



KŘENOVÁ 42, 602 00 BRNO  
Kancelář: Rybnická 21, 634 00 Brno  
T/Z - +420 543 215 237  
e-mail: bestex@bestex.cz

---

**Kraj Vysočina**  
Žižkova 1882/57  
586 01 Jihlava  
IČO: 70890749

## **Zajištění konstrukce schodiště GOB a SOŠ Telč Hradecká 235, 588 56 Telč**

### **Dokumentace pro provedení stavby**

#### **D1.2 Stavebně konstrukční řešení D1.2.2 Statický výpočet**

BRNO, duben 2023

Zpracovali:  
Ing. Pavel Krůpa

Prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc., dr. h. c.

## **Obsah**

<b>1</b>	<b>Úvod, mechanická odolnost a stabilita .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce, stanovení vnitřních sil.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Zajištění schodiště mezi 2.NP a 3.NP .....</b>	<b>3</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Výpočetní model .....</i></b>	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Posouzení prvků .....</i></b>	<b>11</b>
4.2.1	Posouzení ocelové konstrukce:.....	12
4.2.2	Posouzení kotvení:.....	24
4.2.3	Posouzení založení sloupků:.....	26
<b>5</b>	<b>Seznam použitých norem.....</b>	<b>26</b>

## 1 Úvod, mechanická odolnost a stabilita

Konstrukce byla ve výpočtu zatížena veškerým působícím zatížením dle soustavy platných norem v oboru zatížení stavebních konstrukcí ČSN EN 1991. Statickým výpočtem bylo prokázáno splnění všech podmínek mezních stavů únosnosti, tzn. že v žádném místě konstrukce nebude překročen mezní stav únosnosti použitých materiálů a budou dodržena ustanovení mezních stavů použitelnosti.

## 2 Navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky

- ocel S235, nosné prvky – čtvercový profil 120x120x4
- kotevní trny: závitová tyč M10 a M12 pevnostní třídy 4.6, pozinkovaná
- chemická kotva: např. SIKA AnchorFix-2
- cementová nesmršlivá hmota, min. C30/35, např. Groutex 6003
- beton C25/30, X0 (rozšíření základu pod sloupky)

## 3 Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce, stanovení vnitřních sil

### Uvažovaná zatížení stálá

vlastní tíha nosných prvků (žb. schodiště, ocelové nosníky) je generována výpočtem softwarem (SCIA Engineer)

stálé zatížení (omítka s nadbetonovanými schod. stupni) ..... 1,90 kN/m<sup>2</sup> (půdorysný)

- Schodišťová ramena; nadbetonované stupně + omítka  
 $(0,145 \cdot 0,325 / 2 \cdot 23 \text{ kN/m}^3) / 0,325 = 1,67 \text{ kN/m}^2$ , půdorysný  
 $0,01 \cdot 21 \text{ kN/m}^3 \cdot 5 \text{ m} / 4,5 \text{ m} = 0,233 \text{ kN/m}^2$ , půdorysný  
Celkem:  $1,67 + 0,233 = 1,904 \text{ kN/m}^2$ , půdorysný

stálé zatížení (omítka s nášlapnou vrstvou - mezipodesty) ..... 1,13 kN/m<sup>2</sup> (půdorysný)

- mezipodesty; podlaha + omítka  
 $0,04 \cdot 23 \text{ kN/m}^3 = 0,92 \text{ kN/m}^2$   
 $0,01 \cdot 21 \text{ kN/m}^3 = 0,21 \text{ kN/m}^2$   
Celkem:  $0,92 + 0,21 = 1,13 \text{ kN/m}^2$

### Uvažovaná zatížení užitná/proměnná

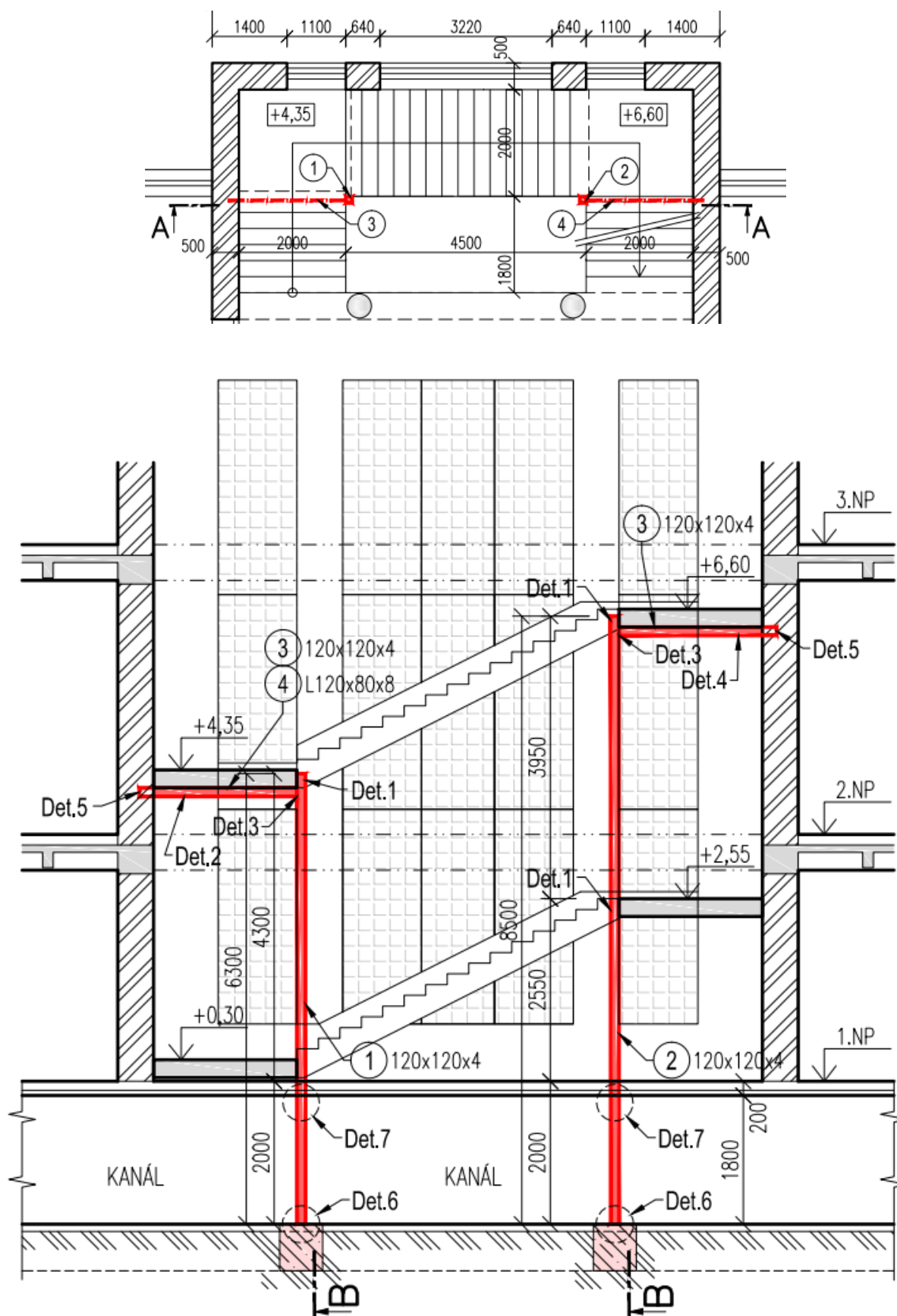
užitné zatížení kategorie C1 – školy ..... 3,00 kN/m<sup>2</sup> (půdorysný)

proměnné – vodorovné zatížení na sloupek (zábradlí, lidé) ..... 1,00 kN

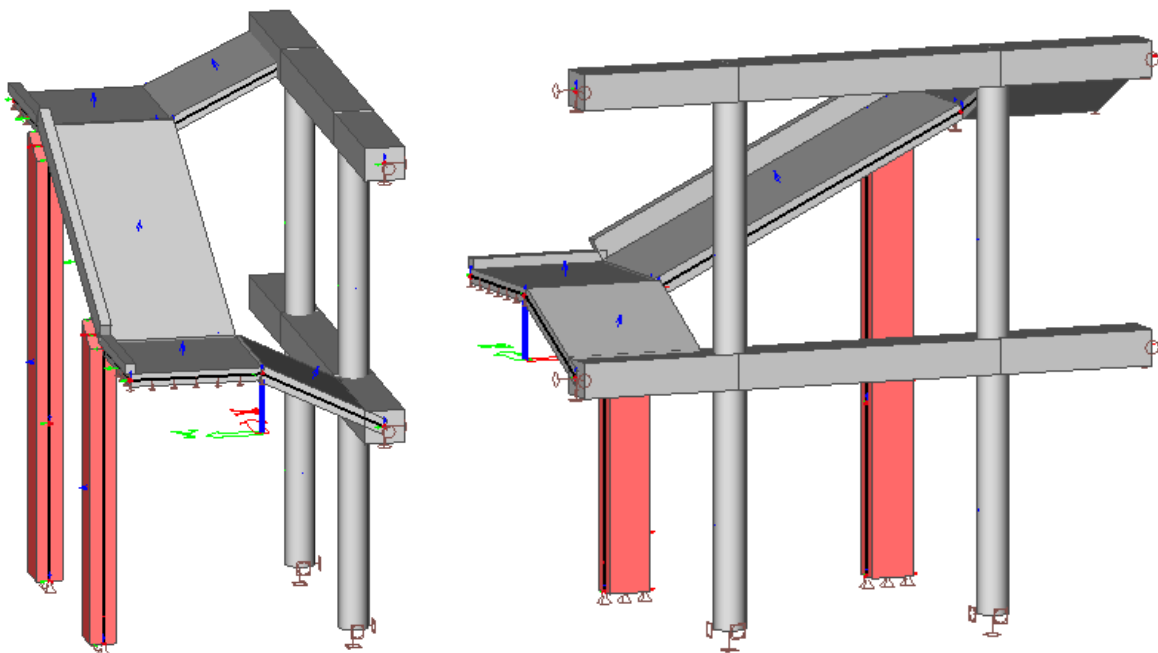
## 4 Zajištění schodiště mezi 2.NP a 3.NP

Je navrženo zajištění schodišťového ramene mezi 2.NP a 3.NP pomocí ocelové konstrukce. V místě mezipodest jsou pod schodištěm podvlečeny ocelové nosníky. Na jedné straně jsou uloženy do nosného zdiva, na straně druhé jsou navařeny k novým ocelovým sloupkům, které jsou situovány v rozích zrcadla schodiště. Ocelové sloupky jsou uloženy až pod úroveň 1.NP, resp. prochází skrz podlahu 1.NP až na dno instalačního kanálu, který v daném místě (podél schodiště) prochází.

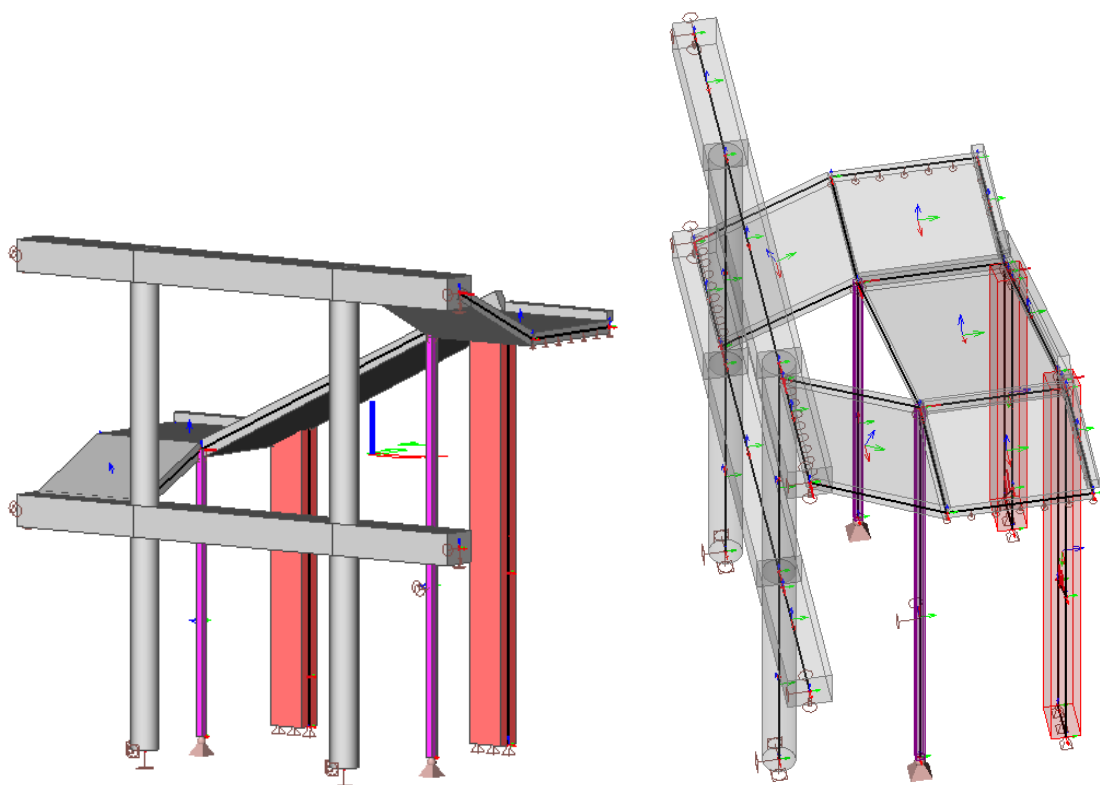
Schéma řešení.



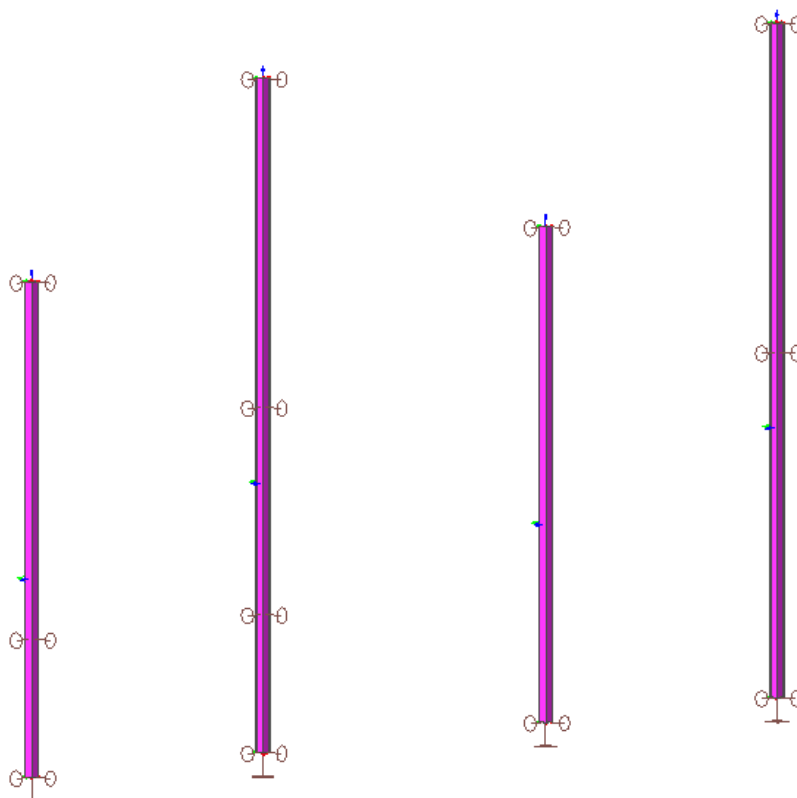
#### 4.1 Výpočetní model



původní schodiště (bez zajištění)



schodiště s podepřením ocelovými sloupky



samostatný model sloupků (délka až na dno kanálu), zatížení excentrickým zatížením; levá dvojice včetně zajištění proti vybočení v úrovni podlahy 1.NP; pravá dvojice bez tohoto zajištění (s většími vzpěrnými délkami);

#### Zatěžovací stavy

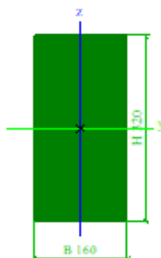
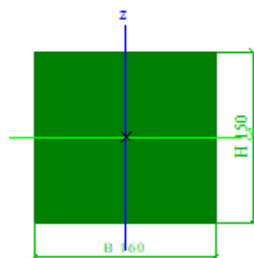
Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Působení	Rídící zat. stav
LC1		Stálé	LG1	Vlastní tíha		-Z		
LC2	ramena: stupně+om	Stálé	LG1	Standard				
LC3	podesta: podlaha+om	Stálé	LG1	Standard				
LC4.1	užitné a	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC4.2	užitné b	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC4.3	užitné c	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC4.4	užitné d	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC4.5	užitné e	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC5	užitné všude	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC5.1	užitné všude 5	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC6	nahodilé-lidi	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC10.1	svislé zat. užitné	Proměnné	LG2	Statické	Standard		Krátkodobé	Žádný
LC10.2	svislé zat. stálé	Stálé	LG1	Standard			Krátkodobé	Žádný

#### Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Proměnné	Standard	Kať C : shromáždění

### Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	MSU_vše	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
			LC4.1 - užité a	1,00
			LC4.2 - užité b	1,00
			LC4.3 - užité c	1,00
			LC4.4 - užité d	1,00
			LC4.5 - užité e	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
CO2	MSU_stale	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
CO3	MSP_char-vse	EN-MSP charakteristická	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
			LC4.1 - užité a	1,00
			LC4.2 - užité b	1,00
			LC4.3 - užité c	1,00
			LC4.4 - užité d	1,00
			LC4.5 - užité e	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
CO4	MSP_kvazi-vse	EN-MSP kvazistálá	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
			LC4.1 - užité a	1,00
			LC4.2 - užité b	1,00
			LC4.3 - užité c	1,00
			LC4.4 - užité d	1,00
			LC4.5 - užité e	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
CO5	MSP_char-stale	EN-MSP charakteristická	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
CO6	MSP_char-vse (uz.=1zs)	EN-MSP charakteristická	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
			LC5 - užité všude	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
CO7	MSU_vše5	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
			LC5.1 - užité všude 5	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
				1,00
CO8	MSP_char-vse5 (uz.=1zs)	EN-MSP charakteristická	LC1	1,00
			LC2 - ramena: stupně+om	1,00
			LC3 - podesta: podlaha+om	1,00
			LC5.1 - užité všude 5	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
sloupky_CO10	MSÚ_real	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC1	1,00
sloupky_CO11	MSÚ_(vč.schodů)	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	LC6 - nahodilé-lidi	1,00
			LC10.1 - svislé zat. užité	1,00
			LC1	1,00
			LC6 - nahodilé-lidi	1,00
sloupky_CO12	MSP_char_real	EN-MSP charakteristická	LC10.1 - svislé zat. užité	1,00
			LC10.2 - svislé zat. stálé	1,00
			LC1	1,00
sloupky_CO13	MSP_char_(vč.schodů)	EN-MSP charakteristická	LC6 - nahodilé-lidi	1,00
			LC10.1 - svislé zat. užité	1,00
			LC1	1,00
			LC10.2 - svislé zat. stálé	1,00

Jméno	CS4		Jméno	CS5	
Typ	Obdélník		Typ	Obdélník	
Detailní	320; 160		Detailní	150; 160	
Materiál	C12/15		Materiál	C12/15	
Výroba	beton		Výroba	beton	
Použit 2D MKP výpočet	✓		Použit 2D MKP výpočet	✓	
					
A [m²]	5,1200e-02		A [m²]	2,4000e-02	
A <sub>y, z</sub> [m²]	4,2667e-02	4,2667e-02	A <sub>y, z</sub> [m²]	2,0000e-02	2,0000e-02
I <sub>y, z</sub> [m⁴]	4,3691e-04	1,0923e-04	I <sub>y, z</sub> [m⁴]	4,5000e-05	5,1200e-05
I <sub>w</sub> [m⁶], t [m⁴]	3,3631e-07	2,9917e-04	I <sub>w</sub> [m⁶], t [m⁴]	2,1170e-09	8,0695e-05
W <sub>el y, z</sub> [m³]	2,7307e-03	1,3653e-03	W <sub>el y, z</sub> [m³]	6,0000e-04	6,4000e-04
W <sub>pl y, z</sub> [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00	W <sub>pl y, z</sub> [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0	d <sub>y, z</sub> [mm]	0	0
c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	80	160	c <sub>YUSS, ZUSS</sub> [mm]	80	75
α [deg]	0,00		α [deg]	0,00	
A <sub>L, D</sub> [m²/m]	9,6000e-01	9,6000e-01	A <sub>L, D</sub> [m²/m]	6,2000e-01	6,2000e-01
M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00e+00	0,00e+00	M <sub>ply +, -</sub> [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	0,00e+00	0,00e+00	M <sub>plz +, -</sub> [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

Materiál – vlastnosti betonu (parametry dle průzkumu; C12/15; 2150 kg/m³, E=11,5 GPa):

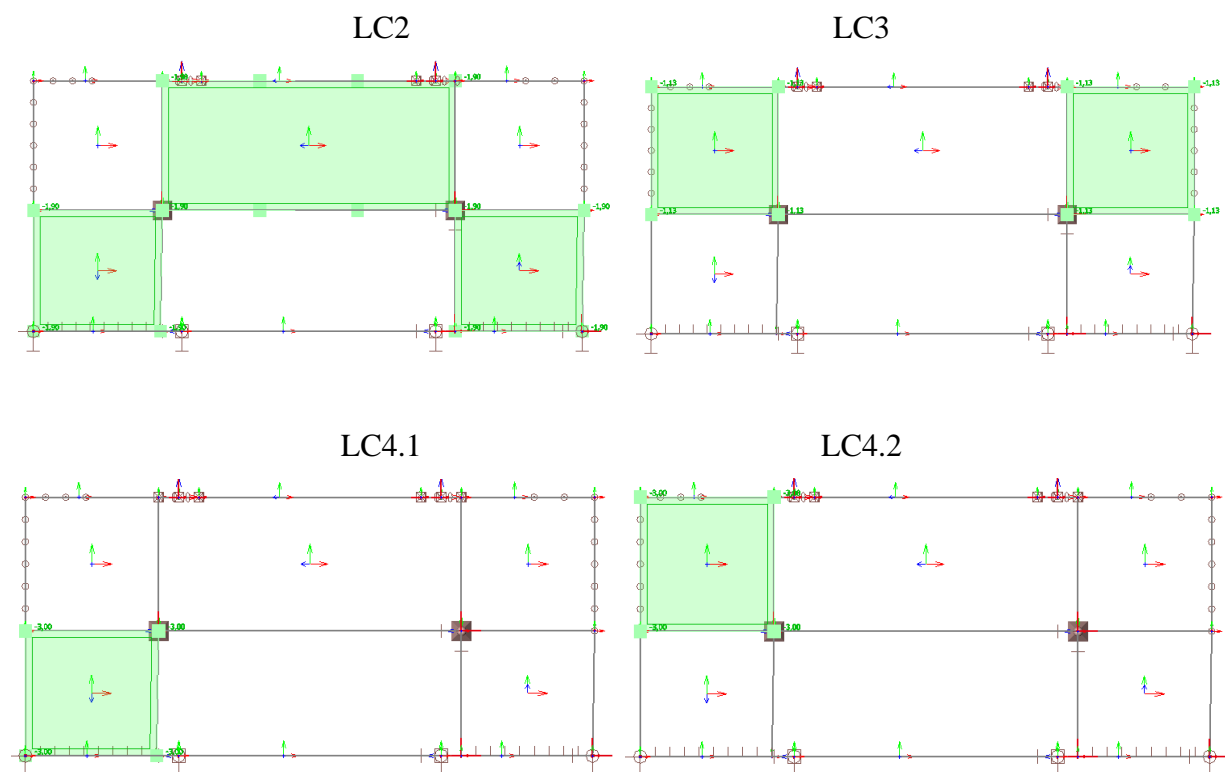
Jméno	C12/15_(2150kg,E=11,5)
<b>Nezávislé na normě</b>	
Typ materiálu	Beton
Tepelná roztažnost [m/mK]	0,00
Jednotková hmotnost [kg/m³]	2150,0
Časová závislost jednotkové hmoty	žádný
Modul E [MPa]	1,1500e+04
Poissonův součinitel	0,2
Nezávislý modul G	<input type="checkbox"/>
Modul G [MPa]	4,7917e+03
Log. dekrement (pouze nerovnoměrné tlumení)	0,2
Barva	
Měrné teplo [J/gK]	6,0000e-01
Tepelná závislost měrného tepla	žádný
Tepelná vodivost [W/mK]	4,5000e+01
Tepelná závislost tepelné vodivosti	žádný
Pořadí v normě	1
<b>EN 1992-1-1</b>	
Charakteristická válcová pevnost v tlaku f <sub>ck</sub> (28) [MPa]	12,00
Vypočtené závislé hodnoty	<input type="checkbox"/>
Průměrná pevnost v tlaku f <sub>cm</sub> (28) [MPa]	20,00
f <sub>cm</sub> (28) - f <sub>ck</sub> (28) [MPa]	8,00
Střední pevnost v tahu f <sub>ctm</sub> (28) [MPa]	1,60
f <sub>ctk</sub> 0,05(28) [MPa]	1,10
f <sub>ctk</sub> 0,95(28) [MPa]	2,10
Výpočtová pevnost v tlaku - trvalá (f <sub>cd</sub> = f <sub>ck</sub> / gama <sub>c,p</sub> ) [MPa]	8,00



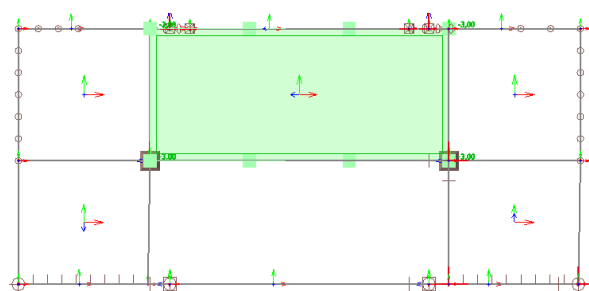
Výpočtová pevnost v tlaku - mimořádná ( $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{a_c}$ ) [MPa]	10,00
Poměrné přetvoření při dosažení maximální pevnosti $\epsilon_{c2}$ [1e-4]	20,0
Mezní poměrné přetvoření $\epsilon_{cu2}$ [1e-4]	35,0
Poměrné přetvoření při dosažení maximální pevnosti $\epsilon_{c3}$ [1e-4]	17,5
Mezní poměrné přetvoření $\epsilon_{cu3}$ [1e-4]	35,0
Průměr kameniva ( $d_g$ ) [mm]	32
Třída cementu	N (normálně tuhnoucí - CEM 32,5 R, CEM 42,5 N)
Typ cementu - pouze pro BS a francouzský NA	CEM I
<b>Měřené hodnoty</b>	
Měřené hodnoty střední pevnosti v tlaku (s vlivem stárnutí)	<input type="checkbox"/>
<b>Pracovní diagram</b>	
Typ diagramu	Bilineární pracovní diagram
Obrázek pracovního diagramu	
<b>Nelineární chování</b>	
Nelineární chování	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Pracovní diagram pro nelineární analýzu</b>	
Napětí/přetvoření	Podle normy bez tažené části
Typ diagramu	Parabolický

Tuhosti zděných podpor;  $E=5,0$  GPa (pro 1m délky stěnové podpory a různou výšku stěn):

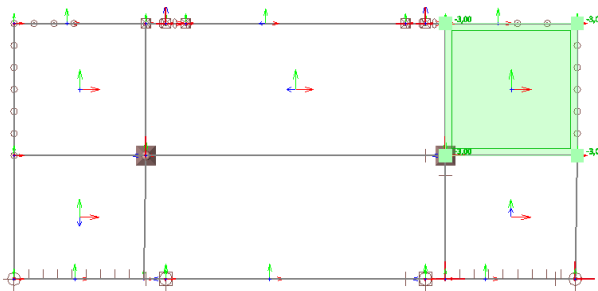
- stěna tl. 450 mm (CP), výška 2,3m:  $0,45 \cdot 1 \text{m} \cdot 5 \text{GPa} / 2,3 \text{m} = 978,3$  MPa
- stěna tl. 450 mm (CP), výška 4,1m:  $0,45 \cdot 1 \text{m} \cdot 5 \text{GPa} / 4,1 \text{m} = 548,8$  MPa
- stěna tl. 450 mm (CP), výška 6,4m:  $0,45 \cdot 1 \text{m} \cdot 5 \text{GPa} / 6,4 \text{m} = 351,6$  MPa
- příčka tl. 150 mm (CP), výška 2,3m:  $0,15 \cdot 1 \text{m} \cdot 5 \text{GPa} / 2,3 \text{m} = 326,0$  MPa



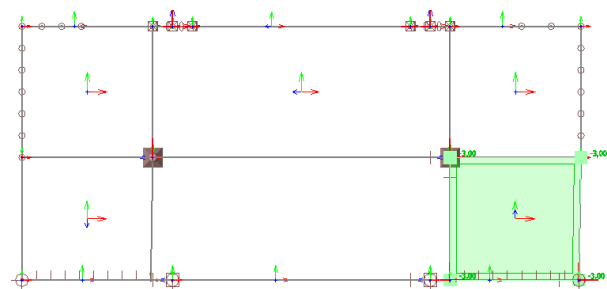
LC4.3



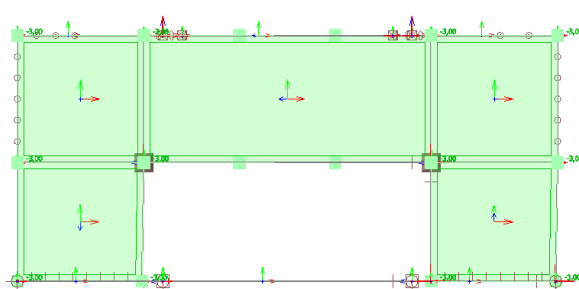
LC4.4



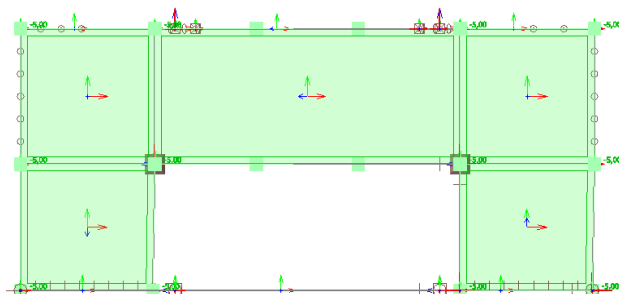
LC4.5



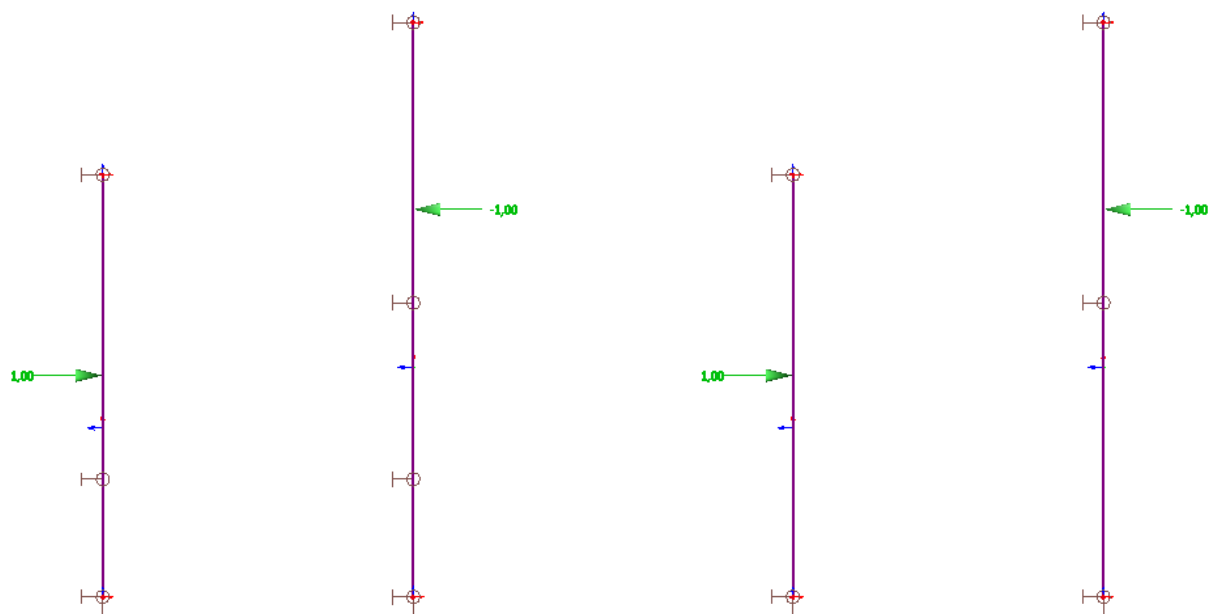
LC5



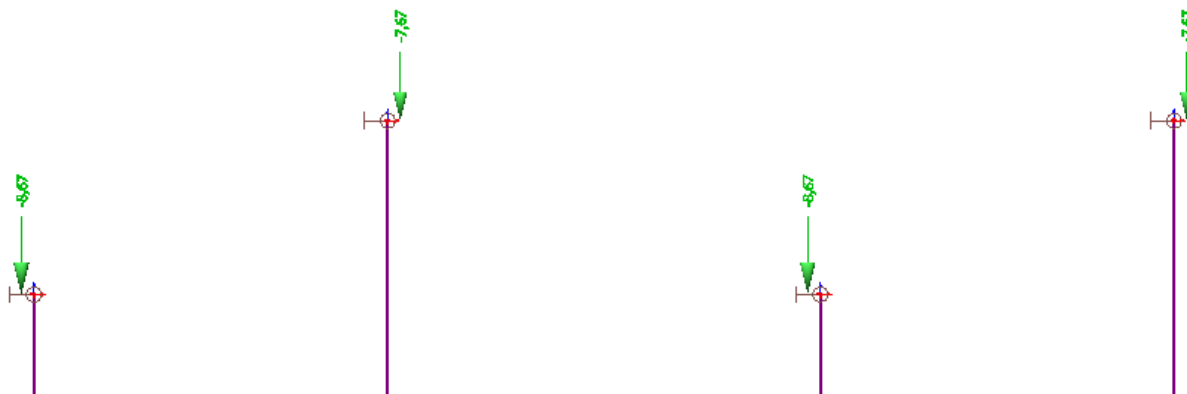
LC5.1



LC6 (vodorovný účinek – lidé/zábradlí)



LC10.1 (užitné zatížení na excentricitě 160 mm)

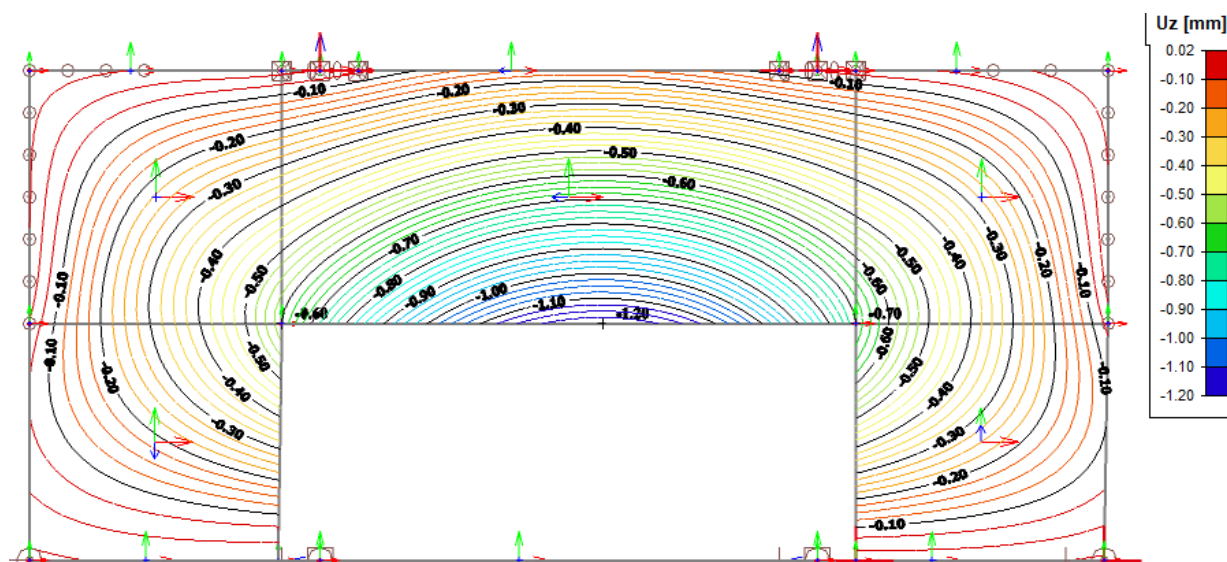


LC10.2 (stálé zatížení na excentricitě 160 mm)

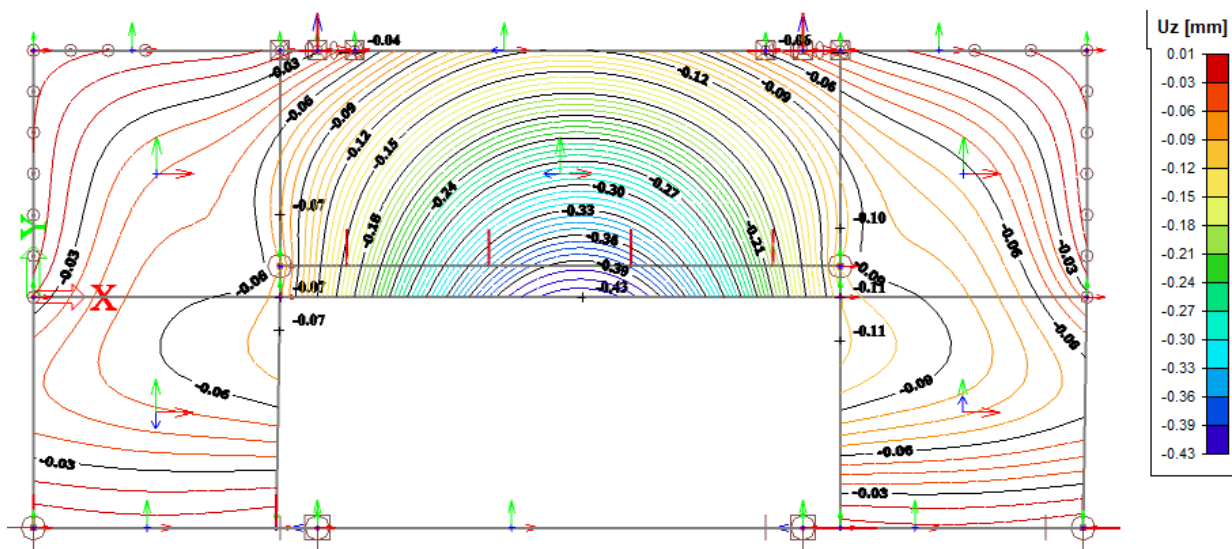


## 4.2 Posouzení prvků

Podrobné posouzení železobetonové konstrukce schodiště – viz zpráva [7].



Stávající schodiště: průhyb v rozích zrcadla (pouze od užitého zatížení) max 0,7 mm, uprostřed ramene 1,2 mm.

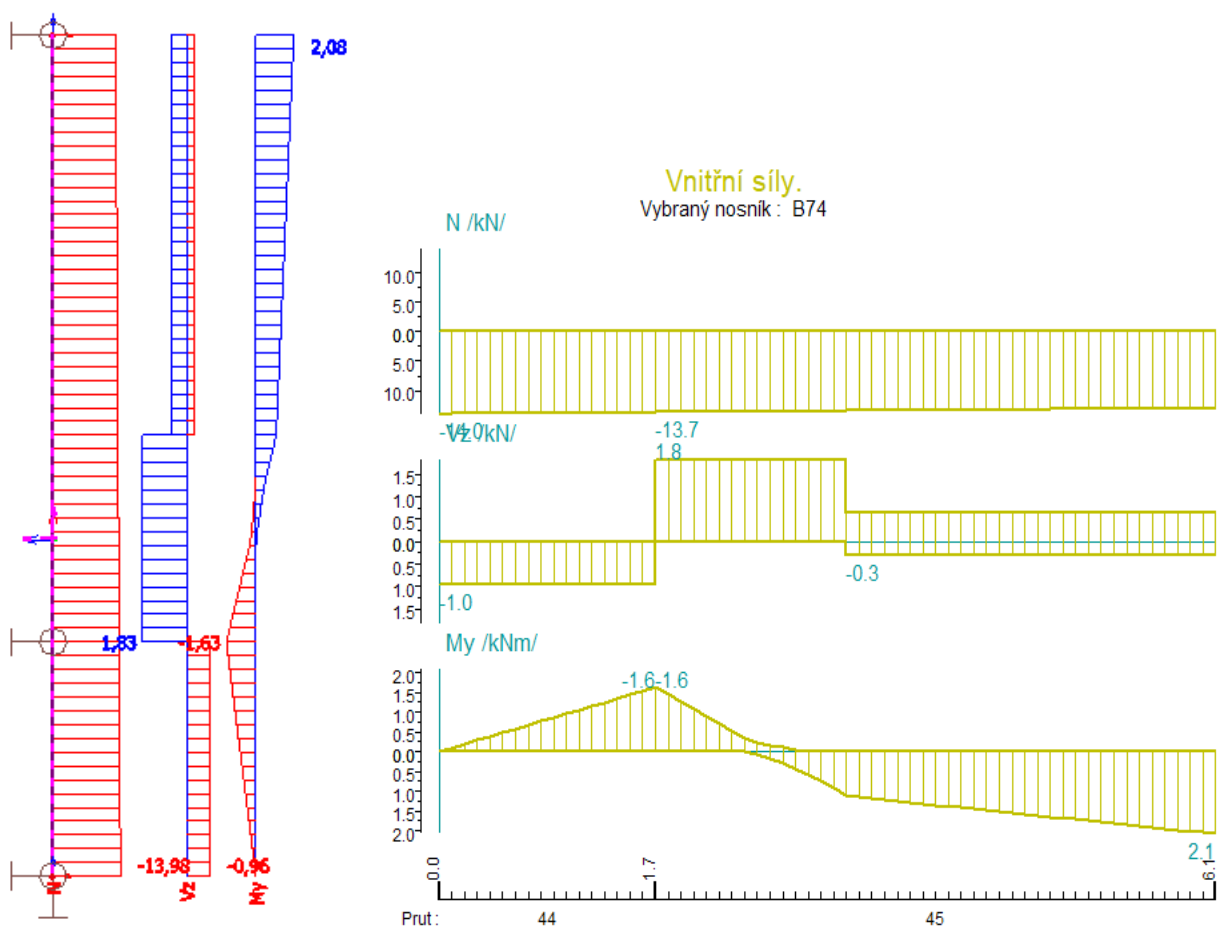


Schodiště zajištěné ocel. konstrukcí: Průhyb v rozích zrcadla (pouze od užitého zatížení) max 0,11 mm, uprostřed ramene 0,43 mm.

#### 4.2.1 Posouzení ocelové konstrukce:

Ocelová konstrukce je navržena primárně na převzetí účinků „užitných zatížení“, konstrukce bude provedena ve stavu, kdy vlastní váha a stálá zatížení přebírá původní schodišťová konstrukce.

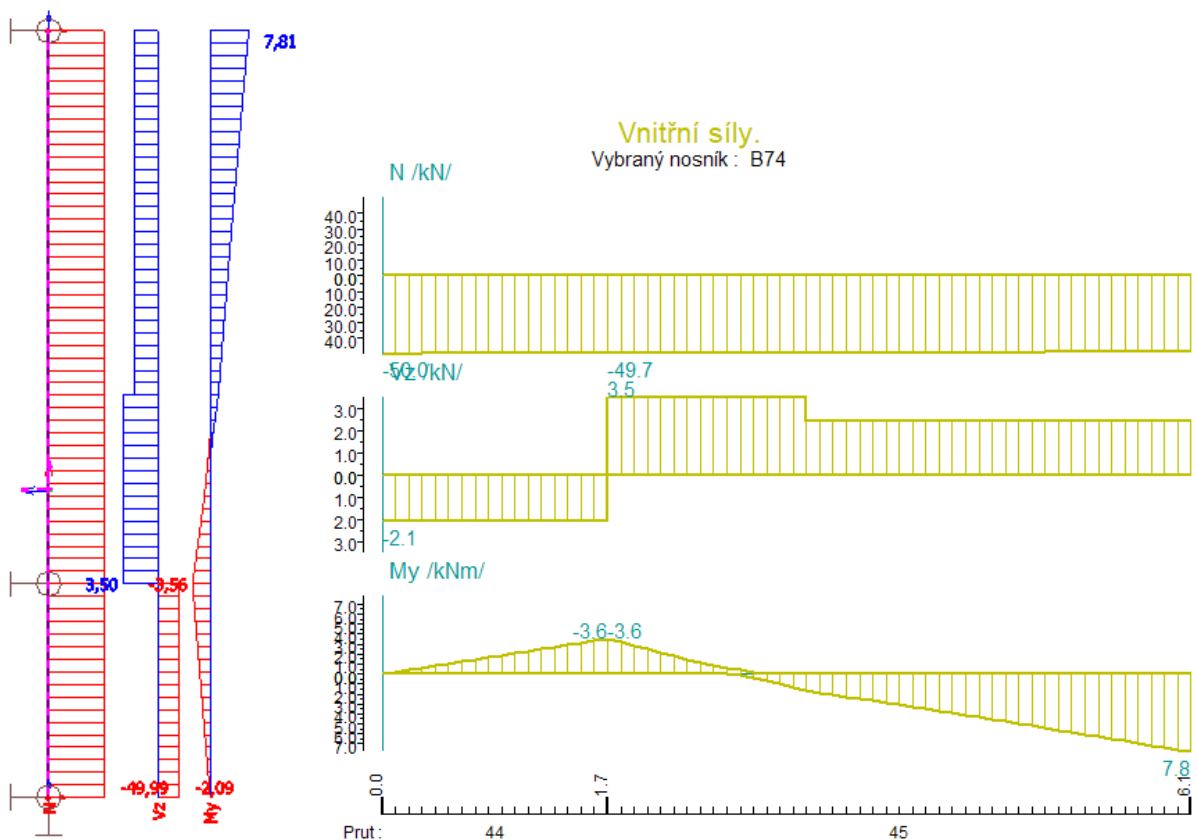
#### Kratší sloupek (komb. CO10\_užitné zatížení):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní  
Výběr : B74  
Kombinace : sloupky\_CO10  
Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B74	sloupky_CO10/6	0,000	-13,98	-0,44	0,00
B74	sloupky_CO10/5	6,100	0,00	0,00	0,00
B74	sloupky_CO10/7	0,000	-13,98	-0,96	0,00
B74	sloupky_CO10/7	1,700	-13,71	1,83	-1,63
B74	sloupky_CO10/7	1,700	-13,71	-0,96	-1,63
B74	sloupky_CO10/7	6,100	-13,01	0,33	2,08

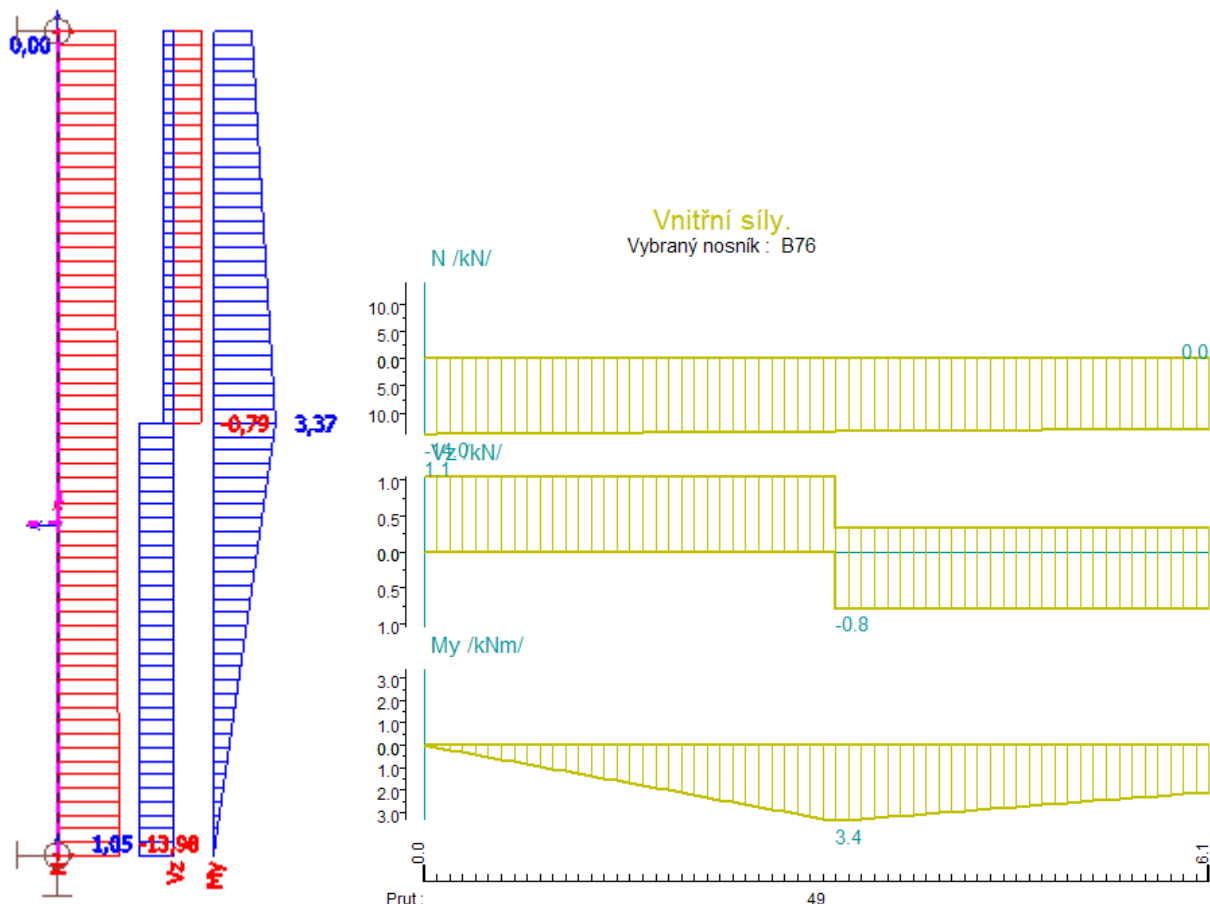
Kratší sloupek (kontrolní komb. CO11 včetně opření celého schodiště):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní  
Výběr : B74  
Kombinace : sloupky\_CO11  
Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B74	sloupky_CO11/8	0,000	-49,99	-1,64	0,00
B74	sloupky_CO11/9	6,100	-29,43	1,45	4,71
B74	sloupky_CO11/10	0,000	-47,77	-2,09	0,00
B74	sloupky_CO11/10	1,700	-47,50	3,50	-3,56
B74	sloupky_CO11/10	1,700	-47,50	-2,09	-3,56
B74	sloupky_CO11/11	6,100	-48,83	2,19	7,81

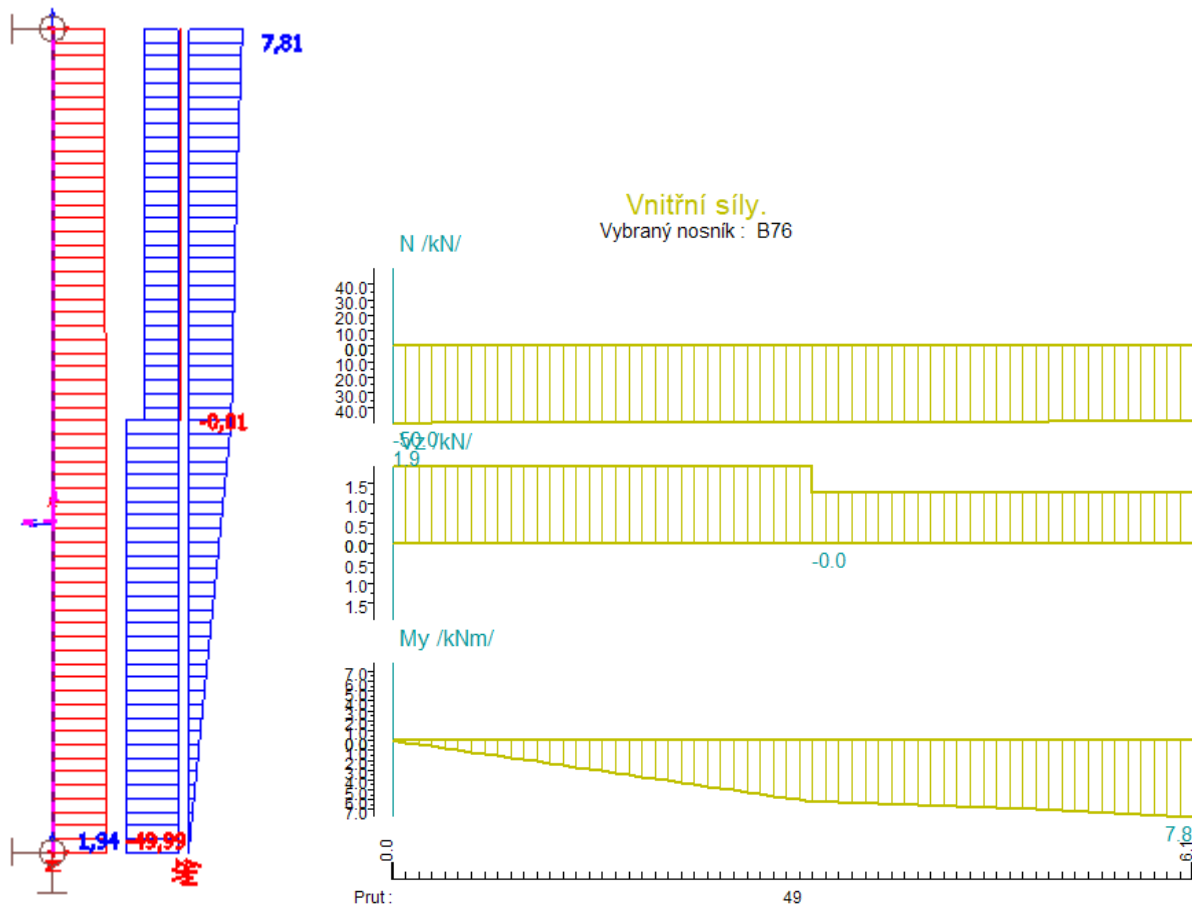
Kratší sloupek – bez horizontální podpory v úrovni 1.NP (komb. CO10\_užitné zatížení):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní  
Výběr : B76  
Kombinace : sloupky\_CO10  
Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B76	sloupky_CO10/6	0,000	-13,98	0,34	0,00
B76	sloupky_CO10/1	6,100	0,00	0,00	0,00
B76	sloupky_CO10/2	3,200	-0,47	-0,79	2,28
B76	sloupky_CO10/7	0,000	-13,98	1,05	0,00
B76	sloupky_CO10/2	0,000	-0,98	0,71	0,00
B76	sloupky_CO10/7	3,200	-13,47	1,05	3,37

Kratší sloupek – bez horizontální podpory v úrovni 1.NP (kontrolní komb. CO11\_včetně opření celého sochodiště):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

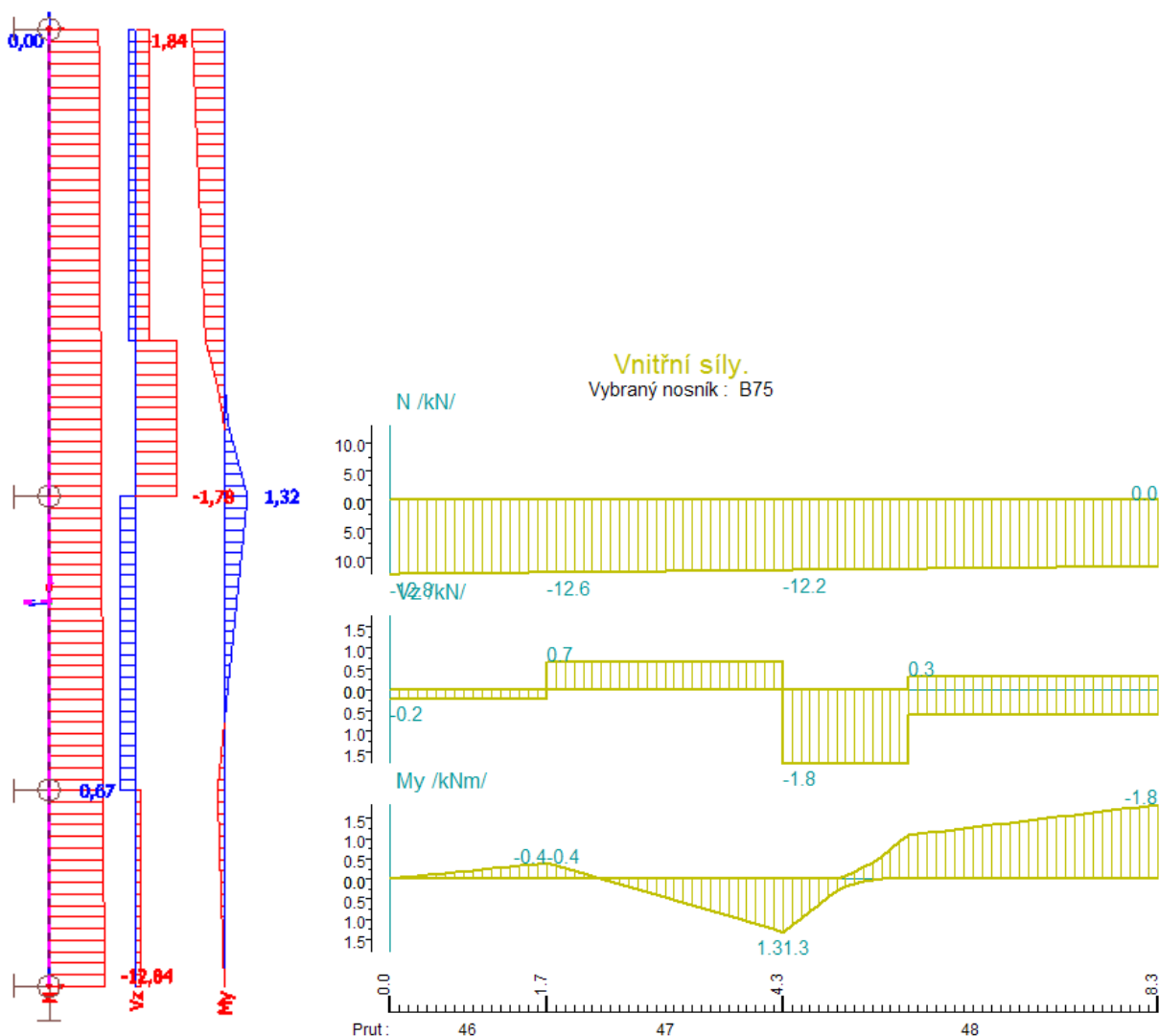
Výběr : B76

Kombinace : sloupky\_CO11

Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B76	sloupky_CO11/8	0,000	-49,99	1,28	0,00
B76	sloupky_CO11/9	6,100	-29,43	0,77	4,71
B76	sloupky_CO11/12	3,200	-29,84	-0,01	4,75
B76	sloupky_CO11/10	0,000	-47,77	1,94	0,00
B76	sloupky_CO11/13	0,000	-34,76	1,60	0,00
B76	sloupky_CO11/8	6,100	-48,83	1,28	7,81

Delší sloupek (komb. CO10\_užitné zatížení):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B75

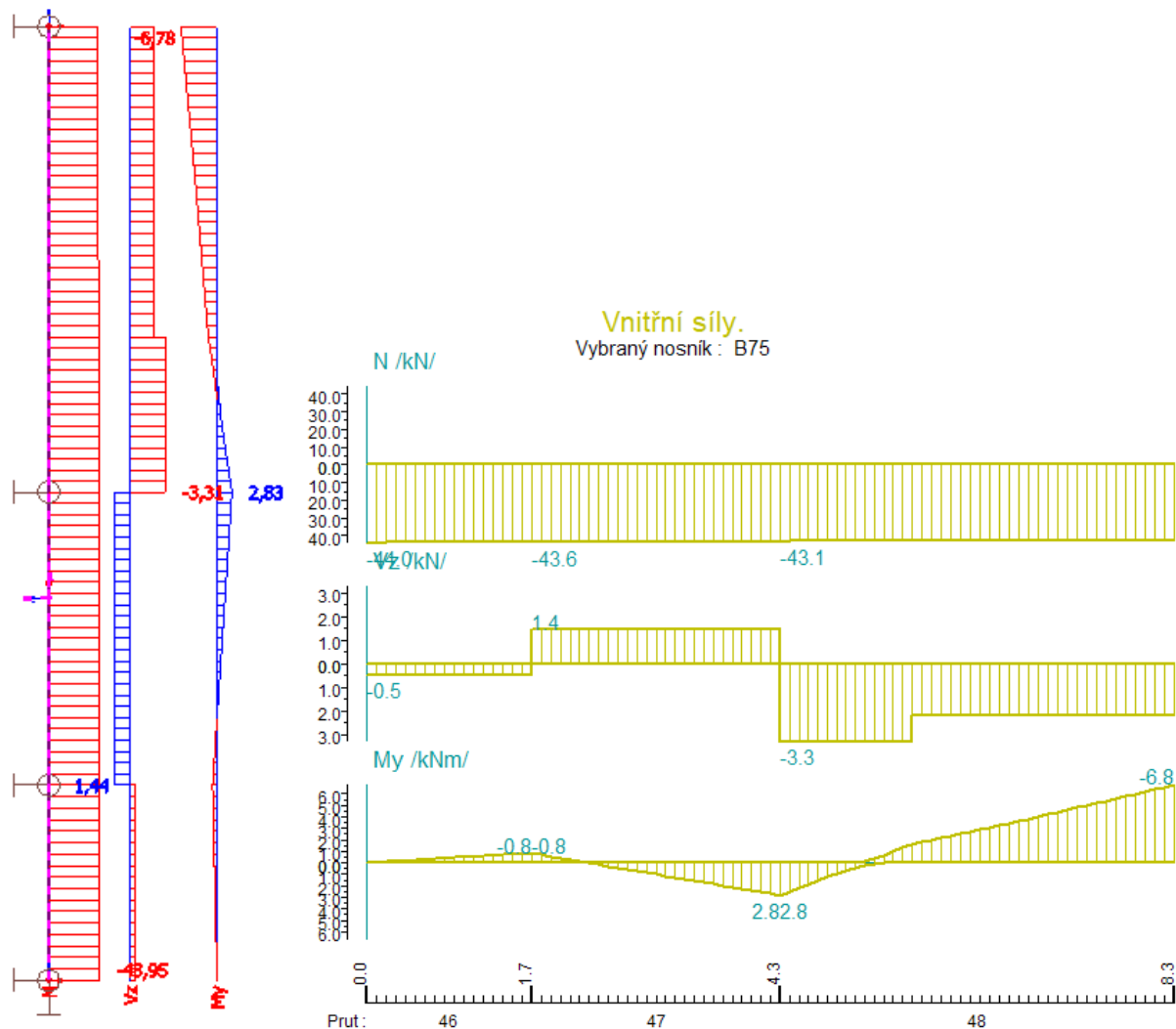
Kombinace : sloupky\_CO10

Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B75	sloupky_CO10/6	0,000	-12,84	-0,10	0,00
B75	sloupky_CO10/1	8,300	0,00	0,00	0,00
B75	sloupky_CO10/7	4,250	-12,15	-1,78	1,32
B75	sloupky_CO10/7	1,700	-12,56	0,67	-0,39
B75	sloupky_CO10/6	8,300	-11,51	-0,60	-1,84
B75	sloupky_CO10/7	4,250	-12,15	0,67	1,32



Delší sloupek (kontrolní komb. CO11\_včetně opření celého sochodiště):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

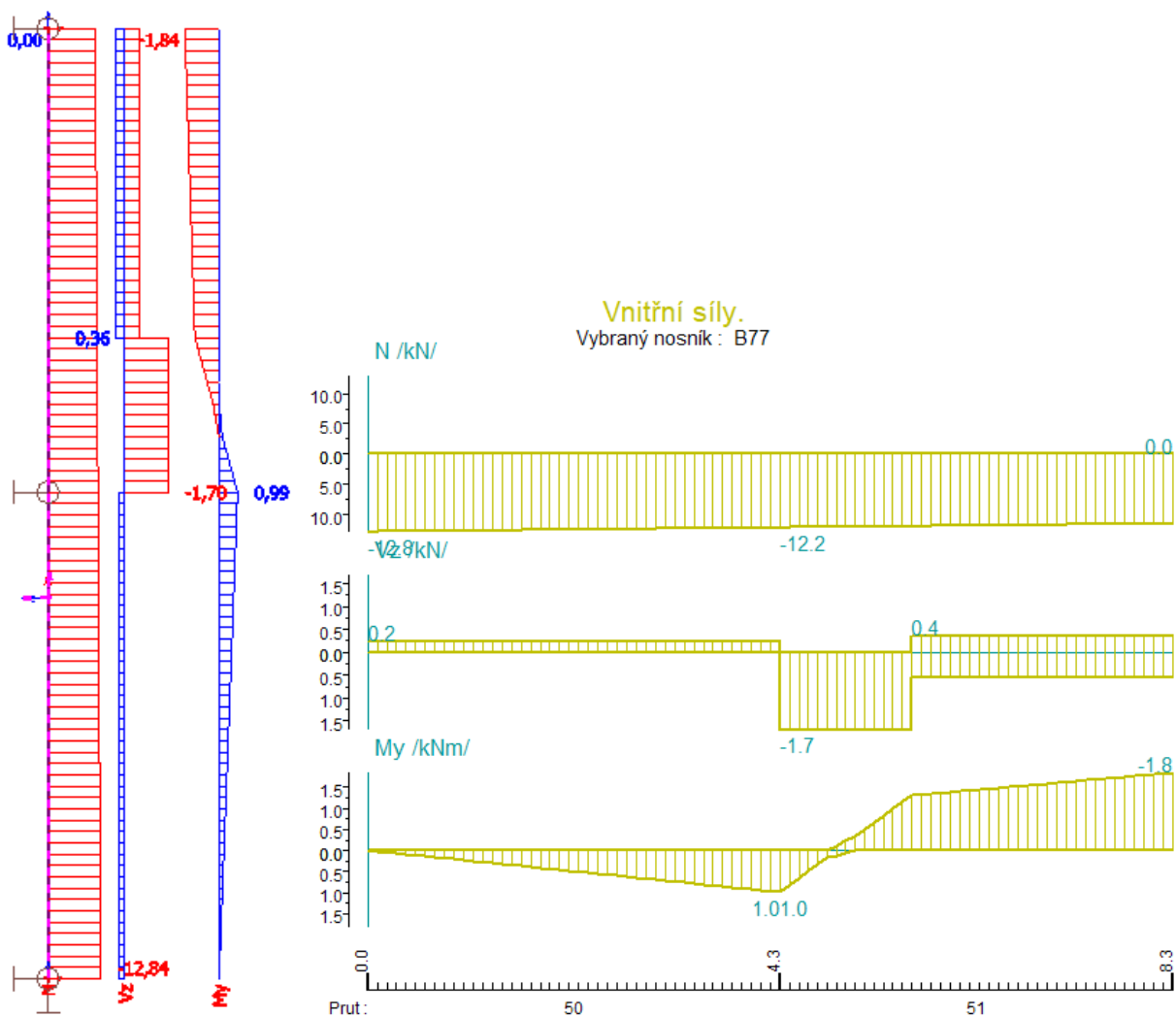
Výběr : B75

Kombinace : sloupky\_CO11

Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B75	sloupky_CO11/8	0,000	<b>43,95</b>	-0,38	0,00
B75	sloupky_CO11/9	8,300	<b>25,43</b>	-1,33	-4,07
B75	sloupky_CO11/10	4,250	-41,35	<b>-3,31</b>	2,83
B75	sloupky_CO11/10	1,700	-41,76	<b>1,44</b>	-0,83
B75	sloupky_CO11/8	8,300	-42,38	-2,21	<b>-6,78</b>
B75	sloupky_CO11/10	4,250	-41,35	1,44	<b>2,83</b>

Delší sloupek – bez horizontální podpory v úrovni 1.NP (komb. CO10\_užitné zatížení):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

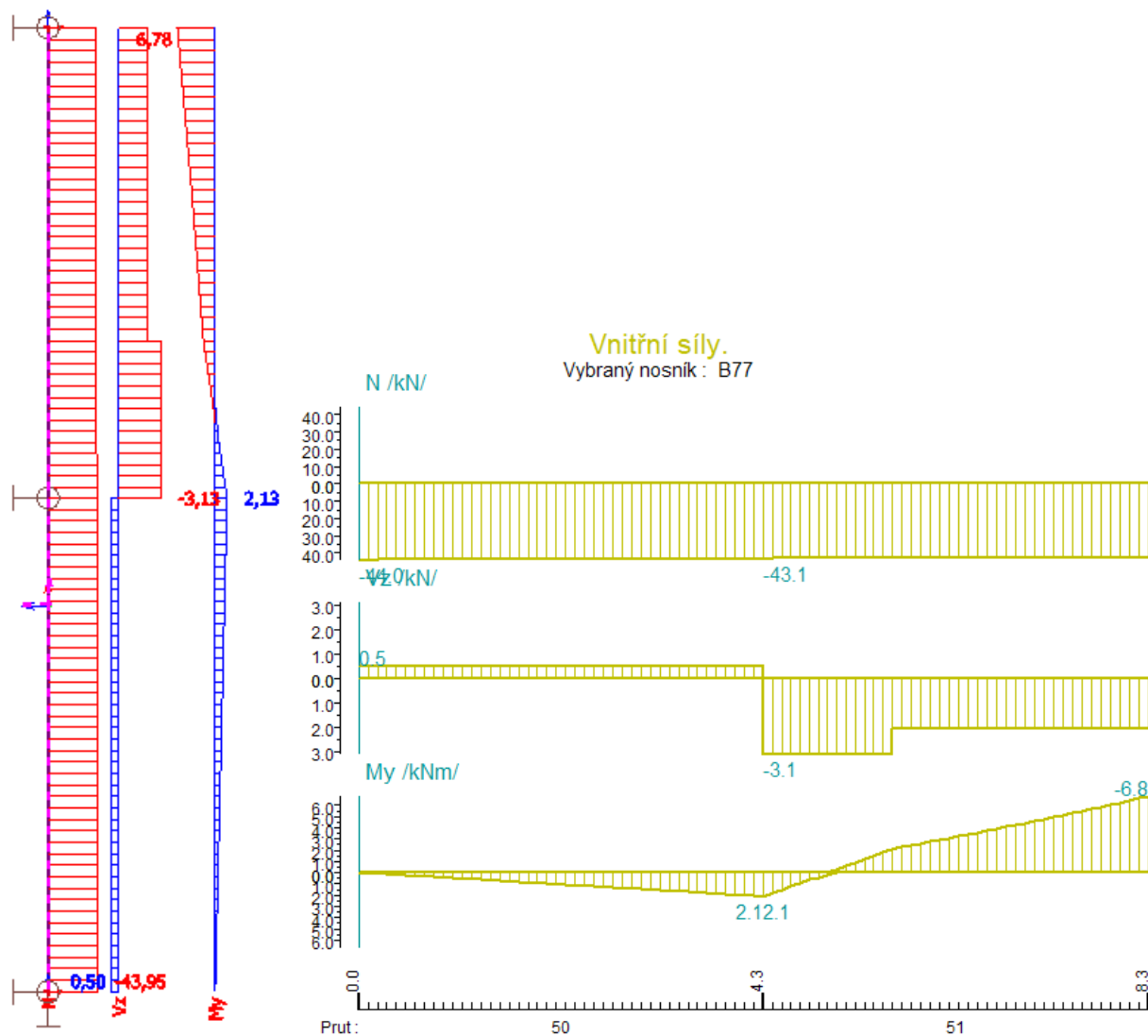
Výběr : B77

Kombinace : sloupky\_CO10

Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B77	sloupky_CO10/6	0,000	-12,84	0,11	0,00
B77	sloupky_CO10/1	8,300	0,00	0,00	0,00
B77	sloupky_CO10/7	4,250	-12,15	-1,70	0,99
B77	sloupky_CO10/2	5,600	-0,43	0,36	-0,98
B77	sloupky_CO10/6	8,300	-11,51	-0,56	-1,84
B77	sloupky_CO10/7	4,250	-12,15	0,23	0,99

Delší sloupek – bez horizontální podpory v úrovni 1.NP (kontrolní komb. CO11\_včetně opření celého sochodiště):



Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

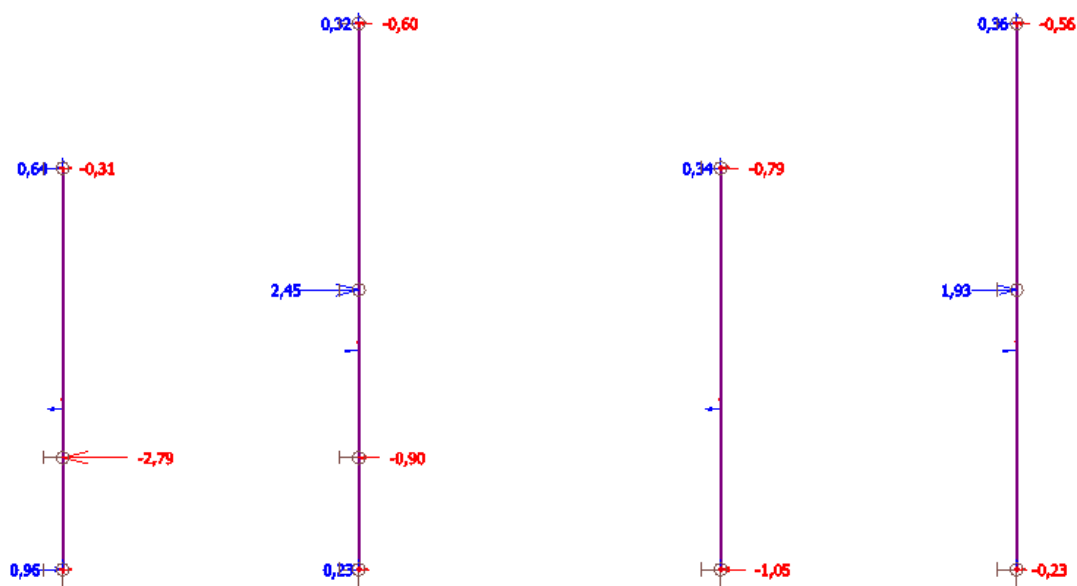
Výběr : B77

Kombinace : sloupky\_CO11

Materiál : S 235

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
B77	sloupky_CO11/8	0,000	-43,95	0,39	0,00
B77	sloupky_CO11/9	8,300	-25,43	-1,25	-4,07
B77	sloupky_CO11/10	4,250	-41,35	-3,13	2,13
B77	sloupky_CO11/10	0,000	-42,03	0,50	0,00
B77	sloupky_CO11/8	8,300	-42,38	-2,08	-6,78
B77	sloupky_CO11/10	4,250	-41,35	0,50	2,13

**Reakce v místech kotvení (horizontální zajištění):**

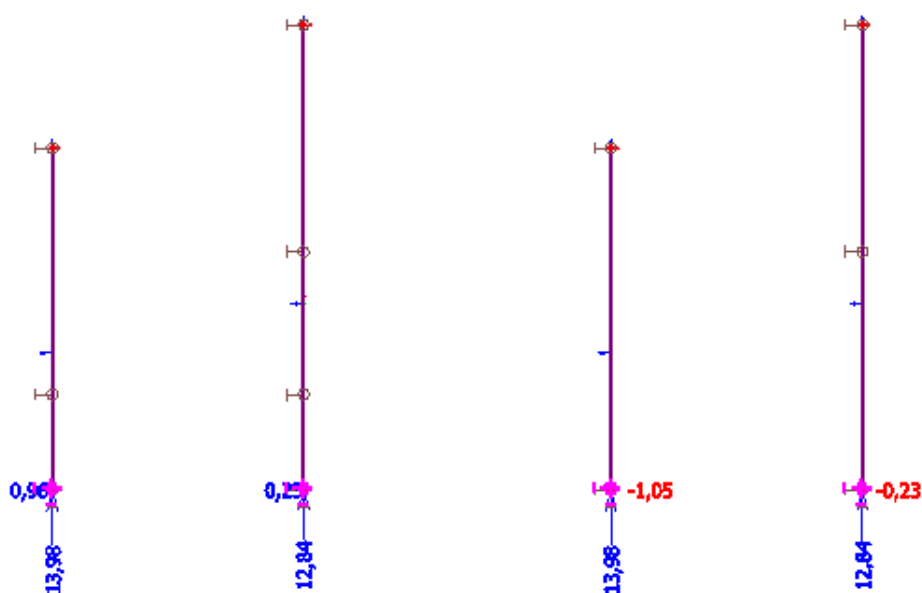


Lineární výpočet, Extrém : Globální  
Výběr : Sb2..Sb5,Sn42..Sn49  
Kombinace : sloupky\_CO10

Podpora	Stav	dx [m]	Rx [kN]	Rz [kN]
Sb4/B74	sloupky_CO10/7	1,700	-2,79	0,00
Sb2/B75	sloupky_CO10/7	4,250	2,45	0,00
Sb2/B75	sloupky_CO10/1	4,250	0,00	0,00
Sn42/N204	sloupky_CO10/6		0,44	13,98

Maximální horizontální síly v místech horizontálních podpor/kotvení = 2,8 kN.

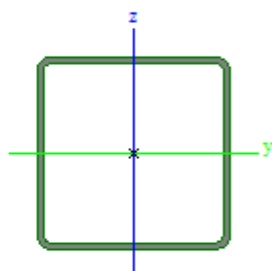
**Reakce v uložení sloupků/základ:**



Lineární výpočet, Extrém : Uzel  
Výběr : Sn42, Sn43, Sn46, Sn49  
Kombinace : sloupky\_CO10

Podpora	Stav	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn42/N204	sloupky_CO10/1	0,00	1,15
Sn42/N204	sloupky_CO10/7	0,96	13,98
Sn42/N204	sloupky_CO10/5	0,00	0,85
Sn42/N204	sloupky_CO10/6	0,44	13,98
Sn43/N201	sloupky_CO10/1	0,00	1,57
Sn43/N201	sloupky_CO10/7	0,23	12,84
Sn43/N201	sloupky_CO10/5	0,00	1,16
Sn43/N201	sloupky_CO10/6	0,10	12,84
Sn46/N205	sloupky_CO10/7	-0,23	12,84
Sn46/N205	sloupky_CO10/1	0,00	1,57
Sn46/N205	sloupky_CO10/5	0,00	1,16
Sn46/N205	sloupky_CO10/6	-0,11	12,84
Sn49/N208	sloupky_CO10/7	-1,05	13,98
Sn49/N208	sloupky_CO10/1	0,00	1,15
Sn49/N208	sloupky_CO10/5	0,00	0,85
Sn49/N208	sloupky_CO10/6	-0,34	13,98

### Posouzení sloupků na únosnost:

Jméno	CS12		
Typ	CFRHS120X120X4		
Zdroj hodnot	Rautaruukki Oyj / Structural Hollow Sections EN10219 / Ed.2007		
Materiál	S 235		
Výroba	tvářený za studena		
Posudek rovinného vzpěru y-y	c		
Posudek rovinného vzpěru z-z	c		
Klopení	Výchozí		
Použit 2D MKP výpočet	x		
<div></div>			
A [m <sup>2</sup> ]	1,8150e-03		
A y, z [m <sup>2</sup> ]	9,0702e-04		9,0702e-04
I y, z [m <sup>4</sup> ]	4,0228e-06		4,0228e-06
I w [m <sup>6</sup> ], t [m <sup>4</sup> ]	8,2944e-09		6,3657e-06
Wey, z [m <sup>3</sup> ]	6,7050e-05		6,7050e-05
Wpl y, z [m <sup>3</sup> ]	7,8330e-05		7,8330e-05
d y, z [mm]	0		0
c YUSS, ZUSS [mm]	60		60
α [deg]	0,00		
A L, D [m <sup>2</sup> /m]	4,6600e-01		9,0730e-01
Mply +, - [Nm]	1,84e+04		1,84e+04
Mplz +, - [Nm]	1,84e+04		1,84e+04

Sloupky ve variantě - zajištěny proti vybočení i v úrovni 1.NP  
Komb.CO10 (přenos užitého zatížení) = vyhovuje

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,8150e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>c</sub> ,R <sub>d</sub>	426,52	kN
Jedn. posudek	0,03	-

**Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

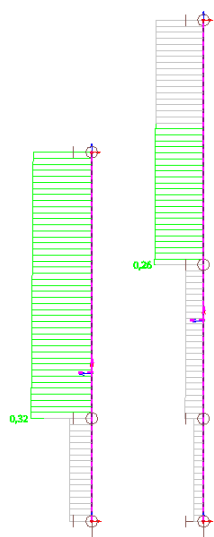
W <sub>pl,y</sub>	7,8330e-05	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,y</sub> ,R <sub>d</sub>	18,41	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

kratší sloupek

Tabulka hodnot		
A	1,8150e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b</sub> ,R <sub>d</sub>	69,06	kN
Jedn. posudek	0,20	-

delší sloupek

Tabulka hodnot		
A	1,8150e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b</sub> ,R <sub>d</sub>	78,92	kN
Jedn. posudek	0,15	-



Prut B74	CFRHS120X120X4	S 235	sloupky_CO10	0,32
----------	----------------	-------	--------------	------

Posudek únosnosti

0,113 < 1,000

Dílec splňuje posudek průřezu

Posudek stability

0,316 < 1,000

Dílec splňuje posudek stability.

Prut B75	CFRHS120X120X4	S 235	sloupky_CO10	0,26
----------	----------------	-------	--------------	------

Posudek únosnosti

0,100 < 1,000

Dílec splňuje posudek průřezu

Posudek stability

0,255 < 1,000

Dílec splňuje posudek stability.

**Výsledné posudky:**

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : B74, B75

Kombinace : sloupky\_CO10

Průřez : CS12 - CFRHS120X120X4

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
sloupky_CO10/7	B74	CS12 - CFRHS120X120X4	S 235	1,700	0,32	0,09	0,32
sloupky_CO10/6	B75	CS12 - CFRHS120X120X4	S 235	4,250	0,26	0,03	0,26

**VYHOVUJE**

Sloupky ve variantě - bez zajištění vybočení v úrovni 1.NP

Komb.CO10 (přenos užitého zatížení) = vyhovuje

**Posudek na tlak**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.4 a rovnice (6.9)

A	1,8150e-03	m <sup>2</sup>
N <sub>c,Rd</sub>	426,52	kN
Jedn. posudek	0,03	-

**Posudek ohybového momentu pro M<sub>y</sub>**

Podle EN 1993-1-1 článku 6.2.5 a rovnice (6.12), (6.13)

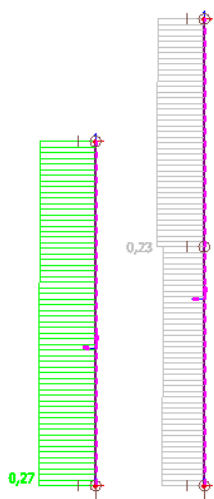
W <sub>pl,y</sub>	7,8330e-05	m <sup>3</sup>
M <sub>pl,y,Rd</sub>	18,41	kNm
Jedn. posudek	0,09	-

kratší sloupek

delší sloupek

Tabulka hodnot		
A	1,8150e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	152,21	kN
Jedn. posudek	0,09	-

Tabulka hodnot		
A	1,8150e-03	m <sup>2</sup>
Únosnost na vzpěr N <sub>b,Rd</sub>	93,92	kN
Jedn. posudek	0,13	-



Prut B76	CFRHS120X120X4	S 235	sloupky_CO10	0,27
----------	----------------	-------	--------------	------

Posudek únosnosti

0,183 < 1,000

Dílec splňuje posudek průřezu

Posudek stability

0,269 < 1,000

Dílec splňuje posudek stability.

Prut B77	CFRHS120X120X4	S 235	sloupky_CO10	0,23
----------	----------------	-------	--------------	------

Posudek únosnosti

0,100 < 1,000

Dílec splňuje posudek průřezu

Posudek stability

0,229 < 1,000

Dílec splňuje posudek stability.

Výsledné posudky:

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : B76, B77

Kombinace : sloupky\_CO10

Průřez : CS12 - CFRHS120X120X4

Stav	Prvek	css	mat	dx [m]	jed.posudek [-]	pevnost [-]	stab. posudek [-]
sloupky_CO10/7	B76	CS12 - CFRHS120X120X4	S 235	0,000	0,27	0,03	0,27
sloupky_CO10/7	B77	CS12 - CFRHS120X120X4	S 235	4,250	0,23	0,05	0,23

**VYHOVUJE**

Posouzení smyku horizontálních nosníků (uložení na sloupek):

- bezpečně uvažován průřez jedné stojiny 100x4 mm
- skutečnost: dvě stojiny u čtvercového průřezu (uvažována tedy poloviční působící síla – síla pouze na jednu stojinu)

ocel:	S235	$\gamma_{M0} = 1$		
tl. (mm):	4			
h (mm):	100		...účinný rozměr, oslabený o díry	
Av (m <sup>2</sup> ):	4,00E-04		...účinná smyková plocha	
V <sub>Sd</sub> (kN):	7		...působící síla	
V <sub>pl,Rd</sub> (kN):	$= Av \cdot f_y / (\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3})$			
V <sub>pl,Rd</sub> (kN):	54,27		...únosnost	
	54,27 > 7		VYHOVUJE	

#### 4.2.2 Posouzení kotvení:

Max. horizontální/smyková síla na kotvu = cca 3 kN

Kotevní trn: vlepená závitová tyč M10 (4.6) pozink; chem. kotva např. Sika AnchorFix-2

##### Smyková únosnost šroubu

pevnostní třída:	4.6	$\gamma_{Mb} = 1,25$		
střih prochází:	1		... 1=závitem, 2=plným dříkem šroubu	
počet střihů :	1		...na jednom šroubu	
šroub:	M10	x 1 (ks šroubů)		
A (mm <sup>2</sup> ):	78,54		...plocha dříku šroubu	
As (mm <sup>2</sup> ):	58,00		...plocha jádra šroubu	
F <sub>v,Sd</sub> (kN):	3		...působící síla	
F <sub>v,Rd,1</sub> (kN):	11,14		...únosnost 1 šroubu, 1střih. rovina	
F <sub>v,Rd</sub> (kN):	11,14		...celková únosnost	
	11,14 > 3		VYHOVUJE	

##### Tahová únosnost šroubu

pevnostní třída:	4.6	$\gamma_{Mb} = 1,25$		
šroub:	M10	x 1 (ks šroubů)		
A (mm <sup>2</sup> ):	78,54		...plocha dříku šroubu	
As (mm <sup>2</sup> ):	58,00		...plocha jádra šroubu	
F <sub>t,Sd</sub> (kN):	3		...působící síla	
F <sub>t,Rd,1</sub> (kN):	16,70		...únosnost 1 šroubu	$F_{t,Rd} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb}$
F <sub>t,Rd</sub> (kN):	16,70		...celková únosnost	
	16,70 > 3		VYHOVUJE	

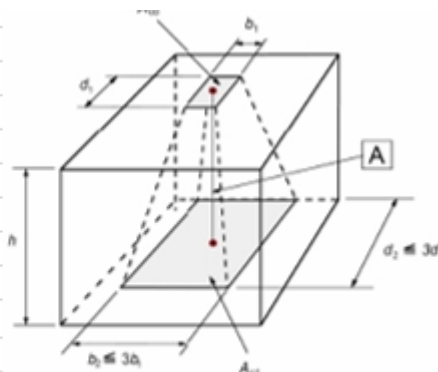


**Únosnost v otláčení šroubu a spojovaného prvku**

pevnostní třída:	4.6	$\gamma_{Mb} = 1,25$		
šroub:	M10	x 1 (ks šroubů)		
d (mm):	10	...průměr šroubu		
d <sub>0,st</sub> (mm)	11	...průměr standardní díry		
e1 (mm):	45	...šroub-okraj plechu, ve směru síly		
p1(mm):	180	...mezi šrouby, ve směru síly		
$\alpha$ :	1,000			
t(mm):	4	...min. součet tl. otláč. prvků v 1 směru		
fub (MPa):	400	...mez pevnosti šroubu		
ocel:	S235	...třída oceli posuzovaného prvku		
fu (MPa):	360	...mez pevnosti posuzovaného prvku		
$F_{b,Sd}$ (kN):	3,00	...působící síla (na jeden šroub)		
$F_{b,Rd}$ (kN):	28,80	...únosnost spojovaného prvku v otláčení		
$F_{b,Rd,šr}$ (kN):	32,00	... únosnost šroubu v otláčení		
28,80	>	3,00	VYHOVUJE	prvek
32,00	>	3,00	VYHOVUJE	šroub

Otláčení betonu (uvažován C8/10, trn dn10mm s hloubkou vlepení 80 mm)

	C8/10		
f <sub>ck</sub> [MPa]	8		
f <sub>cd</sub> [MPa]	5,333333		
b <sub>0</sub> [mm]	10	b <sub>1</sub> [mm]	30
d <sub>0</sub> [mm]	80	d <sub>1</sub> [mm]	130
Ac <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	0,0008	Ac <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	0,0039
$F_{Rdu} = A_{cd} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$			
$F_{Rdu}$ [kN]	9,42	12,8	=max $F_{Rdu}$ [kN]



9,42 kN &gt; 3 kN = OK, VYHOVUJE

#### 4.2.3 Posouzení založení sloupků:

Geologie: v úrovni základové spáry (= úroveň zákl. spáry základů instalačního kanálu) předpokládáme „písčité jíl“.



712379, vrt u školy

Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0.00 - 0.70	Kvartér	<b>navážka</b> kamenitý kamenitý hlinitý, příměs: beton
0.70 - 1.20	Kvartér	<b>jíl</b> středně plastický pevný, šedá, hnědá
1.20 - 1.90	Kvartér	<b>jíl</b> středně plastický pevný smouhovitý, rezavá, šedá, hnědá příměs: písek
1.90 - 2.10	Kvartér	<b>písek</b> jílovitý nestejnzrný ulehlý slabě vlhký <b>křemen</b> v ostrohranných úlomcích max.velikost částic 2 cm
2.10 - 2.50	Kvartér	<b>jíl</b> písčité slabě plastický pevný, hnědá
2.50 - 3.10	Proterozoikum	<b>eluvium</b> migmatitový jílovitý písčité slabě vlhký, hnědá
3.10 - 3.90	Proterozoikum	<b>eluvium</b> migmatitový hlinitý písčité ulehlý, hnědá <b>žilný křemen</b> v ostrohranných úlomcích max.velikost částic 2 dm

Bezpečně uvažovaná únosnost zákl. půdy: 100 kPa

Zjednodušené posouzení (nezohledněno rozdělení zatížení mezi stávající základový pás a patku – vlivem pozice sloupků i sprážením s pův. základem pomocí trnů):

- půdorysná plocha zákl. patek/rozšíření zákl. pasu:  $0,6 \times 0,3 = 0,18 \text{ m}^2$
- zatížení zákl. patky: 14 Kn
- tíha vlastní patky  $(0,6 \times 0,3 \times 0,65 \times 24 \text{ kN/m}^3 \times 1,35(\gamma_f)) = 3,8 \text{ kN}$
- napětí v zákl. spáře:  $(14 + 3,8) / 0,18 = \underline{98,8 \text{ kPa} < 100 \text{ kPa}}$ , vyhovuje (i za konzervativních/bezpečných předpokladů)

## 5 Seznam použitých norem

- [1] Původní projektová dokumentace: Nár. a střední škola I. a II. st. CH; zak. č. 6622; STAVOPROJEKT n. p. (projektový závod Brno, pobočný závod Jihlava); 03/1953;
- základy (výkr. č. 12)
  - přízemí (výkr. č. 13)
  - I. patro (výkr. č. 14)
  - II. patro (výkr. č. 15)

- řez I-I (výkr. č. 17)
  - řezy II-II, V-V (výkr. č. 7)
  - řezy III-III, IV-IV (výkr. č. 18)
  - pohled severozápadní (výkr. č. 19)
  - pohled jihovýchodní (výkr. č. 20)
- [2] Statické posouzení stávající sklobetonové konstrukce a dotčených nosných prvků; Gymnázium Otokora Březiny a Střední odborná škola Telč, Hradecká 235, 588 56 Telč; Ing. Hugo Thiel; 24. 3. 2014;
- [3] GOB a SŠ Telč, Prosklená stěna schodiště hlavní budovy; Ing. arch. Michal Zlatuška; dokumentace pro stavební povolení a provedení stavby; 05/2022;
- Souhrnná technická zpráva
  - Architektonicko - stavební řešení
  - Výpisy bouracích prací
  - Výkresy
    - 01 – Půdorysy – stávající stav 1.NP, 2.NP, 3.NP
    - 02 – Půdorysy – bourací práce 1.NP, 2.NP, 3.NP
    - 03 – Půdorysy – nový stav 1.NP, 2.NP, 3.NP
    - 04 – Řezy – stávající stav
    - 05 – Řezy – bourací práce
    - 06 – Řezy – nový stav
    - 07 – Pohledy – stávající stav
    - 08 – Pohledy – bourací práce
    - 09 - Pohledy – nový stav
    - 10 – Schéma prvků fasádních stěn
- [4] Informace sdělené ústně či e-maily o zjištění nových trhlin na konstrukci schodiště, zaslání fotodokumentace; Kraj Vysočina – Ing. Jiří Benda; ředitelka GOB a SOŠ Telč, Mgr. Bc. Lenka Procházková; 11/2022 – 01/2023;
- [5] Informace o prohlídce konstrukcí objektu gymnázia 30. 11. 2022; BESTEX, spol. s r.o.; 4. 12. 2022;
- [6] Měření dvojice hlavních trhlin a sklonu ramene; GOB a SOŠ Telč, Ing. Bohumír Krejčí; 02/2023;
- [7] Hlavní schodiště, průzkum a statické posouzení, GOB a SOŠ Telč, Hradecká 235; BESTEX, s.r.o.; 02/2023;
- [8] ČSN EN 1991-1-1, Eurokód 1: Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb;
- [9] ČSN EN 1992-1-1, Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;
- [10] ČSN EN 1993-1-1 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;

- [11] ČSN EN 1993-1-8 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků;
- [12] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí;
- [13] ČSN ISO 13822, Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí;

V Brně dne 14. 4. 2023

Ing. Pavel Krůpa