

ZNALECTVÍ, PORADENSTVÍ, PROJEKČNÍ STUDIO



## D.1.2. Stavebně konstrukční řešení

<b>Název stavby:</b>	3 beachvolejbalová hřiště u ZŠ A. Kučery, Ostrava Hrabůvka
<b>Místo stavby:</b>	Alberta Kučery 1276/20 700 30 Ostrava Hrabůvka
<b>Investor:</b>	Statutární město Ostrava Prokešovo náměstí 1803/8 729 30 Ostrava
<b>Stupeň projektové dokumentace:</b>	Dokumentace pro územní souhlas
<b>Zhotovitel projektových prací:</b>	<b>ASA expert a.s.</b> Lešetínská 626/24 719 00 Ostrava
<b>Vypracoval:</b>	Ing. Lucia Gabrišová
<b>Zodpovědný projektant:</b>	Ing. Kristína Svancárová
<b>Autorizovaná osoba:</b>	Ing. Pavel Srkal autorizovaný inženýr ČKAIT 1103796

## A. Zadání:

Posouzení ocelové konstrukce sloupků pro záchytné sítě na beachvolejbalovém hřišti na všechna stálá a proměnná zatížení. Vybrán sloupek s největší osovou vzdáleností vzhledem k větší zatížitelnosti. Součástí zadání je návrh základové patky pro sloupek.

## B. Technická zpráva

### **PEVNOST**

Sloupky pro záchytné sítě jsou tvořeny TR 82,5x10mm, výšky 5,2m. Sloupky jsou vetknuty do patky z prostého betonu. Sloupek je z materiálu ocele S235.

### **STABILITA**

Ocelové konstrukce objektů jsou prostorově navrženy tak, že odolají destabilizujícímu zatížení větrem díky kotvení do patky.

Kruhová základová patka pro sloupek bude z prostého betonu C16/20, prostředí XC2, průměr 350mm do hloubky 1m. Ocelový profil sloupku 82,5x10mm bude zabetonován 750mm do patky. Geologický průzkum pro zjištění únosnosti zeminy nebyl proveden proto se předpokládá min. únosnost zeminy 30kPa - je nutné ověřit před realizací! Na sloupcích bude zavěšena ochranná síť PP/120/3mm s max. tíhou 0,07kg/m<sup>2</sup>. Ve výpočtu je uvažováno s zavěšeným sítě pomocí ok na vrchu a na spodní straně sloupku ve dvou kotevních bodech. Dále je počítáno se zatížením od baneru o max. tíze 3kg/m<sup>2</sup> na max. plochu 4m<sup>2</sup>. Ve výpočtu je uvažováno zatížení od větru na sloupek a baner. S jiným zatížením nežli uvedeným není počítáno.

## C. Návrhové údaje

### C.1 Pro statický výpočet byly použity tyto normy a literatura:

- ČSN EN 1991: Eurokód 1 - Zatížení konstrukcí
  - o Část 1-1 Obecná zatížení – Objemové tíhy, užitná zatížení pozemních staveb
  - o Část 1-4 Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993: Navrhování ocelových konstrukcí
  - o Část 1-1 : Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

## D. Skladba zatížení

LC1 – vlastní hmotnost ocelové konstrukce a záchytné sítě, stálé

LC2 – zatížení větrem, nahodilé

tíha sítě	0,07 kg/m <sup>2</sup>	0,0007 kN/m <sup>2</sup>
max. osová vzdálenost sloupků	3,89 m	
výška sloupků	5,20 m	
bodová síla na sloupek 2x	0,01 kN	- charakteristická hodnota zatížení od sítě

tíha baneru - uvažovaná plocha 50%, sloupky mezi sebou 3m na výšku 5,2m -  $(3/2) \times (5,2/2) = 3,9\text{m}^2$

tíha baneru 3kg/m<sup>2</sup>      0,03 kN/m<sup>2</sup>      - charakteristická hodnota

bodová síla do sloupku od baneru -  $0,03 \times 3,9 =$       0,12 kN

tíha sítě + baner na dva kotevní body navrchu a vespod sloupku      0,07 kN

## Zatížení větrem

Zatížení větrem bylo uvažováno pro II. větrovou oblast a kategorii terénu III. Výška konstrukce nad terénem je 3m.

Výška nad terénem  $h = 5,20$  m

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

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

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$  (součinitel směru)  
 $c_{season} = 1,0$  (součinitel ročního období)

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 390,625 \text{ Pa}$$

*Místní vlivy*

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 15,36 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)  
 $c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,614$  (součinitel drsnosti)  
kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)  
Kategorie terénu III :  $z_0 = 0,3$  m  
 $z_{min} = 5$  m  
 $z_{0,II} = 0,05$  m

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,509 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_I / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,351$  (intenzita turbulence)  
kde  $k_I = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,20 \text{ m}$$

*Maximální rychlost:*

$$v(z) = \sqrt{2 * q_p / \rho} = 28,55 \text{ m/s}$$

### Liniové zatížení na sloupek

Trubka kruhová (TRø82,5x10mm):

b= 0,0825 m

l= 5,2 m

Reynoldsovo číslo:

$$Re_1 = b \times v(z) / \nu = 0,0825 \times 28,55 / (15 \times 10^{-6}) = 157009,47$$

Součinitel síly

k= 0,2 mm (ekvivalentní drsnost pro pozinkovanou ocel)

k/b = 0,00242

$c_{f0} = 0,78$  (součinitel síly pro válce bez vlivu proudění kolem volných konců), viz. graf 7.28 v EN 1991-1-4 na základě Re

$l/b = 63,03$  (dle tab. 7.16 z normy EN 1991-1-4 na základě  $l \leq 15m$ )

$\psi_\lambda = 0,87$  (dle obr. 7.36 z normy EN 1991-1-4)

$$C_{f1} = C_{f0} \times \psi_\lambda = 0,78 \times 0,87 = 0,68$$

Zatížení větrem TR 82,5x10mm:

*návrhová hodnota*

$$w_1 = c_s \times c_d \times c_{f1} \times q_{p(z)} \times b = 1,00 \times 0,68 \times 0,50 \times 0,0825 = 0,04 \text{ kN/m}$$

vítr na baner na plochu 3,90 m<sup>2</sup>

výška max. od terénu 5,20 m

max. sání větru 0,64 kN/m<sup>2</sup> - charakteristická hodnota

2,50 kN

na 1 kotevní bod 1,25 kN

## 1.Výpočtový model



vetknutí sloupku zabezpečeno zalitím do hloubky 750mm základové patky z prostého betonu

## 2.Materiál

Jméno	Typ	Hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	E [MPa]	Poisson - nu	G [MPa]	Tep.rozt. [m/mK]
S 235	Ocel	7850	2,10E+05	0,3	8,08E+04	0

## 3.Posudek oceli - mezní stav únosnosti

EC3 : posouzení EN 1993

Prut B2	RO82.5X10	S 235	CO4/2	0.91
---------	-----------	-------	-------	------

NEd [kN]	Vy,Ed [kN]	Vz,Ed [kN]	TEd [kNm]	My,Ed [kNm]	Mz,Ed [kNm]
-0.28	0.00	6,25	0.00	-11.05	0.00

**Kritický posudek v místě 0.00 m**

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	407.71	147.64	
Redukovaná štíhlost	4,34	1.57	
Vzpěr. křivka	a	a	
Imperfekce	0.21	0.21	
Redukční součinitel	0.05	0.34	
Délka	5,20	5,20	m
Součinitel vzpěru	2,20	0.73	
Vzpěrná délka	10,53	3,81	m
Kritické Eulerovo zatížení	28.43	216.79	kN

LTB		
Délka klopení	5,20	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.86	
C2	0.02	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Posudek na tlak	$0.00 < 1$
Posudek na smyk (Vz)	$0.02 < 1$
Posudek ohybového momentu (My)	$0.90 < 1$
M	$0.90 < 1$

Stabilitní posudek	
Vzpěr	$0.01 < 1$
Klopení	$0.90 < 1$
Tlak + moment	$0.91 < 1$
Tlak + moment	$0.55 < 1$

prvek vyhoví

#### 4.Posudek oceli - mezní stav použitelnosti

$$w_{lim} = 34,67 \text{ mm} \geq 32,00 \text{ mm}$$

prvek vyhoví

#### 5.Návrh a posouzení základové patky sloupu

d	0,35 m	rozměr patky
M <sub>Ed</sub>	11,05 kNm	moment působící na dolní líc patky
H <sub>Ed</sub>	4,25 kN	vodorovná síla na patku
h	1,00 m	výška patky
A	0,38 m <sup>2</sup>	efektivní plocha patky
N <sub>Ed</sub>	0,28 kN	svislá síla od sloupku
G <sub>0</sub>	3,80 kN	vlastní tíha základové patky

$$e = \frac{M_{Ed} + H_{Ed} \cdot h}{N_{Ed} + G_0} = 3,75 \text{ m}$$

##### Výška patky:

prostý beton roznášecí úhel zatížení víc jak 60 stupňů, pak platí:

d	0,08 m	profil sloupku 82,5x10mm vrchní části patky
a	0,13 m	vyložení patky
α	60 °	roznášecí úhel prostého betonu

$$h \geq \frac{a}{0,85} \sqrt{\frac{3\sigma_d}{f_{ctd}}} = 0,01 \text{ m}$$

$$1,00 \geq 0,01 \text{ m}$$

**VYHOVÍ**

Pro návrh patky uvažujeme založení v zemině o pevnosti R<sub>d</sub> = 30kPa

Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R<sub>dt</sub> [kPa] zemin jemnozrnných  
při hloubce založení 0,8-1,5 m, pro šířku základu < 3,0 m

Třída	Symbol	Tabulková únosnost R <sub>d</sub>			
		šířka základu - b [m]			
		měkká	tuhá	pevná	tvrdá
F1	MG	110	200	300	500
F2	CG	100	175	275	450
F3	MS	100	175	275	450
F4	CS	80	150	250	400
F5	ML,MI	70	150	250	400
F6	CL,CI	50	100	200	350
F7	MH; V; ME	50	100	200	350
F8	CH; CV; CE	40	80	160	300

Napětí, kterým podloží působí na patku:

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} \quad 0,73 \text{ kPa} \quad 728 \text{ Pa}$$

Od napětí vznikne v teoretickém vetknutí konzoly jednotkový moment:

$$m_c = \frac{1}{2} \sigma_d a^2 \quad 7 \text{ Nm/m}$$

Návrhová tahová pevnost prostého betonu:

$\alpha_{ct}$	0,80	součinitel nepříznivých účinků zatížení na pevnost betonu v tahu
$f_{ctk,0,05}$	1,30 MPa	beton třídy C16/20
$\gamma_c$	1,50	součinitel bezpečnosti

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} \quad 0,69 \text{ MPa} \quad 693333 \text{ Pa}$$

Tabulka materiálových charakteristik betonu:

Vlastnost betonu		Třída betonu								
		C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
pevnost v tlaku	$f_{ck}$ [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50
	$f_{cm}$ [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58
pevnost v tahu	$f_{ctm}$ [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
	$f_{ctk\ 0,05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9
	$f_{ctk\ 0,95}$ [MPa]	2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3
$E_{cm}$ [GPa]		26	27,5	29	30,5	32	33,5	35	36	37
mezni přetvoření	$\varepsilon_{cu} \cdot 10^{-4} \sigma_{cu}^{-1/2}$	-3,6	-3,5	-3,4	-3,3	-3,2	-3,1	-3,0	-2,9	-2,8
	$\varepsilon_{cu} \cdot 10^{-4} \sigma_{cu}^{-2/3}$	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
<sup>1/</sup> pro výpočet únosnosti										
<sup>2/</sup> pro výpočet účinků zatížení										

Posouzení patky:

1. Podmínka napětí:

$$\sigma_{ct} = \frac{m_c}{W} = \frac{m_c}{\frac{1}{6} b h^2} \leq f_{ctd}$$

$$39 \text{ Pa} \leq 693 \, 333 \text{ Pa} \quad \text{VYHOVÍ}$$

2. Podmínka kontaktního napětí:

$$\sigma = \frac{N_{Ed} + G}{A_{eff}} \leq R_d$$

$$11 \text{ kPa} \leq 30 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVÍ}$$

**Základová patka z betonu C16/20, půdorysných rozměrů o průměru 350mm do hloubky 1m vyhoví na dané zatížení. Sloup bude uložen centricky vůči patce. Základová patka navrhnutá na únosnost zeminy 30kPa, před realizací provést geologické posouzení únosnosti zeminy a při zjištění menší únosnosti provést nový návrh geometrie patky.**

V Ostravě, vypracovala Ing. Lucia Gabrišová, březen 2019