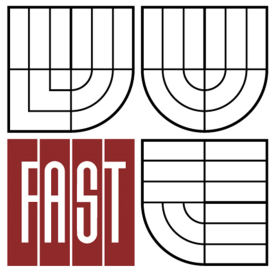




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# **ŽELEZOBETONOVÝ SKELET ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY**

MONOLITHIC MULTI-STOREY FRAME BUILDING

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**BC. MARTIN PŘIKRYL**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Ing. ZDENĚK BAŽANT, CSc.**

BRNO 2016



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. Martin Příklad

**Název** Železobetonový skelet administrativní budovy

**Vedoucí diplomové práce** doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.

**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2015

**Datum odevzdání diplomové práce** 15. 1. 2016

V Brně dne 31.3. 2015

.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu



.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## Podklady a literatura

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně, zejména:

Zich M., Bažant Z.: Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky. CERM Brno 2010

Majdúch D.: Zásady vystužování betonových konstrukcí. ALFA Bratislava

Výpočetní programy pro PC

## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Pro vícepodlažní železobetonový objekt navrhnete nosnou konstrukci.

Proveďte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, vybrané sloupy a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....  
doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.  
Vedoucí diplomové práce

**Abstrakt**

Diplomová práce je zaměřena na návrh železobetonové monolitické stropní konstrukce a nosných svislých konstrukcí typického podlaží administrativní budovy. Výpočet vnitřních sil je proveden ve výpočetním programu SCIA Engineer. Posouzení konstrukce je provedeno dle Eurokódu 2 (ČSN EN 1992-1-1).

**Klíčová slova**

Lokálně podepřená stropní deska, stropní průvlak, sloup, nosná stěna beton, zatížení, zatěžovací stavy, dimenzování, vnitřní síly, ohybové momenty, protlačení, betonářská výztuž, výkresová dokumentace

**Abstract**

The final thesis is focused on the design of monolithic reinforced concrete ceiling slab and supporting vertical structures of typical floor of an administrative building. Calculation of internal forces is carried out in a computer software SCIA Engineer. Assessment is done according to Eurocode 2 (ČSN EN 1992-1-1).

**Keywords**

Locally supported ceiling slab, ceiling beam, column, loadbearing wall, concrete, load, load cases, design of structures, internal forces, bending moments, punching, concrete reinforcement, drawing documentation

...

**Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Martin Přikryl *Železobetonový skelet administrativní budovy*. Brno, 2016. 234 s., 78 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a  
zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2016

.....  
podpis autora  
Bc. Martin Přikryl

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15.1.2016

.....  
podpis autora  
Bc. Martin Přikryl

**Poděkování:**

Za pomoc při vypracování diplomové práce a za všechny cenné rady bych rád poděkoval doc. Ing. Zdeňkovi Bažantovi, CSc. a všem co mě za dobu mého studia podporovali a obohacovali svými

## OBSAH:

1. ÚVOD.....	11
1.1 POPIS KONSTRUKCE.....	11
1.2 ŘEŠENÁ KONSTRUKCE.....	11
1.3 VÝPOČETNÍ METODA .....	11
1.4 POUŽITĚ MATERIÁLY.....	11
2. GEOMETRIE .....	12
2.1 GEOMETRICKÝ TVAR KONSTRUKCE .....	12
3. VÝPOČETNÍ MODEL .....	25
3.1 DÍLČÍ 2D VÝPOČETNÍ MODEL Y STROPNÍCH DESEK .....	25
3.1.1 STROPNÍ DESKA NAD 4.NP .....	25
3.1.2 STROPNÍ DESKA NAD 3.NP .....	26
3.1.3 STROPNÍ DESKA NAD 2.NP .....	28
3.1.4 STROPNÍ DESKA NAD 1.NP .....	30
3.1.5 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ .....	33
3.1.6 VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ .....	37
3.2 DÍLČÍ 3D VÝPOČETNÍ MODEL KONSTRUKCE .....	38
4. ZATÍŽENÍ.....	39
4.1 VÝPOČET ZATÍŽENÍ.....	39
4.1.1 STROPNÍ DESKA NAD 4.NP .....	39
4.1.2 STROPNÍ DESKA NAD 3.NP .....	42
4.1.3 STROPNÍ DESKA NAD 2.NP .....	49
4.1.4 STROPNÍ DESKA NAD 1.NP .....	55
4.1.5 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ .....	60
4.1.6 VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ .....	61
4.1.7 ZATÍŽENÍ VĚTREM.....	61
4.2 ZATĚŽOVACÍ STAVY.....	64
4.2.1 STROPNÍ DESKA NAD 4.NP .....	64
4.2.2 STROPNÍ DESKA NAD 3.NP .....	68
4.2.3 STROPNÍ DESKA NAD 2.NP .....	78
4.2.4 STROPNÍ DESKA NAD 1.NP .....	88
4.2.5 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ .....	98

4.2.6	VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ .....	102
4.2.7	ZATÍŽENÍ VĚTREM.....	107
4.2.8	REKAPITULACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ .....	109
4.3	SKUPINY ZATÍŽENÍ.....	110
4.4	KOMBINACE ZATÍŽENÍ .....	111
5.	STROPNÍ DESKA NAD 2.NP .....	112
5.1	VÝSLEDKY – STROPNÍ DESKA .....	112
5.1.1	DEFORMACE .....	112
5.1.2	REAKCE .....	114
5.1.3	OHYBOVÉ MOMENTY .....	115
5.2	DIMENZOVÁNÍ – STROPNÍ DESKA.....	130
5.2.1	MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	130
5.2.2	KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM .....	130
5.2.3	MSÚ - OHYB.....	131
5.2.4	MSÚ – PROTLAČENÍ.....	141
5.2.5	VÝZTUŽ PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ .....	165
5.3	VÝSLEDKY – STROPNÍ PRŮVLAKY .....	166
5.3.1	DEFORMACE .....	166
5.3.2	VNITŘNÍ SÍLY .....	168
5.4	DIMENZOVÁNÍ – STROPNÍ PRŮVLAKY .....	171
5.4.1	MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	171
5.4.2	KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM .....	171
5.4.3	MSÚ – OHYB, SMYK, KROUCENÍ.....	173
6.	HLAVNÍ SCHODIŠTĚ + LÁVKA.....	191
6.1	DEFORMACE .....	191
6.2	NAMÁHÁNÍ OHYBEM.....	194
6.3	NAMÁHÁNÍ SMYKEM A KROUCENÍM .....	204
7.	VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ .....	208
7.1	DEFORMACE .....	208
7.2	REAKCE.....	208
7.3	NAMÁHÁNÍ OHYBEM.....	209
8.	SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE.....	214

8.1	SLOUPY .....	214
8.1.1	VNITŘNÍ SÍLY .....	214
8.1.2	MSÚ – N + M .....	220
8.2	STĚNY .....	231
9.	KOTEVNÍ DÉLKY .....	232
10.	POUŽITÁ LITERATURA.....	233
11.	SEZNAM PŘÍLOH .....	234

# 1. ÚVOD

## 1.1 POPIS KONSTRUKCE

Objekt bude sloužit jako administrativní budova. Konstrukce je tvořena 4 nadzemními a 1 podzemním podlažím. Půdorysně se jedná o objekt nepravidelného půdorysu, který je rozdělen na dvě části přibližně lichoběžníkového tvaru. Tyto dvě části jsou od sebe pootočený, tím vznikne mezi nimi spojovací část s atriem.

## 1.2 ŘEŠENÁ KONSTRUKCE

V diplomové práci se řeší nosné konstrukce typického podlaží a vybrané problémy částí konstrukce. V mém případě jsou to svíslé nosné konstrukce v 2. nadzemním podlaží a stropní deska nad 2. nadzemním podlaží. Stropní deska je navržena jako spojitá, vyztužená v obou směrech, lokálně podepřená sloupy a vnitřními ztužujícími stěnami a jádry se schodišti. Vnitřní sloupy jsou obdélníkového a kruhového průřezu v modulovém rastru 7,5x7,5m. Vnitřní stěny jsou navrženy tloušťky 250 mm. Obvodové sloupy a pilíře jsou šířky 250 mm a jsou v hlavě propojeny obvodovým průvlakem s překonzolovanou stropní deskou. Dva bloky objektu jsou vzájemně propojeny z části stropní deskou a z části spojovacím můstkem, na který navazuje schodiště.

## 1.3 VÝPOČETNÍ METODA

Výpočet vnitřních sil je proveden metodou konečných prvků – výpočet řešen v programu SCIA Engineer 15.1.

## 1.4 POUŽITĚ MATERIÁLY

Při návrhu a posouzení byli použity tyto materiály:

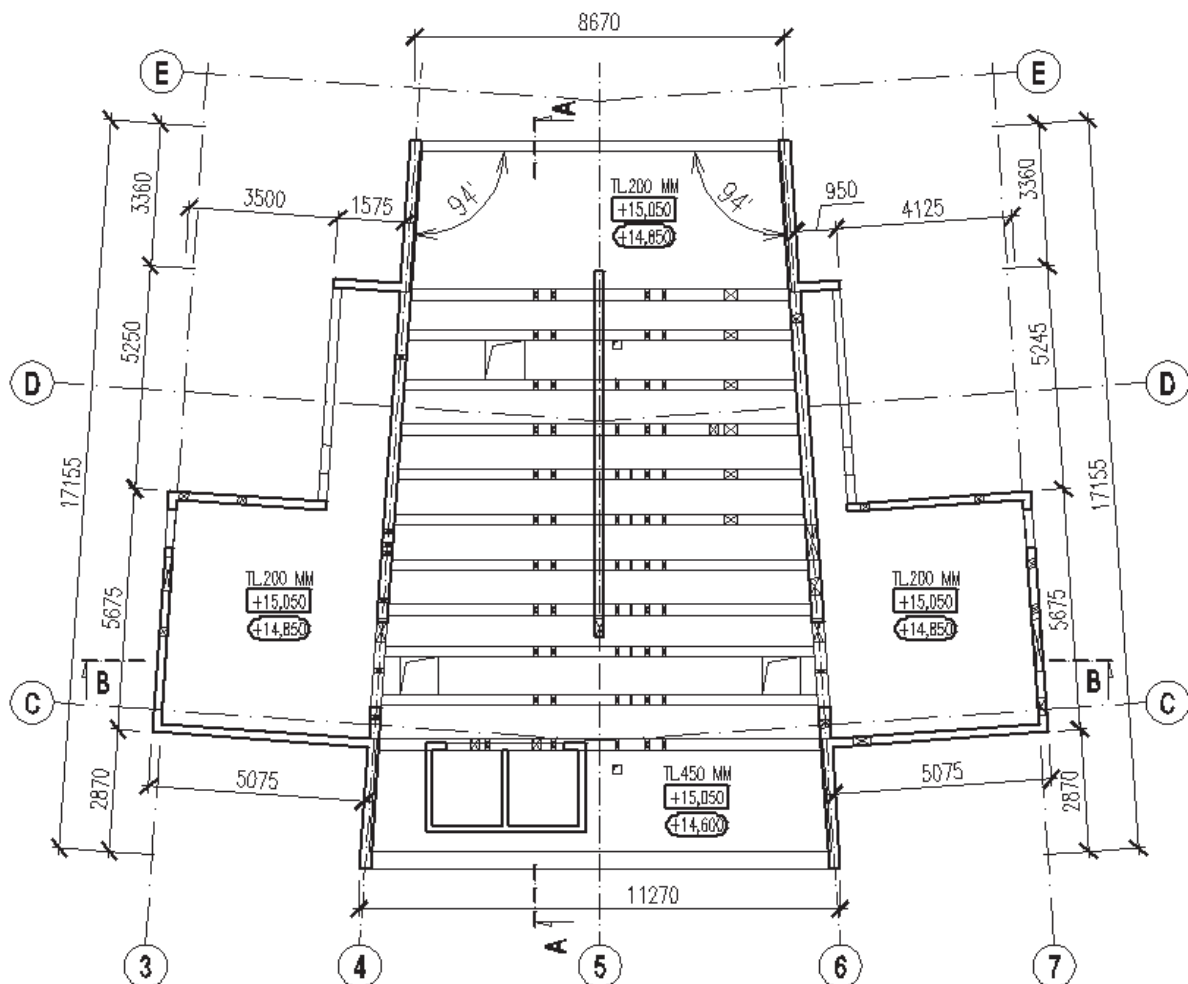
- BETON C25/30, C30/37 (stupeň vlivu prostředí dle jednotlivých schématických výkresů tvaru)
- BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B – 10505(R), KARI BSt 500 M

## 2. GEOMETRIE

### 2.1 GEOMETRICKÝ TVAR KONSTRUKCE

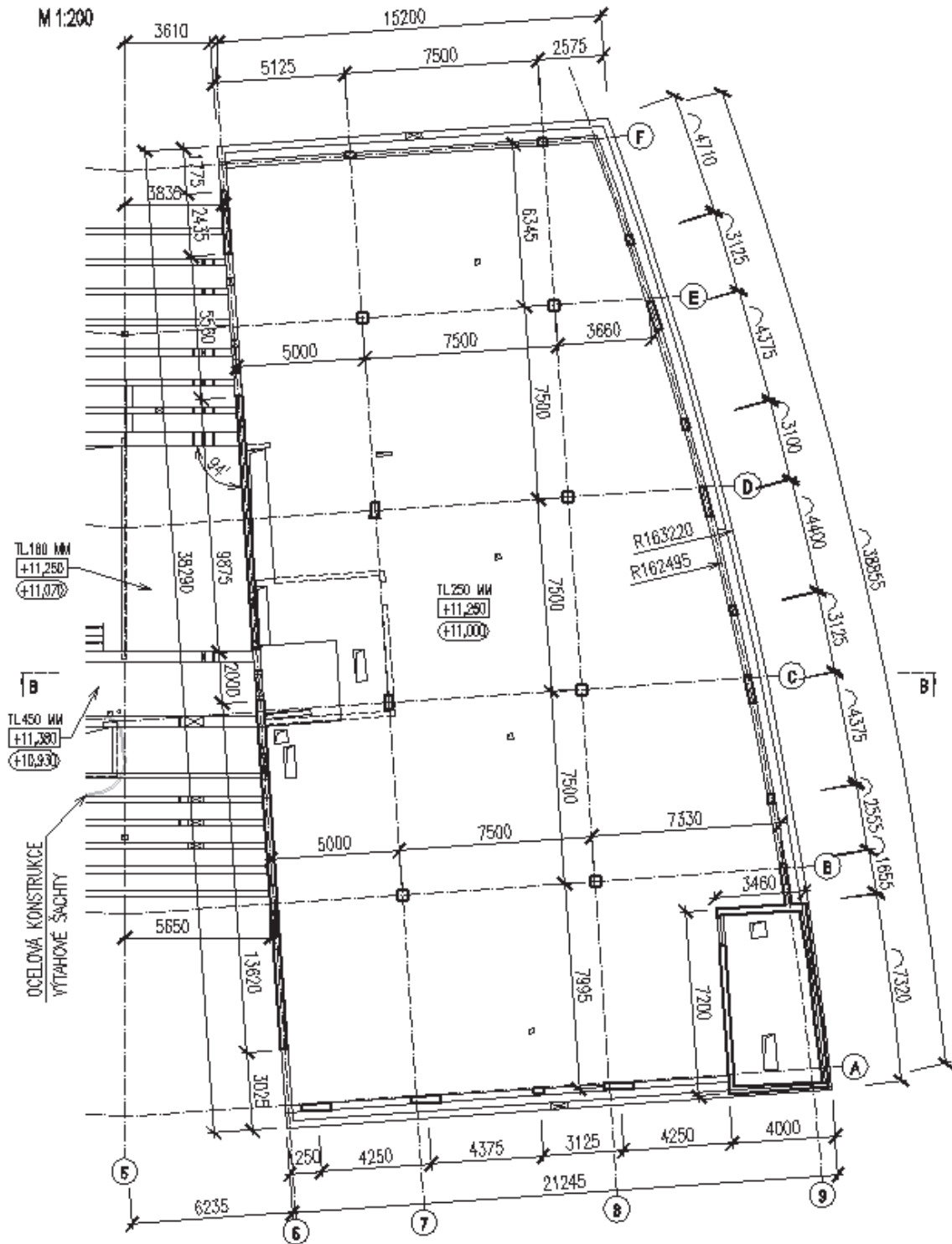
# STROPNÍ DESKA NAD 4.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 4.NP - SCHÉMA TVARU PŮDORYS

M 1:150



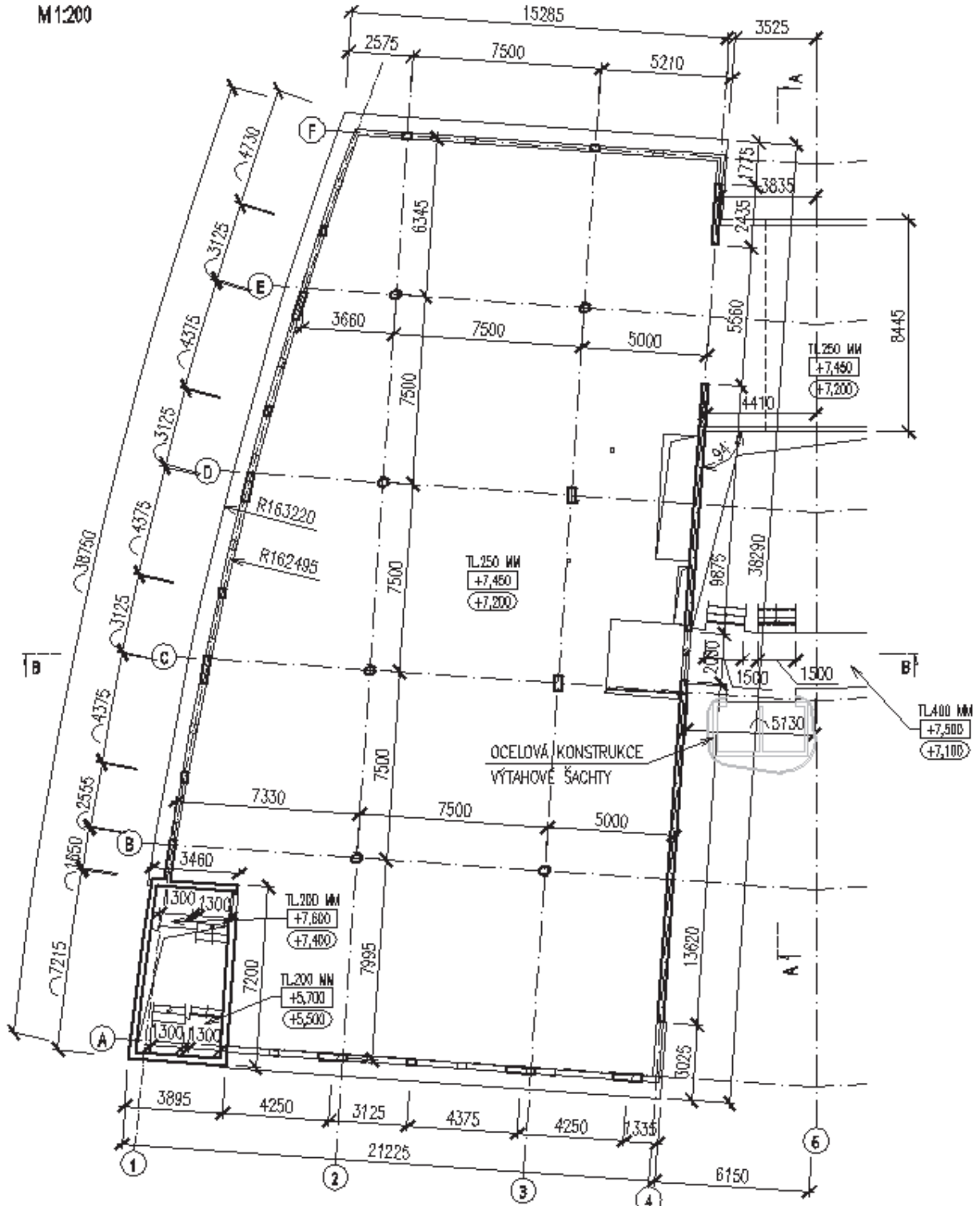


# STROPNÍ DESKA NAD 3.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 3.NP - SCHÉMA TVARU - 2.ČÁST PŮDORYS

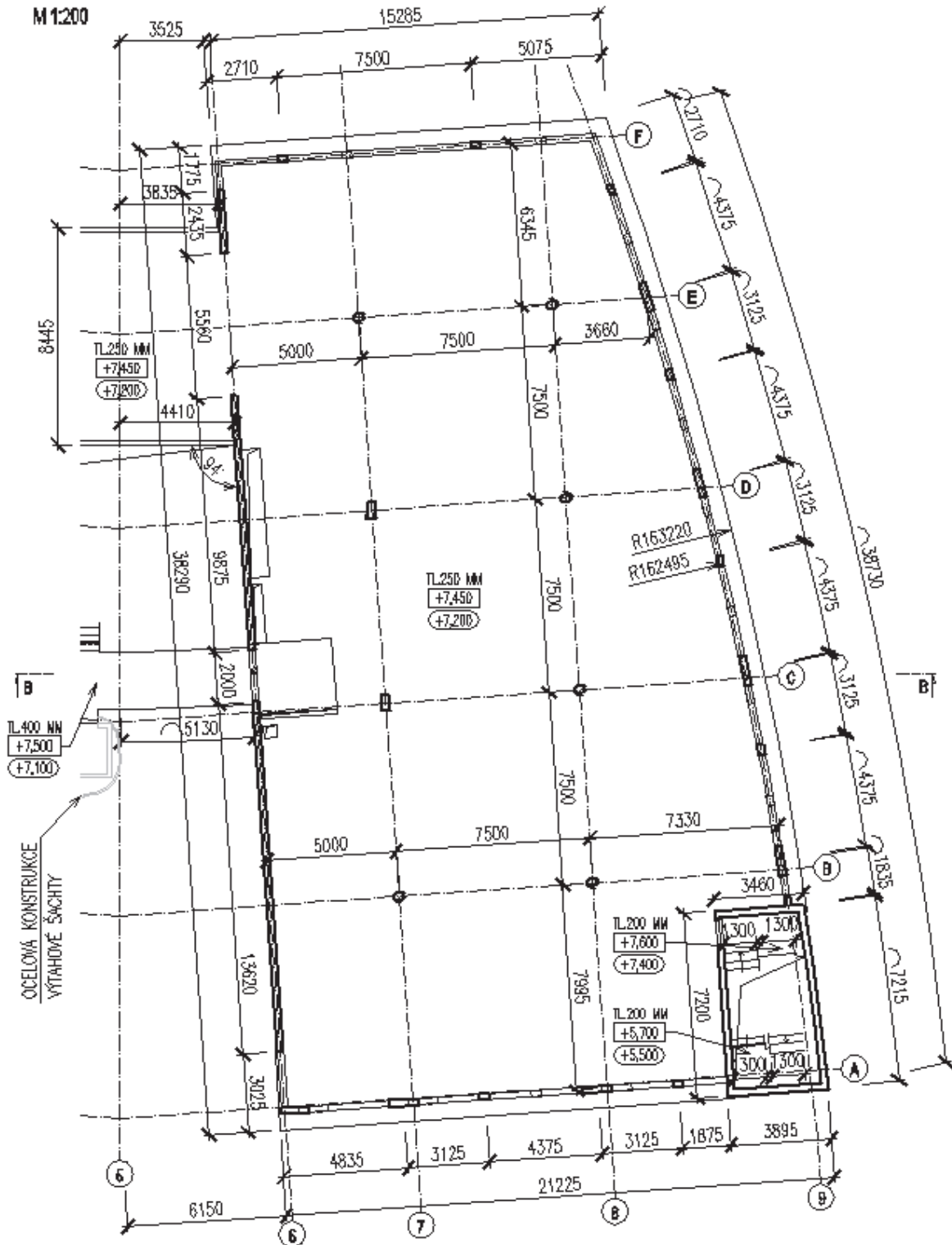


# STROPNÍ DESKA NAD 2.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 2.NP - SCHÉMA TVARU - 1.ČÁST PŮDORYS

M1:200

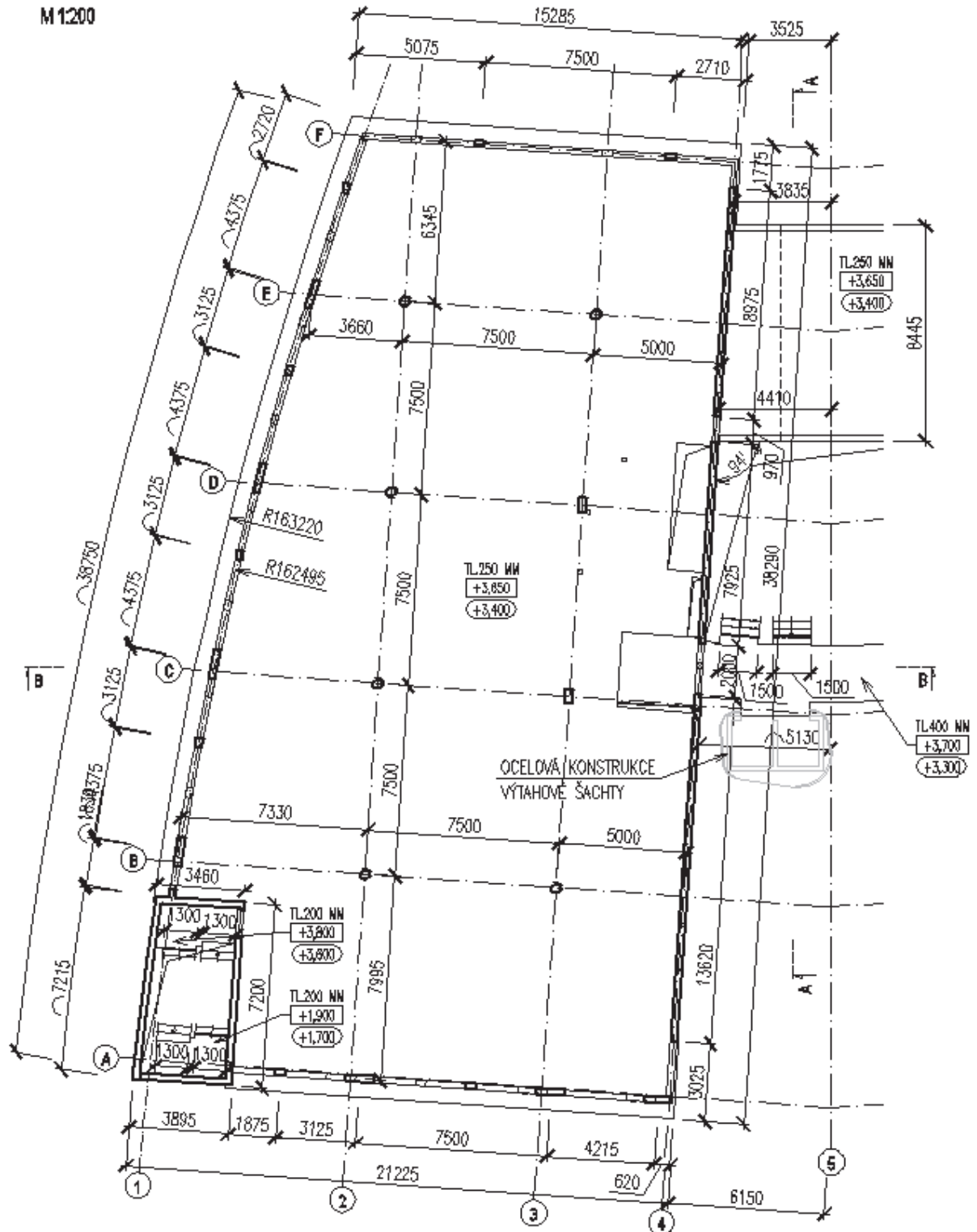


# STROPNÍ DESKA NAD 2.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 2.NP - SCHÉMA TVARU - 2.ČÁST PŮDORYS

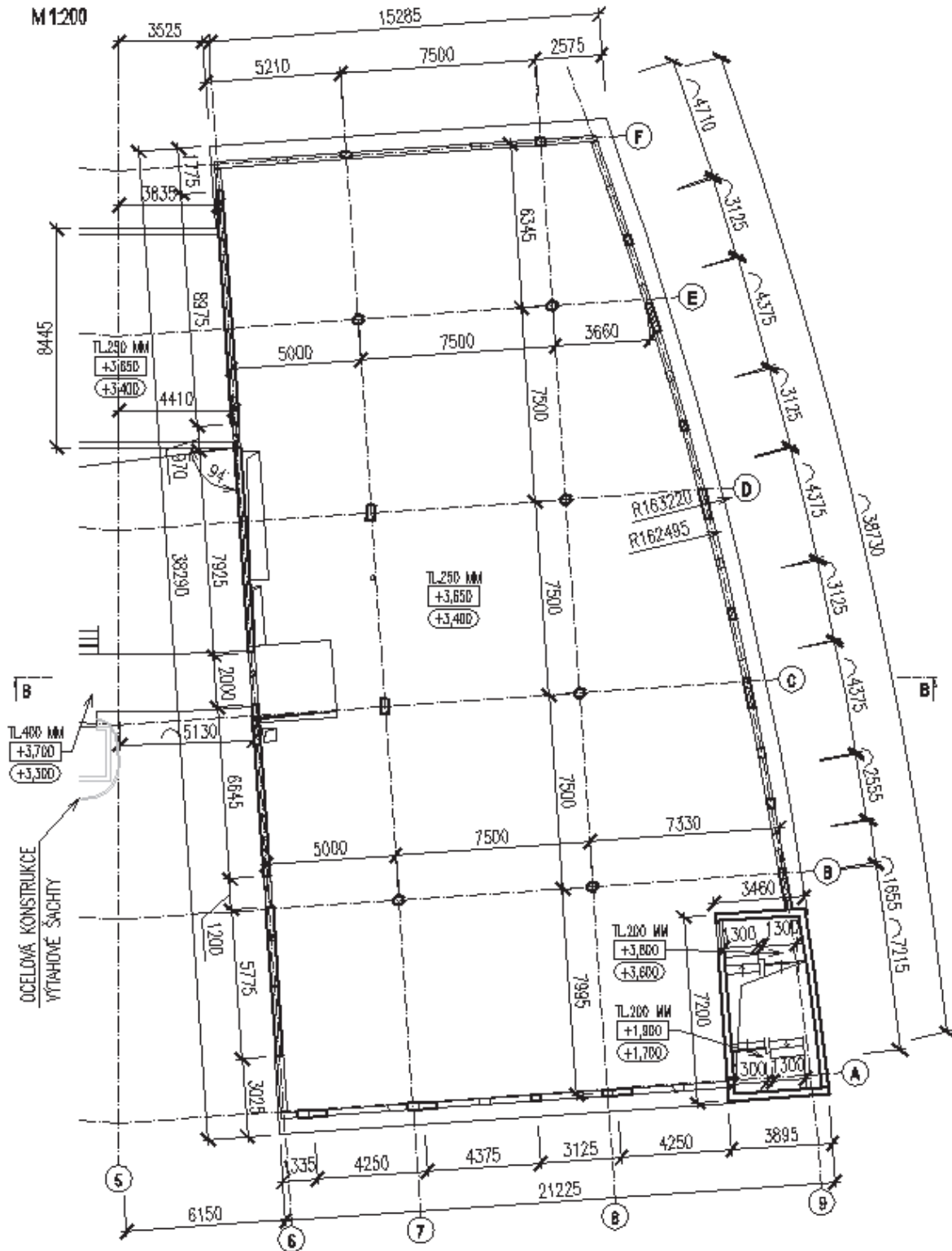


# STROPNÍ DESKA NAD 1.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 1.NP - SCHÉMA TVARU - 1.ČÁST PŮDORYS

M 1:200

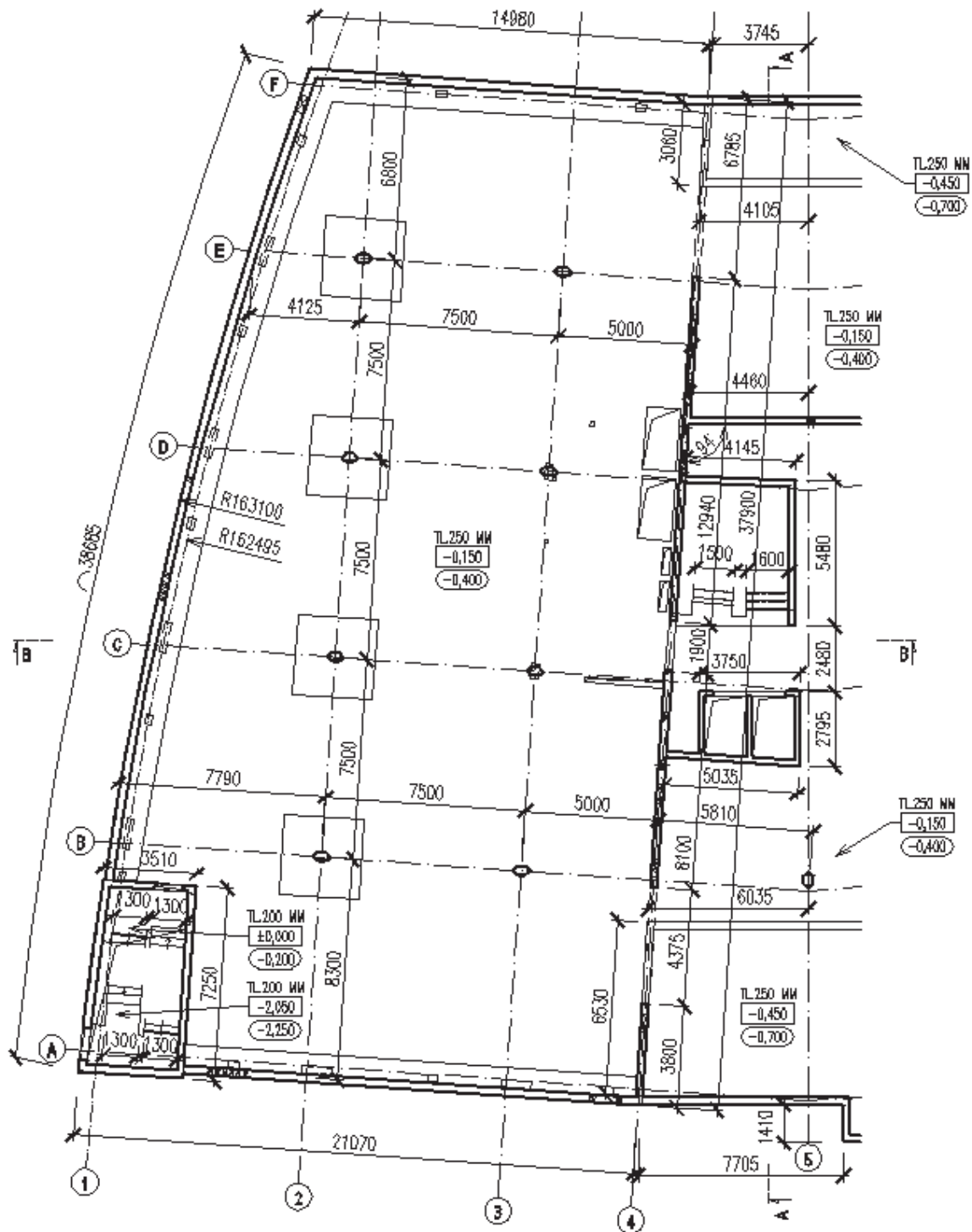


# STROPNÍ DESKA NAD 1.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 1.NP - SCHÉMA TVARU - 2.ČÁST PŮDORYS



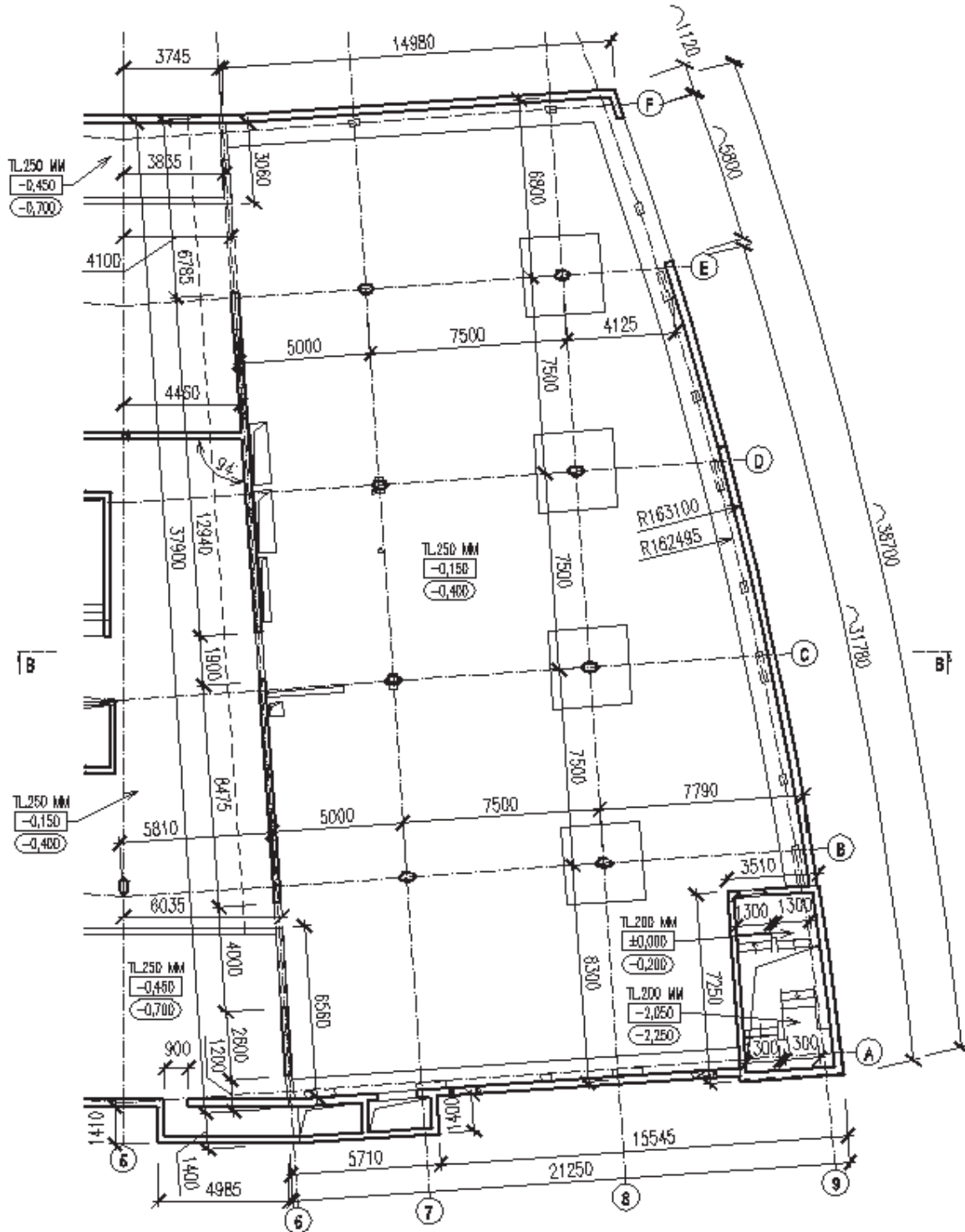
# STROPNÍ DESKA NAD 1.PP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 1.PP - SCHÉMA TVARU - 1.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 1.PP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 1.PP - SCHÉMA TVARU - 2.ČÁST PŮDORYS

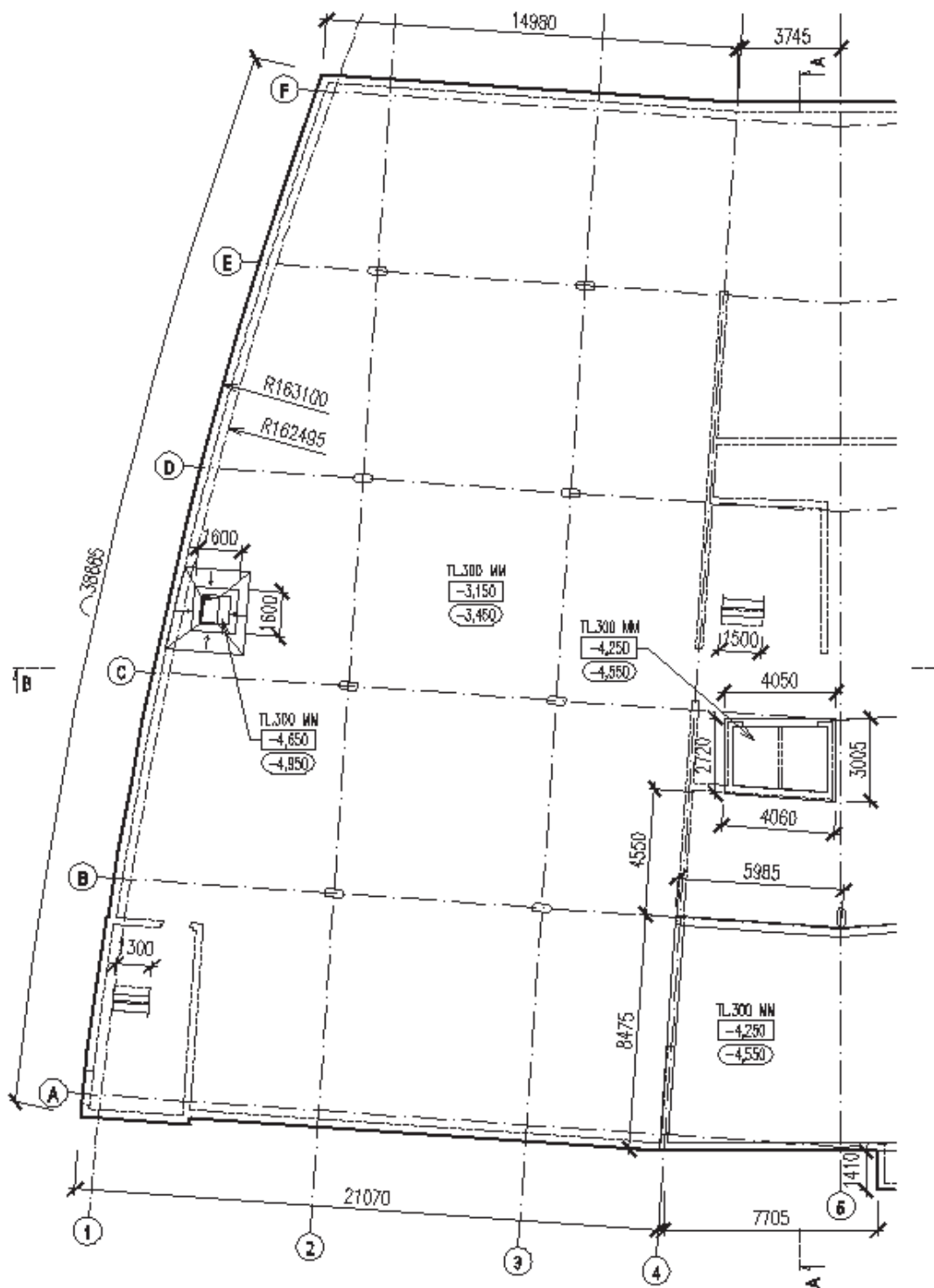
M1:200



# ZÁKLADOVÁ DESKA - SCHÉMA TVARU - 1.ČÁST

## PŮDORYS

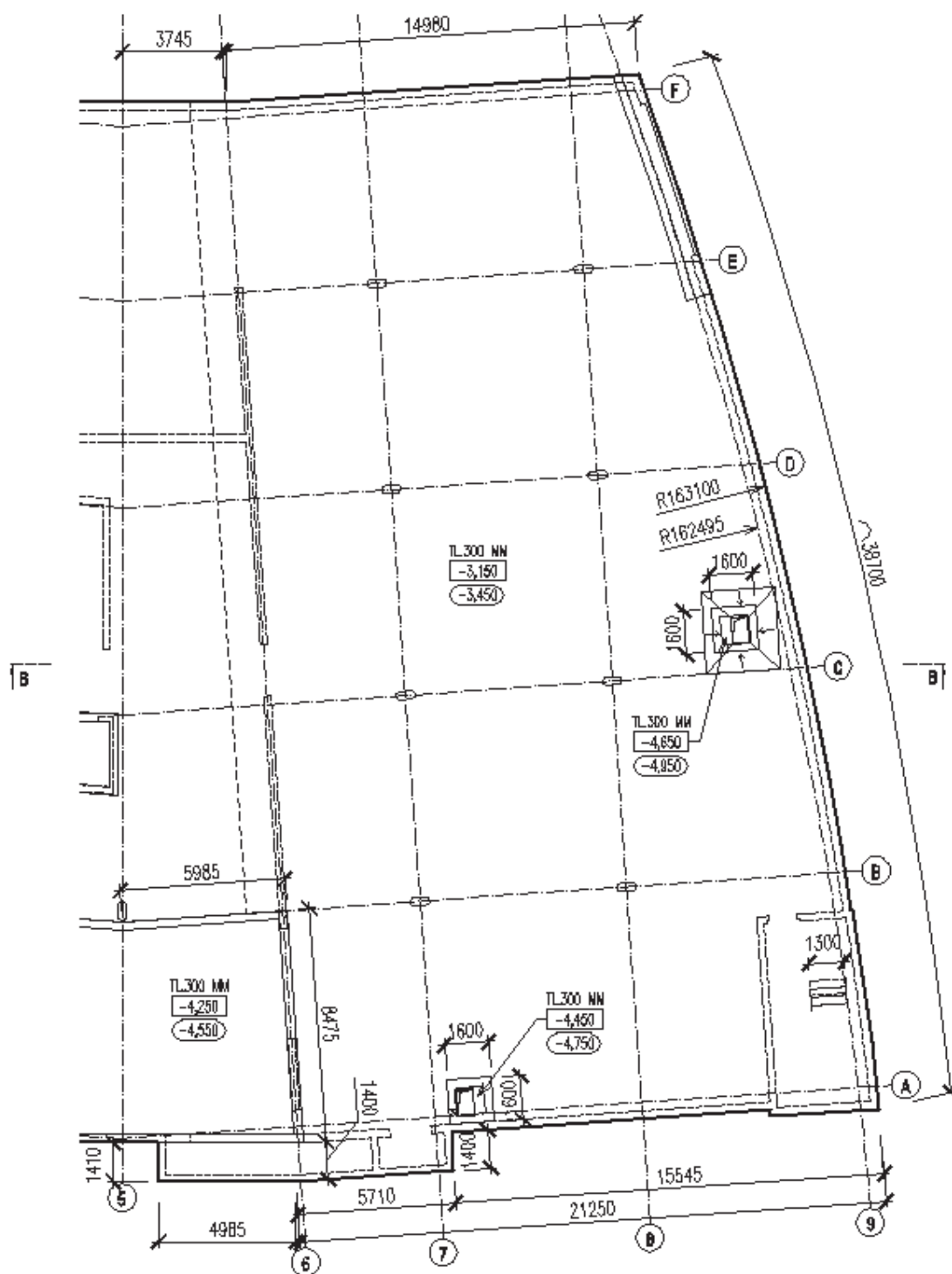
M 1:200



# ZÁKLADOVÁ DESKA - SCHÉMA TVARU - 2. ČÁST

## PŮDORYS

M 1:200

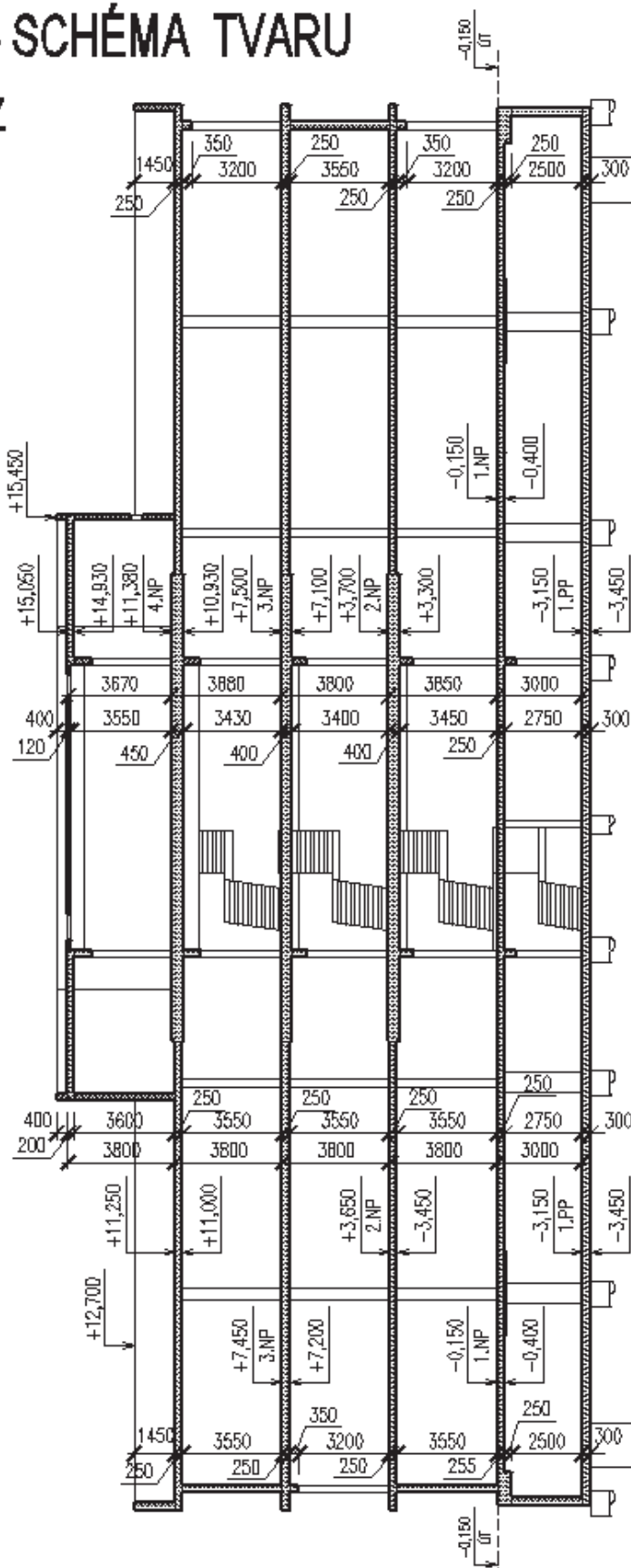




# ŘEZ B-B - SCHÉMA TVARU

## SVISLÝ ŘEZ

M1:200



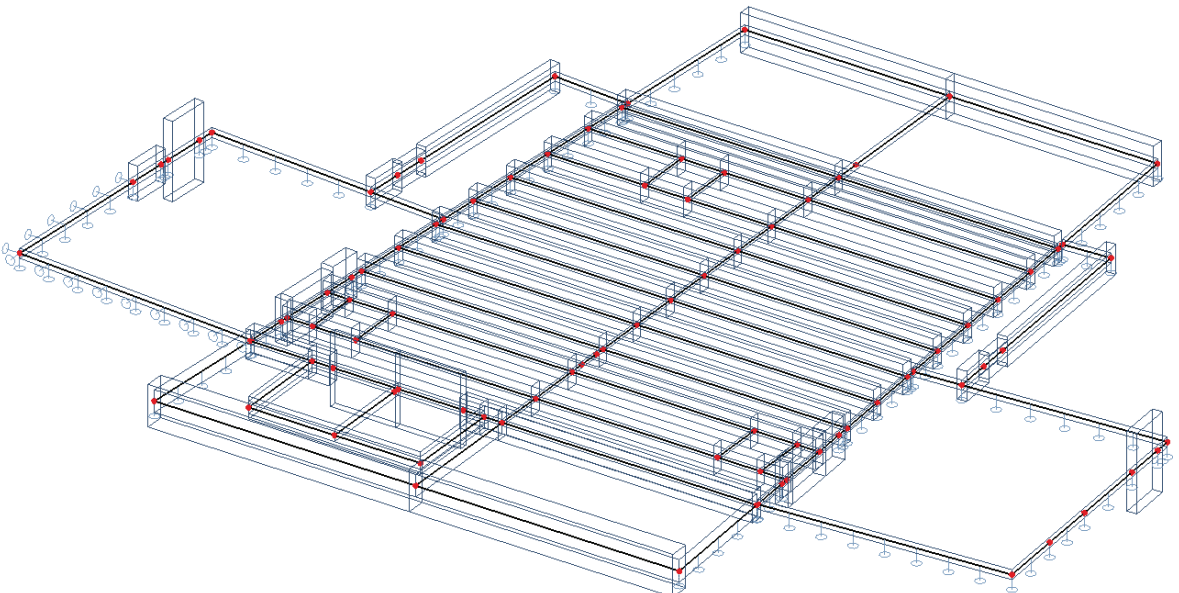
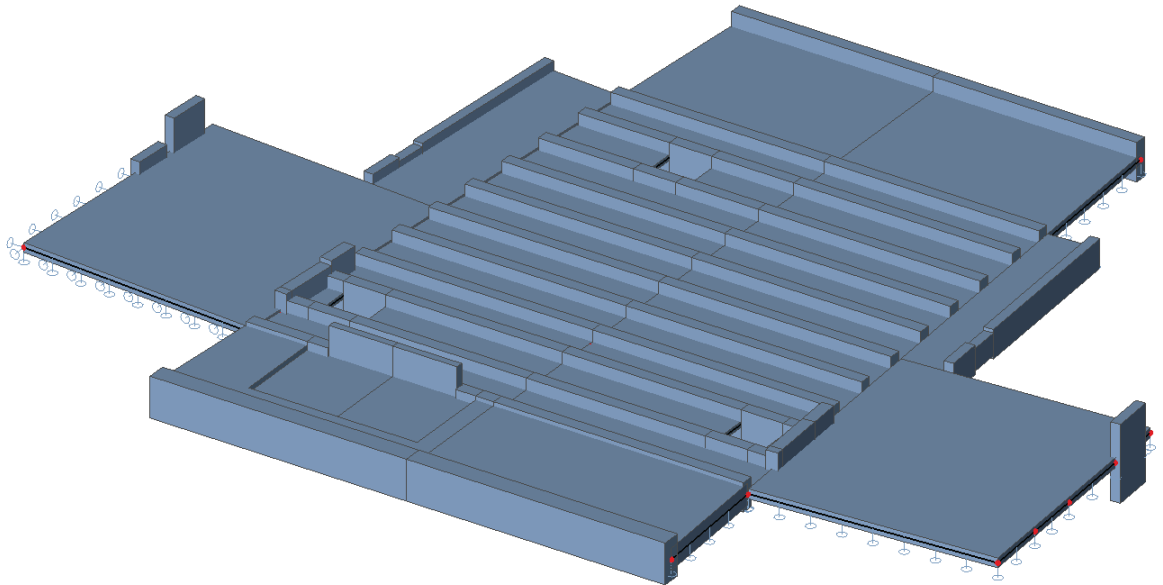
Podrobnější výkresy tvaru jsou ve výkresové dokumentaci.

### 3. VÝPOČETNÍ MODEL

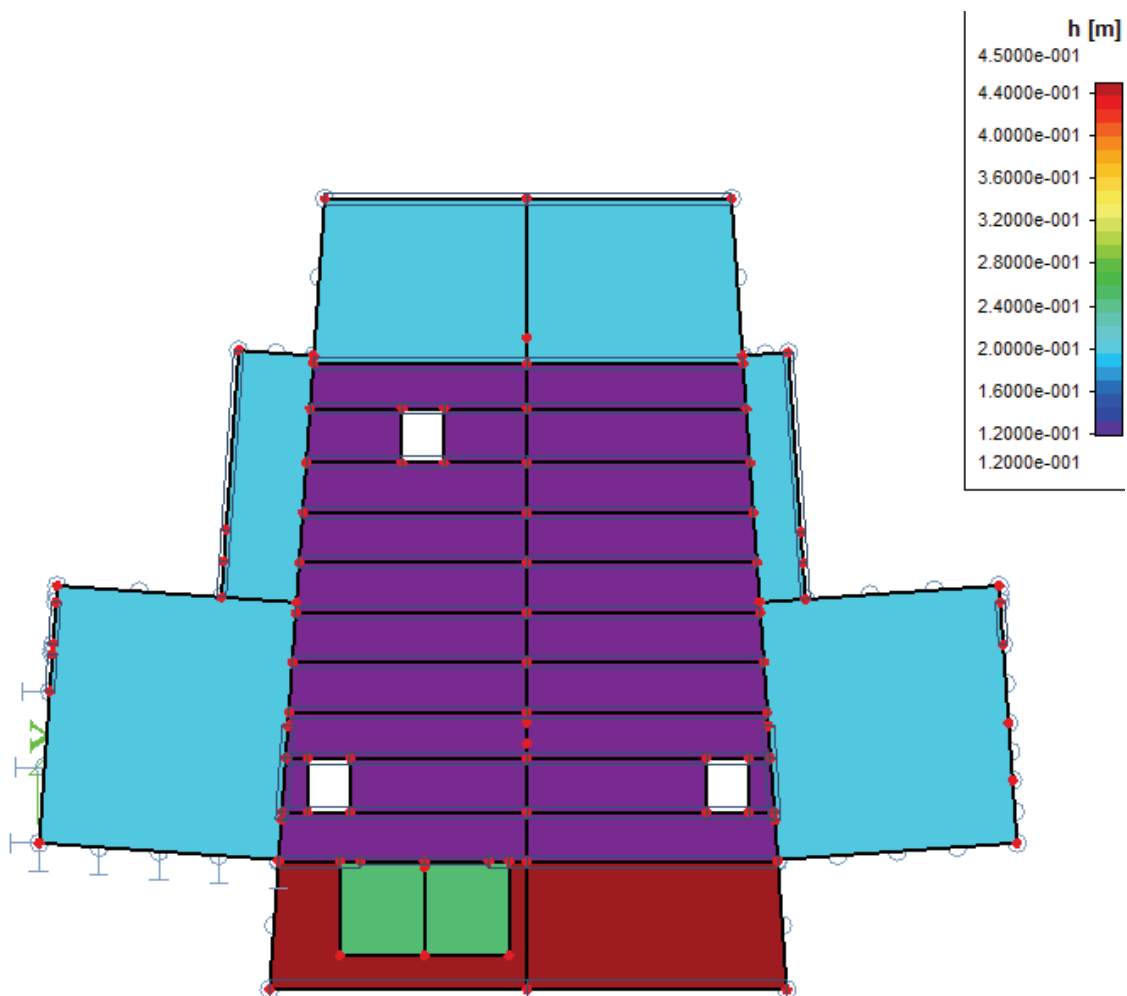
- Výpočetní modely byly vyhotoveny dva, dílčí 2D modely stropních desek se spočtením zatížení shora dolů na stropní desku nad 1.NP a 3D model části konstrukce objektu (1.NP – 4.NP).

#### 3.1 DÍLČÍ 2D VÝPOČETNÍ MODEL STROPNÍCH DESEK

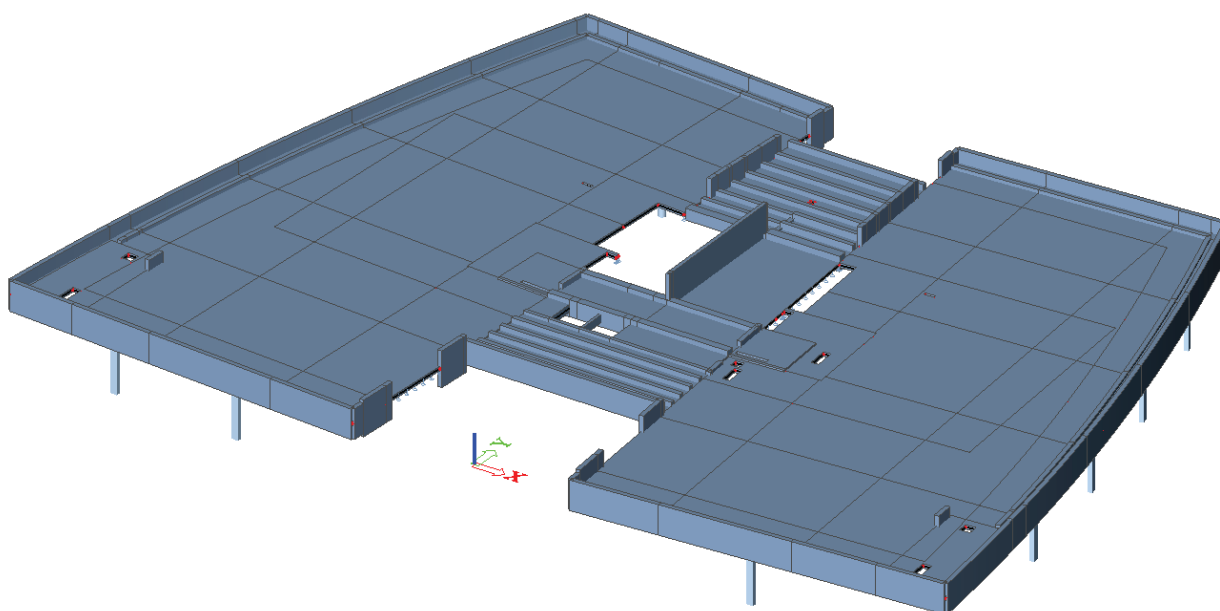
##### 3.1.1 STROPNÍ DESKA NAD 4.NP

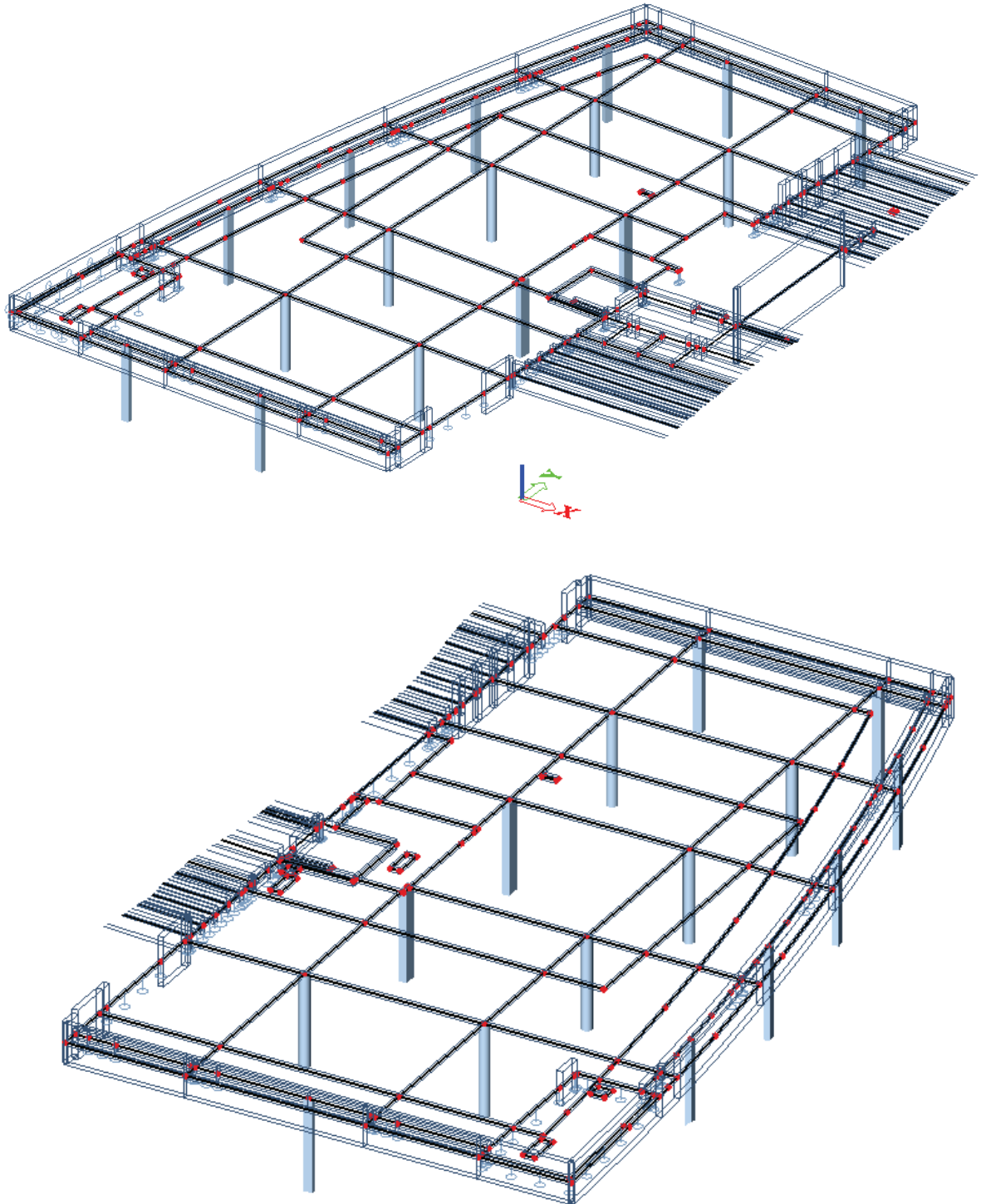


- $h_s$  – tloušťka desky [m]

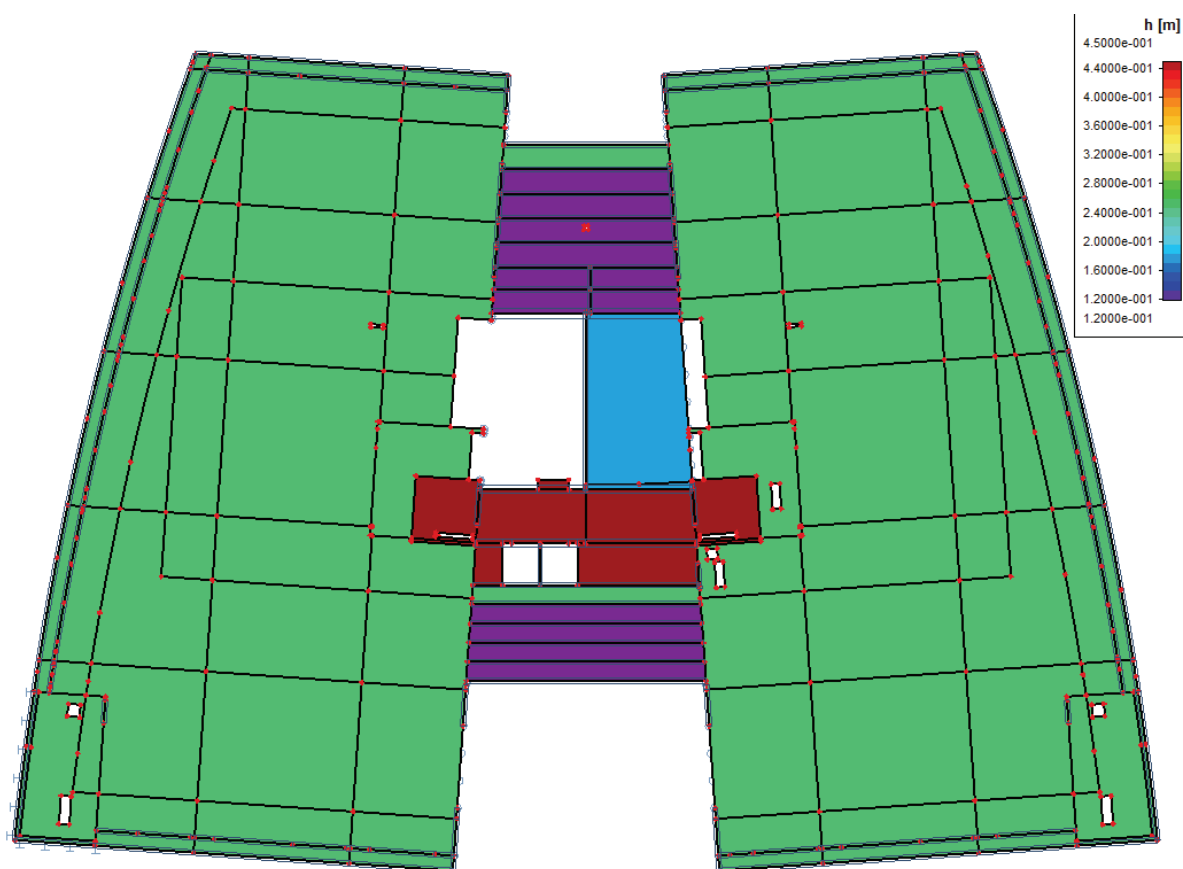


### 3.1.2 STROPNÍ DESKA NAD 3.NP

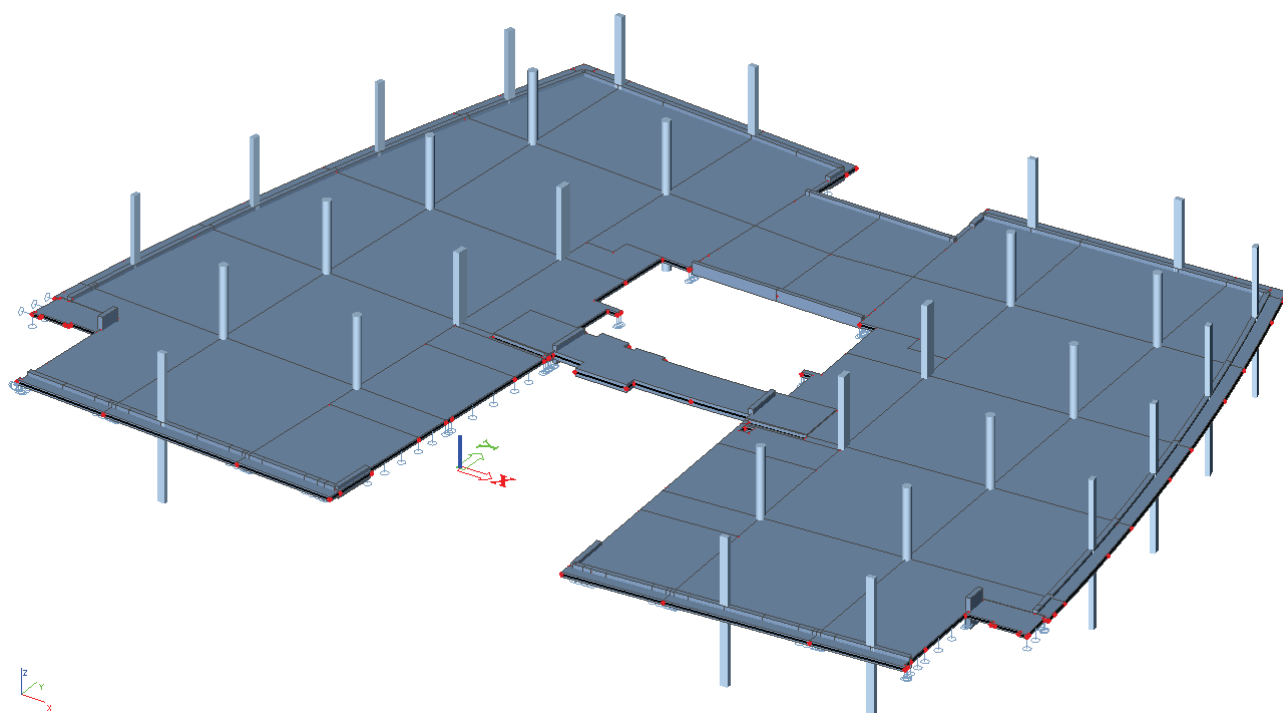


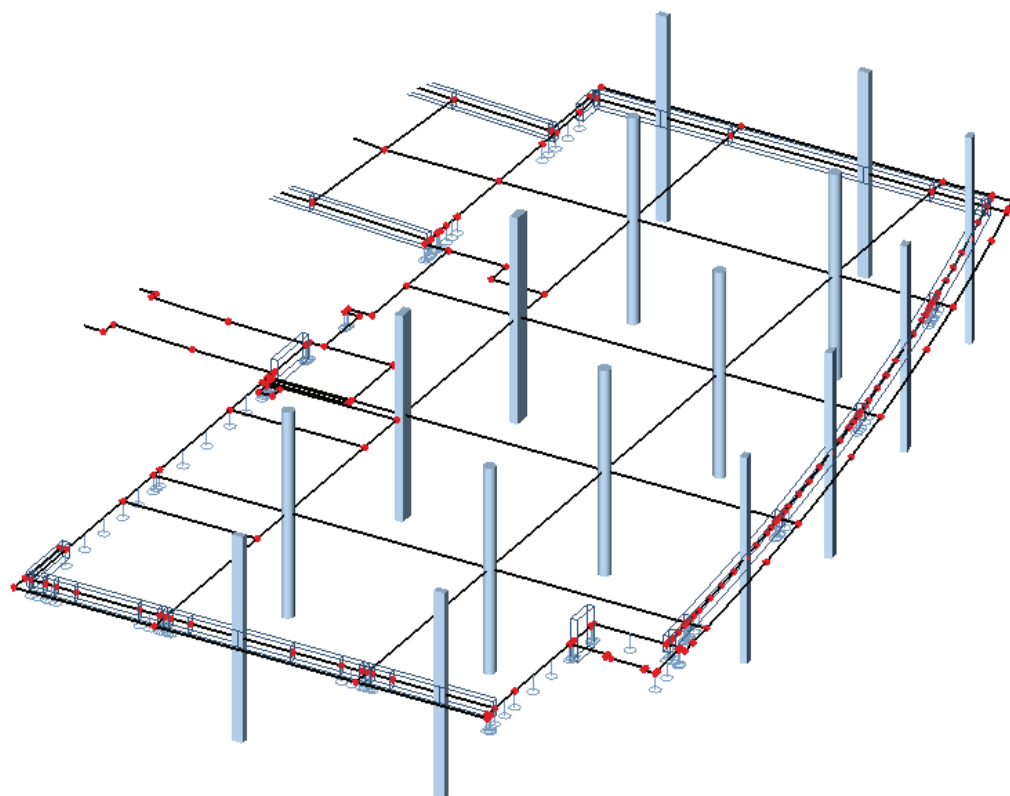
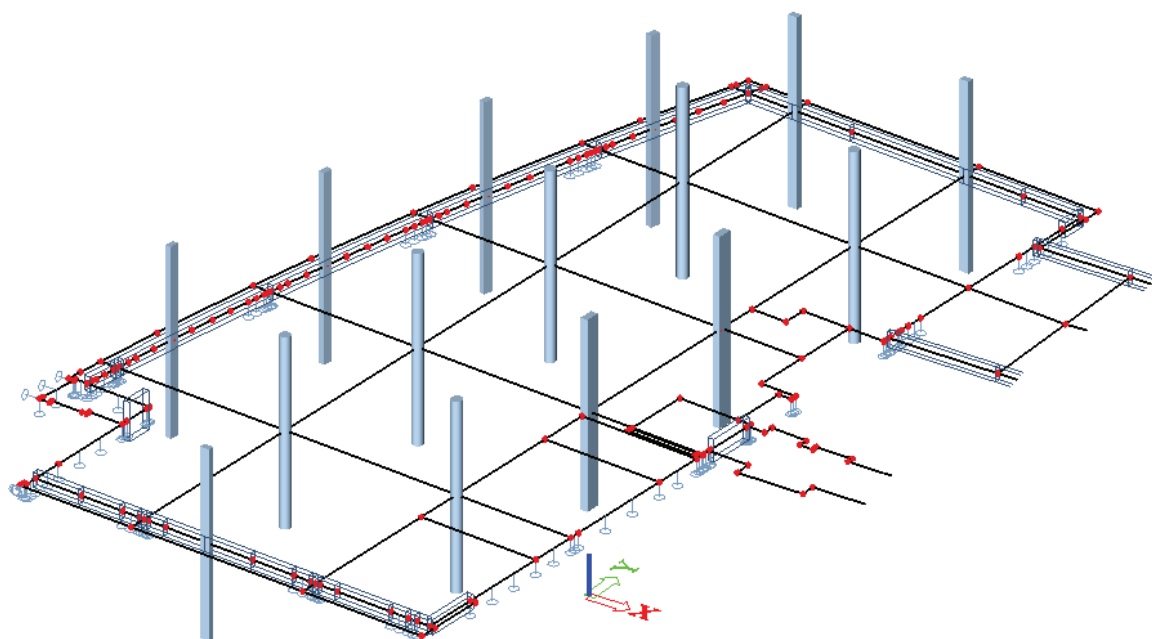


- $h_s$  – tloušťka desky [m]

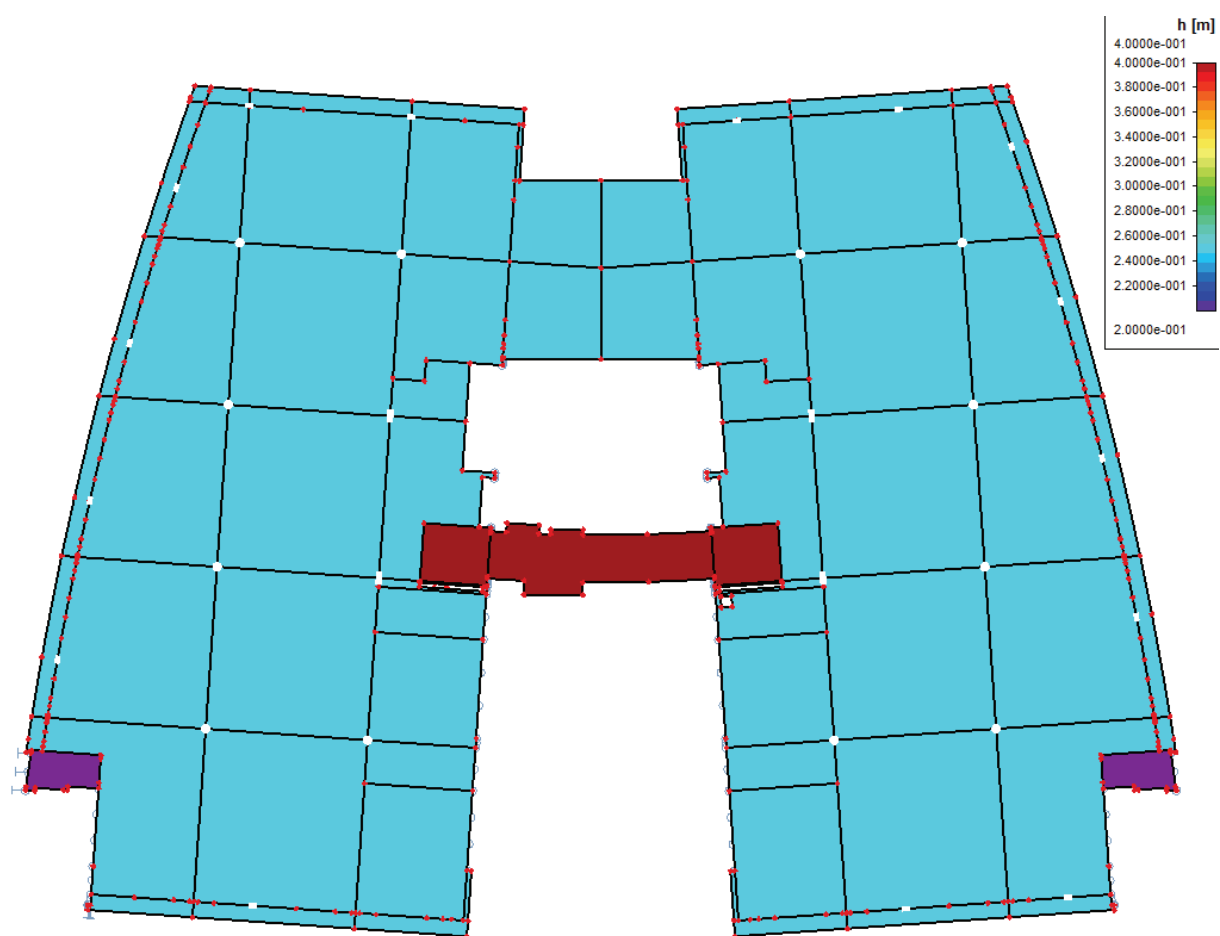


### 3.1.3 STROPNÍ DESKA NAD 2.NP

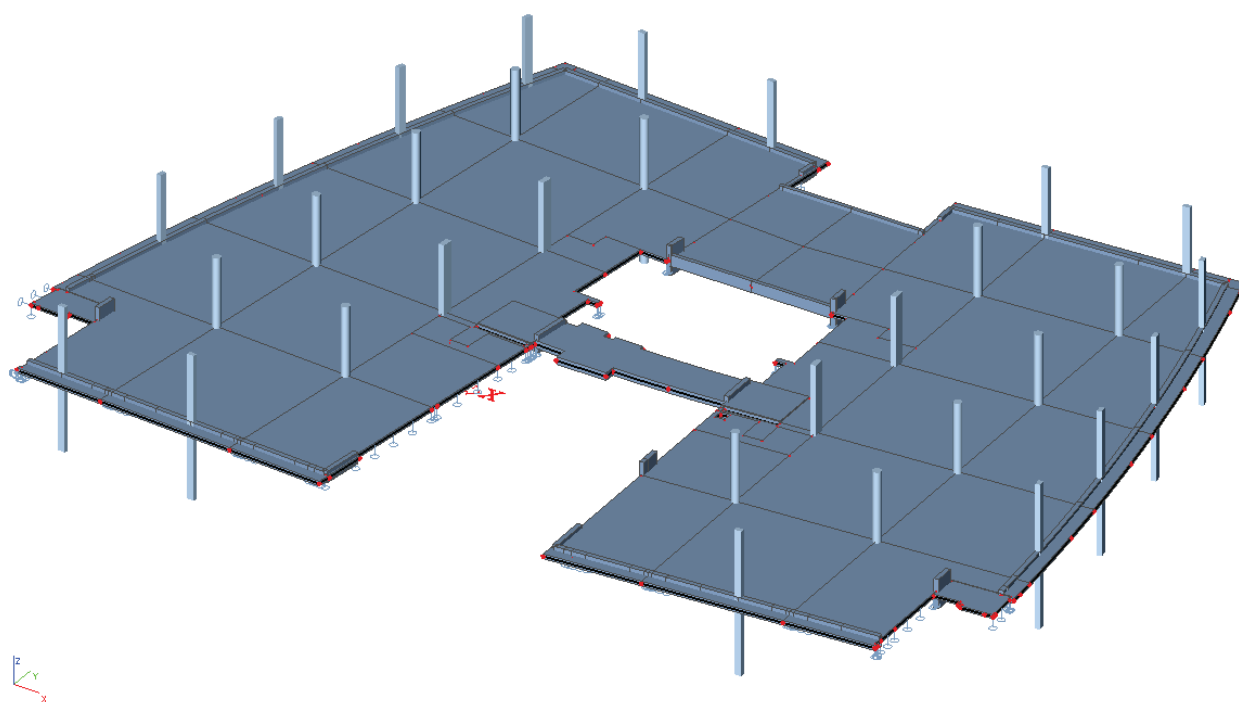


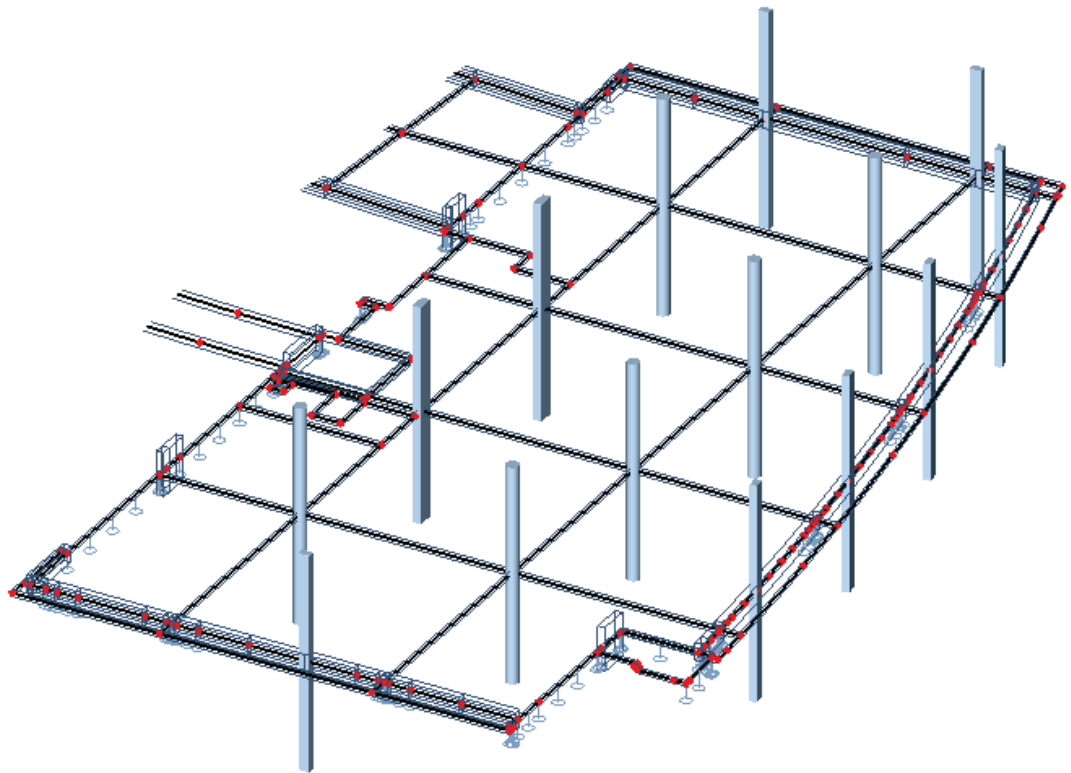
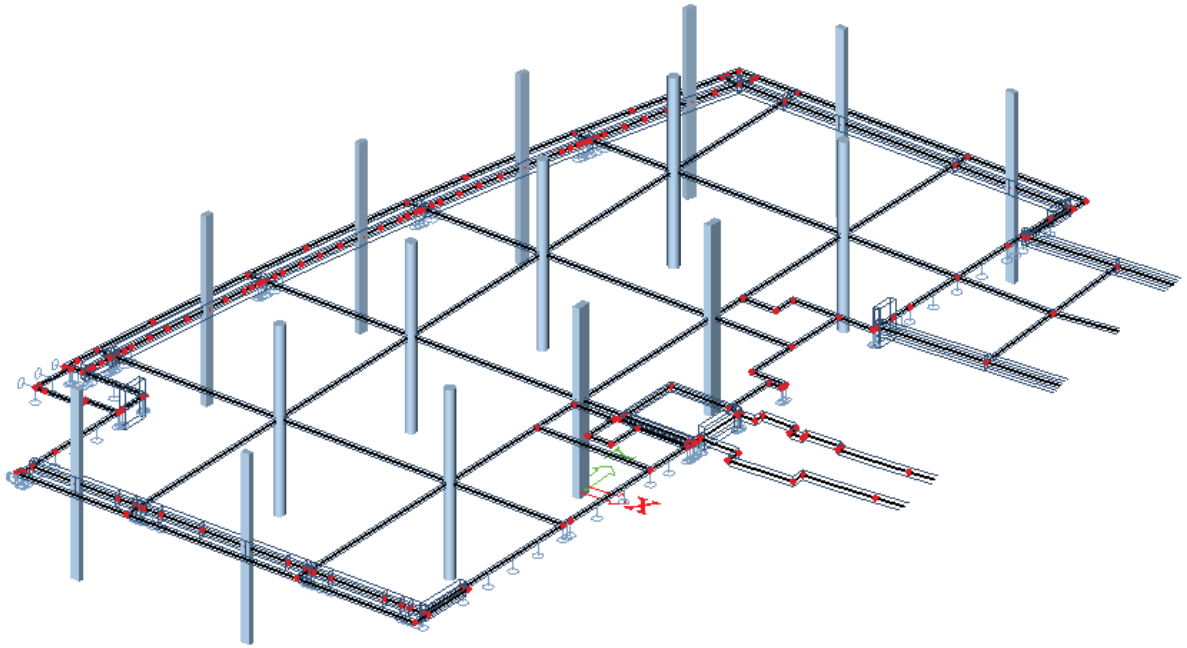


- $h_s$  – tloušťka desky [m]

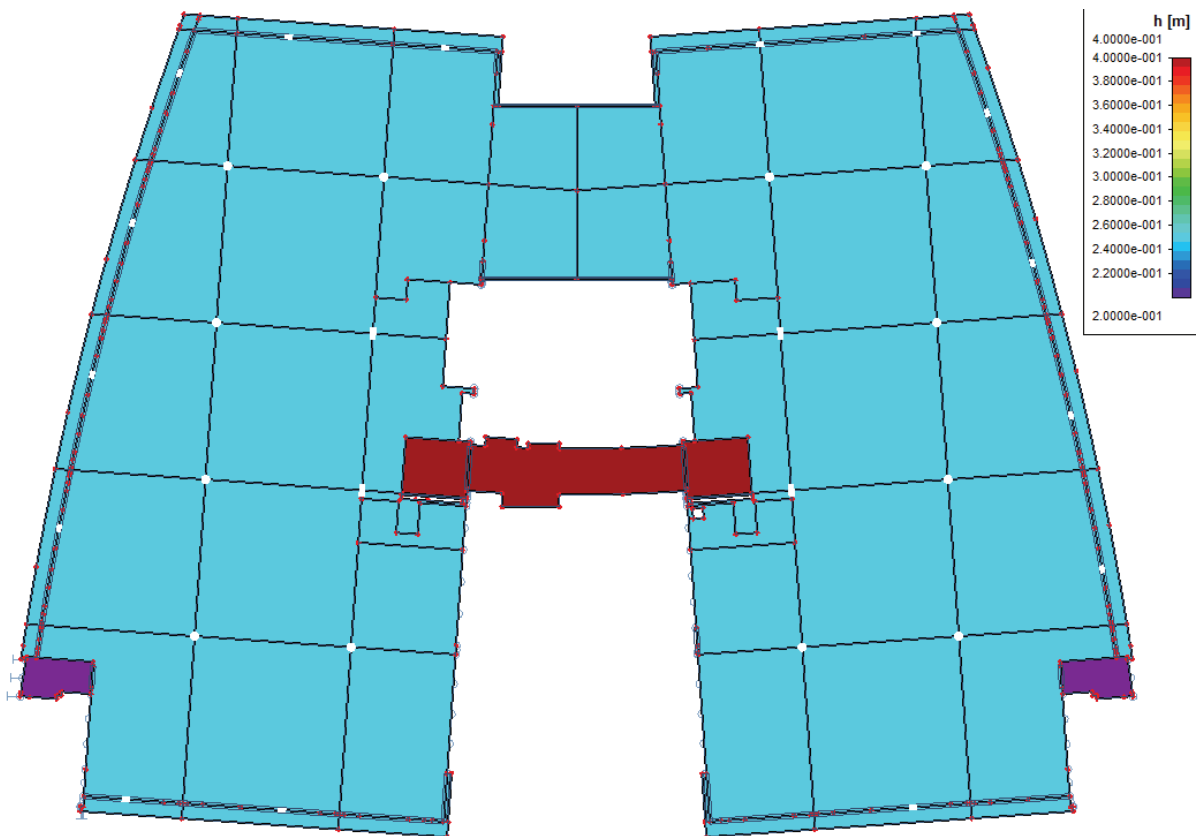


### 3.1.4 STROPNÍ DESKA NAD 1.NP



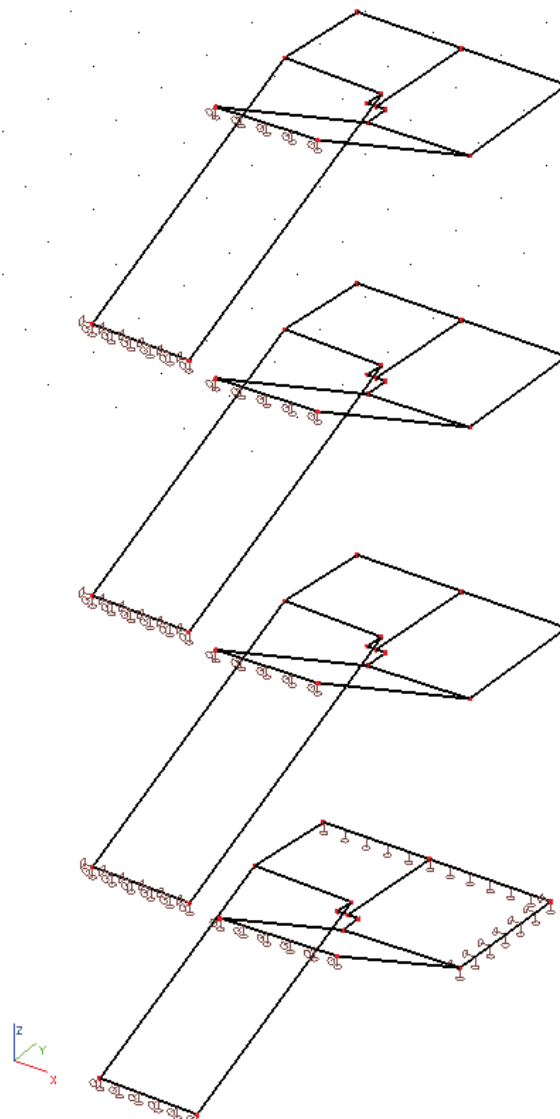
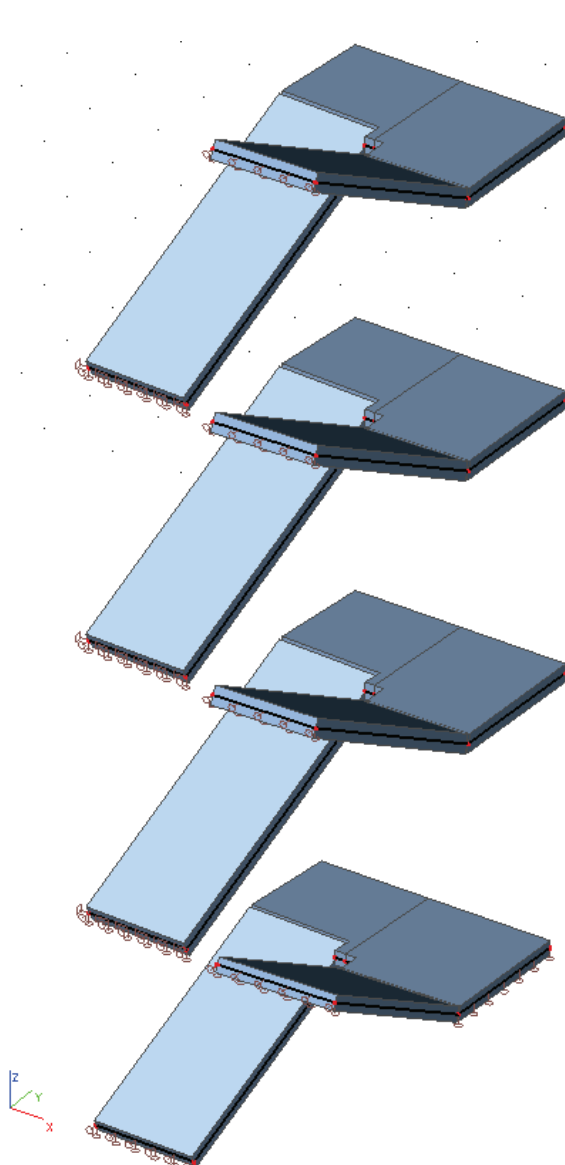


- $h_s$  – tloušťka desky [m]

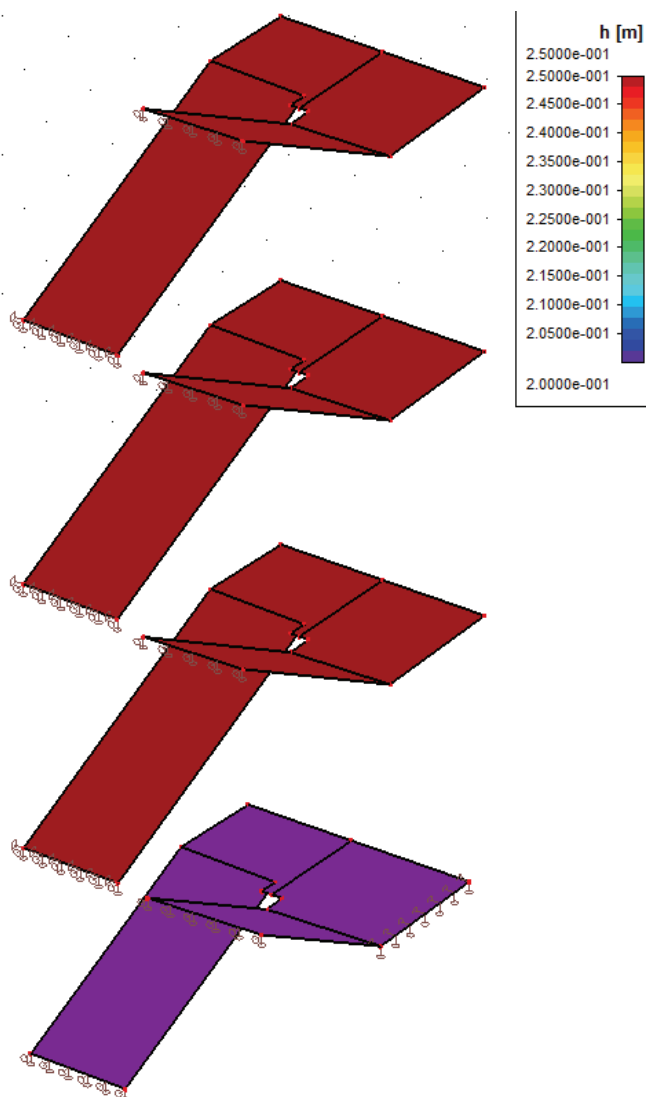


### 3.1.5 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ

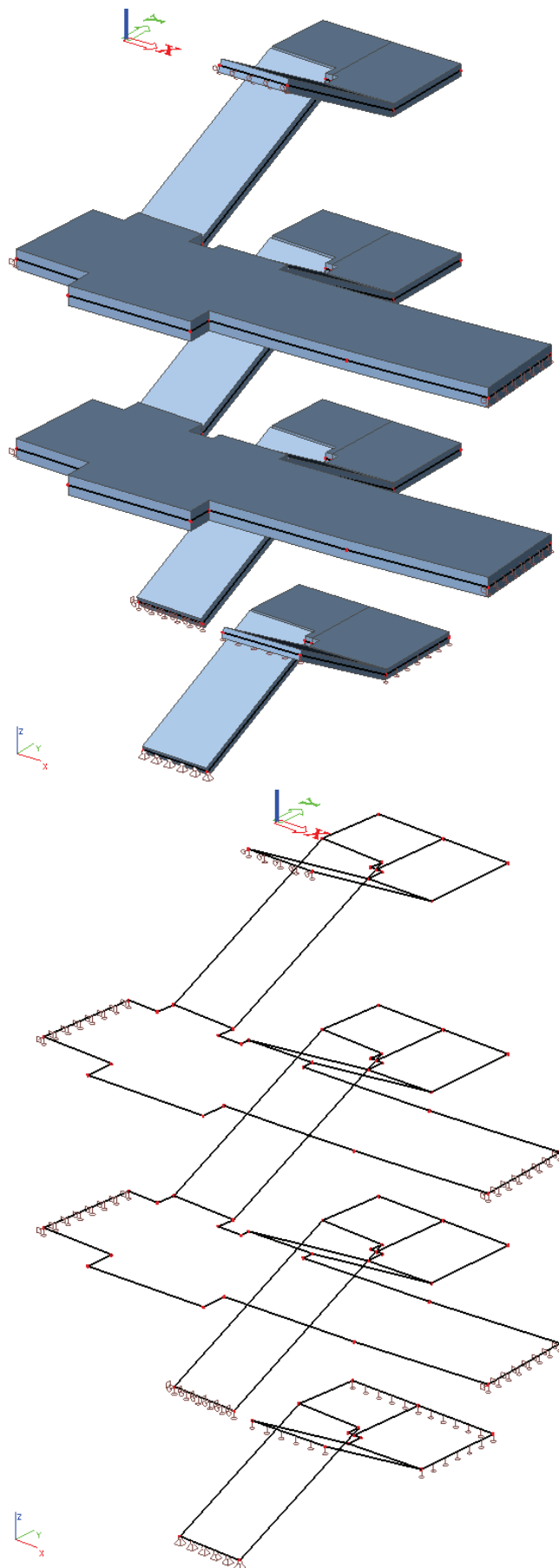
#### 3.1.5.1 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ - REAKCE



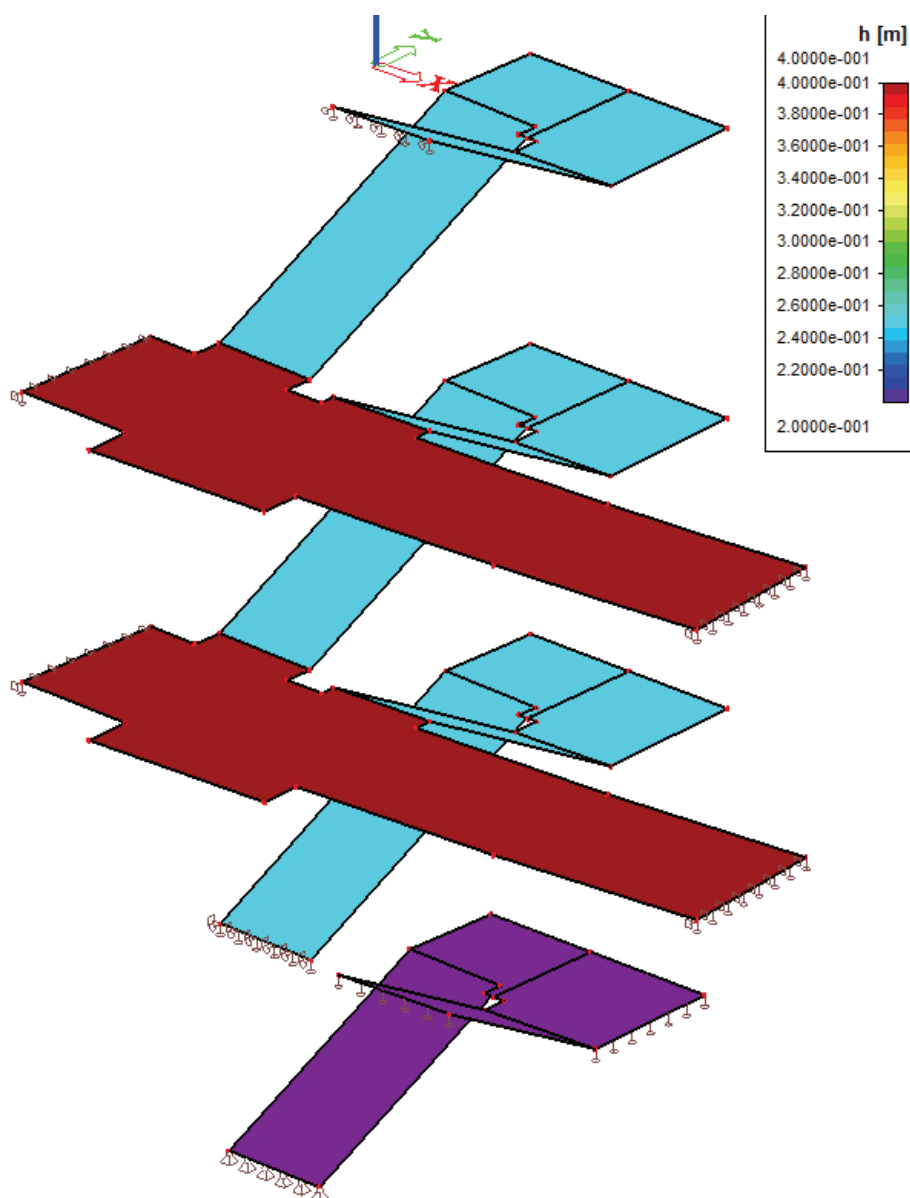
- $h_s$  – tloušťka desky [m]



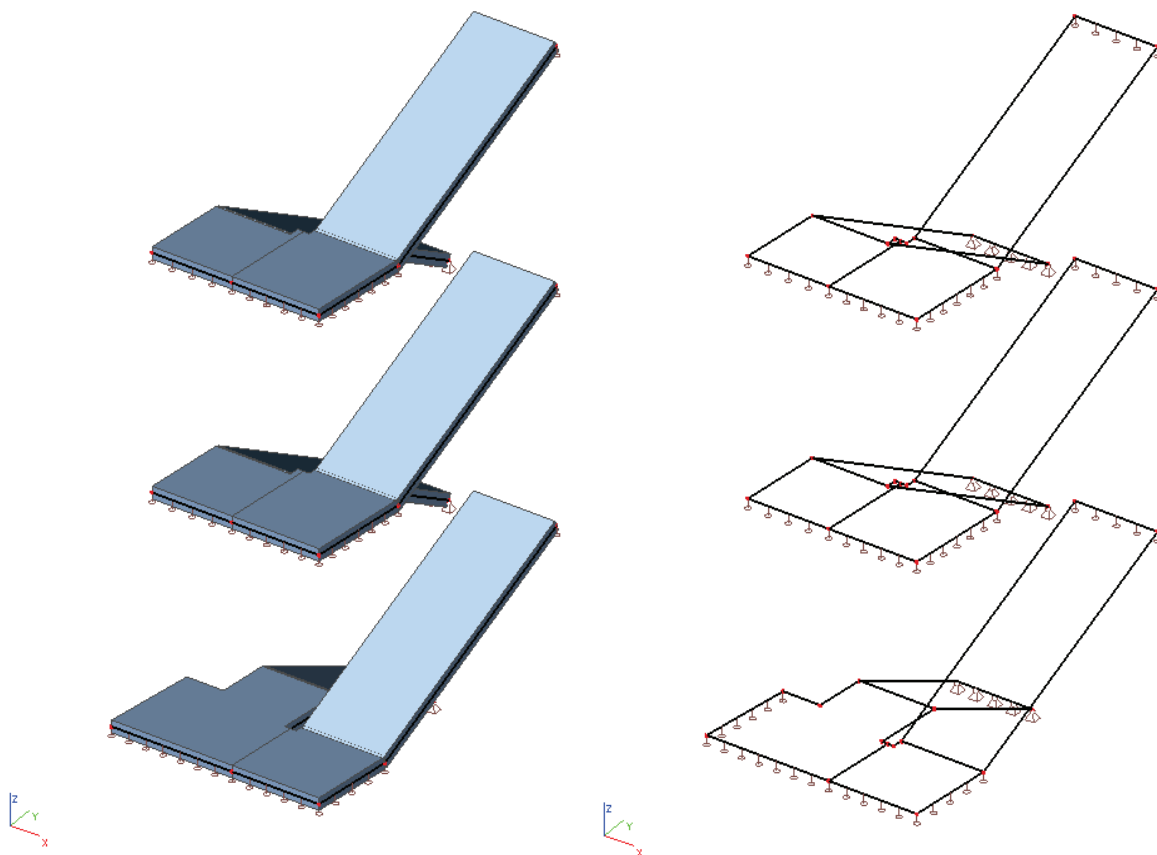
### 3.1.5.2 Hlavní schodiště - reakce



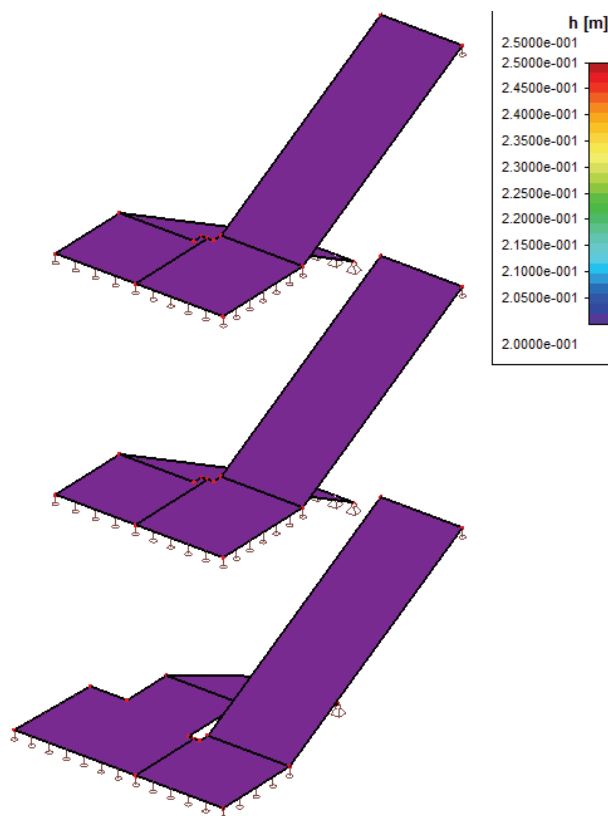
- $h_s$  – tloušťka desky [m]



### 3.1.6 VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ

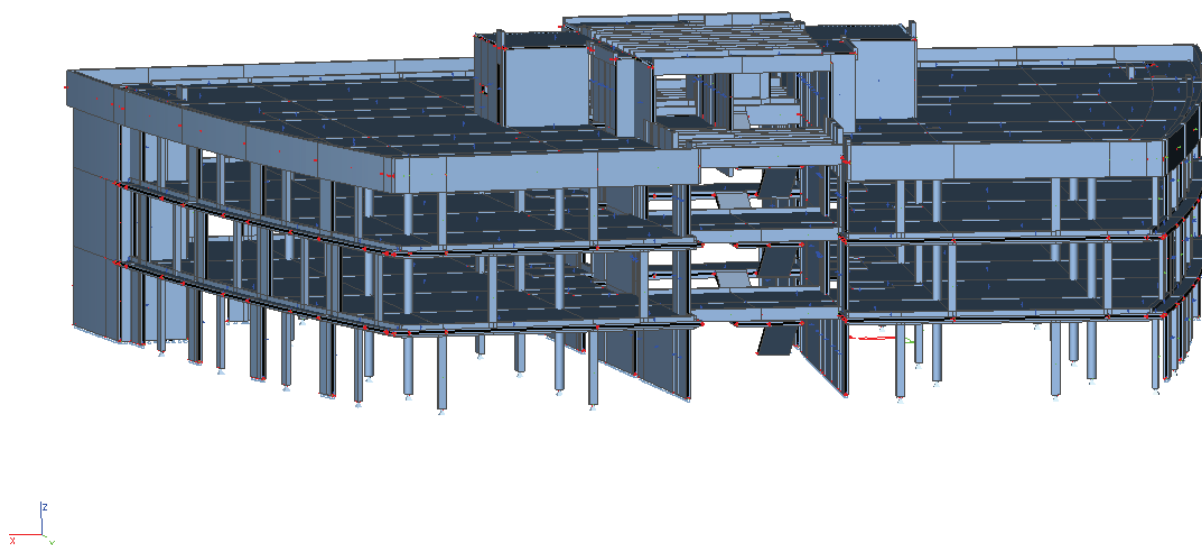
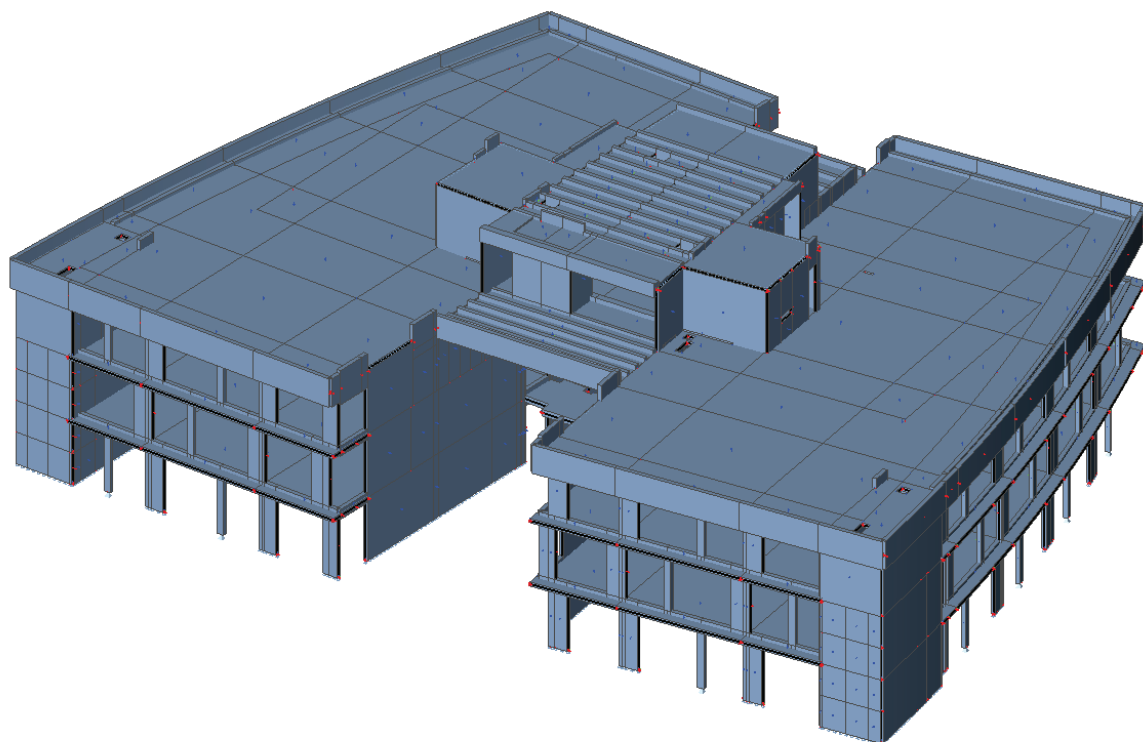


- $h_s$  – tloušťka desky [m]



### 3.2 DÍLČÍ 3D VÝPOČETNÍ MODEL KONSTRUKCE

- 3D model konstrukce vznikl spojením dílčích 2D modelů stropních desek svislými nosnými konstrukcemi.
- Svislé nosné konstrukce: - 1D prvky: sloupy  
- 2D prvky: stěny, schodišťové desky



## 4. ZATÍŽENÍ

### 4.1 VÝPOČET ZATÍŽENÍ

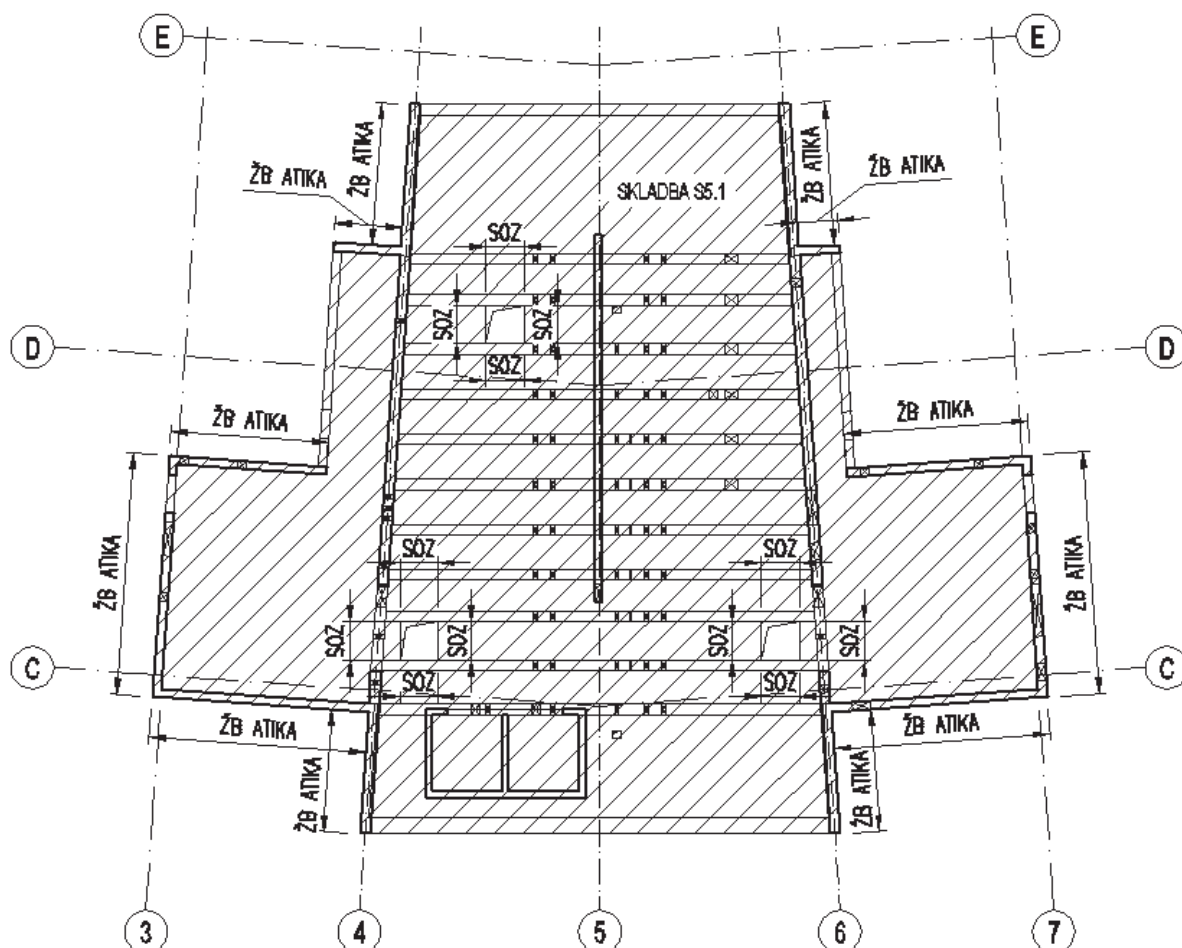
#### 4.1.1 STROPNÍ DESKA NAD 4.NP

##### 4.1.1.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

## STROPNÍ DESKA NAD 4.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ

### PŮDORYS

M 1:150



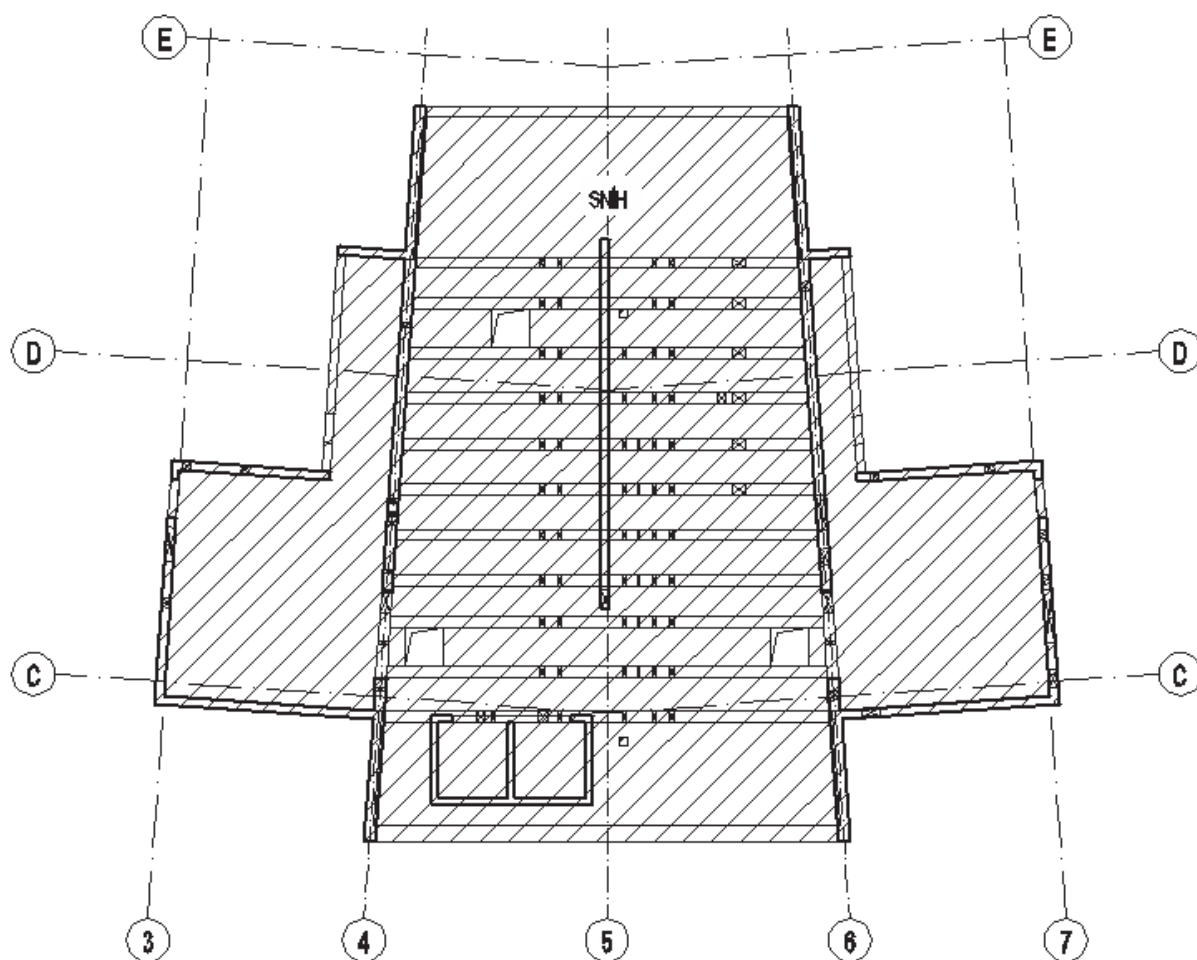
<b>S5.1 - SKLADBA NEPOCHOZÍ STŘECHY</b>							
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$		
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]		
Asfaltové pásy	0,01	25	0,25	1,35	0,34		
Tepelná izolace (minerální vata)	0,3	1,5	0,45	1,35	0,61		
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1						
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68		
		$\Sigma$	1,20	1,35	1,62		
Popis zatížení	tloušťka	výška	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]	
Atika	0,2	0,4	25	2,00	1,35	2,70	
Zatížení od ventilátoru SOZ (samočinné odvětrávací zařízení) (hodnota na 1bm hrany prostupu)				$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
				[kN/m]		[kN/m]	
				2,00	1,35	2,70	
stěny které jsou počítány jako nenosné pro strop nad 4.NP; přídavná síla od případného zavěšení do stropu nad 4.NP = 1/2 tíhy stěny	tloušťka	výška	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]	
Výtahová šachta	0,15	1,9	25	7,13	1,35	9,62	
Stěna na ose E	0,2	1,9	25	9,50	1,35	12,83	

4.1.1.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

# STROPNÍ DESKA NAD 4.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

## PŮDORYS

M 1:160



Sníh - oblast II (Brno - město) $\mu_1 = 0,8; C_e = 1,0; C_t = 1,0; s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$	$q_k$	$\gamma_G$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
	0,80	1,50	1,20

### 4.1.2 STROPNÍ DESKA NAD 3.NP

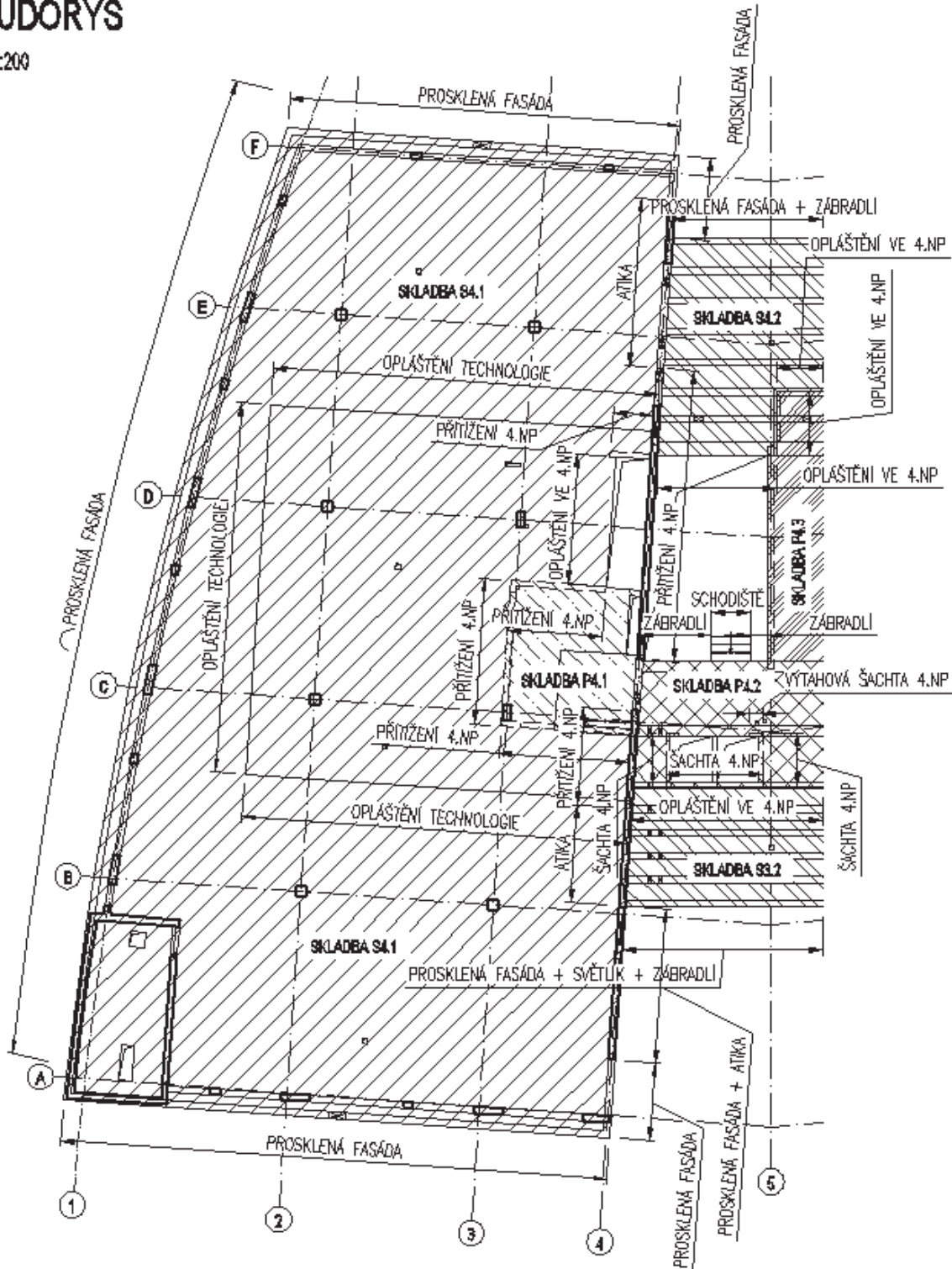
#### 4.1.2.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

## STROPNÍ DESKA NAD 3.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ -

### 1.ČÁST

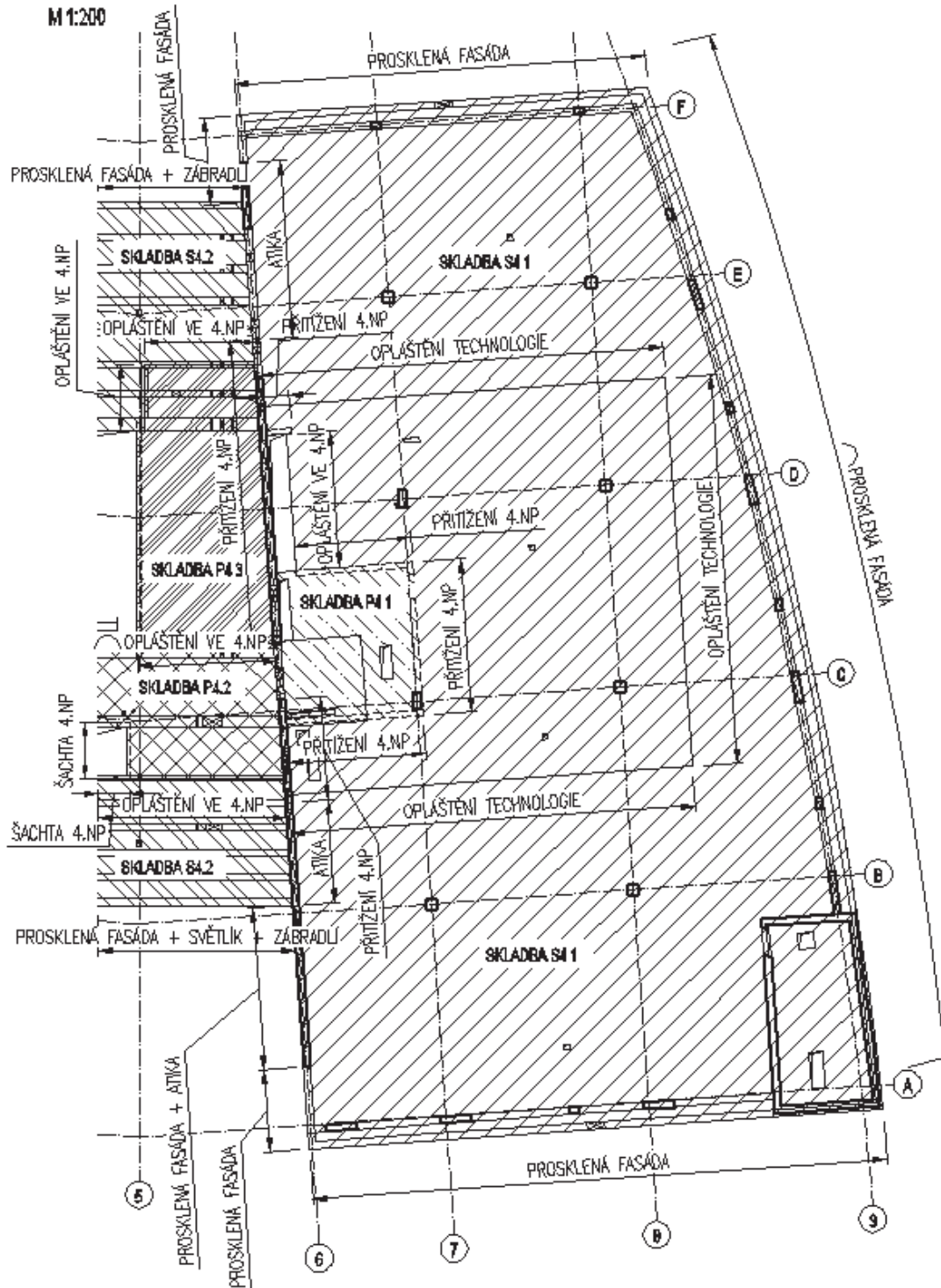
### PŮDORYS

M 1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 3.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ - 2.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



<b>S4.1 - SKLADBA NEPOCHOZÍ STŘECHY</b>					
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Asfaltové pásy	0,01	25	0,25	1,35	0,34
Tepelná izolace	0,3	1,5	0,45	1,35	0,61
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1				
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68
		$\Sigma$	1,20	1,35	1,62

<b>S4.2 - SKLADBA POCHOZÍ STŘECHY</b>					
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Betonová dlažba	0,06	25	1,50	1,35	2,03
Asfaltové pásy	0,01	25	0,25	1,35	0,34
Tepelná izolace	0,3	1,5	0,45	1,35	0,61
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1				
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68
		$\Sigma$	2,70	1,35	3,65

Popis zatížení	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[kN/m]		[kN/m]
Zábradlí	1,00	1,35	1,35

<b>P4.1 - PODLAHA (PVC)</b>					
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
PVC	0,004	15	0,06	1,35	0,08
Vyrovňovací stěrka	0,002	25	0,05	1,35	0,07
Anhydrid	0,074	21	1,55	1,35	2,10
Tepelná izolace	0,07	1,5	0,11	1,35	0,14
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1				
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68
		$\Sigma$	2,27	1,35	2,92

<b>P4.2 - PODLAHA (DLAŽBA)</b>					
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Keramická dlažba	0,008	23	0,18	1,35	0,25
Lepící tmel	0,006	20	0,12	1,35	0,16
Anhydrid	0,08	21	1,68	1,35	2,27
Tepelná izolace	0,06	1,5	0,09	1,35	0,12
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1				
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68
		$\Sigma$	2,57	1,35	3,35

<b>P4.3 - PODLAHA (ZDVOJENÁ SYSTÉMOVÁ PODLAHA)</b>							
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$		
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]		
Koberec	-	-	0,05	1,35	0,07		
Zdvojená systémová podlaha	-	-	1,00	1,35	1,35		
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1						
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68		
		$\Sigma$	1,55	1,35	2,09		
Popis zatížení	tloušťka	výška	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]	
Atika	0,25	1,45	25	9,06	1,35	12,23	
Popis zatížení	výška	plošná t.	$g_k$	$Y_G$	$g_d$		
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]		
Prosklená fasáda (výška atiky + 0,60 m)	2,3	0,7	1,61	1,35	2,17		
Opláštění technologie (ocelová kce)	3	1,5	4,50	1,35	6,08		
Opláštění ve 4.NP	3,825	0,7	2,68	1,35	3,61		
Popis zatížení	šířka	plošná t.	$g_k$	$Y_G$	$g_d$		
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]		
Světlík	1,15	0,7	0,81	1,35	1,09		
Vlastní tíha stěny v 4.NP	tloušťka	výška	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]	
Výtahová šachta	0,15	3,825	25	14,34	1,35	19,36	
Tl. 200 mm	0,2	3,825	25	19,13	1,35	25,82	
Tl. 250 mm	0,25	3,825	25	23,91	1,35	32,27	

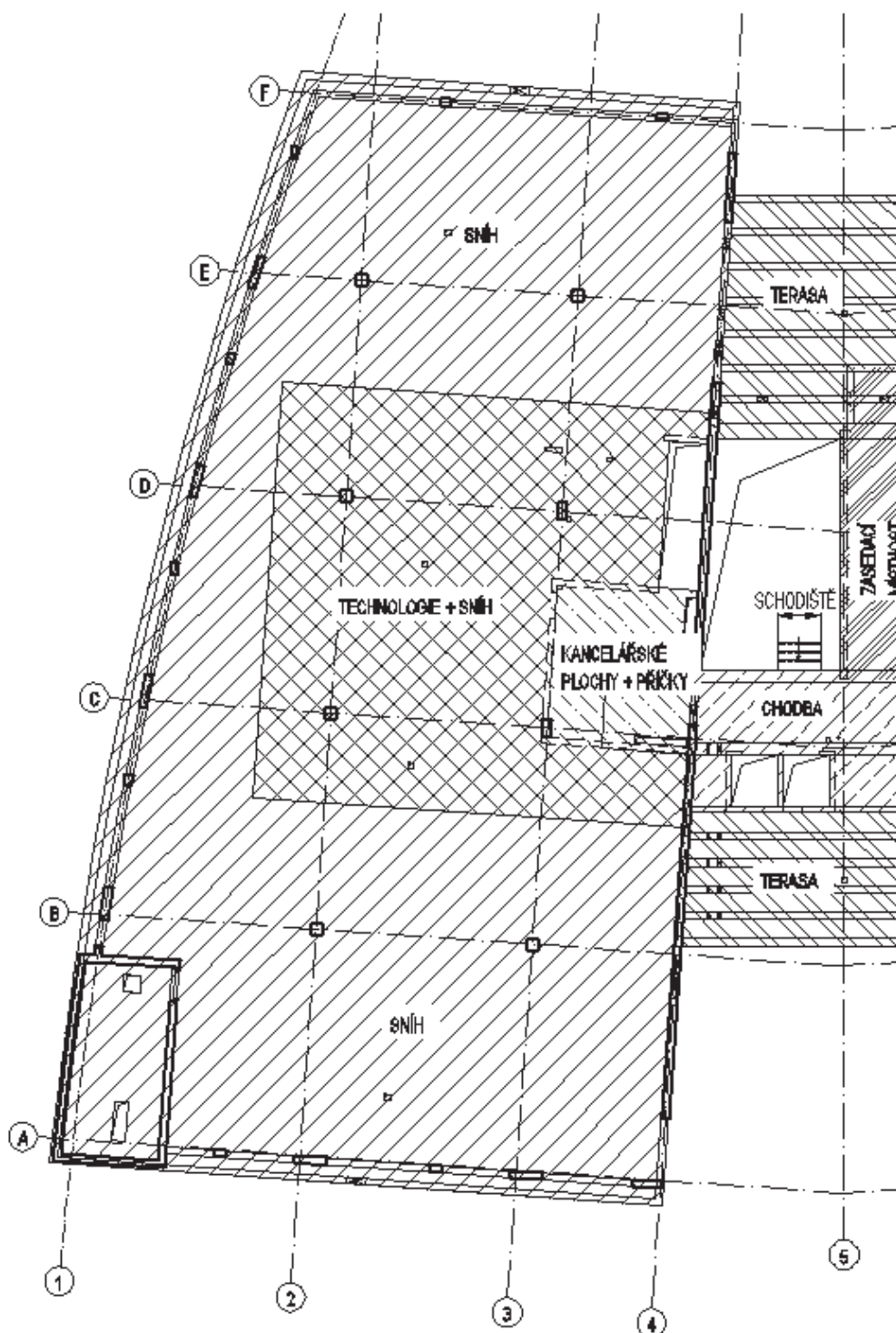
4.1.2.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

# STROPNÍ DESKA NAD 3.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ -

## 1.ČÁST

### PŮDORYS

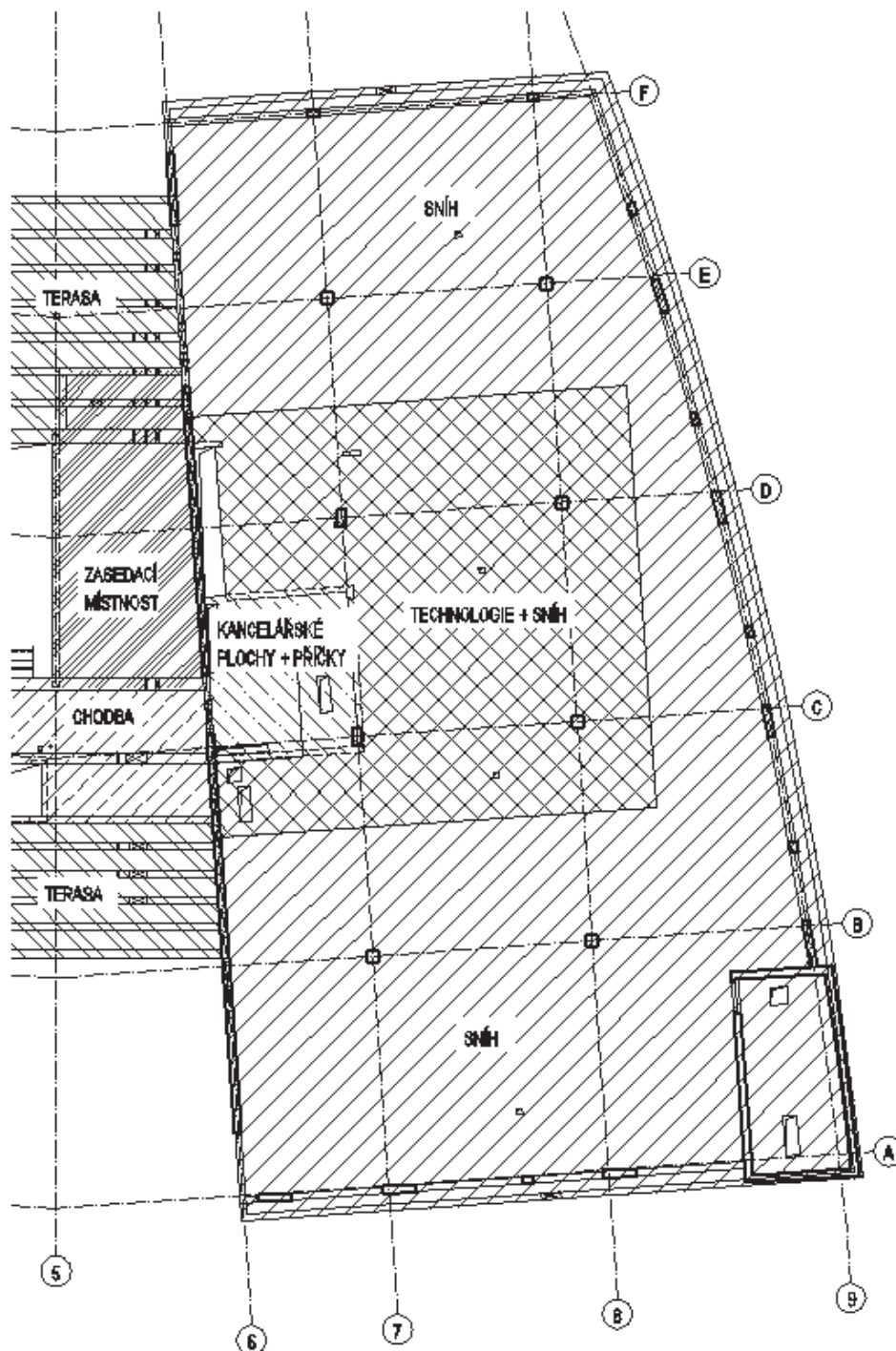
M 1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 3.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - 2.ČÁST

## PŮDORYS

M 1:200



Užitné zatížení	$q_k$	$\gamma_k$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Terasa	3,00	1,50	4,50
Technologie (dle požadavku investora)	6,00	1,50	9,00
Zasedací místnost	4,00	1,50	6,00
Kancelářské plochy	2,50	1,50	3,75
Schodiště, chodba	3,00	1,50	4,50
Přídavné užitné zatížení za přemístitelné příčky (vl. tíha příčky $\leq 3,0$ kN/m)	1,20	1,50	1,80

Sníh - oblast II (Brno - město) $C_e = 1,0; C_t = 1,0$	$s_k$	$\mu_1$	$q_k$	$\gamma_Q$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
	1,00	0,80	0,80	1,50	1,20

Sníh - navátí sněhu u atiky $\mu_2 = \gamma h / s_k; 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0; \gamma = 2,0$ kN/m <sup>3</sup>	$h_a$	$s_k$	$\mu_2$	$q_k$	$\gamma_Q$	$q_d$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
	1,33	1,00	2,00	2,00	1,50	3,00

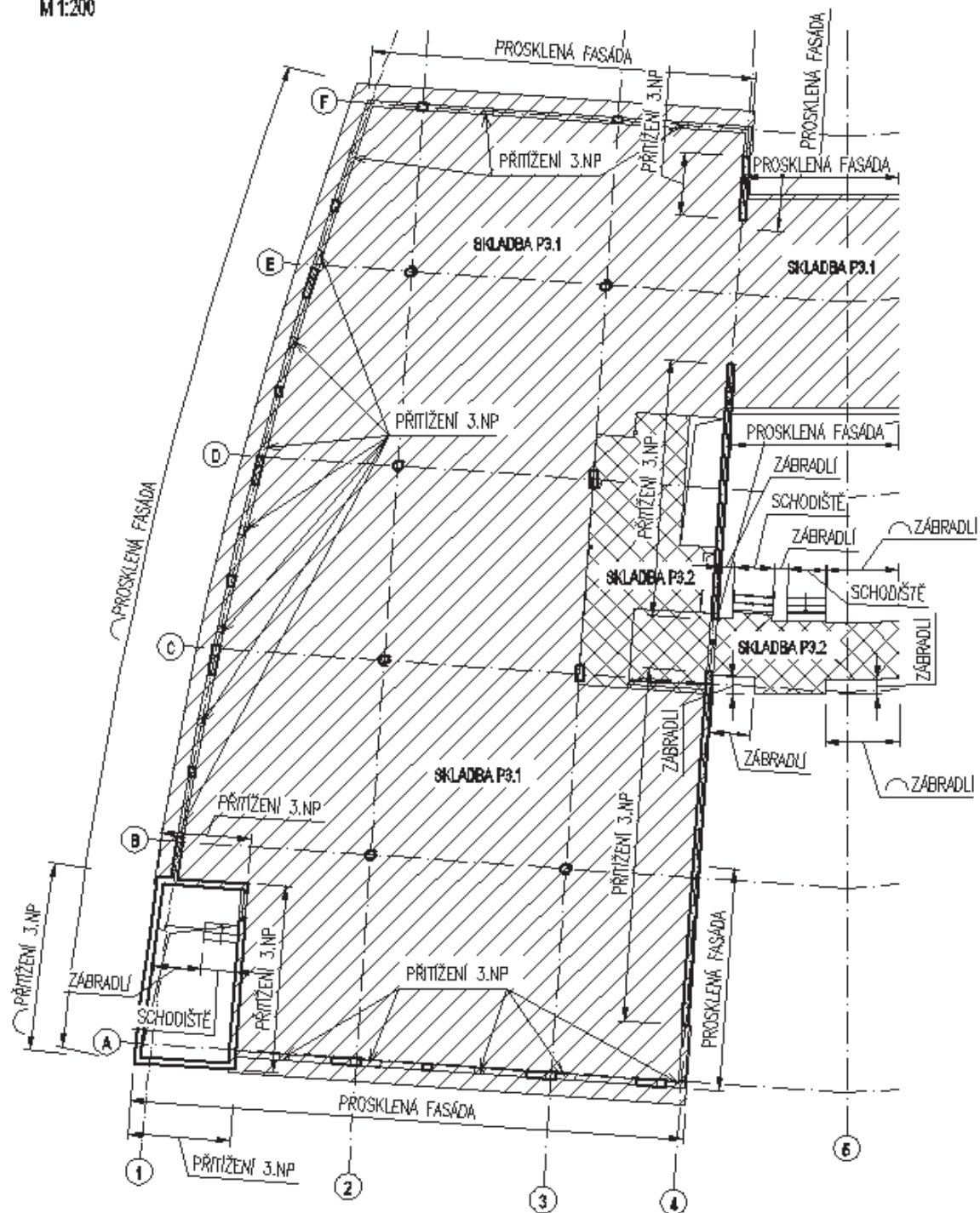
### 4.1.3 STROPNÍ DESKA NAD 2.NP

#### 4.1.3.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

## STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ -

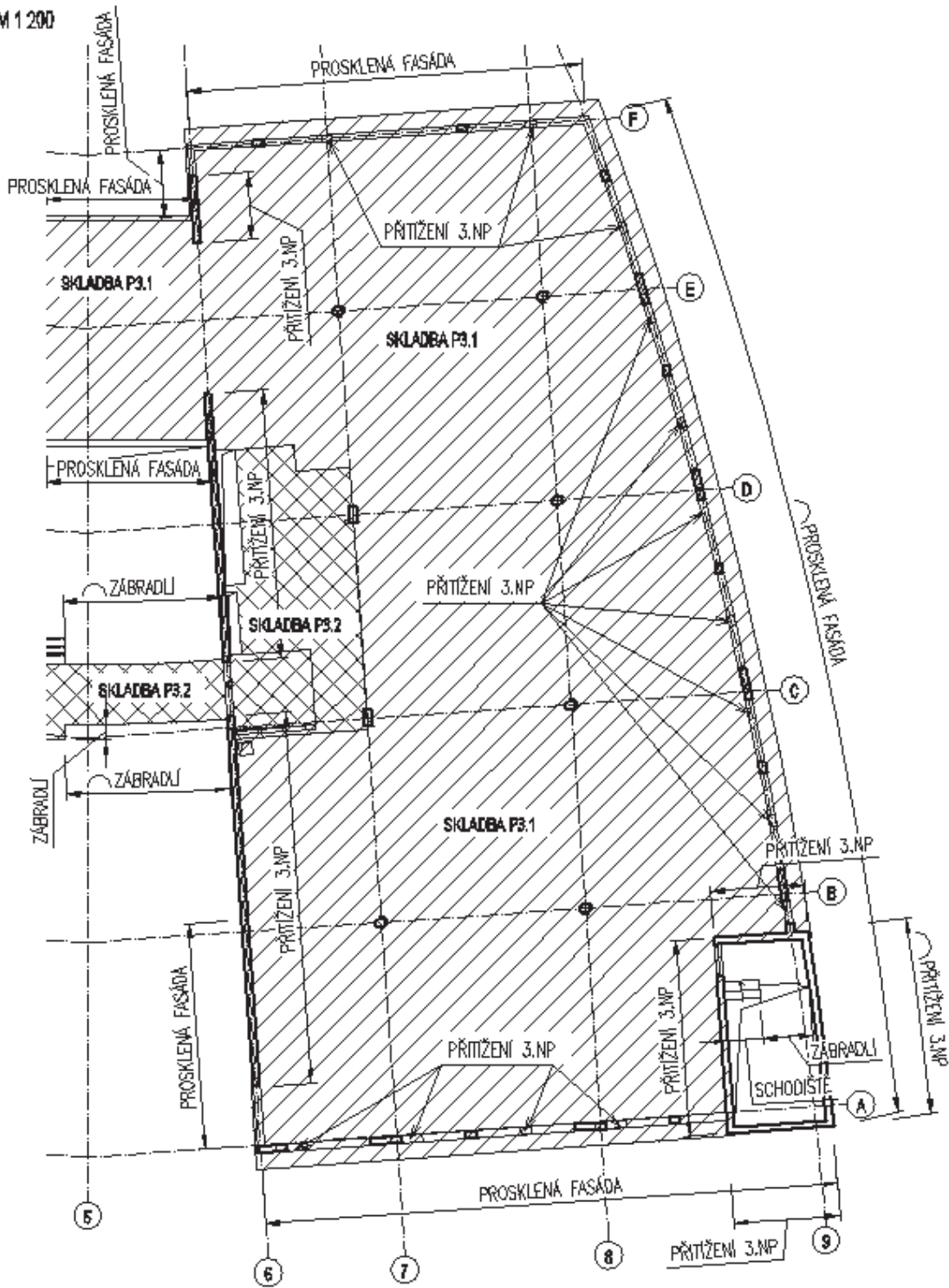
### 1.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ - 2.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



**P3.1 - PODLAHA (ZDVOJENÁ SYSTÉMOVÁ PODLAHA)**

Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Koberec	-	-	0,05	1,35	0,07
Zdvojená systémová podlaha	-	-	1,00	1,35	1,35
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1				
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68
		$\Sigma$	1,55	1,35	2,09

**P3.2 - PODLAHA (DLAŽBA)**

Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Keramická dlažba	0,008	23	0,18	1,35	0,25
Lepící tmel	0,006	20	0,12	1,35	0,16
Anhydrid	0,08	21	1,68	1,35	2,27
Tepelná izolace	0,06	1,5	0,09	1,35	0,12
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1				
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68
		$\Sigma$	2,57	1,35	3,35

Popis zatížení	výška	plošná t.	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]
Prosklená fasáda	3,8	0,7	2,66	1,35	3,59

Popis zatížení	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[kN/m]		[kN/m]
Zábradlí	1,00	1,35	1,35

Vlastní tíha stěny v 3.NP	tloušťka	výška	obj. tíha	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]
TI. 250 mm	0,25	3,8	25	23,75	1,35	32,06

Vlastní tíha sloupu v 3.NP	plocha	výška	obj. tíha	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN]		[kN]
250 x 390 mm (obvodový)	0,098	3,8	25	9,26	1,35	12,50
300 x 600 mm (vnitřní)	0,180	3,8	25	17,10	1,35	23,09
φ 450 mm (vnitřní)	0,159	3,8	25	15,11	1,35	20,39

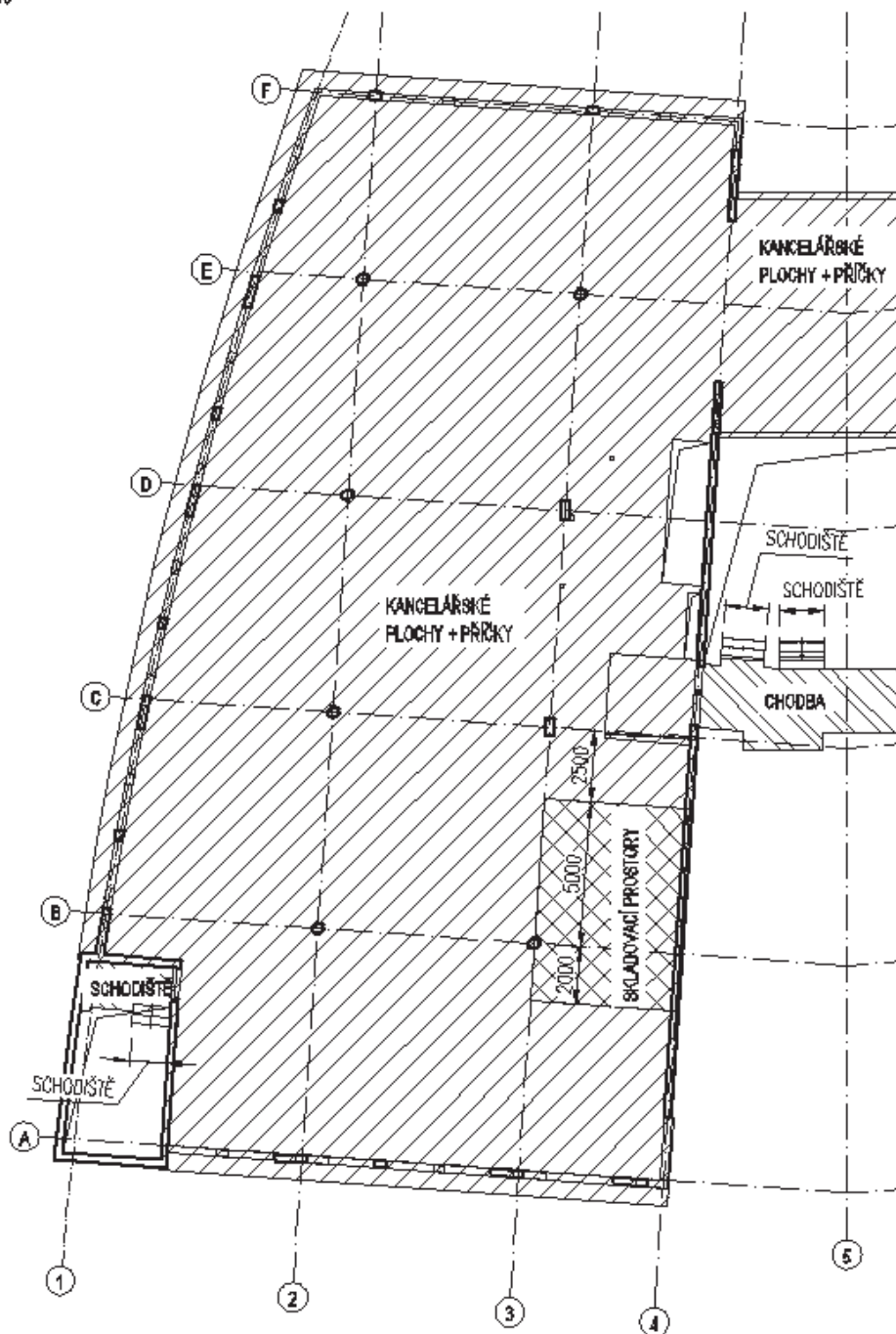
4.1.3.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

# STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ -

## 1.ČÁST

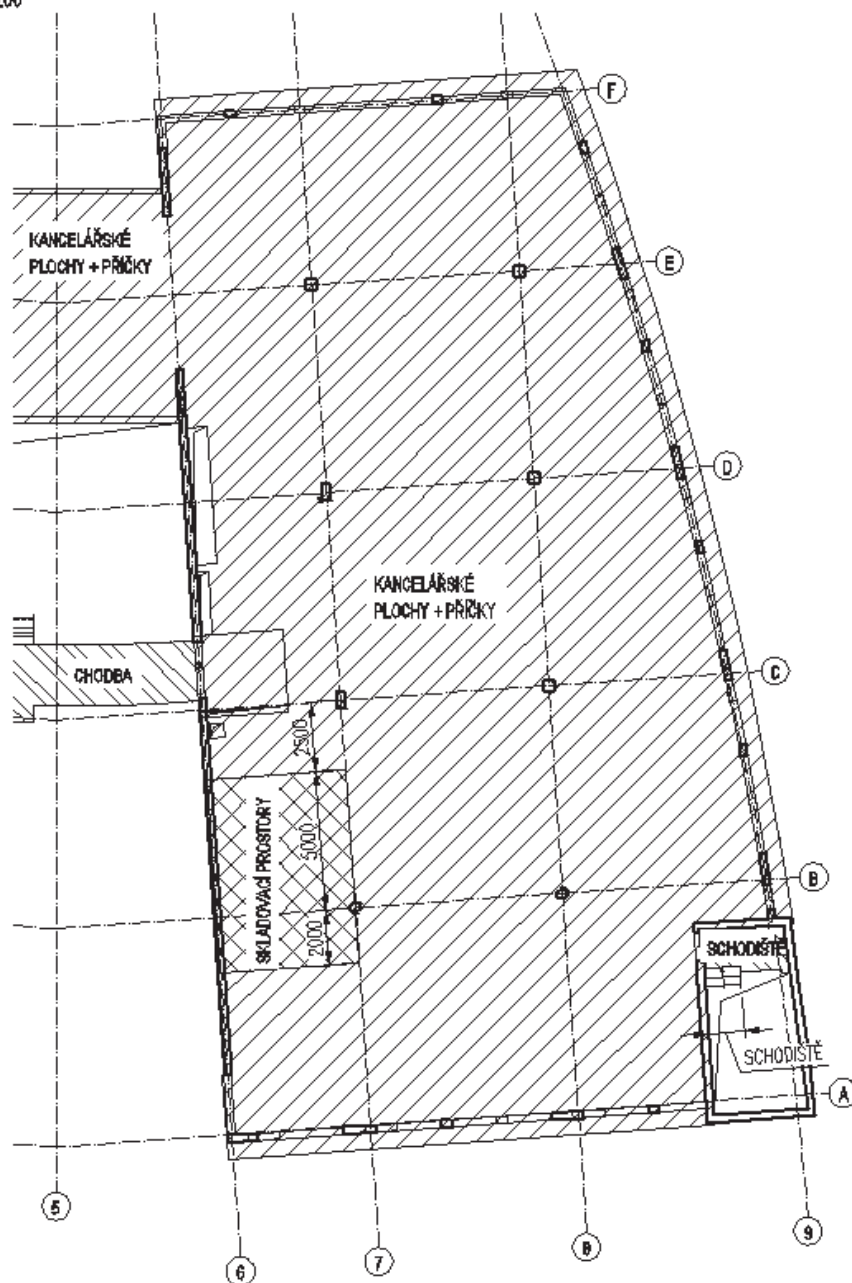
### PŮDORYS

M 1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - 2.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



Užitné zatížení	$q_k$	$\gamma_k$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Skladovací prostory	7,50	1,50	11,25
Kancelářské plochy	2,50	1,50	3,75
Schodiště, chodba	3,00	1,50	4,50
Přídavné užitné zatížení za přemístitelné příčky (vl. tíha příčky ≤ 3,0 kN/m)	1,20	1,50	1,80

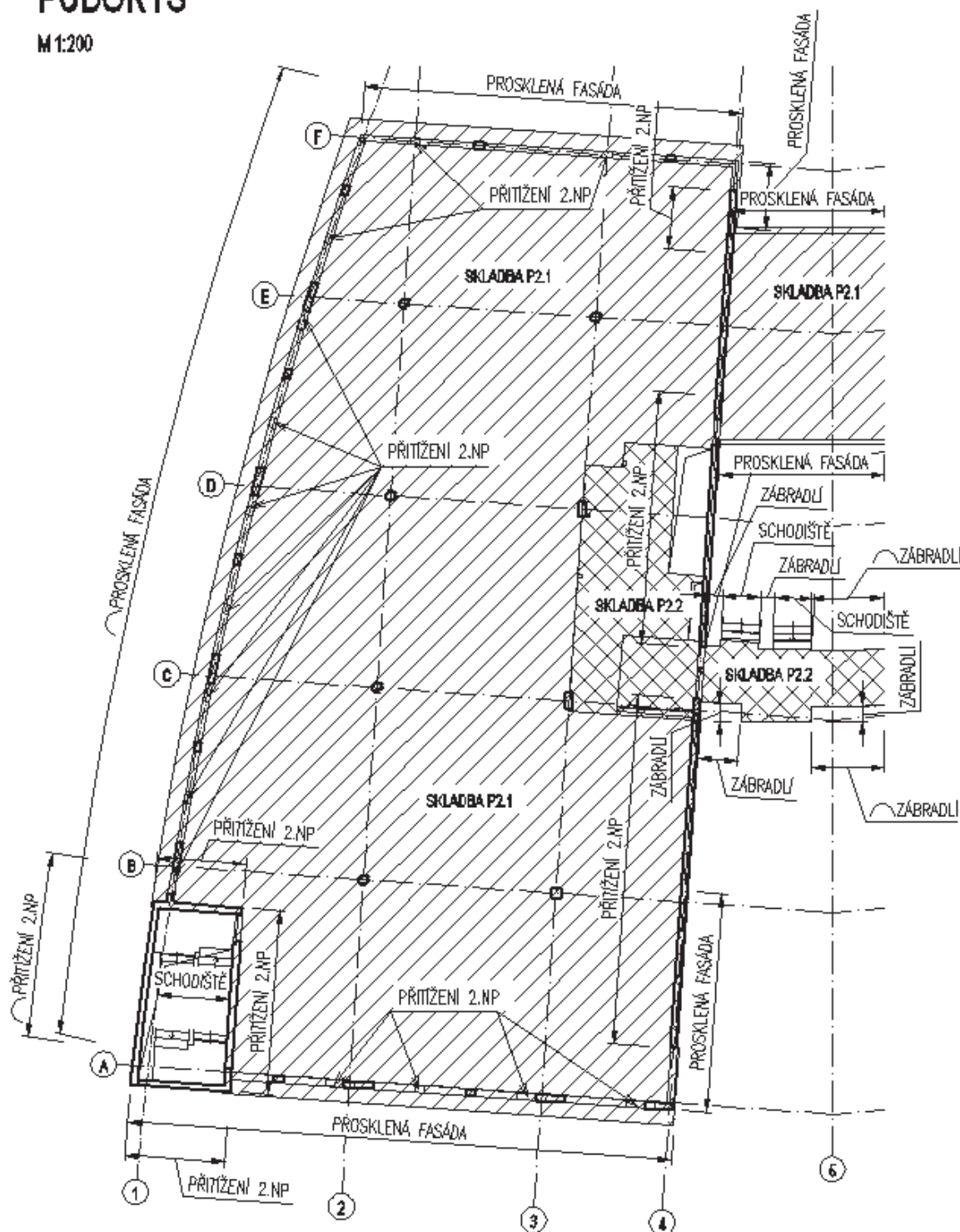
#### 4.1.4 STROPNÍ DESKA NAD 1.NP

##### 4.1.4.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

## STROPNÍ DESKA NAD 1.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ -

### 1.ČÁST PŮDORYS

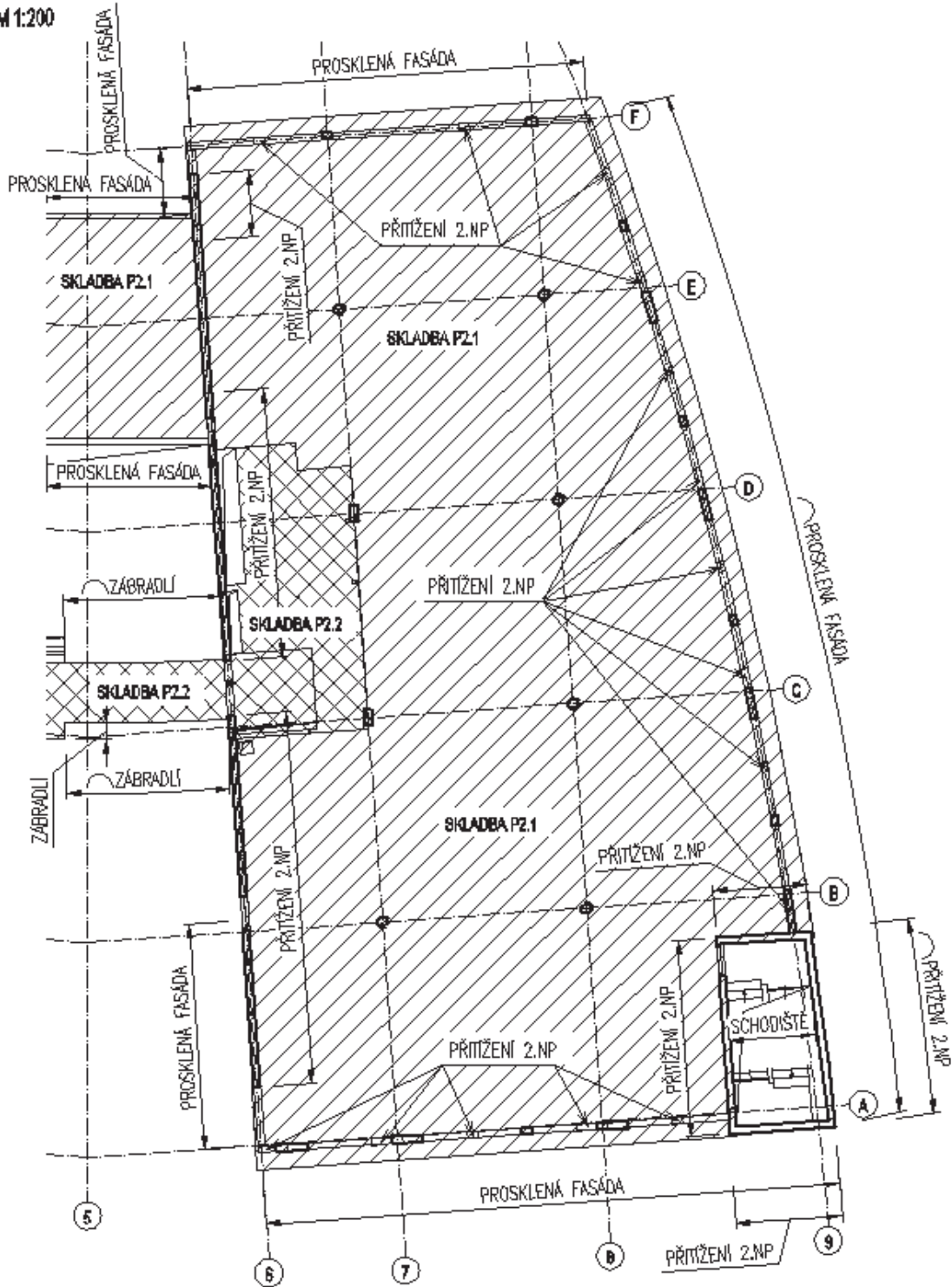
M 1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 1.NP - STÁLÉ ZATÍŽENÍ -

## 2.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



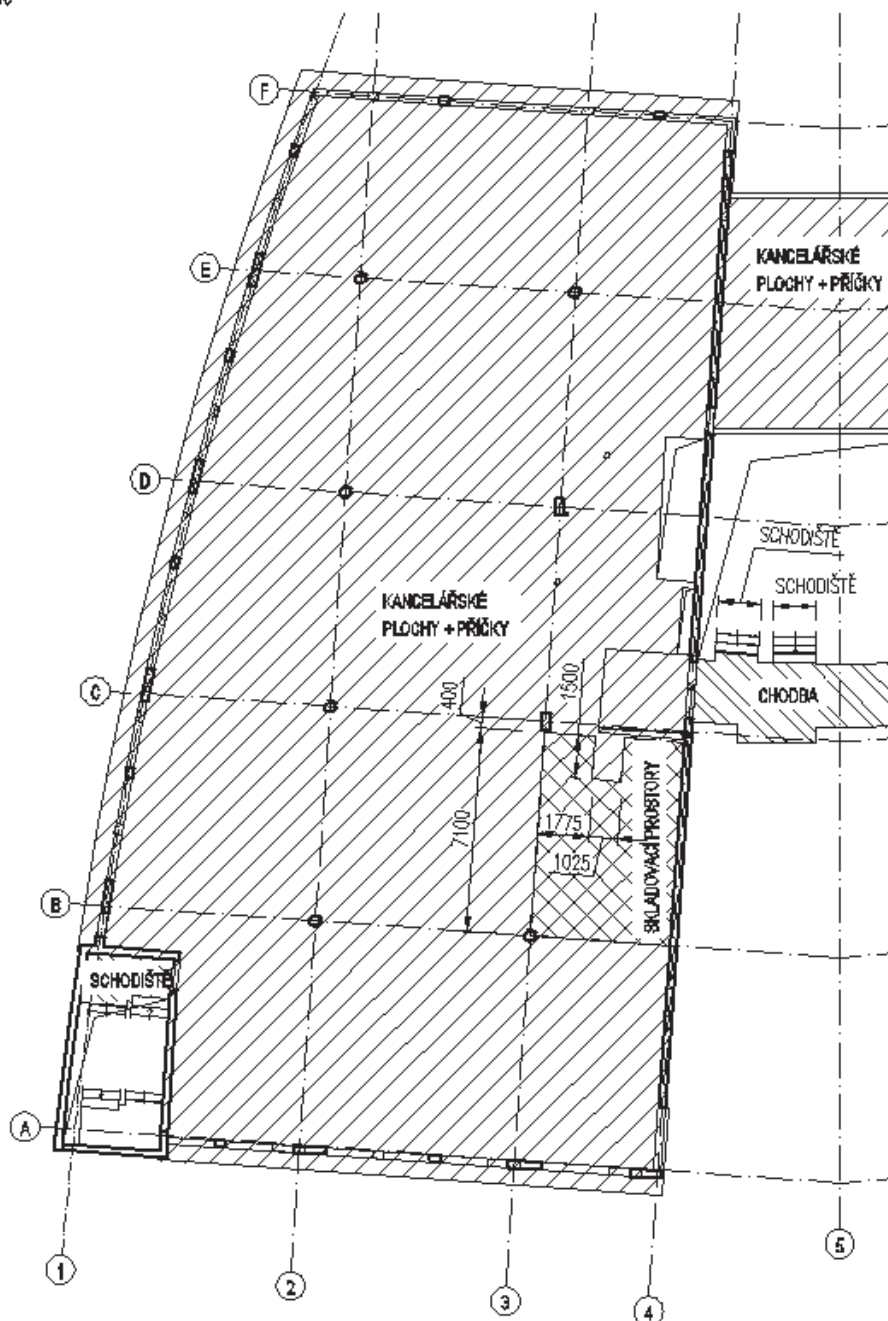
<b>P2.1 - PODLAHA (ZDVOJENÁ SYSTÉMOVÁ PODLAHA)</b>						
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]	
Koberec	-	-	0,05	1,35	0,07	
Zdvojená systémová podlaha	-	-	1,00	1,35	1,35	
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1					
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68	
		$\Sigma$	1,55	1,35	2,09	
<b>P2.2 - PODLAHA (DLAŽBA)</b>						
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]	
Keramická dlažba	0,008	23	0,18	1,35	0,25	
Lepící tmel	0,006	20	0,12	1,35	0,16	
Anhydrid	0,08	21	1,68	1,35	2,27	
Tepelná izolace	0,06	1,5	0,09	1,35	0,12	
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1					
Podhled	-	-	0,50	1,35	0,68	
		$\Sigma$	2,57	1,35	3,35	
Popis zatížení	výška	plošná t.	$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]	
Prosklená fasáda	3,8	0,7	2,66	1,35	3,59	
Popis zatížení			$g_k$	$Y_G$	$g_d$	
			[kN/m]		[kN/m]	
Zábradlí			1,00	1,35	1,35	
Vlastní tíha stěny v 2.NP	tloušťka	výška	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m]		[kN/m]
TI. 250 mm	0,25	3,8	25	23,75	1,35	32,06
Vlastní tíha sloupu v 2.NP	plocha	výška	obj. tíha	$g_k$	$Y_G$	$g_d$
	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN]		[kN]
250 x 390 mm (obvodový)	0,098	3,8	25	9,26	1,35	12,50
300 x 600 mm (vnitřní)	0,180	3,8	25	17,10	1,35	23,09
φ 450 mm (vnitřní)	0,159	3,8	25	15,11	1,35	20,39

4.1.4.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

# STROPNÍ DESKA NAD 1.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - 1.ČÁST

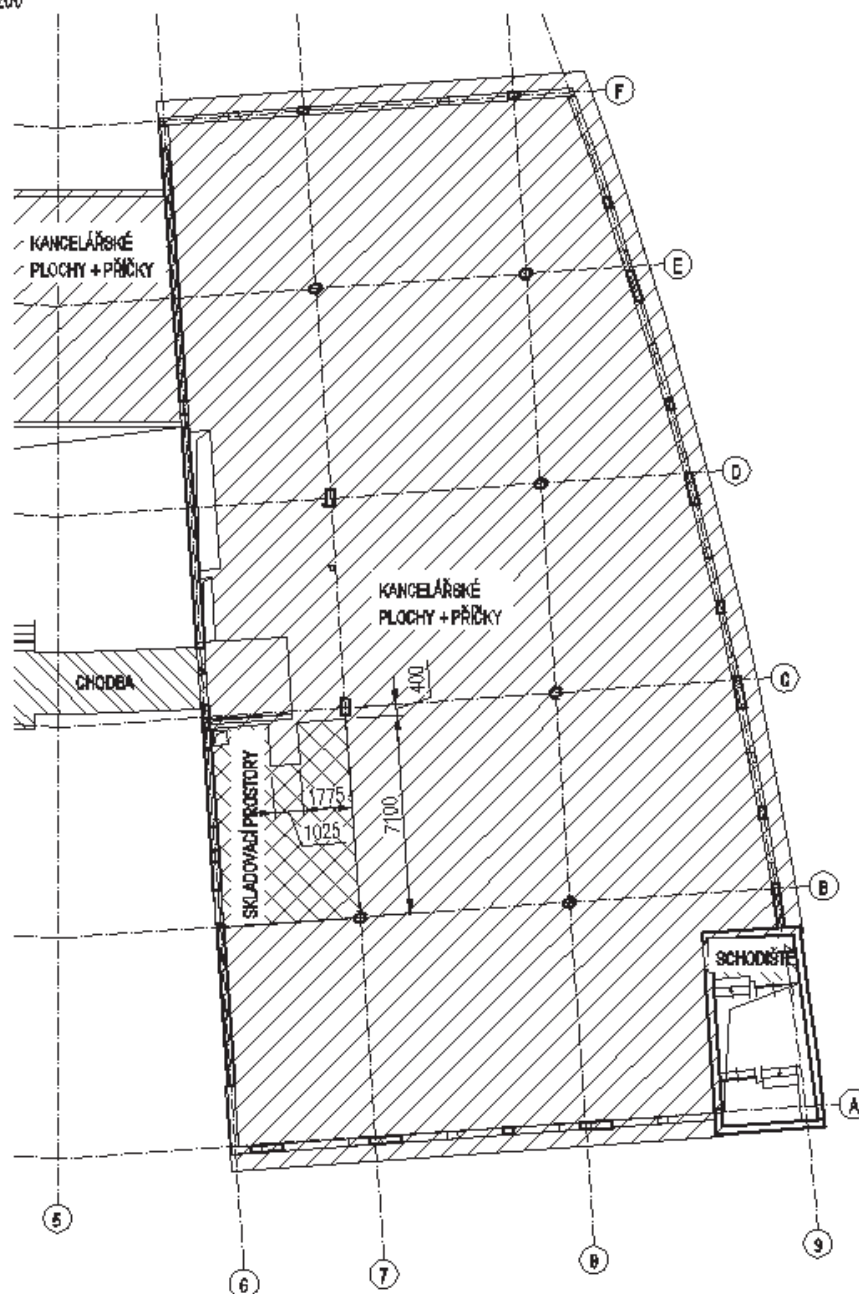
## PŮDORYS

M1:200



# STROPNÍ DESKA NAD 1.NP - UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - 2.ČÁST PŮDORYS

M 1:200



Užitné zatížení	$q_k$	$\gamma_k$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Skladovací prostory	7,50	1,50	11,25
Kancelářské plochy	2,50	1,50	3,75
Schodiště, chodba	3,00	1,50	4,50

#### 4.1.5 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ

##### 4.1.5.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

SCH1 - PODLAHA (DLAŽBA)								
Vrstva	tloušťka	obj. tíha	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$			
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]					
Keramická dlažba	0,004	23	0,09	1,35	0,12			
Lepící tmel	0,007	20	0,14	1,35	0,19			
Vyrovnávací stěrka	0,009	25	0,23	1,35	0,30			
ŽB stropní deska	viz SCIA 15.1							
		$\Sigma$	0,46	1,35	0,62			

Popis zatížení	šířka	výška	plocha	počet na 1m	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[ks/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]		
Schodišťové stupně	0,3	0,158	0,024	3,333	1,98	1,35	2,67

Popis zatížení	délka na 1 stupeň	počet stupňů na 1m	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[ks/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]		
Podlaha (stupnice + podstupnice)	0,458	3,333	0,70	1,35	0,94
		$\Sigma$ stupně + podlaha	2,68	1,35	0,94

Popis zatížení	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[kN/m]		
Zábradlí	1,00	1,35	1,35

##### 4.1.5.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

Užitné zatížení	$q_k$	$\gamma_k$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		
Schodiště	3,00	1,50	4,50

#### 4.1.6 VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ

##### 4.1.6.1 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

Popis zatížení	šířka	výška	plocha	počet na 1m	$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[ks/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Schodišťové stupně	0,3	0,158	0,024	3,333	1,98	1,35	2,67
Popis zatížení					$g_k$	$\gamma_G$	$g_d$
Zábradlí					[kN/m]		[kN/m]
					1,00	1,35	1,35

##### 4.1.6.2 ZATÍŽENÍ UŽITNÉ

Užitné zatížení	$q_k$	$\gamma_k$	$q_d$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Schodiště	3,00	1,50	4,50

#### 4.1.7 ZATÍŽENÍ VĚTREM

- Zatížení větrem bylo uvažováno pouze na svislé plochy, sání na střeše bylo zanedbáno.
- Obvodová fasáda je kotvena k objektu v úrovních stropních desek.

##### Základní rychlost větru $v_b$

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

větrná oblast: II (Brno-město)

$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

$c_{dir} = 1$

$c_{season} = 1$

$v_b = 25 \text{ m/s}$

##### Střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

kategorie terénu: II

$c_r(z)$  je součinitel drsnosti terénu, uvedený v 4.3.2;

$c_o(z)$  součinitel orografie, který je roven 1,0, pokud ve 4.3.3 není uvedeno jinak.

$z_0 = 0,05 \text{ m}$

$z_{min} = 2 \text{ m}$

$z = h = 15,45 \text{ m}$

$k_r = 0,19$

$$k_r = 0,19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$$

$c_r(z) = 1,089$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \quad \text{pro} \quad z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$c_o(z) = 1$

$v_m(z) = 27,233 \text{ m/s}$

Intenzita turbulence  $I_v(z)$

$k_1 = 1$

$I_v(z) = 0,174$

$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)}$  pro  $Z_{min} \leq z \leq Z_{max}$

Maximální dynamický tlak  $q_p(z)$

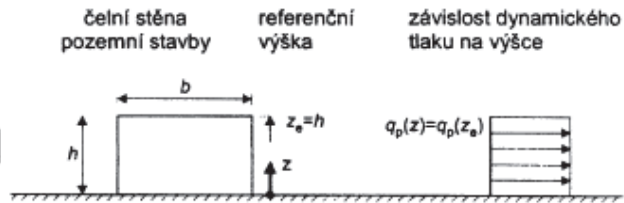
$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

$q_p(z) = 1\,029,479 \text{ N/m}^2$

$h = 15,45 \text{ m}$

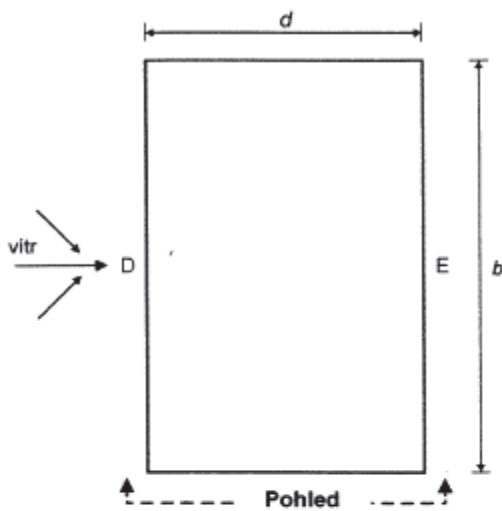
$b = 55,055 \text{ m}$

$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$



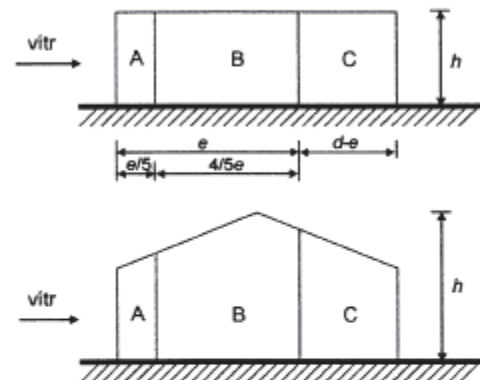
Svislé stěny

Půdorys

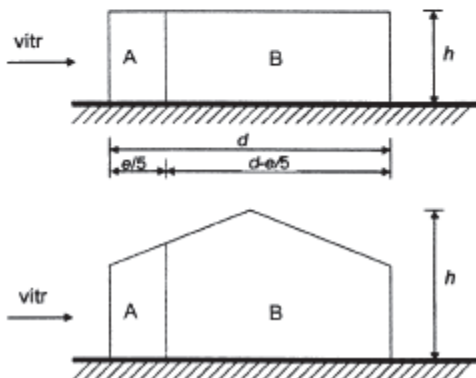


$e$  je menší z hodnot  $b$  nebo  $2h$   
 $b$  je rozměr kolmý na směr větru

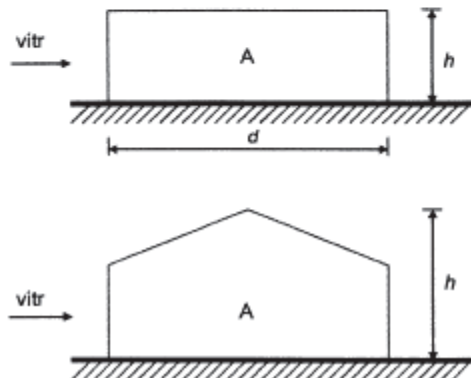
Pohled pro  $e < d$



Pohled pro  $e \geq d$



Pohled pro  $e \geq 5d$



Oblast	A		B		C		D		E	
$h/d$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

**směr větru  $\theta = 0^\circ$**

$h =$	15,45 m
$b =$	38,855 m
$d =$	37,62 m
$e =$	30,900 m
$h/d =$	0,411
$e/5 =$	6,180 m

$c_{pe,10,A} =$	-1,2	$w_{A,k} =$	-1,235 kN/m <sup>2</sup>	
$c_{pe,10,B} =$	-0,93	$w_{B,k} =$	-0,957 kN/m <sup>2</sup>	
$c_{pe,10,c} =$	-0,5	$w_{C,k} =$	-0,515 kN/m <sup>2</sup>	(tlak "+", sání "-")
$c_{pe,10,D} =$	0,72	$w_{D,k} =$	0,741 kN/m <sup>2</sup>	
$c_{pe,10,E} =$	-0,34	$w_{E,k} =$	-0,350 kN/m <sup>2</sup>	

**směr větru  $\theta = 90^\circ$**

$h =$	15,45 m
$b =$	37,62 m
$d =$	38,855 m
$e =$	30,900 m
$h/d =$	0,398
$e/5 =$	6,180 m

$c_{pe,10,A} =$	-1,2	$w_{A,k} =$	-1,235 kN/m <sup>2</sup>	
$c_{pe,10,B} =$	-0,92	$w_{B,k} =$	-0,947 kN/m <sup>2</sup>	
$c_{pe,10,c} =$	-0,5	$w_{C,k} =$	-0,515 kN/m <sup>2</sup>	(tlak "+", sání "-")
$c_{pe,10,D} =$	0,72	$w_{D,k} =$	0,741 kN/m <sup>2</sup>	
$c_{pe,10,E} =$	-0,34	$w_{E,k} =$	-0,350 kN/m <sup>2</sup>	

Fasáda objektu je kotvena v úrovních stropů objektu.

Zjednodušení: vzhledem k téměř shodným výsledkům pro oba směry větru volím stejné hodnoty tlaku (sání) větru pro oba směry. **Volím  $\theta = 0^\circ$**  (na stranu bezpečnou).

**STROP NAD 4.NP**

výška podlaží vč. atiky:

$h_4 =$	4,4 m
$w_{A,4,k} =$	-5,436 kN/m
$w_{B,4,k} =$	-4,213 kN/m
$w_{C,4,k} =$	-2,265 kN/m
$w_{D,4,k} =$	3,261 kN/m
$w_{E,4,k} =$	-1,540 kN/m

### STROP NAD 3.NP

výška 1/2 podlaží vč. atiky:

$h_3 =$	3,475 m
$w_{A,3,k} =$	-4,293 kN/m
$w_{B,3,k} =$	-3,327 kN/m
$w_{C,3,k} =$	-1,789 kN/m
$w_{D,3,k} =$	2,576 kN/m
$w_{E,3,k} =$	-1,216 kN/m

### STROP NAD 2.NP A NAD 1.NP

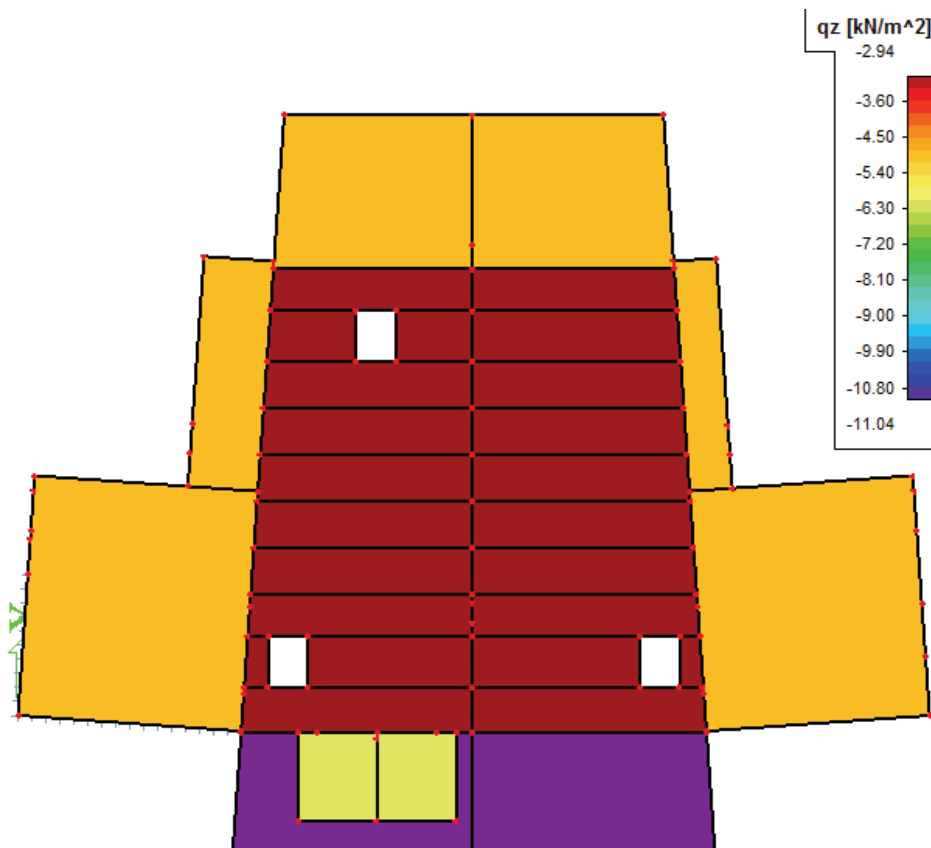
výška podlaží :

$h_2 =$	3,8 m
$w_{A,3,k} =$	-4,694 kN/m
$w_{B,3,k} =$	-3,638 kN/m
$w_{C,3,k} =$	-1,956 kN/m
$w_{D,3,k} =$	2,817 kN/m
$w_{E,3,k} =$	-1,330 kN/m

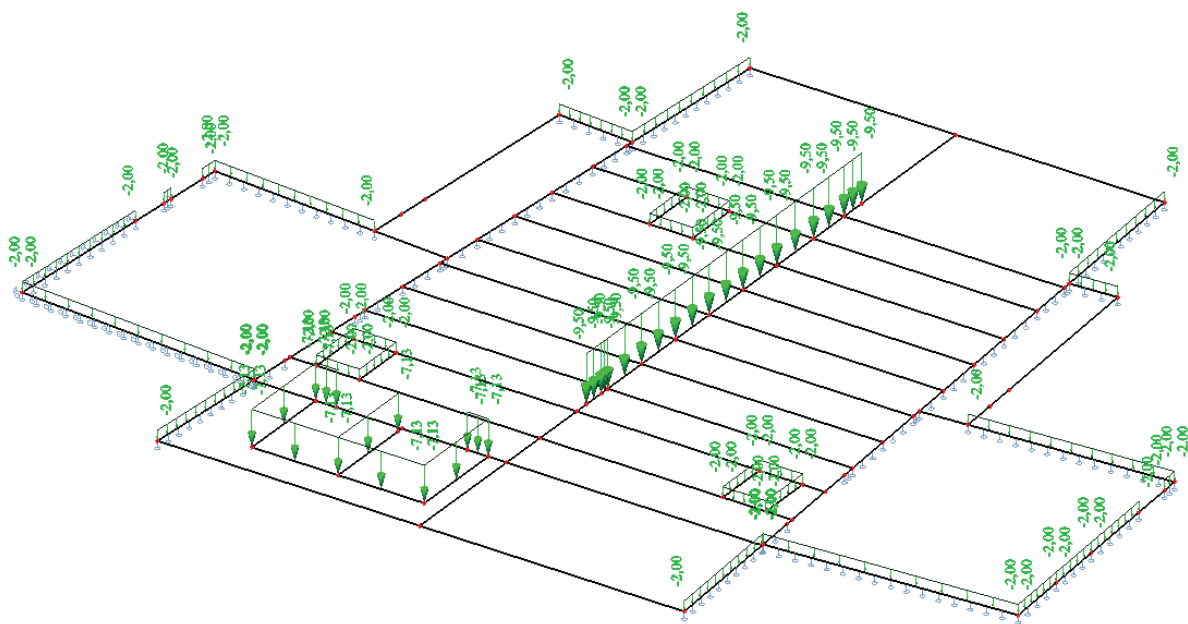
## 4.2 ZATĚŽOVACÍ STAVY

### 4.2.1 STROPNÍ DESKA NAD 4.NP

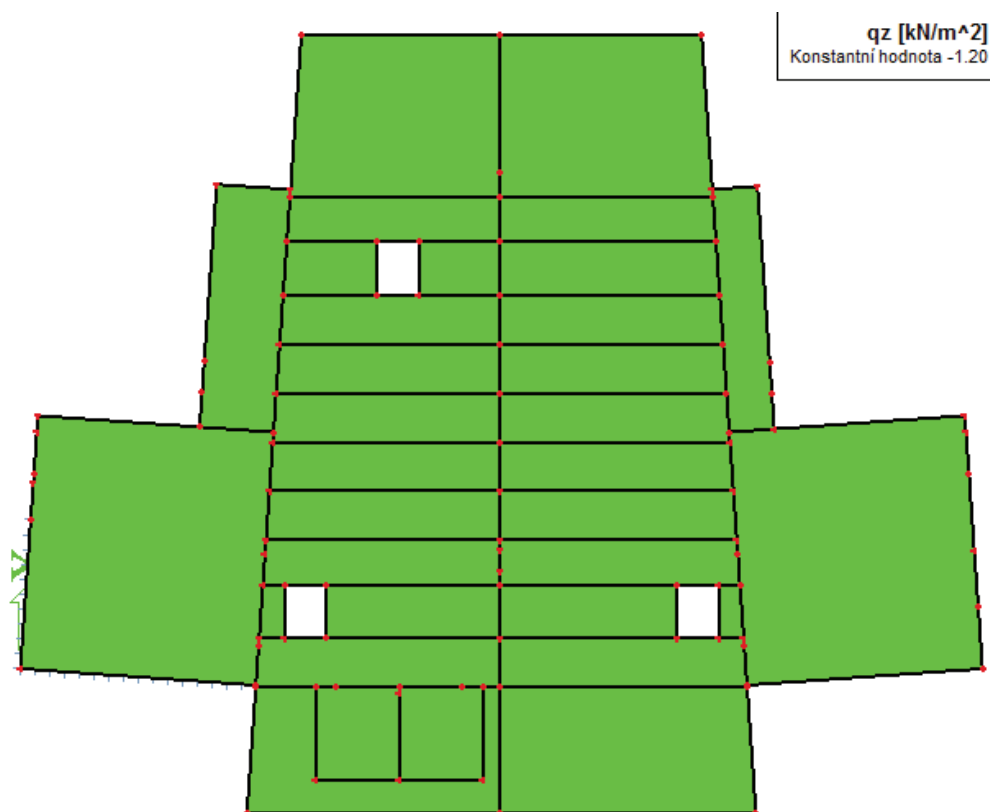
LC1 – vlastní tíha



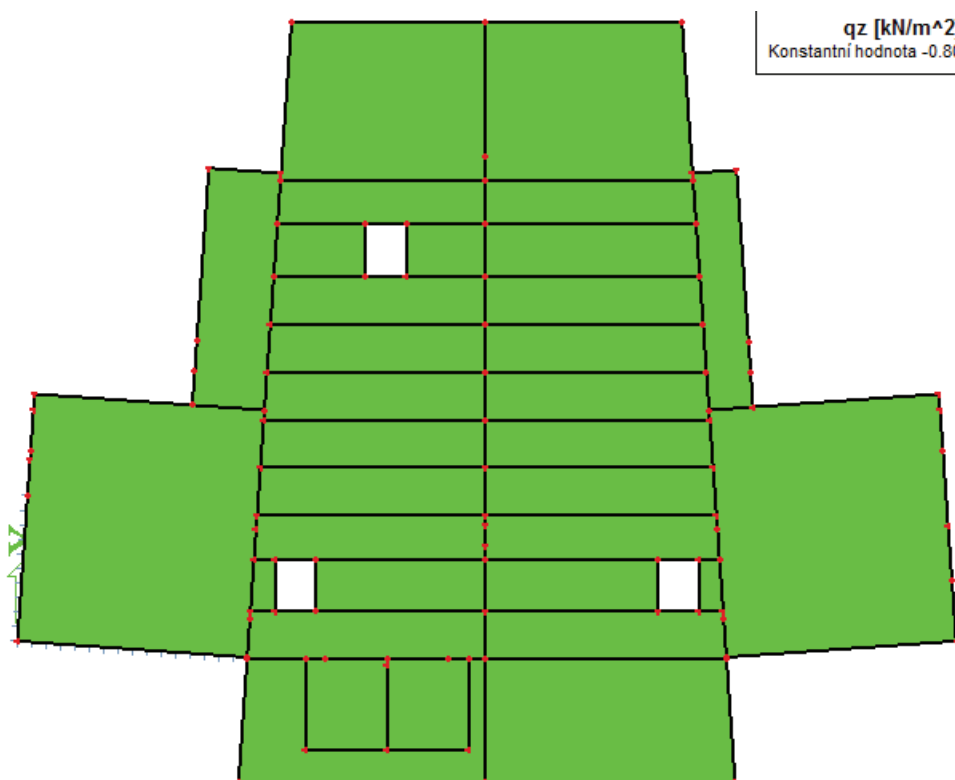
LC2 – 4.NP – atiky, SOZ



LC3 – 4.NP – střešní plášť

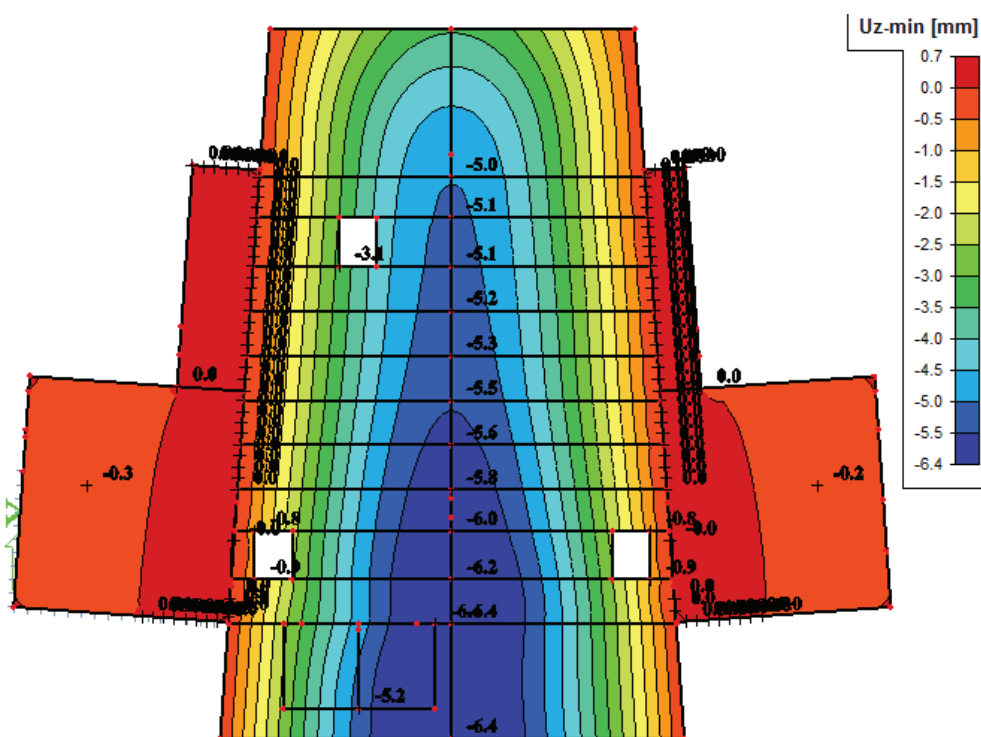


LC4 – 4.NP – sníh



**4.2.1.1 DÍLČÍ VÝSLEDKY**

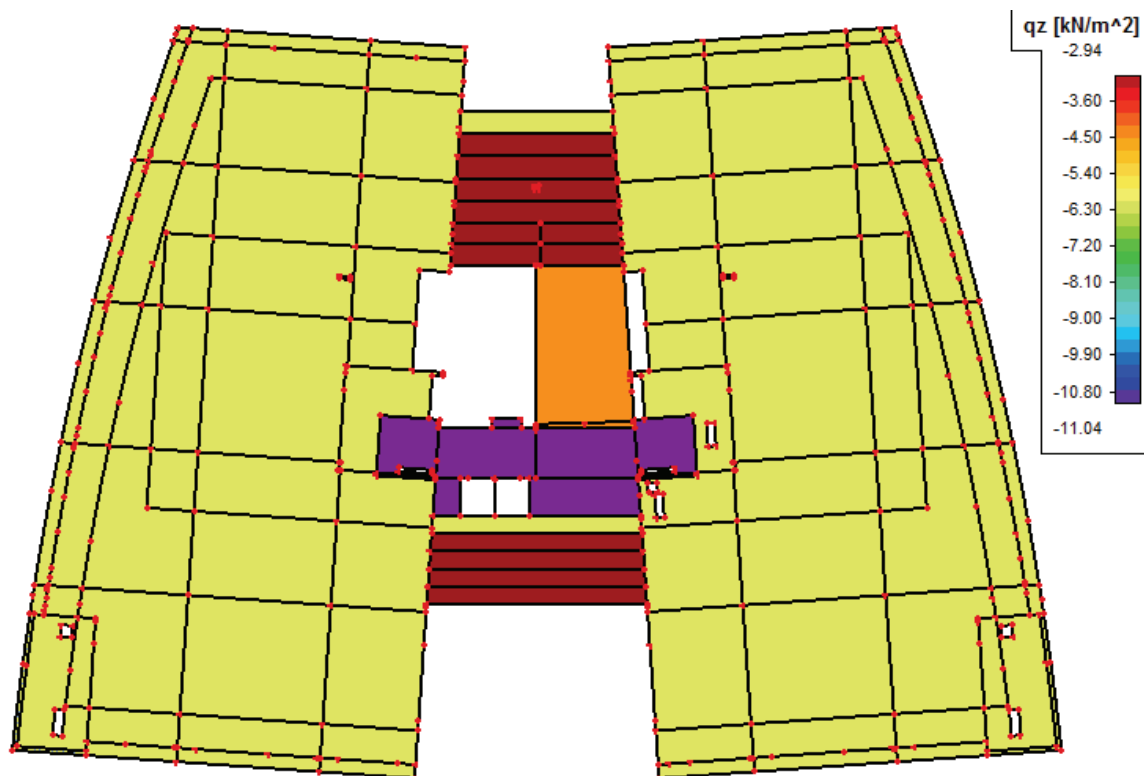
- Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]
- Kvizistálá kombinace



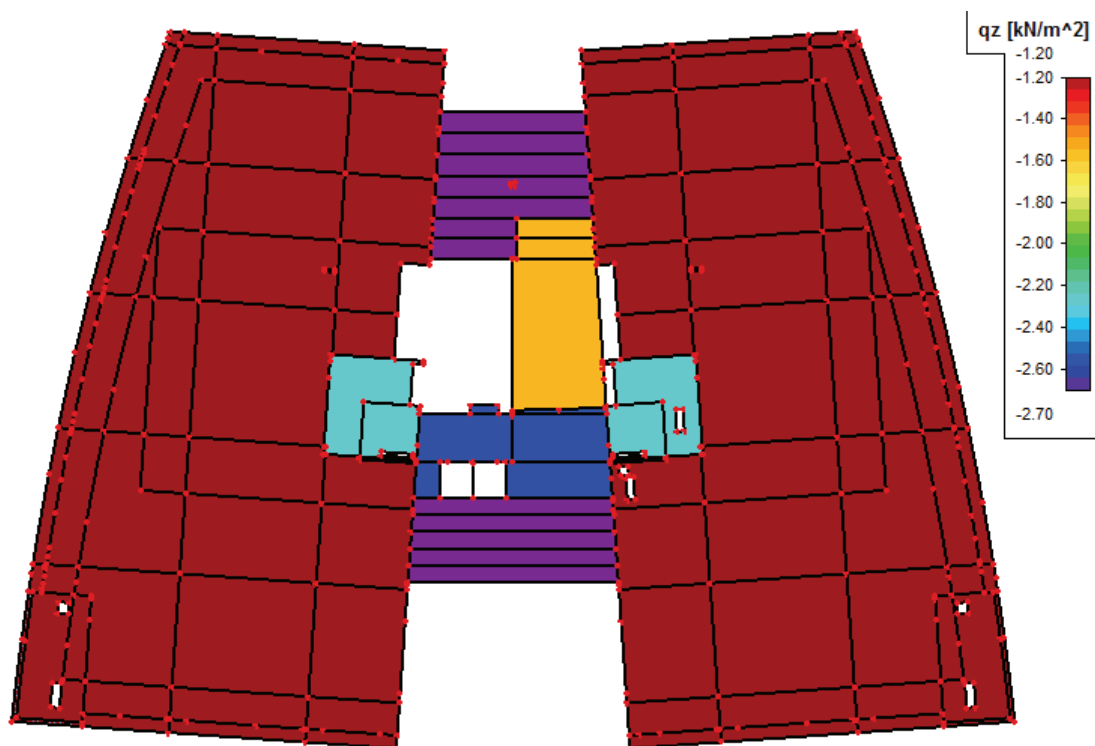


#### 4.2.2 STROPNÍ DESKA NAD 3.NP

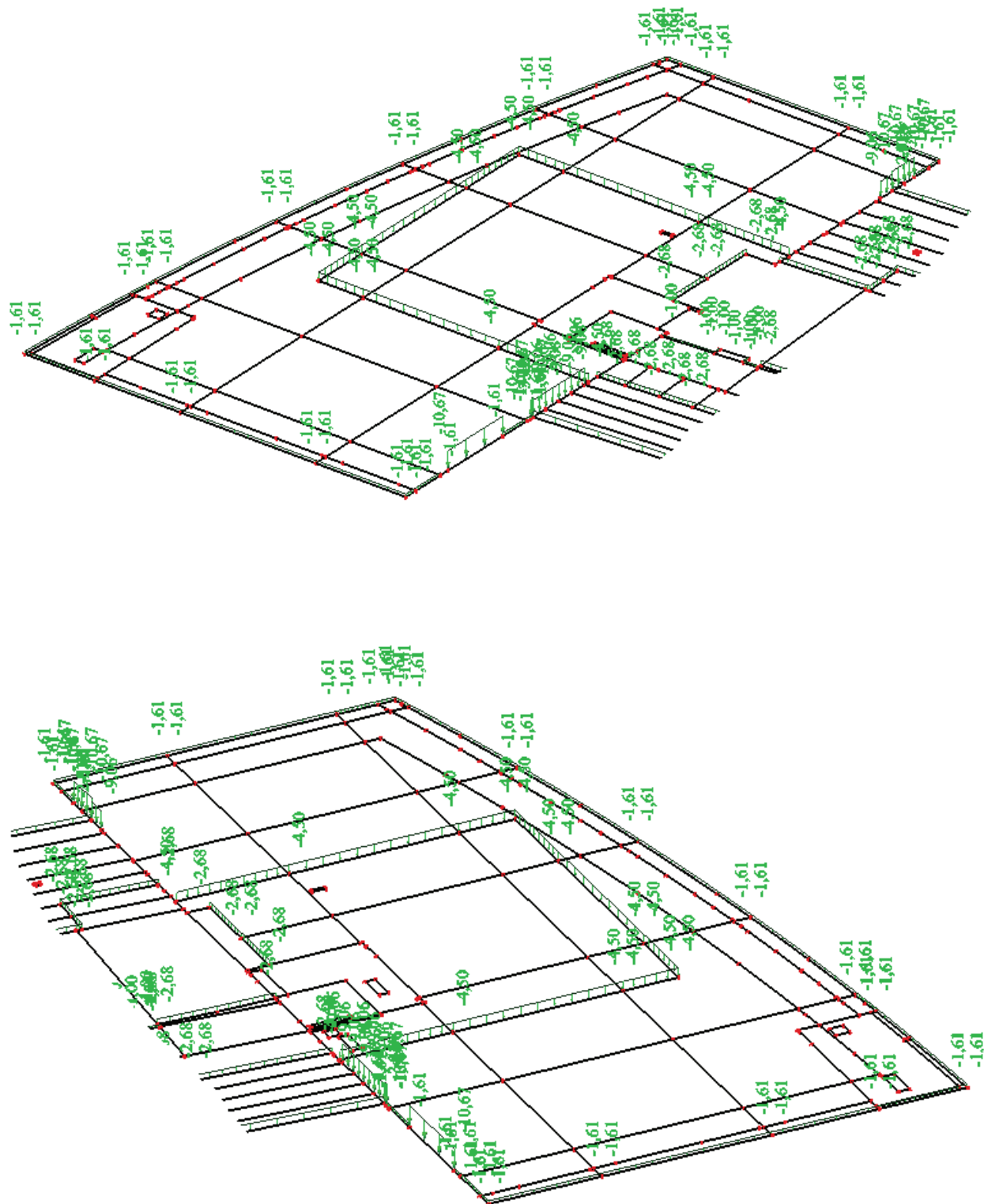
LC1 – vlastní tíha



LC5 – 3.NP – podlaha + podhled

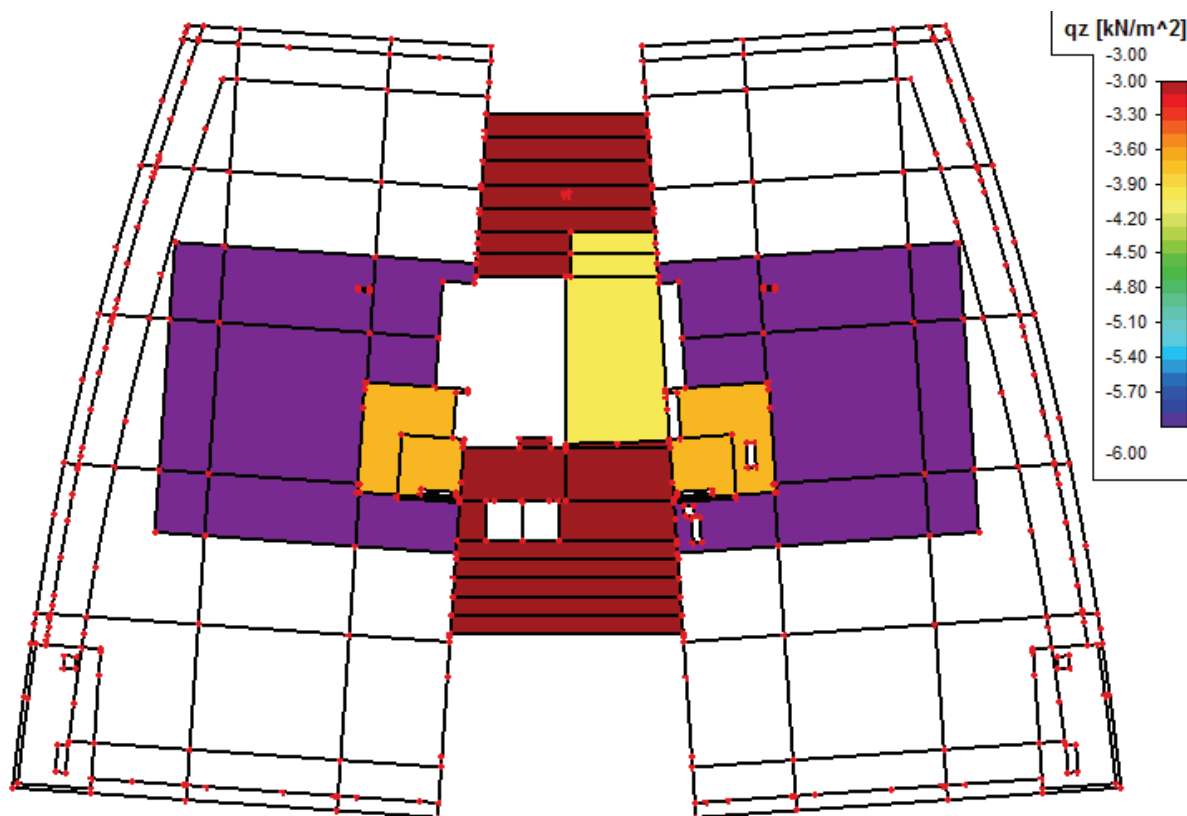


LC6 – 3.NP – fasáda, opláštění, atika, zábradlí

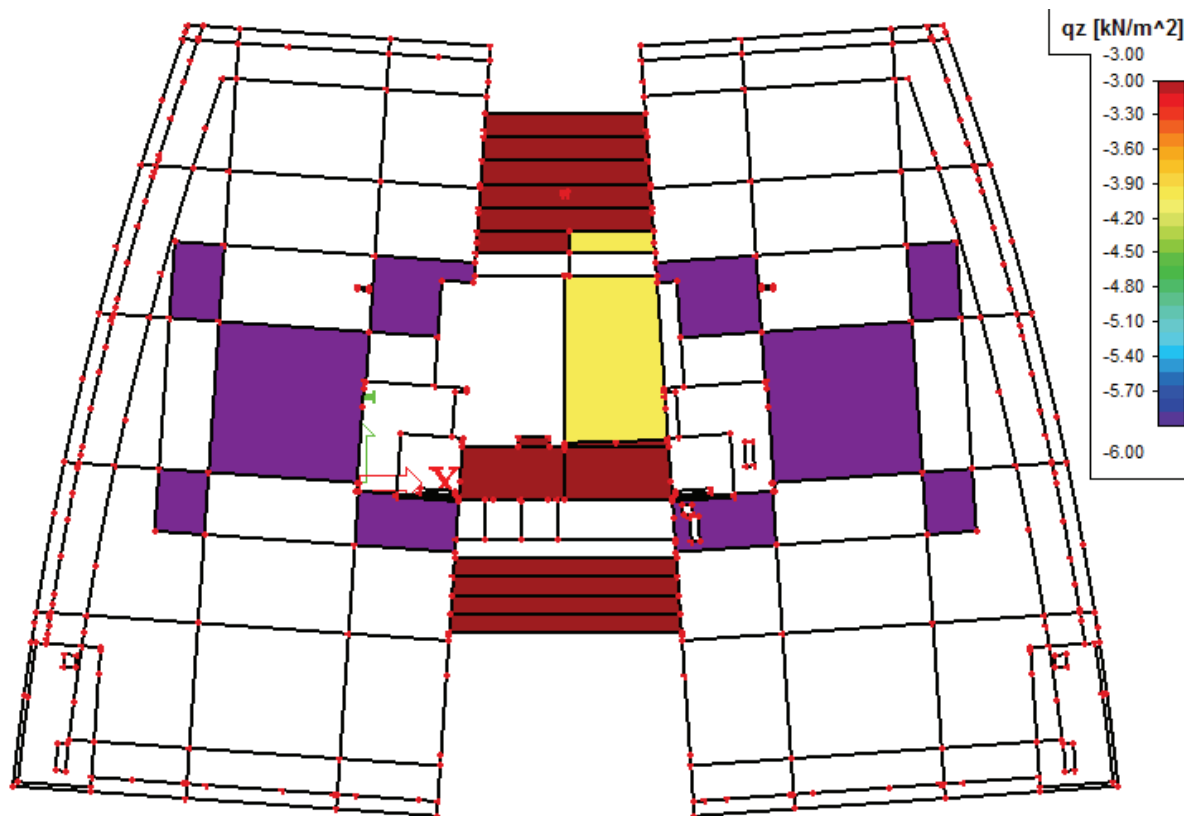




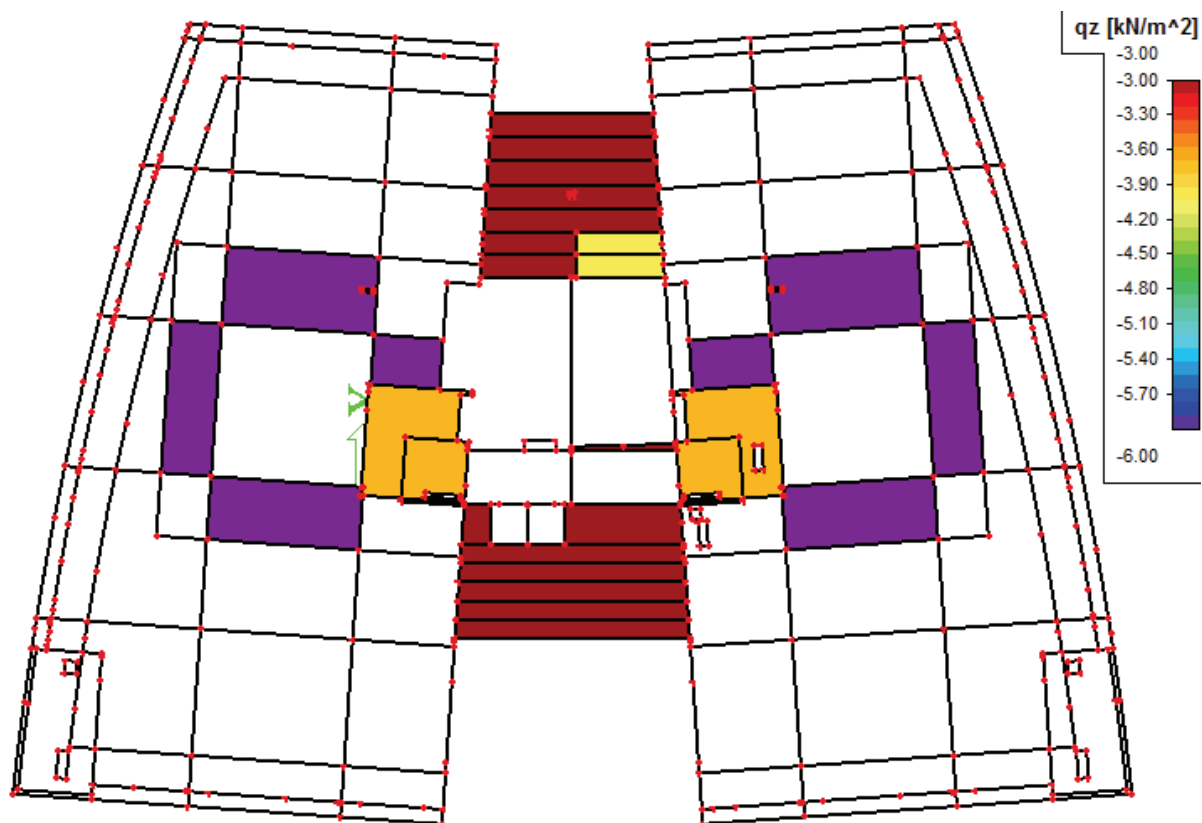
LC11 – 3.NP – užitné – plné



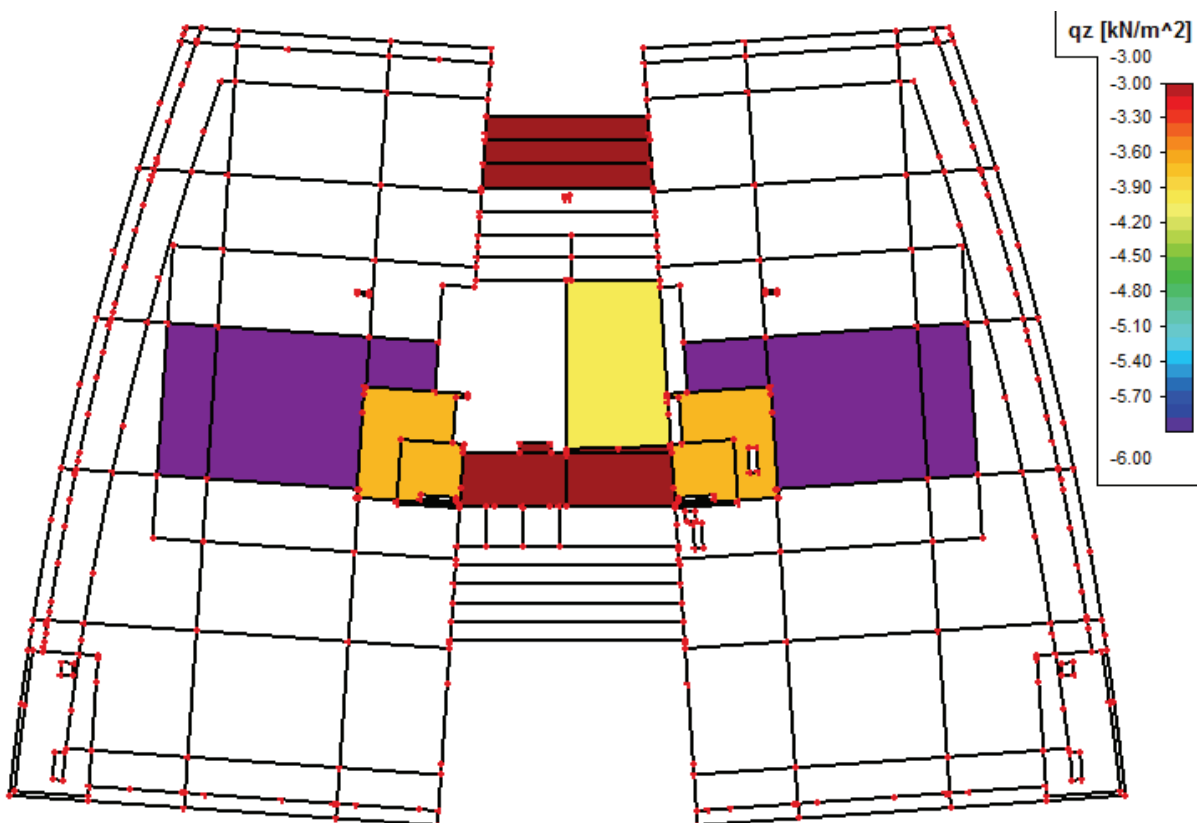
LC12 – 3.NP – užitné – ŠACH 1



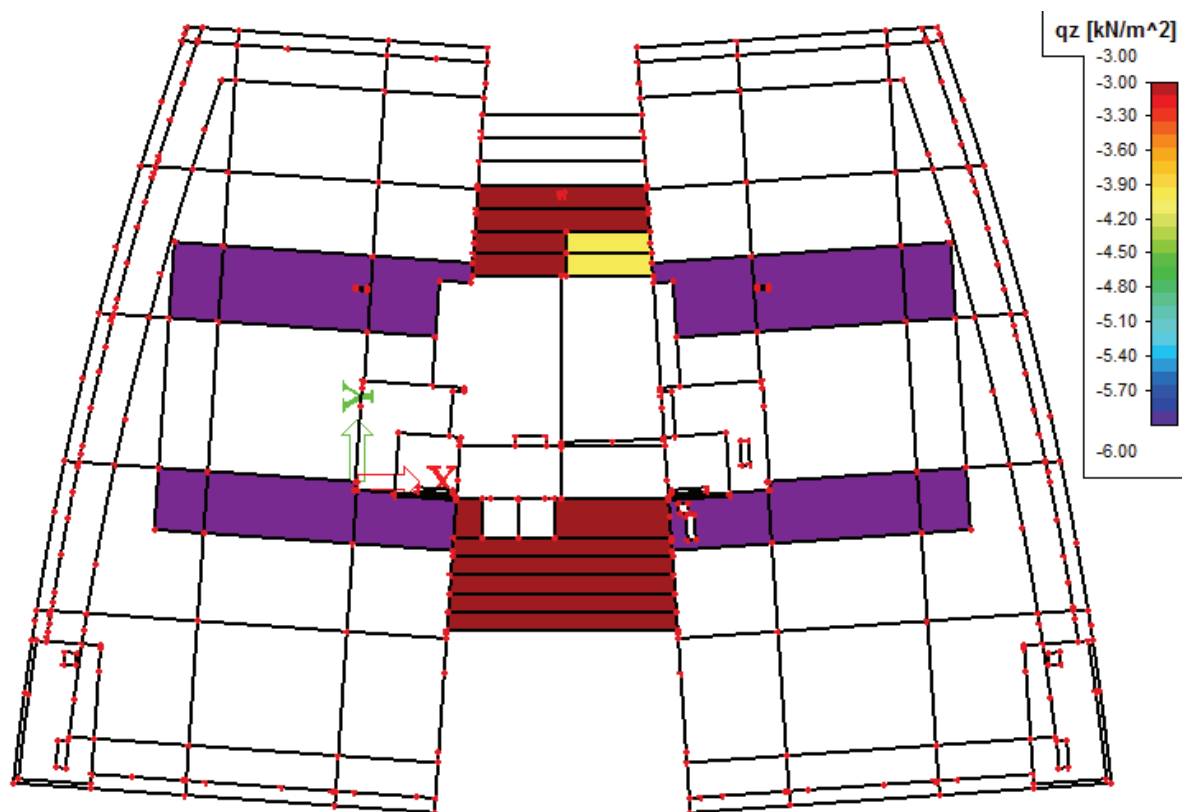
LC13 – 3.NP – užitné – ŠACH 2



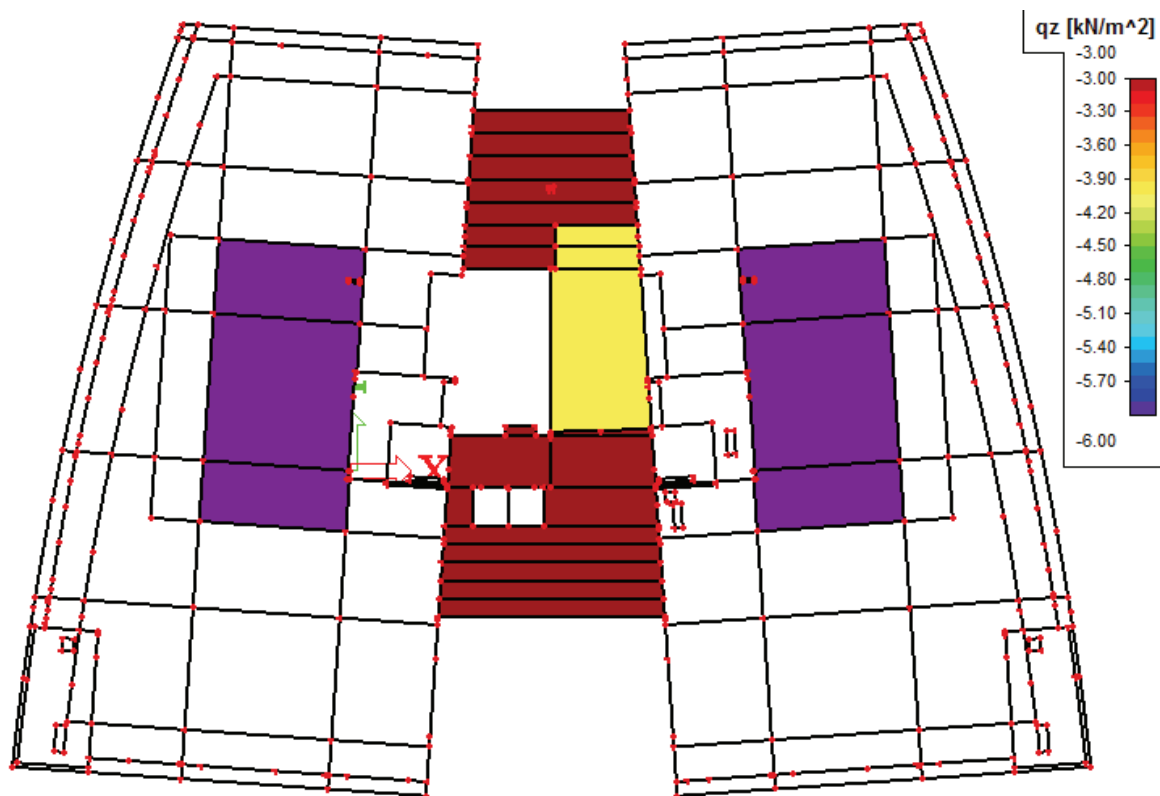
LC14 – 3.NP – užitné – ŠACH 3



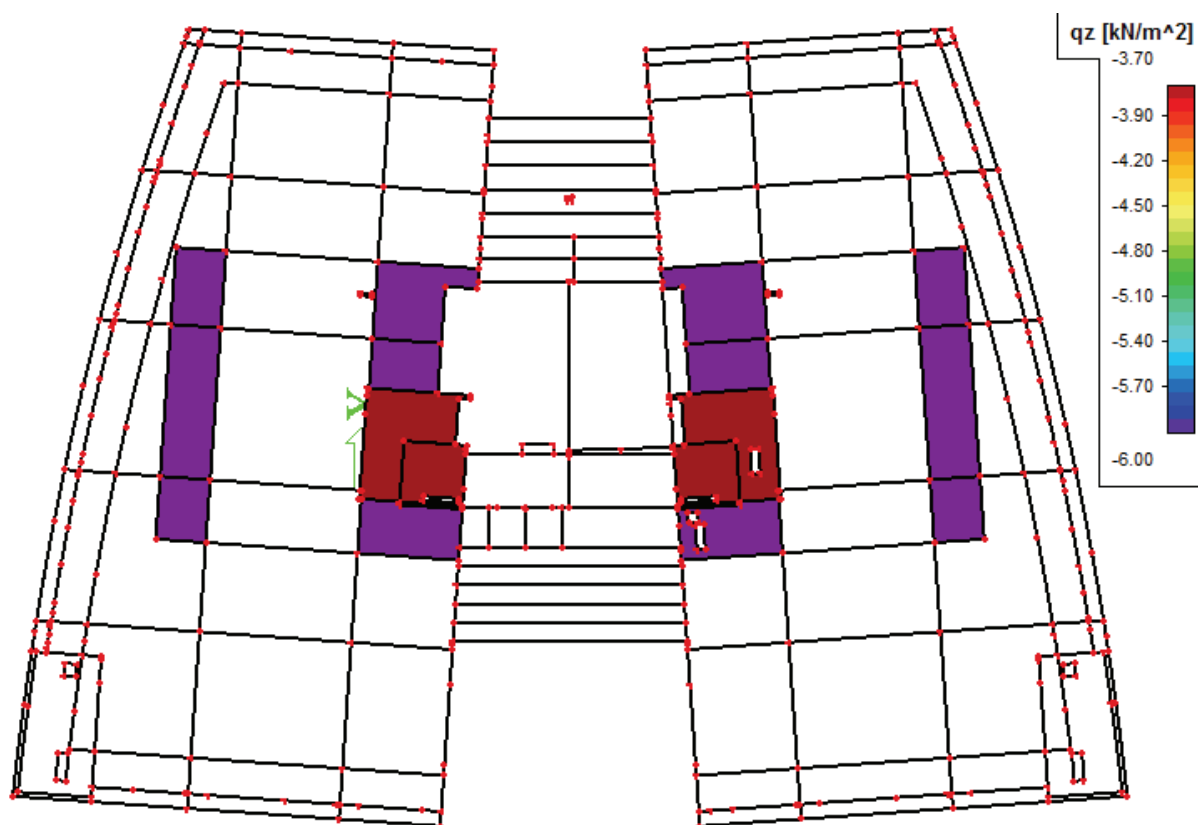
LC15 – 3.NP – užitné – ŠACH 4



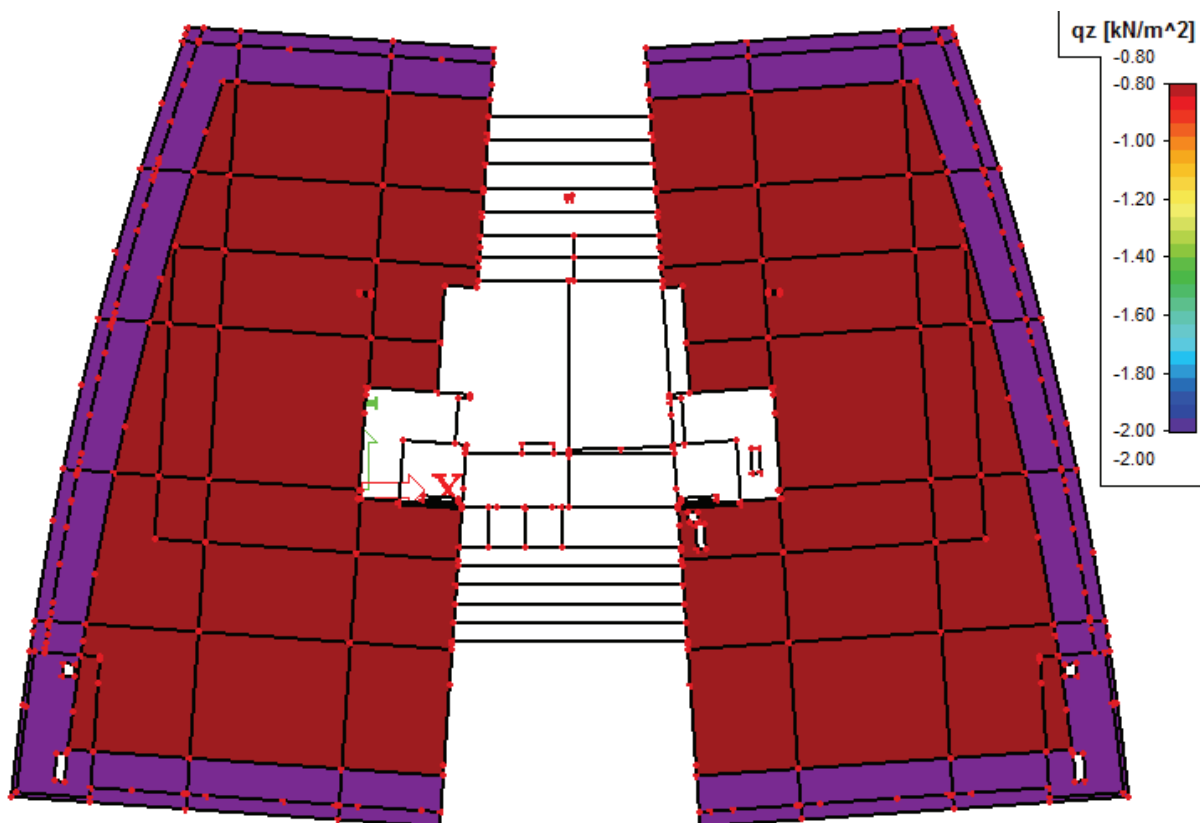
LC16 – 3.NP – užitné – ŠACH 5



LC17 – 3.NP – užitné – ŠACH 6

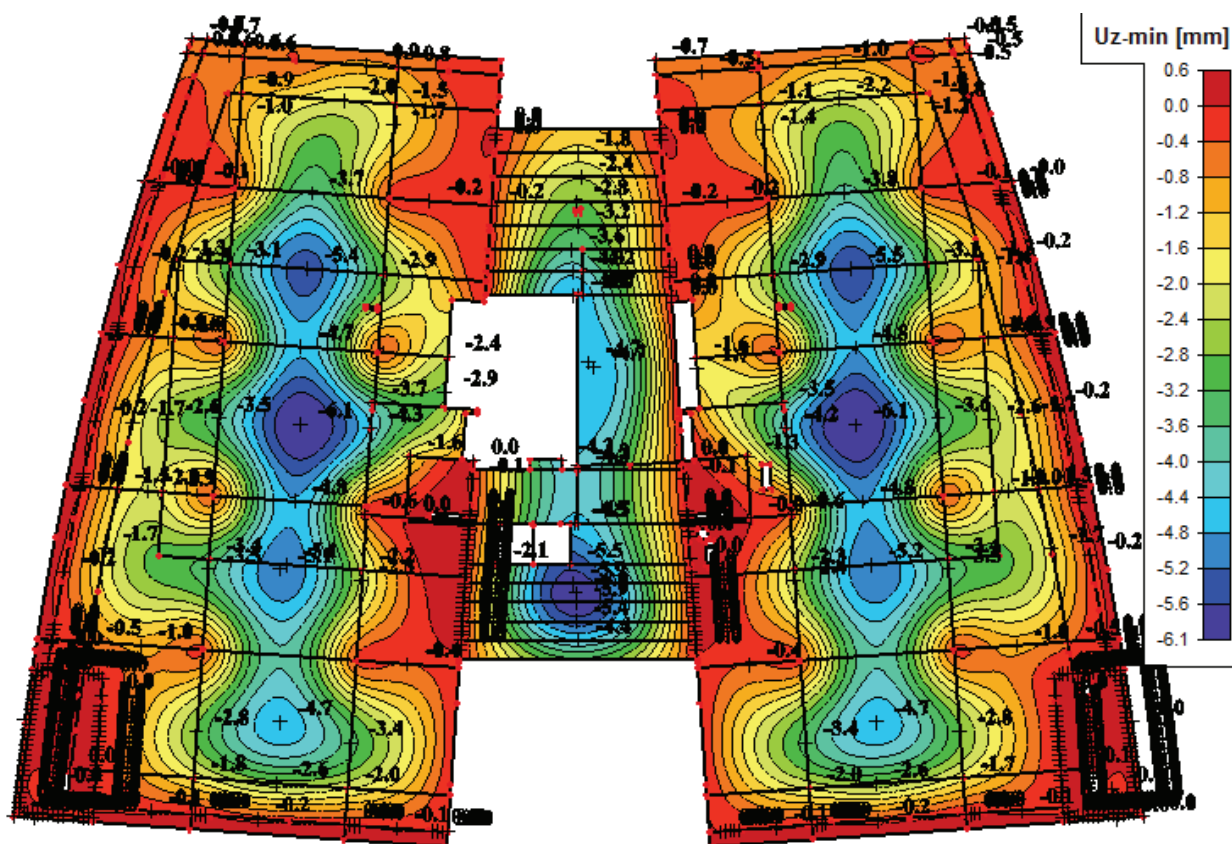


LC18 – 3.NP – sníh

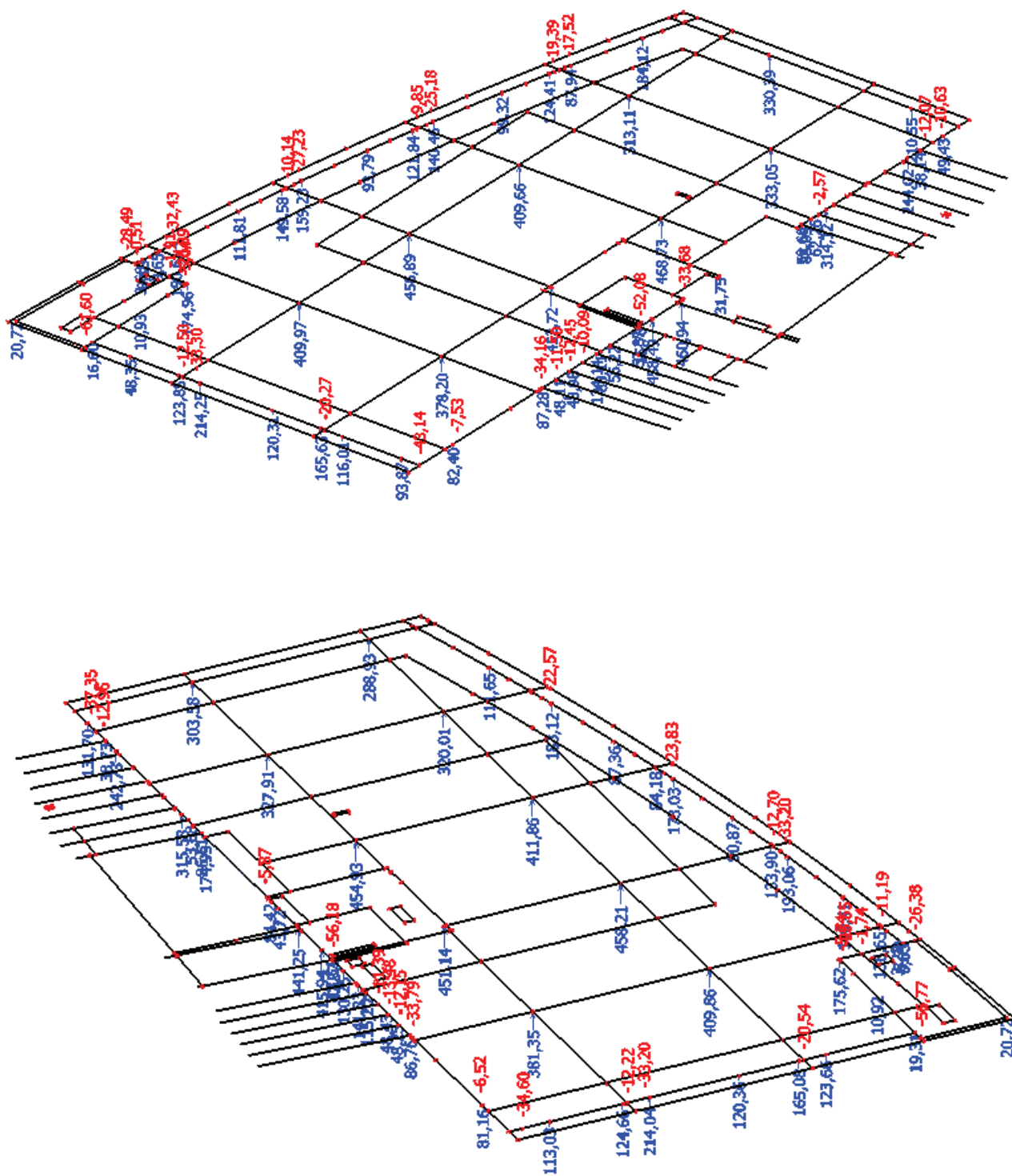


#### 4.2.2.1 DÍLČÍ VÝSLEDKY

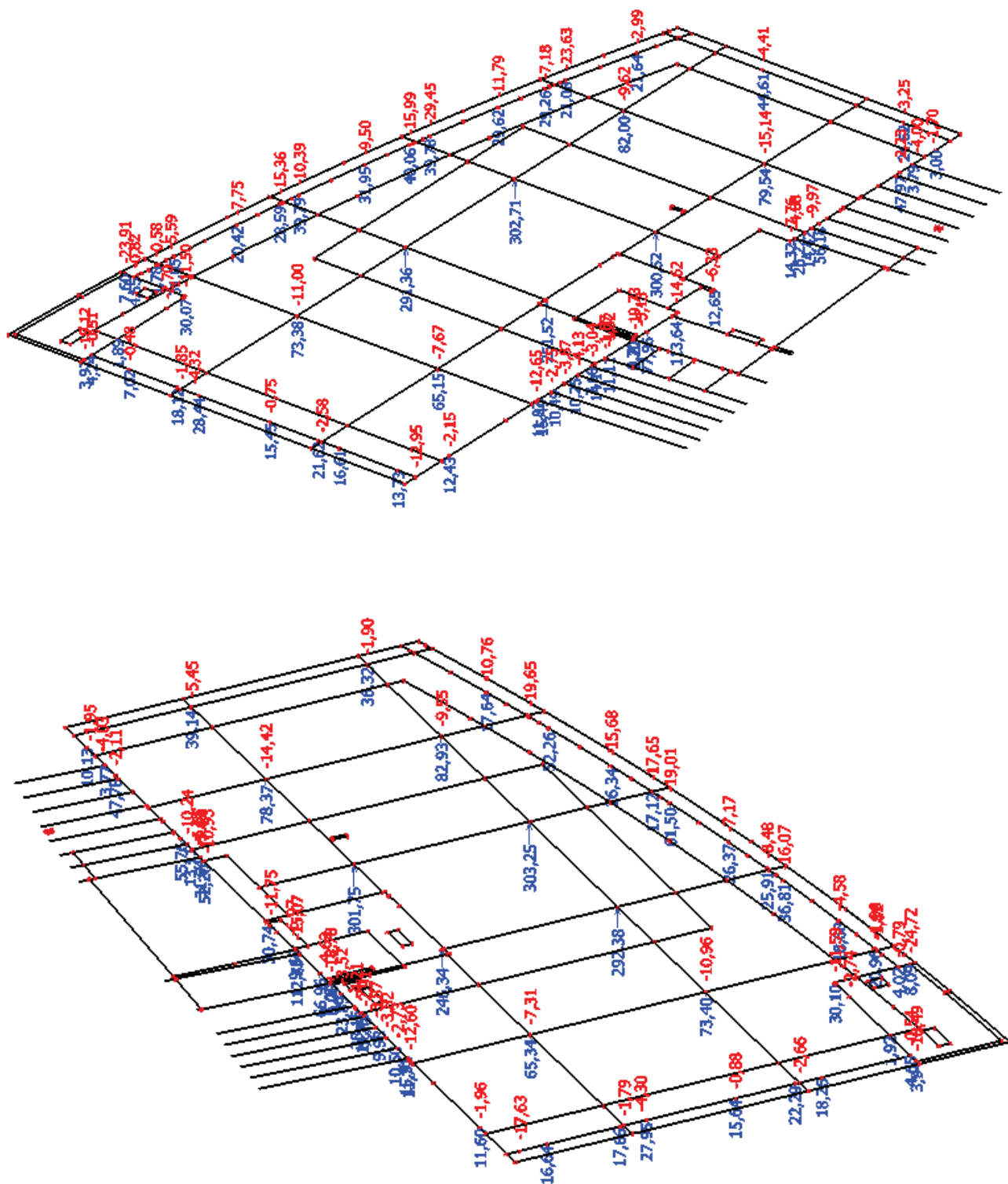
- Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]
- Kvazistálá kombinace



- Reakce od stálého zatížení -  $R_{z,g,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_G = 1,0$ )

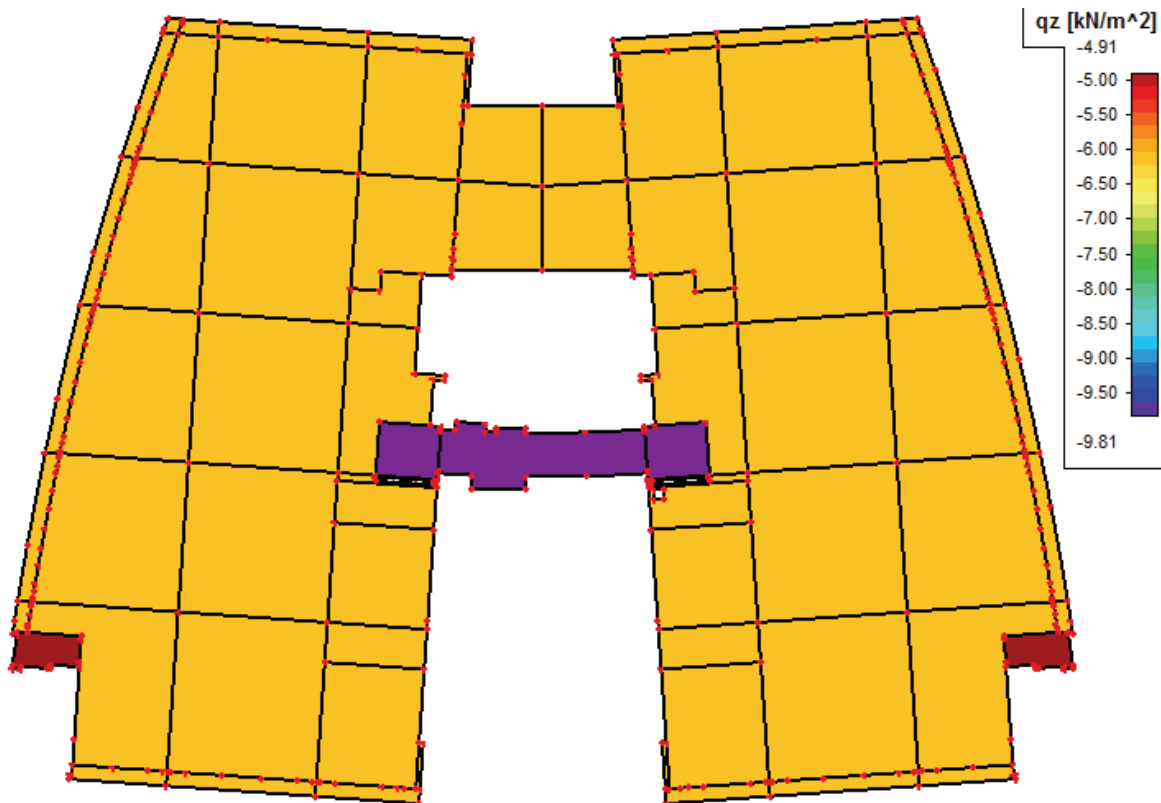


- Reakce od užitého zatížení -  $R_{z,q,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_Q = \psi_0 = 1,0$ )

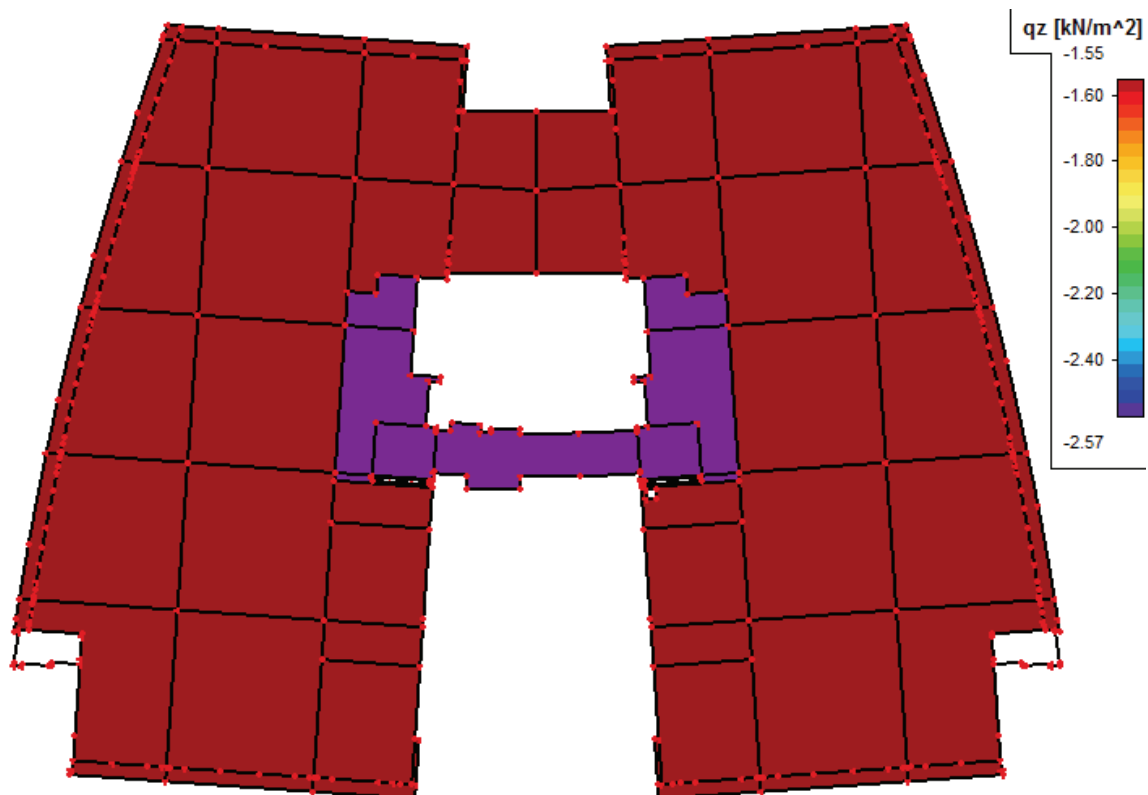


### 4.2.3 STROPNÍ DESKA NAD 2.NP

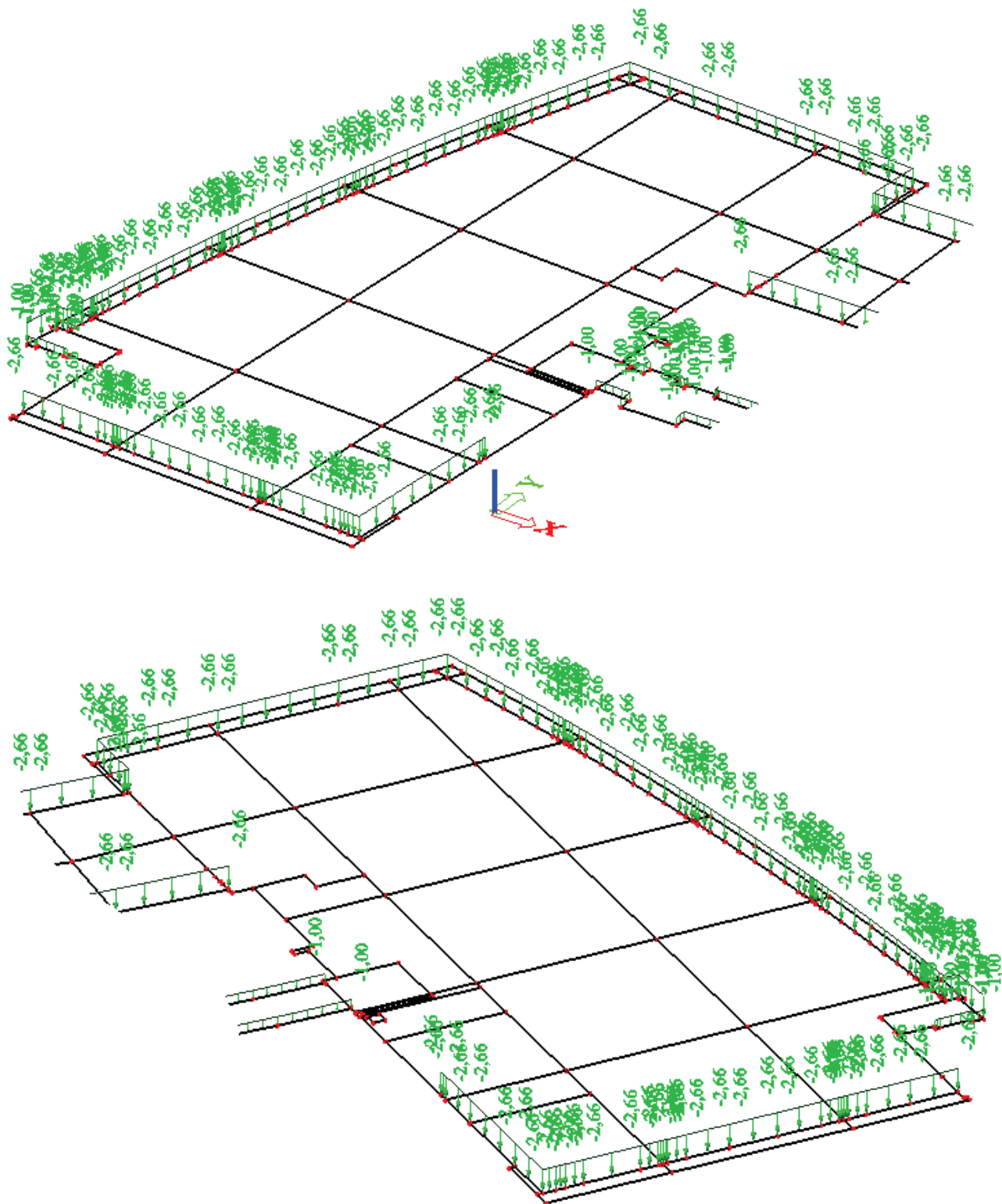
LC1 – vlastní tíha



LC19 – 2.NP – podlaha + podhled



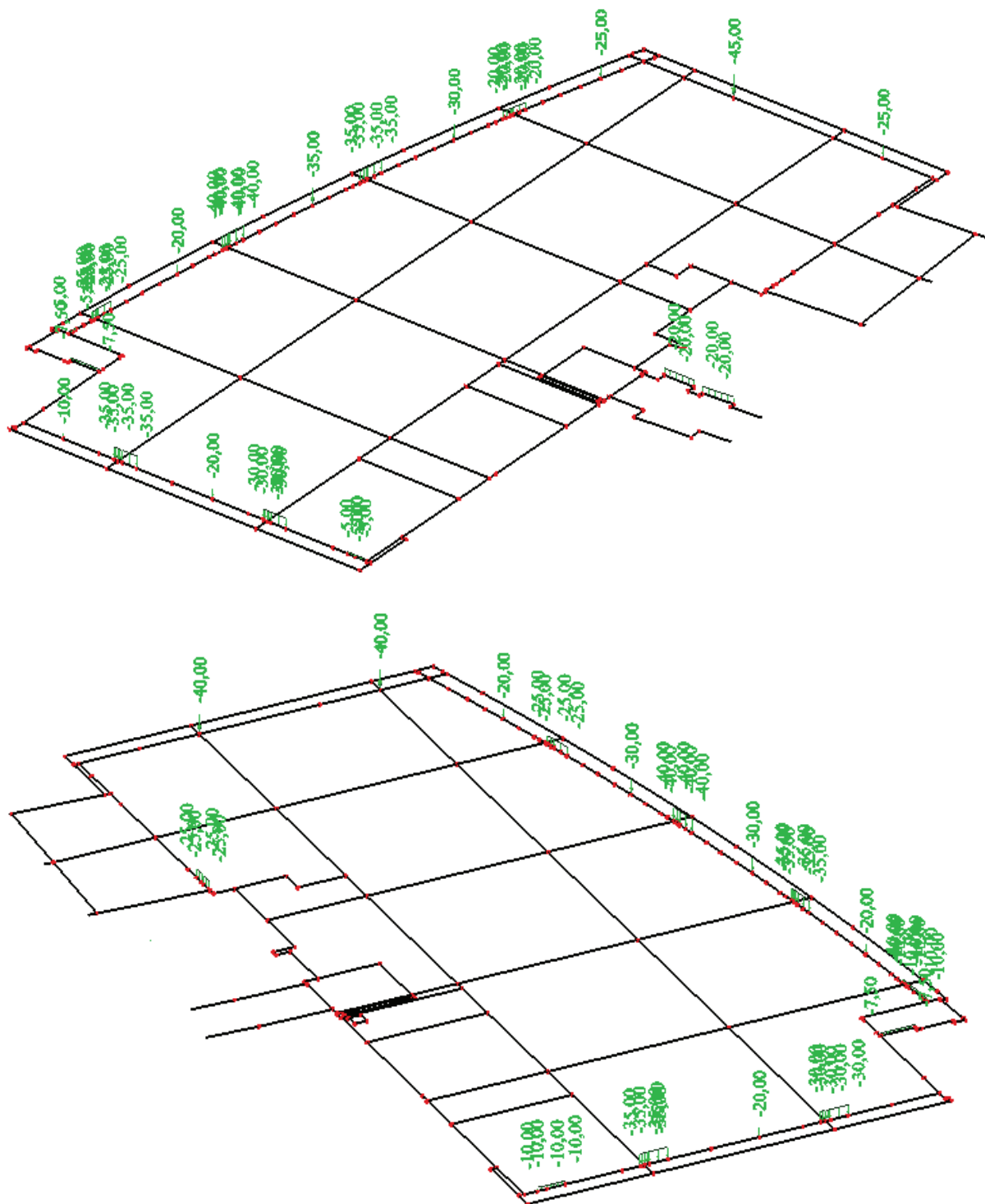
LC20 – 2.NP – fasáda, zábradlí



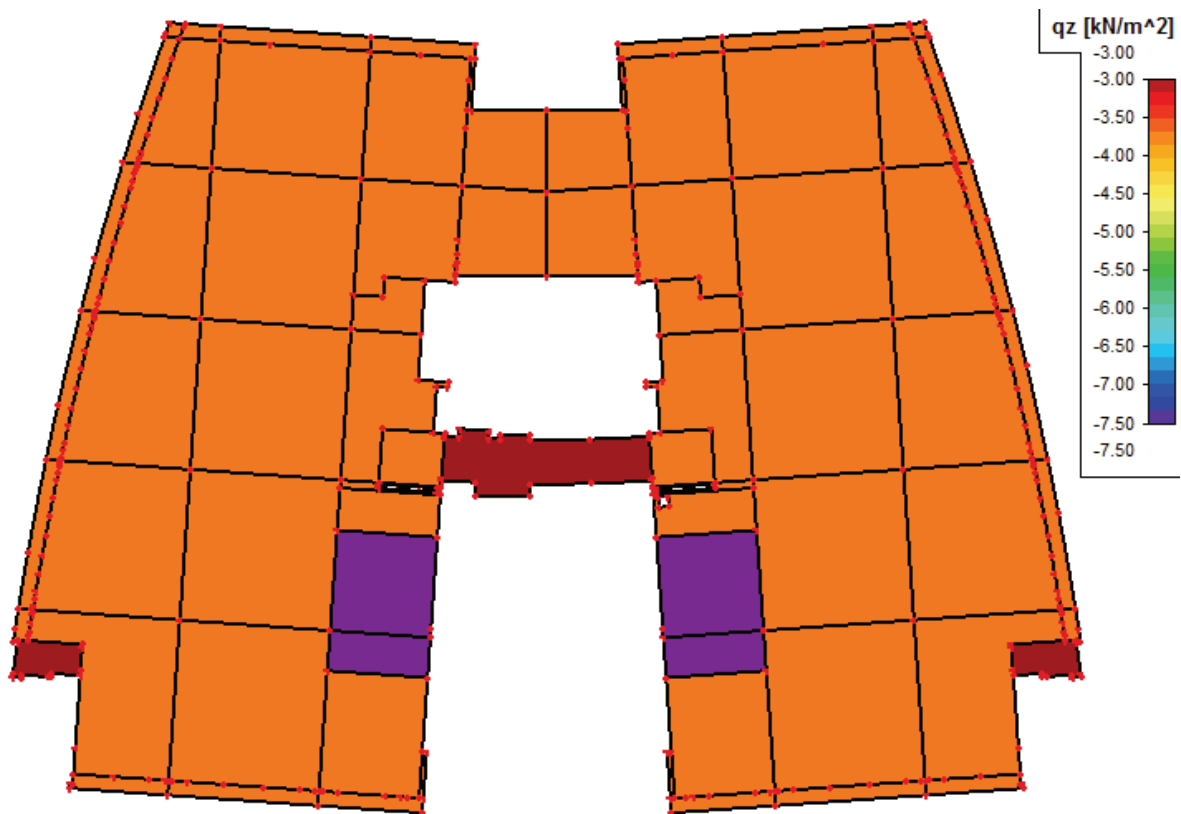


LC24 – 2.NP – přitížení 3.NP, schodiště – proměnné

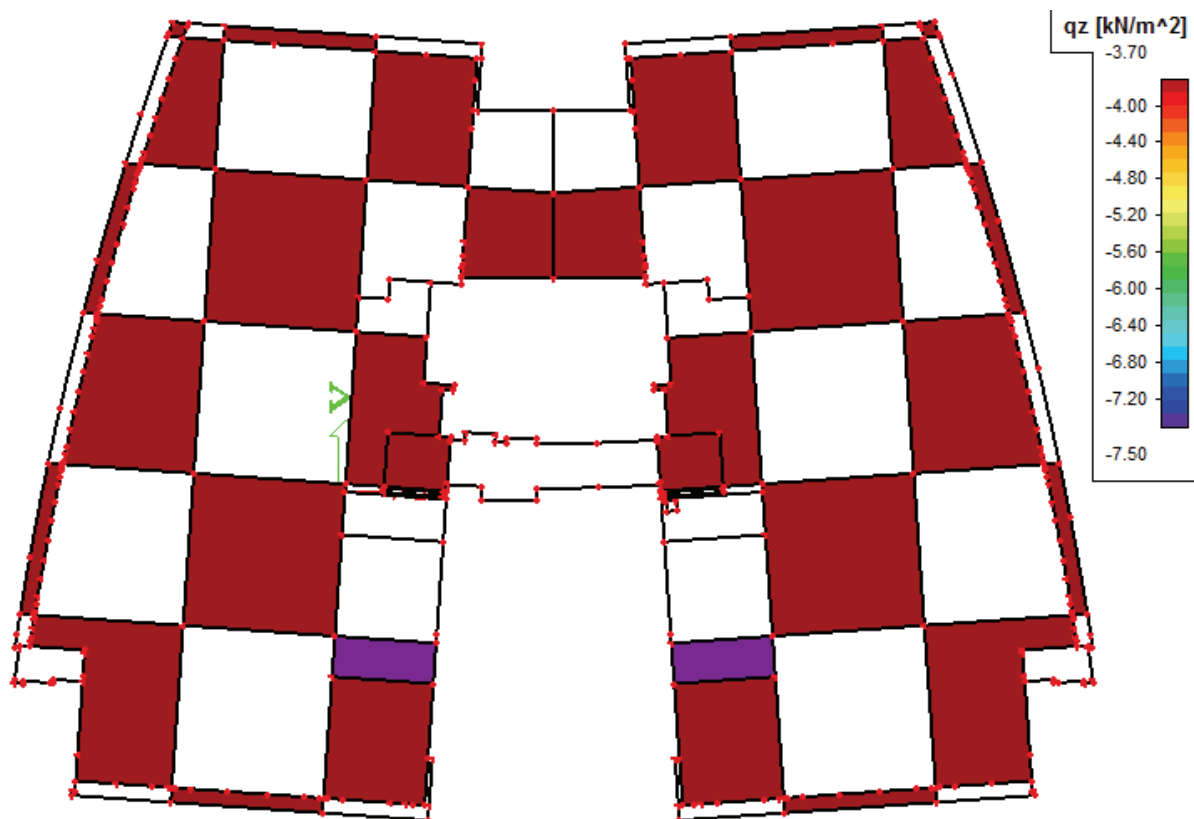
- Pro přehlednost zobrazeno přitížení, které přitěžuje pouze stropní desku (ve výpočtovém modelu byl tento zatěžovací stav rozdělen na dva, LC23 celkové přitížení vč. podpor a LC24 - přitížení pouze na stropní desku). Celkové přitížení bylo použito pro výpočet podporových reakcí a účinků zatížení na svislé nosné konstrukce.



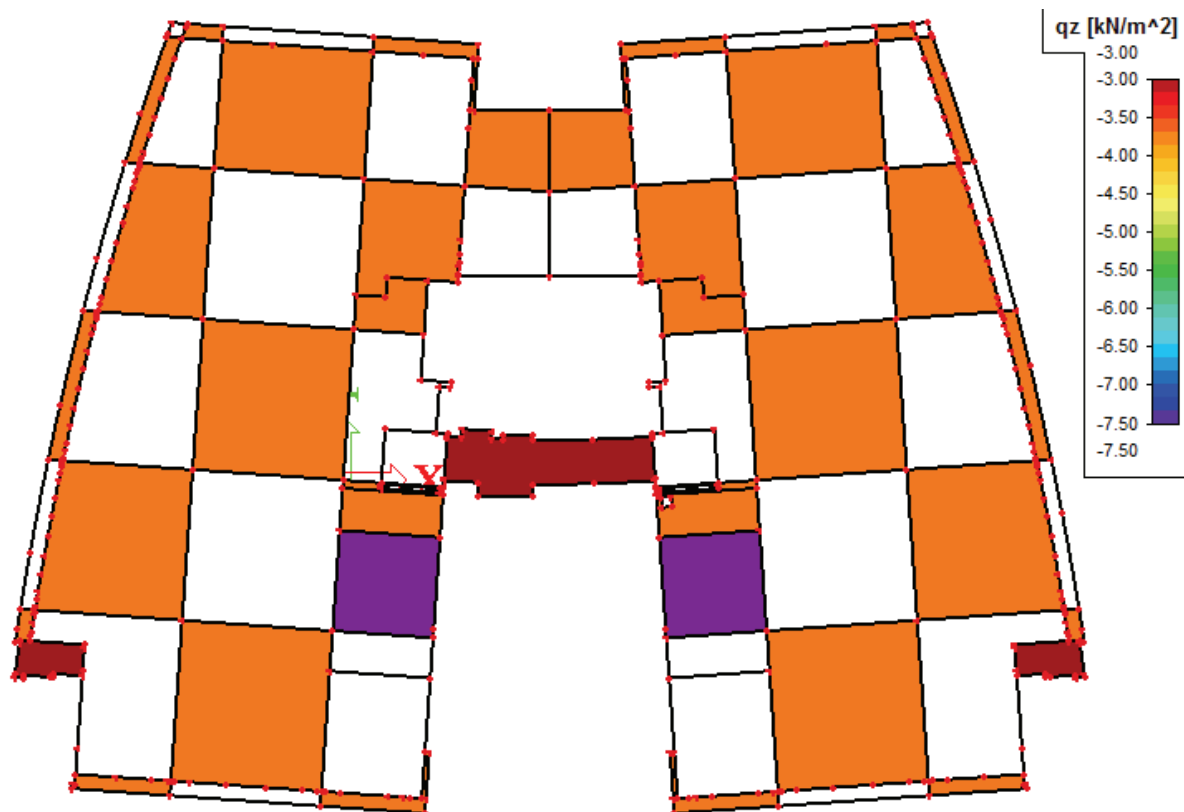
LC25 – 2.NP – užitné – plné



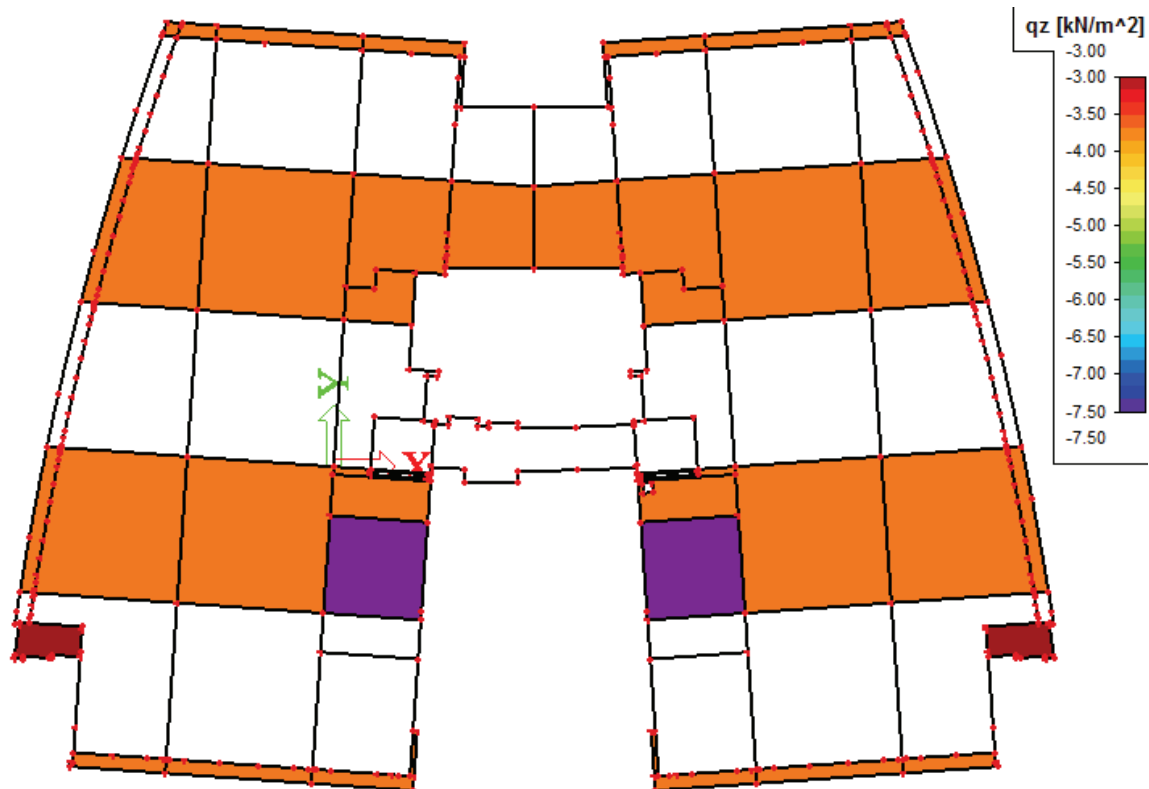
LC26 – 2.NP – užitné – ŠACH 1



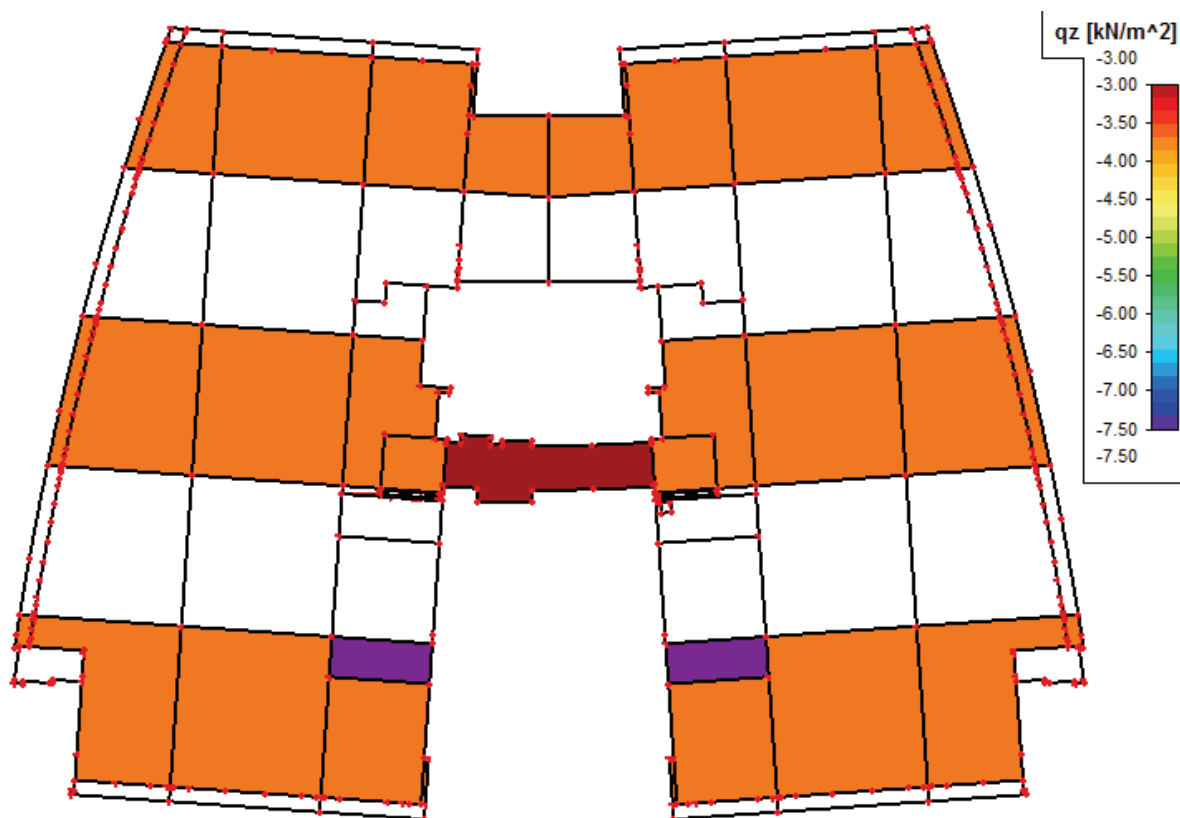
LC27 – 2.NP – užitné – ŠACH 2



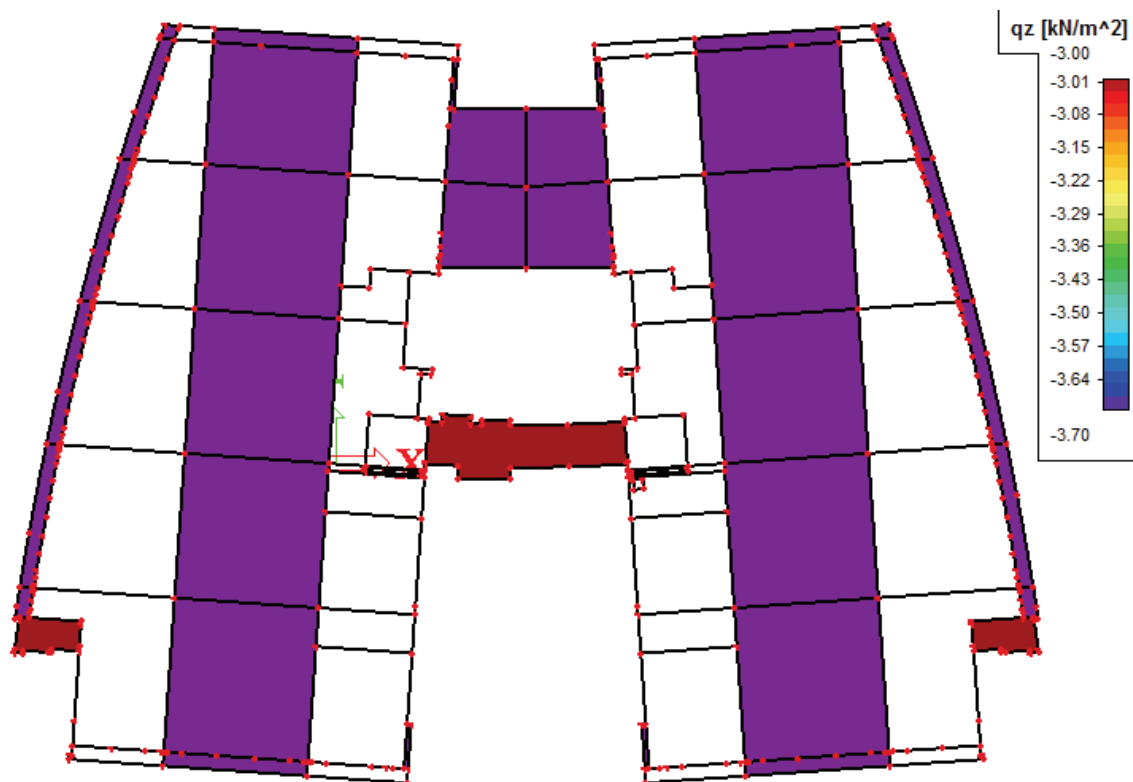
LC28 – 2.NP – užitné – ŠACH 3



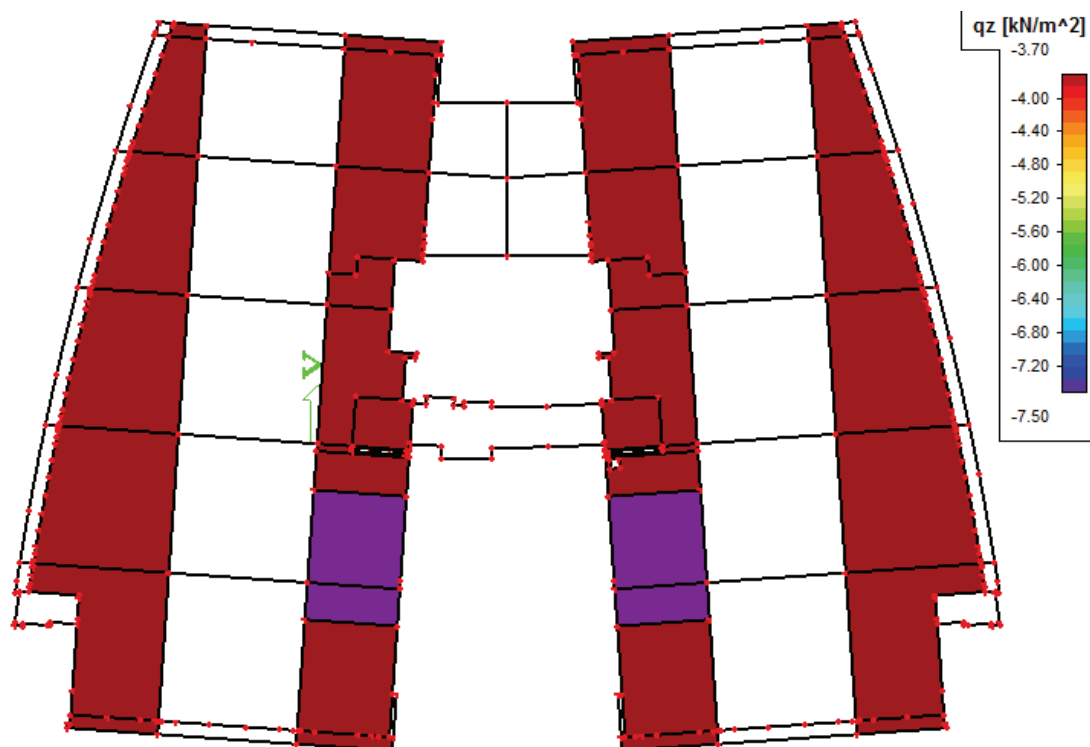
LC29 – 2.NP – užitné – ŠACH 4



LC30 – 2.NP – užitné – ŠACH 5

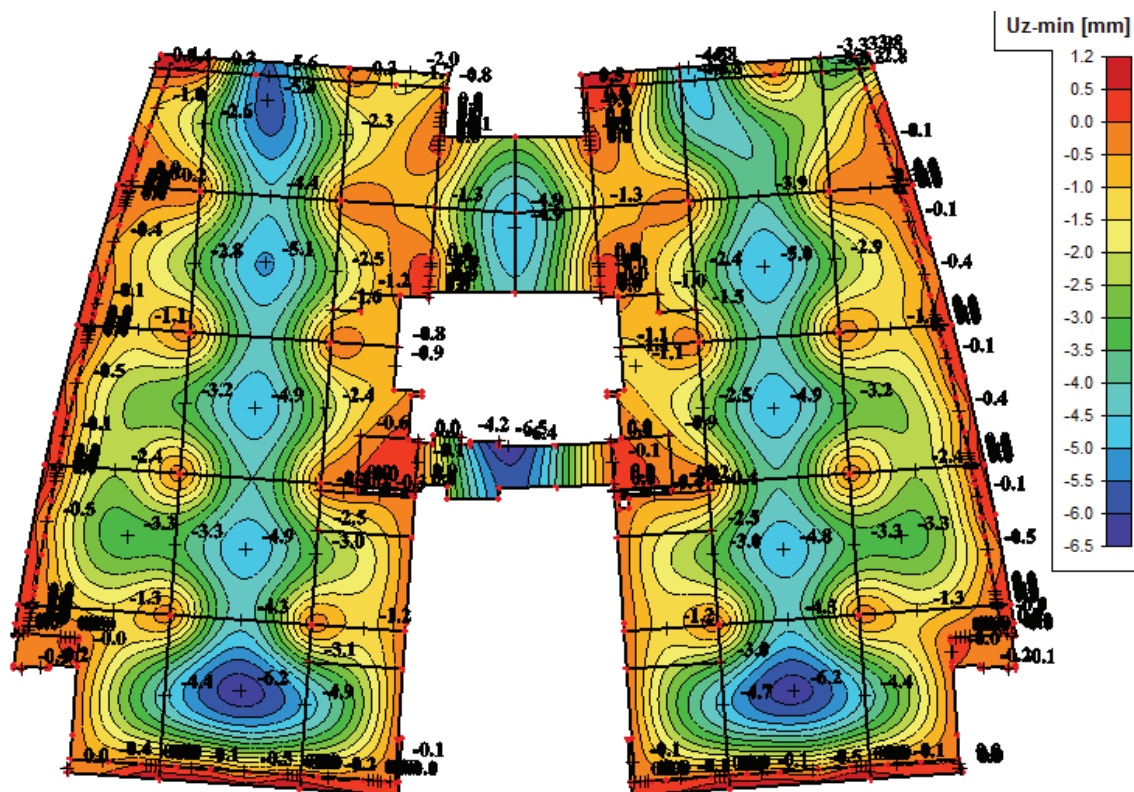


LC31 – 2.NP – užitné – ŠACH 6

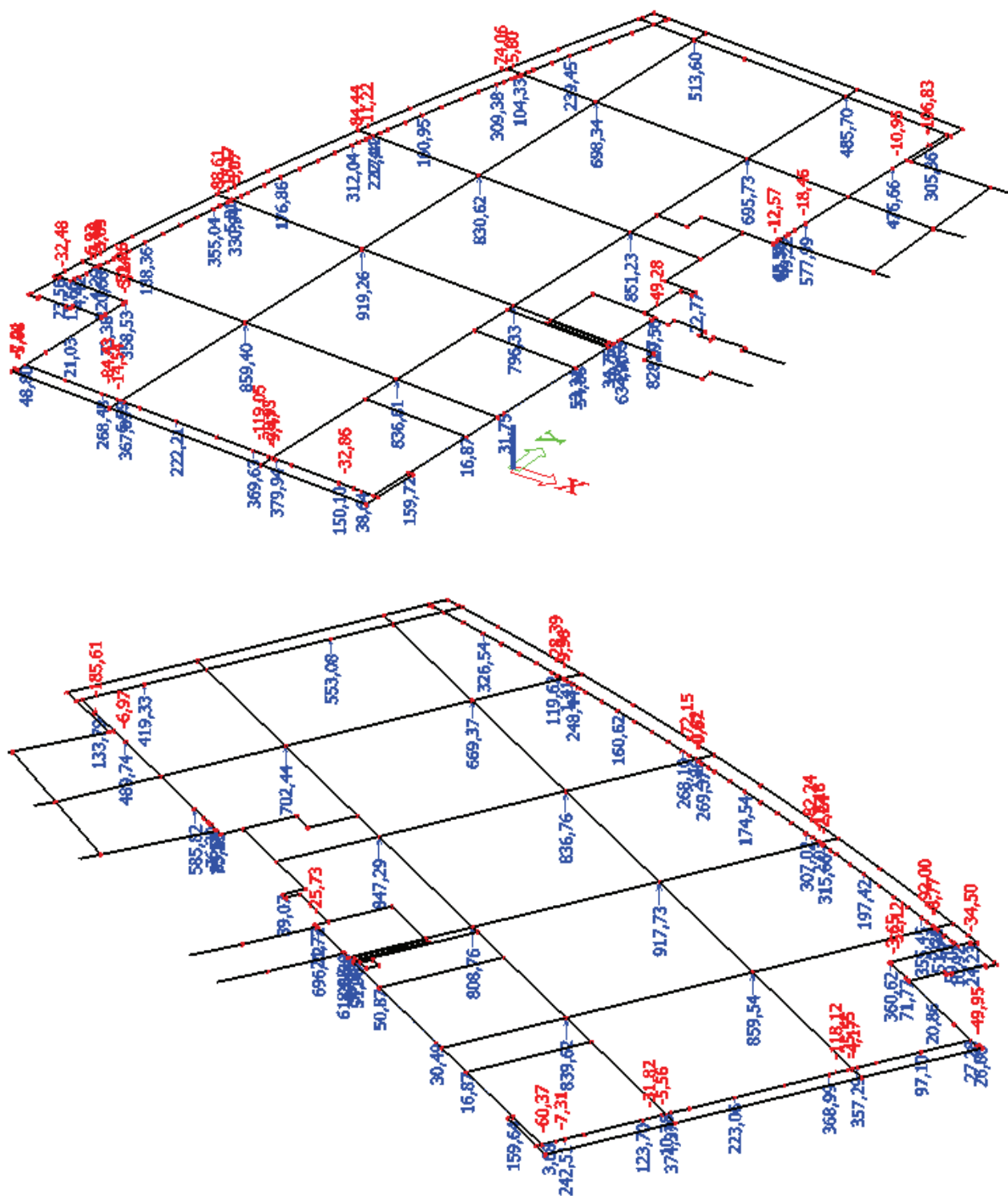


4.2.3.1 DÍLČÍ VÝSLEDKY

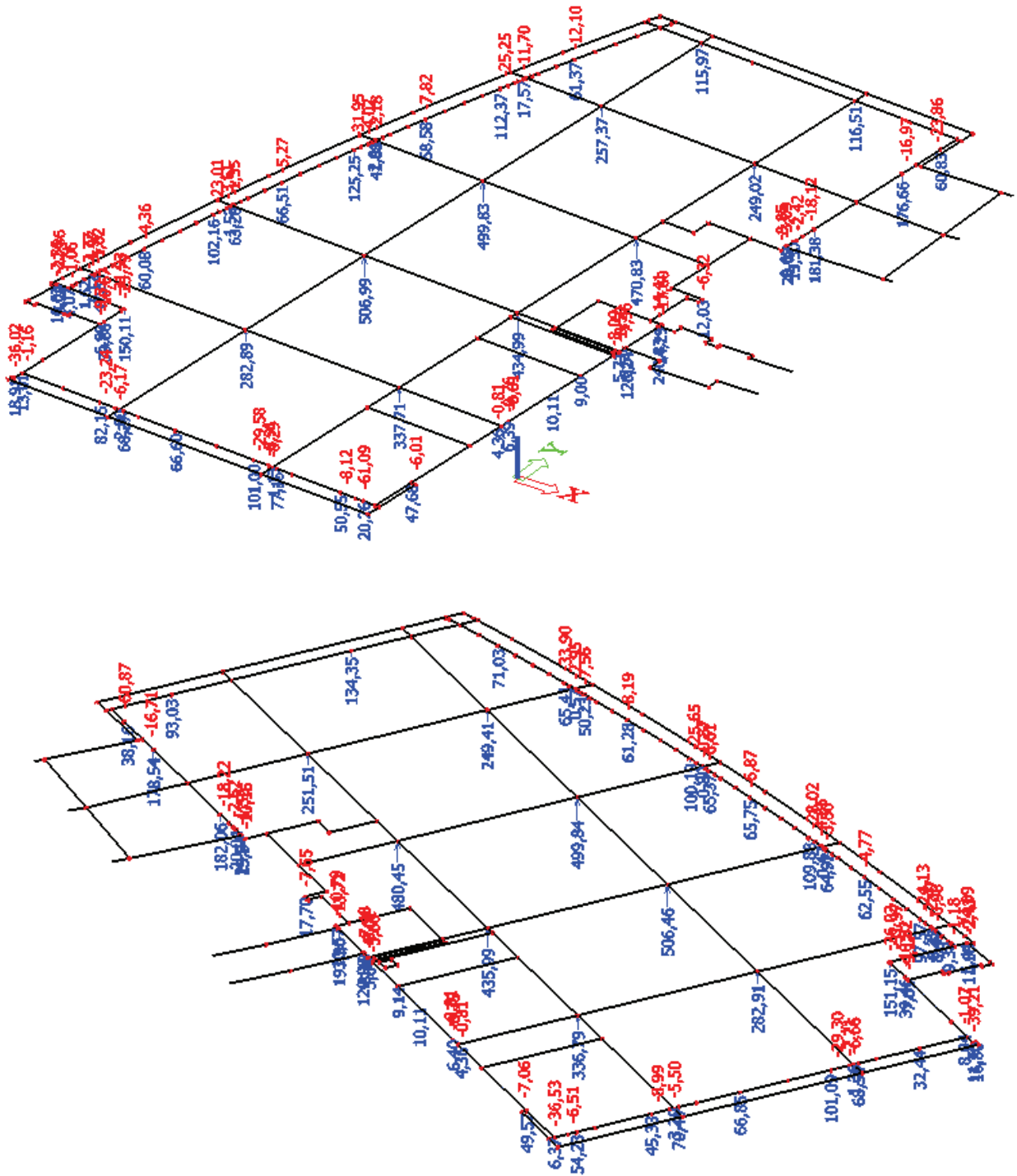
- Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]
- Kvazistálá kombinace



- Reakce od stálého zatížení -  $R_{z,g,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_G = 1,0$ )

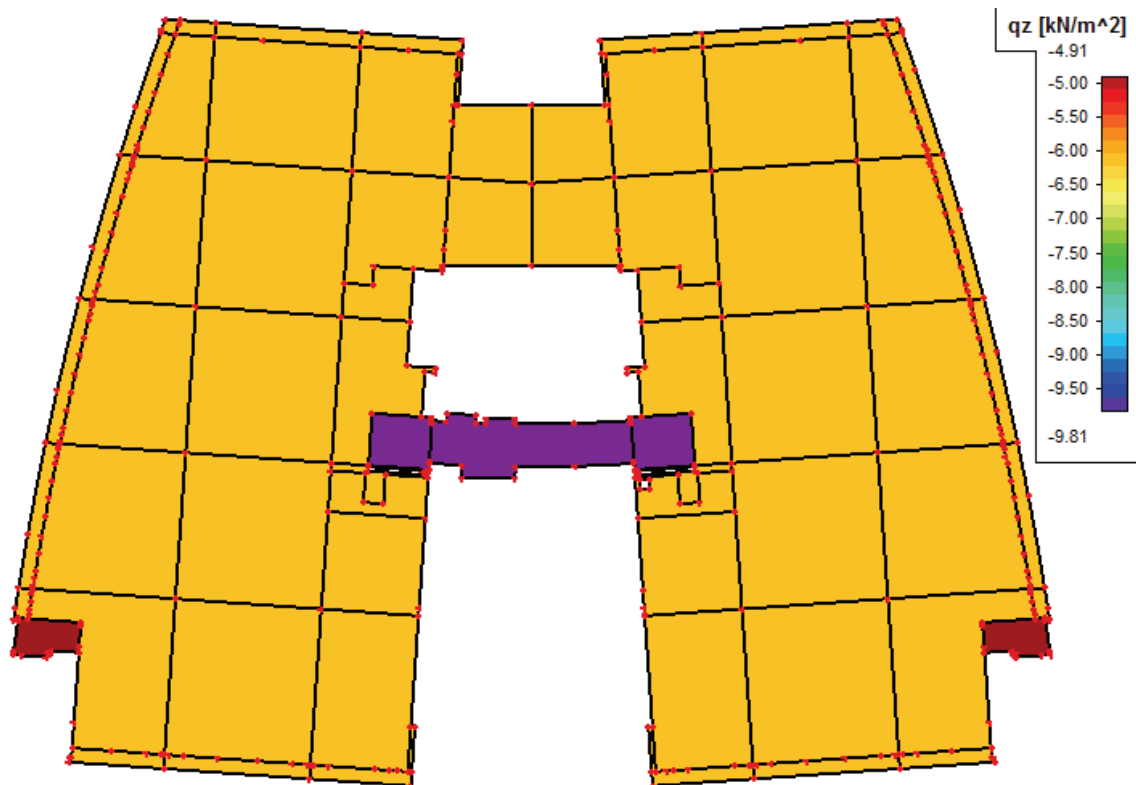


- Reakce od užitého zatížení -  $R_{z,q,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_Q = \psi_0 = 1,0$ )

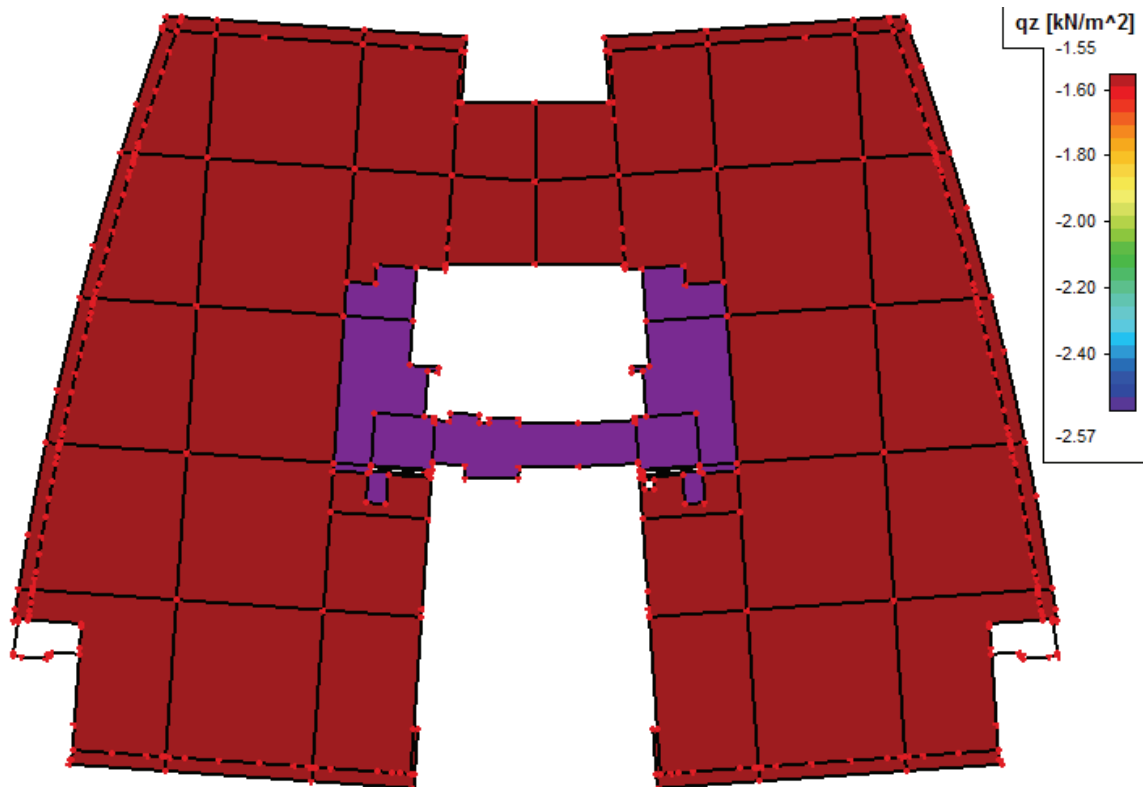


#### 4.2.4 STROPNÍ DESKA NAD 1.NP

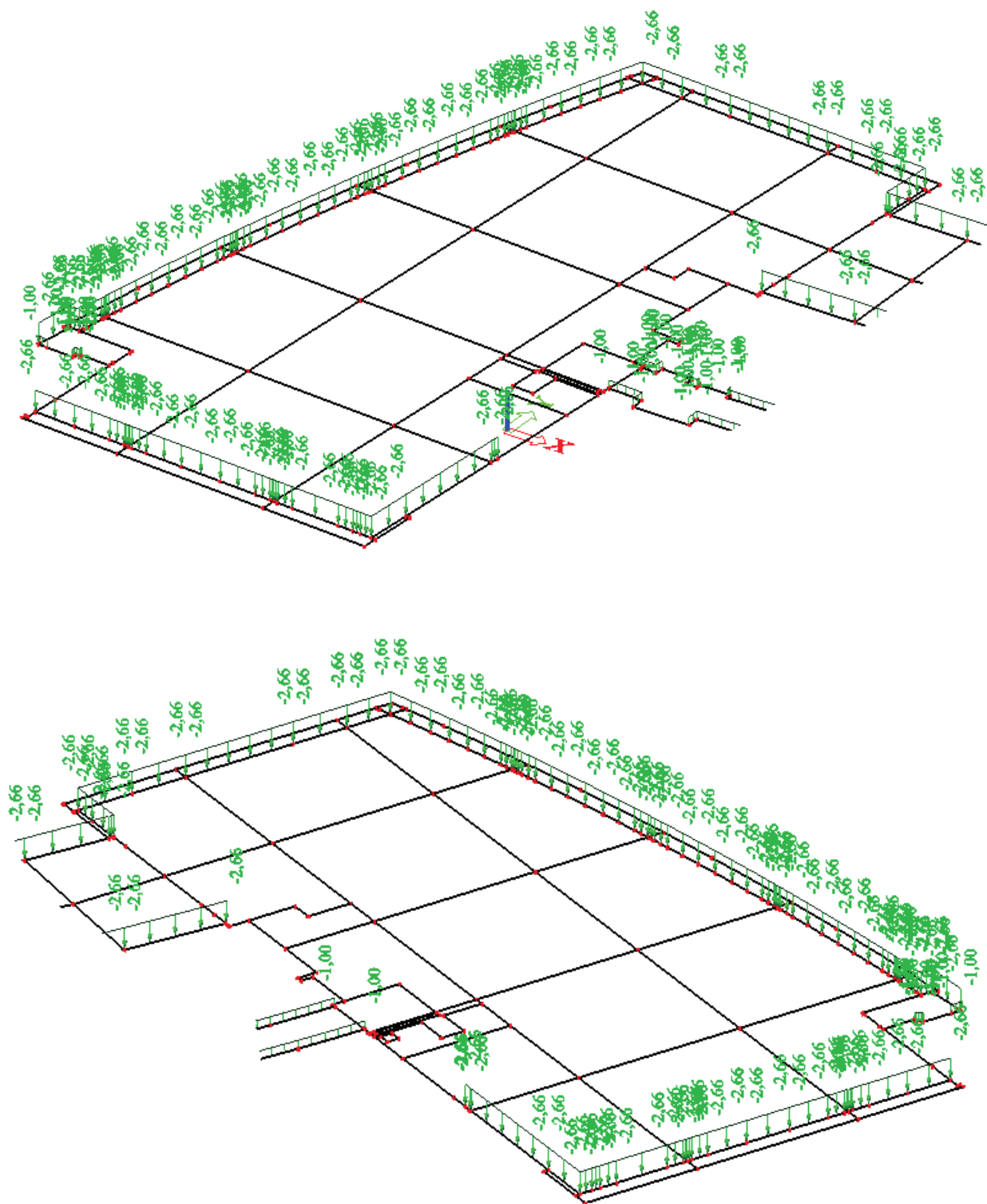
LC1 – vlastní tíha



LC32 – 1.NP – podlaha + pohled



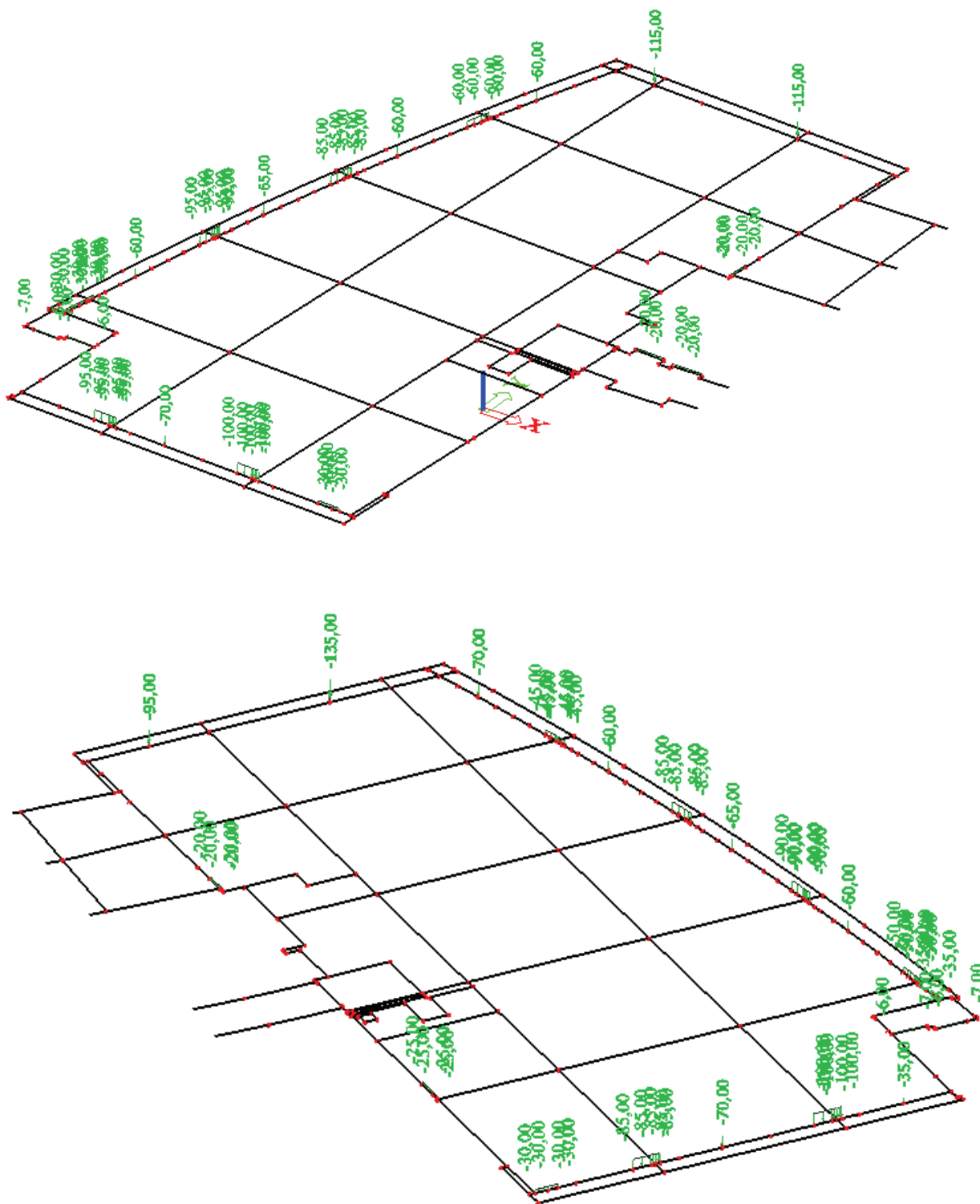
LC33 – 1.NP – fasáda, zábradlí



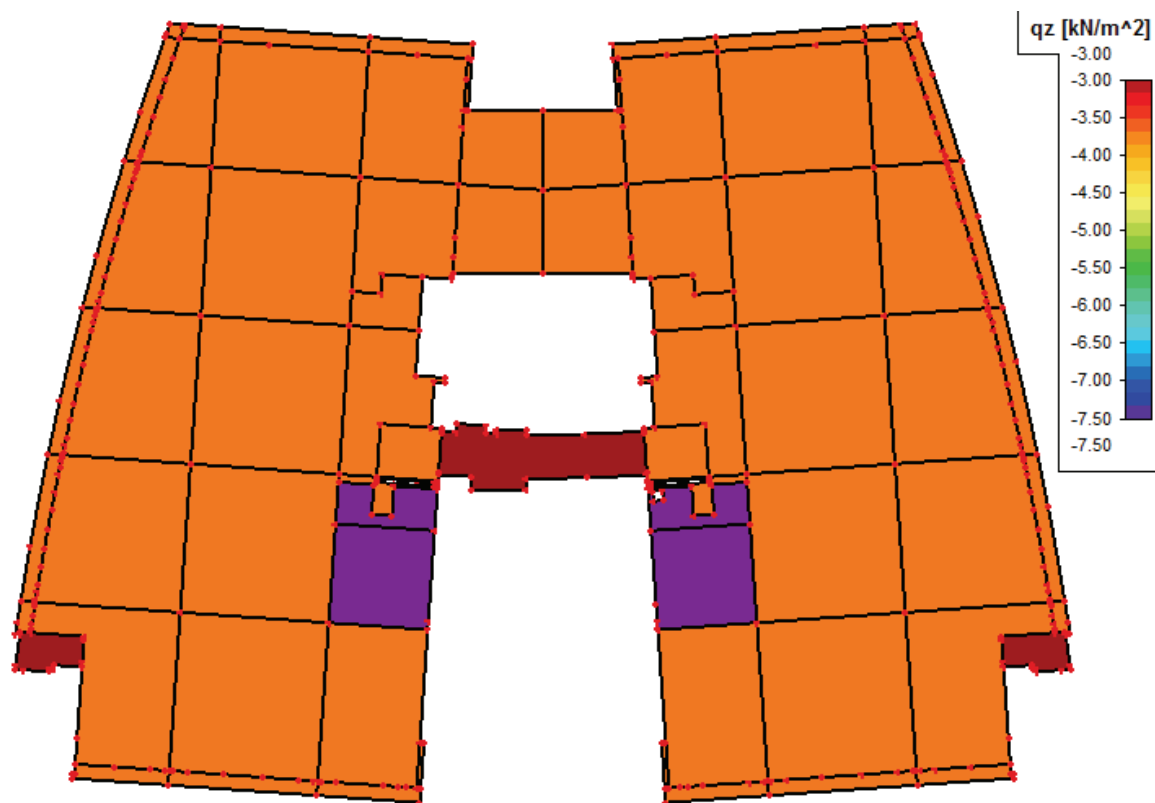


LC37 – 1.NP – přitížení 2.NP, schodiště – proměnné

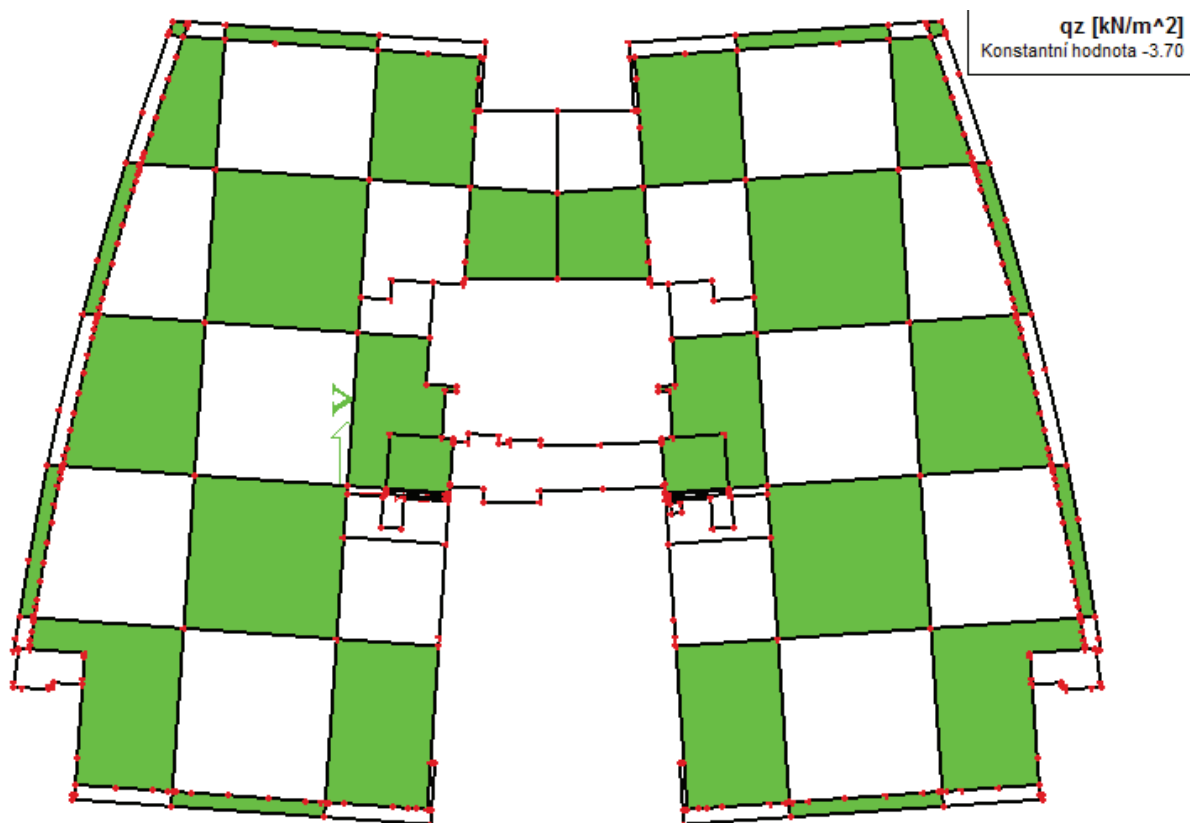
- Pro přehlednost zobrazeno přitížení, které přitěžuje pouze stropní desku (ve výpočtovém modelu byl tento zatěžovací stav rozdělen na dva, LC36 celkové přitížení vč. podpor a LC37 - přitížení pouze na stropní desku). Celkové přitížení bylo použito pro výpočet podporových reakcí a účinků zatížení na svislé nosné konstrukce.



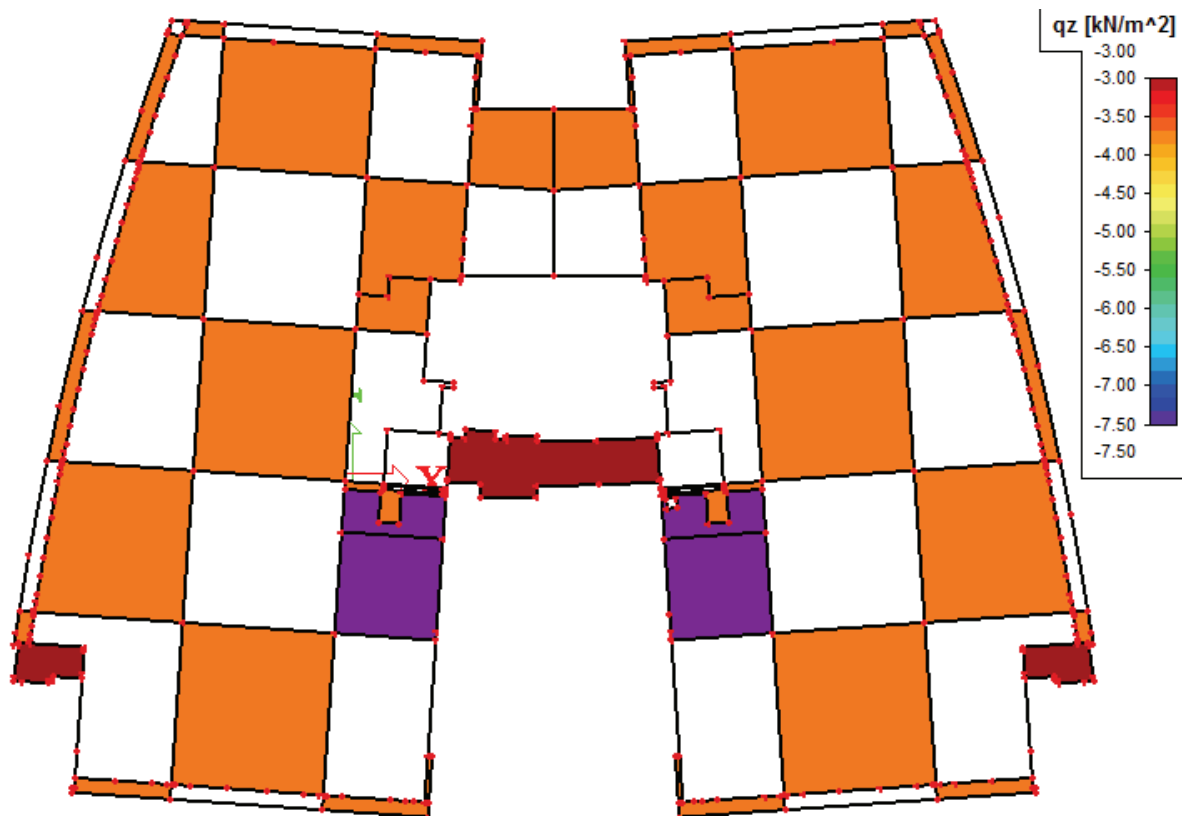
LC38 – 1.NP – užitné – plné



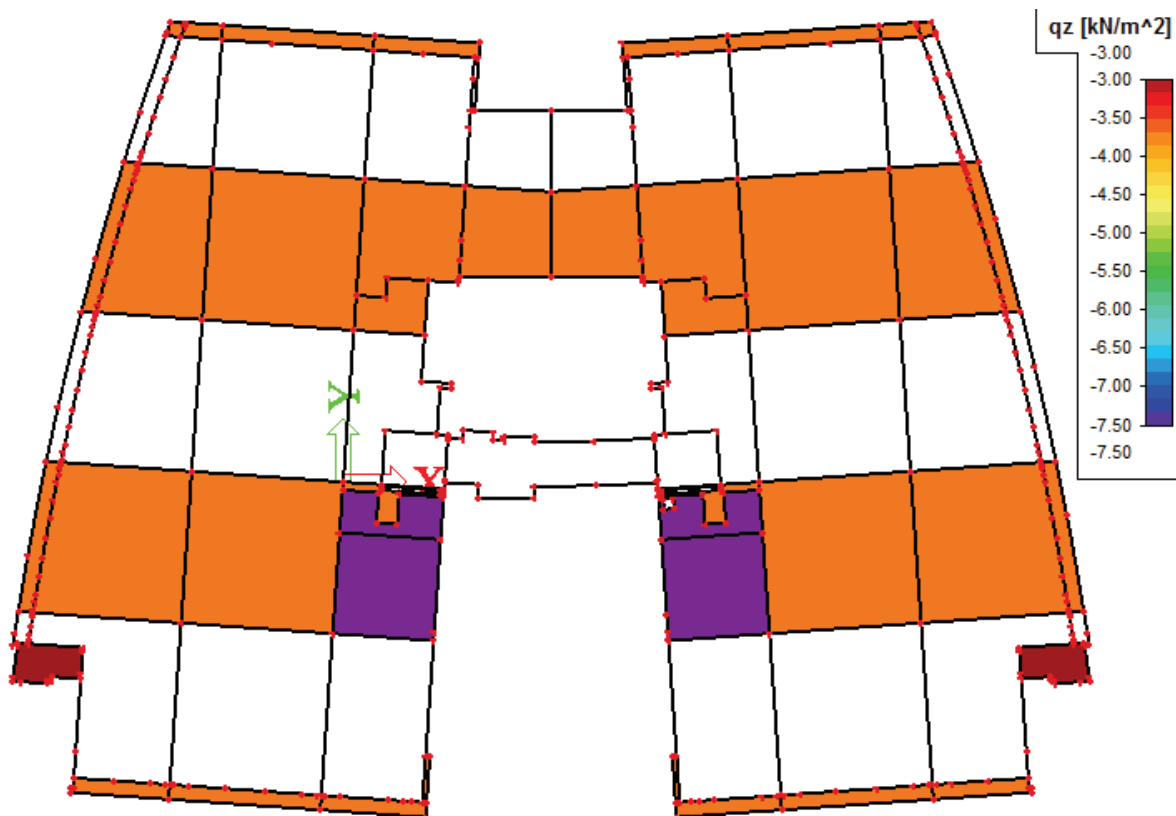
LC39 – 1.NP – užitné – ŠACH 1



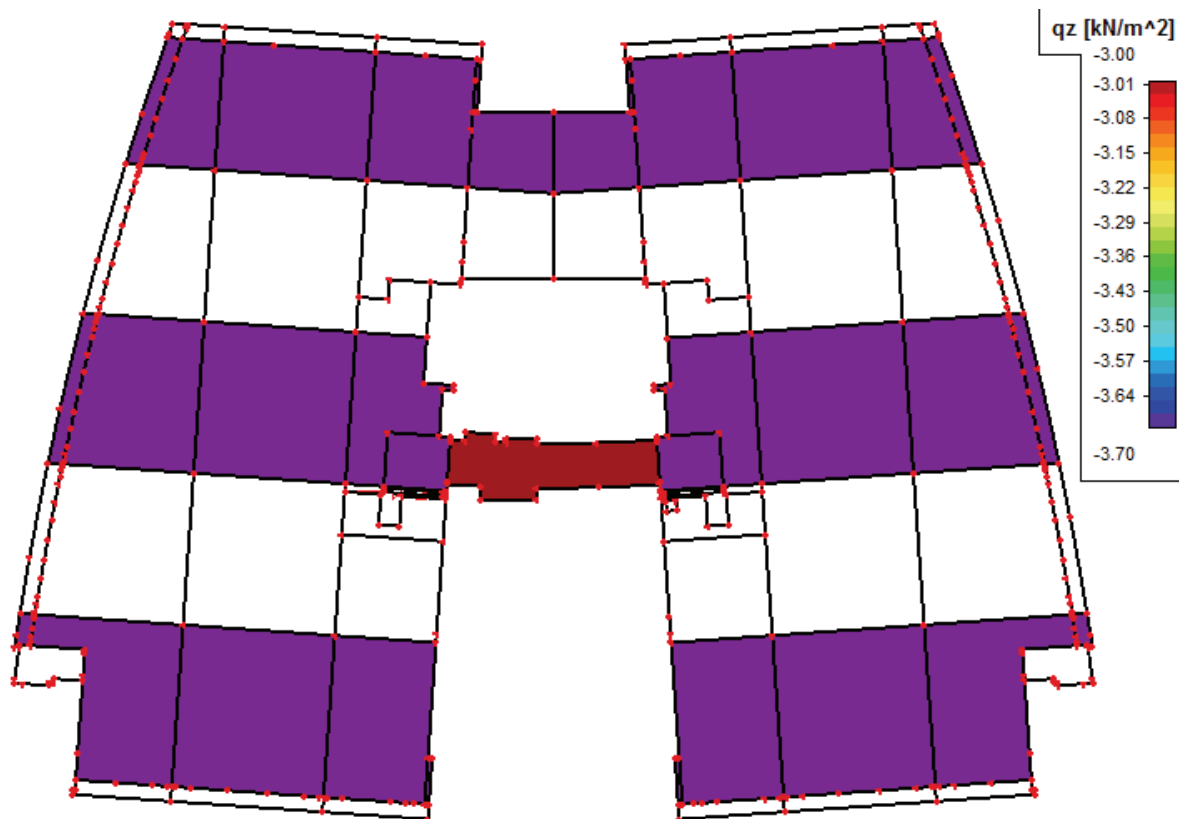
LC40 – 1.NP – užitné – ŠACH 2



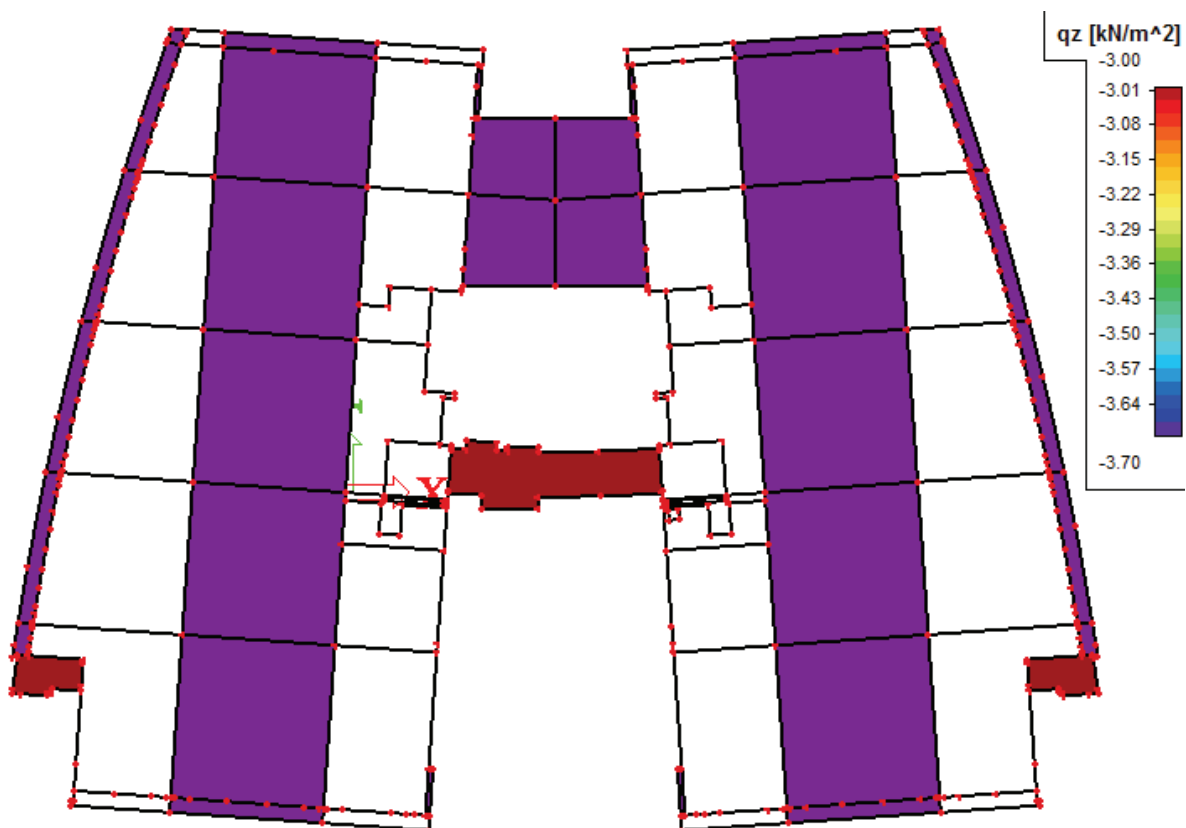
LC41 – 1.NP – užitné – ŠACH 3



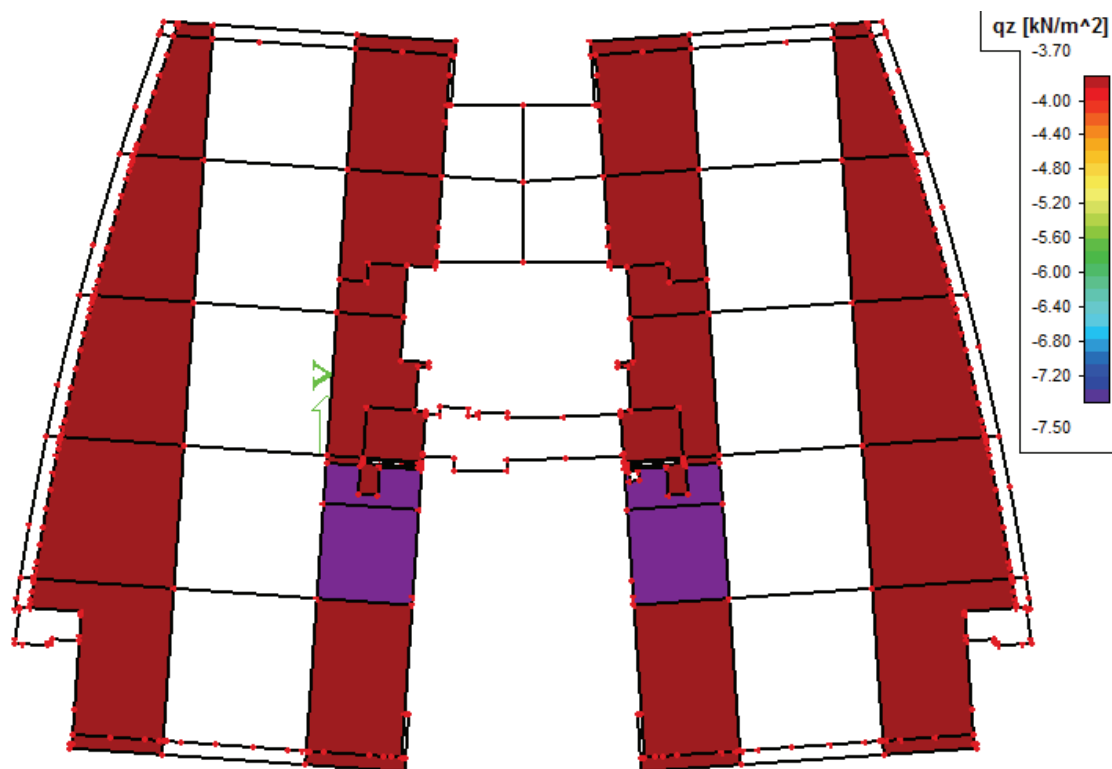
LC42 – 1.NP – užitné – ŠACH 4



LC43 – 1.NP – užitné – ŠACH 5

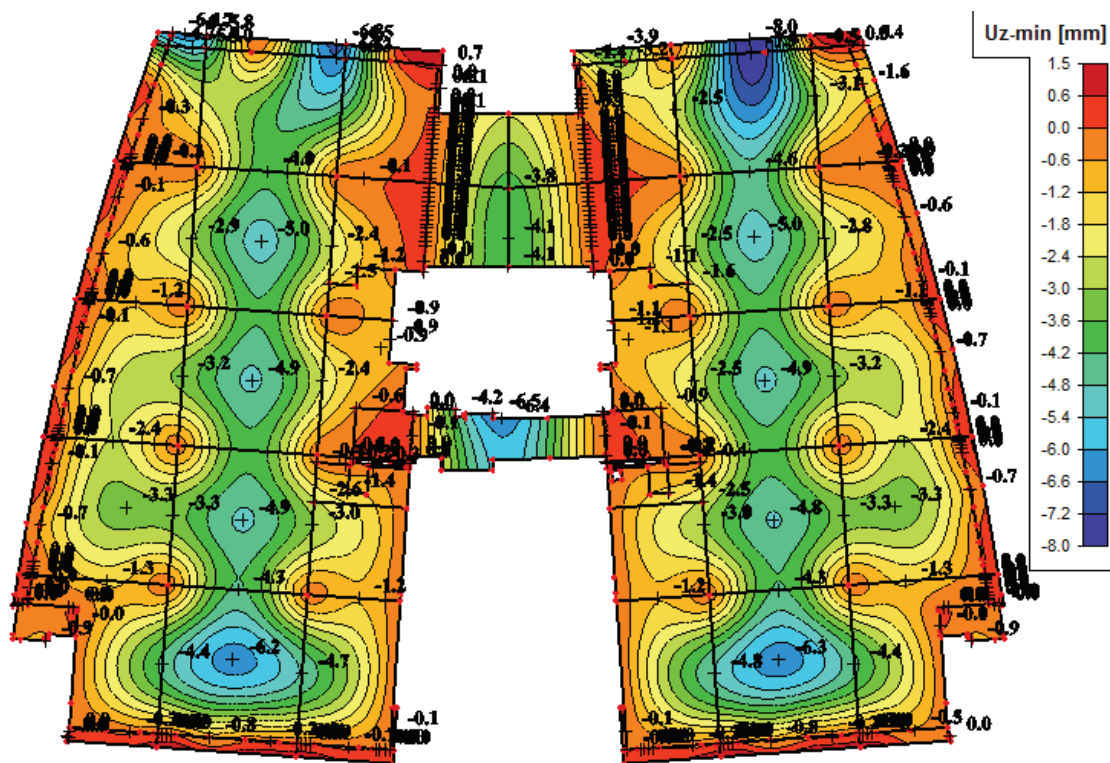


LC44 – 1.NP – užitné – ŠACH 6

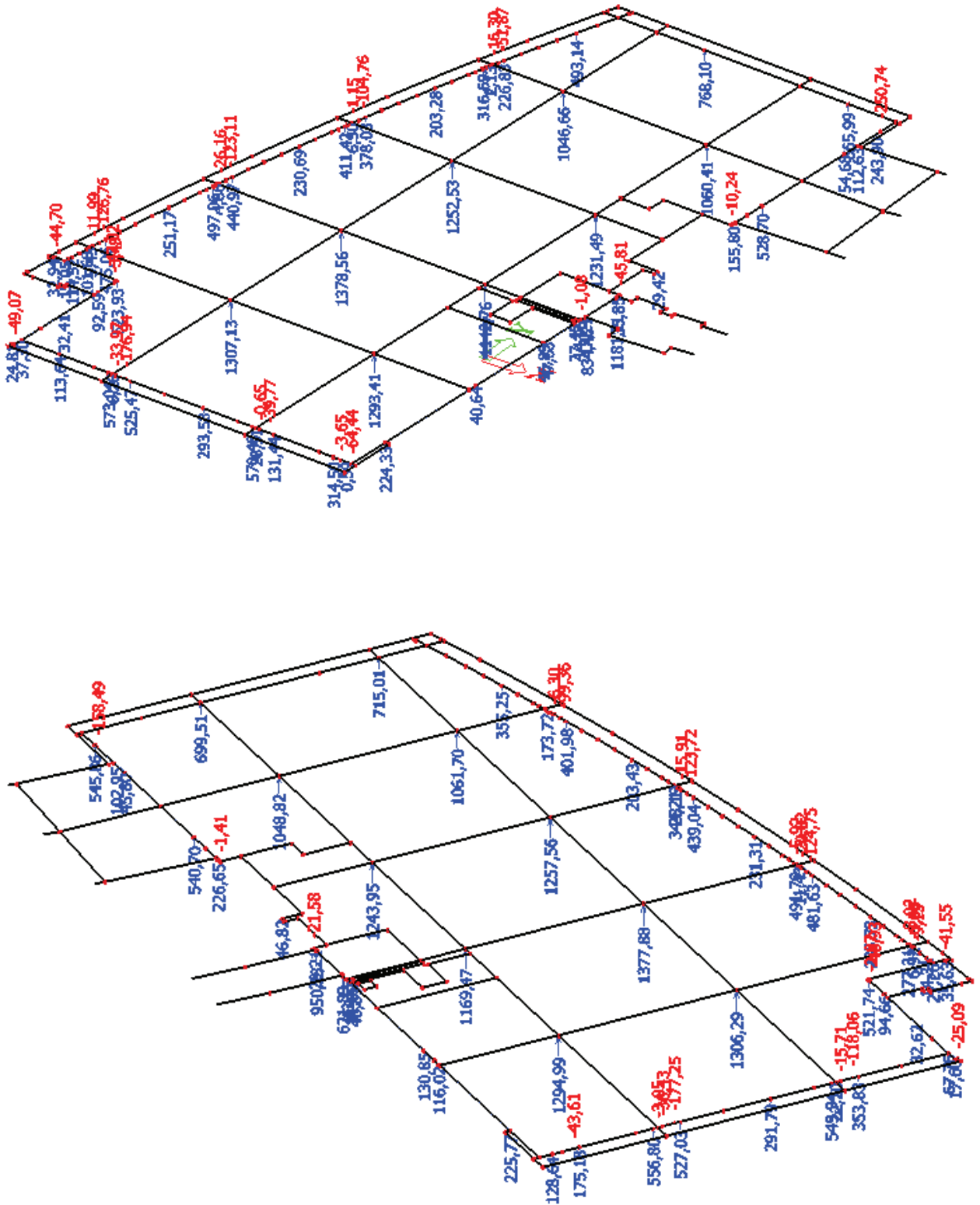


4.2.4.1 DÍLČÍ VÝSLEDKY

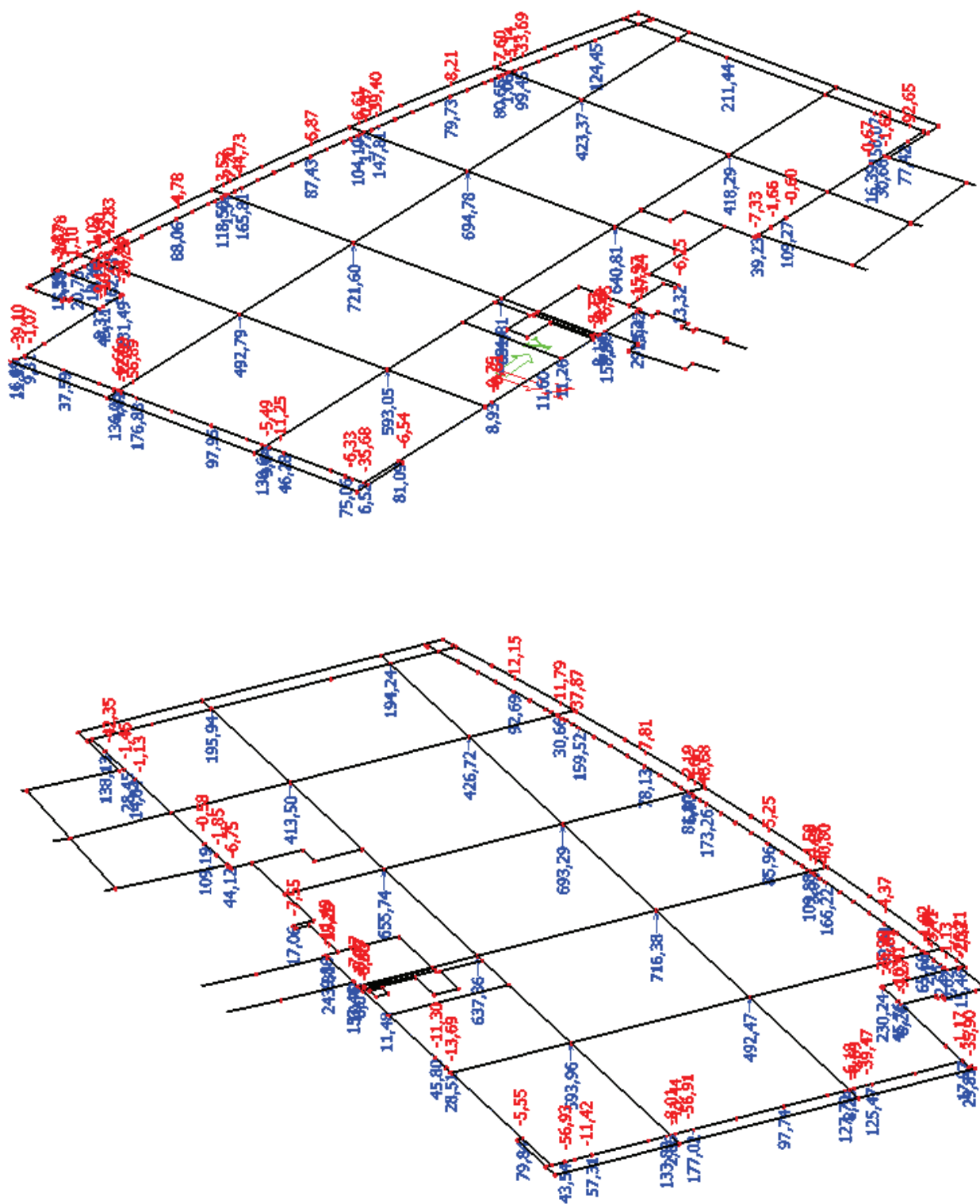
- Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]
- Kvazistálá kombinace



- Reakce od stálého zatížení -  $R_{z,g,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_G = 1,0$ )

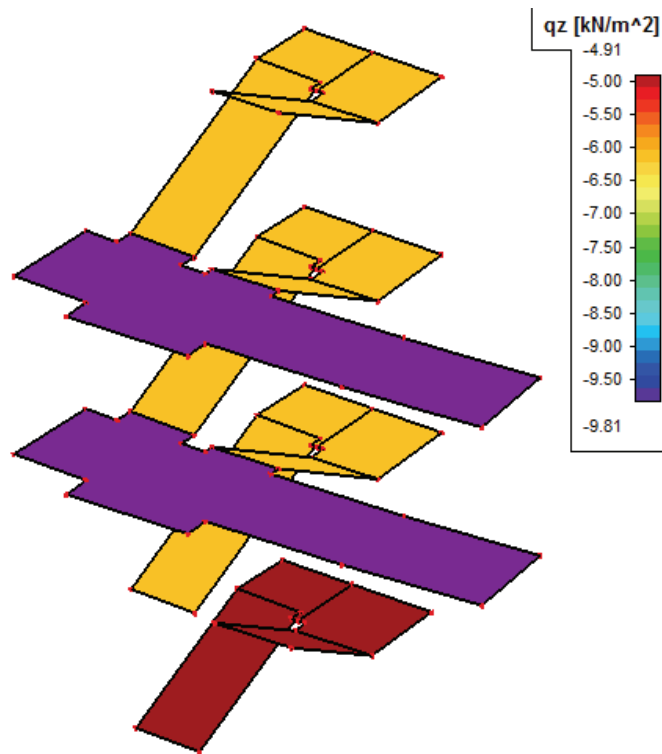


- Reakce od užitého zatížení -  $R_{z,q,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_Q = \psi_0 = 1,0$ )



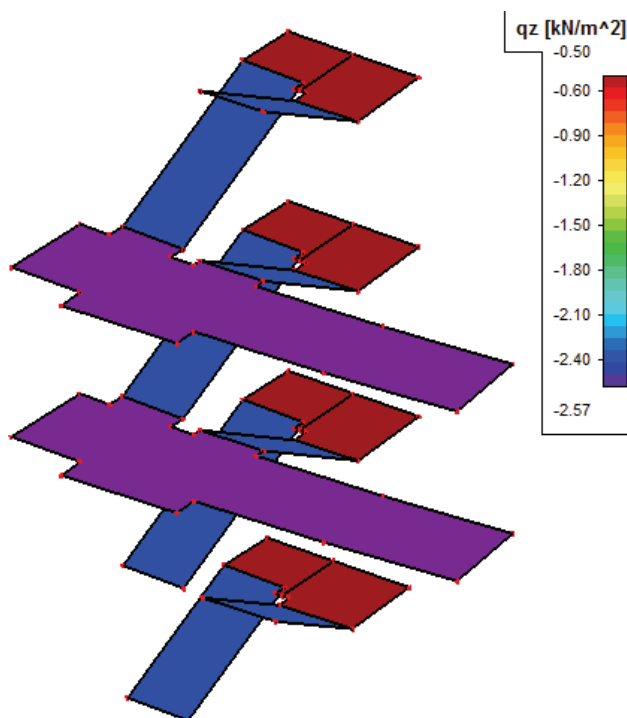
#### 4.2.5 HLAVNÍ SCHODIŠTĚ

##### LC1 – vlastní tíha



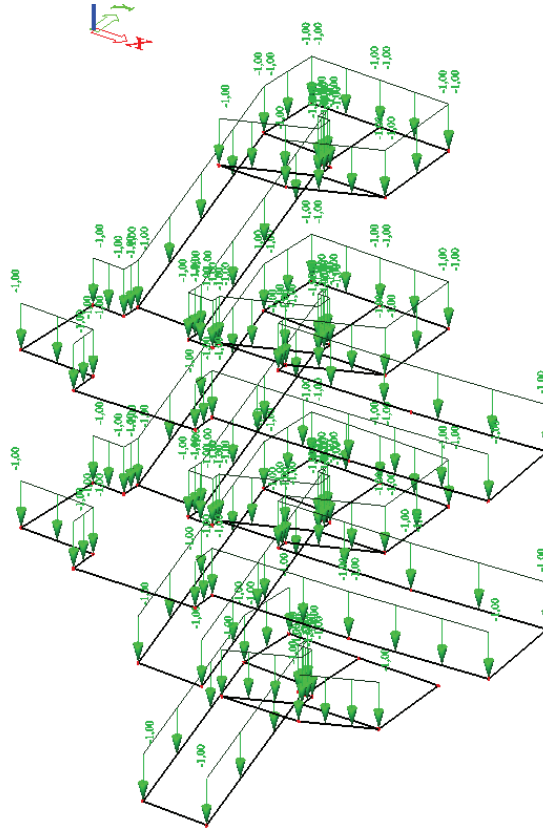
##### LC2 – podlaha, stupně

Pozn.: Ve 3D modelu bylo toto zatížení přiřazeno k zatěžovacím stavům LC5, LC19, LC32 – podlaha + pohled k jednotlivým podlažím.



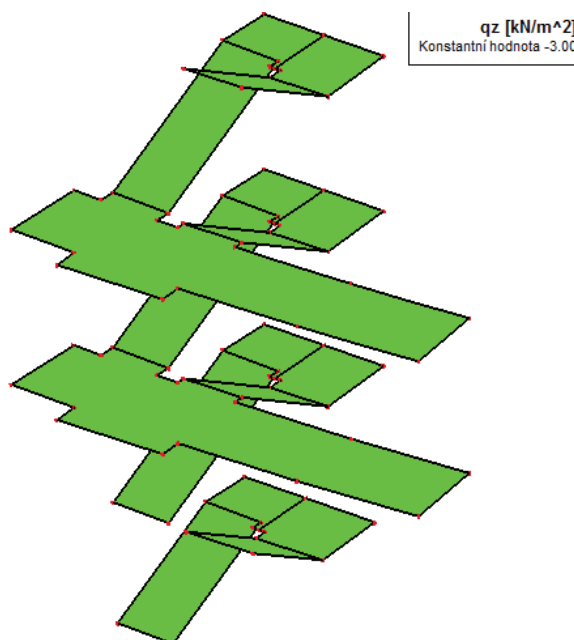
### LC3 – zábradlí

Pozn.: Ve 3D modelu bylo toto zatížení přiřazeno k zatěžovacím stavům LC6, LC20, LC33 – fasáda, zábradlí k jednotlivým podlažím.



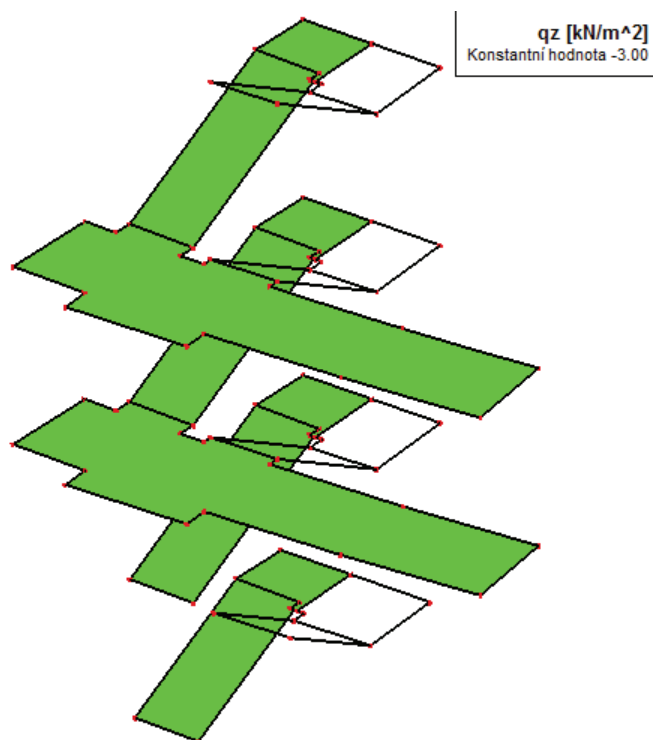
### LC4 – užitné – plné

Pozn.: Ve 3D modelu jsou to zatěžovací stavy LC45, LC48, LC51 – schodiště – užitné – plné.



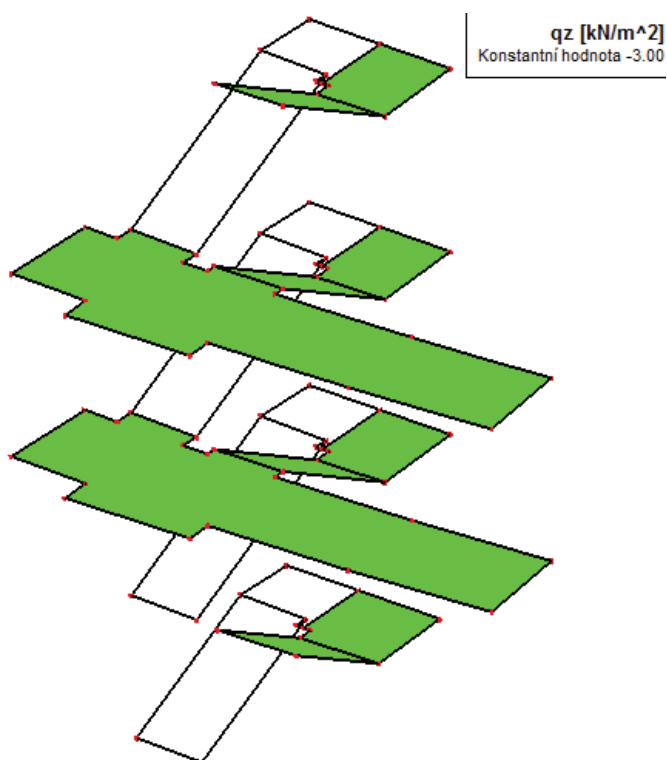
LC5 – užitné – ŠACH 1

Pozn.: Ve 3D modelu jsou to zatěžovací stavy LC46, LC49, LC52 – schodiště – užitné – ŠACH 1.



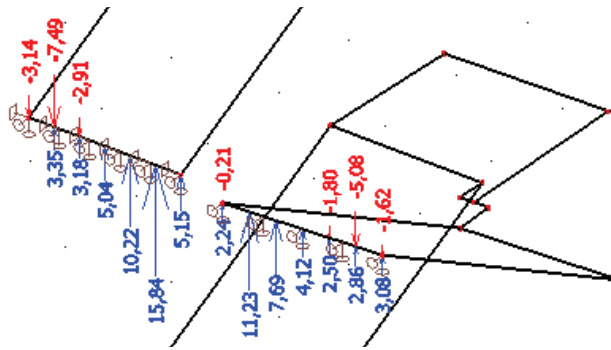
LC6 – užitné – ŠACH 2

Pozn.: Ve 3D modelu jsou to zatěžovací stavy LC47, LC50, LC53 – schodiště – užitné – ŠACH 2.





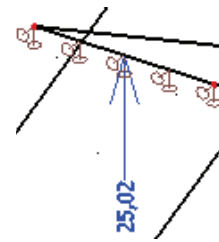
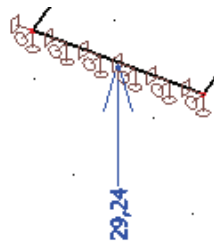
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_Q = \psi_0 = 1,0$ )



- Výslednice reakcí od užitého zatížení -  $R_{z,q,k}$  [kN]

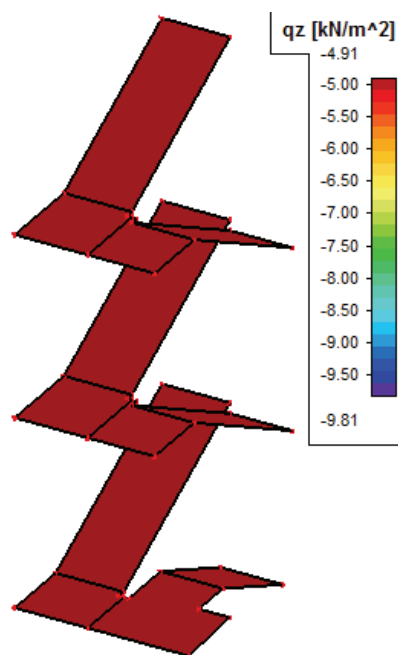
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_Q = \psi_0 = 1,0$ )
- Nástupní rameno (šířka 1,5m)

Výstupní rameno (šířka 1,5m)



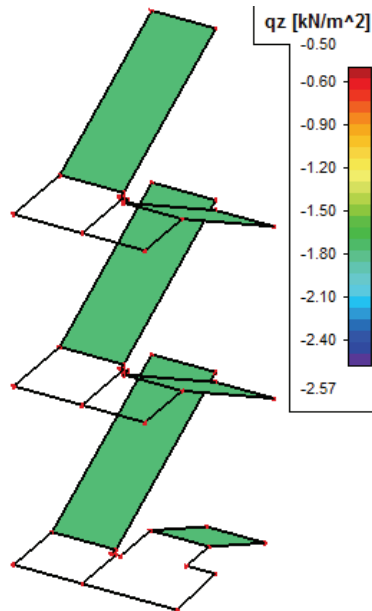
#### 4.2.6 VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ

LC1 – vlastní tíha



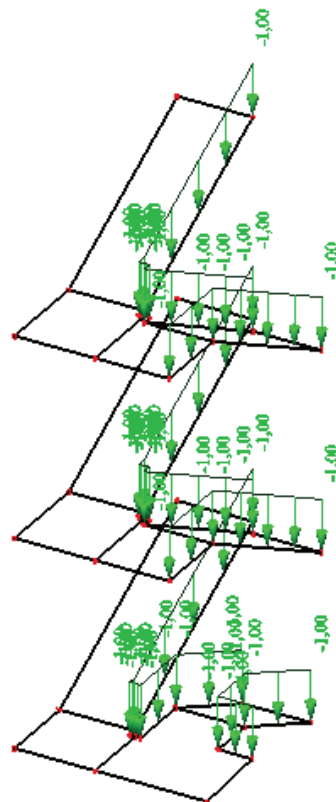
### LC2 – podlaha, stupně

Pozn.: Ve 3D modelu bylo toto zatížení přiřazeno k zatěžovacím stavům LC5, LC19, LC32 – podlaha + pohled k jednotlivým podlažím.



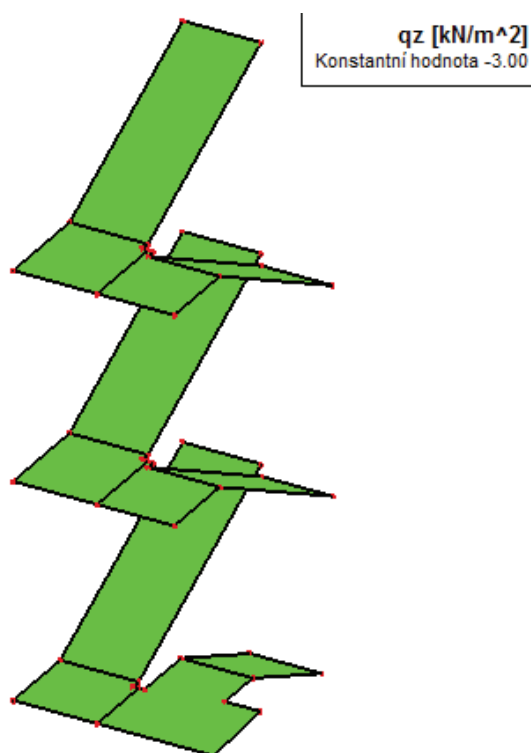
### LC3 – zábradlí

Pozn.: Ve 3D modelu bylo toto zatížení přiřazeno k zatěžovacím stavům LC6, LC20, LC33 – fasáda, zábradlí k jednotlivým podlažím.



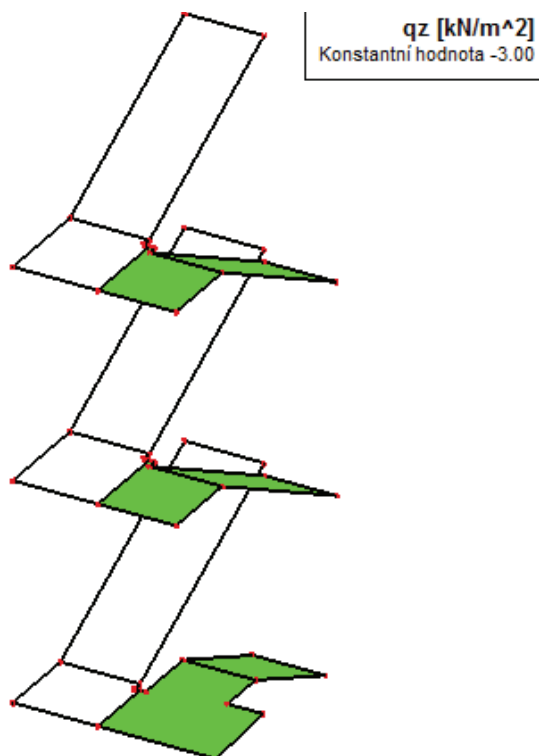
LC4 – užitné – plné

Pozn.: Ve 3D modelu jsou to zatěžovací stavy LC45, LC48, LC51 – schodiště – užitné – plné.



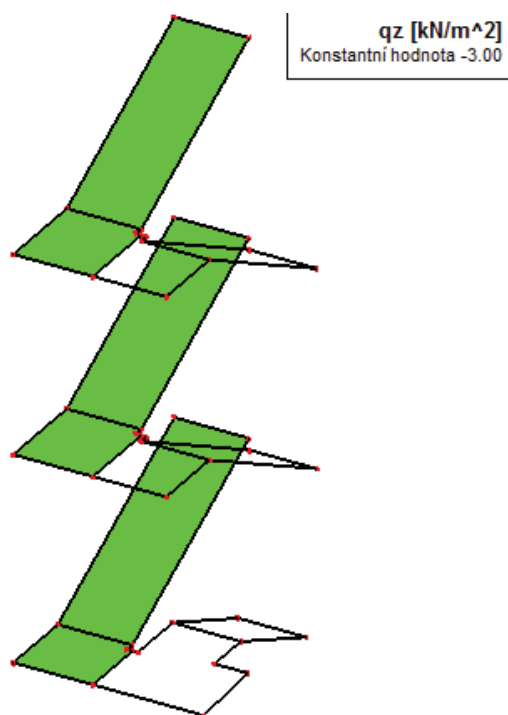
LC5 – užitné – ŠACH 1

Pozn.: Ve 3D modelu jsou to zatěžovací stavy LC46, LC49, LC52 – schodiště – užitné – ŠACH 1.



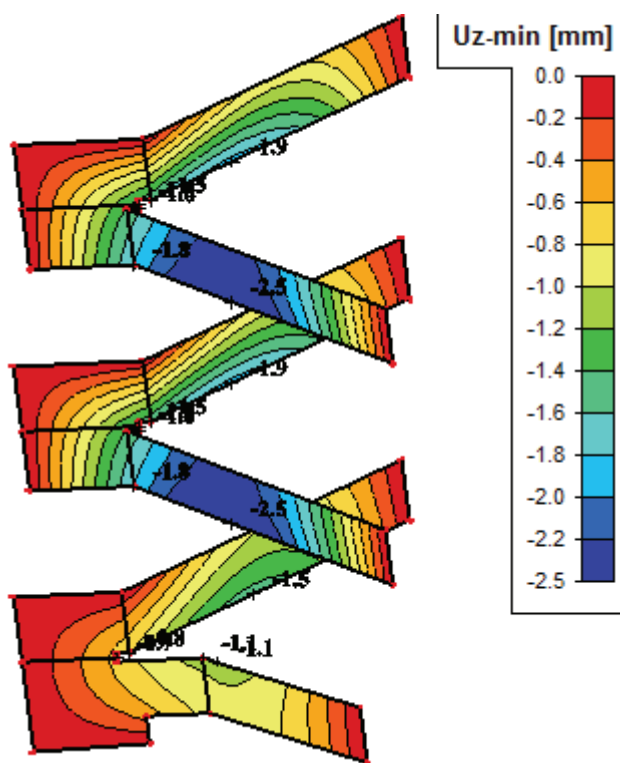
LC6 – užitné – ŠACH 2

Pozn.: Ve 3D modelu jsou to zatěžovací stavy LC47, LC50, LC53 – schodiště – užitné – ŠACH 2.

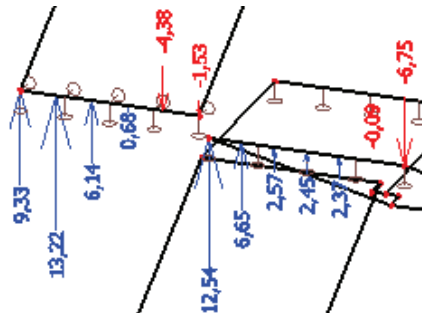


**4.2.6.1 DÍLČÍ VÝSLEDKY**

- Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]
- Kvazistálá kombinace



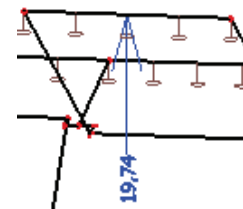
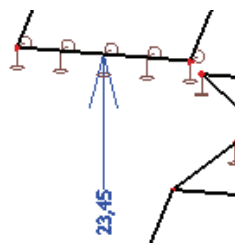
- Reakce od stálého zatížení -  $R_{z,g,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_G = 1,0$ )



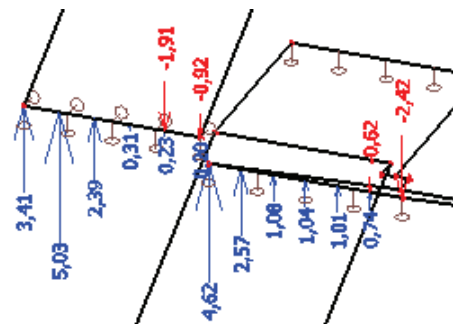
- Výslednice reakcí od stálého zatížení -  $R_{z,g,k}$  [kN]

- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_G = 1,0$ )
- Nástupní rameno (šířka 1,3m)

Výstupní rameno (šířka 1,425m)



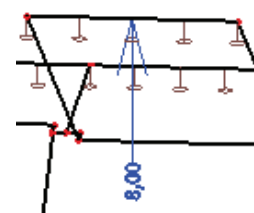
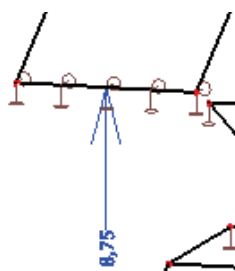
- Reakce od stálého zatížení -  $R_{z,g,k}$  [kN]
- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_G = 1,0$ )



- Výslednice reakcí od užitečného zatížení -  $R_{z,q,k}$  [kN]

- Charakteristická kombinace (souč.  $\gamma_Q = \psi_0 = 1,0$ )
- Nástupní rameno (šířka 1,3m)

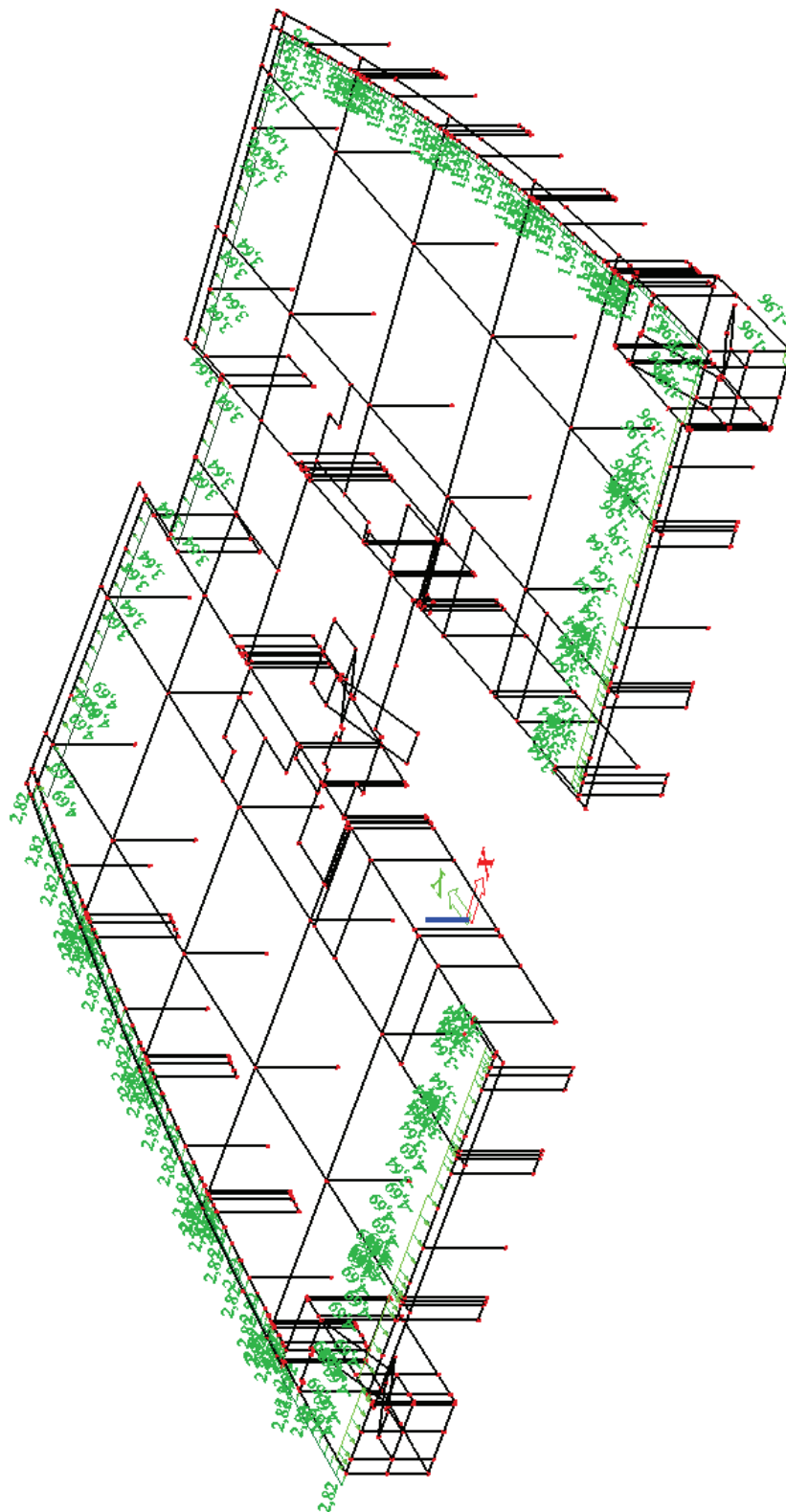
Výstupní rameno (šířka 1,425m)



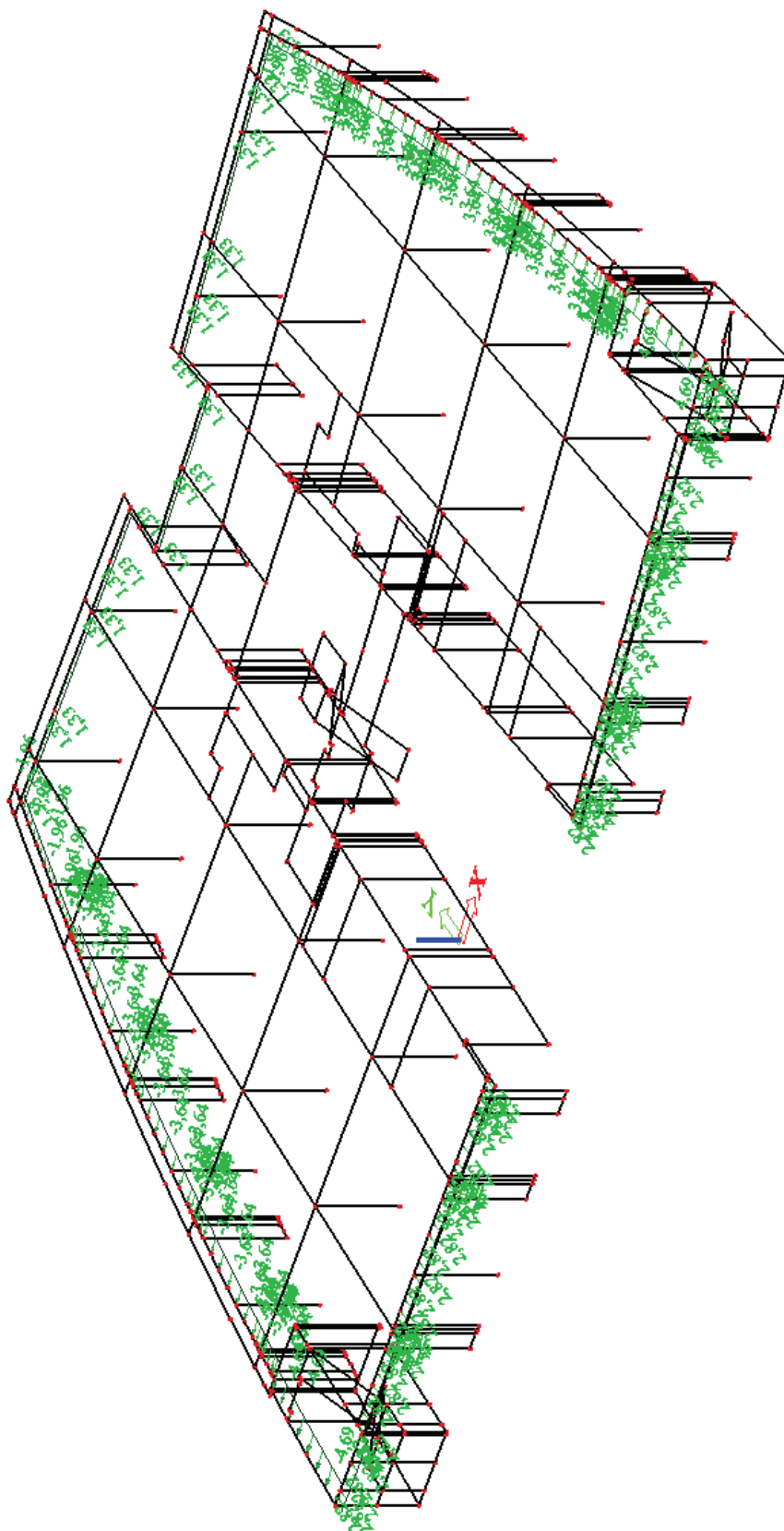
#### 4.2.7 ZATÍŽENÍ VĚTREM

- Pro přehlednost zobrazeno pouze 2.NP, stejným způsobem byla zatížena všechna podlaží

LC54 – vítr  $\theta = 0^\circ$



LC55 – vítr  $\theta = 90^\circ$



- Analogicky vytvořeny zatěžovací stavy LC56 – vítr  $\theta = 180^\circ$ , LC57 – vítr  $\theta = 270^\circ$ .

#### 4.2.8 REKAPITULACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

zatěžovací stav	popis zatěžovacího stavu	skupina zatížení	popis skupiny zat.	2D model	3D model
LC1	vlastní tíha	LG1	vlastní tíha	x	x
LC2	4.NP - atiky, SOZ	LG1	stálé zatížení	x	x
LC3	4.NP - střešní plášť	LG1	stálé zatížení	x	x
LC4	4.NP - sníh	LG2	sníh	x	x
LC5	3.NP - podlaha + podhled	LG1	stálé zatížení	x	x
LC6	3.NP - fasáda, opláštění, atika, zábradlí	LG1	stálé zatížení	x	x
LC7	3.NP - přitížení 4.NP, schodiště - stálé - vše	LG1	stálé zatížení	x	
LC8	3.NP - přitížení 4.NP, schodiště - stálé - strop	LG1	stálé zatížení	x	
LC9	3.NP - přitížení 4.NP, schodiště - proměnné - vše	LG2	sníh	x	
LC10	3.NP - přitížení 4.NP, schodiště - proměnné - strop	LG2	sníh	x	
LC11	3.NP - užitné - plné	LG3	3.NP	x	x
LC12	3.NP - užitné - ŠACH 1	LG3	3.NP	x	x
LC13	3.NP - užitné - ŠACH 2	LG3	3.NP	x	x
LC14	3.NP - užitné - ŠACH 3	LG3	3.NP	x	x
LC15	3.NP - užitné - ŠACH 4	LG3	3.NP	x	x
LC16	3.NP - užitné - ŠACH 5	LG3	3.NP	x	x
LC17	3.NP - užitné - ŠACH 6	LG3	3.NP	x	x
LC18	3.NP - sníh	LG2	sníh	x	x
LC19	2.NP - podlaha + podhled	LG1	stálé zatížení	x	x
LC20	2.NP - fasáda, zábradlí	LG1	stálé zatížení	x	x
LC21	2.NP - přitížení 3.NP, schodiště - stálé - vše	LG1	stálé zatížení	x	
LC22	2.NP - přitížení 3.NP, schodiště - stálé - strop	LG1	stálé zatížení	x	
LC23	2.NP - přitížení 3.NP, schodiště - proměnné - vše	LG6	přítížení 3.NP	x	
LC24	2.NP - přitížení 3.NP, schodiště - proměnné - strop	LG6	přítížení 3.NP	x	
LC25	2.NP - užitné - plné	LG4	2.NP	x	x
LC26	2.NP - užitné - ŠACH 1	LG4	2.NP	x	x
LC27	2.NP - užitné - ŠACH 2	LG4	2.NP	x	x
LC28	2.NP - užitné - ŠACH 3	LG4	2.NP	x	x
LC29	2.NP - užitné - ŠACH 4	LG4	2.NP	x	x
LC30	2.NP - užitné - ŠACH 5	LG4	2.NP	x	x
LC31	2.NP - užitné - ŠACH 6	LG4	2.NP	x	x
LC32	1.NP - podlaha + podhled	LG1	stálé zatížení	x	x
LC33	1.NP - fasáda, zábradlí	LG1	stálé zatížení	x	x
LC34	1.NP - přitížení 2.NP, schodiště - stálé - vše	LG1	stálé zatížení	x	
LC35	1.NP - přitížení 2.NP, schodiště - stálé - strop	LG1	stálé zatížení	x	
LC36	1.NP - přitížení 2.NP, schodiště - proměnné - vše	LG7	přítížení 2.NP	x	
LC37	1.NP - přitížení 2.NP, schodiště - proměnné - strop	LG7	přítížení 2.NP	x	
LC38	1.NP - užitné - plné	LG5	1.NP	x	x
LC39	1.NP - užitné - ŠACH 1	LG5	1.NP	x	x
LC40	1.NP - užitné - ŠACH 2	LG5	1.NP	x	x
LC41	1.NP - užitné - ŠACH 3	LG5	1.NP	x	x

zatěžovací stav	popis zatěžovacího stavu	skupina zatížení	popis skupiny zat.	2D model	3D model
LC42	1.NP - užitné - ŠACH 4	LG5	1.NP	x	x
LC43	1.NP - užitné - ŠACH 5	LG5	1.NP	x	x
LC44	1.NP - užitné - ŠACH 6	LG5	1.NP	x	x
LC45	schodiště 2.NP - 3.NP - užitné - plné	LG8	schodiště 2-3		x
LC46	schodiště 2.NP - 3.NP - užitné - ŠACH 1	LG8	schodiště 2-3		x
LC47	schodiště 2.NP - 3.NP - užitné - ŠACH 2	LG8	schodiště 2-3		x
LC48	schodiště 1.NP - 2.NP - užitné - plné	LG9	schodiště 1-2		x
LC49	schodiště 1.NP - 2.NP - užitné - ŠACH 1	LG9	schodiště 1-2		x
LC50	schodiště 1.NP - 2.NP - užitné - ŠACH 2	LG9	schodiště 1-2		x
LC51	schodiště 1.PP - 1.NP - užitné - plné	LG10	schodiště -1-1		x
LC52	schodiště 1.PP - 1.NP - užitné - ŠACH 1	LG10	schodiště -1-1		x
LC53	schodiště 1.PP - 1.NP - užitné - ŠACH 2	LG10	schodiště -1-1		x
LC54	vítr $\theta = 0^\circ$	LG11	vítr		x
LC55	vítr $\theta = 90^\circ$	LG11	vítr		x
LC56	vítr $\theta = 180^\circ$	LG11	vítr		x
LC57	vítr $\theta = 270^\circ$	LG11	vítr		x

### 4.3 SKUPINY ZATÍŽENÍ

skupina zatížení	popis skupiny zatížení	vztah	zatížení	typ zatížení
LG1	vlastní tíha/stálé zat.	-	stálé	-
LG2	sníh	standard	proměnné	sníh
LG3	3.NP	výběrová	proměnné	kat. B - kanceláře
LG4	2.NP	výběrová	proměnné	kat. B - kanceláře
LG5	1.NP	výběrová	proměnné	kat. B - kanceláře
LG6	přítížení 3.NP	standard	proměnné	kat. B - kanceláře
LG7	přítížení 2.NP	standard	proměnné	kat. B - kanceláře
LG8	schodiště 2.NP - 3.NP	výběrová	proměnné	kat. B - kanceláře
LG9	schodiště 1.NP - 2.NP	výběrová	proměnné	kat. B - kanceláře
LG10	schodiště 1.PP - 1.NP	výběrová	proměnné	kat. B - kanceláře
LG11	vítr	výběrová	proměnné	vítr

## 4.4 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

### Kombinace zatížení pro pozemní stavby

#### ➤ Únosnost

- 6.10a  $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
- 6.10b  $\sum_{j \geq 1} \xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

$$\xi = 0,85$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50$$

$$\psi_{0,i} = 0,70 \quad \dots \text{ kategorie B: kancelářské plochy}$$

$$\psi_{0,i} = 0,50 \quad \dots \text{ zatížení sněhem - ostatní členové CEN, } H \leq 1000\text{m n.m.}$$

$$\psi_{0,i} = 0,60 \quad \dots \text{ zatížení větrem}$$

#### ➤ Použitelnost

- 6.14b  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$  ... charakteristická
- 6.15b  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$  ... častá
- 6.16b  $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$  ... kvazistálá

$$\psi_{1,i} = 0,50 \quad \dots \text{ kategorie B}$$

$$\psi_{1,i} = 0,20 \quad \dots \text{ zatížení sněhem - ostatní členové CEN, } H \leq 1000\text{m n.m.}$$

$$\psi_{1,i} = 0,20 \quad \dots \text{ zatížení větrem}$$

$$\psi_{2,i} = 0,30 \quad \dots \text{ kategorie B: kancelářské plochy}$$

$$\psi_{2,i} = 0 \quad \dots \text{ zatížení sněhem - ostatní členové CEN, } H \leq 1000\text{m n.m.}$$

$$\psi_{2,i} = 0 \quad \dots \text{ zatížení větrem}$$

## 5. STROPNÍ DESKA NAD 2.NP

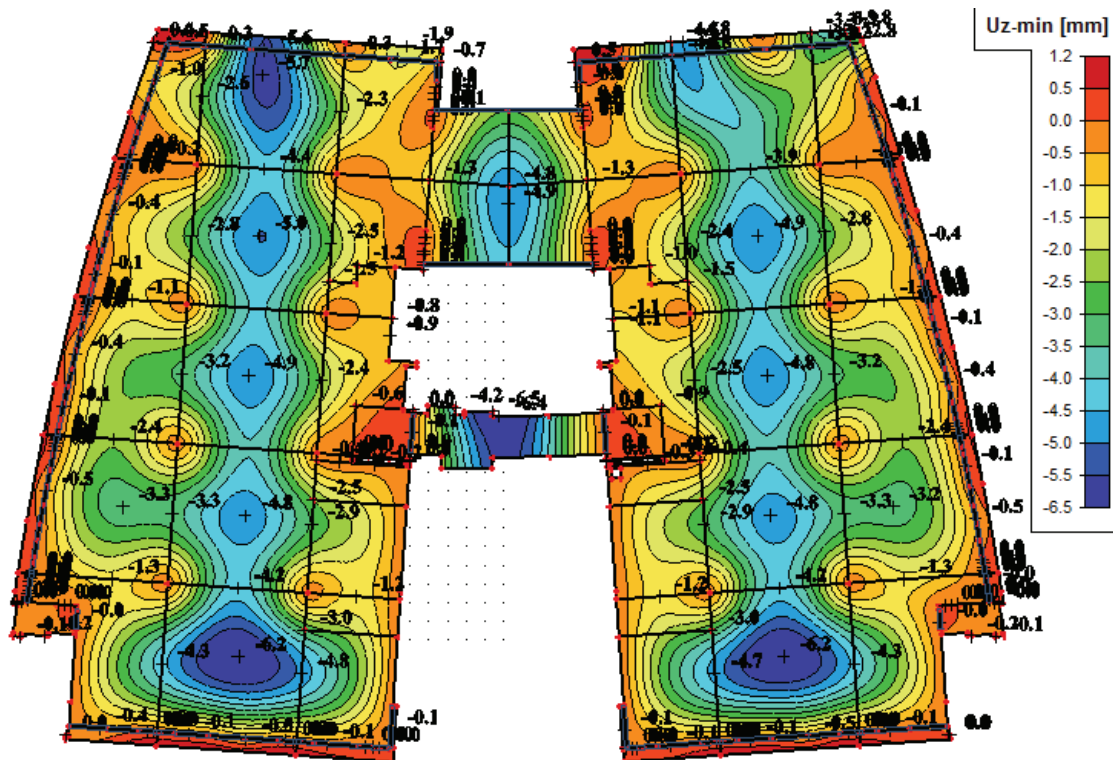
### 5.1 VÝSLEDKY – STROPNÍ DESKA

#### 5.1.1 DEFORMACE

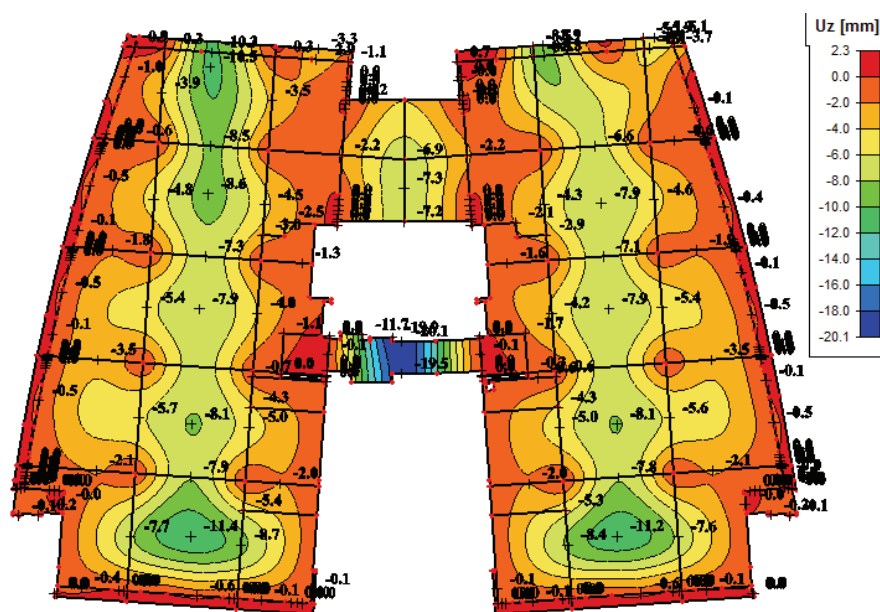
- Lineární výpočet pro zadané zatěžovací stavy.
- Pro mezní stav únosnosti byla stanovena staticky nutná výztuž na spočtené dimenzační momenty.  
Předpoklad: Stropní deska: krytí výztuže: dolní povrch  $c_{nom} = 25$  mm  
horní povrch  $c_{nom} = 35$  mm (s ohledem na KARI síťe při horním povrchu)
  1. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 12$ , horní výztuž:  $\phi 25$
  2. směr výztuže – y, dolní výztuž:  $\phi 12$ , horní výztuž:  $\phi 25$Lávka: krytí výztuže:  $c_{nom} = 25$  mm
  1. směr výztuže – y, dolní výztuž:  $\phi 12$ , horní výztuž:  $\phi 12$
  2. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 25$ , horní výztuž:  $\phi 25$
- Nelineární výpočet průhybu (pro kombinaci zatěžovacích stavů LC1, LC19, LC20, LC22, LC24, LC25). Součinitel dotvarování dle přílohy B.1, relativní vlhkost: 60%, doba při zatížení: 28. den, životnost: 50 let (18250 dní).

- **Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]**

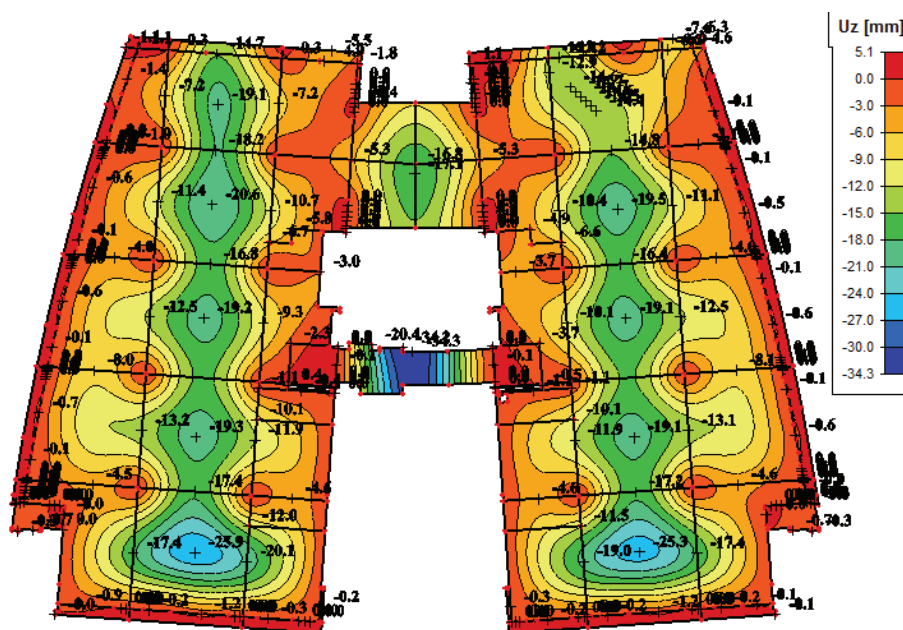
- Kvazistálá kombinace



- **Deformace – nelineární –  $U_{z,min}$  [mm]**
  - Kvazistálá kombinace
  - Zatěžovací stavy: LC1, LC19, LC20, LC22, LC24, LC25 (užitné plné)



- **Deformace – nelineární s dotvarováním –  $U_{z,min}$  [mm]**
  - Kvazistálá kombinace
  - Zatěžovací stavy: LC1, LC19, LC20, LC22, LC24, LC25 (užitné plné)



Stropní deska:  $U_{z,min} = 25,9 \text{ mm} > l/250 = 7500/250 = 30,0 \text{ mm}$

**VYHOVUJE**

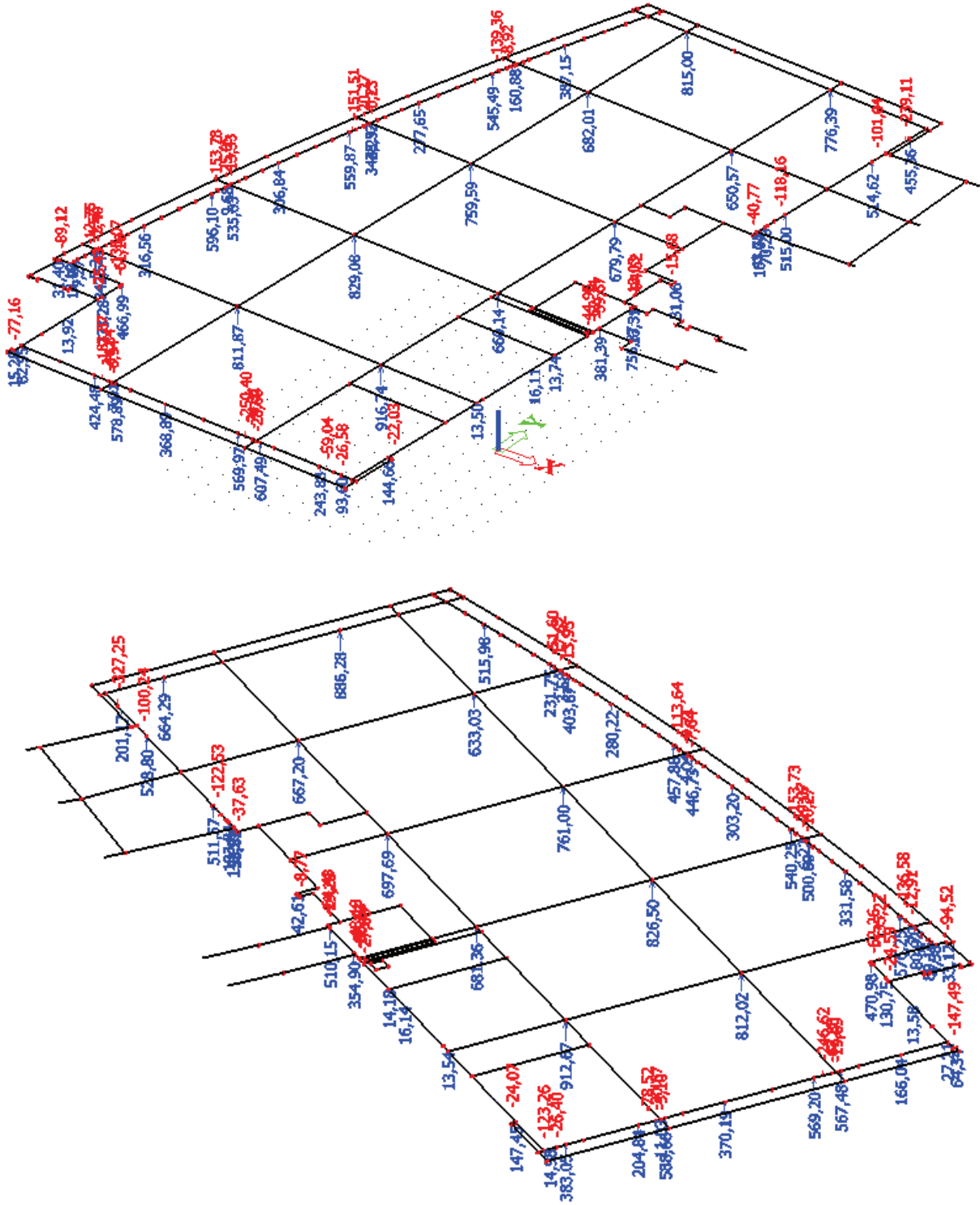
Lávka:  $U_{z,min} = 34,3 \text{ mm} > l/250 = 10350/250 = 41,4 \text{ mm}$

**VYHOVUJE**

- Podrobnější výpočet lávky s hlavním schodištěm – viz samostatná kapitola níže.

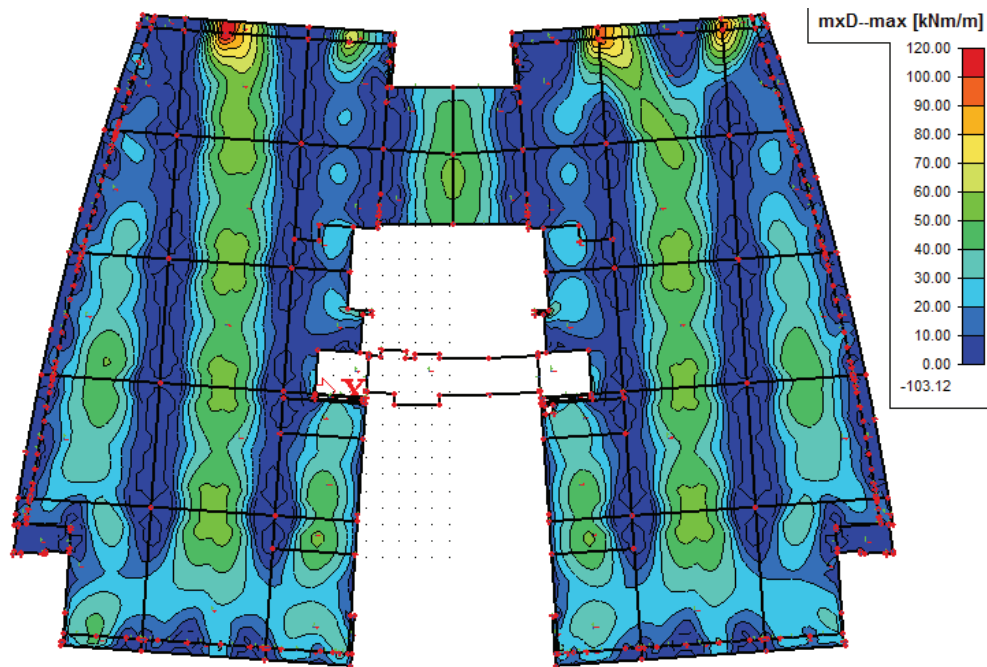
### 5.1.2 REAKCE

- Reakce -  $R_{z,d}$  [kN]
- Kombinace únosnost



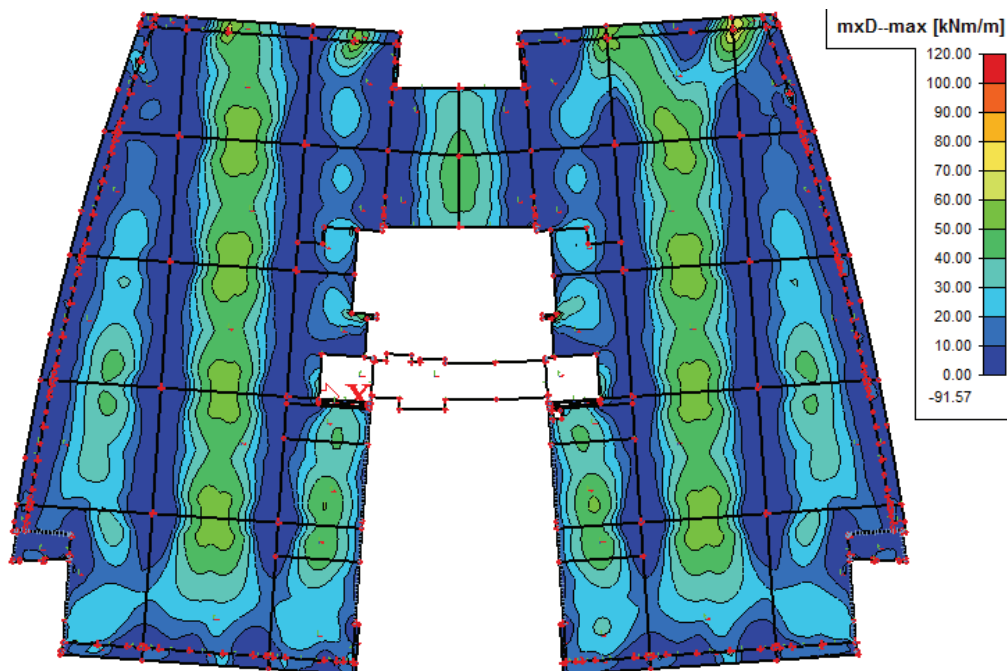
### 5.1.3 OHYBOVÉ MOMENTY

- $m_{x,D}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma

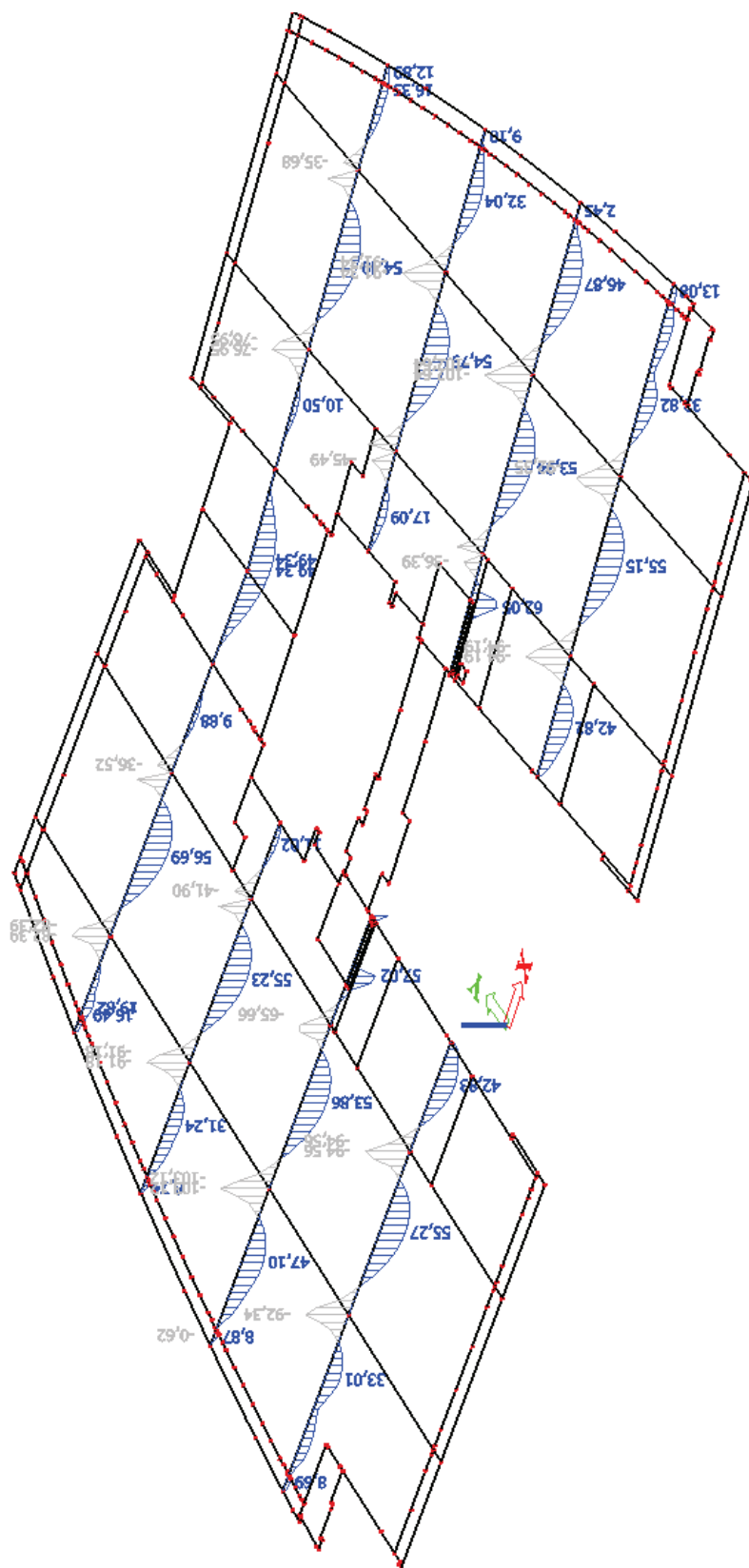


➤ Porovnání výsledků s 3D modelem

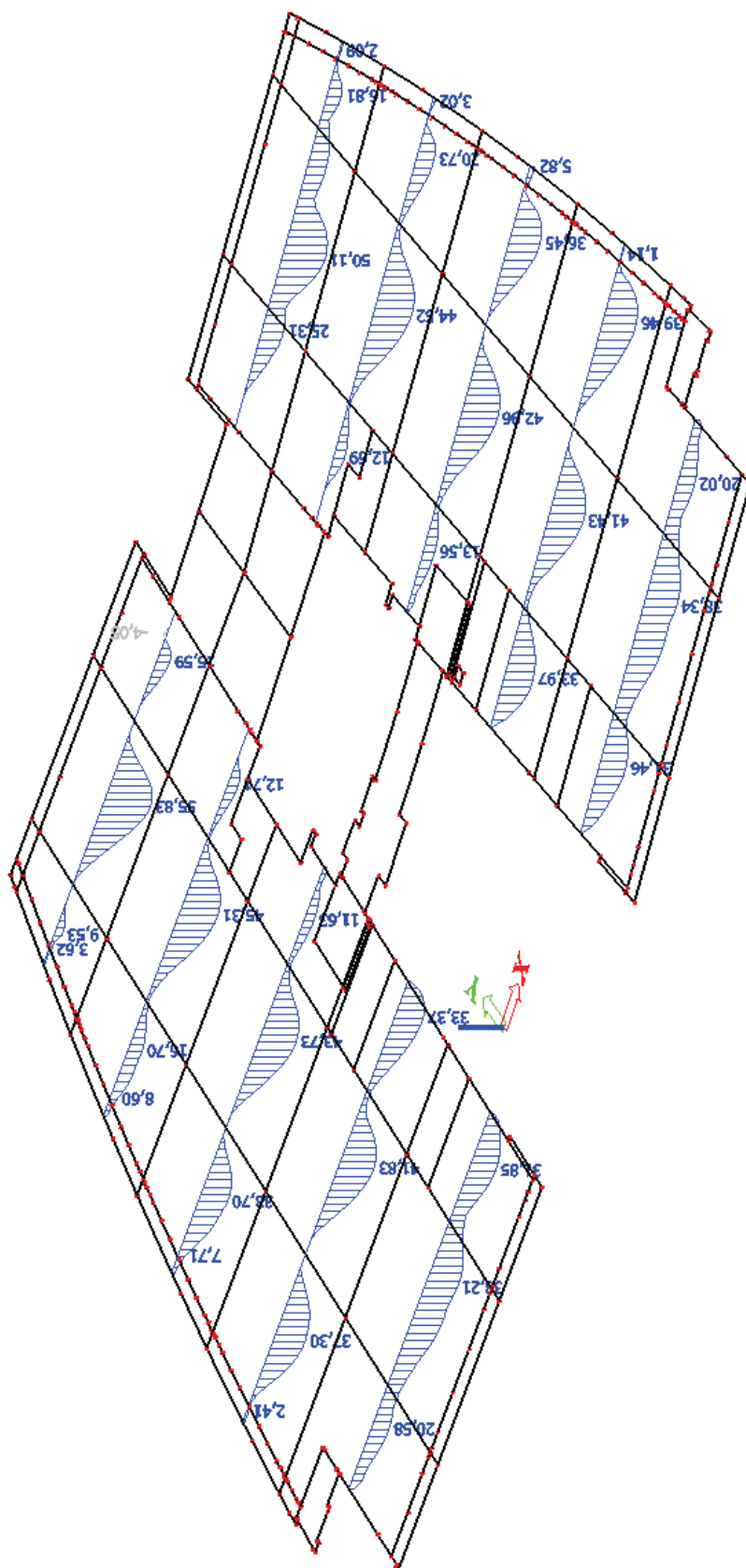
- $m_{x,D}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma



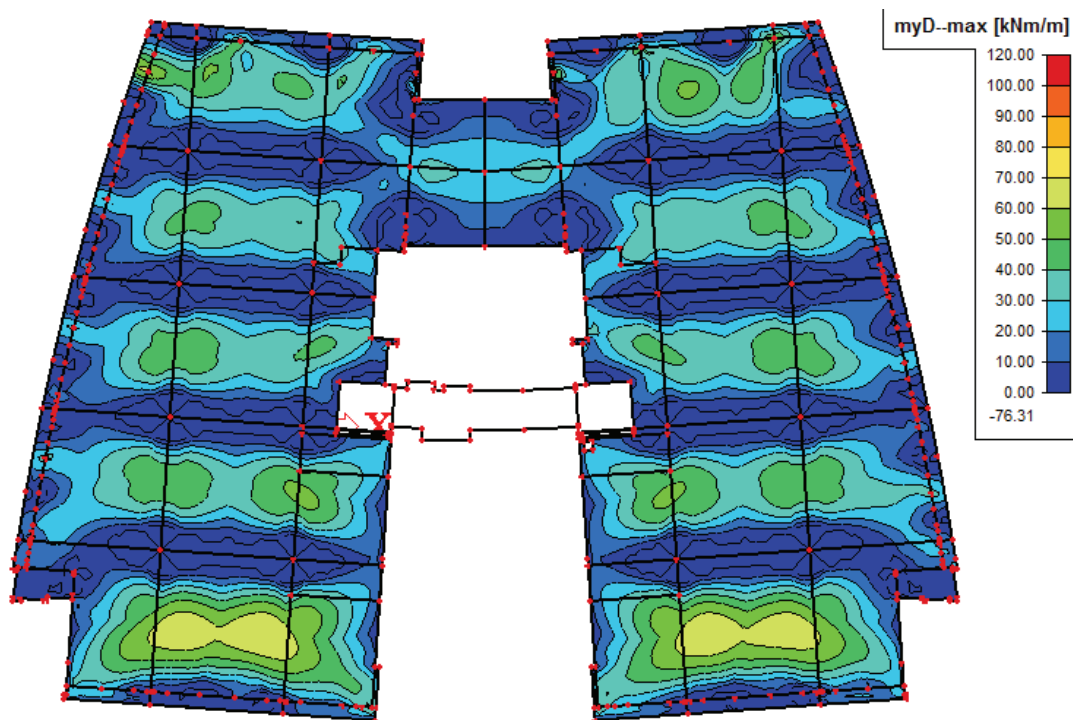
- $m_{x,D}$  - [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – sloupový pruh



- $m_{x,D}$ - [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – střední pruh

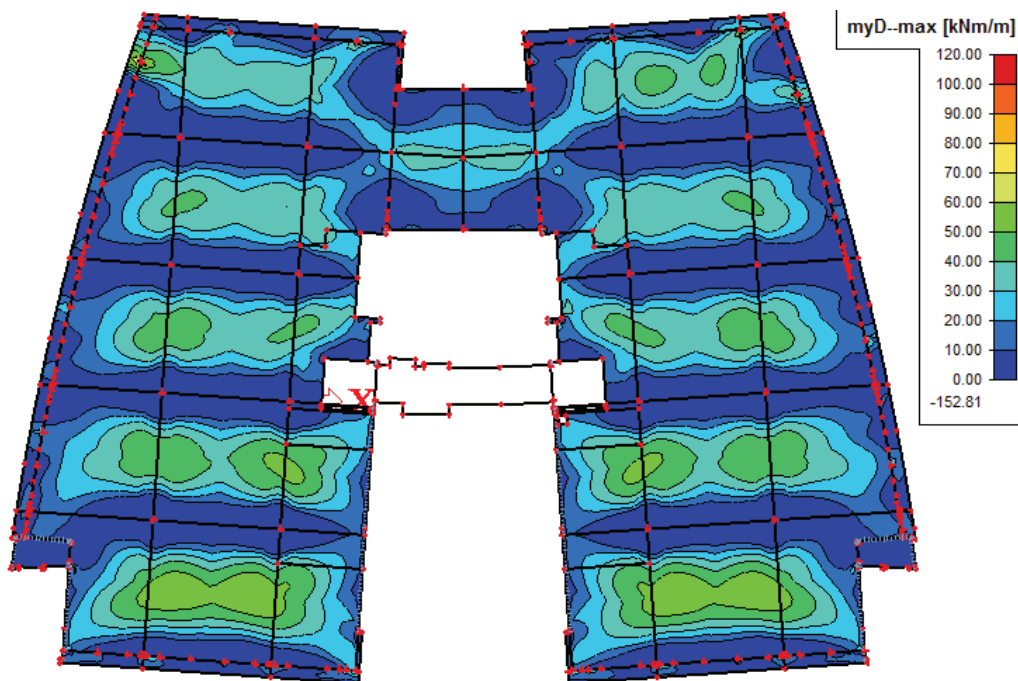


- $m_{y,D}$ - [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma



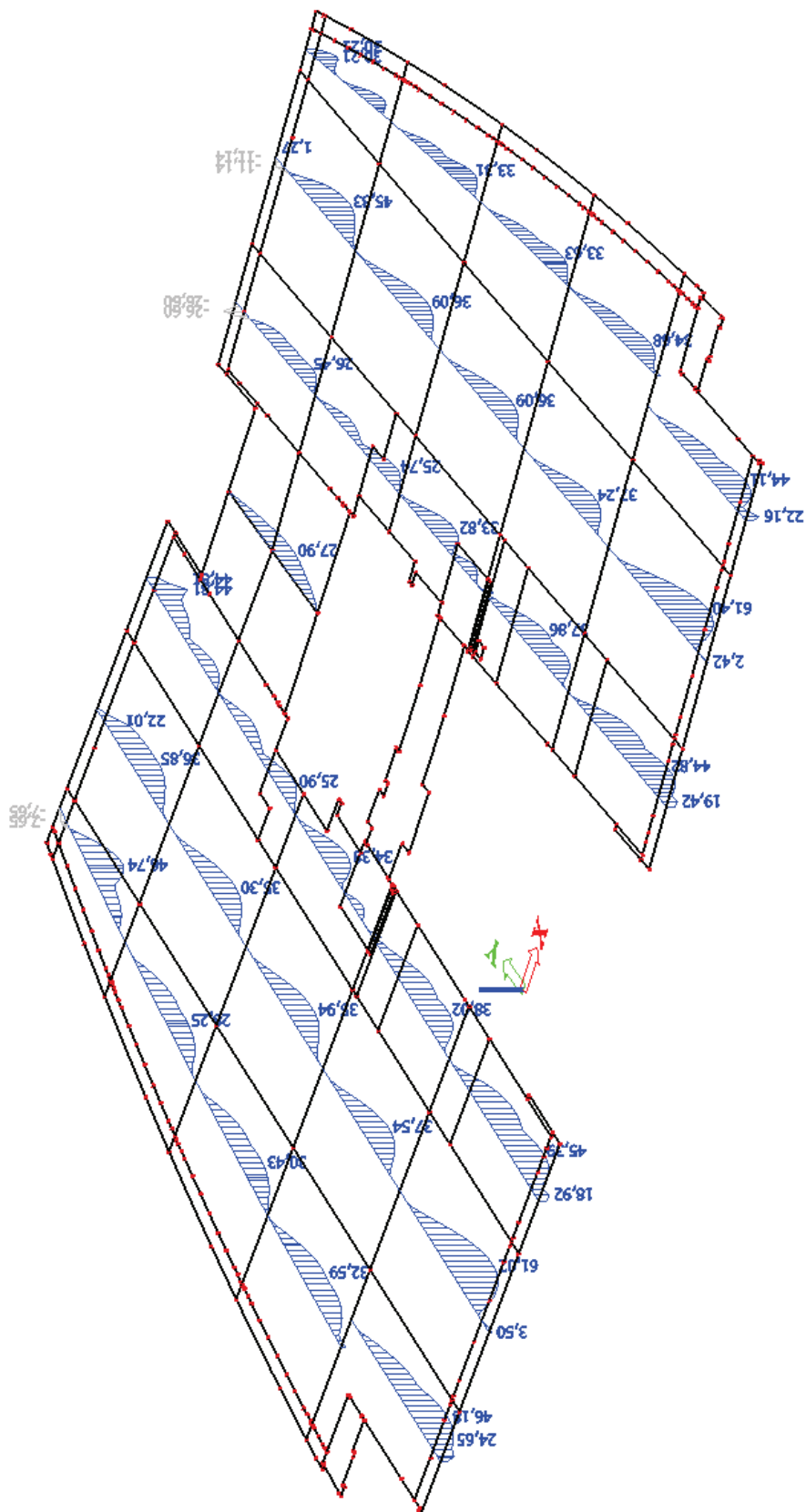
➤ Porovnání výsledků s 3D modelem

- $m_{y,D}$ - [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma

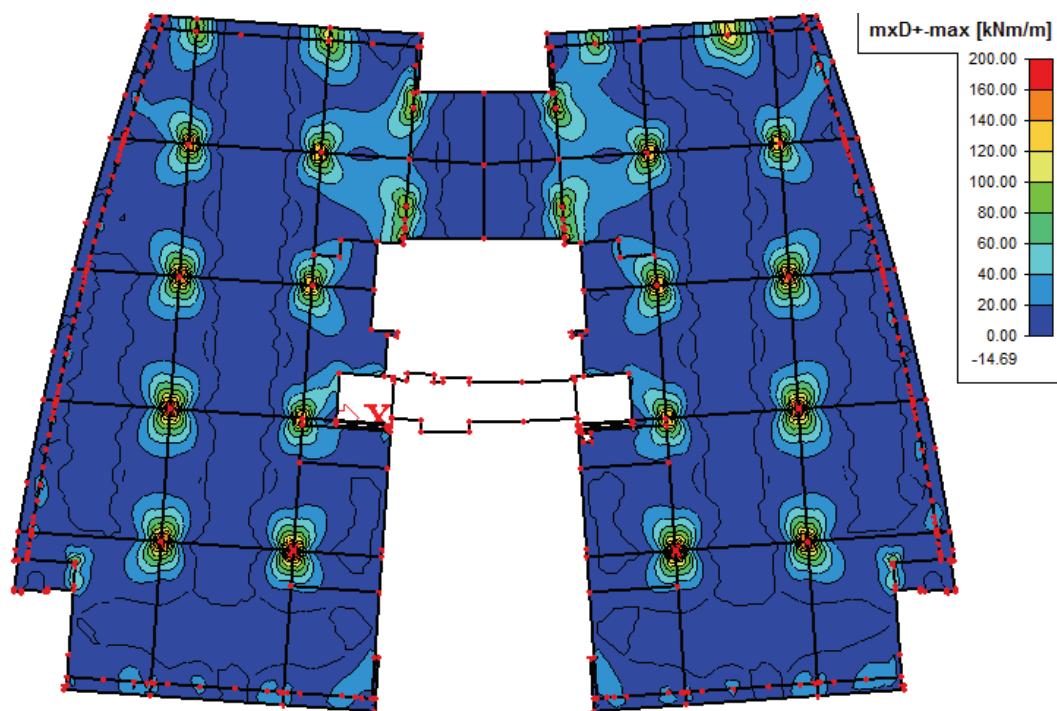




- $m_{y,D}$ - [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – střední pruh

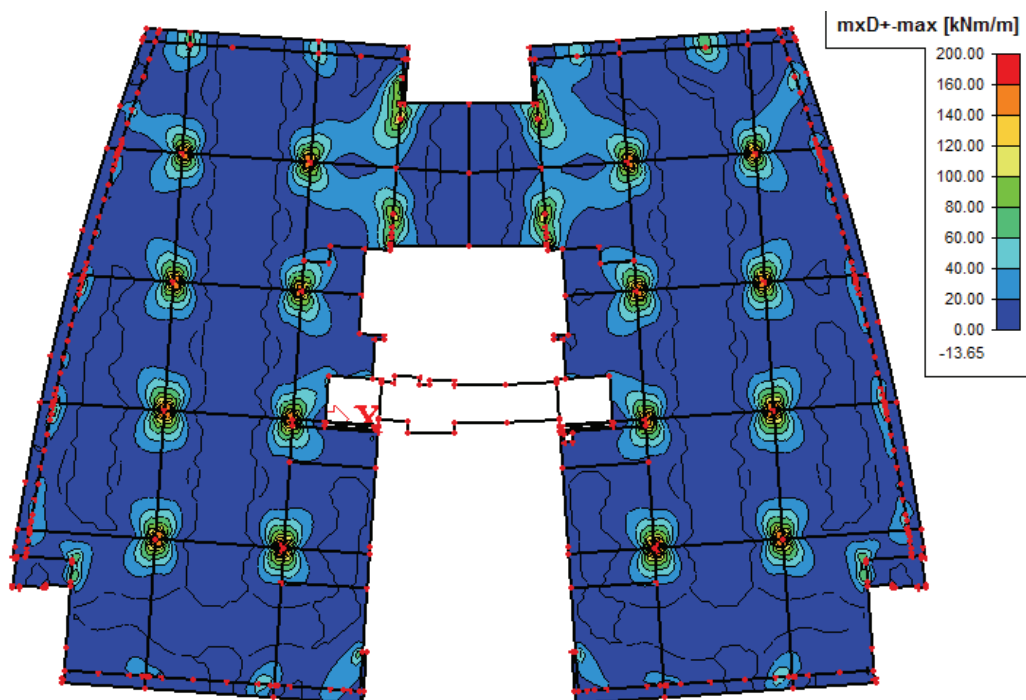


- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma

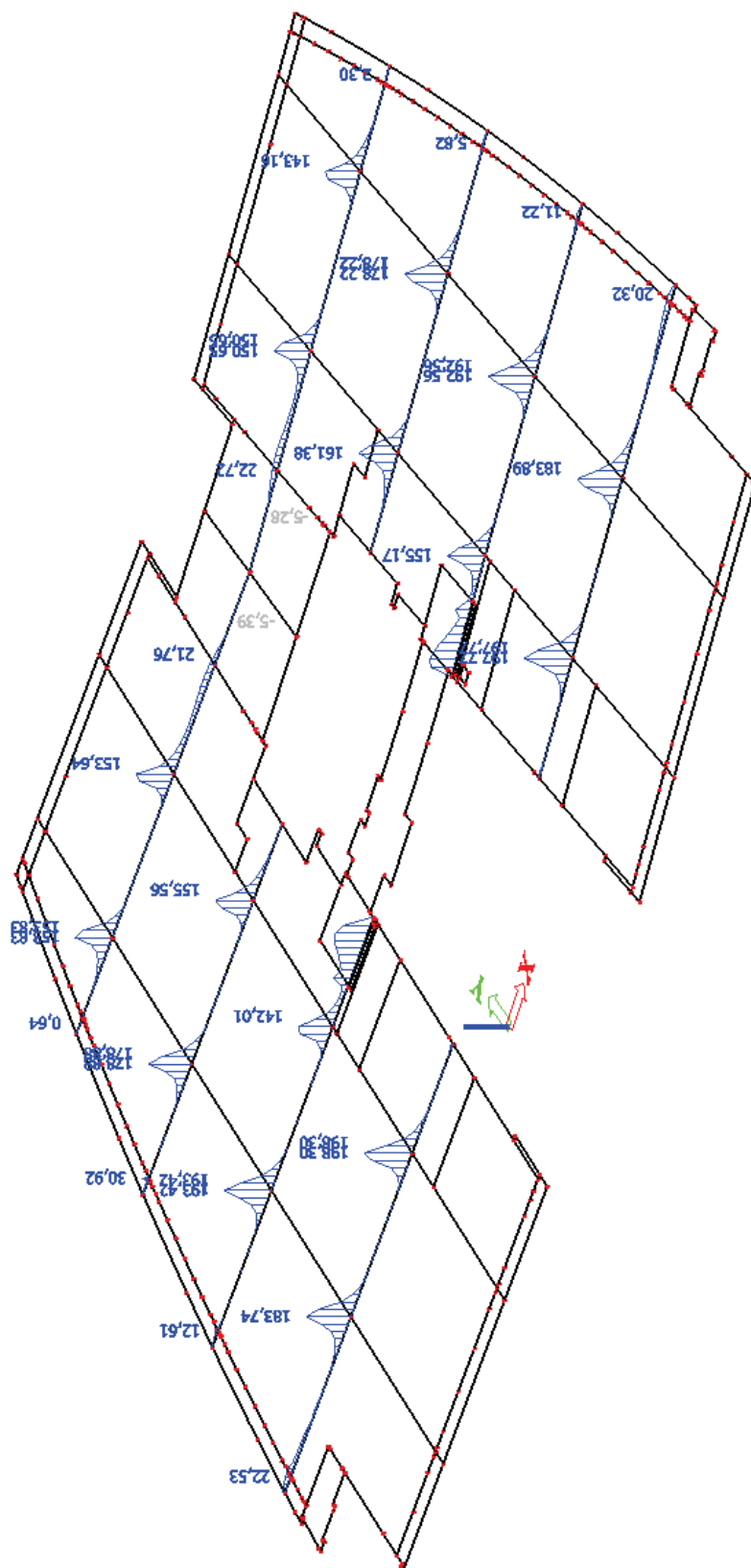


➤ Porovnání výsledků s 3D modelem

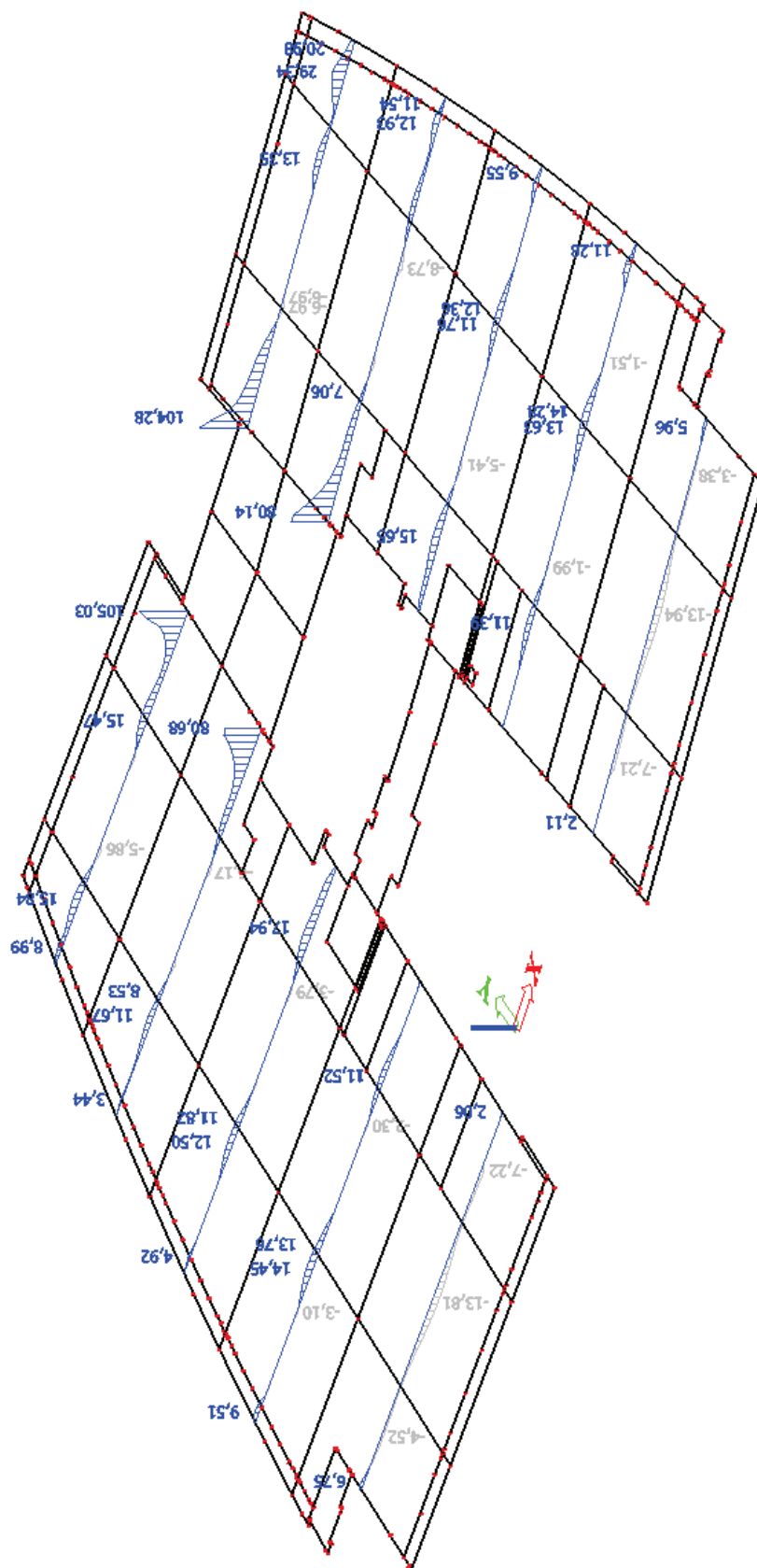
- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma



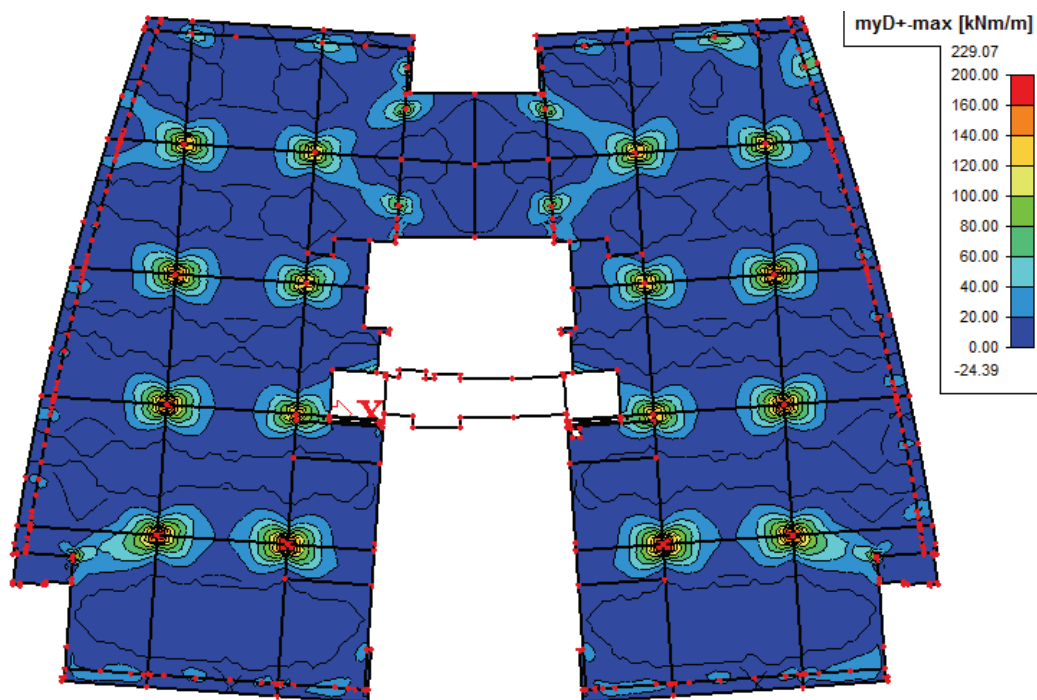
- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – sloupový pruh



- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – střední pruh

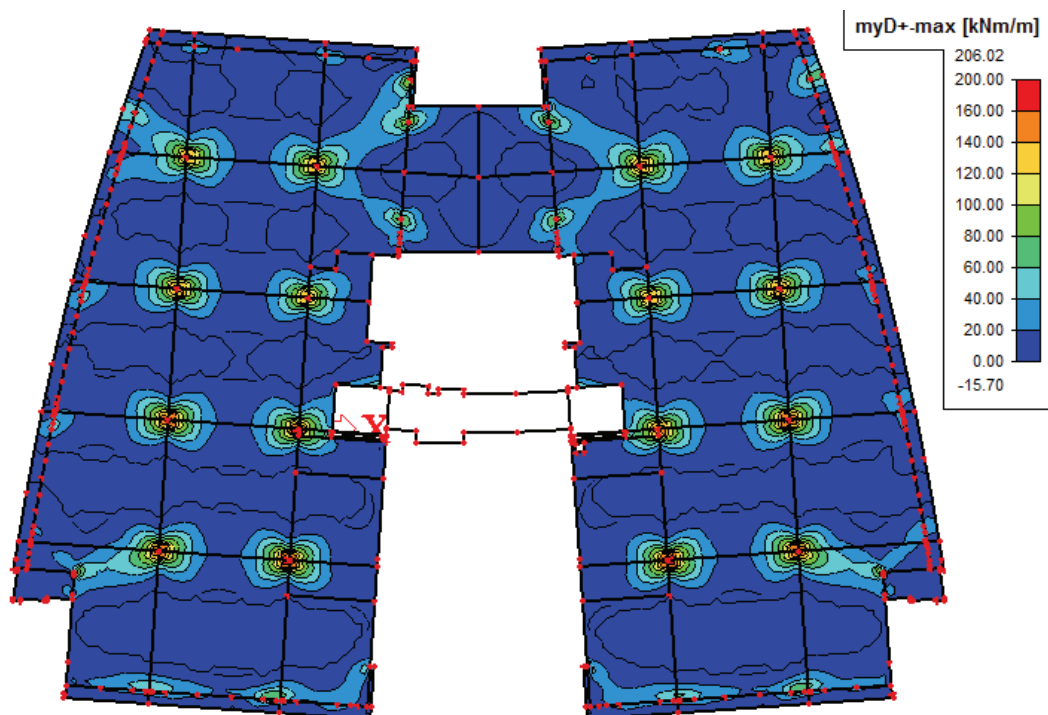


- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma

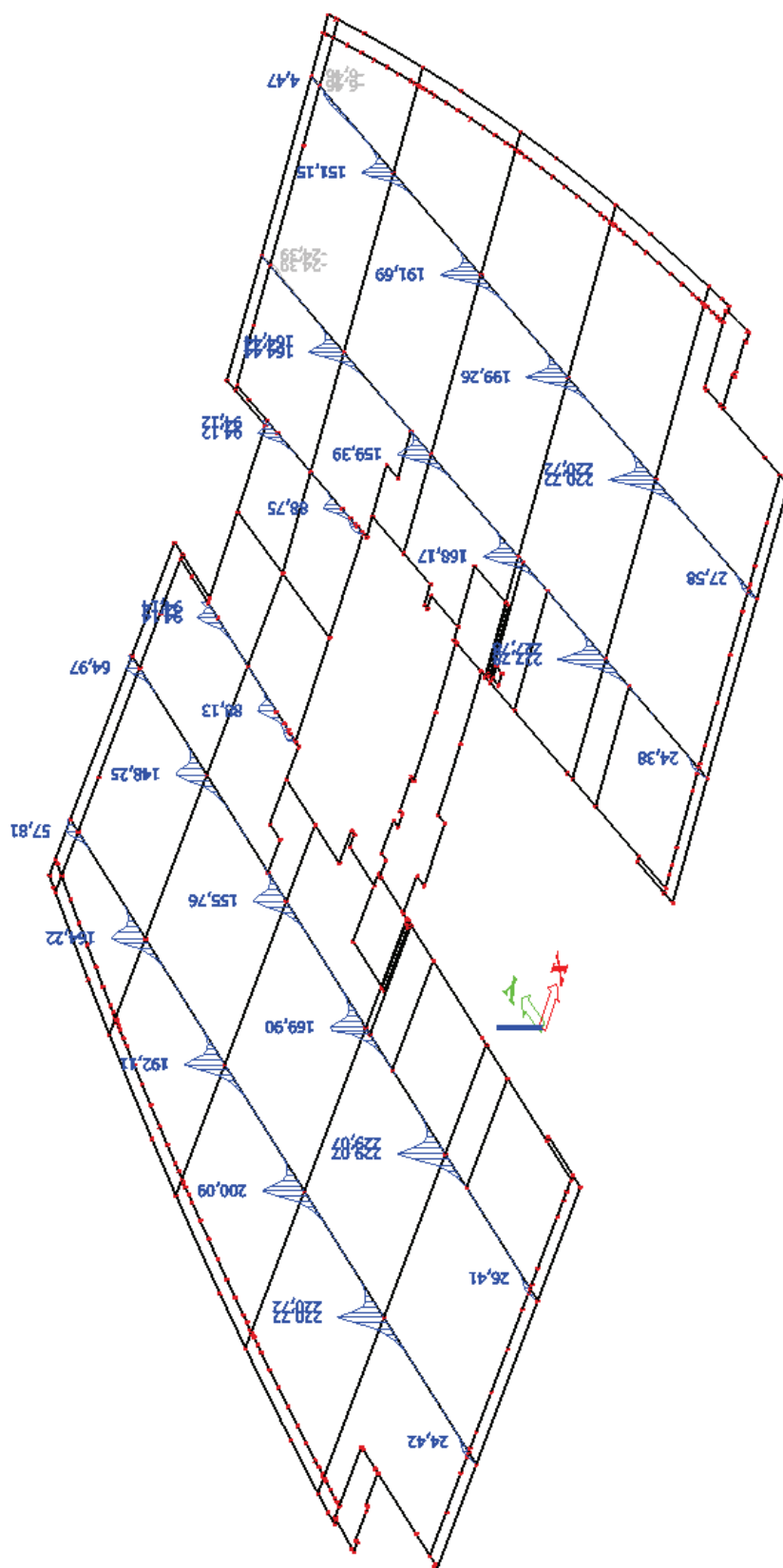


➤ Porovnání výsledků s 3D modelem

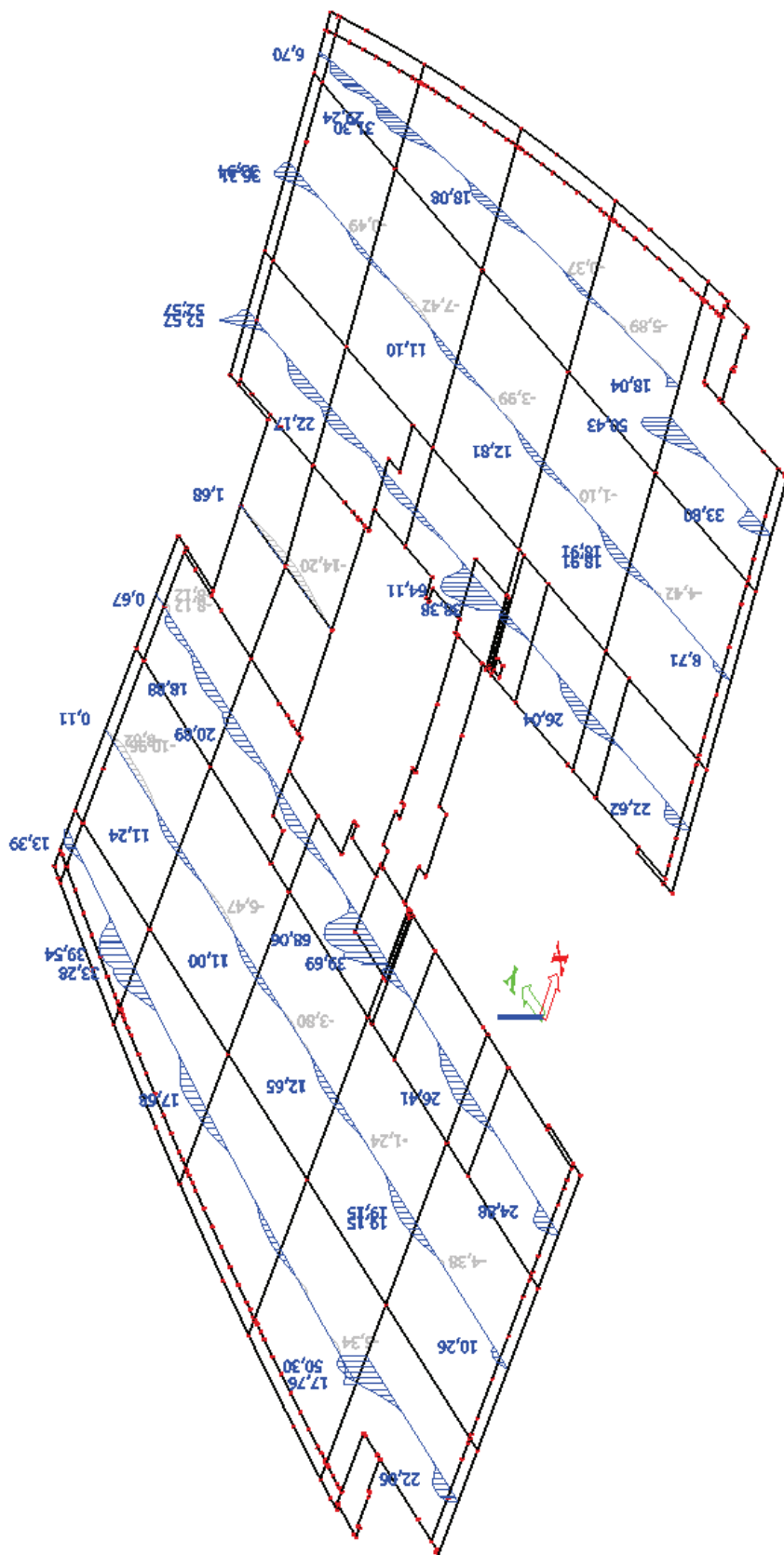
- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma



- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – sloupový pruh

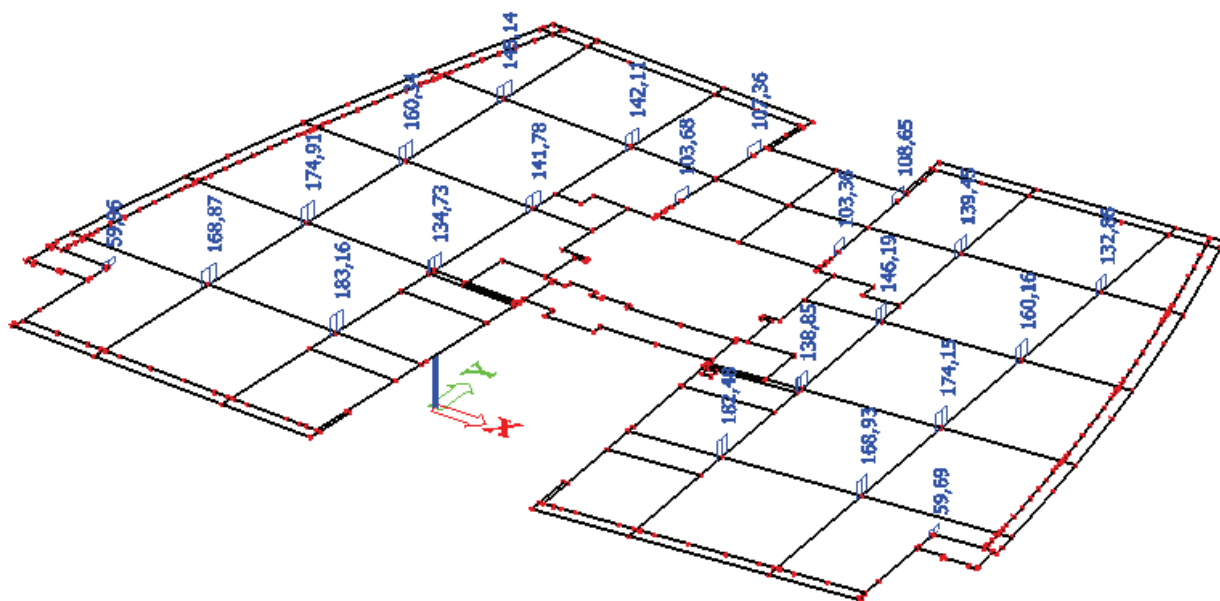


- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Řezy – střední pruh

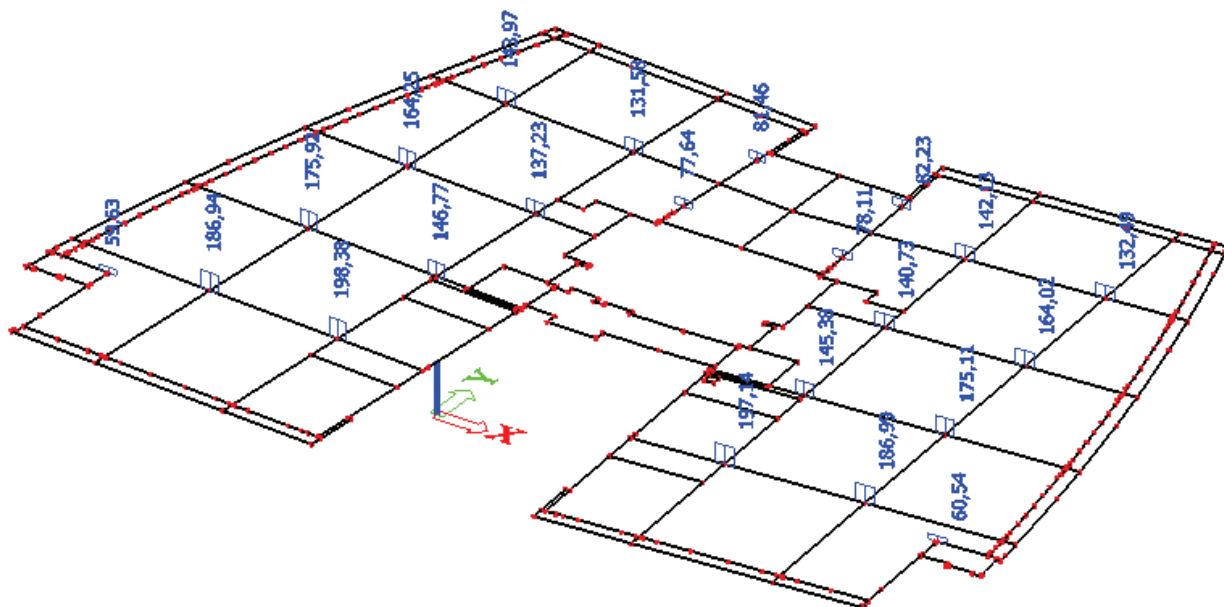


### 5.1.3.1 REDUKCE NADPOPOROVÝCH OHYBOVÝCH MOMENTŮ

- Redukce nadpodporových momentů byla provedena třemi způsoby.
- **VAR. 1** – Rovnoměrný příčný průběh ohybových momentů - šířka 1,0m
- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost

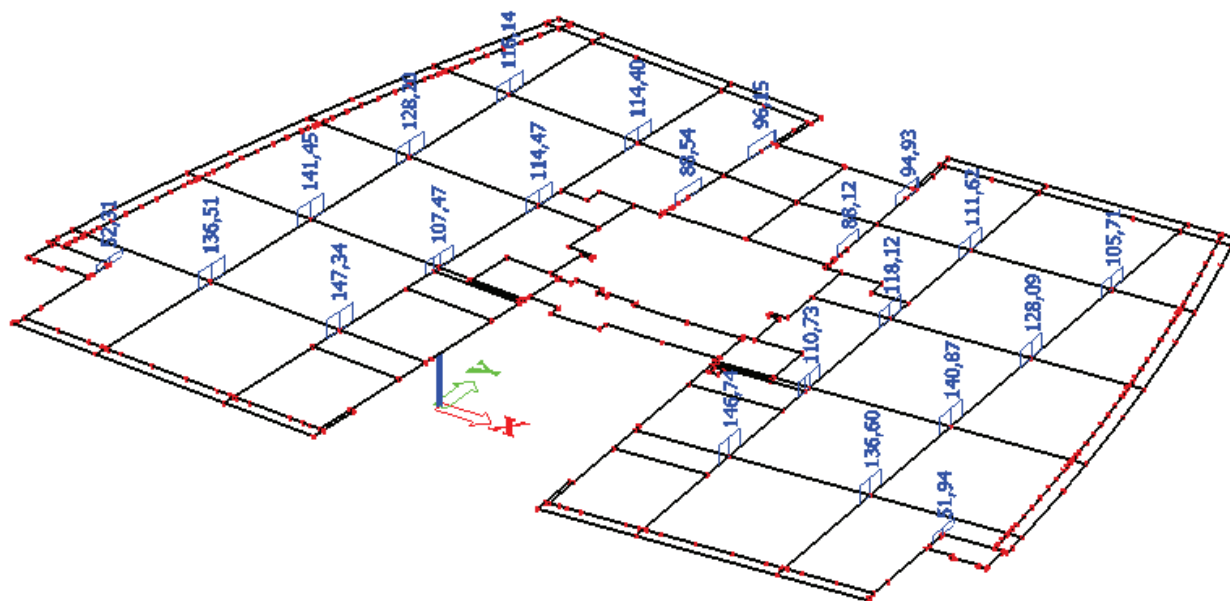


- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost

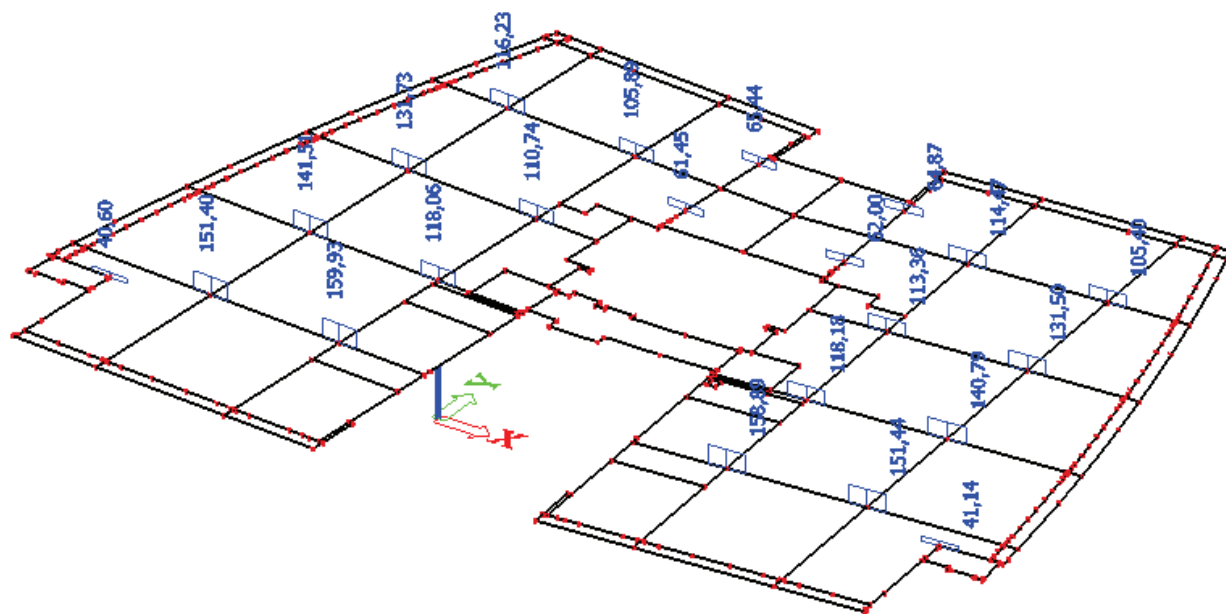


➤ **VAR. 2** – Rovnoměrný příčný průběh ohybových momentů - šířka 2,0m

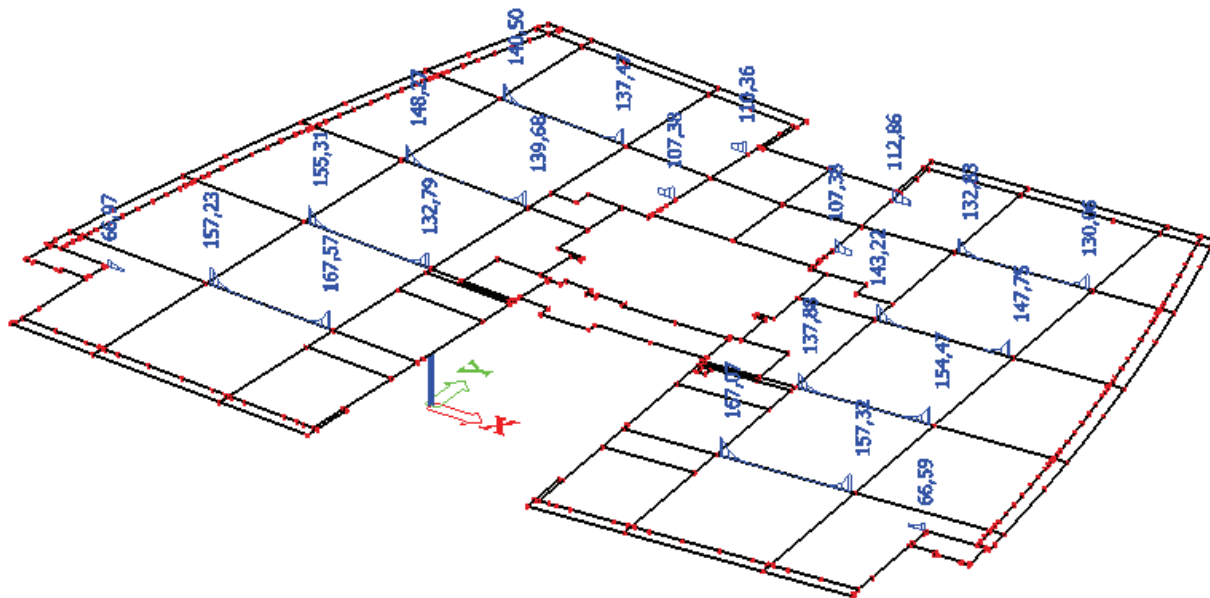
- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost



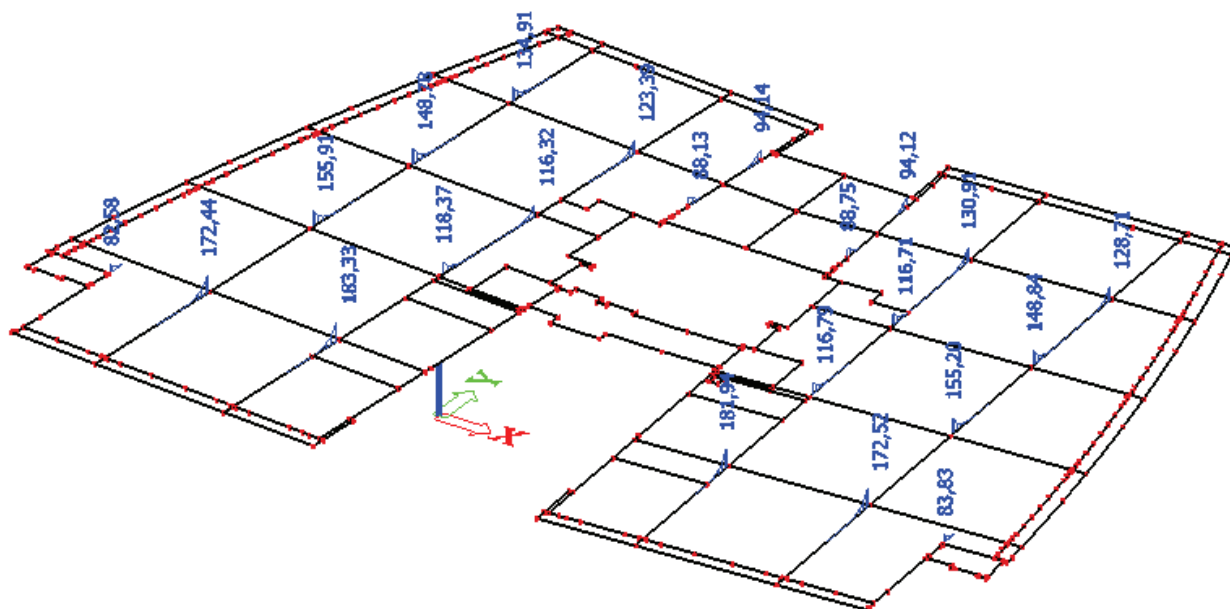
- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost



- **VAR. 3** – Neredukovaný průběh ohybových momentů k líci podpory
- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Pro přehlednost vykreslena pouze větší ze dvou hodnot ohybového momentu



- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Pro přehlednost vykreslena pouze větší ze dvou hodnot ohybového momentu



**Volím variantu 1 :** Redukce nadpodporových ohybových momentů příčným rovnoměrným rozdělením na šířku 1,0m.

## 5.2 DIMENZOVÁNÍ – STROPNÍ DESKA

### 5.2.1 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

<b>Beton:</b>	C25/30		
$f_{ck} =$	25 MPa	- charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	
$\alpha_{cc} =$	1	- součinitel uvažující dlouhodobé účinky zatížení	
$\gamma_c =$	1,5	- součinitel spolehlivosti betonu	
$f_{cd} =$	16,667 MPa	- návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$
$f_{ctm} =$	2,6 MPa	- střední hodnota pevnosti betonu v tahu	
$f_{ctk;0,05} =$	1,8 MPa	- 5% kvantil pevnosti betonu v tahu	
$\alpha_{ct} =$	1	- součinitel uvažující dlouhodobé účinky zatížení	
$f_{ctd} =$	1,200 MPa	- návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk;0,05} / \gamma_c$
$E_{cm} =$	31 GPa	- sečnový modul pružnosti	
$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰	- mezní poměrné přetvoření betonu	
$\eta =$	1		
$\lambda =$	0,8		

<b>Betonářská výztuž:</b>	B500B		
$f_{yk} =$	500 MPa	- charakteristická mez kluzu oceli	
$\gamma_s =$	1,15	- součinitel spolehlivosti oceli	
$f_{yd} =$	434,783 MPa	- návrhová pmez kluzu oceli	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
$E_s =$	200 GPa	- modul pružnosti betonářské výztuže	
$\epsilon_{yd} =$	2,174 ‰	- poměrné přetvoření oceli	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_{cm}$

### 5.2.2 KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max. \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10mm\}$$

$$c_{min,b} \geq \emptyset \text{ nebo } \emptyset_n; c_{min,b} \geq (\emptyset + 5mm) \text{ nebo } (\emptyset_n + 5mm) \text{ při } d_g > 32mm$$

$\phi_{sl,d} =$	12 mm	( $\phi$ ...průměr výztužného prutu; $\phi_n$ ...náhradní průměr skupinové vložky)
$\phi_{sl,h} =$	25 mm	
$\phi_{st,d} =$	0 mm	(průměr smyk. výztuže)
$\phi_{st,h} =$	0 mm	
$c_{min,b,sl,d} =$	12 mm	(min. krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti)
$c_{min,b,sl,h} =$	25 mm	
$c_{min,b,st,d} =$	0 mm	
$c_{min,b,st,h} =$	0 mm	

PROSTŘEDÍ:	XC1		
$C_{min,dur} =$	10 mm	(min. krycí vrstva z hlediska trvanlivosti)	
$\Delta C_{dur,y} =$	0 mm	(přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti)	
$\Delta C_{dur,st} =$	0 mm	(redukce min. krycí vrstvy při použití nerezavějící oceli)	
$\Delta C_{dur,add} =$	0 mm	(redukce min. krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany)	
$C_{min,sl,d} =$	12 mm		
$C_{min,sl,h} =$	25 mm		
$C_{min,st,d} =$	10 mm		
$C_{min,st,h} =$	10 mm		
$\Delta C_{dev} =$	10 mm	(návrh. odchylka od nominální hodnoty dle kvality provedení)	
$C_{nom,sl,d} =$	22 mm		
$C_{nom,sl,h} =$	35 mm		
$C_{nom,st,d} =$	20 mm	(návrhová hodnota betonové krycí vrstvy)	
$C_{nom,st,h} =$	20 mm		
$C_{nom,d} =$	20 mm		
$C_{nom,h} =$	35 mm		
		<b>Návrh:</b>	
		$C_{nom,d} =$	<b>25 mm</b>
		$C_{nom,h} =$	<b>35 mm</b>

## 5.2.3 MSÚ - OHYB

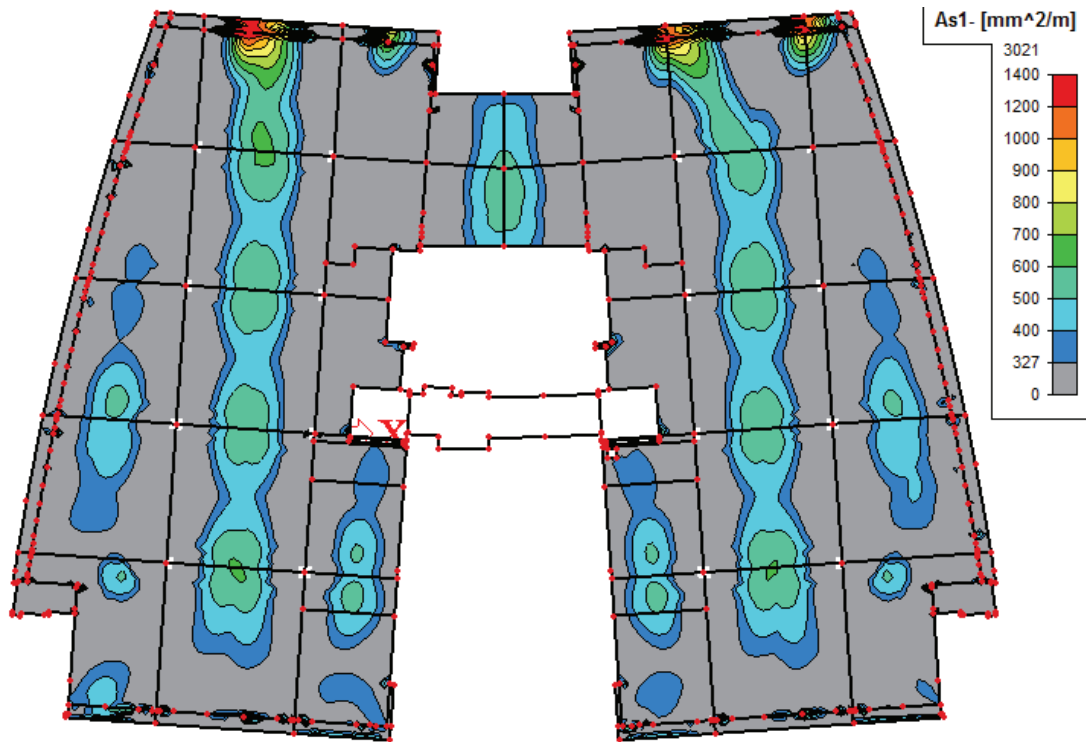
### 5.2.3.1 DOLNÍ VÝZTUŽ

- Dolní výztuž nadimenzována dle minimálních nutných ploch dolní výztuže na mezní stav únosnosti z programu SCIA Engineer 15.1.
- Vstupní data pro výpočet:
  - Beton C25/30, Betonářská ocel B500B
  - Návrhový pracovní diagram betonu: Bilineární
  - Návrhový pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární se stoupající větví
  - Krytí dolní výztuže betonem 25 mm
  - Krytí horní výztuže betonem 35 mm
  - Profil dolní výztuže  $\phi R12$
  - Profil horní výztuže  $\phi R25$
- K plochám dolní výztuže připočtena 20% rezerva.
- Paušální výztuž: **volím:  $\phi R10/200$**

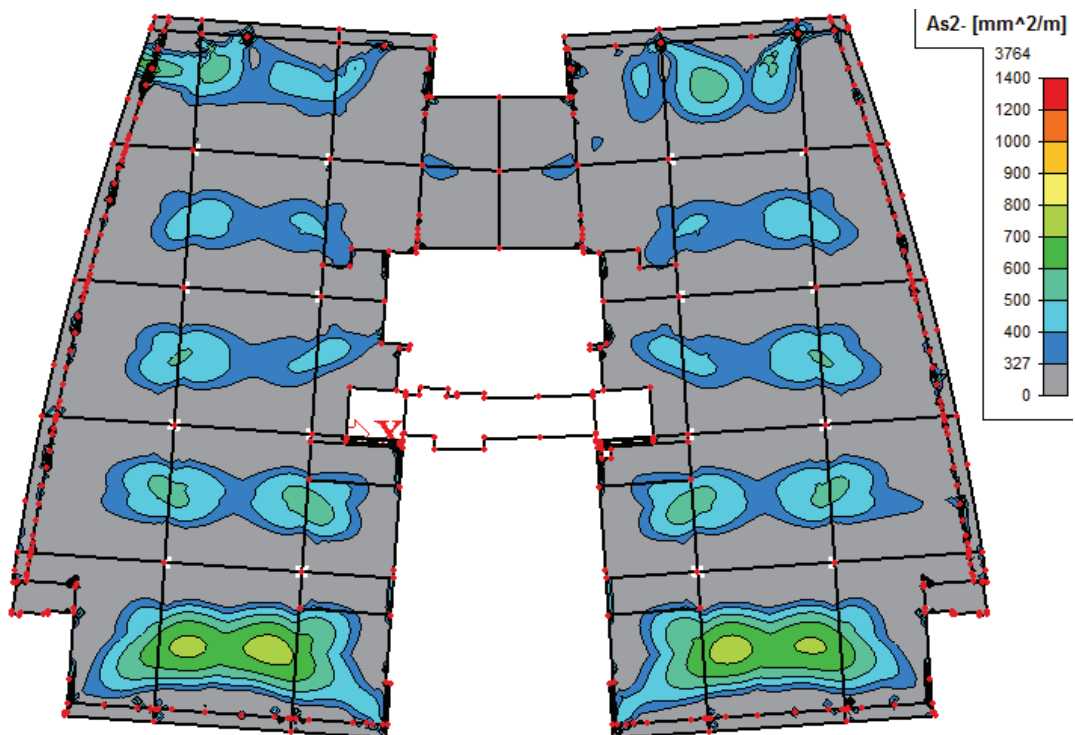
#### KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

min. plocha podélné výztuže (tažené):		$A_{s,min} = 0,26 * (f_{ctm} / f_{yk}) * b_t * d > 0,0013 * b_t * d$	
$A_{sx,min} =$	2,974E-04 m <sup>2</sup>	>	2,860E-04 m <sup>2</sup>
$A_{sy,min} =$	2,839E-04 m <sup>2</sup>	>	2,730E-04 m <sup>2</sup>
$A_{sx,min} =$	2,974E-04 m <sup>2</sup>	<	$A_{sx} =$ 3,930E-04 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>
$A_{sy,min} =$	2,839E-04 m <sup>2</sup>	<	$A_{sy} =$ 3,930E-04 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>

- $A_{s,1}$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Dolní výztuž ve směru X
- Kombinace únosnost



- $A_{s,2}$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Dolní výztuž ve směru Y
- Kombinace únosnost



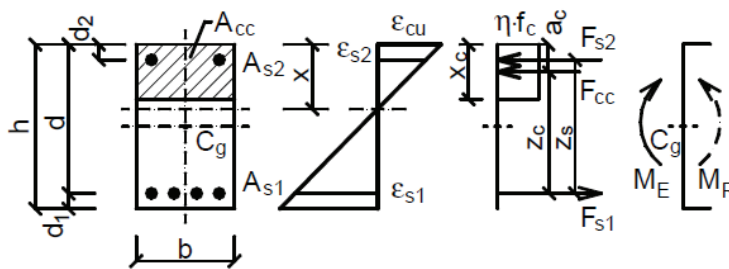
Kontrola:

- Kontrola návrhu minimálních nutných ploch výztuže provedena v programu Excel dle EN 1992-1-1.
- Předpoklady posouzení:
  - Pracovní diagram betonu: Zjednodušený – obdelníkové rozdělení napětí v betonu.
  - Pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární s vodorovnou (neomezenou) větví.
- Kontrola provedena pro nejvíce namáhané typické deskové pole pro směr X a Y.
- $m_{xD-,max} = 57,37 \text{ kNm/m}$  – osa E, mezi osami 2 a 3,  $A_{s,req} = 7,52 \text{ cm}^2/\text{m}$ .
- $m_{yD-,max} = 68,29 \text{ kNm/m}$  – osa 3, mezi osami A a B,  $A_{s,req} = 8,90 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

**ROZMĚRY PRŮŘEZU:**

<b>b =</b>	<b>1 m</b>
<b>h =</b>	<b>0,25 m</b>

**NÁVRH VÝZTUŽE:**



$m_{ed,x} =$	<b>57,37 kNm/m</b>
$A_{s1,x} =$	<b>φ10/200+φ10/200</b>
$A_{s1,x} =$	<b><math>7,86 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math></b>

$m_{ed,y} =$	<b>68,29 kNm/m</b>
$A_{s1,y} =$	<b>φ10/200+φ10/150</b>
$A_{s1,y} =$	<b><math>9,17 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math></b>

$$d_i = c_i + \phi_i/2$$

(poloha těžiště výztuže)

$$d = h - \frac{\sum_{i=1}^n A_{si} d_i}{\sum_{i=1}^n A_{si}}$$

(účinná výška průřezu)

$d_{1,x} =$	0,030 m
$d_x =$	<b>0,220 m</b>

$d_{1,y} =$	0,040 m
$d_y =$	<b>0,210 m</b>

**KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:**

min. plocha podélné výztuže (tažené):  $A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$

$A_{sx,min} =$	2,974E-04 m <sup>2</sup>	>	2,860E-04 m <sup>2</sup>	
$A_{sy,min} =$	2,839E-04 m <sup>2</sup>	>	2,730E-04 m <sup>2</sup>	
$A_{sx,min} =$	2,974E-04 m <sup>2</sup>	<	$A_{sx} =$	7,860E-04 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>

$A_{s,y,min} =$	2,839E-04 m <sup>2</sup>	<	$A_{s,y} =$	9,170E-04 m <sup>2</sup>	vyhovuje
max. plocha podélné výztuže (mimo míst přesahů): $A_{s,max} \leq 0,04 * A_c$					
$A_{s,max} =$	1,000E-02 m <sup>2</sup>	>	$A_{s,x} =$	7,860E-04 m <sup>2</sup>	vyhovuje
		>	$A_{s,y} =$	9,170E-04 m <sup>2</sup>	vyhovuje
max. vzdálenost výztuže: $s_{max} = dle NA min. \{2 * h; 300mm\}$					
$s_{max} =$	300 mm	>	$s =$	100,0 mm	vyhovuje
min. světlá vzdálenost výztuže: $s_{n,min} = max\{1,2 * \emptyset_{s,max}; d_g + 5mm; 20mm\}$					
$s_{n,min} =$	27 mm	<	$s_n =$	75,7 mm	vyhovuje

### POSOUZENÍ PRŮŘEZU:

výška tlačené oblasti průřezu:

$$x = \frac{A_{s1} f_{yd}}{b \lambda \eta f_{cd}}$$

$$\eta = 1,0; \lambda = 0,8 \dots pro f_{ck} \leq 50MPa$$

$$\eta = 1,0 - \frac{f_{ck} - 50}{200}; \lambda = 0,8 - \frac{f_{ck} - 50}{400} \dots pro f_{ck} > 50MPa \quad \begin{matrix} \eta = & 1 \\ \lambda = & 0,8 \end{matrix}$$

$$x_x = 0,026 \text{ m} \qquad x_y = 0,030 \text{ m}$$

přetvoření výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x)$$

$$\varepsilon_{s,x} = 26,542 \text{ ‰} \qquad \varepsilon_{s,y} = 21,080 \text{ ‰}$$

rameno vnitřních sil:

$$z_c = d - 0,5\lambda x$$

$$z_{c,x} = 0,210 \text{ m} \qquad z_{c,y} = 0,198 \text{ m}$$

napětí ve výztuži:

$$\sigma_s = \varepsilon_s * E_s \leq f_{yd}$$

$$\sigma_{s,x} = 434,783 \text{ MPa} \qquad \sigma_{s,y} = 434,783 \text{ MPa}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = A_{s1} * \sigma_s * z_c$$

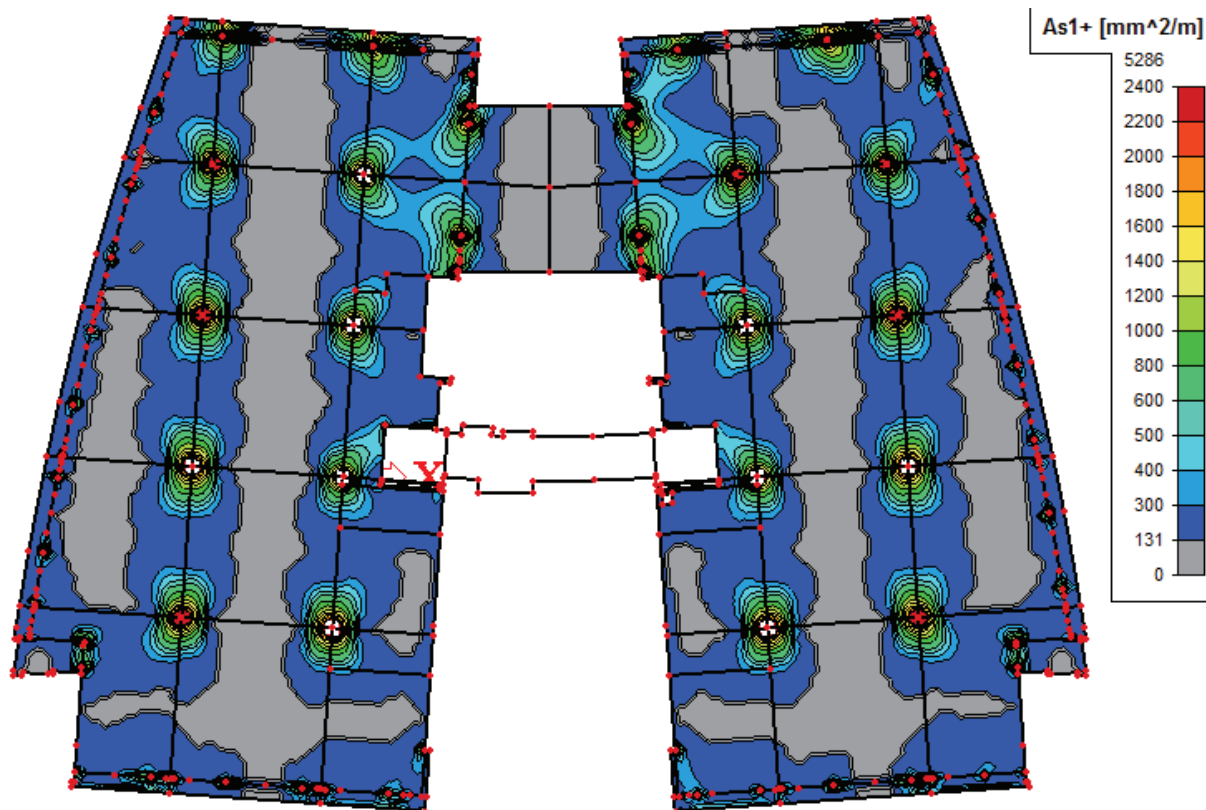
$$m_{Rd,x} = 71,679 \text{ kNm/m} > m_{Ed,x} = 57,370 \text{ kNm/m} \text{ vyhovuje}$$

$$m_{Rd,y} = 78,957 \text{ kNm/m} > m_{Ed,y} = 68,290 \text{ kNm/m} \text{ vyhovuje}$$

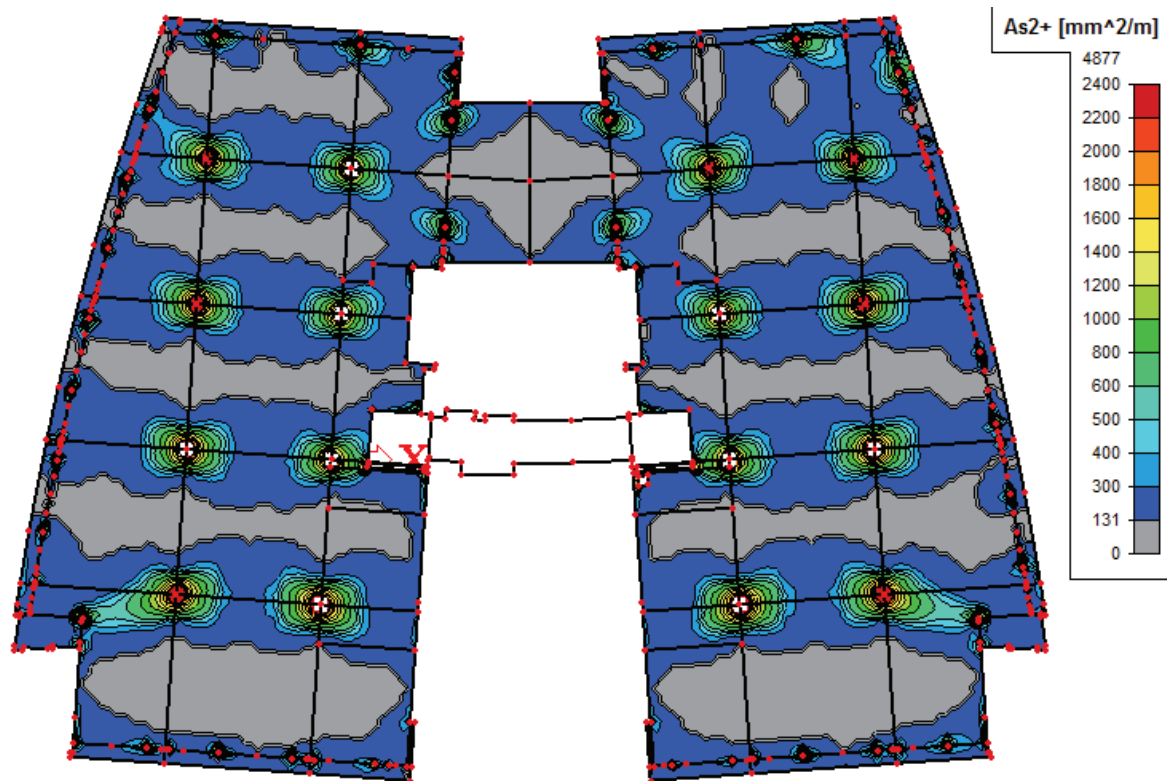
### 5.2.3.2 HORNÍ VÝZTUŽ

- Horní výztuž v místech extrémních nadpodporových ohybových momentů (nad sloupy, nad rohy a konci stěn) byla nadimenzována v programu Excel na redukované hodnoty ohybového momentu (viz výše) dle EN 1992-1-1.
- Horní výztuž v běžných oblastech stropní desky byla nadimenzována dle minimálních nutných ploch horní výztuže na mezní stav únosnosti z programu SCIA Engineer 15.1.
- Vstupní data pro výpočet:
  - Beton C25/30, Betonářská ocel B500B
  - Pracovní diagram betonu: Bilineární
  - Pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární se stoupající větví
  - Krytí dolní výztuže betonem 25 mm
  - Krytí horní výztuže betonem 35 mm
  - Profil dolní výztuže  $\phi R12$
  - Profil horní výztuže  $\phi R25$
- Paušální výztuž: **volím: KARI síť  $\phi 5 \times 5 / 150 \times 150$**  (výztuž pro zachycení smršťování)

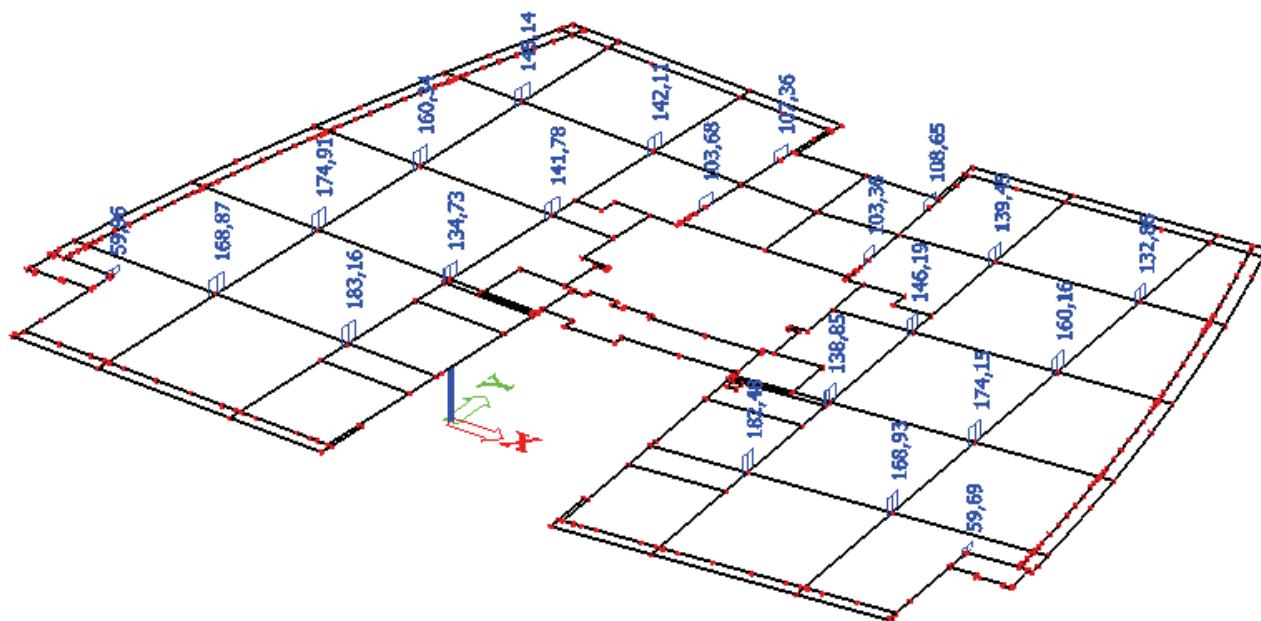
- $A_{s,1}^+$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Horní výztuž ve směru X
- Kombinace únosnost



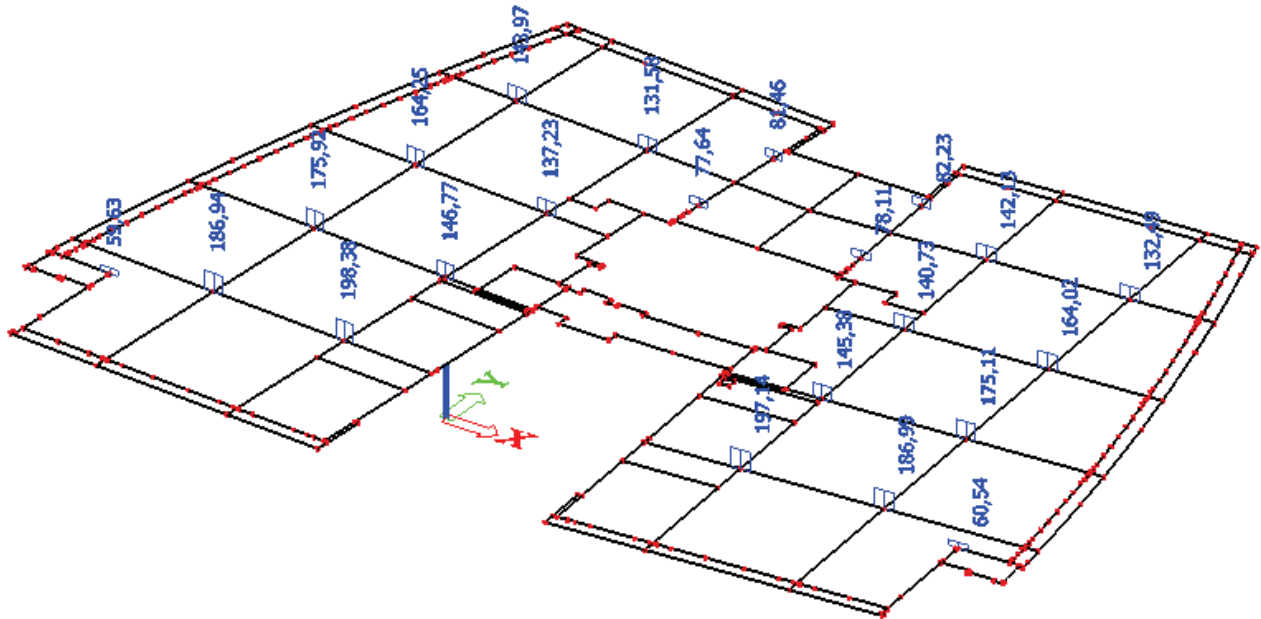
- $A_{s,2}^+$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Horní výztuž ve směru Y
- Kombinace únosnost



- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost



- $m_{y,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost

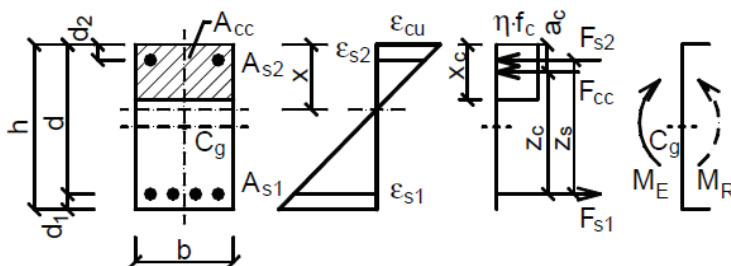


- Návrh výztuže a posouzení průřezu pro názornost rozepsáno pro maximální ohybový moment nad sloupem na průniku os **B/3**.
- Výsledky ostatních nadpodporových oblastí zobrazeny v tabulce 5.1.
- Předpoklady posouzení:
  - Pracovní diagram betonu: Zjednodušený – obdelníkové rozdělení napětí v betonu.
  - Pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární s vodorovnou (neomezenou) větví.
- Sloup na průniku os B/3:  $m_{x,D+} = 183,16$  kNm/m,  $m_{y,D+} = 198,38$  kNm/m

**ROZMĚRY PRŮŘEZU:**

$b = 1$  m  
 $h = 0,25$  m

**NÁVRH VÝZTUŽE:**



$m_{ed,x} =$	<b>183,16 kNm/m</b>	$m_{ed,y} =$	<b>198,38 kNm/m</b>
$A_{s1,x} =$	<b><math>\phi 5/150 + \phi 20/125</math></b>	$A_{s1,y} =$	<b><math>\phi 5/150 + \phi 25/150</math></b>
$A_{s1,x} =$	<b><math>26,44 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math></b>	$A_{s1,y} =$	<b><math>34,03 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math></b>

$$d_i = c_i + \phi_i / 2 \quad (\text{poloha těžiště výztuže})$$

$$d = h - \frac{\sum_{i=1}^n A_{si} d_i}{\sum_{i=1}^n A_{si}} \quad (\text{účinná výška průřezu})$$

$d_{1,x} =$	0,045 m	$d_{1,y} =$	0,068 m
$d_x =$	<b>0,205 m</b>	$d_y =$	<b>0,183 m</b>

### KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

min. plocha podélné výztuže (tažené):  $A_{s,min} = 0,26 * (f_{ctm} / f_{yk}) * b_t * d > 0,0013 * b_t * d$

$A_{sx,min} =$	2,772E-04 m <sup>2</sup>	>	2,665E-04 m <sup>2</sup>	
$A_{sy,min} =$	2,467E-04 m <sup>2</sup>	>	2,373E-04 m <sup>2</sup>	
$A_{sx,min} =$	2,772E-04 m <sup>2</sup>	<	$A_{sx} =$	2,644E-03 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>
$A_{sy,min} =$	2,467E-04 m <sup>2</sup>	<	$A_{sy} =$	3,403E-03 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>

max. plocha podélné výztuže (mimo míst přesahů):  $A_{s,max} \leq 0,04 * A_c$

$A_{s,max} =$	1,000E-02 m <sup>2</sup>	>	$A_{sx} =$	2,644E-03 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>
		>	$A_{sy} =$	3,403E-03 m <sup>2</sup> <b>vyhovuje</b>

max. vzdálenost výztuže:  $s_{max} = \text{dle NA min. } \{2 * h; 300\text{mm}\}$

$s_{max} =$	300 mm	>	$s =$	150,0 mm <b>vyhovuje</b>
-------------	--------	---	-------	--------------------------

min. světlá vzdálenost výztuže:  $s_{n,min} = \max\{1,2 * \phi_{s,max}; d_g + 5\text{mm}; 20\text{mm}\}$

$s_{n,min} =$	27 mm	<	$s_n =$	105,0 mm <b>vyhovuje</b>
---------------	-------	---	---------	--------------------------

### POSOUZENÍ PRŮŘEZU:

výška tlačené oblasti průřezu:

$$x = \frac{A_{s1} f_{yd}}{b \lambda \eta f_{cd}}$$

$$\eta = 1,0; \lambda = 0,8 \quad \dots \text{pro } f_{ck} \leq 50 \text{MPa}$$

$$\eta = 1,0 - \frac{f_{ck} - 50}{200}; \lambda = 0,8 - \frac{f_{ck} - 50}{400} \quad \dots \text{pro } f_{ck} > 50 \text{MPa} \quad \begin{matrix} \eta = & 1 \\ \lambda = & 0,8 \end{matrix}$$

$x_x =$	0,086 m	$x_y =$	0,111 m
---------	---------	---------	---------

přetvoření výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x}(d - x)$$

$$\varepsilon_{s,x} = 4,822 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{s,y} = 2,256 \text{ ‰}$$

rameno vnitřních sil:

$$z_c = d - 0,5\lambda x$$

$$z_{c,x} = 0,171 \text{ m}$$

$$z_{c,y} = 0,138 \text{ m}$$

napětí ve výztuži:

$$\sigma_s = \varepsilon_s * E_s \leq f_{yd}$$

$$\sigma_{s,x} = 434,783 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,y} = 434,783 \text{ MPa}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI:

$$M_{Rd} = A_{s1} * \sigma_s * z_c$$

$$m_{Rd,x} = 196,016 \text{ kNm/m} > m_{Ed,x} = 183,160 \text{ kNm/m} \text{ vyhovuje}$$

$$m_{Rd,y} = 204,347 \text{ kNm/m} > m_{Ed,y} = 198,380 \text{ kNm/m} \text{ vyhovuje}$$

• Tab. 5.1 Návrh výztuže a výpočet únosnosti průřezu v nadpodporových oblastech

směr	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
$\phi$	$\phi 20/125$	$\phi 25/150$	$\phi 20/150$	$\phi 20/125$	$\phi 20/175$	$\phi 20/150$	$\phi 16/150$	$\phi 16/175$	$\phi 12/150$	$\phi 12/150$
$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	26,44	34,08	22,25	26,44	19,26	22,25	14,71	12,80	8,85	8,85
$d_1$ [m]	0,045	0,068	0,045	0,065	0,045	0,065	0,043	0,059	0,041	0,053
$d$ [m]	0,205	0,183	0,205	0,185	0,205	0,185	0,207	0,191	0,209	0,197
$x$ [m]	0,086	0,111	0,073	0,086	0,063	0,073	0,048	0,042	0,029	0,029
$\varepsilon_s$ [‰]	4,822	2,248	6,389	4,010	7,924	5,424	11,604	12,516	21,848	20,392
$\sigma_s$ [MPa]	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78	434,78
$z_c$ [m]	0,171	0,138	0,176	0,151	0,180	0,156	0,188	0,174	0,197	0,185
$m_{Rd}$ [kNm/m]	196,02	204,55	170,24	173,02	150,63	150,89	120,12	97,00	75,98	71,36

Poznámky k Tab. 5.1:

- v řádku  $\phi$  je uvedeno přivyztužení k paušální výztuži (KARI  $\phi 5/150 \times 150$ ).
- materiály: beton C25/30 ( $f_{cd} = 16,667 \text{ MPa}$ )  
výztuž B500B ( $f_{yd} = 434,783 \text{ MPa}$ )
- rozměry průřezu:  $b = 1,0 \text{ m}$ ,  $h = 0,25 \text{ m}$
- krytí výztuže:  $c_{nom,h} = 35 \text{ mm}$

• **Tab. 5.2 Posouzení ohybové únosnosti průřezu v nadpodporových oblastech**

pozice	účinky zatížení	únosnost v ohybu	posudek	výztuž
průsečík os E/2	$m_{Ed,x} = 132,86 - 146,19 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,x} = 150,63 \text{ kNm/m}$	<b>88,2% - 97,1%</b>	<b>φ20/175</b>
průsečík os E/3				
průsečík os D/3				
průsečík os C/3				
průsečík os E/8	$m_{Ed,y} = 131,58 - 146,77 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,y} = 150,89 \text{ kNm/m}$	<b>87,2% - 97,3%</b>	<b>φ20/150</b>
průsečík os E/7				
průsečík os D/7				
průsečík os C/7				
průsečík os D/2	$m_{Ed,x} = 160,16 - 160,34 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,x} = 170,24 \text{ kNm/m}$	<b>94,1% - 94,2%</b>	<b>φ20/150</b>
průsečík os D/8	$m_{Ed,y} = 164,02 - 164,25 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,y} = 173,02 \text{ kNm/m}$	<b>97,8% - 94,9%</b>	<b>φ20/125</b>
průsečík os C/2	$m_{Ed,x} = 168,87 - 183,16 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,x} = 196,02 \text{ kNm/m}$	<b>86,1% - 93,4%</b>	<b>φ20/125</b>
průsečík os B/2				
průsečík os B/3				
průsečík os C/8				
průsečík os B/8	$m_{Ed,y} = 175,11 - 198,38 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,y} = 204,55 \text{ kNm/m}$	<b>85,6% - 97,0%</b>	<b>φ25/150</b>
průsečík os B/7				
Konce stěn na osách 4 a 6 (u osy E)	$m_{Ed,x} = 103,36 - 108,65 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,x} = 120,12 \text{ kNm/m}$	<b>86,0% - 90,5%</b>	<b>φ16/150</b>
	$m_{Ed,y} = 77,64 - 82,23 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,y} = 97,00 \text{ kNm/m}$	<b>80,0% - 84,8%</b>	<b>φ16/175</b>
Rohy stěn (jádro)	$m_{Ed,x} = 59,69 - 59,96 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,x} = 75,98 \text{ kNm/m}$	<b>78,6% - 78,9%</b>	<b>φ12/150</b>
	$m_{Ed,y} = 59,63 - 60,54 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,y} = 71,36 \text{ kNm/m}$	<b>83,6% - 84,8%</b>	<b>φ12/150</b>

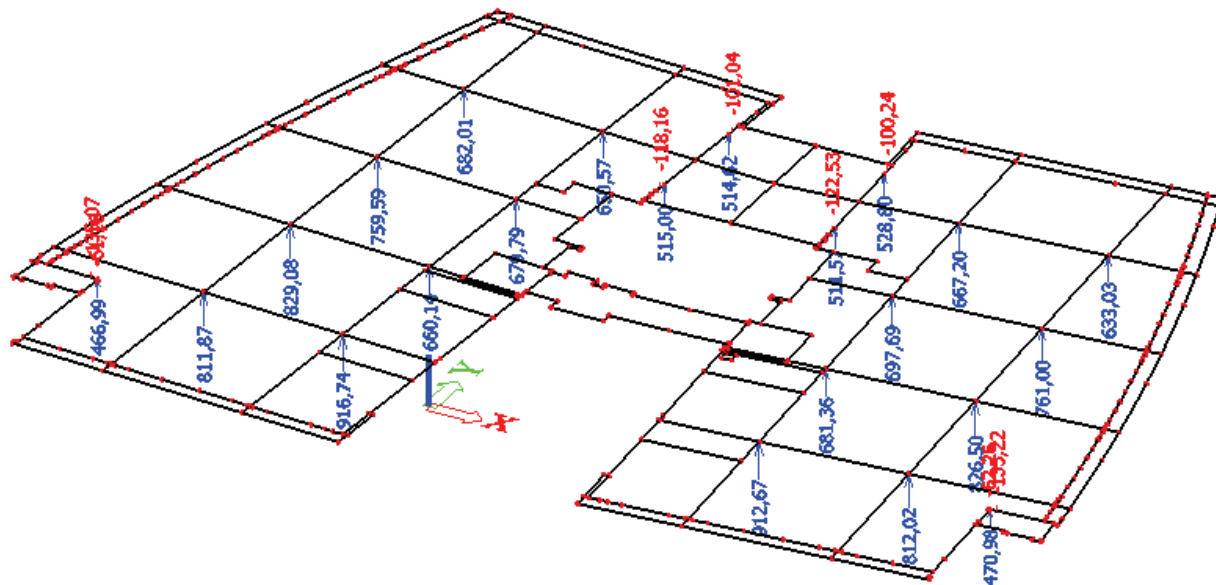
Poznámky k Tab. 5.2:

- ve sloupci výztuž je uvedeno přivytužení k paušální výztuži (KARI φ5/150)
- výztuž nadpodporových oblastí bude porovnána s požadovaným stupněm vyztužení v MSÚ – Protlačení (viz níže).

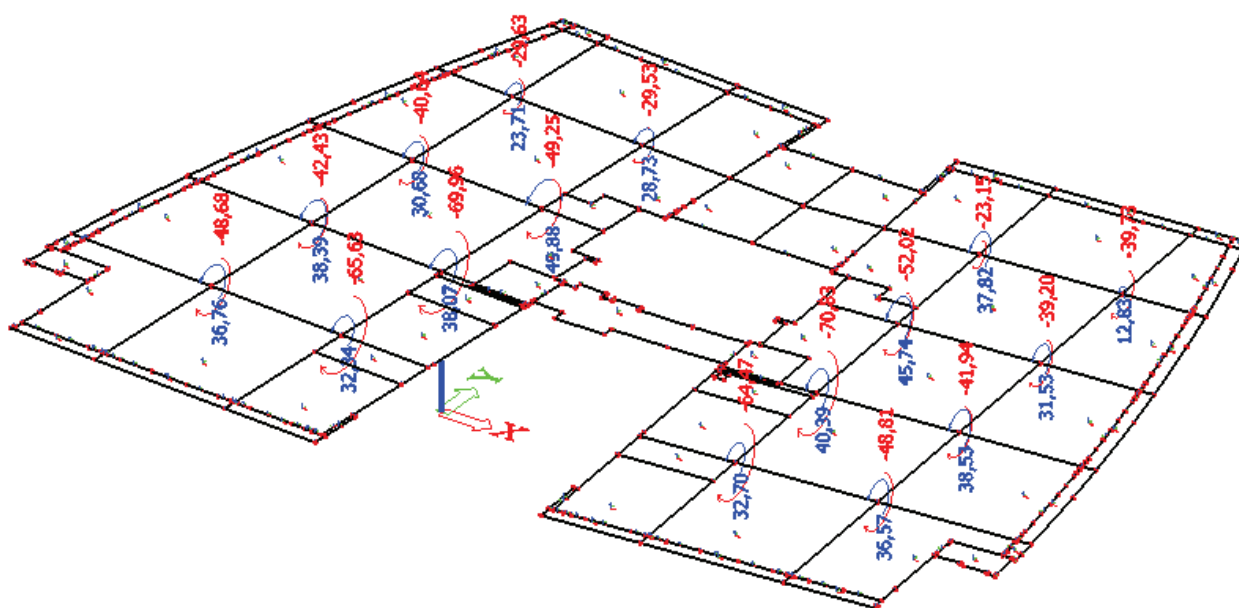
### 5.2.4 MSÚ – PROTLAČENÍ

- Smykovou výztuž tvoří smykové trny - prvky Schöck Bole®.
- Návrh výztuže na protlačení a posudek smykové odolnosti stropní desky se smykovou výztuží byl proveden v programu Schöck Bole verze 2.11.02 dle EN 1992-1-1 + ETA (Evropské technické posouzení).

- $R_{z,d}$  [kN]
- Kombinace únosnost



- $M_{x,d}$  [kNm]
- Kombinace únosnost





Tab 5.3 Kombinace zatížení pro návrh výztuže na protlačení

police	půdorysný tvar	geometrie		účinná výška		kontr. obvod		reakce			excentricita		$\beta$	$\beta R_t$ [kN]
		$b_x$ [m]	$b_y$ [m]	$d$ [m]	$W_{1,x}$ [m <sup>2</sup> ]	$W_{1,y}$ [m <sup>2</sup> ]	$u_1$ [m]	$R_t$ [kN]	$M_x$ [kN]	$M_y$ [kN]	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]		
průsečík os E/2	kruh	0,45		0,195	1,513	1,513	3,864	682,01	10,24	70,40	0,103	0,015	1,16	791,03
								573,97	29,63	55,10	0,096	0,052	1,17	669,84
								612,13	6,73	79,61	0,130	0,011	1,20	734,57
průsečík os E/3	kruh	0,45		0,195	1,513	1,513	3,864	650,57	3,61	69,85	0,107	0,006	1,16	757,76
								515,09	29,53	54,07	0,105	0,057	1,18	609,50
								543,82	5,79	86,94	0,160	0,011	1,25	677,35
průsečík os D/2	kruh	0,45		0,195	1,513	1,513	3,864	759,59	9,48	45,83	0,060	0,012	1,09	831,31
								624,74	40,64	32,79	0,052	0,065	1,13	704,76
								644,22	8,24	67,92	0,105	0,013	1,16	749,07
průsečík os D/3	obdélník	0,3	0,6	0,195	1,938	1,669	4,250	679,79	2,93	48,62	0,072	0,004	1,08	735,92
								543,42	49,88	36,85	0,068	0,092	1,16	630,89
								573,66	3,62	66,67	0,116	0,006	1,13	650,27
průsečík os C/2	kruh	0,45		0,194	1,503	1,503	3,852	829,08	4,31	21,58	0,026	0,005	1,04	862,91
								677,65	42,43	13,12	0,019	0,063	1,10	745,93
								678,32	4,24	54,60	0,080	0,006	1,12	762,52
průsečík os C/3	obdélník	0,3	0,6	0,195	1,938	1,669	4,250	660,14	18,03	52,14	0,079	0,027	1,10	728,41
								527,64	69,96	48,18	0,091	0,133	1,23	648,43
								524,27	8,33	68,82	0,131	0,016	1,15	604,17
průsečík os B/2	kruh	0,45		0,194	1,503	1,503	3,852	811,87	10,96	46,07	0,057	0,013	1,09	884,68
								649,99	48,68	39,45	0,061	0,075	1,15	746,33
								691,18	16,27	67,94	0,098	0,024	1,16	798,59
průsečík os B/3	kruh	0,45		0,194	1,503	1,503	3,852	916,74	16,39	38,42	0,042	0,018	1,07	980,96
								710,15	65,63	41,21	0,058	0,092	1,17	829,30
								703,61	17,18	68,88	0,098	0,024	1,16	812,76
průsečík os E/7	kruh	0,45		0,195	1,513	1,513	3,864	667,20	12,30	62,87	0,094	0,018	1,15	765,37
								532,05	37,82	47,19	0,089	0,071	1,17	624,73
								556,66	12,30	79,97	0,144	0,022	1,22	680,65

průsečík os E/8	kruh	0,45	0,195	1,513	1,513	3,864	633,03	22,07	60,03	0,095	0,035	1,15	731,05
průsečík os D/7	obdélník	0,3	0,195	1,938	1,669	4,250	697,69	0,73	44,59	0,064	0,001	1,07	748,96
							566,52	52,02	38,68	0,068	0,092	1,16	657,88
průsečík os D/8	kruh	0,45	0,195	1,513	1,513	3,864	761,00	8,03	44,96	0,059	0,011	1,09	830,99
							625,52	39,20	32,32	0,052	0,063	1,12	703,38
průsečík os C/7	obdélník	0,3	0,195	1,938	1,669	4,250	681,36	18,90	50,37	0,074	0,028	1,10	748,39
							553,40	70,83	45,49	0,082	0,128	1,22	674,02
průsečík os C/8	kruh	0,45	0,194	1,503	1,503	3,852	826,50	3,87	20,91	0,025	0,005	1,04	859,19
							674,74	41,94	12,67	0,019	0,062	1,10	742,10
průsečík os B/7	kruh	0,45	0,194	1,503	1,503	3,852	675,76	3,95	53,89	0,080	0,006	1,12	758,84
							912,67	15,41	37,97	0,042	0,017	1,07	975,67
průsečík os B/8	kruh	0,45	0,194	1,503	1,503	3,852	706,06	64,47	40,83	0,058	0,091	1,17	823,39
							699,94	16,36	68,52	0,098	0,023	1,15	808,25
průsečík os B/8	kruh	0,45	0,194	1,503	1,503	3,852	812,02	11,12	45,86	0,056	0,014	1,09	884,57
							650,19	48,81	39,32	0,060	0,075	1,15	746,56
							691,55	16,54	67,78	0,098	0,024	1,16	798,82

Poznámky k Tab. 5.3:

$c_1/c_2$	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
$k$	0,45	0,6	0,7	0,8

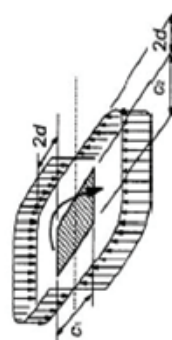
$k_x =$	0,7	obdélník
$k_y =$	0,45	
$k =$	0,6	kruh

- Momentové reakce uvedeny v absolutní hodnotě

Pro obdélníkový sloup platí:

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 c_2 + 4c_2 d + 16d^2 + 2r d c_1$$

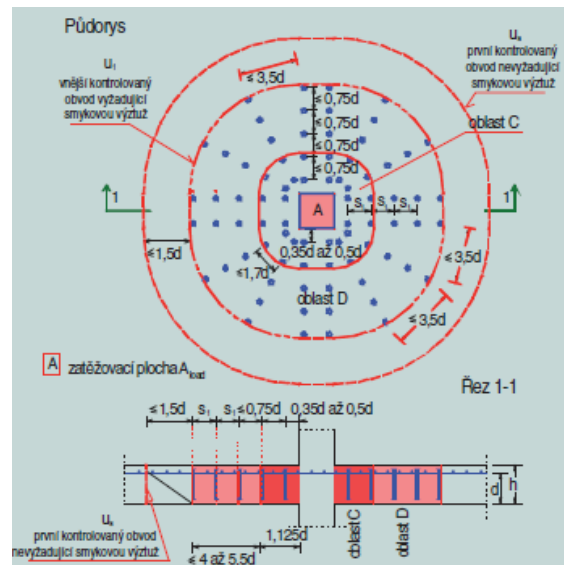
$$\beta = 1 + k \frac{M_{\text{max}}}{V_{\text{min}}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$



Pro vnitřní kruhový sloup se hodnota  $\beta$  stanoví následovně:

$$\beta = 1 + 0,6\pi \frac{e}{D + 4d}$$

- Poznámky k posouzení únosnosti smykových trnů:
  - Posouzení smykových trnů vychází z předpisu DIN 1045-1, které se v některých vztazích liší oprotu EC 1992-1-1.
  - Oblast deskového prvku namáhána protlačením je rozdělena do dvou oblastí C a D.
  - V oblasti C se neuvažuje se spolupůsobením betonu na přenášení smyku.
  - Neuvažuje se s normálovým napětím  $\sigma_{cp}$  při výpočtu smykové odolnosti desky v protlačení bez smykové výztuže.
  - Minimální tloušťka desky pro návrh smykových trnů je 180 mm.
  - Únosnost v mezním stavu protlačení v oblasti C:



$$V_{Rd,sy} = \sum A_{sw} \frac{f_{yd}}{\eta} = m_c n_c A_{sl} \frac{f_{yd}}{\eta}$$

$m_c$ ... počet smykových trnů v oblasti C (počet radiálních paprsků)

$n_c$ ... počet smykových trnů v radiálním směru v oblasti C

$A_{sl}$ ... průřezová plocha smykového trnu

$\eta$ ... souč. vlivu tloušťky desky;  $\eta=1,0$  pro  $d \leq 200$  mm;  $\eta=1,6$  pro  $d \geq 600$  mm (interpolace povolena)

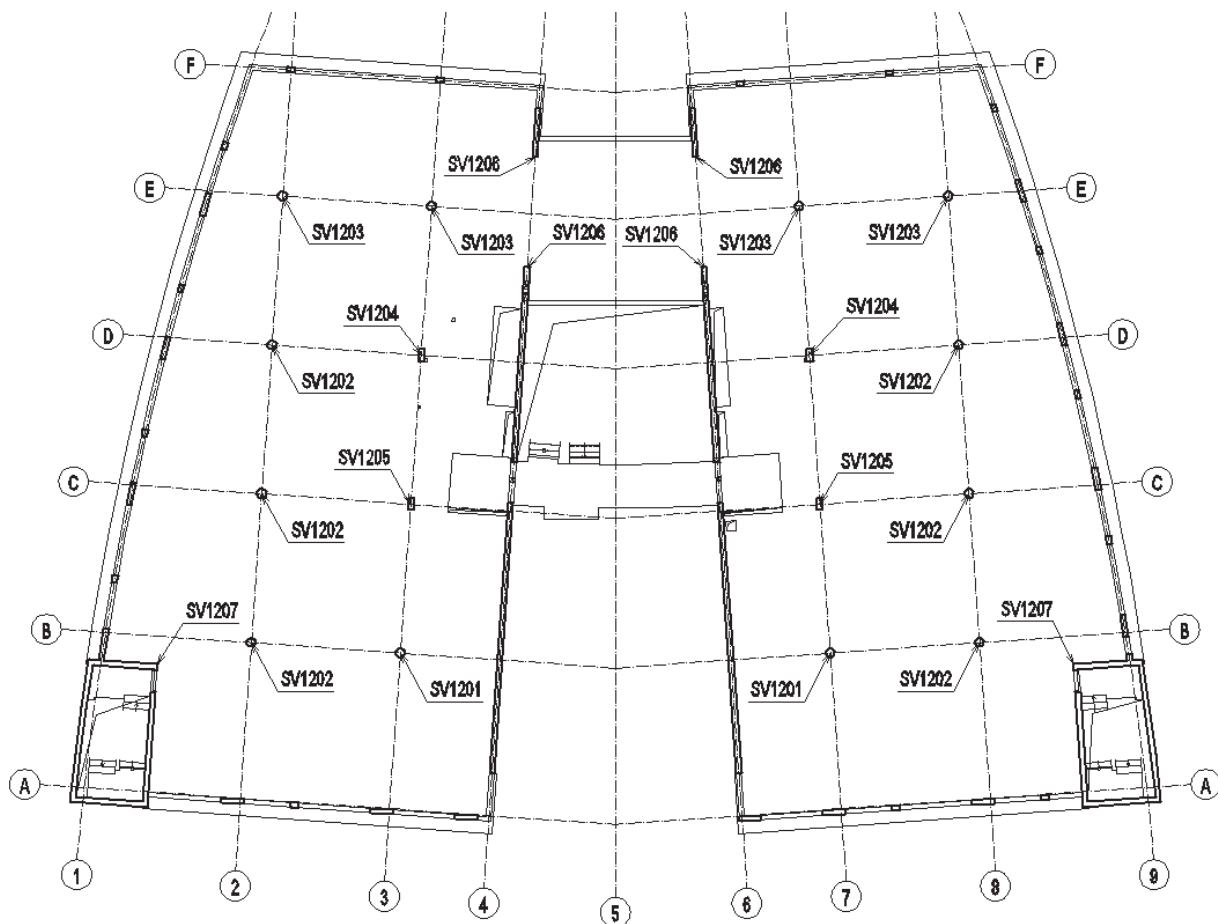
- V posledním kontrolovaném obvodu (1,5d od poslední smykové výztuže) je nutné posoudit únosnost betonu:  $\beta_{red} V_{Ed} = V_{Rd,ct,a} = \kappa_a V_{Rd,ct} u_a$


$\kappa_a$ ... souč. přechodu smyku v protlačení na smyk v desce  $\kappa_a = \frac{1}{1 + 0,1 s_1 / d} \geq 0,71$

$l_s$ ... délka smykově vyztužené oblasti

- Konstrukční zásady jsou patrné z obrázku.

### STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - OZNAČENÍ SMYKOVÉ VÝZTUŽE



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1201	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 917 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Zatížení způsobující protlačení je rovnoměrně rozloženo jen na aktivní kritický průřez  
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,15$

**Rozměr - Vnitřní sloup Kruhový průřez**

Průměr  $D = 450 \text{ mm}$   
 Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 194 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (1,30 \cdot 1,69)^{1/2} = 1,48 \%$   
 $A_{sx} = 25,1 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 20/125 \text{ mm}$ );  $A_{sy} = 32,7 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 25/150 \text{ mm}$ )  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 13,1 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}, 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000$  (min 1,0; max 1,6) = 1,00  
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 799,4 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_0$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_0 = 1,414 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 1234,2 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 388 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 3,852 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,\beta} = \beta \cdot V_{Ed} = 1054,6 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot U_{crit} = 597,3 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} \cdot (C_{Rd,c} = 0,12)^{-1,96} = 1170,8 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 597,3 \text{ kN} \leq V_{Ed,\beta} = 1054,6 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 1170,8 \text{ kN}$

**Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:**

**12x Schöck BOLE 12/200-5/A700-CV25**

**Posouzení únosnosti oceli**


$V_{Ed,\beta} = 1054,6 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy,crit} = m_c \cdot n_c \cdot A_{s,j} \cdot f_{yd} / \eta = 1180 \text{ kN}$

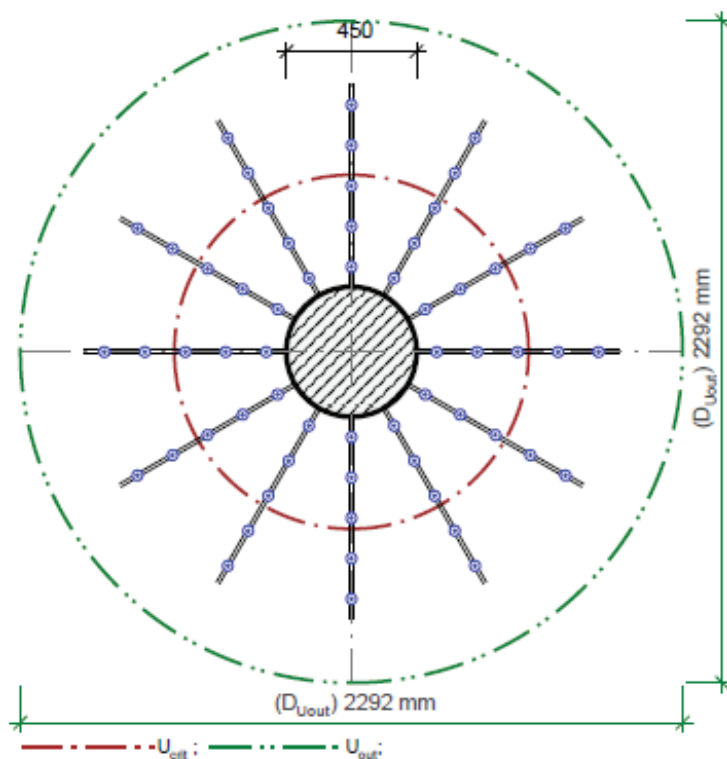
**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorn  $l_s + 1,5d$ )**

Délka vyztužené oblasti  $l_s = 630 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 7,201 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,15$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 1054,6 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 799,4 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 1116,7 \text{ kN}$

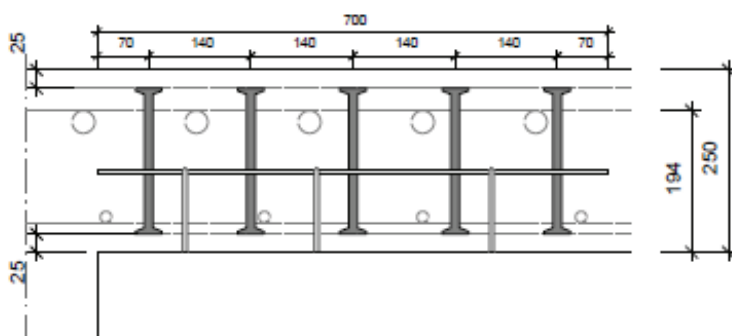
$V_{Ed,out} = 1054,6 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 1116,7 \text{ kN}$


**Délka výztuže proti protlačení je dostatečná**

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1201	List: 2



12x Schöck BOLE 12/200-5/A700-CV25



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1202	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 829 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Zatížení způsobující protlačení je rovnoměrně rozloženo jen na aktivní kritický průřez  
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,15$

**Rozměr - Vnitřní sloup Kruhový průřez**

Průměr  $D = 450 \text{ mm}$   
 Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 194 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (1,30 \cdot 1,69)^{1/2} = 1,48 \%$   
 $A_{sx} = 25,2 \text{ cm}^2/\text{m}$  (~ø20/125 mm);  $A_{sy} = 32,7 \text{ cm}^2/\text{m}$  (~ø25/150 mm)  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 11,8 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000 \{\min 1,0; \max 1,6\} = 1,00$   
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 799,9 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_0$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_0 = 1,414 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 1234,2 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 388 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 3,852 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,\beta} = \beta \cdot V_{Ed} = 953,4 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{crit} = 597,7 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} \cdot (C_{Rd,c} = 0,12) \cdot 1,96 = 1171,5 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 597,7 \text{ kN} \leq V_{Ed,\beta} = 953,4 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 1171,5 \text{ kN}$

**Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:**

**12x Schöck BOLE 12/200-4/A560-CV25**

**Posouzení únosnosti oceli**


$V_{Ed,\beta} = 953,4 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy,crit} = m_c \cdot n_c \cdot A_{s,l} \cdot f_{yd} / \eta = 1180 \text{ kN}$

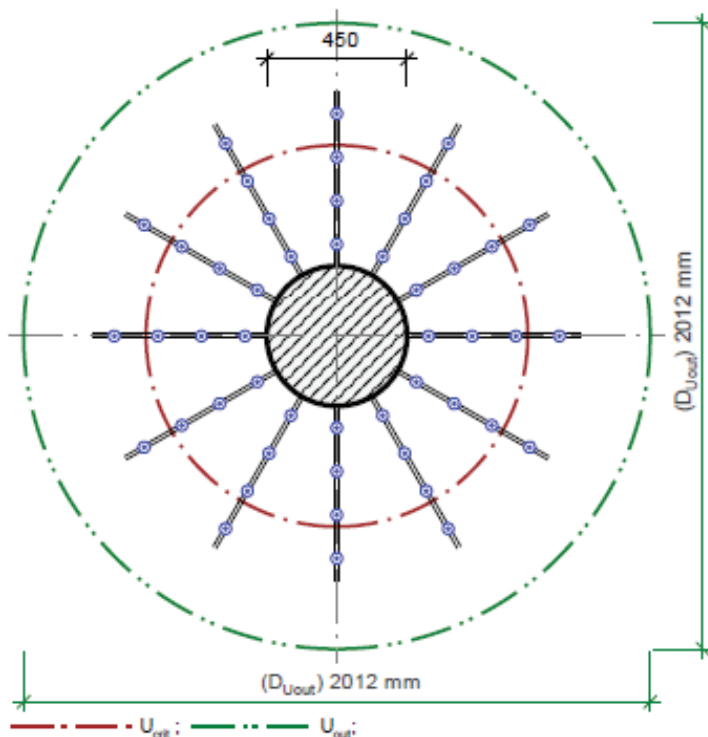
**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorh  $l_s + 1,5d$ )**

Délka vyztužené oblasti  $l_s = 490 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 6,321 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,15$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 953,4 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 799,9 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 980,9 \text{ kN}$

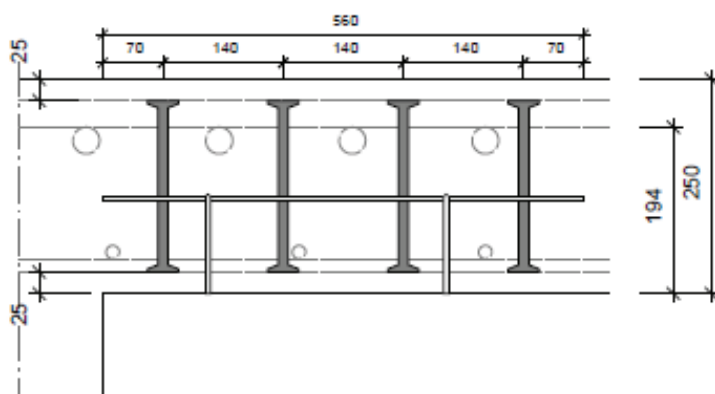
$V_{Ed,out} = 953,4 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 980,9 \text{ kN}$


**Délka výztuže proti protlačení je dostatečná**

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1202	List: 2



12x Schöck BOLE 12/200-4/A560-CV25



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1203	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 682 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Zatížení způsobující protlačení je rovnoměrně rozloženo jen na aktivní kritický průřez  
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,15$

**Rozměr - Vnitřní sloup Kruhový průřez**

Průměr  $D = 450 \text{ mm}$   
 Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 195 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0,92 \cdot 1,07)^{1/2} = 0,99 \%$   
 $A_{sx} = 18,0 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 20/175 \text{ mm}$ );  $A_{sy} = 20,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 20/150 \text{ mm}$ )  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 9,7 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000 \{\min 1,0; \max 1,6\} = 1,00$   
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 700,4 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_0$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_0 = 1,414 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 1240,6 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 390 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 3,864 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,b} = \beta \cdot V_{Ed} = 784,3 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{crit} = 527,8 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} \cdot (CRdc-0,12) \cdot 1,96 = 1034,5 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 527,8 \text{ kN} \leq V_{Ed,b} = 784,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 1034,5 \text{ kN}$

**Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:**

**12x Schöck BOLE 10/200-4/A560-CV25**

**Posouzení únosnosti oceli**

$V_{Ed,b} = 784,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy,crit} = m_c \cdot n_c \cdot A_{s,l} \cdot f_{yd} / \eta = 820 \text{ kN}$

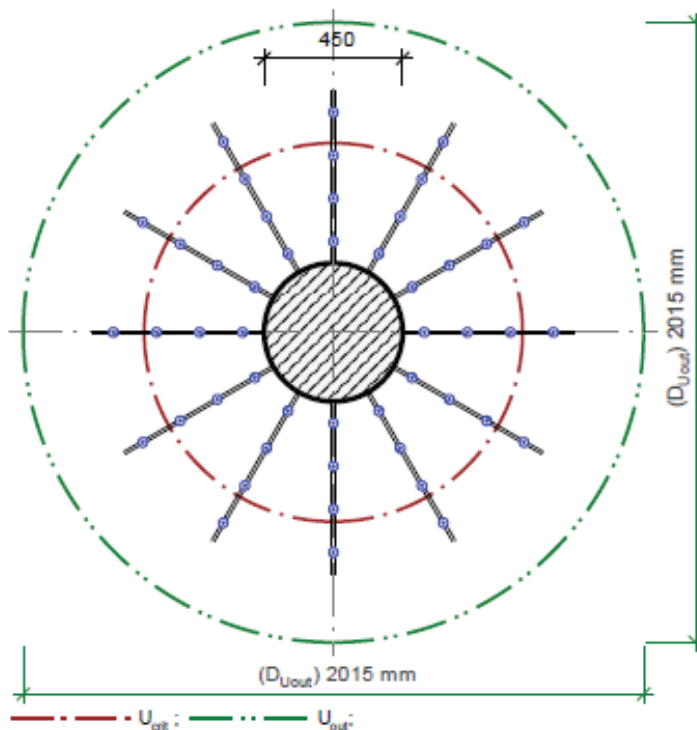
**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorn  $l_s + 1,5d$ )**

Délka vyztužené oblasti  $l_s = 490 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 6,330 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,15$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 784,3 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 700,4 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 864,6 \text{ kN}$

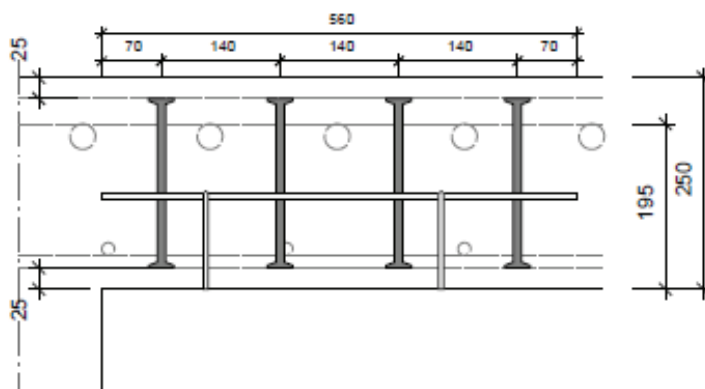
$V_{Ed,out} = 784,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 864,6 \text{ kN}$


**Délka výztuže proti protlačení je dostatečná**

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1203	List: 2



12x Schöck BOLE 10/200-4/A560-CV25



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1204	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 698 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,15$

**Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez**

Šířka sloupu  $a = 300 \text{ mm}$   
 Tloušťka sloupu  $b = 600 \text{ mm}$   
 Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 195 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Otvory**

Nr	X	Y	I1	I2
1	225	-240	150	150

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0,92 \cdot 1,07)^{1/2} = 0,99 \%$   
 $A_{sx} = 18,0 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \varnothing 20/175 \text{ mm}$ );  $A_{sy} = 20,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \varnothing 20/150 \text{ mm}$ )  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 10,0 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000 \{\min 1,0; \max 1,6\} = 1,00$   
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 700,4 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_0$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_0 = 1,575 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 1579,6 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 390 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 3,802 \text{ m}$   
 Zkrácení kontrolovaného obvodu vlivem otvorů  $\Delta u_{crit,om} = 0,449 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,\beta} = \beta \cdot V_{Ed} = 802,7 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{crit} = 519,3 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} \cdot (CRd,c=0,12) \cdot 1,96 = 1017,8 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 519,3 \text{ kN} \leq V_{Ed,\beta} = 802,7 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 1017,8 \text{ kN}$

**Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:**

**8x Schöck BOLE 14/200-4/A560-CV25**

**Posouzení únosnosti oceli**


$V_{Ed,\beta} = 802,7 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy,crit} = m_c \cdot \eta_c \cdot A_{s,l} \cdot f_{yd} / \eta = 1071 \text{ kN}$

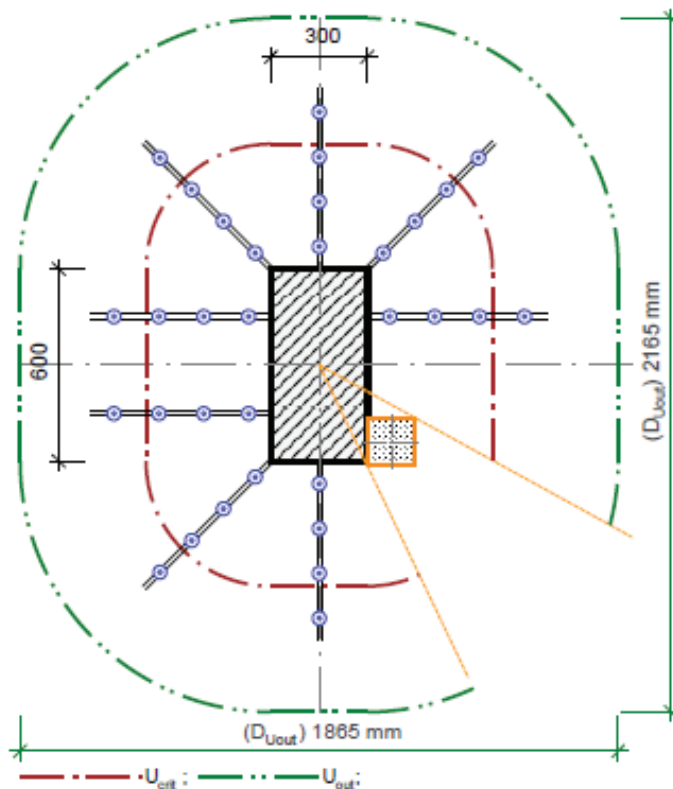
**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorh lc + 1,6d)**

Délka vyztužené oblasti  $l_s = 490 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 6,030 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,15$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 802,7 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 700,4 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 823,6 \text{ kN}$

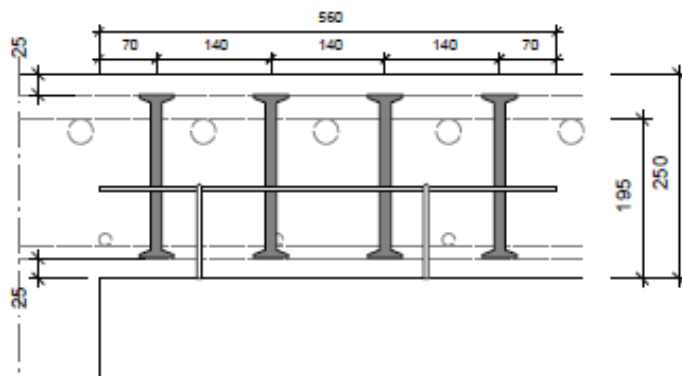
$V_{Ed,out} = 802,7 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 823,6 \text{ kN}$


**Délka výztuže proti protlačení je dostatečná**

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1204	List: 2



8x Schöck BOLE 14/200-4/A560-CV25



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1205	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 682 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,15$

**Rozměr - Vnitřní sloup Obdélníkový průřez**

Šířka sloupu  $a = 300 \text{ mm}$   
 Tloušťka sloupu  $b = 600 \text{ mm}$   
 Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 195 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (0,92 \cdot 1,07)^{1/2} = 0,99 \%$   
 $A_{sx} = 17,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 20/175 \text{ mm}$ );  $A_{sy} = 20,9 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 20/150 \text{ mm}$ )  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 9,7 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000 \{\min 1,0; \max 1,6\} = 1,00$   
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 700,4 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_0$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_0 = 1,800 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 1579,6 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 390 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 4,250 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,\beta} = \beta \cdot V_{Ed} = 784,3 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{crit} = 580,5 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} / (C_{Rd,c} - 0,12) \cdot 1,96 = 1137,8 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 580,5 \text{ kN} \leq V_{Ed,\beta} = 784,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 1137,8 \text{ kN}$

**Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:**

**10x Schöck BOLE 12/200-3/A420-CV25**

**Posouzení únosnosti oceli**


$V_{Ed,\beta} = 784,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy,crit} = m_c \cdot n_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 983 \text{ kN}$

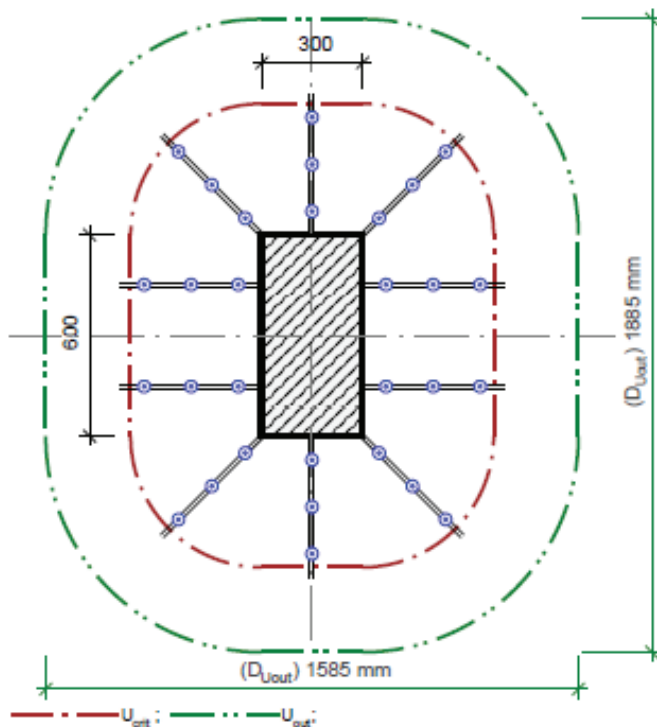
**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorn  $l_s + 1,5d$ )**

Délka vyztužené oblasti  $l_s = 350 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 5,837 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,15$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 784,3 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 700,4 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 797,2 \text{ kN}$

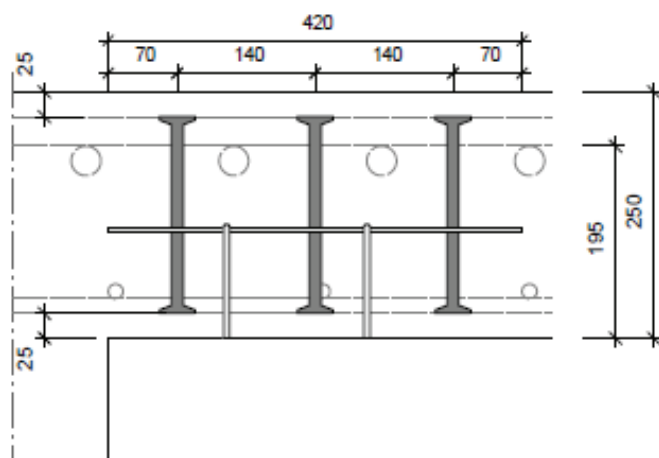
$V_{Ed,out} = 784,3 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 797,2 \text{ kN}$


**Délka výztuže proti protlačení je dostatečná**

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1205	List: 2



10x Schöck BOLE 12/200-3/A420-CV25



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1206	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 450 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Zatížení způsobující protlačení je rovnoměrně rozloženo jen na aktivní kritický průřez  
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,35$

**Rozměr - Ukončení stěny**

Tloušťka stěny  $b = 250 \text{ mm}$   
 Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 190 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (1,72 \cdot 1,72)^{1/2} = 1,72 \%$   
 $A_{sx} = 32,7 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 25/150 \text{ mm}$ );  $A_{sy} = 32,7 \text{ cm}^2/\text{m}$  ( $\sim \emptyset 25/150 \text{ mm}$ )  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 6,4 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000 \{\min 1,0; \max 1,6\} = 1,00$   
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 841,0 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_0$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_0 = 0,750 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_0 = 641,3 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 380 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 1,944 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,\beta} = \beta \cdot V_{Ed} = 607,5 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{crit} = 310,6 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} \cdot (C_{Rd,c} = 0,12)^{-1,96} = 608,8 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 310,6 \text{ kN} \leq V_{Ed,\beta} = 607,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 608,8 \text{ kN}$

**Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:**

**8x Schöck BOLE 12/200-6/A840-CV25**

**Posouzení únosnosti oceli**


$V_{Ed,\beta} = 607,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,cs,crit} = \eta_c \cdot \eta_s \cdot A_{s,l} \cdot f_{yd} / \eta = 787 \text{ kN}$

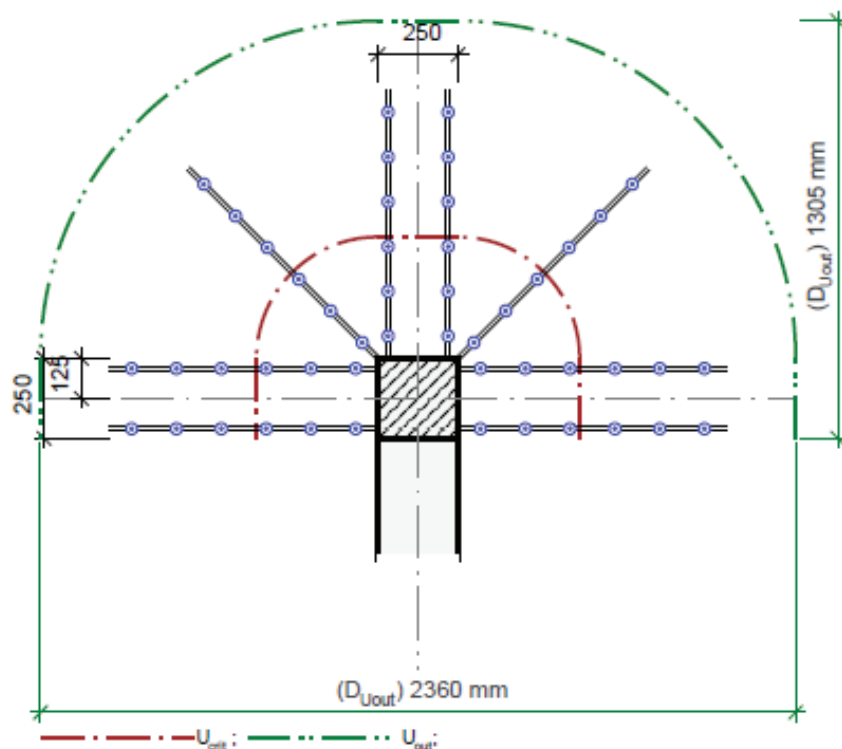
**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorh  $l_s + 1,5d$ )**

Délka vyztužené oblasti  $l_s = 770 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 4,064 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,35$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 607,5 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 841,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 649,5 \text{ kN}$

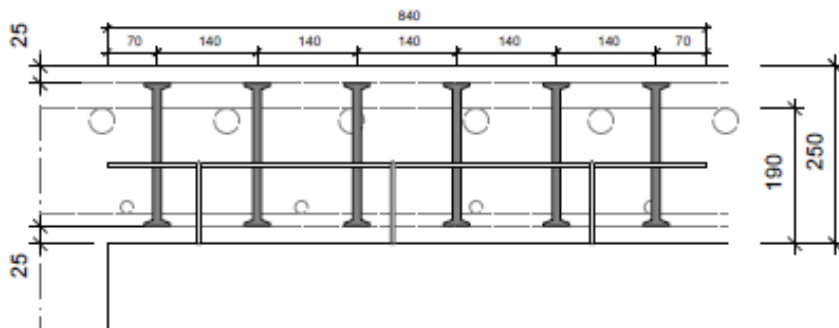
$V_{Ed,out} = 607,5 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 649,5 \text{ kN}$


**Délka výztuže proti protlačení je dostatečná**

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1206	List: 2



8x Schöck BOLE 12/200-6/A840-CV25



	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1207	List: 1

**Účinky zatížení**

Zatížení způsobující protlačení  $V_{Ed} = 275 \text{ kN}$   
 Podíl dynamického zatížení  $V_{Ed,dyn} = 0 \text{ kN}$   
 Zatížení způsobující protlačení je rovnoměrně rozloženo jen na aktivní kritický průřez  
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta = 1,20$

**Rozměr - Roh stěn**

Tloušťka desky  $h = 250 \text{ mm}$   
 Účinná výška průřezu  $d = 195 \text{ mm}$   
 Krytí horní (spodní) výztuže  $co; cu = 25; 25 \text{ mm}$

**Materiál**

Beton C25/30 ( $f_{ck} = 25,0 \text{ N/mm}^2$ )  
 Ocel B500 ( $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ )  
 Stupeň vyztužení  $\rho = (\rho_x \cdot \rho_y)^{1/2} = (1,29 \cdot 1,29)^{1/2} = 1,29 \%$   
 $A_{sx} = 25,2 \text{ cm}^2/\text{m}$  (~ $\emptyset 20/125 \text{ mm}$ );  $A_{sy} = 25,1 \text{ cm}^2/\text{m}$  (~ $\emptyset 20/125 \text{ mm}$ )  
 Výztuž musí být zakotvena za vnějším kontrolovaným obvodem "Uout"  
 Nad podporou je nutno umístit následující výztuž proti řetězovému zřícení:  
 $V_{Ed} / 1,4 / f_{yk} = 3,9 \text{ cm}^2$

**Posouzení na protlačení dle EC2 + ETA**

Faktor  $\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\} = 2,00$   
 Vliv tloušťky desky  $\eta = 1+(d-200)/1000 \{\min 1,0; \max 1,6\} = 1,00$   
 Faktor  $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c = 0,12$   
 Minimální únosnost betonu  $v_{min} = (0,0525/\gamma_c) \cdot \kappa^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 495,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 763,8 \text{ kN/m}^2$

**Okraj sloupu  $u_b$**

Délka kontrolovaného obvodu  $u_b = 0,585 \text{ m}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 4500,0 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,max,u0} = V_{Rd,c,max,u0} \cdot d \cdot u_b = 513,4 \text{ kN}$

**Kritický obvod  $u_{crit}$**

Kritická vzdálenost  $a_{crit} = 2,0d = 390 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{crit} = 1,198 \text{ m}$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,\beta} = \beta \cdot V_{Ed} = 330,0 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,crit} = V_{Rd,c} \cdot d \cdot u_{crit} = 178,4 \text{ kN}$   
 Maximální únosnost  $V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit} \cdot (CRdc-0,12) \cdot 1,96 = 349,6 \text{ kN}$

$\min\{V_{Rd,c,crit}; V_{Rd,c,max,u0}\} = 178,4 \text{ kN} \leq V_{Ed,\beta} = 330,0 \text{ kN} \leq V_{Rd,max,crit} = 349,6 \text{ kN}$   
 Výztuž proti protlačení je nutná, zvoleno:

**3x Schöck BOLE 14/200-6/A840-CV25**


**Posouzení únosnosti oceli**

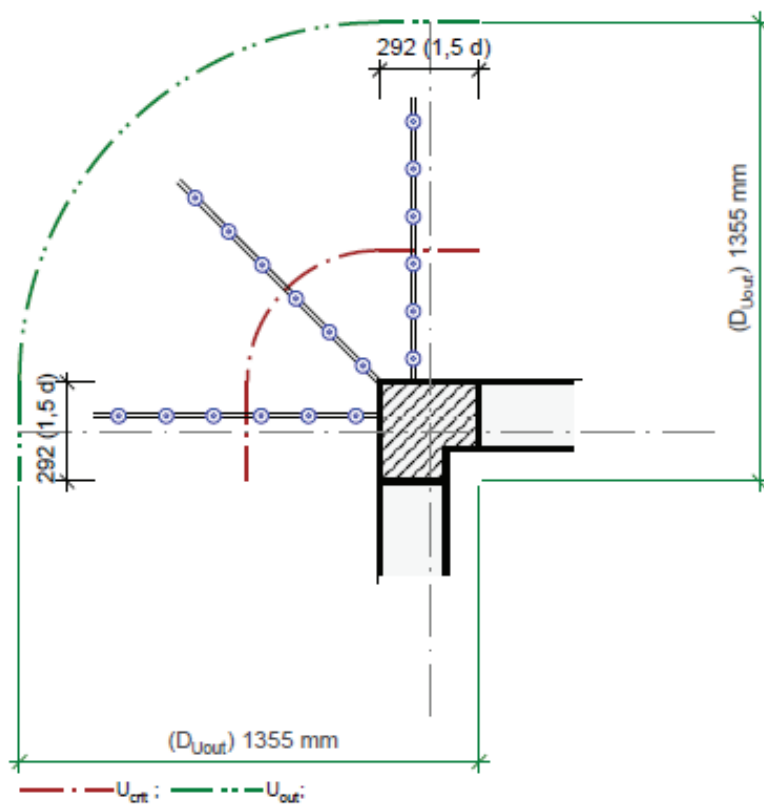
$V_{Ed,\beta} = 330,0 \text{ kN} \leq V_{Rd,sy,crit} = \eta_b \cdot \eta_c \cdot A_{s,i} \cdot f_{yd} / \eta = 402 \text{ kN}$

**Vnější kontrolovaný obvod  $u_{out}$  (vorh  $l_s + 1,5d$ )**

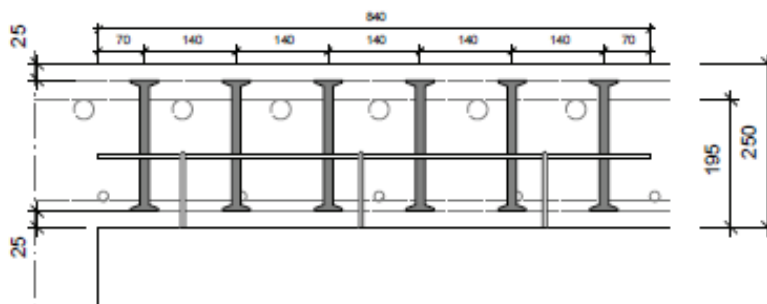
Délka vyztužené oblasti  $l_s = 770 \text{ mm}$   
 Délka kontrolovaného obvodu  $u_{out} = 2,254 \text{ m}$   
 Součinitel excentricity zat. b  $\beta_{red} = \beta = 1,20$   
 Působící posouvající síla  $V_{Ed,out} = \beta_{red} \cdot V_{Ed} = 330,0 \text{ kN}$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = \max\{C_{Rd,c,out} \cdot \kappa \cdot (\rho \cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\} = 763,8 \text{ kN/m}^2$   
 Únosnost betonu  $V_{Rd,c,out} = V_{Rd,c,out} \cdot d \cdot u_{out} = 335,7 \text{ kN}$

$V_{Ed,out} = 330,0 \text{ kN} \leq V_{Rd,c,out} = 335,7 \text{ kN}$   
 Délka výztuže proti protlačení je dostatečná

	Diplomová práce	Strana: ...
	SV1207	List: 2



3x Schöck BOLE 14/200-6/A840-CV25



Výsledky:

- Z výsledků je patrné, že ohybová výztuž nad sloupy je dostačující i pro mezní stav protlačení.
- Zvětšení ploch horní ohybové výztuže z důvodu nedostatečné smykové odolnosti desky bez smykové výztuže:
  - nad konci stěn (SV1206):  $\phi 25/150$  v obou směrech
  - nad rohy stěn (SV1207):  $\phi 20/125$  v obou směrech

Kontrola:

- Kontrola návrhu smykové výztuže a posouzení odolnosti v protlačení provedeno v programu Excel dle EN 1992-1-1.
- Kontrola provedena pro obdélníkový sloup – průnik os C/7 (SV1205).
- $R_{z,d} = 681,36 \text{ kN}$

DESKA:

$h =$	250 mm
$c_{nom} =$	35 mm
$\phi_{x,d} =$	12 mm
$\phi_{y,d} =$	12 mm
$\phi_{x,h} =$	20 mm
$\phi_{y,h} =$	20 mm
$\phi_{st,x} =$	0 mm
$\phi_{st,y} =$	0 mm

SLOUP:

$b_x =$	0,3 m
$b_y =$	0,6 m

REAKCE:

$V_{ed} =$	681,36 kN
$M_{ed,x} =$	18,9 kNm/m
$M_{ed,y} =$	50,37 kNm/m

$e_x = 0,074 \text{ m}$

$e_y = 0,028 \text{ m}$       $\beta = 1 + 1,8 \sqrt{\frac{e_x^2}{b_y} + \frac{e_y^2}{b_x}}$

$\beta = 1,147$

$\beta_{dop} = 1,15$

$\beta = \beta_{dop} = 1,150$

$d_x = 0,205 \text{ m}$

$d_y = 0,185 \text{ m}$

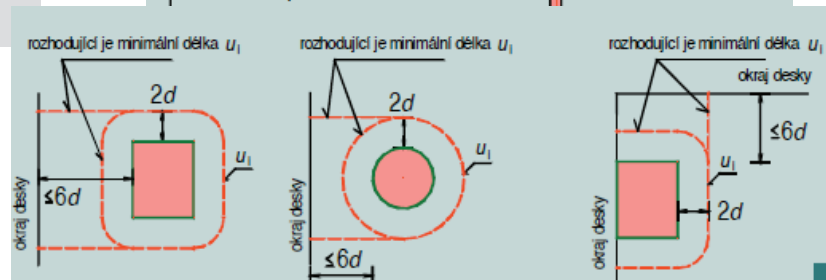
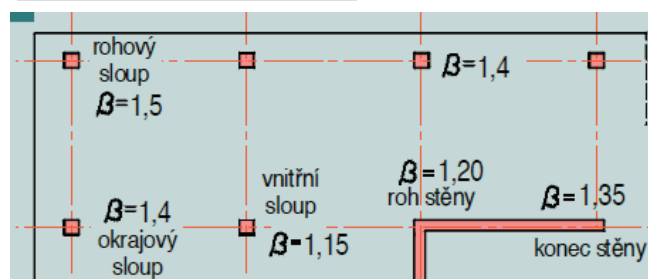
$d = 0,195 \text{ m}$       $d = \frac{d_y + d_z}{2}$

$u_0 = 1,8 \text{ m}$

$u_1 = 4,250 \text{ m}$

$r_2 = 0,6 \text{ m}$

$u_2 = 5,570 \text{ m}$



$v_{ed,0} = 2232,376 \text{ kPa}$       Maximální smykové napětí  
 $v_{ed,1} = 945,379 \text{ kPa}$        $v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i d}$   
 $v_{ed,2} = 721,426 \text{ kPa}$

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

BETON:	C 25/30	OCEL:	B500B
$f_{ck} =$	25 MPa	$f_{yk} =$	500 MPa
$\gamma_c =$	1,5	$\gamma_s =$	1,15
$f_{cd} =$	16,667 MPa	$f_{yd} =$	434,78 MPa

Maximální únosnost betonu ve smyku při protlačení na obvodu sloupu

$$v_{Rd,max} = 0,4 v f_{cd}$$

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

$$v = 0,54$$

$$v_{ed,0} = 2232,376 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 3600 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

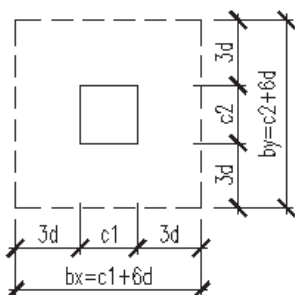
Smyková odolnost v protlačení pro desky bez smykové výztuže

$$v_{Rd,c} = \frac{C_{Rd,c}}{\gamma_c} k (100 \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 \text{ a } k_1 = 0,1$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2, \quad d \text{ [mm]}$$

Stupně vyztužení podélnou výztuží  $\rho_{lx}$  a  $\rho_{ly}$  se vztahují k vázané výzané výztuži ve směrech x a y. Počítají se jako hodnoty z části desky o šířce rovné šířce sloupu + 3d na každou stranu.



$$\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \rho_{ly}}$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{s,x}}{b_w d_x}; \quad \rho_{ly} = \frac{A_{s,y}}{b_w d_y}$$

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cx} + \sigma_{cy}) / 2$$

$$\sigma_{cx} = \frac{N_{Ed,x}}{A_{cx}}$$

$$\sigma_{cy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}}$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18$$

$$k = 2$$

$$\rho_l = 0,00995$$

$$N_{ed,x} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{ed,y} = 0 \text{ kN}$$

$$A_{cx} = 1 \text{ m}^2$$

$$A_{cy} = 1 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{cy} = 0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cy} = 0 \text{ MPa}$$

$k_1 =$	0,1	$A_{s,x} =$	17,94 $\times 10^{-4}$	m <sup>2</sup>	φ20/175
$\sigma_{cp} =$	0 MPa	$A_{s,y} =$	20,94 $\times 10^{-4}$	m <sup>2</sup>	φ20/120
$v_{min} =$	494,975 kPa	$\rho_{l,x} =$	0,008751	≤ 0,02	vyhovuje
		$\rho_{l,y} =$	0,011319	≤ 0,02	vyhovuje
$v_{rd,c} =$	700,654 kPa	>	$(v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) =$	494,975 kPa	<b>OK</b>
$v_{rd,c} =$	<b>700,654 kPa</b>	<	$v_{ed,1} =$	<b>945,379 kPa</b>	

**Je nutné navrhnout smykovou výztuž na protlačení**

**Omezení maximální únosnosti na protlačení desky bez smykové výztuže**

v prvním kontrolovaném obvodu  $u_1$

$$v_{Ed,1} = \beta V_{Ed} / (u_1 d) \leq \alpha_{max} v_{Rd,c}$$

$\alpha_{max} =$	1,9	pro smykové trny
$v_{ed,1} =$	<b>945,379 kPa</b>	< <b>1331,242 kPa</b> <b>VYHOVUJE</b>

$$u_{out} \geq \beta V_{Ed} / (v_{Rd,c} d)$$

délka kontrolního obvodu, kde již není nutná  
 smyková výztuž

$u_{out} =$	<b>5,735 m</b>
$r_{out} =$	<b>0,626 m</b>
$r_{min,postl} =$	0,334 m

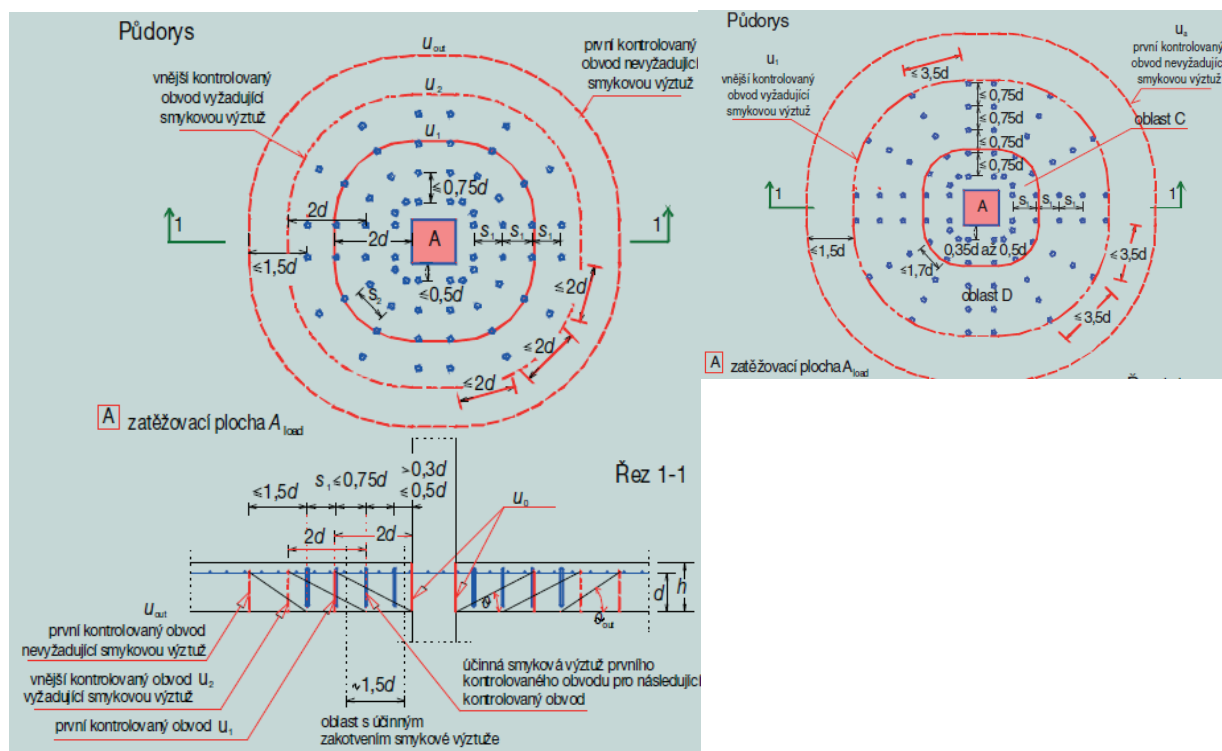
Smyková odolnost v protlačení pro desky se smykovou výztuží

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

$$f_{ywd,eff} = 250 + 0,25 d \leq f_{ywd}$$

Smyková výztuž: smykové trny

$\phi_{st} =$	12 mm					
$(d/s_r) =$	0,667 (pro ohyby v jedné řadě)					
$s_r =$	0,14 m	<	$s_{r,max} =$	0,146 m	<b>OK</b>	(0,75d)
$s_{t,1,125d} =$	0,305 m	<	$s_{t,max,1,125d} =$	0,332 m	<b>OK</b>	(1,7d)
$s_{t,postl} =$	0,41 m	<	$s_{t,max,postl} =$	0,683 m	<b>OK</b>	(3,5d)
$n =$	10	(počet stříhů v jednom obvodu kolem sloupu)				
počet řad =	3	počet řad (v 1. kontrolovaném obvodu v délce 1,5d) = <b>2</b>				
$A_{sw} =$	1,131E-03 m <sup>2</sup>	(plocha smyk. výztuže na jednom obvodu kolem sloupu)				
$f_{ywd} =$	434,783 MPa					
$f_{ywd,ef} =$	298,75 MPa	(účinná návrhová pevnost smyk. výztuže na protlačení)				
$\alpha =$	90 °					



$$v_{rd,cs1} = 1377,196 \text{ kPa} > v_{ed,1} = 945,379 \text{ kPa} \text{ VYHOVUJE}$$

$$v_{rd,cs2} = 1175,433 \text{ kPa} > v_{ed,2} = 721,426 \text{ kPa} \text{ VYHOVUJE}$$

$$\Sigma A_{ss} = \frac{A_{sw} \sin \alpha}{s_r} \cdot 1,5d \quad (\text{celková staticky nutná plocha výztuže, umístěná v délce } 1,5d)$$

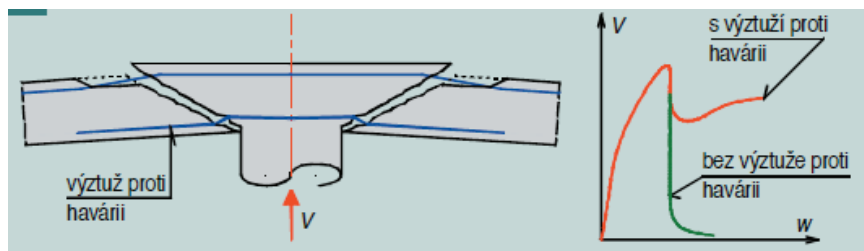
$$\Sigma A_{ss} = 2,363E-03 \text{ m}^2 < A_{sw,1,5d} = 3,393E-03 \text{ m}^2 \text{ vyhovuje}$$

Posouzení min. stupně vyztužení (min. plochy větve třmínku)

$$\frac{A_{sw,min} \cdot (1,5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)}{s_r \cdot s_t} \geq 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$A_{sw,min} = 3,061E-05 \text{ m}^2 < A_{sw} = 1,131E-04 \text{ m}^2 \text{ vyhovuje}$$

### 5.2.5 VÝZTUŽ PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ



- Výztuž proti řetězovému zřícení se obvykle navrhuje na sílu  $F_{Sd} = V_{Ed}$ .
- U vnitřních sloupů se ukládá v obou směrech sloupových pruhů  $F_{Sd,x} = F_{Sd,y} = V_{Ed}$ .
- U krajních sloupů se ukládá rovnoběžně s okrajem desky.
- Dle ČSN EN 1992-1-1 jsou požadovány minimálně dva pruty spojitě uložené při spodním líci ve směru sloupových pruhů.

- $\max V_{Ed} = 916,74 \text{ kN}$

$$F_{Sd,x} = F_{Sd,y} = 916,74 \text{ kN}$$

$$A_{s,x,req} = A_{s,y,req} = \frac{F_{Sd}}{f_{yd}} = \frac{916,74 \cdot 10^3}{434,783 \cdot 10^6}$$

$$A_{s,x,req} = A_{s,y,req} = 21,09 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

**volím:  $2\phi R25 + 3\phi R22 \dots A_{s,x} = A_{s,y} = 21,22 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$**

$$F_{Rd,x} = F_{Rd,y} = A_s f_{yd} = 21,22 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^6$$

$$F_{Rd,x} = F_{Rd,y} = 922,61 \text{ kN} > F_{Sd,x} = F_{Sd,y} = 916,74 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

- **Tab. 5.4 Návrh výztuže proti řetězovému zřícení**

výztuž	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	$f_{yd}$ [MPa]	$F_{Rd}$ [kN]	pozice
<b>2<math>\phi</math>R25+3<math>\phi</math>R22</b>	21,22	434,783	<b>922,61</b>	B/3, B/7
<b>2<math>\phi</math>R25+3<math>\phi</math>R20</b>	19,24		<b>836,52</b>	B/2, C/2, D/2, B/8, C/8, D/8
<b>2<math>\phi</math>R25+3<math>\phi</math>R16</b>	15,85		<b>689,13</b>	C/3, D/3, E/2, E/3, C/7, D/7, E/7, E/8

## 5.3 VÝSLEDKY – STROPNÍ PRŮVLAKY

### 5.3.1 DEFORMACE

- Lineární výpočet pro zadané zatěžovací stavy.
- Pro mezní stav únosnosti byla stanovena staticky nutná výztuž na spočtené návrhové vnitřní síly.

Předpoklad: krytí výztuže: dolní povrch  $c_{nom} = 25$  mm

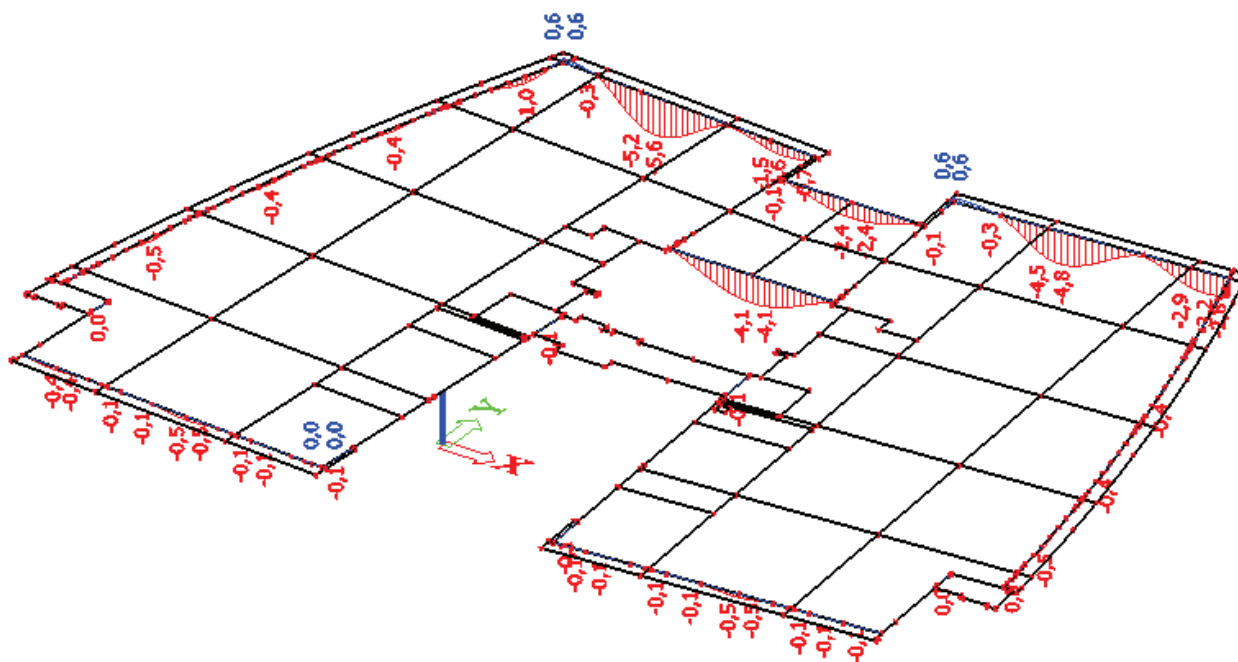
boční povrch  $c_{nom} = 25$  mm

horní povrch  $c_{nom} = 35$  mm (s ohledem na KARI síťe při horním povrchu)

- Nelineární výpočet průhybu (pro kombinaci zatěžovacích stavů LC1, LC19, LC20, LC22, LC24, LC25). Součinitel dotvarování dle přílohy B.1, relativní vlhkost: 60%, doba při zatížení: 28. den, životnost: 50 let (18250 dní).

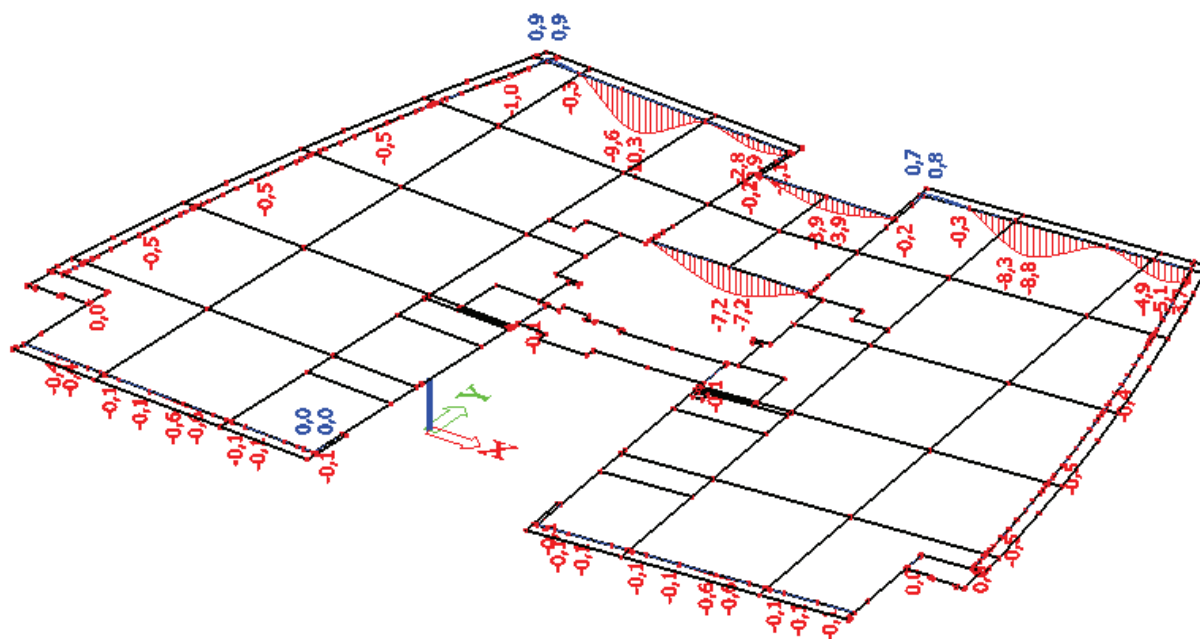
- **Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]**

- Kvazistálá kombinace



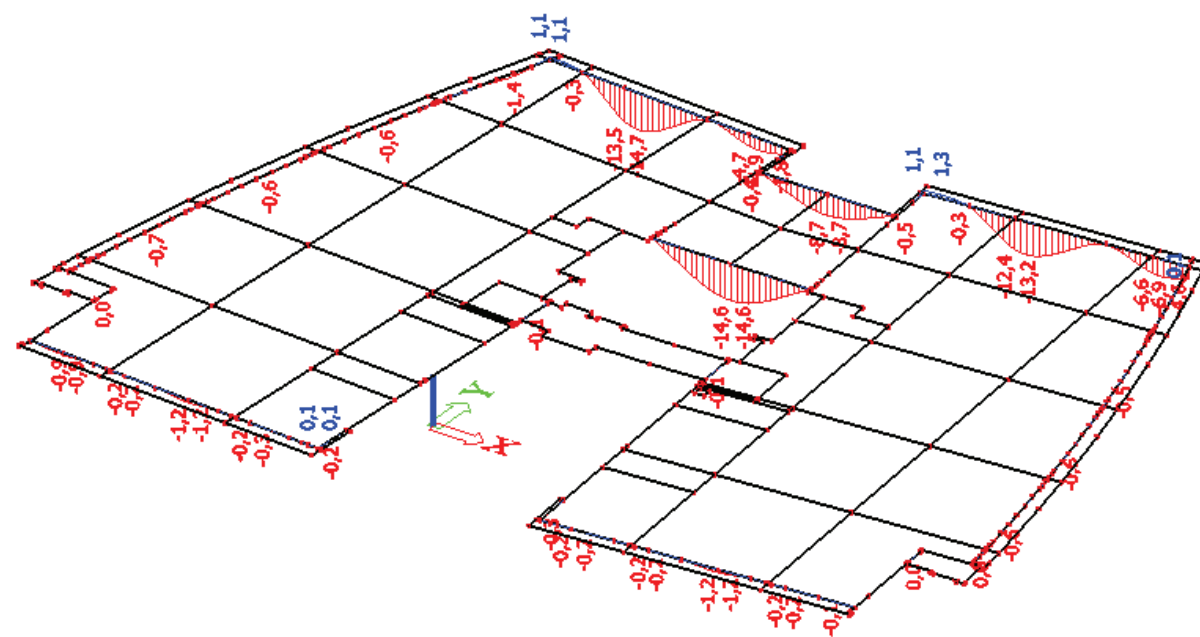
• **Deformace – nelineární –  $U_{z,min}$  [mm]**

- Kvazistálá kombinace
- Zatěžovací stavy: LC1, LC19, LC20, LC22, LC24, LC25 (užitné plné)



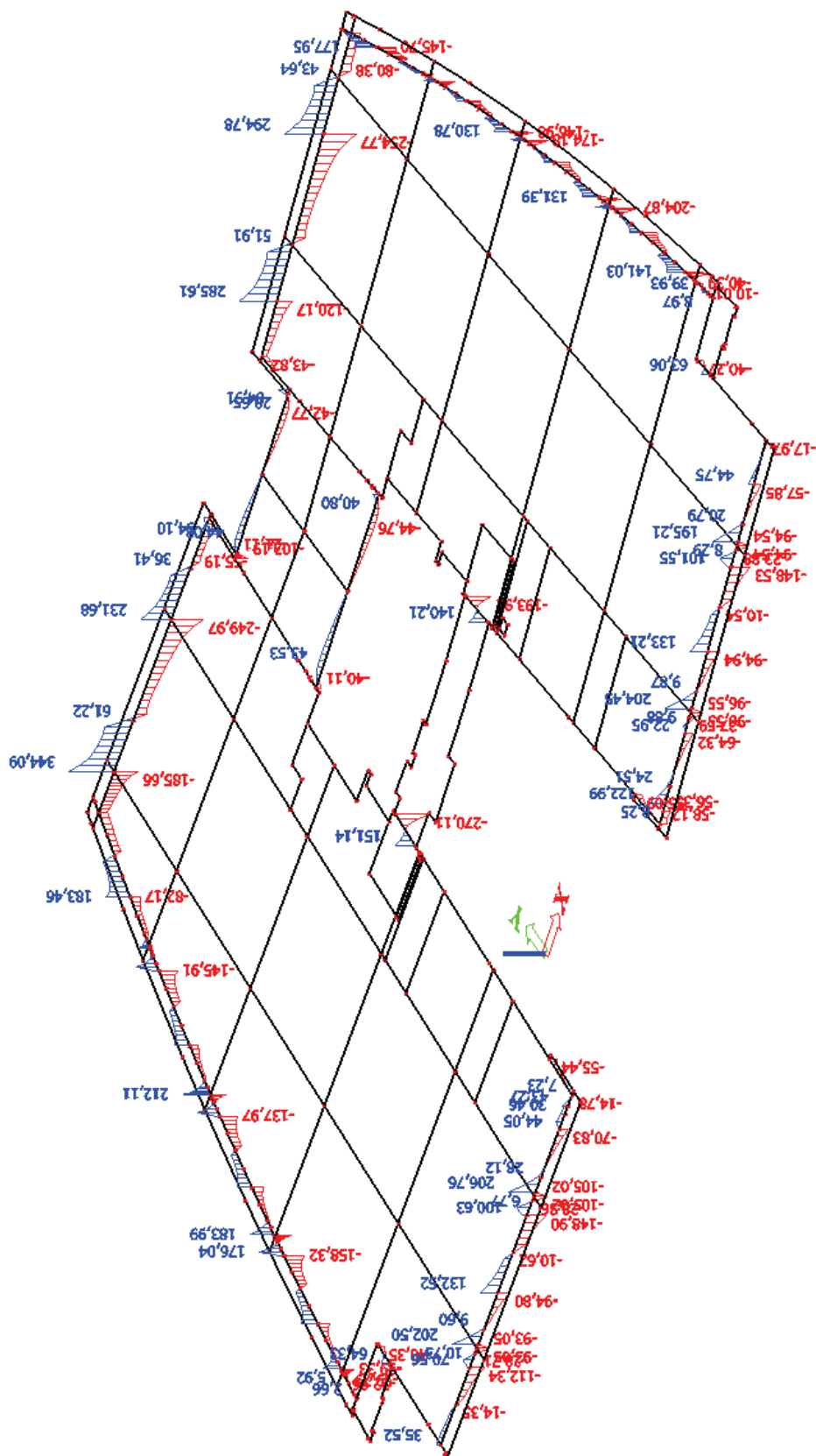
• **Deformace – nelineární s dotvarováním –  $U_{z,min}$  [mm]**

- Kvazistálá kombinace
- Zatěžovací stavy: LC1, LC19, LC20, LC22, LC24, LC25 (užitné plné)

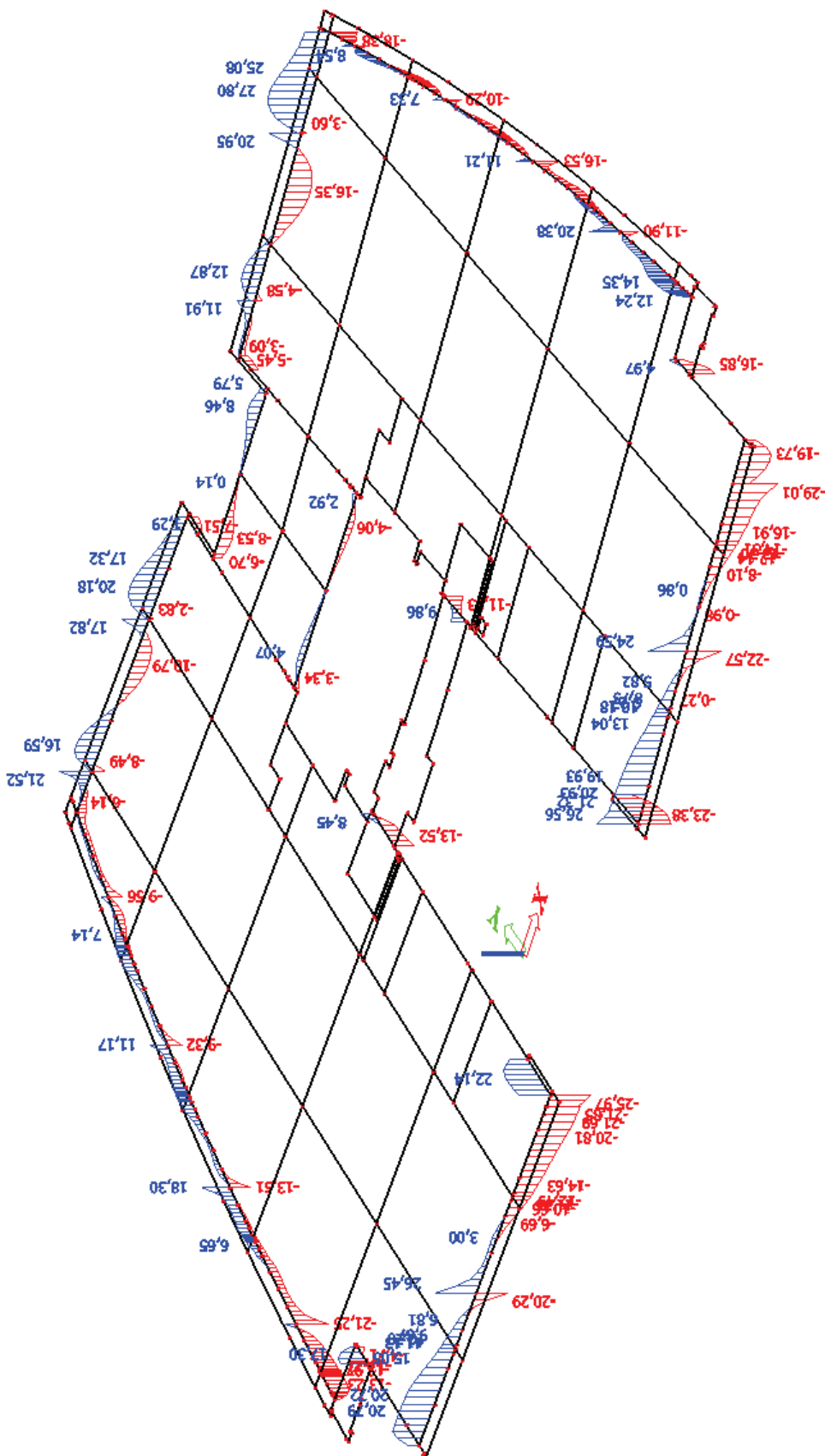


### 5.3.2 VNITŘNÍ SÍLY

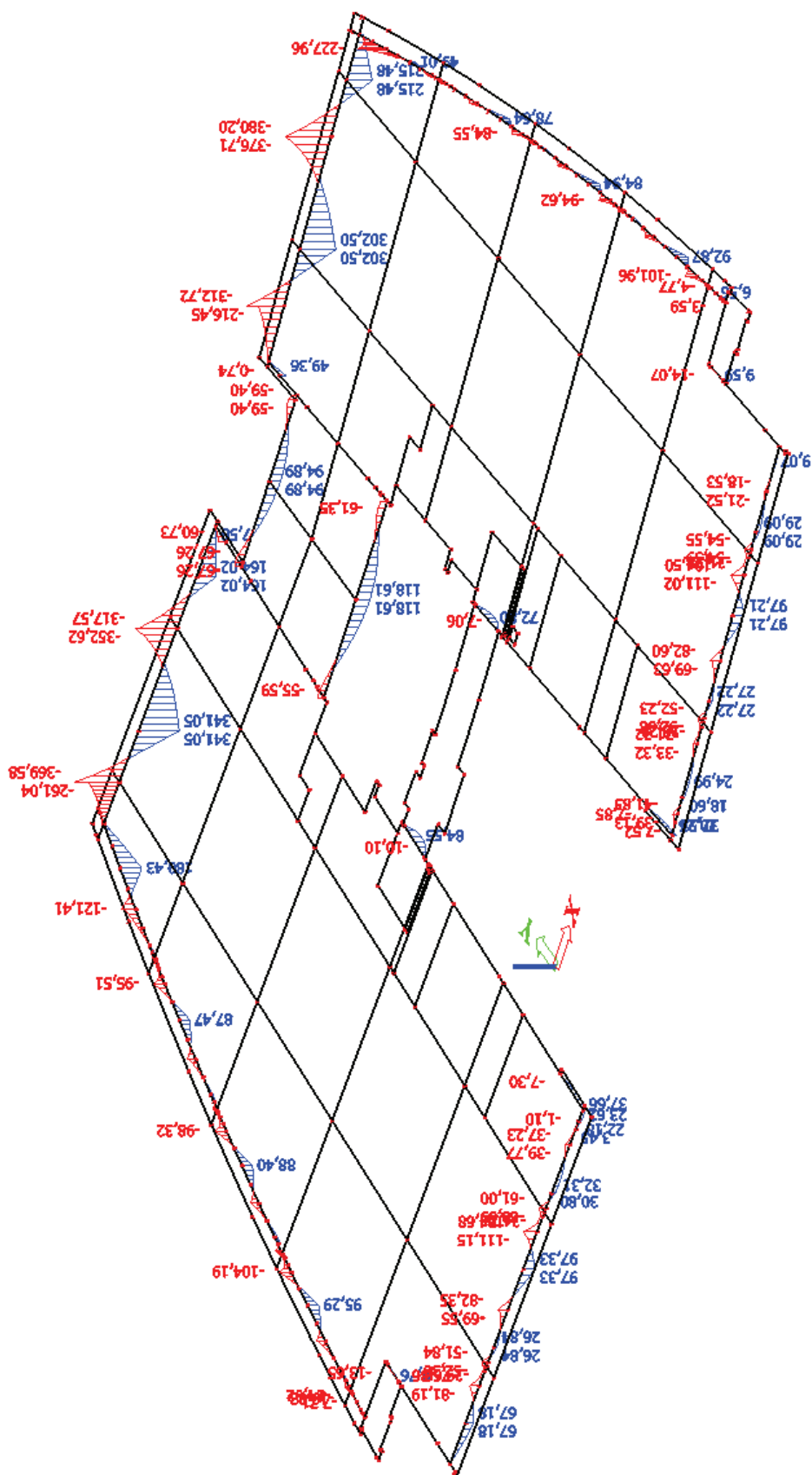
- $V_z$  [kN]
- Kombinace únosnost



- $M_x$  [kNm]
- Kombinace únosnost



- $M_y$  [kNm]
- Kombinace únosnost



## 5.4 DIMENZOVÁNÍ – STROPNÍ PRŮVLAKY

### 5.4.1 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

<b>Beton:</b>	<input type="text" value="C25/30"/>		
$f_{ck} =$	25 MPa	- charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	
$\alpha_{cc} =$	1	- součinitel uvažující dlouhodobé účinky zatížení	
$\gamma_c =$	1,5	- součinitel spolehlivosti betonu	
$f_{cd} =$	16,667 MPa	- návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$
$f_{ctm} =$	2,6 MPa	- střední hodnota pevnosti betonu v tahu	
$f_{ctk;0,05} =$	1,8 MPa	- 5% kvantil pevnosti betonu v tahu	
$\alpha_{ct} =$	1	- součinitel uvažující dlouhodobé účinky zatížení	
$f_{ctd} =$	1,200 MPa	- návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk;0,05} / \gamma_c$
$E_{cm} =$	31 GPa	- sečnový modul pružnosti	
$\epsilon_{cu3} =$	3,5 ‰	- mezní poměrné přetvoření betonu	
$\eta =$	1		
$\lambda =$	0,8		

<b>Betonářská výztuž:</b>	<input type="text" value="B500B"/>		
$f_{yk} =$	500 MPa	- charakteristická mez kluzu oceli	
$\gamma_s =$	1,15	- součinitel spolehlivosti oceli	
$f_{yd} =$	434,783 MPa	- návrhová pmez kluzu oceli	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$
$E_s =$	200 GPa	- modul pružnosti betonářské výztuže	
$\epsilon_{yd} =$	2,174 ‰	- poměrné přetvoření oceli	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_{cm}$

### 5.4.2 KRYTÍ VÝZTUŽE BETONEM

<b>Průměr výztuže:</b>			
$\phi_{s1,1}^+ =$	<input type="text" value="28"/>	mm	- tahová (dolní) výztuž na kladný moment, 1. vrstva
$\phi_{s1,2}^+ =$	<input type="text" value="20"/>	mm	- tahová (dolní) výztuž na kladný moment, 2. vrstva
$s_{s1}^+ =$	60	mm	- svislá vzdálenost mezi vrstvami tahové výztuže
$\phi_{s2}^+ =$	<input type="text" value="12"/>	mm	- tlaková (horní) výztuž na kladný moment
$\phi_{sw}^+ =$	<input type="text" value="8"/>	mm	- smyková výztuž (třmínek) v oblasti kladného momentu
$\phi_{s1,1}^- =$	<input type="text" value="25"/>	mm	- tahová (horní) výztuž na záporný moment, 1. vrstva
$\phi_{s1,2}^- =$	<input type="text" value="0"/>	mm	- tahová (horní) výztuž na záporný moment, 2. vrstva
$s_{s1}^- =$	60	mm	- svislá vzdálenost mezi vrstvami tahové výztuže
$\phi_{s2}^- =$	<input type="text" value="12"/>	mm	- tlaková (dolní) výztuž na záporný moment
$\phi_{sw}^- =$	<input type="text" value="10"/>	mm	- smyková výztuž (třmínek) v oblasti záporného momentu

### Krytí výztuže:

$c_{min,b,sw} =$	10 mm	- min. krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{min,b,s,h} =$	25 mm	
$c_{min,b,s,d} =$	28 mm	$c_{min,b} \geq \emptyset$ nebo $\emptyset_n$ ; $c_{min,b} \geq (\emptyset + 5mm)$ nebo $(\emptyset_n + 5mm)$ při $d_g > 32mm$

Stupeň vlivu prostředí:	XC1	
$c_{min,dur} =$	10 mm	- min. krycí vrstva z hlediska trvanlivosti
$\Delta c_{dur,\gamma} =$	0 mm	- přídatná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{dur,st} =$	0 mm	- redukce min. krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$\Delta c_{dur,add} =$	0 mm	- redukce min. krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany
$c_{min,sw} =$	10 mm	- redukce min. krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany
$c_{min,s,h} =$	25 mm	
$c_{min,s,d} =$	28 mm	$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$

$\Delta c_{dev} =$	10 mm	- návrh. odchylka od nominální hodnoty dle kvality provedení
$c_{nom,sw,min} =$	20 mm	- minimální jmenovitá hodnota tloušťky betonové krycí vrstvy
$c_{nom,s,h,min} =$	35 mm	$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$
$c_{nom,s,d,min} =$	38 mm	

### Návrh krytí:

$c_{nom,sw,h} =$	35 mm	- (s ohledem na KARI síťe při horním povrchu desky)
$c_{nom,sw,d} =$	25 mm	
$c_{nom,s,h}^+ =$	43 mm	
$c_{nom,s,d}^+ =$	33 mm	
$c_{nom,s,h}^- =$	45 mm	
$c_{nom,s,d}^- =$	35 mm	

### 5.4.3 MSÚ – OHYB, SMYK, KROUCENÍ

- Návrh výztuže a posouzení průřezu provedeno v programu Excel dle EN 1992-1-1.
- Předpoklady posouzení:
  - Pracovní diagram betonu: Zjednodušený – obdelníkové rozdělení napětí v betonu.
  - Pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární s vodorovnou (neomezenou) větví.
- Návrh výztuže a posouzení průřezu pro názornost rozepsáno pro maximální hodnoty namáhání průvlaku na ose **F**.
- Výsledky ostatních průvlaků zobrazeny v tabulkách 5.5, 5.6, 5.7, 5.8.1, 5.8.2.
- Průvlak na ose F
  - pole mezi osami 3 a 4:  $M_{yd}^+ = 341,05 \text{ kNm}$  (max M)  
 $V_{zd}^+ = 61,22 \text{ kN}$   
 $M_{xd}^+ = 7,89 \text{ kNm}$
  - podpora na ose 2:  $M_{yd}^- = 369,58 \text{ kNm}$   
 $V_{zd}^- = 344,09 \text{ kN}$  (max V)  
 $M_{xd}^- = 8,49 \text{ kNm}$

#### Vnitřní síly:

$M_{ed}^+$	341,05 kNm	- návrhový kladný ohybový moment (pole)
$M_{ed}^-$	369,58 kNm	- návrhový záporný ohybový moment (podpora)
$V_{ed}^+$	61,22 kN	- návrhová posouvající síla v oblasti kladného ohyb. momentu
$V_{ed}^-$	344,09 kN	- návrhová posouvající síla v oblasti záporného ohyb. momentu

#### Geometrie průřezu:

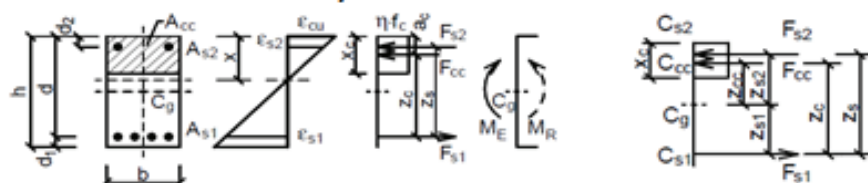
b	0,25 m	- šířka průřezu
h	0,6 m	- výška průřezu

#### Průměr výztuže:

$\Phi_{s1,1}^+$	25	mm	- tahová (dolní) výztuž na kladný moment, 1. vrstva
$\Phi_{s1,2}^+$	20	mm	- tahová (dolní) výztuž na kladný moment, 2. vrstva
$s_{s1}^+$	60	mm	- svislá vzdálenost mezi vrstvami tahové výztuže
$\Phi_{s2}^+$	12	mm	- tlaková (horní) výztuž na kladný moment
$\Phi_{sw}^+$	8	mm	- smyková výztuž (třmínek) v oblasti kladného momentu
$\Phi_{s1,1}^-$	25	mm	- tahová (horní) výztuž na záporný moment, 1. vrstva
$\Phi_{s1,2}^-$	0	mm	- tahová (horní) výztuž na záporný moment, 2. vrstva
$s_{s1}^-$	60	mm	- svislá vzdálenost mezi vrstvami tahové výztuže
$\Phi_{s2}^-$	12	mm	- tlaková (dolní) výztuž na záporný moment
$\Phi_{sw}^-$	10	mm	- smyková výztuž (třmínek) v oblasti záporného momentu

**NAMÁHÁNÍ OHYBEM**

**Dimenzování dolní tažené výztuže:**



$d_{1,1} =$	45,5 mm	- poloha t ežiště výztuže	$d_i = c_i + \phi_i/2$
$d_{1,2} =$	105,5 mm		
$d_{(1)} =$	0,555 m	- účinná výška průřezu	$d_{(i)} = h - d_i$
$d_{(2)} =$	0,495 m		
$n_{1,1} =$	3 ØR25	- počet prutů	
$n_{1,2} =$	2 ØR20		
$A_{s1,1} =$	14,73 cm <sup>2</sup>	- plocha výztuže	
$A_{s1,2} =$	6,28 cm <sup>2</sup>		
$x =$	0,230 m	- výška t lačené oblasti	
$\epsilon_{s1,1} =$	4,946 ‰	- poměrné přetvoření výztuže	$\epsilon_{st} = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} (d_{(i)} - x)$
$\epsilon_{s1,2} =$	4,032 ‰		
$\sigma_{s1,1} =$	434,783 MPa	- napětí ve výztuži	$\sigma_{st} = \epsilon_{st} * E_s \leq f_{yd}$
$\sigma_{s1,2} =$	434,783 MPa		
$F_{s1,1} =$	640,270 kN	- síla ve výztuži	$F_{st} = A_{st} * \sigma_{st}$
$F_{s1,2} =$	273,182 kN		
$z_{s1,1} =$	0,255 m	- rameno vnitřních sil	$z_{s1,i} = h/2 - d_{1,i}$
$z_{s1,2} =$	0,195 m		

**Dimenzování horní tlačené výztuže:**

$d_2 =$	49 mm	- poloha t ežiště výztuže	$d_i = c_i + \phi_i/2$
$n_2 =$	3 ØR12	- počet prutů	
$A_{s2} =$	3,39 cm <sup>2</sup>	- plocha výztuže	
$\epsilon_{s2} =$	2,754 ‰	- poměrné přetvoření výztuže	$\epsilon_{s2} = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} (x - d_2)$
$\sigma_{s2} =$	434,783 MPa	- napětí ve výztuži	$\sigma_{st} = \epsilon_{st} * E_s \leq f_{yd}$
$F_{s2} =$	147,518 kN	- síla ve výztuži	$F_{st} = A_{st} * \sigma_{st}$
$z_{s2} =$	0,251 m	- rameno vnitřních sil	$z_{s2} = h/2 - d_2$

$F_{cc} =$	765,934 kN	- síla v tlačném betonu	$F_{cc} = \eta * f_{cd} * \lambda * x * b$
$z_{cc} =$	0,208 m	- rameno vnitřních sil	$z_{cc} = h/2 - 0,5 * \lambda * x$

Ověření silové podmínky:

$$\sum F_{s1,i} - F_{s2} - F_{cc} = 0 = (640,27 + 273,182) - 147,518 - 765,934 = 0,000$$

MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI:  $M_{Rd} = \sum F_{s1,i} * z_{s1,i} + F_{s2} * z_{s2} + F_{cc} * z_{cc} \geq M_{Ed}$

$$M_{Rd}^+ = (640,27 * 0,255 + 273,182 * 0,195) + 147,518 * 0,251 + 765,934 * 0,208 = 412,491 \text{ kNm}$$

**Posouzení:**

$$M_{Rd}^+ = 412,491 \text{ kNm} > M_{Ed}^+ = 341,05 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE} \quad 82,7\%$$

**Konstrukční zásady:**

Minimální plocha výztuže (tažené):

$$A_{s,min} = 1,87 \text{ cm}^2 < 1,95 \text{ cm}^2$$

$$\underline{A_{s,min}^{1)} = 0,26 f_{cm} b_1 d / f_{yk} \geq 0,0013 b_1 d}$$

Maximální plocha výztuže (tažené):

$$A_{s,max} = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c$$

Posouzení:

$$A_{s1} = 21,01 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,95 \text{ cm}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s1} = 21,01 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 60,00 \text{ cm}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Maximální vzdálenost výztuže:

$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže:

$$s_{r,min} = 30 \text{ mm}$$

$$\underline{\text{max. z hodnot: } 1,2 \phi; d_e + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}}$$

Posouzení:

$$s_{1,1} = 79,5 \text{ mm} < s_{max} = 200 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

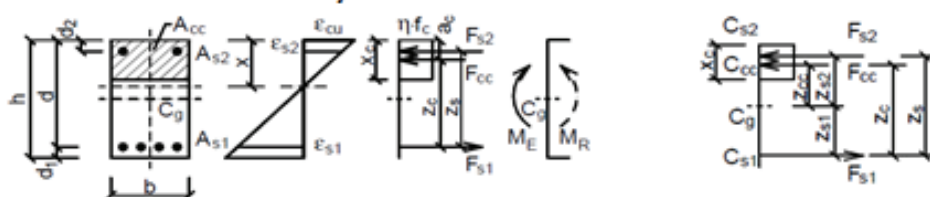
$$s_{r1,1} = 54,5 \text{ mm} > s_{r,min} = 30 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$s_{3n1,1} = 37,5 \text{ mm} > s_{r,min} = 30 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$s_2 = 86,0 \text{ mm} < s_{max} = 200 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$s_{r2} = 74,0 \text{ mm} > s_{r,min} = 30 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Dimenzování horní tažené výztuže:**



$d_{1,1} =$	57,5 mm	- poloha těžiště výztuže	$d_i = c_i + \Phi_i/2$
$d_{1,2} =$	117,5 mm		
$d_{(1)} =$	0,543 m	- účinná výška průřezu	$d_{(i)} = h - d_i$
$d_{(2)} =$	0,483 m		
$n_{1,1} =$	5 ØR25	- počet prutů	
$n_{1,2} =$	0 ØR0		
$A_{s1,1} =$	24,54 cm <sup>2</sup>	- plocha výztuže	
$A_{s1,2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>		
$x =$	0,320 m	- výška tláčené oblasti	
$\epsilon_{s1,1} =$	2,431 ‰	- poměrné přetvoření výztuže	$\epsilon_{si} = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} (d_{(i)} - x)$
$\epsilon_{s1,2} =$	1,775 ‰		
$\sigma_{s1,1} =$	434,783 MPa	- napětí ve výztuži	$\sigma_{si} = \epsilon_{si} * E_s \leq f_{yd}$
$\sigma_{s1,2} =$	355,023 MPa		
$F_{s1,1} =$	1067,117 kN	- síla ve výztuži	$F_{si} = A_{si} * \sigma_{si}$
$F_{s1,2} =$	0,000 kN		
$z_{s1,1} =$	0,243 m	- rameno vnitřních sil	$z_{s1,i} = h/2 - d_{1,i}$
$z_{s1,2} =$	0,183 m		

**Dimenzování dolní tlačené výztuže:**

$d_2 =$	39 mm	- poloha těžiště výztuže	$d_i = c_i + \Phi_i/2$
$n_2 =$	0 ØR12	- počet prutů	
$A_{s2} =$	0,00 cm <sup>2</sup>	- plocha výztuže	
$\epsilon_{s2} =$	3,074 ‰	- poměrné přetvoření výztuže	$\epsilon_{s2} = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} (x - d_2)$
$\sigma_{s2} =$	434,783 MPa	- napětí ve výztuži	$\sigma_{si} = \epsilon_{si} * E_s \leq f_{yd}$
$F_{s2} =$	0,000 kN	- síla ve výztuži	$F_{si} = A_{si} * \sigma_{si}$
$z_{s2} =$	0,261 m	- rameno vnitřních sil	$z_{s2} = h/2 - d_2$

$F_{cc} =$	1067,117 kN	- síla v tláčeném betonu	$F_{cc} = \eta * f_{cd} * \lambda * x * b$
$z_{cc} =$	0,172 m	- rameno vnitřních sil	$z_{cc} = h/2 - 0,5 * \lambda * x$

Ověření silové podmínky:

$$\sum F_{s1,i} - F_{s2} - F_{cc} = 0 = (1067,117 + 0) - 0 - 1067,117 = 0,000$$

MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI:  $M_{Rd} = \sum F_{s1,i} * z_{s1,i} + F_{s2} * z_{s2} + F_{cc} * z_{cc} \geq M_{Ed}$

$$M_{Rd} = (1067,117 * 0,243 + 0 * 0,183) + 0 * 0,261 + 1067,117 * 0,172 = 442,262 \text{ kNm}$$

**Posouzení:**

$$M_{Rd} = 442,262 \text{ kNm} > M_{Ed} = 369,58 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE} \quad 83,6\%$$

**Konstrukční zásady:**

Minimální plocha výztuže (tažené):

$$A_{s,min} = 1,83 \text{ cm}^2 < 1,95 \text{ cm}^2$$

$$\underline{A_{s,min}^{1)} = 0,26 f_{ctm} b_1 d / f_{yk} \geq 0,0013 b_1 d}$$

Maximální plocha výztuže (tažené):

$$A_{s,max} = 60,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c$$

Posouzení:

$$A_{s1} = 24,54 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,95 \text{ cm}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s1} = 24,54 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 60,00 \text{ cm}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Maximální vzdálenost výztuže:

$$s_{max} = 200 \text{ mm}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže:

$$s_{n,min} = 30 \text{ mm}$$

$$\underline{\text{max. z hodnot: } 1,2 \phi; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}}$$

Posouzení:

$$s_{1,1} = 38,8 \text{ mm} < s_{max} = 200 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$s_{n1,1} = 13,8 \text{ mm} < s_{n,min} = 30 \text{ mm} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

$$s_{2n1,1} = 0,0 \text{ mm} < s_{n,min} = 30 \text{ mm} \quad -$$

$$s_2 = 0,0 \text{ mm} < s_{max} = 200 \text{ mm} \quad -$$

$$s_{n2} = 0,0 \text{ mm} < s_{n,min} = 30 \text{ mm} \quad -$$

- Poznámka: Konstrukční zásady – světlá vzdálenost výztuže: 3φR25 uvnitř třmínku + 2φR25 vně průřezu.

**NAMÁHÁNÍ SMYKEM**

**Oblast kladného ohybového momentu:**

**Smyková únosnost betonu bez smykové výztuže:**

$C_{Rd,c} =$	0,12			$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
$k =$	1,601	- součinitel výšky průřezu		$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ kde $d$ je v mm
$\rho_1 =$	0,0152	- stupeň vyztužení		$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w d} \leq 0,02$
$k_1 =$	0,15			
$\sigma_{cp} =$	0 MPa	- normálové napětí		
$v_{min} =$	354,365 kPa	- minimální smykové napětí		$v_{min} = 0,035k^{1/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$

**Smyková únosnost betonu bez smykové výztuže:**

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}] b_w d \geq v_{min} b_w d$$

$$V_{Rd,c}^+ = 89,427 \text{ kN} > V_{Rd,c,min}^+ = 49,124 \text{ kN}$$

**Posouzení:**

$$V_{Rd,c}^+ = 89,427 \text{ kN} > V_{ed}^+ = 61,22 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE} \quad 68,5\%$$

**Konstrukční smyková výztuž**

**Únosnost tlakových diagonál:**

$\alpha_{cw} =$	1	- souč. zohledňující stav napětí v tlačném pásu
$z =$	0,452 m	$z = z_h + z_d = \frac{F_{s2} \cdot z_{s2} + F_{cc} \cdot z_{cc}}{F_{s2} + F_{cc}} + \frac{F_{s1.1} \cdot z_{s1.1} + F_{s1.2} \cdot z_{s1.2}}{F_{s1.1} + F_{s1.2}}$
$v_1 = v =$	0,540	$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250)$ , $f_{ck}$ v MPa; - redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
$\cot(\theta) =$	1,4	
$\theta =$	0,6202 rad 35,5 °	- $\theta$ ... úhel tlakových diagonál ( $\cotg(\theta) = 1 - 2,5; \theta = 45^\circ - 21,8^\circ$ )
$\alpha =$	90 ° 1,5708 rad	- úhel tažené diagonály (smykové výztuže)
$\cot(\alpha) =$	0,0	

**Únosnost tlakových diagonál:**

$$V_{Rd,max} = F_{cw,max} \cdot \sin \theta = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta);$$

$$V_{Rd,max}^+ = 480,560 \text{ kN}$$

**Posouzení:**

$$V_{Rd,max}^+ = 480,560 \text{ kN} > V_{ed}^+ = 61,22 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE} \quad 12,7\%$$

**Návrh třmínků:**

$f_{ywd} =$	434,783 MPa	- návrhová mez kluzu smykové výztuže $f_{ywd} = f_{yd}$
$A_{sw,1} =$	0,50 cm <sup>2</sup>	- plocha 1 větve třmínku třmínku
$n_{sw} =$	2 ØR8	- počet stříhů 1 třmínku
$A_{sw} =$	1,01 cm <sup>2</sup>	- plocha všech větví 1 třmínku

Staticky nutná vzdálenost třmínků:

$$V_{Rz} = F_{Dw,max} \cdot \sin \alpha = (A_{sw}/s) \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha$$

$$s_{Dw,max,req} = 451 \text{ mm}$$

$$s_{Dw,max,req} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)}{V_{Ed}}$$

Návrh:

$$s_{Dw} = 300 \text{ mm}$$

**Konstrukční zásady:**

Stupeň vyztužení:

$$\rho_{sw} = 0,00134$$

$$\rho_{w,min} = 0,00080$$

$$\rho_{w,max} = 0,01035$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = (0,08\sqrt{f_{ct}}) / f_{yk}$$

$$\rho_w \leq 0,5 \text{ v } f_{ct} / f_{yk}$$

Posouzení:

$$\rho_{sw} = 0,00134$$

$$> \rho_{w,min} = 0,00080$$

VYHOVUJE

$$\rho_{sw} = 0,00134$$

$$< \rho_{w,max} = 0,01035$$

VYHOVUJE

Maximální podélná vzdálenost třmínků:

$$s_{Dw,max} = 400,0 \text{ mm}$$

$$s_{max} = 0,75 d (1 + \cot \alpha) \leq 400 \text{ mm}$$

Posouzení:

$$s_{Dw} = 300 \text{ mm}$$

$$< s_{Dw,max} = 400,0 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Maximální příčná vzdálenost větví třmínku:

$$s_{t,max} = 415,9 \text{ mm}$$

$$s_{max} = 0,75 d \leq 600 \text{ mm}$$

Posouzení:

$$s_t = 176,0 \text{ mm}$$

$$< s_{t,max} = 415,9 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

ÚNOSNOST TAŽENÝCH DIAGONÁL:

$$V_{Rz} = F_{Dw,max} \cdot \sin \alpha = (A_{sw}/s) \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rd,S}^+ = 92,110 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$V_{Rd,S}^+ = 92,110 \text{ kN}$$

$$> V_{Ed}^+ = 61,22 \text{ kN}$$

VYHOVUJE

66,5%

**Oblast zápomého ohybového momentu:**

**Smyková únosnost betonu bez smykové výztuže:**

$C_{Rd,c} =$	0,12	
$k =$	1,607	- součinitel výšky průřezu
$\rho_l =$	0,0181	- stupeň vyztužení
$k_1 =$	0,15	
$\sigma_{cp} =$	0 MPa	- normálové napětí
$v_{min} =$	356,561 kPa	- minimální smykové napětí

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

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ kde } d \text{ je v mm}$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

**Smyková únosnost betonu bez smykové výztuže:**

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}] b_w \cdot d \geq v_{min} b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c} = 93,203 \text{ kN} > V_{Rd,c,min} = 49,428 \text{ kN}$$

**Posouzení:**

$$V_{Rd,c} = 93,203 \text{ kN} < V_{ed} = 344,09 \text{ kN} \quad \text{NEVYHOVUJE} \quad 369,2\%$$

**Nutno navrhnout smykovou výztuž**

**Únosnost tlakových diagonál:**

$\alpha_{cw} =$	1	- souč. zohledňující stav napětí v tlač. pásu
$z =$	0,414 m	$z = z_h + z_d = \frac{F_{s2} \cdot z_{s2} + F_{cc} \cdot z_{cc}}{F_{s2} + F_{cc}} + \frac{F_{s1,1} \cdot z_{s1,1} + F_{s1,2} \cdot z_{s1,2}}{F_{s1,1} + F_{s1,2}}$
$v_1 = v =$	0,540	$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250), f_{ck} \text{ v MPa};$ - redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
$\cot(\theta) =$	1,4	
$\theta =$	0,6202 rad 35,5 °	- $\theta$ ... úhel tlakových diagonál ( $\cot(\theta) = 1 - 2,5; \theta = 45^\circ - 21,8^\circ$ )
$\alpha =$	90 ° 1,5708 rad	- úhel tažené diagonály (smykové výztuže)
$\cot(\alpha) =$	0,0	

**Únosnost tlakových diagonál:**

$$V_{Rd,max} = F_{cw,max} \cdot \sin \theta = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta);$$

$$V_{Rd,max} = 441,049 \text{ kN}$$

**Posouzení:**

$$V_{Rd,max} = 441,049 \text{ kN} > V_{ed} = 344,09 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE} \quad 78,0\%$$

**Návrh třmínků:**

$f_{ywd} =$	434,783 MPa	- návrhová mez kluzu smykové výztuže $f_{ywd} = f_{yd}$
$A_{s_{w,1}} =$	0,79 cm <sup>2</sup>	- plocha 1 větve třmínku třmínku
$n_{sw} =$	2 ØR10	- počet stříhů 1 třmínku
$A_{sw} =$	1,57 cm <sup>2</sup>	- plocha všech větví 1 třmínku

Staticky nutná vzdálenost třmínků:

$$V_{Rd} = F_{Dw,max} \cdot \sin \alpha = (A_{sw}/s) \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha$$

$$s_{sw,max,req} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)}{V_{Ed}}$$

$$s_{sw,max,req} = 115 \text{ mm}$$

Návrh:

$$s_{sw} = 110 \text{ mm}$$

**Konstrukční zásady:**

Stupeň vyztužení:

$$\rho_{sw} = 0,00571$$

$$\rho_{w,min} = 0,00080$$

$$\rho_{w,max} = 0,01035$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = (0,08 \sqrt{f_{ctk}}) / f_{yk}$$

$$\rho_w \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{ctk} / f_{yk}$$

Posouzení:

$$\rho_{sw} = 0,00571$$

$$> \rho_{w,min} = 0,00080$$

VYHOVUJE

$$\rho_{sw} = 0,00571$$

$$< \rho_{w,max} = 0,01035$$

VYHOVUJE

Maximální podélná vzdálenost třmínků:

$$s_{sw,max} = 400,0 \text{ mm}$$

$$s_{max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) \leq 400 \text{ mm}$$

Posouzení:

$$s_{sw} = 110 \text{ mm}$$

$$< s_{sw,max} = 400,0 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Maximální příčná vzdálenost větví třmínku:

$$s_{t,max} = 406,9 \text{ mm}$$

$$s_{t,max} = 0,75 \cdot d \leq 600 \text{ mm}$$

Posouzení:

$$s_t = 174,0 \text{ mm}$$

$$< s_{t,max} = 406,9 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

ÚNOSNOST TAŽENÝCH DIAGONÁL:

$$V_{Rd} = F_{Dw,max} \cdot \sin \alpha = (A_{sw}/s) \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rd,S} = 360,243 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$V_{Rd,S} = 360,243 \text{ kN}$$

$$> V_{Ed} = 344,09 \text{ kN}$$

VYHOVUJE 95,5%

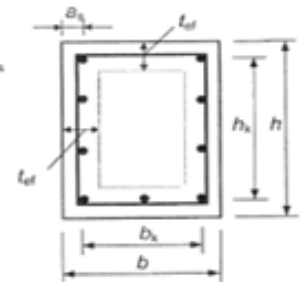
**NAMÁHÁNÍ KROUCENÍM**

**Oblast kladného ohybového momentu:**

$A_c =$	0,15 m <sup>2</sup>	- plocha betonového průřezu
$u =$	1,7 m	- obvod betonového průřezu
$d_{1,1} =$	45,5 mm	- poloha těžiště výztuže
$d_2 =$	49 mm	
$\Phi_{sb}^+ =$	12 mm	- profil boční výztuže
$d_b =$	39 mm	- poloha těžiště výztuže
$t_{ef,1} =$	0,091 m	
$t_{ef,2} =$	0,098 m	- účinná tloušťka stěny
$t_{ef,b} =$	0,088 m	
$b_k =$	0,162 m	$b_k = b - t_{ef}$
$h_k =$	0,506 m	$h_k = h - t_{ef}$
$A_k =$	0,082 m <sup>2</sup>	$A_k = b_k \cdot h_k$
$u_k =$	1,335 m	$u_k = 2 \cdot (b_k + h_k)$
$t_{ef}' =$	0,090 m	- průměrná účinná tloušťka stěny

$$d_i = c_i + \Phi_i / 2$$

$$t_{ef} = \frac{A}{u} \geq 2 \cdot \sigma_s$$



$$T_k = \sigma_s \cdot \oint r \cdot du = \sigma_s \cdot 2 \cdot A_k$$

$T_{Ed}^+ =$	7,89 kNm	- návrhový kroutící moment v oblasti kladného ohyb. momentu
--------------	----------	---

Návrhový kroutící moment, který přeneseme betonový průřez:

$T_{Rd,c}^+ =$	17,614 kNm	$T_{Rc} = 2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot f_{ctd}$
----------------	------------	---

**Maximální návrhový kroutící moment na mezi únosnosti:**

$T_{Rd,max}^+ =$	62,484 kNm	$T_{Rd,max} = 2v \alpha_{cw} f_{ctd} A_k t_{ef} \sin \theta \cos \theta$
------------------	------------	--

Posouzení:

$$T_{Ed} / T_{Rd,max} + V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 1,0 \quad \text{- interakce s posouvající silou}$$

$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} =$	0,126	+	0,127	=	0,254	VYHOVUJE
---	-------	---	-------	---	-------	----------

**Návrh třmínků:**

$z_i = h_k =$	0,506 m	$V_{Ed} = T_{Ed} \cdot z_i / (2 \cdot A_k)$
$V_{Ed,b} =$	24,387 kN	- posouvající síla od $T_{Ed}$ ve stěně tenkostěnného průřezu
$\Phi_{sw,t}^+ = \Phi_{sw}^+ =$	8 mm	- profil kroutícího třmínku
$A_{sw,t,1} = A_{sw,1} =$	0,50 cm <sup>2</sup>	- plocha 1 větve třmínku
$n_{sw,t} = n_{sw} =$	1 ØR8	- počet stříhů 1 třmínku v 1 stěně tenkostěnného průřezu
$A_{sw,t} = A_{sw} =$	0,50 cm <sup>2</sup>	- plocha všech větví 1 třmínku v 1 stěně tenkostěnného průřezu

Staticky nutná vzdálenost třmínků:

$$\frac{A_{sw,t} \cdot f_{ywd}}{s_v} = \frac{T_k}{2 \cdot A_k \cdot \cot \theta}$$

$$s_{sw,t,max,req} = \frac{2 A_k \cdot \cot(\theta) \cdot A_{sw,t} \cdot f_{ywd}}{T_{Ed}} ; T_{Ed} = \frac{V_{Ed,b} \cdot 2 A_k}{z_i} \Rightarrow s_{sw,t,max,req} = \frac{A_{sw,t} \cdot f_{ywd} \cdot z_i \cdot \cot(\theta)}{V_{Ed,b}}$$

$s_{sw,t,max,req} =$	634,2 mm
----------------------	----------

Návrh:

$s_{sw,t} = 300 \text{ mm}$

Stupeň vyztužení:

$\rho_{sw} = 0,00134$

$\rho_{sw,t} = 0,00134$

$\rho_w = 0,00268$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,max} = (0,08\sqrt{f_{ctk}}) / f_{yk}$$

$$\rho_w \leq 0,5 \cdot v_{fd} / f_{yk}$$

Posouzení:

$\rho_w = 0,00268 < \rho_{w,max} = 0,01035$  **VYHOVUJE**

Maximální podélná vzdálenost třmínků:

$s_{sw,t,max} = 213 \text{ mm}$

$$s_{sw,t,max} = \max(0,75 \cdot d; \frac{u}{8}; b)$$

$s = 150 \text{ mm}$  - vzdálenost třmínku celková (smyk + kroucení)

Posouzení:

$s = 150 \text{ mm} < s_{sw,t,max} = 213 \text{ mm}$

**Návrh podélné výztuže na kroucení:**

$H_{Ed,T} = 67,541 \text{ kN/m}$  - vodorovná síla od kroucení na 1m obvodu  $u_k$

$$h_{Ed} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cot \theta$$

$H_{Rd,T,1} = 49,173 \text{ kN}$  - únosnost 1 profilu boční výztuže

$s_{sb,req} = 728,0 \text{ mm}$  - maximální vzdálenost boční výztuže

Stěna průřezu:

$n_{sb} = 1 \text{ } \varnothing R12$  - počet prutů v 1 stěně průřezu

$A_{s,b,1} = 1,13 \text{ cm}^2$  - plocha 1 prutu

$A_{sb} = 1,13 \text{ cm}^2$  - plocha všech prutů v 1 stěně průřezu

$s_{sb} = 222,8 \text{ mm}$  - vzdálenost boční výztuže

$s_{sb,max} = 350 \text{ mm}$

$s_{sb} = 222,8 \text{ mm} < s_{sb,max} = 350 \text{ mm}$  **VYHOVUJE**

$H_{Rd,T} = 220,753 \text{ kN/m} > H_{Ed,T} = 67,541 \text{ kN/m}$  **VYHOVUJE**

Tažená oblast:

$$F_{td} = \frac{M_{Ed}}{z} + \frac{H_{Ed,v}}{2} + H_{Ed,b} = \frac{M_{Ed}}{z} + \left[ \frac{V_{Ed}}{2} + \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} (b_k + u_1) \right] (\cot \theta - \cot \alpha) \leq A_{s,r,max} f_{yd}$$

$u_{s,1} = 504,5 \text{ mm}$

$\Delta F_{td,T}^+ = 34,076 \text{ kN}$  - přidavná tahová síla ve výztuži od namáhání kroucením

$\Delta M_T^+ = 15,388 \text{ kNm} < \Delta M_{Ed}^+ = 71,441 \text{ kNm}$  **OK**

$\Delta F_{td,T,req,env}^+ = 158,205 \text{ kN}$  - rezerva tahové síly v tažené výztuži

$\Delta A_{s1}^+ = 3,64 \text{ cm}^2$  - rezerva plochy tažené výztuže

Tlačená oblast:

$n_{s,2} = 2 \text{ } \varnothing R12$  - počet prutů

$A_{s2}^+ = 2,26 \text{ cm}^2$  - plocha výztuže

$A_y^+ = 8,16 \text{ cm}^2$  - plocha podélné výztuže na kroucení

**Odolnost průřezu v kroucení:**

$T_{Rd,s,w,t}^+$	16,680 kNm	- svislé třmínky
$T_{Rd,t}^+$	31,066 kNm	- vodorovná výztuž
$T_{Rd,s}^+$	22,763 kNm	- porušení výztuže

$$T_{Rd,t} = 2A_s \frac{A_{s,rot}}{s} f_{ysd} \cot \theta \geq T_{Ed}$$

$$T_{Rd,s,t} = \frac{2A_k}{u_k} A_{s,t} f_{ysd} \tan \theta$$

$$T_{Rd,s} = 2A_k \sqrt{\frac{A_{s,rot} f_{ysd}}{s} \frac{A_{s,t} f_{ysd}}{u_k}} \geq T_{Ed}$$

**Posouzení:**

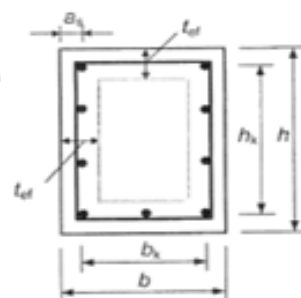
$T_{Rd}^+$	16,680 kNm	>	$T_{Ed}^+$	7,890 kNm	<b>VYHOVUJE</b>	<b>47,3%</b>
------------	------------	---	------------	-----------	-----------------	--------------

**Oblast záporného ohybového momentu:**

$A_c =$	0,15 m <sup>2</sup>	- plocha betonového průřezu
$u =$	1,7 m	- obvod betonového průřezu
$d_{1,1} =$	57,5 mm	- poloha těžiště výztuže
$d_2 =$	39 mm	
$\Phi_{sb}^+ =$	12 mm	- profil boční výztuže
$d_b =$	41 mm	- poloha těžiště výztuže
$t_{ef,1} =$	0,115 m	
$t_{ef,2} =$	0,088 m	- účinná tloušťka stěny
$t_{ef,b} =$	0,088 m	
$b_k =$	0,162 m	$b_k = b - t_{ef}$
$h_k =$	0,498 m	$h_k = h - t_{ef}$
$A_k =$	0,081 m <sup>2</sup>	$A_k = b_k h_k$
$u_k =$	1,320 m	$u_k = 2 * (b_k + h_k)$
$t_{ef}' =$	0,092 m	- průměrná účinná tloušťka stěny

$$d_i = c_i + \Phi_i / 2$$

$$t_{ef} = \frac{A}{u} \geq 2 \cdot a_s$$



$$T_R = \tau \cdot t \cdot \oint r \cdot du = \tau \cdot t \cdot 2 \cdot A_k$$

$T_{Ed}^-$	8,49 kNm	- návrhový kroutící moment v oblasti kladného ohyb. momentu
------------	----------	---

**Návrhový kroutící moment, který přeneše betonový průřez:**

$T_{Rd,c}^-$	17,707 kNm	$T_{Rc} = 2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot f_{ctd}$
--------------	------------	---

**Maximální návrhový kroutící moment na mezi únosnosti:**

$T_{Rd,max}^-$	62,812 kNm	$T_{Rd,max} = 2v \alpha_{cw} f_{ctd} A_k t_{ef} \sin \theta \cos \theta$
----------------	------------	--

**Posouzení:**

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1,0 \quad \text{- interakce s posouvající silou}$$

$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} =$	0,135	+	0,780	=	0,915	<b>VYHOVUJE</b>
---	-------	---	-------	---	-------	-----------------

**Návrh třmínků:**

$z_i = h_k =$	0,498 m	$V_{Ed} = T_{Ed} \cdot z_i / (2 \cdot A_k)$
$V_{Ed,b} =$	26,242 kN	- posouvající síla od $T_{Ed}$ ve stěně tenkostěnného průřezu
$\Phi_{sw,t}^+ = \Phi_{sw}^+ =$	10 mm	- profil kroucího třmínku
$A_{sw,t,1} = A_{sw,1} =$	0,79 cm <sup>2</sup>	- plocha 1 větve třmínku
$n_{sw,t} = n_{sw} =$	1 ØR10	- počet stříhů 1 třmínku v 1 stěně tenkostěnného průřezu
$A_{sw,t} = A_{sw} =$	0,79 cm <sup>2</sup>	- plocha všech větví 1 třmínku v 1 stěně tenkostěnného průřezu

Statically nutná vzdálenost třmínků:

$$\frac{A_{sw,t} \cdot f_{ywd}}{s_w} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k \cdot \cot \theta}$$

$$s_{sw,t,max,req} = \frac{2 \cdot A_k \cdot \cot(\theta) \cdot A_{sw,t} \cdot f_{ywd}}{T_{Ed}} ; T_{Ed} = \frac{V_{Ed,b} \cdot 2 \cdot A_k}{z_i} \Rightarrow s_{sw,t,max,req} = \frac{A_{sw,t} \cdot f_{ywd} \cdot z_i \cdot \cot(\theta)}{V_{Ed,b}}$$

$s_{sw,t,max,req} = 907,9$  mm

Návrh:

$s_{sw,t} = 905$  mm

Stupeň vyztužení:

$\rho_{sw} =$	0,00556
$\rho_{sw,t} =$	0,00069
$\rho_w =$	0,00625

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,max} = (0,08 \sqrt{f_{ctk}}) / f_{yk}$$

$$\rho_w \leq 0,5 \cdot f_{ctk} / f_{yk}$$

Posouzení:

$\rho_w =$	0,00625	<	$\rho_{w,max} =$	0,01035	VYHOVUJE
------------	---------	---	------------------	---------	----------

Maximální podélná vzdálenost třmínků:

$s_{sw,t,max} =$	213 mm	$s_{sw,t,max} = \max(0,75 \cdot d; \frac{u}{8}; b)$
$s =$	100 mm	- vzdálenost třmínku celková (smyk + kroucení)

Posouzení:

$s =$	100 mm	<	$s_{sw,t,max} =$	213 mm
-------	--------	---	------------------	--------

**Návrh podélné výztuže na kroucení:**

$H_{Ed,T} =$	73,716 kN/m	- vodorovná síla od kroucení na 1m obvodu $u_k$	$h_{Ed} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cot \theta$
$H_{Rd,T,1} =$	49,173 kN	- únosnost 1 profilu boční výztuže	
$s_{sb,req} =$	667,1 mm	- maximální vzdálenost boční výztuže	

Stěna průřezu:

$n_{sb} =$	1 ØR12	- počet prutů v 1 stěně průřezu			
$A_{sb,1} =$	1,13 cm <sup>2</sup>	- plocha 1 prutu			
$A_{sb} =$	1,13 cm <sup>2</sup>	- plocha všech prutů v 1 stěně průřezu			
$s_{sb} =$	250,8 mm	- vzdálenost boční výztuže			
$s_{sb,max} =$	350 mm				
$s_{sb} =$	250,8 mm	<	$s_{sb,max} =$	350 mm	VYHOVUJE
$H_{Rd,T} =$	196,103 kN/m	>	$H_{Ed,T} =$	73,716 kN/m	VYHOVUJE

Tažená oblast:

$$F_{td} = \frac{M_{Ed}}{z} + \frac{H_{Ed,v}}{2} + H_{Ed,b} = \frac{M_{Ed}}{z} + \left[ \frac{V_{Ed}}{2} + \frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} (b_k + u_1) \right] (\cot \theta - \cot \alpha) \leq A_{sv,main} f_{yd}$$

$u_{s1} = 162,9 \text{ mm}$

$\Delta F_{td,T} = 12,008 \text{ kN}$  - přídatná tahová síla ve výztuži od namáhání kroucením

$\Delta M_T = 4,977 \text{ kNm} < \Delta M_{Ed} = 72,682 \text{ kNm}$  OK

$\Delta F_{td,T,reserve} = 175,372 \text{ kN}$  - rezerva tahové síly v tažené výztuži

$\Delta A_{s1} = 4,03 \text{ cm}^2$  - rezerva plochy tažené výztuže

Tlačená oblast:

$n_{s,2} = 2 \text{ } \varnothing R12$  - počet prutů

$A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$  - plocha výztuže

$A_g = 8,56 \text{ cm}^2$  - plocha podélné výztuže na kroucení

Odolnost průřezu v kroucení:

$T_{Rd,sw,t} = 8,518 \text{ kNm}$  - svislé tříminky

$T_{Rd,t} = 32,456 \text{ kNm}$  - vodorovná výztuž

$T_{Rd,s} = 16,627 \text{ kNm}$  - porušení výztuže

$$T_{Rd,sw} = 2 A_k \frac{A_{sw}}{s} f_{yw} \cot \theta \geq T_{Ed}$$

$$T_{Rd,t} = \frac{2 A_k}{u_c} A_{st} f_{yt} \tan \theta$$

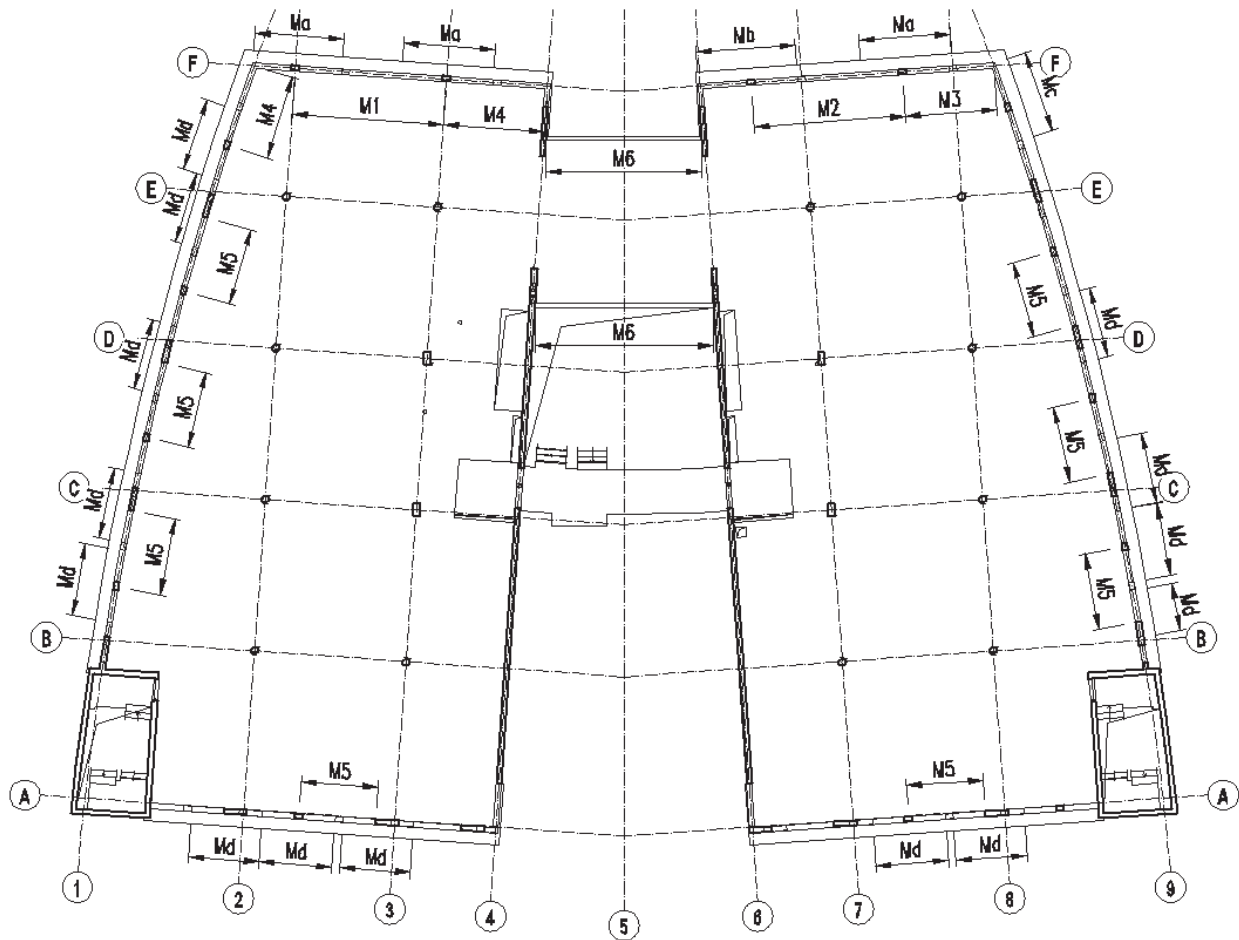
$$T_{Rd,s} = 2 A_k \sqrt{\frac{A_{sw}}{s} f_{yw} \frac{A_{st}}{u_c} f_{yt}} \geq T_{Ed}$$

Posouzení:

$T_{Rd} = 8,518 \text{ kNm} > T_{ed} = 8,490 \text{ kNm}$  VYHOVUJE 99,7%

**NAMÁHÁNÍ OHYBEM**

**STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - OZNAČENÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽE**



• Tab. 5.5 Minimální výztuž stropních průvlaků

b x h [mm]	poloha	výztuž	d [m]	$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> ]	x [m]	$\sigma_s$ [MPa]	$F_{s1}$ [kN]	$z_{s1}$ [m]	$F_{cc}$ [kN]	$z_{cc}$ [m]	$M_{Rd}$ [kNm]
250x600	horní	3φR12	0,551	3,39	0,044	434,78	147,52	0,251	147,52	0,282	<b>78,67</b>
	dolní	3φR12	0,561	3,39	0,044	434,78	147,52	0,261	147,52	0,282	<b>80,15</b>
200x600	horní	3φR12	0,551	3,39	0,055	434,78	147,52	0,251	147,52	0,278	<b>78,02</b>
	dolní	3φR12	0,561	3,39	0,055	434,78	147,52	0,261	147,52	0,278	<b>79,49</b>
200x900	horní	3φR12	0,861	3,39	0,044	434,78	147,52	0,411	147,52	0,432	<b>122,93</b>
	dolní	3φR12	0,861	3,39	0,044	434,78	147,52	0,411	147,52	0,432	<b>124,40</b>

Poznámky k Tab. 5.5:

- minimální výztuž použita v neoznačených stropních průvlakách.

Tab. 5.6 Návrh výztuže a posouzení průřezu stropních průvlaků na ohybové namáhání

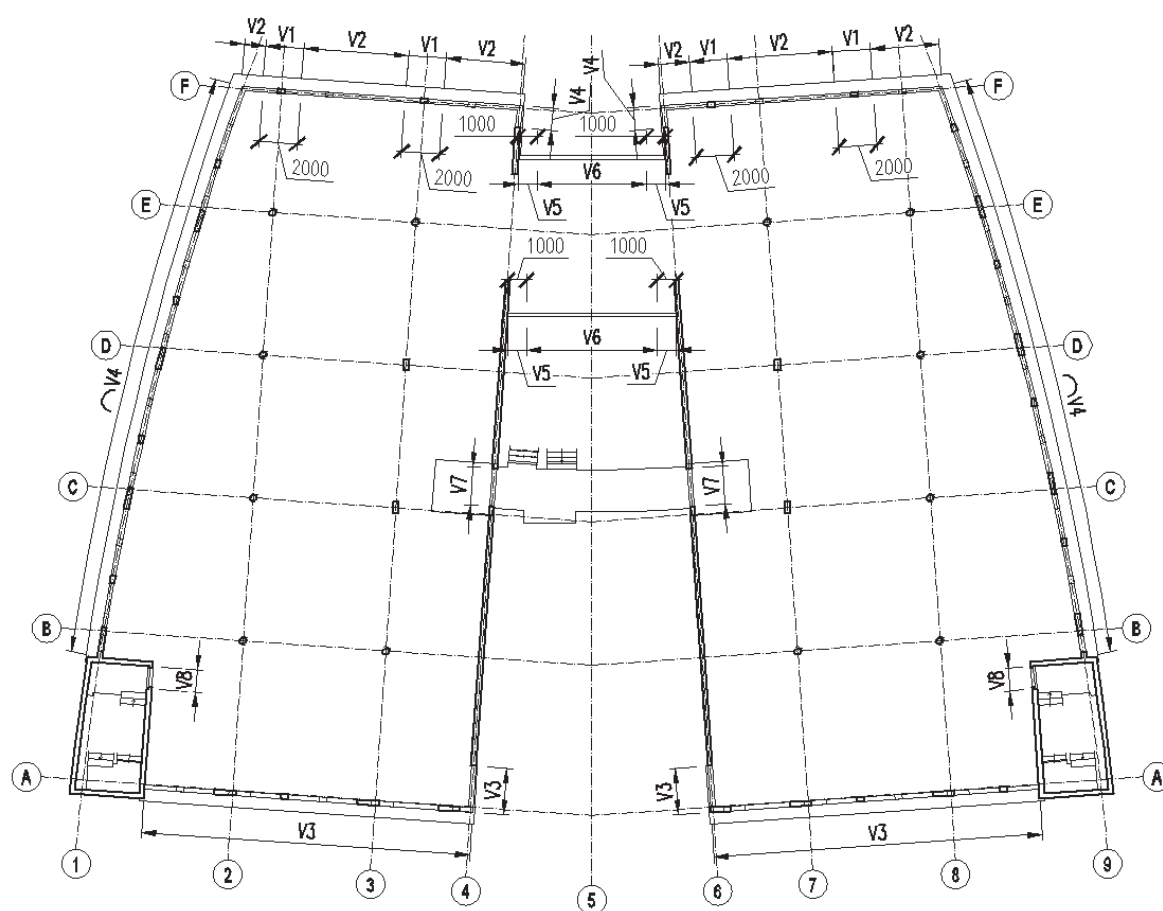
b x h [mm]	ozn.	M <sub>Ed,min</sub> [kNm]	M <sub>Ed,max</sub> [kNm]	výztuž	d [m]	A <sub>s1</sub> [cm <sup>2</sup> ]	x [m]	σ <sub>s</sub> [MPa]	F <sub>s1</sub> [kN]	z <sub>s1</sub> [m]	F <sub>cc</sub> [kN]	z <sub>cc</sub> [m]	M <sub>Rd</sub> [kNm]	posudek (od - do) [%]
250x600	M1	341,05	3φR25+2φR20	viz rozepsané posouzení výše									412,49	0,83
	M2	302,50	3φR28		0,55	18,47	0,24	434,78	803,16	0,25	803,16	0,20	365,13	0,83
	M3	215,48	3φR25		0,55	14,73	0,19	434,78	640,27	0,25	640,27	0,22	304,56	0,71
	M4	164,02	3φR20		0,56	9,42	0,12	434,78	409,77	0,26	409,77	0,25	207,27	0,79
	M5	78,64	3φR16		0,56	6,03	0,08	434,78	262,26	0,26	262,26	0,27	138,35	0,57
200x600	Ma	352,62	5φR25	viz rozepsané posouzení výše									442,26	0,80
	Mb	312,72	5φR22		0,54	19,01	0,25	434,78	826,38	0,24	826,38	0,20	367,60	0,85
	Mc	227,96	4φR20		0,55	12,57	0,16	434,78	546,36	0,25	546,36	0,23	263,04	0,87
200x600	Md	73,65	3φR16		0,55	6,03	0,08	434,78	262,26	0,25	262,26	0,27	135,72	0,54
	M6	94,89	3φR20		0,56	9,42	0,15	434,78	409,77	0,26	409,77	0,24	203,06	0,47

Poznámky k Tab 5.6: - Vysoké průvlakky nad dveřními prostory v jádrech s vedlejším schodištěm vyztuženy konstrukčně.

## NAMÁHÁNÍ SMYKEM + KROUCENÍM

- na osách 1, 9 a A jsou vzdálenosti třmínku sjednoceny z důvodu:
  - geometrie průvlaků (krátká pole mezi podporami)
  - charakteru zatížení (bodové přitížení od sloupu v 3.NP tzn. skokový průběh posouvajících sil)
  - jednodušší provádění na stavbě, eliminace možných chyb při vázání třmínků
- na osách A, F, 1 a 9 jsou navrženy uzavřené (kroucí) třmínky vzhledem k větším účinkům kroucího momentu  $M_{xd}$ .

### STROPNÍ DESKA NAD 2.NP - OZNAČENÍ TŘMÍNKOVÉ VÝZTUŽE



Tab. 5.7 Návrh třmínkové výztuže

b x h [mm]		ozn.	výztuž
250x600	osa F	V1	$\phi R10/100$
		V2	$\phi R10/125$
	osa A	V3	$\phi R10/150$
		osa 1, 9	V4
200x600		V5	$\phi R8/150$
		V6	$\phi R8/250$
250x900		V7	$\phi R8/150$
250x1550		V8	$\phi R8/250$

Tab. 5.8.1 Posouzení průřezu stropních průvlaků na smykové namáhání

b x h [mm]	ozn.	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{x,d}$ [kNm]	$\rho_l$	$V_{Rd,c}$ [kN]	z [m]	$\cot(\theta)$	$V_{Rd,max}$ [kN]	$\phi_{sw}$ [mm]	$\rho_{sw}$	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> ]	$s_{sw}$ [mm]	$V_{Rd,s}$ [kN]	posudek [%]		
250x600	V1	344,09	8,49	-369,58					viz rozepsané posouzení výše							360,24	95,5%
		249,49	20,95	-370,20	0,0181	93,20	0,41	1,40	441,05	10	2	1,57	145	273,29	91,3%		
	V2	212,77	15,54	-148,06	0,0181	93,20	0,41	1,40	441,05	10	2	1,57	175	226,44	94,0%		
		158,75	27,80	88,31	0,0107	79,30	0,48	1,40	506,20	10	2	1,57	250	181,92	87,3%		
	V3	206,76	11,21	-61,00	0,0025	49,66	0,53	1,40	565,40	10	2	1,57	205	247,80	83,4%		
		116,64	26,45	-70,15	0,0044	58,61	0,52	1,40	548,62	10	2	1,57	355	138,85	84,0%		
	V4	212,11	5,65	-39,00	0,0025	49,79	0,53	1,40	567,53	8	2	1,01	150	217,56	97,5%		
		107,22	21,25	-61,07	0,0044	58,71	0,52	1,40	550,75	8	2	1,01	280	113,10	94,8%		
200x600	V5	102,19	6,70	-67,26	0,0031	41,84	0,53	1,40	450,26	8	2	1,01	150	215,75	47,4%		
	V6	44,03	8,53	94,89	0,0085	59,12	0,50	1,40	421,87	8	2	1,01	250	121,29	36,3%		
250x900	V7	270,11	8,45	-10,10	0,0016	68,15	0,83	1,40	886,79	8	2	1,01	150	339,95	79,5%		
	V8	64,33	17,30	-14,07	0,0014	105,43	1,47	1,40	1569,09	8	2	1,01	250	360,90	17,8%		

Tab. 5.8.2 Posouzení průřezu stropních průvlaků na namáhání kroutícím momentem

ozn.	$\phi_{sb}$ [mm]	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$t_{ef}$ [m]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$\frac{T_{zd,max}}{T_{zd,max}} + \frac{V_{zd,max}}{V_{zd,max}}$	$A_{sw,t}$ [cm <sup>2</sup> ]	$s_{sw,t}$ [mm]	s [mm]	$\rho_{sb}$ [ks]	$H_{Ed,T}$ [kN/m]	$H_{Rd,T}$ [kN/m]	$\Delta M_T$ [kNm]	$\Delta M_{Ed}$ [kNm]	$A_{sf}$ [cm <sup>2</sup> ]	$T_{Rd,svit}$ [kNm]	$T_{Rd,f}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	posudek [%]
V1	12	0,081	0,092	17,71	64,1	0,878	0,79	325	100	1	192,5	200,1	31,41	72,06	9,65	8,52	32,46	16,63	99,6%
	12	0,081	0,092	17,71	62,81	0,73	0,79	435	125	1	134,9	196,1	9,11	294,2	20,85	21,4	34,1	27,02	97,9%
	12	0,081	0,091	17,67	62,67	0,757	0,79	250	125	2	239,9	294,2	37,53	216,2	18,73	31,03	69,79	46,53	89,6%
V3	12	0,082	0,09	17,62	62,51	0,545	0,79	555	150	1	96,08	193,6	8,315	17,38	6,41	14,07	24,38	18,52	79,7%
	12	0,081	0,09	17,65	62,61	0,635	0,79	260	150	2	227,6	291,5	19,11	65,05	10,82	29,92	41,12	35,08	88,4%
V4	12	0,082	0,089	17,57	62,42	0,464	0,5	750	125	1	48,23	192,1	4,19	39,67	7,37	6,69	28,05	13,7	84,5%
	12	0,082	0,09	17,62	62,51	0,535	0,5	225	125	1	181,1	192,8	15,35	74,66	8,97	22,21	34,14	27,54	95,7%

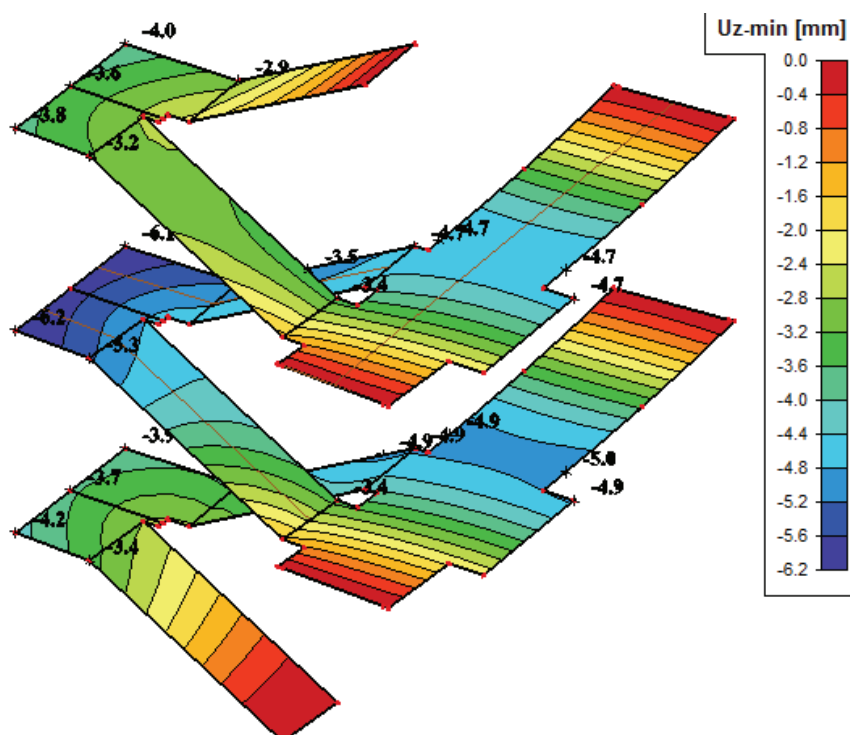
## 6. HLAVNÍ SCHODIŠTĚ + LÁVKA

### 6.1 DEFORMACE

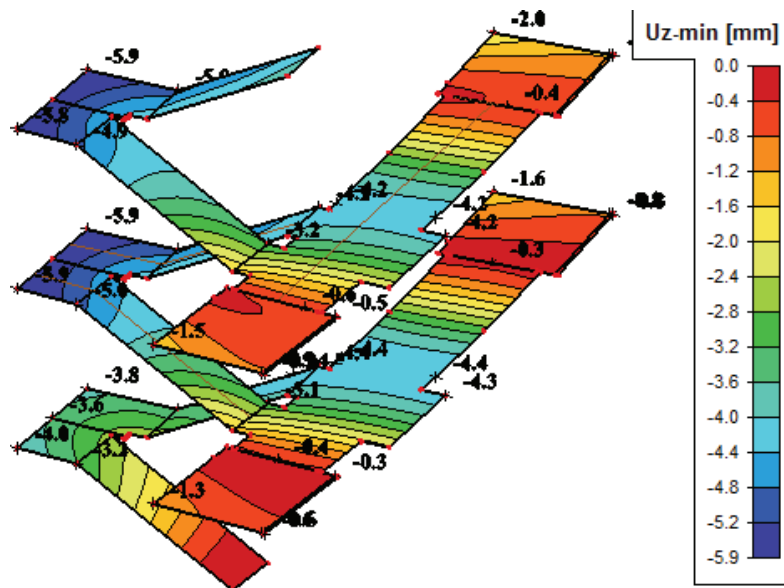
- Lineární výpočet pro zadané zatěžovací stavy.
- Pro mezní stav únosnosti byla stanovena staticky nutná výztuž na spočtené dimenzační momenty.  
Předpoklad: Lávka: krytí výztuže:  $c_{nom} = 25$  mm  
1. směr výztuže – y, dolní výztuž:  $\phi 12$ , horní výztuž:  $\phi 12$   
2. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 20$ , horní výztuž:  $\phi 25$   
Schodiště: krytí výztuže:  $c_{nom} = 25$  mm  
1. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 10$ , horní výztuž:  $\phi 10$   
2. směr výztuže – y, dolní výztuž:  $\phi 16$ , horní výztuž:  $\phi 16$
- Nelineární výpočet průhybu (pro kombinaci zatěžovacích stavů LC1 (vl. tíha), LC2 (podlaha, stupně), LC3 (zábradlí), LC4 (užitné – plné). Součinitel dotvarování dle přílohy B.1, relativní vlhkost: 60%, doba při zatížení: 28. den, životnost: 50 let (18250 dní).

- **Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]**

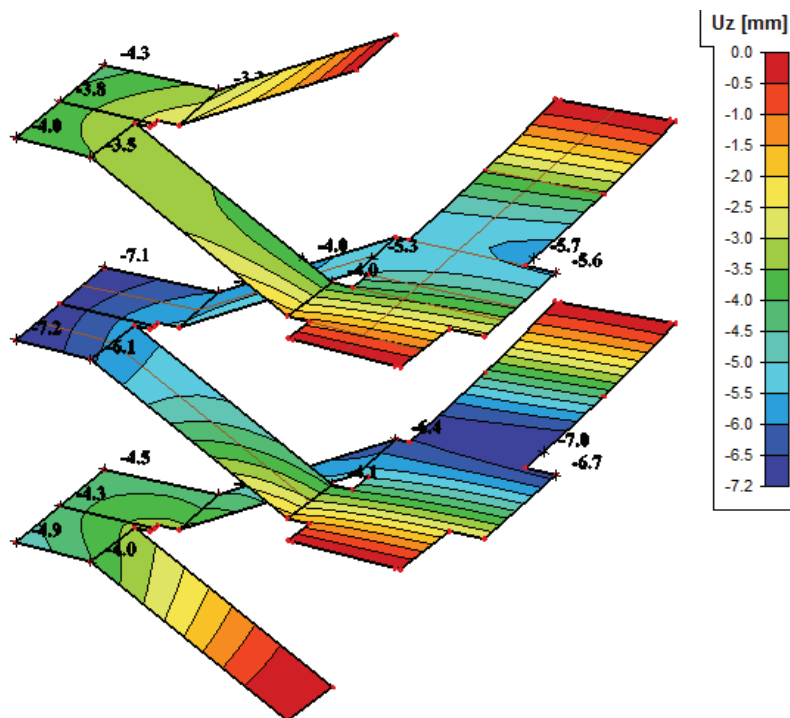
- Kvazistálá kombinace



- Porovnání výsledků s 3D modelem
- **Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]**
  - Kvazistálá kombinace

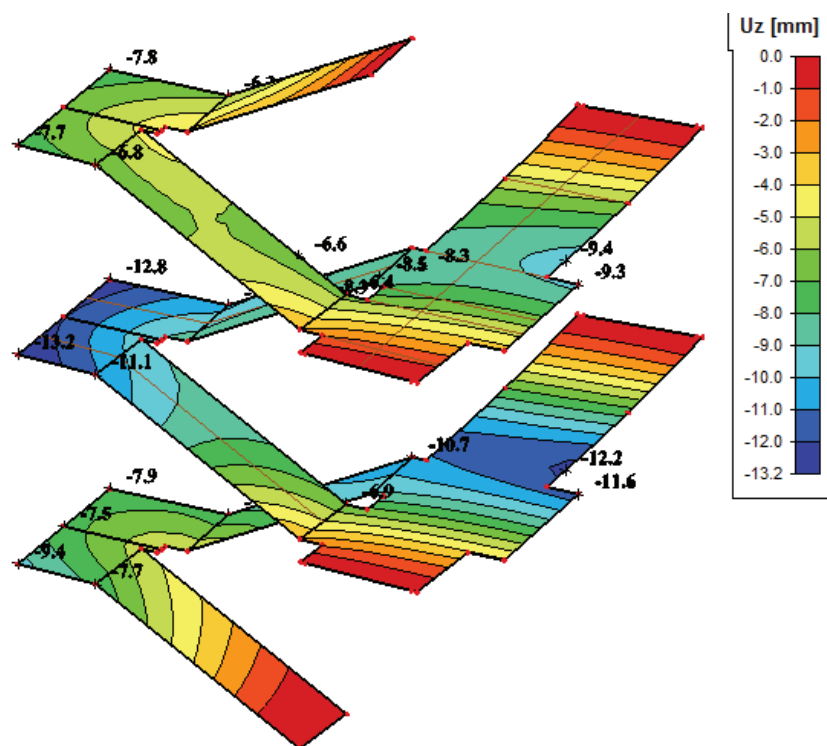


- **Deformace – nelineární –  $U_{z,min}$  [mm]**
  - Kvazistálá kombinace
  - Zatěžovací stavy: LC1, LC2, LC3, LC4, LC24 (užitné plné)



• **Deformace – nelineární s dotvarováním –  $U_{z,min}$  [mm]**

- Kvazistálá kombinace
- Zatěžovací stavy: LC1, LC2, LC3, LC4, LC24 (užitné plné)



Schodiště:  $U_{z,min} = 13,2 \text{ mm} > l/250 = 5800/250 = 23,2 \text{ mm}$

**VYHOVUJE**

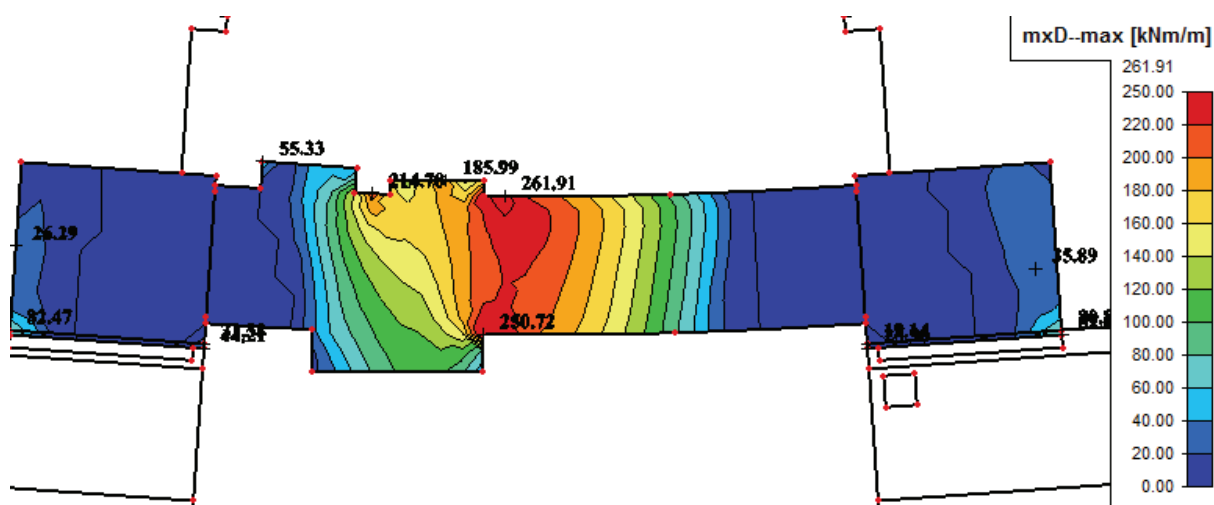
Pozn.: Délka 5800 mm představuje délku schodišťového ramene od hrany lávky po konec mezipodesty.

## 6.2 NAMÁHÁNÍ OHYBEM

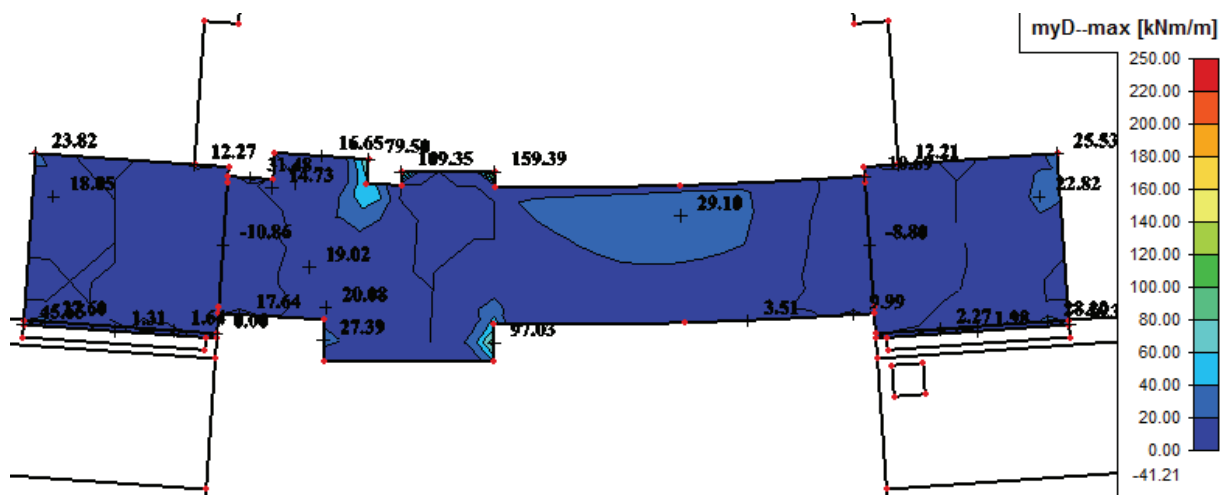
- Výztuž v lávce na ohybové momenty byla ndimenzována z 2D modelu stropní desky nad 2.NP (vykazuje nejnepříznivější výsledky).
- Výztuž do schodišťových ramen byla nadimenzována s dílčího modelu pro schodiště. (přibližně srovnatelné výsledky s 3D modelem celé konstrukce)
- Výztuž nadimenzována dle minimálních nutných ploch dolní výztuže na mezní stav únosnosti z programu SCIA Engineer 15.1.
- Vstupní data pro výpočet:
  - Beton C30/37, Betonářská ocel B500B
  - Návrhový pracovní diagram betonu: Bilineární
  - Návrhový pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární se stoupající větví
  - Krytí dolní výztuže betonem 25 mm
  - Krytí horní výztuže betonem 25 mm
  - Lávka: 1. směr výztuže – y, dolní výztuž:  $\phi 12$ , horní výztuž:  $\phi 12$   
2. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 20$ , horní výztuž:  $\phi 25$
  - Schodiště: 1. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 10$ , horní výztuž:  $\phi 10$   
2. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 16$ , horní výztuž:  $\phi 16$
- K plochám dolní výztuže připočtena 20% rezerva.

### Lávka

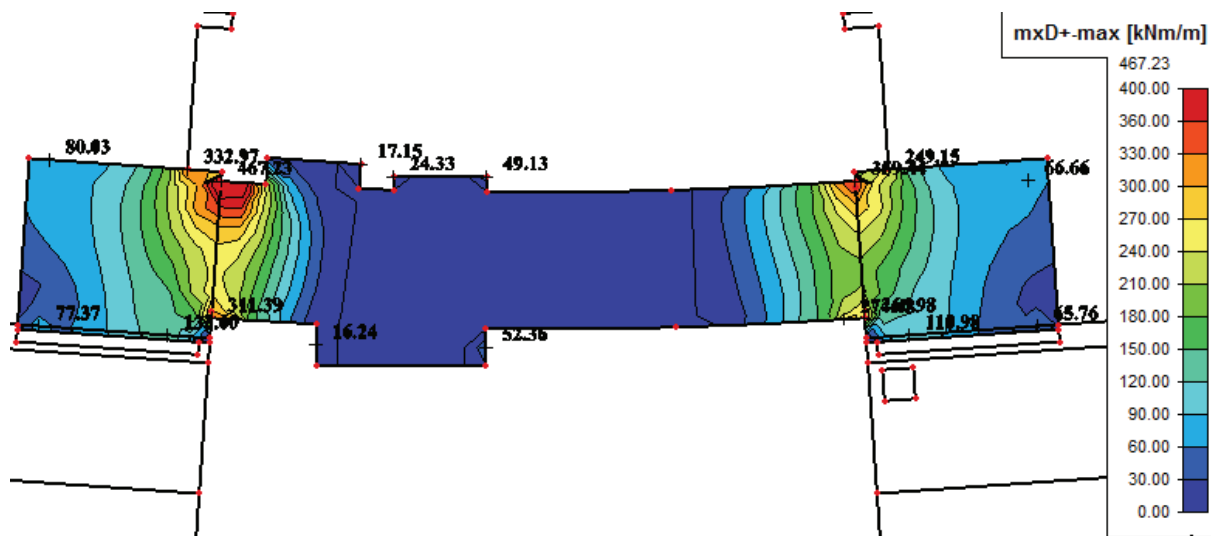
- $m_{x,D}$  [kNm/m]
  - Kombinace únosnost
  - Izopásma



- $m_{y,D-}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma

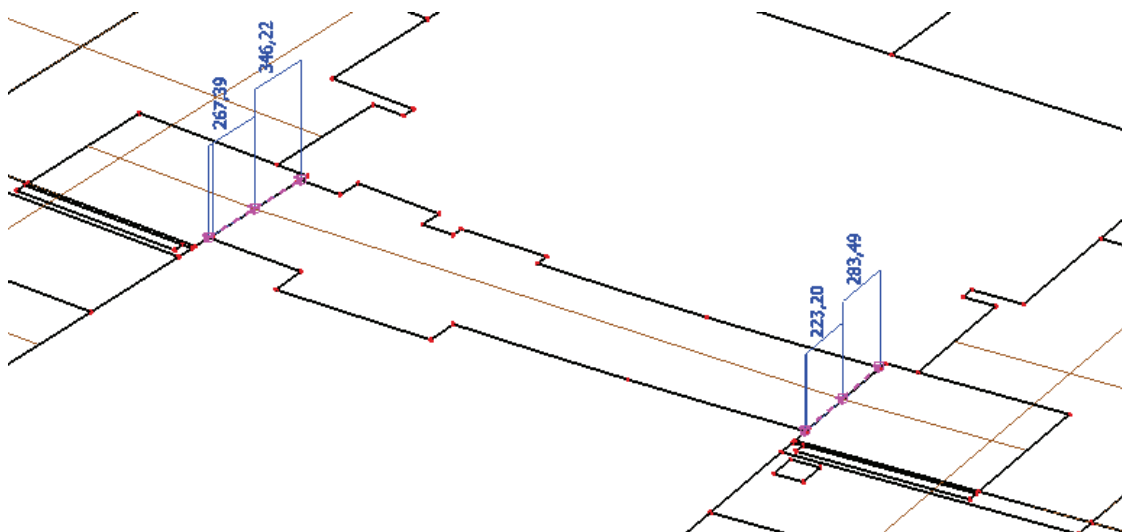


- $m_{x,D+}$  [kNm/m]
- Kombinace únosnost
- Izopásma



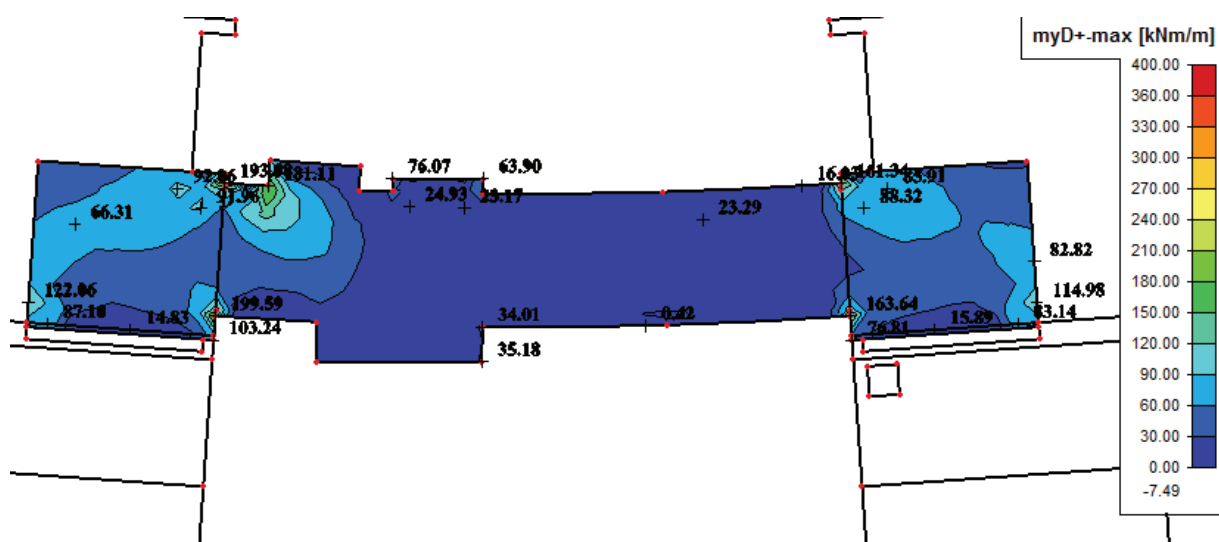
•  $m_{x,D+}$  [kNm/m]

- Kombinace únosnost
- Nadpodporová oblast
- Řezy - Rovnoměrný příčný průběh ohybových momentů - šířka 1,1m

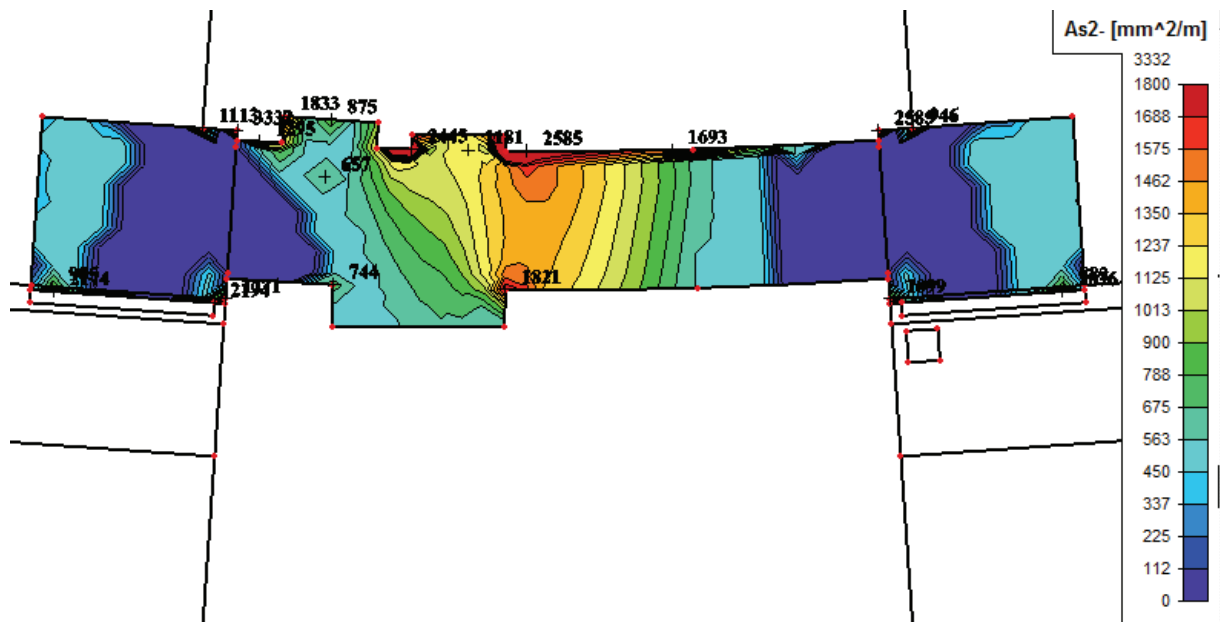


•  $m_{y,D+}$  [kNm/m]

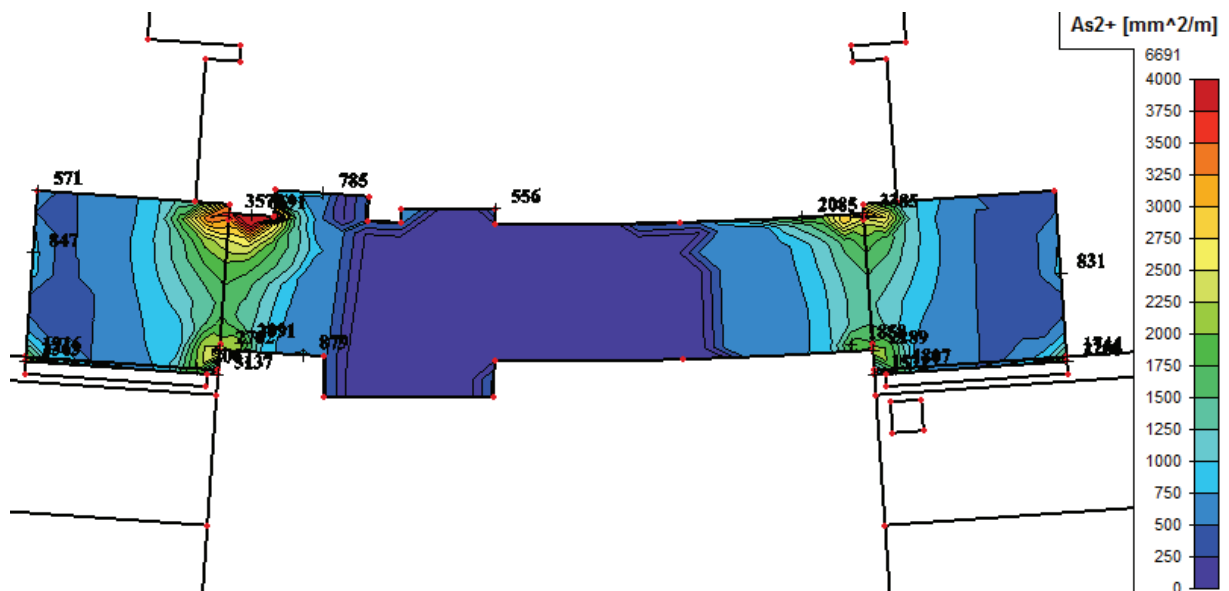
- Kombinace únosnost
- Izopásma



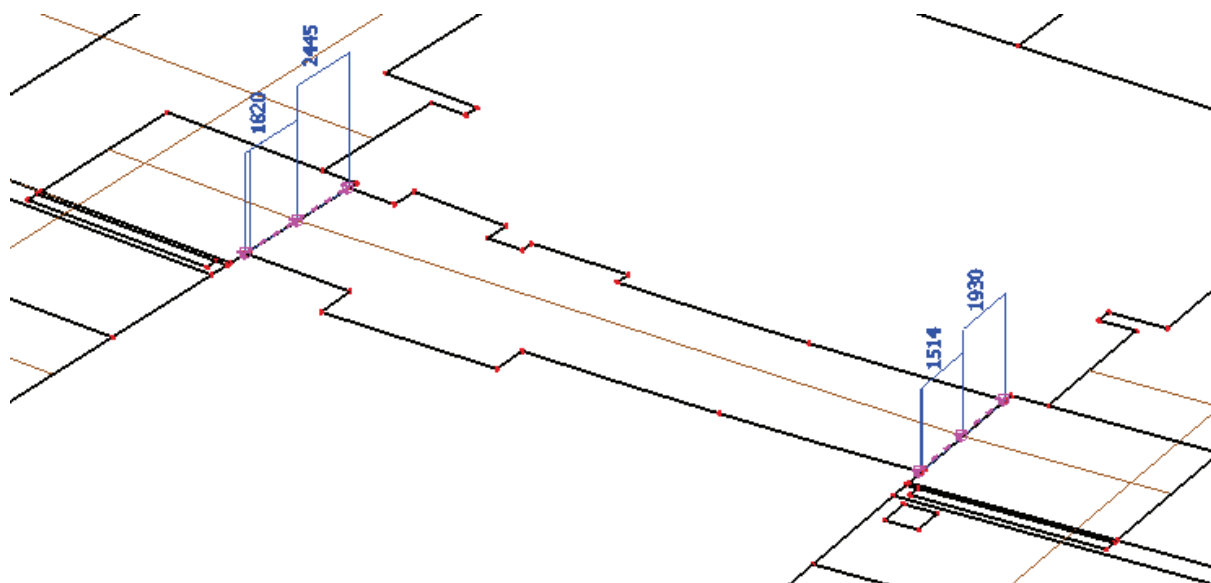
- $A_{s,2}^-$  [ $\text{mm}^2/\text{m}$ ]
- Dolní výztuž ve směru X
- Kombinace únosnost



- $A_{s,2}^+$  [ $\text{mm}^2/\text{m}$ ]
- Horní výztuž ve směru X
- Kombinace únosnost



- $A_{s,2}^+$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Horní výztuž ve směru X
- Kombinace únosnost



<b>volím:</b> minimální výztuž:	$\phi 12/200$ , $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$
dolní výztuž: směr x:	$\phi 20/150$ v celé ploše lávky, $A_s = 20,94 \text{ cm}^2$
	$\phi 16/150$ přivýztužení u schodiště, $A_s = 20,94 + 13,40 = 34,34 \text{ cm}^2$
horní výztuž: směr x:	$\phi 25/150$ nad podporou, $A_s = 32,72 \text{ cm}^2$
	$\phi 12/150$ v poli, $A_s = 7,54 \text{ cm}^2$
směr y:	$\phi 12/150$ v podobě uzavřených třmínků, $A_s = 7,54 \text{ cm}^2$

#### KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

min. plocha podélné výztuže (tažené):	$A_{s,min} = 0,26 \cdot (f_{ctm}/f_{yk}) \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$
$A_{s_x,min} = 4,989E-04 \text{ m}^2$	$> 4,797E-04 \text{ m}^2$
$A_{s_y,min} = 4,773E-04 \text{ m}^2$	$> 4,589E-04 \text{ m}^2$
$A_{s_x,min} = 4,989E-04 \text{ m}^2$	$< A_{s_x} = 5,650E-04 \text{ m}^2$ vyhovuje
$A_{s_y,min} = 4,773E-04 \text{ m}^2$	$< A_{s_y} = 2,534E-03 \text{ m}^2$ vyhovuje

max. plocha podélné výztuže (mimo míst přesahů):	$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot A_c$
$A_{s,max} = 1,600E-02 \text{ m}^2$	$> A_{s_x} = 5,650E-04 \text{ m}^2$ vyhovuje
	$> A_{s_y} = 2,534E-03 \text{ m}^2$ vyhovuje

max. vzdálenost výztuže:  $s_{max} = dle NA \min. \{2 * h; 300mm\}$   
 $s_{max} = 300 \text{ mm} > s = 200 \text{ mm}$  vyhovuje

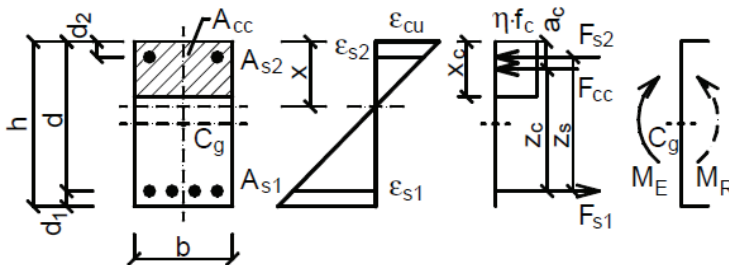
min. světlá vzdálenost výztuže:  $s_{n,min} = \max\{1,2 * \varnothing_{s,max}; d_g + 5mm; 20mm\}$   
 $s_{n,min} = 27 \text{ mm} < s_n = 128 \text{ mm}$  vyhovuje

Kontrola:

- Kontrola návrhu minimálních nutných ploch výztuže provedena v programu Excel dle EN 1992-1-1.
- Předpoklady posouzení:
  - Pracovní diagram betonu: Zjednodušený – obdelníkové rozdělení napětí v betonu.
  - Pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární s vodorovnou (neomezenou) větví.
- Kontrola provedena pro pole lávky.
- $m_{yD-,max} = 261,91 \text{ kNm/m}$

**ROZMĚRY PRŮŘEZU:**

$b = 1 \text{ m}$   
 $h = 0,4 \text{ m}$



$m_{ed,x} =$	<b>kNm/m</b>	$m_{ed,y} =$	<b>261,91 kNm/m</b>
$A_{s1,x} =$	<b><math>\phi 12/200</math></b>	$A_{s1,y} =$	<b><math>\phi 20/150</math></b>
$A_{s1,x} =$	<b><math>5,65 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math></b>	$A_{s1,y} =$	<b><math>20,94 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math></b>

$d_i = c_i + \varnothing_i/2$  (poloha těžiště výztuže)

$d = h - \frac{\sum_{i=1}^n A_{si} d_i}{\sum_{i=1}^n A_{si}}$  (účinná výška průřezu)

$d_{1,x} = 0,031 \text{ m}$   
 $d_x = 0,369 \text{ m}$

$d_{1,y} = 0,047 \text{ m}$   
 $d_y = 0,353 \text{ m}$

**POSOUZENÍ PRŮŘEZU:**

výška tlačené oblasti průřezu:

$$x = \frac{A_{s1} f_{yd}}{b \lambda \eta f_{cd}}$$

$$\eta = 1,0; \lambda = 0,8 \dots \text{pro } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,0 - \frac{f_{ck} - 50}{200}; \lambda = 0,8 - \frac{f_{ck} - 50}{400} \dots \text{pro } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0,8$$

$$x_x = 0,015 \text{ m}$$

$$x_y = 0,057 \text{ m}$$

přetvoření výztuže:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} (d - x)$$

$$\varepsilon_{s,x} = 80,619 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{s,y} = 18,213 \text{ ‰}$$

rameno vnitřních sil:

$$z_c = d - 0,5 \lambda x$$

$$z_{c,x} = 0,363 \text{ m}$$

$$z_{c,y} = 0,330 \text{ m}$$

napětí ve výztuži:

$$\sigma_s = \varepsilon_s * E_s \leq f_{yd}$$

$$\sigma_{s,x} = 434,783 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,y} = 434,783 \text{ MPa}$$

OHYBOVÝ MOMENT NA MEZI ÚNOSNOSTI:

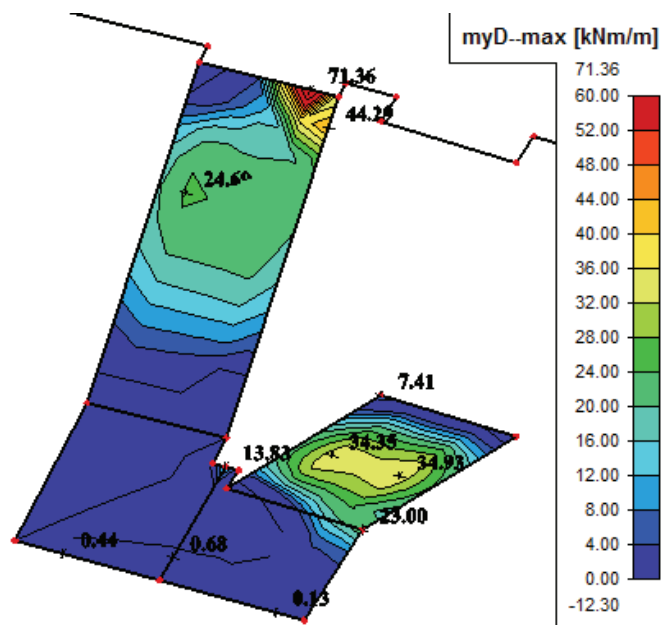
$$M_{Rd} = A_{s1} * \sigma_s * z_c$$

$$m_{Rd,x} = 89,137 \text{ kNm/m} > m_{Ed,x} = \text{ kNm/m}$$

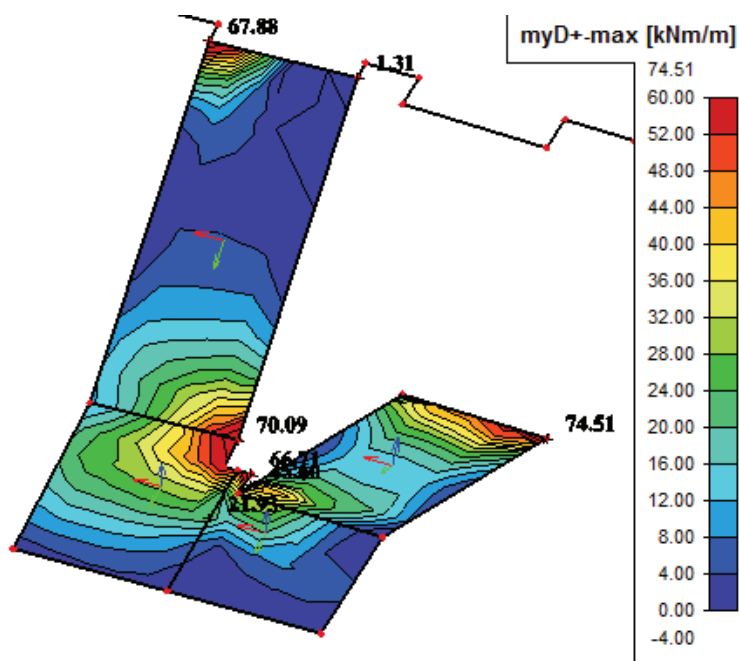
$$m_{Rd,y} = 300,661 \text{ kNm/m} > m_{Ed,y} = 261,910 \text{ kNm/m} \text{ vyhovuje}$$

## Schodiště

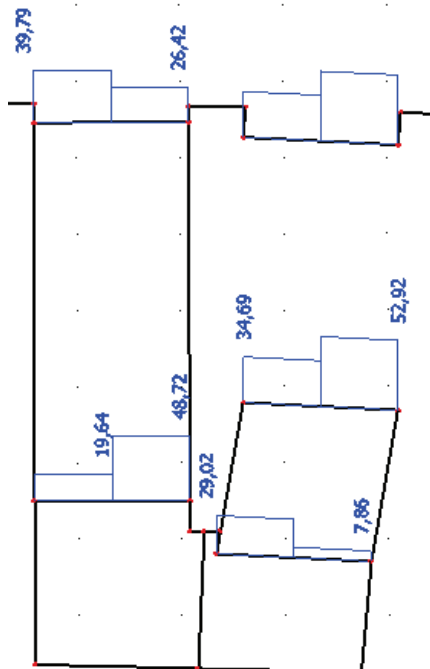
- $m_{y,D}^-$  [kNm/m]
  - Dolní moment v podélném směru chodišťových ramen
  - Kombinace únosnost
  - Izopásma



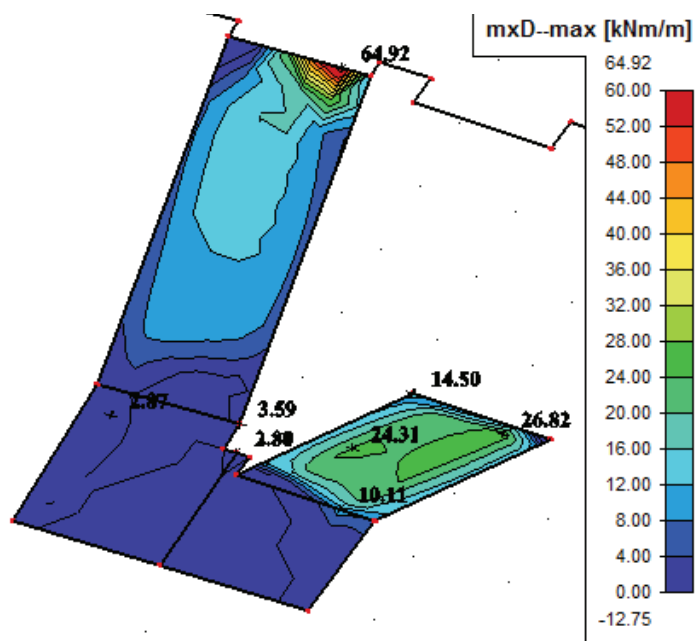
- $m_{y,D}^+$  [kNm/m]
  - Horní moment v podélném směru chodišťových ramen
  - Kombinace únosnost
  - Izopásma



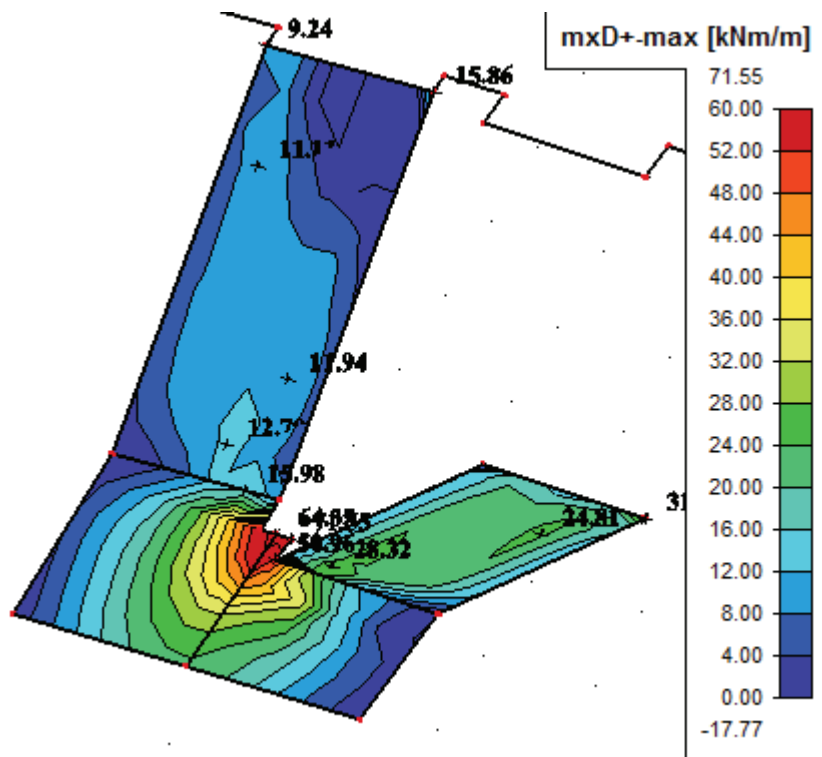
- $m_{y,D}^+$  [kNm/m]
  - Horní moment v podélném směru chodišťových ramen
  - Kombinace únosnost
  - Řezy - Rovnoměrný příčný průběh ohybových momentů - šířka 0,75m



- $m_{x,D}^-$  [kNm/m]
  - Dolní moment v příčném směru chodišťových ramen
  - Kombinace únosnost
  - Izopásma



- $m_{x,D}^+$  [kNm/m]
  - Horní moment v příčném směru chodišťových ramen
  - Kombinace únosnost
  - Izopásma



volím: dolní výztuž: směr y:  $\phi 14/150$ ,  $A_s = 10,26 \text{ cm}^2$   
 horní výztuž: směr y:  $\phi 14/150$ ,  $A_s = 10,26 \text{ cm}^2$   
 směr x:  $\phi 10/150$  v podobě uzavřených třmínků,  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2$

- Tab. 6.1 Návrh výztuže a výpočet únosnosti průřezu

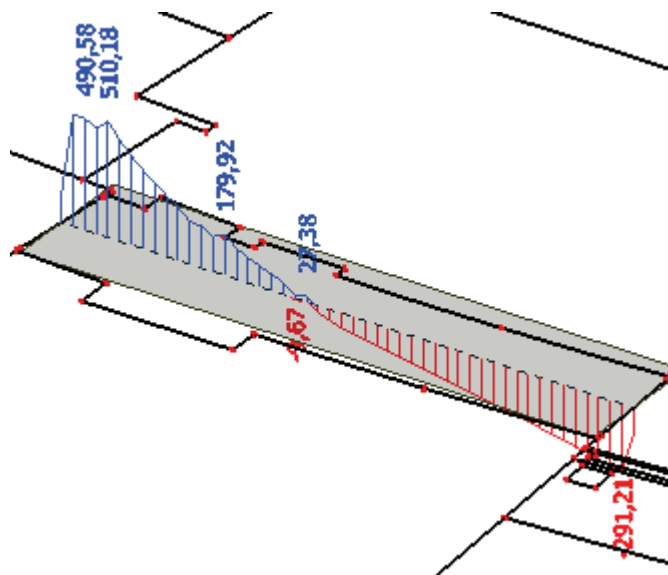
směr	x	y
$\phi$	$\phi 10/150$	$\phi 14/150$
$A_{s1}$ [cm <sup>2</sup> /m]	5,24	10,26
$d_1$ [m]	0,030	0,208
$d$ [m]	0,220	0,208
$x$ [m]	0,014	0,028
$\epsilon_s$ [‰]	50,576	22,612
$\sigma_s$ [MPa]	434,783	434,783
$z_c$ [m]	0,214	0,197
<b><math>m_{Rd}</math> [kNm/m]</b>	<b>48,82</b>	<b>87,81</b>

## 6.3 NAMÁHÁNÍ SMYKEM A KROUCENÍM

### Lávka

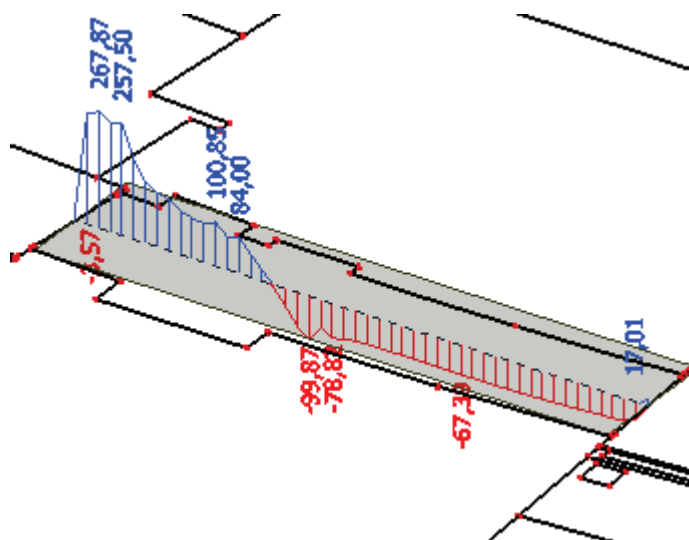
- $V_z$  [kN]

- Kombinace únosnost
- Hodnoty na celou šířku lávky  $b = 2,2$  m



- $M_x$  [kN]

- Kombinace únosnost
- Hodnoty na celou šířku lávky  $b = 2,2$  m



volím: spony:

$\phi 8/150 \times 150$ , od levé podpory šířka 1,5 m

konstrukční spony:

$\phi 8/300 \times 300$ , v celé ploše lávky

kroucí třmínky:

$\phi 12/150$ , v celé délce lávky

Posouzení:

- Posouzení průřezu provedena v programu Excel dle EN 1992-1-1.
- Postup shodný s rozepsaným posouzením v kapitole 5.4.3
- Výsledky zapsány do tabulky Tab 6.2.1 a 6.2.2

Tab. 6.2.1 Posouzení průřezu stropních průvláků na smykové namáhání

b x h [mm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{yd}$ [kNm]	$P_i$ [-]	$V_{Rd,c}$ [kN]	z [m]	$\cot(\theta)$ [-]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$\phi_{sw}$ [mm]	$n_{sw}$ [ks]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> ]	$s_{sw}$ [mm]	$V_{Rd,s}$ [kN]	posudek [%]
2200x400	300,00	125,00	432,84	0,0061	429,68	0,33	1,40	3622,97	8	7	3,51	300	x	69,8%
podpora	510,18	267,87	-608,01	0,0095	497,00	0,31	1,40	3451,60	8	14	7,03	150	895,86	56,9%

Tab. 6.2.2 Posouzení průřezu stropních průvláků na namáhání kroučícím momentem

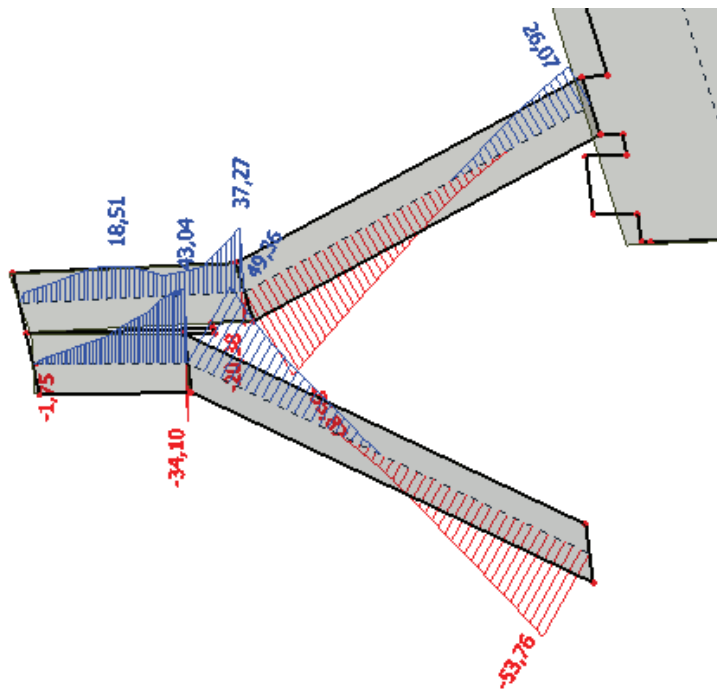
$\phi_{2b}$ [mm]	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$t_{ef}$ [m]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}}$	$A_{sw,t}$ [cm <sup>2</sup> ]	s [mm]	$n_{2b}$ [ks]	$H_{Ed,T}$ [kN/m]	$H_{Rd,T}$ [kN/m]	$\Delta M_T$ [kNm]	$\Delta M_{Ed}$ [kNm]	$A_f$ [cm <sup>2</sup> ]	$T_{Rd,sw,t}$ [kNm]	$T_{Rd,f}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	posudek [%]
pole	0,469	0,169	211,5	792,2	0,241	1,13	150	2	186,7	475,9	131,4	242,7	38,42	430,2	247,2	326,1	50,6%
podpora	0,469	0,169	211,5	792,2	0,486	1,13	150	2	400,1	479,7	268,1	397,6	50,6	430,2	325,6	374,3	82,3%

Poznámky k Tab. 6.2.2: - průměr kroučících třmíneků  $\phi_{sw,t} = 12$  mm.

## Schodiště

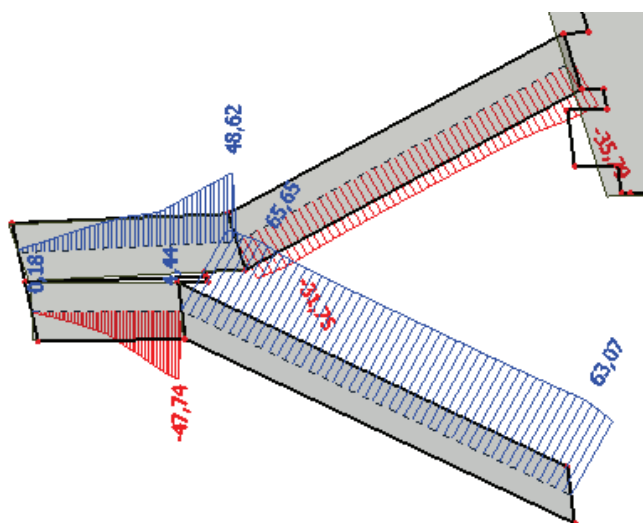
- $V_z$  [kN]

- Kombinace únosnost
- Hodnoty na celou šířku schodišťového ramene  $b = 1,5$  m



- $M_x$  [kN]

- Kombinace únosnost
- Hodnoty na celou šířku schodišťového ramene  $b = 1,5$  m



volím: kroucí třmínky:

$\phi 10/150$ , v celé schodišťových ramen

Posouzení:

- Výsledky zapsány do tabulky Tab 6.3.1 a 6.3.2

**Tab. 6.3.1 Posouzení průřezu stropních průvlaků na smykové namáhání**

b x h [mm]	$V_{Ed}$ [kN]	$M_{x,d}$ [kNm]	$M_{y,d}$ [kNm]	$\rho_l$ [-]	$V_{Rd,c}$ [kN]	z [m]	$\cot(\theta)$ [-]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$\phi_{sw}$ [mm]	$\rho_{sw}$ [ks]	$A_{sw}$ [cm <sup>2</sup> ]	$s_{sw}$ [mm]	$V_{Rd,s}$ [kN]	posudek [%]
1500x250	55,87	65,65	-51,34	0,0049	182,07	x	x	x	10	x	x	x	x	30,7%

**Tab. 6.3.2 Posouzení průřezu stropních průvlaků na namáhání kroučícím momentem**

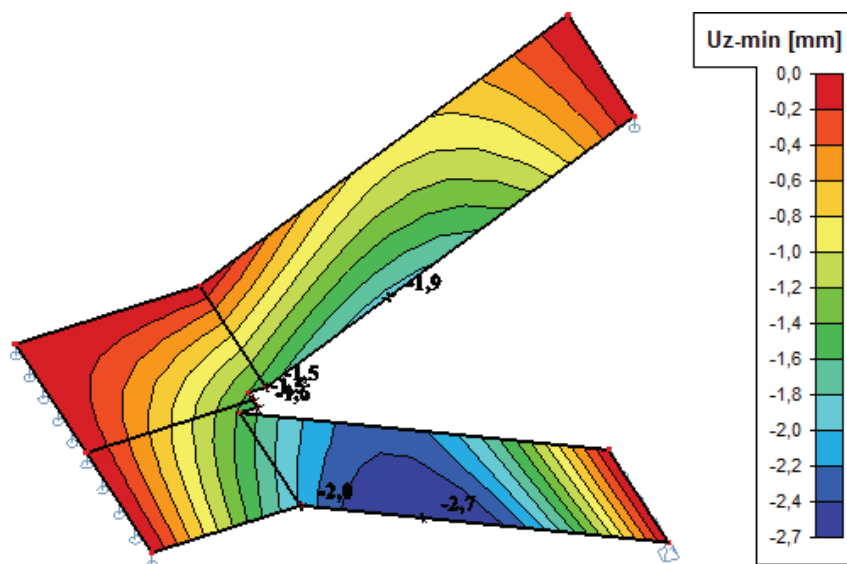
$\phi_{db}$ [mm]	$A_k$ [m <sup>2</sup> ]	$t_{ef}$ [m]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}}$	$A_{sw,t}$ [cm <sup>2</sup> ]	s [mm]	$\rho_{db}$ [ks]	$H_{Ed,T}$ [kN/m]	$H_{Rd,T}$ [kN/m]	$\Delta M_T$ [kNm]	$\Delta M_{Ed}$ [kNm]	$T_{Rd,sw,t}$ [kNm]	$T_{Rd,f}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	posudek [%]
podpora	0,199	0,107	56,85	2,13	0,346	0,79	150	1	231	595,4	63,1	80,41	126,8	108,8	117,5	60,3%

Poznámky k Tab. 6.2.2: - průměr kroučících třmínků  $\phi_{sw,t} = 10$  mm.

## 7. VEDLEJŠÍ SCHODIŠTĚ

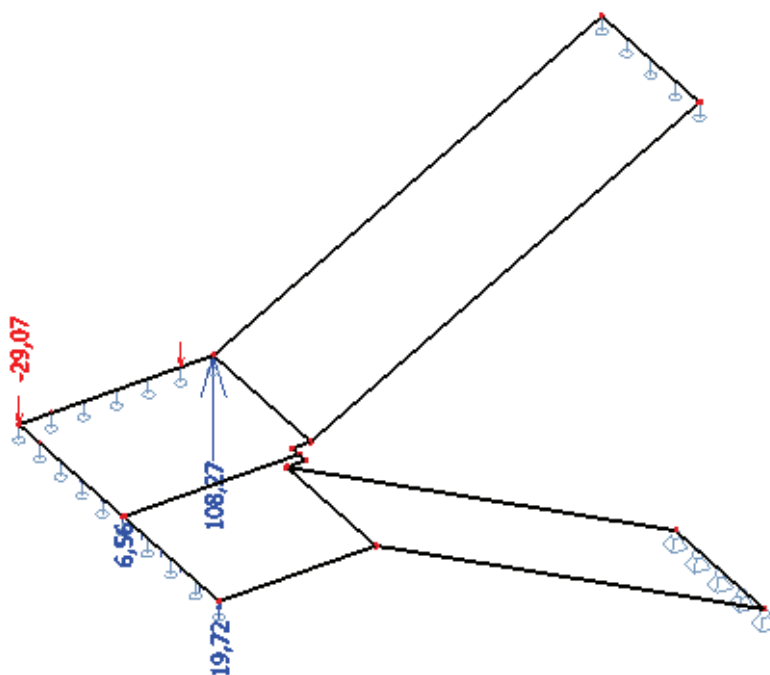
### 7.1 DEFORMACE

- Deformace – lineární –  $U_{z,min}$  [mm]
- Kvazistálá kombinace



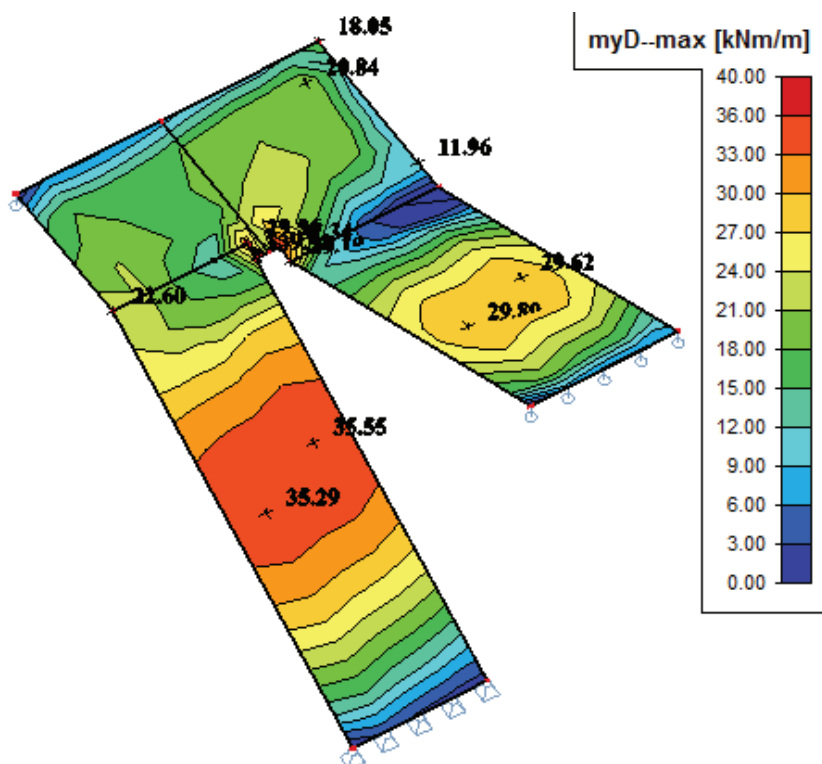
### 7.2 REAKCE

- $R_z$  [kN]
- Kombinace únosnost



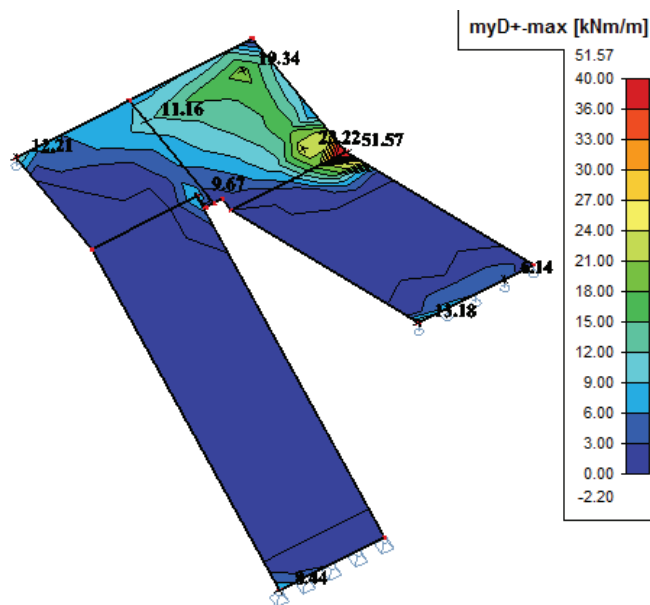
### 7.3 NAMÁHÁNÍ OHYBEM

- Výztuž nadimenzována dle minimálních nutných ploch dolní výztuže na mezní stav únosnosti z programu SCIA Engineer 15.1.
- Vstupní data pro výpočet:
  - Beton C25/30, Betonářská ocel B500B
  - Návrhový pracovní diagram betonu: Bilineární
  - Návrhový pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární se stoupající větví
  - Krytí dolní výztuže betonem 25 mm
  - Krytí horní výztuže betonem 25 mm
  - 1. směr výztuže – y, dolní výztuž:  $\phi 12$ , horní výztuž:  $\phi 12$
  - 2. směr výztuže – x, dolní výztuž:  $\phi 8$ , horní výztuž:  $\phi 8$
- K plochám dolní výztuže připočtena 20% rezerva.
- $m_{y,D}^-$  [kNm/m]
  - Dolní moment v podélném směru chodišťových ramen
  - Kombinace únosnost
  - Izopásma



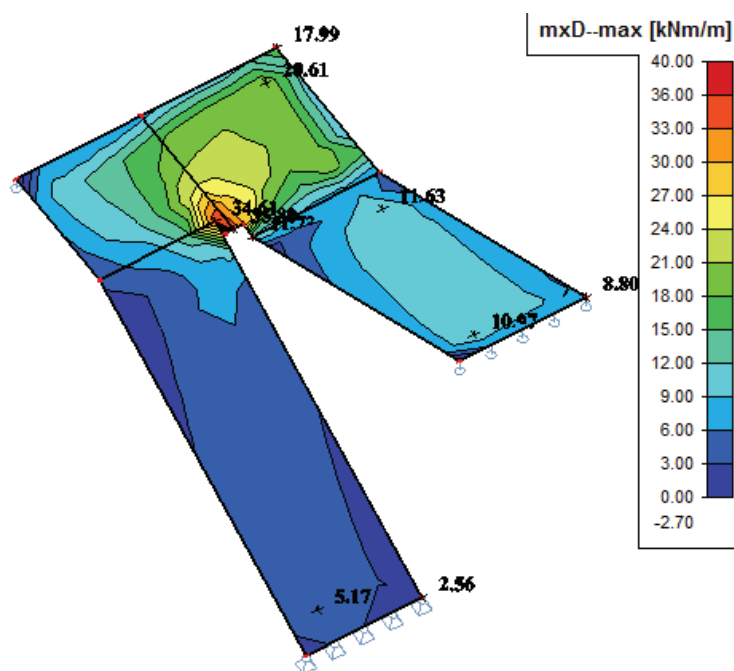
- $m_{y,D}^+$  [kNm/m]

- Horní moment v podélném směru chodišťových ramen
- Kombinace únosnost
- Izopásma



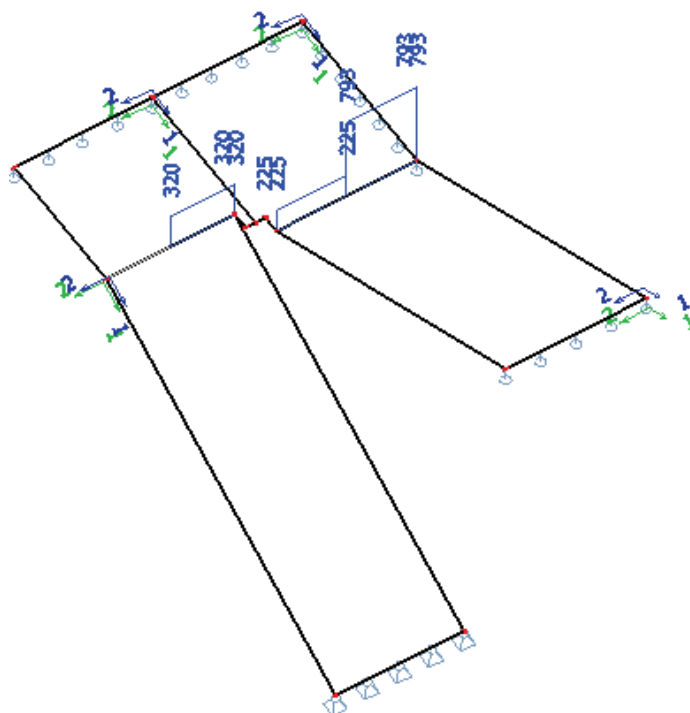
- $m_{x,D}^-$  [kNm/m]

- Dolní moment v příčném směru chodišťových ramen
- Kombinace únosnost
- Izopásma

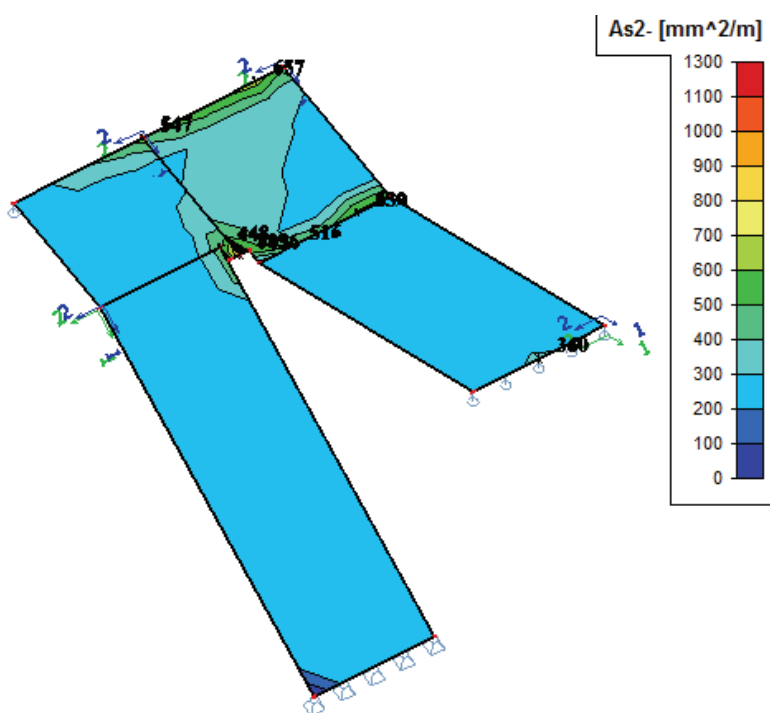




- $A_{s,1}^+$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Horní výztuž ve směru Y
- Kombinace únosnost



- $A_{s,2}^-$  [mm<sup>2</sup>/m]
- Dolní výztuž ve směru X
- Kombinace únosnost





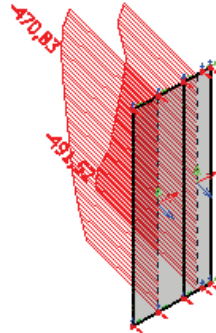






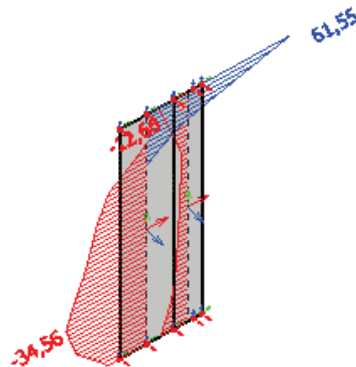
- **N [kN]**

- Široké sloupy (pro názornost vykreslen pouze jeden sloup, průnik os C/1)
- Kombinace únosnost



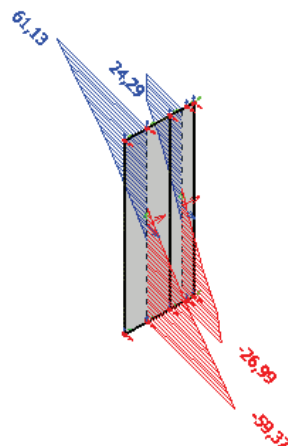
- **My [kNm]**

- Široké sloupy (pro názornost vykreslen pouze jeden sloup, průnik os C/1)
- Kombinace únosnost
- Ohyb na tuhou osu sloupu (platí pro obdélníkové soupy)

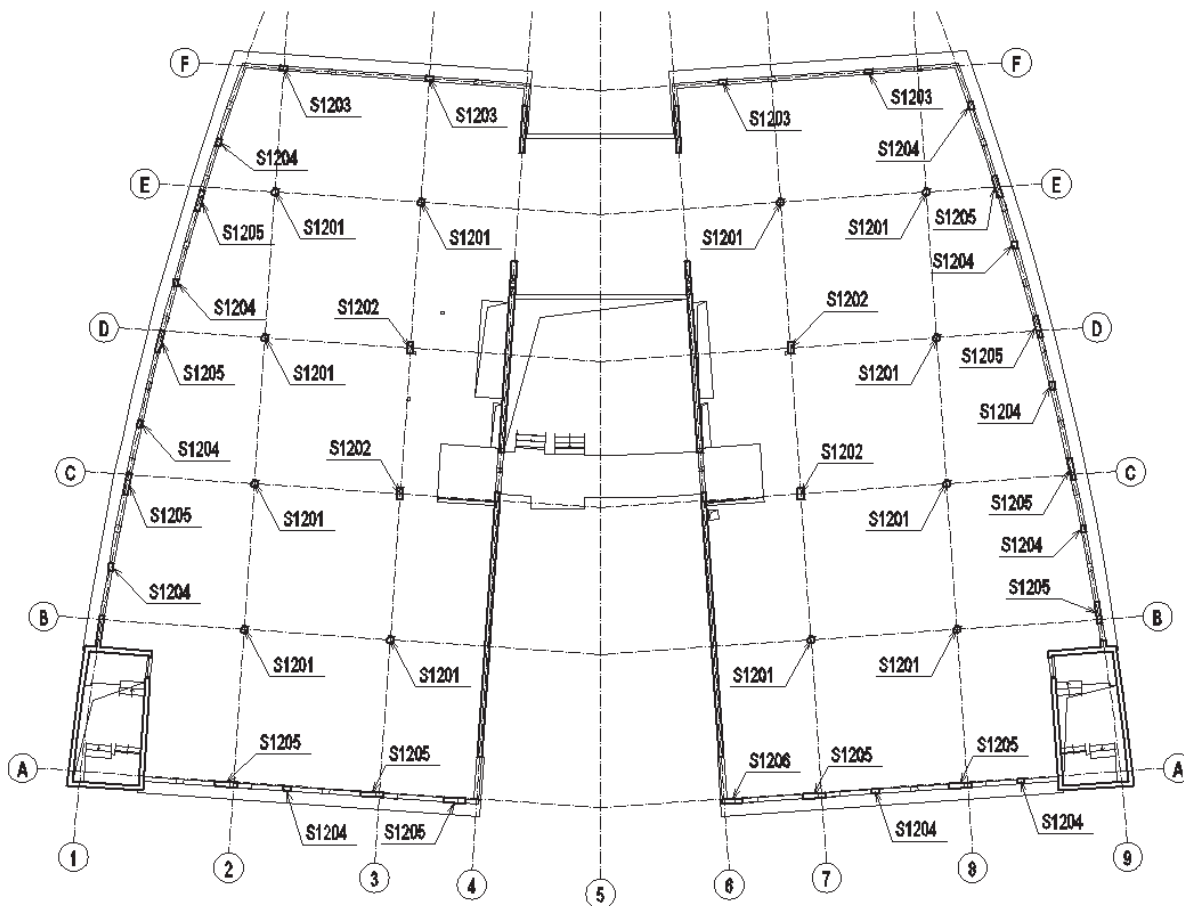


- **Mz [kNm]**

- Široké sloupy (pro názornost vykreslen pouze jeden sloup, průnik os C/1)
- Kombinace únosnost
- Ohyb na měkkou osu sloupu (platí pro obdélníkové soupy)



### SLOUPY 2.NP - OZNAČENÍ VÝZTUŽE



**Tab 8.1 KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO SLOUPY V 2.NP**

označení	N	$M_y$	$M_z$	pozice
	[kN]	[kNm]	[kNm]	
S1201 (D450)	<b>1666,01</b>	-4,31	-21,32	C/8
	<b>676,92</b>	3,33	35,22	E/8
	1048,10	<b>-40,00</b>	35,61	B/3
	1086,28	<b>39,97</b>	29,84	B/3
	1014,53	0,37	<b>75,51</b>	E/7
	1132,23	-0,61	<b>-72,70</b>	E/8
S1202 (300x600)	<b>1370,81</b>	-5,33	32,01	D/7
	<b>308,81</b>	12,20	31,10	C/3
	609,22	<b>-58,66</b>	-35,45	C/3
	634,12	<b>54,12</b>	34,98	C/3
	617,61	-11,46	<b>-57,82</b>	C/3
	571,44	10,56	<b>56,00</b>	C/3
S1203 (390x250)	<b>602,04</b>	-57,07	9,61	F/8
	<b>249,50</b>	-48,86	0,40	F/7
	422,37	<b>-78,08</b>	-1,88	F/7
	442,09	<b>62,34</b>	-4,77	F/3
	468,98	-55,51	<b>19,17</b>	F/8
	491,56	27,38	<b>-16,91</b>	F/8
S1204 (390x250)	<b>538,35</b>	28,35	-11,29	E-F/9
	<b>31,91</b>	9,35	11,53	A/8-9
	489,47	<b>-52,29</b>	-15,32	E-F/1
	499,22	<b>33,15</b>	-9,19	E-F/9
	233,03	7,78	<b>-55,65</b>	A/7-8
	220,75	-11,16	<b>54,99</b>	A/7-8
S1205.1 (390x250)	<b>583,74</b>		-28,18	A/3
	<b>24,53</b>		2,18	A/4
	452,36		<b>36,13</b>	A/7
	416,10		<b>-34,65</b>	A/2
S1205.2 (1140x250)	<b>980,62</b>	-16,07	-16,38	E/9
	<b>191,79</b>	22,50	32,07	B/9
	621,47	<b>-127,81</b>	-23,15	E/9
	612,44	<b>88,46</b>	-84,51	A/8-9
	783,06	35,23	<b>-117,00</b>	A/3
	781,62	-69,10	<b>114,51</b>	A/3
S1206.2 (1070x250)	<b>463,00</b>	5,53	11,32	A/6
	<b>98,99</b>	21,15	2,02	A/6
	281,94	<b>-28,88</b>	-6,92	A/6
	261,46	<b>4,32</b>	13,76	A/6
	261,90	-20,35	<b>-16,13</b>	A/6
	250,84	-2,34	<b>18,10</b>	A/6

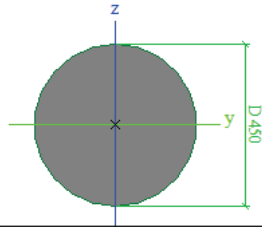
### 8.1.2 MSÚ – N + M

- Sloupy byly posouzeny na mezní stav únosnosti pomocí interakčního diagramu  $N_{Rd}M_{Rd}$  v programu SCIA Engineer 15.1.
- Vstupní data pro výpočet:
  - Beton C30/37, Betonářská ocel B500B
  - Návrhový pracovní diagram betonu: Bilineární
  - Návrhový pracovní diagram betonářské výztuže: Bilineární se stoupající větví
  - Krytí výztuže betonem 30 mm
- Byly zjištěny nejnepříznivější kombinace pro daný typ sloupu.
- Sloup byl namodelován s podélnou a třmínkovou výztuží a zatížen vnitřními silami od odpovídající kombinace zatížení.
- Účinná délka sloupu zvolena  $l_0 = l$  (na stranu bezpečnou).
- Délka sloupu  $l$  = konstrukční výška sloupu (střednice stropní desky nad 1.NP – střednice stropní desky nad 2.NP).
- Široké sloupy na osách A, 1 a 9 byly modelovány jako plošné prvky. Posup posouzení:
  - Sloup o rozměru 1140 x 250 mm byl rozdělen na 2 části: 750 x 250 mm  
390 x 250 mm
  - Část o rozměrech 390 x 250 mm odpovídá dosedové ploše sloupu v 3. NP a 1. NP (viz výkres tvaru)
  - Na obě části byly zobrazeny vnitřní síly zvláště pomocí integračního pásu, který měl šířku totožnou s šířkou sloupu (750 mm a 390 mm). Tímto postupem jsem obdržel vnitřní síly jako na prutovém 1D prvku)
  - Sloup byl posouzen 2x:
    - 390 x 250 samostatně na tlak + ohybový moment z roviny sloupu (na měkkou osu)
    - 1140 X 250 na tlak + ohybový moment na obě osy (součet vnitřních sil z obou částí sloupu)
- Posouzení – pro přehlednost je pro každý sloup zobrazen interakční diagram pro nejnepříznivější kombinaci zatížení.

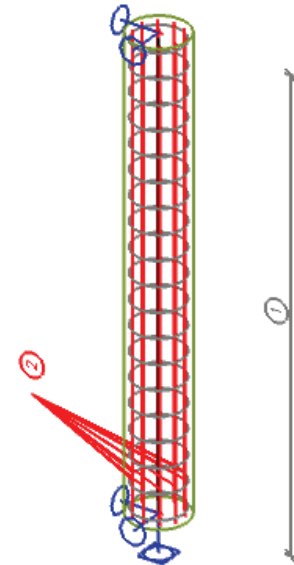


• S1201

Jméno	CS2
Typ	CIRC
Detailní	450
Materiál	C30/37
Výroba	obecný
Použit 2D MKP výpočet	x



A [m <sup>2</sup> ]	1,5901e-01	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	1,3516e-01	1,3516e-01
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	2,0121e-03	2,0121e-03
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	0,0000e+00	4,0241e-03
W <sub>el y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	8,9425e-03	8,9425e-03
W <sub>pl y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,5183e-02	1,5183e-02
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0
c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	0	0
α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	1,4136e+00	1,4136e+00
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00



Lineární výpočet

Výběr : B1

Zatěžovací stavy : LC5

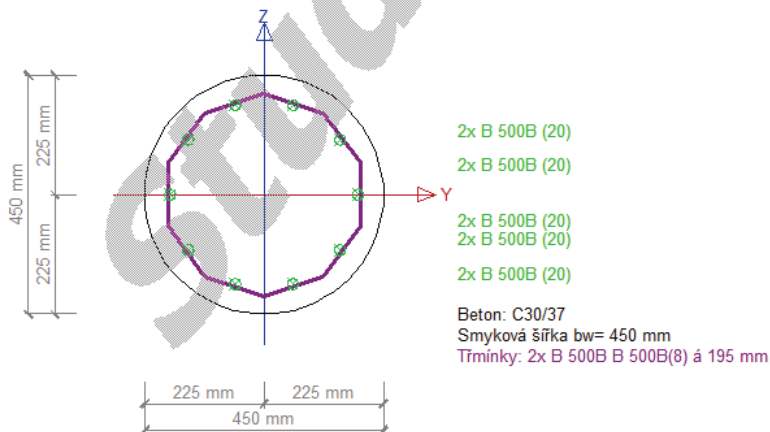
Posouzení dle EN 1992-1-1

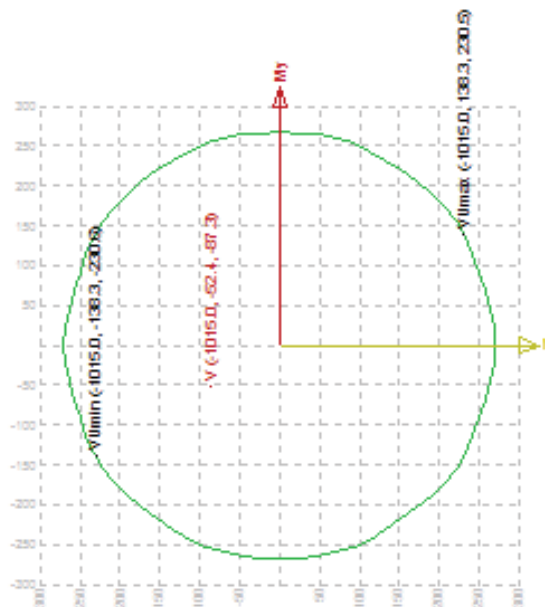
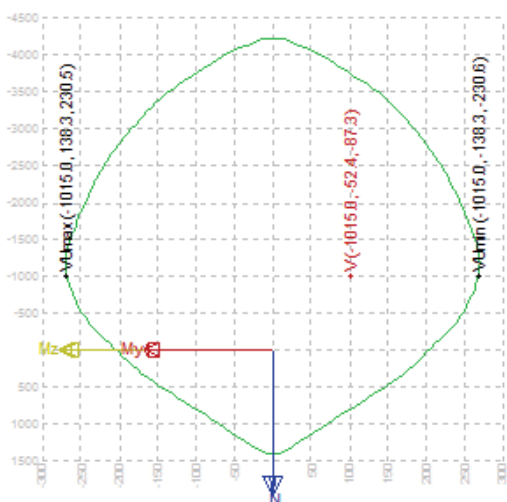
Zadání geometrie pro vybrané sloupy

prvek	l [m]	ly [m]	lz [m]	beta y	beta z	l0y [m]	l0z [m]	lby [m]	lbz [m]	lambda y	lambda z	lambda y krit	lambda z krit
B1	3.80	3.80	3.80	1.00	1.00	3.80	3.80	0.11	0.11	33.8	33.8	23.7	23.7

Výsledky výpočtu výstřednosti

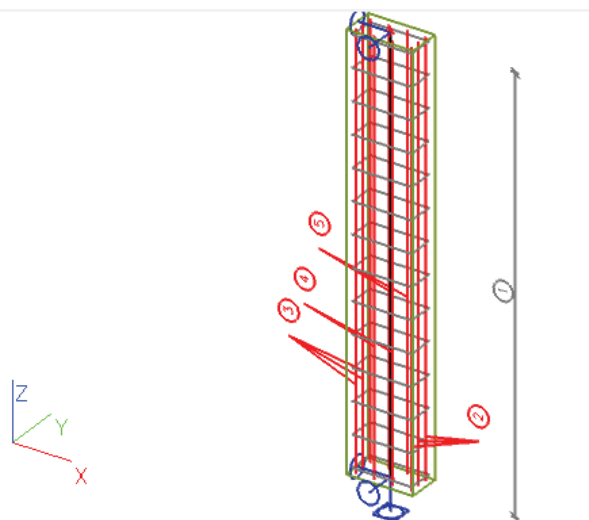
prvek	Kombi	x.lok [m]	Směr	N [kN]	M [kNm]	M <sub>přepoč</sub> [mm]	e <sub>celk</sub> [mm]	e <sub>0</sub> [mm]	e <sub>2</sub> [mm]	e <sub>0e</sub> [mm]	e <sub>1</sub> [mm]	M <sub>0</sub> [kNm]	M <sub>2</sub> [kNm]	M <sub>0e</sub> [kNm]
B1	LC5	1.58	Y	-1015.00	-31.50	-87.36	-86.06	-54.43	-31.63	44.93	-9.50	-55.24	-32.11	-45.60
B1	LC5		Z		-0.41	-52.41	-51.63	-20.00	-31.63	0.59	-9.50	-20.30	-32.11	-0.60





• S1202

Jméno	CS1	
Typ	Obdélník	
Detailní	600; 300	
Materiál	C30/37	
Výroba	obecný	
Použit 2D MKP výpočet	x	
A [m <sup>2</sup> ]	1,8000e-01	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	1,5000e-01	1,5000e-01
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	5,4000e-03	1,3500e-03
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	0,0000e+00	3,7053e-03
W <sub>el y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,8000e-02	9,0000e-03
W <sub>pl y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00	0,0000e+00
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0
c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	150	300
α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	1,8000e+00	1,8000e+00
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00
M <sub>piz +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00



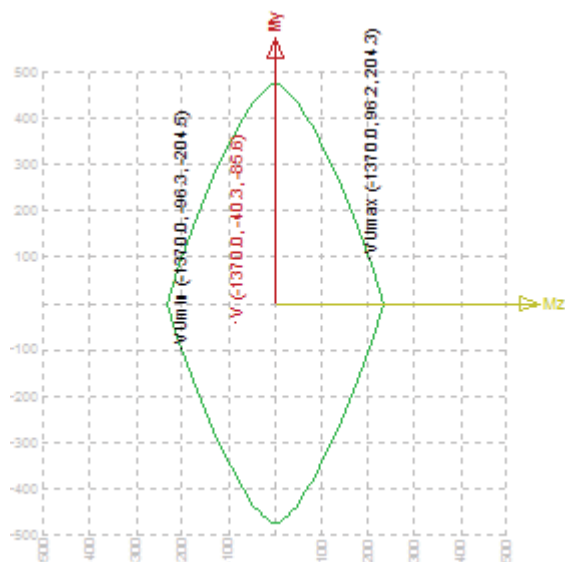
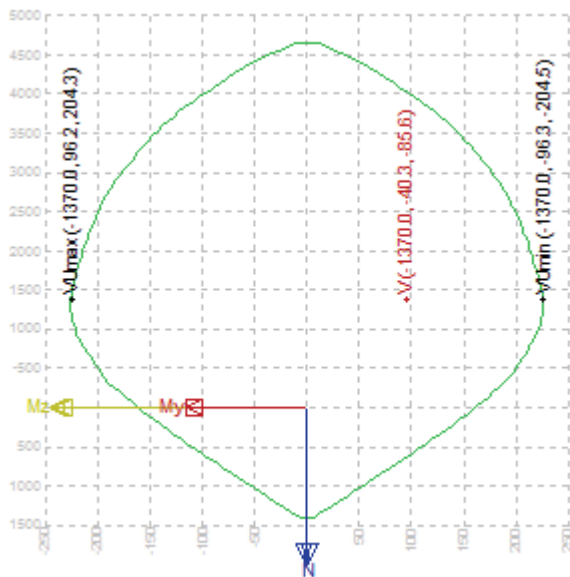
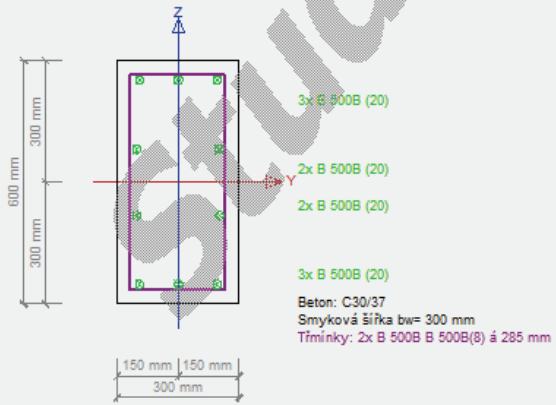
Posouzení dle EN 1992-1-1

Zadání geometrie pro vybrané sloupy

prvek	I [m]	I <sub>y</sub> [m]	I <sub>z</sub> [m]	beta y	beta z	I <sub>0y</sub> [m]	I <sub>0y</sub> [m]	I <sub>0y</sub> [m]	I <sub>0z</sub> [m]	lambda y	lambda z	lambda y krit	lambda z krit
B1	3,80	3,80	3,80	1,00	1,00	3,80	3,80	0,17	0,09	219	43,9	20,9	20,9

Výsledky výpočtu výstředností

prvek	Kombi	x_lok [m]	Směr	N [kN]	M [kNm]	M <sub>0</sub> výpoč [kNm]	e <sub>celk</sub> [mm]	e <sub>0</sub> [mm]	e <sub>2</sub> [mm]	e <sub>0e</sub> [mm]	e <sub>1</sub> [mm]	M <sub>0</sub> [kNm]	M <sub>2</sub> [kNm]	M <sub>0e</sub> [kNm]
B1	LC1	1,58	Y	-1370,00	-9,12	-85,63	-62,50	-20,00	-42,50	9,64	-9,50	-27,40	-58,23	-13,20
B1	LC1		Z		2,07	-40,31	-29,42	-20,00	-9,42	2,19	-2,11	-27,40	-12,91	-3,00

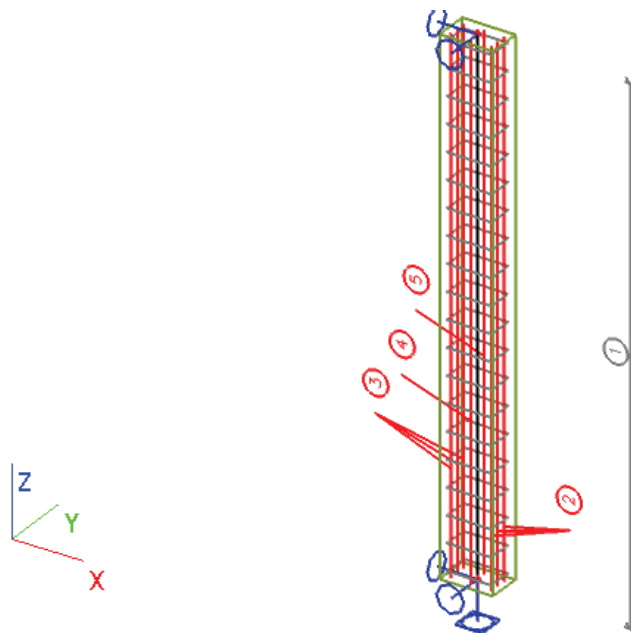


• S1203

Jméno	CS1	
Typ	Obdélník	
Detailní	390; 250	
Materiál	C30/37	
Výroba	obecný	
Použit 2D MKP výpočet	x	

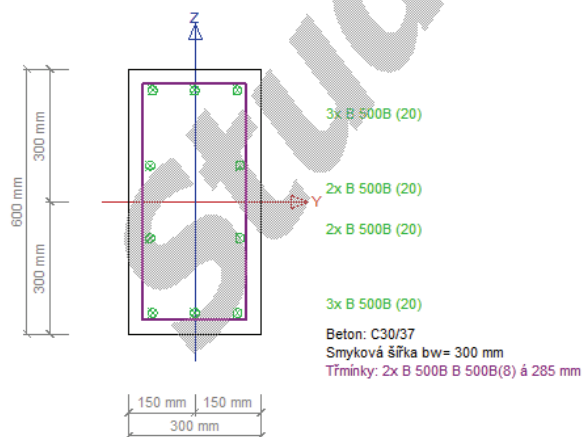
  
  

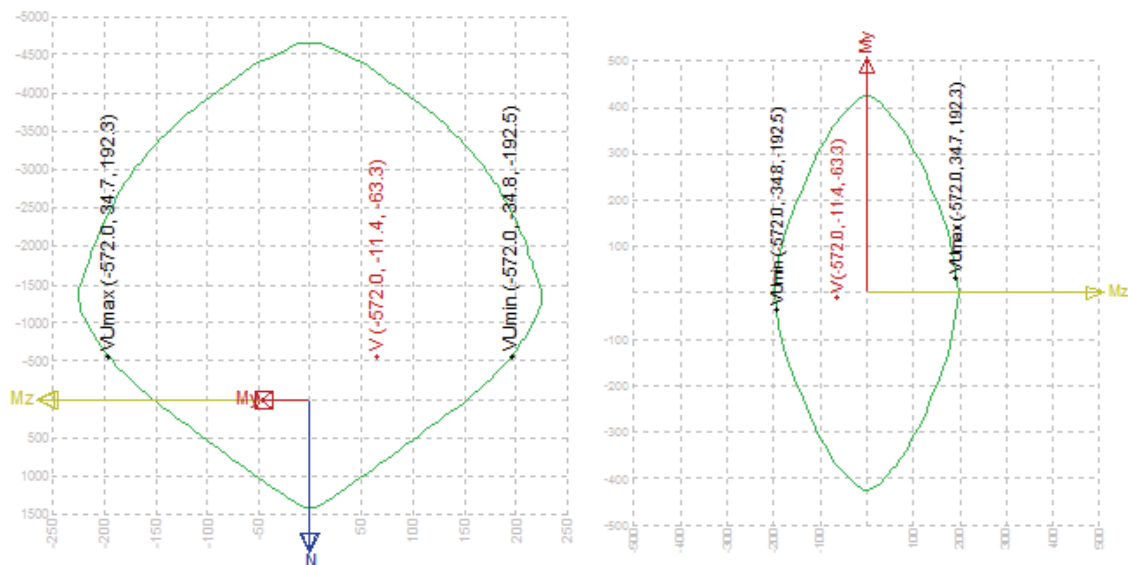
A [m <sup>2</sup> ]	9,7500e-02	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	8,1250e-02	8,1250e-02
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,2358e-03	5,0781e-04
I <sub>w</sub> [m <sup>4</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	0,0000e+00	1,2231e-03
W <sub>el y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,3375e-03	4,0625e-03
W <sub>pl y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00	0,0000e+00
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0
c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	125	195
α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	1,2800e+00	1,2800e+00
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00
M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00



Výsledky výpočtu výstřednosti

prvek	Kombi	x.lok [m]	Směr	N [kN]	M [kNm]	N_přepoč [mm]	e_celk [mm]	e_0 [mm]	e_2 [mm]	e_0e [mm]	e_i [mm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_0e [kNm]
B1	LC6	1.58	Y	-572.00	-23.21	-83.35	-110.75	-68.24	-42.50	58.74	-9.50	-39.03	-24.31	-33.60
B1	LC6		Z		-4.58	-11.44	-20.00	-20.00		11.54	-1.83	-11.44		-6.60





- **S1204**
- volím stejnou výztuž jako v S1203

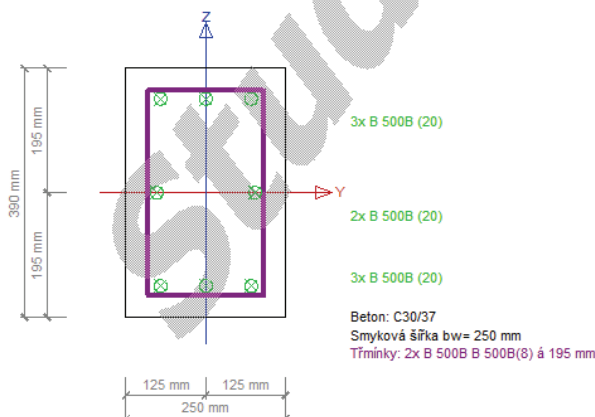
Posouzení dle EN 1992-1-1

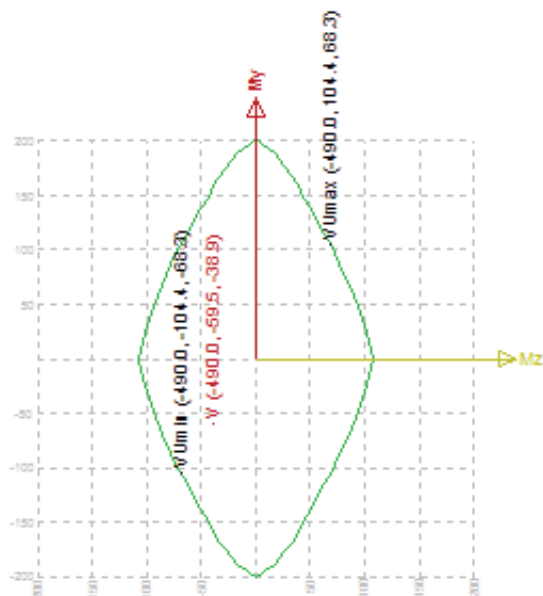
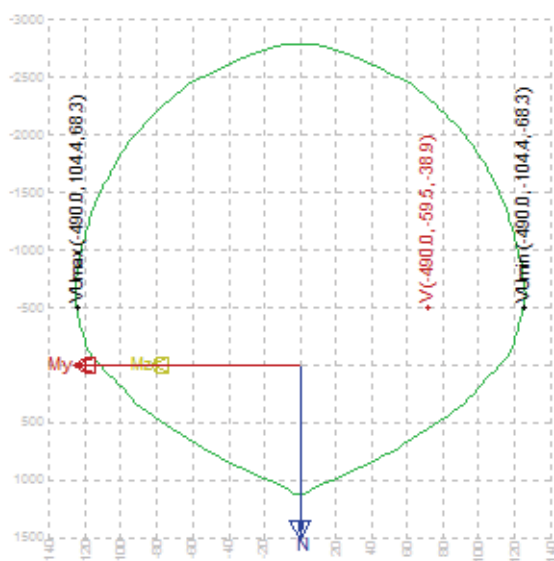
Zadání geometrie pro vybrané sloupy

prvek	l [m]	ly [m]	lz [m]	beta y	beta z	l0y [m]	l0z [m]	lby [m]	lbz [m]	lambda y	lambda z	lambda y krit	lambda z krit
B1	3.80	3.80	3.80	1.00	1.00	3.80	3.80	0.11	0.07	33.8	52.7	27.9	27.9

Výsledky výpočtu výstřednosti

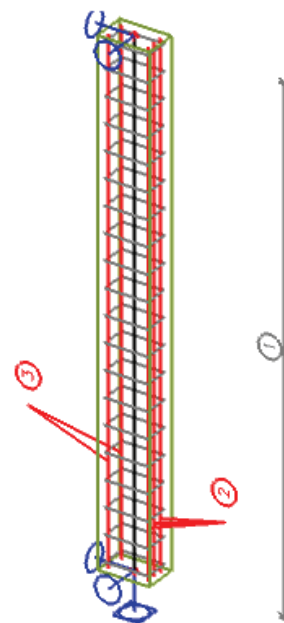
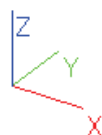
prvek	Kombi	x.lok [m]	Směr	N [kN]	M [kNm]	M_přepoč [m]	e_celk [mm]	e_0 [mm]	e_2 [mm]	e_0e [mm]	e_j [mm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_0e [kNm]
B1	LC3	1.58	Y	-490.00	-6.84	-38.93	-79.46	-29.70	-49.75	20.20	-9.50	-14.55	-24.38	-9.90
B1	LC3		Z		-21.97	-59.82	-121.47	-73.97	-47.51	64.90	-9.07	-36.24	-23.28	-31.80





- **S1205.1**
- část sloupu

Jméno	CS1	
Typ	Obdélník	
Detailní	390, 250	
Materiál	C30/37	
Výroba	obecný	
Použití 2D MKP výpočet	x	
A [m <sup>2</sup> ]	9,7500e-02	
A <sub>y, z</sub> [m <sup>2</sup> ]	8,1250e-02	8,1250e-02
I <sub>y, z</sub> [m <sup>4</sup> ]	1,2358e-03	5,0781e-04
I <sub>w</sub> [m <sup>6</sup> ], I <sub>t</sub> [m <sup>4</sup> ]	0,0000e+00	1,2231e-03
W <sub>el y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	6,3375e-03	4,0625e-03
W <sub>pl y, z</sub> [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00	0,0000e+00
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0
c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	125	195
α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	1,2800e+00	1,2800e+00
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00
M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00



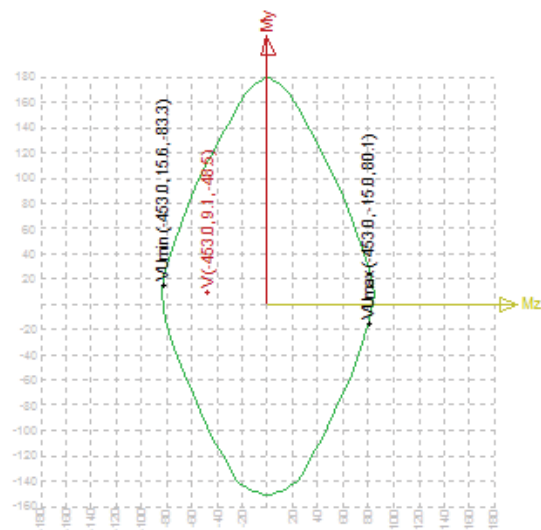
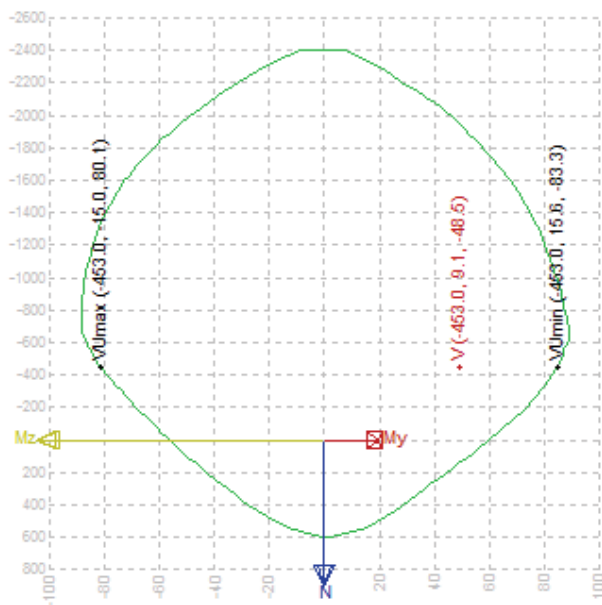
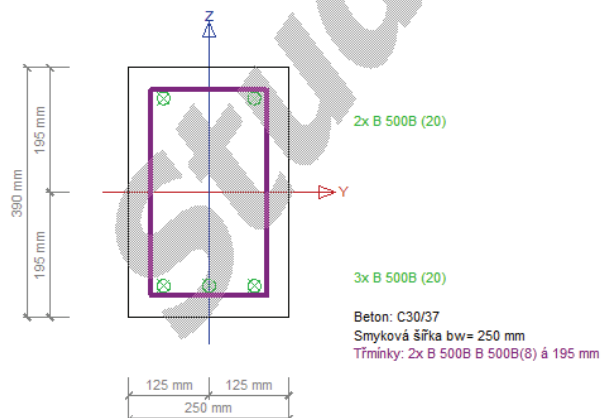
Posouzení dle EN 1992-1-1

Zadání geometrie pro vybrané sloupce

prvek	l [m]	ly [m]	lz [m]	beta y	beta z	l0y [m]	l0z [m]	lby [m]	lbz [m]	lambda y	lambda z	lambda y krit	lambda z krit
B1	3.80	3.80	3.80	1.00	1.00	3.80	3.80	0.11	0.07	33.8	52.7	25.9	25.9

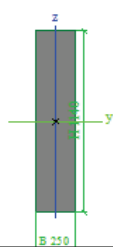
Výsledky výpočtu výstřednosti

prvek	Kombi	x_lok [m]	Směr	N [kN]	M [kNm]	M_přepoč [kNm]	e_celk [mm]	e_0 [mm]	e_2 [mm]	e_0e [mm]	e_j [mm]	M_0 [kNm]	M_2 [kNm]	M_0e [kNm]
B1	LC3	1.58	Y	-4 63.00	-14.97	-48.49	-107.05	-57.35	-49.69	47.85	-9.50	-25.98	-22.51	-21.68
B1	LC3		Z		0.00	-9.06	20.00	20.00	0.00	-0.00	0.00	9.06	0.00	0.00

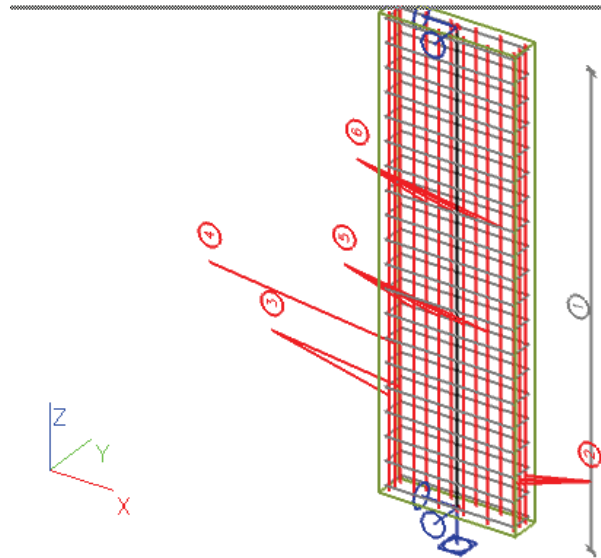


- **S1205.2**
- celý sloup

Jméno	CS1	
Typ	Obdélník	
Detailní	1140; 250	
Materiál	C30/37	
Výroba	obecný	
Použití 2D MKP výpočet	x	



A [m²]	2,8500e-01	
A <sub>y, z</sub> [m²]	2,3750e-01	2,3750e-01
I <sub>y, z</sub> [m⁴]	3,0866e-02	1,4844e-03
I <sub>w</sub> [m⁶], I <sub>t</sub> [m⁴]	0,0000e+00	5,1172e-03
W <sub>el y, z</sub> [m³]	5,4150e-02	1,1875e-02
W <sub>pl y, z</sub> [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0
c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	125	570
α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m²/m]	2,7800e+00	2,7800e+00
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00
M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	0,00	0,00



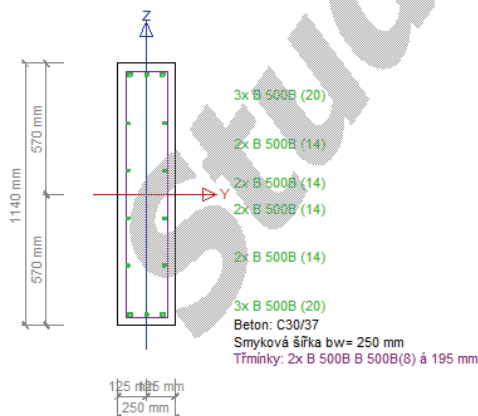
**Posouzení dle EN 1992-1-1**

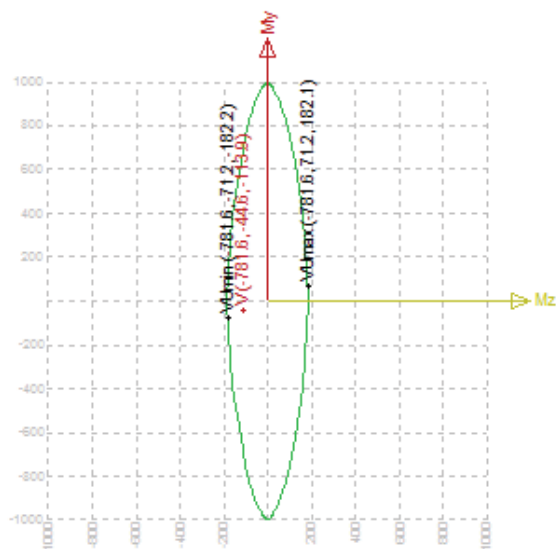
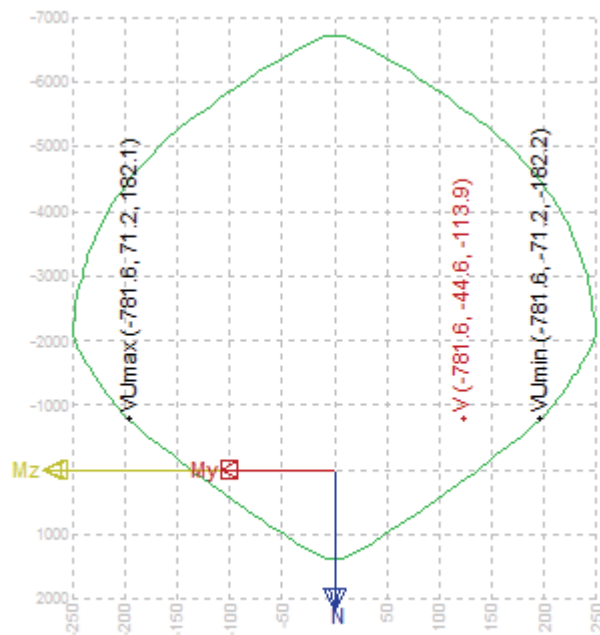
**Zadání geometrie pro vybrané sloupy**

prvek	l [m]	l <sub>y</sub> [m]	l <sub>z</sub> [m]	beta y	beta z	l <sub>0y</sub> [m]	l <sub>0z</sub> [m]	i <sub>by</sub> [m]	i <sub>bz</sub> [m]	lambda y	lambda z	lambda y krit	lambda z krit
B1	3.80	3.80	3.80	1.00	1.00	3.80	3.80	0.33	0.07	11.5	52.7	32.0	32.0

**Výsledky výpočtu výstředností**

prvek	Kombi	x.lok [m]	Směr	N [kN]	M [kNm]	M <sub>přepob</sub> [mm]	e <sub>celk</sub> [mm]	e <sub>0</sub> [mm]	e <sub>2</sub> [mm]	e <sub>0e</sub> [mm]	e <sub>i</sub> [mm]	M <sub>0</sub> [kNm]	M <sub>2</sub> [kNm]	M <sub>0e</sub> [kNm]
B1	LC6	1.58	Y	-781.60	-47.66	-113.93	-145.76	-97.78	-47.98	88.28	-9.50	-76.43	-37.50	-69.00
B1	LC6		Z		-28.80	-44.66	-95.00	-95.00		88.28	-6.72	-44.55		-41.40





### KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

Rozměry průřezu:

b =	0,3 m
h =	0,6 m
D =	0,45 m
$A_c =$	0,180 m <sup>2</sup>

Vnitřní síly:

$N_{Ed} =$	1666,01 kN
------------	------------

Materiály:

**BETON: C30/37**

$f_{ck} =$	30 MPa
$\gamma_c =$	1,5
$\alpha_{cc} =$	1
$f_{cd} =$	20,000 MPa

**OCEL: B500B**

$f_{yk} =$	500 MPa
$\gamma_s =$	1,15
$f_{yd} =$	434,783 MPa

plocha výztuže:

$A_{s,min} =$	3,83 cm <sup>2</sup>	>	3,60 cm <sup>2</sup>	$A_{s,min} = 0,1 N_{Ed} / f_{yd} \geq 0,002 A_c$
$A_{s,max} =$	72,00 cm <sup>2</sup>			$A_{s,max} = 0,04 A_c$
$A_s =$	<b>25,13 cm<sup>2</sup></b>		<b>8<math>\phi</math>20</b>	

$A_s =$	25,13 cm <sup>2</sup>	>	$A_{s,min} =$	3,83 cm <sup>2</sup>	vyhovuje
$A_s =$	25,13 cm <sup>2</sup>	<	$A_{s,max} =$	72,00 cm <sup>2</sup>	vyhovuje

max. vzdálenost výztuže:

$s_{max} =$	400,00 mm	>	$s =$	208,00 mm	vyhovuje
-------------	-----------	---	-------	-----------	----------

min. světlá vzdálenost výztuže:  $s_{n,min} = \max\{1,2 * \phi_{s,max}; d_g + 5mm; 20mm\}$

$s_{n,min} = 27,00 \text{ mm} < s_n = 75,00 \text{ mm}$     vyhovuje

max. podélná vzdálenost třmínků:  $s_{cl,max} \leq 15 \phi$   
 $\leq b$   
 $\leq 300 \text{ mm}$

$s_{s,max} = 300,00 \text{ mm}$   
 $s_s = 200,00 \text{ mm} < s_{s,max} = 300,00 \text{ mm}$     vyhovuje  
 $0,6s_s = 120,00 \text{ mm}$

- **S1206**
  - volím stejnou výztuž jako v S1205

## 8.2 STĚNY

- Vzhledem k dosaženým výsledkům volím do stěn výztuž konstrukční.
- volím: svislá výztuž:  $\phi 10/200, A_{sv} = 2 \times 3,93 \text{ cm}^2 = 7,86 \text{ cm}^2$

vodorovná výztuž:  $\phi 8/200, A_{sr} = 2 \times 2,51 \text{ cm}^2 = 5,02 \text{ cm}^2$

### KONSTRUKČNÍ ZÁSADY:

Rozměry průřezu:

b =	1,00 m
h =	0,25 m
$A_c =$	$0,25 \text{ m}^2$

plocha výztuže:

$A_{sv,min} =$	5,00 $\text{cm}^2$		$A_{s,vmin} = 0,002 A_c$
$A_{sv,max} =$	100,00 $\text{cm}^2$		$A_{s,vmax} = 0,04 A_c$

**$A_{sv} = 7,86 \text{ cm}^2 \quad \phi 10/200$**

$A_s = 7,86 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 5,00 \text{ cm}^2$  vyhovuje

$A_s = 7,86 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 100,00 \text{ cm}^2$  vyhovuje

max. vzdálenost výztuže:

$s_{max} = 400,00 \text{ mm} > s = 200,00 \text{ mm}$  vyhovuje  
 $s_{n,min} = \max\{1,2 * \phi_{s,max}; d_g + 5mm; 20mm\}$

min. světlá vzdálenost výztuže:

$s_{n,min} = 27,00 \text{ mm} < s_n = 190,00 \text{ mm}$  vyhovuje

rozdělovací výztuž:

**$A_{sr} = 5,02 \text{ cm}^2 \quad \phi 8/200$**

$s_{r,max} = 400,00 \text{ mm} > s_r = 200,00 \text{ mm}$  vyhovuje

$A_{sr,min} = 1,97 \text{ cm}^2$   $A_{s,hmin}^{?) \geq 0,25 A_{s,v}}$

$A_{sr,min} = 2,50 \text{ cm}^2$   $A_{s,hmin}^{?) \geq 0,001 A_c$

$A_{sr,min} = 2,50 \text{ cm}^2 < A_{sr} = 5,02 \text{ cm}^2$  vyhovuje

## 9. KOTEVNÍ DÉLKY

Tabulka pro stanovení základní kotevní délky:

Profil prutů $\phi$	Podmínky soudržnosti	Základní kotevní délka pro betonářskou výztuž B500 ( $l_{b,req} = \phi_s / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd}$ )										
		Pevnostní třída betonu C										
mm		12/15	16/20	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	60/75 a vyšší
Základní kotevní délka vyjádřená počtem profilů ( $l_{b,req} = k \cdot \phi_s$ ):												
k	dobré	65,88	55,74	48,31	40,26	36,23	32,94	28,99	26,84	24,99	24,15	23,38
	špatné	94,11	79,63	69,01	57,51	51,76	47,05	41,41	38,34	35,70	34,51	33,39
Hodnoty základní kotevní délky v mm pro dobré podmínky soudržnosti:												
6	dobré	395	334	290	242	217	198	174	161	150	145	140
8		527	446	386	322	290	264	232	215	200	193	187
10		659	557	483	403	362	329	290	268	250	242	234
12		791	669	580	483	435	395	348	322	300	290	281
14		922	780	676	564	507	461	406	376	350	338	327
16		1054	892	773	644	580	527	464	429	400	386	374
18		1186	1003	870	725	652	593	522	483	450	435	421
20		1318	1115	966	805	725	659	580	537	500	483	468
22		1449	1226	1063	886	797	725	638	590	550	531	514
25		1647	1394	1208	1006	906	823	725	671	625	604	584
28		1845	1561	1353	1127	1014	922	812	751	700	676	655
32		2108	1784	1546	1288	1159	1054	928	859	800	773	748
Hodnoty základní kotevní délky v mm pro špatné podmínky soudržnosti:												
6	špatné	565	478	414	345	311	282	248	230	214	207	200
8		753	637	552	460	414	376	331	307	286	276	267
10		941	796	690	575	518	471	414	383	357	345	334
12		1129	956	828	690	621	565	497	460	428	414	401
14		1318	1115	966	805	725	659	580	537	500	483	468
16		1506	1274	1104	920	828	753	663	613	571	552	534
18		1694	1433	1242	1035	932	847	745	690	643	621	601
20		1882	1593	1380	1150	1035	941	828	767	714	690	668
22		2070	1752	1518	1265	1139	1035	911	843	785	759	735
25		2353	1991	1725	1438	1294	1176	1035	959	892	863	835
28		2635	2230	1932	1610	1449	1318	1159	1074	1000	966	935
32		3012	2548	2208	1840	1656	1506	1325	1227	1142	1104	1069

Pozn: Hodnota základní kotevní délky pro betonářskou výztuž B550 je o 10 % vyšší.

- Hodnoty souč.  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$
- Hodnoty souč.  $\alpha_6 = 1,4$  pro stykování 50% výztuže  
 $\alpha_6 = 1,5$  pro stykování >50% výztuže

## 10. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990 - Zásady navrhování, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2011. 100 s.
- [2] ČSN EN 1991-1. Zatížení stavebních konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení, Objemové tíhy, vlastní tíha, a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004. 44 s.
- [3] ČSN EN 1992-1-1. Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut, 2006. 210 s.
- [4] PROCHÁZKA, Jaroslav. ŠMEJKAL, Jiří. VÍTEK, L. Jan. VAŠKOVÁ, Jitka. Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o., 2010. 338 s.
- [5] ZICH, Miloš. a kol. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Brno: Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r.o., 2010. 145 s.
- [6] ŠMEJKAL, Jiří. PROCHÁZKA, Jaroslav. HANZLOVÁ, Hana. Navrhování na mezní stav porušení protlačením - část I. Beton TKS 5/2011.
- [7] ŠMEJKAL, Jiří. PROCHÁZKA, Jaroslav. HANZLOVÁ, Hana. Navrhování na mezní stav porušení protlačením-část II. Beton TKS 6/2011.
- [8] ZICH, Miloš. BAŽANT, Zdeněk. Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2010. 161 s.

## 11. SEZNAM PŘÍLOH

DP-10	STROPNÍ DESKA NAD 2.NP A SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE V 2.NP – VÝKRES TVARU
DP-11	ŽB LÁVKA NAD 2.NP A HLAVNÍ SCHODIŠTĚ V 2.NP – VÝKRES TVARU
DP-20	STROPNÍ DESKA NAD 2.NP – ČÁST 1 – VÝKRES DOLNÍ VÝZTUŽE
DP-21	STROPNÍ DESKA NAD 2.NP – ČÁST 1 – VÝKRES HORNÍ VÝZTUŽE
DP-22	SLOUPY V 2.NP – ČÁST 1 – VÝKRES VÝZTUŽE
DP-23	STĚNY V 2.NP – ČÁST 1 – VÝKRES VÝZTUŽE

Poznámka: Výkresy výztuže jsou zhotoveny na polovinu (po pracovní spáru) objektu vzhledem k přibližné ose symetrie konstrukce.