


# DIPLOMOVÝ SEMINÁŘ

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ FAKULTA STAVEBNÍ			
OBOR:	Stavební inženýrství	JMÉNO STUDENTA	
KATEDRA:	K 134	Bc. Tomáš Pintíř	
VEDOUcí PRÁCE:	doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš		
AKCE :  Ocelová rozhledna u Úlic			DATUM 10.5.2021
			Č. PŘÍLOHY 4

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÝ SEMINÁŘ**

**VÝBĚR VARIANTY OCELOVÉ ROZHLEDNY  
PRO DIPLOMOVOU PRÁCI**

**2020**

**TOMÁŠ PINTÍŘ**

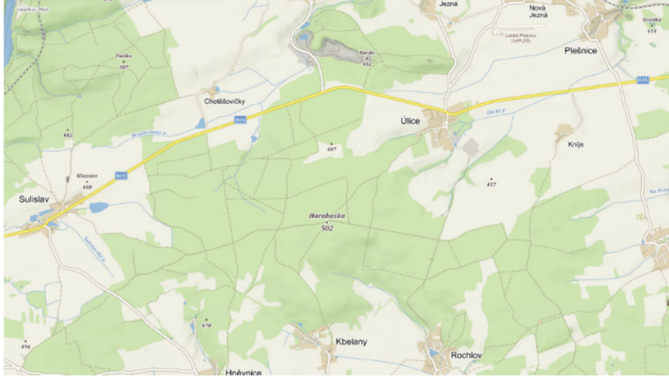
## **Obsah**

Základní informace .....	2
Umístění .....	2
Představení variant .....	2
Varianta 1 .....	2
Varianta 2 .....	3
Varianta 3 .....	4
Zatížení .....	4
Zatížení stálé.....	4
Zatížení proměnné .....	5
Kombinace zatížení.....	6
Zjednodušené posouzení variant .....	8
Varianta 1 .....	8
MSÚ .....	8
MSP.....	8
Varianta 2 .....	9
MSÚ .....	9
MSP.....	9
Varianta 3 .....	10
MSÚ .....	10
MSP.....	10
Výkaz materiálů .....	11
Varianta 1 .....	11
Varianta 2 .....	11
Varianta 3 .....	12
Vyhodnocení.....	12
Shrnutí – posuzovaných kritérií.....	12
Výběr varianty .....	13

## Základní informace

### Umístění

Místo výstavby rozhledny je u obce Úlice nedaleko přehrady Hracholusky konkrétní umístění je na souřadnicích 49.7485939N, 13.1257008E a nachází se ve výšce 502 m.n.m.



Obrázek 1- umístění konstrukce

## Představení variant

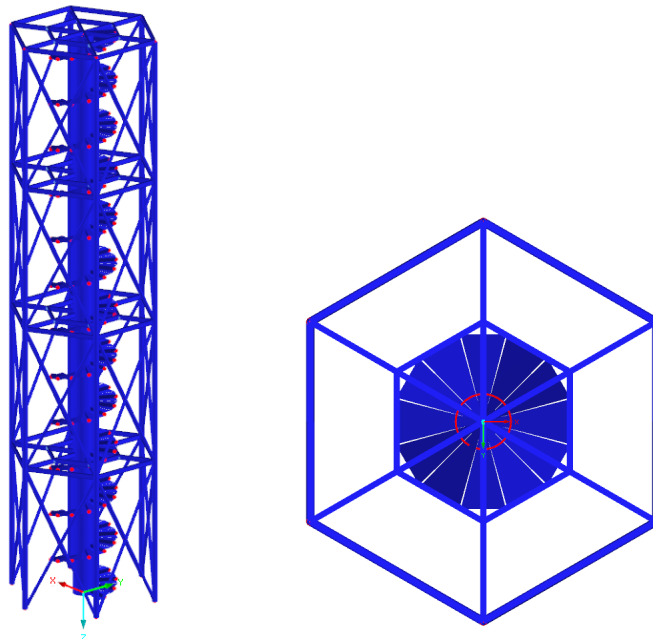
### Varianta 1

Rozhledna má kruhový půdorys o poloměru 1600 mm. Hlavní plošina je ve výšce 25 m a dvě další plošiny.

Hlavní nosník je umístěný ve středu rozhledny a je tvořen ocelovou trubkou 1200/50 další nosníky jsou rozmístěny okolo hlavního nosníku na kružnici o poloměru 1600 mm. Vedlejší nosníky jsou tvořeny trubkou 244,5/12,5 a je jich 6.

Na rozhledně jsou rozmístěny 3 plošiny ve výšce 10 m, 17,5 m a hlavní plošina ve výšce 25 m.

Plocha základny tělesa ohraničujícího konstrukci činí 26,60m<sup>2</sup>



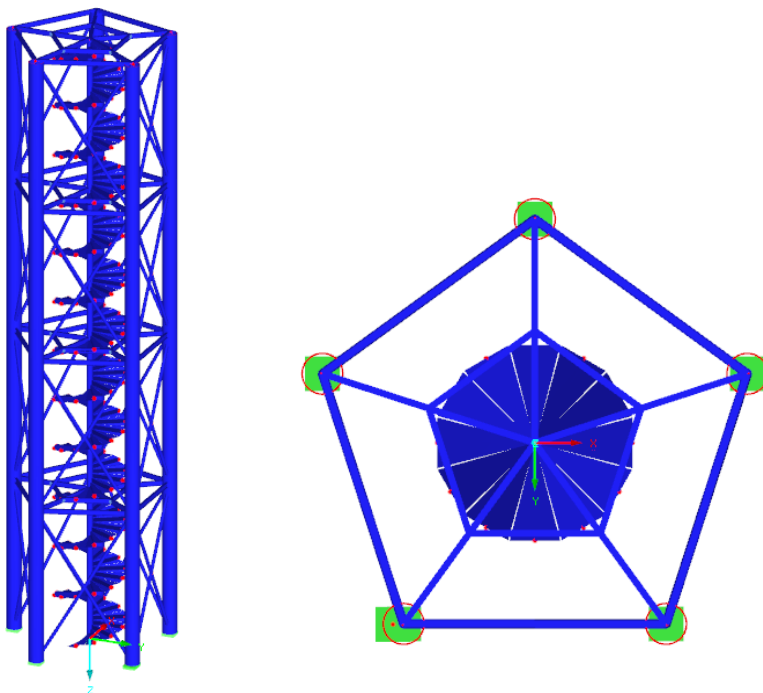
Obrázek 2- model varianty 1

## **Varianta 2**

Rozhledna má kruhový půdorys o poloměru 1600 mm. Hlavní plošina je ve výšce 25 m a dvě další plošiny.

Hlavních nosníků je 5 a jsou rozmístěny na kružnici o poloměru 1600 mm. Jejich rozměry jsou 610/25 vnitřní nosník nesoucí schodiště je tvořen trubkou 245/16.

Na rozhledně jsou rozmístěny 3 plošiny ve výšce 10 m, 17,5m a hlavní plošina ve výšce 25 m. Plocha základny tělesa ohraničujícího konstrukci činí  $24,35\text{m}^2$



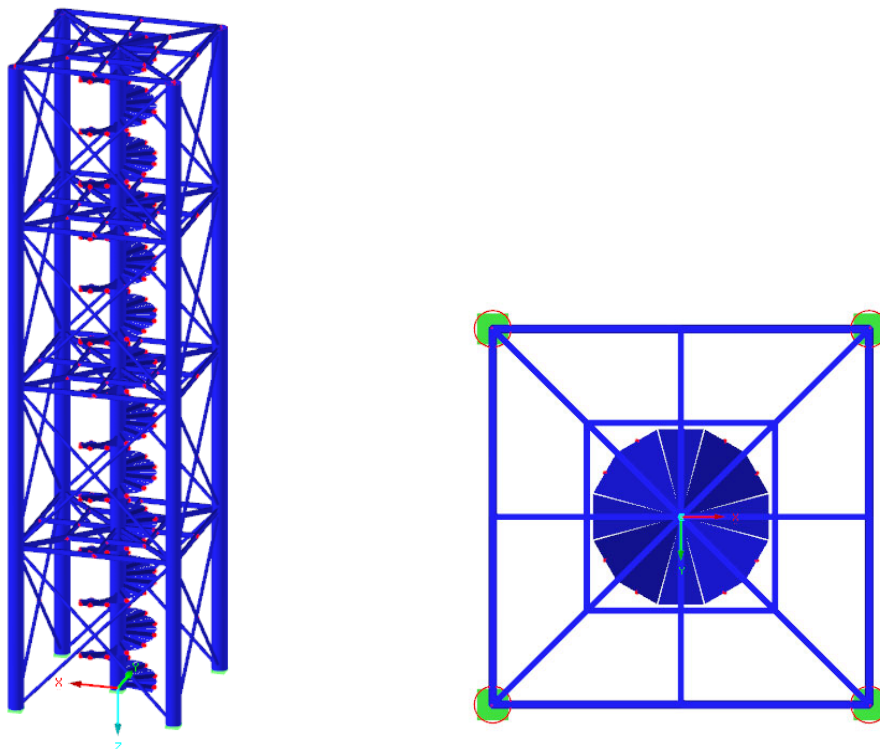
Obrázek 3- model varianty 2

### **Varianta 3**

Rozhledna má čtvercový půdorys s délkou hrany 3000 mm. Hlavní plošina je ve výšce 25 m a dvě další plošiny.

Na rozhledně jsou rozmístěny 3 plošiny ve výšce 10 m, 17,5 m a hlavní plošina ve výšce 25 m. Plocha základny tělesa ohraničujícího konstrukci činí 36 m<sup>2</sup>.

Hlavní nosníky jsou 4 a jsou rozmístěny v rozích čtvercového půdorysu. Jejich rozměry jsou 559/10 stejně jako vnitřní nosník nesoucí schodiště.



Obrázek 4- model varianty 3

## **Zatížení**

### **Zatížení stálé**

#### **Vlastní tíhy**

Vlastní tíha je generována automaticky v modelu softverem Dlubal Rfem

#### **Ostatní stálé – plošiny**

Podlaha – podlaha tvořena ocelovým roštem 25 kg/m<sup>2</sup>

Zábradlí – ocelové zábradlí 50 kg/m'

#### **Ostatní stálé – schodiště**

Schodišťové stupně – schodišťové stupně jsou generovány softwarem na základě zvoleného průřezu

Zábradlí – zavedeno jako bodová síla na koncích konzoly o velikosti 1,12 kN

## Zatížení proměnné

### Zatížení chodci

Užitné zatížení je uvažováno rozdílné pro plošiny a pro schodiště. Vzhledem k možnosti hromadění osob na plošinách je zde uvažována kategorie zatížení C5.

Pro zatížení na schodištích, kde není předpokládáno shromažďování nýbrž pohyb osob, je uvažováno s kategorií C3 a z toho plynoucími zatíženími.

#### - Plošná zatížení od chodců

Zatížení na plošinách

$$q_k = 5 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení na schodišti

$$q_{k,sch} = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{k,sch} = 1,85 \text{ kN/m (odvozeno ze střední hodnoty šířky stupně činící 0,37m)}$$

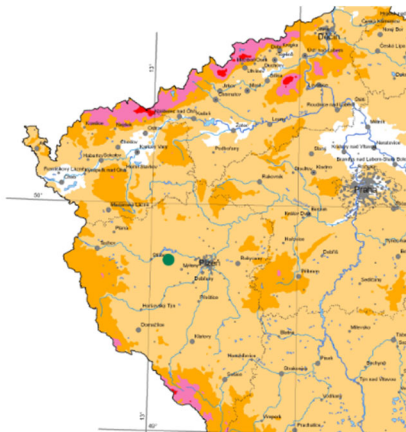
### Zatížení větrem

Pro účel studie a výběru varianty vhodné pro další postup, bude uvažováno jako by rozhledna byla plně opláštěna. Výsledná síla bude tedy rozpočtena pouze na vnější sloupy. Tento model není naprosto přesný ale vzhledem k stejným podmínkám pro všechny modely, je pro výběr vhodné varianty dostačující.

S výjimkou varianty 3 která je osově souměrná i podle osy X tak i Y bude uvažováno zatížení větrem ve dvou směrech.

Vzhledem k výšce konstrukce je potřeba rozdělit zatížení do pásem zatížení po výšce konstrukce. Vzhledem k stejné výšce variant budou tyto pásma stejně velká pro všechny varianty.

Navrhovaná konstrukce se nachází v oblasti II. podle mapy větrných oblastí ČR. Což odpovídá výchozí základní rychlosti větru  $v_{b,0} = 25 \text{ [m/s]}$



Obrázek 5- mapa větrných oblastí

## Kombinace zatížení

### MSÚ

Kombinace zatížení pro posouzení konstrukce v mezním stavu únosnosti.

#### Vztah pro výpočet kombinací

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} Q_{k,i} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Součinitele zatížení pro výpočet kombinací odpovídají

Dílčí součinitele zatížení:

- Stálé zatížení  $\gamma_G = 1,35$
- Proměnné zatížení  $\gamma_Q = 1,5$

Kombinační součinitele  $\psi$  podle kategorie C:

Užitné zatížení –  $\psi_{0,j} = 0,7$

Zatížení větrem –  $\psi_{0,j} = 0,6$

kombinace	stálé	Užitné			Vítr	
		celá	1/2 (-X)	1/2 (+X)	Vítr +X	Vítr -Y
KZ1	1,35	1,5	-	-	-	-
KZ2	1,35	-	1,5	-	-	-
KZ3	1,35	-	-	1,5	-	-
KZ4	1,35	-	-	-	1,5	-
KZ5	1,35	-	-	-	-	1,5
KZ6	1,35	1,5	-	-	1,5 x 0,6	-
KZ7	1,35	-	1,5	-	1,5 x 0,6	-
KZ8	1,35	-	-	1,5	1,5 x 0,6	-
KZ9	1,35	1,5	-	-	-	1,5 x 0,6
KZ10	1,35	-	1,5	-	-	1,5 x 0,6
KZ11	1,35	-	-	1,5	-	1,5 x 0,6
KZ12	1,35	1,5 x 0,7	-	-	1,5	-
KZ13	1,35	-	1,5 x 0,7	-	1,5	-
KZ14	1,35	-	-	1,5 x 0,7	1,5	-
KZ15	1,35	1,5 x 0,7	-	-	-	1,5
KZ16	1,35	-	1,5 x 0,7	-	-	1,5
KZ17	1,35	-	-	1,5 x 0,7	-	1,5
KZ18	1	-	-	-	1,5	-
KZ19	1	-	-	-	-	1,5

Tabulka 1- výpis kombinací pro MSÚ



## MSP

Kombinace zatížení pro posouzení konstrukce v mezním stavu použitelnosti.

### Vztah pro výpočet kombinací

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{j > 1} \psi_{0,j} Q_{k,j}$$

Součinitele zatížení pro výpočet kombinací:

Kombinační součinitele  $\psi$  podle kategorie C:

Užitné zatížení –  $\psi_{0,j} = 0,7$

Zatížení větrem –  $\psi_{0,j} = 0,6$

kombinace	stálé	Užitné			Vítr	
		celá	1/2 (-X)	1/2 (+X)	Vítr +X	Vítr -Y
K20	1.00	1.00	-	-	-	-
K21	1.00	-	1.00	-	-	-
K22	1.00	-	-	1.00	-	-
K23	1.00	-	-	-	1.00	-
K24	1.00	-	-	-	-	1.00
K25	1.00	1.00	-	-	1 x 0.6	-
K26	1.00	-	1.00	-	1 x 0.6	-
K27	1.00	-	-	1.00	1 x 0.6	-
K28	1.00	1.00	-	-	-	1 x 0.6
K29	1.00	-	1.00	-	-	1 x 0.6
K30	1.00	-	-	1.00	-	1 x 0.6
K31	1.00	1 x 0.7	-	-	1.00	-
K32	1.00	-	1 x 0.7	-	1.00	-
K33	1.00	-	-	1 x 0.7	1.00	-
K34	1.00	1 x 0.7	-	-	-	1.00
K35	1.00	-	1 x 0.7	-	-	1.00
K36	1.00	-	-	1 x 0.7	-	1.00

Tabulka 2- výpis kombinací pro MSÚ

## Zjednodušené posouzení variant

### Varianta 1

#### MSÚ

##### Vnitřní sloup

Posouzení průřezu v kritických místech pro jednotlivé posudky na vnitřním sloupu od MSÚ

Místo x [m]	Zatěžovací stav	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce
0.000	KV1	0.04	$\leq 1$	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
0.170	KV1	0.00	$\leq 1$	CS201) Posouzení průřezu - ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
0.000	KV1	0.08	$\leq 1$	ST371) Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.4, obecná metoda

Tabulka 3- využití průřezu vnitřního sloupu programem RFEM pro variantu 1

##### Vnější sloup

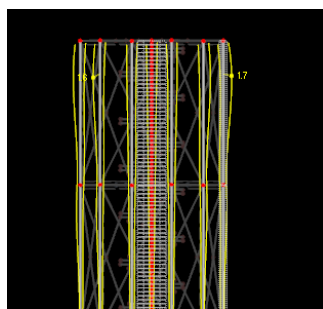
Posouzení průřezu v kritických místech pro jednotlivé posudky na vnější sloupu od MSÚ

Místo x [m]	Zatěžovací stav	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce
0.000	KV1	0.04	$\leq 1$	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
1.442	KV1	0.01	$\leq 1$	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
6.250	KV1	0.45	$\leq 1$	ST371) Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.4, obecná metoda

Tabulka 4- využití průřezu vnějšího sloupu programem RFEM pro variantu 1

#### MSP

Maximální deformace od obálky vnitřních sil pro MSP je 1,7mm



Obrázek 6- deformace na variantě 1

## Varianta 2

### MSÚ

#### Vnitřní sloup

Posouzení průřezu v kritických místech pro jednotlivé posudky na vnitřním sloupu od MSÚ

Místo x [m]	Zatěžovací stav	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce
0.000	KV1	0.23	$\leq 1$	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
0.085	KV1	0.08	$\leq 1$	CS201) Posouzení průřezu - ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
0.000	KV1	0.07	$\leq 1$	ST371) Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.4, obecná metoda

Tabulka 5- využití průřezu vnitřního sloupu programem RFEM pro variantu 2

#### Vnější sloup

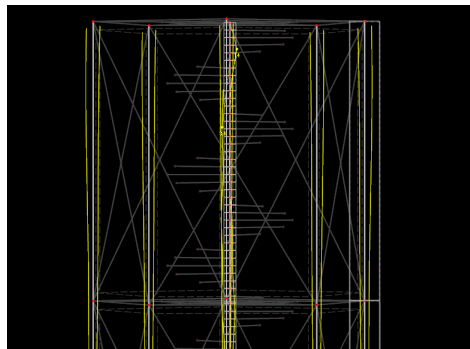
Posouzení průřezu v kritických místech pro jednotlivé posudky na vnější sloupu od MSÚ

Místo x [m]	Zatěžovací stav	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce
0.000	KV1	0.02	$\leq 1$	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
0.000	KV1	0.01	$\leq 1$	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
0.000	KV1	0.09	$\leq 1$	ST371) Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.4, obecná metoda

Tabulka 6- využití průřezu vnějšího sloupu programem RFEM pro variantu 2

### MSP

Maximální deformace od obálky vnitřních sil pro MSP je 1,4mm



Obrázek 7- deformace na variantě 2

### Varianta 3

#### MSÚ

##### Vnitřní sloup

Posouzení průřezu v kritických místech pro jednotlivé posudky na vnitřním sloupu od MSÚ

Místo x [m]	Zatěžovací stav	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce
0.000	KV1	0.10	$\leq 1$	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
0.000	KV1	0.02	$\leq 1$	CS201) Posouzení průřezu - ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
0.000	KV1	0.39	$\leq 1$	ST371) Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.4, obecná metoda

Tabulka 7- využití průřezu vnitřního sloupu programem RFEM pro variantu 3

##### Vnější sloup

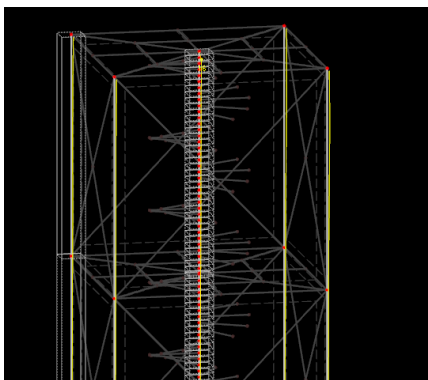
Posouzení průřezu v kritických místech pro jednotlivé posudky na vnější sloupu od MSÚ

Místo x [m]	Zatěžovací stav	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce
0.000	KV1	0.03	$\leq 1$	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
4.327	KV1	0.00	$\leq 1$	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
6.250	KV1	0.09	$\leq 1$	ST371) Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.4, obecná metoda

Tabulka 8- využití průřezu vnějšího sloupu programem RFEM pro variantu 3

#### MSP

Maximální deformace od obálky vnitřních sil pro MSP je 1,6mm



Obrázek 8- deformace na variantě 3

## Výkaz materiálu

### Varianta 1

Položka	Průřez	Počet prutů	Délka [m]	Celk. délka [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Měr. hmotn. [kg/m]	Hmotnost [kg]	Celk. hmotn. [t]
1	RO 914.0x30.0	143	0.17	24.31	69.77	2.03	653.9	111.16	15.896
2	RO 244.5x12.5	24	6.25	150	115.2	1.37	71.51	446.96	10.727
3	IPE 200	42	3.2	134.4	103.22	0.38	22.37	71.59	3.007
4	IPE 200	35	1.6	56	43.01	0.16	22.37	35.8	1.253
5	IPE 200	2	0.8	1.6	1.23	0	22.37	17.9	0.036
6	RO 914.0x30.0	1	0.13	0.13	0.37	0.01	653.9	85.01	0.085
7	RO 914.0x30.0	1	0.09	0.09	0.26	0.01	653.9	58.85	0.059
8	RO 914.0x30.0	1	0.05	0.05	0.14	0	653.9	32.7	0.033
9	RO 139.7x10.0	96	3.51	337.04	147.96	1.37	31.95	112.17	10.768
10	RO 914.0x30.0	1	0.18	0.18	0.52	0.01	653.9	117.7	0.118
11	Z - sch. Stupeň	147	1.4	205.8	220.83	0.55	20.91	29.28	4.303
12	RO 914.0x30.0	1	0.12	0.12	0.34	0.01	653.9	78.47	0.078
13	RO 914.0x30.0	1	0.08	0.08	0.23	0.01	653.9	52.31	0.052
14	RO 914.0x30.0	1	0.04	0.04	0.11	0	653.9	26.16	0.026
<b>Celkem</b>		<b>496</b>		<b>909.84</b>	<b>703.19</b>	<b>5.92</b>			<b>46.442</b>

Tabulka 9- výkaz materiálu pro variantu 1

### Varianta 2

Položka	Průřez	Počet prutů	Délka [m]	Celk. délka [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Měr. hmotn. [kg/m]	Hmotnost [kg]	Celk. hmotn. [t]
1	RO 244.5x16.0	1	0.18	0.18	0.14	0	90.28	16.25	0.016
2	RO 610.0x25.0	20	6.25	125	237.5	5.74	360.32	2251.97	45.039
3	IPE 200	10	1.6	16	12.29	0.05	22.37	35.8	0.358
4	IPE 200	16	3.76	60.19	46.23	0.17	22.37	84.16	1.347
5	IPE 200	24	1.88	45.14	34.67	0.13	22.37	42.08	1.01
6	IPE 200	8	0.94	7.52	5.78	0.02	22.37	21.04	0.168
7	IPE 200	15	3.2	48	36.86	0.14	22.37	71.59	1.074
8	RO 244.5x16.0	1	0.13	0.13	0.1	0	90.28	11.74	0.012
9	RO 244.5x16.0	1	0.09	0.09	0.07	0	90.28	8.12	0.008
10	RO 244.5x16.0	1	0.05	0.05	0.04	0	90.28	4.51	0.005
11	RO 139.7x12.0	80	3.65	291.79	128.1	1.4	37.76	137.72	11.018
12	RO 244.5x16.0	143	0.17	24.31	18.67	0.28	90.28	15.35	2.195
13	Z - sch. Stupeň	147	1.4	205.8	220.83	0.55	20.91	29.28	4.303
14	RO 244.5x16.0	1	0.12	0.12	0.09	0	90.28	10.83	0.011
15	RO 244.5x16.0	1	0.04	0.04	0.03	0	90.28	3.61	0.004
16	RO 244.5x16.0	1	0.08	0.08	0.06	0	90.28	7.22	0.007
<b>Celkem</b>		<b>470</b>		<b>824.45</b>	<b>741.45</b>	<b>8.48</b>			<b>66.574</b>

Tabulka 10- výkaz materiálu pro variantu 2

### Varianta 3

Položka	Průřez	Počet prutů	Délka [m]	Celk. délka [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Měr. hmotn. [kg/m]	Hmotnost [kg]	Celk. hmotn. [t]
1	610.0x25.0	1	0.18	0.18	0.34	0.01	360.32	64.86	0.065
2	610.0x25.0	16	6.25	100	190	4.59	360.32	2251.97	36.032
3	610.0x25.0	1	0.13	0.13	0.25	0.01	360.32	46.84	0.047
4	610.0x25.0	1	0.09	0.09	0.17	0	360.32	32.43	0.032
5	610.0x25.0	1	0.05	0.05	0.1	0	360.32	18.02	0.018
6	IPE 200	32	3	96	73.73	0.27	22.37	67.12	2.148
7	IPE 200	64	1.5	96	73.73	0.27	22.37	33.56	2.148
8	IPE 200	32	2.12	67.88	52.13	0.19	22.37	47.46	1.519
9	RO 139.7x12.0	64	4.33	277.24	121.71	1.33	37.76	163.57	10.468
10	Z - sch. Stupeň	147	1.4	205.8	220.83	0.55	20.91	29.28	4.303
11	610.0x25.0	143	0.17	24.31	46.19	1.12	360.32	61.25	8.759
12	610.0x25.0	1	0.12	0.12	0.23	0.01	360.32	43.24	0.043
13	610.0x25.0	1	0.04	0.04	0.08	0	360.32	14.41	0.014
14	610.0x25.0	1	0.08	0.08	0.15	0	360.32	28.82	0.029
Celkem		505		867.93	779.63	8.36			65.625

Tabulka 11- výkaz materiálu pro variantu 3

## Vyhodnocení

### Shrnutí – posuzovaných kritérií

#### Varianta 1

- Plocha základny činí 26,6 m<sup>2</sup>.
- U posudku mezního stavu únosnosti je nejvíce využit vnější sloup a to na 45 %.
- Maximální deformace činí 1,7mm
- Hmotnost celé konstrukce činí 46,4 t

#### Varianta 2

- Plocha základny činí 24,35 m<sup>2</sup>.
- U posudku mezního stavu únosnosti je nejvíce využit vnitřní sloup a to na 23 %.
- Maximální deformace činí 1,4mm
- Hmotnost celé konstrukce činí 66,6 t

#### Varianta 3

- Plocha základny činí 36 m<sup>2</sup>.
- U posudku mezního stavu únosnosti je nejvíce využit vnitřní sloup a to na 39 %.
- Maximální deformace činí 1,6mm
- Hmotnost celé konstrukce činí 65,6 t



## Výběr varianty

Varianta 2 dosahuje nejlepších výsledků při posouzení na MSÚ a MSP při nejmenším zabrané ploše. Hmotnost konstrukce je téměř totožná s variantou 3 a činí zhruba 140% váhy varianty 1. Na základě těchto aspektů a vizuálních preferencí, bude pro diplomovou práci a další návrh vyhrána varianta 2.



### **Seznam obrázků**

- Obrázek 1- umístění konstrukce
- Obrázek 2- model varianty 1
- Obrázek 3- model varianty 2
- Obrázek 4- model varianty 3
- Obrázek 5- mapa větrných oblastí
- Obrázek 6- deformace na variantě 1
- Obrázek 7- deformace na variantě 2
- Obrázek 8- deformace na variantě 3

### **Seznam tabulek**

- Tabulka 1- výpis kombinací pro MSÚ
- Tabulka 2- výpis kombinací pro MSÚ
- Tabulka 3- využití průřezu vnitřního sloupu programem RFEM pro variantu 1
- Tabulka 4- využití průřezu vnějšího sloupu programem RFEM pro variantu 1
- Tabulka 5- využití průřezu vnitřního sloupu programem RFEM pro variantu 2
- Tabulka 6- využití průřezu vnějšího sloupu programem RFEM pro variantu 2
- Tabulka 7- využití průřezu vnitřního sloupu programem RFEM pro variantu 3
- Tabulka 8- využití průřezu vnějšího sloupu programem RFEM pro variantu 3
- Tabulka 9- výkaz materiálu pro variantu 1
- Tabulka 10- výkaz materiálu pro variantu 2
- Tabulka 11- výkaz materiálu pro variantu 3