


REVIZE Č.:	OBSAH :	DATUM :

TENTO VÝKRES JE DLE AUTORSKÉHO ZÁKONA MAJETKEM PROJEKTOVÉHO ATELIERU, JEHO KOPÍROVÁNÍ A ROZŠÍŘOVÁNÍ JE MOŽNO POUZE SE SOUHLASEM AUTORA

MÍSTO STAVBY:	CELETNÁ 597/13, 116 36 PRAHA 1		
OBJEDNATEL:	KARLOVA UNIVERZITA V PRAZE, OVOCNÝ TRH 3–5, 116 36, PRAHA 1		
ZÁSTUPCE INVESTORA:	KARLOVA UNIVERZITA V PRAZE, OVOCNÝ TRH 3–5, 116 36, PRAHA 1		
PROJEKTANT: <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> PROJEKTOVÝ ATELIER PRO ARCHITEKTURU A POZEMNÍ STAVBY, s.r.o. BĚLEHRADSKÁ 199/70, 120 00, PRAHA 2, IČO : 45308616 TEL.: 224 255 555, 222 512 997 EMAIL: ATELIERTS@ATELIERTS.CZ </div> </div>			
AUTORSKÝ KOLEKTIV:	Ing.arch. T. ŠANTAVÝ, Ing.arch. S.HLADNÍK		
ODPOV.PROJEKTANT:	ZPRACOVATEL ČÁSTI:	KRESLIL:	KONTROLOVAL:
Ing.arch. T.ŠANTAVÝ	Ing. O. ČÍŽEK		Ing. E. WICHŠ
Č.ZAK.: 8912 085 14 00	NÁZEV DÍLA: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> UK - SBZ KOMPLETNÍ REKONSTRUKCE CELETNÁ 13 </div>		Č.PARÉ:
DATUM: 6/2016			
POČET A4: 45			
NÁZEV*.DWG:			
MĚŘÍTKO:	ČÁST: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST </div>		Č.PŘÍLOHY: D1.2/2
STUPEŇ: DPS	NÁZEV PŘÍLOHY: <div style="text-align: center; padding: 10px;"> STATICKÝ POSUDEK </div>		
PROFESE: STATIKA			

STATICKÝ POSUDEK
PRAHA, CELETNÁ 13

Statically assessment

PRAHA, CELETNÁ 13

Prepared by: Ing. Ondřej Čížek

Praha, June 2016

Obsah

1	ÚVOD	2
2	PŘEKLAD NAD NOVÝM OTVOREM MEZI MÍSTNOSTMI 2.01 A 2.02	2
3	PŘEKLAD NAD NOVÝM OTVOREM MEZI MÍSTNOSTMI 1.01 A 1.06	3
4	NOSNÍK POD PŘÍČKOU MEZI MÍSTNOSTMI 2.02 A 2.02A	5
5	NÁVRH ZALOŽENÍ PŘÍČEK V 1. PP (MÍSTNOSTI S04, S05, S07, S08)	6
6	NÁVRH PŘEKLADU NAD PROSTUPY	7
7	STROP NAD SUTERÉNEM (1. PP) V MÍSTĚ JIHOZÁPADNÍHO SCHODIŠTĚ	7
8	NÁVRH SCHODIŠTĚ ZE SUTERÉNU DO PŘÍZEMÍ	9
9	NÁVRH PRŮVLAKU V PŘÍZEMÍ	14
10	PODEPŘENÍ DESKY NAD SUTERÉNEM	17
11	NÁVRH VYZTUŽENÍ STĚN DOJEZDU VÝTAHOVÉ ŠACHTY	19
12	NÁVRH DESKY V PODKROVÍ	21
13	NÁVRH SVĚTLÍKU	21
14	NÁVRH STROPNÍ DESKY V ATRIU	23
15	NÁVRH STROPNÍ DESKY V PODKROVÍ	24
16	NÁVRH NOVÉHO STROPU POD SCHODIŠTĚM V 2. PODLAŽÍ	25
17	NÁVRH RÁMU PRO JEDNOTKY VZT (JEDNOTKA 1 A 2)	28
18	NÁVRH RÁMU PRO JEDNOTKU VZT (JEDNOTKA 3)	30
19	ZÁVĚR	32

1 Úvod

Zatížení jednotlivých konstrukcí je vždy uvedeno přímo u řešené konstrukce.

2 Překlad nad novým otvorem mezi místnostmi 2.01 a 2.02

Při odkrytí stropních konstrukcí je nutné zjistit skladbu a z toho plynoucí hmotnost stropní konstrukce a ověřit tak správnost uvažovaného zatížení. Případně je nutné ze zjištěných hodnot návrh upravit.

2.1 Zatížení

2.1.1 Stálé

Stěna

	Výška [m]	Šířka [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ_G	g_d [kN/m]
Stěna	1,72	1200	25	51,6	1,35	69,66
6x IPE 160			78,5	0,947		1,278
Celkem				52,547		70,938

Strop

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Betonová mazanina	100	23,000	2,300	1,35	3,105
Záklop	40	4,000	0,160		0,216
Zásyp	100	13,000	1,300		1,755
Záklop	40	4,000	0,160		0,216
Trámy 260/300	300	5,000	0,390		0,527
Trámy 180/200	200	5,000	0,180		0,243
Podhled	20	4,000	0,080		0,108
Omítka	20	19,000	0,380		0,513
Celkem			4,950		6,683

Zatěžovací šířka je celkem $9,55/2 + 5,97/2 = 7,76$ m

2.1.2 Užité

Vzhledem k návrhu ocelové konstrukce, která ponese zařízení vzduchotechniky, bude většina užitého zatížení přenášena na vazné trámy, které jsou uloženy přímo na obvodových stěnách, tzn. zatížení je přenášeno mimo překlad.

2.1.3 Celkové zatížení

$$g_k = 52,547 + 7,76 \cdot 4,95 = 90,959 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 90,959 \cdot 1,35 = 122,795 \text{ kN/m}$$

2.2 Návrh profilu

Profil	6x IPE 160
Délka nosníku l	2,32 m
Moment setrvačnosti I_y	$8,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	2009 mm^2
Smyková plocha A_w	$965,6 \text{ mm}^2$
Ocel	S 235

2.3 Vnitřní síly

Maximální moment

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} g_d l^2 = \frac{122,795 \cdot 2,32^2}{8} = 82,616 \text{ kNm}$$

Maximální reakce

$$R_{Ed} = \frac{1}{2} g_d l = \frac{122,795 \cdot 2,32}{2} = 142,442 \text{ kN}$$

2.4 Posouzení

2.4.1 Posouzení na mezní stav únosnosti (MS I)

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{n \cdot I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{82,616}{6 \cdot 8,7 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,16}{2} = 126614 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{pl,Rd} = n \cdot A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 6 \cdot 965,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 786,1 \text{ kN} > R_{Ed} = 142,442 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

2.4.2 Posouzení na mezní stav použitelnosti (MS II)

Maximální průhyb

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{n \cdot E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{90,959 \cdot 2,32^4}{6 \cdot 210 \cdot 8,4} = 3,24 \text{ mm} < 3,9 \text{ mm} = \frac{2320}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

3 Překlad nad novým otvorem mezi místnostmi 1.01 a 1.06

Při odkrytí stropních konstrukcí je nutné zjistit skladbu a z toho plynoucí hmotnost stropní konstrukce a ověřit tak správnost uvažovaného zatížení. Případně je nutné ze zjištěných hodnot návrh upravit.

Vzhledem k tomu, že ve 2. patře je nový otvor, není zde počítáno se zatížením od skladby stropu a stěny v 2. patře. Toto zatížení přeneseme překlad nad otvorem v 2. patře.

3.1 Zatížení

3.1.1 Stálé

Stěna

	Výška [m]	Šířka [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ_G	g_d [kN/m]
Stěna	2,730	1200	25	81,9	1,35	110,565
6x IPE 160			78,5	1,128		1,523
Celkem				83,028		112,088

Strop nad 1. patrem

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Vlysy	24	7,000	0,168	1,35	0,227
Sádrovláknité desky	20	-	0,240		0,324
Dřevovláknité desky	10	2,200	0,022		0,030
Voštinová deska	30	15,000	0,450		0,608
Vyrovnávací podsyp	120	6,000	0,720		0,972
Záklop	30	4,000	0,120		0,162
Trámy 260/300	300	5,000	0,390		0,527
Trámy 180/200	200	5,000	0,180		0,243
Záklop	24	4,000	0,096		0,130
Omítka	20	19,000	0,380		0,513
Celkem			2,766		3,734

Zatěžovací šířka je celkem $9,55/2 = 4,775$ m

2x Podesta

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Kamenná dlažba	30	26,000	0,780	1,35	1,053
Maltové lože	20	20,000	0,400		0,54
Železobetonová deska	150	25,000	3,750		5,063
Omítka	20	19,000	0,380		0,513
Celkem			5,310		6,116

Zatěžovací šířka je $5,97/2 = 2,985$ m

3.1.2 Užitné

Podesty a strop 1. patra je zatížen užitným zatížením

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₁ (učebna)	3,0	1,5	4,5
Kategorie C ₃ (podesty)	5,0		7,5

3.1.3 Celkové zatížení

$$g_k = 83,028 + 4,775 \cdot 2,766 + 2 \cdot 5,31 \cdot 2,985 = 127,936 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 127,936 \cdot 1,35 = 172,714 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 4,775 \cdot 3 + 2 \cdot 2,985 \cdot 5 = 44,175 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 44,175 \cdot 1,5 = 66,262 \text{ kN/m}$$

Suma

$$\sum g_k = 127,936 + 44,175 = 172,111 \text{ kN/m}$$

$$\sum g_d = 172,714 + 66,262 = 238,976 \text{ kN/m}$$

3.2 Návrh profilu

Profil	6x IPE 180
Délka nosníku l	1,96 m
Moment setrvačnosti I_y	$13,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	2395 mm ²
Smyková plocha A_w	1125,4 mm ²
Ocel	S 235

3.3 Vnitřní síly

Maximální moment

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} g_d l^2 = \frac{238,976 \cdot 1,96^2}{8} = 114,756 \text{ kNm}$$

Maximální reakce

$$R_{Ed} = \frac{1}{2} g_d l = \frac{238,976 \cdot 1,96}{2} = 234,196 \text{ kN}$$

3.4 Posouzení

3.4.1 Posouzení na mezní stav únosnosti (MS I)

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{n \cdot I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{114,756}{6 \cdot 13,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,18}{2} = 130404 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{pl,Rd} = n \cdot A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 6 \cdot 1125,4 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 916,1 \text{ kN} > R_{Ed} = 234,196 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

3.4.2 Posouzení na mezní stav použitelnosti (MS II)

Maximální průhyb

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{n \cdot E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{172,111 \cdot 1,96^4}{6 \cdot 210 \cdot 13,2} = 1,99 \text{ mm} < 3,2 \text{ mm} = \frac{1930}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

4 Nosník pod příčkou mezi místnostmi 2.02 a 2.02a

Vzhledem k původním dřevěným stropům je nutné pod příčku umístit ocelový nosník. Na obou koncích bude uložený 300 mm.

4.1 Stálé zatížení

	Výška [m]	Šířka [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ_G	g_d [kN/m]
Příčka	3,79	190	10	7,201	1,35	9,721
IPE 400			78,5	0,663		0,895
Celkem				7,864		10,616

4.2 Návrh profilu

Profil	IPE 400
Délka nosníku l	8,8 m
Moment setrvačnosti I_y	$231,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	8446 mm^2
Smyková plocha A_w	$4269,1 \text{ mm}^2$
Ocel	S 235

4.3 Vnitřní síly

Maximální moment

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} g_d l^2 = \frac{1}{8} \cdot 10,616 \cdot 8,8^2 = 102,763 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla

$$R_{Ed} = \frac{1}{2} g_d l = \frac{1}{2} \cdot 10,103 \cdot 8,8 = 46,71 \text{ kN}$$

4.4 Posouzení

4.4.1 Posouzení na mezní stav únosnosti (MS I)

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{102,763}{231,3 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,4}{2} = 88857 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{pl,Rd} = n \cdot A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 4269,1 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 579,22 \text{ kN} > R_{Ed} = 46,71 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

4.4.2 Posouzení na mezní stav použitelnosti (MS II)

Maximální průhyb

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{E \cdot I_y} = 12,64 \text{ mm} < 14,7 \text{ mm} = \frac{8800}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

5 Návrh založení příček v 1. PP (místnosti S04, S05, S07, S08)

5.1 Zatížení

Maximální zatížení v místě nejvyšší příčky je

	tl. [mm]	v. [m]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ_G	g_d [kN/m]
AKU příčkové cihly	190	4,51	10	45,1	1,35	60,885
Základ	500	0,5	23	5,75		7,763
Celkem						68,648

5.2 Posouzení

Z důvodu neznalosti přesných základových podmínek předpokládám únosnost základové půdy $R_{dt} = 150 \text{ kPa}$. V místě stavby jsou pravděpodobně nejrozsáhlejší antropogenní navážky (podle geologické mapy ČR). Podle historických geologických průzkumů zhotovených pro blízké stavby se jedná především o písky s příměsí jílu a hlíny. Proto předpokládám únosnost mezi SC a SM – písek jílovitý a hlinitý

Posouzení napětí na základové spáře

$$\sigma = \frac{g_d}{a} = \frac{68,648}{0,5} = 137,296 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa} = R_{dt}$$

VYHOVUJE!!!

Posouzení velikosti základového pasu (výšky)

$$h_{fmin} = 2a = 2 \cdot \left(\frac{500 - 190}{2} \right) = 310 \text{ mm} < 500 \text{ mm} = h_{pas}$$

VYHOVUJE!!!

6 Návrh překladu nad prostupy

Maximální šířka prostupu pro VZT, kanalizaci apod. bude 1 m. Tzn. při uložení nosníku 0,2 m na každé straně rozpětí prostého nosníku 1,2 m.

6.1 Návrh profilu

Profil	6x IPE 120
Délka nosníku l	1,2 m
Moment setrvačnosti I_y	$3,178 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	1321 mm ²
Smyková plocha A_w	630,5 mm ²
Ocel	S 235

6.2 Výpočet maximálního charakteristického zatížení

Maximální zatížení je při dovoleném průhybu $1/300 L$:

$$g_{kmax} = \frac{384 \cdot n \cdot E \cdot I_y \cdot \frac{l}{300}}{5 \cdot l^4} = \frac{384 \cdot 6 \cdot 210 \cdot 3,178 \cdot \frac{1,2}{300}}{5 \cdot 1,2^4} = 593,2 \text{ kN/m}$$

Maximální zatížení, které splňuje kritérium průhybu je větší než u překladu v 1. patře, který je zatížen zatížením 172,111 kN/m. Únosnost překladu je dostatečná a vyhovuje.

7 Strop nad suterénem (1. PP) v místě jihozápadního schodiště

7.1 Zatížení

Strop je zatížen vlastní tíhou, tíhou podlahy, ale také schodišťovými rameny do a z dalších podlaží. Tam kde je to možné je nutné spojit novou betonovou desku s původními konstrukcemi.

7.1.1 Stálé

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Kamenná dlažba	30	26,000	0,780	1,35	1,053
Maltové lože	20	20,000	0,400		0,540
Betonová mazanina	40	23,000	0,920		1,242
Lehčený beton	60	9,000	0,540		0,729
Nosná konstrukce	150	25,000	3,750		5,063
Sítě	-	-	0,100		0,135
Pohled	-	-	0,150		0,203
Celkem			6,640		8,964

7.1.2 Užitné

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₃ (chodba)	5,0	1,5	7,5

7.2 Materiálové charakteristiky

Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 12$ mm

Třída prostředí: XC1

Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 12 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} + 10 = 25 \text{ mm}$$

7.3 Vnitřní síly

■ NÁVRHOVÉ HODNOTY $m_{x,D,+}$

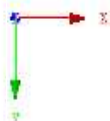
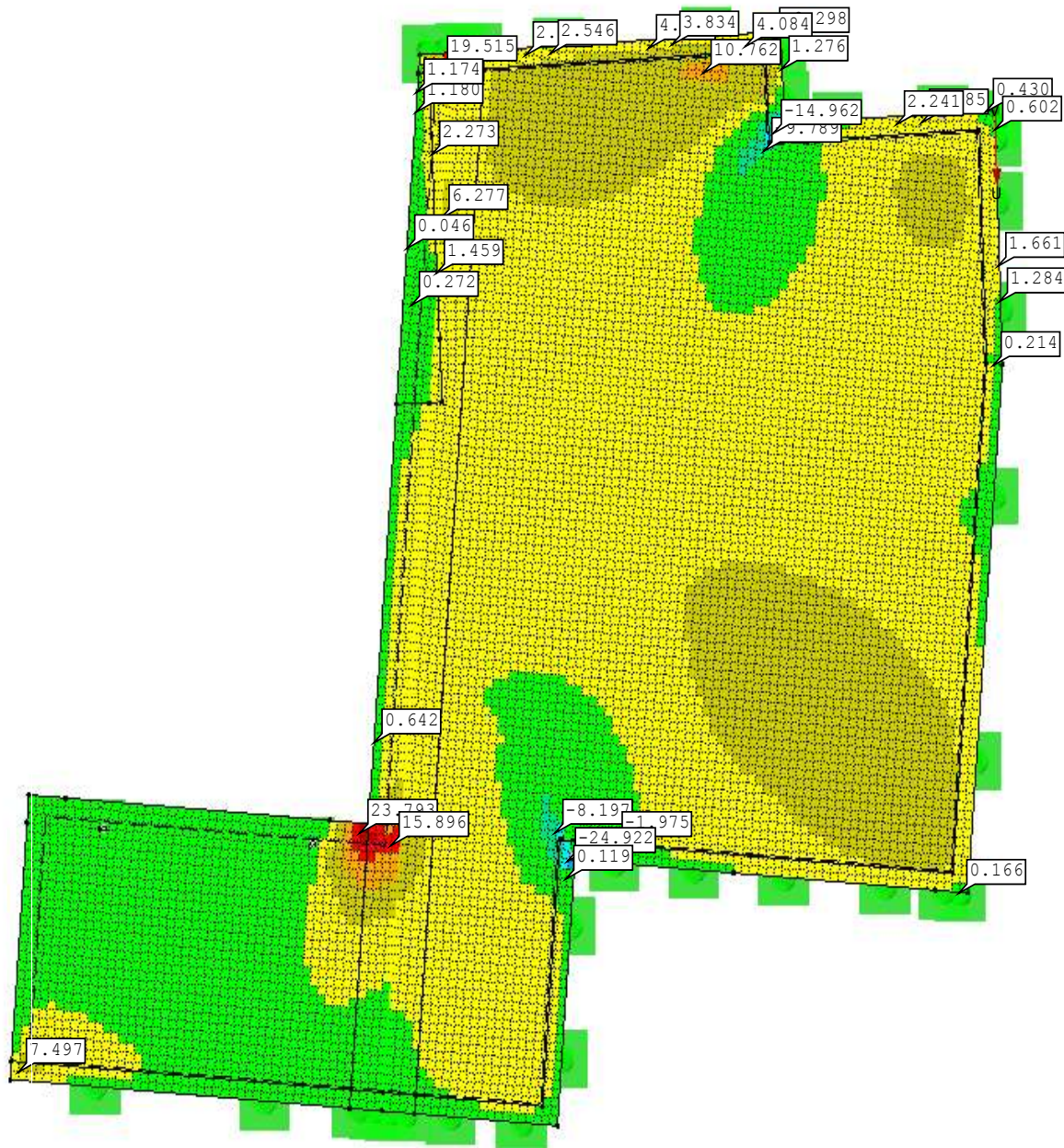
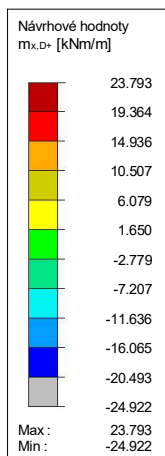
KV1: ULS (STR/GEO) - Permanent / transient - Eq. 6.10

Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{x,D,+}$

Kombinace výsledků: Max. hodnoty

Hodnoty: $m_{x,D,+}$ [kNm/m]

Ve směru Z



Max $m_{x,D,+}$: 23.793, Min $m_{x,D,+}$: -24.922 kNm/m

0.756 m

■ NÁVRHOVÉ HODNOTY $m_{y,D,+}$

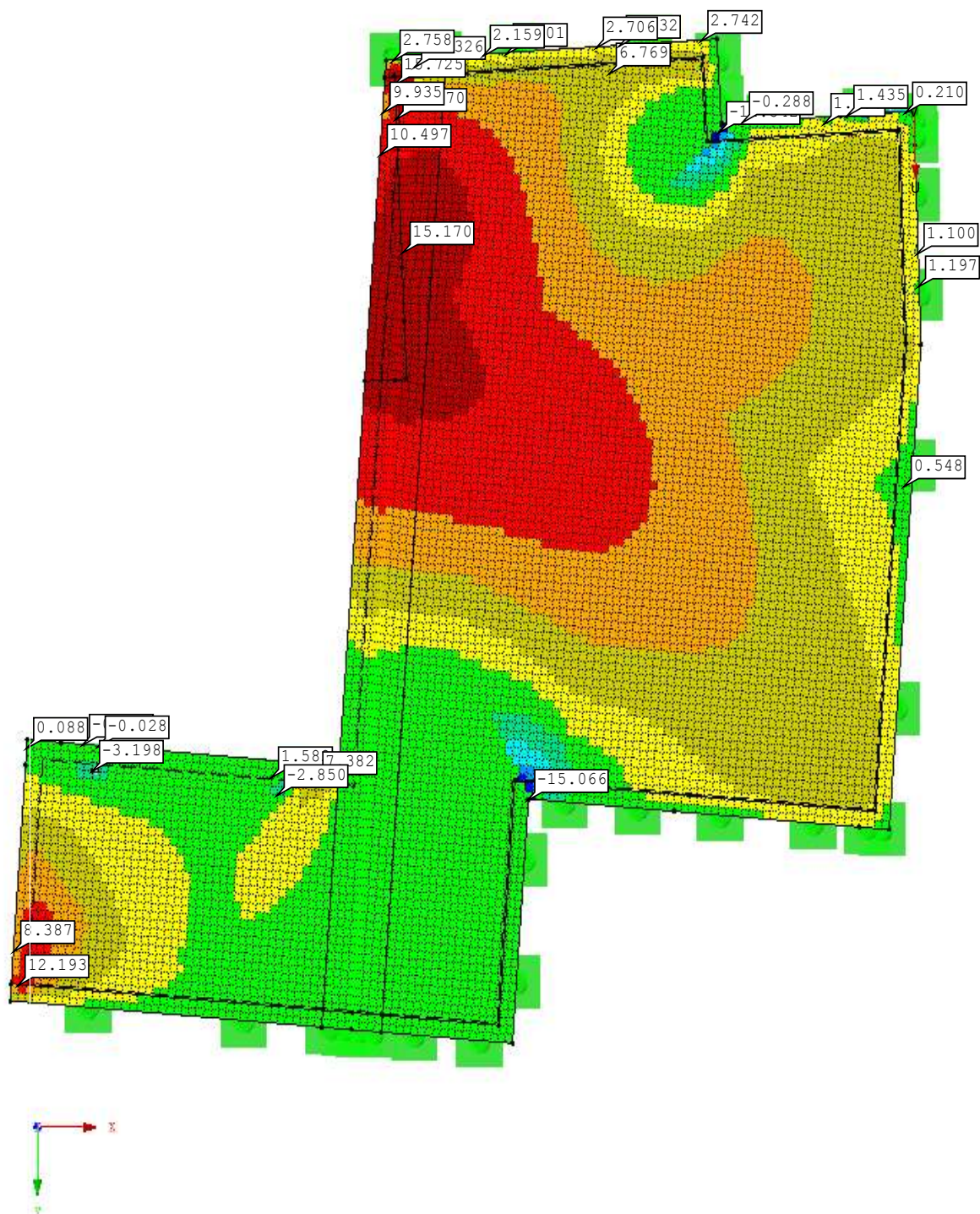
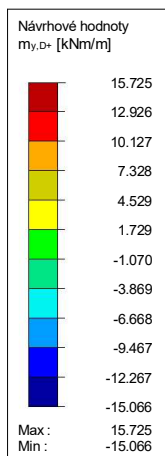
KV1: ULS (STR/GEO) - Permanent / transient - Eq. 6.10

Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{y,D,+}$

Kombinace výsledků: Max. hodnoty

Hodnoty: $m_{y,D,+}$ [kNm/m]

Ve směru Z



Max $m_{y,D,+}$: 15.725, Min $m_{y,D,+}$: -15.066 kNm/m

0.756 m

■ NÁVRHOVÉ HODNOTY $m_{x,D,-}$

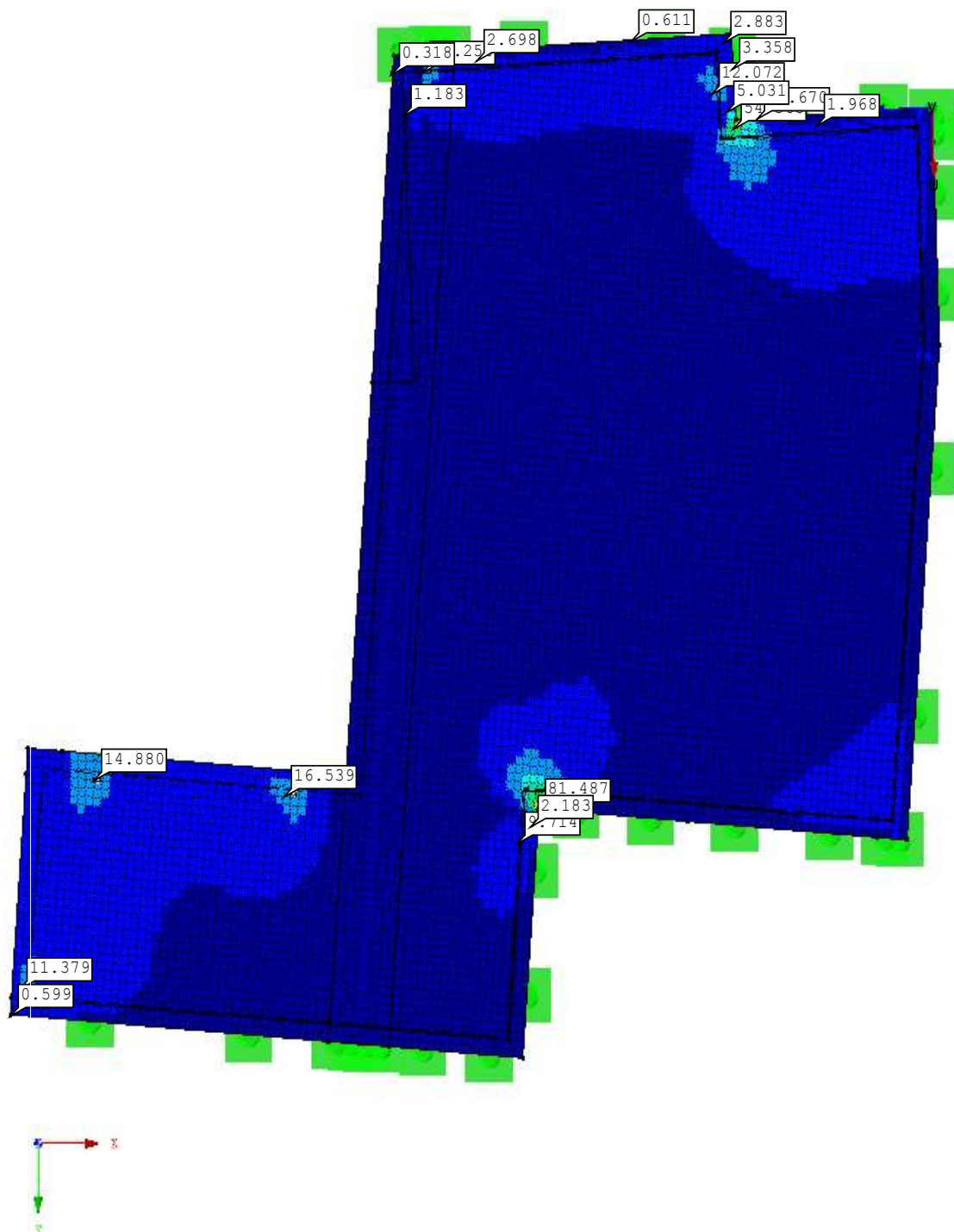
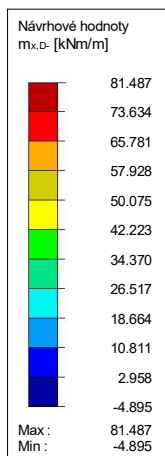
KV1: ULS (STR/GEO) - Permanent / transient - Eq. 6.10

Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{x,D,-}$

Kombinace výsledků: Max. hodnoty

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

Ve směru Z



Max $m_{x,D,-}$: 81.487, Min $m_{x,D,-}$: -4.895 kNm/m

0.756 m

■ NÁVRHOVÉ HODNOTY $m_{y,D,-}$

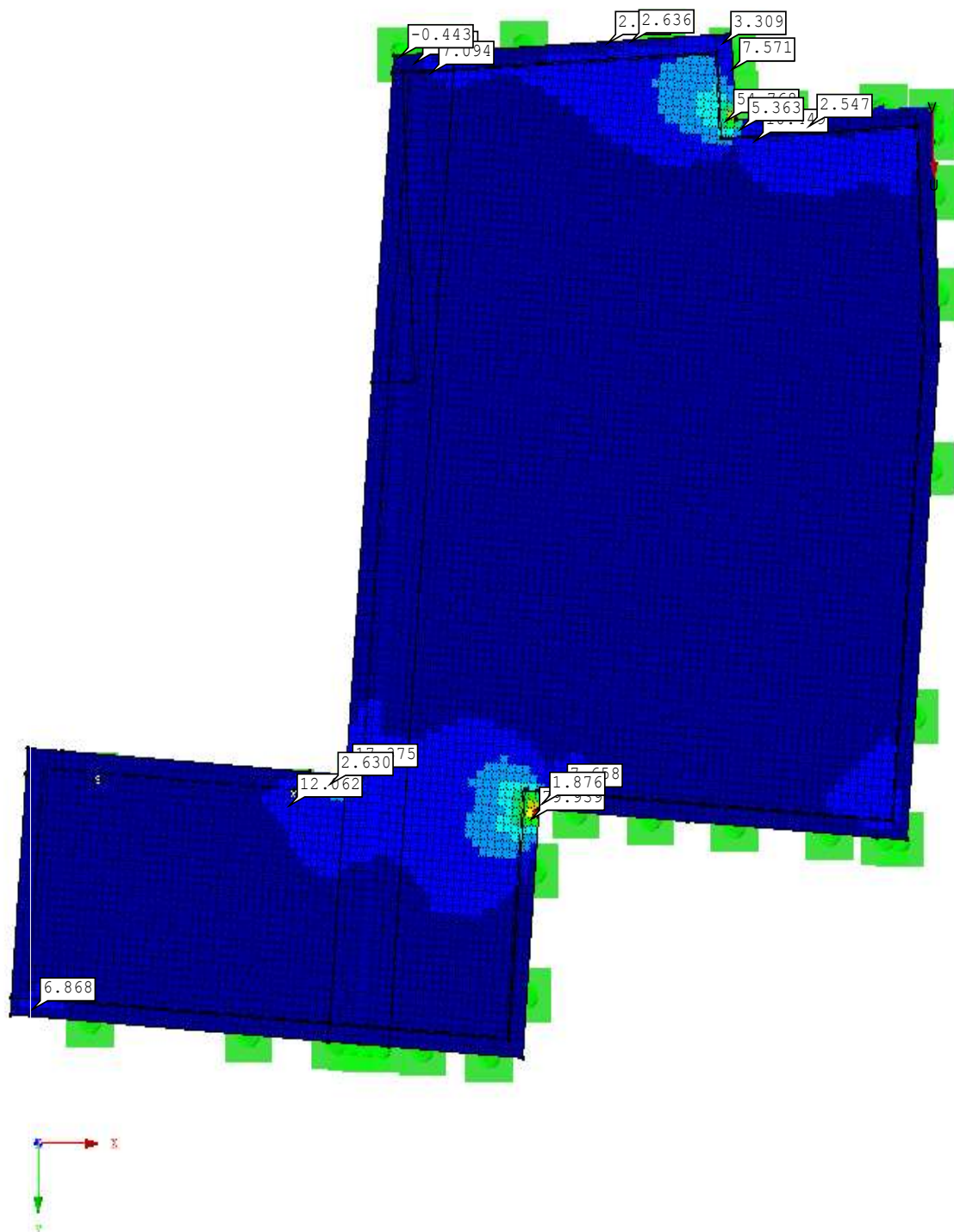
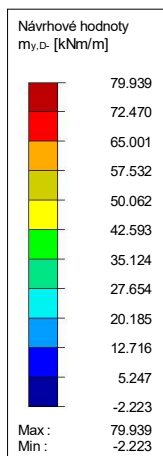
KV1: ULS (STR/GEO) - Permanent / transient - Eq. 6.10

Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{y,D,-}$

Kombinace výsledků: Max. hodnoty

Hodnoty: $m_{y,D,-}$ [kNm/m]

Ve směru Z



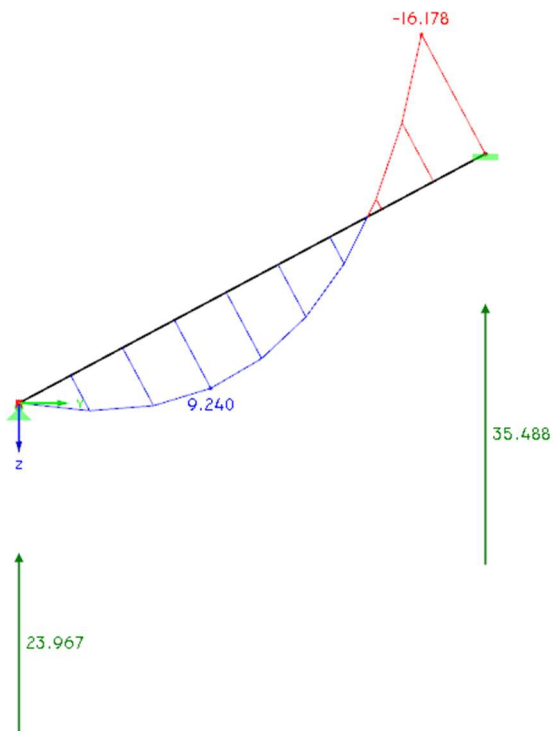
Max $m_{y,D,-}$: 79.939, Min $m_{y,D,-}$: -2.223 kNm/m

0.756 m

8 Návrh schodiště ze suterénu do přízemí

V ostatních ramenech jsou momenty menší, ale vyztužení bude stejné kvůli dodržování minimálních vzdáleností výztuže a také kvůli vyztužení podest.

8.1 Vnitřní síly



Maximální moment

8.2 Návrh 1. ramene (suterén – podesta)

Maximální moment

$$M_{\max} = 16,178 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 10 \text{ mm}$

Třída prostředí: XC1

Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = ma \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} + 10 = 25 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil

$$d = tl. - c_{nom} - \frac{\emptyset}{2} = 150 - 25 - \frac{10}{2} = 120 \text{ mm}$$

Nutná výztuž

$$a_{sreq} = \frac{m_{max}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{16,178}{0,9 \cdot 0,120 \cdot 434783} = 344,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh: Ø10/10ks ($a_s = 785 \text{ mm}^2$)

Posouzení výztuže

Síla ve výztuži

$$F_s = a_s \cdot f_{yd} = 785 \cdot 434783 \cdot 10^{-3} = 341,305 \text{ kN}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{F_s}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{341,305}{0,8 \cdot 1,45 \cdot 16667} = 0,018 \text{ m}$$

Moment únosnosti

$$M_{rd} = F_s(d - 0,4 \cdot x) = 341,305 \cdot (0,12 - 0,4 \cdot 0,018) = 38,5 \text{ kNm}$$

Posouzení

$$M_{rd} = 38,5 \text{ kNm} > M_{max} = 16,178 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!!!

Minimální stupeň vyztužení

$$A_{smin} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot h = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 150 \cdot 1450 = 294,06 \text{ mm}^2 \\ 0,0013 \cdot b \cdot h = 0,0013 \cdot 150 \cdot 1450 = 282,75 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} = 294,1 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot h = 300 \text{ mm} \\ 250 \text{ mm} \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_1 \emptyset = 12 \text{ mm} \\ d_g + k_2 = 16 + 5 = 21 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{array} \right\} = 21 \text{ mm}$$

Posouzení

$$s_{min} = 21 \text{ mm} < s = 150 \text{ mm} < s_{max} = 250 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

8.3 Návrh základu pod 1. ramenem

8.3.1 Vnitřní síly

Tíha základu

$$g_k = A \cdot \gamma = 0,5 \cdot 0,3 \cdot 23 = 3,45 \text{ kN/m}$$

$$g_d = g_k \cdot \gamma_G = 3,45 \cdot 1,35 = 4,458 \text{ kN/m}$$

Celková síla na běžný metr základu

$$\sum g_d = g_d + \frac{R_d}{\text{š.}} = 4,458 + \frac{23,967}{1,45} = 20,987 \text{ kN/m}$$

8.3.2 Posudek

Napětí na základové spáře

$$\sigma = \frac{\sum g_d}{b} = \frac{20,987}{0,3} = 69,956 \text{ kPa} < R_{dt} = 150 \text{ kPa}$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost zeminy byla stanovena na 150 kPa. Tuto únosnost je nutné ověřit geologickým průzkumem.

8.4 Návrh podesty 1

8.4.1 Zatížení

Stálé

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Kamenná dlažba	30	26,000	0,780	1,35	1,053
Maltové lože	20	20,000	0,400		0,540
Železobetonová deska	150	25,000	3,750		5,063
Omítka	20	19,000	0,380		0,513
Celkem			5,310		7,169

Užitné

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₃ (chodba)	5,0	1,5	7,5

8.4.2 Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 10$ mm

Třída prostředí: XC1

Třída konstrukce: S4

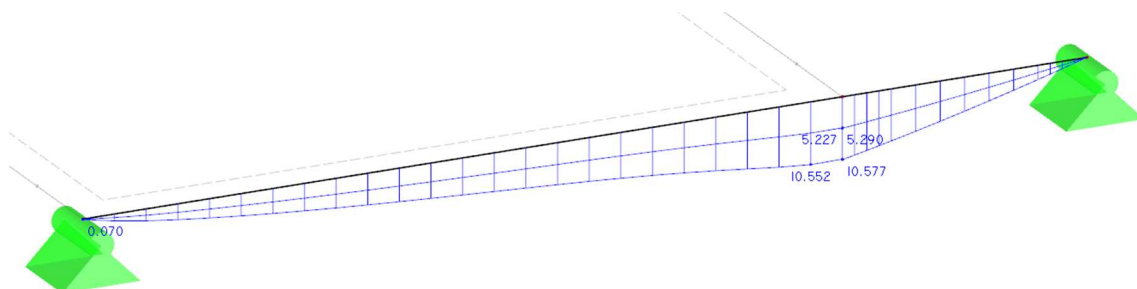
Krytí výztuže

$$c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 15 \text{ mm}$$

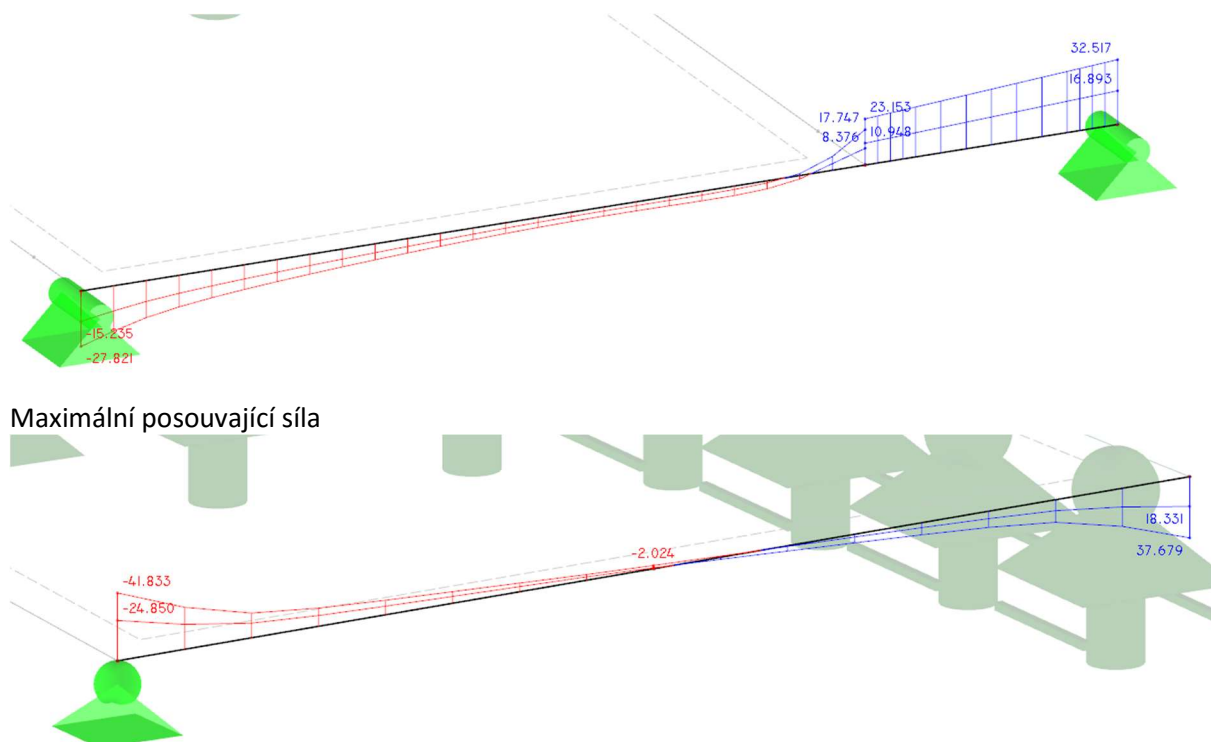
8.4.3 Vnitřní síly

8.5 Návrh podestového trámu pod ramenem 1 a 2

8.5.1 Vnitřní síly



Maximální moment



Maximální posouvající síla na druhém trámu

8.5.2 Návrh výztuže

Maximální moment

$$M_{\max} = 10,577 \text{ kNm}$$

Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 10 \text{ mm}$

Třída prostředí: XC1

Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

$$c_{mi} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{\min, \text{dur}} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 15 \text{ mm}$$

Krytí třmínků

$$c_{\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{\min, \text{dur}} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 6 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 15 \text{ mm}$$

- Rozhoduje krytí třmínků

Celkové krytí hlavní výztuže

$$c_{\text{nom}} = c_{\min, \text{tř}} + \varnothing_{\text{tř}} + \Delta c_{\text{dev}} = 15 + 6 + 9 = 30 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil

$$d = h - c_{nom} - \frac{\emptyset}{2} = 370 - 30 - \frac{10}{2} = 335 \text{ mm}$$

Nutná výztuž

$$A_{sreq} = \frac{M_{max}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{10,577}{0,9 \cdot 0,335 \cdot 434783} = 80,69 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh: $\emptyset 10/4ks$ ($a_s = 314 \text{ mm}^2$) třmínky: $\emptyset 6/200 \text{ mm}$

Posouzení výztuže

Síla ve výztuži

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 314 \cdot 434783 \cdot 10^{-3} = 136,591 \text{ kN}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{F_s}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{136,591}{0,8 \cdot 0,3 \cdot 16667} = 0,034 \text{ m}$$

Moment únosnosti

$$M_{rd} = F_s(d - 0,4 \cdot x) = 136,591 \cdot (0,335 - 0,4 \cdot 0,034) = 43,682 \text{ kNm}$$

Posouzení

$$M_{rd} = 43,682 \text{ kNm} > M_{max} = 10,6 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!!!

Minimální stupeň vyztužení

$$A_{smin} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot h = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 300 \cdot 370 = 150,1 \text{ mm}^2 \\ 0,0013 \cdot b \cdot h = 0,0013 \cdot 300 \cdot 370 = 144,3 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} = 150,1 \text{ mm}^2$$

Maximální stupeň vyztužení

$$A_{smax} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 300 \cdot 370 = 4440 \text{ mm}^2$$

Posouzení

$$A_{smin} = 150,1 \text{ mm}^2 < A_s = 314 \text{ mm}^2 < A_{smax} = 4440 \text{ mm}^2$$

VYHOVUJE!!!

Maximální vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot h = 740 \text{ mm} \\ 250 \text{ mm} \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_1 \emptyset = 12 \text{ mm} \\ d_g + k_2 = 16 + 5 = 21 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{array} \right\} = 21 \text{ mm}$$

Posouzení

$$s_{min} = 21 \text{ mm} < s = 110 \text{ mm} < s_{max} = 250 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

Návrh smykové výztuže

Maximální posouvací síla

$$V_{Ed} = 41,833 \text{ kN}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,370 = 0,333 \text{ m}$$

Součinitel pro zmenšení únosnosti tlakových diagonál

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

Minimální únosnost tlakových diagonál

$$V_{Rd,max} = \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{\cot^2 \theta + 1} = 0,54 \cdot 16,667 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,333 \cdot \frac{2,5}{2,5^2 + 1} = 310 \text{ kN}$$

Posouzení

$$V_{Rd,max} = 310 \text{ kN} > V_{Ed} = 41,833 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

Návrh třmínků: dvoj-střížné $\varnothing 6 \text{ mm}$

Stupeň vyztužení

$$\rho_{wd} = \frac{V_{Ed}}{f_{yd} \cdot b \cdot z \cdot \cotg \theta} = \frac{41,833}{434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,333 \cdot 2,5} = 3,89 \cdot 10^{-4}$$

Minimální stupeň vyztužení

$$\rho_{wmin} = \frac{0,08 \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 \sqrt{25}}{500} = 8 \cdot 10^{-4}$$

Plocha třmínku

$$A_{sw} = n \cdot \frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2}{4} = 56,549 \text{ mm}^2$$

Stupeň vyztužení musí být alespoň $\rho_{w,min}$

$$s_d = \frac{A_{sw}}{b \cdot \rho} = \frac{56,549}{300 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = 235 \text{ mm}$$

Návrh vzdálenost třmínků $s = 200 \text{ mm}$

Výpočet smykové únosnosti průvlaku

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \frac{\cotg \theta}{s} = 56,5 \cdot 10^{-6} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,333 \cdot \frac{2,5}{0,2} = 102,3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$V_{Rd,s} = 102,3 \text{ kN} \quad 41,833 \text{ kN} = V_{Ed}$$

VYHOVUJE!!!

Maximální vzdálenost třmínků

$$s_{max} = \min \left\{ 0,75d = 0,75 \cdot 335 = 251,25 \text{ mm} \right\} = 251 \text{ mm} > s = 200 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

Maximální vzdálenost větví třmínků

$$s_{t,max} = \min \left\{ 0,75d = 0,75 \cdot 335 = 251,25 \text{ mm} \right\} = 251 \text{ mm} > s_t = 248 \text{ mm}$$

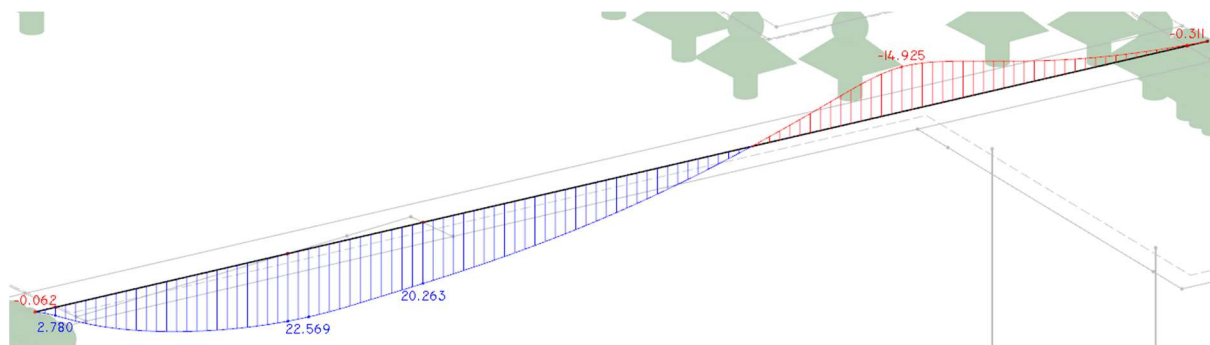
VYHOVUJE!!!

9 Návrh průvlaku v přízemí

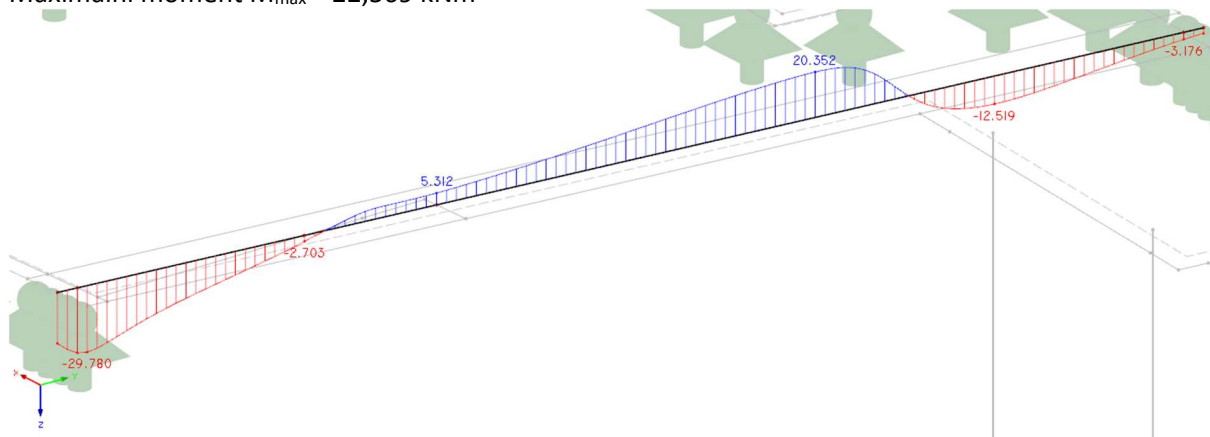
9.1 Zatížení

Hlavní zatížení průvlaku je od desky nad suterénem. Z něj plynou vnitřní síly.

9.2 Vnitřní síly



Maximální moment $M_{\max} = 22,569 \text{ kNm}$



Maximální posouvající síla $V_{z\max} = 29,780 \text{ kN}$

9.3 Návrh výztuže

Maximální moment

$M_{\max} = 25,224 \text{ kNm}$

Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 10 \text{ mm}$

Třída prostředí: XC1

Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

$$c_{\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{\min, \text{dur}} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 15 \text{ mm}$$

Krytí třmínků

$$c_{\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{\min, \text{dur}} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 6 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 15 \text{ mm}$$

- Rozhoduje krytí třmínků

Celkové krytí hlavní výztuže

$$c_{\text{nom}} = c_{\min, \text{tr}} + \varnothing_{\text{tr}} + \Delta c_{\text{dev}} = 15 + 6 + 9 = 30 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil

$$d = h - c_{\text{nom}} - \frac{\varnothing}{2} = 350 - 30 - \frac{10}{2} = 315 \text{ mm}$$

Nutná výztuž

$$A_{s\text{req}} = \frac{M_{\max}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{22,569}{0,9 \cdot 0,315 \cdot 434,783} = 183,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh: $\varnothing 10/4\text{s}$ ($a_s = 314 \text{ mm}^2$)

třmínky: $\varnothing 6/200 \text{ mm}$

Posouzení výztuže

Síla ve výztuži

$$F_s = A_s \cdot f_{yd} = 314 \cdot 434783 \cdot 10^{-3} = 136,591 \text{ kN}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{F_s}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{136,591}{0,8 \cdot 0,4 \cdot 16667} = 0,032 \text{ m}$$

Moment únosnosti

$$M_{rd} = F_s(d - 0,4 \cdot x) = 136,591 \cdot (0,305 - 0,4 \cdot 0,032) = 39,911 \text{ kNm}$$

Posouzení

$$M_{rd} = 39,911 \text{ kNm} > M_{max} = 22,569 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!!!

Minimální stupeň vyztužení

$$A_{smin} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot h = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 350 \cdot 400 = 189,28 \text{ mm}^2 \\ 0,0013 \cdot b \cdot h = 0,0013 \cdot 350 \cdot 400 = 182 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} = 189,3 \text{ mm}^2$$

Maximální stupeň vyztužení

$$A_{smax} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 350 \cdot 400 = 5600 \text{ mm}^2$$

Posouzení

$$A_{smin} = 189,3 \text{ mm}^2 < A_s = 314 \text{ mm}^2 < A_{smax} = 5600 \text{ mm}^2$$

VYHOVUJE!!!

Maximální vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot h = 700 \text{ mm} \\ 250 \text{ mm} \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_1 \phi = 12 \text{ mm} \\ d_g + k_2 = 16 + 5 = 21 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{array} \right\} = 21 \text{ mm}$$

Posouzení

$$s_{min} = 21 \text{ mm} < s = 110 \text{ mm} < s_{max} = 250 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

Návrh smykové výztuže

Maximální posouvací síla

$$V_{Ed} = 29,78 \text{ kN}$$

Rameno vnitřních sil

$$z = 0,9d = 0,9 \cdot 0,315 = 0,284 \text{ m}$$

Součinitel pro zmenšení únosnosti tlakových diagonál

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

Minimální únosnost tlakových diagonál

$$V_{Rd,max} = \nu \cdot f_{cd} \cdot b \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{\cot^2 \theta + 1} = 0,54 \cdot 16,667 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,284 \cdot \frac{2,5}{2,5^2 + 1} = 353 \text{ kN}$$

Posouzení

$$V_{Rd,max} = 353 \text{ kN} > V_{Ed} = 29,78 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

Návrh třmínek: troj-střížné Ø6 mm

Stupeň vyztužení

$$\rho_{wd} = \frac{V_{Ed}}{f_{yd} \cdot b \cdot z \cdot \cot \theta} = \frac{29,78}{434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,4 \cdot 0,284 \cdot 2,5} = 2,41 \cdot 10^{-4}$$

Minimální stupeň vyztužení

$$\rho_{wmin} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08\sqrt{25}}{500} = 8 \cdot 10^{-4}$$

Plocha třmínku

$$A_{sw} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2}{4} = 84,8 \text{ mm}^2$$

Stupeň vyztužení musí být alespoň $\rho_{w,min}$

$$s_d = \frac{A_{sw}}{b \cdot \rho} = \frac{84,8}{400 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = 265 \text{ mm}$$

Návrh vzdálenost třmínků $s = 200 \text{ mm}$

Výpočet smykové únosnosti průvlaku

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{s} = 84,8 \cdot 10^{-6} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,284 \cdot \frac{2,5}{0,2} = 130,89 \text{ kN}$$

Posouzení

$$V_{Rd,s} = 130,89 \text{ kN} > 29,78 \text{ kN} = V_{Ed}$$

VYHOVUJE!!!

Maximální vzdálenost třmínků

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75d = 0,75 \cdot 284 = 213 \text{ mm} \\ 400 \text{ mm} \end{array} \right\} = 213 \text{ mm} > s = 200 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

Maximální vzdálenost větví třmínků

$$s_{t,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75d = 0,75 \cdot 284 = 213 \text{ mm} \\ 600 \text{ mm} \end{array} \right\} = 213 \text{ mm} > s_t = 94 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

10 Podepření desky nad suterénem

10.1 Návrh průřezu

Profil	100x100x5
Délka nosníku l	3,535 m
Moment setrvačnosti I_y	$2,79 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	1870 mm^2
Ocel	S 235

10.2 Vnitřní síly

Sloupy jsou zatíženy maximální reakcí $N_{max} = - 57,380 \text{ kN}$.

10.3 Posouzení průřezu

Výpočet kritické pružné síly

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 2,79 \cdot 10^{-6}}{3,535^2} = 462,7 \text{ kN} > 57,380 \text{ kN} = N_{max}$$

VYHOVUJE!!!

Výpočet vzpěru podle EC 1993

Poměrná štíhlost

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1870 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3}{462,7}} = 0,975$$

Výpočet koeficientů vzpěrnosti

$$\phi = 0,5 \left(1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right) = 0,5(1 + 0,21(0,975 - 0,2) + 0,975^2) = 1,06$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,06 + \sqrt{1,06^2 - 0,975^2}} = 0,678$$

Návrhová vzpěrná únosnost sloupku

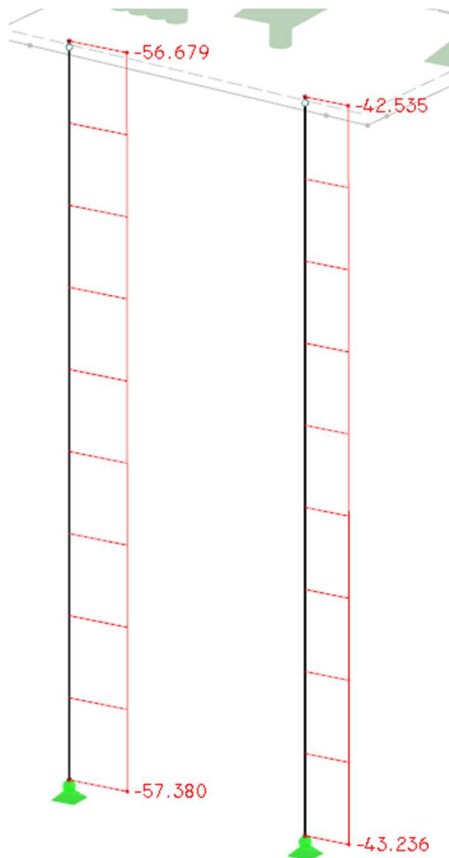
$$N_{brd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_M} = \frac{0,678 \cdot 1870 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3}{1} = 297,947 \text{ kN} > N = 57,38 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

10.4 Návrh základu

Hloubka založení bude 1,5 m. únosnost základové spáry je uvažovaný $R_{dt} = 150 \text{ kPa}$.

10.4.1 Maximální síly od sloupů



Maximální normálová síla $N_{Edmax} = - 57,380 \text{ kN}$

10.4.2 Posouzení základu

Celková síla:

$$\sum N_{Ed} = N_{Ed} + N_{Edz\acute{a}klad} = 57,380 + 1,3 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot 1,35 = 90,286 \text{ kN}$$

Posouzení:

$$\sigma = \frac{\sum N_{Ed}}{A} = \frac{90,286}{1,3 \cdot 0,5} = 138,9 \text{ kPa} < 150 \text{ kPa} = R_{dt}$$

VYHOVUJE!!!

V konečném návrhu bude základ obou sloupů spojený dohromady a vyztužený. Na místě stavby je nutné ověřit základové podmínky.

11 Návrh vyztužení stěn dojezdu výtahové šachty

11.1 Zatížení

11.1.1 Stálé

– zemní tlaky

11.1.2 Užité

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₃ (chodba)	5,0	1,5	7,5

11.2 Vlastnosti zeminy

Objemová hmotnost zeminy	γ	18,5	kN/m ³
Úhel vnitřního tření	φ	28	°

11.3 Výpočet aktivního zemního tlaku

Součinitel aktivního zemního tlaku

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) = \tan^2 \left(45 - \frac{28}{2} \right) = 0,361$$

Hodnota napětí od nahodilého zatížení v hloubce 1,2 m

$$\sigma_{zq} = ,2 m = q_k \cdot \gamma_Q \cdot K_a = 5 \cdot 1,5 \cdot 0,361 = 2,708 \text{ kPa}$$

Hodnota napětí od stálého zatížení v hloubce 1,2 m

$$\sigma_{zg} = ,2 m = \gamma \cdot h \cdot \gamma_G \cdot K_a = 18 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 0,361 = 11,696 \text{ kPa}$$

11.4 Vnitřní síly v hloubce 1,2 m

Maximální moment

$$M_{Rd} = \frac{h^2 \sigma_{zq}}{2} + \frac{h^2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sigma_{zg} = \frac{1,2^2 \cdot 2,708}{2} + \frac{1,2^2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 11,696 = 5,473 \text{ kNm}$$

Maximální posouvající síla

$$V_{Rd} = 1,2 \cdot 2,708 + \frac{1,2}{2} \cdot 11,696 = 10,267 \text{ kN}$$

11.5 Návrh výztuže

Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: Ø8 mm

Třída prostředí: XC2

Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

$$c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 25 \text{ mm} \\ \varnothing = 8 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 25 \text{ mm}$$

Krytí podélné výztuže

$$c_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 25 \text{ mm} \\ \varnothing = 8 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} = 25 \text{ mm}$$

- Rozhoduje krytí podélné výztuže

Celkové krytí hlavní výztuže

$$c_{nom} = c_{podélné} + \varnothing_{podélné} + \Delta c_{dev} = 25 + 8 + 7 = 40 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil

$$d = h - c_{nom} - \frac{\varnothing}{2} = 300 - 40 - \frac{8}{2} = 252 \text{ mm}$$

Nutná výztuž

$$a_{sreq} = \frac{M_{max}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5,473}{0,9 \cdot 0,255 \cdot 434783} = 54,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Návrh 8mm/120 mm ($a_s = 419 \text{ mm}^2$)

Síla ve výztuži

$$F_s = a_s \cdot f_y = 419 \cdot 10^{-6} \cdot 434783 = 182,174 \text{ kN}$$

Výška tlačené oblasti

$$x = \frac{F_s}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{182,174}{0,8 \cdot 1 \cdot 16667} = 0,014 \text{ m}$$

Moment únosnosti

$$M_{rd} = F_s (d - 0,4 \cdot x) = 182,174 \cdot (0,252 - 0,4 \cdot 0,014) = 44,89 \text{ kNm}$$

Posouzení

$$M_{rd} = 44,89 \text{ kNm} > M_{max} = 5,473 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE!!!

Minimální stupeň vyztužení

$$A_{smin} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot h = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 300 \cdot 1000 = 405,6 \text{ mm}^2 \\ 0,0013 \cdot b \cdot h = 0,0013 \cdot 300 \cdot 1000 = 390 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} = 405,6 \text{ mm}^2$$

Maximální vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot h = 600 \text{ mm} \\ 250 \text{ mm} \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

Minimální vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_1 \varnothing = 12 \text{ mm} \\ d_g + k_2 = 16 + 5 = 21 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \end{array} \right\} = 21 \text{ mm}$$

Posouzení

$$s_{min} = 21 \text{ mm} < s = 120 \text{ mm} < s_{max} = 250 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!!!

12 Návrh desky v podkroví

12.1 Zatížení

12.1.1 Stálé

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Linoleum	4	-	0,040	1,35	0,054
Samonivelační vyrovnávací stěrka	15	20,000	0,300		0,405
Lehčený beton	100	9,000	0,900		1,215
Pohled	-	-	0,150		0,203
Celkem			1,390		1,877

12.1.2 Užité

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₃ (chodba)	5,0	1,5	7,5

13 Návrh světlíku

13.1 Zatížení

13.1.1 Stálé

	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Sklo + profily + světla	1,2	1,35	1,62

13.1.2 Sníh

Zatížení sněhem je počítáno s ohledem na spád z vyšších střech budovy. Oblast I. $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

Zatížení sněhem na vyšší střeše

$$s = \mu_1 \cdot s_k \cdot C_e \cdot C_t = 0,453 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_1 = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,8 \cdot (60 - 43)}{30} = 0,453$$

Zatížení sněhem pro světlík

$$\mu_s = 0,5\mu_1 = 0,227$$

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} = \frac{10,24 + 4,7}{2 \cdot 9,6} = 0,778$$

Tvarový součinitel

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,227 + 0,778 = 1,005$$

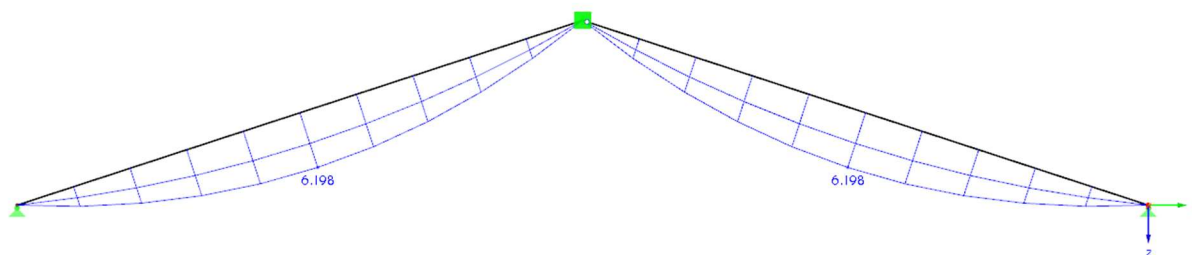
Zatížení sněhem světlíku je pak

$$s_{sv} = \mu_2 \cdot s_k \cdot C_e \cdot C_t = 1,005 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,2 = 0,844 \text{ kN/m}^2$$

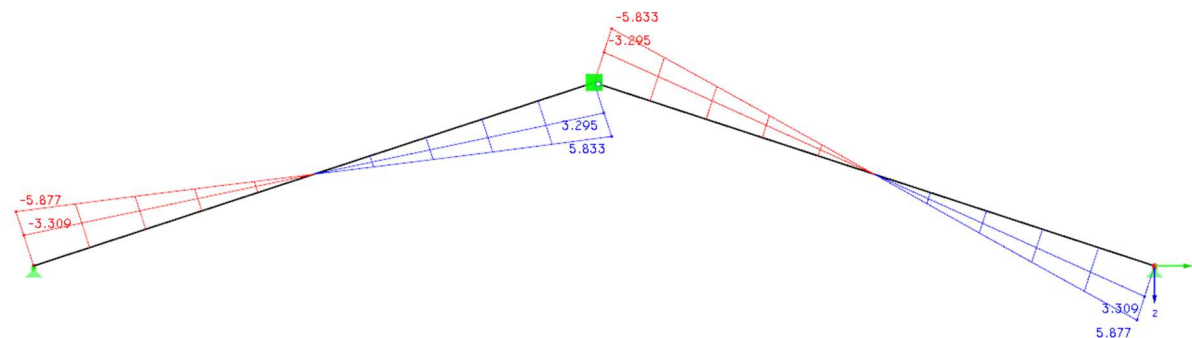
13.2 Návrh průřezu

Profil	Uzavřený průřez 60/150 mm
Délka nosníku l	4,192 m
Moment setrvačnosti I_y	$3,43 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	1210 mm^2
Smyková plocha $A_{v,z}$	813 mm^2
Ocel	S 235

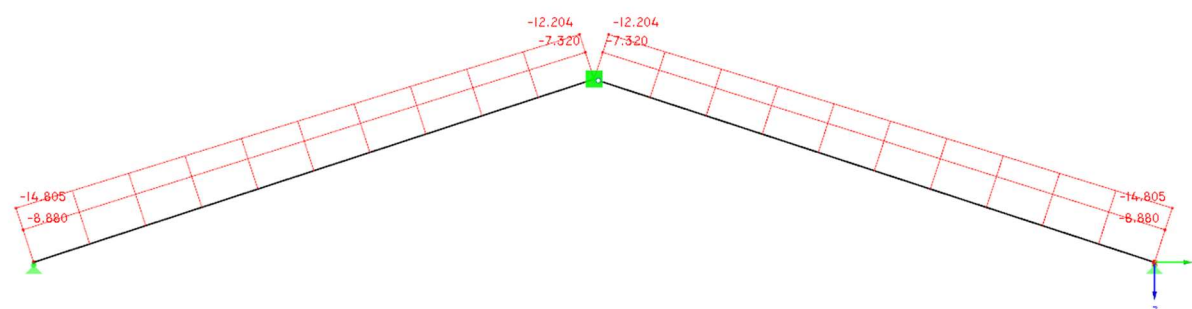
13.3 Vnitřní síly a deformace



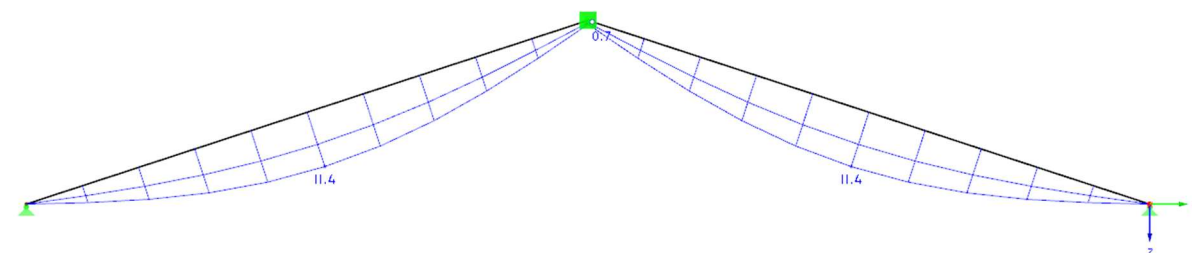
Maximální moment



Maximální posouvající síla



Maximální normálová síla



Maximální deformace

13.4 Posouzení

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{6,198}{3,43 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,15}{2} = 135525 \text{ kPa} \quad 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{Pl,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 813 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 110,3 \text{ kN} > 5,877 \text{ kN} = V_{Ed}$$

Deformace

$$w = 11,4 \text{ mm} < 14 \text{ mm} = \frac{4192}{300} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

14 Návrh stropní desky v atriu

14.1 Zatížení

Stálé

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Skladba (izolace atd.)	-	-	0,500	1,35	
Železobetonová deska	300	25,000			
Celkem					

Sníh – užité

14.2 Materiálové charakteristiky

Beton C30/37

$$f_{cd} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 12 \text{ mm}$

Třída prostředí: XC4

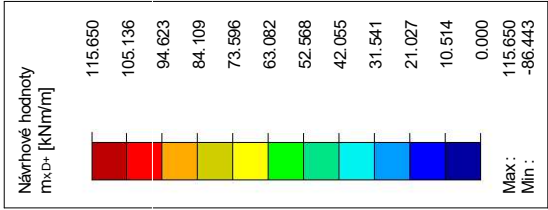
Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

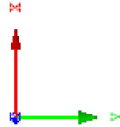
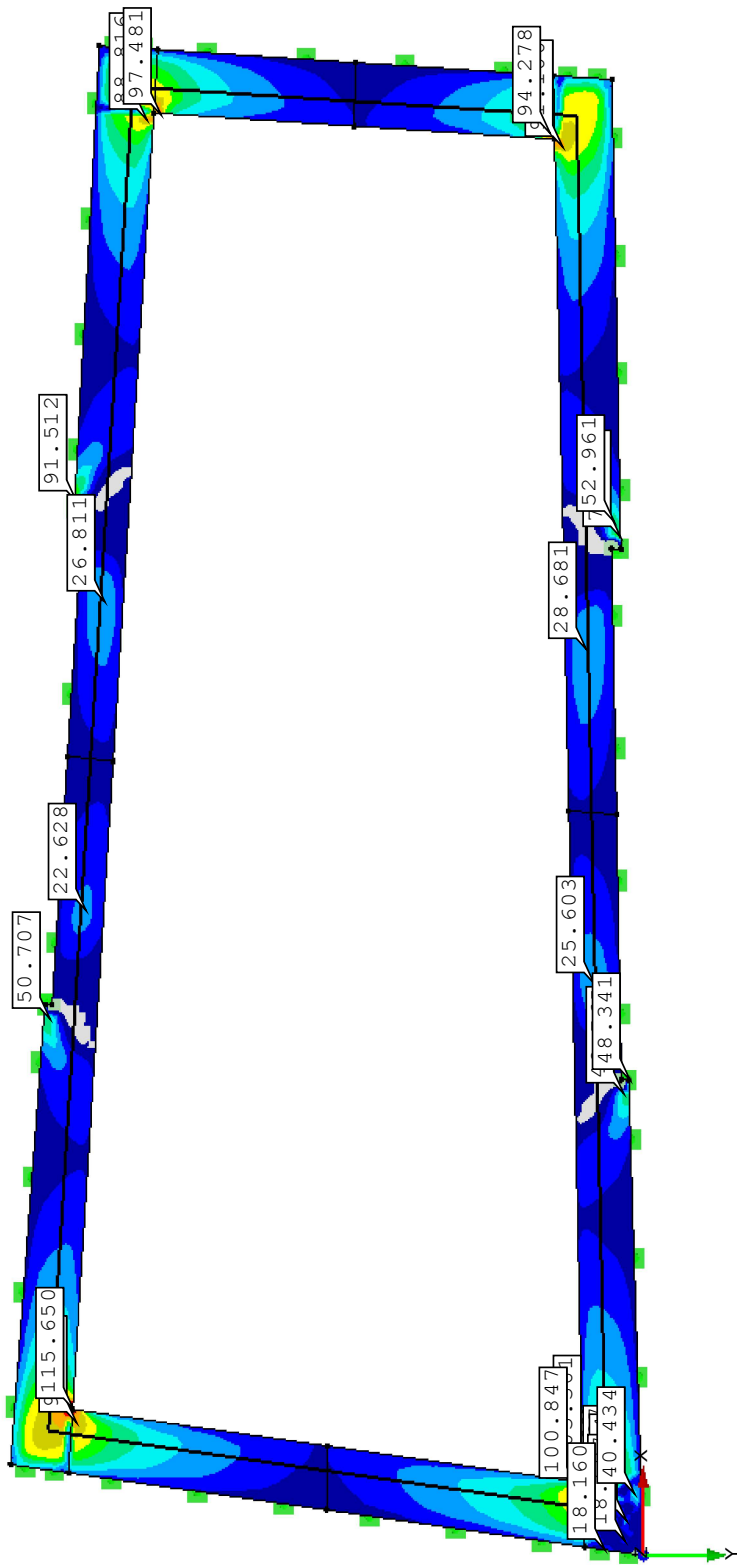
$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 30 \text{ mm} \\ \varnothing = 22 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} + 10 = 25 \text{ mm}$$

14.3 Vnitřní síly

KZ2: 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2
 Návrhové vnitřní síly m-x,D,+
 Podporové reakce
 Hodnoty: m-x,D,+ [kNm/m]



■ Návrhové hodnoty m-x,D,+



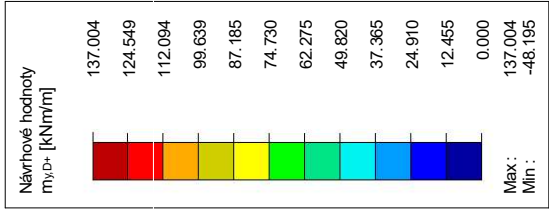
2.422 m

Max m-x,D,+ : 115.650, Min m-x,D,+ : -86.443 kNm/m

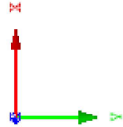
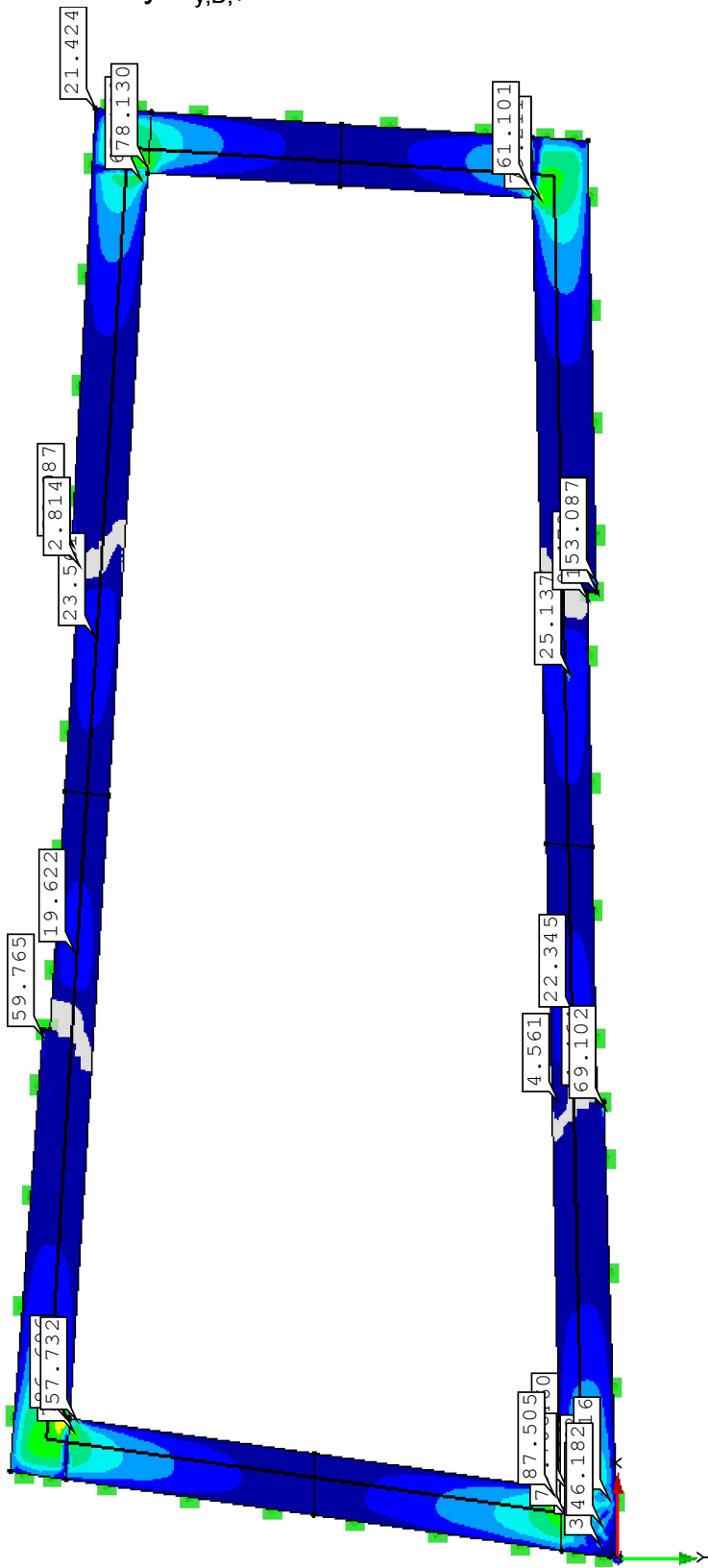
Ve směru Z

KZ2: 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2
Návrhové vnitřní síly $m_{y,D,+}$
Podporové reakce
Hodnoty: $m_{y,D,+}$ [kNm/m]

Ve směru Z



■ Návrhové hodnoty $m_{y,D,+}$

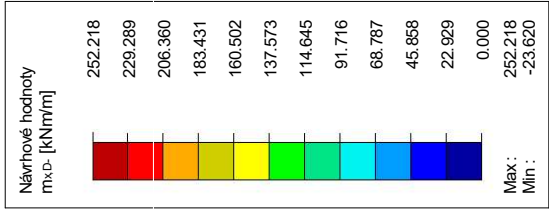


2.422 m

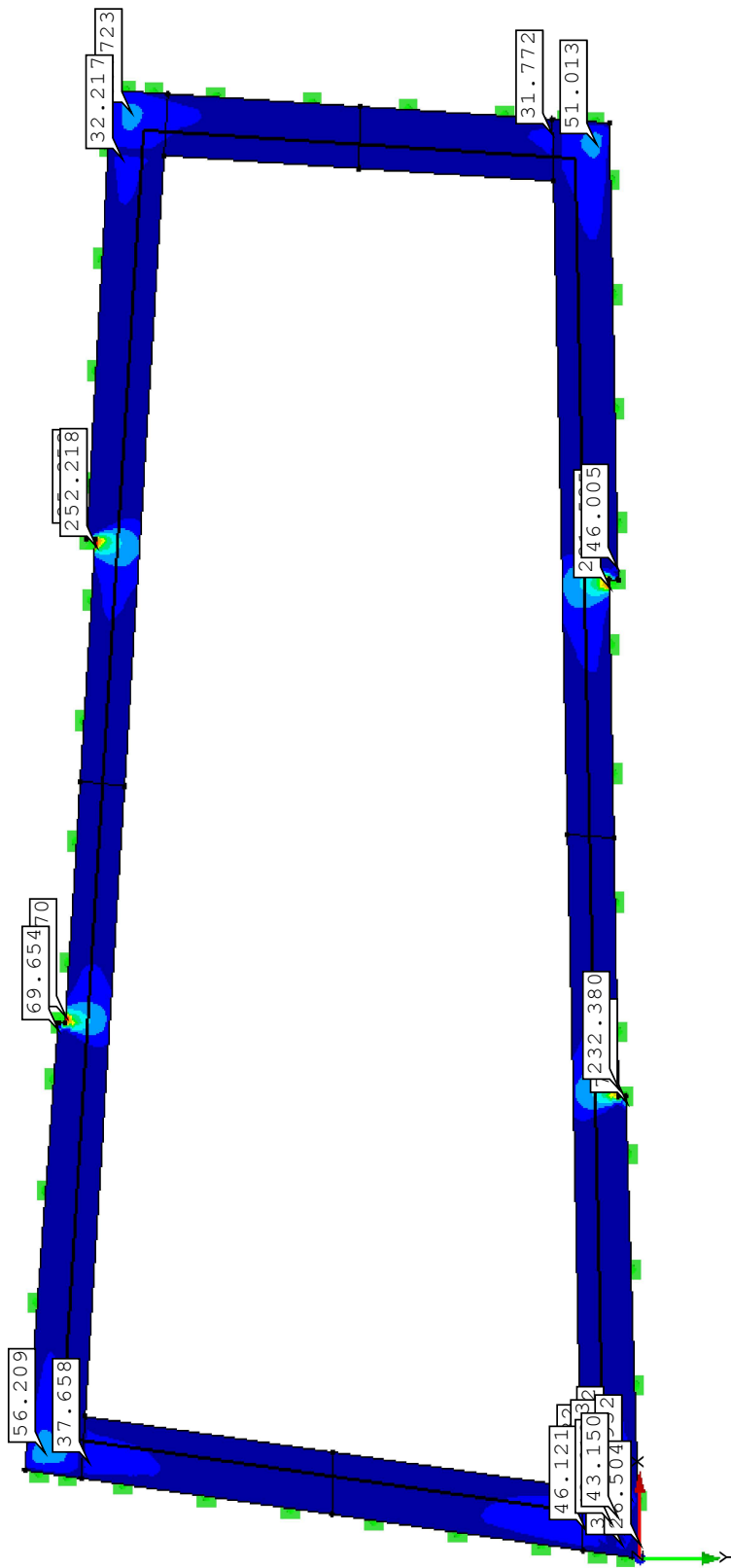
Max $m_{y,D,+}$: 137.004, Min $m_{y,D,+}$: -48.195 kNm/m

KZ2: 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2
Návrhové vnitřní síly $m_{x,D,-}$
Podporové reakce
Hodnoty: $m_{x,D,-}$ [kNm/m]

Ve směru Z



■ Návrhové hodnoty $m_{x,D,-}$

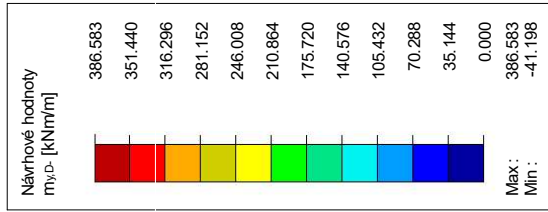


2.422 m

Max $m_{x,D,-}$: 252.218, Min $m_{x,D,-}$: -23.620 kNm/m

KZ2: 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2
Návrhové vnitřní síly $m_{y,D,-}$
Podporové reakce
Hodnoty: $m_{y,D,-}$ [kNm/m]

Ve směru Z



■ Návrhové hodnoty $m_{y,D,-}$



2.422 m

Max $m_{y,D,-}$: 386.583, Min $m_{y,D,-}$: -41.198 kNm/m

15 Návrh stropní desky v podkroví

15.1 Zatížení

Stálé – vlastní tíha profilů je počítána programem RFEM

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Linoleum	4	-	0,040	1,35	0,054
Samonivelační vyrovnávací stěrka	15	20,000	0,300		0,405
Lehčený beton	100	9,000	0,900		1,215
Pohled	-	-	0,150		0,203
Celkem			1,390		1,877

Užitné

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₃ (chodba)	5,0	1,5	7,5

15.2 Materiálové charakteristiky

Beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{25}{1,5} = 16,667 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$$

Návrh výztuže: $\varnothing 12$ mm

Třída prostředí: XC1

Třída konstrukce: S4

Krytí výztuže

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = \max \left\{ \begin{array}{l} c_{min,dur} = 15 \text{ mm} \\ \varnothing = 12 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{array} \right\} + 10 = 25 \text{ mm}$$

15.3 Vnitřní síly

■ NÁVRHOVÉ HODNOTY $m_{x,D,+}$

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10

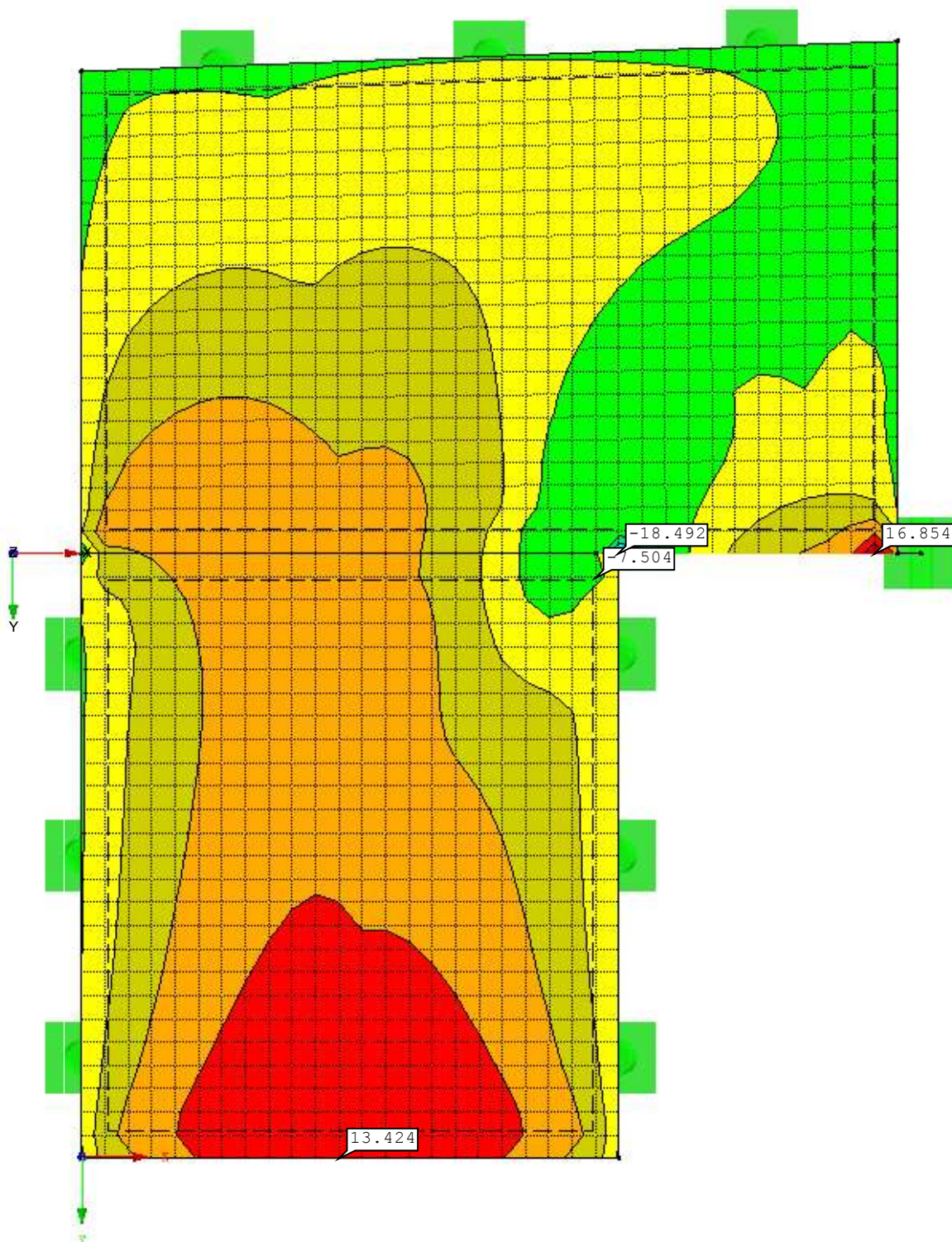
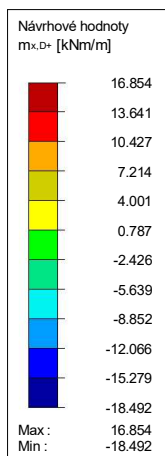
Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{x,D,+}$

Podporové reakce

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Hodnoty: $m_{x,D,+}$ [kNm/m]

Ve směru Z



Max $m_{x,D,+}$: 16.854, Min $m_{x,D,+}$: -18.492 kNm/m

0.539 m

■ Návrhové hodnoty $m_{y,D,+}$

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10

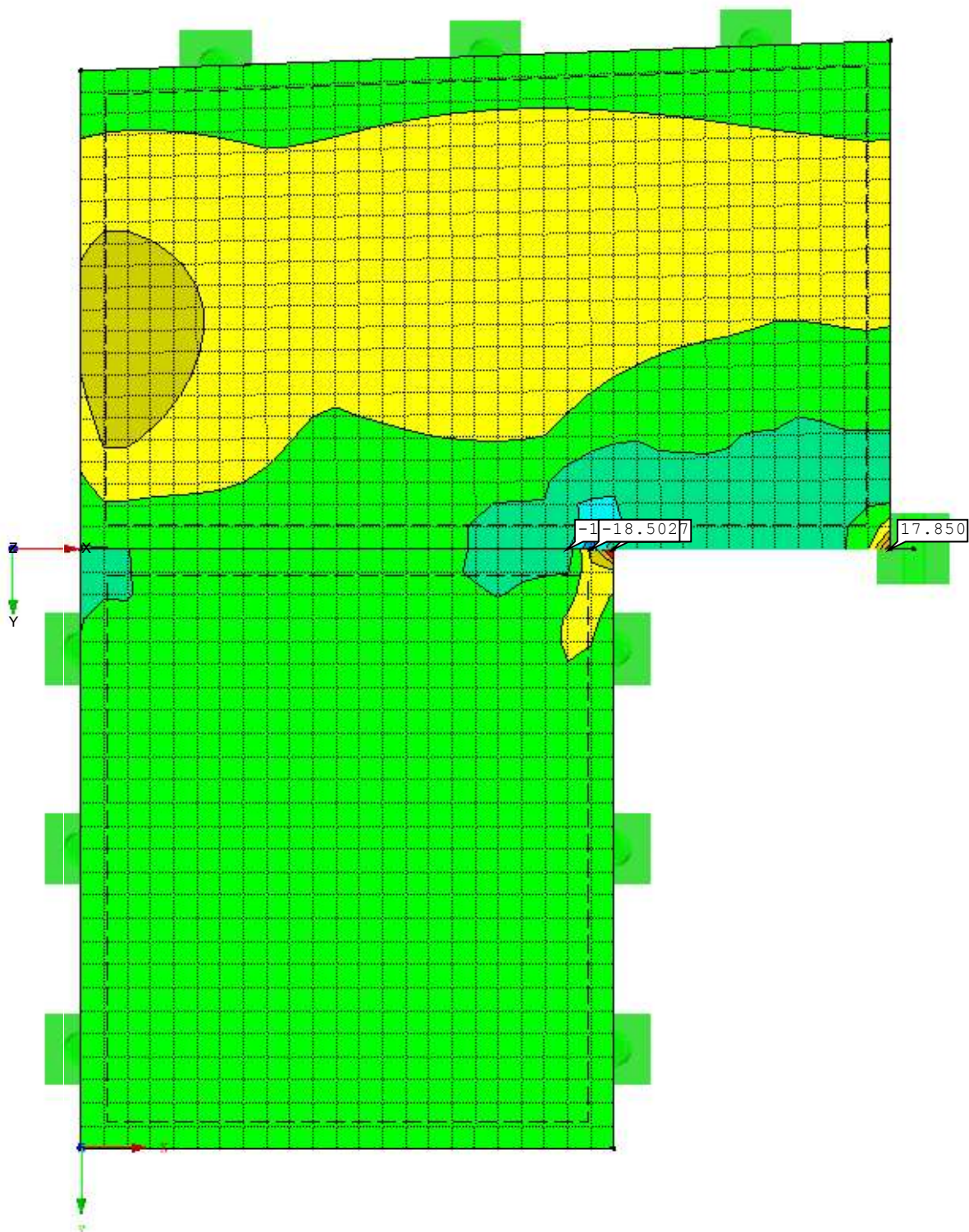
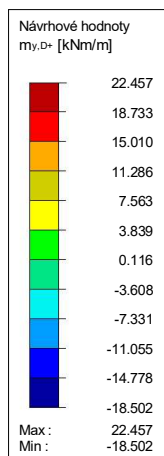
Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{y,D,+}$

Podporové reakce

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Hodnoty: $m_{y,D,+}$ [kNm/m]

Ve směru Z



Max $m_{y,D,+}$: 22.457, Min $m_{y,D,+}$: -18.502 kNm/m

■ Návrhové hodnoty $m_{x,D,-}$

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10

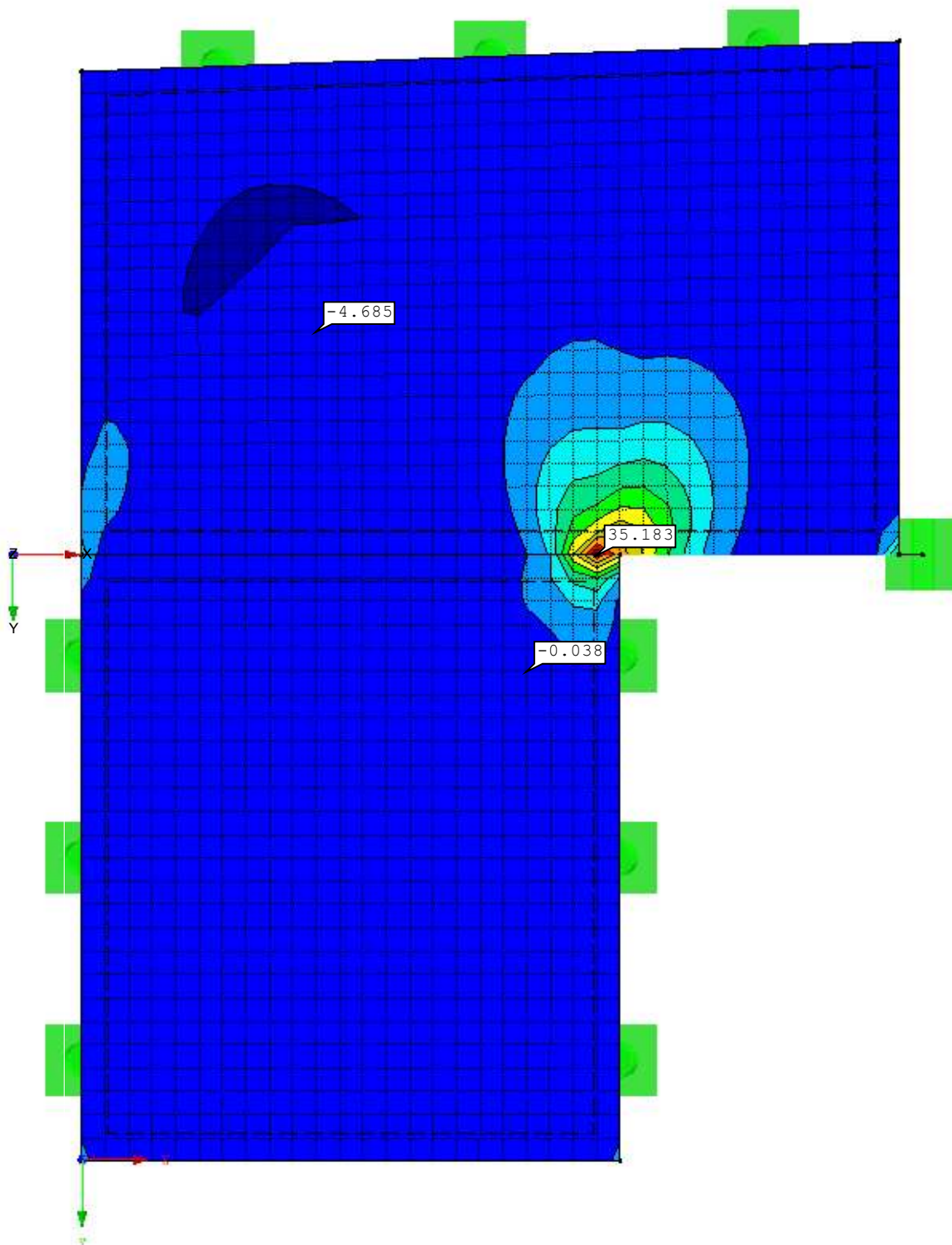
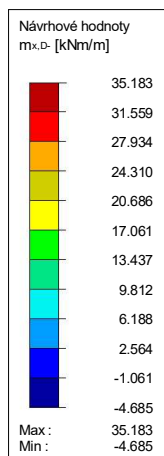
Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{x,D,-}$

Podporové reakce

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

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

Ve směru Z



Max $m_{x,D,-}$: 35.183, Min $m_{x,D,-}$: -4.685 kNm/m

0.539 m

■ Návrhové hodnoty $m_{y,D,-}$

KV1: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10

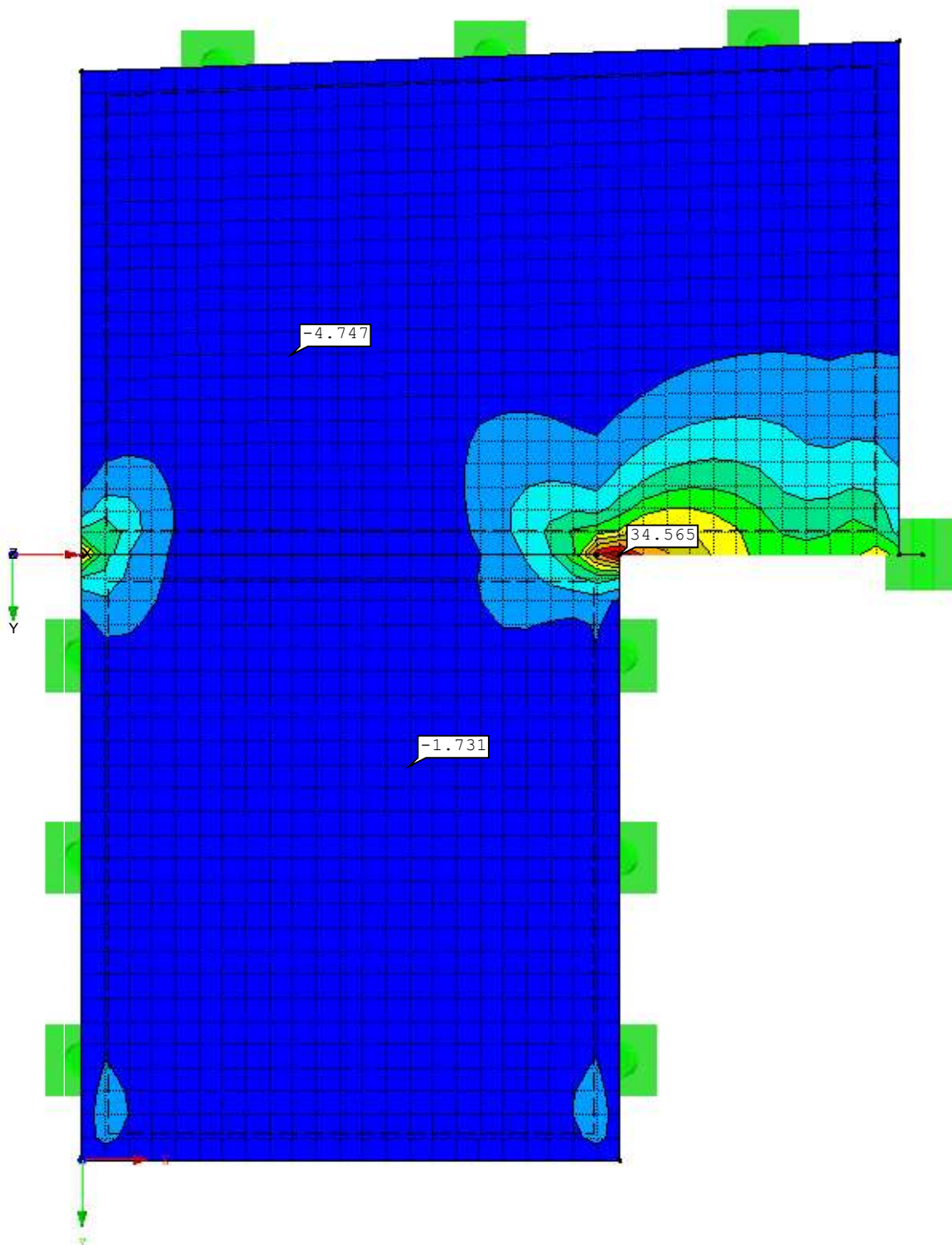
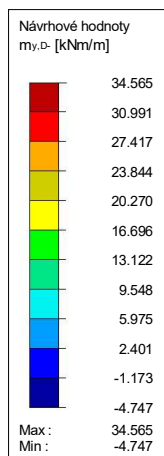
Plochy Návrhové vnitřní síly $m_{y,D,-}$

Podporové reakce

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Hodnoty: $m_{y,D,-}$ [kNm/m]

Ve směru Z



Max $m_{y,D,-}$: 34.565, Min $m_{y,D,-}$: -4.747 kNm/m

0.539 m

16 Návrh nového stropu pod schodištěm v 2. podlaží

16.1 Zatížení

Stálé – vlastní tíha profilů je počítána programem RFEM

Skladba	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Linoleum	4	-	0,040	1,35	0,054
Samonivelační vyrovnávací stěrka	15	20,000	0,300		0,405
Lehčený beton	100	9,000	0,900		1,215
Pohled	-	-	0,150		0,203
Celkem			1,390		1,877

Užitné

	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
Kategorie C ₃ (chodba)	5,0	1,5	7,5

Dále je nosník zatížený reakcemi od zdiva v zrcadle schodiště, na kterých spočívá strop 2. podlaží.

	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	h. [m]	g_k [kN/m]	γ	g_d [kN/m]
Zdivo	200	8,5	3,710	6,307	1,35	8,514

Nástavba v patře

	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	h. [m]	g_k [kN/m]	γ	g_d [kN/m]
Zdivo	200	8,5	2,5	4,25	1,35	5,738

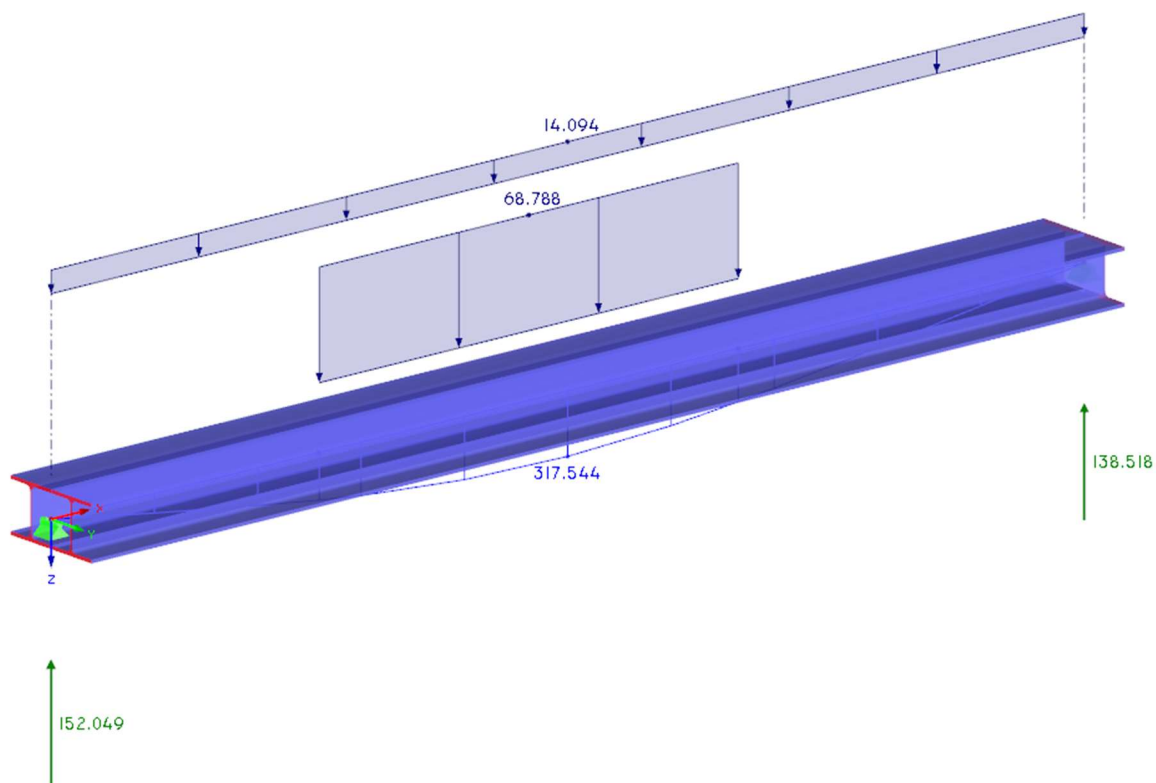
16.2 Návrh ocelového profilu pod stěnami

16.2.1 Návrh profilů

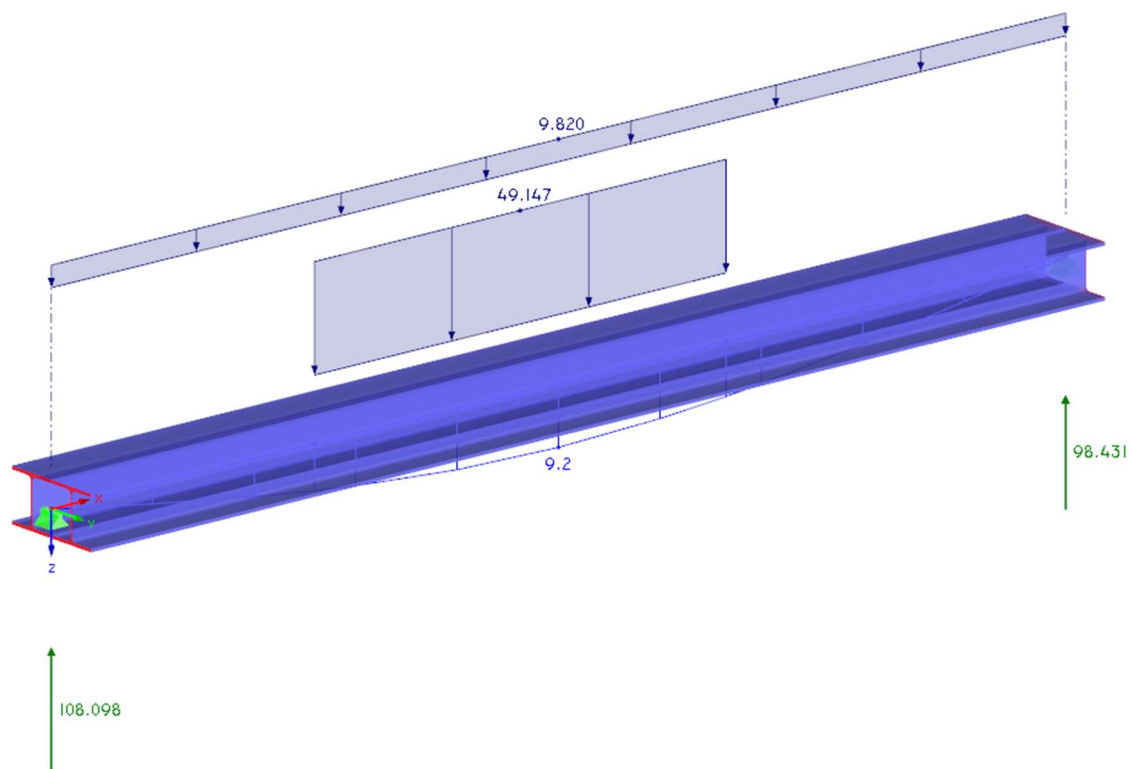
Nejzatíženější nosník nese stěnu schodiště a tíhu desky.

Profil	2x HEB 300
Délka nosníku l	6,435 m
Moment setrvačnosti I_y	$251,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	14910 mm^2
Smyková plocha $A_{v,z}$	4745 mm^2
Ocel	S 235

16.2.2 Vnitřní síly



Maximální moment a posouvající síla



Maximální průhyb

16.2.3 Posouzení ocelového nosníku

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{2I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{317,544}{2 \cdot 251,7 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,3}{2} = 94619 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{Pl,Rd} = 2 \cdot A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 2 \cdot 4745 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 1287,6 \text{ kN} > 152,05 \text{ kN} = V_{Ed}$$

VYHOVUJE!!!

Deformace

$$w = 9,2 \text{ mm} < 11,4 \text{ mm} = \frac{6435}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

16.3 Návrh Ocelového profilu pod nadezdívkami pro schodiště

16.3.1 Zatížení

Stálé

Nadezdívky

	tl. [mm]	γ [kN/m ³]	h. [m]	g_k [kN/m]	γ	g_d [kN/m]
Zdivo	300	9,0	0,804	2,171	1,35	2,930
			2,153	5,813		7,848

Reakce od schodiště

$$g_{k1} = 15,566 \text{ kN/m}$$

$$g_{k2} = 19,37 \text{ kN/m}$$

Zatížení od stropu

$$g_k = 2,93 \text{ kN/m}$$

Užitné

Zatížení od stropu

$$q_k = 3,76 \text{ kN/m}$$

Reakce od schodiště

$$q_{k1} = 14,696 \text{ kN/m}$$

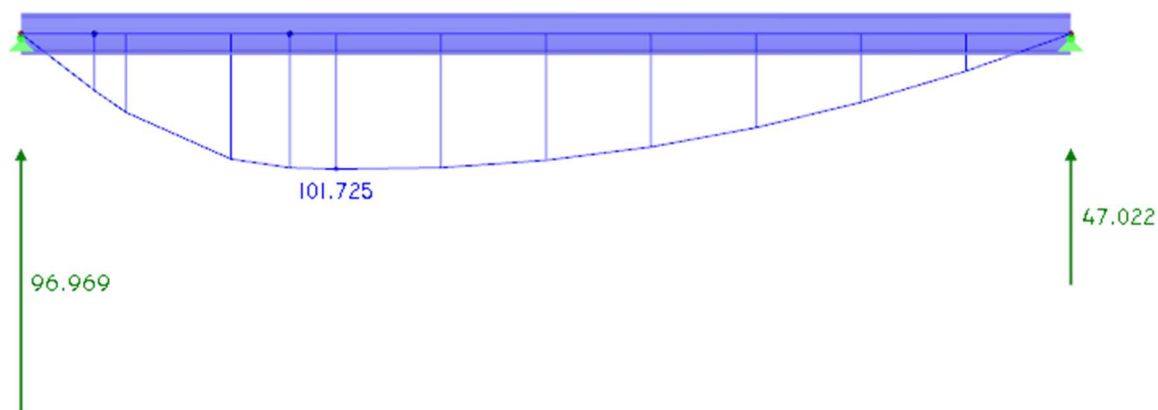
$$q_{k2} = 16,679 \text{ kN/m}$$

16.3.2 Návrh profilů

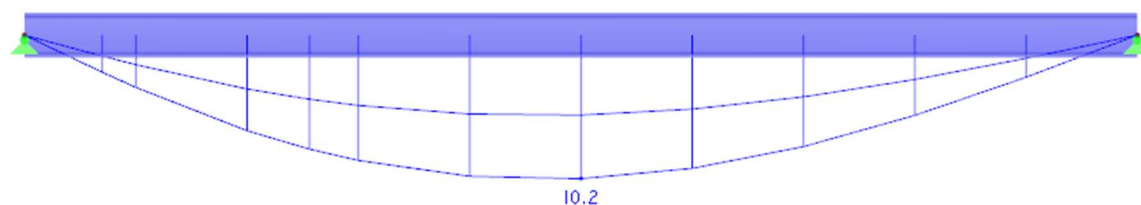
Nosník pod nižší nadezdívkou

Profil	HEB 260
Délka nosníku l	6,44 m
Moment setrvačnosti I_y	$149,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	11840 mm^2
Smyková plocha A_w	3755 mm^2
Ocel	S 235

16.3.3 Vnitřní síly



Maximální moment a posouvající síly



Maximální průhyb

16.3.4 Posouzení

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{101,725}{149,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,26}{2} = 88634 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{Pl,Rd} = A_{vz} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 3755 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 509,5 \text{ kN} \quad 96,969 \text{ kN} = V_{Ed}$$

VYHOVUJE!!!

Deformace

$$w = 10,2 \text{ mm} < 11,7 \text{ mm} = \frac{6440}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

17 Návrh rámu pro jednotky VZT (jednotka 1 a 2)

Rám bude oddělený od stávajících konstrukcí, ponese tak pouze jednotky VZT.

17.1 Zatížení

Stále zatížení se stává z vlastní tíhy rámu a hmotnosti VZT. Návrh je nutné zkontrolovat podle skutečně dodané jednotky.

$$P_{1k} = 16,18 \text{ kN}$$

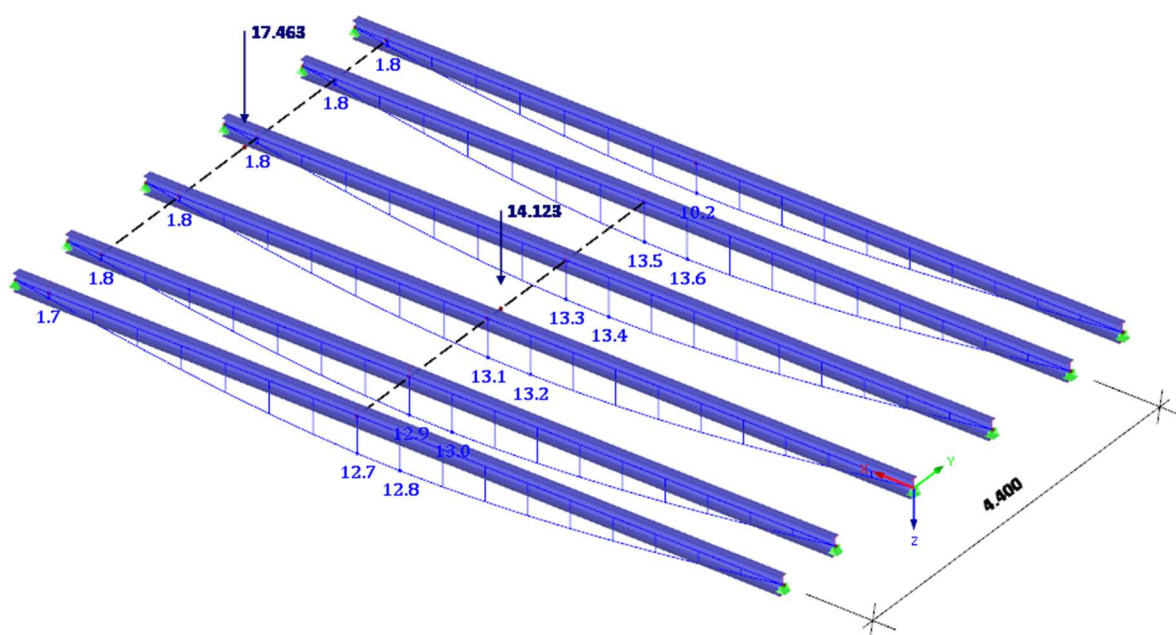
$$P_{2k} = 12,84 \text{ kN}$$

Hmotnost rámu pod jednotkou je z U 100. Jeho hmotnost je $g_k = 0,106 \text{ kN/m}$.

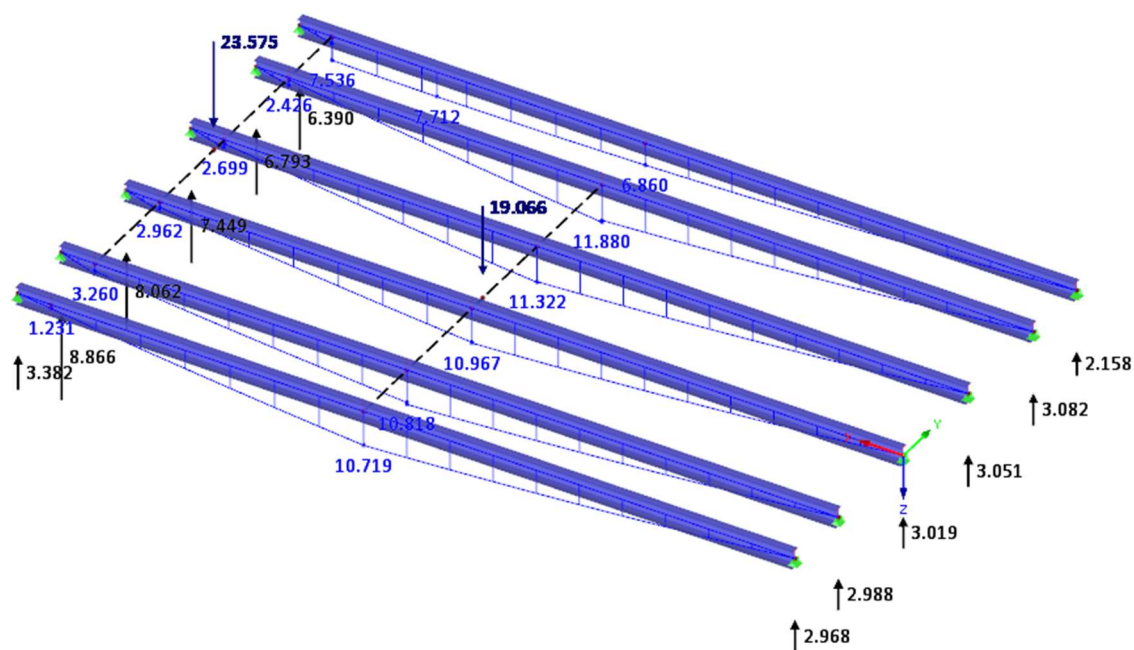
17.2 Návrh profilů

Profil	IPE 200
Délka nosníku l	8,59 m
Moment setrvačnosti I_y	$19,40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	2850 mm^2
Smyková plocha A_w	$1401,6 \text{ mm}^2$
Ocel	S 235

17.3 Výpočetní model a vnitřní síly



Maximální průhyb $u_z = 13,6 \text{ mm}$



Maximální moment $M_y = 11,88 \text{ kNm}$

Maximální posouvající síla $V_z = 8,866 \text{ kN}$

17.4 Posouzení

17.4.1 Posouzení na mezní stav únosnosti (MS I)

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{11,880}{19,4 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,2}{2} = 61237 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 1401,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 190,2 \text{ kN} > R_{Ed} = 8,866 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

17.4.2 Posouzení na mezní stav použitelnosti (MS II)

Maximální průhyb

$$w = 13,6 \text{ mm} < 14,3 \text{ mm} = \frac{8590}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

18 Návrh rámu pro jednotku VZT (jednotka 3)

Rám bude oddělený od stávajících konstrukcí, ponese tak pouze jednotky VZT. Zatížení

Stále zatížení se stává z vlastní tíhy rámu a hmotnosti VZT. Návrh je nutné zkontrolovat podle skutečně dodané jednotky.

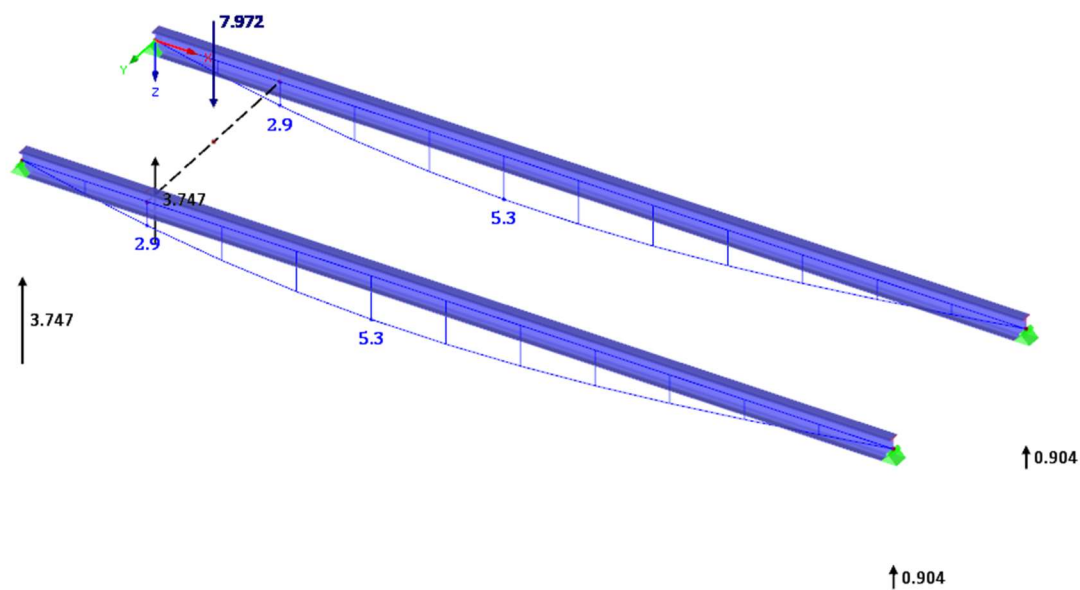
$$P_{1k} = 7,23 \text{ kN}$$

Hmotnost rámu pod jednotkou je z U 100. Jeho hmotnost je $g_k = 0,106 \text{ kN/m}$.

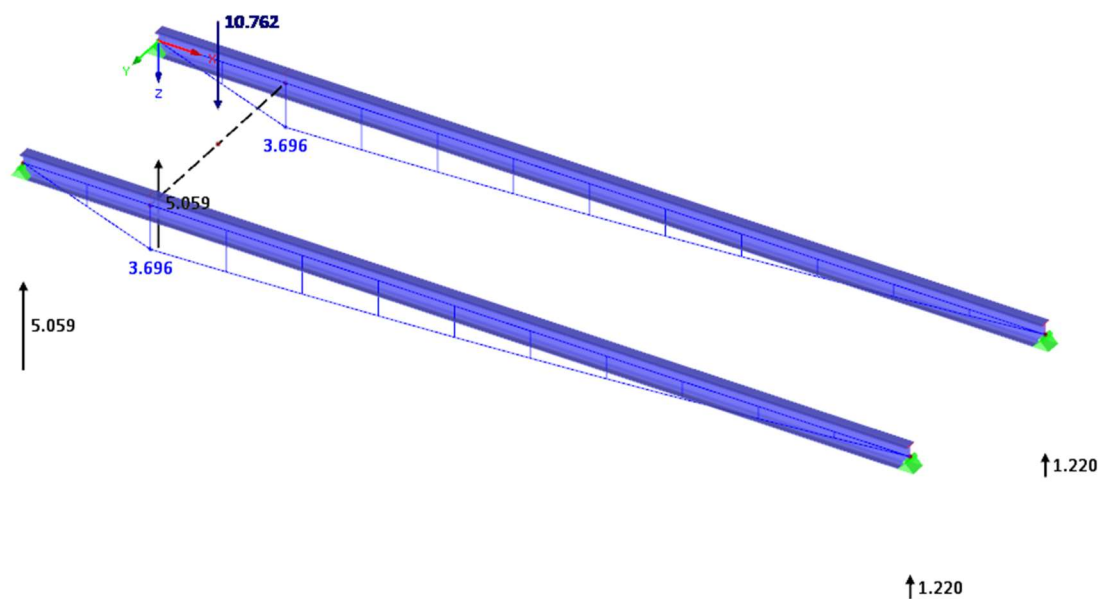
18.1 Návrh profilů

Profil	IPE 140
Délka nosníku l	5,165 m
Moment setrvačnosti I_y	$5,41 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Plocha	1640 mm^2
Smyková plocha A_w	$761,6 \text{ mm}^2$
Ocel	S 235

18.2 Výpočetní model a vnitřní síly



Maximální průhyb $u_z = 5,3 \text{ mm}$



Maximální moment $M_y = 3,696 \text{ kNm}$
Maximální posouvající síla $V_z = 5,059 \text{ kN}$

18.3 Posouzení

18.3.1 Posouzení na mezní stav únosnosti (MS I)

Napětí za ohybu

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{I_y} \cdot \frac{h}{2} = \frac{3,696}{5,41 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,14}{2} = 47823 \text{ kPa} < 235 \text{ MPa} = f_y$$

VYHOVUJE!!!

Únosnost ve smyku

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 761,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{235000}{\sqrt{3}} = 103,33 \text{ kN} > R_{Ed} = 5,059 \text{ kN}$$

VYHOVUJE!!!

18.3.2 Posouzení na mezní stav použitelnosti (MS II)

Maximální průhyb

$$w = 5,3 \text{ mm} < 8,6 \text{ mm} = \frac{5165}{600} = w_{lim}$$

VYHOVUJE!!!

19 Závěr

Výpočet byl proveden podle platných ČSN a ČSN EN. Dimenzované nosné prvky vyhovují z hlediska mezního stavu únosnosti (1. MS) i použitelnosti (2. MS). Konstrukce jako celek ze statického hlediska vyhovuje.

V červnu 2016 v Praze

Vypracoval:

.....
Ing. Ondřej Čížek