_s = 314.2mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_x/2 + \phi_w = 25 + 4 + 6 = 35mm$$

$$d = h_s - d_1 = 250 - 35 = 215mm$$

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{cases} = \max \begin{cases} 287mm^2 \\ 280mm^2 \end{cases} = 287mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 8600mm^2$$

$$A_{s,min} = 287 \leq A_s = 314.2 \leq A_{s,max} = 8600mm^2 \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Ověření světélkové vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \begin{cases} 1.5\phi \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{cases} = \max \begin{cases} 1.5 \cdot 8 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{cases} = \max \begin{cases} 12 \\ 21 \\ 20 \end{cases} = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \begin{cases} 2h_s \\ 250mm \end{cases} = \min \begin{cases} 500mm \\ 250mm \end{cases} = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 160 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{314.2 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 16.67 \cdot 10^6} = 0.0102m$$

- Ověření započitatelností výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.215 = 0.133m$$

$$x_{lim} = 0.133m \geq x = 0.0102m \rightarrow \text{v} \acute{\text{y}}hovuje$$

Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 314.2 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.215 - 0.0082/2)$$

$$\mathbf{M_{Rd} = 28.81kNm}$$

SMĚR X – HORNÍ POVRCH resp. SMĚR Y – SPODNÍ POVRCH:

Ø8 á 160mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 50.2mm^2$$

$$A_s = 314.2mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset_Y/2 + \emptyset_X + \emptyset_w = 25 + 4 + 12 + 6 = 47mm$$

$$d = h_s - d_1 = 250 - 47 = 203mm$$

$$A_{s,min} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 270mm^2 \\ 264mm^2 \end{array} \right. = 270mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 8120mm^2$$

$$A_{s,min} = 270 \leq A_s = 314.2 \leq A_{s,max} = 8120mm^2 \rightarrow \text{v} \acute{\text{y}}hovuje$$

- Ověření světlé vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5\emptyset \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5 \cdot 8 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 21 \\ 20 \end{array} \right. = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2h_s \\ 250mm \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 500mm \\ 250mm \end{array} \right. = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 160 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{v} \acute{\text{y}}hovuje$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{314.2 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 16.67 \cdot 10^6} = 0.0102m$$

- Ověření započitatelnosti výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.203 = 0.125m$$

$$x_{lim} = 0.125m \geq x = 0.0102m \rightarrow \text{v} \acute{y}hovu\acute{e}$$

Únosnost průřezu:

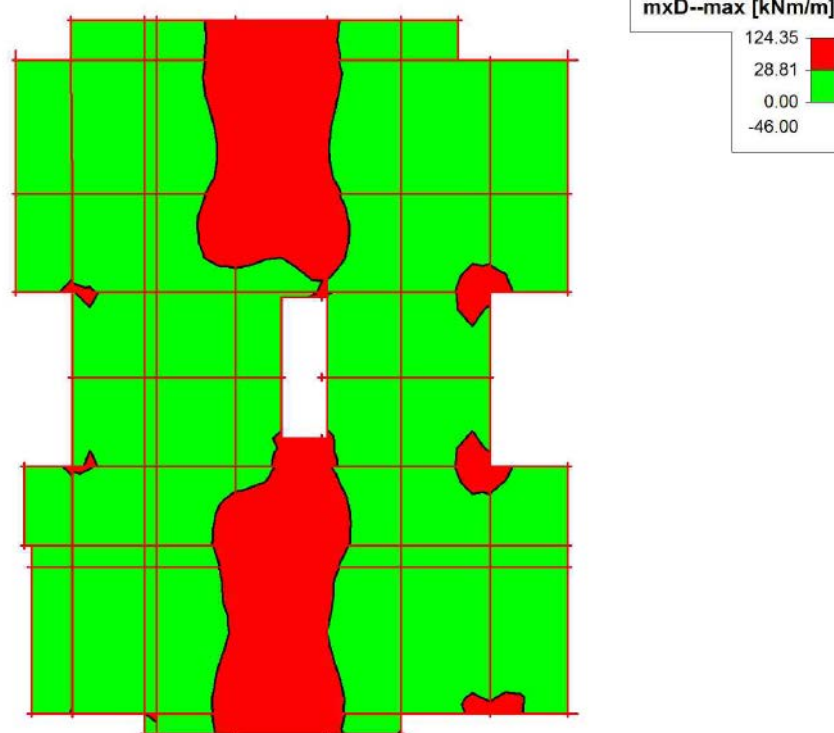
$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 314.2 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.203 - 0.0082/2)$$

$$M_{Rd} = 27.17kNm$$

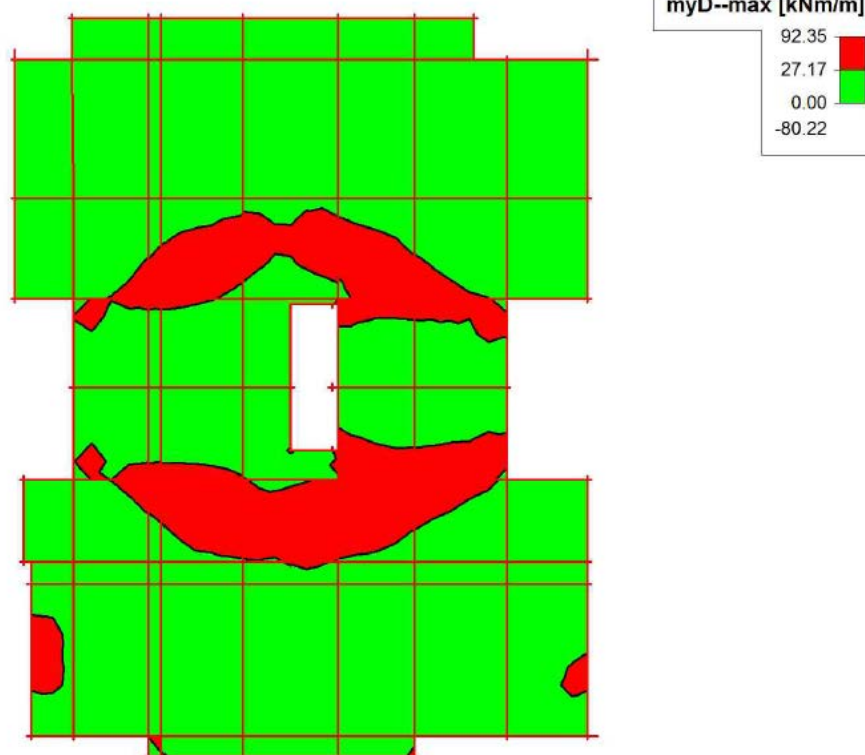
6.1.2. NÁVRH VÝZTUŽE

Z následujících obrázku je zřejmé ve kterých oblasti konstrukční výztuž není dostačující.

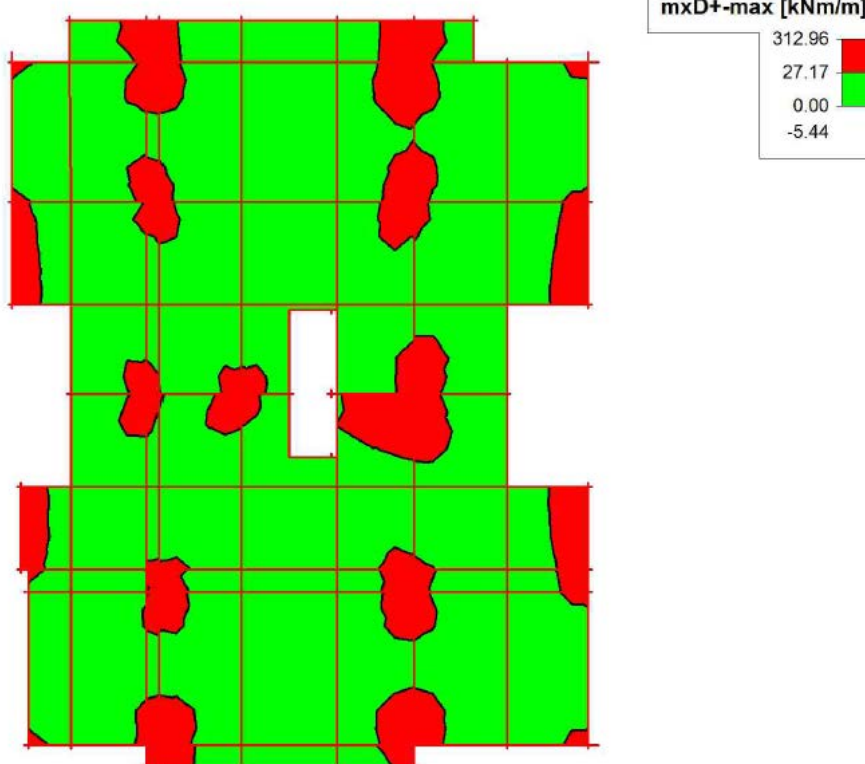
1. Plochy - Vnitřní síly; mxD-



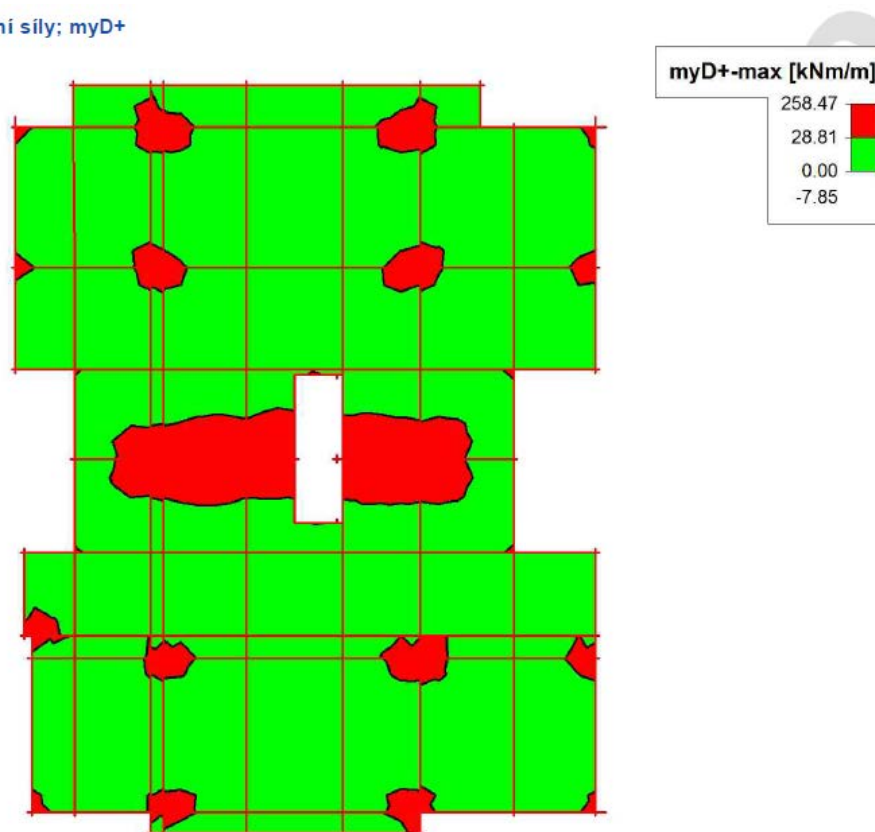
2. Plochy - Vnitřní síly; myD-



3. Plochy - Vnitřní síly; mxD+



4. Plochy - Vnitřní síly; myD+



Momenty na mezi únosnosti byly stanovený stejným způsobem jako v 6.1. Výsledky jsou zpracovaný v tab. 6.1. a tab. 6.2.

Tab. 6.1. Návrh výztuže - SMĚR X SPODNÍ POVRCH resp. SMĚR Y HORNÍ POVRCH:

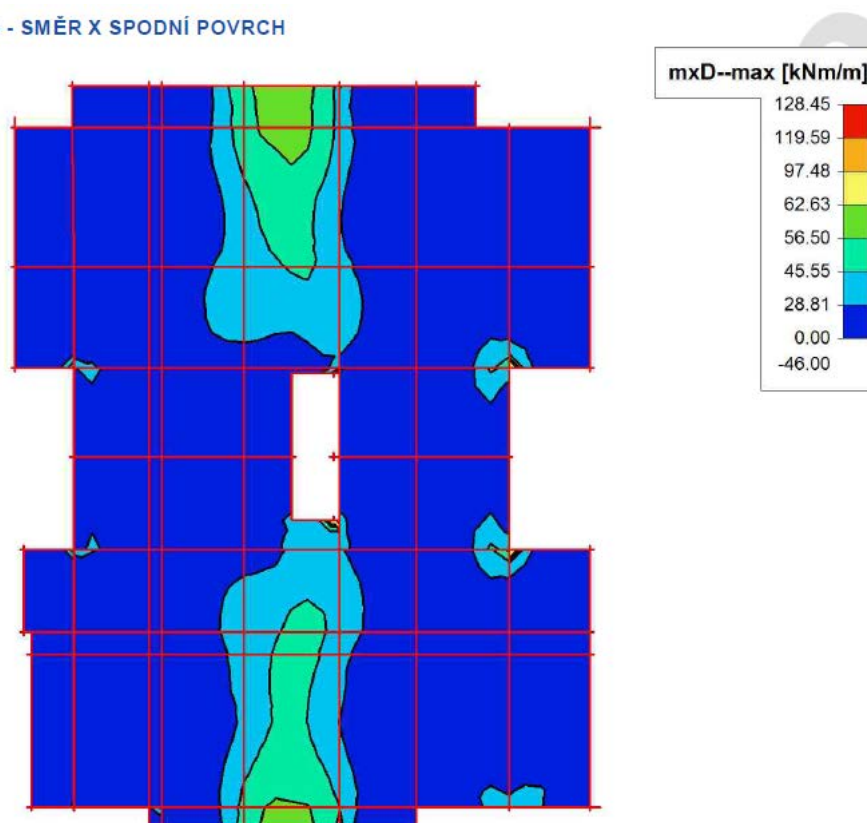
Ø	[mm]	8	8	8	12	12	12	14
Sslabs	[mm]	160	100	80	160	100	80	100
As,0	[mm ²]	50.3	50.3	50.3	113.1	113.1	113.1	153.9
As	[mm ²]	314.2	502.7	628.3	706.9	1131.0	1413.7	1539.4
cnom	[mm]	25	25	25	25	25	25	25
d1	[mm]	35	35	35	37	37	37	38
d	[mm]	215	215	215	213	213	213	212
Asmin	[mm ²]	286.8	286.8	286.8	284.1	284.1	284.1	282.8
Asmax	[mm ²]	8600	8600	8600	8520	8520	8520	8480
Smin	[mm]	21	21	21	21	21	21	21
Smax	[mm]	250	250	250	250	250	250	250
λ	[-]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
x	[m]	0.0102	0.0164	0.0205	0.0230	0.0369	0.0461	0.0502
Mrd	[kNm]	28.81	45.55	56.50	62.63	97.48	119.59	128.45

Tab. 6.2. Návrh výztuže - SMĚR X HORNÍ POVRCH resp. SMĚR Y SPODNÍ POVRCH:

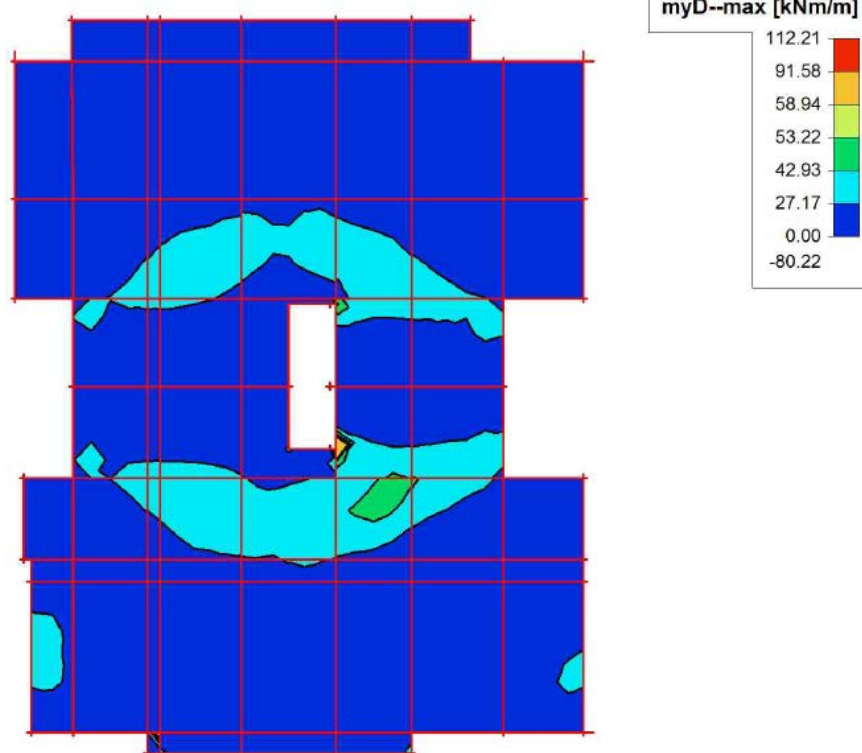
Ø	[mm]	8	8	8	12	12	12
Sslabs	[mm]	160	100	80	160	100	80
As,0	[mm ²]	50.3	50.3	50.3	113.1	113.1	113.1
As	[mm ²]	314.2	502.7	628.3	706.9	1131.0	1413.7
cnom	[mm]	25	25	25	25	25	25
d1	[mm]	47	47	47	49	49	49
d	[mm]	203	203	203	201	201	201
Asmin	[mm ²]	270.8	270.8	270.8	268.1	268.1	268.1
Asmax	[mm ²]	8120	8120	8120	8120	8120	8120
Smin	[mm]	21	21	21	21	21	21
Smax	[mm]	250	250	250	250	250	250
λ	[-]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
x	[m]	0.0102	0.0164	0.0205	0.0230	0.0369	0.0461
Mrd	[kNm]	27.17	42.93	53.22	58.94	91.58	112.21

Při vhodné zvolenými hodnotami izoploch dostaneme shema ze kterých můžeme vycházet při sestavení výkresů výztužení.

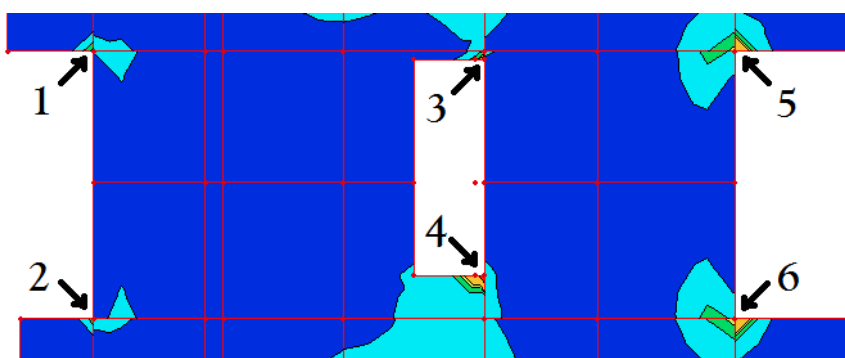
1. Návrh výztuže - SMĚR X SPODNÍ POVRCH



2. Návrh výztuže - SMĚR Y SPODNÍ POVRCH



U spodního povrchu většinou kromě konstrukční výztuže $\varnothing 8$ na 160mm vyhovuje $\varnothing 8$ na 100mm a $\varnothing 12$ na 160mm. V rozích desky a schodišťového otvoru vznikají lokální špičky momentu. Proto je nutné v těchto místech zhustit výztuž.

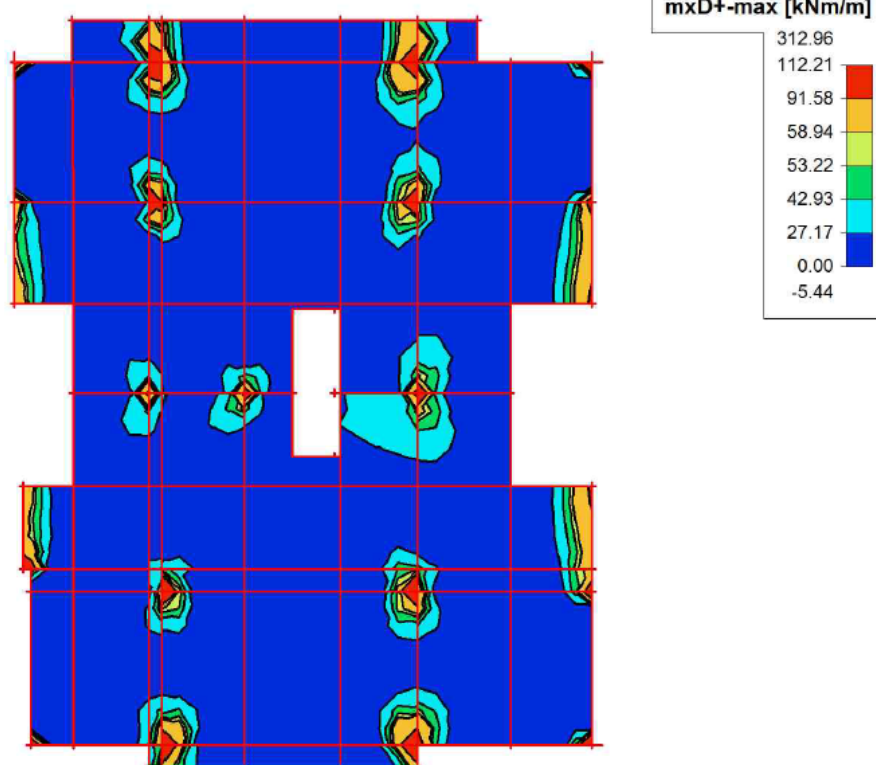


V oblastech 3 (směr y) a 4 (směr x a směr y) nebylo možné zhustit výztuž. Proto jen byla navržena nutná. U ostatních stačilo přidat 2 až 4 pruty a tím zdvojnásobit plochu výztuže:

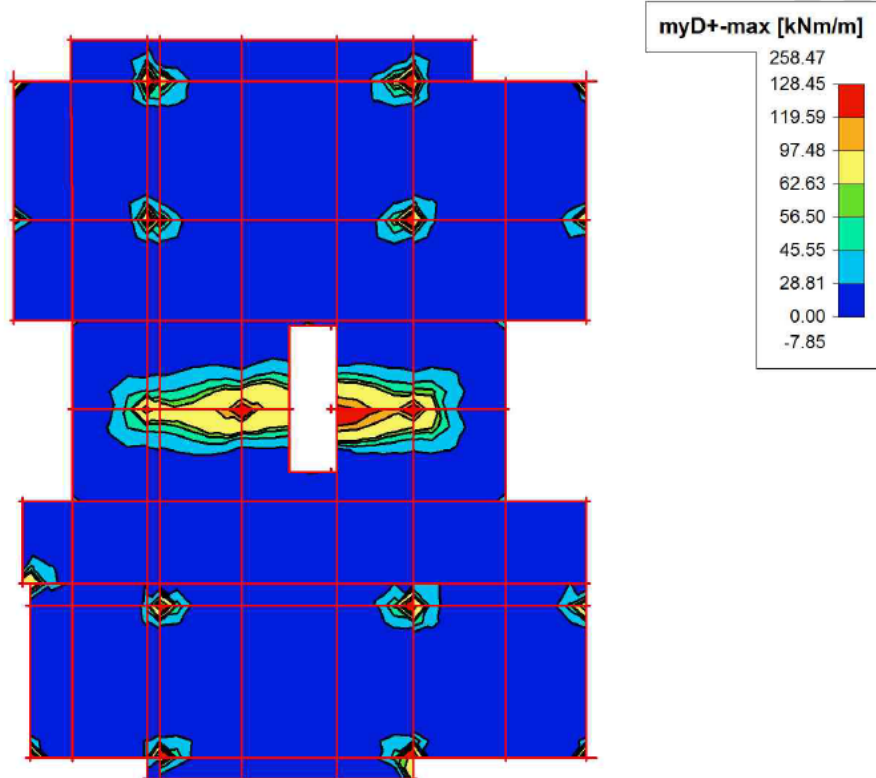
Tab. 6.3. Návrh výztuže k spodnímu povrchu v lokálních oblastech

Oblast	Směr X						Směr Y	
	1	2	3	4	5	6	3	4
Výztuž mimo oblast lok. špiček	$\varnothing 8$ na 160mm	$\varnothing 8$ na 160mm	$\varnothing 12$ na 160mm	-	$\varnothing 8$ na 160mm	$\varnothing 12$ na 160mm	-	-
Přidavná výztuž	$\varnothing 8$ na 160mm	$\varnothing 8$ na 160mm	$\varnothing 12$ na 160mm	$\varnothing 14$ na 100mm	$\varnothing 8$ na 160mm	$\varnothing 12$ na 160mm	$\varnothing 12$ na 100mm	$\varnothing 12$ na 100mm
Počet prutu	2	2	2	4	4	4	4	4

3. Návrh výztuže - SMĚR X HORNÍ POVRCH

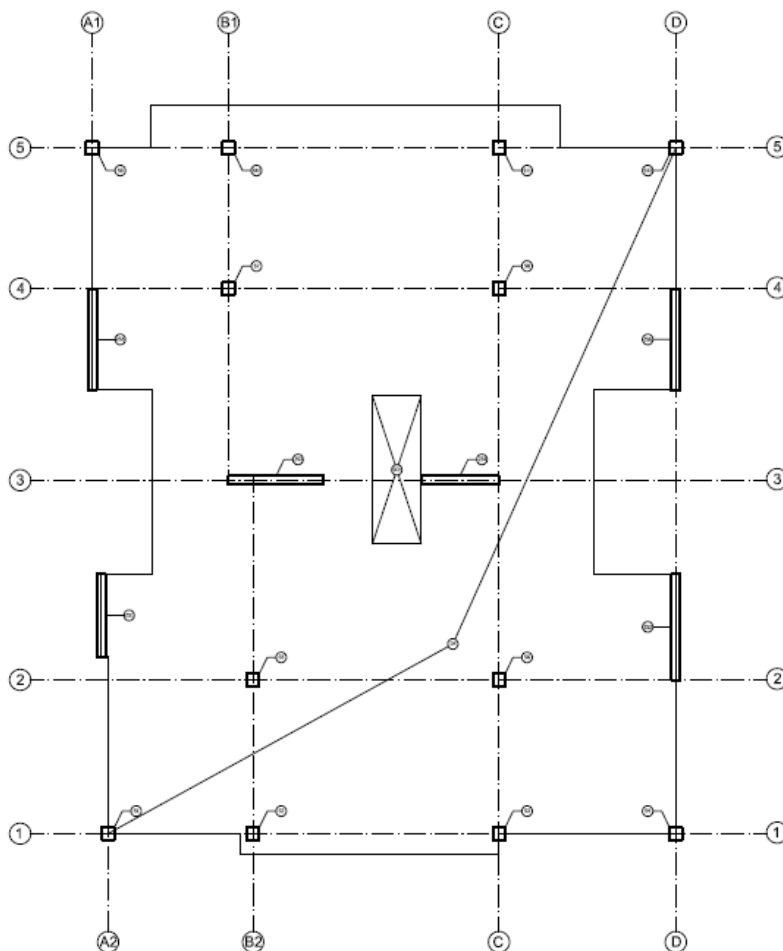


4. Návrh výztuže - SMĚR Y HORNÍ POVRCH



Jenom v blízkosti podpor u hornímu povrchu nevyhoví konstrukční výztuž.

K návrhu výztuže je potřeba zprůměrovat hodnoty (viz kap. 5. Vnitřní síly)



Tab. 6.4. Návrh výztuže k hornímu povrchu v blízkosti podpor

Č. Podpory	Směr X			Směr Y		
	Navržená výztuž	Med	Mrd	Navržená výztuž	Med	Mrd
S1	Ø12 na 160mm	58.01	58.94	Ø12 na 100mm	62.49	97.48
S2	Ø14 na 100mm	95.18	120.42	Ø12 na 160mm	57.71	62.63
S3	Ø14 na 100mm	117.20	120.42	Ø12 na 100mm	70.96	97.48
S4	Ø12 na 100mm	77.52	91.58	Ø12 na 160mm	55.89	62.63
S5	Ø12 na 100mm	72.65	91.58	Ø12 na 160mm	56.37	62.63
S6	Ø12 na 100mm	84.82	91.58	Ø12 na 100mm	69.53	97.48
S7	Ø12 na 100mm	73.75	91.58	Ø12 na 160mm	54.50	62.63
S8	Ø12 na 100mm	78.15	91.58	Ø12 na 100mm	66.57	97.48
S9	Ø12 na 160mm	55.91	58.94	Ø12 na 160mm	40.98	62.63
S10	Ø14 na 100mm	99.79	120.42	Ø12 na 100mm	64.47	97.48
S11	Ø14 na 100mm	100.98	120.42	Ø12 na 100mm	67.80	97.48
S12	Ø12 na 100mm	73.24	91.58	Ø12 na 160mm	53.86	62.63
ZS1	Ø12 na 100mm	88.45	91.58	Ø12 na 160mm	57.36	62.63
ZS2	Ø12 na 100mm	85.83	91.58	Ø12 na 160mm	55.13	62.63
ZS3	Ø12 na 160mm	56.45	58.94	Ø12 na 100mm	89.80	97.48
ZS4	Ø12 na 100mm	71.85	91.58	Ø14 na 100mm	125.78	128.45
ZS5	Ø12 na 100mm	66.82	91.58	Ø12 na 160mm	37.04	62.63
ZS6	Ø12 na 100mm	85.96	91.58	Ø12 na 160mm	45.58	62.63

6.1.3. ÚPRAVA VÝZTUŽE

KOTVENÍ VÝZTUŽE

Ø8

- Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 2.7 \text{ MPa}$$

$$\eta_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{pro dobré podmínky soudržnosti} \\ 0.7 & \text{pro špatné podmínky soudržnosti} \end{cases} = 1.0$$

$$\eta_2 = 1.0 \text{ pro } \phi \leq 32$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1.8}{1.5} = 1.2 \text{ MPa}$$

- Návrhové napětí v prutu výztuže

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = 434.78 \text{ MPa}$$

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\phi \cdot \sigma_{sd}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{8 \cdot 434.78}{4 \cdot 2.7} = 332.06 \text{ mm}$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25 - 8}{8} = 0.68 \leq 0.7, \alpha_2 = 0.7$$

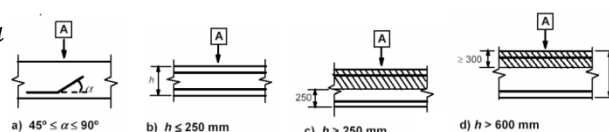
$$c_d = \min \left\{ \frac{c_{nom}}{a/2} \right\} = \min \left\{ \frac{25}{90} \right\} = 25 \text{ mm}$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

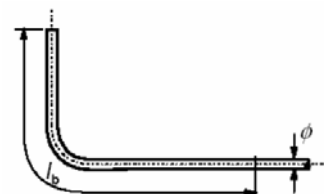
$$\alpha_5 = 1.0$$

Obr.5.5.1. Definice podmínek soudržnosti

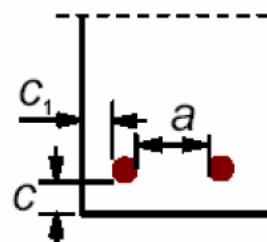


Bez šrafování – dobré; S šrafováním – špatné; A – směr betonáže

Obr.5.5.2. Základní kotevní délka



Obr.5.5.3. Hodnoty c_d pro trámy a desky



- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 332.06 = 225.44mm$$

$$volím l_{bd} = 250mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\phi \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 99.62 \\ 80 \\ 100 \end{cases} = 100mm$$

$$l_{bd} = 250mm \geq l_{min} = 100mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø12

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12}{4} \cdot \frac{434.78}{2.7} = 483.09mm$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25-12}{12} = 0.84, \text{ kde } c_d = \min \left\{ \frac{c_{nom}}{a/2} \right\} = \min \left\{ \frac{25}{80} \right\} = 25mm$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

$$\alpha_5 = 1.0$$

- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.84 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 483.09 = 405.80mm$$

$$volím l_{bd} = 450mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\phi \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 145 \\ 120 \\ 100 \end{cases} = 145mm$$

$$l_{bd} = 450mm \geq l_{min} = 145mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø14

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{434.78}{2.7} = 563.60mm$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25-14}{14} = 0.88, \text{ kde } c_d = \min \left\{ \frac{c_{nom}}{a/2} = \min \left\{ \frac{25}{80} = 25mm \right. \right.$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

$$\alpha_5 = 1.0$$

- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.88 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 563.60 = 497.19mm$$

$$\text{volím } l_{bd} = 500mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\varnothing \\ 100mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 169 \\ 140 \\ 100 \end{array} \right. = 169mm$$

$$l_{bd} = 500mm \geq l_{min} = 169mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘESAHEM

Ø8

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 332.06 \cdot 1.0$$

$$l_0 = 348.65mm, \text{ volím } l_0 = 350mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\varnothing \\ 200mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 149.4 \\ 120 \\ 200 \end{array} \right. = 200mm$$

$$l_0 = 350mm \geq l_{0,min} = 200mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø12

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.84 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 483.09$$

$$l_0 = 608.70mm, \quad \text{volím } l_0 = 650mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 217.4 \\ 180 \\ 200 \end{array} \right. = 217.4mm$$

$$l_0 = 650mm \geq l_{0,min} = 217.4mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø14

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.88 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 563.60$$

$$l_0 = 743.95mm, \quad \text{volím } l_0 = 750mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 253.6 \\ 240 \\ 200 \end{array} \right. = 253.6mm$$

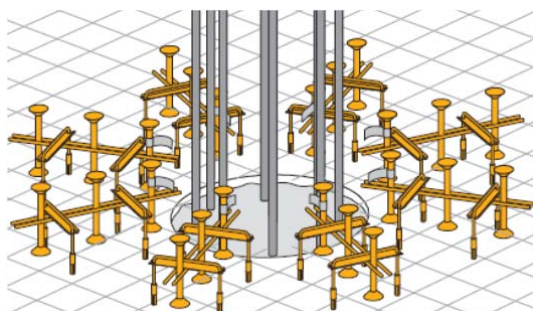
$$l_0 = 750mm \geq l_{0,min} = 253.6mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

6.2. DIMENZOVÁNÍ NA PROTlačENÍ

Výpočet byl proveden pomocí návrhového software-u Schöck BOLE který poskytuje výrobce.




Jako smykovou výztuž proti protlačení byly navrženy dvouhlavé trny Schöck BOLE typu Standard.



Osazení po uložení spodní výztuže, před uložení horní výztuže. Předepsaná krycí vrstva je zajištěna pomocí zabudovaných distančních podložek.

Vstupní parametry:

	bx [mm]	by [mm]	h [mm]	d [mm]	co [mm]	ar [mm]	Výztužení		Ved [kN]	Med,x [kNm]	Med,y [kNm]
							Směr x	Směr y			
S1	350	350	250	207	25	0	Ø12 na 160mm	Ø12 na 100mm	95.65	37.35	33.00
S2	350	350	250	206	25		Ø14 na 100mm	Ø12 na 160mm	303.92	80.60	105.02
S3	350	350	250	206	25		Ø14 na 100mm	Ø12 na 100mm	324.37	86.30	107.65
S4	350	350	250	207	25	0	Ø12 na 100mm	Ø12 na 160mm	103.95	28.07	43.54
S5	350	350	250	207	25	-	Ø12 na 100mm	Ø12 na 160mm	367.67	40.72	102.50
S6	350	350	250	207	25	-	Ø12 na 100mm	Ø12 na 100mm	430.05	33.18	116.31
S7	350	350	250	207	25	-	Ø12 na 100mm	Ø12 na 160mm	347.09	32.30	101.83
S8	350	350	250	207	25	-	Ø12 na 100mm	Ø12 na 100mm	396.54	26.25	103.43
S9	350	350	250	207	25	0	Ø12 na 160mm	Ø12 na 160mm	81.75	24.04	32.09
S10	350	350	250	206	25	1200	Ø14 na 100mm	Ø12 na 100mm	365.79	30.75	123.78
S11	350	350	250	206	25	1200	Ø14 na 100mm	Ø12 na 100mm	390.78	36.77	126.00
S12	350	350	250	207	25	0	Ø12 na 100mm	Ø12 na 160mm	96.32	25.92	41.76
ZS3(B1)	250		250	207	25	-	Ø12 na 100mm	Ø12 na 160mm	289.63	19.61	7.75
ZS3(B2)	250		250	207	25	-	Ø12 na 100mm	Ø12 na 160mm	444.67	32.17	14.02
ZS4	250		250	206.5	25	-	Ø12 na 100mm	Ø14 na 100mm	423.03	31.41	9.38

	001 Projekt 1	Strana: ...
	S1	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 96 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.81$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 37; 33 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 0.522; 0.522 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Rohový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

Tloušťka sloupu

Tloušťka desky

Účinná výška průřezu

Krytí horní (spodní) výztuže

$$a = 350 \text{ mm}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$d = 207 \text{ mm}$$

$$co; cu = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

Ocel

Stupeň vyztužení

$$A_{sx} = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/160 \text{ mm}); A_{sy} 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

$$C25/30 (f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.34 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.43 \%$$

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

Vliv tloušťky desky

Faktor $C_{Rd,c}$

Únosnost betonu

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 108.9 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

Účinky zatížení na okraji sloupu

Maximální únosnost

$$u_0 = 0.580 \text{ m}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 299.1 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,max} = 6 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 390.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 299.1 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 390.4 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

Působící posouvající síla

$$u_{crit,2.0d} = 1.351 \text{ m}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 128.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 108.9 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 128.4 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

3x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 173 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 203 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$vorh \text{ ls} = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

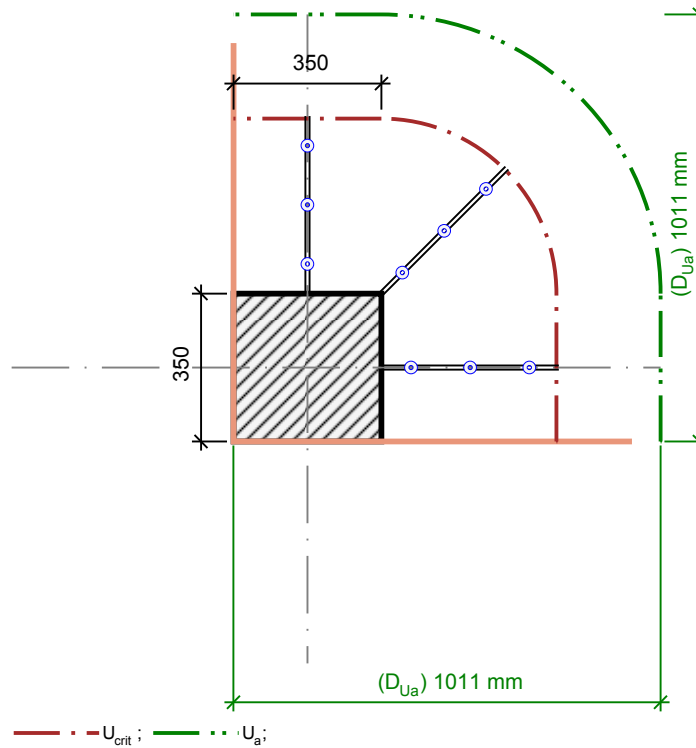
Délka kontrolovaného obvodu

Působící posouvající síla

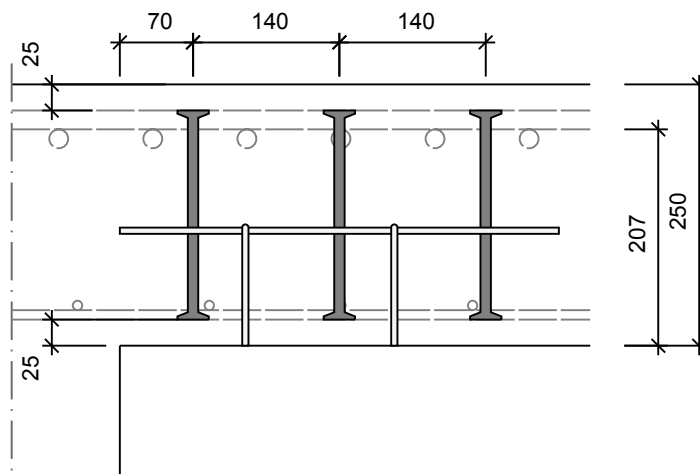
$$u_a (\text{vorh ls} + 1.5d) = 1.738 \text{ m}$$


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 99.8 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 99.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 108.9 \text{ kN/m}$$



3x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S2	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 304 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.66$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 81; 105 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 0.833; 1.008 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Okrajový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 206 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.75 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.51 \%$$

$$A_{sx} = 15.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 14/100 \text{ mm}); \quad A_{sy} 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/160 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.99$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{ \min 1,0; \max 1,6 \} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 114.4 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.927 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 543.9 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 593.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 543.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 593.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 2.345 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 215.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 114.4 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 215.0 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 10-200-6/206-25(70/5x140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 504 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 543 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 770 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

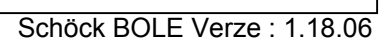
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 4.440 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 113.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 113.5 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 114.4 \text{ kN/m}$$



Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 324 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.62$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 81; 105 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 0.833; 1.008 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Okrajový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 206 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.75 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.64 \%$$

$$A_{sx} = 15.5 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 14/100 \text{ mm}); A_{sy} 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.99$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 123.8 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.927 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 565.5 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 641.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 565.5 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 641.9 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 2.345 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 223.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 123.8 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 223.5 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 10-200-6/206-25(70/5x140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 524 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 543 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 770 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

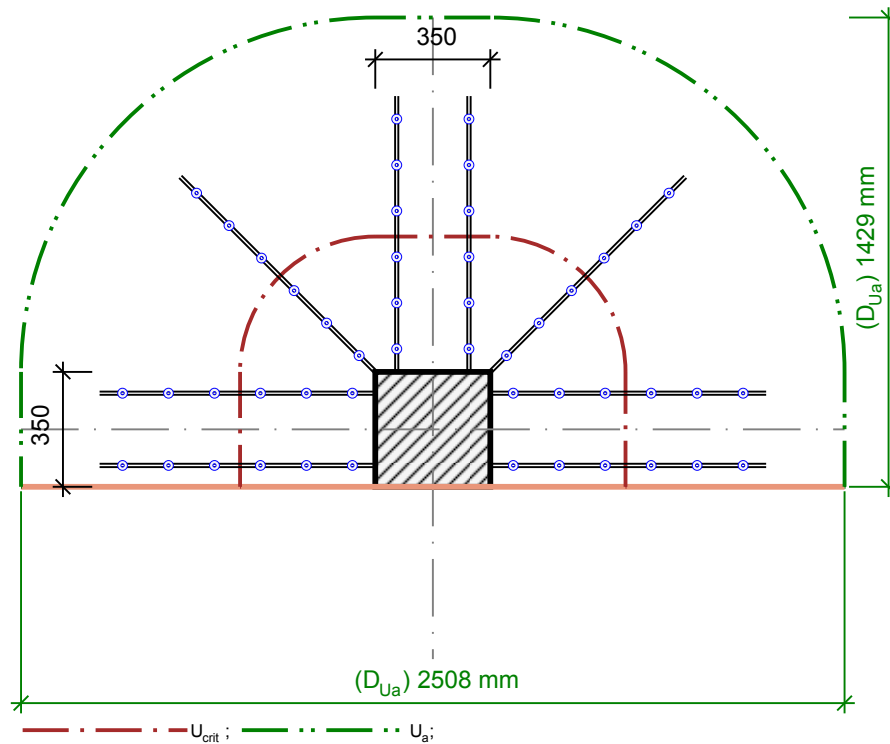
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 4.440 \text{ m}$$

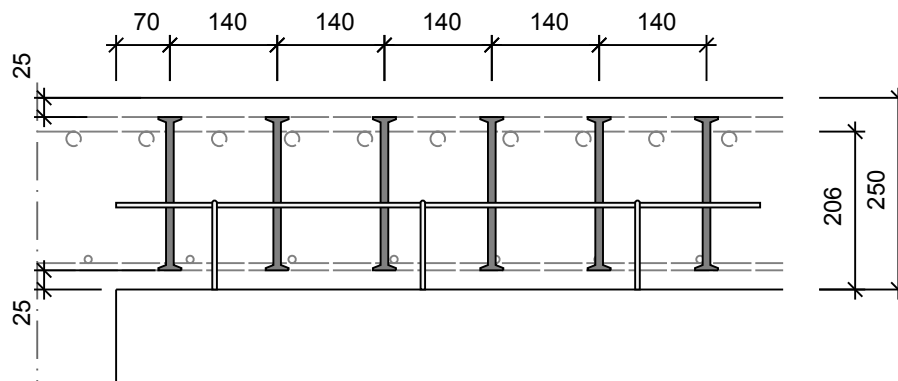
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 118.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 118.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 123.8 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 10-200-6/206-25(70/5x140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S4	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 104 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.77$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 28; 44 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 0.522; 0.522 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Rohový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.43 \%$$

$$A_{s_x} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/100 \text{ mm}); \quad A_{s_y} 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/160 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 108.9 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.580 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 318.2 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 6 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 390.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 318.2 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 390.4 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 1.351 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 136.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 108.9 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 136.5 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

3x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 184 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 203 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

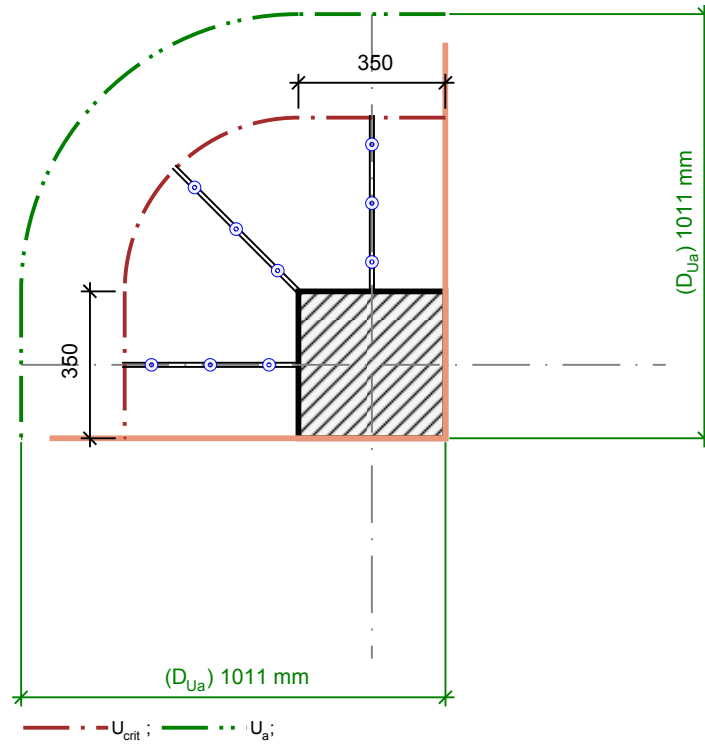
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 1.738 \text{ m}$$

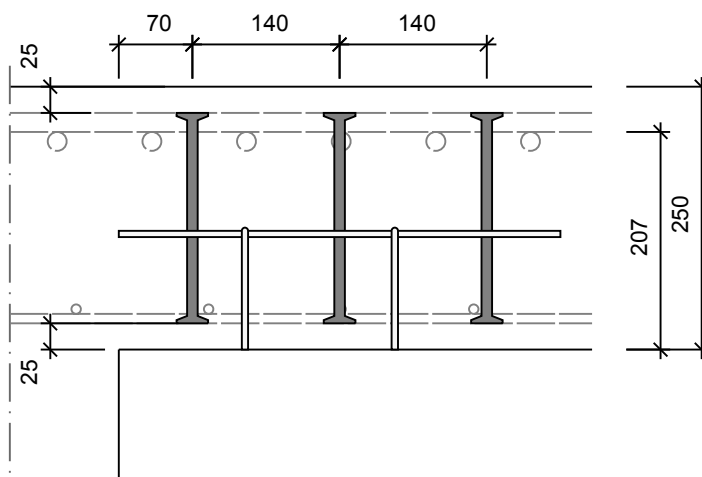
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 106.1 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 106.1 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 108.9 \text{ kN/m}$$



3x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S5	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 367 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.45$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 41; 103 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.614; 1.614 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 (f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2)$$

Ocel

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.43 \%$$

$$A_{sx} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm}); A_{sy} 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/160 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 108.9 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 1.400 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 379.3 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 565.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 379.3 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 565.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 4.001 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 132.7 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 108.9 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 132.7 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 531 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 543 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

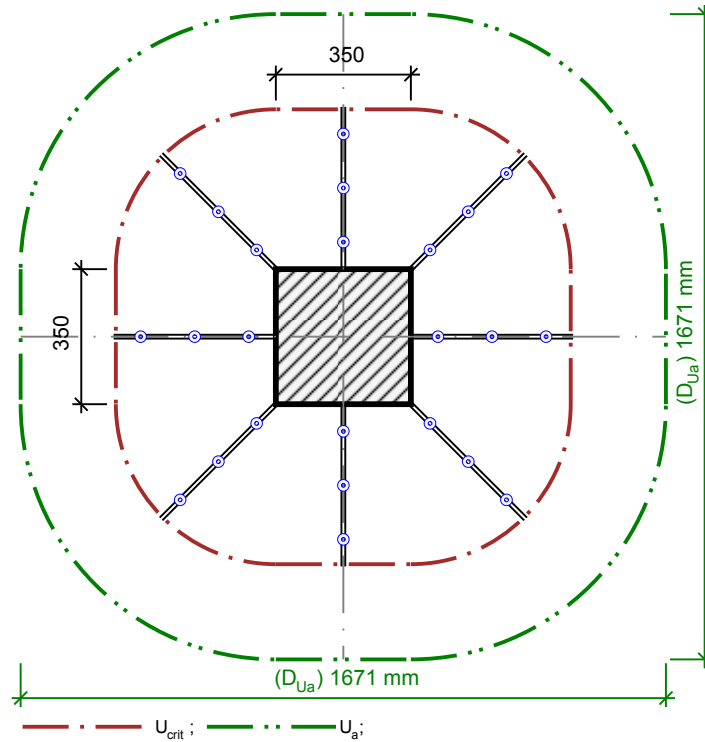
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 5.550 \text{ m}$$

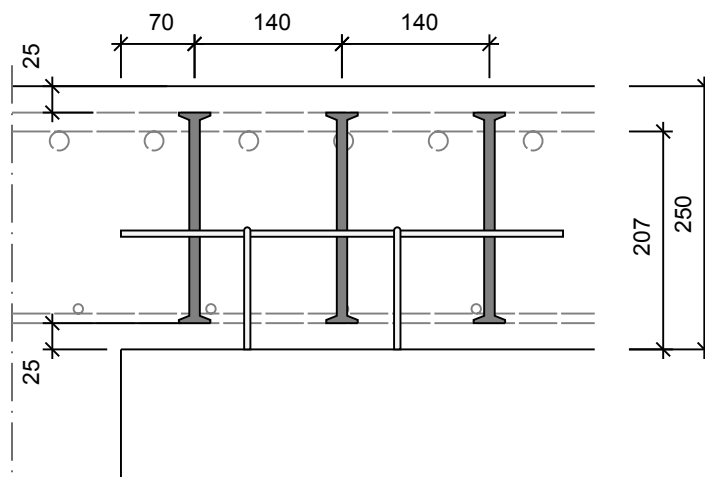
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 95.7 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 95.7 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 108.9 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S6	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 430 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.42$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 33; 116 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.614; 1.614 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.55 \%$$

$$A_{sx} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm}); \quad A_{sy} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{ \min 1,0; \max 1,6 \} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 117.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 1.400 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 435.6 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 611.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 435.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 611.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 4.001 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 152.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 117.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 152.4 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 610 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 781 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

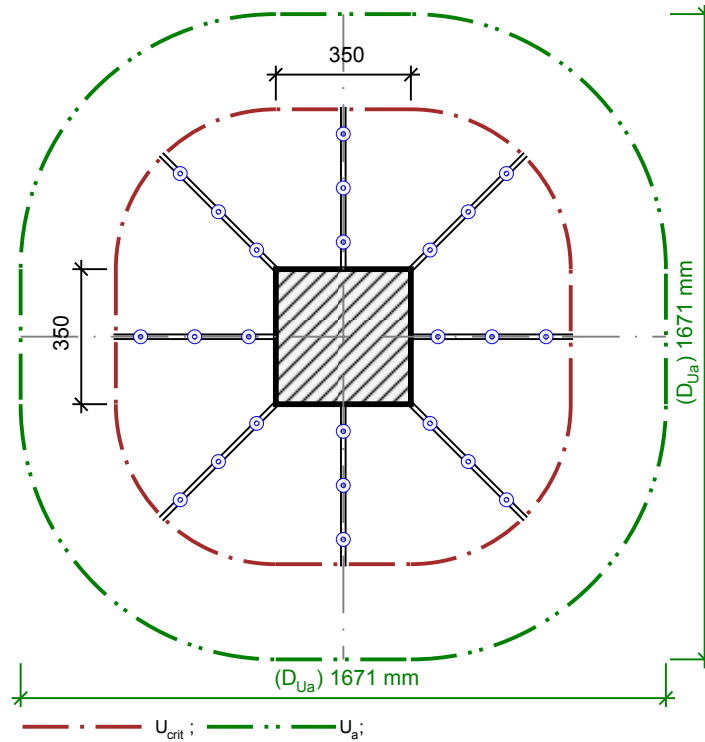
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 5.550 \text{ m}$$

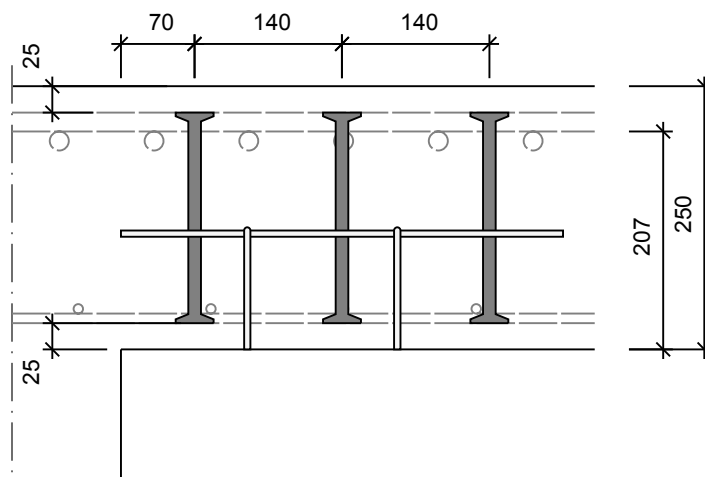
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 109.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 109.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 117.7 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S7	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

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

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.46$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 32; 102 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.614; 1.614 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.43 \%$$

$$A_{sx} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/100 \text{ mm}); A_{sy} 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/160 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 108.9 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 1.400 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 361.3 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 565.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 361.3 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 565.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 4.001 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 126.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 108.9 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 126.4 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 506 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 543 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 210 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

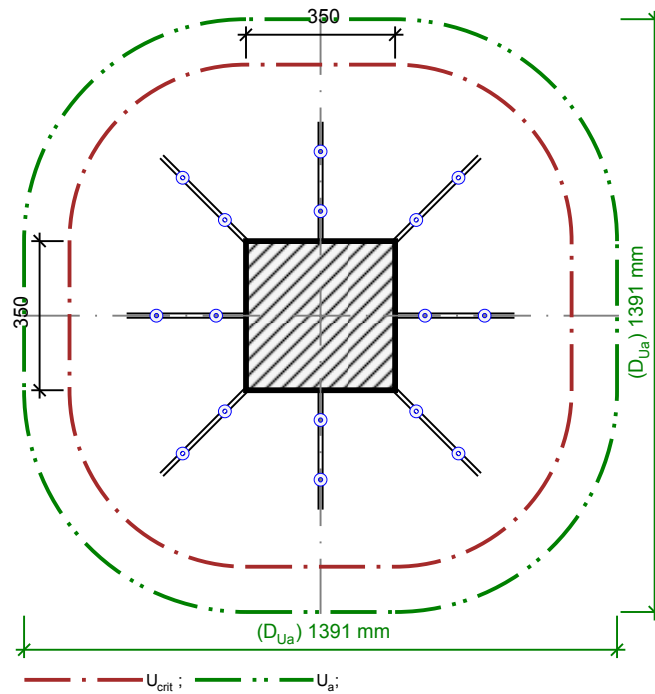
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 4.670 \text{ m}$$

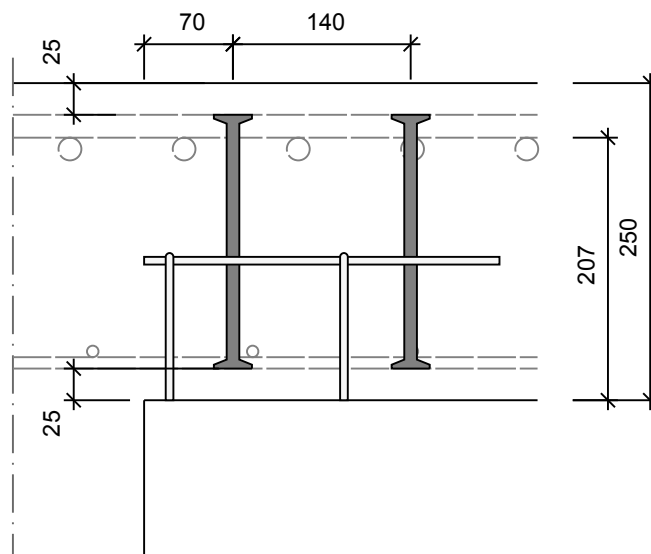
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 108.3 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 108.3 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 108.9 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S8	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 397 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.40$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 26; 103 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.614; 1.614 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 (f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2)$$

Ocel

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.55 \%$$

$$A_{sx} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm}); A_{sy} 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 117.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 1.400 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 396.9 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 611.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 396.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 611.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 4.001 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 138.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 117.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 138.9 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 556 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 781 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

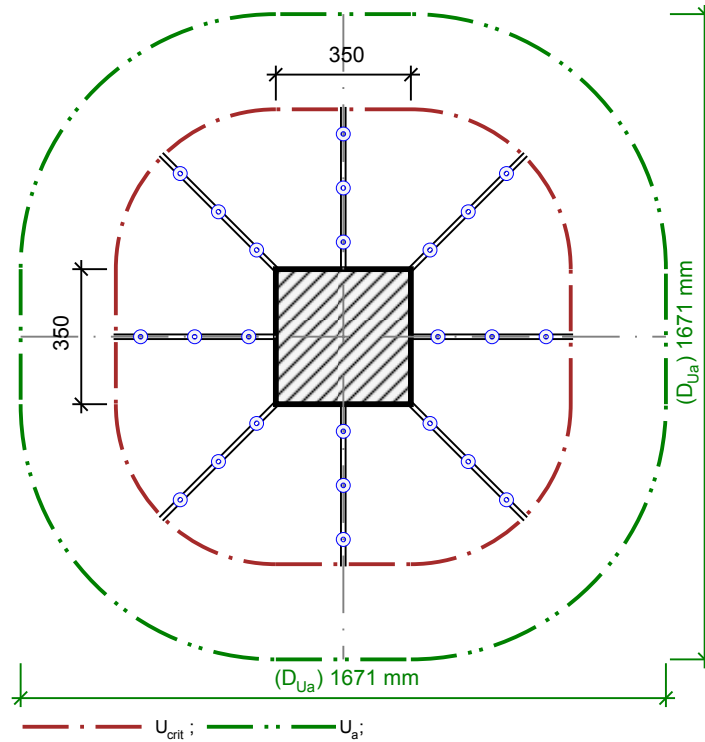
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 5.550 \text{ m}$$

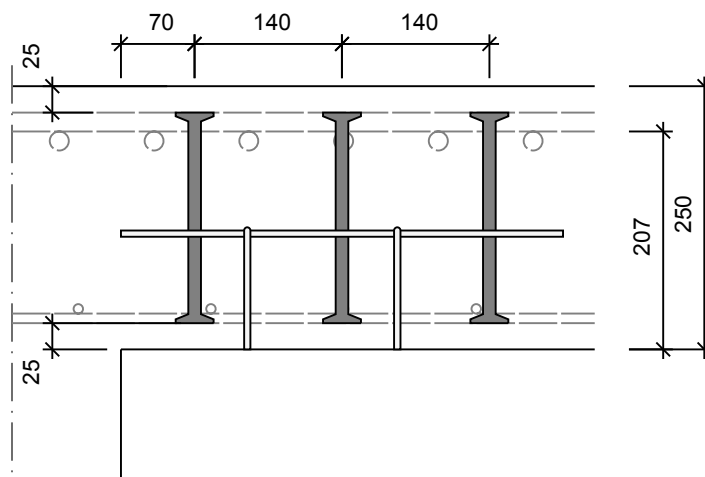
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 100.1 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 100.1 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 117.7 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S9	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení
Součinitel excentricity zat. b
Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 82 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.76$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 24; 32 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 0.522; 0.522 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Rohový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu
Tloušťka sloupu
Tloušťka desky
Účinná výška průřezu
Krytí horní (spodní) výztuže

$$a = 350 \text{ mm}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$d = 207 \text{ mm}$$

$$co; cu = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton
Ocel
Stupeň vyztužení

$$C25/30 (f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.34 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.34 \%$$

$A_{sx} = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m}$ (~ø12/160 mm); $A_{sy} = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m}$ (~ø12/160 mm)

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ
Vliv tloušťky desky
Faktor $C_{Rd,c}$
Únosnost betonu

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 100.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu
Účinky zatížení na okraji sloupu
Maximální únosnost

$$u_0 = 0.580 \text{ m}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 248.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,max} = 6 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 361.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 248.9 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 361.0 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

$$u_{crit,2.0d} = 1.351 \text{ m}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 106.8 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 100.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 106.8 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

3x Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 144 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 203 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$vorh \text{ ls} = 210 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

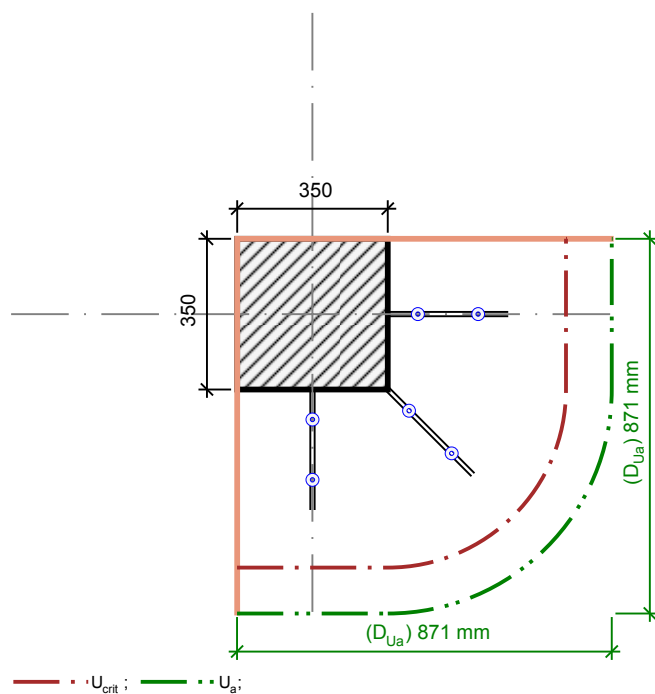
$$u_a (\text{vorh ls} + 1.5d) = 1.518 \text{ m}$$

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 95.0 \text{ kN/m}$$

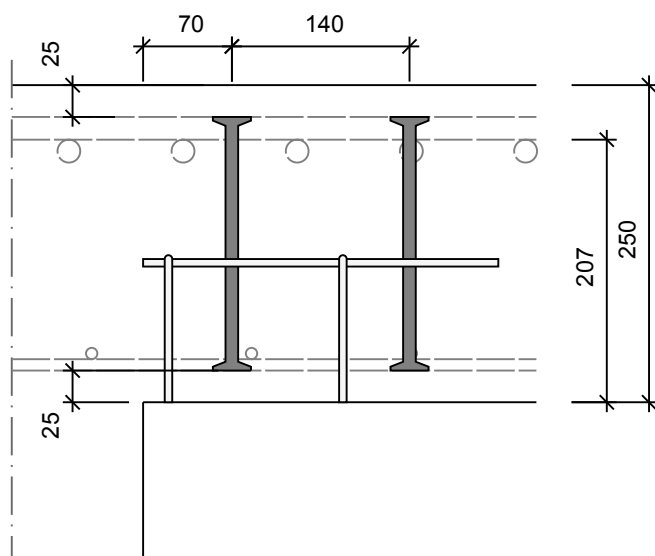
$$v_{Ed,a} = 95.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 100.7 \text{ kN/m}$$

-/-

Datum: 11/13/2012



3x Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)



Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 366 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.52$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 31; 124 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.604; 1.604 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Okrajový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 206 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.74 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.64 \%$$

$$A_{sx} = 15.3 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 14/100 \text{ mm)}; A_{sy} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 12/100 \text{ mm)}$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.99$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 123.5 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.927 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 600.2 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 640.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 600.2 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 640.5 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 3.989 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 139.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 123.5 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 139.5 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 12-200-2/206-25(70/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 556 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd}/\eta = 782 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 210 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

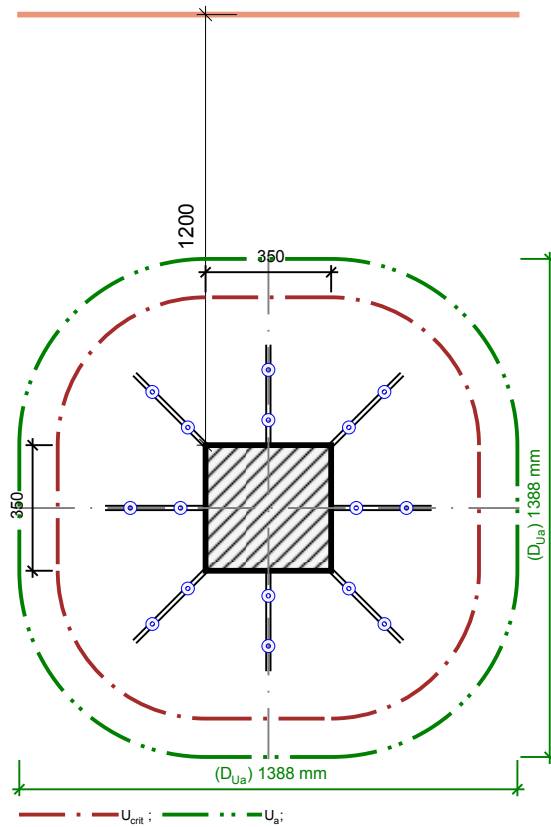
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 4.661 \text{ m}$$

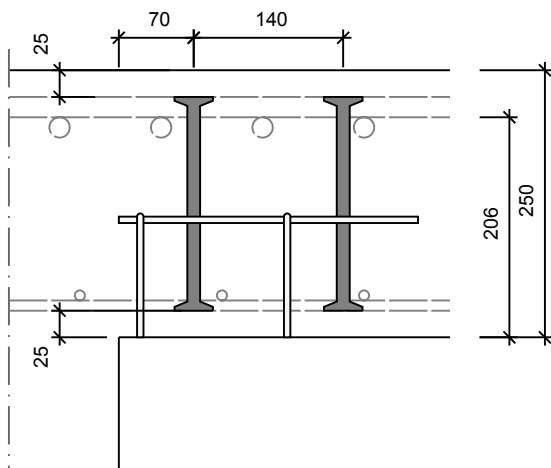
Působící posouvající síla

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 119.3 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 119.3 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 123.5 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 12-200-2/206-25(70/140)



Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 391 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.50$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 37; 126 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.604; 1.604 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Okrajový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 206 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.75 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.64 \%$$

$$A_{sx} = 15.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 14/100 \text{ mm}); A_{sy} 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.99$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 123.6 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.927 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 633.2 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 641.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 633.2 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 641.0 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 3.989 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 147.1 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 123.6 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 147.1 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

5x Schöck BOLE 14-200-3/206-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 587 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 665 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

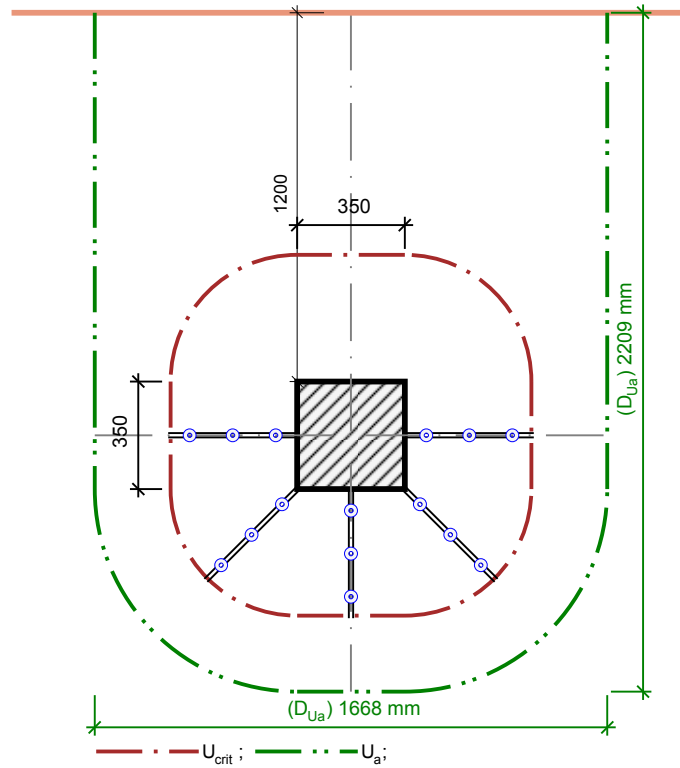
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 5.521 \text{ m}$$

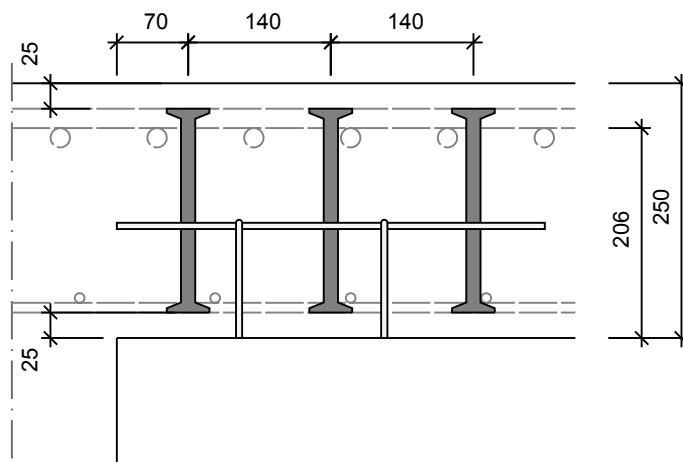
Působící posouvající síla

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 106.3 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 106.3 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 123.6 \text{ kN/m}$$



5x Schöck BOLE 14-200-3/206-25(70/140/140)



Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 96 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.79$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 26; 42 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 0.522; 0.522 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Rohový sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 350 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 (f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2)$$

Ocel

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.43 \%$$

$$A_{sx} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/100 \text{ mm}); A_{sy} = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 12/160 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 108.9 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.580 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 297.3 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 6 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 390.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 297.3 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 390.4 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 1.351 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 127.6 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 108.9 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 127.6 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

3x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 172 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 203 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 350 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

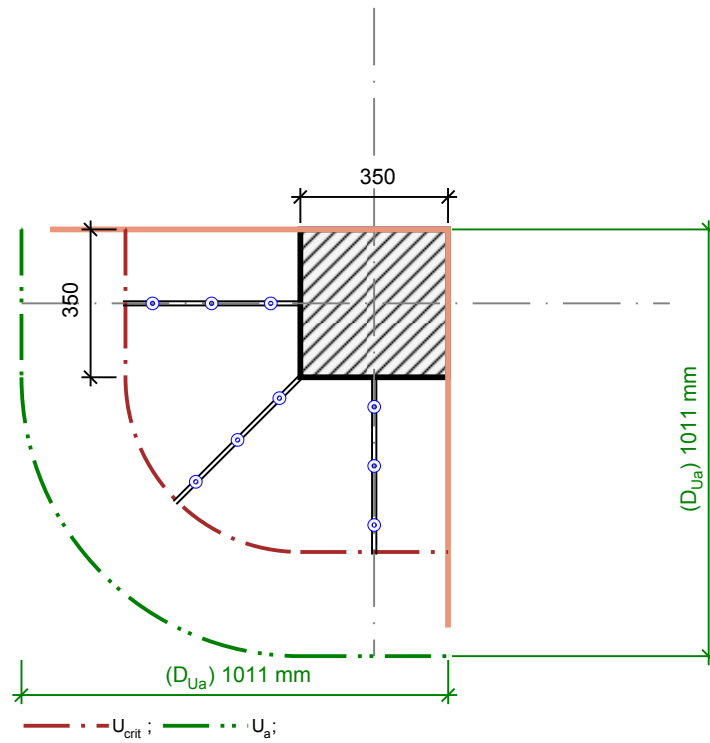
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 1.738 \text{ m}$$

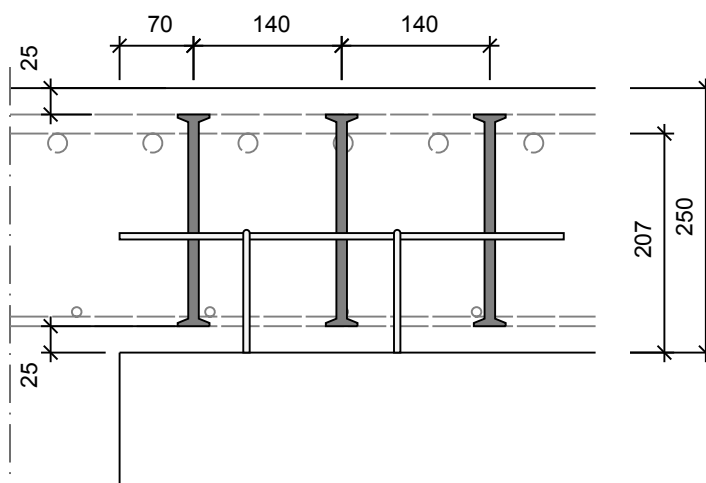
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 99.1 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 99.1 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 108.9 \text{ kN/m}$$



3x Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	ZS3(B1)	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení
Součinitel excentricity zat. b
Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 290 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 20; 8 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.824; 1.581 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Ukončení stěny

Tloušťka stěny
Tloušťka desky
Účinná výška průřezu
Krytí horní (spodní) výztuže

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$d = 207 \text{ mm}$$

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton
Ocel
Stupeň vyztužení

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.55 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.43 \%$$

$$A_{sx} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 12/100 \text{ mm)}; \quad A_{sy} = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 12/160 \text{ mm)}$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ
Vliv tloušťky desky
Faktor $C_{Rd,c}$
Únosnost betonu

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1, 0; \max 1, 6\} = 1.01$$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0.12$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 108.9 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu
Účinky zatížení na okraji sloupu
Maximální únosnost

$$u_0 = 0.830 \text{ m}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 384.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 598.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 384.5 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 598.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

$$u_{crit,2.0d} = 2.051 \text{ m}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 155.6 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 108.9 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 155.6 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

5x Schöck BOLE 10-200-4/207-25(70/3x140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 319 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 339 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 490 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 3.265 \text{ m}$$

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 97.7 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 97.7 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 108.9 \text{ kN/m}$$

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 445 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 32; 14 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.824; 1.581 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Ukončení stěny

Tloušťka stěny

$$b = 250 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 207 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.68 \cdot 0.34)^{1/2} = 0.48 \%$$

$$A_{sx} = 14.1 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 12/80 \text{ mm)}; A_{sy} = 7.1 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 12/160 \text{ mm)}$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.98$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1, 0; \max 1, 6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 113.0 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.830 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 590.0 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 620.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 590.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 620.9 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 2.051 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 238.7 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 113.0 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 238.7 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

6x Schöck BOLE 12-200-7/207-25(70/6x140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 490 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 586 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 910 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

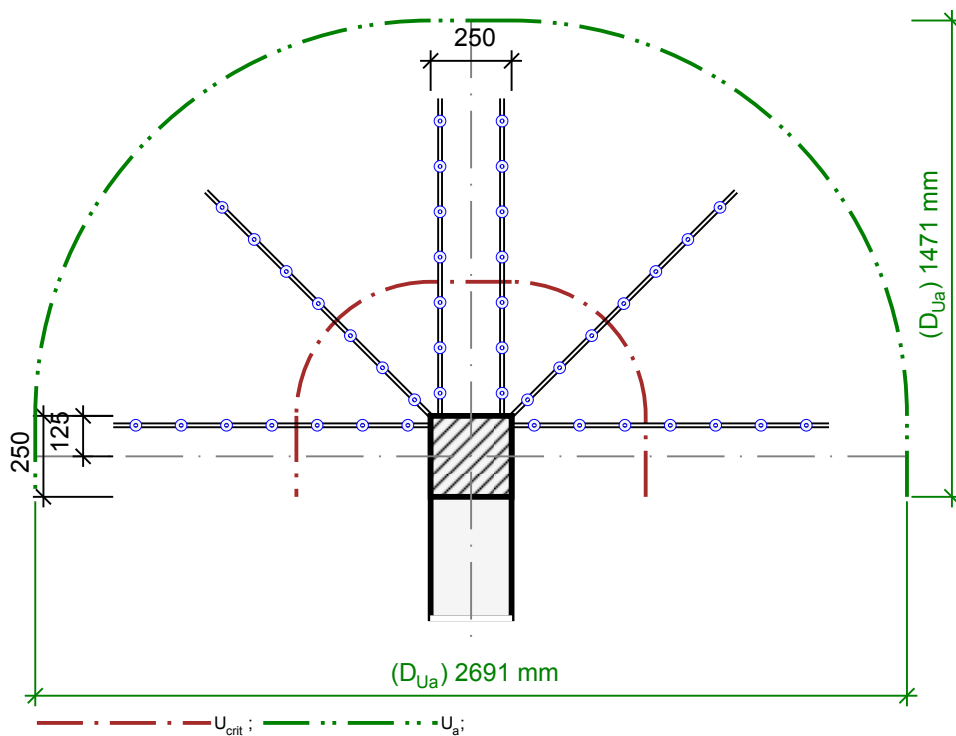
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 4.584 \text{ m}$$

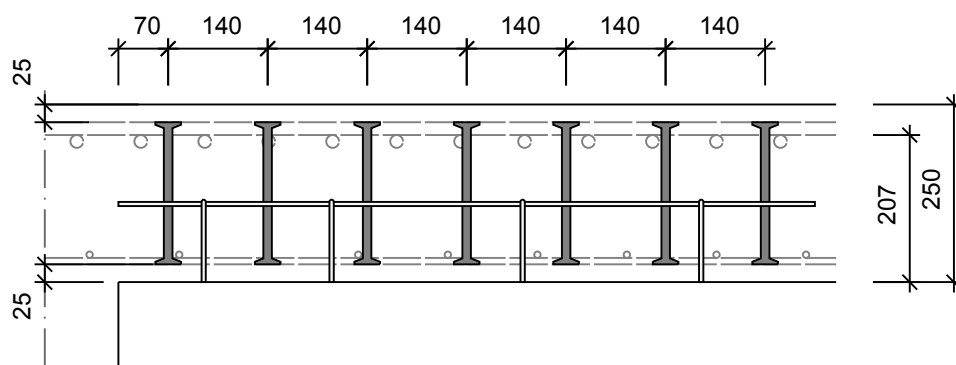
Působící posouvající síla

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 106.8 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 106.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 113.0 \text{ kN/m}$$



6x Schöck BOLE 12-200-7/207-25(70/6x140)



Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 423 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 31; 9 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 1.813; 1.571 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Ukončení stěny

Tloušťka stěny

$$b = 250 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 250 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 206 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C25/30 \text{ (} f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.75 \cdot 0.55)^{1/2} = 0.64 \%$$

$$A_{sx} = 15.4 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 14/100 \text{ mm)}; \quad A_{sy} = 11.3 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (~}\varnothing 12/100 \text{ mm)}$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.99$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1, 0; \max 1, 6\} = 1.01$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 123.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 0.827 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 562.8 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 679.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 562.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 679.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 2.044 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 227.6 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 123.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 227.6 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

5x Schöck BOLE 12-200-6/206-25(70/5x140)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 465 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 489 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 770 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

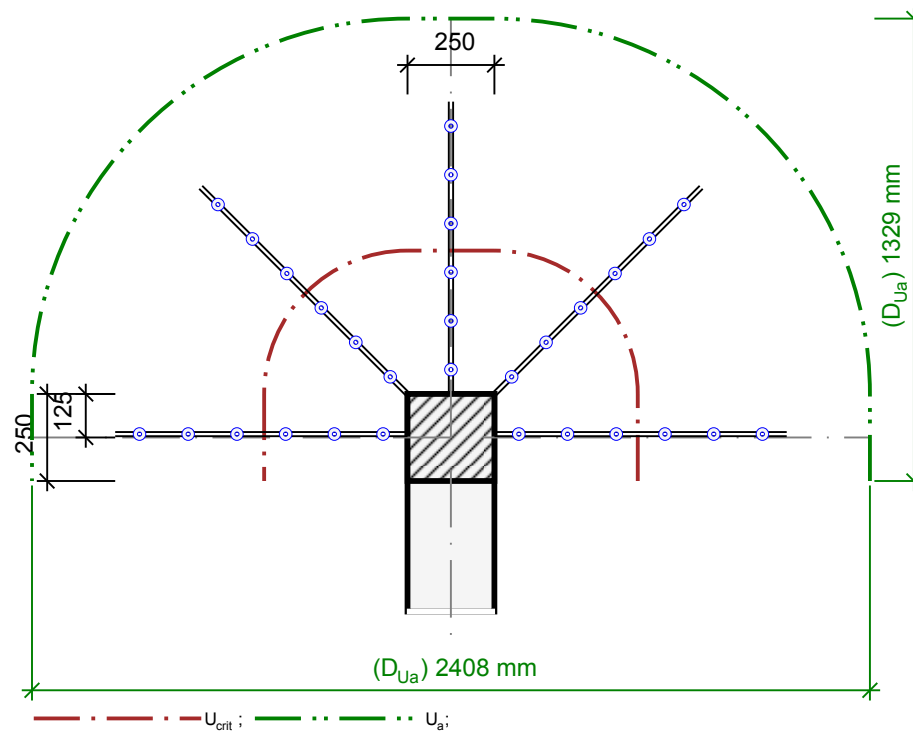
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 4.140 \text{ m}$$

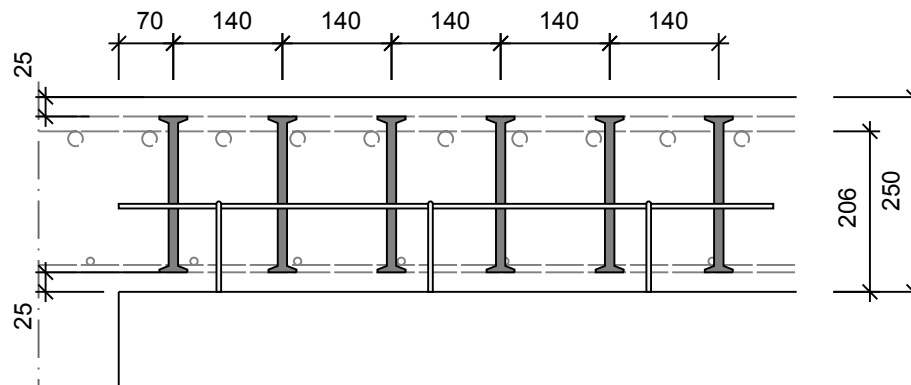
Působící posouvající síla

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 112.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 112.4 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 123.7 \text{ kN/m}$$



5x Schöck BOLE 12-200-6/206-25(70/5x140)



Počet kusů v položce

<u>Název položky</u>	<u>Označení BOLE</u>	<u>Poč. pol.</u>	<u>ks./pol.</u>
S1	Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)	1	3
S2	Schöck BOLE 10-200-6/206-25(70/5x140)	1	8
S3	Schöck BOLE 10-200-6/206-25(70/5x140)	1	8
S4	Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)	1	3
S5	Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)	1	8
S6	Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)	1	8
S7	Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)	1	8
S8	Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)	1	8
S9	Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)	1	3
S10	Schöck BOLE 12-200-2/206-25(70/140)	1	8
S11	Schöck BOLE 14-200-3/206-25(70/140/140)	1	5
S12	Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)	1	3
ZS3(B1)	Schöck BOLE 10-200-4/207-25(70/3x140)	1	5
ZS3(B2)	Schöck BOLE 12-200-7/207-25(70/6x140)	1	6
ZS4	Schöck BOLE 12-200-6/206-25(70/5x140)	1	5

Přehled

<u>Označení BOLE</u>	<u>Počet</u>
Schöck BOLE 10-200-3/207-25(70/140/140)	17
Schöck BOLE 10-200-6/206-25(70/5x140)	16
Schöck BOLE 12-200-3/207-25(70/140/140)	16
Schöck BOLE 10-200-2/207-25(70/140)	11
Schöck BOLE 14-200-3/206-25(70/140/140)	5
Schöck BOLE 12-200-2/206-25(70/140)	8
Schöck BOLE 10-200-4/207-25(70/3x140)	5
Schöck BOLE 12-200-7/207-25(70/6x140)	6
Schöck BOLE 12-200-6/206-25(70/5x140)	5

6.3. VÝZTUŽ PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ

Je třeba navrhnout v desce u vnitřních, krajních i rohových sloupů spodní výztuž (nejméně 2 pruty), která má procházet sloupem. Tato výztuž má zabezpečit konstrukci proti tzv. „řetězovému zřícení“.

$$F_{max} = \max \left\{ \frac{2 \cdot \Sigma g_d}{\Sigma q_d} \right\} = \max \left\{ \frac{2 \cdot 12.08}{2.25} \right\} = 24.16 \text{ kN/m}^2$$

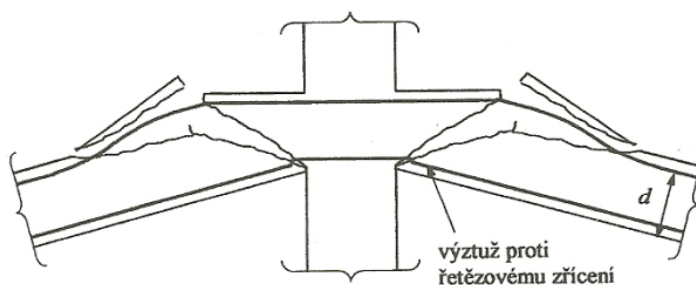
$$N_{sx} = N_{sy} = \frac{F \cdot l_y \cdot l_{nx}}{2.5} = \frac{24.16 \cdot 6.325 \cdot 4.7}{2.5} = 287.29 \text{ kN}$$

$$N_{sy} = N_{sx} = 287.29 \text{ kN}$$

$$A_{sx} = A_{sy} = \frac{N_s}{f_{yd}} = \frac{287.29}{434.78 \cdot 10^3} = 6.607 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 660.76 \text{ mm}^2$$

$$\text{Volím } 3\text{ØR18}, \quad A_s = 3 \cdot 254.5 = 763 \text{ mm}^2 \geq A_{sx} = A_{sy} = 660.76 \text{ mm}^2$$

Uspořádání této výztuže je patrné z následujících obrázku:



Obr.6.3.1. Selhání lokální oblasti

6.4. POUŽITELNOST A TRVANLIVOST

U betnových desek a nosníků, které splňují podmínku:

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

se předpokládá, že jsou splněna kritéria obecné použitelnosti a průchybu po zabudování prvku.

$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c1} \cdot \lambda_{d,tab}$, kde

$$\lambda_{d,tab} = \begin{cases} K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right], & \rho \leq \rho_0 \\ K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho}{\rho'}} \right], & \rho > \rho_0 \end{cases}$$

$K...$ součinitel závislý na statickém schématu konstrukce a na poloze průřezu, ve kterém je posuzováno přetvoření. Pro desky lokálně podepřené, $K = 1.2$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0.005$$

$\rho...$ geometrický stupeň výztužení tahovou výztuží v extrémně namáhaném průřezu konstrukce

$A_{s,prov}...$ plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = \frac{706.9}{1000 \cdot 213} = 0.0033$$

$\kappa_{c1}...$ součinitel závislý na tvaru průřezu, $\kappa_{c1} = 1.0$

$\kappa_{c2}...$ součinitel závislý na rozpětí, $\kappa_{c2} = \frac{7}{l} = \frac{7}{7.650} = 0.915$ pro $l = 7.65m \geq 7.0m$

$\kappa_{c3}...$ součinitel napětí tahové výztuže σ_s v extrémně namáhaném průřezu při caste kombinaci provozního zatížení

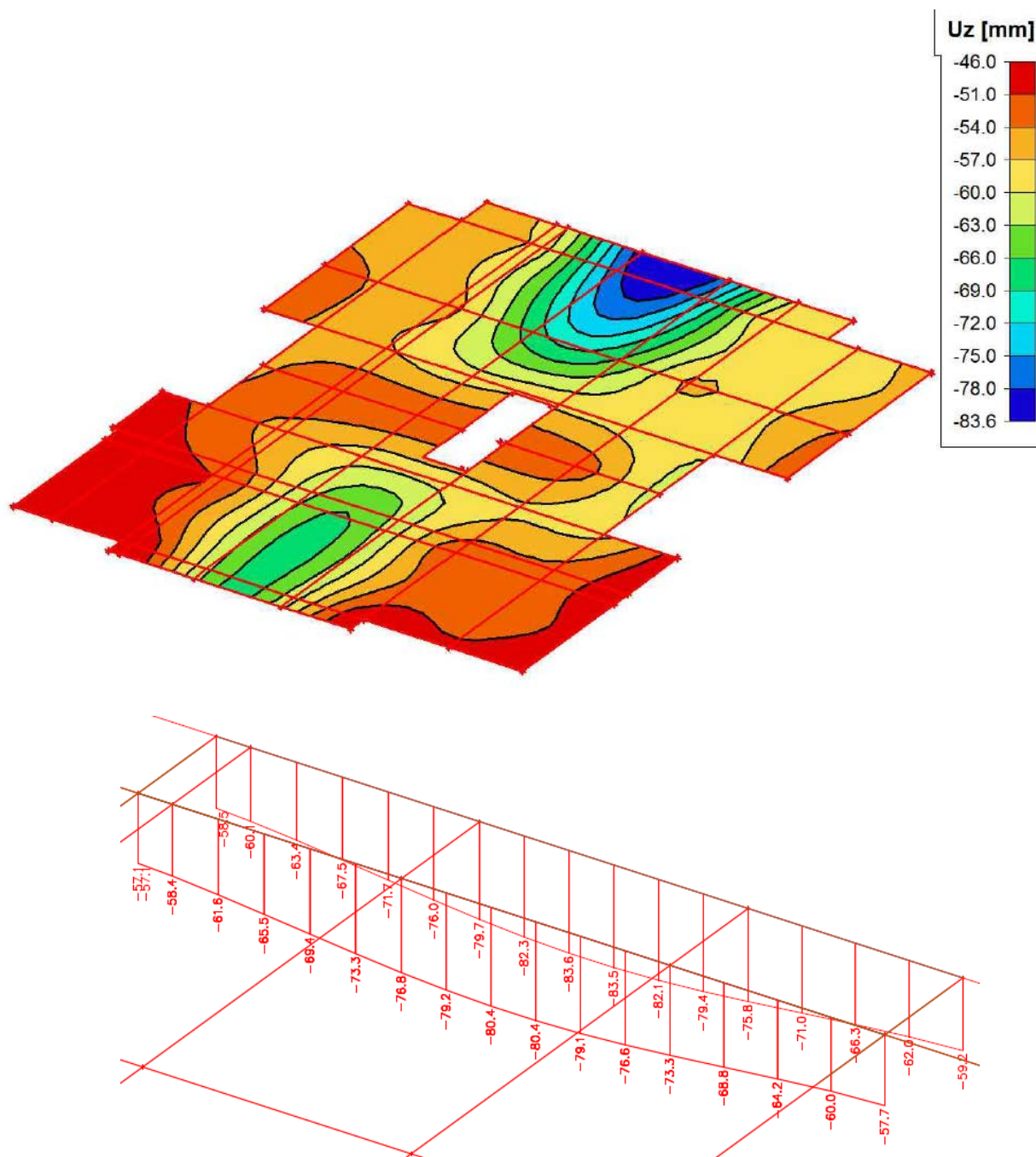
$$\kappa_{c3} = \frac{310}{\rho_s} \cong \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{520.9} \frac{706.9}{520.9} = 1.357$$

$$\begin{aligned} \rho = 0.0033 \leq \rho_0 = 0.005 \rightarrow \lambda_{d,tab} &= K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] = \\ &= 1.2 \left[11 + 1.5 \sqrt{25} \frac{0.005}{0.0033} + 3.2 \sqrt{25} \left(\frac{0.005}{0.0033} - 1 \right)^{3/2} \right] = 33.682 \end{aligned}$$

$$\lambda_d = 1.0 \cdot 0.915 \cdot 1.357 \cdot 33.682 = 41.825$$

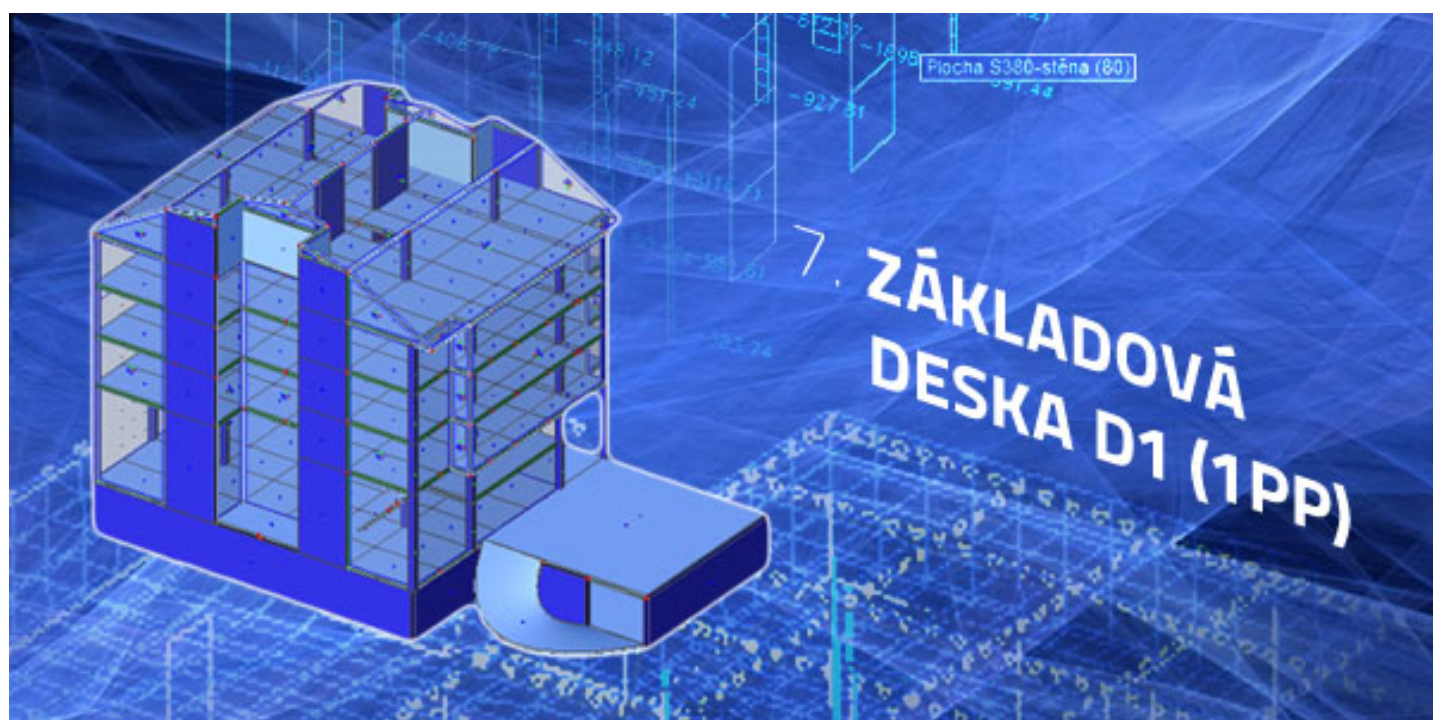
$$\frac{l}{d} = \frac{7.65}{0.213} = 35.915 \leq \lambda_d = 41.825 \rightarrow \text{ lze od výpočtu přetvoření upustit }$$

Maximální nelineární průhyb s dotvarováním byl ověřen pomoci nelineárního výpočtu v programu Scia Engineer:



$$u_z = 83.6 - 58.85 = 24.75\text{mm} \leq \frac{l}{250} = \frac{7650}{250} = 30.6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$u_z = 80.4 - 57.4 = 23.0\text{mm} \leq \frac{l}{250} = \frac{7650}{250} = 30.6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$



7.1. DIMENZOVÁNÍ NA OHYB

7.1.1. KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

- Krytí výztuže:

Stupeň prostředí XC2, konstrukční třída S2

(konstrukční třída S4 zmenšená o 2 třídy – pevnostní třída betonu \geq C30/37; desková konstrukce)

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min.b} \\ c_{min.dur} \\ 10mm \end{cases} = \max \begin{cases} 12mm \\ 15mm \\ 10mm \end{cases} = 15mm$$

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

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

SMĚR X – SPODNÍ POVRCH resp. SMĚR Y – HORNÍ POVRCH:

Ø12 na 160mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 113.1mm^2$$

$$A_s = 706.9mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_x/2 + \phi_w = 25 + 6 + 6 = 37mm$$

$$d = h_s - d_1 = 450 - 37 = 413mm$$

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{cases} = \max \begin{cases} 687mm^2 \\ 537mm^2 \end{cases} = 687mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 16520mm^2$$

$$A_{s,min} = 687 \leq A_s = 706.9 \leq A_{s,max} = 16520mm^2 \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Ověření světlé vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \begin{cases} 1.5\phi \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{cases} = \max \begin{cases} 1.5 \cdot 12 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{cases} = \max \begin{cases} 18 \\ 21 \\ 20 \end{cases} = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \begin{cases} 2h_s \\ 250mm \end{cases} = \min \begin{cases} 900mm \\ 250mm \end{cases} = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 160 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{706.9 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 23.33 \cdot 10^6} = 0.0165m$$

- Ověření započitatelností výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.413 = 0.255m$$

$$x_{lim} = 0.255m \geq x = 0.0165m \rightarrow \text{výhovuje}$$

Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 706.9 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.413 - 0.0132/2)$$

$$M_{Rd} = 124.91kNm$$

SMĚR X – HORNÍ POVRCH resp. SMĚR Y – SPODNÍ POVRCH:

Ø12 á 160 mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 113.1mm^2$$

$$A_s = 706.9mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset_Y/2 + \emptyset_X + \emptyset_w = 25 + 6 + 12 + 6 = 49mm$$

$$d = h_s - d_1 = 450 - 49 = 501mm$$

$$A_{s,min} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 667mm^2 \\ 521mm^2 \end{array} \right. = 667mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 16040mm^2$$

$$A_{s,min} = 677 \leq A_s = 706.9 \leq A_{s,max} = 16040mm^2 \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Ověření světlé vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5\emptyset \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5 \cdot 12 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 18 \\ 21 \\ 20 \end{array} \right. = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2h_s \\ 250mm \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 900mm \\ 250mm \end{array} \right. = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 160 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{706.9 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 23.33 \cdot 10^6} = 0.0165m$$

- Ověření započitatelnosti výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.401 = 0.247m$$

$$x_{lim} = 0.247m \geq x = 0.0165m \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

Únosnost průřezu:

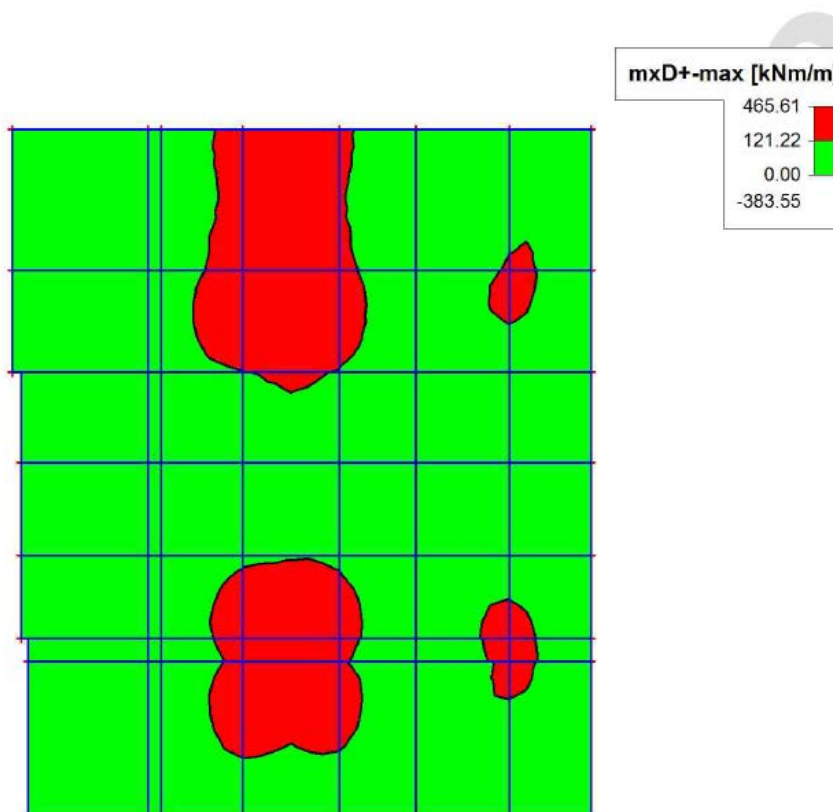
$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 706.9 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.401 - 0.0132/2)$$

$$M_{Rd} = 121.22kNm$$

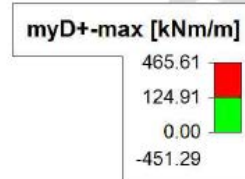
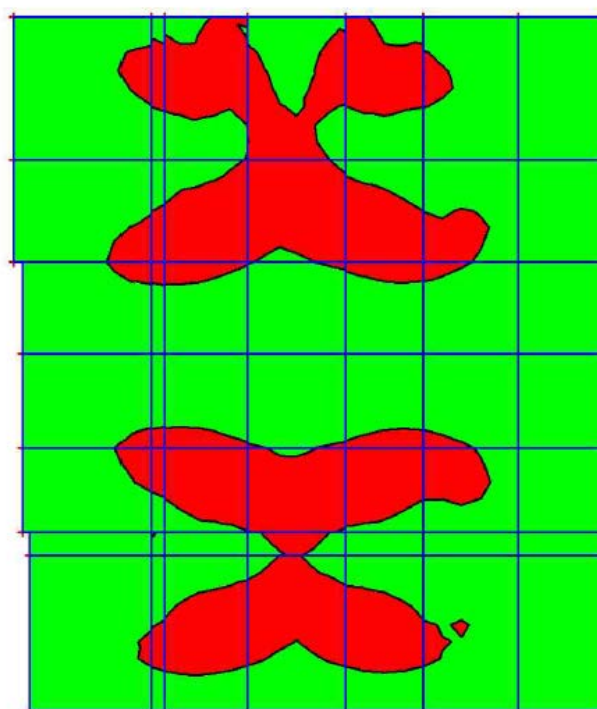
7.1.2. NÁVRH VÝZTUŽE

Z následujících obrázku je zřejmé ve kterých oblasti konstrukční výztuž není dostačující.

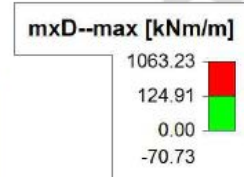
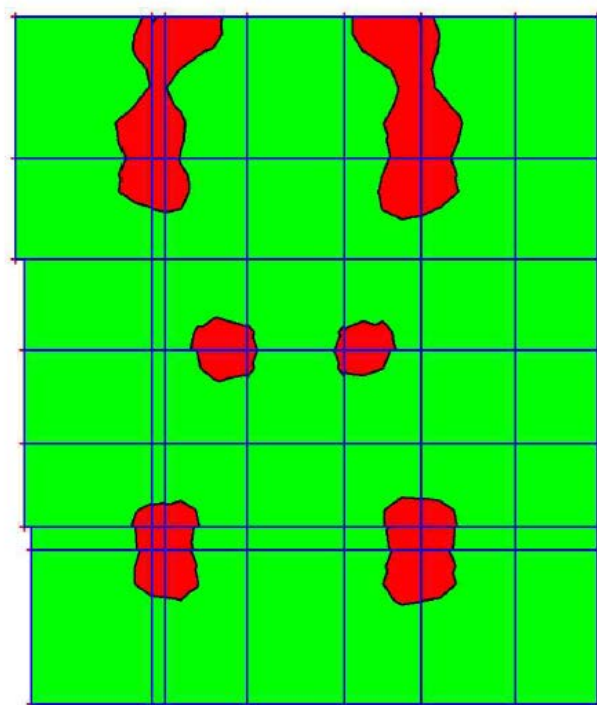
1. mxD+



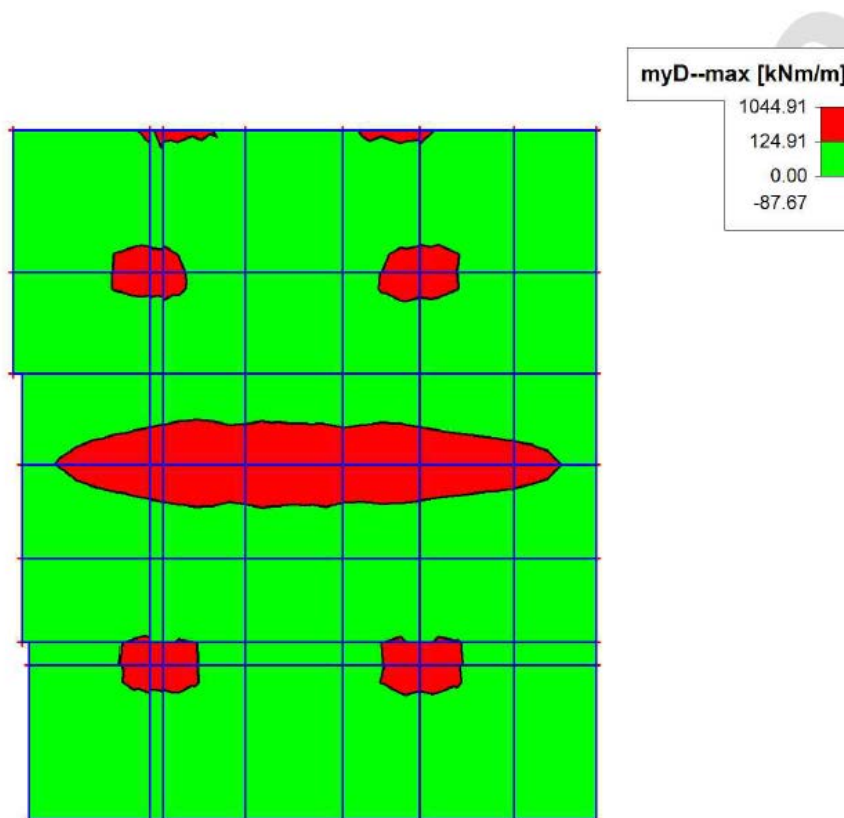
2. myD+



3. mxD-



4. myD-



Momenty na mezi únosnosti byly stanovený stejným způsobem jako v 7.1. Výsledky jsou zpracovaný v tab. 7.1. a tab. 7.2.

Tab. 7.1. Návrh výztuže - SMĚR X SPODNÍ POVRCH resp. SMĚR Y HORNÍ POVRCH:

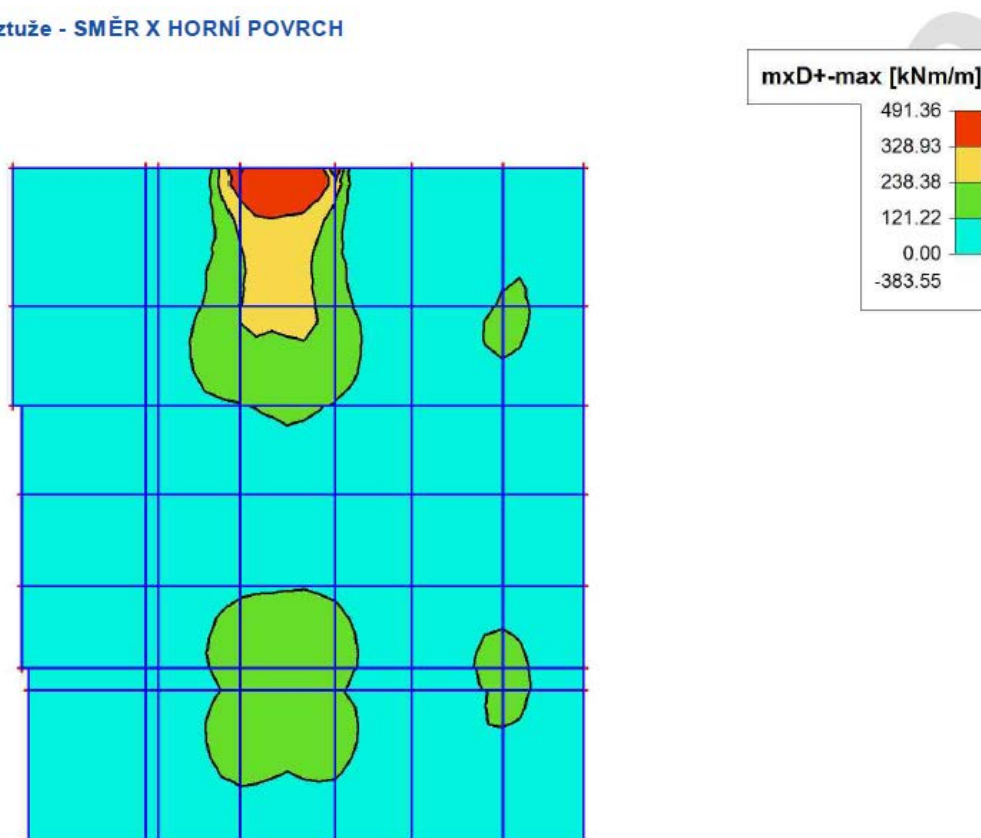
Ø [mm]	12	14	20	22
Sslabs [mm]	160	100	100	100
As,0 [mm ²]	113.1	153.9	314.2	380.1
As [mm ²]	706.9	1539.4	3141.6	3801.3
cnom [mm]	25	25	25	25
d1 [mm]	37	38	41	42
d [mm]	413	412	409	408
Asmin [mm ²]	689.4	687.7	682.7	681.0
Asmax [mm ²]	16520	16480	16360	16320
Smin [mm]	21	21	21	21
Smax [mm]	250	250	250	250
λ [-]	0.8	0.8	0.8	0.8
x [m]	0.0165	0.0359	0.0732	0.0885
Mrd [kNm]	124.90	266.15	518.68	615.79

Tab. 7.2. Návrh výztuže - SMĚR X HORNÍ POVRCH resp. SMĚR Y SPODNÍ POVRCH:

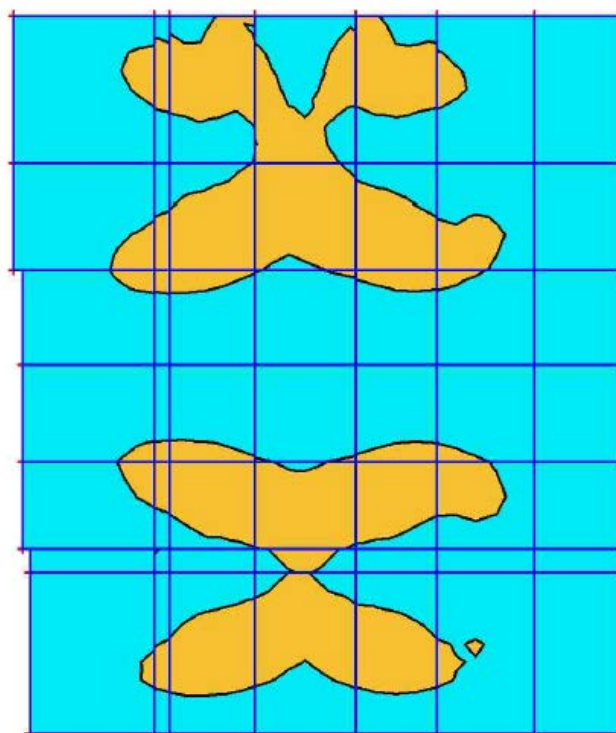
Ø	[mm]	12	12	16	20
Sslabs	[mm]	160	80	100	100
As,0	[mm ²]	113.1	113.1	201.1	314.2
As	[mm ²]	706.9	1413.7	2010.6	3141.6
cnom	[mm]	25	25	25	25
d1	[mm]	49	49	55	61
d	[mm]	401	401	395	392
Asmin	[mm ²]	669.3	669.3	659.3	649.3
Asmax	[mm ²]	16040	16040	15800	15660
Smin	[mm]	21	21	21	21
Smax	[mm]	250	250	250	250
λ	[-]	0.8	0.8	0.8	0.8
x	[m]	0.0165	0.0329	0.0468	0.0732
Mrd	[kNm]	121.22	238.38	328.93	491.36

Při vhodné zvolenými hodnotami izoploch dostaneme shema ze kterých můžeme vycházet při sestavení výkresů výztužení.

1. Návrh výztuže - SMĚR X HORNÍ POVRCH



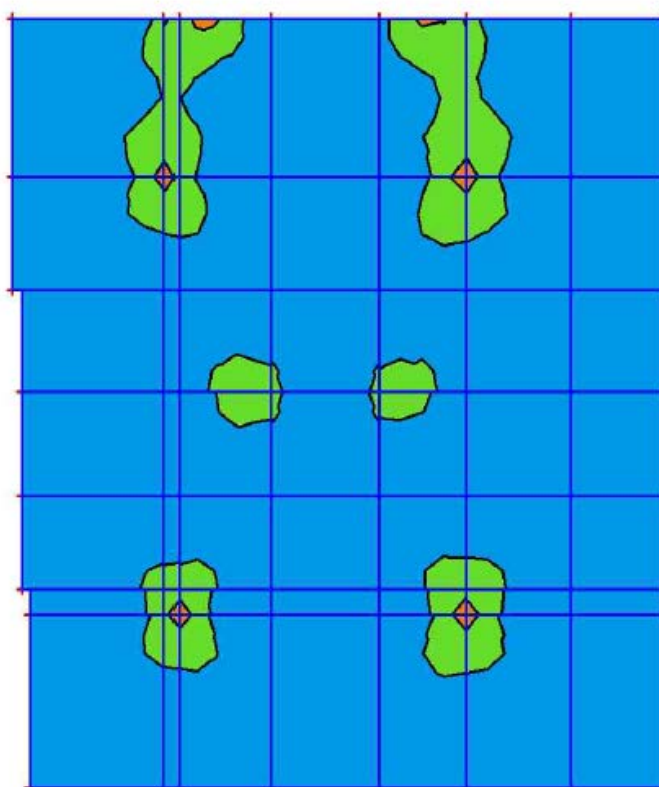
2. Návrh výztuže - SMĚR Y HORNÍ POVRCH



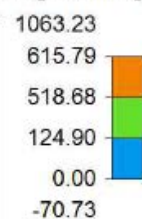
myD+-max [kNm/m]



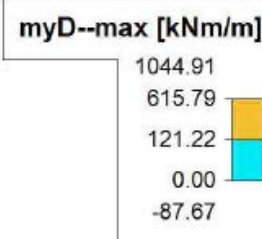
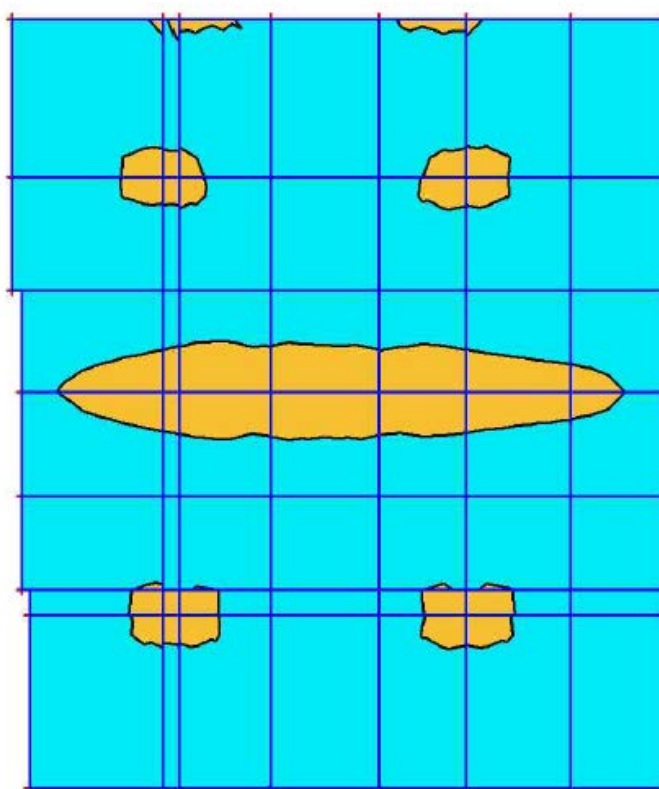
3. Návrh výztuže - SMĚR X SPODNÍ POVRCH



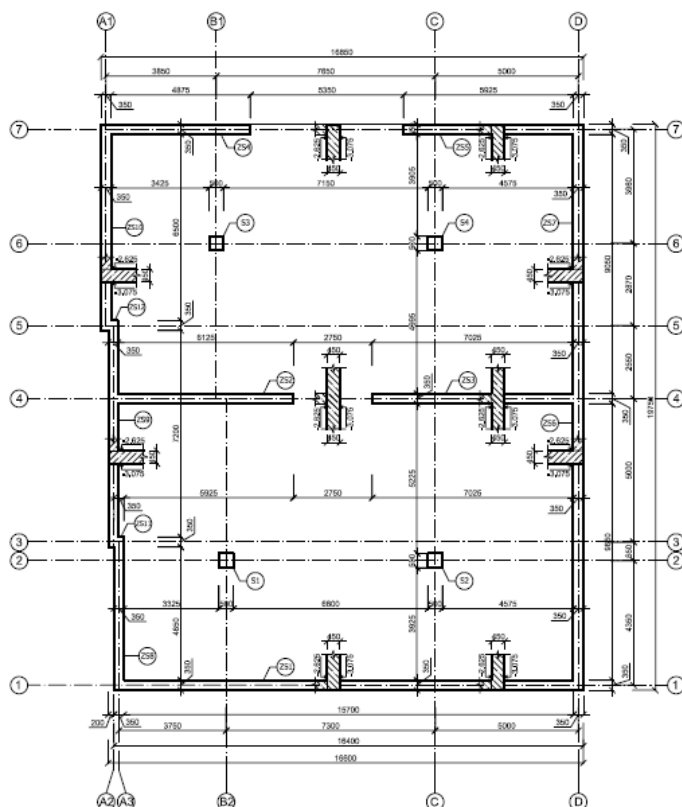
mxD--max [kNm/m]



4. Návrh výztuže - SMĚR Y SPODNÍ POVRCH



Jenom v blízkosti podpor u spodnímu povrchu nevyhoví konstrukční výztuž.
K návrhu výztuže je potřeba zprůměrovat hodnoty (viz kap. 5. Vnitřní síly)



Tab. 7.4. Návrh výztuže k hornímu povrchu

Č. Podpory	Směr X		
	Navržená výztuž	Med	Mrd
S1	Ø20 na 100mm	448.07	491.36
S2	Ø20 na 100mm	489.21	491.36
S3	Ø20 na 100mm	483.1	491.36
S4	Ø22 na 100mm	538.71	579.43
ZS1	Ø12 na 160mm	108.58	121.22
ZS2	Ø12 na 160mm	101.35	121.22
ZS3	Ø12 na 160mm	95.63	121.22
ZS4	Ø12 na 160mm	97.74	121.22
Č. Podpory	Směr Y		
	Navržená výztuž	Med	Mrd
S1	Ø20 na 100mm	404.69	518.68
S2	Ø20 na 100mm	449.30	518.68
S3	Ø20 na 100mm	406.58	518.68
S4	Ø20 na 100mm	470.09	518.68
ZS1	Ø12 na 80mm	219.56	245.76
ZS2	Ø12 na 80mm	205.75	245.76
ZS3	Ø12 na 160mm	29.52	124.90
ZS4	Ø12 na 160mm	31.64	124.90

7.1.3. ÚPRAVA VÝZTUŽE

KOTVENÍ VÝZTUŽE

Ø12

- Mezní napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 0.7 \cdot 1.0 \cdot 1.47 = 2.31 \text{ MPa}$$

$$\eta_1 = \begin{cases} 1.0 & \text{pro dobré podmínky soudržnosti} \\ 0.7 & \text{pro špatné podmínky soudržnosti} \end{cases} = 0.7$$

$$\eta_2 = 1.0 \text{ pro } \phi \leq 32$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{2.2}{1.5} = 1.47 \text{ MPa}$$

- Návrhové napětí v prutu výztuže

$$\sigma_{sd} = f_{yd} \frac{M_{ed}}{M_{rd}} = 434.78 \text{ MPa}$$

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12}{4} \cdot \frac{434.78}{2.31} = 564.65 \text{ mm}$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25 - 12}{12} = 0.84$$

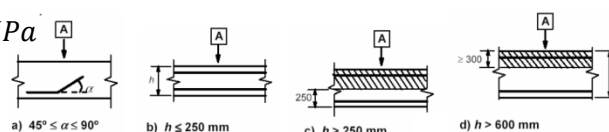
$$c_d = \min \left\{ \frac{c_{nom}}{a/2} \right\} = \min \left\{ \frac{25}{90} \right\} = 25 \text{ mm}$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

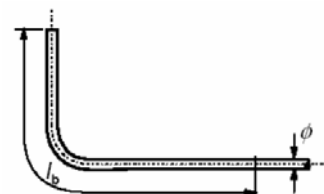
$$\alpha_5 = 1.0$$

Obr.5.5.1. Definice podmínek soudržnosti

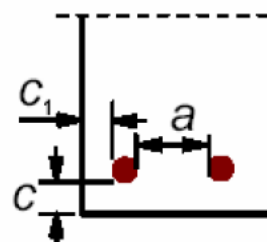


Bez šrafování – dobré; S šrafováním – špatné; A – směr betonáže

Obr.5.5.2. Základní kotevní délka



Obr.5.5.3. Hodnoty c_d pro trámy a desky



- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.84 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 564.65 = 474.3mm$$

$$volím\ l_{bd} = 500mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\emptyset \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 169.4 \\ 120 \\ 100 \end{cases} = 169.4mm$$

$$l_{bd} = 500mm \geq l_{min} = 169.4mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø14

Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{434.78}{2.31} = 658.76mm$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25 - 14}{14} = 0.88$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

$$\alpha_5 = 1.0$$

- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.88 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 658.76 = 579.7mm$$

$$volím\ l_{bd} = 600mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\emptyset \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 198 \\ 140 \\ 100 \end{cases} = 198mm$$

$$l_{bd} = 600mm \geq l_{min} = 198mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø16

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{434.78}{2.31} = 752.86mm$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25 - 16}{16} = 0.92$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

$$\alpha_5 = 1.0$$

- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.92 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 752.86 = 689.34mm$$

$$volím\ l_{bd} = 700mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\varnothing \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 226 \\ 160 \\ 100 \end{cases} = 226mm$$

$$l_{bd} = 700mm \geq l_{min} = 226mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø20

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} \cdot \frac{434.78}{2.31} = 941.08mm$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25 - 20}{20} = 0.96$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

$$\alpha_5 = 1.0$$

- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.96 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 941.08 = 905.79mm$$

$$volím\ l_{bd} = 950mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\phi \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 282 \\ 200 \\ 100 \end{cases} = 282mm$$

$$l_{bd} = 950mm \geq l_{min} = 282mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø22

- Základní kotevní délka:

$$l_{b,rgd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{434.78}{2.31} = 1035.19mm$$

- Hodnoty koeficientů α

$$\alpha_1 = 1.0$$

$$\alpha_2 = 1 - 0.15 \cdot \frac{25 - 22}{22} = 0.98$$

$$\alpha_3 = 1 - K \cdot \lambda = 1.0$$

$$\alpha_4 = 1.0$$

$$\alpha_5 = 1.0$$

- Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rgd} = 1.0 \cdot 0.98 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1035.19 = 1014.02mm$$

$$volím\ l_{bd} = 1050mm$$

- Minimální kotevní délka:

$$l_{min} = \max \begin{cases} 0,3 \cdot l_{b,rgd} \\ 10\phi \\ 100mm \end{cases} = \max \begin{cases} 310 \\ 220 \\ 100 \end{cases} = 310mm$$

$$l_{bd} = 1050mm \geq l_{min} = 310mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE PŘESAHEM

Ø12

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.84 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 564.65$$

$$l_0 = 711.5mm, \quad \text{volím } l_0 = 750mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \begin{cases} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{cases} = \max \begin{cases} 254 \\ 180 \\ 200 \end{cases} = 254mm$$

$$l_0 = 750mm \geq l_{0,min} = 254mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø14

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.88 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 658.76$$

$$l_0 = 869.56mm, \quad \text{volím } l_0 = 900mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \begin{cases} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{cases} = \max \begin{cases} 253.6 \\ 210 \\ 200 \end{cases} = 296mm$$

$$l_0 = 900mm \geq l_{0,min} = 296mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø16

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.92 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 752.86$$

$$l_0 = 1038.95mm, \quad \text{volím } l_0 = 1050mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \begin{cases} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{cases} = \max \begin{cases} 339 \\ 240 \\ 200 \end{cases} = 339mm$$

$$l_0 = 1050mm \geq l_{0,min} = 339mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø20

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.96 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 941.08$$

$$l_0 = 1355.15mm, \quad \text{volím } l_0 = 1400mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \begin{cases} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{cases} = \max \begin{cases} 424 \\ 240 \\ 200 \end{cases} = 424mm$$

$$l_0 = 1400mm \geq l_{0,min} = 424mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

Ø22

- Návrhová délka přesahu:

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_s} = 1.0 \cdot 0.98 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \cdot 1035.19$$

$$l_0 = 1521.73mm, \quad \text{volím } l_0 = 1550mm$$

- Minimální délka přesahu:

$$l_{0,min} = \max \begin{cases} 0.3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rgd} \\ 15\phi \\ 200mm \end{cases} = \max \begin{cases} 4666 \\ 330 \\ 200 \end{cases} = 466mm$$

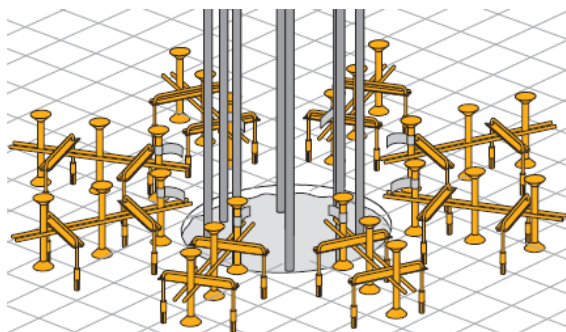
$$l_0 = 1550mm \geq l_{0,min} = 466mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

7.2. DIMENZOVÁNÍ NA PROTlačENÍ

Výpočet byl proveden pomocí návrhového software-u Schöck BOLE který poskytuje výrobce.




Jako smykovou výztuž proti protlačení byly navrženy dvouhlavé trny Schöck BOLE typu Standard.



Osazení po uložení spodní výztuže, před uložení horní výztuže. Předepsaná krycí vrstva je zajištěna pomocí zabudovaných distančních podložek.

Vstupní parametry:

	bx [mm]	by [mm]	h [mm]	d [mm]	co [mm]	Výztužení		Ved [kN]	Med,x [kNm]	Med,y [kNm]
						Směr x	Směr y			
S1	500	500	450	399	25	Ø20 na 100mm	Ø20 na 100mm	2516	31.90	93.68
S2	500	500	450	399	25	Ø20 na 100mm	Ø20 na 100mm	2717	45.35	69.20
S3	500	500	450	399	25	Ø20 na 100mm	Ø20 na 100mm	2582	29.51	125.54
S4	500	500	450	398.5	25	Ø22 na 100mm	Ø20 na 100mm	2828	35.14	105.24
ZS2	350		450	407	25	Ø12 na 160mm	Ø12 na 80mm	1014	5.63	22.12
ZS3	350		450	407	25	Ø12 na 160mm	Ø12 na 160mm	1086	5.17	21.89

	001 Projekt 1	Strana: ...
	S1	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 2516 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 32; 94 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 4.974; 4.974 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 450 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 399 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C35/45 \text{ (} f_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.79 \cdot 0.79)^{1/2} = 0.79 \%$$

$$A_{sx} = 31.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 20/100 \text{ mm}); \quad A_{sy} 31.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \varnothing 20/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.71$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{ \min 1,0; \max 1,6 \} = 1.20$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 247.0 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 2.000 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 1383.8 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 1489.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 1383.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1489.5 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 7.014 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 394.6 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 247.0 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 394.6 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 2768 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 2848 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 1015 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

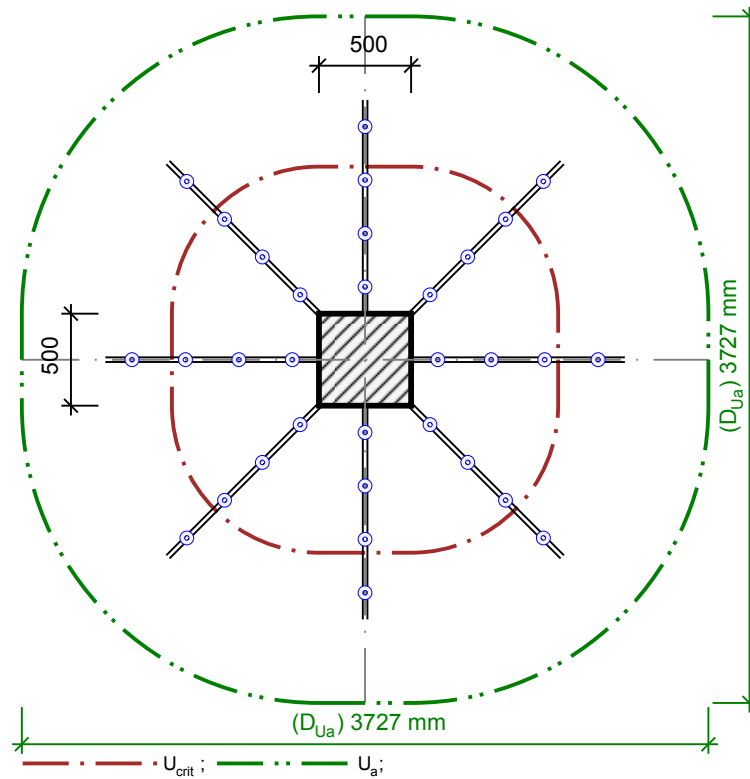
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 12.138 \text{ m}$$

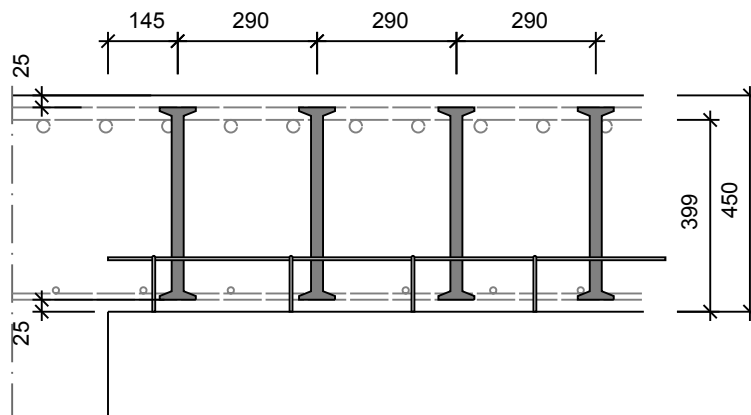
Působící posouvající síla

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 228.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 228.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 247.0 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)



Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$\begin{aligned} V_{Ed} &= 2717 \text{ kN} \\ \beta &= 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10 \\ M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} &= 45; 69 \text{ kNm} \\ W_x; W_y &= \int |e| dl = 4.974; 4.974 \text{ m}^2 \\ k_x; k_y &= 0.6; 0.6 \end{aligned}$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 450 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 399 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$co; cu = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C35/45 \quad (f_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2)$$

Ocel

$$BSt 500S \quad (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (1.23 \cdot 0.79)^{1/2} = 0.99 \%$$

$$A_{sx} = 49.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 25/100 \text{ mm}); \quad A_{sy} 31.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 20/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.71$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.20$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 266.2 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 2.000 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 1494.4 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 1605.4 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 1494.4 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1605.4 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 7.014 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 426.1 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 266.2 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 426.1 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

12x Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 2989 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 4272 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$vorh \text{ ls} = 1015 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

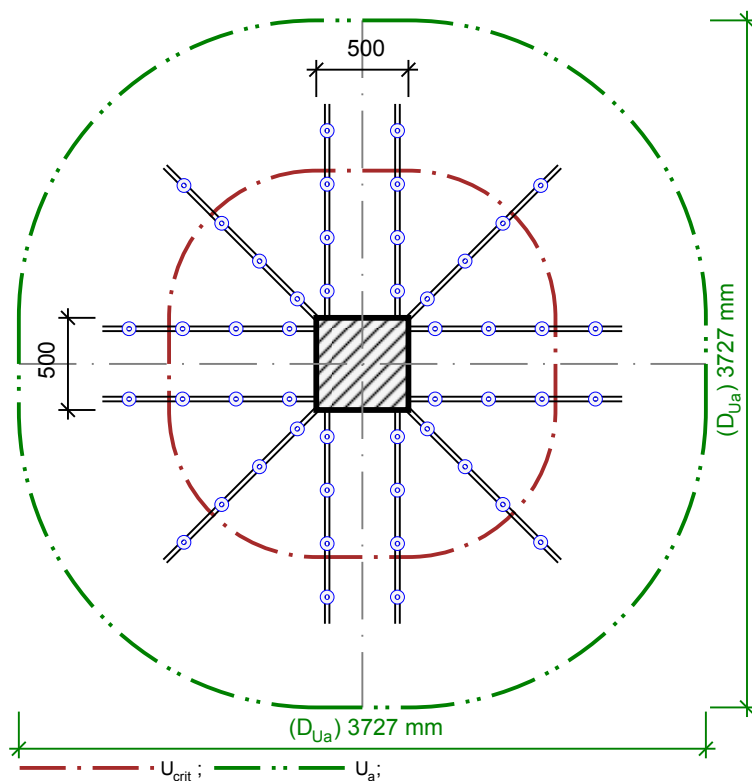
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh ls} + 1.5d) = 12.138 \text{ m}$$

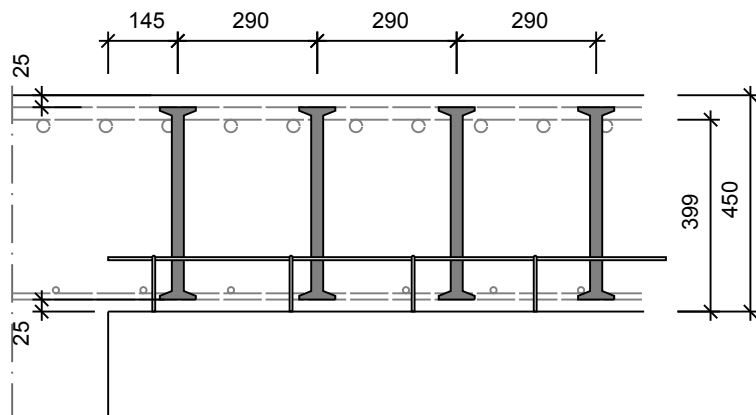
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 246.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 246.2 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 266.2 \text{ kN/m}$$



12x Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S3	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 2582 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 30; 126 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 4.974; 4.974 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 450 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 399 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C35/45 \text{ (} f_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Ocel

$$BSt 500S \text{ (} f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.79 \cdot 0.79)^{1/2} = 0.79 \%$$

$$A_{sx} = 31.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 20/100 \text{ mm}); \quad A_{sy} 31.4 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 20/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.71$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.20$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 247.0 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 2.000 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 1420.1 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 1489.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 1420.1 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1489.5 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 7.014 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 404.9 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 247.0 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 404.9 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

8x Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 2840 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 2848 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 1015 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

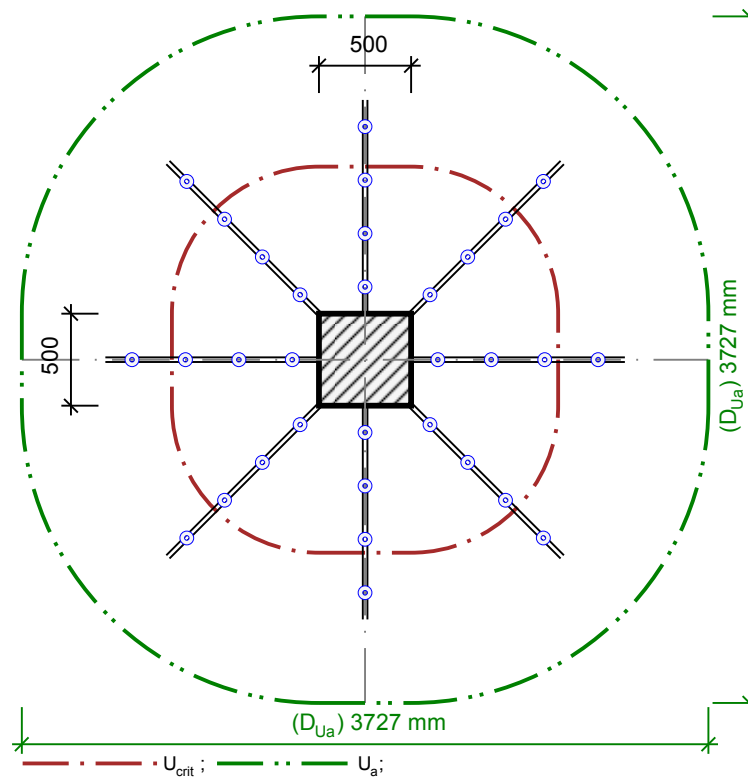
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 12.138 \text{ m}$$

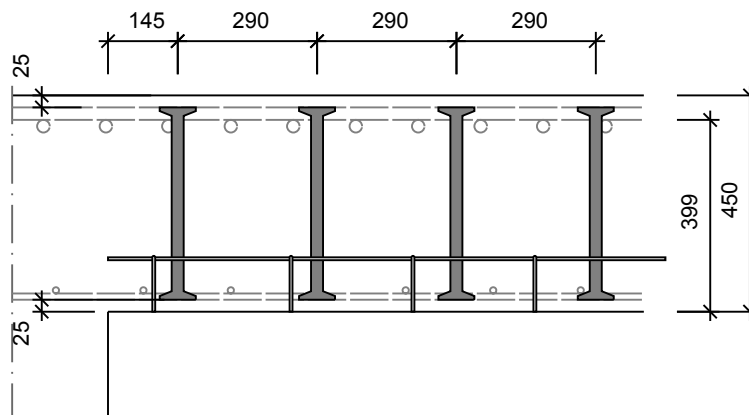
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 234.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 234.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 247.0 \text{ kN/m}$$



8x Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	S4	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení

Součinitel excentricity zat. b

Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 2828 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 35; 104 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 4.956; 4.956 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez

Šířka sloupu

$$a = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka sloupu

$$b = 500 \text{ mm}$$

Tloušťka desky

$$h = 450 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu

$$d = 398 \text{ mm}$$

Krytí horní (spodní) výztuže

$$c_o; c_u = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton

$$C35/45 (f_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2)$$

Ocel

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

Stupeň vyztužení

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (1.23 \cdot 0.79)^{1/2} = 0.99 \%$$

$$A_{sx} = 49.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 25/100 \text{ mm}); A_{sy} 31.3 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 20/100 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.71$$

Vliv tloušťky desky

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1.0; \max 1.6\} = 1.20$$

Faktor $C_{Rd,c}$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0.12$$

Únosnost betonu

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 265.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_0 = 2.000 \text{ m}$$

Účinky zatížení na okraji sloupu

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 1555.4 \text{ kN/m}$$

Maximální únosnost

$$v_{Rd,max} = 13.5 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 1600.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 1555.4 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1600.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu

$$u_{crit,2.0d} = 7.001 \text{ m}$$

Působící posouvající síla

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 444.3 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 265.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 444.3 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

12x Schöck BOLE 25-400-4/398-25(145/3x290)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 3111 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 4276 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$\text{vorh } l_s = 1015 \text{ mm}$$

Vnější kontrolovaný obvod u_a

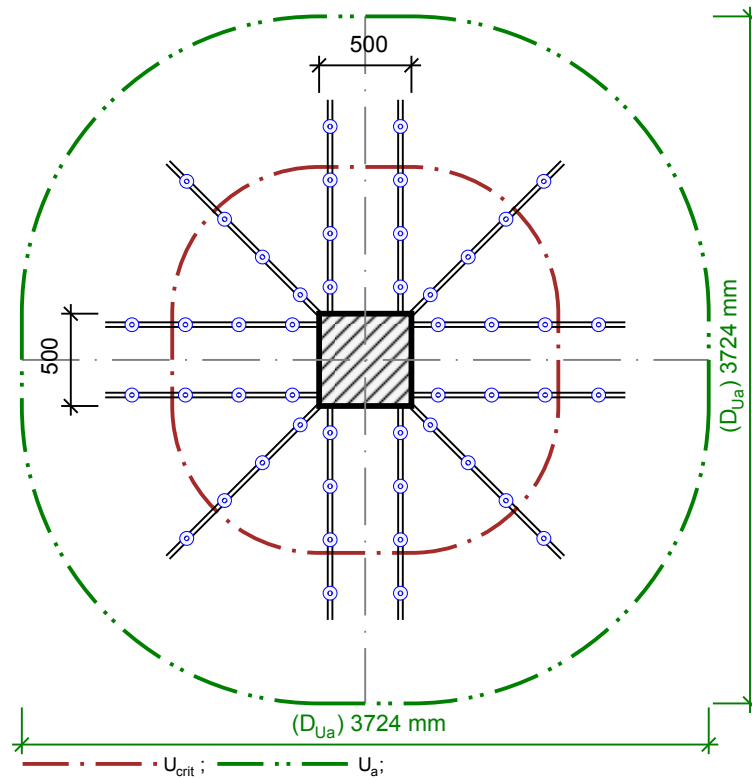
Délka kontrolovaného obvodu

$$u_a (\text{vorh } l_s + 1.5d) = 12.128 \text{ m}$$

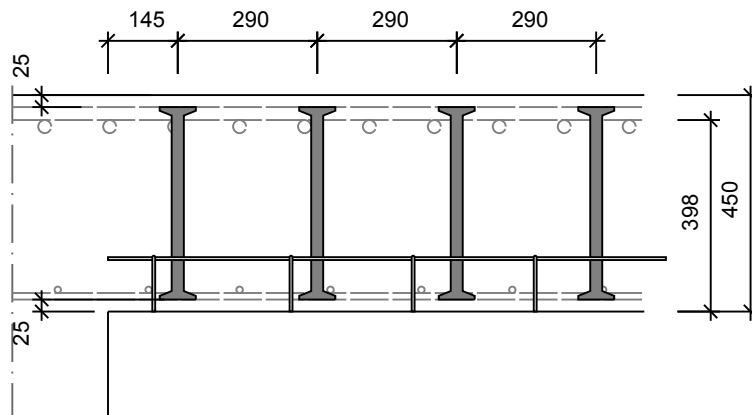
Působící posouvající síla


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 256.5 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 256.5 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 265.7 \text{ kN/m}$$



12x Schöck BOLE 25-400-4/398-25(145/3x290)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	ZS2	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení
Součinitel excentricity zat. b
Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 1014 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 6; 22 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 5.562; 4.991 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Ukončení stěny

Tloušťka stěny
Tloušťka desky
Účinná výška průřezu
Krytí horní (spodní) výztuže

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 450 \text{ mm}$$

$$d = 407 \text{ mm}$$

$$co; cu = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton
Ocel
Stupeň vyztužení

$$C35/45 (f_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.49 \cdot 0.35)^{1/2} = 0.41 \%$$

$$A_{sx} = 20.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 16/100 \text{ mm}); A_{sy} = 14.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/80 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ
Vliv tloušťky desky
Faktor $C_{Rd,c}$
Únosnost betonu

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.70$$

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1, 0; \max 1, 6\} = 1.21$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c \cdot (0.1 \cdot u_0/d + 0.6) = 0.116$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 195.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu
Účinky zatížení na okraji sloupu
Maximální únosnost

$$u_0 = 1.490 \text{ m}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 748.8 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 1125.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 748.8 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1125.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

$$u_{crit,2.0d} = 3.607 \text{ m}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 309.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 195.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 309.2 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

5x Schöck BOLE 20-400-4/407-25(150/3x300)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 1115 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 1132 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$vorh \text{ ls} = 1050 \text{ mm}$$

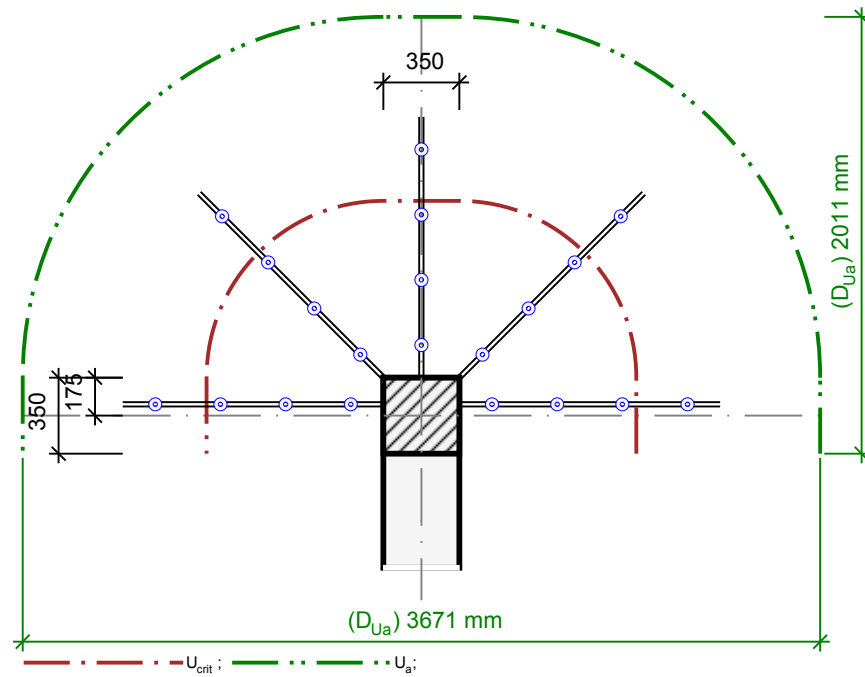
Vnější kontrolovaný obvod u_a

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

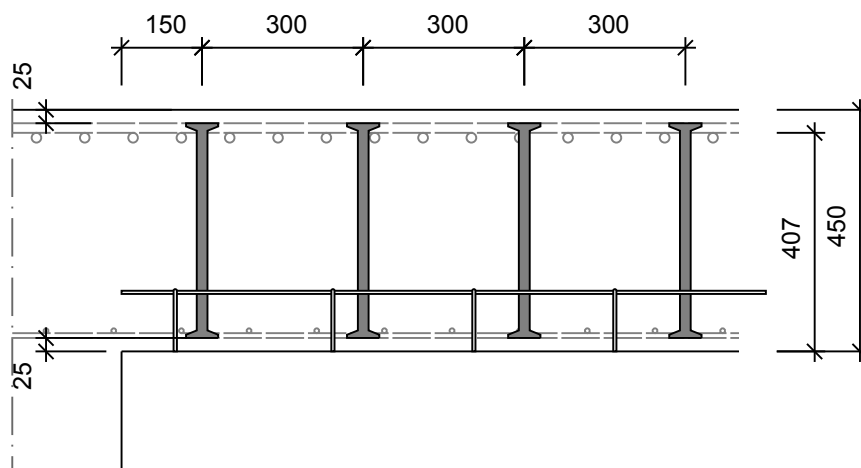
$$u_a (\text{vorh ls} + 1.5d) = 6.267 \text{ m}$$


$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 178.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 178.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 195.7 \text{ kN/m}$$



5x Schöck BOLE 20-400-4/407-25(150/3x300)



	001 Projekt 1	Strana: ...
	ZS3	List: 1

Účinky zatížení

Zatížení způsobující protlačení
Součinitel excentricity zat. b
Moment v podpoře

$$V_{Ed} = 1086 \text{ kN}$$

$$\beta = 1 + M_{Ed}/V_{Ed} \cdot u_{crit}/W = 1.10$$

$$M_{Ed,X}; M_{Ed,Y} = 5; 22 \text{ kNm}$$

$$W_x; W_y = \int |e| dl = 5.562; 4.991 \text{ m}^2$$

$$k_x; k_y = 0.6; 0.6$$

Rozměr - Ukončení stěny

Tloušťka stěny
Tloušťka desky
Účinná výška průřezu
Krytí horní (spodní) výztuže

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 450 \text{ mm}$$

$$d = 407 \text{ mm}$$

$$co; cu = 25; 25 \text{ mm}$$

Materiál

Beton
Ocel
Stupeň vyztužení

$$C35/45 (f_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$BSt 500S (f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2)$$

$$\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0.49 \cdot 0.35)^{1/2} = 0.41 \%$$

$$A_{sx} = 20.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 16/100 \text{ mm}); A_{sy} = 14.1 \text{ cm}^2/\text{m} (\sim \emptyset 12/80 \text{ mm})$$

Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Ua"

Posouzení na protlačení dle Eurokódu 2 GER

Faktor κ
Vliv tloušťky desky
Faktor $C_{Rd,c}$
Únosnost betonu

$$\kappa = \min\{1 + (200/d)^{1/2}; 2\} = 1.70$$

$$\eta = 1 + (d - 200)/1000 \{\min 1, 0; \max 1, 6\} = 1.21$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c \cdot (0.1 \cdot u_0/d + 0.6) = 0.116$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 195.7 \text{ kN/m}$$

Okraj sloupu u_0

Délka kontrolovaného obvodu
Účinky zatížení na okraji sloupu
Maximální únosnost

$$u_0 = 1.490 \text{ m}$$

$$v_{Ed,0} = \beta \cdot V_{Ed}/u_0 = 802.0 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,max} = 11 \cdot (d/u_0)^{1/2} \cdot v_{Rd,c} = 1125.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,0} = 802.0 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,max} = 1125.2 \text{ kN/m}$$

Kritický obvod u_{crit}

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

$$u_{crit,2.0d} = 3.607 \text{ m}$$

$$v_{Ed} = \beta \cdot V_{Ed}/u_{crit} = 331.2 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 195.7 \text{ kN/m} \leq v_{Ed} = 331.2 \text{ kN/m}$$

Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

5x Schöck BOLE 25-400-4/407-25(150/3x300)

$$\beta \cdot V_{Ed} = 1195 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 1768 \text{ kN}$$

Stávající délka lišty

$$vorh \text{ ls} = 1050 \text{ mm}$$

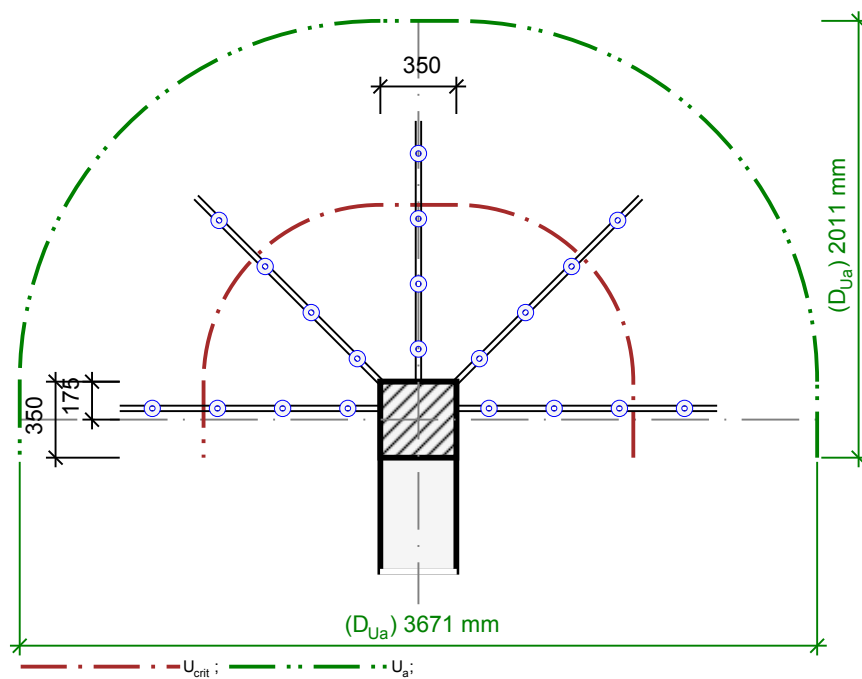
Vnější kontrolovaný obvod u_a

Délka kontrolovaného obvodu
Působící posouvající síla

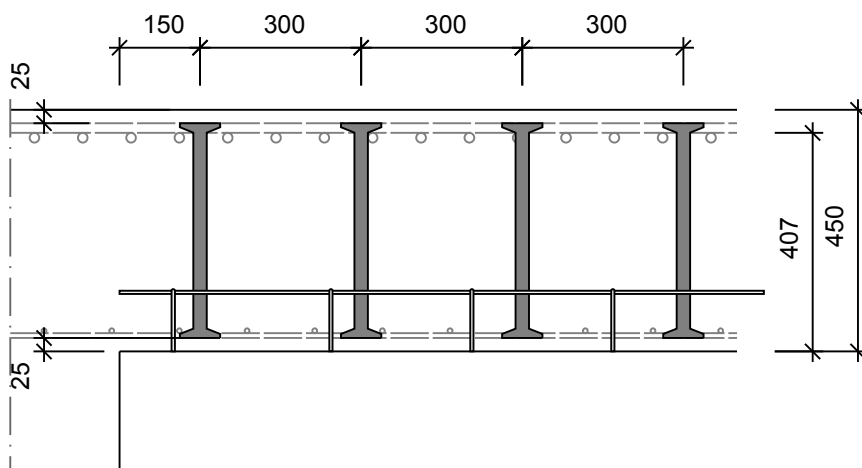
$$u_a (\text{vorh ls} + 1.5d) = 6.267 \text{ m}$$

$$v_{Ed,a} = \beta \cdot V_{Ed}/u_a = 190.6 \text{ kN/m}$$

$$v_{Ed,a} = 190.6 \text{ kN/m} \leq v_{Rd,ct} = 195.7 \text{ kN/m}$$



5x Schöck BOLE 25-400-4/407-25(150/3x300)



Počet kusů v položce

<u>Název položky</u>	<u>Označení BOLE</u>	<u>Poč. pol.</u>	<u>ks./pol.</u>
S1	Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)	1	8
S2	Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)	1	12
S3	Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)	1	8
S4	Schöck BOLE 25-400-4/398-25(145/3x290)	1	12
ZS2	Schöck BOLE 20-400-4/407-25(150/3x300)	1	5
ZS3	Schöck BOLE 25-400-4/407-25(150/3x300)	1	5

Přehled

<u>Označení BOLE</u>	<u>Počet</u>
Schöck BOLE 25-400-4/399-25(145/3x290)	28
Schöck BOLE 25-400-4/398-25(145/3x290)	12
Schöck BOLE 20-400-4/407-25(150/3x300)	5
Schöck BOLE 25-400-4/407-25(150/3x300)	5

7.3. POUŽITELNOST A TRVANLIVOST

U betnových desek a nosníků, které splňují podmínku:

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

se předpokládá, že jsou splněna kritéria obecné použitelnosti a průchybu po zabudování prvku.

$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c1} \cdot \lambda_{d,tab}$, kde

$$\lambda_{d,tab} = \begin{cases} K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right], & \rho \leq \rho_0 \\ K \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho}} \right], & \rho > \rho_0 \end{cases}$$

$K...$ součinitel závislý na statickém schématu konstrukce a na poloze průřezu, ve kterém je posuzováno přetvoření. Pro desky nosné ve dvou směrech, $K = 1.5$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 0.006$$

$\rho...$ geometrický stupeň výztužení tahovou výztuží v extrémně namáhaném průřezu konstrukce

$\rho'...$ stupeň výztužení tahovou výztuží v extrémně namáhaném průřezu konstrukce

$$\rho' = \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2}} \right) = \frac{23.33}{434.78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 361.38}{23.33 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0.409^2}} \right) = 0.0052$$

$A_{s,prov}...$ plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = \frac{3141.6}{1000 \cdot 409} = 0.00768$$

$\kappa_{c1}...$ součinitel závislý na tvaru průřezu, $\kappa_{c1} = 1.0$

$\kappa_{c2}...$ součinitel závislý na rozpětí, $\kappa_{c2} = \frac{7}{l} = \frac{7}{7.650} = 0.915$ pro $l = 7.65m \geq 7.0m$

$\kappa_{c3}...$ součinitel napětí tahové výztuže σ_s v extrémně namáhaném průřezu při caste kombinaci provozního zatížení

$$\kappa_{c3} = \frac{310}{\rho_s} \cong \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = \frac{500}{2032.36} \frac{3141.6}{2032.36} = 1.546$$

$$\rho > \rho_0 \rightarrow \lambda_{d,tab} = K \cdot \left[11 + 1.5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho_0} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho}} \right] =$$

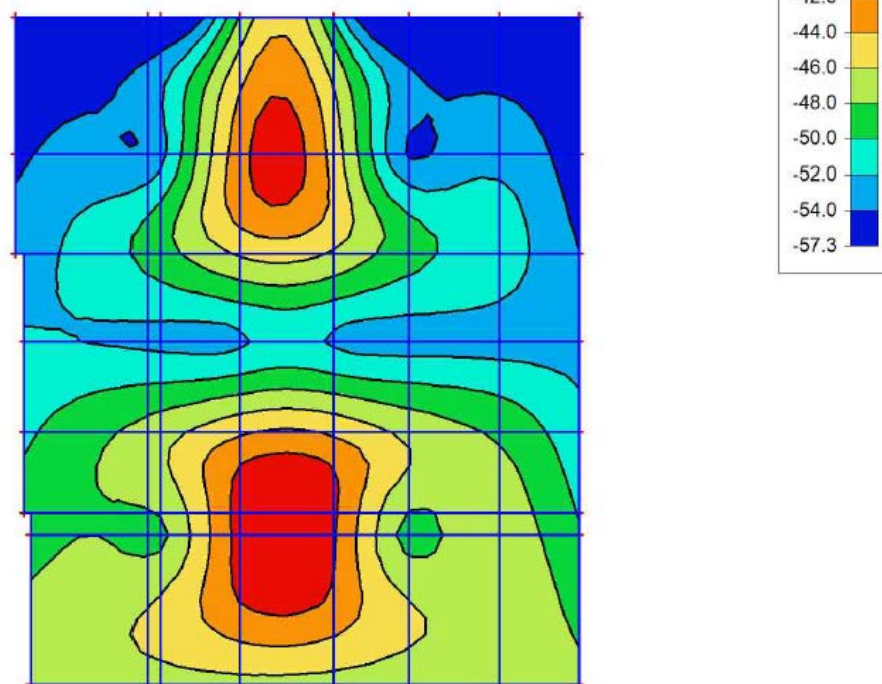
$$= 1.5 \cdot \left[11 + 1.5\sqrt{35} \frac{0.00592}{0.00768 - 0.00522} + \frac{1}{12}\sqrt{35} \sqrt{\frac{0.00522}{0.00768}} \right] = 49.14$$

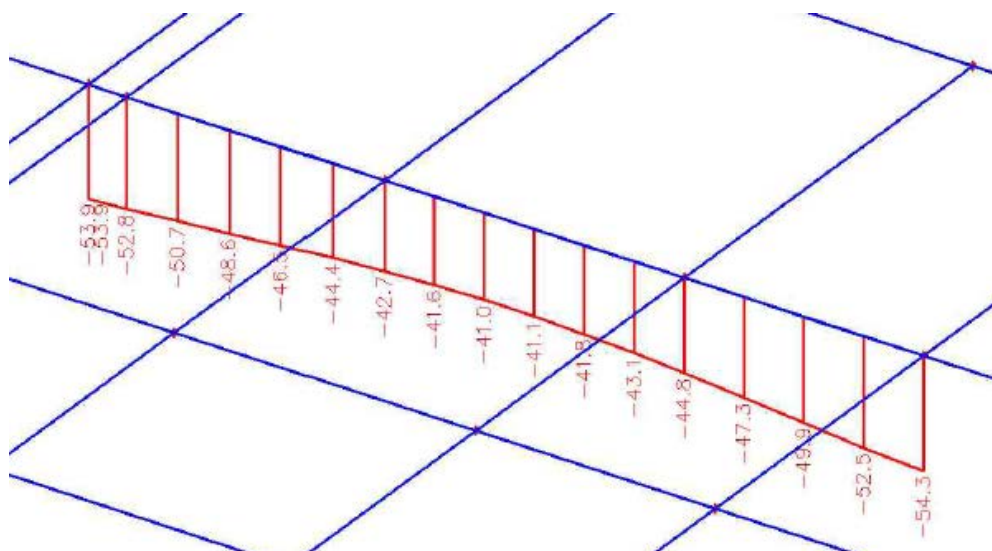
$$\lambda_d = 1.0 \cdot 0.915 \cdot 1.564 \cdot 49.14 = 70.33$$

$$\frac{l}{d} = \frac{7.65}{0.409} = 18.70 \leq \lambda_d = 70.33 \rightarrow \text{ lze od výpočtu přetvoření upustit }$$

Maximální nelineární průhyb s dotvarováním byl ověřen pomoci nelineárního výpočtu v programu Scia Engineer:

1. Plochy - průhyby - nelineární s dotvarováním; Uz

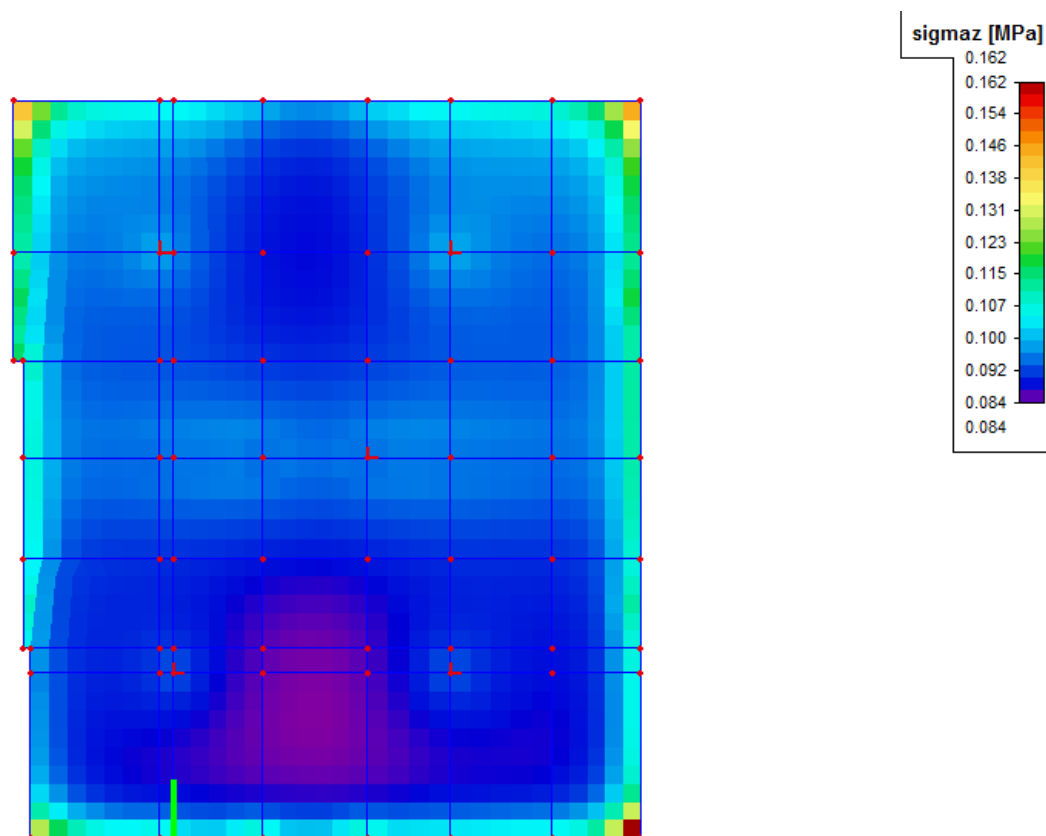




$$u_z = 54.1 - 41.0 = 13.1\text{mm} \leq \frac{l}{250} = \frac{7650}{250} = 30.6\text{mm} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

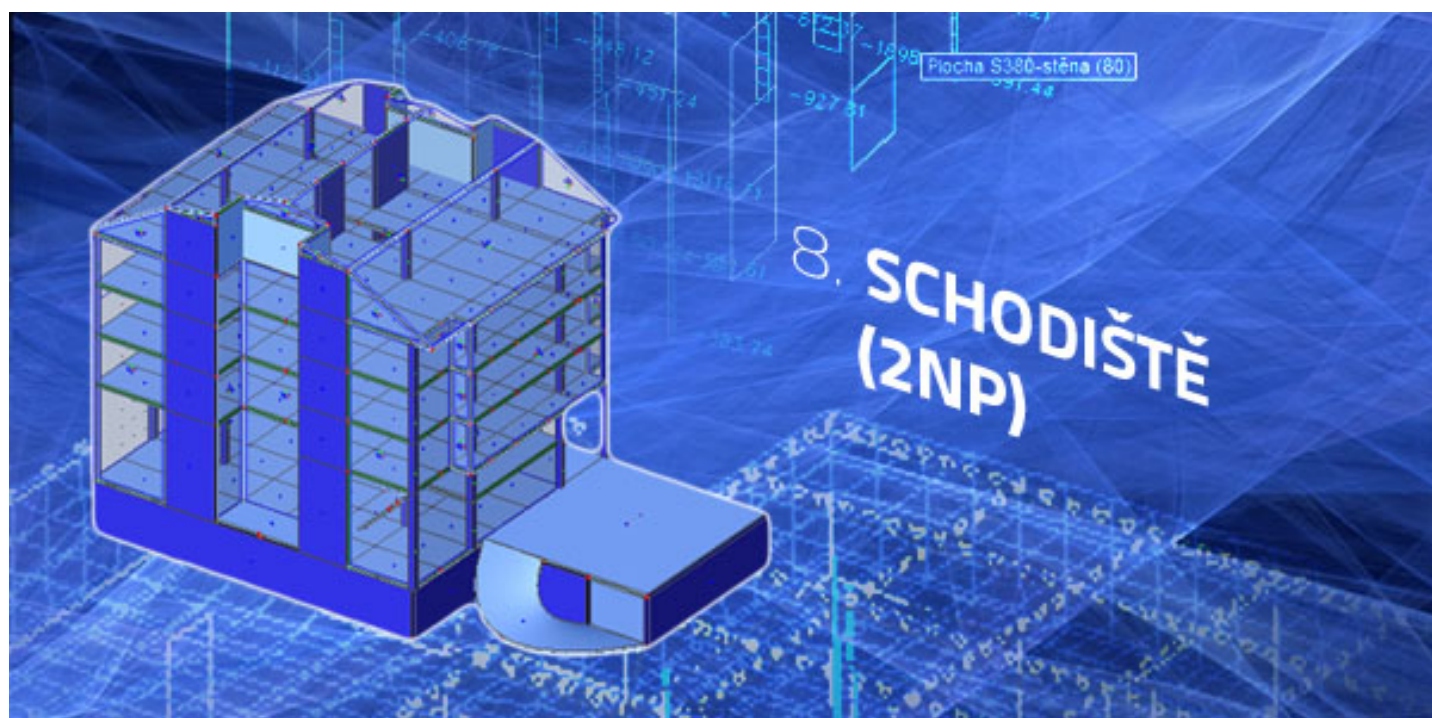
7.4. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY

Kontaktní napětí v základové půdě bylo stanoveno výpočtem v programu Scia Engineer, pro charakteristickou kombinaci zatížení.



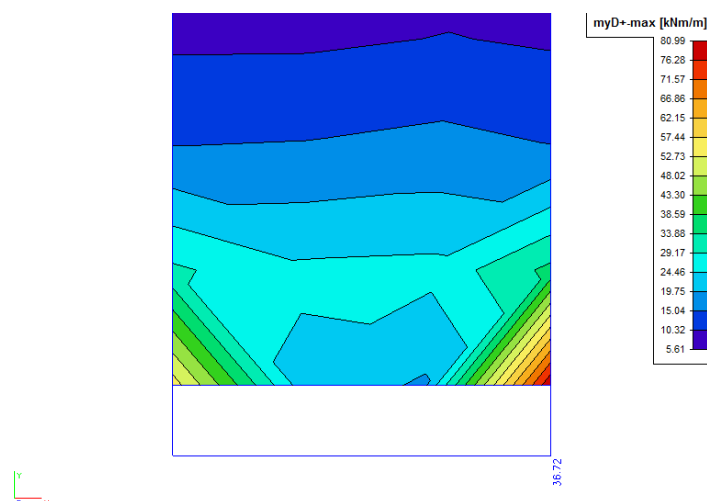
Tabulková výpočtová únosnost základové půdy R_{dt} (třída F6, konzistence pevná) je 200kPa.

$$R_{dt} = 200kPa \geq \sigma_z = 162kPa \rightarrow \text{vyhovuje}$$



8.1. VNITŘNÍ SÍLY

Vnitřní síly jsou spočítané programem Scia Engineer. S tím že v rozích schodišťové desky vznikají lokální špičky momentů, nebylo úplně zřejmé, že prostorový výpočtový model správně vystihuje skutečné chování konstrukce.



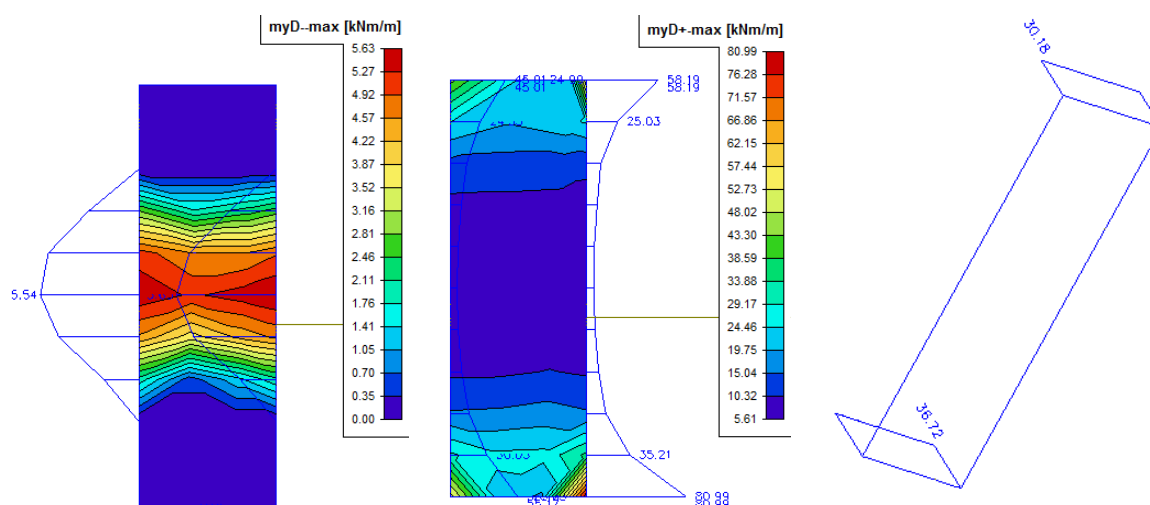
Správnost těchto výsledku byla ověřená na zjednodušenými prutovými modely. Bylo ovažováno se dvěma modely:

- Šikmý prutový nosník, na koncích prostě podepřený
- Šikmý prutový nosník, na koncích vetknutý

8.1.1. SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

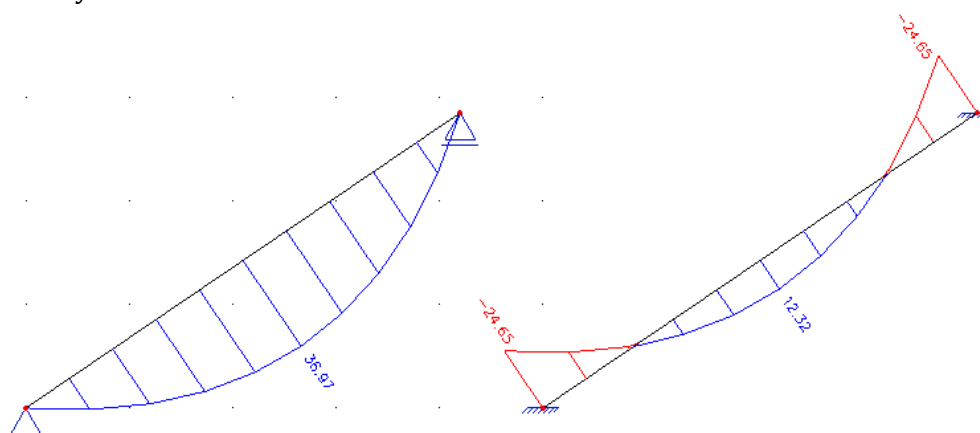
Žádný ze zjednodušených modelu neodpovídá skutečné konstrukci. Při dimenzování proto bylo ovažováno s nejnepříznivějšími účinky.

- Prostorový model



Při návrhu bylo uvažováno se zprůměrovanými hodnotami.

- Prutový model



Zobrazené hodnoty jsou v kNm. S tím, že k návrhu výztuže potřebujeme hodnoty stanovené na metr běžný, byly tyto výsledky následně upraveny:

$$b = 1.375m$$

$$m_y D - = \frac{36.97}{1.375} = 26.89 kNm/m$$

$$m_y D + = \frac{24.65}{1.375} = 17.93 kNm/m$$

K horním povrchu nejnepříznivější účinky jsou zprůměrované hodnoty v prostorovém modelu. I když zvýšené hodnoty vznikají v důsledku momentových špiček, na této hodnoty byla dimenzována výztuž.

Ke spodnímu povrchu nejnepříznivější účinky se vyskytují v prutovém prostě podepřeném modelu.

Jako výztuž v příčném směru bude navržena konstrukční výztuž.

Pro návrh výztuže budou brány následující hodnoty:

$$m_y D - = 26.89 kNm/m$$

$$m_y D + = 36.72 kNm/m$$

$$m_y D + = 30.18 kNm/m$$

8.2. NÁVRH VÝZTUŽE

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

- Krytí výztuže:

Stupeň prostředí XC1, konstrukční třída S4

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min.b} \\ c_{min.dur} \\ 10mm \end{cases} = \max \begin{cases} 10mm \\ 15mm \\ 10mm \end{cases} = 15mm$$

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

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

PODÉLNÝ SMĚR Y – SPODNÍ POVRCH resp. HORNÍ POVRCH:

Ø8 na 100mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 50.2mm^2$$

$$A_s = 502.7mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_Y/2 = 25 + 4 = 29mm$$

$$d = h_s - d_1 = 180 - 29 = 151mm$$

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{cases} = \max \begin{cases} 196mm^2 \\ 201mm^2 \end{cases} = 201mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 6040mm^2$$

$$A_{s,min} = 201 \leq A_s = 502.7 \leq A_{s,max} = 6040mm^2 \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Ověření světlé vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \begin{cases} 1.5\phi \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{cases} = \max \begin{cases} 1.5 \cdot 8 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{cases} = \max \begin{cases} 12 \\ 21 \\ 20 \end{cases} = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \begin{cases} 2h_s \\ 250mm \end{cases} = \min \begin{cases} 360mm \\ 250mm \end{cases} = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 100 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{502.7 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 16.67 \cdot 10^6} = 0.0131m$$

- Ověření započitatelností výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.151 = 0.093m$$

$$x_{lim} = 0.093m \geq x = 0.0131m \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

- Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 502.7 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.151 - 0.0131/2)$$

$$M_{Rd} = 31.57kNm$$

Ø10 na 100mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 78.5mm^2$$

$$A_s = 785.4mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_Y/2 = 25 + 5 = 30mm$$

$$d = h_s - d_1 = 180 - 30 = 150mm$$

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 194mm^2 \\ 200mm^2 \end{array} \right. = 200mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 6000mm^2$$

$$A_{s,min} = 200 \leq A_s = 785.4 \leq A_{s,max} = 6000mm^2 \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

- Ověření světlé vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5\phi \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5 \cdot 8 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 21 \\ 20 \end{array} \right. = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2h_s \\ 250mm \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 360mm \\ 250mm \end{array} \right. = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 100 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{785.4 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 16.67 \cdot 10^6} = 0.0205m$$

- Ověření započitatelností výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.150 = 0.093m$$

$$x_{lim} = 0.093m \geq x = 0.0205m \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

- Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 785.4 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.150 - 0.0205/2)$$

$$M_{Rd} = 47.74kNm$$

PŘÍČNÝ SMĚR X – SPODNÍ POVRCH resp. HORNÍ POVRCH:

Ø8 na 200mm

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,0} = 50.2mm^2$$

$$A_s = 251.3mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \emptyset_X/2 + \emptyset_Y = 25 + 4 + 8 = 37mm$$

$$d = h_s - d_1 = 200 - 37 = 143mm$$

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b \cdot d \\ 0.0013 \frac{500}{f_{yk}} b \cdot d \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 190mm^2 \\ 199mm^2 \end{array} \right. = 199mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04b \cdot d = 5720mm^2$$

$$A_{s,min} = 199 \leq A_s = 251.3 \leq A_{s,max} = 5720mm^2 \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

- Ověření světél vzdálenosti výztuže:

$$S_{min,slabs} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5\emptyset \\ d_g + 5mm \\ 20mm \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5 \cdot 8 \\ 16 + 5 \\ 20 \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 21 \\ 20 \end{array} \right. = 21mm$$

$$S_{max,slabs} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2h_s \\ 250mm \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 360mm \\ 250mm \end{array} \right. = 250mm$$

$$S_{min,slabs} = 21 \leq S_{slabs} = 200 \leq S_{max,slabs} = 250mm \rightarrow \text{v} \acute{y}hovuje$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{251.3 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 16.67 \cdot 10^6} = 0.0082m$$

- Ověření započitatelnosti výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\varepsilon_{cu3}|}{|\varepsilon_{cu3}| + \varepsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.143 = 0.088m$$

$$x_{lim} = 0.088m \geq x = 0.0082m \rightarrow \text{v} \acute{y}h o v u j e$$

- Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 251.3 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.143 - 0.0082/2)$$

$$M_{Rd} = 15.27kNm$$

8.3. POSOUZENÍ

- Spodní povrch

Návrhují Ø8 na 100mm v podélném směru (směr y) a Ø8 na 200mm v příčném směru (směr x):

$$M_{Rd,X} = 15.72kNm \geq M_{Ed} = 7.31kNm$$

$$M_{Rd,Y} = 31.57kNm \geq M_{Ed} = 26.89kNm$$

- Horní povrch

Návrhují Ø10 na 100mm v podélném směru (směr y) a Ø8 na 200mm v příčném směru (směr x):

$$M_{Rd,X} = 15.27kNm \geq M_{Ed} = 6.49kNm$$

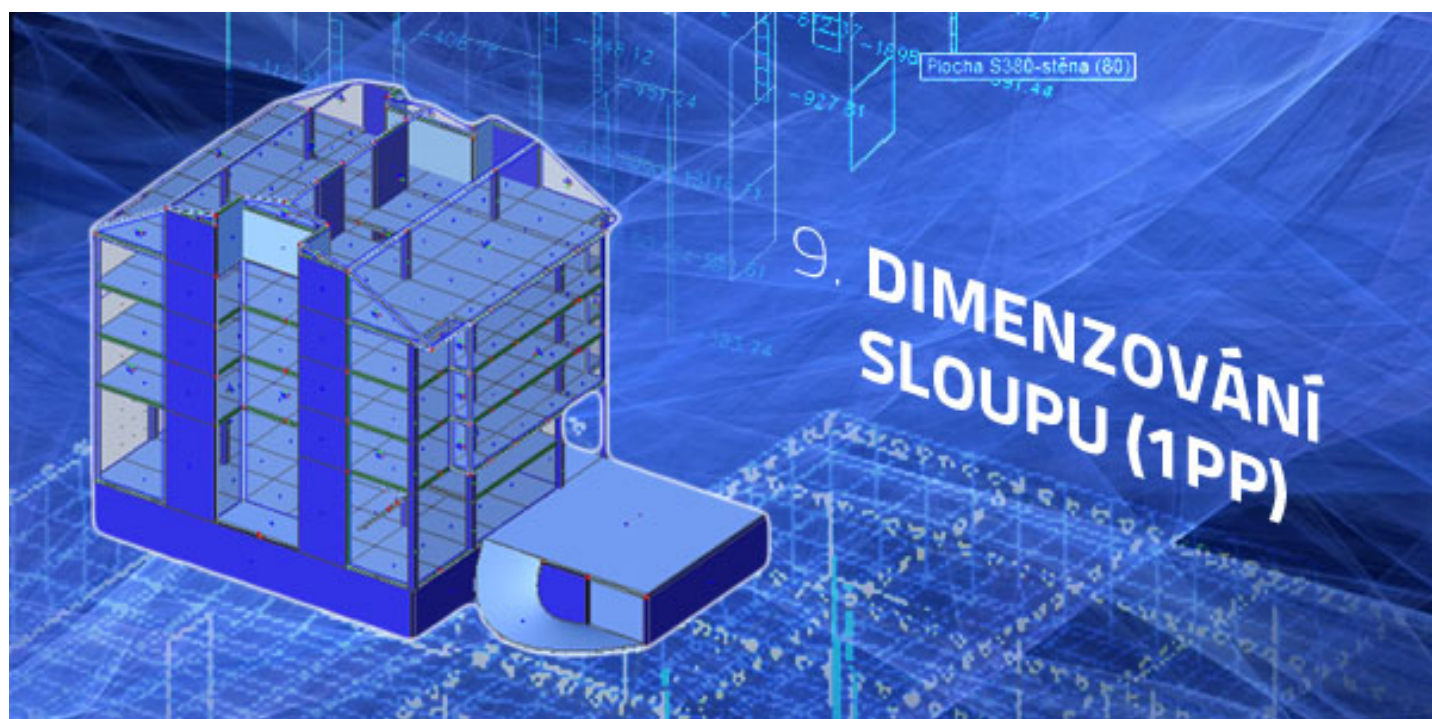
$$M_{Rd,Y} = 47.72kNm \geq M_{Ed} = 36.72kNm$$

$$M_{Rd,Y} = 47.72kNm \geq M_{Ed} = 30.18kNm$$

8.4. ÚPRAVA VÝZTUŽE

Tab. 8.1.	Ø8	Ø10
l_{bd} [mm]	250	350
l_0 [mm]	350	450

Pozn. Výpočet viz kap. 6.1.3.



9. DIMENZOVÁNÍ SLOUPU (1PP)

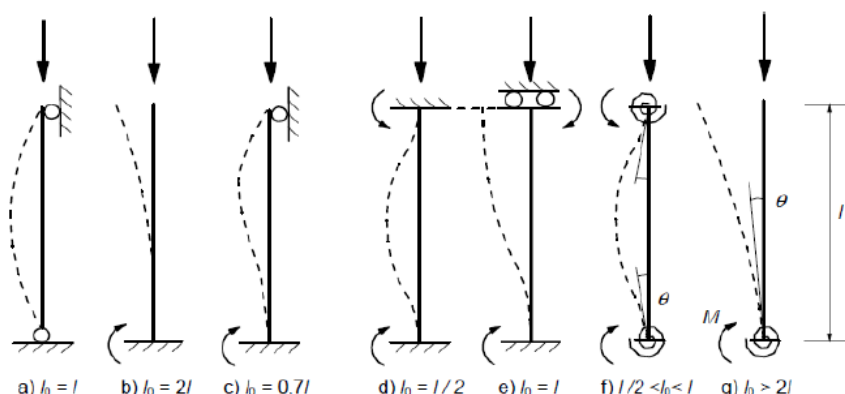
V rozsahu diplomové práce byl posouzen pouze nejvíce namáhaný sloup, a to sloup S4 v 1PP.

9.1. GEOMETRIE

$$b_x = b_y = 0.5m$$

$$l = 2.85m$$

$$l_0 = 0.7 \cdot l = 1.995m$$



9.2. KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

- Krytí výztuže:

Stupeň prostředí XC1, konstrukční třída S4

Krytí výztuže počítáno k třmínků,, které volím průměru Ø6.

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min.b} \\ c_{min.dur} \\ 10mm \end{cases} = \max \begin{cases} 6mm \\ 15mm \\ 10mm \end{cases} = 15mm$$

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

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

- Podélná výztuž:

Nejmenší průměr výztužného protu ve sloupu požadovaný dle národní přílohy ČR je $\varnothing_{min}=12mm$. Maximální osová vzdálenost podélných prutů se doporučuje 400mm.

- Třmínky:

Minimální průměr třmínku požadovaný normou je 6mm.

Maximální vzdálenost třmínku je největší z hodnot:

- 15 násobek nejmenšího průměru podélných prutů,
- Menší z rozměru sloupu,
- 300mm.

Vzdálenost třmínku se zmenšuje na 0.6 násobek:

- Nad a pod deskou na délce rovné většímu rozměru sloupu,
- V oblasti styku podélných prutů přesahem

9.3. VNITŘNÍ SÍLY

VNITŘNÍ SÍLY OD NÁVRHOVÉ KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Celkem bylo vytvořeno 8 kombinací v hlavě a v patě sloupu, a to jak ve směru y, tak ve směru z (GSS):

- K1 - Maximální N_{Ed} a odpovídající M_{Ed}
- K2 - Minimální N_{Ed} a odpovídající M_{Ed}
- K3 - Maximální M_{Ed} a odpovídající N_{Ed}
- K4 - Minimální M_{Ed} a odpovídající N_{Ed}
- A podobně K5 až K8, v patě sloupu:

Tab.9.1.		SMĚR Y		SMĚR Z	
		N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
V HLAVĚ	K1	-2804.21	-33.50	-2804.21	14.80
	K2	-1416.03	-1.28	-1416.03	-4.29
	K3	-1648.68	11.61	-2436.64	29.76
	K4	-2667.00	-58.25	-1841.93	-14.13
V PATĚ	K5	-2827.80	0.74	-2827.80	97.46
	K6	-1433.51	-19.34	-1433.51	61.30
	K7	-2471.51	31.61	-2695.45	104.46
	K8	-1881.71	-35.17	-1599.82	53.03

ÚČINKY 1. ŘÁDU – GEOMETRICKÁ IMPERFEKCE

Dvojice vnitřních síl $[M_{Ed}, N_{Ed}]$ z různých kombinací je nutno upravit s ohledem na vliv účinků 1. a 2. řádu, pro každou kombinaci K1 až K8, a to jak pro směr y, tak pro směr z.

$$M_{0Ed} = N_{Ed} \left(\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_i \right)$$

$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{1.995}{400} = 0.005m$$

Úprava vnitřních síl $[M_{0Ed}, N_{Ed}]$:

Tab. 9.2.		SMĚR Y		SMĚR Z	
		N_{Ed} [kN]	M_{0Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{0Ed} [kNm]
V HLAVĚ	K1	-2804.21	47.49	-2804.21	28.79
	K2	-1416.03	8.34	-1416.03	11.35
	K3	-1648.68	19.83	-2436.64	41.91
	K4	-2667.00	71.55	-1841.93	23.32
V PATĚ	K5	-2827.80	14.84	-2827.80	111.56
	K6	-1433.51	26.49	-1433.51	68.45
	K7	-2471.51	43.94	-2695.45	117.90
	K8	-1881.71	44.56	-1599.82	61.01

ZJEDNODUŠENÁ KRITÉRIA PRO ÚČINKY 2. ŘÁDU

Účinky 2. řádu lze zanedbat, jestliže je štíhlost λ menší než hodnota λ_{lim} .

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot \sqrt{n}, \text{ kde}$$

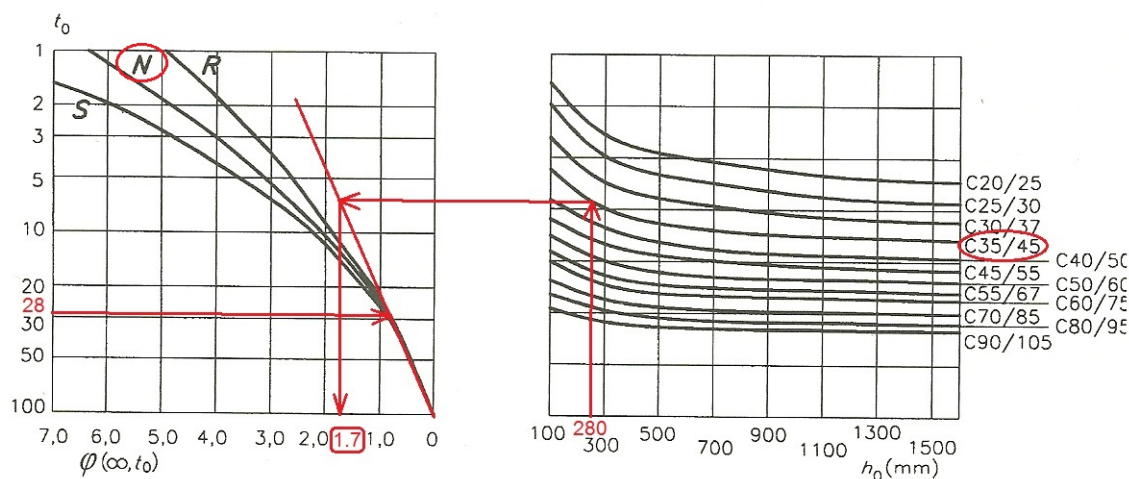
$$A = 1/(1 + 0.2\varphi_{ef})$$

φ_{ef} ... účinný součinitel dotvarování stanovený dle obr. 3.1. v ČSN EN 1992-1-1

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot b^2}{4 \cdot b} = \frac{b}{2} = 250 \text{ mm} \dots \text{ náhradní rozměr průřezu}$$

u ... obvod části průřezu vystavené vysychání

a) vnitřní prostředí – RH=50%



$$\varphi_{ef} = 1.7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega}$$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

$$C = 1.7 - r_m$$

r_m ... poměr koncových momentů prvního řádu

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}}, \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \dots \text{poměrná normálová síla}$$

$$\lambda = l_0/i$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} b \cdot b^3}{b^2}} = \frac{b}{\sqrt{12}} \text{ pro čtvercový průřez}$$

$$\lambda = 1.995/0.144 = 13.82$$

Výsledky jsou zpracovány v následující tabulce:

Tab. 9.3.	SMĚR	V HLAVĚ				V PATĚ			
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
φ_{ef}	Y, Z	1.70							
ω	Y	0.05							
	Z	0.05							
r_m	Y	-0.02	0.07	0.40	0.56	-0.02	0.07	-0.54	-0.33
	Z	0.05	0.22	0.97	0.43	0.05	0.22	0.98	0.29
A	Y, Z	0.75							
B	Y	1.05							
	Z	1.05							
C	Y	1.72	1.63	1.30	1.14	1.72	1.63	2.24	2.03
	Z	1.65	1.48	0.73	1.27	1.65	1.48	0.72	1.41
n	Y	0.48	0.24	0.28	0.46	0.48	0.25	0.42	0.32
	Z	0.48	0.24	0.42	0.32	0.48	0.25	0.46	0.27
λ_{lim}	Y	18.70	12.61	10.82	12.08	18.78	12.69	22.87	18.03
	Z	18.92	12.04	7.75	11.76	19.00	12.12	8.12	12.19
λ	Y, Z	13.82							
$\lambda > \lambda_{lim}$ nutná úprava vn. sil	Y	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	ANO	ANO
	Z	ANO	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	NE

ÚČINKY 2. ŘÁDU – METODA ZALOŽENÁ NA JMENOVITÉ KŘIVOSTI

Tato metoda stanoví jmenovitý moment druhého řádu na základě průhybu, který se stanoví postupně na základě účinné délky a odhadnuté maximální křivosti.

Návrhový moment je dán vztahem:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$$

M_2 ... jmenovitý moment druhého řádu

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2$$

$$e_2 = \left(\frac{1}{r}\right) l_0^2 \frac{1}{c}$$

c ... součinitel závislý na rozdělení křivosti,
pro konstantní průřez se běžně používá $c = 10 \approx \pi^2$

$\left(\frac{1}{r}\right)$... křivost

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \left(\frac{1}{r_0}\right) \cdot K_r \cdot K_\varphi$$

$$\left(\frac{1}{r_0}\right) = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45 \cdot d}$$

K_r ... opravný součinitel závisující na normálové síle

$$K_r = \frac{(n_u - n)}{(n_u - n_{bal})} \leq 1.0$$

n ... poměrná normálová síla

$$n_u = 1 + \omega$$

$n_{bal} = 0.4$... hodnota n při maximální momentové únosnosti

K_φ ... součinitel zohledňující dotvarování

$$K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} \geq 1.0$$

$$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$$

Volím výztužení symetrickou výztuží 3ØR12. Výsledky jsou zpracovány v následující tabulce:

Tab. 9.4.	SMĚR	V HLAVĚ				V PATĚ			
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
d	Y	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463
	Z	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463	0.463
$\left(\frac{1}{r_0}\right)$	Y	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104
	Z	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104	0.0104
n_u	Y	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
	Z	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
n_{bal}	Y, Z	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
K_r	Y	0.88	1.24	1.18	0.91	0.87	1.24	0.96	1.12
	Z	0.88	1.24	0.97	1.13	0.87	1.23	0.91	1.19
β	Y, Z	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
K_φ	Y, Z	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
$\left(\frac{1}{r}\right)$	Y	0.0159	0.0225	0.0214	0.0165	0.0158	0.0224	0.0175	0.0203
	Z	0.0159	0.0224	0.0176	0.0204	0.0158	0.0223	0.0164	0.0215
c	Y, Z	10	10	10	10	10	10	10	10
e_2	Y	0.0064	0.0091	0.0086	0.0067	0.0064	0.0090	0.0070	0.0082
	Z	0.0064	0.0090	0.0071	0.0082	0.0064	0.0090	0.0066	0.0087
M_2	Y	17.94	12.84	14.21	17.77	17.96	12.95	17.39	15.38
	Z	47.49	8.34	19.83	71.55	14.84	26.49	43.94	44.56

NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY ZAHRNŮJÍCÍ ÚČINKY 1. A 2. ŘÁDU

$N_{Ed} [kN]$	Y	-2804.21	-1416.03	-1648.68	-2667.00	-2827.80	-1433.51	-2471.51	-1881.71
	Z	-2804.21	-1416.03	-2436.64	-1841.93	-2827.80	-1433.51	-2695.46	-1599.82
$M_{Ed} [kNm]$	Y	47.49	8.34	19.83	71.55	14.84	26.49	43.94	44.56
	Z	28.79	24.13	59.24	38.47	111.56	81.34	135.76	74.90

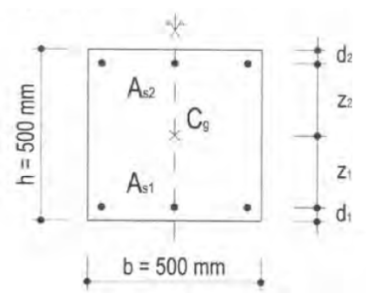
9.4. NÁVRH VÝZTUŽE

Návrhují symetrickou výztuž 3ØR12 v obou směru.

$$A_{s,0} = 113.1mm^2$$

$$A_{s,1} = A_{s,2} = 339.3mm^2$$

$$A_s = 678.6mm^2$$



- Ověření plochy výztuže

$$A_{s,min} = \frac{0.10 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{0.10 \cdot 2827.8 \cdot 10^3}{434.78 \cdot 10^6} = 650.4mm^2$$

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 500^2 = 10000mm^2$$

$$A_{s,min} = 650.4mm^2 \leq A_s = 678.6mm^2 \leq A_{s,max} = 10000mm^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

- Návrh třmínku

Volím třmínky ØR6.

Vzdálenost třmínku:

$$S_w = \min \left\{ \begin{array}{l} 15\phi \\ b \\ 300mm \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 180 \\ 500 \\ 300 \end{array} \right\} = 180mm$$

Vzdálenost třmínku v oblastech kde je nutno vzdálenost zmenšit na 0.6 násobek volím:

$$S_{w2} = 100mm \geq 0.6 \cdot S_w = 0.6 \cdot 180 = 108mm$$

9.5. INTERAKČNÍ DIAGRAM

Pro stanovení bodů interakčního diagramu uvažujeme obdélníkový průřez výztužený u obou povrchu a namáhaný v rovině svislé symetrie.

$$b = 0.5m$$

$$\varepsilon_{c3} = 0.00175$$

$$h = 0.5m$$

$$\varepsilon_{cu3} = 0.00350$$

$$d_1 = d_2 = 0.037m$$

$$\varepsilon_{yd} = 0.00217$$

$$d = 0.463m$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = 0.617$$

$$z_1 = z_2 = 0.213m$$

$$\eta = 1.0 \text{ pro } f_{ck} \leq 50MPa$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} = 2.632$$

$$\lambda = 0.8 \text{ pro } f_{ck} \leq 50MPa$$

BOD 0 - ROVNOMĚRNÉ ROZLOŽENÍ PŘETVOŘENÍ V TLAČENÉM BETONU PO CELÉ VÝŠCE PRŮŘEZU

$$N_{Rd,0} = -(b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s1} \cdot \sigma_s + A_{s2} \cdot \sigma_s) = \\ = -(0.5 \cdot 0.5 \cdot 1.0 \cdot 23.33 \cdot 10^6 + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^6 + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^6) = -6070.84kN$$

$$M_{Rd,0} = A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot z_2 - A_{s1} \cdot \sigma_s \cdot z_1 = 339 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^6 \cdot 0.213 - 339 \cdot 10^{-6} \cdot 350 \cdot 10^6 \cdot 0.213 = 0$$

$$\varepsilon_{c3} \geq \varepsilon_s \rightarrow \sigma_s = f_{yd} ; \quad \varepsilon_{c3} < \varepsilon_s \rightarrow \sigma_s = \varepsilon_{c3} \cdot E_s$$

$$0.00175 < 0.00217 \rightarrow \sigma_s = 0.00175 \cdot 200 \cdot 10^9 = 350MPa$$

$$N_{Rd,0} = -6070.84 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,0} = 0 \text{ kNm}$$

BOD 1 - NEUTRÁLNÁ OSA PROCHÁZÍ TĚŽIŠTĚM VÝZTUŽE A_{s1}

$$N_{Rd,1} = -(b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2}) = \\ = -(0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.463 \cdot 1.0 \cdot 23.33 \cdot 10^6 + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6) = -4468.85 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = b \cdot \lambda \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0.5(h - \lambda d) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_2 = \\ = 0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.463 \cdot 1.0 \cdot 23.33 \cdot 10^6 \cdot 0.5(0.5 - 0.8 \cdot 0.463) + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6 \cdot 0.213 = \\ = 311.44 \text{ kNm}$$

$$d \geq \xi_{bal,2} \cdot d_2 = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} \cdot d_2 \rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$0.463 \geq \frac{0.00350}{0.00350 - 0.00217} \cdot 0.037 = 0.097 \rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd,1} = -4468.85 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = 311.44 \text{ kNm}$$

BOD 2 - ROZHRANÍ MEZI TLAKOVÝM A TAHOVÝM PORUŠENÍM

$$\begin{aligned} N_{Rd,bal} &= -(\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} - A_{s1} \cdot \sigma_{s2}) = \\ &= -(0.8 \cdot 0.617 \cdot 0.5 \cdot 0.463 \cdot 1.0 \cdot 23.33 \cdot 10^6 + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6 - 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6) = \\ &= -2665.65 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,bal} &= \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot 0.5(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_2 + A_{s1} \cdot \sigma_{s1} \cdot z_1 = \\ &= 0.8 \cdot 0.617 \cdot 0.5 \cdot 0.463 \cdot 1.0 \cdot 23.33 \cdot 10^6 \cdot 0.5(0.5 - 0.8 \cdot 0.617 \cdot 0.463) + \\ &+ 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6 \cdot 0.213 + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6 \cdot 0.213 = 424.73 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\xi_{bal,1} \cdot d = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \cdot d \geq \xi_{bal,2} \cdot d_2 \rightarrow \sigma_{s2} = \sigma_{s1} = f_{yd}$$

$$0.617 \cdot 0.463 = 0.286 \geq 2.632 \cdot 0.037 = 0.097 \rightarrow \sigma_{s2} = \sigma_{s1} = f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd,bal} = -2665.65 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = 424.73 \text{ kNm}$$

BOD 3 - PORUŠENÍ PROSTÝM OHYBEM

$$N_{Rd,3} = 0$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,3} &= b \cdot \lambda \cdot x \cdot f_{cd} \cdot 0.5(h - \lambda x) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot z_2 = \\ &= 0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.016 \cdot 23.33 \cdot 10^6 \cdot 0.5(0.5 - 0.8 \cdot 0.016) + 339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6 \cdot 0.213 \\ &= 67.34 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$x = \frac{A_{s2} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{339 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{0.5 \cdot 0.8 \cdot 23.33 \cdot 10^6} = 0.016 \text{ m}$$

$$x \leq \xi_{bal,1} \cdot d \rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd}$$

$$0.016 \leq 0.617 \cdot 0.463 = 0.286 \rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd,3} = 0$$

$$M_{Rd,3} = 67.34 \text{ kNm}$$

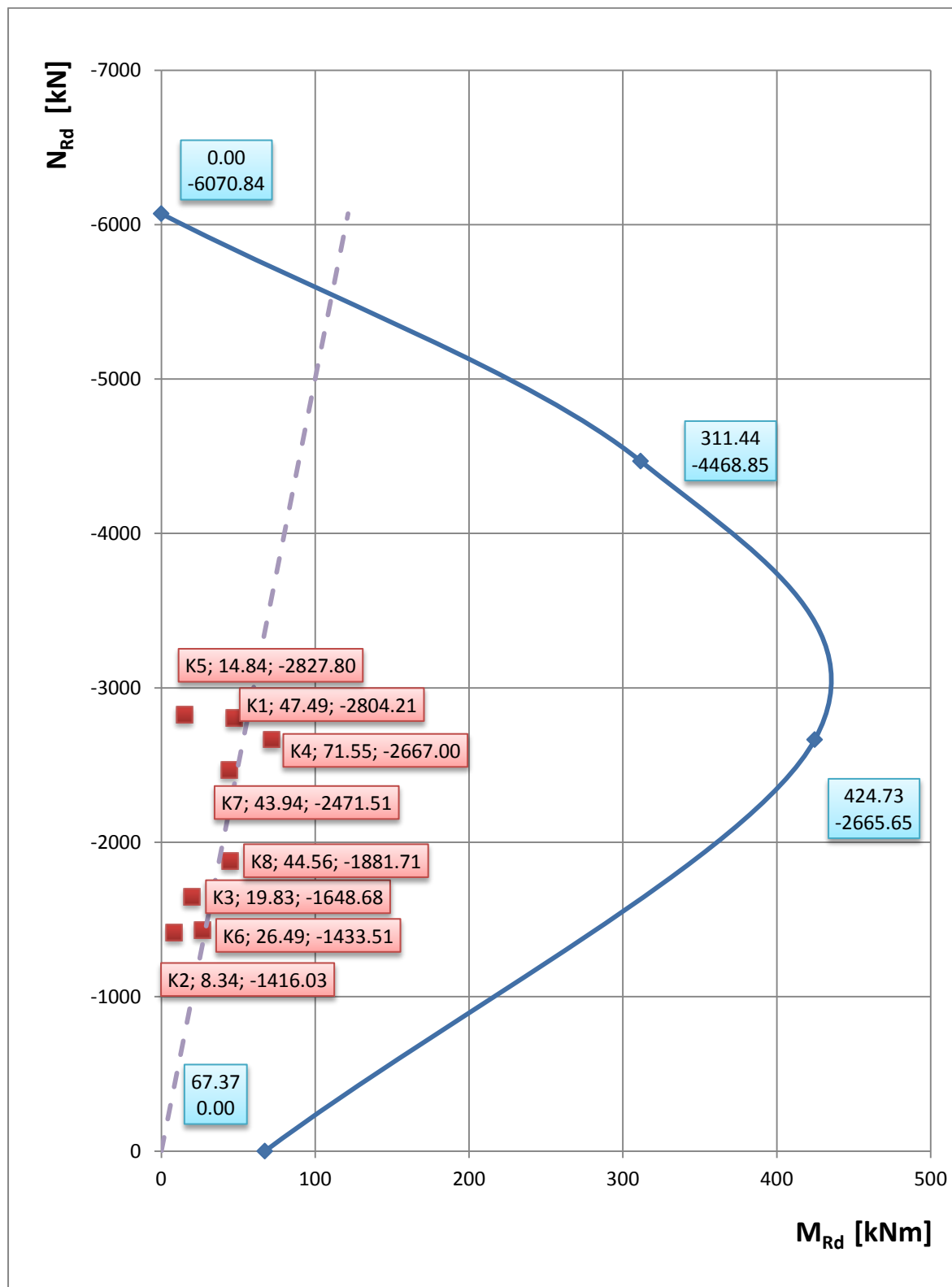
Při plném využití betonového průřezu se může projevit vliv nehomogenity průřezu, požaduje se uvažovat minimální výstřednost tlakové normálové síly:

$$e_0 = \frac{h}{30} \geq 20 \text{ mm}$$

$$e_0 = \frac{500}{30} = 16.67 \text{ mm} \leq 20 \text{ mm}$$

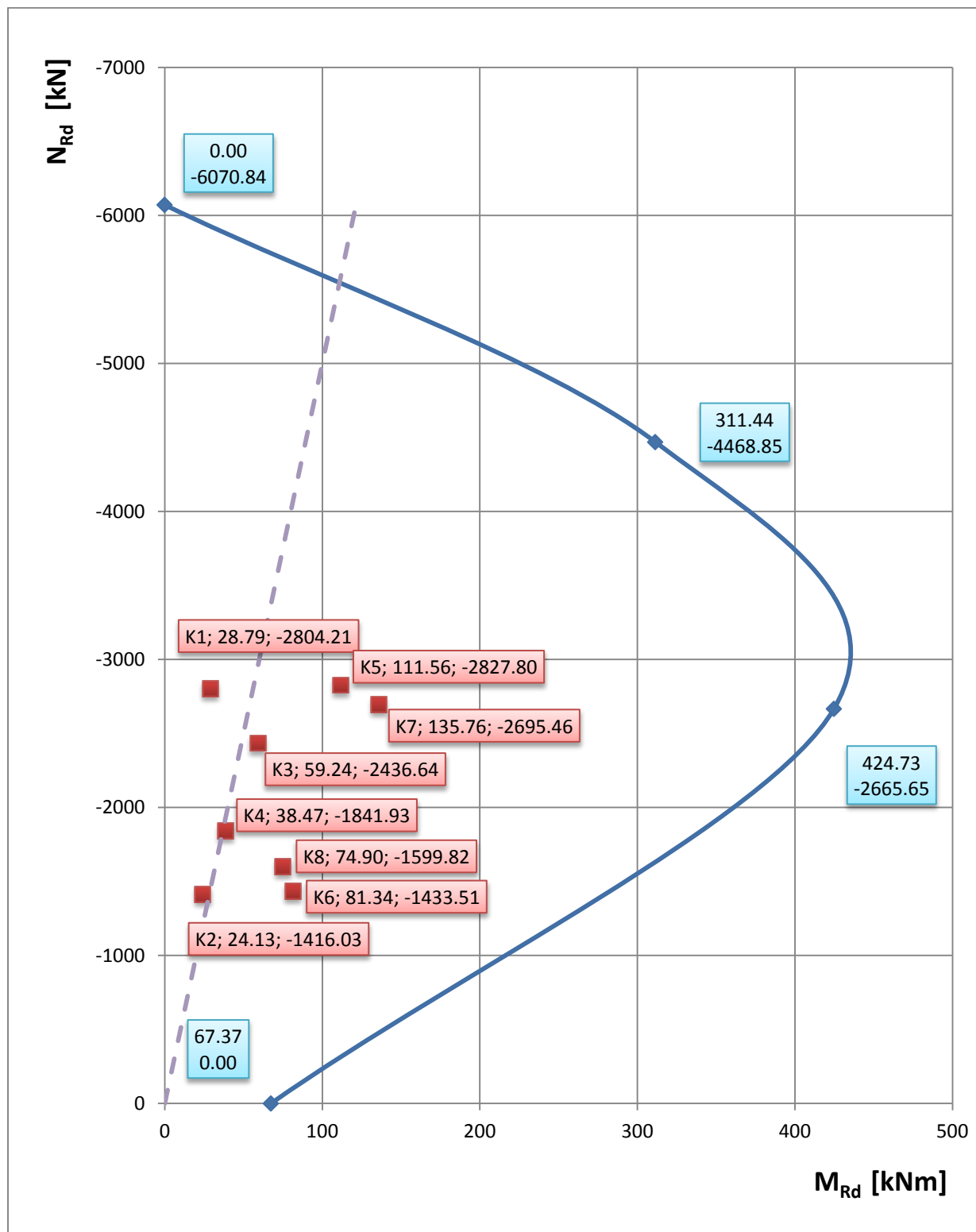
$$e_0 = 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$$

INTERAKČNÍ DIAGRAM – SMĚR X

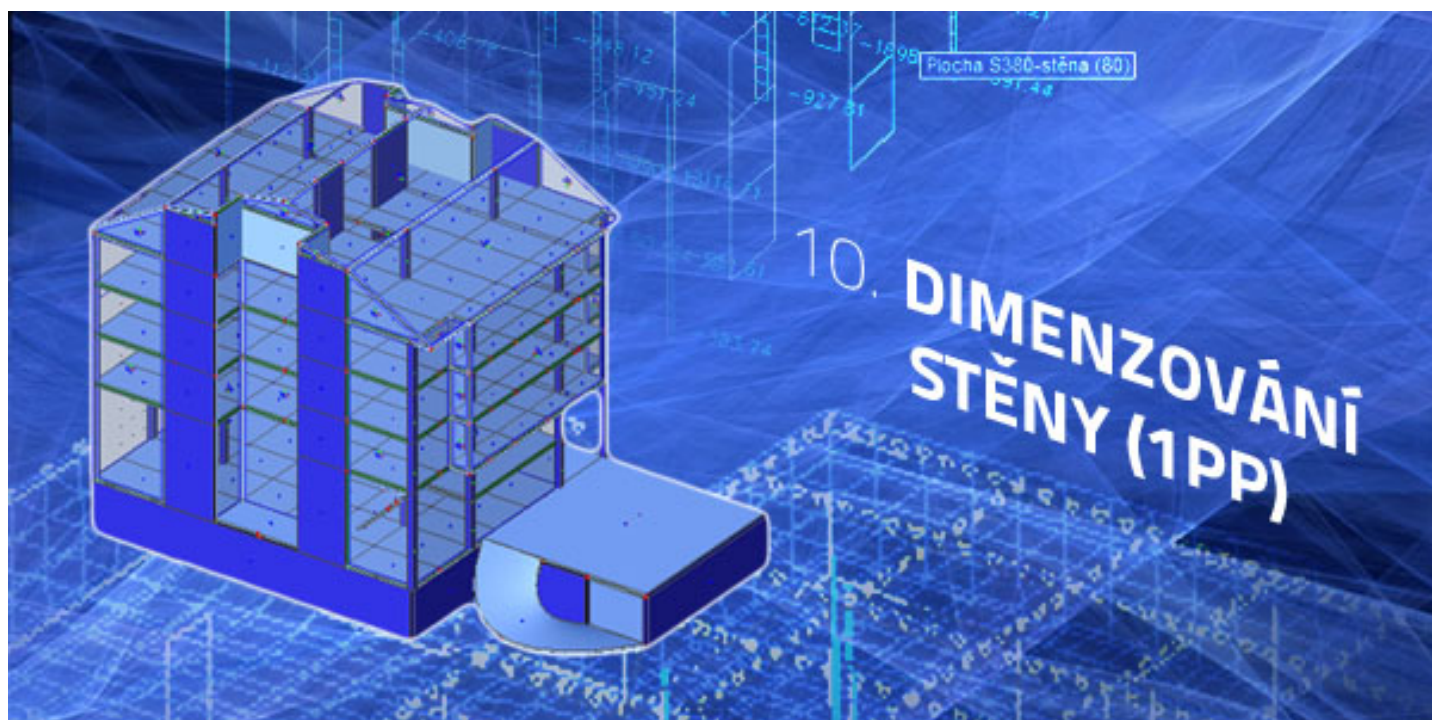


Navržená výztuž 3ØR12 vyhovuje.

INTERAKČNÍ DIAGRAM – SMĚR Y

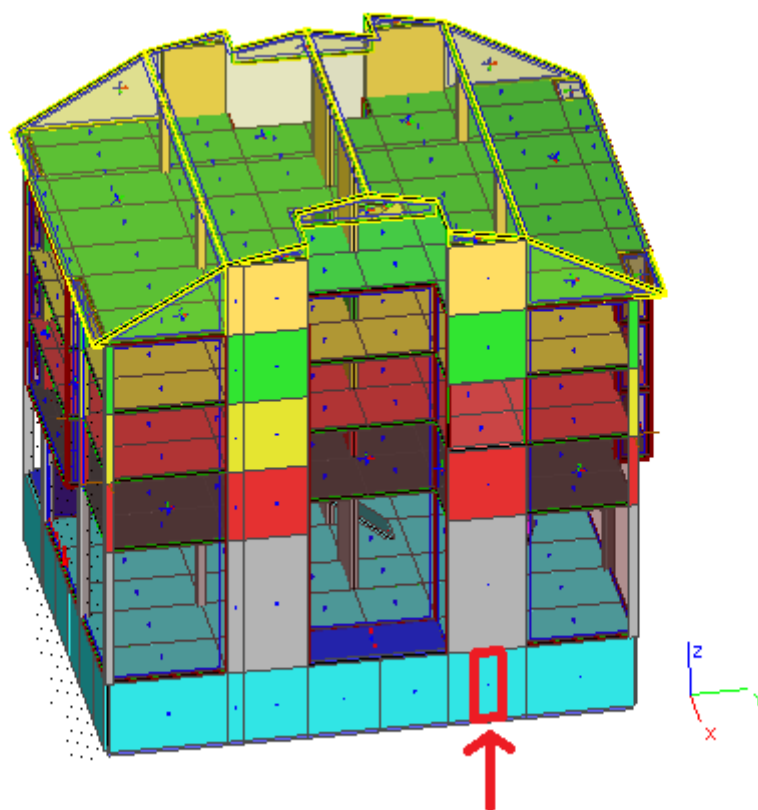


Navržená výztuž 3ØR12 vyhovuje.



V rozsahu diplomové práce byla posouzená pouze část stěny ZS7 o délce 1m.

Posouzená část je znázorněná na obrázku níže:



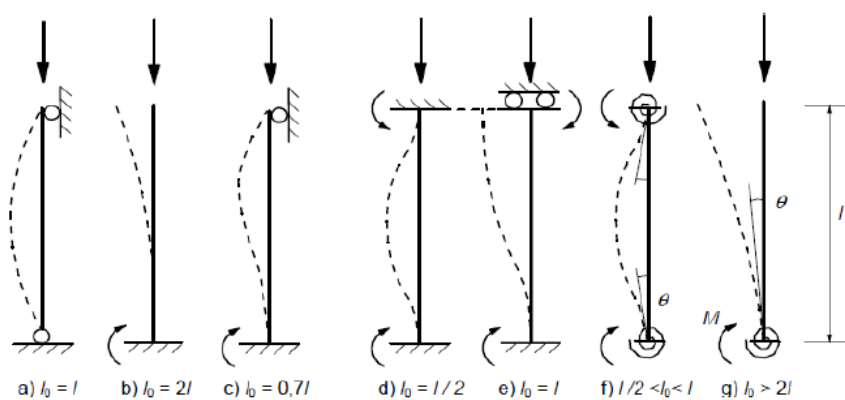
10.1. GEOMETRIE

$$h = 0.35m$$

$$b = 1.00m$$

$$l = 2.85m$$

$$l_0 = 0.7 \cdot l = 1.995m$$



10.2. KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

- Krytí výztuže:

Stupeň prostředí XC2, konstrukční třída S2

Krytí výztuže počítáno k vodorovné výztuží průměru Ø12.

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min.b} \\ c_{min.dur} \\ 10mm \end{cases} = \max \begin{cases} 12mm \\ 15mm \\ 10mm \end{cases} = 15mm$$

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

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

- Svislá výztuž:

$$A_{s,v min} = 0.002 \cdot A_c = 0.002 \cdot 0.35 = 700mm^2$$

$$A_{s,v max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 0.35 = 14000mm^2$$

Pokud se navrhne $A_{s,v min}$, má se ke každému povrchu umístit polovina této plochy.

Nejmenší průměr výztužného prutu ve stěně požadovaný dle národní přílohy ČR je $\varnothing_{min}=10mm$, pro stěny s minimální tloušťkou 200mm.

Maximální osová vzdálenost podélných prutu nesmí být větší než:

$$S_{v,max} = \min \left\{ \frac{3 \cdot h}{400} \right\} = \min \left\{ \frac{3 \cdot 350}{400} \right\} = \min \left\{ \frac{1050}{400} \right\} = 400mm$$

- Vodorovná výztuž:

Vodorovná výztuž je uložena rovnoběžně s povrchy stěn u obou povrchu.

Tato výztuž má mít plochu:

$$A_{s,h min} = \max \begin{cases} 0.25 \cdot A_{s,v} \\ 0.001 \cdot A_c \end{cases} = \max \begin{cases} 0.25 \cdot 1131 \cdot 10^{-6} \\ 0.001 \cdot 0.35 \end{cases} = \max \begin{cases} 282.75 \cdot 10^{-6} \\ 350 \cdot 10^{-6} \end{cases} = 350mm^2$$

Maximální vzdálenost prutů vodorovné výztuže je 400mm.

- Příčná výztuž:

Tato výztuž se navrhuje ve formě spon, a to poze tehdy, pokud veškerá podélná výztuž má plochu větší nebo rovno 2% plochu betonu.

$$A_{s,celk} = A_{s,v} + A_{s,h} = 1131 + 760 = 1891mm^2 \leq 2\%A_c = 7000mm^2 \rightarrow \text{příčná výztuž není nutná}$$

10.3. NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE

Návrhují Ø12 na 300mm u obou povrchu.

- Ověření plochy výztuže:

$$A_{s,h0} = 113.1mm^2$$

$$A_{s,h} = 380mm^2$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi/2 = 25 + 6 = 31mm$$

$$d = h_s - d_1 = 350 - 31 = 319mm$$

$$A_{s,hmin} = 350 \leq A_s = 380mm^2 \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Ověření světlé vzdálenosti výztuže:

$$S_{h,max} = 400mm \leq S_h = 300mm \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Výška tlačené oblasti:

$$\lambda = 0.8$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{350 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 23.33 \cdot 10^6} = 0.0088m$$

- Ověření započitatelností výztuže:

$$x_{lim} = \xi_{bal,1} \cdot d = \frac{|\epsilon_{cu3}|}{|\epsilon_{cu3}| + \epsilon_{yd}} \cdot d = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} \cdot 0.319 = 0.197m$$

$$x_{lim} = 0.197m \geq x = 0.0088m \rightarrow \text{výhovuje}$$

- Únosnost průřezu:

$$M_{Rd} = F_s \cdot z_c = A_s \cdot f_{yd}(d - \lambda x/2) = 350 \cdot 10^{-6} \cdot 434.78 \cdot 10^6(0.319 - 0.0088/2)$$

$$M_{Rd} = 51.74kNm$$

- POSOUZENÍ:

$$M_{Ed} = 29.72kNm \leq M_{Rd} = 51.74kNm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

10.4. NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE

10.4.1. VNITŘNÍ SÍLY

VNITŘNÍ SÍLY OD NÁVRHOVÉ KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Celkem bylo vytvořeno 8 kombinací v hlavě a v patě stěny:

- K1 - Maximální N_{Ed} a odpovídající M_{Ed}
- K2 - Minimální N_{Ed} a odpovídající M_{Ed}
- K3 - Maximální M_{Ed} a odpovídající N_{Ed}
- K4 - Minimální M_{Ed} a odpovídající N_{Ed}
- A podobně K5 až K8, v patě stěny:

Tab. 10.1.		SMĚR Y	
		N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]
V HLAVĚ	K1	-1175.01	-26.47
	K2	-146.57	6.10
	K3	-146.57	6.10
	K4	-177.03	-54.78
V PATĚ	K5	-517.84	-40.76
	K6	-193.44	9.08
	K7	-193.44	9.08
	K8	-391.45	-89.03

ÚČINKY 1. ŘÁDU – GEOMETRICKÁ IMPERFEKCE

Dvojice vnitřních síl $[M_{Ed}, N_{Ed}]$ z různých kombinací je nutno upravit s ohledem na vliv účinků 1. a 2. řádu, pro každou kombinaci K1 až K8.

$$M_{0Ed} = N_{Ed} \left(\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_i \right)$$

$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{1.995}{400} = 0.005m$$

Úpravene vnitřní síly $[M_{0Ed}, N_{Ed}]$ jsou uvedené v Tab.10.2.

Tab. 10.2.		SMĚR Y	
		N_{Ed} [kN]	M_{0Ed} [kNm]
V HLAVĚ	K1	-1175.01	32.33
	K2	-146.57	6.83
	K3	-146.57	6.83
	K4	-177.03	55.66
V PATĚ	K5	-517.84	43.34
	K6	-193.44	10.04
	K7	-193.44	10.04
	K8	-391.45	90.98

ZJEDNODUŠENÁ KRITÉRIA PRO ÚČINKY 2. ŘÁDU

Účinky 2. řádu lze zanedbat, jestliže je štíhlost λ menší než hodnota λ_{lim} .

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot \sqrt{n}, \text{ kde}$$

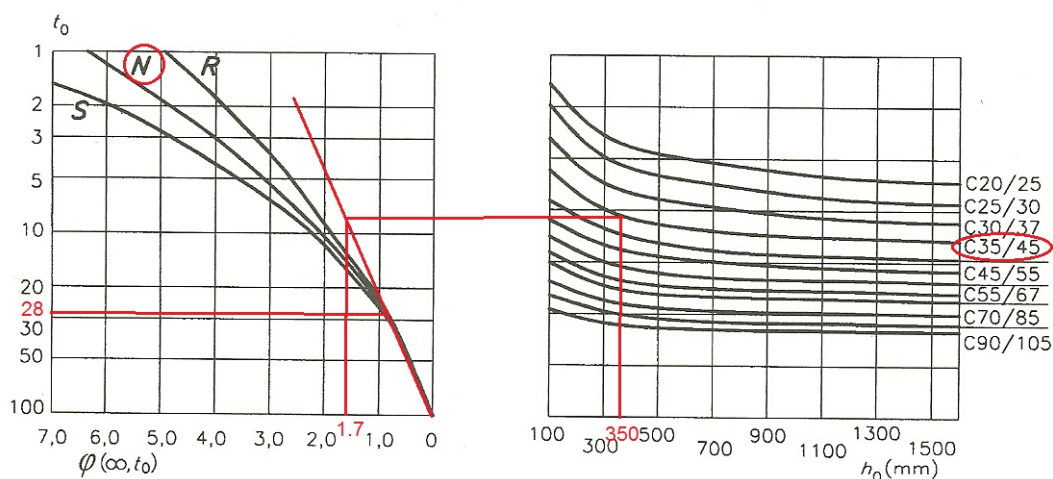
$$A = 1/(1 + 0.2\varphi_{ef})$$

φ_{ef} ... účinný součinitel dotvarování stanovený dle obr. 3.1. v ČSN EN 1992-1-1

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 0.35}{2} = 350mm \text{ ... náhradní rozměr průřezu}$$

u ... obvod části průřezu vystavené vysychání

a) vnitřní prostředí – RH=50%



$$\varphi_{ef} = 1.7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega}$$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

$$C = 1.7 - r_m$$

r_m ... poměr koncových momentů prvního řádu

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}}, \quad |M_{02}| \geq |M_{01}|$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \quad \dots \text{poměrná normálová síla}$$

$$\lambda = l_0 / i$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} b \cdot h^3}{b \cdot h}} = \frac{h}{\sqrt{12}} \quad \text{pro obdélníkový průřez}$$

$$\lambda = 1.995 / 0.101 = 19.75$$

Výsledky jsou zpracovány v následující tabulce:

Tab. 10.3.	V HLAVĚ				V PATĚ			
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
φ_{ef}	1.70							
ω	0.06							
r_m	0.65	0.67	0.67	0.62	0.65	0.67	0.67	0.62
A	0.75							
B	1.06							
C	1.05	1.03	1.03	1.08	1.05	1.03	1.03	1.08
n	0.14	0.02	0.02	0.02	0.06	0.02	0.02	0.05
λ_{lim}	6.30	2.18	2.18	2.52	4.18	2.50	2.50	3.75
$\lambda > \lambda_{lim}$ nutná úprava vn. sil	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO

ÚČINKY 2. ŘÁDU – METODA ZALOŽENÁ NA JMENOVITÉ KŘIVOSTI

Tato metoda stanoví jmenovitý moment druhého řádu na základě průhybu, který se stanoví postupně na základě účinné délky a odhadnuté maximální křivosti.

Návrhový moment je dán vztahem:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$$

M_2 ... jmenovitý moment druhého řádu

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2$$

$$e_2 = \left(\frac{1}{r}\right) l_0^2 \frac{1}{c}$$

c ... součinitel závislý na rozdělení křivosti,
pro konstantní průřez se běžně používá $c = 10 \approx \pi^2$

$\left(\frac{1}{r}\right)$... křivost

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \left(\frac{1}{r_0}\right) \cdot K_r \cdot K_\varphi$$

$$\left(\frac{1}{r_0}\right) = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45 \cdot d}$$

K_r ... opravný součinitel závislejší na normálové síle

$$K_r = \frac{(n_u - n)}{(n_u - n_{bal})} \leq 1.0$$

n ... poměrná normálová síla

$$n_u = 1 + \omega$$

$n_{bal} = 0.4$... hodnota n při maximální momentové únosnosti

K_φ ... součinitel zohledňující dotvarování

$$K_\varphi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} \geq 1.0$$

$$\beta = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150}$$

Volím výztužení symetrickou výztuží Ø12 na 200mm.

Výsledky jsou zpracovány v následující tabulce.

Tab. 10.4.	V HLAVĚ				V PATĚ			
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
d	0.307	0.307	0.307	0.307	0.307	0.307	0.307	0.307
$\left(\frac{1}{r_0}\right)$	0.0157	0.0157	0.0157	0.0157	0.0157	0.0157	0.0157	0.0157
n_u	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
n_{bal}	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
K_r	1.39	1.58	1.58	1.57	1.51	1.57	1.57	1.53
β	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
K_φ	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67
$\left(\frac{1}{r}\right)$	0.0364	0.0415	0.0415	0.0413	0.0396	0.0412	0.0412	0.0403
c	10	10	10	10	10	10	10	10
e_2	0.0147	0.0167	0.0167	0.0167	0.0160	0.0166	0.0166	0.0162
M_2	17.27	2.45	2.45	2.95	8.28	3.22	3.22	6.36

NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY ZAHRNŮJÍCÍ ÚČINKY 1. A 2. ŘÁDU

$N_{Ed} [kN]$	-1175.01	-146.57	-146.57	-177.03	-517.84	-193.44	-193.44	-391.45
$M_{Ed} [kNm]$	32.33	6.83	6.83	55.66	43.34	10.04	10.04	90.98

10.4.2. NÁVRH VÝZTUŽE

Návrhují symetrickou výztuž $\varnothing 12$ na 200mm v obou směrech.

$$A_{sv,0} = 113.1mm^2$$

$$A_{sv,1} = A_{sv,2} = 565mm^2$$

$$A_{sv} = 1131mm^2$$

- Ověření plochy výztuže

$$A_{s,vmin} = 700mm^2 \leq A_{sv} = 1131mm^2 \leq A_{s,vmax} = 14000mm^2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

- Ověření světlosti vzdálenosti výztuže:

$$S_{v,max} = 400mm \leq S_v = 200mm \rightarrow \text{vyhovuje}$$

10.4.3. INTERAKČNÍ DIAGRAM

Pro stanovení bodů interakčního diagramu uvažujeme obdélníkový průřez výztužený u obou povrchu a namáhaný v rovině svislé symetrie.

Výpočet bodu interakčního diagramu proveden dle postupu který je uveden v odst. 9.5.

$$\begin{aligned}
 b &= 1.0m & \varepsilon_{c3} &= 0.00175 \\
 h &= 0.35m & \varepsilon_{cu3} &= 0.00350 \\
 d_1 &= d_2 = 0.043m & \varepsilon_{yd} &= 0.00217 \\
 d &= 0.307m & \xi_{bal,1} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = 0.617 \\
 z_1 &= z_2 = 0.132m & \xi_{bal,2} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} = 2.632 \\
 \eta &= 1.0 \text{ pro } f_{ck} \leq 50MPa \\
 \lambda &= 0.8 \text{ pro } f_{ck} \leq 50MPa
 \end{aligned}$$

BOD 0 - ROVNOMĚRNÉ ROZLOŽENÍ PŘETVOŘENÍ V TLAČENÉM BETONU PO CELÉ VÝŠCE PRŮŘEZU

$$N_{Rd,0} = -8562.51 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,0} = 0 \text{ kNm}$$

BOD 1 - NEUTRÁLNÁ OSA PROCHÁZÍ TĚŽIŠTĚM VÝZTUŽE A_{s1}

$$N_{Rd,1} = -5976.53 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,1} = 311.59 \text{ kNm}$$

BOD 2 - ROZHRANÍ MEZI TLAKOVÝM A TAHOVÝM PORUŠENÍM

$$N_{Rd,bal} = -3535.01 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = 415.76 \text{ kNm}$$

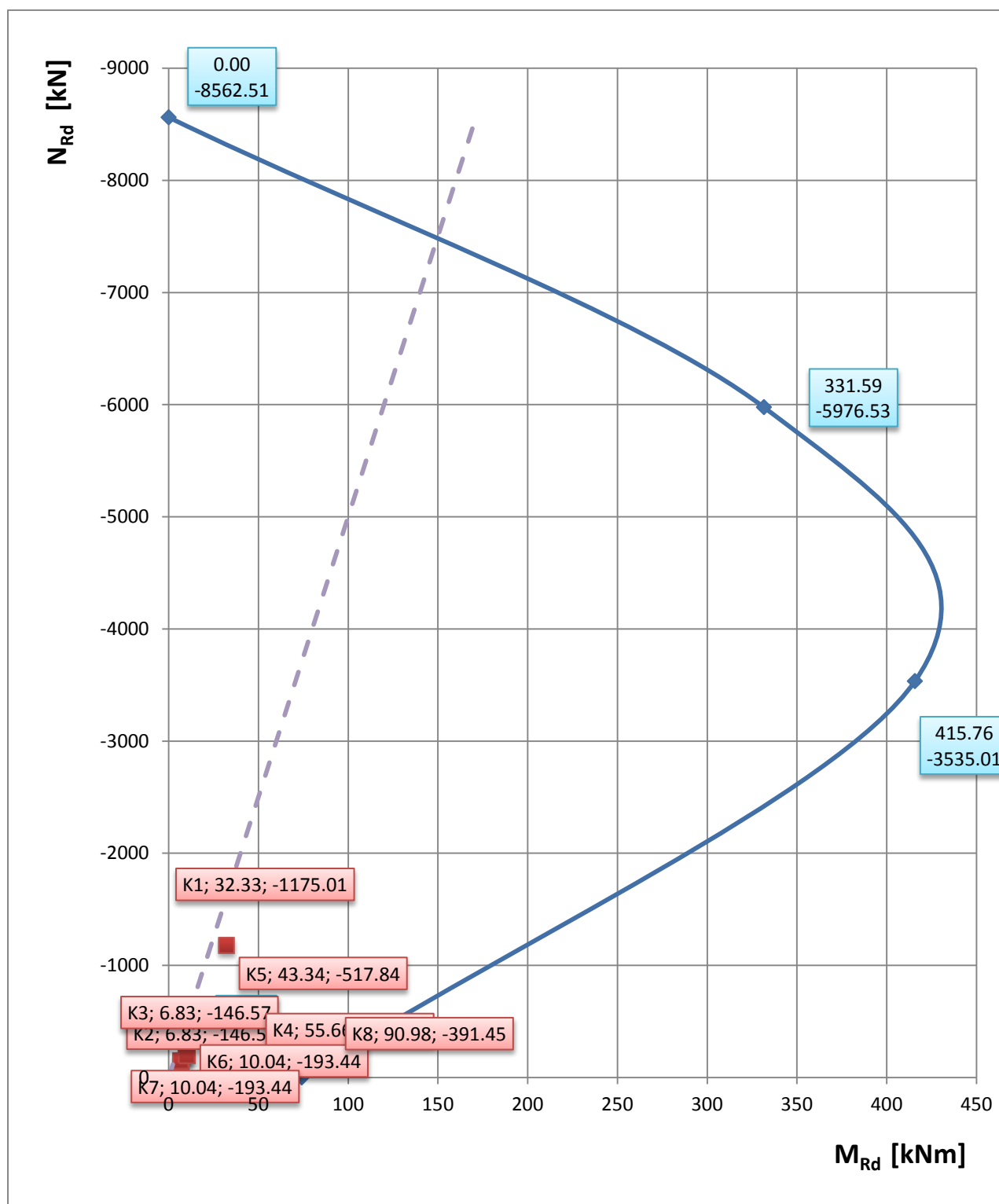
BOD 3 - PORUŠENÍ PROSTÝM OHYBEM

$$N_{Rd,3} = 0$$

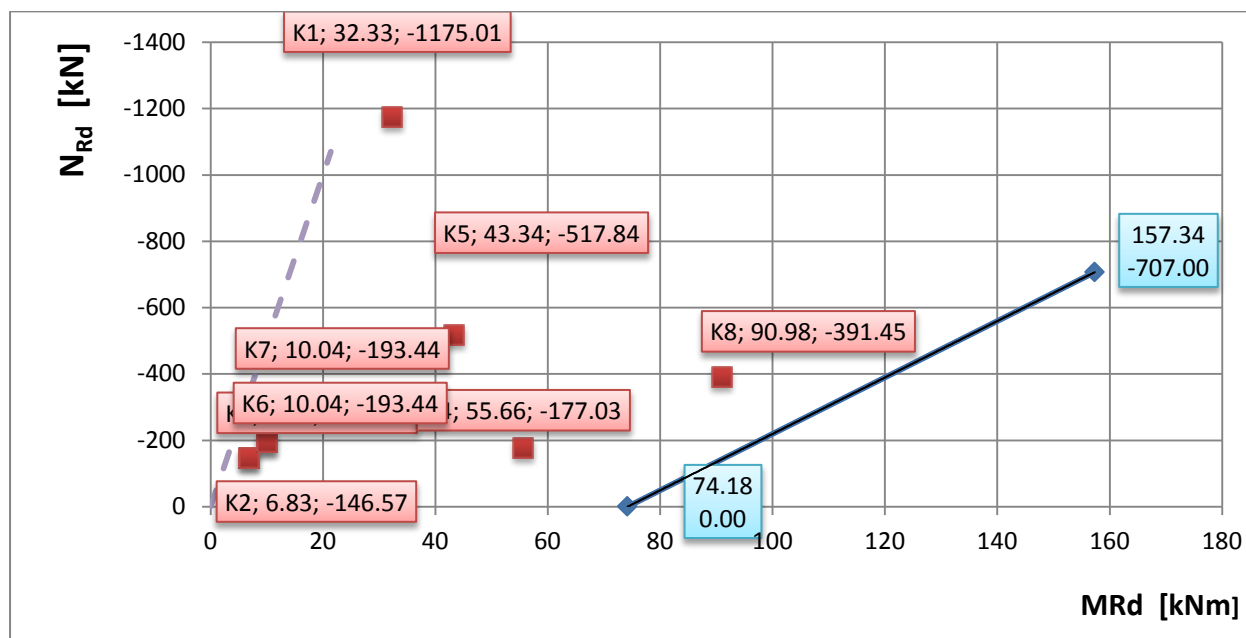
$$M_{Rd,3} = 74.18 \text{ kNm}$$

$$e_0 = 20mm = 0.02m$$

INTERAKČNÍ DIAGRAM



Kvůli lepší přehlednosti je rozhodující část interakčního diagramu zvětšená na dalším obrázku.



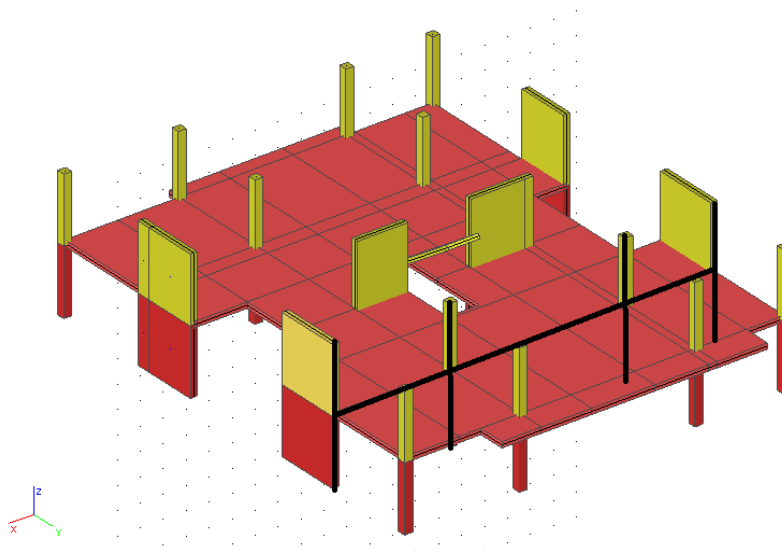
Navržená výztuž $\varnothing 12$ na 200mm vyhovuje.



11.1. KONTROLA SPRÁVNOSTÍ VÝSLEDKŮ - DESKA D4

- MNR – Metoda náhradních rámu

Metodou náhradních rámu byla ověřena správnost výsledků ve středním poli rámu znázorněným na obr:



Šířka deskového pruhu je $b = 4.7m$.

Podmínky využití MNR:

- 1) Desková konstrukce je v celém svém rozsahu železobetonová:
ANO
- 2) U obou hlavních směrů jsou alespoň tři desková pole:
ANO
- 3) Obdélníková pole mají poměr délejší strany ke kratší menší než 2.0:
 $7.65/4.7 = 1.63 \leq 2.0$ ANO

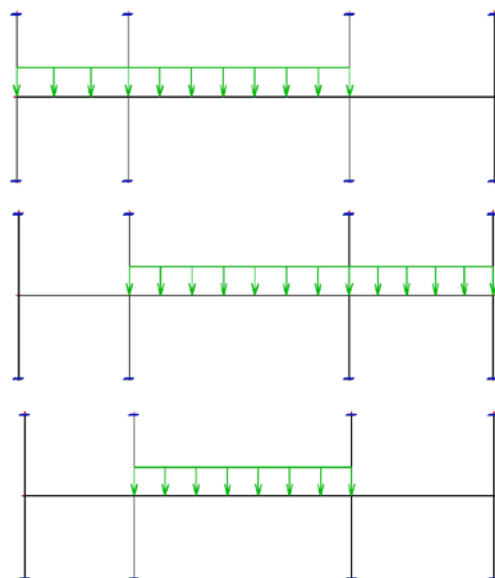
- Zatížení, zatěžovací stavy, kombinace

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Působení	Řidící zat. stav
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student							
LC1	VL TIHA	Stálé	LG1	Standard			
LC2	PODLAHA	Stálé	LG1	Standard			
LC3	PRICKY	Nahodilé	LG2	Statické	Standard	Dlouhodobé	Žádný
LC4	UZITNE PLNE	Nahodilé	LG3	Statické	Standard	Dlouhodobé	Žádný
LC5	UZITNE SACH 1	Nahodilé	LG3	Statické	Standard	Dlouhodobé	Žádný
LC6	UZITNE SACH 2	Nahodilé	LG3	Statické	Standard	Dlouhodobé	Žádný
LC7	UZITNE SACH 3	Nahodilé	LG3	Statické	Standard	Dlouhodobé	Žádný

Kromě vlastní tíhy, která byla spočtená programem, bylo uvažováno s rovnoměrným plošným zatížením podlahou 5.64kN/m^2 (1.2kN/m^2), příčkami 8.225kN/m^2 (1.75kN/m^2) a užitným zatížením 7.05kN/m^2 (1.5kN/m^2).

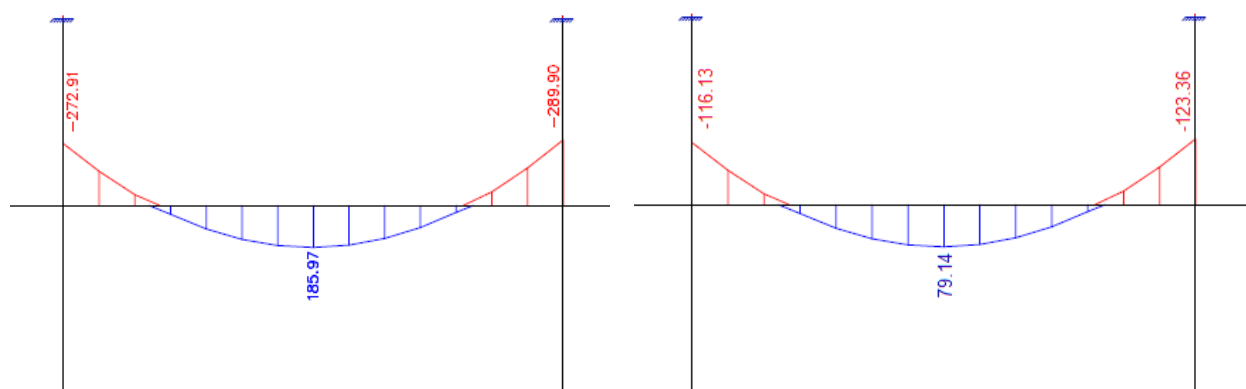
Kromě plného užitného zatížení, byly vygenerované tři různé případy šachovnicového uspořádání:



Kombinace EN-MSÚ(STR/GEO) Sada B je generována podle rovnic 6.10.a a 6.10.b.

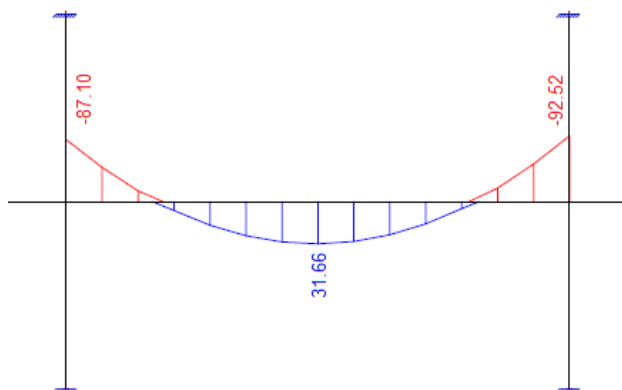
- Vnitřní síly - MNR

Momenty v $[\text{kNm}]$ ve směru x jsou znázorněny na obr. vlevo. S tím, že potřebujeme momenty v $[\text{kNm/m}]$, je potřeba této hodnoty vydělit šířkou sloupového pruhu $b_{sl} = 2.35\text{m}$. Upravené výsledky jsou znázorněny na obr. vpravo.



V konstrukci nejsou obsaženy žádné ztužující trámy. Dle tabulky 8.5. v ČSN 73 1201, k sloupovému pruhu připadá 75% záporných a 40% kladných momentů.

Dimenzační momenty v sloupovém pruhu stanovený zjednodušenou metodou (MNR) jsou uvedeny na obrázku níže:



- Srovnání výsledků

M_{ed} [kNm/m]	MNR	MKP	ROZDÍL
Nad podoprou vlevo	-87.10	-76.43	-12%
Mezi podporami	31.66	44.58	+29%
Nad podoprou vpravo	92.52	-81.31	-12%

Kvůli nepravidelnému tvaru konstrukce výsledky MNR se mají uvažovat pouze orientačně.

Výsledne dimenzační veličiny které jsou spočítané MKP ve Scia Engineer popisují skutečné chování deskové konstrukce což je přibližně ověřeno metodou náhradních rámu. Můžeme teda výsledky prohlásit za správné.

11.2. KONTROLA SPRÁVNOSTÍ VÝSLEDKŮ - SLOUP S4

Při návrhu rozměru sloupu byla předběžně stanovená normálová síla v patě sloupu S4 v 1PP.

$$N_{ed} = 2623.11 \text{ kN}$$

Maximální hodnota normálové síly spočítána pomocí Scia Engineer je

$$N_{ed} = 2827.80 \text{ kN}$$

Hodnoty se liší cca 7%, což je pravěpodobně způsobeno při stanovení zatěžovací plochy. Výsledek však můžeme uvažovat za správný.