

# **STATICKÝ VÝPOČET**

## **OBLÚKOVÁ GARÁŽ**

**Objednávateľ : Ľubosláv Déer**  
**MASLEN , s.r.o,**  
**Banská Bystrica**

**Objekt : Oblúková garáž S-40**

**Vypracoval : Prof. Ing. Ján Hudák, CSc.**

**Bratislava 2019**

## OBSAH

1. PREDMET STATICKÉHO VÝPOČTU .....	3
1.1 Zameranie výpočtu .....	3
1.2 Cieľ posudku .....	3
1.3 Charakteristika jestvujúcej konštrukcie .....	3
2. KLIMATICKÉ ÚČINKY NA KONŠTRUKCIU .....	5
2.1 Zaťaženie snehom .....	5
2.2 Zaťaženie vetrom .....	7
2.3 Zaťaženie vetrom na plášť .....	8
3. STATICKÉ RIEŠENIE .....	10
4. ÚNOSNOSŤ KONŠTRUKCIE .....	12

# 1. PREDMET STATICKÉHO VÝPOČTU

## 1.1 Zameranie výpočtu

Výpočet je zameraný na posúdenie častí ocelevej konštrukcie oblúkovej garáže S-40, zhotovenej z vlnitého plechu s výškou vlny 40 mm a hrúbkou plechu 1,0 mm. Týmto statickým výpočtom je potrebné preukázať únosnosť konštrukcie na účinky stáleho a premenného zaťaženia.

## 1.2 Cieľ statického výpočtu

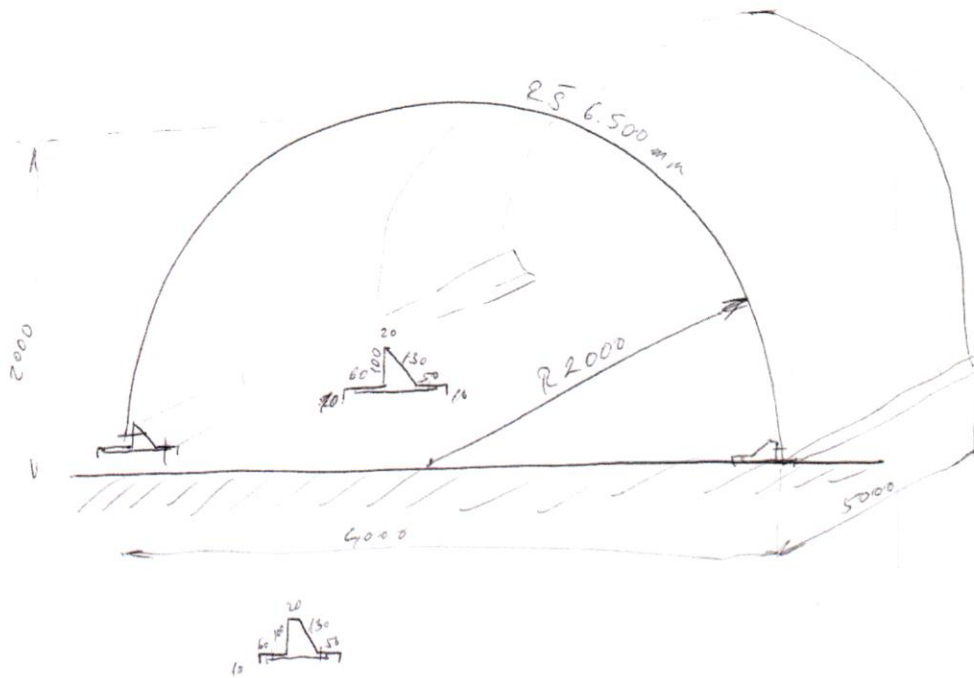
Cieľom statického výpočtu nosnej ocelevej konštrukcie je:

- určiť účinky vetra na konštrukciu podpier v priečnom smere,
- určiť účinky snehu,
- realizovať statické riešenie konštrukcie,
- vyhodnotiť úroveň spoľahlivosti konštrukcie.

## 1.3 Charakteristika konštrukcie



Obr. 1.1: Oblúčková garáž z plechu S-40



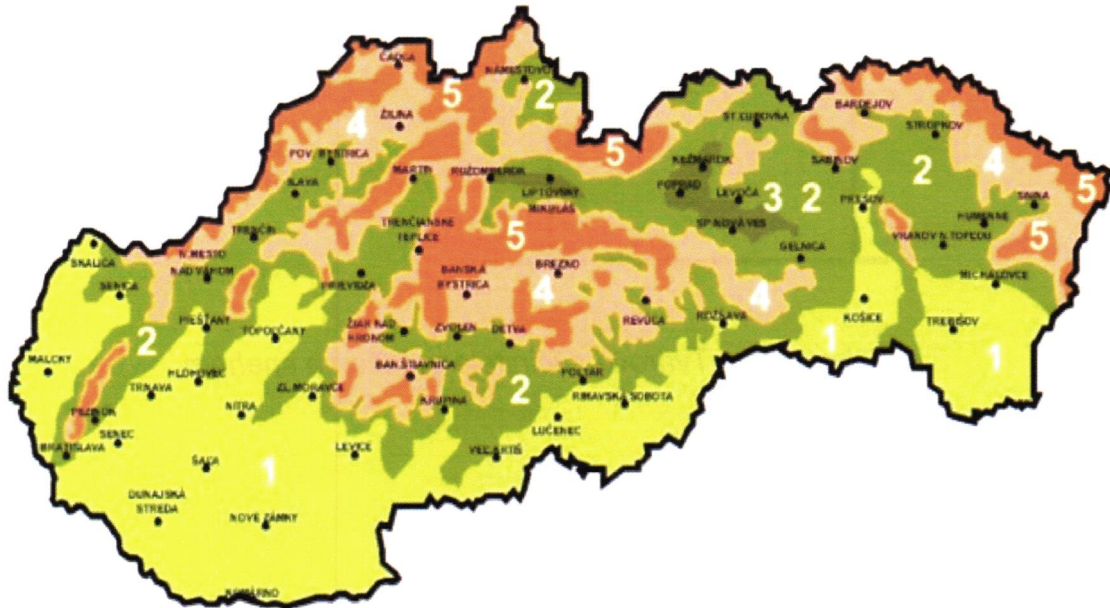
Obr. 1.2: Oblúková garáž S-40 – geometrické rozmery

## 2. KLIMATICKÉ ÚČINKY NA KONŠTRUKCIU

### 2.1 Zaťaženie snehom

(ENV 1991-1-3 EC 1)

Mapa zón charakteristického zaťaženia snehom na povrchu zeme C.14-NA/CD



Mapa regiónov S Ad  
Zóna zaťaženia snehom



Charakteristické zaťaženie snehom na povrchu zeme sa stanovuje takto

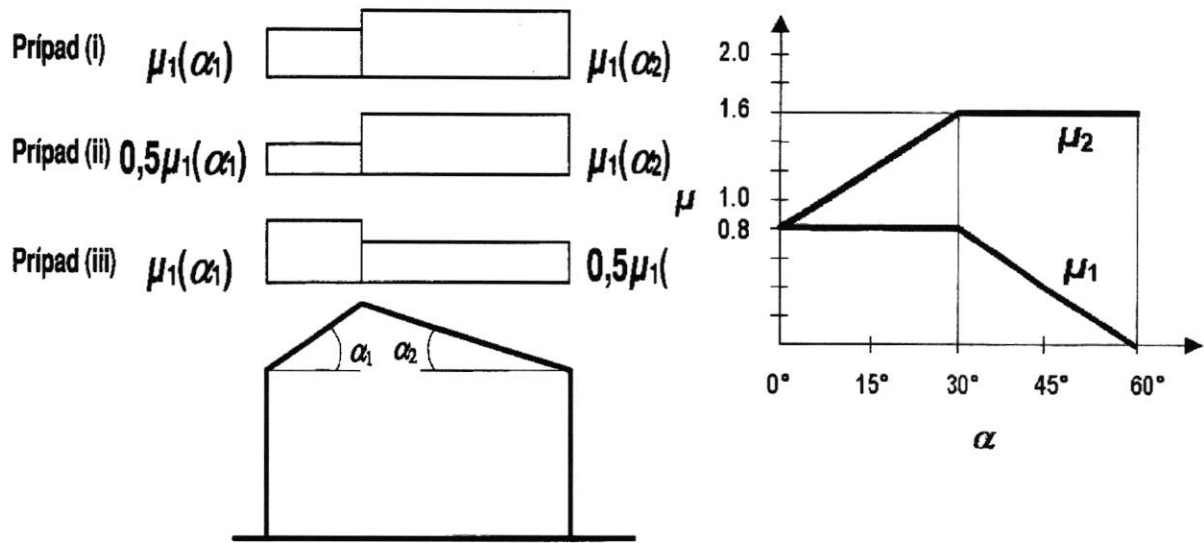
$$s_k = a + A/b \text{ /kN/m}^2 \text{ /}$$

kde A je nadmorská výška príslušného staveniska v metroch a súčinitele  $a, b$  sú v tabuľke NA.1

Tabuľka NA.1 Odporúčané hodnoty súčiniteľov  $a$  a  $b$

Zóna	1	2	3	4	5
$a$	0,454	0,425	0,454	0,716	0,934
$b$	970	505	970	430	315

Obr. 2.1: Mapa fundamentálnych hodnôt základnej rýchlosti vetra



Obr. 2.2: Tvarové súčinitele zaťaženia snehom

Lokalita je zaradená do snehovej oblasti 1.

$$a = 0,454$$

$$A = 200 \text{ m.n.m}$$

$$b = 970$$

Charakteristická hodnota zaťaženia snehom

$$s_k = a + A/b = 0,454 + 200/970 = 0,660 \text{ kN/m}^2$$

Súčiniteľ tvaru  $\mu_1 = 0,80$ .

Zaťaženie na povrchu plášt'a

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,80 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,660 = 0,528 \text{ kN/m}^2$$

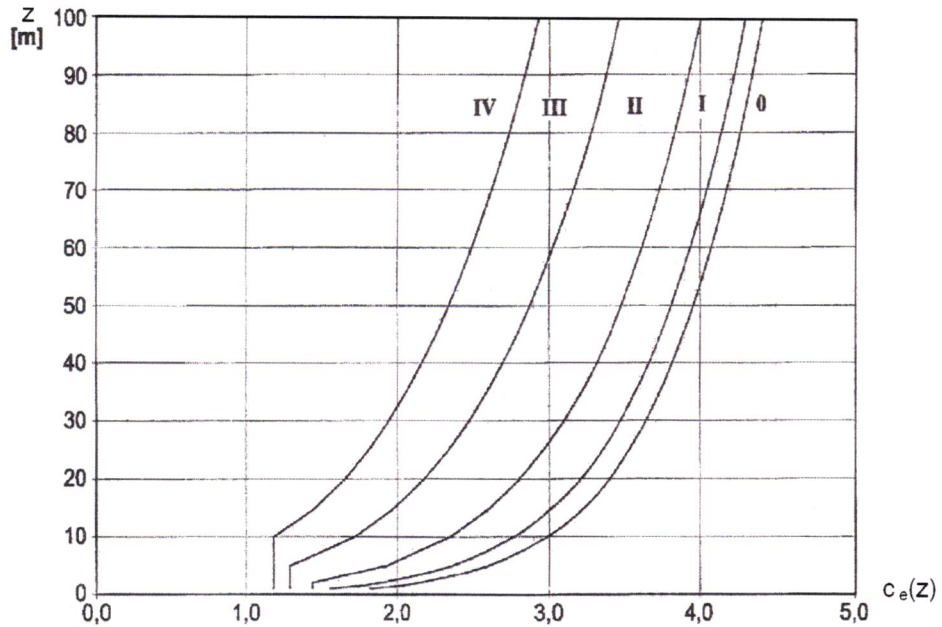
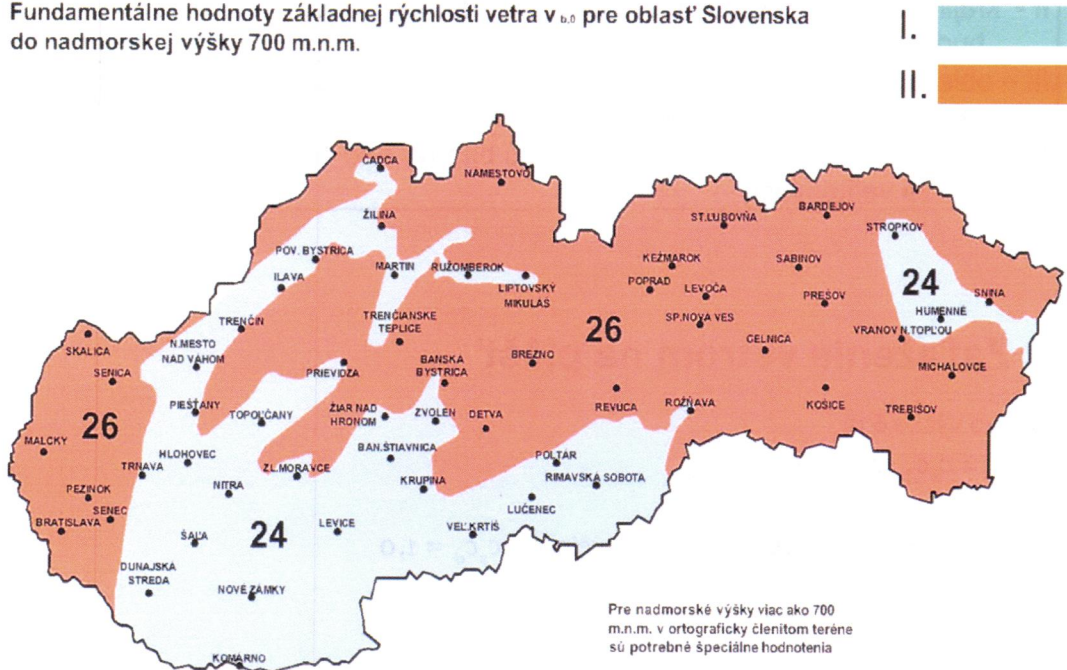
Návrhová hodnota zaťaženia snehom

$$s_d = \gamma_F \cdot s = 1,5 \cdot 0,528 = 0,792 \text{ kN/m}^2$$

## 2.2 Zaťaženie vetrom

(ENV 1991-1-4 EC 1)

Fundamentálne hodnoty základnej rýchlosti vetra  $v_{b,0}$  pre oblasť Slovenska do nadmorskej výšky 700 m.n.m.



Obr. 2.3: Súčinitele expozície  $c_e(z)$  pre  $c_0 = 1,0$ ,  $k_f = 1,0$

Tab. Kategórie terénu a ich parametre

KATEGÓRIA TERÉNU	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
0 – otvorené more a pobrežné oblasti	0,003	1
I - jazerá a roviny bez prekážok	0,01	1
II - krajina s nízkou vegetáciou, izolované prekážky (stromy, budovy).	0,05	2
III – oblasti pravidelne pokryté vegetáciou, budovami alebo prekážkami (predmestia, dediny, súvislé lesy)	0,3	5
IV – zastavané oblasti, kde aspoň 15% sú budovy nad 15 m (centrá veľkomiest)	1,0	10

## 2.3 Zaťaženie vetrom na plášť

Sila vetra vo výške 6 m

$$F_F = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$$

Ak zanedbáme dynamické účinky vetra je súčiniteľ  $c_s c_d = 1,0$

Súčiniteľ sily  $c_f = 1,8$

Ekvivalentná výška  $z_e = 6,0 \text{ m}$

Uvažovaná referenčná plocha

$$A_{ref} = b \cdot h = 15,0 \cdot 0,6 = 9,00 \text{ m}^2$$

Pre výšku 6,0 m v teréne kategórie II

$$z_0 = 0,05; \quad z_{min} = 2,0$$

Súčiniteľ terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,III})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,05/2,0)^{0,07} = 0,146$$

$$c_0 = 1 \quad \text{rovinatý terén}$$

$$c_r(z=6) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,146 \cdot \ln(6/0,05) = 0,699$$

Stredná rýchlosť vetra vo výške 6,0 m má hodnotu

$$v_m(z=6) = c_r(z) \cdot c_0(z) = 0,699 \cdot 1,0 \cdot 26 = 18,173 \text{ m/s}$$

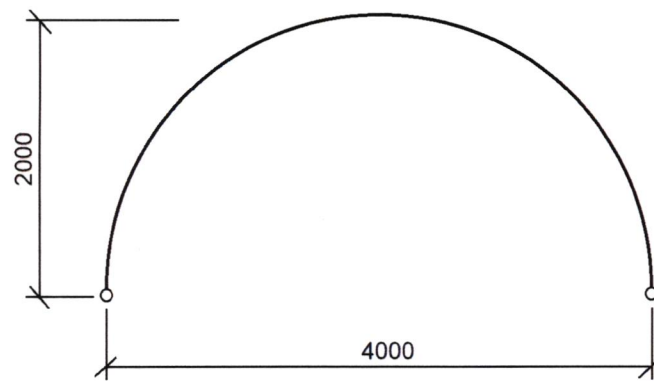
Intenzita turbulencie

$$I_v(z=6) = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} = \frac{1}{1 \cdot \ln(6/0,05)} = 0,209$$

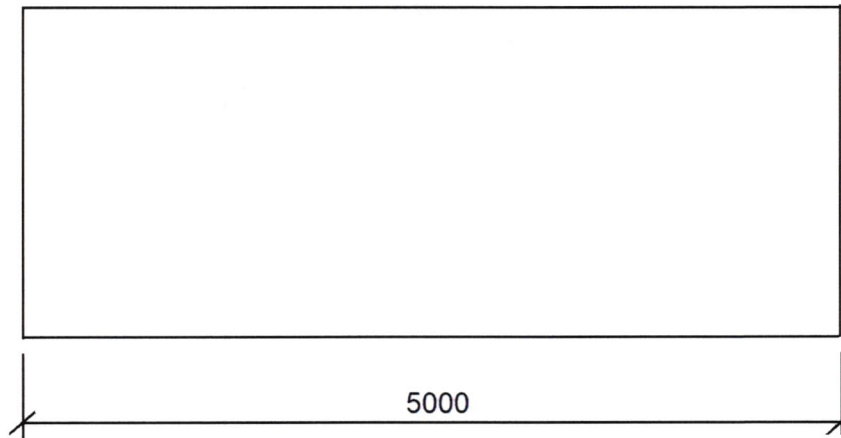
Maximálny charakteristický tlak vetra

$$\begin{aligned} q_p(z=6) &= [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m(z)^2 = \\ &= [1 + 7 \cdot 0,209] \cdot 1/2 \cdot 1,25 \cdot 18,173^2 = 406,712 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

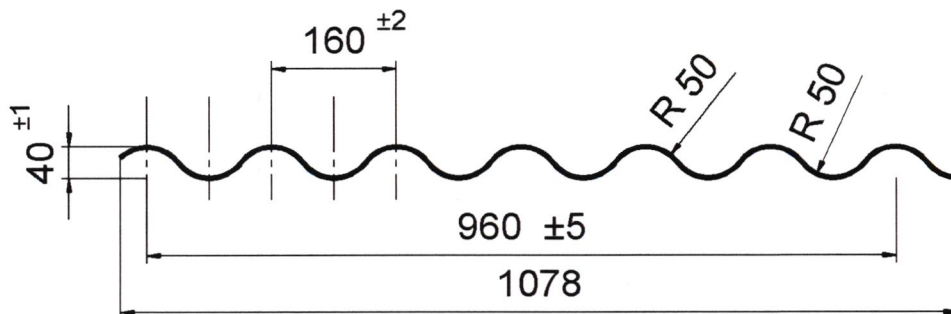
## PRIEČNY REZ



## POZDĽŽNY REZ



Obr. 2.4: Tvar konštrukcie



Obr. 2.5: Tvar steny z vlnitého plechu

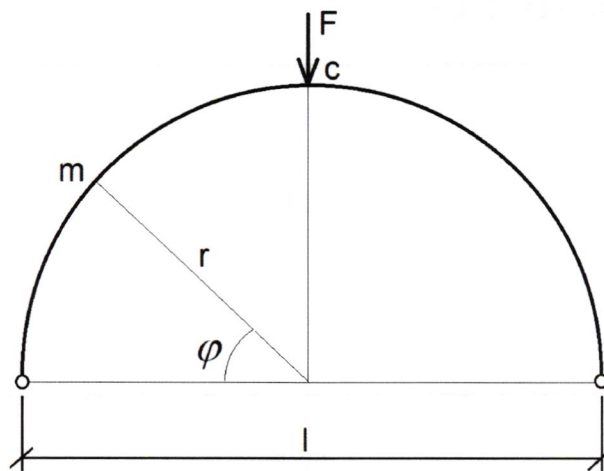
### 3. Statické riešenie

#### Zaťaženie návrhové

Zaťaženie snehom		=	0,792	$kN/m^2$
Vlastná tiaž plechu	$0,08832 \cdot 1,35$	=	0,119	"
<hr/>				
Zvislé zaťaženie		$q_d$	=	0,911 $kN/m^2$

#### Zaťaženie vetrom

$$w_d = q_p \cdot \gamma_F = 0,406712 \cdot 1,5 = 0,610 \text{ kN/m}^2$$



Obr. 3.1: Zaťaženie zvislé

#### Charakteristiky zaťaženia

$$F_d = q_d \cdot l = 0,911 \cdot 4,0 = 3,644 \text{ kN}$$

$$W_d = w_d \cdot h = 0,610 \cdot 2 = 1,220 \text{ kN}$$

#### Ohybové momenty a reakcie

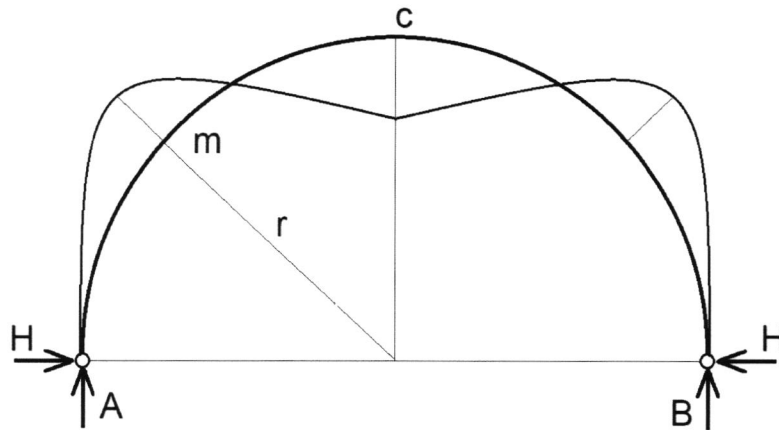
$$M_c = F_d \cdot r \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \right) = 3,644 \cdot 2,0 \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{3,14} \right) = 1,323 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_m = F_d \cdot r \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{\cos \varphi}{2} - \frac{\sin \varphi}{\pi} \right) = 3,644 \cdot 2,0 \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{0,707}{2} - \frac{0,707}{3,14} \right) = -0,523 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

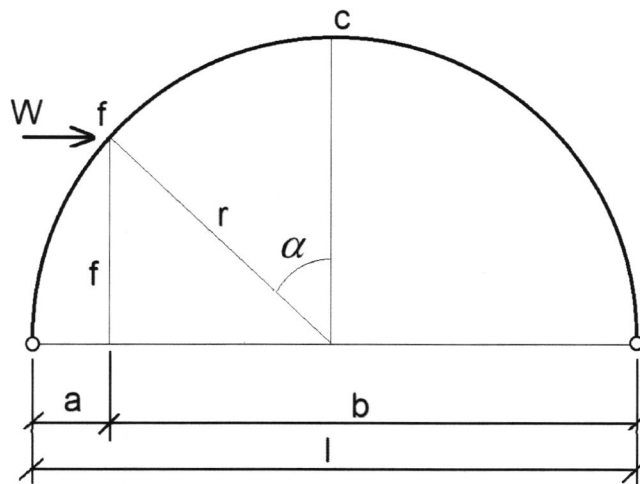
$$H_d = \frac{F_d}{\pi} = \frac{3,644}{3,14} = 1,160 \text{ kN}$$

$$A_d = B_d = \frac{F_d}{2} = \frac{3,644}{2} = 1,822 \text{ kN}$$

$$N_d = \sqrt{A_d^2 + B_d^2} = \sqrt{1,822^2 + 1,822^2} = 2,576 \text{ kN}$$



Obr. 3.2: Ohybový moment od zaťaženia zvislého

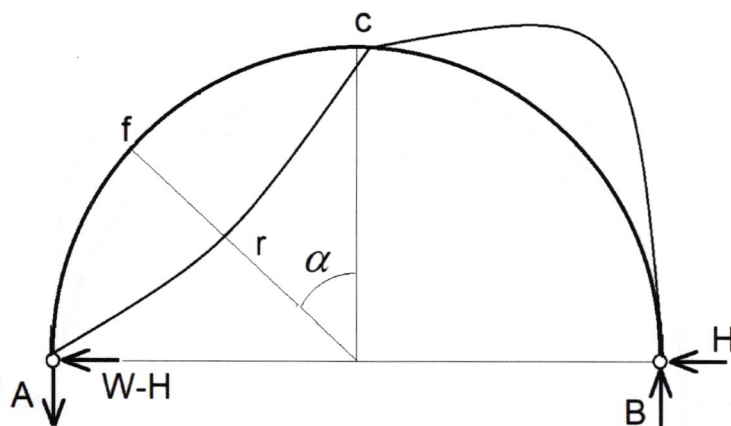


Obr. 3.3: Zaťaženie vodorovné

$$H_d = \frac{W_d}{2} = \frac{1,22}{2} = 0,610 \text{ kN}$$

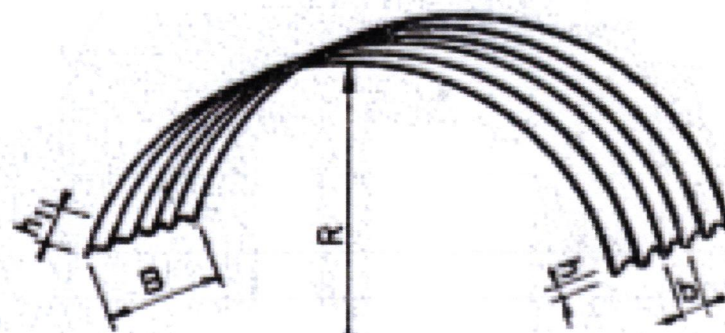
$$M_f = \frac{W_d \cdot b}{2} \cdot \cos \alpha - H \cdot f = \frac{1,22 \cdot 3,414}{2} \cdot 0,707 - 0,600 \cdot 1,414 = 0,624 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$A_d = -B_d = -\frac{W_d}{2} \cdot \cos 45^\circ = -\frac{1,22}{2} \cdot 0,707 = 0,431 \text{ kN}$$

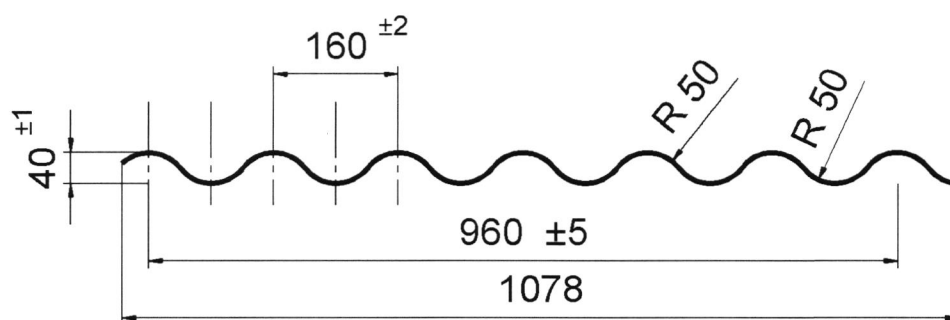


Obr. 3.4: Ohybový moment od zaťaženia vodorovného

#### 4. Únosnosť konštrukcie



Obr. 4.1: Konštrukčný dielec


**PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY** (Oceľ S 220 GD; S 250 GD; S 320 GD)

$t$ [mm]	$b$ [mm]	$h$ [mm]	$b_v$ [mm]	$e_h$ [mm]	$e_d$ [mm]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$W_{y,h}$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{y,d}$ [mm <sup>3</sup> ]
0,50	1078	40	160	19,836	20,164	117,249	5,911	5,814
0,60	1078	40	160	19,869	20,131	140,731	7,083	6,990
0,75	1078	40	160	19,930	20,070	175,958	8,829	8,767
0,88	1078	40	160	19,989	20,011	206,495	10,330	10,319
1,00	1078	40	160	20,046	19,954	234,689	11,707	11,761
1,25	1078	40	160	20,172	19,828	293,456	14,548	14,799
Násob.	-	-	-	-	-	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>

Obr. 4.2: Prierezové charakteristiky

 Pre hrúbku plechu  $t = 1 \text{ mm}$ 

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{234,689 \cdot 10^3}{1,225 \cdot 10^3}} = 13,841 \text{ mm}$$

Štíhlosť oblúka

$$\lambda_y = \beta_y \cdot \frac{0,5 \cdot L}{i_y} = \frac{0,5 \cdot 4000}{13,841} = 206,632$$

Porovnávacia štíhlosť

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{235/f_y} = 93,9$$

Pomerná štíhlosť

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = \frac{206,632}{93,9} \cdot \sqrt{1} = 2,20$$

Súčiniteľ vzperu (podľa tabuľky E.1, pre krivku vzpernej pevnosti „c“)  $\chi = 0,184$

Návrhová tlaková sila vzpernej únosnosti

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \beta_A \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,184 \cdot 1,225 \cdot 10^3 \cdot 220 / 1,1 = 45,08 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Moment únosnosti

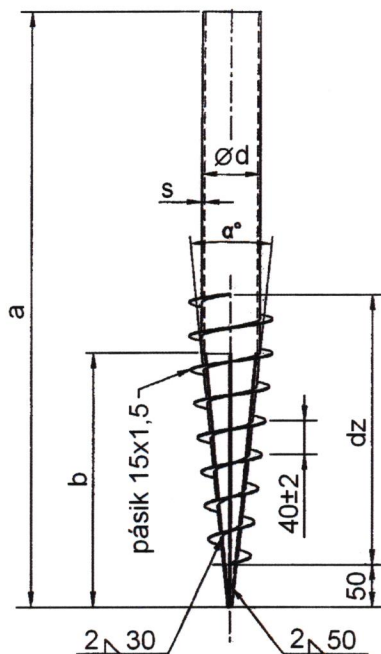
$$M_{Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M1} = 11,548 \cdot 10^3 \cdot 220 / 1,1 = 2,309 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Overenie spoľahlivosti

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{2,576}{45,08} + \frac{0,624}{2,309} = 0,327 < 1,0$$

# PRÍLOHA

## Kotviace zemné vruty



Obr. 1: Tvar zemnej kotvy



Obr. 2: Kryt zemnej kotvy